

日本道路公団	正員	田中克則
日本道路公団	正員	石橋 忠
日本道路公団	正員	野田幹夫

1. まえがき

筆者らは、高速道路独自の形式であるアプローチクッション(A・C)方式の橋台について、地震時の液状化補強対策としての矢板締切り工の効果に着目した模型振動実験を行い、その結果についてすでに報告している。¹⁾ 本報告では、盛土上橋台の耐震性を評価するために、A・C方式に加えて盛りこぼし式と逆T式橋台を対象として、地盤液状化時の破壊過程と形態に着目した模型振動実験を行い、各橋台の変位量を基準にした性能の比較を試みたので、その概要について述べる。

2. 実験模型

図-1にA・C方式および盛りこぼし式橋台模型の寸法と計器配置を示す。A・C方式橋台とは図中の杭の無い場合を意味し、杭の有る場合が盛りこぼし式橋台である。また、図-2に逆T式橋台模型の寸法と計器配置を示す。図中のA1～A6は加速度計、P1～P5は間隙水圧計、E1～E5は土圧計を意味する。いずれの模型も、実物の1/20の寸法とし、奥行き方向2mに同じ断面をもつ平面ひずみ模型である。橋台のモデル化に先立って、実物大橋台の仮想設計を行った。形式の異なる橋台を同じ尺度で比較するために、各形式とも標準的な設計条件を仮定し、橋台天端の水平変位量が同程度となるようにした。橋台躯体の模型は鉄筋コンクリートと同じ質量密度をもつように、鉄板と木板を用いて作製した。また、杭の模型は杭の特性値 β と杭長 l とから得られる無次元量 $\beta \cdot l$ について相似則を満足するように硬質塩化ビニル管で作製した。矢板締切り工の矢板およびタイロッドの模型材料には、鉄板およびピアノ線を用いた。また、地盤および盛土模型の材料としては利根川砂($G_s=2.74$, $D_{50}=0.33$ mm, $U_c=2.10$)を用いた。空中落下法により作製した地盤模型は $\gamma_t=1.89$ tf/m³, $w=29.8$ %, $Dr=71.6$ %である。

3. 加振方法

加振方法は加振振動数を6Hzとし、加速度振幅を100・200・300・400 cm/s²と段階的に増大させる正弦波加振とした。加振時間は各加速度振幅の段階につき10秒間の計40秒間、波数で言えば、各60波の計240波の加振とした。

4. 測定結果の整理

橋台形式の相違や補強工の有無など実験条件の異なるケースの破壊の度合を比較するために、加振中の模型の挙動を撮影したビデオの静止画面を用いて、橋台天端の変位量を求めた。図-3および図-6の▲印、○印ならびに●印は、橋台の水平変位量と沈下量の和がそれぞれ5 mm, 50 mmならびに100 mmであることを意味している。これらの変位量が生じる時刻をひとつの目安として、各ケースの破壊の度合を比較する。

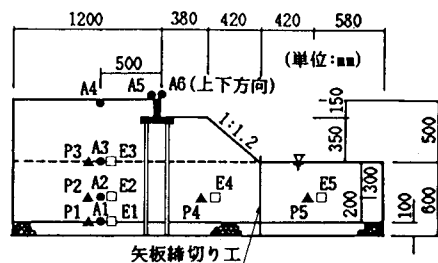


図-1 A・C方式と盛りこぼし式橋台模型

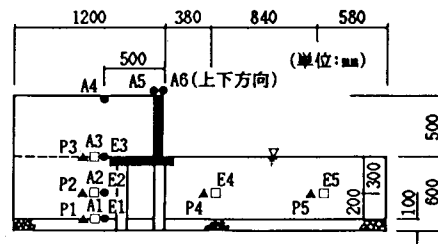


図-2 逆T式橋台模型の計器配置図

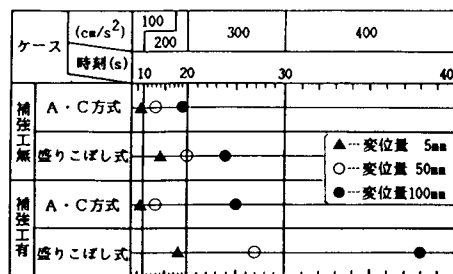


図-3 A・Cと盛りこぼし式の破壊の比較

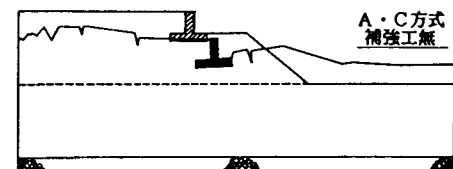


図-4 A・C方式橋台模型の最終破壊形状

5. A・C方式と盛りこぼし式橋台の比較

図-3の補強工無の場合、5 mm、50 mm、100 mmのいずれの変位量で比較しても、盛りこぼし式橋台はA・C方式橋台に比べて破壊の進行が遅い。この傾向は補強工有の場合にもみられる。図-4と図-5に示した加振終了後の最終破壊形状によれば、A・C方式の橋台が盛土と一体となって沈下ならびに水平移動するのに対して、盛りこぼし式では沈下量は小さく、杭先端を中心にして回転移動している。また、両者とも橋台前面盛土が前方へ崩壊している。

6. 盛りこぼし式と逆T式橋台の比較

図-6の盛りこぼし式と逆T式橋台の変位量の発生時刻に着目すると、5 mmでは逆T式の方が早いですが、50 mm、100 mmでは盛りこぼし式の方が早くなっている。図-7の橋台の変位量によれば、16秒以降から盛りこぼし式の変位量が逆T式のそれに比べて大きくなり、加振後34秒では約3倍の変位量を生じている。逆T式は盛りこぼし式に比べて破壊の進行が遅い。

7. 橋台の破壊と間隙水圧、土圧波形

図-8に示した地盤底部の間隙水圧計P1および土圧計E1の波形に着目すると、いずれの橋台模型も波形の乱れ始める点(図中の矢印)は加振開始後10秒であるが、橋台の変位量が50 mmとなる時点(▼印)はそれぞれ異なっている。A・C方式では変位の開始から橋台の変位量が50 mmになるまでの時間が3秒と破壊の進行が早いのにに対して、盛りこぼし式ならびに逆T式のそれは10秒と15秒であり、A・C方式に比べて破壊の進行が遅くなっている。

8. まとめ

盛土上橋台の耐震性を検証するために、模型振動実験を行い、形式の異なる橋台の比較を試みた。A・C方式は盛りこぼし式や逆T式と比較して、破壊の進行が早く、橋台は盛土と一体となって変位する。盛りこぼし式は逆T式に比べて破壊の進行が早く、最終的な橋台の変位量も大きい。また、両者とも杭先端を中心にした回転移動をするが、盛りこぼし式橋台ではその前面盛土が前方へ崩壊する。地盤底部に設置した間隙水圧計と土圧計の値が急変する時点は液状化の開始を示すと考えられるが、この時点から橋台の変位量が50 mmになるまでの時間は、逆T式、盛りこぼし式、A・C方式の順に長い。最後に、本実験を行うに当たり御指導頂いた東京大学生産技術研究所の片山教授、佐藤助手、大保助手の各位に謝意を表します。

参考文献：(1)中村・石橋・田中：盛土上橋台の模型振動実験，土木学会第39回年次学術講演概要集，1984

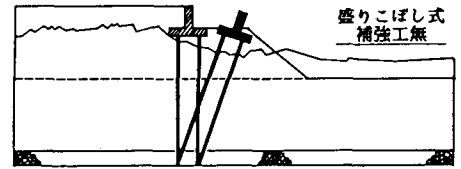


図-5 盛りこぼし式橋台の最終破壊形状

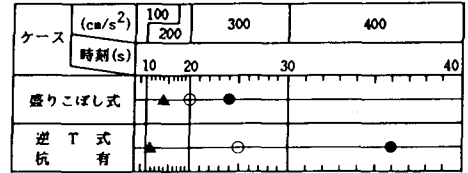


図-6 盛りこぼし式と逆T式橋台の破壊の比較

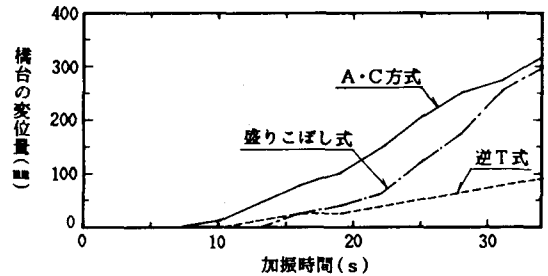


図-7 橋台の変位量

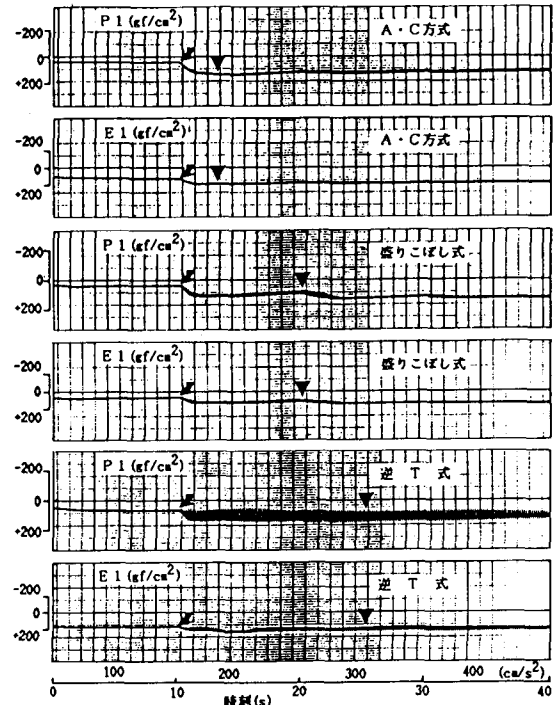


図-8 異なる橋台形式の破壊と土圧、間隙水圧波形