

水中不分離性コンクリートの低温環境下における強度発現性に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 中村真人 取違 剛 山野泰明
日本海上工事(株) 正会員 ○岸田哲哉 フェロー会員 大野俊夫

1. はじめに

水中不分離性コンクリートは、水中にコンクリートを施工しても材料分離が少なく、流動性や自己充填性に優れた性質を有している。この水中不分離性コンクリートが使われる河川工事においては、施工時期が渇水期である冬期になることが多い。そのため、この時期に施工したコンクリートの品質管理においては、作製した供試体を水中養生するまで現場の低温環境下に曝されることがある。ここで、水中不分離性コンクリートの凝結は普通コンクリートに比べて遅いため、脱型までの低温の影響を受ける期間が打込みから3日程度になる場合が散見される。しかしながら、材齢初期において低温環境下に曝された水中不分離性コンクリートの強度発現性については知見が少ない。本検討では、初期の養生温度が水中不分離性コンクリートの強度発現性に与える影響を確認したので、その結果について報告する。

2. 検討概要

(1) 水中不分離性コンクリートの配合

本検討で使用した材料を表-1に示す。実験では、水中不分離性コンクリートに一般的に使用されるセルロース系の水中不分離性混和剤と、高性能減水剤を使用した。水中不分離性コンクリートの配合を表-2に示す。本検討においては、水中不分離性混和剤をアジテータ車にて後添加することを想定しており、ベース配合と後添加分を分けて表示した。水セメント比は60%とし、目標スランプフローは50cmとした。練混ぜには水平二軸式強制ミキサを用い、練混ぜ量は80Lとした。練混ぜは15秒間空練りした後、ベース配合の水を加えて60秒間練混ぜを行った。その後、水中不分離性混和剤を後添加分の水に溶解させて、高性能減水剤と同時に添加し、2分間練混ぜを行うことで製造した。

表-1 使用材料

材料	記号	内容
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度: 3.15 g/cm ³ 比表面積: 3290 cm ² /g
細骨材	S	川砂 表乾密度: 2.56 g/cm ³ FM: 2.29
粗骨材	G	陸砂利 表乾密度: 2.63 g/cm ³ FM: 6.98 実積率: 65.1%
混和剤	AW	セルロース系水中不分離性混和剤
	SP	芳香族エーテル系縮合物とオキシカルボン酸化合物の複合体

表-2 水中不分離性コンクリートの配合

種別	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	S	G	AW	SP
ベース	48.9	40.0	3.5	177	362	653	1007	-	-
後添加	-	-	-	40	-	-	-	1.74	3.62
ベース+後添加	60	40.0	-	217	362	653	1007	1.74	3.62

表-3 測定項目

試験項目	試験方法	摘要
スランプフロー	JIS A 1150	スランプコーン引き上げ後5分後に測定
空気量	JIS A 1128	目標:4.0%以下
圧縮強度	JIS A 1108 JSCE-F504	目標:18N/mm ² , ※養生条件変更
凝結試験	JSCE-D 102	5mmふるいでウェットスクリーニングした試料の貫入抵抗値を測定
水中気中強度比	JSCE-D104	0.8以上, RC構造物を対象

(2) 試験条件

測定項目を表-3に示す。練上がりのコンクリート温度は、低温環境下を模擬するため10°Cとした。圧縮強度試験用の供試体は、打込み完了から直ちに5°C環境下にて封緘養生を行い、材齢3日にて脱型した後、20°C環境下において水中養生を行った。なお比較として、打込み完了から材齢3日まで20°Cにて封緘養生、材齢3日以降は20°C水中養生を行った供試体を作製した。圧縮強度試験は材齢7日と28日に実施し、水中気中強度比を算出して水中不分離性を評価した。

キーワード: 水中不分離性コンクリート, 低温, 凝結, 水中気中強度比

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽1-7-27 日本海上工事(株) TEL 03-5802-6351

3. 試験結果

(1) フレッシュ性状

練上り時のスランプフローは49.0cm、空気量は4.0%であった。凝結試験結果を図-1に示す。5℃環境下で実施した凝結試験結果は、20℃環境下に置かれた水セメント比65%の水中不分離性コンクリートの試験結果と比較して、始発時間が16時間程度遅れていることが分かる。一方で、注水から40時間では貫入抵抗値が20N/mm²を超えていることから、本試験において供試体を脱型した材齢3日の段階で終結を迎えていることが考えられる。この結果より、本検討における脱型時期は適切であったと考えられる。

(2) 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果を図-2に示す。初期に3日間5℃に置かれた場合、材齢7日では水中作製・気中作製ともに20℃に置いた供試体と比べて強度が低下した。一方で材齢28日では、水中・気中ともに初期の養生温度による差が無く、同等の圧縮強度を示した。各材齢における水中気中強度比を図-3に示す。初期に5℃に置いた供試体の水中気中強度比は、20℃に置いた試験体と比べて材齢7日では小さいものの、材齢28日では同等の値を示し、0.8以上を達成している。既往の研究²⁾において、水中気中強度比は材齢とともに大きくなる傾向が得られている。以上のことから、低温環境下における水中不分離性コンクリートの材齢初期の強度発現性は、水中不分離性混和剤による水和反応の遅延りと温度による遅延の両方に影響されていることが考えられる。ここで、圧縮強度試験結果を積算温度で整理すると、図-4に示すように水中・気中それぞれが同一直線上に載ることが分かる。このことから、初期に5℃環境下に置かれた場合においても、最終的には20℃水中養生と同等の圧縮強度になると考えられる。

4. まとめ

水中不分離性コンクリートの初期養生温度に着目した検討を行った結果、低温環境下での初期養生は水中不分離性コンクリートの最終的な強度発現性に影響しないことが分かった。今後、本検討が水中不分離性コンクリートの品質管理の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 土木学会：水中不分離性コンクリート設計施工指針（案），コンクリートライブラリー67，1991.5
- 2) 八木，大塚，白岩，盛岡：強度発現性に優れる水中不分離性グラウトモルタルの基礎物性と適用例，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，pp373-378，2008.10

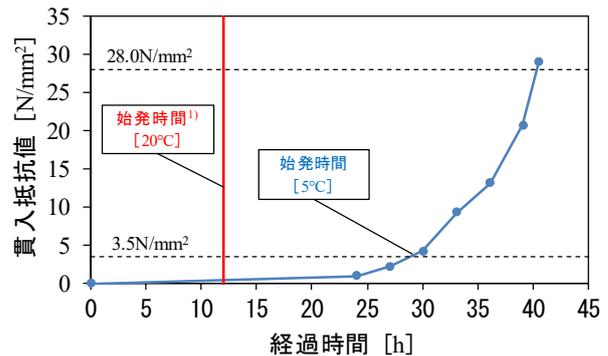


図-1 凝結試験結果（5℃環境下）

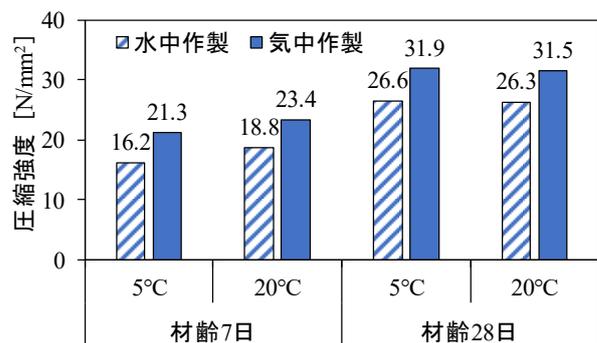


図-2 圧縮強度試験結果

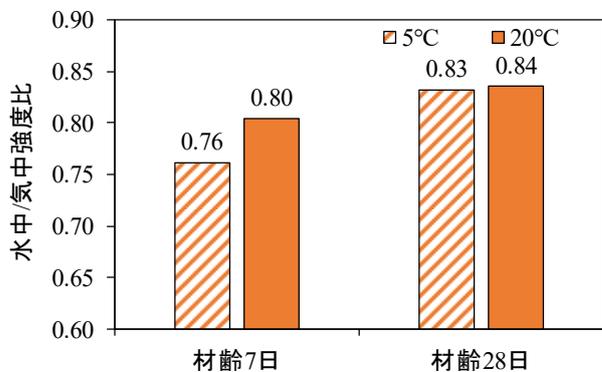


図-3 各材齢における水中気中強度比

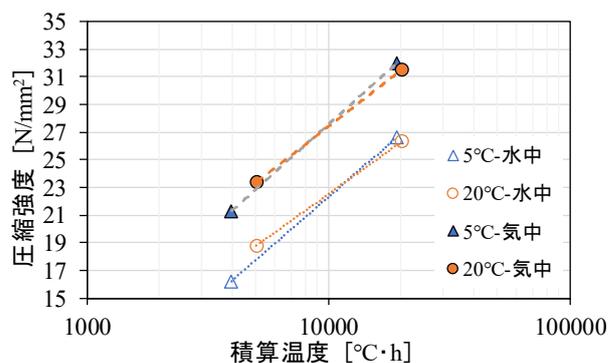


図-4 積算温度と圧縮強度の関係