

㈱ 大林組技術研究所 正員 芳 賀 孝 成
 ㈱ 大林組技術研究所 正員 十 河 茂 幸
 ㈱ 大林組技術研究所 正員 三 浦 律 彦

1. まえがき

マスコンクリートに生ずる温度応力を適確に予測，解析するためには，若材令時におけるコンクリートの性質を把握する必要がある。とくに弾性係数については，発生応力が変化するため，応力レベルに応じた接線弾性係数を用いなければならない。そこで，若材令における圧縮域および引張域での変形特性および強度特性を調べ，温度応力解析を行なう場合の弾性係数の補正方法などについて考察を加えた。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実験に用いた粗骨材は富士川産川砂利（比重 2.67, FM 6.63）細骨材は富士川産川砂と木更津産山砂の混合砂で（比重 2.54, FM 2.80）である。セメントは普通ポルトランドセメントを用い，混和剤は A E 減水剤を使用した。コンクリート配合は表-1 に示すように W/C 45, 55, 65 % の 3 配合とした。

表-1 コンクリートの配合

配合 種別	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材 量 kg/m ³	セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 kg/m ³
A	25	12	4	45	38	349	157	669	1142	0.873
B	25	12	4	55	40	285	157	724	1138	0.713
C	25	12	4	65	42	242	157	775	1120	0.605

2.2 実験内容および方法

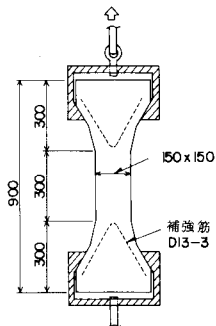
試験の組合せを表

表-2 試験組合せ

-2 に示す。圧縮試験および割裂試験の供試体は， $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ とし，直接引張試験は図-1 に示すように，つづみ型で中央断面が $15 \times 15 \text{ cm}$ の供試体を用いて行なった。載荷速度は毎分 $4 \sim 5 \text{ kgf/cm}^2$ とし，ひずみ測定はワイヤストレーンゲージを用いた。なお，供試体の養生は標準養生とした。

材 令 (日)	配合 W/C (%)		
	A	B	C
1	—	○△◇	—
3	—	○△◇	—
7	○△◇	○△◇	○△◇
14	—	○△◇	—
28	○△◇	○△◇	○△◇

○：圧縮試験
 △：割裂引張試験
 ◇：直接引張試験



3. 結果および考察

試験結果の一覧および各関係式をそれぞれ表-3，表-4 に示す。

図-1 直接引張試験方法

3.1 強度特性

直接引張強度 (σ_t) と割裂引張強度 (σ_t') の関係を図-2 に示す。また，図-3 に圧縮強度と引張強度の関係を示す。これらの結果よりわかるように，直接引張強度の方が割裂引張強度より若干大きく，とくに若材令時においてこの傾向が強いが全般的にはほぼ同等と言える。 σ_t と σ_t' で差が生じるのは，割裂試験方法による場合の偏心などによる影響と思われる。なお，引張強度は圧縮強度 (σ_c) と図-3 の (1)，(2)

表-3 試験結果一覧

式で近似される。

3.2 割線

弾性係数

破壊強度

の 1/3 点での割線弾性係数は，圧縮域および引張域で，

配合	水セメント比 W/C (%)	材令 (日)	圧縮強度 σ_c (kgf/cm ²)	直接引張強度 σ_t (kgf/cm ²)	割裂引張強度 σ_t' (kgf/cm ²)	圧縮弾性係数 E_c (kgf/cm ²)	引張弾性係数 E_t (kgf/cm ²)	σ_t/σ_c	σ_t'/σ_c	σ_t/σ_t'	E_t/E_c
A	45	7	315	30.1	26.4	26.8	3.31	1/10.5	1/11.9	1.14	1.24
		28	444	30.8	32.1	31.3	34.5	1/14.4	1/13.8	0.96	1.10
		1	54.8	8.7	5.93	13.9	20.3	1/8.3	1/9.2	1.47	1.46
		3	12.8	19.1	16.8	20.6	22.9	1/6.7	1/7.6	1.14	1.11
B	55	7	225	24.4	22.4	26.4	29.2	1/9.2	1/10.0	1.09	1.11
		14	250	29.0	25.5	26.6	32.3	1/8.6	1/9.8	1.14	1.21
		28	327	26.5	25.0	27.8	33.0	1/12.3	1/13.1	1.06	1.19
		7	19.8	19.1	18.4	23.5	25.3	1/10.4	1/10.8	1.04	1.08
C	65	28	265	23.0	26.2	27.4	31.8	1/11.5	1/10.1	0.88	1.16

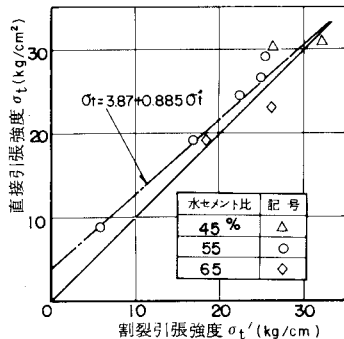


図-2 σ_t と σ_t' の関係

それぞれ、表-4の(2),(3)式で表わされる。また、引張割線弾性係数(E_t)は、図-4に示すとおり、直接引張強度(σ_t)から求まる。 E_t と E_c (圧縮割線弾性係数の関係は表-4の(4)式で近似されるように、 E_t の方が E_c より約20~30%大きな値となり、この差は若材令ほど大きく、強度の増加に伴って小さくなる。

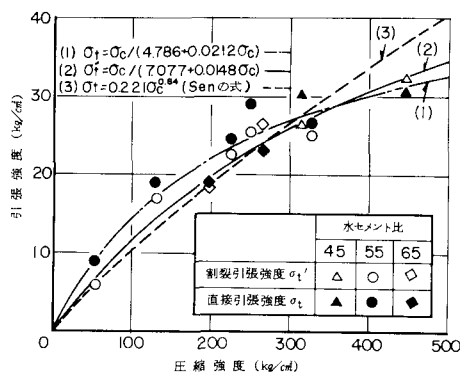


図-3 圧縮強度と引張強度の関係

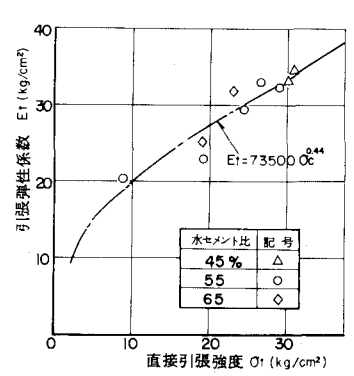


図-4 引張強度と引張弾性係数

3.3 接線弾性係数

応力とひずみの関係は、図-5に示すように、圧縮域と引張域でそれぞれ異なった性状を示す。すなわち、圧縮域では強度が増加しても極限ひずみは約1600 μ 程度とほぼ同じであるが、引張域では、強度の増加とともに極限ひずみも大きくなり、約60~120 μ で破壊する。これらの関係から圧縮接線弾性係数(E_{ctan})および引張接線弾性係数(E_{ttan})の E_c および E_t に対する比を応力度レベル(σ/σ_c)によって示したのが図-6である。圧縮域の若材令時および引張域では、これらの関係はほとんど直線で近似されるが、圧縮域では強度増加とともに破壊点付近で曲線となる。このことは、圧縮応力度の大きい所では $\sigma \sim \epsilon$ の関係が高次の式となり、その他はほぼ2次式で近似できることを示している。また、引張域の応力度レベルが100%付近で、 E_{ttan}/E_t が70~80%であることは、引張破壊が限界ひずみ付近で急激に生ずることを意味するものと思われる。なお、これらの結果をもとに、実構造物に生ずる応力度によってその時点での弾性係数が容易に推定できるものと考ええる。

4. あとがき

以上の結果、若材令コンクリートの強度および変形特性は、長期材令時とは多少異なった性質を示すことが明らかとなった。また、 $\sigma_c \sim \epsilon$ 、 $\sigma_t \sim \epsilon$ の関係や、 $\sigma_t \sim \sigma_c$ の関係から求めた諸係数によって、若材令コンクリートの温度解析などに有効な方向づけがされたものと考ええる。なお、使用材料・配合などの違いによって、これらの傾向は若干異なることもあると思われるため、今後、さらに検討する所存である。

(参考文献) 十河他:「水和熱によって発生する鉄筋コンクリート壁体の温度応力について」、マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム, 1982.8, J.C.I

表-4 関係式

NO.	近 似 式
1	$\sigma_t = \sigma_c / (4.79 + 0.0212 \sigma_c)$
2	$E_c = 31100 \sigma_c^{0.383}$
3	$E_t = 73500 \sigma_t^{0.44}$
4	$E_t = 5.59 \times 10^4 + 0.945 E_c$
5	$E_{tu} = (37.6 + 2.45 \sigma_t) \times 10^6$

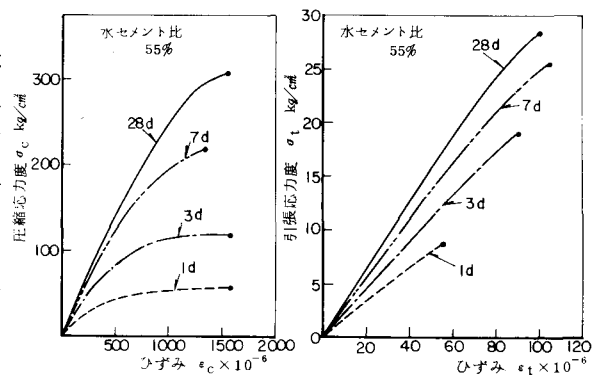


図-5 応力ひずみ曲線

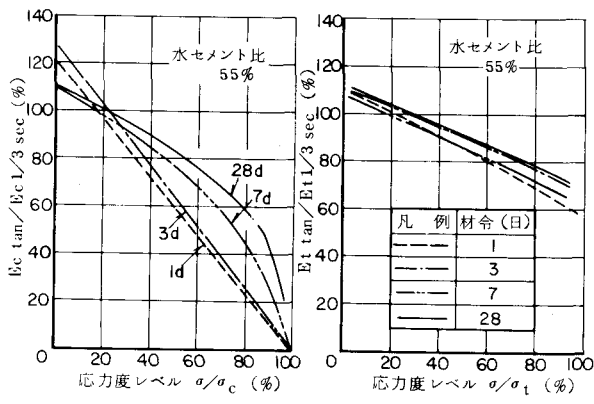


図-6 応力度レベルと接線弾性係数比