

北海道大学 正員 堀 秀司

〃 〃 角田 与史雄

〃 〃 能町 純雄

1. まえがき

RCスラブにおいて、主曲げモーメントの方向と鉄筋の方向とが異なる場合、鉄筋の方向性によってそれらが一致する場合と異なった変形と生ずるが、その際、鉄筋方向が主曲げモーメント方向の対称軸とばかりは限り、仮えそれが一方同曲げであっても、ひびわれが主曲げモーメントに垂直に生じないであろうことは容易に想像できるし、このことはこれまでの実験結果によっても確認されている。しかしながら同時に、実験結果によって得られたひびわれを、定性的にはともかく、あるひびわれ方向角として定量的に捉えることは難しいということも認められる。これより、鉄筋の方向性を考慮したRCシャイブあるいはスラブについて、断面力算定を主目的とした多くの研究がなされてきた（例えば、Leitz, Scholz, Kuyt, Lusa, Peter, Ebner, Baumann など）。この中、Peter および Ebner、更に Lenschow は主引張部に垂直方向のひびわれを仮定した。これに対し、Baumann はRC シャイブについてひびわれ方向角を未知量として導入し、つり合い条件およびひずみエネルギー最小の条件より各断面力と、またひびわれ断面位置とせん断力との関係によりひびわれ方向角を求める式を提案している。そしてRCスラブへの適用に際しては、圧縮部と引張部の2枚のシャイブを重ね合わせている。しかしRCスラブでは、シャイブのように自由に變形することかできないので、Baumann が行ったようにシャイブによって得られたひびわれ方向角を直接スラブに適用するには無理があるし、あくまでこのひびわれ方向角は一つの仮定によって得られたものであることに注意したい。

このように、RCスラブにおいて主曲げモーメントと鉄筋の方向が異なる場合の実際のひびわれ発生方向に関する力学的条件を挿入することは、その複雑なひびわれ形成から非常に困難を伴う。従って、本報告は、これらの煩雑さを避けるためにひびわれ方向角を既知量として扱い、ひびわれ方向角のRCスラブの断面変形に対する影響について調べ、この種の問題を扱う際の一資料を得ることを、その目的とした。

2. 仮定

図1に示す主曲げモーメント M_I, M_{II} ($M_I > M_{II}$) を受けるRCスラブ要素の断面変形の解析に対して以下の仮定をおいた。(1) 鉄筋の軸方向応力に対する局部的変形の影響を無視する (2) RCスラブ断面の引張部に、 M_I 方向と α_1 (鉄筋比 ρ_1) なる角度を有する鉄筋群と、その方向と直交する鉄筋群 (鉄筋比 ρ_2) のみが存在し、各鉄筋群が同じ高さにあるとする (理論上は任意の位置に任意の数の鉄筋群が存在する場合に拡張できるが、その取り扱いが煩雑とされる) (3) RCスラブ断面のひずみは直線的に変化し、応力分布は、ひびわれ方向 (η) に対しては状態Ⅰ、それと直交する方向 (ξ) に対しては状態Ⅱとする (4) ひびわれ方向角 ϕ は既知とする (5) コンクリート引張部のせん断に対する抵抗、およびコンクリート圧縮部のポアソン比の影響は無視する。これらの仮定に基づいて得られた結果は数値の割合上割愛するが、詳しくは参考文献 (1) を参照されたい。

3. 数値計算例

ひびわれ方向角の変形に対する影響を調べるために若干の数値計算を行った。図2は、一方同曲げ ($\beta=0$)、 $\rho_1=\rho_2=1\%$ 、 $\phi/\eta=0.35$ 、 $d/\eta=0.85$ 場合のRCスラブ要素の、作用主曲げモーメント M_I 方向の

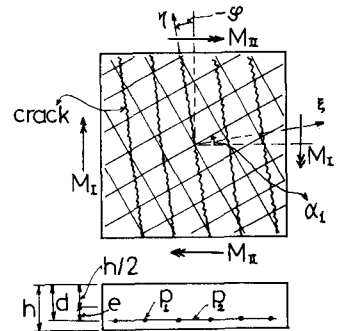


図1

鉄筋位置におけるひずみ ϵ 、ひびわれ方向角を横座標にとり、鉄筋方向角 α_1 をパラメータとして示したものである。図.3は、 $\rho_1=1\%$ 、 $\rho_2=0.5\%$ の場合である。二方向の鉄筋比が等しい場合、 $\alpha_1=0^\circ$ および 45° で配筋されたRCスラブ断面では、作用主曲げモーメント方向に対して鉄筋が対称と仮定するので、 $\varphi=0^\circ$ と仮定するが、それらが果たせる場合、 $\alpha_1=0^\circ$ では同じであるが、 $\alpha_1=45^\circ$ では $\varphi=0^\circ$ とは異なる。図中には参考のためBaumannの提案式によるひびわれ方向角 β も示してある。図.2,3から、 α_1 が $0^\circ, 45^\circ$ に近い角度ではひびわれ方向角の変形に対する影響はあまり見られにくいことが分る。これに対し、 α_1 がこれらの中間の角度の場合、Baumannのひびわれ方向角が実際の値を示すと仮定する限り、ひびわれ方向角の影響は大きいものとなる。

しかしながら、Baumannの論文中の実験結果と計算値との比較図を見ると、実験結果のひびわれ方向角より計算によるもののほうが大きく出る傾向を示している。また両者が同じ方向を示すと思われる結果についても、外側のひびわれ方向と垂直に生じた多くのひびわれが存在している。これらのひびわれは剛性の低下に寄与するところがあると思われる。従って、RCスラブの変形に対して、その剛性低下に関連する平均的なひびわれ方向角は、より小さいものとなるであろうと予想できることに注目したい。

図.4,5は、それぞれ、 $\rho_1=\rho_2=1\%$ 、 $\rho_1=1\%$ 、 $\rho_2=0.5\%$ の場合の、主曲げモーメントの比($\beta=M_2/M_1$)の変形に対する影響を調べたものである。これらの図は、 β の増加と共に M_1 方向の変形が小さくなることを示している。

本解析方法は、鉄筋の細モデル化によって鉄筋のせん断補強効果としての特性を考慮すると共に、大きな方の主曲げモーメント M_1 によるひびわれのみを仮定した。 $\alpha_1=45^\circ$ 、 $\beta=0.25$ の場合の実験結果が、このひびわれに関する仮定の妥当性を示した⁽²⁾。しかしながら、 α_1 が小さくなるにつれて、この仮定は徐々に実際の挙動と離れていくであろう。この点に関する検討は、別の機会に譲る。

(参考文献) (1) 堀,他:土木学会北海道支部論文報告集, 第34号 p.456 (2) 能町,他:電機年報XXX, 昭51 (3) TR. Baumann: DAFStb, Heft 217, 1972 (4) Rolf Lenschow: Dissertation, Univ of Illinois, 1966

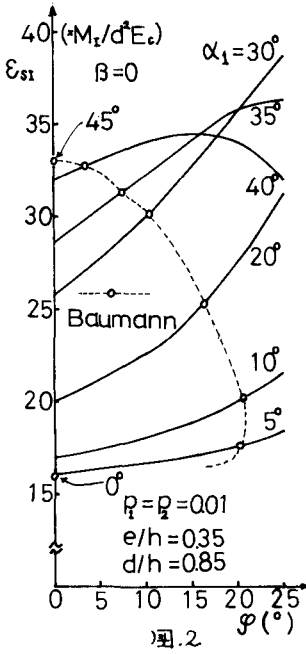


図.2

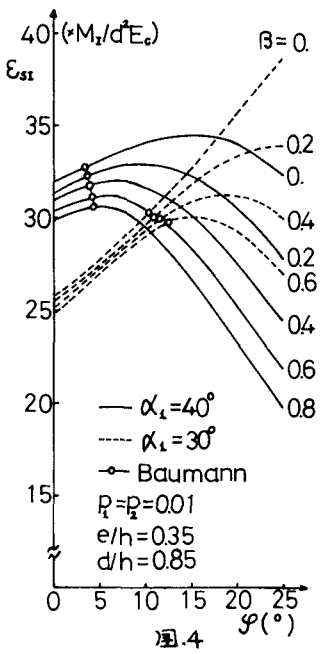


図.4

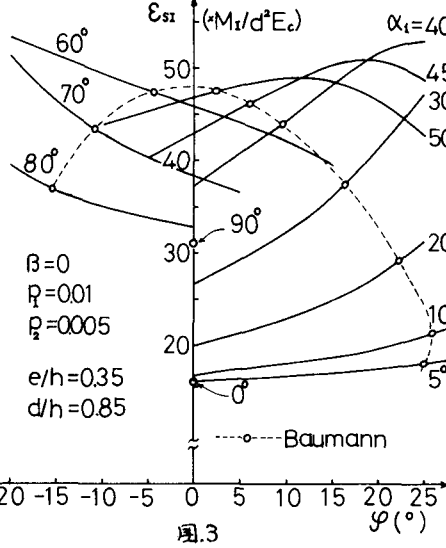


図.3

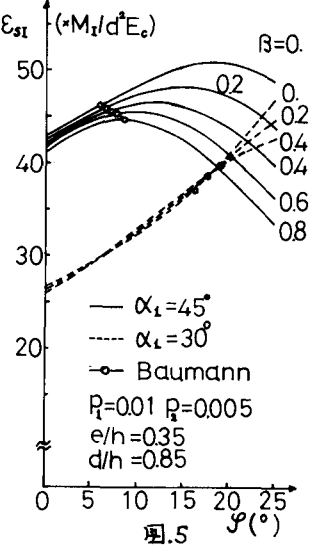


図.5