

(I-26) ケーソン基礎頂版の模型載荷試験

建設省土木研究所 正会員 ○ 加藤 秀章
建設省土木研究所 正会員 中野 正則
建設省土木研究所 正会員 七澤 利明

1. まえがき

ケーソン基礎の頂版は、一般に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単なはり部材（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おらず、また、厚みのある版構造部材のせん断抵抗についても明確化されていないのが現状である。そこで、これらを考慮できるような合理的なケーソン頂版設計法の確立を目的として、頂版をモデル化した供試体の鉛直載荷実験を行い、この結果を用い、これまでに耐力算定式を提案した¹⁾。今回は実験供試体を3次元弾塑性FEMで解析することにより、特にせん断破壊挙動を確認し、提案した耐力算定式の理論的な妥当性について検討したので報告する。

2. 実験の概要

供試体はケーソン頂版をモデル化したものであり、せん断スパン比 $a/d=0.5, 1.0, 2.0$ の3種類（ a ：載荷板縁から支承線までの長さ、 d ：有効高さ）、主鉄筋比 $\rho_w=0.4, 0.8, 1.2\%$ の3種類で合計9体である。図-1に $a/d=1.0$ の場合の供試体形状を示す。

実験は静的単調載荷により行なった。表-1に実験時の最大荷重（ P_{max} ）および材料試験による圧縮強度（ f'_c ）を示す。破壊時には、多くの供試体で載荷板から支承前面に向かって斜めひび割れが確認され、耐力の低下も急激であり、せん断破壊的な挙動が確認された。なお、実験方法および結果の詳細については参考文献1)を参照されたい。

3. 解析方法

解析対象は表-1のCASE5とし、以下の条件で解析した。

- ・対称性を考慮し供試体の4分の1部分をモデル化し、コンクリートは8節点3次元立体要素、鉄筋は棒要素とした。
- ・コンクリートおよび鉄筋の物性値は材料試験結果を基に設定した。ただし、コンクリートの圧縮強度、引張強度はそれぞれ試験結果の85%、70%の値とした。
- ・コンクリートおよび鉄筋の降伏条件はそれぞれDrucker-PragerとVon Misesの条件を用いた。
- ・コンクリートの引張強度以降の応力-ひずみ関係は 2000μ のひずみで引張応力が0となるように直線的に低減した。
- ・ひび割れモデルは分布ひび割れモデルとし、ひび割れ発生後のせん断伝達率は0.1とした。
- ・コンクリートと鉄筋は完全付着とした。

4. 解析結果

解析および実験より得られた荷重-変位（載荷板上面の鉛直変位）関係の比較を図-2に示す。最大荷重はほぼ等しいが初期勾

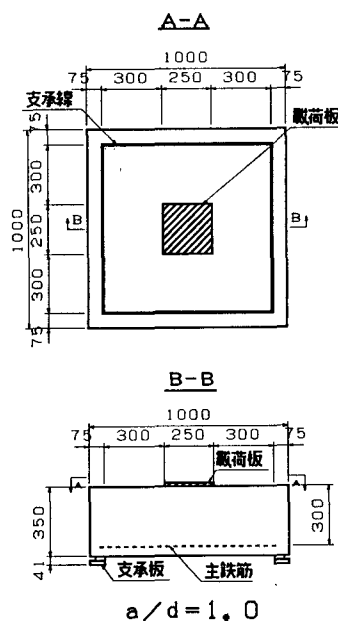


図-1 供試体形状

表-1 実験結果

CASE	a/d	$\rho_w(\%)$	$f'_c(\text{kgf/cm}^2)$	$P_{max}(t)$
1	0.5	0.4	294.2	106.3
2		0.8	244.9	143.5
3		1.2	282.7	164.6
4	1.0	0.4	284.3	124.2
5		0.8	244.3	146.8
6		1.2	271.8	166.0
7	2.0	0.4	260.5	45.3
8		0.8	226.6	49.0
9		1.2	256.8	48.2

配が大きく異なっている。実験では載荷板や支承板と供試体の間に、それぞれ石膏とテフロンシートを挿入したため、これらのなじみの影響が出たものと考えられる。

図-3は供試体中央部の主鉄筋のひずみと荷重の関係を表しているが、解析値と実験値がよく一致しているのがわかる。これ以外の各計測位置の鉄筋ひずみも比較的一致しており、このケースにおいては、先の条件による解析により実験時の内部応力状態を把握でき得ると考えられる。

図-4に載荷荷重100tf時の供試体中心断面における主応力図を示す。これより載荷板と支承前面を結ぶ形で圧縮ストラット（コンクリートの圧縮領域）が形成されているのがわかる。また、ストラットの中央部での引張応力が材料試験より設定した引張強度（ 15.6kgf/cm^2 ）に近い値となっており、この後斜めひび割れが発生すると予測される。このことより、このケースの供試体においては、提案したせん断耐力算定式¹⁾の基となった土木学会コンクリート標準示方書²⁾のディープビームのせん断耐力式（以下、ディープビーム式）の想定する引張鉄筋をタイ、圧縮ストラットをアーチリブとしたタイドアーチ的な挙動を示しており、アーチリブである圧縮ストラットの破壊によりせん断破壊に至ったと考えられる。

以上より、ディープビーム式をディープスラブの2方向性を考慮して拡張することで、ディープスラブのせん断耐力を推定でき得ると考えられる。

なお、各荷重段階の主応力図により推定される供試体の破壊挙動は以下の通りである。

- ①載荷荷重40tf時において底面の応力が引張強度に近づき、この後底面に曲げひび割れが生じた。
- ②載荷荷重100tf以降に圧縮ストラット中央部で斜めひび割れが生じた。
- ③載荷荷重120tf以降において、斜めひび割れ発生後に圧縮応力の流れが下向きに変化し終局に至った。

5. まとめ

ケーソン頂版模型の載荷実験を行い、これを3次元弾塑性FEMにより解析することにより、ケーソン頂版のようなディープスラブのせん断破壊挙動を確認した。今後はさらにディープスラブの破壊性状について考察を深め、提案した耐力式の精度の向上、実構造物への適用性についての検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 七澤，中野ら：ケーソン頂版の耐力に関する実験的研究，土木学会第50回年次学術講演会講演概要集，第5部，平成7年9月
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編），平成3年度版，平成3年9月

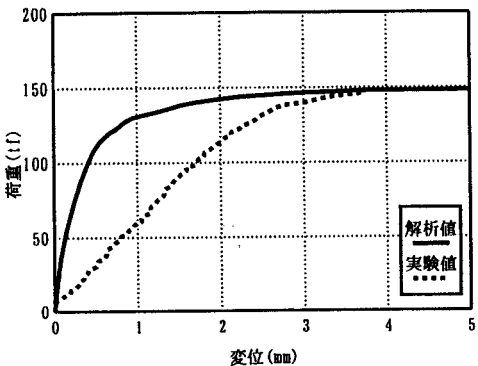


図-2 荷重－変位関係図

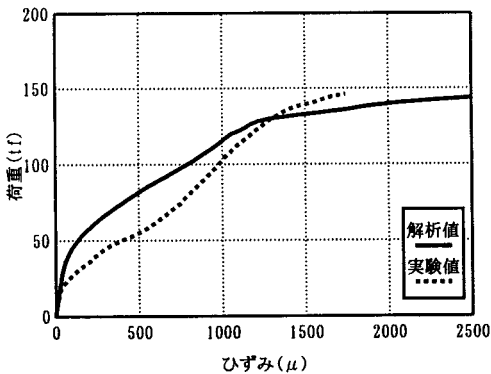


図-3 荷重－ひずみ関係図

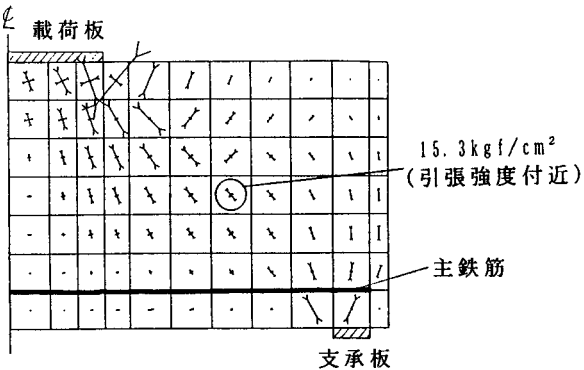


図-4 主応力図 (P=100tf)