

鹿島建設技術研究所 正員 新 川 隆 夫
正員 秋 山 暉

1. はじめに

従来、スラブのせん断耐力に関する研究として、いわゆる押抜きせん断の例は多いが、鉄筋コンクリート (RC) 製タンクの底版のような円形スラブのせん断については研究例がほとんどなく明らかでない。一方、はりのせん断耐力についてはせん断スパン有効高さ比 a/d が重要な要因になることが認められている。そこで本研究では、せん断スパン比の考え方を円形スラブの場合について、リング状の線荷重載荷の実験によって調べ、せん断耐力算定方法を検討した。

2. せん断スパン比と実験概要

せん断スパン比 a/d によってせん断耐力が変化する理由については (1) 部材腹部に圧縮応力が生じるためとする説 (Ferguson ら)。(2) 主引張応力が曲げモーメント M 、せん断力 S を用いた $M/s \cdot d = a/d$ の関数となるためとする説 (I. M. Viest ら) があり、この他に、最大モーメント M_{max} 、最大せん断力 S_{max} を用い、 $M_{max}/S_{max} \cdot d = a/d$ とする考え方もある (Kani ら)。以上のせん断スパン比の考え方は、二点載荷の単純ばりの場合、 $a/d = M/s \cdot d = M_{max}/S_{max} \cdot d$ となるため共通な a/d に集約されるが、円形スラブではこの関係が必ずしも成立しない。そこで周辺をリング状に単純支持した円形スラブ試験体にリング状線荷重の載荷半径を変えながら載荷し、 a/d および $M/s \cdot d$ (あるいは $M_{max}/S_{max} \cdot d$) のせん断耐力に及ぼす影響を調べた。

実験に用いた試験体の代表例を図-1に、また対象とした要因とその範囲を表-1に示す。試験体の総数は24体で、使用したコンクリートは、骨材最大粒径 10 mm 、試験時圧縮強度は、 $221 \sim 251\text{ kg/cm}^2$ であった。

3. 実験結果

ひびわれはまず引張側表面に放射状に生じ、その後円周方向に広がった。試験終了後には、試験体を切断し、ひびわれ発生状況を調べた。その一例を図-2に示す (曲げひびわれA、斜ひびわれB、鉄筋に添うひびわれC) が、斜ひびわれBの角度は約 45° であった。またデータ整理に用いた a/d 、および $M/s \cdot d$ 、公称せん断強度 τ_u 、

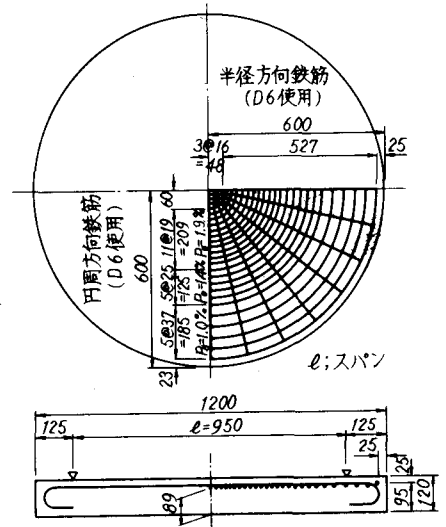


図-1 試験体の形状・配筋例

表-1 実験に用いたパラメータとその範囲

せん断スパン有効高さ比 a/d	1.0 ~ 6.78
モーメントせん断力有効高さ比 $M/s \cdot d$	0.79 ~ 3.38
有効高さ d (cm)	4.0 ~ 9.5
半径方向の鉄筋比 P_r (%)	0.3 ~ 4.0
円周方向の鉄筋比 P_θ (%)	中央部1.9%, 外周部10% (全試験体共通)

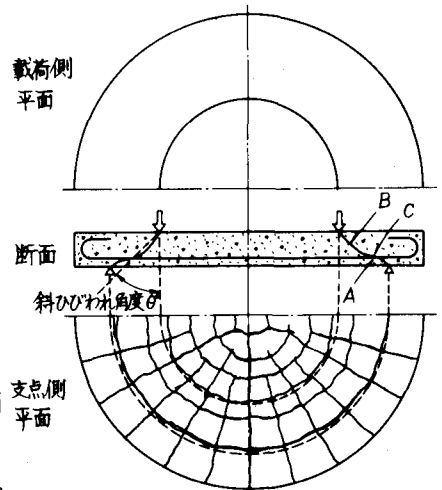


図-2 破壊状況模式図

半径方向鉄筋比 P_r は図-3に示す断面で定めることとした。

τ_u に及ぼす a/d の影響(図-4)についてみると、 $a/d < 2$ の範囲では a/d が大きい程 τ_u が減少したが、 $a/d > 2$ では、はりと異り $d = 9.5\text{cm}$ 、 $d = 6.3\text{cm}$ の試験体については τ_u が再び増大する傾向がみられた。

一方実験結果を $M/s \cdot d$ で整理(図-5)すると、すべての領域で $M/s \cdot d$ の増加に伴って τ_u が単調に減少し、はりの場合と同様の傾向が得られた。従ってスラブの場合のせん断スパン比は a/d よりも $M/s \cdot d$ とする方法が有効である。また半径方向の鉄筋比 P_r を増すと τ_u も増加する(図-6)。しかし有効高さ d の τ_u に及ぼす影響については取り扱った範囲が小さいために明瞭な傾向が得られなかった(図-7)。

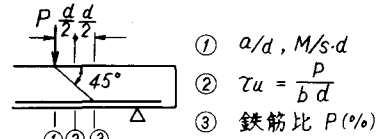


図-3 パラメータ設定断面

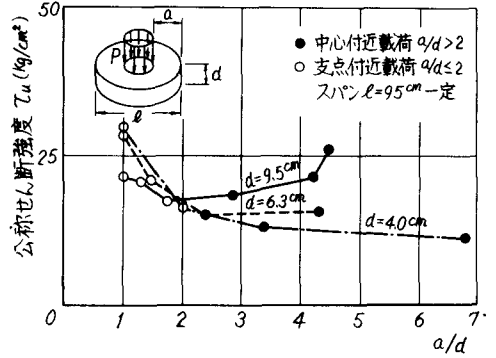


図-4 公称せん断強度 τ_u と a/d の関係

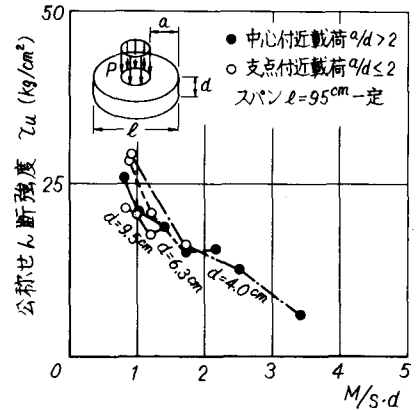


図-5 公称せん断強度 τ_u と $M/s \cdot d$ の関係

4. 円形スラブのせん断耐力算定式

次に既往のはりの実験結果に基づく土木学会コンクリート構造の限界状態設計法試案(解7.1.1)式を、 $a/d = M/s \cdot d$ として準用し、せん断破壊耐力を計算して実験値と対比したところ、 $M/s \cdot d < \text{約} 3$ の範囲で(実験値)/(計算値)の平均値は1.10、変動係数は13.0%となり、ほぼ対応することが分った。

5. ま と め

円周方向の鉄筋比が中央部1.9%、外周部1.0%で、有効高さ d が4.0~9.5 cmの範囲にある円形スラブのせん断耐力はせん断スパン比 a/d よりもむしろ $M/s \cdot d$ で整理でき、 a/d のかわりに $M/s \cdot d$ を代入することにより、土木学会コンクリート構造の限界状態設計法試案に示された(解7.1.1)はりに関する式で近似できることが分った。

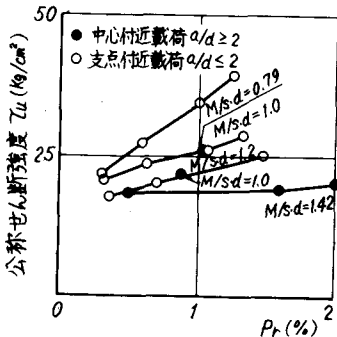


図-6 半径方向鉄筋比 P_r の効果

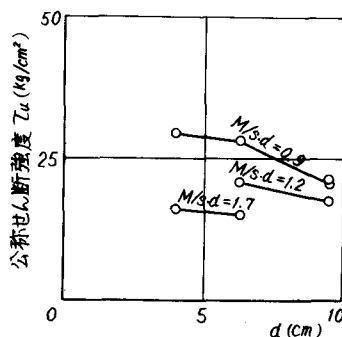


図-7 有効高さ d の効果

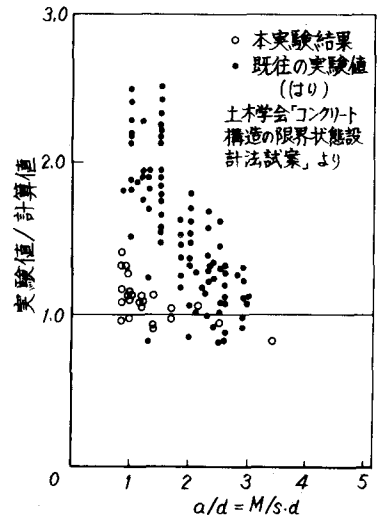


図-8 実験値と計算値の比較