

社会インフラメンテナンス技術シンポジウム

これからの社会インフラメンテナンスの技術戦略を考える
－今後の維持管理・更新に関する技術開発の方向性－

開催報告書

平成 27 年 1 月 30 日

主催：(公社)土木学会 社会インフラ維持管理・更新の重点課題検討特別委員会
共催：(公社)土木学会 鋼構造委員会, 応用力学委員会, コンクリート委員会,
舗装工学委員会, 土木情報学委員会, 建設用ロボット委員会,
地下空間研究員会

はじめに

平成25年度に、特許庁では「社会インフラメンテナンス技術に関する特許出願技術動向調査」を実施した。また、今年度、内閣府では「SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)」として、「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究開発に着手した。

本シンポジウムは、これらの調査成果や現在の取組み状況を報告するとともに、土木学会・調査研究部門委員会による取組み事例を紹介し、社会インフラ維持管理・更新に関する更なる分野横断的な研究・技術開発の推進や、次なる技術開発の方向性を見出すことを目的として開催した。

1. 開催概要

- ・日 時 平成27年1月30日(金) 13:00~18:00
 - ・場 所 土木学会 講堂
 - ・参加者数 135名(定員120名) 土木学会会員:112名 非会員:23名
 - ・プログラム
- 13:00~13:05 開会挨拶 橋本鋼太郎(社会インフラ維持管理・更新の重点課題検討特別委員会委員長)
- 13:05~13:35 基調講演 インフラ維持管理・更新マネジメント技術 ―安全で強靱なインフラシステムの構築を目指して―
藤野陽三(横浜国立大学 先端科学高等研究院/上席特別教授)
- 13:35~14:05 平成25年度 特許出願技術動向調査 ―社会インフラメンテナンス技術―
高橋祐介(特許庁 審査第一部 自然資源 都市・地域基盤/上席総括審査官)
- 14:05~14:15 質疑応答
- 14:15~14:25 休憩
- 14:25~14:35 趣旨説明 大西 博文(土木学会 専務理事)
- 14:35~14:55 社会インフラ維持管理・更新に関する土木情報学分野の技術開発の現状と今後の展望(土木情報学委員会)
矢吹信喜(大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻/教授)
- 14:55~15:15 応用力学委員会における社会インフラ維持管理・更新に貢献する技術開発の現状と今後の課題(応用力学委員会)
中畑和之(愛媛大学 大学院 理工学研究科 生産環境工学専攻/准教授)
- 15:15~15:35 社会インフラの維持管理における建設ロボットの適用について(建設用ロボット委員会)
建山和由(立命館大学 理工学部 環境システム工学科/教授)
- 15:35~15:55 国際標準・アセットマネジメントシステムに対応した実践トンネルマネジメントシステムの検討(地下空間研究委員会)
森山守(中日本高速道路株 金沢支社保全・サービス事業部保全チーム/担当リーダー)
- 15:55~16:15 衝撃弾性波検査法によるコンクリート下水道管路の健全度評価とストックマネジメント(コンクリート委員会)
鎌田敏郎(大阪大学 大学院工学研究科 地球総合工学専攻/教授)
- 16:15~16:35 鋼構造物の維持管理・更新に貢献する技術開発の現状と今後の展望(鋼構造委員会)
野上邦栄(首都大学東京 都市環境科学研究科 都市基盤環境学域/教授)
- 16:35~16:55 舗装の健全度評価の現状と今後の展望(舗装工学委員会)
城本政一(大成ロテック株 事業本部 技術研究所/課長)

- 16:55～17:05 休憩
- 17:45～18:00 パネルディスカッション（全体討議）
 司会：藤野陽三（横浜国立大学）
 パネリスト：高橋 祐介（特許庁） 矢吹 信喜（大阪大学）
 市村 強（東京大学） 建山 和由（立命館大学）
 森山 守（中日本高速道路(株)） 鎌田 敏郎（大阪大学）
 野上 邦栄（首都大学東京） 城本 政一（大成ロテック(株)）
- 18:00 閉会挨拶 岩波 光保（社会インフラ維持管理・更新の重点課題検討特別委員会第二部会幹事長）

2. 発表概要

(1) 基調講演および特許出願技術動向調査

① インフラ維持管理・更新マネジメント技術 —安全で強靱なインフラシステムの構築を目指して—
 インフラメンテナンスの必要性が以前から指摘されていたことが紹介され、高速道路や海外の橋梁の老朽化に関する現状とその修繕・更新のあり方について述べられた。さらに、戦略的イノベーション創造プログラムの「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究開発の概要と今後の土木技術と他分野技術との連携の必要性について述べられた。

② 平成 25 年度 特許出願技術動向調査 —社会インフラメンテナンス技術—

特許庁で行われている特許出願技術動向調査の概要と平成 26 年度の調査テーマが紹介され、平成 25 年度に実施された社会インフラのメンテナンス技術の特許と論文の調査内容、その出願動向および研究開発等の動向について述べられた。さらに、海外の技術に対して日本が競争優位となる技術が検討され、今後の海外事業展開にあたって、有望なインフラメンテナンス技術の分析結果が報告された。

③ 基調講演および特許出願技術動向調査関連の質疑応答

米国視察された際のインフラメンテナンスに関する米国の現状について、また、海外への論文発表件数が少ないことや国内でメンテナンス技術の特許出願が少ない分野・目的などについての質疑応答が行われた。



講演状況



質疑応答

④ 趣旨説明

土木学会のこれまでの調査研究部門の委員会活動は、施設あるいは材料ごとの専門分野別に調査研究が行われてきたが、これからの社会インフラの維持管理・更新では、各要素技術間のインターフェースを強化することが重要になる。本シンポジウムが土木学会内のメンテナンス技術に関して分野横断的な取り組みとして開催したことなどが説明された。

⑤ 調査研究員会からの発表

・土木情報学委員会

土木情報学委員会の活動概要が紹介され、土木情報学における情報技術の分類や CIM に関する動向とその基本となる 3次元プロダクトモデルなどについて説明が行われた。また、IC タグ、無線センサネットワークおよび変状の情報管理技術等の現状と開発状況が述べられた。さらに、最終的に目指す国土基盤モデルについて紹介があった。

・応用力学委員会

応用力学委員会の活動概要が紹介され、社会インフラのメンテナンスに貢献できる現状の技術として、ICT を利用した予防保全、マルチフィジクスセンサによる損傷同定、現場データを利用した高精度な劣化予測および超大規模計算技術の応用について説明が行われた。また、要素技術の統合や現場レベルでの応用へ向けた応用力学研究の今後の可能性について述べられた。

・建設用ロボット委員会

建設ロボットの特徴や有効性および開発の概要が紹介され、維持管理として管路の点検調査、外面の点検調査および壁面調査などに利用されている建設ロボットの現状について説明が行われた。また、建設ロボットの普及促進に向けて、高度利用が可能な装置や将来の建設施工から CIM に建設ロボットを組み込んだ維持管理のシステム化について述べられた。

・地下空間研究員会

地下空間研究員会の維持管理小委員会における成果が紹介され、ISO5500X のアセットマネジメントシステムの概要と道路をイメージした実践マネジメントシステムについて説明が行われた。また、トンネル構造物の実践的なマネジメントを構築するための性能規定の枠組み、評価手法およびシステムリスクの把握事例や維持管理上の法的責任の考え方について述べられた。

・コンクリート委員会

下水管の老朽化とロボットによる下水管の診断に関する TV 映像が紹介され、衝撃弾性波のひび割れなどによる挙動の変化に着目した劣化診断システムの概要について説明が行われた。また、コンクリート管による実験概要と現場計測結果における判定例について述べられた。さらに、開発した管路の劣化診断技術の概要とコスト縮減効果および実績について紹介があった。

・鋼構造委員会

鋼構造物の損傷事例が紹介され、鋼構造物の長寿命化技術、点検技術、診断技術、更新技術および補修・補強技術など、これまでの成果について説明が行われた。また、他分野との連携が期待される計測技術として、ヘルスマonitoring技術と長期自動監視システムなどについて述べられた。さらに、取り組むべき課題として、応急復旧・恒久復旧のための技術開発と維持管理基準の構築などの紹介があった。

・舗装工学委員会

道路事業費等の概要が紹介され、舗装の路面調査の概要と問題点および総点検で実施された内容について説明が行われた。また、構造調査に用いられている支持力調査と路面下空洞調査の概要に

ついて述べられた。さらに、今後の展望として、路面調査で期待される計測装置と構造調査で連続的に計測できる装置および路面プロファイルの変化から構造評価を行う手法が紹介された。

3. パネルディスカッション（全体討議）

各調査研究委員会の発表における補足説明として、舗装工学委員会からは将来展望として衛星写真を使用した舗装診断技術の開発、鋼構造委員会からは分野横断的な調査研究活動の連携の推進等について述べられた。また、コンクリート委員会からは維持管理関連を調査研究している小委員会の活動状況と他の学会や協会などとの連携、地下空間研究委員会からは照明や通信管路などの施設関係の専門家を交えて総合的なリスク管理に関する研究の推進などが補足説明された。さらに、土木情報学委員会からは情報を核としてインフラ部門別の専門委員会との連携と国際的なシステム標準の導入、応用力学委員会からはデータ解析やシミュレーションの調査研究における学会外の専門家との交流などについて述べられた。建設用ロボット委員会からは分野横断的な連携はもの見方が変わり、改良・改善につながることから、学会内での横断的な議論の場の必要性などについて述べられた。また、特許庁からは特許出願動向調査の総合分析で抽出した技術が調査研究委員会から発表された技術とほぼ整合していることが確認できたとの感想と、海外事業展開に当たっての技術のパッケージ化の必要性などが補足説明された。

パネリスト間の討議では、コンクリート標準仕方書の維持管理編の充実、応用力学委員会のシミュレーションに対する実務へのフィードバック、ロボット技術の性能レベルおよび維持管理業務の発注ロットなどについて質疑応答が行われた。

その後、会場を含めた全体討議が行われ、主な質疑応答を以下に示す。

(問) 土木情報学委員会から発表されたいろいろな最新技術は地方の中小業者に扱える技術であるか。

(答) 地方の中小業者で要素技術等を扱えるようにしなければならないが、情報システムを活用したマネジメントは技術力のある企業や機関が担うことが望ましい。

(問) 手足の部分のロボット技術は最先端であるが、人工頭脳の技術はどうなっているか。

(答) ロボットを使用されている分野は広く、海外に比べて勝っている技術もあれば劣っている技術もある。高度な技術を開発しているロボットメーカは、その普及拡大に向けて建設分野に興味を持っており、連携を願っている状況にある。人工頭脳に関しては米国に比べると劣ってはいるが、実用的な面で地道に技術の積み上げが必要と考えている。

(問) インフラ点検用のロボット技術について今後の方向性について紹介していただきたい。

(答) 次世代のインフラ点検用ロボットの技術開発が国土交通省を中心に始まっており、橋梁、トンネル、垂直構造物のメンテナンス用の点検技術と災害時の調査・復旧技術の現場評価が今年から行われる。本日紹介した最新の点検用ロボットも現場で使用してみると課題があり、今後、改良・改善されて行くものと考えている。

コメント：基調講演した SIP でも点検用ロボットも研究されているが、来年度以降、新しいプロジェクトが予定されていない。研究開発を持続できる手法を予算も含めて検討する必要がある。

(問) 下水管の更生に関して補修後の更生管の寿命と道路陥没の事例の多い下水管の取付け管の調査技術はどのようになっているか。

(答) コンクリート管の破損は酸による劣化であり、耐酸性のある塩ビ管で更生すれば、コンクリートを用いたものよりも長持ちする。また、更生後の確認を非破壊試験で行う方法も検討中である。なお、下水管の取付け管の調査には、今回、紹介した技術は適用不可であり、課題として考えている。

(問) 土木の分野では近年土木構造物に使用されている炭素繊維やプラスチックなどの材料に関して、

どこの委員会で行われているのか。

(答) 鋼構造委員会では FRP に関して調査研究している小委員会があり、積極的に取り組んでいる。また、委員会としても、補修材料としての FRP についても検討しているが、適用に当たって接着材料が課題として挙げられる。

(問) コンクリート舗装の維持管理に関する技術にはどのようなものがあるか。

(答) 国内の舗装は圧倒的にアスファルト舗装が多く 90%以上占めている。コンクリート舗装の主な調査は構造調査が行われており、発表で紹介した FWD を用いて目地の荷重伝達率などから健全度が評価されている。路面調査よりも構造調査がメインで行われている。

コメント：米国では舗装を Pavement と称したときは、コンクリート舗装を指すことが多い。また、橋梁の舗装はコンクリート舗装で、アスファルト舗装に比べて雨水等の影響が少ない舗装である。コンクリートの問題は騒音や乗り心地などが挙げられるが、保全を考えた場合コンクリート舗装の方が経済的になる。

(問) インフラの情報ストックの少ない地方自治体のインフラ維持管理を支援するコストも考慮した技術や支援をどうするか。

(答) 支援技術としては、レーザースキャナーや測量技術があり、写真測量技術は低コストで 3D の形状が作成でき、図面ほどの精度はないが、複数回の測量調査で経年劣化や不具合箇所が把握できる。これらの技術を用いた仕組みを構築することで支援できるものと考えられる。また、3D の形状作成の無料のソフトもあり、実証実験等によって広まって行くと思われる。

コメント：トンネル等においては写真測量技術が普及してきているが、クラック等の確認には人が行うことがあり、コストがかかることがある。コスト低減には自動判読の技術開発が望まれる。

コメント：新しい技術を地方に普及させるためには、技術のレベルを選択できる仕組みを作ることが重要である。

コメント：各県で地区協議会が立ち上がっており、国土交通省の点検の仕方などの研修が行われている。今回のような各委員会で調査研究した技術をその協議会等に発信することでメンテナンス技術が普及すると考えられる。

(問) 応用力学委員会で調査研究された技術を現場で使えるものにするには、どのような取り組みを考えているか。

(答) これまで解析手法などの道具を作ることに注力してきたが、これからは分野横断的な情報交換によって、現場で使える技術に改良・改善されて行くものと考えている。

コメント：土木情報学委員会と応用力学委員会とは、これまでも相互に情報交換を行ってきた。

(問) 特許を取得しても公共事業でなかなか活用されていないように思うが、今後、特許技術に関する動向を伺いたい。

(答) 現在、国を挙げて特許の取得に向けた技術開発の促進に取り組んでおり、今後、特許が障害になることはなくなって行くものと考えられる。また、インフラメンテナンスに関する特許件数が他の分野と比較する少ない状況にある。

まとめ：特許庁と 7 つの調査研究委員会からインフラメンテナンス技術に関して、貴重な情報発信ができたものと考えられ、土木学会には他の多くの委員会もその技術に関連した調査研究が行われている。今回のような分野横断的な討議を継続して行くことが重要と考える。



聴講者席



パネルディスカッション

おわりに

本シンポジウムは、参加申込み締切り後も問い合わせが絶えず、当日においても定員を大きく上回って盛況に開催することができた。社会インフラの維持管理・更新の本格的な時代を迎え、メンテナンス技術の関心の高さが確認された。講演発表では、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の取組みとインフラメンテナンス技術の特許出願状況および7つの調査研究委員会からの最新技術と取組みについて報告いただき、パネルディスカッションでは、大変有益な情報提供と意見交換が行われた。社会インフラの維持管理・更新に関するメンテナンス技術の構築には、分野横断的な研究・技術開発の必要性を再認識することができた。今回のシンポジウムの成果は、今後の社会インフラ維持管理・更新の重点課題検討特別委員会および学会全体の活動に役立てていきたいと考える。

最後に、講演発表およびパネルディスカッションに登壇いただいた方々、聴講および会場から質疑コメントをいただいた方々、運営に携わったスタッフ、開催準備の関係者の方々に感謝の意を表し、社会インフラメンテナンス技術シンポジウムの開催報告とする。