

耐震性橋台に関する等価線形化法による地震応答解析

中央開発株式会社 正会員 ○氏原 剛 西原 聡
 日本鉄道建設公団 正会員 青木一二三 米澤 豊司
 鉄道総合技術研究所 正会員 舘山 勝 小島 謙一

1. はじめに

鉄道橋台と盛土の接続部には、一般にアプローチブロックが設けられている。しかし、平常時や中小地震時には安定しているが、大地震時には沈下が生じて列車の走行安定性に問題が生じることが懸念される。また、盛土高さが高くなれば背面土圧も大きくなり、支持地盤条件等によっては、杭基礎を用いた大規模な構造になることがある。

本研究は、橋台背面盛土の地震時残留変形予測法の確立をはかる一環として実施したもので、背面土をセメント安定処理する工法やジオテキスタイルで橋台裏を補強する工法等の新しい耐震性橋台の有効性を確認するために動的変形解析によって検討を行った。また本報告は、文献 1)～4)に示される模型振動実験の検証解析として、主として加速度応答の対比について述べる。解析は 2 次元有限要素法(FEM)を用いた等価線形化法で行った。なお、残留変形解析結果については文献 5)に述べる。

2. 解析概要

(1)検討対象

以下の橋台背面の構造形式の違いによる地震時挙動の検討を行った。各材料の物性値を表-1に示す。また文献 6)から、地盤材料の動的変形特性を図-1に示す。

- ①無対策(豊浦砂)
- ②アプローチブロック(粒調碎石)
- ③セメント安定処理
- ④補強土(豊浦砂+補強材)

(2)解析条件

- ・正弦波：5Hz, 50 波, 500gal
- ・橋桁荷重：197.5kg
- ・盛土上載荷重：1.0kN/m²
- ・補強材：リン青銅 E=700MN/m²
- ・躯体と裏込土の接合部(ジョイント要素を設定)

ここでジョイント要素の剛性は、「鉄道構造物等設計標準・同解説、基礎構造物」より直接基礎に対する地盤反力係数を与えるが、この値をそのまま設定した場合、文献 7)の検討結果より橋台躯体のスウェイロッキング現象が非現実的な挙動になることが予想された。したがって今回は計算値の 1/1000 として与えた。

表-1 解析に使用した物性値

	γ_t (kN/m ³)	E (MN/m ²)	ν	G_0 (MN/m ²)	h_{max}
豊浦砂	19.0	65.0	0.3	100.0	0.25
粒調碎石	19.0	130.0	0.3	200.0	0.23
安定処理土	19.0	390.0	0.3	600.0	0.22
基盤	20.0	—	—	250.0	0.05
橋台躯体	26.9	7.2×10^4	0.345	2.7×10^4	0.01

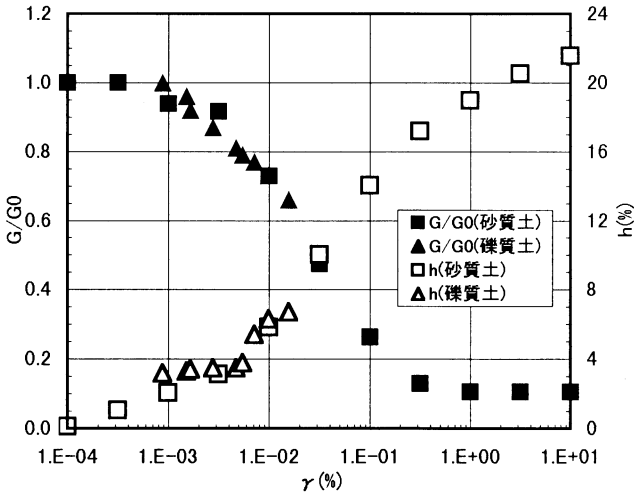


図-1 動的変形特性

キーワード：橋台，模型実験，有限要素法，応答加速度

連絡先 〒169-8612 東京都新宿区西早稲田 3-13-5 TEL03-3208-3541 FAX03-3208-9915

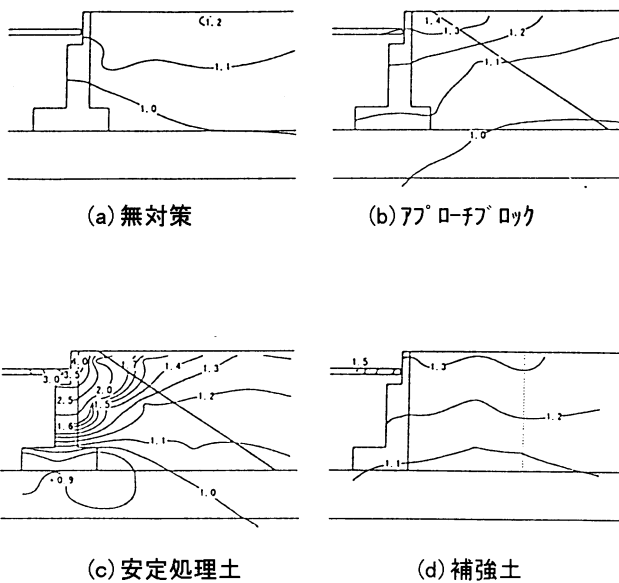


図-2 水平応答加速度倍率分布図(実験結果)

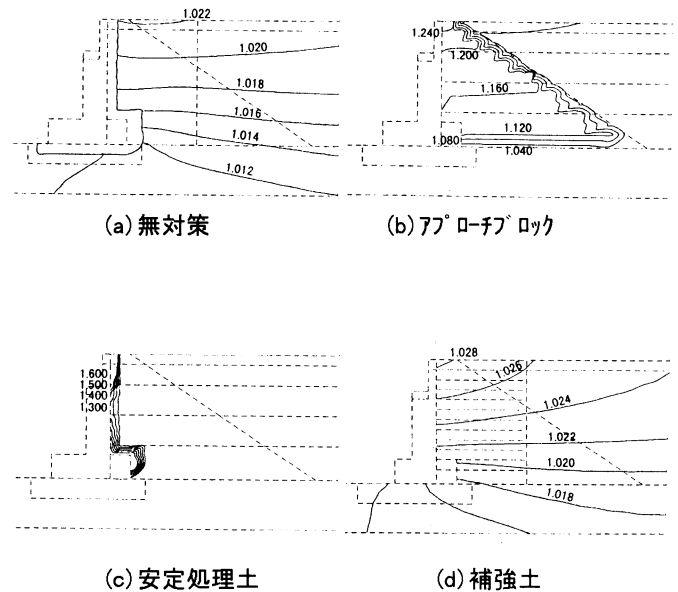


図-3 水平応答加速度倍率分布図(解析結果)

3. 検討結果

図-2に実験結果、図-3に解析によって求めた各実験ケースでの応答加速度倍率の分布図を示す。これらより、以下のことが確認された。

- ①補強材を配置していないケースで比較すると、応答倍率は(改良土)>(粒調碎石)>(豊浦砂)の順で大きい。つまり背面材料の剛性が高いほど増幅する傾向がみられる。この定性的な傾向は、実験と解析結果と整合している。
- ②補強土のケースにおいて、実験結果では無対策よりも若干応答倍率が高くなっているのに対して、解析ではその傾向は現れていない。
- ③解析結果において、粒調碎石や改良土によるアプローチブロックと盛土や橋台などの境界面で加速度が不自然に変化する箇所もある。これは一般的には等価線形化法の適用外である、せん断ひずみが大きい領域でこの手法を用いたことによるものと考えられる。

4. まとめ

等価線形化法による応答計算では、大地震動に対する土の非線形挙動を十分に模擬できた結果は得られなかったが、さらに検討を加える予定である。今回解析対象とした、特に橋台(RC部材)、改良土、盛土材、補強材など、異種の構造部材が接する部分のモデル化には改善の余地が残されており、今回着目した背面土ばかりでなく、橋台躯体の応答特性に関しても今後の課題となる。

<参考文献>

- 1)木村・青木・米澤・館山・北川・伊藤：橋台背面盛土の地震時沈下に関する模型振動実験，第53回土木学会年次学術講演会，1998
- 2)青木・米澤・館山・木村・北川・伊藤：橋台背面盛土の地震時沈下に関する模型振動実験の考察，第53回土木学会年次学術講演会，1998
- 3)木村・館山・青木・米澤・古関・龍岡：補強土橋台に関する模型振動実験，第34回地盤工学研究発表会，1999
- 4)米澤・青木・館山・木村・古関・龍岡：補強土橋台に関する模型振動実験の考察，第34回地盤工学研究発表会，1999
- 5)青木・米澤・館山・小島・西原・氏原：耐震性橋台に関する累積損傷度法による地震時変形解析，第56回土木学会年次学術講演会，2001
- 6)平野・蔭・館山・筑摩・龍岡：砂質土盛土材の変形特性・累積歪特性，第52回土木学会年次学術講演会，1997
- 7)氏原・北川・青木・米澤・玉木・小島：橋台背面の沈下に関するFEM解析モデル，第33回地盤工学研究発表会，1998