

構造物の維持管理

Maintenance for Structures

オーガナイザー：宮本文穂 (Ayaho MIYAMOTO)

正会員 工博 山口大学教授 工学部知能情報システム工学科 (〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1)

セッションの目的

最近、鋼およびコンクリート構造物をはじめとする各種社会基盤構造物（道路、橋梁、鉄道、港湾、河川、ダム、上下水道など）の損傷、劣化が表面化してきつつあり、維持管理に大きな関心が集まっている。これらの社会基盤構造物を高い性能水準で一般利用者に使用していただくためには、今後の維持管理を合理的に行う枠組みを作り、調査・点検方法の確立や補修・補強工法の開発、データベース化などを行う必要がある。

本年1月には土木学会より「コンクリート標準示方書〔維持管理編〕」が制定され、建設後の長期にわたる供用時の性能、すなわち安全性、耐久性、機能性、第三者影響性、さらには美観・景観の確保が必要となってきた^{1), 2)}。

本セッションでは種々の構造物の維持管理に関して調査、研究、事例を議論することによって、今後の合理的な維持管理計画策定に役立てられる結論が得られれば幸いである。

セッションの構成

構造物維持管理の基本的なフローは、「調査・点検」→「記録・保存」→「診断・評価」→「判定・対策」である。本セッションでは、このフローに従って分類される論文構成とした。すなわち、「調査・点検」：OS-37, OS-38、「記録・保存」：OS-33, OS-38、「診断・評価」：OS-33, OS-35、「判定・対策」：OS-34, OS-36に分類される構成とした。

構造物維持管理の動向

橋梁をはじめとする土木構造物の耐用年数は、一般に100年以上と考えられる場合が多い。これは我々の身の回りにある自動車、TVなどの製品に対する時間感覚とは大きく異なる。このため、建設時の初期点検はもとより日常点検、定期点検、詳細点検、場合によっては臨時点検を実施して、長期間にわたる安全性、耐久性、機能性、第三者影響性、美観・景観などの性能保持に努めることになる^{1), 2)}。しかし、橋梁などの土木構造物は他分野の製品と比べて大規模で単製品となる場合が多く、しかも劣化機構は多様となる（例えば、コンクリート構造物の場合、塩害、中性化、アルカリ骨材反応等々）ばかりでなく劣化要因（例えば、環境条件、社会条件、外力条件など）も複雑となる。そのため、多くの他分野製品の寿命予測に利用されている単純な故障頻度に関するバスタブ曲線は適用できず、各種点検結果などからできるだけ早い異状の発見、原因追求、そして適切な補修・補強等を行う維持管理が大変重要になってくる。

以上のような現状にある各種構造物の早期における劣化、変状を検出し、その安全性を確保するために必要な維持管理業務を合理的に行うため、光ファイバーセンサーなどの各種センサーとIT（情報技術）を利用した最新情報処理技術を用いて高度なモニタリングシステムの構築が考えられる。

図-1は、従来より行われてきた設計、施工の流れ（①～⑤）にモニタリングを追加することによって（⑥～⑩）、設計、施工時のみならず供用中にも種々の性能が双方向で照査可能な流れを示したものである³⁾（図中には、3つのレベルの挙動[B]における相互関係が示されている（図中のSは構造物を意味する））。すなわち、従来の設計の流れでは、まずクライアントの構造物に対する要求機能を定式化し（①）、これより得られる構造的な情報を総合して（②）設計を行い、解析を通して挙動予測を行う（③）。この予測結果をもって要求される性能を確認した後（④）実際の施工に移り（⑤）、供用が開始される。このような性能確認の結果、不満足であれば②または③に戻って再検討が行われる。この流れは、建設後のことを考えれば一方通行となっていることがわかる。これに対して、図-1中の⑥～⑩に示すモニタリングの流れを追加することによって第3の挙動が計測でき、設計時における解析モデルの改良や要求性能の再確認および長期照査に利用できる。

世界的な傾向となっている性能照査設計への移行に伴って、ここ数年の間に“耐久性設計”の導入が一般的になって来るものと考えられる。これが浸透すると、耐久性設計には構造物に何らかのセンサーを設置し

てその挙動の経年変化を計測するヘルスマニタリングシステムの設計が伴うようになってくると考えられる。ヘルスマニタリングにより得られる構造物の状態に関する情報は、意志決定の際の有力な手がかりとなる。特に、プレレストコンクリート橋のPC鋼材などの構造物の主要部材については、可能な限りヘルスマニタリングを行うことが望ましいと考える。ドイツなどヨーロッパの多くの国では、外ケーブル形式の箱桁橋、あるいは新しい密封システムなどにおいては、かなり一般的になってきている。

なお、土木構造物の長期計測には100年以上にわたる供用期間中の信頼性が確保されるセンサーシステムが必要となる。また、モニタリングシステムには、以下のような課題も考えられる。

- ①光ファイバーセンサーなど各種センサー設置位置の検討、
- ②外的環境条件および時間的要因が光ファイバーセンサーなどの計測に及ぼす影響の把握、
- ③最新の情報処理技術による計測データの処理方法の検討、
- ④計測情報伝達システムの確立、
- ⑤維持管理支援システム(例えば、BMS)などとの連携。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕（2001年制定），2001.1.
- 2) 土木学会：2001年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕制定資料、コンクリートライブラリー104，2001.1.
- 3) Smith, I. F. C.: Enabling Performance Based Structural Engineering, 16th Congress of IABSE, Lucerne, 2000. Congress Report No. 16, paper 364, 2000.

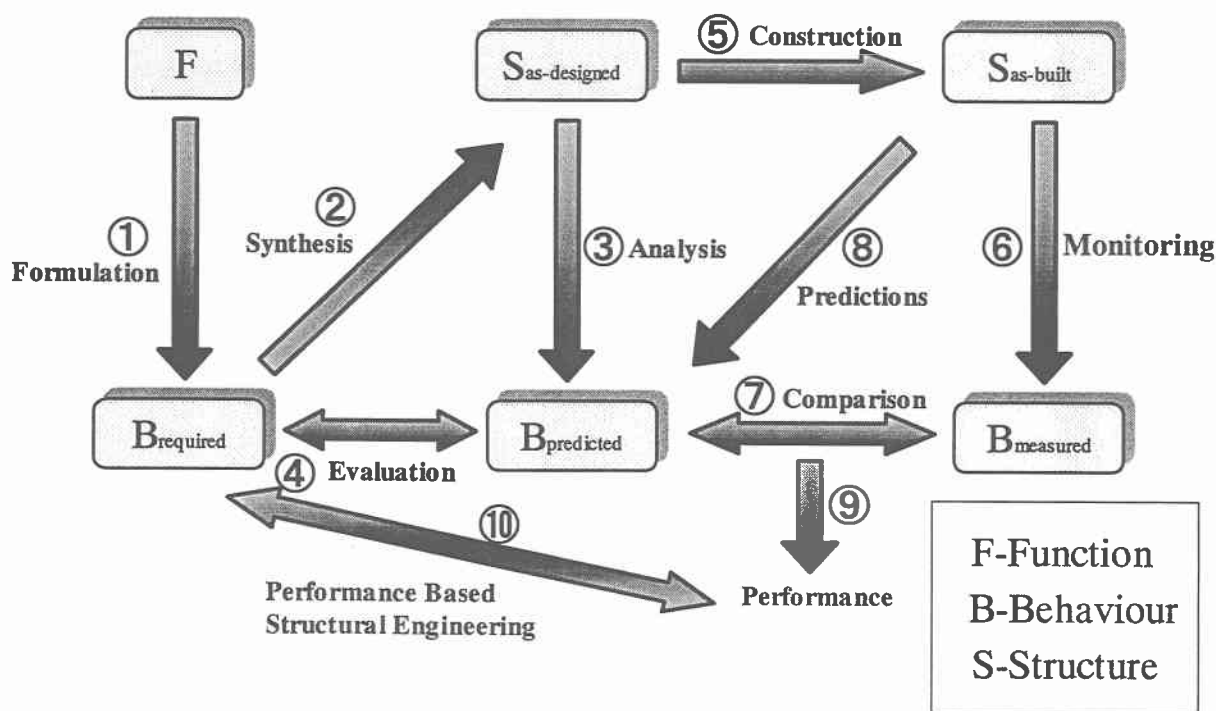


図-1 モニタリングを基本とする構造物設計および維持管理の流れの例