

飛来塩分により著しい塩害を受けた PC 橋のコンクリート性状に関する検討

日本大学工学部 学生員 ○小野 貴嗣
日本大学工学部 梅村 俊彦
日本大学工学部 正会員 子田 康弘

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、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¹⁾。しかし、塩害を受けた PC 橋の塩化物イオン濃度をはじめとする物理量についてはデータが乏しい現状にある。本稿では飛来塩分による著しい塩害を受けて解体を余儀なくされた PC 橋をブロック化し、そこから採取したコンクリートコアについて、圧縮強度、ヤング係数、中性化深さ、およびコンクリート中の塩化物イオン濃度を測定した結果について報告する。

2. 実験概要

今回の実験では、冬季に日本海からの強い季節風により著しい塩害を受け、供用後わずか 30 年程度で解体に至った青森県日本海沿岸部にある新赤石大橋のコンクリート桁から試料を採取した。本橋は 1970 年代に竣工され、橋長 163m、桁の形式は単純ポストテンション T 型桁橋で主桁本数は 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・02・03・04・05・06 桁とし、横桁により 4 分割される各ブロックを 01・02・03・04 とした。調査ブロックは、図-2 のような形状にブロック化した。目視による調査では 0502 の劣化が特に目立ち下フランジの腐食ひび割れが確認された。このブロックは、陸側のウェブ表面の劣化も顕著であり、コンクリートの一部が剥落している状態であった。なお、本調査では、目視上、健全に見られた第 3 径間からもブロック(0503)取り出し、計 8 ブロックを調査対象とした。コアの採取は、ウェブを配筋間隔で区切り、直径 100mm のコアで貫通するように抜き出した。圧縮強度およびヤング係数はウェブを上、中、下と分け、抜き出したコア各 3 本ずつ試験をした。ヤング係数の判定には、コンプレッソメータを用いた。中性化深さ試験は、コアの割裂面を用い、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に噴霧した。塩化物イオン濃度の測定は、JIS A 1154 に準拠する電位差滴定法により行った。塩化物イオン濃度分布は、コアを表面より 10mm 毎にカットし、粉碎したものを滴定試料とすることで測定した。

3. 実験結果および考察

コンクリートの圧縮強度およびヤング係数は図-3、図-4 に示す結果になった。この結果は上、中、下の値と、平均値を表したものである。図より、それぞれブロックごとの供試体間のばらつきは少なく信頼性の高いデータと思われる。圧縮強度のうち、第 2 径間 0502 は他のブロックよりも低い値となり、設計基準強度(39.0MPa)を下回っていることから、何らかの影響で低品質になったと考えられる。ヤング係数は圧縮強度試験に比べ各ブロックのばらつきが小さいが、図-5 に示すように、圧縮強度から換算される理論値($E_c=8000$

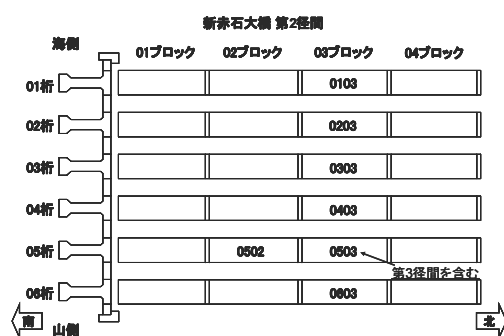


図-1 主桁採取位置



図-2 調査ブロック

キーワード：塩害、PC 橋、圧縮強度、ヤング係数、塩化物イオン濃度、鋼材腐食発生限界濃度

連絡先：日本大学工学部(福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地・024-956-8721)

$f_c^{1/3}$)より全体的にヤング係数が5GPa程度小さくなっていた。理由としては、骨材が低品質であったことが予想され、現在分析中である。中性化深さの平均は海側4.2~10.8mm、陸側は5.8~8.4mmであり、何れも鋼材腐食に対して支配的要因ではないことが確認された。

図-6は塩化物イオン濃度分布を示したもので、上図は03ブロックの海側から陸側までの比較、下図は健全、標準劣化、最劣化ブロックの比較である。各分布に着目すると、表面付近で中性化の影響と見られるばらつきはあるものの拡散作用により端面に比べ内部は塩化物イオン濃度が低くなった。また、飛沫の影響から海側は山側に比べ塩化物イオン濃度が高くなる傾向を示した。0603ブロックの海側端部の濃度が0に近いのは断面修復の影響である。上図において0103、0203ブロックはその他に比べ塩分浸透が少なく、0303から0603ブロックまでの方が内部の塩化物イオン濃度が多く見られた。0503海側の塩分が著しく高い値を示しているが、これについては現在調査中である。下図より、標準劣化0403と比較的健全だとされていた第3径間0503はほぼ同程度の値を示した。0502の塩化物イオン濃度は他のブロックと比べても高く、内部に高濃度の塩分が含まれていた。また、海側よりも陸側の鋼材位置において高濃度の塩化物イオンが検出される結果になった。この桁(0502)は、図より鉄筋かご全体が陸側に10mm程度シフトしており、鋼材と塩化物イオンの高濃度位置がほぼ一致している。このことが0502陸側の著しい劣化の要因と考えられる。なお、全てのブロックにおいて、鋼材位置の塩化物イオン濃度は鋼材腐食発生限界濃度である 1.2kg/m^3 を上回っており、非常に厳しい腐食性環境であることが示された。

4. まとめ

今回の調査で、圧縮強度の一部が設計基準強度を下回った。ヤング係数は全体的に理論値より低い値を示した。塩化物イオン濃度分布より、非常に厳しい腐食性環境であることが認められ、特に強度の低いコンクリートブロックで塩分浸透が著しく促進していることが明らかになった。本橋の塩害劣化はこうした環境作用とコンクリートの品質が大きく影響していると考えられる。

謝辞：本研究は青森県及び（財）大阪地域計画研究所ブリッジマネジメント研究会の共同研究の一部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)岩城一郎、鶴田浩章、上原子晶久、荒木昭俊、相馬基、鈴木基行:青森県日本海沿岸において著しい塩害を受けたコンクリート橋の劣化調査、橋梁と基礎、pp.33-37、2007。

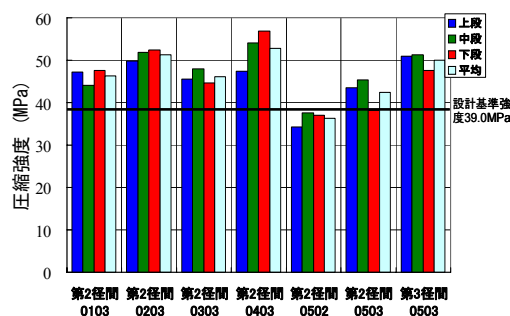


図-3 圧縮強度試験比較

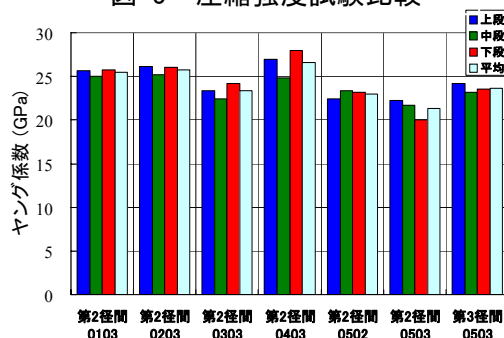


図-4 ヤング係数の測定結果

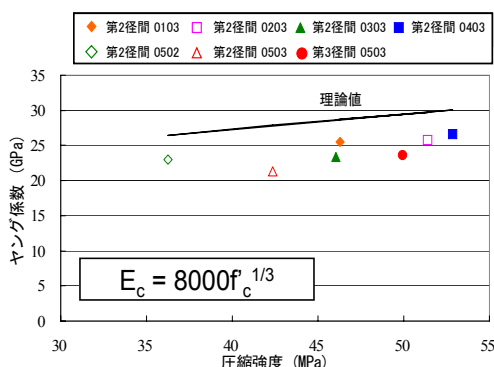


図-5 圧縮強度-ヤング係数の関係

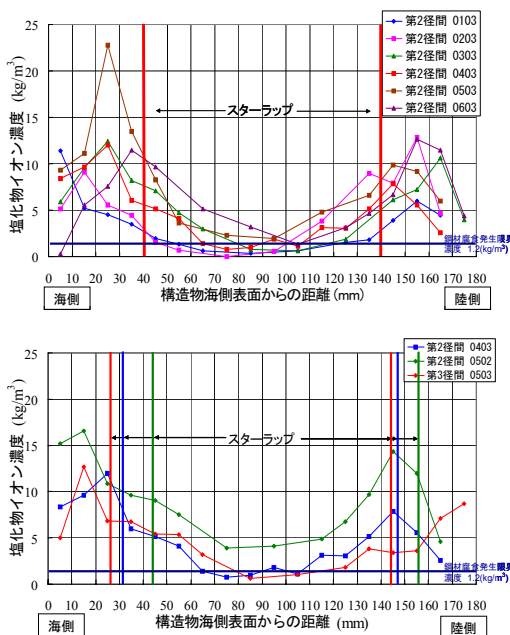


図-6 塩化物イオン濃度分布