

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



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
 - ・データを読解し、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5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) …… 31
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) …… 32
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) …… 32
下水道新技術の開発方向性及び導入促進に関する調査	[下 水 道 研 究 室 下 水 処 理 研 究 室] …… 33
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) …… 33
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
下水污泥からの生分解性プラスチック回収可能性に関する研究	(下 水 処 理 研 究 室) …… 35
下水処理と廃棄物処理を連携させた資源循環システムの構築に向けた評価手法の検討	(下 水 処 理 研 究 室) …… 37
下水道革新的技術実証事業	[下 水 処 理 研 究 室 下 水 道 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) …… 40
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) …… 40
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) …… 41
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) …… 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
実データを活用した河道管理計画の検討	(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) …… 43
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) …… 43
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) …… 44
河川整備計画に係る水害リスク評価手法の検討	(河 川 研 究 室) …… 44
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) …… 45
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) …… 45
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) …… 46
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) …… 46
河川技術に関する研究開発	(河 川 研 究 室) …… 47
開発公募運営	(河 川 研 究 室) …… 47
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) …… 48
堤防設計で用いる根固めブロック比重の検証実験	(河 川 研 究 室) …… 48
河川環境情報図等作成支援システム構築	(河 川 研 究 室) …… 49
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	(河 川 研 究 室) …… 49
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 (海岸分野)	(海 岸 研 究 室) …… 50
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) …… 50
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) …… 51
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) …… 51
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) …… 52
波浪うちあげ高予測の精度向上に関する検討	(海 岸 研 究 室) …… 52

課題名	研究室名
高波に対して粘り強い海岸堤防の構造に関する検討	(海岸研究室) …… 53
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) …… 53
流域対策を踏まえた河川整備計画の検討手法の検討	(水循環研究室) …… 54
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)	(水循環研究室) …… 56
気候変動影響評価のための流域規模でのダム貯水池・下流河川の熱収支解析技術の確立	(水循環研究室) …… 56
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) …… 57
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) …… 57
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) …… 58
流域治水デジタルテストベッドの整備	(水循環研究室) …… 58
洪水予測の高度化	(水循環研究室) …… 59
比較衡量	(水循環研究室) …… 59
気候変動に伴う外力変化とその不確実性を考慮した有効なダム構造等の検討調査	(大規模河川構造物研究室) …… 60
BRIDGE(衛星):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) …… 62
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) …… 62
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) …… 63
ダム安全管理水準向上のための計測技術等の調査開発	(大規模河川構造物研究室) …… 63
水防活動及び防災まちづくりに関する地域課題の客観的抽出に向けた統計学的手法等の適用可能性に関する研究	(水害研究室) …… 64
氾濫シナリオ別ハザード情報図に基づく減災対策検討手法の研究	(水害研究室) …… 66
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) …… 68
流域の防災まちづくりに関する工学的検討を用いた合意形成による減災対策検討手法の開発	(水害研究室) …… 68
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) …… 69
河川整備と防災まちづくりの総合多層的な取組に資するツールの開発実証	(水害研究室) …… 69
浸水センサを用いたデータ同化技術を適用した氾濫解析手法調査研究	(水害研究室) …… 70
水害リスク情報充実のための解析手法調査	(水害研究室) …… 70
水防活動支援技術に関する調査業務	(水害研究室) …… 71
地震動特性を考慮した早期の地震時斜面崩壊発生場推定手法に関する研究	(砂防研究室) …… 72
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) …… 74
谷地形が不明瞭な箇所における土砂流の発生メカニズムに関する基礎的研究	(砂防研究室) …… 74
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) …… 75
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) …… 75
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) …… 76
地震動の周期特性を考慮した斜面崩壊早期推定技術の開発	(砂防研究室) …… 76
山地流域管理に向けた土砂動態データ収集管理の高度化に関する研究	(砂防研究室) …… 77
土砂災害警戒情報の信頼性向上のための研究開発	(土砂災害研究室) …… 78
気候変動による外力増加が土砂災害の発生に与える影響の評価手法の開発	(土砂災害研究室) …… 78
土砂災害の被害情報の収集・蓄積の高度化	(土砂災害研究室) …… 79
気候変動影響により多発する崩壊土砂流動化に関する調査技術の開発	(土砂災害研究室) …… 79
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	(土砂災害研究室) …… 80

課題名	研究室名
ETC2.0等ビッグデータを活用した観光地等の渋滞対策の評価に関する研究	(道 路 研 究 室) …… 81
多様なニーズを持つ利用者に対応した走行空間の創出に関する検討	(道 路 研 究 室) …… 83
「xROAD」の設計・構築	(道 路 研 究 室) …… 85
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) …… 87
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) …… 87
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) …… 88
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) …… 88
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) …… 89
視認性能を踏まえた交通安全施設の維持管理方法に関する調査	(道 路 交 通 安 全 研 究 室) …… 90
自転車活用推進に向けた自転車通行空間の評価に関する調査	(道 路 交 通 安 全 研 究 室) …… 92
ビッグデータ等の重ね合わせ分析による、幹線道路・生活道路の交通安全上の課題抽出手法の検討	(道 路 交 通 安 全 研 究 室) …… 94
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) …… 96
I C T 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) …… 96
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) …… 97
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) …… 97
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) …… 98
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) …… 98
環境影響評価の運用実態に応じた技術手法の改定に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室) …… 99
道路における再生可能エネルギー資源の調査	(道 路 環 境 研 究 室) …… 101
道路空間におけるグリーンインフラの社会実装に向けた調査	(道 路 環 境 研 究 室) …… 103
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) …… 105
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) …… 105
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) …… 106
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作成	(道 路 環 境 研 究 室) …… 106
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) …… 107
官民連携による路車協調ITSに関する研究	(高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) …… 108
ETC2.0・自動運転技術の活用による道路交通サービスの高度化に向けた研究	(高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) …… 110
大型車両の通行状況の計測に関する検討	(高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) …… 112
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) …… 114
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) …… 114
ETC2.0プローブ処理の高度化に関する研究	(高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) …… 115
次世代 I T S の官民連携での取組に関する調査	(高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) …… 115
特殊車両モニタリング高度化の検討	(高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) …… 116
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) …… 116
I T S 技術の活用による道路交通サービスの高度化に向けた検討	(高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) …… 117
道路橋等の性能評価方法の充実・高度化に関する調査検討	(橋 梁 研 究 室) …… 118
道路橋の維持管理計画の継続的改善に関する調査検討	(橋 梁 研 究 室) …… 120

課題名	研究室名
道路橋の点検の省力化・高度化に関する調査検討	(橋梁研究室) …… 122
道路構造物の補修・補強に関する基本工法の充実に向けた試験調査	(橋梁研究室) …… 124
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) …… 126
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) …… 126
橋台背面アプローチ部等の土工性能検証項目等の調査検討	(構造・基礎研究室) …… 127
既設橋梁基礎の補修補強の調査・設計手法の調査検討	(構造・基礎研究室) …… 129
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 (R5)	(構造・基礎研究室) …… 131
橋梁下部構造等の信頼性設計に関する調査検討	(構造・基礎研究室) …… 131
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) …… 132
洪水・豪雨に対する道路構造物の強靱化に関する調査研究	(構造・基礎研究室) (道路基盤研究室) …… 133
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) …… 133
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) …… 134
アスファルト混合物層の微視的な破壊メカニズムに関する研究	(道路基盤研究室) …… 134
既往災害のクロノロジー分析に基づく新たな災害対応に関する研究	(道路地震防災研究室) …… 135
動的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) …… 137
地震時の道路施設変状の即時把握に関する調査	(道路地震防災研究室) …… 139
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) …… 141
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)	(道路地震防災研究室) …… 141
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) …… 142
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) …… 142
河川施設における強震計点検調査	(道路地震防災研究室) …… 143
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	(建築災害対策研究官 建築品質研究官 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 評価システム研究室 建築環境新技術研究官 住宅性能研究官 建築環境研究室 住宅生産研究室) …… 144
中高層木造建築物の普及を通じた炭素固定の促進	(建築災害対策研究官 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) …… 145
木質系混構造建築物の設計・施工技術の基準化に資する検討	(基準認証システム研究室) …… 147
地方公共団体における独自の住宅性能認定制度等の実態に関する基礎的研究	(基準認証システム研究室) …… 149
建築物と地盤に係る構造規定の合理化による都市の再生と強靱化に資する技術開発	(建築品質研究官 基準認証システム研究室 構造基準研究室 材料・部材基準研究室 都市防災研究室) …… 151
既存建築物における屋根ふき材の耐風診断・補強技術評価に関する研究	(構造基準研究室) …… 153
鉛直ハンチを有するH形断面梁の幅厚比と変形性能に関する基礎研究	(構造基準研究室) …… 155
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) …… 157

課題名	研究室名
機械学習（類型化）を用いた設計用火災成長率の提案	（防火基準研究室）・・・158
BIMデータを利用した防火避難安全検証の標準化・自動化に関する検討	（防火基準研究室）・・・160
避難安全計画に関するエキスパートジャッジメントのヒートマップによる可視化手法	（防火基準研究室）・・・162
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ー	（防火基準研究室）・・・164
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）・・・164
災害時の避難行動に有効なスマート照明システムの技術的要件に関する検討	（設備基準研究室）・・・165
執務空間における窓の視環境性能：新たな眺望性評価を用いた一元的評価手法の確立	〔設備基準研究室 建築環境新技術研究官〕・・・167
透明樹脂塗膜系複合改修構工法の経年劣化に関する評価手法の研究	（材料・部材基準研究室）・・・168
RC造建築物の外装仕上の画像劣化診断手法の研究	（材料・部材基準研究室）・・・170
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）・・・170
省CO ₂ 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
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）・・・172
大型木造建築物における柱梁接合部のせん断耐力評価法に関する研究	（評価システム研究室）・・・172
建築・敷地レベルでの都市の水害リスク軽減手法とその評価及び誘導策に関する研究	（住宅研究部長）・・・173
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	（住宅研究部長）・・・175
マッチング理論を用いた既存住宅ストック活用可能性の定量化手法に関する研究	（住宅計画研究室）・・・176
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	〔住宅計画研究室 住宅性能研究官〕・・・178
滅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）・・・178
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	（住宅計画研究室）・・・179
インフラ分野のDXの推進ーBIMを活用した事業監理等の高度化ー	〔住宅性能研究官 住宅情報システム研究官 住宅生産研究室〕・・・179
ライフライン途絶後における住宅・建築物のLCP向上技術に関する検討	（建築環境研究室）・・・180
相隣環境を考慮した開口部の日照・日射評価手法の検討	〔建築環境研究室 建築環境新技術研究官〕・・・182
ビッグデータ解析に基づく非住宅建築物の省エネ設計自動提案手法	〔建築環境研究室 建築環境新技術研究官〕・・・184
負荷変動に対する動的応答を考慮したVRFエアコンのエネルギー消費性能評価法の開発	（建築環境研究室）・・・186
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〕・・・188
浴槽レス浴室のバリアフリー基準に関する研究	（住宅生産研究室）・・・189
水害等被災住宅の復旧に併せた住宅性能向上促進方策に関する研究	（住宅生産研究室）・・・191
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
都市の管理・運営のための計画策定支援ツールの社会実装に関する研究	（都市計画研究室）・・・194
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）・・・196
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	（都市計画研究室）・・・197
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	（都市計画研究室）・・・197
スマートシティ推進支援のための主要な都市問題解決に係る計画評価技術の開発	〔都市計画研究室 都市施設研究室〕・・・198

課題名	研究室名
空港工事等オンライン電子納品のシステム構築	(空 港 施 工 シ ス テ ム 室) …… 229
簡易型巡回点検技術の導入検討	(空 港 施 工 シ ス テ ム 室) …… 230
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) …… 230
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) …… 231
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) …… 231
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 業 務 情 報 化 研 究 室) …… 232
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) …… 232
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) …… 233
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) …… 234
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) …… 234
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) …… 235
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) …… 235
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	(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) …… 236
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) …… 237
土木工事の施工・監督・検査等の効率化に向けた新技術認証方法等の調査	(社 会 資 本 シ ス テ ム 研 究 室) …… 237
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) …… 238
インフラ分野のDXの推進 (②汎用性の高い自動施工技術の社会実装)	(社 会 資 本 施 工 高 度 化 研 究 室) …… 238
河川工事における3Dデータを活用したICT活用に関する民間からの提案をふまえた適用技術・工種拡大	(社 会 資 本 施 工 高 度 化 研 究 室) …… 239
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) …… 239
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) …… 240
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) …… 240
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) …… 241
河川機械設備の情報管理技術に関する研究	(社 会 資 本 施 工 高 度 化 研 究 室) …… 241
既設道路橋における3D計測から効果的な3Dモデリングに関する研究	(社 会 資 本 情 報 基 盤 研 究 室) …… 242
インフラ・データプラットフォームの構築	(情 報 研 究 官 社 会 資 本 情 報 基 盤 研 究 室) …… 244
道路標識データベースに関する検討 —道路附属物データベースと道路標識データベースが連携するためのAPIの検討—	(社 会 資 本 情 報 基 盤 研 究 室) …… 246
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) …… 248
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 —MMSデータの保管管理及び利活用に関する研究—	(社 会 資 本 情 報 基 盤 研 究 室) …… 249
社会経済環境の変化をふまえた建設経済分析に関する基礎的調査研究	(建 設 経 済 研 究 室) …… 250
建設材料・機械・監理プロセスでのCO ₂ 排出削減効果の定量化等による建設分野のGXの推進	(建 設 経 済 研 究 室) …… 252
低炭素技術の技術実証によるCO ₂ 排出削減効果の見える化	(建 設 経 済 研 究 室) …… 254
道路整備の生産効果に関する調査	(建 設 経 済 研 究 室) …… 254
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 研 究 室) …… 254

課題名	研究室名
歴史的資産を活用した取り組みの持続可能なまちづくりへの効果に関する研究	(緑 化 生 態 研 究 室) …… 255
グリーンインフラ (GI) としての緑の評価手法及び整備・管理手法に関する研究	(緑 化 生 態 研 究 室) …… 257
道路緑化の評価手法と持続可能な目標設定・維持管理方法に関する研究	(緑 化 生 態 研 究 室) …… 259
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) …… 261
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) …… 261
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) …… 262
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) …… 262
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) …… 263
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) …… 263
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) …… 264

2.2 成果の概要

2.2.1 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、スエズ運河岸に協力した。

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、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。

2.2.2 下水道研究部

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.

下水道研究部 下水道研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室 長	吉田 敏章
主任研究官	松浦 達郎
交流研究員	山本 拓也

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省は、「雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）」を令和3年度に改訂し、気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策を推進している。現在、浸水対策施設を整備するための計画降雨は、降雨データが定常であることを前提とした定常水文統計解析によって設定するが、気候変動の影響によって降雨特性が変化した場合、非定常な降雨データが増加すると考えられる。非定常な降雨データは、定常水文統計解析では扱うことができないため、非定常な降雨データを用いた計画降雨の設定方法について検討する必要がある。また、気候変動を踏まえた浸水対策は、現在の計画よりも規模が大きくなるため、段階的に整備を進めていくことになるが、現地条件によっては、自由水面の確保が困難となる場合が考えられる。

本調査は、下水道事業者が実施する気候変動の影響を踏まえた計画降雨の設定及び効率的な浸水対策を支援することを目的に、圧力状態を許容した浸水対策施設の段階的整備の考え方及び非定常な降雨データを用いた計画降雨の設定方法等について検討を行う。

令和5年度は、海外の都市浸水対策における気候変動への対応及び圧力状態を許容した施設の設計・運用に関する調査並びに非定常な降雨データを用いた水文統計解析手法を下水道事業へ導入した場合の課題等について調査を行った。

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

Research on efficient physical asset management of sewers.

下水道研究部 下水道研究室

(研究期間 令和4年度～令和7年度)

室 長	吉田 敏章
主任研究官	橋本 翼
研 究 官	畠山 貴之
交流研究員	富田 涼

〔研究目的及び経緯〕

日本の下水道管路管理延長は、令和4年度末時点で、約49万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3万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、道路陥没の発生が多い布設年度の施工状況を確認できる地方公共団体等を対象にヒアリング調査を実施し道路陥没の発生に影響を与えている要因等を整理するとともに、モデル都市を対象とした複数の作成手法を用いた健全率予測式の作成・比較及び機械学習のアルゴリズムを用いた硬質塩化ビニル管の劣化予測モデルの作成・比較を実施した。また、下水道管路施設の管理については、点検調査の速度向上や困難箇所での導入等、点検調査機器の技術開発に対するニーズが高いことから、国土技術政策総合研究所に設置した下水道管路模擬施設において、詳細な点検調査を必要とする箇所の絞り込みを行うことを目的とした点検調査機器の性能比較実験を実施した。

下水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)

下水道研究部	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		三宅 晴男
下水道研究部 下水道研究室	研 究 官	畠山 貴之
下水道研究部 下水処理研究室	研 究 官	長 崎 真

〔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、有用な技術や事業主体の技術的課題等を調査し、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・ロードマップの全体見直しやロードマップ重点課題を整理したほか、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）の改良を行った。

下水道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)

下水道研究部 下水道研究室	室 長	吉田 敏章
	研 究 官	濱田 知幸

〔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同時に、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、被災時に下水道機能を確保するため、下水道BCPの策定、下水道施設の耐震化などに務めている。しかし、下水道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実施する必要がある。また、大規模災害では停電も想定され、ポンプ場の揚水機能など最低限の機能を維持する必要がある。

本研究では、下水道管路の耐震化を有効的に進めるため、下水道管路の被災判定ツールを作成する。また、被災時に揚水機能等に必要となる燃料の確保に向けて、燃料の移送・利用に係る課題・対応方策を整理し、その推進を図るための調査を行う。今年度は、下水道管路の被災判定ツールを作成するための情報収集整理を行うとともに、燃料の移送・利用に係る法令整理を行った。

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

下水道研究部 下水道研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室 長	吉田 敏章
研 究 官	濱田 知幸

〔研究目的及び経緯〕

近年の気候変動の影響を踏まえて、温室効果ガスの排出量の削減に向けた流域全体での資源・エネルギーの最適化を図る施策が求められており、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。

国土技術政策総合研究所では気候変動等を考慮した放流水質のあり方に関する調査として、諸外国における放流水質基準、国内における流入水質・放流水質の実態把握などを整理した上で、計画放流水質の設定方法について検討することとしている。本年度は、国内の標準活性汚泥法又はオキシデーションディッチ法を採用する下水処理場を対象に、エネルギー消費や放流水質の実態の全体像を把握するため、流入水質、放流水質、運転方法及び電力量等に関する情報を収集・分析し、エネルギー消費と放流水質との関係を整理した。

下水汚泥からの生分解性プラスチック回収可能性に関する研究

Research on the possibility of recovering biodegradable plastics from sewage sludge

(研究期間 令和4年度～令和5年度)

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
研 究 官 長 寄 真
Researcher NAGASAKI Shin
研 究 官 石 井 淑 大
Researcher ISHII Yoshihiro

This study examined the recovery of biodegradable plastics from sewage sludge. Based on a simple estimate of the amount of PHA per unit of domestic sewage sludge generated per year, the potential for PHA production as a sewage resource can be considered high when compared to the amount of biodegradable plastic shipped domestically. On the other hand, after examining profitability, it was confirmed that the PHA content needs to be increased.

〔研究目的及び経緯〕

下水道は、水、下水汚泥中の有機物、希少資源であるリン、再生可能エネルギー熱である下水熱など多くの水・資源・エネルギーポテンシャルを有するが、その利用は未だ低水準である。そのため、国土交通省が平成27年12月（令和5年3月一部改定）に策定した「下水道技術ビジョン」では、下水中の多様な物質の効率的回収に関する技術の開発が技術目標として定められている¹⁾。

そこで本研究では枯渇性資源の使用削減、海洋プラスチックごみ汚染の抑制に資すると考えられる生分解性プラスチックの原料であるポリヒドロキシアルカン酸（PHA）に着目した。下水汚泥からのポリヒドロキシアルカン酸回収は実用化されておらず、下水汚泥の新たな価値の創出に向けて検討が必要であると考えられる。本研究では、下水汚泥からの生分解性プラスチックの回収可能性を検討するため、余剰汚泥のPHA生産ポテンシャルの把握、生分解性プラスチックの作成、実用性の検討を行った。

〔研究内容〕

（1）PHA生産ポテンシャルの把握

国内17か所の下水処理場から25種類の様々な処理方式（標準活性汚泥法（標準法）、嫌気無酸素好気法（A20）、嫌気好気活性汚泥法（AO）、オキシデーションディッチ法（OD）等）の余剰汚泥試料を採取した。

採取した汚泥試料について、PHAの生産能力を把握するためのPHA生産実験を行った。まず、携帯用MLSS測定装置を用いて、純水で希釈することによりMLSSを2000 mg/L程度に調整した。調整汚泥試料1 Lに対し、炭素源として酢酸ナトリウム（以下、「基質」という）7 gを投入した。基質投入時点を実験開始とし、24時間曝気し、実験終了とした。

汚泥試料内のPHAとして、ポリヒドロキシ酪酸（PHB）、ポリヒドロキシ吉草酸（PHV）及びポリヒドロキシヘキサノ酸（PHH）の含有量を測定した。PHAの分析方法は文献を参考にアルカリ分解を用いたUV検出器による液体クロマトグラフ（LC/UV）法とし

た。

また、実験前後のMLSSについては、先述の携帯用装置に加え、下水試験方法に従い測定を行った。

（2）生分解性プラスチックの作成

余剰汚泥内に蓄積させたPHAを抽出・精製し、生分解性プラスチックの作成を試みた。抽出・精製については有機溶媒による溶媒抽出法を用いた。得られた生成物の物性評価として、融点（示差走査熱量計

（DSC）法）、分子量（ゲル浸透クロマトグラフィー

（GPC）法）の測定を行った。また、作成した生分解性プラスチックに対し、引張強度試験を行った。

（3）実用性の検討

下水汚泥からの生分解性プラスチック回収の実用化に向けて、採算性、利活用方法を文献調査により検討した。

〔研究成果〕

（1）PHA生産ポテンシャルの把握

汚泥試料中のPHA含有量を図-1に示す。3物質（PHB、PHV、PHH）の合計を積み上げ棒グラフで示している。最大値は試料18の340 mg/Lであり、最小値は試料12の14 mg/Lであった。

また、各物質の割合は試料3、16、17を除きPHBが80%以上を占めていることが確認された。PHHについては0～1%であり、ほとんど生産されていないことが確認された。また、MLSSあたりのPHA含有率

（%（mgPHA/mgMLSS*100））を試算した。全試料の平均は6.50%であった。A20、AOの生産能力が一番高く、次いで循環式、標準法、ステップ法、OD法の順になった。一方で他の文献ではA20より標準法の方が、生産能力が高いと評価しており、本研究とは異なる結果が出ている。本研究では各処理方式の試料数は最大でも5にとどまっており、傾向を見出すためのデータが十分に揃っていないと言え、引き続きデータを収集していく必要があると考える。

PHA含有率を用いて、国内の下水汚泥の年間発生量あたりに換算した賦存量を簡易的に試算した。試算にあたり、下水道統計（令和2年度版、日本下水道協

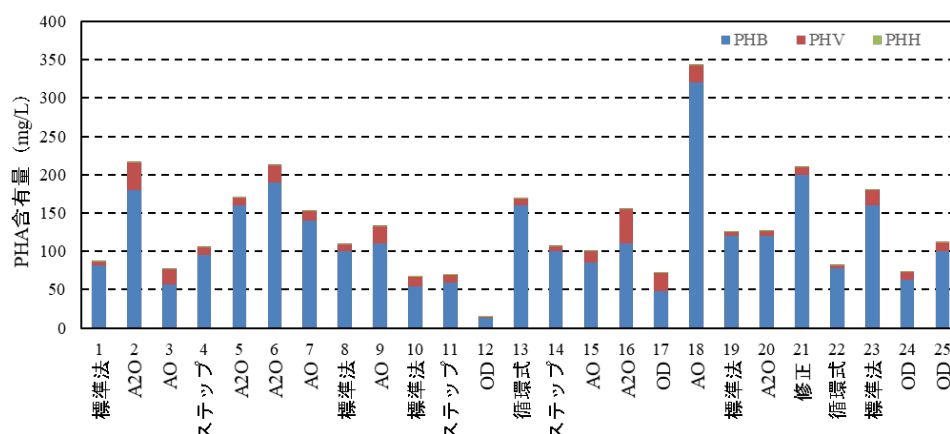


図-1 PHA 含有量分析結果

会) のデータを活用した。下水道統計に掲載されている終沈汚泥 (= 余剰汚泥) 発生量とその含水率から固形物分を算出し、各処理方式の PHA 含有率平均値を乗ずることで各下水処理場の PHA 生産ポテンシャルを試算した。試算した結果、PHA の賦存量は 97,000 t と試算された。2019 年度における国内の生分解性プラスチック出荷量は 4,300 t であり、下水道資源としての PHA 生産ポテンシャルは十分に高いと考えられる。賦存量の計算については本実験結果から得られた PHA 含有量を用いており、PHA 生産能力が向上すれば賦存量も増えるので、効率的に PHA を生産させる方法を検討する必要がある。

(2) 生分解性プラスチックの作成

余剰汚泥内に蓄積させた PHA を抽出・精製させ、生成物を用いて、生分解性プラスチックの作成を試みた。まず、蓄積させる PHA を増やすため、井上ら²⁾の方法 (ADD 法) を参考に余剰汚泥に PHA を効率的に蓄積させた。ADD 法を用いなかった場合と比較して、約 1.9 倍 PHA が蓄積されたことが確認できた (表-1)。

また、現在、市販されている生分解性プラスチックでは PHA のうち、PHB と PHH を重合したものが使用されている。(1) で示したとおり、酢酸基質の場合、大部分が PHB のため、PHH の割合を増やすため、投入基質の検討が必要であり、本研究ではラウリン酸を選択した。酢酸基質を比較して、PHH の割合が 7% 程度上昇した一方で、PHA 含有量自体は減少したため (表-1)、PHH の割合を増やしつつ、含有量を減少させない投入基質の検討が今後必要であると考えられる。

有機溶媒による溶媒抽出法を用いて余剰汚泥から PHA を抽出・精製し、生分解プラスチックの作成を行った結果を写真 1 に示す。作成にあたり、余剰汚泥から抽出、精製した PHA のみでは非常に脆く、物性評価の実施が困難だったため、市販の生分解性プラスチックを配合し作成した。写真は左から市販品配合率

表-1 生産方法や投入基質の違いによる PHA 含有量の比較 (mg/kg-dry)

基質	PHB	PHV	PHH
酢酸_ADD 有	42000 (99.5%)	190 (0.5%)	9.7 (0.0%)
ラウリン酸_ADD 有	2400 (86.6%)	190 (6.9%)	180 (6.5%)
酢酸_ADD 無	22000 (97.3%)	580 (2.6%)	22 (0.1%)

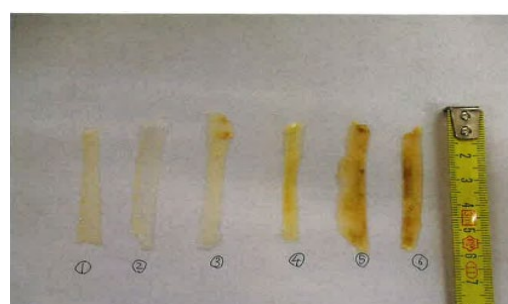


写真 1 生分解性プラスチックテストピース

100%、100%、95%、80%、60%、55%である。物性評価の結果は、紙面の都合上割愛するが、融点は他の文献と同様の結果が出ているが、分子量はやや低いことが確認された。また、引張強度試験については、試験片サイズが均一ではないため、参考値扱いと考え、ここでは言及しないこととする。

(3) 実用性の検討

採算性について、文献では PHA 含有率が 40% あれば商業ベースに乗るという報告³⁾もある。本研究では最大でも 16% 程度であり、PHA 含有率の上昇が必要である。また、仮に実用化された場合、下水汚泥由来ということ踏まえると、ストロー、レジ袋等の日用品は難しいため、農業用マルチフィルムや土木建築資材等が適していると考えられる。

〔成果の活用〕

本調査結果は、今後の研究の進展により、新たな下水道資源の利活用方法の一つとして、地方公共団体の下水道事業者を活用されることが期待される。

〔参考文献〕

- 1) 下水道技術ビジョン、平成 27 年 12 月 (令和 5 年 3 月一部改訂)
- 2) 余剰汚泥をバイオ触媒としたポリヒドロキシアルカン酸の生産、池 道彦、井上 大介、日本水処理生物学会、2023
- 3) Bengtsson, S., Werker, A., Visser, C., Korving, L.: PHARIO – stepping stone to a sustainable value chain for PHA bioplastic using municipal activated sludge, Technical Rep, STOVA, Amersfoort, The Netherland、2017

下水処理と廃棄物処理を連携させた資源循環システムの 構築に向けた評価手法の検討

Study on evaluation methods for the establishment of the resource recycling system that connects
wastewater treatment and waste treatment

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

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
研 究 官 平西 恭子
Researcher HIRANISHI Kyoko
研 究 官 長 寄 真
Researcher NAGASAKI Shin

This study examined the impact on sewage facilities when connects wastewater treatment and waste treatment. This results, we established an evaluation method to connects wastewater and waste treatment, and compiled it as a technical document.

〔研究目的及び経緯〕

下水道において、下水処理過程で発生する汚泥は、固形燃料や肥料等としての利活用が進められているところであるが、更なる持続的な資源循環型社会を目指すためには、下水処理過程で発生する下水汚泥の利活用に留まらず、地域全体で更なる創エネ・省エネ、資源回収を推進していく必要がある。このような背景のもと、下水処理と廃棄物処理を連携させ、廃棄物処理施設で焼却処分されている生ごみ等を下水道に受け入れて、エネルギー・マテリアルを効率的に回収する新たな資源循環システムの構築について研究を進めてきた。

すでに下水処理と廃棄物処理を連携させた資源循環システムが社会実装されている先進的な都市・処理場は数カ所存在するが、ほとんどの箇所では社会実装できていない状況である。これは、生ごみ等を下水道に受け入れる際の、下水道施設に与える影響に関する技術的な検討や、経済性、環境性等の評価に加え、部局を横断した資源循環システムの再編成が必要であることから、ハードルが高いものとなっていると考えられる。

そのため、国土技術政策総合研究所では、検討を進める足がかりとなるよう、文献調査や先進事例の調査から得られた情報を基に、経済性及び環境性の評価手法について研究するとともに、定性的な事項も含めた評価ツールについて研究を行い、それらの成果を令和6年3月に報告書として取りまとめた。

〔研究内容〕

生ごみを下水道施設に受け入れる際の連携手法や下水道施設に与える影響を明らかにするため、以下の検討を実施した。

(1) 連携パターンの整理

下水処理と廃棄物処理でどういった連携が想定されるか、また、有効性が高いかを把握する必要がある。そのため、すでに下水処理と廃棄物処理の連携を行っている先進事例の資源循環システムの実態を把握する

ため、「連携のきっかけや背景」「下水処理施設における維持管理上の課題」「生ごみの選別方法」等に関するアンケート調査を実施した。

(2) 経済性・環境性評価のための簡易算定式の設定

下水処理と廃棄物処理の連携による経済性・環境性を評価するため、既存文献等から費用関数を調査するとともに、下水処理場へ生ごみを受け入れるための設備を建設したことのあるメーカーに対して建設費および維持管理費のヒアリング調査を実施し、調査結果により簡易算定式を設定した。

(3) 簡易検討ツールおよび技術資料の作成

連携検討を容易に進められるようにするためには、検討のために収集するデータ数を減らし、比較的少ない数のデータにより経済性・環境性の評価ができることや、想定される検討事項がまとめて確認できる資料があると良い。そのため、経済性・環境性を評価するための簡易検討ツールを作成した。また、先進事例における検討時の工夫や課題等のヒアリングを実施し、これらを取りまとめ、検討ツールの活用方法等と併せ、検討手順書として、技術資料の作成を行った。

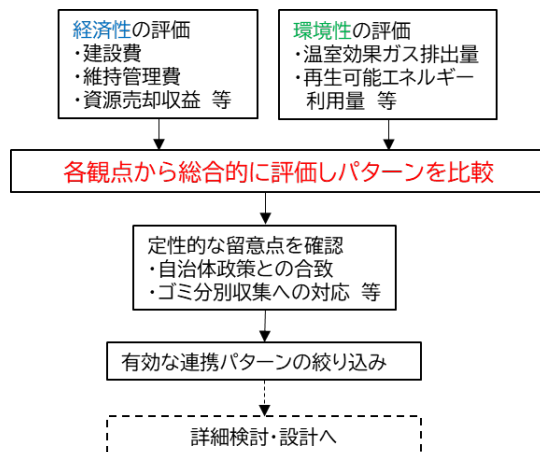


図-1 簡易検討ツールによる連携検討の流れ

[研究成果]

(1) 連携パターンの整理

先進事例へのアンケート調査の結果、多くの事例で消化ガス発電が行われており、連携のきっかけとなった背景として、資源の有効利用といった循環型社会形成を目的とした社会的要請があった。資源の有効利用では、その用途ごとに必要となる設備が異なることから、消化ガス発電を軸とし、資源の利用用途別に連携パターンを整理した。アンケート調査では、生ごみを受け入れるための設備を新たに設置する必要から、敷地制約の有無が連携実現に影響していること等が分かった。こういった連携パターンの分類には反映できないものの、判断として重要な要素については、定性的な事項として、別途考慮することとした。

表-1 下水処理と廃棄物処理の連携パターン

連携パターン	資源利用用途	脱水污泥
1	消化ガス 発電	下水処理場内焼却等
2		廃棄物処理施設へ搬出
3		資源化
4		
5		
6		
7		下水処理場内焼却等

(2) 経済性・環境性評価のための簡易算定式の設定
既存の下水処理場において、連携を開始することを想定し、連携により大きく変化する部分を評価の対象範囲として設定した。(図に評価範囲を示す)

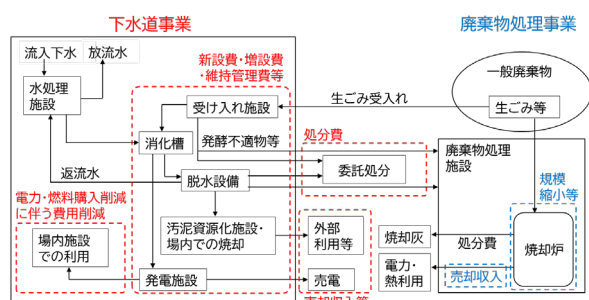


図-2 連携による経済性の評価範囲（破線内）

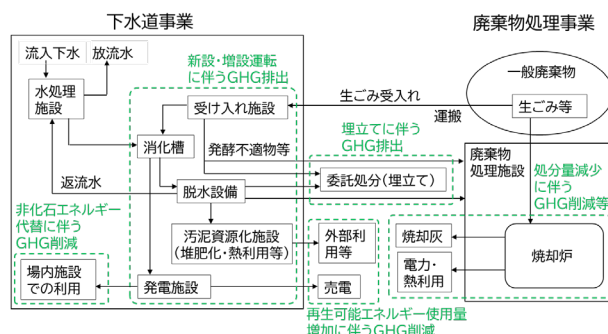


図-3 連携による環境性の評価範囲（破線内）

設定した評価対象について、文献調査や先進事例の調査により、経済性の評価として、施設の建設費及び維持管理費、汚泥処分費、売電や資源利用に関する収入について費用関数を設定し、環境性の評価として、電気使用量等から温室効果ガス排出量について費用関数を設定した。なお、これから連携検討を始める段階

を想定しているため、建設費では、施設を新設する費用関数を設定している。設定した費用関数は、メーカーへのヒアリング結果のほか、実都市におけるモデルケース検討を通じて妥当性を検証し、簡易算定式としてとりまとめた。なお、同じ設備について、複数の既存文献等で費用関数が設定されている場合には、検証結果から、より実態に近い費用関数を選択している。

表-2 設定した費用関数の一例

No	項目	費用関数	単位	補正值 ¹⁾	出典 ²⁾
①	前処理設備(建設費)	$Y=56.054 \times Q_w^{-0.4491}$	百万円	1.04	1
	前処理設備(維持管理費)	$Y=11.96646 Q_w^{-0.7 \times b \times 365 \times C \div 10^6}$	百万円/年		
②	混合槽(機械)	$Y=8.26 \times Q_v^{-0.400}$	百万円	1.18	2
	混合槽(電気)	$Y=0.836 \times Q_v^{-0.535}$	百万円		
	混合槽(土建)	$Y=2.01 \times Q_v^{-0.583}$	百万円		
	混合槽(維持管理費)	$Y=9.45 \times Q_v^{-0.493 \times C}$	百万円/年		
③	消化槽(機械)	$Y=0.184 \times Q_v^{-0.400}$	百万円/年	1.04	1
	消化槽(土建)	$Y=0.07359 \times Q_v + 18.54433$	百万円		
	消化槽(維持管理)	$Y=0.05y + 0.0030474Q_v + 0.4839338$	百万円/年		
④	ガスタンク	$Y=10.4 \times Q_v^{-0.437}$	百万円	1.18	2
	ガスタンク(維持管理費)	$Y=0.283 \times Q_v^{-0.302}$	百万円		

Y:費用、 Q_w :生ごみ受け入れ量、 Q_v :容量、b:人件費、C:電気使用量単価、y:機械設備費

(3) 簡易検討ツールおよび技術資料の作成

簡易検討ツールは、使いやすいようエクセルファイルにて作成を行った。数点の必要情報を入力することで、連携パターンごとの結果を表示し、併せて有効性の高い連携パターンがわかるように表示する形とした。この結果には、選択肢によって立地条件等の定性的事項も考慮した、総合評価としての結果を表示させている。前述のとおり、施設を新設することを想定した結果を表示するが、実際には、既存建築物を活用する場合や、すでに運用している施設の余力内で検討するといった場合も想定される。そういった場合に、より実態に沿った検討ができるよう、施設単位での算出結果を別途表示し、検討結果を編集するためのシートを準備した。技術資料は、検討の手順や簡易検討ツールの使用方法、適用範囲等に加え、検討連携をイメージしやすいよう本研究で実施したモデル都市での検討例などを取りまとめている。

[成果の活用]

本成果は、今後、技術資料（国総研資料）として公表する予定である。地方公共団体が本研究成果を活用することで、下水処理と廃棄物処理の連携検討が推進されることが期待される。

[参考文献]

- 1) 出典資料の発刊年度を基準とした2021年値(2022, 12月時点最新値)へのデフレーター補正值
- 2) 1 下水処理場におけるエネルギー自立の可能性調査研究技術資料, 日本下水道新技術機構, 2019
2 下水処理場へのバイオマス(生ごみ等)の受け入れマニュアル, 下水道新技術推進機構, 2011

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	山田 裕史
	研 究 官	松橋 学
	研 究 官	石井 淑大
	研 究 官	長寄 真
	研 究 員	陣矢 昂汰
	交流研究員	外川 弘典
下水道研究部 下水道研究室		
	室 長	吉田 敏章
	主任研究官	松浦 達郎
	研 究 官	畠山 貴之

〔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削減、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、大幅なコストの削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 2 年度採択技術において、「災害時に移設可能な水処理技術」及び「中小規模処理場間の広域化に資する低コスト汚泥減量化技術」については、コスト削減、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取りまとめ、導入ガイドライン（案）を策定した。

令和 3 年度採択技術において、「AI を用いた分流式下水道の雨天時浸入水対策支援技術」については、コスト削減、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取りまとめ、導入ガイドライン（案）を策定した。「AI を活用した水処理運転操作の最適化支援技術」及び「分流式下水道の雨天時浸入水量予測及び雨天時運転支援」については実規模実証施設を用い、研究結果を取りまとめた。「下水処理場の土木・建築構造物の劣化状態を効率的に点検・調査する技術」については、技術性能や事業性の予備調査結果を取りまとめた。「ICT を活用した下水道施設広域管理システム」については、繰越を行い、次年度にかけて実規模実証施設の設置及び研究結果のとりまとめを行う予定である。

令和 4 年度採択技術である、「最初沈殿池におけるエネルギー回収技術」及び「深槽曝気システムにおける省エネ型改築技術」については次年度にかけて実規模実証施設の研究結果のとりまとめを行う予定である。

令和 5 年度は、「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」、「新たなリン回収システムによる下水道の資源化技術」、「縦型密閉槽による下水汚泥の肥料化技術」及び「汚泥の高付加価値化と低炭素社会に貢献する超高温炭化技術」について実規模実証を行うとともに、「下水汚泥焼却灰の低コスト肥料化技術」、「活性汚泥併用型生物膜処理システム」、「膜曝気バイオフィーム法（MABR）を用いた排水処理の省エネ、N₂O 発生抑制技術」について FS 調査を行った。

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)

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来の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。

今年度は複数の下水処理場におけるN₂O排出量の実態調査、N₂O自動測定器による年間を通じた排出量の連続モニタリング、GHGに関する文献調査等を行った。

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)

下水道研究部 下水処理研究室

室 長	重村 浩之
研 究 官	山田 裕史
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。

そのことから、本年度は、放流水の衛生学的な水質リスク指標の変更に関連する技術指針に関する情報収集・整理を行うとともに、衛生学的な水質リスク指標生物の下水処理場での実態の把握に関する調査を行った。

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 decarbonization in sewerage systems

(研究期間 令和5年度～令和6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	山田 裕史
研 究 員	陣矢 昂汰

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、下水道分野における 2050 年カーボンニュートラルを実現にむけて、速やかに実施すべき対策・技術を抽出することを目的とする。

そのため、各処理場規模に応じたゲームチェンジシナリオを設定の上、カーボンニュートラルにむけた試算を実施し、カーボンニュートラルを達成するために、速やかに実施すべき技術開発項目が抽出されたところである。そこで、抽出された技術を中心に、各技術開発項目の現状を文献・ヒアリング等を用いて技術開発動向を整理し、下水道関係者の研究の参考資料を作成した。なお、本調査で抽出された技術開発項目については、国土交通省水管理・国土保全局下水道部の下水道応用研究のテーマに取り上げられ、技術開発の促進が期待される。

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)

下水道研究部 下水処理研究室

室 長	重村 浩之
研 究 官	長 寄 真

〔研究目的及び経緯〕

日本全国の下水処理場及びポンプ場における電力消費量は、自治体を実施する事務事業のなか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下水道事業における喫緊の課題となっており、下水道事業における省エネルギー・創エネルギー施策のさらなる推進が求められている。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。

本調査においては、放流水質レベルによるエネルギー消費、水環境への影響を調査することで、下水処理場および流域全体における更なるエネルギー消費の削減に資することを目指している。令和5年度は、国内の下水処理場を対象に調査を行い、有機物指標や窒素等の放流水質、電力消費量や発生汚泥量等に関してデータ整理を行い、消費エネルギー量と下水処理場の放流水質等との関係について、その傾向を把握すべく検討を行った。

2.2.3 河川研究部

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)

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室長 瀬崎 智之
研究官 笹岡 信吾

[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要するだけでなく、点検者の安全確保についても課題を有している。そこで広域の情報把握が可能な衛星データを活用し、点検実施箇所の絞り込みや移動可能ルートの確認等へ活用することにより、河川維持管理を効率化または高度化する手法について検討を進めている。

令和5年度は地震等災害後の被災箇所を迅速に把握する技術の実装に向けたフィージビリティスタディーとして、過去に発生した河川の被災区間において取得された光学衛星データ及びSAR衛星データを活用し、AIを用いた河川堤防等の被災箇所自動抽出技術の開発を行うとともに抽出可能な被災スケールの確認を行った。

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.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成29年度～)

室長 瀬崎 智之
主任研究官 鈴木 宏幸

[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5年度は、故障により使用できなくなっていた河川実験施設ポンプ室のポンプ1基の修繕を実施し、河川水理実験施設、河川模型実験施設及び実物大越流堤防模型への送水機能を回復した。

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

Survey on flood flow analysis method using 3D point data.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)
室 長 瀬崎 智之
主任研究官 田端 幸輔
研 究 官 武川 晋也

〔研究目的及び経緯〕

本研究では、平面二次元数値計算手法が河道計画や河道設計等の実務で有効に活用されるよう、平面二次元計算手法の計算条件設定の標準化や計算結果の評価手法に関する検討を行う。

令和5年度は、河道計画や河道設計における数値計算技術の標準化を行っていく上で必要な知見を得るため、直轄河川で平面二次元数値計算手法が用いられた業務報告書（過去3カ年分）を収集し、モデルの用途、適用手法に関する調査を行った。用途として「縦横断計画」、「合流点設計」が多いこと、河床変動計算は主に「将来河道の安定性評価」の目的で実施されていることが分かった。一方、用途に応じた計算条件の設定、設定河道の妥当性判断手法に課題があることが分かった。

令和6年度は、平面二次元計算手法の標準化に資するため、汎用的な河床変動モデル（1D、2D）の感度分析を通じた再現性能を把握する。また、予測計算における用途別の条件設定法、検証計算で確保すべき再現精度等を整理する。

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

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和4年度～令和5年度)
室 長 瀬崎 智之
主任研究官 三好 朋宏
研 究 官 平出 亮輔
交流研究員 河野 努

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、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河川堤防の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（表面被覆型）の構造を対象に、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維持管理における留意点について検討した。

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

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 29 年度～)

室 長	瀬崎 智之
主任研究官	田端 幸輔
主任研究官	鈴木 宏幸
研 究 官	武川 晋也

〔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 5 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、システムに必要な機能と仕様を整理した。

令和 6 年度はシステムのデータベース部分とデータ格納機能の設計・構築を行う予定である。

河川整備計画に係る水害リスク評価手法の検討

Research on flood risk assessment methods for designing river channels

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和 4 年度～令和 5 年度)

室 長	瀬崎 智之
主任研究官	三好 朋宏
研 究 官	平出 亮輔

〔研究目的及び経緯〕

平成 30 年西日本豪雨、令和元年東日本台風、令和 2 年 7 月豪雨など、計画を上回る規模の洪水が発生している。本研究では、計画規模の洪水による被害を防止することに加え、それを超える洪水が発生した場合でも流域における被害を軽減できるような河道計画検討時の水害リスク評価手法を提案するものである。

令和 5 年度は、過年度に水害リスクの検討を行った 3 河川をモデル河川として、樹木の繁茂等を想定した河道形状 3 種類に対して、5 種類の降雨波形をそれぞれ 3 種類の確率規模で引き延ばした 15 種類の計算対象降雨等を設定し、一次元不定流計算を実施した。その計算結果を用いて、様々に決壊条件を変化させた時の堤防決壊箇所、決壊時刻や氾濫量の変化及びバラツキの把握を行い、決壊条件を 1 つに定めることが技術的に困難な現状において、水害リスク評価における代表的な被害発生シナリオの設定の実現可能性について検討を実施した。

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

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室 長	瀬崎 智之
主任研究官	三好 朋宏
研 究 官	平出 亮輔
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、実物大の越水実験を実施し、それぞれの構造が有する越水に対する性能の違いについて、検討を行う予定である。

水害リスク管理型の河道計画策定手法の検討

Research on technique to design river channels with flood risk assessment

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

室 長	瀬崎 智之
主任研究官	三好 朋宏
研 究 官	平出 亮輔

〔研究目的及び経緯〕

平成30年西日本豪雨、令和元年東日本台風、令和2年7月豪雨など、計画を上回る規模の洪水が発生している。本研究では、計画規模の洪水による被害を防止することに加え、それを越える洪水が発生した場合でも流域における被害を軽減できるような河道計画策定手法を提案するものである。

令和5年度は、過年度に水害リスクの検討を行った3河川をモデル河川として、樹木の繁茂等を想定した河道形状3種類に対して、5種類の降雨波形をそれぞれ3種類の確率規模で引き延ばした15種類の計算対象降雨等を設定し、一次元不定流計算を実施した。その計算結果を用いて、様々に決壊条件を変化させた時の堤防決壊箇所、決壊時刻や氾濫量の変化及びバラツキの把握を行い、河道計画の検討において重要な情報となる超過洪水時における代表的な堤防決壊箇所や、堤防決壊時に大きな被害が発生する可能性が高い箇所の設定について検討を実施した。

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

Study on Sediment Management Methods with River Channel Control Facilities for River Basin Flood Control.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室 長	瀬崎 智之
主任研究官	田端 幸輔
研 究 官	武川 晋也

〔研究目的及び経緯〕

本研究では、流域治水を推進し、河川からの氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策を効果的に進めるため、河床変動や粒度分布の変化を精度良く予測するための手法を検討している。

令和5年度は、解析手法の高精度化に必要な知見を得るため、国総研河川水理実験施設内の急勾配模型水路を改造し、混合粒径土砂を供給した移動床水理模型実験を行い、三次元点群と縦断的な粒度分布の時間変化を計測した。河道区分毎の土砂堆積、分級状況、更には粒径別土砂収支を分析し、混合粒径の土砂動態特性についての知見を得るとともに、河床変動計算の良質な検証材料を得た。

令和6年度は、セグメント1の二極化の現象解明および数値解析での再現方法についての知見を得るための水理模型を製作する。また、予備通水を実施し、想定した流況および土砂移動が再現されているか確認し、通水ケース、計測項目等の実験計画を作成する。

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.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室 長	瀬崎 智之
研 究 官	笹岡 信吾

〔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、フラジ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。

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	三好 朋宏
研 究 官	平出 亮輔
交流研究員	河野 努

〔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 5 年度は、令和 3 年度の公募課題「流出抑制対策の治水効果を推定できる流出解析・洪水流解析技術に関する研究開発」で採択された 2 テーマ、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 テーマの合計 4 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	三好 朋宏
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 5 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 5 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(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)にて 4 件の他、地域課題にて 5 件、流域課題にて 2 件の研究テーマを新規採択し、令和 6 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 3 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

河川研究部 河川研究室	(研究期間 令和2年度～)	
	室 長	瀬崎 智之
	主任研究官	田端 幸輔
	主任研究官	鈴木 宏幸
	研 究 官	武川 晋也

〔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5年度は、河川基本技術会議や災害対策検討時で活用する、河道管理基本シートの作成支援機能について検討を実施した。

堤防設計で用いる根固めブロック比重の検証実験

Verification experiment of the effect of specific gravity on the outflow of concrete block foot protection

河川研究部 河川研究室	(研究期間 令和5年度)	
	室 長	瀬崎 智之
	主任研究官	三好 朋宏
	研 究 官	平出 亮輔
	交流研究員	松尾 峰樹

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、洪水時においても、滑動・転動しにくい根固めブロックの設計手法の検討に資する基礎的な知見を得ることを目的に水理模型実験を行うものである。

高さ1.5m、幅1.0m、河床勾配1/200の矩形水路内に、根固めブロックの模型を単体及び群体で配置し、流量を徐々に増加させることで流速を増加させ、ブロック模型が流出する挙動を観察するとともに、流出した時点のブロック模型近傍流速と6割水深流速を計測した。計測結果を用いて、根固めブロックの流出における比重の影響、根固めブロックの群体効果について整理を行った。

河川環境情報図等作成支援システム構築

Construction of a system to support the creation of river environment information maps, etc

河川研究部 河川研究室	(研究期間 令和2年度～)	
	室 長	瀬崎 智之
	主任研究官	田端 幸輔
	主任研究官	鈴木 宏幸
	研 究 官	武川 晋也

〔研究目的及び経緯〕

本研究では、DXの一環として河川環境や河道特性に関するデータを流域の地形情報と一体的に管理し、効率的かつ高度な河川管理に活用する手法を検討している。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。

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5年度は、河川水辺の国勢調査（河川版）（ダム湖版）のデータベースと入出力システム及び、関連アプリケーションの構築に必要な要件定義、基本設計、詳細設計を実施した。

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

河川研究部 河川研究室	(研究期間 令和4年度～令和6年度)	
	室 長	加藤 史訓
	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単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いいがたい。そこで、本調査では、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が目的である。

令和5年度は、実験海底模型及び人工リーフ模型を完成させ、散乱する波浪条件の目安を把握する予備実験を実施した。

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

(海岸分野)

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室 長	加藤 史訓
主任研究官	渡邊 国広
研 究 官	神保 壮平

[研究目的及び経緯]

海岸管理者が海岸線をモニタリングするうえで必要な光学衛星画像の性能及び、災害時の被災状況把握に適した衛星 SAR 画像の解析手法を明らかにすることを目的とする。

令和5年度は、代表海岸を対象に様々な地上分解能の光学衛星画像を用いて海岸線変化の評価をおこない、海岸線モニタリングの目的に応じた必要な衛星画像のスペック及び処理レベル、海岸周辺の位置精度を高めるオルソ幾何補正手法を明らかにした。

今後は、災害時の被災状況把握に適した衛星 SAR 画像の解析手法の開発をおこなったうえで、海岸管理者によるモニタリングの実施を想定した、手引き案の作成をおこなう。

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.

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

室 長	加藤 史訓
主任研究官	渡邊 国広
研 究 官	神保 壮平

[研究目的及び経緯]

気候変動による海面水位・波浪等の外力変化を海岸管理者が見据え、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の構築と、詳細検討の段階で必要となる海浜変形計算手法の確立をおこなうことを目的とする。

令和5年度は、沿岸漂砂と Bruun 則の両方を考慮して海浜地形変化を算定できる等深線変化モデルを構築し、駿河海岸を対象に、現地海岸への適用を試みた。その際、気候変動に伴う海面水位の上昇に加えて、波浪の将来変化、河川からの土砂供給、地殻変動による地盤高変動、海底谷への土砂流出の不確実性が将来の海岸地形変化に与える影響を把握する感度分析も実施した。また、海浜変形計算に用いる波浪条件を設定するにあたり、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方法を開発した。

今後は、令和4年度までに作成した海岸保全検討ツールの試作版を試験運用版とする改良と、本研究で開発した海浜変形計算手法も踏まえた、「気候変動の影響を考慮した海浜変形計算の手引き（案）」の作成を実施する。

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.

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和5年度～令和8年度)
室 長 加藤 史訓
主任研究官 渡邊 国広
研 究 官 神保 壮平

〔研究目的及び経緯〕

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、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を開始する。

令和5年度は、海岸線モニタリング結果提供サイト ver0.2 に対して、試験運用に必要なアクセス制限の追加を行うとともに、前年度に実施したユーザーテストの結果を踏まえた表示画面の改良をおこなった。また、海岸線モニタリング結果提供サイト ver0.2 の対象を全国に拡大するうえでの必要な大量の光学衛星画像の解析を可能とするため、海岸線抽出ツール利用サイト ver0.2 の改良をおこなった。この改良によって衛星画像のダウンロードとアップロードをせずにクラウド上で解析することが可能となった。

今後は、現在、Sentinel-2 を対象に構築されている海岸線抽出ツール利用サイトを、空中写真や Landsat にも対応できるようにするための抽出アルゴリズムの開発と学習モデルの作成を実施する。また、海岸線モニタリング結果提供サイトのデータ整備と試験運用を実施していく。

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

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)
室 長 加藤 史訓
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単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いいがたい。そこで、本調査では、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が目的である。

令和5年度は、実験海底模型及び人工リーフ模型を完成させ、散乱する波浪条件の目安を把握する予備実験を実施した。

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7年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長	加藤 史訓
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5年度は、高潮防災情報としての活用のため気象庁の高潮ガイダンスに対応するよう本システムの改修を行うとともに、本システムの閲覧性・操作性を向上させる予測地点の選択方法等の改修を実施した。また、うちあげ高予測の精度向上を図るため、地整で実施するうちあげ高観測の結果や都道府県海岸における予測地点での越波の有無と予測結果を比較し、その検証結果を踏まえ、うちあげ高算定式の変更を実施した。

今後は、うちあげ高予測のさらなる精度向上を図るため、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の改良や予測地点の拡充等を実施する。

波浪うちあげ高予測の精度向上に関する検討

Research on improvement of prediction about wave runup heights

(研究期間 令和4年度～令和5年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長	加藤 史訓
主任研究官	姫野 一樹
研 究 官	福原 直樹

〔研究目的及び経緯〕

本検討は、海岸管理者等による適切な水防活動が図られるとともに、高潮高波減災支援システムで実施している波のうちあげ高の予測精度の検証に活用するため、CCTVカメラ画像を活用した海岸における高潮・高波による越波状況のリアルタイム検知システムの開発を行うものである。

令和5年度は、波のうちあげという間欠的な事象に対して、セマンティックセグメンテーションを活用した越波を検知する手法の開発及び平成30年21号台風などの越波が確認されているCCTVカメラ画像に対する精度検証を実施した。

高波に対して粘り強い海岸堤防の構造に関する検討

Research on tenacious structures of coastal dikes against high waves

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)
室 長 加藤 史訓
主任研究官 姫野 一樹
研 究 官 福原 直樹

〔研究目的及び経緯〕

海岸堤防の粘り強い構造については、設計規模を超える津波に対して技術開発が進み、現場への実装が進んでいる。一方、高潮・波浪に関しては、設計外力による洗掘に対して必要な矢板工の長さなどが経験的に定められてきたが、設計規模を超える外力に対する構造を検討するためには、洗掘のメカニズムに立ち返って分析することが重要となる。

今年度は、粘り強い構造のポイントとなる堤防前面の洗掘深を計算できるモデルを検討した。その結果、検討に用いたモデルでは、堤防から1m以上沖側に離れた堆積部は再現できなかったものの、洗掘の進行の要因となる堤防前面の渦が表現され、堤防前面で発生する洗掘深を概ね再現できることを確認した。

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.

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)
室 長 加藤 史訓
主任研究官 渡邊 国広
研 究 官 神保 壮平

〔研究目的及び経緯〕

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の確立をおこなうことを目的とする。

令和5年度は、台風の来襲による任意の海岸での高潮浸水リスクの確率的評価手法として、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、d4PDFをそのまま用いる手法1、中心気圧等の4つの台風パラメータに基づく手法2の2つの手法を提案した。両手法について伊勢湾を対象とした検証を実施し、ともに3段階の確率規模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。

今後は、前年度の台風トラック以外の確率要素として、天文潮位、高潮と台風性降雨の同時生起性を考慮した河川流量、堤防等の決壊条件といった確率要素を考慮した浸水リスクマップの作成手法を検討し、対象海岸を設定して試算を実施する。

流域対策を踏まえた河川整備計画の検討手法の検討

Research on river improvement planning

that account for river basin disaster resilience and sustainability by All.

(研究期間 令和4年度～令和5年度)

河川研究部 水循環研究室

River Department

Water Cycle Division

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher

竹下 哲也

TAKESHITA Tetsuya

山地 秀幸

YAMAJI Hidevuki

This study examines a runoff analysis method that can take into account the runoff control effects of watershed measures and a method for setting external rainfall forces for the study of watershed measures, as well as a flood flow analysis method that takes into account temporal changes in the flow of the main river and its tributaries.

「研究目的及び経緯」

気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化を踏まえ、「流域治水」の考えに基づき、堤防整備などの河川対策だけでなく、集水域から氾濫域にわたる流域のあらゆる関係者が協働し、水田貯留、ため池貯留、遊水池など、河川への流出を抑制する流域対策を推進している（図-1）。一方で、これら流域対策は小規模なものが多いため、降雨の時空間分布の違いにより、流域対策による治水効果が大きく異なる可能性がある。したがって、流域対策を踏まえた河川整備計画の検討にあたっては、短期集中型の雨や局所集中型の雨など、様々な降雨パターンに対応できるよう、降雨の時空間分布の変化を考慮した流域対策に加え、本川・支川における流れの時間変化を考慮した河道整備を含めた、本川・支川・上下流一体となった検討が必要である。

本研究は、流域対策を踏まえた河川整備計画の検討手法の一環として、流域対策による治水効果を考慮できる流出解析手法や流域対策検討用の降雨外力の設定手法を検討するとともに、本川・支川の流れの時間変化を考慮した洪水流解析手法を検討した。

[研究内容]

流域対策を踏まえた河川整備計画の検討手法を検討するため、以下の研究を実施した。

(1) 流域対策による治水効果を考慮できる流出解析手法の検討

河川整備で目標とする流量を算出するために、従来の河川整備計画では、集中型の流出解析モデルである貯留関数モデルが用いられてきた。一方で、貯留関数モデルは流域末端の流量を算出するモデルのため、降雨の時空間分布の違いを踏まえた流域対策による治水効果を考慮することができない。したがって、流域対策による治水効果を考慮できるよう、貯留関数モデルに加え、メッシュ単位で流量を算出できる分布型の流出解析モデルの適用を検討する必要がある。

そこで、貯留関数モデルによる流出解析結果と分布型の流出解析モデルの 1 つである RRI モデル²⁾による流出解析結果を比較することにより、分布型の流出解析モデルの適用可能性を整理した。



図-1 流域治水の推進¹⁾

(2) 流域対策検討用の降雨外力の設定手法の検討

上記(1)の検討結果を踏まえ、流域対策検討用の降雨外力を設定するための概略検討として、RRI モデルを用いて、複数の降雨パターン毎に浸水メッシュ数(RRIモデルの表面流出から推定)、最大湛水量、浸水曝露人口、浸水域内建物数、床上浸水相当建物数、貯留水量を整理し、流域一帯の降雨流出形態を可視化した。

(3) 本川・支川の流れの時間変化を考慮した洪水流解析手法の検討

河川整備で目標とする流量を安全に流すための河道を検討するために、従来の河川整備計画では、流出解析で得られる河川整備の目標流量を河道断面に与える準二次元不等流計算などの定常流解析を実施してきた。一方で、定常流解析では本川・支川合流点におけるバックウォーター現象（下流側の水位が上昇したことにより、上流側の水流が逆流する現象）や流域対策による本川・支川への流出の遅れなど、流れの時間変化が無視できない現象（非定常流）を考慮することができない。したがって、本川・支川の流れの時間変化を考慮できるよう、定常流解析に加え、非定常流解析の適用を検討する必要がある。

そこで、河川砂防技術基準や既往の河道計画の検討

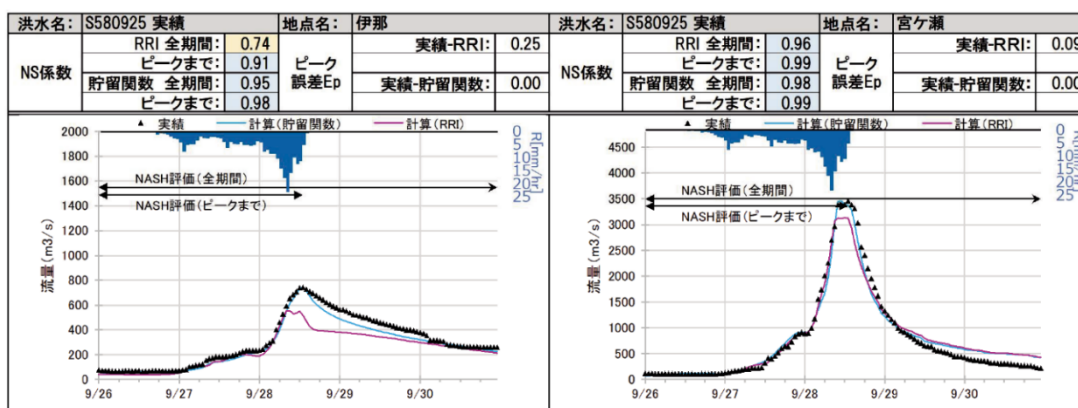


図-2 貯留関数モデル及び RRI モデルによる流出解析結果（天竜川）

資料を参考に、非定常流解析の 1 つである不定流計算の適用可能性を整理した。

【研究成果】

（１）流域対策による治水効果を考慮できる流出解析手法の検討

天竜川を対象に、貯留関数モデル及び RRI モデルによる流出解析を実施した結果を図-2 に示す。図-2 を見ると、貯留関数モデルで得られた流出解析結果と比べ、RRI モデルで得られた流出解析結果が過小傾向にあることが分かる。これは、貯留関数モデルは、実績ピーク流量に合わせるために、洪水初期の地中の水分量を一次流出率 f_1 と飽和雨量 R_{sa} で調節しているのに対し、RRI モデルは助走計算で洪水初期の地中の水分量を調節しており、降雨事例によっては、雨が降っても地中が飽和状態にならず、結果として、計算ピーク流量が過少になるからである。今後、流域対策を踏まえた河川整備計画の検討に RRI モデルを適用するには、上記の技術的課題を無くすための検討が必要である。

（２）流域対策検討用の降雨外力の設定手法の検討

九頭竜川を対象に、既往の主要洪水における降雨波形を計画規模（414mm/48h）まで引き伸ばしたときの浸水曝露人口を図-3 に示す。ここで、浸水曝露人口とは、500m メッシュ将来推計人口データの 2050 年推定値を用いて、RRI モデルで浸水が確認されたメッシュ内の人口をカウントしたものを指す。図-3 を見ると、降雨事例によって、最大で約 3.4 万人、浸水曝露人口の値に違いが見られることが分かる（事例 4 と事例 5）。このことは、流域対策を踏まえた河川整備計画の検討にあたっては、降雨の時空間分布の違いを考慮する必要があることを示している。

（３）本川・支川の流れの時間変化を考慮した洪水流出解析手法の検討

不定流計算の適用可能性を整理した結果を表-1 に示す。不定流計算を実施する必要性のある箇所として、霞堤等の開口部、本川・支川合流部、狭窄部、湾曲部の 4 つを挙げ、流れの時間変化を考慮する必要がある水理現象、流域特性・河道特性、不定流解析を適用した場合の効果・留意事項をそれぞれ整理した。

【成果の活用】

国総研では、河川砂防技術研究開発公募を通じて、

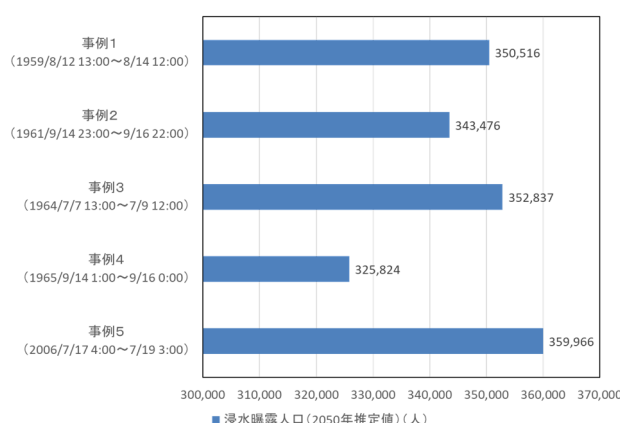


図-3 浸水曝露人口（九頭竜川、計画規模）

表-1 不定流計算の適用可能性の整理結果

区間	流れの時間変化を考慮する必要がある水理現象	流域特性・河道特性	不定流解析を適用した場合の効果・留意事項
霞堤等の開口部	氾濫による流量低減、水位低減	本川が比較的緩勾配である	氾濫による流量低減、水位低減を表現できる可能性がある。氾濫実績の再現性、氾濫域の適切なモデル化が必要である。
本川・支川合流部	合流による堰上げ	支川と本川に合流時差がある	時差を考慮することで、水位低減効果を見込める可能性がある。ただし、降雨分布によってはピーク合流となる可能性がある。
	本川・支川合流部	支川が比較的緩勾配である	支川による支川への影響を表現できる可能性がある。ただし、支川が氾濫する可能性を考慮する必要がある。
狭窄部	河道貯留による流量低減、流下の遅れ	狭窄部が存在し、河道貯留による流量の低減、流下の遅れが生じる	不定流計算を用いた流量低減や流下の遅れが妥当であるか、実績洪水の再現性等で確認する必要がある。
	狭窄部上流の水位の堰上げ	狭窄部による堰上げが生じる	洪水痕跡等の堰上げ量を評価できるデータや観測流量データが必要である。
湾曲部	外岸の水位上昇	湾曲部が存在する	湾曲部の水位上昇を解析するためには、平面二次元不定流計算を適用する必要がある。詳細な河道形状、実績水理データ、洪水痕跡等が必要である。

田んぼダム等の流域対策による治水効果を精度良く推定できる解析技術を検討している。本研究で得られた知見と河川砂防技術研究開発公募で得られた知見をもとに、流域対策の治水効果について定量的な評価手法を開発することで、流域関係者が同評価結果を共有し、流域治水の自分事化や流域対策を踏まえた河川整備計画の検討につなげていく所存である。

【参考文献】

- 国土交通省 HP「流域治水の推進」
<https://www.mlit.go.jp/river/kasen/suisin/index.html>（2024 年 3 月 18 日最終閲覧）
- 土木研究所 HP「降雨流出氾濫モデル (RRI モデル)」
https://www.pwri.go.jp/icharm/research/rri/index_j.html（2024 年 3 月 18 日最終閲覧）

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)

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields

河川研究部 水循環研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室長 竹下 哲也
主任研究官 土屋 修一
研究官 濱田 悠貴

[研究目的及び経緯]

SAR画像と詳細な河道内地形データを用いて、河川水面を連続的に把握する手法を開発する。現状では約10km間隔に設置された水位観測所において把握されている水位を、SAR画像を活用し1km間隔程度で連続的に水位が把握可能となることを目指す。連続的に把握された水位を、河川水位予測の同化データに活用することで、水位予測の精度向上等が期待される。

令和5年度は、河川水位を上下流連続的に把握する観点から、水際の位置を正確に検知するために、SAR画像の前処理として、SAR画像の位置決定誤差を河川縦断的に高精度に補正する手法の検討を行った。また、SAR画像の反射強度が水面と地面で特性が異なることを利用し、反射強度の差分から河川水位を推定する手法の基本的な性能を検証し、SAR画像の撮像条件（オフナディア角等）、河川形状等の条件（蛇行、水面幅（出水規模）等）と河川水位の推定精度の関係を整理した。

気候変動影響評価のための流域規模でのダム貯水池・下流河川の熱収支解析技術の確立

Establishment of heat balance analysis technology for dam reservoirs and downstream rivers on a basin scale to evaluate the effects of climate change

河川研究部 水循環研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

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、ダム貯水池・下流河川の水温上昇が推測される。この水温上昇により、生態系（貴重種、希少種を含む）や漁業、農業への水利用、水質等への影響が懸念される。

このため、国総研においては、山口大学、芝浦工業大学、土木研究所と研究成果の相互利用により、気候変動下における河川水温の予測技術の開発を進めており、具体的には、機械学習（ランダムフォレスト）による統計的モデルを用いて、精度を確認すると共に、気候変動下におけるダム貯水池・下流河川の水温の予測のケーススタディを行った。今後、検討結果の分析を進めるとともに、関係機関と協議の上、成果について論文等での公表を予定している。

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 evaluation of the possibility of flood occurrence under future 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

室 長 竹下哲也
主任研究官 山地秀幸

【研究目的及び経緯】

将来の気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化を考慮するため、降雨量変化倍率を活用した治水計画の策定が始まっている。気候変動による洪水や氾濫リスクの影響評価は、洪水イベントにおける総降雨量の増加だけでなく、降雨の時間分布・地域分布の変化も考慮する必要があるが、多数の降雨の時間分布・地域分布パターンの将来変化を調べる必要があり、効率的な影響評価方法の確立が求められている。

令和5年度は、過去の主要洪水における降雨の時間集中度及び空間集中度を整理するとともに、気候変動予測データ（過去実験、将来2℃上昇実験）を用いて、自己組織化マップによる降雨の時空間分布のパターン分類を実施した。また、過去の主要洪水における降雨の時空間分布のパターン分類結果と時間集中度及び空間集中度との関連性を分析した。

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.

河川研究部 水循環研究室

(研究期間 令和元年度～令和6年度)

室 長	竹下 哲也
主任研究官	土屋 修一
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について、1)従来の操作規則に基づくダム放流ケースに加え、2)事前放流ガイドラインに基づく事前放流ケース、3)アンサンブル予測雨量に基づく事前放流ケースの3ケースについて予測結果を比較表示する機能の追加を行った。また、降雨予測が難しい線状降水帯について、アンサンブル降雨予測を活用し線状降水帯を推定した上での事前放流方法の検討を行った。今後は、複数の予測情報から最適な事前放流方法の意思決定を支援するツールの開発を予定している。

流域治水デジタルテストベッドの整備

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

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	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、山国川を先行検討水系とし、デジタルテストベッドの構成要素（基盤データ（地形・地物）、解析（ソフトウェア等）、利活用（3次元可視化ビューア等））の検討を実施し、開発した一部機能（3次元可視化ビューア）について、山国川圏域流域治水協議会で試行を行った。また、民間企業等を対象とした共創 Web セミナーを実施した。今後は、検討内容や開発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プロトタイプの整備及び試行を行う予定である。

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	土屋 修一
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。また、河道モデルについては、一次元不定流モデルを使用しているが、川幅の広い区間においての水位上昇の挙動や兩岸の水位差を表現することが難しい。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、および複雑な水位変化の表現が可能な平面二次元不定流モデルを用いた洪水予測手法の確立が必要である。

令和5年度は、全国の洪水予測モデルの流出モデルのパラメータを収集し、流域特性によるパラメータ値の傾向について分析・整理を行った。また、洪水予測の運用に必要な予測精度と計算速度をともに満たす平面二次元不定流の河道モデルを検討するため、実際の一級河川を対象に河道モデルを作成して洪水流解析を実施し、その計算結果の整理を行った。

比較衡量

Research on information dissemination leading to evacuation and location selection.

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	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、立地適正化計画等の土地利用データと水害リスクとの比較及び頻度別の水害リスクの範囲内における人口の経年変化（過去～将来）を比較表示可能なビューアの開発を行った。今後は、水害リスクと各種情報との関係を容易に分析できるようビューアの機能改良を行うとともに、全国展開のためのデータ変換方法の検討を行う予定である。

気候変動に伴う外力変化とその不確実性を考慮した

有効なダム構造等の検討調査

Research on effective dam structures, considering external force changes and their uncertainties due to climate change.

(研究期間 令和4年度～令和5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 金縄 健一
Senior Researcher KANENAWA Kenichi
研 究 官 鍛冶 尚寛
Researcher KAJI Takahiro

There is a need to develop adaptive flood control facilities that consider changes in external force conditions due to climate change. We investigated and organized dam design techniques to prepare for further changes in external forces based on method of dam redevelopment.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言¹⁾の内容を踏まえ、水災害の発生を着実に防止することを目指して一級水系の河川整備基本方針、河川整備計画の見直しを進め、気候変動による外力変化も考慮した順応的な治水施設の整備や維持管理を図っていくこととしている。気候変動による外力変化を考慮した対策の一つとして、大規模治水施設であるダムについてもソフト・ハード対策の両面から重要性はますます高まっており、既設ダムを運用しながら最大限に活用する「ダム再生²⁾」による治水機能の増強が全国で進められつつある。

一方、ダムは非常に大規模な構造物であるがゆえに、新設時だけではなく、ダム再生時においても再度大規模な工事が必要となる。上記の提言では、施設の新設にあたっては少なくとも2℃上昇時の外力を踏まえた設計を行うことが望ましく、さらに、ダム等の耐用期間の長い施設は必要に応じて4℃上昇時にも備えた設計の工夫を行うことが望ましいとされている。図-1に施設設計上の工夫のイメージを示す。図-1の「施設設計の方針(案)1-②」は現在進められているダム事業で考慮されるようになってきているが、「施設設計の方針(案)1-③」は現状、検討された事例はない。

以上のことを踏まえ、ダムの新設・再生時から将来

の機能増強対策までを一連の対策と考え、更なる外力変化にも備えた設計の工夫(以下、「外力変化対策」という。)について、ダム再生手法毎に検討・整理した。

〔研究内容〕

気候変動に備えた事前対策に関する海外事例を収集し、それら事例も参考に、ダム再生手法毎に外力変化対策について検討した。また、各種外力変化対策導入時の事業費・工期を試算し、外力変化対策の導入における利点・留意点等を取りまとめた。

(1) 海外事例の収集・整理

将来の気候変動に備えた設計の工夫の事例は確認されなかったが、水道用ダムにおいて将来のダムのかさ上げに備えた工夫の事例が確認された³⁾。目的は異なるが、外力変化対策の設計思想と類似した事例であるため、ダムのかさ上げに関する設計の工夫として紹介する。図-2にダム新設後及びダム再生後の写真を示す。設計の工夫①及び②の該当箇所について図-2(a)に示す。

- ① かさ上げ時に転流工が不要となるよう、かさ上げ後と同じ堤体の厚みで1ブロックのみを打設し、そのブロックに放流設備を設置した。
- ② かさ上げ時の仮設備の設置や新旧堤体コンクリートの一体性を考慮し堤体下流面を階段形状とした。

(2) 外力変化対策の検討

ダム再生手法毎に外力変化対策について検討した。

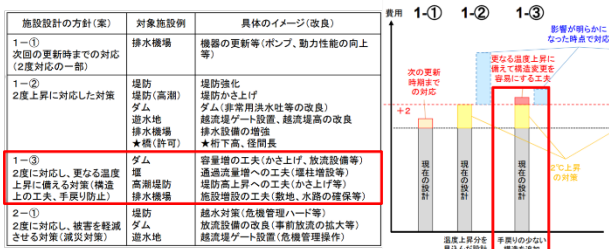


図-1 施設設計上の工夫のイメージ¹⁾
(「外力変化対策」に相当する部分を赤枠で図示)



(a) ダム新設後 (b) ダム再生後
図-2 将来のかさ上げに備えた工夫の事例

ダム再生手法としては有効貯水容量の確保に寄与する排砂バイパスや導水トンネル等も含め、幅広に計47の各種外力変化対策を検討した。図-3に外力変化対策の一例を示すが、この対策は、将来的なダムのかさ上げを想定し、かさ上げ時の基礎部分の施工を考慮し、事前に基礎付近までコンクリート堤体を打設しておくというものである。そうすることで、将来のかさ上げ時の再度の基礎掘削や基礎処理について避けることが可能となる。

また、各種外力変化対策の効果を把握するため、ダム再生事業の実績を基に、外力変化対策を導入した場合の事業費や工期の概算を試算した。

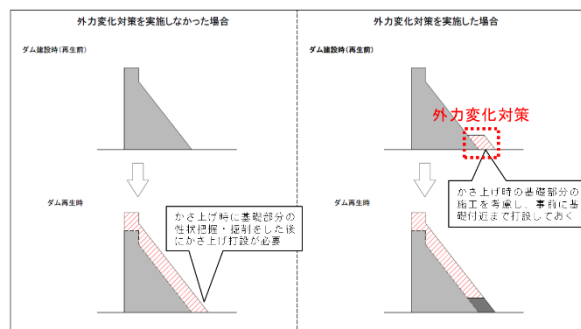


図-3 外力変化対策の一例

研究成果

(1) 外力変化対策の導入における利点・留意点

ダム事業者が各種外力変化対策導入の検討を実施することを想定し、外力変化対策の概要と外力変化対策の導入による利点・留意点等について整理した「カルテ」を作成した。「カルテ」の一例について図-4に示す。「カルテ」では、事業者が外力変化対策の内容について具体的にイメージできるように、外力変化対策を導入した場合としなかった場合の両方について、イメージ図を用いて各対策の特徴について解説した(図-4の右上参照)。また、「カルテ」では、外力変化対策の導入における利点・留意点について、様々な観点から評価

できるように、費用面・工程面・施工面・構造面・維持管理面・環境面・柔軟性の7つの観点を設けた。なお、カルテで整理した利点や留意点は、基本的に全てのダムに共通する一般的な内容として整理した。

(2) 技術資料(案)の作成

上述した「カルテ」については、47の全ての外力変化対策について作成した。

また、計画上の洪水調節容量・洪水調節能力を増大させるものではないが、気候変動等の不確実性を有する超過外力に対して、ダムの致命的な損傷を防ぐないしは緩和することを目的とした構造の工夫(以下「局部改良」という。)に関する海外の事例等について、過去に当研究室で調査、とりまとめを行っている。そこで、今回検討した「外力変化対策」と過去にとりまとめた「局部改良」の両方を含めて、「気候変動に伴う外力変化に対するダム施設の対策に関する技術資料(案)」としてとりまとめた。

成果の活用

外力変化対策は国内外ともに前例のない対策であるため、本研究で作成した技術資料をダム事業者へ配布し、外力変化対策の導入可能性についての検討において活用してもらう予定である。

参考文献

- 1) 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会：気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言，令和元年10月／令和3年4月改定
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水管理室 治水課 事業監理室，ダム再生ガイドライン，平成30年3月
- 3) San Francisco Public Utilities Commission：A History of the Municipal Water Department & Hetch Hetchy System, 2005

外力変化対策			No.	5	イメージ図	
内容			新設時において事前に、再生(かさ上げ)時に基礎となる範囲まで掘削・基礎処理し、かさ上げ堤体を基礎付近のみ打設(盛立)しておく。		外力変化対策を実施しなかった場合 外力変化対策を実施した場合	
ダム建設工程	大分類	かさ上げ	その他		ダム建設時(再生前)	ダム建設時(再生前)
	中分類	本体工事	本体工事			
	小分類	堤体工(本体掘削工・基礎処理工を含む)	堤体工			
特記事項	考えられる類似の対策	外力変化対策のグレードとして、下記の方法にとどめることも考えられるが、基礎岩盤の風化が進むことが想定されるなど、それほど有効な対策ではないと考えられる。 ・かさ上げ時に基礎となる範囲まで岩盤面スケッチしておく。 ・かさ上げ時に基礎となる範囲まで掘削し、岩盤面スケッチしておく。 ・かさ上げ時に基礎となる範囲まで掘削・基礎処理し、フーチング・水叩きを打設しておく。				ダム再生時
	当該対策が有効となりうるダムサイトの特殊条件	特になし				
一般的な評価			利点		留意点	
評価項目	費用面	新設時は掘削・基礎処理・基礎部のコンクリート打設が必要であるが、再生時は当該工事が不要なため、仮設備工事等の二度手間が少なく、ダム事業全体(新設+再生)を通してコスト短縮となる可能性が高い。				—
	工程面	新設時は掘削・基礎処理・基礎部のコンクリート打設が必要であるが、再生時は当該工事が不要なため、仮設備工事等の二度手間が少なく、ダム事業全体(新設+再生)を通して工程短縮となる可能性が高い。				—
	施工面	—				—
	構造面	新設～再生の期間中、堰幅が大きいため、滑動に対する安全率に余裕が生まれる。				新設～再生の期間中、事前に打設した基礎部は、地震時に応力が集中する可能性がある。
	維持管理面	—				再生後、旧堤体と新堤体の継目や色味等に一体感、統一感がなく、景観(ダム外観)を損ねる可能性がある。
	環境面	—				—
柔軟性	上ブレに伴い、かさあげ高が新設時想定より高くなる場合においても、掘削・基礎処理・基礎部のコンクリート打設分は無駄とならない。					—
	【検討事項】 ・地震時の付加コンクリート部における応力発生状況。 ・付加コンクリート部を放流水頭が落下する場合の水理現象。 ・FEM解析による地震時発生応力の検討。 【検討条件】 ・かさ上げダム高。 ・かさ上げ分の基礎掘削範囲の地形地質情報。					
対策導入時の検討事項や条件						

図-4 外力変化対策のカルテ

BRIDGE（衛星）：ダム分野における衛星データの活用

BRIDGE (satellite): Study on the use of satellite data in dams

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)
室 長 櫻井 寿之
主任研究官 小堀 俊秀
研 究 官 鍛冶 尚寛

〔研究目的及び経緯〕

本研究では大規模災害発生後の「状況把握」の迅速化・的確化を目的として、小型 SAR 衛星データ等の活用を想定したダムの変位計測の技術開発を実施している。

令和5年度は将来的な小型 SAR 衛星コンステレーションの活用を想定して、小型 SAR 衛星と同帯域である X バンド SAR 衛星によるダム堤体の変位計測精度向上を目的としたリフレクターの設計、試作及びダムへの設置を行った。その上で、X バンド SAR 衛星データを用いたダム堤体や貯水池周辺斜面の変位計測や変位発生範囲特定のための解析、リフレクターの形状評価を行った。これらの結果を踏まえ留意点等の整理を行い、X バンド SAR 衛星とリフレクターをダムの安全管理に活用するための手引き案を作成した。令和6年度は小型 SAR 衛星による観測データを用いて、ダム堤体および貯水池周辺斜面の計測及びリフレクターの適用性を検証し、小型 SAR 衛星コンステレーションによるダム及び貯水池周辺斜面の変位計測の手引きを作成する。

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.

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)
室 長 櫻井 寿之
主任研究官 金縄 健一
研 究 官 鍛冶 尚寛

〔研究目的及び経緯〕

ダム事業計画は、ダムサイト等の事前調査を実施した上で事業計画を策定するが、事業の進捗に応じて事業計画を見直すため、事業計画を変更する場合がある。事業計画の変更は、事前調査による想定と現地状況との乖離や長期に渡る工期期間中の社会情勢の変化等を要因として生じている。本研究ではこれら要因について、ダム事業の各段階において適用可能な対策を整理することで、ダム事業計画における不確実性の低減手法を検討する。

令和5年度は事業評価制度導入以降のダムを対象に、ダム事業の計画変遷及び変更事例を整理し、社会的要因や自然災害の有無等、要因を系統立てて分析した。また、次年度の素案として、ダム事業の段階毎に対応を整理した技術的対策（案）を作成した。令和6年度はダム事業計画の積算に関連する仮設備や用地、堤体等のデータについても収集・整理することで、ダム事業の積算精度向上に寄与する情報の分析を行う。その分析結果を踏まえ、ダム事業計画における各種不確実要因による影響の低減に寄与する対策について整理し、技術資料（案）としてとりまとめる。

ダムデジタルデータ活用検討業務

Examination of the use of digital data for dams.

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室長	櫻井 寿之
主任研究官	小堀 俊秀
研究官	鍛冶 尚寛

〔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5年度はダムの各事業段階（計画・設計・施工・維持管理等）で作成される各種データをデジタルデータとしてストレージへ保存し、アプリケーション機能により効率的にデータを使用できるよう、デジタルデータの仕様や、デジタル機器を活用した効率的な点検手法の検討、これらを活用するためのストレージとアプリケーションの概略設計を行った。令和6年度はストレージとアプリケーションの概略設計を踏まえ、ストレージ等の詳細設計及び試作を行う。

ダム安全管理水準向上のための計測技術等の調査開発

Research and development of measurement technology to improve dam safety management.

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室長	櫻井 寿之
主任研究官	小堀 俊秀
研究官	鍛冶 尚寛

〔研究目的及び経緯〕

ダムの安全管理においては、無人の小規模ダムや遠隔地・豪雪地帯のダム等、管理体制の構築が困難なダムがある。また、地震等の大規模災害後の迅速な対応が難しいことが想定されるダムもあり、必要に応じて安全管理水準の向上が求められている。本研究では、新技術等の活用によるダムの安全管理水準の向上を目的に、ダム管理の現場での課題やニーズを把握し、それらを解決するために活用可能な新技術に関する調査および該当技術を活用した安全管理方法の検討を行っている。

令和5年度は、適用可能な技術の検討を行うために、国交省等が管理するダムを対象に、ダム管理の現場での課題やニーズを把握するためのアンケートを実施した。また、アンケートにより把握した課題やニーズを解決するために活用可能な新技術に関する情報を収集・整理し、ニーズと新技術とのマッチングを行いダム管理者の活用を想定した技術資料の作成を行った。令和6年度は把握した課題やニーズを解決するために活用可能な新技術の実ダムでの適用性の検証を実施する。

水防活動及び防災まちづくりに関する地域課題の客観的抽出に

向けた統計学的手法等の適用可能性に関する研究

Research on the applicability of statistical methods for objective recognition of regional problems related to Flood Fighting Activities and Disaster Prevention Urban Development

(研究期間 令和5年度)

河川研究部 水害研究室

River Department

Flood Disaster Prevention Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研 究 官

Researcher

武内 慶了

TAKEUCHI Yoshinori

湯浅 亮

YUASA Ryo

新貝 航平

SHINGAI Kohei

We typified cities with a focus on population movements and selected model areas after summarizing the changes in the system and the status of formulation regarding flood inundation projection zones. For the model areas, we analyzed the actual conditions of residences and houses in the areas in the inundation projection zones for two periods by detailed estimated inundation depth, age, and type of ownership, and interpreted the results based on the “Housing Analysis Graph” developed in this paper.

〔研究目的及び経緯〕

狭小な国土に多くの山地を抱える我が国では、人々が居住可能な土地は限られているのが現状である。また、河川を多く抱えるため、毎年のように水害が発生している。居住に適した土地（平地）と洪水浸水想定区域は一致していることが多く、比較的多数の国民が洪水浸水想定区域内に居住している実態がある。

これまでに、居住誘導可能性の観点から洪水浸水想定区域内の居住実態等を考察した野澤ら¹⁾、洪水浸水想定区域内の人口について経年変化の観点から分析を行った秦ら²⁾の研究が実施されているところである。

これらの研究は、洪水浸水想定区域をはじめとする、いわゆる災害ハザードエリアと人口の関係について、想定される浸水の有無もしくは一定の閾値を設けた想定浸水深を基準とした区域内の人口総数についてマクロ的観点から分析を行っているところである。

一方で、少子高齢化による諸問題に対応するための方策としてコンパクトシティの推進が叫ばれている中、洪水浸水想定区域における居住を一律に危険視して都市計画を立案・実施することは容易でなく、災害弱者の居住実態（年齢分布や世帯構成）や、垂直避難の可否につながる家屋実態を丁寧に分析することにより、真に危険なエリアの特定を行うことが、地域の実情にあった都市計画の企画立案につながると考えられる。

本研究では、①洪水浸水想定区域に関する制度の変遷および策定状況の概要を整理した上で、②2時期での洪水浸水想定区域内の居住実態や家屋実態の分析を詳細な想定浸水深別・年齢別・所有形態別を実施し、結果を平易に解釈可能な「住まい方分析グラフ」の作成方法を提案の上で、解釈案の例を示す。

〔研究内容〕

（１）水防法改正経緯と浸水想定区域の策定状況および水災害リスクを踏まえた防災まちづくりのガイドラインについて

洪水浸水想定区域とは、水防法第14条に基づき、国土交通大臣もしくは都道府県知事が、洪水時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水災による被害の軽減を図るため、想定最大規模降雨により河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域を指定したものである。

中小河川での深刻な水害被害が頻発している状況を踏まえ、令和3年に水防法が改正され、洪水浸水想定区域を指定する対象河川が拡充された。従前、洪水予報河川又は水位周知河川に限られていた洪水浸水想定区域の指定対象が、住宅等の防護対象のある全ての河川に拡大された。国土交通省では、令和7年度までに拡大された対象も含めた全ての河川での洪水浸水想定区域図の作成を目標としている。

対象とする河川の拡大により、国土面積に占める洪水浸水想定区域の割合は増加することは明らかである。洪水浸水想定区域に一律に住民を居住させないような施策は実際上困難がつきまとうことを踏まえ、各地域の実情に応じて、水害被害軽減に向けたまちづくりを検討できるよう、「水災害リスクを踏まえた防災まちづくりのガイドライン（令和3年5月 国土交通省都市局 水管理・国土保全局 住宅局）」等のマニュアルの作成により、自治体の防災まちづくり検討を支援してきたところである。

当該ガイドライン中には、都市全体を俯瞰した「巨視的分析」と、水災害リスクが相対的に大きい各地区における建築物の高さ、構造種別、要配慮者の人口割合等を分析する「微視的分析」が重要であ

るとの記載があるところだが、具体的分析手法については、提案されていない状況である。

（２）「住まい方分析グラフ」の考案

本研究では、統計資料収集及び現地調査の便等の合理性の観点から、茨城県内の３つの自治体をモデル地域として選択してケーススタディを実施した。

本研究ではモデル地域に対して、2014年と2022年を基準年とし、浸水区域内の居住実態や家屋実態について、詳細な想定浸水深別・年齢分布別・家屋構造別にミクロ的な分析を行った。なお、2014年を基準年として選定した理由は、統計資料として使用する（株）ゼンリンのデータの整備最古年が2014年であるためである。

分析の流れとしては、地域毎に「住まい方分析グラフ」を作成した上で、検討を行うこととした。「住まい方分析グラフ」とは、想定浸水深別に各メッシュ内の対象指標を整理した箱ひげ図である。

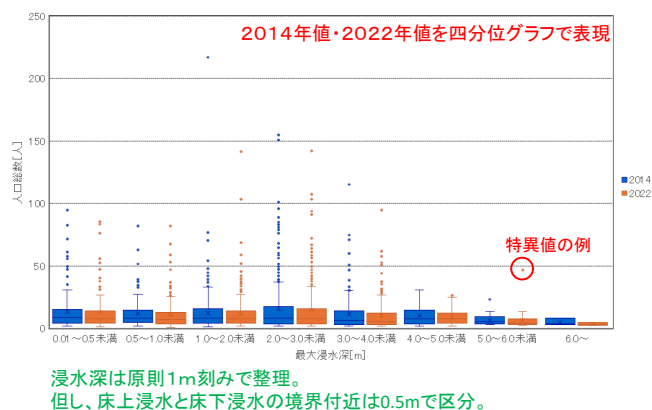


図-1 住まい方分析グラフのイメージ

住まい方分析グラフは、横軸を浸水深、縦軸を各指標値（人口、世帯数等）とし、各100mメッシュの値を点としてプロットした散布図を基に、横軸の浸水深を一定の幅でバンド化し、箱ひげ図の形で視認性を高めたものである。散布図のままでは、プロットの重なる部分の判読が難しく、またプロット数が大量にあるため、結果の誤った解釈につながる恐れもあるが、箱ひげ図の形にすることで、そのようなリスクを減少させることが可能である。一方で、箱ひげ図にした場合に、かえって分かりにくくなってしまう、プロット数（含まれるメッシュ数）の情報は、住まい方分析グラフの基となっている集計表から確認でき、補完が可能である。

また、2時期の結果を並列に表記することで、経年変化を把握することを容易としている。都市によって、各指標値の分布は様々であり、各地域固有の事情により、水災害に備えたまちづくりの目標は異なることから、住まい方分析グラフは、全国画一的な、あるべき姿を論じるためのものではなく、2時期間の当該地域のトレンド把握に使用することを主な用途として想定している。

（３）「住まい方分析グラフ」の読み方例

①浸水深が大きい場所での住まい方

・浸水深が大きいバンドの箱ひげ上端や特異値上端の値が上昇していないか：上昇している場合、居住密集度の上昇を意味しているため、集合住宅（高齢者介護施設含む）や建売住宅地等が増えている可能性がある。土地勘のない新規居住者や高齢者が多く居住している可能性があるため、災害対策上の注意が必要である。

・浸水深が大きいバンドの箱ひげ下端や特異値下端の値が下降していないか：危険箇所での居住密集度の低下を意味しているため、孤立家屋が増えている可能性がある。

②住居種別の分布確認

・住居種別が共同住宅の場合、分譲形式だけではなく賃貸形式の場合がある。特に1・2階建共同住宅は、賃貸アパートである可能性が高いと考えられる。賃貸形式の場合、入居者は、一般的に、別の土地から転入者が多く、当該土地の水害リスクに関する認知や、避難場所等に関する知識が相対的に乏しい可能性が高い。また、1・2階建共同住宅は垂直避難にも限界があるため、3階建以上の共同住宅よりも生命に関わる水害リスクが高い状態である。上述の背景を踏まえた上で、浸水深が大きいバンドにおける共同住宅世帯数の箱ひげ上端や特異値上端の上昇及びメッシュ数そのものの増加に留意する必要がある。箱ひげ上端や特異値上端の上昇は大型の共同住宅の新規建設、メッシュ数の増加は共同住宅の新規建設が広範にわたって行われていることがそれぞれ示唆される。

以上のような観点での分析を行った上で、注目すべき地点について、個別に航空写真での確認や現地確認を行うことで、2時期間の当該地域のトレンド把握を行うことが可能となる。

【成果の活用】

今後、他地域における今回手法の適用を行い、汎用性等を確認の上で、実際の地方自治体の担当職員との意見交換等を行い、有効性等について検証することが考えられる。有効と考えられる場合には、技術参考資料としての周知等の方策を検討していきたい。

※本稿においては、紙面の都合上、特に重要な知見が得られた防災まちづくりに関する研究部分について記載し、水防活動に関する研究部分については記載を割愛した。

【参考文献】

- 1) 最大想定規模の浸水想定区域における土地利用規制別の人口推移と居住誘導に関する研究、野澤ら、日本都市計画学会都市計画報告集（2023）
- 2) 全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移、秦ら、日本災害情報学会（2020）

氾濫シナリオ別ハザード情報図に基づく減災対策検討手法の研究

Research on disaster mitigation measures with using scenario based hazard maps

(研究期間 令和3年度～令和5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 新貝 航平
Researcher SHINGAI Kohei

In this research, we focused on flood hazard, organized the current hazard characteristics of the model area, studied disaster mitigation measures in the floodplain, and developed a method to evaluate their effectiveness.

〔研究目的及び経緯〕

近年の激甚化・頻発化する水害を踏まえ、国土交通省では「流域治水」を推進している。流域治水の推進には、流域の様々な関係者間で協働していく必要があるが、そのためには、水害による被害事象と減災対策の効果を各関係者が理解することが重要である。

本研究では、水害リスクのうちハザードに着目し、モデル地区の現況ハザード特性、氾濫原における減災対策の検討及びその効果を評価する手法を整理した。

〔研究内容〕

（１）氾濫解析モデルの概要

本研究では、本川左岸側と支川右岸側に囲まれた箇所を１つの氾濫ブロック（図-1）として設定し、本川及び支川からの外水氾濫（河川上流の山地等に降った雨により河川流量が増大し河川から溢れる現象）、市内の下水道等からの内水浸水（市街地等の排水能力の不足により雨が湛水する現象）の一体型氾濫解析が可能なモデルを構築している。

（２）氾濫シナリオの設定

氾濫シナリオの設定にあたり、氾濫ブロック内の内水域、支川流域、本川流域の確率雨量を算定し、降雨波形の区分について、本川からの氾濫卓越型、本・支川からの氾濫卓越型、支川からの氾濫・内水卓越型の３つを設定した。

確率規模（ w ）は当該流域の実績降雨及びアンサンブル予測雨量データの比較検討により、 $w=1/30$ 、 $w=1/150$ 、 $w=1/1,000$ とし、流域ごとに確率雨量による降雨波形の引き伸ばしを行い、降雨シナリオを設定した。

定した。

破堤条件は氾濫ブロックの近傍で流下能力が低い箇所を破堤点とし、破堤あり、破堤なし（越水のみ）の２ケースで設定した。

以上の条件に基づき、「降雨シナリオ」９ケース（３波形×３規模）×「破堤条件」２ケースの氾濫シナリオにおいて、現況河道及び中長期河道（整備計画上）それぞれでの数値解析（計３６ケース）を行い、ハザード情報図を作成した。

（３）減災対策案の抽出

当該地区での減災対策について、氾濫特性を考慮した被害軽減を念頭に置き、当該地区に適した対策案を抽出し、その効果を検証した。

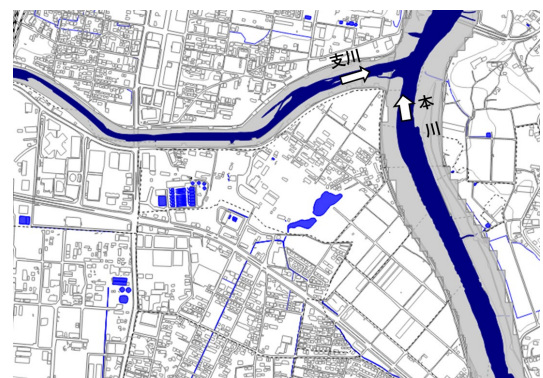


図-1 氾濫ブロック概要

表-1 氾濫シナリオ

降雨波形	現況河道			整備計画河道		
	確率規模	破堤条件		確率規模	破堤条件	
本川からの氾濫卓越型	$w=1/30$, $1/150$, $1/1,000$	破堤あり	越水のみ	$w=1/30$,	破堤あり	越水のみ
本・支川からの氾濫卓越型				$1/150$,		
支川からの氾濫・内水卓越型				$1/1,000$		

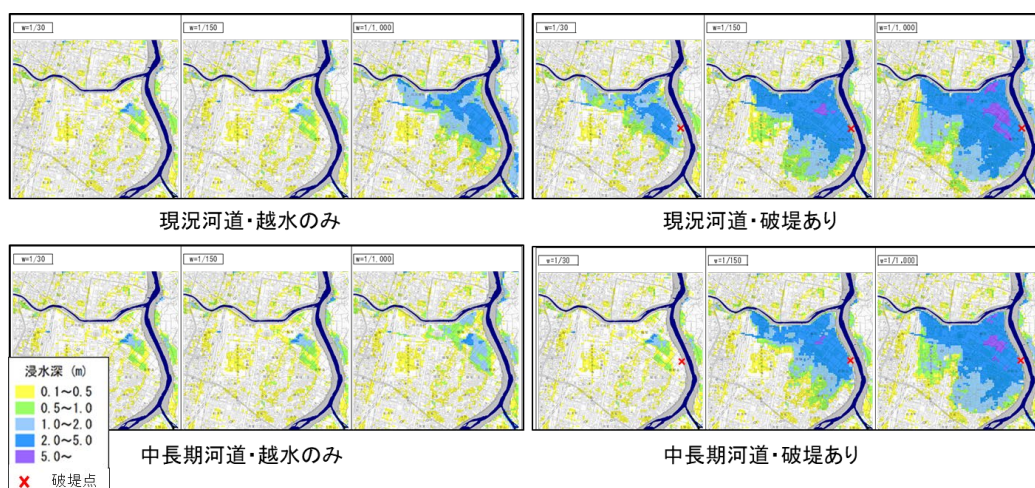


図-2 ハザード情報図（本川からの氾濫卓越型）

〔研究成果〕

（１）ハザード情報図による現況ハザード評価

前述の条件に基づきシナリオごとにハザード情報図を作成し、ハザード特性の整理を行った。本報告では紙面の都合上、本川からの氾濫卓越型によるハザードを整理したもの（図-2）を述べる。

越水の場合、 $w=1/150$ 程度までの浸水範囲は大きく変わらない結果となり、 $w=1/1,000$ で北西方向に浸水範囲が拡大する結果となった。中長期河道時には、現況と比較して浸水深、浸水範囲は減少する傾向にあることが確認された。河川整備により本川水位が現況より低下するためと推察される。

本川破堤時には、現況河道の場合 $w=1/30$ で破堤するため、越水時と比較して浸水範囲は拡大する。本川と支川合流点周辺一帯が広い範囲で浸水し、また、合流点付近は地盤高が周囲に比べると低いため、浸水深も大きく貯留型の氾濫形態となる傾向にある。また中長期河道の場合、 $w=1/1,000$ 程度の規模になると現況と比較しても浸水深、浸水範囲にあまり差は見られない結果となった。

（２）減災対策の評価

前述より、現況河道において本川破堤時の氾濫により浸水深が大きくなる傾向があることが確認された。本稿では、現況河道にて本川からの氾濫卓越型、 $w=1/150$ 、破堤ありとした氾濫シナリオの下、本川左岸堤内地の既設道路位置に線状盛土（地盤高+1.0m）を行うことを減災対策の一つとして設定し、氾濫ブロック内の任意地点 A 及び B における浸水深及び氾濫流速の時系列変化を対策前後で評価した事例を紹介する（図-3）。

地点 A では、対策前後で最大浸水深及び氾濫流速の大きさに変化はほとんど見られないが、対策後で浸水到達時間が約 30 分程度遅れるという変化が見られた。破堤点を囲うように線状盛土対策を行ったことにより、氾濫水が盛土を超えるまでに時間を要したものと推察される。

地点 B では、線状盛土外側からの浸水抑制により、浸水深は現況より低下するが、約 26 時間後の浸水深が急上昇している。地点 B が盛土付近のため、氾濫水が留まることにより起こっていると考えられる。一見対策により浸水被害が大きくなるように思われるが、

一方で同時刻の氾濫流速は抑制されており、その後緩やかに上昇していることが確認できる。このことから地点 B では対策前後で緩やかな氾濫に変わっており、浸水による物的被害が軽減されている可能性がある。

以上のことから、減災対策の評価を行ううえで、対策前後での浸水深分布のみならず、氾濫流速についての評価及び任意地点での各種ハザードの時間変化を比較することが重要であると認識された。

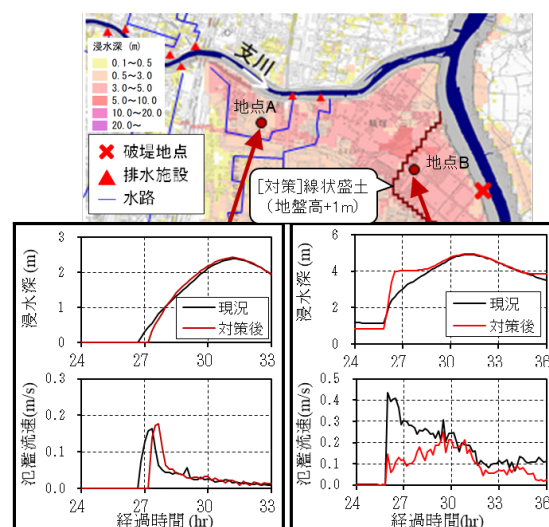


図-3 減災対策前後のハザードの時間変化

（３）今後の課題

ハザードの算定において、浸水深の平面分布だけでなく、任意地点でのハザードの時間変化も可視化することができるようになった。

一方で今回提示したハザード情報のみでは、地域に起こる具体的な被害をイメージしづらいという課題がなお残る。今後はハザードのみならず、暴露や脆弱性を勘案し、具体的な被害を示し、そのうえで減災対策の効果をわかりやすく示していく手法を検討する。

〔成果の活用〕

本研究の成果は、水災害リスクを踏まえた防災まちづくりのガイドライン等の改定に資する基礎資料として活用する予定である。

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.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和元年度～令和6年度)

研 究 官	海老原 友基
主任研究官	湯浅 亮
室 長	武内 慶了
研 究 官	山本 哲也

[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と分析を行っている。

本年度は平成30年7月豪雨と令和元年東日本台風において水害に遭った被災地を対象に、アンケート調査を行った。7つの自治体で浸水被害があった地区を対象に約17000通の調査票を配布し、1925通の回答を得られた。また、2つの自治体で事業者を対象に個別に訪問によるヒアリング調査を実施し、当時の被災状況や、関係する取引先との関係変化について聞き取りした。調査結果をとりまとめ、治水経済調査マニュアル(案)における被害額推定のための被害率の更新や、水害被害によるサプライチェーン影響評価に必要なデータ整理を行った。また、2つの自治体を対象に2.5mメッシュおよび5mメッシュでの平面二次元氾濫解析による実績水害の氾濫再現計算を行い、氾濫流の水理量時間変化に着目し、被害状況との関係を整理した。

流域の防災まちづくりにおける工学的検討を用いた合意形成による減災対策検討手法の開発

Development of a method for studying disaster mitigation measures through consensus building using engineering studies for Disaster Prevention Urban Development in a basin.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室 長	武内 慶了
主任研究官	湯浅 亮
研 究 官	新貝 航平

[研究目的及び経緯]

流域治水の推進にあたっては、流域の様々な関係者間で協働していく必要があるが、地域に残存する水害リスクと対策による水害リスク低減効果の認識共有に課題が残っている。そのため、本研究では関係者が理解しやすい水害リスクの読み解き方・見せ方の手法を構築する。

本年度は検討対象地域において氾濫解析を実施し、任意地点で対策前後のハザードの時間変化を把握する手法を構築した。今後は暴露・脆弱性を考慮した減災対策の検討に資するよう、地域の持続性を毀損し得る被害事象を被害指標の一つの視点として捉え、これらの事象とハザードの関係整理を通じた水害リスクの翻訳を進める予定である。

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 analysis methods for flood risk when a large amount of fine-grained sediment is supplied

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室 長	武内 慶了
主任研究官	湯浅 亮
研 究 官	海老原 友基

〔研究目的及び経緯〕

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（通称：流域治水関連法）」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。国土交通省では、2025年度までに中小河川を含む約17,000河川において、浸水想定区域を設定することを目標としている。

国総研では、水害リスク情報空白域の解消に向けた取り組みの一環として、上記法改正に先んじて、令和2年6月に「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き（以下、手引き）」を公表しているところであるが、土砂・洪水氾濫が懸念される河川区間における大量の土砂の混入を考慮した氾濫解析手法については、反映にいたっておらず、知見の蓄積が必要とされている。

そのため、本年度は、大量の土砂の混入を考慮した氾濫解析手法の調査を目的に、近年、土砂・洪水氾濫が発生し、かつ比較的豊富にデータが存在する河川を対象に、土砂堆積縦断分布の推定手法を検討し、土砂堆積を考慮した浸水位の試算を行った。

河川整備と防災まちづくりの総合多層的な取組に資するツールの開発実証

Development and demonstration of tools that contribute to comprehensive and multi-layered approach to river improvement and Disaster Prevention Urban Development.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和4年度～令和7年度)

室 長	武内 慶了
主任研究官	湯浅 亮
研 究 官	新貝 航平

〔研究目的及び経緯〕

気候変動による外力増加に対応するため、河川管理者が実施する河川整備のほか、流域の様々な関係者と協働していく防災まちづくりの取組が進められており、現況のみならず河川整備計画を見据えた減災対策を検討することが重要である。

本年度は検討対象地域の支川群に着目した氾濫解析を実施し、従来の最大浸水深分布に加えて、支川ごとの氾濫流量の時系列変化を示すことで、浸水要因（氾濫水が溢れ始める基となる場所）を把握する手法を検討した。今後は減災対策の手法及び実施箇所を検討しやすくなるよう、ハザードの平面分布の時間変化を示す方法について調査し、浸水要因と浸水進展過程の関係を時空間的に把握可能な手法を構築する予定である。

浸水センサを用いたデータ同化技術を適用した氾濫解析手法調査研究

Study on inundation analysis methodology applying data assimilation techniques using inundation sensors.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室 長	武内 慶了
研 究 官	山本 哲也

[研究目的及び経緯]

気象変動の影響による水害の激甚化・頻発化に対応するため、河川整備等の加速化に加え、内水対策や流出抑制対策の強化など、流域治水の更なる推進が求められる。このうち流域治水 Ketadai DXプロジェクトの内水対策強化とし、浸水を検知できる安価で長寿命なワンコインセンサの普及について、内水等による浸水のリアルタイム把握、浸水時の緊急対策はもとより、浸水後の罹災証明や保険の早期支払い、災害復旧の早期対応など災害レジリエンスを Ketadai に高度化、効率化できるとして推進している。

本年度は、今後浸水センサの普及が進み浸水検知情報がリアルタイムで大量に得られることを想定し、データ同化の考え方を適用または応用し、浸水検知情報を活用した、新たな浸水範囲推定手法のプログラムのプロトタイプの開発を行った。

今後は、浸水検知情報と気象情報である予測雨量から、浸水範囲のリアルタイム予測を可能にするために、検討過程で得られた知見を応用し、合理的で簡素な浸水範囲推定手法の開発を行う。

水害リスク情報充実のための解析手法調査

Research on analysis methods for enhancing flood risk information.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和4年度)

室 長	武内 慶了
研 究 官	中村 賢人
研 究 官	新貝 航平

[研究目的及び経緯]

小規模河川は数と延長が膨大であるとともに、既往の水害リスク情報作成手法で必要となる基礎データが取得されていないこと等から、小規模河川の多くが水害リスク情報空白域となっている。そのような状況を受け、既往手法よりも省労力かつ短時間で水害リスク情報を作成可能となる手法を示した「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」（以下、手引き）を令和2年6月に公表し、小規模河川等における水害リスク情報の把握・公表を進めている。しかし、手引きで示された解析手法では適用困難となる地形条件がある等、技術的課題が残されている。

水害リスク情報空白域の速やかな解消を目的として、手引きで示された手法と、その手法と異なる水害リスク情報作成手法の水害リスク情報を接続する方法等の検証を実施した。その成果を「小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手引き」としてとりまとめ、令和5年7月に公表した。

水防活動支援技術に関する調査業務

Research on improvement of flood damage reduction activities in communities.

河川研究部 水害研究室

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

主任研究官	湯浅 亮
研 究 官	海老原 友基
室 長	武内 慶了

〔研究目的及び経緯〕

毎年のように河川氾濫による人的被害を伴う激甚な水災害が発生しており、水防活動による減災対策がますます重要になっている。水防団員数の減少やサラリーマン団員の増加等が進行している水防活動の現状を踏まえ、本研究では最新の ICT 技術等を活用し、水防活動を効果的に支援する技術の社会実装を推進するため、水防活動支援情報共有システムや水防活動の安全確保技術等について研究するものである。

本年度は、過年度に構築したプロトタイプ版「水防活動支援情報共有システム」に対し、水防団等からいただいた改良意見の洗い出し結果をもとに、メニュー画面表示のシンプル化や、アイコンの点滅による新着情報の見逃し防止機能の追加等の改良を行い、直感的なシステム操作となる改良を行った。改良した水防活動支援情報共有システムについて、モデル3地域においてシナリオに沿ってシステムを試行する実証実験を行い、システムの使い勝手への意見や課題、要望等を抽出した。また、他機関システムとの連携を見越した、連携パターンについて情報収集を行い、留意点を取りまとめた。

地震動特性を考慮した

早期の地震時斜面崩壊発生場推定手法に関する研究

Research on method for early estimation of landslide site considering seismic motion characteristics

(研究期間 平成 30 年度～令和 4 年度)

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

室 長 山越 隆雄
Head YAMAKOSHI Takao
主任研究官 坂井 佑介
Senior Researcher SAKAI Yusuke
主任研究官 田中 健貴
Senior Researcher TANAKA Yasutaka

A method for detecting whether landslide is occurring during an earthquake by machine learning was studied. The study was conducted on eight cases that had occurred in the past, and machine learning was performed using support vector machines. As a result, it was found that the possibility of slope failure during an earthquake could be predicted with a certain degree of accuracy.

〔研究目的及び経緯〕

地震直後の地震時斜面崩壊が発生しているおそれのある地域の推定において、誘因に関する指標は震度や最大加速度であったが、同程度の震度や最大加速度であっても地震時斜面崩壊が発生しないこともあり、その精度向上が望まれている。近年の研究において、地震時斜面崩壊が多発した地震（以下、「多発地震」という）と少なかった地震（以下、「非多発地震」という。）では、長周期帯（短周期帯）のスペクトルに明瞭な違いがあることを確認されている。そこで、本研究では、地震動の周期特性を考慮した複数の指標を強震観測点ごとに取得し、地震時斜面崩壊との関係を分析することで、地震時斜面崩壊発生場の推定精度の向上を図ることを目的とする。

本年度は、強震観測点周辺の地震時斜面崩壊の発生・非発生について、統計分析や機械学習により地震直後の地震時斜面崩壊が発生するおそれのある地震動の閾値設定を行った。

〔研究内容〕

調査対象地震は、2004 年新潟県中越地震、2007 年新潟県中越沖地震、2008 年岩手・宮城内陸地震、2009 年駿河湾南部地震、2016 年熊本地震、2018 年北海道胆振東部地震、2016 年山形県沖地震、2021 年福島県沖地震である。このうち、2009 年駿河湾南部地震、2016 年山形県沖地震、2021 年福島県沖地震は地震の規模が大きかったにもかかわらず、土砂移動が少なかった事例として選定している。

調査対象地震において震度 5 弱以上を記録した強

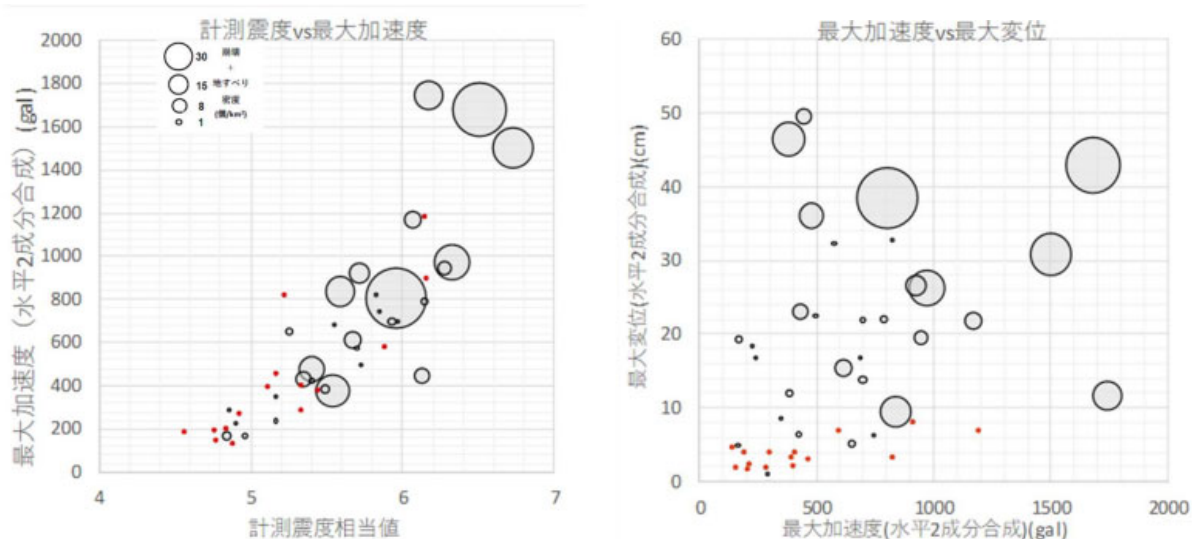


図-1 バブルチャートによる整理結果の例

震観測点を抽出した。そして、抽出した強震観測点のうち、I 種地盤もしくは I 種地盤に相当する地盤に設置されている強震観測点を絞り込んだ。また、強震観測点で観測された地震動が代表できるエリアとして、観測点から半径 5km をカバーエリアと設定し、カバーエリア内の地質構成が地震間で大きく異ならないような強震観測点を抽出した。抽出した強震観測点は計 46 地点（中越：5 地点、中越沖：4 地点、岩手・宮城：2 地点、駿河湾：4 地点、熊本：14 地点、北海道胆振：2 地点、2016 年山形県沖：4 地点、福島県沖：11 地点）である。

次に、カバーエリア内の崩壊密度と地すべり密度を把握した。崩壊・地すべり発生個所のデータは国土地理院より貸与されたデータ（国土地理院、2022）に加え、国土地理院データで判読されていない範囲は空中写真判読を実施して崩壊・地すべり発生箇所を抽出した。ここで、地形分類図を基に崩壊や地すべりが発生しえない地形（例えば、水部）の面積を控除して密度を算出した。また、強震観測点の観測地震波データから計測震度相当値、水平 2 成分合成値として最大加速度、最大速度、最大変位、周期 2 秒の加および周期 5 秒の加速度応答スペクトルを算出した。

その上で、崩壊密度、地すべり密度、崩壊・地すべり密度を目的変数、算出した地震動の指標を説明変数として相関を確認するとともに、機械学習により崩壊の発生・非発生の閾値を分析した。分析に用いた機械学習は SVM（サポートベクターマシン）である。SVM は複数の説明変数によって 2 種類のデータ群の分離精度の評価と分離境界の可視化をする手法である。本研究では、崩壊・地すべりの発生・非発生の分離境界を設定する。ここでは、発生データと非発生データをほぼ同数にするために、崩壊密度 0.05 個/km² もしくは地すべり密度 0.001 個/km² 以上を発生、それ未満を非発生と定義することとした。

〔研究成果〕

目的変数（崩壊密度、地すべり密度、崩壊・地すべり密度）と説明変数（計測震度相当値、最大加速度、最大速度、最大変位、周期 2 秒および周期 5 秒の加速度応答スペクトル）の単相関を分析した結果を表-1 に示す。この結果から、いずれの説明変数も一定の相関があるが、他の説明変数に比べて、長周期帯の特徴が含まれる最大速度と最大変位で相関が高くなる傾向が見られた。

次に、縦軸と横軸に異なる説明変数、バブルの大きさを崩壊・地すべり密度の大きさとした図のうちの 2 例を示す（図-1）。図-1(a)の場合、バブルは左上と右下に広がらず、対角線上に並んで分布している。これは、説明変数である計測震度相当値と最大加速度が強震観測点によって似たような値となっていることを示しており、複数の地震動指標を使用する効果が小さい組み合わせであることがわかる。一方で、説明変数を最大加速度と最大変位とした図-1(b)の場合、バブルは左上と右下に散らばって分布している。また、左上や右下、対角線上で原点から遠ざかるほどバブルが大きくなる傾向にある。さらに、赤点は崩壊・地すべり密度が 0 の強震観測点を示しているが、最大加速度の値によらず、最大変位が小さい領域に分布している。これらの結果から、最大加速度だけでなく、最大変位を考慮することにより、より崩壊・地すべりが起きやすい地震動を

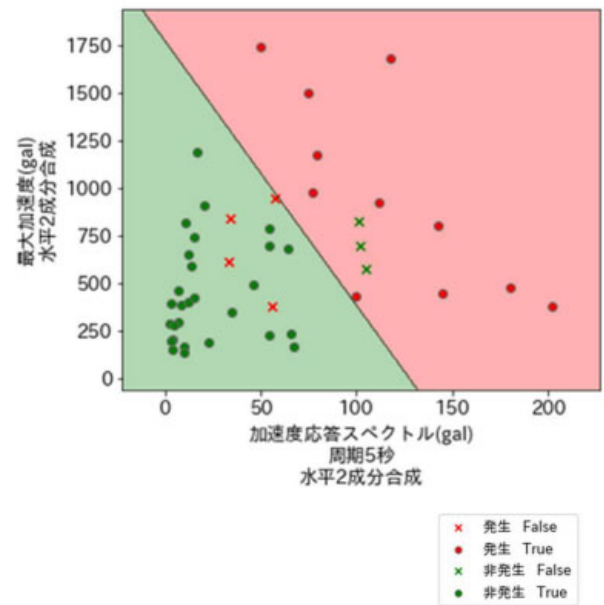


図-2 SVM による分離境界の可視化結果の例

抽出することが可能になると考えられる。

最後に SVM で訓練データ（27 地点）によって構築したモデルをテストデータ（19 地点）に適用して分離精度や分離境界を可視化した結果を示す。図-3 は、地すべり密度を目的変数とした場合に最も分離精度が良好だった地震動指標の組み合わせ（最大加速度、加速度応答スペクトル周期 5 秒）の結果である。この組み合わせでは、正解率（（赤○＋緑○）／（赤○＋緑○＋赤×＋緑×）：発生・非発生の推定結果が正解した割合）が 94.7%、見逃率（赤×／（赤○＋赤×）：実際は発生であるが、誤って非発生と推定した割合）が 16.7%となっている。また、誤って推定した結果（赤×：実際は発生であるが、誤って非発生と推定、緑×：実際は非発生であるが、誤って発生と推定）は発生と非発生の境界を付近に分布しており、発生と非発生を精度良く分離できていることがわかる。

〔成果の活用〕

計測震度相当値や最大加速度に加えて、1 秒以上の長い周期帯の特徴を示す地震動の指標を用いることによって、崩壊や地すべりの発生・非発生の判定精度が向上するものと考えられる。

〔参考文献〕

- 1) 坂井ら（2023）：観測地震波スペクトルを用いた地震動の周期特性が土砂移動に及ぼす影響に関する事例研究、砂防学会誌
- 2) 岩橋ら（2022）：過去の地震時地盤災害発生箇所の 4 分の 1 地域メッシュデータ化、国土地理院時報、No. 135、p. 69-74

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.

土砂災害研究部 砂防研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)
室 長 山越 隆雄
主任研究官 泉山 寛明

〔研究目的及び経緯〕

近年では、気候変動の影響で豪雨の頻度やそれに伴う降雨量が増加することで斜面崩壊等が多発し、その結果、毎年のように土砂・洪水氾濫現象が発生する傾向にある。最近生じている被害は都道府県が管理しているような、これまで土砂災害のなかった流域でも発生しつつあることが懸念される。また、近年では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特徴として挙げられる。本研究は、土砂・洪水氾濫による被害想定予測精度向上を図り、それを踏まえた効果的なソフト対策、ハード対策の立案に資するべく、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を行うことによって解明し、既往の侵食・堆積モデルを改良して下流域における土砂到達範囲・堆積深予測技術の改良を図ることを目的とする。

本年度は、可変勾配水路を用いて混合粒径土石流・土砂流が緩勾配区間に突入した際の堆積速度を確認し、粒径による違いを確認した。

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.

土砂災害研究部 砂防研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)
室 長 山越 隆雄
主任研究官 田中 健貴

〔研究目的及び経緯〕

気候変動を踏まえた砂防技術検討会において、気候変動に伴い顕在化してきた土砂移動現象として「谷地形が不明瞭な箇所での土石流」が挙げられている。谷地形が不明瞭な箇所での土石流の発生には、斜面土層内の水みちが寄与している可能性が示唆されている。

そこで本研究では、谷地形が不明瞭な箇所での土石流の発生危険箇所抽出のために、水みちによる間隙水圧上昇が斜面を不安定化させる過程を明らかにする。

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.

土砂災害研究部 砂防研究室

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

室 長	山越 隆雄
主任研究官	泉山 寛明
主任研究官	田中 健貴
研 究 官	西脇 彩人

〔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。流出土砂は下流保全対象区域での土砂・洪水氾濫を引き起こし被害が拡大する要因となっている。土砂・洪水氾濫等による被害の防止・軽減のため、砂防堰堤等の砂防施設がその機能を最大限発揮されるよう施設を配置することが重要である。一方、大量の土砂を捕捉・制御するためには複数の砂防施設が必要となるが、どのように配置をすれば効果的か、多くのケースを想定して検討を重ねた上で最適ケースを選定する必要があるため、効率的な選定を行うための手法を確立することが望ましい。そこで本研究では、河床変動計算技術を用いて、砂防施設の効果評価を適切に評価可能とし、また新規施設の効果的な配置、既存の施設の改築方法を効率的に選定するための手法を確立することを目的とする。

本年度は、土砂・洪水氾濫発生時の水・土砂の挙動を適切に取り扱うための計算条件、モデルの検証を行い、土砂・洪水氾濫計算手法の高精度化を行うため、複数流域にて再現計算を実施した。また、土砂・洪水氾濫発生時に流出する流木の発生要因について検討を実施し、実態把握のための現地調査に関する調査手法の整理を行った。

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.

土砂災害研究部 砂防研究室

(研究期間 令和5年度～令和8年度)

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。

山地流域において土砂生産現象・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、複数の地形条件と土砂流出の関係を分析した。過去の土石流災害事例を分析して家屋や土木構造物等の土石流に対する影響を分析するとともに、既存の数値計算モデルによる実現象の再現性を検証した。土砂・洪水氾濫発生時の水・土砂の挙動を適切に取り扱うための計算条件、モデルの検証を行い、土砂・洪水氾濫計算手法の高精度化を行った。

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.

土砂災害研究部 砂防研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室長	山越 隆雄
主任研究官	田中 健貴
研究官	西脇 彩人

〔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、現地調査による被害要因の力学的な検討や数値解析による現象の再現計算と計算結果と被害との相関分析を実施するとともに、指標算出の際の、現地調査と計算結果を比較した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、比較的規模の小さな流域における土砂・洪水氾濫施設配置計画を検討するための被害推定の数値解析における留意事項の整理分析を行い、手引き案としてとりまとめた。また、土砂・洪水氾濫に対して砂防施設が長期的に効果を発揮するための効果的な除石管理方法について数値計算を用いて検討を行った。

地震動の周期特性を考慮した斜面崩壊早期推定技術の開発

Research on development of slope failure early estimation technique considering periodic characteristics of earthquake ground motions.

土砂災害研究部 砂防研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

主任研究官	田中 健貴
-------	-------

〔研究目的及び経緯〕

地震直後に地震時斜面崩壊が発生している可能性が高い地域を迅速に推定するため、地震動の周期特性を考慮した手法を開発する。

そこで本研究では、小流域規模での地形・地質の影響を考慮した地震時斜面崩壊危険度評価方法について検討することを目的として、地形・地質の類似性を踏まえた土砂移動形態の分類、小流域単位における総崩壊面積の定量評価を実施した。

山地流域管理に向けた土砂動態データ収集管理の高度化に関する研究

Research on the advancement of sediment dynamics data collection and management for mountainous basin.

(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

室 長	山越 隆雄
主任研究官	田中 健貴
研 究 官	西脇 彩人

〔研究目的及び経緯〕

全国の山地流域にて観測されている土砂動態データは、砂防計画を立案する上で重要なデータであり、観測技術の高精度化が求められている。国土技術政策総合研究所では、土砂動態データをより効果的・効率的に計測・観測し、取得したデータを一括で管理するために、土砂動態データの計測・観測技術に関する検討、観測・計測した土砂動態データの活用に関する検討を行うことで、将来的な土砂動態データベースによる一括管理を目的とする。

本年度は、山地流域における流砂水文観測の高精度化に向けて、濁度計の観測性能の比較および効率的な流量観測に向けた検討を行った。また、全国の流砂水文観測データを収集し、異常値判定を行った上で、整理を行った。

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.

土砂災害研究部 土砂災害研究室

(研究期間 令和4年度～令和8年度)
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、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、1～2日程度先の予測雨量プロダクトである気象庁のメソアンサンブル予測とヨーロッパ中期予報センターの予測雨量について土砂災害を引き起こすような豪雨時の予測特性を台風期と非台風期に分けて調査した。

気候変動による外力増加が土砂災害の発生に与える影響の評価手法の開発

Research on a method for assessing the impact of climate change on the occurrence of sediment disasters.

土砂災害研究部 土砂災害研究室

(研究期間 令和4年度～令和7年度)
室 長 瀧口 茂隆
主任研究官 金澤 瑛
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、土砂災害における危機管理体制の強化を目指して、土砂移動の発生状況や土砂災害の切迫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、上流域での土砂災害の発生を検知する流域監視手法として、流域で観測されている流砂水文観測データを活用して流域の土砂動態の顕著な変化を把握する手法を検討した。

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.

土砂災害研究部 土砂災害研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

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、異なる波長帯の SAR 衛星の画像を用いて目視判読およびソフトウェア処理判読を実施し、災害前後で異なる波長帯の SAR 衛星の画像を用いることの効果や課題について検討した。

気候変動影響により多発する崩壊土砂流動化に関する調査技術の開発

Research on collapsed sediment fluidization.

土砂災害研究部 土砂災害研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室 長	瀧口 茂隆
研 究 官	福岡 薫

〔研究目的及び経緯〕

気候変動の影響により降雨特性が変化した結果懸念されることとして、土砂災害の頻発化、崩壊した土砂の流動化による被害の増大がある。

崩壊した土砂による被害範囲の実態解明のため、過去の土砂災害発生データを分析し、がけ崩れ災害発生時における土砂災害警戒区域内の相対的なリスク評価を行った。

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

A Study on Methods of Investigating the Distribution of Sediment by Slope Failure Using UAVs.

(研究期間 令和4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 福岡 薫

〔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の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を UAV を用いて高精度で把握する手法について、被災前の地形モデル（航空 LP、DEM、空中写真 SfM）の精度を比較し、利用する被災前地形モデルの優先順位を検討した。

ETC2.0 等ビッグデータを活用した 観光地等の渋滞対策の評価に関する研究

Study on the evaluation of the countermeasures to tourist congestion using ETC2.0 probe data

(研究期間 令和元年度・令和5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
研 究 官 瀧本 真理
Researcher TAKIMOTO Masamichi
交流研究員 杉山 茂樹
Guest Research Engineer SUGIYAMA Shigeki

The purpose of this research is to analyze the tourist congestion situation using ETC2.0 probe data and to evaluate the effect of countermeasures against tourism congestion using a traffic micro simulator.

〔研究目的及び経緯〕

国総研では、ETC2.0 プローブ情報等を用いた道路交通状況分析手法を研究しており、観光渋滞についてもETC2.0 プローブ情報をはじめとするビッグデータを活用した観光渋滞対策の評価手法の開発を目指している。本研究では、まず令和元年度に観光渋滞対策の評価手法に関する事例収集、春・秋に観光渋滞が発生するエリアを対象に観光渋滞対策メニューに応じて観光客の意識・行動がどう変化するかを把握するためのSP調査（選好意識調査）を実施した。令和2～4年度は新型コロナウイルス感染症まん延に伴う観光需要低下の影響に鑑み、調査研究を一時中断していたが、令和5年度にその影響が収束し、観光需要が概ね回復したことを踏まえ、ETC2.0 プローブ情報を用いた観光渋滞状況の分析、交通マイクロシミュレータを用いた観光渋滞対策の効果検証を実施した。

〔研究内容と成果〕

1. ETC2.0 プローブ情報を活用した観光渋滞状況の把握・分析

今回、研究対象とした観光エリアは、全国各地で発生している観光渋滞の中から、ゴールデンウィークや秋の紅葉シーズン等の特定期間のみ渋滞が発生する地方部・山地部のエリアを抽出した。このエリアには観光地中心部に向かう延長約3.5km 弱の往復2車線道路があるが、そこへのアクセス道路は実質この道路1本のみであることから、観光シーズンは平時に比べて著しく渋滞する場合がある。この観光渋滞状況を定量的に把握するため、ETC2.0 プローブ情報を活用した状況把握・分析を実施した。データ分析にはDRM 区間毎の単位時間別旅行速度(30日後確定値)を用いた。

図-1 は令和5年のゴールデンウィークにおける当該道路の観光渋滞区間開始点から観光エリア中心地までの区間（以下、当該道路区間）の時間帯別所要時間を整

理したものである。これより平常時は所要時間5分強のところ、5月3日は最大30分弱、5月4日は最大70分弱も要するほどの渋滞であったことがわかる。

表-1 は当該道路区間における5月4日のDRM 区間別・時間帯別の平均旅行速度を整理したものである。これによると、区間全体で9～14時台は10km/h以下、10～13時台は5km/h以下まで旅行速度が低下していたことがわかる。なお、データ取得件数は単純平均によれば各DRM 区間とも毎時15台以上であった。

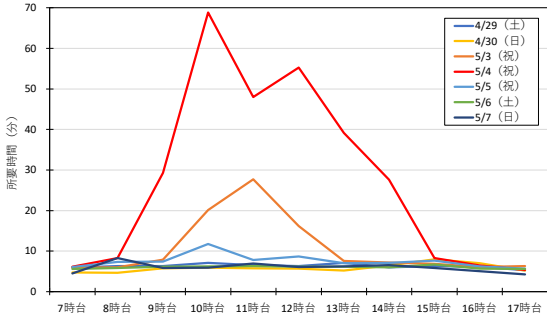


図-1 ゴールデンウィーク中の時間帯別所要時間(令和5年)

表-1 当該道路区間の時間帯別平均旅行速度
(5月4日)

区間	延長[m]	平均旅行速度[km/h]											総データ 件数
		7時台	8時台	9時台	10時台	11時台	12時台	13時台	14時台	15時台	16時台	17時台	
区間1/4	240	41	41	41	40	40	42	42	41	38	46	41	297
区間2/4	539	39	33	34	32	19	29	33	38	35	42	28	332
区間3/4	1,797	37	35	11	3	4	4	5	20	31	34	38	262
区間4/4	895	21	14	3	2	3	2	3	3	13	23	34	187
区間計	3,471	31	25	7	3	4	4	5	8	23	32	35	

次に、今回活用したETC2.0 プローブ情報に関する路側機取得状況を確認した。ETC2.0 路側機は現在、高速道路並びに直轄国道に設置されているが、当該観光エリア中心地から最も近い路側機までの距離は直線距離で約14.4kmであった。こういった状況を踏まえ、今回分析に用いたETC2.0 プローブ情報がどこの路側機から取得されたかを距離別に整理した結果を図-2に示す。

これより、最もデータ取得がされたのは、当該エリアから 30～35km 離れたところに設置された路側機であったこと、路側機 1 台の取得データ数は当該エリアとの直線距離に概ね反比例すること、路側機が 40～50km 先でも一定数の取得データがあることがわかる。

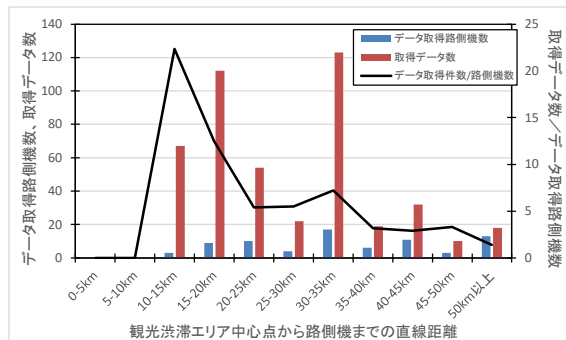


図-2 ETC2.0 プローブ情報の取得状況

これらのことから、ETC2.0 プローブ情報は高速道路や直轄国道からある程度離れた地方部の観光地における渋滞状況把握への活用データとして有益な状況にあることが示唆された。

2. 交通マイクロシミュレータを用いた観光渋滞対策の評価・効果検証

1. で示した観光渋滞状況について交通マイクロシミュレータを用いて再現した上で、幾つかの渋滞対策メニューを設定し、その導入効果についてシミュレーションにより確認した。シミュレータは追従モデルと流体モデルに大別されるが、本検証では渋滞・非渋滞状況を再現でき、区間毎の交通量・旅行速度を把握できる追従モデルのものをを用いた。

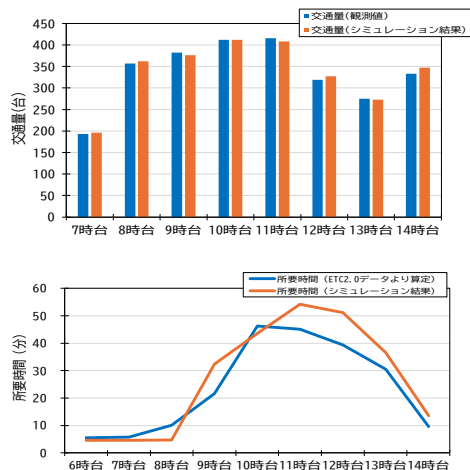


図-3 交通マイクロシミュレータの現況再現性確認結果
(上：断面交通量、下：所要時間)

観光渋滞状況の再現性を確認した結果を図-3 に示す。交通量の再現性を予め確認した上で、当該道路区間の所要時間（区間別時間帯別平均旅行速度と各区間長か

ら算出）を確認したところであるが、所要時間の変動傾向は概ね再現出来ていると捉え、当該シミュレータを用いて検討を行うこととした。

対策メニューは表-2 に示すものを設定し、交通マイクロシミュレータを用いて渋滞状況を再現し、所要時間により効果検証を実施した。設定した 4 つの対策メニューのシミュレーション結果の一例として対策 2 の結果を図-4 に示す。パークアンドバスライドを実施せず一方通行規制のみ導入した場合、所要時間は規制導入前よりむしろ増加してしまうことや、通行規制にパークアンドバスライドを加えて導入した場合の所要時間は、自家用車からバスへ 5% 転換すれば約 8 分短縮、10% 転換すれば約 30 分短縮（半減以下）、20% 転換すれば渋滞はほぼ解消され、所要時間は時間帯問わず、ほぼ同程度となることが確認できた。

表-2 観光渋滞対策メニュー

対策 1	・エリア中心部の駐車場から近隣駐車場（数百 m 前後）への利用分散に伴う交通量削減
対策 2	・一般車一方通行規制（東向き車線のみ通行可） ・反対車線（西向き車線）を往来バス専用レーン化 ・当該道路区間始点でのパークアンドバスライド
対策 3	・一般車一方通行規制（西向き車線のみ通行可） ・反対車線（東向き車線）を往来バス専用レーン化 ・当該道路区間始点でのパークアンドバスライド
対策 4	・完全一方通行規制（東向き交通のみ通行可） ・各車線の役割分担化 東向き車線：観光地立ち寄り車両用レーン化 西向き車線：観光地通過車両用レーン化

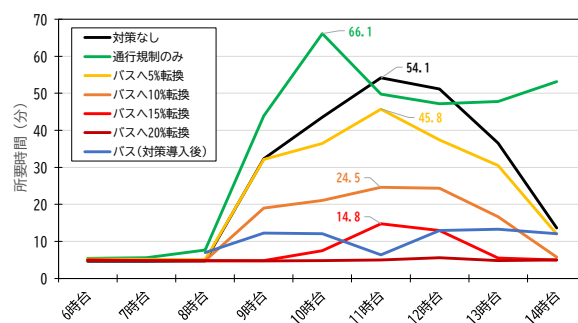


図-4 観光渋滞対策導入後の所要時間変化例

【成果の活用】

本研究結果より、ETC2.0 車載器・路側機がある程度普及した現状においては ETC2.0 等ビッグデータを活用した観光地の渋滞状況の把握・分析、並びに、交通マイクロシミュレータを用いた観光渋滞対策の効果検証は有効な手段であることが確認できた。今後は、オーバーツーリズム対策等に取り組んでいる観光地と連携して、具体的な分析・検証事例を蓄積し、当該手法の適用のための技術的知見として活用していきたい。また、ETC2.0 プローブ情報をより迅速に活用する方法についても検討して参りたい。

多様なニーズを持つ利用者に対応した走行空間の創出に関する検討

Study on the creation of a driving space that can accommodate users with diverse needs

(研究期間 令和2年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路研究室

Road Traffic Department

Road Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

土肥 学

DOHI Manabu

河本 直志

KAWAMOTO Naoyuki

The authors aim to establish road design methods that reflect actual traffic conditions and appropriate hierarchical road networks. In this study, the actual traffic surveys were conducted at unsignalized intersections and signalized intersections.

〔研究目的及び経緯〕

階層型の道路ネットワークの実現や道路の耐災害性の強化、自動運転に対応した道路空間、賑わい空間など人中心の道路空間等、多様なニーズに対応した道路仕様に関する技術検証が求められている。階層型の道路ネットワークに着目すると、我が国の一般道路における旅行速度は、道路種別に関係なく低水準に留まっており、高速道路との間を構成する中間的な旅行速度（おおむね60km/h）を確保する道路が少ない（図-1）。その対応として本研究では、一般道路の旅行速度の確保・向上に焦点を当て、現実的な対応として、無信号交差点の集約・副道接続等を想定し効果検証を実施した。また、近年の交通実態を反映した道路の設計手法の構築に資するため、信号交差点における交通実態調査・分析を実施した。

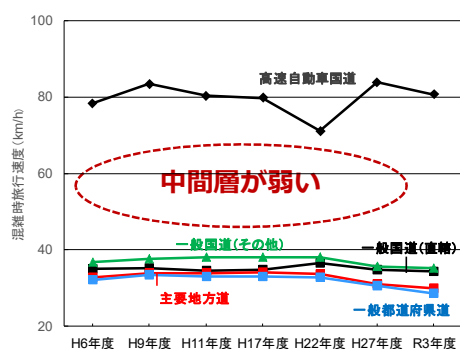


図-1 道路種別別の混雑時旅行速度の比較（全国道路・街路交通情勢調査結果を元に作成）

〔研究内容と成果〕

1. 無信号交差点における交通実態調査・分析

一般道路の旅行速度には、信号交差点密度や沿道状況等が影響することが明らかになっているところであるが、本研究では無信号交差点における出入りに着目し、主道路の旅行速度に与える影響について、現地調査や交通シミュレーションにより分析を行った。

無信号交差点において従道路から主道路へ流入する

車両は、道路交通法上、主道路走行車両の通行を妨げてはならないため、従道路から流入する車両が主道路の旅行速度に与える影響は小さいと考えられてきた。本研究は、実際は従道路からの流入車両によって主道路の速度低下が生じ、遅れ時間が発生すること等、無信号交差点における流入車両が主道路の旅行速度に与える影響を明らかにしようとするものである。

(1) 現地調査による車両挙動の分析

国道17号（埼玉県）、国道21号（岐阜県）、国道274号（北海道）、国道23号（三重県）及び国道3号（福岡県）に接続する無信号交差点を対象に、流入車両並びに主道路の車両挙動をビデオカメラで観測した。

主道路の遅れ時間は、主道路から従道路へ車両が流出する際に後続の直進車両に発生する場合と、従道路から主道路に従道路側の車両が流入する際に主道路側の車両に発生する場合が考えられる（図-2）。現地調査における観測映像から、主道路において無信号交差点を含む計測区間（300m）を通過する間に、前方で流入車両が生じた車両を対象に、計測区間の通過時間を算出する。これを実旅行時間とする。それに対し、無信号交差点における出入りが無く、また、それ以外に速度を低下させるような事象が起きていない車両の通過時間を取得し、平均したものを自由流旅行時間とし、実旅行時間との差分を遅れ時間とした。

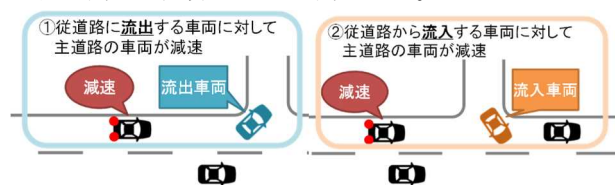


図-2 無信号交差点における主道路走行車両の減速イメージ（左：流出車両による減速、右：流入車両による減速）

調査地点を、主道路への接続部が分合流構造（図-3）である地点と分合流構造ではない地点に分類し、遅れ

時間を平均したものを表-1 に示す。分合流構造がある地点の方が遅れ時間が小さい傾向が見られた。また、流出車両だけでなく、流入車両によっても遅れ時間が発生することが明らかとなった。

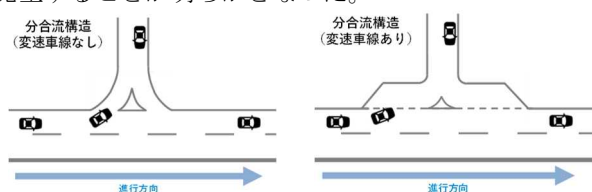


図-3 分合流構造のイメージ

表-1 主道路への接続部構造別の遅れ時間

無信号交差点の接続部の構造		分合流構造 あり	分合流構造 なし
遅れ時間(秒)	流出	0.4	2.8
	流入	0.4	1.8

(2) 交通シミュレーションの実施

現地調査を行った国道 21 号に接続する 3 地点が同一路線かつ近接した地点であるため、これらの地点の位置関係や観測結果を参考にシミュレーション上で図-4 のような道路区間を設定した。主道路交通量、無信号交差点の箇所数の条件を変化させシミュレーションを実行し、主道路を走行した全車両を対象に遅れ時間と旅行速度を求め、1 台あたりに換算した。

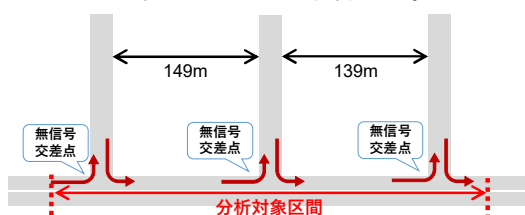


図-4 道路区間イメージ

まず、主道路交通量を変化させた際の遅れ時間と旅行速度を図-5 に示す。主道路交通量の増加に伴って遅れ時間が増加し、平均旅行速度が低下する結果となった。

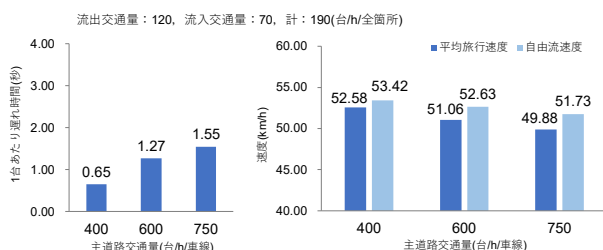


図-5 主道路交通量と遅れ時間・旅行速度

次に、総流入交通量を変えずに、無信号交差点の箇所数を変化させた際の遅れ時間と旅行速度を図-6 に示す。無信号交差点の箇所数の減少により 1 台あたりの遅れ時間は減少し、旅行速度がわずかではあるが向上するという結果になった。総流入交通量を変えていないため、無信号交差点箇所数が減った場合は 1 箇所あたりの流入車両が増加することとなり、非優先

車両である流入車両は流入するまでの所要時間が長くなる。そのため、無信号交差点箇所数の減少は幹線道路の旅行速度向上に寄与する可能性がある一方で、幹線道路以外の道路区間においては幹線道路への流入車両の滞留を発生させる可能性が考えられる。

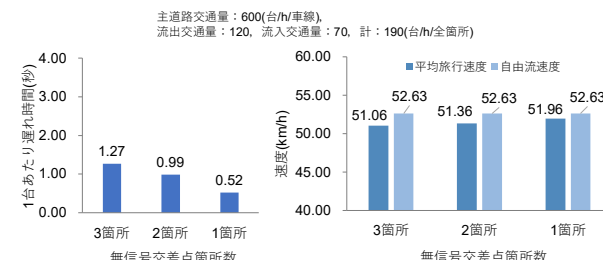


図-6 無信号交差点箇所数と遅れ時間・旅行速度

2. 信号交差点における交通実態調査・分析

信号交差点の交通容量は本来、観測される飽和交通流率を基礎として算定されるが、観測が困難な場合は、飽和交通流率の基本値に当該交差点の交通条件など交通容量に影響を及ぼすと思われる要因に応じて補正率を乗じることにより推定している。近年の研究結果によると、飽和交通流率の実測値が経年的に低下傾向にある可能性が指摘されている。本研究では、信号交差点の飽和交通流率に影響を及ぼす要因を抽出するため交通実態調査を行い、道路の幾何構造、交通状況、地域特性等の影響要因と飽和交通流率との関係について検討した。

具体的には、交通実態調査にて取得した信号交差点 10 箇所の直進車線のデータを踏まえ、飽和交通流率の推定に必要な補正要因として車頭時間に着目して分析を実施した（表-2）。その結果、地域によって車頭時間に差異が見られたため、直進車線の飽和交通流率については、地域性を考慮せずに同一のものとして整理することには課題があると考えられる。今後は、米国で用いられている地域タイプ（中心業務地区係数：0.9、その他地区係数 1.0）のような補正係数の検討も必要と考えられる。

表-2 車頭時間による飽和交通流率算出結果

地域	交差点番号	サンプル数	平均車頭時間 (秒)	飽和交通流率 (pcu/時・車線)
山口	山口1	494	2.31	1,556
群馬	群馬1	825	2.23	1,616
岐阜	岐阜1	645	2.27	1,587
札幌	札幌1	598	2.40	1,503
	札幌2	438	2.42	1,489
埼玉	埼玉1	486	2.25	1,600
	埼玉2	49	2.15	1,675
	埼玉3	254	2.39	1,506
	埼玉4	195	2.26	1,595
	埼玉5	269	2.21	1,633

【成果の活用】

本研究では、無信号交差点及び信号交差点における交通実態調査・分析を実施した。今後、技術基準等の改訂に資する基礎資料として活用する予定である。

「xROAD」の設計・構築

Research on the development of "xROAD"

(研究期間 令和5年度)

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

主任研究官

Senior Researcher

研 究 官

Researcher

関谷 浩孝

SEKIYA Hirotaka

土肥 学

DOHI Manabu

山下 英夫

YAMASHITA Hideo

築地 貴裕

TSUKIJI Takahiro

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.

〔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旨とし、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、道路に関する基礎的なデータの集約、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にするため、「道路データプラットフォーム」の構築を目指している。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、複数の道路に関する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盤であり、「ポータルサイト」、「データ連携基盤」、「道路データビューア等のアプリケーション」の3要素により構成されるものである（図-1）。

本研究では、このうちの「データ連携基盤」及び「道路データビューア等のアプリケーション」について設計・構築を行った。

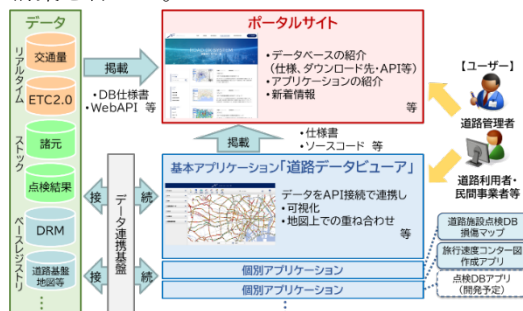


図-1 道路データプラットフォームの構成

〔研究内容〕

道路データプラットフォームの構築に必要な基本設計書及び詳細設計書を作成し、これら設計書に基づきプログラムを作成した。クラウドサービス上に、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構築し、作成したプログラムを実装した。

構築した「データ連携基盤」、「道路データビューア等のアプリケーション」を研究成果として紹介する。

〔研究成果〕

1. データ連携基盤の設計・構築

データ連携基盤は、道路に関する多種多様なデータベース等との連携を行う基盤的なシステムである。具体的には、連携に必要なデータの変換・加工等の処理を行う機能、処理後の中間データを一時的に保持する中間データベース機能、各データを外部とやりとりする際のアクセス制御を行う機能等を備えている。

現時点において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、以下のとおりである。

- ・交通量データ（常時観測交通量）
- ・旅行速度データ（ETC2.0平均旅行速度）
- ・OD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）
- ・道路属性データ（重要物流道路、代替・補完路）
- ・全国道路施設点検データベース
- ・全国道路基盤地図等データベース
- ・デジタル道路地図（DRM）データベース
- ・国土地理院地図データ

連携するデータベース等からのデータの取得は WEB API によることを基本としているが、現状 API 連携が困難なデータベース等については、暫定的な対応として中間データベースに定期的にデータファイルを取り込む方式とした。

また、将来的にはこれら以外の様々なデータベース等の追加連携を行っていくことを想定している。

2. 道路データビューア等のアプリケーションの設計・構築

(1) 基本アプリケーション：道路データビューア

道路データプラットフォームの基本アプリケーションである「道路データビューア」は、データ連携基盤を通して連携する交通量や道路区間の平均旅行速度の他、DRM データや道路基盤地図データ等について、国土地理院地図をベースとした 2 次元地図画面上で表示を行うことができるデータ可視化ツールである。

道路データビューアでは、各データベースの情報を多様な区分・種別で表示することができる。一例として、常時観測交通量（区間ごとに表示・図-2 上段）、OD 交通量（ゾーンごとに表示・図-2 中段）、全国道路施設点検データベース（施設の地点ごとに表示・図-2 下段）の表示結果を示す。また、これら複数のデータについて重畳表示することが可能である。

(2) 個別アプリケーションの例

：旅行速度コンター図作成アプリ

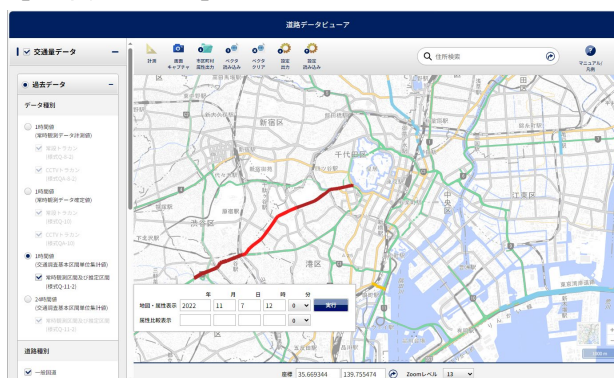
「データ連携基盤」を通してデータを取得することにより、特定の業務分野において可視化以外の処理等が必要な場合は、各々必要な主体により個別アプリケーションの開発・運用が行われることを想定している。

本研究では、旅行速度コンター図作成アプリを開発した。県道以上の任意の路線を対象として、選択した DRM 区間ごとの平均旅行速度を速度値に応じて段階的に色分けして表現したコンター図を作成・表示するツールである（図-3）。旅行速度コンター図を作成する対象日、対象時間帯は任意に設定することができる。また、渋滞状況の把握を効率的に行えるよう、主要渋滞交差点名や各区間における渋滞発生頻度の指標であるボトルネック指数の表示を行うこともできる。

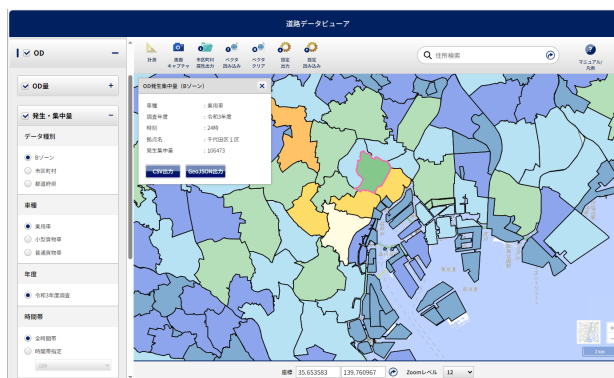
〔成果の活用〕

「xROAD」の更なる推進を図るため、本研究で構築した道路データプラットフォームを試行運用段階に移行しつつ、機能拡充や操作性等改良について引き続き検討を行う。

【常時観測交通量】



【OD 交通量】



【全国道路施設点検データベース】

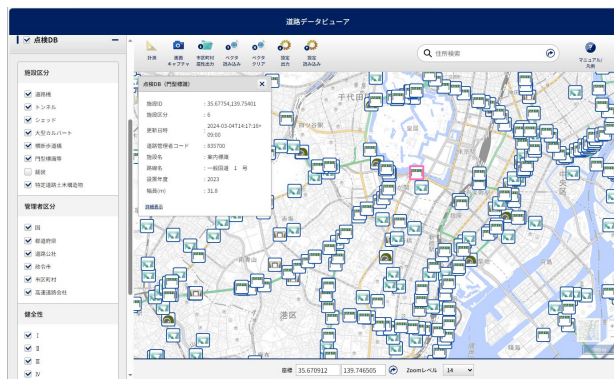


図-2 道路データビューアの表示イメージ

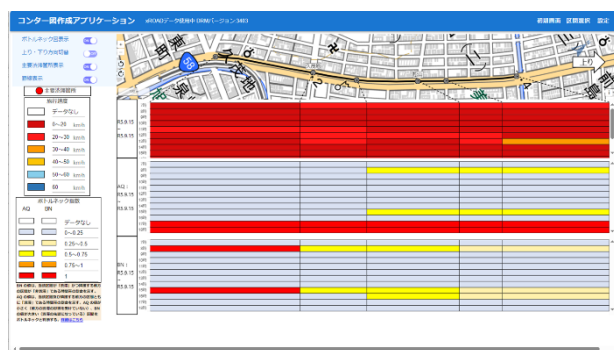


図-3 旅行速度コンター図作成アプリのイメージ

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

道路交通研究部 道路研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室 長	土肥 学
主任研究官	山下 英夫
研 究 官	瀧本 真理
交流研究員	杉山 茂樹

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、全国の道路交通の現況と問題点を把握し、将来にわたる道路の整備計画を策定するための基礎資料を得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、データ収集の効率化・高度化に関する研究開発を行うとともに、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結果の全国集計・とりまとめ及び分析を行った。また、次期一般交通量調査における交通量調査への適用の可能性を検証するため、交通量の自動計測手法に関する民間の技術開発の状況について情報収集を行い、主な手法とその特徴を整理した。

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

道路交通研究部 道路研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室 長	土肥 学
主任研究官	築地 貴裕
研 究 官	瀧本 真理
交流研究員	杉山 茂樹

[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の普及や常時観測体制の構築等により道路交通のビックデータが蓄積されている。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開発・予測精度を向上させるための検討を行った。また、現場への適用に向けて、道路利用者に予測した所要時間を情報提供することを想定したケーススタディを行い、予測精度を検証した。

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

Study on the real-time acquisition of Origin-Destination traffic flow using an estimation method.

道路交通研究部 道路研究室

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

室 長	土肥 学
主任研究官	築地 貴裕
研 究 官	瀧本 真理
交流研究員	杉山 茂樹

[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。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、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、これらのデータを活用して常時OD交通量を推定する手法について検討を行っている。

本年度は、OD交通量推定の精度向上を目的として、ETC2.0プローブ情報から得られる交通量データの拡大補正手法の検討、拡大補正による効果の検証を行った。

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

道路交通研究部 道路研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室 長	土肥 学
主任研究官	河本 直志

[研究目的及び経緯]

我が国の道路ネットワークは、一般道路における旅行速度が道路種別に関係なく低水準に留まり、高速道路との間を構成する中間的な旅行速度（おおむね60km/h）を確保する道路が少ないことが課題として挙げられ、自動車の通行機能を重視する道路が求められている。一方で、アクセス・滞留機能を重視する道路においては、人々が滞在し交流できる空間に回帰させることが求められている。本研究では、それぞれの道路の役割に応じたサービス水準（旅行速度等）や多様な機能が確保できる幾何構造要件の確立に向けて、知見の整理を行っている。

本年度は、一般道路におけるサービス速度60km/hの構造要件の定量化を目指し、無信号交差点の流入交通量や、箇所数、接続部の構造の変化が幹線道路の旅行速度に与える影響について、交通マイクロシミュレーションを用いて分析整理した。また、人中心の道路空間の実現に向け、路肩や全断面の柔軟な利活用のための幾何構造要件に関する知見の整理を実施した。

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

道路交通研究部 道路研究室

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

室 長 土肥 学
主任研究官 河本 直志

〔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事業評価を実施している。道路事業には、費用便益分析で計測する「走行時間短縮」、「走行経費減少」、「交通事故減少」以外にも多様な効果が存在している。3つの効果以外の多様な効果を的確に把握し、道路事業の必要性を明確に示すとともに、事業採択の説明性を高めることが求められている。国土技術政策総合研究所では、よりの確な評価の実施に向け、道路整備による多様な効果の評価に資する基礎データの収集や、事業実施の効率性等を評価する手法に関する研究を行っている。

本年度は、道路事業の多様な効果計測の充実に資する知見蓄積のため、道路ネットワーク利用の適切性の評価を想定し、複数の市区町村を対象に道路種別ごとの旅行速度及び大型車混入率を整理した上で、市区町村の道路ネットワークの特徴等の観点から考察を行った。

視認性能を踏まえた交通安全施設の維持管理方法に関する調査

Study on method of maintenance management of traffic safety facilities based on visibility performance

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

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

室 長 池田 武司
Head IKEDA Takeshi
主任研究官 池原 圭一
Senior Researcher IKEHARA Keiichi
研 究 官 久保田 小百合
Researcher KUBOTA Sayuri

In order to summarize appropriate maintenance methods for traffic safety facilities, this study considers primary performance, keeping performance and efficient assessment method on nighttime visibility required for traffic safety.

【研究目的及び経緯】

第11次交通安全基本計画では、交通安全施設等の戦略的維持管理として、効用が損なわれないよう効率的かつ適切な管理の実施が重要視されている。今後は、変状を発見して対策の要否を判定することにより、道路利用者及び第三者被害のおそれのある事故を防止することを目的とした附属物点検に加え、交通安全施設としての機能の発揮に重点を置いた点検・維持管理手法の確立が求められている。

交通安全施設のうち視線誘導標の技術基準は、直近（昭和59年）の改訂から40年弱が経過している。現在では、この基準で対象としているデリニエーターのみではなく、それ以外の各種施設（反射テープ、線形誘導標示板（矢印板）、スノーポールや自発光式障害物表示灯等）も多く使用されている（以下「視線誘導等のための施設」という。）。これら実態を踏まえ、各現場で視線誘導等のための施設を適切に選択、設置及び維持管理ができるよう、技術的知見の再整理が必要である。

本研究は、視線誘導等のための施設の適切な運用方法を取りまとめるため、交通安全上必要な夜間の視認性能とその効率的な維持管理方法等を検討するものである。

【研究内容】

令和5年度は、視線誘導等のための施設を対象に、1. 主な施設の初期性能、2. 設置の考え方（施設の使い分け、設置の留意事項）、3. 点検方法（内容及び着眼点、交換目安）の整理を行い、道路管理者（関東地方の国道出張所）に意見収集を行った。

【研究成果】

1. 主な施設の初期性能

視線誘導等のための施設の諸元を整理し、代表的な施設について、反射式デリニエー

ターとの比較により初期の見え方を確認した。見え方の確認は、道路技術に詳しく適切な評価を行える5名にて、国総研の実大トンネル実験施設内において夜間を再現して、停止した車両内から行った。交通安全施設として視認可能であるべき距離は、『道路構造令の解説と運用（R3.3）』による交差点、信号、道路標識等の視認距離（運転者が対象物を認めてから、不快感がない程度にブレーキを踏んで停止できる距離）を参考に以下のとおり設定した。

【初期性能（視認距離）】

一般道（設計速度60km/h） 105m
高速道路（設計速度100km/h） 253m

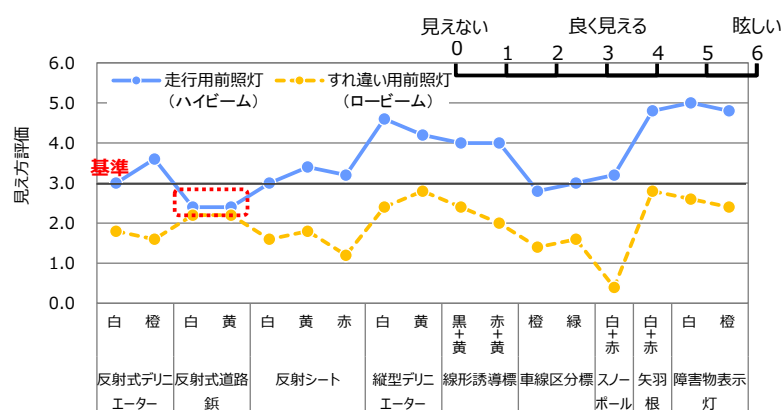
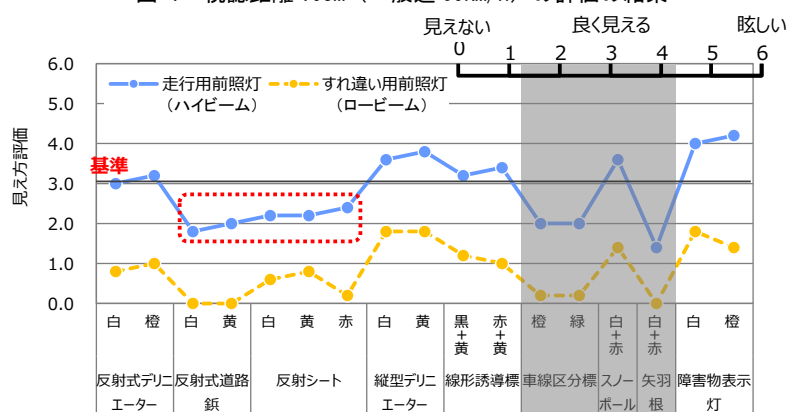


図-1 視認距離 105m（一般道 60km/h）の評価の結果



※網掛け：比較的近距離を明示して区画線を補完するための施設
図-2 視認距離 253m（高速道路 100km/h）の評価の結果

反射式デリニエーター（白）を「良く見える＝3」として、これを基準に、「見えない＝0」、「眩しい＝6」とし、6段階で評価した（図-1、図-2）。

一般道を想定した場合の見え方（走行用前照灯）は、反射式道路鋲が反射式デリニエーターより劣るものの、評価は3より少し低い程度であり、一般道での使用に問題はないものと考えられる。

高速道路を想定した場合の見え方（走行用前照灯）は、反射式道路鋲や反射シートの評価が2程度であり、反射式デリニエーターと同等の効果を得ることは難しいと考えられる。なお、車線区分標、スノーポール、矢羽根は、過年度に「比較的近距離を明示して区画線を補完するための施設」と整理しており、253mの視認距離は必要ないものと考えられる。

2. 設置の考え方（施設の使い分け、設置の留意事項）

視線誘導等のための施設（11施設分類、37施設）について、製品カタログの情報や現地調査による実道路での使われ方を調査し、適用場所及び効果的な使用方法を整理した。また、設置時に留意すべき事項（表-1）を整理した。これらは、道路管理者から、施設を選定する際の目安になるとの意見があった。

3. 点検方法（内容及び着眼点、交換目安）

視線誘導等のための施設としての機能を発揮している状態（適切な見え方）を維持することを目的に、道路パトロールの枠組みを利用した点検の内容及び着眼点を表-2に整理した。このうち夜間点検は、交通安全上維持すべき視認性として、一定の距離（制動停止視距に降雨時の視認性の低下を考慮して設定）からの「見える／見えない」を確認することとした。

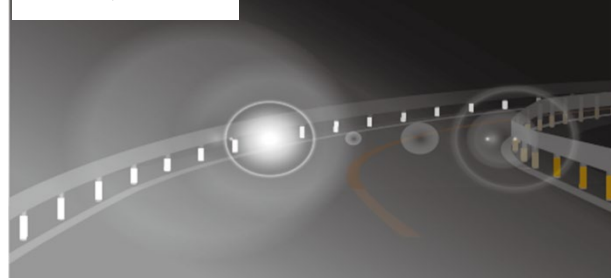
また、道路管理者からの意見収集では、視線誘導等のための施設をグループ化して一括管理（更新）することに対して、「効率的であるものの、グループ内において機能に問題がない施設の交換には抵抗がある」との意見があった。このため、個別に計画的な管理を行えるよう、反射材の段階的な劣化程度（変色や破損の程度）と夜間の視認性の関係を整理し、昼間の点検による交換目安を示すことを試みた。道路管理者からは、ひび割れや変色まで確認するのは難しいとの意見があったものの、夜間パトロールを実施していない場合もあるため、昼間の点検による交換目安があるのは良いとの意見もあった。

なお、現状では、劣化程度と夜間の視認性の整理結果は、積雪地域や海岸に近接する地域等の地域性を考

表-1 設置時に留意すべき事項（避けるべき状況）

1	舗装面に近い位置への視線誘導等のための施設の設置は、沿道の緑地管理状況によって見えづらくなる状況
2	カーブ部の内側に設置されている反射式の視線誘導等のための施設に前照灯が当たらず、車両から視認できない状況
3	同一区間に複数の視線誘導等のための施設を設置すると、煩雑な印象になり、伝えるべき情報が伝わりにくくなる状況
4	同じ目的のために複数の対策（標識や路面標示、視線誘導等のための施設）を行うことで、煩雑な印象になり、伝えるべき情報が伝わりにくい状況
5	左右の路側で色の使い分けに統一感がなく、見え方が煩雑で道路線形がわかりにくい状況
6	当該道路で重視するものが優先順位を持って見えていない（信号や規制標識よりも視線誘導等のための施設が目立っている）状況
7	反射性能が高すぎる反射材や面積の大きい反射材は、ハイビームで照射するとまぶし過ぎる状況（写真上段参照）
8	看板や建物の照明など周囲又は背景の光源により視線誘導等のための施設として認識できない状況
9	夜間にのみ視認可能であれば良い視線誘導等のための施設が、昼間も必要以上に目立っており、近接する他の道路附属物や周辺環境との景観的調和が図られていない状況
10	歩行者や自転車向けの衝突注意喚起等として歩道等に設置されるボラード等への反射材等が、車道を走行する車両の視線誘導を阻害している状況（写真下段参照）
11	高速道路は全線において視線誘導標が設置されているため、一般道に降りた際に視線誘導標が少なく、ギャップで走りにくい状況

7のイメージ



10のイメージ



慮していない等の課題があることから、地域性等を踏まえた交換の目安を整理する必要があると考えている。

〔成果の活用〕

今後は、設置目的を踏まえた適切な設置及び実行性が高く計画的な維持管理ができる技術資料（案）としてとりまとめる予定である。また、技術基準改定の検討資料としての活用を予定している。

表-2 点検の内容及び着眼点

点検の種類	実施の時機	実施方法	点検内容	点検時の着眼点
昼間点検	通常パトロール 道路巡回のうち、通常巡回に合わせて実施	道路パトロール カーの車内から	破損、脱落、反射帯の向き	施設の脱落や破損、向きの不備等の確認
夜間点検	徒歩パトロール 道路巡回のうち、定期巡回に合わせて実施	徒歩	反射面の劣化状況	反射材のひび割れや変色、変形等の確認
夜間点検	道路巡回のうち、夜間巡回に合わせて実施	道路パトロール カーの車内から	反射面の再帰反射状況	維持すべき性能としての視認性

自転車活用推進に向けた自転車通行空間の評価に関する調査

Survey on evaluation of bicycle traffic space for promotion of bicycle utilization

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室

Road Traffic Department Road Safety Division

室 長

池田 武司

Head

IKEDA Takeshi

交流研究員

上野 宇悠

Guest Research Engineer UENO Takaharu

主任研究官

藤田 裕士

Senior Researcher

FUJITA Yuji

In this study, in order to examine the ideal bicycle traffic space that takes into account the coexistence of bicycles and specified small motorized bicycles, the author investigated free running speeds on actual roads and riding conditions with other road users.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省と警察庁は、平成24年11月に「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン（以下、「ガイドライン」という）」を作成し、自転車通行空間の整備を進めてきたが、整備済延長の8割以上が矢羽根型路面表示等による車道混在の整備で、自転車道や自転車専用通行帯の延長は微増に留まる。加えて、令和4年4月の道路交通法の改正（令和5年7月施行）により、特定小型原動機付自転車（いわゆる電動キックボードを含む。以下、「特定小型原付」という）について、車道左端または自転車道を通行することとされるなど、自転車通行空間をとりまく環境が変わろうとしている。

本研究は、自転車通行空間の整備促進のため、自転車通行空間の整備効果の把握方法を得るとともに、特定小型原付が混在した場合の課題の有無を把握することを目的として実施したものである。

令和3年度は自転車通行空間の安全性の観点から整備効果を把握するための、事故データによらない主観や挙動に基づく指標を検討し、走行試験による検証を実施した。令和4年度は、特定小型原付の蛇行幅や段差等における走行安全性に関する走行試験を行い、大きな問題はないことを確認した。

令和5年度は、今般の改正道路交通法の施行を受け、自転車に加えて特定小型原付が通行するようになった実道での走行実態について、調査を行うこととした。

試験走路と比べ、実道における走行速度や走行挙動は、利用者の属性・意識のばらつきや、道路（自転車通行空間）上の他の利用者の有無などの影響を受ける。これらの影響が特に大きく、また自転車通行空間の諸元を考える上で重要と考えられる、①自由走行時の速度、及び②駐停車車両等の他の道路利用者との接近に着目して、調査を実施した。なお、比較対照とするため、自転車についても調査対象とした。

〔研究内容〕

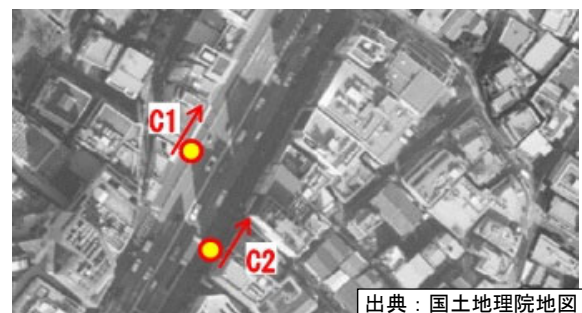
調査箇所は、停車車両が存在し接近事例が発生する場合と駐停車車両がなく自由に走行できる場合の両方を観測できる区間として、東京都内DID地区内の4車線で両側歩道（自歩道）が設置された単路区間の一断面を選定した。

当該区間は、自動車の平均速度は約16.7km/hと低く、12時間交通量は16,053台（令和3年度道路交通センサス）である。改正道路交通法の施行直後であるが、特定小型原付のサンプル数を見込める区間であることを重視し、当該区間を調査対象箇所を選定した。

調査箇所において、ビデオカメラを図-1に示すように上下線それぞれC1、C2の箇所に1台ずつ設置し、令和5年11月28日の12時間（7時から19時）で撮影を行った。このカメラ画像を下記の方法にて目視で読み取り、データの計測、及び事例の抽出を行った。

①自由走行時の速度

図-2に示すように車線境界線（破線）を目印とし、21m区間（破線2本分）の起点と終点の断面を、それぞれを設定した。区間を通じて駐停車車両や他の走行車両の影響を受けずに車道左端を順方向で走行する特定小型原付及び自転車を対象に、起終点各断面の通過時刻を記録し、速度を算出した。



出典：国土地理院地図

図-1 ビデオカメラの設置箇所

②他の道路利用者との接近

自転車通行空間の整備は全国で進んできているが、自転車通行空間上への駐停車車両により、自転車通行空間の妨げになっている事例が見られる。一方で令和5年7月から特定小型原付が自転車通行空間を走行し、自転車と特定小型原付の姿勢、速度、操舵の違いから、駐停車車両と接近する挙動等において何らかの違いが見られると考えられた。そこで、駐停車車両と自転車もしくは特定小型原付が接近する事例を調査し、傾向の違いについて把握することとした。C1、C2において、50m程度の範囲で自転車及び特定小型原付が駐停車車両等の他の道路利用者と極端に接近した事例を抽出し、接近が確認された時間帯の記録や接近の状況を4シーン程度の画像を用いてその概要を記載した。

【研究成果】

①自由走行時の速度

自転車、特定小型原付それぞれの走行速度分布を図-3に、集計結果を表-1に示す。双方とも平均速度は約20km/hであるものの、特定小型原付は、自転車に比べて走行速度のばらつき（標準偏差）が小さいことが分かった。これは、自転車については利用者の属性や車種の違いによる影響で速度がばらつくとされている一方、特定小型原付についてはそうした影響がなく、多くが車体の構造上出せる最大付近の速度で走行していることを示していると考えられる。

従来の自転車では、速度のばらつきにより、自転車通行空間内において追い抜きが生じるのが一般的とされてきたが、特定小型原付同士では、こうした追い抜きが生じにくいことが示唆された。また、今回の調査では、自転車が特定小型原付を追い越す事例は見られなかった。

②他の道路利用者との接近

表-2に接近数を、図-4に接近の例を示す。駐停車車両の運転手と接近した例や、駐停車車両の回避時に後続車が接近した例が見られたものの、駐停車車両そのものや、駐停車車両と無関係に車道走行車両と接近した例は観測されなかった。また、自転車と特定小型原付で、明確な傾向の違いは見られなかった。

【成果の活用】

今回の調査結果では、自転車と特定小型原付について、走行速度のばらつきに違いはあるものの、駐停車車両との接近等については明確な違いは見られなかったため、当面ガイドラインへの反映は不要であると考えられる。目立った課題は見受けられなかったものの、自転車通行空間といった限られた幅員の中で、追い抜きを安全かつ円滑に行えるか、引き続き調査が必要であると考えられた。

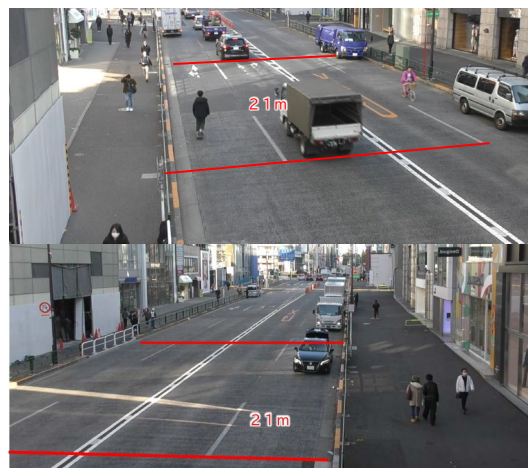


図-2 速度計測位置(上図:C1、下図:C2)

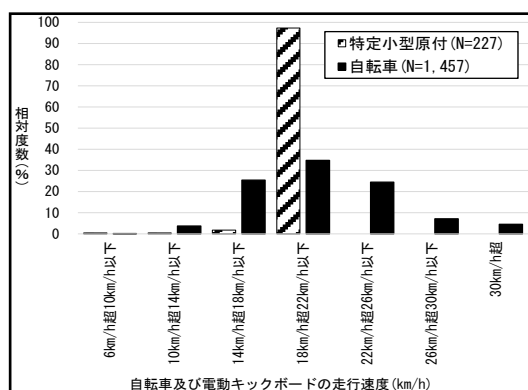


図-3 特定小型原付及び自転車の走行速度分布(自由走行時)

表-1 観測値の集計結果

	特定小型原付	自転車
サンプル数(N)	227	1,457
走行速度		
平均値	19.9km/h	20.8km/h
標準偏差	1.6	4.8

表-2 観測をした接近の数(件)

	特定小型原付	自転車	合計
駐停車車両との接近	2	0	2
駐停車車両の運転手との接近	1	9	10
車道通行車両との接近	駐停車車両に起因	4	5
	それ以外	0	0
歩行者への接近	0	2	2
合計	4	15	19



図-4 荷下ろし中の運転手が接近した事例

ビッグデータ等の重ね合わせ分析による、幹線道路・生活道路の 交通安全上の課題抽出手法の検討

Examination of methods for extracting traffic safety issues on arterial roads and community roads
using superposition analysis of big data

(研究期間 令和4年度～令和5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 池田 武司

Head IKEDA Takeshi

研究員 村上 舞穂

Research Engineer MURAKAMI Maho

交流研究員 森山 真之介

Guest Research Engineer MORIYAMA Shinnosuke

主任研究官

Senior Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer

藤田 裕士

FUJITA Yuji

上野 宇悠

UENO Takaharu

The National Institute for Land and Infrastructure Management is conducting research on consensus-building using data analysis in order to facilitate consensus between the government and residents. Therefore, a map that grasped the issues in the district, an analysis of using ETC2.0 probe information, and case studies were collected and compiled into a collection of consensus-building case studies.

〔研究目的及び経緯〕

生活道路における交通事故の一層の削減を目的に、「ゾーン 30 プラス」(最高速度 30km/h の区域規制と物理的デバイスとの適切な組み合わせにより安全・安心な通行空間の整備に取り組む対策)が進められている。物理的デバイスは、進入抑制や速度抑制を目的に設置されるものであるが、その導入に際して、住民や利用者の合意形成が課題となっている。

生活道路の交通安全に関する課題について、具体的なデータを用いて、地域の関係者と認識の共有を図り、対策に関する合意形成を円滑に進められるようにすることを目的に①生活道路の交通安全に関する課題を視覚的にわかりやすく示す地図(以下、「課題把握地図」という。)の作成方法についての整理、②物理的デバイスの整備による面的効果等の整理、③ゾーン 30 プラス等の合意形成事例の整理を行った。

〔研究内容〕

①については、道路管理者が生活道路の交通安全対策を進めるにあたり、生活道路の交通安全に関する課題について地域の関係者と認識の共有を図り、対策に関する合意形成を効率的かつ円滑に進められるようにするため、道路や交通に関するデータを重ね合わせた課題把握地図の作成方法を整理した。また、一般的に、生活道路は ETC2.0 車載器の搭載車両が通行する回数が幹線道路に比して少ないため、ETC2.0 プローブ情報(以下、「ETC2.0 データ」という。)による平均速度など

を地図上に重ね合わせて説明する際には、データ数を考慮した取り扱いをするなどの留意が必要である。このため、ETC2.0 データのデータ数等が課題把握地図の作成に与える影響等について、整理を行った。

②については、合意形成を図る過程で、先行事例における効果について、データを活用して説明することを想定し、物理的デバイスを整備した箇所の中から、種類や設置箇所に応じた面的効果の違いを整理する観点から、ETC2.0 データを用いて、対策前後の通行台数、平均速度等の比較を行った。

③については、ゾーン 30 プラスや生活道路対策エリアにおける合意形成の好事例を選定し、道路管理者へのヒアリングを行った上で、事例集を作成した。

〔研究成果〕

①課題把握地図の作成方法についての整理

全国 8 地区における課題把握地図の試作及び道路管理者からの意見聴取を経て、課題把握地図の作成にあたってのデータ選定・入手方法、課題把握地図の作成方法(使用データ、図のデザイン等)、課題把握地図の説明方法に関する技術資料(図-1)を整理した。

また、ETC2.0 データのデータ数が 200 台/月末満の 6 箇所を対象に、1 年間のデータの中から連続する 3 ヶ月のデータ(1-3 月、2-4 月、…)を抽出して、各箇所の 3 ヶ月のデータ毎のサンプル数の平均値と平均速度の標準偏差の関係を整理(図-2)したところ、標準偏差

が、サンプル数 100 では平均速度±5km/h 程度、200 で±3km/h 程度、500 で±1km/h 程度であった。そのため、データを活用する際には、サンプル数に応じた値に留意する必要がある。

②物理的デバイスの整備による面的効果等の整理

全国 10 地区において対策前後のデータを比較することで物理的デバイスの効果を把握し、設置位置の違いによる効果の違いを整理した。分析にあたり、エリアの大きさを分け(図-3)、1)スムーズ横断歩道を幹線道路から生活道路への入口に設置した場合、2)生活道路内にハンプ・狭さくを合わせて連続設置した場合(図-4)の物理的デバイス設置による効果がどのエリアまで影響するか把握を行った。

その結果、1)幹線道路から生活道路への入口にスムーズ横断歩道を設置した 1 箇所では、流入交通抑制効果がエリア小においては確認できた(表-1)。また、2)生活道路内にハンプ・狭さくとスムーズ横断歩道を連続設置した 1 箇所では、2 つの物理的デバイス設置区間外においても速度抑制効果(設置前 13.2km/h→設置後 12.2km/h)があり、面的広がり(表-2)が確認できた。

③ゾーン 30 プラス等の合意形成事例の整理

道路管理者へのヒアリングを経て、とりまとめた 9 事例を 1)ワークショップによる事例、2)協議会による事例、3)住民主導による事例の 3 つに分類し、各地区の合意形成の特徴や物理的デバイスの設置に至るまでの経緯、合意形成のポイントが分かるように整理を行った。

例えば、1)は、行政が対策を決めるのではなく、住民自ら対策を決定してもらうために、住民からの意見を積極的に取り入れ、住民とともに対策案の検討を行い、合意形成を図った事例など 3 事例、2)は、既存の協議会等を活用し、小学校の教員、町内会長、交通管理者、道路管理者等を集めて、安全な地区にするための対策案の検討を行い、合意形成を図った事例など 4 事例、3)は、町内会長に物理的デバイスの設置に関する住民の意見を取りまとめていただき、住民の要望で市が対策することで合意形成を図った事例など 2 事例を整理した。

【成果の活用】

①については、道路管理者に合意形成の現場で試行的に課題把握地図を作成し、説明に用いることで、そこで得られた課題を把握し、改善を図っていく予定である。

②については、道路管理者が物理的デバイスの設置位置等を検討する際の参考となるよう事例の蓄積を図っていく予定である。

③については、各道路管理者の参考となるよう、事例集として周知する予定である。

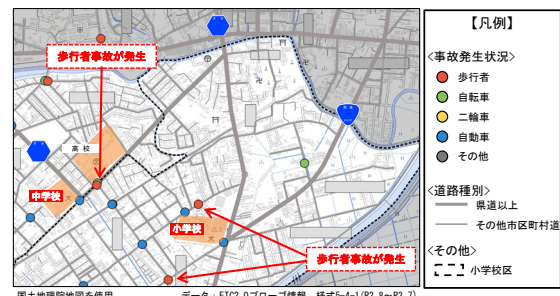


図-1 課題把握地図の作成方法に関する技術資料の一例

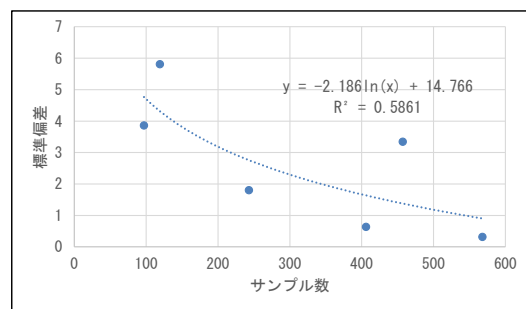


図-2 平均速度に関するサンプル数と標準偏差の関係

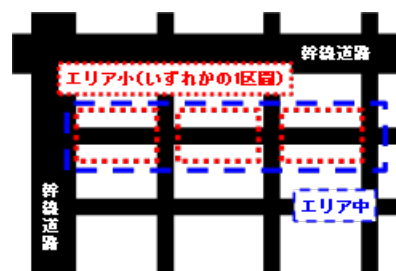


図-3 エリア分けのイメージ

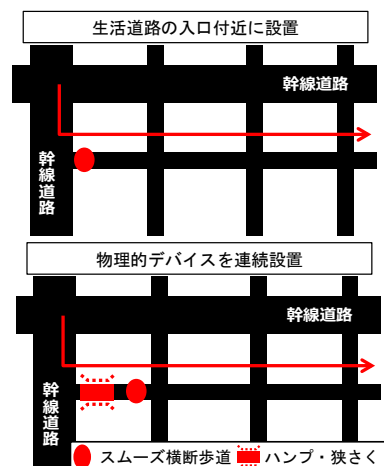


図-4 物理的デバイスの設置イメージ

表-1 幹線道路から生活道路の入口にスムーズ横断歩道を設置したことによる ETC2.0 搭載車両の通行台数の変化

	ETC2.0 搭載車両の通行台数
設置前	175 台
設置後	122 台 (31%減)

※1 箇所・設置前後 6 ヶ月のデータ

表-2 生活道路内にハンプ・狭さくとスムーズ横断歩道を連続設置したことによる走行速度の変化

	エリア小	エリア中
設置前	18.0km/h	13.9km/h
設置後	14.2km/h(3.8km/h 減)	12.6km/h(1.3km/h 減)

※1 箇所・設置前後 6 ヶ月のデータ

交通安全施策に関する事故データ分析

Statistical Data Analysis of Traffic Accidents

道路交通研究部 道路交通安全研究室

(研究期間 令和5年度～7年度)

室長	池田 武司
主任研究官	池原 圭一
研究官	久保田 小百合
交流研究員	森山 真之介

〔研究目的及び経緯〕

令和5年の交通事故死傷者数は368,273人(対前年比9,012人増)、うち重傷者数は27,636人(対前年比1,609人増)、死者数は2,678人(対前年比68人増)となり、近年は減少傾向が続いていたものの、令和5年は増加に転じている。第11次交通安全基本計画では、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、交通事故削減に向けた更なる取り組みが必要である。

本年度は、一般道での事故について、交差点付近及び単路それぞれにおいて、道路規模(車道幅員・地形)別と路線別の観点で事故発生状況を集計し、交通事故の発生傾向とこれに影響を与える項目を確認した。さらに、道路規模別と路線別の違いを比較し、どちらが交通事故の発生に影響を与えているかを確認した。また、交差点付近及び単路それぞれにおいて、車道幅員別、道路構成別(中央分離帯施設等、歩車道区分)、危険認知速度別、衝突地点別の事故発生状況を集計し、単路の事故と交差点付近の事故の傾向の違いを整理した上で、事故対策の方向性を検討した。

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

Study on Detection of Traffic Disruption in Winter Using Data from ICT

道路交通研究部 道路交通安全研究室

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

室長	池田 武司
主任研究官	池原 圭一
研究官	久保田 小百合
交流研究員	中村 孝一

〔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、通常、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。冬期の交通障害は、立ち往生車が発生した直後において、迅速な対応を実現できれば被害を軽減することが期待できるため、立ち往生車が発生した場合の情報収集や情報提供の効率化や工夫が求められている。

本調査は、ETC2.0プローブ情報をリアルタイムに得られると仮定して、走行車両の挙動の変化や、それに起因する交通流の変化から、冬期交通障害の発生の検知等を行うものである。

令和5年度は、発生した冬期交通障害をいち早く発見する「検知」について、令和4年度までに見逃しと誤検出を改善した冬期交通障害の検知手法(フロー)を基に、地域性を考慮して、気象条件や平常時の走行状況の違いによる指標を調整した。地域性を考慮することで、検知フローの精度を高めることができることを確認した。また、冬期交通障害の発生前に、車両の走行状況から冬期交通障害の「予兆」を捉えるために、令和4年度に把握した予兆と考えられる走行状況を基に、予兆として判定するための数値の指標を設定した。さらに、冬期交通障害が「大規模化に至る前の予兆」を捉えるために、大規模化に至る環境条件と走行状況を調査した。今回は、大規模化＝通行止めと仮定して試験的に行ったものであるものの、環境条件として「車線数が少なく、気温が低いこと」、かつ走行状況として「低速度域の急激な速度低下、走行車両台数の減少、一定の速度低下の継続、平均速度(中央値速度)の低下のいずれか」が該当し、これら条件に該当することが大規模化の予兆と考えられた。

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

道路交通研究部 道路交通安全研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室長	池田 武司
主任研究官	丹野 裕之
研究員	村上 舞穂
交流研究員	中村 孝一
交流研究員	井上 航

〔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て対策を実施している。この対策が必要かつその効果を発揮できる箇所で行えるよう、事故危険箇所の抽出方法は、適宜見直されてきている。

国土技術政策総合研究所では、幹線道路の事故が一層削減されることを目指し、潜在的な事故危険箇所の抽出方法や事故要因分析手法等に関する調査・研究を行っている。

令和5年度は、潜在的な事故危険箇所の抽出にあたり、ヒヤリハット等箇所（交通事故に至らなかったもののヒヤリとした箇所、あるいは危険と感じて注意して利用している箇所）に関する道路利用者の意見等に着目した。それらの意見等について、事故データやETC2.0プローブ情報から把握した急減速の状況を裏付けた上で効果的に活用する方法等の整理等を行った。

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

道路交通研究部 道路交通安全研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室長	池田 武司
主任研究官	藤田 裕士
研究員	村上 舞穂
交流研究員	森山 真之介
交流研究員	上野 宇悠

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、生活道路における交通事故の一層の削減を目的とし、「ゾーン30プラス」（最高速度30km/hの区域規制と速度抑制・進入防止機能を持つ物理的デバイスとの適切な組合せによる道路交通安全対策）を推進している。国土技術政策総合研究所では、道路管理者の生活道路における物理的デバイスの設置について支援を行うため、物理的デバイスに関する技術的知見やノウハウに関する研究を行っている。

令和5年度は、①標準構造の採用が困難な幹線道路の歩道延長線上の横断歩道位置におけるスムーズ横断歩道の構造に関する実験、②物理的デバイスの速度抑制効果に関する調査等を行った。

①については、幹線道路と生活道路の接続部にハンプ（スムーズ横断歩道）を設置する際、現地状況によっては、歩道との高さのすりつけを行う必要や、十分に傾斜部の延長を確保できない等の理由により、標準構造以外の高さや縦断勾配等を設定する必要があるため、構造を変えた6種類の走路における走行実験を通じて、車両の挙動等の客観的データとドライバーへのアンケート等の主観的評価を行い、望ましいと考えられるスムーズ横断歩道の形状について把握した。

②については、凸部や狭さを設置した7箇所における設置前後のビデオ調査等を通じて、物理的デバイスの種類や設置位置に応じた効果（通行台数の減少、走行速度の低下）の違いを把握した。

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 traffic safety and smooth transfers for people with visual impairments

道路交通研究部 道路交通安全研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室長	池田 武司
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〕

令和4年4月に奈良県大和郡山市において、視覚障害者が踏切内にいると認識できずに列車と接触したとみられる事故を受け、令和4年6月に「道路の移動等円滑化に関するガイドライン（国土交通省道路局）」が改定されたものの、誘導表示等の具体の構造は示されていない。また、踏切事故防止に向けた課題（踏切事故の原因）として、i) 踏切の存在を認識できない、ii) 踏切の中にいることを識別できない、iii) 線路側・車道側に逸脱する、iv) 閉じ込められた場合の対処方法が分からないことが挙げられ、このうちi)～iii)に対して誘導表示等の構造を検討することとなった。

令和5年度は、踏切手前部及び踏切内の誘導表示等の構造などを検討するために、i) 認識性（踏切に進入、退出したことの分かりやすさ）、ii) 識別性（横断歩道や歩道との違いの分かりやすさ）、iii) 直進性（誘導表示等による通行しやすさ）等について、視覚障害者及び車椅子使用者により評価試験を実施した。評価試験の結果、踏切手前部は、50cm程度の隙間を設けた場合の評価が高く、さらに50cm程度の隙間をゴムチップとした場合の評価が高かった。踏切内は、「エスコートゾーンの両端を除いて幅を狭くし、その両脇に隙間を設けて1/4サイズの線状突起（1本の線状突起）を配置した構造」及び「1/2サイズの線状突起（2本の線状突起）」の評価が高かった。

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 Streets.

道路交通研究部 道路交通安全研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

室長	池田 武司
主任研究官	藤田 裕士
研究員	村上 舞穂
交流研究員	井上 航

〔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。政府は、限定地域における無人自動運転移動サービスについて、2025年を目処に50か所程度、2027年を目処に100か所以上を実現することを目指している。

一方、国土交通省では、自動運転車両が安全かつ円滑に走行できるよう道路空間に必要な施設や設備等についての技術的検証を目的とした実証実験を行うなど、政府目標の実現に向け、取り組みを進めている。

こうした中、国土技術政策総合研究所では、道路交通環境が複雑なまちなかでの自動運転移動サービスに着目し、道路交通環境側での課題対応策（交通安全対策）の整理を目的とした研究に取り組んでいる。令和5年度は、自動運転サービスルート上における道路交通環境と自動運転車両の手動介入の発生状況に関する現地調査を実施し、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等を行った。

環境影響評価の運用実態に応じた技術手法の改定に関する調査

Research on revision of technological method according to the operational status
of environmental impact assessment

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路環境研究室
Road Traffic Department
Road Environment Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer HIGAKI Yuya

橋本 浩良

HASHIMOTO Hiroyoshi

澤田 泰征

SAWADA Yasuyuki

布施 純

FUSE Jun

大河内 恵子

OHKOUCHI Keiko

檜垣 友哉

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, identified relevant issues to prepare a report on environmental conservation measures for groundwater and soil pollution, gained an understanding of an environmental impact assessment related to familiar natural landscapes, 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照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法改正等を踏まえ、数度の技術手法の改定を行ってきた。

本研究課題では、最新の科学的知見を用いた客観的かつ効率的な環境影響評価の実施を支援していくことを目的に、技術手法の内容を更新・充実させていくため、最新の科学的知見や運用実態の調査を行っている。

令和3年度から5年度においては、最新の科学的知見の調査として、排水性舗装における自動車走行騒音の音響パワーレベル（以下「パワーレベル」という。）を測定し、騒音低減効果を分析した。また、環境影響評価の運用実態の調査として、地下水・土壌に係る報告書手続きの実施における課題の調査、身近な自然景観に係る評価手法の課題の調査、配慮書手続き及び事後調査の実施における課題の調査等を行った。

〔研究内容・成果〕

1. 排水性舗装における自動車走行騒音に関する調査

自動車専用道路においては、近年の舗装耐久性向上

に伴い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、排水性舗装が敷設された一般国道8箇所においてパワーレベルを測定し、既存の測定結果（6箇所）と合わせて、騒音低減効果等を分析した。

排水性舗装が敷設された一般国道14箇所でのパワーレベルの測定データを分析した。この結果、密粒舗装におけるパワーレベルの計算値と比較し、排水性舗装の舗設後の経過年数が5年程度では騒音低減効果が見られた一方、15年程度では騒音低減効果が見られる箇所と見られない箇所が確認された。

2. 地下水・土壌に係る報告書手続きの実施における課題の調査

平成25年施行の改正環境影響評価法において新たに義務づけられた報告書手続きについては、道路事業においてはまだ実施事例がない。そこで、報告書手続きに係る課題を把握し、円滑に報告書手続きを進めることを目的に、地下水又は土壌に関する事後調査を実施した道路事業（地下水8事業、土壌5事業）を対象として、環境保全措置及び事後調査の実施内容から、報告書手続きで作成する「報告書」を試作し、試作を通して「報告書」の作成における課題を整理した。

地下水又は土壌に関する環境保全措置及び事後調査の実施内容を整理した結果、「環境影響評価時点では具体的な環境保全措置や事後調査の内容が決まっておらず、工事着工前に行う詳細な調査の結果や専門家の

意見を踏まえて具体的な内容を検討する」と位置づけたものが多く見受けられた。

環境保全措置及び事後調査の実施内容の整理結果から「報告書」を試作した結果、「報告書」の作成における課題と対応策を整理した（表-1）。

表-1 「報告書」の作成における課題と対応策の例（抜粋）

課題	対応策
施工中のモニタリングや供用後の監視など事後調査の終了に係る判断基準（効果が確認できたと判断する基準）が明確でない場合の対応。	環境保全措置の効果が認められた場合は事後調査を終了する旨、供用後も事後調査を実施する場合はその旨を記載する。
重金属等を含む掘削土の搬出先において、土壌水汚染が確認された場合など、「報告書」の対象事業以外の要因による事業実施区域の環境の変化があった場合の対応。	掘削土を封じ込める箇所のバックグラウンド値が高い場合、その要因を明記する。その際、専門家の見解や、公表された調査結果も併せて記載する。

3. 身近な自然景観に係る評価手法の課題の調査

身近な自然景観の捉え方は、住民の関心、地域への愛着の度合い等の地域特性に大きく依存するため、身近な自然景観に係る環境影響評価は、現場ごとの創意工夫により実施されている。そこで、道路事業における身近な自然景観に係る環境影響評価を適切かつ効率的に実施することを目的に、道路事業（18事業）及び道路以外の事業（発電所や飛行場等の43事業）の環境影響評価図書等から、身近な自然景観に係る評価手法の課題及び対応案を整理した。

身近な自然景観に係る記載内容を整理した結果、道路事業では、景観資源として水田、並木等が選定されており、眺望点として集落、神社等が選定されていた。道路以外の事業では、景観資源として公園等が選定されており、眺望点として集落、駅等が選定されていた。

道路事業では、観光資源となるような有名や眺望点や傑出した景観資源等からなる眺望景観だけでなく、身近な自然景観も含むものとしていた。発電所事業では、主要な眺望点として、地域住民が日常生活上慣れ親しんでいる場所も含むことが確認された。

記載内容の整理結果から、身近な自然景観に係る環境影響評価を適切かつ効率的に実施する際の課題と対応策を整理した（表-2）。

表-2 身近な自然景観に係る環境影響評価を適切かつ効率的に実施する際の課題と対応策の例（抜粋）

課題	対応策
身近な眺望点や身近な景観資源は既存資料としては整理されていないため、既存資料調査以外の調査手法が必要である。	地方公共団体への聞き取り調査の実施が重要であることを示す。
身近な自然景観は対象道路近傍にあるため、身近な眺望点や身近な景観資源が改変される場合が想定され、環境保全措置を検討することが多くなると考えられる。	環境保全措置の例を充実する。

4. 配慮書手続き及び事後調査の実施における課題の調査

平成25年施行の改正環境影響評価法において、配慮書手続きが新たに義務づけられた。近年、配慮書手続きを実施した事業が増えてきたことから、現状の課題を把握し、技術手法の改定の必要性を検討するため、配慮書手続きを実施した事業（15事業）を対象に、各事業で作成した配慮書の記載内容の特徴を整理した。また、事後調査については、環境保全措置の実施結果を公表した事業（4事業）を対象に、各事業における環境保全措置の実施結果の公表内容を整理し、事後調査に関して技術手法に追記する項目、内容及び留意事項の案を整理した。

配慮書の記載内容の特徴を整理した結果、地域特性の記載がない場合に記載が無い理由が明記されておらず、調査を実施していないのか、調査した結果記載すべきことが無かったのか分からない事業が散見された。また、保全対象とルート帯との重なりが同程度の事業であっても予測・評価結果の記載内容が異なる事業が見られた。これらを踏まえ、地域特性の把握結果や予測・評価結果の記載方法などを技術手法の改定の検討が必要な事項として整理した。

事後調査については、環境保全措置の実施結果の公表等を行った事業の公表資料等の記載項目や内容を整理したうえで、事後調査に関して技術手法に追記する項目、内容及び留意事項の案を整理した（表-3）。

表-3 事後調査に関して技術手法に追記する項目、内容及び留意事項の案の例（抜粋）

項目	内容	留意事項
2.1 環境保全措置の概要	環境要素別の保全措置の内容	評価書のとりまとめ内容を基本とし、変更があった場合はその変更内容がわかるよう記載することが望ましい。
2.2 調査項目	保全措置に応じた調査項目および実施理由	
3.1.2 調査結果	具体的な調査結果	数値、図表、写真等を用いて記載。経緯がわかるように実施状況や結果を記載する。

【成果の活用】

本調査の成果は、技術手法の改定に向けた基礎資料とするとともに、技術手法を補完する参考資料の作成に活用する予定である。

道路における再生可能エネルギー資源の調査

Research on introducing renewable energy to road management equipment

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路環境研究室
Road Traffic Department
Road Environment Division

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher
主任研究官
Senior Researcher

橋本 浩良
HASHIMOTO Hiroyoshi
澤田 泰征
SAWADA Yasuyuki
根津 佳樹
NEZU Yoshiki

National Institute for Land and Infrastructure Management is conducting research on the amount of electricity consumed and the amount of electricity generated from renewable energy sources at National Highway Offices, and methods to better understand the impact of reducing electricity consumption through the introduction of energy-saving technologies, in order to plan initiatives to reduce electricity consumption and measure the effects of such initiatives. We also conducted research to prepare explanatory material for road administrators regarding the introduction of various energy conservation technologies and photovoltaic cell facilities for power generation to road management facilities.

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、道路管理設備の消費電力量の削減施策の立案支援や、施策の効果把握のため、国道事務所等における消費電力量及び再生可能エネルギーによる発電電力量の調査及び省エネルギー技術等の導入による消費電力量削減効果の把握手法に関する研究を行っている。また、道路管理者向けに、道路管理設備への省エネルギー技術及び発電用太陽電池設備の導入に関する解説資料を作成するための調査を行っている。

本研究では、まず、道路管理設備の設備分類別消費電力量の調査方法を把握し、詳細な調査を実施するため、国道事務所等が管理する設備の諸元、設備毎の消費電力量の調査・集計を10事務所で試行し、消費電力量を調査するための調査要領(案)をまとめた。次に、太陽光発電設備の計画・設計・運用の事例を調査し、道路管理者が太陽光発電設備を導入する際の留意事項を整理した。また、今後道路管理設備への導入が期待される省エネルギー技術の概要と導入により期待される効果についての調査を行った。

〔研究内容〕

(1) 道路管理設備の設備分類別消費電力量の調査

国道事務所等において、消費電力量の削減効果の測定や道路管理設備への省エネルギー技術の導入計画の立案を行うためには、設備ごとに設置場所(トンネル、地下横断歩道、橋梁、道路車道部、歩道等)、設備分類(照明、消融雪、トンネル換気、排水ポンプ等)、諸元(定格消費電力、方式等)及び、消費電力量の実態を把握し、設置場所別、設備分類別の消費電力量の集計や、省エネルギー技術の導入が可能な道路管理設備の選定ができることが求められる。

そこで、国道事務所等10事務所の道路管理設備の台帳類と電力契約・電力料金請求の書類から、各電力

契約と対応する道路管理設備を確認し、道路管理設備の名称、設備の諸元(定格消費電力、方式等)、設置場所、設備分類、令和2年度の消費電力量等について調査・集計を試行した。

この結果を踏まえ、全国の国道事務所等の道路管理設備に係る消費電力量を調査するための調査要領(案)を作成した。

(2) 太陽光発電設備を導入する際の留意事項の調査

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、道路区域での太陽光発電設備を設置し、発電した電力を道路管理設備で使用することが求められている。そのため、道路管理者が道路区域に太陽光発電設備の設置を計画する際の、技術面の考え方を整理する必要がある。

そこで、直轄国道の5箇所の太陽光発電設備を対象に、計画・設計時における検討経緯・検討事項・課題等や、発電電力量の記録を調査した。この調査結果を元に、道路区域内に太陽光発電設備を設置する際に、技術的な観点から留意すべき事項について整理した。

また、道路区域内に太陽光発電設備を整備する際に、遵守すべき、又は参考とすることが望ましい法令・技術基準等を調査し、遵守すべき内容又は参考とすべき内容を整理した。

(3) 省エネルギー技術の調査

道路管理分野でのさらなる消費電力量の削減を進めるため、道路管理設備の中で、消費電力量の多い設備分類として道路照明設備、消融雪設備、トンネル換気設備を対象に、今後の導入が期待される省エネルギー技術について文献等を調査した。なお、直轄国道において2030年度のLED化の概成が目指されていることからLED化は調査対象の技術から除いた。

〔研究成果〕

（１）道路管理設備の設備分類別消費電力量の調査

10 箇所の国道事務所等における道路管理設備の総数約 5 万基、電力契約の総数約 2 万件を対象に、設備分類別消費電力量の集計を試行した結果は図 1 のとおりである。照明が 44% で最も割合が高く、次いで消融雪の 7% となっている。なお、その他(44%)の中には分類不明の設備が含まれている。

調査結果を踏まえ、全国 120 箇所の国道事務所等を対象に消費電力量を調査するため、以下の事項に関する調査要領（案）を作成した。

- ・設置場所、設備分類
- ・「道路管理設備の諸元調査」において台帳等から収集する電力契約番号（又は識別番号）、定格消費電力、光源の種類、消融雪の方式等の情報
- ・「道路管理設備の消費電力量調査」において電気料金請求の書類のなかから抽出する電力契約番号（又は識別番号）、電力契約の名称、消費電力量の情報
- ・「道路管理設備の諸元調査」と「道路管理設備の消費電力量調査」を紐づけて整理する方法（一体化した様式等）

今回調査では、トンネルの様に複数の設備分類の道路管理設備が 1 つの電力契約となっているため設備分類別の集計ができない場合や、電力契約と道路管理設備との対応付けするための情報がなく設備分類ができない場合があった。このため、電力契約と道路管理設備との対応付けするための情報がなく道路管理設備の設備分類ができない場合の対処方法について今後検討する予定である。

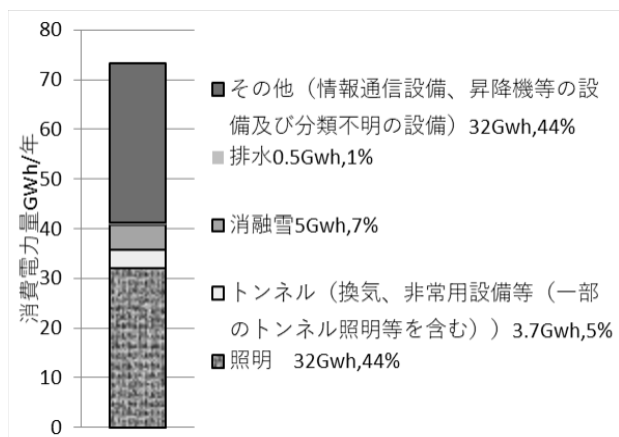


図 1 道路管理設備の設備分類別消費電力量
(10 事務所合計)

（２）太陽光発電設備を導入する際の留意事項の調査

道路区域に太陽光発電設備を設置する際に留意すべき事項の主な整理結果は以下のとおりである。

- ・太陽電池パネルによる反射光の視界への影響を運転者に与えないこと（設置場所、設置高さ・方位・傾斜角等への配慮が必要であること）
- ・道路からの飛び石による破損の可能性を考慮すること（例えば、道路からの離隔距離の確保やフェンスの設置の必要性を検討すること）
- ・逆潮流（売電）の要不要を検討した上で太陽光発電設備の定格出力を決定する必要があること（逆潮流する場合には電力会社との事前協議が必要である。逆潮流しない場合には道路管理設備で使用する電力

量の下限を上回らないように発電量を計画する必要があること）

- ・太陽光発電設備による発電電力を他の道路施設に供給する際に、送配電事業者の系統（送配電線）を利用して供給する「自己託送」の活用が可能であること（必要に応じて「自己託送」の導入可能性を検討することが望ましいこと）

（３）省エネルギー技術の調査

文献調査の結果、表 1 に示す技術について技術の特徴や適用条件、省エネルギー効果等を整理した。

道路照明設備については、利用者のいない時間帯、箇所を減光又は消灯することにより電力使用量を削減する技術が多く見られた。

消融雪設備については、熱源の変更や、効率よく熱を路面に伝えることにより電力使用量を削減する技術が多く見られた。

トンネル換気設備については、交通センサーを活用してトンネル内の環境を予測し、適切な換気制御を行うことにより電力使用量を削減する技術が見られた。

今回調査した技術は、センサー類の活用により利用状況に応じて運用を見直す技術（交通センサーを活用した調光等）と、未利用のエネルギー源への代替（地中熱利用路面融雪システム等）に大別される。いずれも現場の条件によっては従来の技術に比べて大幅な電力削減効果がある技術であり、適用条件の制限や初期費用の大きさ等を考慮した上で導入を検討することが重要となる。

表 1 調査した主な技術の概要

設備分類	技術名称	概要
道路照明設備	交通センサーを活用した調光	交通センサーにより車両を感知し、照明を調光する設備
	IoTネットワークを活用した調光	街路灯に気象情報、交通量等のセンサー、カメラを設置し、照明設備をクラウドで一元管理する
	自然光の採光	屋外の集光機から自然光を取り入れ、ファイバーケーブル等を用いて屋内を照らす設備
消融雪設備	下水熱利用融雪システム (ヒートポンプレス方式)	下水管路内に設置した高熱性能採熱管によって、より多くの下水熱を回収するとともに、高熱性能舗装を用いて効率的に放熱することにより、ヒートポンプ等の熱を作り出す機構を使用せず、道路融雪を行う
	地下水流熱利用消雪システム	地下水を汲み上げる事無く、井戸内に設置した熱交換器を介し地下水流との熱交換を行い、その熱のみで路面の消雪、凍結防止を行うシステム
	地中熱利用路面融雪システム	地中で熱を吸収した不凍液が路面に埋設した放熱管を循環し、消雪
トンネル換気設備	交通センサーを活用した換気制御	トンネル手前の交通量から今後のトンネル環境を予測し、予め適切な運転を指示する技術

〔成果の活用〕

道路管理設備の消費電力量調査要領（案）については、今後全国の国道事務所等で消費電力量を調査する際に修正して活用する予定である。また、太陽光発電設備を設置する際の留意事項と省エネルギー技術の調査結果は、道路管理設備への省エネルギー技術及び発電用太陽電池設備の導入に関する解説資料を取りまとめる際の基礎資料とする予定である。

道路空間におけるグリーンインフラの社会実装に向けた調査

Research for social implementation of green infrastructure in road spaces

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路環境研究室
Road Traffic Department
Road Environment Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer HIGAKI Yuya

橋本 浩良

HASHIMOTO Hiroyoshi

根津 佳樹

NEZU Yoshiki

大河内 恵子

OHKOUCHI Keiko

檜垣 友哉

The purpose of this research is to promote green infrastructure initiatives for road spaces. The content of the research is to develop strategies for green infrastructure in road spaces for road administrators. From FY2021 to FY2023, we conducted cases studies on "initiatives to improve the appearance and the formation of shade through road greening" and "technologies to add rainwater storage and infiltration functions to road greening" and prepared explanatory materials summarizing the technical findings to serve as a reference for road administrators when introducing green infrastructure to road spaces.

〔研究目的及び経緯〕

社会資本整備や土地利用等、ハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりを進める取組みである、グリーンインフラが注目されている。国土交通省では、令和5年に「グリーンインフラ推進戦略2023」を策定（令和元年版より改訂）し、グリーンインフラの普及・促進に向けた取組みを進めている。道路分野においても、主に道路緑化などのアプローチからグリーンインフラに取り組んでいる。道路緑化には景観向上機能、環境保全機能、交通安全機能、緑陰形成機能、防災機能等があり、これらの維持・向上により、快適な道路空間の形成に資することが期待されている。

本研究では、道路空間におけるグリーンインフラの社会実装の促進を目的として、国内外の事例を調査し、道路管理者がグリーンインフラに取り組むにあたって参考となる知見をとりまとめた。

令和3年度は、道路緑化の景観向上機能や緑陰形成機能を向上する取組みに関する事例調査を行うとともに、道路緑化に雨水の貯留浸透機能を付加した施設（以下「雨水貯留浸透機能をもつ植栽地」という。）に関する文献調査を行った。

令和4年度は、沿道の関係者と連携して道路緑化を実施する際の、道路管理者の実施事項及び留意事項等を整理した（計画・設計段階、維持管理段階毎）。また、雨水貯留浸透機能をもつ植栽地を道路空間へ設置する際の考え方や方法等について、過年度の調査結果に基づき整理した。

令和5年度は、過年度の事例調査結果で得られた知見をもとに、道路緑化を例に、道路管理者がグリーンインフラの導入に取り組む際に参考にできる解説資料をとりまとめた。特に雨水貯留浸透機能をもつ植栽地に関する知見の整理にあたっては、新たに海外の事例を調査し、情報の充実を図った。

〔研究内容・成果〕

1. 沿道の関係者との連携に関する知見の整理

関係者との連携の観点で工夫の見られる道路緑化事例の調査結果を参考にして、道路緑化の計画・設計段階、維持管理段階において道路管理者と沿道の関係者が連携して実施する事項を、表-1に示すとおり整理した。

表-1 関係者との連携に関する段階ごとの実施事項

段階	実施事項
計画・設計段階	緑化目標の設定
	植栽計画の作成
	管理計画の作成
維持管理段階	緑化目標を達成・担保する維持管理の実施

次に、実施事項ごとに、「連携を適切かつ円滑に進めるための留意事項」を抽出し、「留意事項に対応する具体的な工夫及び制度活用等の実施例」を整理した。留意事項及び参考となる事例の整理例は、表-2に示すとおりである。例えば、管理計画の作成にあたって、体制構築及び連携を前提とした計画を行う際、以下のような点に留意すべきと考えられる。

表-2 関係者との連携に関する留意事項及び参考事例の抜粋

実施事項	管理計画の作成 ：体制構築及び連携を前提とした管理計画の作成
留意事項	沿道敷地との一体的整備による植栽の場合、接道部分の維持管理を含めて事業者と連携した植栽の維持管理体制を

	あらかじめ構築しておくことが望まれる。
参考事例	御堂筋（大阪府大阪市） 御堂筋沿道の企業・地権者を会員とするエリアマネジメント組織と大阪市が連携して、沿道にプランターを設置し、沿道の地権者が日常的な水やり等の維持管理を実施している。

2. 雨水貯留浸透機能をもつ植栽地の整備に関する知見の整理

雨水貯留浸透機能をもつ植栽地を整備している国内事例の調査結果を参考にして、当該施設を道路空間へ設置する際に企画段階・計画段階・設計段階・施工段階・維持管理段階において道路管理者が実施する事項を整理した。

また、日本より先行して道路空間へ雨水貯留浸透機能をもつ植栽地を設置しているアメリカ合衆国オレゴン州のポートランド市を対象として、現地調査を実施し、国内事例と同様に整理した。

雨水貯留浸透機能をもつ植栽地を道路空間へ設置する際の実施事項は、表-3 に示すとおりである。

表-3 雨水貯留浸透機能をもつ植栽地に関する段階ごとの実施事項

段階	実施事項
企画段階	整備計画・運用計画の作成
計画段階	基本事項の確認・既存資料調査・現地調査・設置可否の検討・目標設定・構造検討
設計段階	雨水貯留浸透機能をもつ植栽地の検討・植栽設計
施工段階	施設の施工・施工完了後検査・植栽施工
維持管理段階	適切な維持管理

次に、実施事項ごと、「道路管理者の留意事項」を抽出し、「留意事項に対応する具体的な工夫及び制度活用等の実施例」を整理した。留意事項及び参考となる事例の整理例は、表-4 に示すとおりである。例えば、適切な維持管理の実施にあたって、雨水貯留浸透機能の維持・回復を行う際、以下のような点に留意すべきと考えられる。

表-4 雨水貯留浸透機能をもつ植栽地に関する留意事項及び参考事例の抜粋

実施事項	適切な維持管理 ：雨水貯留浸透機能の維持・回復
留意事項	雨水貯留浸透機能の確認方法とその回復、補修方法を把握しておくことが望ましい。
参考事例	ポートランド市 環境局が年に1回、目視により植生や構造物について維持管理がされているかを1～5段階で評価し、定期保全や修繕の必要性について判断している。

3. 解説資料のとりまとめ

「沿道の関係者との連携」及び「雨水貯留浸透機能をもつ植栽地の整備」に関して得られた知見をもとに、道路空間へのグリーンインフラ導入に際して道路管理者が参考にできる解説資料としてとりまとめた。

「沿道の関係者との連携」については、道路空間へグリーンインフラを円滑に導入し、継続的に管理する上で、道路管理者が沿道の関係者と連携して取り組むための解説資料としての利用を想定してとりまとめた。

「雨水貯留浸透機能をもつ植栽地の整備」については、道路管理者だけでなく、下水道関係・河川関係など他の関係機関と連携して取り組む場合がある。そのため、道路管理者が道路空間に雨水貯留浸透機能をもつ植栽地を計画する際に加え、道路管理者以外の主体が設置を計画する場合に事業主体に確認すべき点等を参照する際の利用を想定してとりまとめた。

解説資料の内容については、道路空間へのグリーンインフラ導入・雨水貯留浸透機能をもつ植栽地の整備に際して、各段階において道路管理者が実施する事項及び実施事項に関して留意すべきポイントを記載するとともに、留意事項の詳細な解説及び参考となる事例を紹介する構成とした。

例えば、道路緑化において植栽計画を作成するにあたって、目標に応じた植栽整備方針の検討を行う際に留意するポイント、解説及び参考事例の資料中の記載例は図-1 に示すとおりである。

Ⅱ. 植栽計画の作成	
(1) 目標に応じた植栽整備方針の検討	
ここでは、植栽地の配置計画づくりの前提となる、植栽整備方針を検討する際の留意事項について示します。	
【重要ポイント】	
①地域課題（緑化目標）、地域に求められる緑化の機能を踏まえ、その機能が発揮できる植栽整備方針（植栽の基本的な配置の方向性）を示すことが必要です。なお、グリーンインフラとしての緑化空間の魅力を最大化するため、植栽地に盛り込むべき機能は複数であることが望まれます。	
【解説】	
① 道路空間のグリーンインフラ化によりどのような機能を盛り込むのかを明示した植栽整備方針の検討	
・地域課題（緑化目標）、地域に求められる緑化の機能を踏まえ、その機能が発揮できる植栽の配置を検討することが必要です。	
・多様な機能を発揮するグリーンインフラの特性を生かし伸ばす観点から、盛り込むべき機能（例：防災・減災の観点からは、雨水貯留・浸透機能等、環境の観点からは暑熱緩和機能、地域振興の観点からは、来街者のための憩い・休憩機能などが挙げられます）は、複数であることが望まれます。	
・緑化技術基準では、“植栽地の意匠並びに樹木等の基本的な構成及び配置の決定にあたっては、気象条件、緑化等に関する地域の計画との整合、沿道状況、美しい景観形成、想定される維持管理水準（剪定頻度等をいう。以下同じ。）等に留意することが望ましい。”が求められており、これらの留意事項とともに、地域に固有の歴史、文化、植生（自生種）なども考慮しながら、植栽整備方針に反映していくことが必要です。	
【参考事例】御堂筋（大阪府大阪市） ○地区計画・デザインガイドラインによる植栽などの整備方針の明示 ・大阪市では、地区計画、デザインガイドライン（いずれも2014年策定）により沿道の景観形成を進めるとともに、「御堂筋未来ビジョン」（2019年策定）によりシンボルであるイチョウ並木の保全・継承、イチョウの魅力を高める空間づくりを進める方向性が明示されています。	

図-1 解説資料の抜粋

【成果の活用】

本研究で作成した解説資料については、精査後に公表することを予定している。

人中心の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.

道路交通研究部 道路環境研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室 長	橋本 浩良
主任研究官	根津 佳樹
研 究 官	大河内 恵子
交流研究員	小西 峻太
交流研究員	檜垣 友哉

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、人中心の道路の実現に向け、歩道や路肩等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の導入方策に関する議論が進められている。

国土技術政策総合研究所では、歩道、植樹帯、路肩からなる道路の部分の利活用、及び道路全断面で歩行者が優先通行可能で歩行者と車両が共存する道路空間の導入を技術面から支えるための技術資料の作成に取り組んでいる。

令和5年度は、歩車道境界付近に設置されるパークレット（基台と囲障からなる構造体にテーブルや椅子などの歩行者の休憩等に用いられる設備を備えた施設）の設置にあたって道路管理者として留意すべき技術的項目等を整理し、パークレット設置に係る技術資料としてガイドブック素案を作成した。また、道路空間の利活用を実践する道路管理者において参考となる技術資料の作成を見据えて、道路空間の利活用や関係機関との連携方策、管理・運用方法などについて事例の調査、道路管理者等へのヒアリングにて把握し、道路空間の利活用実践を支えるポイントと対応策の整理を行った。

道路環境影響評価の技術手法の改定に向けた調査

Research on revision of technological method for road environmental impact assessment.

道路交通研究部 道路環境研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室 長	橋本 浩良
主任研究官	澤田 泰征
主任研究官	布施 純
研 究 官	大河内 恵子
交流研究員	檜垣 友哉

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、国立研究開発法人土木研究所と分担・協力し、道路事業者が環境影響評価を実施する際に参照する手引き書である「道路環境影響評価の技術手法」（以下「技術手法」という。）を作成し、数度の見直しを行ってきた。本研究課題では、最新の科学的知見を用いた客観的かつ効率的な環境影響評価の実施を支援していくために、最新の科学的知見や実施における課題を収集・分析し、技術手法に反映するための検討を行っている。また、個々の道路事業における環境保全措置に関する知見を共有することを目的に、動物・植物・生態系の保全手法に関する技術資料の作成を行っている。

令和5年度は、技術手法の改定や保全手法に関する技術資料の作成に向け、一般国道における排水性舗装の自動車交通騒音パワーレベルの調査、道路事業における動物・植物・生態系の効果的な保全手法に関する調査等を行った。

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

道路交通研究部 道路環境研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)
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〕

国土交通省ではカーボンニュートラルの取り組みを推進しており、「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）では、「道路の計画・建設・管理の低炭素化」を目指すこととされている。

国土技術政策総合研究所では、道路管理分野での温室効果ガス排出量削減のため、道路管理で使用している電力量の調査、道路管理設備への再生可能エネルギーや省エネルギー技術の導入支援、及び温室効果ガス排出量削減効果の把握方法の調査を行っている。

令和5年度は、道路管理設備への省エネルギー技術の導入方策、導入における留意事項に関する調査を実施した。

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作成

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

道路交通研究部 道路環境研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)
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、ICT交通マネジメントにより、社会課題に関連する指標を継続的にモニタリングし、データに基づく政策立案（EBPM）と施策PDCAサイクルのスピードアップを推進している。道路環境のモニタリング指標の1つとして、自動車走行時の二酸化炭素の排出量があげられている。国土技術政策総合研究所では、自動車走行時の二酸化炭素の排出状況について、電気自動車やハイブリッド車といった電動車等の普及を見据えた二酸化炭素排出量モニタリング手法の検討を行っている。

令和5年度は、次世代自動車の普及や車両性能の向上に対応した二酸化炭素排出係数の作成を見据え、現行の使用燃料別2区分（ガソリン車、ディーゼル車）別に4車種（乗用車、貨物（重量、中量、軽量））を分類した8車種区分を基に、ハイブリッド車と電気自動車の燃料区分を追加した上で、稼働状況や車種区分間の燃費特性の差異の観点で見直し、13区分とした新たに車種区分（案）を作成した。さらに、車種区分（案）ごとに、二酸化炭素排出係数の作成に必要と考えられる実走行調査台数の試算を行った。また、車載収集機器を用いた電気自動車やハイブリッド車などの実走行調査により燃料消費量などを取得し、燃費特性を把握した。

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.

道路交通研究部 道路環境研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室長	橋本 浩良
主任研究官	布施 純
交流研究員	小西 峻太

〔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道路新設に併せた電線共同溝整備（以下「同時整備」という。）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)」(以下「ガイド」という。)の内容充実、管路材の要求性能の明確化、同時整備における管路本数の目安の作成等を行っている。

令和5年度は、ガイドの内容充実に向け、裏配線事業や道路区域外に地上機器を設置した事業における合意形成の課題や工夫を調査した。また、管路材の要求性能の明確化に向け、現行の電線共同溝整備マニュアル等の規定の整理を行った。さらに、同時整備における管路本数の目安の作成に向け、沿道地域の状況と電線共同溝の管路本数等との関係を整理した。

官民連携による路車協調 ITS に関する研究

Public-private joint R&D on cooperative ITS

(研究期間 令和4年度～令和5年度)

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

室 長 関谷 浩孝
Head SEKIYA Hirotaka
主任研究官 中川 敏正
Senior Researcher NAKAGAWA Toshimasa

The National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) will organize the requirements of lane markings to operate Lane Keep Assist (LKA) in terms of the faint level of lane markings.

In this paper, the results of the analysis of the relationship between the faint level of lane markings and the operation status of LKA are described.

〔研究目的及び経緯〕

車線維持支援システム (LKA: Lane Keep Assist) は、車両が走行する際、車線の中央付近を維持するようにステアリング (操舵) 操作を支援する機能である。車載カメラで検知した映像から、道路上の白線を画像処理によって抽出し、輝度の高い色が連続している場合は白線があると認識する (図-1)。車両は、当該情報をもとに LKA の制御を行う。

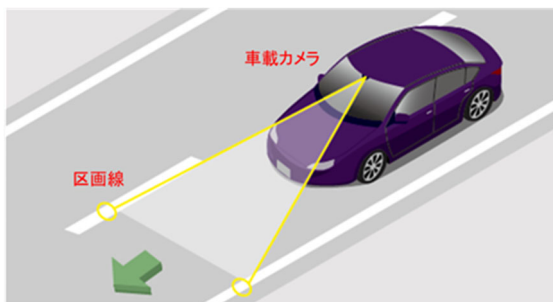


図-1 車線維持支援システム (イメージ)

LKA は、区画線がかすれ輝度差が少ない箇所では車載カメラが区画線を認識できず、正常に作動しない場合がある。このため、自動運転の普及促進のためには、区画線を一定水準以上で維持管理することが求められる。そこで、本研究では区画線のかすれと LKA の作動状況との関係について実験を通じて調査した。

〔研究内容〕

(1) 実験の目的

本実験は、LKA の作動・非作動の境目となる区画線のかすれ度合い (剥離率) を把握するとともに、区画線の剥離率以外に LKA の作動に影響を与える要因とその影響度合いを把握することを目的とした。なお、区画線の剥離とは、区画線の塗料が剥がれ、路面 (黒色) が露出している状態である。本実験では、様々な実験条件下で LKA が搭載された車両を走行させて、区画線の剥離率と LKA の作動状況の関係を調査することとした。

(2) 実験の方法

本実験は、国総研の試験走路で実施した (表-1)。なお、LKA は主として高速道路での使用される機能であるため、都市間高速道路の道路環境も参考に示す。本実験は、試験走路の既存の環境で実施したため、区画線の長さ・間隔は都市間高速道路と異なるものの、自動車メーカーへのヒアリングを通じて LKA の作動に大きな影響はないことを確認している。舗装については、試験走路では改質密粒度アスファルトを用いているため、雨天時に路面に水膜ができやすく、高機能アスファルトを用いている都市間高速道路に比べて LKA が作動しにくくなる可能性がある。

表-1 試験走路の道路環境

項目	国総研試験走路	【参考】都市間高速道路
舗装	改質密粒度アスファルト	高機能アスファルト
区画線の長さ・間隔	長さ6m・間隔9m	長さ8m・間隔12m
区画線の施工方法	熔融式	熔融式
区画線の素材	塗料及びガラスビーズ	塗料及びガラスビーズ

また、実験条件は、「区画線の剥離率 (4 パターン)」、「時間帯 (2 パターン)」、「天候 (2 パターン)」、「走行方向 (2 パターン)」を組合せ、合計 32 パターンを設定した。「区画線の剥離率」とは、剥離がない状態の区画線の面積に対する剥離した部分の面積の割合であり、目標剥離率は 60%～90% (10%刻み) として区画線を設置した (図-2)。「時間帯」は、昼間は 10 時～16 時、夜間は 18 時～22 時とした。天候は、晴天と雨天とした。「走行方向」は、剥離率の増減に伴う LKA 作動の差異を考慮して、「昇順走行」と「降順走行」とした。「昇順走行」とは区画線の剥離率が高くなる方向 (かすれる方向) に走行、「降順走行」とは区画線の剥離率が低くなる方向 (明瞭になる方向) に走行することである。車

※本報告は令和4年度当初予算の標記の研究課題を令和5年度に継続して得た結果をまとめたものである。

両の走行速度は、80km/h(都市間高速道路の規制速度)とした。

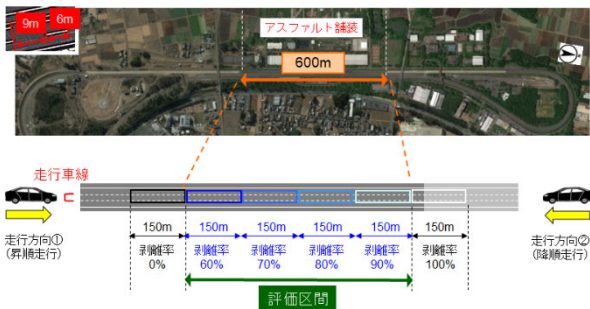


図-2 実験時の区画線の設置レイアウト

(3) 実験結果

a. 剥離率と LKA 作動率との関係

LKA が搭載された車両は、自車位置の前方にある一定区間の区画線のまとまりを検知し、LKA の作動・非作動を判断していると想定される。このことから、LKA の作動・非作動の境目となる剥離率を、LKA の作動・非作動の最初の切り替わり地点の前方区間にある一定区間の区画線の剥離率をもとに算出した。ここでは、自動車メーカーへのヒアリングをもとに LKA の作動・非作動の最初の切り替わり地点から 50m 前方区間（左右両側で区画線 8 本分）を設定し、当該区間にある区画線の剥離率の平均値を LKA の作動・非作動の境目となる剥離率とした。この考え方を踏まえて、区画線の剥離率と LKA 作動率の関係を整理事例を図-3 に示す。

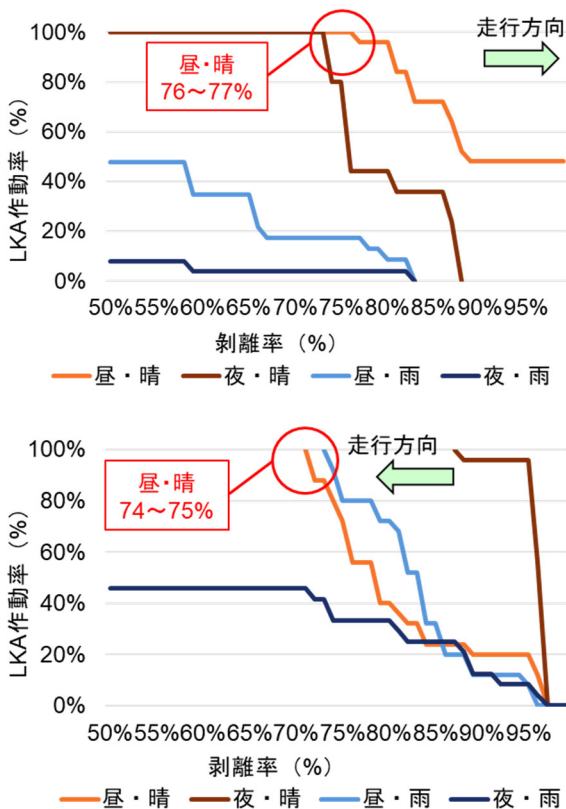


図-3 剥離率と LKA 作動率の関係例

(上：昇順走行、下：降順走行)

昼間かつ晴天では、「昇順走行」と「降順走行」の双方で LKA が 100%作動する剥離率は 75%程度となった。なお、その他の雨天・夜間などの条件での LKA が 100%作動する剥離率については、実験条件や車種による差異が大きく、詳細な要因については追加的な調査と分析が必要である。

b. LKA 作動率と時間帯・天候との関係

同一剥離率の区間単位（150m）での LKA の作動状況を整理する。本実験では、個々の区画線の剥離率のばらつきを考慮し、同一剥離率の区間内にある区画線 10 組のうち 8 組で LKA が作動していれば、当該区間全体で LKA が作動したと定義した。この考え方を踏まえて、区間単位での LKA の作動状況を整理した事例を図-3 に示す。「昇順走行」の場合、LKA 作動率は剥離率によらず晴天の方が高かった。一方で、「降順走行」の場合、昼間では晴天と雨天の間で LKA 作動率に大きな差異は見られなかった。なお、雨天の夜間では、走行方向に関わらず LKA 作動率は相対的に低い。これは、夜間では車載カメラが剥離した区画線を検知しにくいという、降雨により路面に水膜が発生したことが影響したと推察される。

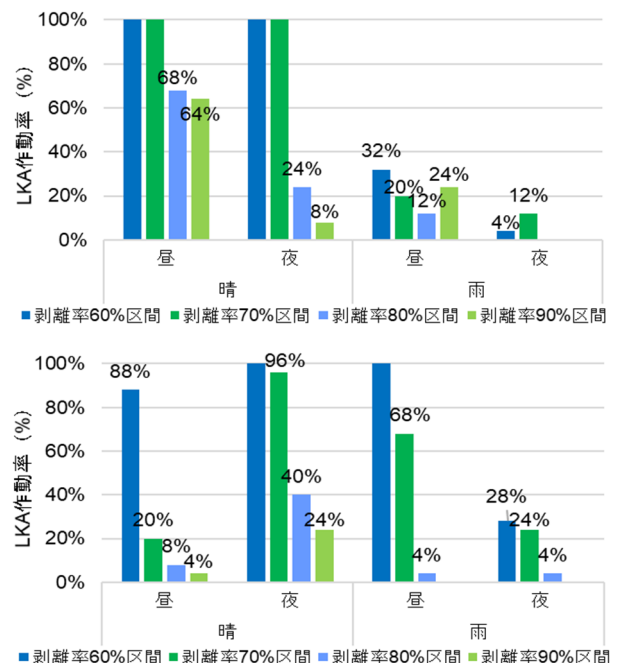


図-3 LKA 作動率と時間帯・天候との関係例

(上：昇順走行、下：降順走行)

[成果の活用]

本成果は、LKA 作動の観点から求められる区画線の剥離率の要件案の取り纏めに活用する予定である。また、将来的には、ドライバーへの通常の見え方、維持管理に要するコスト、体制等の総合的観点から検討を行い、自動運転車の車線維持に必要な区画線の管理水準の検討に本研究の成果が活用されることが期待される。

ETC2.0・自動運転技術の活用による 道路交通サービスの高度化に向けた研究

Research for the advancement of road traffic services
through the use of ETC2.0 and automated driving technology

(研究期間 令和5年度)

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

室 長 関谷 浩孝
Head SEKIYA Hirotaka
主任研究官 酒井 与志重
Senior Researcher SAKAI Yoshia
研 究 官 石原 雅晃
Researcher ISHIHARA Masaaki
交流研究員 大住 雄貴
Guest Research Engineer OHSUMI Yuki

In this study, an advanced processing system for ETC2.0 probe data was implemented to upgrade road traffic services; if ETC2.0 probe data can be used to provide information, it is expected to be used and developed for automated driving technology. This paper reports on the outline and each function of the processing system built in the test environment.

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所(以下、「国総研」という)では、ETC2.0プローブデータの利活用に関する課題やニーズを把握し、それらを解決することを目指して、より利用価値の高いデータの作成に向けた研究を行っている。現行のETC2.0プローブデータを処理するシステムの具体的な課題やニーズを過年度に整理すると、要望が多かったものは以下の2点である。

- a) システム内の処理の効率化
- b) 生活道路等へのマップマッチング

それぞれについて対応策を検討し、機能を開発してきた。本研究では、過年度に開発した機能を国総研で構築しているテストシステム(以下、「国総研テストシステム」という)に実装した。また、各道路管理者のサーバと接続することでETC2.0プローブデータを常時国総研テストシステムに収集し、実装した全機能を稼働させた際の一連の動作を検証した。

〔研究内容・成果〕

国総研テストシステムの改良について、以下の対応を実施した。

- (1) システム内の処理の効率化の対応

事前処理(マップマッチング、経路情報生成、個別車両情報秘匿化)に重複が無いように、各処理を直列で実施し、事前処理を実施した後のデータを「補正済み個車データ」として蓄積することとした(図1)。これにより、今回実装する統計処理と今後新たに開発する処理の双方で補正済み個車データを用いることができ、事前処理を重複して実施する必要がなくなる。

- (2) 生活道路等へのマップマッチングの対応

現行のETC2.0プローブデータは、一般財団法人日本デジタル道路地図協会の提供するデジタル道路地図

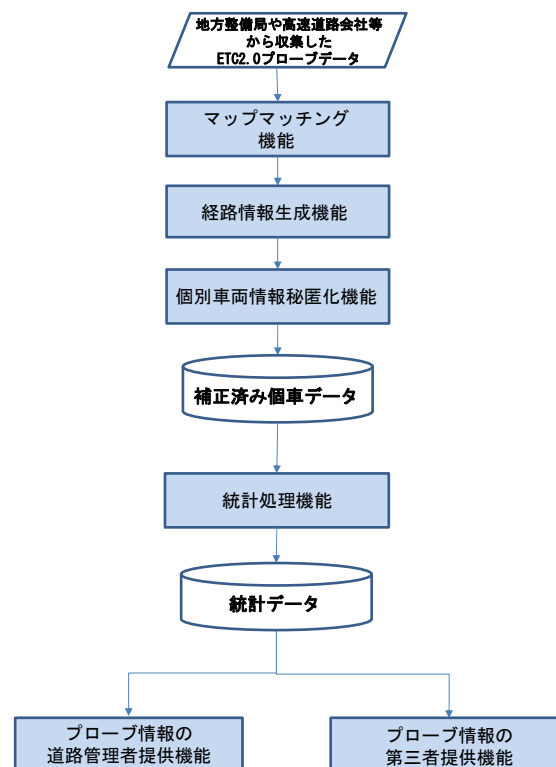


図1 国総研テストシステムの処理フロー

データベース¹⁾における「基本道路」のみを対象としたマップマッチングを実施しているが、「全道路」を対象としたマップマッチング機能により、生活道路等での分析も可能とした。マップマッチングでは、対象とする道路網が密であると処理負荷が大きくなるた

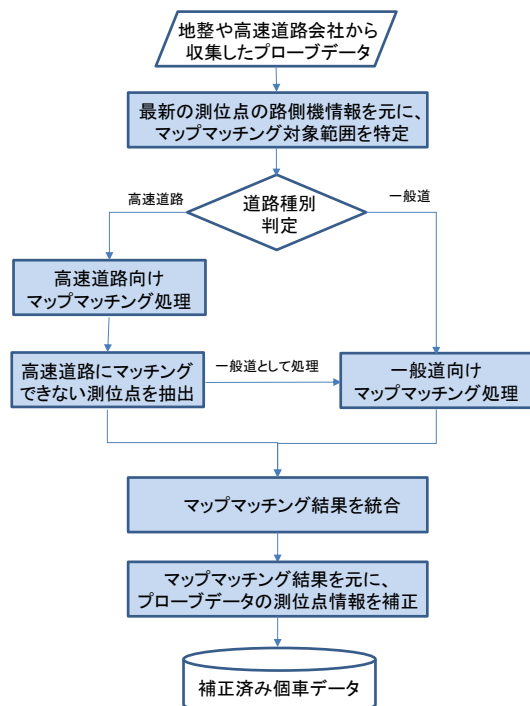


図2 マップマッチング機能の処理フロー

め、比較的道路網が疎である高速道路を切り分けて処理することとしている（図2）。

（3）各高速道路会社等のサーバとの接続

各高速道路会社等と調整した結果、表1の5者のサーバと国総研テストシステムを接続した。また、高速道路会社等のサーバと国総研テストシステムの接続には関東地方整備局のネットワークを通過させる必要があるため、関東地方整備局のネットワークの設定変更を実施した。

表1 接続対象の高速道路会社等

道路管理者	設置場所	No.
NEXCO 東日本	北海道	1
NEXCO 西日本	関西	2
名古屋高速	本社	3
阪神高速	大阪	4
本四高速	神戸	5

表2 統計処理機能での出力様式

No.	情報内容	様式	備考
1	基本情報	様式1-1	基本情報
2	走行履歴情報	様式1-2	走行履歴情報
3	トリップ(連続移動判定)情報	様式1-3	トリップ(連続移動判定)情報
4	挙動履歴情報	様式1-4	挙動履歴情報
5	DRM単位集計結果	様式2-1	DRMリンク単位車両別旅行時間
6		様式2-2	道路プローブDRM区間単位15分単位平均旅行時間旅行速度
7		様式2-3	道路プローブDRM区間単位時間帯別平均旅行時間旅行速度
8		様式2-4	道路プローブDRM区間単位月平均旅行時間旅行速度

（4）統計処理機能の実装

補正済み個車データを分析等に利用しやすい様式化したデータとして出力するために、統計処理機能を実装した。本機能では、表2の8種類の様式を出力する。各様式のデータ項目については、過去に取得したデータと比較分析が可能のように、現行のETC2.0プローブデータと同じ項目とした。

（5）国総研テストシステムの動作検証

国総研テストシステムに実装した各機能と一連の動作について、実際にデータを収集した状況下で想定通りに稼働しているかを検証した。検証に際しては、取得したデータが実際にどのような挙動であったかについて正解情報が必要であるため、ETC2.0を搭載した検証用の車両を走行させて複数のテストデータを取得した。各機能の検証に適した9ルートを選定し、ルートの合計距離で約410km、データの総延長で約680kmのテストデータについて、各機能と一連の動作の検証を行った。その結果、各機能については、想定通りの稼働をしていることを確認した。また、マップマッチング機能においては処理速度と精度の更なる改善が期待できる項目についても確認した。

〔成果の活用〕

ETC2.0プローブデータの多様な施策への利活用に向け、今後は、国総研テストシステムの処理速度と精度の検証を予定している。

〔参考文献〕

- 1) データの内容、一般財団法人日本デジタル道路地図協会、<https://www.drm.jp/database/content/>

大型車両の通行状況の計測に関する検討

Research on sewerage utilization for better living environment

(研究期間 令和5年度)

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

室 長
Head
研 究 官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

関谷 浩孝
SEKIYA Hirotaka
山本 真生
YAMAMOTO Masaki
中村 賢志
NAKAMURA Kenji

This research investigated and considered to make the screening system for over weights and over size vehicles with the cloud computing environment. The results will be used in the design for migration to the cloud computing environment.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、道路の構造の保全のため、特殊車両の適正な道路利用の実現を目指しており、特殊車両の通行許可及び通行確認に関する手続きを行っている。これらの手続きには、図-1 に示すように通行確認システム、通行許可システム、連携システム、モニタリング関連システムの4つのシステム及び22のサブシステムからなる特殊車両関連システムを用いて業務を実施している。

特殊車両の総重量、軸重や走行経路といった通行状況を計測するサブシステムはモニタリング関連システムに含まれている。

国土技術政策総合研究所では、この特殊車両の通行に関するシステム全体の効果的、効率的な運用方法について研究している。

本研究では、効果的、効率的な運用にするため、この

システムのクラウド化に向けたシステムの運用環境に関する調査及び検討を行った。

〔研究内容〕

(1) サブシステムの現況整理

特殊車両関連システムを構成している22の各サブシステムについて既存資料及びシステム管理者にヒアリングを実施し、以下に示す7つの観点で整理した。

- ① サブシステムを利用して実施する業務の概要、フロー、体制、システムの運用状況
- ② サブシステムの機能
- ③ 入出力情報及び取扱量、処理の実績
- ④ ハードウェアの構成
- ⑤ ソフトウェア製品の構成
- ⑥ ネットワークの構成と接続状況
- ⑦ セキュリティ対策 等

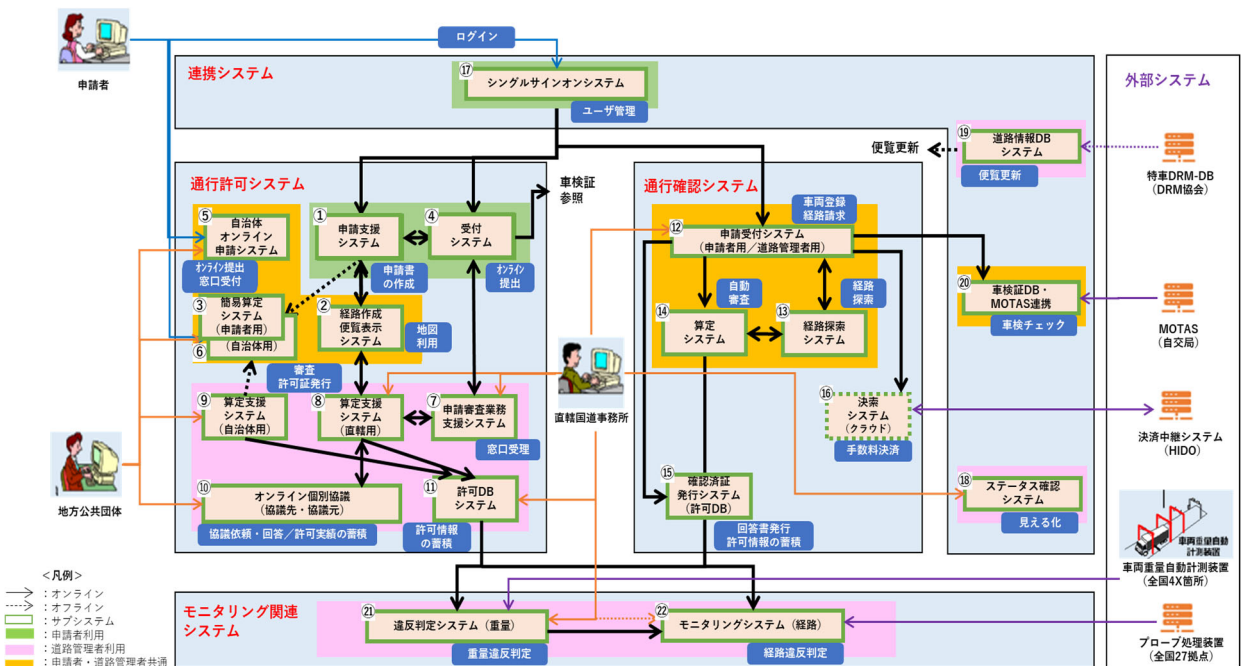


図-1 特殊車両関連システム（4つのシステム及び22のサブシステム）

(2) サブシステムを利用して実施する業務に関する要件の設定

(1) で整理した現況を踏まえ、クラウド化によってサブシステム間の稼働に不整合が起きないように、以下に示す5つの要件を4つのシステムに対してそれぞれ検討した。

- ① サブシステムを利用して実施する業務の実施手順、規模
- ② サブシステムを利用して実施する業務の実施の時期・時間
- ③ サブシステムを利用して実施する業務の実施場所
- ④ サブシステムを利用して実施する業務の継続の方針
- ⑤ 情報セキュリティ対策の考え方

(3) サブシステムのシステム方式案の作成

各サブシステムから構成される4つのシステムに対してのシステム方式案として以下に示す9つの項目の方向性を検討した。

- ① クラウドサービスの形態
- ② ハードウェア
- ③ ソフトウェア
- ④ ネットワーク（プライベートクラウドネットワークを含む）
- ⑤ データ保全
- ⑥ コスト
- ⑦ セキュリティ水準
- ⑧ 利用者の増減等へ対応の柔軟性
- ⑨ データおよびシステムの可用性

〔研究成果〕

(1) サブシステムの現況整理

22の各サブシステムに関する現況を整理したこと

で、各々のサブシステムがどのような役割、機能を備えており、システムがどのような機器で構成され、運用されているかをシステム管理者等に確認せずに本成果を参照することで把握が可能となった。

(2) サブシステムを利用して実施する業務に関する要件の設定

4つのシステム及び22のサブシステムに対して、クラウド化後も業務の実施と継続に問題が生じないようにするための要件を設定した。

例として、「④サブシステムを利用して実施する業務の継続の方針」の要件を表-1に示す。

(3) サブシステムのシステム方式案の作成

4つのシステム毎に9つの項目についての方向性を決定した。

例として、通行許可システムの「クラウドサービスの形態」について検討した内容を表-2に示す。通行許可システムはシステムのハードウェアまでをクラウド化するIaaS及びシステムのみをクラウド化するPaaSであれば適している結果となった。しかし、ハードウェアからプログラムまで全てをクラウド化するSaaSの場合、通行許可システムのプログラムはクラウドベンダーが提供するサービスに適していない結果となった。

さらに決定した方向性に従って、4つのシステム毎にクラウド化にむけた要件定義書を作成した。

〔成果の活用〕

本研究で得られた成果は、4つのシステム（通行確認システム、通行許可システム、連携システム、モニタリング関連システム）をクラウド化するための設計へ活用する予定である。

表-1 要件の設定（業務の継続の方針）

項目	目標復旧時間 (平常時)	目標復旧時間 (大規模災害等の発災時)	稼働率目標 (平常時)	補足
要件	業務継続実施の場合、1時間以内	設計段階で決定 (オンプレミスの設計では規定されていない)	95.92% 年8回×2日のメンテナンスを想定	平常時の業務継続対策を実施しない場合の目標復旧時間は12時間

表-2 クラウドサービスの形態（通行許可システム）

サブシステム	DB 種別	クラウドサービス利用範囲		
		IaaS	PaaS	SaaS
申請支援システム	OracleDB	○	○	△
経路作成便覧表示システム	PostgreSQL	○	○	△
簡易算定システム（申請者用）	OracleDB	○	○	△
受付システム	OracleDB	○	○	△
自治体オンライン申請システム	PostgreSQL	○	○	△
簡易算定システム（自治体用）	OracleDB	○	○	△
申請審査業務支援システム	OracleDB	○	○	△
算定支援システム（直轄用）	OracleDB	○	○	△
算定支援システム（自治体用）	OracleDB	○	○	△
オンライン個別協議システム	PostgreSQL	○	○	△
許可 DB システム	OracleDB	○	○	△

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 on implementation of automated driving on general roads

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室

(研究期間 令和2年度～令和6年度)
室 長 関谷 浩孝
主任研究官 中川 敏正

〔研究目的及び経緯〕

自動運行補助施設（路面施設）は、自動運転車の自車位置特定を補助する施設である。同施設は路面下に埋設する施設であり、設置に際しては舗装への影響に配慮することが求められる。このため、国総研では、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、令和2年度より電磁誘導線の設置前後での舗装調査を実施している。

令和5年度は、自動運行補助施設（路面施設）の設置が舗装に及ぼす影響をモニタリングするため、道の駅赤来高原付近で舗装調査を実施し、自動運行補助施設（路面施設）の設置箇所での舗装の「たわみ量」、「ひび割れ量」、「わだち掘れ量」を把握した。

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

(研究期間 令和4年度～令和6年度)
室 長 関谷 浩孝
主任研究官 酒井 与志亜
研 究 官 石原 雅晃
交流研究員 大住 雄貴

〔研究目的及び経緯〕

高度道路交通システム(ITS)の研究開発を進めるにあたり、日本のITS技術を国際標準として位置づけること、また世界のITS技術の標準化動向と協調することにより、国内のITS産業の国際競争力を確保する必要がある。

国総研では、ITSに関連する国際標準化機構専門委員会等に参加し標準化の状況を把握するとともに、ITS技術開発に掛かる各国の動向調査を実施した。

令和5年度においては、専門委員会204(ISO/TC204 高度道路交通システム)、専門委員会22(ISO/TC22 自動車)及び専門委員会268(ISO/TC268 持続可能な都市とコミュニティ)に参加して、各専門委員会の標準化に掛かる検討状況及び日本への影響を調査した。また、最近動きのあるITS技術の調査として、「ノーマディックデバイスを活用したITSのサービスの動向」、「協調型自動運転技術」、「低軌道衛星のITSサービスへの活用」等の諸外国の動向を調査した。

ETC2.0 プローブ処理の高度化に関する研究

Research on advanced ETC2.0 probe processing.

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

室 長	関谷 浩孝
主任研究官	酒井 与志亜
研 究 官	石原 雅晃
交流研究員	大住 雄貴

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、ETC2.0 プローブデータの利活用に関する課題やニーズを把握した上で、より利用価値の高い情報とすることを目指して、国総研内の試験環境に ETC2.0 プローブデータの処理システムを構築し、処理システムを高度化する研究を行っている。

本年度は、マップマッチング処理を一般財団法人日本デジタル道路地図協会の提供するデジタル道路地図データベースの「全道路」に対応させるための検証を行った。「全道路」に対応させることで経路探索の処理が増加し、処理速度が低下する。その対応として、ETC2.0 プローブデータに含まれる情報から高速道路を走行したかどうかを判定し、高速道路を走行したデータは高速道路のみを対象にマップマッチングする処理を組み込むこととした。また、高速道路以外の走行データについては右左折箇所の位置情報を活用した経路探索による処理負荷軽減処理を導入し、その妥当性の検証を行った。また、テストデータを用いてマップマッチングの精度評価を行った。

次世代 ITS の官民連携での取組に関する調査

Research on next-generation ITS in public-private partnership

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

室 長	関谷 浩孝
主任研究官	酒井 与志亜
研 究 官	石原 雅晃
交流研究員	住 雄貴

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、プローブ情報を蓄積する ETC2.0 車載器、車載器と通信して情報を収集する ETC2.0 路側機及び収集したプローブ情報を収集分析するシステムの開発を行ってきた。これらは本運用しており、季節やイベント発生時の交通需要の調査や被災時の通行可能経路の分析等の場面で活用されている。将来的な発展として、ETC2.0 プローブ情報の利用場面やニーズを調査したところ、走行履歴や挙動履歴の蓄積量の増大や、蓄積するデータ種類の拡充が求められていることが判明している。

これらの要望に対応するため、本年度は、次世代の ETC 車載器のニーズに基づいた技術的検証を行うためのテスト環境を国総研試験走路内に構築した。そのテスト環境の中で、蓄積量増大や外部入力によるデータ種類拡充に対応させた試験用車載器を搭載した車両を実際にテスト走行させることで、車両速度と DSRC 無線通信への影響等の技術的な検証を実施した。

特殊車両モニタリング高度化の検討

Research on improving the monitoring of oversize or overweight vehicles

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室

(研究期間 令和2年度～令和7年度)
室 長 関谷 浩孝
研 究 官 山本 真生
交流研究員 中村 賢志

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、健全なインフラの維持のため ICT 技術を活用して特殊車両の通行実態を効率的に把握することで通行の適正化を図るとともに、物流における生産性向上のため特殊車両の通行手続きを迅速かつ効率的に行う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 (OBW) や ETC2.0 プローブ情報を利用して車両の重量をモニタリングする手法及び特殊車両自動計測装置 (WIM) による取締の高度化を検討している。

令和5年度は、WIMで特殊車両の車長を計測する機能を追加するために、既存の計測装置に必要な改修、追加で設置する機器や実験計画についての検討を行った。

ETC2.0 オープン化のためのシステム構築

System construction for ETC2.0 probe data to third parties.

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)
室 長 関谷 浩孝
主任研究官 酒井 与志亜
研 究 官 石原 雅晃
交流研究員 大住 雄貴

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、ETC2.0 プローブデータの利活用に関する課題やニーズを把握した上で、より利用価値の高い情報とすることを目指して、国総研内の試験環境に ETC2.0 プローブデータの処理システムを構築し、処理システムを高度化する研究を行っている。処理システムで作成した ETC2.0 プローブデータについて、道路管理者だけでなく第三者が利用することにより、新たなサービスの創出が期待される。第三者へのデータの提供を可能とするためには、効率的にデータを第三者に提供するシステム構築が必要である。

本年度は、クラウドサービスのストレージ上にデータを保存し、そこから第三者がデータを取得する方法について、保存するデータの容量や通信速度の観点から実現に向けた案を複数作成し、比較検討を行った。

ITS技術の活用による道路交通サービスの高度化に向けた検討

Research on advancement of road transportation services through the use of ITS technology

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

室 長	関谷 浩孝
主任研究官	中川 敏正

〔研究目的及び経緯〕

合流支援情報提供システムは、自動運転車の安全・円滑な本線合流を支援するシステムであり、高速道路での自動運転の実現に欠かせないものである。特に大型車は、普通車と比較して加速や車線変更により長い走行距離が必要であり、車載センサでは検知できない前方の道路情報を提供することで、安全・円滑な走行を支援する必要がある。国総研では、自動運転トラック向けの合流支援情報提供システムについて、令和6年度より新東名高速道路においてシステムによる情報提供の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となっている。

令和5年度は、実証実験の内容を具体化するため、新東名高速道路での合流支援情報提供システムの実証実験の実験計画案を作成した。

道路橋等の性能評価方法の充実・高度化に関する調査検討

Study on the sophistication of performance evaluation method for bridges

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室
Road Structures Department
Bridges and Structure Division

室 長 白戸 真大
Head SHIRATO Masahiro
主任研究官 岡田 太賀雄
Senior Researcher OKADA Takao
交流研究員 白石 悠希
Guest Research Engineer SHIRAIISHI Yuki

Reducing the number and weight of structural members makes bridges behave more complexly, and a considerable discrepancy can appear in the load effects between the design and the actual ones. Previous studies in this project showed that thermal gradients are more complex in such structures, and a more sophisticated model should be considered in the design of new types of bridges. Accordingly, this year, we have proposed an alternative design thermal gradient based on the monitoring data acquired at several bridges.

〔研究目的及び経緯〕

道路橋示方書では、橋ごとに、供用期間中に橋が置かれる不利な状況を代表するように、荷重の組合せや載荷方法を考慮し設計することが原則とされている。そして、既往の多くの橋について橋が置かれる状況を代表する荷重やその組み合わせが用意されており、多くの橋がそれらを用いて設計されている。しかし、桁高や支承高が高い曲線橋や特殊なウェブと外ケーブルを有する橋の最近の損傷例からは、上部構造の温度勾配とそれによる部材間の挙動の違いにより生じる二次応力が橋の構造信頼性に大きく影響し、これまで橋の設計で考慮している上床版とその他部材の温度差だけでなく、ウェブ間の温度差も無視できない影響を及ぼしている可能性が分かってきている。

本研究においても、令和4年度までに、国土交通省が管理する波形鋼板ウェブPC箱桁橋（以下、波形鋼板ウェブ橋という）の損傷の分析やモニタリングを行い、箱桁ウェブ間の温度差が損傷の主な要因の一つであることを明らかにした。

本年度は、特殊なウェブを有する複数の橋のモニタリングデータや、過去に複数の橋で行われた既往の温度勾配の計測結果を分析し、今後の様々な道路橋の設計で考慮するのがよい温度勾配を提案した。

〔研究内容〕

本研究において過年度にモニタリングを行った波形鋼板ウェブ橋（A橋）の諸元を表-1に、計測時期、温度差の計測結果を表-2に示す。また、桁断面の平均温度とウェブの温度の散布図を図-1に、左右ウェブの温度差が最大となった測定日の外気温及び上床版と左右ウェブの温度の変化の時刻歴を図-2に示す。A橋の架橋方向は南東～北西であり、午前中に東側ウェブが、午後には西側ウェブが日射を受ける。そこで、図-1では、日中

に日射を受ける時間が長く、より高温となる西側ウェブを日照側ウェブ、反対の東側ウェブを日陰側ウェブとして、計測期間中の日照時間以外も含めた10分ごとのデータをプロットしている。

図-2から分かるように、上下床版コンクリートは外気温や日射の影響をほぼ受けずに一定の温度推移を示しており、常に上床版が約1～2℃程度高く推移している。コンクリート橋の設計では、一般に、上床版とその他の部材の温度差として5℃を見込むことになっており、それと比べると値は小さいが、上床版が高温を示す傾向は一致している。

左右のウェブの温度は、平均温度に対してほぼ1:1の

表-1 モニタリングの対象橋梁の諸元

橋梁名	構造形式	平面形状	斜角(°)	架橋方向
A橋	波形鋼板ウェブ	曲線	90	南東-北西
B橋	波形鋼板ウェブ	曲線	90	南西-北東
C橋	複合トラス	曲線	90	南西-北東
D橋	PC箱桁	直線	90	北西-南東
E橋	PC箱桁	直線	90	北西-南東

表-2 計測時期と最大温度差の計測結果

橋梁名	計測時期	最大温度差	
		左右	時刻
A橋	11/8～11/10	8.4℃	15:00
B橋	9月～3月	33.3℃	11:00 (12月)
C橋	12月	7.4℃	11:00
D橋	不明	7℃	12:00
E橋	冬季	6℃	16:00

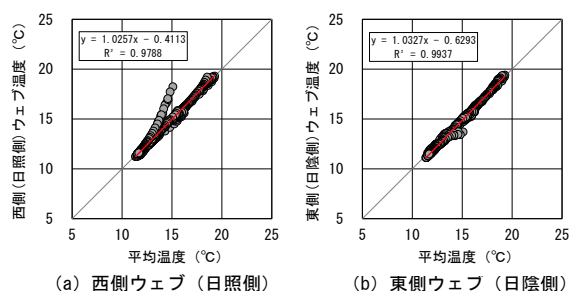


図-1 平均温度とウェブの温度の散布図 (A 橋)

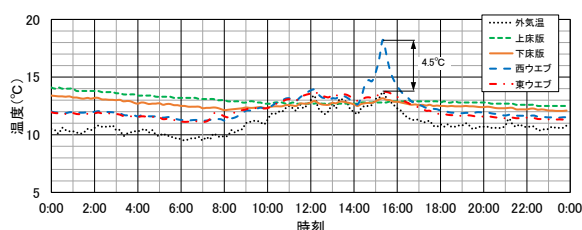


図-2 温度の時間変化の時刻歴図 (A 橋)

相関を示すが、図-1 (a)に示すように、日照側のウェブは平均温度に対して高温側へのばらつきが大きい。また、図-2 から分かるように、外気温との差も大きくなる。日陰側は、図-1 (b)で示すように、日照側と比較してばらつきが小さい。また、図-2 から分かるように外気温との温度差も小さい。日照側ウェブは、15 時付近で最も温度差が大きくなっている。なお、本橋では、上部構造の隔壁や鋼板と床板の接合部コンクリートに損傷に見られており、令和 3 年度および 4 年度に数値解析等を用いて分析を行ったところ、ウェブ間の温度差が、上部構造に変形と二次応力を引き起こしている可能性が見られた。

次に、A 橋とは異なる波形鋼板ウェブ橋 (B 橋) と鋼・コンクリート複合トラス橋 (C 橋) において、それぞれの道路管理者が行ったモニタリングデータを用いて同様の分析を行った。諸元を表-1 に計測時期、温度差の計測結果を表-2 に示す。分析に用いたデータは、B 橋では 9 月～3 月に、C 橋では 12 月に計測されたものであり、いずれの橋についてもそのうち左右の温度差が大きかった 3 日間の計測値である。3 橋の桁断面の平均温度とウェブの温度を統合した散布図を図-3 に示す。B 橋及び C 橋も A 橋と同様の結果を示しており、日照側では平均温度に比べて明らかに大きな温度が生じる

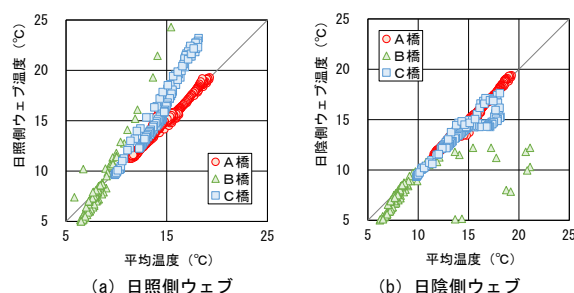


図-3 平均温度とウェブの温度の散布図 (A～C 橋)

ことがある。表-2 に示すとおり、最大の温度差はそれぞれ 10℃程度と 30℃程度となっている。これらの橋でも、ウェブ鋼材と床板コンクリートの接続部や外ケーブルの偏向部で損傷が生じている。

以上のような特殊なウェブを有する橋だけでなく、文献調査を行い、過去に PC 箱桁橋で桁の左右の温度分布が計測された 2 橋 (D 橋、E 橋) についても同様の分析を行った。諸元を表-1 に、計測時期と温度差の計測結果を表-2 に示した。温度計測の位置は、D 橋は左右の張出床版の下面、E 橋は左右のウェブである。コンクリートの床板間またはウェブ間でも左右で温度差が生じており、左右の最大の温度差は 6℃～7℃であった。既往の形式でも、特殊なウェブを有する構造と同様に、左右のウェブは温度差を有した。温度勾配は同様でも、構造に与える効果は異なり、損傷等を引き起こさなかったことでこれまで着目されなかったと考えられる。

表-2 に示す通り、A 橋から E 橋まで、不明である D 橋を除けばいずれも冬季の計測結果であること、材料の違いによる結果の違いがみられないことを考えると、ウェブ間の温度差は、架橋方向や日陰を作る周辺の地形等によるものである可能性が高い。

以上の結果から、ウェブの材質によらず、温度差として、桁断面の平均温度に対して、上床板は、道路橋の設計ですでに考慮されているように+5℃程度、また、ウェブの左右いずれか一方、橋にとって厳しくなる側について+10℃から+30℃を考慮するのがよいと考えられる。

〔研究成果〕

本研究では、橋の性能をよりの確に評価するためには、少なくとも、従来考慮されていた上下床版間の温度差に加えてウェブ間の温度差を見込む必要があること、また、見込むのであれば+10℃から+30℃の温度差となる可能性を示した。なお、多径間の連続橋では、立地条件によっては日射を直接受ける径間と受けない径間が生じ、さらに複雑な挙動になりえることも設計で考慮する必要があると考えられる。

最近の新しい形式の橋だけでなく、従前の典型的な箱桁橋においてもウェブ間の温度差は顕著であった。しかし、他の外力に比べると応答への寄与が小さかった場合が大半であったものと考えられる。また、多様な形状、材料の橋の性能を評価し、設計するうえでは、橋がおかれる状況を表す荷重モデルや載荷方法の追加や見直しが必要となることも考えられ、新しい技術に対する橋の性能をよりの確に評価するために、橋の設計において考慮すべき状況の充実については今後も継続的な調査が必要である。

〔成果の活用〕

本研究で得られた成果は、道路橋示方書等、技術基準改定のための基礎資料として活用する予定である。

道路橋の維持管理計画の継続的改善に関する調査検討

Study on the continuous improvement methodology for road bridge management plans

(研究期間 令和2年度～令和5年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department Bridges and Structure Division

室長	白戸 真大	主任研究官	岡田 太賀雄
Head	SHIRATO Masahiro	Senior Researcher	OKADA Takao
研究官	石尾 真理		
Researcher	ISHIO Mari		

Road structure management faces challenges such as the increase of large vehicles, the deterioration of structures, and the increasing frequency of natural disasters, and asset management is becoming more important. Many road administrations have been collecting structure condition data from periodic inspections for asset management. However, the accumulated data cannot be used among the road administrations, because the structure of the bridge condition data is not standardized, and their data become incompatible. Hence, it is essential to standardize the data recording protocol so that the data can be shared and used among administrators. This study sought a bridge condition data structure to be collected for the different aims of asset management.

〔研究目的及び経緯〕

道路管理者は、定期点検や防災点検などの点検結果を踏まえて、劣化や災害に対する道路構造物の機能や安全性の維持、向上に努めている。道路構造物の劣化の見通しや災害等に対する脆弱性を評価するためには、定期点検等を通じて道路構造物の状態のデータを蓄積することが必要であり、各道路管理者は、データの内容や構造を検討し、蓄積を進めている。一方で、データの互換性がないなどの弊害も見られる。そこで、道路管理者間でデータ相互に活用できるようにし、データの蓄積の効果を高めることが期待される。また、多くのデータを取得し、蓄積することは負担も生じるため、最低限のデータの内容や構造と、必要に応じて推奨されるものとを体系的に整理することが求められる。本研究では、道路橋の維持管理のために蓄積するのがよいデータを検討した。

〔研究成果〕

1. LCCの評価に資するデータの記録

目的をライフサイクルコスト(Life cycle cost, LCC)の評価のためと考えたときに、最低限どのようなデータを収集、蓄積するがよいかを検討した。LCCの評価には、a. 統計劣化モデルの適用とb. 修繕費用の積み上げが必要である。少なくとも蓄積するのがよいデータの構成の在り方も、両者の観点から検討する必要がある。本研究では、bについて、検討した。

図-1は、2010年度から2020年度に地方自治体にて発注された道路橋修繕設計の121事例から、上部構造について、直接工事費と構造体ごとの橋面積及び径間数の相関を整理したものである。修繕費は、径間数よりも、橋面積との相関が高い。また、相関係数も0.7程

度あり、既に道路管理者が所有する既存のデータを統一的に整理、蓄積することで有用なデータとなり得ることを示唆していると考えられる。図-2には、直接工事費と橋面積の関係を、上部構造の材料別に整理したものである。材料別の相関関係は明らかに異なっており、材料別に維持修繕費や劣化のデータを集計する意味があると考えられる。以上から、LCCの推計において参照する劣化や修繕費のデータとして、上部構造、下部構造といった大きな括りで蓄積することに対して、それよりも精緻にひとつのひとつの部材単位で蓄積したとしても、推計値の精度の大幅な向上が見込めない可能性が分かった。換言すれば、上部構造、下部構造と

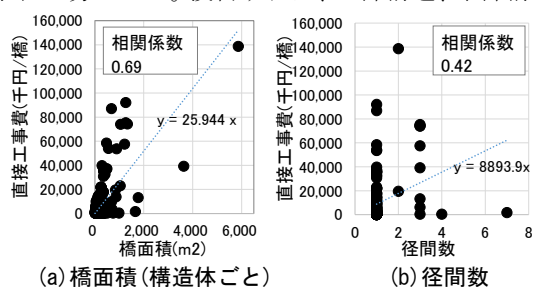


図-1 直接工事費との相関(上部構造)

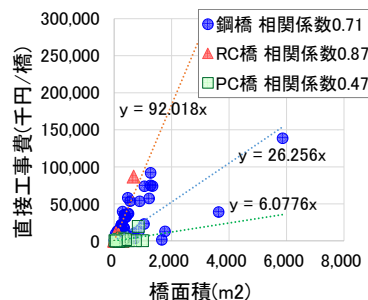


図-2 直接工事費との相関(上部構造・材料別)

いった単位で劣化や修繕のデータを蓄積することでも十分な質である可能性が見いだせた。

この他、鋼橋の疲労に関連した LCC を試算したところ、コンクリート床版、鋼床版、鋼桁の LCC には過去及び将来の大型車の通行特性の影響が大きいことが示唆された¹⁾。必要に応じて交通特性のデータを蓄積することも有用であると考えられた。

2. 最近の構造の損傷実態の評価

個々の道路管理者は、管理する構造物の数がかなり限定され、維持管理計画を見直すとき、他の道路管理者の損傷例も参考に自ら有する情報を補うことが有用と考えられる。直轄国道の道路橋は、橋数が多く、様々な年代や構造から構成される。また、全国の多様な環境・供用条件に置かれる。このような直轄国道の道路橋の劣化の特徴は、全国の道路管理者が修繕計画を作る際にも参考になると考えられる。そこで、本研究では、直轄国道の道路橋の劣化の特徴を分析した。

図-3 に竣工年が 1960、1980、2000 年代の橋について、2019 年度から 2022 年度の 5 か年の間における診断結果の比率の変化を示す。対策が必要とされている橋の割合が橙色である。竣工年代によらず対策が必要な橋の割合は過去の 5 年の間に増加傾向にあるものの、1960 年代の橋は、1980 年代の橋に比べて増加は小さく、修繕が多く実施されているものと考えられる。一方で、2000 年代の橋も一定程度対策が必要な橋が見られ、かつ過去 5 年の間に対策が必要な橋の割合が着実に増加している。道路構造物の長寿命化や効果的な維持管理の検討においては、供用期間が 50 年を超えるような道路構造物の増加や長寿命化の必要性に着目されることが多いが、図-3 の結果は、比較的新しい構造物の管理の在り方や今後建設する構造物の設計の改善について検討する必要性を示唆している。

直轄国道の道路橋の定期点検では、法令で求められる診断結果とは別に、橋の各部の状態についても詳細かつ客観的なデータを記録している。そこで、このような直轄国道の道路橋のデータを活用することで、全国の道路管理者が維持管理計画を継続的に見直すにあたって有用な情報が得られると考え、調べた。以下に例を示す。図-4 に、1996 年以後に設計されたコンクリート床版の対策区分の判定の比率を示す。対策が必要な橋の割合は極めて小さく、また、個々の損傷でも疲労が疑われるものは見られなかった。まだ供用期間が短いものの、1996 年の設計基準から最新の疲労対策がとられている効果が表れているものと考えられる。図-5 に 1996 年以後に建設された高さ 20m 以上の鉄筋コンクリート橋脚柱部のひび割れの状態を脚高別に整理した。状態は a-e の 5 段階で、a が最も損傷程度が小さく、e が最も損傷程度が大きい。少なくない橋脚で顕著な損傷が見られる。図-6 にいくつかの橋でのひび割れ図と損傷の写真を示す。これらの橋脚に限らず、軸方

向のひび割れが見られる橋脚は多かった。これらのひび割れは直ちに安全性や耐久性に問題が生じるということではないかもしれないが、耐久性の信頼性を高めるためには、設計、施工の品質の改善が必要な可能性がある。例えば、高橋脚は中空断面である場合も多く、構造の特性が損傷に結びついている可能性が疑われる。

以上のように直轄国道の道路橋のデータは、母数が大きく、かつ、詳細であることで、直轄国道に限らず他の道路管理者の維持管理においても有用な情報を抽出できた。このような検討ができるだけの詳細なデータの記録、保存を道路管理者毎で行うことは労力が大きいだけでなく、母数となる橋の数が少なく客観的な分析に結びつかない場合も大半と考えられる。

以上から、直轄国道にて詳細なデータの収集を継続すること、また、個々の道路管理者で必要が生じたときの比較のために直轄国道の道路橋の点検データをどの道路管理者でも利用できる環境の構築を行うことが重要であると言える。

【成果の活用】

道路橋の定期点検データベースの仕様の改善や長寿命化修繕計画に関する技術資料の提案にて用いる。

【参考文献】

- 1) 令和元年度道路調査費等年度報告，国総研資料第 1125 号，pp.55-56，2020.9.

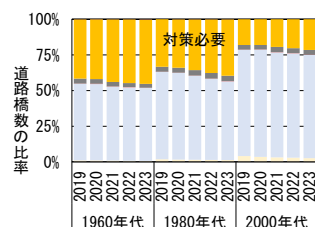


図-3 竣工年別の対策区分

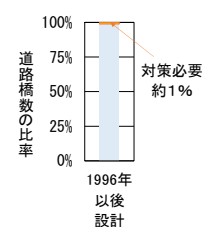
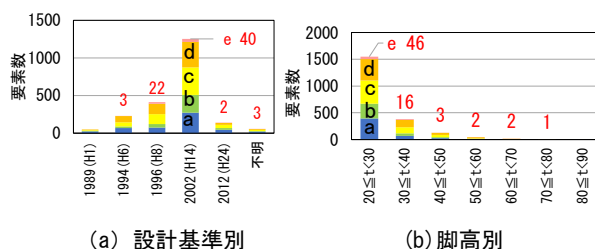


図-4 最近の床版の対策区分



(a) 設計基準別

(b) 脚高別

図-5 高橋脚の柱部のひび割れの損傷程度の割合

(t は脚高 (m)、e に付随する数字は対応する橋脚数)

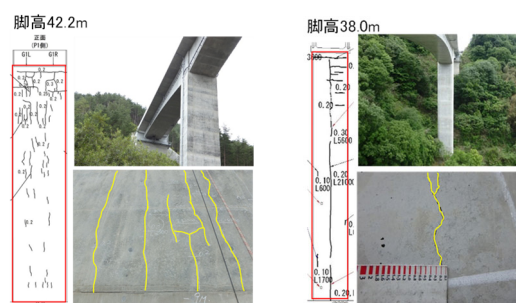


図-6 損傷程度が e であった高橋脚の例

道路橋の点検の省力化・高度化に関する調査検討

Development of bridge evaluation protocols to increase reliability and decrease labor intensity in inspection

(研究期間 令和2年度～令和5年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室
Road Structures Department
Bridges and Structure Division

室 長 白戸 真大
Head SHIRATO Masahiro
主任研究官 岡田 太賀雄
Senior Researcher OKADA Takao

This study has developed a bridge inspection planning protocol using the risk-based approach, where different types of bridge inspection support technology can be incorporated. Case studies were also conducted in bridge inspection, demonstrating the effectiveness of the pro method.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、様々な方法を組み合わせ、診断の質の向上と点検作業の負担軽減ができる点検計画作成の方法論を提案することを目的としている。平成31年の道路橋の定期点検要領では、近接目視を基本としたうえで、自らの近接目視による場合と同等の信頼性で診断できると判断できる場合には他の方法によれること、必要に応じて近接目視に加えて多様な方法を活用して状態を把握し、診断の質の確保に努めるのがよいことが解説されている。しかし、橋ごとに点検方法を組み合わせる、または、その適切さを照査する方法論に実務で受け入れられたものがないことから、妥当性を説明、評価する方法論を研究した。

〔研究内容〕

1. 提案する方法

異常を見逃したり過小評価したりしたとき橋の安全性の評価の信頼性に与える影響は、見逃した部位や損傷の種類ごとに異なる。また同じ形式であっても各部位の機能の不全が橋の安全性に与える影響は、橋ごとに異なる。また、劣化因子に対する暴露条件や損傷の種類によっては損傷が急激に進行する場合もある。このように、異常の見逃しや過小評価が橋の安全性やライフサイクルコスト（LCC）の評価に与える影響は、橋ごと、部位ごと、損傷の種類ごとに異なる。異常の見逃しやすさも、橋ごと、部位ごと、損傷の種類ごとに異なる。たとえば、狭隘部や埋め込み部では、外観そのもの、または、外観から部材内部の状態を把握しにくい場合もあり、かつ、そのような箇所は橋ごとに異なる。

したがって、診断に用いる情報の質の向上と点検の作業負担の軽減が両立できるように点検方法を組み合わせるには、橋ごとに構造の特性を分析することが欠かせない。そこで、分析方法として、表-1に示すリスクマトリクスを考案した。まず、橋ごとに、部材を一般部と部材間の接合部に分解し、鉛直力や水平力を受けたときの荷重伝達上の役割や部位間の荷重伝達の相互補完性を整理する。このような整理は、橋の設計の一般的な知識があれば可能である。また、必要に応じて、たとえば落橋や通行規制などを頂上事象としたFault treeなども利用しながら整理することもできる。次に、分解した部位ごとに、材料等に応じた損傷の種類や、近接での把握の難易度を整

表-1 維持管理リスクマトリクス

部位・部材の重要度		落橋等の致命的な状態をもたらす可能性のある部位・部材	劣化が進むとLCCが増大したり、修繕が大規模になる可能性のある部位・部材	通行者・第三者の事故につながる可能性のある部位・部材	その他部位・部材
変状の種類	見逃し易さ	急激な進行の可能性			
	高い	有り	高		
	なし				
	低い	有り			
	なし				低

理する。部位ごと損傷種類ごとにマトリクスに当てはめ、分類したリスクに応じて、近接での状態把握に加えて信頼性の高い診断を行うためのさらなる情報を得る方法を併用することの有用性や、逆に、近接に置き換えて、たとえば画像等他の情報を取得するなどの方法にすることの適用性や経済性を整理する。

2. 実橋での試行結果

(1) 斜張橋での試行結果

写真-1に示す、海上に架橋された橋長680mの鋼3径間連続斜張橋で試行した。

たとえば、ケーブル部材は、橋面を一定の位置に留めるために重要な部材である。同じ構造・材料のケーブルが同じ環境条件に置かれることから同時に安全性が低下することも想定され、この場合には橋の安全性に与える影響も、交換等によるLCCに与える影響も大きくなる。

ケーブルを定着部と一般部に分けたとき、定着部では、ケーブル振動による応力集中が生じやすいだけでなく、桁側の定着部にはケーブルを伝った水が集まりやすい。また、定着部は内部のケーブルの状態を外観から把握することは難しい。そこで、ケーブル定着部に対しては、少なくとも近接目視を行うことにした。加えて、本橋のケーブル定着部構造の詳細を把握、分析し、水が浸入したと仮定したときの定着部内部での水みちを検討し、異常が生じ得る箇所を整理し、点検計画に反映した。一方で、ケーブル一般部は、応力集中が生じる要因が見当たらないことや、桁側の定着部にて水が滞留、浸入している痕跡がなく、被覆が破られていなければ被覆内部のケーブルの亀裂や腐食を疑う可能性は小さくなる。そこで、一般部

では被覆外観の画像情報をケーブル全長にわたって取得することにした。

同様の考え方で主桁、主塔についても点検方法を選択した結果を表-1に示す。たとえば、主桁や主塔では、内面と外面で点検方法に違いが出ている。また、表-1では、従来よく用いられると考えられる点検方法と費用を比較した。試行にて選択した方法では費用は半分程度になった。内訳をみると、点検支援技術を用いる分の増額があるが、点検の期間や通行規制費用が大幅に縮減できたことで、トータルでは費用が半減した。

以上のように、リスクマトリクスを用いることで、点検方法を組み合わせることの説明性が向上することや、必要な部位では点検の質を向上させ、かつ、橋全体として費用の縮減が図れることが確認できた。

(2) コンクリート上路アーチ橋での試行結果

写真-2に示す橋長135mのRC3径間連続アーチ橋で試行した。なお、人道橋であり、死荷重応力に対する活荷重による変動応力の影響が小さい橋である。

アーチ部は、アーチの軸線に沿って圧縮力が伝達されるというアーチ機構が成立してさえいれば、突発的な破壊に至る可能性は小さく、リスクマトリクス上は比較的維持管理上のリスクが小さい範囲に分類される。橋面からも地上面からも距離があり近接する場合には作業負担が大きい、むしろアーチ形状を把握する方が有効である。そこで、試行では、アーチ形状を3次元データ（点群）で計測、また、コンクリートのうきや軽微なひび割れまでは把握できないことも許容し、アーチの外観の画像情報をUAVで取得することとした。リスクマトリクス上は、軽微なひび割れに対する精度が担保されない画像情報であっても、アーチ機構の成立性を検討するうえで重要な要素の一つである形状の情報が取得されており、それと組み合わせることで結果の解釈を行うことで、アーチ構造の突発的な崩落の可能性を見逃す危険性が低いと考えたという説明ができる。

従来よく用いられる点検方法と費用を比較した結果を表-2に示す。経済性は従来方法と比較して劣った。本試行は、通行規制が比較的容易な人道橋で行ったが、たとえば、通行規制に費用と手間を要する道路橋では、経済性の評価が逆転することもあると考えられる。ただし、表-2には、定期点検時に合わせて行われることが多い、コンクリート片の落下による第三者被害を防止するための措置の費用は含んでいないことに注意を要する。結果的に第三者被害防止措置のために近接することになれば、従来点検が経済的に有利になることもあり得る。

本橋の試行では、春と夏に3次元座標を計測しており、アーチリブ中央付近のZ方向（高さ方向）座標だけ見ても、春と夏に最大+8mmの差が生じた。これは計測の誤差と橋の形状が温度変化の影響を受けていることの両者が反映されているものと考えられる。

このように、試行の結果から、リスクマトリクスを用いることで、点検方法を組み合わせる方法の説明性が向上することが分かった。一方で、計測等を行う場合には、複数回の計測を行い、誤差の程度や異なる外気温が形状変化に与える影響を予め把握しておくこと、一つの計測だけではなく、たとえば、リブの外観の撮影画像から得られる外観性状等、別のデータ



写真-1 試行対象 斜張橋

表-1 選択した点検方法と経済性比較結果（斜張橋）

		選択した点検方法	従来点検方法
ケーブル	一般部	ドットによる画像取得	ロープ点検
	定着部	近接目視	近接目視
主桁	内面	近接目視	近接目視
	外面	UAVを用いた画像取得	橋梁点検車
主塔	内面	近接目視	近接目視
	外面	ドットによる画像取得 望遠カメラによる画像取得	ロープ点検
概算費用	①点検費	0.46	0.35
	②規制費	0.05	0.65
	①+②	0.51	1.00



写真-2 試行対象 コンクリート上路アーチ橋

表-2 選択した点検方法と経済性比較結果（アーチ橋）

	選択した点検方法	従来点検方法
アーチリブ	3次元データ計測 UAVによる画像取得	ロープ点検
概算費用	1.11	1.00

と組み合わせることで取得した情報を解釈し、橋の状態を把握することが点検計画に反映されている必要があることがわかった。

【研究成果】

橋の安全性やLCCの観点で診断結果に与えるリスクに応じて、橋ごと、部位ごと、損傷種類ごとに点検方法を選択し、組み合わせることで、診断に必要な情報の充足性を満足し、かつ、橋によっては点検作業や費用の軽減にもつながる可能性を見出した。

以上のほか、点群データの定期点検における活用の可能性についても調査しており、調査結果は文献1)2)を参照されたい。

【成果の活用】

本研究で得られた成果は、定期点検の省力化・高度化のための点検計画作成にあたっての参考情報として活用される。

【参考文献】

- 1) 令和3年度道路調査費等年度報告、国総研資料第1221号、令和4年8月、pp.89-90
- 2) 令和5年度道路調査費等年度報告（掲載予定）

道路構造物の補修・補強に関する基本工法の充実に向けた試験調査

Development of the guidance on techniques of repair and reinforcement for road structures

(研究期間 令和3年度～令和5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
主任研究官
Senior Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

白戸 真大
SHIRATO Masahiro
手間本 康一
TEMAMOTO Kouichi
清水 集平
SHIMIZU Shuhei

Field repairs are crucial to extending the service life of existing bridges, and several techniques, such as adding plates, concrete jacketing, FRP bonding, etc. However, there is no guidance on such methods. This study especially dealt with strengthening methods with steel flat plates and angles for steel bridges. Based on large-scale experiments, the present study has proposed that 1) the need for a new design method of bolted plates and angles to be functioned at a larger stress level when improving the bending moment capacity of steel girders and 2) a new method to connect adjacent horizontal and vertical stiffeners to each other with angle plates.

〔研究目的及び経緯〕

鋼板当て板補強は、鋼部材に用いる最も基本的な補修補強方法の一つである。しかし、当初設計で考慮した許容応力度を超えた塑性域の挙動を改善しようとするとき、効果的な当て板やボルトの配置については知見が少ない。そこで、本研究では、桁としての塑性強度を発揮できるように当て板の諸元を決定する方法を提案するための基礎的な知見を得ることを目的に、当て板を有する鋼桁試験体を用いた曲げ荷重試験を行い、破壊に至るまでの挙動について調べている。

〔研究内容〕

1. 引張側で当て板がされた鋼桁の荷重試験

鋼桁試験体2本の諸元を図-1に示す。鋼桁の材料はSM400材であり、鉄筋コンクリート床版（設計基準強度 30N/mm^2 ）を有する。試験体中央部が試験において着目するパネルであり、腐食などにより局部的に板厚が減少した状態を模擬するため、下フランジとウェブの一部をエンドミル加工により切削した。そして、削り出した部分を覆うように板を当て、高力ボルトによる摩擦接合で一体化したケース1と、削り出した部分を避け、新たなフランジとなる当て板を高力ボルト摩擦接合したケース2に対して、支間中央部に純曲げが生じるような2点曲げ荷重で繰り返し漸増荷重を行った。

図-2には、当て板中央部と端部に対応して測線を設定し、軸方向のひずみの分布を整理した結果を示す。下フランジ下面が降伏した時の変位が $1.0\delta_y$ である。 $0.5\delta_y$ の時、当て板端部（図-2(a)及び(d)）では当て板に発生する軸方向のひずみは母材よりも小さく、当て板中央部（図-2(b)及び(c)）では母材に生じるひずみ

はほぼ一致する。その後、 $0.7\delta_y \sim 1.1\delta_y$ にかけて当て板の端部近傍の母材ウェブが降伏する。その後、荷重の増加に対して当て板のひずみは、端部では増加しなくなるが、中央部では増加し続ける傾向が見られたが、中央部、端部によらず当て板は降伏しないまま、桁は最大荷重点を迎えた。

当て板端部及び当て板近傍の無補強部における応力と荷重点の鉛直変位の関係を図-3に示す。当て板端部（図-3(a)及び(c)）において、ケース1では 50N/mm^2 程度、ケース2では 20N/mm^2 程度で応力の低下が見られ、この時点ですべりが発生したと考えられる。その後、支圧に移行したことにより応力の増加が見られるが、最終的には頭打ちとなる。一方で、当て板近傍の母材（図-3(b)及び(d)）で、当て板端部のすべり発生後に応力集中が見られた。

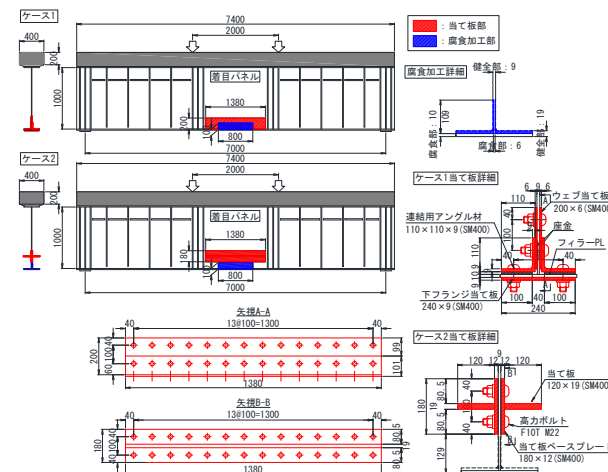


図-1 試験体諸元

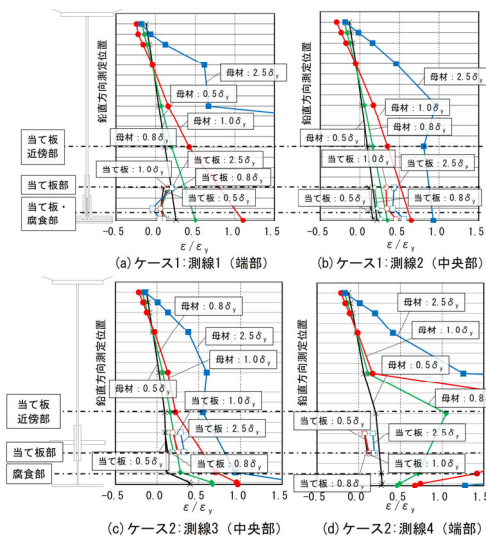


図-2 高さ方向のひずみ分布

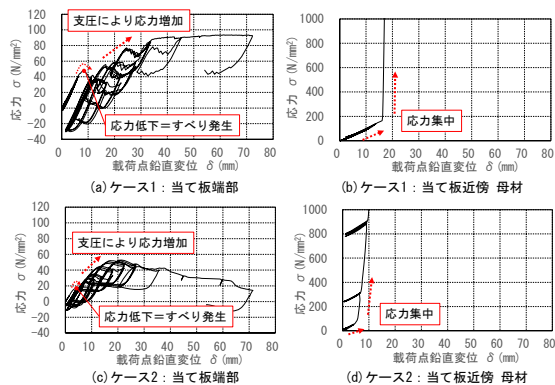


図-3 応力-変位関係

2. 圧縮側で鉛直・水平補剛材を連結する当て板がされた鋼桁の載荷実験

試験体概要図を図-4に示す。図-5に示すように、L型の鋼連結板とボルトにより水平補剛材と垂直補剛材を連結している（ケース1という）。連結板は水平補剛材と同じ材質、板厚である。連結することで、面外残留変位が抑制されている。ウェブの板縁の境界条件を4辺固定とすることでウェブの局部座屈の進展が抑えられ、曲げ圧縮に対する圧縮フランジやウェブが塑性域で有効に抵抗できると考えたものである。また、比較のため、連結しない桁の実験を行った（ケース2という）。載荷方法は前節と同様である。

図-6に示す荷重-変位関係の通り、補剛材を連結するケース1は連結しないケース2に比べて、 $1.0\delta_y$ に達する荷重は4%程度、 $1.2\delta_y$ に達する荷重では6%程度、最大荷重は9%程度、強度が増加した。図-7に荷重除荷時のウェブの面外残留変位を示す。期待した通り連結の効果が発揮されたことが確認された。

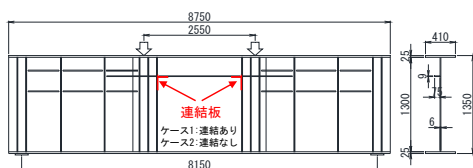


図-4 試験体概要図



図-5 連結部状況

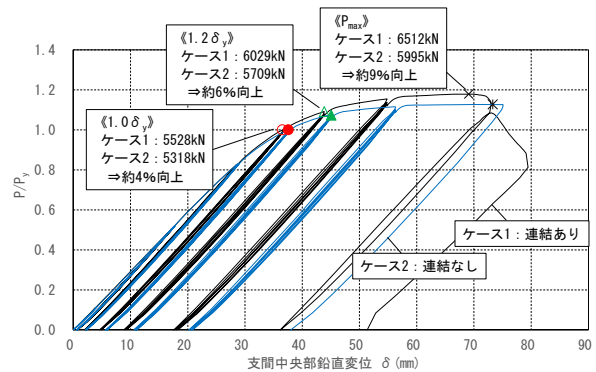


図-6 荷重-変位関係

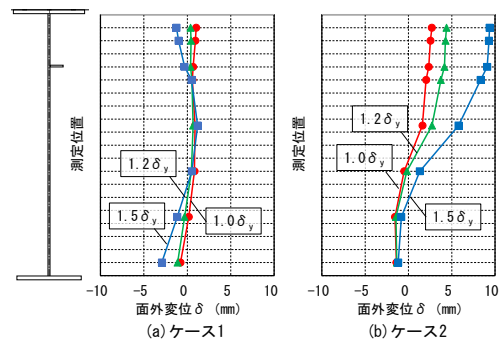


図-7 荷重除荷時におけるウェブ面外残留変位

【研究成果】

以上のような実験結果から以下の成果が得られた。

1. 曲げを受ける鋼桁の引張フランジやウェブに当て板をするとき、すべり係数に対応した応力分担となることを考慮して桁の挙動を評価する必要がある。
2. また、1.について、当て板端部で最初にすべり抵抗が上限を迎え、それと同時に周辺母材での応力分担が増えてしまう傾向があった。桁の塑性域での強度と変形能を考慮した修繕を行うときは、当て板の端部の位置を発生応力の小さい位置まで伸ばすか、または、端部でのすべり挙動を遅らせるようにボルトを配置する等の工夫が必要となる可能性が高い。
3. 圧縮側ウェブでの局部座屈強度の改善には、既存の水平及び垂直補剛材を連続化することで、局部座屈変形を抑え、桁の耐荷力を向上させられる可能性が認められた。この方法が可能であれば、フランジやウェブに当て板をするよりも重量の増加を小さくできる。

【成果の活用】

得られた成果は、道路橋示方書等、技術基準改定のための基礎資料として活用する予定である。

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

Developing protocols of using refined numerical analyses to verify the bridge load-carrying performance

(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

室 長 白戸 真大
主任研究官 手間本 康一
交流研究員 清水 集平

〔研究目的及び経緯〕

道路橋の設計基準では、部材単位で所定の状態を実現するための基準耐力曲線や抵抗係数は、主として棒部材の実験などから、断面力や公称応力で結果を整理した結果に基づいている。一方で、高度な数値解析で得られる応答値と照査値については、応答には二次応力も含まれるため、応力を指標にする制限値や抵抗係数を直接適用できるものでない。

本年度は、腐食を有する鋼桁の支点の安全性の照査を例に数値解析を行い、高度な数値解析の結果を用いて道路橋の設計する場合に考慮、検討されるべき事項を整理した。特に、橋全体系の荷重変位曲線や局所的な応力値を参照するだけでなく、応力分布や変形形状などから外力に対する耐力機構と直接対応し、設計基準における抵抗係数の背景・根拠と直接比較できる部位を特定すること、特定した部位に対して基準耐力曲線を用いた通常的设计と同等の安全余裕を見込むことが検討、考慮されるべきであることを示した。

損傷を受けた部材の耐力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 application of partial factor format to evaluating the load bearing performance of damaged members

(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

室 長 白戸 真大
主任研究官 手間本 康一

〔研究目的及び経緯〕

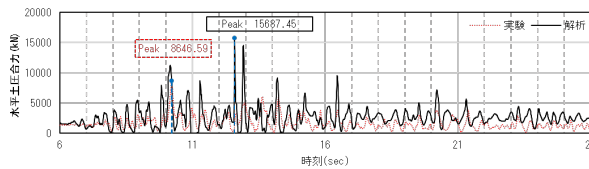
道路橋の設計基準は、既設橋の修繕にも適用されることが多いが、損傷の箇所や程度、補修補強のために追加する材料が多様な既設橋において部材の抵抗の設計値をどのように評価するのかについては明確な技術基準がない。そこで、これらの修繕に特有の課題を考慮した抵抗係数の設定方法を一般化することが望まれる。

本年度は、軸力と曲げを受ける部材について、補修補強に用いる材料や補修補強効果のばらつきを考慮した新設設計で用いる抵抗係数を修正するための係数を試算した。その結果、補修補強材料のばらつきに比べて補修補強後の耐力モデルや耐力力式が有するモデル誤差が、修繕部材の信頼性や係数値に与える影響が大きいことが分かった。

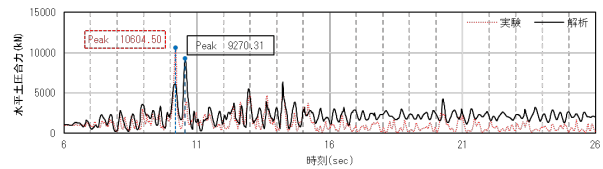
Research on performance validation item of Abutment Back Approach.

室長	西田 秀明
Head	NISHIDA Hideaki
主任研究官	上原 勇気
Senior Researcher	UEHARA Yuki
交流研究員	山口 恭平
Guest Research Engineer	YAMAGUCHI Kyohei

127

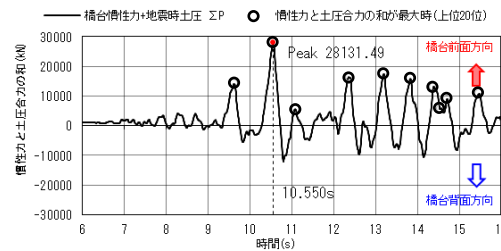
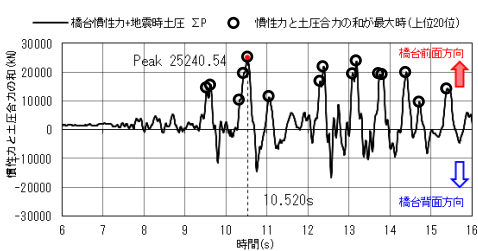
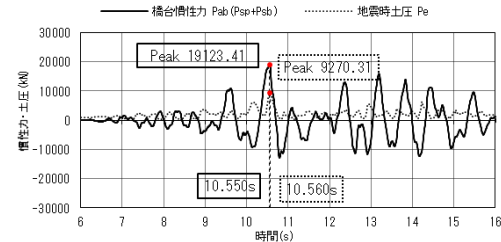
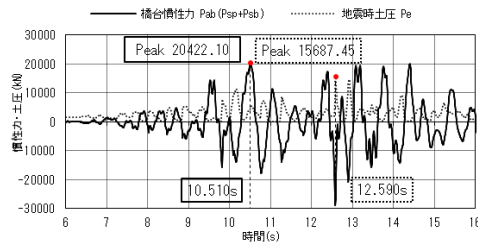


(a) ケース 1



(b) ケース 2

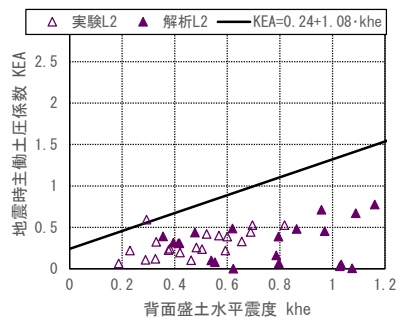
図-3 橋台背面部に作用する土圧合力の時刻歴波形図



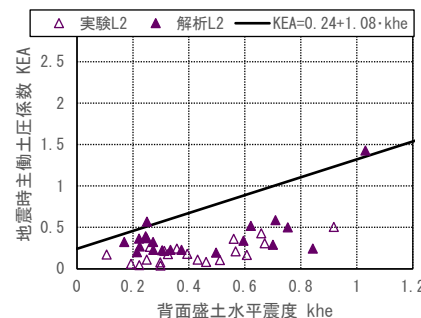
(a) ケース 1

(b) ケース 2

図-4 橋台への作用合力の時刻歴波形図



(a) ケース 1



(b) ケース 2

図-5 地震時主動土圧係数と水平震度の関係図

では加震によって背面土の表層崩壊の進展による残留沈下が確認されており、アプローチ部の変形が土圧の再現性に影響を及ぼしている可能性がある。

3. 数値解析の分析および考察

解析結果から、橋台への作用について分析を行った。

図-4 に、Step2 加震時の各ケースにおける地震時土圧合力と橋台慣性力（上部構造・下部構造の重量と応答加速度から算出）の時刻歴波形及びその合力を示す。

図-4 上段に示すとおり、今回の加速度波形では、各ケースとも土圧の最大値よりも橋台慣性力の最大値の方が大きい。また、地震時土圧合力と橋台慣性力が作用するタイミングは必ずしも同期しておらず、合力としては小さくなる時刻も確認できる。本稿では、橋台への主働側の作用を評価するにあたり、地震時土圧合力と橋台慣性力の合力が大きい時刻における土圧（以下、「実効土圧」という）の値を用いて整理する。

地震時土圧合力と橋台慣性力の合力の上位 20 位における実効土圧を用いて地震時主動土圧係数 K_{EA} を逆算した結果に対して、その時の背面盛土の水平震度 k_{he}

との関係図を図-5 に示す。また、黒実線は道路橋示方書に示される地震時主動土圧係数 K_{EA} の算出式（背面が土とコンクリートの場合で、背面土が砂質土の場合）である。今回の加速度波形では、いずれのケースにおいても実験結果と解析結果で概ね同様の分布傾向を示していた。また、設計値と比較しても小さい範囲に分布していた。

【まとめ】

本稿で用いた加速度波形においては、今回の三次元有限要素モデルは実験結果に対して一定程度の再現性を有していること、その上で実験及び解析結果から、地震時の橋台への主働側の土圧の作用という観点ではケース間で同程度であることを確認した。

今後は、残留変位の影響評価や、加速度波形・地盤条件・背面構造等を変更した条件での検討が必要である。

【成果の活用】

本成果を踏まえて、橋台背面アプローチ部の性能検証項目等を整理していく予定である。

既設橋梁基礎の補修補強の調査・設計手法の調査検討

Research on investigation and design methodology for repair and reinforcement of existing bridge

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

Road Structures Department

Foundation, Tunnel and Substructure Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer

西田 秀明

NISHIDA Hideaki

上原 勇気

UEHARA Yuki

平神 拓真

HIRAGAMI Takuma

Road bridge foundations are often scoured by heavy rain disasters, resulting in long-term loss of road functionality. Therefore, the NILIM has been studying to clarify the conditions of road bridges at high risk of scour damage and to elucidate the scour mechanism, etc., in order to rationally promote countermeasures against scouring of road bridge foundations.

In FY2022, hydraulic model experiments were conducted to investigate the effects of the riverbed protection, and the unfavorable conditions for the bridge piers were summarized. The experimental results were reproduced by means of a riverbed variation analysis, and the mechanism of scour was clarified.

〔研究目的及び経緯〕

豪雨災害により道路橋の基礎が洗掘され、道路機能が長期にわたり喪失する事態が度々発生している。そこで国総研では、道路橋の基礎の洗掘対策を合理的に進めていくため、洗掘被災リスクが高い道路橋の条件の明確化や、洗掘メカニズム等の解明に向けて検討を進めている。

令和4年度は、一般に橋脚や護岸等の洗掘防止対策として用いられる護床工の配置形態が、橋脚周辺の局所洗掘範囲等に及ぼす影響に関する水理模型実験を行い、橋脚にとって不利となる護床工配置条件について整理した。また、洗掘メカニズムの解明に向けて、河床変動解析による実験結果の再現を試行した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 水理模型実験による橋脚の洗掘影響確認

実験ケースの概要を表-1に、ケース毎の実験模型のイメージを図-1にそれぞれ示す。模型縮尺は、実験精度や相似則等を考慮して、実験砂の粒径を0.8mm程度、粒子レイノルズ数を20以上確保できる1/30に設定した。流量は、構造物周辺の河床材料が移動する静的洗掘流量として10 L/sを設定した。また、護床工の設置条件による橋脚周辺の洗掘状況を把握する目的から、ケース3を除き、橋脚模型を水路底面に固定し、洗掘の進展に伴う橋脚模型の沈下・傾倒は生じないようにした。

実験結果として橋脚前面位置における局所洗掘深の経時変化を図-2、図-3に示す。いずれのケースにおいても、内岸側に砂州が発達し、流路が外岸側に固定されていく（通水開始30分程度）までは、橋脚前面位置での河床高に殆ど差はない。

表-1 各実験ケースの概要

ケース	護床工の設置形態	橋脚と護床工の離隔
ケース1	設置なし	-
ケース2	護岸の一部として設置	8cm
ケース3	護岸の一部+橋脚防護のために設置	8cm
ケース4	護岸の一部として設置 (ケース2の3倍程度延長)	8cm
ケース5	護岸の一部として設置	16cm

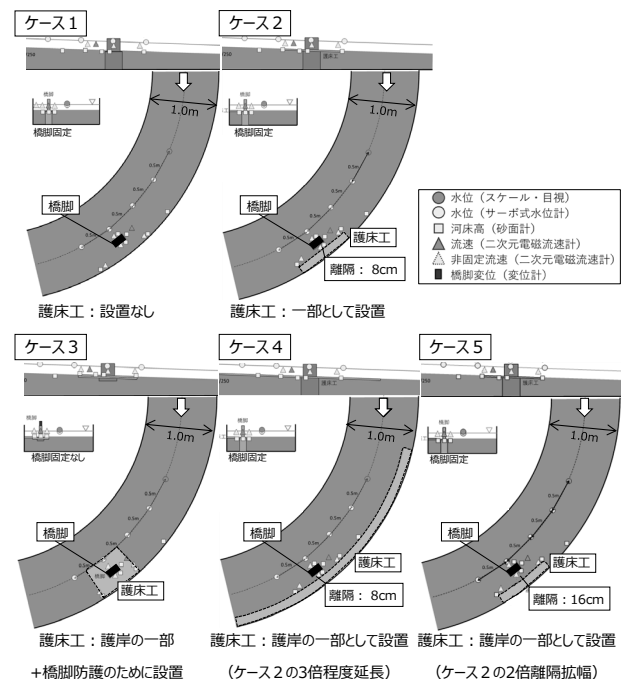


図-1 ケース毎の実験模型のイメージ

ケース1とケース2、ケース3の比較(図-2)では、通水開始45分程度で、ケース1とケース2で橋

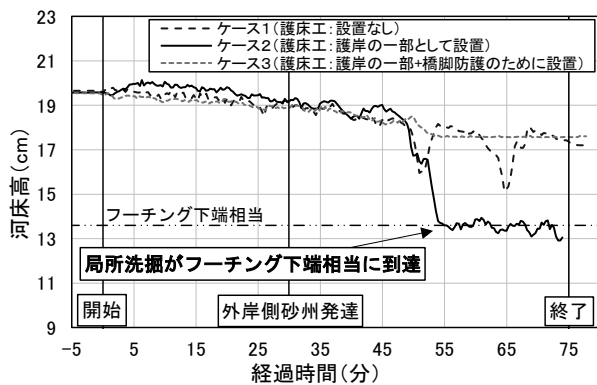


図-2 橋脚前面位置における局所洗掘深の経時変化
(ケース1とケース2、ケース3の比較)

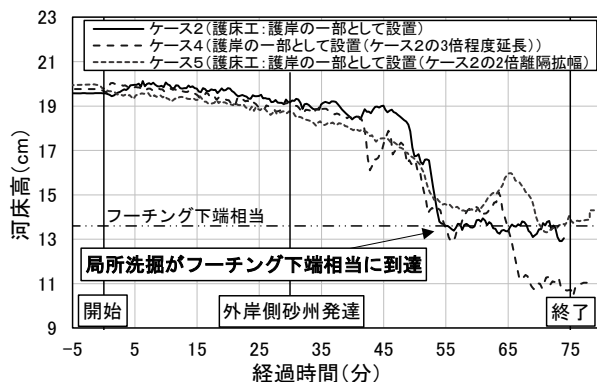


図-3 橋脚前面位置における局所洗掘深の経時変化
(ケース2とケース4、ケース5の比較)

脚前面位置での河床低下が生じた。しかし、ケース1ではこの後、堆積と再洗掘を繰り返しながら緩やかに河床低下が進行した一方、ケース2ではフーチング下端相当の河床高まで到達し、その後大きな変化が無かった。なお、ケース3では通水終了まで大きな河床低下はなく、護床工が橋脚防護の機能を果たしていた。

ケース2とケース4、ケース5の比較(図-2)では、いずれも通水終了時点までにフーチング下端相当の河床高まで到達した。またケース4、ケース5については、堆積と再洗掘を繰り返しており、特にケース4は全ケースで最も深くまで洗掘が生じた。

これらの差が生じた要因として、実験中に各ケースで観測された事象から、以下の可能性が考えられる。

- ・護床工前面で洗掘され生じた河床材料が下流方向に流下していく現象が観測された。このことは、護床工と橋脚の幾何条件により、橋脚前面に対して土砂が供給されやすい状態であった可能性がある。
- ・護床工の有無により直上の水面における流速や流向が異なることが観測された。このことは、河道形状に伴う外岸側への流向と護床工等への衝突による複雑で多様な水流が発生した可能性がある。

2. 数値解析による水理模型実験結果の再現性確認

実験で確認された現象を解明するためには、流れの

鉛直方向の流速分布(底面近傍流速)を解析的手法により明らかにする必要がある。今回の検討では計算負荷等の観点から、河川管理の実務において一般的な平面二次元流解析を拡張した、準三次元流解析を用いた。また、底面近傍流速は二次流モデルを用いて仮定した。

ここではケース2に対する解析結果として、通水完了時点の橋脚周辺の河床高分布の水理実験と数値解析の比較を図-4に示す。

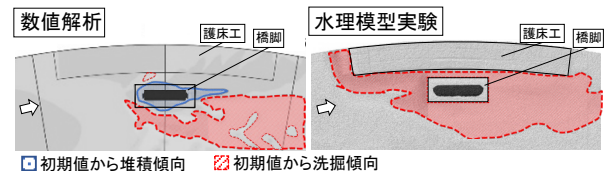


図-4 橋脚周辺の河床高分布の比較(ケース2)

橋脚や護床工の前面では、水理模型実験において河床低下が生じているが、数値解析では表現できていない。これについて文献⁷⁾では、河道内に設置した橋脚により、橋脚周辺の水流を乱す渦や水面を乱す波が発生し、水位上昇や河床洗掘等に影響が生じるとされており、今回の検討では、これら現象を十分に再現できていない可能性が考えられる。

また、橋脚側面では、水理模型実験において両側面を囲むように洗掘が発生しているのに対し、数値解析では逆に堆積が発生していた。今回の検討では、構造物との境界部において流速がゼロと算定される「Non-slip 条件」としている。そのため橋脚壁面付近の流速が低下し、堆積した可能性が考えられる。さらに、楕円形の橋脚を、メッシュ形状(軸方向に矩形)に単純化してモデル化しているため、橋脚に沿った流れが再現できていないことも要因として考えられる。

【まとめ】

湾曲河道における水理模型実験の結果、護床工の配置条件によっては、橋脚にとって不利な局所洗掘が生じうることを確認した。一方、実験で観測可能な河床高や流速・流向は極めて限定的であり、洗掘メカニズムの解明に向けて、橋脚周辺の土砂移動現象や三次元的な水流の逐次変化を把握することが重要である。

このため準三次元流解析による数値解析を試みたが、再現性に課題を有する結果となった。今後は、鉛直方向の流速分布の計算方法や、構造物(橋脚・護床工)との境界条件の設定方法等について改良を行い、解析の精度向上を図る予定である。

【成果の活用】

本研究成果を踏まえて、周辺条件による洗掘被災リスクの高い橋脚の絞り込みや合理的な洗掘対策の実施に活用につけていく予定である。

参考文献

- 1) (一財) 国土技術研究センター：河川を横過する橋梁に関する計画の手引き(案)、2009

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（R5）

Study on rational method for inspection, design and construction of road tunnels

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

（研究期間 令和3年度～令和5年度）

室 長	西田 秀明
主任研究官	澤村 学
研 究 員	藤原 茜

〔研究目的及び経緯〕

道路関係法令の改正により、平成26年度からトンネル等の道路構造物について5年に1度の定期点検が義務付けられたことを踏まえ、本研究では点検等の効率化・高度化に関する調査・検討を行っている。また、トンネル新設時の要求性能に応じた合理的な設計・施工法に関する研究・検討を行っている。

本年度は、定期点検2巡目の定期点検結果より、構造条件・環境条件・部位別の変状の傾向等に関する分析を行い、トンネルに設置されている附属物は腐食による異常が最も多いこととトンネル建設からの経過年数が20年以上となると異常発生数が多くなること等について確認した。また、トンネルを構成する部材等が耐荷機構の観点から地山内に道路空間を確保するために担っている機能（空間保持機能）を明示することを目的として、国内外の基準類における空間保持機能の達成方法を整理し、トンネル構造の分類方法について検討した。

橋梁下部構造等の信頼性設計に関する調査検討

Research on Reliability Design of Foundation, Substructure, and Retaining Structure.

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

（研究期間 令和5年度～令和7年度）

室 長	西田 秀明
主任研究官	上原 勇氣
交流研究員	平神 拓真

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、地盤の不確実性や、地盤と構造体の相互作用等を考慮して設計・構築される基礎や構造物について、信頼性を評価した合理的な性能照査法や調査・補修補強法の確立に向けた検討を進めている。

令和5年度は、増し杭により補強した既設橋脚・橋台の基礎の耐荷力を合理的に評価できる手法の確立に向け、既設橋脚に対する増し杭補強にかかる試設計ケースに対して、静的漸増载荷による非線形構造解析を行った。軸力変動を考慮の有無でそれぞれ解析モデルを設定し、基礎が変位急増点を超えて全杭全塑性又は終局に至るまでの挙動特性を比較・整理した結果、既設杭及び増し杭の全杭が降伏又は終局に達するときの水平震度に大きな差がないこと等を確認した。

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

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)
室 長 西田 秀明
主任研究官 飯田 公春

〔研究目的及び経緯〕

高度経済成長期に集中的に整備された道路構造物を将来にわたり効率的に維持管理していくことが求められており、平成26年度よりトンネル等の道路構造物について5年に1回の法定点検が行われている。

国総研では、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、大型の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。

本年度は、令和元～4年度等で定期点検を実施した国が管理するシェッド743施設、大型のカルバート2,291施設を対象として、その定期点検結果から1巡目からの変状傾向や劣化特性等を整理・分析した。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、より実態に近い作用条件においてボックスカルバート頂版に発生する応力に関する三次元解析を行った。

洪水・豪雨に対する道路構造物の強靱化に関する調査研究

Research on toughening of road structures against floods and heavy rains.

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

道路基盤研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

室長	西田 秀明
主任研究官	上原 勇気
室長	渡邊 一弘
主任研究官	大津 智明

〔研究目的及び経緯〕

令和2年7月豪雨・令和3年8月前線による長雨など近年の集中豪雨等による橋梁基礎及び道路土工構造物の基礎が洗掘被害を受け、道路機能が長期にわたり喪失する事象が発生している。このように、頻発化・激甚化する災害に対して、防災対策をより一層推進するほか、災害リスクの影響を的確に把握する必要がある。

本研究は、河川増水による橋梁や道路土工構造物の洗掘の被災メカニズムを調査し、対策等について検討するほか、斜面等からの土砂災害リスクに対し道路への影響度を検討するものである。令和5年度は、橋梁が局所洗掘の影響を受ける範囲等を推定する手法の確立に向けた準三次元河床変動解析モデルを構築し、水理模型実験結果を踏まえた適用性検証を通じた精度向上や、被災リスクの評価にあたって解析的手法を用いる場合の課題及び留意事項について整理を行った。道路土工構造物の洗掘に関しては、既存の被災事例を充実させつつ各種情報の整理を行い、被災しやすい現地条件について現地調査を行い、現地条件と被災の状況との関係を整理した。斜面等の土砂災害については、現場で昨年度検討した斜面崩壊、土石流が道路に達しない条件について、複数の被災事例にて確認を行いその適合性を確認した。

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

Study on maintenance management method and reliability design for required performance of embankment and cut

道路構造物研究部 道路基盤研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

室長	渡邊 一弘
主任研究官	楢 淳司
主任研究官	大津 智明

〔研究目的及び経緯〕

平成27年3月に「道路土工構造物技術基準」が、平成29年8月には「道路土工構造物点検要領」が定められ、道路土工構造物に対して体系的な観点から調査・設計・施工及び維持管理などを行うこととなった。

本研究は、蓄積した点検結果や被災事例から、道路土工構造物に求められる性能について検討を行い、基準類等および点検要領への反映を行うものである。

本年度は、豪雨による盛土法面の崩壊事例のうち、盛土内水位上昇による要因に着目し、既存の点検結果及び点群データによる地形等について机上にて確認を行い、被災のしやすい条件の組み合わせの特徴を整理・分析した。

また、各地方整備局等が管理する道路土工構造物の平成30～令和4年度定期点検結果に関し、点検調書における点検結果の特徴などを分析し、個々の施設の変状内容から道路土工構造物全体として適切に診断するために不足している知見などをとりまとめる予定である。

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

室 長	渡邊 一弘
主任研究官	堀内 智司
主任研究官	若林 由弥
交流研究員	山本 尚毅

〔研究目的及び経緯〕

現行の道路舗装の技術基準は平成13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、技術基準で確認することとされている性能指標値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おらず、ライフサイクルコスト(LCC)の観点からも技術の相違が適切に反映されていないという課題がある。また、舗装は単体で成立する構造物ではなく、舗装を支える基盤となる構造物(橋梁床版や切土・盛土)や原地盤の上に構築されるものであることから、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。橋梁上の舗装やトンネル内といった特殊部の舗装については、体系的な調査研究がなされておらず、供用され得る状態を検討するための基礎データが不足している状況にある。一方、維持管理においては、舗装は更新周期が短いというストック量が膨大であるため、メンテナンスサイクルを確立し、長寿命化によるLCC縮減を目指すことが喫緊の課題である。

本研究では、舗装に求められる性能と外部要因の関係把握、設計法の見直しを目的として、直轄国道において供用性を定量的に把握する路面性状調査を実施し、令和4年度は主に土工部のアスファルト舗装、令和5年度は土工部の排水性舗装や、土工部及びトンネル内のコンクリート舗装、橋梁床版上のアスファルト舗装などについて供用性に関する基礎データを収集整理した。また、舗装のマネジメントのさらなる合理化を目的として直轄国道の一巡目の定期点検結果を整理した。

アスファルト混合物層の微視的な破壊メカニズムに関する研究

Research on the microscopic fracture mechanism of asphalt mixture layers

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

道路構造物研究部 道路基盤研究室

室 長	渡邊 一弘
主任研究官	堀内 智司
主任研究官	若林 由弥
交流研究員	山本 尚毅

〔研究目的及び経緯〕

道路構造物を管理する国や地方自治体等では人口減少や少子高齢化に伴って財政難が深刻化している。道路構造物の中でも特に道路舗装では更新周期が短いというストック量が膨大であるため、効率的な維持管理や長寿命化によるライフサイクルコスト縮減を目指すことが喫緊の課題となっている。我が国の道路舗装では、約95%をアスファルト舗装が占めており、主に経験に基づいた設計や維持管理がなされて、設計段階において新材料・新工法の研究開発や舗装種別の選定が適切に行われにくく、また、維持管理段階においても効率的なマネジメントが行われにくいことが懸念されている。より合理的に設計及び維持管理を進めるためには、アスファルト混合物層の微視的な破壊メカニズムを解明し、アスファルト混合物層の微視的なひび割れも加味した理論的な設計手法に着目することが有効であると期待される。

本研究では、アスファルト舗装の破壊メカニズムの解明を目的として、アスファルト混合物層に発生して進展する微視的なひび割れに着目して、疲労破壊抵抗性を評価する繰返し曲げ試験の供試体断面のCT画像に対して画像解析ソフトを用いて有限要素法のモデル化を行う。令和5年度は、試験後の供試体断面のCT画像(約850枚)に対してノイズ除去及び3値化を実施するとともに、粘弾性体の挙動を再現可能なモデル化の手法について検討した。今後、モデルを用いた外力作用シミュレーションを行って破壊モードの検証につなげる予定である。

既往災害のクロノロジー分析に基づく新たな災害対応に関する研究

Study on disaster response based on chronological analysis of past natural disasters

(研究期間 令和4年度～令和5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 上仙 靖
Head JOSEN Yasushi
主任研究官 長屋 和宏
Senior Researcher NAGAYA Kazuhiro

Chronology analysis during large-scale snowfall revealed signs that should have triggered the start of intensive snow removal to avoid large-scale accumulation of vehicles, such as vehicles getting stuck several times before large-scale accumulation of vehicles occurred. We have identified events that can be used as general triggers.

〔研究目的及び経緯〕

大規模降雪時における道路管理の対応については、幹線道路上で大規模な車両滞留を回避する方針が整理されたものの、依然としてスタック車両排除の遅れ等により大規模滞留が発生している。道路管理者には、できるだけ通行止めしない除雪対応の意識が浸透していると考えられ、新たな方針に沿った対応をしていくためには、道路を通行止めにして集中除雪を行う判断を適時・的確に行うための具体的な考え方の整理が必要である。本研究では、大規模降雪時のクロノロジー分析により車両の大規模滞留が発生する前に数度発生する車両のスタック等、車両の大規模滞留を回避するために集中除雪開始のトリガーとすべきだった予兆をあぶり出し、一般的なトリガーとして活用可能な事象整理を行った。

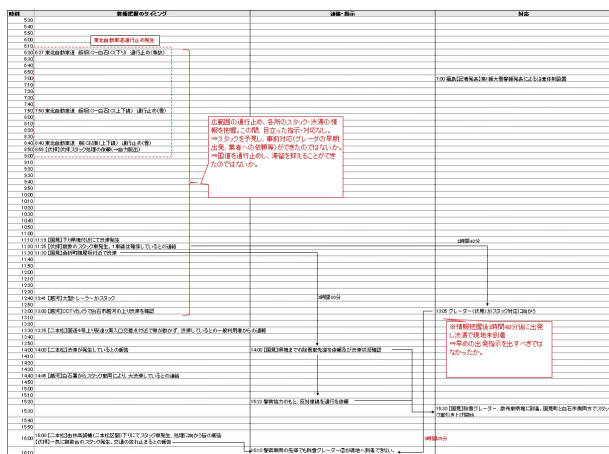


図1 クロノロジー整理のイメージ

表1 整理対象事例

No.	事象発生年月	事例
1	H26.2	国道4号大雪対応
2	R3.12	国道4号音無地区スタック
3	R4.2	国道4号大雪通行障害
4	H26.2	国道48号作並地区雪崩
5	R4.1	国道48号作並地区集中除雪
6	R4.3	国道48号作並地区雪崩
7	R3.01	東北道古川IC事故 国道4号の交通量増

〔研究内容〕

(1) 道路管理の降雪時のクロノロジー整理

道路管理事務所の降雪時対応について、当時行われた意思決定や具体的行動を、図1の様な形でクロノロジーに沿って整理した。整理を行った対象事例を表1に示す。

例として事象No.1およびNo.2整理結果を示す。

平成26年2月に発生した大雪の国道4号での対応では、6:27以降、平行する東北自動車道の各ICで通行止め措置が早い段階で実施されたが、国道4号に対しては、目立った対応の指示がされていなかった。また、伏拝地区で11:25頃のスタック車両の発生からグレーダ出発指示までに1時間40分を要しており、初動対応の遅れが見られた(図2)。

また、令和3年12月に国道4号音無地区で発生したスタック車両の対応では、平行する東北自動車道の各ICで通行止め措置が11:15頃に取りられており、その後には国道4号でのスタック車両発生情報を得ていたが、20:30の直轄国道の通行止め措置の準備指示まで特段の対応はなされなかった。さらに、20:30に通行止め

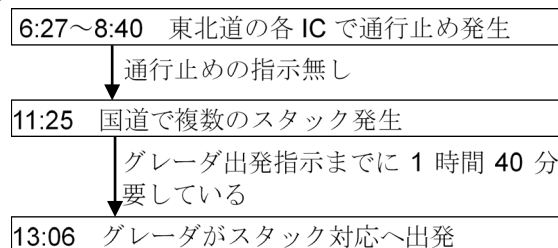


図2 平成26年2月の国道4号での大雪対応

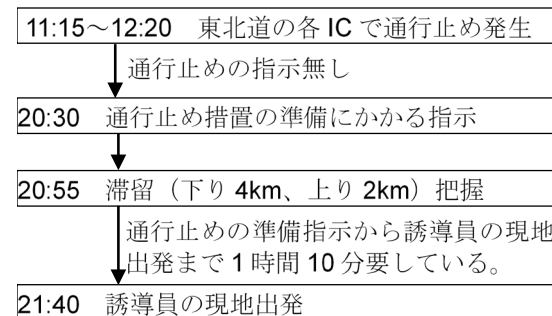


図3 令和3年12月の国道4号でのスタック対応

表2 降雪時の対応基準

判断事象	対応基準
通行止めの判断基準	各事務所で統一された基準はなく、様々な要因より総合的に通行止めを判断しているが、概ね、「並行高速道路の通行止め」、「スタック車両の多発」、「大規模滞留が見込まれる」、「数センチの降雪が連続」した場合には、通行止めを実施。
除雪の判断基準	各事務所とも概ね 5～10cm 以上の降雪、かつ継続が見込まれる場合に除雪を実施。また、スタックの多発が懸念される場合に除雪を実施。
直轄国道の滞留の把握方法	基本的に CCTV カメラで把握。CCTV カメラの画角外の区間では、関係者から聞き取り等のリアルタイム性のある状況把握は実施していない
スタック等の情報入手後の対応	スタック情報の入手後は、即座に牽引車両を派遣等、スタック車両に対しては即時対応を実施。
他管理者との連携	電話、FAX、また WEB 会議で情報を共有。情報共有のタイミング・頻度は確定されて折らず、現場が適時連絡している。
迂回路の状況把握	迂回路となる道路管理者へ、その都度電話および WEB 会議等により確認・把握。

区間の設定、迂回路図の作成を指示していたが、現地誘導員の出発が 21:40 と時間を要している。更に滞留発生情報は、渋滞が 4km にまで伸びた 20:55 に得ており、把握の遅れが見られた（図3）。

（2）アンケート調査に基づく降雪時の判断基準との整理

道路管理事務所における降雪時の除雪や通行止め等の判断基準や考え方について、東北地方整備局の各道路管理事務所（仙台、山形、福島）へのアンケート調査により把握した。アンケート調査により把握した降雪時の対応基準を表2に示す。

また、アンケートで把握した降雪時対応の判断基準と（1）で行ったクロノロジー整理結果の実態との整合性を整理した。例として、事象 No.1 および No.2 の状況を表3、表4に示す。

〔研究成果〕

大規模降雪時の道路管理におけるクロノロジー分析により「通行止めの判断」や「スタック状況入手後の判断」の対応基準について、以下の課題等があることが明らかとなった。

（1）通行止めの判断に関する課題

並行高速道路の通行止めやスタックの発生を把握しながら、通行止めを決断していなかった。これは、通行止めを実施する基準・考え方が、交通や気象状況など様々な要因を総合的に勘案して「判断」とするということ、漠然とした判断基準であることに起因していると考えられる。人によって考え方は異なり、且つ、判断に用いる情報、収集する情報も人によって異なる現場において、似たような状況下で、できるだけ同一の判断がなされるよう、具体的な通行止めの指示・基準を検討する余地がある。例えば、「通行止め判断状況事例集」のようなものを作成し、通行止めを指示すべき具

表3 平成 26 年 2 月の国道 4 号での大雪対応の整合

判断事象	クロノロジーとの整合性
通行止め判断	▲整合していない 並行する東北道が通行止め、また、複数スタック発生情報を得ていたが、通行止めを実施していなかった。
スタック情報入手後の対応	▲整合していない 複数のスタック情報を入手したが、グレーダの出発は、1 時間 40 分経過後であった。
他管理者との連携	●整合している 除雪グレーダの応援を要請。

表4 令和 3 年 12 月の国道 4 号でのスタック対応の整合

判断基準	タイムラインとの整合性
通行止め判断	△整合しているが対応の遅れ。 並行する東北道が通行止め、2 件のスタック情報、滞留（4km）情報を得て通行止めの判断を検討（最終的に未実施）
滞留状況の把握	●整合している。 渋滞状況を把握しており、CCTV もしくは連絡等の手段で把握したと推察される。
迂回路の状況把握	●整合している 迂回路の設定案について、電話にて報告し、了解を得ている。
迂回路の状況把握	●整合している 迂回路に設定した路線が、除雪されていない等の報告を受けている。

体的な状況を複数例示したマニュアルのようなものがあれば、人による判断の違いを、現状よりも緩和できる可能性がある。

具体的状況に用いる要素例：平行高速の通行止め要因・時間、スタック発生数、交通量、今後の降雪予測量（cm/h）等が考えられる。

（2）課題スタック状況入手後の判断に関する課題

スタック発生情報から牽引車両（グレーダ等）の派遣に時間を要していた。スタック車両は自力で脱出する可能性もあり、且つ、グレーダ等の数にも限りがあるため、全スタックに対して現場での即時対応が困難であった状況も推察できる。

スタックの多発が予測されるような豪雪時においては、即時対応が困難な状況であることを認識し、グレーダ等の効果的な運用ルール等を定めておくことが有効と思われる。例えば、スタック対応すべき車両や状況の優先度をランク分けする、また、スタック車両の救出ができる民間企業への応援要請の基準、連携方法についても検討する余地があると思われる。

〔成果の活用〕

大規模な降雪による車両の大規模滞留を防ぐための初動体制の確立と集中除雪の進め方についての知見が整理され、地方整備局の事務所等における除雪対応（除雪対応タイムラインへの反映）で活用が期待される。

なお、大雪に伴う通行止めは、基本的に国道と並行する高速道路を同時に通行止めとする新たな運用が執られるようになっており、今後これらを踏まえた検討等を行う必要がある。

動的耐震照査法の信頼性向上に関する調査

Study on reliability improvement of dynamic seismic verification method

(研究期間 令和3年度～令和5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

上仙 靖
JHOSEN Yasushi

研 究 官
Researcher

石井 洋輔
ISHII Yosuke

This study verifies the standard parameters employed in the dynamic seismic verification method for highway bridges in order to improve the reliability of the method. Therefore, the vibration characteristics of entire bridge systems were calculated by using their observed behavior.

〔研究目的及び経緯〕

道路橋の耐震設計では、橋全体を構成する部材の耐荷性能を動的な解析で照査することが一般的である。道路橋示方書・同解説に示される動的耐震照査に用いる標準的な設定値は、不確実性を踏まえて安全余裕を考慮して設定しているものが存在し、設定値の説明性や照査手法の信頼性のさらなる向上が求められている。

国総研では、一つの橋に地震計を密に配置し、加速度を多点で観測することで全体系の振動を観測するシステムを東北～九州地方の24橋に設置している。橋全体系の挙動をきめ細やかに観測することで、固有振動数や減衰特性などの地震応答特性の分析が可能になる。

そこで本研究では、観測システムで観測された記録から橋の振動特性（固有周期、減衰特性）を直接的に評価し、観測記録より評価した振動特性について、耐震設計に用いる標準的な設定値と比較検証した。

R3～R5年度の検討では、振動観測を行っている14橋を対象に振動特性（固有周期、減衰特性）を算出し、既往の振動実験で得られている値と比較検証した。また、桁橋と比較して地震時の挙動が複雑な構造形式の橋に対し、観測記録より減衰特性を評価した。

〔研究内容〕

1. 実測記録から求めた橋の振動特性

地震時、常時、そしてそれらの連続した観測記録を対象に対象橋の振動特性（固有周期、減衰特性）を算出した。観測記録より橋の振動特性を算出する方法は、システム同定手法を用いた。システム同定は、観測データの入力信号 $\{u_k\}$ と出力信号 $\{y_k\}$ から状態方程式と出力方程式を解き、観測記録から直接的に振動特性（固有周期、減衰特性）を推定する手法である。システム同定を橋の挙動観測に対応させた概念図を図-1に示す。

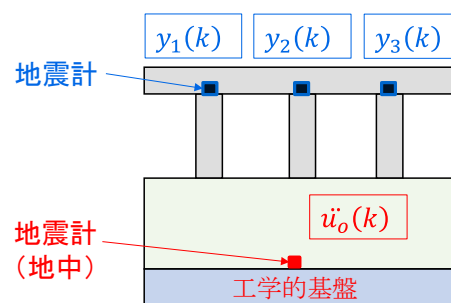


図-1 橋の観測点へのシステム同定の適用

本研究では、表-1に示す14橋にシステム同定手法を適用し、それぞれの橋の固有周期と減衰特性を算出した。また、算出した振動特性について、土木研究所が従前の振動実験で明らかにした橋の固有周期と減衰特性の関係と比較した。

2. 解析モデルによる橋の振動特性の評価

本研究では、桁橋より比較的挙動が複雑と考えられる逆ランガー橋や曲線橋を対象に解析モデルを構築し、地震応答解析を用いて詳細に振動特性を検証した。システム同定で算出した振動特性について、設計モデルで適用されている振動特性と比較し、地震応答解析を用いて橋の応答に与える影響を検証した。なお、システム同定に用いた記録は、レベル1地震動より小さい加速度であり、比較対象の設計モデルは線形状態としてモデル化する場合のものをを用いた。

〔研究成果〕

1. 実測記録から求めた橋の振動特性

本稿では、地震時の記録を対象にしたシステム同定で得られた各橋の固有周期と減衰特性の関係を示す。前述した既往実験結果との比較を図-2に示す。システム同定で得られた固有周期と減衰定数の関係は、概ね固有周期0.2-1、減衰定数0.005-0.05の範囲

表-1 本研究の対象橋

	形式等	橋長 (m)	センサー 数	
			橋	地盤
1	4 径間連続鋼鈑桁橋	152	13	1
2	ランプ橋	133	19	1
3	3 径間合成箱桁橋	150	12	1
4	鋼逆ランガー橋	152	9	1
5	8 径間鋼桁橋	470	9	1
6	15 径間連続鋼鈑桁橋	439	9	1
7	16 径間鋼桁橋	240	9	1
8	10 径間 PC 箱桁橋	886	10	1
9	7 径間箱桁橋	280	10	1
10	10 径間 PC 桁橋	268	9	1
11	18 径間連続鈑桁橋	575	55	4
12	7 径間連続鋼非合成箱桁橋	443.65	17	3
13	7 径間連続鋼非合成箱桁橋	443.65	18	3
14	9 径間連続鋼床版 2 主鈑桁橋	515	31	4

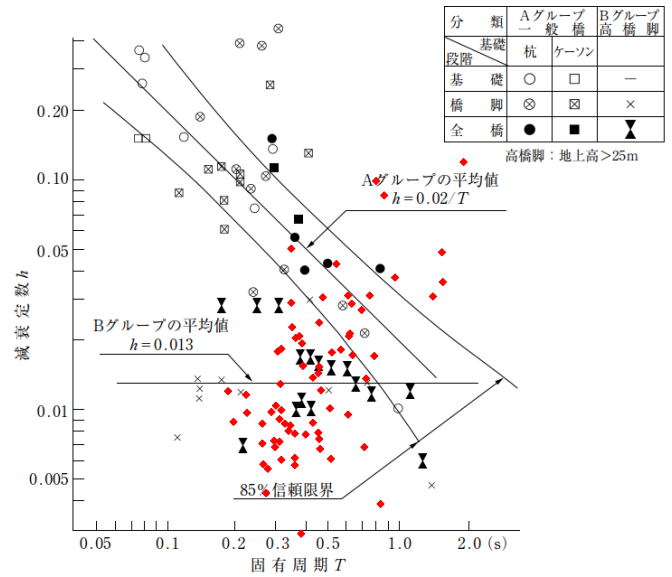


図-2 推定した固有周期と減衰特性の関係
(既存資料にひし形点を加筆)

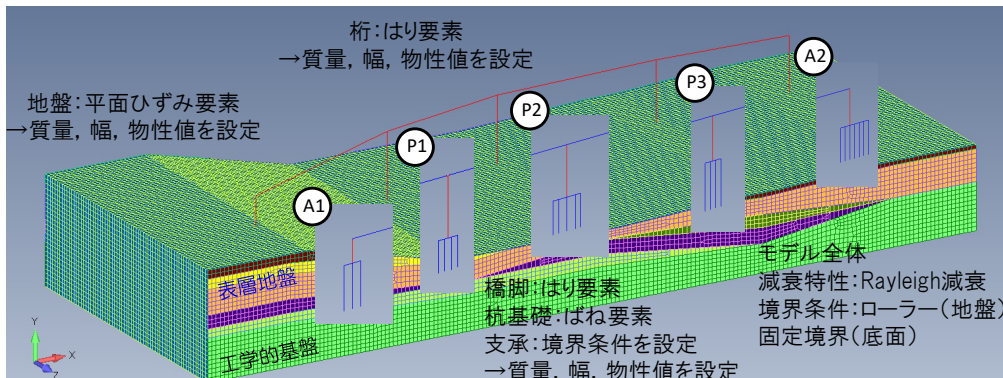


図-3 対象橋 (曲線協の解析モデル)

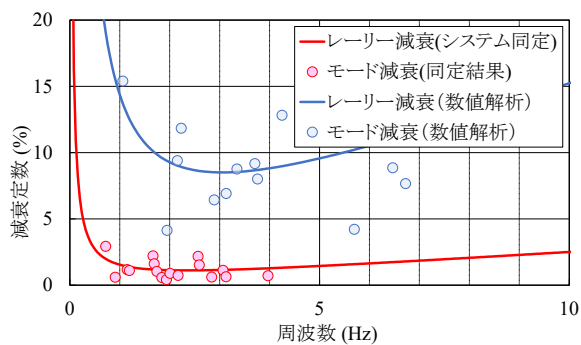


図-4 解析モデルに設定する減衰特性の比較

であり、既往実験結果の B グループ (全橋および橋脚単体) で得られている範囲と概ね整合していた。一方、一部既往実験結果と整合しない結果も得られており、今後、対象橋の構造形式や算出に用いた観測データの特性を踏まえ詳細に分析する予定である。

2. 解析モデルによる橋の振動特性の評価

本稿では代表して、図-3 に示す曲線橋の検証結果を示す。システム同定で算出した固有周期と減衰定数を解析モデルに反映した場合と、設計基準に示される値を用いた場合に、解析で設定されるレーリー減衰の比較を図-4 に示す。

図-4 より、システム同定と固有値解析で算出されたそれぞれの固有周波数は概ね同様の帯域であった。一方、システム同定で算出された減衰定数は、設計モデルと比較して概ね 5% 小さく設定された。これは、システム同定で対象とした地震が微弱であり、部材間の振動伝達で生じる減衰など、地震時に想定されているような減衰が生じていない可能性があり、システム同定で算出された減衰特性が小さくなったと考えられる。今後は、大きい地震時の観測記録を用いて分析し、地震の大きさによる解析結果のばらつきを検討する。

【成果の活用】
道路橋の技術基準に規定されている動的耐震照査の設定値に本検討結果を反映し、耐震設計の一層の合理化に貢献する。

地震時の道路施設変状の即時把握に関する調査

Study on technology for immediate detection of road facility damage by earthquakes

(研究期間 令和4年度～令和5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 上仙 靖
Head JOSEN Yasushi
主任研究官 長屋 和宏
Senior Researcher NAGAYA Kazuhiro

Various sensors and wireless communication devices are becoming smaller, less costly, and less power consuming due to advances in technology. The purpose of this research is to realize simple and inexpensive detection of road deformation that occurs in the event of a disaster. We organized the road surface deformation detection technology, etc., made a prototype of the road surface deformation detection system, and conducted an operation test.

〔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業務への早期着手を一層推進するため、災害の発生時刻等に依らず、施設の被害状況等を迅速に把握することが求められている。

国総研では、被害状況把握の迅速化を進めるため、無人航空機や衛星、センサ等を活用した道路施設被害の把握に関する調査、実証実験を道路管理者と連携して実施してきている。

本調査では、技術進展により各種センサ及び無線通信機器が小型化、低コスト化、省電力化されていることを踏まえ、災害発生時の道路面に生じる変状の検知を簡便かつ安価に実現することを目的とする。

〔研究内容〕

(1) 路面変状検知システムの実環境での検証

災害発生時の路面に生じる変状検知を非接触で簡便かつ安価に実現することを目的として、令和4年度に試作し、機器の評価等を行った道路路面変状検知システムを6機制作し、国総研構内の3地点の屋外環境に2機ずつ設置し、60日間程度観測を行い、連続して安定的に観測が行えることの検証、屋外環境での計測の課題抽出等を行った。

(2) 道路等に生じた変状の検知手法のとりまとめ

災害により路面等に生じた変状や災害発生後に生じた不安定な状況等の検知・監視を簡便かつ安価に実現する「道路等に生じた変状の検知手法」としてとりま

とめた。とりまとめにあたっては、路面変状検知システムのセンサ部及び伝送部の仕様としての検知可能な対象物、検知のレンジ、分解能等のスペックに加え、適用条件、課題や留意事項、実環境への機器の設置・観測としての通行車両の影響などを踏まえた課題や留意事項等について整理した。

〔研究成果〕

(1) 路面変状検知システムの実環境での検証

1) 検知システムの製作

実環境での検証用に制作した路面変状検知システム(6機)は、図1に示すように、屋外の観測地点に設置する「無線センサ」と、屋内に設置する「IoT ゲートウェイ」(伝送中継機器)から構成され、無線センサとIoT ゲートウェイ間は、LPWA 通信 (PrivateLoRa)、IoT ゲートウェイからはLTE を通じてクラウドサーバにアップを行い、WEB を介して結果を閲覧する構成とした。

2) 路面変状検知システムの設置

制作した路面変状検知システムの無線センサは、2機ずつ国総研構内の3地点に設置した。設置に当たっては、地震災害時に変状の発生が懸念される箇所としつつ、通行車両の影響や気象状況の影響の評価を行えるように箇所の選定を行った。また、IoT ゲートウェイとの通信安定性についても配慮して設置箇所を選定した。その結果、センサ1, 2は、交通量が多く通行車両の影響評価が行える地点、センサ3, 4は、橋梁の盛土と桁の境界部での段差発生が懸念される地点、センサ5, 6は、橋台と盛土の境界部の段差発生が懸念されるとともに日照変化等が大きいことから気象影響評価が行える地点、に設置した。なお、センサ1, 2及びセンサ5, 6の設置箇所では、車両の影響評価の検証用にカメラを設置した。

設置にあたっては、既存の照明柱などに添架し、センサ設置のために大がかりな工事等を必要とせず設置する際の留意点等の整理を行った。

3) センサ計測値の特性整理

本システムでは、計測及び無線通信にかかる消費電力を抑制する観点から、センサの計測及び伝送は、1分周期で行うものとした。ただし、現地計測記録からは、特定の時間帯等にそのばらつきが大きくなる現象が見

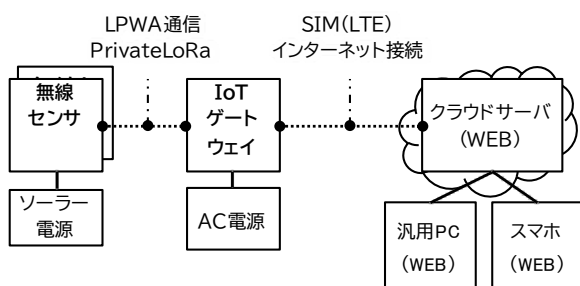


図1 路面変状検知システムの構成

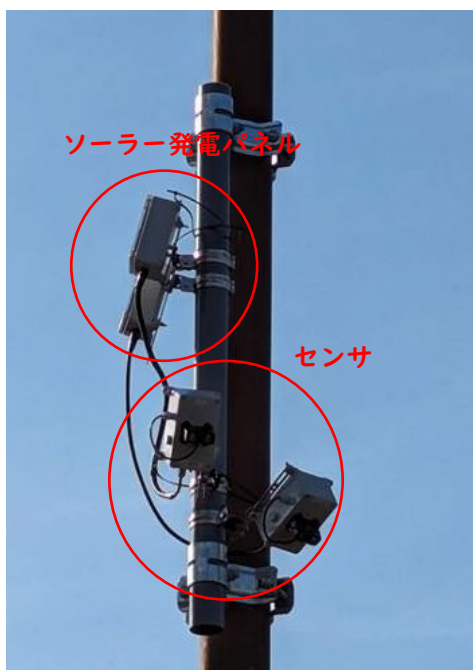


図2 路面変状検知システム(無線センサ)の設置状況

られたため、観測値に影響を及ぼしていると思われる気象状況のデータ(降水量、視程、相対湿度、蒸気圧、露点温度、日射量、気温、風速、現地気圧)との相関について分析を行った。その結果、降水量が多く視程距離が短い時間帯ではばらつきが大きくなることが明らかとなった(図3)。これらを踏まえ、10分間の計測値

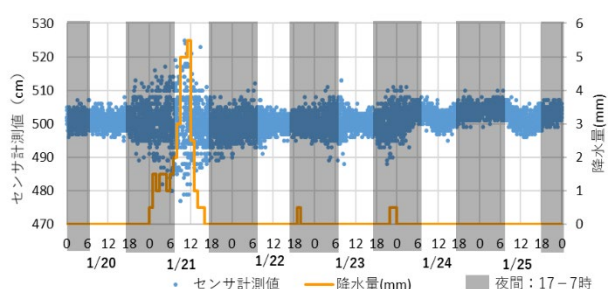


図3 計測値と降水量データの関係(センサ1)

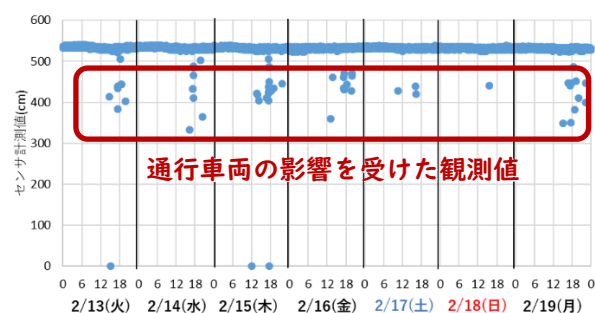


図4 通行車両の影響評価

による平均値により評価を行うものとした。

4) 通行車両の影響評価

道路面への距離計測による変状検知では、車両が通行した際に車両までの距離を計測する可能性があるため、通行車両の影響を除外する必要がある。センサ計測値より著しく小さな値が計測されている時刻の検証用カメラ映像を確認し、通行車両の影響を把握した。この結果、通行車両の影響を受けた観測値は、車両の形状や大きさ、走行位置(横断位置、進行方向位置)によって幅があることから、センサ設置時には、通行車両の影響を明確に判断できるような方向等を考慮して設置

する必要があることが明らかとなった。

(2) 道路等に生じた変状の検知手法のとりまとめ

(1)の検討及び評価結果等は表1の形で「災害による路面変状等の検知システム 導入ガイドライン」としてとりまとめた。

表1 ガイドラインの構成

項目	内容
1.総則	目的、ガイドラインの適用範囲、ガイドラインの構成、用語の定義
2.対象とする路面変状	本ガイドラインで対象とする路面変状の大きさ等について
3.センサ・伝送技術の選定	機器の小型化、低コスト化、省電力化されていることを踏まえ、センサ・伝送技術に求める要件と選定方法
4.路面変状等の検知システム	システム全体構成、システムを構成する無線センサ部、ソーラー電源部、伝送中継器について
5.計測箇所の選定	災害により路面変状の検知を目的とした計測箇所の選定方法
6.設置方法の検討	システムを構成する継器の設置にあたって検討するべき事項
7.機器の設置・調整	システムを構成する継器の設置・調整方法
8.計測・運用	センサ計測値の特性を考慮した計測データの活用方法や、計測データを用いた路面変状(段差)の検知方法

[成果の活用]

本調査で検証した路面の変状検知手法については、今後、実道路での試験観測を通じ、地震発生時の道路の異常検知手法として活用されることが期待される。

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

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

(研究期間 令和3年度～令和7年度)

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	乗川 純弥

〔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5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」の安定配信に向けたリスク分析・整理と「スペクトル分析情報配信システム」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 技術や二時期の差分解析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併せた形で道路管理者に共有する手法の検討を行った。

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、近年の災害発生箇所等での降雨状況の整理、事前通行規制にレーダ雨量を取り入れた場合と地上雨量を従来通り用いた場合の比較を行うとともに現場路線での試験運用等を実施した。

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。

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）

Social implementation of remote sensing technology using artificial satellites in the housing and social infrastructure fields

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

室 長	上仙 靖
主任研究官	梅原 剛
交流研究員	徳武 祐斗

〔研究目的及び経緯〕

斜面崩壊等により道路閉塞が起きた場合や被災地域が広域となると、緊急パトロールによる目視での被災状況把握では時間がかかり、情報空白の道路沿線を抱えることとなる。本研究では、緊急パトロールでは見ることのできない箇所の情報であっても、衛星データを活用し迅速に広範囲の道路被災状況を把握する手法の検討を行うものである。

令和5年度は、フィールドに被災事象を擬似的に再現し、Xバンド小型衛星による撮影及び反射強度解析を実施することで、Xバンド小型衛星の災害時の道路被災状況調査への活用可能性について整理した。

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

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

(研究期間 令和5年度～令和7年度)
室 長 上仙 靖
研 究 官 乗川 純弥

〔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、災害に対して強靱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5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、既往被災事例のデータ整理を行い、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った。

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

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

(研究期間 令和4年度～令和7年度)
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5年度は、Lバンド衛星（ALOS-2）画像を用いた解析時の最適なノイズ処理方法等について検討し、Lバンド衛星画像を用いた道路被災事象に応じた最適な解析手法について整理した。

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。