

立命館大学

学生員

高木宜章

、

正 員

見島孝文

1. はじめに

本報告は試験機剛性を高めることにより、引張応力を受けるコンクリートのいわゆる falling branch を含めた応力～ひずみ曲線の測定を試みたものである。一方コンクリートの純引張試験は圧縮・曲げ等の試験に比較して、供試体の取り付け方法に多くの難点を有しているため、コンクリートの曲げ試験から間接的に引張時の応力～ひずみ曲線を求める試みをも行なった。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリートは A, B の 2 配合でこれらの示方配合を表-1 に示す。また乾燥収縮の影響を検討するために、それぞれの配合に対して水中養生したもの (A1, B1 シリーズ)、気中養生したもの (A2, B2 シリーズ) について実験を行なった。引張試験用供試体は $10 \times 10 \times 18$ cm の角柱体であり、曲げ試験用供試体は $10 \times 10 \times 40$ cm の角柱体である。各シリーズについてそれぞれ 10 本の供試体の試験を行なった。

純引張試験装置を図-1 に、曲げ試験装置

表-1 示方配合

種類	骨材最大寸法 (cm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 MT/ISO
A	20	7.5	1.7	68	50	201	296	915	918	—
B	20	7.5	1.0	32	34.5	160	500	586	1160	CX002

を図-2 に示す。いずれの装置においても試験機剛性を高める方法としては $\phi 24$ mm の PC 鋼棒を用いた。試験方法は純引張試験では引張ひずみの速度が $5 \sim 10 \times 10^{-6}/\text{min.}$ となるように、また曲げ試験では下縁のひずみ速度が $5 \sim 10 \times 10^{-6}/\text{min.}$ となるように手動で制御した。

3. 実験結果とその考察

載荷実験時におけるコンクリートの諸強度を表-2 に示す。純引張試験より求めた応力～ひずみ曲線を図-3 に示す。

図-4, 5 は曲げ試験より得られた曲げ応力と引張ひずみとの関係、圧縮縁ひずみと引張縁ひずみとの関係の一例を示したものである。本解析では図-4, 5 を用いて以下のようにして引張応力～ひずみ曲線を求めた。すなわち、はりの断面内のひずみは直線分布しており、コンクリートの応力が関数 $\sigma = f(\epsilon)$ で表わされるものとする、軸力およびモーメントの釣合から

$$\int_{\epsilon_c}^{\epsilon_t} f(\epsilon) d\epsilon = 0 \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{および} \quad \frac{M}{b^3} (\epsilon_t - \epsilon_c)^2 = \int_{\epsilon_c}^{\epsilon_t} \epsilon f(\epsilon) d\epsilon \quad \text{----- (2)}$$

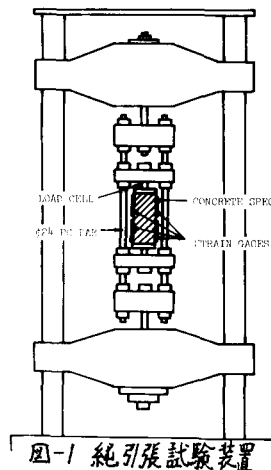


図-1 純引張試験装置

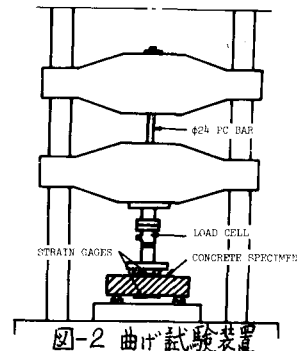


図-2 曲げ試験装置

表-2 コンクリートの諸強度およびヤング係数

シリーズ	A1	A2	B1	B2
圧縮強度	230	192	—	657 kg/cm ²
曲げ強度	39.4	32.3	55.6	58.7 kg/cm ²
引張強度				
割裂試験	27.5	21.4	42.5	43.7 kg/cm ²
純引張試験	20.7	21.7	36.0	33.0 kg/cm ²
曲げ試験	23.9	22.9	37.8	40.3 kg/cm ²
ヤング係数				
圧縮試験	30.8	25.0	41.4	39.9×10^4 kg/cm ²
純引張試験	31.5	25.3	47.7	36.0×10^4 kg/cm ²
曲げ試験	24.6	24.9	46.9	42.8×10^4 kg/cm ²

となる。ここで ϵ_c , ϵ_t は上下縁のひずみ, M は曲げモーメント, b は
はりの幅および高さである。(2)を ϵ_t で微分し, (1)を用いると

$$\sigma_x = f(\epsilon_t) = \frac{1}{b^3} \frac{dM}{d\epsilon_t} (\epsilon_t - \epsilon_c) + \frac{2M}{b^3} \left(1 - \frac{d\epsilon_c}{d\epsilon_t}\right) \dots\dots\dots (3)$$

となる。したがって図-4, 5の $M \sim \epsilon_t$ および $\epsilon_c \sim \epsilon_t$ の関係をを用い
て(3)より引張応力 $\sim$ ひずみ曲線を求めることができる。このように
して求めた応力 $\sim$ ひずみ曲線を図-6に示す。

表-2によると純引張強度はA2シリーズ以外では割裂強度よりも,
15~25%小さい値となっている。曲げ試験による引張強度は図-6に
示すように間接的に求めたためにははらつきも大きい, 平均値はほぼ割
裂強度と純引張強度との間の値となった。純引張時の応力 $\sim$ ひずみ曲線
の形状は図-3に示すように, 最大応力以後の下降部を有しており, 全
体的な形状は圧縮によって得られる応力 $\sim$ ひずみ曲線の形状と類似して
いる。曲げ試験から求めた応力 $\sim$ ひずみ曲線ははらつきも大きく, B1
シリーズでは純引張試験より求めた応力 $\sim$ ひずみ曲線とほぼ同様の形状
であるが, Aシリーズでは最大応力点および終局時のひずみは図-6
が図-3よりも大きくなっている。本実験で用いた純引張試験装置の剛
性がやや小さく, 最大応力点以後のひずみ制御が困難な場合もあり, ま
た破壊がゲージ以外で生じた場

合もあり, これらについては応
力 $\sim$ ひずみ曲線の下降部は測定
できなかった。一方曲げ試験で
はひずみ速度の制御は図-4の
 $M \sim \epsilon_t$ 曲線の最大点以後にお
いても比較的容易であった。また
図-6における最大応力点での
ひずみは図-4の曲げモーメン
トが最大となるひずみよりもか
なり小さかった。

4. おわりに

今回行った実験では配合種
類も少なく, 応力 $\sim$ ひずみ曲線
の形状比較, 乾燥収縮の影響等
について検討できなかったが,
現在, 種々のコンクリートにつ
いての実験を計画しており, こ
れらについては別の機会に発表
する予定である。

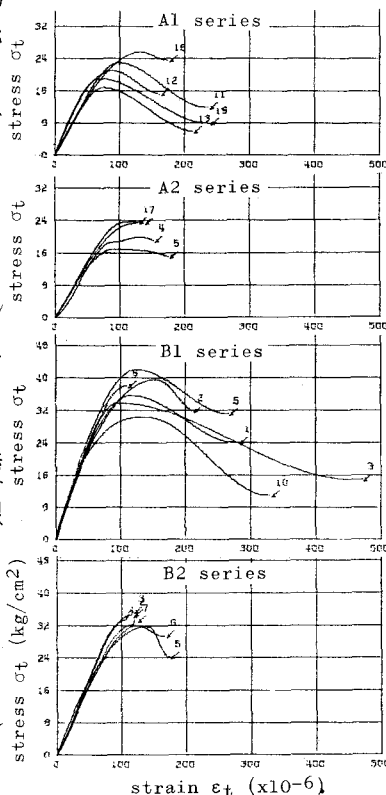


Fig.3 stress-strain relationships by pure tensile test

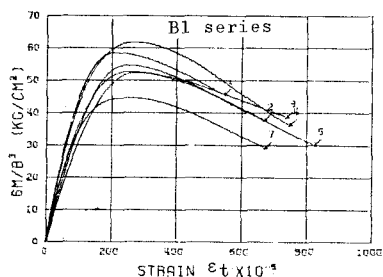


Fig.4 M- ϵ_t relationships

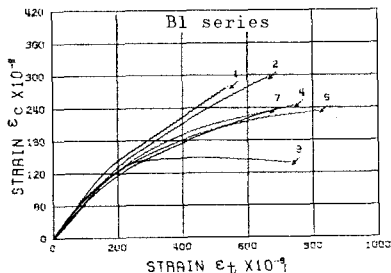


Fig.5 ϵ_c - ϵ_t relationships

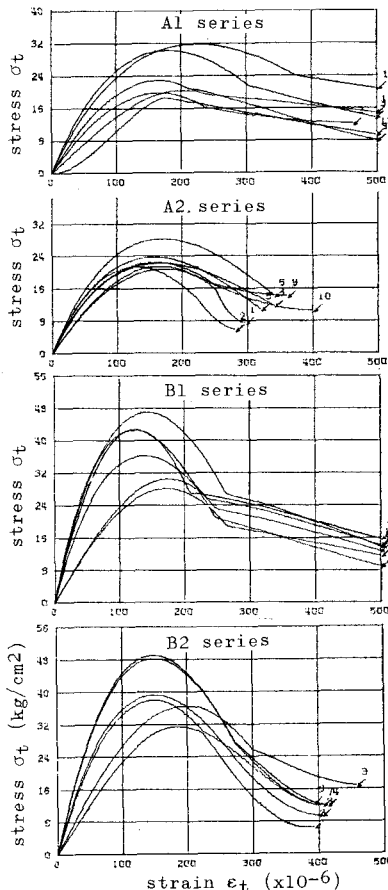


Fig.6 stress-strain relationships by bending test