

国土技術政策総合研究所の活動について

(資料4 補足資料)

<目次>

<インフラメンテナンス関連>

- ① 道路構造物メンテナンスのセカンドステージ推進 . . . 1

<グリーン関連>

- ② 中大規模建築物における木材利用の促進に関する取り組み . . . 6

- ③ カーボンニュートラルポート実現に向けた諸課題に対する研究 . . . 12

①道路構造物メンテナンスのセカンドステージ推進

<概要>

5年に1度の定期点検が本格的に導入・実施されたファーストステージ(H26-30)に続き、着実な予防保全への移行や新技術導入を図るセカンドステージ(R1-5)を推進するため、道路構造物研究部では本省・整備局・地方自治体・大学・企業等のステークホルダーと連携した取組を行ってきた。道路構造物のうち橋梁を事例に取組を紹介する。

- ・点検要領の改定や補修・補強に関する技術基準類等の策定とその根拠となる調査研究
- ・老朽橋梁長寿命化のための現場での技術指導
- ・メンテナンス技術者の育成とネットワークづくり（研修や人材交流）

1. 国土交通政策の企画・立案、普及を支える研究開発

道路構造物の法定点検は H30 年度で一巡し、R1 年度から 2 巡目の点検が実施されている。1 巡目点検で判定区分Ⅰ・Ⅱ（健全・予防保全段階）と診断された橋梁のうち 2 巡目点検では 4%にあたる約 8 千橋が判定区分Ⅲ・Ⅳ（措置が必要な段階）に遷移した。さらに 1 巡目点検で判定区分Ⅲ・Ⅳと診断された橋梁で修繕に着手した割合は国管理で 91%、地方公共団体管理では 65%となっている（R3 年度末時点）。

このため、令和 2 年 12 月に閣議決定された「防災・減災、国土強靱化のための 5 か年加速化対策」には「予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けた老朽化対策」が柱の一つとして位置づけられた。

予防保全型メンテナンスへの転換には

- ・確実かつ効率的に点検を実施するための点検要領の改定と技術資料の策定
 - ・修繕等の措置に新技術を積極的に導入するための補修・補強技術基準類の策定
- が不可欠と考え、これらの実現に資する以下のような研究課題を設定してきている。
- ・道路橋の点検体系に関する調査検討（H30-R1）
 - ・道路橋の点検の省力化・高度化に関する調査検討（R2-6）
 - ・部分係数法の補修補強設計への適用に関する調査検討（H30～R2）
 - ・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（R3-6） 他

これらの研究課題の成果をもとに 2 巡目点検の点検要領の改定(H31.2)に主体的に関わるとともに、R6 年度からの 3 巡目点検に向け、リスクと信頼性を考慮して橋毎・部材毎に適切な点検方法を計画・照査するための技術的なガイダンスの開発等を継続する予定



図 1-1 補強した既設鋼桁を模擬した載荷実験

である。また、道路橋の補修・補強技術基準の策定(R5年度)のため、既設橋補修補強用の荷重体系を開発しており、引き続き修繕設計に特有の部分係数の補正方法や橋の限界状態の評価法の体系化を目指して、共同研究等(後述5.)も活用して研究を進めている。

2. 災害・事故対応への技術的支援と対策技術の高度化

地方整備局、国総研、土木研究所の職員等で構成する「道路メンテナンス技術集団」として、地方公共団体の要請により、緊急的な対応が必要かつ高度な技術力を要する施設を対象に、調査や措置方針への技術的な助言を行っている(直轄診断、H26-)。H30年度からも5橋梁(1トンネル)に派遣し、継続的に技術支援を実施しているほか、要請に応じて修繕代行に至った場合には修繕に関する技術支援を引き続き行っている。



図 1-2 秩父橋の直轄診断 (R1.8)

表 1-1 直轄診断を実施した構造物一覧 (H30 年度以降)

年度	所在地	構造物名	諸元
H30	鹿児島県 薩摩川内市	天大橋	PC 連続ポステン箱桁橋+プレテン中空床版橋+プレテンT桁橋+ポステンT桁橋 橋長 518m S59 建設
H30	広島県呉市	仁方隧道	延長 262m 幅員 5.5m S13 建設
R1	静岡県吉田町	古川橋	3 径間単純非合成 H 桁橋 橋長 55m S44 建設
R1	埼玉県秩父市	秩父橋	3 径間連続 RC 開腹式アーチ橋 橋長 135m S6 建設
R2	北海道白老町	白老橋	3 径間連続 RC 桁 2 連橋+単純 PC 床版橋 橋長 148m S28 建設
R2	奈良県奈良市	鶴舞橋	11 径間単純 PC プレテン床版橋 橋長約 98m S35 建設

また、経年劣化等が原因の不具合に対しても職員を派遣し、現地での助言や有識者委員会に委員として参画する等の支援を行ってきている。これらの取組は同行する地整職員や地方公共団体職員の技術力向上にも貢献している(後述3.)。

上記のような構造物の不具合事例については、詳細なメカニズムの分析とその対策について検討し、類似の現場に注意喚起を行い、さらに技術基準類に反映することにより、広く現場に成果を還元している。

3. 地方整備局等の現場技術力の向上を支援

定期点検を適正に行うためには、必要な知識と技能を有するものが実施しなければならないこととされていることから、道路橋の定期点検に従事する者に必要な知識と技能を修得させるための研修テキストを H26 にとりまとめた。国土交通省が全国の地方整備局等で

実施する道路構造物管理実務者研修（橋梁初級Ⅰ）ではこのテキストを用いた講義が行われている。また、R2年度から修繕に重点を置いた橋梁初級Ⅱも追加している。

これらの研修には毎年約20名の講師を派遣するとともに、試験問題の作成にも協力してきている。さらにR4年度には、学民が独自に実施している構造物点検のための資格制度のレベル向上を目的として、初級Ⅰ研修の説明資料やシラバスを公開している。

また、橋梁の設計、施工、維持管理に参考となる技術情報の共有のため、事務局として橋梁担当者会議を年2回程度開催しているほか、地方整備局等が持ち回りで年2回程度開催する「道路橋の保全における症例検討会」に参画し、全国の様々な不具合事例等への助言を行ってきている。

4. 政策の企画・立案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

国土交通省が整備を進める道路データプラットフォーム(xROAD)の一部として、定期点検で得られた膨大な点検・診断データを一元的に活用できるようにするために、全国道路施設点検データベース（点検DB）の構築がR3年度から進められている。道路構造物研究部はデータ管理・利用双方の観点から点検DBの構築を支援し、R4年度に運用・データの公開が開始された。特に、国土交通省が管理する道路橋等の点検は、法定の記録事項以外にも、損傷の位置や種類、外観の損傷程度を記録しており、これらも点検DBに収録されている。道路構造物研究部ではこのビッグデータを用いて構造物の劣化特性等の研究を実施し、設計基準や点検要領の改定案として成果を社会に還元している。

5. 横断的な連携

産学の多様な経験や最新の知見を活用して効率的に研究を進めている。例として下記のような共同研究を実施し、産学官の横断的な連携を図っている。

- ・道路橋の点検データを活用した状態予測手法の活用方策に関する共同研究（大学、地公体、土研）
- ・既設道路橋群の維持管理計画の継続的改善に関する共同研究（民間団体、大学、地公体）
- ・道路橋の性能評価技術に関する共同研究（民間団体）
- ・既設道路構造物群の維持管理計画の策定・更新手法に関する共同研究（民間団体、大学、地公体）

また、企業や大学が有する研究開発力を支援するため、道路局と国総研が連携して学識経験者から構成される「新道路技術会議」（委員長：朝倉康夫東京工業大学名誉教授）を開催し、研究成果の評価、公募案件等の審議を実施している。実施課題の特性に応じて現場との連携も可能であり、道路政策の質の向上に資する技術研究開発を支援している。

米国連邦道路庁(FHWA)とは年1回程度、アセットマネジメントやレジリエンスに関する

互いの政府の取組に関する情報交換や質疑応答のための会議を開催している。R2には日米橋梁ワークショップをオンライン開催し、3日間にわたり耐震設計・補修補強事例や新工法・新材料について議論し、両国の有する道路構造物の新設・維持管理に関する新たな知見を共有した。

上記の連携等のもと得られた成果は、社会資本整備審議会道路分科会道路技術小委員会および（公社）日本道路協会の各種委員会等における産学官の委員による審議を経て、道路橋示方書などの技術基準類に反映されている。

6. 人材の育成、人材交流

R1年度から3年間、元橋梁研究室長が京都大学経営管理大学院道路アセットマネジメント政策講座に出向し、学の最新の知見を得てR4年度に新しく設置した道路構造物機能復旧研究官に復職した。道路構造物機能復旧研究官は、道路構造物の被災・不具合発生時に専門家の派遣や技術相談の窓口となり、直轄国道事務所・地方自治体を支援する役割を担う（前述2.）。

またH27年度から開始された地方整備局職員を主任研究官等として受け入れる取り組みは、R3年度から全ての地方整備局から派遣される8名体制となり、道路構造物機能復旧研究官と合わせて、多様な人材による研究組織体制が強化された。若手職員がこれら多様な人材とともに災害・不具合現場に派遣（前述2.）され、技術相談に臨むことで、研究と現場両面からの技術力向上につながっている。

7. 実験施設等の保有・機能強化

防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策(H30-R2)の予算でR1に道路基盤構造実験施設を、R2に強震モニタリングシステムを新しく整備し、それぞれ、地盤変状やそれによる舗装構造の変形性状に関する実験、橋梁の地震応答特性の分析や即時被害検知技術の開発に活用している。また、同加速化対策(R3-7)の予算でR4に実大トンネル実験施設の補修と照明施設の更新を実施し、産学で開発された点検作業の効率化等の新技術の検証に引き続き利用されている。さらに載荷試験機の油漏れ解消等の整備に向けた準備を行っており、新材料・新技術への要求性能を提示するための研究開発や、個別の橋に対して新材料・新技術を活用して補修を行うときの検証に用いる予定である。

8. 研究成果・研究活動の効果的な発信

上述の取組で得られた研究成果は、論文や国総研資料等の刊行物として公表している。さらに講演会や記者発表、HP等も活用して国内外に積極的に発信している。例えばR4には下記の講演等を行った。

・道路構造物のメンテナンスに関する諸課題と対応、首都高速道路技術センター技術講演

会, R4.6

- 性能保証型インフラアセットマネジメントの完成と「その先へ」の取組みの提案, 京都大学経営管理大学院道路アセットマネジメント政策講座シンポジウム, R4.11
- Maintenance and management of road structures in Japan: Decade of road maintenance revolution, International Joint Seminar of VJU and NILIM, R4.11

また、下記のように表題等を工夫した記者発表を行い実際に反響が大きかった事例は、所内の広報戦略室会議で情報共有を行い、組織全体の広報活動の底上げにも努めている。

- 国総研資料第 1121 号「道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究」の刊行に際し、R2.12.1 に記者発表： 設計・施工のちょっとした工夫で道路橋の長寿命化～橋建協・PC 建協・建コン協・土研との共同研究により「道路橋の耐久性の信頼性向上における配慮事項に係るディテール集」を作成しました～
- 国総研資料第 1206 号「道路トンネルの定期点検に関する参考資料（2021 年版）」の刊行に際し、R4.7.12 に記者発表： 道路トンネルの定期点検を支えます！～道路トンネルの変状・異常を解説した初の事例集を公表～

②中大規模建築物における木材利用の促進に関する取り組み

<概要>

カーボンニュートラルの実現に向けた CO2 の吸収源対策や地方創生、国土強靱化等の観点から、木材需要の4割を占めている建築物分野での木材利用の促進・拡大が求められている。そのためには、新たな木材需要の創出として、これまで木材利用が進んでこなかった中大規模建築物での木造化の普及が必要となる。

様々な政府計画において、CLT（Cross Laminated Timber：直交集成板）の活用による中大規模建築物の木造化の促進が謳われている。しかし、4階建以上の建築物は耐火建築物とする必要があり、構造体である木材を建物の表面に見せる方法で活用したいというニーズに応えられていない。これらのニーズを実現するためには、CLT等の木造とRC造・鉄骨造等の耐火部材との木質混構造建築物とすることが有効と考えられる。

そこで、建築研究部では、木質混構造建築物の普及に向けて、構造、防耐火、耐久性、遮音性の観点からの設計法・施工手法等に関する研究開発を実施してきた。研究成果は、木材利用の推進につながる建築基準法改正や関連告示改正に反映された。

1. 国土交通政策の企画・立案、普及を支える研究開発

(1) 研究の背景・目的・課題設定

カーボンニュートラルの実現に向けた CO2 の吸収源対策等として、木材需要の4割を占めている建築物分野での木材利用の促進・拡大が求められている。例えば、平成27年6月に閣議決定された「まち・ひと・しごと創生基本方針」において「建築物の木造化・木質化を推進するため、CLT等の開発・普及、公共建築物の木造化等の促進を一層強化する」ことが謳われており、その後も「バイオ戦略2019（令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議決定）」や「バイオ戦略2020（市場領域施策確定版）（令和3年1月19日 統合イノベーション戦略推進会議決定）」、「国土交通グリーンチャレンジ」（令和3年7月 国土交通省）」等において、「CLT等を活用した中高層建築物の木造化等の促進」などが謳われている。

建築物分野においては、低層（3階建て以下）の住宅では8割以上が木造であるが、4階建て以上の住宅や大規模な非住宅建築物では木造がほとんど普及していない。このため、木材利用の拡大に向けては、中大規模建築物での木造化を促進することが鍵となる。しかし、木造の4階建て以上の建築物は、耐火建築物とする必要があるため、主要構造部に木材を使用する場合、耐火被覆が必要となり、木材を表面に見せる方法で活用できない。木造化のメリットがなく、現場ニーズに応えられないことが普及の阻害要因となっている。

このため、中大規模建築物での木造化を合理的に進めるためには、CLT等の木造とRC造・鉄骨造等の耐火部材とを組み合わせた「木質混構造建築物」とすることが有効と考えられる。しかし、国内では中大規模の木質混構造建築物の建設実績がほとんどなく、また実現

するための構造・防耐火に係る設計法等の技術的根拠が未整備である。

以上の背景及び課題を踏まえ、建築研究部では、木質混構造の中大規模建築物の普及に向けて、実験・解析等による科学的知見に基づき、構造、防耐火、耐久性、遮音性に係る設計法や施工方法等に関する研究開発を実施してきた。

- ① 防火・避難規定等の合理化による既存建築活用に資する技術開発（総プロ・H28～R1）
 - ・耐火構造等と同程度に周囲への延焼リスクを低減することができる建築物の評価手法等の開発。
- ② 新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発（総プロ・H29～R3）
 - ・「まち・ひと・しごと創生基本方針（平成27年6月閣議決定）」において「CLT等の開発・普及」等が謳われたことを踏まえ、CLT等の木造と他構造種別（RC造・S造）、木質系他構法（集成材構造等）との混構造建築物のプロトタイプを設定し、実現に必要なとされる構造・防耐火・耐久性に係る設計・施工方法等を開発。
 - ・「グリーン社会の実現に向けた「国土交通グリーンチャレンジ」（令和3年7月 国土交通省）」において「CLT等を活用した中高層住宅・建築物の木造化等を促進するため建築基準の合理化が必要である」ことが謳われた。こうした点を踏まえ、中大規模建築物における木材利用の拡大に資する建築基準の合理化に反映するべく、研究成果をもとに建築基準関連規定の見直しの基準原案を作成した。
- ③ 木質混構造を活用した復興住宅の設計例に関する検討（PRISM・H30～R3）
 - ・大規模災害時の復興住宅の早期整備に向けて、木造と鉄骨造の混構造による中層住宅について、構造性能を明らかにし、標準仕様、部材寸法規格化、施工方法等を開発。
- ④ 木質混構造を活用した中層大型建築物の普及のための技術開発（PRISM・R2～5）
 - ・「バイオ戦略2019（令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議決定）」や「バイオ戦略2020（市場領域施策確定版）（令和3年1月19日 統合イノベーション戦略推進会議決定）」において「建築物の木造化、木質化や木材活用大型建築の普及」が謳われた。また、「CLTの普及に向けた新ロードマップ（令和3年3月25日 CLT活用促進に関する関係省庁連絡会議）」において、「CLTの活用拡大に向けては、コスト面の優位性の低さを解消するための効率的な量産体制の構築が必要である」ことが謳われた。こうしたことから、総プロの研究成果を発展させ木材需要の拡大に資する大型建築物の木造化をさらに促進するための研究を実施した。具体的には、木質系混構造の中大規模建築物を対象に、構造耐力の確保やコストの面でメリットのある「立面木質混構造」の構造設計法や、CLTとRC造の合成床構造の合理的な仕様の開発など、より一般化・汎用可能な設計法や仕様例等の開発に取り組んでいる。これにより、現場（民間）への普及を後押しすることとしている。

（2）成果の社会実装（目的に対する達成）

評価対象期間において下記①、②の研究成果が得られ、③、④の社会実装を行った。

- ① 大規模木造建築物の主要構造部の合理化に向けて、消火の効果により火災時崩壊しな

- い構造方法の評価技術手法、主要構造部への防耐火要求性能の評価手法等を開発した。
- ② 木質混構造の中大規模建築物を設計しようとする実務者が参照可能な、構造設計法や防耐火設計法等を開発し、各種ガイドラインとして作成し、順次公表しているところ。
- ③ ①の成果の一部は平成 30 年の建築基準法改正や関連告示改正に反映され、耐火構造等とすべき木造建築物の対象が（従来の高さ 13m 以下かつ軒高 9m 以下から）高さ 16m 超・階数 4 以上に緩和された。また、中層建築物等においても構造部材である木材を表面に見せる設計が可能となった。（図 2-1 左）さらに、防火区画の設計において、（従来の防火壁による区画に加えて）防火上有効な構造の防火床による区画が可能となった。
- ④ ②の成果の一部は令和 4 年の建築基準法改正や関連告示改正に反映され、主要構造部に「不燃系部材」と、一定の火災時損傷を許容する「木構造」の組み合わせを「耐火構造」として認めることが可能となった。これにより、耐火建築物においても、防火上他と区画された範囲における主要構造部の木造化が可能となった。（図 2-1 右）



図 2-1 研究成果により普及が期待できる木材利用の事例(イメージ)

（3）評価対象期間前に実施した関連する研究による研究成果との関係

CLT 等を活用した木造化を促進するために、評価対象期間前の平成 25～27 年度に「CLT を用いた建築物の一般的な設計法等の策定に向けた技術的検討」を実施し、その成果等をもとに平成 28 年に CLT 構造が一般化（告示化）された。これにより、3 階建て以下の木造建築物については CLT を用いた設計を幅広く採用することが可能となった。

しかし、4 階建て以上の中大規模建築物については、CLT 等を活用した木質混構造建築物に係る構造設計や防耐火設計等に係る技術的根拠が未整備であったため、CLT 等の木材利用の一層の促進を図るため、評価対象期間において上記（1）の研究を実施した。

（4）評価対象期間後に予定している研究

木材需要の拡大に資する中大規模建築物について、よりコスト低減を図りつつ合理的な設計・施工が可能となるよう、PRISM「木質混構造を活用した中層大型建築物の普及のための技術開発」を評価対象期間後も実施する。それにより、①建築物の階層ごとに木造とその他構造とを組み合わせた「立面混構造建築物」の合理的な構造設計法の提示、②一般的な

工法がなく耐火被覆や遮音対策の点でコストが高くなりやすい中層大型木質混構造建築物の床工法について、構造・耐火性能の実験による検証を通じて、合理的かつ汎用的な CLT 等合成床構造の仕様例の提示をすることとしている。

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

建築研究部が評価対象期間に取り組んだ研究は、主に 4～6 階程度の木質系混構造の中大規模建築物を対象とし、その実現上の技術的課題について検討したものである。上記のグリーン成長戦略の工程を踏まえると、今後はさらに高層の建築物について木造化の実現・普及に向けた研究に取り組んでいく必要があると考えている。例えば、2030 年までに、次のような検討を行う必要があると考えられる。

①構造：10 階建程度の木造建築物の長期性能（部材・接合部の乾燥・収縮現象等）の把握、高層化による外力（地震力、風荷重等）の増加に対応した部材間接合部の推奨仕様等の整備に向けた検討。

②防耐火：90 分準耐火構造の例示仕様の整備、長時間（120 分・150 分、180 分等）耐火構造の防耐火被覆、上階への延焼防止のための長時間防火設備の告示仕様等の整備に向けた検討。

③耐久性：木造陸屋根の推奨仕様（層構成、層内の通気構法および脱気方法等）、高層部分の外装材や開口部周りの防水・耐風性能の把握と推奨仕様等の整備に向けた検討。

5. 横断的な連携

（1）有識者や関係団体との連携

有識者や（一社）日本 CLT 協会、（一社）住宅生産団体連合会、（一社）全国 LVL 協会、（一社）新都市ハウジング協会、（一社）日本建設業連合会等の関係業界団体との意見交換を緊密に行い、業界団体等のニーズを踏まえて今後普及が期待できる典型的な木質系混構造建築物のプロトタイプを 3 種類設定して、その実現に向けた研究を実施した。（図 2-2）

また、建築研究部の直営委員会として「建築構造基準委員会」及び「建築防火基準委員会」を設置し、住宅局と連携して運営しており、同委員会において有識者や関係団体の意見を収集し、中大規模建築物における CLT 等の木材利用を促進するための建築基準関連規定の改正等に係る技術基準原案を検討・作成した。

表 2-1 木質系混構造建築物のプロトタイプ

タイプ	イメージ	メリット
タイプⅠ 2層分のRC造大架構の中に木造架構を自由に設置		<ul style="list-style-type: none"> ・可変性 ・4階建以上で内部に木材“現し”実現 ・RC造メガストラクチャーの床、コアによる防火区画
タイプⅡ RC造・S造架構で各階の壁・床を木造化		<ul style="list-style-type: none"> ・4階建以上で内部に木材あらかわしの実現 ・防火設計が比較的容易(各層毎の区画)
タイプⅢ 異なる木造構法の併用		<ul style="list-style-type: none"> ・大スパン等の自由な空間構成 ・パーツの減少による施工の合理化

(2) 他省庁との連携

CLTに関する検討を進めている林野庁林政部木材産業課と連携した。また、建築物の地震減災に係る実験等を実施している(国研)防災科学技術研究所からも意見聴取等をした。

(3) (国研) 建築研究所との連携

PRISM「木質混構造を活用した中層大型建築物の普及のための技術開発」については、建築研究所と共同で研究課題や研究方針等を検討し、それぞれの役割分担を明確にした上で、各研究者が相互に連携・協力して研究を実施した。また、国総研の建築部門は実験施設を保有していないため、建築研究所との連携のもと、建築研究所が保有している実験施設を利用して効率的に実験及び研究を実施した。

(4) 本省官庁営繕部整備課木材利用推進室との連携

公共建築物における木造化を推進するため、本省官庁営繕部木材利用推進室と「多様な木造化の試行に関する協働スキーム」を構築し、緊密に意見交換を行いつつ研究に取り組んだ。大臣官房官庁営繕部課木材利用推進室においては、国総研における実験及び解析検証に基づき、RC造の建物の構造部材の一部にCLTパネルを用いる「CLT袖壁(国総研型)」を採用した中規模庁舎の試設計等が実施され、「CLT袖壁(国総研型)」が公共発注においても活用可能な手法であることが確認された。

6. 人材の育成、人材交流

(1) 関係研究部における多様な人材を活用した研究体制の構築と人材の育成

研究を行政の現場に反映することを意識し、行政の立場から研究を見通す人材とプロパーの研究者とを組み合わせた研究体制を構築した。また、構造、防耐火、耐久性など関係する各専門分野において、室長等と若手研究者がチームで研究に参加し、若手研究者にも課題を担当させるなど人材育成を意識した研究体制を構築した。

(2) 人事交流を想定した人材の育成

建築研究所からの異動者であっても研究に問題なく取り組めるよう、建築研究所を含めた専門分野ごとの研究会議を定期的に行い、人事交流を想定した人材育成に取り組んだ。

8. 研究成果・研究活動の効果的な発信

建築分野は9割以上が民間活動によるものであるため、次のような工夫をした。

(1) 中間成果の積極的な発信とフィードバック

研究途中の時点から中間成果を公表し、中間成果に基づく関係業界団体等との意見交換を積極的に行い、当該意見をその後の研究に適宜フィードバックさせることなどにより、現場での円滑な成果の普及を意識して研究に取り組んだ。

(2) 研究の概要や成果を紹介するリーフレットの作成

研究の実施内容や成果の概要を幅広くPRするためのリーフレットを作成した（関係業界団体等を通じて配布予定）。リーフレットのQRコードより建築研究部HPのURLを取得できるようにしており、HPに掲載した研究成果へのアクセス性を高めている。

(3) 「中大規模木造建築ポータルサイト」への技術情報の提供

研究成果は「中大規模木造建築ポータルサイト」（運営事務局：日本住宅・木材技術センター）にも提供し、関係業界団体への説明等を通じて、広く設計技術者等に周知していく。

(4) 様々な方法での社会実装

研究成果をもとに関係業界団体が発行する技術解説書等の監修に関与する。また、監修等に基づく講演会・講習会への講師参加など、様々な方法で成果の社会実装に取り組んでいる。

③カーボンニュートラルポート実現に向けた諸課題に対する研究

<概要>

地球温暖化への対応は喫緊の課題であり、我が国は「2050年カーボンニュートラル」を宣言するとともに「2030年度に、温室効果ガスを2013年度から46%削減することをめざす。」ことを表明している。こうした中、港湾は、輸出入貨物の99.6%が経由する国際サプライチェーンの要衝であり、温室効果ガスの排出量の約6割を占める発電、鉄鋼等産業の多くが立地する臨海部産業の拠点であり、エネルギーの一大消費地でもある。そのため、港湾において脱炭素化に向けた先導的な取組を集中的に行うことは、カーボンニュートラルの実現に効果的・効率的であると考えられ、2022年11月、港湾法が改正され、多岐に亘る港湾の官民関係者が連携して継続的かつ計画的に脱炭素化の取組を進めることとなった。

港湾研究部、沿岸海洋・防災研究部では、港湾行政におけるカーボンニュートラルを実現するため、サプライチェーン全体を視野に物流の効率化に関する研究、港湾工事におけるCO₂削減に関する研究、沿岸域（ブルーカーボン生態系）に関する研究を進めてきた。これらの研究成果は、各種ガイドライン等の策定、港湾の中長期政策PORT2030、カーボンニュートラルポート施策の基礎資料、全国各地の港湾整備等に反映された。

1. 国土交通施策の企画・立案、普及を支える研究開発

(1) サプライチェーン全体を視野に入れた物流の効率化

港湾地域において脱炭素化に向けた先導的な取組を行うことは、我が国の2050年のカーボンニュートラルの実現に効果的・効率的であると考えられる。これまで、港湾研究部では、海上輸送、陸上輸送、貨物需要予測等に関して継続し分析研究を進めており、地球温暖化対策として、海上コンテナ船におけるターミナルの混雑による沖待ちによるCO₂排出量の算定、トラックドライバー不足のためモーダルシフトの受け皿としてのユニットロード輸送の促進、脱炭素化に資する貨物（例えば木質バイオマス等）の港湾取扱量への影響等を分析してきた。これらの研究成果は、全国各港での港湾の計画における需要予測等でも活用されたほか、港湾の中長期計画PORT2030でも政策検討の基礎データとして活用された。

(ア) コンテナ船の定時制向上に資するターミナル混雑度指標の開発（R1～R3）【事項立て】（R4：研究内容の深化）

コンテナ輸送の定時性を確保しつつ、ターミナルの利用率の向上余力を測る混雑度指標を開発した。本研究ではさらに、沖待ち状況把握ツールを活用し、沖待ちによるCO₂排出量の推計を行った。成果は、我が国港湾等のターミナル運営や荷主の経路選択への活用により物流の効率化とCO₂排出削減が期待される。本研究成果は、国総研報告 No. 68 や、IAMEC(International Association of Maritime Economists Conference)に発表し

ており、さらに、Asian Transport Studies への投稿を予定している。また、現在、本研究については、令和 3 年度までに開発された指標をもとに CO2 排出量等について分析対象の港湾・ターミナルを拡充し、研究内容を深化させている。

(イ) 国際海上コンテナ背後圏輸送の効率化方策に関する研究 (R3~R5) 【事項立て】

国際海上コンテナのターミナル背後の陸上輸送はトラックにより行われているが、トラックドライバー不足が深刻化している。荷主による空コンテナを融通するコンテナラウンドユース[※]等も行われてきているが、個別企業間の取組には限界があり、社会全体で企業間連携を促していく必要があるため、効率性・合理性について分析を行っている。この取組は単にトラックドライバー不足対応だけではなく、CO2 削減にも大きく寄与するものであり社会実装が期待される。

※コンテナラウンドユース

例えば、荷主が輸入コンテナを輸入した後、通常ならばコンテナターミナルに返却するところを、内陸側の拠点に返却もしくは荷主間で調整するなどにより空コンテナの輸送距離の縮減を図ること。

(ウ) 港湾物流予測における脱炭素化に係る影響分析 (R3~R4) 【港湾事業調査費】

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

(2) 港湾工事におけるリサイクル材料の活用 (H15~) 【調査試験実施経費】、CO2 排出量の見える化 (R3~R6) 【調査試験実施経費】

港湾工事における環境負荷低減の取組としては、リサイクル材料の利用実績・品質性能等に関する情報収集整理・検討を行い、その成果は、平成 30 年に改訂された「港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン」に反映された。今後も適用工種の拡大、リサイクル材料の利用可能性の見直しを行っていく。

また、港湾工事における CO2 排出量の削減に向けて、排出量原単位や算定の考え方、削減に関する先行事例などの既往の知見を整理するとともに、2022 年 6 月「港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン（発注段階編）」を公表した。今後、同ガイドライン（計画・設計段階編）（施工段階編）について検討、公表を行っていく。

(3) ブルーカーボン生態系等沿岸域評価 (R1~R3) 【事項立て】 (R4~R5: 適正性のさらなる検証)、生物共生型港湾構造物によるブルーカーボン生態系の増殖技術 (R4~R6) 【調査試験

実施経費】、炭素貯留効果の研究等 (R4～R6) 【事項立て】

全国の港湾において、干潟や藻場、生物共生型港湾構造物等が整備されてきている。これらは、生物の生息場だけでなく、食糧供給や水質浄化、環境学習等など多様な価値を享受する場であり、CO₂を吸収するブルーカーボンの機能も注目されている。こうしたCO₂の吸収効果も含めた沿岸域の多様な価値を定量的に評価する手法の開発を行い、令和2年度「沿岸域における環境価値の定量化ハンドブック」として公表した。なお、令和4年度～令和5年度、本評価手法を用いた環境保全施設の評価を積み重ね、評価結果を考察・検証し、本評価手法の更なる展開と普及につながるよう継続して取り組んでいく。

また、港湾整備において、藻場や干潟等生物の共生を促す構造物も増えてきている。こうした全国各地の事例において生物増殖に関する技術等を分析・整理し、事例・技術集としてとりまとめる。

さらに、港湾整備に伴う浚渫土砂は、埋め立て地造成等だけでなく干潟や藻場の造成の基盤材としても活用されており、浚渫土砂には有機炭素を含んでいることから、これを安定的に封じ込めることは炭素貯留の役割として評価できる。現在、既存の人工干潟をモデルに現地調査を行い、炭素残存率の測定や炭素残存率を高める人工干潟の造成方法等の研究を進めている。

3. 地方整備局等の現場技術力の向上を支援

(1) 研修による人材育成

地方整備局や港湾管理者等の職員に対して、研究成果を活用しつつ業務遂行に必要な専門的知識・スキルを取得するための研修を、本省港湾局、港空研等とも連携し実施している。例えば、港湾管理者の担当者は港湾計画改訂に際して港湾貨物量の需要予測業務に苦慮していることから、「港湾計画基礎コース」において貨物予測手法の解説書等により丁寧に説明している。

(参考) 貨物予測手法の解説書の内容

○予測手法の種類

経済社会指標との相関分析、太宗品目数の分析、実績値のトレンド分析

○外貿コンテナ・内貿ユニットの推計方法

コンテナ化率の分析、各港湾の貨物特性からの分析

○戦略的集荷による推計

戦略的集荷の計上

4. 政策の企画・立案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

(1) サプライチェーン全体を視野にした物流の効率化

政策立案に必要な以下の海事データを継続的に収集、分析、更新を行っている。

これまで船舶の大型化等の動向を整理し、港湾の施設の技術上の基準等における標準

船型として、その成果をまとめてきたが、海事分野における地球温暖化対応の動向を把握するため、例えば、液化天然ガス（LNG）を燃料に用いる船舶の建造が進んでおり、LNG 焚き船の建造の推移、船種別構成割合を整理するとともに、その他の環境負荷低減燃料（水素、エタン、メタノールバイオ燃料等）とする船舶の建造の推移を整理した。

ロイズデータ（船舶諸元、寄港実績）、PIERS データ（アジア北米間のコンテナ流動）、MDS データ（コンテナ船ネットワーク・就航航路等）、Clarkson データ（船舶の詳細な諸元）、Drewry データ（世界のコンテナ市場）、日本船舶明細書

（２）港湾工事におけるリサイクル材料の活用、CO2 削減量の見える化

（ア）港湾・空港等におけるリサイクルガイドライン

港湾工事においても脱炭素化を進める重要であり、臨海部産業等と連携し、産業界から発生したリサイクル材料を適切に港湾工事に用いることは、地球温暖化対策としても有用です。そのため建設副産物（建設発生土、浚渫土砂、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設発生木材、建設汚泥）、産業副産物等（鉄鋼スラグ、石炭灰、非鉄スラグ、貝殻、エコスラグ、破碎瓦）を対象に、港湾工事（コンクリート工、地盤改良工、本体工等）におけるこれまでの活用実績や品質評価をもとに総合評価を実施している。

（イ）港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン

港湾工事における CO2 排出量を見える化することにより、港湾工事における CO2 排出量を減じる工法、取組を促進することとしている。この算定に関する基本的な考え方は、環境省、経済産業省等における資料をもとに港湾工事への適用性を考慮して構成している。また、データの収集としては、実際の港湾工事で適用されている工事例（例えば、グラブ浚渫船による回生電力の利用等）を掲載し、関係者の理解を進めている。

（３）ブルーカーボン生態系等沿岸域評価、生物共生型港湾構造物によるブルーカーボン生態系の増殖技術、炭素貯留効果の研究

ブルーカーボン等生態系沿岸域評価では、東京湾、大阪湾、博多湾、松島湾において、環境モニタリングデータ、水産有用種の漁獲量、炭素貯留速度、観光レクリエーションとしての来場者数、環境教育に係る参加者、研究論文発刊数、神事・祭事の回数、憩い目的の来場者数、種の保全に関する確認種数等について情報収集、分析を実施。

ブルーカーボン生態系の増殖技術の研究では、全国 40 事例のデータ（海藻の着底・成長に関する地表面の状況、自然環境状況等）を収集・整理している。

炭素貯留効果の研究では、大阪港阪南 2 区干潟をモデルケースに浚渫土砂中に含まれる炭素残存率を測定するためボーリング調査を実施。

また、これらの研究成果は、国総研が主催し、研究機関、NPO、市民、民間企業が参加

する「東京湾シンポジウム」において報告し、ステークホルダー間で東京湾に関する課題を共有している。

5. 横断的な連携

(1) サプライチェーン全体を視野にした物流の効率化

物流の効率化等の研究においては、実際の物流関連事業者である港湾運営会社、船社、港湾運送事業者、陸上運送事業者等と適時・適切に情報共有や意見交換を行っている。

(2) 港湾工事におけるリサイクル材料の活用、CO2削減量の見える化

港湾工事におけるCO2削減等について、学識者等を含めた委員会において検討を行っている。

(ア) 港湾・空港等におけるリサイクルガイドライン

・菊池教授（東京理科大）、国立環境研究所、港空研、国土交通省港湾局・航空局

(イ) 港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン

・岩波教授（東工大）、渡部特命教授（京大）、栗島教授（芝浦工大）

・日本埋立浚渫協会、日本港湾空港建設協会連合会、日本海上起重技術協会、全国浚渫業協会、日本潜水協会、港空研、国土交通省港湾局

(3) ブルーカーボン生態系等沿岸域評価と炭素貯留効果の研究

ブルーカーボン等生態系沿岸域評価について、メインチームとして国総研が統括し、港空研、東京大学、国立環境研究所、Gulf of Marine Research Institute(USA)が連携。地域ごとのデータ収集として、地方整備局、関係大学、水産試験場、自治体、漁協、NPOと連携して効果的効率的な研究を実施した

6. 人材の育成、人材交流

(1) 交流研究員

現場の施工や設計に精通している海上工事会社やコンサルタント会社から交流研究員を継続して受け入れている。研究業務が多様化していく中で、今後も適切に人員を確保していく。なお、送り出している企業側からは、「貴重な経験を積ませてもらっている。」と高評価をいただいている。（令和4年度、2名。来年度に向け公募中）

(2) 他機関との人事交流

サプライチェーン全体を視野に入れた物流の効率化、各種ガイドラインの策定などは、効率的な研究を行う上で必要な行政経験をもつ者を部長、室長に配置。また、地方整備局、港空研等とも適材適所の人事交流を実施している。

8. 研究成果・研究活動の効果的な発信

国総研報告、国総研資料の発行においては、これまで国総研ホームページでも周知していたが、2022年度より、プレス発表を行い積極的に広く一般に周知している。また、これらの研究報告書だけではなく、国際学会・海外ジャーナル等へ投稿するとともに、ガイドライン等は国土交通省ホームページにより周知するとともにダウンロードできるものであり、沿岸域における環境価値の定量化ハンドブックについては、一般の書籍として出版している。

また、これらの研究成果は、地方整備局を対象にした港湾空港技術特別講演会等でも発表するとともに、多様な関係者が参加する東京湾シンポジウムにおいても共有している。

平成30年度以降における研究成果の国内外の発表は以下の通り。

(1) 国総研報告、国総研資料の発行

- 世界のコンテナターミナルにおけるコンテナ船の沖待ち状況の把握・分析手法の構築，国総研報告，No. 68，2022.
- 新型コロナウイルス感染症による影響を中心とした近年の海事動向に関するデータ分析，国総研資料，No. 1172，2021.
- 新型コロナウイルス感染症や脱炭素化による我が国港湾取扱貨物量への影響分析，国総研資料，No. 1224，2022.
- 世界のコンテナ船動静及びコンテナ貨物流動分析（2018），国総研資料，No. 1062，2019.
- 港湾計画における取扱貨物量の将来予測手法の分析，国総研資料，No. 1178，2021.
- 港湾計画のマクロ予測にかかる品目別コンテナ貨物将来予測手法の比較分析，国総研資料，No. 1225，2022.
- 港湾構造物の建設時におけるCO₂排出量算定に関する基礎的検討－工事実施前でのCO₂排出量推定のための手法の整理と試算－，港空研資料，No. 1399，2022.
- 干潟の環境価値の得点化とその活用，国総研資料，No. 1077，2019.

(2) 国際学会・海外ジャーナル等への投稿

- Analysis about Delay of Container Trunk Lines and Offshore Waiting for Calling to Congested Container Terminals, IAME2021Conference, 2021. 他1本
- Method for the quantitative evaluation of ecosystem services in coastal regions. PeerJ, 他2本
- New possibilities for climate change countermeasures in ports: Organic carbon containment and creation of blue carbon ecosystems through beneficial utilization of dredged soil. Marine Policy

(3) 土木学会論文集への投稿

- 我が国のコンテナターミナルにおける船舶の沖待ちによるCO₂排出量と対策効果の推計，土木学会論文集
- 新型コロナウイルス感染症の流行や脱炭素化による我が国海運貨物量への影響分析，土木学会論文集
- ケーソン式防波堤の建設時におけるCO₂排出量の傾向分析と概略推定手法の検討，土木学会論文集

(4) ガイドライン、ハンドブック等のとりまとめ、公表

- 港湾・空港等整備におけるサステナビリティガイドライン（改訂）、国土交通省港湾局・航空局、平成30年4月
- 港湾工事中における二酸化炭素排出量算定ガイドライン（発注段階編）、令和4年6月
- 沿岸域における環境価値の定量化ハンドブック、編著：岡田知也他、(株)生物研究社、2020