

日本道路公団 試験所 鬼丸 良雄  
 司 広島建設局 正員 後藤 祐司  
 東急建設(株) 技術研究所 正員 西岡 哲  
 司 上 ○正員 前田 強司

1. まえがき

マスコンクリート構造物の温度応力解析においては、コンクリートの経時変化を含めた的確な物性値の把握が必要となる。これまで、温度履歴の異なるコンクリートの強度特性は、積算養生温度材令によって整理できるとされている。本報告は、マスコンクリート内部と同等の温度履歴下で養生（以下マスコン養生）された供試体と標準養生供試体の強度特性を比較検討したものである。

2. 試験概要

表1に配合表を示す。配合1は普通ポルトランドセメント（秩父セメント社製）を用いた配合で、スランパ約9cmのベースコンクリートを流動化し、スランパ約15cmとした。配合2は、高炉セメントB種（高炉スラグ：オーセメント社製 C:K=0.45:0.55）を用いた。

養生方法は、標準水中養生（20±1℃）と温度可変室内でマスコンクリート内部と同等の温度履歴下で養生した。マスコン養生供試体の温度履歴を図1に示す（最終温度以降は20±1℃の恒温室内養生）。なお、マスコン養生供試体は、材令1～2日で脱型後ビニールで密封した気中養生とした。

試験は、材令0.25, 0.5, 1, 2, 3, 5, 7, 14, 28日で、圧縮および割裂引張強度試験を実施した。圧縮強度試験では、コンプレッソメータを用いて破壊荷重の1/2点での割線弾性係数を求めた。

3. 試験結果および考察

コンクリートの強度特性は、次に示す積算養生温度M(°D)を用いて整理した。

$$M(°D) = \sum_{z=1}^Z (\theta_z + 10) \text{ ----- (1)}$$

ここに Z; 養生期間(日)  
 θ<sub>z</sub>; 日平均養生温度(℃)

圧縮強度(σ<sub>c</sub>)、割裂引張強度(σ<sub>t</sub>)、静弾性係数(E)と積算養生温度(M)の関係を図2～4に示す。強度特性は、標準養生とマスコン養生（配合1は、最大温度約45℃のA, B, C温度履歴と最大温度約60℃のD, E, F温度履歴の2タイプにまとめて整理：図1参照）に分けて整理した。図5～7は、各強度特性について、標準養生供試体強度を1とした場合のマスコン養生供試体強度の比を、同一積算養生温度で示したものである（図中σ<sub>cF</sub>, σ<sub>tF</sub>, E<sub>F</sub>はマスコン養生、σ<sub>cS</sub>, σ<sub>tS</sub>, E<sub>S</sub>は標準養生）。

各種温度履歴下におけるコンクリートの強度特性は、積算養生温度Mによって整理され、温度応力解析に供されている。しかし、本試験結果では図2～7に示すように、各強度特性は養生温度履歴が異なることによってその強度発現性状に大きな差が生じた。

配合1の場合、M=150°D（標準養生で材令5日）まではマスコン養生供試体の方が各特性値とも大きな値

表1 コンクリートの配合表

配合No	G <sub>max</sub> (mm)	S.L.(cm)	Air(%)	W/C(%)	S/a(%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )					流動化	
						W	C	混和材 量材力	S	G	No.5L	FD.700
1	20	9(15)	5	58.9	48.0	165	280	—	846	960	0.7	0.84
2	20	9	5	57.1	47.5	160	126	154	833	984	2.1	—

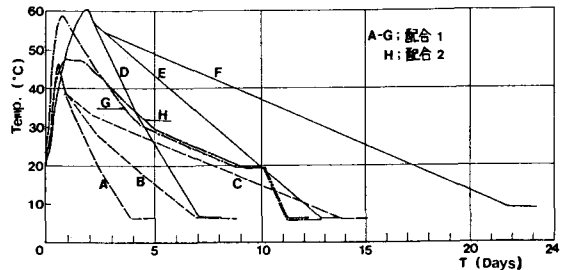


図1 マスコン養生供試体温度履歴

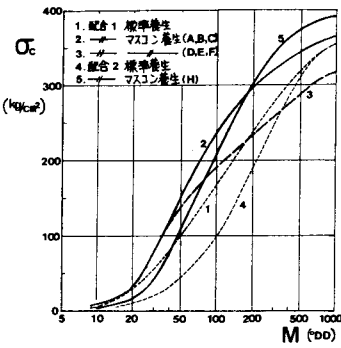


図2  $\sigma_c \sim M$

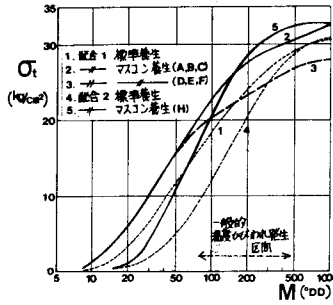


図3  $\sigma_t \sim M$

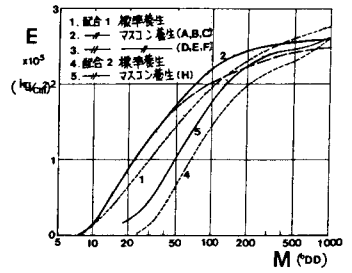


図4  $E \sim M$

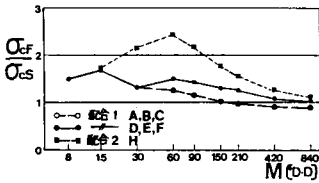


図5  $\sigma_{cF}/\sigma_{cS} \sim M$

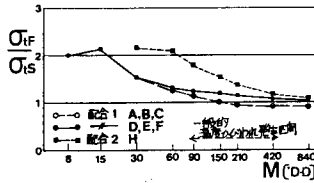


図6  $\sigma_{tF}/\sigma_{tS} \sim M$

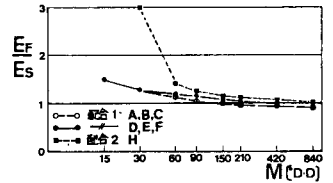


図7  $E_F/E_S \sim M$

を示しており、初期材令 ( $M=15^\circ D-D$  標準養生で材令0.5日) では15~2.1倍とこの傾向は著しい。またマスコン養生供試体の中でも最大温度が約60℃と高いものが強度比が大きい。配合2の場合、各特性値の強度比は、配合1に比べて大きくなり、温度履歴の影響を受けやすいものと考えられる。標準養生で材令28日 ( $M=840^\circ D-D$ ) での強度特性は、強度比で0.9~1.1となり温度履歴の影響は小さいものと考えられる。以上のことより、マスコン養生されたコンクリートの水和反応は積算養生温度で考慮される以上に速く進行するものと考えられる。

$\sigma_t$ および $E$ と $\sigma_c$ の関係を図8、9に示す。各々の関係は次に示すSenの式とACIの式に近似しており、温度履歴の違いによる影響は受けにくいものと考えられる。

$$\text{Senの式} \quad \sigma_t = 0.221 \cdot \sigma_c^{0.84} \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{ACIの式} \quad E = 15100 \cdot \sigma_c^{0.5} \quad \text{----- (3)}$$

#### 4. まとめ

本試験結果では、コンクリートの強度発現は養生温度履歴の違いによって大きく影響されることが示され、同一積算養生温度で比較するとマスコン養生コンクリートは初期強度発現が大きい。この傾向は、養生温度が高いものほど著しく、普通セメント配合より高炉セメントB種の方が顕著である。

温度応力解析におけるコンクリートの強度特性は、積算養生温度によって予測されたが、解析精度をより高めるために温度履歴を考慮した強度予測を行う必要があるものと考えられる。

参考文献：重松、万木肥「マスコンクリートの温度ひびわれ防止工法の開発研究(その1)」鹿島建設 技報 Vol.31 S58.6.15

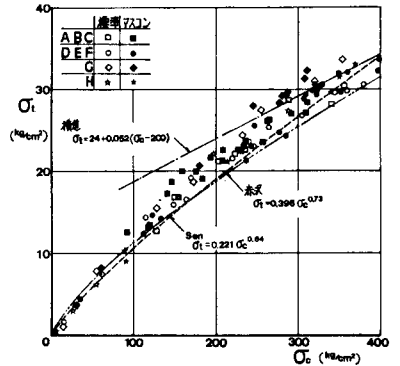


図8  $\sigma_t \sim \sigma_c$

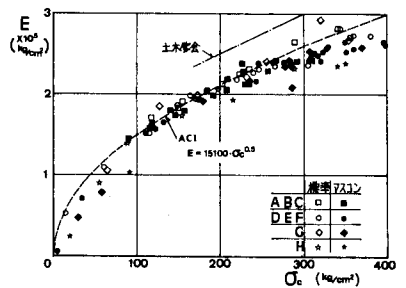


図9  $E \sim \sigma_c$