蛍光 X 線を用いた塩害撤去桁の塩分濃度分布調査

(独)土木研究所 正会員 〇松沢 政和 木村 嘉富 本間 英貴 廣江 亜紀子

1. はじめに

(独)土木研究所では、劣化損傷の生じた実橋の実態や耐荷性能を把握すべく、撤去された橋梁について非破 壊検査や載荷試験、解体調査を実施し、検査技術や評価手法の確立に向けて研究を行っている。本調査では、 非破壊で塩化物イオン量を測定する手法として実用化されつつある蛍光 X 線による塩分濃度計測技術 ¹⁾を用 いて、塩害により撤去された桁の内部の濃度分布を調査するとともに、既往の調査手法との相関性を検証した。

2. 橋梁概要

本橋は石川県宝達志水町の主要地方道金沢田鶴浜線の相見川を渡河する自歩道橋(能登海浜自転車道線)である。能登有料道路の本線(上り線)の山側に隣接し,海岸線より約90mの位置に架かる2連の単純ポストテンションPCT桁橋である(写真-1)。表-1に本橋の主な橋

梁諸元を示す。過去2度の詳細調査にて塩害に よる鋼材腐食に起因する剥落や浮きが桁全体 に確認され,はつり調査において全 PC 鋼材 8 本のうち,2本にて一部素線破断が確認された。 そのため、ライフサイクルコスト(LCC)比較 により架替えが優位と判断され,供用から 38 年経過した後撤去された。本調査は、撤去され た主桁のうち、第1径間の支間長 19.2mの G1桁(海側)を用いて実施した。対象桁の 標準断面を図-1に示す。

図-2 に対象桁の損傷図を示すが,桁全体 に損傷が確認できるものの,桁の両側面及び 両桁端にて損傷の程度が異なり,山側及び橋 台側の損傷が顕著であった。また,解体調査 により支間中央部近傍をはつりだしたとこ ろ,写真-2 に示すように PC 鋼材において極 端な腐食状況の相違が確認された。

表-1 橋梁概要



写真-1 撤去前の状況

図-1 標準断面



(a) はつり調査前(b) はつり調査後写真-2 はつり調査前後の状況



連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

-487

3. 塩分濃度調査方法

蛍光 X 線による調査位置は, 写真-2 に示すように海側と山側で損傷状況に 相違が確認された近傍(図-2参照)において桁を切断し, 写真-3 に示す蛍光 X 線分析装置を用いて切断面及び側面の濃度分布を計測した。なお, X 線強 度から定量化する際に検量線が必要になるため,あらかじめ本部材からコア 採取して電位差滴定法により濃度を確認した試料について本手法による計測 を行い,本装置を用いた既往の調査から作成された検量線の適用性を検

証した。また、本計測箇所の近傍でコアを採取し、従来から用いられて いる電位差滴定法との相関性もあわせて検証した。

4. 計測結果

検量線の適用性について検証した結果を図-3 に示す。同図には別途 研究対象としている沖縄県の塩害橋脚から採取した粉末試料の結果も あわせて示す。図から明らかなように塩害橋脚については概ね相関が得 られたが、本試験体についてはある規則性があるものの乖離が生じたこ とから図-4 に示すように検量線を補正した。補正した検量線を用いた 蛍光 X 線による計測結果を図-5 に示す。下フランジ隅角部からウェブ 側面に渡る山側の濃度が高い結果であった。特に山側の下フランジ隅角 部付近において最大 7.8kg/m³と高い濃度が確認され,図-2の損傷図や 写真-4(b)の鋼材の腐食状況と相関が確認された。また、シース内のグ ラウトも計測したが、山側最下段の PC 鋼材を除き、周囲の濃度より低 く、シースにより塩分の侵入が遮断されていたことが分かる。

蛍光 X 線の計測値について, 蛍光 X 線による計測面近傍における採 取コアの滴定法による計測値との比較を図-6 に示す。概ね相関が得ら れているが, やや濃度が低い場合において電位差滴定法による値に比べ 蛍光 X 線のほうが高くなる傾向となっている。この要因は, 粗骨材を 避けてモルタル部を計測していることのほか, 粗骨材を含んだ粉末試料





図-4 検量線の補正

で検量線の適用性や図-4に示すように今回用いた検量線において1.0kg/m³以下の蛍光X線強度と塩化物イオン濃度との関係に乖離が生じているためと考えられる。また、表面(側面)の浮きや剥離が生じていない箇所

において,内部の切断面 より表面の濃度が低く なる傾向が確認された。 蛍光 X 線は数十µ程度 の非常に薄い厚さの範 囲を計測しており,計測 対象範囲に中性化が生 じていれば,計測値は低 くなってしまうため,注 意が必要である。



参考文献

 金田尚志,魚本健人:塩化物測定用ポータブル型蛍光X線分析装置の開発,コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.1095-1100, 2007