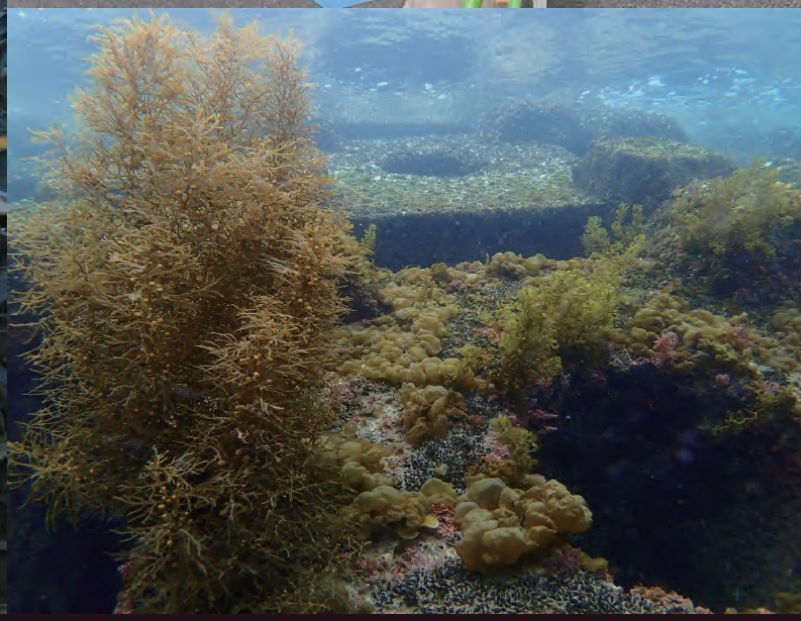
国土交通省
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

ISSN 1347-3387

NILIM 2023

国総研レポート 2023



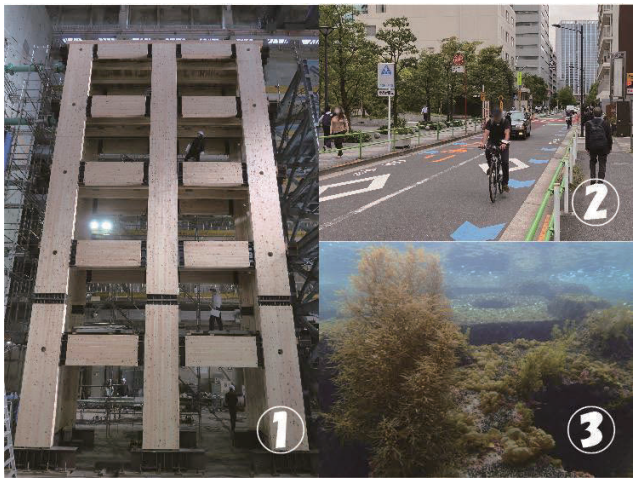
国土技術政策総合研究所
NILIM National Institute for Land and Infrastructure Management
http://www.nilim.go.jp/

○ 「NILIM2023　国総研レポート 2023」とは

国総研の研究活動の理念、2022 年に進めてきた研究活動や成果および今後本格化しようとする取り組みを幅広く紹介する、研究活動のいわゆる「総合カタログ」です。

より詳細な内容についてお知りになりたい場合は、研究紹介の中で示しております詳細情報等をご覧ください。

※巻末にアンケートがございます。ご協力をお願いいたします。



表紙写真

①ＣＬＴ工法による通し壁柱に梁（垂れ壁）を接合した架構の構造実験。
災害時の復興住宅（５階建ての共同住宅）をＣＬＴで早期建設するための工法として提案し、実験を通じて構造特性を検証。

②自転車の通行位置を示す「矢羽根型路面表示」の設置例。国総研では表示の形状や設置間隔を試験走路における走行実験を通じて検討するとともに、設置箇所における通行安全性を確認する現地調査を実施。

③須崎港東防波堤基部に生育する海藻。海域における CO2 吸収を促進するため、港湾構造物にブルーカーボン生態系を増やす技術開発を実施。設置から２年で被覆ブロックを覆うように海藻が繁茂し、藻場が形成され、自然と一体化。また、多様な生物の生息場としての機能も確認。

NILIM 2023

国総研レポート 2023

CONTENTS

所長メッセージ 2
巻頭クローズアップ 4
各研究部・センターからのメッセージ 22
研究紹介 48
1．国土を強靭化し、国民のいのちと暮らしをまもる研究 48
2．社会の生産性と成長力を高める研究 76
3．快適で安心な暮らしを支える研究 95
災害対応の支援 124
現場技術力の向上の支援 126
データの収集・分析・管理、社会への還元 135
技術連携 140
国際研究活動 142
新しく「港湾情報化支援センター」を設置します 144

詳細な目次は 19 ページに掲載しています

未来志向の国総研へ

国土技術政策総合研究所長　**奥村 康博**

1. はじめに

国総研では平成29年に研究方針が定められています。国総研の使命として「住宅・社会資本分野における唯一の国の研究機関として、技術を原動力に、現在そして将来にわたって安全・安心で活力ある国土と社会の実現を目指します」と記載されております。さらに、

〇技術的専門家として行政の視点も踏まえ、国土交通省の政策展開に参画する

〇研究活動で培った高度で総合的な技術力を実務の現場に還元する

〇国土・社会の将来像の洞察と技術開発の促進により、新たな政策の創出につなげる

という基本姿勢が示されています。

土木関連の施設は規模が極めて大きく、多くの場合屋外の厳しい環境にさらされ、長期間に亘りなるべくメンテナンスをしないで使用されることが期待されています。取り巻く環境や構造物そのものの内部の状態の正確な情報を得ることが難しいという特性もあります。このような中、国総研ではこれまでの研究活動や現場の具体事例に基づく経験等から、住宅・社会資本分野の専門的・技術的知見を蓄積してきております。その知見を活かすことで現場などから寄せられる課題解決に尽力してきました。また、各地域の様々な課題に対応して多様な分野の専門家が解決策を立案できる総合性を持っていることも国総研の大きな強みと考えております。

２．今後の研究に向けて

国総研が基本方針で定められた使命を高いレベルで継続的に果たしていくためには、どのようにしていくべきなのでしょうか？

1）新たな技術・知見の取り込み

一つ目は新たな技術・知見との連携があります。各研究部において蓄積されている住宅・社会資本分野の技術的知識に加え、新たな技術や知見を取り組むことでその技術的知識を大きく進化させていくことが可能です。例えばETC2.0があります。これによってICT技術を駆使して自動車のプローブデータ（走行履歴や挙動履歴のデータ）を大量に入手し、分析することによって渋滞や交通事故の個別箇所のミクロな分析ができるようになりました。このプローブデータを用いた様々な研究は現在も取り組まれております。ただ、ETC2.0サービスが始まったのは約10年前です。その前の開発段階でも長い年月がかかっております。国総研として、現時点で新たな技術や知見を取り組んで、それぞれの分野をレベルアップできるような模索が行われているかが重要です。

言うまでもなくICT技術が目まぐるしく進歩し、普及してきております。人工衛星、飛行機やドローンに積んだカメラやセンサーによって効率的かつこれまで得られなかった詳細な情報収集が可能になっております。これに加え、AIによる分析、共有できる情報量の拡大、VRなどのインター

フェース技術の普及等々様々なICT技術があります。これらに取り組んでいる企業や大学等と連携することでこれまで行ってきた研究を飛躍的に進化できるものが多いと思います。ここで大切なのは、新たなICT技術の強みを理解しつつ、これを既存の住宅・社会基盤分野に適用できるところはどこか、その際、ICT技術側に求める要求性能は何か、これらを具体に詳細に理解していることが必要です。これは住宅・社会資本分野のDX化において必須と思います。

ICT技術だけではなく、新材料、あるいはバイオテクノロジーなどとの連携もあり得ると思います。住宅・社会資本分野の総合的な研究を行っている国総研として、その能力と可能性を高める研究が出てくることを期待しております。

2) 課題への対応

二つ目は、現在、将来の課題解消につながる研究を行うことです。例えば①地球温暖化、CN、②構造物の老朽化、③国土強靭化、④建設産業全体の生産性の向上、などは国土交通省全体として長期的に取り組まざるを得ない大きな課題だと思います。各研究部はより具体の研究テーマと目標を設定して継続的に取り組んで頂きたいと思います。

①に関連して、第32回社会資本審議会技術部会資料によると、我が国で発生するCO2のうち、2/3が住宅・社会資本分野が関連するとされています。この分野でのCO2排出量の低減について検討できうることが残されていると思われます。

ロシアのウクライナ侵攻等でエネルギー需給が逼迫している最近では、CN等の取組みがやや冷めているかもしれません。しかし、地球温暖化自体が根本的に解決されていない以上、その対策は今後とも長期に亘り問われることになります。

TCFD(Task Force on Climate-related Financial Disclosures) より企業等は気候変動関連リスクについての指標や目標等について開示することを推奨しております。これがないと国際的に資金を調達することが難しくなります。このような流れもあり、CN関係の先駆的な技術開発を行っている企業の事例も増えてきています。これら民間企業の動きと連携して住宅・社会資本の様々な分野で、原材料調達から維持管理まで、CN化を進める施策につながる研究を展開できるかが課題です。大きな課題ですが、国総研の総合力、専門力を発揮できる場ではないかと思います。

地球温暖化、CNを例にとりましたが、他にも課題は山積しております。常に感度よく課題を見いだし研究テーマを考えるようにしたいと思います。

3. おわりに

以上、至極当たり前のことを言ってきておりますが、過去の研究の（少しの）延長線上の研究を行うことにならないようにしなければという気構えとして述べたものです。

目線を高く、そして現場、大学、企業などの動きに幅広く目を配り、課題や取組み事例、新技術、異分野の知見にもアンテナを向けていく必要があります。成果を出すのには時間がかかるものも多いと思いますが、国総研として努力を続けたいと思います。

☞詳細情報はこちら

1) 国総研HP　国総研研究方針
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/busyoukai/kenkyuhoushin/00index.htm

2) 経産省HP　GX実現に向けた基本方針　～今後10年を見据えたロードマップ～
https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230210002/20230210002_1.pdf

3) 国土交通省HP　第32回社会資本審議会技術部会資料　配布資料3　p44
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001587784.pdf

国総研の研究活動の最前線
～安全・安心で活力と魅力ある国土と社会の実現のために～

重点的に取り組む研究分野

本誌では、国総研の研究活動の３つの重点分野ごとに、最新の研究活動を幅広く紹介します。この中でも代表的な取り組みをクローズアップし巻頭で紹介します。

1 国土を強靱化し、国民のいのちと暮らしをまもる研究

- P.5　下水道管路模擬施設を用いた点検調査機器の性能比較・評価
- P.6　AI等新技術を活用した河川管理施設の維持管理の効率化
- P.7　土砂災害分野におけるL積率法を用いた解析雨量プロダクトの確率化手法
- P.9　災害・不具合への迅速な技術支援
- P.１０　老朽建築物の合理的な更新に向けて－既存杭を含む地盤の性能評価法の開発
- P.１３　リスクに基づいた新たな施設設計へ向けた第一歩 －港湾施設に作用する外力を確率的に評価する－
- P.１５　地震に強い空港を目指して

研究動向・成果をP.48から紹介

2 社会の生産性と成長力を高める研究

- P.8　自動運転の実現･普及拡大に向けた道路からの支援
- P.１４　港湾分野における技術基準類の国際展開方策に関する検討 ～我が国の技術基準のベトナム国家基準への反映に向けた取り組み～
- P.１６　インフラ分野のＤＸに資する公共調達制度
- P.１７　インフラ分野のDXを進めるための研究

研究動向・成果をP.76から紹介

3 快適で安心な暮らしを支える研究

- P.１１　“先回り”して空き家の管理不全化を予防するために
- P.１２　“新たなモビリティ”を活用した郊外住宅市街地における移動環境向上技術の開発
- P.１８　グリーン社会の実現に貢献する調査研究活動

研究動向・成果をP.95から紹介

下水道管路模擬施設を用いた点検調査機器の性能比較・評価

下水道研究部

地方公共団体は、膨大な下水道管路施設を抱えており、労力・予算等の制約から、十分には点検調査が進んでいません。下水道管路施設の点検調査の省力化・効率化を目指して、点検調査機器の技術開発の推進と開発された新技術の活用を促進します。

社会背景と課題

- 下水道管路施設については、下水道管理者である地方公共団体自らが維持管理業務を実施する場合が多く、調査速度の向上や調査困難箇所での導入等、点検調査機器の技術開発に対するニーズが高い。
- 民間企業による技術開発や地方公共団体における新技術の活用を促進するためには、実証データをもとに機器性能を明確化することが重要であるが、実際の下水道管路施設を用いた性能試験は、点検調査機器の紛失リスクがあるとともに、現場条件が異なることから、実施が難しい。

研究内容

下水道管路模擬施設

下水道管路施設の点検調査機器の性能を明確化するため、下水道管路を模擬した実験施設（下水道管路模擬施設）を2021年度に設置し、2022年度に実験を開始した。

【施設の主な構成】

○圧送管
　塩化ビニル管，口径 150mm及び300mm

○小口径・大口径管路
　鉄筋コンクリート管，口径 200mm～800mm
　継手ズレや横断クラック等、下水道管路内に発生する様々な異常を再現できるほか、貯水タンクや送風機を使用することで水流や管内風も再現でき、点検調査機器の定量的な評価が可能。

下水道管路模擬施設の俯瞰図

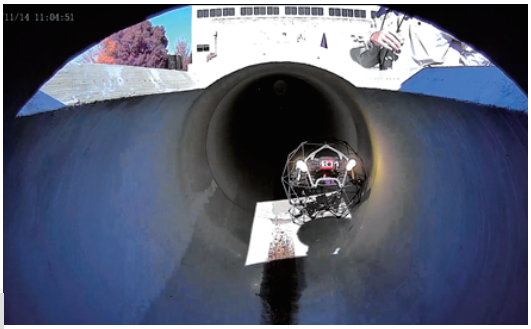
大口径管路を用いた実験

大口径管路については、流量・水位・有毒ガス等の理由から点検調査が進んでいない箇所が存在しており、点検調査機器の技術開発が喫緊の課題となっている。代表的な点検調査機器である自走式テレビカメラは土砂堆積箇所で進行できないなどの課題があることから、点検調査用ドローンが開発されている。その点検調査用ドローンの飛行・調査性能について、現地実験の難しさゆえ定量化されている点が少ないことから、下水道管路模擬施設を用い、飛行・調査性能の確認・比較実験を実施した。

【点検調査用ドローン実験の構成】

○長時間飛行実験：　連続飛行時間や飛行延長を調査

○性能比較実験：　周辺環境（水位、風速）が変化した場合の飛行・調査性能を比較



大口径管路における点検調査用ドローンの実験状況

下水道管路施設の効率的な点検調査により、道路陥没のリスク低減や地方公共団体の負担減に寄与。

AI等新技術を活用した河川管理施設の維持管理の効率化

河川研究部

近年、国・自治体の有する河川管理施設の老朽化が顕在化しつつあり、仮に機能不全に陥った場合、災害時に重大な影響を及ぼすことが想定される。また、点検技術者の減少も深刻である。これら喫緊の課題に対応するため、河川管理施設の効率的な点検・評価手法の構築や省力化を実現する研究に取り組んでいます。

社会背景と課題

- 人口減少下においては、担い手不足や熟練技術者のノウハウ継承が課題となっている。
- 一方で、デジタル技術の進展により、画像データや三次元点群データの取得、AI等によるデータ分析を容易に行えるようになってきました。
- そこで、河川管理施設を持続的に維持管理していくため、河川堤防の点検において新技術を活用する手法を検討する。

研究内容

河川堤防（土堤）の点検12項目を網羅する変状自動抽出技術の開発

「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」※で定義される土堤の12変状を対象として、AIを活用した変状自動抽出技術の開発を行いました。

土堤に発生する変状の特徴を踏まえ、変状形状を三次元点群データで把握するものを8変状、画像で把握するものを4変状として変状自動抽出を試みました。

※平成31年4月 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課

三次元点群データを用いる変状抽出における従来手法では、三次元点群データを画像等に変換したり、データを間引くなどの時間や手間がかかっていたほか、三次元点群データを直接利用することができず、データ精度を劣化させていることが課題でした。本技術開発では、河川分野において国内で初めて、三次元点群データを直接用いたAI自動抽出技術を開発し、上記課題を克服しました。

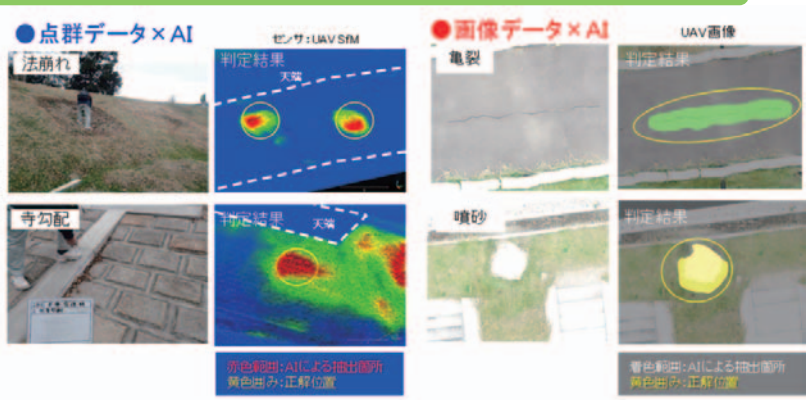
赤色：画像で抽出可能　青色：三次元点群で抽出可能

変状自動抽出の対象とした堤防変状

変状自動抽出技術の現場実証

除草と合わせて、UAVを用いた空中写真測量により、変状の画像及び三次元点群データを同時取得し、AIを活用した変状自動抽出を実施することで、全ての変状を効率的に確認出来ることがわかりました。これにより時間と労力を要している堤防点検において、変状把握の効率化が期待できます。

今後は、実堤防における変状計測データを多数取得し、変状自動抽出の精度を向上させ、現場実装に向けた検討を進めていきます。



変状自動抽出の現場実証の例

人口減少下での持続可能なインフラ整備・管理に貢献

☞関連記事はこちら
・AI等新技術を活用した堤防点検の効率化に向けた取組　（P.48）

土砂災害分野におけるL積率法を用いた解析雨量プロダクトの確率化手法

土砂災害研究部

降雨による土砂災害の危険が高まったときに発表される土砂災害警戒情報を高い信頼性のもとで運用、提供するため、土砂災害警戒情報の基礎となる雨量指標の統計的な傾向を把握する研究を行っています。

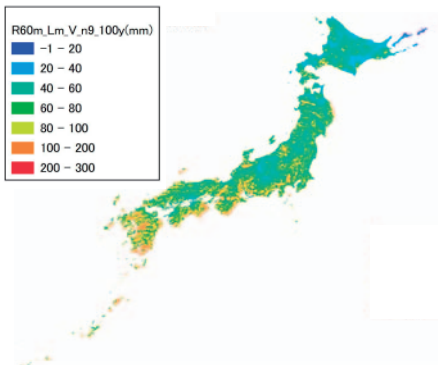
社会背景と課題

降雨による土砂災害からの警戒避難を支援するため、土砂災害の危険度の高まりを雨量指標によって判定する土砂災害警戒情報が運用されている。土砂災害警戒情報で使用している解析雨量は、全国を漏れなく稠密にカバー出来る利点があるものの、10年オーダーで計算手法の大幅な改良を施すため標本数が少なく、統計処理には不向きであるという欠点があった。そのため、解析雨量を用いて判定される土砂災害警戒情報についても信頼性に課題があった。

研究内容

L積率法による確率雨量の算定

100年に1度(1/100)あるいは50年に1度といった再起確率年に対応した確率降雨を求める頻度解析では、数十年にわたる観測資料を蓄積した上で、適合する確率分布型を選定することが前提となる。近年、土砂災害警戒情報で使用している解析雨量の品質もメッシュサイズの1km化及び更新間隔の30分化された2006年以降は概ね安定し、データ蓄積が図られてきた。そこで、それらの解析雨量のデータに対して、データの変動や偏りの影響を抑え得る統計手法（L積率法）を用いることで、信頼性の高い確率雨量と確率分布モデルを検討した。



L積率法による60分雨量の確率降雨(1/100)

設計雨量から見た確率雨量

土砂災害を防ぐために整備される砂防関係施設の計画・設計では、設計降雨強度が用いられている。現状の設計降雨強度は、近年の気候変動の影響で増加しつつある短時間強雨等の雨の降り方の変化を反映できていない。そのため、信頼性の高い確率雨量を用いることで、より効率的・効果的な砂防関係施設の計画・設計が可能となる。本手法での確率雨量の推定に係る信頼性については、現時点ではまだ幅があるものの、将来的に解析雨量のデータがさらに蓄積され、ある程度の信頼性が確保されることで、解析雨量ベースの確率値を用いて、地域的に詳細な砂防関係施設の目標整備水準の検証が可能となる。

L積率法による確率雨量が設計降雨強度を超過するメッシュ(1/100, 60分雨量)

信頼性の高い雨量指標を用いることで、より効果的な土砂災害のハード対策・ソフト対策を実現

☞関連記事はこちら
・国総研資料第1222号　土砂災害分野におけるL積率法を用いた解析雨量プロダクトの確率化手法

自動運転の実現･普及拡大に向けた道路からの支援

道路交通研究部

自動運転による安全･円滑な道路交通が実現し、交通事故削減･渋滞緩和･環境負荷低減といった道路ネットワークの高度利用に資することが期待されています。
自動運転の実現･普及拡大に向けて、道路からの情報提供等により車両の的確な制御を支援するための研究を進めています。

社会背景と課題

- 政府目標として、高速道路での自家用車の自動運転（レベル４＊）を2025年までに実現。
  ＊:特定条件下における完全自動運転（運転者への交替無し）
- 車載センサが収集する情報を用いて加減速･車線維持等を行う、自律型の車両制御技術の開発が進展。一方、車両単独での情報収集には限界があり、自動運転が継続できない様々な場面が存在。
- 自動車･電機メーカ等との官民連携での共同研究等により、道路から自動運転を支援する研究を実施。

研究内容

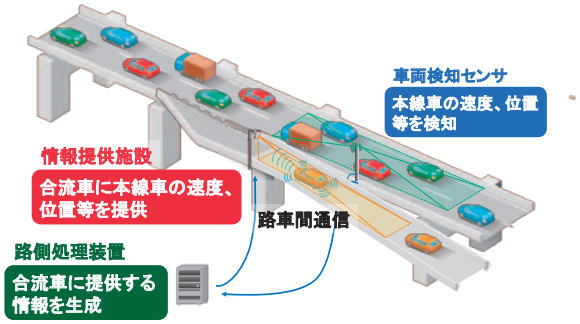
路車協調ＩＴＳによる自動運転の支援に関する研究

路車協調ＩＴＳとは、道路と車両が相互通信により情報を共有し、より良い道路交通の実現を目指すものである。
車両単独での情報収集では自動運転が継続できない場面を対象として、路車協調ＩＴＳにより安全･円滑な自動運転を可能とするため、情報提供内容の検討や実証実験による効果の確認等を行っている。

■先読み情報の提供

車線規制や障害物等の情報を把握･提供し、早期の車線変更等の対応を支援。

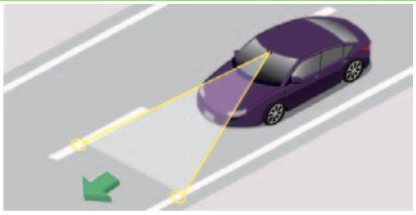
■合流支援情報の提供



本線車両の位置･速度等を合流車両に提供し、安全･円滑な合流を支援。

車両の自車位置特定の支援に関する研究

自動運転車両は、車載センサによって自車位置（横断方向）を特定し、車線中央付近での安全･円滑な走行を可能としている。
自動運転の継続を道路から支援するため、区画線や路面標示の要件案の作成、実証実験による検証等を行っている。



自動運転車両の的確な制御を道路から支援
人･モノの移動の自動化･省力化、安全で円滑な道路交通を実現

☞関連記事はこちら
・高速道路の自動運転の実現に向けた取り組み　（P.76）

災害・不具合への迅速な技術支援

道路構造物研究部

災害・不具合による道路構造物の機能障害に際し、迅速に職員を派遣し緊急措置や復旧の技術支援を行っています。ここでは、主な対応事例として、令和４年度の豪雨災害への職員派遣事例と令和４年3月の福島県沖地震による道路構造物被災への対応事例について紹介します。

社会背景と課題

- 地震に加えて、豪雨による被害が多発しており、高齢化が進む道路構造物に対する点検と必要な措置の実施を着実に行うことなど、道路ネットワークの健全性の確保が重要な課題となっている。
- 道路網の機能確保の重要性からは、道路構造物の設計から管理段階までの様々な課題に対する要請への技術的助言、損傷や不具合への技術支援に、最新の知見を反映した迅速な対応が不可欠となっている。
- 全国での不具合の削減や災害対応の改善には、技術情報や知見の速やかな共有の重要性が増している。

対応状況

令和４年の対応状況

令和４年も、右表に例を示すように地震や大雨に関連して、落橋や道路崩壊など道路ネットワークが寸断されるような災害が発生しており、要請を受けて国立研究開発法人土木研究所、地方整備局の道路メンテナンスセンター等とも連携して被災直後の緊急対応や被災原因調査、復旧検討などへの技術支援のために技術情報の提供や職員派遣を行っている。

近年の被災事例では、被災構造物が古い基準や技術によるものであったり、高齢化に伴う劣化や損傷を生じていることも多く、国が保有する技術基準や劣化対策の知見も反映して技術的助言を行っている。

主な職員派遣要請対応事例

事例	主な被災箇所・派遣場所	主な被災内容	要請者
福島県沖地震（3月）	宮城県角田市（枝野橋）、福島県（伊達橋）	橋梁の支承や下部工の損傷	宮城県角田市、福島県
大雨による橋梁等被災（7月）	市道窪川原線　丸山橋 市道前林線　前田橋 （宮崎県大崎市）	橋脚の倒壊による落橋 橋台背面アプローチ部の流失	東北地方整備局
大雨による橋梁等被災（8月）	国道121号道路崩落・流出（山形県米沢市）	擁壁直下の自然斜面の崩壊	山形県
台風14号による被災（9月）	国道327号道路崩落（宮崎県東臼杵郡諸塚村）	道路崩落	宮崎県
	県道262号球磨大橋（熊本県球磨郡錦町）	河川内下部工の沈下	熊本県

令和４年3月の福島県沖地震による道路構造物被災への対応事例

●角田市道　枝野橋（宮城県角田市）

地震後、角田市の要請を受け職員を派遣。ＲＣ橋脚３基にコンクリートの剥離や水平ひびわれ、支承８箇所にサイドブロックの破断や変形が生じており、構造安全性の評価および早期交通開放に向けた調査、復旧方法の検討に関する技術支援を実施。

技術支援を受け、通行に必要な応急復旧を行い同年６月３０日に通行止め解除。本復旧までの間の通行規制基準を策定し余震に対する体制を構築。

枝野橋の現地調査の状況

●国道399号　伊達橋（福島県伊達市）

地震後、福島県の要請を受け職員を派遣。伸縮装置の破損や支承、下部構造の損傷などが生じており、詳細調査や復旧方針に関する技術支援を実施。詳細調査により判明した上部構造の変形に関する技術支援を継続して実施。

技術支援を受け、上部工の架け替えと下部工の補強など同年８月に復旧方針を発表。復旧工事に相当の時間を要するため仮橋による交通確保を実施。

伊達橋の現地調査および管理者との打合せ状況

迅速かつ的確な技術支援による災害や不具合による社会影響の最小化

☞関連記事はこちら
- 豪雨による道路土工構造物の洗掘及び斜面崩壊等が交通機能へ及ぼす影響分析（P.59）
- 地震直後における構造物被害の規模感を把握するための研究（P.61）

老朽建築物の合理的な更新に向けて
―既存杭を含む地盤の性能評価法の開発

建築研究部

わが国のこれからの都市の再生には、地震に対して強靱な都市を円滑に構築できる基盤の技術が不可欠です。その観点で本研究では、建築物を解体した後の取り扱いが課題となる既存杭及びその敷地を対象にして、それらの合理的な利活用の促進につながる性能評価法等の開発を行っています。

社会背景と課題

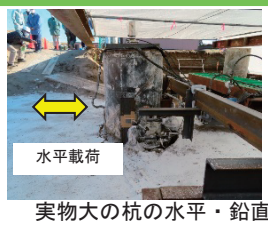
- 南海トラフ地震等の巨大地震の切迫性が指摘されている中、都市の再生と強靱化を両立するためには、中小建築物も含めた従前建築物の更新の加速化が必要。
- 従前建築物の既存杭について合理的な取り扱いの方法がなく、杭撤去工事の長期化や新規建築物の設計施工上の制約が生じる等、従前建築物の建替えの阻害要因となりうる課題が顕在化。

研究内容

既存杭の撤去・埋戻しによる敷地地盤への影響の評価

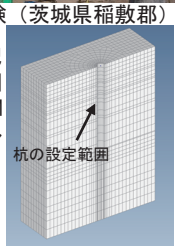
- 既存杭の撤去・埋戻しによる地盤特性の変化及びその新設杭への影響を、原位置試験と解析によって分析・評価。
- 茨城県内の敷地で、実物大の杭を撤去・埋め戻した後に杭を新設し、水平・鉛直載荷試験を実施。さらに、この試験結果を再現するためのFEM解析を実施し、地盤特性変化を解析的に検証。
- 福岡市内の建築物解体現場で、杭撤去前後に調査を実施し、複数本の杭撤去による地盤の緩みの程度等を各種試験によって把握。

既存杭を撤去した敷地の地盤物性の取り扱いを明確化し、建築物の耐震設計における地盤物性評価の留意点等を設計指針として提示。



実物大の杭の水平・鉛直載荷試験（茨城県稲敷郡）

杭撤去時の状況（福岡市）

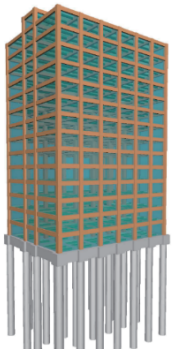


上記試験の実況を再現した杭周囲の地盤のFEM解析モデル（中央位置の断面）

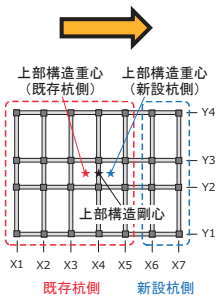
既存杭を利活用した建築物の性能評価法の検討

- 既存杭を利活用した場合の杭基礎の解析モデルを構築し、既存杭と新設杭が混在した基礎が上部構造の地震時の振動特性等に及ぼす影響を検証。
- 14階建て建築物を例にして、地盤の鉛直ばね係数、杭体・基礎梁の性能、上部構造の偏心の有無を考慮した解析を実施し、上部構造への影響等を比較検証。
- 上部構造と杭基礎の分離モデル及び一体解析モデルによる解析（杭の脆性的な破壊の考慮など）を実施し、既存杭を含む建築物の性能評価における分離モデルの適用範囲を把握。

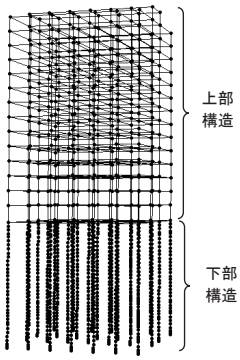
上部構造への影響や分離モデルの適用条件を明らかにし、設計指針に反映することで、既存杭を利活用した場合の杭基礎と上部構造の合理的な耐震設計法を構築。



解析対象の建築物



X通りで既存／新設杭の範囲を設定



上部構造と下部構造（杭基礎・地盤）の一体解析モデル

既存杭を利活用した建築物の解析モデル

既存杭の利活用に資する基準の構築を通して建築物更新時の合理的な設計と生産性の向上に貢献し、迅速な都市の再生と強靱化を実現

“先回り”して空き家の管理不全化を予防するために

住宅研究部

空き家が増加する中、“ぼろぼろ”な空き家を増やさないことが重要です。そのため、空き家を「管理しない」よりも「きちんと管理」した方が“得”になる場合があることを定量的に示し、予防的な対策を“先回り”して推進するための研究を行っています。

社会背景と課題

- 人口減少下において空き家数は増加傾向にあり、「管理不全状態にある空き家」の増加が懸念される。
- 管理不全化した後の「事後的な対応」ではマンパワーが不足。管理不全化予防のための対策強化が必要。
- 予防的対策の推進のため、所有者が管理不全化の予防のために行うべき具体的な管理内容を示すこと、また、市町村が予防的対策を推進した場合に期待される効果を定量的に示すことが、解決すべき課題。

研究内容

管理不全化の予防のために最低限必要な管理水準案の整理

空き家所有者の管理の内容（管理の項目、頻度、費用等）と、空き家の物的な状態（腐朽・破損の有無、建築の時期、周辺環境等）について調査・分析を行うことにより、概ね健全な状態を保つために実施されている管理の内容を整理した。

空き家の管理不全化を予防しようとするときに、所有者の具体的な管理の参考等として利用されることが期待される。

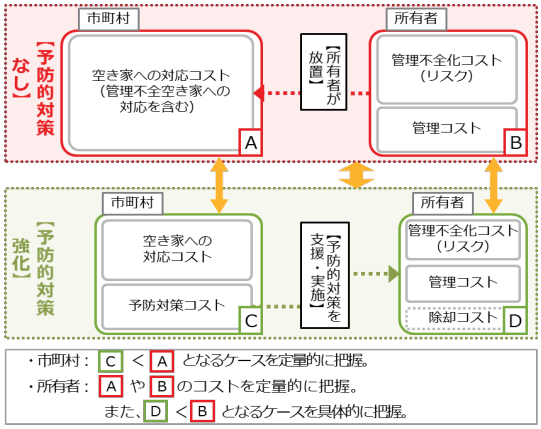
最低限必要な管理水準のイメージ

管理不全化の予防的対策の効果を定量的に把握する手法の開発

市町村および所有者について、予防的対策の効果を定量化するためのツールを開発した。

これにより、市町村においてはより効率的な空き家対策の実施に向けた具体的な検討を、所有者においては住宅ストックの適切な管理・活用のための管理内容等の具体的な検討を可能とすることを目的としている。

ツールを用いたケーススタディでは、市町村にとって予防的対策を実施することが有利であること、所有者にとって適切な管理を行う、または、利用予定に応じて除却等を実施することが有利であることが示された。



予防的対策有無別のコスト等比較イメージ

空き家の適正な管理・活用や除却が促進されることで、空き家の管理不全化の予防を推進し、より快適な住環境の実現に寄与

☞関連記事はこちら
・空き家の管理・対策に要するコストと効果の定量化に関する研究　（P.109）

“新たなモビリティ”を活用した郊外住宅市街地における移動環境向上技術の開発

都市研究部

郊外住宅市街地を拠点とした郊外地域の再編･拠点性向上に関する研究を行っています。生活利便施設の複合化に関する研究や、新たなモビリティを活用した持続可能な交通サービスの導入に関する研究を通して、郊外住宅市街地再生技術の開発を目指します。

社会背景と課題

- 高度成長期以降に計画開発された郊外住宅市街地は、経年に伴いオールドタウン化が進行しており、高齢化等により自立的に移動することに困難を伴う住民が増加
- 持続可能なまちづくりのため、郊外住宅市街地を地域の拠点として再生し、郊外地域の再編･拠点性向上を図ることが肝要
- 郊外住宅市街地再生の切り口のひとつである、交通サービスの充実と確保が課題

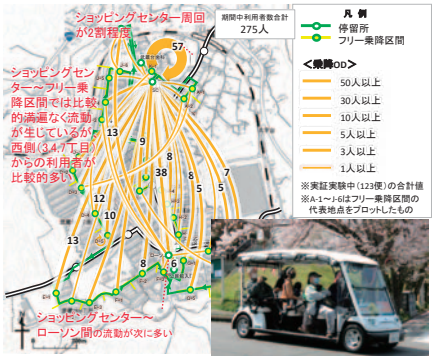
研究内容

グリーンスローモビリティを活用した社会実験の実施

首都圏近郊の郊外住宅市街地（３地区）において、地元NPO団体や地域住民等と連携しつつ、複数年に渡り社会実験を実施し、併せて、行政･交通事業者へのヒアリング、地域住民･利用者へのアンケート調査等を行った。これらを基に、社会実装に向けた分析や知見の蓄積に取り組んでいる。

＜持続可能な交通サービス実現のため明らかにしたい観点＞
○サービス水準　○導入効果　○運用方法　○安全基準

【グリーンスローモビリティとは】
- 時速20km未満で公道を走ることができる電動車を活用した小さな移動サービスとそのような車両を含めた総称のこと
- 通称：グリスロと呼ばれ、「電動」「小型」「軽量」「低速」「安全」の５つの特徴を持つ

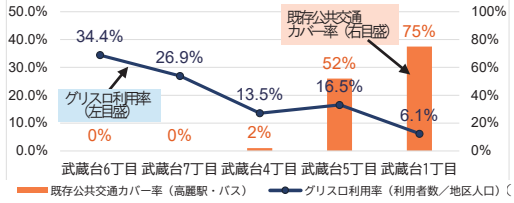


社会実験の様子（埼玉県日高市こま武蔵台）

グリーンスローモビリティの社会実装に向けた分析

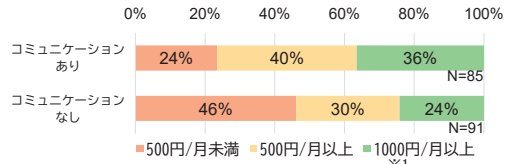
- 乗降データ（利用者数･OD等）、ドライブレコーダ･センサ類のデータおよびアンケート調査の結果等を用いて、利用者属性と利用満足度の関係等、様々な視点で分析を進めることで、地域の特性に応じた新たなモビリティ導入のあり方を明らかにした
- 関係機関との協議の留意点や合意形成の図り方、導入までのプロセス等、社会実装に向けたノウハウを得た
- 研究の成果は手引きやガイドライン等としてとりまとめ、社会実装に向けた情報として全国の公共団体等へのフィードバックを予定している

＜分析の一例＞利用者アンケート調査結果（R2～R4年度）を用いて分析



既存公共交通カバー率とグリスロ利用率の関係

○既存のバス等公共交通が不便な地域ほど、グリスロの利用率が高い傾向にある



コミュニケーションと支払い意思額※1の関係

○車内でのコミュニケーションが発生した利用者の方が、運賃の支払い意思額が高くなる傾向にある

※1 将来社会実装した場合

移動の利便性向上により郊外住宅市街地を維持・再生することで持続可能な地域拠点を確保し、集約型都市構造の形成に寄与

☞関連記事はこちら
- 都市交通ビッグデータ等を活用した交通流動把握･推計手法の開発　（P.113）
- 新たな生活様式を踏まえた都市機能とパブリックスペースのあり方に関する研究（P.115）

リスクに基づいた新たな施設設計へ向けた第一歩
ー港湾施設に作用する外力を確率的に評価するー

沿岸海洋・防災研究部

港湾施設のより詳細な安全性評価やリスクに基づいた港湾施設の新たな設計方法の提案に向けた第一歩として、本研究では、高波や高潮によって施設に作用する力が、どれくらいの大きさであるいは、どれくらいの確率で発生するかを明らかにする方法を提案します。

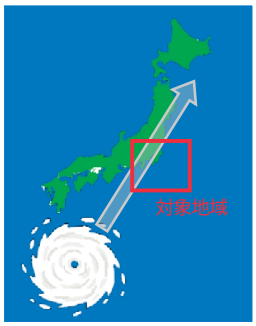
社会背景と課題

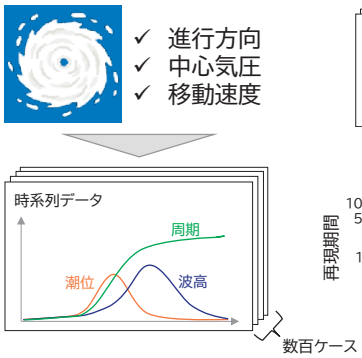
- 港湾施設は、ある決められた波浪と潮位の組み合わせによって生じる外力（設計外力）に対して、施設が損傷せず、その機能が確保されるように設計されています。
- 一方で、設計外力と同じ大きさの外力であっても、他の様々な波浪と潮位の組み合わせによって生じることがあり、加えてこの組み合わせも時間的に変化します。
- 設計外力の発生確率を知るうえでは、それらの組み合わせを踏まえた外力の確率的評価が必要です。

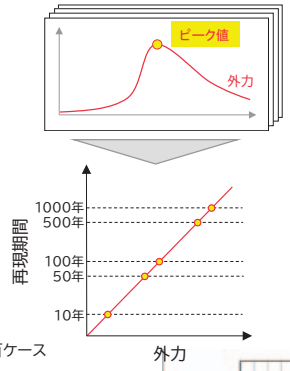
研究内容

時間変化を考慮した港湾施設に作用する外力の確率評価

①想定台風の設定 → ②高潮・波浪推算 → ③外力の算定と確率評価





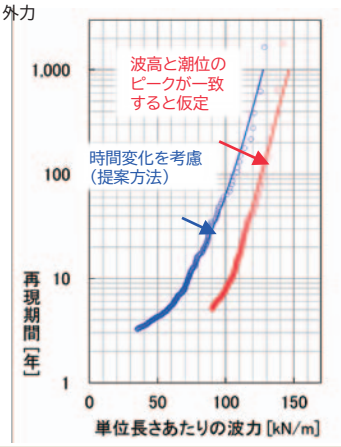


台風や発達した低気圧の来襲時に発生する高波や水位の上昇（高潮）によって、港湾の施設には大きな外力が生じます。加えて、潮の満ち引き（天文潮位）も外力の大きさに影響を与えます。本研究では、台風毎の波高と潮位の時間変化を考慮することで、波高と潮位のピークの時間差の影響を取り入れながら外力を評価する方法を提案しました（上図）。

⇒この方法を用いて、設計で用いられる外力の発生確率を評価することで施設の安全性能や防護性能を明確にすることが可能となります。

波高と潮位のピークが一致すると仮定した場合と本提案手法では、波力の発生確率が異なります（右図）。

⇒本提案手法は、波高と潮位の時間変化を考慮しているため、より現実に近い外力の発生確率を評価できます。



外力評価による港湾施設の安全性能・防護性能の明確化
将来に向けた港湾施設の効率的な設計方法の構築

☞詳細情報はこちら
・国総研資料　No.1213（http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1213.htm）

港湾分野における技術基準類の国際展開方策に関する検討
～我が国の技術基準のベトナム国家基準への反映に向けた取り組み～

港湾研究部

国総研は、 日本の港湾基準類を基にして、ベトナムの港湾の国家技術基準（TCVN）を策定する活動を継続してきました。ベトナムでの基準策定の取組みの全体の経緯やこれまでの成果について紹介します。

社会背景

- 国土交通省とベトナム交通運輸省との間で取り交わされた「ベトナムの港湾施設の国家技術基準策定における協力に係る覚書（MOU）」（2014年3月署名、2017年6月更新、 2020年10月再更新）に基づき、日本の港湾基準をベースとして、ベトナムの港湾の国家技術基準*（TCVN。以下、ベトナム基準と表記する。）を日越共同で策定をしている。
- 日本のインフラ輸出に対する支援として、日本の基準・制度等のソフトインフラをアジア諸国等の開発途上国に移築することは有効な方策である。

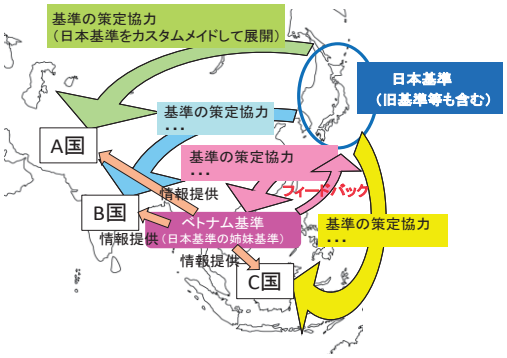
研究内容

港湾分野における技術基準類の国際展開方策の検討

国総研は、開発途上国等において自国の港湾設計基準を準備する意向があり、かつ日本の港湾設計基準を受け入れやすい環境の国に対し、日本の港湾設計基準をベースとしつつも対象国の各種の制約条件の分析を踏まえ、当該国の置かれた状況に応じて日本の港湾設計基準をきめ細かくカスタムメイドして、当該国に適用できる手法を確立することを目的とした取組みを行ってきた（この取組みのイメージを右図に示す）。

その中心的な取組みとして、ベトナム基準*を日越両国で共同策定する活動を2011年から行っている。

*国家技術基準とは、ベトナム国内においてTCVNと呼ばれる基準であり、ベトナム全土で適用可能な基準で、港湾施設の設計、施工、維持管理では最優先されるべき基準である。



日本基準をベースとした発展途上国等への
カスタムメイドのイメージ

ベトナムでの基準策定の取組みの成果と今後の可能性について

ベトナムでは既に、日本基準を基にして策定された8つの基準が発行に至っており、主要な基準の策定が完了している（右図参照） 。また、策定済の2つの基準案（防波堤基準、浚渫・埋立基準）が、現在ベトナム国内での審査の段階に至っている。

現在は、他国への展開を見据えて、ベトナムで構築したカスタムメイドの手法の、他国への適用の可能性について検討を進めている。

ベトナムでの取組みを通して、日本側のコードライターも海外の基準についての知見を深めることができた。また、得られた技術的知見を日本にフィードバックすることにより、日本基準を、より世界競争力のある、国際的なプレゼンスの高い基準とすることを目指している。

	進捗状況			
	研究段階	基準原案作成段階	基準原案審査段階	基準発行
■設計基準（全11編）				
Part 1: 総則				TCVN
Part 2: 荷重と作用				TCVN
Part 3: 材料条件				TCVN
Part 4-1: 基礎				TCVN
Part 4-2: 地盤改良				TCVN
Part 5: 係留施設				TCVN
Part 6: 防波堤				
Part 7: 航路・泊地				
Part 8: ドライドック・閘門・斜路等				
Part 9:浚渫・埋立				
Part 10: その他港湾施設				
■施工基準（全1編）				
施工・検収基準				TCVN
■維持管理基準（全1編）				
維持管理・補修基準				TCVN

注） TCVN･･･国家技術基準

ベトナム国の技術基準策定の進捗状況

日本基準をカスタムメイドした基準をベトナムをはじめとした諸外国で策定することにより、日本のインフラ輸出を支援する

☞関連記事はこちら（担当研究室の関連記事を紹介）
・港湾分野における技術基準類の国際展開方策に関する検討（P.82）
～ベトナム国家港湾基準に基づく防波堤設計事例の作成から得られた知見～

地震に強い空港を目指して

空港研究部

被災地の空港が速やかに緊急輸送等の拠点として機能することを目的とし、空港管理者が空港舗装の被害を迅速に点検・応急復旧すること、空港運用に影響を及ぼさないよう地盤改良工事を実施することに資する研究を実施しています。

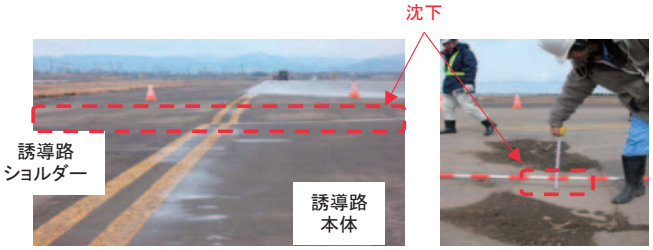
社会背景と課題

- 空港管理者の多くは地震時の滑走路・誘導路・エプロン等の被害に関する十分な専門的知識を有しておらず、点検・応急復旧に時間を要するおそれがある。
- 航空ネットワーク上重要な空港で実施されている地盤改良工事では、舗装面に隆起が発生する場合があるため、日々の空港運用に影響を及ぼさないよう地盤改良工事を進める必要がある。

研究内容

地震後の空港舗装の点検・応急復旧マニュアル

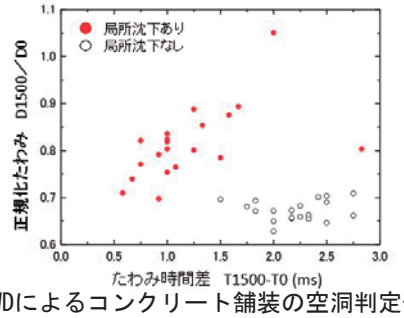
空港管理者が地震後の点検及び応急復旧を速やかに実施し、空港を迅速に供用再開させるため、国総研が過去の被災事例や応急復旧事例等を整理し原案を作成した「地震後の空港舗装の点検・応急復旧マニュアル」が令和3年4月に国土交通省航空局のWEBで公開されている。



誘導路の被害事例
（液状化によるアスファルト舗装の局所沈下）

舗装下空洞の簡易判定法

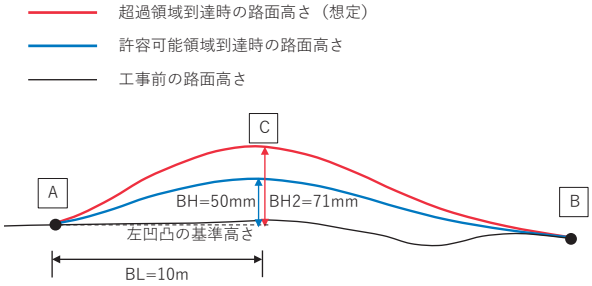
舗装下の地盤の液状化により舗装下に発生した空洞を簡便に判定するため、FWD（舗装支持力測定装置）のたわみデータを用いた簡便な判定指標に関する研究を実施している。



FWDによるコンクリート舗装の空洞判定例

空港地盤改良工事における隆起量管理方法

滑走路の地盤改良工事で舗装面に発生する隆起について、航空機走行への影響を考慮した隆起量管理方法に関する研究を実施している。



滑走路の隆起における凹凸高さと凹凸長さ

被災地の空港が速やかに緊急輸送等の拠点として機能することを可能とする

☞関連記事はこちら
- 空港地盤改良工事における隆起量管理方法　（P.72）

インフラ分野のＤＸに資する公共調達制度

社会資本マネジメント研究センター

インフラ分野のＤＸの一環として、事業プロセス間の連携強化により、公共事業における品質確保や生産性向上に資する技術提案・交渉方式等の多様な入札・契約方式の活用や改善手法に関する研究に取り組んでいます。

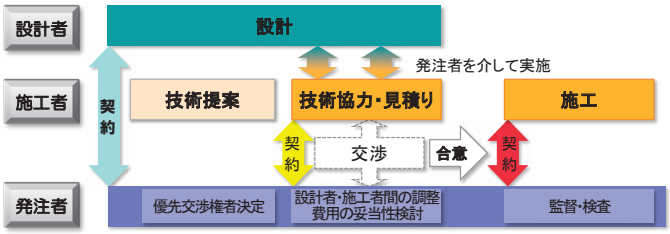
社会背景と課題

- 公共事業は、設計を建設コンサルタント、施工を建設会社と契約する設計・施工分離発注が一般的。
- 一方で、平成26年の品確法改正を契機に、技術提案・交渉方式等、事業プロセス間の連携を容易にする多様な入札・契約方式の活用が進みつつある。
- インフラ分野のＤＸにあたっては、ＢＩＭ／ＣＩＭ等のデジタルデータを一気通貫で活用するため、発注者、設計者、施工者等が連携しやすい体制構築が重要。

研究内容

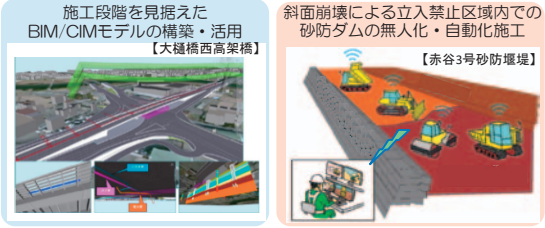
技術提案・交渉方式の現場適用支援と改善手法

技術提案・交渉方式は、仕様の確定が困難な工事において、施工者が設計段階から関与し、施工者の高度な技術や、手戻りを回避する工夫を設計に反映可能



技術提案・交渉方式（技術協力・施工タイプ）

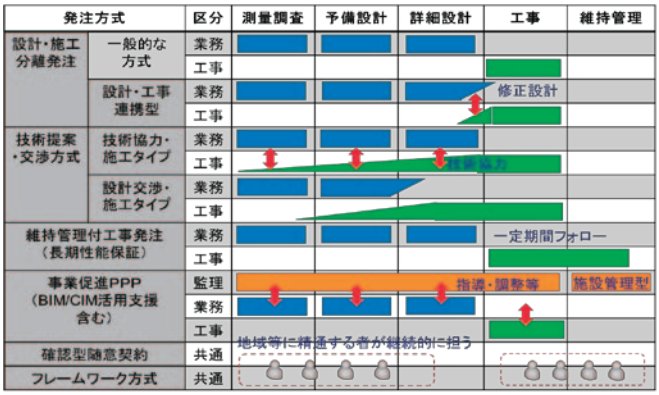
適用工事のフォローアップを続け、当方式の経験・ノウハウを蓄積しつつ、効率的・効果的な実施手法を研究



技術提案・交渉方式の活用例

プロセス間連携を強化する各種入札・契約方式の実施手法

透明性・公正性・競争性と継続性・協調性・効率性を両立する実施手法を研究



プロセス間の連携を強化する入札・契約方式の例

事業促進ＰＰＰ（Public Private Partnership）

官民の技術者が一体となり、事業等期間中のマネジメント業務を実施（BIM/CIM管理、施設管理等に多様化）

フレームワーク方式

公募により選定した企業グループに、一定期間の個別工事・業務を発注

設計・工事連携型

修正設計段階から施工者が関与（標準的難易度の工事に適用）

調査・設計・施工・管理までのプロセス間の連携強化による品質確保、生産性向上等の実現

☞関連記事はこちら
多様な入札・契約方式の活用と改善への取組　（P.88）

グリーン社会の実現に貢献する調査研究活動

環境研究推進本部

社会経済の持続可能性を高め、将来にわたって快適で豊かなくらしを実現するため、国総研では、脱炭素、気候変動適応、自然共生、循環型のグリーン社会形成に資する国土交通分野の調査研究活動を幅広く展開しています。

活動紹介

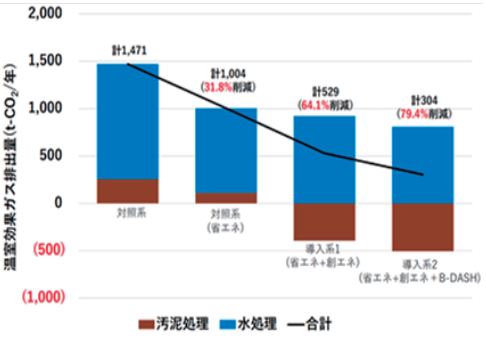
- 国土交通省では、「国土交通グリーンチャレンジ」として、グリーン社会の実現に向けた基本的な取組方針、分野横断・官民連携により取り組む６つの重点プロジェクトをとりまとめた。また、「国土交通グリーンチャレンジ」を重点プロジェクトとする環境行動計画を策定し、国土交通分野の環境関連施策を戦略的に推進している。
- グリーン技術の研究開発の加速化とその実装のための社会システムの整備を一体的に推進することが求められており、研究開発と社会実装の架け橋となる国総研の役割がますます重要になる中、各研究部・センターにおいては、関係機関との密接な連携のもと、グリーン社会の実現に貢献する様々な調査研究活動を行っている。

研究紹介

下水道におけるカーボンニュートラルに向けた検討

国土交通省は 2021 年度に、脱炭素社会の実現に貢献する下水道の将来像を定め、関係者が一体となって取り組むべき総合的な対策とその実施工程表を取りまとめた。このような動きを受け、国総研下水道研究部においても、2021 年度より、温室効果ガス削減の下水道分野における2030 年度削減目標である2013 年度比208 万トン-CO2 削減、2050 年カーボンニュートラルに必要な技術の検討を本格的に開始した。

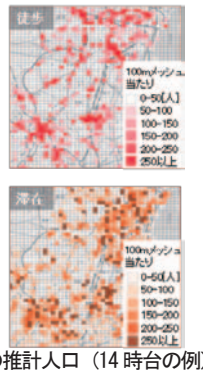
2021 年度の検討においては、2030 年度の目標達成のために導入すべき技術を整理し、既存の省エネ対策に加え、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の技術等を組み合わせることで、温室効果ガスを大きく削減できる可能性がある試算結果を示した（右図）。



2030 年度目標達成に向けた
温室効果ガス排出量の試算結果

人流ビッグデータを用いた人々の暑熱への適応に関する実態

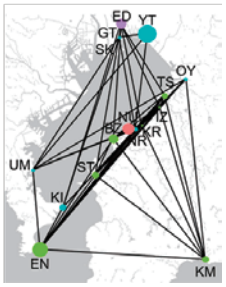
国総研都市研究部では、人流ビッグデータを活用し、都市生活者の暑熱への暴露状況を把握し、ソフト対策（暑熱を回避した生活）や、対策効果がより高く発揮できる適切な場所・時間帯への優先的なハード対策の導入検討に資する研究に取り組んでいる。



移動手段別の推計人口（14 時台の例）

内湾生物の持続性を高める生息場の再生に向けたネットワーク可視化技術の開発

港湾域の多様な生物の衰退に対して生息場を再生する際、単に生息場を増やすだけでなく、生物の移動によって形成される生息場間のネットワークを考慮した生息場の空間配置が求められる。このため、生息場間のネットワークを推定し、可視化する技術開発を行った。



東京湾内外のホソウミニナ
のネットワーク構造

将来にわたって快適で豊かなくらしを実現

☞関連記事はこちら
- 下水道におけるカーボンニュートラルに向けた検討（P.95）
- 人流ビッグデータを用いた人々の暑熱への適応に関する実態（P.112）
- 内湾生物が長期的に繁栄できる生息場の再生に向けたネットワーク可視化技術の開発（P.117）

インフラ分野のDXを進めるための研究

インフラDX研究推進本部

国土交通省の推進する「インフラ分野のDX（Digital Transformation）」の実現に向けて、国総研では「インフラDX研究推進本部」を設置し、分野横断的な情報交換と連携のもと、新技術の実装化や対応する技術基準改定等に必要な研究を進めています。

活動紹介

国土交通省では、社会経済状況の激しい変化に対応し、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、社会資本や公共サービス、国土交通省の業務、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革する「インフラ分野の DX」を進めています。

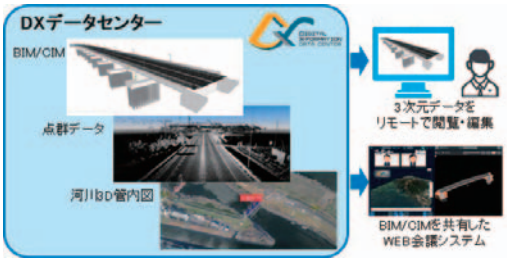
国総研は、インフラ分野の DX を進めるために必要となるデータセンターや実験フィールドを整備するとともに、推進する上で鍵となる技術について研究開発を進めています。以下に、様々な分野で進められている研究テーマの例をご紹介します。

研究紹介

DX データセンターの構築

BIM/CIM や点群データ等の３次元データを保管し、受発注者が測量・調査・施工・設計・維持管理の建設生産プロセスで円滑に情報共有するためのシステムとして「DX データセンター」を構築しています。

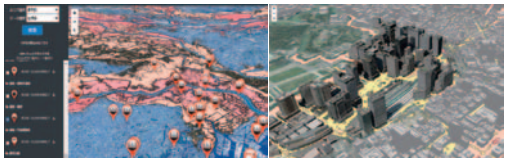
BIM/CIM 等の３次元データのソフトウェアを搭載し、VDI 機能を用いてデータの閲覧等をリモートで行うことができます。大容量のストレージを備え、地方整備局や事務所との高速アクセスも可能です。



国土交通データプラットフォームの構築

国土交通省や民間等の保有するデータの連携を可能にするプラットフォームを構築することで、業務の効率化や国土交通省の施策の高度化、産学官連携によるイノベーションの創出に貢献します。

様々なデータベース等と API 連携し、データを横断的に検索・表示・ダウンロードする機能を有します。3D 都市モデルや点群データ等の３次元データやインフラの施設情報等を地図上で表示が可能です。



様々なデータベース等と連携し
3次元地図上で検索・表示等が可能
（図は橋梁のデータを表示した例）

3D都市モデルと
洪水浸水想定データを
重畳表示した結果

建設 DX 実験フィールドの運用

５G通信等を活用し、建設機械の遠隔制御や自動・自律制御技術の研究開発を進める土工フィールドと、３次元計測技術を用いた新たな施工管理や監督検査手法の技術検証のための模型実験施設があり、民間にも開放しつつ、産学官参加による研究開発が進められています。

i-Constructionに関する技術基準類の整備をはじめ、自動・自律施工など今後期待される新たな技術開発に貢献しています。

災害の頻発、インフラの老朽化、担い手不足やポストコロナの新たな社会経済への構造的変革に対応した社会資本や公共サービスを実現

目　次

所長メッセージ

未来志向の国総研へ　所長　奥村　康博 …… 2

巻頭クローズアップ

…… 4

各研究部・センターからのメッセージ

国総研における研究の方針・運営　研究総務官　佐々木　隆 …… 22
下水道における気候変動適応に向けた取組　下水道研究部長　三宮　武 …… 24
流域治水デジタルテストベッドの整備に着手　河川研究部長　福濱　方哉 …… 26
「知らせる努力」－住民と行政の相互理解を目指して－　土砂災害研究部長　冨田　陽子 …… 28
安全・円滑・快適な道路利用の実現に向けて　道路交通研究部長　高宮　進 …… 30
より効率的なインフラ管理に向けて　道路構造物研究部長　福田　敬大 …… 32
カーボンニュートラルの実現に向けた建築研究部の取り組み　建築研究部長　長谷川　洋 …… 34
住宅・建築物の省エネルギー対策の加速化に向けた取り組み　住宅研究部長　眞方山美穂 …… 36
スマート技術を活用した人間中心のコンパクトなまちづくりに向けて　都市研究部長　村上　晴信 …… 38
これからも持続可能で安全・安心な沿岸域の形成に向けて　沿岸海洋・防災研究部長　淺井　正 …… 40
カーボンニュートラル、気候変動対策に関する研究動向　港湾研究部長　酒井　浩二 …… 42
空港を取り巻く情勢と最近の研究成果　空港研究部長　丹生　清輝 …… 44
自然・社会条件の変化をふまえた社会資本マネジメント研究センターの取組　社会資本マネジメント研究センター長　齋藤　博之 …… 46

研究動向・成果

1．国土を強靭化し、国民のいのちと暮らしをまもる研究

AI 等新技術を活用した堤防点検の効率化に向けた取組　河川研究部 …… 48
衛星から海岸を見守り、海面上昇による砂浜消失を防ぐ　河川研究部 …… 50
VR 技術を用いた河川水位予測情報の３次元表示に関する技術開発　河川研究部 …… 52
流域治水の進展を支える水害リスクマップの活用の方向性　河川研究部 …… 54
二次元河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫による家屋被害の分析　土砂災害研究部 …… 56
崩壊土砂の流動性を評価するための簡易評価手法に関する検討　土砂災害研究部 …… 57
豪雨による道路土工構造物の洗掘及び斜面崩壊等が交通機能へ及ぼす影響分析　道路構造物研究部 …… 59
地震直後における構造物被害の規模感を把握するための研究　道路構造物研究部 …… 61
既存建築物の強風対策－屋根ふき材の補強技術の評価手法の研究　建築研究部 …… 63
非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能指標および評価プログラムの開発　建築研究部 …… 64
災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標　住宅研究部 …… 66
密集市街地における地域防災力の向上に向けて　都市研究部 …… 68
老朽宅地擁壁の被害パターンに関する分析　都市研究部 …… 69
AI を活用した港湾施設等の維持管理効率化　沿岸海洋・防災研究部 …… 70
津波襲来時の船舶挙動を捉える　港湾研究部 …… 71
空港地盤改良工事における隆起量管理方法　空港研究部 …… 72
気候変動適応研究本部における研究成果の展開、及び、水技術政策に関する海外情報モニタリング　気候変動適応研究本部 …… 74

２．社会の生産性と成長力を高める研究

高速道路の自動運転の実現に向けた取り組み	道路交通研究部	76
公共賃貸住宅ストックでの活用を想定した維持管理 BIM モデル開発	住宅研究部	78
『スマートシティ事例集【導入編】』の公開	都市研究部	80
港湾分野における技術基準類の国際展開方策に関する検討 ～ベトナム国家港湾基準に基づく防波堤設計事例の作成から得られた知見～	港湾研究部	82
効率的な維持管理に向けた既存港湾施設の BIM/CIM 構築手法	港湾研究部	84
空港除雪の自動化・省力化に向けた研究 ～作業パターンの分析と省力化・自動化技術導入効果の評価手法開発～	空港研究部	85
AI を活用した空港舗装巡回点検技術の導入に向けた取組み	空港研究部	87
多様な入札・契約方式の活用と改善への取組	社会資本マネジメント研究センター	88
コンクリート躯体工施工現場の労働環境改善等に関する研究	社会資本マネジメント研究センター	90
現場の環境変化を考慮した土木施工の安全対策の高度化に関する調査	社会資本マネジメント研究センター	92
社会資本のストック効果の経済分析手法に関する調査	社会資本マネジメント研究センター	94

３．快適で安心な暮らしを支える研究

下水道におけるカーボンニュートラルに向けた検討	下水道研究部	95
幹線道路の旅行速度に沿道出入交通が与える影響の分析	道路交通研究部	97
現地走行及び調査を通じた自転車通行空間の通行安全性把握手法の検討	道路交通研究部	99
無電柱化事業における円滑な合意形成の進め方に関する研究	道路交通研究部	101
木質混構造を活用した中層大型建築物の普及のための技術開発	建築研究部	103
音環境性能やコストを考慮した木造建築物の標準床断面仕様の検討	建築研究部	104
既存 RC 造マンションの長寿化に向けて －残存耐用年数評価手法および適正管理手法の検討－	建築研究部	105
RC 造共同住宅ストックの有効活用に向けて －構造性能を回復する２戸１化における補強技術の開発－	建築研究部	107
空き家の管理・対策に要するコストと効果の定量化に関する研究	住宅研究部	109
入浴中の溺水事故を低減するための浴槽レス浴室に関する被験者実験	住宅研究部	111
人流ビッグデータを用いた人々の暑熱への適応に関する実態	都市研究部	112
都市交通ビッグデータ等を活用した交通流動把握・推計手法の開発	都市研究部	113
新たな生活様式を踏まえた都市機能とパブリックスペースのあり方に関する研究	都市研究部	115
点群データを活用した樹木に関する 3D 都市モデル作成手法に関する研究	都市研究部	116
内湾生物が長期的に繁栄できる生息場の再生に向けたネットワーク可視化技術の開発	沿岸海洋・防災研究部	117
臨海部における空間整備の現状と課題の把握	沿岸海洋・防災研究部	118
道路関連システムにおける API の開発・実装について	社会資本マネジメント研究センター	119
新型コロナウイルスの感染防止対策を踏まえた公園等の感染防止対策及び利活用	社会資本マネジメント研究センター	121
環境研究に関する情報交換の促進	環境研究推進本部	123

災害対応の支援

災害時の技術支援活動及び TEC-FORCE 等専門家派遣　企画部 管理調整部 …… 124

現場技術力の向上の支援

国の機関や自治体等からの技術相談の対応状況　企画部 管理調整部 …… 126

下水道新技術の開発方向性及び導入促進に関する調査　下水道研究部 …… 127

AI を活用したダム安全管理用判断支援ツールの開発　河川研究部 …… 129

道路橋メンテナンス技術者育成のための各地方整備局等との連携　道路構造物研究部 …… 131

港湾計画における効率的・効果的な貨物量予測のための予測手法及び需要変化の分析　港湾研究部 …… 133

データの収集・分析・管理、社会への還元

道路トンネル定期点検結果の分析　道路構造物研究部 …… 135

社会・経済環境変化や地政学的リスク等国際物流に及ぼす影響を背景とした運河や港湾等の国際輸送インフラの利用動向分析　管理調整部 …… 137

インフラ分野のＤＸを推進するための研究　インフラ DX 研究推進本部 …… 139

技術連携　企画部 管理調整部 …… 140

国際研究活動について　企画部 管理調整部 …… 142

新しく「港湾情報化支援センター」を設置します …… 144

国総研研究報告・資料・プロジェクト研究報告リスト …… 145

※執筆者の所属は執筆時点のものである。

国総研における研究の方針・運営

研究総務官　佐々木　隆（博士（工学））

（キーワード）　国総研研究方針、運営方針、国土交通省技術基本計画

＜所全体の研究方針と各部の運営方針＞

国総研には「研究方針」[1]なるものがある。これは、使命、基本姿勢、根幹となる活動、研究の心構え、研究を支える環境整備、の5項目からなっており、国総研ＨＰに全文提示している。一部抜粋したものを右欄に示す。この国総研全体の研究方針は毎年変えるものではなく、平成29年に定めたものが今も活きている。もちろん、普遍というわけではなく、時代の（というと大げさだが）変化共に、その内容の妥当性を常に検証していく。この「研究方針」は、国総研の各種活動を進めていくにあたり、（共通的な面から最小限に絞った）基本となるものであり、羅針盤として活用できるものである。一人一人の職員等にとっては文字ばかりでとっつき難いものだろうが、その重要性から、常日頃から所内でアピールし、新規採用職員・異動職員用の説明会でも時間を割いて説明している。

この「研究方針」の全てが重要な事柄ではあるが、研究を担う機関としては、根本となる活動としては「国土交通政策の企画・立案、普及を支える研究開発」が最たるものと考えている。この研究方針には、具体の研究方向性や研究課題（研究テーマ）について言及はされていない。国総研には対象とする分野（部門）が異なる研究部等があるが、それぞれの分野での動向等をとらまえて、推進していくべき具体の研究課題を含む運営方針を毎年更新している。この運営方針（研究部等の使命、当該分野に関わる国土・社会の動向と将来展望、重視する研究・活動の実施方針）は、「研究計画検討会議」と称する内部検討会において、「研究方針」を踏まえて所全体で議論し、決定している。それらは、国総研ＨＰ（研究方針のページ[1]、各研究部のトップページ[2]）にて公開しているので、ぜひご覧いただきたい。

社会の動向、将来展望等を踏まえ、研究の運営方針を検討するにあたっては、「社会資本重点整備計画」、「インフラ分野のＤＸアクションプラン」、「国土交通グリーンチャレンジ」などの国交省での計画・施策のみならず、国交省行政に関係する国全体としての計画・施策（国土強靭化基本計画など）の動向を把握することが必要である。さらに国内外の学会活動、あるいは諸外国施策動向から得られる情報も重要である。多くの観点から検討を行うことで、国交省で進行中の施策を支える研究を推進するだけでなく、今後も見据えた政策・施策立案への繋がる技術開発へとつながっていくと考えている。

国総研の研究方針[1]（一部抜粋）

＜使命＞

住宅・社会資本分野における唯一の国の研究機関として、技術を原動力に、現在そして将来にわたって安全・安心で活力と魅力ある国土と社会の実現を目指す

＜基本姿勢＞

○技術的専門家として行政の視点も踏まえ、国土交通省の政策展開に参画する
○研究活動で培った高度で総合的な技術力を実務の現場に還元する
○国土・社会の将来像の洞察と技術開発の促進により、新たな政策の創出につなげる

＜根幹となる活動＞

○国土交通政策の企画・立案、普及を支える研究開発
○災害・事故対応への高度な技術的支援と対策技術の高度化
○地方整備局等の現場技術力の向上を支援
○政策形成の技術的基盤となるデータの収集・分析・管理、社会への還元

＜研究の心構え＞

○行政・現場の真のニーズを理解し、本質的な技術的課題を明確化
○課題を突破する仮説と検証方法、社会実装への道筋を含めた研究計画を策定
○得られた事実から研究全体の展開を見据え、柔軟に計画を見直し
○知見を体系立てて取りまとめるとともに、現場で使える成果に昇華
○成果の的確・円滑な社会実装に向けた戦略的な道筋を構築
○実装の結果をフォローアップし、技術的課題を抽出して次なる研究に反映

＜研究を支える環境整備＞

○質の高い研究を支えるマネジメントの仕組みの構築
○技術を礎とし、研究と行政・現場の両面から政策展開を見通す人材の育成
○住宅・社会資本分野の研究開発を支える実験施設等の保有・機能強化

＜国交省技術基本計画と国総研活動＞

上述のような国交省の計画の一つとして「国土交通省技術基本計画」[3]（現在第5期、計画期間：2022～2026年度、以下「技術基本計画」と記す）がある。「社会資本重点整備計画」などと比較して、聞きなれない一般の方が多いかも知れないが、国総研など技術開発に関わる研究機関に直接言及がなされる計画である。この「技術基本計画」は、政府の科学技術に係る計画である「科学技術・イノベーション基本計画」、国土交通行政全体に係る計画である「社会資本整備重点計画」および「交通政策基本計画」等を踏まえて、技術政策の「基本方針」を示し、「技術研究開発の推進」（※）、「技術の効果的な活用、技術政策を支える人材の育成等」（「技術政策を推進する仕組み」）の重要な取組を定めたものである。なお、計画期間は5カ年であるが、この計画立案の前提として、長期的な視点（20～30年先）で実現を目指す社会イメージがあわせて提示されている。

※技術研究開発における６つの重点分野：①防災・減災が主流となる社会の実現、②持続可能なインフラメンテナンス、③持続可能で暮らしやすい地域社会の実現、④経済の好循環を支える基盤整備、⑤ＤＸ、⑥脱炭素化・インフラ空間の多面的な利活用による生活の質の向上

国総研は、国交省の各部局と常日頃から緊密に連携した上で施策を支える研究開発を担ってきているところであるが、国総研で既に実施段階にある研究の位置づけ･内容の点検･再確認を行うだけでなく、今後も含めた中長期的な研究方向性・活動の整理・検討をするにあたり、この技術基本計画は重要な「拠り所」の一つとなる。

「技術政策を推進する仕組み」では、持続的経済成長を支える基盤整備、国際展開、人材育成などの取り組みが示されているが、その中で「オープンイノベーション・分野間・産学官の連携」「オープンデータ化の推進」などが述べられ、さらに、研究所の施設・設備については機能・役割の重要性から効果的かつ計画的に補修、整備、更新し、さらには機能強化を図るべきとされている。これらに関わることは「研究方針（全文）」[1]に記されており、国総研で継続的に力を入れているところである。国総研では種々の仕組み[4]を活用して外部機関との連携も行いながら技術開発を行ってきている。なお、このレポートの記事「技術連携」[5]において昨年度の共同研究等の実績について紹介しているので参考にしていただきたい。施設・設備に関しては、単なる維持管理にとどまらず、今後の研究方向性を見据えての増強・改造も進めているところである[6]。このように、「技術基本計画」は、国総研の研究方針全体の検証においても重要な「拠り所」となる。

ここでは、「技術基本計画」を取り上げて述べたが、国交省の種々の計画・施策、国施策の動向等を常に的確に踏まえて研究・運営方針を立て、研究・活動を実践していくことにより、今後も「国土交通政策の企画・立案、普及を支える研究開発」を推進して参りたい。

なお、2022年開催の国総研講演会では「気候変動への対応～国土交通グリーンチャレンジに向けた国総研の取り組み～」と題して、この分野における現在の研究概要や今後の方向性を紹介した。講演会HP[7]，国総研YouTubeチャンネル[8]にて講演資料、講演動画を公開している。

1）国総研　研究方針
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/busyoukai/kenkyuhoushin/00index.htm
2）国総研 HP　たとえば河川研究部のページ
http://www.nilim.go.jp/japanese/organization/river/jriver.htm
3）第５期国土交通省技術基本計画
https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000891.html
4）国総研 20 年史、外部と連携した研究の推進（P. 264-265）
http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/20nenshi/index_20years.htm
5）技術連携　本誌 P. 140 ～ 141
6）国総研パンフレット 2022、生まれ変わった実験施設（P. 9）
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/k2022j.pdf
7）令和４年度国総研講演会
http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kouenkai/kouenkai2022/koen2022.html
8）国総研 YouTube チャンネル
https://www.youtube.com/@user-oq5ud7re1l

下水道における気候変動適応に向けた取組

下水道研究部長　**三宮 武**

（キーワード）　計画降雨、人孔蓋安全対策、被災時応急復旧

1．はじめに

気候変動の影響等により、水災害が激甚化、頻発化する傾向にある。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書第2作業部会報告書では、「人為起源の気候変動は、極端現象の頻度と強度の増加を伴い、自然と人間に対して、広範囲にわたる悪影響とそれに関連した損失と損害を、自然の気候変動の範囲を超えて引き起こしている。」と警告している。また、2021年には、降雨量の増加等に対し、あらゆる関係者が協働して取組む流域治水の実現を図るため、特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律（令和3年法律第31号）（以下「流域治水関連法」という。）が公布・施行された。

下水道研究部では、これらの趣旨を踏まえ、都市を浸水から守る下水道等に関する調査・研究を行っている。その一端をご紹介する。

2．都市浸水対策に関する調査・研究

2.1　中長期的な雨水計画の策定支援

流域治水関連法では、下水道事業計画に浸水被害の発生を防ぐべき目標となる降雨（以下「計画降雨」という。）の記載が追加された。下水道による浸水対策を実施すべき区域や目標とする整備水準、段階的な施設整備方針等の基本的事項を定める雨水管理総合計画[1)]にて計画降雨を定めていたが、下水道法（昭和33年法律第79号）第四条に基づく事業計画にも反映し、両者の整合を図ることになった（**図-1**）。

気候変動を踏まえた計画降雨量は、地域ごとに設定された降雨量変化倍率を現在の計画降雨量に乗じて設定することとされたが[2)]、過大や過小とならないように現在の計画降雨の妥当性の確認が必要になる。各地方公共団体の計画降雨作成状況を網羅的に確認するため、計画降雨強度式の作成方法や作成に用いた降雨資料の実態等を調査した。計画降雨強度式の作成方法は、概ね下水道施設計画・設計指針と解説 前編 -2019年版-に沿っていたが、近年の降雨資料を用いて計画降雨を設定している場合があった。それらは既に気候変動の影響を受けている資料であることが考えられる。計画降雨の算定にあたっては、定常とみなせる期間の降雨資料を用いること等に留意する必要がある[1)]ことから、降雨資料の定常性の状況を確認するとともに、気候変動を考慮した下水道施設の設計手法について検討していきたい。

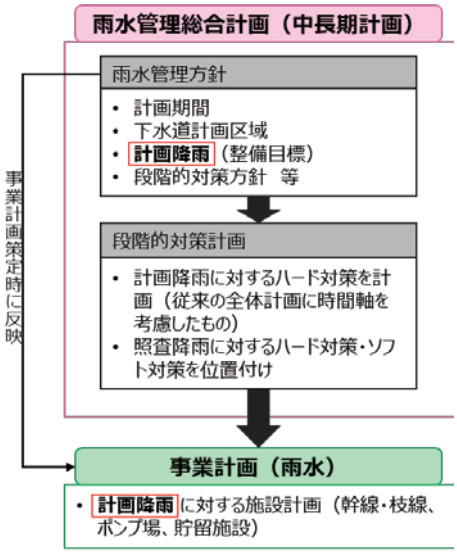


図-1　雨水管理総合計画と事業計画の関係[1)]

2.2　下水管路マンホール（人孔）蓋安全対策の検討

大雨時に下水管路人孔の浮上や破損等が散見される。そのような事象が発生すると公衆衛生や道路交通障害のリスクがある。大量の雨水が施設に流入する状況下においても、施設が被害を受けず、機能が確保される必要がある。そこで、大雨による下水管路施設被害が発生した地方公共団体の実態把握と既往文献の調査及び構造力学的な検討、さらには流出解析モデルを用いた解析を行った。

調査・検討の結果、大型車両の通行が伴う箇所は、人孔蓋がその受枠に過剰に食い込み易いため、内圧解放しやすく工夫された次世代型圧力解放蓋や格子蓋を採用すべきことや、人孔間隔・人孔蓋の空気孔面積・管径・管路内に密閉される空気量が危険度に大きく関係するという知見を得た。また、人孔破壊時の管内圧力状況を推定し、各人孔の定量的な危険度を示した危険度簡易判定表（例）及び安全対策優先箇所マトリックス並びに人孔蓋安全対策検討フロー（案）を作成した。

これまで用いられてきた下水道マンホール安全対策の手引き（案）[3] は、大雨時の水理現象の複雑さや現地状況の違いによる定量的な危険度を必ずしも反映したものではないことから、当該調査・研究[4] も参考資料として、優先的な安全対策の推進、人孔被災等の防止に役立てていただきたい。

３．下水処理場の応急復旧対応手法の検討

東日本大震災を踏まえて、災害時における下水の排除・処理に関する考え方（案）[5]（以下「災害時の考え方（案）」という。）を策定し、下水処理場が地震・津波で被災し、機能が停止した後の応急復旧段階の暫定処理方式の選定・目標水質・達成時期の考え方等を提示した。

令和元年東日本台風により河川氾濫が発生し、17個所の下水処理場が水没した。処理場機能が喪失して、下水の受入れができない状態となった。水災害では、下水管路等の土木構造物の被害は少なく、無被害の地区からの汚水流入に加え、氾濫水が下水管路を通じて下水処理場に流入するという地震・津波時と異なる特徴があった。そのため、国立研究開発法人土木研究所とも連携し、現地調査及び茨城県霞ヶ浦浄化センター内に整備した災害リスクマネジメント実験施設（**図-2**）を用いて、下水処理場が水災害で被災した場合の有効な応急復旧対策、緊急措置として実施した消毒効果阻害状況・消毒副生成物の発生状況の把握、早期復旧に向けた効果的な下水処理・消毒手法、応急対策等を提案した。災害時の考え方（案）にも得られた知見を反映していきたい。

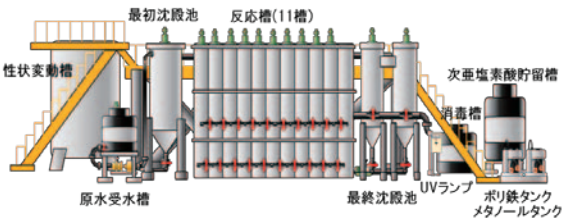


図-2　災害リスクマネジメント実験施設

（平常時流入水量：24㎥/日、最大時流入水量：48㎥/日）

４．おわりに（今後の取組等）

流域治水の趣旨を踏まえると、防災・減災、国土強靭化のための5か年加速化対策等による施設整備とともに、ソフト対策の効果的な実施とそのための調査・研究も重要になる。下水道研究部ではこれまでもシミュレーションによる浸水想定手法の検討や下水道革新的技術実証事業[6] により、ICT/AIを活用した対策の調査・研究等を行ってきた。引き続き、新技術を活用した効果的な取組を進める。また、既存の下水道ストックの活用や雨水浸透施設等のグリーンインフラの効果の評価等に係る検討を進める。

下水道管理者は地方公共団体であり、都市規模はもとより、財政力・技術力が様々である。それらも踏まえ、国としての広域的・総合的観点から、下水道の技術政策の企画・立案・遂行に資する調査研究を進め、安全・安心な国土形成に寄与していきたい。

☞詳細情報はこちら

1) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）、2021年11月
2) 気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会：気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について 提言、2020年6月（2021年4月一部改訂）
3) 下水道マンホール緊急対策検討委員会：下水道マンホール安全対策の手引き（案）、1999年3月
4) 鈴木・成瀬・吉田ほか：大雨時の人孔被災対策に関する検討、下水道協会誌（投稿中）
5) 国土交通省国土技術政策総合研究所：災害時における下水の排除・処理に関する考え方（案）、2012年9月
6) 下水道革新的技術実証事業：http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/b-dash.html

流域治水デジタルテストベッドの整備に着手

河川研究部長　**福濱 方哉**

（キーワード）　流域治水、デジタルテストベッド、官民連携

1．はじめに

気候変動による水災害の激甚化・頻発化への対策にあたり、多様な関係者が協働し流域全体で水災害を軽減させる「流域治水」の取組みが進められている。広大な流域を対象に多様な関係者が合意形成を図りながら流域治水を進めるには、対策効果の「見える化」や民間企業・大学・研究機関の持つ最新の防災技術を早期に実証・実装できる体制が求められる。そのため、国総研河川研究部では流域治水の推進に向けて、仮想空間に流域を再現した実証試験基盤「流域治水デジタルテストベッド」の整備に着手した[1)]。2025年度運用開始を目指している。

図-1に本デジタルテストベッドの概念図を示す。

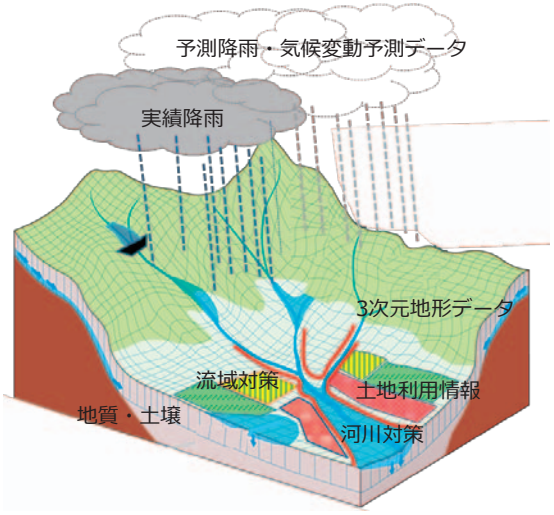


図-1 流域治水デジタルテストベッドの概念図

2．流域治水デジタルテストベッド整備の目的

流域治水の取組みには、例えば、流域（集水域）でのため池等の治水利用や雨水貯留浸透施設の整備、氾濫域での避難体制の強化、経済被害の最小化等、多様な方策を重ねる必要があり、関係者間で合意形成や防災体制の構築が不可欠である。

しかしながら、国が管理する一級水系のように広大な流域で流域治水を進めるには、関係者は多様で多数にわたり、全ての関係者が治水に関して専門知識を有しているとは限らない。このため、流域治水の取組みを進めていくには、水災害リスクや治水対策の効果を分かりやすく「見える化」することが重要である。

また、洪水被害から確実に避難を行うには、予測情報を有効に活用して、早めに防災体制を構築することが有効である。確実な避難を促せるよう、国総研では洪水危険度の「見える化」に向けた予測技術の開発中に取り組んでいる[2)]が、さらなる高度化を進める必要がある。

そのため、本デジタルテストベッドの整備に当たっては、「流域治水の対策効果の『見える化』技術」、「次世代の洪水予測技術」の開発の促進に主眼をおいている。

3．官民連携の促進基盤としての活用

国としての技術開発はこれまで、国の機関の中で開発された技術や既存のシーズ（技術・データ）を組合せながら、一部、他との研究開発スキーム、たとえば、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）やPRISM（官民研究開発投資拡大プログラム）等を活用して外部からの技術を導入してきた。

流域治水デジタルテストベッドが運用された段階では、本テストベッドを民間企業・大学・研究機関の方々にも開放し、まず、流域治水の対策効果の「見える化」技術の開発の分野で連携して技術開発を進めることを目指している。

本テストベッドでは、オープン化されている各種の地形情報や気象情報などを流域単位でパッケージ

化したデータセットを作成し、流域治水の対策やその効果などを分かりやすく表示していく。将来的には、このデータセットを活用して民間企業・大学・研究機関の方々に、仮想空間における実証実験などを通じた技術開発を展開していただき、その技術の実用性・有用性を比較評価しながら、社会実装へ繋げていくことを想定している（図-2参照）。

国の持つ技術と民間企業・大学・研究機関の方々が持っている多様な技術を組み合わせて活用することで、社会実装の早期化を図っていく。

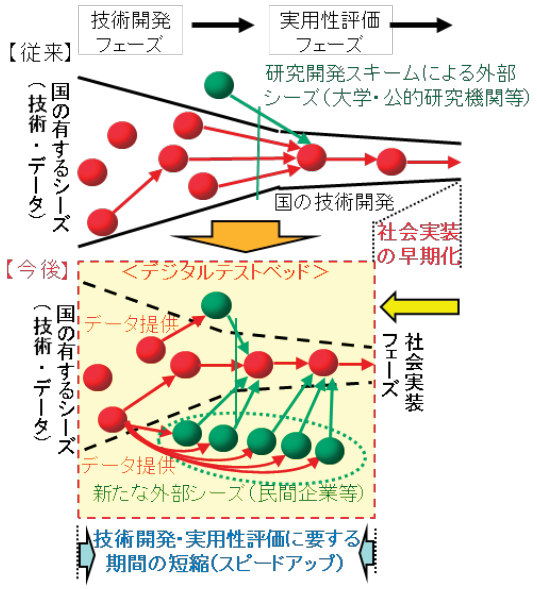


図-2 官民連携による技術開発のスピードアップ

4．流域治水デジタルテストベッドの整備・運用

流域治水デジタルテストベッドの整備・運用にあたって、図-3に「基盤データ」「解析」「利活用」の３段構成とそれぞれ協調領域・競争領域の考え方を示している。

１段目の「基盤データ」は、主に協調領域として３次元の地形・地物データや、降雨等の外力データにより構成されるもので、様々なオープンデータから、データ連携やデータ処理を通じて一級水系の流域毎のデータセットを構築することを想定している。国の機関である国総研が中心となって整備していくところであるが、様々な主体・技術による「解析」、リスク・効果の見える化等の「利活用」を見据えて検討を行っていく。

２段目の「解析」では、「基盤データ」を基に民間企業・大学・研究機関といった様々な主体がそれぞれの技術を用いて、協調または競争領域として水理解析等の技術開発を行う。技術開発にあたっては、競争領域に係るため、各々の主体や主体間の権利についての配慮が重要である。官民連携については、技術の社会実装化に役立つように、どのような考え方で進めれば良いかを、十分検討していく。

３段目の「利活用」では、「解析」において開発された技術を用いて、協調・競争領域として、リスクや対策効果の「見える化」等に活用することを想定している。利活用する主体としては、防災やまちづくりを担当する地方自治体や、生業（なりわい）としての土地・施設の管理者、事業継続や気候変動リスク開示を検討する事業者などを想定している。

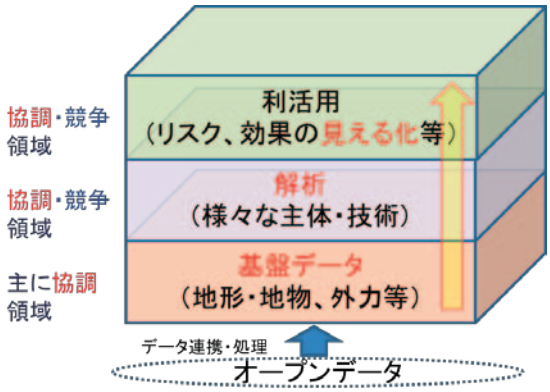


図-3 流域治水デジタルベッドの整備・運用

5．おわりに

デジタル技術の進歩により、利用できる情報量は格段に増加していく。また、人工衛星による広域・高頻度モニタリング、AI（人工知能）等の技術革新も加速している。流域治水の推進に向け、これら技術も総合的に取り込んでいきたい。

☞詳細情報はこちら

1) 国総研水循環研究室 HP
「流域治水デジタルテストベッド共創 web セミナー」
http://www.nilim.go.jp/lab/feg/index.htm

2) 令和４年度国総研講演会資料　気候変動に向けた「洪水危険度の見える化」の取り組み
http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kouenkai/kouenkai2022/koen2022/pdf/siryou/2.pdf

「知らせる努力」
—住民と行政の相互理解を目指して—

土砂災害研究部長　冨田 陽子(博士(農学))

(キーワード)　兵庫県南部地震、防災まちづくり、土砂災害警戒区域、情報共有と相互理解

1．はじめに

土砂災害危険箇所(土石流危険渓流、地すべり危険箇所、急傾斜地崩壊危険個所の総称)の全国における本格的な公表が始まったのは、兵庫県南部地震(1995年1月17日、最大震度7)が契機だった。土砂災害危険箇所は、それまでに全国で把握されていたが、地域のイメージや資産価値などへの影響を心配される声もあり、公表には至っていない地域のほうが多かった。

また、都市部における面的な土砂災害対策の施策が機能し始めたのも、兵庫県南部地震が契機であった。

2．関係者の総意による土砂災害対策とまちづくり

2-1　土砂災害危険個所マップの公表

兵庫県南部地震では、六甲山系に多数の山腹崩壊が生じた。発災直後のヘリ調査、また、全国の地方建設局、自治体から支援に駆けつけた職員による山地内の踏査により、700か所以上の山腹崩壊が確認された。近畿地方建設局六甲砂防工事事務所は、出水期に向けて既設砂防堰堤の除石、短期間で施工可能な鋼製枠砂防堰堤の設置、崩壊斜面への直接対策に着手するとともに、兵庫県と協議しながら地震による地盤の緩みを考慮した警戒避難基準雨量の引き下げなどを実施した。

このような中、過去幾度も降雨に伴う土砂災害を経験していた山麓の自治体は、土砂災害危険箇所をマップにして公表することで住民の安心安全に寄与しようとした。まず、六甲砂防工事事務所が把握していた地震発生直後の山腹崩壊の位置を示した図（崩壊地と市街地及び主な道路・鉄道・河川との位置関係がわかる程度のおおまかなもの）を地元紙に掲載した。その後、6月までに、土砂災害危険箇所も掲載したより詳細なマップを配布した。

2-2　面的な土砂災害対策へ[1)]

一方、地域の復興に向けた土砂災害対策を考えたとき、これまでの個別の砂防施設を設置して土砂災害を防止するというだけではなく、将来に備えたまちづくりと本質的に一体のものとして防災事業を実施していくべき、という認識に兵庫県と山麓自治体は立っていた。震災復興の柱の一つとして、兵庫県と神戸市は、「六甲山の防災と緑の保全」を示し、神戸市は復興計画[2)]に六甲山麓の防災まちづくりの施策である「山麓緑地軸」を位置づけた。山麓緑地軸とは、災害時には山崩れの緩衝緑地（グリーンベルト）として機能し、平常時には無秩序な市街地の形成を防ぐものである[3)]。これを支援するために、建設省砂防部と六甲砂防工事事務所は、地域の行政機関、学識者とも協議して土砂災害危険箇所が連坦する山麓の流域・斜面において、砂防指定地、急傾斜地崩壊危険区域、地すべり防止区域、保安林のそれぞれの土地を、特別緑地保全地区（都市緑地法）で繋いで形成した一連の土地を「都市山麓グリーンベルト」[4)]とし、「都市山麓グリーンベルト構想及び事業」を砂防事業として位置づけた。さらに、兵庫県と神戸市は、山麓の緑地としての保全が永続的になされるよう、その具体的措置として都市山麓グリーンベルト[4)]のうち、‘市街地に面する斜面’[4)]を「防砂の施設」（都市計画法）及び「特別緑地保全地区」（都市緑地法）として、1998

年に最初の都市計画決定を行った。一部の地域では逆線引きが行われた。これにより、土砂災害対策をまちづくりのなかに面的に織り込んだ。

これは、六甲山麓のまちが抱える土砂災害という防災上の課題について住民と行政が共有し、相互に理解したことで、震災後の土砂災害の防止と緑のまちづくりについて共通のベースができていたことによるものである。

2-3　官民の相互理解によるそれぞれの取り組み[1)]

都市山麓グリーンベルトの機能として、「土砂災害の防止」「良好な都市環境、風致景観、生態系及び種の多様性の保全・育成」「都市のスプロール化の防止」「健全なレクリエーションの場の提供」であることも度重なる会議等において官民で共有された。これにより、行政による防災事業の推進はもちろんのこと、地域では次のことが行われている。住民においては、安全・安心で魅力的な生活環境の維持のために身近な緑地の清掃など、学校においては防災学習・環境学習のために、教育委員会がテキストを作成する[5)]など、また、企業においては、ＣＳＲ活動の一環として、行政施策も活用して緑地保全活動への参加など、である。ただ、これらは各々がこれまで日常的に行ってきた活動でもあった。ここに、森林をフィールドとして提供し、整備方針を共有するためのツールや用具を提供するなどの行政の支援[6)～9)]が加わることにより、活動の継続性が担保された。

３．情報の共有を前提とした土砂災害対策とまちづくり

1999年7月、広島市・呉市等広範な地域で同時多発的に土石流災害が発生した。これを契機に、2001年4月、土砂災害防止法が施行された。この法律の特徴は、都道府県知事は、急傾斜地の崩壊・土石流・地すべり現象が生じた場合に、住民等の生命または身体に危害が生じるおそれがあると認められる区域を土砂災害警戒区域(通称：イエローゾーン)に、建築物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生じるおそれのある区域を土砂災害特別警戒区域（通称：レッドゾーン）に指定し、警戒避難体制を整備するというソフト法であるということである。また、従前の土砂災害危険箇所は、その現象が起こり得る渓流・斜面を法的根拠もなく示したものであったことに対して、被災する恐れのある区域を法的根拠をもって示すことである。区域は、国総研土砂災害研究部及び土研土砂管理研究グループが収集している全国の土砂災害データ等を分析し開発した手法[10)]により定められる。

都道府県知事は、区域指定を行う際住民の同意を得る必要は法律上ない。しかしながら、都道府県の担当職員及び市町村の担当職員は、同意を得るまで住民に丁寧に説明を行った。区域指定のメリットは、豪雨時の避難指示がその区域に確実に伝わることであり、区域内の住民が指定について理解していないとその効果は十分に得られない。実際に、豪雨時の避難指示発令時の避難率について調査したところ、土砂災害警戒区域に指定されていた区域では、そうではない区域と比較して避難率が高かった[11)]ことから、区域指定における住民への丁寧な説明（情報の共有と相互理解)が貢献していることは間違いない。

行政が住民の安全に係る情報を発信するとき、住民に一層信頼される情報となるよう、今後も行政担当者が活用できる技術情報を発信していきたい。

【参考文献】

1)冨田陽子(2022)：砂防が担う山地流域の管理,砂防学会誌,Vol74.No.5,p.1-2, 2)神戸市(1995)：神戸市復興計画, 3)田中充(1996)：神戸市における被災地復興に関する公園緑地行政の展開,ランドスケープ研究60(2),p.138-139, 4)田畑茂清・牧田一男(2000)：グリーンベルト－防災型斜面緑地の保全, 鹿島出版会, p.192, 5)宝塚市教育委員会(1997)：1.17忘れへんで,防災教育副読本(小学校編)（中学校編）,6)神戸市建設局防災課：六甲山森林整備戦略, https://www.city.kobe.lg.jp/a19183/kurashi/machizukuri/flower/rokkou/senryaku/sakutei.html#:~:text 参照2023-01-23, 7)兵庫県農政環境部農林水産局豊かな森づくり課：多様な担い手による森づくり活動の推進, https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk21/af15_000000003.html, 参照2023-01-23, 8) 兵庫県県土整備部土木局砂防課：参画と協働による森づくり, https://web.pref.hyogo.lg.jp/ks15/ks15_0000001.html, 参照2023-01-23, 9) 国土交通省六甲砂防事務所：みんなの森づくり, https://www.kkr.mlit.go.jp/rokko/pr_media/plant/group/index.php, 参照2023-01-23, 10) 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律　第７条第１項、政令第２条,11) 水野ら(2012)：災害情報を用いた土砂災害時の住民の避難率の分析，砂防学会誌,Vol65.No.3,p.29-34

安全・円滑・快適な道路利用の実現に向けて

道路交通研究部長　**高宮 進**(博士(学術))

(キーワード)　道路交通マネジメント、道路交通データ、交通安全、道路空間再構築、自動運転

1．はじめに

我が国の道路は、国土の骨格をなす重要な社会基盤として、国民生活の豊かさや質の向上に大きく貢献してきた。近年における人口の減少、超高齢社会の到来、地域経済の再生の必要などの社会環境のもとにおいても、道路は、技術革新等の要素を的確に取り込みつつ、引き続きこの役割を果たすとともに、安全・円滑・快適な道路利用を実現していく必要がある。また、中長期的な道路政策の方向性の観点では、道路は人・モノの移動のための空間というだけではなく、道路自体が滞在空間となるべきなどといった、道路が果たすべき役割の再考がなされてきている。これらについては、社会資本整備審議会道路分科会の建議[1)]、同分科会基本政策部会の提言[2)]に、その内容がまとめられている。一方で、道路政策の実現に向けては、政府や国土交通省が進める、データやデジタル技術等の徹底活用による公共サービスの変革等や、気候変動緩和策等への取組みなどを含む「グリーン社会の実現」に向けた動きとの連携・協調の観点を欠かすことはできない。

本稿では、上記観点を考慮しつつ、道路政策の方向性との関係のもとで、道路交通研究部での代表的な取組みを紹介する。

2．道路政策の方向性と道路交通研究部の取組み

「道路政策の方向性」のうち道路交通分野に関わるものと道路交通研究部が実施する研究との関係（主要なもの）を整理し、**表**に示す。

道路交通研究部では、表に示す研究のほかに、無電柱化の施工の低コスト化・迅速化手法や、特殊車両走行経路のモニタリング手法等についても、道路政策の方向性を踏まえつつ検討を進めている。また道路政策の継続的な展開に向けて、道路幾何構造や交通安全施設の技術基準類、道路事業の進め方手法、各種データの収集・蓄積・利用手法等に対しては、基準類等に関わる技術の確立や、DX（デジタル・ト

表　道路交通分野に関わる「道路政策の方向性」と道路交通研究部が実施する研究との関係（主要なもの）

道路交通分野に関わる「道路政策の方向性」	道路交通研究部が実施する研究
(1) 生産性向上による成長力強化	
a. 円滑なモビリティの確保 道路ネットワーク整備等に加えて、道路ネットワークの安定的で最大限の利用を実現。 ICT（ビッグデータ、AIなど）をフル活用し、道路交通状況の把握とその改善策を導き、道路を賢く使う「道路交通マネジメント」の実現を図る。	・ リアルタイムでの道路交通状況把握手法の検討、開発 ・ （近未来の）道路交通状況予測手法の検討、開発 ・ （データに基づく）各種のパフォーマンスモニタリング手法とマネジメント方策の検討
b. 戦略的な人とモノの流れの確保 自動運転により人・モノの移動を自動化・省力化し、安全で効率的な道路サービスを実現。 車両自律型技術だけでは情報が不足する場面に対し、道路が保有する情報を自動車に提供して車両の的確な制御を支援。	・ 路車連携による自動運転技術の開発（合流支援情報提供サービス、自車位置特定補助情報等の仕様検討など） ・ 自動運行補助施設の設置方法等の検討
(2) 国民の安全・安心の確保	
a. 総合的な交通安全対策の実施 幹線道路や生活道路、通学路等における交通安全対策の推進により、誰もが安全で快適に移動できる道路空間を創出。 交通事故データやビッグデータを活用し、事故危険箇所の効果的な抽出、的確な対策立案・実施を実現。	・ 交通安全対策展開に向けたビッグデータ利用手法の確立 ・ 交通安全対策手法の確立（ハンプ等の自動車速度抑制施設やラウンドアバウト等の普及促進などを含む） ・ 安全で快適な自転車利用環境の確立
(3) 活力、生活の質の向上に資する地域づくり	
a. ニーズに応じた道路空間の最大限の利用 道路ネットワーク全体での道路空間再構築により、現道を人中心の道路空間として再生。 まちの中心部の道路では、曜日や時間帯に応じてその空間を様々な形で利用できる「路側マネジメント」を展開。	・ 現道の道路空間再構築等に関する知見のとりまとめ ・ 賑わいのある道路空間の形成手法の検討

○ETC2.0プローブ情報、トラフィックカウンター交通量等の常時観測データを活用し、日々変動する日単位・時間単位のOD交通量を推定するための手法について検討。

図　ETC2.0プローブ情報等を用いた常時観測OD交通量の推定[3)]

ランスフォーメーション）を含む新たな行政ニーズ等に基づき、必要な見直しの検討等を進めている。

3．「円滑なモビリティの確保」への取組み

道路政策の方向性のうち「円滑なモビリティの確保」（**表**の(1)a.）について、道路交通研究部の取組みの概要を紹介する。

道路交通研究部では、トラフィックカウンター（略称：トラカン）や道路管理用カメラ画像から断面交通量を得ることのほか、ETC2.0プローブ情報等から旅行速度や交通の発着地、利用経路等を得ることにより、道路交通の常時観測に向けた研究を進めてきた。**図**は、これら観測結果を用いて発生・集中交通量（OD交通量）を日別、時間帯別に常時観測する枠組みを示すものである。常時観測OD交通量が得られれば、交通量の配分結果を利用して、道路整備を通じた道路ネットワークの機能強化策の立案や、交通状況に対して既存道路の機能の最大限の発揮をもたらす道路交通マネジメント策の立案などが可能になると考えられる。

この取組みは、データやデジタル技術等を徹底活用したものであると同時に、それがもたらす効果は、道路交通流の改善を通じてCO_2の排出を削減し「グリーン社会の実現」に貢献するものと考えられる。

4．おわりに

本稿では、道路政策の方向性との関係のもとで、道路交通研究部の取組みの一部を紹介した。道路交通研究部では、今後も、道路政策の中で道路が果たすべき役割等の的確な認識とともに、必要な研究を継続していきたい。

【参考文献】

1) 社会資本整備審議会道路分科会建議：道路・交通イノベーション～「みち」の機能向上・利活用の追求による豊かな暮らしの実現へ～、2017.8
https://www.mlit.go.jp/common/001201778.pdf

2) 社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会提言：2040年、道路の景色が変わる～人々の幸せにつながる道路～、2020.6
https://www.mlit.go.jp/road/vision/pdf/01.pdf

3) 国土交通省国土技術政策総合研究所等：ETC2.0プローブデータ等を用いた常時観測OD交通量の推定、第6回ICTを活用した新道路交通調査体系検討会（資料4）、2022.11
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf06/04.pdf

より効率的なインフラ管理に向けて

道路構造物研究部長　福田 敬大

（キーワード）　道路構造物、道路災害、メンテナンス・減災、技術支援、洗堀

１．はじめに

近年、豪雨による橋梁や土工構造物の被災が多発化・激甚化している（図-1）。当部では国立研究開発法人土木研究所と連携して、こういった被災現場に専門家を派遣し、現地調査・原因究明・応急復旧等の技術支援を行っている。専門家の派遣は、令和の時代に入ってからでも計56回に及び、そのうち降雨が関連する被災事案が７割を占め、さらにその６割近くは洗掘が主な要因となっている（図-2）。激甚化する豪雨災害にどのように対応すべきなのかは、道路の研究者として大きな課題であり重要な研究テーマである。当部ではこれらの課題について、国土強靭化予算を機動的に活用し、調査研究の成果を逐次現場にフィードバックしており、本稿ではその代表的な取り組みを紹介し、インフラ管理者間の連携について述べる。

２．河川隣接道路土工構造物の被災調査結果

河川に隣接する道路土工構造物について、直轄国道で豪雨等による災害復旧事業として採択された洗掘被災事例（平成２年度～令和２年度の 31 年間、計 40 箇所）の詳細な調査を行った。

河川の湾曲などの線形条件や、被災状況等を把握し交通機能に着目して分析した結果、河道の外湾が道路に隣接するケースが12箇所あり、そのうち７割で１週間を超える全面通行止めが発生しており、外湾部に隣接する区間で被災すると、通行止めが長期化するリスクが高い傾向にあった。

これまでも道路土工構造物については15m以上の切土のり面、10m以上の盛土のり面は特定道路土工構造物として、５年に１回を目安に点検を実施してきた。

図-1　令和4年8月豪雨での国道121号の被害（山形県米沢市）

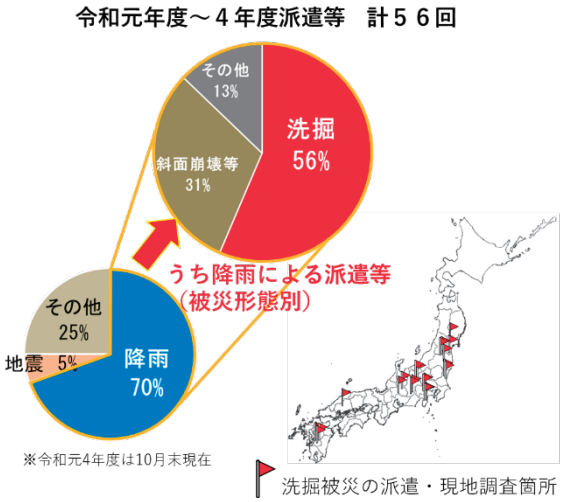


図-2　被災現場への専門家派遣状況

今回の調査結果を基に、河川隣接区間の盛土・擁壁についても特定道路土工構造物の点検対象に追加し、その際の条件、例えば道路肩からのり尻までの水平距離、河川勾配、湾曲半径、湾曲角度などについて限定して、リスクの高い箇所を集中的に管理することとした（図-3）。

また、河床洗掘の被災形態に着目し、被災事例５箇所を現地踏査した。現地踏査では、被災箇所（過去被災箇所）と未被災箇所の河道の特徴などを調査し差別化条件を抽出した。外湾部の被災箇所について、河床洗掘のメカニズムに着目し河道の経年変化

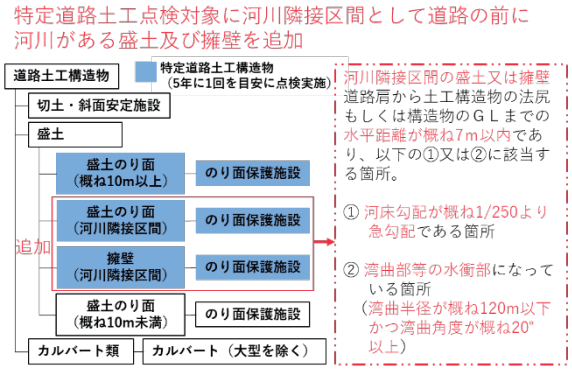


図-3　道路土工構造物点検対象の追加

と被災歴を分析したところ、被災箇所の対岸に砂州が発達している外湾部は、砂州が発達していない箇所と比較して高い割合で被災している結果となった。

図-4に国道41号と飛騨川の航空写真を示す。45年前と現在の澪筋を比較すると、砂洲の発達で河道が外湾部に移動し川幅も狭くなっていることが分かる。砂州の経年変化を観察することが、河床洗掘による被災リスクの高い箇所を選定する有効な手段と考えられる。この分析は、道路土工構造物点検要領（暫定版）に留意事項として記載し、現場に周知を図ったところである。

３．おわりに

令和4年12月に社会資本整備審議会･交通政策審議会技術分科会の技術部会で、過去10年間のインフラメンテナンスの取組のレビューを行い、今後のメンテナンスのあり方に関する新たな提言『総力戦で取り組むべき次世代の「地域インフラ群再生戦略マネジメント」～インフラメンテナンス第２フェーズへ～』がとりまとめられた。複数・多分野のインフラを局所的ではなく広域の地域インフラとして捉え、総合的かつ多角的な視点でマネジメントすべきという提案がなされている。例えば、近隣の市町村が管理している複数の橋梁を一つの群として捉え、それらを包括的に民間委託するという提案である。

この考え方をさらに進めると、河川とそれを渡河する複数の橋梁を一つのインフラ群として捉え、河川管理と道路管理の連携を図ることでより効率的な管理ができるのではないか。前述の研究を進めることは河川管理と道路管理の連携策の一つになり得ると考える。

図-4　国道41号と飛騨川の航空写真と被災時の状況

様々な分野の研究者・専門家を有する国総研は、名は体を表すとおり「国土に関する技術に基づく政策を総合的に（分野横断的に）研究する所」であり、その強みを活かして役割を果たしていきたい。

☞詳細情報はこちら

1）道路土工構造物点検要領（暫定版）
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/tenken-yoryo_202209.pdf

2）豪雨による道路土工構造物の洗掘及び斜面崩壊等が交通機能へ及ぼす影響分析　本誌 P.59

3）総力戦で取り組むべき次世代の「地域インフラ群再生戦略マネジメント」
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/kanbo08_sg_000282.html

カーボンニュートラルの実現に向けた建築研究部の取り組み

建築研究部長　長谷川 洋（博士（工学））

（キーワード）　気候変動対応、建築、中高層建築物、木造化、省CO_2コンクリート系新材料

1．はじめに

建築研究部では、構造・防火・材料・設備等の各専門分野の知識等を結集して、社会的ニーズの多様化・高度化に対応した建築物の実現に向けた研究に取り組んでいる。本稿では、カーボンニュートラルの実現に向けて、建築研究部において取り組んでいる研究の概要と動向について紹介する。

2．中高層建築物における木材利用の促進・拡大

(1) 現在までの取り組み

カーボンニュートラルの実現に向けたCO_2の吸収源対策として、木材需要の４割以上を占めている建築物分野での木材利用の拡大が求められている。新たな木材需要の創出のためには、従来木造化が進んでいない４階建て以上の中高層建築物での木造化を促進することが鍵となる。しかし、４階建て以上の建築物は、耐火建築物とする必要があるため、主要構造部に木材を使用する場合、耐火被覆が必要となり、木材をそのまま見せる方法で活用できない。

こうした現状の課題を踏まえ、CLT等の木造と RC造・鉄骨造等の耐火部材とをうまく組み合わせた「木質混構造建築物」（**図-1**）とすることで中高層建築物の木造化を促進すべく、総プロ「新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発」（平成29年度～令和3年度）を実施してきた。

本総プロでは、各種の実験・解析等による科学的知見に基づき、構造、防耐火、耐久性等の観点から混構造建築物の設計法等を開発した。例えば、①構造に関しては、木造、RC造等の各部材は、従来の一般的な構造計算法（保有水平耐力計算、許容応力度等計算、許容応力度計算）で計算・解析できるようにするとともに、異種構造間の接合部では破壊させないという考え方のもと、木質混構造への一般的な構造計算法の適用方法、異種構造間の接合部の仕様を開発した。②防耐火に関しては、不燃材料の架構で囲まれた一定の区画内で木材を利用するという考え方のもと、可燃物の増大に対応した防火区画・延焼防止設計法や接合部の防火被覆設計法を開発した。

一連の研究の成果は、中高層建築物における木材利用を進めるための建築基準法改正（平成30年及び令和4年）及び関連告示の改正に反映された。法改正により、主要構造部に「不燃系部材」と一定の火災時損傷を許容する「木構造」を組み合わせたものが「耐火構造」として認められることとなり、これによって、耐火建築物においても、防火上他と区画された範囲における主要構造部の木造化及び表面に見せる設計が可能となった（**写真-1**）。

また並行して、官民研究開発投資拡大プログラム「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」（令和2～5年度）を実施している。

図-1　木質混構造のプロトタイプの一例：
RC造架構で各階の壁・床を木造化（左：外観、右：室内）

写真-1　主要構造部材である木材をそのまま見せる設計
（左：中層大規模建築物、右：高層建築物）

写真-2「立面木質混構造」の事例：階によって構造が異なる混構造で、本事例は1階がRC造、2～5階が木造（CLT）

本プロジェクトは、木材需要の拡大に資する大型建築物の木造化をさらに促進するため、総プロの研究成果を発展させ、より合理的で、一般化・汎用可能な設計法や仕様例等を開発するものである。例えば、①木質混構造建築物において、構造耐力の確保やコストの面で利点の大きい「立面木質混構造」（**写真-2**）の合理的な構造設計法の開発、②現状一般的な工法がなく、耐火被覆や遮音対策を施すことでコストが高くなりやすいCLTとRC造の合成床についての合理的な標準仕様の開発等に取り組んでいる。

（２）今後の取り組み方針

「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和 2 年 12 月 25 日）」において、2030 年までに「高層建築等の木材利用のための材料規格の検討」を行い、2040 年までに「高層木造の普及のための技術の確立」を目指すこととされている。

建築研究部でこれまで取り組んできた研究は、主に４～６階程度を対象としたものであるため、今後はさらに高層の建築物について木造化の実現・普及に向けた研究に取り組んでいく必要がある。例えば、2030 年までに、次のような検討を行う必要があると考えている。①構造：10 階建程度の木造建築物の長期性能の把握、高層化による外力の増加に対応した部材間接合部の推奨仕様等の整備に向けた検討。②防耐火：長時間（120 分・150 分、180 分等）耐火構造の防耐火被覆、上階への延焼防止のための長時間防火設備の告示仕様等の整備に向けた検討。

３．省 CO_2 コンクリート系新材料の利用の促進

CO_2 発生源対策としては、木材と並んで建築物分野の主要材料であるセメント・コンクリートにおける CO_2 排出量の削減が課題となる。そのためには、現在民間等で開発が進められている省 CO_2 に資するコンクリート系新材料（以下「省 CO_2 コンクリート系新材料・**図-2**）の建築物の基礎や柱・梁・壁等の主要構造部分への利用の促進が必要となる。

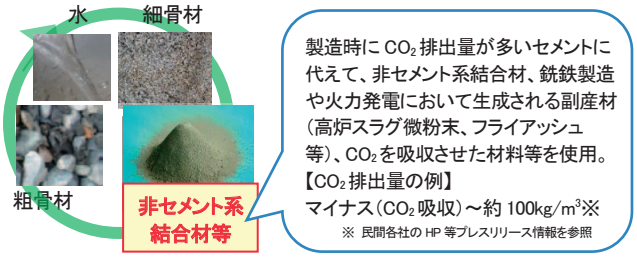


図-2 省 CO_2 コンクリート系新材料のイメージ

ところで、建築基準法では、建築物の主要構造部分に使用できる材料は、日本産業規格（JIS）に適合したものか、国土交通大臣の認定を取得したもののいずれかであることを規定している。現在開発されている各種の省 CO_2 コンクリート系新材料は、JIS 適合材料ではないため、個別に大臣認定の取得が必要となる。しかし、大臣認定の審査に用いられているコンクリートの告示基準は、セメントを用いないなど通常のコンクリートとは構成材料やその比率が大きく異なるような材料をそもそも想定していない。

そこで建築研究部では、令和５年度から３ヵ年計画で「省 CO2 に資するコンクリート系新材料の建築物への適用のための評価指標に関する研究」に取り組むこととしている。省 CO_2 コンクリート系新材料について、建築基準法に適合するために必要となる品質・性能を明確化することにより、大臣認定の円滑化・効率化を図り、建築物の主要構造部分への利用拡大を図っていくことをねらいとしている。

４．おわりに

建築研究部では今後、中高層建築物における木造化のさらなる促進と、省 CO_2 コンクリート系新材料の建築物への利用の促進を２大テーマとして取り組み、カーボンニュートラル実現に貢献していきたい。

☞詳細情報はこちら

1）建築研究部ホームページ
http://www.nilim.go.jp/japanese/organization/kenchiku/jkenchiku.htm

住宅・建築物の省エネルギー対策の加速化に向けた取り組み

住宅研究部長　眞方山 美穂(博士(工学))

(キーワード)　カーボンニュートラル、建築物省エネ法、省エネ改修、既存ストック

1．はじめに

「2050年にカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を達成する」という目標が2020年10月に菅首相(当時)より表明された。その後、2021年3月には住宅政策の指針である「住生活基本計画」の基本的な施策として、ZEHストックの拡充、LCCM住宅の評価と普及の推進、住宅の省エネルギー基準の義務づけとその性能表示等の取り組みが示された。

2021年10月には地球温暖化対策計画の改定、エネルギー基本計画の改定が行われ、新築の住宅・建築物に対してはZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能の確保（**図-1**）、既存の住宅・建築物にもストック平均でZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能の確保が求められ、これらの実現に向けて2022年6月には「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）」の改正法が成立したところである。

住宅研究部では脱炭素化を目指した取り組みとして、環境分野の研究室を中心に省エネ推進のための研究を進めているほか、地球温暖化により頻発している水害による被害低減に向けた既存住宅の改修技術等についても調査研究を実施している。本稿では、住宅・建築物の省エネルギー対策の抜本的な強化に向けて取り組んでいる研究について紹介する。

2．省エネ対策の加速に向けて求められている研究

省エネ対策の加速に関する建築物省エネ法等の主な改定内容を**表-1**に示す。

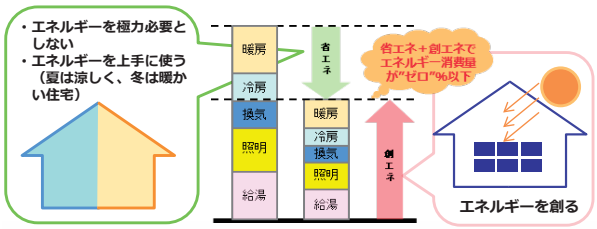


図-1　ZEH・ZEBの概念

省エネ対策の強化を進めていく上では、同表①から③を支援する研究が必要となる。

まず①については、新築住宅など全ての建築物が省エネ基準の適合義務化の対象となるため、設計者の多くが使用できる評価方法等の開発、およびZEHを超える高性能な住宅の省エネ性能評価方法の確立と普及が必要となる。②については、非住宅の義務基準の段階的な水準引き上げに対応した評価法の合理化とともに、ZEB水準への誘導に向けて、省エネ効果が高いものの、これまで適切に評価できていなかった多様な省エネ技術の評価法の開発が必要となる。

③は新築に比べてこれまで不十分だった既存ストックの省エネ性能向上に必要な研究である。効果的な既存ストックの改修を行うためには、設備機器のエネルギー消費性能や断熱性能等を適切に把握し、その上で現況診断の結果に基づいた改修が必要になるが、この点の整備がまだ十分ではない。現況診断法、それを踏まえた省エネ改修の設計、評価方法の開発が求められている。

なお、④に記載の再エネ設備の一つに、太陽光発電および蓄電池を用いた技術がある。この技術は省エネ対策としてはもちろんのこと、災害発生後の自宅避難を可能にするための技術として非常に有効である。住宅研究部では、この観点での研究も実施している。研究内容については、本レポートでの記事を参考にされたい[1)]。

表-1　省エネ対策の加速に関する建築物省エネ法等の主な改定内容

① 新築住宅・小規模な非住宅
　⇒ 省エネ性能の底上げ
② 中大規模の新築建築物（非住宅）
　⇒より高い省エネ性能への誘導
③ 既存住宅・建築物
　⇒ 既存ストックの省エネ性能の向上
④ 再エネ設備の導入促進

３．既存ストックの省エネ改修技術

2. に述べた省エネ対策強化のための研究課題のうち、新築の住宅・非住宅を対象とした取り組みについては、省エネ性能の評価プログラムが建築確認の審査において既に運用され、また技術基準等の整備も進められているところである。

一方、既存ストックに関しては、取り組みが遅れている。戸建て住宅を対象とした研究が10数年前に実施され、建物外皮および設備機器の省エネ性能の評価および改修技術に関する調査研究が行われていたが、省エネ改修の目標設定のために必要となる現況調査については、統一的な現況調査法を提示するまでには至らなかった。現在、建築基準整備促進事業（国交省）において、実用的な省エネ性能診断法や評価法の検討を進めているところである。

現況調査法についてはオフィスビル等の非住宅の場合も同様で、省エネ改修前に適切な現況調査が実施されているとは言い難く、設備の運用実態を評価せずに同種あるいは同等の設備機器の安易な入れ換えにとどまっている。また、マンションの大規模修繕の中で省エネ改修を実施するためには、大規模修繕計画の中に適切に位置づける必要があるが、省エネ改修の効果は定量化できていないこともあり、居住者の合意形成を図ることが困難な状況にある。

これらの状況を踏まえ、次の研究を進めている。

(1) 既存オフィスビル等の省エネ化に向けた現況診断に基づく改修設計法（令和4～6年度）

研究内容は、①現況診断法の開発、②診断結果に基づき改修設計をする手法（**図-2**）、③改修の費用対効果を予測する手法の開発である。

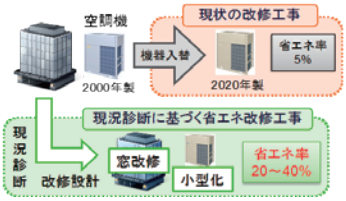


図-2 現状の改修工事と現況診断に基づく改修工事

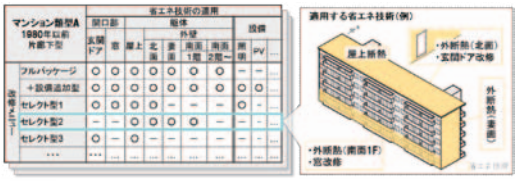


図-3 マンション類型に応じた改修メニュー（イメージ）

アウトプットは、設計者向けには省エネ改修法として診断法と設計法をまとめた技術的指針、ビルオーナーや設計者向けには、省エネ改修の費用対効果を算出するツール、さらに自治体やビルオーナーへは省エネ改修の具体的事例集を予定している。

(2) 既存マンションにおける省エネ性能向上のための改修効果の定量化（令和5～7年度）

現在、マンションについては2000年以前のストックが全体の6割を占め、それらの多くは躯体の断熱性能等が低く、断熱改修を中心とした既存マンションの省エネ性能向上のための改修を推進していくことが必須となっている。

この研究では、①マンション類型を踏まえた改修メニューの選定（**図-3**）、②省エネ改修コストおよび効果の推計手法の開発、③費用対効果の定量化手法の開発としている。

成果としては、既存マンションの省エネ性能向上改修効果の定量化手法として、省エネ改修による費用対効果の推計ツール、省エネ改修を長期修繕計画へ位置づけるための手引き等を予定している。

４．おわりに

カーボンニュートラルの実現に向けて、建築物の省エネルギー対策の抜本的な強化が要請され、住宅研究部では評価基準や診断方法、改修技術などについて取り組みを進めている。これらを進めるにあたっては、省エネ性能の技術的な観点だけではなく、快適な室内環境の実現やそこで活動する人々の健康にも配慮した取り組みとすることが肝要である。また、既存ストックの省エネ改修等を円滑に実施するためには、居住者・ユーザーの合意形成が重要となり、その意識付けを可能とするため、省エネ改修によるメリットの定量的な提示方法も必要になる。

建築技術者が必要とする技術基準等だけではなく、住宅等の居住者や建物のユーザーなど、それぞれの方々にとって必要な技術情報を届けられるよう引き続き研究を進めて行きたい。

☞関連記事はこちら

1) 災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究（p66）

スマート技術を活用した人間中心のコンパクトなまちづくりに向けて

都市研究部長　村上 晴信

（キーワード）　コンパクトシティ、スマートシティ、交通・人流ビッグデータ

１．はじめに

都市施策に関係する最近の閣議決定をみると、「都市再生基本方針（一部変更）」（令和４年１０月閣議決定）においては、今後のまちづくりは、人口の急激な減少と高齢化を背景として、①高齢者や子育て世代にとって安心できる健康で快適な生活環境を実現すること、②財政面及び経済面において持続可能な都市経営を可能とすること、③脱炭素に資する都市構造を実現すること、④災害から人命を守ること等を推進していくため、コンパクトな都市構造へと転換していくことが重要としている。

また、「デジタル田園都市構想総合戦略」（令和４年１２月閣議決定）においては、デジタルの力を活用し、地方の社会課題解決や魅力向上の取組の深化・加速化を図るとしている。

このような最近の国の施策方針を踏まえ、都市研究部は、一連の研究テーマとして、都市の持続可能性のためのコンパクトなまちづくり及びスマート化に取り組んでいる。本稿では、この一連のテーマについて「都市構造のコンパクト化」「スマートシティ」「デジタル技術の活用（交通・人流ビックデータ）」に分けて都市研究部の研究を紹介したい。

２．都市構造のコンパクト化

人口減少・少子高齢化により、我が国では地方都市を中心にまちなかでの都市のスポンジ化が進行している。また、新型コロナウィルス感染症の影響により、リモートワークが進展し、日本人の住まい方や働き方は変化している。このことから、都市構造のコンパクト化にあたっては、中心市街地の再生だけでなく、市民の日常生活を支える地域生活拠点が身近に存在する持続可能な人間中心のコンパクトなまちづくりを目指すことが重要と考えられる。

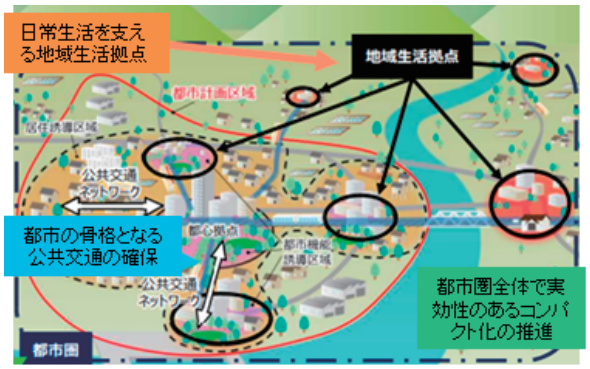


図-1 人間中心のコンパクトなまちづくり

（社会資本整備審議会都市計画基本問題小委員会資料より作成）

都市研究部は平成２７～２９年度の総プロ「地域安心居住機能の戦略的ストックマネジメント技術の開発」において、立地適正化計画制度の支援を目的に、地域居住の安心を支える施設機能（医療施設、福祉施設など）の適正配置を計画・評価できるよう、小地域を単位とした将来人口構造予測[1]を行い、各機能の将来必要量と過不足状況を空間的かつ時系列的に予測・マッピングする技術開発を行った。

平成２８～令和元年度の総プロ「防火・避難規定等の合理化による既存建築物活用に資する技術開発」においては、生活支援施設の立地誘導方策として用途規制の緩和手法の技術開発を行い、成果は特定行政庁向けに国総研資料[2]として公表した。

平成３０～令和４年度の総プロ「成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術の開発」においては、オールドタウン化が進む郊外住宅団地を拠点として再生できるよう生活支援機能（生活環境、移動環境）の導入計画手法などの開発を行った。例えば、生活環境の支援機能としてコンビニやコミュニティ施設などを複合化させることには効果があることを示し、

住宅局が令和４年３月に作成した「住宅団地再生の手引き」に反映された。移動環境についても、公共交通空白域での小型モビリティの導入は地域住民の外出の促進につながることを実証実験により示した。成果は国総研資料として公表する予定である。

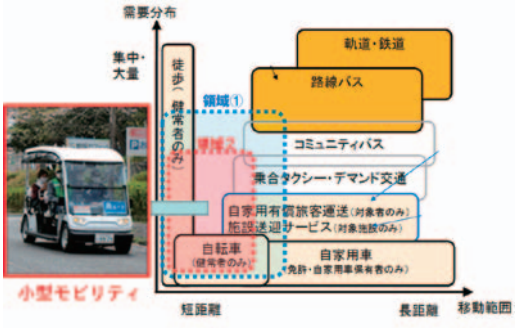


図-2 小型モビリティの位置づけ

３．スマートシティ

近年の技術革新により、省エネのみならず、交通、生活支援、防災、防犯などにおいて、新技術が都市問題の解決のため活用されるようになり、先進的な地方公共団体はスマートシティ化に向け実証実験を行っている。都市研究部は令和２～４年度の事項立て研究「スマートシティ推進支援のための主要な都市問題解決に資する計画評価技術の開発」において、これからスマートシティに取り組もうとする地方公共団体向けに都市問題を新技術で解決したスマート化事例を体系的に整理した。成果は令和４年１０月に「スマートシティ事例集【導入編】」[3]として公表した。今後も新たな取組事例を順次追加するなど更新していく予定である。また、地方公共団体向けにスマートシティ化の効果を評価する手法も開発する予定である。

図-3 自動運転バス（茨城県境町）

４．交通・人流ビッグデータ

都市計画や交通計画では、人の移動を調べたパーソントリップ調査の結果が活用されているが、同調査はアンケートや人手によるカウントのため、回収率の低下やコスト等の課題がある。この課題解決のため、都市研究部は「交通関連ビッグデータを用いた交通行動把握手法の開発」（令和元～５年度）において、パーソントリップ調査を補完する新技術として、ＧＰＳや携帯電話基地局データなどのビッグデータを活用し、人の流動を詳細かつ効率的に把握する技術を開発している。成果は国の都市交通調査関係の技術資料や、地方公共団体における都市計画等策定支援ツールとなる見込みである。

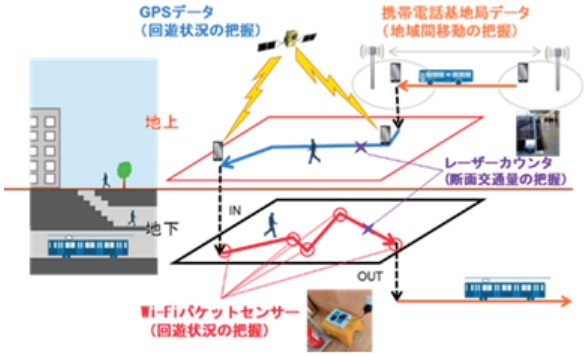


図-4 広域から狭域に至る人の流動の把握イメージ

５．今後の展望

都市研究部は、コンパクトシティ、スマートシティの実現を長期的な目標に見据え、本省（都市局、住宅局等）、関係機関、所内の他研究部と連携して研究を進め、社会還元していきたい。

☞詳細情報はこちら

1)　将来人口世帯予測ツール v2 H27 国調対応版
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/cohort-v2
2)　建物用途規制緩和の運用実態とその解説、国総研資料第 1123 号
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1123.htm
3)　スマートシティ事例集【導入編】
http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/smart/smart.html#smart

これからも持続可能で安全・安心な沿岸域の形成に向けて

沿岸海洋・防災研究部長　**浅井 正**

（キーワード）　気候変動、ブルーカーボン生態系、災害リスク評価、AI・UAVの活用、維持管理効率化

1．はじめに

沿岸域は人口や産業が集積し、多様で高密な利用がなされている。そこは、物流拠点、産業拠点、憩い・賑わいの場、来訪者・地域住民の交流拠点等、地域の活力を支える拠点として多様な役割を果たしつづけている。沿岸域における地域活性化を推進するため、沿岸域の安全・安心を確保するとともに、沿岸域の環境保全・再生を図ることが必要である。

上記に関する最近の動きとして、令和4年度の港湾法改正により、カーボンニュートラルポート（CNP）の取組を推進し、我が国の産業や港湾の競争力強化と脱炭素社会の実現に貢献することとされた。その施策の一つに、ブルーカーボン生態系を活用したCO_2吸収源の拡大によるカーボンニュートラルの実現への貢献や生物多様性による豊かな海の実現を目指したブルーインフラの拡大がある。

図　カーボンニュートラルポート（CNP）の形成イメージ（国交省資料より）

また、交通政策審議会港湾分科会防災部会では、気候変動等を考慮した臨海部の強靭化のあり方のとりまとめを行っている。これは、気候変動による気象災害リスクの増大の明確化や、大規模地震・津波災害の切迫化、CNP 形成を含めた港湾を取り巻く環境の変化等を鑑みたものである。

2．沿岸環境保全技術における炭素貯留効果を高める手法の開発

脱炭素化の推進に向けて、沿岸生態系を活用した炭素吸収源対策であるブルーカーボンの推進のため、有機物を含む浚渫土砂を活用し、炭素貯留量が高い造成干潟の造成方法を開発している。

具体的には、造成干潟・藻場に活用した浚渫土砂中の炭素の残存率の算定結果をもとに、炭素残存率と諸条件の関係の整理・とりまとめを行い、炭素貯留効果を考慮した造成干潟・藻場の造成方法の開発を進めていく[1)]。

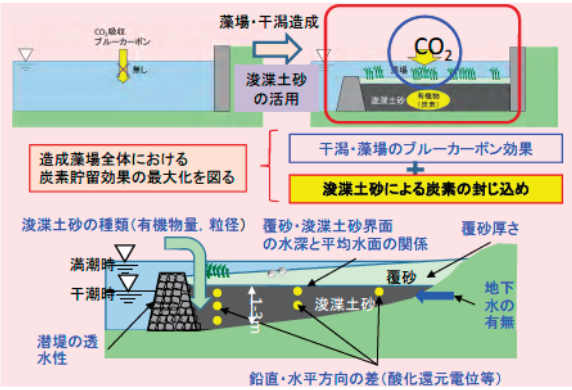


図　沿岸環境保全技術における炭素貯留効果を高める手法の開発

3．気候変動に起因する災害リスクの評価

気候変動に起因する外力強大化へ対応し、適応策の検討を行うには、潮位偏差や高波の極値増加等を設計へ反映することが必要である。このため、港湾施設の設計外力への影響や、高潮・高波による浸水等のリスクへの影響について研究を行っている[2)]。

大規模アンサンブル気候予測データセットを用いた高潮推算・波浪推算により、将来気候における確率潮位偏差・確率波高の評価手法も研究している。

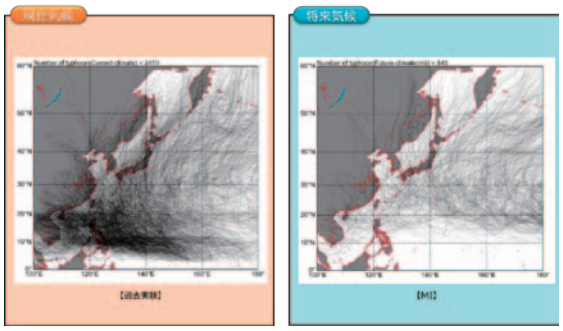


図　将来気候における台風の発生や経路の変化の例

また、2018年や2019年には台風時の強風によるコンテナの倒壊被害、漂流被害が発生している。このため、強風時のコンテナの倒壊対策および漂流対策の定量的な評価について研究を行っている。具体的には、コンテナ模型を用いた実験を行い、台風等の強風時を対象としたコンテナの漂流防止柵の設計手法、コンテナの固縛方法などを検討している[3)]。

４.AIやUAVを活用した港湾施設等の維持管理効率化

人手・予算が限られる中、施設の老朽化の進行が課題となっている。このため、港湾・海岸では、予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けた老朽化対策の加速や国土強靭化に関する施策を効率的に進めるためのデジタル化等の推進に向けて、重点的かつ集中的に対策を講じている。具体的には、AIやUAVを点検診断に活用することで､維持管理の効率化・高度化を図るシステムを開発している[4)]。

５．積極的な研究成果の双方向の広報

上記の研究成果は学会発表を行ったり、国総研HPや研修等を通じて直轄・地方公共団体の職員や関連業界への周知を図ったりしているほか、一般の方々にも積極的に発信している。

今年度の東京湾シンポジウムは、新型コロナウイルス感染対策を講じたうえで､3年ぶりに対面で開催することができた。第22回を迎えた今回は「近年における東京湾の環境の変化」と題して、ワークショップ的なスタイルで実施した。ここ10年の東京湾の環境や生物の様子を、研究機関・NPO・市民・漁業関係者・民間企業など多くの方々から情報提供いただき、その情報を集約・整理し、情報共有した。

写真　第22回東京湾シンポジウムの開催状況
（10/13、横浜港大桟橋ホール）

また、研究情報の発信とあわせて、昨今の経済安全保障（物流の強靭化等）や製造業の国内回帰、脱炭素社会構築等の社会情勢を踏まえ、臨海部における空間整備動向について課題の抽出を行い、今後に向けた示唆を得ることを目的とした現状調査等を行うなどの積極的な情報収集も行っている。

６．おわりに

沿岸海洋・防災研究部は、来年度の組織改正により港湾研究部と統合・再編し、港湾・沿岸海洋研究部として新たなスタートを切る予定である。これにより部内各研究室のさらなる連携強化が期待される。

世界的な喫緊の課題として、気候変動や激甚化する自然災害、パンデミック等があり、これら新たなリスクへの迅速な対応が求められている。将来にわたって持続可能で安全・安心な沿岸域の形成を推進･維持できるよう､研究面から支援する取組みを、新しい研究部ではさらに精力的に進めていきたい。

☞詳細情報はこちら

1）土木学会論文集B2、第78巻2号、pp. I_913-I_918
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/78/2/78_I_913/_article/-char/ja
2）国総研資料　No.1213　13p.
https://www.ysk.nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1213.pdf
3）国総研 YouTube チャンネル　風・流れ・波を起こす日本最大級の実験施設「台風防災実験水路」
https://www.youtube.com/watch?v=9iNZPw3VyXM
4）AI・ﾃﾞｰﾀｻｲｴﾝｽ論文集、第３巻 J2 号、pp.360-371
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceiii/3/J2/3_360/_article/-char/ja

カーボンニュートラル、気候変動対策に関する研究動向

港湾研究部長　酒井 浩二

（キーワード）　カーボンニュートラル、サプライチェーン、リサイクル材料、気候変動

１．はじめに

地球温暖化への対応は、政府全体の喫緊の課題であり、「2050 年カーボンニュートラル」を宣言するとともに「2030 年度に、温室効果ガスを 2013 年度から 46%削減することをめざす。」ことを表明している。港湾は、輸出入貨物の 99.6%が経由する国際サプライチェーンの要衝であり、温室効果ガスの排出量の約 6 割を占める多くの発電・鉄鋼等産業が立地する臨海部産業の拠点であり、エネルギーの一大消費地でもある。そのため港湾において脱炭素化に向けた先導的な取組を集中的に行うことは、カーボンニュートラルの実現に効果的・効率的であると考えられる。そのため、2022 年 11 月、港湾法が改正され、港湾に関わる多岐に亘る官民の関係者が連携して「港湾脱炭素化推進計画」を作成することなど継続的かつ計画的に脱炭素化の取組を進めることとなった。港湾研究部では、港湾行政を進める上で必要な研究を進めており、本稿ではカーボンニュートラルや気候変動への対応等、近年の取組を中心に紹介する。

２．サプライチェーン全体の物流の効率化

（１）コンテナ船の定時性向上に資するターミナル混雑度指標の開発

コンテナ輸送の定時性を確保しつつ、ターミナルの利用率の向上余力を測る混雑度指標を開発した。本研究ではさらに、沖待ち状況把握ツールを活用し、沖待ちによるCO_2排出量の推計を行った。本研究の成果は、我が国港湾等のターミナル運営や荷主の経路選択への活用により物流の効率化とCO_2排出削減が期待される。

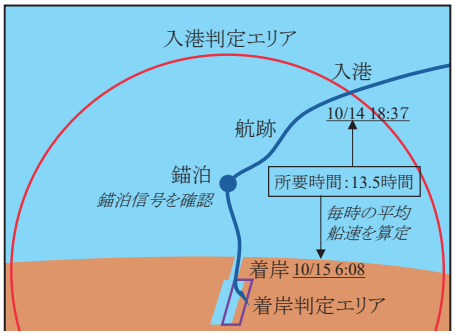


図　AISデータを用いた沖待ちの状況判定例

（２）国際海上コンテナ背後圏輸送の効率化方策に関する研究

国際海上コンテナのターミナル背後の陸上輸送はトラックにより行われているが、トラックドライバー不足が深刻化している。荷主による空コンテナを融通するコンテナラウンドユース等も行われてきているが個別企業間の取組には限界があり、社会全体で企業間連携を促していく必要があるため、効率性・合理性について分析を行っている。この取組は単にトラックドライバー不足対応だけではなく、CO_2削減にも大きく寄与するものであり社会実装が期待される。

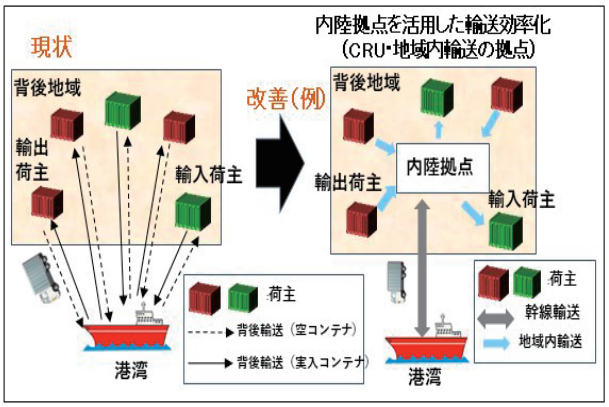


図　背後輸送の効率化イメージ

（３）港湾物流予測における脱炭素化の影響分析

我が国の貿易額の約7割、重量ベースでは99%を超える貨物が海上輸送されており、各港における港湾整備における基本となる港湾計画の策定・改訂にあたって、貨物量推計は重要な基礎資料であり、そのため港湾研究部では国内外のデータをもとに需要予測等を行っている。また、港湾計画を策定する港湾管理者にとって貨物量の需要予測業務は大変負担になっており、これまで、港湾計画基礎コース研修や貨物需要予測手法解説書を公表し支援してきた。特に地球温暖化対策として脱炭素化に関わる貨物（例えば、原油、一般炭、木質ペレット等）の貨物動向を調査・分析し、脱炭素化による中長期的な影響として、非化石エネルギーへのシフト、原油や木質バイオマスの輸入等への影響が確認された。

３．港湾工事等の高度化による地球温暖化対策

（１）港湾工事におけるリサイクル材料の活用

港湾工事における環境負荷低減の取組として、リサイクル材料の利用実績・品質性能等に関する情報収集整理・検討を行っている。これまでの調査分析をもとに2023年度には「港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン」を改訂する予定である。

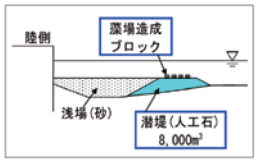


図　鉄鋼スラグを用いた浅場造成の例

写真　人工石を投入する作業船

（２）港湾工事における CO_2 排出量の見える化に関する研究

港湾工事におけるCO_2排出量の削減に向けて、排出量原単位や算定の考え方、削減に関する先行事例などの既往の知見を整理し、2022年6月「港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン（発注段階編）」を公表した。今後、同ガイドライン（計画・設計段階編）（施工段階編）について検討、公表を行っていく。

４．気候変動適応策に関する研究

（１）コンテナターミナルに対するストレステストの適用に関する研究

将来的な気候変動により、高潮、波浪、暴風等の作用の激甚化が想定される。そのため、港湾の代表的な施設としてコンテナターミナル(CT)を例に、高潮、波浪等による海面上昇時の CT 内の浸水リスクを把握するとともに、被害軽減に資する対策優先順位の立案に資するツールとして、モデル港湾において「ストレステスト」を実施し、同ツールの適用を提案した。

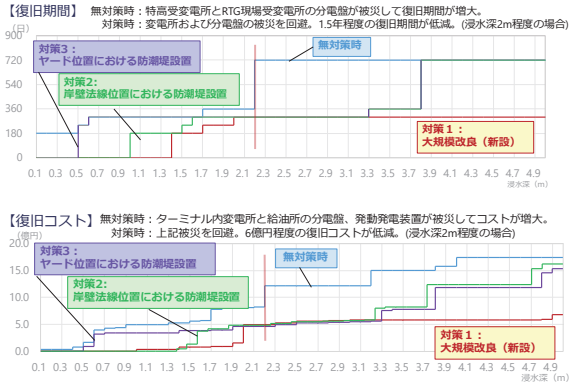


図　対応策の違いによる復旧期間・コストの比較

（２）港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討

2020 年 8 月、交通政策審議会において「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方」が答申され、気候変動に起因する外力の強大化への対応が求められた。そのため、気候変動に伴う将来の外力（潮位・波浪）をもとに必要な施設設計を行えるよう、具体的な基準改正に向けた検討を進めている。

５．おわりに

港湾は、我が国の経済や国民生活を支える重要な社会資本である。港湾を取り巻く様々な課題に対し港湾行政を支える技術的な裏付けとなる研究を進めていきたい。

空港を取り巻く情勢と最近の研究成果

空港研究部長　**丹生 清輝**

（キーワード）　国内航空運賃、LCC、実勢運賃、発泡ウレタン樹脂、Westergaard載荷公式

１．はじめに

国内・国際航空需要が回復しつつあり、空港機能の強化・安全確保の一層の取り組みが求められ、各空港での需要増に向けた取り組み、航空分野における脱炭素化等が進められている。一方、担い手不足も深刻化しつつあることから、ＤＸ、航空分野のイノベーション対応も急務である。

このような社会情勢の変化や動向も踏まえつつ、空港研究部では研究成果の重要な発信手段として、国総研報告・資料を刊行しており、以下、2021年及び2022年に刊行した空港研究部の国総研資料の中から紹介する。（なお、№は国総研資料の刊行番号を示す。）

２．LCC就航後の国内航空運賃の分析（№1165）

国内航空運賃が2000年に自由化されて以降、普通運賃以外に多種多様な券種が各航空会社から販売されている。特に、2012年に国内就航した格安航空会社（LCC）が、各社の運賃設定に影響を与えていると考えている。そこで本資料は、LCCが国内航空に参入し普及する過程における国内航空運賃の動向を分析し、航空需要予測モデルに適用する実勢運賃設定方法について考察した。

その結果、LCCの運賃は、新規参入以降、同路線のFSC（従来の航空会社(Full Service Carrier)）運賃に対して一貫して低水準を維持していること（**図-1**）、同路線で競合するFSCに対するLCCの運賃の割引率は、路線によって2割～6割程度と大きく異なっていたこと等を明らかにした。また、今回の分析結果で、路線毎にLCCのFSCに対する割引率は異なっていたことを踏まえ、路線特性を考慮した割引率による運賃設定を検討する必要があることを述べた。

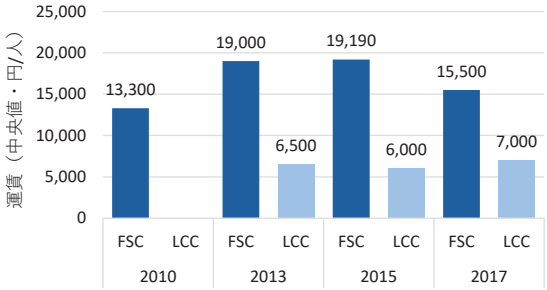


図-1　成田－新千歳（平日）の運賃の推移

３．国内航空の実勢運賃推計に関する考察（№1227）

本資料は、近年の国内航空運賃の動向についての分析結果や既往の国内航空実勢運賃推計手法（従来手法）の課題を踏まえ、路線特性に関する複数の説明変数（路線競合の有無や路線距離など）を用いて路線毎に実勢運賃を推計することができる運賃関数を新たに構築した。

その結果、FSCとLCCの競合路線等で運賃をある程度再現できたことや、路線特性を反映した実勢運賃の設定が可能との示唆を得た。しかし、実勢運賃低減率と路線特性との相関が弱くなっていること、ダイナミックプライシングの影響が今後の課題であることが明らかになった。

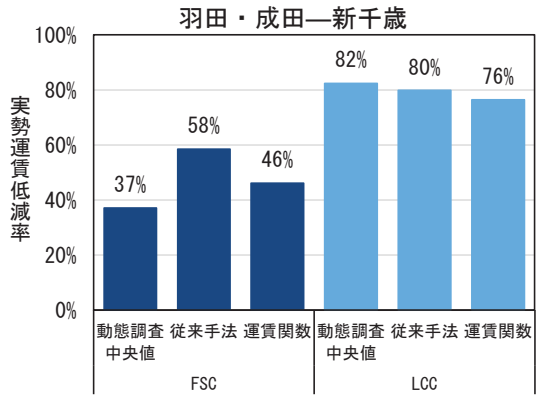


図-2　LCC競合路線での運賃の再現性

4．発泡ウレタンによる空港プレストレストコンクリート版下面の空洞充填に関する研究(No.1177)

空港のエプロン及び誘導路で用いられているプレストレストコンクリート版（PC版）下面に充填されたグラウトが欠損することで空洞が生じることがある。そこで本資料では、割れにくい性質を持つ発砲ウレタン樹脂でその空洞を充填することとして分析を行った。

その結果、発泡ウレタン樹脂は、混合後15分程度は膨張を継続し、およそ60分程度で安定した性状が得られること、また、硬化した発泡ウレタン樹脂の密度と圧縮強さ及び変形係数には相関関係があり、密度から圧縮強さ及び変形係数の推定が可能であること等を得た。さらに、航空機荷重によりPC版に発生する荷重応力はグラウトが充填されたPC版の荷重応力よりは大きいものの、空洞のままの状態よりも荷重応力を低減することが可能であることも明らかにした。（図-3）

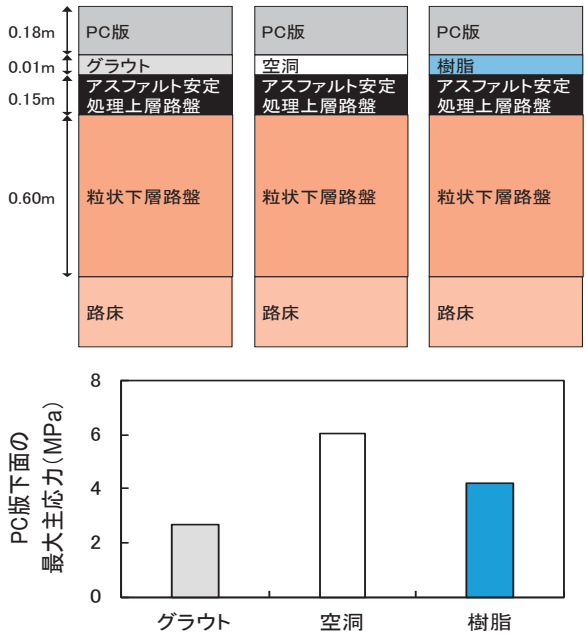


図-3　解析断面とPC版下面の最大主応力

5．コンクリート舗装のWestergaard載荷公式及び剛比半径の考察(No.1196)

コンクリート版に発生する応力・たわみの算出手法の研究成果として最も有名なのは、Harold Malcolm Westergaardが1920年代以降に提案したWestergaard載荷公式である。しかしながら、彼による研究成果や、他の研究者がこの載荷公式を修正した研究成果は、非常に古い海外文献が多く、入手困難な文献がある。

そこで本資料は、Westergaardの原著や各種文献を参考に、空港土木施設設計要領（舗装設計編）に掲載されている載荷公式の根拠を確認した。また、Westergaardが定義した剛比半径は、「載荷中心」から「たわみの変曲点の位置」及び「曲げ応力が0となる位置」までの距離であること（図-4）、剛比半径を用いて「載荷中心からの距離」及び「コンクリート版のたわみ、曲げ応力、路盤反力」を無次元化することにより、コンクリート版厚、コンクリートの弾性係数、路盤弾性係数によらず分布が同一となることを確認した。

なお、空港土木施設設計要領(舗装設計編)の中央部たわみ式は、Westergaardによる中央部たわみ式であるものの自然対数ではなく常用対数であったことが確認されたため既に改正した。

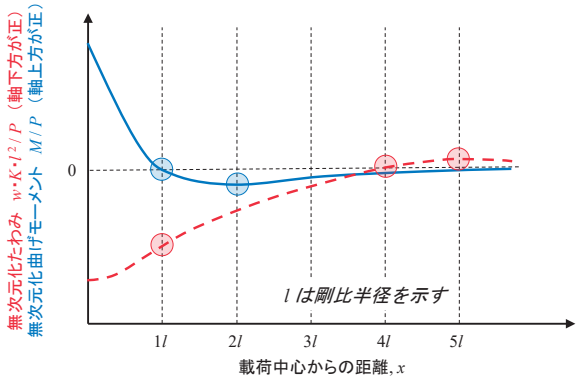


図-4　Westergaard が示した分布

6．おわりに

国総研報告・資料は、政策立案の基礎資料や各種基準類の根拠資料にもなることから、今後とも空港に関する研究に取り組み、順次、成果を刊行していくこととしたい。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料のウェブサイト
https://www.ysk.nilim.go.jp/kenkyuseika/kenkyusyosiryou.html

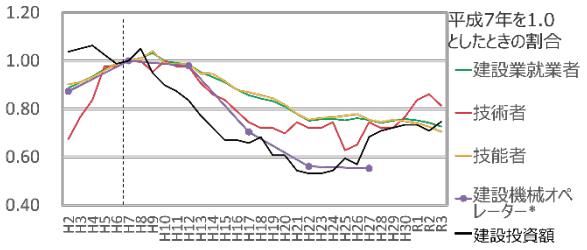
自然・社会条件の変化をふまえた 社会資本マネジメント研究センターの取組

社会資本マネジメント研究センター長　齋藤　博之

（キーワード）　地球温暖化、少子高齢化、生産性向上、インフラDX

１．はじめに

地球温暖化と気候変動【自然条件の変化】、それに伴うといわれる水害・土砂災害の激甚化・頻発化やインフラそのものの高齢化・老朽化【社会条件の変化】に伴い、インフラ整備・維持管理の重要性・必要性は今後、増大することがあるにせよ、減少することは想像しがたい。一方で、インフラの整備・維持管理に携わる我が国の建設産業は、他産業に比べ高齢化と従事人口の減少【社会条件の変化】が著しく、今後、産業のさらなる縮小が様々なところで指摘・危惧されているところである。特に**図-1**にあるようにいわゆる建設機械オペレーターの減少が著しく、運転免許統計による大型免許保有数から考えてもさらなる減少が見込まれる。



※平成７年～27年の国勢調査における職業（小分類）645 建設・さく井機械運転従事者

図-1　労働者数の推移

これらの自然・社会条件の変化に対し、社会資本マネジメント研究センターでは、計画・調査・設計から施工、そして維持管理にわたる建設生産システムでの生産性、特に労働生産性の向上や、気候変動への緩和策として有効と考えられる公園や緑地等のいわゆるグリーンインフラの機能評価等に関する研究に取り組んでいるところである。

建設生産システムでの生産性の向上のためには、一つは、デジタル技術を最大限活用することであり、国土技術政策総合研究所としては、国土交通省全体で取り組んでいるインフラＤＸの主要なパーツであるＤＸデータセンターや国土交通データプラットフォームの構築等を行っているところである。しかしながら、生産性の向上のためにはそれだけではなく、これまで当たり前と思われていた規制・基準・慣習等についての見直しや改善を行うアナログ的手法も必要であると考えている。

ここでは、社会資本マネジメント研究センターにおけるデジタル技術を活用した取組と、アナログ的手法の一つとしてコンクリート工の生産性向上の検討について紹介する。

２．デジタル技術を活用した取組

2.1 DXデータセンター

BIM/CIMの三次元モデルや点群データ等の３次元データを一元的に保管し、受発注者が測量・調査・設計・施工・維持管理のプロセスで円滑に共有するための実証研究システムとして「DXデータセンター」を国土技術政策総合研究所において構築している。BIM/CIM等の三次元モデルを表示･編集できるソフトウェアをソフトウェアベンダー等との共同研究のスキームを活用して搭載し､BIM/CIMの３次元モデルの他、河川３D管内図、道路MMS点群データ等の閲覧等が可能であり､BIM/CIM原則適用のために重要なツールとなることが期待されている。令和5年1月より運用が開始され、令和5年4月からは直轄事業の受注者すべてが利用できるようになる。

2.2 国土交通データプラットフォーム

国土交通省データプラットフォームは、国土交通省が保有する様々なデータだけでなく、民間も含めた他機関の技術・データと連携し、同一プラットフォーム上で一括した表示・検索・ダウンロードを可

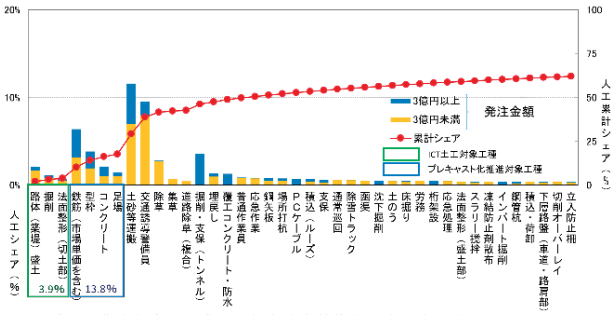
能とするものである。令和２年４月に概成し、一般に公開されているが、引き続き連携するデータの拡大、ユーザーインターフェースの改善や検索機能の強化等、より使いやすいシステムへの改良等を継続的に行っている。

2.3 建設DX実験フィールドを活用した基準整備

国土技術政策総合研究所と土木研究所で共同して整備した、無人化施工や自動・自律施工等の開発・実証を行う土工フィールド及び構造物の３次元計測技術等の実証実験を行う出来形計測模型等を有する建設DX実験フィールドを活用して、新たな技術の検証等を行い、出来形管理・検査等に関する要領・基準案を作成している。また、当該施設を、スタートアップ企業を含め民間・大学等に貸し出し、研究開発の支援を行っている。

３．コンクリート工の生産性向上に関する検討

我が国の土木直轄工事におけるコンクリート躯体関連にかかる労働投入量は、全体の13.8%（図-2）を占めており、その分野での労働生産性の向上が急務である。プレキャスト製品の最大活用などが進められているが、なお残る現場打ちコンクリートについても併せて生産性の向上を図る必要がある。



※ダム、港湾を除く平成２９年度地方整備局発注土木工事（上位40種を表示）

図-2　工種別労働量(H29地方整備局発注土木工事)

そのため、社会資本マネジメント研究センターにおいては、1)欧米の建設工事において標準的に使用されている定置式水平ジブレーン(図-3)やシステム型枠等の資機材を活用した生産性向上及び労働環境の改善、2)型枠工、鉄筋工、コンクリート工のように細分化されている技能工において、複数の工種に対応できる多能工の活用による生産性向上等について、労働力の確保が厳しい地方建設企業と共同研究を行っている。特に、定置式水平ジブクレーンは、移動式クレーンでは必要な資格が必要なく、現場での鉄筋等の小運搬など人力運搬が主である作業も作業員自ら操作しクレーン運搬することができるため、現場の生産性の向上と労働環境の改善が期待できる。これまでに９つの試行工事でのモニタリングを通じてその有用性の確認を行っているところである。

また、プレキャスト製品の活用についても、労働力の確保の観点からみると、現場での作業だけでなく、製品の規格・製作から輸送も含めたプロセス全体を考慮して活用促進を検討することが重要だと考えている。

図-3　定置式水平ジブクレーン

４．おわりに

冒頭に述べたように、我が国を取り巻く自然・社会条件の変化がインフラ整備・維持管理に与える負の影響は待ったなしである。なかでも、労働者不足、特に現場での技能者・オペレーターの減少は、数年先にはインフラ整備・維持管理にあたっての最大の問題となると考えており、当センターにおいて現在実施しているデジタル・アナログ両面からの労働生産性の向上に関する研究・社会実装を加速することが急務である。また、地球温暖化の緩和策・適応策の推進に資するため、現在行っているグリーンインフラの機能評価等に関する研究の深化や温室効果ガス削減の効果算定等の新たな課題への取組を、他の研究部や官民の関係機関と緊密に連携を図りながら進めていく。

AI等新技術を活用した堤防点検の効率化に向けた取組

（研究期間：令和元年度～）

河川研究部　河川研究室　研究官　笹岡 信吾　研究官　今 勝章　室長（博士（工学））　福島 雅紀
河川研究部　河川構造物管理研究官（博士（工学））　金銅 将史

（キーワード）　*河川堤防、点検、AI、UAV、三次元点群データ*

1．河川堤防の維持管理

河川堤防は長大な盛土構造物であり、一部分でも機能を損なうと洪水時に甚大な被害に繋がる恐れがあるため、適切な維持管理が求められる。また、堤防は盛土構造物であるため、堤体構成材料や基礎地盤の特性あるいは築堤履歴等を反映した圧密沈下速度の相違に起因する経年的な変状が発生することがある。さらに、洪水時の流水の作用だけではなく、雨水の浸透、河川利用や車両通行、小動物の巣穴や樹木の根等によっても変状が発生することがある。これら変状を放置すると堤防機能に重大な影響が生じて被災につながる恐れがある。そのため、定期的な点検が必要であるとともに、設計上の想定を考慮した上で、洪水や地震等の外力作用後にも点検による適切な状態把握が必要である。しかし、堤防に発生する変状は、箇所ごとに様々な要因で発生するとともに、広域的な沈下や法面のはらみ出し等の変状は目視でも発見が難しい。また、点検技術者の減少も深刻であり、熟練技術者のノウハウ継承が課題である。これらを背景として、河川堤防の効率的な点検・評価手法の構築や省力化は喫緊の重要な課題と認識し、解決を図っていく必要がある。

2．新技術を活用した管理業務効率化に向けた取組

国土交通省では、インフラ分野のDX推進に取り組んでおり、河川分野においては河川管理施設の「調査・計画」、「設計」、「施工」、「維持・管理」等の一連のプロセスにおいてDXを推進し、業務の効率化を進めている。特に「維持・管理」においてはUAV等で取得した画像や三次元点群データを活用し、河道や堤防の変状把握に活用するなど、河川巡視や点検等の維持管理業務の効率化を推進している。

このような中で、上記課題の解決を目的とした技術開発として、河川砂防技術研究開発公募による委託研究の制度を活用し「AIによる堤防変状箇所の効率的な抽出に関する技術の研究開発」を進めてきた。これは、点群データや画像データを活用したAIによる堤防変状の自動検出を目標とするもので、これまでの検討で「堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領」に示される土堤の12種類の変状を対象にAIによる抽出を試み、一定の成果が得られている。例えば、現地堤防で確認された侵食（ガリ）を対象に変状を抽出した結果、目視点検で確認していた変状を概ね抽出することができている（**図-1**）。

また、AIを用いた変状抽出にかかる時間は１km延長あたり約10分（計測時間を除く）と、従来の目視点検時間（約2時間）と比較しても短く、作業の効率化に寄与できると考えられる。しかし、AIによる変状抽出は変状箇所と異なる位置において変状を抽出

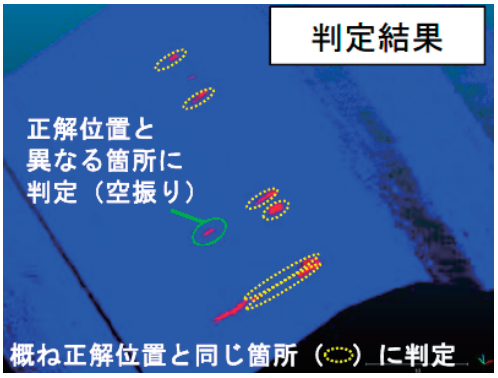


図-1　AIによる変状抽出結果の事例

してしまうケース（いわゆる空振り）が発生するなど、さらなる精度向上が望まれる。

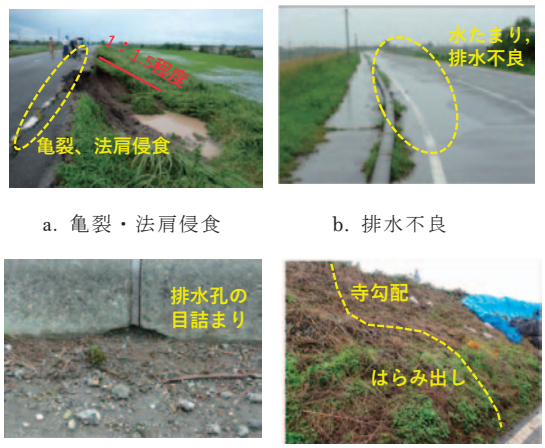
３．抽出した変状から効率的な点検作業実施に繋げる試み

点検でのAIの活用をはじめ、変状抽出におけるUAV等での画像データや三次元点群データの利用では、今後技術の進展とともに計測精度の一層の向上が見込まれ、従来捉えにくかった変状が容易に抽出できるようになることが期待される。その一方、重大事象に繋がらないような変状も多数抽出される可能性もあり、変状として抽出するかどうかの評価基準の設定が新たな課題になると考えられる。このような課題の解決への取り組みとして、被災に繋がる複数の変状を抽出することにより効率的な点検作業の実施につなげていくことを目的に、堤防機能に重大な影響を及ぼす恐れのある堤防欠損等の被災箇所で発見された複数の変状と被災要因との関連性について、被災事例の整理により検討した。

具体には、2009年から2021年に発生した堤防欠損（法崩れ等）の被災事例（32事例）について、筆者らが直接現地確認・調査等を実施したものより、被災のシグナルとして活用出来る変状が整理できるか検討した。

例えば、降雨による侵食・浸透が主要因と思われる例について整理した結果、現場条件は下記の通りであった(**図-2**)。

- 被災時の河川水位は計画高水位を大きく下回り、短期間の豪雨で被災したと考えられた。
- 被災箇所周辺の堤防天端高が上下流区間で最も低く、天端の雨水排水が集中しやすかった。
- 天端法肩部の縦断亀裂や法肩・法面上部の侵食（ガリ）が多数生じていた。 (a)
- 天端道路が供用されており歩車分離ブロックが設置されていた。天端排水はブロックの排水孔を通じて被災した法面と反対の法面に排水される構造であったが、排水孔が目詰まりを起こして排水不良が生じていた。 (b, c)
- 天端道路の度重なるオーバーレイ等により法肩部の寺勾配化が進んでいた。 (d)



a. 亀裂・法肩侵食　　b. 排水不良

c. 排水孔目詰まり　　d.寺勾配・はらみ出し

図-2　被災箇所周辺で確認された変状

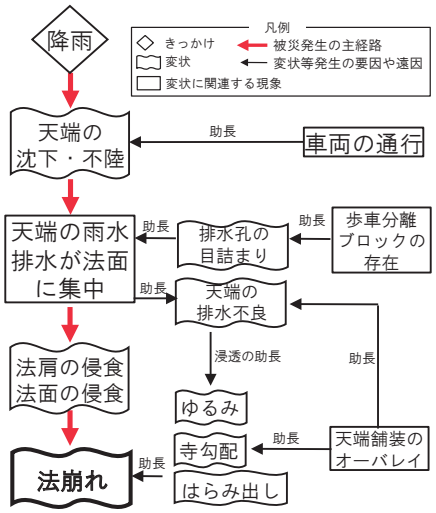


図-3　法崩れに至るまでの事象の連鎖(推定)

上記より、被災調査で見られた変状から被災発生までの事象の連鎖を(**図-3**)のように整理した。今後、同様の整理を他の被災事例にも適用し順次整理していく予定である。これにより、被災につながる可能性が相対的に大きい箇所を重点的に抽出することができるようなAIモデルが作成できれば、AIを活用した点検の効率化につながると考えられる。

☞**詳細情報はこちら**

戸村、笹岡ら：三次元点群データとAIを活用した河川堤防の効率的な変状抽出に関する検討，河川技術論文集第27巻，
https://www.jstage.jst.go.jp/article/river/27/0/27_PS1-35/_pdf/-char/ja

衛星から海岸を見守り、海面上昇による砂浜消失を防ぐ

（研究期間：令和元年度～）

河川研究部　海岸研究室
主任研究官（博士（農学））　渡邊 国広　　室長（博士（工学））　加藤 史訓

（キーワード）　*海岸侵食、衛星画像、深層学習、AI*

1．研究の背景と目的

気候変動が海岸に及ぼす影響の１つとして、海面水位の上昇による砂浜の消失が挙げられる。今後顕在化する気候変動の影響を早期に把握して対策を講じるためにも、砂浜の継続的なモニタリングが欠かせない。国総研では、砂浜を全国規模でモニタリングする手段として､衛星画像から汀線を自動抽出し、経時変化を把握する方法の構築に取り組んでいる。

これまでも合成開口レーダーによる観測結果(SAR画像）からの汀線抽出に取組んできたが、汀線付近が砂で構成される海岸では抽出精度が著しく低くなるという課題があった。本研究では、砂質の海岸にも適用可能な手法を構築すべく、対象を光学画像に変更し、画像解析手法を開発することとした。

2．光学衛星画像を活用するうえでの工夫

砂質の海岸として湘南海岸（中央粒径D_{50}＝0.3 ～ 1.8 mm）と宮崎海岸（D_{50} ＝ 0.72 mm）、礫海岸として下新川海岸（D_{50}＝5.7 ～ 13 mm）と富士海岸（D_{50} ＝ 16 mm）の計4海岸を選定し、光学衛星Sentinel-2によって観測された緑と近赤外の２波長の反射強度から求まるNDWI指数(Normalized Difference Water Index)を濃淡値として格納したNDWI画像を作成した。NDWI指数とは、水が近赤外波長を吸収しやすいという特徴を利用して水域と陸域の違いを明瞭にする指数である。こうして得られたNDWI画像から、既往のエッジ抽出手法と、深層学習を用いた手法（図-1）の２通りの手法による汀線抽出を試行した。

また、雲による撮影阻害への対策として、衛星画像にメタデータとして付与されている雲量と抽出成果の関係を明らかにするとともに、画像合成による雲の除去方法も試行した。

3．深層学習の活用による抽出精度の向上

エッジ抽出手法では離岸堤や砕波帯の沖側境界、背後の海岸林の前縁が誤抽出されることが多かったのに対して、深層学習を用いた方法では正しく汀線を抽出することができた（図-2）。沿岸方向に約50m

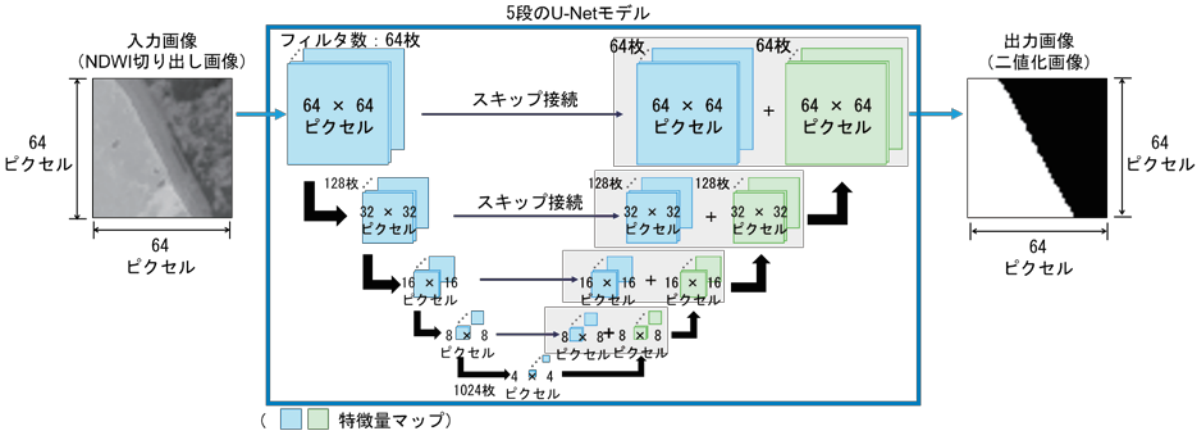


図-1　深層学習に用いたネットワーク構成（５段のU-net）のモデル簡易図

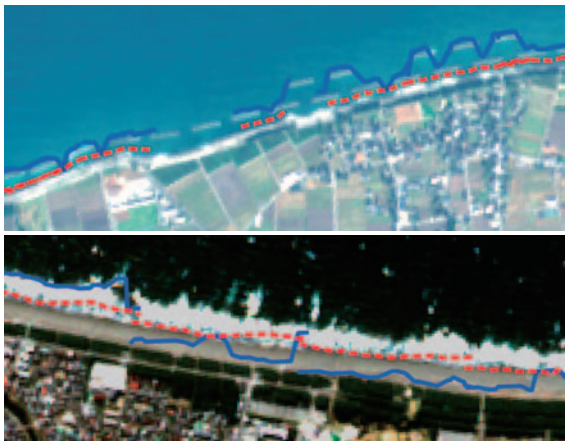


図-2　海岸線抽出手法による抽出結果の違い
上：離岸堤、下：砕波帯と海岸林が誤抽出された例（青実線：エッジ抽出、赤破線：深層学習）

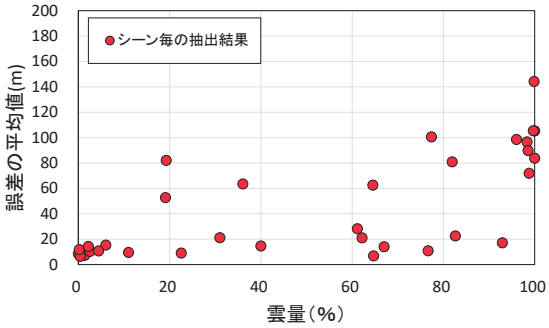


図-3　深層学習により抽出された汀線の誤差と雲量の関係（湘南海岸）

表　最も抽出精度が高いシーンにおける誤差（平均値±標準偏差）

海岸名	エッジ抽出（m）	深層学習（m）
湘南	21.3±30.7	6.5±6.1
下新川	26.1±32.5	11.9±1.0
富士	22.8±20.3	9.4±5.5
宮崎	56.3±29.1	10.1±9.6

間隔で設定した評価線上における汀線位置の測量成果との差で定義される誤差を海岸単位で平均した値は、各シーンに含まれる雲量が多くなるに従って増大する傾向が見られた（図-3）。各海岸において、最も精度良く抽出できたシーンにおける誤差はいずれの海岸でも深層学習の方が低かった（表）。

同じ海岸を対象に衛星SAR画像から汀線を抽出した既往研究と比較すると、下新川海岸を除く3海岸でSAR画像からの抽出よりも誤差の平均値が小さく、SAR画像では抽出が難しかった砂質の湘南海岸や宮

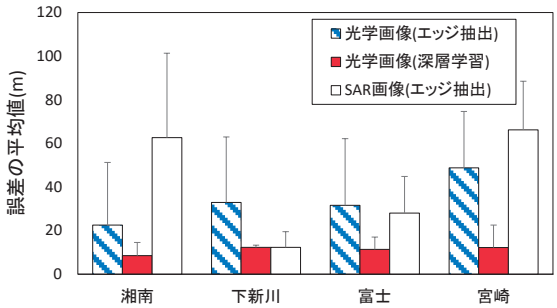


図-4　衛星画像の種類及び抽出手法による誤差の違い

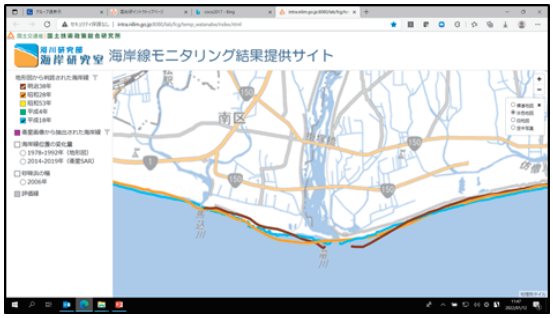


図-5　モニタリング結果提供サイトの試作版

崎海岸でも礫海岸と同等の精度が得られた（図-4）。

本研究で使用したSentinel-2の各センサーは解像度が10mであることを考えれば、本研究で得られた抽出精度は十分な精度であり、深層学習による汀線抽出が有効であることを示す結果となった。

4．今後の展開

汀線抽出手法の開発と並行して、光学衛星画像等から抽出された汀線を蓄積し、公開するためのWebサイトの準備を進めている（図-5）。汀線の自動抽出手法についても、海岸管理者等が利用できるようにするため、クラウドアプリ化も進めており、これらの取組みにより、全国の砂浜の状態を高い頻度で把握し、オープンデータ化を進めることで、海岸管理者による海岸のモニタリングを支援していきたい。

☞詳細情報はこちら

1）渡邊ほか(2021)光学衛星画像からの汀線抽出における画像処理方法の適用性評価
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/77/2/77_I_1111/_article/-char/ja/

VR技術を用いた河川水位予測情報の３次元表示に関する技術開発

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

河川研究部　水循環研究室
研究官（博士（工学））諸岡 良優　主任研究官（博士（工学））土屋 修一　室長（博士（工学））竹下 哲也

（キーワード）　河川水位予測、仮想現実（VR）、３次元画像、水防活動

１．はじめに

近年､豪雨による洪水災害が全国で頻発しており、迅速な水防活動や避難に繋がる洪水予測情報の提供が求められている。こうした背景を踏まえ、国総研では国の洪水予測モデルである｢水害リスクライン｣を開発し､2019年から国土交通省で運用されている。一方で、内閣府「令和３年７月からの一連の豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会」の調査では、災害の切迫感や臨場感の伝達不足が適切な避難行動の妨げとなっていると指摘されている。

このため、国総研では、災害の切迫感・臨場感をより分かりやすく伝えるため、水害リスクラインの追加機能として、VR（仮想現実）技術を活用した河川水位予測情報の3次元表示（以下、「VR表示」と記載）技術を開発した。以下に概説する。

２．河川水位予測情報のVR表示技術の開発

(1) VR表示に関する有効性・実現性の確認

技術開発にあたって、既往研究・事例の調査を実施し、河川水位予測情報のVR表示が避難行動の促進に繋がる可能性があることを確認した。また、VR表示に必要な3次元地形データや背景画像について、2025年度末までに全一級水系で整備予定の｢3次元管内図｣や国土交通省が進めている｢Project PLATEAU｣により3次元地形･都市モデルが入手可能となることを確認した。

(2) 開発環境及び対象河川の選定

河川水位予測情報のVR表示を行う上での開発環境の選定にあたり、①操作性（情報表示の迅速さ）、②エフェクト（切迫感・臨場感を高める視覚上の効果）、③アクセシビリティ（様々な機器、OSに対応可能か）の3点に留意し、3次元情報の処理が容易でエフェクトも豊富なゲームエンジンである「Unity」を採用した。Unityで開発した環境をWebGL形式で出力することで､Webブラウザ上でPCやスマートフォンから閲覧・操作可能なシステムとした。

対象河川については、事務所の協力が得られた一級水系山国川とした。山国川では、システムの開発時点で、3次元管内図や3次元都市モデルがなかったことから、地上カメラ撮影とドローン撮影により写真画像を収集した。

(3) 操作性向上策の検討

操作性の向上には､大容量の3次元地形データの処理が課題となるため､3次元地形メッシュの作成にあたって、**図-1**に示すリトポロジー（形状に合わた面の張り直し作業）により、複雑な形状の箇所についてはポリゴン数を多く、形状変化の少ないところはポリゴン数を少なくする工夫を行うことで、ポリゴン数を30km^{2}あたり約1,000万個から約3万個に抑えた。その結果､LPデータから直接3次元地形メッシュを作成した場合と比較して、データ量（Byte）が1/500程度となり、データ伝送効率と表示

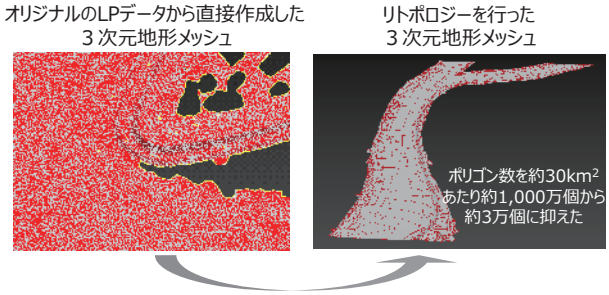


図-1　リトポロジー（形状に合わせた面の張り直し）

効率の両方が向上し、リトポロジー前後で距離標毎の1画面あたりの描画に必要な時間を、1分程度から約0.1秒に短縮できた。これらの工夫から実用レベルの河川水位予測情報のVR表示が可能となった。

(4) 3次元水面モデルの作成及びエフェクトの追加

洪水時の臨場感を高めるためのエフェクト（水位に応じて変化する水面の濁り、流速や水しぶき等の水面揺動、曇天、実測・予測雨量に応じて変化する降雨）を追加した。さらに堤防表法面の3次元モデルに避難判断水位や氾濫危険水位を重ねて表示することで洪水の切迫感を増す工夫を行った。

(5) VRの操作画面の作成

図-2に示す河川水位予測情報のVR表示用の操作画面を作成した。本操作画面では視点の変更やズームが可能で、現況と予測時間・距離標・左右岸の切替が可能となっている。現在、水害リスクラインの予測時間の長時間化（36時間先まで）に対応できるよう表示画面の改良を実施している。また、山国川河川事務所の協力の下、沿川自治体の防災担当者や河川協力団体との意見交換を実施し、「『氾濫危険水位まであと○m』と表示してほしい」等といった意見を踏まえ、表示画面の改良を行った。

3．河川水位予測情報のVR表示に関する考察

(1) 災害の切迫感・臨場感伝達以外の利点

図-3は、山国川26.8KP付近において、2022年台風14号が九州に接近した夜間の同時刻(2022年9月19日0時)でのCCTVカメラ画像とVR表示画像との比較である。夜間における河川水位の状況視認は、VR表示の方が優位であることが確認できる。また、CCTVカメラは現況のみの確認であるが、VR表示では6時間先までの予測を表示できることや、カメラ未設置箇所への切り替え表示ができる等の利点があることを確認した。

(2) 予測精度や災害時の情報伝達上の課題

水害リスクラインの予測結果について、観測値の同化等により予測精度の向上を図っているとは言え、不確実性のある予測情報をVR表示するため、当該予測情報が実態と大きく乖離した場合における住民への

図-2　開発したVR表示用の操作画面

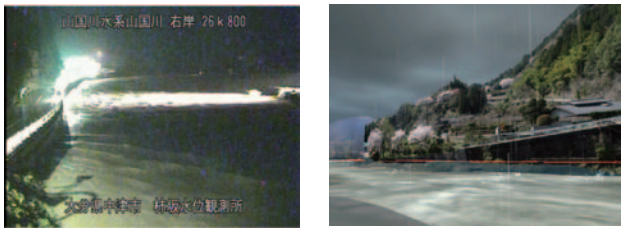


図-3　夜間同時刻での比較（山国川26.8KP付近）
（左:CCTVカメラ画像、右:VR表示画像）

の影響や、災害時のアクセス集中によるサーバダウンの懸念等が考えられる。これらについて、水害リスクラインの予測精度の更なる向上に取り組むと共に、水位観測所付近等の一定の予測精度が確認できる区間にVR表示を限定することや、データ量や映像時間を限定した切り抜き動画を出力できる機能の追加といった対応策を検討した。

4．今後の展望

検討成果は、水害リスクラインの追加機能を想定したシステム仕様書として2023年に公表予定である。また、山国川の沿川自治体から防災対策室でのVR表示の要望があり、2023年出水期からの試行運用を予定している。

☞詳細情報はこちら

1）水循環研究室HP　VR（仮想現実）技術を活用した河川水位予測の3次元表示の例（開発中）
http://www.nilim.go.jp/lab/feg/index.htm

流域治水の進展を支える水害リスクマップの活用の方向性

（研究期間：令和３年度～）

河川研究部　水害研究室
室長 井上 清敬　主任研究官 武内 慶了　研究官 山本 哲也

（キーワード）　流域治水、減災対策、水害リスクマップ、合意形成

１．“危機感の共有”が流域治水の出発点

2020年7月に、社会資本整備審議会から「流域治水」への転換が答申された。答申では、河川管理者によるハード対策や地方自治体等による避難対策に加え、流域内の多様な関係者が実施主体となる集水域や氾濫域での各種対策（以下、減災対策という）に、「流域全員が協働して」様々な対策に「多層的に取り組む」とされている。

「流域全員が協働」するには、まず、「このままではまずい。何とかしなければ。」という危機感の共有が出発点となると考えられる。これには、気候変動に伴い、浸水被害がどこでどの程度発生するのかという「水害リスク」の共有が重要であり、河川に関する様々な情報を持つ河川管理者には、危機感共有の土台となる「水害リスク」情報の提供が求められる。

これを踏まえ、国総研では、「水害リスクマップ」の作成手法を2023年1月にガイドライン[1)]としてとりまとめるとともに、その活用手法に関する研究[2)]を進めているので紹介する。

２．浸水の“起こりやすさ”に着目した水害リスクマップ

水害リスクマップの作成手順概要を**図-1**に示す。より詳しい手順については文献[2)]を参照されたい。水害リスクマップには、「浸水頻度」として、0.5m以上、3.0m以上といった浸水深が生じると想定される降雨規模（年超過確率）の分布が示されている。従来の洪水浸水想定区域図は、想定最大規模の降雨時の浸水深等が示されており、“大きな洪水が発生した場合”の地域の被害を想定するもので、これまで避難対策に役立てられることが多かった。これに対し水害リスクマップは、浸水の“起こりやすさ（浸水頻度）”に着目し、作成されている。また、「内外水統合の水害リスクマップ」であれば、浸水深別の浸水頻度や、支川や内水氾濫による浸水頻度も把握できる。地域住民等が、これまで経験してきた様々な降雨規模の浸水状況をイメージしやすい特徴を持つ。地域住民等が持つイメージに近い形の浸水が想定・表現されることにより、様々な用途への活用が期待される。

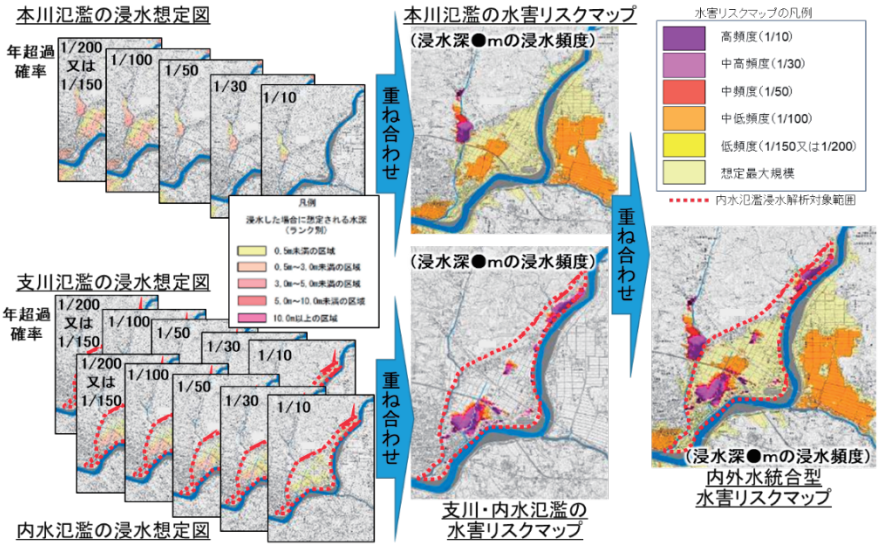


図-1　水害リスクマップの作成イメージ

３．流域内の多様な関係者との合意形成過程

「流域全員が協働」するに至る過程を、2つの合意形成過程で構成されると考える（**図-2**）。第1が、「こ

のままではまずい。何とかしなければ。」という危機感を共有し、減災対策の推進を合意する過程である。第2が、当該現場に適用する減災対策の適用案の組合せや規模・形状等を具体的に検討・調整し、合意する過程である。

第1の過程では、現在や河川整備等が進展した将来でも残存する「水害リスク」が求められる。第2の過程では、減災対策の効果として「水害リスク」がどこでどのように変化するかが求められる。

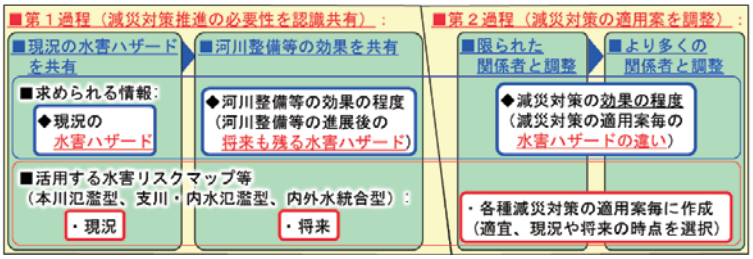


図-2　減災対策の合意形成過程と活用する水害リスクマップ等

4．水害リスクマップの活用上の課題

3．の合意形成の各過程で求められる「水害リスク」を得るには、水害リスクマップ等を読み解き、浸水深や浸水深別の浸水頻度を、現在と将来、減災対策の適用前後で整理する方法が考えられる。

一方、水害リスクマップは、降雨の時空間分布や出発水位等の各条件を一意に設定して求めた、数値解析結果の一例が示されている。これに対し、自然現象である実際の水害による「水害リスク」は不確実性を伴う。同規模の降雨量でも時空間分布が多様で、これに応じて河道水位や氾濫・浸水現象が異なるからである（**図-3**）。

また、減災対策には、田んぼダムやため池の活用、雨水貯留施設や二線堤等、様々な対策があり、対策の効果は、対策の種別はもちろん、「氾濫流の量や流れ方」、地形等によって異なり、中小規模の浸水被害に対して効果が発揮される場合も想定される。中小規模の浸水被害では、下水管や微地形、水路等が、「氾濫流の量や流れ方」に影響するが、下水管等のモデルの精緻化には、コスト（費用・時間）を要する。

つまり、現在や将来の「水害リスク」や減災対策の効果の評価について、数値解析で求めざるを得ないものの、「氾濫流の量や流れ方」が、数値解析結果と実際の水害で少なからず乖離する影響と、数値解析の手法による影響の双方を加味した評価手法が求められる。

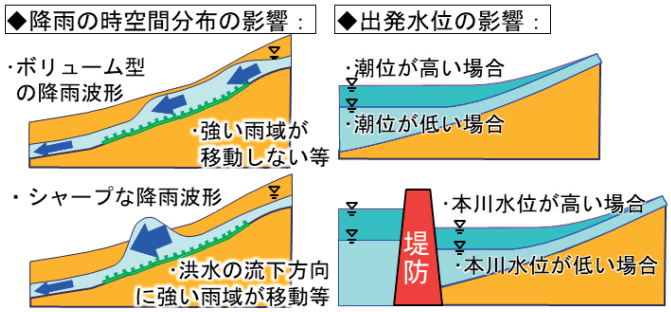


図-3　数値解析結果に影響を及ぼす多様な自然現象の例（イメージ）

5．今後の展望～流域治水が進展するために～

流域治水の進展には、減災対策の効果的な適用が重要であり、流域内の多様な関係者との合意形成が不可欠である。また、「気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)」の提言[3]やESG投資を踏まえ、「水害リスク」に関する社会の注目が高まっている。

本稿では、流域治水進展のため、水害リスクを示す道具の一つとして水害リスクマップを紹介した。

引き続き、水害リスクマップを始めとした、水害リスク情報が、用途に合った精度と公正さで作成・活用されるようツールの開発等の研究を進めてまいりたい。

☞詳細情報はこちら

1)　多段階の浸水想定図及び水害リスクマップの検討･作成に関するガイドライン
http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/guideline_kouzuishinsui_2301.pdf

2)　井上ら：流域での減災対策の進展に向けた水害リスクマップの活用，土木技術資料，Vol.64, No.12, 2022 pp.28-31

3)　気候変動関連財務情報開示タスクフォース：最終報告書、気候変動関連財務情報開示タスクフォースによる提言、2017.

二次元河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫による家屋被害の分析

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

土砂災害研究部　砂防研究室
主任研究官（博士（環境学））坂井 佑介　　室長（博士（農学））山越 隆雄

（キーワード）　土砂・洪水氾濫、二次元河床変動計算、家屋被害

１．はじめに

近年、気候変動の顕在化で頻発している土砂・洪水氾濫では、大量の土砂を含む泥水が河道外を流下し、多数の家屋被害が生じるとともに、多くの人命が失われている。本研究では、土砂・洪水氾濫による被害の発生要因をより詳細に把握することを目的として、土砂・洪水氾濫の再現計算を実施した上で、家屋被害程度との関係について分析するものである。

２．調査概要

調査対象地は、令和元年台風19号により土砂・洪水氾濫が発生した阿武隈川水系内川支川五福谷川流域である。分析に用いた家屋被害程度は坂井ら[1)]の結果を用いた。再現計算に用いた2次元河床変動計算モデルは、和田ら[2)]を参考として構築した。

３．調査結果

再現計算による最終堆積深の結果と災害前後の航空レーザ測量による河床変動の実績を示す（**図-1**）。全体的な堆積傾向は概ね類似しており、再現計算による堆積土砂量は航空レーザ測量の差分解析による実績の堆積土砂量の90%以内に収まる結果となった。このことから、再現計算は実際の土砂流出・堆積状況を精度良く再現できていると考えられる。

次に、再現計算で算出した流体力と家屋被害程度の関係を示す（**図-2**）。流体力が増加するほど、家屋被害程度が大きくなっており、土砂・洪水氾濫による家屋被害の発生状況を一定の精度で再現できていると考えられる。

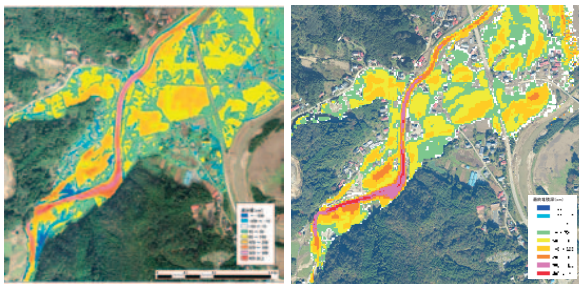


図-1　河床変動の実績（左）と再現計算結果（右）

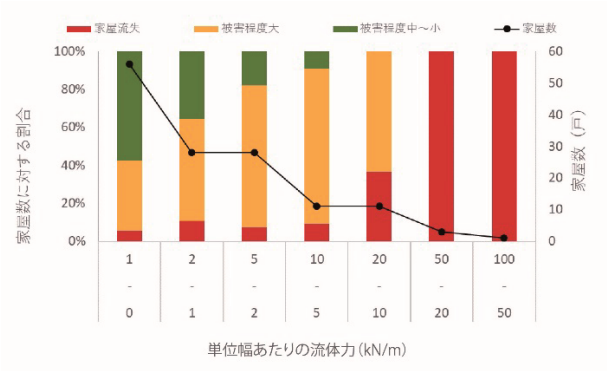


図-2　流体力と家屋被害程度

４．まとめ

今後は、より詳細に検討を進め、土砂・洪水氾濫発生時の家屋被害の発生要因や土砂が家屋被害に及ぼす影響、家屋被害を適切に推定する指標を明らかにしたいと考えている。

参考文献

1）坂井佑介ら（2021）土砂・洪水氾濫による家屋被害の実態把握と地形分析、土木技術資料、Vol.63 No.1　p.30～35
2）和田孝志ら：土石流計算における1次元・2次元シミュレーションモデルの結合、砂防学会誌、Vol.61、No.2、p.36-40、2008

崩壊土砂の流動性を評価するための簡易評価手法に関する検討

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

土砂災害研究部　土砂災害研究室　　交流研究員　小嶋　孝徳　　室長 博士（農学）　中谷　洋明

（キーワード）　土砂流動性、AMI、土質試験

１．はじめに

我が国は国土のおよそ７割が山地に該当し、地震や豪雨によって頻繁に斜面崩壊が発生している。そのため、調査や研究がこれまで数多く行われ、様々な知見が集積されてきた。これらの知見はたとえば土砂災害特別警戒区域（レッドゾーン）や土砂災害警戒区域（イエローゾーン）として、土砂災害防止法の中で組み込まれて地域住民の安全に寄与している（**図-1**）。一方、火山灰や火砕流などの火山性地質が分布する地域を中心に、崩壊で発生した土砂が流動化する現象が報告されている。土砂が流動化すると、**図-1** で示される、一般的な想定土砂到達範囲を上回る規模で土砂が移動する可能性があり、その結果、対策・予防の範囲が十分でないことから、甚大な被害につながる可能性がある。土砂流動化は、主に火山性地盤の風化・変質によって発生しやすくなると言われており（千木良他，2012）、このような地質リスクを含む斜面の把握・対策は、防災・減災の観点から喫緊の課題といえる。当研究室では、これまで国内で発生した土砂災害の調査結果を整理し、AMI（Approximate Mobility Index）という土質特性を用いた評価手法を適用した、土砂流動性の指標としての評価可能性を検討した。

２．手法および試料

AMIは米国で提唱され、土壌の飽和含水比（%）を液性限界（%）で除した指標値である（Ellen & Fleming，1987）。この指数は斜面崩壊の多様な土砂移動に着目した研究を元に考案され、我が国での適用検討事例は山本ほか(1999)などわずかしかない。土砂流動性を評価する指標では、国内では等価摩擦係数などがあるが、これは斜面高さや土砂移動距離

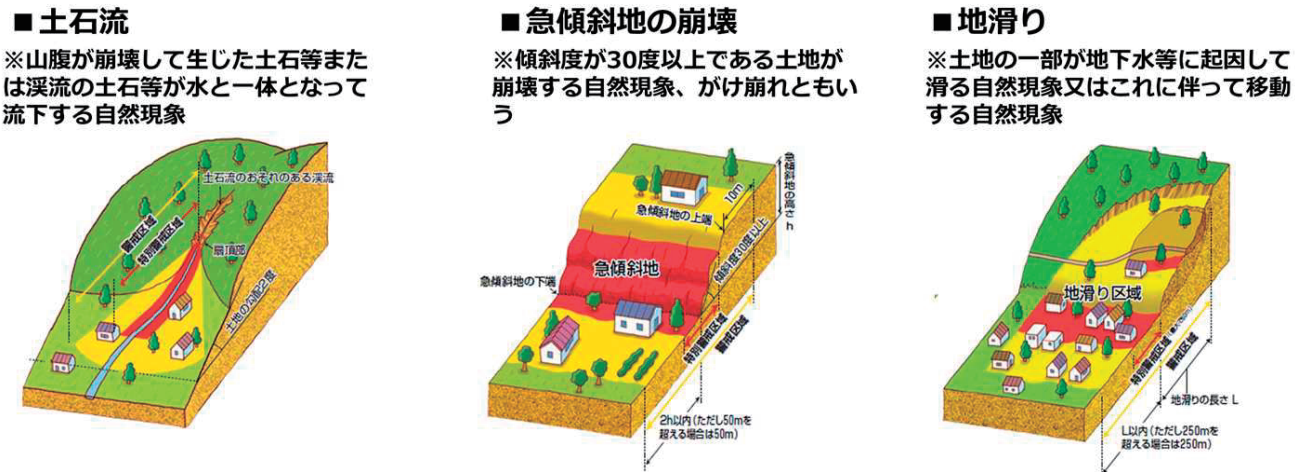


図-1 土石流・急傾斜地の崩壊・地すべりにおけるレッドゾーン・イエローゾーンの範囲 － 国土交通省HPより －

等を調べる必要があるため、潜在的な地質リスクを評価することには向いていない。一方、AMIは斜面崩壊のしやすさではなく、崩壊した時の土砂の流動性を示している点が特徴といえる。また、AMIの算出には特別な機械や処理を必要とせず、JIS規格で定められた一般的な土質試験の値から求めることができる。しかし前述の通り、国内の適用事例が少ない点については、①斜面災害調査では一部の土質試験が行われない場合が多い、②米国と比べて我が国の地質が非常に複雑であるため解釈が難しい、の２点が理由として考えられる。

$$AMI = \frac{W_{sat}(\text{飽和時含水比})}{W_L(\text{液性限界, \%})} \cdots \text{式(1)}$$

AMIを求める計算式を式(1)に示したが、収集した崩壊事例の中には、前述の通り土質試験の一部が実施されていないものがある。その場合は地盤工学会で示されている一般値を代入するか、Matsuo et al(1970)やKek et al(2021)の換算式を用いて代入値を推定してAMIを算出した。本検討では、崩壊の要因（地震か降雨）や地質（火山性か非火山性など）等の、全国の土砂災害事例から、土砂の流動性についての報告があった21事例、合計173試料のAMIを算出した。

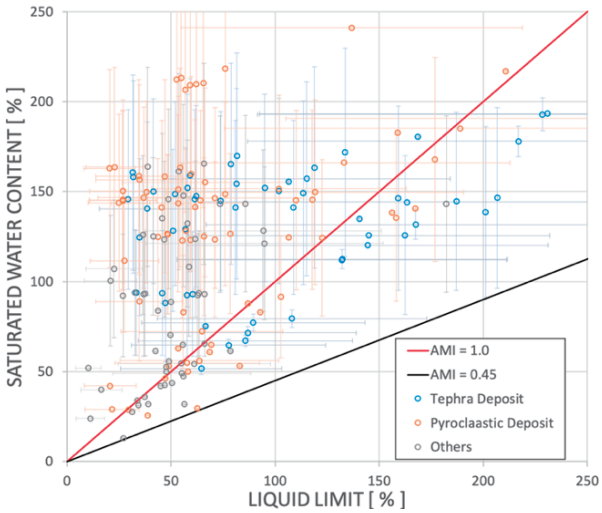


図-2 地質の違いによるAMIの分布
赤線がAMI=1.0, 黒線がAMI=0.45,
青・橙丸：火山性地質, 灰丸：非火山性地質

表 AMIの値の範囲による流動特性

AMI < 0.45	土砂は流動しない
0.45 < AMI <1.0	土砂は流動しないが，過剰な水分供給によって流動化する
1.0 < AMI	土砂は流動化する

３．結果

AMIの値は**図-2**で示すように、赤線と黒線に区切られた３領域中に位置する範囲で、それぞれ流動特性が異なると定義されている。境界値となるAMIはそれぞれ、黒線=0.45、赤線=1.0であり、各領域の流動特性は**表**のように示されている。

結果は全体的に約８割の試料が1.0以上を示しており、その他についても0.45～1.0の範囲に収まっていた。このことは実事例とAMIが大きく乖離していないことを示している。また、**図-2**中にエラーバーで表示されている推定幅についても、0.45以下の範囲に及んでいないことから、換算値を用いた推定値でも結果に大きな影響を与えないことがわかった。さらに、火山性地質（青丸と橙丸）の試料のAMIは0.9～3.0で、非火山性地質に比べると高い流動性を示す傾向が確認された。

改めて式(１)で示している式について考察すると、AMIは水の量比を示しており、分子は自然斜面の最大保水量、分母は崩壊後の流動性が維持できる最小の保水量と解釈できる。つまりAMIの値が大きいほど、崩壊した土砂の撹乱・排水の時間が長くなり、土砂の移動距離が長くなると解釈でき、整理した結果と実際の土砂動態と整合的であったといえる。

４．まとめ

AMIは米国で提唱されたものであるが、物性値が示す意味を考慮すると、複雑に地質が分布し、湿潤な気候帯に属する我が国においても、崩壊土砂の流動性評価に適用できる可能性が示された。一方、推定値を使用する場合は誤差の扱いに注意が必要である。今後、地形条件なども含め、さらなる検討を進める予定である。

豪雨による道路土工構造物の洗掘及び斜面崩壊等が交通機能へ及ぼす影響分析

（研究期間：令和３年度～）

道路構造物研究部　道路基盤研究室
主任研究官 吉川 昌宏　室長 渡邊 一弘　主任研究官 青山 淳　交流研究員 北島 大樹

（キーワード）　道路土工構造物、洗掘、豪雨、斜面崩壊、道路機能

１．はじめに

近年の激甚化する豪雨による洗掘及び斜面崩壊等の災害により道路土工構造物の損壊等が生じ、道路の交通機能を喪失する事象が多く発生している。

本研究では、直轄国道の豪雨等による災害復旧事業として申請・採択された、洗掘（平成 27 年度～令和 2 年度の 40 箇所）及び道路斜面崩壊等（令和元年度～令和 2 年度の 112 箇所：盛土法面・切土法面崩壊、土砂流入、斜面崩壊）による被災形態を対象に、交通機能への影響度（通行規制の状況）について分析を行った。

２．道路土工構造物の洗掘について

河川に隣接する道路の洗掘被災は、被災要因に着目すると、河床洗掘による被災と護岸天端からの侵食による全面通行止が多く発生している。特に河床洗掘の発生しやすい外湾部（河川の湾曲部の河道中央の線形に対して外岸側に立地する道路）は、被災後1週間以内に一般車両の通行ができない割合が、7割程度と高い。このため上記の被災形態を対象に、代表する5箇所（北海道・岐阜・広島・大分・熊本）を選定し、被災箇所を含む一連区間（約3km）について、航空レーザー測量による地形図を活用しつつ既存資料の確認及び現地調査を行い、区間内の被災箇所と非被災箇所を比較することで、被災リスクの高い条件を抽出した。

(1) 河床洗掘による被災

河床洗掘状況の把握は、流水が多い場合、洗掘箇所を直接確認することが容易でないため、河床低下の原因の1つとなる砂州の発達に着目し、比較的容易な手法として過去の航空写真により砂州の経年変化の分析を行った。この結果、被災箇所の対岸に砂州が発達している箇所では、砂州が発達していない箇所と比較して約3倍程度高い割合で被災している状況であった（図-1）。このため砂州の経年変化を観察することは、被災リスクを低減するための点検手法の1つとして有効と考えられる。

(2) 護岸天端からの侵食による被災

豪雨時の被災水位(DHWL)と護岸構造に着目し分析を行った結果、護岸天端より上部に土羽を有する構造は、土羽が無い構造より被災を受けやすく(図-2)、また、洪水時の水位が護岸天端を超過した場合、全ての箇所で被災が発生していた。今後は、同様な箇所が多いことから、被災の可能性の高い条件を絞り込んで対策手法を検討していく必要がある。

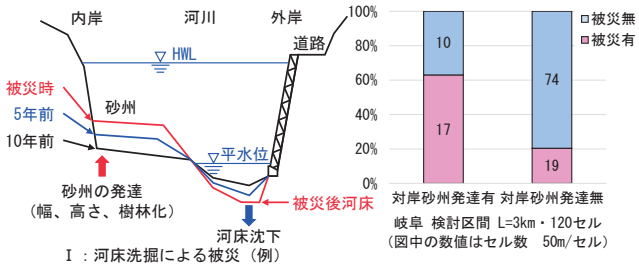


図-1　砂州の発達による洗掘被災の事例

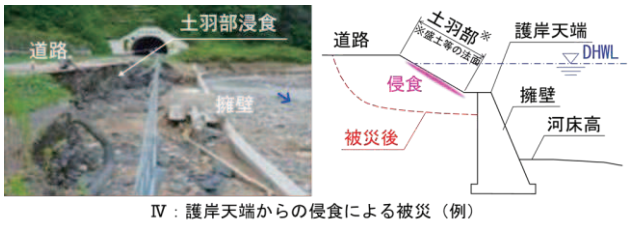


図-2　豪雨による水位上昇における被災事例

3．道路の斜面崩壊等について

被災形態と交通機能への影響度の関係は、渓流等からの土砂流入及び斜面崩壊が発生した場合、全面通行止となる可能性が高く、特に土砂流入が発生した場合は、殆どが全面通行止となる傾向であった。また、集水地形の箇所は、いずれの被災形態においても全面通行止めの割合が高い結果であった。このため上記の被災形態を対象に、代表する9箇所（土砂流入：岩手・福島・神奈川・熊本・鹿児島、斜面崩壊：神奈川・山梨・大分・鹿児島）を選定し、被災箇所を含む一連区間（約1km）を検討区間とした。これらの区間について、航空レーザー測量による地形図を活用しつつ既存資料の確認及び現地調査を行い、土砂等が車道部に到達したか否かを判断材料として被災箇所と非被災箇所を比較することで、被災リスクの高い条件を抽出した。

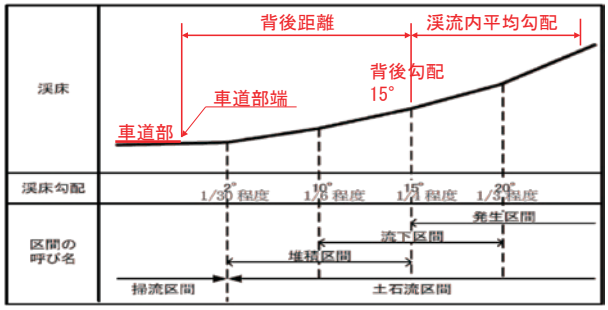
(1) 土砂流入による被災

土砂流入による被災は、渓流の集水面積・距離等を整理し分析した。渓流の勾配は、土砂移動の形態の渓床勾配による目安（図-3）を参考に、土砂堆積が開始される堆積区間の勾配15°に着目し、図-3に赤字で示す背後勾配、背後距離、渓流内平均勾配を設定し、その区間距離を整理した。

この結果、背後距離と背後勾配の関係に着目すると、背後距離が100m以上の場合は、車道部に土砂が到達しない傾向であった（図-4）。また、渓流の集水面積と渓流内平均勾配の関係は、渓流内平均勾配が概ね25°程度で被災箇所と非被災箇所の区分ができる傾向であった（図-5）。

(2) 斜面崩壊による被災

斜面崩壊による被災は、斜面の面積・勾配・集水地形の状況等を整理し分析した。その結果、概ね斜面の平均勾配が25°未満かつ斜面の集水面積が15,000m2未満の場合、全ての箇所で車道部に土砂が到達しなかった。一方、概ね斜面の平均勾配が20°以上の条件で集水面積が15,000m2以上の場合は、車道部に土砂が到達する割合が高いものとなった（図-6）。なお、本研究で得られた土砂流入及び斜面崩壊に関する知見は、抽出した代表区間における傾向であり、様々な現地条件下での適用性については引き続き検討が必要と考える。



背後距離　　：車道部端から渓床勾配15未満までの距離
背後勾配　　：渓床の勾配15°
渓流内平均勾配：渓床の勾配15以上から尾根の上流端までの平均勾配

図-3　土砂流入における整理項目の設定

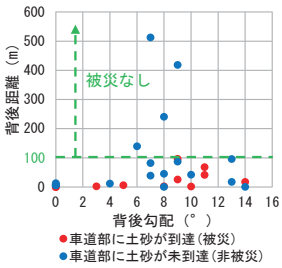


図-4　背後距離と背後勾配

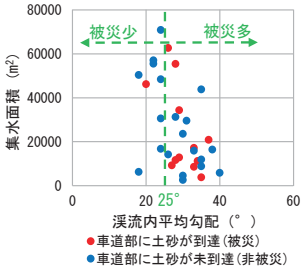


図-5　集水面積と渓流内平均勾配

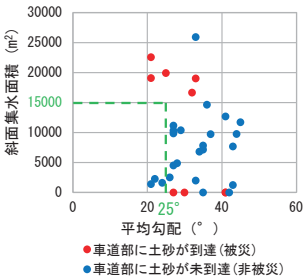


図-6　集水面積と斜面平均勾配

4．まとめ

近年の豪雨等による直轄国道の被災事例を対象とした交通機能への影響分析の結果、河川の外湾部に立地する区間や、背後斜面の勾配が一定以上で集水面積が大きい区間など、被災リスクの高い条件に関する知見を得た。なお、これらの分析結果の一部は抽出した代表区間におけるものであり、今後も引き続き被災事例の収集及び分析を継続し、得られた知見を技術基準類等へ反映していくこととしている。

☞詳細情報はこちら

土木技術資料　豪雨による道路土工構造物の洗掘及び道路斜面崩壊等の被害における交通機能への影響分析（2022年）第64巻 第8号 pp. 30-33

地震直後における構造物被害の規模感を把握するための研究

（研究期間：平成 21 年度～）

道路構造物研究部　道路地震防災研究室
研究官 中川 拓真　　室長 中尾 吉宏　　主任研究官 長屋 和宏

（キーワード）　災害対応、被災把握、加速度応答スペクトル

1．はじめに

大規模な地震が発生すると、道路管理者は被災状況を把握するためパトロールを実施するが、被害が確認できるまでには時間を要するため、情報空白期が生じてしまう。

国総研では、情報空白期における被害把握に関する取り組みの一環として、加速度応答スペクトルに着目した構造物被害の規模感の推定情報（以下「スペクトル分析情報」という）を地震発生後約 8 分で災害対応従事者等に自動配信する取組を試行している。本稿ではスペクトル分析情報の概要について紹介する。

2．スペクトル分析情報の背景・概要

地震発生直後に得られる情報の一つとして震度があるが、震度を算出する上で影響が大きい地震動の周期と、強い揺れにより土木構造物が影響を受ける固有周期は異なることから、震度と土木構造物の重大被害は必ずしも一致しないことが指摘されている。

そこで本研究では、地震動を様々な固有周期の構造物に作用させて算出した弾性応答の最大応答加速度を表す加速度応答スペクトルのうち、構造物被害と相関の高い0.9～2秒の固有周期に着目することで、構造物の被害の規模感を把握できるのではないかと考えた。具体的には、被害が限定的であった既往地震で得られた加速度応答スペクトルを基に定めた「被害発生ライン」と、新たに地震が発生した際、全国各地の地震計で観測された地震動の加速度応答スペクトルを比較することで、発生地震による構造物被害の規模感を把握する方法である（図-1参照）。このようなスペクトル分析情報を自動で作成・配信するシステムを構築し、自動配信を実施している。

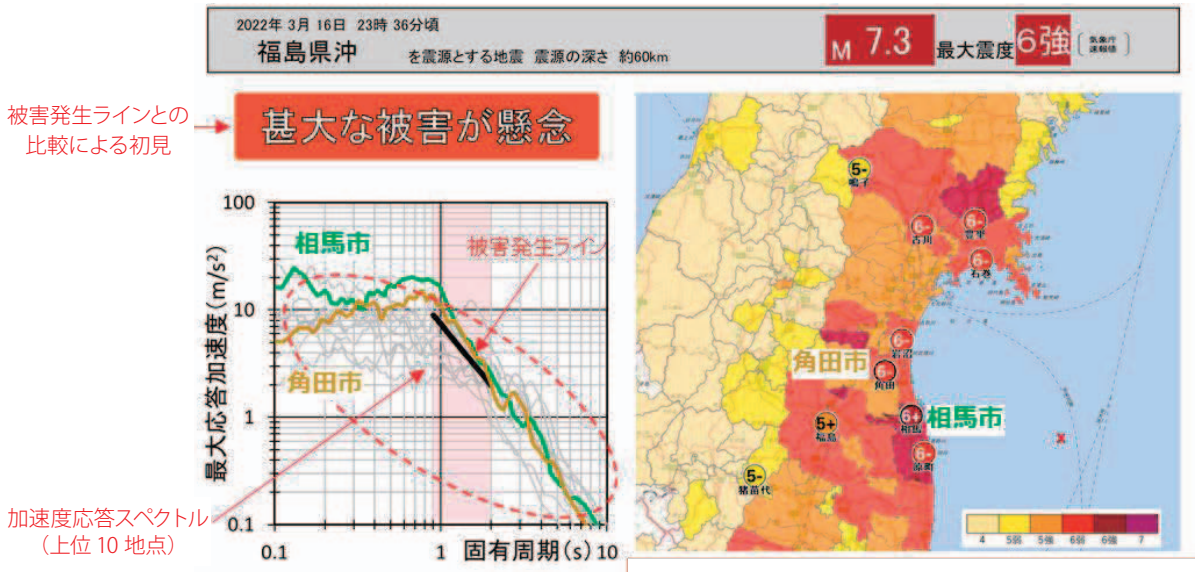


図-1　スペクトル分析情報の一例

３．スペクトル分析情報と実被害との比較

図-1に記載されている加速度応答スペクトルは、2022年3月16日の深夜に発生した最大震度6強の福島県沖地震のものである。当該地震では、9つの観測地点で被害発生ラインを超過していた。特に、相馬市と角田市の2つの観測点で構造物被害と相関の高い固有周期0.9～2秒の全域で被害発生ラインを超過する揺れを観測したため、スペクトル分析情報では「甚大な被害が懸念」されると推定した。

道路管理者が地震後にパトロールした結果、相馬市ではE6常磐道や国道6号において路面段差が生じていた。また、角田市では市道の枝野橋で下部工が損傷（**写真-1**）し、応急復旧工事が完了するまでの約3ヶ月の間、通行止めとなっており、スペクトル分析情報が被害の規模感を的確に推定できていたことが分かる。

写真-1　地震で被災した角田市の枝野橋

４．現場の負担軽減にも寄与

地震後の道路パトロールについて、2019年度から試行的な取組を実施しており、その中でスペクトル分析情報が新たに位置づけられた。

従来は、震度4以上の地震を観測した直轄国道事務所では、地震発生後「直ちに」緊急点検として道路パトロールを実施することが求められていたが、スペクトル分析情報により構造物被害の規模感に関する情報が地震後約8分で配信される環境が構築されたこともあり、試行的に震度4の地震発生時の対応を変更している。具体的には、直近の天候等から被害の発生が懸念されず、スペクトル分析情報の結果等からも被害発生の懸念が小さい場合は、「地震発生の当日又は翌日の平常時道路巡回」で点検を行う運用を試行している（震度5弱以上の運用は変更なし）。

つまり、スペクトル分析情報が活用され、道路管理者や維持管理業務等を受注している関係企業も含め、現場の負担軽減につながっていると考えられる。

2021年度の1年間で最大震度4の地震は全国で43回発生している。そのうち、勤務時間内（平日の8:30～17:15）は11地震で、残りの32地震は平日の勤務時間外、もしくは、休日に発生した地震である。そのため、この1年間だけでも32回の現場の初動対応を変えたと考えられ、災害対応におけるDXにも寄与しているとも言える。

５．おわりに

本稿では、地震直後の情報空白期を埋めるための取組の一つとして、加速度応答スペクトルに着目した構造物被害の規模感を推定するスペクトル分析情報の背景や実被害との比較について紹介した。

スペクトル分析情報の自動配信は2017年度から始めたものだが、その後、配信の即時性・安定性の向上や配信内容の充実に向けたシステム改良を実施してきている。2022年度は、大規模地震発生時の安定配信のためにシステムサーバをクラウド化するとともにシステムの全面改良を実施したところである。今後も自動配信の取組を継続しつつ、推定精度の検証等を進めていく予定である。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料　No.1204　地震動のスペクトル分析情報－分析情報の概要と検証－
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1204.htm
2）中川拓真、中尾吉宏、長屋和宏：地震発生直後の情報空白期における構造物被害の規模感の把握、令和4年度国土交通省国土技術研究会論文集、5p、2022.11
3）中川拓真：地震直後における構造物被害の規模感に関する情報提供～情報空白期を補間する地震動のスペクトル分析情報の改良～、土木技術資料、pp.53-54、2022.10

既存建築物の強風対策－屋根ふき材の補強技術の評価手法の研究

（研究期間：令和３年度～令和５年度）

建築研究部　構造基準研究室　　室長（博士（環境学））喜々津 仁密

（キーワード）　*既存建築物、屋根ふき材、強風対策*

１．はじめに

本研究は、強風被害の実態を踏まえ、既存の屋根ふき材の耐風診断法の開発と改修時の耐風補強技術の評価法の提案を行うものである。そして、既存建築物の耐風診断・補強に関するマニュアルを整備し、普及を通して居住者等への適切な耐風診断・補強の誘導、既存建築物の改修促進施策等に資することを目的とする。

２．技術開発の概要

(1) 耐風診断結果を踏まえた改修時の耐風補強技術の評価

本研究では、体育館等の公共施設で採用されている鋼板製屋根、住宅等で採用されている瓦屋根と化粧スレート屋根の工法を主に対象としている。耐風診断の結果、屋根ふき材の改修が必要となった場合のよりどころとなる耐風補強技術の評価法を検討した。耐風補強効果の評価手法には、風荷重と改修工法ごとの耐風圧性試験結果等に基づき、「確定的な手法」と「確率統計的な手法」のいずれかを選択することとした。前者は名目的な評点、後者は実質的な被災リスクの程度をそれぞれ与える。

確定的な手法では、木造住宅の耐震診断法に準じた(1)式によって構造評点を算出する。右辺の分子・分母の値は屋根ふき材の製品情報（カタログ等）や法令の荷重値を基本とし、改修工法の構造評点が1.0以上であれば、当該工法による耐風補強効果があるものと評価できる。

$$\text{構造評点} = \frac{\text{屋根ふき工法の保有耐力}}{\text{必要耐力}} \qquad (1)$$

一方、実際には風荷重や屋根ふき工法の耐力に一定程度のばらつきがある前提に立った評価手法を確率統計的な手法とした。供用期間内において屋根ふき材が望ましくない状態（強風による損傷脱落等）になる確率（想定破壊確率）は、図に示す諸量を用いて(2)式で表される。改修工法の想定破壊確率が許容される確率以下であれば、当該工法による耐風補強効果があるものと評価できる。

$$\text{想定破壊確率} = \mathrm{P}[R - S < 0] = \iint_{R-S<0} f_R(r) f_S(s)\,dr\,ds \qquad (2)$$

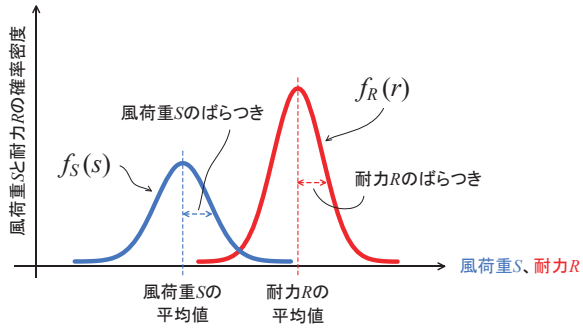


図　ばらつきを有する風荷重と屋根ふき工法耐力

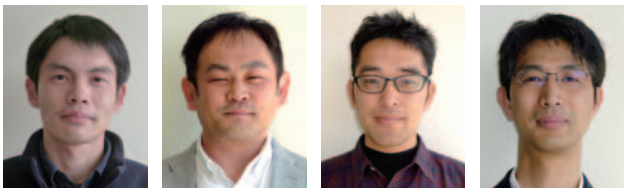
(2) 確率統計的な手法に基づく耐風補強効果の検討

(2)式の確率統計的な手法の妥当性を検討するため、瓦屋根と鋼板製屋根の改修工法を想定した載荷試験結果等を用いて、試験結果を反映したフラジリティ関数による想定破壊確率の計算を行った。

３．今後の予定

引き続き、国土交通省関係部局、建築研究所、各屋根ふき材の関係団体らと連携し、既存建築物の強風対策に資する技術開発を進めていく予定である。

非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能指標および評価プログラムの開発



（研究期間：令和２年度～令和４年度）

建築研究部　防火基準研究室
主任研究官（博士（工学））樋本 圭佑　主任研究官（博士（工学））出口 嘉一　主任研究官（博士（工学））水上 点睛　室長（修士（工学））岩見 達也

（キーワード）　非住宅建築物、防火性能、性能評価指標

１．はじめに

本研究では，火災関連リスクの総合的な評価を活用することで，非住宅建築物の防火性能指標を合理化する方法について検討した．本稿では，その枠組みを紹介する．

２．総合的なリスク評価を活用した指標化

一般に，建築物の防火性能は，避難安全，倒壊防止，延焼防止等の複数の目標性能に分けて整理される．過去に導入が進められてきたリスク評価の枠組みでは，これらのうち特定の目標性能を対象とすることが多かった．すなわち，個々の目標性能の評価に適した想定火災シナリオの下，設計火源に対する建築物あるいは在館者の安全が確保されていることをもって性能の有無を確認してきた．これに対し，本研究では，単一の火源から生じうる被害形態を網羅的に評価した上で，その結果を関連する目標性能の評価に反映させる．これにより，目標性能同士の位置付けの相対化を行えるようにする．

本研究で想定するイベントツリーを**図-1**に示す．ここでは，建物を構成する区画の一つで生じうる火災シナリオを，8つの確率的事象（①出火，②煙進入，③煙制御・避難失敗，④火災進入，⑤火災成長，⑥区画突破，⑦崩壊，⑧隣棟延焼）の組み合わせにより，22通りに分類した．区画で生じる被害は，他の区画から独立していると仮定している．ただし，隣接する区画からの煙および火災の進入を別途評価することで，火災の影響の拡大を考慮している．

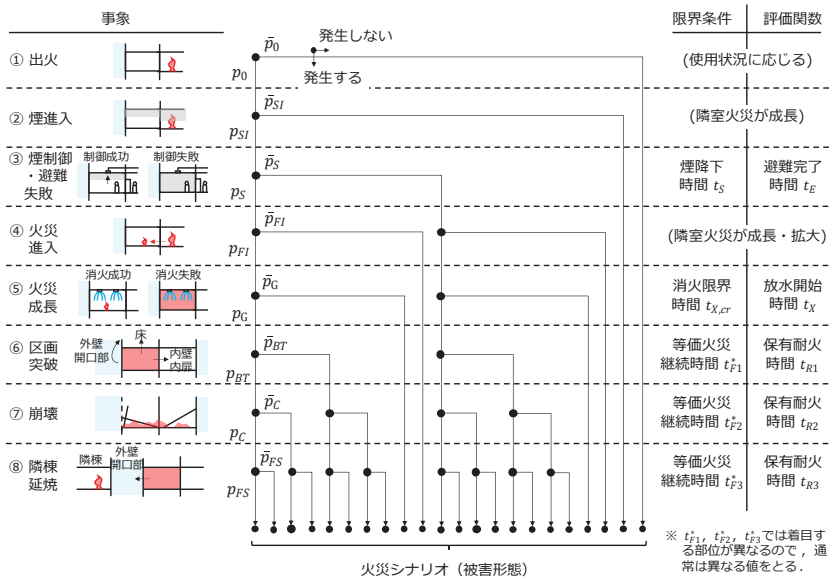


図-1　区画ごとの火災進展に着目したイベントツリー

３．性能指標

建築物の防火性能を構成する目標性能の内訳は，**表-1**に示す7つとする．これらを適切な被害指標L（被害量または被害発生確率）に結びつけることで，リスク評価の結果を目標性能の評価に利用できるようにする．一般に，被害指標Lは目標性能の逆指標となる．そこで，次に示すように，被害量Lの逆数を基準条件における被害量L_0の逆数で正規化した値を性能指標Fとして定義する．

表-1　目標性能と被害指標の例

目標性能	F値	被害指標Lの例
出火防止性能	F_1	出火確率
火災成長防止性能	F_2	火災成長確率
倒壊防止性能	F_3	崩壊部分面積，崩壊確率
延焼防止性能	F_4	延焼棟数，延焼確率
避難安全性能	F_5	避難不能者数，避難失敗確率
消防活動支援性能	F_6	消火失敗確率
機能継続性能	F_7	改修工事費，復旧日数

$$F_i = \frac{1/L_i}{1/L_{0,i}} \quad (i = 1, \cdots, 7)$$

表-1には，各目標性能の評価に適した被害指標Lの例を挙げている．7つの目標性能の性質は異なるが，共通のイベントツリーに関連付けることで，目標性能同士の相互比較を行えるようになっている．

4．ケーススタディ

性能指標Fの特徴を調べるため，**図-2**に示すS造，3階建て，延床面積3,168 m^{2}の事務所建築物を対象とするケーススタディを行った．ここでは，**表-2**に示す3点の防火仕様（主要構造部の耐火時間t_R（RS），スプリンクラー設備の設置(SP)，室Dの区画化(C)）に着目し，これらの組み合わせと性能指標Fの関係を調べた．ただし評価対象は，現時点で防火仕様の効果を反映可能な4つの目標性能（倒壊防止性能F_3，延焼防止性能F_4，避難安全性能F_5，機能継続性能F_7）である．各性能指標Fの計算には，**表-1**に囲み線で示した被害指標Lを採用した．

計算結果を**図-3**に示す．スプリンクラー設備の設置（SP）および区画化（C）は，全ての目標性能を改善したものの，主要構造部の強化（RS）は，避難安全性能F_5にのみ効果が表れなかった．これは，主要構造部の強化（RS）が，火災が成長した後に効果を発揮する対策で，F_5値の改善に求められる対策とは性質が異なっていることを反映している．なお，区画化（C）も，一般には火災が成長した後に効果を発揮する対策と捉えられるが，室Dが分割されることによって覚知時間と歩行時間が短縮されたことが，避難完了時間t_Eの短縮につながった．ただし，避難

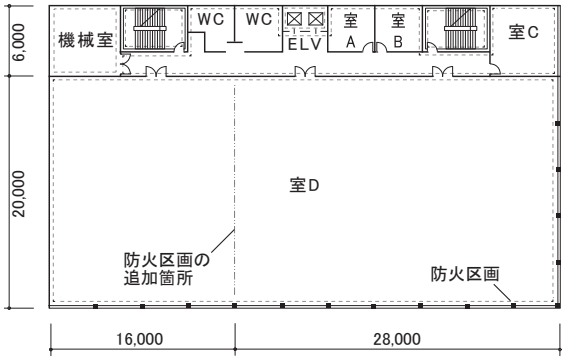


図-2　対象建築物の基準階平面図（単位：mm）

表-2　計算条件

条件	項目		基本案(0)	改良案
RS	耐火時間 t_R	主要構造部	60 分	90 分
		外窓	20 分	
SP	スプリンクラー設備		なし	あり
C	室Dの防火区画分割数		1	2

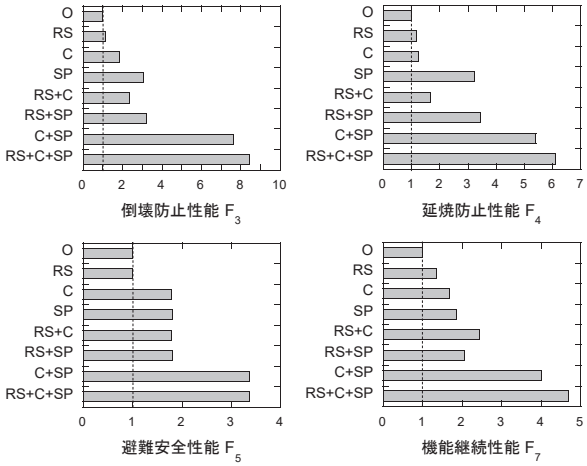


図-3　性能指標Fの計算結果

出口の通過時間がt_Eに占める割合が小さくない場合が多いことを考慮すれば，一般には，区画化（C）によるF_5値の改良効果は限定的なものに留まることが予想される．

5．まとめ

本研究では，評価軸の数量化や評価結果の解釈の行いやすさに配慮した，新しい性能指標Fを提案した．今後，事象発生確率pや性能指標Fの計算方法の見直しを進め，継続的に性能指標Fの改良を進める．

災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

住宅研究部　建築環境研究室　主任研究官（博士（工学））羽原 宏美　室長（博士（工学））西澤 繁毅
住宅研究部　建築環境新技術研究官（博士（工学））三木 保弘
建築研究部　設備基準研究室　室長（博士（工学））山口 秀樹

（キーワード）　太陽光発電、蓄電池、設計目標、住宅、停電、居住継続

１．背景と目的

災害後に停電が続く状況下において自宅での居住継続を可能とするための一つの方策として、太陽光発電と蓄電池を組み合わせたシステム（以下、自立型エネルギーシステム）の活用がある。自立型エネルギーシステムの実効性を担保するためには、システムが災害や状況の変化に対して適切な性能を有しているかを、建築主や設計者が判断できることが重要となる。しかし、災害後の居住継続に関しては、住宅設計において自立型エネルギーシステムの設計目標が整備されていないため、性能の適否を判断するための拠り所となる指標がなく、その整備が急務の課題となっている。

そこで、「災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究」を令和2年度より開始した。本研究では、災害後における居住継続に必要な電力用途の把握および自立型エネルギーシステムに対する住宅設計上の要求事項の定量化を行い、それらの成果を災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標として整理することに取り組む。2022年度は、停電時における居住者の機器使用を想定した上で、自宅で過ごすために必要な電力量や自立型エネルギーシステムによる電力供給量等を算定する方法を検討した。本報では、算定方法の概要とともに、算定方法の適用例として太陽光発電のみを採用する住宅を対象とした結果を紹介する。

２．算定方法の概要と適用例

住宅内電力需要（電力消費量）および太陽光発電による発電量の算定には、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（平成28年4月施行）」（以下、平成28省エネ基準と記す）に基づく算定方法を適用した。以下に掲載する適用例における算定条件を**表-1**に示す。

表-1　算定条件

項目			設定
地域			H28省エネ基準の6地域のA3区分（温暖で年間の日射量が中程）
住宅の設定	住宅プラン		H28省エネ基準の標準住宅
	床面積		120 ㎡（H28省エネ基準の4人世帯相）
	外皮性能		H28省エネ基準
	機器性能		算定時点における平均的な性能
	暖房・冷房設備		エアコン
	給湯設備		電気ヒートポンプ
	その他		オール電化相当
太陽光発電	パネル	面数	1面
		方位角	南
		傾斜角	30度
	パワコン	定格負荷効率	92.7 %
	アレイ	容量	4.0 kW
		設置方	屋根置き型
停電状況	発生日時		年最高気温となる日（7/23）の0時
	機器使用レベル	Lv. 0	通常通り、機器を使用
		Lv. 1	機器の使用をある程度制限
		Lv. 2	安全性の確保を前提に、機器の使用を最大限制限

表-2　停電時における機器使用レベルの設定（Lv. 0からの変更点　Lv. 1からの変更点）

用途	停電時における機器使用レベルの設定		
	Lv. 0：通常通り	Lv. 1：ある程度制限	Lv. 2：安全性の確保＆最大限制限
暖房	・各室において在室時（就寝中を除く）に使用。	・使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・12時～13時台の平均外気温度が13℃以上の場合、同時間帯の暖房を停止。	・使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・12時～13時台の暖房を無条件に停止。
冷房	・各居室において在室時に使用。	・使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・16時～23時台の平均外気温度が25℃以下の場合、同時間帯の冷房を停止。 ・23時台～翌7時台の平均外気温度が25℃以下の場合、同時間帯の冷房を停止。	・使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・16時～翌7時台の冷房を無条件に停止。
換気	・24時間使用。	・24時間使用。	・24時間使用。
照明	・各室において生活スケジュールに応じて使用。	・使用場所を1階に限定。 ・50%にまで減光。	・使用場所を1階に限定。 ・10%にまで減光。
給湯	・生活スケジュールに応じて使用。	・生活スケジュールに応じて使用。	・生活スケジュールに応じて使用。
その他	・各室において生活スケジュールに応じて使用。	・使用する家電機器をLDKと主寝室で使用するものに限定（冷蔵庫、電気炊飯器、テレビ、パソコン等）。	・全て使用しない。

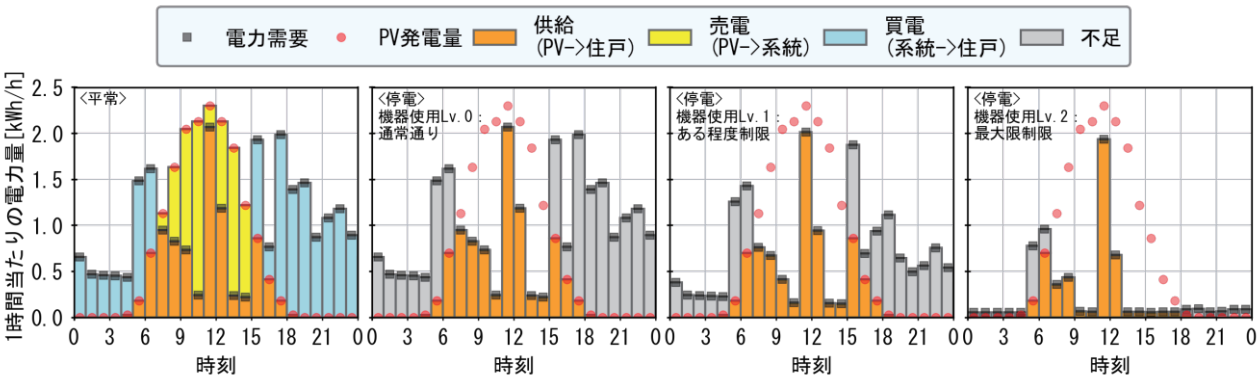


図　本研究で構築した算定方法の適用例
（停電発生日の想定：停電発生から24時間における住宅内電力需要と太陽光発電による供給量等の時刻変化）

停電時における機器使用については、通常通りに過ごすケースに加え、特定の部屋（ここでは、LDKと夫婦の寝室）に家族が集まって過ごすことを前提に各種機器の使用を制限することを想定し、表-2に示す通りに設定した。なお、停電時に使用する機器については、過年度に実施した停電時の生活行動における不便に関するアンケート調査の結果を踏まえて、優先順位付けを行った。

算定結果として、停電発生（7月23日0時）からの24時間における住宅内電力需要と太陽光発電による供給量等の時刻変化を図1に示す。図のように、本研究で構築した算定方法は、停電時に居住者が機器使用を控えることで電力量が抑制される様子や太陽光発電による供給状況を再現することが可能である。

3．今後の展開

過年度に実施した停電時の生活行動における不便に関するアンケート調査や、本報で示した算定方法を適用したパラメトリックスタディにより得られた成果を整理し、災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標を検討するための技術資料を取りまとめる計画である。

密集市街地における地域防災力の向上に向けて

（研究期間：令和３年度～令和５年度）

都市研究部　都市計画研究室　室長（博士（工学））　勝又 済　主任研究官　地下 調
都市防災研究室　室長（博士（工学））　竹谷 修一
建築研究部　防火基準研究室　室長（修士（工学））　岩見 達也

（キーワード）　*密集市街地、地域防災力、ソフト対策*

１．はじめに

住生活基本計画（2021年3月19日閣議決定）では、密集市街地における地域防災力の向上に資するソフト対策の強化が位置づけられた。一方、現行の密集市街地対策や防災性能評価は道路・公園整備や不燃化建替等のハード対策が中心のため、地域住民が出火対策、初期消火活動等のソフト対策に取り組むインセンティブが働きにくいことから、ソフト対策の効果の的確な評価手法が求められている。本稿では、国総研で開発に取り組んでいるソフト対策の効果の定量的評価方法に関する研究の視点を紹介する。

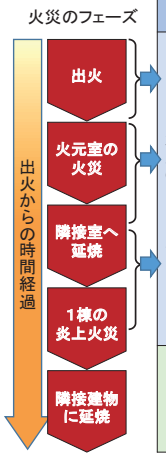
２．ソフト対策の効果の定量的評価における視点

ソフト対策の実施により、**表**に示す地域消火・避難の各フェーズ、すなわち、❶出火抑制（室内で出火させない）⇒❷火元での初期消火（室内で出火したら自分で消火する）⇒❸地域の消火活動（早期に出火を覚知して地域住民で協力して消火する）⇒❹避難（地域消火不能の場合は早急に地区外に避難する）、の能力が向上すること、その結果、特に、市街地火災に至る恐れのある地区毎の出火率が低減することに着目した。各対策の出火抑制や初期消火の成功確率を消防関連統計やGISを用いた空間解析により求め、それらを各対策の実施率とともに掛け合わせることで地区毎の出火率に帰着することが可能である。そして、地区毎の出火率を変数として組み込めるよう現行の延焼危険性及び避難困難性の評価指標の算定方法を改良することで、ハード・ソフト双方の対策効果を反映した総合的な防災性能評価を定量的に行うことが可能である。

３．おわりに

今後は、上記評価手法の実証・実装に向け、多様な密集市街地を対象に対策効果の検証等を行いたい。

表　地域消火・避難のフェーズ別に見たソフト対策の例



地域消火・避難のフェーズ		取組分野、対策の例		
		体制（ヒト）	設備・資材（モノ）	情報
消火のフェーズ	❶出火抑制			
	地震時等における出火抑制対策の取組	・出火抑制対策を含む防災セミナーへの参加 ・避難時ブレーカー遮断認識率	・感震ブレーカーの設置 ・家具転倒防止の設置 ・可燃物散乱防止対策実施率	・大規模火災の危険性の周知 ・火災危険箇所の周知（防災マップ等）
	❷火元での初期消火			
	個人による火元での初期消火対策の取組	・初期消火訓練の実施(消火器の使い方等) ・早期通報の実施訓練	・住宅用消火器の設置 ・住宅用火災警報器の設置	－
	❸地域の消火活動			
	延焼防止対策の取組	・自主防災組織の立ち上げ･活動 ・飛び火警戒活動 ・初期消火訓練の実施（スタンドパイプ、可搬ポンプの使い方等） ・消防団員数の確保	・スタンドパイプ、可搬ポンプ等の設置 ・街頭消火器の設置 ・防火水槽、消火栓の確保･整備 ・消火栓･水道管の耐震化 ・連動型火災警報器 ・高所AIカメラ･ドローン等	・水利場所等の情報の周知･明示 ・防火水槽の使い方の周知定 ・ICT活用防災活動支援ツールによる情報提供
避難のフェーズ	❹避難			
	災害時に避難を実施するための取組	・火災を想定した避難訓練（避難の時期、方法）の実施	・障害物除却用具の整備(バール、ジャッキ等) ・避難場所等の維持管理 ・連動型火災警報器 ・高所AIカメラ･ドローン等	・避難路、避難場所の周知 ・災害時の避難計画の策定 ・災害時要援護者の名簿作成等 ・ICT活用防災活動支援ツールによる情報提供

老朽宅地擁壁の被害パターンに関する分析

（研究期間：平成２年度～令和５年度）

都市研究部　都市防災研究室　室長（博士（工学））　竹谷　修一
都市研究部　建築品質研究官（博士（工学））　井上　波彦
建築研究部　基準認証システム研究室　室長　阿部　一臣

（キーワード）　*宅地擁壁、老朽化、地震被害*

１．はじめに

我が国の平野部は限られ、人口増加に伴い擁壁の築造を伴う宅地が丘陵部等で開発されてきた（**写真**）。しかしながら、老朽化した宅地擁壁の地震被害は多数発生しており、点検や耐震対策の推進が重要な課題となった。これを受け、2020年より老朽宅地擁壁の耐震化に関する技術開発を開始しているが、ここでは現在の技術開発状況として、宅地擁壁と建物との離隔距離に応じた被害分析結果を紹介する。

写真　擁壁の築造を伴う宅地の例

２．宅地擁壁と建物との離隔距離に応じた被害分析

(1) 分析対象とした宅地擁壁

宅地擁壁の健全性は、**図-1**中の青枠で示した要因等に影響される。老朽化等により健全性が損なわれた宅地擁壁が地震被害を受け、建物の基礎等に被害を及ぼす場合がある。そこで、宅地擁壁と建物までの離隔距離に着目し、東日本大震災において被害を受けた仙台市の宅地擁壁を対象に、宅地擁壁被害が建物被害に及ぼす影響を分析することとした。

(2) 分析結果

宅地の二次災害の軽減・防止のために行われる被災宅地の危険度判定結果別に建物被害の程度を集計した結果、建物の全壊割合は、危険度判定が「大」の場合（384サンプル）は46%弱、同「中」の場合（1,593サンプル）は約17%であった。

次に、宅地の危険度判定が「大」または「中」のうち建物との離隔距離が分かったものを対象（1,500サンプル）に、宅地擁壁と建物との離隔距離別に建物被害の割合を集計した結果、明確な傾向は得られなかった。そこで、建物被害数を累積したもので集計した結果、建物の全壊及び大規模半壊を合わせた構成比は、離隔距離が1.0m以下で高くなる傾向が見受けられた（**図-2**）。

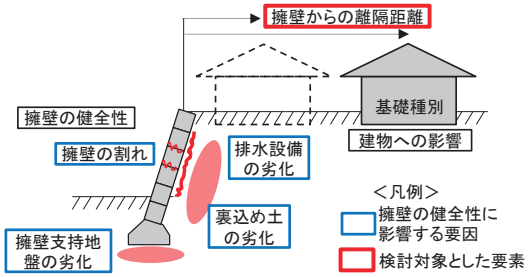


図-1　今回の検討対象とした要素

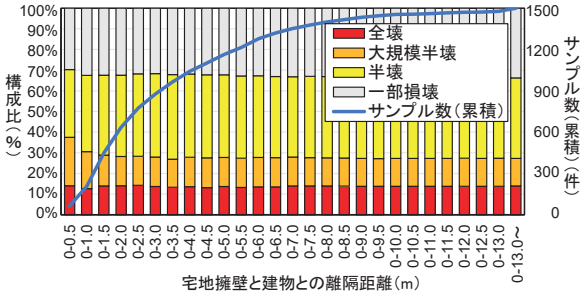


図-2　宅地擁壁と建物との離隔距離別の建物被害

３．おわりに

耐震補強を行う必要がある宅地擁壁の抽出基準として活用できるよう、宅地擁壁被害が建物被害に及ぼす影響について引き続き検討する予定である。

☞詳細情報はこちら

1)　「建築物と地盤に係る構造規定の合理化による都市の再生と強靭化に資する技術開発」の概要
http://www.nilim.go.jp/lab/hcg/kisojiban_hp/kisojiban.htm

AIを活用した港湾施設等の維持管理効率化

（研究期間：平成 30 年度～）

沿岸海洋・防災研究部　沿岸防災研究室
主任研究官　里村 大樹

（キーワード）　AI、UAV(無人航空機、ドローン)、維持管理

1．はじめに

港湾には、防波堤、岸壁などの施設が陸域・海域の両方に存在し、延長の長い施設では数kmに及ぶものがあるなど、維持管理のための点検は大きな労力が必要となる。さらに、港湾の施設は主として海洋環境下に設置されるため、他の土木構造物と比較して厳しい環境にさらされている。人的資源・財源が限られる中、港湾管理者や民間事業者による港湾施設のより効率的かつ的確な維持管理の実施が求められている。

2．UAV点検診断システム

沿岸防災研究室ではUAVやAI等の新技術を活用することで港湾の施設の維持管理、特に一般定期点検診断を効率化・高度化し、港湾管理者等の負担を軽減することを目的として、「UAVを活用した港湾の施設の点検診断システム」（UAV点検診断システム）の開発を行っている。

UAV点検診断システムは遠隔地画像伝送システムと変状抽出システムから構成される（図）。当該システムでは、AI等により変状を検出した結果を踏まえて、人が劣化度判定・性能低下度評価を行う。

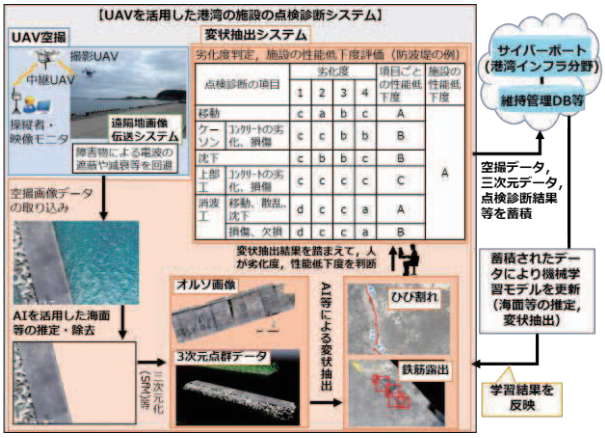


図　UAV点検診断システムの概念図

3．現地作業の効率化

令和3年度に行った実証実験において、現場作業時間を30%程度削減できた（表）。施設の種類や規模により多少の変動はあるが、UAVを活用することで現地作業の効率化が可能であることが示された。

表　現地作業時間の比較

	目視点検（時間）	UAV撮影等（時間）	時間短縮割合
係留施設1	3.5	2.0	43%
係留施設2	2.5	1.5	40%
係留施設3	2.5	2.0	20%
外郭施設1	3.0	1.5	50%
外郭施設2	4.0	3.5	13%
計	15.5	10.5	32%

令和３年度実証実験における実績値。UAV撮影等には対空標識設置・観測を含む。

4．今後の展開

UAV点検診断システムは平常時（一般定期点検診断）を対象にしたものであるが、今後は当該システムを災害後の点検等にどのように活用できるかについて検討する予定である。

また、現状のUAV点検診断システムでは、AI等により変状の検出までを行い、人が劣化度、性能低下度を判定・評価するが、将来的には劣化度判定・性能低下度評価も自動化を目指している。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料　No. 1135
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1135.htm

2）里村大樹：AIによる海面等の推定と錆汁・鉄筋露出の検出―港湾の施設の点検診断効率化を目指して―，AI・データサイエンス論文集，vol. 3，No. J2，pp. 360-371，2022.
3）里村大樹：UAVとAIを活用した港湾の施設の点検診断の効率化，港湾，vol. 99，No. 8，（公社）日本港湾協会，2022.

津波襲来時の船舶挙動を捉える

（研究期間：令和３年度～令和５年度）

港湾研究部　港湾計画研究室
室長（博士（工学））安部 智久　　研究官 篠永 龍毅

（キーワード）　*津波、船舶、緊急避難*

１．はじめに

東日本大震災発生時には津波により船舶が漂流し港湾内での被害を増大させる一因となった。この軽減のため津波が予想される場合、緊急避難を迅速に行うなどの対応が必要となる。本研究はこのような対策の検討の参考とすべく、AIS（Automatic Identification System：船舶自動識別装置）データにより津波襲来時の船舶挙動を分析したものである。

２．分析の概要

東日本大震災後には停電が発生しAISデータが欠測したケースが多いが、入手できた鹿島港・苫小牧港・東京湾地域のデータにより分析した。地震発生時に各港内に所在した船舶について、その後の挙動を時間経過とともに追跡し、避難状況を把握した。

３．各港での状況

鹿島港では震源に近く大規模な津波が複数回襲来し約半数の船舶が漂流した。地震発生から概ね1時間までに離桟できた比較的小型の船舶のみが港湾外へ避難できていた。東京湾諸港においては津波警報発令後、自力で離桟できるフェリーや中型船がまず港湾外へ避難した。コンテナ船等の大型船は通常タグボート支援により離桟するため、避難できた時間はタグボートが到着するまでの時間に依存していた。係留継続を選択した船舶も多数見られたが、これらは漂流には至っていない。苫小牧港では、まず自力離桟が可能なフェリー・RORO船が避難した後、貨物船の多くが自力で離桟し避難した。この際、船舶が一定間隔で順序よく避難している状況が確認され、船速の著しい低下や船間の衝突は確認されなかった。

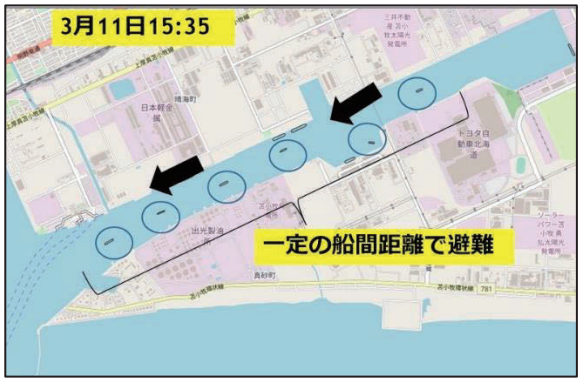


図　緊急避難状況（苫小牧港）

４．今後の緊急避難円滑化への示唆

第一に一定規模以上の船舶はタグボートの支援を速やかに得られるかが迅速な避難の必要要素である。ただしタグボートも津波被害を避ける必要があるため、可能な限り自力で離桟することが望ましい。このため十分な規模の回頭泊地の確保や出船係留（入港時に回頭を行い、出港時に回頭を不要とする係留方法）への転換も検討に値する。

第二に、緊急避難のみでなく係留施設を強化し津波に耐えることも選択肢として想定されるため、津波の流れを設計時の外力として考慮するなど技術的検討が必要である。第三に、緊急避難は押し波が襲来する前の引き波による水深低下のタイミングでなされることが予想され、水域施設の水深の充足度の評価が必要である。今後各港では大規模地震後の津波リスクについて評価を行うこととされており、引き続き分析を継続し知見を蓄積していく予定である。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料　No.1217
https://www.ysk.nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1217.pdf

空港地盤改良工事における隆起量管理方法

（研究期間：令和４年度）

空港研究部　空港施設研究室
室長
（博士（工学））　坪川　将丈

（キーワード）　地盤改良、舗装、空港

１．はじめに

航空ネットワークとして重要な空港では、滑走路、誘導路、エプロンの舗装下の地盤の液状化の発生を抑制するため、地盤改良工事が実施されている。工法としては、流動性の低いモルタルを地盤に圧入することで地盤内に固結体を造成し、地盤を押し広げることで密度を増大させる「静的圧入締固め工法」や、薬液等を地盤に圧入することで地盤内の間隙水を薬液に置換する「薬液注入工法」が用いられることが多い。いずれの工法においても、地盤内にモルタルや薬液を圧入することで舗装表面に隆起が発生することがあるため、舗装面に過度な隆起が発生しないよう、舗装面高さを逐次確認しながらの施工が必要となる。

舗装面に発生した隆起は、特に航空機が高速で走行する滑走路において、航空機の走行の支障となる場合がある。**図-1**は舗装面に隆起量が発生した場合の模式図であるが、(a)は施工前の舗装面が平坦であり、そこから隆起が発生すると航空機の走行の支障となる可能性があるものの、(b)は施工前の舗装面が窪んでおり、そこから隆起が発生しても舗装面が平坦になるだけであるので、航空機の走行の支障とはならない。また、(c)のように隆起幅が非常に長い場合、(a)(b)と同じ隆起量であっても、滑走路縦断方向に対してわずかな勾配が発生するだけであり、航空機の走行の支障となる可能性は極めて低い。

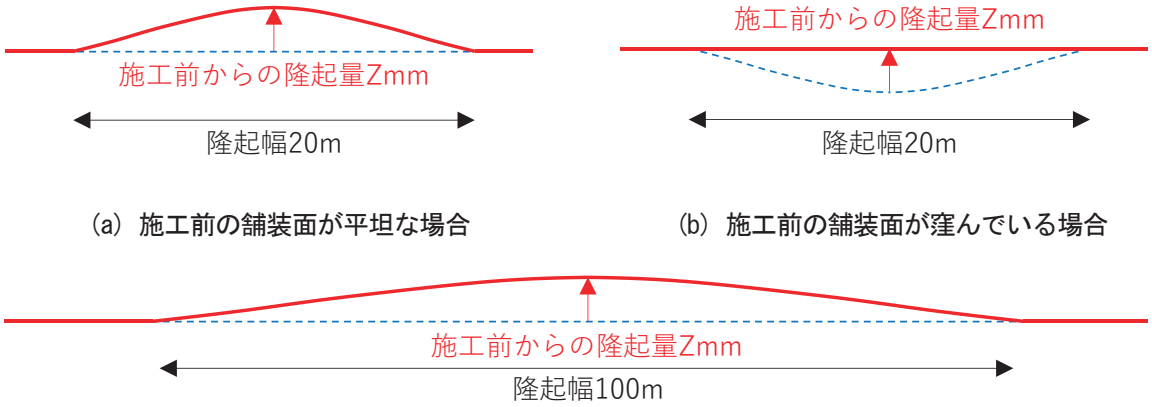
このように、地盤改良工事前の舗装面高さからの隆起量だけでは航空機への支障の有無は判定できず、重要なのは「現時点の舗装面の凹凸形状」であり、隆起量のみならず隆起幅も影響する。

２．凹凸高さと凹凸長さによる隆起量管理方法

国際民間航空条約（シカゴ条約）に基づき1947年に設立された国際民間航空機関（ICAO）が示す条約第14付属書-飛行場（Annex 14-Aerodrome）では、滑走路等の幅、長さ、勾配など多岐にわたる事項が「標準」あるいは「勧告方式」として示されており、シカゴ条約締結国は、原則として「標準」の規定を順守する必要がある。

前述のような滑走路表面の凹凸に関する「標準」「勧告方式」は示されていないものの、「付録」として滑走路ラフネス（凹凸）判定基準が示されている。この判定基準は**図-2**に示すように、滑走路の凹凸の危険性を凹凸高さと凹凸長さで判定する方法である。これは、凹凸のある滑走路を高速で走行する航空機の鉛直加速度等についてボーイング社が実施した研究が基になっている。具体的には、凹凸高さと凹凸長さにより4つの領域を示しており、超過領域に相当する凹凸が発生した場合は、滑走路の凹凸の是正が必要とされている。

国総研では、この滑走路ラフネス（凹凸）判定基準を用いた滑走路の隆起量管理方法を構築した。具体的には、隆起による凹凸が許容領域である施工初期段階では隆起量による管理を行い、凹凸が許容可能領域に到達した時点で舗装面の凹凸形状を詳細に把握する。次に、この時点から超過領域に到達するまで、どの程度の隆起が許容できるのかを**図-3**のように把握し、超過領域に相当する凹凸を発生させないよう工事を再開する。工事終了時点で超過領域に相当する凹凸があれば、舗装の切削打替え等により適切に処理を行う。



(a) 施工前の舗装面が平坦な場合　(b) 施工前の舗装面が窪んでいる場合

(c) 隆起幅が長い場合

図-1　舗装面の隆起の模式図

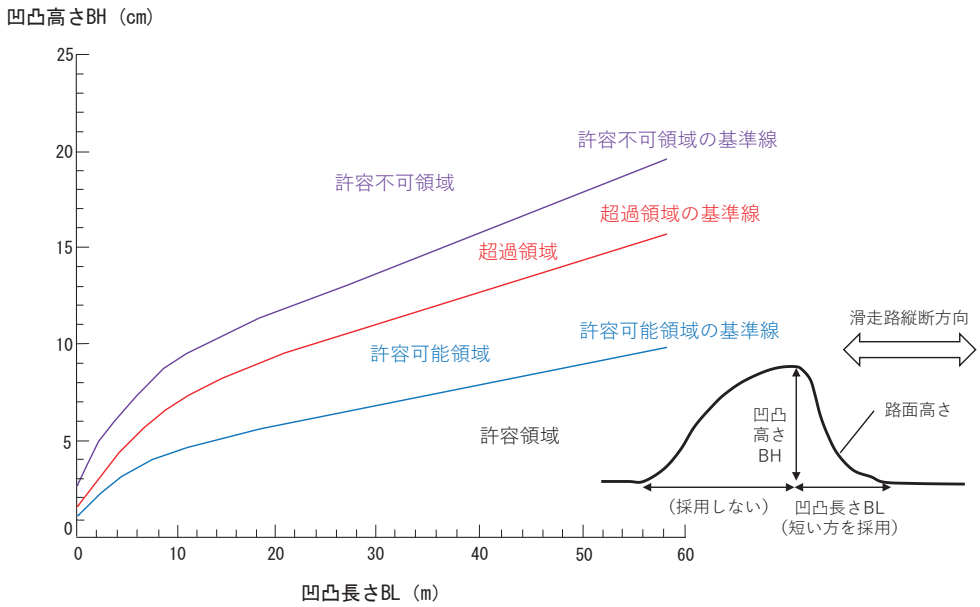


図-2　ICAO Annex14の滑走路ラフネス（凹凸）判定基準

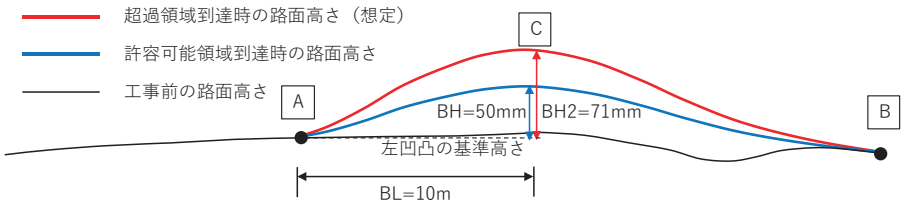


図-3　隆起量管理方法

3．おわりに

この滑走路の隆起量管理方法は、国土交通省航空局「空港土木施設設計要領（耐震設計編）」の付録として、2023年4月に掲載される予定である。

☞詳細情報はこちら

1）国土交通省航空局：空港土木施設設計要領（耐震設計編）、2023
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000019.html

気候変動適応研究本部における研究成果の展開、及び、水技術政策に関する海外情報モニタリング

（研究期間：平成 22 年度～）

気候変動適応研究本部
幹事長（水防災システム研究官）吉田 邦伸　幹事（水害研究室 室長）井上 清敬　副本部長（河川研究部長）福濱 方哉

（キーワード）　流域治水、防災まちづくり、水害リスクマップ、海外情報モニタリング

1．研究成果の展開状況

2018年7月豪雨（西日本豪雨）、2019年東日本台風（台風第19号）など、大規模な水災害の頻発を受け、国土交通省水管理・国土保全局では2020年7月に「流域治水」への転換を打ち出した。

流域治水の推進に当たり、気候変動適応研究本部（本部長：国総研所長、以下「研究本部」という。）が2010年度より進めている研究成果が活用されており、代表的な例を以下に紹介する。

1）流域内での水害リスクの把握に関する研究

研究本部の取組の一つとして、外水氾濫（主要河川やその他河川からの氾濫）のみならず内水氾濫（下水道等から主要河川やその他河川への排水が困難となるために生じる氾濫）を含めた流域内での水害リスクの把握に関して「内水・外水による統合的浸水ハザード評価手法の開発[1)]」の研究が行われた（2017～2018年度）。減災対策を様々な主体と連携し進める際に役立つよう、一覧性に優れた分かりやすいリスク情報の提供を目的とし、河川及び下水道からの氾濫を統合した浸水想定手法（図-1）の開発が行われたものである。

また、「統合的水害リスク評価手法の開発[2)]」（2015～2019年度）では、整備水準を超える洪水に対する水害リスクの低減に向け、家屋・家財の浸水対策の加速を目指し「防災まちづくり」に繋げるアプローチでの研究等が実施されたものである。

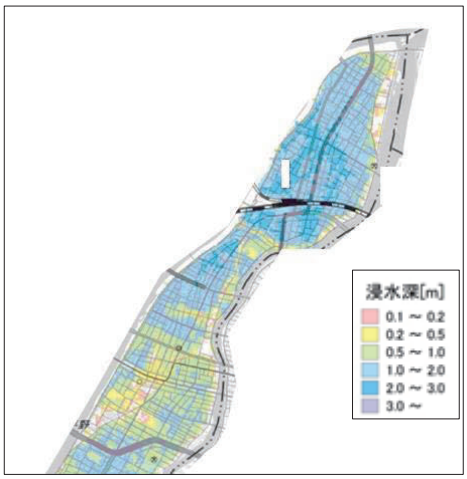


図-1　統合的浸水ハザードの評価例

2）流域治水における対策検討への活用

「流域治水」への転換を踏まえ、これまで用いられてきた最大規模の洪水被害を想定した洪水浸水想定区域図では、浸水の頻度が明らかになっていなかったことから、河川研究部水害研究室において、前記の成果を踏まえた発展的な研究を行った。

具体的には、洪水浸水想定区域図に関する技術の蓄積を踏まえ、降雨の確率規模別に作成した浸水想定図（以下「多段階の浸水想定図」という。）や、所与の浸水深になると想定される浸水範囲の浸水頻度を示した地図（以下「水害リスクマップ（**図-2**）」という。）の作成に関する基本的な考え方や標準的な手法等を整理し「多段階の浸水想定図及び水害リスクマップの検討・作成に関するガイドライン[3)]」として2023年1月に公表（水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室との連名）を行った。

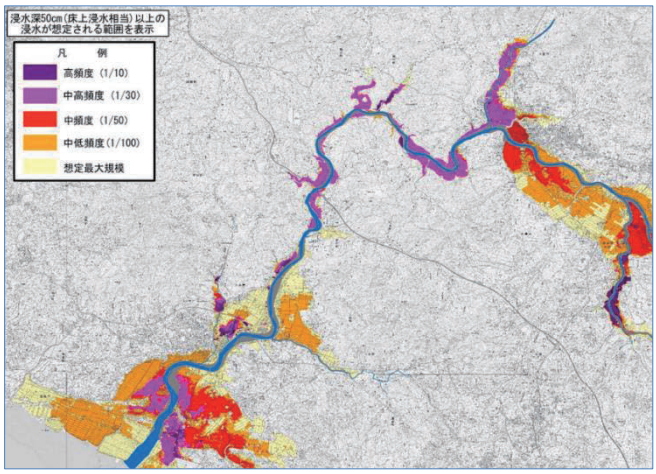


図-2　水害リスクマップ（イメージ）

２．水技術政策に関する海外情報モニタリング

研究本部では、諸外国の技術政策動向を我が国の技術政策の推進に役立てるため、2015年度から海外情報モニタリングを継続的に実施している。これは、米英蘭独の政府機関発信情報を中心に、気候変動適応策に関する事例等の情報収集を行い、諸外国の技術政策動向の把握を行っているものである。

重点的に情報収集する機関（米国：海洋大気庁、英国：環境庁、蘭国：中央政府　等）の公式ＨＰ、及びその他先進的な取組情報を収集・要約し、研究本部ＨＰに「海外最新情報[4)]」として掲載している。

2021年度にライン川等で発生した大規模水害をはじめ、気候変動との関連が考えられる水災害事例や施策情報が増えてきたことを受け、情報収集・発信の強化のため、2022年4月からは発行頻度を毎月１回（これまでは年４回程度）とした。

４月以降でこれまでに９回の報告を行い、延べ60の記事を掲載した（2023年２月現在）（**表**）。

主な掲載項目として、以下の①～④があげられる。

①世界の気候分析や近年の水害実績の分析から、気候変動の影響を示す報告

（例：世界気象分析グループによる2021年欧州水害の分析【令和4年-4号】掲載等）

②適応策に関する計画策定支援。日本における流域治水の考え方に近いものもある。

（例：蘭国政府による洪水に関する政策方針【令和4年-8号】掲載等）

③DXを活用した対応ツールの紹介

（例：米国海洋大気庁による気候災害に対する暴露性の評価支援ポータル【令和4年-7号】掲載等）

④国連気候変動会議COP27（エジプト開催）

（例：世界気象機関によるCOP27共同声明の概要【令和4年-9号】掲載等）

これらから、気候変動が大規模な水災害の原因となっている認識が国際的にも共有されていること、多くの国において、流域治水に類した計画的な対応や、新技術を活用したDX的な対応の検討が実施されていることが明らかとなった。

表　掲載情報の分類

	計
①気候変動の影響を示す報告等	29
②適応策に関する計画策定支援等	18
③DXを活用した対応ツール等	10
④国連気候変動会議COP27	3
計	54

３．今後の展望

気候変動適応策に係る調査・研究、及び政策の検討・実施は、日本国内・諸外国において、情勢の変化を踏まえた取組を続けている。当研究本部においても、引き続き最新情報を収集しながら各方面へ展開し施策へ活かして頂くと共に、これまでの研究成果の社会実装の取組を進めていきたいと考えている。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料　No.1080　pp.22-52
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1080pdf/ks108007.pdf
2）国総研資料　No.1080　pp.53-98
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1080pdf/ks108008.pdf
3）多段階の浸水想定図及び水害リスクマップの検討・作成に関するガイドライン（2023年１月）
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/guideline_kouzuishinsui_2301.pdf
4）気候変動適応研究本部ＨＰ　海外最新情報
http://www.nilim.go.jp/lab/kikou-site/20info.html#T02

高速道路の自動運転の実現に向けた取り組み

井坪　中川　石原　湯浅

（研究期間：令和３年度～令和５年度）

道路交通研究部　高度道路交通システム研究室
室長（博士（工学））井坪 慎二　主任研究官 中川 敏正　研究官 石原 雅晃　交流研究員 湯浅 克彦
交流研究員 花守 輝明

（キーワード）　自動運転、路車協調、合流支援情報提供システム、区画線

１．はじめに

自動運転は、人間よりも安全かつ円滑な運転が期待されており、渋滞の緩和、環境負荷の軽減等にも資すると期待されている。「官民ITS構想・ロードマップ」[1)]では、自動運転の実現に向けた目標が明確化されており、自家用車について2025年を目途に高速道路での自動運転（レベル4）の実現を目指している。

本稿では、高速道路における自動運転の実現に向けた国総研の取組として、「合流支援情報提供システム」と「自車位置特定補助情報（区画線）」の研究の概略を紹介する。

２．合流支援情報提供システム

合流支援情報提供システムとは、高速道路等の合流部上流の本線を走行する車両の速度、車長等に係る情報について、連結路を走行する自動運転車に対して情報提供することにより、自動運転車の円滑な合流を支援するものである（**図-1**）。本システムで提供される情報は、安全かつ円滑な合流に際しての連結路における事前の速度調整に活用するものである。このうち、DAY2システムは本線車の速度、位置等を区間で検知し、合流車に連続的に情報提供するものである。

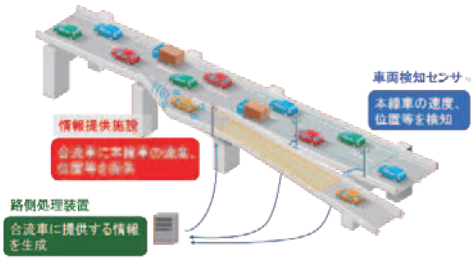


図-1　合流支援情報提供システム

国総研では、試験走路に高速道路の合流部を模した区間を整備し、本線側に車両検知センサ、連結路側に情報提供施設を配置し、DAY2システムによる合流支援情報（本線車の位置、速度等）提供の効果を検証した（**図-2**、**写真-1**）。その結果、特に加速車線長が短い場合であっても、情報提供により合流車は全数が合流可能となった（**図-3**）。

図-2　DAY2システムの効果検証実験（概要）

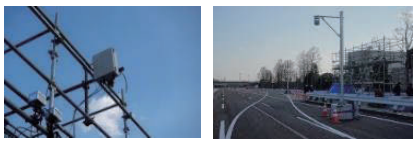


写真-1　実験で使用した機器

（左：車両検知センサ、右：情報提供施設）

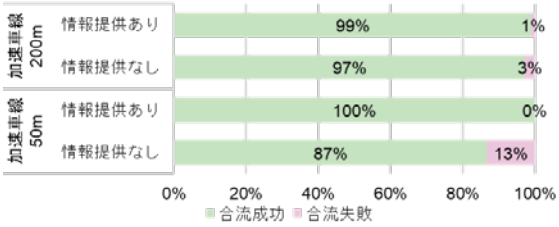


図-3　合流成功割合

また、情報提供により、合流車がソフトノーズ端に到達時に本線車と横並びとならず、余裕を持って本線合流できていることが確認された（**写真-2**）。国総研では、本実験で取得した知見等をもとに、合流支援情報提供システムの技術仕様を取り纏めたところである。

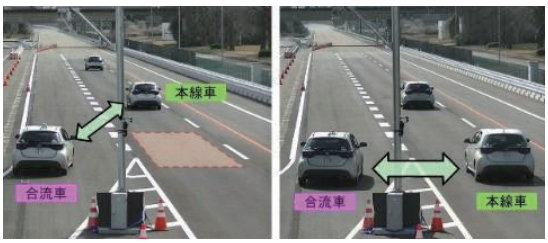


写真-2　合流車と本線車の位置関係
（左：情報提供あり、右：情報提供なし）

3．自車位置特定補助情報（区画線）

自動運転車の車線維持支援システム（Lane Keeping Assist System: LKAS）は、車線の中央付近を自動運転車が走行するように支援する機能であるが、区画線がかすれている箇所ではLKASが作動しない可能性がある。

国総研では、区画線の維持管理の考え方を整理するための基礎的知見を取得するため、区画線の剥離の観点からLKASの作動状況を調査する実験を行った。具体的には、試験走路に剥離状況が異なる区画線を整備し（**写真-3**、**写真-4**）、LKASが搭載された車両を様々な条件下で走行させ、LKASの作動状況を計測した。

本実験で取得した結果等をもとに、区画線の剥離率とLKASの作動状況の関係を集計しているところである（**図-4**）。また、LKASが作動可能な区画線の剥離率の上限値（閾値）や剥離率以外にLKASの作動に影響を与える要因やその影響度合いについても分析しているところである。今後、本実験で取得した知見等を生かして、LKASを作動させるための剥離率の観点やドライバーへの通常の見え方などの観点から区画線の維持管理の要件案を整理していく予定である。

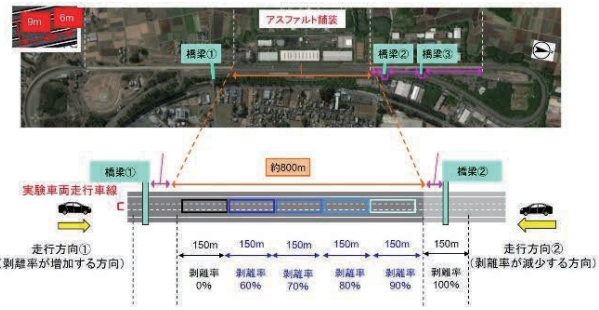


写真-3　実験時の区画線の設置レイアウト

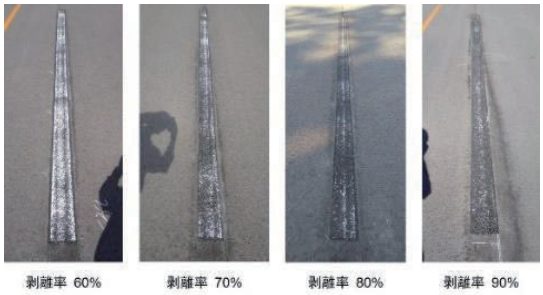


写真-4　剥離を再現した区画線

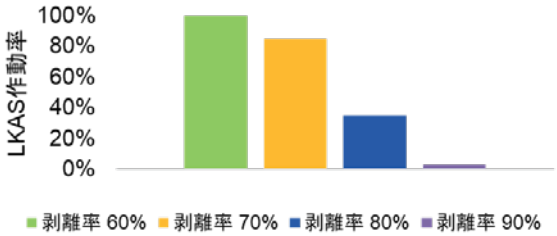


図-4　区画線の剥離率と LKASの作動状況の関係
（イメージ）

4．おわりに

高速道路での自動運転の早期実現のためには、路車協調により道路インフラと車両が相互に情報共有できる仕組みを整備することが重要である。「合流支援情報提供システム」は合流部での安全・円滑な本線合流、「区画線」は本線で自車位置特定を補助するための重要なシステム・施設と認識している。引き続き、官民共同研究等を通じて、自動運転の早期実現と安全・安心・円滑な道路交通の実現に貢献していきたい。

☞参考文献

1)　高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議：官民ITS構想・ロードマップ，2021.
2)　中川敏正，井坪慎二，関谷浩孝，石原雅晃，湯浅克彦，花守輝明，中田諒，藤村亮太：合流支援情報提供システム（DAY2システム）の効果検証実験，第66回土木計画学研究発表会・秋大会，2022.
3)　花守輝明，石原雅晃，中川敏正，井坪慎二，中田諒，藤村亮太：区画線の剥離状況と車載カメラによる区画線検知状況との関係分析，第66回土木計画学研究発表会・秋大会，2022.

公共賃貸住宅ストックでの活用を想定した維持管理BIMモデル開発

（研究期間：平成 30 年度～令和４年度）

住宅研究部　住宅性能研究官 藤本 秀一　住宅情報システム研究官 北田 透
住宅研究部　住宅生産研究室　シニアフェロー 髙橋 暁

（キーワード）　BIM、公共賃貸住宅、維持管理

１．はじめに

建築のライフサイクルを通じた生産性の向上に向けて、BIM導入やDX推進の取り組みが進んでいる。一方、地方公共団体の財政制約や技術系職員の人員減等により、大量の公共賃貸住宅ストックの適切な維持管理が課題となっている。こうした状況を踏まえ、公共賃貸住宅ストックの維持管理での活用を想定したBIMモデル（維持管理BIMモデル）を開発し、公営住宅の実物件でのケーススタディによる適用検証等を通じて、公共賃貸住宅の管理主体である地方公共団体等が効果的に維持管理BIMモデルを導入するための手引き（ガイド）案を作成した。

２．維持管理BIMモデルの考え方・構成

①維持管理BIMモデルの考え方

維持管理BIMモデルは、既存住宅（ストック）での利用を想定し、維持保全情報の取り扱い単位に合わせた、シンプルで容易に作成可能なオブジェクトで構成されたモデルとした。維持管理BIMモデルとして定義された空間オブジェクトは、点検や修繕箇所が建物のどの場所やどの部分に当たるかを直感的、かつ、容易に認識するためのものであり、各種維持保全情報を空間的に把握可能な単位で作成する（図-1）。

②維持管理BIMモデルの構成

公共賃貸住宅の維持管理BIMモデルは、住戸、共用階段・廊下等の空間オブジェクトで構成される「住棟ユニットモデル」に、屋根や外壁に関する情報等を紐づける「外装モデル」、敷地や屋外附帯施設等の情報を紐づける「外構モデル」を組み合わせた統合モデルとする。これら定義された空間オブジェクトを既存や新規のデータベース（Excel等の表計算ソフトによるものを含む）と連携することで、維持保全情報を蓄積する仕組みとする。

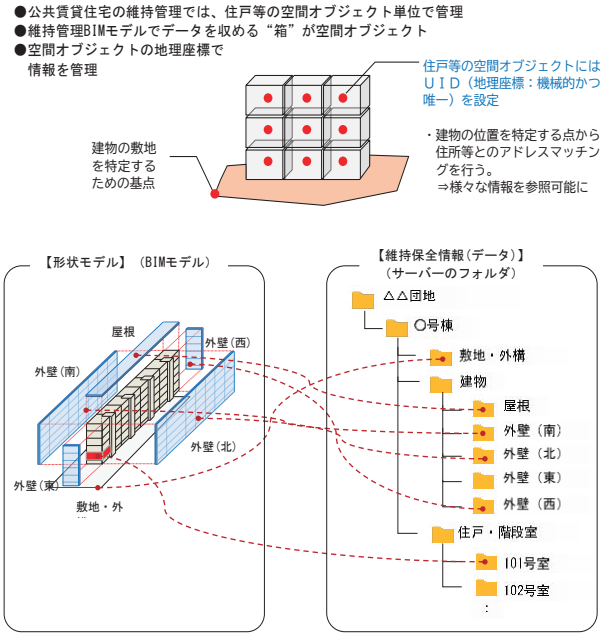


図-1　維持管理BIMモデルの概念イメージ

③位置情報をキーとしたデータ連携

空間オブジェクトには、位置情報（建物の部位等が存在する地理座標の緯度・経度・標高の組み合わせ）によるユニークな識別子（以下「UID」という）を付与する。空間オブジェクトには、位置情報を確定するための基点を設定する。UIDは各オブジェクトにおける基点の属性情報として格納する。維持管理BIMモデルと連携可能なデータベースを構築し、位置情報をキーとしてデータ連携を行う。

３．維持管理BIMモデルの適用検証ケーススタディ

Ｓ県及びＯ県の協力を得て、公営住宅団地（実物件）での維持管理BIMモデルの適用検証のためのケーススタディを行った。

①維持管理BIMモデルの構成及び情報の紐づけ方の妥当性確認

対象団地毎に作成した維持管理BIMモデルと、維持保全の実データをもとにBIMモデル連携用に作成したExcelデータ（中間データテーブル）を用いて、維持管理BIMモデルの構成及び維持保全情報の整理の仕方について確認した。

また、維持管理BIMモデルの利活用について、今後のビューア等の開発に向けたニーズや点検・修繕業務での活用の可能性を確認するため、ビューアを用いて維持管理BIMモデルと維持保全データとの連携を実演し、その有用性を確認した（**図-2**）。

②点検アプリを用いた、携帯型端末（タブレット端末）による点検情報の入力・蓄積方法等の確認

維持保全業務から日常点検を対象として、実物件における点検情報の入力項目及び記録・蓄積・閲覧の方法を確認した。

タブレット端末（iPad）にインストールされた点検アプリを操作し、模擬点検を実施した。予め点検ルートや不具合のイベントを設定しておき、当該結果を点検アプリに保存した。点検結果の記録について、３つの記録方法（チェックリストに記録、現場で撮影した写真に記録、図面データに記録）ごとに、操作性や機能の評価・要望等を確認した（**図-3**）。

保存された点検結果データ（CSV）をタブレット端末（iPad）からデータベースとして想定しているExcelデータに移し、履歴情報として蓄積し、新たに蓄積されたデータと、維持管理BIMモデルとの連携が取れていることを、ビューアソフト（Navisworks Manage）を用いて確認した。

４．維持管理BIMモデル導入の手引き（ガイド）

公共賃貸住宅の管理主体である地方公共団体等が、効果的に維持管理BIMモデルを導入するための方法について、公共賃貸住宅事業者へのアンケート調査、公営住宅団地におけるケーススタディ等を踏まえ、

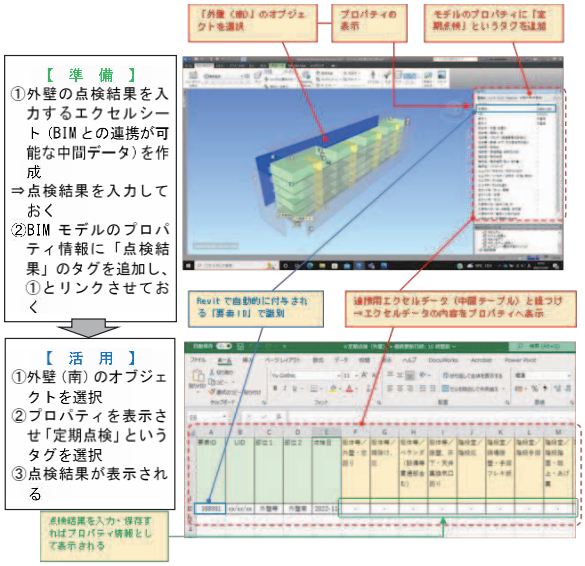


図-2　プロパティ情報に表示された点検結果

図-3　屋外施設（遊具）の点検の様子

手引き（ガイド）案を作成した。本手引きは二部構成とし、まず、第Ⅰ部で、地方公共団体等が公共賃貸住宅の維持管理において、維持管理BIMモデルを導入し、円滑に事業を行っていくためのBIMモデルの構成及び手順等について示し、次に、第Ⅱ部では、公共賃貸住宅の新築・改修については、官庁営繕部の「官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン（令和4年3月改定）」を援用する際の留意点を示すこととした。

※本稿の成果は、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）の事業実施による。また、本事業は（国研）建築研究所、UR都市機構との協定に基づき実施している。

※点検アプリは（国研）建築研究所において開発中の試用版を用いている。

『スマートシティ事例集【導入編】』の公開

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

都市研究部　都市計画研究室　室長（博士（工学））勝又 済　主任研究官（博士（工学））熊倉 永子　主任研究官 地下 調
都市施設研究室　室長 新階 寛恭

（キーワード）　スマートシティ、事例集、都市問題と新技術のマッチング

１．はじめに

国総研では、全国各地の76のスマートシティ事業について、都市の抱える課題を解決するための新技術を検索できる『スマートシティ事例集【導入編】』（以下、「本事例集」）を、2022年10月に公開した[1) 2) 3)]。都市の課題に対応する新技術導入に当たっての課題と対応や、導入効果の評価方法、評価指標の事例などをわかりやすく示すことで、各地区の実装を支援し、全国横展開を促進することを目的としている。本稿では、本事例集の概要について紹介する。

２．本事例集作成の背景・目的

IoT等の新技術の活用により都市問題の解決を図るスマートシティは、国のモデル事業等の推進やスマートシティ官民連携プラットフォームでのノウハウの共有等により、各地域での取組が着実に増加しているが、取組を行っていない地方公共団体もいまだ多く、全国横展開が課題となっている。

スマートシティを実施する上での課題の把握等を目的として国総研が地方公共団体と企業に対して実施したアンケート調査結果[4)]では、都市問題の解決にどのような新技術が活用できるのか分からないという回答が多く見られた。都市問題と新技術のマッチングに関する情報共有や体系的整理による支援の必要性が再認識されたことから、国総研において本事例集の作成に取り組んだ。

３．本事例集の概要

(1) 特徴

本事例集は、これからスマートシティに取り組む意向のある地方公共団体や企業の活用を想定している。スマートシティ化の取組に関する情報や資料は、多数公開されているが、プロジェクト単位で紹介されるものが多い。本事例集は、主要な都市問題に対して導入可能性のある新技術を１対１対応で紹介しており、地方公共団体等が抱えている都市問題をどのような新技術で解決可能なのか、辞書代わりに検索できることが特徴となっている（そのため、タイトルに【導入編】と付記している）。

(2) 対象とした「都市問題」と「新技術」

国のモデル事業の採択事例を中心に、全国各地のスマートシティの取組の中から、実装段階や実証実験段階で新技術の導入実績がある事例を対象として、都市問題と新技術の分類のバランスや組み合わせのバリエーションを考慮しながら、**表**に示す都市問題と新技術の組み合わせ76事例を抽出した。

(3) 目次

目次は、事例の並び順を変えた「都市問題の一覧」、「新技術の一覧」、「地方公共団体の一覧」の３種類を用意し、検索を容易にしている。

表　対象とした「都市問題」と「新技術」

都市問題＼新技術		h 自動車	f データ活用	c 分析・予測	b 観測	a 通信	i ロボット・ドローン	d データ基盤	e ビッグデータ	g エネルギー	総計
A	交通	13		3		2	1	1			20
C	賑わい	2	4	4				2	1		13
D	健康・医療	2	3	1	1	1		2	1		11
G	防災		1		2	2		1	2		8
B	産業	2	1				4				7
E	インフラ	1		1	2		1	1			6
H	安心				2	3					5
F	環境				1		1			2	4
I	分野共通		2								2
総計		20	11	9	8	8	7	7	4	2	76

(4) 掲載情報

都市問題と新技術の組み合わせごとに、基本３枚組の共通フォーマットにより、下記の項目について情報を掲載している。図に事例の掲載情報のイメージと事例の見方（事例集より一部抜粋）を示す。

① 新技術の特徴や導入に関する情報
- 都市問題・新技術の概要
- 新技術の導入により期待される都市問題解決効果
- 新技術の適用条件、新技術を導入する上での課題と対応

② 新技術の導入による効果を測る評価指標（KPI：Key Performance Indicator）に関するデータ
- 評価の視点例
- 評価指標（KPI）の設定例、定量的な指標例

４．おわりに

国総研では、新技術導入による都市問題解決効果の評価手法の開発も進めているところであるが、今後、本事例集については、社会的関心の高い環境分野等の事例の充実、スマートシティの取組事例の増加や技術革新等に合わせた内容更新等、随時改定を行ってまいりたい。

☞詳細情報はこちら

1）『スマートシティ事例集【導入編】』PDFファイル公開URL（国総研都市計画研究室ホームページ内）
http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/smart/smart.html#smart

2） 国総研記者発表資料「スマートシティ全国７６の最新事例をまとめて紹介　～スマートシティ事例集【導入編】の公開～」
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20221021.pdf

3） スマートシティ官民連携プラットフォーム　令和４年度第２回オンラインセミナー報告資料
https://www.mlit.go.jp/scpf/archives/docs/event_seminar_221021_kokusouken.pdf

4） 勝又済・熊倉永子・新階寛恭（2021）「都市問題の解決に向けた新技術導入（スマートシティ化）に関する研究　ー都市問題を抱える地方公共団体と新技術を保有する企業への意向調査 -」,『都市計画論文集』, Vol.56-3, pp.1413-1420
https://doi.org/10.11361/journalcpij.56.1413

図　事例の掲載情報のイメージと事例の見方（事例集より一部抜粋）

港湾分野における技術基準類の国際展開方策に関する検討
～ベトナム国家港湾基準に基づく防波堤設計事例の作成から得られた知見～

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

港湾研究部　港湾施設研究室
主任研究官 菅原 法城　　室長 竹信 正寛　　研究官 神保 壮平

（キーワード）　ダム、安全管理、管理者支援、AI、LSTM

１．はじめに

国総研ではこれまで、日本の港湾基準を対象国にそのまま移築するのではなく、当該国が置かれた状況や各種制約条件を踏まえた形での基準策定支援を行ってきた。この手法は日本の港湾基準をベースとしつつ、当該国の状況に応じてきめ細かく適用手法を検討するものであることから、港湾基準の「カスタムメイド」手法と称している[1)~4)]。なお、日本の基準・制度等のソフトインフラをアジア諸国等の開発途上国に移築することは、日本のインフラ輸出に対する支援として、有効な方策であると考えられる。

その具体的な取組みとして、ベトナムの国家港湾基準（設計、施工、維持管理）を日越両国で共同策定する活動を2011年頃から行っている。これまでに港湾に関連する8つのベトナム国家技術基準（TCVN）が発行されており、主要分野の策定は概ね完了している。（詳細は巻頭クローズアップ参照。）

一方で、今後はカスタムメイド手法で策定された技術基準のベトナム国内での普及支援が重要となる。その一つの方策が、実務設計の円滑な実施に資する設計事例の作成であると考える。以下では、防波堤基準（TCVN案。以下（案）とする。）を例とした検討状況について報告する。

２．防波堤基準（案）の特徴

防波堤基準を策定するためのカスタムメイド手法の検討段階において、日本の港湾基準（海外では“OCDI”と称されている）に基づく内容を示すとともに、ベトナムにおいて適用実績の多い現地の既往基準（以下、ベトナム基準とする。）も記載することが必要との議論があった。このため、防波堤基準（案）では「TCVN 11820に基づく設計法（5章）」と「OCDI2020に基づく設計法（6章）」が併記されてお

表　設計条件

項目		TCVN 11820に基づく設計法（5章）	OCDI2020に基づく設計法（6章）
設計条件			
供用年数		50年	
潮位	H.W.L.	3.92[m]	
	L.W.L.	-1.28[m]	
設計波（堤前波）	H_{max} (HWL)	12.84[m] ($1.80*H_{1/3}$で算出)	
	H_{max} (LWL)	10.01[m] ($1.80*H_{1/3}$で算出)	
	$H_{1/3}$ (HWL)	7.13[m]	
	$H_{1/3}$ (LWL)	5.56[m]	
	$H_{1/10}$ (HWL)	9.06 ($1.27*H_{1/3}$で算出)	使用しない
	$H_{1/10}$ (LWL)	7.06 ($1.27*H_{1/3}$で算出)	使用しない
	$T_{(Wave\ Period)}$ (HWL)	10.54[s]	

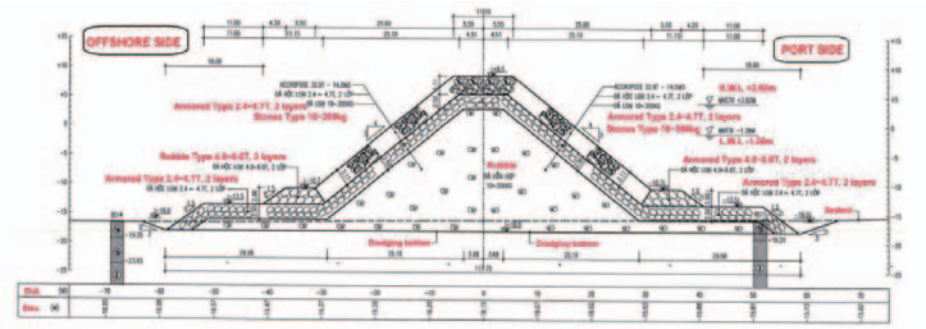


図-1　傾斜堤の断面（ベトナムの実事例に基づく参考断面）

り、設計者の判断でいずれかの設計手法を選択できる点が大きな特徴である。

ただし、両国の設計法の違いによる設計断面の差異は、基準（案）策定段階では十分議論されておらず、比較設計の必要性が日越間で認識されている。

3. 防波堤の設計事例

本検討ではベトナム国内での設計事例が多い、**図-1**に示す傾斜堤を対象とすることとした。ここで、異なる基準を用いる際の構造物の比較設計に際しては、その前提条件の整理が重要である。これは得られる設計断面が、設計法や性能照査式の違い、作用の設定手法の違いなどの種々の要因によって当然変化するためである。そのため、設計断面に差異を生じさせる要因の分析の際には、着目したい差異以外の条件を極力揃える必要がある。

このため本検討においては、特に両設計法の違いに起因する整理を行うため、波浪や潮位などの作用条件や、断面諸元を最適に設計するための初期断面の条件を統一した上で比較設計を行うこととした。その際の設計条件を**表**に示す。以下では、有義波高$H_{1/3}$、潮位(L.W.L.、H.W.L.)、波の周期Tの設計条件を統一した場合の、傾斜堤におけるブロック質量の比較結果を紹介する。

ブロック重量の所要質量M[t]の算定には、両者ともにK_D値によるハドソン式（式-1）が用いられる。

$$M = \frac{\rho_r H^3}{K_D \cot\alpha \left(\frac{\rho_r}{\rho_w} - 1\right)^3} \qquad \text{（式-1）}$$

ここで、ρ_rはコンクリートブロックの密度[t/m^3]、ρ_wは海水の密度[t/m^3]、αは斜面が水平面と成す角[°]を表す。ただし、式中の波高Hについては、「OCDI2020に基づく設計法（6章）」の場合は有義波高$H_{1/3}$を用いるのに対して、「TCVN 11820に基づく設計法（5章）」では、有義波高$H_{1/3}$に1.27を乗じた1/10波高$H_{1/10}$を用いる。そのため、使用する波高Hの違いに起因して、所要ブロック質量に差異が生じる。

波高Hに対するブロックの所要質量Mの関係を、（式-1）に基づいて描いたものを**図-2**に示す。なお、

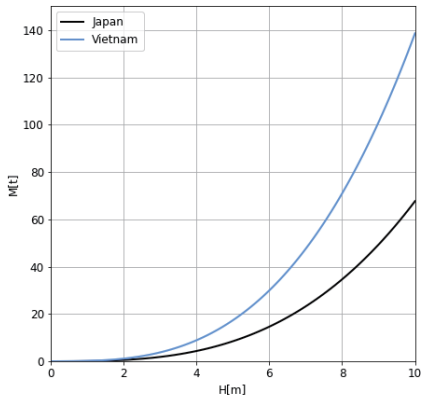


図-2 波高Hに対するブロック所要質量Mの関係（ベトナム基準：$H_{1/10}$、日本基準：$H_{1/3}$を適用）

所要質量の算定にあたって、ハドソン式に入力するその他のパラメータは、**図-1**の参考断面で使用された数値（ρ_r=2.30、ρ_w=1.03、K_D=13.6、cotα=4/3）に固定している。

ハドソン式（**式-1**）においては、ブロックの所要質量M[t]は波高Hの3乗に比例するため、設計に用いる波高Hが大きいほど、両者のブロックの所要質量の差異は顕著になることが図からも確認できる。またその差異は、防波堤の整備におけるブロック個数や整備費用に影響を与えることから、設計の最適化の観点の議論も引き続き検討が必要であると考える。

4. おわりに

本稿では、傾斜堤のブロックの所要質量に特化した事例紹介に留まったが、この他にも基礎地盤に関する照査式の違いに起因する設計断面の違い等、両国間で議論すべき点は多い。

また、日越両者の設計法での設計結果の差異の明確化は、実際の基準運用時における技術者の参考情報となる他、日本の港湾基準についての改善点としても、重要な示唆を与える可能性がある。ベトナムでの技術基準の「カスタムメイド」に関する取組みを通じ、日本の港湾基準へのフィードバックを意識した検討を引き続き実施する予定である。

☞**詳細情報はこちら**

1)～4)国総研資料　No.769、800、915、1131

効率的な維持管理に向けた既存港湾施設のBIM/CIM構築手法

（研究期間：令和4年度～）

港湾研究部　港湾施工システム・保全研究室
室長（博士（工学））辰巳 大介　　主任研究官 川上 司
主任研究官 坂田 憲治　　係員 河合 宏明

（キーワード）　生産性向上、BIM/CIM、維持管理

1．はじめに

港湾分野の生産性向上に向けて、業務・工事においてBIM/CIMの導入拡大が進められている。しかし、これまでの検討は主に新設構造物を対象としており、既存の港湾施設のBIM/CIMに関する検討は未だ十分に行われていない。本研究は、効率的な維持管理を目標に、既存港湾施設のBIM/CIM構築手法を開発する。

2．既存港湾施設のBIM/CIMの要件策定

維持管理におけるBIM/CIM導入の効果は、点検診断記録の可視化、維持管理関係データの一元管理、計測機器と連携した情報プラットフォーム機能などが考えられる。一方、既存港湾施設において、新設構造物と同程度の高精度なBIM/CIMを作成することは実質的に困難である。

本年度は、維持管理におけるBIM/CIM導入の効果に着目し、BIM/CIM作成の負担を軽減するよう、既存港湾施設に必要となる最小限度のBIM/CIM要件を絞り込んだ。そして絞り込んだ要件に従って、維持管理計画書の2次元図面からBIM/CIMを作成し、点検診断記録を属性情報として付与した（図-1）。

現在、作成したBIM/CIMを利用して、施設管理者や維持管理業務実施者などにヒアリングを行っており、今後、既存港湾施設のBIM/CIM要件の見直しや効率的な構築手法の開発を進める予定である。

3．BIM/CIMジェネリックオブジェクト事例

BIM/CIMの効率的な構築手法の一つとして、ジェネリックオブジェクトの提供が考えられる。ジェネリックオブジェクトとはBIM/CIMを構成する3次元の部材モデルのことであり、特定の製造者に依存しない形状を有することが特徴である。

そこで、港湾施設のBIM/CIMの構成部材として需要が高く、3次元モデルの作成時間の短縮が見込まれる部材を抽出し、ジェネリックオブジェクトを作成して、2022年10月から国土交通省ホームページで公開・提供を開始した（図-2）。

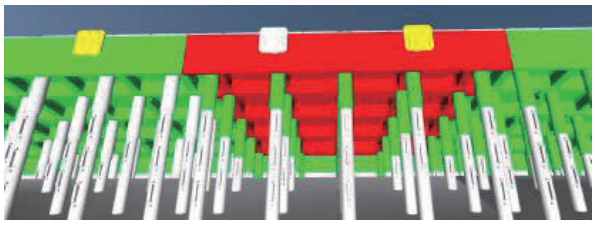


図-1　既存港湾施設のBIM/CIM
（桟橋の事例、色は各部位の劣化度を示す）

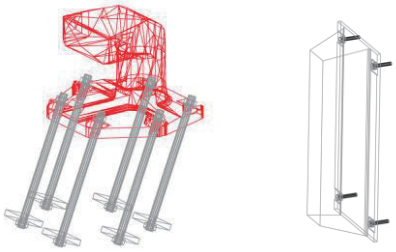


図-2　BIM/CIMジェネリックオブジェクト
（左：係船柱、右：防舷材）

☞詳細情報はこちら

1）港湾分野におけるBIM/CIMジェネリックオブジェクト事例
https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000084.html

空港除雪の自動化・省力化に向けた研究～作業パターンの分析と省力化・自動化技術導入効果の評価手法開発～

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

空港研究部　空港計画研究室　室長　黒田 優佳　主任研究官　鎌倉 崇　研究員　乙幡 和利

（キーワード）　空港除雪、省力化、自動化、導入効果の評価

１．研究の目的と背景

訪日外国人6,000万人時代に向けて、航空旅客受入環境確保のための空港機能の強化に取り組んでいる。一方、生産年齢人口の減少を背景に空港除雪車両（**写真-1**）のオペレーターの減少・高齢化が進行することで、今後の確保が困難になっていくことが想定されており、空港除雪体制の確保が課題となっている。

この課題に対応するため、航空分野において先端技術・システムを活用する「航空イノベーション」の一環として、空港除雪への自動化・省力化技術導入に向けた検討を進めている[1)]。

写真-1　空港除雪車両の例（プラウ除雪車両）

２．作業パターンの分析と自動化・省力化技術の適応性の検討

航空機の安定的な運航のため、空港除雪には除雪精度（除雪完了時の路面の滑り摩擦係数）や目標作業時間において高度な要件が求められている。これには従来熟練のオペレーターによるノウハウが必要とされていることから、空港除雪への自動化・省力化技術の適応可能性について検討する必要がある。

検討にあたり、まずは現在の除雪作業における各除雪車両の走行位置や経路、走行速度、オペレーターの運転操作のデータを収集し、空港除雪において自動化・省力化技術を導入できる可能性のある定型的な作業を抽出している[2)]。例えば、プラウ車両では、滑走路除雪において、車両間の縦方向間隔は50～300m、横方向は3.5～8.0m、滑走路灯に対する距離は概ね6～7mの走行パターンを観測した。（**図**）

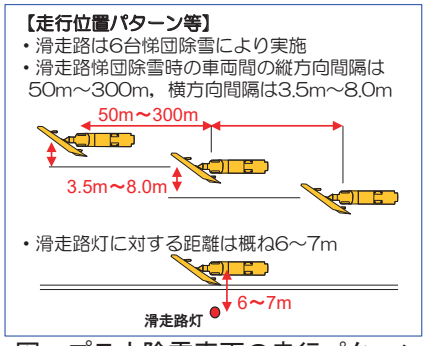


図　プラウ除雪車両の走行パターン

また、以上の作業パターンの分析を踏まえ、空港除雪オペレーターに対するアンケートにより、自動化･省力化技術の適応可能性について整理している。例えば、運転支援ガイダンスシステム（車両に取り付けたセンサー等で自車位置を測定し、車載モニターに周辺施設との位置関係や接近通知を表示する装置）（**写真-2**）のプラウ除雪車両への適応可能性については、滑走路灯や誘導路灯などの灯火へ接近して除雪を行う作業が最も高く、他車両との位置関係の把握においてもガイダンスが必要との結果が一定数得られている。（**表-1**）

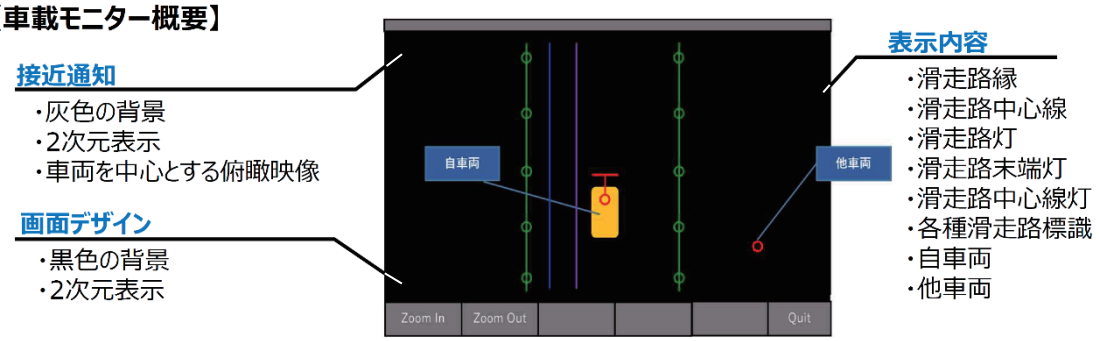


写真-2　運転支援ガイダンスシステム（車載モニターの様子）

表-1　空港除雪オペレーターへのアンケート結果

雁行除雪（滑走路）において他車両との位置関係を把握する時	雁行除雪以外（エプロンや誘導路）において他車両との位置関係を把握する時	滑走路末端灯に近づいた際に装置を操作する時	滑走路灯や誘導路灯などの灯火へ接近して除雪を行う時	後進（バック作業）を行う時
41.7%	41.7%	54.5%	63.6%	58.3%

※表中の数字は、ガイダンスが必要と回答した割合

3．空港除雪を自動化・省力化した際の運用方法と導入効果の評価手法開発

航空機の安定的な運航のため、空港除雪に自動化・省力化技術を導入する際に必要となる運用規定（空港除雪作業計画等）の見直しや、省力化・自動化技術の導入効果を定量的・定性的に評価する手法を開発している。

運用規定の見直しは、自動化・省力化技術の導入を前提として、運用ルールの整理、技術導入に伴う助手等の削減、技術導入車両と従来車両の混在空間における安全性確保の対応方法等の観点から、実施することとしている。

また、導入効果の評価については、除雪作業に係る労働時間や費用、延べ労働時間、深夜・早朝労働時間、自動化・省力化技術の使用性（運転支援ガイダンスシステム等画面表示の視認性、モニター更新速度、地図表示の正確性、危険通知の正確性）、適用条件（視界条件・気候（風や気温等）・雪質や積雪量への適応性）、除雪作業の安全性向上、除雪の品質確保、のそれぞれの観点から定量的・定性的な評価手法の開発を目指している。（表-2）

表-2　導入効果の評価指標

項目	観点	細目	評価指標
定量的評価	省人化効果	除雪作業に係る労働時間・費用	・省人化による人工の削減、作業時間の短縮 ・待機人数の削減
	就労環境の改善	延べ労働時間、深夜・早朝労働時間	・長時間労働、深夜・早朝労働対応者の削減
定性的評価	導入技術の使用性	画面表示の視認性	・モニターの大きさや明るさ ・表示情報の過不足、見やすさ
		モニター更新速度	・モニター更新速度 ・表示の遅延の有無
		地図表示の正確性	・路面標識や航空灯火の表示位置と実際の位置のズレの有無 ・他車両の表示位置と実際の位置のズレの有無
		危険通知の正確性	・通知の遅れ／漏れの有無 ・通知方法の不快感の有無
	適用条件	視界条件・気候・雪質・積雪量への適応性	・低視程時や降雪、積雪時における適用可否
	作業安全への寄与	除雪作業の安全性向上	・導入技術により抑制・解消されるヒヤリハット、事故等
	除雪品質への影響	除雪の品質確保	・除雪作業時間の差異（連続降雪時の仕上がりの差異） ・路面仕上がりの差異

☞詳細情報はこちら

1）空港除雪の省力化・自動化に向けた実証実験検討委員会
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000038.html
2）第23回空港技術報告会発表論文
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001578595.pdf

AIを活用した空港舗装巡回点検技術の導入に向けた取組み

（研究期間：令和３年度～）

空港研究部　空港施工システム室
研究官　山口　智彦　　専門官　石田　普賢　　係長　川西　和幸　　室長　伊藤　謙作

（キーワード）　AI、空港舗装、巡回点検

１．はじめに

2021年の建設業就業者数（482万人）は、1997年のピーク時より約30%減少しており、高齢化率の上昇も相まって建設業の生産年齢人口が減少している。生産年齢人口の減少を背景に「経済財政運営と改革の基本方針2022（令和4年6月7日閣議決定）」において、i-Constructionの推進など、インフラ分野のDXを加速させ、生産性を高めることとされている。

これを踏まえ、国総研では、滑走路等の巡回点検の生産性向上を図るため、AIを活用した空港舗装巡回点検技術（以下「簡易型巡回点検技術」という。）の導入に向けた取組みを実施しており、本稿では、本技術の概要及び導入に向けた取組みを紹介する。

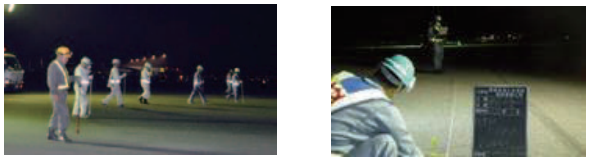


写真　従来の滑走路の巡回点検の様子

２．簡易型巡回点検技術の概要及び取組み

本技術は、点検車両のリアウインドウに取付けたドライブレコーダ（フルHD・約200万画素）で滑走路等の路面映像とその位置情報（GPS情報）を取得し、ドライブレコーダの通信機能（4G/LTE通信）により自動転送した路面映像を、学習済みAIを用いて画像解析を行う技術である。この技術を活用することで、従来8名程度の人員で実施している巡回点検を運転手1名のみで実施することが可能となる。

本技術の導入検討にあたり、新潟空港・宮崎空港の滑走路及び誘導路の現場フィールドを使用した現場実証試験を実施した。現場実証試験では、取得した路面画像によるAI教師データの作成や、滑走路特有のグルービング（幅6mmの横溝）をひび割れと誤認しないためのAI再学習を実施し、点検車両の走行速度30～40km/hで、幅2mm程度のひび割れや、クラック注入の補修跡、タイヤゴムの付着状況等が検知可能であることを確認した。また、夜間の現場実証試験において、夜間照明（6灯/LED投光車1台・速度20km/h）を用いた画像取得を試みたが、路面の画像撮影に必要な明るさが不足し、十分なデータを取得することが困難であることを確認した。

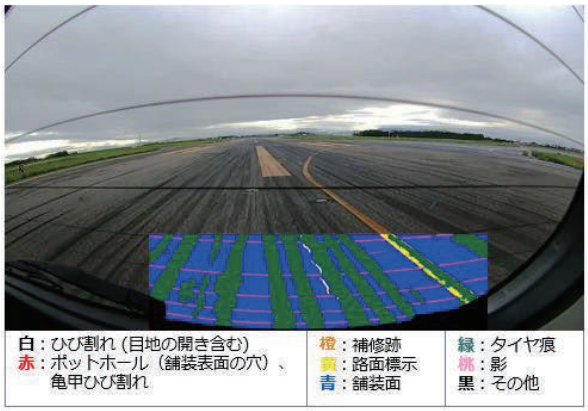


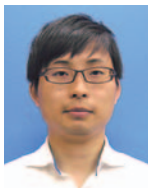
図　AI路面検知解析状況

３．おわりに

令和4年度の現場実証試験において、ひび割れをクラック注入の補修跡と誤認するケースが散見されたため、今後も引き続きAIの再学習を行い、検知精度の向上に取り組む予定である。

多様な入札・契約方式の活用と改善への取組

（研究期間：令和元年度～）



社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室
室長 中洲 啓太　主任研究官 光谷 友樹　主任研究官 星野 誠　研究官 木村 泰

（キーワード）　ＤＸ、入札・契約方式、技術提案・交渉方式、事業促進ＰＰＰ、フレームワーク方式

１．はじめに

インフラ分野のＤＸ推進により、調査・計画から設計、施工、検査、維持管理・更新までの建設生産・管理プロセスにおいて、ＢＩＭ／ＣＩＭ等のデジタルデータを一気通貫で活用することで、各段階での生産性向上が期待される。しかしながら、公共事業は、設計は建設コンサルタント、施工は建設会社と契約する設計・施工分離発注が一般的であるため、ＢＩＭ／ＣＩＭの活用や引継、後工程へのリスク情報伝達等の円滑化が課題となっている。

こうした中、2014年６月の「公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）」改正を契機に、技術提案・交渉方式、事業促進ＰＰＰ、フレームワーク方式等、事業の各プロセスや、契約の枠組を超え、発注者、設計者、施工者等が連携しやすい入札・契約方式の活用が進みつつある（**表-1**）。

本稿は、事業のプロセス間連携の強化につながる多様な入札・契約方式の活用と改善、これらの方式を活用した新たな建設生産・管理システムの構築に関する国総研の取組を報告する。

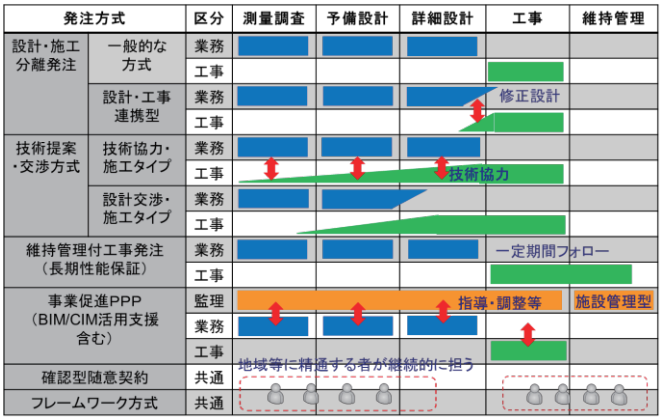
２．多様な入札・契約方式の活用と改善の取組

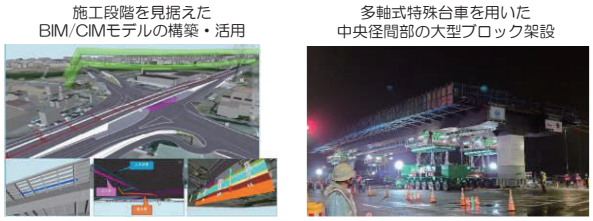
(1) 技術提案・交渉方式

技術提案・交渉方式は、2014年の品確法改正により規定され、2023年1月現在、国土交通省直轄（港湾・空港を除く）の32工事に適用している。当方式は、仕様の確定が困難な工事において、施工者が設計段階から関与する方式で、施工者が設計者に技術協力を行う技術協力・施工タイプ、施工者自らが設計する設計交渉・施工タイプ等に区分される。

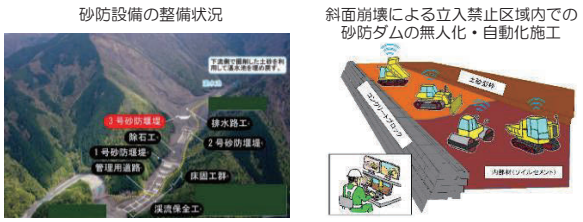
国総研は、技術提案・交渉方式の地方整備局等への適用支援、実施状況のフォローアップを継続し、厳しい施工条件（現道交通確保、狭隘環境、工期等）に対応した施工技術の活用や、リスク（地質、地元・他機関調整、不可視部等）に適切に対処できる効果を確認している[1)]。また、ＤＸ推進の観点から、施工ステップ等の工事毎のニーズに応じたモデル各部の詳細度設定等、施工者が設計段階から関与することにより、ＢＩＭ／ＣＩＭの活用や引継を円滑にする当方式の効果を確認している（**図-1**）。

表-1　多様な入札・契約方式の例





(a) 大樋橋西高架橋工事



(b) 赤谷３号砂防堰堤工事

図-1　技術提案・交渉方式の適用事例

(2) 事業促進ＰＰＰ

事業促進ＰＰＰ（Public Private Partnership）は、2011年3月の東日本大震災後、三陸沿岸道路等の復興道路事業を円滑に実施するため、2012年度から東北地方整備局が初めて導入した。その後、大規模災害復旧・復興事業の他、各地の高規格幹線道路等の平常時の大規模事業等にも導入されている。

国総研は、事業促進ＰＰＰを必要なときに速やかに導入できるよう各地の事業促進ＰＰＰの実施状況や課題を調査し、官民双方の技術者が知識・経験を融合させながら、事業マネジメントを協働して行う事業促進ＰＰＰの標準的な実施手法を提案した（**図-2**）。提案した手法は、2019年3月に策定された事業促進ＰＰＰに関するガイドラインに反映された。

国総研は、地方整備局のガイドライン運用状況、課題を継続的に調査し、例えば、ＤＸ推進の観点から、発注年度・工区毎に細分化された成果品から、ＢＩＭ／ＣＩＭを統合的に管理・活用する場面において、官民の知識・経験を融合させる効果が大きく、事業促進ＰＰＰにおいて、ＢＩＭ／ＣＩＭ活用支援を実施できる改善手法を提案した。提案した手法は、事業促進ＰＰＰに関するガイドラインへの反映を予定している。

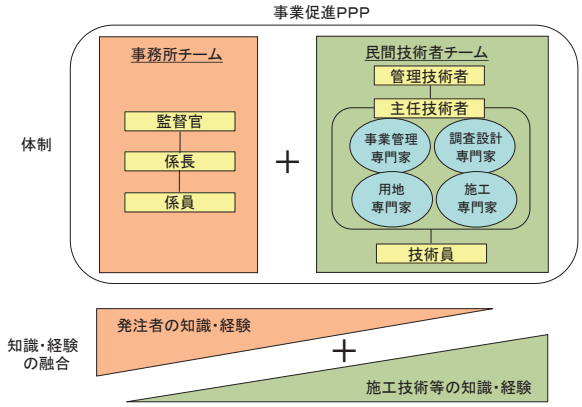


図-2　事業促進PPPの実施体制

(3) フレームワーク方式

フレームワーク方式は、公募により選定された企業グループ（フレームワーク企業）に対して、指名競争入札等の簡易な方法で個別工事を発注する方式（**図-3**）で、受発注者の入札・契約手続負担の軽減、受発注者の良好なパートナーシップの構築等の効果が期待される。国内では、令和元年東日本台風後の災害復旧工事において、関東地方整備局がフレームワーク方式の試行を開始し、2020年度以降、同種の発注を繰り返す通常工事でも試行している。

国総研は、フレームワーク方式の導入にあたり、海外における類似方式の実施状況を調査し、災害復旧に限らず、平常時の業務・工事でも広く適用されていることを確認している。また、ＤＸ推進の観点からは、フレームワーク企業が継続的な受注機会を得られ、業務・工事の精通度を高め、成果品質の確保につながる効果や、新技術に関する投資・研鑽意欲の向上につながる効果が期待される。

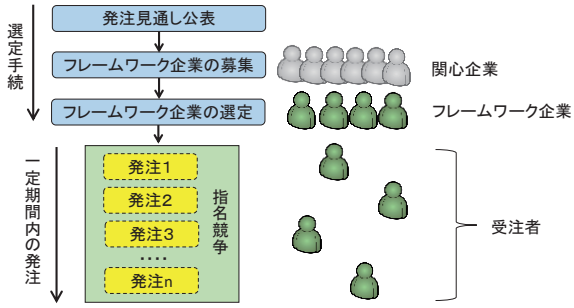


図-3　フレームワーク方式の概要

３．新たな建設生産・管理システム構築への取組

公共事業は、建設コンサルタントが設計を行い、発注者が定めた仕様・条件に基づき建設会社が施工する設計・施工分離発注が一般的である。一方で、施工者の知見を設計に反映する技術提案・交渉方式等が普及すると、数案比較でのコスト最小案を基本に仕様を確定していく設計の考え方から、技術的工夫の余地や、リスクを加味した設計の考え方への転換が必要となる。

国総研は、多様な入札・契約方式の活用にあたり、手法の提案、現場への適用支援、適用状況のフォローアップを継続し、公共事業における品質確保、生産性向上に資する新たな建設生産・管理システムの具体化に向け、取組を継続する予定である。

☞詳細情報はこちら

1）社会資本マネジメント研究室：技術提案・交渉方式の適用事例集（Ｉ）－効果的な施工技術の活用とリスクへの対応－，国総研資料No. 1193，2022. 3
2）社会資本マネジメント研究室
http://www.nilim.go.jp/lab/peg/index.htm

コンクリート躯体工施工現場の労働環境改善等に関する研究

（研究期間：令和４年度～令和７年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室
主任研究官 山口 悟司　主任研究官 鈴木 宏幸　室長 瀬﨑 智之

（キーワード）　労働環境改善、コンクリート躯体工、建設技能者、定置式水平ジブクレーン、生産性向上

１．はじめに

社会資本の整備を担う建設技能者の入職者を確保するためには、旧３Ｋ（きつい、汚い、危険）の「きつい」にもあげられる苦渋作業を現場からなくすことが重要である。特に、重量物の人力運搬は身体への負担が大きく、労働災害の温床にもなるため、早急に機械運搬に転換していく必要がある。

欧州では人力運搬の重量制限もあって、現場に常駐し、作業者自らが操作する定置式水平ジブクレーン（以下、ジブクレーン）（**写真-1**）が広く使用され、人力運搬が極小化されている。一方、我が国の土木工事では、技能者による人力運搬を優先する仕事の仕方から、ジブクレーンの使用実績は少ない。

本稿では、日本の土木工事にてジブクレーンが現場に導入された場合に、どの程度人力運搬が減少するかを評価するため、国土交通省九州地方整備局が当研究室と協力して行った試行工事の結果を報告し、今後の研究の方向性を紹介する。

写真-1　定置式水平ジブクレーン

２．試行工事のモニタリング概要

試行工事として行われたのは、鳥栖久留米道路の橋台整備工事（縦列で3基整備）であり、ジブクレーンはフーチング及び堅壁の施工（令和4年2月14日～5月31日）で使用された。

この期間の施工現場をビデオカメラ8台で撮影し、後日、この映像からクレーンと人力で行った全ての運搬を抽出し、運搬物の種類、工程（鉄筋工、型枠工、足場支保工、コンクリート打設工）、発着の種類（起終点が資材搬入用トラック、資材置き場、施工ヤードのいずれに相当するかで分類）を整理した。また、クレーン使用後に、現場代理人と職長に、人力運搬からクレーンによる機械運搬への転換に関して、ヒアリングを実施した。

３．試行工事の結果

工程と運搬方法別（クレーン、人力）に運搬回数を区分した結果を**図-1**に示す。人力運搬は鉄筋工の工程で特に多く、足場支保工、型枠工でも100回以上確認された。

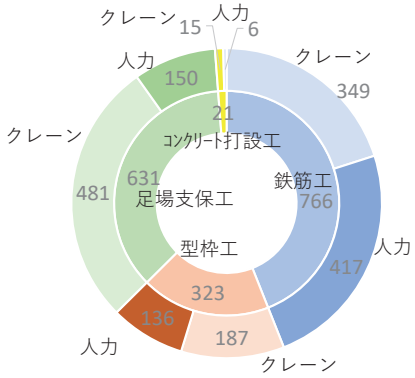


図-1　工程・運搬方法別運搬回数

ヒアリングにて、ラフタークレーンを使用する通常の現場では人力運搬をしているが、今回は機械運搬に転換した物があるかを聞き取ったところ、型枠工工程での型枠板の施工ヤードへの搬入出、足場支

保工工程での建枠等鋼材の二次運搬が該当するとの回答であった。これらの運搬回数を集計したところ、全運搬の14.5%に相当することがわかった。（表-1中の青色部分）

表－1　ジブクレーンによる人力運搬転換可能性

工種	1. 従来運搬（推計）	2.改善済み（実績）	3.追加改善手法	4.追加改善検討対象
鉄筋工	0	349	-13	-280
型枠工	28	136	-1	-88
足場支保工	81	150	-17	0
コンクリ打設	0	6	0	0
合計	+109	641	-31	-368
転換率	-	14.5%	4.1%	49.1%
累計転換率	-	14.5%	18.7%	67.7%

改善済み:レベル1
型枠工:施工ヤード運搬
足場支保工:二次運搬

実施可能:レベル2
小物をカゴ等で運搬

要検討:レベル3
鉄筋:二次運搬
型枠:組立運搬

4．更なる改善可能性の推計

本試行工事の施工者には事前にジブクレーンの使用方法等の講習を行ったものの、使用するのは全員が初めてであった。そこで、更なる改善の余地がどの程度あるのか、推計を行った。

まず、他の試行現場で確認された工夫の中で、金具等の小物を鋼製のカゴに入れて、足場各階まで機械運搬する取り組み（写真-2）は、本現場でも取り入れられそうであった。この工夫は、技能者の足場昇降回数が縮減し、身体負担と作業時間が縮減され、重量物を持ち階段を昇降する際にバランスを崩して発生する転落事故の抑制も期待されるものである。これに相当する運搬が、全体の約4.1%存在した。（表-1中の桃色部分）

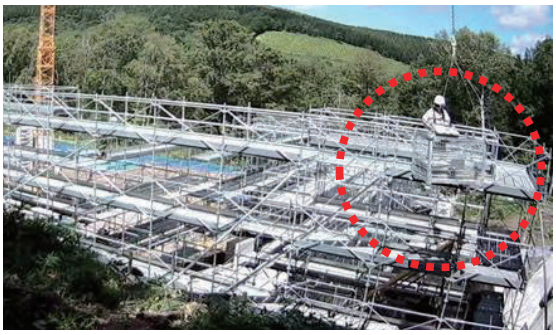


写真-2　カゴを用いた資材運搬

更なる工夫を行うターゲットを抽出するため、各工程で人力運搬回数の多い資材を対象に、発着と運搬方法別に運搬回数を集計した。整理結果の一例として、鉄筋の運搬状況を図-2に示す。これを見ると、鉄筋の二次運搬（施工ヤードに搬入した鉄筋の再運搬）において特に人力運搬が多いことがわかる。

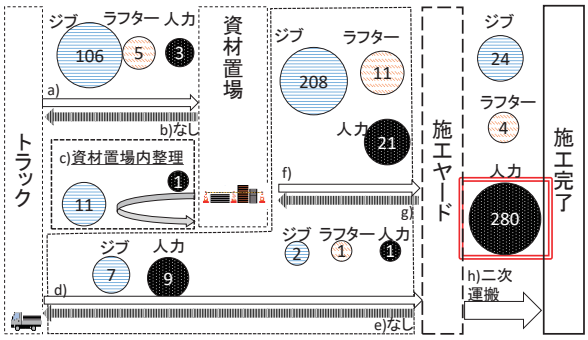


図-2　鉄筋（鉄筋工）　発着・運搬方法別運搬回数

同様に資材置き場内での型枠板の移動でも人力運搬が多かった。これらの運搬回数は、表-1中の赤色部に示すとおり、全運搬の約半数に相当する。

これらの改善方法としては、鉄筋を二次運搬先で所定の本数だけ容易に取り外せる吊具を使用する、組み立てた状態でクレーン運搬ができるシステム型枠を作業がしやすい資材置き場で組み立てて据え付ける等の工夫が考えられる。今後予定している施行工事で効果を検証する予定である。

5．まとめと今後の方向性

本稿で紹介した、鉄筋、型枠等の建設技能者は全国的に不足しており、特に、地方部で行われる小規模の工事で顕在化している。

当研究室は、地方の中堅企業と現場での施工の工夫、リソースマネジメント、技能者教育や建設文化の改善等を対象に、令和4年度から共同研究を開始した。技能者不足下で社会資本整備・管理を持続的に行う施工方法はどのようなものか、人力運搬の縮減に象徴される新たな仕事の仕方のトータルデザインを共同研究者と見出していきたい。

☞詳細情報はこちら

1）第40回　建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会　講演集「建設現場の労働環境改善に向けたコンクリート躯体工の資材等運搬状況における整理及び検討」（システム研HPに掲載予定）

現場の環境変化を考慮した土木施工の安全対策の高度化に関する調査

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

社会資本マネジメント研究センター　　社会資本施工高度化研究室
室長 山下 尚　　主任研究官 大槻 崇　　研究員 鈴木 達規

（キーワード）　土木施工、安全、リスクアセスメント

１．はじめに

人口減少局面に移行する中、建設業では他産業に比して若手入職者がより一層減少しており、就業を避ける要因：３K（きつい・きたない・危険）の一つとして、安全対策の向上は大きな課題となっている。

また、建設業は労働災害一件当たりの労働者の労働日の損失日数が、全産業の中で最も大きく、直接的な建設現場の生産性向上のためにも、安全対策の高度化が重要である。

２．建設業における安全対策としてのリスクアセスメントの現状

建設業においては、国土交通省による1968年の「土木工事安全施工技術指針」、厚生労働省による1972年の労働安全衛生法の制定により、労働災害の発生抑制責務の明確化と、経験的に得られていた安全対策を明文規定したことが、1975年以降の大幅な労働災害の削減に寄与した。その後、新たな経験則が積み重ねられ、安全対策に関する規定が充実化した。

一方で、1990年代に入り、労働災害の発生が下げ止まりを見せる中、2006年の労働安全衛生法改正により「リスクアセスメント」が努力義務化された。これは、経験則から得られた教条的注意事項の単純な遵守という受身的な枠組みから、事業主及び労働者の双方が、それらの注意事項の有効性と必要性への理解を向上させるとともに、自主的な安全措置向上を求めるというスタンスへの変化を表している。

建設労働災害防止協会による、リスクアセスメントを建設業においてPDCAで回すマネジメントシステム：COHSMSの認証が2008年にスタートしてから累積で199事業場が登録されてきたが、現時点では128事業場の登録にとどまっており、リスクアセスメントを実施する体制の難しさを表している。リスクアセスメントの実施については、大手でも容易ではなく、ましてや中小規模建設会社では更に困難となる。そのため、中小規模建設会社が取り組みやすい仕組みの構築支援に向け、リスクアセスメントに用いられるコンテンツの見直しを通じた支援に取り組むことを企図したところである。

３．経験年数と事故発生率に関する考察

独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所が2017年に行った全産業での労働災害年千人発生率の横断分析の結果、建設業の事故発生率が全産業に比して、3倍程度高いことが示されている。（図-1）。

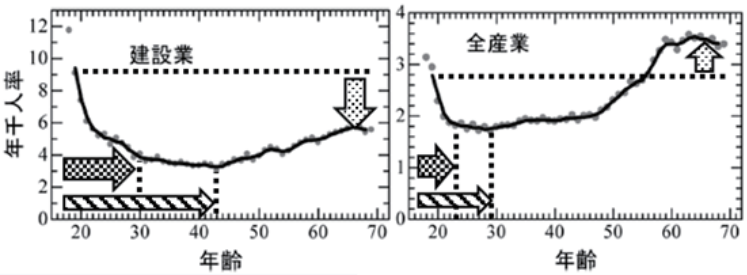


図-1　建設業と全産業での年齢毎の災害年千人率の比較

また、以下2つの顕著な特徴があることを確認した。

(1) 事故発生率の底打ちまでに年数がかかる

図-1中に斜線ハッチで示す矢印を確認頂くと、全産業が30歳で事故発生率が底打ちするのに比べ、建設業では、40代前半でようやく底打ちを迎える。

他の産業に比して、労働の中で行われる作業の種類と環境要因が多岐にわたることがこの原因と考えられ、いわば、経験の蓄積が労働災害発生抑制に重要であると考察した。

(2) 高齢者層での事故発生率の上昇が緩やかで、最大値は若年者層に比して半分程度に留まる

全産業では、若年者層での事故発生率を50代中盤から上回る傾向が確認される一方で、建設業では、60代でも、若年層の半分程度の事故発生率に留まっている。経験蓄積による労働災害発生抑制効果が建設業では他産業よりも高いことを示唆するものと考えられる。

これらの結果より、リスクアセスメントに用いられる資料の見直しに向けては、現場経験数の少ない技術者(施工管理者)や技能者(施工作業者)に向けることとした。

4．リスクアセスメント資料の課題調査

建設機械施工の現場で用いられている既存のリスクアセスメント資料として、国土交通省総合政策局公共事業企画調整課が発行する『建設機械施工安全マニュアル』がある。当該資料について、建設業未経験者に対して、資料内容の説明とともに、その資料内容の理解困難な点についての聞き取り調査を行った。

その結果、安全事項として、どのような確認事項や注意点があるかについては、リストと挿絵によりわかりやすいとの反応がある一方、出てくる用語に関し、そもそも「法肩」などの用語が何を指すか分らないことといった、作業内容を理解するためにも必要な根本的な用語の難しさがあることがわかった(図-2)。

また、具体的な安全作業を指す用語の理解は、更に理解が難しいとの結果も出た。

例えば、「一山残し」といった行為に関する用語については、何のために必要なのか、どういった効果が具体的に得られるのか、といったことへの意味の理解が困難との指摘があり、また、安全行動については、その具体的な行動のみを説明するのではなく、どういった危険性に対して、何のために行うのか、といった点についての解説と説明を施していくことが求められていることがわかった。

図-2 『建設機械施工安全マニュアル』P32ブルドーザ掘削での理解困難点

2023年中に当該資料の見直し案を策定することとし、国土交通省本省関係部局と作業を進めている。

5．中小規模建設現場での活用に向けたソフトウェアベンダー等との連携にむけた取組み

建設業の生産性向上に向け、中小施工会社でも、工事積算における市販ソフトの活用とともに、そこで作成した積算内容を使って、発注者と共有する施工計画書の作成なども市販ソフトを使って作成する動きが進んでいる。

当該ソフトでは、積算の歩掛かり表などにある、使用機材と作業内容から、「作業指示書」や「KY(危険予知活動)実施書」を半自動で作成できるソフトが市販されるようになってきており、その作成の容易さから、中小規模建設会社でもリスクアセスメントの実施に取り組む会社が増えてきているということが、施工会社やソフトウェアベンダーへのヒアリングから確認された。

ベンダーに対して行ったヒアリングから、『建設機械施工安全マニュアル』等の公的なリスクアセスメント・コンテンツを上記ソフトへ取り込む際の公開方法等の課題について指摘を受けており、その点に配慮した公開方法について追加検討が必要である。

6．今後にむけて

本調査の結果を踏まえ、『建設機械施工安全マニュアル』における作業内容の理解とその危険源への理解に重点を置いたリスクアセスメント・コンテンツの整備を進めていく。

社会資本のストック効果の経済分析手法に関する調査

（研究期間：令和３年度～令和４年度）

社会資本マネジメント研究センター　建設経済研究室
室長（博士（工学））小俣 元美　　主任研究官 原野 崇

（キーワード）　経済分析手法、ワイダー・エコノミック・インパクト、集積効果、在宅勤務

１．はじめに

国総研では社会資本のストック効果をより幅広く捉えるための調査研究を行っている。本稿では、英国等で進められている「広範な経済効果（ワイダー・エコノミック・インパクト（以降、WEI））」のうち、「集積の効果」の算定手法における、COVID-19（コロナ感染拡大）の影響をふまえた検討内容を含め、英国の交通分析評価に関する指針の改訂動向について報告する。

２．英国における指針改訂への動き

英国交通省は2020年7月、WEIの計測方法を含めて掲載している英国交通省の交通分析評価に関する指針（Transport Analysis Guidance：以降、TAG）をアップデートするためのルートマップを公表し、翌年の2021年5月にはTAG更新の方向性を記載したアップデートレポートを公表した。

図　TAG（指針）アップデート方針のレポート（左：2020、右：2021）

このアップデートレポートにおける指針改訂の内容は、割引率の適切な運用、費用便益偏重の評価慣行の見直し、長期評価、コストの楽観性バイアス、不確実性、景観価値評価など幅広い。特に集積の効果については「在宅勤務の増加が生産性に与える影響はエキサイティングな新しい研究分野」とされた。

表　英国TAG（指針）アップデートに関するフレームワーク（抜粋）

更新項目（抄）	変更のフレームワークと背景・考慮事項（抜粋）
長期的な経済見通しをふまえる	●長期予測をもとにTAG（Transport Analysis Guidance：分析指針）データブックを更新（成長率等）．時間の経過とともに評価値を引き上げる際の証拠、割引率の適切な適用について調査検討．
グリーンブックレビュー	●Green book review（政策の事前評価や事後評価に関するガイドブックの改善（BCR（費用便益）偏重の現在の評価慣行の見直し等）に向けたレポート）を受けての対応等のための説明を提供．
楽観性バイアス	●コストと納期についての楽観的な事項の調整が必要．新しい上昇率の数値に加え、インフレの扱いに関するガイダンスを提供．
COVID-19と不確実性	●COVID-19とその措置による行動への影響は大きく、完全な解除後でも個人がどのように対応するか、トラベルの減少が中長期的に持続するかは不明であり、現在の傾向の展開についての不確実性は重要．
集積効果	●COVID-19パンデミックがトラベルや労働パターンに与える影響、交通が長期的に集積に与える影響、集積に及ぼす影響の理解のため、在宅勤務と集積メカニズムの理論的基盤を調査．今後、ガイダンスを変更． ●在宅勤務でフェイス・ツウ・フェイス（対面）が減となった際に、輸送スキーム向上が生産性を向上させ得るのかどうか．在宅勤務の増加により労働者の生産性自体が低下する可能性は低いが、輸送による集積効果は以前ほど重要ではなくなる可能性があり、より検討する価値のある課題．

３．COVID-19（コロナ下）における集積の効果

COVID-19 による在宅勤務の増加が、WEIの中で代表的な効果である「集積の効果」に影響を及ぼす可能性があることがアップデートレポートに示された。また、COVID-19 による行動変容（在宅勤務の増加等）が集積効果にどのように影響するかについての調査報告「Agglomeration under Covid（コロナ下での集積）」も同時期に英国交通省から公開されている。

TAGにおける集積の効果の計測は、域内の雇用者数、一般化費用及び距離減衰パラメータから算出される「有効密度」の変化率、産業の弾力性、域内総生産を用いて算出されるが、当調査報告では、在宅勤務の増加が弾力性や減衰パラメータに影響を与える可能性について、集積経済の源の各メカニズム（「マッチング」「共有」「学習」）における弾力性等への影響度合いを定性的に示している。具体的には、在宅勤務は旅行費用を下げること（一般化費用等の低下）でマッチングメカニズムを強化するかもしれないが、学習メカニズムが対面の接触に依存している場合は損なわれる可能性（弾力性の低下）があるとしている。

今後もストック効果を幅広く捉える調査研究を、社会経済動向をふまえつつ進めていく予定である。

下水道における カーボンニュートラルに 向けた検討

（研究期間：令和３年度～）

下水道研究部　下水処理研究室
室長　重村 浩之　主任研究官　太田 太一　研究官　中村 憲明　交流研究員　安倉 直希

（キーワード）　脱炭素、温室効果ガス排出削減、エネルギー分科会

１．はじめに

現在、我が国は、温室効果ガスの排出削減目標として、2030年度に2013年度比で46%削減、2050年にはカーボンニュートラル（CN）を目指している。下水道分野においては、下水汚泥由来のバイオガス利用等、CNに貢献できる要素が多く存在する。そのような背景もあり、国土交通省は2021年度に「下水道政策研究委員会　脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」を開催し、脱炭素社会の実現に貢献する下水道の将来像を定め、関係者が一体となって取り組むべき総合的な対策とその実施工程表について、報告書として取りまとめた。

このような動きを受け、国総研下水道研究部においても、2021年度より、下水道技術開発会議エネルギー分科会で、温室効果ガス削減の下水道分野における2030年度削減目標である2013年度比208万トン-CO_2削減、2050年CNに必要な技術の検討を本格的に開始した。本稿では、上記分科会のこれまでの取組状況について紹介する。

２．2021年度の取り組み

2021年度に開催した上記分科会では、2022年3月に、「カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術の技術開発等に関するエネルギー分科会報告書」を取りまとめた。2021年度の検討においては、2030年度の目標達成のために導入すべき技術を整理し、既存の省エネ対策・創エネ技術に加え、下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）の技術等を組み合わせることで、温室効果ガスを大きく削減できる可能性がある試算結果を示した（図-1）。

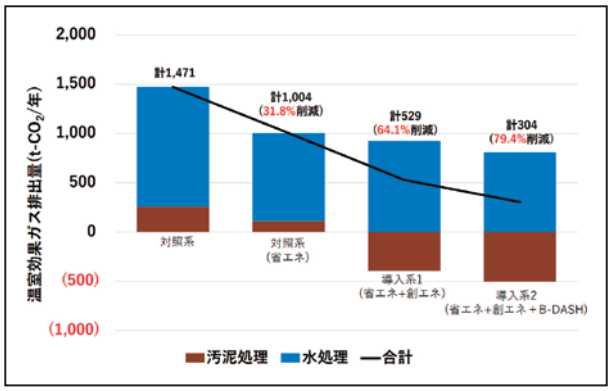


図-1　2030年度目標達成に向けた温室効果ガス排出量の試算結果

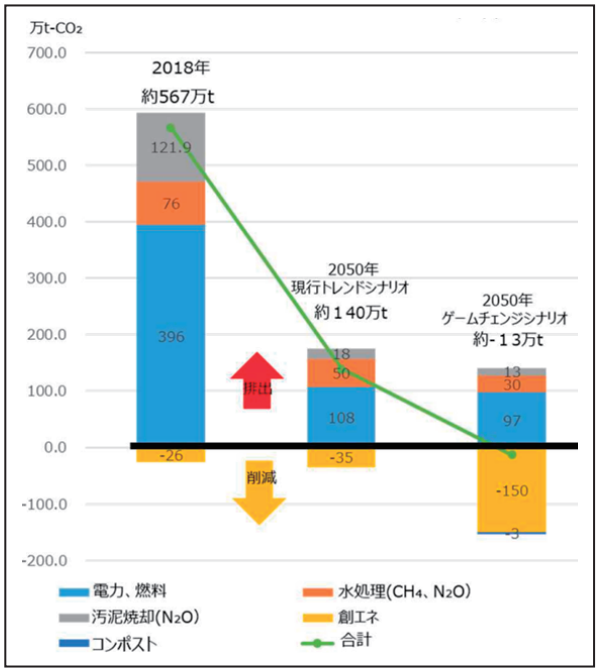


図-2　2050年度CNに向けた温室効果ガス排出量の試算結果

また、2050年CN実現のため、既に実用化されている技術の導入拡大を中心としたシナリオ（現行トレンドシナリオ）と、更なる技術開発等を盛り込んだ

シナリオ（ゲームチェンジシナリオ）による温室効果ガス排出量の試算を行った（**図-2**）。また、上記の検討内容等を踏まえ、2050年CNの実現に貢献するための下水道技術の技術開発項目について、ロードマップとして整理を行った。

3．2022年度の取り組み

2022年度においては、2022年12月末現在で、上記分科会を2回開催しており、もう1回開催予定である。

2030年度目標達成に向けた取り組みとしては、温室効果ガス削減目標設定支援ツールの作成検討を行っている。このイメージ図を**図-3**に示す。処理方式別に下水処理場を分類した上で、平均的な温室効果ガス排出量原単位を整理し、自身と同規模の処理場とどれくらい違いがあるか把握したうえで、省エネ（省電力機器の導入等）や創エネ（消化ガス発電等）、下水汚泥焼却の高度化による目標値を設定する。また、本ツールは新技術導入による温室効果ガス排出削減の効果試算もできるよう検討しており、各地方公共団体の下水処理場での温室効果ガス削減に資するため、本ツールの早期の公開を目指している。

2050年CNに向けた検討としては、2021年度に検討した2050年のゲームチェンジシナリオの試算結果（**図-2**）について、より実現可能性の高い技術内容を盛り込むよう、検討を進めている。電力や燃料の消費、水処理プロセスや汚泥焼却施設からの温室効果ガスの排出、消化ガス発電や汚泥の固形燃料化等による温室効果ガス排出量削減にあたり、個別技術を検討したうえで、温室効果ガス排出量について精査している（**図-4**）。今後、精査を進めながら、2050年に温室効果ガス排出量を実質ゼロにするための方策や導入すべき技術について検討を進める。

その他、下水処理と廃棄物処理を連携させた資源循環システムについて、コストや温室効果ガス排出量の定量的な評価手法を検討している。また、下水処理過程で発生する一酸化二窒素（N_2O）の排出状況やメカニズム分析等についても、自動測定機を用いた連続モニタリングも活用しつつ、鋭意検討を進めている。さらに、将来的な下水道・流域管理・社会システムの全体最適のあり方に関する議論に備え、処理規模や立地等地域特性を考慮した効率的な下水道資源の活用方法や、将来的に有効と考えられる新技術情報も収集していく予定である。

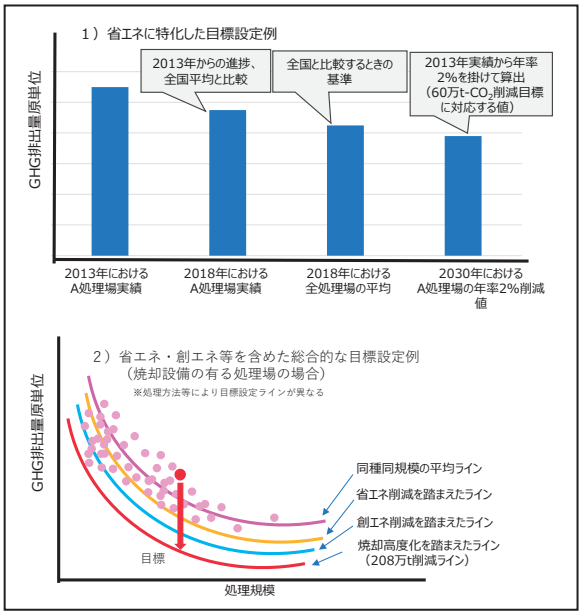


図-3　温室効果ガス（GHG）削減目標設定支援ツールの手法のイメージ図

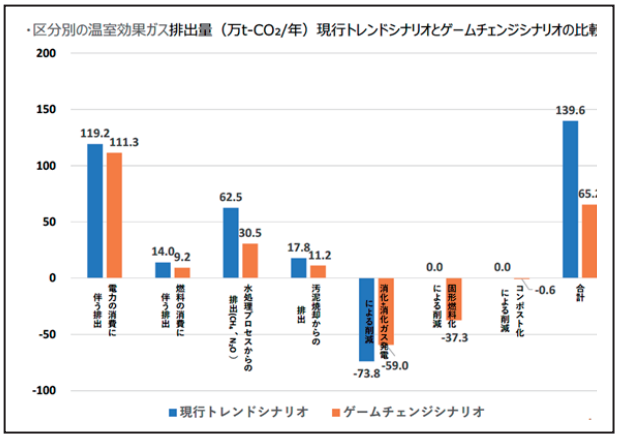


図-4　2050年の温室効果ガス排出量の検討状況

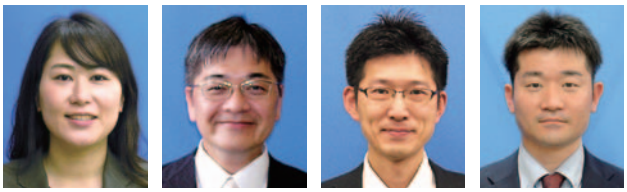
4．今後の展開

2023年以降も、2050年CNに向け、必要な下水道技術等について引き続き検討し、脱炭素社会へ貢献していく。

☞詳細情報はこちら

1）国総研下水道研究部　下水道技術開発会議エネルギー分科会　ウェブサイト
http://www.nilim.go.jp/lab/eag/energybunkakai.html

幹線道路の旅行速度に沿道出入交通が与える影響の分析



（研究期間：令和２年度～令和５年度）

道路交通研究部　道路研究室
研究官（博士（工学））青山 恵里　室長 松本 幸司　主任研究官 河本 直志　交流研究員 茂田 健吾

（キーワード）　道路階層、旅行速度、遅れ時間

１．はじめに

我が国の道路ネットワークは一般道路における旅行速度が低水準に留まっており、高速道路における旅行速度との差のもとで中間的な旅行速度を確保する道路が少なく、道路ネットワークの適切な階層化が構築されていないことが課題として挙げられる。一般道路の旅行速度には、中央帯や沿道出入りの有無、信号交差点間隔等が影響することが明らかになっており、国総研では目標旅行速度を達成するための道路構造要件の目安等を示すことを目指している。

本分析では、一般道路における旅行速度に与える影響として沿道出入りに着目し、まず、片側2車線の幹線道路において流出入車両が幹線道路上の流出入直後車両に与える影響の実態を把握し、その結果を踏まえ、交通シミュレーションを用いて区間全体としての影響を検討した（図-1）。

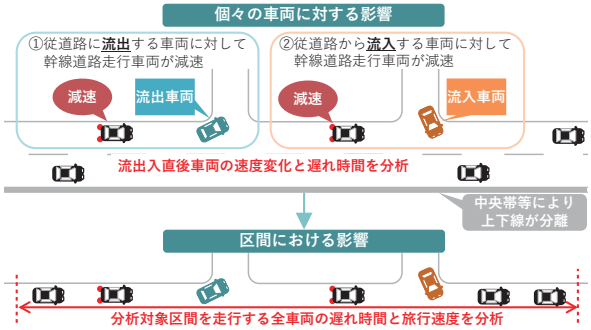


図-1　分析対象のイメージ

２．流出入車両が幹線道路走行車両に与える影響

(1) 調査概要

国道21号に接続する4箇所、国道274号に接続する2箇所の無信号交差点を対象に、流出入部、流出入部上流および下流が映るようビデオカメラを設置し、計24時間の観測映像を地点毎に取得した。いずれの地点も片側2車線で中央帯等により上下線が分離され、流出入挙動は左折流出と左折流入のみである。

(2) 個々の走行車両の速度変化の分析

幹線道路を走行する車両の中から、流出入直後車両として前方約150m区間内で流出入が生じた車両を抽出し、流出入部直近と、上流側3地点、下流側1地点における速度を取得した。1つの無信号交差点を例に、各流出入直後車両の速度の変化の分布を図-2に示す。ここで、「流出」は流出車両の直後車両、「流入」は前方で流入車両があった幹線道路の直後車両である。流出・流入どちらにおいても、上流100mまではほぼ自由流速度と同程度の速度で走行しているが、上流側50mから流出入部（0m）において速度の低下が見られ、下流側150mの地点でほぼ自由流速度に回復することが確認された。流出の方が速度低下が大きい傾向にあるが、流出だけでなく流入によっても幹線道路走行車両が遅れを被る可能性が示された。

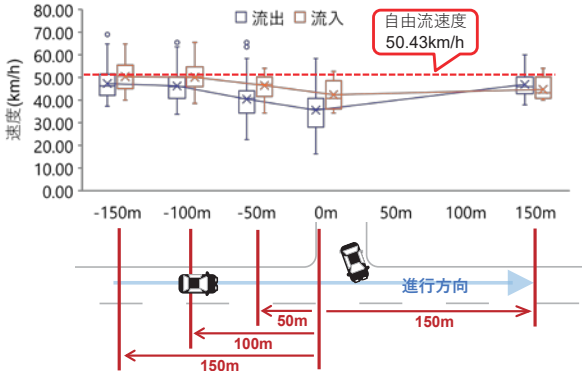


図-2　流出入車両の直後車両の速度変化

次に、流出・流入車両による幹線道路走行車両の遅れ時間を、流出入直後車両の実旅行時間と自由流旅行時間の差とし、実旅行時間の方が小さくなった

場合は0として算出した。各無信号交差点における遅れ時間を、前方車の流出入挙動別に集計したものを**表-1**に示しているが、流出・流入のどちらにおいても遅れ時間が発生していることが確認された。一方で、遅れ時間は地点によってばらついており、今後は地点による違いや路線による違いについても検討する必要があると考えている。

表-1　平均遅れ時間

地点No.	流出(秒)	流入(秒)	全体:流出・流入(秒)
1（国道21号）	2.19(110)	1.44(4)	2.16(114)
2（国道21号）	3.27(100)	2.01(15)	3.10(115)
3（国道21号）	2.18(56)	1.33(7)	2.09(63)
4（国道21号）	1.89(194)	1.17(49)	1.74(243)
5(国道274号)	1.79(60)	1.48(14)	1.73(74)
6(国道274号)	0.95(357)	1.19(28)	0.97(385)

括弧内はサンプル数を示す

(3) 区間における影響の分析

幹線道路上のある区間において流出入車両が与える影響を、交通シミュレーションを用いて検討した。調査を行った国道21号に接続する3地点が同一路線かつ近接した地点であるため、これら地点の位置関係や観測結果を用いてシミュレーション上で**図-3**のような道路区間を設定した。幹線道路交通量、流出入交通量、流出入箇所数が影響すると考え、これらの条件を変化させ、シミュレーションを実行した。

幹線道路を走行した全車両を対象に遅れ時間と旅行速度を求め、1台あたりに換算する。分析対象区間の幹線道路全体を走行した車両に加え、流出入車両が幹線道路を走行した区間で他の流出入車両から受けた影響も分析対象に含めた。

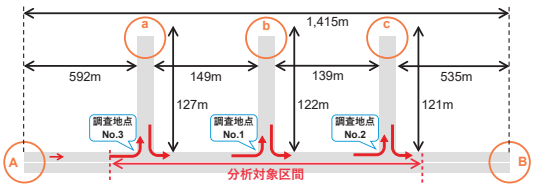


図-3　道路区間イメージ

まず、幹線道路交通量を変化させた際の遅れ時間と旅行速度を**図-4**に示す。1台あたりの遅れ時間にすると交通量が多いケースでも2秒に満たない結果となり、**表-1**に示す流出入直後車のみを対象とした遅れ時間の観測値（約2～3秒）と比較すると小さい。また、交通量の増加に伴って遅れ時間が増加し、平均旅行速度が低下する結果となった。また、これは流出入交通量を変化させた場合も同様であった。

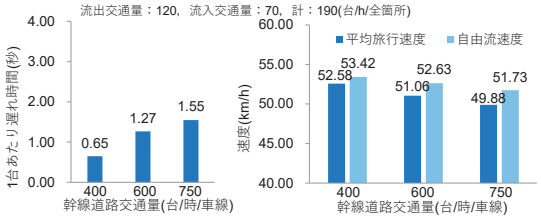


図-4　幹線道路交通量と遅れ時間・旅行速度

次に、流出入箇所数を変化させた際の遅れ時間と旅行速度を**図-5**に示す。箇所数の変化に関わらず総流出入交通量は変えていないが、流出入箇所数の減少により1台あたりの遅れ時間は減少し、旅行速度が向上するという結果になった。しかし、箇所数に関わらず総流出入交通量を変えていないということは、箇所数が減った場合は1箇所あたりの流出入車両が増加することとなり、非優先車両である流入車両は流入するまでの所要時間が長くなる。そのため、流出入箇所数の減少は幹線道路の旅行速度向上に寄与する可能性がある一方で、幹線道路以外の道路区間においては悪影響を及ぼす可能性が考えられる。

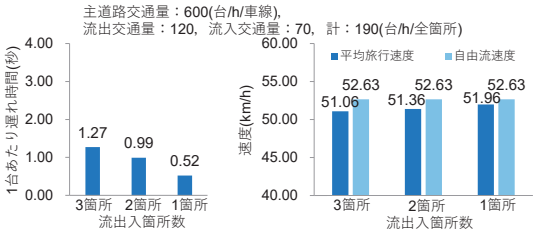


図-5　流出入箇所数と遅れ時間・旅行速度

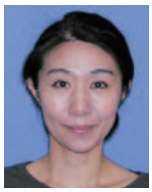
3．おわりに

幹線道路に接続する無信号交差点における流出入車両は、直後を走行する幹線道路の車両の速度を低下させるとともに、その前後の一定区間を走行する車両全体で見ても遅れ時間の発生や旅行速度の低下を招いている可能性があることがわかった。今後は信号交差点も含めた幹線道路旅行速度の低下要因の検討や、幹線道路に接続する道路を含めたネットワークを対象とした検討も行う必要があると考えている。

☞**詳細情報はこちら**

1）沿道出入交通が幹線道路の旅行速度に与える影響分析、第66回土木計画学研究発表会・講演集

現地走行及び調査を通じた自転車通行空間の通行安全性把握手法の検討



（研究期間：令和３年度～令和５年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
主任研究官 松田 奈緒子　室長（博士（工学）） 池田 武司　交流研究員 井上 航

（キーワード）　自転車通行空間、通行安全性、走行試験

１．はじめに

自転車事故の総発生件数は10年間で半減しているのに対し、自転車対歩行者事故件数は横ばいで推移している等の課題があり、自転車通行空間の整備が一層求められている。自転車通行空間の整備については、2012年11月に国土交通省と警察庁が「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」を作成し、自転車は車道通行が大原則であるという観点に基づき、道路交通状況に応じた設計の考え方が示されている。しかしながら、これまで自転車通行空間の整備が進められてきているものの、整備延長は令和2年3月末時点で約2,900kmに留まり、整備形態の約7割が車道混在となっている。

自転車通行空間の整備が進まない要因の1つに合意形成の難しさや自転車通行空間の整備効果が明確になっていないことが挙げられ、整備促進のためには、整備効果の見える化が必要である。

本稿では、自転車通行空間の通行安全性の観点における整備効果を把握するための指標を検討し、走行試験による検証結果を報告する。

２．文献調査に基づく指標の検討

自転車の通行に関する安全性の把握に係る国内及び海外の論文やガイドラインなどの文献を収集した。

国内の文献では、自転車関連事故件数や車道順走率、自動車の速度・交通量などの統計データ・観測値のほか、アンケート調査に基づく、危険感等の主観評価値、身体的な影響度合いを表す心拍変動などが指標として用いられていた。一方、海外の文献では、幅員構成や路面状況、規制速度など自転車通行空間の構造や交通規制に関するデータが用いられていた。

次に、整理したデータについて、計測やデータ入手の容易性、指標としての汎用性の観点を踏まえ、指標及び影響要因を選定した（**表-1**）。なお、指標は直接的に自転車の通行に関する安全性を把握できる可能性のあるもの、影響要因は安全性に影響を及ぼす可能性のあるものと定義した。

表-1　指標の検討結果

文献で用いられている指標		本研究での採用適否／調査手法		
主観値	危険感	採用	直接的に安全性を表す「**指標**」	アンケート調査
	快適性			
	危険と感じた回数			
事故・挙動	自転車関連事故件数			統計データ
	挙動変化（回数）			ビデオ調査
道路構造交通状況	車道順走率			
	平均速度			
	交通量		間接的に安全性に影響を及ぼす「**影響要因**」	
	大型車混入率			
	路上駐車台数			現地確認
	幅員			
	路面状況等			
身体影響	心拍変動	不採用	計測容易性の面で課題あり	
統合指標	自転車サービスレベル		適用モデルとして未確立	
	安全感評価モデル		研究段階のモデル	

３．走行試験による指標の妥当性検証

異なる整備形態（自転車専用通行帯、車道混在、整備なし）が連続する区間（**図-1**）を有する4路線において、10～11名の被験者による走行試験を行い、ビデオ調査やアンケート調査により、２で選定した指標及び影響要因を整理した。この指標及び影響要因について、異なる路線・整備形態間の比較分析及び、指標間の相関分析により、その妥当性検証を行った。ここでは指標についての結果を述べる。

図-1　調査対象路線のイメージ

整備形態間の比較分析については、**表-1**で示した指標のうち、代表的な指標である危険感、車道順走率、自転車関連事故件数の比較結果を示す。

危険感の比較結果については、被験者による5段階評価を点数化（点数が低いほど危険）し、路線・整備形態毎の平均点を比較に用いており、全路線で危険感が低いものから、自転車専用通行帯、車道混在、整備なしの順となっている（**図-2**）。

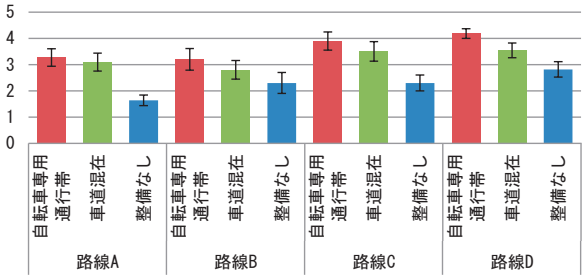


図-2　路線・整備形態別の危険感

車道順走率（総自転車通行台数に対する車道もしくは自転車通行空間を順走する割合）については、一部の路線で整備形態間の指標の大小関係に逆転が生じている（**図-3**）。指標の大小関係に逆転が生じている路線の実走行時に撮影したビデオ映像で、路上駐車を避け歩道を走行する状況が確認されたことから、路上駐車の有無が指標に影響している可能性が考えられる。

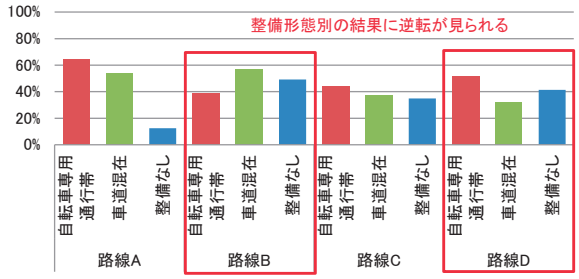


図-3　路線・整備形態別の車道順走率

自転車関連事故件数の比較結果については、路線、整備形態毎で指標のばらつきが大きい（**図-4**）。これは、自転車事故の発生件数が少ないことが要因と考えられる。また、評価の対象年次が自転車通行空間の整備後、一定程度の期間が経過していないと、適切に評価されない恐れがある。

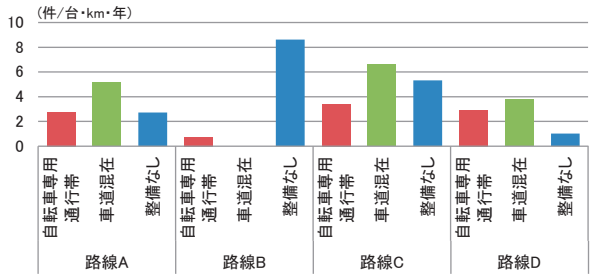


図-4　路線・整備形態別の自転車関連事故件数

また、指標間の相関分析の結果を**表-2**に示す。

危険感、快適性や危険と感じた回数、挙動変化（よろめきやふらつき）回数、車道順走率との間には「強い～やや強い相関関係」が確認され、自転車の通行に関する安全性を表現する想定通りの結果が得られた。

以上より、危険性、快適性、危険と感じた回数、挙動変化回数、車道順走率については、自転車の通行に関する安全性を評価する指標としては妥当である可能性が高いことが示唆された。

なお、自転車事故件数とは各指標とも必ずしも高い相関が示されなかったが、前述の通り自転車事故の発生件数が少ないことに起因していると考えられる。

表-2　指標間の相関分析

	危険感	快適性	危険と感じた回数	挙動変化回数	車道順走率	自転車事故件数
危険感	－	0.966	-0.743	-0.659	0.447	-0.117
快適性	－	－	-0.592	-0.646	0.492	-0.313
危険と感じた回数	－	－	－	0.628	-0.128	-0.302
挙動変化回数	－	－	－	－	-0.538	-0.026
車道順走率	－	－	－	－	－	-0.040
自転車事故件数	－	－	－	－	－	－

4．おわりに

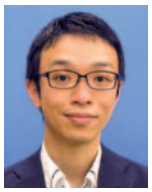
本稿では、自転車通行空間の整備効果の見える化にあたっての取り組みについて紹介した。

自転車通行空間の整備効果を明確化し、関係者間で共有することにより、自転車通行空間の整備促進につながることを期待したい。

☞詳細情報はこちら

1）第66回土木計画学研究・講演集（29-01）
現地走行及び調査を通じた自転車通行空間の通行安全性把握手法の検討

無電柱化事業における円滑な合意形成の進め方に関する研究



（研究期間：令和元年度～）

道路交通研究部　道路環境研究室
室長 大城 温　主任研究官 布施 純　研究官 大河内 恵子

（キーワード）　無電柱化、合意形成、事業のスピードアップ

1．はじめに

国土交通省では、2021 年 5 月に、無電柱化の推進に関する法律第 7 条の規定に基づき、新しい「無電柱化推進計画」[1)]を策定し、無電柱化を推進している。

これを踏まえ、国総研では、無電柱化事業に携わった経験がない又は豊富ではない地方公共団体の担当者向けに、無電柱化事業の基礎知識や関係者協議に関する事項等を解説する「無電柱化事業における合意形成の進め方ガイド(案)」（以下、「本ガイド」という。）を作成し、2022 年 4 月に公表した。

2．本ガイド作成の背景・目的

無電柱化事業の実施にあたっては、道路管理者や電線管理者等の事業者間の合意形成だけでなく、沿道の住民、店舗や企業等との合意形成も不可欠である。なぜならば、電線類の地中化や軒下配線、裏配線を実施する際には、沿道の住宅や店舗等への電力線や通信線の引込設備を移設する必要があるほか、無電柱化に伴い新たに歩道等に設置される地上機器、連系設備の計画や施工スケジュールについて、沿道住民等の理解を得る必要があるからである。

このように、無電柱化事業においては多くの関係者との多様な調整事項があり、道路だけでなく電力・通信技術に関する知識も必要とされ、無電柱化事業に携わった経験が少ない実務担当者には難易度が高い事業である。また、2020 年に全国の地方公共団体に行ったアンケート調査によれば、「過去 5 年間に無電柱化事業の実施経験がない」団体が約 8 割を占めている。このため、無電柱化事業の段階毎に行うべき調整事項や合意形成における留意事項を実務担当者が理解するための分かりやすい資料を作成することが望まれていた。

3．本ガイドの概要

本ガイドは、基礎編と本編に分かれている（図-1）。

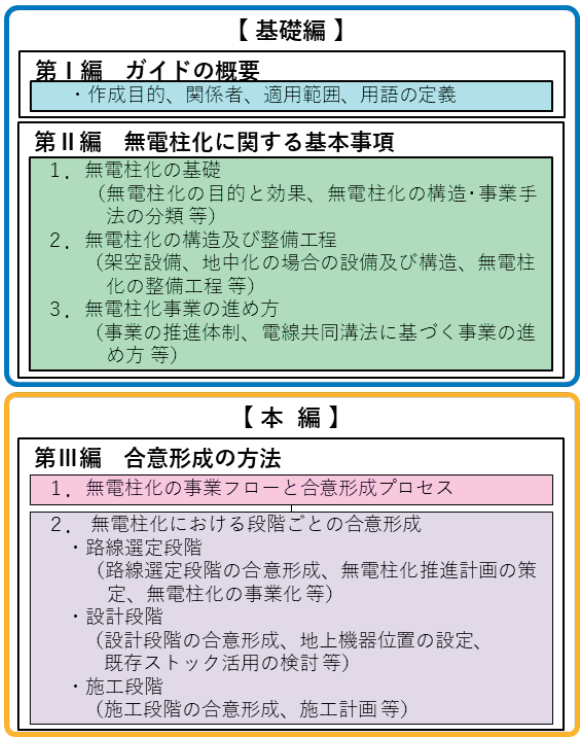


図-1　本ガイドの構成

(1) 基礎編

基礎編では、事業を実施する上で必要となる知識が得られるように、無電柱化に係る土木、電力及び通信の技術や無電柱化事業の進め方等について解説している。

(2) 本編

本編では、無電柱化事業における関係者との多様

な調整事項や円滑な合意形成のための留意事項を解説している。例えば、関係者との調整事項については、事業全体や各事業段階（路線選定段階、設計段階、施工段階）の基本的な流れを**図-2**のように示すことで、実施すべき業務や関係者間の調整内容を俯瞰できるようにした。

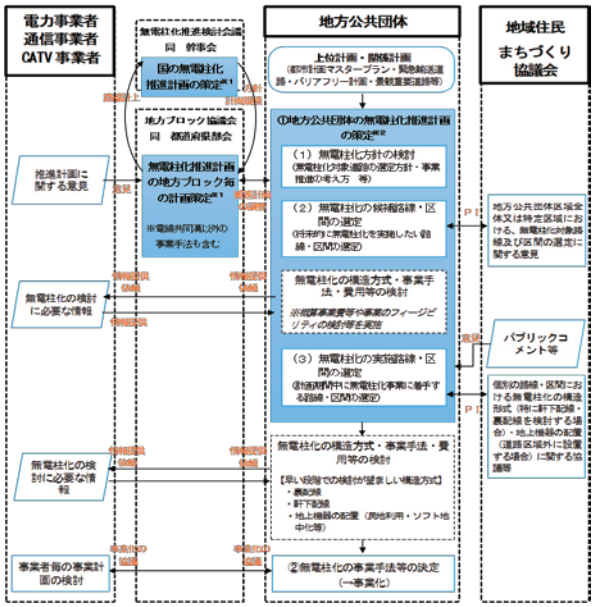


図-2　路線選定段階の基本的な流れのイメージ

①路線選定段階における合意形成

路線選定段階の合意形成の意義、地方公共団体の無電柱化推進計画を策定する際のポイント、無電柱化の事業化時に検討すべきこと等について記載している。地方公共団体の無電柱化推進計画を策定する際のポイントとしては、国の無電柱化推進計画や都市計画マスタープラン等の上位計画や関連計画を踏まえ無電柱化方針を検討すること、無電柱化方針を根拠として無電柱化の候補路線を選定していくこと等を挙げ、これらに関する留意事項を解説している。無電柱化の事業化時に検討すべきことには、裏配線・軒下配線の採用や既存ストックの活用等の低コスト手法の採用可能性の検討等がある。裏配線・軒下配線を採用する場合は、住民合意が不可欠になることを検討時の留意事項として解説している。

②設計段階における合意形成

設計段階の各実務における合意形成のポイントを記載している。特に、設計段階で調整すべき内容が多岐にわたる地上機器の設置、既存ストック活用については、詳しい内容を記載している。地上機器の設置については、歩道上の交通の安全性や円滑な交通に配慮が必要な場合の工夫等を解説している他、良好な景観形成を目的とした無電柱化においては、**図-3**のような周囲の景観等に配慮したデザインの工夫を検討するといった留意事項を解説している。

図-3　周囲の景観等に配慮したデザインの工夫

③施工段階における合意形成

工事前の住民説明の方法、施工計画の検討事項等について記載している。工事前の住民説明について、道路管理者や電線管理者が連携して無電柱化に係る工事の全体像を説明することが望ましいといった留意事項を解説している。

4．おわりに

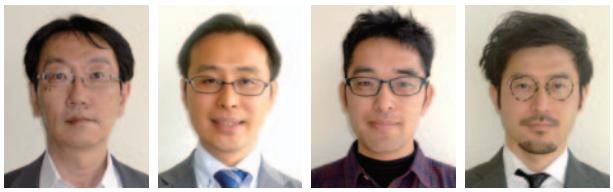
本ガイドは、国総研HP[2)]において公開しているのでダウンロードしていただき、広く活用いただけると幸いである。また、本ガイドは今後も継続して事例の収集や調査を重ね、内容を更新・充実させていく予定である。

なお、本ガイドの作成にあたり、学識経験者と関係事業者からなるワーキンググループ(WG)において、記載内容についてご意見やご助言をいただいている。WGの委員各位に厚く御礼申し上げたい。

☞詳細情報はこちら

1)　国土交通省：無電柱化推進計画
https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/pdf/21-05.pdf
2)　無電柱化事業における合意形成の進め方ガイド（案）
http://www.nilim.go.jp/lab/dcg/kadai6-mudenchu-guide.html

木質混構造を活用した中層大型建築物の普及のための技術開発



（研究期間：令和２年度～）

建築研究部　建築災害対策研究官　島田　和明
建築研究部　基準認証システム研究室　主任研究官（博士（工学））荒木　康弘
建築研究部　防火基準研究室　主任研究官（博士（工学））水上　点晴
建築研究部　評価システム研究室　主任研究官（博士（農学））秋山　信彦

（キーワード）　*木質混構造建築物、中層、構造性能、防耐火性能*

１．はじめに

木材需要拡大に向け、木質混構造を活用した中層の大規模建築物の建設を普及・促進するため、より一般的で合理性のある構造設計技術や防耐火設計技術を開発するとともに、設計に必要な壁や床等の建築物各部のデータを充実させるための構造性能や防耐火性能の実験を行っており、その概要を報告する。

２．技術開発の概要

(1) 木の構造材を表面に見せる大型建築物の一般化・合理化した設計技術の整備

木の構造材を表面に見せるために必要な構造実験や火災時の影響を把握するための火災実験を実施し、設計に参照されるデータを収集した。

国内では実現が難しかった天井面に木の構造材を表面に見せるための防耐火設計技術を提案し、その有効性を実験で確認した。

中層CLT工法＋S混構造に関する構造実験を実施し、鉄骨ブレース構造と同等の構造性能を有することを確認した。

(2) ガイドラインの作成、共同住宅設計例

5階建木質系復興住宅の構造設計ガイドライン及び簡易モデルによる構造設計例を作成した。

(3) 立面混構造の合理的な構造設計例の作成

中層大型木質系建築物で、構造耐力やコストの面でメリットのある立面混構造（CLT工法＋軸組or2×4工法、RC＋CLT工法）について、合理的な設計方法を開発するため設計例を作成している。

(1)CLT工法＋軸組or2×4工法　(2)RC造＋CLT工法

図　対象とした立面混構造

(4) コスト削減に資するCLT等合成床構造の仕様例の作成と構造・耐火性能の実験的確認

一般的な工法がなく耐火被覆や遮音対策のコストが高い中層大型木質混構造建築物の床工法について、コスト削減に資するCLT等合成床構造（RC+CLT等木質パネル床、S床梁+CLT壁）の仕様例を作成し、構造・耐火性能を実験で確認している。

写真　合成床試験体の耐火試験（試験後）

３．おわりに

新たな木材需要拡大や建設コスト低減に向けて、引き続き、より合理的な構造設計法や合成床構造等の一般工法・耐火被覆工法の提案を行っていく予定である。

音環境性能やコストを考慮した木造建築物の標準床断面仕様の検討

（研究期間：令和４年度～令和５年度）

建築研究部　設備基準研究室　　室長（博士（工学））山口 秀樹　　主任研究官（PhD）平川　侑

（キーワード）　グリーン、脱炭素、遮音、重量床衝撃音

１．はじめに

国土交通省の新たな住生活基本計画（令和３年３月１９日閣議決定）の概要では、CLT　（直交集成板）等を活用した中高層住宅等の木造化等により、まちにおける炭素の貯蔵の促進や、CLT等の新たな部材を活用した工法等や中高層住宅等の新たな分野における木造技術の普及等が課題の１つとされている[1)]。共同住宅における音環境について、平成３０年住生活総合調査の結果から、共同住宅の「構造」と「住宅に対する満足度：遮音」をクロス集計し、**図-1**に示す。これをみると、木造建築物の音環境性能は、コンクリート構造の建築物に比べて低い満足度で、普及促進には対策の必要があることがわかる[2)]。

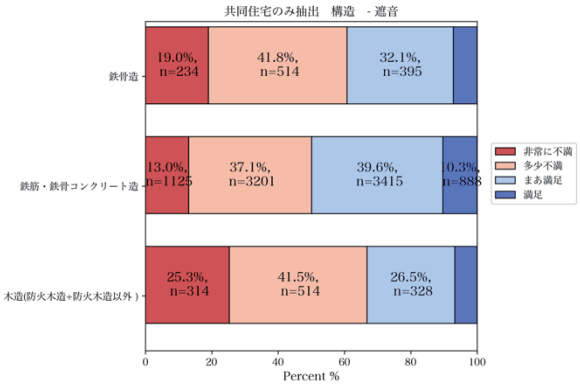


図-1　平成30年住生活総合調査における建物構造と遮音性能の満足度のクロス集計結果

中高層木造住宅の普及促進のため、設計の合理化や満足度は重要である。官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）では、音環境性能やコストを考慮した標準断面仕様の検討を行い、最終的には日本住宅性能表示基準の告示で適用する断面仕様例を提示すること目的としている。

２．年度の検討の内容

コンクリート等をCLTに施工するよりも安価に性能を確保するため、本年度は、**図-2**に示すような床構造を建築研究所敷地内のツーバイフォー６階建て実大実験棟２階部分に施工し、重量床衝撃音遮断性能等を測定した。

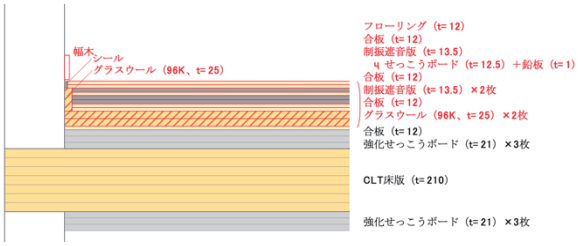


図-2　測定床断面仕様の例[3)]

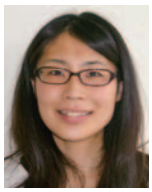
３．おわりに

検討結果、随時学会発表や技術資料等で公開していく予定である。

☞詳細情報はこちら

1)　新たな住生活基本計画の概要（令和３年３月 19 日閣議決定）（参照 2022 年１月 24 日）
2)　国土交通省住宅局：平成 30 年住生活総合調査結果、2020.８
3)　日本建築学会編，建物の床衝撃音防止設計（技法堂出版，東京，2009）

既存RC造マンションの長寿化に向けて－残存耐用年数評価手法および適正管理手法の検討－



（研究期間：平成 30 年度～令和４年度）

建築研究部　材料・部材基準研究室
主任研究官（博士（工学））土屋 直子　室長（博士（工学））三島 直生　主任研究官（博士（工学））根本 かおり

（キーワード）　既存RCマンション、劣化状態、数値指標、残存耐用年数

１．はじめに

郊外市街地において、高経年化してはいるものの構造耐力が確保されている既存住宅の有効活用が求められている。既存住宅の有効活用に向けては、既存住宅の現況の把握、残存耐用年数の推定および長寿命化のための対策の実施などが必要である。

そこで、RC集合住宅を対象として、残存耐用年数の評価手法および適正管理手法に適用する数値指標を提案するため、実験および調査により既存住宅の健全度を定量化し、指標の活用の可能性を検証した。

２．建物の健全度および残存耐用年数の評価方法

鉄筋コンクリートの劣化グレードは、鉄筋腐食による劣化に注目して、図-1の様に設定した。なお、劣化グレードは外観目視のみにより判定し、壁や庇といった部位ごとに評価した。続いて、建物を図-2に示すように青線で示すグリッドに分け、グリッドごとに劣化グレードを評価し、得られた結果の加重平均を用いた評価式により部位全体としての健全度を算出した。また、各部位の健全度の中で最も低い評価値を建物の健全度と評価した。残存耐用年数は、現在の健全度および健全度の変化速度から推定することとした（図-3参照）。

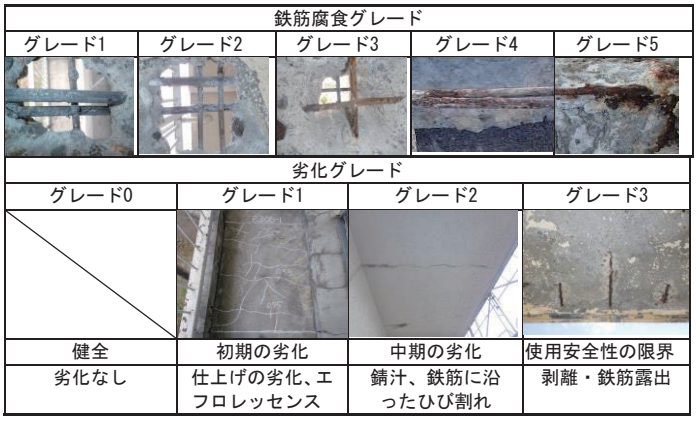


図-1　鉄筋腐食グレードおよび劣化グレードの状態の仮定

図-2　グリッドごとの劣化グレードの評価例

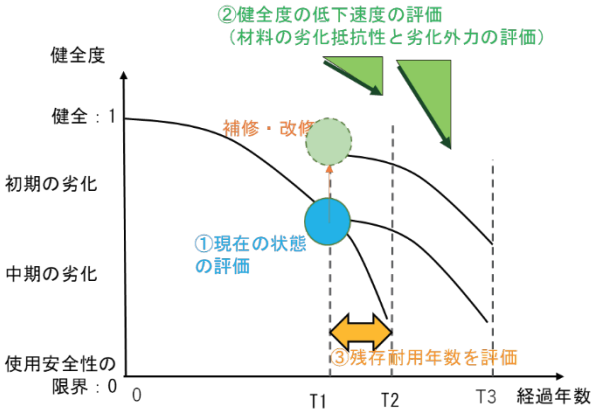


図-3　既存RC住宅の残存耐用年数の評価イメージ

３．調査および実験検証

（1）模擬壁部材の促進劣化実験

模擬RC壁部材に一定電流を通電して鉄筋腐食を促進させた促進劣化実験を行った。その結果、鉄筋腐食の進行に伴い、まず鉄筋に沿ったひび割れが発生し、次にかぶりコンクリートの浮き・剥離が発生し、最後に剥落することを確認した。図-4に、促進劣化実験結果の一例（かぶり厚さが小さい場合）を示す。この結果から、鉄筋腐食の進行に伴い、図-1の劣化

グレードの段階のように劣化事象が現れることを確認した。

（2）実建物の劣化グレードに関する調査

築年数が46年～69年のRC集合住宅10棟を対象として、劣化の調査を行った。調査は外観目視調査を行った後に、同じ位置の内部の鉄筋を斫り出して鉄筋の腐食グレードの計測を行った。**図-5**に、各鉄筋腐食グレードの位置で計測された外観目視による劣化グレードの検出割合を示す。鉄筋腐食グレードが大きくなるにつれて高い劣化グレードの検出割合が大きくなっていることが確認された。

以上（1）（2）より、目視により判定した劣化グレードは、鉄筋腐食と一定の相関があることを確認した。

（3）実建物の健全度に関する調査

築年数が46年のRC造集合住宅を対象に、各部位の健全度を評価した。**図-6**に建物B-2の結果例を示す。このとき建物の健全度としては、最も健全度が小さい部位であるバルコニー・庇の健全度を採用する。

また、建物Aは、築30年の時点で大規模改修を実施しており、改修前の劣化調査結果が残っていたことから、当時の健全度を劣化図面から評価し、健全度の時系列を示した。結果を**図-7**に示す。計測点数が少ないこと、および改修箇所以外の部分の劣化が健全度の算定に影響していることなど、単純な残存耐用年数の推定を行うことは困難ではあるが、より頻繁な健全度の評価結果を蓄積することで、適切な建物管理の実施および残存耐用年数の推定が可能となると考えられる。

4．おわりに

本検討では、RC集合住宅を対象として、鉄筋腐食による劣化の指標として既存住宅の健全度を評価し、実験および調査による検証結果から、提案した健全度の有効性を確認した。さらに、定期的な健全度の評価結果に基づく残存耐用年数の評価手法に関する検討も行った。評価手法の妥当性および評価精度の検証は今後の課題となるが、RC集合住宅の適性管理の実現に向けて、本指標の活用が期待される。

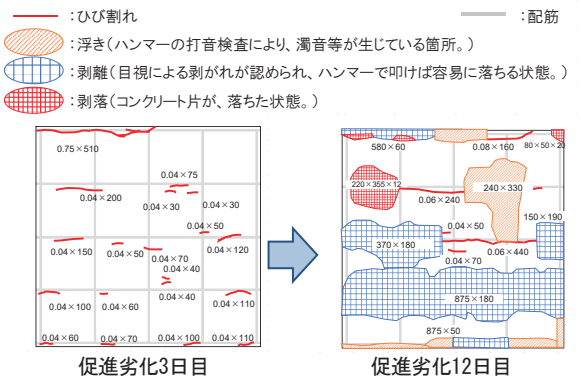


図-4　模擬壁部材の劣化促進実験結果の一例

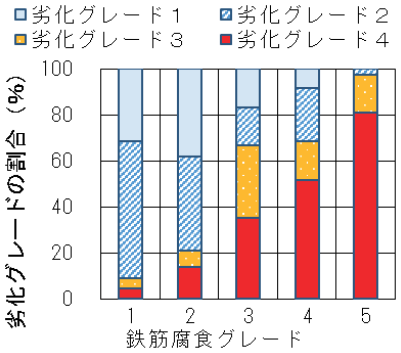


図-5　鉄筋腐食グレードと劣化グレードの関係
（9棟903データ）

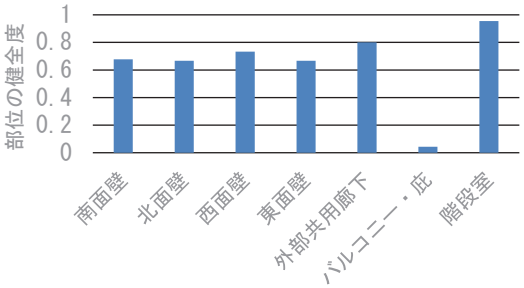


図-6　部位ごとの健全度の評価結果の例
（建物B－2の例）

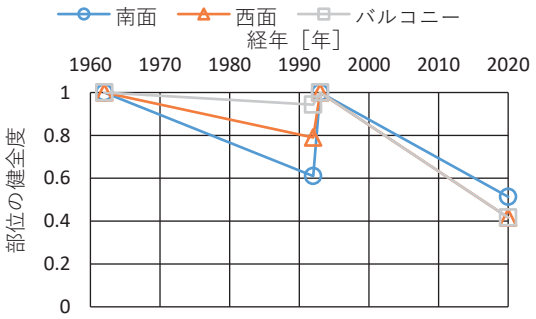


図-7　健全度のモニタリングの例（建物A）

RC造共同住宅ストックの有効活用に向けて ー構造性能を回復する２戸１化における補強技術の開発ー

（研究期間：平成 30 年度～令和４年度）

建築研究部　評価システム研究室　室長（博士（工学））　向井 智久
基準認証システム研究室　前主任研究官（博士（工学））　坂下 雅信

（キーワード）　RC造壁式構造、開口新設、開口補強

１．はじめに

高度経済成長期以降に計画的に供給された住戸面積が小規模な壁式RC造共同住宅を既存ストックとして有効活用する方法として，構造躯体である壁に開口形成を行い，2戸の住戸を1戸の住戸に連結化する2戸1化改修が考えられるが，住戸ごとの区分所有者が異なる分譲住宅においては，多数の区分所有者の合意形成が必要となる．そこで，合意形成の円滑化を図るための技術開発として，開口形成により低下した構造性能の回復を目的とした実験を行った．

２．鉄骨枠による新設開口補強技術

2.1 戸境壁の施工実験

本研究で提案した鉄骨枠による新設開口補強技術の施工方法の検証や問題点の抽出を目的として，施工実験を実施した．対象は1960年代に建設された壁式RC造住棟の戸境壁を模した縮尺0.6の同一の断面，配筋の耐力壁試験体3体のうちの2体（残り1体は，基準試験体として後述の載荷実験に使用）で，**写真-1**に示すように，開口部分のコンクリートをはつった後に，周囲のコンクリートの打ち直しを行い，壁板に鉄骨枠を挟み込むように設置することで開口周囲を補強している．**図-1**に試験体の形状を示す．

写真-1　開口の新設，補強を目的とした施工実験

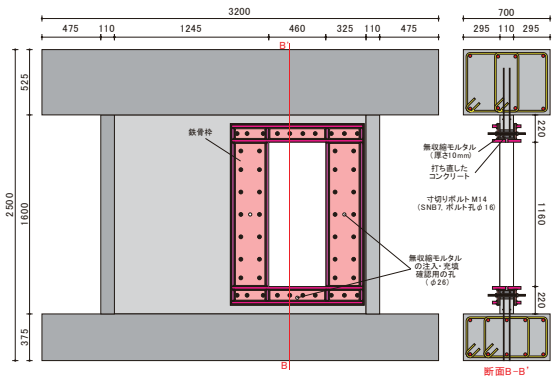


図-1　開口補強試験体の形状（単位：mm）

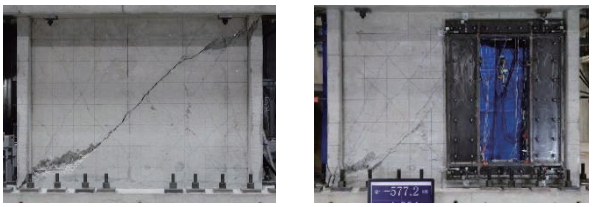
2.2 戸境壁の載荷実験

無開口の基準試験体1体と，施工実験で製作した開口補強試験体2体の載荷実験を行った．実験は，**写真-2**に示すように，一定の鉛直荷重を作用させた後に，2本の油圧ジャッキを用いて，地震力を模した水平荷重を与える正負交番の静的漸増載荷で行っている．

写真-3に実験終了時の各試験体の損傷状況を示す．いずれの試験体でも壁板でせん断ひび割れに沿ったずれが生じているが，開口補強試験体では，鉄骨枠がひび割れの進展を抑制している．また，**図-2**の荷重変形関係の包絡線に示すように，開口補強試験体では，技術基準解説書に記載されている基準試

写真-2　載荷実験の様子

験体（無開口耐力壁）のせん断耐力を上回る最大耐力を示しているだけでなく，小変形時から基準試験体と同等以上の水平荷重を負担していることが確認できた．以上の結果等を踏まえ，提案した補強方法が構造性能の回復に有効なものと判断している．



(a) 基準試験体　(b) 開口補強試験体

写真－3　実験終了時の損傷状況

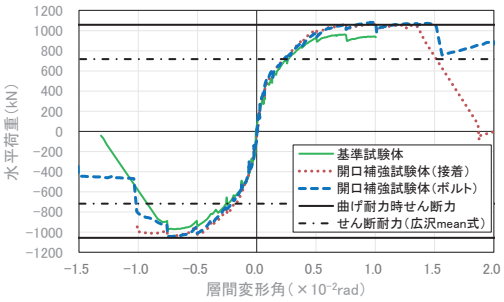
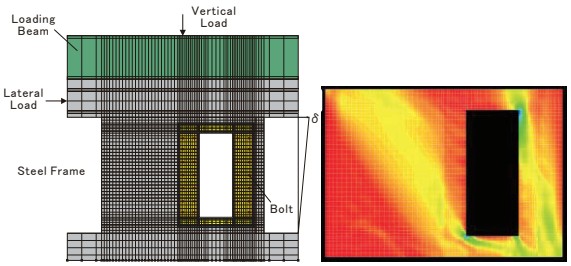


図-2　載荷実験における荷重変形関係

2.3 鉄骨枠及び接合要素の設計用応力の計算

載荷実験の結果を踏まえ，図-3に示すように，実験試験体を対象とした有限要素解析を実施し，載荷実験では計測が難しい鉄骨枠や，鉄骨枠と壁板を繋ぐ接合要素（接着面やボルト接合面）に作用する応力の抽出を行った．また，有限要素解析の結果を基に，図-4に示すように，戸境壁がせん断耐力を発揮する際の鉄骨枠の外力分布を仮定し，鉄骨枠を模擬した骨組モデルに作用させることで，鉄骨枠や接合要素の設計用応力を計算する方法を提案している．



(a) 解析モデル　(b) 壁板の最小主応力分布

図-3　有限要素解析による載荷実験の検証

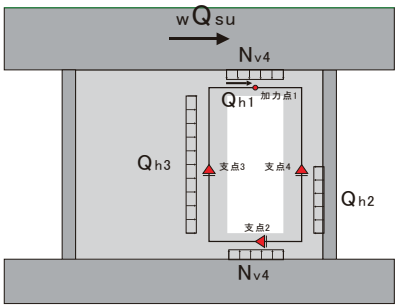
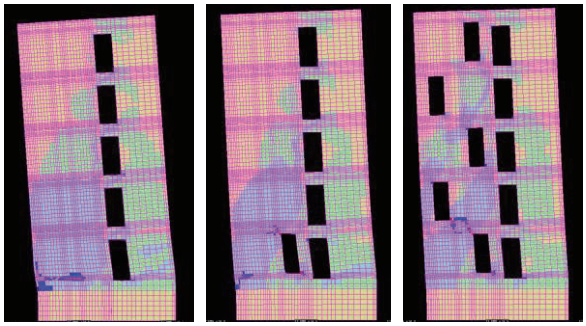


図-4　提案した鉄骨枠の設計用荷重の計算方法

3．提案技術の適用条件

前述した鉄骨枠による開口新設補強技術を実建物に適用する際には，建築物全体の構造安全性の確認を行う必要があるが，本研究では，構造性能の回復を前提とした改修方法を用いることから，戸境壁に設ける開口の寸法・位置や，同一階に設けることができる新設開口の枚数等に制限を設けることで，検討の一部を省略化することを検討している．図-5は，連層耐力壁を対象とした有限要素解析による検証結果の一例を示したものだが，本研究では，開口を複数形成することによる影響が小さく，図-5(c)に示すように上下階で新設開口の位置が異なる千鳥配置を採用している．



(a)元建物　(b)1Fに新設　(c)全階に新設

図-5　開口形成が戸境壁の構造性能に及ぼす影響
（×20倍、←地震力の向き）

4．今後の予定

得られた成果は，壁式RC造共同住宅のうち，主に賃貸住宅に関する一棟丸ごとの躯体改造技術の研究を実施している建築研究所とも連携して，改修に関する基本的な考え方を示した技術ガイドラインや設計・施工の具体的な方法を示したマニュアルとして整備する予定である．

空き家の管理・対策に要するコストと効果の定量化に関する調査

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

住宅研究部　住宅計画研究室　主任研究官（博士（工学））内海 康也　室長 藤本 秀一

（キーワード）　空き家、空き家管理、管理不全化予防、コスト推計

１．はじめに

近年わが国では、空き家が増加してきており、これに伴い、適切な管理がされていない「管理不全空き家」の将来的な増加が懸念されている。また、市町村や所有者の負担の増大も見られており、適切な管理や各種支援の実施により、空き家の管理不全化を予防するための対策の強化が求められている。これに対応するため、国総研では、「空き家の管理不全化に対する予防的対策効果の定量化に関する研究」において、「管理不全化を予防するために最低限必要な管理水準」を明らかにするとともに、「管理不全化の予防的対策効果の定量化手法」を開発することを目的としている。言い換えると、空き家が「ぼろぼろ」になるとどれだけ「損」をするのか、適切に管理するとどれだけ「得」をするのかを、わかりやすく示すことを目指している。

なお本課題では、予防的対策として、適切な管理や各種支援施策についての情報提供・助言や活用・除却の補助事業等を、空き家対応として、市町村の担当部局による所有者調査や空家法に基づく対応等を位置づけている。

予防的対策効果の定量化の基本的な考え方は、予防的対策を行ったときと行わなかったときで、それぞれに要するコストを比較するものである（図-1）。2022年度は、1）このコストを推計する「空き家の管理不全化の予防的対策効果の定量化ツール（以下、定量化ツール）」を開発し、2）市町村等を対象としたケーススタディおよび定量化ツールの改良を主として行った。

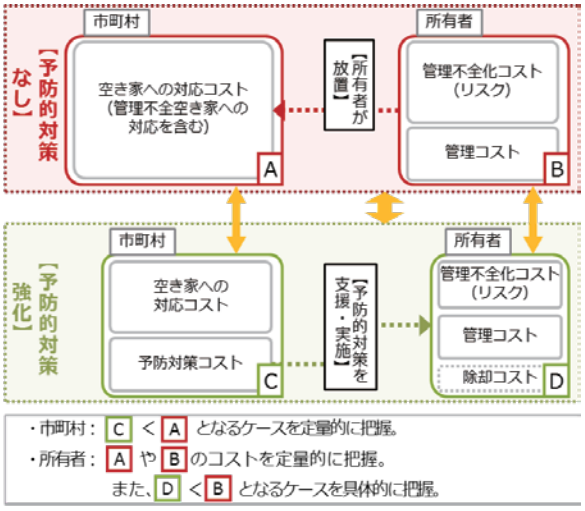


図-1　予防的対策有無別のコスト等比較イメージ

２．定量化ツールの開発

定量化ツールは、「市町村版」と「所有者版」の2種類を開発した。市町村版ツールでは、人口、住宅数、空き家数を入力として、人口規模等に応じた想定シナリオに基づき、ある期間について推計を行う。具体的には、各年における「予防的対策に要するコスト」、「空き家対応に要するコスト」および、「予防的対策による効果」、「空き家対応による効果」を推計する。「効果」は管理が改善された住戸数等で算出され、推計の次時点における要対応空き家数が減少すること等により、対応等に要するコストが減少する形で表される（図-2）。これにより、予防的対策を実施した場合の効果を定量的に把握するこ

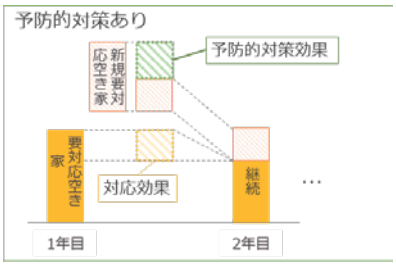


図-2　空き家対策効果（市町村）の推計イメージ

とができ、例えば、今後の市町村の空き家対策の検討において、具体的に実施する予防的対策の検討や、人員配置の検討等への活用が可能である。

所有者版ツールでは、ある期間を対象に、各年における「管理に要するコスト」、「管理不全化することにより生じる対応コスト」、「管理不全化により生じる事故等のリスク」を算出する。また、期間累積のコストと、想定される除却コストを算出する（**図-3**）。これらを比較することにより、所有者にとって適切な管理を実施することが有利であることや、場合によっては除却も現実的な選択肢となることを定量的に示すことが可能となる。

3．市町村等を対象としたケーススタディ

ある市町村を対象とした定量化ツールによる試算結果を**図-4**に示す。この例では、予防的対策を実施しない場合、空き家の減少が限られた数に留まっている。一方、予防的対策を実施した場合には、一定数減少

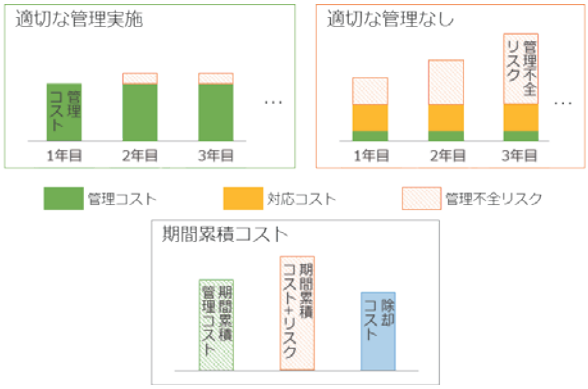


図-3　空き家管理コスト（所有者）推計イメージ

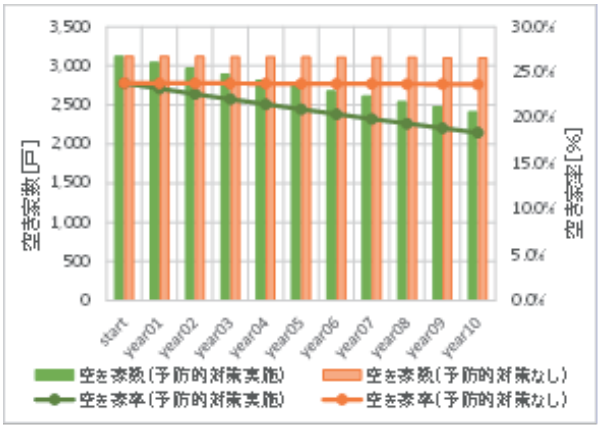


図-4　予防的対策有無別将来空き家数の推計例

が見られ、予防的対策の実施効果が空き家の活用・除却に表れている。また分析結果からは、予防的対策の効果は、比較的管理状態のよい空き家に対し、活用・除却を後押しする性格を有すること、他方、空家法等を含む空き家担当部署による対応等の効果は、比較的管理状態の良くない空き家に対し、管理状態を引き上げる性格を有することが示された。

これを踏まえ、住宅特性や人口特性等を考慮して選択した5市町（県庁所在地、人口規模の小さい自治体を含む）に対し、定量化ツールによる試算結果および空き家対策等についてのヒアリング調査を実施した。具体的には、定量化ツールによるコストおよび効果の推計結果と、普段の業務に照らした実績との間にどの程度の差異が生じているか、推計に必要となる市町村の空き家対策に要するコスト単価等の原単位データ[1]の妥当性等について意見を伺った。

改善点として、実績値と推計値の差異が大きくなりやすい項目の抽出、推計結果の表示のわかりやすさ等が得られた。また評価できる点として、推計結果が一定の妥当性を有することや、具体的な活用場面が想定できること等が得られた。これらの意見を整理し、定量化ツールへフィードバックする形で改良を実施した。

4．おわりに

2022年度が研究の最終年度であることから、今後は、市町村ヒアリング結果等を踏まえた修正を行った上で、管理不全化を予防するために最低限必要な管理水準および定量化ツールを含む形で、管理不全化の予防的対策の効果の定量化手法として速やかに取りまとめる。また、定量化ツールについては、市町村および所有者の今後の空き家対策や管理の方針検討等における活用に向けて、準備が整い次第、国総研HP[2]で公開する予定である。

1）定量化ツールの作成にあたり必要となる、市町村の空き家対策に要するコスト単価や、所有者の管理に要する単価等の原単位データは、2020、2021年の調査により収集したものである。

2）住宅計画研究室HP
http://www.nilim.go.jp/lab/ibg/index.htm

入浴中の溺水事故を低減するための浴槽レス浴室に関する被験者実験

（研究期間：令和３年度～令和５年度）

住宅研究部　住宅生産研究室
主任研究官（博士（工学））小野 久美子　室長（博士（工学））岩田 善裕　シニアフェロー 髙橋 暁

（キーワード）　在宅高齢者、溺水事故、浴槽レス浴室、バリアフリー基準

１．はじめに

近年わが国では、在宅高齢者の入浴中の溺水による死亡事故が多発・増加している。溺水事故の防止や、今後増加が見込まれる在宅介護における入浴介助の負担軽減等への対策としても、浴室から浴槽を無くし（浴槽レス）浴槽を使わない入浴を行うことでその効果が期待できる。ところが、高齢者仕様としての設計や安全性等の判断に適用できる技術基準が未整備であるため、国総研では、研究課題「浴槽レス浴室のバリアフリー基準に関する研究」において、浴槽レス浴室のバリアフリー基準案と設計ガイドラインの開発に取り組んでいる。令和４年度は、浴槽レス浴室のバリアフリー基準案の検討に必要なデータの収集を目的として、浴槽レス浴室を模した実大試験体による被験者実験の実施を中心に研究を進めた。

２．実験実施概要および得られたデータ

本実験の概要について表に示す。具体的な実験内容は以下の通りである。

① 浴槽レス浴室内に設置する手摺の位置･高さ等に関する実験（実験Ａ）：入浴者及び介助者の洗い場での移動、立ち座り時の転倒防止、入浴時の姿勢保持のための手摺の位置と寸法に関するデータを取得した。

② 入浴に必要な浴槽レス浴室の最低限の広さに関する実験（実験Ｂ）：歩行による入室・入浴について、自立歩行または歩行介助がある場合の別で、入浴の動作に対応できる浴槽レス浴室の寸法について、入浴時の姿勢保持のための手摺を含めた内法寸法及び介助者が介助動作を行うことができる長手方向の内法寸法のデータを取得した。

③ 車いす等使用の場合の浴槽レス浴室の広さに関する実験（実験Ｃ）：上記②（実験Ｂ）と同様に、介助者がいるケースで車いすまたは入浴用車いす（シャワーキャリー）を使用した際の移動や入浴の動作に対応できる浴槽レス浴室の寸法に関するデータを取得した。

この他すべての実験で、被験者の介助経験に基づく入浴や介助の仕方の基本的な考え方等について、実験時の発言やインタビューから機能や性能への要求に関する定性的なデータが取得された。

表　実験概要

実施日	：令和4年12月1日～4日（4日間）
実施場所	：建築研究所ユニバーサルデザイン実験棟（つくば市）
被験者	：つくば市近郊在住の30～70代の男性9名・女性８名（いずれも実務または家族等の介護・入浴介助等の経験を有する）
実験方法	：実験装置（図-1）を設置し被験者による入浴動作を計測カメラ等を用いて撮影し、距離・寸法の計測、行動観察等を行った。　※実験風景は（図-2）のとおり

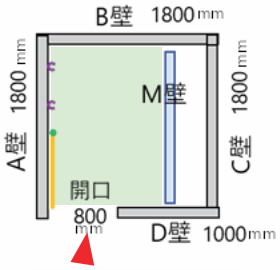


図-1　実験装置

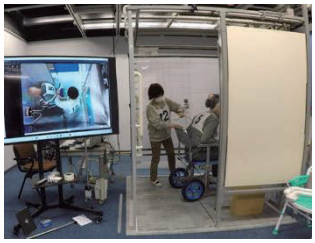


図-2　実験風景

凡例：横手摺　シャワーフック　縦手摺　浴室空間　M壁：可動壁

図-1赤矢印から実験装置をみる；入浴用車いすを使用する入浴者に介助者がシャワーをかけている様子。

３．今後の方針

研究実施最終年度となる次年度は、今年度の被験者実験の結果を踏まえ、浴槽レス浴室の要求性能水準を設定しバリアフリー基準案を作成する。また、浴槽レス浴室の普及に向けて、新築の住宅や既存住宅の浴室改修等に活用できる設計ガイドラインについて検討し研究の取りまとめを行う。

人流ビッグデータを用いた人々の暑熱への適応に関する実態

（研究期間：令和３年度～令和５年度）

都市研究部　都市計画研究室　　主任研究官（博士（工学））熊倉 永子　　室長（博士（工学））勝又 済

（キーワード）　ヒートアイランド、人流ビッグデータ、暑さ指数

１．はじめに

都市のヒートアイランド対策は、「ヒートアイランド対策大綱」（2013年改定）や、「気候変動適応計画」（2018年）等に基づき、関係府省が連携し推進している。近年は、ICT等の新技術を活用した計測機器の普及や、ビッグデータやAI等を活用したデータ駆動型のまちづくりが推進されている。

そこで国総研では、人流ビッグデータを活用し、都市生活者の暑熱への暴露状況を把握し、ソフト対策（暑熱を回避した生活）や、対策効果がより高く発揮できる適切な場所・時間帯への優先的なハード対策の導入検討に資する研究に取り組んでいる。

２．使用した人流ビッグデータ

本研究ではポイント型の人流データを使用した[1]。これは、特定のアプリから収集されるGPSの位置情報等であり、人の移動履歴を道路単位で追うことができる。取得されるデータはGPSで測位しやすい場所に限られること、ユーザーに偏りがあること、居住地周辺等は秘匿化処理がされること等、補正の工夫が必須であるが、本研究で対象とする暑熱に暴露される屋外活動者の相対的な比較を行うには適したデータと考える。

３．歩行者の割合と暑さ指数（WBGT）の関係

モバイル空間統計[2]を元にポイント型人流データを拡大推計した上で、ユーザー毎の移動速度や鉄道や道路からの距離、GPSの精度等を加味し、移動手段別の人口を算出した（**図-1**）。2019年8月14時において、都内主要駅周辺5km圏内における人々の移動手段別の割合と、WBGT配信データ[3]との関係をみた（**図-2**）。休日はWBGTが高くなるほど「滞在」が増え「徒歩」が減少した。一方、平日はWBGTに対して「滞在」も「徒歩」も休日に比べ傾きが小さい。平日の移動には就業が影響し、WBGTが高くても「徒歩」移動せざるを得ない実態が推察された。

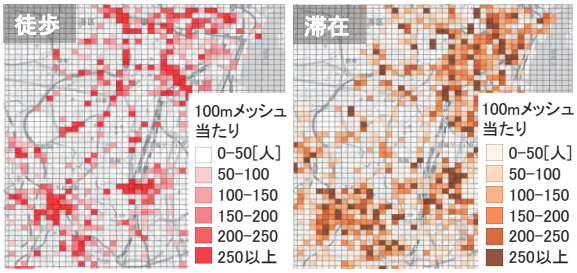


図-1　移動手段別の推計人口（14時台の例）

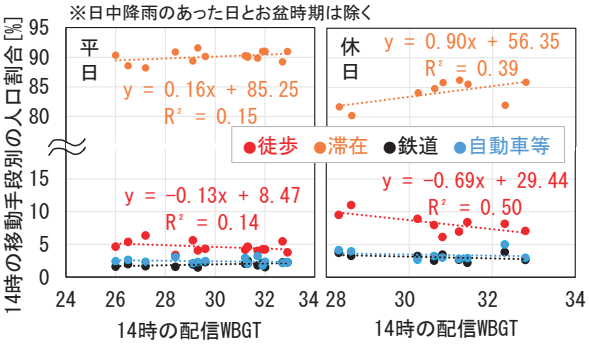


図-2　移動手段別の人口割合とWBGTの関係

４．おわりに

人流ビッグデータを用いて人々の暑熱への暴露実態を把握した。今後は暑熱リスク評価を検討する。

☞引用等

1）株式会社Agoopポイント型流動人口データ
2）株式会社NTTドコモの登録商標
3）環境省「暑さ指数（WBGT）予測値等電子情報提供サービス」
4）本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20212006)により実施した。

都市交通ビッグデータ等を活用した交通流動把握・推計手法の開発

（研究期間：令和元年度～令和５年度）

都市研究部　都市施設研究室

室長　新階 寛恭　　主任研究官　堺 友里　　交流研究員　益子 慎太郎

（キーワード）　*都市の持続可能性、パーソントリップ調査、交通関連ビッグデータ、行動モデル*

１．研究の背景・目的とこれまでの研究の経緯

都市における人々の活動は、昨今のデジタル化の進展等に伴い大きく変化し、多様化している。一方、これまでのパーソントリップ（PT）調査等の従来型アンケート調査は、コスト制約により調査頻度に限界があるなど課題も抱えている。前述の社会状況の変化も踏まえ、都市交通調査手法は、より高度できめ細かな手法への改善が求められている（図-1）。

そのような中、近年は様々な交通系ビッグデータが実装・改良されつつあり、都市における人の流動把握・推計にも活用できるようになってきている。

そのため国総研では、このようなビッグデータとPT調査等の既存統計との統合による都市全体の人の流動把握手法の開発を行っている。例えば携帯電話基地局データやWi-Fiパケットセンサー等、大小様々なスケールに対応した要素技術を組み合わせることにより、郊外部から街なかへの人々の一日の行動を連続的に把握することも可能になりつつある（図-2）。

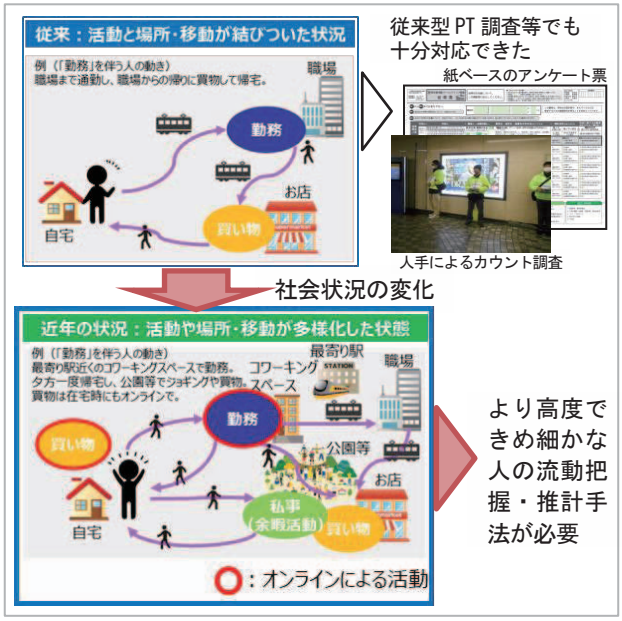


図-1　近年の都市活動の変化への対応の必要性

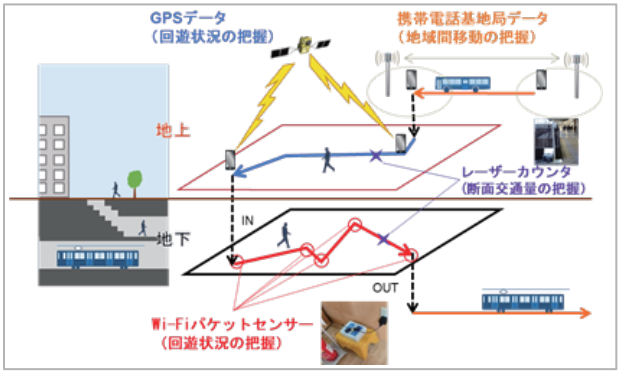


図-2　多様なデータの統合による連続的な流動把握

さらに、人の交通行動に着目し、これをモデル化してパラメータ（変数）を組み込むことにより、都市における人の流動の詳細な把握だけでなく、施策案に応じた将来推計も可能にする新たな都市交通調査手法の開発に取り組んでいる。

２．人の流動の新たな推計手法の役割と仕組み

地方公共団体等によるまちづくり施策の企画・立案においては、施策案に対する賑わい創出等の効果を事前検証できることが望ましく、ユーザー側で簡便に操作可能な将来推計手法が求められる。

そのため現在、「行動モデル」にもとづく将来推計手法（シミュレータ）を国で開発・提供する一方、

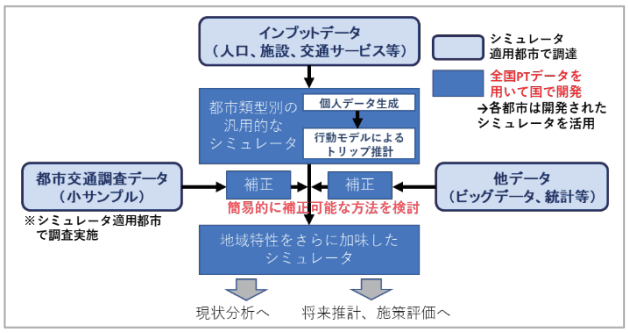


図-3　小規模PTやモデルを用いた人の流動推計手法

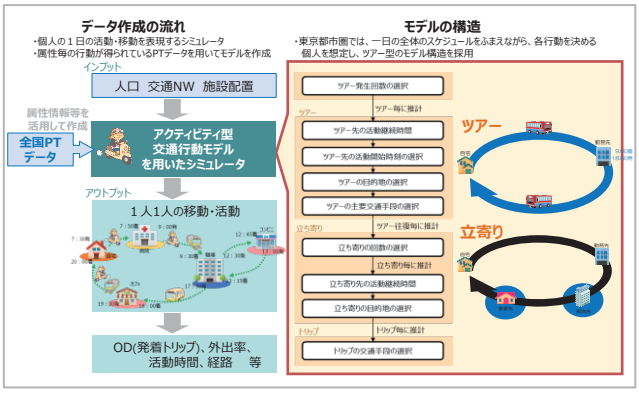


図-4　推計手法における行動モデルの仕組み

都市ごとに異なるインプットデータはユーザーである地方公共団体側で用意することとし、全国での活用の容易さと地域特性の反映とを両立するツールとなることを目指して開発を行っている（図-3）。

推計手法の仕組みは、インプットデータから個人データを生成する段階、行動モデルによりトリップを推計する段階の2段階で構成され、国が実施している小規模調査（全国PT調査データ）をもとにモデルのパラメータを作成している。また行動モデルは、人の一日の行動の各要素（ツアー、立寄り等）を小モデルとして構築される（図-4）。

３．推計手法による概略推計および検証の結果

令和4年度に、再現性検証のため山形都市圏を対象に大まかな推計も行い、実測データ（平成29年山形都市圏PT調査結果）との比較を行った。元データの時点は異なるものの、個人データ生成については概ね再現性を示す結果となった（図-5）。

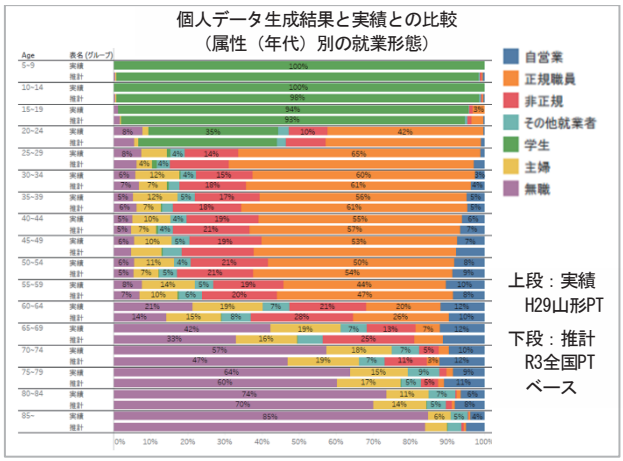


図-5　個人データ生成結果の再現性の検証

次に、トリップの数および分布を比較したところ、概ね再現性が確認された（図-6）が、全国PTのサンプルは限られた調査区から抽出されるためか、特定施設や特定箇所(駅等)での再現性に課題が見られ、引き続き手法の精度向上が必要な結果となった。

４．今後の取組み

今回、推計手法の意義や大まかな妥当性は確認できたが、今後は、①精度向上により人々の生活像を把握・推計でき、②施策の違いによる効果等の差が表現され、政策評価が可能となり、③従来調査では対応しにくかった、都市圏外からの来訪者の行動も考慮できる、都市全体の行動把握・推計が可能なツールとなることを目指して研究に取り組んでいく。

☞詳細情報はこちら

1）http://www.nilim.go.jp/lab/jcg/iinnkai.html

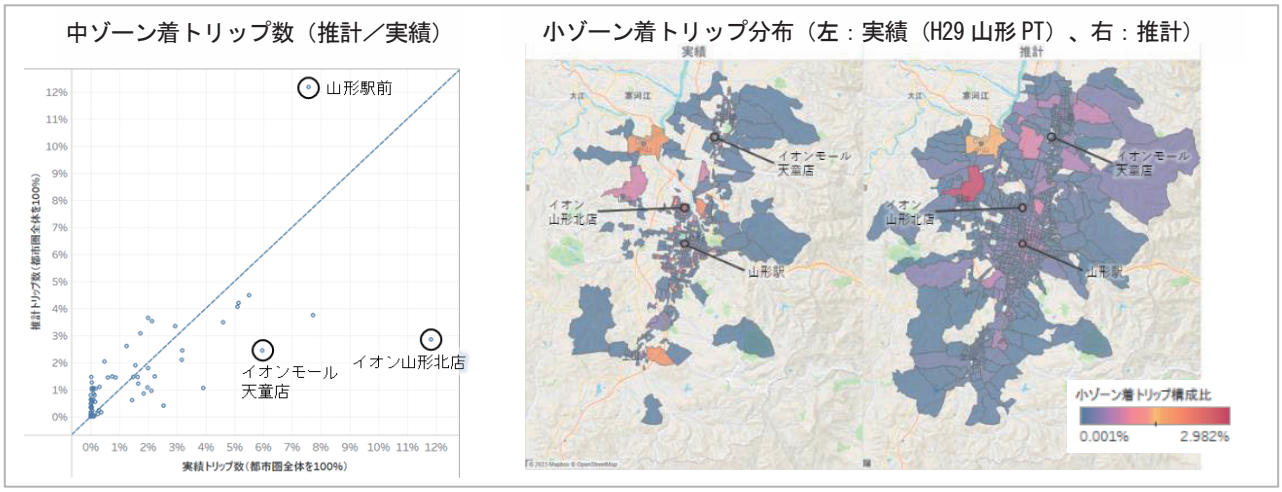


図-6　トリップデータ推計結果の再現性の検証（例：買物目的）

新たな生活様式を踏まえた都市機能とパブリックスペースのあり方に関する研究

（研究期間：令和３年度～令和５年度）

都市研究部　都市施設研究室
主任研究官 堺 友里　　室長 新階 寛恭　　交流研究員 益子 慎太郎

（キーワード）　新たな生活様式、都市機能、パブリックスペース、パブリックスペースの連携効果

１．研究の背景及び目的

ライフスタイルが多様化するに伴い、都市に求められる機能が多様化しており、都市施策もこれらに対応していくことが重要である。これを受け、各地には、ウォーカブルな空間形成等様々な取組を行う拠点が存在するが、これらの効果を高めるには、複数拠点間の連携が必要と考えられる。そこで、新たな生活様式等を踏まえた都市に求められる機能を整理するとともに、人々の活動拠点となるパブリックスペース（以下、PS）に着目し、それらが連携することによる効果を把握する方法の構築を目指す。

２．都市に求められる機能の整理

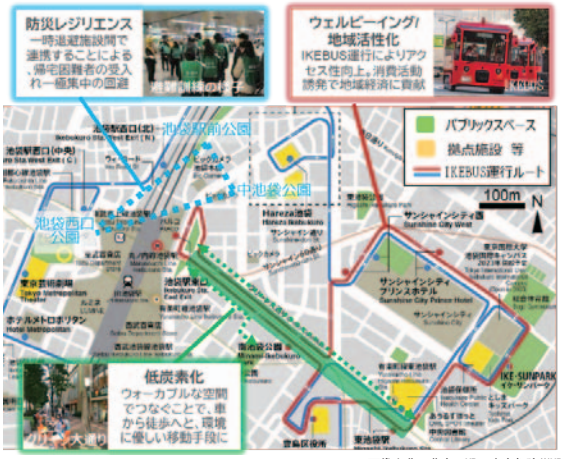
既往文献整理等から、基本的な都市機能、新たな生活様式等を踏まえた都市に求められる機能、PSが担う機能を整理した。このうち、PSが連携することにより見込める効果（以下、PS連携効果）として、ウェルビーイング、地域活性化、防災レジリエンス、低炭素化について検討を行うこととした（図-1）。

３．インタビュー調査等によるPS連携効果の把握

前出の観点から、PS連携効果の有無、その要因等を検証するため、横浜市、金沢市、岡崎市の中心部において、自治体ヒアリングと平休日の各1日で計約200件のインタビュー調査を実施した。その結果、市内在住者には、PSが複数拠点あることにより、生活環境・生活満足度の向上や行動範囲・活動内容の広がり等のウェルビーイングや地域活性化の効果が見込めるとともに、都市空間特性により変化する行動・意識が異なること等が明らかになった（図-2）。

４．まとめ

今後は、前出の分析を継続するとともに、連携効果を把握するための評価項目・評価指標等を明らかにし、国総研資料としてとりまとめる予定である。



画像出典：豊島区HP、東京都防災HP

図-1 PS連携効果のイメージ（池袋副都心地区）

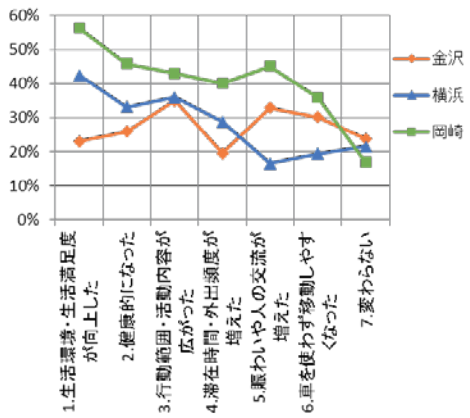


図-2　調査対象エリア全体のつながりによって感じる行動や意識の変化（市内在住者回答分）

点群データを活用した樹木に関する３Ｄ都市モデル作成手法に関する研究

（研究期間：令和３年度～）

都市研究部　都市開発研究室　室長（博士(都市・地域計画)）　石井 儀光　主任研究官　大橋 征幹
都市研究部　都市防災研究室　室長（博士(工学)）　竹谷 修一

（キーワード）　*PLATEAU、航空レーザ計測、３D樹木モデル*

１．はじめに

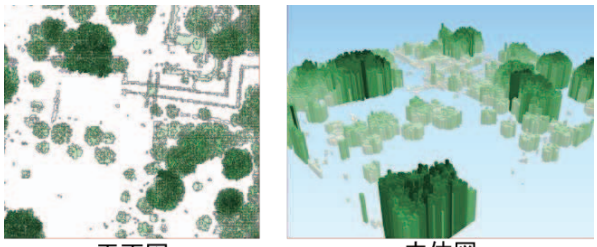
実際の都市を対象として環境シミュレーションを行う際には、対象都市の建物や樹木の3次元データが必要となるが、これまで、そのデータの作成が非常に困難であった。一方、国土交通省都市局は2020年度からProject PLATEAUを開始して３D都市モデルの整備を全国規模で進めており、先行して整備するパイロット都市では地方公共団体が保有するデータや国土地理院の地図情報等を用いることで建物データの整備が進みつつある。樹木データについては都市局と連携しつつ、国総研において点群データを活用することで簡易に作成する手法を開発したことから、本稿で紹介する。

２．樹木の３Dモデル作成手法

PLATEAUは都市をサイバー空間に再現し、実際のまちづくりに活用する趣旨から、本研究では樹木の３Dモデルを都市環境シミュレーションで活用するため、民有地を含む都市全域で整備することを前提とした。そのため、利用する点群データは、建物間の樹木も計測可能な上空からの航空レーザ計測データを用いることとした。

航空レーザ計測は樹冠下端の位置は計測できないため、樹木を樹冠頂部から地面までの直方体とみなし、その体積を表すDCHM（Digital Canopy Height Model：図）を樹木の３Dモデルとし、シミュレーションの際は、必要に応じてモデル下部をカットできる手法を開発した。

点群データから樹木の３Dモデルを作成するためには、まず点群中の個々の点を樹木とそれ以外の地物に分類する必要がある。点群データに含まれる反射強度データを用いて一定程度分類することも可能[1)]であるが、反射強度が保存されていない点群データからも樹木の３Dモデル作成が可能となるよう、今回は、点群の位置関係からAIによって分類する方法を開発した。これにより、航空レーザは計測高度や使用機種の違いなどの計測条件によって反射強度が異なるので、それを統一的に扱えるよう変換しなければならないというという従来手法の問題も解消された。



平面図　立体図

図　樹木の３DモデルのDCHM表現イメージ

３．おわりに

今後、本研究の成果を用いて、PLATEAUに準拠した樹木の３Dモデルを作成し、樹木の影響を考慮した都市の風環境シミュレーションのユースケースを作成、公開する予定である。

☞詳細情報はこちら

1)大橋：航空レーザ測量の計測条件の違いによる反射強度データの比較，日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学Ｉ，pp.763-764，2012.9

内湾生物が長期的に繁栄できる生息場の再生に向けたネットワーク可視化技術の開発

（研究期間：令和２年度～令和４年度）

沿岸海洋・防災研究部　海洋環境・危機管理研究室
主任研究官（博士（地球環境科学））秋山 吉寛　主任研究官（博士（工学））内藤 了二　室長（博士（工学））岡田 知也

（キーワード）　マイクロサテライト分析、血縁度、ネットワーク分析

１．はじめに

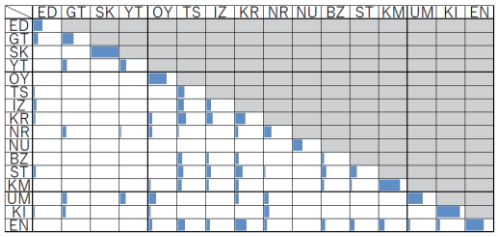
港湾域の多様な生物の衰退に対して生息場を再生する際、単に生息場を増やすだけでなく、生物の移動によって形成される生息場間のネットワークを考慮した生息場の空間配置が求められる。ネットワークは繁殖、成長または撹乱（青潮等）への順応のために生息場間を移動することで、個体群の持続性を維持している生物にとって重要なシステムである。

ここでは内湾の一般的な巻貝（ホソウミニナ）の血縁関係に基づき生息場間のネットワークを推定し、可視化する技術を紹介する。

２．貝の血縁関係の推定

東京湾内外16地点のホソウミニナ（n = 15/地点）に対してマイクロサテライト分析（マイクロサテライトDNA断片の繰返し数を推定する分析）を行い、遺伝型の一致率に基づき血縁度を推定した（表）。

表　生息場ペアの血縁度（青バー（血縁度 > 0）が長いほどネットワークの形成可能性は高い）



３．ネットワークの可視化

血縁度が0を超えた生息場間にはネットワークが形成されると仮定したネットワーク分析の結果を、ネットワークを形成する貝の個体数と、コミュニティ分析によるネットワークの特徴に基づく生息場のグループ分けの情報と共に、地図上に描画してネットワーク構造を可視化した（図）。

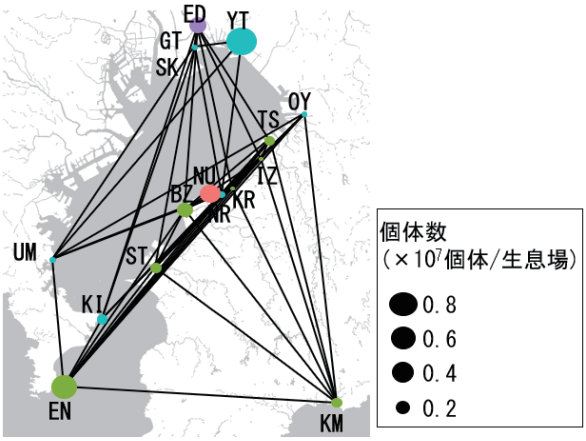


図　東京湾内外のホソウミニナのネットワーク構造（円の大きさは1生息場あたりのネットワークに関わる貝の総個体数、色はグループ分けを表す）

４．おわりに

本成果はホソウミニナと生態学的に類似した多様な生物の生息場間のネットワーク強化に貢献するシースケープ（多様なタイプの生息場によって構成される沿岸域の空間）の特徴を特定するために、今後活用される。そして、特定されたシースケープの特徴に基づき、生物の持続性の向上に効果的な、生息場を再生する場所の抽出の実現が期待される。

臨海部における空間整備の現状と課題の把握

（研究期間：令和２年度～）

沿岸海洋・防災研究部　沿岸海洋新技術研究官　岡本　修

（キーワード）　臨海部再編、製造業、国内回帰

１．はじめに

昨今の円安傾向、我が国での人件費低減、アジア地域の急激な経済成長、新型コロナウイルス感染拡大等により、我が国の臨海部には変化がみられる。本研究は、我が国の臨海部に関連して顕著にみられる動向を把握し、課題の抽出整理を行うものである。

２．製造業における国内回帰等の動向

我が国の製造業は、安価な人件費を求めて、1990年代以降、中国や東南アジア諸国等に工場を移転していた。しかし、昨今の状況を踏まえて、国内回帰を行う等の新しい動きが出ている。以下、その代表的なものを**表-1**に示す。この中では、コロナ禍で生産拠点を国内に切り替えたものも見られる（例：繊維）。また、この中には臨海部に立地している企業も見られる。

表-1　製造業の国内回帰等の動向

業　種	概　要
化粧品	海外への輸出拠点形成
衛生用品	臨海工業団地に立地
産業用機械	海外への輸出拠点形成
繊維	不織布の生産強化
歯磨き粉	移出及び輸出拠点形成
エアコン等	生産機能増強

次に、物流への影響を**表-2** に示す。海外での生産から国内での生産に切り替わり、輸出入の荷姿や数量等グローバルな物流網に影響を少なからず及ぼしていることが見て取れる。

表-2　物流への影響

業　種	物流への影響
バイク部品	タイ生産の1/4を国産に
生活用品	コスト平均2割削減
アパレル	国産比率を4割から9割に
カーナビ	国産規模を従来の5倍に
白物家電	輸出を従来の2倍に

３．国内回帰等の要因の整理・考察

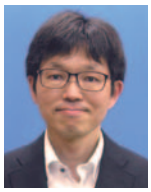
まず、企業側の要因として、従来、移転していた工場が置かれている国々が経済成長を遂げ、人件費も上昇し、その間、我が国の人件費が伸びなかったことに一因があると推察される。また、経済安全保障の観点から、戦争や紛争、また都市部のロックダウンによる生産停止の影響が起きている地域を回避するという動きになっているものと推察される。

さらには、経済産業省の方針により、サプライチェーンの強化に関する生産拠点の国内回帰への補助が得られるようになったことも一因であると考えられる。並行してASEAN諸国で重要品目の調達拠点を増やし海外サプライチェーンの多元化を支援する動向もあり、この両面から注視していく。

４．今後の検討課題

今後の検討課題としては、さらなる事例の収集、適宜の事業者へのヒアリング、臨海部再編の事例収集等によって課題の抽出整理を行うとともに、今後臨海部において講じるべき施策についても検討・考察を行う予定である。

道路関連システムにおける ＡＰＩの開発・実装について



（研究期間：令和３年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本情報基盤研究室
研究官 新倉 功也　主任研究官 大手 方如　室長 西村 徹

（キーワード）　*xROAD、道路維持管理、API連携*

１．はじめに

国土交通省道路局（以下「道路局」という）では、道路に関する様々なデータをAPI連携で紐付けることにより、道路管理等におけるデータ活用を促進する、道路データプラットフォーム（xROAD：クロスロード）の構築を進めている。

具体的には、モービルマッピングシステム（MMS）による３次元点群データや、デジタル道路地図データベース（DRM-DB）、道路基盤地図情報等の各データを中心とする基盤データ上に、交通量や構造物諸元等のデータを紐付け、道路管理に必要なデータを利活用する３次元プラットフォームの構築を目指す取組である（図-1）。

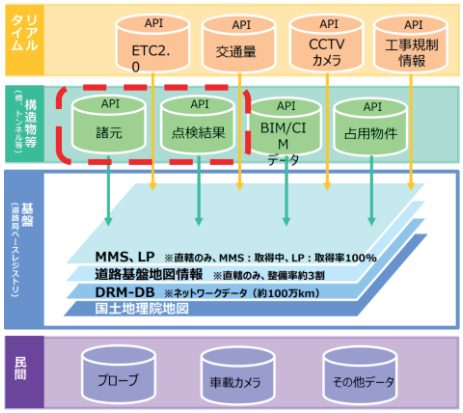


図-1　xROAD概念図

当研究室においても、xROAD構築の一環としてシステムの機能改良や新規開発を実施していることから、本稿では当研究室が開発・改良を担当する各システムについてAPIという切り口で紹介する。

２．APIとは

API（Application Programming Interface）とは、あるシステムが持っている機能やデータ等を、外部の他システムから利用できるようにするために、共通のデータ受渡し方法等を定めた規約（または、規約を用いてデータを送受信するプログラム）のことを指す。そして、データを渡す側のシステムと受け取る側のシステムが、お互いにこのAPIに従って通信することでデータの受渡しを行う仕組みをAPI連携という。

API連携は、各システムが共通の規約に基づいて通信を行うという性質上、既存のシステムを大幅に改修することなく新たなデータ連携が可能になるため、開発・改良にかかる費用や時間を削減でき、様々な場面で活用が進んでいる。

道路局においても、これまで各システムがばらばらに保有していたデータを有効活用できるような環境を構築するために、API連携はxROADの重要な技術の一つとなっている。

当研究室では、「道路基盤地図管理システム」、「点群データ保管・管理・処理システム」、「道路標識データベース」という３つのシステムについて機能改良や新規開発を行っており、次節以降で各システム及び各システムに利用されている（または利用予定の）APIについて紹介する。

３．道路基盤地図管理システム

道路基盤地図管理システムは、大きく分けて「データ変換・保管機能」「閲覧機能」「データ提供機能」の３つの機能で構成されている。

道路の舗装工事等が完了した際には、工事受注者は「道路工事完成図」というCAD図面を作成し、「電子納品保管・管理システム」に納品する決まりとなっているが、この道路工事完成図から、道路区域内

の構造物を30種類にレイヤ分けしたGISデータである「道路基盤地図情報」（**図-2**）が作成される。道路基盤地図管理システムでは、電子納品保管・管理システムから専用回線経由でCADデータを取得し、自動的にGISデータが作成される仕様のため、途中に人の手を介することなくデータが整備されるようになっている。

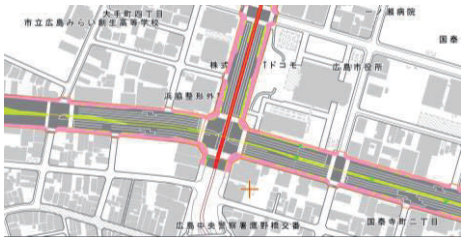


図-2　道路基盤地図情報の画像イメージ（背景は地理院地図）

作成された道路基盤地図情報は、システム内にデータベースとして蓄積され、国土交通省の職員等が閲覧機能を用いてインターネット経由で確認できるだけでなく、地図上の各地点をクリックすることで、工事情報の確認やCADデータ等のダウンロードも可能である。

さらに、道路基盤地図を外部システム等に提供するためのAPI連携機能も実装しており、現在はWeb Map Service（WMS）によるPNG形式の画像データの提供が可能である（**図-3**）。WMSは地図画像をインターネット経由で提供する際の標準仕様で、当システムでは任意の２点の座標によって矩形範囲を指定すると、範囲内の地図画像データが出力される仕組みになっている。

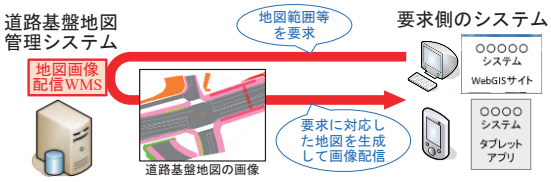


図-3　WMSによるデータ連携イメージ

また、道路工事完成図や工事諸元情報等についても、CADデータやCSV形式での出力等によるAPI連携が可能となるよう、システム改良の検討を行っている。

４．道路標識データベースとMMSデータ保管・管理・処理システム

道路局主導のもと、社会資本情報基盤研究室ではMMSデータを活用して全国の国交省管理の道路標識をデータベース化するための「道路標識データベース」を構築したところである。今後は、全国道路施設点検データベース（※）等とAPI連携するためのAPIの仕様を検討する予定である（**図-4**）。

※道路施設に関する複数のデータベース群で構成されたデータベース。クラウド上に構築されている。

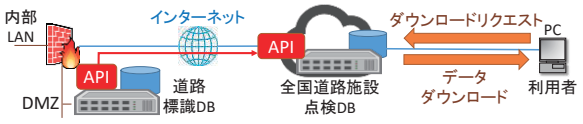


図-4　道路標識データベースの連携イメージ

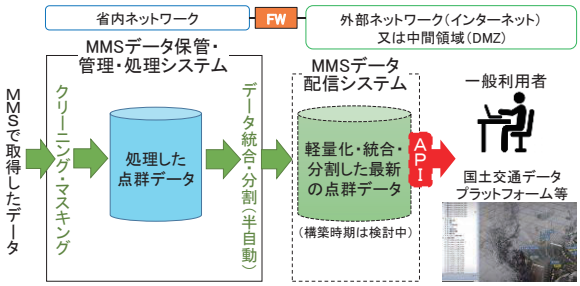


図-5　MMSデータの連携イメージ

また、道路局主導で全国の直轄国道においてMMSによる３次元点群データと画像データの取得を進めており、それらデータは当研究室で開発した「MMSデータ保管・管理・処理システム」に保管されている（**図-5**）。MMSデータ自体はファイルサイズが大きくネットワーク経由でのデータ伝送が困難なため、データを軽量化しAPI連携でデータ配信する検討を行っている。

５．おわりに

当研究室においても、各種データの高度利用を目指してAPI連携によるシステムの改良等を進めている。維持管理分野等における業務効率化や新技術活用を推進するため、上記取組を通してxROADに取り組んで行きたいと考えている。

☞**詳細情報はこちら**

1）（一財）日本みち研究所　全国道路施設点検DBとは
http://rirs.or.jp/tenken-db/

新型コロナウイルスの感染防止対策を踏まえた公園等の感染防止対策及び利活用

（研究期間：令和３年度～令和４年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室
主任研究官 山岸 裕　　室長 松本 浩

（キーワード）　新型コロナ感染症、都市公園、アンケート調査、感染防止対策、利活用

１．はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が収束しない中、公園をはじめとする公共空間においては、その感染防止対策やニュー・ノーマルに対応した利活用が必要となっている。

国土交通省が令和２年８月７日に発表した「ニュー・ノーマルに対応した公園の活用」では、感染症対策による活動制限・運動不足の長期化によるコロナ禍の健康二次被害も考慮しつつ、公園利用の基本的なポイントを整理している。また、具体的な利用については各地の状況に応じて判断し、各公園の管理者からの注意事項等の確認も必要とされており、今後の知見の集積及び感染状況等によって、逐次見直しを行う可能性も指摘している。

国土技術政策総合研究所においては、こうした中で、長期的な観点での感染防止対策の記録を行うとともに、今後の効果的な事業の推進に貢献することを目的に、都市公園を対象に、感染防止対策を踏まえた計画・設計・管理運営及びニュー・ノーマルに対応した利活用等のポイントや留意点を整理した公園管理者向けの技術資料をとりまとめることとしている。

以下に、令和３年度から４年度にかけて実施した本研究の内容について紹介する。

２．都市公園における対応に関するアンケート調査

令和４年１月～２月に感染拡大状況（緊急事態宣言時・まん延防止等重点措置適用時、解除時等）に応じた対応の実態等を把握することを目的に、地方公共団体（47都道府県・20政令指定都市・62中核市）公園担当部局に対してExcel回答表を用いたアンケート調査を行い、74%（96自治体）の回収率が得られた。なお、アンケート調査票の作成にあたっては、時系列的な変化を調査するため、**表-1**のとおり調査対象期間を設定した。

以下に、抜粋して調査結果を示す。なお、①、②の設問では、各自治体が管理する全ての公園のうち一つ以上の公園で措置が行われた場合は実施とした。

①感染症防止に係る措置の実施状況（期間毎）

閉鎖・部分閉鎖とも期間Ａ～期間Ｃに移行するにつれて実施割合が低くなっているが、これは、期間Ｂで感染症発生後約１年が経過し、利用制限して開園、期間Ｃでは、注意喚起のみの方向へ移行したと推測される。注意喚起が、期間ＡからＢで増加し、ＢとＣの期間で横ばいになっているのは、注意喚起の内容がほぼ定着したためと推測される。（**表-2**）

②感染症防止に係る措置の実施状況（公園種別毎）

閉鎖を行った公園は、入口ゲートの閉鎖等により閉園が可能と考えられる有料公園が64%と最も多く、次に、都市基幹公園・大規模公園21%の順であった。

部分閉鎖では、都市基幹公園・大規模公園が78%と最も多かった。（**表-2**）

表-1　アンケート調査対象期間

期間名	期間 A	期間 B	期間 C
時期	第１回緊急事態宣言期 ・全国（R2. 4/16～5/14） ・埼玉・千葉・東京・神奈川 （R2. 4/7～5/25）	感染拡大期 （R3. 1～R3. 10）	回答時点 （R4. 1）
感染と対策の状況	第一波に伴い、初の緊急事態宣言が全国に発出され、感染症対応の知見が少ない中で、感染防止対策が実施された時期。	感染が拡大して緊急事態宣言やまん延防止等重点措置が各地で発出される中で、第１回緊急事態宣言期の経験を踏まえて感染防止対策が実施された時期。令和３年８月７日に国土交通省公園緑地景観課より「新しい生活様式」を踏まえた公園利用のポイント等が発表された。	ワクチン接種が進み感染者が減少し、長期にわたる緊急事態宣言やまん延防止措置が解除され、感染が一時収束していたがオミクロン株の流行により、感染拡大が懸念されていた令和４年１月時点（回答時点：令和４年１月）

表-2　感染症防止に係る措置の実施状況（期間毎及び公園種別毎（全期間）：複数回答可）

実施措置	期間 A		期間 B		期間 C		有料公園（種別を問わず） n=42		無料公園 都市基幹公園・大規模公園 n=87		住区基幹公園 n=72		緩衝緑地等（特殊公園を除く） n=74		特殊公園 n=69	
①閉園	27	64%	17	40%	3	7%	27	64%	18	21%	4	6%	2	3%	7	10%
②部分閉鎖	26	62%	20	48%	8	19%	27	64%	68	78%	37	51%	26	35%	29	42%
③注意喚起	32	76%	38	90%	38	90%	42	100%	87	100%	66	92%	52	70%	57	83%
④利用制限して開園（⑤～⑧）	14	33%	22	52%	11	26%	29	69%	56	64%	33	46%	20	27%	20	29%
⑤人数制限	10	24%	19	45%	12	29%	21	50%	37	43%	13	18%	10	14%	11	16%
⑥時間制限	5	12%	13	31%	5	12%	14	33%	36	41%	17	24%	8	11%	10	14%
⑦利用方法の限定	6	14%	7	17%	7	17%	13	31%	24	28%	15	21%	10	14%	8	12%
⑧その他	7	17%	6	14%	5	12%	12	29%	31	36%	19	26%	11	15%	14	20%

3．都市公園における感染防止対策及び今後の都市公園の利活用

令和３年度に行った前述のアンケート調査結果などからコロナ禍における都市公園における感染防止対策や今後の都市公園の利活用についての具体的な事例を抽出し、ヒアリング調査を行った。以下にそれらの調査結果から抜粋して事例を紹介する。

①都市公園における感染防止対策の具体例

都市公園における特徴的なイベントである花見への対応については、多くの人が集まり、飲食や宴会を伴うことが多いため、当初から感染防止対策が行われていた。**写真-1**に東京都上野恩賜公園の事例を示す。令和２年から４年の桜の開花期には宴会規制のための植込地の封鎖を行っている。さらに、令和２年の開花期は桜通りの閉鎖が行われ、令和３年の開花期は解除されたが、桜通りの一方通行が実施され、この措置は令和４年の開花期も実施された。

②今後の都市公園の利活用についての具体例

都市公園における今後のニュー・ノーマルに対応した利活用では、リモートワークの場としての公園の利用、３密回避・公園利用者の利便性向上のためのキャッシュレス化の導入（**写真-2**）、オンラインを用いたイベント・プログラム及び公園情報の発信、デイキャンプ等芝生広場の利活用、駐車場等を利用したドライブインシアター等のパブリックビューイベント、屋内プログラム等の屋外実施、屋外での飲食提供の追加拡大（キッチンカー、テイクアウト等）などがみられた。

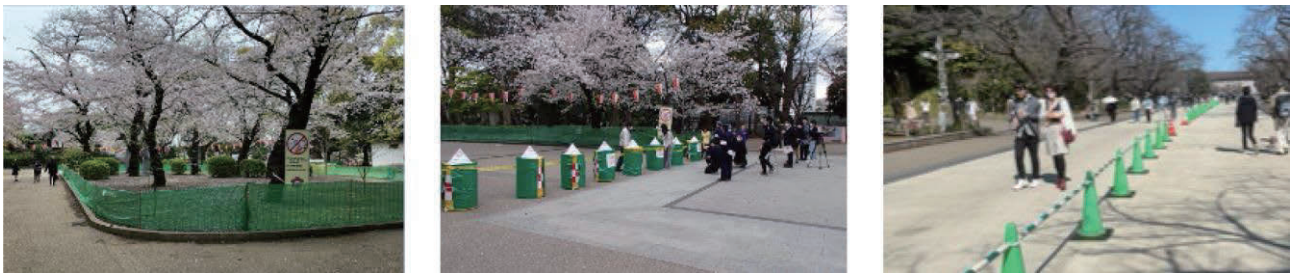
写真-2　入園料のｷｬｯｼｭﾚｽ化（国営昭和記念公園）

4．おわりに

本研究の成果により、都市公園における感染防止対策を踏まえた計画・設計・管理運営及び今後の利活用等のポイントや留意点を整理した公園管理者向けの技術資料をとりまとめる予定である。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料　No. 1230　pp. 27-32
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1230.htm



令和 2～4 年　宴会規制のため植込地封鎖　　令和 2 年　桜通り閉鎖　　令和 3～4 年　桜通りの一方通行

写真-1　花見における感染防止対策の推移（写真提供：東京都）

環境研究に関する情報交換の促進

（研究期間：平成 25 年度～）

環境研究推進本部
幹事（水環境研究官） 川﨑 将生　　本部長（研究総務官）（博士（工学）） 佐々木 隆

（キーワード） グリーン社会、環境研究、情報交換

1．はじめに

気候変動に伴う自然災害の激甚化・頻発化など気候変動リスクが高まり、気候危機の深刻化による生態系への影響拡大が懸念される中、2050年カーボンニュートラルに向けた地球温暖化緩和策、防災・減災、国土強靱化をはじめとする気候変動適応策の強化、生物多様性の保全、持続的な利用を含めた自然共生社会や循環型社会の形成に向けた取組を強化し、グリーン社会を実現することが、我が国の重要な政策課題となっている。国総研の各研究部・センターにおいては、従来から施設・事業分野ごとにグリーン社会の実現に貢献する様々なグリーン技術の研究開発を進めてきたところであり、その加速化が求められる。

2．外部機関との情報交換

グリーン社会の実現の鍵は“連携”であり、国総研において進められているグリーン技術をはじめとする様々な環境研究についても、各専門領域にとどまることなく、所内はもとより外部機関との連携のもと総合的視点をもって研究開発を効果的、効率的に推進する必要がある。そのための取組の一つに、環境研究に携わる国の施設等機関、国立研究開発法人及び国立大学法人の13研究機関からなる「環境研究機関連絡会」への参画がある。本連絡会は、環境問題に関わる情報交換の場を設け、参画機関がより一層、環境研究の連携・協力を緊密にしていくことを目的に2001年に設置され、以降毎年、各機関の環境研究の動向について情報共有が行われるほか、研究発表及び討論を行う研究交流セミナー等が開催され、情報交換が行われてきたものである。

2022年の研究交流セミナーは「環境ビッグデータとその活用」を全体テーマとして12月に開催された。11の研究機関の代表者により研究発表が行われ、国総研からは「ビッグデータを活用した建築物の脱炭素化に関する施策検討」と題して、建築物の省エネ基準適合性の判定と詳細な設計仕様のデータ収集を効率的に行うオンラインプログラムの開発・整備、収集データの分析による建築物の脱炭素化に向けた政策検討支援の取組を紹介した。またその後の総合討論では「環境問題解決に向けてデータをどのように作り、活用するか」というテーマで、参画機関間の意見交換が行われた。

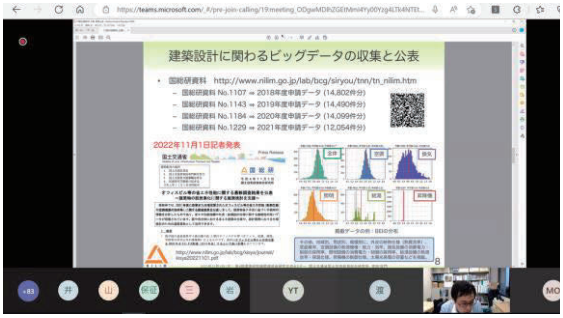


図　Webでの発表画面

3．おわりに

グリーン社会の実現に向けた研究開発の推進に、関係機関との連携は欠かせない。環境研究推進本部は今後とも、外部機関との情報交換、研究成果の発信を促進していく。

☞詳細情報はこちら
環境研究推進本部ホームページ
http://www.nilim.go.jp/japanese/organization/k_honbu/indexkankyou.htm
第 4 回環境研究機関連絡会研究交流セミナー
https://kankyorenrakukai.org/seminar_04/index.html

災害時の技術支援活動及び TEC-FORCE 等専門家派遣

1. はじめに

近年、激甚化・頻発化する自然災害等に対し、国総研は専門家を派遣しての技術支援活動を実施している。ここでは、令和４年の活動状況について紹介する。

2. 国総研の技術支援活動

国土交通省では、大規模自然災害が発生し地方公共団体職員だけでは対応が困難な場合に、いち早く被災地へ出向き、地方公共団体を支援する部隊である「TEC-FORCE」を組織している。

国総研は TEC-FORCE の「高度技術指導班」を構成しており、災害発生時には TEC-FORCE の一員として技術的支援を行っている。また、TEC-FORCE「高度技術指導班」としての活動以外にも、被災地の地方公共団体や地方整備局等からの要請に応じて、発災直後より迅速に災害の分野に応じた専門家を派遣し、技術的支援を行っている。

これらの活動で派遣された専門家は、日々の研究等による蓄積をバックボーンにして、判断が技術的に難しい被災事象を対象に、被災原因の究明、応急措置方法や復旧方針について技術的助言を行っている。令和４年の派遣実績を**表**に示す。

「令和４年８月３日からの大雨」では、河川の復旧工法に関する技術指導や、橋梁の早期復旧に関する技術指導等で、「令和４年台風第１４号」では、橋梁の被災原因および対策検討に伴う調査や、防波堤の一部損傷箇所の調査等で派遣するなど、災害毎に様々な分野の専門家を派遣し技術支援を行った。

なお、ここに示した他にも、地方公共団体や地方整備局等からの要請によらない自主調査も行った。

3. おわりに

以上で示したように国総研では、高度な技術的支援を通じて被災地の復旧に貢献するため、専門家を継続的に派遣している。

なお、表に示した令和４年の派遣のうち「令和４年８月３日からの大雨」および「令和４年台風第１４号」に対する TEC-FORCE「高度技術指導班」としての活動は、令和５年３月に国土交通大臣表彰を受けた。また、「令和３年７月１日からの大雨」に対する国総研を含む国土交通省全体の TEC-FORCE 活動は、令和４年９月に令和４年防災功労者内閣総理大臣表彰を受けた。

表　令和４年専門家の派遣実績

●大阪北区診療所火災

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
建築研究部	防火基準研究室	主任研究官	鈴木　淳一	1/12

●福島県沖を震源とする地震

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
下水道研究部	下水道エネルギー・機能復旧研究官		三宅　晴男	4/14～15
	下水道研究室	研究官	濵田　知幸	4/14～15
		交流研究員	成瀬　直人	4/14～15
	下水処理研究室	研究官	松橋　学	4/14～15
道路構造物研究部	橋梁研究室	室長	白戸　真大	3/18～19
				TEC-FORCE
		主任研究官	上田　晴気	3/18～19
				TEC-FORCE
				3/23
				TEC-FORCE
		主任研究官	岡田　太賀雄	3/23
				TEC-FORCE
		交流研究員	五味　傑	3/18～19
		交流研究員	木下　貴史	3/18～19
建築研究部	構造基準研究室	研究官	三木　徳人	3/28～29
		研究官	小原　拓	6/17～18
				7/20～22
	評価システム研究室	室長	向井　智久	6/15～17
				7/20～22
住宅研究部	住宅生産研究室	室長	脇山　善夫	3/28～29

●国道144号（群馬県嬬恋村）橋台前面の崩落による通行規制

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
道路構造物研究部	橋梁研究室	室長	白戸　真大	4/18～19
		主任研究官	松本　和之	4/18～19
		交流研究員	黒川　修吾	4/18～19
	構造・基礎研究室	室長	西田　秀明	4/19
		主任研究官	上原　勇気	4/19

●福島県R252号あいよし橋雪崩による流出

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
道路構造物研究部	道路地震防災研究室	室長	中尾　吉宏	4/26
		研究官	中川　拓真	4/26

●野上清水線で発生した亀裂

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
土砂災害研究部	砂防研究室	主任研究官	竹下　航	5/30

●矢作川の明治用水頭首工漏水

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
河川研究部	河川研究室	室長	福島　雅紀	5/19
		主任研究官	三好　朋宏	5/19

●主要地方道岩崎西目屋弘前線地すべり

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
道路構造物研究部	道路基盤研究室	室長	渡邉　一弘	6/7
		主任研究官	吉川　昌宏	6/7

●令和4年7月9日からの大雨

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
河川研究部	河川研究室	室長	福島　雅紀	8/2～3
		研究官	武川　晋也	8/2～3

●令和4年7月14日からの大雨

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
道路構造物研究部	道路構造物 機能復旧研究官		玉越　隆史	7/25
	橋梁研究室	室長	白戸　真大	7/25
	構造・基礎研究室	主任研究官	上原　勇気	7/25
		研究官	山田　薫	7/25
土砂災害研究部	土砂災害研究室	主任研究官	瀧口　茂隆	9/26～28
				12/2

●県道たかの金屋線における法面崩壊

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
土砂災害研究部	砂防研究室	主任研究官	竹下　航	8/8

●令和4年8月3日からの大雨

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
河川研究部	河川研究室	室長	福島　雅紀	9/26～27
				11/24～25
		研究官	笹岡　信吾	8/18～19
		研究官	今　勝章	8/18～19
	水害研究室	研究官	櫻田　歩夢	8/18～19
土砂災害研究部	砂防研究室	室長	山越　隆雄	8/8～10
		主任研究官	泉山　寛明	8/22～23
		研究員	西脇　彩人	8/8～10
		交流研究員	髙橋　源貴	8/8～10
		交流研究員	山村　康介	8/8～10
				8/22～23
道路構造物研究部	道路基盤研究室	室長	渡邉　一弘	8/8
				TEC-FORCE
		主任研究官	吉川　昌宏	8/8
				TEC-FORCE
				9/28
		交流研究員	北島　大樹	8/8

●県道中津川三峰口停車場線での土砂崩落

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
道路構造物研究部	構造・基礎研究室	室長	西田　秀明	9/14
		主任研究官	谷　俊秀	9/14
	道路基盤研究室	室長	渡邉　一弘	9/14
		主任研究官	吉川　昌宏	9/14

●令和４年台風第１４号

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
河川研究部	河川研究室	主任研究官	田端　幸輔	9/22
		研究官	大谷　周	9/22
道路構造物研究部	道路構造物機能復旧研究官		玉越　隆史	9/21
				TEC-FORCE
	橋梁研究室	主任研究官	岡田　太賀雄	9/21
				TEC-FORCE
	構造・基礎研究室	室長	西田　秀明	9/21
				TEC-FORCE
		主任研究官	谷　俊秀	9/21
				TEC-FORCE
		交流研究員	山口　恭平	9/21
	道路基盤研究室	室長	渡邉　一弘	9/21
				TEC-FORCE
		交流研究員	北島　大樹	9/21
沿岸海洋・防災研究部	沿岸防災研究室	主任研究官	里村　大樹	9/22
		係員	百海　郁弥	9/22
		交流研究員	岡本　侃大	9/22

●令和４年台風第15号

部・ｾﾝﾀｰ、課室及び役職			氏　名	派遣期間
土砂災害研究部	砂防研究室	主任研究官	坂井　佑介	10/3～4
		主任研究官	泉山　寛明	10/3～4
	土砂災害研究室	主任研究官	瀧口　茂隆	10/14～15
				11/21

国総研の災害時活動状況は下記にも掲載している。

・http://wwwdisaster.nilim.go.jp/saigaitaiou/saigai.index.html

・http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/TEC-FORCE.html

国の機関や自治体等からの技術相談の対応状況

1．はじめに

国総研では、国の機関や自治体等に対し、政策実施・事業施行に関する様々な技術支援を実施している。その一環として、国総研が知見・ノウハウを持つ住宅・社会資本分野における技術的な相談に対しての技術指導や専門家の派遣を継続的に行ってきている。以下では、技術相談の受け付け体制と令和4年の実績を紹介する。

2．技術相談窓口

技術相談は、地方整備局の相談窓口を通じて受け付けている他、国土交通省内からの相談や急を要する相談に対応できるように、一元的な「国総研技術相談窓口」を平成26年12月から設置しており、国総研が担当するあらゆる分野・施設に関する相談事項をワンストップで受け付けている。また、技術者が気軽に問い合わせることができるようにすることも考慮し、国総研の各分野の専門家の顔が見える窓口としている（図-1）。

図-1　国総研技術相談窓口

また、港湾・海岸・空港施設に関わる良好な維持管理の実施を支援するため、国立研究開発法人港湾空港技術研究所と連携して、「久里浜ＬＣＭ支援総合窓口」（図-2）を開設し、施設の計画・施工・管理を実施する地方整備局、自治体、民間事業者などからの港湾・海岸・空港施設の維持管理に関する技術的な相談を受け付けている。

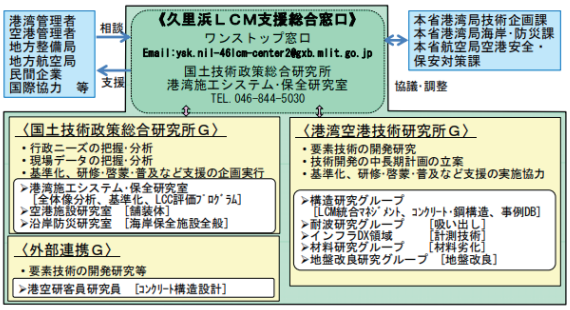


図-2　久里浜LCM支援総合窓口

3．技術指導の実績

昨年の分野別の技術相談の対応件数は表のとおりである。

表　分野別技術相談対応件数（令和4年）

分野	件数
下水道	42
河川	688
土砂災害	155
道路	255
建築・住宅・都市	114
沿岸海洋・防災	204
港湾	173
空港	162
社会資本マネジメント等	109
合計	1902

4．おわりに

現場で発生した技術相談への対応が新たな研究課題の抽出につながる場合もある。引き続き、現場で発生した問題に対しての技術指導に取り組んで参りたい。

下水道新技術の開発方向性及び導入促進に関する調査

（研究期間：令和元年度～令和４年度）

下水道研究部　下水道研究官 小川 文章
下水道研究部　下水道研究室　室長 吉田 敏章
下水道エネルギー・機能復旧研究官 三宅 晴男
研究官 鈴木 航平

（キーワード）　下水道技術開発会議、技術開発ロードマップ、課題解決技術支援ツール

１．はじめに

社会経済情勢が変化する中、研究開発を的確に進めるには長期的展望が欠かせないことから、下水道分野においては、政策ビジョンである新下水道ビジョンが2014年に策定された。これを受け、国総研では、その目標達成に向けた下水道技術ビジョン[1)]（以下「技術ビジョン」という。）を2015年12月に策定した。技術ビジョンでは、11の技術開発分野について、技術目標と目標達成に必要な項目を技術開発ロードマップ（以下「ロードマップ」という。）の形で示し、様々な実施主体（国、地方公共団体等の事業主体、民間企業、研究機関等）が取り組むべき内容を明確にしている。さらに技術ビジョンのフォローアップと技術開発の推進方策を検討するための場として、産学官の代表者から構成される下水道技術開発会議（以下「開発会議」という。）を設置し、毎年２回程度、国総研が事務局となり会議を開催している。

さらに2018年には省エネ・創エネ、資源利用等の分野における新技術の開発及び導入促進方策について集中的に議論する場として「下水道技術開発会議エネルギー分科会」を設置した。

開発会議では、目標達成に必要な検討課題として６つの活動の柱（**表-1**）を示し、それぞれの柱における具体的取組を毎年度会議で決定し実施している。取組の中には、関連情報を文献調査やアンケート・ヒアリング調査等を通じて収集し分析整理する必要のあるものがあり、これらについては国総研の研究業務の中で実施している。

以下、開発会議におけるここ数年の主な取組について紹介する。

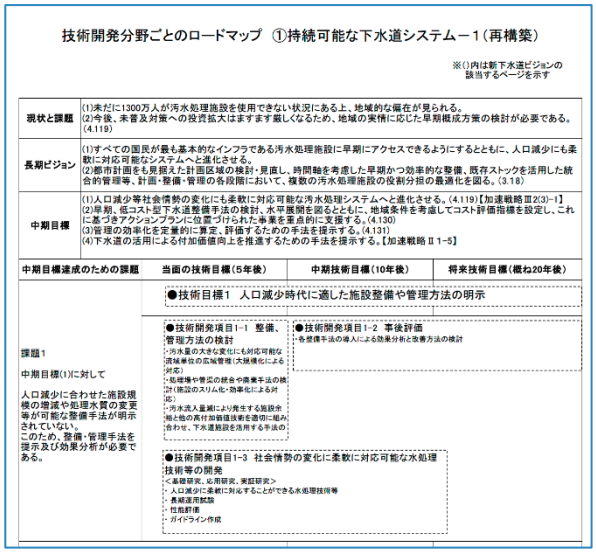
表-1　開発会議の６つの活動の柱

＜６つの活動の柱＞	
活動の柱①	技術ニーズの把握と発信
活動の柱②	技術シーズの把握と発信
活動の柱③	ニーズとシーズの架け橋
活動の柱④	国などの技術情報の共有
活動の柱⑤	地方の技術開発・技術導入の支援
活動の柱⑥	技術開発全体の戦略・方針の提示

２．技術開発ロードマップの見直し

技術ビジョン策定当初に作られた技術開発分野毎のロードマップ（**図-1**）は固定されたものではなく、社会の変化や関係機関の意向・提案を踏まえ、開発会議で議論し適宜見直すこととされている。ロードマップには概ね20年後（技術開発分野⑨⑩⑪については2050年）までの具体的な技術開発目標を示しているが、遅速が生じたり、追加が必要となった目標について、これまで５度の見直しを行っており、2022年度はエネルギー分科会で策定された通称「カーボンニュートラルロードマップ」をロードマップに反映させるための見直し等を行った。

また、ロードマップは国土交通省が実施している下水道革新的技術実証事業（通称B-DASHプロジェクト）においても重要な役割を果たしており、当プロジェクトで実証する技術テーマはロードマップの重点課題の中から選定することとされている。このため、毎年度、国土交通省がウェブサイトや業界紙を通じて公募し選定した技術提案が現行ロードマップに含まれていない場合には、開発会議において提案技術の重要性を検討し、ロードマップの重点課題を見直している。



技術開発分野ごとのロードマップ ①持続可能な下水道システム－1（再構築）

※()内は新下水道ビジョンの該当するページを示す

現状と課題	(1)未だに1300万人が汚水処理施設を使用できない状況にある上、地域的な偏在が見られる。 (2)今後、未普及対策への投資拡大はますます厳しくなるため、地域の実情に応じた早期概成方策の検討が必要である。(4.119)
長期ビジョン	(1)すべての国民が最も基本的なインフラである汚水処理施設に早期にアクセスできるようにするとともに、人口減少にも柔軟に対応可能なシステムへと進化させる。 (2)都市計画をも見据えた計画区域の検討・見直し、時間軸を考慮した早期かつ効率的な整備、既存ストックを活用した統合的管理等、計画・整備・管理の各段階において、複数の汚水処理施設の役割分担の最適化を図る。(3.1.8)
中期目標	(1)人口減少等社会情勢の変化にも柔軟に対応可能な汚水処理システムへと進化させる。(4.119)【加速戦略Ⅱ2(3)-1】 (2)早期、低コスト型下水道整備手法の検討、水平展開を図るとともに、地域条件を考慮してコスト評価指標を設定し、これに基づきアクションプランに位置づけられた事業を重点的に支援する。(4.130) (3)管理の効率化を定量的に算定、評価するための手法を提示する。(4.131) (4)下水道の活用による付加価値向上を推進するための手法を提示する。【加速戦略Ⅱ1-5】

中期目標達成のための課題	当面の技術目標（5年後）	中期技術目標（10年後）	将来技術目標（概ね20年後）
課題1 中期目標(1)に対して 人口減少に合わせた施設規模の縮減や処理水質の変更等が可能な整備手法が明示されていない。 このため、整備・管理手法を提示及び効果分析が必要である。	●技術目標1 人口減少時代に適した施設整備や管理方法の明示 ●技術開発項目1-1 整備、管理方法の検討 ・汚水量の大きな変化にも対応可能な流域単位の広域管理（大規模化による対応） ・低建設や管理の経金や簡素手法の検討（施設のスリム化・効率化による対応） ・汚水流入量減により発生する施設余剰と他の高付加価値技術を適宜に組み合わせ、下水道施設を活用する手法の ●技術開発項目1-2 事後評価 ・各整備手法の導入による効果分析と改善方法の検討 ●技術開発項目1-3 社会情勢の変化に柔軟に対応可能な水処理技術等の開発 <基礎研究、応用研究、実証研究> ・人口減少に柔軟に対応することができる水処理技術等 ・長期運用試験 ・性能評価 ・ガイドライン作成		

図-1 ロードマップの例（技術開発分野①-1）

3．課題解決技術支援ツールの開発と試行版の公開

地方公共団体等の下水道事業実施団体が抱える技術的な課題やニーズを把握するため、アンケートやヒアリング調査を数回実施した。その結果、各下水道事業実施団体が直面している課題やニーズを認識し、現存する効果的な解決手法を効率的に把握することが重要であることから、開発会議としても支援を行うことが必要との結論を得た。これを受け、技術情報の検索システムである「課題解決技術支援ツール（試行版）」（以下「ツール」という。）を作成し、2022年6月に国総研のウェブサイトで公開した（図-2）。

ツールでは、フリーワード、地方公共団体名、詳細課題、ホットワード別の検索ができ、検索結果では、技術的課題解決策、関連ガイドライン・マニュアル名、各種事業制度等を表示する。さらに地方公共団体名での検索では、他の類似団体との比較や、技術的課題解決策の表示が可能である。

図-2 ツールのウェブサイトのトップ画面

2022年度は、特性の異なる６団体にツールの試用を依頼し、その使用感や改善点をヒアリングし、更なるシステム改良を行う予定である。

4．技術開発目標の進捗状況に関する調査

2015年のロードマップ策定以降、進捗度を確認するための調査を継続的に実施しており、学会の論文集や講演集を中心とした文献情報の調査を行い、技術開発分野毎の文献数等について分析してきた。

2022年度は、より多角的に分析するため、関係機関に登録された約300の新技術や約400の技術ガイドライン・マニュアル類（表-2）の導入・活用状況について、技術開発企業、政令指定都市、コンサルタント会社等に対するアンケート調査を実施した。ここで得られた情報については、３．で紹介したツールにも反映させ、より一層充実したシステムとして改善していく予定である。

表-2 調査対象の新技術、ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ・ﾏﾆｭｱﾙ類

	発行元	概要	件数
(1)新技術（234件（160件※））	国土交通省	下水道革新的技術実証事業：B-DASH	49
	地方共同法人 日本下水道事業団	新技術導入制度 選定新技術	32
	公益財団法人 日本下水道新技術機構	建設技術審査証明事業 下水道技術	213 (79)
	国土交通省	ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ・ﾏﾆｭｱﾙ等	64
(2)下水道に関するガイドライン・マニュアル（375件）	地方共同法人 日本下水道事業団	JS出版物	9
	公益財団法人 日本下水道新技術機構	技術マニュアル・技術資料等	165
	公益社団法人 日本下水道協会	発行図書・設計指針等	101
	公益社団法人 日本下水道管路管理業協会	技術マニュアル・手引き等	15
	一般社団法人 日本下水道施設管理業協会	技術マニュアル	1
	一般社団法人 日本下水道施設業協会	技術調査報告資料等	6
	公益社団法人 全国上下水道コンサルタント協会	技術マニュアル・手引き等	14

※過去10年間に新規登録された技術

5．おわりに

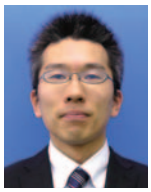
国総研では、本調査研究の成果を毎年度、国総研資料「下水道技術開発レポート」[2]として発刊しており、今後も下水道分野の新技術の開発や導入促進に取り組んでいく方針である。

☞詳細情報はこちら

1) 下水道技術開発会議、下水道技術ビジョン
http://www.nilim.go.jp/lab/eag/gesuidougijyutsuvision.html

2) 下水道技術開発レポート
http://www.nilim.go.jp/lab/eag/gesuidougijyutsukaihatsureport.html

AIを活用したダム安全管理用判断支援ツールの開発



（研究期間：令和２年度～令和４年度）

河川研究部　大規模河川構造物研究室
室長 櫻井 寿之　主任研究官（博士（工学））小堀 俊秀　研究官 松下 智祥

（キーワード）　ダム、安全管理、管理者支援、AI、LSTM

１．はじめに

ダムの維持管理における安全管理では、目視等による点検とともに、漏水量、変形（変位）や揚圧力等の各種計測データの監視が異常検知の基本的かつ重要な手段となっている。しかし、高度経済成長期に建設された長期供用ダムが増加する中、ダムの状態に異常がないかを、巡視や計測により監視する安全管理の経験豊富な熟練職員の不足が懸念される。このような状況に対応し、ダム管理の経験の少ない職員がダム管理者として従事する場合でも、ダムの異常等の判断を的確に行えるような工夫が必要と考えられる。

そこで、大規模河川構造物研究室では、ダムの管理者による異常有無の判断を支援するAI技術について検討を進め、「ダム安全管理用判断支援ツール（以下、判断支援ツール）」の開発を行った。

２．判断支援ツールの目的

ダムの維持管理におけるAIの活用は、**図-1**に示すように、降雨予測、流入量予測や操作支援等のダムの運用面での検討の他、地すべりの予測や、ダム堤体表面の劣化状況の把握等の健全性の把握における検討と多岐にわたっている。本判断支援ツールは、ダム管理者が実施するダム堤体の安全管理を支援するために、漏水量、変形（変位）や揚圧力等の計測値の異常の有無を判断する際に参考となる情報を提供することを目的としている。

３．判断支援ツールで用いているAI技術

コンクリートダムの堤体変形（変位）量は一般に貯水位や温度の影響を受け、周期的変化を繰り返す

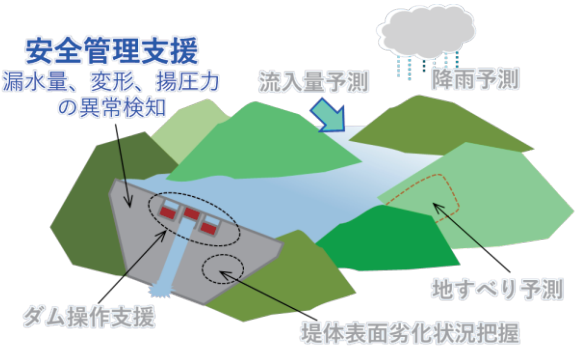


図-1　ダムの維持管理におけるAIの活用例

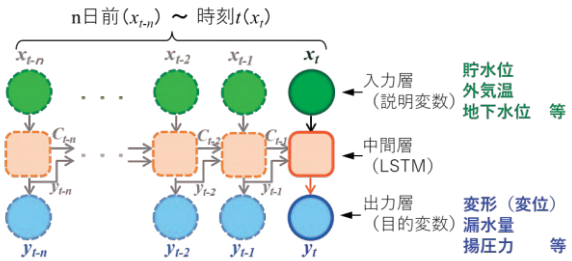


図-2　LSTMモデルの概要

ことがわかっている。同様に、漏水量や揚圧力は、貯水位の他に外気温やダム周辺地山の地下水位等の複数の要因の影響を受け増減を繰り返している。これらを踏まえて、貯水位や外気温等を考慮した予測値と実測値のずれによって異常を検知することを考え、時系列データの回帰問題に適用可能な深層学習のアルゴリズムで、過去データ（時系列データ）を長期記憶として考慮した予測が可能なLSTM（Long Short Term Memory、**図-2**）を判断支援ツールに適用した。

重力式コンクリートダム（堤高約120m）の堤体変形量（上下流方向成分）について、LSTMを用いて学習させた試算例を示す。**図-2**に示すモデルの入力層

に説明変数に相当するデータとして貯水位及び温度（外気温、堤体温度）の時系列データを入力し、出力層は堤体変形（変位）とした。学習より得られた堤体変位量の予測結果（推定値）と実測値の比較を**図-3**に示す。同図中には従来手法である重回帰分析による結果も示しているが、LSTMによる予測は実測値をよく表現できていることがわかる。

このようにLSTMは高精度に予測できることから、実測値との乖離の閾値を適切に設定することで、ダム管理者による早期の異常検知へと活用することができると考えられる。

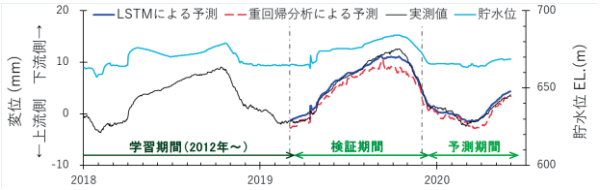


図-3　試算例（堤体変形（変位）量の予測）

表　判断支援ツールの活用の場面

判断支援ツールの活用場面	目的
過去の挙動確認	トレンドの変化から異常の可能性を判定
当日の挙動確認	過去のトレンドからの乖離の有無による異常の有無の確認
将来の挙動予測	過去のトレンドからダムの異常による状態変化がない場合を予測することで、安全管理の指標として活用

4．判断支援ツール

判断支援ツールは、ダム管理所の職員等が扱いやすいよう、表計算ソフトExcel（Microsoft社製）でデータの入出力やパラメータの設定を行えるよう作成を行った。判断支援ツールは、漏水量、変形（変位）、揚圧力等の時系列データを対象として、過去データの学習に基づく予測と実測データが乖離する場合を「異常」と判定する。

（1）活用の場面

判断支援ツールの活用場面は、**表**に示すように、過去の挙動確認、当日の挙動確認、将来の挙動予測に用いることを想定している。

（2）機能

判断支援ツールの機能を**図-4**に示す。判断支援ツールは、分析対象の時系列データをCSVファイル形式で作成後、**図-4**に示す①～⑦までの各処理を判断支援ツール内で自動処理することができる。

（3）出力例

判断支援ツールの出力例として、重力式コンクリートダム（堤高約110m）の堤体内漏水量について、過去の挙動確認を行った結果を示す。目的変数は全漏水量、説明変数は貯水位と気温を用いた。出力結果（**図-4**の⑦で出力される図）を**図-5**に示す。

図-5（d）では、ダム管理者が設定する判断の指標となる閾値が表示される。ダム管理者はこの閾値を基準に異常有無の判断を行うことができる。

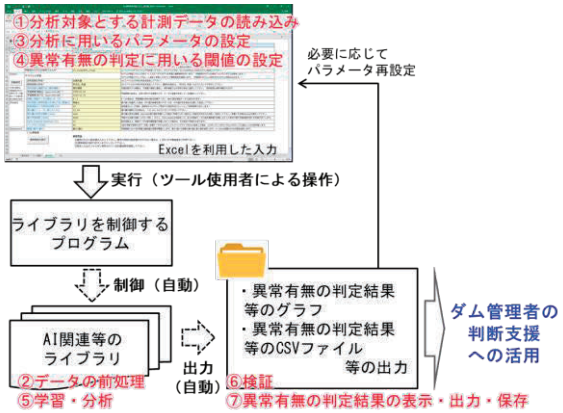


図-4　判断支援ツールの機能

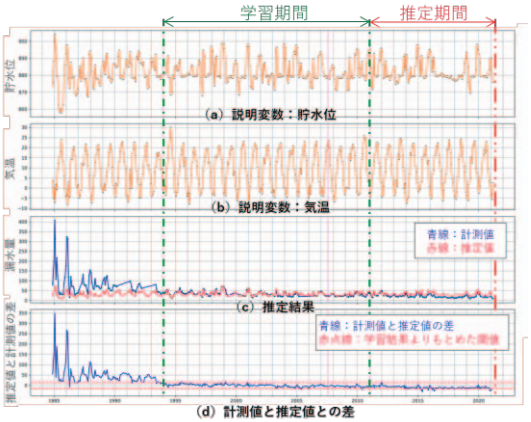


図-5　出力例（過去の挙動確認（漏水量））

5．おわりに

AI技術のひとつであるLSTMを用いて、ダム管理者が活用することを想定した判断支援ツールを開発した。今後は、ダム管理者による判断支援ツールの試行を継続して実施し、その結果を踏まえてツールの改良、マニュアルの作成等を行う予定である。

道路橋メンテナンス技術者育成のための各地方整備局等との連携

（研究期間：平成 26 年度～）

道路構造物研究部　橋梁研究室
室長（博士（工学））白戸 真大　主任研究官 岡田 太賀雄　主任研究官 上田 晴気　主任研究官 佐々田 敬久

（キーワード）　*橋梁、点検・診断、研修*

1．はじめに

2012（平成24）年12月に発生した中央道笹子トンネルの天井板落下事故を契機に、2013（平成25）年に関連の法令・政省令が改正、定期点検が法定化された。

国総研では、法定化に向けた点検要領等の原案策定や損傷事例集等の技術資料の充実に貢献する他、メンテナンスに従事する技術者の育成のため、国土交通省道路局及び各地方整備局等と連携し、全国的な研修体制を整えた。本稿では、この全国的な研修体制構築に向けた、国総研の取組みを紹介する。

2．定期点検のための研修体制の構築

法令では、定期点検は必要な知識と技能を有する者が行うこととされている。これは、構造、施工方法や品質、環境条件や過去の修繕の履歴等が多種多様な道路橋は、外観上、損傷の種類や程度が同様でも、橋によって所見は異なり、画一的にその診断を標準化できないことによる。定期点検要領（技術的助言）では、橋毎に定期点検を行うことの重要性が示され、道路橋の損傷事例やその特徴、診断への反映の考え方が解説されているが、道路橋の構造や部材等の役割、架設方法、損傷のメカニズムや進行性等の広範な知識があって初めてそれらの解説が応用できることから、法定化にあたり、点検に必要な知識と技能の習得内容の具体的な提示が期待された。

これを受け国総研では、それまでに蓄積されてきた全国の国管理の道路橋の定期点検結果を分析し、法令が求める道路橋の定期点検の内容と水準についての検討を行った。そして、有識者の意見も伺いながら、2015（平成27）年に国総研資料第829号として、「道路管理実務者研修（橋梁初級Ⅰ）」（以下、「本研修」）のテキスト[1)]を公表した。目次を**図-1**に示す。

これは、道路橋の構造、設計、施工、損傷の例とメカニズム、現地での状態把握の方法や注意点、部材等の役割や損傷状態を踏まえた進行性を考慮した診断の考え方等の一連を網羅するものであり、米国の法定点検に関する研修テキスト（Bridge Inspector's Reference Manual）と比べても、遜色ない内容となっている。

1. 序論
2. 橋に関する基本的な知識
2.1 橋の構成
2.2 橋の構造メカニズムと部材の名称や役割
2.3 橋の付帯設備や付属物の名称や役
2.4 橋の形式
3. 橋の設計の基本と基準の変遷
3.1橋の設計
3.2橋の設計基準の変遷
4. 橋梁の点検
4.1 道路橋の維持管理
4.2 法律・通知・管理者毎の要領・参考図書
4.3 定期点検の必須項目
4.4 法令・道路橋定期点検要領・各管理者の定期点検要領の関係
4.5 定期点検の流れ
4.6 点検計画
4.7 橋梁マネジメントシステム（BMS）
5. 橋の損傷
5.1 鋼部材の損傷
5.1.1 防食機能の劣化及び腐食
5.1.2 亀裂及び破断
5.1.3 ゆるみ・脱落
5.2 コンクリート部材の損傷
5.2.1 コンクリートのひびわれ
5.2.2 コンクリートの剥離・鉄筋露出
5.2.3 漏水・遊離石灰
5.2.4 コンクリートの抜け落ち
5.2.5 補修・補強材の損傷
5.2.6 床版ひびわれ
5.2.7 うき
5.3 その他の損傷
5.3.1 遊間の異常
5.3.2 路面の凹凸
5.3.3 舗装の異常
5.3.4 支承部の機能障害
5.3.5 その他
5.4 共通の損傷
5.4.1 定着部の異常
5.4.2 変色・劣化
5.4.3 漏水・滞水
5.4.4 異常な音・振動及び異常なたわみ
5.4.5 変形・欠損
5.4.6 土砂詰り
5.4.7 沈下・移動・傾斜
5.4.8 洗掘
5.5 橋の三大損傷
5.5.1 塩害
5.5.2 アルカリ骨材反応
5.5.3 疲労

図-1　道路管理実務者研修（橋梁初級Ⅰ）テキスト

本研修は、各地方整備局等の道路構造物保全部門と、技術事務所の研修部門が連携して、全国統一カリキュラムでの実施体制を整え、2014（平成26）年6月に全道路管理者に通知された定期点検要領（技術的助言）による法定点検と同時に開始し、その後も各研修実施主体と連携し継続的に改善を行っている。

本研修のカリキュラムと講義内容は**図-2**のとおりであり、橋の設計や損傷等の基礎知識だけでなく、法令や技術的助言の背景や運用の留意点、並びに、診断の見立てと所見の立て方について論理的、体系的に研修できる机上演習を含むのが特徴で、これら

は点検要領案の作成やこれまでの技術指導の実績を踏まえて国総研が原案を構築した。さらに、2016(平成28)年からは、現地実習をした橋の診断の所見を記述する試験を導入した。特に、所見の立て方については、点検要領案の作成やこれまでの技術指導の実績を踏まえて論理的に説明する方法を試行錯誤して整理することで、定期点検の質の向上に資するだけでなく、筆記試験の客観的な採点も可能となった。

区分		カリキュラム項目	講師
法令・要領		定期点検に関する法令及び技術基準の体系	国総研
		状態の把握と健全性の診断	国総研
診断のための知識・技能		橋の構造の基本	整備局
		鋼部材の損傷と健全性の診断	整備局
		コンクリート部材の損傷と健全性の診断	整備局
		下部構造及び溝橋の損傷と健全性の診断	整備局
		支承・附属物等の損傷の種類と健全性の診断	整備局
現地実習		現地実習(近接目視の演習)	整備局
附属物		附属物の定期点検要領概論	整備局
土工		土工構造物の構造の基本	整備局
		シェッド、大型カルバート等の定期点検要領概論	整備局
理解度確認テスト		講義内容の理解状況を確認する問題	整備局
達成度確認試験	学科	講義内容から出題する知識問題(選択式)	整備局
	実技	現地実習橋梁の所見を解答(記述式)	整備局
一般		今日的課題と最新の損傷例	整備局

図-2　橋梁初級Ⅰ研修カリキュラム

これらの研修に関わる知見やノウハウについては、技術者の自学自習や、大学や高専等での授業や他の民間研修の参考のため、2022(令和4)年11月に国総研資料第1232号でテキスト(その2)[1]として公表した。

3．研修の評価と効果

本研修では、全国の道路管理者延べ約5,000人が受講、約2,300人が所定の成績を収め、同内容で国総研が監修し民間で実施する「道路橋メンテナンス技術講習」では延べ約700人が受講、約300人が所定の成績を収めている。こうした実績から、本研修は2019(平成31)年の定期点検要領(技術的助言)の改定で、定期点検を行う者に少なくとも求められる知識と技能の例として示された。

また、道路橋の診断に関する国土交通省登録資格においても、令和4年度の申請から本研修が参考として追加された。本研修の他にも多数ある橋の定期点検に関する民間資格の質の向上への貢献が期待される。令和5年からは**図-3**のとおり、資格者が定期点検を行うことを義務化することとしており、本研修の試験で所定の成績を収めた者も資格者として認定することとされた。このように、本研修の内容と実績が評価され、実質的に診断者に求める技術力の最低要件や研修の水準の標準の役割を果たしつつある。

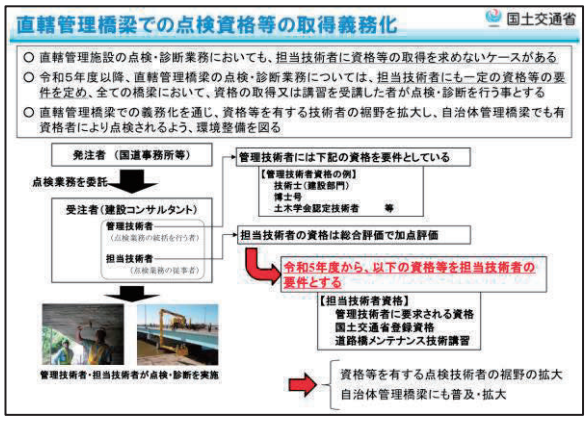


図-3　第16回道路技術小委員会(資料6)

4．おわりに

本研修の企画、実施の実績から、国総研として、以下の貢献ができた。

- 国総研の研究や技術指導の実績やノウハウが、各整備局等と連携し構築した研修体制により、地方自治体の技術者に効果的に還元された。
- 本研修に関する情報の一連を体系的に揃え、国総研資料としたことで、他の研修での活用や、民間資格の認定での指標として役割を果たせた。
- 以て、実質的に技術者の要件、資格の最低要件や標準となりつつあることで、国総研が担う官民の現場技術力向上という役割を果たした。

なお、本研修内容については、ブルーム・タキソノミー法による分析が宮原・堤らによって行われている[2]。本研修は、講義に加え、机上実習、現地実習、実技試験で構成され、技術力が幅広く習得可能であると評価された。一方、診断における仮説の絞り込みやその妥当性を自ら評価するという検討のプロセスの学習過程には改善の余地があることも指摘されている。

道路橋メンテナンス技術については、点検・診断だけでなく、補修・補強についても2014(平成26)年から「橋梁初級Ⅱ研修」として実施している。引き続き、各地方整備局等と連携しながら、研修体制や内容の充実を図っていきたい。

☞詳細情報はこちら

1) 国総研資料　No.829、No.1232(http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tn_nilim.htm)
2) 土木学会論文集(J-STAGE)(https://doi.org/10.2208/jscejj.22-00132)

港湾計画における効率的・効果的な貨物量予測のための予測手法及び需要変化の分析

（研究期間：令和３年度～）

港湾研究部　港湾システム研究室
室長（博士（工学））赤倉 康寛　主任研究官 長津 義幸　研究員 中川 元気

（キーワード）　マクロ予測、ミクロ予測、公共貨物、コンテナ貨物、港湾管理者

１．港湾計画における貨物量予測

港湾計画とは、10～15年の将来を目標として、各港湾において、開発、利用及び保全を行う上での指針となるもので、港湾法において、重要港湾以上の港湾管理者に策定が義務付けられている。

港湾計画においては、港湾の能力として、目標年次における港湾の取扱貨物量を定めることとなっている。すなわち、貨物量予測は、必要となる港湾施設の規模及び配置の根拠となる数値であり、計画内容を規定する根幹となる重要事項である。

一方で、港湾計画の改訂は、目標年次に沿えば、10～15年に一度であり、実際には、さらに間隔が長期化している傾向があり、単独の港湾管理者において、貨物量予測のノウハウの蓄積は難しい。また、作業を担うコンサルタントでは、作業量が膨大で、技術者判断による手戻りが多いことから、何らかの省力化が必要との強い意見も聞かれる。

２．既存の予測手法の整理・分析

既往の参考文献は古く、必ずしも現在の作業実態と合っていないことを踏まえ、港湾計画に関わるコンサルタント、港湾管理者及び国の担当者が、共通の知見をベースとした議論を可能とするため、既存の予測手法を整理し、留意点をとりまとめた。

一般的な予測スキームは、取扱施設の公共・専用の別、輸移出入別、荷姿（コンテナ、一般貨物）別、品目別の予測を行っている（**図-1**）。品目別貨物量が基本となっているのは、経済社会の変化や業界・企業の動向により、比較的高い精度で現況再現が可能であることに起因していると考えられるが、作業量は膨大になる。そのため、シェアの大きい太宗品目は精緻に、他は簡易な予測となっている。

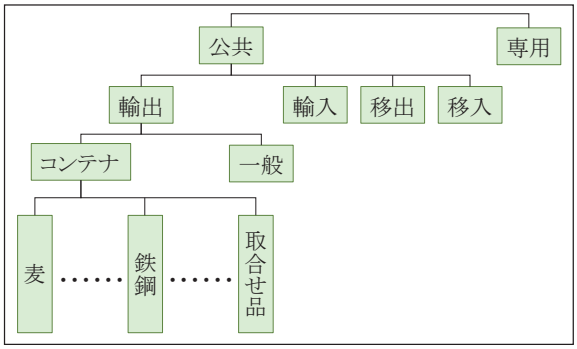


図-1　一般的な予測のスキーム

具体の予測手法は、経済社会指標との相関分析や実績値のトレンド分析であるマクロ予測と、企業アンケート・ヒアリングのミクロ予測に大別される。経済社会指標との相関分析では、予測値のない指標を用いる場合、その将来値を合理的に設定する必要がある。また、実績値のトレンド分析では、将来的に伸びが弱まることが想定される場合には、対数回帰曲線も使用可能である。さらに、外貿コンテナ貨物や内貿ユニットロード貨物の予測では、新規航路の場合に、航路成立の可否を確認する必要がある。

通常の予測の他に、国際戦略・拠点港湾においては、背後圏の拡大等の戦略的な集荷を計上している場合がある。国の政策による機能分担を推進する上で、他の港湾計画との一時的な貨物の重複計上は発生せざるを得ないため、実際の事業採択にあたって精査が必要である。

３．マクロ予測手法の比較分析

マクロ予測において、予測手法の選択や設定が予

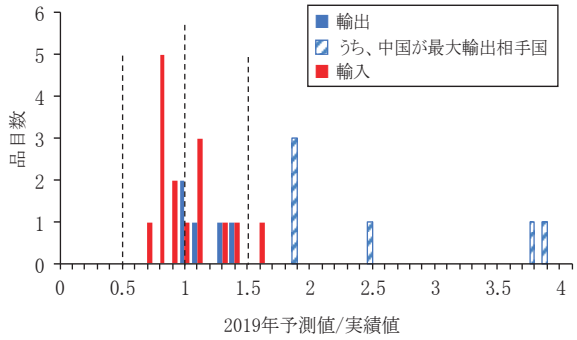


図-2　GDPとの相関関係による長期予測の精度

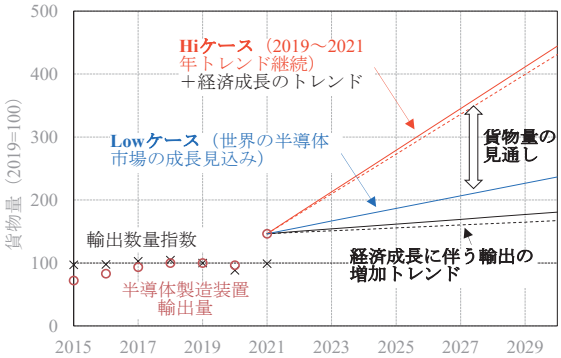


図-3　半導体製造装置輸出の将来予測

測精度に大きな影響を与えることから、国全体のコンテナ貨物量を例として、過去の実績を用いて、最新の実績値の予測を行い、留意点をとりまとめた。

例として、GDPを指標として、1994年～2005年の実績により、2019年の予測を行い、実績値との比較を行った結果が、**図-2**である。輸入においては、2019年値を良く再現していたが、輸出では、過半数が2019年値の約2倍以上となっていた。需要側として、輸入では日本、輸出では相手国のGDPを用いているが、輸出での約2倍以上の予測は、いずれも中国が最大貿易相手国であった。中国では、2010年代から、部品の内製化や国内市場の拡大が進展し、GDPの伸びに対して、貿易量が伸びなくなってきたが、このような相手国の経済動向等の変化に留意する必要がある。

また、工業関係の品目は、GDPとの相関関係が良い傾向があることや、トレンド分析では、世界不況のような不連続点がある場合には、その落差を考慮することで、精度が改善できることも明らかにした。

4．新型コロナウイルス及び脱炭素化の影響分析

新型コロナウイルスの感染拡大や脱炭素化の推進は、我が国の経済社会構造に、そして、港湾取扱貨物量に大きな影響を与えることが想定されるため、港湾計画における参考資料となるように、その影響の簡易な試算を行った。具体的には、鉱工業指数の輸出出荷・輸入供給のトレンドが、2019年以前に比べて一定以上変化した産業の品目や、エネルギーや消費財などで影響が想定される品目について、最新の産業・貨物量動向や政府計画などを基に、2030年の見通しを、幅を持って算定した。

図-3に半導体製造装置の例を示すが、2021年の輸出量は、新型コロナウイルス感染拡大によるリモートワークの進展等により明らかにトレンドを上回っており、今後のIoT、EVの進展等に起因する半導体市場の伸びに合わせて、製造装置も輸出が伸びていくと予測した。その他、政府が輸出拡大を進める農林水産物・食品輸出や、脱炭素化による木質バイオマス燃料の輸入、EV等に使用される蓄電池の輸出入、段ボール原紙の輸出で2019年以前のトレンドに対する上振れが想定された一方、一般炭、原油、液化天然ガス及びパルプ・紙類の輸入、映像機器及び古紙の輸出は貨物量が下振れしていくことと想定した。

5．今後の方向性

2020年後半以降において、欧米を中心とした輸送需要の拡大と、コンテナや船舶、労働者の不足、コンテナターミナルの能力不足などによる世界的なコンテナ輸送の大幅な停滞に伴い、商品や部品が届かない、いわゆるサプライチェーン・クライシスが発生した。このような不安定な状況下において、より精度の高い将来の見通しについて、国総研としての算定を進めると共に、各港の港湾計画においても活用可能なように、研究成果の発表を続けていく。

☞詳細情報はこちら

1) 国総研資料　No.1178
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1178.htm

2) 国総研資料　No.1224
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1224.htm

3) 国総研資料　No.1225
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1225.htm

道路トンネル
定期点検結果の分析

（研究期間：令和３年度～）

道路構造物研究部　構造・基礎研究室
主任研究官　佐藤　正　　研究員　藤原　茜　　交流研究員　澤口　啓希　　室長　西田　秀明

（キーワード）　トンネル、定期点検、変状傾向

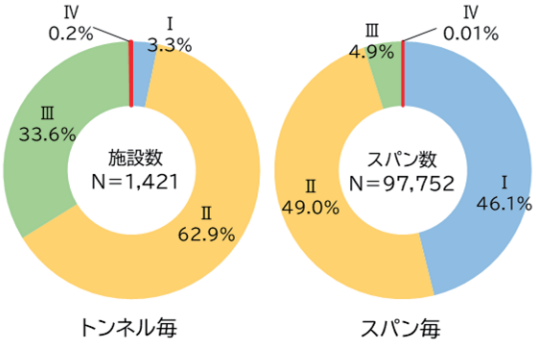
１．はじめに

道路構造物の老朽化などの課題に対応するため、2014年度よりトンネル等の道路構造物について予防保全等を目的に5年に1回の法定点検が行われている。

本稿では、国管理の道路トンネルにおける1巡目（5ヶ年）と2巡目（2019～2021年度の3ヶ年）の定期点検結果から得られた変状の発生状況やその傾向について紹介する。

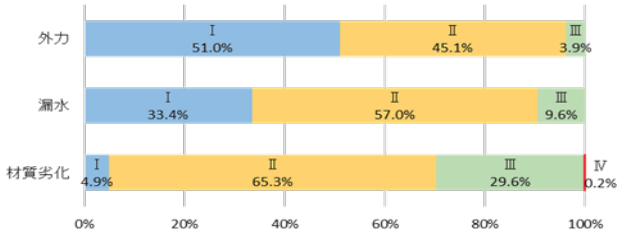
２．1巡目の定期点検結果の整理

1巡目点検（2014～2018年度）を実施した国管理の道路トンネル1,553施設のうち、山岳工法（矢板工法、山岳トンネル工法）で施工された1,421施設の健全性の診断結果は、判定区分Ⅰ（健全）が約3%、Ⅱ（予防保全段階）が約63%、Ⅲ（早期措置段階）が約34%、Ⅳ（緊急措置段階）が約0.2%となっており、何らかの措置が必要なトンネルが大半を占めている。これをスパン毎（1スパンは約10m）に再集計すると、Ⅰ（健全）の割合が約46%、Ⅲ＋Ⅳの割合が約5%となる（図-1）。この違いは、トンネルの健全性の診断は、スパン毎の健全性が最も悪い区分で代表させていることによる。



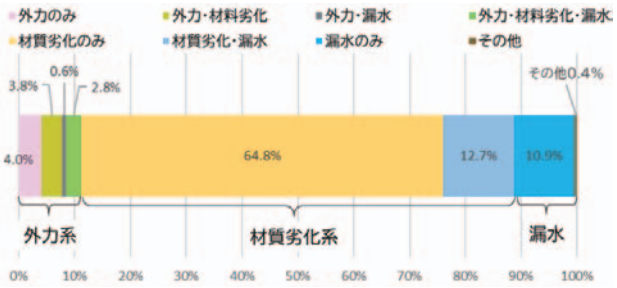
図－1　健全性判定区分の割合

1,421施設を変状区分別で見ると、材質劣化による変状によりⅢまたはⅣとなる割合が約30%と、外力による変状や漏水に比べて大きい傾向にある（図－2）。



図－2　変状区分の割合

さらに1,421施設のうち、健全性がⅢまたはⅣと診断されたトンネル503施設を対象として変状区分を整理した割合を図－3に示す。外力が要因となる割合は約11%と比較的少なく、材質劣化のみまたは材質劣化と漏水の両方が要因となる割合が約78%と多い。



図－3　健全性がⅢ、Ⅳとなるトンネルにおける変状区分の内訳

変状区分のうち「材質劣化」で対策区分ⅢまたはⅣと判定された覆工の変状箇所（5,460箇所）を変状の種類毎にみると、利用者被害につながるはく落の要因となる「うき・はく離」が92%と大半を占めており、点検時のたたき落としにより除去しきれなかったうき・はく離がトンネルの保全上、大きな課題となっている。

このうき・はく離の発生位置を分析した結果、目地部およびその周辺で65%、過去に変状が発生した箇所や補修箇所およびその周辺で34%と、ほとんどがこの二つの箇所で発生していることがわかっている。この分析結果を踏まえ、2巡目からの点検では、覆工表面全体の近接目視を基本としつつ、打音検査は目地部や補修箇所等を対象に行うことが定期点検要領の改訂（2019）に反映され、点検の合理化・効率化につながっている（**図-4**）。

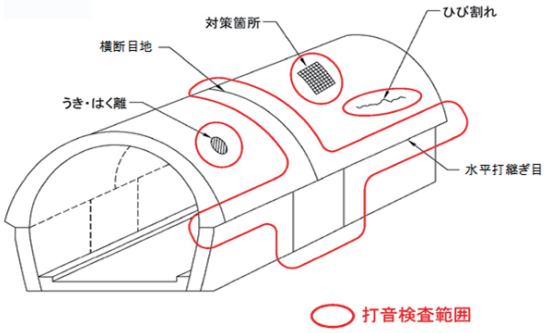


図-4　2回目以降の打音検査範囲イメージ

3．1巡目と2巡目の定期点検結果の比較

2巡目（2019～2021年度）の定期点検を実施したトンネルのうち、1巡目点検のデータがある927施設について、材質劣化のうき・はく離箇所数の推移を比較した結果、1巡目と2巡目で対策区分別の変状の箇所数に大きな変化は見られない（**図-5**）。

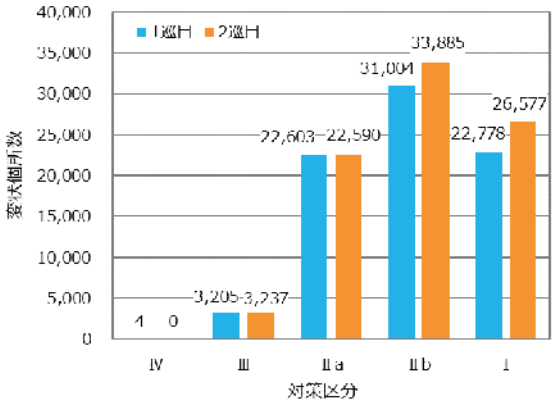


図-5　うき・はく離変状箇所数の推移

2巡目点検における材質劣化の変状の対策区分（1巡目点検からの進行程度）を**図-6**に示す。前回点検から補修又は措置済みの変状数をみると、対策区分Ⅲの変状はほとんどなく、対策区分Ⅰの変状が多い。

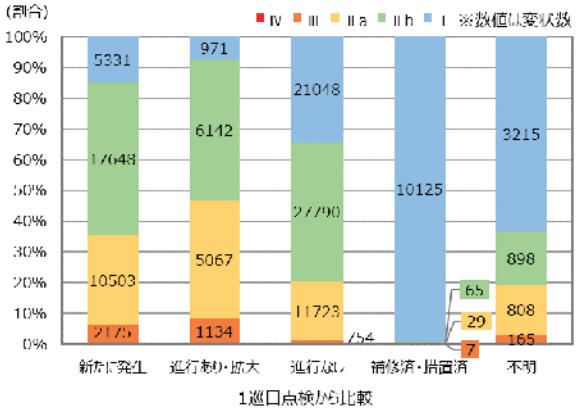


図-6　2巡目点検の対策区分割合（材質劣化）

このことから、適切な補修又は措置がおこなわれたことが分かる。一方で、前回点検から材質劣化の変状が「新たに発生」、「進行あり・拡大」したものは対策区分Ⅱa及びⅢの変状の割合が比較的高い傾向にある。

4．おわりに

これまでのトンネル定期点検結果を基に、覆工コンクリートのひび割れや、うき・はく離などの変状のほか、補修・補強材の変状事例について、写真と説明により分かりやすく解説した事例集[2)]を作成し2022年に公表した。

引き続き、1巡目と2巡目の定期点検結果の比較や施工時データの整理、構造条件・環境条件・部位別の変状の傾向等に関する分析を行い、点検支援技術の活用など新技術の適用に関する検討等も含め、更なる点検の効率化・合理化の提案につなげていく予定である。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料　No. 1175「道路トンネルの定期点検結果データ集（平成26～30年度）」
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1175.htm
2）国総研資料　No.1206「道路トンネルの定期点検に関する参考資料（2021年版）－道路トンネル変状・異常事例集－」
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1206.htm

社会・経済環境変化や地政学的リスク等国際物流に及ぼす影響を背景とした運河や港湾等の国際輸送インフラの利用動向分析

（研究期間：平成 28 年度～）

管理調整部　国際業務研究室　　研究官　寺西 裕之
管理調整部　　前部長　佐野 透

（キーワード）　新パナマ運河、スエズ運河、経路選択、潜在的需要、食料・エネルギー安全保障

１．はじめに

各国の産業動向の変化や、自由貿易の進展に伴う各国の経済連携、又は経済摩擦、地政学的リスクの顕在化等により、各国の貿易、輸送動向は急速に変化している。

このような国際物流をとりまく環境変化を踏まえつつ、船舶動静データや貿易等の各種統計等を総合的に分析し、国際輸送において、ボトルネックとなる運河や重要な港湾等の利用動向等について分析する。

今回は、アメリカのシェール革命が進行する中、2016年に拡張されたパナマ運河（新パナマ運河）の開通の影響や、運河の利用動向等について、分析を行った研究について紹介する。

２．シェール革命とアメリカのエネルギー輸出

シェール革命が進展した米国は、世界有数のエネルギー生産国となった。LPG（液化石油ガス）の世界最大の輸出国であるとともに、シェール由来の非在来型のLNG（液化天然ガス）の生産、輸出が増加し、国内で余剰となった石炭の輸出が増加したといわれている。

アメリカのメキシコ湾沿岸・東海岸や、カリブ海沿岸に大規模な石炭輸出港が整備されているコロンビア等から我が国へのエネルギー資源等の輸出には、他の地域より長距離の海上輸送コスト分のハンディがあり、パナマ運河の通過により輸送距離の短縮が可能となる。

３．新パナマ運河の開通

従来、パナマ運河を通航できる最大の船舶は、Panamax（船長294.1m、喫水12m、船幅32.3m）と呼ばれ、船舶サイズの一つの基準となってきた。しかし、船舶の大型化にともない、航路ネットワーク上のボトルネックとなっていた。運河の拡張工事により、従来の閘門等（旧パナマ運河）に加え、第３のアクセス水路と閘門等が設けられ、2016年6月に、Neopanamax（船長366m、喫水15.2m、船幅49m、2018年6月から51.2m）と呼ばれる船舶及び新たにLNG船が通航可能な、新パナマ運河が開通した。

新パナマ運河の通航隻数は、開通から2018年までの約２年間で、累計4000隻に達し、約半数がコンテナ船、約３割がLPG船、約１割がLNG船、残りをドライバルク船等が占めている。今回は、シェール革命を背景として、アメリカからの輸出が拡大したLPGやLNGの輸送船、石炭や食料（穀物）等の資源が輸送されるドライバルク船に焦点を当てて分析を行った。

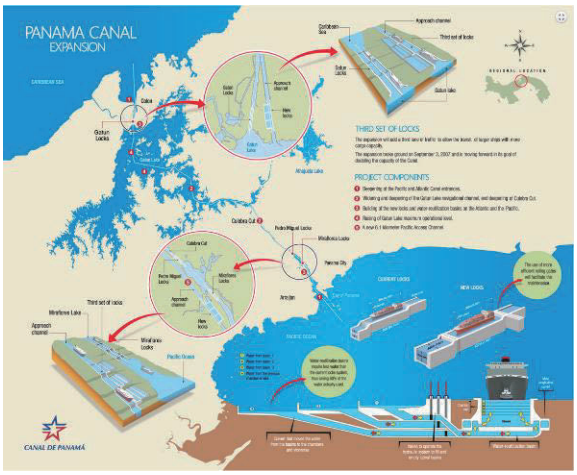


図-1　パナマ運河拡張工事の概要

４．新パナマ運河の利用船舶

各船種について、新パナマ運河の開通が、シェー

ル革命が進展したアメリカやコロンビアから我が国等の北東アジアへのエネルギー資源等の輸送効率化に寄与していることが示唆された。なお、図面は、2018年の船舶動静データの分析結果に基づく。

・LPG船（Neopanamax級）

図-2　LPG船の新パナマ運河の利用動向

・LNG船

図-3　LNG船の新パナマ運河の利用動向

・ドライバルク船（Neopanamax級）

図-4　ドライバルク船の新パナマ運河の利用動向

5．パナマ運河の潜在的な需要とスエズ運河

アメリカ、カナダの大西洋側から北東アジア方面へ向かう際、喫水や積載効率の観点からパナマ運河を通航しにくいPanamax-plusやNeopanamaxのドライバルク船が、新パナマ運河の開通後（2018年）も、航海距離が短いパナマ運河経路だけでなく、スエズ運河経路を選択しており、パナマ運河とスエズ運河との競合関係、新パナマ運河の潜在的な通航需要が推察される。なお、Panamax-plusとは、十分に減載すれば、旧パナマ運河を通航可能な船舶で、新パナマ運河の通航が限定的であり、十分減載し、旧パナマ運河を通航したと考えられる。

図-5　ドライバルク船の経路選択のイメージ

図-6　北東アジア方面に向かう
ドライバルク船（Neopanamax級）の出発地

6．おわりに

今回の分析では、パナマ運河、スエズ運河等の国際物流における我が国等との関わり、北東アジア等への影響や運河の潜在的な需要を示した。得られた知見は、我が国の資源、エネルギー、食料等の調達の多角化に資する輸入環境の整備のための戦略の立案や、パナマ運河、スエズ運河等の貿易における役割についての地政学的な見地からの検討の一助としての活用が考えられる。

気候変動等による世界的な食料生産の不安定化や、世界的な食料需要の拡大に伴う調達競争の激化等、ウクライナ情勢の緊迫化等を背景として、エネルギー・食料等の安全保障の強化が国家の喫緊かつ最重要課題となっている中、社会・経済環境変化や地政学的リスク等を踏まえ、海外の港湾や運河等の利用・輸送動向について、引き続き分析を行っていく。

☞詳細情報はこちら

1）国総研資料　No. 1180
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1180.htm

インフラ分野のＤＸを推進するための研究

（研究期間：令和３年度～）

インフラDX研究推進本部
建設マネジメント研究官　小川　智弘　　社会資本施工高度化研究室長　山下　尚

（キーワード）　DX（デジタルトランスフォーメーション）、ICT施工、BIM/CIM、生産性向上

１．はじめに

近年頻発・激甚化する災害への対応やインフラの老朽化対策の必要性の高まり、建設産業の深刻な人手不足、新型コロナウイルス感染症発生等を背景として、令和２年７月に国土交通省インフラ分野のDX推進本部が設置された。国総研においても翌年３月に「インフラDX研究推進本部」を立ち上げ、インフラ分野のDXに関する研究・開発を推進しているところであり、本稿では国総研で進めているDX関係の主な取組みについて紹介する。

２．DXデータセンターの構築

DXデータセンターは､BIM/CIMモデルや点群データ等の3次元データを保管し､検索/表示/提供するものである｡今年1月からは､国土交通省職員だけでなく､インターネットを介して、国土交通省の業務や工事を受注した民間企業も利用することができる(図-1)。

これにより、測量・調査・設計・施工の各段階で作成されるBIM/CIMモデルを、別の工事・業務や維持管理に活用促進できるものと考えている。

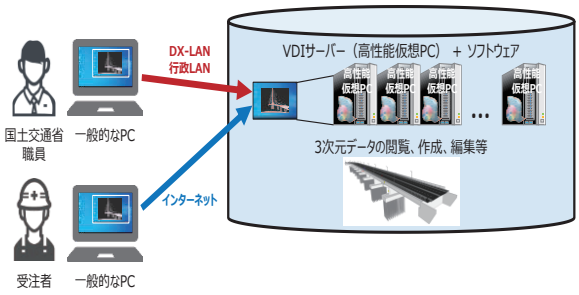


図-1　DX データセンターのシステムの概要

３．建設DX実験フィールドの整備

インフラDXの推進を支える技術の研究開発の拠点として、5G通信を活用した建設機械の自律施工技術や、3 次元データによる構造物の出来形の計測、検査技術の開発、検証を行うための「建設DX実験フィールド」の整備を進め、令和３年６月から運用を開始した（図-2）。ICT施工の基準作成の検証等を進める他、出来高管理に用いる新しい計測技術の試行・実証フィールドとして民間等にも開放しており、さらなる精度向上や生産性向上に向けた技術開発の進展や、小規模の現場に導入しやすい、安価で汎用性のある導入効果の高い技術の普及も期待している。

図-2　建設DX実験フィールドの概要

４．おわりに

国土交通省では令和5年をDXによる変革を一層加速する「躍進の年」として位置づけており、多種多様なデジタル技術の有効活用により、生産性向上や建設産業全体の働き方改革、ワークライフバランスの実現に向け、研究開発を進めるとともに、取組み内容の普及につながるよう情報発信について今後も努力してまいりたい。

技術連携

１．はじめに

国総研の研究方針に、基本姿勢として「広く産学官との技術の連携・融合を図り、新たな技術展開を目指す」、研究の心構えとして「自らの強み･弱みを認識した上で、外部とも連携して効率的な研究体制を構築」を掲げており、産学等の技術や異分野の知見を有効活用することにより研究の効率化と質の向上を図っている。

２．関係行政機関との調整・連携事例

政策展開に直接つながる研究を本省等関係行政機関との連携のもとで多数実施している。その中でも特に大規模な研究課題の例として、総合技術開発プロジェクト(総プロ)と行政部費事項立て予算による研究がある。総プロは、建設技術に関する重要な研究課題のうち、特に緊急性が高く対象分野の広い課題を対象に、行政部局が計画推進の主体となって、産学官の連携により総合的、組織的に研究を行うものである。行政部費事項立て予算による研究は、国総研が財務省から直接査定を受け、新たな政策の創出につながる総合的な研究を行うものである。令和4年に実施した研究をそれぞれ**表-1**、**表-2**に示す。

この他にも、過去には研究成果の実装に向けた社会実験を自治体等と実施した例がある。

３．民間・大学等との連携事例

他機関と共同で実施する共同研究、他の研究機関に委託する委託研究を多数実施している。令和4年の実施状況をそれぞれ**表-3**、**表-4**に示す。

この他にも、協定に基づく国内の大学や海外の研究機関との連携が行われている。学協会の委員会活動として産学官連携のもとで、研究活動や技術基準改定に取り組んでいる例もある。また、過去には優れた技術の活用の促進を目的とした技術公募を実施した例がある。

表-1　令和4年に実施した総合技術開発プロジェクト

課題名	研究期間	担当研究部・センター
成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術の開発	H30～R04	住宅、建築、都市
建築物と地盤に係る構造規定の合理化による都市の再生と強靭化に資する技術開発	R02～R05	建築、都市
建設事業各段階のDXによる抜本的な労働生産性向上に関する研究	R03～R07	社会資本マネジメント
社会環境の変化に対応した住宅・建築物の性能評価技術の開発	R04～R08	建築、住宅

表-2　令和4年に実施した行政部費事項立て予算による研究

課題名	研究期間	担当研究部・センター
現場の環境変化を考慮した土木施工の安全対策の高度化に関する研究	R02～R04	社会資本マネジメント
非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能指標および評価プログラムの開発	R02～R04	建築
空き家の管理不全化に対する予防的対策効果の定量化に関する研究	R02～R04	住宅
災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究	R02～R04	住宅
スマートシティ推進支援のための主要な都市問題解決に係る計画評価技術の開発	R02～R04	都市
自動運転空港除雪車両の導入に関する研究	R02～R04	空港
下水道を核とした資源循環システムの広域化・共同化に関する研究	R03～R05	下水道
氾濫シナリオ別ハザード情報図に基づく減災対策検討手法の研究	R03～R05	河川
土砂・洪水氾濫発生時の土砂到達範囲・堆積深を高精度に予測するための計算モデルの開発	R03～R05	土砂災害
既存建築物における屋根ふき材の耐風診断・補強技術評価に関する研究	R03～R05	建築
浴槽レス浴室のバリアフリー基準に関する研究	R03～R05	住宅
都市関連データのオープン化と利活用の推進に関する研究	R03～R05	都市
国際海上コンテナ背後輸送の効率化方策に関する研究	R03～R05	港湾
RC造マンションの既存住宅状況調査等の効率化に向けたデジタル新技術の適合性評価基準の開発	R04～R06	建築
既存オフィスビル等の省エネ化に向けた現況診断に基づく改修設計法に関する研究	R04～R06	住宅
脱炭素化の推進に向けた沿岸環境保全技術における炭素貯留効果を最大化する手法の開発に関する研究	R04～R06	沿岸海洋・防災
効率的な維持管理に向けた既存港湾施設のBIM/CIM構築手法に関する研究	R04～R06	港湾

表-4 令和4年に実施した委託研究

類型	審議会等名称	件数
研究所公募型		2
本省審議会公募型		
	新道路技術会議	13
	河川砂防技術研究開発	6
	下水道革新的技術実証事業	9

4．おわりに

以上で紹介したように、国総研では多様な連携が実施されている。今後も産学官と多様な連携をしながら研究に取り組んで参りたい。

表-3　令和4年に実施した共同研究

共同研究課題名	相手機関	研究期間（年度）	担当研究部・センター
建築・住宅・都市分野における技術基準等に関する研究	建築研究所	H28～R03	建築、住宅、都市
陸域観測技術衛星2号「だいち2号」による土砂災害監視手法の開発に関する共同研究	宇宙航空研究開発機構	H29～R03	土砂災害
新たな木質材料を用いた混構造建築物の耐震性能検証実験に関する共同研究	防災科学技術研究所	H29～R03	建築
次世代の協調ITSの実用化に向けた技術開発に関する共同研究	自動車メーカ、電機メーカ、関係財団法人、高速道路会社等 29者32団体	H29～R04	道路交通
ETC2.0データの配信サービスに関する共同研究	ITSサービス高度化機構	H30～R04	道路交通
コンクリート床版橋の保全に関する共同研究	土木研究所、プレストレスト・コンクリート建設業協会	H30～R03	道路構造物
3D・4Dのデータを活用した港湾施設の点検・診断システムに関する共同研究	海洋調査協会	R01～R03	沿岸海洋・防災
道路橋の性能評価技術に関する共同研究	建設コンサルタンツ協会、日本建設業連合会、日本橋梁建設協会、プレストレスト・コンクリート建設業協会	R01～R04	道路構造物
特殊橋・長大橋のマネジメントに関する共同研究	本州四国連絡高速道路、京都大学大学院、京都大学経営管理大学院、大阪大学大学院、土木研究所、東京製綱、神鋼鋼線工業	R01～R03	道路構造物
既設道路橋群の維持管理計画の継続的改善に関する共同研究	建設コンサルタンツ協会、京都府、京都大学大学院、大阪大学大学院、茨城県	R01～R03	道路構造物
土砂・洪水氾濫対策技術に関する共同研究	筑波大学	R01～R05	土砂災害
AISデータの輻輳海域における港湾整備への活用に関する共同研究	港湾空港総合技術センター	R02～R04	港湾
既設橋梁基礎の性能評価手法及び補強設計法に関する共同研究	土木研究所、東北大学、全国地質調査業協会連合会、富山大学	R03～R04	道路構造物
社会資本分野における技術基準の策定等に関する共同研究	土木研究所	R04～R09	下水道、河川、土砂災害、道路交通、道路構造物、社会資本マネジメント
自動運転の普及拡大に向けた道路との連携に関する共同研究	自動車メーカ、電機メーカ、関係財団法人、高速道路会社等 27者	R03～R05	道路交通
DXデータセンターにおける2次元データ利用環境の官民連携整備に関する共同研究	オートデスク、川田テクノシステム、フォーラムエイト、福井コンピュータ、ESRIジャパン、アイサンテクノロジー、三栄技研	R04～R06	社会資本マネジメント
橋台背面アプローチ部等の設計に関する共同研究	土木研究所、土木研究センター、EPS（発泡スチロール土木工法）開発機構	R04～R05	道路構造物
多能工施工によるコンクリート躯体工等の土木現場施工の生産性向上に関する共同研究	定置式水平ジブクレーンの活用促進及び建設技能者の働きがい向上技術組合、加藤組、砂子組、フクザワコーポレーション、宮坂建設工業	R04～R07	社会資本マネジメント
木造建築物の外壁通気工法の性能評価に関する共同研究	大学、ハウスメーカ、関係財団法人等 12者	R04～R06	建築

国際研究活動

１　国総研における国際研究活動

国総研では､国土交通省の関連方針も踏まえ､海外の政府機関や政府系研究機関等との交流を深めるとともに、以下の三つの視点に基づき国際研究活動を推進している。

(1)　国内の政策に対する技術面からの貢献：

国総研が主体となって締結した二国間協定や国土交通本省で締結した協定等を活用しながら、海外の政府機関等とネットワークを構築するとともに、先進事例や災害における被災状況等の情報収集を行い、国内の政策提案や技術基準等への反映を行う。

(2)　開発途上国等への技術協力：

公共施設管理者に近い立場で得られる、国内での公共施設の維持管理や災害対応等に関する知見・教訓と、それらを反映した防災・減災対策の高度化に関する研究成果を活用し、開発途上国等の現地政府が抱える高度な技術的課題への対策や技術基準策定、技術系政府職員の能力向上のための支援等を行う。

(3)　インフラシステムの海外展開：

国内の政策展開を支える技術基準策定のための知見を活かし、日本の技術基準を相手国の諸条件に合せてカスタムメイドする取組を実施する。一方、国際標準化のための委員会にも参加し、一部分野においては技術基準の国際化における主導的役割を担い、国内基準と国際基準の整合性の確保を行うなど、インフラシステムの海外展開のための技術的な支援を行う。

２　2022年度の主な国際研究活動

2022年度は、新型コロナウィルスが引き続き流行しているなか、出入国規制などが徐々に緩和され、国をまたぐ往来がコロナ渦前の状態を取り戻しつつある状況であった。そのため、延期やオンライン会議の形式を取る国際会議・打合せ等がある一方で、少数ではあるが、従来通りに外国出張を伴って対面形式で行うものもあった。

コロナウィルスの蔓延下における2022年度の国際研究活動の中から、代表的なものを以下の通り紹介する。

２．１　LandAware 地すべり早期警報に関する国際コンソーシアムにおける活動

2020年に立ち上げたLandAware（地すべり早期警報に関する国際コンソーシアム）では、世界的に普及が拡大している地すべり早期警報の各国の技術の標準化や、ベストプラクティスの共有、まとめ論文の共同執筆等を定期的に行っている。土砂災害研究部においては、コンソーシアムの発起幹事の一人として、世界の地すべり早期警報のレビューや用語集案・カタログ案の作成等を実施している。2022年度は10月にスイス・チューリッヒにて次世代の地すべり早期警報のプロトタイプ構築に向けたワークショップが開催され、各国で運用段階にある警報の水準を仕様面から相対評価する取り組み手法の適用例、モデル、データ等についてのこれまでの経験や情報、知見を共有し、運用方法や検討手順について議論を行った。

２．２　「第26回FHWA/MLIT政府間会議」への参加

米国運輸省と国土交通省間の日米交通インフラ協力覚書に基づく、道路橋の維持管理のあり方や耐震技術等に関する日米間の会議を開催した。わが国の道路橋資産管理の動向についての情報発信や、米国連邦道路庁との討議、意見交換を行うことにより、当該分野の最新の施策動向に関する情報を得ることができた。これらは今後の

道路橋資産管理の合理化及び高度化、ひいては管理技術の向上ならびに維持管理負担の軽減に寄与することが期待される。

２．３　日越大学とのジョイントセミナーの開催

11月25日、国総研とベトナム国家大学ハノイ校日越大学（以下、日越大学）とのジョイントセミナーをオンラインにて開催した。日越大学は日本政府の協力により設立された大学だが、国総研としても同大学と本邦企業との関係構築に関する支援という観点から同セミナーの開催に協力したものである。セミナーでは「道路技術と施策の紹介」をテーマに、国総研と日越大学がそれぞれ発表を行った。国総研からは、日本における道路構造物の維持管理や、土砂災害の防止と軽減方策などについてのプレゼンが行われた。日越両国以外も含む１００名近くの参加者があり、それぞれのセッションでは質疑応答も活発に行われ、盛況のうちにジョイントセミナーを終えることができた。

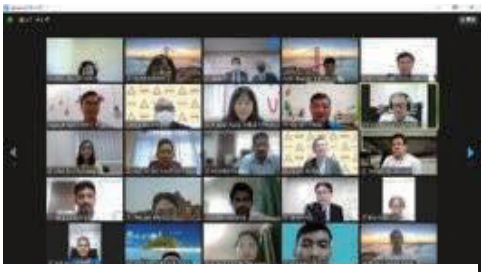


図-1 日越大学とのジョイントセミナーの様子

２．４　韓国国土研究院との都市分野研究交流会議の開催

国総研と韓国国土研究院は2012年11月に都市分野での研究協力に関する覚書を締結しており、これまで共同研究会議や共同視察を実施してきた。今年度においても、5年ぶりの現地開催となる共同ワークショップを日本で開催し、会議・視察等を行った。共同研究会議においては、両研究所がスマートシティをテーマにした研究発表を行うとともに、今後5年間の活動方針について議論を行い、前半は都市分野のDXを共同研究テーマとすることを確認した。

図-2 韓国国土研究院との第 7 回共同研究会議（令和 4 年 12 月 1 日）

２．５　PIANC WG213への対応

国総研は、PIANC（国際航路協会）におけるWG213（多目的ターミナルの計画手法ガイドラインの作成）への参画を継続しており、これまでにレポートの素案のとりまとめ作業を行っている。港湾研究部は日本からのWGメンバーとなっており、貨物輸送以外の多目的ターミナルの利用に関する章の執筆を担当し原稿を提供している。この中では、自然災害時の緊急輸送への多目的ターミナル活用の考え方やクルーズ船の受け入れ方策について情報を提供している。

２．６　ISOに関する活動

下水道研究部においては、ISO TC224（上下水道サービス）のWG16（気候変動適応）の専門委員として、上下水道サービスの気候変動に係る国際基準の開発・議論のため、オンラインにて会議に参加した。建築研究部では、ISO TC92(火災安全) SC2（火災の封じ込め）におけるWGにオンラインにて出席し、規格立案者として耐火試験結果の拡張適用方法について意見を集約、とりまとめを行った。

２．７　JICAプロジェクト・研修への協力

国総研では、JICAの要請に応じて海外からの研修生を受入れており、例年、研究所内での講義や実験施設の見学、近年ではオンライン形式による研修も実施しているところである。今年度は下記の他3件の研修を実施した。

(1) ダム安全管理（河川研究部）〔ビデオ配信：研修員数2名〕

(2) 公共工事積算能力強化研修（社会資本マネジメント研究センター）〔対面：研修員数11名〕

新しく「港湾情報化支援センター」を設置します

１．はじめに

国土交通省港湾局では、新しい資本主義実行計画等に基づいて、我が国の港湾に関連する手続きの電子化を推進して港湾全体の生産性向上を目指すサイバーポート（以下、「CP」と称す）施策を推進しています。このCP施策において、CP情報システムを順次本格運用するなど、当該施策の実施体制を強化する必要が生じたため､2023年4月より国総研に港湾情報化支援センターを設置することとしました。

２．センターの体制と組織改変

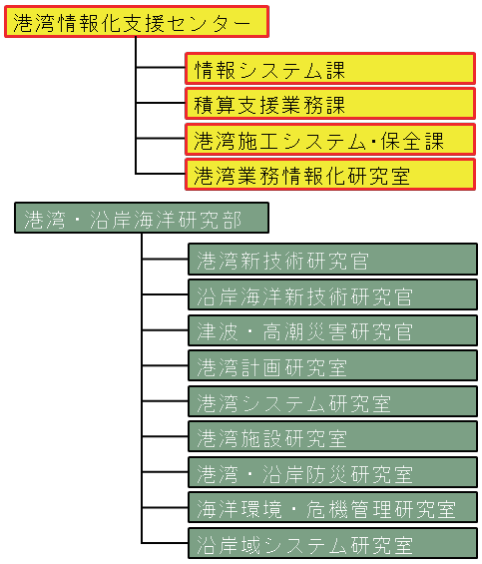


図　新体制の組織図

【主な業務】

情報システム課：情報システムの整備、管理等

積算支援業務課：積算に関する調査、積算支援システムの整備、管理等

港湾施工システム・保全課：i-con等に関する調査等

港湾業務情報化研究室：港湾業務の効率化等に関する調査、研究等

３．経緯・目的

（１）これまでの取組み

これまでも国総研では、港湾分野の電子化を推進するための研究、業務を実施して参りました。具体的には､港湾研究部では港湾分野のi-conや戦略的維持管理の推進を図るべく、ICT施工技術やBIM/CIM活用に関する調査研究を行っており、管理調整部では主に国が実施する港湾整備事業で活用する業務情報化に資する｢港湾整備事業支援統合情報システム(港湾CALS）」の構築、運用支援等を行ってきました。

（２）体制強化の背景

CP施策では、港湾整備事業や施設の維持管理の情報化による高度化のみならず、港湾の利用や物流事業の手続き、調査・統計といった港湾の業務についても統合化し、一体運用することを目指しております。また、情報システムの本格運用にあたっては、国土交通省職員に限らず、港湾管理者や港湾業務に関係する民間事業者など、利用者の拡大や多様化も見込まれたため、施策の推進のためには総合的な実施体制の強化が必要となりました。

（３）目的・役割

そこで、国総研では、港湾情報化支援センターを設置して、CP施策の推進に重要な役割を果たす情報システムの安定運用を確保しつつ、機能改善や他システムとの連携を図ります。また、港湾業務の電子化を活用したi-con技術の研究開発、BIM/CIM等の業務情報化の進展を踏まえたDXの推進を目指し、研究開発をより強力に推進して参ります。

加えて、港湾情報化支援センターの設置に伴う組織改変として、沿岸海洋・防災研究部及び港湾研究部を統合して､港湾･沿岸海洋研究部を設置します。

４．当面の取組み

当面は、CP情報システムの安定運用、CP施策の定着に向けた支援業務を重点的に推進します。また、港湾業務の電子化を踏まえ、i-conやBIM/CIMに関する調査、研究を継続するとともに、リモートセンシングの活用促進や防災情報活用による業務の高度化等、DX（業務変革）への進展を意識した発展的な研究開発も並行して推進して参ります。

国総研研究報告・資料・プロジェクト研究報告リスト

＜国土技術政策総合研究所資料＞

番号	タイトル	課室等名	執筆者名	刊行年	月
1192	都市公園における子育て支援機能導入手法に関する技術資料	緑化生態研究室	山岸裕、舟久保敏、大石智弘	2022	3
1194	B-DASHプロジェクトNo.37　小規模下水処理場を対象とした 低コスト・省エネルギー型高濃度メタン発酵技術導入ガイドライン(案)	下水処理研究室	下水処理研究室	2022	3
1195	B-DASHプロジェクト No.3 固定床型アナモックスプロセスによる高効率窒素除去技術導入ガイドライン(案)	下水処理研究室	下水処理研究室	2022	3
1196	コンクリート舗装のWestergaard載荷公式及び剛比半径の考察	空港施設研究室	坪川将丈	2022	3
1197	AISデータを用いた2019年台風15号時の東京湾内船舶の避泊実態に関する分析	港湾計画研究室	篠永龍毅、安部智久	2022	3
1198	係留索の最小切断荷重に基づく津波来襲時における船舶牽引力の概略評価	港湾研究部	平田悠真、佐々木宏和、竹信正寛、宮田正史、米山治男	2022	3
1199	ICT海上地盤改良工（床掘工）の出来形管理への施工履歴データ適用に関する検討	港湾施工システム・保全研究室	小嶋一弘、辰巳大介、小川雅史	2022	3
1200	ICT浚渫工の生産性向上に向けた出来形測量・水路測量の作業効率化に関する検討	港湾施工システム・保全研究室	長田康輝、辰巳大介、坂田憲治	2022	3
1201	みなとオアシス登録施設の配置計画に関する研究	沿岸域システム研究室	小松﨑真彦	2022	3
1202	道路橋の洗掘による被災リスク要因に関する研究 ー被災事例の統計分析等による検討及び令和3年（2021年）の豪雨災害調査ー	構造・基礎研究室	七澤利明、宮原史、藤田智弘、 佐々木惇郎、山田薫、島田裕貴	2022	3
1203	まちづくりに資する「優れた公共デザイン」の実現手法に関する手引き(案)	緑化生態研究室	岩本一将、舟久保敏、西村亮彦、 大石智弘	2022	3
1204	地震動のスペクトル分析情報-分析情報の概要と検証-	道路地震防災研究室	川嶋祥之、増田仁、小嶋啓太、 片岡正次郎	2022	3
1205	気候変動を踏まえた治水計画のための降雨量変化倍率に関する技術資料	水循環研究室	川﨑将生、前田裕太、猪股広典、 秋田桜彩、工藤俊、幕内加南子、 山地秀幸	2022	4
1206	道路トンネルの定期点検に関する参考資料(2021年版) -道路トンネル変状・異常事例集-	構造・基礎研究室	七澤利明、落合良隆、佐藤正、 佐々木政和	2022	7
1207	下水道技術開発レポート2021	下水道研究部	下水道研究部	2022	5
1208	令和2年度下水道関係調査研究年次報告書集	下水道研究部	下水道研究部	2022	6
1209	地震により被災した既設橋梁基礎の被災要因に対する解析的研究	構造・基礎研究室	七澤利明、宮原史、藤田智弘、 佐々木惇郎、島田裕貴、山田薫	2022	6
1210	陸上発生土に含まれる陰イオン界面活性剤の分解実験手法の留意点	海洋環境・危機管理研究室	内藤了二、秋山吉寛、岡田知也	2022	7
1211	ICT浚渫工におけるマルチビーム測深データを対象とした深層学習によるノイズ処理の検討	港湾施工システム・保全研究室	辰巳大介、小川雅史	2022	7
1212	コンテナターミナルにおける遠隔操作RTG導入に対応したレイアウト及びオペレーションに関する基本的考察	港湾計画研究室	上田剛士、安部智久	2022	7
1213	港湾におけるシナリオベースによる外力の確率評価	沿岸防災研究室	岡本侃大、本多和彦、百海郁弥	2022	7
1214	管内水質量および付加質量が桟橋固有周期に及ぼす影響に関する解析的検討	港湾施設研究室	菅原法城、竹信正寛、野津厚、 長坂陽介、宮田正史	2022	7
1215	港湾の親水空間における転落防止柵の現状	管理調整部	松田茂	2022	7
1216	施工・維持管理段階において入手可能なデータを用いた信頼性指標による施設保有性能の時系列的評価の試行 ～船舶接岸時における桟橋鋼管杭の応力照査を対象として～	港湾施設研究室	三上康光、竹信正寛、菅原法城、 宮田正史、辰巳大介、本間翔太、 宮島正悟	2022	7
1217	津波発生時の船舶航行実態分析と緊急避難円滑化に向けた視点	港湾計画研究室	安部智久・篠永龍毅	2022	7
1219	地震時の液状化の影響によるカルバートの挙動に関する研究	構造・基礎研究室	七澤利明、伊藤浩和、谷俊秀、 佐々木惇郎、佐々木政和	2022	7
1220	都市における緑農環境保全・活用の計画・実現手法に関する事例集(案)	緑化生態研究室	金甫炫、大石智弘、松本浩	2022	7
1221	令和3年度　道路調査費等年度報告	道路交通研究部、 道路構造物研究部、社会資本マネジメント研究センター	道路交通研究部、 道路構造物研究部、 社会資本マネジメント研究センター	2022	8
1222	土砂災害分野におけるL積率法を用いた解析雨量プロダクトの確率化手法	土砂災害研究室	中谷洋明、金澤瑛	2022	9
1223	下水道技術開発会議　エネルギー分科会報告　2021	下水道研究部	下水道研究部	2022	8
1224	新型コロナウイルス感染症や脱炭素化による我が国港湾取扱貨物量への影響分析	港湾システム研究室	長津義幸、赤倉康寛	2022	10
1225	港湾計画のマクロ予測にかかる品目別コンテナ貨物量将来予測手法の比較分析	港湾システム研究室	中川元気、長津義幸、赤倉康寛	2022	10
1226	既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システムの開発及び改良～点検診断結果から保有性能評価・劣化予測・類似施設の情報提供等を行う評価ツールについて～	港湾施工システム・保全研究室	坂田憲治、井山繁、辰巳大介	2022	10
1227	国内航空の実勢運賃推計に関する考察	空港計画研究室	黒田優佳、鎌倉崇、乙幡和利	2022	10
1228	生物の繁殖場としての沿岸生息場の評価手法に関する検討 -東京湾内外のホソウミニナに関する事例-	海洋環境・危機管理研究室	秋山吉寛、内藤了二、岡田知也	2022	10
1229	非住宅建築物の外皮・設備設計仕様とエネルギー消費性能の実態調査 - 省エネ基準適合性判定プログラムの入出力データ(2021年度)の分析 -	建築環境研究室	宮田征門、三木保弘	2022	10
1230	国土交通省国土技術政策総合研究所 緑化生態研究室報告書　第37集	緑化生態研究室	緑化生態研究室	2022	10
1231	降雨による土砂災害に関する全国集計データ	土砂災害研究室	中谷洋明、瀧口茂隆	2022	11
1232	道路構造物管理実務者研究(橋梁初級Ⅰ) 道路橋の定期点検に関するテキスト(その２)	橋梁研究室	白戸真大、岡田太賀雄、上田晴気	2022	11
1233	衛星SARデータを用いたロックフィルダムおよび貯水池周辺斜面の変位計測マニュアル（案）	大規模河川構造物研究室	佐藤弘行、金銅将史、小堀俊秀、 櫻井寿之	2022	12
1234	道路土工構造物点検に関する参考資料(2022年版)-特定道路土工構造物変状事例集-	道路基盤研究室	渡邉一弘、青山淳、北島大樹、 石原一輝	2022	12
1235	国土技術政策総合研究所研究評価委員会　令和4年度　分科会報告書	研究評価・推進課	研究評価・推進課	2023	1
1236	令和4年度　国土技術政策総合研究所研究評価委員会報告書	研究評価・推進課	研究評価・推進課	2023	1
1237	既設シェッドの設計法の変遷、維持管理及び被災の実態に関する基礎資料	構造・基礎研究室	七澤敏明、谷俊秀、山田薫、 澤口啓希、谷口勝基	2023	2
1245	次世代の協調ITSの実用化に向けた技術開発に関する共同研究報告書	高度道路交通システム研究室	高度道路交通システム研究室	2023	3

＜国土技術政策総合研究研究報告＞

番号	タイトル	課室等名	執筆者名		
68	世界のコンテナターミナルにおける沖待ちの把握・分析手法の構築	港湾システム研究室	赤倉康寛	2022	10
69	新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発	建築研究部	建築研究部	2023	3
70	平成28年熊本地震で被災した道路橋の再度災害の低減と早期道路機能確保を考慮した復旧対策	熊本地震復旧対策研究室	星隈順一、西田秀明、宮原史、 澤田守、今村隆浩	2023	3

（ＦＡＸ）０２９－８６４－４３２２
国総研　研究評価・推進課　宛

皆さまの声をお聞かせ下さい！！
“国総研レポート 2023 に関するアンケート”

（アンケートは、電子メール（nil-publications2675@mlit.go.jp）でも受け付けております。）

「国総研レポート」は、国総研の一年間の研究動向・成果や成果の活用事例を紹介することを目的として発行しています。
皆さまのご意見、ご感想を基に、コンテンツの改善を図ってまいりたいと考えておりますので、下記アンケートにご協力をお願いいたします。

Q1. 本書を読んでの感想をお尋ねします。（番号に○をお付けください）

(1)業務に役立ちましたか？ → (1-2)どのように役立ちましたか？

1. 大変役立った
2. やや役立った
3. あまり役立たない
4. まったく役立たない

1. 本書で新たな知見や情報を得た
2. 詳しい情報の所在にたどり着いた
3. その他（　　）

(2)理解しやすい記述でしたか？

1. 大変そう思う　2. ややそう思う　3. そう思わない　4. まったくそう思わない

(3)文字の大きさ

1. 大変見やすい　2. 見やすい　3. やや見づらい　4. 見づらい

(4)冊子の厚さ

1. 薄い　2. ちょうど良い　3. 厚い　4. 非常に厚い

Q2. どの記事に興味・関心を持たれましたか？（ページ番号をご記入ください）

□　□　□　□　□　□　□　□

Q3. 次の点について、ご意見・ご要望（改善すべき点等）をお聞かせください。

(1)本書の内容

（　　）

(2)その他

（　　）

ご協力ありがとうございました。 上記宛て FAX いただきますようお願いいたします。

NILIM 2023
国総研レポート 2023

No.22　　April 2023

編集・発行　©国土技術政策総合研究所
住　　所　茨城県つくば市旭１番地

本資料の転載・複写の問い合わせは
企画部　研究評価・推進課　TEL 029-864-2675

国総研公式ソーシャルメディア一覧

国総研公式ソーシャルメディアにおいて、HP の新着情報や研究の取組に関する情報等の発信や研究施設、実験等の動画を紹介しております。

1．Twitter

国総研公式 twitter
URL:https://twitter.com/mlit_NILIM

2. facebook

国総研公式 Facebook
URL:https://www.facebook.com/mlit.NILIM

3. YouTube

国総研 YouTube チャンネル
URL:https://www.youtube.com/channel/UC51193hxIF1CrZ85DTBnm8Q

【フォロー、チャンネル登録のお願い】
ご利用のソーシャルメディアに合わせて、どなたでも、フォローやチャンネル登録できます。是非ご覧ください。

国総研レポートのイメージカラーである「赤色」は、
現在そして将来にわたって安全・安心で活力と魅力ある国土と社会の実現を目指す研究者の「熱意」を表しています。