

V-158 マスコンクリートの耐久性に関する基礎的研究

運輸省港湾技術研究所 福手 勤  
 ○東亜建設工業株式会社 守分 敦郎  
 住友セメント株式会社 竹村 英樹

1. はじめに

近年、数多く建設されるようになった大規模なコンクリート構造物は、マスコンクリートとして長期に渡って温度応力を受けると共に、若材令において厳しい温度上昇を受けている。マスコンクリートの温度応力については、ひびわれ発生の観点から多くの研究成果が報告されているが、温度上昇を受けたコンクリート自体の品質について検討された例は少ない様である。これまで、若材令で温度上昇を受けたコンクリートの品質に関する研究としては、蒸気養生の行われるプレキャストコンクリート等があげられる。しかし、マスコンクリートの内部温度上昇速度は蒸気養生の場合に比較すると緩慢であり、これらの研究成果をそのまま適用することは難しいものと思われる。ここでは、マスコンクリートに使用されている3種類のセメントを用いてモルタル供試体を作成し、これに温度履歴を与えて力学特性や耐久性について検討を行った。

表-1 セメントの物理試験結果

	比重	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	圧縮強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )			水和熱 (cal/g)			
			3日	7日	28日	7日	28日	91日	
普通ポルトランドセメント	3.15	3350	178	272	412	459	80.3	92.3	98.2
高炉セメントB種	3.02	4090	124	205	404	480	72.0	84.3	90.5
低発熱型高炉セメントB種	3.05	4580	57	109	307	470	38.0	46.2	56.6

表-2 モルタルの配合

W/C	Kg/m <sup>3</sup>					モルタルの性状	
	セメント	水	細骨材	AE減水剤	空気量調整剤	空気量	フロー値
45	544	232	1345	8.07	5.44	平均	平均
55	442	233	1462	6.56	4.42	7.5	17.2
65	373	233	1516	5.51	3.73	%	cm

2. 実験方法

セメントの物理試験結果を表-1に、また実験に用いたモルタルの配合を表-2に示す。配合に使用した細骨材は、富士川産川砂(比重 2.61、FM 2.84)である。温度履歴は、プログラム制御式環境試験機により、モルタル練りまぜ後1時間30分~2時間経過後に温度上昇を開始した。モルタルに与えた温度履歴の概要を図-1に示す。最高温度は、各セメントの断熱温度上昇試験結果(Q<sub>u</sub>)等を参考にし、練り上がり温度20℃に対して普通ポルトランドセメントは70℃、高炉セメントB種は60℃、低発熱型高炉セメントB種は50℃とした。温度上昇速度は40℃/日とし、最高温度を3日間保持した後同様の速度で20℃まで温度を降下し、図-2に示す方法で封をした後20℃の恒温室内で養生した。また、同一バッチから標準養生供試体も採取した。塩化物浸透深さの実験は、材令91日から供試体を海水中に浸漬し、1ヶ月経過後0.1%フェノールソリウムと0.1N硝酸銀を噴霧して塩化物イオン浸透深さを測定した。中性化深さは材令28日から20℃の恒温室内に暴露し、2ヶ月経過後フェノールソリの1.0%NaOH溶液を噴霧して計測した。

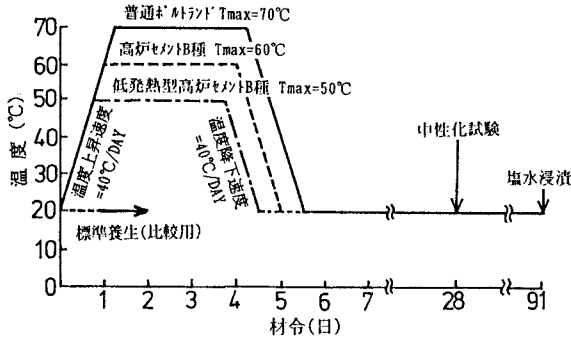


図-1 温度履歴の概要

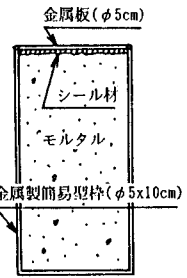


図-2 封かん養生の方法

3. 実験結果

3.1 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果を図-3に示す。同図に示す様に、材令91日に

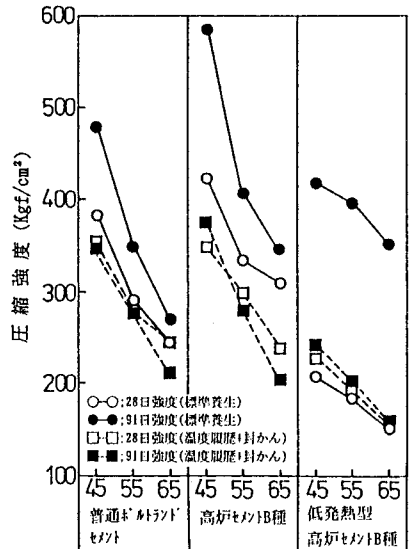


図-3 圧縮強度試験結果

おける温度履歴を与えた供試体(■-■)の圧縮強度は標準養生供試体(●-●)に対して、普通セメントで「0.72~0.79」、高炉セメントB種では「0.57~0.69」、低発熱型高炉セメントB種においては「0.45~0.58」程度まで低下している。このような強度低下は、いずれの水セメント比においても同様である。また、温度履歴を受けた供試体は材令28日から91日までの強度増加量が小さいことも理解される。

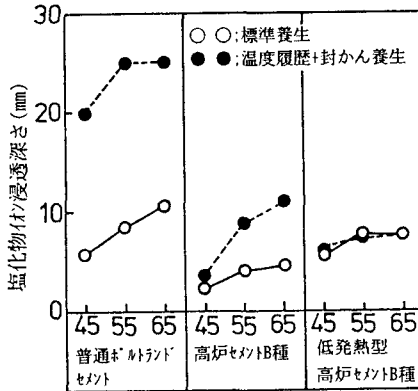


図-4 塩化物浸透深さ (材令91日より1ヶ月間)

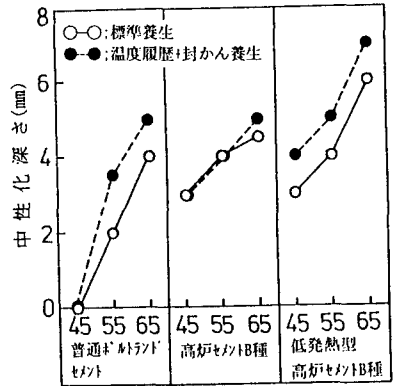


図-5 中性化深さ (材令28日より2ヶ月間)

### 3.2 塩化物イオン浸透深さ、中性化深さ

塩化物イオン浸透深さの測定結果を図-4に示す。普通セメント、高炉セメントB種のいずれにおいても、温度履歴を与えると塩化物イオンが浸透し易くなっていることが理解される。しかし、低発熱型高炉セメントB種においては温度履歴の影響が顕著には見られない。さらに、中性化深さの測定結果を図-5に示す。中性化深さは、普通セメント、高炉セメントB種、低発熱型高炉セメントB種の順に大きくなっており、塩化物イオン浸透深さとは逆の傾向を示している。しかし、いずれのセメントにおいても温度履歴を与えることにより、中性化深さが増大する傾向にあることが理解される。

### 3.3 細孔径分布

図-6に細孔径分布を示す。いずれのセメントにおいても温度履歴を与えると細孔径が大きくなる傾向にあり、モルタル強度との相関が大きいと言われる「5nm~2μmの細孔径」の容積や、連続した毛細管空隙を形成しイオンの浸透に大きな影響を与えているとされている[1] 数100nm以上の空隙のいずれも増加している。この結果から、温度履歴を与えた供試体の強度低下、塩化物イオン浸透深さあるいは中性化深さの増大は、細孔径の変化が原因の一つになっているものと推測される。

## 4. 結論

マスコクリットと同様な温度履歴を与えたモルタルは、標準養生を行った供試体に比較して強度の低下が認められ、塩化物イオン浸透深さや中性化深さが増大した。さらに、細孔径分布にも違いが見られた。

しかし、ここではモルタルを用いて比較的厳しい温度条件で検討してきたおり実際のマスコクリットの場合と異なることも予想される。今後は、マスコクリットを用いて、耐久性に大きな影響を与えるマスコクリットの表面付近の温度上昇の影響について検討して行きたい。

### 【参考文献】

[1] 内川浩, 組成と構造の観点から見た硬化セメント<sup>TM</sup>-ス、モルタルおよびマスコクリットの類似点と相違点, セメントコンクリート No. 507 May 1989 pp33-46

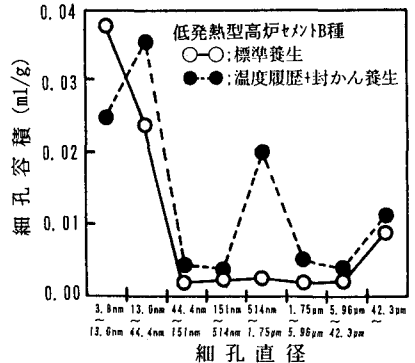
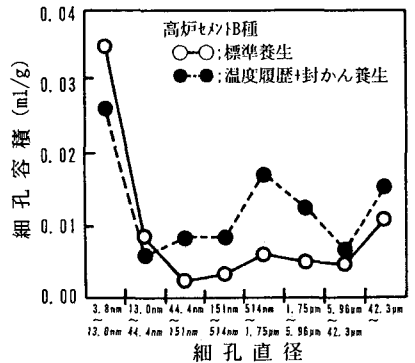
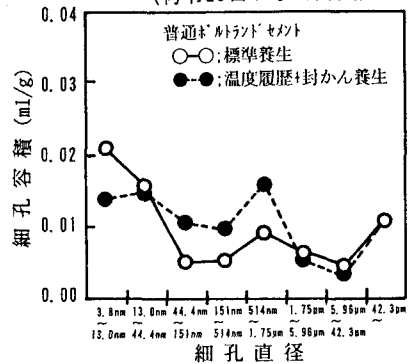


図-6 細孔径分布 (材令91日)