

I-B 417 箱型地中構造物の応答変位法による耐震計算に用いる地盤ばねの検討

大成建設○正会員 渡辺和明

同 上 正会員 志波由紀夫

1. はじめに

応答変位法による耐震計算では、地盤ばねにより地盤～構造物間の相互作用をモデル化する。この地盤ばねの値は、応答変位法の計算精度に影響を与えるため正確に設定する必要がある。しかしその設定方法は各種地中構造物を対象とした設計指針・基準によって異なり、一般的に確立されていない。

本研究では、箱型断面の構造物を対象として埋設深度や構造寸法などをパラメータにとり、地盤・構造物間の地震時相互作用力の特性と、それを表現するための地盤ばねについて考察した。

2. 検討方法

図-1に示す均質地盤中の箱型地中構造物の横断面を対象とした。ここでは構造物の位置（埋設深度比）と寸法（縦横比）に着目し、表-1、2に示すような地盤・構造物の条件を設定した。地震時の相互作用力と耐震計算に用いる地盤ばねは、2次元静的FEMを用いた下記の2段階の解析によって求めた。

(1) 地盤－構造物の連成解析；質量をゼロとした構造物と地盤の連成モデルに、深さ方向に余弦波状に減少する静的震度を作用させ、構造物の応答変位と、地盤・構造物の節点間の力を求める。

(2) 切り欠き地盤の解析；連成解析モデルより構造物を取り去った地盤のみのモデルに上記と同じ静的震度を作用させ、空洞部分表面の応答変位を求める。

(1) で得られた節点間力を両解析より得られた変位の差で除して、各節点ごとに地盤ばね値を算定する。その算定結果を4つの辺毎に平均して直ばね、せん断ばねの値とする。

3. 検討結果

地震時の相互作用力は地盤・構造物の節点間力より評価した。また地盤ばねについては、既往の指針^{1) 2)}を参考にばね値を算定し、解析結果と比較した。

① 深度比による影響；正方形断面（ $W/B=1.0$ ）のケースについて作用応力の変化を図-2にまとめた。せん断応力は各辺ともほぼ一様の分布形状で、構造物の深度が深くなるに従って全体的に応力値が増加する。これに対して直応力は、深度が深くなるに従って隅角部の作用応力が増加する傾向が見られた。各辺とも隅角部を除くとせん断応力が支配的である。同じケースについて地盤ばね値の変化を図-4にまとめた。既往の指針では、深度によるばね値の変化は考慮されていないが、解析結果では深度による作用応力の増加によって、直ばねおよびせん断ばねの値とも増加する傾向が見られた。ただし側壁の直ばねについては、深度による変化が見られなかった。

② 縦横比による影響；構造物深度が層中央部（ $H_s/H_g=1/2$ ）のケースについて底版の作用応力の変化を図-3にまとめた。せん断応力の値および分布形状の縦横比による変化は小さい。直応力は縦横比の増加、構造物の横幅の増加に伴って、辺中央部の応力値が減少する傾向が見られた。同じケースについてばね値の変化を図-5にまとめた。頂版と底版では構造物の横幅の増加によって、直ばね値およびせん断ばね値とも減少する傾向が見られた。この傾向は既往の指針の算定結果でも同様であった。

4. まとめ

地震時の相互作用力としては各辺ともせん断応力が支配的で、直応力は埋設深度が深くなるにつれて隅角部で増加する傾向が見られた。また頂版と底版では、横幅の増加にともなって隅角部の直応力が増加する傾向が見られた。よって地震時の相互作用力をモデル化するためには、埋設深度や構造寸法による作用応力の変化を十分考慮して、地盤ばねの値を正確に設定する必要がある。

（参考文献）1）日本道路協会：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説，1990年

2）国土開発技術センター：共同溝耐震設計要領（案），1984年

表-1 地盤の条件

	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 ρ (tf/m ³)	ポアソン比 ν	層厚 (m)
地盤	100	1.6	0.45	30

表-2 構造物の条件

	ヤング率 E (tf/m ²)	ポアソン比 ν	高さ B (m)	深度比 (H_s/H_g)	縦横比 (W/B)
構造物	$2.5E+6$	0.20	6.0	$1/6 \sim 5/6$	$0.5 \sim 2$

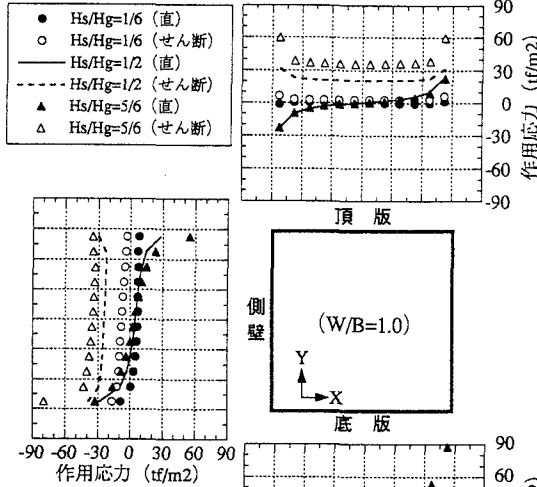


図-2 作用応力の分布
(深度比による変化)

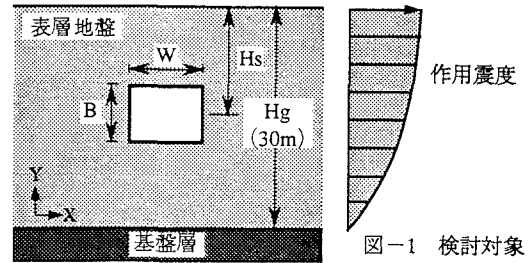


図-1 検討対象

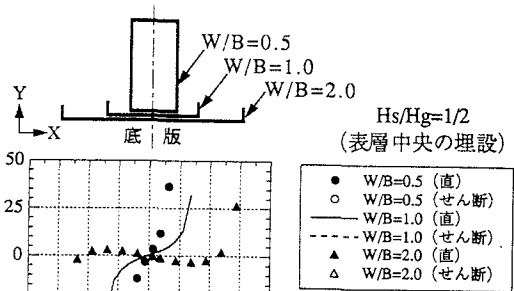


図-3 作用応力の分布
(縦横比による変化; 底版)

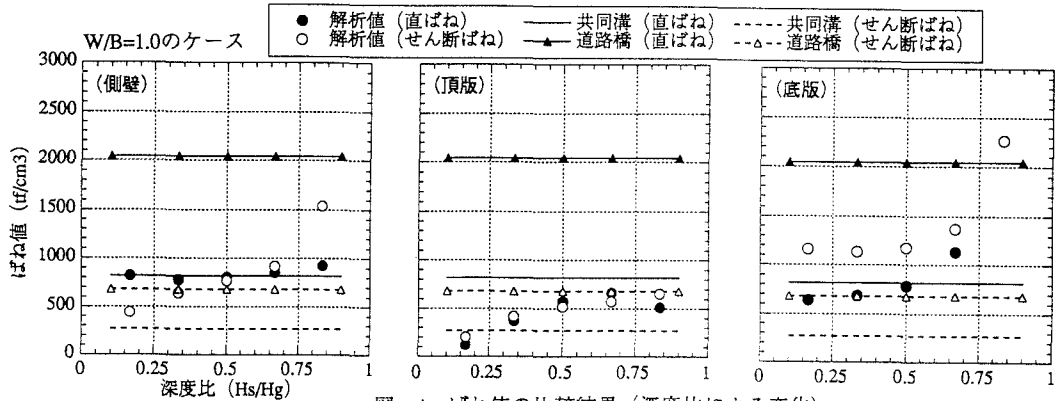


図-4 ばね値の比較結果 (深度比による変化)

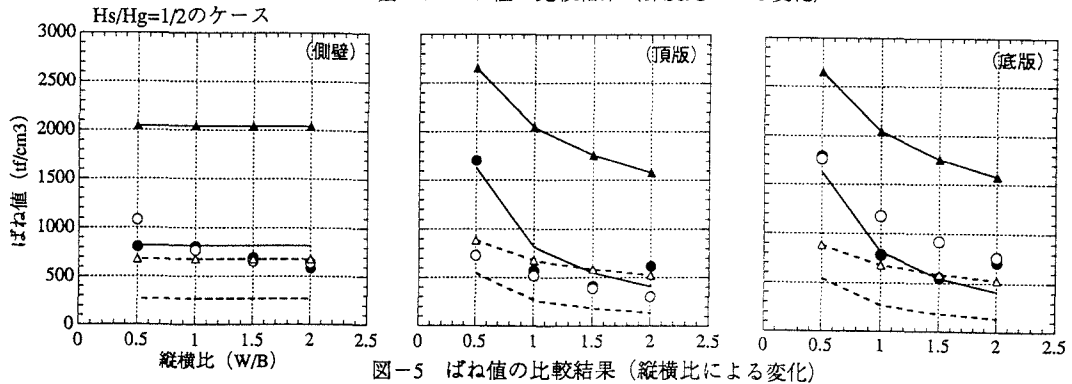


図-5 ばね値の比較結果 (縦横比による変化)