

既設コンクリート構造物の調査と耐久性評価に関する一考察

株式会社ウエスコ島根支社 正会員 ○松崎靖彦

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 正会員 大屋 誠

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 武邊勝道

1. はじめに

維持補修や補強によって、できる限り長く構造物を使っていくことは循環型の社会を実現する上で欠かせない。さらに社会資本ストックの維持管理は今後、投下資本の制約を受け、より重要になるものと思われる。

コンクリート構造物（以下、RC 構造物）は、その材料の経年劣化が不可避であることから、劣化損傷の進行予測を行うことは構造物の LCC 評価の上で重要である。また、RC 構造物の耐久性は、環境条件により大きく異なる。特に塩害を受ける環境では、全体は密実なコンクリートに仕上がっている場合でも、局所のクラックから中性化速度が上がり鉄筋腐食に至るケースがある¹⁾。一方、塩害の影響を受けない場合、ひび割れを生じながらも 70 年の供用に耐えている橋梁がある²⁾。

既設構造物の調査結果や維持補修の履歴データなどは、単に既設構造物の維持データにとどまらず、環境条件を表す指標として、近隣での構造物新設時の重要なデータとなるものと思われる。

本文では、既往の調査結果を参照しながら、データを収集する上での課題や今後のデータ管理について述べる。

2. 既往の調査より

(1) コア抜き調査

島根県内で最近行った橋梁のコア抜き調査結果から、3 橋について表-1、図-1 に示す。図には道路橋示方書に表される基準値を併せて示す。既設調査結果の静弾性係数は、基準値に比べ一律に低い値を示す。しかしながら、RC 構造物の場合、設計時には引張側のコンクリート断面を無視することから、実際の構造物ではコンクリートの引張強度の寄与によって、必要剛度を満たす場合が多い。

コア抜き調査は他の非破壊調査に比べ、材料上の問題の有無を確実に把握でき、非常に有効な調査といえる。アルカリ骨材反応が見られるような場合は、静弾性係数が低下している場合が多く、グラフ上へプロットすることにより、その影響の有無を容易に判別できるものと思われる。コア抜き調査をする際の留意点は以下のとおりである。

- 1) データのばらつきから、異常値を棄却するような場合、3 本以上のサンプル数が必要である。
- 2) 静弾性係数や単位体積重量などを併せ試験をすることによって、検査値の適否の判断が容易になる。
- 3) これらのデータは、施工年次や地域性で同様な分布傾向を示すものと思われるため、データの集積をすることで有意義なデータが得られると期待される。

(2) 中性化調査

図-2 に B 橋の中性化の進行と塩化物イオン含有量の調査結果を示す。主桁部はウェブを貫通してコア採取を行ったものである。中性化フロントへ塩化物イオンが移動している様子が分かる。抜いたコアは重量感があり密実なコンクリートであることをうかがわせたが、局所的なクラックから塩害の影響が進行したものと思われる。

中性化の進行予測（図-2）は、中性化測定時点の経過年数から、 $\sqrt{t}$ 則に基づいて今後の進行を予測するものである。健全部とクラック周辺等の局所の劣化部では、その値は大きくばらつきを生じる。構造物に損傷や劣化を生じている場合は、鉄筋の状態や塩害等の影響の有無を併せて調査する必要がある。

表-1 対象橋梁

	竣工年	環境条件	構造形式
A 橋	1966	離岸距離 3.0km	単純合成鉄桁橋
B 橋	1961	離岸距離 0.1m	単純 RCT 桁橋
C 橋	1936	山間部 凍結防止剤散布無し	5 径間 2 ヒンジ RCT ゲルバ橋

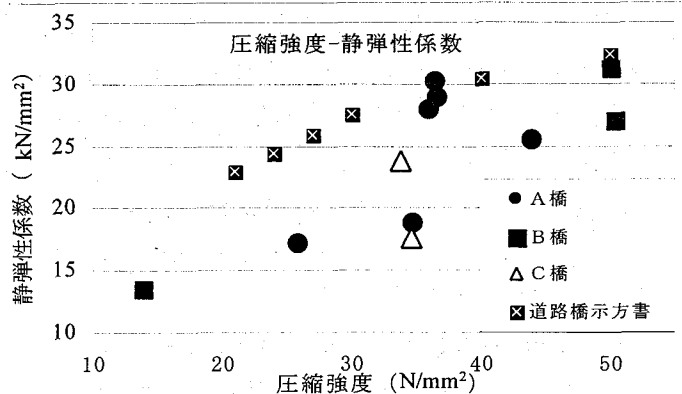


図-1 圧縮強度と静弾性係数の一例

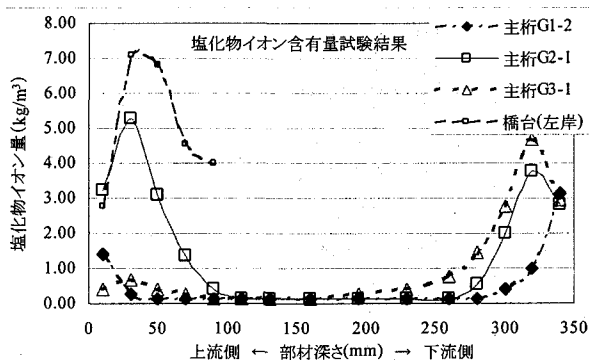
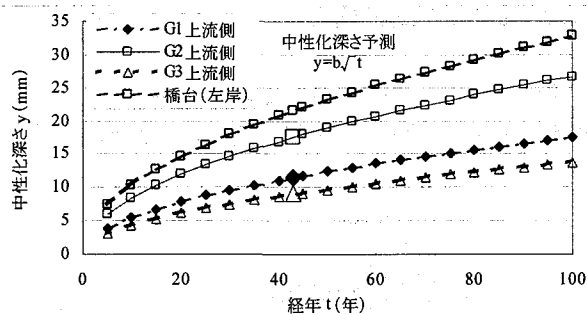


図2 B橋の中性化予測、塩化物イオン含有量試験

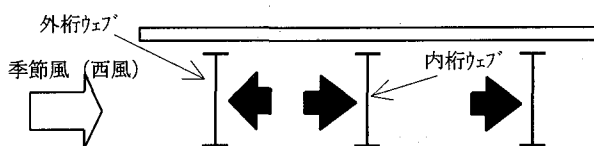


図3 海塩粒子の付着しやすい構造部位
(耐候性鋼橋梁の調査結果³⁾より)

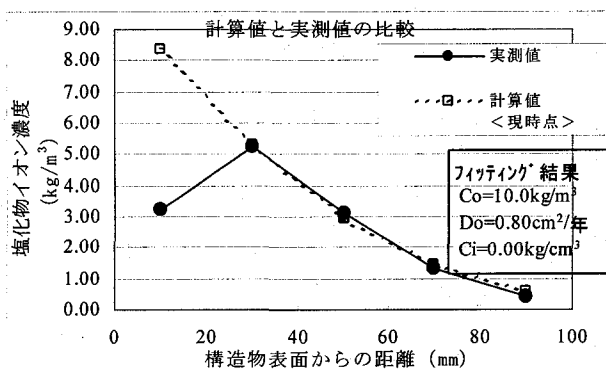


図4 実測値と計算値のフィッティングの一例

(3) 塩分含有量調査

飛来塩分量は、構造物の形状や位置、風向・風速により異なることから、構造物の部位で付着塩分量が異なる。筆者等の耐候性鋼橋梁調査結果³⁾では、季節風により飛来する海塩粒子は、雨水の洗い流しや主桁間の風の乱れのため、外桁の外側面より内桁面で多量に付着するといった結果が得られている(図-3)。一方、凍結防止剤の散布による影響は、路面から巻き上げられたミスト状の塩化物イオンが、橋梁全体を包み込むように飛散することから、両外主桁の外側面で付着量が多くなることが知られている。

塩化物イオンの拡散予測の推定計算シート(誤差関数を4次式で表す)が、(独)土木研究所より公開されている⁴⁾。塩化物イオン濃度の実測値と試行計算値とフィッティングさせる(図-4)ことによって、表面塩化物イオン量 C_o (kg/m³)、見かけの拡散係数 D_o (cm/sec)、初期塩化物イオン量 C_i (kg/m³)を逆計算し、その値を用い将来予測をする。

この推定計算シートは、グラフ上へ実測値と計算値が表示されトライアルを容易にするなど、使いやすく工夫してある。しかしながら、これより求める見かけの拡散係数 D_o をはじめ、それぞれの数値の持つ物理的な意味合いが不明確である。

塩化物イオン濃度や中性化の将来予測は、想定するアルゴリズムで、現時点の計測値からの延長上として計算する。環境条件の厳しさや複合劣化の影響といった要素が反映されないため、大づかみな値とならざるを得ない。よって、定期的に予測を行い、その予測結果の変化を調べることで、より具体的な将来予測が可能となると期待出来る。

3. まとめ

- 調査データには、ローカルな環境条件やその時々の使用材料の特性といった地域性が濃縮されている。
- データを集積し、時系列の履歴を考察することにより、LCC評価データとして使えるものになる。またこの集積データは、地域性を表す指標にできるものと考えられる。
- 各種調査は統計処理の可能な、一試験当たり最低3本のサンプルが必要である。
- 竣工時には施工記録として、W/C、単位水量、使用材料、配筋・出来形寸法・初期クラックの状況などを示す出来形資料が必要である。これらにより将来の材料劣化時の調査内容が高度化できる。

参考文献

- 1) 和田浩, 松崎靖彦, 和田啓次郎, 吉田義春: 塩害を受けた既設RCT桁橋の調査報告, 土木学会中国支部島根会平成17年度研究・事例報告会概要集, pp.27-28, 2006.
- 2) 既設RCゲルバー橋の補修設計, 永見英俊, 松崎靖彦, 土木学会中国支部島根会平成17年度研究・事例報告会概要集, pp.29-30, 2006.
- 3) 武邊勝道, 大屋誠, 松崎靖彦, 安食正太, 古川貴士, 麻生稔彦: 耐候性鋼橋梁における腐食と付着塩分組成の関係, 第15回環境地質学シンポジウム論文概要集, pp.157-160, 2005.
- 4) (独)土木研究所: コンクリート中の塩化物イオン濃度分布簡易分析シート使用マニュアル, 2003.