

実構造物におけるコンクリートの品質の空間変動が 耐久性評価に及ぼす影響に関する研究（その2） 報告書

新潟大学 佐伯竜彦

1. はじめに

コンクリートはセメントペーストと骨材からなる複合材料であり本質的に不均質な材料であるが、さらに構造物中のコンクリートは施工の影響を受けて材料分離が生じている場合がある。このため、同一構造物・同一部材中であってもコンクリートの品質が異なる可能性があり、これが劣化の進行に影響を及ぼすことも考えられる。しかし、実際に構造物に打込まれたコンクリートの部位による品質の違い、すなわち空間的な品質の分布についての知見は少ない。そこで昨年度、本事業の研究助成を受け、新潟県内で撤去された構造物から多数のコアを採取し、その品質の空間分布について検討した。今年度はデータを蓄積することを目的として引き続き、撤去構造物からコアを採取して構造物各部位におけるコンクリートの品質を評価した。

2. 調査対象

A橋、B橋の2橋梁からコア採取を行った。以下に、調査橋梁の概要を示す。

（1） A橋

A橋は、飛来塩分環境下にあるRC鈑桁橋で、桁からコアを採取した。図-1に桁の平面図、図-2にコア採取位置を示す。

（2） B橋

B橋は、山間部で凍結防止剤環境下にある鋼桁橋で、RC床版および地覆からコアを採取した。コア採取位置は、図-3に示す通りである。

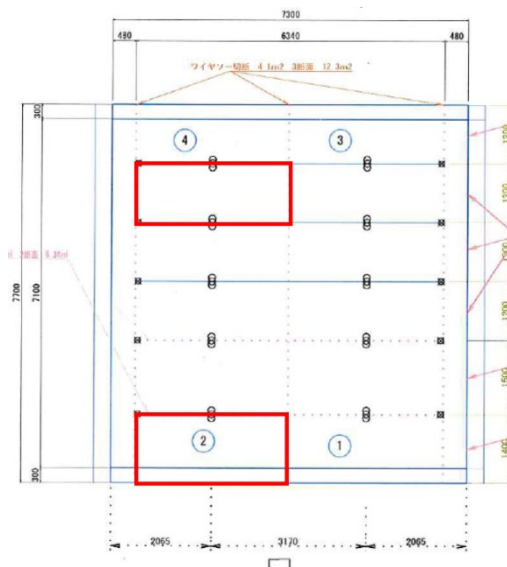


図-1 A橋の桁平面図（赤枠が切出し箇所）

Diagram illustrating the five-point bending test setup. The specimen is supported at two points, and four loading points are applied between them. The distance between each loading point is 500mm. The total length of the specimen is 2000mm. The height of the specimen is 250mm.

●：鉄筋

図-3 B橋コア採取位置 (●がコア採取位置)

3. 実験概要

A橋から採取したコアを用い、塩分浸透量および画像解析によるコア断面の粗骨材面積率の測定を行った。

B橋から採取したコアを用い、圧縮強度試験を行った。

(1) 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法 に従って行った。

(2) 塩分浸透量測定

試料の採取は、JIS A 1154附属書 A 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオン分析用試料の採取方法 に準拠し行った。表面から5mmごとに試料を採取し、全塩化物イオン量の測定は、電位差滴定法により行った。

(3) 骨材面積率の測定

塩化物イオン浸透量測定に用いた供試体の試料採取後の切断面をデジタルカメラで撮影し、カラー画像データを、解像度1200dpiにて取り込んだ。目視判断により5mm以上の粗骨材の手動抽出を行い、粗骨材-モルタルの2値化画像を作成した。2値化画像から粗骨材量を粗骨材面積/コンクリート面積を算出した。1本のコアで3～4断面で測定を行い、平均値を算出した。

4. 結果と考察

4.1 A橋

図-4に、桁②における各コアの塩化物イオン濃度分布を示す。

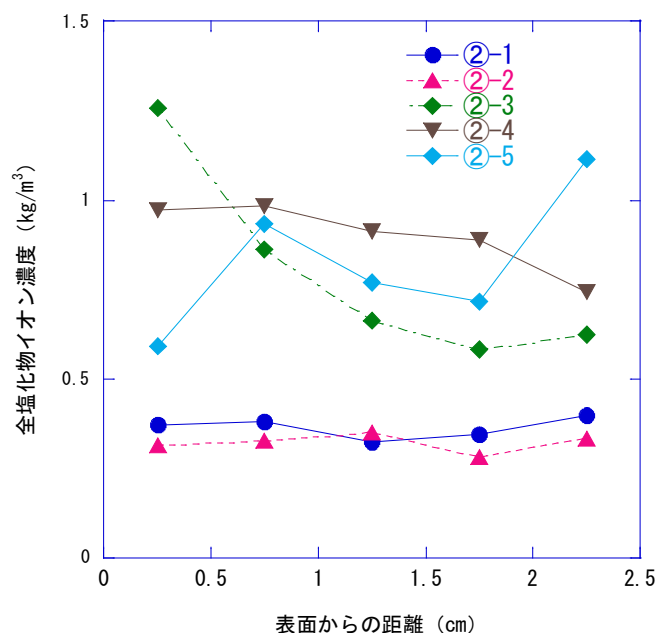


図-4 A橋桁②のコアにおける塩分濃度分布

図より、全体的に塩分浸透量が低く、厳しい塩害環境でないことが確認できる。また、②-3を除いて、濃度分布がフラットになっており、外部からの浸透ではなく、材料に含まれる塩分が初期から存在する場合の濃度分布に近い。外部からの浸透が少ないにも関わらずコア採取位置によって塩分濃度が異なっているのは、骨材量が異なっているためと推察される。

写真-1に桁④におけるコア採取の状況を、図-5に各コアの塩化物イオン濃度分布を示す。図-2および写真-1に示されるように、④-1および④-2は鉄筋の下からコアを採取し、④-3では上部に鉄筋のない位置からコアを採取した。これは、コンクリートの打込みに際して、鉄筋の有無によって材料分離の状況が異なる可能性があることを考慮したものであり、それが耐久性に及ぼす影響を評価する目的でコア採取位置を選定した。



④-1 鉄筋下



④-2 鉄筋下



④-3 鉄筋間

写真-1 桁④のコア採取状況

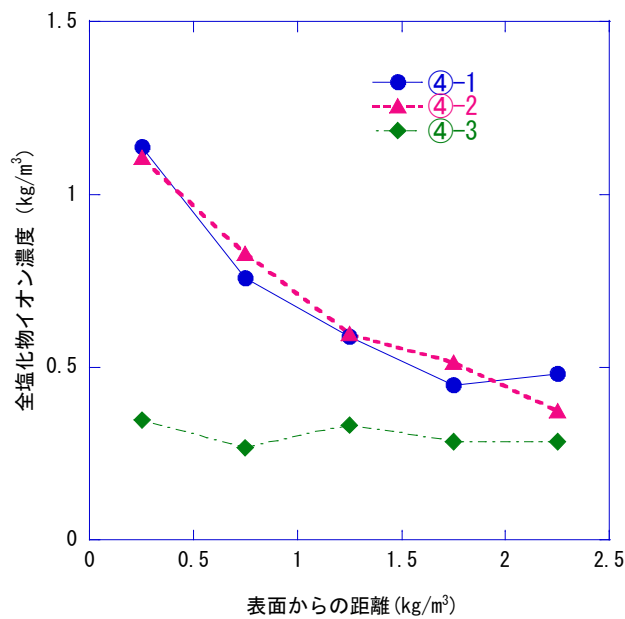


図-5 A橋桁④のコアにおける塩分濃度分布

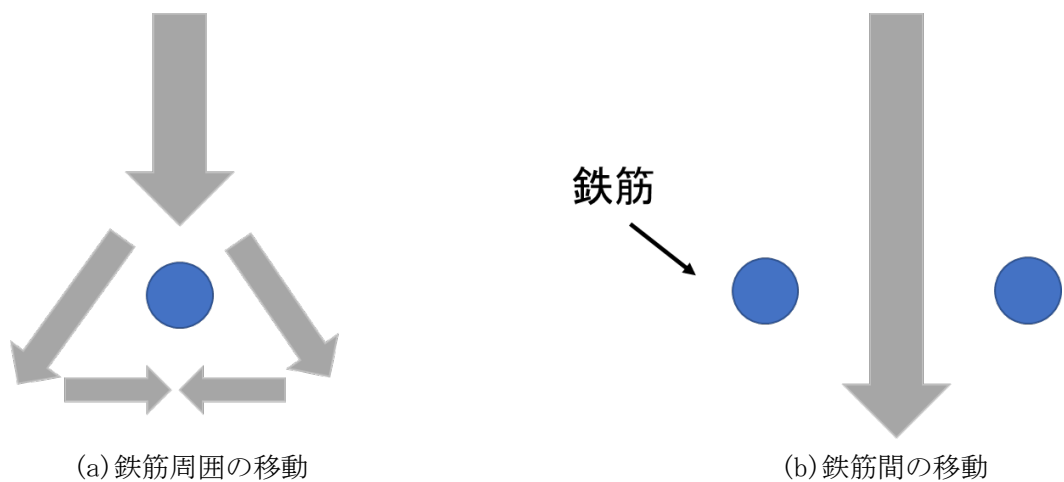


図-6 打込まれたコンクリートの移動の模式図

図-5より、鉄筋下のコアである④-1、④-2においては、明らかに外部から塩分浸透が生じた場合の濃度分布形状が確認できる。一方、④-3では、塩分濃度が表面からの距離によらず均一であり、外部からの浸透がない場合の濃度分布形状となっている。各コアの粗骨材面積率に着目すると、④-1は38.5%、④-2は30.4%、④-3は41.6%であり、明らかに④-1および④-2で粗骨材が少なくなっていることがわかる。骨材は塩化物イオンの拡散の障壁となるため、④-1と④-2では粗骨材が少ないために塩分浸透量が多くなっていると推察できる。これら二つのコアは前述したように、鉄筋の下から採取したものである。鉄筋は、コンクリートの打込み際して障害物となる。図-6に模式的に示すように、上部から打込まれた

コンクリートは鉄筋によって左右に分けられ、鉄筋の直下は左右から移動したコンクリートによって充填されると考えられるが、その際に比較的流動しやすいモルタル分が多くなったと考えられる。このように鉄筋直下は、粗骨材の含有率が低下することによって物質移動抵抗性が低下し、耐久性上の弱点となる可能性があることが確認された。

4.2 B橋

図-7に、地覆コンクリートの圧縮強度試験結果を示す。図より、P1-A1間では、強度のばらつきはそれほど大きくないものの、P1-A2間ではばらつきが大きく、強度比は最大1.7であった。この原因は現在のところ不明であるが、施工状況等によってコンクリートが不均一になることは間違いなく、点検等ではそれを考慮に入れた評価が必要であると考えられる。

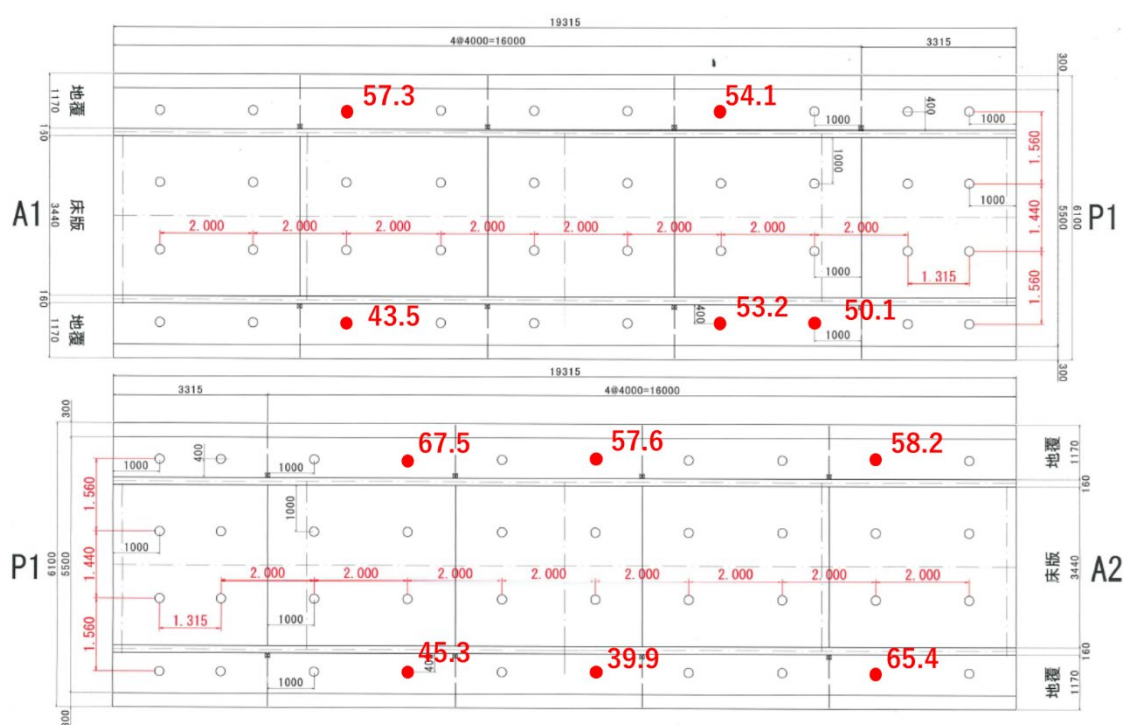


図-7 圧縮強度試験結果（数値が圧縮強度（N/mm²））

5. まとめ

本研究では、二つの橋梁から採取したコアを用いて、酸素拡散係数と粗骨材面積率および圧縮強度を測定した。その結果、構造物に打ち込まれたコンクリートは均一ではなく、施工の影響を受けて品質の空間的な変動があることが確認された。特に今回の検討では、鉄筋の存在が粗骨材含有率に影響を及ぼしていることがわかった。このため、点検などでコンクリートへの物質浸透を調査する際には、コンクリートの不均一性を考慮した調査位置の選定や結果の解釈が必要となると考えられる。

今年度は、新型コロナウイルス感染拡大の影響のため、採取したコアの全てを試験することはできなかった。今後、継続して検討を進める予定である。

最後に、本研究は令和２年度新潟県建設技術センターの研究助成を受けて行ったものであり、調査にあたっては、新潟県佐渡地域振興局地域整備部、新潟県長岡地域振興局地域整備部にご協力いただきました。ここに付記して、感謝の意を表します。