

前田建設技術研究所 正会員 篠田 佳男
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 山田 一字

1. ま え が き

コンクリート製格納容器 (CCV) の円筒シェル部は、冷却材喪失事故時に発生する内圧と地震力を同時に受ける場合に作用する面内力に対する安全性についても検討を行うことが要求されている。

前報¹⁾で鉄筋コンクリートシェル要素の応力・変形解析を精度よく行なうための第一の要件は、ひびわれ方向を適切に与えることであることを述べた。そこで、本報告では、著者らの実施した平板シェル要素の二方向面内力載荷実験におけるひびわれ方向を詳細に統計的に調査し、ひびわれ方向を実験的に定義する方法を提案するものである。さらに、前報¹⁾の解析方法にこのひびわれ方向を適用し、実験結果との比較を行なった。

2. ひびわれの調査結果

写真-1は、平板実験でのひびわれ状況の一例を示すものである。ひびわれは一定方向のみに発生するのではなく、方向にかなりのばらつきをもって発生していることがわかる。このため、解析において支配的となるひびわれを統計的な方法で評価するのが合理的であると考えられる。

図-1(a),(b)のヒストグラムは主力と x 方向鉄筋との角度 $\alpha = 22.5^\circ$ で主力比 $K = 0$ と $K = 0.5$ に対して実験で得られたひびわれの方向とそのひびわれの全長との関係を初期ひびわれ発生後鉄筋の降伏し始める荷重までに発生したひびわれについて示したものである。

$K = 0$ では、初期ひびわれは $\varphi = \alpha$ の方向に発生するが、それ以降の荷重でも $\varphi = \alpha$ 方向のひびわれが多く、全体に対する割合が約30%であった。このひびわれ方向に比べ、Baumann²⁾の仮定しているひびわれ面にHが発生しない φ 方向のひびわれは12%と全ひびわれに対する割合が少ないようである。 $K = 0$ でのひびわれの発生状況は、異なった α をもつ試験体でも同様に $\varphi = \alpha$ 方向のひびわれが最も多く、これらの結果から、支配的なひびわれの方向を $K = 0$ では $\varphi = \alpha$ と定めることができる。

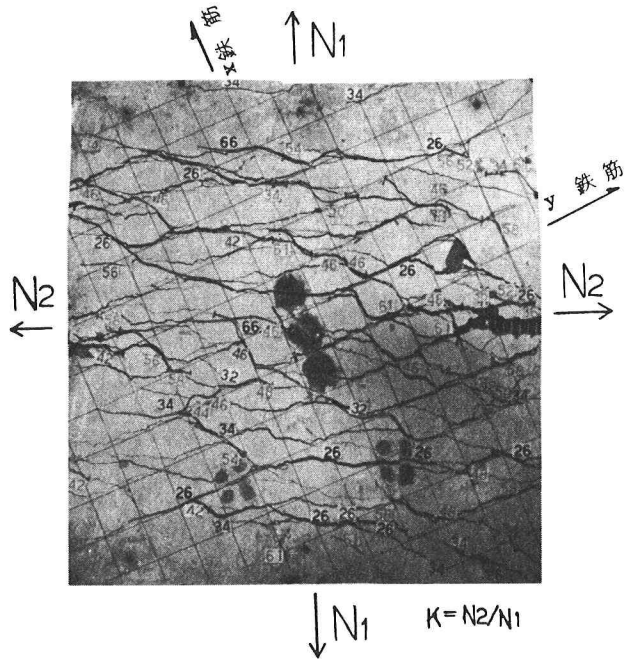
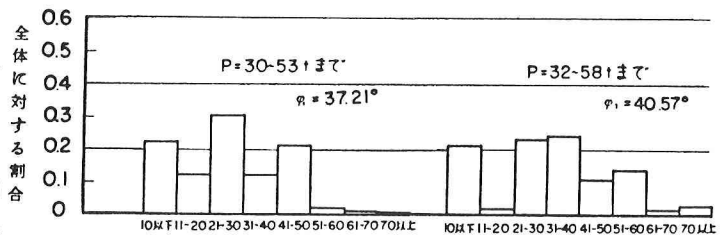


写真-1 試験体のひびわれ状況 ($\alpha = 22.5^\circ, K = 0.5, p = 1.183\%$)



(a) $\alpha = 22.5^\circ, K = 0, P = 1.183\%$ (b) $\alpha = 22.5^\circ, K = 0.5, P = 1.183\%$

図-1 試験体のひびわれ発生状況

$K = 0.5$ でも、初期ひびわれは $K = 0$ とほぼ同様に $\varphi = \alpha$ 方向に多く発生するが、その後は図-1 (b)に示すように $\varphi = \alpha$ よりも大きな角度となる。しかし φ_1 よりはかなり小さいようである。

$K = 1.0$ の場合、すべての方向で等応力となるため、ひびわれはコンクリートの断面欠損を生ずる

鉄筋方向に沿って発生する。図-2は x 方向鉄筋力 Z_x と y 方向鉄筋力 Z_y の計算値¹⁾を主力 N_1 で無次元化し、 φ に対してプロットしたものである。この図に示すように、鉄筋に沿って発生したひびわれ面での計算値は $\varphi = 45^\circ$ として計算したものと等価である。それゆえ、 $K = 1.0$ での支配的なひびわれの方向を 45° と仮定する。

支配的なひびわれ方向を、ひびわれ発生状況の結果より、 $K = 0$ で $\varphi = \alpha$ 、 $K = 1.0$ で $\varphi = 45^\circ$ とし、その間を直線で補間し図-3のように定める。

3. 実験結果との比較

図-4, 5は x 方向鉄筋と y 方向鉄筋の作用力の実測値と既往の提案式および著者らの提案式¹⁾($K = 0$ の場合 $\varphi = \alpha$ 、 $K = 0.5$ の場合 $\varphi = 33.8^\circ$ で計算)による計算値とを比較し示したものである。これらの図に示すように、 x 方向鉄筋はいずれの提案式を使用しても実験値と良い一致を示している。しかし、 y 方向鉄筋については著者らの提案式と実験値が良く一致しているのに比べ、他の算定式は $K = 0$ の場合実験値と相違が大きい。このことは、本実験の範囲内においては、ここで提案したひびわれ方向を適用するのが妥当であることを示すといえよう。

参考文献 (1)内田ら、面内力を受ける直交配筋されたコンクリート平板シェル要素の応力・変形解析、36回年次講演会 (2)Baumann, T.: Tragwirkung Orthogonaler Bewehrungsnetze Beliebiger Richtung in Flachentragwerken aus stahlbeton. Berlin 1972.

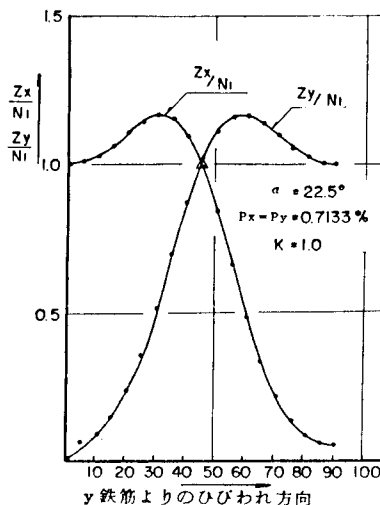


図-2 $K = 1.0$ の試験体での任意のひびわれ面における Z_x/N_1 、 Z_y/N_1 の値

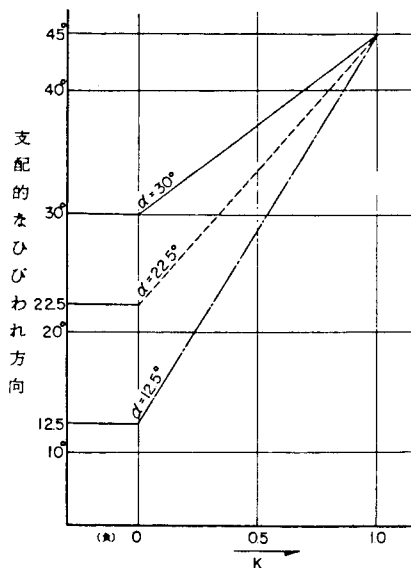


図-3 支配的なひびわれ方向と k の関係

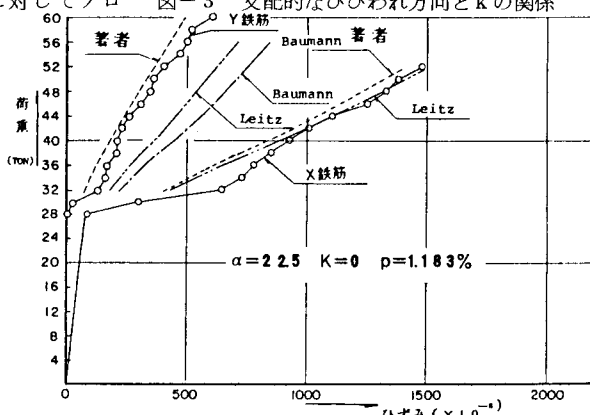


図-4 荷重と平均ひずみの関係

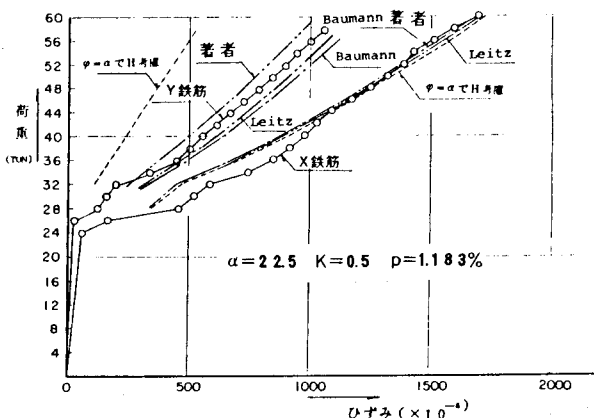


図-5 荷重と平均ひずみの関係