

マスコンクリートの内部物性に関する一考察

京都大学工学部 正員 岡田 清
 京都大学工学部 正員 小林 和夫
 京都大学工学部 正員 宮川 豊章
 村本建設株式会社 正員 〇村本 吉弘

1. まえがき

マッシュなコンクリート内では、硬化時の水和発熱にともなう温度が、断面内の位置によりかなり相異なるため、コンクリートの基本的諸特性の発現状況もそれに依りてかなり差異が生ずると考えられる。そこで本研究では、マスコンクリート内部において予想される種々温度履歴下での強度や弾性係数の発現状況を調べ、マスコンクリートの内部物性を検討した。

2. 実験概要

従来の研究によると、断面が3m程度以上のマスコンクリートでは、材令3日程度で最高温度を示すものが多いようである。図-1でType aは断面が非常に厚いコンクリートの中心部の上限の温度履歴を、一方Type bは断面が比較的薄い場合、または断面が厚くても表面に近い位置の温度履歴を示し、実際にはこれら両タイプの間にあるものが多いようである。本実験では、この2タイプを基本にして、次に示すi)~vii)の7ケースの温度履歴を円柱供試体(10φ×20cm)に与え、材令1, 3, 5, 14, 28日の圧縮強度 σ_c 、引張強度 σ_t 、弾性係数 E_c を測定した。供試体は1ケースで30本作製した。

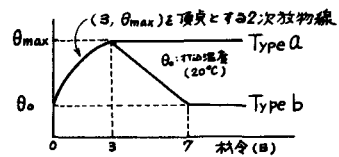


図-1 コンクリートにおける温度履歴

i) $\theta_{max}=10^\circ\text{C}$ 一定 ii) $\theta_{max}=20^\circ\text{C}$ 一定 iii) $\theta_{max}=30^\circ\text{C}$ で Type b iv) $\theta_{max}=45^\circ\text{C}$ で Type a

v) $\theta_{max}=45^\circ\text{C}$ で Type b vi) $\theta_{max}=60^\circ\text{C}$ で Type a vii) $\theta_{max}=60^\circ\text{C}$ で Type b

いずれの場合も打込温度 θ_0 を 20°C とし、打設後直ちに恒温恒湿槽(田葉井製作所社製)で 20°C 下で3時間保持した後、所定の温度履歴(小刻の階段状、95%RH)を与えた。ただし、i)では打設後直ちに恒温恒湿槽で 10°C 下で養生した。またType a, bはそれぞれ14日、7日以降 20°C の恒温室に移し、湿布養生に切換えた。

示方配合は、橋脚やその張出ばり、あるいは最近の大型RC、PC構造を参考にして表-1のようにし、混和剤としては遅延型減水剤ポゾリスNo.8とAE剤No.303Aを使用した。

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m^3)			
					W	C	S	G
20	8±1	3±0.5	45	43	170	380	760	1000

表-1 示方配合

3. 実験結果および考察

得られた試験結果を表-2、図-2~図-5に、またそれらをマチュリティ $M=\sum(\theta+10)\cdot t$ ($^\circ\text{C}\cdot\text{h}$)で整理したものを図-6に示す。また、強度および弾性係数の発現傾向を明確にするた

Kiyoshi OKADA, Kazuo KOBAYASHI, Toyooki MIYAGAWA, Yoshihiro MURAMOTO

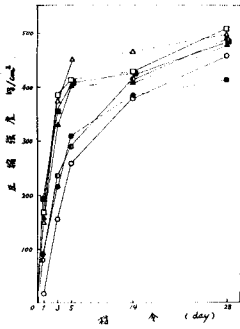


図2 圧縮強度の経時変化

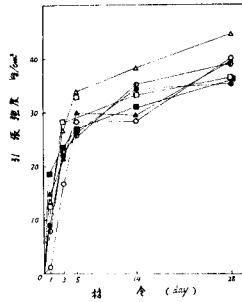


図3 引張強度の経時変化

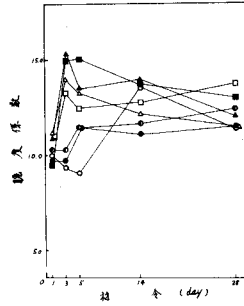


図4 脆度係数の経時変化

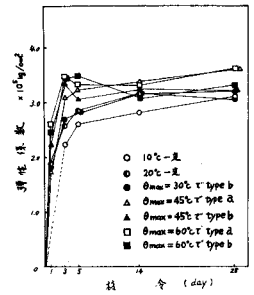


図5 弾性係数の経時変化

めに、それぞれの測定値と、20℃一定養生を行なった供試体の材令28日における測定値で除して無次元化し、その値とマチュリティとの関係を示したのが図-7である。本研究により得られた主な結果は以下のとおりである。

(右欄: 20℃一定養生値を1.00と仮定)

温度履歴	材令 日数	1日	3日	5日	14日	28日					
10℃一定	σ_c	17	0.21	197	0.66	258	0.89	380	0.92	459	0.94
	E_c	1.1	0.14	16.8	0.73	28.4	1.13	27.9	0.79	39.9	1.02
	E_c	—	—	222	0.86	260	1.07	282	1.12	418	1.03
20℃一定	σ_c	91	1.00	237	1.00	240	1.00	414	1.00	488	1.00
	σ_c	74	1.00	224	1.00	251	1.00	383	1.00	390	1.00
	E_c	14.7	1.00	18.7	1.00	20.0	1.00	31.5	1.00	31.8	1.00
$\theta_{max}=30^\circ$ Type b	σ_c	89	1.10	215	0.91	308	1.06	384	0.93	412	0.84
	E_c	9.1	1.13	22.1	0.97	26.7	1.06	34.4	0.97	35.4	0.91
	E_c	8.78	0.85	2.68	0.44	2.71	0.45	3.10	0.90	3.85	0.96
$\theta_{max}=45^\circ$ Type a	σ_c	150	1.85	375	1.58	482	1.56	467	1.13	513	1.05
	σ_c	134	1.70	26.7	1.17	33.9	1.35	38.4	1.09	44.4	1.14
	E_c	17.3	0.43	3.07	1.41	3.21	1.13	3.86	0.70	3.59	1.13
$\theta_{max}=45^\circ$ Type b	σ_c	160	1.98	381	1.40	405	1.40	413	1.00	481	0.99
	E_c	14.9	1.83	21.5	0.94	30.0	1.20	28.5	0.84	39.5	1.01
	E_c	24.8	1.83	3.26	0.77	3.06	1.08	3.25	0.93	3.21	1.01
$\theta_{max}=60^\circ$ Type a	σ_c	170	2.10	374	1.59	412	1.42	427	1.03	503	1.03
	σ_c	155	1.96	28.4	1.24	33.0	1.31	32.3	0.94	36.3	0.93
	E_c	26.0	1.94	3.47	1.35	3.30	1.16	3.93	1.06	3.66	1.13
$\theta_{max}=60^\circ$ Type b	σ_c	187	2.38	382	1.49	404	1.41	428	1.03	476	0.97
	σ_c	18.7	2.37	23.5	1.03	27.1	1.08	31.1	0.88	36.3	0.93
	E_c	24.5	1.31	34.7	1.35	32.3	1.14	30.9	0.98	32.9	1.03

(σ_c, E_c : kg/cm^2

(E_c : $\times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

表-2 試験結果

(1) 10℃～60℃の範囲内では、温度履歴によってコンクリートの若材令特性はかなり変化する。しかし、材令28日の強度あるいは弾性係数は温度履歴の影響をほとんど受けない。

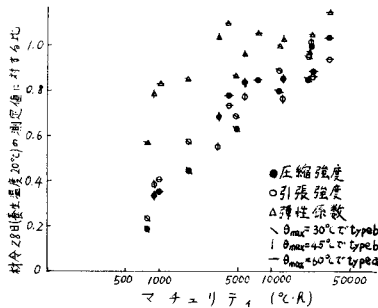


図-7 強度および弾性係数の発現傾向

(2) 温度上昇にともなう

初期材令(3日以下)での引張強度の増進は、圧縮強度よりかなり小さい。

(3) マチュリティ 30000(℃・h)程度以下の範囲において、強

度ならびに弾性係数とマチュリティの関係は、養生温度が10℃～60℃の範囲内においては、温度履歴に関係なく直線式で近似できる。

(4) 初期材令における弾性係数の発現率は、圧縮強度、引張強度のそれに比べて著しく高い。

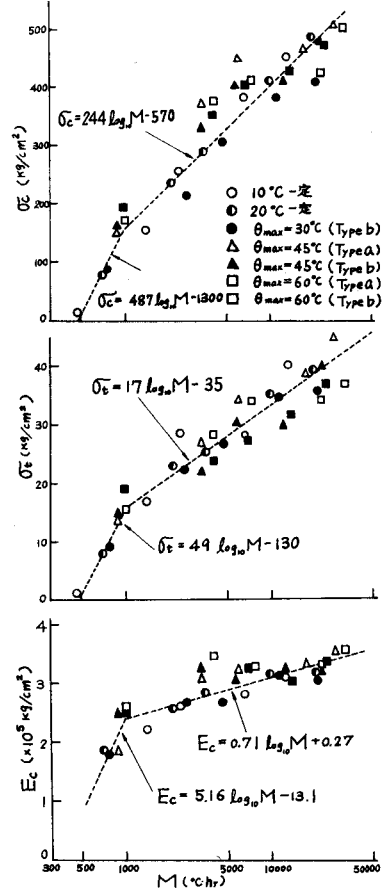


図-6 $\sigma_c, \sigma_t, E_c \sim M$ 関係