

ケーソン基礎頂版の耐力に関する解析的研究

東北大学工学部 学生会員 石川哲哉

東北大学工学部 正会員 藤原稔

建設省土木研究所 正会員 中野正則

（株）大林組 正会員 増井直樹

1. まえがき

現在、ケーソン基礎の頂版は部材として必要な厚さを確保するとともに、剛体として取り扱える厚さを有するように設計されており、断面の大きな部材となっている。このような頂版部材はせん断スパン比が小さく厚みのあるスラブ（ディープスラブ）という特徴があるが、現行の設計法では計算の簡便な梁部材（ディープビーム）と同様に扱っており、スラブの持つ2方向性が設計に反映されていないのが現状である。そこで本研究では、建設省土木研究所で行われた静的荷重実験における供試体と荷重状態を対象として弾性FEM解析を行って供試体の内部応力状態を把握するとともに、せん断耐荷機構をモデル化してせん断耐力を求め、実験との比較を行った。

2. 解析の対象とした供試体と荷重状態

解析の対象とした供試体諸元を表1に示す。実験では、版中央に設置した鋼製荷重版を介して荷重したため、解析の対象とした荷重状態はこの範囲に作用する等分布荷重である。なお、ヤング係数およびポアソン比は材料実験により求めた。

表 1 供試体諸元

解析モデル	CASE 1	CASE 2	CASE 3
せん断スパン a_v (cm)	10.0	30.0	30.0
有効高さ d (cm)	20.0	30.0	15.0
せん断スパン比 a_v/d	0.5	1.0	2.0
版厚 h (cm)	25.0	35.0	20.0
スパン b (cm)	45.0	85.0	85.0
荷重幅 R (cm)	25.0	25.0	25.0
支承幅 r (cm)	5.0	5.0	5.0
ヤング係数 (kgf/cm^2)	236000	225000	241000
ポアソン比	0.209	0.216	0.217

3. 弾性FEM解析による応力状態の把握

解析モデルは、材質がすべてコンクリートの線形等方性材料である8節点三次元立体要素とし、鉄筋は考慮しなかった。また、図1に示すように、供試体の軸対称性を考慮して1/4モデルを用いた。

図2はCASE1($a_v/d=0.5$)の供試体の図1における第4面の荷重10tfに対する主応力状態を表している。ただし、圧縮主応力を線で、引張主応力を矢印で表している。

図2によると、圧縮主応力は、荷重版の前面から支承に向かって直線的に流れているのが分かる。すなわち、荷重版を通じて荷重した場合は、荷重版の前面に沿って荷重した場合と似た状況となり、圧縮ストラットが荷重版の前面から支承に向かって形成される。

一方、引張主応力は底面の広い範囲に分布しており、ひび割れ後には、引張鉄筋がこの部分の引張力を負担するものと考えられる。

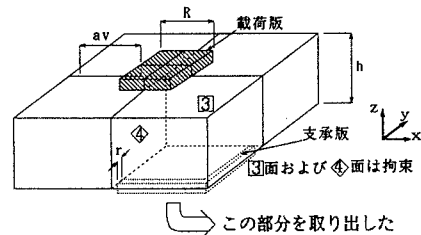


図 1 解析モデル

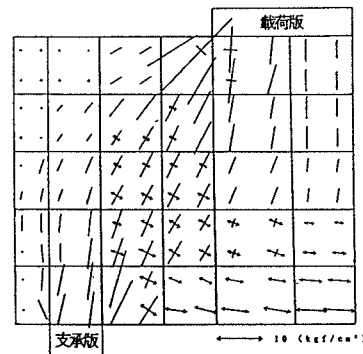


図 2 主応力図

4. モデル化によるせん断耐力の推定

(1) モデル化

図3は、図2の主応力図をもとにして、二羽の研究¹⁾と同様に、解析の対象とした供試体を立体的なタイドアーチ的にモデル化したものである。

このモデルにおいて、せん断スパン中心部でのストラットが圧縮主応力によって破壊する荷重 V_n は、次式によって算定される。

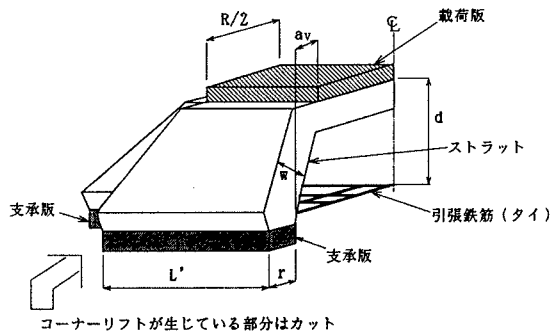


図3 せん断耐力機構モデル図

$$V_n = 3.4 f_c' (L' + R/2) \frac{d}{\sqrt{d^2 + (a_v + r/2)^2}} w \times 10^{-3} \quad (1)$$

ここに、 f_c' : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)、 L' : コーナーリフトの生じていない部分の長さ (cm) ただし、荷重の単位は tonf、それ以外は cm で

ある。

(2) ストラットの幅の算定

図4は、図2の圧縮主応力分布からストラットの幅 w の算定方法を示している。これは、圧縮主応力の合力と等価な等分布の圧縮主応力ブロックを考えたものである。よって、 w は次式で算定される。

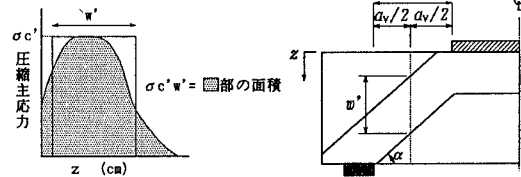


図4 ストラットの幅の算定

$$w = w' \cos \alpha \quad (2)$$

(3) 実験結果との比較

図5は、(1)および(2)式によって算定されたせん断耐力と実験によるせん断耐力を比較したものである。また、それぞれのケースの供試体は2体ずつあり、合計6体の供試体について比較した。図において、算定値と実験値は比較的近い値であるものの、算定値の方が実験値よりもやや大きいという結果になった。このことから、終局状態におけるストラットは、ひび割れの発生により変化すると思われる。これについては、弾塑性解析によって終局荷重付近でのストラットの幅を明確にする必要がある。

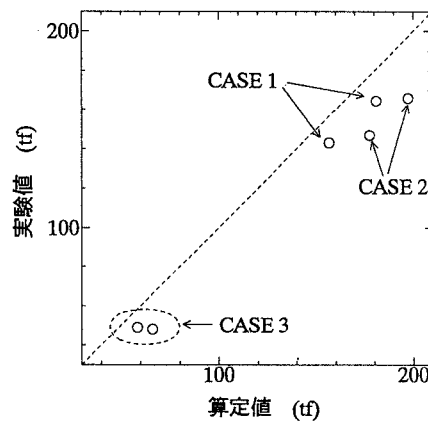


図5 実験値と算定値との比較

5. 結論

ストラットモデルによるせん断耐力は、実験結果よりもやや大きくせん断耐力を算定する結果となった。今後、弾塑性解析により終局荷重付近の主応力をつかむ必要がある。

参考文献

- 1) 二羽: FEM解析に基づくディープビームのせん断耐力算定式、第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集、日本コンクリート工学会 JCI-C5, 1987.10