

TC4.2 橋梁

委員 : 遠藤 和男 (本州四国連絡高速道路 (株))
委員 : 坂本 佳也 (本州四国連絡高速道路 (株))
連絡委員 : 白戸 真大 (国土交通省 国土技術政策総合研究所)
連絡委員 : 佐藤 陽一 ((一社) 日本橋梁建設協会)
若手技術者 : 五味 傑 ((一社) PC建設業協会)
本省窓口 : 白戸 真大 (国土交通省 国土技術政策総合研究所)

TCチェア(国籍) : Nicolas BARDOU(フランス)

TCセクレタリ(国籍): 英語 Joseph HARTMANN (アメリカ)

仏語 French Secretary: Pierre GILLES (ベルギー)

西語 Marta PERTIERRA RODRIGUEZ (スペイン)

1. 調査研究内容

5つのIssue

- 【Issue1】 橋梁点検, マネジメントへのデジタル技術の活用
(Digital transformation for bridge inspection and management)
- 【Issue2】 PC 橋梁ポストテンションシステムのモニタリングと維持管理
(Management and monitoring of Post-tensioned Grouted Duct Bridges)
- 【Issue3】 道路橋の構造的冗長性を確保する要件とその評価手法
(Requirements and evaluation methods for structural redundancy of road bridges)
- 【Issue4】 構造破壊のフォレンジック(科学捜査)工学 (前タームから継続)
(Forensic Engineering Case Studies)
- 【Issue5】 橋梁分野における脱炭素
(Reducing carbon footprint for bridge)

日本の各委員は分担して各Issueに活動に参画

【Issue 1】橋梁点検、マネジメントへのデジタル技術の活用

橋梁点検・マネジメントに、3次元モデル、画像処理、AI等のデジタル技術を活用した我が国の取り組みを紹介するとともに、各国のデジタル技術の活用手法の情報を収集し、我が国の点検・マネジメント技術の更なる高度化、効率化を目指す。

【Issue 2】PC 橋梁ポストテンションシステムのモニタリングと維持管理

我が国におけるポストテンションPCケーブルの防食技術、点検技術、健全度評価、補修方法を紹介するとともに、各国のポストテンションPCケーブルに係る防食、点検、健全度評価、補修に係る事例を収集し、我が国の技術力を更に向上させる。

【Issue 3】道路橋の構造的冗長性を確保する要件とその評価手法

道路橋の耐震設計に求める構造リダンダンシーに関する我が国の要求事項や評価手法を紹介するとともに、各国の構造リダンダンシーに係る技術基準や性能評価手法を収集し、我が国の技術力をさらに向上させる。

【Issue 4】構造破壊のフォレンジック(科学捜査)工学

供用中、施工中の橋梁が崩壊するなどの重要事象の情報を収集し、我が国の点検要領や施工基準に反映させる。

【Issue 5】橋梁分野における脱炭素

各国における橋梁ライフサイクルの各段階(計画、設計、建設、管理、撤去)における低炭素化の取り組み事例を収集し、我が国の2050年カーボンニュートラルの実現に貢献する。

【Issue 1】橋梁点検、マネジメントへのデジタル技術の活用

- ✓ 橋梁点検、マネジメントにおけるデジタルトランスフォーメーションの状況に関するアンケート及び事例収集を実施
- アンケート回答21カ国、ケーススタディ57件
- ✓ これらの結果に基づき、ケーススタディ集、フルレポートを作成中

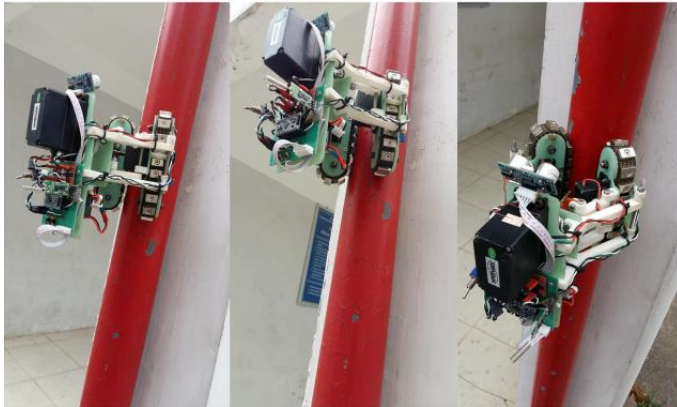
● ケーススタディで扱う技術

UAV、LiDAR／3Dレーザースキャナ、ロボットシステム、海上用ビークル、埋込型センサー、IoT、衛星技術、デジタルツイン、MR／AR（複合現実／拡張現実）、AIデジタル画像、相関法（DIC）

→ 多岐にわたるデジタル技術が存在するため、橋梁管理者が自らのニーズに最適な選択ができるよう整理

【Issue 1】橋梁点検, マネジメントへのデジタル技術の活用

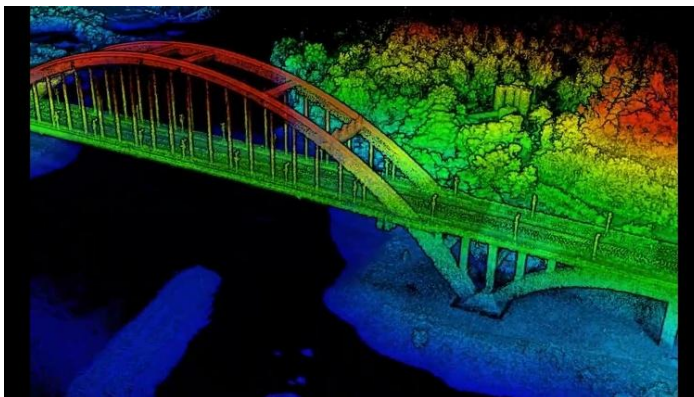
● ケーススタディで扱われた技術事例



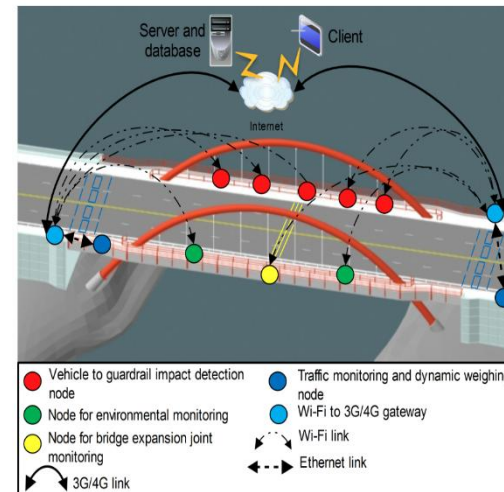
鋼管構造点検用磁石車輪ロボット



水中構造点検用USV(無人水上艇)



UAVによるLiDARスキャンング



IOTセンサによるデジタルツイン

【Issue 2】PC 橋梁ポストテンションシステムのモニタリングと維持管理

- ✓ 既設橋におけるPCシステム、点検・モニタリング方法に関するアンケート、損傷及び補修補強事例収集を実施
 - アンケート回答15カ国、ケーススタディ23件
- ✓ これらの結果に基づき、ケーススタディ集、フルレポートを作成中

●主な現状整理

- 既設橋に用いられているPCシステム
 - 主要メーカー・システム (Freyssinet、BBRV、Sumitomo、等) 毎に使用期間、採用国、ワイヤー構成、アンカー形式、防食レベル、等を整理
- 損傷
 - 部材 (ワイヤ/ストランド、ダクト、グラウト、アンカー、等) ごとの代表的な劣化及びその要因を整理

【Issue 2】PC 橋梁ポストテンションシステムのモニタリングと維持管理

- 補修・補強
 - 代表的な補修(ケーブル交換、グラウト再注入、ダクト部分交換、等)、補強(新規外ケーブルの追加、炭素繊維や鋼板による補強、等)方法を整理
- 点検・モニタリング方法
 - 各手法の原理、診断能力、適用範囲、等を整理



放射線透過試験



音波3Dイメージング

【Issue 3】道路橋の構造的冗長性を確保する要件とその評価手法

- ✓ 新設橋の設計及び既設橋の維持管理に考慮されている構造的冗長性に関するアンケート及び事例収集を実施
 - アンケート回答21カ国、ケーススタディ26件
- ✓ これらの結果に基づき、フルレポートを作成中

● 主な現状整理

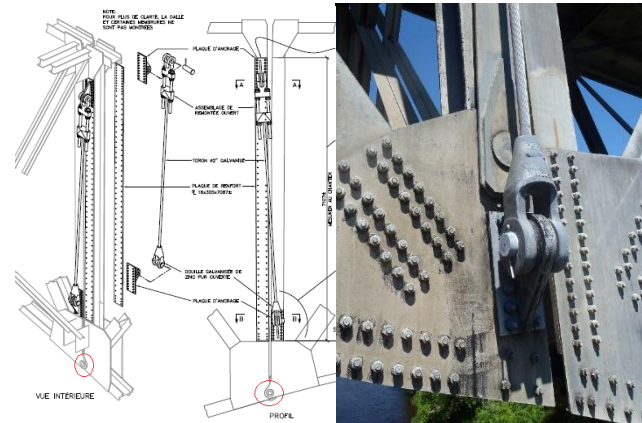
- ✓ 新設橋における推奨事項
 - ・複数の独立した荷重経路の確保
 - ・継手、ケーブル等の多系統化 等
- ✓ 既設橋における推奨事項
 - ・冗長性の定量的評価→ 不要な補強回避、LCCの削減、交通への悪影響の減少、等
 - ・FCM(Fracture Critical Member)概念の導入→点検の効率化、等
- ✓ 気候変動との関係
 - ・気候変動への適応においても冗長性は有効→一部の国(北欧、カナダ、等)で気候変動を基準へ反映

【Issue 3】道路橋の構造的冗長性を確保する要件とその評価手法

● 既設橋への配慮事例



連続PC桁橋へのステイケーブルの追加



ゲルバーヒンジ部へのケーブルの追加

【Issue 4】構造破壊のフォレンジック(科学捜査)工学

- ✓ 落橋や重大損傷事例について、調査組織、調査手順や内容、事故調査に関する法制度(あれば)等を継続収集中
- ✓ 情報収集と共有のための継続的なプラットフォームの確立(ウェブツールの導入など)を目指す

【Issue 5】橋梁分野における脱炭素

- ✓ ライフサイクルの各段階(計画、設計、建設、管理、撤去)における低炭素化の取り組みに関するアンケート及び事例収集を実施
- ✓ アンケート作成に際しては、他TC(TC4.1:舗装、TC4.3:土工、TC4.5:道路建設・維持管理の脱炭素)と連携
 - TC4.2では、入札契約、調達方法、排出量計算方法等は扱わない
 - アンケート回答12カ国、ケーススタディ10件
- ✓ これらに基づき収集した情報をTC4.5に提供(及びケーススタディ集作成)予定

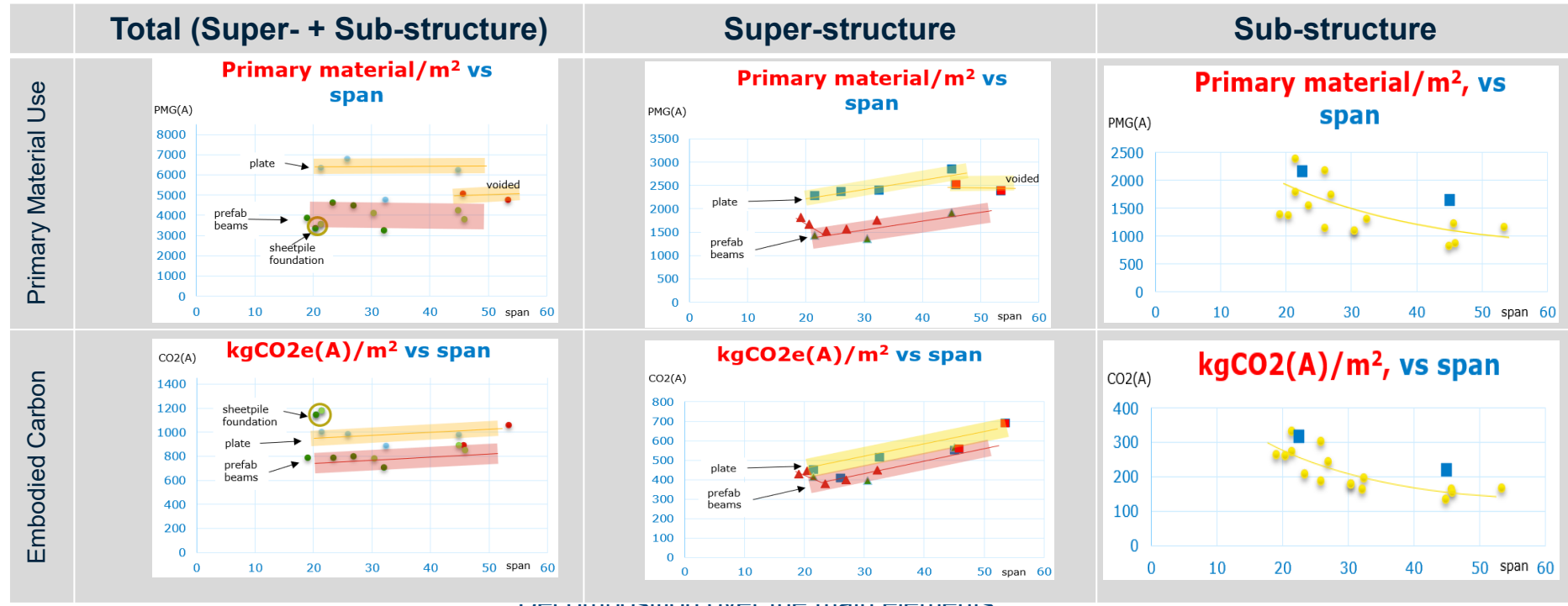
●主な現状整理

- 道路分野の炭素推進に関する方針を定める国は多いが、基本事項レベル
- 特に、橋梁分野における具体的な取り組み事例に関する情報は無い
 - 解体時の材料再利用、新材料の開発、木材の使用等の取り組み事例はあるが、橋梁分野における脱炭素との関連に関する整理は未実施
- 欧州を中心に、橋梁分野における幾つかの検討事例は有り
 - 計画、設計等の上流段階での 配慮事項に反映

【Issue 5】橋梁分野における脱炭素

● 検討事例(オランダ)

- 既設橋データを用いたCircular Performance (循環性能: 一次資源使用量、炭素排出量を指標)に関する試算



Decomposition over the main elements

4. 活動予定

① 国内関係者との連携

- ・ 国内委員会を設置(本省、国総研、土研、高速道路会社、業界団体、財団などの代表14名で構成)
- ・ 第1回委員会を12/19/2024に開催(日本としての取り組み方針、等を審議)
- ・ 各WGの成果概要がまとまった段階で、次回委員会を開催予定

② 会議の予定(4年間のスケジュール)

時期	(実績及び) 予定
2024年2月	フランスで第1回TC会議を開催
2024年9月	インドでセミナーと第2回TC会議を開催
2025年6月	オーストラリアでワークショップと第3回TC会議を開催
2025年10月	中国でセミナーと第4回TC会議を開催
2026年3月 (シャンベリー冬期大会)	第5回TC会議及びセミナー(@トリノ)を開催予定 (気候変動の中での老朽化した橋のレジリエンス向上策)
2026年10月	メキシコでセミナーと第6回TC会議を開催予定
2027年4月	モロッコでカンファレンスと第7回TC会議を開催予定
2027年秋 (バンクーバー大会)	TC会議開催および橋梁セッションをオーガナイズ予定