

前田建設技術研究所	正会員	山田一宇
電力中央研究所	正会員	青柳征夫
前田建設技術研究所	正会員	内田 明

### 1 まえがき

原子力発電所の鉄筋コンクリート造格納容器が事故時内圧と地震力を同時に受ける場合のシェル要素の面内力に対する応力に関しては、Duchon<sup>(1)</sup>やBaumann<sup>(2)</sup>らの算定式の提案がある。しかし、これらの算定式も变形を算定する際に必要であるひびわれ面でのせん断剛性の取り扱いが必ずしも実際に即したものではなく、また実験的は確証もなされていない。

著者らはすでに網状配筋された板の実験にもとづき、いくつかの制限条件を考慮すれば、降伏耐力に基づく鉄筋コンクリートシェル要素の直交配筋の算定式として、全補強の実用性が十分であることを報告した。本報告はこれらの実験と直交配筋されたpush-off実験の結果との対比からひびわれ面での各荷重時のせん断剛性を評価し、算定式の合理化に資することを目的としたものである。

### 2 実験概要

実験に用いたpush-off試験体を図-1に示す。平板実験においてひびわれ発生後の状態を再現するため、せん断面に鉛直引張力  $N_x$  を作用させ、直交鉄筋網を鉄筋比を変化させて配筋した。実験はまず  $N_x$  によりあらかじめ決められたひびわれ巾  $0.1mm, 0.2mm, 0.3mm$  に近い値に保ち、この  $N_x$  を一定に保ちながらせん断力  $V$  を作用させた。

平板モデル実験は参考文献(4)に示すうな6体の直交配筋された試験体であり、一軸及び二軸方向に引張載荷したNo.24を除き、各方向鉄筋比は1.183%と一定にした。また主力ヒズ鉄筋の偏角は22.5°であり、No.21では45°とした。 $\gamma$ 鉄筋方向とひびわれ方向の角度の測定は、実験終了後板を鉛直に立て、写真撮影後引伸ばしを行はずの図上で測定した。

### 3 実験結果の概要

直交鉄筋をもつpush-off試験の荷重すべり曲線を、各々のひびわれ巾毎に示せば図-2のとおりである。この実験では作用せん断応力が20%以下と小さいため、この範囲での増加は顕著ではなかった。

平板実験におけるひびわれ方向を、最大荷重の割合で示せば図-3のとおりである。図-3(a)及び(b)は参考文献(3)の実験結果によるものであり、このときの鉄筋比は各方向ヒズも0.7/33%であった。また(c)は $\alpha=22.5^\circ$ であり、(d)は $30^\circ$ である。図-3(d)は参考文献(4)の結果であり、同図中○印はX方向鉄筋比ヒズ方向鉄筋比が2:1の場合である。図-3(d)は $\alpha=45^\circ$ の場合であり、理論上ひびわれ面にせん断力が作用しないものである。図-4は平板及びpush-off試験結果からの平均せん断応力ヒズべりの関係であり、剩点上の数字は初

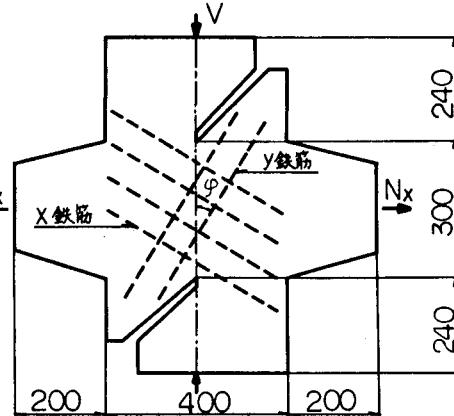


図-1 直交配筋されたpush-off試験体

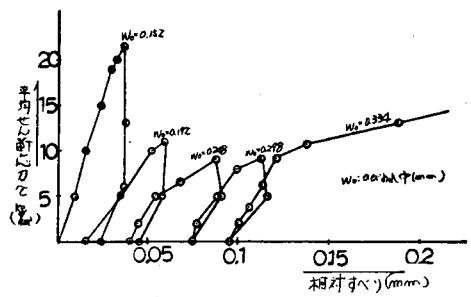


図-2 直交配筋されたpush-off試験体の荷重-すべり曲線

期ひびわれ巾を示している。また同図中の実線等で結ばれているものはLaibleとLoeberのひびわれ巾を一定にした実験結果である。

#### 4 実験結果の検討

平板実験からのひびわれ方向の測定値にはかなりのバラツキがあるが、平均値を比較すると $\alpha$ が $22.5^\circ$ と $30^\circ$ の場合にひびわれ方向角に $7.5^\circ$ の差があり、 $\alpha$ の値によりひびわれ方向が明らかに変化することがわかる。また $\alpha$ が $22.5^\circ$ の場合でも鉄筋比の違いによりひびわれ方向が大きく変化し、ひびわれ面でのせん断伝達が重要な役割を果していることがわかる。

図-3(c)の結果に基づき、ひびわれ方向が $\pm$ 鉄筋より $35.7^\circ$ の方向にあるものとしてひびわれ面の面積を求め、測定された $X$ 方向鉄筋力ヒサ方向鉄筋力の分力のひびわれ方向の成分より、ひびわれ面に作用する平均せん断応力を求めた。

図-4より、ひびわれ面に作用するせん断応力が $20\text{kg/cm}^2$ 以下と小さい場合にひびわれ面を拘束している鉄筋比にほぼ比例する傾向にあることがわかる。同図中X印はひびわれ面に直角に配筋されたpush-off試験の結果であるが、せん断応力が小さい範囲ではタボ効果が大きくほとんどのすべりを表している。また直交配筋されたpush-off試験体では、 $X$ 方向鉄筋ヒサ方向鉄筋も文献(7)に示されているタボ作用が有効となる角度の範囲外のため、せん断応力が小さい範囲内でもすべりが顕著に測定されているものと思われる。

以上の結果を用いてひびわれ面でのすべり变形を求めるための、せん断弾性係数を計算すると図-1のとおりとなる。この計算式中の $a_m$ 即ち平板の平均ひびわれ間隔は、実験結果より $15\text{cm}$ とした。

図-5より、ひびわれ面でのせん断弾性係数は若干のバラツキはあるが、ひびわれ巾の $\alpha$ の関数として表すことができる。

これらの関係を次式で表わすものとする。

$$EV = \frac{450}{W_0} \quad EV: \text{せん断弾性係数} (\text{kg/cm}^2)$$

$$W_0: \text{ひびわれ巾} (\text{cm})$$

この式を用いてNo.23試験体のすべり变形を実測値と比較すれば図-6のようになり、鉄筋の降伏以内では比較的良い推定値が得られる。

#### 参考文献

- (1) Duchon; ACI. Sept. 1972 (2) Baumann; Deutscher Ausschuss Für Stahlbeton. 1972
- (3) 青柳・山田; 二方向曲内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の配筋方法に関する研究. 第一回コンクリート工学会年次講演会 (4) 筱田・青柳・山田; 直交配筋された……第35回年次講演会 (5) Laible; 学位論文 (6) Loeber; ACI. SP42-1 (7) 内田・山田; 渡部; 斜交鉄筋……第33回年次講演会

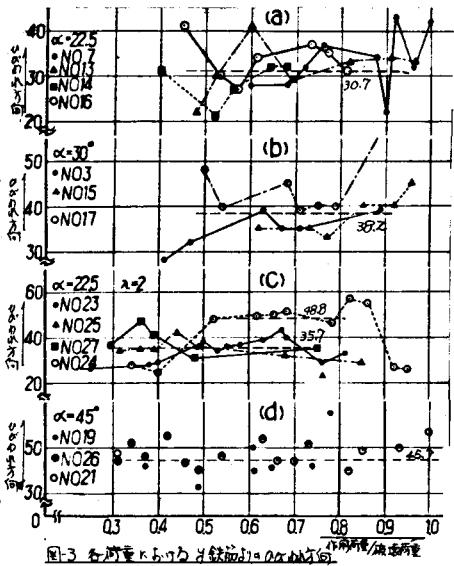


図-3 各角度におけるせん断応力とせん断力

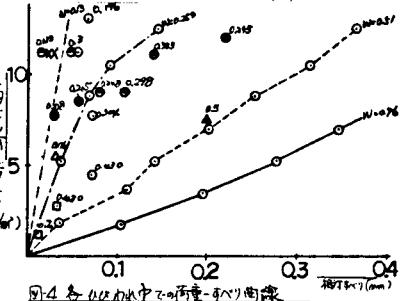


図-4 ひびわれ面での荷重-すべり曲線

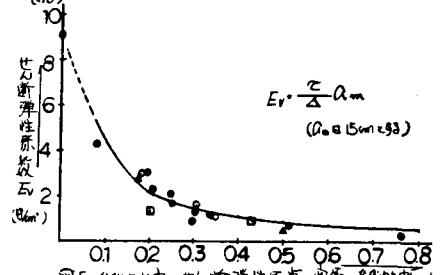


図-5 ひびわれ面でのせん断弾性係数

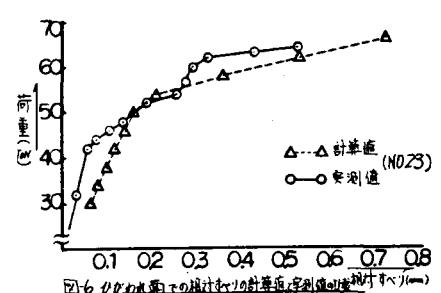


図-6 ひびわれ面でのせん断弾性係数