

## 開削トンネルにおける応答変位法の地盤ばねに関する一考察

## - 補正ばねの検証 -

中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 室谷耕輔 (株)日建設計 正会員 西山誠治  
 東京大学生産技術研究所 正会員 小長井一男 (株)テ ス 正会員 西村昭彦  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 羽矢 洋

## 1. はじめに

筆者らは、式-1～式-3 に示す鉄道の設計基準で用いる地盤ばね<sup>1)</sup>の算出式(以下、鉄道ばね)の精度を向上させるために式-4～式-9 に示す補正係数を提案した。本論では、この補正係数の適用性と補正後の解析結果の精度を検証する。

上・下床版鉛直地盤ばね

$$K_v = 1.7E_0B_v^{-3/4} \quad (\text{式-1})$$

側壁水平ばね

$$K_h = 1.7E_0B_h^{-3/4} \quad (\text{式-2})$$

各せん断ばね

$$K_{vs} = 1/3K_v \quad K_{hs} = 1/3K_h \quad (\text{式-3})$$

部位	方向	補正係数
上床版	法線	$k_{vu} \quad 1=0.037(G_g/G_s)+0.30(h_2/B_v)$ (式-4)
	接線	$k_{vus} \quad 2=0.014(G_g/G_s)+0.048(h_2/B_v)+0.15(h_2/B_h)$ (式-5)
下床版	法線	$k_{vl} \quad 3=0.062(G_g/G_s)+0.47(B_v/h_3)$ (式-6)
	接線	$k_{vls} \quad 4=0.62+0.042(G_g/G_s)+0.015(B_v/h_3)+0.12(B_h/h_3)$ (式-7)
側壁	法線	$k_h \quad 5=0.47-0.0079(G_g/G_s)-0.018(B_v/B_h)-0.32(h_5/h_4)$ (式-8)
	接線	$k_{hs} \quad 6=0.17+0.026(G_g/G_s)-0.016(B_v/B_h)+0.43(h_5/h_4)$ (式-9)

## 2. 検討条件

検討は構造物の幅、高さ、土被り、基盤までの深さを変化させて行う。幅に関する検討は図-1 に示す構造物を対象に、高さを一定として幅を調整した。高さに関する検討は図-2 に示す構造物を対象に、幅を一定として高さを調整した。また、土被りおよび基盤までの深さに関する検討は図-2 に示す構造物の幅および高さを一定に、土被りおよび基盤までの深さを調整した。なお、いずれのケースも地盤および構造物部材は線形としたが、地盤のせん断弾性係数( $G_g$ )を一定として構造物のせん断弾性係数( $G_s$ )を0.1, 1.0, 10.0 倍に変化させた。地盤ばねは式-1～式-3 に示す鉄道ばねに式-4～式-9 の補正係数を乗じて算出する(但し、せん断ばねの補正係数は  $K_{vs}$ ,  $K_{hs}$  に乗じるのではなく、直接  $K_v$ ,  $K_h$  に乗じる)。解析結果は構造物の最大層間変形量に着目し、2次元動的 FEM 解析(解析コード: FLUSH)と比較した。

## 3. 地盤ばねの比較

最も精度の良い結果が得られる相互作用ばね<sup>2)3)4)</sup>の値と補正前後の地盤ばねの値を比較する(図-3,4)。なお、ここでは幅および高さに関する検討の地盤ばねについて、それぞれ上・下床版せん断ばねおよび側壁水平ばねの比較を行う。

幅および高さに関する検討では補正前と比べて補正後のばね値は相互作用ばねの値に近づいていることが確認できる。また、幅に関する検討の補正前の側壁水平ばね値(図-3a)(3)は、その算出式に幅および高さの変化が考慮できないため一定値を示しているが、補正後の地盤ばね値は幅の変化を考慮できるため、相互作用ばねの値に近づくとともに幅の変化に応じて地盤ばね値が変化している。高さに関する検討の上・下床版せん断ばねについても同様の傾向が見られる。なお、土被りのおよび基盤までの深さに関する検討においても補正後のばね値は相互作用ばね値に近づいたことを確認している。

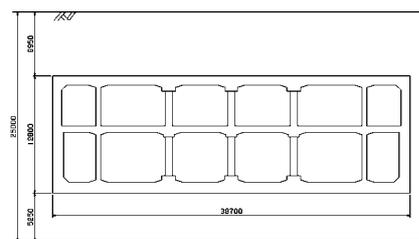


図-1 幅に関する検討

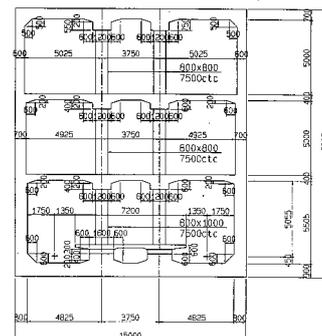


図-2 高さに関する検討

キーワード：開削トンネル，応答変位法，地盤ばね

連絡先：〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 中央復建コンサルタンツ(株) TEL 06-6393-1107 FAX 06-6393-7527

4. 解析結果

構造物の幅,高さ,土被り,基盤までの深さに関する検討結果をそれぞれ図-4に示す。幅および高さに関する検討(図-4a,b)で見られるように,補正前の結果は構造物の縦横比(幅と高さの比)が大きくなると精度が悪くなる傾向があった。しかし,補正後の結果は,縦横比が大きくなるにつれて精度が悪くなる傾向が解消されており,また,多少バラツキがあるものの補正前より1~2割程度精度が向上していることが確認できる。

土被り,基盤までの深さに関する検討も補正後の結果は補正前の結果より精度が向上している。

以上のことから,提案した補正係数を用いれば構造物の幅や高さの変化に応じて精度の良い結果を示すことが確認できた。

5. まとめ

補正ばねは補正前より相互作用ばねの値に近づいた。

提案した補正式は,構造物の幅や高さの変化が考慮できるため,補正前では高さや幅の変化に対して一定値を示していたばね値が変化に応じて相互作用ばねに近づくとともに同様の傾向を示した。

補正後のばね値を用いた応答変位法の解析結果は補正前の結果より精度が向上しており,幅や高さの変化にも対応できた。

以上のように,鉄道ばねに提案した補正係数を考慮すれば,幅や高さも変化しても精度の良い結果が得られることが確認できた。これまでの検討は地盤ばねの分布形態を考慮せず,平均化したばねを用いて検討してきたが,断面力に着目した場合,分布形態を考慮した方が精度の良い結果が得られることが報告されている<sup>5)</sup>。今後は,分布形態を考慮した補正ばねについて検討を行う予定である。

- 参考文献 -

- 1) (財)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計(案),1998.11
- 2) 室谷他:幅広開削トンネルへの応答変位法の適用性および地盤ばねの検討,第25回地震工学研究発表会,pp.653~656,1999.7
- 3) 室谷他:多層開削トンネルの耐震設計における応答変位法の適用性および地盤ばねの検討,第9回トンネル工学研究発表会,1999.11
- 4) 渡辺他:箱形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,第51回年次学術講演会1-B,pp.834~835,1996.9
- 5) 西山他:開削トンネルの応答変位法における変形モードを考慮した地盤ばねに関する一考察,第36回地盤工学研究発表会,2001.6

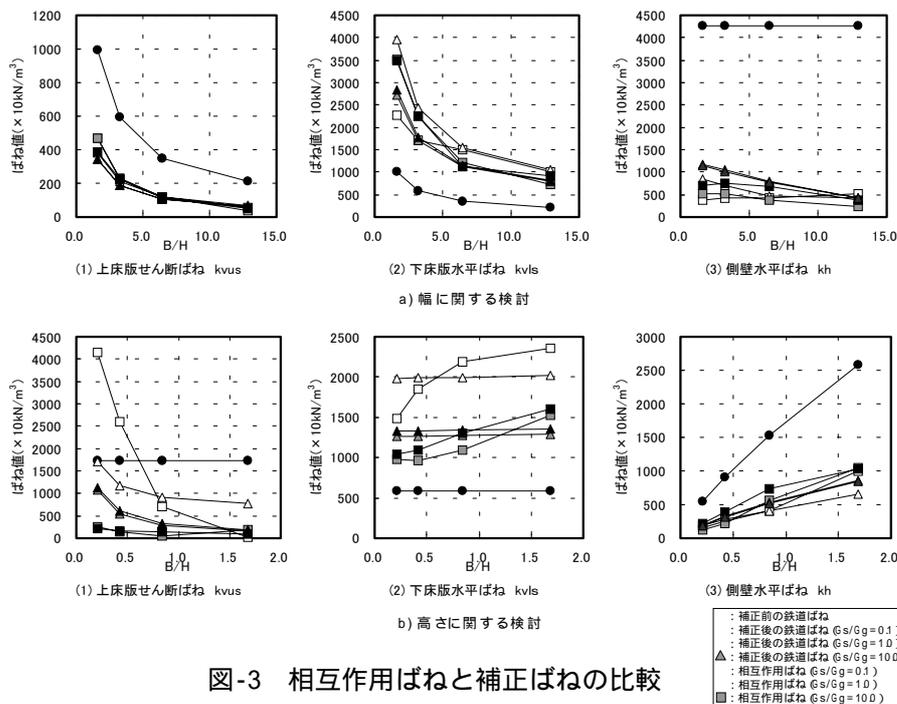


図-3 相互作用ばねと補正ばねの比較

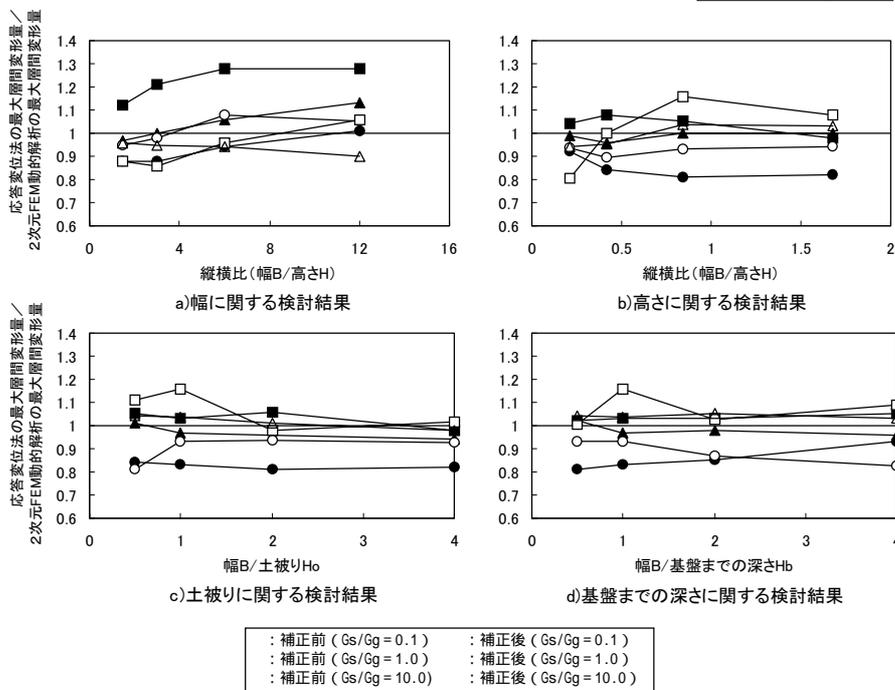


図-4 応答変位法の結果