

IV-39 弾性係数測定についての一考察

防衛大学校 土木教室(員) 浄法寺 朝美
防衛大学校 土木教室(員) 加 藤 清志

§1. 一般化された応力と歪 応力-歪曲線は弾性変形と塑性変形の混在したものであって、弾塑性状態をあたかも常に弾性状態と考えがちである。真の弾性係数は純弾性変形から決定されなければならない。今図-1を参照して相対伸びを ϵ 、伸びの弾性限界を ϵ_e とすれば、

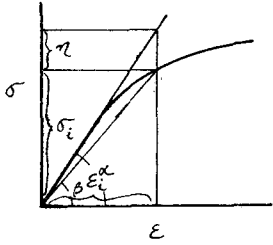


図-1 応力-歪曲線

を行う必要がない。著者らは簡便に、この σ - ϵ 曲線を得る一手段としてミハエリス二重挺子曲げ試験装置の諸特性を利用した装置を考案した。次にそれら特性について述べる。

§2. 荷重拡大率 散弾による荷重を W 、ヒンジA点の荷重を W_A とすると $W_A = \frac{l_4}{l_3} W$ (5)

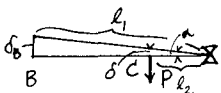


図-2-1 副挺子

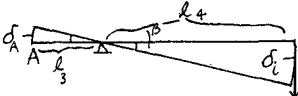


図-2-2 主挺子

ヒンジB点には $W_B = W_A$ 、従ってC点すなわち供試体に作用する荷重としては $P = \frac{l_1}{l_2} W_A = \frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{l_4}{l_3} W$ (6) 一般にミハエリス挺子の諸元は次の通りである。 $l_1 = 250, l_2 = 50, l_3 = 40, l_4 = 400$ (mm)

よって(6)から $\frac{W_i}{P} = \frac{50 \times 40}{250 \times 400} = \frac{1}{50}$ すなわち、散弾の重量の50倍の荷重が供試体に作用する。

§3. 撓み拡大率 供試体が δ なる撓みを生じたとき、図-2.1を参照してB点の変移量は $\alpha = \frac{\delta}{l_2} = \frac{\delta}{l_1} \cdot \frac{l_1}{l_2}$ (7) $\delta_B = \delta_A$ であるから $\beta = \frac{\delta_B}{l_3} = \frac{\delta}{l_4} \cdot \frac{l_4}{l_3}$ (7) から $\delta_i = \frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{l_4}{l_3} \delta$ 前述の諸元を用

いると $\frac{\delta_i}{\delta} = 50$ 、つまり撓み拡大率は50倍である。一例として $\frac{2}{1000}$ mmの供試体撓み量は記録用紙上には 0.1 mmとなって表わされる。

§4. 撓みの歪への換算 撓み曲線の一部を取り出し、曲率半径を ρ として図-3から

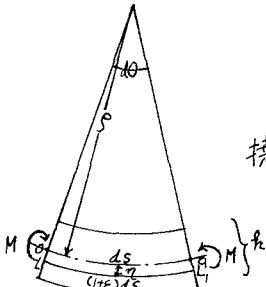
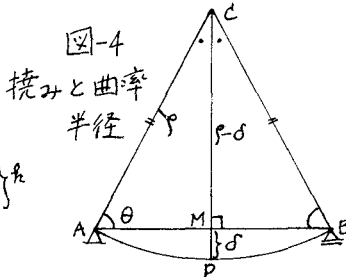


図-3 撓み曲線

$$\delta\theta = \frac{ds}{\rho} = \frac{(1/2)\pi\delta}{\rho + \eta} \therefore \epsilon = \frac{\eta}{\rho} \dots (8)$$



$$\left. \begin{aligned} CA &= CB = \rho \\ AM &= BM = \frac{\rho}{2} \end{aligned} \right\} \therefore \triangle CAM \equiv \triangle CBM \text{ また } AB \perp CM, CM = CM$$

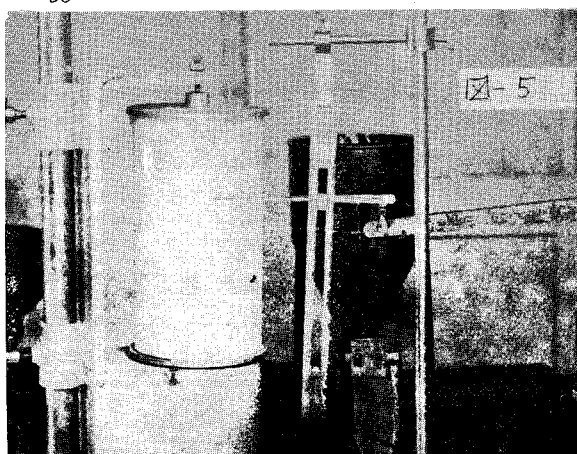
$$\delta \text{ を撓み量として } \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 = \left(\frac{\rho - \delta}{\rho} \right)^2 + \left(\frac{\delta}{\rho} \right)^2$$

$$\therefore \rho = \frac{1}{2\delta} \left\{ \delta^2 + \left(\frac{\rho}{2} \right)^2 \right\}, \text{ ところで } \delta \ll \left(\frac{\rho}{2} \right)^2$$

$$\div \frac{1}{2\delta} \cdot \frac{\rho^2}{4} \dots (9), \eta = \frac{\rho}{2} \text{ のときの } \epsilon \text{ は}$$

(8),(9)から $\varepsilon = \frac{r}{2\delta} = \frac{r}{2} \cdot \frac{8\delta}{r^2} = \frac{4\delta}{r^2} \cdots (10)$ モルタルの強サ試験用供試体では $r=4\text{ cm}$, $\delta=10\text{ cm}$ であるから(10)は次のようになる。 $\varepsilon = \frac{16}{100}\delta$ 前述の如く $\delta = \frac{1}{50}\sigma_i$ であるから, $\varepsilon = \frac{32}{10000}\sigma_i \cdots (11)$
 §5散弾重量の曲ゲ強サへの換算 散弾受容器重量, 供試体重量, 記録針重量等を完全にバランスさせた場合, 曲ゲ強サ σ_{bi} は散弾重量 W_i だけの函数となる。 $\therefore \sigma_{bi} = f(W_i) = \frac{50W_i}{4} \times \frac{6}{25} = 11.70W_i$ (12)
 全散弾重量を W_t とし, この試験にも $\sec$ 時間を要したとすれば毎秒 $P_t' = 50 \cdot \frac{W_t}{t}$ なる力が作用する。 i 秒後の曲ゲ強サは $\sigma_{bi} = 0.234 \times 50 \cdot \frac{W_t}{t} \times i \div 1.170 i \text{ (kg/cm}^2\text{)}$, ただし $\frac{W_t}{t} \times i = W_i \div 0.100 i$, とする。
 §6応力-歪曲線記録装置 以上の如き特性に着目し, 簡便でしかも実用上充分な精度を上げ得る次の装置を考案した。主なものは記録針をミハエリス主挺子の移動に, 完全に一致フォローさせる落下コマと, これを垂直に落下させるガイドと, 更に記録用ドラム(径12.7 cm, 高40 cm, 回転数2 r.p.m.) から成立つ。図-5参照。

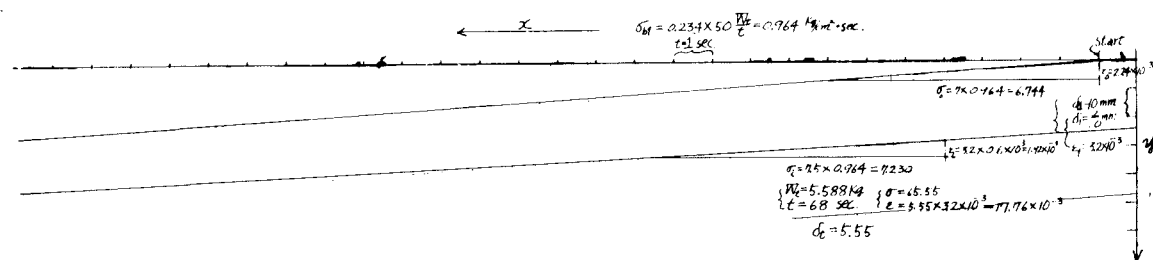
§7記録の解析 ドラムの移動量は毎秒 $\frac{\pi D}{60} \nu = \frac{\pi \cdot 12.7}{60} \times 2 = 1.33 \text{ cm}$, これを記録紙のx軸にタイムマークとして予め記入しておく。同時にこの1目盛が $0.234 \times 50 \cdot \frac{W_t}{t} \div 1.170 \text{ kg/cm}^2$ の曲ゲ応力に該当する。またy軸の1 mm は供試体の $\frac{2}{100} \text{ mm}$ 歪を示し, 同時に 3.2×10^{-4} なる歪を示す。



(例) モルタル28日養生(水中)の標準供試体使用。散弾全重量5.588 Kg, 従つて毎秒の曲ゲ応力は $\sigma_{bi} = 0.234 \times \frac{5.588}{68} \times 50 = 0.964 \text{ kg/cm}^2$, またy軸の10 mmは 3.2×10^{-3} 歪を示す。

故に初期切線係数 $E_0 = \left(\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\right)_{\sigma=0} = \frac{6.744}{2.2 \times 10^{-3}} = 3.01 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$
 $t = \frac{68}{2} = 34 \text{ sec.}$ のときの切線係数 $E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \frac{7.230}{1.92 \times 10^{-3}} = 3.77 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$, 割線係数 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{65.55}{1.776 \times 10^{-3}} = 3.68 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 等が容易に求められる。

図-6 σ - ε 曲線



§8あとがき 本実験に終始協力として戴いた, 本学土木教室勤務 角井 正, 宮川 淳男の諸氏に厚く感謝の意を表す。

§9参考文献 鉄筋コンクリート学教程; 坂 静雄, コンクリート工学; 小野 竹之助, 弾性塑性論; H・I・ベズーホッフ, 佐藤常三訳, Lehrbuch des Stahlbetonbaues; Adolf Pucher