

高知工科大学 正会員 ○小窪幸恵
高知工科大学 正会員 島 弘

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化、耐久性の低下が着目され始めてから 30 年近くが経過し、劣化や LCC シミュレーションの実用化に向けた試行錯誤が現在も続いている。研究の精度向上と効率的な進行には仮説に対する検証が不可欠となるが、数年から数十年という年月を経て顕在化する劣化現象を実験により検証することは困難である。また、促進試験によってこの問題を解決しようとした場合、促進環境と実環境との差が大きな影響要因となる可能性が高い。よって、耐久性や劣化メカニズムの検証において、実際に架設され供用されている実構造物のデータは大変有用であり貴重なデータであると言える。本文では、コンクリート構造物として特に道路橋に注目し、各管理機関が現在行っている点検データベースの劣化モデル検証用データとしての使用の可能性を考察する。

2. 現行点検データベース

我国における道路は大別すると、高速自動車道路、一般国道、都道府県道及び市町村道とに分けられ、これら全てで約 67 万橋（2001 年現在、橋長 2 m 以上）の構造物が各地域単位で管理されている。管理方法、データベース化の進展具合は管理団体によって異なるが、大きな動きとしては国土交通省による一般国道のさまざまな道路施設情報を集約した MICHI システム（Ministry of Construction Highway Information Data Base System）があり、これに点検情報をリンクさせようとしている。

現行の構造物点検の大目的は「対象物の性能の確保」にある。例えば、昭和 63 年発行の橋梁点検要領（案）¹⁾ では、点検の目的を「～管理する橋梁の状態を把握し、異常及び損傷を早期に発見することにより安全・円滑な交通を確保するとともに合理的な橋梁の維持管理のための資料を得る～」（一部略）としており、平成 16 年度発行の道路橋マネジメントの手引き²⁾ においても、安全性をはじめとする要求性能の確保が目的として挙げている。

3. 塩害劣化モデル検証に必要なデータ

塩害劣化は海からの飛来塩のコンクリート表面への付着・浸透により内部鉄筋の腐食・膨張を引き起こし、コンクリートのひび割れ・剥落・鉄筋破断により耐力低下に至る劣化である。式 1 は Fick の拡散方程式による塩分拡散式であり、塩分浸透から鉄筋腐食開始までの劣化過程を示す。

$$C(x,t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{0.1 \cdot x}{2\sqrt{D \cdot t}} \right) \right\} \quad (1)$$

C_0 : 表面塩化物イオン濃度 (kg/m^3)、 x : コンクリートかぶり (cm)、 D : 見かけの拡散係数 ($\text{cm}^2/\text{年}$)、 t : 時間 (年) である。表面塩化物イオン濃度は塩害劣化の直接の原因であり、架設地の気象条件や地形や海岸距離といった外部環境による。見かけの拡散係数は水セメント比の関数として提案されており³⁾、かぶりとともに塩分のコンクリート内部への侵入の抵抗力となる。これら劣化要因は、腐食開始以降の鉄筋腐食速度、ひび割れに対するコンクリート抵抗（強度）に対しても大きな影響を持つことが予想される。以上より、塩害劣化モデル検証の際、点検時点での劣化状況の確認と架設地点の環境特性、構造物寸法、材料特性、そして架設年から点検時までの経過時間に関する情報が最低限必要なデータとして挙げることができる。

4. 劣化モデル検証のためのデータベース

現行の点検データベースを劣化モデルの検証用データとして使用することは、その項目範囲の点から言え

ば可能である。経過時間を決定する架設年と点検年、塩害環境を特定する架設地点と海岸距離、そして構造物寸法や材料特性を推測可能とする設計図書と構造形式の情報はいずれも現在のデータベース項目に含まれている。しかし、現状のデータベースをそのまま使用するには不都合な点もある。以下に、点検データベースを検証用データとして使用した事例とそれにより得られた知見を示す。

4. 1 データベースの使用例

参考文献4では、仮定した塩害劣化モデルにばらつきを考慮した入力データを代入することで目標の劣化状態に到達する年数を確率的に算出し、組織単位で管理する多数の構造物の劣化予測を行おうとした。このモデルの検証を、計算結果と既存データベースから得られた実構造物の劣化状況の比較により行った。図1に示す線Aは、ある条件下の鉄筋コンクリート主桁において0.1 m²以上の剥離・鉄筋露出が確認された橋梁の累積値割合を経過年毎にプロットしたものである。これによれば、実橋梁では20年から35年程度経過した橋梁において所定の劣化に至る割合は急激に増加し、

その後増加率は緩やかになっている。これに対し区間Bは、実橋梁に対応する条件を設定した入力データを用いて所定の劣化に至る確率を計算によって導いたものである。線Aは区間B内におおよそ収まっており、増加傾向としても類似している。検証材料となった点検データベースの結果が信頼できるものであれば、仮定した塩害劣化モデルに対しても一定の精度を確認することができる。

橋梁の累積割合、%

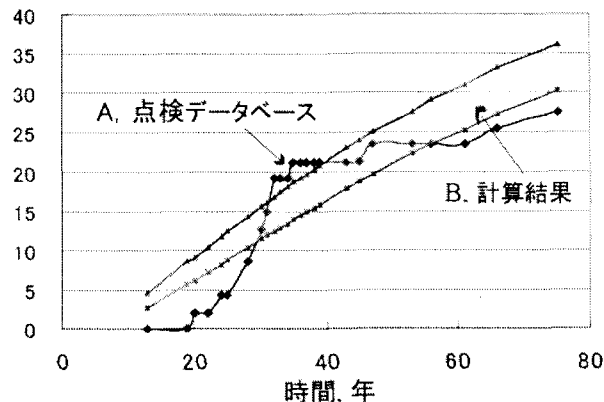


図1 点検データベースと計算結果の比較

4. 2 検証用データとしての不足点

しかし、データに対していくつかの不足点もある。その内最も致命的となるのが補修履歴欠如であり、次いで劣化状況の把握方法、そして記入漏れや入力ミスが挙げられる。データベースから補修履歴が欠如している場合、その後の点検結果は健全な構造物としての評価しか残らない。こうしたデータを劣化モデルの検証の目的で使用することはできない。また、現行の点検において劣化の評価は、「ひび割れ」や「剥離・鉄筋露出」といった現象の長さや大きさの大小を扱っているため、ひび割れの原因が塩害によるものなのか初期欠陥によるものなのか明確に判断することが難しい。（カルテの形で点検担当者の評価を記入するという方法も採られているが評価を必須としているかどうかは不明）また、記入漏れや入力ミスといった不確定なデータが多く混在すればデータ全体の信頼性の捉え方が難しくなる。

5. まとめ

実構造物における点検データは、その安全性を確保し管理を行う上で大切なツールであると同時に耐久性研究における貴重なデータと成り得る。

データベースの構築は日々進んでおり、その数は膨大である。橋梁諸元、点検、補修等の相互に関連するデータを効率的に管理する作業はまだ始まって間もない。今後、耐久性研究、延いては構造物の効果的な維持管理に対してデータベースが意識され、管理者側と研究者側の協力態勢が整うことを期待する。

参考文献

- 1) 土木研究所資料 橋梁点検要領（案）：建設省土木研究所、昭和63年7月
- 2) 道路橋マネジメントの手引き：（財）海洋架橋・橋梁調査会、平成16年8月
- 3) 2002年制定コンクリート標準示方書施工編：（社）土木学会、2002
- 4) S.Nasu, H.Okamura, S.Kokubo: Maintenance and Management of Concrete Bridges, P53-60, IABMAS'04 Kyoto, 2004