

融雪剤の影響を受けて劣化した実PC橋の劣化度診断

日本コンクリート技術株 正会員 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いけなくなった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、主桁が14本で構成されている。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。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。これらのブロックの上下フランジ、およびウェブより32mm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。また、第4径間G1、第12径間G1については、全てのコンクリートを丁寧にはつり、鋼材だけの状態(以下、鋼材スケルトン)とした後、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であり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

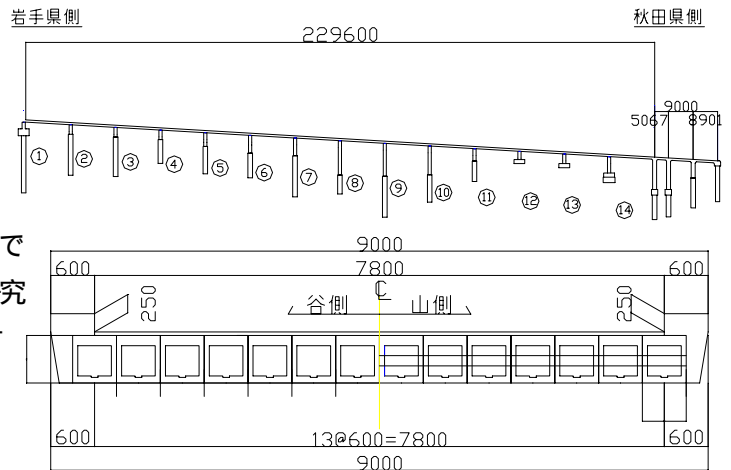


図-1 実橋の側面図、断面図

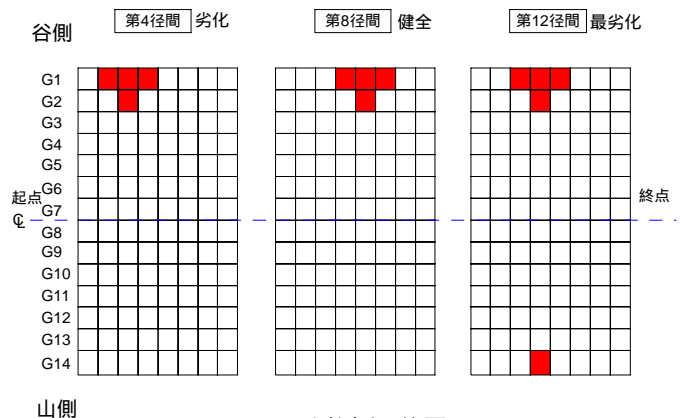


図-2 主桁採取位置

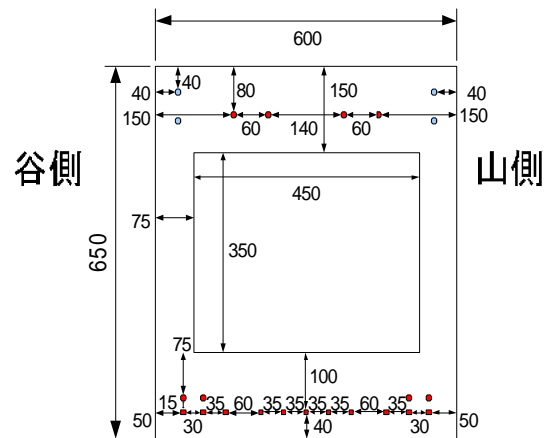


図-3 ブロック化した断面図

キーワード: PC橋、融雪剤、塩化物イオン濃度、鋼材腐食

東京都墨田区両国4-38-1 TSビル5階 TEL:03-5669-6651

かる。解体した橋よりブロックを採取し、実際の寸法とかぶりの測定を行った。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6,8,10kg/m³として拡散方程式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-4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/m³)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、その分布は見かけの拡散係数による分布とは異なり、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分が凝縮し内部では塩化物イオン濃度高く、表面部分で乾燥により塩分濃度が促進されたため全体的濃度が高くなったと推察される。

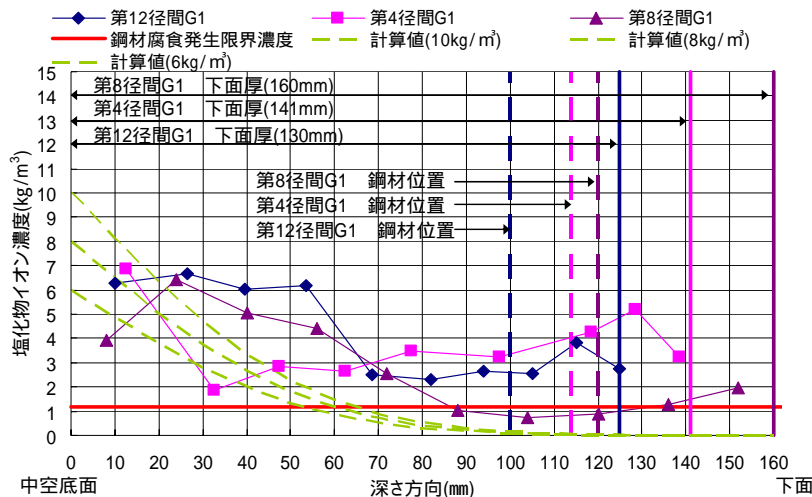


図-4 塩化物イオン濃度分布

写真-1と写真-2は、鋼材スケルトンとした第4径間G1の全体写真と下フランジ部の最も腐食が激しい部位を示している。写真より、上フランジ部の鋼材は、ほぼ健全な状態であった。一方、下フランジ部には著しい腐食が確認され、第4径間G1の鋼材位置では濃度が3.0kg/m³以上超えており、中心部の特に5本が激しい腐食に加え、PC鋼材の破断も確認され、塩害による劣化を受けていたことがわかる。第12径間G1の下フランジ部については、第4径間のような腐食の状態は観察されなかった。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か否か等に依存すると考えられる。



写真-1 第4径間G1 全体

写真-2は、鋼材スケルトンとした第4径間G1の下フランジ部の最も腐食が激しい部位を示している。写真より、上フランジ部の鋼材は、ほぼ健全な状態であった。一方、下フランジ部には著しい腐食が確認され、第4径間G1の鋼材位置では濃度が3.0kg/m³以上超えており、中心部の特に5本が激しい腐食に加え、PC鋼材の破断も確認され、塩害による劣化を受けていたことがわかる。第12径間G1の下フランジ部については、第4径間のような腐食の状態は観察されなかった。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か否か等に依存すると考えられる。



写真-2 第4径間G1 最劣化部

4. まとめ

今回の調査より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、本橋の塩害劣化は、中空内に塩水が湛水したことで、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、特に下フランジ部が劣化したと推察された。このように、融雪剤の本格散布期間は20年に満たないが、本橋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、原因究明は今後の課題である。

【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をはじめとする関係機関より多大なる協力を得た。また、本研究の一部は高速道路野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.一般国道46号湖山橋補修対策検討報告書
- 2) 土木学会.2007年制定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, 2007.5
- 3) 土木学会.2007年制定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 pp.111-114, 2008.3