

前田建設 技研 正 山田一守

電力中央研究所 正 青柳征夫

前田建設 技研 正 内田 明

1. まえがき

原子力発電所の鉄筋コンクリート格納容器の面外せん断力の算定には、鉄筋コンクリートのひびわれを介するせん断力の伝達機構について、解明を進めることが肝要である。著者らはすでに、いわゆる *push-off* 型試験体の一面せん断試験にもとずき、最大せん断耐力時のひびわれ中が、せん断鉄筋比、コンクリートの強度に関係なくほぼ一定となることを報告した。⁽¹⁾ 本研究は、この実験的に得られた仮説をもとに、鉄筋コンクリートのせん断伝達耐力の実用的な算定方法について検討したものである。

2. 実験概要

実験に使用した試験体は、図-1に示す如く間接一面せん断試験体である。試験体は、せん断補強筋が試験中にどのようなひずみ分布を示すかを調べるのが目的であるため、従来の *push-off* 型の他に鉄筋の埋込長さを十分長くしとるような型とした。鉄筋のひずみ分布を調べるために鉄筋に巾4mm深さ3mmの溝を対称に切りワイヤーストレンゲージを5cmピッチに貼付した。せん断面には、初期ひびわれが約0.1mmとなるように試験前にあらかじめひびわれを入れておいた。使用材料は、粗骨材が最大寸法20mmの碎石であり細骨材は川砂である。セメントは早強ポルトランドセメントを用いた。コンクリートの強度は試験時で40 kg/cm²であり同時に圧裂引張強度、弾性係数等を測定した。

図-1. 供試体

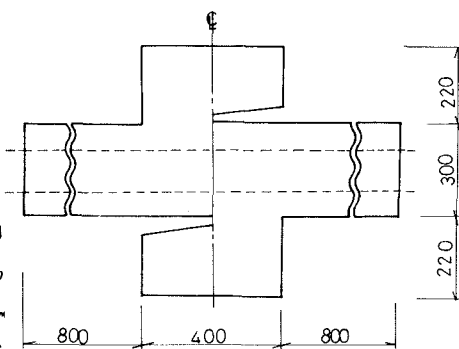
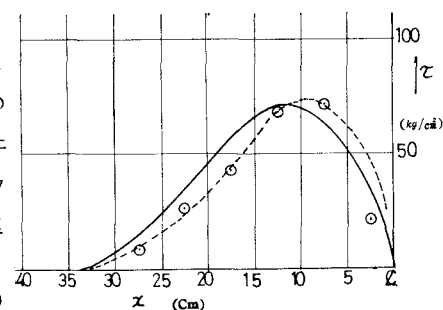


図-2. 付着応力分布



3. 試験結果及び考察

鉄筋ひずみの実測値より求めた鉄筋の付着応力分布は、図-2に示すように三次曲線で近似することができる。せん断破壊時のひびわれ中が一定であるとして、せん断伝達耐力を以下の方法により算定した。すなわち、鉄筋の定着長さを f (cm)、鉄筋とコンクリートの最大付着応力を τ_{max} とし α の位置における鉄筋の応力を求めると次式となる。

$$\sigma_{sx} = \frac{9 U_s \alpha^3 \tau_{max}}{16 A_s f^3} (4f - 3\alpha) \quad \text{----- (1)}$$

A_s : 鉄筋1本当りの断面積(cm²)

U_s : 鉄筋1本当りの周長(cm)

力のつりあい条件よりコンクリートの応力は

$$\sigma_{cx} \cdot A_c + \sigma_{sx} \cdot A_s = 0 \quad \text{より} \quad \sigma_{cx} = - \frac{A_s}{A_c} \sigma_{sx}$$

したがって鉄筋 N 本の場合の σ_{cx} は (2) 式のとおりとなる。

$$\sigma_{cx} = - \frac{N A_s}{A_c} \sigma_{sx} = - \frac{9 N U_s \alpha^3 \tau_{max}}{16 A_c f^3} (4f - 3\alpha) \quad \text{----- (2)}$$

ひびわれ中 σ (cm) は次式により求める

$$\delta = 2 \int_0^f \left(\frac{\sigma_s}{E_s} - \frac{\sigma_c}{E_c} \right) d\alpha = \frac{9 U_s \tau_{max} f^2}{20 E_s A_s} + \frac{9 N U_s \tau_{max} f^2}{20 E_c A_c} = \frac{9 U_s \tau_{max}}{20 E_s A_s} (1 + n p) f^2 \quad \text{----- (3)}$$

$$\therefore f = \sqrt{\frac{20 \delta E_s A_s}{9 U_s \tau_{\max}(1+\eta \mu)}} \quad \text{----- (4)}$$

(1)式で $\alpha=f$ とおくことによりせん断面の応力 σ_s が求まる

$$\sigma_s = \frac{9 U_s f \tau_{\max}}{16 A_s} \quad \text{----- (5)}$$

以上により破壊時の $\tau_{\max} \cdot \delta$ の値を仮定すれば、(4)と(5)式によりせん断面の応力が求まり、せん断摩擦理論より破壊荷重を求めることができる。すなわち $P_u = \mu T$ ----- (6)

ただし μ は摩擦係数であり T は全鉄筋の合力である。

図-3. μ の計算値

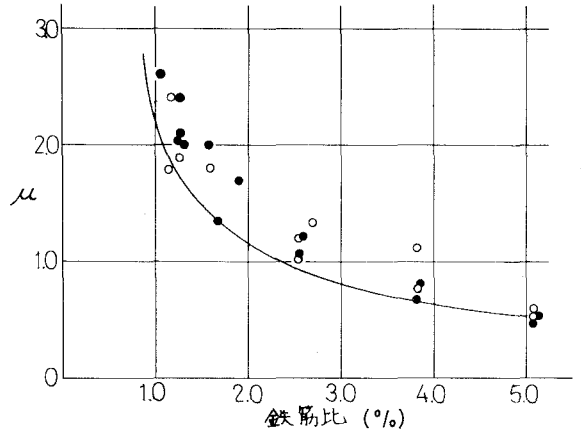
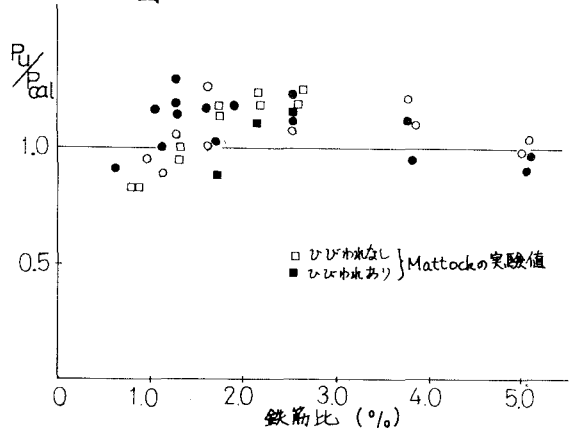


図-4. 計算値と実験値の比較



参考文献

- (1) 山田・青柳 鉄筋コンクリートのせん断伝達機構について 33回 土木学会年次学術講演会資料
- (2) Dulaaska Dowel action of reinforcement crossing cracks in concrete. ACI 1972. 12
- (3) Mattock Shear transfer in reinforced concrete ACI 1969. 2