

コンクリートのスランプおよび強度性状に与える高温のセメントの影響

山口大学大学院 学生会員 ○弓削 慎一
 萩森興産（株） 正会員 杉山 拓也
 （株）大林組 正会員 天野 寿宣
 萩森興産（株） 正会員 吉岡 国和
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

セメント工場に比較的近い生コンクリート工場は、セメントを高温のまま入荷しそのまま使用せざるを得ない場合がある。また、セメントはコンクリートの全容積に対して比較的占める割合が小さいため、これまでセメントの温度について考慮されてこなかった。そのため、高温のセメントがコンクリートの諸物性に与える影響はほとんど解明されていない。そこで本研究では高温のセメントを用いたコンクリートの基礎的物性を把握するため、特にコンクリートのスランプや強度性状を実験的に調べた。

2. 実験概要

2. 1 使用材料と実験ケース

本研究では、普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）を使用した。ここで用いたセメントとは生コンクリート工場が高温のままのセメントを入荷する場合を想定し、a) 近隣のセメント工場から製造直後に入荷した高温のセメント、b) 前記 a) を常温程度まで自然冷却したセメ

表－1 配合表およびセメントとコンクリートの練上がり温度

Case	No.	Cement type	T_{ce} (°C)	T_{co} (°C)	M_i * (min.)	W/C (%)	Unit weight (kg/m ³)							
							W	C	S_1	S_2	S_3	G_1	G_2	Ad
I	1	a)	70.5	19.5	30	63	166	264	276	276	368	493	493	2.1
		b)	16.3	16.7	30	63	166	264	276	276	368	493	493	2.1
	2	a)	70.5	20.4	30	54	183	339	258	258	344	468	468	2.7
		b)	16.3	16.3	30	54	183	339	258	258	344	468	468	2.7
	3	a)	52.7	22.1	10	34	175	515	254	296	296	409	409	5.9
		b)	17.8	18.5	10	34	175	515	254	296	296	409	409	5.9
II	4	a)	81.6	29.4	15	55	180	328	263	307	308	560	374	2.6
		b)	23.3	25.7	15	55	180	328	263	307	308	560	374	2.6
	5	a)	83.7	29.7	15	55	180	328	263	307	308	560	374	3.3
		b)	23.8	24.6	15	55	180	328	263	307	308	560	374	3.3

* M_i :測定間隔

ントの2水準である。したがって、本実験で用いたセメントはいずれの実験No.においても同一ロットで製造されたものである。また、練混ぜ水には水道水、細骨材には高炉スラグ細骨材 S_1 、硬質砂岩砕砂 S_2 および石灰石砕砂 S_3 の3種類を混合したもの、粗骨材には2015砕石 G_1 と同1505砕石 G_2 を混合したものをを使用した。本実験において、普通コンクリートの配合（No.1, No.2, No.4, No.5）ではポリカルボン酸系のAE減水剤、および高流動コンクリート（No.3）にはカルボキシル基含有ポリエーテル系の高性能AE減水剤を使用した。

本研究で用いた配合を表－1に示す。Case Iは土木、建築工事で一般に使用されている普通コンクリート（No.1, No.2）、および既報¹⁾を参考に設定した高流動コンクリート（No.3）の3種類のコンクリートを設定した。Case IIでは同一主成分で異なる銘柄の混和剤を使用しても同様の傾向が得られるかを確認するため、2種類の銘柄のポリカルボン酸系AE減水剤（No.4, No.5）を用いて実験を行った。表－1の各配合におけるセメント温度（ T_{ce} ）およびコンクリートの練上がり温度（ T_{co} ）をみると、セメント温度2水準の温度差が約35～60℃程度であるが、セメントの容積比が比較的小さいためコンクリートの練上がり温度は約3～5℃程度の差異であった。このことから高温のセメントがコンクリートの練上がり温度に与える影響は小さいことがわかる。

2. 2 実験方法

本実験では、表－1に示した各配合のコンクリートについてスランプ（JIS A 1101）あるいはスランプフロー（JIS A 1150）および圧縮強度（JIS A 1108）の測定を行った。スランプ（フロー）については経時変化を調べるため、表－1の第6列目に示す測定間隔 M_i で、普通コンクリート（No.1, No.2, No.4, No.5）は練上がり直後から60分後までスランプ試験を行い、高流動コンクリート（No.3）は90分後までスランプフロー

試験を実施した。また各実験ケースにおいて、 $\phi 100 \times h200\text{mm}$ の円柱供試体を用いて、材齢 (1), (2), 3, (5), (7), 28, (91) 日の圧縮強度を測定した。

3. 実験結果及び考察

Case I におけるスランプ(フロー)試験結果を図-1 (No.1, No.2), 図-2 (No.3) に示す。このグラフ中の凡例末尾のアルファベットはいずれも前述のセメントタイプを示している(以降のグラフでも同様)。図-1に示すように普通コンクリートの配合 (No.1, No.2) において練上がり直後のスランプは、セメントタイプによらず同程度となった。しかし、それらのスランプの経時変化をみると高温のセメントを使用した方が早期に低下していることがわかる。特に No.1-a) では、練上がり 60 分後におけるスランプロスが特に著しくなった。また、図-2に示すように高流動コンクリート (No.3) でも練上がり直後はセメントタイプによらず同程度であったが、90 分後のスランプフローの低下量(ロス)は No.3-a) が No.3-b) に比べ約 7cm 大きくなった。

Case II (No.4, No.5) におけるコンクリートのスランプ試験結果を図-3に示す。こちらも練上がり直後のスランプはセメントタイプにかかわらず同程度であった。その経時変化は No.4, No.5 とともに常温のセメントを使用した場合では一定の傾きで低下していたが、高温のセメントを用いた場合、両配合の練上がり直後から 60 分後のスランプロスが約 9cm と著しく、特に No.5 の練上がりから 15 分後のスランプロスは約 5cm と著しい。

Case I, Case II における圧縮強度試験結果を図-4, 図-5に示す。同図からわかるように Case I, Case II の配合それぞれにおいて、若材齢期から長期材齢まで、セメントタイプによるコンクリートの圧縮強度に差異はみられなかった。さらに、図-5からは2種類の銘柄のポリカルボン酸系混和剤を使用したことによる圧縮強度の差異もみられなかった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に列挙する。

- (1) 練り上がり直後にはセメント温度がコンクリートのスランプあるいはスランプフローに与える影響はほとんどないが、セメント温度が高い場合は時間の経過とともにコンクリートのワーカビリティが著しく低下する可能性を指摘した。
- (2) 各配合における圧縮強度はセメントタイプによらず同程度であったことから、セメントの温度は圧縮強度にはほとんど影響を与えないと考えられる。

【参考文献】

- 1) 土木学会：高流動コンクリート施工指針，pp.39-52，1998。

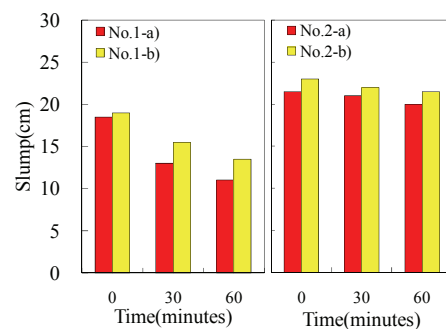


図-1 スランプ (No. 1, No. 2)

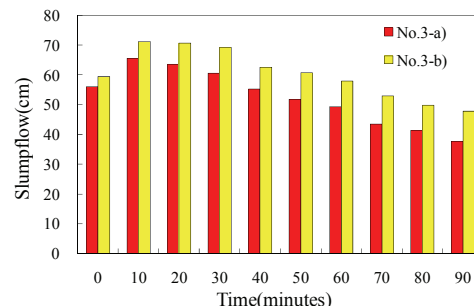


図-2 スランプフロー (No. 3)

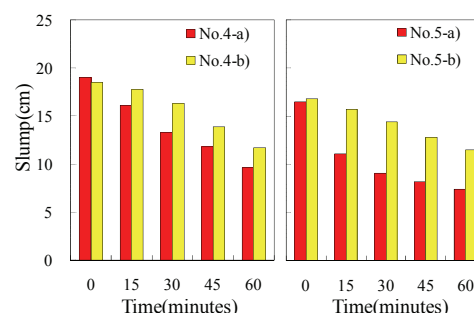


図-3 スランプ (No. 4, No. 5)

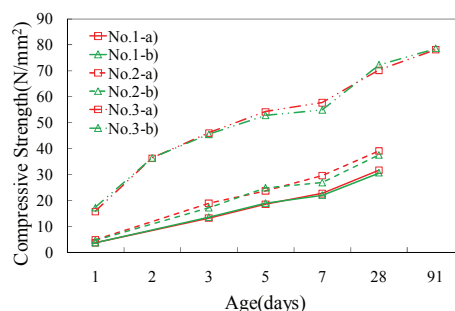


図-4 CaseI における圧縮強度

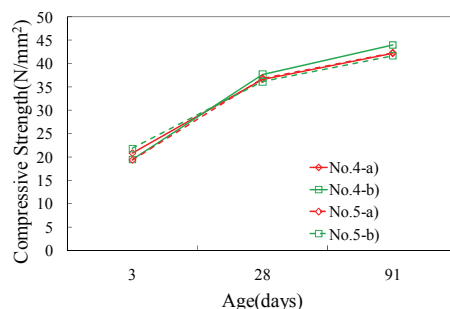


図-5 CaseII における圧縮強度