

防衛大学校土木工学教室 正会員 加藤清志

1. まえがき

コンクリートの真の強度は 圧縮载荷に伴う体積変化の極値($\partial \epsilon_V / \partial \sigma = 0$)であって、永久強度 (Permanent Strength)¹⁾ とも呼んでいる。この応力レベルを一般には臨界応力 (Critical Stress) といい、コンクリートの微小ひびわれのうち 付着ひびわれが連続ひびわれへと成長しはじめるのである。コンクリートは内的に高次の不静定構造システムから、応力レベルの上昇により 荷重経路が分断されて終局破壊へと連係する²⁾。圧縮応力-ひずみ曲線において、縦ひずみ・横ひずみを ϵ_C, ϵ_T とすと、体積ひずみ ϵ_V は コンクリートの等方性を仮定し、弾性論により

$$\epsilon_V = -\epsilon_C + 2\epsilon_T \quad (1)$$

コンクリートは一種の複合材料であるので、単純圧縮载荷状態で ポアソン効果により、縦ひびわれが生じやすく、したがって、横ひずみが局所的影響を受けやすく 異方性を示す。この複合材料の特性を考慮して、終局破壊の先駆現象といえる臨界応力レベルを検出することは、構造物の安全な使用上、危険限界予知にきわめて重要であり、この目的のために体積ひずみをひずみゲージ法によって、ダイレクトに検出する手法を開発したので報告する。

2. 臨界値とその測定法

臨界応力比には諸説があるが、強度範囲 $150 \sim 600 \text{ kg/cm}^2$ に対し $0.70 \sim 0.95$ 程度であり、強度 (σ_{CB}) の関数でも与えられている³⁾。臨界応力を σ_{CR} とすると、

$$\sigma_{CR} / \sigma_{CB} = 0.722 + 0.000287 \sigma_{CB} \quad (2)$$

しかし、一般には 応力度よりも変形量でモニターした方が合理的である。上記強度範囲 に対し $450 \sim 800 \times 10^{-6}$ 程度であり、(3) 式で与えられる。臨界体積ひずみを $\epsilon_{V,CR}$ とすると、

$$\epsilon_{V,CR} = 453 + 0.67 \sigma_{CB} \quad (3)$$

ひずみゲージの張り付け方法を図-1に示す。図-1(a)は 従来行なわれている材料の等方性仮定の理論にもとづくものであり、同(b)図は 本研究で提案する手法であって、その場合の体積ひずみは(4)式で与えられる。 $\epsilon_{T1}, \epsilon_{T2}$ を横ひずみ(サフィックスは図-1参照。)とすると、

$$\epsilon_V = -\epsilon_C + \epsilon_{T1} + \epsilon_{T2} \quad (4)$$

(4)式の $\epsilon_{T1}, \epsilon_{T2}$ のいずれかを(1)式で使用していることになるのであって、おのずから 臨界応力も違ってくることは当然である。

図-1(b)のように ゲージを張り付けた場合の回路を

図-2に示す。いま、

E : 入力電圧

e_0 : 出力電圧

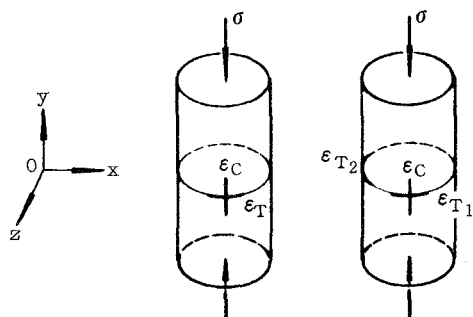
R_G : アクチブゲージ抵抗

R_C : 縦ひずみゲージ抵抗

R_{T1}, R_{T2} : 横 " "

R_A, R_B : スイッチボックスの固定抵抗

R_D : ダミーゲージ抵抗



(a)等方性仮定 (b)異方性考慮
図-1

L: ゲージ抵抗線の長さ
r: " 半径
 ρ : " 比抵抗
 ν : " ポアソン比

縦・横ひずみゲージの圧縮・伸び変形を考慮すると、

$$\frac{\rho L_G}{\pi r_G^2} \left\{ \frac{1 + \frac{\Delta L_G}{L_G}}{\left(1 - \frac{\Delta r_G}{r_G}\right)^2} - 1 \right\} = \frac{\rho L_c}{\pi r_c^2} \left\{ \frac{1 - \frac{\Delta L_c}{L_c}}{\left(1 + \frac{\Delta r_c}{r_c}\right)^2} - 1 \right\}$$

$$+ \frac{\rho L_{T1}}{\pi r_{T1}^2} \left\{ \frac{1 + \frac{\Delta L_{T1}}{L_{T1}}}{\left(1 - \frac{\Delta r_{T1}}{r_{T1}}\right)^2} - 1 \right\} + \frac{\rho L_{T2}}{\pi r_{T2}^2} \left\{ \frac{1 + \frac{\Delta L_{T2}}{L_{T2}}}{\left(1 - \frac{\Delta r_{T2}}{r_{T2}}\right)^2} - 1 \right\} \quad (5)$$

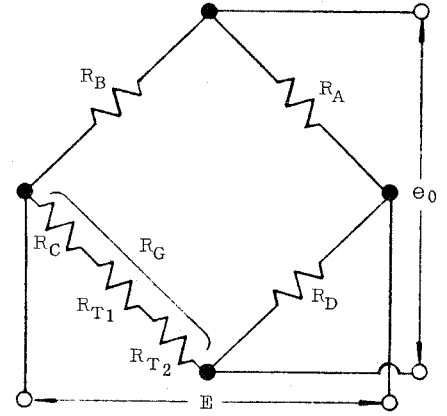


図-2

ゲージ率 $K_s = \Delta R/R / \Delta L/L = 1 + 2\nu, 1 - 2\nu \frac{\Delta L}{L} \approx 1, \quad R_C = R_{T1} = R_{T2}$ とすると

$$3\varepsilon_G = -\varepsilon_C + \varepsilon_{T1} + \varepsilon_{T2} \equiv \varepsilon_V \quad (6)$$

すなわち、3枚ゲージの直列結線のひずみ読定値の3倍が 体積ひずみとなる。

3. 多目的回路の構成

真の終局強度を見い出すためには 体積ひずみを追跡することから極値を検出し、容易に決定できることがわかった。体積ひずみ測定と同時に 縦・横ひずみを測定できれば、構造コンクリートのポアソン比などの物理常数の変化も観察でき理想的である。この目的のために 図-3に示すストレンセレクターと呼ぶ回路を開発した。

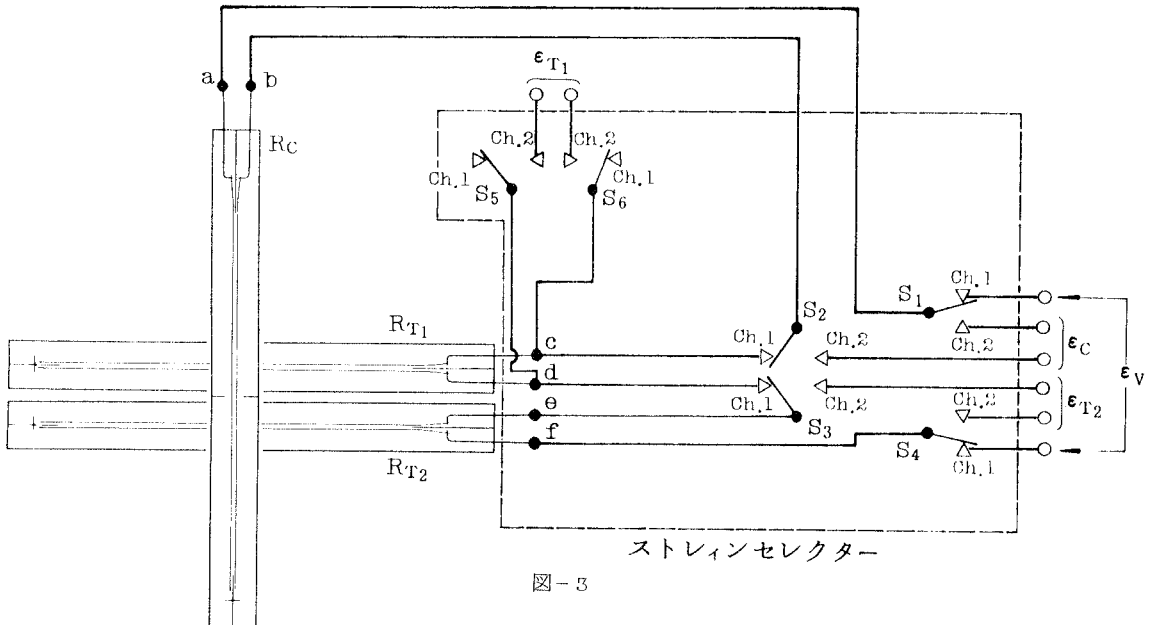


図-3

参 考 文 献

- 1) Desayi, P. et al.: True ultimate strength of plain concrete, RILEM Bull. No. 36, Sept. 1967, pp. 163-173.
- 2) Hsu, T.T.C. et al.: Microcracking of Plain Concrete and Shape of Stress-Strain Curve, ACI J., Vol. 6, No. 2, Feb. 1963, pp. 209-224.
- 3) 加藤清志: プレーンコンクリートの微小ひびわれと物性評価, 土論 No. 208, 1972. 12, pp. 121-136.