

構造物維持管理現況とデータ管理解析ブロックチェーン導入検討の基礎的考察

コンクリート基礎学研究室(前衆議院議員与党国土交通副部長)正員
北見工業大学工学部(前衆議院議員政策秘書) 正員
桜コンサルティング(前衆議院議員公設第一秘書)

○桜井 宏
岡田包儀
日置晋蒔
鈴木明人
佐伯 昇

日本大学客員教授 フェロー
北海道大学名誉教授 フェロー

1. はじめに

1.1 背景 現在、我国は道路等交通施設をはじめ膨大な社会基盤構造物の維持管理の複雑化と予算人員確保等が課題だ。また、構造物の維持管理に関する業務の増大とその的確な運用の必要性和、膨大な費用が生じ、国、地方公共団体、公及び民間企業等の財政を圧迫し、今後、安全かつ十分な対応の可能性が危惧されている。

一方、最近では各仮想通貨システムやその決済技術等が急速発達し、筆者等も調査構築信頼性確保等に参画し、その決済等情報処理技術は中央集権型処理から分散公開型(P2P)各システム活用型処理技術の決済費用抑制可能ブロックチェーン等システムへ開発実装が盛んである。

1.2 目的 本研究は構造物維持管理現況とデータ管理解析ブロックチェーン導入検討の基礎的考察を行い、今後増大する構造物の適切な維持管理や点検データ管理や劣化予測を客観適切に財政効率的に行うための手法を検討考察する。

2. 方法 構造物維持管理へブロックチェーン導入検討基礎的考察の為、①現況維持管理状況調査と実構造物維持管理データ属性の考察 ②同データ処理プロセス(hash化と POW) 導入検討 ③ブロックチェーン参加者機関(P2P)の在り方④信頼性確保制度設計手順等を考察する。

3. 検討考察 3.1 現況の構造物維持管状況と複雑化

1) 現況構造物維持管理点検の複雑化傾向 現況の構造物維持管理は以下の様に複雑化している。①最近の特に環境が厳しい地域の状況、特に、積雪寒冷地において、冬季間道路交通の安全性を確保してきたスパイクタイヤが、路面が削られ派生する粉塵(車粉)公害が原因で、1990年6月「スパイクタイヤ粉じんの発生防止に関する法律」が公布施行され、1991年には禁止施行、翌年には罰則規定施行により、融氷剤が冬季間大量に使用されるようになると、融氷剤に大量に含まれる塩分による、鉄筋の腐食や凍結融解作用等によるコンクリート橋梁等の劣化が著しく、内陸でもコンクリート橋梁の維持管理上の耐久性能等に融氷剤排水止水性能等が重大影響を及ぼしている。特に、桁端部の橋梁伸縮装置等からの排水等が橋床版裏面、支障、同定着部、それらのRCやPCの補強筋等の耐久性に著しく影響を及ぼし、常時伸縮や地震時の耐震性能等に影響を及ぼしている。②コンクリート橋梁

の耐久性能等と融氷剤排水止水性能等に関し、コンクリート橋梁の耐久性能等へ橋梁床版端部の橋梁伸縮装置の止水性能等が及ぼす筆者らが調査した積雪寒冷地のコンクリート橋の事例では、北海道だけではなく、積雪寒冷地の東北や中部山岳地方でも、例えば、視察させて頂いた国道18号線妙高大橋(PC箱桁橋)は、内陸の積雪寒冷地にあり、冬季間交通の安全性を確保するために、大量の融氷剤が散布されている。同橋梁施工時の昭和47年は、積雪寒冷地では、スパイクタイヤの使用が可能であったため、大量の融氷剤散布が想定されていなかった。融氷剤の融水が橋梁伸縮装置ジョイント部から、床版下面や箱桁内に浸水し、PCケーブルのシース内に融氷剤排水が滲出し、PCが著しく腐食し、現在安全性を確保するためアウトサイドケーブル補強している(写真1)。



写真1 妙高大橋 PC 箱桁内部劣化とモニタリング状況

2) 外的要因の変化 外的要因としての塩分量は、従前の潮風等の海岸からの距離の卓越から、現在は、融氷剤使用によるコンクリート橋の凍結融解と塩害による複合劣化が顕著に内陸でも融氷剤で著しく加速し、融氷剤で使用される塩分量そのものを外的要因の因子にする事が必要不可欠である。

3) 内的要因の変化 内的要因として、近年橋梁伸縮装置の止水性能が影響し、橋梁床版や支承部、橋脚への影響は、舗装の止水性能、排水管の設置形状及び橋梁伸縮装置等の止水性能等に依存する内的要因の設計要因が卓越している。それらの形状や設計、施工性能(写真2)が重要で、止水性を検査する維持管理が必要だ。特に止

水性を確保するためには、止水機能を果たす伸縮装置部分の適切な設計施工と維持管理が重要になって来た。

4) 橋梁技術者及び研究者ヒアリングと今後の課題と複雑化に対応する方向性考察 特に、近年問題になっている橋梁等維持管理上の課題として、**①構造物維持管理複雑化の課題** 橋梁の床版や支承部、橋脚等の部材への融氷剤の劣化への影響は、舗装の止水性能や排水樋管の設置形状や橋料伸縮装置等の止水性能等に依存し(写真2)、適切で耐久性があり、止水部の取り換え可能な技術開発等が必要で、止水機能を果たす部位の設計施工と維持管理が重要となってきたが、維持管理や点検の複雑化にも拘らず、点検技術者の人員と財政処置が困難化し、特に地方公共団体道府県等、特に市町村等のレベルでは安全確保は重大課題化し、これら対策は必要不可欠である。

②維持管理データブロックチェーン化の必要性 各構造部の部材毎の位置3次元座標と部材寸法諸元、橋梁の竣工時設計施工データの有効な保存と収集、点検データと補修補強データ集積し複雑化に対応する合理的なシステムデータ構築等が重要になっている。また、各部材毎に設計施工時の初期データ、経年変化の使用した劣化予測式(現時点では劣化項目毎の劣化予測指標による予測値(1))、経時的な点検データ、点検データの劣化予測値との差、その補正係数、補修工法と時期の記録、これらを取り入れた今後の点検予定時期の補正劣化予測値を抽出し、点検台帳等基本に基礎データを次項の概念でブロックチェーン化が必要不可欠だ。



写真2 橋梁本体部材経年供用状況(札幌市南十九条橋)

3.2 維持管理データブロックチェーン化と共同管理方向性

1) 合理的経済的管理方向性 複雑化する現況状況で、設計施工データ、維持管理データ、特に点検、補修補強データ、劣化予測解析データ、劣化予測補正係数データ等管理が重要で、これらを公的機関や所有機関等のみならず、橋梁の設計、施工、維持管理に関わった設計者、施工者、点検者、劣化予測解析者等でデータをブロックチェーン化し、共有し解析する検討が必要である。

2) 劣化予測等の維持管理解析と予算報酬 点検台帳公開ブロックチェーン化、解析、追跡認証解析した者へ報酬や、点検調査と維持管理補修(本作業は原則公的機関が業

者技術水準と地域特性等重視し認可制)報酬等を公的財政措置資金プールから公的仮想通貨支払可能システム構築が有効だ。しかし、我国の安全保障上、特に重要構造物は有事の際の安全性確保のため、公的機関と許可機関のみが閲覧できる特別暗号処理及び非公開指定も必要だ。

4. 今後の課題 構造物維持管理現況とデータ管理解析ブロックチェーン導入検討の基礎的考察の結果以下の課題が明らかになった。①現況維持管状況や点検作業が複雑化し、設計施工データ、維持管理データ、特に点検・補修補強データ、劣化予測解析データ、劣化予測値との補正係数データ等管理が重要である。これらを公的機関所有機関等のみならず、橋梁の設計、施工、維持管理に関わった設計者、施工者、点検者、劣化予測解析者でデータのブロックチェーン化共有し適切な解析検討が必要である。②社会基盤維持管理更新は必要不可欠だが、国自治体等の債務累積赤字額が相当高く、現行の事業予算化は厳しい。③耐用年数を向上するためには、新規建設では、環境条件、供用条件に対応した耐久性設計や、特に融氷剤を使用する条件では、融氷剤融水の橋梁部材への滲出防止のため、橋梁コンクリート床版舗装や橋梁伸縮装置等の止水性能等の向上も必要不可欠で、これらのブロックチェーン化し情報の共有が必要である。④劣化予測等の維持管理解析や追跡検証解析者や、点検調査と維持管理補修解析報酬(原則的には公的機関の業者の技術水準や地域特性等考慮認可制)を公的財政措置による資金プールから提供するシステム構築が必要である。⑤特に重要構造物は、有事の際の安全性確保のため、公的機関と許可機関のみが閲覧できる特別暗号処理及び非公開指定が必要である。**【謝辞】** 本研究調査に御指導御協力頂いた土研寒地土木研究所、国交省北陸整備局、同関東整備局、同北海道開発局、北海道、札幌市、東日本高速道路、ドーピー建設工業、日本高圧コンクリート、ショーボンド建設、岩田地崎建設、KSK、クワザワ、ROY、レイスマネージメントシステム、関西クリアセンター、クリテック工業、岡科技大、北大、東工大、北海学園大、道科学大、東洋大、北見工大、日大、三重大、中晋会伊藤秀夫会長他与党政府等関係各位様に深謝致します。

【参考文献】 1)桜井宏、鮎田耕一、鈴木明人、百崎和博: コンクリート構造物の経年変化推定のための劣化要因の検討と考察、コンクリート工学年次論文報告集、第9巻第1号、pp. 549-554, 1987, 6, 2) S. SAKURAI, T. AOKI, K. MOMOZAKI, A. SUZUKI: Simulation & Evaluation of Deterioration of Reinforced Concrete Structures, IABSE REPORT Volume 54. IABSE COLLOQUIUM DELFT, pp. 319-328, 1988, 3)小泉倫彦、樋口敏、原崎郁夫: 直轄国道橋の支承・伸縮装置の点検、北陸技術事務所技術情報管理室、4)村下剛、小林健一、大平英生、斎藤玄: 一般国道18号妙高大橋の損傷と現況報告、国交省北陸整備局高田河川国道事務所