

Ⅲ-B36

模型ケーソン基礎の水平載荷試験のシミュレーション

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 西山誠治

同 上 正会員 羽矢 洋

同 上 正会員 棚村史郎

同 上 正会員 西村昭彦

1. はじめに

ケーソン基礎が地震時に上部構造からの水平力を受けた場合、周辺地盤の抵抗として、構造解析上、基礎前面の水平方向および鉛直方向せん断ばね、基礎側面のせん断ばねが考慮できる（基礎前面とは荷重作用方向の面とする）。従来鉄道の設計標準では、計算の簡便さとその影響度合いを考慮し、基礎前面の水平方向ばね、および底面の鉛直、せん断ばねのみを考慮している。しかし、兵庫県南部地震規模の地震力を考慮する場合には、基礎が大きく変位し、基礎前面と地盤との間における鉛直方向のせん断抵抗を無視できないことが考えられる。そこで、従来の鉄道の設計手法に準じた解析手法と前面のせん断抵抗を考慮した解析手法の両方を用いて、過去に筆者らの実施した模型ケーソン基礎の水平載荷試験結果¹⁾のシミュレーションを行い、基礎前面のせん断抵抗が基礎の地震時の応答に及ぼす影響を検討したので報告する。

2. 模型ケーソン基礎の載荷試験結果

模型ケーソン基礎の概要を図1に示す。前面、背面および底面に受圧板を設置し、これに作用する直応力とせん断力を測定した。なお、基礎側面には、テフロンシートを張り付け、側面地盤の影響を低減させている。図2に水平荷重による正負交番3サイクル載荷試験を行った結果の骨格曲線を示す。また、載荷中の地盤反力の分布状態を図3～5に示す。

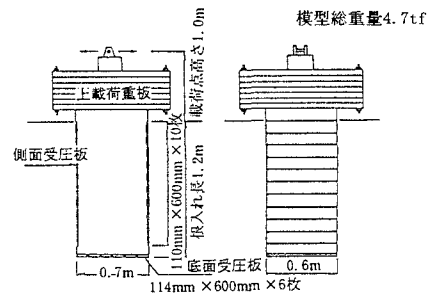


図1 模型ケーソン基礎

3. 実験結果のシミュレーション

シミュレーションに用いた、解析モデル、解析条件をそれぞれ図6および表1に示す。地盤ばねは地盤反力が上限値に達するまでは線形とし、上限値に達したあとは一定値を示す弾塑性型のばねとした。基礎前面の水平方向ばねは有効抵抗土圧を上限とした。基礎前面のせん断ばねは直応力から定まるせん断抵抗力を上限値とし、極限状態では有効抵抗土圧に比例した上限値を有することとした。また、底面のせん断地盤ばねについても、底面の直応力から定まるせん断力を上限値とした。ただし、交番載荷の影響により、底面地盤が乱され、せん断抵抗力が低下していることを考慮し、粘着力Cは考慮していない。地盤と模型基礎（鋼製）との間の摩擦角は土の内部摩擦角 ϕ の1/2とした。

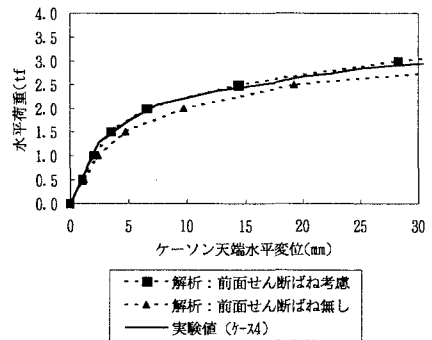


図2 荷重変位曲線（実験および解析結果）

解析により得られたケーソン基礎天端での荷重変位曲線を図2に示す。これより、前面のせん断ばねを考慮の方が、実験結果をよくシミュレートできることが分かる。ここで、鉄道で設定してる基礎の降伏点は、天端での水平変位量が $600\text{mm} \times 0.012 = 7.2\text{mm}$ に達したときであり、この場合、水平荷重で約2.0tf作用時となる。同変位量での前面のせん断抵抗を考慮していない場合の水平載荷重は約1.7tfとなり、約15%低下している。

キーワード：ケーソン基礎、模型実験、シミュレーション、せん断ばね

連絡先：〒185 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL(0425)73-7262 FAX(0425)73-7248

周面せん断ばねを考慮した場合の解析により得られた地盤反力分布を図3～5に示す。これより、解析結果はよく実験結果に合っていることが分かる。また、直応力とせん断地盤反力には相関関係のあることが分かるが、解析でもこれを良く表現できていることが分かる。

以上より、兵庫県南部地震規模の大地震を考慮した場合、基礎前面のせん断地盤反力の影響を考慮した方が実際の現象をよく説明できることが分かった。今後、さらに検討を重ね、適切な基礎前面せん断抵抗力の設定方法とともに、合理的な地震時の解析手法を提案していきたいと考えている。

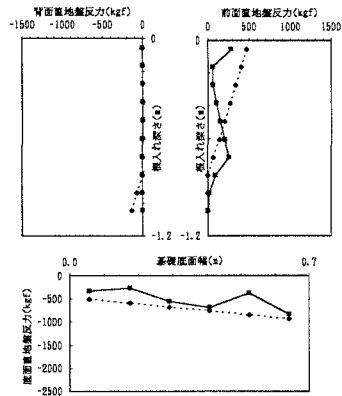


図3 地盤反力分布(h=1.0tf)

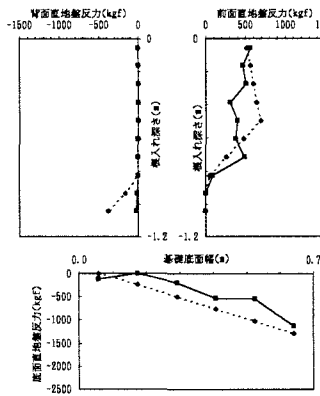


図4 地盤反力分布(h=2.0tf)

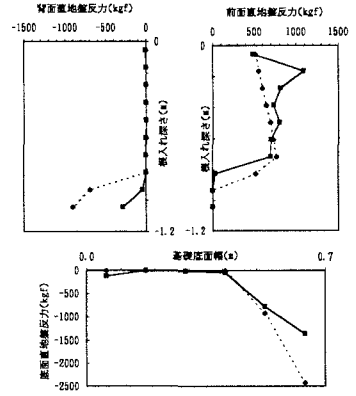


図5 地盤反力分布(h=3.0tf)

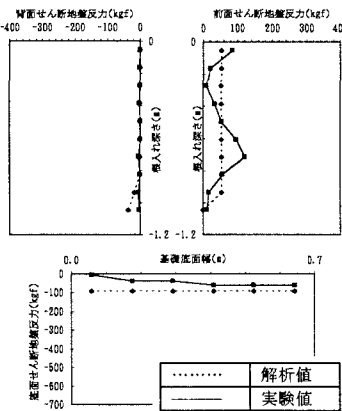
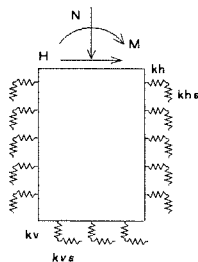


図6 解析モデル



参考文献1) 棚村, 久楽, 羽矢, 西村: 模型ケーソン基礎の大変位水平載荷試験(その3), 第28回土質工学研究発表会, 1993年6月

表1 解析条件

基礎底面地盤のゆるみ係数	$\beta v=1.0$
土の粘着力度	$c=1.6(tf/m^2)$
土の内部摩擦角	$\phi=30^\circ$
側面地盤のN値	平均 7
側面地盤のN値	8
基礎底面と土の付着力度	$c^*=c$
基礎底面と地盤との摩擦角度	$\delta b=\phi/2$
基礎側面と地盤との摩擦角度	$\delta b=\phi/2$
各地盤の変形係数	$E0=25N(kgf/m^2)$
基礎前面の形状係数	$\alpha h=1.35$
基礎側面影響係数	$\alpha s=1.00$
基礎前面の水平方向ばね値の上限値	$A(\alpha hKp-K0)\sigma v$
基礎前面のせん断方向ばね値の上限値	$A(\alpha hKp\sigma v \tan \phi + c)$
基礎底面の鉛直方向ばね値の上限値	地盤の極限鉛直支持力
基礎底面のせん断方向ばね値の上限値	$A(\sigma v \tan \phi b)$
各記号, 各ばね値の算出は基礎標準による	