

給熱養生後のモルタルの強度および静弾性係数に対する極初期の組織形成の影響

首都大学東京大学院 学生会員 ○村田 哲、正会員 上野 敦  
 首都大学東京大学院 正会員 大野 健太郎、正会員 宇治 公隆

1. はじめに

コンクリートに対する給熱養生は、結合材の反応促進のために行われる。この熱作用は、極初期材齢の水和セメントペースト組織に対して、応力を生じさせる。良好な品質のコンクリートを得るためには熱作用を受ける前の組織が、熱作用による応力に耐えうるものとなっていることが非常に重要となる。本研究は、熱作用を受ける前の組織形成の程度が、硬化後の特性に及ぼす影響について基礎的に検討したものである。熱作用を受ける前の組織形成の程度は、プロクター貫入抵抗値で評価した。そして、プレキャストコンクリート製品の蒸気養生を模擬した温度履歴を与え、硬化後のモルタルの特性について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびモルタルの配合

使用材料を表-1に、モルタルの配合を表-2に示す。使用した結合材は普通ポルトランドセメント、高炉セメント B

表-1 使用材料

結合材	普通ポルトランドセメント, 密度 3.16g/cm <sup>3</sup>	C
	高炉スラグ微粉末, 密度 2.89g/cm <sup>3</sup>	F(B)
	フライアッシュ, 密度 2.34g/cm <sup>3</sup>	F(F)
	普通エコセメント, 密度 3.15g/cm <sup>3</sup>	EC
細骨材	セメント強さ試験用標準砂, 密度 2.61g/cm <sup>3</sup>	S

種 (置換率 45%), フライアッシュセメント C 種 (置換率 30%) およびエコセメントである。モルタルの配合は水結合材比を 50%とし、単位細骨材量を一定とした。

表-2 モルタルの配合

表記	セメント	W/B [%]	単体量(g/L)					
			W	C	EC	F(B)	F(F)	S
N	普通ポルトランドセメント	50	254.3	508.7	-	-	-	1526.0
BB	高炉セメントB種	50	250.3	275.3	-	225.2	-	1526.0
FC	フライアッシュセメントC種	50	244.4	342.1	-	-	146.6	1526.0
E	普通エコセメント	50	254.0	-	508.1	-	-	1526.0

2.2 前養生

モルタルの打設後、温度履歴を開始するまでの間に行う初期組織形成のための養生を「前養生」と呼ぶ。

前養生は、所定の貫入抵抗値を得るまで行うこととした。本研究では、貫入抵抗値が 28.0 N/mm<sup>2</sup>, 3.5 N/mm<sup>2</sup>,

表-3 前養生に要した時間

養生時間 min.	20°C前養生				30°C前養生			
	N	BB	FC	E	N	BB	FC	E
貫入抵抗値 N/mm <sup>2</sup>	1.0	230	225	275	350	-	-	-
	3.5	245	280	340	455	215	230	265
	28.0	380	465	475	635	285	315	350

1.0 N/mm<sup>2</sup>に加え、前養生を行わないもの (0.0 N/mm<sup>2</sup>と表記) の 4 種類を対象とした。前養生の温度は 20°C および 30°Cとした。前養生に要した時間は、表-3のとおりである。

2.3 温度履歴養生

温度履歴は、図-1のとおり、昇温速度 20°C/h, 最高温度持続時間 3h, 降温速度 15°C/hとした。

2.4 試験項目

脱型直後 (材齢 1 日), および脱型後 20°C, 60%RH の恒温恒湿槽で材齢 14 日まで保管した供試体の圧縮強度, および材齢一日の静弾性係数の測定を行った。

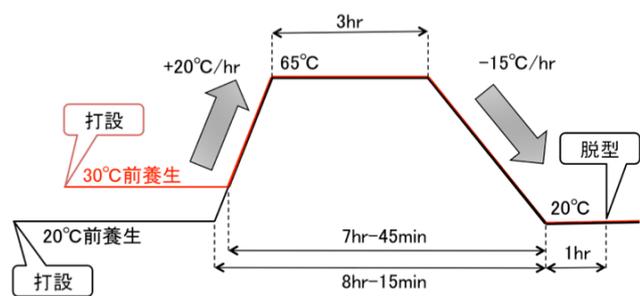


図-1 温度履歴

3. 結果および考察

3.1 前養生による組織形成の程度による影響

図-2, 図-3 に、20°C前養生のモルタルの材齢 1 日圧縮強度および静弾性係数を示す。また、図-4 に、20°C

キーワード 始発, 終結, 貫入抵抗値, 温度履歴養生, 前養生時間, 前養生温度

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-2777

前養生のモルタルの材齢 14 日 圧縮強度を示す。

貫入抵抗値 3.5 N/mm<sup>2</sup>まで前養生した場合，28.0 N/mm<sup>2</sup>の場合と比べ，材齢 1 日圧縮強度が10%ほど低下するが，材齢 14 日では同等となっている<sup>1)</sup>。また，静弾性係数は，貫入抵抗値 3.5 N/mm<sup>2</sup>まで前養生すると，28.0 N/mm<sup>2</sup>の場合と同等となるとわかる<sup>1)</sup>。貫入抵抗値 1.0 N/mm<sup>2</sup>まで前養生した場合，3.5 N/mm<sup>2</sup>の場合と比べ，材齢 1 日圧縮強度が低下し，材齢 14 日でも低下傾向が残存し，静弾性係数では，貫入抵抗値 0.0 N/mm<sup>2</sup>と同程度となる。

3.2 前養生温度による影響

図-5，図-6 に，貫入抵抗値 28.0 N/mm<sup>2</sup>まで前養生したモルタルの材齢 1 日の圧縮強度および静弾性係数を示す。

前養生温度が 20℃から 30℃へ上昇すると，N および BB で圧縮強度および静弾性係数がいずれも 10%以上低下している。一方，FC および E は圧縮強度および静弾性係数に顕著な差は生じていない。

図-7，図-8 に，貫入抵抗値 3.5 N/mm<sup>2</sup>まで前養生したモルタルの材齢 1 日の圧縮強度および静弾性係数を示す。前養生温度が 20℃から 30℃へ上昇すると，28.0 N/mm<sup>2</sup>まで前養生した場合と同様に，30℃の場合，N, BB の圧縮強度および静弾性係数が低下の傾向を示すことがわかる。

4. まとめ

- (1) 貫入抵抗値 3.5 N/mm<sup>2</sup>まで前養生した場合，貫入抵抗値 28.0 N/mm<sup>2</sup>の場合と比較して，材齢 1 日の圧縮強度は若干低下するが，材齢 14 日での圧縮強度は同等となる。そして，両前養生の場合の材齢 1 日の静弾性係数は同等となる。
- (2) 貫入抵抗値 1.0 N/mm<sup>2</sup>まで前養生した場合，貫入抵抗値 3.5 N/mm<sup>2</sup>の場合と比較して，圧縮強度および静弾性係数が低下する傾向にある。静弾性係数は，前養生を行わないものと同程度になる。
- (3) 同じ貫入抵抗値となる前養生を行っても，前養生温度が 20℃から 30℃となると，N および BB は圧縮強度および静弾性係数で低下傾向にある。FC および E では，この前養生温度による影響は顕著とならない。

謝辞：本研究の実施にあたり，東京都コンクリート製品協同組合より研究費の補助を受けた。

参考文献：1) 村田他：極初期の硬化特性が温度履歴養生後のモルタルの組織構造に及ぼす影響，第 68 回土木学会年次学術講演会講演概要集、第 5 部、pp.1185-1186、2013

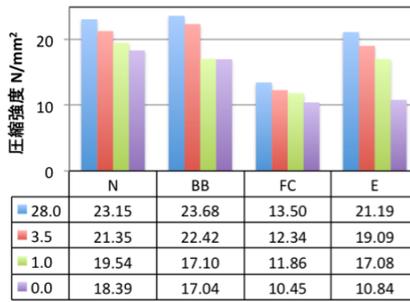


図-2 圧縮強度 (20℃前養生・材齢 1 日)

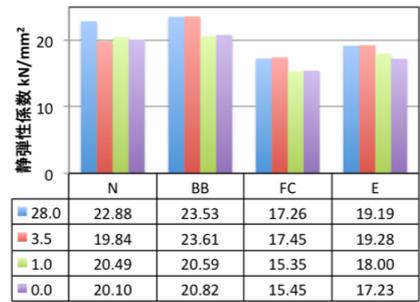


図-3 静弾性係数 (20℃前養生・材齢 1 日)

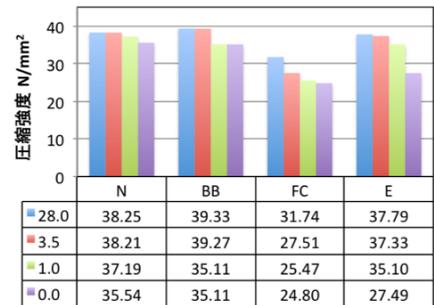


図-4 圧縮強度 (20℃前養生・材齢 14 日)

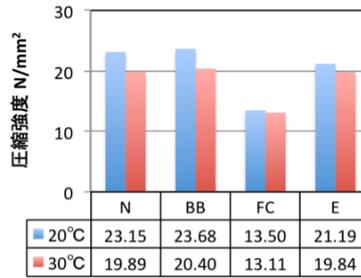


図-5 圧縮強度 (28.0 N/mm<sup>2</sup>前養生・材齢 1 日)

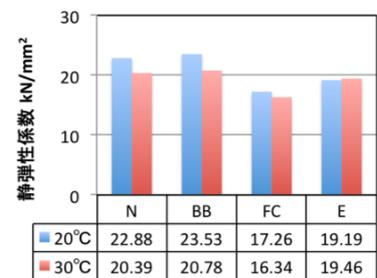


図-6 静弾性係数 (28.0 N/mm<sup>2</sup>前養生・材齢 1 日)

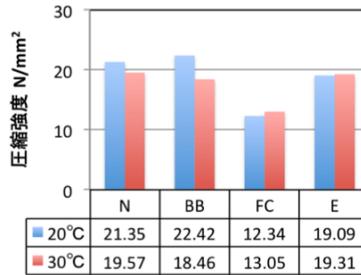


図-7 圧縮強度 (3.5 N/mm<sup>2</sup>前養生・材齢 1 日)

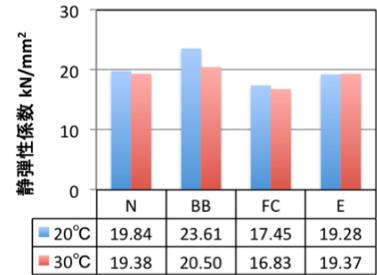


図-8 静弾性係数 (3.5 N/mm<sup>2</sup>前養生・材齢 1 日)