

特殊混和剤を用いた暑中コンクリートの温度上昇の抑制効果と硬化後の品質の検討

株式会社大林組 正会員 ○伊佐治 優 正会員 桜井 邦昭
竹本油脂株式会社 正会員 齊藤 和秀 非会員 大石 卓哉

1. はじめに

暑中期に施工するコンクリートは、流動性が低下し易く、施工性の低下やコールドジョイント等の不具合の発生が懸念される。そこで、新規に開発した特殊混和剤を添加することで 35℃を超える環境下でも流動性を長時間保持でき、標準期と同等の施工性を有する新しい暑中コンクリート（以下、新規コンクリートという）を開発した¹⁾。この特殊混和剤は、コンクリートの流動性を長時間保持する「セメント分散成分」と凝結時間を制御する「凝結遅延成分」を組み合わせた液体の混和剤(JIS A 6204 適合品)である。

本稿では、コンクリート温度が 35℃を超える時期（以下、酷暑期という）に新規コンクリートを用いて大型試験体を作製し、コンクリート温度、強度および耐久性について検証した結果を示す。

2. 実験概要

検討ケースおよび配合を表-1に示す。大型試験体（寸法：1m×1m×1m）の打設は酷暑期に行った。特殊混和剤を使用しない普通コンクリート（以下、従来コンクリートという）と新規コンクリートで作製した。また、比較のため標準期に従来コンクリートを用いて同様の試験体を作製した。

試験体の中心部に熱電対を設置してコンクリート温度を計測した。試験体は屋外で作製し、材齢7日まで上面は水分を含ませた養生マットを敷設し、側面はせき板の存置による湿潤養生を行った。その後、養生マットとせき板を取り外し、そのまま屋外で暴露した。1年後にコア供試体を採取し、中心部について圧縮強度試験を、表面部について促進中性化試験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリート温度

大型試験体中心部の温度測定結果を図-1および表-2に示す。酷暑期と標準期の従来コンクリートを比較すると、酷暑期の方が最高温度は 14.5℃高くなり、最高温度に達する材齢は 0.26 日早くなった。これに

表-1 検討ケースおよび配合

配合 No.	試験時期	コンクリート種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(C×%)		
					W	C	S	G	減水剤		特殊混和剤
									標準形	遅延形	
1	酷暑期	従来	52.4	46.1	171	326	827	976	-	1.5	-
2		新規							-	1.5	0.3
3	標準期	従来							1.0	-	-

C: 普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³), S: 細骨材(表乾密度2.63g/cm³)

G: 砕石2005(2.69g/cm³), W: 水(密度1.00g/cm³)

AE減水剤(高機能タイプ)を使用(標準期: 標準形, 酷暑期: 遅延形)

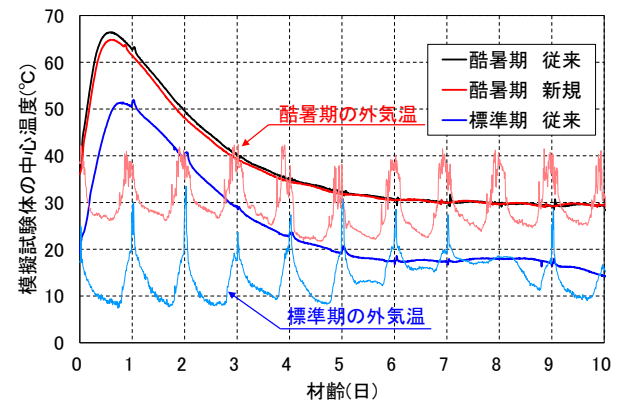


図-1 大型試験体中心部の温度と外気温の推移

表-2 大型試験体の温度計測結果

配合 No.	試験時期	コンクリート種類	打込み温度(°C)	最高温度(°C)	温度上昇量(°C)	最高温度に達する材齢(日)
1	酷暑期	従来	36.5	66.4	29.9	0.55
2		新規	36.3	64.8	28.5	0.66
3	標準期	従来	21.4	51.9	30.5	0.81

対して、酷暑期の新規コンクリートは同じ時期の従来コンクリートと比べて最高温度は 1.6℃低く、最高温度に達する材齢は 0.11 日遅くなり、特殊混和剤の使用有無による違いが認められた。

3.2 圧縮強度

大型試験体の中心部から採取したコアの圧縮強度試験結果を図-2に示す。いずれのコンクリートにおいて圧縮強度は同等であり、打込み時のコンクリート温度が 35℃を超えたことによる悪影響は認められなかった。なお、既往の研究²⁾において、水セメント比 55% のコンクリートを対象に、初期の高温履歴を与えたと

キーワード 暑中コンクリート, 特殊混和剤, コンクリート温度, 圧縮強度, 耐久性

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 株式会社大林組 技術研究所 生産技術研究部 TEL042-495-1012

表-3 検討ケース、配合および試験結果(凝結試験, 断熱温度上昇試験)

コンクリート種類	コンクリート温度	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(C×%)			凝結試験		断熱温度上昇試験				
				W	C	S	G	減水剤		特殊混和剤	凝結時間(h-m)	打込み温度(°C)	最高温度(°C)	温度上昇量(°C)	断熱温度上昇特性式の係数 ^{※1}		
								標準形	遅延形						始発	終結	Q _∞
従来	20°C	55.0	45.4	164	298	822	1014	1.0	-	-	6-10	8-05	21.4	65.1	43.7	43.5	1.05
	35°C							-	1.1	-	3-40	4-55	34.7	78.0	43.3	43.3	1.43
	40°C							-	1.2	-	3-15	4-20	39.6	82.4	42.8	42.9	1.68
新規	40°C							-	1.2	0.3	6-05	7-15	39.8	81.9	42.1	42.5	1.25

C: 普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³), S: 細骨材(表乾密度2.60g/cm³), G: 粗骨材(表乾密度2.64g/cm³), W: 水(密度1.00g/cm³), AE減水剤(高性能タイプ)(20°C: 標準形, 35°C・40°C: 遅延形)
 ※1 コンクリート標準示方書に示される算定式の係数 Q_∞: 終局断熱温度上昇量(°C), r: 温度上昇速度に関する係数

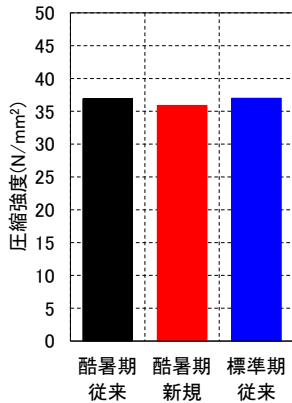


図-2 圧縮強度

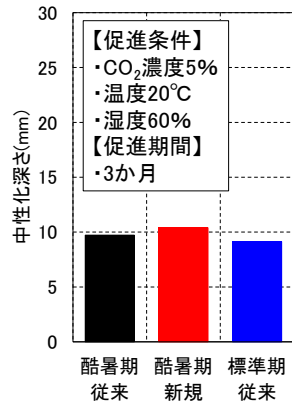


図-3 中性化深さ

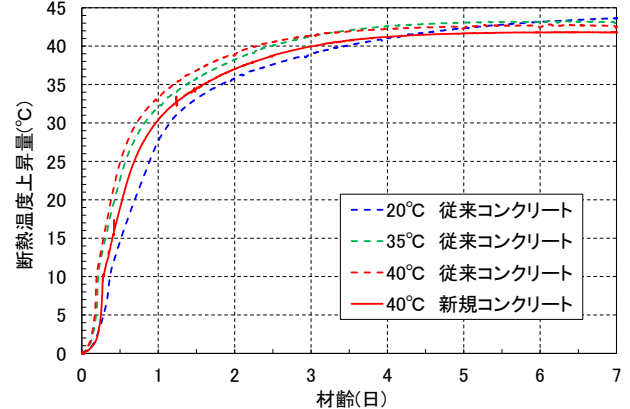


図-4 断熱温度上昇試験結果

ころ, 最高温度が 90°C程度までであれば 20°C水中養生した供試体と比べて圧縮強度の低下は認められないことが示されている。今回の実験での最高温度は 65°C程度であったことから, 顕著な圧縮強度の低下が生じなかったと考えられる。

3.3 中性化深さ

中性化深さの測定結果を図-3に示す。いずれのコンクリートにおいても中性化深さの値は同程度であった。今回の実験では, 打込み温度が 35°Cを超えていることが表面の耐久性に与える悪影響はなかった。

4. 特殊混和剤による温度上昇の低減効果の検討

3.1 節における特殊混和剤の使用有無による温度上昇特性の違いを検証するため, 表-3の配合と検討ケースで凝結試験および断熱温度上昇試験を行った。

実験結果を表-3, 断熱温度上昇試験の測定結果を図-4に示す。従来コンクリートの凝結時間は, 温度が高いほど短くなった。これに対して, 新規コンクリートは, 特殊混和剤中の凝結遅延成分の効果により, 40°Cでも凝結時間を延長でき, 20°Cと同程度であった。

終局断熱温度上昇量 Q_{∞} は, いずれのコンクリートにおいても概ね同程度であり, 温度の違いや特殊混和剤の有無による影響は小さかった。

温度上昇速度に関する係数 r は従来コンクリートで

は温度が高いほど大きくなった。これに対して, 新規コンクリートは, 40°Cでも係数 r は 1.25と小さかった。これは温度が高い場合でも凝結時間が短くなるのを抑制できたためと考えられる。新規コンクリートでは, 凝結遅延成分の効果により温度上昇速度に関する係数 r が小さくなり温度上昇が緩やかになったことで, 最高温度に達する材齢が遅くなるとともに最高温度を低減できたと考えられる。

5. まとめ

- (1) 特殊混和剤を用いたコンクリートは, 凝結遅延成分の効果により, 温度上昇速度の増加を抑制し, 高温時のコンクリートの温度上昇を低減できる。
- (2) 打込み温度が 35°Cを超えることによる, 部材中心部の圧縮強度や表面部の耐久性の低下は認められない。

参考文献

- 1) 伊佐治優ほか: 特殊混和剤による暑中コンクリートの品質改善に関する実験的検討, 土木学会全国大会第75回年次学術講演会, V-426, 2020
- 2) 熊野知司ほか: 初期高温履歴を受ける暑中コンクリートの強度発現に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.1, pp.1299-1304, 2018