

北東北地方日本海沿岸において著しい塩害を受けた 道路橋コンクリート桁の劣化度調査

日本大学工学部 学生員 ○城坂 裕己
日本大学大学院 学生員 古山 幸永
日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の維持管理が重要視され、実橋を対象とした塩害に関する調査研究も積極的に行われている。しかし、塩害の劣化度評価において、目視による点検結果とコンクリート中の塩化物イオン濃度をはじめとする物理量との関係については不明な点が多い。そこで本稿では、北東北地方日本海沿岸において著しい塩害を受けた道路橋コンクリート桁から試料を採取し、コンクリートの圧縮強度、中性化深さを測定するとともに、コンクリート中の塩化物イオン濃度を測定し、これらの測定結果と事前に行われた目視による健全度評価結果との関係について検討を行った。

2. 調査概要

今回の調査では、北東北地方日本海沿岸部にある道路橋の解体撤去に伴い、そのコンクリート桁から試料を採取した。本橋は1976年に竣工され、30年間使用されていた。橋長は33.0m、桁の形式は単純ポストテンションT桁で主桁本数は6本である。調査対象とするコンクリート桁は図-1に示すように01・03・06桁とし、横桁により4分割される各ブロックを北側から01・02・03・04とした。解体前に判定基準に従い健全度評価を行った結果、03桁は多少腐食ひび割れが見られる程度で外観上著しい損傷は見られなかったのに対し(健全度3-3.5)、06桁では腐食ひび割れが顕在化し、そこから錆汁がしみだしているものもあり(健全度2.5)、01桁では一部コンクリートが剥落している状況(健全度1.0-2.0)であった。

調査試料の採取位置を、図-2に示す。図より、各下フランジの付け根部から100mmの位置をコアの中心とし、ウェブを直径100mmのコアで貫通するように抜き出した。その後、コアを端部から15mm毎にカットし、粉砕したものを塩分滴定試料とした。また、下フランジかぶりについてはこの部位のコンクリートをはつり出し、これを10mmごとにカット・粉砕し試料とした。塩化物イオン量の分析は、JIS A 1154に準拠して電位差滴定法により測定した。また、中性化深さはJIS A 1152に準拠し、フェノールフタレイン溶液をコンクリートはつり面に散布することにより測定した。圧縮強度試験はJIS A 1108に準拠し実施した。

3. 調査結果及び考察

コンクリートの圧縮強度は桁およびブロックごとに大きな違いはなく、平均44.3MPaと設計基準強度 $f'_{ck}=40\text{MPa}$ を多少上回る結果であった。図-3はコンクリート桁側面から取り出したコアに関する塩化物イオン濃度分布である。コアは0103・0303・0603ブロックからそれぞれ2本ずつ採取した。図より、0103・0303・0603すべてのブロックについて、端面で多少のばらつきはあるものの、拡散作用により端面に比べ内部で塩化物イオン濃度が低くなり、また飛沫の作用方向から、海側の面では山側の面に比べ塩化物イオン濃度が高くなる傾向を示した。端面での濃度のばらつきは雨水の影響や中性化による塩分の濃縮によるものであると思われる。塩化物イオン濃度は全体的に鋼材腐食発生限界濃度で

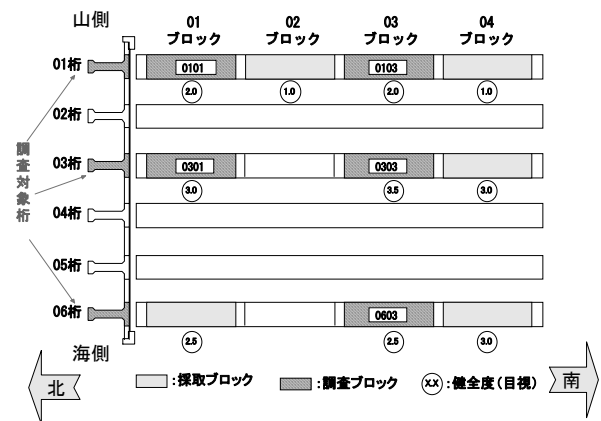


図-1 主桁採取位置と健全度評価

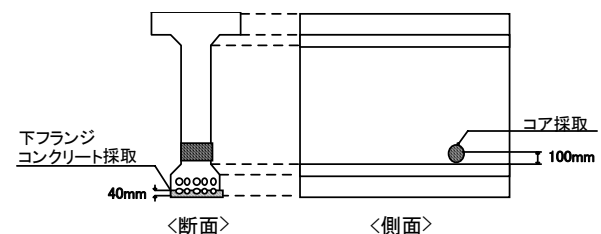


図-2 試料採取位置

ある 1.2kg/m^3 を大きく超える結果となったが、コンクリート桁をはつり出した際、スターラップの腐食はほとんど見られなかった。図-4はコアの塩分含有量の結果を元に見かけの拡散係数を算出した結果である。図より、海側の面での拡散係数に着目すると、0603ブロックのみ低い値を示しているのに対して、山側の面では桁によらずほぼ同じ値を示した。この結果は、日本海からの季節風と雨水により塩分が洗われた影響であると考えられる。前途の健全度評価と比較してみると目視では、0303ブロックが0103・0603ブロックよりも健全であることを示しているが実際の塩化物イオン濃度は他のブロックよりもむしろ若干高い結果となった。これは、中桁である0303では雨水の影響を受けず、桁下がり江だったことから常時湿潤状態に曝されていたためと考えられる。なお、中性化深さは、0103・0603ブロックは平均 $2.0\sim 5.8\text{mm}$ であり、0303ブロックでは平均 0.2mm 程度でほとんど中性化は見られなかった。このことから、0303ブロックは湿潤状態にあり、中性化がほとんど進行しなかったと推測される。

次に、図-5は0101・0301ブロックの下フランジからシースまでのかぶりを採取したコンクリート試料の塩化物イオン濃度分布を示す。図より、この部位では、各ブロックともに底面からシース近傍まで、 $5\sim 8\text{ kg/m}^3$ の間で塩化物イオン濃度がほぼ均等に推移する結果となり、0101・0301ブロックともに鋼材腐食発生限界濃度を大きく超える結果となった。この位置ではシースのかぶりも薄く、結果、目視点検に示されるような著しい塩害劣化を受けたと考えられる。

4. まとめ

今回の調査から本橋のコンクリート桁には海側・山側問わず多量の塩分が浸透し、全体的に鋼材腐食発生限界濃度を大きく超える結果が得られた。しかしながら、ウェブにおいてはスターラップの腐食はほとんど見られず、劣化は下フランジの隅角部から下面に集中する結果となった。また同一橋梁内であるにもかかわらず、桁やブロックによって健全度評価が大きく異なる結果となった。さらに、健全度評価と今回の塩化物イオン濃度の測定結果は必ずしも対応しておらず、塩害による劣化の進行は塩化物イオン濃度の違いだけではなく、風雨などの気象条件や乾燥・湿潤といった環境条件、さらには荷重条件にも大いに影響される可能性が示唆された。

謝辞：本研究は(財)大阪地域計画研究所ブリッジマネジメント研究会における共同研究の一環として行われたものである。ここに記して謝意を表す。

〔参考文献〕

- 1) 藤田弘昭ほか：北東北地方日本海沿岸における RC 橋梁の塩害に関する耐久性調査 土木学会第 60 回年次学術講演会概要集 5-197 pp393-394(2005)
- 2) 独立行政法人土木研究所：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

<http://www.pwri.go.jp/renewal/active/index.html>

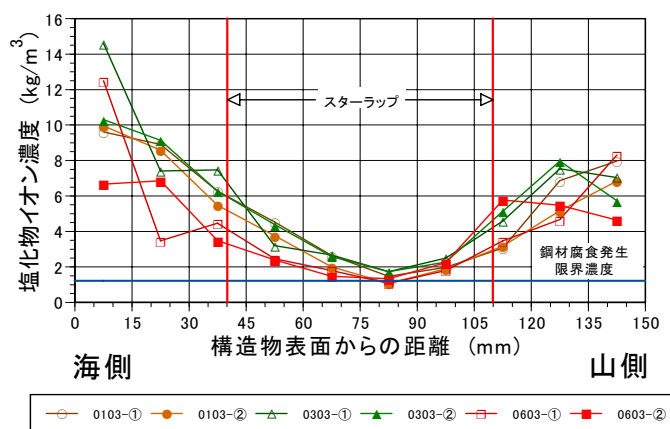


図-3 塩化物イオン濃度(コア)

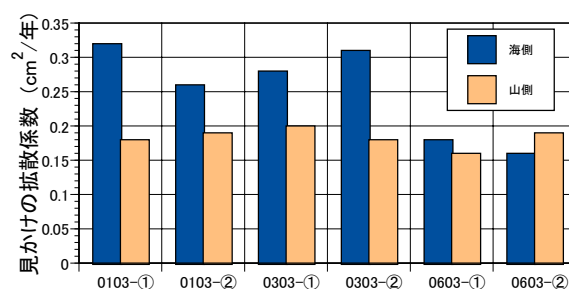


図-4 見かけの拡散係数

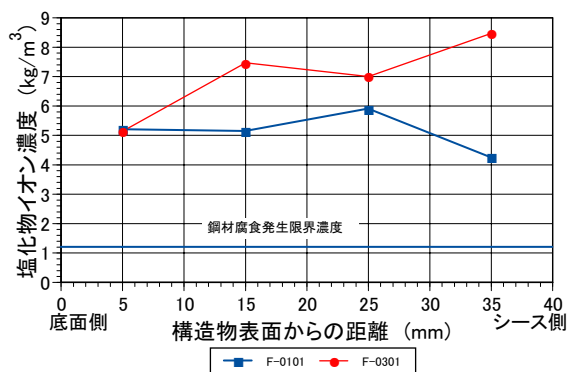


図-5 塩化物イオン濃度(下フランジ)