

I 繰返負荷後静的破壊の場合 $\sim \sigma_{23}$ が 90, 130, 150 kg/cm^2 程度のコンクリート供試体について実験: $\sim$

(1) 繰返回数一万回の場合

イ 0.45 σ_{cy} の場合は静的試験の場合にほとんど近い曲線となる。

ロ 0.55 σ_{cy} の場合は 0.45 σ_{cy} のひずみより大きくなる。

ハ RPM 300 の場合より RPM 600 が大きいひずみとなる。 $\sim$ 弾性係数の関係は図 2 の傾向を示す。

(2) 負荷量は 0.45 σ_{cy} にて繰返回数が一萬回と五萬回の場合に供試体強度は前項の場合と同様: $\sim$

イ RPM 300 の場合は静的試験の場合に近い

ロ 繰返回数五萬回の場合は一万回の場合より大きいひずみを示す。

ハ RPM 600 の場合は RPM 300 の場合

より大きいひずみを示す。 $\sim$ この場合の弾性係数の関係は図-4 の傾向を示す。

(3) 弾塑性限前後の繰返負荷の場合

イ 応力振巾の上限を 0.80 σ_{cy} とした場合 この場合表-1 にみるように静試に対する動試の比は, RPM 300 の場合は約 80%, RPM 600 の場合は 65~75% 程度である。

ロ 応力振巾の上限を 0.95 σ_{cy} とした場合 この場合は静的繰返試験によらなければならない。数回から十数回にて破壊する。静試に対する繰試の比は約 90~95% となる。 $\sim$ 繰返負荷にて破壊するときの全ひずみ ϵ_{cu} は静的単一負荷破壊の場合の全ひずみ ϵ_{cu} のほぼ 2 倍に達したときである。

(4) 静的単一、動的圧縮後の静的試験コンクリート

供試体の $\epsilon_c / \sigma_c - \epsilon_c$ 関係における各折衷の考察 $\sim$ 静的単一、繰返回数一万回、五萬回の応力振巾にて, RPM 300, 600 の各場合にも, 弾性限はほぼ 0.50 σ_{cy} , 弾塑性限はほぼ 0.80 σ_{cy} 程度である実験結果が得られた。

結言 (1) 圧縮供試体に対し, 弾性限近くまでの繰返負荷を受けた後, 静的破壊した場合 $\sim$ 応力周期, 繰返回数はほとんど影響なく, 疲労現象は認められない。弾性限はほぼ 0.50 σ_{cy} 程度である。(2) 弾性限以上の繰返の場合には, コンクリートの疲労は応力振巾, 繰返回数, 応力周期などの要素に支配される。

II 上限荷重を漸次上昇させ破壊にいたらしめた場合 $\sim$ 供試体強度は前項の場合と同様 $\sim$ (イ) 応力周期の大きい場合は, 同一振巾, 同一繰返回数にても大きいひずみを示す。(ロ) 小応力振巾 (弾性限内)

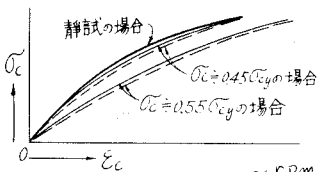


図-1 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

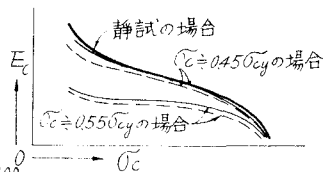


図-2 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

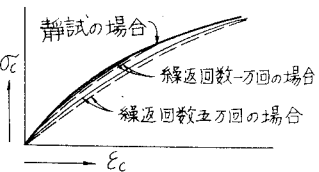


図-3 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

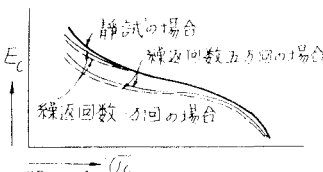


図-4 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

表-1 各種コンクリートの静的動に 0.80 σ_{cy} の場合の関係

コンクリートの種類	荷重状態	初期繰返回数	繰返回数	弾性係数	応力 σ_c kg/cm^2
$\sigma_{cy} 90 \text{ kg/cm}^2$ 程度のコンクリート	静的試験	-	-	15.1	86.0
	動的試験 (104~127%) RPM 300	240	400	6.8	10.6
$\sigma_{cy} 130 \text{ kg/cm}^2$ 程度のコンクリート	静的試験	-	-	21.8	123
	動的試験 (104~127%) RPM 300	700	1010	17.4	101
$\sigma_{cy} 150 \text{ kg/cm}^2$ 程度のコンクリート	静的試験	-	-	25.8	146
	動的試験 (104~127%) RPM 300	1040	3300	21.6	122
$\sigma_{cy} 150 \text{ kg/cm}^2$ 程度のコンクリート	静的試験	-	-	27.4	155
	動的試験 (104~127%) RPM 600	1200	450	20.0	113

の場合には、静的単一圧縮応力-ひずみ弾性曲線にほぼ一致する。弾性限以上の領域の応力振巾の場合には、応力-ひずみ曲線は右に移動し、その傾きが大きくなり、弾性係数は静弾性係数より一般に小値を示すが、その傾向は図-6のように類似する。

上限荷重を逐次 0.450cy, 0.550cy, 0.700cyなどに上昇させ破壊にいたらしめた場合、図-7, 8 に示した場合の傾向であり、(1) 0.450cy の場合は静的単一圧縮応力-ひずみ曲線に一致する。(2) 0.450cy の場合も余り変らないが緩やかに漸増する。(3) 0.450cy 以上の領域は $\sigma_c - \epsilon_c$ 曲線が右に移動し、その移動量大きく、傾きも大となる。(4) E_c は応力振巾が大となるにつれ E_c は小値となり、その減少量が大きくなる。

Ⅲ 応力繰返回数と圧縮ひずみの関係各種コンクリートにも図-9 に示すように 0.450cy の領域は一定であるが、その後の領域は漸増より急増に進み破壊にいたる。

Ⅳ 動力学的考察 (1) 繰返荷重に対する一般方程式による変位量ある時刻 t における図-10 供試体の x なる部分の変位を u とするとき、 δx なる部分の運動方程式は $\frac{\partial u}{\partial x} = \text{strain}$, $E \frac{\partial u}{\partial x} = \text{stress}$ の関係より

$$P_A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = E \frac{\partial}{\partial x} \left(A \frac{\partial u}{\partial x} \right) \quad \text{供試体が均質な断面を持つものとしてとくと}$$

$$u = \frac{P_0 \sin \omega \sqrt{\lambda} x}{EA \omega \sqrt{\lambda} \cos \omega \sqrt{\lambda} x} + \frac{P'_0 \sin \omega \sqrt{\lambda} x \sin \omega t}{EA \omega \sqrt{\lambda} \cos \omega \sqrt{\lambda} l} \quad \text{--- (1)}$$

式中、 P_0 = 平均荷重, P'_0 = 上限荷重, $P = P_0 - R/2$, $\omega = \frac{2\pi}{T} t$, $\lambda = E/\rho$, ρ = 密度, E = 弾性係数, A = 供試体断面積

(2) 一般解法による変位量 運動方程式は前項の式であり、これより

$$u = \sqrt{\frac{2}{\rho l}} \sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{(2n-1)\pi}{2} \frac{x}{l} F_0(t)$$

本実験は足場強制振動の場合であるので $F_0(t)$ を Lagrange の方程式により求めると

$$F_0(t) = \frac{1}{P^2 \sqrt{\ell}} \frac{1}{A} \sin \frac{(2n-1)\pi}{2} P_0 + \sqrt{\frac{2}{\rho l}} \frac{1}{A} \frac{1}{P^2 - \omega^2} \sin \frac{(2n-1)\pi}{2} P'_0 \sin \omega t, \quad P^2 = \frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4 \ell^2} \frac{E}{\rho}$$

(2) に、

$$u = \frac{8 \ell P_0}{AE \pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 \frac{(2n-1)\pi}{2}}{(2n-1)^2} + \frac{8 \ell P'_0}{AE \pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 \frac{(2n-1)\pi}{2}}{(2n-1)^2 \left(1 - \frac{\omega^2}{P^2}\right)} \sin \omega t \quad \text{--- (2)}$$

Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ に関する結言 (1) 小応力振巾 (弾性限内) の場合は静試の場合とほぼ一致する。(2) 弾性限以上の領域の場合は応力-ひずみ曲線が右に移動し、その傾きが大きくなる。(3) (2) の領域の弾性係数は静弾性係数より小値を示すが、その領域は類似する。(4) 運動方程式より誘導のひずみ式 (1), (2) とともに実験測定値に近似する。

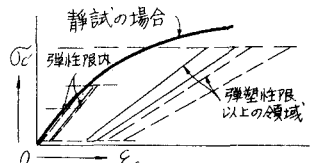


図-5 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

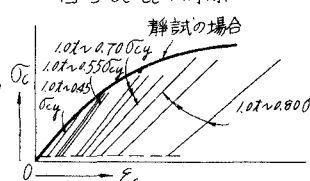


図-7 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

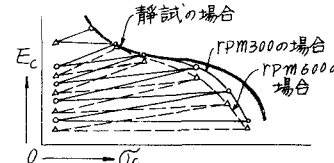


図-6 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

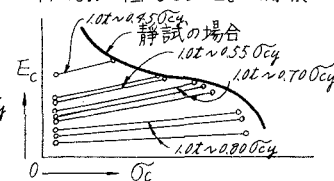


図-8 $\sigma_c - \epsilon_c$ の関係

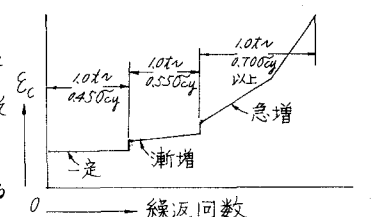


図-9 繰返回数と E_c の増進の関係

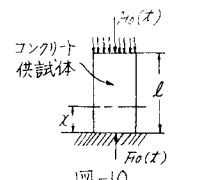


図-10