

委員会報告 データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会報告

田村隆弘*1・細田 暁*2・中村秀明*3・二宮 純*4・岩城一郎*5・石田哲也*6・田中泰司*7・閑田徹志*8

要旨: 本委員会では、データベースを核とした新設構造物の品質確保と既設構造物の性能確保について、実践的な研究を展開してきた。新設構造物については、平成 19 年度から運用されている山口県のデータベースに基づくひび割れ抑制システムの高度化と展開をコアに据え、山口県のシステムを東北地方の復興道路の品質確保に応用する段階にまで展開を進めた。また、データベースに基づく維持管理システムに関する先駆的な事例の収集と情報共有も行った。さらに将来の方向性を模索するために、データベース活用に関する具体的な先行事例を詳細に分析し、知見を整理するとともにその活用方法について議論を進めた。本稿では、本研究委員会の議論の骨子と成果報告書の概要について述べる。

キーワード: 品質確保, ひび割れ抑制, 性能確保, データベース, 維持管理システム

1. はじめに

社会基盤の多くの部分を占めるコンクリート構造物の耐久性が、我が国の健全な発展と継続にとって重要であることは言うまでもない。これだけ環境作用が多様な我が国において、春夏秋冬にひび割れが抑制された品質の高い構造物を構築すること、また 50 年、100 年さらにはそれ以上の期間に渡って構造物群が機能を満たすための性能を確保することは容易ではないが、全てのステ

ークホルダーがチャレンジするべき課題である。

山口県では、平成 19 年度から独自の温度ひび割れ抑制システムを運用している。山口県がシステムの構築に着手した最大の要因は、県内建設業界からの発注者への強い要請であった。ひび割れに関わる問題は、建設業者にとってコスト管理や工程管理に大きな負荷を生じさせるため、発注者に対する不満と不信が顕在化したと考えられる。山口県は、この問題に対して真正面から取り

表-1 委員構成

委員長 田村 隆弘 徳山工業高等専門学校	坂田 昇 鹿島建設 (株)
副委員長 野口 貴文 東京大学	谷口 康一 西日本旅客鉄道株式会社
幹事長 細田 暁 横浜国立大学 (兼WG2幹事)	都築 正則 株式会社 大林組
中村 秀明 山口大学 (WG1主査)	半井 健一郎 広島大学
二宮 純 山口県 (WG1幹事)	野添 秀昭 清水建設株式会社
岩城 一郎 日本大学 (WG2主査)	林 和彦 横浜国立大学
石田 哲也 東京大学 (WG3主査)	堀江 克幸 神奈川県
閑田 徹志 鹿島建設 (株) (WG3幹事)	眞方山 美徳 国土交通省 国土技術政策総合研究所
田中 泰司 長岡技術科学大学 (WG3幹事)	丸山 明 株式会社 アイ・エス・エス
阿波 稔 八戸工業大学	溝渕 利明 法政大学
阿部 淳一 アサノコンクリート株式会社	武藤 正樹 (独) 建築研究所
井上 和政 株式会社 竹中工務店	山路 徹 (独) 港湾空港技術研究所
猪植 康弘 関西電力株式会社	山本 努 東京地下鉄株式会社
上田 洋 公益財団法人鉄道総合技術研究所	増井 隆 首都高速道路株式会社
岸 利治 東京大学生産技術研究所	中野 聡 株式会社福山コンサルタント
国枝 稔 岐阜大学	高橋 明彦 陸奥測量株式会社
黒岩 秀介 大成建設株式会社	谷村 充 太平洋セメント
小林 薫 東日本旅客鉄道株式会社	松田 浩 長崎大学
佐伯 竜彦 新潟大学	

*1 徳山工業高等専門学校 土木建築学科 教授 工博 (正会員)

*2 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 准教授 博士 (工) (正会員)

*3 山口大学大学院 理工学研究科 博士 (工) (正会員)

*4 山口県土木建築部 審議監 (正会員)

*5 日本大学 工学部 教授 工博 (正会員)

*6 東京大学大学院 工学系研究科 准教授 博士 (工) (正会員)

*7 長岡技術科学大学 環境・建設系 助教 博士 (工) (正会員)

*8 鹿島建設 (株) 上席研究員 Ph.D (正会員)

表-2 委員会報告書の目次構成（案）

WG1（データベースに基づく新設構造物のひび割れ抑制・品質確保システムの高度化・展開）

- 1章 はじめに
- 2章 山口県のひび割れ抑制システムの分析
 - 2.1 山口県のひび割れ抑制システムの概要、ひび割れ抑制の成果、システムの課題
 - 2.2 山口県のひび割れ抑制、品質確保における「目的」と「手段」
 - 2.3 山口県のシステムによる表層品質の向上（物質移動抵抗性、目視評価）
 - 2.4 「施工の基本事項の遵守」が達成される仕組み
 - 2.4.1 施工状況把握チェックシートの役割
 - 2.4.2 品質確保における監督員の役割
 - 2.5 山口県のひび割れ抑制システムで得られた知見の、土木学会コンクリート標準示方書等へのフィードバック
- 3章 山口県のひび割れ抑制システムの高度化
 - 3.1 ひび割れ抑制システムから品質確保ガイドへの移行の経緯
 - 3.2 打設管理記録の改善と、将来のコンクリート施工記録のあるべき姿
 - 3.3 生コンのデータの重要性和コンクリート施工記録との連携
 - 3.4 新たなデータベースシステムの提案
 - 3.5 コンクリート構造物の耐久性の確保と水廻り
 - 3.6 コンクリート施工記録から維持管理のカルテへ
- 4章 他の自治体・事業者への展開
 - 4.1 山口県の品質確保システムの他の自治体・事業者への展開と課題
 - 4.2 山口県の品質確保システムの東日本大震災の被災地の復興道路・復興支援道路の品質確保への応用
 - 4.3 将来的なデータベースの学会での管理・運用
- 5章 おわりに

WG2（データベースに基づく維持管理、自治体等の維持管理システムの好例の共有）

- 1章 はじめに
- 2章 我が国におけるアセットマネジメントの変遷、現状、将来展望
- 3章 自治体・事業者の維持管理システムの好例
 - 3.1 青森県のアセットマネジメントの現状、課題、展望
 - 3.2 長崎県の道守のシステムと持続的発展のための課題と展望
 - 3.3 香川県の構造物の維持管理と人材育成
 - 3.4 福島県の市町村の維持管理モデルと実践
 - 3.5 中部地区の取組み
- 4章 維持管理におけるデータベースの活用・必要性
 - 4.1 塩化物イオンモニタリング
 - 4.2 狭くて深いデータベースの必要性和構築
 - 4.3 骨材のデータベースの必要性
 - 4.4 点検データと震災後の調査結果の相互分析
 - 4.5 鉄道構造物の維持管理におけるデータベースの活用
 - 4.6 地下鉄構造物の中性化に対する調査と補修戦略
 - 4.7 港湾コンクリート構造物における塩害構造物の定量的評価手法
- 5章 おわりに

WG3（データベースの詳細な分析と活用）

- 1章 はじめに
- 2章 山口県のデータベースの分析から得られた知見
 - 2.1 山口県の打設管理記録のデータベースから得られる温度ひび割れ抑制の要点
 - 2.2 山口県の構造物のデータベースの温度応力解析を用いた分析
 - 2.3 山口県の構造物の詳細な温度応力解析
 - 2.4 山口県のひび割れ抑制システムによる表層品質の向上の詳細分析
 - 2.5 山口県のひび割れ抑制システムから土木学会示方書へのフィードバック
- 3章 土木分野のデータベースの活用事例
 - 3.1 北陸地整の建設・補修データの分析から得られる知見
 - 3.2 津波による橋梁被害のデータベースの作成と分析
 - 3.3 3次元モデルを活用した建設生産システム構築の試み
 - 3.4 コンクリート表面の目視評価と品質向上のPDCAシステム
 - 3.5 PC橋梁のたわみ計測（月夜野大橋）
 - 3.6 小樽築港の試験体、継続試験
 - 3.7 新名立大橋
 - 3.8 土木学会フライアッシュ委員会、中性化
 - 3.9 阪神大震災の被害分析と耐震補強
- 4章 建築分野のデータベースの活用事例
 - 4.1 RC工事記録の現状把握調査
 - 4.2 RC品質確保のためのデータベースのあるべき方向性
 - 4.3 BIMとデータベース融合に向けた将来像の提示
 - 4.4 家歴書の現状と今後
- 5章 おわりに

組み、実構造物のデータを積み重ねたデータベースを活用し、産官学の「協働」により解決への道を歩むことになる。

ひび割れ問題は、建設マネジメントの問題でもある。山口県のマネジメントシステムを深く分析し、他の自治体や事業者に展開していくことが重要であると考え、

JCIでは、「データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会」（委員長：田村隆弘（徳山工業高等専門学校教授））を設置して2011年度から2年間の活動を行った。表-1に委員構成を示した。本委員会では、新設構造物の品質確保だけでなく、既設構造物の性能確保においても、データベースの活用が重要で

あるとの共通認識を持ち、手段である「データベース」を核に据えて、自由闊達に研究、議論を行った。本稿では、本委員会が推進した研究と成果報告書の概要について述べる。

2. 委員会報告書の目次構成

本委員会は、3つのWGを立ち上げて活動を行った。以下の3つである。

- ①WG1（データベースに基づく新設構造物のひび割れ抑制・品質確保システムの高度化・展開）
- ②WG2（データベースに基づく維持管理、自治体等の維持管理システムの好例の共有）
- ③WG3（データベースの詳細な分析と活用）

ただし、これら3つのWGは独立ではなく、各WGを開催する際にはすべての委員が参加できるようにして、広く情報と知見を共有するようにした。

また、WG1は、同じく2011年度から活動を開始したJCI中国支部の研究委員会「打設管理記録に基づくコンクリート構造物品質確保手法の中国地方への展開」（委員長：田村隆弘教授、幹事：中村秀明 山口大学教授）と密に連携を取って、山口県のひび割れ抑制システムの分析、高度化、展開に取り組んだ。

表-2に、委員会報告書の目次構成（案）を示した。委員会の活動は非常に多岐に渡っており、実務の品質確保等に関わる最前線の研究や、自治体等の維持管理の好例の勉強、土木・建築分野でのデータベースの活用事例などを包含している。

WG1では、山口県のひび割れ抑制システムを深く分析し、特に、コンクリート構造物の品質確保に大きく貢献する「施工の基本事項の遵守」がシステムとして達成される仕組みについて詳しく論じた。山口県のシステムは、ひび割れ抑制システムから、構造物全体の品質確保へと移行しつつあり、他の自治体等への展開も少しずつ広がってきている。その際に必要となる新たなデータベースの内容やシステムについても論じた。

東北の復興道路・復興支援道路の建設がH25年度から一気に本格化する。融雪剤を大量散布する非常に厳しい環境に、工期・材料・人的資源等の多くの制約条件がある中で非常に多くの構造物が建設される。この復興道路の品質確保に、山口県の品質確保システムの要素を活用する流れが、本委員会の活動の成果として出来上がった。その概要についても論じた。

WG2では、自治体や事業者等における維持管理システムの好例を共有するため、システムの中核を担う人物に招待講演をしてもらい、その概要を報告書に取りまとめた。また、土木分野の維持管理におけるデータベースの活用事例や、将来に必要なデータベースなどについて、

最新の研究成果や、将来に引き継ぐべき既往の貴重な研究成果を取りまとめた。

WG3では、土木と建築分野でのデータベースの詳細な分析から得られる知見の活用や、特に建築分野で今後の発展や活用が期待されるデータベースの事例について検討した。

本委員会は、2013年9月12日（火）に委員会の成果報告を行うシンポジウムを東京で開催する予定である。現在進行形の実務的な研究が多いため、東北の復興道路の品質確保プロジェクトや、山口県のひび割れ抑制システムの最新情報、自治体等の維持管理システムの紹介など、多くの方々に興味を持っていただける情報が並ぶシンポジウムとする予定である。

3. WG1における検討（データベースに基づく新設構造物のひび割れ抑制・品質確保システムの高度化・展開）

ここでは、山口県のひび割れ抑制・品質確保システムの概要と今後の展開、そして復興道路の品質確保の展開について概要を述べる。

3.1 山口県のシステムの概要・成果・課題

山口県では、図-1に示すような産学官が協働して実施する「コンクリートひび割れ抑制システム」を、平成19年から運用している。このシステムは、平成17年から2年間にわたり実施した実構造物での試験施工の成果に基づいて構築したもので、次のような独創的な仕組みを有している。

コンクリート構造物の工事において、リフトごとの使用材料の詳細な情報や施工時の状況、ひび割れの情報などを記載した「コンクリート打設管理記録」を施工者が作成し、発注者（県）に提出する。

県は、この「コンクリート打設管理記録」や運用の基準である「ひび割れ抑制対策資料」などの関係資料をホームページですべて公表しており、設計者、発注者、施工者、材料製造者、研究者などのすべての関係者が情報を共有している。

施工した構造物のデータを、その後の構造物の設計・施工の根拠として活用することで、数値解析に頼らずに、実用的・合理的なひび割れ抑制対策を検討することが可能になる。

また、ひび割れに対する姿勢としては、補修を必要としない範囲のひび割れは許容し、対策工は経済性（必要最小限の経費を目指す）および施工性も考慮して選択することとしている。このことから、システムでは「防止」あるいは「制御」という用語を使用せず、「抑制」を使用している。

抑制対策は、図-2に示すとおり3つの要素で構成されており、設計者、施工者、材料供給者、発注者の協働

によって実行されるものとなっている。

この取組みは次第に研究者にも注目されるようになり、平成 21 年には土木学会「構造物表層のコンクリート品質と耐久性検証システム研究小委員会」（委員長：岸 利治 東京大学生産技術研究所教授）が運用開始前後の構造物の表層品質などを調査し、抑制対策が表層品質の向上に効果が認められることを確認した¹⁾。また、打設管理記録データベースについて、田村らや細田らは分析を行い、その成果を報告している^{2), 3)}。

平成 19 年のシステムを運用開始から 6 年が経過し、蓄積したデータ数は 1,000 件を超えているが、県内の市町などの参画には至っていない。県内で建設される構造物は、施工者も材料（生コンクリート）も共通であり、データを共有するメリットが大きいことから、参画を働きかけている。

一方、本委員会の活動を通じてシステムに興味を持った研究者、施工者及び発注機関の協力により、山口県以外の発注機関の工事において打設管理記録を作成する試行が行われ、県内外からデータの提供を受けることができるようになり、ホームページの「ゲストコーナー」で公表している。現在、県内では JR 西日本及び国土交通省、県外は群馬県から提供を受けており、徐々にシステムの波及が期待できる段階となってきている。

平成 24 年に、運用基準の「ひび割れ抑制対策資料」の改定に着手し、(1)蓄積したデータの分析結果を反映すること (2)わかりやすい基準となるように内容を工夫すること (3)ひび割れに限定せずにコンクリートの品質確保に拡大することを当初の改定項目としていた。

本委員会では、この改定に関してシステムの可能性をさらに引き出すための議論が行われ、RC 構造物に限定していた対象範囲を、上部工の PC 構造物に拡大することや、供用後の耐久性に大きく影響する水処理に配慮することなどが提案され、改定に盛り込むこととなった。

さらに、品質確保に対する発注者の役割や技術力の重要性について活発な議論が交わされた。システムは、産（設計者・材料提供者・施工者）、官（発注者）、学（研究者）の協働を根本にしており、この協働が成立するには、発注者も必要な技術力を有し、適切に役割を果たすことが必要であるが、満足できるレベルには到達していない職員が多く、その効果的な研修方法についても委員会で議論した。

また、システムの運用に当たり目的を理解しないまま手段を執行しようとする「手段の目的化」に陥る傾向が見られたため、運用基準が手段だけを示した、いわゆるハウツー本にならないための工夫についても委員会で議論した。

このように、運用基準について、システムの高度化を

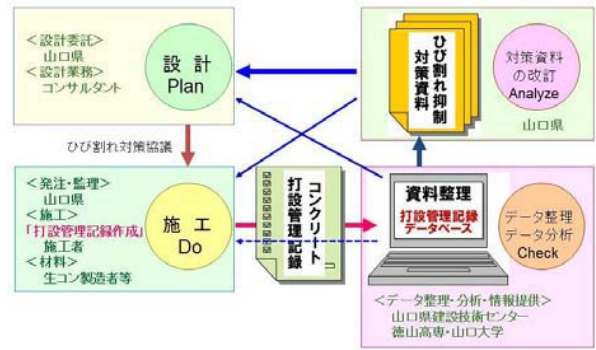


図-1 山口県のコンクリートひび割れ抑制システム

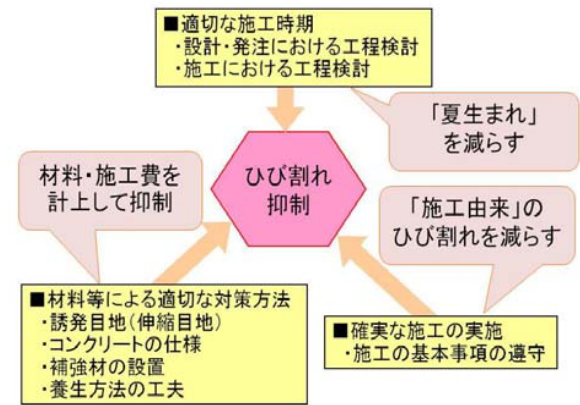


図-2 山口県のひび割れ抑制対策

目指した議論や検討を重ねてきたため、若干改定作業が遅れており、25年に改定版を刊行する予定である。

3.2 山口県のデータベースシステムの高度化

山口県では、ひび割れ抑制に供するためのデータベースを平成 19 年から構築しており、このデータベースには、ひび割れ抑制の対象となる構造物の施工状況が打設されるリフト毎に整理されており、平成 25 年 3 月末現在で 1060 件のデータが格納されている。格納されているデータの概要を以下に示す。

- ・ 構造物情報
構造物の寸法や配筋、打込みリフト図、温度計測位置等
- ・ 打込み情報
日時、使用コンクリート、強度、運搬状況、打込み状況、養生状況等
- ・ ひび割れ情報
ひび割れ概要、発生状況、経過観察状況等
今回の活動ではひび割れ抑制の取組みが品質確保に繋がるという観点から、これまでは主に橋梁下部工やボックスカルバート等を対象としていたものを、上部工を含めるなど対象部位の拡充やデータ項目の見直し、データフォーマットの見直し等を行った。

さらには、現時点ではまだ完成には至っていないが、これらの情報を格納するデータベースシステムそのも

の再構築も行っている。データベースシステムの再構築では、検索機能の強化はもちろんのこと、東北地方の復興道路の品質確保を見据え、山口県のみならず、他の自治体や事業者等も利用可能なようにデータ項目として、緯度や経度などの位置情報や都道府県名、構造物管理機関等を追加し、再構築している。

さらに従来のリレーショナルデータベースでは、必要なデータ項目をあらかじめ全て準備する必要があり、想定されていないデータ項目を新たに追加するにはデータベースの設計変更を行う必要があり、容易には行えない。データ項目は自治体や事業者等により異なっていることが考えられ、従来のリレーショナルデータベースでは、これらの差違に対応できない。そこで本活動では、XML データベースの活用を視野に入れている。XML データベースは、必要なデータ項目を必要な時に自由に追加、変更できる高い拡張性と柔軟性を有しており、他の自治体や事業者への展開が可能である。さらに将来的にデータ項目が増えた際の対応も比較的簡単に行える。

3.3 他の自治体・事業者等への展開

山口県で構築された各プレーヤーの協働による品質確保システムを、他の自治体や事業者等へ展開することを試みた。JR 西日本や国土交通省、群馬県の構造物について、山口県のデータベースのゲストコーナーに打設管理記録が提出された。横浜市では、山口県の施工状況把握チェックシートを用いて、打込み時に監督員による施工状況把握が試行された。横浜市の構造物の打設管理記録も平成 25 年度にはゲストコーナーに提出される見込みである。

東北地方の復興道路、復興支援道路の建設が本格化してきている。非常に限られた工期で、材料供給や人的資源の面でも制約条件が多い中、融雪剤を大量散布する環境で多くの橋梁が建設される。平成 24 年度に、東北地方整備局と本委員会のコアメンバーとで打ち合わせを重ね、平成 25 年度から山口県の品質確保システムの要素を応用しながら復興道路・復興支援道路の品質確保を推進していくこととなった。

下部工については、施工の基本事項の遵守により品質を確保することと適切に水処理をすることを基本方針としている。上部工については、既設構造物の劣化状況が著しいこともあり、設計、施工、材料、検査等のあらゆる方策を組み合わせることで品質確保を達成するチャレンジが行なわれることとなる。

平成 25 年の 4 月 10 日に仙台塩釜道路に建設中の橋脚群の品質の予備調査を行った。5 月 31 日～6 月 1 日に橋脚等の表層品質の詳細調査を行い、具体的な品質確保プロジェクトに展開していく予定である。

東北地方の復興道路・復興支援道路での品質確保では、

多くのチャレンジが重ねられる。構造物の初期品質の把握と、各環境で供用された後の性能をデータベース化し、分析することは、構造物の高耐久化のための多くの知見をもたらすであろう。この取り組みにより品質確保システムが全国へ展開されると考えており、息の長いチャレンジを続けていきたい。

4. WG2 における検討（データベースに基づく維持管理、自治体等の維持管理システムの好例の共有）

WG2 では、自治体等の維持管理システムの好例を分析して知見を共有した。表-2 に示したように、青森県、長崎県、香川県、福島県内の市町村、中部地区などの維持管理システムを分析した。ここでは、福島県内の市町村の維持管理について概要を説明する。また、今後の構造物の性能確保のために必要なデータベースのあり方について議論した概要を報告する。

4.1 自治体・事業者の維持管理システムの好例

現在、全国の市町村で橋梁長寿命化修繕計画の策定が進められているが、国、県のように劣化予測を前提に LCC 最適化を目指す手法は困難である。福島県では、浜通り・中通り・会津という地象・気象条件の異なる 3 つの地方に分かれ、各市町村で財政力や技術力が全く異なることから、図-3 に示す 4 つのモデルを構築している。

ポイントは水の作用に着目した簡易な予防保全である。

例えば、福島市は管理橋梁数も多く、高い技術力を有する職員もいるため、国・県に匹敵するブリッジマネジメントを実施中である。

田村市は平成 17 年に 5 町村が合併してできた、面積の大きい、人口約 4 万人の市である。合併に伴い、各町村の技術職員が集約されたため、彼らをインハウスエンジニアとして養成し、基本的な橋梁の点検、診断ができる体制を整えている。

南会津町は平成 18 年に 4 町村が合併した全国有数の大きな面積を有する人口約 1 万 8000 人の町で、過疎化と高齢化が進行している。ここでは、各地区（田島、南郷、伊南、館岩）で地元の建設業を中心に橋守を養成し、橋の維持管理を進める方法を検討している。

そして、平田村である。この阿武隈高地に位置する人口約 7000 人の小さな村は、全国に先駆けて産学官民の連携による道造&橋守事業を進めている。

このように、今後は地域の特色（強み）を活かしたモデルの構築が不可欠であり、こうした小さな好例を全国に水平展開することにより地域のインフラの長寿命化が実現するものと思われる。

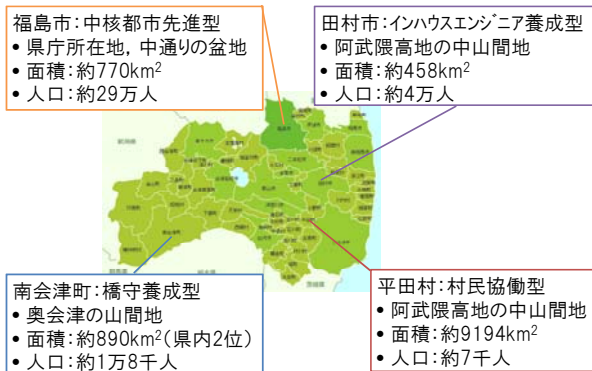


図-3 地域の特徴(強み)を活かした維持管理の好例

4.2 維持管理におけるデータベースの活用・必要性

国や県で行われている、全管理橋梁を対象とした目視点検データの収集によるデータベース化を、広くて浅いデータベースの構築と捉えれば、狭くて深いデータベースの構築も重要である。すなわち、厳しい劣化環境にさらされている重要構造物に対し、環境作用と構造物の状態を多角的に調査し、これをデータベース化することにより高度な性能評価や精緻な劣化予測が可能となり、その結果、当該橋梁のみならず、より緩い環境におかれるその他多くの橋梁の維持管理を行う上で、有用な知見を得ることも可能となる。本委員会では、我が国有数の過酷な塩害環境(山形県温海地区国道7号)において、1965年に建設され、供用開始後34年で架替えに至り、その後15年が経過した暮坪橋の詳細調査を実施し、データベース化した。

5. WG3 における検討(データベースの詳細な分析と活用)

WG3 では、施工時のデータベースを活用して新設構造物の品質向上をいかに図るか、またそれらの情報をいかに維持管理に活用していくか、という二点を中心に、技術面ならびにシステム面の両者から検討することを目指した。具体的な事例をいくつか挙げながら、良質な社会基盤施設および建築ストックを形成・管理運営するために、データベースのあるべき姿と社会への実装・運用に向けた方策について議論を行ってきた。本稿では、その一部を紹介することで、WG3の活動内容報告に代える。

5.1 山口県のデータベースの分析から得られた知見

山口県のひび割れ抑制システムで構築されたデータベースには、非常に貴重な実構造物のデータが格納されている。データベースは公開されており、本委員会でもいくつかの視点で分析に取り組んだ。

図-4 は、橋台のたて壁、胸壁について、山口県のデータベースを活用し、3次元の温度応力解析を実施し、温度ひび割れ発生確率曲線を求めたものである。JCI の

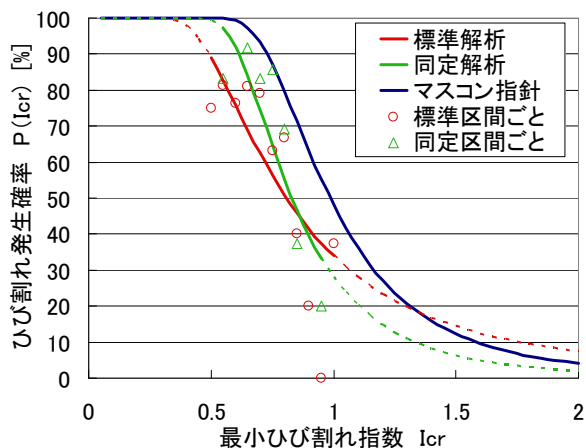


図-4 温度ひび割れ発生確率曲線

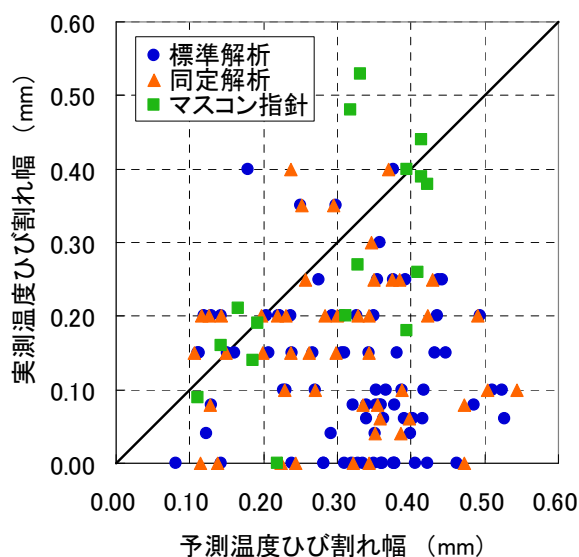


図-5 温度ひび割れ幅の予測と実測の比較

「マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008」⁴⁾の曲線に比べて、山口県の構造物群の曲線は左側に位置している。打設管理記録のデータをそのまま入力値として用いた標準解析と、実際の構造物で計測された温度履歴に合うように入力値を補正した同定解析のそれぞれから得られた曲線を示している。施工の基本事項の遵守がシステムとして達成されている山口県では、最小ひび割れ指数が1.0を上回る場合は、ひび割れがほとんど発生しないという傾向が見られた。データベースのデータの信頼性が高く、温度応力解析技術の信頼性が高いことを暗に示している結果であると考えている。

図-5 は、同指針のひび割れ幅算定式を用いて、温度応力解析の結果から予測したひび割れ幅と、山口県の構造物の最大ひび割れ幅の実測値を示したものである。同指針のひび割れ幅算定式の根拠となったデータは、図中で1対1の直線の周囲に分布しているが、実構造物のデータは必ずしもそうではない。予測値に比べて実構造物

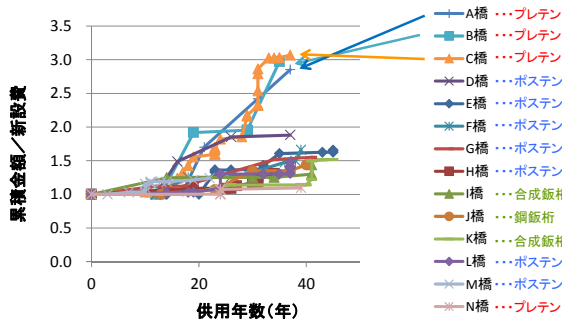


図-6 海岸から 150m 以内にある塩害劣化橋梁の累積金額の推移 (L 橋のみ山間部の橋梁)

のひび割れ幅が小さいものが多いのは、山口県のひび割れ抑制対策の効果であるとも考えられるが、今後、ひび割れ幅算定式の精度向上にもこれらのデータが活用されるであろう。

5.2 土木分野のデータベースの活用事例

WG3 で検討した土木分野におけるデータベースの活用事例の一つとして、新潟県における塩害対策を取り上げる。

日本海沿岸では橋梁の塩害が深刻化しており、劣化した橋梁をどのように維持管理していくのが問題となっている。新潟県では、その対策方法の検討過程において、工事記録や点検記録データを活用する取組みが行われている⁵⁾。

図-6 は、新潟県沿岸部において塩害劣化した橋梁の、新設費と維持管理費の合計の推移を示したものである。1 回あたりのコストが安いので、ほとんどの橋梁で、断面修復工法と表面被覆工法で補修が行われていた。しかし、いずれの橋梁においても数年～十年間隔で再劣化が生じ、補修が続けられた結果、現在までの補修費はポストテンション式 PC 橋で新設費の半分程度、プレテンション式で約 2 倍に達していた。プレテンション式において、補修費が多くなる原因としては、かぶりが小さいことが挙げられる。また、1990 年代以降に建設され、かぶりの確保などの塩害対策が施された橋梁では現在までに劣化が生じていないことも確認している。

プレテンション式 PC 橋梁である C 橋では、径間ごとに異なる補修対策が施されている。径間ごとに C 橋の累積金額の推移をまとめたものが図-7 である。現在までの累積金額は、補修工法によらず同程度であった。断面修復工法や防錆材塗布の場合、現時点で再劣化による腐食ひび割れや剥離が生じている径間が多いのに対し、電気防食工法を適用した径間では今のところ変状は確認されていない。

これらの分析結果が、今後の対策に役立つことは明らかである。橋梁の維持管理のように、検証に長い年月を

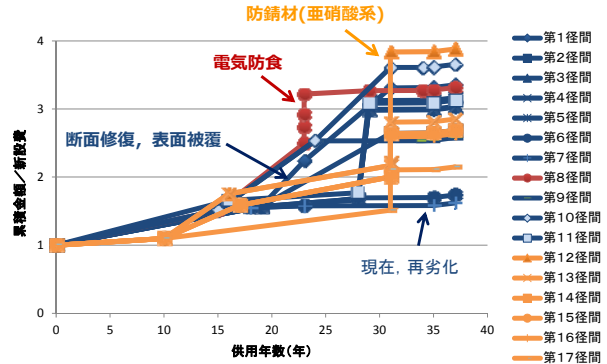


図-7 C 橋における径間ごとの累積金額の推移

要する問題を早急に解決する必要がある場合には、過去のデータを収集し、データベース化を行ったうえで、データの分析を行うことが重要である。

5.3 建築分野のデータベースの活用に向けて

建築工事では、工種が非常に多岐にわたることから、山口県の例に見られるような RC 躯体工事に集中したデータ収集が現状では難しい。また、民間工事が主で建物ごとに厳しい守秘義務があることから、データが収集できたとしても、データベース構築を行ってこれを開放し、有意義な学術的・実務的な活用を図ることについても多くの課題が残る。一方、建築物の耐久性や維持管理に関する社会的な関心は強く、躯体工事の品質を証明するための母子手帳に相当する施工データ、また維持管理で用いるための経年変化やメンテナンス情報を含めたカルテに相当するデータの集積の重要性が高まっており、山口県の先進的な取り組みに学ぶことは多い。

これらを受け、WG3 では、建築分野における RC 躯体の施工データ集積とその活用に向け、i) 施工者による躯体施工記録の実態把握、ii) ひび割れ低減やかぶり厚確保など躯体の高品質化に寄与するための施工記録のあるべき姿の提案、iii) 建築分野で急速に進む情報化施工の象徴である BIM を用いたデータ収集とデータ活用の可能性の探索、iv) 建築物のカルテに相当し、行政主導で進められている家歴書の考え方と展開現状の把握の 4 点に関し調査と検討を行った。

検討結果の例として iii) の BIM について述べる。BIM とは、コンピュータ上に作成した建築物の 3 次元形状情報に加え、材料や部材の仕様・性能など建築物の属性情報を併せ持つことを特徴とするデジタルモデルと定義される^{6), 7)}。施工情報の記録と整理は、施工者の大きな労力を必要とするが、例えばスマートフォンへの入力やセンサー類による自動収集により、デジタルモデルへデータを容易に付加できるため⁸⁾、BIM の普及により、建築分野でも母子手帳とカルテに相当するデータベースの構築が個別の建築物ごとにではあるが一気に進む可

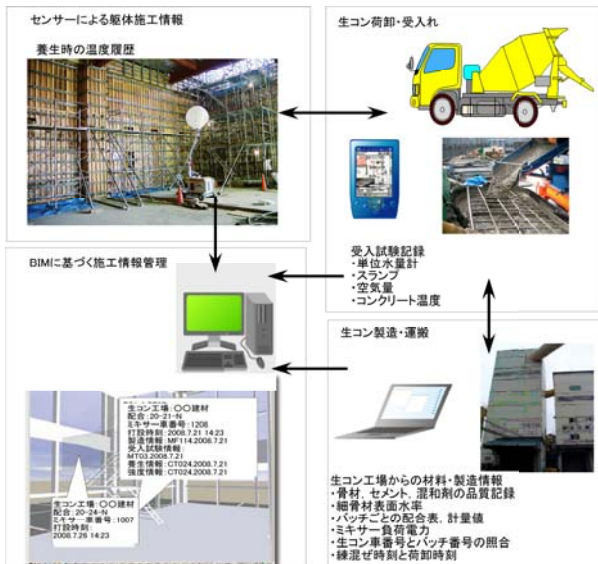


図-8 BIM利用による施工データ収集と集積イメージ

性能がある。施工データの収集と集積のイメージを図-8に示す。

6. まとめ

コンクリート構造物の長寿命化を社会で達成するためには、図-9に示すように、初期品質の確保、供用中の性能確保、データベースの分析と活用が必要である。

本委員会では、議論を重ねるたびに、データベースはあくまで手段であり、構造物の品質・性能確保を達成し、その過程で人材が育成され、技術力が向上し伝承されることの重要性を皆が認識した。しかし、手段であるデータベースも非常に重要であり、意義のあるデータベースの構築とその活用には、優れた戦略、戦術と情熱、実行力、持続する覚悟が必要であることも皆が認識した。本委員会の活動をきっかけに始まった実社会のプロジェクトが多くあり、委員会で議論したフィロソフィーが実現できるよう、今後も継続的にチャレンジを続けたい。

参考文献

- 1) 構造物表層のコンクリート品質と耐久性性能検証システム研究小委員会第二期(335委員会)成果報告書およびシンポジウム講演概要集, 土木学会, コンクリート技術シリーズ97巻, 2012.7
- 2) 田村隆弘, 稲津貴和子, 国重典宏: 実構造物のデータベースを用いた初期ひび割れ幅の予測式に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1331-1336, 2011
- 3) 大野又稔, 細田暁: 山口県の実構造物のデータベースの温度応力解析による分析, コンクリート工学年

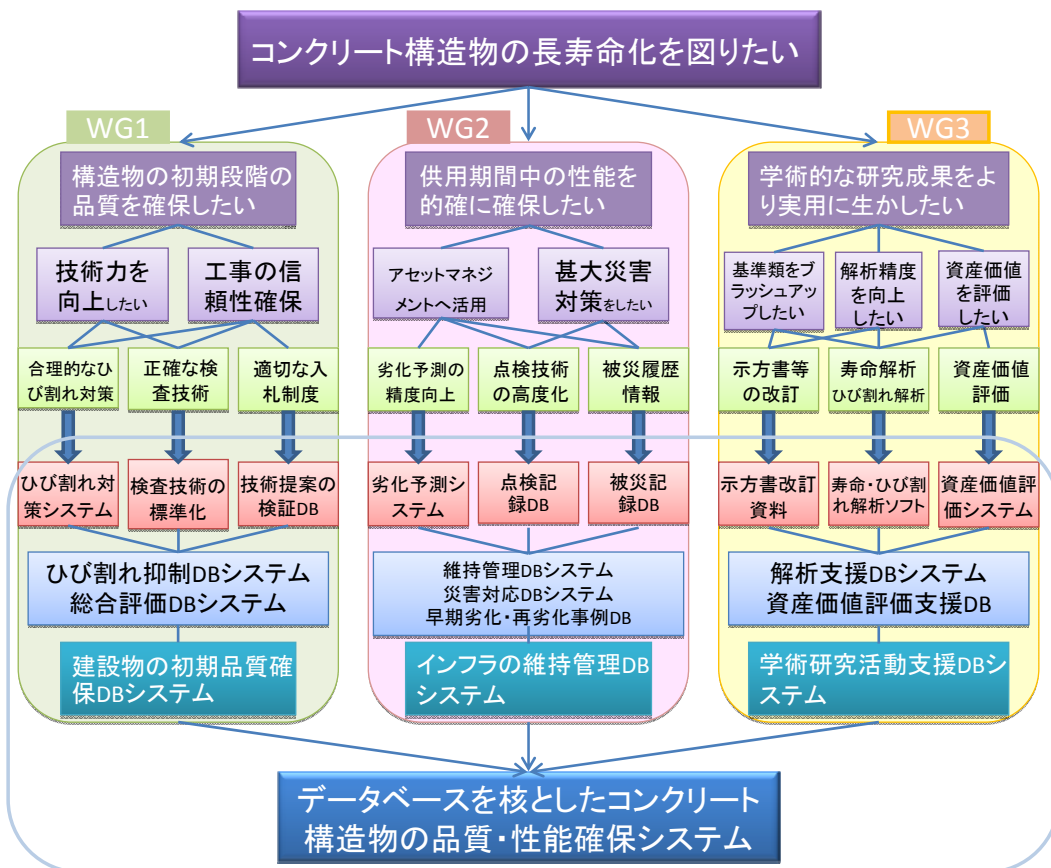


図-9 データベースを核としたコンクリート構造物の品質・性能確保システム

次論文集, Vol.34, No.1, pp.1288-1293, 2012

- 4) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008
- 5) 田中泰司, 丸山久一：新潟県上越地区における塩害被害橋梁のライフサイクルコストの実態調査, コンクリート技術シリーズ 98 材料劣化が生じるコンクリート構造物の維持管理優先度研究小委員会委員会報告書およびシンポジウム講演概要集, pp.393-400, 2012.7

- 6) 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室:官庁営繕事業における BIM 導入プロジェクトについて, 建設マネジメント技術, 2012 年 8 月号, pp.7-12, 2012
- 7) 日本建築業連合会:専門工事会社における BIM 活用実態調査報告書, 2011
- 8) 吉田知洋ほか:3DCAD を利用した施工図作成の取り組み事例, 鹿島技術研究所年報, Vol. 60, pp.197-202, 2012