

交通施設コンクリート構造物等の信頼性確保と維持管理システム構築上の課題

北見工業大学 正員 桜井 宏 岡田包儀
 学正員 植本 卓 山口克博
 木俣昌宏 小林洋平
 北大 フェロー 佐伯 昇
 (株)つうけん 東 英二

1.はじめに

わが国は、20世紀において社会基盤である交通施設コンクリート構造物等の整備が著しく進んだ。21世紀は、これらの貴重な国民の資産の維持管理を社会経済情勢の変化に適合させ、限られた国家、公共団体、事業者等の予算を有効に活用し、施設の費用対効果を高める必要がある。さらに新設や既設の施設の整備にもPFI等の手法の積極的な検討が必要とされている。また、国民は、施設の安全性を定量的に把握し、利用者に明確な情報公開による透明性と説明責任（accountability）の確保を望んでいる。これら要求に応えるために、技術的には、施設の適切な手法と周期による点検、重要な箇所の常時モニタリング、維持管理の計画上必要な劣化予測、想定される危険（risk）の定量化が必要となった。また、これらを定めるためには、利用者に安全性を保証すべき水準とこれの根拠となる基準、法規、契約等の整備が必要とされる。さらに、PFI等にも必要な契約や保険制度を充実する必要がある。これらを、解決するためには統合的な観点から各々の課題や位置づけを明確にし、利用者すなわち国民に提供できる施設の信頼性と安全性を確保する一連のシステムとして検討する必要がある。

本研究は、コンクリート構造物の信頼性確保と維持管理システム構築上の課題の主な検討と抽出を行う。

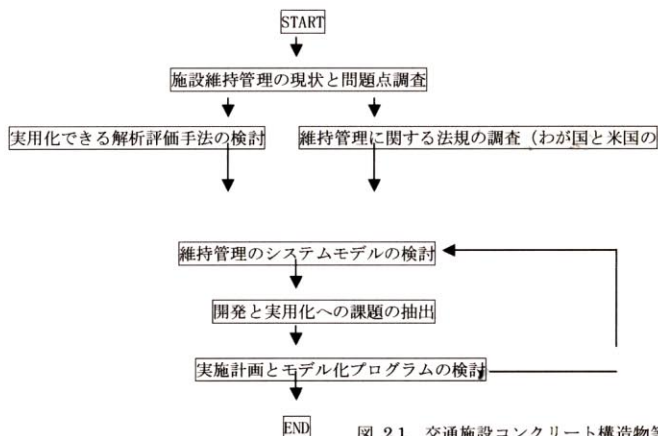


図 2.1 交通施設コンクリート構造物等の維持管理
システム構築の課題検討手順



写真 3.1.1 解析対象の旧土幌線第六音更川橋梁

2.方法

検討の方法を図2.1にフローチャートで示す。維持管理の現状と問題点を調査し、それらに対応する解析評価手法、法規の調査を行い、これらの問題点を反映できる維持管理のシステムモデルを検討する。また、これらの開発と実用化と実用化への課題を抽出する。また、これらが可能なプログラムの検討を行う。

3.調査検討結果及び今後の課題の検討

3.1 調査検討結果

3.1.1 維持管理データによる信頼性解析とFEM連成解析によるシミュレーション

現在筆者等の研究によると劣化指標と被害を判定するしきい値を設定すると、設計施工、維持管理（経年変化）データがデータベース化されていると表面剥離と鉄筋腐食による縦ひびわれの発生時期を信頼性解析で経年における信頼度として予測できる。また、寸法、容積、物理的な性質を持ったバルクモデルで、寒冷地内陸環境下で60年以上経過し、写真3.1.1のように脚部に洗掘を受け、旧鉄道コンクリートアーチ橋のFEM温度応力連成解析結果を示す。本橋梁は、コンクリート強度を断面方向にシュミットハンマーと超音波伝播速度より非破壊試験で測定推定し、深さ方向に強度を3段階に推定し弾性係数を算出し、温度収縮が最も過酷な厳寒期のAMEDASデータを入力した。図3.1.1、図3.1.2に解析結果を示す。現状の洗掘状態についても、全点支持されている場合でも圧縮応力は圧縮強度の $1/6 \sim 1/4$ であり、コンクリートの弾性範囲内で、見かけ上は相当危険であるが応力的には活荷重が作用しない条件では自立に耐えうることが確認できる。

連絡先（〒090-8507 北見市公園町165 北見工業大学工学部土木開発工学科 FAX&TEL0157-26-9489）
 交通施設構造物、高度安全性統合化システム、法規基準、リスク、FEM温度応力連成解析、信頼性解析

3.1.3 法規基準等の調査 表 3.1.3.1 に日米等の維持管理に関する法規基準及び関連するシステム等の調査結果を示す。特に米国では、1994年に発令された社会資本の維持管理に関する大統領令により、建造から解体迄の全ての費用（ライフサイクルコスト）を考慮する事が義務付けられているため、コスト上問題となる施工不良が抑えられる。我が国では土木構造物は、主に民法の請負責任を基に、瑕疵担保責任が適用され、建築構造物では、瑕疵担保責任は建築基準法によって定められ、最近、照査の方法の法規等が整備された。

表 3.3.3.1 日米の維持管理に関する法規基準システムの比較

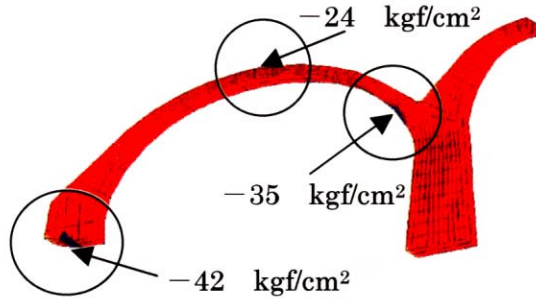


図 3.1.1 FEM 温度応力連成解析による現状洗掘時の主応力

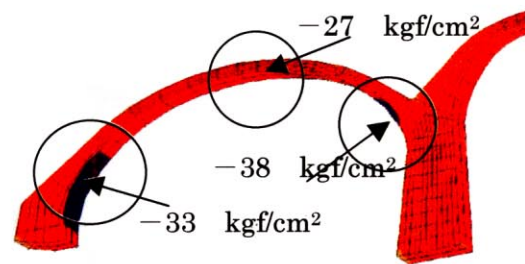


図 3.1.2 FEM 温度応力連成解析による健全時の主応力

	設計・施工	瑕疵担保責任	維持管理	保険 (リスク)	その他 (処置)
アメリカ	・大統領令 (966) : 社会資本の維持管理について (ライフサイクルコスト) ・スペシャルインスペクター (コンクリートの品質、施工に関する check)		・点検員 ・コンピューター (UNIS)		
日本の建築	・建築士の現場監督 (コンクリートの check) ・市町村の職員 (現場の check) ・民間監督責任 (第 62~63 条)	・建築監督官		・建築工事保険 (第 1 条)	
日本の土木	・道路橋示方書 ・点検検査法 ・官公庁監督責任 ・建築士の現場監督 (コンクリートの check) ・民間監督責任 (第 62~63 条)		・目録調査法 ・通車調査法 ・目録調査法 (第 2 章 第 2 条) ・コンクリート診断士 ・JIS の安全性・信頼性: JIS C 0508-1~8	・土木工事保険 (第 1 条)	・地方自治法 ・国営事業法 ・文部科学省 第 2 章 第 2 条 (第 24~25 条) 第 3 章 第 3 条 (第 24~25 条)

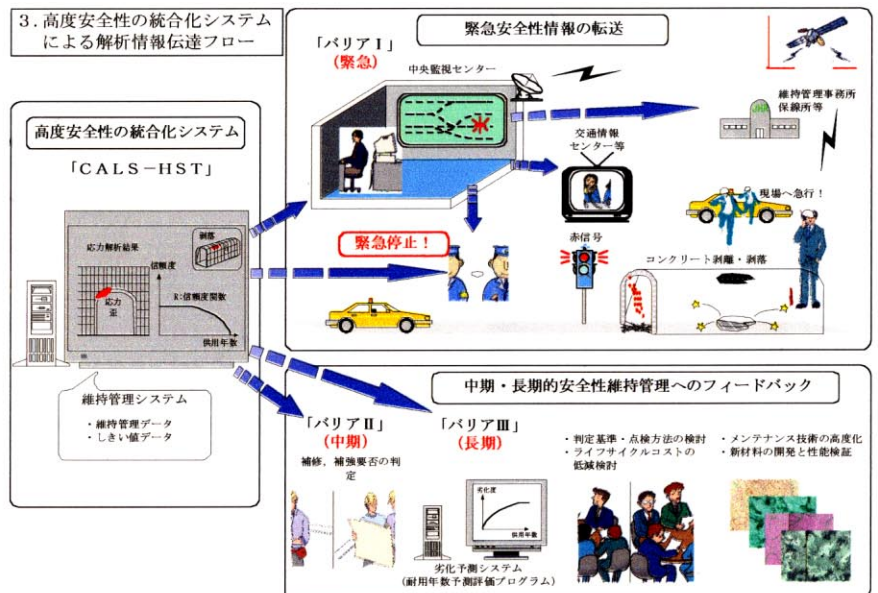


図 3.2.1 交通施設の高度安全性統合化システム

3.2 今後の課題

3.2.1 点検の標準化と危険の定量化 点検の精度を上げるためには、手法を標準化する必要があり ISO9000s の適用が有効である。また危険 (リスク) は、信頼度で評価できる事故の発生確率と、想定される被害金額をかけて危険にさらされている状態を金額で算出する。また、最近電子機器やプログラムの安全性の評価に適用する JIS C0508等を導入することが有効で、安全をその原因を取り除けば事故が起こらない固有安全と、技術の面やコストの面から完全に取り除く事ができない機能安全に分け、後者に対し 4 段階に分けた安全度水準で定量的に管理する。

3.2.2 高度安全性統合化システム 図 3.2.1 に、各種センサーを取り入れた維持管理システムの構築モデルを示す。施設の安全管理を各種のしきい値を設定し統合的に管理する方法である。緊急の事態の時は、運転手に即時に連絡される。これらは、鉄道の ATS や道路交通施設の ITS に効果的に導入できるシステムを構築すべきである。

3.2.3 社会基盤の高付加価値化 交通施設構造物等など長期間、地域の生活に貢献すると、解析対象のような構造物のように文化財としての保存活用やより長期間の供用を望まれるものが最近出てきている。文化的な価値を伴う事により社会的な資産としての付加価値が加わる。

謝辞 ショーボンド建設、ドーコン、上土幌アーチ橋友の会、鉄建公団清算事業本部、上土幌町他各位に感謝する。