

融雪剤の影響を受けて劣化した実PC橋の劣化度診断

日本大学工学部 学生会員 ○山田 瞬
日本大学工学部 正会員 子田 康弘
日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

近年、コンクリート橋における早期劣化および経年劣化に伴う維持管理が重要視されている。コンクリート橋の劣化現象には多くの要因が複合的に作用し、特に塩分環境下では塩害やアルカリシリカ反応、凍害の促進が懸念される。今回調査する橋梁は1975年に架設した後融雪剤の影響を受け34年で解体しなければならなくなったPC中空床版橋である。本研究では現場調査、コンクリート中の塩化物イオン濃度分布、鋼材腐食状況の結果について報告する。

2. 調査対象および実験概要

今回の調査対象橋梁は、岩手県盛岡市と秋田県秋田市をつなぐ主要な幹線道路である国道46号の仙岩峠の急峻な斜面に架かっている湖山橋である。湖山橋¹⁾は1975年に架けたPC(プレストレスト・コンクリート)プレテンションホロースラブ桁橋であり14径間で主桁が14本でできている。図-1は湖山橋の側面図と断面図である。湖山橋が供用開始後34年で解体撤去工事に至ったのは融雪剤の散布が原因とされているが、融雪剤が散布され始めたのは1990年代からである。2004年に国土交通省東北地方整備局秋田河川国道事務所が点検した際に橋桁の下面の一部にコンクリートのはく離やPC鋼材の露出および破断などが見つかった。写真-1は現場調査を行った2009年7月に確認されたPC鋼材の破断状況写真である。本研究では、現場調査の結果、最も劣化していた第12径間、次に劣化していた第4径間、比較的健全な第8径間を対象に、図-2の黒色で示す箇所

の桁ブロック(長さ約1.5m)を採取し、調査することとした。ここで、12-4-G1は、第12径間G1桁のNo.4ブロックを指す。これらのブロックの上下フランジ、およびウェブよりφ32mmのコアを採取し、イオンクロマトグラフ法²⁾によりコンクリート中の塩化物イオン濃度分布を測定した。なお、4-3-G1、12-4-G1については、全てのコンクリートを丁寧にこすり、鋼材だけの状態としてその腐食状況を観察した。

3. 実験結果および考察

現場調査時に第4径間、第8径間、第12径間の位置で、シュミットハンマーによる反発硬度試験を行った。その結果、第4径間G1および第12径間G1下フランジ下面は約20~40N/mm²、G2下フランジ下面は全てのブロックで約60N/mm²の結果になった。コンクリートの設計基準強度は50N/mm²なので¹⁾、G1の下フランジ下面の強度が明らかに低く、劣化していることがわかる。解体した橋よりブロック採取し、実際の寸法とかぶりを測定した後に、それを基にコア抜きを行った。図-3はブロック化した状態の断面図である。幅600mm、高さ650mmのブロックで幅450mm、高さが350mmの中空部分が存在し、上面に鋼材が8本、下面に15本配置されている。今回の調査ブロックの腐食状況より、侵入経路は不明だが、中空部分に融雪剤に起因する塩分が湛水し、それが下フランジを浸透し、内部の鋼材が腐食したと推測される。ブロックから採取してきたコアの塩化物

キーワード: 融雪剤、塩化物イオン濃度、鋼材腐食

福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 024-956-8721

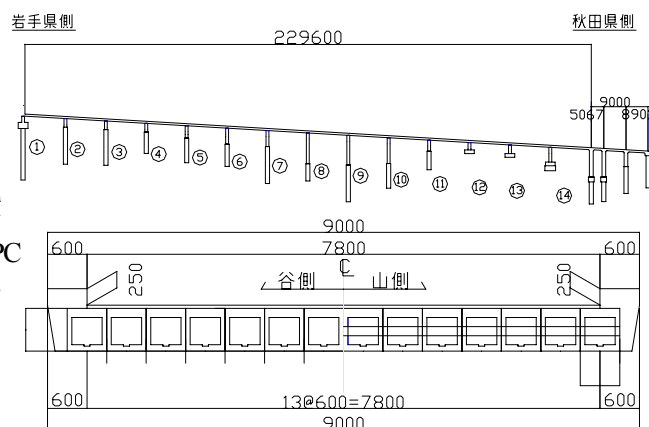


図-1 実橋の側面図、断面図



写真-1 下面劣化状況

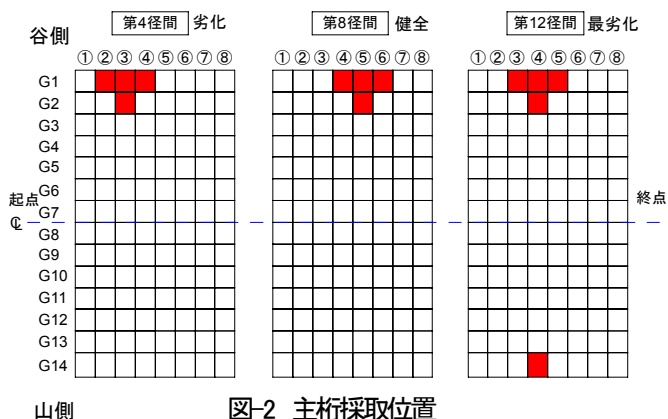


図-2 主桁採取位置

イオン濃度を測定した結果とW/C=38%、表面における塩化物イオン濃度を 10kg/m^3 としてコンクリート標準示方書の式³⁾により推定した塩化物イオン濃度分布を図-4に示す。図より、下フランジのほぼ全域で鋼材腐食発生限界濃度(1.2kg/m^3)を上回る塩化物イオン濃度が検出され、各PC鋼材位置においてもその値を上回る結果となった。また、その分布は拡散係数から推測される分布とは異なり、表面と内部の塩化物イオン濃度に大きな差がなく、しかも内部でも高い塩化物イオン濃度を示す結果となった。その理由は、通常の拡散現象に加え、中空部分に溜まった塩水が重力の影響を受け、下方に向かって浸透した影響が加わったためと思われる。

鋼材腐食状況を確認するために4-3-G1と12-4-G1のコンクリートを全てはつりスケルトン状にした。写真-2に4-3-G1の全体写真を、写真-3に下フランジ部の最も劣化の激しい部位を示す。これらの写真より、上フランジ部の鋼材はほとんど腐食がみられなかった。一方、下フランジ部は激しく腐食しており、特に中心部の5本は著しい腐食やPC鋼材の破断が見られ、塩害による激しい劣化を受けていることが確認された。12-4-G1の下フランジ部では4-3-G1のように著しい腐食やPC鋼材の破断は見られなかった。すなわち、本橋梁は同一架橋地点にありながら、径間、桁、ブロックごとに劣化の状況が著しく異なり、その原因は融雪剤の侵入経路とその量、および中空内に塩水が湛水しやすい状況にあった等に依存すると考えられる。

4. まとめ

今回の調査で、下フランジ部のコンクリート中の塩化物イオン濃度はほぼ全域にわたり鋼材腐食発生限界濃度を上回っているために非常に厳しい腐食性環境であったと思われる。また、本橋の塩害劣化メカニズムは中空内への塩水の湛水により、下フランジ部に拡散と重力の影響により高濃度の塩化物イオンが浸透したためと推察された。融雪剤の本格散布期間は20年に満たないにもかかわらず、このような厳しい劣化を受けて解体を余儀なくされた橋梁があることは、今後の橋梁の維持管理上重大な課題であり、その原因究明を今後さらに進める予定である。

【謝辞】

本研究のうち、現場調査、桁ブロックの採取・運搬にあたっては、国土交通省東北地方整備局東北技術事務所と秋田河川国道事務所の他、関係機関の多大なる協力を得た。また、本研究の一部は高速道路関連社会貢献協議会からの助成金を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1)湖山橋補修対策検討委員会(2007): 一般国道46号湖山橋補修対策検討報告書
- 2)土木学会(2007):コンクリート標準示方書(規準編), 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法, pp.472-481
- 3)土木学会(2007):コンクリート標準示方書(維持管理編), 10章塩害に対する構造物の維持管理, 10.3.3.2塩化物イオンの拡散の予測, pp.111-114

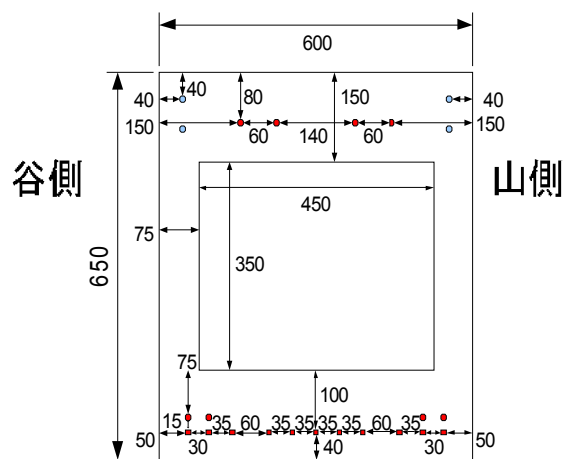


図-3 ブロック化した断面図

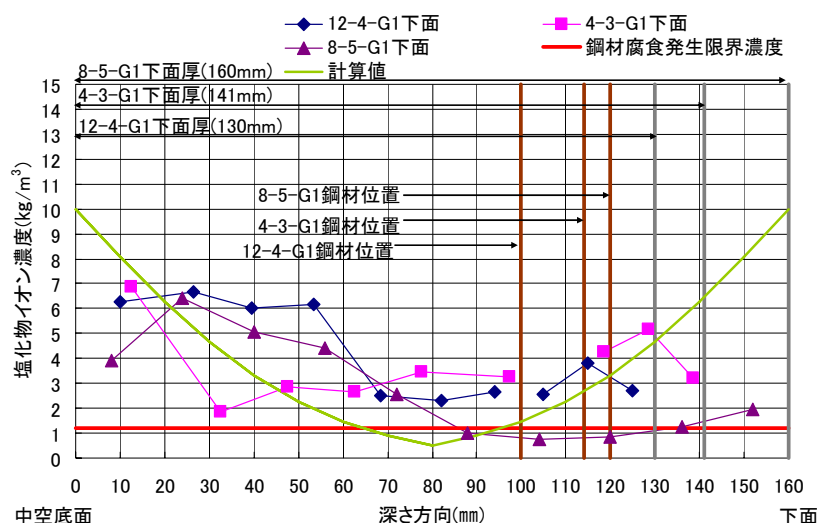


図-4 塩化物イオン濃度分布



写真-2 4-3-G1 全体



写真-3 4-3-G1 最劣化部位