

中部工業大学 正員 伊藤和幸, 学生員 炭電昭暁

要旨: ACI基準によるコンクリートの割増し係数 $\gamma$ について説明し, その上下限値および定性的な破壊の確率 $P_f$ に関して統計的考察を行なったものである。

§.1 ACI基準による割増し量の定めかた 定めかたを表-1 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ に換算)に示す。表の各値は以下の3式のうち最大の $\mu_R$ を満足するように決められている。(  $\mu_R$ : 配合設計強度,  $K$ : 設計基準強度,  $U$ : 標準偏差 )

$$\mu_R = K + 1.282 U \quad (\text{確率 } 1/10) \quad \text{--- EQ (1)} \quad \mu_R = K + (2.326/\sqrt{3}) \cdot U \quad (\text{確率 } 1/100) \quad \text{--- EQ (2)}$$

$$\mu_R = K - 35.2 + 2.326 U \quad (\text{確率 } 1/100) \quad \text{--- EQ (3)}$$

図-1は $K=200 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の場合について, 表-1で求めた値から $\gamma \sim V_R$ を示したもので, JIS, JSCEの値を併記した。注目すべきことは階段状になること,  $\gamma$ の上下限値が変っていることである。

§.2 ACI基準の上下限値の検討 昭和30年前後に完工した本邦の著名なダム工事の記録(表-2)より $\log_{10} U \sim \log_{10} \mu_R$ の関係をプロットすると図-2のようであり,  $U = 2.382 \mu_R^{0.496}$ となる。95%の±2σでは $U_{\pm} = 3.122 \mu_R^{0.496}$ ,  $U_T = 1.818 \mu_R^{0.496}$ である。この式により $U \sim \mu_R$ ,  $V_R$ (コンクリートの変動係数)  $\sim \mu_R$ を示したのが図-3である。図中,  $V_R$ (ACI)上・下限値とあるのは,  $100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の間隔で $K=100 \sim 800 \text{ kg}/\text{cm}^2$ について図-1の要領で図を作成し,  $V_R$ の各上下限値に対して $\mu_R$ との関係を示した。

§.3 定性的な破壊の確率の検討 作用強度の平均値を $\mu_S$ , 変動係数を $V_S$ とすれば,  $N(\mu_S, U_S^2)$ と $N(\mu_R, U_R^2)$ が互に独立とすれば, 定性的な破壊の確率 $P_f$ を與えて割増し係数 $\gamma$ を求めるには次式によればよい。こゝに,  $v_R = 1 - (V_R \cdot x/100)^2$ ,  $v_S = 1 - (V_S \cdot x/100)^2$ ,  $w = 1 + V_S \cdot x/100$ ,  $w' = 1 + V_S \cdot x/100$ とする。

$$K/3 = \mu_S \text{ の場合} \quad \gamma_1 = \{1 + \sqrt{1 - v_R \cdot v_S}\} / 3 V_R \quad \text{--- eq (1)}$$

$$K/2 \text{ における超過確率を指定した場合} \quad \gamma_2 = \{1 + \sqrt{1 - v_R \cdot v_S}\} / 2 V_R w' \quad \text{--- eq (2)}$$

$$K \text{ における超過確率を } P_f \text{ と等しくした場合} \quad \gamma_3 = \{1 + \sqrt{1 - v_R \cdot v_S}\} / V_R w \quad \text{--- eq (3)}$$

これらを図示したものが図-4であり,  $\gamma_2$ の場合は $x=2.327$ (超過確率 $1/100$ )としている。なお, 図中, ○印は図-1の要領で求めた階段の始点を, ×印は階段の終点を,  $100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 間隔で $K=100 \sim 800 \text{ kg}/\text{cm}^2$ について求めたものをプロットしている。

#### §.4 結果

1. 本邦の実例では,  $U \sim \mu_R$ は $\mu_R$ が大まいほど増大するが, 増加率は次第に減少する。ACI基準では $U$ の最大値を定めているので, 図-3に見られるように $\mu_R$ が大まいほど $V_R$ が小さくなる。

2. 下限値については使用の $\mu_R$ の広範囲にわたってACIの方が低い。

3.  $V_R \sim \gamma$ (図-4)で明らかなように, JISはACIの上限値に近い。

4. eq(3)では, ACI基準は $P_f = 10^{-2}$ ( $V_S = 20$ ), JISは $P_f = 10^{-4}$ ( $V_S = 20$ )を満足している。

5. eq(2)では, ACIは $P_f = 10^{-4}$ ( $V_S = 30$ ),  $P_f = 10^{-3}$ ( $V_S = 0$ ), JISは $P_f = 10^{-4}$ ( $V_S = 0$ ), JSCE (ROAD)

表-1 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

| $U$       | $\mu_R$    |
|-----------|------------|
| 21.1未満    | $K + 28.1$ |
| 21.1~28.1 | $K + 38.7$ |
| 28.1~35.2 | $K + 49.2$ |
| 35.2~42.2 | $K + 63.3$ |
| 42.2以上    | $K + 84.4$ |
| 未知の場合     | $K + 84.4$ |

表-2

| ダム名                                                              | 配合種 (標本数)                                                | 秤量 (日)    | 代表標本数         |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|---------------|
| SA                                                               | I (128), II (515), III (627), IV (127), V (64), VI (132) | 7.28.91   | 18            |
| YA                                                               | I (90)                                                   | 7.28.91   | 3             |
| JU                                                               | I (37), II (41), III (35)                                | 28.91.181 | 7             |
| MI                                                               | I (54), II (64), III (80)                                | 28.91     | 6             |
| KA                                                               | I (400), II (130), III (220)                             | 7.28.91   | 9             |
| MA                                                               | I (30), II (25), III (36), IV (41), V (23)               | 28.       | 5             |
| 最大値 417 $\text{kg}/\text{cm}^2$ , 最小値 72 $\text{kg}/\text{cm}^2$ |                                                          |           | $\Sigma = 48$ |

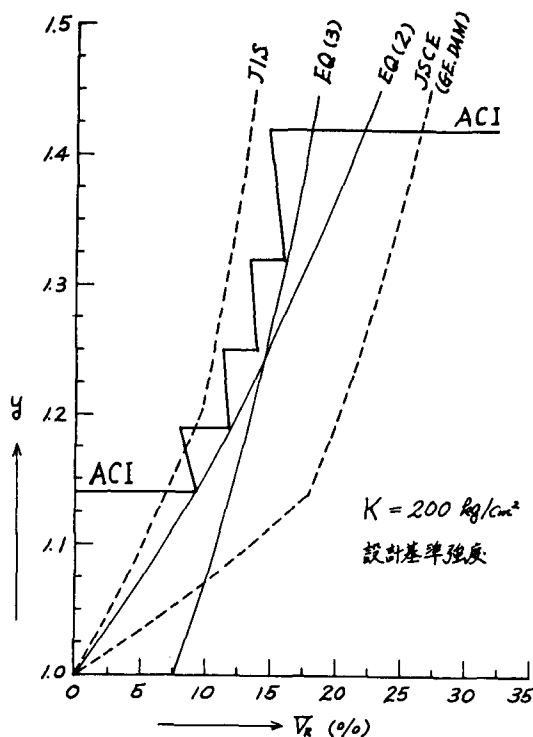


図-1  $V_R \sim y$

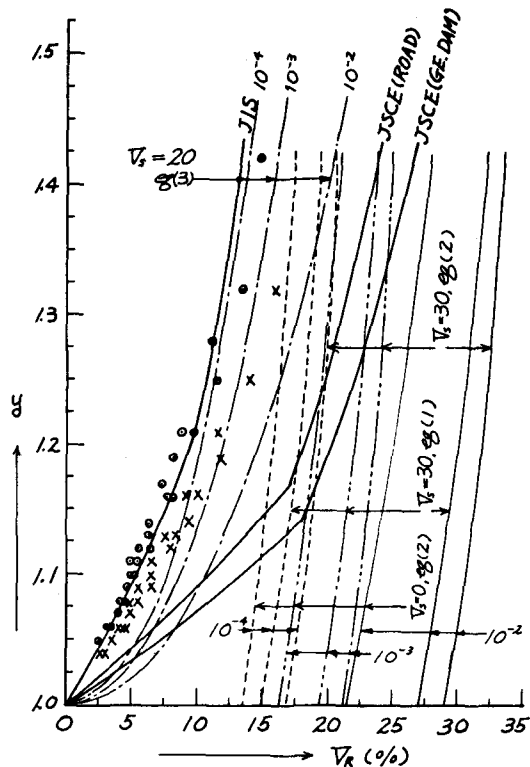


図-4  $V_R \sim y (P_f)$

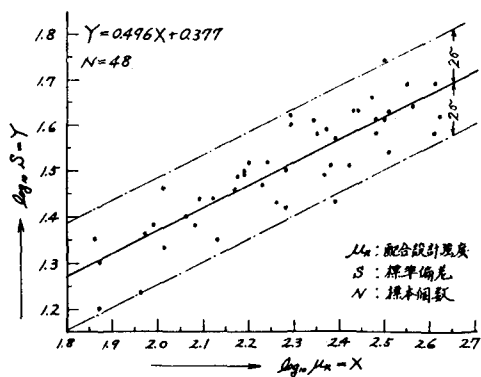


図-2  $\log_{10} \mu_R \sim \log_{10} S$

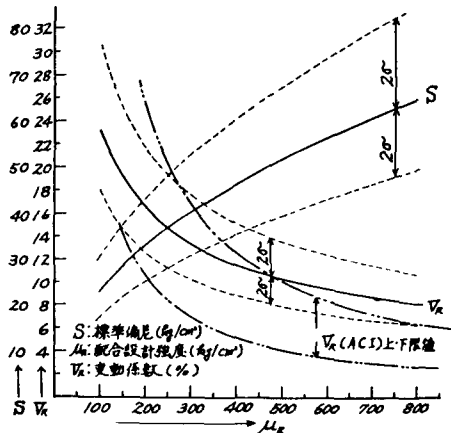


図-3  $\mu_R \sim S, V_R$

は  $P_f = 10^{-3}$  ( $V_s = 30$ ), 一般およびダム用では  $P_f = 10^{-2}$  ( $V_s = 0$ ) を満足している。

6.  $y$  の下限値は図-4の図上では, eq (1), (2) の場合は設定できない。eq (3) の場合は設定可能である。

7.  $y$  の上限値は  $P_f$  および  $V_s$  の採り方によって設定可能である。

5.5 おわりに 標準偏差と配合設計強度の関係は, 図-3で見られるように  $\mu_R$  の下方では本邦の事例とACIでは大差はないが,  $\mu_R$  が大きくなるとその差はかなりなるものとなる。管理技術の進んだ昨今, 関係各位の検討を希望。本誌作成にあたり御計議御協力をいただいた京都大学, 岡田清教授に感謝します。