

暑中コンクリートにおける中性化および透気係数に関する実験的検討

鉄建建設(株) ○正会員 福岡 瑛莉奈 正会員 岩城 圭介 西脇 敬一

1. はじめに

近年、日最高気温が 35℃を超える猛暑日が増加する傾向にある。2012 年制定コンクリート標準示方書施工編では、打込み時のコンクリート温度が 35℃を超える場合を例外的に認めるとともに、コンクリートが所要の品質を確保できることを確認するように記述されている。確認すべき項目としては、コンクリートのスランプ、空気量の経時変化やブリーディングなどのフレッシュ性状に加え、硬化性状として強度のみが挙げられている。一方 JASS5 の養生では、部材厚やセメント種類によっては圧縮強度が 10N/mm²に達した時点で湿潤養生を打ち切ることができる」とされているが、暑中コンクリートでは認められていない。

本研究では、暑中コンクリートにおけるコンクリート温度が 35℃を超える場合の硬化性状として、圧縮強度に加えて中性化と透気係数の測定を行い、耐久性の検討を行った。また、湿潤養生日数についても検討を行った。

2. 試験概要

(1) **試験配合** 使用材料を表-1 に、試験配合を表-2 に示す。コンクリートの練上り温度は 30℃、38℃を目標とし、練上り温度が目標温度±2℃となるように練混ぜ水の温度を調整した。また、高性能 AE 減水剤使用量は目標のフレッシュ性状が得られるように適宜調整をした。

(2) **試験ケース** 試験ケースを表-3 に示す。試験ケースは、練上り温度および湿潤養生日数により設定した。供試体は、各練上り温度に設定した恒温室内で 24 時間封緘養生を行い、脱型した。その後、30-0、38-0 の試験ケースでは、供試体を 20℃の恒温室内で気中養生を行った。30-0、38-0 以外の試験ケースでは、供試体を 25℃の恒温室内にて所定日数の湿潤養生を行い、20℃の恒温室内で気中養生を行った。なお、湿潤養生の温度条件は、夏期の日平均気温を参考に 25℃に設定した。

(3) **試験項目および試験方法** 試験項目と試験方法を表-4 に示す。各種試験は、JIS に準拠して実施した。透気係数はトレント法を用いた。

脱型後の養生時における供試体のシール方法を図-1 に示す。圧縮強度用供試体は、側面の型枠を残し、上面と底面はコンクリートを露出させた。中性化用供試体は、底面および向かい合う側面 2 面に、透気係数は側面 4 面にアルミテープでシールして、残りの面はコンクリートを露出させた。これは、気中養生期間における実構造物の養生条件を模擬したものである。

表-1 使用材料

材料	記号	種類・物性
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm ³
細骨材	S	陸砂（茨城県行方市麻生産）表乾密度 2.56g/cm ³
粗骨材	G	碎石（茨城県笠間市片庭産）表乾密度 2.66g/cm ³
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤標準形 ポリカルボン酸エーテル系

表-2 試験配合

目標 強度 (N/mm ²)	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	SP
30	8.0±2.5	4.5±1.5	52.5	47.0	170	324	825	962	適宜

表-3 試験ケース

試験ケース	練上り温度	材齢 24 時間までの養生温度	25℃湿潤養生日数
30-0	30℃	30℃	0 日
30-1			1 日
30-4			4 日
38-0	38℃	38℃	0 日
38-1			1 日
38-4			4 日

表-4 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法	供試体寸法 (mm)	試験頻度
圧縮強度	JIS A 1108	φ100×200	7 日, 28 日, 56 日, 91 日
中性化	JIS A 1153	100×100×400	材齢 8 週まで気中養生後 0 日, 7 日, 28 日, 56 日
透気係数	トレント法		28 日

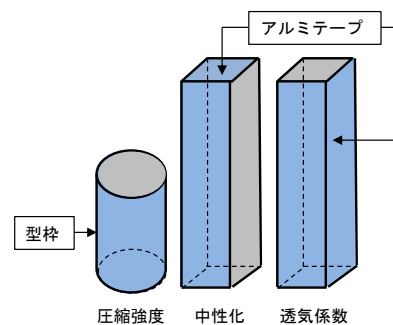


図-1 脱型後の養生時における供試体のシール方法

キーワード：暑中コンクリート、中性化、透気係数、コンクリート温度、湿潤養生

連絡先：〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設 建設技術総合センター TEL 0476-36-2355

3. 試験結果

(1) **圧縮強度** 圧縮強度試験の結果を図-2に示す。材齢28日圧縮強度は、最も低い38-0で34.9 N/mm²であり、全てのケースで目標強度を満足した。また、湿潤養生日数が長いほど圧縮強度が高い傾向であり、練上り温度および材齢24時間までの養生温度の影響をほとんど受けないことが示された。

(2) **中性化** 促進中性化試験の結果を図-3に、湿潤養生日数と中性化速度係数の関係を図-4に示す。促進中性化試験を開始する前の中性化深さは、2~4mm程度であり、湿潤養生日数が少ないほど大きい傾向であった。湿潤養生日数0日における中性化速度係数は、練上り温度および材齢24時間までの養生温度が38℃の方は中性化速度係数が大きいものの、湿潤養生期間を長くすることで温度の影響が小さくなるとともに、中性化速度係数も小さくなる傾向が示された。なお、得られた中性化速度係数の範囲は、既往の研究²⁾とほぼ一致した。

(3) **透気係数** 透気試験の指標を表-5³⁾に、湿潤養生日数と透気係数の関係を図-5に示す。湿潤養生日数0日における透気係数は、1.0程度と評価レベルで「一般」と「劣」の境界に位置し、練上り温度および材齢24時間以内の養生温度が30℃の方が大きい結果であった。しかし、湿潤養生を長期にするほど評価レベルは改善され、湿潤養生4日で「良」の判定が得られ、中性化速度係数と同様な傾向を示した。また、湿潤養生条件下では、練上り温度および材齢24時間以内の養生温度の影響はほぼ認められない結果であった。

4. まとめ

本研究では、暑中コンクリートにおけるコンクリート温度が35℃を超える場合の硬化性状の検討を目的に練上り温度および材齢24時間以内の養生温度が30℃と38℃の場合の圧縮強度、中性化、透気係数の検討を行った。その結果、それらの硬化性状では、コンクリート温度よりもむしろ湿潤養生日数の影響が大きく、適切な湿潤養生を行うことで圧縮強度が高く、より緻密な硬化体を得ることができると考えられる。したがって、特に暑中コンクリートにおいては、十分な湿潤養生期間の確保が重要であるといえる。

【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学会：土木構造物における暑中コンクリート工事の対策検討ガイドライン，2017.6
- 2) 魚本健人，高田良章：コンクリートの中性化速度に及ぼす温度の影響，生産研究，45巻，8号，pp.606-609，1993
- 3) 温品達也，坂田昇ほか：表層透気試験で得られたコンクリート表層品質の判定結果に関する一考察，コンクリート工学年次論文集，vol.34，No.1，2012

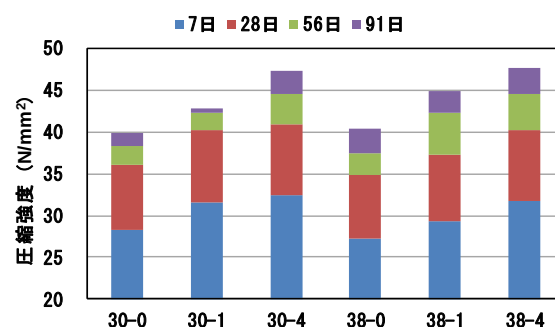


図-2 圧縮強度

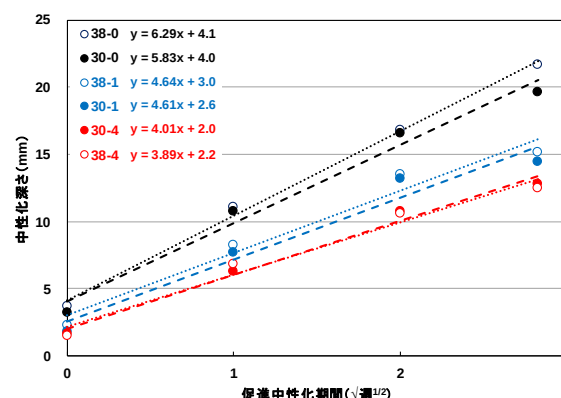


図-3 促進中性化試験

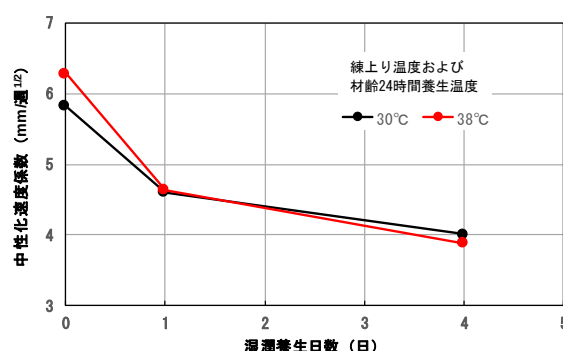


図-4 湿潤養生日数と中性化速度係数の関係

表-5 透気試験の指標

透気係数 $KT(\times 10^{-16} \text{m}^2)$	評価レベル
0.01 未満	優
0.01 以上～0.1 未満	良
0.1 以上～1.0 未満	一般
1.0 以上～10 未満	劣
10 以上	極劣

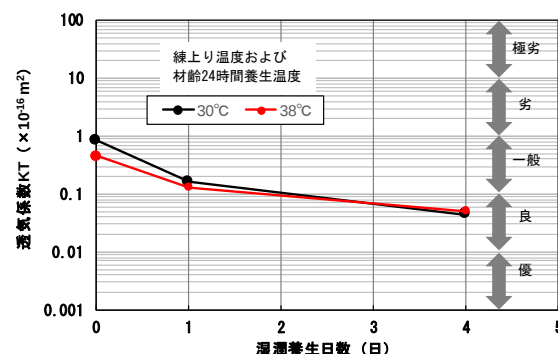


図-5 湿潤養生日数と透気係数の関係