

建設省土木研究所 正員 ○松尾 修

〃 〃 古賀泰之

〃 〃 唐沢安秋

1. まえがき

粘性土地盤上盛土に対して数種類の耐震対策工を施して、その耐震効果を調べた模型振動実験¹⁾について、解析的に検討を加えた結果を報告する。なお、実験の内容については文献¹⁾を参照されたい。

2. 解析方法

解析は、地震後の土構造物の変形量を計算する永変形解析法^{2),3)}によった。本解析法は、①初期応力解析、②動的応答解析、(以上、非線型有限要素解析)③静的自重解析(ここで地震による永変形が得られる。)および④実験材料である粘土の繰返し応力-永変みずみ関係を求める繰返し三軸試験から構成される。①、②では、模型の有限要素モデルの各要素の初期応力・動的応力を求め、これを④の結果と組合せて各要素の永変みずみ効果を見かけ上の剛性低下として表わし、③により地震後の永変形量を求めるものである。

解析の対象とした実験模型は、長さ250cm、奥行68cm、高さ60cmの鋼製土槽の中で圧密作成されたものであり、高さ20cm、天端幅20cm、のり勾配1:2の盛土を基本モデル(ケース1)として、その片側に高さ15cm、幅30および50cmの押え盛土を付けたモデル(ケース2、3)、控え式の鋼板を盛土のり尻に打設したモデル(ケース4)の計4ケースである。粘土地盤の厚さは必ずしも等しくなく、36~38cmの範囲にある。

初期応力解析、動的応答解析の実行に必要な初期剛性率、せん断強度定数は各々S波検層、コーン貫入試験の結果より決めた。ただし、模型振動実験で大きな変形を生じたような加速度レベルでの応答解析を行うと、計算上土が破壊応力に達して計算が発散してしまい、応力解が得られないことがあるので、このような場合には便宜上せん断強度の割増を行っている。また、モデルの境界条件は、模型が剛な箱の中に作られていることを考慮し、初期応力解析、動的応答解析のいずれにおいても両側壁の鉛直方向のみ自由とした。ポアソン比は地盤作成時に対し $\nu=0.33$ 、盛土盛立て中および動的応答解析時に対し $\nu=0.499$ とした。なお、盛土盛立て中に $\nu=0.499$ としたのは、実験では地盤を約3ヶ月圧密した後に盛土を盛立て、その翌日に振動試験を実施しているため、盛土盛立てから振動実験までに圧密変形が生じないと考えたためである。したがって、盛土荷重の載荷による地盤の強度増加も見込んでいない。③の解析に用いる見かけの剛性低下は、約20供試体の繰返し三軸試験のデータを用いて算定したが、模型内各要素と三軸供試体との間で繰返しせん断応力と静的強度との比を対比して各要素について求めた。③の静的自重解析は、剛性の拘束依存性および引張応力の解放を考慮した非線型解析によった。地盤と盛土の2ステージに分け、盛土については5段階の荷重漸増法を適用した。ポアソン比は、模型の加振による変形が本質的に非排水変形であるため、 $\nu=0.499$ とした。

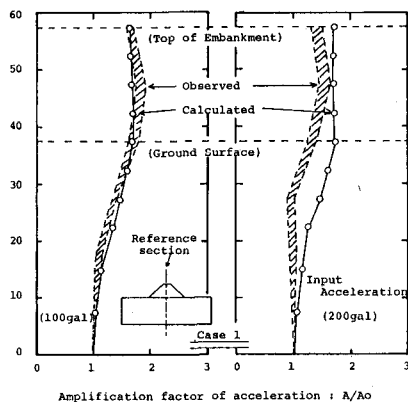
以上のような方法により、各ケースに対して、入力加速度100, 200galの2段階で、実験における5Hz, 5sec加振に対応する繰返し回数25回について解析を行った。

3. 解析結果

図-1にケース1の応答解析により得られた堤体中央断面における加速度応答倍率を実測値と比較して示す。実測値は200gal加振時においては実測値の方が小さいが、これは地盤中央部が一部降伏しており、せん断力を十分に伝達できなくなっているためであろう。計算値は大略実測値に近似していることがわかる。

図-2は、各ケースの実験における最終加振時(350~400gal)の模型の変形と計算による200gal加振時の模型の変形を対比して示したものである。ただし、実測値における地盤内の鉛直線の変形は、模型解体時に観察した

ものである。ただし、計算結果については変位を5倍に拡大して示している。両図で加速度レベルは異なるが、変形の定性的傾向を見ると、全般的に、盛土の下方変形は、いずれにおいても粘土地盤の側方変形に伴って生じていることがわかる。押え盛土工法であるケース2、3を無対策のケース1と比べると、押え盛土を付けた方の地盤の側方変形量は相対的に抑制されており、押え盛土の幅が広いほどその傾向が強いことが計算で再現されていることがわかる。ケース4では、のり床部の鋼矢板の存在のために、外側の地盤の変形が比較的直線的であり、弱層部のはらみ出しが抑制されている状況が再現されている。なお、このケースで、タイロッドは計算上圧縮力が発生したため、改めてタイロッドを除外して計算し直している。図-1 加速度応答倍率の比較(ケース1)



実験においてもタイロッドの張力は加振後にほとんど発生しておらず、この事実とよく一致する。したがって、今回の押え矢板-タイロッドの配置では、押えの効果はないと言える。

最後に、図-3は、盛土天端の沈下量を実験値と計算値で対比して示したものである。ただし、実験値の方は振動実験が50galビッチの段階加振方式であるため、累積沈下量となっている。したがって、この分若干の割引が必要であろう。ケース4以外については大まかには満足すべき結果を与えていることがわかる。ケース4では、鋼矢板と粘土との間のすべりが計算上考慮されていないために、沈下抑制効果が計算では大きく見込まれているものと思われるが、今後の詳細な解析的検討が必要とされる。

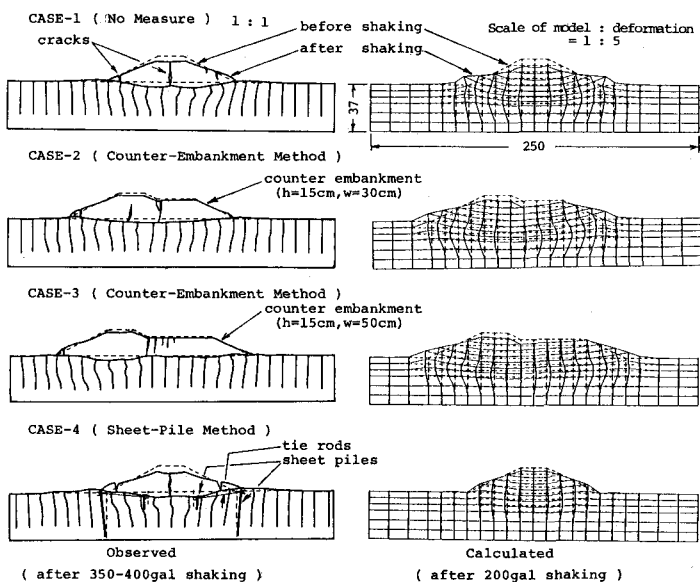


図-2 加振による模型の変形状況の比較

4. まとめ

耐震対策工を有する盛土模型の振動実験結果について、変形解析により事後検証を行った。その結果、定性的および定量的に沈下変形の発生状況を再現することができた。ただし、鋼矢板を有する場合の解析についてはより詳細な検討が必要である。

《参考文献》

- 1) 唐沢安秋, 松尾修, 古賀泰之: 粘性土地盤上盛土に対する耐震対策工の効果に関する模型実験, 土木学会第40回年次学術講演会, 1985. (投稿中)
- 2) 佐々木康, 松尾修, 館山悟: 盛土の地震による変形の一解析手法, 第17回土質工学研究発表会発表講演集, pp. 1893~1896, 1982.
- 3) 佐々木康, 松尾修, 唐沢安秋: 地震による盛土の永久変形解析法とその適用例, 土木技術資料, Vol.27, No.3, pp.46~51, 1985.

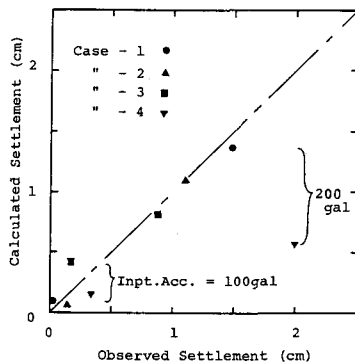


図-3 天端沈下量の比較