

1. はじめに

コンクリート構造物のメンテナンスのプロセスは、目視等による点検に基づき劣化度を判定し、補修を必要とする可能性がある場合は詳細な補修点検を実施するのが主である。補修・補強が必要か否かの判断は管理者独自の基準や各学協会の基準に基づき行われている。メンテナンス時期、および工法の選択に際しては劣化した構造物の性能や機能を十分に考慮することは困難で、大抵担当する技術者の経験的な判断によって決められていることが多い。そこで、より合理的な維持管理を行なうことを目的として各種の研究が行なわれている。今回はメンテナンスシステムに関する昨今の研究をまとめ、今後の研究に役立てられるよう試みた。

2. 調査結果

土木学会のコンクリート構造物の維持管理指針(案)によれば、コンクリート構造物のメンテナンスは次の5つに大別することができる。すなわち、①劣化予測 ②点検計画 ③劣化診断 ④維持管理対策(補修・補強等) ⑤維持管理情報の記録 である。今回は研究テーマを ①劣化診断に関する研究、②維持管理計画の最適化 に大別してまとめることとした。

2.1 劣化診断に関する研究

2.1.1 目視点検を主体にした評価法

構造物が補修や補強を必要としているかどうかは、点検データから機能・性能が許容レベル以内か否かを判断する必要がある。点検の基本は目視点検であるが、点検者の不確実性が含まれ、また判定される結果は定性的である。そこで、①主に目視点検の結果から構造物の状態を定量化する手法の研究や、②補修基準の定量化に関する研究などが行われている。

1) 劣化の定量化

構造物の状態を定量化する手法は、点検結果や既存の点検台帳などのデータを感度曲線や統計的手法、ファジー理論などの解析からグレーディング(重み付け)を行い、線形和をとることで評価値を求めるものがある。健全度はあらかじめ定められた基準と比較する。この評価判定のフローを図1に示す¹⁾。点検データ等をコンピュータに代入することによって総合評価を行うといったエキスパートシステムに関する研究²⁾もなされている。

2) 補修基準の定量化

剥離・剥落面積やひび割れ幅における補修の境界値を示すために、専門家に対するアンケート結果や劣化調査結果を確率統計的手法によって逆算することで求める研究³⁾がなされている。

2.1.2 詳細点検を主体にした評価法

1) 劣化モデルを用いる方法

一般の点検において、主に目視点検では判定困難な場合に、機器などを使用する詳細点検を実施する。詳細点検結果から構造物の状態が劣化モデルにおけるどの位置にあるかによって劣化度の判定を行なう。劣化モデルはとらえる性能により異なるが、性能を一つの劣化モデルで表現しようとする概念(図2)⁴⁾があり、これより性能として「耐久性」と「耐荷性」を採用しているもの⁵⁾が多い。また、構造物本体と関連要因の性能を分離表示したモ

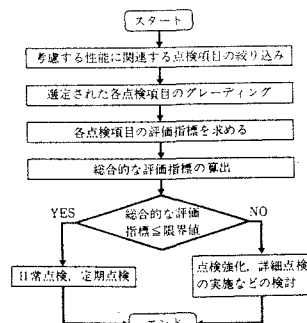


図1 グレーディングによる評価判定のフロー¹⁾

キーワード：メンテナンスシステム、劣化診断、維持管理計画の最適化、ライフサイクルコスト

〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早大理工 51-16-09 TEL 03-5286-3407 FAX 03-3208-8749

デル⁶⁾や、確率論的手法を取り入れたモデル⁷⁾も提案されている。

2) その他

構造物の劣化診断を行う場合に、構造同定法(SI 法)による構造物の剛性モデルや構造信頼性を考慮した手法を用いることで、動的・静的載荷試験や材料試験を用いた損傷評価により構造物全体系の安全性や、余寿命を評価する研究⁸⁾ 等がある。

2.2 維持管理計画の最適化に関する研究

限られた予算で最大の効果が得られるといった、最適な維持管理計画を考える際に、構造物のライフサイクルコストを考慮することが提案されている。ライフサイクルコスト(Life Cycle Cost : LCC)とは、一般的に次式で与えられる。

$$LCC = I + \sum M(i) + \sum R$$

ここに、I：初期投資、M：維持管理費、R：更新費用 である。図3⁹⁾に LCC の算出イメージを示す。このように劣化モデルと関連付けることで性能と経済性を関連付けすることができる。現段階では、LCC を扱っている研究は少ないが、補修・補強工法ごとの費用を時間変化とともに積算し、現在価値に換算することによる費用の比較や、知能工学(ファジー理論や遺伝的アルゴリズムなど)を応用して、最適な維持管理計画(最適補修・補強時期の決定および工法の設定)を立案する研究などがある。定期点検の最適検査間隔を求める際に費用の面から研究を行なった報告⁷⁾もある。図4に道路橋におけるLCC 算出例⁶⁾を示す。維持管理対策の違いによって、LCC が変化することが示されている。

3. 今後の研究課題

最後に、今後の研究課題として挙げられているものを列挙する。

- ① 効率的な点検計画の構築
- ② 補修・補強効果の定量的評価手法、費用対効果評価手法の確立
- ③ 維持管理レベルを変化させた維持管理計画
- ④ 新規構造物を対象にした維持管理計画

【引用文献】

- 1) コンクリート構造物の維持管理指針(案)、土木学会、コンクリートライブラリー 81,pp.75～85
- 2) 宮本ら:コンクリート橋診断ニューロ・ファジーエキスパートシステムの開発と信頼性の向上,土木学会論文集,No.510/VI-26,p.91-101,1995.3
- 3) 堤ら:鉄筋コンクリート構造物の補修実施の判定基準に関する研究,土木学会論文集,No.599/V-40,pp.41-48,1998.8
- 4) 金子ら:コンクリート構造物の維持管理における評価・判定の考え方,土木学会第48回年次学術講演会,V,pp.214-215,1993.9
- 5) 宮本ら:Bridge Management System(BMS)を利用した既存橋梁の最適維持管理計画の策定,土木学会論文集,No.588/VI-38,pp.191-208,1998.3
- 6) 西川:道路橋の寿命と維持管理,土木学会論文集,No.501/I-29,pp.1-10,1994.10
- 7) 松島ら:RC 橋梁施設の最適検査間隔,土木学会論文集,No.451/V-17,pp.197-204,1992.8
- 8) 森川ら:統計解析に基づく既存コンクリート橋の安全性および寿命評価,土木学会論文集,No.502/V-25,pp.53-62,1994.11
- 9) 堤:リハビリテーションと耐久設計 - 土木関係 -,コンクリート工学,vol.36,pp.47,1998.7

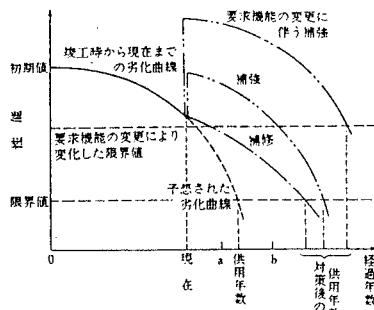


図2 経年による性能の変化と補修・補強の概念図⁴⁾

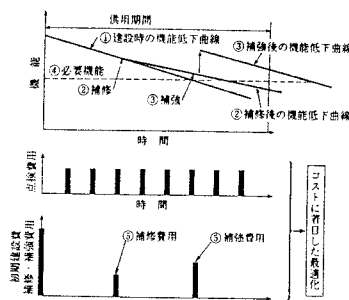


図3 Life Cycle Cost 算出イメージ⁹⁾

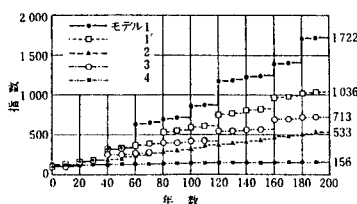


図4 Life Cycle Cost 算出例⁶⁾