

大型ニューマチックケーソン作業室天井スラブ吊げた構造解析

国土交通省中部地方整備局 平野明德
 大成・戸田特定建設工事共同企業体 神保幸則
 ○ 株式会社 白石 茂木浩二

1. はじめに

静岡駅前地下駐車場躯体構築工事では、平面積が 2936.6m^2 の国内最大級のニューマチックケーソンを沈設した¹⁾。本ケーソンは通常のケーソン基礎に比べ平面積が大きく、躯体剛性を確保するため格子状の隔壁（作業室天井スラブ吊げた）が必要となる。沈設完了後、これらの施工時部材（ 1100m^3 ）は撤去する必要があるため、工費・工期・環境などの面からも、より合理的な設計手法が求められている。本論文では、計測で得られたデータ²⁾を基に作業室天井スラブ吊げたについて解析した結果を報告する。

2. FEM解析モデル

従来の大型ケーソンの設計では、作業室天井スラブ吊げたを二次元の格子構造にモデル化して計算を行っている³⁾。作業室天井スラブ吊げたを二次元の格子構造にモデル化した場合、下記の問題点が考えられる。

作業室天井スラブも格子構造の梁としてモデル化するため、天井スラブの版としての挙動を再現できない。

格子構造は、躯体自重などの鉛直方向の面外荷重のみを考えるため、土圧などの水平荷重の影響を考慮できない。

そこで、3次元FEM解析を行い、格子モデルとの比較を行った。

FEM解析モデルは構造物が非対称なことから、全体形を弾性体シェル要素でモデル化した。FEM解析モデルを図-1に示す。荷重は、図-2に示すように、躯体重量、計測により得られた揚圧力（函内気圧）、刃口反力、土圧、水圧の外力を作用させている。なお、ケーソン下端の隅角部にはピン支点を設けているが、ケーソンの周面摩擦力により外力の調整を行い、支点反力が生じないようにしている。

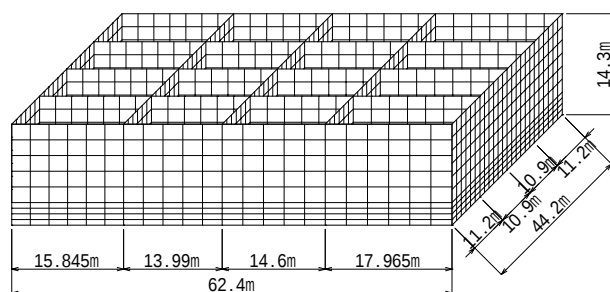


図-1 FEM 解析モデル

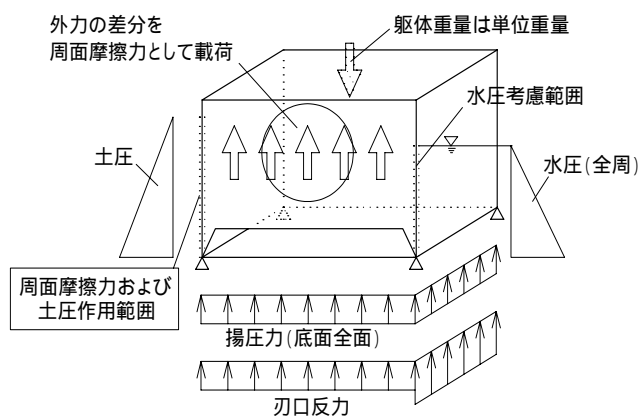


図-2 計測値より得られる荷重

3. FEM解析結果

(1) 実測値との比較

作業室スラブ下端の鉄筋に生じる応力値について、実測値と解析値を比較した結果を図-3に示す。図-3は長辺方向および短辺方向の作業室天井スラブ中央の吊げたについて比較した結果である。長辺方向については、解析値と実測値がほぼ一致している。短辺方向は、実測値に比べ解析値が小さくなる傾向が見られるが、FEM解析はコンクリートを弾性体としてモデル化し、コンクリートに生じるひびわれを無視し、全断面を有効としていることによるとと思われる。

キーワード：大型ニューマチックケーソン，FEM解析，作業室天井スラブ吊げた

連絡先：〒101-0033 東京都千代田区神田岩本町 1-14 (株)白石 技術本部 土木設計部 TEL:03-3252-2564 FAX:3252-2510

また、図-3 には、引張側のコンクリートを無視した R C 断面計算により得られる鉄筋応力度も示している。この鉄筋応力度は、F E M 解析で得られた応力度を基に、作業室天井スラブ吊げたに生じる断面力（モーメント、せん断力、軸力）を算出し、R C 断面計算により鉄筋応力度を計算している。引張側を無視した解析値は実測値よりも大きくなり、この値により設計を行えば、安全側となることを示している。

（２）格子モデルとの比較

格子モデルでの計算結果と 3 次元 F E M 解析結果との比較を図-4 に示す。3 次元 F E M 解析は、格子モデルと全く同じ荷重条件にした case 1 と土圧および水圧の水平荷重を考慮した case 2 の 2 ケースを行っている。なお、いずれの場合も引張側のコンクリートを無視した R C 断面計算により得られる鉄筋応力度を算出している。

case 1 は格子モデルに比べ、鉄筋応力度が最大で 50% 程度減少する。これは、作業室天井スラブの版としての挙動を再現した効果であると考えられる。さらに、3 次元でモデル化することにより各交点の鉛直方向の拘束効果を考慮できたことによるものと考えられる。

また、case 2 は case 1 に比べ、20% 程度、応力度が減少する。これは、土圧などの水平力が軸力として作用し、鉄筋に生じる応力度が減少したのと考えられる。このことから、格子モデルでは考慮されない条件を 3 次元 F E M モデルに組み込むことにより、鉄筋応力度が減少することが確認できた。

4. おわりに

作業室天井スラブ吊げたに発生する鉄筋応力度について、実測値、3 次元 F E M 解析結果および格子モデルでの計算結果を比較した。その結果、3 次元 F E M 解析により設計を行えば、より合理的な設計が行えることが確認できた。

今後、さらに検討を進め、大型ケーソンの合理的な設計法を確立していきたい。

< 参考文献 >

- 1) 平野，渡邊，神保，田中：都市の地下空間へ向かう巨大ケーソン，土木施工，Vol.44，No.3，2003.3
- 2) 平野，神保，上田：大型ニューマチックケーソンの沈設時における計測結果，土木学会第 59 回年次学術講演会，2004.9
- 3) 日本圧気技術協会：大型地下構造物ケーソン設計マニュアル，平成 13 年 8 月

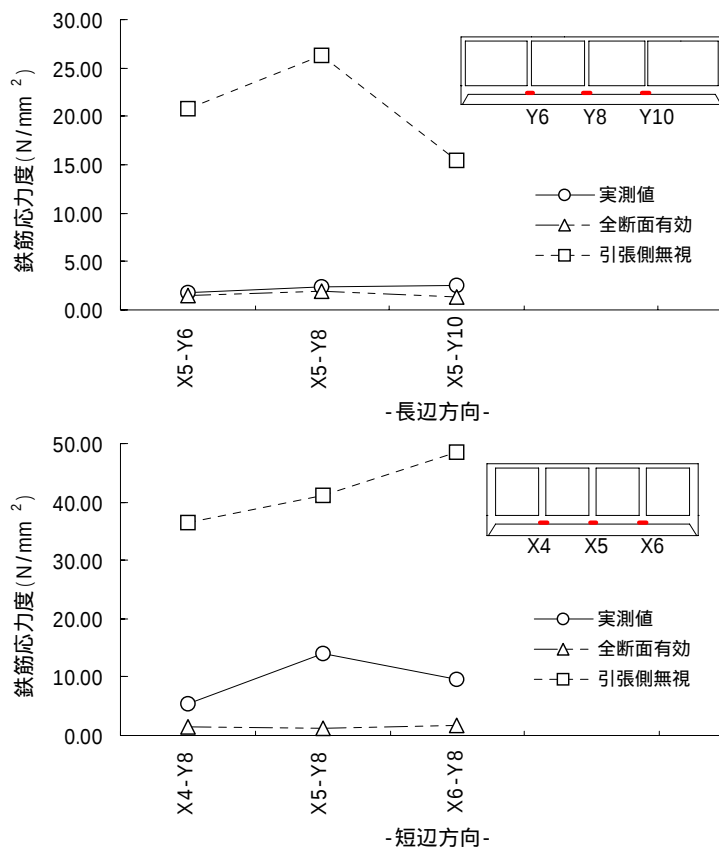


図-3 実測値と解析値との比較

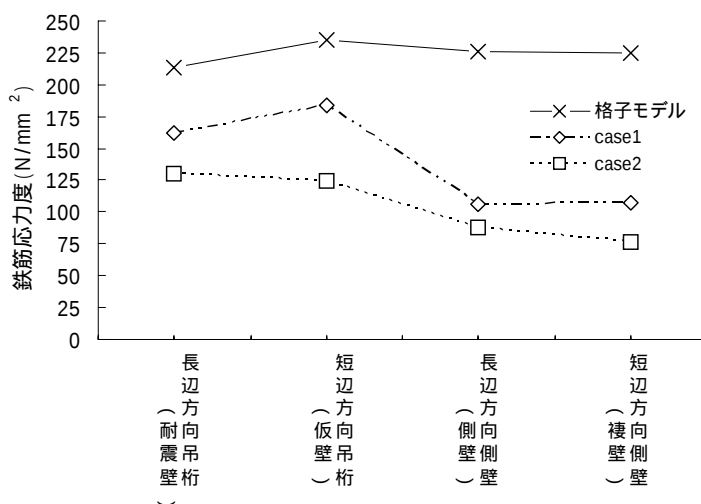


図-4 格子モデルと F E M モデルとの比較