

第2章

活 動

第2章 活動

1. 研究方針



国土技術政策総合研究所 研究方針



国土交通省

平成 29 年 11 月 1 日

国土技術政策総合研究所の使命

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

- ・技術政策の企画・立案のみならず、普及・定着まで一貫して、当事者として参画する
- ・技術政策の必要性や妥当性を実証データにより明らかにし、説明責任を果たす

○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

- ・現場の実情を踏まえた解決策を提示し、災害時等の高度な緊急対応も機動的に支援する
- ・個々の対応事例を蓄積、一般化して広く提供するとともに、教訓を研究に反映する

○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

- ・国土や社会を俯瞰し、変化を的確に捉え、将来の課題を見通す
- ・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

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

- ・直面する重要な政策展開を支える技術基準・手法を体系的に提示、現場実装し継続的に改良
- ・将来的な対応が想定される課題を抽出し、政策の方向性を提案
- ・国土・社会の動向を継続的・長期的に分析し、知見を蓄積
- ・戦略的な国際標準化、途上国の技術者育成を通じて、我が国の技術の国際展開を支援

○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

- ・発災直後から研究者を派遣し、二次災害防止や応急対策に関する現場の対応を支援
- ・原因の究明、復旧・復興計画の検討、対策の実施について技術的に助言
- ・災害等から得られる知見・教訓を蓄積し、防災・減災対策の高度化研究に反映
- ・海外における大規模災害に対し、災害対応先進国として技術的に支援

○地方整備局等の現場技術力の向上を支援

- ・現場が直面する課題に対し、実務を知る立場ならではの指導・助言を通じ、技術力を移転
- ・人材の受入れ、研修等により行政知識と専門性を併せ持つ地域の中核技術者を養成

○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

- ・国の機関として、膨大な現場データを、客観性・正確性・信頼性を確保しつつ収集、管理
- ・蓄積したデータは、自ら分析し研究へ反映するとともに、社会へ適切に公開

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

- ・組織的に積上げてきた研究蓄積を活用し、既往研究の何を乗り越えるかを明確化
- ・計画段階から社会実装を想定し、研究項目、手順、スケジュール、達成目標を設定
- ・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

○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

- ・データ、事実を客観的・中立的に解釈して仮説を検証
- ・幅広い分野の専門家と議論を行い、多面的・多角的に考察
- ・研究全体を見通し、常に結果の本質を見極め、計画を自発的・継続的に見直し
- ・試行錯誤し、想定外の結果も柔軟に受けとめ、より良い研究成果の創出へと展開

○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

- ・行政・現場・研究、各々の特性を活かした実現性の高い実装プロセス、役割を明確化
- ・広報を研究の一環として組み込み、伝わることを意識して積極的に社会へ発信

○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

- ・幅広い視点から、研究をより良くするために外部評価と所内評価を実施
- ・第三者からの助言・意見等を積極的に取り入れ、自らも厳しく研究状況を検証し改善
- ・多様で急速な技術の進展に応じ、外部との新たな連携の仕組みを機動的に整備
- ・成果を知的基盤化する刊行物・データベースを作成、多様な広報手段を用意

○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

- ・データを読み解き、現場を想像しつつ結論への道筋と社会実装手順を組立てる力を養成
- ・先人の研究蓄積や経験・ノウハウを伝承し、行政・現場を経験する機会を提供
- ・行政・現場、産学からの研究者など、多様な人材による研究組織を形成

○住宅・社会資本分野の技術研究開発を支える実験施設等の保有・機能強化

- ・実用環境下での性能検証に不可欠な、民間では保有困難な施設を適切に管理・運用
- ・民間・大学等の幅広い技術研究開発を支援するため、外部への施設利用機会も提供

2. 令和6年度に実施した調査・試験・研究

2.1 調査・試験・研究一覧

課題名	研究室名
国総研研究者の技術力向上方策の試行及び向上効果検証に関する研究	(インフラ情報高度利用技術研究官) 28
インフラ技術及び研究成果の理解促進に関する研究	(企画課) 28
国際的な社会経済情勢の変化を踏まえた海運動向、海外港湾の調査・分析	(国際業務研究室) 29
上下水道管路の効率的な改築・点検調査に関する研究	(水道研究室) 30
水道革新的技術実証事業	(水道研究室) 30
気候変動等の影響を踏まえた効率的な都市浸水対策推進に関する調査	(下水道研究室) 31
下水道管路の効率的なストックマネジメント実施に関する調査	(下水道研究室) 33
下水道新技术の開発方向性及び導入促進に関する調査	<div style="display: flex; align-items: center;"> (上 下 水 道 研 究 官) 33 </div>
下水道管路施設の災害対策支援に関する研究	(下水道研究室) 34
気候変動等の影響を踏まえた放流水質のあり方に関する調査	(下水道研究室) 34
養豚排水からの新規リン回収技術の開発	(下水道研究室) 35
下水道における脱炭素化に資する技術に関する調査	(下水処理研究室) 36
下水道革新的技術実証事業	<div style="display: flex; align-items: center;"> (下 水 处 理 研 究 室) 38 </div>
下水の衛生学的な水質リスク低減効果の評価手法及び下水再生利用促進の検討に関する調査	(下水処理研究室) 39
下水処理における一酸化二窒素等の排出量削減に関する調査	(下水処理研究室) 39
水質管理に着目した下水処理場におけるエネルギー最適化に関する調査	(下水処理研究室) 40
微生物群集構造変化による水質への影響に関する研究	(下水処理研究室) 40
気候変動を考慮したダムの付加高さの設定方法	(河川研究部長) 41
住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装（河川分野）	(河川研究室) 42
3次元点群データを用いた洪水流解析手法に関する調査	(河川研究室) 44
粘り強い河川堤防の機能を損なう変状に関する検討	(河川研究室) 46
水害リスク管理型の河道計画策定手法の検討	(河川研究室) 48
流域治水での河道制御施設等による土砂管理手法に関する調査	(河川研究室) 50
多自然川づくりのための留意事項整理	(河川研究室) 52
流域治水の推進に必要な越流実験に関する調査研究	(河川研究室) 52
実データを活用した河道管理計画の検討	(河川研究室) 52
堤防の耐浸食力の評価手法の高度化に関する検討	(河川研究室) 53
河道基盤情報化システム（RBCOM）更新・管理検討業務	(河川研究室) 53
流域治水の検討に資する水害リスクの評価手法に係る検討	(河川研究室) 53
粘り強い河川堤防の効果の確認に関する検討	(河川研究室) 54
水害リスク評価に基づく河川管理者の危機管理方策に関する検討	(河川研究室) 54
河川堤防の耐浸透性能の評価手法適用に関する検討	(河川研究室) 55
緩傾斜落差工の設計手法に関する検討	(河川研究室) 55
河川技術に関する研究開発	(河川研究室) 56
開発公募運営	(河川研究室) 56
災害対策検討や災害予測等に資する情報提供等に必要な情報管理システム保守	(河川研究室) 57
気候変動を見据えた海岸防護の再構築手法に関する研究	(海岸研究室) 58

課題名	研究室名
住宅・社会资本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装(海岸分野)	(海 岸 研 究 室) 60
衛星画像等を活用した海岸線モニタリング手法の開発	(海 岸 研 究 室) 62
高潮・高波の浸水危険度の予測高度化に関する検討	(海 岸 研 究 室) 62
海岸における浸水リスクマップ構築手法の開発	(海 岸 研 究 室) 63
海岸堤防前面の局所洗掘計算に関する検討	(海 岸 研 究 室) 63
波の多方向性を考慮した海岸保全施設の安定性に関する調査	(海 岸 研 究 室) 64
気候変動を踏まえた海岸侵食対策の実施タイミング設定手法の研究	(海 岸 研 究 室) 64
住宅・社会资本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装(河川管理分野における衛星データの活用)	(水 循 環 研 究 室) 65
気候変動を考慮した氾濫可能性の影響評価手法の研究	(水 循 環 研 究 室) 67
気候変動予測データ（気候変動予測先端研究プログラム）のバイアス補正および全国の1級水系の利水安全度の変化の計算	(水 循 環 研 究 室) 69
気候変動を踏まえた次世代型の低水管理手法に関する検討	(水 循 環 研 究 室) 69
AIを用いたダム操作の高度化のための開発・実証	(水 循 環 研 究 室) 70
デジタルテストベッドの開発	(水 循 環 研 究 室) 70
洪水予測の高度化	(水 循 環 研 究 室) 71
比較衡量	(水 循 環 研 究 室) 71
住宅・社会资本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装（ダム分野における衛星データの活用）	(大規模河川構造物研究室) 72
ダム事業計画における不確実性の低減手法に関する調査	(大規模河川構造物研究室) 74
ダムのデジタルデータ活用検討業務	(大規模河川構造物研究室) 76
ダムの耐震性能照査技術の高度化に関する調査	(大規模河川構造物研究室) 76
流域治水の多層的対話モデルの構築に向けた人文・社会科学的研究	(水 害 研 究 室) 77
小規模河川における水害リスク情報の高度化及び活用推進	(水 害 研 究 室) 79
大量の土砂堆積を考慮した水害リスク評価手法の研究	(水 害 研 究 室) 81
近年の水害実態を踏まえた水害リスク評価手法の改善検討業務	(水 害 研 究 室) 83
防災まちづくりのための減災対策の評価手法の検討	(水 害 研 究 室) 83
阪神地域における災害伝承教育による当事者性形成プロセスの解明	(水 害 研 究 室) 84
浸水センサを用いたデータ同化技術を適用した浸水範囲の予測手法の開発	(水 害 研 究 室) 84
谷地形が不明瞭な箇所における土石流の発生メカニズムに関する基礎的研究	(砂 防 研 究 室) 85
土砂・洪水氾濫対策施設の配置計画に関する検討	(砂 防 研 究 室) 87
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	(砂 防 研 究 室) 89
土石流・土砂流の2次元河床変動計算等による細やかなリスク情報に基づく情報提供手法に関する研究	(砂 防 研 究 室) 91
気候変動による土砂移動特性の変化を考慮した対策に関する研究	(砂 防 研 究 室) 91
土砂・洪水氾濫による被害想定技術の高度化に関する研究	(砂 防 研 究 室) 92
土砂災害警戒区域内におけるがけ崩れ災害による被害リスク評価に関する研究	(土 砂 灾 害 研 究 室) 93
新技術を活用した急傾斜地崩壊の調査手法に関する検討	(土 砂 灾 害 研 究 室) 95
土砂災害予測技術高精度化等にむけた土砂災害データの分析	(土 砂 灾 害 研 究 室) 95
土砂災害警戒情報の信頼性向上のための研究開発	(土 砂 灾 害 研 究 室) 96
土砂災害の被害情報の収集・蓄積の高度化	(土 砂 灾 害 研 究 室) 96
国内物流における効率的な輸送機関分担の将来展望に関する研究	(道 路 研 究 室) 97
OD交通量逆推定手法等を活用した常時観測ODの取得に関する研究	(道 路 研 究 室) 99
道路事業の多様な効果の把握・評価に関する研究	(道 路 研 究 室) 101
x ROADプラットフォーム拡充	(道 路 研 究 室) 103

課題名	研究室名
ICTやAI等を活用した各種道路交通データ収集の高度化・効率化に関する調査	(道路研究室) 105
常時観測データを利用した渋滞分析・予測に関する調査	(道路研究室) 105
道路データプラットフォームを活用した常時観測OD交通量の逆推定ツール開発	(道路研究室) 106
道路の役割に応じたサービス水準の確保のための道路幾何構造に関する調査	(道路研究室) 106
道路のパフォーマンス向上に向けた道路交通状況の把握・評価に関する研究	(道路研究室) 107
生活道路における交通安全対策の普及を図るための手法に関する調査	(道路交通安全研究室) 108
ICTによるデータを用いた冬期交通障害検知に関する調査	(道路交通安全研究室) 110
交通安全対策検討における通学路等のデジタル情報の利用システム作成	(道路交通安全研究室) 112
視覚障害者の安全かつ円滑な誘導方法に関する検討	(道路交通安全研究室) 114
一般道での自動運転移動サービス車両の混入を考慮した交通安全に資する道路空間の検討	(道路交通安全研究室) 114
幹線道路における交通事故の要因分析等に関する調査	(道路交通安全研究室) 115
交通安全施設の適切な設置及び維持管理方法に関する調査	(道路交通安全研究室) 115
交通安全施策に関する事故データ分析	(道路交通安全研究室) 116
自転車活用推進に向けた自転車通行空間の走行環境改善に関する調査	(道路交通安全研究室) 116
道路環境影響評価の技術手法の改定に向けた調査	(道路環境研究室) 117
電動車等の普及を見据えた道路交通のGX推進に向けた調査	(道路環境研究室) 119
道路管理設備における低炭素化技術に関する調査	(道路環境研究室) 119
多様な手法による無電柱化の推進に関する調査	(道路環境研究室) 120
電動車等の普及を想定した自動車走行時のCO ₂ 排出量の推計方法の調査	(道路環境研究室) 120
人中心の道路空間の構成や運用に関する調査	(道路環境研究室) 121
一般道路における自動運転を実現するための調査研究	(高度道路交通システム研究室) 122
自動運転サービスを道路側から支援するための交通安全対策等についての実証実験	(高度道路交通システム研究室) 124
ITSの研究開発及び国際標準化に関する海外動向調査	(高度道路交通システム研究室) 126
ETC2.0オープン化のためのシステム構築	(高度道路交通システム研究室) 128
次世代路車協調技術（次世代ITS）（特車）	(高度道路交通システム研究室) 130
損傷を受けた部材の耐荷性能評価への部分係数法の適用に関する調査検討	(橋梁研究室) 131
道路橋の構造合理化・少數部材化に関する調査検討	(橋梁研究室) 133
部分係数法を活用した高耐久技術の開発に向けた調査検討	(橋梁研究室) 133
道路附属物等の設計基準の性能規定化に関する調査検討	(橋梁研究室) 134
高度な数値解析技術を用いた性能評価方法に関する調査検討	(橋梁研究室) 134
道路橋の維持管理方法の省力化・合理化に関する調査検討	(橋梁研究室) 135
道路橋の修繕計画策定手法に関する調査検討	(橋梁研究室) 135
トンネルの合理的な点検法及び設計・施工法に関する調査検討	(構造・基礎研究室) 136
大型カルバート等の要求性能に対応した維持管理手法及び信頼性設計に関する調査検討	(構造・基礎研究室) 138
洪水・豪雨に対する道路構造物の強靭化に関する調査研究	(道路基盤研究室) 140
盛土・切土等の要求性能に対応した維持管理手法及び信頼性設計に関する調査検討	(道路基盤研究室) 142
舗装の要求性能に対応した設計及び維持管理手法に関する調査検討	(道路基盤研究室) 144
住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装（道路分野における衛星データの活用）	(道路地震防災研究室) 146
重要インフラの地震等被害推定情報の即時配信システムの開発	(道路地震防災研究室) 148
道路構造物の耐震照査法の信頼性向上に関する調査	(道路地震防災研究室) 148

課題名	研究室名
道路リスクアセスメントの活用方策に関する調査	(道路地震防災研究室) 149
リモートセンシング技術を活用した災害時の道路状況把握に関する調査	(道路地震防災研究室) 149
CANデータの活用による災害時の道路状況推定に関する調査	(道路地震防災研究室) 150
河川施設における強震計点検調査	(道路地震防災研究室) 150
AIを活用した画像に基づく建築物の被災度判定システムの開発	(建築新技術統括研究官) 151
空家の適切な管理と有効活用の促進に資する構造性能評価技術の開発	{建築品質研究官 構造基準研究室} 151
竜巻作用下の木造建築物の被害発生メカニズムの解明と検証法の高度化	(建築品質研究官) 152
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	{建築灾害対策研究官 建築新技術統括研究官 基準認証システム研究室 構造基準研究室 設備基準研究室 建築環境新技術研究官 住宅性能研究官 建築環境研究室} 152
緊急輸送道路等における沿道建築物の耐震化状況の把握等に係る基礎的調査	(基準認証システム研究室) 153
建築物の被災調査へのUAVの適用性に関する基礎的検討	(構造基準研究室) 155
住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装(建築構造分野における衛星データの活用)	(構造基準研究室) 157
鉄骨造柱梁接合部の破断で決まる限界性能評価法に関する研究	(構造基準研究室) 159
木造住宅の長寿命化に資する外壁内の乾燥性能評価に関する研究	{構造基準研究室 材料・部材基準研究室} 159
建築分野における国際規格の開発・整備の推進 建築物の被災判定技術	(構造基準研究室) 160
高耐震性を有する次世代杭基礎構造システムの開発と実装	(構造基準研究室) 160
建築不燃材料のガス有害性試験の代替手法に関する検討ースモークチャンバー試験によるガス成分分析について	(防火基準研究室) 161
建築火災時の避難弱者の行動特性に基づく避難安全設計に関する研究	(防火基準研究室) 163
火災時に生成する避難行動に有害なガスを除去する手法に関する研究	(防火基準研究室) 163
火災時に建築物内における有害な煙およびガスの分布拡散を予測するモデルの構築	(防火基準研究室) 164
避難所における睡眠環境と安全性を両立する照明設計方法の開発	(設備基準研究室) 165
建築分野における国際規格の開発・整備の推進:床材・遮音性能部材に関する調査	(設備基準研究室) 165
誰でも住宅の音環境が理解できるようになる手段の開発	(設備基準研究室) 166
RC造建築物の外装仕上げの画像劣化診断手法の研究	(材料・部材基準研究室) 167
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	(材料・部材基準研究室) 169
小開口付き面材耐力壁のせん断性能に関する研究	(材料・部材基準研究室) 171
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性能指標に関する研究	(材料・部材基準研究室) 171
建築分野における国際規格の開発・整備の推進 RC造建築物及びその建築部材の寿命推定手法	{材料・部材基準研究室 建築灾害対策研究官 住宅システム研究官} 172
建築分野における国際規格の開発・整備の推進 コンクリート用再生骨材に関する調査	{材料・部材基準研究室 建築灾害対策研究官} 172
木質材料のリユースに必要な評価基準に関する基礎的研究	{評価システム研究室 材料・部材基準研究室} 173
大型建築物への適用を想定した木造耐力壁の柱頭柱脚等接合部の終局性能評価に関する基礎的研究	(評価システム研究室) 175
建築分野における国際規格の開発・整備の推進 中高層木造建築物の普及を通じた炭素固定の促進	{建築灾害対策研究官 建築新技術統括研究官 基準認証システム研究室 評価システム研究室 住宅情報システム研究官 住宅研究部長 住宅計画研究室 住宅ストック 高度化研究室} 177
高経年住宅ストックの有効活用の実態調査および効果的改修に関する研究 179

課題名	研究室名
減失サイクルを踏まえた住宅ストックの新規発生数の推計に関する研究	(住宅計画研究室) 180
民間賃貸住宅ストック活用を考慮した公営住宅供給目標量の設定手法に関する研究	(住宅計画研究室) 182
マンション管理組合の管理方式からみる性能向上改修の計画実施体制に関する研究	(住宅ストック研究室) 183
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に関する研究	(住宅ストック研究室) 185
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	{建築環境研究室 建築環境新技術研究官} 186
非住宅建築物における自然換気システムの評価設計技術に関する基礎研究	(建築環境研究室) 188
大規模言語モデルを活用した建築設備エネルギー・シミュレーションの効率的実行法に関する研究	(建築環境研究室) 188
建築分野における国際規格の開発・整備の推進 既存建築物のZEB化改修設計手法	{建築環境研究室 住宅情報システム研究官} 189
インフラ分野のDXの推進 -BIMを活用した事業監理等の高度化-	{住宅研究部長 住宅生産研究室} 190
非構造部材支持部の構造安全性検討に関する研究	(住宅生産研究室) 192
住宅のバリアフリー性能評価におけるデジタルモデルの活用に関する研究	(住宅生産研究室) 192
建築データ活用による建物管理・運用の効率化に関する研究	(住宅生産研究室) 193
建築工程に同期し構築される戸建て木造住宅の4D+セマンティックな出来形点群モデル	(住宅生産研究室) 193
都市問題解決のための3D都市モデルの活用に関する研究	{都市計画研究室 都市防災研究室} 194
まちづくり誘導手法を活用した既成市街地の再生方策に関する研究	{都市開発研究室 都市計画研究室} 195
スマートシティ推進のための都市問題と新技術のマッチング支援に関する研究	{都市研究部長 都市計画研究室} 196
コンパクトシティ施策の評価・分析技術の向上に関する基礎的研究	(都市計画研究室) 198
危険密集市街地における条件不利敷地及び空き家の整備・活用に向けた基礎的研究	{都市研究部長 都市計画研究室} 200
人流ビッグデータを活用した建物用途規制の運用支援技術の開発	{都市研究部長 都市計画研究室} 202
新技術等を用いた既成市街地の効果的な地震防災・減災技術の開発	{都市研究部長 都市防災研究室} 202
都市におけるパブリックスペースの有機的連携効果に関する調査	(都市施設研究室) 203
スマートシティ実現のためのビッグデータを活用した都市内移動円滑化手法に関する調査	(都市施設研究室) 205
先進的バス輸送システム等を活用したまちづくりに関する調査	(都市施設研究室) 205
新たなモビリティの活用によるきめ細やかな地域公共交通計画に関する調査	{都市研究部長 都市施設研究室} 206
住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装(市街地火災分野)	{都市計画研究室 都市防災研究室} 207
防火基準研究室	{都市研究部長 都市開発研究室} 207
水害リスクを踏まえた都市づくりにおける多段階的な土地利用規制・誘導の理論化	(都市防災研究室) 209
事前防災対策による安全な市街地形成のための避難困難性評価手法に関する研究	{都市防災研究室 都市開発研究室} 209
地震時における木造建築物等の外皮の損傷状況及び延焼抑制効果の評価手法の開発	{都市防災研究室 評価システム研究室} 210
構造基準研究室	{都市防災研究室 材料・部材基準研究室} 210
氾濫箇所を限定して上手に溢れさせて被害を減らす手法に関する基礎的研究	(都市防災研究室) 210
収納可燃物データベース構築のための機械学習に基づく室内画像解析手法の開発	(都市開発研究室) 211
新技術を活用した都市の緑の効率的な計測手法及び評価手法に関する研究	{都市開発研究室 都市計画研究室} 212
都市環境調査における次世代AIの活用に関する研究	(都市開発研究室) 212

課題名	研究室名
産業立地等とともにう臨海部における空間利用の推進に関する研究	(沿岸海洋新技術研究官) 213
国際的な海事動向に関するデータ分析	(港湾計画研究室) 215
全国AIS観測システム	(港湾計画研究室) 215
気候変動適応策に関する調査	(港湾計画研究室) 216
非AIS搭載作業船の動静把握に関する調査	(港湾計画研究室) 216
将来港湾貨物量の算定高度化	(港湾システム研究室) 217
港湾の事業評価手法の高度化	(港湾システム研究室) 217
クルーズの需要動向とその効果に関する分析	(港湾システム研究室) 218
物流の災害リスクに関する分析	(港湾システム研究室) 218
港湾施設の重要性を勘案したリスク概念の港湾技術基準への導入に関する研究	(港湾施設研究室) 219
社会情勢の変化を踏まえた次世代港湾基準の策定に向けた検討	(港湾施設研究室) 219
港湾域における高潮・波浪の災害リスク評価技術の開発	(港湾施設研究室) 220
被災岸壁の安定利用に資する緊急調査	(港湾施設研究室) 220
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に関する研究	(海洋環境・危機管理研究室) 221
生物共生型港湾構造物におけるブルーカーボン生態系の増殖技術に関する調査	(海洋環境・危機管理研究室) 223
ブルーインフラの整備に係る環境指標に関する研究	(海洋環境・危機管理研究室) 223
浚渫土砂を活用した炭素貯留に関する研究	(海洋環境・危機管理研究室) 224
東京湾における豊かな生物の環境を実現するための造成生息場の繁殖機能強化に関する研究	(海洋環境・危機管理研究室) 224
気候変動の影響を含む観測値の評価に関する研究	(港湾・沿岸防災研究室) 225
方向スペクトル活用手法に関する研究	(港湾・沿岸防災研究室) 225
航空機地上支援車両(GSE)の自動走行化に向けた基礎調査	(空港計画研究室) 226
航空需要予測手法改善調査	(空港計画研究室) 228
空港舗装の調査設計手法の高度化に関する研究	{ 空港新技術研究官 空港施設研究室 } 229
空港土木施設設計要領(舗装設計編)の改正検討	{ 空港新技術研究官 空港施設研究室 } 229
空港土木工事共通仕様書等の改定に関する検討	(空港施工システム室) 230
空港土木請負工事積算基準の改定検討	(空港施工システム室) 230
空港土木積算システムの改良	(空港施工システム室) 231
空港施設CALSシステムの改良	(空港施工システム室) 231
空港舗装巡回等点検システムの改良	(空港施工システム室) 232
空港施設BIM/CIMプラットフォームの構築	(空港施工システム室) 232
空港におけるコンクリート構造物の標準規格化に関する検討	(空港施工システム室) 233
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	(港湾業務情報化研究室) 234
港湾分野におけるi-Constructionの推進に関する調査研究	(港湾業務情報化研究室) 236
港湾施設の計画的な維持管理の推進に関する調査研究	(港湾業務情報化研究室) 236
港湾空港分野における品質確保の促進に関する調査研究	{ 港湾施工システム ・ 港湾業務情報化研究室 } 237
港湾空港分野における環境負荷の低減に関する調査研究	(港湾業務情報化研究室) 237
リモートセンシング技術による港湾施設の定量的な変位把握と利用可否判断に関する調査研究	(港湾業務情報化研究室) 238
道路事業及び河川事業の生産性向上に資する入札契約方式に関する研究	(社会資本マネジメント 研究室) 239

課題名	研究室名
公共事業評価手法の高度化に関する調査	(社会資本マネジメント 研究室) 241
調査・設計業務の品質確保に関する調査	(社会資本マネジメント 研究室) 241
公共工事における総合評価落札方式に関する調査	(社会資本マネジメント 研究室) 242
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	{建設マネジメント研究官 社会資本システム研究室 社会資本施工高度化 研究室 社会資本情報基盤研究室} 243
3次元データ等に対応した積算システムの開発	(社会資本システム研究室) 244
公共土木工事の積算手法に関する調査検討	(社会資本システム研究室) 244
土木工事の生産性向上に向けた効率的な積算体系の運用を実現する検討調査	(社会資本システム研究室) 245
土木工事の施工・監督・検査等の最適化に向けた検査技術に関する調査	(社会資本システム研究室) 245
特殊な建設機械による新たな災害対応に関する研究	(社会資本施工高度化 研究室) 246
ICT活用工事の工種・技術拡大のフォローアップに関する調査	(社会資本施工高度化 研究室) 248
道路整備等の生産性向上に資するICTを活用した施工及び維持管理の高度化に関する調査	(社会資本施工高度化 研究室) 250
インフラ分野のDXの推進－施工管理の高度化のための施工データの流通環境構築－	(社会資本施工高度化 研究室) 252
自然言語処理技術を利用した維持管理業務の生産性向上に関する研究	(社会資本施工高度化 研究室) 254
河川工事におけるICT活用に関する民間からの提案を踏まえた適用技術・工種拡大	(社会資本施工高度化 研究室) 254
3次元計測技術を活用した施工管理手法に関するフォローアップ調査	(社会資本施工高度化 研究室) 255
多様な工事でのICT施工の最適化・高機能化とICTを活用した維持管理の高度化に関する調査	(社会資本施工高度化 研究室) 255
建設機械等の施工履歴などの各種計測機器が収集するリアルタイムデータの活用に関する調査	(社会資本施工高度化 研究室) 256
河川機械設備の点検作業性評価手法に関する研究	(社会資本施工高度化 研究室) 256
情報処理技術を活用した機械設備維持管理の効率化に関する研究	(社会資本施工高度化 研究室) 257
大音量の音にマスキングされて聞こえない音の探査・再生のリアルタイム処理化	(社会資本施工高度化 研究室) 257
インフラ分野のDXの推進	{情報研究官 社会資本情報基盤研究室} 258
道路管理データと連携した道路基盤地図管理システムの高度化に向けた研究	(社会資本情報基盤研究室) 258
道路管理のための点群データの効率的な管理手法に関する研究	(社会資本情報基盤研究室) 259
低炭素技術の技術実証によるCO2排出削減効果の見える化	(建設経済・環境研究室) 260
道路整備の生産効果に関する調査	(建設経済・環境研究室) 262
CO2排出削減効果の定量化による公共調達のGXの推進	(建設経済・環境研究室) 264
災害時等における道路交通量の抑制に関する調査	(建設経済・環境研究室) 264
3次元樹木モデルの整備に関する基礎的研究	(緑化生態研究室) 265
街路樹の円滑で計画的な更新手法に関する研究	(緑化生態研究室) 267
都市における歴史的景観特性の把握手法に関する研究	(緑化生態研究室) 269
河川における都市公園等との一体的整備・連携方策に関する研究	(緑化生態研究室) 271
まち空間と融合した河川空間利用の実現プロセスに関する研究	(緑化生態研究室) 273
カーボンニュートラルに寄与する道路緑化マネジメントに関する研究	(緑化生態研究室) 277
造園分野のBIMCIM導入に資するモデルとデータ等に関する調査研究	(緑化生態研究室) 277
公園緑地分野の新技術の実装化に向けた研究	(緑化生態研究室) 278
都市公園の戦略的リノベーションに関する研究	(緑化生態研究室) 278

2.2 成果の概要

2.2.1 企画部

国総研研究者の技術力向上方策の試行及び向上効果検証に関する研究

Research on improving the technical capabilities of NILIM staff.

(研究期間 令和6年度～令和7年度)

企画部

インフラ情報高度利用技術研究官

大城 溫

[研究目的及び経緯]

国総研の研究者は、DX、GX、国際化など新たな社会的ニーズや技術等に対応した技術力を習得していくことが求められている。しかし、具体的に必要なスキルやスキルの効果的な習得方法は明らかでない。

そこで、特にDXスキルを対象として、必要な知識・スキルを分類し体系的整理を図るとともに、アンケートにより国総研職員のDXスキルの現状やニーズ等を調査し、スキル向上のための研修カリキュラムを作成した。また、作成したカリキュラム等に基づき、2種類の研修（職員全員を対象とする研修、各部・センターから自薦・他薦により選抜された研修生を対象とする研修）を試行した。

インフラ技術及び研究成果の理解促進に関する研究

Research on promoting understanding of infrastructure technology and research results

(研究期間 令和6年度～令和7年度)

企画部 企画課

課長 前田 裕太 主任研究官 長屋 和宏
研究官 三尾 奈々恵 事務官 待谷 優太
技官 仲嶋 紗那

[研究目的及び経緯]

国総研では、さまざまな手段により情報発信を積極的に実施している。例えば、研究者・技術者に対しては、国総研の研究成果や災害支援などに資する高度な技術力の周知を目的として、学会・専門誌での成果発表や講演会などを実施している。一方、一般の国民に対しては、国総研の認知を広め、国総研が社会を支える重要な存在であることの認識を目的として、研究所公開、出前講座、所外展示などを実施している。これらの情報発信の手法、効果の評価について、研究者・技術者に対する情報発信では、論文発表、講演実施など、具体的に確立された手法・ノウハウがあり、その効果の把握および評価についても論文引用数、技術相談回数など、ある程度明確である。しかしながら、国民に対する広報では、個人のノウハウ・スキルに依存するとともにその効果計測もなされていない。

本研究は、主に国民向けの広報に関するツール作成を通じ、いくつかの広報手法の確立を目指す。また、その効果の計測を試みるものである。

令和6年度は、国総研が実施した講演会および研究施設見学会等の参加者に対して実施したアンケート結果の整理を行い、国総研および講演会等に対する要望等について整理・分析を行った。

2.2.2 管理調整部

国際的な社会経済情勢の変化を踏まえた海運動向、海外港湾の調査・分析

Research and analysis of maritime trends and overseas ports in the changing economic environment.

(研究期間 平成 28 年～)

管理調整部 国際業務研究室

研究官 寺西 裕之

[研究目的及び経緯]

世界経済のグローバル化が進むなか、新興国等の経済成長に伴う貿易の拡大や経済連携又は経済摩擦、新たな産業の展開や技術革新、物流インフラ整備、エネルギー分野における「供給国」、「需要国」、「低炭素化へ」、の 3 つのシフト等の社会経済環境変化等は、国際海上輸送等の国際物流に急速かつ大きな変化をもたらしている。

このため、グローバルな視点から経済連携や産業展開の進展、各国の政策やインフラ整備等の情勢、資源エネルギーを巡る動向、経済安全保障、地政学的リスク等を踏まえて、その我が国や関係国等の国際経済・貿易活動に及ぼす影響を把握し、国際海上輸送を中心とした国際物流の動向、脱炭素化等の取り組み等を分析していくことは、我が国港湾の国際競争力の強化等の港湾政策、並びに相手国や我が国、さらには関係国等にとっての利益や安定に資する「三方よし」の考え方で進める海外へのインフラの輸出政策を推進する観点から必要不可欠である。

本研究は、我が国や関係国等の国際物流に影響を与える社会経済環境変化等を踏まえて、国際船舶の動静に係るデータ等を分析し、国際海上輸送に関する今後の動向や物流インフラの将来の課題等を検討するものである。一部複線化が完了したスエズ運河の利用促進のための取り組みのために、本研究で開発した船舶動静データの分析技術を、JICA の技術協力を通じて、スエズ運河庁に協力した。

本年度までに、エネルギー分野の大きな情勢変化の一つであるシェール革命が進展しているアメリカにおいて、石油・天然ガス (LPG、LNG) の生産・輸出の増加や国内で余剰となった石炭の輸出の増加等の輸送環境の変化を踏まえて、2016 年に拡張されたパナマ運河に関する分析を行い、国総研資料及び国総研レポートに取りまとめて公表した。これらの資料は、我が国の海外インフラシステムへの関与の必要性や合理性を示すとともに、エネルギー資源調達国の多角化等、地政学的な見地から、パナマ運河、一部競合関係が示されたスエズ運河等の海外インフラシステムや我が国港湾関係技術の海外展開の意義を考える一助となるものである。また、食料分野においては、気候変動等による食料生産の不安定化、食料需要の増大による調達競争の激化など、取り巻く環境は厳しさを増している。このように、エネルギー・食料等の安全保障の強化、脱炭素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た、海外の港湾や運河等の利用・輸送、地球温暖化への対応や脱炭素化の取り組み等の動向について、引き続き分析を行っている。

2.2.3 上下水道研究部

上下水管路の効率的な改築・点検調査に関する研究

Research on efficient reconstruction and inspection surveys of water and sewage pipelines

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

上下水道研究部 水道研究室

室長 田嶋 淳

主任研究官 藤井 都弥子

交流研究員 奥村 勇太

[研究目的及び経緯]

水道管路については、全管路延長約74万km（令和2年度）のうち、法定耐用年数40年を超えた管路延長は約15万km（20.6%）にまで増加している。また、下水道管路についても管きょ総延長約49万km（令和3年度末）のうち、標準耐用年数50年を経過した管きょ延長は約3万km（約6%）であり、10年後には約9万km（約18%）、20年後には20万km（約40%）と今後急速に増加する見込みである。このように、上下水道の老朽管が急激に増加していることから、効率的な改築・点検調査が必要不可欠である。

そこで本研究では、水道管の劣化程度を概ね予測できる劣化予測式を構築するとともに、これを活用した上下水道一体の改築・点検調査計画の策定方策を検討し、上下水道の改築・点検調査の効率化及び安定的な上下水道サービスの提供等に資することを目的とする。

令和6年度は、全国の上水道事業体に対し、水道管路に関するデータの整備状況や老朽度評価の実施状況、上下水道一体の取り組みの状況等について把握するためのアンケート調査を実施し、事業体規模と老朽度評価の実施状況等との関係について傾向分析を行った。

水道革新的技術実証事業

Aquatic Judicious & Ultimate Model Projects

(研究期間 令和6年度)

上下水道研究部 水道研究室

室長 田嶋 淳

主任研究官 藤井 都弥子

研究官 朴 耿洙

交流研究員 奥村 勇太

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、インフラ老朽化・耐震化対策、経営基盤強化といった重要課題の解決をはかり、併せて本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、令和6年度から水道革新的技術実証事業（A-JUMPプロジェクト）を実施している。

本事業における研究は、老朽化・耐震化対策の促進、大幅なコストの縮減等を実現する革新的技術を対象に、実規模レベルでの施設を整備して実証研究を行い、その結果を評価して導入ガイドラインを作成することを目的としている。

令和6年度は、「災害時における応急净水と応急給水の一体的運用に関する研究」「無電力運転が可能な高度净水装置に関する研究」「水道管更生技術の要求性能項目の基準化に関する研究」についてFS調査を行った。

気候変動等の影響を踏まえた 効率的な都市浸水対策推進に関する調査

Research on promotion of efficient measures for urban stormwater
based on the effect of climate change

上下水道研究部 下水道研究室
Water Supply and Sewerage Department
Wastewater System Division

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室長	安田 将広
Head	YASUDA Masahiro
主任研究官	松浦 達郎
Senior Researcher	MATSUURA Tatsuro
交流研究員	山本 拓也
Guest Research Engineer	YAMAMOTO Takuya

This study targeted cities overseas. We collected information on stormwater management plans, their outlines, responses to climate change, and stormwater runoff control facilities, and also summarized the differences with Japan.

[研究目的及び経緯]

国土交通省は、令和3年7月に「雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）」¹⁾（以下「ガイドライン」という。）を改定し、気候変動の影響を踏まえた都市浸水対策を推進している。ガイドラインでは、気候変動の影響によって将来の降雨量が増加することを考慮し、これまでの再度災害防止に加え事前防災の考え方に基づいた対策を進めることとされている。

本調査は、気候変動に対応した都市浸水対策の推進に資することを目的として、海外の都市を対象に、下水道事業等で策定されている浸水対策に関する計画（以下「雨水管理計画」という。）について情報を収集し、その概要、気候変動への対応状況及び雨水流出抑制施設の活用状況等について情報を収集するとともに、日本との違いについて整理を行った。

[研究内容]

（1）海外における雨水管理計画の概要と気候変動への対応に関する調査

アメリカ、イギリス、フランス、オランダを対象に、インターネット上で公開されている雨水管理計画に関する情報をGoogle検索後、検索結果より雨水管理計画や関連する資料を確認・収集した。次に収集した資料を都市毎に整理し、「下水道施設計画・設計指針と解説 前編」²⁾（以下「設計指針」という。）及びガイドラインとの対応を確認し、比較可能な項目が多い都市を各国1都市ずつ選定した。

選定の結果、調査対象はポートランド市（アメリカ）、ロンドン市（イギリス）、リヨン市（フランス）、アムステルダム市（オランダ）の4都市であり、都市の選定過程で収集した資料に基づき、各都市における計画降雨や計画雨水量の設定方法、雨水管路施設の管きよ断面設定の考え方、気候変動への対応状況について整理をした上で、ガイドライン及び設計指針との比較を行った。

（2）海外における雨水流出抑制施設の活用状況に関する調査

（1）と同様の4カ国を対象に、インターネット上で公開されている雨水管理計画に関する情報及び雨水流出抑制施設に関する情報をGoogle検索後、検索結果より雨水管理計画と雨水流出抑制施設に関する資料を収集・整理した上で、雨水流出抑制施設に関する情報を確認し、より多くの情報の入手が期待できる都市を各国2都市ずつ選定した。

選定の結果、調査対象は、アメリカはポートランド市とニューヨーク市、イギリスはロンドン市とバーミンガム市、フランスはリヨン市とパリ市、オランダはアムステルダム市とユトレヒト市の8都市とした。

選定した8都市を対象に、選定過程で収集した資料に基づき、雨水流出抑制施設について各都市における雨水管理計画における位置付け、設計および維持管理等に関する情報について整理をした上で、設計指針との比較を行った。

[研究成果]

（1）海外における雨水管理計画の概要と気候変動への対応に関する調査

表-1に日本と調査対象都市との比較結果を示す。

計画降雨に採用する超過確率は、設計指針では1/5～1/10が標準であるのに対し、調査対象4都市は、ポートランド市の合流管が1/25であった以外は日本と同程度以上である1/1～1/10の範囲内であった。

計画雨水量は、設計指針では原則として合理式を用いて算定する。ポートランド市、ロンドン市及びリヨン市では日本と同じ合理式に加えてシミュレーションによる方法が用いられていた。またアムステルダム市では、シミュレーションによる方法を用いられており、調査対象4都市いずれもシミュレーションによる方法が用いられていた。

雨水管路施設の管きよ断面は、設計指針では計画降

表-1 調査対象 4 都市と日本との比較（雨水管理計画の概要と気候変動への対応）

項目	日本	ポートランド市 (アメリカ)	ロンドン市 (イギリス)	リヨン市 (フランス)	アムステルダム市 (オランダ)
計画降雨の超過確率	1/5～1/10	合流管:1/25 分流雨水管:1/10	1/1～1/5	1/1～1/10	1/2
計画雨水量の算出方法	合理式	合理式 シミュレーション	合理式 シミュレーション	合理式 シミュレーション	シミュレーション
雨水管路施設の 管きよ断面決定	自由水面を確保 (現地条件や段階的整備期間においては圧力状態を許容)	圧力状態を許容	圧力状態を想定	自由水面を確保	圧力状態を許容
気候変動への対応	計画降雨×降雨量変化倍率 多様な主体との連携強化	記述無し	計画降雨×気候変動係数	記述無し	記述無し

表-2 調査対象 8 都市と日本との比較（雨水流出抑制施設）

項目	日本	アメリカ		イギリス		フランス		オランダ	
		ポートランド市	ニューヨーク市	ロンドン市	バーミンガム市	パリ市	リヨン市	アムステルダム市	ユトレヒト市
雨水管理計画上の位 置付け	管きよやポンプ施設 の補完施設	対策施設として位置付けられ新規開 発や再開発では導入が義務化されて いる		対策施設として位置付けられ、主にSuDSと呼ばれる排 水システムの整備が推奨さ れている		雨水管理計画上の位置付けは無 く都市計画の中で扱われている		対策メニューとして位置付けられてい る	
雨水流出抑制施設の 種類	貯留施設と浸透施設 に大別	エコルーフ、レイン ガーデン、浸透性 舗装、貯留池、ブ ランナー、湿地等	バイオリテンショ ン、レインガーデ ン、雨水プラン ター、植樹、浸透ト レンチ、湿地池等	雨水集水、緑化屋根、浸透シ ステム、特許処理システム、 フィルターストリップ、フィル タードレイン、スエール、バ イオリテンション、樹木、透水 瀬詰舗装、調整貯蔵タンク、調 整池、池と湿地	屋上緑化、緑の ファサード、雨水 回収、浸透型綠 地、不浸透性綠 地、樹木マスク、 地下埋設型浸透 施設、冠水空間 等	植栽ビット、屋上 緑化、透水性舗 装、窪地、浸透 井、トレンチ、貯 水構造付舗装、 地下貯水池等	緑地帯、透水性舗 装、雨水貯留槽、 雨水浸透施設、湿 地	緑化、雨水再利用 施設、透水性舗 装、浸透施設、追 加の水域の設置、 壁面緑化、スト リートガーデン	
雨水流出抑制施設の 維持管理方法	「下水道維持管理指 針 ³⁾ 」を参照	施設毎の維持管 理基準・頻度・方 法が規定されてい る	施設毎に維持管 理方法や頻度が 定められており結 果の報告が義務 付けられている	施設毎の維持管 理が体系的に整 理されたSuDSの技術的 ガイドラインに基づき実施	各施設の維持管 理方法や頻度が まとめられたガイド に基づいて実 施	施設の登録とモニ タリングを強化し、 維持管理方法の 標準化を進めてい る	維持管理を6つの 項目に分類し、目的 や方法について 整理している		

雨に対して自由水面を確保しつつ計画雨水量を排水できるように決定することを基本としているが、現地条件や段階的整備期間においては満管以上となる圧力状態を許容している。これに対して、ポートランド市及びアムステルダム市では、圧力状態を許容した設計を行っており、リヨン市は日本と同様に自由水面を確保した設計を行っていた。またロンドン市は、計画降雨に対して自由水面を確保した断面を設定した後、計画降雨とは別の浸水発生の有無を確認するための降雨を設定しており、浸水が発生する場合はそれを解消することが推奨されていた。

気候変動の影響を踏まえた計画は、日本ではガイドラインに基づいて策定することになっている。ガイドラインでは、気候変動の影響を踏まえた計画降雨は、現在のハード整備に用いる計画降雨に降雨量変化倍率を乗じて設定し、これを用いて算定した計画雨水量に対して計画を策定する。調査対象 4 都市の中で、気候変動への対応について記述があったのはロンドン市ののみであり、日本と同様に現在の計画降雨に気候変動に対応するための係数を乗じていた。

(2) 海外における雨水流出抑制施設の活用状況に関する調査

表-2に日本と調査対象都市との比較結果を示す。

雨水管理計画上の位置付けは、設計指針では、雨水流出抑制施設は基本的な対策である管きよやポンプ施設の補完施設として位置付けられている。調査対象としたアメリカ、イギリス、オランダの各都市では標準的な対策施設として位置付けられており、特にアメリカの 2 都市では導入が義務化されていた。また、フランスの 2 都市では雨水管理計画ではなく都市計画の中で扱われていた。

雨水流出抑制施設の種類は、設計指針では貯留施設と浸透施設に大別されており、貯留施設はさらにオンラインサイト貯留とオフサイト貯留に分類されている。一方、調査対象 8 都市では、貯留と浸透だけでなく、水質の改善、地下水の維持、生態系保護等といった機能を持つ施設が含まれていた。

雨水流出抑制施設の維持管理方法は、設計指針では「下水道維持管理指針 実務編-2014 年版-」³⁾（以下「維持管理指針」という。）を参照することとなっている。ただし維持管理指針には設計指針で分類しているオンラインサイト貯留施設に関する記載は無い。調査対象としたアメリカ、イギリス、フランスの各都市では施設毎に維持管理方法や頻度等が定められていた。

[成果の活用]

本研究の成果は、下水道事業者が気候変動に対応した都市浸水対策として雨水流出抑制施設を整備する場合の参考資料や、将来設計指針を改訂する際の基礎資料として活用する予定である。

[参考文献]

- 1) 雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）、国土交通省水管・国土保全局下水道部、令和 3 年 11 月、国土交通省水管・国土保全局下水道部、2023.3
- 2) 下水道施設計画・設計指針と解説 前編 2019 年版、公益社団法人日本下水道協会、2019 年
- 3) 下水道維持管理指針 実務編-2014 年版-、公益社団法人日本下水道協会、2014 年

下水管路の効率的なストックマネジメント実施に関する調査

Research on efficient physical asset management of sewers.

(研究期間 令和4年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水管路研究室

室長 安田 将広

主任研究官 橋本 翼

研究官 細井 遵敬

交流研究員 富田 涼

[研究目的及び経緯]

日本の下水管路管理延長は、令和5年度末時点で約50万kmであり、そのうち標準耐用年数50年を超える老朽管は約4万km存在している。老朽管は今後急激に増加することが見込まれており、老朽管の劣化特性を把握した上で、管路施設の適切な維持管理を行うことが重要である。

今年度は、下水管きょ内テレビカメラ調査結果データを収集整理して健全率予測式の更新案を作成するとともに、下水道用ハイセラミック管及び下水道用硬質塩化ビニル管について異常発生傾向等を整理した。また、下水管路管理延長及び下水道管路起因の道路陥没に加え、マンホール蓋管理基数及びマンホール蓋起因の事故等に係る全国の実態を整理した。さらに、「下水管路調査機器カタログ」の更新案を作成するとともに、下水管路管理に係る効果的な業務指標を設定するための考え方を整理した。

下道新技術の開発方向性及び導入促進に関する調査

Research on development direction and introduction promotion of new sewage technology

(研究期間 令和5年度～令和8年度)

上下水道研究部

上下水道研究官 小川 文章

下水道エネルギー・機能復旧研究官 山下 洋正

上下水道研究部 下水管路研究室

研究官 細井 遵敬

上下水道研究部 下水処理研究室

研究員 陣矢 昂汰

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、人口減少等に伴う厳しい経営環境、執行体制の脆弱化、施設の老朽化等の課題の進行や、海外水ビジネス市場の拡大等の社会情勢の変化を踏まえ、下水道の中長期的な方向性や未来像を示すものとして、平成26年7月に新下水道ビジョンを策定した。これを受け、国土技術政策総合研究所は、平成27年12月に下水道技術ビジョンを策定し、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下水道技術ビジョン・ロードマップで示し、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。

本調査は、社会情勢等の変化に対応した技術や、事業体の新技術に対する需要と要求性能等を調査し、下水道技術ビジョン・ロードマップの見直し等の検討に活用するものである。今年度は、下水道技術ビジョン・ロードマップ（令和6年3月改訂版）のフォローアップや技術開発及び導入の促進方策の整理を行ったほか、下水道事業を実施している地方公共団体の課題解決のための技術情報を提供する課題解決技術支援ツール（試行版）の更新を行った。

下水管路施設の災害対策支援に関する研究

Research on Disaster Countermeasure Support for Sewer Pipe Facilities

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水管路研究室

室 長 安田 将広

主任研究官 濱田 知幸

研究官 細井 遵敬

[研究目的及び経緯]

下水道は、汚水の排除・処理による公衆衛生の確保など住民の生活、社会経済活動を支える根幹的社会基盤である。災害（地震・津波、水害等）により下水道がその機能を果たすことができなくなった場合には、トイレが使用できないなど住民生活に大きな影響を与えるとともに、公衆衛生被害の発生など、重大な事態が生じるおそれがある。地方公共団体では、発災時に下水道機能を確保するため、下水道施設の耐震化などに務めている。しかし、下水管路の耐震化率は重要な幹線において 54%に留まり、被災可能性が高い箇所から重点的に耐震化するとともに、発災時においては迅速に被災状況を把握する必要がある。

本研究では、下水管路の耐震化を効果的に進めるため、下水管路の被災判定ツールを作成する。また、地震対応における支援自治体・支援団体間による効率的な支援活動等を実施するため、電子台帳の活用方法についてとりまとめる。今年度は、令和6年能登半島地震も踏まえ、下水管路の被災判定ツールを作成するための情報収集整理・分析、地震対応における効果的な台帳活用方策の検討等を実施した。

気候変動等の影響を踏まえた放流水質のあり方に関する調査

Research on the quality of final effluent in light of the effects of climate change

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水管路研究室

室 長 安田 将広

主任研究官 橋本 翼

研究官 藤井 彩子

[研究目的及び経緯]

近年の気候変動の影響を踏まえ、温室効果ガスの排出量の削減と流域全体での省エネルギー化を備えた能動的運転管理が求められており、国土交通省は、新下水道ビジョンにおける「健全な水環境の創造」、「脱炭素化の推進」を両立する水質とエネルギーの最適管理といった目標実現に向けた施策を検討している。

今年度は、水産資源等を考慮して年間のある一定期間又は通年で放流水の栄養塩濃度を能動的に調整する運転管理を行う国内の下水処理場を対象に、運転管理手法の詳細や放流水質、エネルギー消費量等の情報を収集・分析・評価することで、地域に適した運転管理手法及び放流水質のあり方について参考となる考え方を整理した。また、諸外国における放流水質基準等について、国内の基準等との比較・整理を行った。

養豚排水からの新規リン回収技術の開発（科研費研究）

Development of a new phosphorus recovery technique from swine wastewater

(研究期間 令和6年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水道研究室

研究官 藤井 彩子

[研究目的及び経緯]

近年の気候変動を受け、排水処理過程からの温室効果ガス排出量削減に加え、その放流先である公共用水域での栄養塩コントロールによる温室効果ガス生成抑制もますます重要となってきた。また、肥料の価格高騰継続を受けて、排水からの栄養塩（肥料成分）の回収も求められているが、養豚排水からのリン回収については、既に実用化されている下水のリン回収技術をそのまま応用することは難しい。

そこで、本科研費研究では、養豚排水からの新たな栄養塩回収技術の開発をめざして、まずは養豚排水の性状確認と栄養塩回収に関する予備的な試験を行った。

下水道における脱炭素化に資する技術に関する調査

Research on technologies that contribute to decarbonizing in sewerage systems

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

上下水道研究部 下水処理研究室
Water Quality Control Department
Wastewater and Sludge Management Division

室長	重村 浩之
Head	SHIGEMURA Hiroyuki
主任研究官	太田 太一
Senior Researcher	Ohta Taichi
研究官	青葉 隆仁
Researcher	AOBA Ryuto
研究員	陣矢 昂汰
Research Engineer	JINYA Kota

This study examined the technologies of decarbonizing on sewerage systems. Tables for technical developments contributed to decarbonizing on sewerage systems were organized and quantitative evaluation manuals for GHG gas emissions and Life Cycle Cost on sewage sludge utilization were reported.

[研究目的及び経緯]

2020年10月に、「2050年カーボンニュートラル」が宣言されたこと等を踏まえ、令和4年3月にとりまとめられた「脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会報告書¹⁾」では、「下水道のポテンシャル活用」、「温室効果ガスの徹底的な削減」、「他分野等との連携」の3つの方針が示された。その後、国土技術政策総合研究所が設置した下水道技術開発会議エネルギー分科会において、2050年カーボンニュートラル実現に貢献するための下水道技術開発ロードマップ²⁾を整理したが、本ロードマップに沿った技術開発を推進するにあたっては、技術開発動向の把握並びに整理が必要であった。

また、下水道は都市の有機物、窒素、微量元素等の資源が集積する場であることから、これら下水道資源の活用が創エネや省エネに貢献し、ひいては下水道分野の外においても温室効果ガス（以下GHGと記載）排出量減少に貢献できると推察された。一方で下水道資源の有効活用に伴うGHG排出量削減効果、および導入のための評価軸となるライフサイクルコスト（以下LCCと記載）について、定量的に評価するための手法が明らかにされておらず、確立させる必要があった。

そのため、本調査では、下水道技術ビジョンの技術開発分野ごとのロードマップから、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて推進すべきとして抽出した技術開発項目について、その開発状況を把握するため、文献調査により技術開発動向整理表を作成した。また、下水道資源の有効活用が生み出すGHG排出量削減効果およびLCC低減効果について定量的に評価を行い、報告書として取りまとめた。

[研究内容]

2050年カーボンニュートラルの実現に向けた技術開発状況の整理およびGHG、LCCの定量評価手法の確立のため、以下の調査検討を実施した。

(1) 技術開発動向整理表の作成

主に6誌程度の業界誌、および国総研の令和元年9

月～令和3年3月における過去の文献収集成果について、加えてインターネットのキーワード検索により、文献収集及び他省庁の研究制度による脱炭素化に資する調査の拾い出しを行った。収集した文献及び情報は、ロードマップの技術開発項目ごとに整理した。

(2) 下水道資源の有効活用に伴うGHG・LCC試算

下水道資源の有効活用に伴うGHG排出量削減効果およびLCC低減効果について、試算のための条件設定に関する文献調査を実施し、定量的な評価のための試算を実施した。具体的には、輸入に頼る資源（従来資源）の代替として、従来品と異なる加工工程を経ることから、製造に伴うGHG、LCC、発生・収集時点でのカーボンフリー資源であることから、利用に伴うGHG、LCC、海外からの輸送に頼らないことから、輸送に伴うGHG、LCCが下水道資源の活用により削減されることを期待して、既存の指針・マニュアル類から文献値を引用し、試算を実施した。下水道資源の活用によるGHG、LCCは、製造および輸送に伴うGHG、LCCに着目し、既存の指針・マニュアル類の排出原単位および費用関数、および地方自治体へのアンケート調査結果に基づき、試算を実施した。

[研究成果]

(1) 技術開発動向整理表の作成について

作成した動向整理表のうち、一例として、下水道ビジョンロードマップ⑨地域バイオマスのうち、技術目標1－技術開発項目1を表1に示した。このほか、整理表には技術開発項目ごとのロードマップに対して調査した文献やHP等を示し、整理結果を踏まえて速やかに実施すべき項目を抽出し、下記のとおりそれぞれの実施段階に概略的に分類した。

- ・実用化されておらず開発促進等を図るもの
- ・既存の技術導入促進を図りつつ、更なる改善やメニューの追加等を図るもの
- ・B-DASH施設等の導入促進を図りつつ、更なる改善やメニューの増加を図るもの

表1 技術開発動向整理表(⑨地域バイオマス)

技術開発分野ごとのロードマップ ⑨ 地域バイオマス活用																
当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)						
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031~						
●技術目標1 地域の間伐材等の未利用資源を活用して脱水効率、消化効率、焼却効率を向上させる技術の開発 ●技術開発項目1-3 竹材等の未利用地域バイオマスを活用した食物生産とその廃材利用を組み合わせたメタン発酵効率化技術																
<table border="1"> <tr> <td>基礎研究</td> <td>応用研究</td> <td>実証研究</td> </tr> <tr> <td>1)前処理技術研究 2)栽培種選定研究 3)培養方法研究 4)メタン発酵研究</td> <td>1)栽培試験 2)品質評価 3)パイロット・メタン発酵試験 4)システム評価</td> <td>1)モデル社会実験 2)品質・エネルギー・環境・経済評価</td> </tr> </table>											基礎研究	応用研究	実証研究	1)前処理技術研究 2)栽培種選定研究 3)培養方法研究 4)メタン発酵研究	1)栽培試験 2)品質評価 3)パイロット・メタン発酵試験 4)システム評価	1)モデル社会実験 2)品質・エネルギー・環境・経済評価
基礎研究	応用研究	実証研究														
1)前処理技術研究 2)栽培種選定研究 3)培養方法研究 4)メタン発酵研究	1)栽培試験 2)品質評価 3)パイロット・メタン発酵試験 4)システム評価	1)モデル社会実験 2)品質・エネルギー・環境・経済評価														
2024.1.20時点																
コメント・まとめ																
【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】 ○本技術開発項目に関しては、以下の例のほか、基礎・応用研究の調査事例は複数あり。 -下水汚泥と甘藷焼酎粕を併用した食用きのこ栽培技術の開発。(2015 GAIA) -きのこ廃菌床のメタン発酵等。 -~2021 下水汚泥を用いた食用きのこの量産化技術の開発。 きのこ栽培施設から発生する培地等の農業利用技術の開発。 -2021~ 下水汚泥堆肥及び廃菌床の施用が茶品質に及ぼす影響。 -JS 食品残渣、水草等の基本的性状試験および回分式メタン発酵試験の実施。 現状では、基礎研究段階の検討がされている状況。 未利用地域バイオマスの例としては、表題に記載されている竹材以外にも、食品残渣、水草、農業残渣等を対象とした調査研究事例が多数ある。 今後の方針は、研究開発を進め、応用研究への展開を図っていく。 ※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月～令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られないものではない。																

・社会情勢を勘案しつつ、更なる改善やメニューの増加を図るもの

なお、この整理表については、下水道技術者が各分野に係る研究を進めるにあたり、技術開発項目に関する文献を収集する際の労力の軽減、共同研究や連携のためのマッチング等へ活用されることを想定している。

(2) 下水道資源の有効活用に伴う GHG、LCC 評算結果

下水道資源の有効活用に伴って代替可能であるものを、従来資源として表2のとおり設定した。

表2 下水道資源に代替可能な従来資源

従来資源	下水道資源
天然ガス	消化ガス利用
電力会社からの購入電気	消化ガス発電
セメントクリンカ	建設資材利用
石炭	固形燃料利用
リン鉱石	下水からのリン回収
化成肥料	汚泥肥料利用

このうち、一例として、50,000m³/day 以上の大規模処理場における下水汚泥肥料利用の結果を示す。ここでは、汚泥堆肥化(コンポスト化)施設のみ追加設置されるものとして整理を行った。下水道資源の活用による GHG 排出量は、従来資源の利用による GHG 排出量と比較して、0.44t-CO₂/t 低く、下水道資源の活用が有利となった。また LCC については、下水道資源の活用により従来資源の利用と比較して 2,787 百万円/年の低

減効果が得られると推察された。

今後は試算に使用したアンケート調査結果の妥当性評価、複数の有効活用による定量評価等を実施する予定である。

[成果の活用]

本調査により作成した技術開発動向整理表は、今後の研究動向調査や技術開発の方針決定など、下水道技術者の研究活動に広く活用されることを期待している。

なお、下水道資源の有効活用に伴う GHG、LCC については、引き続き試算の精度向上を図り、水質、水量、立地条件等、下水処理場の特性に合わせた最適な下水道資源活用モデルの構築を目標とし、調査研究を継続することとする。

[参考文献]

- 国土交通省水管理・国土保全局下水道部、公益社団法人 日本下水道協会：脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会報告書～脱炭素社会を牽引するグリーンイノベーション下水道～、pp. 13-14 (2022)
- 下水道技術開発会議エネルギー分科会：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、pp. 53-73 (2022)

下水道革新的技術実証事業

Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project

(研究期間 平成 23 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 平西 恭子
研究官 原田 美冬
研究官 松橋 学
研究官 石井 淑大
研究官 青葉 隆仁
研究員 陣矢 昂汰
交流研究員 外川 弘典
主任研究官 松浦 達郎

下水道研究部 下水道研究室

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、下水道事業における低炭素・循環型社会の構築やライフサイクルコスト縮減、効果的・効率的な浸水対策、老朽化対策、施設の運転管理等を実現し、併せて本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、平成 23 年度より下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）を実施している。

本事業における研究は、大幅なコストの縮減と消費エネルギーの削減、再生可能エネルギーの創出等を実現する革新的技術を対象に、実規模レベルでの施設を整備して実証研究を行い、その結果を評価して導入ガイドラインを作成することを目的としている。

令和 3 年度採択技術において、「ICT を活用した下水道施設広域管理システム」については、通信の安定性やコスト縮減等の効果をとりまとめ、今後導入ガイドラインを策定する予定である。

令和 4 年度採択技術において、「最初沈殿池におけるエネルギー回収技術」、「深槽曝気システムにおける省エネ型改築技術」、「MAP 以外で脱水ろ液から効率的にリンを回収する技術」については、コスト縮減、エネルギー消費及び温室効果ガス排出量削減等の効果をとりまとめ、今後導入ガイドラインを策定する予定である。「下水汚泥焼却灰の肥料化技術」においては、技術性能や事業性の予備調査結果をとりまとめ、実規模実証に向かた課題を整理した。「消化汚泥から効率的にリンを回収する技術」、「MAP により脱水ろ液から効率的にリンを回収する技術」については実規模実証を行い、研究結果をとりまとめた。

令和 5 年度採択技術において、「発酵熱を利用した効率的なコンポスト化技術」及び「汚泥付加価値向上のための超高温炭化技術」について実規模実証を行い、研究結果をとりまとめた。「炭化物により下水汚泥資源からリンを回収する技術」については実規模実証施設を設置し、研究結果をとりまとめた。「生物膜を用いた排水処理の省エネ、N₂O 発生抑制技術 2 件」については、技術性能や事業性の予備調査結果をとりまとめ、実規模実証研究に向かた課題を整理した。

令和 6 年度採択技術において、「下水汚泥の肥料利用促進に向けた資源回収技術」については次年度にかけて実規模実証施設を設置し、研究成果のとりまとめを行う予定である。「下水処理場における省エネや CO₂ 削減など脱炭素化につながる技術」、「化学物質や病原性微生物に関する下水流入水質の効率的な計測技術」については、技術性能や事業性の予備調査結果をとりまとめた。

実証研究成果を踏まえ作成した導入ガイドラインについては、国総研資料として刊行し、革新的技術を全国に普及展開するとともに、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援する。

下水の衛生学的な水質リスク低減効果の評価手法及び下水再生利用促進の検討に関する調査

Research on methods of assessing the treated water quality based on hygienic risks from wastewater treatment plants and promoting the use of reclaimed treated water.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水処理研究室

室長 重村 浩之

研究官 松橋 学

[研究目的及び経緯]

再生水利用の国際標準が策定されつつあり、国内再生水事業においても、国際標準従来技術のリスクと性能を評価した上で、技術基準や再生水利用の効果について調査検討が必要である。加えて近年、下水中のウイルス等を指標とした検討がなされ、様々な測定法技術が提案されていることから、衛生学的な安全性評価に適した技術を整理する必要がある。

本年度は、下水処理におけるリスク低減効果とそのメカニズム解明のため、下水中及び下水汚泥中のウイルス濃度を測定し、汚泥系も含めた下水処理場全体でのウイルスの挙動を明らかにするため実下水処理場における下水資料、汚泥試料の測定を実施した。

下水処理における一酸化二窒素等の排出量削減に関する調査

Research on methods for reducing greenhouse gas emissions from wastewater treatment.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水処理研究室

室長 重村 浩之

研究官 石井 淑大

研究官 松橋 学

交流研究員 外川 弘典

[研究目的及び経緯]

地球温暖化対策計画において、温室効果ガス(GHG)の排出量を46%削減(2030年)することが目標とされている。下水処理においても、曝気等に関する電力由來のCO₂を削減するとともに、生物学的な下水処理における一酸化二窒素(N₂O)の排出量を抑制する必要がある。しかし、生物反応により発生するN₂Oの生成量を決定する要因については依然不明な点が多く、生成因子を解明し、N₂O排出量を削減可能な下水処理施設の運転管理技術を開発することが求められている。

今年度は硝化促進運転と硝化抑制運転のN₂O排出量への影響の長期的な評価や、オキシデーションディッチ法の下水処理場におけるN₂O排出量の実態調査等を行った。

水質管理に着目した下水処理場におけるエネルギー最適化に関する調査

Research on energy optimization in sewage treatment plants with a focus on water quality management.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水処理研究室

室長 重村 浩之

研究官 原田 美冬

研究官 石井 淑大

交流研究員 外川 弘典

[研究目的及び経緯]

下水道事業における電力消費量は、自治体が実施する事務事業の中でも温室効果ガス排出量が大きく、電力消費量や温室効果ガス排出量の削減が喫緊の課題となっており、省エネルギー・創エネルギー施策のさらなる推進が求められている。また、下水道事業における消費電力量の中でも、水処理にかかる消費電力量が約 50%を占めており、水処理にかかる消費電力量の低減は温室効果ガス排出量の削減に重要である。その一方で、下水処理における主要な役割として、良好な放流水質の確保があり、水質確保と温室効果ガス排出削減施策との両立が求められている。

今年度は、国総研所有の実験施設において実下水を用いたパイロットスケールでの実験を行い、標準活性汚泥法を実施した場合に、曝気風量の違いがエネルギー消費量に与える影響や、BOD や N-BOD を含めた処理水質およびその安定性に与える影響を評価した。

微生物群集構造変化による水質への影響に関する研究

Research on the effects of changes in microbial community structures on water quality in the municipal wastewater treatment plants.

(研究期間 令和6年度～令和7年度)

上下水道研究部 下水処理研究室

室長 重村 浩之

研究官 石井 淑大

研究員 陣矢 昂汰

[研究目的及び経緯]

下水処理では微生物のはたらきにより水を浄化しているが、流入下水の水質や気温の変化によって微生物の群集構造が変化すると、処理水質の悪化や CH₄・N₂O などの温室効果ガス (GHG) 排出量の増加にも繋がる可能性がある。しかし、処理水質の変動や GHG 排出量の増加に実際に寄与している微生物について具体的な知見はまだ少ない。そこで本研究では処理水質や GHG 排出量変動のバイオマーカーとなり、その増殖を制御することで処理水質の安定化に寄与するような微生物を探索することを目的とした。

本年度は標準活性汚泥法の硝化促進・硝化抑制運転と同じ流入下水に対して同時に実行っている実下水処理場を対象として、微生物群集と水質データを 1 年を通して定期的に調査し、微生物群集の変化が処理水質や GHG 排出量に与える影響について検討した。

2.2.4 河川研究部

気候変動を考慮したダムの付加高さの設定方法

Research on setting method of additional height of dam considering climate change.

(研究期間 令和6年度～令和7年度)

河川研究部

部長 川崎 将生

[研究目的及び経緯]

ダムの非越流部高さは、河川管理施設等構造令第5条の規定に基づき、平常時又は洪水時のダム貯水位に、地震波浪、風波浪、洪水吐きゲートの不調、堤体構造の別を勘案した「付加高さ」を加えることにより決定される。本研究は、付加高さのうち風波浪高さについて、気候変動影響を踏まえた設定方法の提案を目的とする。

令和6年度は、気象庁HPから過去に風速観測が行われた965地点の地上風速データを収集整理するとともに、データ統合解析システム(DIAS)を通じ、気象庁による高解像度長期再解析データ(DSJRA-55)から陸上14,082地点の1958年～2012年の年最大地上風速データ、また文部科学省気候変動予測先端研究プログラムのもと地球シミュレータを用いてd4PDFを全国5kmメッシュで力学的ダウンスケールしたデータから陸上14,043地点の過去720年分及び将来(+2K,+4K)それぞれ720年分の年最大地上風速データを抽出し、これらデータセット間で期間最大風速や確率風速の比較を行った。

住宅・社会资本分野における人工衛星等を活用した リモートセンシング技術の社会実装（河川分野）

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites
in the housing and social infrastructure fields (Study on rivers)

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

河川研究部 河川研究室

River Department

River Division

室 長

瀬崎 智之

Head

SEZAKI Tomoyuki

主任研究官

佐渡 周子

Senior Researcher

SADO Chikako

主任研究官

平出 亮輔

Senior Researcher

HIRAIDE Ryosuke

交流研究員

藤原 麻結

Guest Research Engineer FUJIHARA Mayu

We investigated the feasibility of a method to quickly identify damaged sections of levees due to large-scale disasters by utilizing satellite data that can collect information over a wide area in order to improve the efficiency and sophistication of river maintenance management.

[研究目的及び経緯]

河川管理者においては、地震や洪水が発生した後の河道及び河川管理施設の状態を迅速かつ確実に把握する必要があるが、現状では現場における目視によって変状確認を行っており多大な時間をするだけではなく、点検者の安全確保についても課題を有している。

そこで、河川維持管理の効率化、高度化を図るため、広域の情報把握が可能な衛星データを活用し、大規模災害による堤防の被災箇所を迅速に把握する手法について実現可能性を調査した。

[研究内容]

(1) 衛星データを用いた目視での被災箇所抽出

平成23年東北地方太平洋沖地震、平成28年熊本地震、平成30年北海道胆振東部地震、平成30年7月豪雨、平成6年能登半島地震による河川堤防の変状箇所の衛星データ（光学画像、SAR画像）を収集した。

収集した衛星データを被災情報、航空写真またはUAV画像と比較し、目視による変状の判別が可能か確認した。その結果、40箇所中、光学画像の3箇所（法崩れ2カ所、噴砂1箇所）のみで目視判別が可能であり、SAR画像では判読ができるものはなかった。事例を図-1に示す。なお、データの解像度は、光学画像で50cm（一部30cm）、SAR画像で3m（一部100m）である。目視判別できない要因としては、そもそも解像度が高くないため、それより小さい変状は判別できない、衛星撮影時には被災箇所にブルーシートがかけられていたり、すでに復旧工事に着手済みであったりしたことなどが考えられる。

また、収集したSAR画像を用いて、干渉SAR解析により、沈下等の変状が抽出可能か検証した。一時期反射強度、二時期反射強度、差分干渉、コヒーレンス解析の4つの解析を行ったが、目視で変状を把握できるも

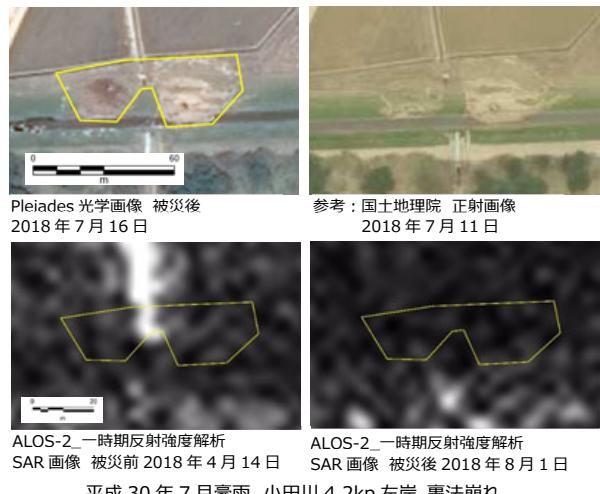


図-1 被災箇所 衛星画像例

のはなかった。

(2) 衛星データを用いた被災箇所自動検出AIモデルの構築・検証

衛星データから目視での変状判別は現状困難であったが、AIによる判別が可能かどうか検証した。光学画像、SAR画像（単独）、SAR干渉解析の各種でAIモデルを作成した。変状なしのデータが圧倒的に多いためクラス不均衡（データを分類するクラス間のデータ量に大きな差がある状態）となり、これに対処するため、変状なしデータの削減、クラス不均衡に強い損失関数の導入を行った。また、教師データが少ないので、疑似教師データを作成し、これを学習させ、性能向上を試みた。作成方法は①一般的なデータ拡張（画像反転、平行移動、回転、拡大縮小など）、②被災箇所の埋め込み（被

災なし堤防への被災箇所ポリゴンの重畠)、③検出失敗データの重点作成、①②の組み合わせの4パターンで実施した。しかし、最も性能が良かった光学画像のモデルの一例でも表-1のような結果となり、また、疑似教師データを追加した場合でも、いずれのモデルでも性能向上には至らなかった。

表-1 性能評価(光学画像 AI モデル:評価用データ)

変状名	元データのみ		一般的なデータ拡張		検出失敗データ重点削除	
	正解率	適合率	正解率	適合率	正解率	適合率
変状なし	99.0%	99.8%	97.5%	98.3%	96.5%	97.6%
法崩れ	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
抜け上がり	23.3%	75.5%	11.3%	59.3%	15.8%	50.6%
亀裂	45.7%	31.5%	38.3%	40.2%	20.4%	28.7%

正解率：変状の有無を正しく検出した割合

適合率：変状ありのうち、正しく変状ありと検出された割合(変状なしは、なしと判定)

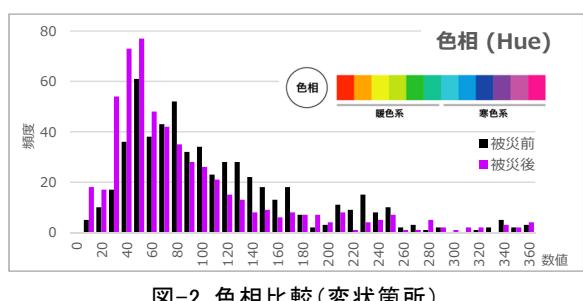
(3) 航空写真を用いた2時期画像からの被災箇所抽出検討

衛星データでは変状が判別できるデータが極めて少なかったことから、衛星データの疑似データとして、航空写真を収集した。対象は平成23年東北地方太平洋沖地震、平成28年熊本地震、平成30年7月豪雨、令和元年台風19号、令和元年10月の低気圧に伴う大雨、平成6年能登半島地震、令和6年能登半島豪雨による被災箇所とした。解像度は50cmである。

収集した188箇所の被災前後の2時期のオルソ画像を比較し、色の変化を分析し、閾値を設定することで被災箇所の抽出を試みた。2時期のデータの位置合わせは精度に影響すると考えられることから、撮影誤差や地震による広域地殻変動を考慮して、画像から位置座標の変化量を算出し、位置座標の補正を行った。また、撮影条件により色調が変わることを考慮し、比較前に明度の自動補正を行った。

補正後、HSV(色相・彩度・明度)の比較を行った。一例を図-2に示す。被災前後のヒストグラムの頻度のピークや分布図の偏りなどから閾値設定を試みたが、バラツキが多く、傾向は捉えられず、閾値の設定には至らなかった。また、変状のない正常箇所でも同様に比較し、変状箇所と比べたところ、変状箇所の方がバラツキは大きいことは確認できたが、大きな傾向はみられなかった。

RGB(赤緑青)の比較も行ったが、HSV同様、明確な傾向がなく、閾値設定は困難であった。また、RGB単色ではなく、複数を組み合わせた変化量である最大色差分(被災前後それぞれで最も大きいRGB値の差分)、及び輝度の差分について、変状箇所と正常箇所で比較した。最大色差分、輝度共に変状箇所の方がバラツキ



が多い傾向があり、いずれも差が30前後で閾値が設定できると考えられた。ただし、この閾値での正解率は50~60%程度であり、精度は高くない。また、法崩れの光学2画像で検出を試みたところ、いずれも閾値30では抽出できず、60、90と高い値でないと抽出できなかった。

(4) 航空写真を用いた1時期画像からの被災箇所抽出検討

被災後の航空写真的1時期の画像から、変状箇所とその近傍の正常箇所との比較により、閾値の設定、被災箇所の抽出を試みた。2時期同様、HSV、RGB、最大色差分、輝度で比較した。RGBの一例を図-3に示す。RGB各色のヒストグラムでは、正常箇所では頻度のピークが明確ではなく、変状箇所ではピークが見られる傾向にあったものの、バラツキが多く閾値の設定には至らなかった。また、輝度のヒストグラムは、図-4のように正常箇所と被災箇所でピークが大きく異なっており、90~150前後で閾値を設定したが、正解率は65%程度であった。また、光学衛星2画像で検出を試みたところ、閾値200、220とより高い値でないと抽出できなかった。

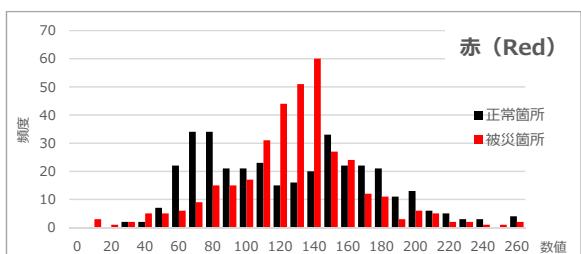


図-3 変状箇所・正常箇所のR比較

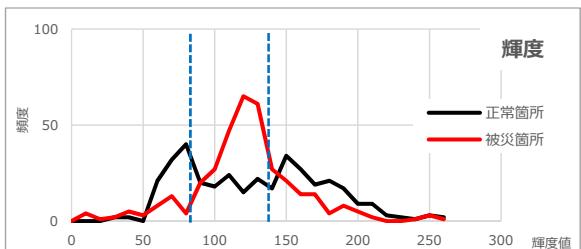


図-4 輝度の比較、閾値設定案

[まとめ]

本研究では、目視判別可能な被災箇所の衛星画像が極端に少ない中、AIによる変状抽出を試み、また、疑似画像として航空写真による閾値設定での変状抽出も試みたが、いずれも期待した成果を得ることはできなかった。

画像での変状抽出においてAIを活用するには解像度以上の大きさを持つ変状の教師データが多く必要であり、実データの収集のみでは現実的ではなく、疑似データを如何にうまく作るかが課題であり、閾値を使うには撮影条件の違いにより生じる差の補正が課題であると考える。

[成果の活用]

本研究の成果は今後の衛星データ活用の研究の基礎資料とする。

3次元点群データを用いた洪水流解析手法に関する調査

Research on flood flow analysis methods using 3D point cloud data

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

河川研究部 河川研究室
River Department
River Division

室長	瀬崎 智之
Head	SEZAKI Tomoyuki
主任研究官	田端 幸輔
Senior Researcher	TABATA Kosuke
建設専門官	松井 大生
Deputy Head of River Division	MATSUI Daiki
交流研究員	小橋 力也
Guest Research Engineer	KOBASHI Rikiya

Advances in surveying technology have made it possible to obtain high-density topographical data, which is then used to perform high-dimensional numerical analysis, but currently no standards have been established, and there are many cases in which the data is not used for its intended purpose. In this study, we investigated the actual usage of numerical analysis, exchanged opinions with engineers, and used the results to create technical documents.

[研究目的及び経緯]

近年の洪水外力の増大、高頻度化に対し、流域治水の観点から被害軽減を図っていくためには、河道計画、河道設計、維持管理に関する技術の高度化が必要であり、高次な数値解析技術の活用が期待される。

測量技術の進歩により高密度の地形データ（三次元点群データ）が得られるようになっており、それを用いた高次元数値解析（平面二次元（2D）、準三次元（Q3D）、三次元（3D））が可能となってきている。一方で、現状では数値解析技術の適用に関するガイドラインや基準類が整備されておらず、本来の目的に適さない条件設定や結果評価がなされているものも散見される。

このような状況を改善するには、数値解析結果の品質向上に資する技術基準等の整備だけでなく、現場適用により明らかにされる数値解析に関する技術課題や技術開発ニーズが共有され、学との連携によるモデル改良・実装の好循環を促進する基盤整備が必要である。

本研究では、河道計画、河道設計業務において2D以上のモデルが用いられた業務報告書を収集し、事例整理を行った。また、好循環形成のための取り組みとして、建設コンサルタント技術者との連携の下、研究会を立ち上げ、数値解析に関する技術資料案を作成した。

[研究内容]

(1) 直轄河川での業務報告書調査

実務における2D以上の高次解析技術の適用実態を把握するため、全国直轄河川を対象に、平成23年度から令和6年度に2D以上の解析が実施された業務報告書を、既報告での105編に加え新たに163編収集し、モデルの使途、仕様、計算条件、検証・予測方法、結果評価の内容を整理した。集計にあたっては、同一水系であっても上下流あるいは本支川を異なる河川事務所で分担して管理している河川は1河川として区別した。一方で、同一事務所が一連で管理している本支川は1河川としてカウントした。この区別方法での河川数は計135あり、このうち87河川から報告書を収集した。

表-1 2D以上のモデルの適用実態

手法	適用実績のある河川数 (87河川中)
2D	流れ
	流れ+河床変動
	流れ+河床変動+植生消長
Q3D	流れ
	流れ+河床変動
	流れ+河床変動+植生消長
3D	流れ
	流れ+河床変動
	流れ+河床変動+植生消長

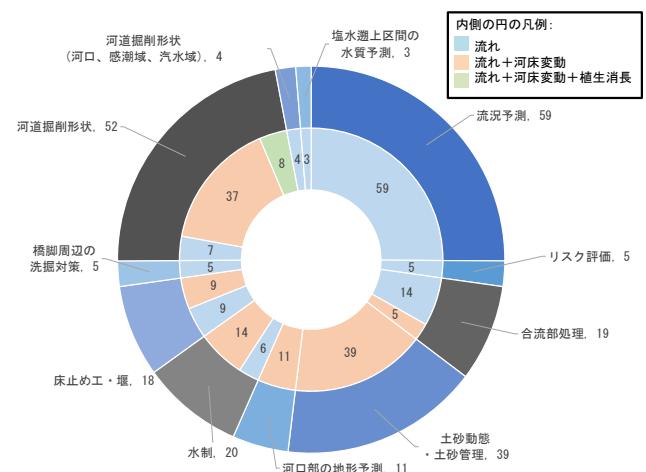


図-2 平面二次元モデルの使途の内訳

(2) 技術資料案の作成

令和6年10月に「河道計画・河道設計に係る数値解析技術の高度化と有効活用の好循環形成研究会」を発足した。メンバーは、建設コンサルタント協会河川計画専門委員会を通して募集し、直轄河川の計画や設計業務の経験のある12社26名のベテラン技術者に加え、

土木研究所自然共生研究センター、国総研河川研究室から構成された。

本研究会では、①現在、業務で主に行っている平面2次元解析の標準的な手法、②今後必要となる解析の手法に関する議論を行い、「研究会技術資料(案)」を整理した。また、整理過程において、数値解析技術の信頼度に関する自己評価と産学官への研究開発リクワイアメントについても整理を試みた。

[研究成果]

(1) 直轄河川での業務報告書調査結果

表-1に2D以上のモデルの適用実態を示す。2D流況モデルについては、ほぼ全ての直轄河川で検討実績があるものと判断される。Q3Dも事例としては多数見られた。また、2D、Q3Dでは河床変動まで考慮した事例が半数以上を占めている。

図-3に、使途別の事例数を円グラフにして示す。円グラフの数字は、87河川中、何河川で2D以上のモデルを用いた検討が実施されているかを示すものである。円グラフの内側の円は洪水流、河床変動、植生消長解析の実施内訳を示している。2D以上のモデル使途は多岐にわたるが、特に河道掘削形状、流況予測、土砂動態・土砂管理に関する検討が多くを占めていた。また、河道設計では河床変動を考慮する場合が多く、中には植生消長も活用されていることが伺えた。

(2) 技術資料案

研究会での議論の結果、表-2に示す12個の解析フレームを抽出した。これらは、河道計画、河道設計に関する検討を実施する際のモデル単位と想定している。検討できる項目イメージ、対象区間、対象期間、モデル仕様をまとめている。それぞれのフレームについて、考慮すべき現象の因果関係を表した連関図、モデル仕様例、検証・予測方法、結果評価方法を整理した。例としてG4②の連関図を図-2に示す。

議論を通じて挙げられた研究開発リクワイアメントとしては、以下のようないわゆる「要望事項」が挙げられた。

- ・非平衡流砂モデルを適用すべき河道条件や水理条件の目安を提示してほしい（平衡流砂量式の適用限界）。
- ・特に平均粒径よりも大きい成分の流砂量フラックスを精度良く算出するための手法がほしい。
- ・掃流砂モデルの検証材料として、粒径別流砂量フラックスと区間土砂収支データがほしい。
- ・浮遊砂モデルの検証材料として、縦断的な浮遊砂量の変化、植生域等への堆積との関係等が知りたい。

[成果の活用]

図-3に技術資料案の活用方針を示す。技術開発促進のため、技術資料案、研究課題はHP等での公開を予定している。また、数値計算モデルの検証用データとして、国総研で実施した模型実験結果のアーカイブ化も順次進める方針である。技術資料案は河道計画や河道設計に関する技術資料や基準類の改訂、作成に活用することを想定している。

表-2 解析フレーム一覧

フレーム	河道計画・河道設計における業務用途	対象区間	解析対象	解析期間
G1 計画 流れ	① 河道計画のための洪水流解析	全川／特定期間	流れ	1洪水
	② リスク評価のための洪水流解析	全川	流れ	1洪水
	③ 適切な分合流処理	分合流区間	流れ、河床変動	1洪水／長期間
G2 計画 河床	① 河道計画、土砂管理のための河床変動解析	全川／特定期間	流れ、河床変動	1洪水／長期間
	② 床止め工・堰の設計	床止め工・堰周辺部	流れ、河床変動	1洪水／長期間
	③ 橋脚等周辺の河床低下下局所洗掘予測対策	橋脚周辺部	流れ、河床変動	1洪水／長期間
G3 構造物 設計	① 水制の設計	水制周辺部	流れ、河床変動	1洪水／長期間
	② 床止め工・堰の設計	床止め工・堰周辺部	流れ、河床変動	1洪水／長期間
	③ 橋脚等周辺の河床低下下局所洗掘予測対策	橋脚周辺部	流れ、河床変動	1洪水／長期間
G4 河道 設計	① 定量的な環境目標設定に資する魚類種群評価のための河川の物理環境予測	長区間	流れ(低水含む)、河床変動、植生消長	長期間
	② 治水・環境・維持管理のバランスのとれた河道掘削形状の設計	短区間	流れ、河床変動、植生消長	1洪水／長期間
	③ 河口・感潮域、汽水域における治水・環境・維持管理のバランスのとれた河道掘削形状の設計	短区間	流れ、河床変動	1洪水／長期間
G5 河口	① 河口砂州や河口テラスのある河口部の地形の予測	河口部	流れ、河床変動	1洪水／長期間
	② 塗水過上区間の水質予測(鉛直構造あり)	感潮区間	流れ(低水)、密度流	非洪水時／洪水時

特定区間：著しい弯曲・蛇行区間等で、数km程度の区間をイメージ(G2では中規模河床形態発達区間やダム下流区間等も想定)

長期間：数年～数十年程度をイメージ

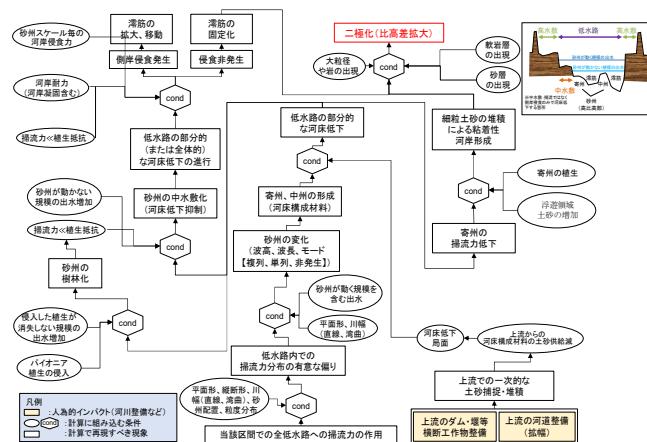


図-2 連関図 (G4②の例)

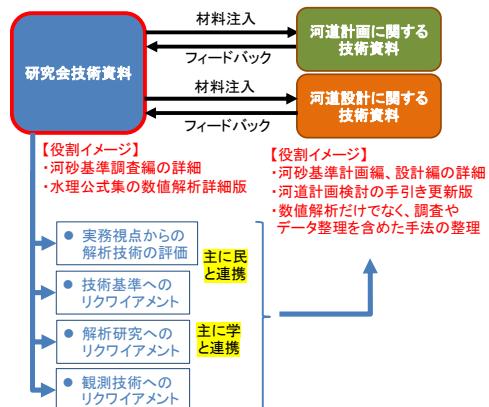


図-3 技術資料案の活用方針

[参考文献]

- 1) 田端幸輔・武川晋也・瀬崎智之：国土交通省直轄事業における平面二次元解析の適用事例調査に基づいた河道計画、河道設計手法改善の課題、河川技術論文集、第30巻、2024。
- 2) 瀬崎智之・田端幸輔：河道の計画や設計で使用する数値解析の高度化や効率化に向けた環境整備のあり方に関する調査、土木技術資料66-11、2024。

粘り強い河川堤防の機能を損なう変状に関する検討

Research on deformation of impairing functionality of persistent river levee with overflow resistance performance

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

河川研究部 河川研究室
River Department
River Division

室長 瀬崎 智之
Head SEZAKI Tomoyuki
主任研究官 三好 朋宏
Senior Researcher MIYOSHI Tomohiro
交流研究員 松尾 峰樹
Guest Research Engineer MATSUO Takaki
交流研究員 河野 努
Guest Research Engineer KOHNO Tsutomu

We conducted an overtopping experiment on a model of a persistent river levee after subjecting it to the damage that might occur in the field. The results confirmed that gaps between the surface coverings and the levee increase the risk of levee failure.

[研究目的及び経緯]

堤防は、歴史的な経緯の中で、工事の費用が比較的低廉であること、材料の取得が容易であり構造物としての劣化現象が起きにくいこと等の理由により多くが土で造られてきた。しかしながら、令和元年東日本台風で生じた 142 箇所の堤防決壊のうち、122 箇所の堤防決壊の主要因が「越水」と推定されているように、土で造られた堤防は、越水に対して脆弱な特性を有する。

このため、国土交通省では、河川堤防を越水した場合であっても、決壊しにくく、堤防が決壊するまでの時間を少しでも長くするなどの減災効果を発揮する粘り強い構造の河川堤防（以下「粘り強い河川堤防」という。）を開発し、試験的に現場への導入を進めている。

粘り強い河川堤防の構造は、流水による土の削れ方などを再現するため、実大規模の水理模型実験を中心に検討が行われている。しかし、水理模型実験では、堤体内部の材料の不均一性や現場で生じる経年的な変化等を再現することが難しく、新品の状態で実験を行うことが多い。そのため、軽微な施工不良、材料の経年的な劣化などの不確実性を有する現場で、効果を十分に発揮できるか懸念が残る。

そこで、本研究では、越水に対して粘り強い河川堤防（表面被覆型：堤防の表面をコンクリートブロック等で保護する）の構造を対象に、現場で生じる変状を一部再現した堤防模型を製作し、実物大の越水実験を実施した。実験結果から、現場において粘り強い河川堤防の効果を長く維持するための留意点について検討することとした。

[研究内容]

幅 2.3m の実験水路内に、図 1 に示す堤防模型を製作した。築堤には、細粒分含有率 20%程度の砂質土を用い、締固め度 85%程度となるように施工管理を行った。通常、堤防は、締固め度が 90%以上となるように施工管理を行うが、今回の実験では、後述する変

状を与えた時の堤防模型の変化を見やすくするため、あえて締固め度を低くし、越水に対し弱い堤防模型を製作した。宅地側の堤防の斜面（以下「裏法面」という。）には、吸出し防止材を敷設し、その上に連結ブロック（以下「ブロック」という。）を配置した。写真 1（左）に製作した堤防模型の外観を示す。

図 1 の堤防模型に、現場で生じる変状を再現した上で、越流水深 30 cm で通水した。実験は、再現する変状の種類等を変えて、合計 5 ケース実施した。表 1 に各実験ケースの概要を、図 2 に再現した変状の概要を示す。通水時間は、模型の外観の変化を観察しながら、都度調整を行った。写真 1（右）に通水時の状況を示す。

通水後は、3D レーザースキャナーを用いて堤防模型の変形量の計測、堤体土の侵食状況の観察を行った。

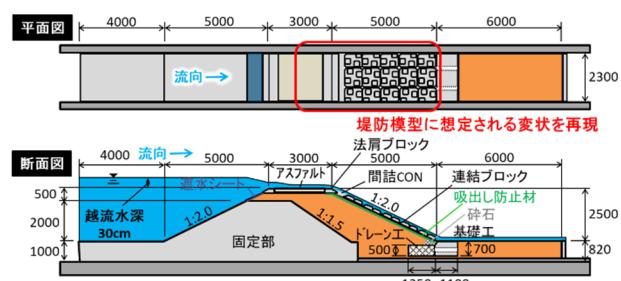


図 1 堤防模型概略図（単位：mm）



写真 1 (左) 堤防模型の外観 (右) 通水時の状況

表1 実験ケース

ケース	堤防模型に再現する変状等
1	標準的な構造
2	縦溝(ガリ侵食)が発生した場合
3	吸出し防止材を基礎工とドレン工の間に巻き込む
4-1	ケース3+天端保護工が損傷した場合
4-2	ケース3+法肩保護工が損傷した場合
4-3	ケース3+吸出し防止材が損傷した場合
5	ケース3+ケース2

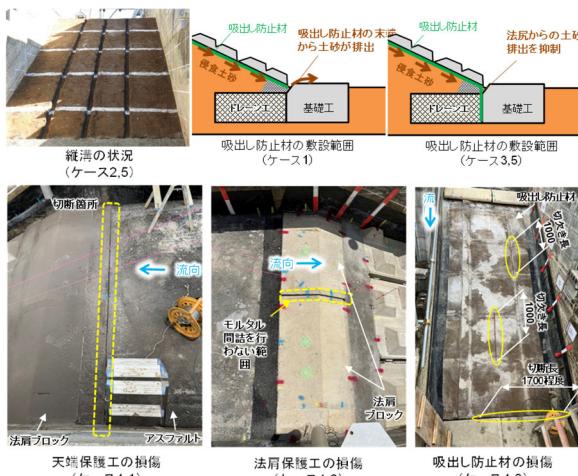


図2 再現した変状の概略

[研究成果]

(1) 実験結果

表2に実験結果の概要を示す。

ケース1では、9時間の通水で、堤体土の侵食が30~40cm程度見られたが、ブロックの流出には至らなかった。締固め度が85%程度と弱い堤防であるため、侵食は進行したものとの、ブロックは流出せず一定の性能を有することを確認した。侵食された堤体土は、法尻部の吸出し防止材と基礎工の隙間から流出しているものと思われた。

ケース2では、1時間の通水で、堤体土の侵食が進み、ブロックが流出した。写真2にブロックが流出した際の状況を示す。堤体土に縦溝を設けると、そこが弱部となり、侵食が進行しやすくなることが確認された。侵食の進行に伴い、ブロック表面にも不陸があらわれ、最終的にブロックの流出に至った。

ケース3では、堤体土の侵食はほぼ見られず、ブロックは流出しなかった。ケース3は、ケース1で確認された法尻部からの土砂の流出を防ぐため、法尻部における吸出し防止材の端部を、基礎工とドレン工の間に巻き込んだケースであり、その効果を確認できた。(写真3参照)

ケース4でも、堤体土の侵食はほぼ見られず、ブロックは流出しなかった。天端保護工、法肩保護工、吸出し防止材の軽微な損傷は、堤体土の侵食に大きな影響を与えないことが確認できた。

ケース5では、5分の通水で、ブロックが流出した。ケース3で、堤体土の侵食防止効果を発揮した吸出し防止材の巻き込み処理だが、堤体土に縦溝のような変状が既にある場合は逆に弱くなることが確認された。

表2 実験結果概要

ケース	通水時間	通水結果概要	
		堤体土の侵食の有無	ブロックの流出の有無
1	9時間	あり	なし
2	1時間	あり	あり
3	3時間	なし	なし
4-1	3時間	なし	なし
4-2	3時間	なし	なし
4-3	3時間	なし	なし
5	5分	あり	あり



写真2 流出したブロックの状況

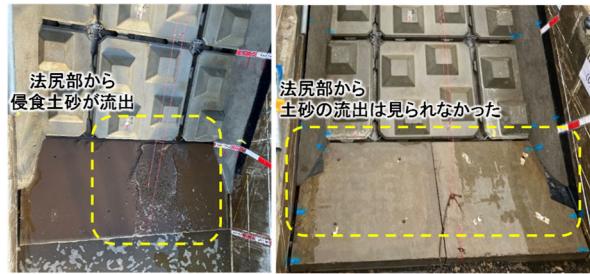


写真3 土砂流出状況の違い

(2) 維持管理上の留意点について

当該構造における粘り強い河川堤防において、堤体にガリ侵食のような縦溝があるなど、ブロックと堤体土との間に隙間が存在する場合には、法尻部の吸出し防止材の処理の有無によらず、ブロックの流出リスクが高いことが確認された。そのため、降雨時における法尻部でのブロック下の土砂の流出状況や、堤体の不同沈下の状況など、隙間が発生するおそれのある状況をモニタリングしていくことが越水に対する性能を維持する上で重要と考えられる。一方で、表面被覆材の軽微な損傷は越水に対する性能に大きな影響はないものと考えられる。

[成果の活用]

粘り強い河川堤防の構造検討に係る技術資料（案）の改定に資する基礎資料として活用する予定である。

[参考文献]

- 1) 国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室、土木研究所地質・地盤研究グループ（土質・振動）：粘り強い河川堤防の構造検討に係る技術資料（案），令和5年3月

水害リスク管理型の河道計画策定手法の検討

Study on river channel planning method for flood risk management

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

河川研究部 河川研究室

River Department

River Division

室 長

瀬崎 智之

Head

SEZAKI Tomoyuki

主任研究官

田端 幸輔

Senior Researcher

TABATA Kosuke

建設専門官

松井 大生

Deputy Head of

MATSUI Daiki

River Division

In order to stimulate action among a wide range of stakeholders in the river basin, it is necessary to develop a method to present levee collapse scenarios with a higher probability of occurrence and higher realism. In this study, we performed a sensitivity analysis when changing the levee breach conditions, and examined how to set levee breach conditions with high uncertainty.

[研究目的及び経緯]

近年、施設能力を超過する洪水が発生することを前提に、気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、あらゆる関係者が協働して流域全体で治水に取り組む流域治水への転換、推進が求められている。

流域で減災を行うためには、流域内の関係者と水害リスクを共有することが重要であり、関係者に対して、尤もらしく、網羅性の高い氾濫シナリオを提示することが課題である。しかしながら、これまでのリスク評価における堤防の決壊条件としては、河川管理施設等構造令に基づく、「機能保証水位」と言える高さ（完成堤は計画高水位で、暫定堤防は堤防の厚さ分等を考慮した「スライドダウン評価高」）が使用されている。

流域の幅広い関係者の行動を励起するためには、より生起確率が高く現実性が高い堤防決壊条件に基づく氾濫シナリオを提示する手法を開発する必要がある。そのためには、堤防決壊条件を変えた場合に、決壊箇所、決壊時間、氾濫ボリューム等が、どの程度変化するものかについて把握しておく必要がある。

そこで本研究では、堤防決壊条件を変化させた場合の感度分析を行い、不確実性の高い堤防決壊条件の設定方法について検討を行った。

[研究内容]

モデル河川を対象に一次元不定流計算を行った上で、堤防の決壊条件設定を変えた場合の堤防決壊箇所、決壊時刻や氾濫流量の変化を把握するためのデータ整理を行った。

(1) 決壊を考慮しない1次元不等流計算

溢水、越水はするものの決壊しない計算条件で、流量規模や河道条件を変えた一次元不定流計算を実施した。

その結果を基に、以下の32種類の決壊条件ごとに「決壊条件に達した時刻及びその継続時間、ピーク水位等」を整理した。

決壊判定に関する条件：

- HWL超過で決壊

2. 越水開始で決壊

- 越流水深 20 cmに到達後決壊
- 越流水深 30 cm以上となる時間が 3 時間継続後壊
- 越流水深 90 cmに到達後決壊
- 条件 3 に加えて、堤内地の浸水深 50cm 程度でウォータークリッショングにより決壊しない条件を追加
- 条件 3 に加えて、水位と法尻との水位差による動水勾配が 1/6 を越えた時に決壊
- 条件 3 に加えて、耐浸透性能評価に関する堤防脆弱性指標 (t^*) が閾値を超えた時に決壊

洪水波形は各河川で実績 5 波形とし、洪水規模は 3 パターンとした。

また、河道条件として、現況河道に加え、河道管理の不確実性を考慮して樹林化（現地状況を踏まえ現実的な範囲で死水域増大を考慮）、河床変動（過去実績から10年後に想定される変動量を考慮）が進行した場合の河道をそれぞれ対象とし、水位に及ぼす影響を確認した。

(2) 決壊を考慮した1次元不定流計算

溢水・越水に加え、堤防決壊による流量の変動を考慮した一次元不定流計算を実施した。決壊箇所としては、(1) で設定した決壊条件を最初に満たす箇所、より多くの決壊条件を満たした箇所の 2 パターンとした。

[研究成果]

(1) 決壊を考慮しない1次元不定流計算

図-1 に、1/150 の確率規模の降雨を 1.1 倍した 5 洪水について、HWL を基準とした水位縦断図を示す。S46.8 では 35k 下流、S36.6 では上流、その他波形では全体的に水位が上昇する傾向が見られ、波形の違いにより、ピーク水位に大きな違いが生じることが確認された。

図-2 に、決壊条件を満たした件数の縦断分布を示す。これによると、HWL を超えるが越流は生じずに余裕高部分を流れる箇所では、水位の高低によらず同様の危険

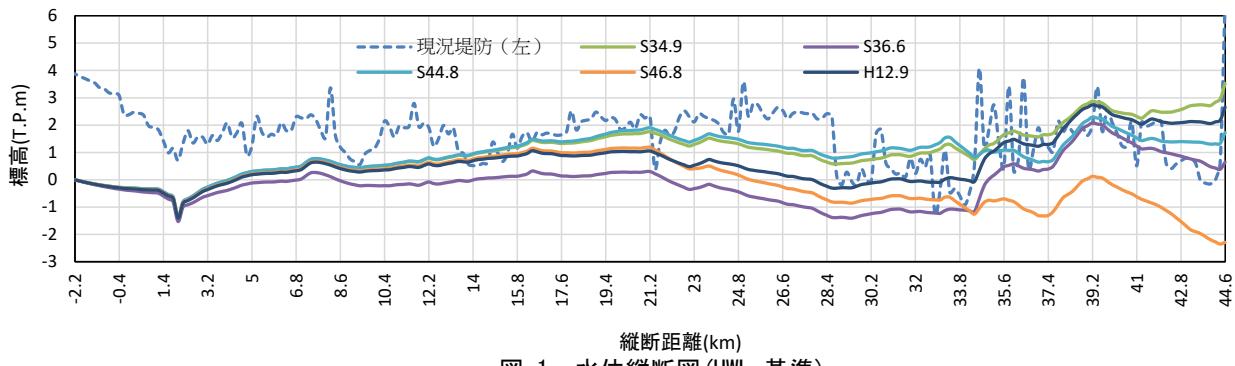


図-1 水位縦断図(HWL 基準)

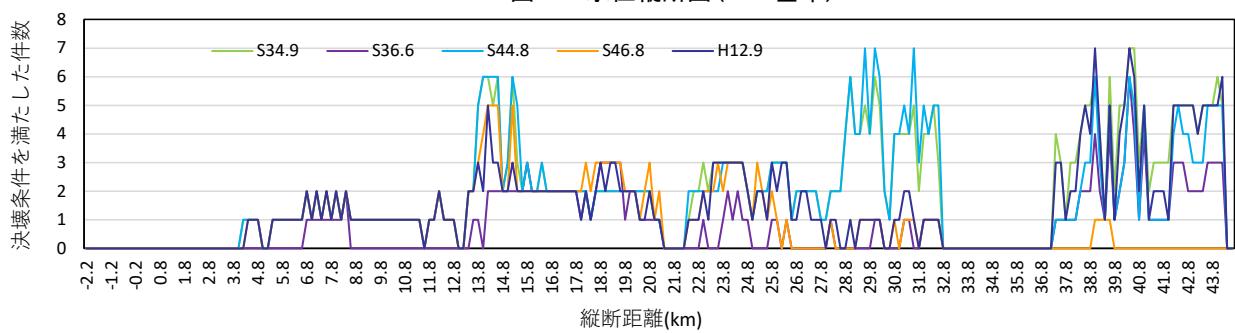


図-2 結果条件を満たした件数の縦断分布

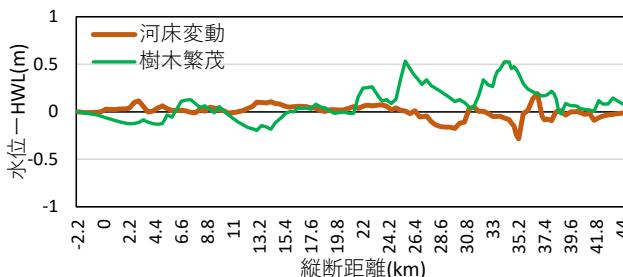


図-3 河床変動、樹木繁茂が進行した場合の水位縦断図(HWL 基準)

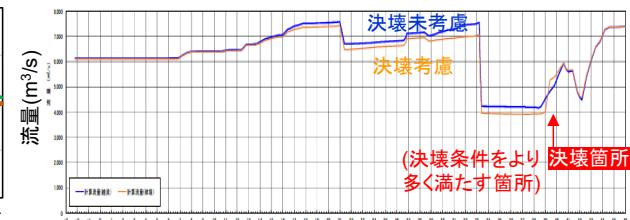


図-4 決壊を考慮した場合の流量縦断図

性を示す。特定の波形において、部分的に大きい値を示す場所 (S44.8 の 29k 付近等) は、当該波形で特に水位が上昇し、越水が生じることで決壊リスクが著しく高まる箇所を表している。一方、件数はそれほど多くないが、波形によらず同様の値を示す場所 (19k 付近等) は、HWL を超過するが越水までには至らず、余裕高を使って流れる箇所であり、決壊発生に対する不確実性が高い箇所を表している。以上より、本手法により、距離標毎の決壊危険性とその特性の見える化が可能となつた。

また、現況河道に対し、河道管理の不確実性として土砂堆積、樹木繁茂を考慮した場合の水位を図-3 に示す。河床変動による影響はそれほど大きくなかったが、樹木繁茂を想定した場合、最大 60cm 程度水位が上昇する。ただし、上昇が顕著な箇所は山付部や堤防が高い箇所であるため、決壊リスクの大幅な増大は対象河川においては見られなかった。

(2) 決壊を考慮した 1 次元不定流計算

最も早く決壊条件を満足した個所で決壊させた場合、下流流量の変化量に及ぼす影響は比較的小さいことが確認された。一方、決壊条件をより多く満たす箇所で

決壊させた場合、その下流で最大約 400m³/s (通過流量約 7,000m³/s) の流量低減が生じた。ただし、明確な流量低減が生じる区間は数 km の限定的な範囲に限定される傾向が強い。上記の傾向は、固定した決壊個所によらず概ね同様であった。例外として、堤体浸透による決壊 (堤防脆弱性指標を決壊の指標) とした場合は、比較的大きな下流の流量低減が生じることも確認されており、堤防の質的な状況によっては、顕著な差が生じる可能性が推定される結果が確認された。

[成果の活用]

HWL 決壊以外の決壊条件についての設定方法や、考慮しておくべき河道条件の考え方について、『水害リスク評価の手引き（試行版）』等をはじめ、流域治水に関する各種マニュアル類への反映を想定している。

[参考文献]

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局、国土技術政策総合研究所:水害リスク評価の手引き（試行版）、2018.

流域治水での河道制御施設等による土砂管理手法に関する調査

Survey on sediment management methods using river channel control facilities
in river basin disaster resilience.

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

河川研究部 河川研究室
River Department
River Division

室長	瀬崎 智之
Head	SEZAKI Tomoyuki
主任研究官	田端 幸輔
Senior Researcher	TABATA Kosuke
建設専門官	松井 大生
Deputy Head of River Division	MATSUI Daiki
交流研究員	小橋 力也
Guest Research Engineer	KOBASHI Rikiya

For sediment management, it is necessary to evaluate and predict the response of river channels to human improvements such as the installation of river channel control facilities and river management. In this study, we aim to clarify the mechanism of river channel response focusing on changes in sediment supply in order to obtain knowledge that will contribute to prediction technology in numerical analysis.

[研究目的及び経緯]

「流域治水」を推進するため、ダムや堰堤等の横断工作物や河道掘削等の整備によって、河川からの氾濫ができるだけ防ぐ・減らすための対策に取り組んでいる。このような整備は、上流から下流への土砂供給の量や質の変化に影響することが想定される。河川研究室では、河道の土砂動態が変化した場合の長期的な河道形状変化を予測する手法の開発に取り組んでいる。

治水と環境、維持管理のバランスを踏まえた河道整備、その持続性を将来予測するための知見を整理するため、土砂動態が改変した際の主要な河道の応答の1つと想定される河道の二極化のメカニズムを現地調査、模型実験、数値計算から明らかにすることを目的とする。

本研究は、seg1 河川を対象に二極化発生のメカニズムについて分析し、現地調査や模型実験で把握されたどの現象（例えば砂州の挙動等）を再現すれば数値解析の予測精度の向上に繋がるかに注目する。

[研究内容]

1. 実態把握のための現地調査

河道の二極化の現象を定性的に把握するため、二極化が懸念される常願寺川(seg1)、矢作川(seg2-1)等を対象に現地を確認した。これらの河川は、堰堤等の横断工作物により上流からの土砂供給量が減少したことで河床低下傾向であると考えられる。

図-1に礫床河川の現地写真を示す。常願寺川の例では最深河床が低下し(図-2)、砂州上の高比高部にハリエンジュ等の植生が侵入し一部樹林化している。矢作川の例では、最深河床が低下し水面上に礫層が露出し、その上に礫とは別の細粒土砂が堆積し植生繁茂も伴って河岸を形成している。この河岸形成がseg1区間とは異なる特徴である。また、礫を含んでいても河岸崩落していない箇所も見られ、河岸耐力の増加が濁筋の河床低下に寄与している可能性がある。

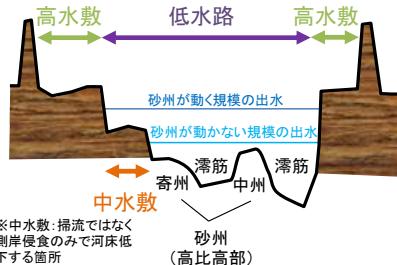
2. 現象の連関図の整理



図-1 seg1 河川 seg2-1 河川（礫床河川）の実態把握



図-2 常願寺川の部分的河床低下



※中水敷:掃流ではなく
側岸侵食のみで河床低
下する箇所

図-3 用語の概念図

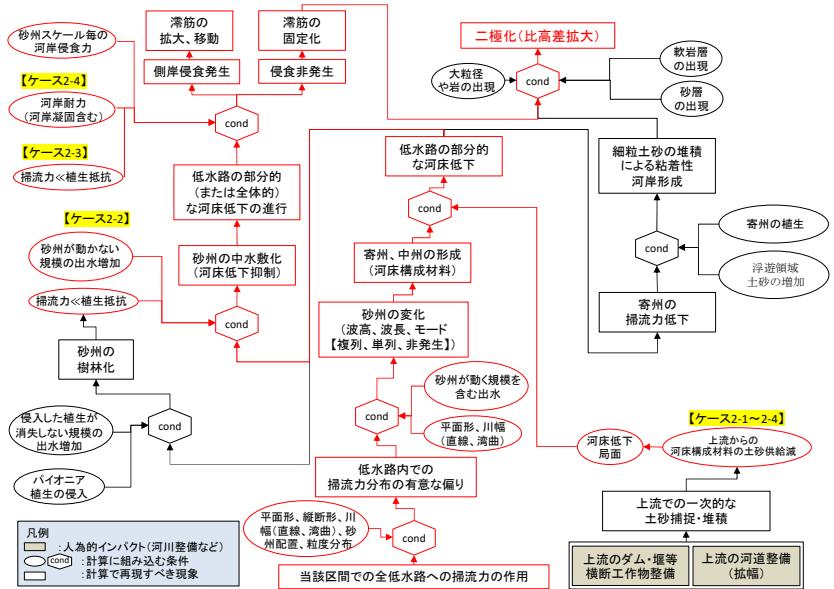


図-4 碾床河川での河道の二極化連関図

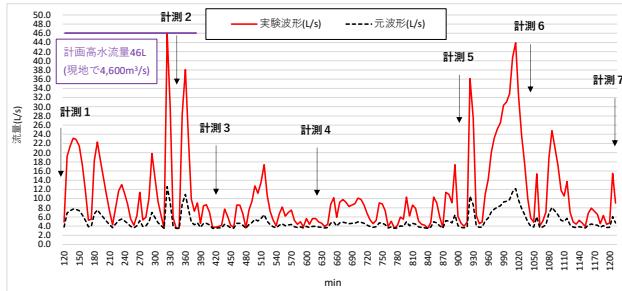


図-5 実験波形

数値解析で組み込むべき条件、再現すべき現象を挙げ、図-4の連関図を整理した。二極化に関連する主な現象は次のように考える。各用語の概念は図-3に示す。低水路内の砂州が動く規模の出水が発生し、洪水規模に応じた砂州に変化する。そこで河床低下局面の場合、砂州よりも濁筋の河床低下速度が速いため部分的な河床低下が起こる。それにより砂州が中水敷（掃流ではなく側岸侵食のみで河床低下する箇所）へ変化する。この現象は砂州が動かない規模の出水増加、植生侵入・消長による樹林化によって加速するものと考えられる。砂州が中水敷化することで濁筋の河床低下はさらに進む。中水敷は流水による側岸侵食力で崩落するが、図-1のように河岸の耐力が増加（植生繁茂も含む）すると崩落しにくくなると想定される。

3. 模型実験計画

現地調査した常願寺川を対象に1/100スケールの移動床実験を計画した。昨年度はケース1として二極化が進行しない土砂量を供給する実験を実施した。本実験では、3つの粒径（0.5mm, 3mm, 7mm）を使用し、0.5mmが動き始める流量から計画高水流量までを含むように現地で約20年間分（模型時間で約20時間）に相当する洪水波形を作成し、通水している。（図-5）

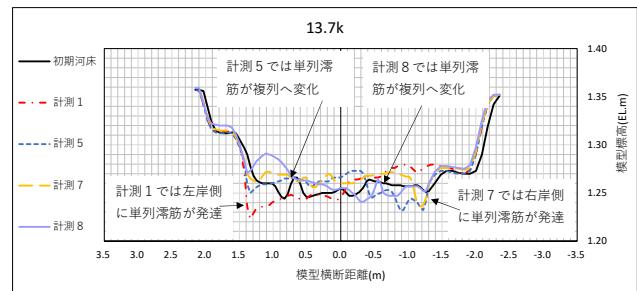


図-6 13.7k の横断形状変化

[研究成果]

ケース1の結果では、様々な洪水規模に応じた砂州が形成され、濁筋位置が変化し続けた（図-6）。濁筋を形成するための予備通水（35L定常流量）によって単列砂州が形成された（計測1時点）。その後、中小規模出水を経験した計測5時点では砂州が複列化し比較的比高差も小さくなつたが、長時間の大規模出水を経験した計測7時点では計測1同様の砂州の単列化傾向を示した。その後の中小規模出水で再び複列化しているものと推察され、洪水規模とその継続時間によって砂州スケールが変化していると考えられる。また、濁筋が固定化せず移動を繰り返しているため、河道の二極化が進行しないために必要な土砂量が上流から供給されたものと考える。

今後は、供給土砂量を減らしたケースにより、連関図の現象との突き合わせ、砂州のモード変化（複列→単列→濁筋固定化）も注視しながらケース1と比較し二極化のメカニズムの分析を行う。

[成果の活用]

本研究の成果は、河道の縦横断計画や土砂管理計画策定手法を開発するための技術的知見として整理し、河道計画検討の手引き等の改定に資する基礎資料として活用する予定である。

多自然川づくりのための留意事項整理

Organizing considerations for nature friendly river management

(研究期間 令和 6 年度～令和 7 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 濑崎 智之

主任研究官 佐渡 周子

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、「多自然川づくり」を全ての川づくりの基本とし、これを推進している。また、大規模災害の復旧時には、「多自然川づくりアドバイザー制度」として河川管理者の要請に対して助言を行う体制を整備している。河川研究室では、多自然川づくりアドバイザーの派遣や、高度化及び体制強化の検討を行っている。

令和 6 年度は、多自然川づくりアドバイザー等が、多自然川づくりに係る様々な技術資料を参照できる技術支援ツール（チャットボット）を試作し、品質の検証を行った。

流域治水の推進に必要な越流実験に関する調査研究

Research on overflow experiments necessary for promoting river basin flood control

(研究期間 令和 6 年度～令和 7 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 濑崎 智之

建設専門官 松井 大生

[研究目的及び経緯]

気候変動に伴う雨量や河川流量の増加に対応すべく流域治水を推進しているが、これに伴って特に効果を最適化するために必要な遊水地の越流堤や越水に対して粘り強い河川堤防構造の高度化に必要な越流実験が実施できるように実験施設の機能拡充を図る。

令和 7 年度は、国総研で保有する実験施設について、粘り強い河川堤防構造や遊水地の越流堤に関する新技術に対して、様々な実大スケールの実験を効果的に実施可能となるよう実験施設を整備する。

実データを活用した河道管理計画の検討

Study on river management plan utilizing real date.

(研究期間 平成 29 年度～)

河川研究部 河川研究室

室 長 濑崎 智之

主任研究官 田端 幸輔

[研究目的及び経緯]

河川研究室では河道計画の検討にあたり、水理模型実験など大規模な実験ができる施設、装置を整備、管理して提供するとともに、河川事務所等からの技術相談に対応している。本検討では、これらの施設、装置について、老朽化しているものの修繕や更新を計画的に実施し、全国河川の河道計画の検討を支援するものである。

令和 6 年度は、河川水理実験施設における既存の水理模型を取り壊し、河道計画、設計、管理手法の開発に資する新たな移動床水理模型を製作した。

堤防の耐侵食力の評価手法の高度化に関する検討

Study on advancement of evaluation method for erosion resistance of river levee.

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

河川研究部 河川研究室

室長 濑崎 智之
主任研究官 三好 朋宏

[研究目的及び経緯]

本研究では、堤防の土質（粒度分布や粘着力）、締固め度、含水比等が流水による土の侵食現象に与える影響を把握し、粘り強い河川堤防の構造の改善に資する知見を得ることを目的としている。

令和6年度は、堤防に含まれる粘土の種類や、粘土の量、浸透対策の有無の違いによる、堤防の侵食過程の違いを観察するための水理模型実験を行った。また、実施した水理模型実験を対象に、二次元浸透流解析を行い、実験では測定することが難しい浸透の状況と侵食過程の関係を分析した。

河道基盤情報化システム（RBCOM）更新・管理検討業務

Maintenance of River Base Computerization System

(研究期間 平成29年度～)

河川研究部 河川研究室

室長 濑崎 智之
主任研究官 佐渡 周子
主任研究官 平出 亮輔

[研究目的及び経緯]

河道計画の検討や維持管理計画の立案を支援するため、河川定期縦横断測量成果、河床材料調査結果等の調査データ、計画高水位・川幅等の計画諸元、河道特性や河床変動傾向等の分析結果等を蓄積し、それらデータを図表化することのできる「河道基盤情報化システム（RBCOM）」を維持・更新している。

令和6年度は、現在水管理・国土保全局が整備を進めている、所管するデータベース群をクラウド上で一元的に管理する「流域データプラットフォーム」へ参画するため、クラウド環境で稼働する、河道や堤防、被災履歴等に関する調査データを保管し、省内関係機関がアクセス可能なデータベースシステム（河道等情報管理アプリケーション）の構築に向けて、新機能のプロトタイプを構築して課題の抽出を行い、クラウド化で共存する他システムへのAPI連携にむけた検討等を実施し、要件定義書の更新を行った。

令和7年度は、河道等情報管理アプリケーションの概略設計、詳細設計、構築を進める予定である。

流域治水の検討に資する水害リスクの評価手法に係る検討

Study on flood risk assessment methods that will contribute to the study of river basin flood control

(研究期間 令和4年度～令和8年度)

河川研究部 河川研究室

室長 濑崎 智之
主任研究官 田端 幸輔
建設専門官 松井 大生

[研究目的及び経緯]

近年、施設能力を超過する洪水が発生することを前提に、気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、あらゆる関係者が協働して流域全体で治水に取り組む流域治水への転換、推進が求められている。流域の幅広い関係者の行動を励起するためには、より生起確率が高く現実性が高い堤防決壊条件に基づく氾濫シナリオの下、水害リスクを評価、提示する手法が必要である。本研究では、堤防決壊条件を変化させた場合の洪水流計算結果に及ぼす影響について感度分析を行い、最初の決壊箇所が異なる場合の氾濫特性の違いや、2番目の破堤箇所に及ぼす影響等について検討を行った。

粘り強い河川堤防の効果の確認に関する検討

Research on checking the effect of persistent river levee with overflow resistance performance

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

河川研究部 河川研究室

室長 濑崎 智之

主任研究官 三好 朋宏

研究員 福岡 千陽

交流研究員 河野 努

[研究目的及び経緯]

河川堤防を越水した場合であっても、決壊しにくく、堤防が決壊するまでの時間を少しでも長くするなどの減災効果を発揮する粘り強い河川堤防を整備するための堤防強化構造の検討を行うことを目的とする。

令和5年度は、越水に対して粘り強い河川堤防（自立型）の構造として、鋼矢板二重壁を対象に、大規模越水実験を実施した。鋼矢板に作用する水圧や裏法部の洗掘の進行状況等を把握し、鋼矢板二重壁構造を有する堤防の越水時の破壊挙動について検討した。

令和6年度は、表面被覆材が異なる複数の粘り強い河川堤防（表面被覆型）の構造について、老朽化や施工不良等を想定した変状を模した堤防模型を製作し、実物大の越水実験を実施した。実験結果を踏まえ、粘り強い河川堤防の信頼性を向上させる手法について検討した。

水害リスク評価に基づく河川管理者の危機管理方策に関する検討

A study on crisis management measures for river managers based on flood risk assessment

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

河川研究部 河川研究室

室長 濑崎 智之

主任研究官 田端 幸輔

建設専門官 松井 大生

[研究目的及び経緯]

流域治水が推進される中、当面の目標流量の洪水が発生した際の安全性を確保するだけでなく、計画を超過する規模まで洪水が発生した際にも減災できる治水事業検討手法の構築が必要とされている。

現在、整備されている「水害リスク評価の手引き（試行案）」に基づき、整備前後の水害リスクを積分してリスクカーブとして示すことが出来るが、具体的な整備計画メニューの検討には、実質的に寄与出来ているとは言えない状況にある。このため、まずは避けるべき「資産の集中する重要なブロックが、農地等を中心とする耐性の高いブロックより先に越水破堤する」という課題のチェックと、その対策立案に着目し、洪水流解析によるリスク評価とそれを踏まえた対策について検討を実施する。

河川堤防の耐浸透性能の評価手法適用に関する検討

Examination of evaluation method of infiltration performance of river levee.

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

河川研究部 河川研究室

室長 濑崎 智之
主任研究官 三好 朋宏

[研究目的及び経緯]

平成24年の矢部川決壊を受け、基盤漏水による堤防の決壊メカニズムについて検討してきた。これまでの研究において、透水性の異なる複層構造や行止り構造を有する場合等にパイピングが発達しやすいことが明らかとなった。これらを踏まえ、本検討では堤防の持つ治水機能を最大限活用するため、河川堤防の耐浸透性能を適切に評価できる手法の検討を行っている。

令和5年度は、異なる土質や土層構造などを有する河川堤防を対象として、基礎地盤土質の不均質性を被災履歴との適合性を確認することにより考慮するとともに、外力の発生確率についても考慮した浸透流解析を実施し、フライアーリティカーブを用いて耐浸透性能を表現する手法について検討した。解析結果より、整理対象とした河川管理区間全体の耐浸透性能を縦断的に整理し、浸透における重要監視箇所を抽出した。

令和6年度は、堤防に含まれる粘土の種類や、粘土の量、浸透対策の有無の違いによる、堤防の侵食過程の違いを観察するための水理模型実験を行った。実施した水理模型実験を対象に、二次元浸透流解析を行い、実験では測定することが難しい浸透の状況と侵食過程の関係を分析した。

緩傾斜落差工の設計手法に関する検討

Study on design method of gentle slope dropwork

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

河川研究部 河川研究室

室長 濑崎 智之
主任研究官 三好 朋宏
研究員 福岡 千陽
交流研究員 松尾 峰樹

[研究目的及び経緯]

本研究は、河床低下が生じることが予想されるが、河床低下量の予測が難しい場所等において、簡易に設置可能かつ上下流の連続性が図れる落差工の適切な構造や設計方法をとりまとめることを目的とする。

令和6年度は、河床低下の進行に伴って、落差工の変形が進行する過程や、落差工周辺の流れについて、基本的な知見を得るために水理模型実験を行った。

河川技術に関する研究開発

Promotion of R&D on river technology

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 22 年度～)

室 長	瀬崎 智之
主任研究官	田端 幸輔
主任研究官	三好 朋宏
建設専門官	松井 大生
研究 員	福岡 千陽
交流研究員	河野 努
交流研究員	小橋 力也

[研究目的及び経緯]

水管理及び国土保全行政における技術政策課題を解決するため、産学の持つ先端的な技術を積極的に活用し、産学官連携による技術研究開発を促進することを目的として、水管理・国土保全局に「河川砂防技術研究開発制度」を設置している。河川研究室は、本省水管理・国土保全局河川情報企画室と合同で河川技術部門の事務局を務めている。

令和 6 年度は、令和 4 年度の公募課題「越水時における河川堤防裏法部の侵食量を評価する技術の開発」で採択された 2 テーマ、令和 5 年度の公募課題「河道設計における洪水流解析、河床変動解析を高度化する技術の開発」で採択された 4 テーマの合計 6 件の委託研究を実施した。

開発公募運営

Operation of public recruitment of R&D on river technology

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 22 年度～)

室 長	瀬崎 智之
主任研究官	佐渡 周子
主任研究官	平出 亮輔

[研究目的及び経緯]

水管理及び国土保全行政における技術政策課題を解決するため、産学の持つ先端的な技術を積極的に活用し、産学官連携による技術研究開発を促進することを目的として、水管理・国土保全局に「河川砂防技術研究開発制度」を設置している。河川研究室は、本省水管理・国土保全局河川情報企画室と合同で河川技術部門の事務局を務めている。

令和 6 年度は、公募案件の審査及び成果の評価等を行う委員会を合計で 4 回開催した。新規公募課題については、国総研から委託研究を行う指定型課題(遊水地の設計を効率化・高度化する技術の開発)にて 2 件の他、地域課題にて 2 件、流域課題にて 1 件の研究テーマを新規採択し、令和 7 年度から技術研究開発を実施する。実施中の技術研究開発においては、研究成果の質の向上を目的として、技術研究開発課題ごとに各研究テーマの研究代表者、学識者、水管理・国土保全局担当者、及び国総研河川研究部担当者による意見交換会を合計で 4 回開催した。

災害対策検討や災害予測等に資する情報提供等に必要な情報管理システム保守

Maintenance of information management system that contributes to prevent disaster

(研究期間 令和2年度～)

河川研究部 河川研究室

室 長 濑崎 智之

主任研究官 佐渡 周子

主任研究官 平出 亮輔

[研究目的及び経緯]

災害リスクの軽減に向けて、治水・環境の両面に配慮して河道を設計することが求められている。現在水管理・国土保全局では、所管するデータベース群をクラウド上で一元的に管理する「流域データプラットフォーム」を構築しており、この取り組みへ参画することで、河川環境情報と河道基盤情報を同時に利用可能なシステムを構築する。

令和6年度は、河川環境情報データベースの利用に際して、一部の河道基盤情報をAPI連携で利用することになるため、適切なAPI連携が必要となるため検討を行った。

気候変動を見据えた海岸防護の再構築手法に関する研究

Research on coastal protection for adapting to the future climate change

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

河川研究部 海岸研究室
River Department
Coast Division

室長 柴田 亮
Head SHIBATA Ryo
主任研究官 浜口 耕平
Senior Researcher HAMAGUCHI Kohei

In this study, we examined methods for coastal conservation to adapt to climate change. Simplified numerical model was developed for coastal manager to predict future change of coastline. The characteristics of climate models and bias correction methods was investigated for predicting future coastline.

[研究目的及び経緯]

海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換するため、令和2年11月に海岸法に基づく海岸保全基本方針が変更された。

海岸保全基本方針では、気候変動の影響による外力の長期変化等を調査、把握し、それらを十分勘案して、災害に対する適切な防護水準を確保することとされ、継続的なモニタリングにより流砂系全体や地先の砂浜の変動傾向を把握し、将来変化予測に基づき対策を実施する「予測を重視した順応的砂浜管理」を行うこととされている。

気候変動により、砂浜がどのように変化するかといった知見は限られているが、潮位上昇に伴う汀線後退量を推定するBruun則¹⁾によれば、条件次第で、40cm程度の海面水位の上昇に伴い海岸線が、相当程度後退すると予測される場合もある(図-1)。防護水準の検討に際して、砂浜の形状は外力設定の前提となることから、砂浜がどの程度侵食されるか予測することが重要となる。

気候変動により、海面水位だけではなく、波浪も変化すると予測されている。そのため波浪を含む外力の変化を考慮した上で、海岸における面的防護の再構築を検討するにあたって必要なツールが必要となる。そこで、詳細検討の段階で必要となる海浜変形計算手法の前段として、概略検討の段階で活用可能な海岸保全検討ツールを構築するとともに、将来の海浜変形計算を行う上で必要となる波浪等の外力についての検討を行った。なお、本稿は、渡邊・加藤²⁾、渡邊ら³⁾の内容を一部引用している。

[研究内容]

(1) 海浜変形の外力についての検討

日本全国の波浪観測所及び潮位観測所で観測された年最大有義波高と年最大潮位偏差に着目し、それらの原因となった気象擾乱を整理した。日本全国の観測所

の中から、30年以上の観測実績がある、35地点の波浪観測所と50地点の潮位観測所を対象とした。台風は福島県以南の太平洋側、急速に発達する低気圧は北海道と東北地方、低気圧は石川県以南の日本海沿岸において、それぞれ卓越していた。ただし苫小牧と虎杖浜で低気圧が卓越しているように、周辺と異なった傾向を示す地点もあった。また、年最大潮位偏差についても、上記の年最大有義波高と似たような地理的分布となつたが、波高よりも地理的な境界が明瞭であった。さらに、1994年以前と1995年以降の比較から、年最大有義波高と年最大潮位偏差のいずれについても、近年は台風の影響が大きくなっていることが示された。

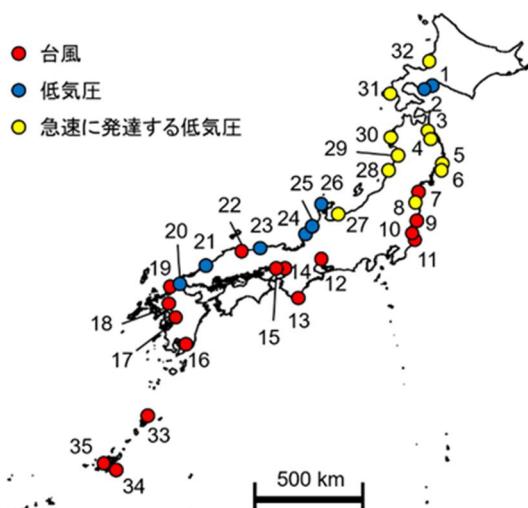


図-1 35地点の波浪観測所において年最大有義波高を生じた主な気象擾乱（出典渡邊・加藤²⁾）

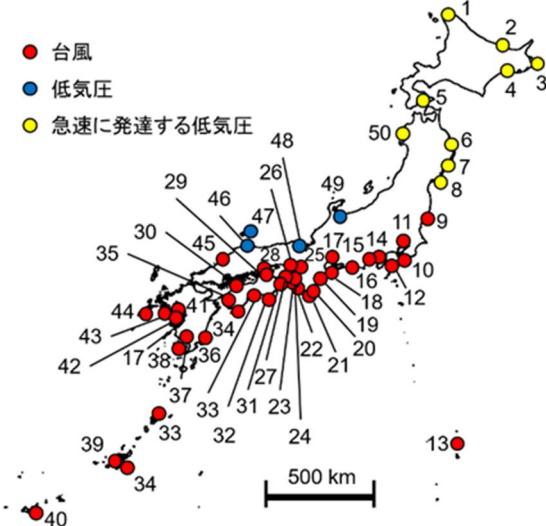


図-2 50 地点の潮位観測所において年最大潮位偏差を生じた主な気象擾乱(出典:渡邊・加藤²⁾

(2) 気候モデルのバイアス補正手法の検討

海浜変形計算において外力として与える波浪条件の設定にあたり、既往の高解像度波候予測結果に対して、波浪スペクトルに着目してバイアス補正をおこなう手法を開発した³⁾。モデルとして検証した御前崎沖では、季節変動が大きくなる報告に補正され、将来の侵食発生を見逃さないためにもバイアス補正の実施が必要であることがわかった。

(3) 波浪推算に用いる気候モデルの特徴の把握

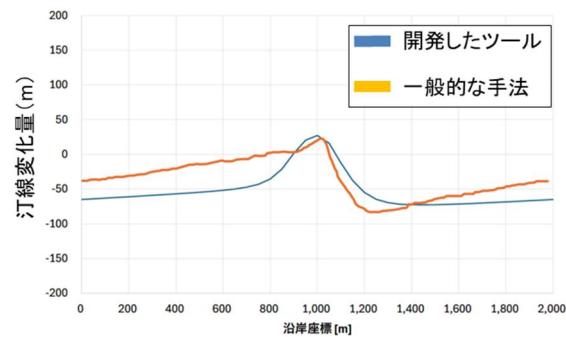
地形変化計算に用いる波浪推算の気候モデルについて、解像度の違いを把握した上で目的にあった気候モデルを入力値として用いることができるよう、解像度の異なる気候モデルを用いた波浪推算を実施した。能登半島沿岸を対象に波高を比較すると、同じ擾乱であっても解像度の細かい気候モデルの方が、波高が低く計算される傾向が確認された。その要因を調べたところ、細かい解像度の気候モデルの方が、強風域がより局所的であり、高波浪となる地点が、対象地域からはずれたことが要因と考えられた。

(4) 気候変動を考慮した海浜変形計算手法の検討

概略検討の段階で海岸管理者が簡単に砂浜の変化が予測できるような海岸保全ツールの開発し、地形や海岸保全施設の考慮方法について検討した。

モデル海岸を対象に開発したツールの妥当性を確認した。モデル海岸に、離岸堤、突堤を設置したときの汀線変化を開発したツールと一般的な海浜予測計算をした場合で比較したところ、概ね同じ計算結果となることが確認できた(図-3)。

(a) 離岸堤設置後の汀線変化



(b) 突堤設置後の汀線変化

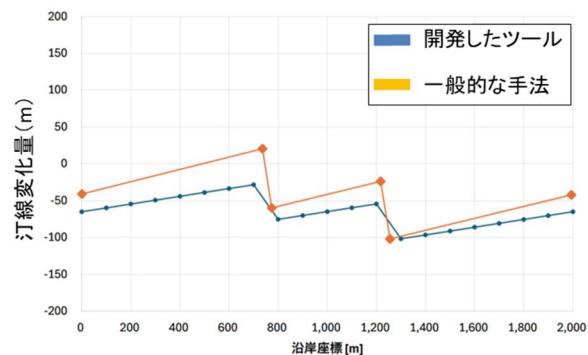


図-3 開発したツールと一般的な海浜予測計算を用いた海岸保全施設設置後の汀線の変化

[成果の活用]

本研究の成果について、文部科学省により気候変動予測先端研究プログラムでの会合等で話題提供を行い、成果のとりまとめに活用された。

また、本研究で開発した海岸保全ツールについては、海岸管理者が活用できるよう、今後手引きとしてとりまとめる。

[参考文献]

- 1) Bruun:Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion, J. Waterways Harbors Div. 88, 1962
- 2) 渡邊国広, 加藤史訓:海岸における年最大波高・潮位偏差を生じさせる気象擾乱の地理的分布、土木技術資料、66巻4号、p. 24-27、2024
- 3) 渡邊国広、加藤史訓、田中陽二、片野明良：気候変動の影響を考慮した海浜変形予測に用いる波浪に対するバイアス補正、土木学会論文集特集号(海岸工学)、80巻17号、論文ID: 24-17265、2024

住宅・社会资本分野における人工衛星等を活用した リモートセンシング技術の社会実装（海岸分野）

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields (Coastal conservation field)

(研究期間 令和 5 年度～令和 6 年度)

河川研究部 海岸研究室
River Department
Coast Division

室 長	柴田 亮
Head	SHIBATA Ryo
主任研究官	浜口 耕平
Senior Researcher	HAMAGUCHI Kohei

In this study, we are developing shoreline monitoring technology for coastal conservation utilizing satellite remote sensing imagery.

[研究目的及び経緯]

海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換するため、令和 2 年 11 月に海岸法に基づく海岸保全基本方針が変更された。海岸保全基本方針では、気候変動の影響による外力の長期変化等を調査、把握し、それらを十分勘案して、災害に対する適切な防護水準を確保することとされ、侵食対策については、継続的なモニタリングにより流砂系全体や地先の砂浜の変動傾向を把握し、将来変化予測に基づき対策を実施する「予測を重視した順応的砂浜管理」を行うこととされた。

気候変動の影響による砂浜の変化についての知見は限られるが、Bruun 則¹⁾によれば、2°C上昇シナリオで予測される 40cm 程度の海面水位の上昇に伴い、地形等の条件次第で海岸線が数十メートル後退したり砂浜が消失すると予測される場合もある。防護水準の検討に際して、砂浜の断面形状は外力設定の前提となることから、砂浜をモニタリングし、気候変動による影響を把握することが重要となる。

そこで、海岸管理者等が海岸線をモニタリングするために必要な光学衛星画像の解像度、及び災害時の被災状況把握に適した衛星 SAR 画像の解析手法等を明らかにすることを目的とした研究を実施した。

[研究内容]

(1) 光学衛星画像の解像度の違いによる海岸線の抽出精度の検討

モニタリングに使用する衛星画像を選定できるよう、解像度に応じた海岸線の誤差の程度を検討した。高分解能(解像度 0.5m)の衛星画像の解像度を 1.5m、3.0m、10m、30m と粗くした時に衛星画像自体の位置精度に

どの程度の違いが現れるか検証した。位置精度の検証にあたっては、国土地理院によって撮影された空中写真を正として、海岸保全施設の突堤等を選定し、衛星画像とのずれを評価した。また、海岸保全施設ではない、同一画像内の道路等の目印を参考にして、位置ずれの程度を検証したところ、海岸保全施設等のずれと同程度であり、同一画像内の目印を用いて位置ずれを補正できることが示された。

また、海岸線を目視判読することで、海岸線の抽出誤差を調査した。その結果、3.0m よりも解像度が細かい 1.5m、0.5m の画像では、いずれも誤差が 3m 程度となり、衛星画像の解像度をより細かくしても海岸線の抽出誤差が小さくならないことが確認された。

(2) 光学衛星による海岸線モニタリング手法の整理

2019 年 10 月 12 日に台風 19 号が通過して大規模な海岸侵食が生じた静岡県の清水海岸を対象として、光学衛星を用いた海岸線モニタリングにより海岸線の経年変化を捉えられるかについて検証した。

侵食が生じた前後の期間で Sentinel (解像度約 10m の光学衛星) のアーカイブ画像を検索し、台風通過前後の 9 月と 12 月の画像から海岸線の抽出を試みた。その結果、被災後の 12 月の画像から抽出された海岸線は、9 月よりも後退していることが確認でき(図-1)、海岸線の変化を捉えられていることが確認できた。

(3) 海岸線モニタリングの実用化に向けた検討

海岸管理者等による衛星画像を活用した海岸線モニタリングを支援するために海岸研究室が構築している WEB サイトにおいて、従来の地形図から抽出した海岸線や衛星画像から抽出した海岸線を表示するとともに、

海岸線に垂直に設定した評価線上における海岸線の経年変化を表示できるようにした。

前述した清水海岸を例として見てみると（図-2）、潮位等の補正は行っていないものの、海岸線の変化傾向が概ね把握でき、2020年以降に海岸線が前進する様子も確認することができた。

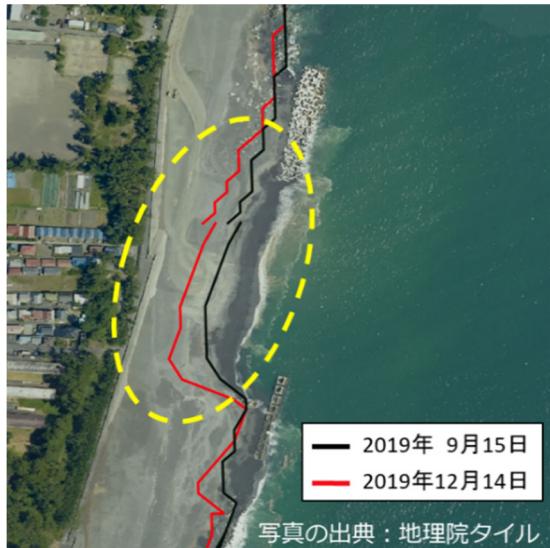


図-1 10月に通過した台風による大規模な海岸侵食前後に撮影された衛星画像からの海岸線抽出結果。黄色で囲った箇所では、台風後に侵食が確認されている。

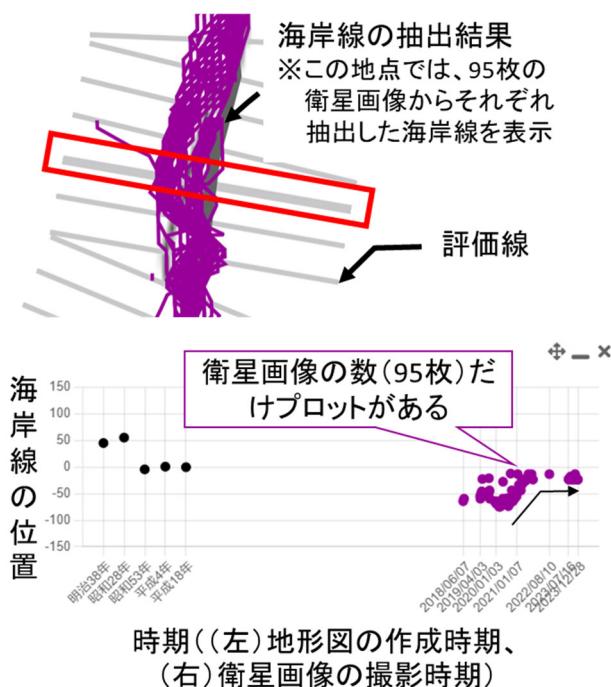


図-2 海岸線モニタリング結果提供サイトの表示例。上段は海岸線の抽出結果（紫）と海岸線の変化をみる評価線（灰色）、下段はある評価線における海岸線の位置の経年変化（地形図判読の結果（黒点）と衛星画像からの抽出結果（紫点））。

(4) 衛星 SAR 画像による大規模な海岸侵食の把握可否の検討

衛星 SAR 画像を用いて、台風等に起因する大規模な海岸線の侵食が把握できるか検討した。具体的には、侵食前後の衛星画像からそれぞれ海岸線を抽出する手法（手法1）と、2時期の衛星画像を重ねる手法（手法2）を試行した。

手法1では、SAR衛星画像においては、一般的に海面が暗く（反射強度が低く）、礫浜や人工構造物が明るく（反射強度が高く）なることから、海岸線付近の明暗が明確な位置を海岸線と定義し、侵食前後の海岸線の変化を調べた。

また、手法2では、侵食の前後の2時期の反射強度について、侵食前の反射強度を赤、侵食後の反射強度をシアンとして、重ねて表示させた。侵食された箇所は、陸域から海面となり反射強度が弱くなるため赤、堆積された箇所は、海面から陸域となり、反射強度が強くなるためシアン色で表示されると想定される。なお、2枚の画像で反射強度が変化しない箇所は白または黒で表示される。

その結果、手法1と手法2のいずれにおいても、衛星画像から海岸線の変化が抽出された。実用化に向け、検出された変状が現地の海岸線の変化と整合しているか、また、海岸線変化の誤差がどの程度か、といった検討が必要である。

[研究成果]

本研究により、光学衛星画像を用いて中長期的な海岸線の変化傾向を把握するための手法を整理した。また、衛星 SAR 画像についても、条件が整えば台風等の高波浪に伴う大規模な侵食や海岸保全施設等の被災状況を把握できる可能性があることが示された。

[成果の活用]

これらの研究を踏まえ、衛星画像を活用して海岸線の変化をモニタリングするための手引き案を作成した。

また、衛星画像から抽出した海岸線をとりまとめ、海岸線の変化を確認するための海岸管理者向けのウェブサイトにおいて、衛星画像から抽出した海岸線に加え、海岸線に垂直に設定した評価線上における地形図あるいは衛星画像から抽出した海岸線の経年変化を表示できるようにした。

これらの成果は海岸管理者による効果的な侵食対策を支援するとともに、全国の砂浜の状況を高頻度で把握することにより海岸保全に関する研究及び政策立案にも貢献することが期待される。

[参考文献]

- Bruun : Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion, J. Waterways Harbors Div. 88, 1962

衛星画像等を活用した海岸線モニタリング手法の開発

Research on shoreline monitoring based on satellite image analysis

(研究期間 令和5年度～令和8年度)

河川研究部 海岸研究室

室長 柴田亮

主任研究官 浜口耕平

[研究目的及び経緯]

本研究では、気候変動に伴う海面水位の上昇等による海岸侵食の兆候をいち早く把握できるようにするために、衛星画像等を活用した海岸線モニタリングの技術を実用化し、全国の海岸の長期的なモニタリングに向けた試験運用の開始に向けた技術開発を行う。

令和6年度は、実用化に向けた住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装の研究と連携しながら、衛星画像による海岸線モニタリングについて海岸管理者と意見交換を行うとともに、AI解析手法を活用して衛星画像から高精度の海岸線を抽出できるよう、教師データの見直し等を実施した。

今後、過去の衛星画像等から海岸線を抽出して汀線の変化を把握することができるよう海岸線データの蓄積を進めるとともに、海岸線抽出精度の向上を図る。

高潮・高波の浸水危険度の予測高度化に関する検討

Research on improvement of prediction about inundation risk induced by storm surges and high waves

(研究期間 令和4年度～令和8年度)

河川研究部 海岸研究室

室長 柴田亮

主任研究官 姫野一樹

研究官 福原直樹

[研究目的及び経緯]

国総研では、高潮・高波等による浸水を予測し、水防活動等に役立てるため、全国（一部島嶼部を除く）に配置された重点監視箇所における浸水危険度と、全国約500地点でのうちあげ高をリアルタイムで予測する高潮高波減災支援システム（以下、「本システム」）を開発している。本検討の目的は、本システムの機能拡充と予測精度の向上を図ることである。

令和6年度は、波のうちあげ高予測の精度向上を図るために、波形勾配や海底勾配の違いに応じたうちあげ高の算定手法を実装するとともに、過去の台風や冬期風浪の越波事例や全国の海岸管理者と実証実験で得られた観測値に対する精度検証を行い、各地点の予測精度の向上を実施した。また、予測精度向上に資するCCTV画像から越波を検知する技術の精度向上及びビデオカメラ映像への適用可能性を検討した。

今後は、複数の算定式による予測結果を比較検証するためのシステム改良を行うとともに、防災気象情報の発出に必要となる気象庁とのデータ送受信を円滑に行うための改良等を実施する。また、うちあげ高予測を実施している複数地点でうちあげ高の現地観測データを取得し、観測値と予測値との比較検証により高潮予測の高度化を図る。

海岸における浸水リスクマップ構築手法の開発

Research on the method to construct the inundation risk map on coastal area

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 柴田 亮

主任研究官 姫野 一樹

[研究目的及び経緯]

本研究では、海岸における高潮災害に対する水防体制を強化させるため、高潮による海岸での浸水リスクを確率規模別に示すリスクマップの作成手法について検討する。

令和6年度は、高潮浸水計算に用いる台風トラックの選定方法に着目し、台風の来襲による任意の海岸での高潮浸水リスクの潮位偏差や中心気圧を対象とした確率的評価手法を検証し、確率規模別の高潮浸水リスクマップが作成可能であることを確認した。

令和7年度は、波浪の影響が大きい海岸での浸水リスクマップ構築手法の適用性を確認するとともに、河川流量等の条件の違いによる感度分析等を行い、高潮による浸水の確率評価手法、計算ケースの絞り込み、条件の設定方法について整理する。

海岸堤防前面の局所洗掘計算に関する検討

Research on calculation of scouring depth in front of coastal dike

(研究期間 令和6年度～令和7年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 柴田 亮

主任研究官 姫野 一樹

研究官 福原 直樹

[研究目的及び経緯]

本研究は、設計規模を超える波浪に対して粘り強い海岸堤防の構造を具体化し、現場に展開することを目的とする。

令和6年度は、海岸堤防の安定性等に影響する、波浪による海岸堤防前面の地形変化を把握するため、複数の堤防構造や粒径を対象として大型水理模型実験を実施し、地形変化の基礎データを得た。

令和7年度は、引き続き、異なる堤防構造や粒径の条件下での大型水理模型実験を実施し、海岸堤防の安定性の検討にあたって必要となる堤防前面の洗掘深を確認する。その上で、既往モデルを用いて水理模型実験で確認された地形変化の再現計算を行うとともに、水理模型実験未実施の複数の条件下における地形変化を計算し、波浪条件、堤防構造条件、底質材料による条件の違いを適切に評価できるよう洗掘深の関係性を整理する。

波の多方向性を考慮した海岸保全施設の安定性に関する調査

Research on the stability of coastal protection facilities to multi-directional waves

(研究期間 令和4年度～令和7年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 柴田 亮

主任研究官 野口 賢二

研究官 福原 直樹

[研究目的及び経緯]

越波や海岸侵食の防止を目的として海岸に設置されている人工リーフや離岸堤のブロック重量算定において、現状では波の多方向性を加味するために單一方向からの波による実験結果に対して安全率の設定等により対応されることがあるが、その根拠は不明である。また、現場では施設の端部での被災が多く生じており、この被災メカニズムは解明されているとは言いがたい。本研究では、多方向性を有する不規則波等による沖合消波施設の3次元的な被災機構を把握し、その被災を防ぐ手法を提案することを目的とする。

令和6年度は、人工リーフ被覆ブロックの散乱を生じさせる水理現象を把握する実験において、流速と波高を点計測するとともにプロジェクションマッピングによる面的波高計測を試行しており、令和7年度は引き続き異なる条件下での実験を行うとともに、実験結果を解析して、波浪と人工リーフ被覆ブロックの散乱の関係について整理する。

気候変動を踏まえた海岸侵食対策の実施タイミング設定手法の研究

Research on the method to set the timing of coastal erosion countermeasures considering climate change

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 柴田 亮

主任研究官 浜口 耕平

[研究目的及び経緯]

本研究では、気候変動の将来予測等の不確実性を考慮し、気候変動の影響による海面水位の変化、それに伴う海岸線の変化等をモニタリングしながら順応的に気候変動適応策を講じていくための計画手法を検討する。

令和6年度は、今後、気候変動の不確実性を考慮した段階的な海岸侵食対策を進めるため、2度上昇と4度上昇のシナリオにおける海岸侵食対策を検討したうえで、将来変化予測の上振れ等に伴って対策を切り替えるタイミングの違いが海岸侵食に与える影響を検討した。

今後は、気候変動による影響等を適切にモニタリングするための指標等を検討するとともに、海岸線が気候変動の影響をどのように受けるか、等深線変化モデル等により検討を行う。

住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装(河川管理分野における衛星データの活用)

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields (Study on the use of satellite data in the field of river management)

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

河川研究部 水循環研究室
River Department
Water Cycle Division

室長 竹下 哲也
Head TAKESHITAI Tetsuya
主任研究官 黒沼 尚史
Senior Researcher KURONUMA Hisashi
研究官 濱田 悠貴
Researcher HAMADA Yuki

In this research, we are developing river water level measurement technology using small SAR satellite data and a water landing drone equipped with a reflector of satellite radio waves, for the purpose of utilizing it to verify the accuracy of flood water level forecasts and to improve the accuracy of predicted overflow points.

[研究目的及び経緯]

国の洪水予測システム（水害リスクライン）では、水位観測所での観測水位を用いたデータ同化によって水位予測計算の精度向上が図られているが、水位観測所は国管理河川において数十km間隔で設置されており、水位観測所間の連続的な縦断水位は計測されていない。洪水時に堤防を越水する可能性の高い危険箇所を精度よく予測するためには、縦断水位を計測した上で、当該縦断水位を再現できるよう洪水予測モデルのパラメータ調整等の改良が必要である。

本研究では、合成開口レーダ(SAR)衛星データを用いて河川の縦断的な水際線を推定し、堤防等の地形データと組み合わせて河川縦断水位を推定する方法（図1参照）について検討したので、以下報告する。

[研究内容]

(1) 画像テクスチャ解析による水際線推定

磯口ら(2016)の研究¹⁾では、SARのコントラスト強調画像が海域の潮目の検出に活用されている。これを参考に、鬼怒川の水海道水位観測所と荒川の西新井水位観測所を対象に2023年的小型SAR(StriX)衛星画像についてGLCM(Gray Level Co-occurrence Matrix)による画像テクスチャ解析による水際線推定を行った。

(2) SAR強度差分情報による水際線・水位推定

出水時の一時期のSAR画像だけでは水際線の推定精度が向上しない場合を想定し、出水時と平水時の2時期のSAR強度差分情報（図3参照）を用いて水際線及び水位推定を行った。

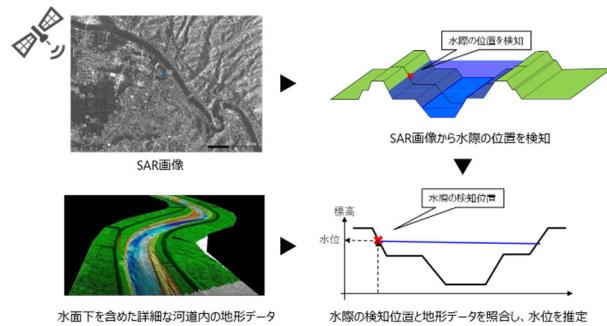


図1 SAR衛星画像を用いた河川縦断水位の把握方法のイメージ図

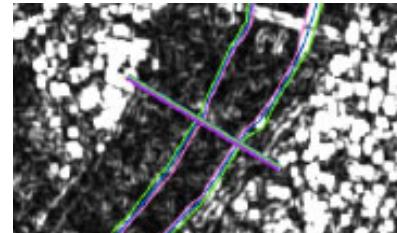


図2 画像テクスチャ解析による水際線の推定
(鬼怒川 水海道水位観測所付近)

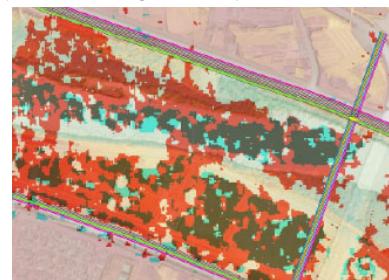


図3 SAR強度差分情報による水際線の推定
(最上川 長崎水位観測所付近)

具体的には、4水系（北上川、最上川、江の川、筑後川）の計16カ所の水位観測所付近についてALOS-2のSAR強度差分情報を用いて水際線・水位推定を行った。また、ALOS-2と小型SARの水位推定精度の比較のため、筑後川水系の計5カ所の水位観測所付近の小型SAR(Strike)衛星の強度差分情報を用いて水位推定を行った。

（3）反射板を搭載した着水流下型ドローンによる水位補正の可能性検討

SAR衛星データを用いた水位推定の精度を向上させる方法として、日光川河口において図4に示すGPSと反射板を搭載した着水流下型ドローンを用いた水位観測及び小型SAR衛星撮像試験を実施し、同ドローンによる水位補正の可能性を検討した。

[研究成果]

（1）画像テクスチャ解析による水際線推定結果

図2は、鬼怒川の例であるが、同解析で推定した水際線と思われる連続線は約10~40mの太さがあり、その外縁部の内側・外側いずれかの線（図2の緑色、ピンク色の線）は、実際の水際線との水平誤差が約0~3mであった。しかし、内側・外側どちらの線が実際の水際線に近いかはケースバイケースであることから、現時点では、画像テクスチャ解析について概略の水際線の推定であれば利用可能であることが分かった。

（2）SAR強度差分情報による水際線・水位推定結果

ALOS-2(Lバンド)の場合のSAR強度差分情報による水際線・水位の推定結果を表1に示す。単画像の場合の水位推定では、水位観測所位置(点)での水位推定であったために、植生や高水敷の水たまりを水面と識別してしまうなどの理由で推定精度が上がらなかった。

このため、強度画像で水面生成して3次元地形比較する方法（面での水位推定）に変更することで推定値と観測値との平均絶対誤差は2.8mから1.42mへと精度向上した。（図5）更に、樹木や法面のコンクリート構造物（護岸や階段）の影響を除くため、水位推定範囲を法面に限定することと2時期比較を行うことによって、平均絶対誤差は0.35mとなり精度向上した。

小型SAR衛星(Xバンド)の場合は、2時期比較が可能な画像入手が困難であったが、単画像処理でも判読位置にノイズ処理条件を追加することで平均絶対誤

表1 条件別水位推定精度一覧（平均絶対誤差）

周波数	撮影方法	処理方法	指標	地形比較位置	R5年度	R6年度	データ数
Lバンド	ストリップマップモード(3mメッシュ)	2時期比較	コヒーレンス値 位相差	点 (水位観測所位置)	2.45m 3.04m		34 29
			散乱強度	平面		0.35m	6
	スポットライトモード(1mメッシュ)	単画像処理	散乱強度	点 平面	2.80m 1.42m	34(R5) 6(R6)	5
			散乱強度	平面		0.56m 1.39m	1

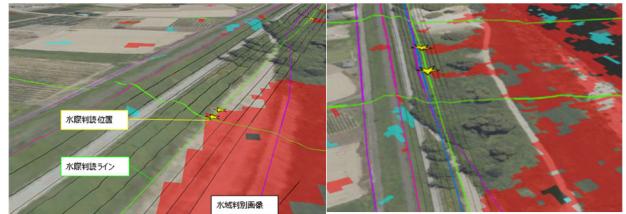


図5 三次元地形データとの重ね合わせ

差は0.56mと精度向上に繋がった。

なお、SAR強度差分情報を用いた水位推定では、水際線判定位置の状況（法面植生、コンクリート護岸、河道内樹木等）が最も誤差要因の影響が大きいことが分かった。

（3）反射板を搭載した着水流下型ドローンによる水位補正の可能性検討の結果

図6に示すとおり、衛星からも着水流下型ドローンの軌跡をspotlightモードによる撮像(6.7秒)で確認することができた。当該試験時の日光川の観測所水位はT.P.-0.39m、着水流下型ドローンのGPSによる水位観測値はT.P.-0.42mであった。(風速5m/s 波高約40cm)

SAR画像で着水流下型ドローンの位置を把握し、かつ地上観測所と同等の水位観測ができたことから、SAR画像による水位推定値の補正值として利用することによる精度向上の可能性が確認された。

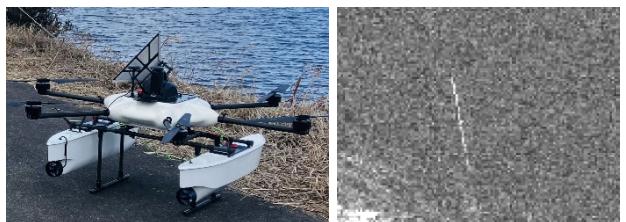


図6 着水流下型ドローンと衛星で確認した軌跡

[成果の活用]

本研究成果は、今後、「衛星による河川水位推定手法(素案)」として作成・公表を予定している。また、小型SAR衛星コンステレーションにより撮像データが増えることを踏まえ、水位推定手法の更なる改良を図る予定である。

なお、SAR衛星と着水流下型ドローンの連携による水位観測技術については、国総研が特許を取得したことから、広く一般に当該技術を活用することが可能となっており、今後のSAR衛星画像利用の促進に寄与することを期待している。

[参考文献]

- 磯口 治, 江淵 直人: PALSAR/PALSAR-2による潮目の検出, 日本国リモートセンシング学会誌 36(5), pp.534-544, 2016

気候変動を考慮した氾濫可能性の影響評価手法の研究

Research on impact assessment methods for flooding potential considering climate change

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

河川研究部 水循環研究室

River Department

Water Cycle Division

室長

竹下 哲也

Head

TAKESHITA Tetsuya

主任研究官

山地 秀幸

Senior Researcher

YAMAJI Hideyuki

In this study, ensemble climate projection data were used to capture future changes in the spatio-temporal distribution of rainfall under climate change and to evaluate the impact of the spatio-temporal distribution of rainfall on external water inundation.

[研究目的及び経緯]

気候変動の影響により降雨量が増大し、洪水被害の激甚化が懸念されていることを踏まえ、国土技術政策総合研究所では、アンサンブル気候予測データを用いて現在気候と将来気候との降雨量の比（以下、降雨量変化倍率¹⁾）を算出しており、河川整備基本方針の改定に用いられている。降雨量変化倍率は、1降雨イベントにおける総降雨量に着目した指標であるが、総降雨量が同程度であっても、短期集中型の雨や局所集中型の雨のケースなど、降雨の時空間分布の違いによって、本川や支川の沿川、下流の氾濫域において、より大きな外水氾濫をもたらす懸念がある。また、過去の経験した降雨の時空間分布が将来気候においても同一とは限らない。

上記の状況を踏まえ、本研究では、アンサンブル気候予測データを用いて、気候変動下における降雨の時空間分布の将来変化を捉えるとともに、降雨の時空間分布が外水氾濫に与える影響を評価するための手法を検討した。

[研究内容]

降雨の時空間分布の将来変化を捉え、降雨の時空間分布による外水氾濫への影響を評価するために、以下の検討を実施した。

(1) 降雨の時空間分布のクラスター分析

降雨の時空間分布の将来変化を把握するため、アンサンブル気候予測データを用いて、現在気候及び将来気候について、年最大の流域平均雨量をもたらす降雨イベントを抽出した。次に、各降雨イベントにおける降雨の時空間分布（時間×空間×降雨量の3次元データ）に対し、自己組織化マップによるクラスター分析を実施した。最後に、現在気候及び将来気候で降雨の時空間分布のクラスターの出現頻度（クラスター別の降雨イベント数）を比較することで、現在から将来にかけて出現頻度が増える降雨の時空間分布のクラスターを把握できるようにした。

(2) 時間集中度・空間集中度

上記(1)のクラスター分析だけでは、各クラスターに分類された降雨イベントが時間的・空間的にどの程度、集中しているのかを定量的に把握することが難し

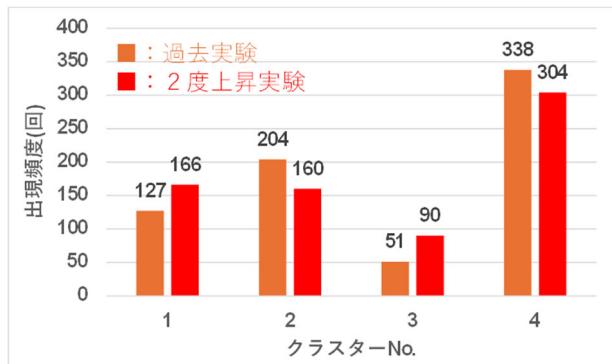


図-1 クラスター別の出現頻度

い。そこで、所得格差の指標として用いられているジニ係数を応用し、降雨の時空間分布の時間的・空間的な集中度（時間集中度・空間集中度）を数値化する方法を検討した。

(3) 降雨の時空間分布による外水氾濫への影響評価

降雨の時空間分布が外水氾濫に与える影響を評価するため、降雨の時空間分布のクラスター別に時間集中度あるいは空間集中度の値が相対的に高い降雨イベントを選定したうえで、流域一帯の流出解析及び洪水流解析を実施し、外水氾濫が発生する区間を図化した。流出解析及び洪水流解析を実施するために、河川砂防技術研究開発公募²⁾を通じて開発された流域治水検討用一体型モデルを用いた。

[研究成果]

(1) 降雨の時空間分布のクラスター分析

九頭竜川水系を対象に、現在気候及び将来気候における降雨の時空間分布のクラスターの出現頻度を整理したものを図-1に示す。図-1を見ると、現在気候及び将来気候のどちらも出現頻度が最も高いのはクラスター4であることが分かる。また、現在から将来にかけて、クラスターの出現頻度の増加率が最も大きいのは、クラスター3（約76%の増加）であることが分かった。

クラスター3及びクラスター4に分類された降雨の時空間分布の特徴を把握するために、降雨の時間分布を示す図として流域平均雨量の時系列図、降雨の空間分布を示す図として小流域毎の積算雨量の平均値図を

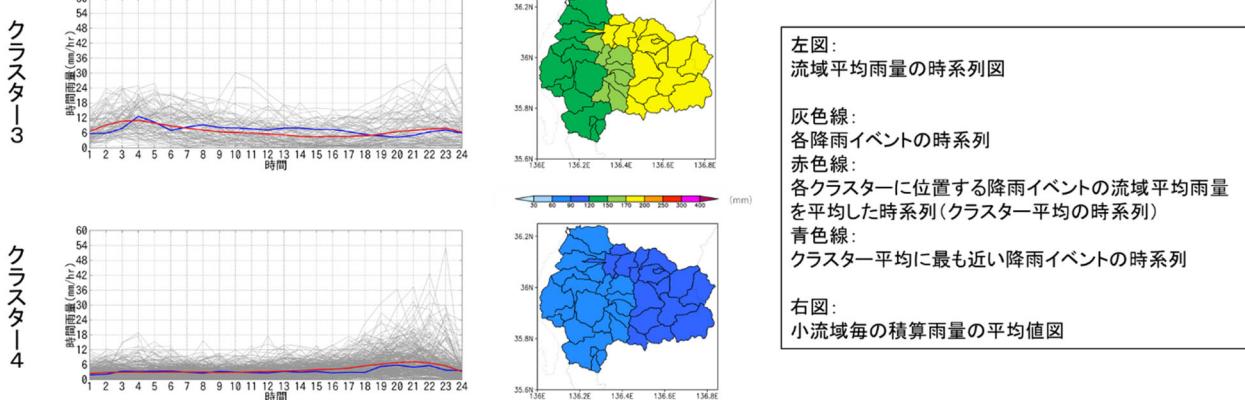


図-2 降雨の時空間分布の特徴（ 2°C 上昇実験）

作成した（図-2）。図-2を見ると、クラスター3は時間的な変化が少ない降雨で、かつ場所的には九頭竜川本川を中心に多くの雨が振っているのに対し、クラスター4は時間的に降雨イベントの後半に多く、かつ場所的には九頭竜川水系全域に雨が降っていることが分かる。降雨の時間分布あるいは空間分布の特徴が異なるクラスターに分類できていることが確認された。

（2）時間集中度・空間集中度

クラスター3に分類された降雨イベントについて、九頭竜川水系の治水基準点である中角地点上流域を対象に、時間集中度・空間集中度を算出した例を図-3に示す。図-3を見ると、時間集中度の値が0に近いことから時間的な変化が少ない降雨であり、また、空間集中度の値が0.395であることから、図-2のクラスター分析の結果の傾向を定量的に表現できることを確認した。

（3）降雨の時空間分布による外水氾濫への影響評価
上記（2）で時間集中度・空間集中度を算出した降雨イベントについて、計画規模（中角地点上流域：406mm/24h）まで引き伸ばした場合の流出解析及び洪水流解析を実施し、九頭竜川水系で外水氾濫が発生する可能性のある区間を図化した例を図-4に示す。図-4を見ると、九頭竜川の下流域（図-4の①）は上流域（図-4の②）に比べて外水氾濫が発生する可能性のある区間（図-4の①）が多いことが分かる。降雨の時空間分布の変化によって、外水氾濫が発生する可能性のある区間は変化することから、上記（1）、（2）で整理した降雨の時空間分布の分析に加え、流出解析・洪水流解析を併用していくことが重要である。

[成果の活用]

本研究で得られた知見をもとに、治水上考慮すべき降雨の時空間分布を把握することで、気候変動・流域治水を踏まえた治水計画の検討につなげていく所存である。

[参考文献]

- 1) 川崎ら：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、国総研資料、No. 1205、2022. 4
- 2) 国土交通省 HP「河川砂防技術研究開発公募」
<https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/kenkyu.html> (2025年3月21日最終閲覧)

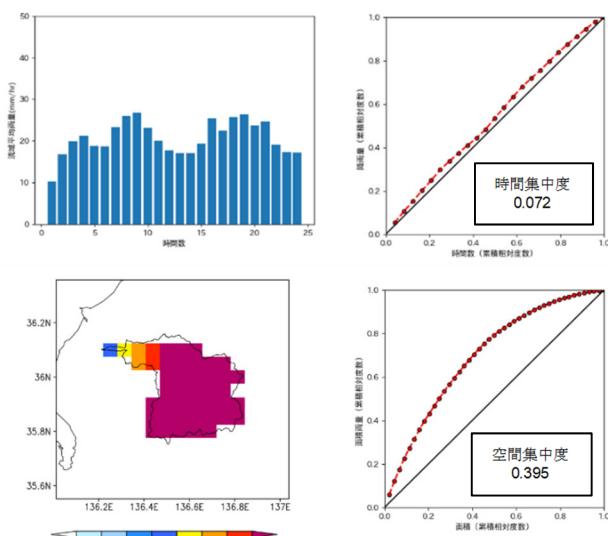


図-3 時間集中度・空間集中度の算出例

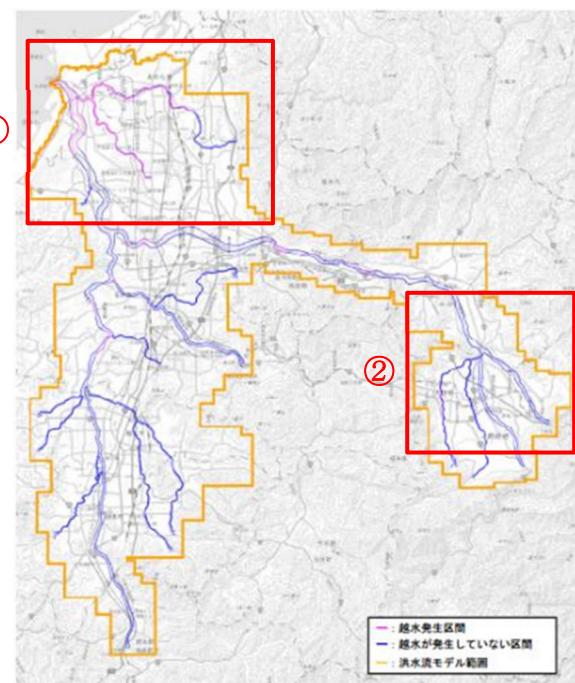


図-4 外水氾濫が発生する区間を図化した例

気候変動予測データ（気候変動予測先端研究プログラム）のバイアス補正および

全国の1級水系の利水安全度の変化の計算

Bias correction of climate change projection data (MEXT-Program for the Advanced Studies of Climate Change Projection) and calculation of changes of the safety level of water use of nationwide first-class river systems

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

河川研究部 水循環研究室

室長

竹下 哲也

主任研究官

西村 宗倫

[研究目的及び経緯]

気候変動に伴う地球温暖化により、利水安全度の変化が懸念されている。また、これらを評価するためには、気候変動予測データのバイアス補正が必要である。

このため、国総研においては、文部科学省及び気象庁による気候予測データセット2022の全国版d4PDFダウンロードデータをDual-Window法でバイアス補正したデータセットを開発し、これを社会貢献の一環としてDIAS（データ統合・解析システム）で公開した。

気候変動を踏まえた次世代型の低水管理手法に関する検討

Research on next-generation management methods of river drought based on climate change

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

河川研究部 水循環研究室

室長

竹下 哲也

主任研究官

西村 宗倫

[研究目的及び経緯]

気候変動に伴う地球温暖化により、降雨形態の変化、蒸発散量の増加、降雪水量の減少が予測されている。これにより、河川の渇水流量が減少し、渇水被害の激甚化が懸念されている。また、令和5年10月に、国土審議会水資源開発分科会調査企画部会は、アンサンブル予測や長期予測などの気象予測技術の高度化に併せて、気象予測の渇水対応への活用を推進することが重要と提言している。

このため、国総研においては、渇水の長期的な予報手法を研究している。具体的には、地域気候モデルの出力を用いた流出解析をもとに、6か月アンサンブル数値予報モデルGPVを用いた手法、エルニーニョ/ラニーニャ現象と渇水の関連を用いた手法、冬季積雪水量と渇水の関連を用いた手法の3つの手法で、暖候期の渇水予報の検討を行った。

AI を用いたダム操作の高度化のための開発・実証

Development and demonstration of advanced dam operations using Artificial Intelligence.

(研究期間 令和元年度～令和6年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 竹下 哲也

主任研究官 諸岡 良優

研究官 濱田 悠貴

[研究目的及び経緯]

近年頻発する大規模洪水の被害をできるだけ軽減するためには、多目的ダムだけでなく利水ダムも含めた流域内のダムを総動員した防災操作が必要である。多目的ダム・利水ダムの利水容量を活用した事前放流では、大規模な洪水ほどダムの水位低下のために長時間のリードタイムが必要となる。また、ダム上流の流入量だけでなくダム下流の河川水位の変化を予測することは、事前放流の実施判断を支援する上で重要な情報となる。このため、本研究では、気象庁が配信するアンサンブル予測雨量等を利用し、水系全体における長時間先のダム流入量及び下流河川の水位状況を予測し、事前放流の実施判断に資するシステムを開発する。

今年度は、国の洪水予測システムである水害リスクライン表示システム（国総研版）について、ガイダンス予測降雨量、アンサンブル予測降雨量、線状降水帶用の補正したアンサンブル予測降雨量等の複数の予測雨量の精度を比較表示する機能の追加を行った。

デジタルテストベッドの開発

Developing the Digital Testbed for River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 竹下 哲也

主任研究官 諸岡 良優

研究官 小沢 嘉奈子

研究官 濱田 悠貴

[研究目的及び経緯]

近年の気候変動による水災害の激甚化・頻発化に伴い、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」が進められている。広大な流域を対象に、多様な関係者間で合意形成に基づいた事前の防災体制を構築しながら流域治水を進めるには、対策効果の見える化技術や洪水予測技術の開発が必要である。国として必要なこれらの技術開発を加速するため、サイバー空間上の実証試験基盤（デジタルテストベッド）を整備する。

今年度は、洪水予測の技術開発用テストベッドについて、洪水予測技術の精度評価や、同技術の精度、実用性（計算安定）の確認を行うために必要となる「精度評価ツール」、「洪水計算過程可視化ツール」の機能設計を実施した。また、流域治水対策立案支援用テストベッドについて、降雨・地形・地物等の各種データの収集整理や、対策検討を支援する各種プログラムの開発を行い、一部機能について、各地方整備局で意見聴取を行った。また、民間企業等を対象とした共創 Web セミナーや G 空間 EXPO でのイベント出展を行った。今後は、検討内容や開発および改良した一部機能の試行結果を基に、デジタルテストベッドの令和7年度からの運用開始に向けた整備を行う予定である。

洪水予測の高度化

Sophistication of Flood Prediction

河川研究部 水循環研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室 長 竹下 哲也

主任研究官 黒沼 尚史

研究官 濱田 悠貴

[研究目的及び経緯]

現在、国で使用している洪水予測モデルは、流出モデルと河道モデルの組み合わせとなっている。流出モデルについては、水文観測データのある小流域毎にパラメータを最適化しているが、水文観測データのない範囲ではパラメータを適切に設定することは難しい。そのため、河川水位予測の精度向上に向けて、地形・地質等の流域特性に応じた流出モデルのパラメータ設定手法の確立が必要である。

令和6年度は、全国109の一級水系の洪水予測モデルにおいて設定されている流出モデル（RRIモデル）のパラメータを収集し、パラメータにより算出される河道形状と地形データに基づく河道形状との比較、地質学・森林水文学等の学術的知見を踏まえた流域特性とパラメータとの相関性、地理空間的に近接する水系間でのパラメータの類似性等のデータ分析を実施し、流出モデルの物理的特性の観点から流域の実態を十分に反映できていないと考えられるパラメータを除外し、全国のパラメータ分布の再整理を実施した。今後は、パラメータの調整において再整理した全国のパラメータ分布を基に初期値・探索幅を設定することで、流域特性に応じたパラメータを設定できる方法を検討する予定である。

比較衡量

Research on information dissemination leading to evacuation and location selection.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 竹下 哲也

主任研究官 諸岡 良優

研究官 小沢 嘉奈子

[研究目的及び経緯]

近年の気候変動による水災害の激甚化・頻発化に伴い、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」が進められている。本研究では、流域治水の取組促進のための関係者のリスクコミュニケーションツールとして、水害リスクの把握・周知や防災・減災対策の検討に活用できるGISツールを開発するとともに、水害リスクの把握・周知や人口・資産の動態やその因子となり得る各種情報との連携や分析を容易にするツールを構築する。

今年度は、昨年度開発したツール（治水評価指標可視化ビューア）について、国勢調査の人口・事業所数等データ表示機能や防災まちづくりの検討支援機能等の追加機能を検討し、改良と試行および、各地方整備局への意見聴取等を実施した。今後は、今年度の意見聴取で得られた意見を踏まえた、ビューアの追加機能の検討や機能改良を行うとともに、対象水系を拡大し、令和7年度中に段階的に全国展開するための運用方法の検討等を行う予定である。

住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装（ダム分野における衛星データの活用）

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields (Study on the use of satellite data in dams)

(研究期間 令和 5 年度～令和 6 年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室

River Department

Large-scale Hydraulic Structure Division

室 長

櫻井 寿之

Head

SAKURAI Toshiyuki

主任研究官

小堀 俊秀

Senior Researcher

KOBORI Toshihide

研究官

杉山 直優

Researcher

SUGIYAMA Naomasa

In this study, we are developing displacement measurement technology for dams using small SAR satellite data, with the aim of swiftly and accurately understanding the situation after a large-scale disaster.

[研究目的及び経緯]

令和 6 年能登半島地震では、いくつかのダムにおいて、道路寸断等の影響によりダム管理者がダムに近づくことができない状況が暫く続いた。このように、大規模地震発生後にはダム周囲の被災状況によっては臨時点検に時間を要する場合もある。

上記の課題を解決する一つの手法として、筆者らはダムの安全管理において図 1 に示す合成開口レーダ衛星 (SAR衛星) の活用の検討を進めている。

筆者らのダムにおける SAR衛星の活用に関する研究は、平成 26 年度～30 年度に戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第一期の枠組みにおいて、だいち (ALOS) やだいち 2 号 (ALOS-2) 等の L バンド SAR衛星を用いたダムや貯水池周辺斜面の変位モニタリングに関する研究を行い、「SAR衛星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)」¹⁾を公開した。令和 5 年度～6 年度には、研究開発と Society5.0 との橋渡しプログラム (BRIDGE、研究課題名「住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装」)において、X バンド SAR衛星や、小型 SAR衛星コンステレーションの活用を目的とした研究開発に取り組んだ。

本稿は、BRIDGE による研究の取組みのうち、小型 SAR衛星を用いたダムの観測事例について紹介する。

[研究内容]

本研究で用いた小型 SAR衛星の基本情報を表 1 に示す。近年、ALOS 等の国主体の大型衛星に加え、複数の日本国内民間衛星事業者による StriX や QPS-SAR 等の小型 SAR衛星コンステレーション (多数の小型非静止衛星を連携させて一体的に運用) の構築が進んでいる。

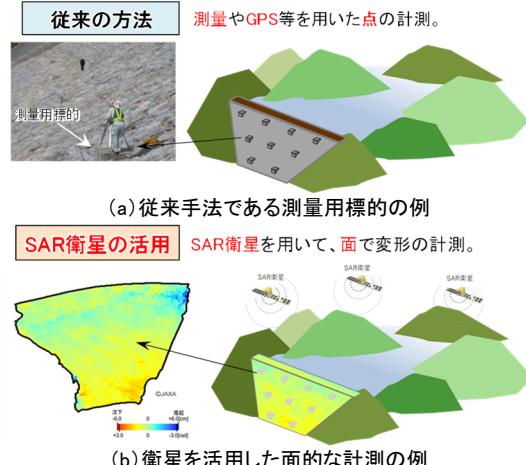


図 1 ダムの安全管理における SAR衛星の活用

表1 各種小型SAR衛星の基本情報

衛星名	StriX	QPS-SAR
衛星イメージ		
空間分解能 (アジャマス ×レンジ)	SL※ 0.25m × 0.9m (Staring Spotlight 2 モード)	0.46m × 0.46m
	SM※ 3m × 3m	1.80m × 0.46m
シーンサイズ (アジャマス ×レンジ)	SL※ 3km × 10km (Staring Spotlight 2 モード)	7km × 7km
	SM※ 50km × 20km	14km × 7km
観測波長帯	X バンド	X バンド
衛星数	5 機 (2025 年 1 月現在) 30 機 (目標運用数)	2 機 (2025 年 1 月現在) 36 機 (目標運用数)
同一範囲の観測頻度	60 回/1 日 (衛星数が目標運用数の場合)	1 回/約 10 分 (衛星数が目標運用数の場合)

※ SL:Spotlight, SM:Stripmap

小型 SAR 衛星は、ALOS 等の L バンドに比べ波長の短い X バンドを使用しているため、計測の分解能が向上する。また、複数の衛星を運用することにより計測頻度も向上する。この小型 SAR 衛星コンステレーションの活用により、更に効果的なダムの安全管理の実施が可能になると考えられる。

小型 SAR 衛星による観測は、ロックフィルダム型式のななせダム（堤高 92m、堤頂長 500m、国土交通省九州地方整備局管理）を対象に行った。ななせダムの空中写真を図 2 に示す。図中には現在ダムの安全管理（計測の基準点や計測点としての役割）への活用の検証のため設置したリフレクターの位置を示している。

[研究成果]

小型 SAR 衛星の観測事例として、StriX による観測結果（強度画像）を図 3 と図 4 に示す。両図とも観測モードは Staring Spotlight 2（空間分解能等は表 1 を参照）により行った。図 3 は太陽同期軌道（地球の自転に合わせて、常に太陽に対して同じ角度で地球を周回する軌道）、図 4 は傾斜軌道（赤道に対して一定の角度（傾斜角）を持つ軌道）からの観測を行った結果を示している。なお、図 3 と図 4 はオルソ補正（地形の歪みを補正する処理）を行っていない。

図 2 の空中写真と、図 3 と図 4 の小型 SAR 衛星による観測結果を比較すると、小型 SAR 衛星による観測において、ダム堤体の形状を正確に判別可能であることがわかる。このことから大規模地震発生後等、単画像においても被災状況の把握が可能であると考えられる。

次に、図 3 と図 4 の軌道の違いに着目すると、図 3 の観測結果ではダムの右岸側にレイオーバー（急な斜面や高い建物などが原因で、反射波の受信順序が逆転し、画像上で地形や構造物の位置関係が逆転して表示される現象）が発生しているが、図 4 はレイオーバーが発生していない。そのため、小型 SAR 衛星の衛星数の多さを活用し、複数の軌道による撮像を行うことで、ダム堤体や貯水池周辺斜面の不可視領域を低減することが可能となり、安全管理の確実性が向上すると考えられる。

なお、図 3 と図 4 の赤丸に示す位置において図 2 に示すリフレクターの反射を確認することができる。図 2 内に示す円形型柵リフレクター（C1～C3）は、太陽同期軌道と傾斜軌道の両軌道から反射が得られており、複数の衛星軌道に対応可能であることが確認できた。このことから、小型 SAR 衛星によるダムの安全管理においてもリフレクターを活用することが可能であると考えられる。

[成果の活用]

小型 SAR 衛星を用いてダムを観測した結果、ダムの形状等を把握することが可能であることがわかった。なお、本報告も含む BRIDGE（衛星）による研究の成果は、ダムにおける小型 SAR 衛星の標準仕様や、活用の

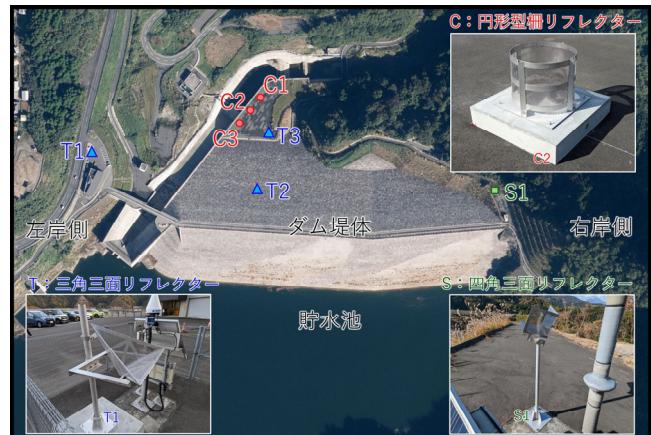


図 2 ななせダム空中写真



図 3 StriX による観測結果
(強度画像、太陽同期軌道)



図 4 StriX による観測結果
(強度画像、傾斜軌道)

手引きとしてとりまとめた。今後は、重力式コンクリートダム等の他型式へのダムへの適用性の検証を進めていく予定である。

[参考文献]

- 1) 佐藤弘行、金銅将史、小堀俊秀、櫻井寿之：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）、国総研資料、第 1233 号、2022.

ダム事業計画における不確実性の低減手法に関する調査

Research on methods to reduce uncertainty in dam project planning

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室
River Department
Large-scale Hydraulic Structure Division

室長 櫻井 寿之
Head SAKURAI Toshiyuki
主任研究官 金繩 健一
Senior Researcher KANENAWA Ken-ichi
研究官 杉山 直優
Researcher SUGIYAMA Naomasa

In dam projects, uncertainties in preliminary surveys, long-term social changes, and natural disasters can lead to changes in project costs and schedules. This study analyzes past dam project data to identify factors contributing to cost increases and schedule extensions and examines ways to develop project plans that reduce uncertainties.

[研究目的及び経緯]

ダム事業は、ダムサイトのみならず、ダム湖周辺の環境や斜面の安定性、堤体材料を採取する原石山の地質など広範囲を複合的に調査し事業計画を策定するが、事前調査において収集される情報には一部不確実性が含まれており、事業の進捗に応じて事業計画を見直すことが多い。また、新規実施計画から竣工まで数十年に渡る長期間の調査や工事等が必要となることから、社会情勢の変化や自然災害の発生により、当初の事業計画から事業費・工期等が変更となるケースが多い。

以上の背景から、本研究では、これまでのダム事業の事業費を含む事業計画に関する資料等をもとに、事業計画が変更となる不確実性を技術的に分析し、不確実性を低減する事業計画の策定に向けた検討を行った。

[研究内容]

(1) ダム事業費の費目の整理

直轄・水資源機構および県等のダムを対象に、事業費に関する資料を収集し、ダム事業費を構成する費目を表1に示すとおり整理した。なお、ダム費、仮設備費、補償工事費については、工種別費用についても整理した。また、事業完了時における総事業費を費目別で整理した。図1は、直轄・水資源機構ダムのうち、収集した資料から整理することができた91ダムについて、事業完了時における総事業費を費目別で示したグラフである。なお、グラフの横軸の数字はデータ整理の都合上、各ダム事業に割り当てたものである。

(2) ダム事業に影響を及ぼした不確実要因の整理

ダム事業費が変更となった要因に関する資料を収集し、39のダム事業について、事業費が変更となった651事例を対象に、ダム事業に影響を及ぼした不確実要因

表1 整理したダム事業費の費目・工種区分名称

区分	費目	工種	区分	費目	工種	
工事費	ダム費	転流工 掘削 基礎処理 堤体工 放流設備 洪水吐き工 付属設備 諸工事 堆砂対策 トンネル工 特殊対策 閉塞工 地すべり対策工 原石山 改造工事 その他	用地費及び補償費 補償工事費 補償費 測量設計費 船舶及び器具費 間接経費 工事諸費 事業費計	付替道路 その他 生活再建対策費		
	管理設備費	通信警報観測設備 電気設備 建物 制御設備 登電設備 諸設備 その他				
	仮設備費	ダム用仮設備 工事用道路 仮締切 その他				
	工事用動力費					

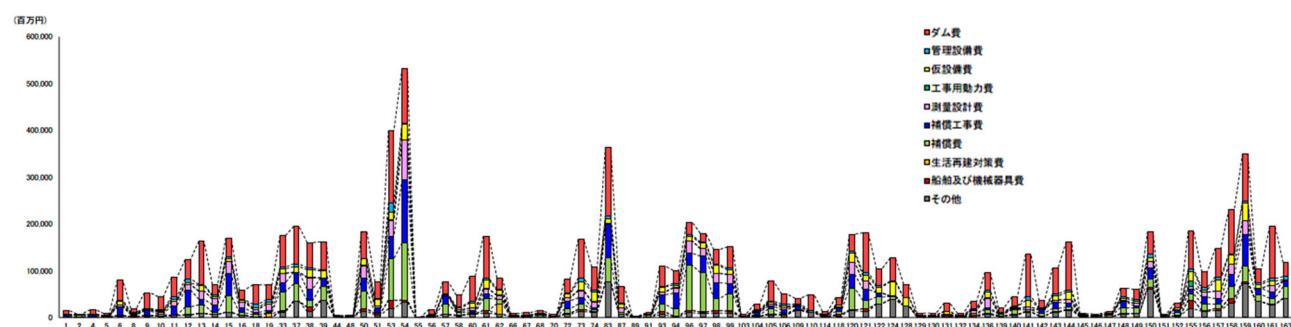


図1 ダム事業完了時における費目別費用の整理結果

を整理した。具体には、事業費が増額となった要因および事業段階、事業費増が生じた施設を整理した。

事業費が増額となった要因は、「当初の想定と異なる自然条件等」、「社会的要因」、「自然災害の影響」、「その他」に区分し、それぞれの要因の事例数、増額合計、要因1事例あたりの平均増額を整理した。**表2**は、「当初の想定と異なる自然条件等」の事例数、増額を地質、地形、水文気象条件、その他に細分化して整理したものである。**表2**より、地質が要因となって事業費が増額となった事例や増額が突出していることがわかる。

事業費が増額となった事業段階の事例数と増額合計を**表3**のとおり整理した。**表3**より、用地補償妥結後に増額となった事例が各段階で最多であった。

事業費が増額となった施設と増額を**表4**のとおり整理した。**表4**より、事業費増が生じた施設は堤体や道路が多く、1事例あたりの平均増額は地すべりが最も高かった。

上記で整理した結果をもとに、下記に示すダム事業費の推定手法や、不確実要因によるダム事業費増大および工期延長に対する対策案を成果としてとりまとめた。

[研究成果]

(1) ダム事業費の推定手法

ダムの主要諸元をもとにしたダム事業費の推定式を検討した。推定式は、ダムの主要諸元を説明変数、総事業費を目的変数とした重回帰分析を実施することで作成した。説明変数は、堤体に関する諸元(堤高、堤頂長、堤体積)、貯水池に関する諸元(流域面積、湛水面積)^{1/2}、洪水調節容量/湛水面積、有効貯水容量/湛水面積)、本体工事期間等を候補とした。その後、目的変数と説明変数の相関、説明変数間の関連性を分析することで説明変数を抽出し、重回帰分析を実施した。コンクリートダムを対象に実施した重回帰分析結果から算出された推定式を以下に示す。

$$Y = 73.087 \times X_1 + 28,975 \times X_2 + 3,228.1 \times X_3 + 1,184.5 \times X_4 - 21,891$$

ここで、Y: 総事業費 (百万円)、X₁: 堤体積 (千 m³)、X₂: (湛水面積)^{1/2}、X₃: 本体工事期間、X₄: 有効貯水容量/湛水面積 (m) である。また、重回帰式による事業費の推定値と実績値の関係を**図2**に示す。図中の σ は標準偏差 (百万円) を表しており、50,000 百万円以上は $\sigma=34,824$ 、50,000 百万円未満は $\sigma=6,783$ である。

(2) 不確実要因によるダム事業費増大および工期延長に対する対策案

ダム事業の事業費増大および工期延長の防止を目的に、事業実施中の不確実要因に対する対策案について約80事例を整理した。**図3**に、作成した対策案の一例を示す。対策案は、「想定される計画変更の概要」、「増額および工期延長の要因の評価」、「事業段階別の対策案」、「対策における特記事項」を示しており、どの事業段階でどのような対策を実施すべきかを示している。

[成果の活用]

本研究で得られた成果をダム事業者へ配布し、ダ

表2 「当初の想定と異なる自然条件等」の事例数と増額

		地質	地形	水文気象条件	その他	合計
事例数		188	2	16	27	229
増額 (億円)	合計	5,706.5	13.1	203.6	387.0	6,287.5
	平均	30.4	6.6	12.7	14.3	27.5

表3 事業費が増額となった事業段階別の事例数と増額

		建設移行前	建設移行後	用地補償妥結後	本体発注後	基礎掘削終了後	計
事例数		3	50	377	113	108	651
増額 (億円)	合計	13.6	601.3	12,273.1	2,538.7	2,782.2	18,208.8
	平均	4.5	12.0	32.6	22.5	25.8	28.0

表4 事業費が増額となった施設別の事例数と増額

		堤体	地すべり	原石山	水路トンネル	道路	仮設	その他	計
事例数		112	33	21	34	113	54	284	651
増額 (億円)	合計	1,793.7	2,145.5	632.4	662.2	3,328.9	666.3	8,979.9	18,208.8
	平均	16.0	65.0	30.1	19.5	29.5	12.3	31.6	28.0

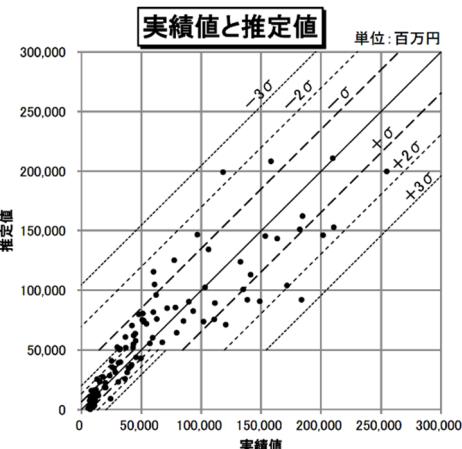


図2 事業費の実績値と推定値 (コンクリートダム)

(2) 堤体～減勢工基礎の盤下げ

a. 想定される計画変更の概要

基礎掘削の結果、ダム堤体・減勢工の一部で、堅硬な岩盤が想定よりも深い位置にあり、大量的追加掘削及び追加コンクリート打設が発生した。

b. 増額および工期延長の要因の評価： 設計熟度 (掘削線の設定)

掘削時の堅硬な岩盤は想定よりも深い位置にあったため岩盤基礎掘削量が増大したことが、工事費を招いた。基礎的な要因として基礎岩盤深さの事前把握が不十分であったことがある。

c. 事業段階別の対策案

各事業段階のうち、地質調査の精度が上がる設計段階における対応が事業費抑制に効果的であると考えられる。施工段階での対応は費用増と工期延長の両面で不利となる。

事業段階	対策案
調査・計画	地質調査によるせん断強度の確認結果を掘削線へ反映させる。
設計	基盤岩盤の岩級別分布の正確な把握によって適切な掘削線を設定する。
施工	掘削・局部置換・補強等の工法比較によって適切な対策を選定する。

d. 対策における特記事項

堤体掘削線の設定は工事費と工期に大きな影響を与えるので、設計時に調査結果を再確認し、施工時は岩盤緩み部を観察して、盤下げが必要であれば実施箇所を早めに決定する必要があり、追加掘削範囲の低減に留意する。

図3 対策案の一例

ム事業費の増額および工期延長を回避するために活用してもらう予定である。

ダムのデジタルデータ活用検討業務

Examination of the use of digital data for dams.

(研究期間 令和 5 年度～令和 7 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 竹村 雅樹

主任研究官 小堀 俊秀

研究官 杉山 直優

[研究目的及び経緯]

本研究では、ダム分野における DX を推進し、更なる効率的なダムの維持管理を行うことを目的として、ダムの建設段階から維持管理の各事業の段階、また、将来的なダム再生を見据え、ダム事業の各段階で作成される各種デジタルデータをダム管理者が保存して有効活用を行うために必要なシステムの検討を行っている。

令和 6 年度は、ダムに関するデジタル情報をダム事業の各段階及び、将来的なダム再生検討時等に効果的に活用するためのデジタルダムデータベースシステムについて、ストレージ領域及びアプリケーション領域の詳細設計を行い、一部機能の構築と試行を行った。令和 7 年度はダム諸元データや維持管理に関するデータに関する機能の構築を進める。

ダムの耐震性能照査技術の高度化に関する調査

Research on the advancement of seismic resistance performance verification technology for dams.

(研究期間 令和 6 年度～令和 7 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 金繩 健一

研究官 杉山 直優

[研究目的及び経緯]

本研究は、令和 6 年能登半島地震によりダム天端において複数のクラックが発生したロックフィルダムについて、数値解析により地震時の挙動を把握するものである。また、平成 23 年以降更新されていないダム地点における地震動のダム距離減衰式（地震動の加速度応答スペクトルの推定式）を検討するものである。

令和 6 年度はロックフィルダムの二次元および三次元地震時応答解析を行い、地震後に行ったダムの地震被害調査結果との比較を行いながら地震時挙動の把握を行った。

令和 7 年度は、平成 23 年以降の地震記録も踏まえた回帰係数の算出や補正倍率の評価（統計的分析）等を実施することでダムの距離減衰式に関する検討を実施する。

流域治水の多層的対話モデルの構築に向けた 人文・社会科学的研究

Humanities and Social Science Research for Developing a Multilayered Dialogue Model for River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All

河川研究部 水害研究室
River Department
Flood Disaster Prevention Division

(研究期間 令和6年度)
任期付研究官 高原 耕平
Researcher TAKAHARA Kohei
室長 武内 延了
Head TAKEUCHI Yoshinori

This study examined the best way to provide expertise support to contribute to the development of river basin disaster resilience and sustainability by all. (The expertise support is a support which provides communities knowledge to encourage to deepen their understanding.) A qualitative survey was conducted on flood-affected communities caused by Typhoon No. 19 of 2019. It was revealed that local knowledge of communities played an important role in evacuation, recovery and reconstruction. The study suggested that expertise support from river offices to local communities should adopt the approach of instilling local knowledge of local communities gradually and steadily.

[研究目的及び経緯]

流域治水政策は流域の多数のアクターの協働を求めており、この「協働」という語には、各アクターがそれぞれに割り当てられた役割を果たすという分業的営為だけでなく、個別具体的な場面において利害調整や相互協力や問題解決に知恵を出し合うといった対話的営為が含意されていよう。

本研究課題は、そうした対話的な協働のなかでも、特に現場の河川事務所の専門知と地域コミュニティの関わりを扱う。河川事務所は河川や治水や防災について専門知を持っている。その専門知を地域コミュニティに向けてどのように活かすことができるのだろうか。

この問題意識のもと、本研究課題では、水害被災地コミュニティの質的調査を通じて、地域コミュニティへの専門知支援の可能性を検討した。結果、専門知支援は地域コミュニティのローカルナレッジを尊重し、その地域のローカルナレッジ特性に合わせた手法を模索すべきという示唆を得た。

[研究内容]

本研究課題の調査対象地域は鳴瀬川水系吉田川およびその沿岸集落の一つである宮城県黒川郡大郷町中粕川地区である。2019年10月13日早朝、台風第19号（東日本台風）がもたらした洪水により、吉田川左岸20.9km付近に越水・決壊が生じた。中粕川地区は決壊地点に隣接する集落である。同地区には当時約100世帯が居住しており、外水氾濫により多数の家屋が被害を受けた。しかし前日からの住民避難と、地元消防団・常備消防による搜索・救助が功を奏し、地区内では人的被害が生じなかった。また、住民は地区役員を中心とした復興委員会を自ら立ち上げ、大郷町および国土交通省の河川事務所と緊密に情報共有しつつ地区復興の道筋を付けた。敢えて単純化して述べれば、水害避難および復旧復興の成功事例地域の一つである。

本研究課題の担当者は、2024年夏より同地区および下流の鹿島台地域においてインタビュー調査を実施した。調査対象者は中粕川地区住民が主であるが、行政関係者や農業法人経営者等にもお話を伺った。スノーボールサンプリングにより調査協力者を拡大し、これまでの協力者は延べ13名である。北上川下流河川事務所からも復興事業等について情報提供を受けた。

インタビュー調査は1名あたり平均約1時間半となつた。同意のもと録音し、文字起こしを語り手に一度返却して内容を確認いただいた。半構造化インタビュー方式を採り、基本的に令和元年台風第19号水害の被災体験の回顧からお話を始めていただいた。ただし、①なぜ人的被害がゼロだったのか、②なぜ復旧復興がうまくいったのか、③国交省河川事務所の働きをどう評価するか、という3点を共通して質問した。文字起こし内容をKJ法および現象学的分析により検討した。

KJ法は文化人類学におけるデータの平易な解釈方法である。調査を通じて得た発見などを一つずつ紙片に書き出し、それらの整理・集約を通じて調査データ



図-1 オンラインホワイトボードを活用したKJ法

が持つ意味を掘り下げてゆく。本研究では、インタビューで語られた内容を一枚ずつオンラインホワイトボード上の付箋に書き出し、それらを整理しながら新たな気づきを追加する作業を反復した(図-1)。

[研究成果]

調査と分析の結果、中粕川地区の人々が水害避難と復旧復興に成功した6つの要因が見出された。

- ① 歴史的経緯=水害常襲地帯であり、吉田川がしばしば水害を起こすという「外水氾濫リテラシー」¹⁾を地区住民が持っていた。
- ② シンプルな訓練の継続=中粕川地区では毎年、防災訓練を自主的に行ってきました。訓練内容を過剰に高度にせず、地区住民の参加率を上げることを目指してきた。また、地区内の要配慮者世帯を彩色した地図の作成や、避難済みフラッグなど、いわゆる「ローテク」の取り組みを続けてきた。
- ③ 事前避難の実施=地区住民の大半が前日のうちに指定避難所や親族宅等に避難していた。地区役員と消防団は全戸への個別訪問を2回行い、住民の動向を把握していた。
- ④ 顔の見える関係=地区は災害時約100世帯のコンパクトな集落であり、共同の農作業や地区行事等を通じて「顔の見える関係」を維持していた。これは事前避難の動向把握、逃げ遅れ住民の救助、また復旧復興の議論醸成の基盤となった。
- ⑤ 地区役員層への信頼=避難呼びかけや復興委員会立ち上げは住民の互選による区長をトップとする地区役員が担った。地区内で長期的に役員を育成する慣習があり、住民から役員への基本的な信頼関係があった。
- ⑥ 自然環境の理解=堤防の除草活動や農業用水路の管理、また長年の吉田川の観察を通じて、地区住民は外水・内水氾濫の挙動を熟知していた。

これらの要因は、吉田川の「根っこ」(住民談)に住む中粕川の人々が、川と共に生きるために知識を個人ごとに向上させてきたというよりは、その知識を共同体において集積し、洗練させ、継承してきたことを示している。すなわち、洪水時に吉田川がどうなるか、水位が上がりつつあるときに共同体内でどのように動くべきか、災害後にどう助け合うことができるかといった知恵を彼らは共有してきた。こうした「現場条件に「状況依存した」知識、現地で経験してきた実感と整合性をもって主張される現場の勘」²⁾はローカルナレッジと呼ばれる。中粕川の水害避難と復旧復興の駆動力となったのは、長い時間のなかで培われてきた住民のローカルナレッジであった。

[成果の活用]

そこで河川事務所による専門知支援の在り方として、地域コミュニティのローカルナレッジを強化・更新す

るという方策が考えられる。行政サイドによる専門知支援の多くは、住民個々人の「リテラシー」を上げることを目指している。しかし避難も復旧復興も共同体の営為であり、緊急時の住民行動を起動するのは身体化されたローカルナレッジであるとすれば、ローカルナレッジの涵養を志向する専門知支援に利があることが示唆される。

その際に重要なことはその地域コミュニティのローカルナレッジの成り立ちである。中粕川地区の水害ローカルナレッジは、(a)過去の水害体験と、世帯や地縁組織を通じたその継承、(b)二次的自然環境のメンテナンスや観察を通じた自然理解、(c)災害情報等の最新の知識学習を通じて形成されていた。こうしたローカルナレッジ形成の仕組みは地域コミュニティごとに異なると考えられる。たとえば中粕川地区では(a)(b)は地区内の社会関係資本(ソーシャル・キャピタル)蓄積と表裏一体であり、消防団や地区役員会等の地縁組織における正統的周辺参加³⁾を通じてローカルナレッジが継承してきた。一方で(c)の学習は、地縁組織に深く加入していない住民(後期高齢者や中学生など)をも広く対象としており、地縁組織内の継承とは別チャネルによって外部から知識が供給されている。

地域コミュニティごとのローカルナレッジ形成の特徴を、ローカルナレッジ特性と仮に呼ぶことにする。河川特性に加えてローカルナレッジ特性をその流域・地域コミュニティごとに探し当て、ローカルナレッジを尊重し、その特性に合わせたオーダーメイドの支援方策を講ずることが河川事務所によるこれからの専門知支援の在り方のひとつとなることが考えられた。

とりわけ、前節で示した「⑥自然環境の理解」は、事前避難、救助活動、復興まちづくりの各場面にも活かされており、また社会関係資本形成の重要な装置でもある。さらに、この要素においてはローカルナレッジと専門知の対話的協働が比較的容易であると考えられる。具体的には、二次的自然環境のメンテナンス活動に、河川改修や水理学、生態系に関する専門知を役立たせるといった活動が考えられる。また、そうした専門知支援を実現するために、ローカルナレッジを尊重し丁寧に聴き取るためのメタ的な専門知を河川事務所が体得・体系化することも必要になるだろう。

[参考文献]

- 1) 「水害からの犠牲者ゼロ」の実例から学ぶ避難対応の教訓と課題、佐藤翔輔、『地質と調査』156号、pp.13-18、2020
- 2) 専門知と公共性 科学技術社会論の構築へ向けて、藤垣裕子、東京大学出版会、2003
- 3) 状況に埋め込まれた学習 正統的周辺参加、ジョン・レイヴ、エティエンヌ・ウェンガー、佐伯胖(訳)、産業図書、1993

小規模河川における水害リスク情報の高度化及び活用推進

Advancement and promotion of flood risk information in small rivers

(研究期間 令和元年度～令和6年度)

河川研究部 水害研究室

River Department

Flood Disaster Prevention Division

室 長

武内 慶了

Head

TAKEUCHI Yoshinori

主任研究官

湯浅 亮

Senior Researcher

YUASA Ryo

研究官

中村 賢人

Researcher

NAKAMURA Kento

This study examined ways to enhance the guidelines for creating flood risk information in small rivers. The guidelines were revised using the research outcomes.

[研究目的及び経緯]

都道府県及び国土交通省は、水防法に基づき、洪水予報河川又は水位周知河川（以下、洪水予報河川等。比較的規模の大きい河川）において、浸水が想定される区域や浸水深の水害リスク情報を表示した洪水浸水想定区域図を作成・公表してきた。洪水浸水想定区域図を基に、市町村は、避難場所等の事項を併せて記載した洪水ハザードマップを作成し、住民の方々に周知してきた。

令和元年度東日本台風では、洪水予報河川等以外の法河川（以下、小規模河川）においても決壊等の甚大な被害が発生した。小規模河川は、洪水予報河川等と比べ河川数と総延長が膨大であり、かつ、洪水予報河川等を対象として洪水浸水想定区域図を作成するマニュアル^①（以下、マニュアル）上で必要としている基礎データ（水位観測や測量の成果等）を取得されている事例は非常に少ない。そのため、小規模河川の洪水浸水想定区域図を洪水予報河川等と同様の方法で作成することは困難と考えられており、令和元年度当時、小規模河川の洪水浸水想定区域図作成方法は確立していなかった。このような背景の中、小規模河川周辺が水害リスク情報空白地域であることが、令和元年度東日本台風によって顕在化され、小規模河川の洪水浸水想定区域図作成方法を確立すべく、国土交通省水管管理・国土保全局河川環境課水防企画室及び国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室は『中小河川の水害リスク評価に関する技術検討会』を経て、令和2年に『小規模河川の氾濫推定図作成の手引き』^②（以下、前手引き）を作成した。更に、令和3年には水防法が改正され、多くの小規模河川において洪水浸水想定区域図の作成が義務化された。

その後、小規模河川の河川管理者である都道府県は、洪水浸水想定区域図作成へ向けた作業を進めるとともに、国土技術政策総合研究所は、本研究において前手引きに残されていた技術的課題の検討を行ってきた。

[研究内容]

前手引きで示された方法の主な特徴は以下の通りである。

- 堤防を破堤させた条件としない（無破堤）。

・一次元不等流計算を基本とする。

・適用可能な河川の流量は一連の区間に渡って河道満杯水位を大きく超える（堤防高等を大きく超える）場合のみ。

・適用可能な氾濫形態は流下型氾濫、貯留型氾濫であり、拡散型氾濫及びその他の複合的氾濫形態等は対象外。

前手引き作成後、例えば岩手県では有識者の意見も取り入れながら独自の検討を行い、小規模河川に平面二次元不定流解析を適用し、氾濫形態によらない統一的な計算方法を採用する等、前手引きに記載されたものより高次の解析手法が採用される場合が増えていた状況であった。また、拡散型氾濫の解析方法の提示が要望されることも多い実状があった。

これを受け、国土技術政策総合研究所は、小規模河川における『拡散型氾濫への一次元不等流計算の適用性』及び『平面二次元不定流解析の適用方法』について、モデル河川において平面二次元不定流解析と一次元不等流計算の解析結果の比較する検討等を行った。検討結果を基に、令和5年に前手引きを改定し、名称を『小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手引き』^③（以下、改定手引き）へ変更した。

[研究成果]

（1）拡散型氾濫への一次元不等流計算の適用性

前手引きで一次元不等流計算を適用可能である氾濫形態は、流下型氾濫と貯留型氾濫のみであった。そこで、改定手引きでは、『浸水域の横断範囲の、河川流下方向の広がりが大きくななく、また高台等により浸水域の横断範囲が地形的な制約を受ける場合の拡散型氾濫』において、一次元不等流計算の適用方法を示した。

なお、合理的かつ効率的な洪水浸水想定区域図作成を行う工夫の一つとして、上記に該当しない拡散型氾濫においても、氾濫範囲を仮定し、一次元不等流計算を適用することが考えられるが、実際に生じうる浸水深分布と乖離する可能性がある（図1）。これより、平面二次元不定流解析の適用が合理的となる場合があることを、改定手引きに記した。

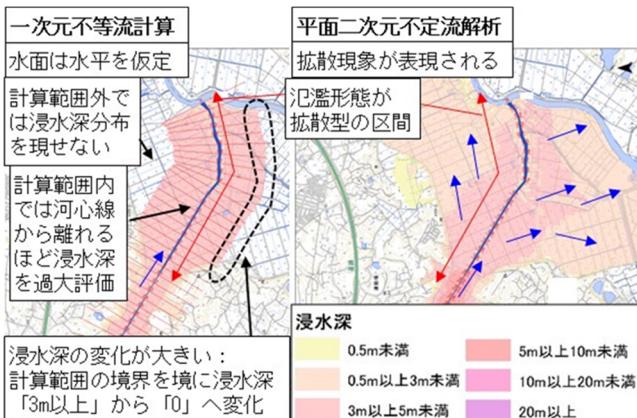


図 1 拡散型氾濫区間における一次元不等流計算と
平面二次元不定流解析による浸水深の比較

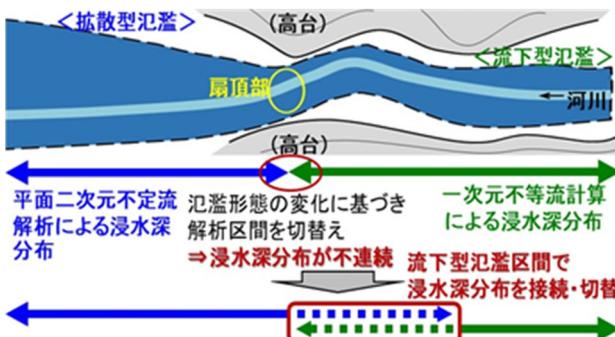


図 2 異なる解析手法で算定された浸水深分布の接続

(2) 平面二次元不定流解析の適用方法と留意点

小規模河川では、上流で流下型氾濫、下流で拡散型氾濫と、異なる氾濫形態が連なる場合がある。上述の通り、ある拡散型氾濫の小規模河川において、一次元不等流計算の浸水深分布が不適切となるような場合、上流の流下型氾濫では一次元不等流計算、下流の拡散型氾濫では平面二次元不定流解析が適用されることが考えられる。解析手法が異なれば、算定された浸水深等も一致しないため、上流と下流の浸水深等が不連続となる可能性がある（図2）。この不連続を解消させるための、異なる計算手法による浸水深分布の接続方法を改定手引きで示した。

一方、小規模河川全区間に渡って平面二次元不定流解析を適用することも考えられる。中山間地域における流下型氾濫では、一般に、横断方向の浸水範囲が狭く、また、山地斜面の影響により入り組んだ地形への浸水がみられる場合が多く、マニュアルで対象としているような比較的規模の大きい河川とは異なる傾向となることがある。マニュアルは、平面二次元不定流解析の計算は 25m メッシュで行い、洪水浸水想定区域図へ図化する際等は 5m メッシュに換算した値を用いることが原則とされている。これを流下型氾濫の小規模河川へ適用したとき、河道と氾濫原の勾配が大きいことにより、浸水深が小さくなる（流速が大きくなる）特徴を有するため、図3のように浸水深がまばらに表示され、不適切となる場合がある。これを踏まえ、平面二次元不定流解析を行う際には、ケース1のように 5m メッシュで計算を行うことが合理的である等の留意事項を改定手引きへ示した。

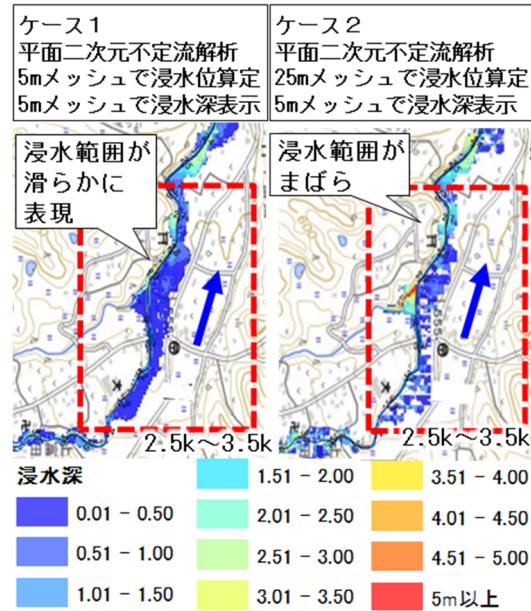


図 3 計算メッシュサイズの違いによる浸水深分布の差異

[成果の活用]

国土交通省では、令和7年度までに小規模河川の洪水浸水想定区域図が作成されることを目標に取り組んでいる。改定手引きをもとに、小規模河川の洪水浸水想定区域図作成が更に推進されることを期待とともに、都道府県から技術相談を受けた際等は、作成のサポートを行っていきたい。

また、流域治水推進のため、水害リスクマップや多段階の浸水想定図の作成が進められているが、特に

[研究成果] (2) で示した氾濫解析時と浸水深分布作成時でメッシュサイズが異なることにより、浸水深がまばらに表示される現象等は、作成の際の参考になり得ると考えられる。これらの作成を進めるためには、水路や下水道等のモデル化の労力を少なくすることが望まれており、別途引き続き検討していきたい。

[参考文献]

- 1) 洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）、国土交通省水管管理・国土保全局河川環境課水防企画室・国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室、2015.10
- 2) 小規模河川の氾濫推定図作成の手引き、国土交通省水管管理・国土保全局河川環境課水防企画室・国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室、2020.6
- 3) 小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手引き、国土交通省水管管理・国土保全局河川環境課水防企画室・国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室、2023.7

大量の土砂堆積を考慮した水害リスク評価手法の研究

Research on flood risk assessment methods considering massive sediment deposition

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

河川研究部 水害研究室

River Department

Flood Disaster Prevention Division

室 長

武内 慶了

Head

TAKEUCHI Yoshinori

主任研究官

湯浅 亮

Senior Researcher

YUASA Ryo

研究官

大野 純暉

Researcher

OHNO Jyunki

In this study, we developed a flood risk assessment method accounting massive sediment deposition. And, we also developed methods for identifying rivers susceptible to flooding due to sediment deposition.

[研究目的及び経緯]

平成29年7月九州北部豪雨における赤谷川、令和6年9月豪雨における塚田川等の中小河川において、上流域から流出した多量の土砂や流木が下流の河道で堆積し、洪水氾濫が生じ、大きな被害を受けている。また今後の気候変動の影響による降雨量増大に伴い、上記のような事象の頻発化が懸念されている。

令和3年に成立・施行された特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律では、洪水対応ハザードマップの作成対象が、大河川のみならず、住家等の防御対象のあるすべての河川流域に拡大された。しかし、小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の際、現在の手引き（「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」）では、土砂や流木堆積による河道水位上昇とそれに伴う氾濫域への影響の定量的な評価方法は、研究開発途上にあるため課題となっている。

従って、本研究ではまず土砂についてのみ着目して、大量の土砂堆積に伴う氾濫が生じうる河川及びその範囲について検討した。さらに、小規模河川を管理する各自治体でも検討可能で、かつ実態を再現できる大量の土砂堆積を考慮した浸水評価手法を構築し、その再現性について確認した。また、大量の土砂堆積に伴う洪水氾濫による家屋倒壊リスクやそれに対する減災対策の検討の基礎資料となり得るかどうかについて、エネルギー分布を算定し、家屋倒壊事例と比較し、その妥当性を考察した。

[研究内容]

(1) 近年生じた大量の土砂堆積に伴う氾濫事例分析と土砂堆積が生じうる河川及びその範囲の推定

近年、大量の土砂堆積に伴う氾濫が生じた10洪水を対象に、その各洪水で土砂堆積が生じた河川、その近隣で土砂堆積が生じなかった河川の計38河川について、各種データ収集を行った。また事例収集結果から、土砂堆積が生じた河川の特徴や、河川の中でも特に顕著な土砂堆積が生じていた範囲の特徴について分

析した。

(2) 大量の土砂堆積に伴う浸水位評価手法の構築

1次元不等流計算法の枠組みの中で、河道での大量の土砂堆積の影響を考慮した浸水位評価を以下①～④に示す手法で実施した。なお、本手法の適用性については、図で確認している。

① 計算モデル作成

計算の入力条件として用いる地形データは、洪水前のものとして、基本的には100mの縦断間隔とするが、橋梁・堰等の土砂堆積の起点となりうる範囲については、10m間隔で作成する。

② 摩擦速度算定のための1次元不等流計算

①で作成した地形データを入力条件として、固定床1次元不等流計算を実施し、摩擦速度（以下、 U_* とする）の縦断分布を算定する。

③ U_*/W_0 の縦断分布を用いた土砂堆積後の河床高縦断分布の推定

②で得られた U_* と単一粒子の沈降速度 W_0 の比の縦断分布を基に、土砂堆積後の河床高縦断分布を推定する。推定方法は、過去の実験結果で得られた知見から、土砂堆積が生じうる U_*/W_0 の閾値を定め、下回った場合は、その地点から上流方向に、河岸の高さまで河道内に堆積するものとして、土砂堆積後の河床高縦断分布を推定する。

④ 土砂堆積を考慮した1次元不等流計算による浸水位評価

③で得られた土砂堆積後の河床高縦断分布と、氾濫原地形を入力条件とした固定床1次元不等流計算を実施し、河道-氾濫原における浸水位分布を算定する。

(3) エネルギー分布を用いた大量の土砂堆積を伴う洪水氾濫評価の試行

従来の氾濫解析手法（平面二次元解析法）によって得られる水位・流速の平面分布から比エネルギー分布を評価し、家屋倒壊・非倒壊実績を説明できるどうか試行した。

[研究成果]

(1) 近年生じた大量の土砂堆積に伴う氾濫事例分析と土砂堆積が生じうる河川及びその範囲の推定

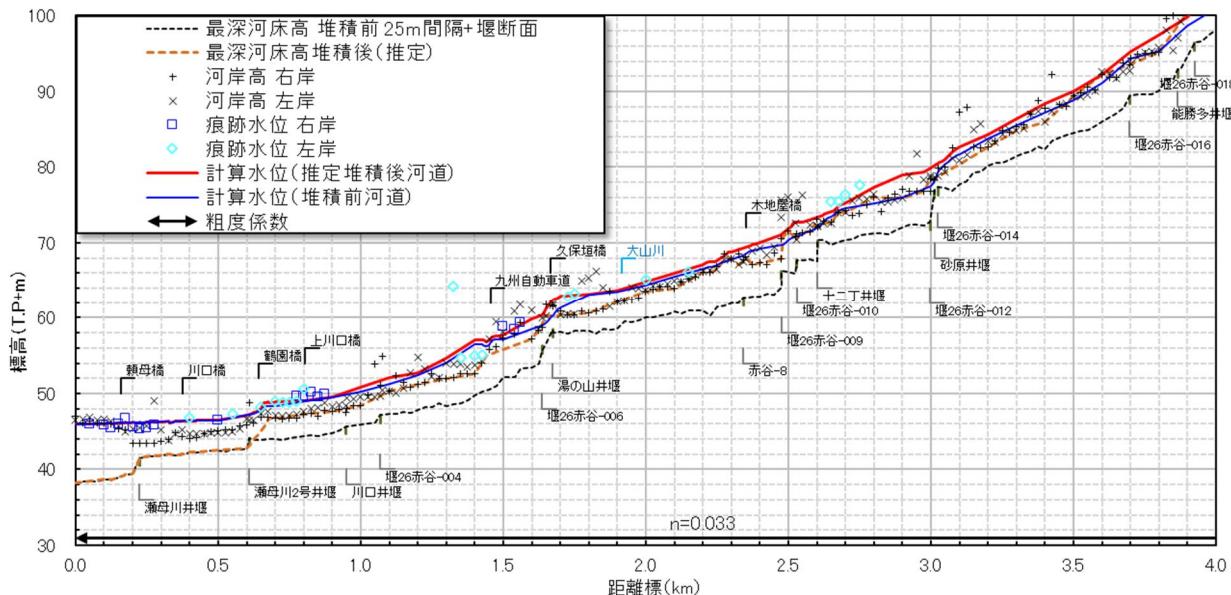


図-1 土砂堆積を考慮した最深河床高・水位縦断分布と河岸高・痕跡水位の比較

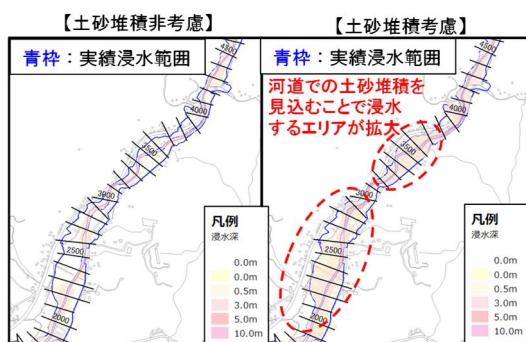


図-2 土砂堆積非考慮・考慮した場合における
浸水深分布の比較

計 38 河川について、データ分析を行った結果、土砂堆積が生じた河川と生じなかった河川は、当該河川の上流域の山地面積割合と上流域の流域面積の関係から分類される可能性があることが把握できた。

(2) 大量の土砂堆積に伴う浸水位評価手法の構築

構築した浸水位評価手法を、平成 27 年九州北部豪雨における赤谷川に適用し、その再現性について確認した。図-1 は堆積前の最深河床高（黒点線）から、土砂堆積後の推定最深河床高（茶色点線）を推定した結果と、土砂堆積前の河床高に洪水を流下させて場合の計算水位（青色実線）と、推定した河床高に洪水を流下させた場合の計算水位（赤色実線）の比較を示している。土砂堆積前の河道条件で計算した水位よりも、土砂堆積後の条件で計算した水位の方が高く計算され、痕跡水位との整合性が向上した。また、図-2 は平面図化した際の浸水深分布の比較を示しており、土砂堆積を考慮することで浸水するエリアが拡大し、実績浸水範囲に近づく結果となった。

(3) エネルギー分布を用いた大量の土砂堆積を伴う洪水氾濫評価の試行

図-3 は河道での大量の土砂堆積に伴い氾濫した際の家屋の倒壊・非倒壊分布を示した航空写真と、堆積

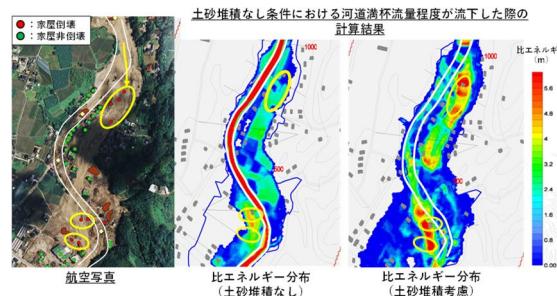


図-3 家屋倒壊箇所とエネルギー分布の比較

前河道時における氾濫開始流量時の比エネルギー分布の比較を示している。(a) は洪水前河道、(b) は土砂堆積後河道に水のみを流した場合の結果である。(a) は河道部分に高いエネルギーがあるが、(b) では河道部よりも氾濫原で高いエネルギーがあり、特に、実際に家屋倒壊した周辺で顕著である事が分かる。本研究では、従来よく使用される氾濫解析法を用いることで、概ね実際の家屋倒壊実績を説明することができる。今後は、他の事例においても同様な検討を行い、従来の氾濫解析手法を用いて、土砂堆積による氾濫による家屋倒壊リスクやそれに対する減災対策を評価可能であるか、検討する必要がある。

(4) 今後の課題

本研究では流木堆積に伴う洪水氾濫の影響について検討できていないため、河道での流木堆積によって氾濫した既往の実績データ収集・分析を行うとともに、土砂・流木堆積の影響を加味した浸水位評価手法を構築するための検討を行う。

[成果の活用]

「小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手引き（令和 5 年 7 月）」の改訂に資する基礎資料として活用していく予定である。

[参考文献]

- 急勾配河道区間に大量の細粒土砂が供給された場合の堆積・延伸過程、河川技術論文集、2023. 6.

近年の水害実態を踏まえた水害リスク評価手法の改善検討業務

Study for improving flood risk evaluation method based on recent flood disaster cases.

(研究期間 令和元年度～令和7年度)

河川研究部 水害研究室

室 長 武内 慶了

主任研究官 湯浅 亮

研究官 中村 賢人

[研究目的及び経緯]

治水経済調査マニュアル（案）等を用いて、堤防やダム等の治水施設の整備によってもたらされる経済的な便益や必要な費用の評価を行い、費用便益比の算定、事業の優先順位付け検討等が行われている。国総研は、近年の水害実態を踏まえた同マニュアルの更新に必要なデータの収集・分析、想定被害額の評価手法の研究・開発を行っている。

本年度は、治水施設整備による経済性評価を行うマニュアルでは被災者の被災後の仮住まい期間での効用低下等を考慮できていないため、これらを考慮したマニュアルへ改定することを目的に、浸水深の大きな水害事例の被災者に対し、インタビュー調査を実施した。

令和7年度は、事業評価への活用の観点から、水害研究室に蓄積されている水害調査やヒアリング結果の再整理を行い、治水経済調査マニュアル等での便益としての取り扱い方策について、検討を行う。

防災まちづくりのための減災対策の評価手法の検討

Research on evaluation methods of disaster mitigation measures for Disaster Prevention Urban Development

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

河川研究部 水害研究室

室 長 武内 慶了

主任研究官 湯浅 亮

研究官 大野 純暉

[研究目的及び経緯]

流域治水の実践を図るためにあらゆる関係者が実施主体となる様々な減災対策を含む、防災まちづくりを推進していく必要があり、地域の水害ハザード特性と暴露分布に応じた各種減災対策の検討手法について調査を行ってきた。

今年度は、流域の様々な関係者が水害による具体的な被害をイメージしやすくなるような水害リスクの翻訳に向けて、検討対象地域において、水害による地域社会の持続性を毀損し得る被害事象を10個抽出し、毀損事象をもたらす水害ハザードとの関係を整理した。また、毀損事象を軽減するための減災対策案の検討手法について、調査を行った。

来年度は、水害ハザード指標の拡充を行うとともに、水害による地域社会の持続性を毀損する事象の拡充を行い、様々な観点から水害リスクの翻訳を行えるようにすることで、地域の合意形成を促進するための情報の充実を図る予定である。

阪神地域における災害伝承教育による当事者性形成プロセスの解明

Research on the Process of Cultivating Engagement through Disaster Transmission Education in the Hanshin Region.

(研究期間 令和4年度～令和7年度)

河川研究部 水害研究室

任期付研究官 高原 耕平

[研究目的及び経緯]

阪神・淡路大震災の発災後まもなく被災地内の各学校で開始された災害伝承教育は、その四半世紀以上の蓄積において地域社会および地域内世代にいかなる影響を与えてきたのか。また阪神地域の災害伝承教育の本質は何か。本研究課題はこの問題を、特に学校教員と児童が相互に影響を及ぼし両者が発達してゆくという仮説のもと明らかにすることを目的とする。本年度は過年度の研究成果を、調査フィールドである神戸市立X小学校で発表し、現場教員との意見交換を行った。また、その研究成果を基礎とする量的調査の計画を立て、神戸市教育委員会と協議、準備を進めた。

浸水センサを用いたデータ同化技術を適用した浸水範囲の予測手法の開発

Reserch on development of inundation area prediction methods applying data assimilation based on data by inundation sensor.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

河川研究部 水害研究室

室長 武内 慶了
研究官 大野 純暉

[研究目的及び経緯]

近年多様化する水害に対して、限られた人材や資源で、速やかに水害リスク情報を提供することが求められている中で、リアルタイムで浸水を検知できる小型、長寿命かつ安価なワンコイン浸水センサの普及を進めている。

本年度は、モデル小流域を対象に、実績の降雨や想定される様々な氾濫シナリオにおいて、浸水範囲や氾濫流の特徴を把握することで、浸水センサの適切な設置場所の提案に資する基礎情報を得た。さらに、浸水センサによる浸水検知情報に基づいたデータを、内外水一体型の浸水予測計算モデルに逐次同化するモデルを構築し、その適用性を確認した。

来年度は特性の異なる2～3の流域に対して、今年度構築した予測計算モデルを適用し、精度検証及び改良を行うとともに、予測精度を担保するために、必要となる浸水情報の要件について調査する。

2.2.5 土砂災害研究部

谷地形が不明瞭な箇所における土石流の

発生メカニズムに関する基礎的研究

Research on the occurrence mechanism of debris flow in unclear valley topography.

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

土砂災害研究部 砂防研究室
SABO Department
SABO Planning Division

室長 鈴木 啓介
Head Keisuke Suzuki
主任研究官 田中 健貴
Senior Researcher TANAKA Yasutaka

We conducted some experiments to analyze the effects of pipe flow on slope instability. These experiments have four shape of pipe setting, which are no-pipe, single pipe, joint pipe, clogged pipe. As a result we found that at a point of gradient change, joint, clogging, pore water pressure increased. In other words, The result reveals that a decrease in the ability of pipe drainage causes increase in pore water pressure.

[研究目的及び経緯]

斜面土層内には水みちやパイプと呼ばれる連続した孔隙（以後、水みち）が存在することが知られている。水みちはこれまで斜面崩壊跡地で見られ、近年報告されている緩勾配斜面における斜面崩壊跡地でも水みち痕跡が報告されている（海堀ら, 2018）。

このように、水みちが斜面崩壊発生に影響を与えていたことが示唆されおり、水みち閉塞による間隙水圧上昇（多田ら, 2002）や水みち勾配変化や合流（Tanaka et al., 2019）によって間隙水圧が上昇し、斜面が不安定化することが指摘されてきた。水みち閉塞や勾配変化、合流といった水みち形状の変化はいずれも水みち排水機能の低下をもたらし、その結果水みち周辺土層への水移動が生じ、間隙水圧上昇をもたらすと考えられる。一方、この時水みちから周辺土層へ水移動が生じるため、土層重量も増加すると予想される。斜面安定を考えるうえでは、間隙水圧と土層重量の両方を考慮する必要があるが、これまでの研究では間隙水圧上昇のみが着目してきた。

そこで本年度は、本稿では水みち形状ごとの間隙水圧および土層重量の時系列変化を模型実験によって計測し、水みち排水機能低下が斜面不安定化に与える影響を分析した。

[研究内容]

本研究では図-1の模型実験により水みちによる間隙水圧上昇および土層重量増加が斜面不安定化をもたらすプロセスを分析した。模型構造の詳細は Tanaka et al. (2019) を参照されたいが、緩勾配での斜面不安定化プロセスを考慮するため、実験土層の勾配は 25° と既往研究の勾配よりも小さくした。

ここで、水みちが縦断方向に形状変化することで、水みち排水量が低下し、水みち周辺土層への水移動が増加、これによって間隙水圧が上昇、斜面が不安定化すると考えた。これを検証するため、以下のケースを設定した。

- ・水みちを土層に埋設しない（ケース 1, 2）



図-1 使用した模型

- ・土層に埋設した1本の水みちが勾配変化（ケース3, 4）
- ・土層に埋設した水みちが3本から1本に合流（ケース5, 6）
- ・土層に埋設された1本の水みちが閉塞（ケース7, 8）

なお、合流点および閉塞点は、勾配変化点より斜面上方に位置する。給水は人工降雨、貯水槽、高水槽から与えた。ここで人工降雨で与えた給水量 8.8mm/sec である。貯水槽と高水槽からは Tanaka et al. (2019) と同様に 30 分ごとに 5cm ずつ給水水位を上げて給水した。

また、実験土層に設置したマノメータ（実験土層上流側から A～J）によって実験土層底面の水位を 5 分毎に記録した。さらに、実験土層の重量を重量計で計測した。

水みちによる間隙水圧上昇および重量変化が斜面不安定化に与える影響を分析するため、計測したマノメータ水位と重量を用いて無限長斜面の安定解析の式

(1), (2) で分析した。なお、崩壊時の粘着力は 0 と仮定した。

$$F_s = \frac{c + (\gamma - m\gamma_w)Z \cos^2 \theta \tan \phi}{\gamma Z \cos \theta \sin \theta} \quad (1)$$

$$m = 1 - \frac{Z_w}{Z} \quad (2)$$

Fs: 安全率, c: 粘着力, γ_w : 水の単位体積重量, Z: 土層厚, θ : 土層勾配, ϕ : 内部摩擦角, Z_w : 土層厚と水深の差

[研究成果]

各ケースにおける不安定化までの時刻を示す。水みち1本のケースは他ケースと比較し不安定化までの時間が125分、125分と長い。水みちが3本合流するケースは実験開始直後から不安定化が始まっており、最終的に2ケースとも31分経過時に不安定化した。閉塞するケースは閉塞によるマノメータ水位上昇と連動して32分、34分で不安定化が生じた。

各ケースにおける斜面不安定時に最大値を示したマノメータ水位、重量、安全率の時間変化を図-2に、各ケースのマノメータごとの水位を図-3に示す。水みち1本が勾配変化するケース(ケース3, 4)は、水みちが無いケース(ケース1, 2)と比較してマノメータ水位は実験開始後60分までは小さく、60分以降は大きい。また、実験継続時間が長くなると、より斜面上方のマノメータ水位も上昇していた(図-3 ケース3, 4)。一方で、重量は60分頃までは小さい。水みちが合流するケース(ケース5, 6)は、実験開始直後からマノメータ水位が大きい。一方で、重量は1ケースで水みち無し(ケース1, 2)と水みち1本(ケース3, 4)よりも小さく、もう1ケースでは同程度だった。水みち

が閉塞するケース(ケース7, 8)は、閉塞に連動してマノメータ水位が上昇した。重量は2ケースとも水みち1本(ケース3, 4)と同程度だった。

式(1), (2)から求められるFsを斜面不安定化時の最大値を記録したマノメータ水位を用いて算出した(図-2右)。その結果、勾配変化点、合流点、閉塞点は斜面不安定化が見られた際には、Fs<1.0となっていた。

各ケースとも給水量が勾配変化点、合流点、閉塞点での排水能力を超過すると、マノメータ水位が上昇したと考えられる。

[成果の活用]

水みちが斜面を不安定化させるプロセスが一定程度明らかになった。水みち排水能力を低下させる要因がある箇所を探査できるような技術につなげていきたい。

[参考文献]

- 海掘正博ら: 平成30年7月豪雨により広島県で発生した土砂災害, 砂防学会誌, Vol. 71, No. 4, pp. 49-60, 2018.
- 多田泰之ら(2002): パイプの存在が斜面崩壊に与える影響の実験的検討, 砂防学会誌, vol. 55, No. 3, p. 12-20
- Tanaka et al. (2019). Bench-Scale experiments on effects of pipe flow and entrapped air in soil layer on hillslope landslides. Geosciences, 9(3), 138.

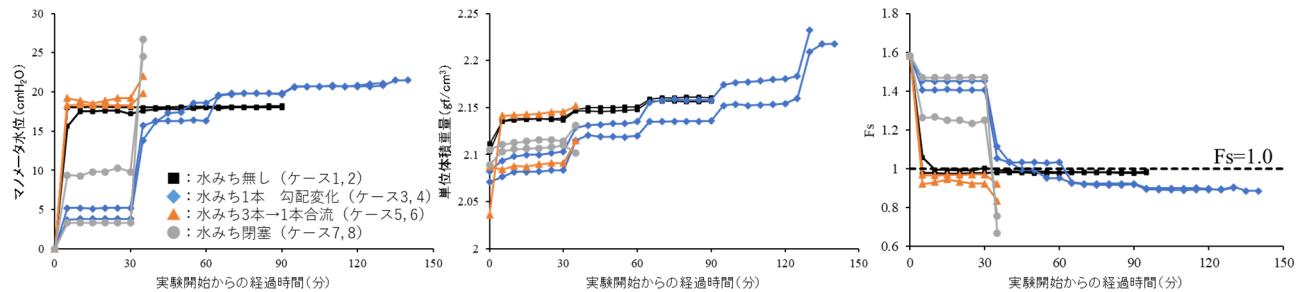


図-2 勾配変化点・合流点・閉塞点のマノメータ水位(左), 重量(中央), 安全率(右)の時間変化

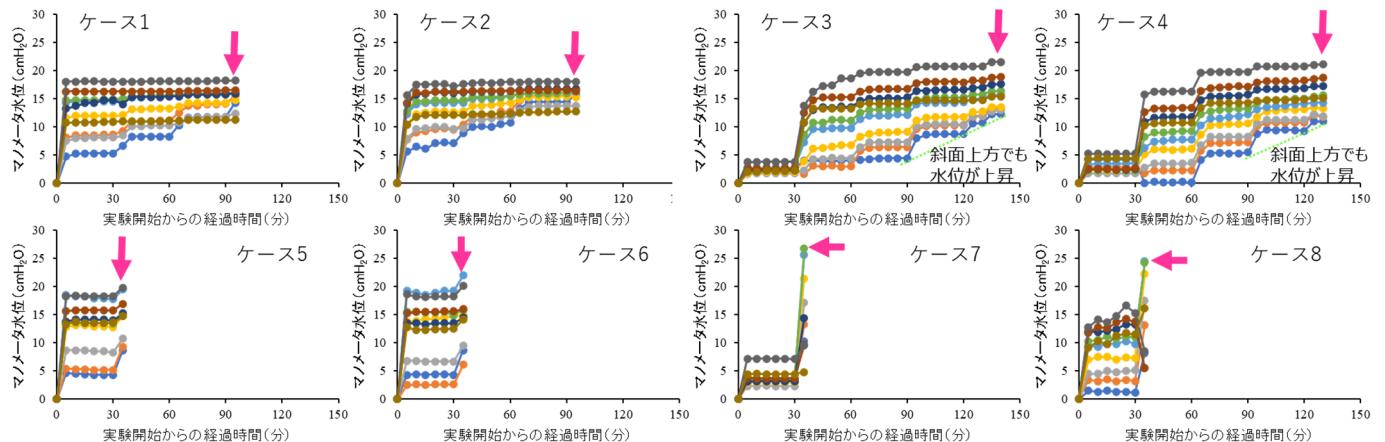


図-3 各ケースにおけるマノメータごとの水位の時間変化 矢印は不安定化タイミングを示す

土砂・洪水氾濫対策施設の配置計画に関する検討

Research on SABO facilities planning against sediment and flood damage

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

土砂災害研究部 砂防研究室
Sabo Department
Sabo Planning Division

室長	鈴木 啓介
Head	SUZUKI Keisuke
主任研究官	赤澤 史顕
Senior Researcher	AKAZAWA Fumiaki
研究官	海老原 友基
Researcher	EBIHARA Yuki

In this study, a hydraulic model experiment was conducted to examine the trapping efficiency of suspended sediment in SABO facilities. Using the multi-hazard simulator SiMHiS, we identified areas affected by sediment and flood damage and considered SABO facility arrangements aimed at mitigating such damage.

[研究目的及び経緯]

近年、大規模な斜面崩壊等により大量の土砂が発生、流出する事例が多発している。流出した土砂は下流の保全対象区域で土砂・洪水氾濫を引き起こして、被害を拡大させる要因であると考えられている。

本研究では、砂防施設に浮遊状態の土砂が流下してきたときの捕捉効果を確認することを目的として、水理模型実験を実施した。また、土砂流出が確認された筑後川流域支流赤谷川流域（流域面積約20km²）を対象に、分布型水・土砂流出計算モデルにより、土砂流出により生じる被害箇所を把握し、被害解消のために有効な事前対策としての施設配置を検討した。

[研究内容]

1. 水理模型実験

実験縮尺は1/70として実験施設、水理、土砂条件を設定した。実験水路長は8.5m、実験水路幅は0.4m、実験水路勾配は1/35とした。実験水路の粗度係数は0.019（m-s単位）となるよう調整した。上流端からの供給条件を図1に示す。ピーク流量は、2.9L/sである。土砂が掃流状態または浮遊状態で運動していることを確認できるよう、浮遊砂材料は鹿島珪砂8号（d₆₀=0.11mm）を、掃流砂材料は鹿島珪砂4号以上を混合してほぼ一様な粒径の砂（d₆₀=1.11mm、(d₈₄/d₁₆)^{0.5}=1.51）とした。供給土砂量は通水流量に応じた平衡土砂量とした。供給土砂の掃流砂と浮遊砂の混合割合は、ペケレベツ川2号堰堤上流に堆積した土砂の平均粒度分布を基に掃流砂が17%、浮遊砂が83%と設定した。検討対象とする砂防施設は、不透過型砂防堰堤、スリット型砂防堰堤、遊砂地とした。各施設模型を図2および図3に示す。遊砂地実験では遊砂地の河床を複断面とし、上流端には幅0.1m、落差4.5cmの床固工を設けた。拡幅角度は30°、拡幅部と低水路の比高差は1.5cmとし、遊砂地延長は1.0mとした。遊砂地下流端には堰上げが生じやすくなるように床固工（高さ1.5cm）を設けた。遊砂地の最大幅は0.3mと0.4mの2種類とした。

実験ケース表を表1に示す。計7ケース行った。不透過型砂防堰堤実験およびスリット型砂防堰堤実験では、

初期状態として水路に掃流砂を3cmの厚さで敷いた。遊砂地実験では、水路に土砂は敷いてない。

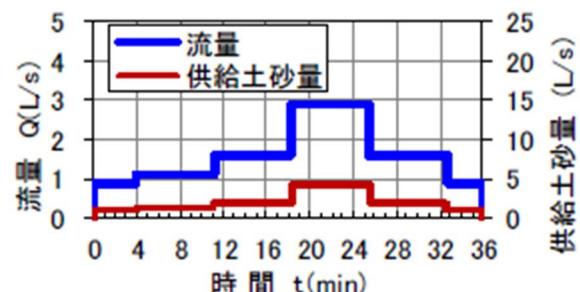


図1 上流端からの供給条件

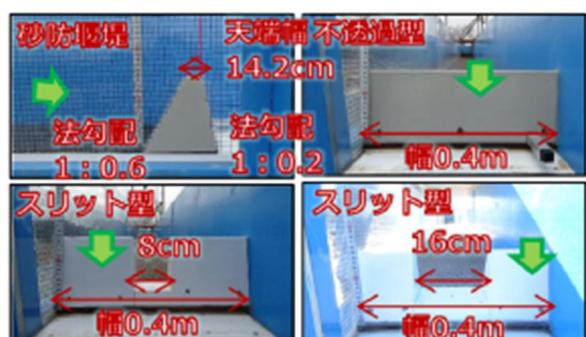


図2 不透過型砂防堰堤・スリット型砂防堰堤模型



上流床固工の落差→4.5cm
拡幅部と低水路部の比高→1.5cm
下流床固工と低水路部の比高→1.5cm

図3 遊砂地模型

2. 分布型水・土砂流出計算

分布型水・土砂流出計算モデルである SiMHIS¹⁾を用いた。SiMHIS では、流域を単位河道・単位斜面・斜面要素に分割した地形モデルに、降雨を入力条件として与え、斜面における水流出、斜面崩壊による土砂生産・河道への供給及び河道における水・土砂輸送を統合的に解析可能である。斜面における水流出は、表面流・中間流統合型の Kinematic wave モデルを用いる。また、崩壊の発生と生産土砂量は物理モデルに基づいて構築された回帰式により斜面要素ごとに得られる。

施設配置は、支川・斜面及び本川に対して施設を新規に配置し、施設効果の検証を行った。そのうち 30 基は H29 災害における災閾特繁施設と同じ位置とした。支川・斜面の施設効果は各地点の本川河道への供給土砂量から施設効果量を差し引くことで表現した。本川の施設効果は、配置箇所より上流の支川・斜面からの供給土砂量から効果量分を差し引くことで表現した。降雨は以下の 3 通りとした。

- ① H29 災害時の赤谷川中流域に集中する降雨分布で計画規模（最大 24 時間雨量 R_{24} : 590.3mm）
- ② ①で降雨分布が空間的に一様 (R_{24} : 363mm)
- ③ 令和 3 年 8 月の乙石川、赤谷川上流に集中する降雨分布で雨量は引き延ばし (R_{24} : 590.3mm)。

[研究成果]

1. 水理模型実験

土砂捕捉率（堆砂土砂量／供給土砂量）は不透過型砂防堰堤で高く、75-85%程度であった。スリット型砂防堰堤では、CASE2-1 が 65%程度、CASE2-2 が 55%程度であった。遊砂地の土砂捕捉率は、浮遊砂を混合させた実験 (Case 3-1 および Case 3-2) ではどちらも 10%程度であった。一方、供給土砂を全て掃流砂とした実験 (Case3-3) の土砂捕捉率は 75 %であった。

2. 分布型水・土砂流出計算

無施設想定では 3 パターンの降雨分布のうち平成 29 年 7 月型の降雨分布で、想定される被害が最も大きく、図 4 の赤の実線で示す区間で氾濫被害が生じると推定された。なお、氾濫基準は、計算結果の最大水位が、単位河道ごとの水のみで計算した場合の水位と保全対象地盤高のうち、初期河床からの比高が大きい方を超えることとした。対策として図 4 に示すように砂防堰堤を 37 基設置し、施設効果量が約 86 万 m^3 となるようにした。なお対策施設は被害が生じる単位河道の直上の河道または、被害が生じる河道の近隣の斜面や支川に配置した。その結果、図 5 のように最大で 2m 程度水位及び河床位が低下し、被害が生じていた河道のはほぼ全箇所で被害が軽減・解消した。

[成果の活用]

水理模型実験により、不透過型砂防堰堤は浮遊砂の捕獲効果が高いことが分かった。スリット型砂防堰堤は堰上げ効果により一定量の浮遊砂捕獲効果があり、遊

表 1 実験ケース表

ケース名	対象砂防施設	流量・土砂量
CASE1-1	不透過型砂防堰堤	図 1 に示す流量・土砂量
CASE1-2		図 1 に示す流量を 2 倍とし、その流量に応じた土砂量
CASE2-1	スリット型：比率 0.2	図 1 に示す流量・土砂量
CASE2-2	スリット型：比率 0.4	図 1 に示す流量・土砂量
CASE3-1	遊砂地：幅 0.4m	図 1 に示す流量・土砂量を 1/4 倍
CASE3-2	遊砂地：幅 0.3m	図 1 に示す流量・土砂量を 1/4 倍
CASE3-3	遊砂地：幅 0.4m	図 1 に示す流量・土砂量を 1/4 倍し、掃流砂で供給

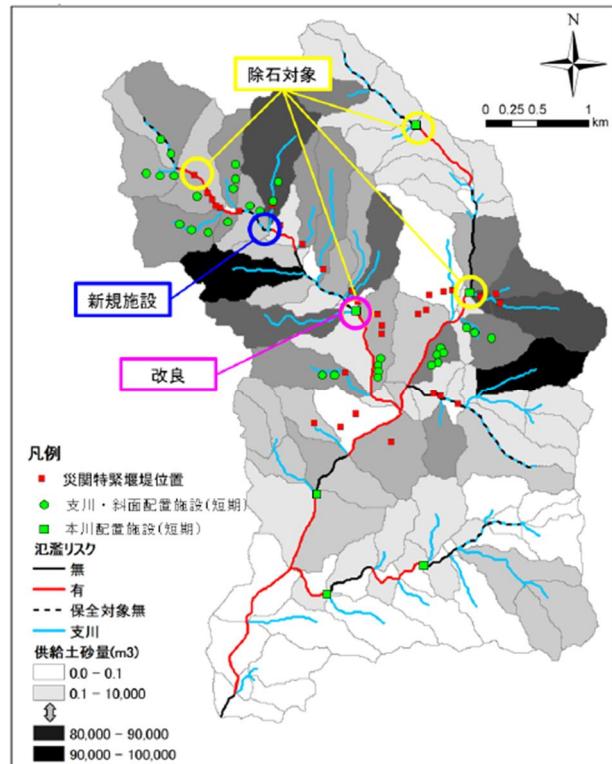


図 4 土砂流出の対策施設配置結果

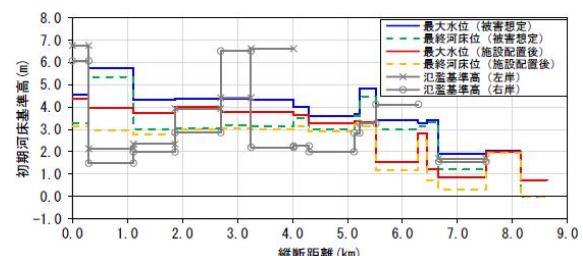


図 5 短期土砂流出における計算結果(赤谷川本川)

砂地は浮遊砂の捕捉効果が低いことが示唆された。赤谷川流域を対象として、分布型水・土砂流出計算モデルを用いた短期土砂流出に対する被害想定及び施設配置計画の検討を実施し、短期としては災閾特繁施設 30 基に加え施設を 37 基新規に設置することで、土砂の捕捉機能を発揮することが分かった。

本研究の成果は、砂防施設配置計画の改定に資する基礎資料として活用する予定である。

[参考文献]

- 1) 山野井, 藤田, 砂防学会誌, Vol.69, No.6, p.15-23, 2016

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

Development of a river bed variation calculation model to estimate the sediment aggradation area
due to sediment and flood damage

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

土砂災害研究部 砂防研究室
SABO Department
SABO Planning Division

室長 鈴木 啓介
Head SUZUKI Keisuke
主任研究官 赤澤 史顕
Senior Researcher AKAZAWA Fumiaki

In recent years, a phenomenon called sediment and flood damage has occurred in which the inundation and deposition of not only water but also large amounts of sediment causes enormous damage. However, existing computational models have limitations in reproducing sediment flooding, which is heavily influenced by fine particles such as sand. Therefore, we clarified the erosion and deposition process of sediment with a wide range of particle sizes and constructed a highly versatile computational model that can analyze flows that include sediment with a wide range of particle sizes.

[研究目的及び経緯]

平成29年九州北部豪雨（写真-1）や平成30年西日本豪雨、令和元年東日本台風では、水のみならず大量の土砂の氾濫・堆積によって甚大な被害が生じる土砂・洪水氾濫と呼ばれる現象が発生している。

土砂・洪水氾濫の特徴として、巨礫や流木による家屋被害や浸水による被害だけでなく、大量の細かい砂が広い範囲に堆積することによって被害が見られることが挙げられる。土砂が堆積することで、避難路が断たれ避難途中に被害にあうケースが想定され、緊急対策や復旧にあたり非常に大きな障害となる。

既存の計算モデルは、土石流～土砂流の侵食・堆積過程について、流れる土砂や河床の土砂の粒径が代表値一つで表現できると想定して80～90年代に構築されたもので、主に大きな礫を含む土石流による家屋やインフラの破壊を評価する目的で活用するには問題ないが、近年の災害で見られるような、砂などの細かい土砂が勾配の緩いエリアまでより広く到達する現象は想定されていない。

そこで、幅広い粒径の土砂を含む土石流等が流下する場合の侵食・堆積プロセスを最新の計測技術を用いた水路実験にて解明し、緩勾配エリアまで土砂が到達する現象を再現できるモデルを構築した。

[研究内容]

（1）水路実験による堆積過程の実態解明
幅広い粒径の土砂を含む土石流等が流下する場合の土砂の堆積過程の実態解明のため、水路実験を実施した。水路の勾配は4パターン、流量は3パターン、粒径



写真-1 平成29年7月九州北部豪雨による赤谷川の土砂・洪水氾濫（出典：国土地理院）

は7パターン条件を変えて行った。土砂の堆積過程をハイスピードカメラで撮影し、画像を判読し、堆積速度を直接計測した。そして、直轄砂防事業の計画検討の際によく用いられている既往の堆積モデルについて、堆積モデルの計算値と実験値を比較するとともに、既往検討による堆積速度係数のオーダーも踏まえて係数のオーダーの範囲を確認した。

（2）既往の計算モデルの改良

既往のモデルについて水路実験の結果から現象への適合性の高い堆積速度モデルを評価した。また、近年、流れ内部の細粒土砂が清水のような液相として振る舞う効果を考慮することの重要性が指摘されており、そのような細粒土砂液相化効果を表現するため、細かい粒径の土砂について流れに取り込まれた際に、土砂（固体）ではなく水のように液相として振る舞う効果を考慮したモデルの改良、構築を行った。

（3）計算モデルの妥当性検証

平成29年九州北部豪雨で土砂・洪水氾濫が発生し

た筑後川水系赤谷川を対象に再現計算を実施し、計算モデルの妥当性を検証した。細粒土砂の液相化を考慮したモデルにより検討を行った。

[研究成果]

(1) 水路実験による堆積過程の実態解明

堆積速度は、土砂濃度に強く影響し、粒径が一定程度大きい場合は概ね同程度で、流速との相関関係は弱かった。2種類の堆積速度式 (d で割る式と h で割る式) の堆積速度係数について計算値と実験結果の比較と、既往検討による係数のオーダーも踏まえて係数のオーダーの範囲 (d で割る式は 0.01~0.001、 h で割る式は 0.1~0.01) を確認した(図-1)。これにより、計算時により適切にパラメータを設定することが可能となった。

(2) 既往の計算モデルの改良

既往モデルでは上流部に土砂が堆積してしまい、実績と比較して下流部まで土砂が流出しないといった問題などがあったが、本研究で構築した細粒土砂の液相化を考慮できるモデルにより、下流への土砂流出、堆積がより表現できるようになった(図-2)。一方で、液相化する土砂の粒径などの判定が課題となることがわかった。

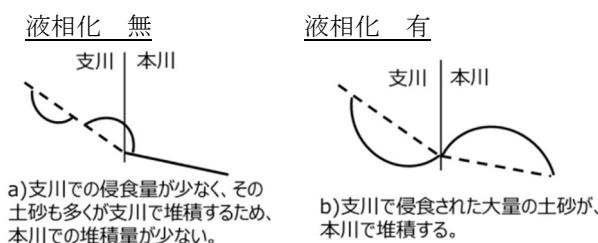


図-2 細粒土砂の液相化を考慮した効果
(計算結果から作成した模式図)

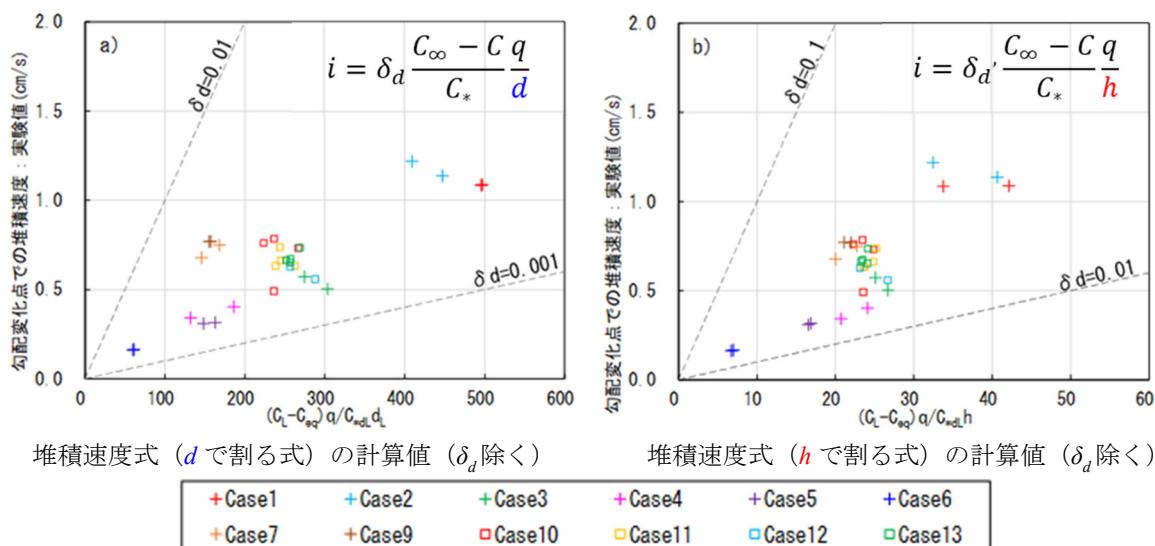


図-1 堆積速度の実験値と計算値の比較

(3) 計算モデルの妥当性検証

細粒土砂の液相化を考慮したモデルにより計算を実施し、検証した結果、実績よりも堆積厚が大きくなつた(図-3緑点線)。単断面(矩形断面)で計算したことによる影響と考えられ、災害時の河道形状を考慮するため、土砂が氾濫した幅を考慮した処理を行うことにより、実績の河床を表現できるようさらに改良した(図-3赤線)。

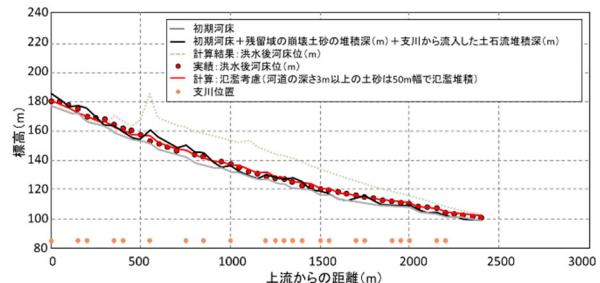


図-3 赤谷川での河床位の実績と計算結果の比較

[成果の活用]

直轄砂防事業の計画検討の際によく用いられている既往の堆積速度式について、計算値と実験値を比較し、既往検討による堆積速度係数のオーダーも踏まえて係数のオーダーの範囲を確認した。これにより、計算モデルによる計算の結果の妥当性が向上し、より適切な施設の選定や配置が可能となることが期待される。また、本研究で構築した計算モデルにより、下流への土砂流出、堆積をより妥当に表現できるようになったことにより、より適切な施設配置が可能となることが期待される。

土石流・土砂流の2次元河床変動計算等による細やかなリスク情報に基づく情報提供手法に関する研究

Research on information provision methods based on detailed risk information obtained from two-dimensional calculations of riverbed for debris flow.

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

土砂災害研究部 砂防研究室

室 長 鈴木 啓介

主任研究官 赤澤 史顕

[研究目的及び経緯]

土石流に対する警戒避難に資する情報は県や市町村によって公表されているが、令和2年3月に社会資本整備審議会土砂災害防止対策小委員会において、避難途中に被害に遭う場合が多く、比較的危険度の低い避難場所の確保等を支援するため、土砂災害警戒区域内の相対的な土砂災害の被害リスクを評価できるよう、数値計算による土石流等のシミュレーション等も含めて検討を深めるべきととりまとめられた。

本年度は、土石流等により被害の恐れのあるエリア内での避難行動に有用なリスク情報を提供するため、近年技術的に確立されてきた土石流の氾濫シミュレーションによって、人工構造物の影響等を考慮した細やかなリスク情報を作成・提供する手法を検討した。

気候変動による土砂移動特性の変化を考慮した対策に関する研究

Research on countermeasures that take into account changes in sediment transport characteristics due to climate change.

(研究期間 令和5年度～令和8年度)

土砂災害研究部 砂防研究室

主任研究官 田中 健貴

[研究目的及び経緯]

気候変動に伴う土砂移動現象の激甚化の実態および将来の傾向を明らかにするとともに、激甚化に備えたハード対策・ソフト対策の考え方を整理・検討する。

山地流域における気候変動による降雨倍率の変化を、d4PDFを用いて分析した。また、土砂生産現象・土砂流出現象に影響を及ぼす地形条件を明らかにすることを目的として、土層厚発達シミュレーションと斜面安定解析を組み合わせた方法による生産土砂量の推定技術を検討した。

土砂・洪水氾濫による被害想定技術の高度化に関する研究

Research on advancement of damage estimation technology due to sediment and flood damage.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

土砂災害研究部 砂防研究室

室長 鈴木 啓介

主任研究官 赤澤 史顕

研究官 海老原 友基

[研究目的及び経緯]

全国各地で発生している土砂・洪水氾濫による被害の実態に関する現地調査・判読調査や、被害の種類や形態の分類・整理を行い、その被害をより適切に評価するために、現地調査と計算結果を比較しより合理的な計算手法について検討することを目的とする。

本年度は、土砂・洪水氾濫および土砂・洪水氾濫に伴って流出する流木による被害の実態に関する現地調査・判読調査や、被害の種類や形態の分類・整理を行った。また、土砂・洪水氾濫による被害をより適切に評価するために、水路実験の実施により土砂の堆積速度を計測し、堆積速度式による計算値との比較を行い、堆積速度式の適用範囲を確認した。

土砂災害警戒区域内におけるがけ崩れ災害による 被害リスク評価に関する研究

Research on damage risk assessment against slope failure disaster
inside sediment disaster risk area

土砂災害研究部 土砂災害研究室
Sabo Department
Sabo Risk-Management Division

(研究期間 令和6年度)
室長 瀧口 茂隆
Head TAKIGUCHI Shigetaka
主任研究官 金澤 瑛
Senior Researcher KANAZAWA Akito
研究官 大槻 聰志
Researcher OTSUKI Satoshi

This study aimed to clarify the difference in the reach of landslide depending on the house structure, in order to establish a method to show the area with relatively low risk of damage within the landslide hazard zone, and investigated the structure of houses and the reach of landslide depending on the house structure for 77 places where landslides have occurred in the past. As a result, it was found that there are few damage cases of non-wooden houses based on the current cases alone, and it is not possible to clearly state the difference between wooden houses and non-wooden houses. For this reason, it will be necessary to collect damage cases of non-wooden houses and conduct further studies.

[研究目的及び経緯]

令和元年東日本台風による豪雨に伴い、令和元年10月に国土交通大臣から社会資本整備審議会に対して、「近年の土砂災害における課題等を踏まえた土砂災害対策のあり方」が諮問された。その結果とりまとめられた答申の中で、「土砂災害警戒区域内においても相対的に危険度の低い範囲を示す等のリスク評価手法の確立についても取り組むべき」と示された¹⁾。

福岡・瀧口²⁾は、過去に発生したがけ崩れによる土砂の到達状況について調べたところ、がけ下から対象人家までの間に並んでいる建築物の数が多いほど、対象人家の被害リスクが小さくなることを明らかにした。

この結果より、がけ下での建築物の配置を考慮することにより、上述の答申で求められているリスク評価手法を確立できる可能性が示唆されている。

一方で、同じ「建築物」であっても、木造建築物と非木造建築物では木造建築物の方が一般的に壊れやすいと考えられる。このことから、前列の家屋が木造であ

る場合、非木造家屋よりも土砂の到達率が上がる可能性があるが、福岡・瀧口の研究²⁾では家屋構造を考慮できていない。

これを踏まえ、本研究では先行研究の手法に則った上で、新たに家屋構造を指標として加え、被害リスクの評価手法の確立に向けた検証を行うことを目的とする。

[研究内容]

全国で平成29年から令和4年に発生したがけ崩れ災害のうち、災害関連緊急急傾斜地崩壊対策事業として申請されたがけ崩れ災害を調査対象に、家屋構造と被害発生有無の整理、また土砂到達率の検証を行った。対象のがけ崩れ災害は全部で123箇所である。このうち、家屋が2列以上存在している箇所は77箇所であった。

(1) 家屋構造と被害発生有無の整理

123箇所に存在する家屋の内、当該がけ崩れからの保全対象となる家屋について、木造か非木造であるか、判定を行った。ただし、判定の対象とした家屋は、外観や被害写真から明らかに構造部材を特定できるものだけを対象とし、判定できなかったものは判定不可として整理を行った。被害発生については、申請資料の家屋被害を確認し、「全壊」、「半壊」または

「一部損壊」の記載があれば被害発生「あり」とカウントした。ただし、災害関連事業申請という発災後から短期間での作業が要請される中で作成された資料であり、内閣府の定義による「全壊」、「半壊」または「一部損壊」と合致していない可能性があることに留意する必要がある。

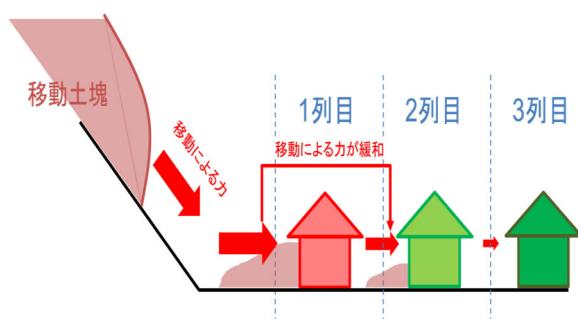


図-1 移動の力と家屋列数の関係

(2) 土砂到達率検証

整理した家屋構造データを用いて、福岡・瀧口の手法に則って土砂到達率の検証を行った。

土砂到達の有無については、災害関連緊急急傾斜地崩壊対策事業の申請資料の平面図を使用して、崩土到達範囲が対象人家に触れていたら土砂到達「あり」とカウントした。

次に、N列目に木造家屋がある箇所、あるいは木造家屋が確認できなかった箇所それぞれのN+1列目への土砂到達率を算出した。N+1列目の土砂到達率は、

「N+1列目以降まで土砂到達した箇所数」を「人家がN+1列以上存在している箇所数」で除した値とした。例えば、N=1の場合、図-2のような5箇所を分析対象とすると、人家が2列以上存在しているのは5箇所であり、2列目以降まで土砂到達しているのは3箇所であるため、土砂到達率は[3箇所] / [5箇所] = 60.0%となる。

[研究成果]

(1) 家屋構造の整理

表-1 家屋構造分類結果

	被害あり	被害なし	合計
木造家屋数	113	66	179
非木造家屋数	3	2	5
判定不可家屋数	97	417	514
合計	213	485	698

家屋構造を分類した結果を表-1に示す。まず、全家屋数698戸に対し、179戸が木造家屋、5戸が非木造家屋に分類された。残りの514戸については判定を行うことができなかった。判定を行えなかった家屋が多かった理由としては、外観だけでは他の構造と区別しづらいことが要因として考えられる。また、木造家屋を多く判定できた要因としては、被害写真で部材が露出していた家屋が多かったことによると考えられる。

(2) 土砂到達率検証

図-3に、N列目に木造家屋がある箇所のN+1列目への到達率、図-4にN列目に木造家屋が確認できなかつた箇所のN+1列目への到達率を示している。

まず、N列目に木造家屋が確認できた箇所は、N=1のとき55箇所、N=2のとき10箇所であり、N=3以上で木造家屋を確認できた箇所はなかった。このうち、N+1列目に土砂が到達していた箇所数はN=1のとき28箇所(50.9%)、N=2のとき3箇所(30.0%)であった。

次に、N列目に木造家屋が確認できなかつた箇所は、N=1のとき22箇所、N=2のとき14箇所、N=3のとき4箇所、N=4のとき3箇所であった。このうち、N+1列目に土砂が到達していた箇所数はN=1のとき11箇所(50.0%)、N=2のとき4箇所(28.6%)、N=3のとき3箇所(75.0%)、N=4のとき1箇所(33.3%)であった。

N=1、N=2のときを比較すると、いずれも木造家屋を確認できている場合の方が、木造家屋を確認できなかつた場合よりも到達率は大きかった。ただし、その差は非常に小さいため、仮に判定不可家屋が全て非木造家屋であった場合、木造家屋と非木造家屋では、ほぼ差が無いことも考えられる。現時点では、非木造家屋の被害事例が少ないため、非木造家屋の被害事例が蓄

積された後に改めて検証を行う必要があると考えられる。また、判定不可家屋について、精度が高い判定を行える手法について、引き続き検討を進める必要がある。

[参考文献]

- 社会資本整備審議会（2020）：近年の土砂災害における課題等を踏まえた土砂災害対策のあり方について 答申
- 福岡薰・瀧口茂隆（2024）：がけ崩れによる家屋被害範囲の実態調査、令和6年度砂防学会研究発表会概要集、p. 133-134

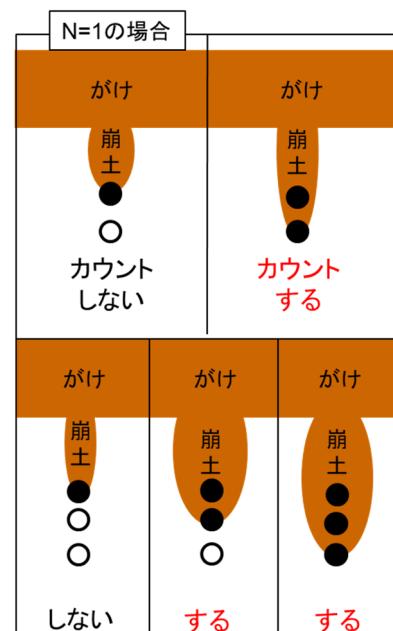


図-2 土砂到達率の算出イメージ

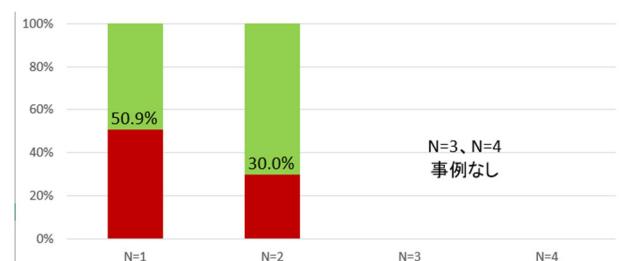


図-3 N列目に木造家屋がある場合の
N+1列目への到達率



図-4 N列目に木造家屋を確認できなかつた場合の
N+1列目への到達率

新技術を活用した急傾斜地崩壊の調査手法に関する検討

Study on Sediment Distribution Survey Method Using UAV.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室長 瀧口 茂隆

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、これまでの実測による調査手法に代わり、UAVを活用して土砂災害の被害状況を安全かつ効率的に得るために調査手法の確立に向けた検討を行っている。

本年度は、土砂災害後の土砂堆積深分布をUAVを用いて高精度で把握する手法について、RTKを搭載していないUAVを用いて、現地にGCPの測量ができない場合に代替GCP（地上の特徴点から推定）を用いて災害前後のDSMを作成する手法について比較検証を実施した。

土砂災害予測技術高精度化等にむけた土砂災害データの分析

Research on the analysis of sediment disaster data towards more accurate sediment disaster prediction technology.

(研究期間 令和6年度～令和7年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室長 瀧口 茂隆

主任研究官 金澤 瑛

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、土砂災害に関する情報を利用して土砂移動の発生状況や土砂災害の急迫した危険の可能性を早期に把握し危機管理対応に繋げるため、土砂災害が発生するおそれがある状況下において、流域の土砂動態の変化を早期に検知する流域監視手法の確立に向けた研究を行っている。

本年度は、流域監視手法検討の基礎資料とするため、土砂災害に関する情報として流域の流砂水文観測のデータを利用して、土砂移動の規模とその出現確率を把握する手法を検討した。

土砂災害警戒情報の信頼性向上のための研究開発

Research on improvement of early warning system for sediment disaster.

(研究期間 令和4年度～令和8年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室長 瀧口 茂隆

交流研究員 中島 奈桜

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、自治体の避難指示の判断指標とされている土砂災害警戒情報の精度向上や、これを補足し警戒避難に役立てるための情報に関する研究を行っている。

本年度は、気象庁のメソアンサンブル予測の土砂災害リスク評価の適用可能性検討のため、近年発生した、台風要因と非台風要因のそれぞれ1事例の土砂災害を対象に、発災時刻の数十時間前からの予測雨量をベースにしたスネーク曲線の挙動を調査した。

土砂災害の被害情報の収集・蓄積の高度化

Research on development of acquisition and accumulation methods of sediment disasters information.

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室長 瀧口 茂隆

主任研究官 金澤 瑛

交流研究員 村木 昌弘

[研究目的及び経緯]

土砂災害発生箇所の被害情報を広域的かつ効率的に把握する方法として、人工衛星の画像を活用した調査手法が実務で取り入れられている。人工衛星の中でも合成開口レーダ（以下、「SAR」という）を搭載した衛星は、夜間・悪天候時にも観測が可能であることから、自然災害発生時の迅速かつ的確な対応につなげるため SAR衛星の画像の積極的な利活用が進められている。国土技術政策総合研究所では、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構が運用する「だいち2号」（以下、「ALOS-2」）等に搭載された SAR を用いた土砂災害調査方法を検討し判読の手引き等を整備している。

本年度は、SAR衛星画像を利用した土砂災害発生箇所判読手法について、SARの観測上の特性と土砂災害の素因の影響度を考慮した2時期強度差分 SAR 画像を作成し、土砂災害の可能性が高い領域を自動抽出する手法を検討した。

2. 2. 6 道路交通研究部

国内物流における効率的な輸送機関分担の将来展望に関する研究

A study on the future prospects of efficient transportation mode allocations in domestic logistics

(研究期間 令和6年度)

道路交通研究部 道路研究室
Road Traffic Department
Road Division

室長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 田中 良寛
Senior Researcher TANAKA Yoshihiro

The National Institute for Land and Infrastructure Management is studying on the future prospects of efficient transportation mode allocations in domestic logistics. In this study, the authors investigated the trends in the development of self-transport efficiency technologies and ones for switching to other modes of transport, and estimated the trends in the share of transportation modes for future domestic logistics.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、物流危機への対応や温室効果ガス削減に向けて、交通政策審議会交通体系分科会物流部会等において審議された「改正物流効率化法の累次の改正や改正法に基づく基本方針・判断基準等の整備」や、社会资本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会においてとりまとめられた「高規格道路ネットワークのあり方中間とりまとめ」を踏まえた新たな物流形態（道路空間をフル活用した自動物流道路）の構築に向けた検討など、国内外の物流の効率化・省力化を推進している。物流の効率化に資する各種政策が進められる中、国土技術政策総合研究所では、国内物流輸送に着目し、現在約7割強を占める自動車（トラック）輸送について、将来的に自動車輸送以外の他の輸送機関へどの程度転換することが可能かを検証し、あわせて自動車輸送が引き続きどの程度の物流輸送を担っていく必要があるかを検証するための調査研究を行うこととした。具体的には、自動車輸送の効率化技術や自動車輸送から他の輸送機関への転換促進に資する技術等の開発動向・導入状況等に関する網羅的な調査を実施し、調査結果に基づき、それらの技術の今後の普及見通しについて幾つかの仮定を行った上で、将来的な国内物流の輸送機関分担動向に関する試算を試みた。

[研究内容]

(1) 国内物流の輸送機関転換に資する技術の開発動向・導入状況等に関する調査

国内物流における主要な輸送機関（自動車（トラック）、海運（内航船）、鉄道、航空）について、自らの輸送機関内における物流効率化や他輸送機関への転換・連携強化を図るために技術開発動向並びにその導入状況・見通し等について、既往文献や政府・業界団体・主要企業における取り組みを公表資料・データ等に基づき網羅的に調査し、その概要等について整理した。新技術の開発動向・導入状況等の情報収集にあたっては、

①当該技術の概要、②物流への寄与、③自らの輸送機関内の負荷軽減効果もしくは他の輸送機関への転換効果、④現在の技術導入状況、⑤将来的な技術普及及び見通し、⑥環境負荷軽減効果に着目し、調査を行った。

(2) 国内物流の輸送機関分担等の将来見通しの試算

試算を行うための前提条件としてベースとなる総国内輸送量の将来見通しについて、全国貨物純流動調査結果（物流センサス）における1990～2021年までの代表輸送機関別・品類別の輸送量を用いて、今後30年程度（2025年～2055年）に渡る輸送量の推計を回帰分析により実施した。代表輸送機関別は、自動車（トラック）、鉄道、海運（船舶）、航空、その他の5分類とし、品類別は、農水産品、林産品、鉱産品、金属機械工業品、化学工業品、軽工業品、雑工業品、排出物、特殊の9品目を対象とした。また、社会情勢変化や物流を取り巻く動向に関する近年のトレンド等を踏まえるため、リーマンショックや新型コロナウィルス感染症拡大、人口減少、 トラックドライバー不足と運転時間の上限規制等を考慮したケースについても比較として試算した。リーマンショックの考慮については、その影響を受けていると考えられる2008年から2010年を除いた前後期間の輸送統計調査の輸送量をもとに、2010年の物流センサスの輸送量を補正し、その影響による減少がなかった場合の輸送量を設定した。新型コロナウィルス感染症拡大の考慮については、2015年から2019年の各年の輸送統計調査の輸送量をもとに、2021年の物流センサスの輸送量を補正し、その影響による減少がなかった場合の輸送量を設定した。人口減少影響については、生産年齢人口（15～64歳人口）を説明変数、輸送量を目的変数とした上で、①線形回帰、②指數回帰、③対数回帰における決定係数（R²値）をそれぞれ求め、3つの回帰式のうち決定係数が最も高かったモデルで人口推移を考慮した将来の輸送量を推計した。トラックドライバーの減少と運転時間の上限規制の考慮につ

表-1 国内物流の効率化に資する17技術

- ① ダブル連結トラック
- ② 自動運転トラック
- ③ トラック輸送と鉄道輸送を繋ぐ「モーダルコンビネーション」
- ④ 大型コンテナに対応した「次世代低床貨車（鉄道車両）」
- ⑤ RORO船
- ⑥ 鉄道と内航船の双方の輸送に対応する「ハイブリッドコンテナ」
- ⑦ 国内物流企業における「フレイター（貨物専用機）」
- ⑧ インランドデポ/コンテナ・ラウンドユース
- ⑨ パレットの標準化
- ⑩ レンタルパレット
- ⑪ スワップボディを利用した中継輸送
- ⑫ 高速道路 IC直結「次世代基幹物流施設」
- ⑬ 量子コンピュータを活用した物流最適化システム（NeLOSS）
- ⑭ 貨物新幹線
- ⑮ 自動車運搬船
- ⑯ フェリー輸送効率化のためのフェリーターミナル整備
- ⑰ 航空輸送力強化のための滑走路・空港整備

いては、2021年のトラック輸送量を基準として、将来トラックドライバー数が減少した場合についてトラックで輸送可能な量を推計した。

[研究成果]

(1) 国内物流の輸送機関転換に資する技術の開発動向・導入状況等に関する調査

調査の結果、表-1に示す17の技術を抽出し、これらの技術の概要や物流負荷軽減・転換効果、現在の技術導入状況、将来的な技術普及見通し、環境負荷軽減効果について図-1のように整理した。これらの中では、自動車（トラック）輸送の効率化・負担軽減に資する技術としては、自動運転トラック、ダブル連結トラック、スワップボディを利用した中継輸送の3技術が期待できるものであった。また、自動車（トラック）輸送から他の輸送機関への転換に資する技術としては、RORO船、トラック輸送と鉄道輸送を繋ぐモーダルコンビネーション、鉄道と内航船の双方の輸送に対応するハイブリッドコンテナの3技術が期待できるものであった。また、フレイター（貨物専用機）、貨物新幹線の2技術についても一定の効果は見込めるものであった。自動車輸送からの転換が最も期待できるRORO船に関しては、より詳細な稼働状況等を把握するため現地調査を実施し、トラック輸送事業者とRORO船事業者との役割分担や連携状況等についての情報収集も実施した。

(2) 国内物流の輸送機関分担等の将来見通しの試算

輸送機関転換に資する各技術の現導入状況や将来普及見通しの調査結果を踏まえて、将来的な国内物流における各輸送機関の分担率について試算した。試算結果の一例を図-2に示す。各技術の将来的な普及率については、高位・中位・低位の3パターンを設定し、輸送機関分担率の変動状況を感度分析した。中位は先述の調査結果よりトラック輸送の変化率として設定した。

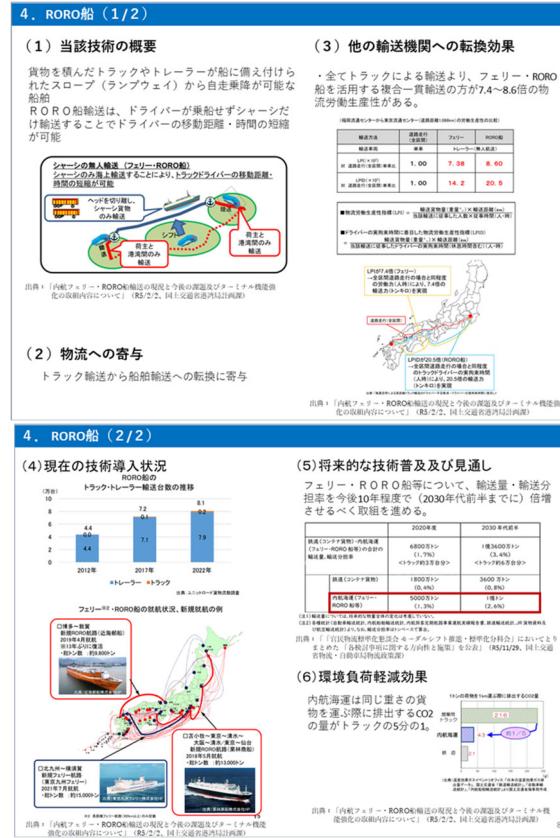


図-1 技術情報整理結果例 (RORO 船)

代表機関別分担率 (9品目計)

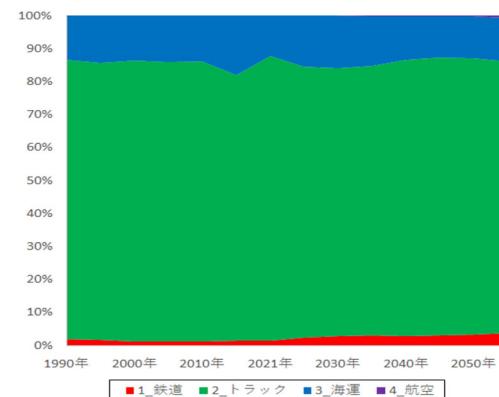


図-2 将来的な国内物流輸送機関分担の試算結果例 (高位)

高位は中位の1.2倍、低位は中位の0.8倍の変化が生じると仮定した。試算した結果、自動車（トラック）輸送から他の輸送機関への転換は一定図られるものの、国内物流全体で捉えると自動車（トラック）輸送への依存度は支配的であり、この効率化・負担軽減に資する道路施策を積極的に推進していくことが必要不可欠であることが確認された。

[成果の活用]

本成果を活用し、国内物流の輸送機関分担の効果的なあり方やそのために必要な政策等の提案に繋げていく。また、引き続き、各技術の開発・普及動向を観測して、今回の試算結果の変動等を注視していく。

OD 交通量逆推定手法等を活用した 常時観測 OD の取得に関する研究

A study on the real-time acquisition of Origin-Destination traffic flow using an estimation method

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

道路交通研究部 道路研究室
Road Traffic Department
Road Division

室長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 山下 英夫
Senior Researcher YAMASHITA Hideo
研究官 瀧本 真理
Researcher TAKIMOTO Masamichi

The National Institute for Land and Infrastructure Management has been developing an estimation method for OD traffic flow. In this study, the authors investigated and verified a measure to calibrate the ETC2.0 probe data to enhance the accuracy of the estimation.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、5年に1度の全国道路・街路交通情勢調査（以下「道路交通センサス」という。）により、ある特定の起終点間の交通量（以下、「OD 交通量」という。）を把握している。一方、絶えず変化する交通状況を踏まえた適切な道路施策の立案のためには、5年に1度の調査にとどまらず、常時のOD交通量を把握できることが望ましい。ETC2.0 プローブ情報や常時観測交通量データの収集体制が構築されデータが充実してきた昨今においては、リアルタイムの交通量や車両走行履歴等を把握することが可能になってきており、国土技術政策総合研究所では、これらのデータを活用して常時のOD交通量を逆推定する手法について検討を行っている。

ETC2.0 プローブ情報は一部の車両から収集されるサンプルデータであり、常時のOD交通量推定手法の検討にあたっては、サンプルデータが推定精度に及ぼす影響を考慮する必要がある。本研究では、OD交通量推定手法の精度向上を目的として、1) 日単位のOD交通量推定手法の検証、2) 時間単位のOD交通量推定手法の検証を行った。

[研究内容]

(1) OD 交通量推定モデルの概要

OD 交通量推定に用いるモデルの概要を図-1 に示す。モデルには日単位のOD 交通量を逆推定する日モデルと、時間単位のOD 交通量を逆推定する時間モデルがある。日モデルではある起点の発生交通量を未知数とし、ETC2.0 プローブ情報や常時観測交通量データから得られるそれらの交通の目的地選択確率、リンク利用率、及び断面交通量等の情報から、日発生交通量及び日OD 交通量を求めるモデルである。時間モデルは、日モ

ルで求めた日OD 交通量と時間別のリンク利用率、及び時間別の断面交通量等の情報から、未知数である時間変動係数及び時間OD 交通量を求めるモデルである。

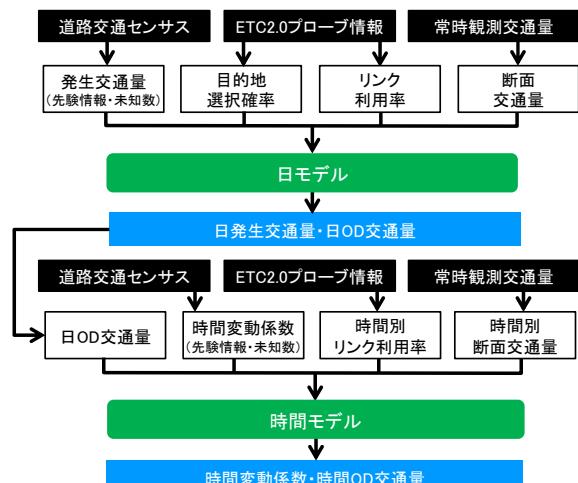


図-1 OD 交通量推定モデルの概要

(2) 検証内容

1) 日単位のOD 交通量推定手法の検証概要について

R3 道路交通センサスにより取得された各ゾーンの発生交通量の値を基礎値とし、R3 道路交通センサスの区間交通量及び ETC2.0 プローブ情報から得られる経路情報等を利用して、より確からしい各ゾーンの発生交通量を未知数として推定しその再現性を検証とともに、令和4年10月時点のOD 交通量推計の実効性について検証した。推定手順については推定時間の縮小化を図る観点から①全国規模での広域推定、②地方ブロック単位での狭域推定の2段階推定で実施した。日単位のOD 交通量推定を行った際の主な設定条件を表-1 に示す。

表-1 日単位のOD交通量推定の主な設定条件

項目	設定条件
対象地域	広域推定 都道府県・地方ブロック単位、狭域推定 近畿地方・関東地方の4パターン
対象時点	現況再現検証としてR3センサス実施日(R3.10)と、推定精度検証としてR3センサス実施期間とは異なる令和4年10月時点の2パターン
対象車種	小型車、大型車の2パターン

2) 時間単位のOD交通量推定手法の検証

R3道路交通センサスにより取得された時間変動係数の値を基礎値とし、1)で推定したOD交通量、R3道路交通センサスの一般交通量調査結果、及びETC2.0プロープ情報から得られる経路情報を利用して、OD交通量の24時間の時間変動係数を推定した。時間単位のOD交通量推定を行った際の主な設定条件を表-2に示す。

表-2 時間単位のOD交通量推定の主な設定条件

項目	設定条件
対象地域	近畿大都市圏、関東大都市圏の2パターン
対象時点	現況再現検証としてR3センサス実施日(R3.10)と、推定精度検証としてR3センサス実施期間とは異なる令和4年10月時点の2パターン
対象車種	小型車、大型車の2パターン

[研究成果]

1) 日単位のOD交通量推定の検証概要について

本推定結果について、実測値との比較分析を行った。広域推定については、全国を対象とした広域推定のエリアとして、都道府県・地方ブロック単位のゾーンを対象にした推定を行った結果、表-3のとおり、若干の差異はあるものの、推定誤差の%RMS(実値の平均値に対するRoute Mean Square:二乗平均平方根との比率)は概ね30%以下であり、概ねリンク交通量の推定精度は良好であり確からしい発生交通量が推定可能であることを確認した。

表-3 日単位OD交通量の広域推定結果

車種	実値・推定値	発生交通量		リンク交通量					
		交通量(千台)		交通量(千台)			%RMS		
		合計	高速道	一般道	合計	高速道	一般道	合計	高速道
小型車	R3実値	544	—	254	190	64	—	—	—
	推定値	549	19.7%	242	176	66	14.0%	14.4%	6.6%
	R4実値	544	—	266	201	66	—	—	—
	推定値	544	23.1%	234	176	66	31.3%	32.4%	11.4%
大型車	R3実値	374	—	183	152	31	—	—	—
	推定値	324	18.3%	184	153	32	11.1%	10.3%	8.3%
	R4実値	374	—	187	157	30	—	—	—
	推定値	325	18.7%	189	157	31	56.6%	53.0%	8.4%

狭域推定についても、広域推定の地方ブロック単位の推定結果を用いて、関東、近畿を対象にした推定を行った結果、表-4～5のとおり、いずれの地方においても若干の差異はあるものの、%RMSは概ね30%以下であり、概ねリンク交通量の推定精度は良好であり確からしい発生交通量が推定可能であることを確認した。ほか対象日や対象車種の違いも確認し本推定手法が常時の日単位OD交通量推定に適用できる旨を確認した。

2) 時間単位のOD交通量推定の精度向上方策の検証

本推定結果について、実測値との比較を行った。対象

表-4 日単位OD交通量の狭域推定結果(関東地方)

車種	実値・推定値	発生交通量		リンク交通量					
		交通量(万台)	%RMS	交通量(万台)			%RMS		
				合計	高速道	一般道	合計	高速道	一般道
小型車	R3実値	243	—	237	224	13.3	—	—	—
	推定値	220	14.6%	235	221	14.5	18.2%	18.0%	18.8%
	R4実値	243	—	241	228	13.2	—	—	—
	推定値	229	14.2%	238	224	14.6	18.1%	17.9%	19.9%
大型車	R3実値	29.8	—	72	69	3.0	—	—	—
	推定値	25.1	23.6%	77	74	3.0	30.2%	29.7%	31.2%
	R4実値	29.8	—	73	70	3.0	—	—	—
	推定値	25.6	23.1%	76	73	2.8	28.8%	28.4%	30.1%

表-5 日単位OD交通量の狭域推定結果(近畿地方)

車種	実値・推定値	発生交通量		リンク交通量					
		交通量(万台)	%RMS	交通量(万台)			%RMS		
				合計	高速道	一般道	合計	高速道	一般道
小型車	R3実値	133	—	142	135	6.7	—	—	—
	推定値	133	9.0%	142	135	6.8	15.8%	16.1%	6.1%
	R4実値	133	—	147	140	6.6	—	—	—
	推定値	137	16.2%	143	136	7.5	18.9%	18.9%	17.5%
大型車	R3実値	15.3	—	56	55	1.6	—	—	—
	推定値	13.7	20.3%	56	55	1.4	23.1%	22.8%	32.5%
	R4実値	15.3	—	61	60	1.6	—	—	—
	推定値	15.3	20.8%	50	49	1.5	40.0%	39.7%	35.5%

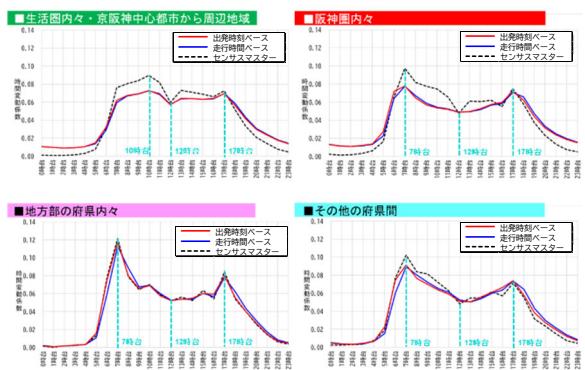


図-2 類型別の時間変動係数(近畿・R4.10・小型車)

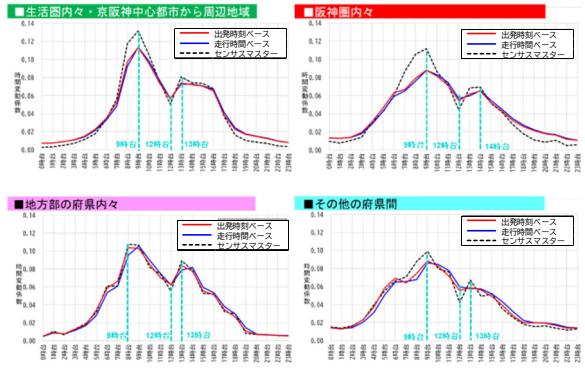


図-3 類型別の時間変動係数(近畿・R4.10・大型車)

地域や対象日、対象車種の違いを確認し、図-2～3のとおり、各エリアで車種特性の異なる時間変動係数を推定できるとともに、本推定手法が常時の時間単位OD交通量推定として適用できることを確認した。

[成果の活用]

本成果を活用し、道路交通施策の立案に活用可能な常時OD交通量推定手法並びに精度確保・向上策についてとりまとめるとともに、常時OD交通量の推定結果の利活用が図られるよう、新たな調査研究に繋げていく。

道路事業の多様な効果の把握・評価に関する研究

Study on grasping and evaluating various effects of road projects

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

道路交通研究部 道路研究室

Road Traffic Department Road Division
室長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 田中 良寛
Senior Researcher TANAKA Yoshihiro

主任研究官 河本 直志
Senior Researcher KAWAMOTO Naoyuki
交流研究員 長嶋 右京
Guest Research Engineer NAGASHIMA Ukyo

In order to accumulate knowledge that will contribute to the enhancement of effectiveness measurements of road projects, the authors compiled basic data related to the evaluation of the appropriateness of road network use, and tried calculations of the evaluation indices.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、公共事業の効率性及びその実施過程の透明性の一層の向上を図るために事業評価を実施しており、国土技術政策総合研究所では、より的確な評価の実施に向け、道路整備による多様な効果を評価する手法に関する研究を行っている。

本研究では、多様な効果の評価に資する知見を蓄積するため、道路ネットワークの利用の適切性に着目し、幹線道路から生活道路までの各道路が、それぞれ重視する交通機能（通行機能、アクセス機能等）に応じた利用がなされているかを評価する手法の構築に向けた分析を実施した。

[研究内容・成果]

(1) 道路ネットワークの利用の適切性を評価する上で

有効な評価指標の候補の抽出

道路ネットワークの利用の適切性の評価に関する文献等の情報を収集し、国内12件・国外5件の論文等をレビューした。レビュー結果を踏まえ、適切性を評価する上で有効と想定される評価指標の候補を表-1の通り整理した。整理にあたって、道路利用特性や道路幾何構造等の複数の視点から実施するとともに、データ入手の容易性・継続性、作業の簡便性等に着目した。

(2) 実都市における評価指標の試算

特性の異なる都市で評価指標の数値がどの程度差異が生じるか等を確認するため、人口10～50万人規模の実在する2都市（A市・B市）を対象に、(1)で整理した評価指標候補の試算を行った。なお、本研究では、道路の階層を図-1のフローにより設定している。

図-2にA市・B市で指標①（道路種別（階層）別利用率）を試算した結果を示す。指標①については、各市内の主要な施設（空港、港湾、第三次医療施設、都道府県庁、観光資源、商業施設）を拠点として設定し、各拠

表-1 評価指標の候補

No.	評価指標の候補
①	道路種別（階層）別利用率： 主要な利用経路の道路種別（階層）別の走行延長割合
②	時間帯別旅行速度
③	リンクフロー（OD分布）： 特定断面を通過した車両が利用したリンクの分布
④	トリップ長構成比： 特定断面を通過した車両のトリップ長の分布
⑤	トリップ目的構成比： 特定断面を通過した車両のトリップ目的構成比
⑥	都市単位の道路種別毎の混雑時旅行速度
⑦	一次・二次ネットワークの接続割合： ICへのアクセス道路が指定最高速度50km/h以上である割合
⑧	主要道路網の割合： 全道路延長に対する一般国道以上または主要地方道以上の割合
⑨	幹線道路における自転車用インフラの割合
⑩	公共交通機関の移動を受け入れる幹線道路の割合
⑪	歩道設置延長割合（中心市街地）
⑫	歩道設置延長割合（市域内）

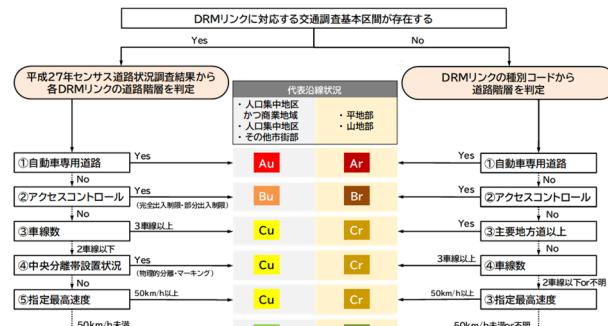


図-1 階層の設定フロー

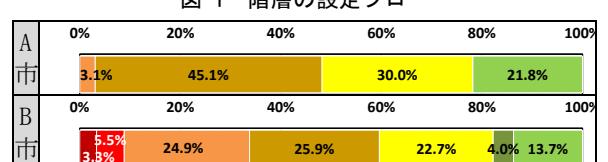


図-2 道路種別（階層）別利用率の比較

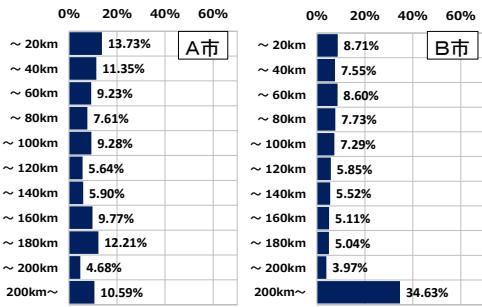


図-3 高階層道路の代表断面のトリップ長構成比の比較

点ペア間で最も利用率が高い経路を対象に分析を行っており、分析の結果、高階層(Ar, Au, Bu)の道路の利用率はB市の方が高いことが確認できた。これは、A市に比べB市の都市面積が広く、市内の拠点位置が広く分散していることから、対象とする拠点ペア間の経路長も長くなり、経路上に高速道路が含まれることが要因として考えられ、都市特性の違いが反映された結果と考えられる。

図-3にA市・B市内のある高階層道路の代表断面における指標④(トリップ長構成比)を試算した結果を示す。A市に比べB市の「200km~」の割合が3倍程度高く、同じ高階層の道路でもB市では特に長距離の交通を担っていることが確認できた。これは、B市に日本の東西移動を担う主要な高速道路が通っていることや、B市内にトリップの起終点となる港湾施設が存在していない(A市内には港湾施設が存在している)こと等、物流の通過都市としてのB市の特性が反映された結果であると推察される。

(3) 道路事業の整備前後の評価指標の試算

道路ネットワークの利用の適切性の改善状況を確認することを目的に、実際の道路事業の整備前後における評価指標の値を比較するため、近年整備が完了した2事業(C事業・D事業)を対象に、(1)で整理した評価指標候補の試算を行った。

図-4に、それぞれC事業、D事業の整備前後の指標①(道路種別(階層)別利用率)を試算した結果を示す。これは、各事業の周辺エリアを対象に、主要な施設を拠点として設定し、各拠点ペア間で最も利用率が高い経路について、経路長「0~40km」、「40~80km」、「80km~」の区分で分類し、各区分で階層別に利用距離の割合を算定したものである。「40~80km」、「80km~」の中長距離の経路に着目すると、整備後に高階層の道路の利用率が増加し、低階層の道路の利用率が減少していることが分かる。これは、中長距離トリップの交通が利用する道路が低階層から高階層へ転換したものと考えられ、道路整備によって道路ネットワーク利用の適切化が図られた結果がこのようなグラフで表現できる可能性が示唆された。

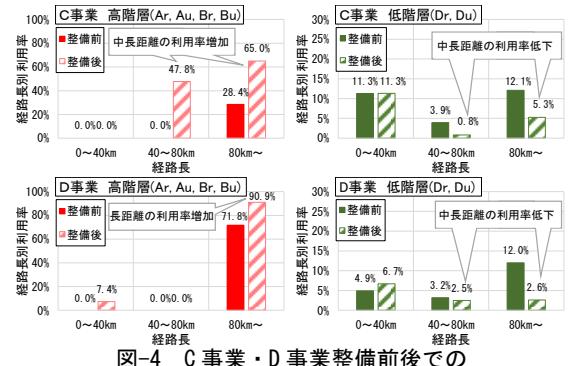


図-4 C事業・D事業整備前後での

道路種別(階層)別・経路長別利用率

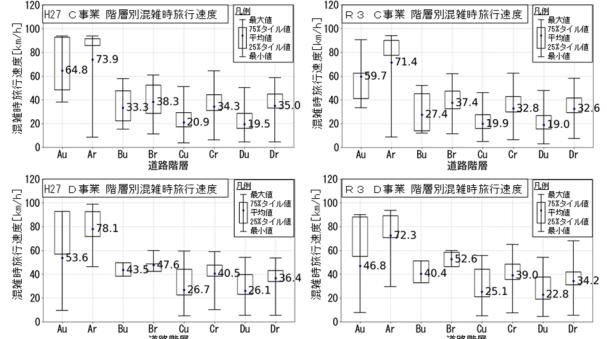


図-5 C事業・D事業整備前後での階層別混雑時旅行速度

道路事業(C事業・D事業)の整備前後の混雑時旅行速度の分布を沿線の都市単位で階層別に比較した指標⑥の試算結果を図-5に示す。混雑時旅行速度の分布は、区間距離で重みづけした上で算出した。結果、事業実施前後で階層性の変化や旅行速度の有意差までは見られなかった。沿線の都市単位を対象とする場合、事業範囲に対して母集団となる路線数が相当多いため、開通効果が薄れてしまったり、道路事業とのネットワーク上の関係が薄い路線の影響を受けてしまう結果となる。したがって、指標⑥によって道路事業による道路ネットワーク利用の適切性の改善効果を把握することは容易ではなく、別途、分析・評価手法の検討が必要であると考えられる。

[成果の活用]

本研究では、道路ネットワークの利用の適切性の評価に関して、評価手法の構築に向けた分析を行った。

文献を収集して抽出した評価指標について、実都市で試算した結果、道路種別(階層)別利用率やトリップ長構成比といった指標の差異から都市特性の違いが反映できていることを確認できた。

また、実際の道路事業実施前後について、評価指標を算定した結果、整備前後で階層別トリップ利用特性の変化がわかる評価指標を確認した。一方、沿線の都市単位を対象とした場合には道路ネットワーク利用への効果を把握することが容易ではないことを確認した。

引き続き、道路事業評価に関する新たな知見を蓄積することにより、多様な効果を用いた評価の実施に寄与することが期待される。

xROAD プラットフォーム拡充

Expansion of the functions on the platform about xROAD

道路交通研究部

Road Traffic Department Research Coordinator for Digital Transformation of Road Systems

道路交通研究部 道路研究室

Road Traffic Department

Road Division

道路情報高度化研究官

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究 官

Researcher

(研究期間 令和6年度)

関谷 浩孝

SEKIYA Hirotaka

土肥 学

DOHI Manabu

山下 英夫

YAMASHITA Hideo

瀧本 真理

TAKIMOTO Masamichi

The Road Bureau of MLIT has developed "Road Data Platform", which enables the consolidation and the utilization of basic road-related data, and creates data to meet the needs of road administrators. The authors have developed "Road Data Viewer", which overlays traffic volume, travel speed, and fundamental geospatial data of roads on a map, and have been conducting trial operations by road administrators since summer 2024.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、道路利用のサービスの質を高め、国民生活や経済活動の生産性を向上させることなどを目指し、道路管理・行政手続きのデジタルトランスフォーメーション（DX）を進める施策として「xROAD」の取組みを推進している。国土技術政策総合研究所では、国土交通省道路局と連携し、各道路管理者等のニーズに合わせた様々なデータの活用を円滑に実施できるようするため、「道路データプラットフォーム」を構築している。道路データプラットフォームは、デジタル道路地図等を基盤として、道路に関する複数のデータベースやアプリケーションを連携させて利活用するための基本システムであり、「ポータルサイト」、「道路データビューア」、「データ連携基盤」の3つで構成されるものである（図-1）。

本研究では、過年度に構築した道路データプラットフォームの拡充を図るためCCTVデータの追加を行うとともに、2024年8月より開始した道路管理者による試行運用を踏まえて、利用者ニーズを踏まえた機能拡充について検討し、それらの結果を踏まえた機能拡充を実施した。

[研究内容]

道路データプラットフォームの構築に必要となる基本設計書及び詳細設計書についてCCTVデータの追加並びに機能拡充に関する検討結果を踏まえた更新を実施し、これら設計書に基づきプログラムを更新した。本システムをクラウドサービス上で実装するため、プログラムの動作環境及びファイルのアップロード環境を整備し、これらを実装した。本研究で拡充した「CCTV

データ」、「道路データプラットフォームの操作性等の改良」の主な内容について紹介する。

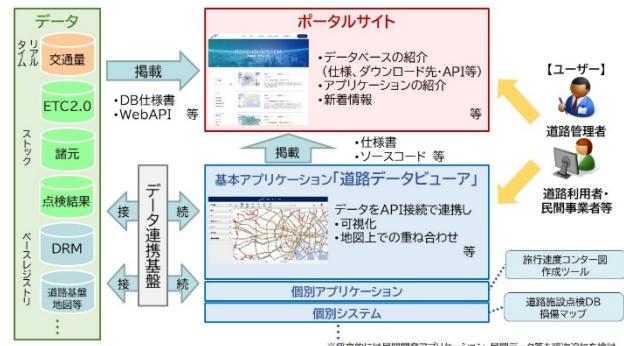


図-1 道路データプラットフォームの構成

[研究成果]

1. 連携する道路関係データの追加

過年度に構築した道路データプラットフォームが連携するデータベース等は、下記のとおりである。

- ①交通量データ（常時観測交通量）
- ②旅行速度データ（ETC2.0 平均旅行速度）
- ③OD 交通量データ（全国道路・街路交通情勢調査 自動車起終点調査（OD 調査）結果）
- ④道路属性データ（重要物流道路、代替・補完路）
- ⑤全国道路施設点検データベース
- ⑥全国道路基盤地図等データベース
- ⑦デジタル道路地図（DRM）データベース

本研究ではこれらに加えて新たに接続連係するデータベースとして「⑧CCTV データ」を追加した。具体的には、全国約 1.2 万箇所における CCTV の各種諸元データや画像等を追加連携した（図-2）。データ接続方式に

については、諸元データについては中間データベースを活用し、画像については国交省内 LAN での接続連携とした。

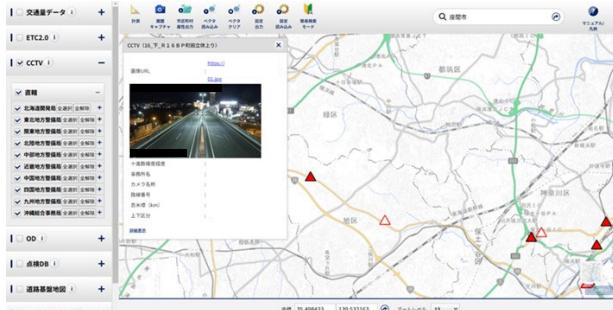


図-2 道路データビューアにおける CCTV データ表示例

2. 試行運用を踏まえた道路データプラットフォームの機能拡充

過年度に構築した道路データプラットフォームについて、クラウド上において動作可能とするための各種準備や関係機関との事前調整、運用前周知等の作業を経て、2024年8月から道路管理者（国）による試行運用を開始した。試行運用中の本システムの表示例を図-3～4に示す。使用するクラウドサービスは「政府情報システムにおけるクラウドサービスの利用に係る基本方針」を参考に、「ISMAP クラウドサービスリスト」から選定した。試行運用に必要となる構成は、開発環境及び試験環境を含め 1vCPU、4GB メモリ相当の仮想サーバ 20 台程度、128GB メモリ、2TB ディスク容量相当のデータベースと設定した。この試行運用を実施する中で、道路データプラットフォームの操作性等に関して改良すべき事項についての道路管理者のニーズ把握を実施した。ニーズ把握の実施方法は、1) 道路管理者からの本システムに関する問合せ内容の分析、2) 道路管理者への意見聴取結果の分析、とした。その上で、改良ニーズが多い内容について、各々、実現可能性や改良可能な内容とニーズとの合致性、技術的難易度、開発・運用コスト、調整の難易度等の視点で比較評価し、改良内容を決定した。本研究で実施した操作性等の改良内容は下記のとおりである。

- 交通量データにおける高速自動車国道（新直轄方式区間）の別表示機能
- 地理院地図のスタイルリングルール（彩色等）に従つて作成した Geojson 形式ファイルをデータビューア上で同様に適用して表示させる機能
- 一般公開用データビューアのデータ表示項目追加（交通量データ（OD 含む）、施設点検データ、道路の属性データ、道路基盤地図情報等データ、国土地理院データに加えて、新たに ETC2.0 データ（一部）を追加）
- 交通量データの API 機能追加
- 交通量データ及び ETC2.0 データの地物表示ズーム

レベルの変更

- データビューアにおける表示地図上の凡例表示機能の追加
- データビューアにおける表示地図の全画面表示機能の追加
- データビューアにおける各種データの表示選択対象の一括選択・解除機能の追加
- データビューアに Geojson 形式ファイルを読み込んだ結果を地図表示する際に、地図中心点をファイル中の最初の地物にあわせる機能
- データビューアに読み込む Geojson 形式ファイル中に URL が含まれる場合、当該 URL のハイパーリンクを付与する機能
- 旅行速度センター図作成アプリケーションにおけるセンター図及びボトルネック図の表示範囲をデータ選択した全ての時間帯へ変更

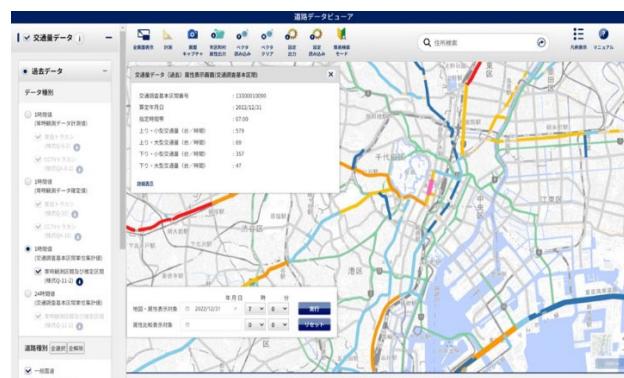


図-3 道路データビューアにおける交通量の表示例

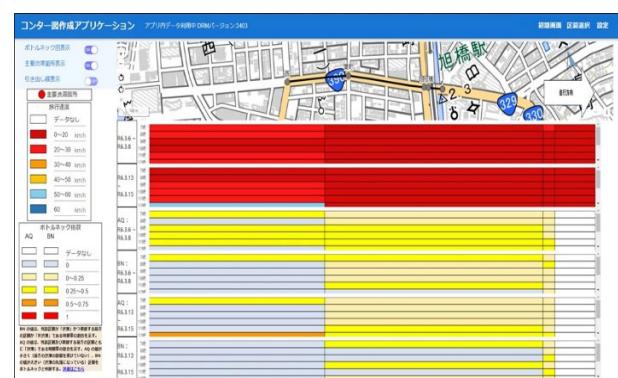


図-4 旅行速度センター図作成アプリケーションの表示例

[成果の活用]

データ追加と機能拡充を行った道路データプラットフォームは、既に省内運用を進めている。「xROAD」の更なる推進を図るため、更なるデータ・機能拡充を図り、様々な利用者にとって使い易くかつ有益なシステムにしていく。

ICT や AI 等を活用した各種道路交通データ収集の高度化・効率化に関する調査

Study on advancement and optimization of road traffic data collection using ICT and AI

(研究期間 令和 4 年度～令和 7 年度)

道路交通研究部 道路研究室

室長 土肥 学

主任研究官 山下 英夫

研究官 澤本 真理

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、現在の道路と道路交通の実態を把握し、道路の計画、建設、管理等に活用することを目的として、全国道路・街路交通情勢調査を概ね 5 年に一度実施している。国土技術政策総合研究所では、全国道路・街路交通情勢調査における一般交通量調査の実施にあたり、常時観測データの有効活用や調査未実施区間の交通量の推定等、データ収集の効率化・高度化に資する調査研究を行うとともに、研究成果を踏まえて一般交通量調査実施要綱の案を作成している。

本年度は、令和 3 年度一般交通量調査における課題や近年の観測データの充実、施策ニーズ等を踏まえ、令和 7 年度に実施を予定している一般交通量調査に向けて、実施要綱の更新案の作成を行った。また、一般交通量調査の調査実施作業を支援するツール類について、実施要綱案の更新内容を反映するための改修を行った。

常時観測データを利用した渋滞分析・予測に関する調査

Study on traffic congestion analysis and prediction using constant observation data

(研究期間 令和 5 年度～令和 7 年度)

道路交通研究部 道路研究室

室長 土肥 学

主任研究官 田中 良寛

交流研究員 長嶋 右京

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、道路ネットワークの整備・強化を図るだけではなく、道路を賢く利用する取り組みとして「ICT 交通マネジメント」を推進している。近年、ETC2.0 プローブ情報や常時観測交通量データが充実してきており、国土技術政策総合研究所では、道路管理者による道路交通マネジメントへの活用を念頭に、これらのデータを用いて、一般道を対象とした渋滞予測の研究を進めている。

本年度は、AI を用いて短時間先の旅行速度を予測する手法の作業手順を道路管理者向けに整理した。さらに、現場適用に向けて、演算の省力化を検討するため、AI モデルに用いる教師データや直近の旅行速度等の入力データの期間の長短が予測精度に及ぼす影響を検証した。

道路データプラットフォームを活用した常時観測 OD 交通量の逆推定ツール開発

Development of the application for estimating the real-time acquisition of Origin-Destination traffic flow using Road data platform

(研究期間 令和 6 年度～令和 8 年度)

道路交通研究部 道路研究室

室長 土肥 学

主任研究官 山下 英夫

研究官 瀧本 真理

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、時々刻々と変化する交通状況に応じた高度な道路交通マネジメントの展開を目指している。ETC2.0 プローブ情報や常時観測交通量データが充実してきた昨今においては、常時の交通量や車両走行履歴等を把握することが可能になってきており、国土技術政策総合研究所では、交通マネジメントの実施に必要となる日毎・時間毎に変化する OD 交通量を把握するための OD 交通量逆推定手法の開発に関する研究を行っている。

本年度は、令和 3 年度道路交通センサス調査結果と ETC2.0 プローブ情報 (OD データ、経路情報) 等を用いて、日単位の OD 交通量推定についてケーススタディを行いつつ、ETC2.0 プローブ情報では取得できていない OD データについて、センサス OD データを用いて補正する方法を検討するとともに、OD 交通量推定結果の情報提供ツール開発に向けた要件定義を行った。

道路の役割に応じたサービス水準の確保のための道路幾何構造に関する調査

Study on road geometric structure to ensure service level according to the role of road

(研究期間 令和 5 年度～令和 7 年度)

道路交通研究部 道路研究室

室長 土肥 学

主任研究官 田中 良寛

主任研究官 河本 直志

交流研究員 長嶋 右京

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、「道路におけるカーボンニュートラル推進戦略中間とりまとめ（令和 5 年 9 月 国土交通省道路局）」を踏まえ、大型の次世代自動車の普及に向けた後押しを行うため、物流拠点を結ぶ主要な道路などを対象に、大型の次世代自動車の寸法等の大型化の動向を確認した上で、車両の幅や長さ等の一般的制限値の緩和や道路構造基準の見直しの必要性などの検討を進めている。国土技術政策総合研究所では、海外基準の動向や道路関連技術に関する知見を蓄積するとともに、技術基準の改正に資する各種調査研究に取り組んでいる。

本年度は、次世代大型車両の公道走行時の幾何構造要件を整理するため、試験走路において実車走行実験を実施し、走行速度と車線幅員の関係を確認した。

道路のパフォーマンス向上に向けた道路交通状況の把握・評価に関する研究

Research on grasping and evaluating road traffic conditions to improve road performance

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

道路交通研究部 道路研究室

室長 土肥 学

主任研究官 河本 直志

主任研究官 田中 良寛

交流研究員 長嶋 右京

[研究目的及び経緯]

令和5年10月に国土交通省道路局がとりまとめた「WISENET2050・政策集」の中で、時間的・空間的に偏在する交通需要や渋滞に対して、データを活用したパフォーマンス・マネジメントにより、ボトルネック対策を効率的・効果的に実施し、高規格道路ネットワーク全体のサービス向上を実現していくことが示されている。また、ボトルネック対策を含む道路の計画・設計においては、近年では、経年的な交通容量低下といった新たな知見への対応が求められている。こうした中、国土技術政策総合研究所では、道路のパフォーマンス向上に資するため、近年の交通実態を反映した道路の計画・設計手法や、ボトルネック対策等の事業実施による道路ネットワークの交通状況の改善効果を把握・評価する手法に関する研究を行っている。

本年度は、令和5年度の常時観測交通量データを用いて、全国の直轄国道における観測地点について沿道状況別に交通量の変動特性を整理するとともに、片側2車線・片側3車線の高速道路区間における車線別の実現最大交通量及び車線利用率を分析した。

生活道路における交通安全対策の普及を 図るための手法に関する調査

Research on methods to promote traffic safety countermeasures on residential roads

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

Road Traffic Department Road Safety Division

室長

大橋 幸子

主任研究官

藤田 裕士

Head

OHASHI Sachiko

Senior Researcher

FUJITA Yuji

研究官

村上 舞穂

交流研究員

上野 宇悠

Researcher

MURAKAMI Maho

Guest Research Engineer UENO Takaharu

交流研究員

黒澤 明史

Guest Research Engineer KUROSAWA Akifumi

This study investigates the speed-reducing effect of physical devices, and driving experiment on chicanes, and investigation of construction methods for humps at intersections, and explaining how to suppress through traffic.

[研究目的及び経緯]

生活道路における人優先の安全・安心な通行空間の整備の更なる推進を図るため、道路管理者と警察が連携しながら、最高速度 30km/h の区域規制とハンプ等の物理的デバイスとの適切な組合せによる交通安全対策である「ゾーン 30 プラス」が進められている。

地方公共団体の道路管理者からは、物理的デバイスの効果的な設置方法や施工方法、課題や効果を住民等へ分かりやすく説明する手法に関する知見を求める声があるため、以下の調査・研究を行うこととした。

[研究内容]

①物理的デバイスの設置効果に関する分析

物理的デバイスについて、種類（ハンプ、狭さく等）の違い等に応じた設置効果を明らかにするため、ビデオ調査結果から各種デバイスの速度抑制効果等を分析した。

②屈曲部の構造に関する検討

屈曲部は、小型自動車に十分な減速を促す構造であるとともに、普通自動車が通行可能である必要がある。

屈曲部の張り出し部にゴム製ポールを用いる場合、普通自動車が通行できるよう、見通し幅（屈曲前後の車道幅員の重なりの幅）を広くする必要があり、小型自動車に十分な減速を促せないなどの課題があった。そのため、普通自動車が徐行して乗り上げながら通行できる段差（以下、「エプロン」という。）を用いることで、見通し幅を狭めて小型自動車に十分な減速を促す設計手法を検討し、その有効性等を検証した。

③交差点ハンプの施工方法等に関する分析

生活道路同士の交差点部へのハンプの設置は、交差

する両方の道路の速度を抑制できることや、沿道住宅等の出入口を避けて設置できることなどの利点があるものの、その施工方法等に関する情報が十分に整理されていないため、先行事例を分析し、施工方法のポイント等を整理した。

④抜け道交通抑制効果の説明手法に関する検討

生活道路に進入する交通を抑制するためには、周囲の幹線道路の渋滞対策等も効果的であるものの、その効果把握のためには、現地観測や煩雑な分析が課題となっていたことから、国総研で開発した生活道路分析ツールを活用し、幹線道路の対策による抜け道交通抑制効果を簡易に分かりやすく説明する手法を検討した。

[研究成果]

1. 物理的デバイスの設置効果に関する分析

物理的デバイスを設置した 10 箇所におけるビデオ調査結果を分析したところ、ハンプは、設置後の 30km/h 超過割合が概ね 1~3 割程度に抑制できることが明らかになった。一方、狭さくは、ハンプほどの抑制効果はなかった（表-1）。

表-1 物理的デバイスの種類別の 30km/h 超過割合

調査事例の分類			設置前	設置後	
a	ハ ン プ	単独	51.2%	13.4%	
			31.8%	5.7%	
			62.1%	34.6%	
d		連続	80.4%	10.8%	
			57.7%	9.1%	
e	狭 さ く	併用ハンプ	58.3%	9.7%	
f			82.4%	66.1%	
g	狭 さ く	片側単独	52.5%	32.8%	
h		片側交互	85.9%	78.8%	
i		両側単独	93.6%	81.8%	
j		両側連続			

※物理的デバイス直前 10m と直後 10m の各速度の調和平均

2. 屈曲部の構造に関する検討

ゴム製ポールを用いた屈曲部（見通し幅 2.0m）、エプロンを用いた屈曲部（見通し幅 1.5m、1.0m、0.5m）の計4コース（表-2及び図-1）において、小型自動車11名、普通自動車3名、一般原動機付自転車（第一種）3名、特定小型原動機付自転車3名、自転車3名（以下、後者2つの車種を「自転車等」という。）による走行を行った。原付と自転車等について、コース1は、屈曲部の張り出しを避ける／避けない走行の2通りを試行、コース2～4は、エプロンを避ける／避けない・横からエプロンに乗る／横からエプロンを降りるそれぞれの走行について、順方向及び逆方向の走行を行った8通りを試行しており、結果は各コースの平均値である。

走行速度については、エプロンを用いて見通し幅を0.5mまで縮小した場合（コース4）は、ゴム製ポールを用いた見通し幅2.0mの場合（コース1）に比して有意な速度抑制が見込めることが明らかになった（表-3）。

コース4については、小型自動車や普通自動車の危

表-2 実験に用いたコース

	構造	見通し幅
コース1	ゴム製ポール	2.0m
コース2	エプロン	1.5m
コース3	エプロン	1.0m
コース4	エプロン	0.5m



図-1 実験走路の例（左：コース1、右：コース4）

表-3 走行速度

	小型自動車	普通自動車
コース1	29.1km/h	23.6km/h
コース2	31.8km/h	16.2km/h
コース3	27.2km/h	11.3km/h *
コース4	21.4km/h *	10.0km/h *

*コース1に対して有意な速度抑制（5%有意水準）

※屈曲部の起終点間の平均速度の中央値のデータ

表-4 被験者へのアンケート結果

	小型自動車	普通自動車	自転車等	
			危険感	
コース1	0.55	1.33	1.25	—
コース2	0.45	1.33	1.58	+0.08
コース3	1.00	1.00	1.60	-0.08
コース4	2.45	2.67	1.33	+0.17

※危険感は0～4（0：危険を感じなかった、1：わずかに危険を感じた、

2：やや危険を感じた、3：危険を感じた、4：とても危険を感じた）

※エプロン乗上意向は-2（避ける）～+2（避けない）

陥惑感がやや高いものの、自転車等の危険感はコース2や3に比べて低かった（表-4）。これは、エプロンの幅員が広いほど、自転車等が自動車と輻轂せずにその上を通行できることに起因しているものと考えられる。

3. 交差点ハンプの施工方法等に関する分析

交差点ハンプの施工方法等について、先行事例を分析し、工夫事例（図-2）や施工手順の例（抜粋）（図-3）等をとりまとめた。



図-2 交差点ハンプの隅切り端部の処理の工夫事例

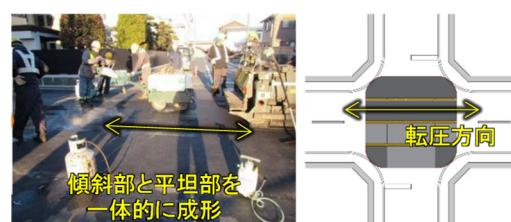


図-3 交差点ハンプの施工手順の例（抜粋）

4. 拔け道交通抑制効果の説明手法に関する検討

幹線道路の整備事例を題材に、生活道路分析ツールを用いて、供用前後の生活道路の交通の分担率の変化（図-4）、経路別所要時間の変化を視覚的に分かりやすく説明する手法を検討し、その作成方法や留意点をとりまとめた。

【効果事例3】②幹線道路の整備により生活道路及び北側幹線道路の交通が減少



図-4 拔け道交通の抑制効果に関する説明資料の作成例

[成果の活用]

研究内容①②④については、道路管理者の参考となるよう参考情報を整理し、周知していく予定である。

研究内容③については、ホームページで公表している「ハンプの施工に関する参考資料（案）」（国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路交通安全研究室）へ反映していく予定である。

ICTによるデータを用いた冬季交通障害検知に関する調査

Study on detection of traffic disruption in winter using data from ICT

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室
Road Traffic Department
Road Safety Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

大橋 幸子
OHASHI Sachiko
池原 圭一
IKEHARA Keiichi
久保田 小百合
KUBOTA Sayuri
中村 孝一
NAKAMURA Koichi

In this study, to improve the efficiency of the detection of stuck vehicles in winter, detection trials were performed based on time-series variations in the ETC2.0 probe information.

[研究目的及び経緯]

近年、短期間の集中的な大雪が局所的に発生するようになり、それに伴って発生する幹線道路上の大規模な車両滞留や長時間の通行止めが大きな問題となっている。このような冬期の交通障害は、降雪が少ない地域においても度々発生しており、社会経済活動のみならず人命にも影響を及ぼすことが危惧されている。立ち往生車が発生する前や直後に、道路管理者において迅速な対応が可能であれば被害の軽減が期待できる。

本調査は、走行車両の挙動の変化、それに起因する交通流の変化から、冬期交通障害発生前の予兆の把握や発生の検知の手法を作成するものである。

[研究内容]

冬期交通障害の発生は、登坂不能や再発進不可による立ち往生、スリップによる交通事故、吹雪等による視程不良等、様々な要因がある。このうち「登坂不能や再発進不可による立ち往生」は突発的に発生するものではなく、車両全体の速度が徐々に低下していく中で発生すると考えられる。本調査は、この速度低下をETC2.0プローブ情報で捉えることにより、発生前の予兆の把握及び発生の検知を試みたものである。なお、本調査ではETC2.0プローブ情報はリアルタイムに得られると仮定した。

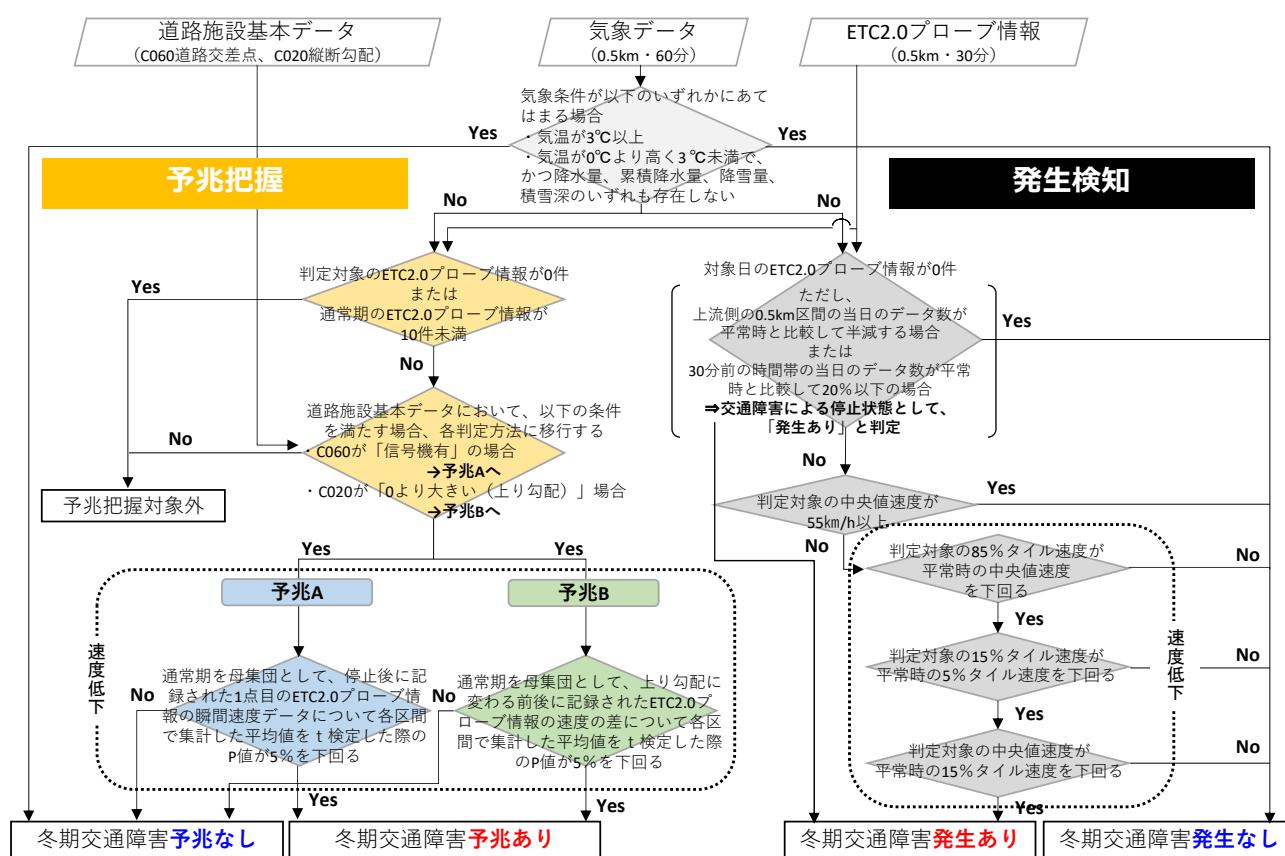


図-1 冬期交通障害の予兆把握・発生検知の手法

[研究成果]

1. 冬期交通障害を把握する手法の作成と試行

1) 手法の作成

まず、冬期交通障害の発生事例を分析して発生前や発生時の交通流の変化を把握し、これらを捉えるための指標と閾値を設定した。次に、予兆及び発生の有無を判定するためのフローをそれぞれ整理し、図-1のとおり予兆把握・発生検知の手法を作成した。また、本手法の各適用条件や使用するデータ等について、表-1及び表-2のとおり整理した。

冬期交通障害の予兆把握は、冬期交通障害の発生前に車両全体の走行速度が低下していく中で、通常とは異なる走行状況となった場合を捉えるものである。本調査では予兆として、「信号交差点で停止後の加速が緩やかになる状況（予兆A）」と「上り勾配部での速度低下が大きくなる状況（予兆B）」の2つを設定している。一方、冬期交通障害の発生検知は、発生した冬期交通障害をいち早く発見するものである。

2) 手法の試行

令和元年度～令和3年度に発生した冬期交通障害の事例を用いて、表-3に示す条件において、1)で作成した手法により予兆把握及び発生検知を試行した。試行結果を表-4に示す。予兆Aの把握及び発生の検知では少ない見逃しで判定できた。予兆Bの再現率は少し低かった。なお、これら手法は見逃しを少なくすること

表-1 予兆把握の適用条件、使用するデータ等

適用範囲・適用条件	<ul style="list-style-type: none"> 区間：予兆Aは「信号交差点」、予兆Bは「0%よりも大きい上り勾配部」の道路構造に適用される。 時間帯：冬期交通障害発生時まで（発生後に速度が回復することで、再適用可）。
使用するデータ	気象データ（気温、降雪等）、ETC2.0 プローブ情報（様式 1-2）、道路施設基本データ（道路交差点、縦断勾配）
分析単位	1 単位=0.5km、30 分
判定対象期間	12～3月の冬期
通常期の設定	判定対象期間と同年度の10月のうち、冬期開始後に「冬期交通障害の発生リスクのある気象条件」を除いた同区間、同平休日、同時間帯
判定方法	判定対象期間（冬期）と通常期の速度または速度差の有意差検定による

表-2 発生検知の適用条件、使用するデータ等

適用範囲・適用条件	区間：道路構造などの場所を選ばずに適用可能。ただし、当該区間の近くで気象データを取得できない場合は不可。
使用するデータ	気象データ（気温、降雪等）、ETC2.0 プローブ情報（様式 1-2）
分析単位	1 単位=0.5km、30 分
判定対象期間	12～3月の冬期
平常時の設定	判定対象期間の前年度の12～3月のうち、「冬期交通障害の発生リスクのある気象条件」を除いた同区間、同曜日、同時間帯
判定方法	判定対象期間（冬期）と平常時の速度の比較による

を優先して作成したものであり、適合率は10～30%程度であった。

2. 速度低下情報を活用するための課題の整理

1. は発生前の予兆と発生の有無を判定する手法を作成したものであり、この判定の途中で得られる車両の速度低下の情報は、冬期交通障害の発生リスクが徐々に高まっている状況が速度に現れたものと考えられる。この速度低下情報は、道路管理者が大雪時や冬期交通障害発生時に各種対応を行う際に参考となる有益な情報である。今後、この速度低下情報を広く活用するために、見逃しや誤検出があった区間や時間を確認し、手法の活用に際して課題となる状態を整理した（表-5）。なお、予兆把握及び発生検知のそれぞれの手法から得られる速度低下情報を補完し合うことにより、これら課題の一部は解決できる可能性があり、手法全体として、冬期交通障害の発生リスクが高い状況を、より良く把握できると考える。

[成果の活用]

本調査で作成した予兆把握及び発生検知の手法から得られる冬期交通障害に繋がる可能性のある車両の速度低下情報について、課題を踏まえたうえで、道路管理者や道路利用者への効果的な提供方法を検討する予定である。

表-3 試行の条件

試行する延長・期間	<ul style="list-style-type: none"> 延長：冬期交通障害発生箇所の前 3.5km+発生箇所を含む 0.5km+後 1.0km=計 5.0km 期間：冬期交通障害発生時間の発生前 3 日+発生時間を含む発生後 0.5 日=計 3.5 日
判定結果の正解・不正解の判断	<ul style="list-style-type: none"> 予兆把握…当該指標による速度低下（予兆）を確認後に、60分を超える予兆ありの判定の断絶がなく、冬期交通障害が発生している場合を正解とした。 発生検知…ETC2.0 プローブ情報を用いて作成したタイムスペース図等から判断した「交通への影響の有無」を正解・不正解とした。

表-4 試行結果

冬期の恒常的な降雪や積雪の有無と地域	予兆A		予兆B		検知	
	再現率	適合率	再現率	適合率	再現率	適合率
全国	88%	31%	51%	16%	75%	24%

再現率：実際の発生に対して、見逃さずに「発生あり」の判定ができた割合

適合率：「発生あり」の判定のうち、誤って「発生あり」とすることなく、判定ができた割合

表-5 課題となる状態

見逃し	視程障害や交通事故等の突発的な交通障害 短時間・短区間の交通障害 夜間に交通量が減少する区間 幅員が広い路線・登坂車線がある区間 急カーブ等の局所的に速度が低い区間 上り勾配のある信号交差点の区間 信号交差点直後の上り勾配の区間 交通量が少ない時間
誤検出	近隣道路が通行止めとなる場合 気温が低い信号交差点の区間

交通安全対策検討における 通学路等のデジタル情報の利用システム作成

Creation of a system for using digital information such as school routes in consideration of traffic safety measures

道路交通研究部 道路交通安全研究室
Road Traffic Department
Road Safety Division

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室長	大橋 幸子
Head	OHASHI Sachiko
主任研究官	島崎 秋伸
Senior Researcher	SHIMAZAKI Akinobu
研究官	村上 舞穂
Researcher	MURAKAMI Maho
交流研究員	中村 孝一
Guest Research Engineer NAKAMURA Koichi	

This study investigates methods to superimpose digital data such as traffic accident data, ETC 2.0 probe information, and school routes, which are useful data for planning traffic safety measures, on maps on the system.

[研究目的及び経緯]

交通安全対策の立案にあたっては、道路の属性に関する様々な情報を参照している。特に生活道路の交通安全対策を立案する場合には、ETC2.0 プローブ情報から得られた車両速度や急減速発生箇所、過去の事故等の情報をデジタルで地図上に重ね合わせ、対策に関する議論を行っている。

ETC2.0 プローブ情報の分析にはスキルや経験、手間を要することから、国総研では、その分析を自動で行い地区内の車両速度や急減速を地図上に表示させるシステム（以下、「生活道路分析ツール」という）を提供してきた。この生活道路分析ツールを用いて、国による自治体の生活道路交通安全対策の支援が進められている。しかし、このシステムでは、ETC2.0 プローブ情報の分析結果や事故データ等特定のデータを重ねることができるもの、任意のデータを重ねることはできなかった。生活道路の交通安全対策検討においては、車両速度、急減速、事故の他に、通学路等、議論に有用なデータが様々にあると考えられ、これらを地図上に簡易に重ね合わせることができれば、より効率的に、効果的な対策を選定することにつながると考えられる。そのため、本研究では、生活道路分析ツールにおいて、任意の GIS データを重ね合わせ、かつ、簡易に操作できるよう改良を行うこととした。

一方で、道路の属性情報の一部は体系的にデジタル化されておらず、例えば通学路については自治体が保有する情報を個別に利用しているのが現状である。このような有用性の高い情報が多くデジタル化され、位

置情報を持った形で共通的かつ簡易に利用できれば、さらに有効な交通安全対策の立案につながると考えられる。しかし、デジタル化にどの程度の注力が可能かは自治体により異なり、一律にデジタル化の方法を示すことは難しい。そこで本研究は、通学路情報を対象に共通的なデジタル化の手法を提案することとした。

これらの研究成果を合わせることで、交通安全対策検討における通学路等の多様な情報の利用を推進し、交通事故の削減に資することを目指す。

[研究内容]

(1) 生活道路分析ツールの改良

生活道路分析ツールは、ETC2.0 プローブ情報や事故データをサーバからダウンロードし、データを地図上に表示させるツールである。全国の直轄事務所等がオンラインで利用可能なシステムとなっており、ETC2.0 プローブ情報や GIS の知識がない利用者でも、例えば図-1 のように急減速発生箇所と事故発生箇所の情報を表示できる。

本ツールについて、通学路等幅広くデータを扱えるようにするために、新たに扱うデータ形式を選定し地図上に表示できるよう改良した。併せて、現状のツールの課題についてもアンケートにより調査し、対応方法を整理した。

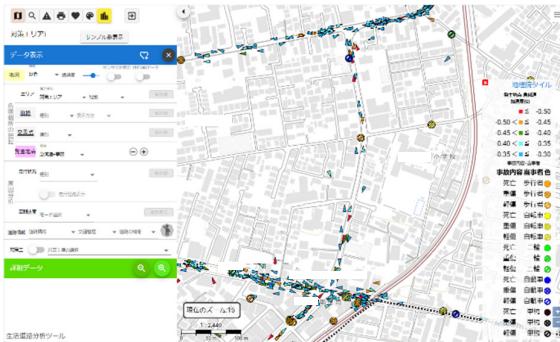


図-1 生活道路分析ツールの利用例

(2) 通学路情報のデジタル化の方法の整理

本研究では、「交通安全施設等整備事業の推進に関する法律」に基づき特定交通安全施設等整備事業を実施すべき道路の指定における通学路を対象とすることとした。この指定時に各自治体は通学路の情報を整理していると考えられることから、本研究ではまず各自治体における通学路情報のデジタル化の状況を調査することとした。そして、デジタル化の方法を分類し、パターンごとの地図上での判別性等を調査した。そのうえで、広く自治体が対応可能で視覚的に使いやすい通学路情報の整理方法について考察しとりまとめた。

[研究成果]

(1) 生活道路分析ツールの改良

扱うデータについて、交通安全上の課題をわかりやすく説明するために用いられるかという観点を考慮し、shape 形式、CSV 形式、GeoJson 形式のデータを選定し、これらを扱えるよう改良した。併せて、多くのデータを重ね合わせた際に用途に応じて任意のデータを確認しやすく修正できるよう、データをパワーポイントに出力する機能を追加した。

また、現状のツールに関して利用者を対象に実施したアンケート調査結果（図-2）では、機能として十分との回答が半数以上を占めていた。一方で、データ量抑制の観点から設けている分析可能地区数の制限が、利用の制約となっていると考えられる意見も複数あり、システムの更なる性能の確保が求められているとも言えた。

(2) 通学路情報のデジタル化の方法の整理

各自治体における通学路情報のデジタル化の状況のアンケート調査結果を表-1 に示す。作成方法としてはスキャンした地図を下図として電子データ上で作成（位置情報なし）した自治体が多かった。また、自治体の職員が外部に委託せずに直接作業を行うケースが 7 割程度を占めていることも分かった。

調査結果をもとに、デジタル化への移行を想定し、現在の自治体の実態等を踏まえ、通学路情報の作成方法について、以下の段階的な方針を設定した。

ツールの機能

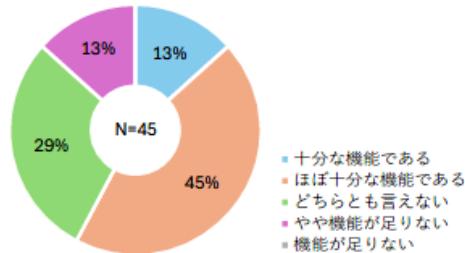


図-2 アンケート調査結果（生活道路分析ツール）

- ① 電子データとして作成する
(手書き情報を極力廃止)
- ② 位置情報を持つ電子データとして作成する
(GIS データ)
- ③ 位置情報を持つ電子データで、他の地理空間情報(DRM-DB)と連携したデータとして作成する
そのうえで、作成にあたり満たすべき要件を整理することとし、実際のデータを用いて判別性、視認性等を調査した結果、道路密度や地図の縮尺等が影響することや、指定道路自体の密度も影響すること等が分かり、これらを考慮した要件を設定した。これらを踏まえて共通的な方法をとりまとめ、「交安法指定道路のデジタルデータ作成マニュアル（案）」を作成した。

表-1 通学路情報のデジタル化の状況の調査結果

作成パターン	回答数	割合
1 紙の地図上に、手書きで作成	190	20%
2 スキャンした紙地図を下図として、電子データ上で作成【位置情報なし】	373	39%
3 デジタル地図を下図として、電子データ上で作成【位置情報なし】	87	9%
4 デジタル地図を下図として、電子データ上で作成【位置情報あり】	69	7%
5 デジタル地図を下図として、電子データ上で作成【DRMリンク付け】	4	0%
6 その他	48	5%
7 わからない	183	19%
0 回答なし	4	0%
合計	958	100%

[成果の活用]

生活道路分析ツールについては、引き続き全国の直轄事務所等で交通安全対策の検討等に利用される予定である。通学路情報のデジタル化の方法については、今後、特定交通安全施設等整備事業を実施すべき道路の指定が行われる際に参考とされるよう周知する。

視覚障害者の安全かつ円滑な誘導方法に関する検討

Study on method of guidance for people with visual impairments to move safety and smoothly.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

室長 大橋 幸子

主任研究官 池原 圭一

研究官 久保田 小百合

[研究目的及び経緯]

国総研では、視覚障害者が安全かつ円滑に道路を歩行できるよう誘導表示の設置方法等の研究に取り組んでいる。「道路の移動等円滑化ガイドライン（国土交通省道路局）」（以下「ガイドライン」という。）は、高齢者、障害者等をはじめとした全ての人が利用しやすいユニバーサルデザインによる道路空間のあり方を示したものであり、道路管理者等が、当該道路空間を形成するために必要な道路構造を理解し、計画の策定や事業の実施、評価などを行う際に活用することを目的としたものである。

ガイドラインでは、交差点等における横断歩道手前の視覚障害者誘導用ブロックの設置方法は示されているものの、交差点の隅切の状態によっては視覚障害者から進行方向を把握しづらいといった意見や、交差点周辺にボラードや縁石等を設置する際の配慮事項は示されていないといった課題がある。このため令和6年度は、歩行訓練士及び視覚障害者を対象として、交差点の視覚障害者誘導用ブロック、ボラード、縁石等に関する意見収集を実施した。また、視覚障害者からは交差点周辺を再現した3次元の縮小模型の触察による手法で意見を得ており、この手法の有効性も確認した。

一般道での自動運転移動サービス車両の混入を考慮した交通安全に資する道路空間の検討

Study on Safer Road Space Considering the Traffic including Automated Mobility Service Vehicles on Street

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

室長 大橋 幸子

主任研究官 藤田 裕士

研究官 村上 舞穂

交流研究員 前田 大樹

[研究目的及び経緯]

近年の人口減少や運転手不足を背景に地域公共交通の維持・確保が課題となっており、その解決策として自動運転の活用が期待されている。

国土交通省では、自動運転移動サービスについて、デジタル田園都市国家構想総合戦略等の政府目標で示されている地域住民の移動手段確保等に向け、サービスの実装のための走行空間実証実験などに取り組んでいる。

こうした中、国土技術政策総合研究所では、一般道での自動運転移動サービスを考慮した道路交通安全対策に関する研究を行っている。令和6年度は、走行空間実証実験の結果を効率的に比較整理できるようにするため、自動運転移動サービスの走行空間に関する調査手法の検討を行った。また、自動運転車両の手動介入の低減及び一般車両の交通円滑性への影響の低減に資する交通安全対策に関する整理を行うため、自動運転車両の手動介入が発生するケースの詳細分析や対策例の作成等を行った。

幹線道路における交通事故の要因分析等に関する調査

Survey on factor analysis of traffic accident on arterial roads

(研究期間 令和4年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

室長 大橋 幸子

主任研究官 島崎 秋伸

研究官 村上 舞穂

交流研究員 中村 孝一

交流研究員 前田 大樹

[研究目的及び経緯]

国土交通省と警察庁では、幹線道路において集中的な対策を実施して交通事故を削減することを目的に、「事故危険箇所」を指定し、道路管理者と都道府県公安委員会が連携した対策の実施を推進している。

国土技術政策総合研究所では、幹線道路における交通安全対策をより効果的・効率的に行うため、潜在的な危険箇所の抽出方法や効率的な事故要因分析手法等に関する調査・研究を行っている。

今年度は、道路利用者意見の数や内容に基づき潜在的な危険箇所を抽出する方法に関する検討、事故要因を特定するためにAI画像認識技術を用いて路側カメラデータよりヒヤリハット事象を抽出する手法の検討等を行った。

交通安全施設の適切な設置及び維持管理方法に関する調査

Study on method of appropriate installation and maintenance management of traffic safety facilities.

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

室長 大橋 幸子

主任研究官 池原 圭一

研究官 久保田 小百合

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、交通安全施設に関する技術基準やガイドライン等を作成しており、道路交通安全研究室では、交通安全施設に求められる性能、設置の考え方などについて検討している。令和6年度は、交通安全施設のうち視線誘導標及び防護柵について検討を行った。

『視線誘導標設置基準』では、視線誘導標としてデリニエーターのみを規定しているものの、広義の視線誘導標には、デリニエーターも含め、道路錨、線形誘導標示板（矢印板）、スノーポールや障害物表示灯等がある。これら広義の視線誘導標を効果的に選択、設置及び維持管理する際の参考となるよう、目的に合った施設を選択するための各施設の特徴を踏まえた設置目的の整理や、昼間の点検のみで更新を判断するための昼間の状態に対する夜間の見え方などを技術的知見としてとりまとめた。

防護柵の設計条件、構造要件及び設置方法の検討にあたっては、様々な道路交通の条件を想定して多くの実車衝突実験を行ってきた。一方で、近年は一部の民間による防護柵の開発・改良において、実車衝突実験での最終的な防護柵性能の確認に先立ち、3次元シミュレーションによる非線形解析で検証を行っている。今後も効率的で効果的な検討手法として3次元シミュレーションの活用が期待されることから、検討手法としての有効性を確認するため、3次元シミュレーションのモデルの再現性の確認とパラメータ設定を検討した。

交通安全施策に関する事故データ分析

Analysis of Traffic Accidents Data related to Traffic Safety Measures

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

室長 大橋 幸子

主任研究官 池原 圭一

研究官 村上 舞穂

交流研究員 黒澤 明史

[研究目的及び経緯]

令和6年の交通事故死傷者数は347,058人(前年比21,215人減)、うち重傷者数は27,285人(前年比351人減)、死者数は2,663人(前年比15人減)となり、前年より減少はしているものの近年は横ばい傾向となっている。第11次交通安全基本計画(計画期間:令和3年度～令和7年度)では、重傷者数を22,000人以下、死者数を2,000人以下とすることを目標としており、さらなる交通事故削減に向けた取り組みが必要である。

本年度は、令和5年の交通事故発生状況及び長期的な交通事故発生状況、諸外国の交通事故発生状況を分析し概況を把握した。それに加え、交差点での重大事故の発生割合が高いことに着目し、一般交差点とラウンドアバウトでの交通事故の特徴の違いや交差点の右折事故における車道幅員別・道路形状別の事故発生状況を分析した。また、特に安全確保が求められる高齢者や子ども・歩行者及び自転車の事故に着目し、年齢層別の夜間事故発生状況や、生活道路における通行目的別の事故発生状況について分析した。

自転車活用推進に向けた自転車通行空間の走行環境改善に関する調査

Survey on improving the Running environment of Bicycle traffic spaces to promote bicycle use

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

室長 大橋 幸子

主任研究官 藤田 裕士

交流研究員 上野 宇悠

[研究目的及び経緯]

国土交通省と警察庁は、自転車活用推進計画で掲げられている「自転車事故のない安全で安心な社会の実現」などの目標の達成に向け、安全で快適な自転車利用環境創出に取り組んでいる。

国土技術政策総合研究所では、自転車通行空間の安全性向上に関する研究を行っている。令和6年度は、自転車専用通行帯と停車帯や荷捌きスペース等を併設させる際の横断面構成に関する検討を行った。また、道路空間再配分による自転車通行空間整備を行う際の合意形成プロセスの検討や、自転車通行空間の整備効果の計測方法に関する検討、自転車道と歩道を分離する構造に関する検討、矢羽根型路面表示の改善案の検討等に向け、事例の収集整理を行った。

道路環境影響評価の技術手法の改定に向けた調査

Research for revision of technological method for road environmental impact assessment

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

道路交通研究部 道路環境研究室

Road Traffic Department

Road Environment Division

室長

橋本 浩良

Head

HASHIMOTO Hiroyoshi

主任研究官

澤田 泰征

Senior Researcher

SAWADA Yasuyuki

主任研究官

大河内恵子

Senior Researcher

OHKOUCHI Keiko

主任研究官

一丸 結夢

Senior Researcher

ICHIMARU Yumu

交流研究員

檜垣 友哉

Guest Research Engineer HIGAKI Yuya

The purpose of this research is to enhance the content of a technological methods used to assess the environmental impact of road projects. The authors investigated the sound power level of vehicle noise as vehicles drive over drainage asphalt pavement, and identified technical methodologies items of environmental impact assessment that need to be revised.

[研究目的及び経緯]

わが国の一定規模以上の道路事業では環境影響評価法に基づく環境影響評価を実施している。道路事業者が環境影響評価を科学的・客観的かつ効率よく実施するため、国土技術政策総合研究所は、国立研究開発法人土木研究所と分担・協力し、環境影響評価を実施する際の、項目の選定、調査・予測・評価手法の選定、環境保全措置の検討を行う上で参考する手引き書として「道路環境影響評価の技術手法」(以下「技術手法」という。)を作成・公表している。これまで、環境影響評価の技術動向、事例の蓄積、道路事業者のニーズや改正等を踏まえ、数度の技術手法の改定を行ってきた。

本研究課題では、自動車走行騒音に関する調査として、「道路交通騒音の予測モデル（一般社団法人日本音響学会）」(以下「ASJ RTN-Model」という。)の更新内容を踏まえた「技術手法（自動車の走行に係る騒音）」の改定案を作成するとともに、排水性舗装における騒音低減効果の持続性を確認するためパワーレベルの測定を行った。また、動物、植物、生態系に関する効果的な保全手法に関する調査として、動物、植物、生態系の環境保全措置事例集（更新版）の作成等を行った。

[研究内容・成果]

1. 技術手法（自動車の走行に係る騒音）の改定案作成

令和6年4月にASJ RTN-Modelが更新されたため、更新内容の整理を行うとともに、環境影響評価等で騒音レベルの予測計算を行う場面を想定し、表-1に示す予測ケースでASJ RTN-Model2018、ASJ RTN-Model2023それぞれの等価騒音レベルを試算し、結果を比較整理した。

表-1 予測ケースの概要

No	道路種別	形状、壁高等	計算方式 結果出力
1	平面道路	遮音壁なし	断面計算 断面コントロール
2		標準型遮音壁 2~5m	
3		R型遮音壁 3+0.5R~3+5R	
4	切土道路	深さ5m(法面1:1.0) 法肩遮音壁0m,5m	
5	盛土道路	高さ5m(法面1:1.5) 法肩遮音壁0m,5m	
6	高架道路	路面高さ10m 遮音壁0m,5m(高欄含む)	
7	高架/平面併設部	高架・平面とも4車線 高欄のみ遮音壁0m,5m	
8	トンネル抗口部	トンネル延長1,000m 遮音壁0m,5m(無限長)	断面計算 平面コントロール
9	インターチェンジ部	ETC料金所 遮音壁なし 一般料金所 遮音壁なし	平面計算 平面コントロール

ASJ RTN-Modelの更新内容と試算結果を踏まえた技術手法（自動車の走行に係る騒音）の改定案を作成した。技術手法では、騒音予測の参考手法としてASJ RTN-Modelを用いることとしているため、技術手法の主な改定内容は騒音レベルの予測計算や、保全措置の効果の計算に当たっての留意事項等に関するものとなっている。改定案の作成に当たっては、学識経験者等から意見聴取を行い、意見を改定案に反映させている。

2. パワーレベルの測定

近年の舗装耐久性向上に伴い、自動車専用道路においては、排水性舗装による騒音低減効果がより長期間持続することが確認されている。一般道においても自動車専用道路と同様の傾向があるのかを確認するため、表-2に示す4箇所においてパワーレベルを測定した。騒音低減効果の持続性を確認するためには、長期間のモニタリングが必要となるため、今後も測定を継続し、分析を行う予定である。

表-2 R6年度パワーレベル測定箇所

路線 測定箇所名	舗設後の 経過年数 (年)	取得データ数(台)				
		大型車	中型車	小型車	自動 二輪車	バス
R202 福岡県福岡市西区福重	12.7	7	42	155	20	27
R10 宮崎県日向市財光寺	1.5	45	42	100	3	3
R41 愛知県丹羽郡扶桑町	1.5	58	38	138	6	2

3. 動物、植物、生態系の環境保全措置事例集（更新版）の作成

動物、植物、生態系の環境保全においては、保全すべき動物、植物の種は多く、種ごとに生態の多様性が高いことや、密猟・盗掘防止の観点から保全対策の好事例が共有されづらいことから、現場ごとに工夫して保全対策に取り組んでいる。そこで、動物、植物、生態系の環境保全措置の事例を調査し、最新の科学的知見を踏まえ、技術手法の参考資料として、効果的な保全手法を環境保全措置事例集（国総研資料第721号、国総研資料第906号）をとりまとめ、現場への共有を図っている。近年の世界的な潮流や国の施策、蓄積された知見や事例等を踏まえて、更新版環境保全措置事例集を作成した。構成は表-3に示すとおりであり、更新にあたり、法令等の経緯、地域連携、種子の活用技術等の項目を新設した。

動物、植物、生態系の調査手法は分類群によって様々で、実施には膨大な作業量とコストが生じる。また、トラップ等の設置地点の選定など、個人の経験によって、調査結果の精度にばらつきが生じる。近年、道路環境影響評価の現場においても、リモートセンシングによる環境情報の把握、生物種分布モデルを用いた動植物の生息・生育適地解析、環境DNAを用いた生物調査等が行われ、調査の効率化や精度の向上が図られる事例が増えていた。このような背景から、道路環境影響評価において近年活用されている5つの技術

（図-2）について、特徴や留意点を整理し、事例を交えて記載した。

動物、植物、生態系の環境保全措置事例集（更新版）の作成にあたり、7名の学識経験者にヒアリングを実施し、ヒアリング結果を事例集（更新版）に反映させている。

[成果の活用]

本調査の成果について、技術手法（自動車の走行に係る騒音）（令和7年度版）については国総研資料として公表予定であり、事業者が環境影響の調査・予測・評価の実施するための手引き書として活用が期待される。

また、動物、植物、生態系の環境保全措置事例集（更新版）については技術手法の参考資料の位置づけで国

表-3 更新版環境保全措置事例集の構成

第1章 本事例集について	
1.1 自然環境の保全に関する法令の経緯	
1.2 道路事業における施策と自然環境保全の関係	
1.3 事例集の目的	
1.4 事例集の構成と使い方	
第2章 動物、植物、生態系に対する環境保全の取り組みを進めるための基本的な考え方	
2.1 道路事業が動物、植物、生態系へ与える影響	
2.2 動物、植物、生態系に対する環境配慮の概要	
2.3 環境保全措置の実施後の対応（順応的管理）	
2.4 自然環境保全における地域との連携	
第3章 環境保全のための技術と考え方	
3.1 希少猛禽類を対象とした環境影響評価手法	
3.2 哺乳類に対する道路横断施設の設置と事後調査手法	
3.3 植物の移植における種子の活用技術	
3.4 地域生態系の保全に配慮した法面緑化工	
3.5 近年活用されている技術	
第4章 環境保全措置の事例	
4.1 生息・生育環境	4.6 魚類
4.2 哺乳類	4.7 昆虫類
4.3 鳥類（猛禽類）	4.8 底生動物
4.4 鳥類（猛禽類以外）	4.9 その他の動物
4.5 両生類・爬虫類	4.10 植物

アンダーラインは新規追加項目を示す。

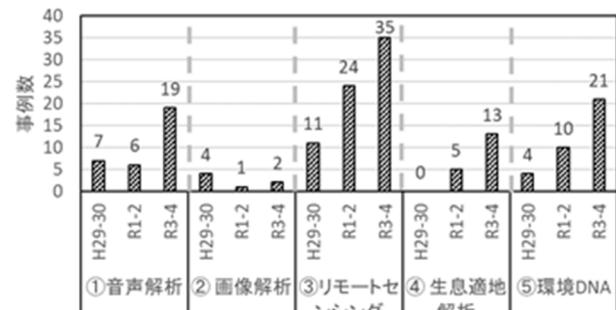


図-2 道路事業における各技術の活用事例数

総研資料第1319号として公表しており、動物・植物・生態系に関する環境保全措置の検討の際に活用されることが期待される。

電動車等の普及を見据えた道路交通のGX推進に向けた調査

Study for promoting road traffic GX in anticipation of the spread of electric vehicles, etc.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路環境研究室

室長 橋本 浩良

主任研究官 根津 佳樹

主任研究官 澤田 泰征

交流研究員 小西 嶽太

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、カーボンニュートラルの実現に向けた電気自動車等の次世代自動車の普及促進のため、高速道路のSA／PA、道の駅等への給電施設の設置支援や案内といった給電施設の利便性向上に取り組んでいる。

国土技術政策総合研究所では、給電施設の利用の平準化といった利便性の向上を目的に、充電待ち時間等の情報を利用者へ提供する方策（以下「情報提供方策」という。）の作成に取り組んでいる。

令和6年度は、SA／PAにおける給電施設における課題やニーズを把握するため、給電施設の利用者へのアンケート調査を行うとともに、給電施設の利用状況の現地調査を行った。また、情報提供方策を作成するため、給電施設情報に関するアプリケーションを提供・運営する民間事業者や、ETC2.0のシステムを構築・管理する道路管理者等へヒアリングを行った。現地調査及びヒアリングより得られたSA／PAの給電施設の課題やニーズを踏まえ、実証実験を実施するための内容を定めた情報提供方策（案）を作成した。今後は、実証実験を通して、情報提供による効果や改善に向けた課題を把握することとしている。

道路管理設備における低炭素化技術に関する調査

Research on low-carbon technology for road management equipment

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路環境研究室

室長 橋本 浩良

主任研究官 澤田 泰征

主任研究官 根津 佳樹

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、令和6年12月に「道路分野の脱炭素化政策集 Ver1.0」を公表し、カーボンニュートラルを目指して、道路のライフサイクル全体の低炭素化などの取組を積極的に進めることとしている。道路のライフサイクル全体の低炭素化については、新技術を積極的に取り入れつつ、建設から管理までのライフサイクル全体のCO₂排出量の削減を推進することとしている。

国土技術政策総合研究所では、道路のライフサイクル全体の低炭素化について、道路管理分野の低炭素化技術に関する調査・研究を行っている。令和6年度は、道路照明と消融雪設備を対象として、低炭素化技術の導入事例調査、導入促進に向けた課題点及び対処方針案の整理を行った。

多様な手法による無電柱化の推進に関する調査

Research on promotion of utility pole removal by various methods.

(研究期間 令和4年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路環境研究室

室長 橋本 浩良

主任研究官 一丸 結夢

交流研究員 小西 嶽太

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、「無電柱化の推進に関する法律」に基づき令和3年に新しい無電柱化推進計画を策定し、無電柱化事業の徹底したコスト縮減、事業の更なるスピードアップを図りつつ無電柱化を推進している。このため、国土技術政策総合研究所では、無電柱化事業における合意形成の円滑化、管路材に係る新技術の開発の促進及び既設排水側溝を活用した無電柱化の推進を目的として、「無電柱化事業における合意形成の進め方ガイド(案)」の内容充実、管路材の要求性能の明確化、既設排水側溝の活用のための技術的課題の抽出と課題の解決方策の検討等を行うこととしている。

令和6年度は、管路材の要求性能明確化に向け、現行の電線共同溝整備マニュアル等の規定の更新素案を作成した。さらに、既設排水側溝を活用した無電柱化事業箇所を調査し、既設排水側溝の活用のための技術的課題や現場での工夫を整理した。

電動車等の普及を想定した自動車走行時のCO₂排出量の推計方法の調査

Study of methods to estimate carbon dioxide emissions while driving, based on the assumption of the spread of electric vehicles, etc.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路環境研究室

室長 橋本 浩良

主任研究官 根津 佳樹

主任研究官 澤田 泰征

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、令和6年12月に「道路分野の脱炭素化政策集 Ver.1.0」を公表し、高規格道路への機能分化やデータに基づく交通マネジメントなどに取り組むこととしており、自動車交通によるCO₂排出量の推計や、道路施策によるCO₂排出量削減効果の推計・評価を的確に行う手法が求められている。国土技術政策総合研究所では、次世代自動車の普及を踏まえた、自動車走行時の二酸化炭素排出量の推計方法の構築に取り組んでいる。

二酸化炭素排出量の推計に必要となる2車種（大型・小型）別の二酸化炭素排出係数の算定に向け、令和6年度は、令和5年度に作成した使用燃料別（ガソリン車、ディーゼル車、ハイブリッド車、電気自動車）、車種別（乗用車、貨物車（軽量、中量、重量））の計13の車種区分それぞれについて、燃費特性/電費特性を把握するための走行調査を行い、燃費特性/電費特性を元に二酸化炭素排出係数を算定した。

人を中心とした道路空間の構成や運用に関する調査

Survey on the configuration and management of people-centered road spaces.

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路環境研究室

室長 橋本 浩良

主任研究官 大河内 恵子

主任研究官 根津 佳樹

交流研究員 小西 嶽太

交流研究員 檜垣 友哉

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、人を中心とした道路の実現に向け、歩道や路肩等（いわゆるカーブサイド）の柔軟な利活用方策や道路全断面が歩行者優先で通行できる道路（以下「歩行者優先道路」という。）の導入方策に関する議論が進められている（社会资本整備審議会 道路分科会 第82回基本政策部会等）。

国土技術政策総合研究所では、歩行者優先道路の導入を技術面から支えるための技術資料を作成している。

令和6年度は、人が滞在するための空間を創出している取組事例や歩行者の快適性向上に関する取組事例を調査し、道路の空間設計の考え方、関係者の役割、合意形成における留意事項について、事業段階（構想段階、事業化段階、運用段階）ごとに整理した。また、滞留空間がある道路における通行状況調査を行い、時間帯・曜日等毎の滞留空間の使われ方等を整理した。

一般道路における自動運転を実現するための調査研究

Research for realization of automated driving in general roads

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長 中川 敏正
Head NAKAGAWA Toshimasa
主任研究官 松原 朋弘
Senior Researcher MATSUBARA Tomohiro
研究官 山本 大貴
Researcher YAMAMOTO Daiki

The purpose of this study is to summarize the technological tasks for automated driving in general roads.

[研究目的及び経緯]

自動運転では、自動運行車の自車位置を正確に特定し、その位置に応じた車両制御を行う必要がある。特に一般道においては、さまざまなモビリティが行き交うことから、より多くの制御の判断を実施するため、制限速度や車両の通行帯、停車位置等の把握すべき情報も多く、より正確な位置の特定が求められる。自動運行車の自車位置の特定を補助するために、自動運行補助施設（路面施設）では、路面下に電磁誘導線、磁気マーカ、RFタグを埋設することで、自動運行車への情報提供を行なうことができる。

一方で、舗装内に埋設することが求められる当該施設については、舗装への一定の影響があることが想定される。現時点では路面施設の運用は、用途と期間が限定された実証実験での実績が主であり、道路管理者が長期にわたって維持管理を行った実績もない。

そこで、道の駅赤来高原（島根県飯石郡飯南町）付近の直轄国道及び町道において、路面施設の一つである電磁誘導線の設置による舗装への影響を把握することを目的として、設置前後で経年的な舗装調査を実施した。

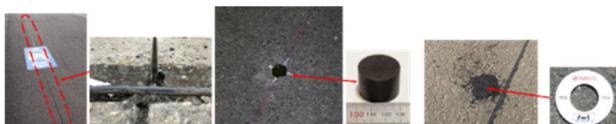


図-1 実証実験で用いた路面施設の事例
(左：電磁誘導線、中：磁気マーカ、右：RFタグ)

[研究内容]

道の駅赤来高原付近の直轄国道と町道において、「舗装構造評価調査（たわみ調査）」、「路面画像撮影調査（ひび割れ調査）」、「路面横断形状調査（わだち掘れ調査）」の3つの調査を実施した。

(1) 舗装構造評価調査（たわみ調査）

舗装構造評価には、舗装構造評価装置(Falling Weight Deflectometer : FWD)を用いた。当該装置では、路面に衝撃荷重を加えた際のたわみ量を複数のセンサーにて計測することで、載荷箇所（測点）から2mまでの路面のたわみ形状を測定できる。測定したたわみ形状から、支持力や舗装内部の状態なども把握

できる。したがって、舗装に傷をつけずに内部の状況を把握し、舗装の健全度を評価することができる。これにより、継続的な状況調査を容易に実施することが可能である。

FWD調査の調査区間は、道路種別（国道/町道）、舗装の厚さを考慮して選定した（図-2の区間①～区間⑦）。各区間での調査箇所は、電磁誘導線の設置位置である外側車輪位置（Outer Wheel Path: OWP）、外側車輪位置と内側車輪位置の中間位置（Between Wheel Path: BWP）を基本とするとともに、一部区間は比較対象として反対車線側も調査した。調査箇所数は7区間、18測線（86点）である。



図-2 FWD調査 調査区間

(2) 路面画像撮影調査（ひび割れ調査）

路面画像撮影には、路面性状測定車を使用した。当該装置では、レーザーライン光を照射することで、路面の凹凸やひび割れの窪みによって生じる光線の変形を進行方向へ一定距離間隔（4mm間隔）で撮影（キャプチャリング）し、捉えた画像からひび割れ状況を取得することができる。レーザー光は太陽光の影響を受けず計測が可能であることから、日照状況の影響は受けないものの、水などに吸収されやすいことから、路面が乾燥した状況での撮影とした。

ひび割れ状況の評価は、20mの区間において路面に対するひび割れ箇所の割合をもとに、損傷状況を調査した。調査箇所は、設備設置時のひび割れ状況や道路

種別を踏まえて、比較対象を含めた 8 つの箇所を選定している（図-3 の区間①～区間⑧）。



図-3 路面画像撮影調査 調査区間

（3）路面横断形状調査（わだち掘れ調査）

路面横断形状の測定は、『舗装調査・試験法便覧（平成 31 年版）（公益社団法人 日本道路協会、平成 31 年 3 月）』に基づき、ハンディプロファイラを使用して取得した。計測箇所については、FWD 調査と同じとしている。

[研究成果]

（1）舗装構造評価調査（たわみ調査）

区間①（国道 54 号）でのたわみ量の計測結果を示す（図-4）。区間①は、設置前の舗装の損傷が少なかった区間であり、2020 年 4 月の設置時からの OWP と BWP の値に大きな差が確認されなかった区間となる。

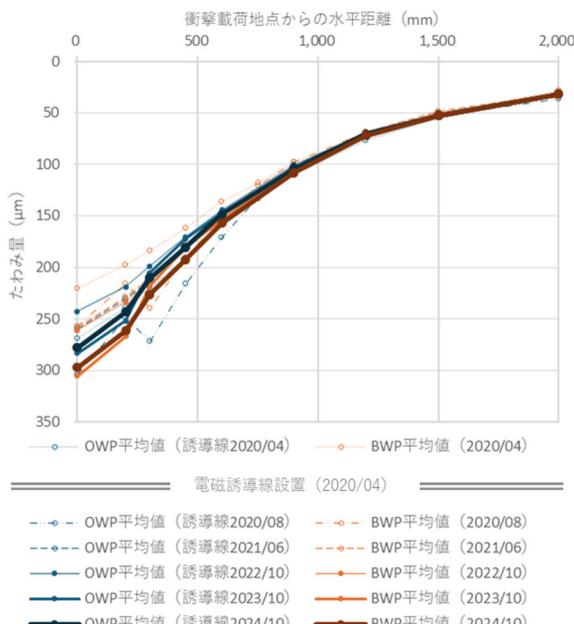


図-4 たわみ量の推移（区間①：国道 54 号）

各年度の計測値は 2m 間隔の 3 つの測点の平均値であり、年度毎に増減が見られるが、計測精度のばらつき程度であることから、損傷が進行している傾向はないと考えられる。そのほかの区間においても、電磁誘導線設置箇所の劣化が著しい箇所は確認されておら

ず、ただちに悪影響を及ぼす事象は確認されなかつた。

（2）路面画像撮影調査（ひび割れ調査）

区間①（国道 54 号）でのひび割れ率の計測結果を示す（図-5）。区間①は、電磁誘導線設置前のひび割れ率が 0.0% であった区間であるが、設置後においても、路面に著しいひび割れは確認されず、ひび割れ率は 0.0% であった。なお、電磁誘導線が設置されていない箇所においてもひび割れが大きな進行は確認されず、その他の電磁誘導線設置区間においても、著しいひび割れの進行は確認されていない。

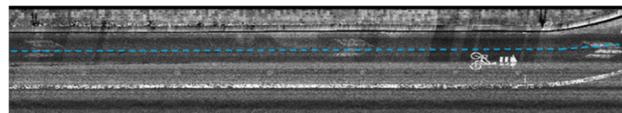


図-5 ひび割れ展開図（区間①：国道 54 号）
(電磁誘導線設置箇所：破線)

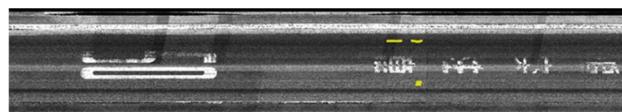


図-6 ひび割れ展開図（区間⑧：国道 54 号）
(電磁誘導線非設置箇所 ※実線がひび割れ)

（3）路面横断形状調査（わだち掘れ調査）

区間①（国道 54 号）での横断形状図を示す（図-7）。電磁誘導線が設置されている車線の中央線から路肩までの断面を計測した。

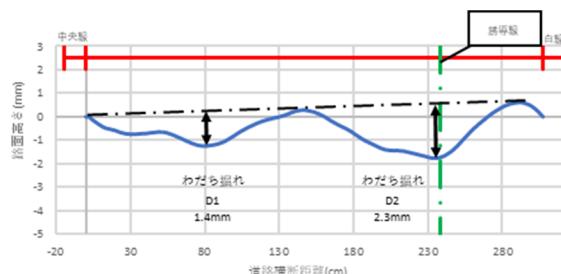


図-7 路面横断形状（区間①：国道 54 号）

電磁誘導線部でのわだち掘れ量は、国道 54 号でいずれの測線においても設置後で 5mm 程度と、いわば初期わだちレベルの軽微な範囲であった。また、国道 54 号以外も含めて、わだち掘れが著しく進行していないことを確認し、他の調査と同様に誘導線設置による影響は確認されなかった。

[成果の活用]

本成果は、電磁誘導線の設置後、約 4 年半の時点での舗装への影響調査結果である。電磁誘導線の設置に伴う舗装への影響を評価するには、舗装のライフサイクルに f わたるモニタリングが必要であり、今後も調査を継続的する予定である。また今後は、本調査に加えて、道路管理者が電磁誘導線を含めた路面施設の維持管理を行う際の実績データを積み重ねることで、路面施設の点検要領等にも知見を反映していく予定である。

自動運転サービスを道路側から支援するための交通安全対策等についての実証実験

Field operational tests on traffic safety measures to support automated driving services from road infrastructure side

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長 中川 敏正
Head NAKAGAWA Toshimasa
主任研究官 松原 朋弘
Senior Researcher MATSUBARA Tomohiro
研究官 山本 大貴
Researcher YAMAMOTO Daiki

This study examined the effectiveness of Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) in automated driving logistics services on expressways. A plan of field operational test (FOT) and an evaluation method of the FOT were developed. This information will be used for a creation of technical specifications.

[研究目的及び経緯]

近年、物流件数の増加や貨物自動車運送事業でのドライバー不足の深刻化等により、輸送能力の不足が懸念されている。こうした中で、自動運転は、輸送の省力化・無人化に寄与し、これらの社会課題の解決に大きく貢献することが期待されている。一方、現状の自動運転技術は、車両単独では実道のドライバーの運転を代替可能なレベルに達していない。そのため、国総研では、高速道路での安全・円滑な自動運転の実現のための道路インフラ側からの支援（路車協調）について、様々な研究を行ってきた。

令和5年度からは、新東名高速道路において自動運転トラックを対象として、合流支援情報提供システムや先読み情報提供システムの実験機器を整備し、令和6年度には実証実験を開始した。また、これらのシステムの実現性を検証するため、実証実験を評価するための評価指標や当該評価に必要なデータ取得方法を含む実験計画を策定し、実験結果の分析・評価を実施している。なお、実験車両（自動運転トラック）は、公募により選定された自動車メーカーが貸与する形で実施している。

本稿では、新東名高速道路での実証実験の概要と令和6年度に国総研として実施した研究内容を紹介する。

[研究内容・成果]

(1) 先読み情報提供システム

先読み情報提供システムは、路側カメラ等により車両単独では検知できない道路前方の事象（落下物、故障車等）を検知し、本線上流部を走行する自動運転トラックに情報提供することで、余裕をもって事象を回避するための走行を支援する（図-1）。

当該システムの実証実験区間は、新東名高速道路の本線区間（浜松SA～駿河湾沼津SA）である。自動運転トラックに対して、既設のITSスポットで提供されている路上障害情報、および760MHz帯V2X通信（ITS Connect）で提供されている同様の情報を先読み情報として提供した。その後、情報提供された自動運転トラックが制御（車線変更、減速等）を行った際の車両挙動を分析・評価し、システムによる情報提供の有効性を

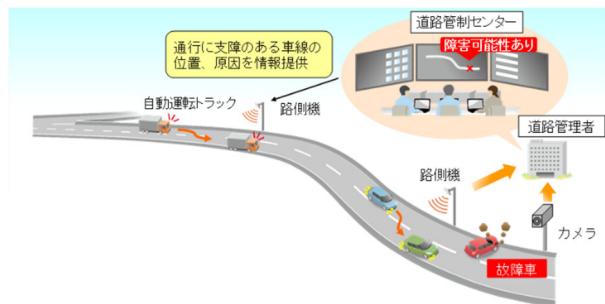


図-1 先読み情報提供システム（イメージ）

検証することが目標である。実験結果の評価は、「快適性（自車の車両挙動の変化量）」、「安全性（自車と本線後方車との潜在的衝突可能性）」、「円滑性（自車の事象対処に伴う本線交通への影響）」の観点から実施する。

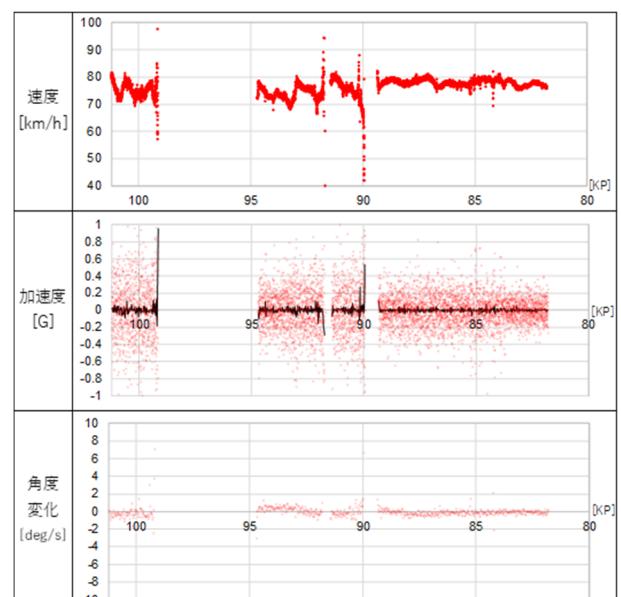


図-2 自動運転トラックの車両挙動サンプルデータ

（上段：速度、中段：加速度、下段：角速度）

なお、評価用のデータとして、自動運転トラックに搭載したRTK-GNSS受信機の測位情報や、車載センサにより検知された情報を活用した。

令和6年度は、事象遭遇時の自動運転トラックの車両挙動データを取得（走行回数は約100走行）しており、図-2に示しているのはそのうち1車両の1走行分のサンプルデータである。令和6年度は先読み情報が自動運転トラックの制御に活用されたケースが少なかつたため、令和7年度以降は走行回数を増やして、情報提供の有効性の検証に必要なデータ収集を継続する予定である。

（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は、本線上流部に設置した車両検知センサが本線車の速度、位置等を検知し、合流車（自動運転トラック）に連続的に情報提供することで、余裕を持った本線合流を支援する（図-3）。



図-3 合流支援情報提供システムの概要

当該システムの実証実験箇所は、新東名高速道路（駿河湾沼津SA～浜松SA間）の合流部付近である（浜松SA上り、遠州森町PA下り、駿河湾沼津SA下りの合流部付近）。情報提供施設等の実験機器のスペックや、実験機器の設置位置等は、過年度に国総研が作成した合流支援情報提供システムの技術仕様を踏まえて決定している。その後、自動運転トラックに対して、5.8GHz通信と760MHz通信を用いて、本線車の速度、位置等を合流支援情報として提供した。

なお、合流支援情報提供システムは、開発段階であるため、システムの有効性に加えて、システムの技術的な成立性（エラー発生回数や電波強度等）についても実証実験を通じて検証する予定である。また、システムの有効性の評価は、先読み情報提供システムと同様に、「快適性」、「安全性」、「円滑性」の観点から実施する（表-1）。評価用データとして、自動運転トラックに搭載したRTK-GNSS受信機の測位情報に加えて、合流区間に設置された俯瞰カメラの映像を取得した（図-4）。

表-1 合流支援情報提供の有効性の評価基準・指標

評価基準	評価指標	
快適性	速度	自動運転トラックの速度
	加速度	自動運転トラックの加速度
	角速度	自動運転トラックが旋回する際の角度変化量
安全性	TTC	自動運転トラックと本線車が速度と走行方向を維持している時、後方車が前方車に追いつくまでの時間
	PICUD	自動運転トラックが急減速した際、後方車が遅れて急減速して停車した時の相対位置
円滑性	回避行動	自動運転トラックの本線合流前後において、本線車が回避するために行った車線変更
	減速度	自動運転トラックの本線合流前後における本線車の減速度
	本線交通の乱れ	自動運転トラックの本線合流前後の本線に発生する乱れ

令和6年度は、自動運転トラックによる合流支援情報の受信試験を実施した。令和7年度においては、本実験の実施に向けて、通信試験結果を踏まえた実証実験計画案の修正等を行うとともに、他路線（東北自動車道等）での実証実験に向けた基礎資料とするためのデータ収集・分析を実施していく予定である。

[成果の活用]

国総研では、今回の実証実験結果をもとに、自動運転トラック向けの路車協調システムの技術仕様を作成する予定である。また、実証実験を通じて得られた結果・知見をもとに、自動運転車両の普及を見据えた交通への影響の分析等についても、継続的に研究を実施していく。

[参考文献]

- 1) 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、国土交通省国土技術政策総合研究所・道路交通研究部高度道路交通システム研究所、2023.3

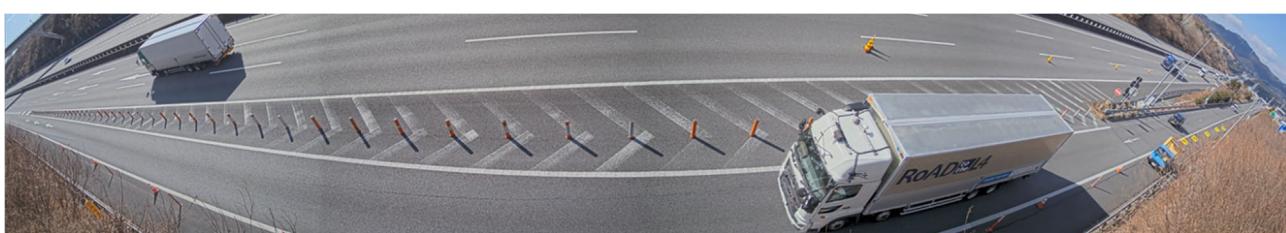


図-4 俯瞰カメラによる合流部での交通状況把握

ITS の研究開発及び国際標準化に関する海外動向調査

Survey of overseas trends in ITS R&D and international standardization

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室長	中川 敏正
Head	NAKAGAWA Toshimasa
主任研究官	松原 朋弘
Senior Researcher	MATSUBARA Tomohiro
主任研究官	今野 新
Senior Researcher	KONNO Arata
研究官	山本 大貴
Researcher	YAMAMOTO Daiki
研究官	杉山 貴教
Researcher	SUGIYAMA Takayuki
交流研究員	森 洸斗
Guest Research Engineer	MORI Hiroto

NILIM conducts the international activities about ITS by collecting information on overseas efforts related to ITS and introducing efforts in Japan.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、我が国の高度道路交通システム（ITS: Intelligent Transportation System）の技術開発促進や、関連産業の国際競争力向上を目指し、同分野における本邦技術の国際標準化の推進や、国際連携・国際協調の活動に取り組んでいる。

そうした中、国土技術政策総合研究所（以下「国総研」）では、国際標準化機構（ISO: International Organization for Standardization）のITS分野に関する専門委員会（TC: Technical Committee）であるISO/TC 204及びISO/TC 268の状況を調査するとともに、我が国の国内動向を踏まえたITS技術の国際標準化推進の活動を行っている。また、諸外国のITS・自動運転に関する取組の最新動向を収集するとともに、道路関係の国際機関（PIARC）等に参画し、ITS・自動運転に関する我が国の取組を紹介することを通じて、ITS・自動運転に関する国際活動を継続的に実施している。

[研究内容・成果]

1. 国際標準化状況の調査

ISO/TC 204およびISO/TC 268において、の表-1に示すITSに関する各ワーキンググループ（以下「WG」）やサブコミッティー（以下「SC」）を対象に、我が国の技術の国際標準化に向けた作業状況を把握するため、以下（1）（2）を実施した。

（1）国内分科会への参加、及び委員へのヒアリング

表-1に示す13のWGに対応する国内分科会の委員に対するWebヒアリングを実施するとともに、各WGの国内分科会に参加し情報収集を行うことで、国際標準化の実現に向けて必要な作業項目の国内での進捗状況を把握した。

（2）ISO関連WG/SCへの参加

表-1に示す各WG/SCのうち、道路に関するWG5、WG7、WG8、WG16、WG17、WG18、WG19およびTC 268/SC 2に参加し情報収集を行い、標準化作業項目の進捗状況を把握した。

表-1 対象 ITS 関連 SC/WG 及び国内分科会

TC	SC	WG	分野	ワーキンググループ名	対応する国内分科会
204	2	1	ITS	システム機能構成	システム機能構成国内分科会
		5	ITS	自動料金収受	自動料金収受国内分科会
		7	ITS	商用貨物車運行管理	商用貨物車運行管理国内分科会
		8	ITS	公共交通	公共交通国内分科会
		9	ITS	交通管理	交通管理国内分科会
		10	ITS	旅行者情報	旅行者情報国内分科会
		14	ITS	走行制御	走行制御国内分科会
		16	ITS	通信	通信国内分科会
		17	ITS	ノーマライズされたバイス	ノーマライズされたバイス国内分科会
		18	ITS	協調システム	協調システム国内分科会
		19	ITS	モビリティインテグレーション	モビリティインテグレーション
		20	ITS	ピックアップデータとAI	ピックアップデータとAI国内分科会
		268	スマートジオ	持続可能なモビリティと輸送	スマート交通国内分科会

2. ITS関連の技術動向の調査

我が国のITS関連技術の標準化に影響を及ぼす可能性がある以下の5項目について、海外、特に米国・欧洲・中国の技術動向を調査し、取り纏めた。

（1）高速道路でのトラックの自動運転

我が国では、高速道路でのトラックの自動運転の実現に向けた路車協調型自動運転の施策・研究開発が進められているが、特に米国等では日本の5.8GHz帯規格とは異なる5.9GHz帯ITS専用周波数による路車協調が普及してきていることから、これが日本に与える影響を考察した。また、欧州の自動運転物流プロジェクトである「MODI」について調査を行った。

・「MODI」

名称：MODI (A leap towards SAE L4 automated driving features)

期間：2022年10月1日～2026年3月31日

費用：27,992,880ユーロ

コーディネート：ITS Norway

MODIは、欧州の国境を越えたプロジェクトであり、CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility : 協調型、コネクティッド、自動運転モビリティ) ソリューション導入により、ロジスティクス・チェーンを大幅に改善することを目的としている。以下の5つのユースケースを対象とし、8か国34組織の官民パートナーシップで構成されている。

<ユースケース>CCAM車両により、

1. 港湾での現在の物流業務を実施
(ロッテルダム・オランダ)
2. 高速道路から港湾の限定エリアに接近
(ハンブルク・ドイツ)
3. ハブからハブへ大型車両で走行
(ヨーテボリ・スウェーデン)
4. EUの国境から港湾へ走行
(モスクワ・ロシア)
5. ロッテルダムからオスロへ通じて走行



図-1 MODIプロジェクトの対象地域

(2) 協調型自動運転

我が国では、協調型自動運転（自律型自動運転をベースに、路車間/車車間通信により、車載センサ検知外の情報を補うことで、より安全でスマーズな制御を可能とする自動運転）に関する施策・研究開発が活発に行われているが、韓国やシンガポールでは、車載器とスマートフォンが連携して情報提供またはプローブデータを収集する技術が普及してきているため、開発企業へのヒアリング等を通じて、日本に与える影響を考察した。

(3) 自動運転のための物理/デジタルインフラ

我が国では、自動運転の実現に向けた物理インフラ（走行空間、標識、区画線等）、デジタルインフラ（通信、センサ、高精度地図等）に関する施策・研究開発が進められており、この参考とするため、米国、欧州における技術動向を調査した。

(4) 電気道路システム

持続可能な社会の実現に向けた脱炭素モビリティ構築のために構想されている自動物流道路では、内燃機関によらない電動型車両の導入が重要である。電動型車両が長距離を走行する場合、大容量バッテリーの搭載が必要となることや充電の時間的ロスなどが課題となる。道路空間を有効活用しつつこの課題を解決するためには、走行中給電機能を備えた電気道路システム

の導入が有効と考えられる。そのため、米国、欧州における電気道路システムの技術動向を調査した。

(5) 道路課金

今後のICT技術の進歩によりGNSS技術を使った新たな課金システムなどの普及や、コネクティッドカーや自動運転車の普及に伴う道路課金を取り巻く周辺環境の変化が想定される。そのため、我が国の将来の様々な道路課金の可能性を見据え、米国、欧州、シンガポール、ニュージーランドにおける最新の技術動向（通信、センサ、データ処理など）を調査した。

3. 国内事例の発信

国内のITS・自動運転に関する取組として、「レベル4自動運転トラック実証実験」に関して、以下のような発信を行った。当該実証実験に際しては、自動運転の実現・高度化の観点から道路が備えるべき機能を整理するとともに、「自動運転サービス支援道（合流部や道路前方方向の工事規制等の情報を収集・提供する等、自動運転の実現や高度化に資するインフラ施設が備わった道路）」が設置される。また、6車線区間で交通量に余裕がある区間や時間帯では、自動運転車優先レーンを設置する（図-2）。なお、自動運転サービス支援道は、2024年～2026年にかけて新東名高速道路と東北自動車道の6車線区間で実証実験を実施し（図-2）、その後は全国への展開を想定している。

国総研では、レベル4自動運転トラックを対象として、合流支援情報、先読み情報（落下物情報、工事規制情報）を提供するシステムについて、有効性を検証する実証実験を実施し、システムの技術仕様を作成する予定である（図-3）。



図-2 新東名自動運転トラック実証実験箇所

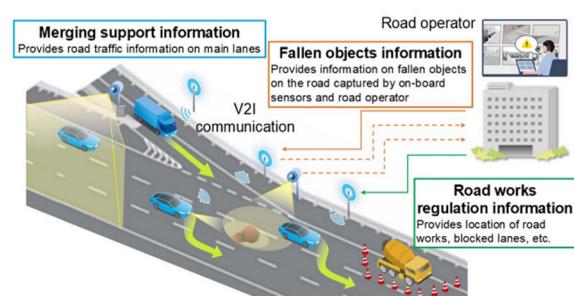


図-3 合流支援情報／先読み情報実証実験のイメージ

[成果の活用]

国際標準化状況の調査の成果は、日本のITS関連技術の国際標準化に係る全体の基本方針や個別分野の重要な課題の方向付けを行う会議（インフラステアリング委員会）で提示した。また、ITS関連の技術動向の調査の成果は、我が国の施策を検討する上での基礎的情報として活用が期待できる。さらに国内事例の発信の成果は、PIARCなどにおいて、事例紹介、レポート作成等に活用され、我が国のITS関連技術の国際展開に寄与する。

ETC2.0 オープン化のためのシステム構築

System development for ETC2.0 probe data to third parties

(研究期間 令和4～6年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長 中川 敏正
Head NAKAGAWA Toshimasa
主任研究官 今野 新
Senior Researcher KONNO Arata
研究官 杉山 貴教
Researcher SUGIYAMA Takayuki
交流研究員 森 洋斗
Guest Research Engineer MORI Hiroto

This research involves the advancement of a system that comprehensively processes ETC2.0 probe data from all over Japan. Specifically, the project will improve processing efficiency and map matching.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、道路交通の状況・課題把握や施策評価等のために活用している ETC2.0 プローブデータを処理するシステム（以下「ETC2.0 プローブデータ処理システム」という）について、更なる利便性向上を目指している。

国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という）では、ETC2.0 プローブ情報をより利便性の高い情報とすることを目的に、新たな ETC2.0 プローブデータ処理システム（以下「新システム」という）を構築し、必要な機能の開発を行っている。

本稿では、新システムに実装する機能のうち、マップマッチング機能の精度を検証した結果を示す。

[研究内容・成果]

ETC2.0 プローブデータは「前回の測位点から 200m 行走した地点」と「進行方向が 45 度以上変化した地点」を車載器で測位し、それを測位点とし蓄積するものである（図-1）。マップマッチングとは、これらの測位点列がどの道路上に位置したかを推定することをいう。これにより、道路交通の状況把握等を行うことが可能となる。

新システムに実装するマップマッチング機能のアルゴリズム（以下「国総研アルゴリズム」という）では、測位点のうち、進行方向が 45 度以上変化した地点（以下「屈曲点」という）が交差点に位置すると仮定し、2 点の屈曲点ごとに経路推定を実施する（図-2）。屈曲点を用いることで、右左折した交差点間で区切った単位（点群グループ）で経路推定処理（表-1）が可能となり、高速かつ精度の高いマップマッチングの実現を目指している。

ここで、連続する 3 点の測位点で進行方向が 45 度以上変化する地点（屈曲点）は、車両が右左折した交差点と仮定しているが、測位精度の影響を受け、屈曲点が正しく取得されず、正しくマップマッチングされない可能性がある。以下では、屈曲点が正しく取得されない事象を（1）測位点が交差点と一致せず未取得となるケースと（2）GPS 测位の影響を受け誤取得と

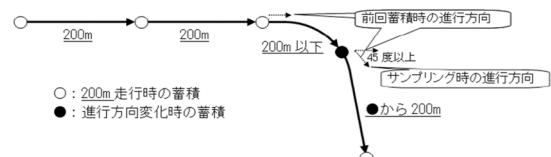


図-1 ETC2.0 プローブデータの蓄積イメージ



図-2 国総研アルゴリズムのイメージ

表-1 国総研アルゴリズムのフロー

1	進行方向が 45 度以上変化した際に発生した屈曲点をそれぞれ始点と終点に設定
2	この始点と終点の間に最短経路探索により候補経路を推定
3	中間における各測位点と候補経路との位置を比較し、候補経路の妥当性を確認・選定

（注1）候補経路の精度が低い場合、再度別の候補経路の探索を行い、妥当性を確認する処理を繰り返す。

（注2）最短経路探索は、各リンクを規制速度で通過した所要時間により実施する。

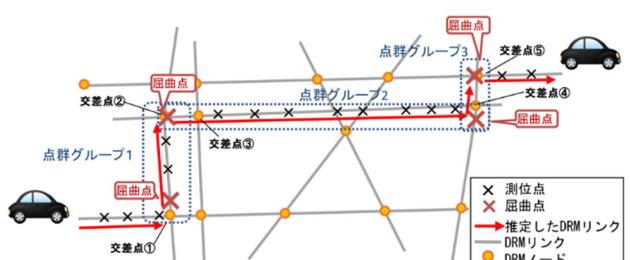


図-3 国総研アルゴリズムによる屈曲点の発生

なるケースに分け、正しくマップマッチングされたか

	カーナビ連携型車載器		GPS付き発話型車載器	
	一般車用	一般車用	業務支援用	
起終点削除	車載器で削除	車載器で削除	削除しない	
機器構成	対応車載器 ETCカード 対応カーナビ ETCカード 対応カーナビ 対応カーナビ	対応車載器 ETCカード 対応カーナビ 対応カーナビ	対応カーナビ	
プローブ情報の生成方法	①GPS・自律航法で測位 ②カーナビ地図(DRMリンク)にマッチング ③マッチング位置をアップリンク	①GPSで測位 ②GPS測位位置をアップリンク		
特徴	○ナビ地図(DRMリンク)にマッチングさせるためダブルディッキ等の複雑な構造でも位置を推定 ○GPS電波が届かないトンネル部等ではデータが生成されない ○高層ビル街等ではGPS電波の反射波により位置精度が低下する	○GPS電波が届かないトンネル部等でも自律航法により位置を推定		

図-4 車載器の種類と特徴

を検証した結果を示す。

なお車載器はカーナビ連携型(以下「ナビ連」という)と、単体で動く発話型車載器(以下「発話型」という)に分類され、プローブ情報の生成方法が異なる(図-4)。以下の検証では車載器の種類に分類し整理した。

(1) 測位点が未取得となるケース

2021年10月におけるETC2.0プローブデータを用いて、表-2に示す交差点を対象に検証した。

表-2 対象とした交差点

No.	住所	交差点名称	
		1	2
1	岩手県盛岡市	盛岡南 IC 入口交差点(西)	
2	福島県福島市	舟場町交差点(西)	
3	宮城県岩沼市	藤浪交差点(北)	
4	青森県青森市	東バイパス環7入口交差点(南)	
5	埼玉県熊谷市	上之(南)交差点(東)	

対象とした交差点(5箇所)における屈曲点未発生率を表-3に示す。少数割合(0%~1.71%)の車両において、測位点が未取得であることを確認した。しかし、全ての未取得箇所において、正しい経路にマップマッチングしたことを確認した(一例について、図-5に示す)。なお、ナビ連と発話型との明確な差異は確認されなかった。

表-3 屈曲点の未発生率

交差点	右左折	①通過車両台数		②屈曲点未発生台数		③屈曲点未発生率(②÷①)			
		発話型	ナビ連	発話型	ナビ連	発話型	ナビ連		
		No. 1	右折	1311	592	0	1	0.00	0.17
			左折	339	157	0	0	0.00	0.00
		No. 2	右折	2531	3109	0	0	0.00	0.00
			左折	750	726	1	0	0.13	0.00
		No. 3	右折	2955	2713	22	1	0.74	0.04
			左折	117	4	2	0	1.71	0.00
		No. 4	左折	16	10	0	0	0.00	0.00
		No. 5	左折	242	112	2	3	0.83	2.68

(2) 測位点が誤取得となるケース

GPS測位の精度は、GPS信号が遮られる高架構造(例:高層ビル街や高架高速道路に並走する一般道)で低下すると考えられる。本稿では、2021年10月(1週間)におけるETC2.0プローブデータを用いて、3箇所(レインボープリッジ、大黒埠頭周辺、仙台港北IC周辺)の区間を対象とした。



図-5 マップマッチング結果(交差点 No. 1 : ナビ連)

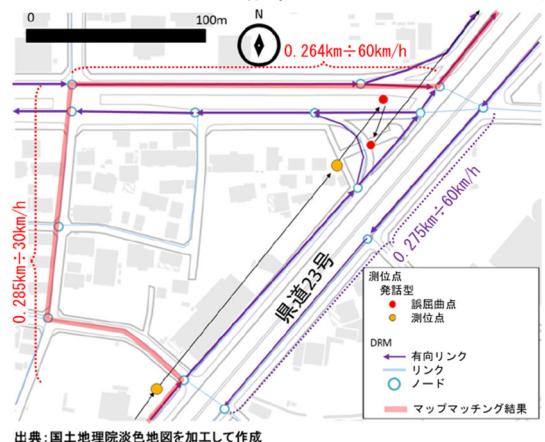


図-6 誤マップマッチングが確認された区間に
おける所要時間

本節では、45度以上の角度変化が起き得ない直線区間で、測位点の誤差により屈曲点と判定された点(以下「誤屈曲点」という)の発生件数を確認した。

(1)と同様に、誤屈曲点発生件数の通過車両台数に対する割合を確認した結果は、0%~9.5%であった。このうち、仙台港北IC周辺では誤屈曲点(交差点付近で測位点2点が逆方向、当該2点で誤屈曲点と判定)により、正しい経路付近の誤った経路にマップマッチングしたと考えられるケースを確認した(図-6)。

国研アルゴリズムは、所要時間を最小にする経路推定を屈曲点間で行うため、正しい経路周辺の所要時間が正しい経路の所要時間よりも短い場合、誤ってマップマッチングする可能性がある。このため、正しい経路の周辺における所要時間も確認する必要がある。

正しい経路(図中の紫線)と誤った経路(図中の点線)の所要時間を比較すると、正しい経路の16.5秒よりも、誤った経路の50.1秒(正しい経路よりも長い所要時間)にマップマッチングされているため、誤ってマップマッチングされたと考えて妥当である。今後は、誤屈曲点による誤ったマップマッチングの影響を評価する必要がある。

なお、ナビ連は発話型と比較し測位精度が高く、誤屈曲点の発生割合は低いことを確認した。ナビ連は、道路ネットワークを考慮しているためと考えられる。

[成果の活用]

今後は、新システムの実運用に向け、利便性向上に必要となるハードウェアの仕様を策定予定である。

次世代路車協調技術（次世代 ITS）（特車）

Next-generation vehicle to Infrastructure technology (next-generation ITS) (oversize or overweight vehicles)

(研究期間 令和 2 年度～令和 7 年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室

室長 中川 敏正

研究官 松本 卓馬

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、道路構造物の保全のため、ICT 技術を活用した大型車の通行状況のモニタリングと通行手続きの効率化を実現し、大型車の通行適正化を図ることを目指している。国土技術政策総合研究所では、車載型重量計 (On Board Weighing: OBW) や ETC2.0 プローブ情報を活用して、大型車の重量をモニタリングする手法を検討している。

令和 6 年度は、基地取締りの効率化を目的として、OBW を用いて取得した大型車の重量情報を活用し、重量違反が疑わしい大型車の取締基地への引き込みを支援するシステムの考案、及び当該システムの実現性を検証するための実験計画の作成を行った。

2. 2. 7 道路構造物研究部

損傷を受けた部材の耐荷性能評価への部分係数法の適用に関する調査検討

Study on the partial factor format to the load bearing performance of damaged bridges

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室
Road Structures Department
Bridge and Structures Division

室長
Head
研究員
Researcher

白戸 真大
SHIRATO Masahiro
西森 聖人
NISHIMORI Masato

No technical standards are established for the rehabilitation design of existing bridges, which deal with different distress characteristics and have a variety of repair methods. To develop the standards, this study has proposed modifiers to adjust the resistance factors used in new construction design, considering different distress characteristics and different variabilities of repair materials. In addition, this study has clarified the necessity of additional loading protocols for evaluating the three-dimensional rigidity of existing bridges.

[研究目的及び経緯]

既設橋の補修補強では、損傷箇所や程度が部材強度に与える影響、追加材料と既設部分の一体化の程度など、新設橋の設計施工とは異なる不確実性がある。一方で、既設部について、新設時には不確実性として見込まざるを得ない材料ロット間のばらつきや施工品質のばらつきは、調査にてある程度明らかにできる。以上の既設橋に特有の不確実性について、過度に安全側に扱うのではなく、一定のルールのもとで適切に設計に考慮できると補修補強の合理化が図れるものと期待される。そこで、本研究では、既設橋の補修補強に特有の不確実性を反映し、新設橋の設計にて考慮される各種の部分係数を修正する方法等を調査した。

[研究内容]

1. 抵抗の評価に関する検討

たとえば同じ深さや面積の断面欠損であっても、断面内の損傷位置によって部材の耐荷力は変わる。また、補修補強材料は鋼材とコンクリートのみならず様々であり、材料定数のばらつきも鋼、コンクリートとは異なるし、既設断面と補修補強材料の応力分担の割合もケースごとに区々である。そこで、本研究では、これらの影響を考慮できる、抵抗係数の評価方法を開発した。

評価方法の概念を図-1に示す。図-1は、曲げモーメントを受ける断面の例を表している。まず、着目する限界状態に対応する耐力式及び耐力式が立脚する抵抗メカニズムに対応するように、断面内で圧縮応力を分担する領域又は引張応力を分担する領域を設定する。たとえば、曲げモーメントに対しては、両フランジがこれに相当する。このとき、抵抗係数の評価のために見込む応力分担領域は、製作・施工上の上下フランジ

と一致させる必要はなく、断面内の塑性域の広がりを考慮して図-1のようにウエブの一部を含むこともあり得る。せん断については、ウエブにおいて、斜め引張り力を分担する部位と圧縮力を分担する部位に分ける。軸力については、ウエブとフランジの両者が該当する。

次に、断面が限界状態に達するときに降伏又は破壊する、断面内の圧縮又は引張り領域を代表する部位に着目する。構造力学上はその部位は純圧縮、又は、純引張りを受けているとみなせる。当該部位の既設断面の断面積や材料定数のばらつき、当該部位の追加材料の断面積や材料定数のばらつき、及び、既設材料と追加材料の一体性についてのばらつきなどを考慮することで、既設部及び追加材料一体での当該部位の一軸の圧縮、引張り強度の誤差を計算できる。

最後に、これと、道路橋示方書で元来用いられている耐荷力式固有のモデル誤差を組み合わせることで、断面の耐荷力の計算値と実際の誤差とすれば、ごく一般的な方法で部分係数を算出できる。

既設の鋼又はコンクリート部材の曲げ抵抗の評価に用いる部分係数をこの方法によって試算し、それを道路橋示方書に規定される部分係数で除した結果を表-1に示す。たとえば降伏曲げモーメントの設計値を算出するとき、引張フランジに追加する材料のばらつきや、引張フランジにおける既設部分（損傷による減肉等も考慮して評価する）と追加部分の応力分担に応じて、道路橋示方書に規定される抵抗係数に表-1の値を乗じて用いることを想定している。理論上は、どのような材料であっても、品質が管理され材料定数の統計量が保証されれば表-1の値を用いることができる。

なお、表-1の値が1.00に近い理由は、1点目として、新設であっても補修補強であっても同じ耐荷力式を用

いるときには同じモデル誤差が考慮されること、そして、抵抗係数の要因の大半は結果として耐荷力式のモデル誤差に起因していることが挙げられる。2点目は、新旧材料の一体性は確保されること、すなわちばらつきがないと仮定していることがある。この前提が変われば、ばらつきを考慮して計算でき、表-1の数値は変わる。3点目は、既設部分では適切に調査をすれば実際に用いられた材料及び施工品質はある程度分かるので、材料強度のばらつきのうち製造ロットや施工者の違い等に起因するばらつきを無視しているためである。

なお、既設部分の局部的な断面減少が大きいなどで限界状態の形態が新設とは異なってしまうことが懸念されるときには表-1によらず別途の考慮が必要である。

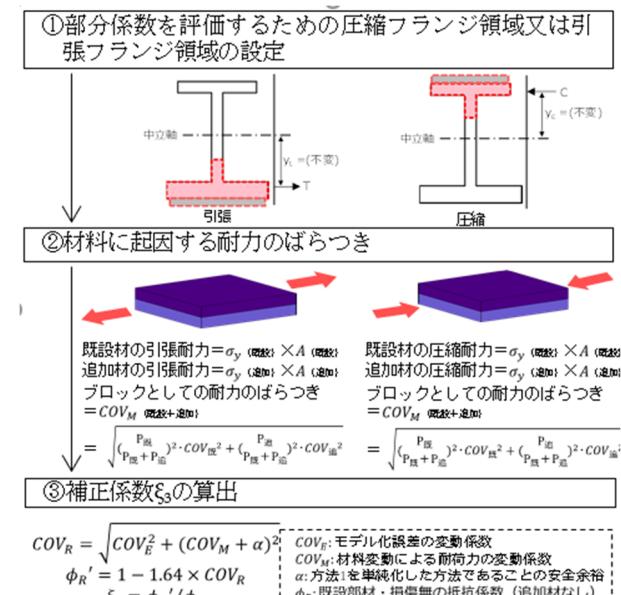


図-1 抵抗係数を評価する方法

表-1 部分係数の補正值の試算結果

追加材の強度のばらつき	無補強	既設材と追加材の強度比 = P追/(P既+P追)				
		≤0.200	≤0.333	≤0.500	≤0.667	≤0.800
小(COV=5%)	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
中(COV=10%)		1.00	1.00	1.00	1.00	0.95
大(COV=15%)		1.00	1.00	0.95	0.95	0.90

2. 作用の評価に関する検討

新設橋の設計では、主桁・主構断面に発生する断面力に着目して荷重が載荷される。しかし、既設橋の損傷は、橋の立体的挙動に伴う接合近傍での局所的な応力に起因する場合も多い。その場合、単に損傷を補うように材料を追加しても損傷原因である局所応力の改善にはならず、橋全体の3次元的な変形形状を改善することも検討される。しかし、その方法に確立したものがない。

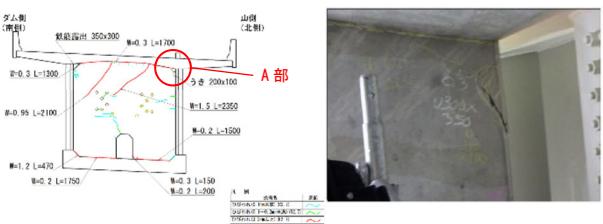
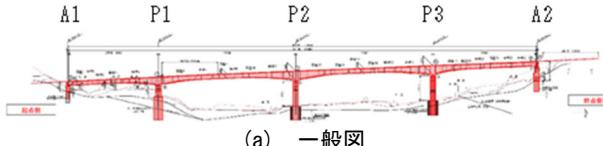


図-2 検討対象とした橋

そこで、有限要素解析を用いて、図-2に示す波形鋼板ウエブ橋における桁断面とダイアフラムの接合部回りのA部のコンクリートに生じる引張主応力が最大になるように、活荷重の載荷する方法を求めた結果を図-3に示す。桁の断面力は、一般に、橋軸直角方向に全幅員で活荷重が載荷されたときに大きくなるが、A部の引張主応力のような局部応力はそのとおりにならない。たとえばこの例では、桁断面の中心線に対して活荷重の位置が偏るときに最も大きくなる。また、隔壁を跨いで千鳥状になっている様子が見られる。

すなわち、補修補強では、新設橋の設計と同様の荷重を載荷して損傷部の補強量を算出するだけでは有効な補修とならない可能性がある。損傷形態に応じて、二次応力や局所応力に着目して最も厳しくなる荷重の載荷方法を橋ごとに検討することを基準にて求めるのがよいと考えられる。

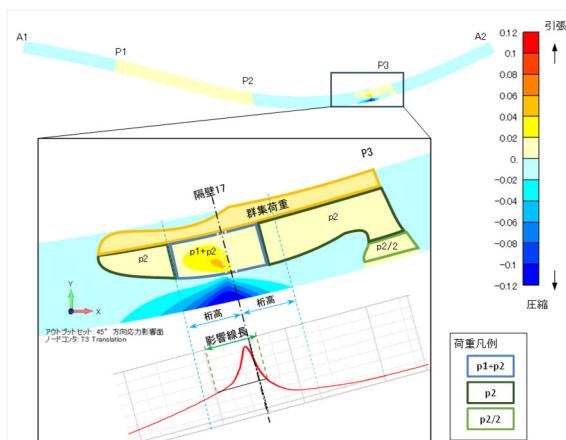


図-3 A部の引張応力が最大となる活荷重分布

【成果の活用】

本研究成果は、道路橋の技術基準の策定に反映する予定である。

道路橋の構造合理化・少部材化に関する調査検討

Study on the structural rationalization of reducing components for bridges

道路構造物研究部 橋梁研究室

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

室長 白戸 真大
主任研究官 横井 芳輝
交流研究員 白石 悠希

[研究目的及び経緯]

道路橋示方書が性能規定化されて以降、高強度材料やケーブルの活用、少部材化が進んでいる一方で、従来形式の橋では見られなかった、上部構造の立体的な応答が従来よりも卓越し生じたと考えられる損傷が見られている。そこで、本研究では、多様な形状、形式の橋の提案がなされたときにも性能を的確に評価できるように、様々な向きや分布の外力に対して橋が立体的な断面形状を保てることを照査する方法の開発を進めている。過年度までの研究では、橋の上下左右のウェブやフランジ間の温度差、さらに箱桁であればウェブ・フランジと内部の隔壁等との間の温度差が、上部構造断面の立体的な変形、局所的な損傷を引き起こしている可能性が高いことを明らかにした。今年度は、供用中の箱桁橋の温度計測のモニタリングデータを分析し、様々な向きや分布の外力に対して上部構造が立体形状を保持し、局所的な二次応力等が十分小さいことを照査するための荷重の追加事項や照査項目について提案した。

部分係数法を活用した高耐久技術の開発に向けた調査検討

Research on the partial factor design for bridge durability design.

道路構造物研究部 橋梁研究室

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

室長 白戸 真大
主任研究官 手間本 康一
研究官 吉延 広枝

[研究目的及び経緯]

道路橋の設計では、耐久性能として、100年という期間を予め想定し、経年の影響が耐荷性能に影響を与えないことの信頼性の確保が求められている。

本年度は、耐候性鋼の腐食減耗量の予測信頼性に調査法の違いが与える影響を評価するために、海岸からの距離が2km以内と比較的海の近くに位置する耐候性鋼橋12橋を対象に、異なる調査方法を組み合わせて環境パラメータを計測した結果と桁の腐食減耗量を計測した結果を分析した。その結果、設計前に通常調査される地上部での飛来塩分量と実際の桁の減耗量を比較すると、腐食卓越方向周辺地形から推察した塩分の飛来方向と異なっていたり、計測飛来塩分量と腐食減耗量が必ずしも比例しない結果が得られた。これに対して、分析結果からは、地上部の湿潤条件も反映できるように、通常行われる地上部での飛来塩分調査に加えて、桁下高さによっては地上部の鋼球暴露試験を加えたり、風況の調査を組み合わせることで耐候性鋼橋におけるさびの長期の発達の予測信頼性が向上する見込みがデータからも明らかにできた。

道路附属物等の設計基準の性能規定化に関する調査検討

Study on performance-based codes for design of road ancillary structures

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室長 白戸 真大

主任研究官 手間本 康一

研究官 青野 祐也

[研究目的及び経緯]

道路橋の設計基準である道路橋示方書では、多様な構造や新技術に対応する橋の性能の評価方法として部分係数を用いた限界状態設計法が導入されており、横断歩道橋や附属物など様々な道路構造物の設計でも導入が期待されている。

本年度は、横断歩道橋の設計に用いる部分係数を設定するための基礎的な資料を得るために、階段部や階段接続部を有した幾何形状であることや、道路橋に比べて活荷重が小さいという横断歩道橋の特有の構造特性が荷重効果の評価の信頼性に与える影響について、典型的な横断歩道橋を例に試算した。その結果、道路橋と同様の部分係数を適用して設計するためには、従来よく用いられている集約梁モデルではなくウェブ単位で軸線を設定した格子モデルを標準にすることの検討や、屈曲部かつ剛性の急変部である通路桁と階段桁の接続部の断面力を適切に補正できる新たな部分係数を設定することの検討が必要となることが分かった。

高度な数値解析技術を用いた性能評価方法に関する調査検討

Study on the use of advanced numerical simulations to evaluate bridge load-carrying performance

(研究期間 令和5年度～令和8年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室長 白戸 真大

主任研究官 横井 芳輝

交流研究員 清水 集平

[研究目的及び経緯]

アーチ橋やトラス橋が橋数に占める割合は大きくなないが、橋の規模も大きく、耐震補強としては大掛かりとなる。そこで、より効果的に補強箇所や補強量を評価できる耐震補強の検討の進め方を確立することが期待される。今年度は、平成29年道路橋示方書における限界状態設計法の体系を用いて橋の耐震補強設計をする方法的一般化を目的に、アーチ橋を例に、橋毎に塑性化を許容する部材や形態を設定する方法を検討した。

上部構造を部材の集合ととらえ、鉛直・水平荷重をアーチアバットまで伝達するにあたって必要な役割と関連付けた部材種別ごとに部材群を分解し、部材種別を部材群としてみたとき必要な役割が満足できるように補強方針を立てること、また、致命的な状態にならないように補強した上で、車両の通行が可能であるように状態を改善するために付加すべき補強分を評価するという手順を経ることで、弾性状態に留まることを始めから目指すよりも合理的な補強諸元が見出せることを実証した。

道路橋の維持管理方法の省力化・合理化に関する調査検討

Study on efficient bridge management and maintenance methods for road bridges

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室長 白戸 真大

主任研究官 岡田 太賀雄

交流研究員 恵良 将主

[研究目的及び経緯]

限られた資源で道路構造物の管理を行うことを考えれば、措置が望ましいと考えられる橋であっても詳細な調査や対策の着手が遅れる場合も想定される。そこで、状態に更なる変化があれば通行を制限するなどの対応ができるように、常時状態を監視することで、他の橋の修繕を優先する場合も出てくると考えられる。

このような場合、監視する箇所や、変位やひずみなどの監視する指標・閾値は、詳細な調査にまで着手できない中で限られた情報から設定せざるを得ない。そこで、監視の確実性を高めるためには、限られた情報から定める閾値のみに頼ることなく、日々刻々変化する計測結果から状態の変化の兆候を探すこととも考えられ、AIの活用への期待もある。

そこで、本年度は、監視におけるAIの活用の可能性を調べるために、損傷を受けた実橋の観測結果をAIに学習させ、状態の変化を検知することを試みた。その結果、状態の変化を検知した時期と実際の損傷が確認された時期が符号する傾向が見られるなど、モニタリングデータから異常を分析する方法としてAI技術の活用が期待できることが分かった。

道路橋の修繕計画策定手法に関する調査検討

Study on strategic bridge management programming

(研究期間 令和6年度～令和8年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室長 白戸 真大

主任研究官 岡田 太賀雄

研究官 石尾 真理

[研究目的及び経緯]

国総研では、将来の維持管理費の推定等に活用できるように、国が管理する道路橋の定期点検にて記録している損傷程度の評価（損傷の位置、種類、外観を記号化して記録するもの）のデータを用いて、部材種別ごと損傷の種類ごとの遷移確率を作成し、公表している。

本研究では、補修・補強の有無と損傷程度の進展の傾向の違いの関係を統計的に分析した。分析の結果、統計上は、修繕履歴のある部材とない部材で劣化特性が異なること、修繕において、部材の損傷を回復させるだけでなく、劣化の原因を緩和や除去にさらに注意を払うことで、修繕履歴がない部材の劣化特性に近づけられる余地があることが分かった。今後、このような統計的な傾向を長寿命化修繕計画の策定に反映させる方法についてさらに検討を進める。

トンネルの合理的な点検法及び設計・施工法に関する調査検討

A Study on rational method for inspection, design and construction of road tunnels

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

道路構造物研究部 構造・基礎研究室
Road Structures Department
Foundation, Tunnel and Substructures Division

室長 藤田 智弘
Head FUJITA Tomohiro
主任研究官 澤村 学
Senior Researcher SAWAMURA Manabu
研究官 藤原 茜
Researcher FUJIWARA Akane

The purpose of this study is to improve the efficiency of tunnel maintenance and rationalize tunnel design. we analyzed the periodic inspections results of road tunnel, and investigated the relationship between design and construction conditions and damage in road tunnels.

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、道路トンネルについて、所要の信頼性を確保し、かつ合理的な設計・施工・維持管理手法に関する研究・検討を行っている。本研究では、道路トンネル定期点検（以下、「定期点検」という。）の信頼性向上及び合理化の手法に関する検討に必要な基礎資料を得るために、定期点検結果の分析を行った。また、設計・施工に起因して生じている変状を把握するため、建設後早期に発生した変状と設計・施工の条件との関係性について分析を実施した。

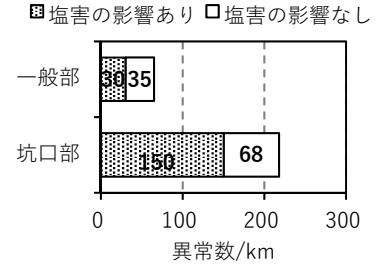
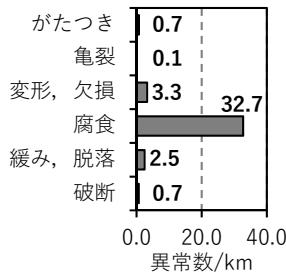


図-1 異常種別毎の異常数

図-2 設置環境と異常発生の関係

る傾向であった。また、塩害の影響の有無と異常発生の関係に着目すると、一般部では塩害の影響の有無による傾向の違いは見られないが、坑口部においては、塩害の影響がある場合は塩害の影響がない場合よりも異常が多く発生している傾向であった。このように、附属物等の設置環境は、異常の発生に影響を与える要因となる可能性がある。重点的に点検する必要がある附属物等の設置環境を把握することで、点検の効率化に寄与する可能性があることが示唆された。

2. 道路トンネルにおける設計・施工段階の条件と変状の発生との関係性に関する分析

定期点検の結果によると、建設後5年以内に変状が生じるトンネルが全体の8割近くを占めている。そのため、これらの変状の多くは設計あるいは施工に起因して生じている可能性があると考えられる。

そこで、本研究では、変状の発生要因となる設計・施工の条件を明らかにするため、建設後早期に発生した変状の発生と地質及び施工に関する情報との関係性を調査した。調査の対象施設は、直轄国道における45施設とし、2010年以降に山岳工法で建設されたトンネルで、2回目の点検が完了しているものの中から無作為に抽出した。

本研究では、1巡目および2巡目の定期点検の結果から得られる変状に関する情報と施工図書から得られ

[研究内容及び研究成果]

1. 道路トンネル定期点検結果の分析

本研究では2巡目(令和1～4年度)に定期点検を実施したトンネルのうち山岳工法により施工された329施設を対象として定期点検結果の分析を実施した。分析においては、変状種類、建設後の経過年数、塩害影響度、附属物等の設置環境と異常発生数の関係等について分析した。本稿ではそのうち、附属物等の設置環境と異常発生数の関係について分析した結果について紹介する。

附属物等の取付状態の異常の有無の判定において、腐食による異常の発生が多い(図-1)ことから、附属物等の設置環境が異常の発生に影響を及ぼす可能性があることに着目し、トンネル内における附属物等の設置位置及び塩害の影響の有無と延長1kmあたりの異常の発生数の関係を分析した(図-2)。附属物等の設置位置は、坑口から50mの範囲を坑口部、それ以外の範囲を一般部とした。塩害の影響の有無は、道路橋示方書・同解説を参考に、トンネルの設置位置と海岸線からの距離により塩害の影響が激しい及び影響を受ける場合を

「塩害の影響あり」、それ以外を「塩害の影響なし」とした。図-2の附属物等の設置位置と異常発生の関係では、設置位置が坑口部の場合で異常が多く発生してい

る設計・施工の条件（地質名・岩石グループ・支保パターン・補助工法の使用区分・インバートの設置区分・鉄筋の使用区分・断面形状・覆工コンクリートの材料特性）との関係性について、覆工の1打設長（以下、「スパン」という。）毎に整理した。本稿では、結果を抜粋して以下に示す。

（1）スパン内での位置と変状の発生の関係

トンネル覆工の厚さが変わらない条件では、覆工断面が大きい場合は断面が小さい場合と比較して、自重により天端部に発生する引張応力が大きくなることが確認されている。そこで、断面が大きい場合は覆工の天端部に変状が発生しやすくなる可能性があることに着目し、スパン内の位置毎の変状の発生状況を確認した。なお、本稿では、覆工コンクリートに生じた変状の発生について分析するため、定期点検においてIIb判定と同等かそれよりも悪い状態であると判定された変状のうち、覆工コンクリートに発生した材質劣化、外力、漏水の変状を対象とした。

スパン内での変状の発生位置を確認するにあたって、対象の45施設に対し、点検調書における1スパン毎の変状展開図を縦断方向、横断方向ともに1.5mずつのブロックに分割した上で、各ブロックの変状の発生の有無について整理し、変状に位置情報を付与し、分析を実施した。

図-3に45施設の全スパン内での各位置における変状の発生頻度を示す。赤色が濃いほど変状の発生頻度が高いことを示している。分析対象としたスパンは、分割したブロック数が同一となるようにスパン長が9mより大きく10.5m以下の2763スパンとし、そのうちトンネル周長が16.5mより大きく19.5m以下の1128スパンを図-3(a)、トンネル周長が19.5mより大きく22.5m以下の1635スパンを図-3(b)に示した。図-3(a)では、天端部よりも目地部に多く変状が発生しているのに対し、周長が長くなる図-3(b)では、目地部だけでなく、天端部にも多く変状が発生している。以上から、周長が大きい、すなわち断面が大きい場合は、天端部に曲げ引張が作用しやすくなる等の理由から、変状が生じやすくなる可能性があることが示唆される。

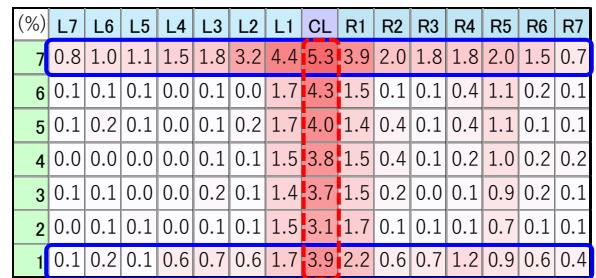
（2）鉄筋の有無と変状の発生の関係

トンネル覆工コンクリートには、一般に無筋コンクリートを用いるが、土被りの小さな土砂トンネル、坑口部等では、将来の荷重の変化や状況の変化に備えるため鉄筋等で補強することが多い。鉄筋を使用している区間は鉄筋を使用していない区間に比べ、荷重が作用しやすいが、鉄筋の引張抵抗により作用に対する抵抗力も大きくなる。このことから、鉄筋を使用していない区間と鉄筋を使用している区間では、変状の発生数に違いがある可能性があると考え、鉄筋の有無と変状の発生との関係を比較した。

鉄筋を使用している区間と使用していない区間の延



(a) $16.5\text{m} < \text{トンネル周長} \leq 19.5\text{m}$ (1128スパン)



(b) $19.5\text{m} < \text{トンネル周長} \leq 22.5\text{m}$ (1635スパン)

図-3 スパン内での各位置における変状の発生頻度
($9\text{m} < \text{スパン長} \leq 10.5\text{m}$)

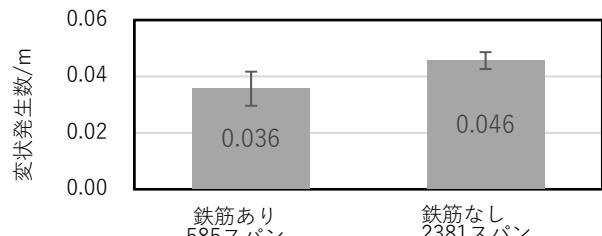


図-4 鉄筋の有無と変状の発生の関係
(棒は平均値、上下バーは95%信頼区間)

長1mあたりの変状発生数の平均を図-4に示す。このとき、スパンの一部のみに鉄筋が入っている場合や織維補強コンクリートが用いられている場合については対象から除いている。鉄筋が入っている区間の延長1mあたりの変状発生数の平均値は0.036であり、鉄筋が入っていない区間の変状発生数の平均は0.046であった。両者の95%信頼区間が重なっていないため、鉄筋の有無と変状の発生には有意差があると考えられる。以上から、今回の分析においては、鉄筋が入っている区間は入っていない区間に比較して変状の発生が少ないことが確認できた。ただし、今回は建設後10年以内のトンネルを対象としており、鋼材腐食による劣化進行等の長期的な劣化については調査出来ていない。

以上(1)(2)のように、本研究では建設後早期に発生した変状と設計条件及び施工条件との関係性について分析した。

[成果の活用]

本研究成果等を踏まえて、更なる点検の効率化・合理化の提案や設計・施工の合理化につなげていく予定である。

大型カルバート等の要求性能に対応した維持管理手法

及び信頼性設計に関する調査検討

Investigation of maintenance management methods and reliability design for required performance of large culverts

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

室長

藤田 智弘

Road Structures Department

Head

FUJITA Tomohiro

Foundation, Tunnel and Substructures Division

主任研究官

飯田 公春

Senior Researcher

IIDA Kimiharu

NILIM is collecting and organizing the results of periodic inspections of sheds, large culverts, and other structures conducted by the government and other road administrators in order to efficiently maintain and manage road earthwork structures, and is studying ways to streamline periodic inspections. In addition, the institute is studying design methods that take reliability into consideration in order to establish a design system for earthwork structures that corresponds to the unified performance requirements.

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、道路土工構造物を効率的に維持管理していくために国等の各道路管理者で行ったシェッド、大型カルバート等の定期点検結果を収集・整理し、定期点検の合理化等について検討を進めている。また、統一的な要求性能と対応する土工構造物の設計体系構築に向け、信頼性を考慮した設計法を実現するための検討を行っている。

[研究内容及び研究成果]

1. シェッド、大型カルバート定期点検結果の整理分析 (1) 定期点検結果の整理

令和元～4年度で定期点検を実施した国が管理するシェッド743施設、大型カルバート2,291施設、地方公共団体等が管理するシェッド2,177施設、大型カルバート5,233施設を対象として、その定期点検結果から変状傾向や劣化特性等を整理・分析した。

令和元～4年度の定期点検を実施したシェッド、大型カルバートのうち、健全性の診断の区分（以下、「区分」という。）と施設数の関係を整理した。そのうち、都道府県別で地方公共団体（都道府県・政令市等及び市区町村）が管理するシェッドの区分の割合と施設数を図-1に示す。施設数がほぼ同数の自治体でも、区分III（早期に措置を講ずべき状態）の割合が大きく異なる県があった。また、大型カルバートにおいても、区分IIIの割合が大きく異なる県があった。橋梁やトンネルと同様に区分の割合は地域によって異なっている。健全性の診断の質にはばらつきがある可能性が伺える。

(2) 定期点検結果の分析

国管理のシェッド及び大型カルバートについては、区分からだけでは読み取ることができない、部材毎や変状種類毎の発生状況の現状や劣化の遷移を分析するため客観的データである変状程度の評価区分の推移について整理してきた¹⁾。一方、地方公共団体等では、点検記録様式に記録する項目は部材毎に最も厳しい健

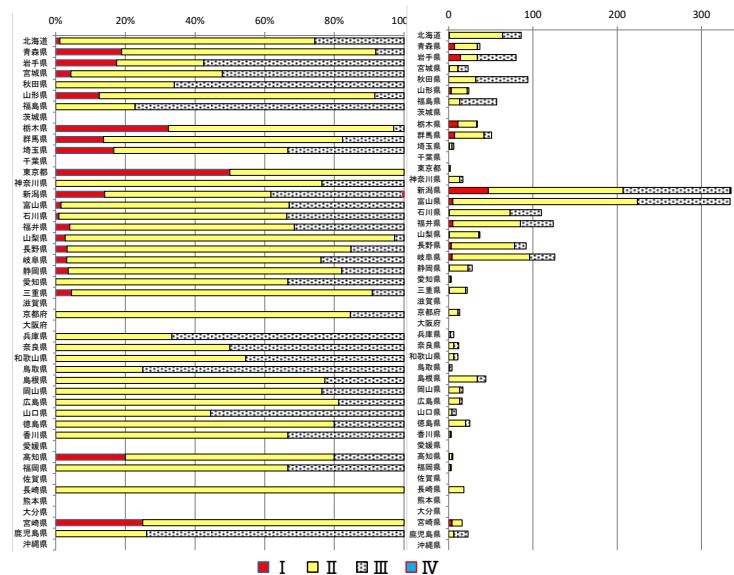


図-1 都道府県別区分の割合と施設数(令和元～4年度)

全性の診断結果を記入すればよく、変状程度の記載は義務ではない。地方公共団体等管理の点検記録様式の所見欄に着目して、健全性の診断の質のばらつきを検証した。施設数がほぼ同数の都道府県で、区分IIIの割合が少ない自治体（以下、A県とする。）と区分IIIの割合が大きい自治体（以下、B県とする。）で検証を行った。B県管理のシェッドでは、ガードレールの腐食、破損のような変状から区分IIIとされている事例があった。また、図-2, 3に示すようにシェッドの横梁側面のひび割れ遊離石灰の析出といった同程度の変状に対して、区分がA県では区分II（予防保全の観点から措置を講ずべき状態）、B県では区分IIIであった事例で所見を比較した。このとき、定期点検での両県の所見欄の記載は以下に示すとおりであった。

A県所見：コンクリート部材にひびわれや剥離・鉄筋露出が見られる。また、谷側柱には架設用の金具と思



図-2 A県の事例



図-3 B県の事例

われる部材が露出し腐食している。予防保全の観点から補修を行うのが望ましい。

B県所見：主梁・横梁・柱部に遊離石灰析出物を伴うひびわれが局所にみられる。また、支承部では、竣工時のモルタルが劣化し土砂化している。今後、凍害および外的要因により損傷が発展する恐れがあるため、速やかに防水対策を含めた補修が必要である。

いずれの所見も、状態の把握において確認された変状（客観的な事実）は示されている。一方で、点検時点に有する構造物としての安全性、変状の原因の推定やこれを踏まえた次回定期点検までに想定する状況においてどのような状態になる可能性があるのかの評価などに関する記載がないため、診断の根拠が十分には読み取れない。診断の根拠が明確に記録されることで点検の信頼性が向上し、適切な診断が行えることに繋がる。今後、健全性の診断の区分の根拠が明確に記録されるよう、記録する標準を提示することで、点検の診断の質の向上へ繋げていく。

2. ボックスカルバートの設計で考慮する作用とその条件に関する検討

(1) 荷重分散の影響の検討

信頼性を考慮した設計法を実現するために、技術基準の性能規定化に向けた研究を進めている。性能規定化における設計状況の設定にあたっては、作用要因に基づいて設計用の作用（以下「設計作用」という）を設定する際に考慮すべき条件を明確化することが重要である。道路盛土の内部に設置されるボックスカルバートでも、その構造特性を踏まえて設計作用を設定する必要がある。

ボックスカルバートの設計作用の設定において考慮すべき条件を検討する一環として、土被りによる活荷重や衝撃の荷重分散の設定の仕方がボックスカルバートの頂版に生じる応力に及ぼす影響を検討した。

現行のカルバート工指針²⁾では、活荷重や衝撃の影響については、カルバートの設計にあたって想定する常時的作用の一つとして位置づけられているが、作用の与え方については、橋梁とは異なる（図-4）。

分析対象としたボックスカルバートは、表-1に示す内空幅の異なる2種類の構造である。

これらは、現行指針に基づき設計したものであるが部材照査の結果によると、①中央部の曲げモーメント②隅角部のせん断力が、許容応力度に対して最も余裕が小さい状態であることが確認された。このため、今回の検討においては、①、②が最も不利となるように荷重を載荷させる状況を設定することとし、現行指針と同様に後輪を頂版の支間中央に載荷する状況さらに隅角部に載荷する状況の2ケースの状況を想定して検討を行った。なお、前後輪の間隔については車両制限令に基づく6.5mとしている。また、分散を考慮する場

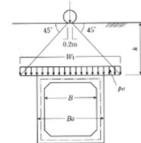
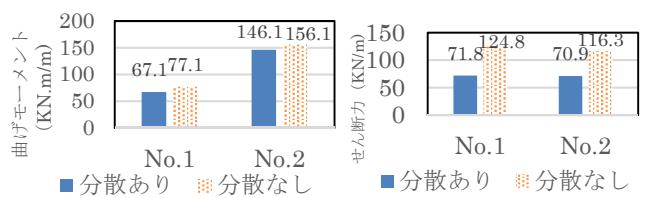


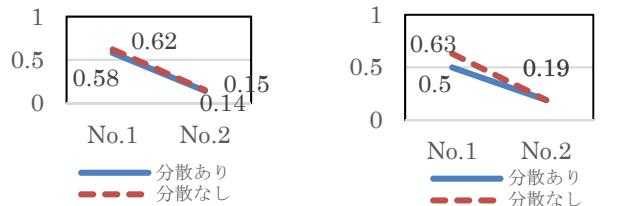
図-4 作用のイメージ

表-1 解析モデル

No.	内空諸元 (m)		継断方向 延長 (m)	土被り (m)
	内空幅	内空高		
1	6.5	6.0	10.0	0.5
2	14.0	6.0	10.0	0.5



a) 頂版中央曲げモーメント b) 隅角部せん断力
図-5 断面力の比較



a) 頂版中央曲げモーメント b) 隅角部せん断力
図-6 死荷重と活荷重の合計に占める活荷重の割合

合、現行指針にあるとおり接地幅0.2mで45度の分散角とした（図-4）。

(2) 解析結果と活荷重の影響の比較、考察

解析結果を図-5, 6に示す。分散の有無による影響は活荷重のみに着目すると、中央曲げモーメントは、それぞれ10kN·m/m程度、隅角部せん断力はそれぞれ50kN/m程度、分散なしが分散ありに対して増加している。特にせん断力については分散の有無で倍程度の差が生じている。また、死荷重と活荷重の合計に占める活荷重の割合に着目すると、No.1では分散の有無で4%または13%の差が生じているが、No.2では両者に差が殆どない。

解析結果から、土被りとなる地盤の条件のばらつきなどの影響により、仮に現行指針で想定しているような荷重分散が得られなかった場合には、頂版に生じる断面力を過小評価する可能性があることが示唆される。特にせん断力については、内空幅が小さい構造条件になれば、その影響が大きく現れている。

このように、ボックスカルバートに対する活荷重による設計作用を設定するにあたっては、土被りによる荷重分散の設定とその適用の条件を明確化しておくことが重要である。

[成果の活用]

本研究成果等を踏まえて、更なる点検の効率化・合理化の提案に繋げていく予定である。また、大型カルバート等の部分係数法適用に向けて、道路土工構造物技術基準改定への反映に繋げていく予定である。

[参考文献]

- 澤口啓希、飯田公春、西田秀明：シェッド及び大型カルバートの2巡目点検から見える健全性と変状の推移、土木技術資料 第66巻 2024.2
- 公益社団法人日本道路協会 道路土工－カルバート工指針（平成21年度版），2010

洪水・豪雨に対する道路構造物の強靭化に関する調査研究

Research on toughening of road structures against floods and heavy rains

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

道路構造物研究部 道路基盤研究室

Road Structurers Department Pavement
And Earthworks Division

室長

桑原 正明

Head

KUWABARA Masaaki

主任研究官

鍬 淳司

Researcher

KUWA Junji

主任研究官

大津 智明

Researcher

OOTSU Tomoaki

Road earthwork structures are subject to long-term loss of roadway function due to scouring and landslides caused by heavy rainfall. In this study, a damage risk assessment method based on the damage mechanism of scouring caused by heavy rainfall was studied for road earthwork structures bordering river.

[研究目的及び経緯]

近年の激甚化する豪雨等の自然災害で、洗掘による道路土工構造物の損壊や、斜面崩壊等の被害が生じ、道路の交通機能が喪失し、都市間人流や物流ネットワーク機能の停滞、集落の孤立を生じさせるなど、社会的な影響が問題となっている。

道路基盤研究室では、道路土工構造物の洗掘や自然斜面及びのり面を含む土砂災害による道路閉塞の被災に対し、それらの防止対策や交通機能のリスク評価手法の確立に向け研究を進めてきた。

[研究内容]

土砂災害の中でも、被災後の道路土工構造物の復旧に比較的時間を要する河川洗掘に着目して分析した結果を報告する。

(1) 洗掘による被災が生じやすい河川条件の整理

自然災害による道路土工構造物の被災メカニズムを分析するため、2016年度（平成28年度）から2022年度（令和4年度）の7年間に直轄国道において災害復旧事業として採択された災害の記録をもとに、河川条件及び土工条件と被災項目を抽出してその関係性を整理した（図-1）。

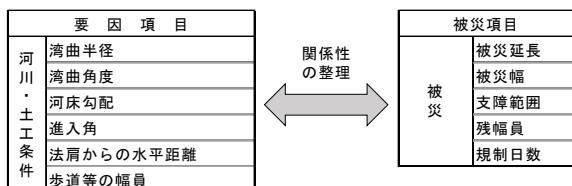


図-1 整理する河川・土工条件と被災項目

河川洗掘による被災の要因として、法肩からの水平距離（道路肩から道路土工構造物の法尻もしくはその前面と河床との接点までの水平距離）と通行規制日数との関係に着目し分析した結果を図-2に示す。これによれば、1日以上の通行規制を伴う被災箇所はおおむね7m以内であることがわかる。

また、河川の流速が被災に影響を及ぼすと仮定し、河床勾配に着目して被災箇所の状況との関係を整理した結果、河床勾配がおおむね1/250より急勾配である箇所で被災が多く生じている傾向であった（図-3）。

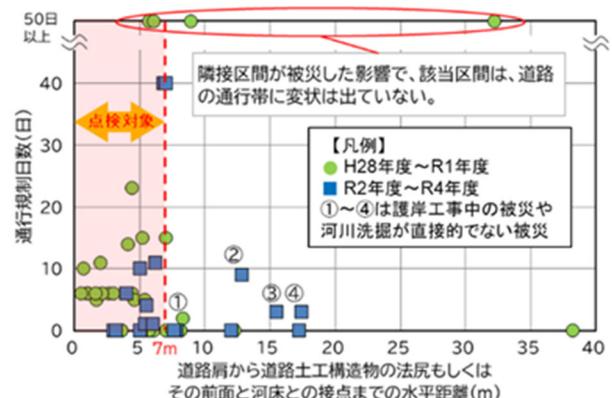


図-2 路肩からの水平距離と規制日数の関係

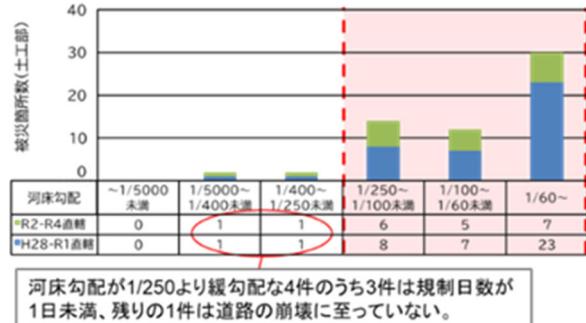


図-3 被災箇所の河床勾配

さらに、河川の形状が被災に影響を与えると仮定し、被災延長50m以上の箇所を対象として湾曲半径及び湾曲角度と被災の関係を整理した。ここで、被災延長として50m以上の箇所に着目したのは、その程度の規模の被災になると道路の規制日数が1週間を超えるリスクが高くなる傾向があるためである（表1）。

表-1 被災延長と規制日数の関係

被災 延長 (m)	被災 件数	規制日数		
		7日 未満	7日 以上	7日以上 の割合
50m未満	36	33	3	8.3%
50m以上	19	6	13	68.4%

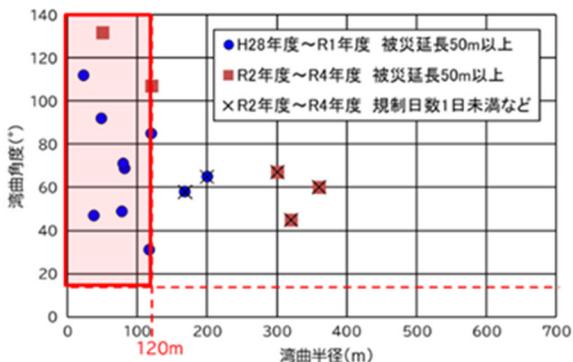


図-4 湾曲半径及び湾曲角と被災の関係

図-4より、規制日数が1日未満、もしくは、後述の「a)且つb)」に該当する箇所等を除けば、湾曲半径がおおむね120m以下、且つ湾曲角度がおおむね20°以上の条件を満たす河川形状の場合に被災が大きくなる傾向にあることが分かる。これらの分析から、河川に隣接する道路土工構造物が洗掘等によってその性能に大きな影響を及ぼす要因がわかった。また、前面に河川がある河川隣接区間の高さ10m未満の盛土又は擁壁で、以下の「a)且つb)」又は「a)且つc)」に該当する箇所では河川隣接区間の道路流失のリスクが高いと考えられる。

a)道路肩から道路土工構造物の法尻もしくはその前面と河床との接点までの水平距離がおおむね7m

b)河川勾配がおおむね1/250より急勾配である箇所

c)湾曲半径がおおむね120m以下且つ湾曲角度がおおむね20°以上の箇所

河川隣接区間ににおける道路流失の予防に努める観点から、2022年度末（令和4年度）に改訂された道路土工構造物点検要領（直轄版）ではその内容が盛り込まれ、2023年度（令和5年度）からの点検に反映されている。

(2) 河川に隣接する直轄国道以外の被災状況の整理
前述のように、河川に隣接する道路土工構造物が洗掘等によってその性能に大きな影響を及ぼす要因について知見を得ているが、洗掘により被災した直轄国道以外の道路について、それらの条件との適合性について分析を行った。対象は2021年度（令和3年度）から2023年度（令和5年度）の3年間で発生した17件について分析した。

道路肩から道路土工構造物の法尻もしくはその前面と河床との接点までの水平距離がおおむね7m以下の条件に該当する箇所は17箇所のうち、15箇所（約88%）となり、14箇所は5m以下（約82%）であった（図-5）。

河床勾配について1/250よりも急こう配の条件に該当する箇所は13箇所（76%）、1/150よりも急こう配の箇所が12箇所（71%）であった（図-6）。

被災箇所の湾曲半径と湾曲角度を図-7、図-8に示すが、湾曲部での被災箇所における湾曲半径は30mから140m、湾曲角度は32度から72度であった、湾曲半径は概ね該当するが、湾曲角については直轄国道に隣接する河川条件では被災していない結果となった。このことから、道路擁壁や土羽部に対する水衝部を考慮するための湾曲区間の諸元よりも、しゅうそくに大きく影響する河床勾配が被災要因として高いウエイトを占めているものと考えられる。

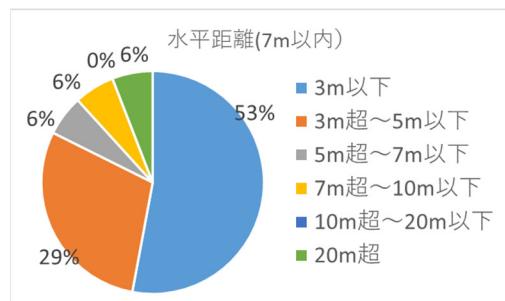


図-5 被災箇所における路肩からの水平距離

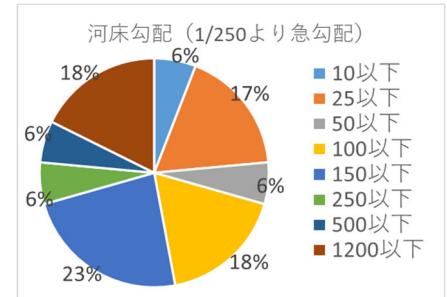


図-6 被災箇所における河床勾配

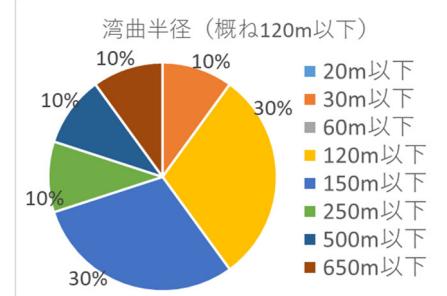


図-7 被災箇所における湾曲半径

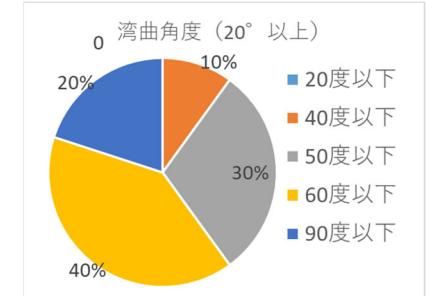


図-8 被災箇所における湾曲角

[研究成果]

河川に隣接する道路土工構造物を対象に、豪雨に起因する洗掘の影響に関する調査分析を行った。限られた被災事例を対象に検討した結果ではあるが、比較的容易に被災のリスクが高い箇所を抽出するための河川条件、土羽部侵食による道路被災のリスクが高い箇所の特徴について知見を得ることができた。

[成果の活用]

今後は、航空レーザ測量やCIMモデルなどのデジタル技術を活用し、机上での抽出を効率化できる手法について研究を進め、より効率的な維持管理に繋がるよう研究を進めていきたい。

盛土・切土等の要求性能に対応した維持管理手法及び 信頼性設計に関する調査検討

Research on management and reliability-design method
for required performance of embankment and cut slopes

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

道路土工構造物研究部 道路基盤研究室
Road Structures Department Pavement
and Earthworks Division

室長 桑原 正明
Head KUWABARA Masaaki
主任研究官 鍋 淳司
Senior Researcher KUWA Junji
主任研究官 大津 智明
Senior Researcher OOTSU Tomoaki

According to the "Guideline for Inspection of Earthwork Structures" established in June 2018, road administrators are required to inspect specific road earthwork structures once every five years.

In this research, we analyzed the results of the first round of inspections of embankment and cut slopes, and considered what should be revised in the guideline to enable more efficient maintenance of road earthwork structures.

[研究目的及び経緯]

道路基盤研究室では、盛土・切土等の要求性能に対応した維持管理手法及び性能規定化をテーマに令和3年度から令和6年度に研究を行った。令和3年度から令和4年度においては盛土の被災形態の分析を行い、令和5年度から6年度においては道路土工構造物点検の質の向上に関する分析を実施した。なお、令和4年度にxRoadの本運用が開始されたことから、これによる定期点検のとりまとめ及び分析を開始し、最終年においては1巡目(平成30年度から令和4年度)の定期点検結果について、道路土工構造物の変状等の傾向や健全性診断に関する分析をするとともに、これまでの研究結果を踏まえた今後の課題について整理を行った。

[研究内容]

道路土工構造物技術基準に定められた重要度の高い道路土工構造物のうち、切土高がおおむね15m以上の切土又は盛土高がおおむね10m以上の盛土、河川隣接区間の盛土及び擁壁は、特定道路土工構造物として定義されており、定期点検においては、表-1に示すI～IVの判定区分を用いて健全性の診断を行うこととしている。各道路管理者が定期点検結果を登録する全国道路施設点検データベースから取得した点検データ、切土10,762件、盛土(河川隣接区間を除く)8,431件、盛土(河川隣接区間)10件、擁壁(河川隣接区間)20件の計19,223件点検データについて、これらを対象として建設経過年数と判定区分や変状の関係について分析を行った。

(1) 切土及び盛土の判定区分の状況

図-1は、切土及び盛土の各判定区分の割合を示した

表-1 健全性の診断における判定区分

判定区分	判定の内容
I 健全	変状はない、もしくは変状があっても対策が必要ない場合(道路の機能に支障が生じていない状態)
II 経過観察段階	変状が確認され、変状の進行度合いの観察が一定期間必要な場合(道路の機能に支障が生じていないが、別途、詳細な調査の実施や定期的な観察などの措置が望ましい状態)
III 早期措置段階	変状が確認され、かつ次回点検までにさらに進行すると想定されることから構造物の崩壊が予想されるため、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい場合(道路の機能に支障は生じていないが、次回点検までに支障が生じる可能性があり、できるだけ速やかに措置を講じることが望ましい状態)
IV 緊急措置段階	変状が著しく、大規模な崩壊に繋がるおそれがあると判断され、緊急的な措置が必要な場合(道路の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講すべき状態)段階 变状が著しく、大規模な崩壊に繋がるおそれがあると判断され、緊急的な措置が必要な場合(道路の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講すべき状態)

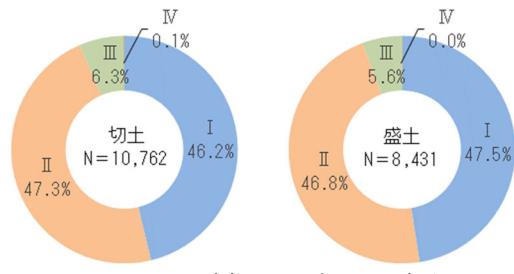


図-1 切土及び盛土の判定区分の割合

ものである。切土・盛土とともに、判定区分I及びIIがそれぞれ4割強を占め、判定区分IIIが6%程度、判定区分IVが0～0.1%程度である。

(2) 建設経過年数と判定区分及び変状等の関係

図-2は、切土及び盛土それぞれの建設経過年数毎に判定区分の割合を示したものである。各判定区分の割合について、経年的な変化は特に認められないとみ、建設経過年数と判定区分には相関がない可能性が高いと考えられる。

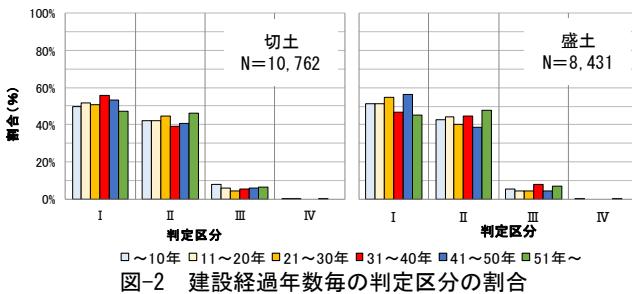


表-2 建設経過年数毎の変状有りの施設の割合（切土）

割合の順位	建設経過年数						
	~10年	11~20年	21~30年	31~40年	41~50年	51年~	不明
1	排水施設 28.4%	排水施設 30.1%	排水施設 23.1%	排水施設 20.1%	排水施設 18.5%	Co吹付、 石・ブロック張 16.5%	Co吹付、 石・ブロック張 20.5%
2	切土 のり面 21.9%	切土 のり面 21.6%	切土 のり面 16.7%	切土 のり面 16.9%	切土 のり面 13.9%	排水施設 15.2%	排水施設 17.9%
3	植生 20.0%	植生 15.6%	Co吹付、 石・ブロック張 13.0%	Co吹付、 石・ブロック張 12.6%	Co吹付、 石・ブロック張 13.9%	切土 のり面 14.0%	切土 のり面 12.7%

表-3 建設経過年数毎の変状有りの施設の割合（盛土）

割合の順位	建設経過年数						
	~10年	11~20年	21~30年	31~40年	41~50年	51年~	不明
1	排水施設 34.3%	排水施設 33.6%	排水施設 31.0%	排水施設 27.3%	排水施設 27.5%	排水施設 25.4%	排水施設 25.4%
2	盛土 のり面 23.5%	盛土 のり面 17.8%	盛土 のり面 18.9%	路面 22.2%	路面 19.5%	路面 20.1%	路面 19.9%
3	植生 10.1%	路面 13.3%	路面 15.1%	盛土 のり面 18.7%	盛土 のり面 14.7%	盛土 のり面 13.8%	Co擁壁 12.3%

表-2 及び表-3 は、盛土及び切土の建設経過年数と変状の関係について示したものである。切土・盛土ともに変状は排水施設に生じている割合が最も多く、切土では建設経過年数が 50 年を超えると Co 吹付、石・ブロック張に変状が生じている割合が最も多くなる。

(3) 判定区分と施設の高さ、のり面勾配及び災害履歴との関係

点検記録様式の記載項目を対象に、判定区分と相関がある要素の検討を行った。施設の高さ、のり面勾配及び災害履歴については、判定区分との相関が認められた。図-3～図-5 は、相関が認められた項目と判定区分の関係を示したものである。判定区分と施設の規模（高さ）との相関については、切土・盛土とともに、高さが高くなるにつれて判定区分 I の割合が減少し、判定区分 II～III の割合が増加する傾向が認められる（図-3）。判定区分とのり面勾配との相関については、切土では急勾配になるにつれて判定区分 I の割合が減少し、判定区分 II～III の割合が増加する傾向が認められるが、盛土ではのり面勾配と判定区分の明確な相関は認められない（図-4）。被災履歴は、点検記録様式に記載の被災履歴の有無のみを集計しているため、具体的な被災内容等の詳細は確認できないが、被災履歴有りの方が被災履歴無しと比較して、判定区分 I の割合が少なく判定区分 II～III の割合が多い傾向が認められる（図-5）。

図-6 は、切土及び盛土の判定区分とのり面の変状種類の関係を代表例として示したものである。例えば崩壊については、判定区分 I から III に向かって割合が増加する傾向が認められる。

類の関係を代表例として示したものである。例えば崩壊については、判定区分 I から III に向かって割合が増加する傾向が認められる。

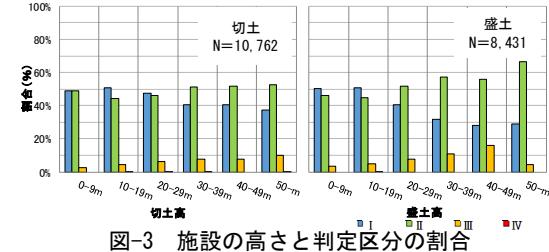


図-3 施設の高さと判定区分の割合

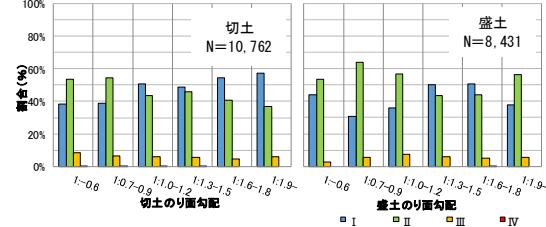


図-4 のり面勾配と判定区分の割合

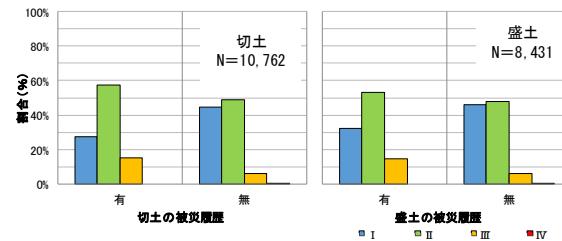


図-5 被災履歴の有無と判定区分の割合

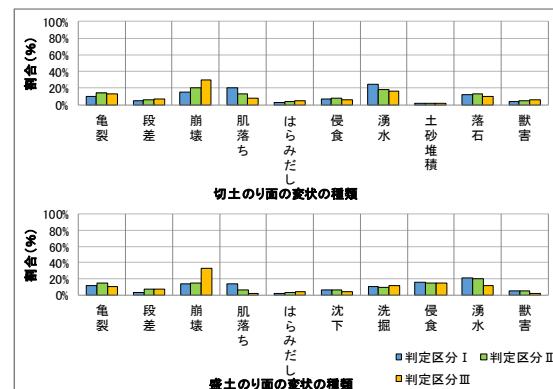


図-6 変状の種類別判定区分の割合

[研究成果]

本研究では、道路土工構造物の性能を評価していくうえで、少なくとも施設の高さ、のり面勾配、被災履歴の有無、変状の種類は重要な情報になることが判明した。また、施設の種類に応じ、建設経過年数を考慮して点検時に注意深く観察することが望ましく、変状が進展するメカニズムを踏まえた施設毎の「性能の見立て」や「特定事象の影響の評価」についての記録を行うことが重要であることが判明した。

[成果の活用]

今後も引き続き点検結果の分析を継続し、「性能の見立て」や「特定事象の影響の評価」を踏まえた「道路土工構造物点検要領の改定（案）」に反映していく予定である。

舗装の要求性能に対応した設計及び維持管理手法に関する調査検討

Research on design and maintenance management methods according to the required performance of pavement

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

道路構造物研究部 道路基盤研究室
Road Structures Department Pavement
and Earthworks Division

室長 桑原 正明
Head KUWABARA Masaaki
主任研究官 堀内 智司
Senior Researcher HORIUCHI Satoshi
主任研究官 若林 由弥
Senior Researcher WAKABAYASHI Yuya

In this research, we started a "fixed-point survey" to periodically collect data on pavement performance for the same sections of national highways under various conditions. Furthermore, with the aim of establishing a design method that predicts and evaluates changes in pavement performance from information of the physical properties of materials and service conditions, we organized the contents of the US design guideline that have already been used in US, and evaluated their applicability to Japan.

[研究目的及び経緯]

現行の道路舗装の技術基準は2001年に発出され、舗装に要求される性能を規定することで材料や設計・施工方法等を限定しない性能規定化がなされた。しかし、基準で確認することとされている性能指標と、その指標が本来指し示す性能や、その性能が保持される期間との関係が必ずしも明確になっていないことから、ライフサイクルコストの観点からも技術の相違が適切に反映されておらず、優れた新技術の現場への導入が進まないという課題がある。また、舗装は基盤となる原地盤や構造物（橋梁床版や盛土）の上に構築されるものであるため、舗装に求められる性能について、これら基盤との関係についても整理が必要である。特に、橋梁上やトンネル内といった特殊部の舗装については、供用に伴う性能変化の調査研究が十分になされておらず、設計法構築のための基礎データも不足している。

本研究では、舗装に求められる性能の経時変化と外部要因の関係把握、その結果に基づく設計法の見直しを目的として、様々な条件の直轄国道の同一区間を対象に、定期的に路面性状等の供用性のデータを取得する「定点調査」を2023年度より開始した。さらに、材料の物性値や供用条件などの情報から舗装の供用後の性能変化を予測し評価する「力学的理論設計法」の確立を目指し、先行して運用されている米国の設計指針の内容を整理し、日本への適用性について検討した。

[研究成果]

定点調査の実施にあたり、69区間の調査箇所の選定と調査項目の整理を行い、初期調査を開始した。

さらに、2005年に米国道路交通運輸行政官協会

(AASHTO)により公開された、「力学的経験的舗装設計指針（MEPDG）」の内容を整理し、設計入力値や評価する項目などについて、日本で適用する際の課題について検討した。

[研究成果]

(1) 定点調査の実施

表-1に定点調査の実施区間数を示す。調査対象区間は69区間で、各地域の新設または修繕後間もない路線から、土工上のアスファルト舗装及びコンクリート舗装、橋梁上のアスファルト舗装、トンネル内のコンクリート舗装の区間をそれぞれバランス良く選定した。この69区間を5年で1巡するよう、毎年約14区間を対象に追跡調査を実施する。すなわち同一区間については、5年おきに追跡調査を実施する。

表-2に定点調査の調査項目を示す。現在、舗装の点検においては、アスファルト舗装についてはひび割れ率、わだち掘れ量、IRIの3指標が代表的な指標として用いられているが、将来的な指標の見直しの可能性やその検討のための基礎データを収集する観点から、

表-1 定点調査の実施区間数

地域	土工部		橋梁		計
	As	Co	As	Co	
北海道	1	1	3	2	7
東北	2	3	1	1	7
関東	3	0	2	3	8
北陸	1	2	3	2	8
中部	3	1	2	2	8
近畿	2	1	1	2	6
中国	2	2	2	2	8
四国	2	2	2	2	8
九州	3	2	2	2	9
計	19	14	18	18	69

As : アスファルト舗装、Co : コンクリート舗装

表-2 定点調査の調査項目

調査項目	土工部		橋梁		トネル
	As	Co	As	Co	
規制無し 調査 (300m)	路面画像 (対象区間全体)	○	○	○	○
	電磁波レーダ (1路線につき1測線)	-	-	○	-
規制有り 調査 (100m)	ひび割れ展開図 (調査面積全体)	○	○	○	○
	横断プロファイル (10mおきに1測線)	○	-	○	-
	縦断プロファイル (3測線)	○	○	○	○
	目地材の劣化状態調査 (全ての目地)	-	○	-	○
	FWD調査 (5mにつき1箇所)	○	○	-	○
	すべり抵抗値 (DT テスタ)	○	○	○	○
	きめ深さ (CT メータ)	○	○	○	○
	アスファルト舗装 (モルタル)	○	○	○	○

As : アスファルト舗装、Co : コンクリート舗装

それらの指標を算出する元データとなる路面画像やひび割れ展開図、縦横断のプロファイルのデータを取得する。加えて、コンクリート舗装については、目地の劣化に伴う損傷が多く発生していることから目地の劣化状態について確認する。さらに、すべり抵抗や路面のテクスチャの経時変化を確認するために、全区間ですべり抵抗値ときめ深さについても取得する。

橋梁上以外の舗装については、舗装の支持力を評価するためにFWD(舗装たわみ測定装置)による調査を実施する。一方、橋梁上の舗装については、舗装から床版まで水を浸入させない観点から、電磁波レーダ調査を行い、舗装内部の水分や舗装と床版の間の空隙などを把握する。

令和5年度より定点調査を開始し、現時点で27区間の初期調査が完了している。いずれも新設または修繕後間もない区間であるため、特に損傷は生じていない。

(2) 米国の舗装設計ガイドラインの内容整理

MEPDG は、力学解析モデルを用いて算出された舗装の応答を、米国連邦道路局（FHWA）が保有する膨大な舗装の長期供用データを用いてキャリブレーションした劣化予測モデルを用いて性能変化を予測する手法を示しており、物性値の異なる新技術を用いた舗装の劣化も予測することができるという観点で、設計法の構築にあたり大いに参考になる。

図-1にMEPDGにおける設計の流れを示す。設計にあたり、設計入力値として材料の物性値や設計対象区間の気象条件、交通荷重条件を整理し、力学モデルに入力し、舗装に生じるひずみや応力といった応答を算出する。さらに算出された応答を舗装劣化モデルに入力し、設計対象期間内におけるひび割れ、わだち掘れ、縦断凹凸などの進行を予測し、それらが許容値を満足するよう舗装構造を求める。上記の流れで舗装構造案を複数作成し、ライフサイクルコストや施工性などの観点から、最終的な舗装構造を決定する。

設計入力値は非常に膨大かつ繁雑であるが、入力レ

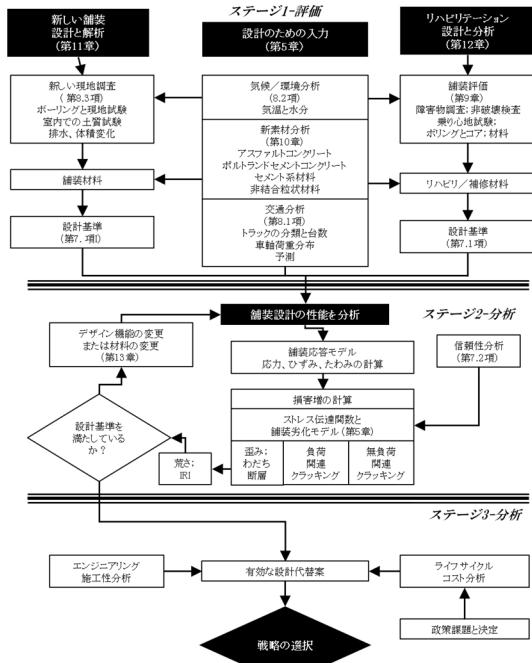


図-1 MEPDG における舗装設計の流れ

ベルを1から3まで3段階で設定し、レベル3では代表値での簡易的な入力も可能とすることで、現場の設計レベルに応じた設計が可能となっている。一方、現行の日本の設計においては、例えば設計輪荷重を49kNで換算した輪数で代表させるなど、レベル3相当の情報しか考慮できておらず、また舗装構造の決定にあたっては、路床支持力と大型車交通量のみを入力変数としているため、例えば気温や湿度などの地域特性や、環境に対応した材料特性などを十分に設計に反映できていない。さらにMEPDGでは、ひび割れやわだち掘れなど様々な破壊モードの予測をしているのに対し、現行の日本の設計では限られた破壊モードしか対応していないことも課題として考えられる。

[研究成果]

本研究では、全国 69 区間を対象とした定点調査を開始し、劣化予測のための基礎データ取得を開始した。さらに、米国の設計指針の内容を整理した結果、現行の日本の設計体系では設計入力値の情報や想定する破壊モードが少ないとことなどが明らかになった。

[成果の活用]

定点調査について、今後も継続調査で変化を確認するとともに、工事時のデータから材料などのデータも収集し、劣化予測のための基礎データを整理していく。さらに設計入力値である交通荷重や材料の物性値などの取得方法や劣化予測式の検討を進め、技術基準類に反映していくことにより、材料の物性値や供用条件から供用後の性能変化を予測する「力学的理論設計法」の普及を図り、新技术の現場実装を支援していく。

住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用したリモートセンシング技術の社会実装（道路分野における衛星データの活用）

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields (Study on the use of satellite data in roads)

(研究期間 令和 5 年度～令和 6 年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室
Road Structures Department
Earthquake Disaster Management Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer
上仙 靖
JOSEN Yasushi
梅原 剛
UMEBARA Takeshi
徳武 祐斗
TOKUTAKE Yuto

In this study, we report on our investigation into the extent to which road damage conditions can be grasped using small SAR satellite data after a large-scale disaster has actually occurred.

[研究目的及び経緯]

地震や豪雨等による大規模災害が発生すると、被災が甚大となり分布が広範囲にわたる場合や夜間に発生した場合など、被災状況の把握に多大な時間を要することがある。そこで、地震や豪雨災害等による道路施設の被災状況の迅速な把握を目的として、現在用いられているリモートセンシング技術を活用した災害時の調査方法の検討を行っている。

なかでも衛星は、近年、我が国における衛星コンステレーション事業の拡大や小型 SAR 衛星の高分解能化が実現され、道路分野においても道路被災状況把握への活用が期待され始めている。一方で、合成開口レーダー (SAR : Synthetic Aperture Radar) の観測原理・条件、分解能等の制約から SAR 画像を活用した道路被災状況の判読には限界があるものの、道路構造物の種類や被災形態毎に把握可能な規模や精度についての具体的な検討はされていない。そこで、小型

高分解能 X バンド SAR 衛星画像（以下、「小型 SAR 衛星画像」という）から判読可能な被災事象とその規模を明らかにすることを目的として、令和 6 年能登半島地震による道路被災状況において、検証を実施したので報告する。

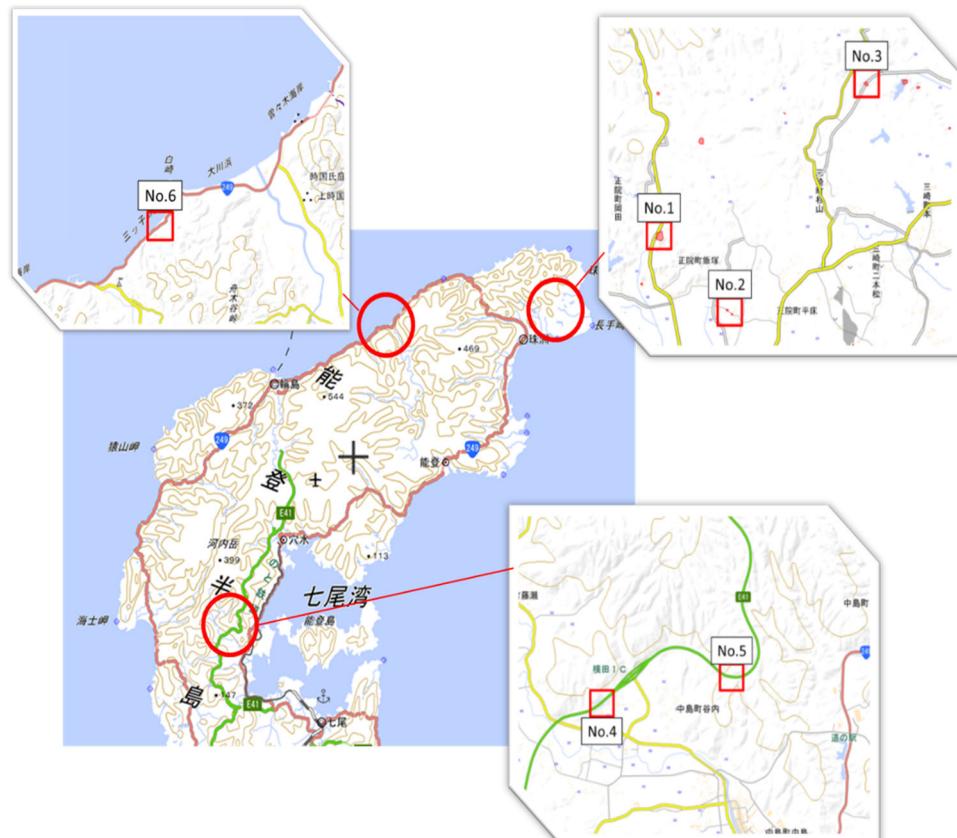


図-1 令和 6 年能登半島地震における斜面崩壊箇所(一部抜粋)

[研究内容]

令和6年能登半島地震における道路被災事象を対象とし、小型SAR衛星画像を活用した道路被災状況把握を実施した。本稿では、大規模災害時の道路パトロールに時間を要すると考えられる能登半島の先端付近の箇所である地方道（図-1のNo.1～No.3）、都市間をつなぐ重要な都市幹線道路（図-1のNo.4～No.5）、海岸線で災害が発生すると復旧が難航するであろうと想定される幹線道路（図-1のNo.6）で発生した6箇所の斜面崩壊を対象として検証した結果について紹介する。なお、今回の検証では、日本の小型SAR衛星として現時点で最も分解能が高い（株）QPS研究所の衛星画像を用いた。

[研究成果]

図-2に令和6年能登半島地震で発生した斜面崩壊による道路被災箇所の航空写真及び小型SAR衛星画像を示す。なお地方道の事例においては、地震発生前にも観測を実施していたため比較して示した。

図-2より、事例No.1やNo.3の衛星画像を確認すると、崩壊箇所が白く写っていることがうかがえる（図中の赤丸箇所）。これは、衛星電波照射方向とほぼ正対する斜面で発生した崩壊箇所であったことから、明瞭な反射が確認できたものと考えられる。一方で、事例No.2では崩壊箇所が局所的であること、斜面が電波照射方向と正対していない箇所であること、また周辺の植生のフォアショートニング（観測対象物に高さがあ

る場合は電波の送受信時間が短くなる分だけ手前側に投影される現象）の影響を受けていることも考えられ、判読は困難であった。事例No.4は電波照射方向と反対側の斜面崩壊で、レーダーシャドウと近い条件の箇所であったことから、判読は困難であった。最後に、事例No.5及びNo.6は、被災前の斜面が電波照射方向と正対していない箇所であったが、斜面崩壊の影響により正対する面が発生したことにより、斜面崩壊箇所が白く写り、判読が可能であった。

以上より、小型SAR衛星画像を用いて道路被災状況の判読が可能であるか試みた結果、衛星電波照射方向とほぼ正対する斜面で発生した25m×25m程度の規模の崩壊箇所であれば把握可能であることが明らかになった。一方でSAR衛星画像を活用する際の留意事項として、実道路上では周辺樹木や家屋の影響を多々受けるため、観測原理上、判読が不可能となる領域を事前に検証しておく、解析の際に道路線データをSAR衛星画像上に落とし込めるよう判読精度向上のための資料を整えておく等の事前準備が必要であることもわかった。

[成果の活用]

本研究の成果は、衛星を活用した新たな道路被災状況調査手法として、標準仕様や活用の手引きとしてとりまとめるとともに、道路震災対策便覧等に反映することで、活用が促進されることに期待する。

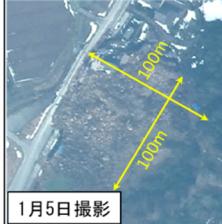
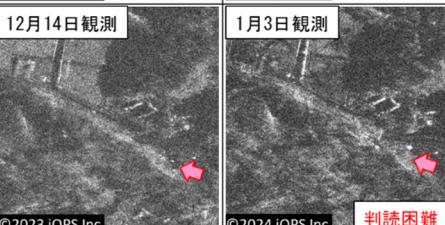
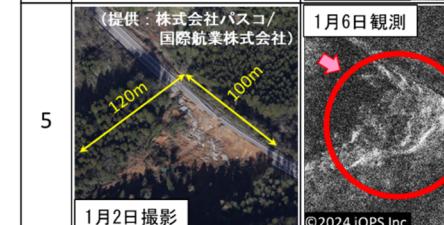
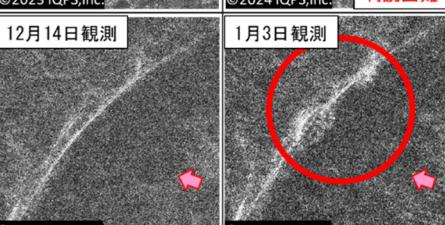
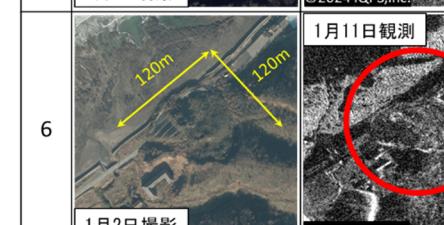
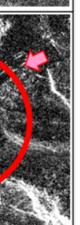
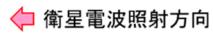
No.	被災状況航空写真 (国土地理院)	小型SAR衛星画像		被災状況航空写真 (国土地理院)	小型SAR衛星画像
		被災前	被災後		
1					
2					
3					
4					
5					
6					

図-2 令和6年能登半島地震における判読事例（斜面崩壊箇所）



重要インフラの地震等被害推定情報の即時配信システムの開発

Development of information distribution systems to grasp the damages induced to infrastructures by natural disasters

(研究期間 令和3年度～令和7年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

室長

上仙 靖

主任研究官

長屋 和宏

主任研究官

梅原 剛

研究官

可児 混大

[研究目的及び経緯]

頻発化・激甚化する災害に対し、二次災害の防止や災害復旧への早期着手をしていくためには、迅速な被災状況の把握が求められる。本研究は、地震等の災害によるインフラ施設の被災状況の即時把握に資する情報システムの開発等を行うものである。

令和6年度は、地震発生直後の情報空白期に被害の規模感を把握する「スペクトル分析情報」について安定配信を行うためのシステム改良と「スペクトル分析情報配信システム」配信対象格外のための改良を行うとともに、無人航空機で取得される映像を用いてAI技術により被災箇所を迅速に抽出し、撮影位置等の情報を合わせた形で道路管理者に共有するシステムのプロトタイプを作成した。

また、気象レーダ情報(XRAIN)を用いた事前通行規制手法の確立を目的に、道路管理に用いる解析雨量の精度評価、解析雨量算出における補正係数の検討、技術ノートの整理等を実施した。

今後、本研究の成果により、インフラ施設管理者による災害対応への早期着手が可能になり、二次被害の防止、早期の災害復旧に貢献することが期待される。

道路構造物の耐震照査法の信頼性向上に関する調査

Study on reliability improvement of seismic verification methods for road structures

(令和6年度～令和8年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

室長

上仙 靖

研究官

石井 洋輔

[研究目的及び経緯]

道路構造物の耐震照査は、実際の地震の影響を踏まえて作用を設定し、対象構造物の特性をモデル化して応答を算出することが一般的である。そのため、照査基準においては、応答算出を行うために考慮する地震動特性、および対象構造物の振動特性等について、説明性や信頼性が一定精度で求められる。一方、道路橋の照査基準である道路橋示方書では、それらの特性が陽に示されているとは限らず、一連の照査体系に考慮している特性について、信頼性や説明性を一層向上させる必要があると考えられる。

そこで本研究では、地震観測データや構造物の振動モニタリング等の実観測データを基に、地震の特性や構造物の振動特性を把握し、耐震照査で考慮する作用や入力方法、構造物の減衰特性、地盤振動特性および解析手法の検証を行う。

令和6年度は、令和6年能登半島を踏まえ、能登半島地震で観測された地震動の特性を評価するとともに、地震応答解析を用いて道路橋への影響を検討した。

道路リスクアセスメントの活用方策に関する調査

Research on measures to utilise road risk assessment

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

室 長 上仙 靖

研 究 官 可児 混大

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、発災後、1日以内の緊急車両の通行の確保、1週間以内の一般車両の通行の確保を目標に掲げ、災害に対して強靭な道路ネットワーク整備の加速化・深化を推進している。本研究は、道路構造物の耐災害性能に着目した道路ネットワークのリスク評価手法やリスク評価結果を活用した道路網マネジメントに関する研究を行うものである。

令和6年度は、道路網マネジメントにおけるリスク評価の有効な活用方法の検討を行うための基礎資料として、茨城県の対象路線に対し、リスク評価手法に基づくリスク評価を実施し、その評価結果の分析を行うとともに、過年度のケーススタディも含めて、ハザードマップなどの他のハザード情報と重ね合わせることでリスク評価の有効活用方法の検討を行った。さらに、リスク評価を定量化するための指標を定義し、上記の各ルートについて災害時の道路通行に対する信頼性分析を行う一方で、ルート数・リスク評価などパラメータを変動させた仮想ルートを設定し、信頼性分析における基礎的な検討を行い、結果をまとめた。

リモートセンシング技術を活用した災害時の道路状況把握に関する調査

Study on road disaster investigation by utilizing remote sensing technologies

(研究期間 令和4年度～令和9年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

室 長 上仙 靖

研 究 官 梅原 剛

[研究目的及び経緯]

地震や豪雨等による大規模災害が発生すると、被災が甚大となり分布が広範囲にわたる場合や夜間に発生した場合など、被災状況の把握に多大な時間を要することがある。そこで、地震や豪雨災害等による道路施設の被災状況の迅速な把握を目的として、現在用いられているリモートセンシング技術を活用した災害時の調査支援の検討を行っている。

令和6年度は、令和6年能登半島地震の道路被災状況を整理するとともに、震災後の道路状況を観測した日本のLバンドSAR衛星（ALOS-2）データを用いて抽出可能な道路被災事象やその規模等を整理した。また、ALOS-2を用いて道路被災状況を観測する際の発災から被災状況把握までのタイムラインについても整理した。

CAN データの活用による災害時の道路状況推定に関する調査

Research on estimation of road traffic conditions during disasters by using Controller Area Network data.

(研究期間 令和 6 年度～令和 7 年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

室 長 上仙 靖

研 究 官 山本 真生

[研究目的及び経緯]

道路管理の高度化を図り、地震や豪雨等の大規模災害発生時の道路管理者の対応をより適確なものとする必要と考えられる。災害対応において、CCTV 等の予め設置された機器による点の情報より、道路状況の把握が行われている。しかし、自動車メーカ等の CAN データでは、車両の動作に関わる数多くの情報（車両位置、タイヤの回転、車両加速度等）が、あらゆる道路上の線情報として収集されている。これらを活用した災害時の道路管理を支援し得る道路状況を推定（把握）する手法について検討を行っている。

令和 6 年度は、プローブデータ等を用いた道路の交通異常の事象検知に関する文献整理と CAN データの類似データである ETC2.0 プローブ情報を用いて、地震の影響により道路が通行止めとなった箇所近傍における事象検知の可能性について分析を行った。

河川施設における強震計点検調査

Observation of strong ground motions at river facilities

(研究期間 昭和 53 年度～)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

室 長 上仙 靖

研 究 官 石井 洋輔

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、公共土木施設の耐震設計技術の向上などを目的とし、全国の堤防、堰などの河川構造物等において強震観測を行ってきており、これまでに実際に発生した地震にて多くの観測記録が得られている。これらの観測記録は河川構造物の耐震性能照査指針などをはじめとした各種設計基準に反映され、構造物の耐震設計技術の向上に寄与するとともに、ホームページなどを通じて情報提供を行ってきている。

本年度についても、これまでと同様に強震観測を継続・維持していくために、強震観測施設の点検を行い、必要に応じて補修を行い、観測された強震記録の整理、蓄積を行った。