

コンクリート構造物の緻密性に及ぼす施工の影響について

国 土 交 通 省 法 人 会 員 川 村 英 弘、郷 家 康 弘、手 間 本 康 一、和 田 学、千 葉 孝 寿
岩 手 大 学 工 学 部 正 会 員 小 山 田 哲 也

1. はじめに

東北地方整備局では、東北地方の自然環境や構造物の供用される環境を踏まえ、十分な耐久性を持つコンクリート構造物を目指し「コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編)」(以下、手引き)を通知した。この手引きは、施工状況把握チェックシートと目視評価を活用してコンクリートの品質確保を図る試行工事に適用される。これらを活用しつつコンクリートの品質を高めるために様々な取組みがなされており¹⁾、特に丁寧な施工を行うことでコンクリートの表層の緻密化が図られるとの成果が多く報告されている。ただし同一のコンクリートで施工による品質の相違を評価した例はほとんどない。そこで本研究では、同一の生コンクリートを使用し、施工の善し悪しによる硬化コンクリートの性状の違いを検証した。

2. 実験概要

使用したコンクリートの仕様と受入れ時の品質を表-1に示す。コンクリートは復興支援道路「東北横断自動車道釜石秋田線」で実際に下部工に打込んだコンクリートを流用した。施工を模擬するための試験体は1辺1000mmの立方体とし、鉄筋を配置してコンクリートを打込んだ。

表-1 使用生コンクリート受入れ時品質概要

規 格	W/C	スランプ	空気量	単位水量	Co温度
24-8-25(BB)	54%	9.5cm (9.0cm)	5.5% (4.0%)	160kg/m ³ +4kg/m ³	24℃ (22℃)

注) () 書き：スランプ、空気量は筒先の値、温度は外気温を示す

試験体は3体作製した。配慮した施工条件を表-2に示す。コンクリート標準示方書に倣って施工した標準的な条件を試験体Bとした。打込みは2層に分け、φ50mmの内部振動機で合計9か所締固めた。これに対し、試験体Aは

表-2 試験体作製方法（打込み・締固め・養生）

施工項目		試験体 A(丁寧)	試験体 B(標準)	試験体 C(不適切)
打込み	筒 先	寝かせ打ち	寝かせ打ち	吊し打ち
	層 厚	下0.5m 上0.5m	下0.5m 上0.5m	下0.4m 上0.6m
締固め	振 動 器 挿入箇所数	内部：φ50 3×3 被り：φ40 3×4	内部：φ50 3×3	内部：φ50 2×2
	時 間	15 秒/箇所	15 秒/箇所	10 秒/箇所
	下層挿入	10 cm	10 cm	なし
	型枠叩き	あり	あり	なし
養生	材令10日	養生マット+散水	養生マット+散水	養生マットのみ
	材令28日	封緘(農業用ビニル)	気中放置	気中放置

丁寧に施工したものであり、被り部への振動締固めと型枠脱型後の農業用ビニルによる追加養生を施した。一方、試験体Cは、打込み、締固め、養生の各段階でそれぞれの配慮を敢えて不十分にしたものである。

試験体の品質は、打込み時の目視、ブリーディング量、硬化後の目視、圧縮強度および透気・透水係数で評価した。ブリーディング量は試験体の上面に浮上した水を掬って求めた。硬化後の目視は、前述の手引きを基に行った。圧縮強度は試験体を水平・鉛直の2方向で抜いたφ100mmのコアを高さ200mmに切断して行った。透気・透水試験は、2リフト中のそれぞれの鉛直面の中央位置で実施した。

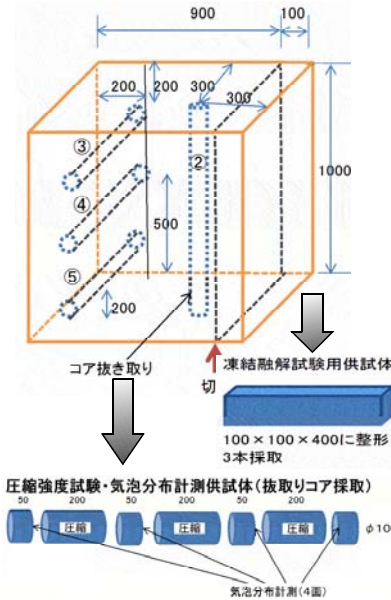
3. 実験結果および考察

(1) 打込み時の目視

写真-1に試験体Cの打込みの様子を示す。吊し打ちの場合、フレキシブルパイプ内のコンクリートが自由落下し、型枠内で骨材が飛散、型枠内部にモルタルが跳ね上がる等、均質なコンクリートとはならないことが確認された。また2時間後の2層目の打込みの直前で1層目の上部に強ばりが見られ、品質の低下が予見された。一方で、試験体A、Bの打込みは適切であり、試験体Cに見られた状況は確認されなかった。



写真-1 吊し打ち(自由落下)、モルタル飛散・付着状況



(2) ブリーディング量

試験体のそれぞれのブリーディング量は、試験体Aで約3リットル、試験体Bでは回収困難なほどの微量であり、供試体Cでは発生が確認されなかった。コンクリートの性質の影響が大きいと考えられるが、入念な締固めにより、打込み終了後に余剰水等が速やかに排出されることが分かった。

(3) 硬化後の目視

硬化したコンクリートの表面状況を写真-2に示す。本研究の目視評価の結果で差が顕著に表れたのは、表面気泡と打重ね線で、写真にも如実に表れている。

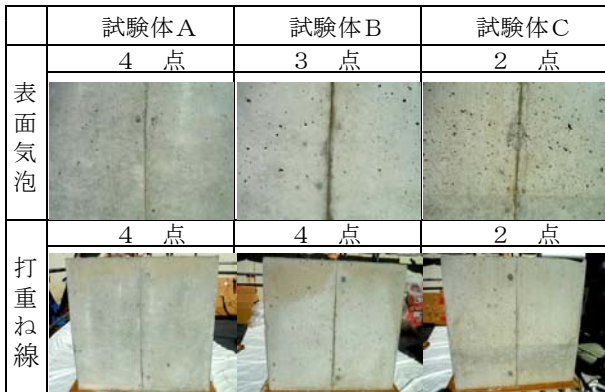


写真-2 表層目視評価

表面気泡について、試験体Aは殆どなく美麗であった。標準的な施工である試験体Bでは表面気泡が散見され、被り部の締固めが有効であることが分かった。また試験体Cでは気泡が抜け切れない状況が顕著に表れた。締固め箇所と振動時間が足りないためであると考えられる。

打重ね線は、試験体Cのみに見られた。施工時に懸念したことであったが、脱型時には色むらとして確認され、約1か月後には一部にひび割れが発生した。振動締固めが不十分であることに加え、打重ね時間が2時間程度としており、コールドジョイントが発生した結果と考えられる。

(4) 圧縮強度

材齢56日の1000mm立方体から4か所(水平(上・中・下)・鉛直)のコアを採取し、それぞれの位置での3本ずつの供試体、計12個の圧縮強度を試験した。結果を図-1に示す。試験体Bで上層の強度が低く表れており、ブリーディングを排除しきれなかった影響が

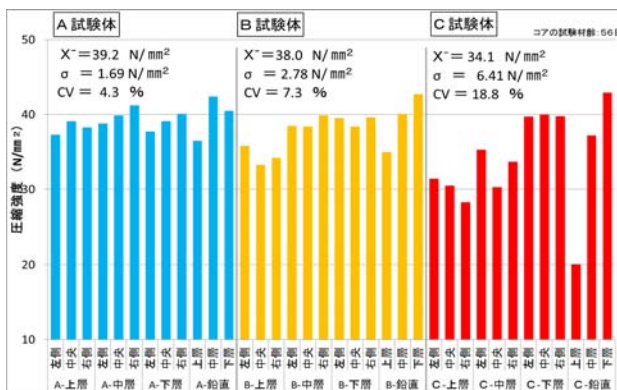


図-1 圧縮強度（変動状況）

伺える。一方、試験体Aではその傾向は明らかに緩和されており、丁寧な施工の真価が発揮された結果であった。一方、試験体Cでは、偏差・変動率が大きく、特に上層の圧縮強度の低下が顕著であった。上層と下層での振動締固めの方法は同一であるが、上層のコンクリートの体積が大きいこと、下層には圧密が生ずること、上層部からのブリーディングがほとんど生じていないこと等により、上層部に締固め不足の水セメント比の大きい層が形成されたとことが原因と考えられ、不適切な施工の欠点が圧縮強度として表現される結果となった。

(5) 透気・透水係数

透気係数および透水係数の結果を図-2に示す。破線で示している吸水試験の場合、いずれの結果も評価は良の範囲であるが、丁寧な施工での吸水速度が小さい傾向は明白である。上下を比較すると、試験体Cでは、上層で吸水速度が大きくなり下層との差が大きい。ブリーディングの影響により品質に相違が出ることを確認される結果となった。

一方、透気係数では、上層で透気係数が大きくなる傾向があり、これは透水係数と同様であった。上層の透気係数は、試験体A、B、Cの順に、良、一般、劣の判定であり、丁寧な施工とする程、透気係数は小さくなる傾向を示した。この結果は圧縮強度の結果とも対応しており、丁寧な施工をする意義を定量的に確認できる結果となった。

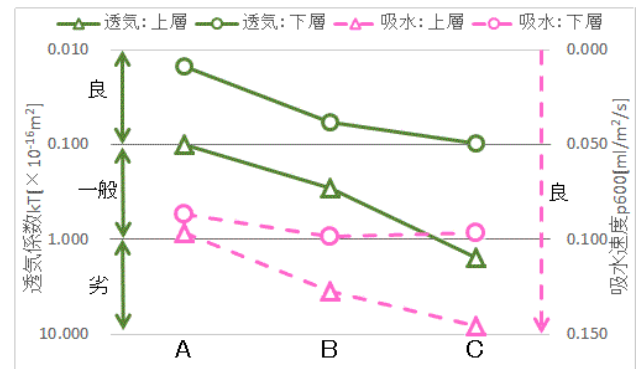


図-3 透気試験・表面吸水試験 結果

4. まとめ

本研究では、施工の配慮の違いによるコンクリートの品質の数値化に基づき、施工による品質確保の是非を検討した。得られた結果は以下の通りである。

- (1) 標準的な施工に対し、被り部への振動締固めと追加養生を施すことにより、表面気泡が少なく、均質で密実なコンクリートが製造できる。
- (2) 標準的な施工に対し、本実験で検討したような不適切な施工を施すことにより、丁寧な施工とは逆のコンクリートが作製される。