

I - 134

相似則の成立性に関する数値実験による研究

埼玉大学 大学院 学生員 美斎津宏史

埼玉大学 工学部 正会員 渡辺 啓行

1. 目的

近年の遠心力載荷試験とは別に、土質材料を用いた模型振動実験が振動台により古くから行われ、数多くの実験結果が得られている。この場合、相似則は模型の現象から実物の現象を推定する上で非常に重要なものであるが、その成立性には不明瞭な点（特に埋設構造物と周辺地盤との相互作用に伴う場合）が多く残されている。本研究では、地中構造物について、実物と相似則を適用した模型（寸法は実物の1/35）とに対して2次元動的応答解析を行い、数値解析により相似則の成立性について検討する。ついで、埋設構造物の剛性のみが相似則を満たしていない場合にどのような現象が生ずるかの検討も行う。

2. 解析方法

有限要素法により解析の対象とした地盤を三角形有限要素、埋設構造物を梁要素により離散化し、地盤と埋設構造物の接触部分には2次元ジョイント要素を導入した。地盤は等価線形化法により非線形性を考慮し、埋設構造物及びジョイント要素は線形であるとして数値解析を行った。

相似則の適用性の評価は以下の順序で行う。

- ①相似則に従う模型の入力に対する応答を計算する。
- ②その結果を相似則を介して実物大の応答に戻す。
- ③実物の応答を計算する。

④各種応答量（地盤のせん断ひずみ、構造物の曲げモーメント）毎に②で得た実物相当の値と実物の値との比（これを『一致度』と呼ぶ。＝『実物相当値／実物値』）の時刻歴及び特定時刻での断面分布を求める。

入力地盤構造物系の共振振動数をもつ正弦波及び、実地震波を適用した。相似則は香川・国生の力の比を1とする相似則（表、1参照）を用い、入力加速度の大小に伴う地盤の非線形性に関する相似則の適用性もあわせて検討を行った。

3. 結果及び考察

- ①相似則が全て満たされている場合、地盤のせん断ひずみ応答においては、入力加速度レベルによらず香川・国生の相似則の成立性は非常に良い（図、1、図、2参照）。即ち、地盤の非線形性についても相似則は成立するといえる。
- ②相似則が全て満たされている場合、埋設構造物の曲げモーメントにおいては、密度比が1から大きく離れると、香川・国生の相似則の成立性は良くない（図、3参照）。これは、埋設構造物が受ける慣性力が、周辺地盤が受けるそれ

	相似比
大きさ	λ
単位体積重量	η
加速度	1
弾性定数	$\lambda^m \eta^m$
ひずみ	$\lambda^{1-m} \eta^{1-m}$
変位	$\lambda^{2-m} \eta^{1-m}$
応力	$\lambda \eta$
モーメント	$\lambda^4 \eta$

；モーメントは地盤が単位厚ならば $\lambda^3 \eta$

表、1 地盤の非線形性を考慮した
香川・国生の相似則

に対し、無視できるにもかかわらず、相似則を介して実物大の応答に戻している（ $1/\eta$ 倍している）ためと思われ、埋設構造物が受ける外力のメカニズムを考慮した相似則の開発が望まれる。

③模型の埋設構造物の剛性が相似則に合っていない場合、地盤では埋設構造物の直上で地表面に近い部分ほどひずみの一致度の1からの変動の程度が顕著であり、模型の剛性が小さくなるほど偏りが大きくなる（図. 1 参照）。そのような傾向は埋設構造物の斜め上方及び斜め下方でも認められるが偏る方向は逆となる（図. 2 参照）。これは相似則における『相似剛性比（模型剛性／実物剛性）に対する変動倍率（相似の場合1）』の差異に応じて埋設構造物が負担する外力が変動し、相似の場合からの偏り分が地盤により負担されるために生ずる現象である。従って、相似剛性比からの変動倍率が小さいほどこの傾向が助長される。

④密度比が1で、模型の埋設構造物の剛性が相似則に合っていない場合、埋設構造物の平均曲げ応力一致度は、『相似剛性比に対する変動倍率』がある程度大きい範囲で1に近いが、これが0に近くなるほど一致度は急激に小さくなる（図. 3 参照）。このことは上記③の考察を裏付けるものである。

参考文献

香川崇章：土構造物の模型振動実験における相似則，土木学会論文報告集，第275号，pp. 69～77，1978

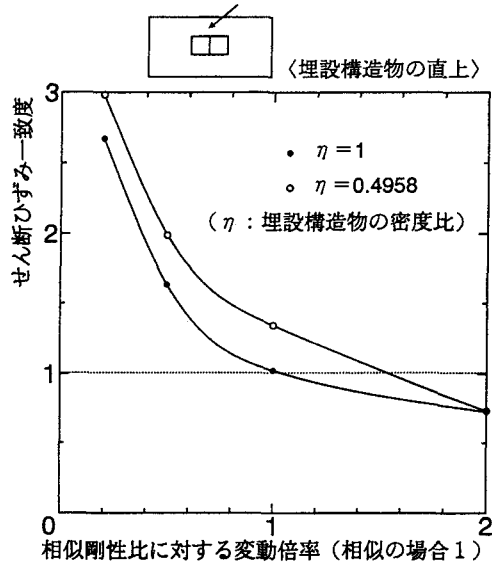


図. 1 せん断ひずみ一致度～
相似剛性比に対する変動倍率

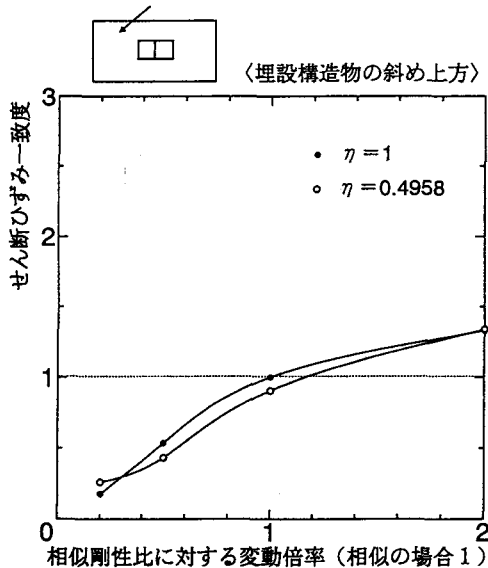


図. 2 せん断ひずみ一致度～
相似剛性比に対する変動倍率

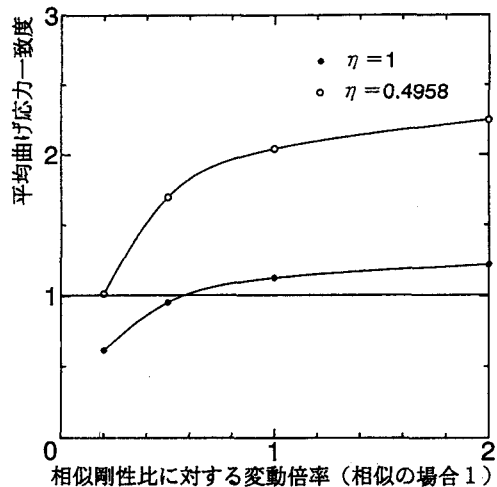


図. 3 平均曲げ応力一致度～
相似剛性比に対する変動倍率（梁要素）