

橋台の地震時挙動に関する遠心力模型振動実験

東海旅客鉄道 正会員 長縄 卓夫
 大林組 正会員 伊藤 浩二
 同上 正会員 松田 隆

1. 目的

橋台等の構造物を含めて土構造物の地震後の復旧性能を考えた場合には、構造物と背面盛土との段差や不同沈下を低減する地震対策が必要となる場合があり、構造物と背面盛土との一体化、地盤改良による背面盛土の高剛性化、基礎の高耐震化等の模型振動実験と解析および設計法の提案などが行われている^{1)~3)}。このような地震対策工法を考える場合、想定する地震力の増加に伴い、復旧性能に応じた合理的かつ経済的な地震対策を行う上では、高地震力に対する橋台の復旧性に関する検討が必要不可欠となる。

本研究では、大地震時における橋台の挙動把握を目的として、シートパイル締切りによる支持地盤対策を実施した場合と無対策の場合について遠心力模型振動実験を行い、復旧性能の指標と考えられる橋台の移動量や背面盛土の沈下量等について検討を行った。

2. 遠心力模型実験

図1に模型縮尺 1/50 の模型地盤と計器配置を示す（以下、振動台加速度計の ATN 側 [図の左側] を N 側，ATS 側 [図の右側] を S 側）。実験では、中央の盛土の両脇に橋台と土留壁をそれぞれ設置し、対策工がある場合とない場合を1つのアルミ製剛土槽（2000×700×650mm）で同時に加振した。

支持地盤は足利産山砂を締固めにより湿潤密度 $\gamma_s = 2.07t/m^3$ ，盛土は埼玉産山砂を締固めにより湿潤密度 $\gamma_s = 1.50t/m^3$ ，原地盤は硅砂6号を空中落下法により相対密度 $Dr = 64\%$ とし，軌道荷重 ($q = 14.7kN/m^2$) を散弾により考慮した。橋桁や対策工等については、実際の諸元を反映して、橋台(t36mm)，土留壁(t18mm)，杭(橋台 8mm，土留壁 5mm)をアルミ製とし，シートパイル(t3mm)，タイロッド(t1mm)，桁(t7.4mm)を鋼製とした。対策ありの場合では、橋台，土留壁前面のシートパイルをフーチングと固定するとともに、橋台，土留壁の杭は不完全支持とした。

実験では、遠心加速度 50G，振動数 60Hz，波数 28 波（主要 20 波，テーパー前後 4 波）振動台入力加速度

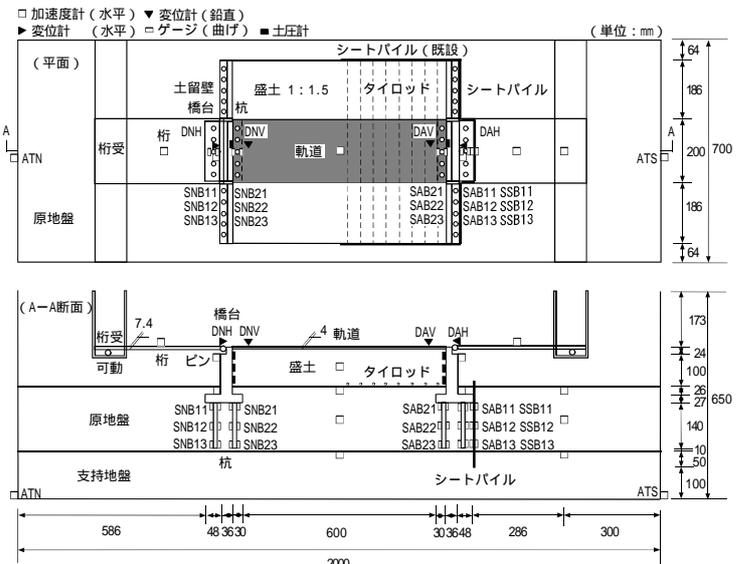


図1 模型地盤と計器配置

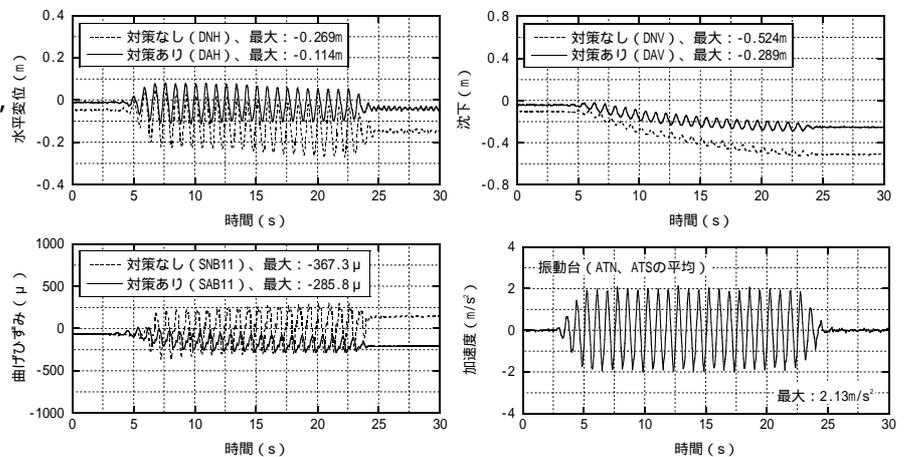


図2 時刻歴（入力加速度 $2m/s^2$ ）

KEY WORDS：遠心力模型実験，橋台，耐震

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 東海旅客鉄道(株)技術開発部 TEL：0568-47-5375 FAX：0568-47-5364

5G, 10G, 15G, 20G を段階的に入力した。

図2に入力加速度 $2m/s^2$ の橋台の変位, 背面盛土の沈下, 杭の曲げひずみの時刻歴を示す。ここで, 各諸量は常時からの変動量(累積量)を表しており, 各符号については, 加速度はS側からN側を正, 水平変位はN側からS側を正, 鉛直変位は沈下を負, 曲げひずみについてはN側からS側への曲げを正とした。

橋台の水平変位は, 対策なしでは前面へ大きく移動したのに対して, 対策ありの場合の背面への移動量及び盛土の沈下量は, 対策なしと比較して低減され, 杭の曲げひずみも小さくなる。

図3に橋台の残留移動量, 背面盛土の沈下量と入力加速度の関係を示す。橋台の移動量は, 対策の有無に関係なく入力加速度の増加に伴い収束する傾向を示すが, 盛土の沈下量については, 入力加速度の増加に伴い同様に増加する傾向にある。面外に盛土法面を有する実際の橋台では, 面外方向への変位により沈下量が大きくなる可能性を示しており, シートパイル締切りを実施することでかなり沈下を抑制することができるが, さらに沈下を防止したい場合などには, 盛土体の地盤改良やネイリング等による盛土体の補強など, 他の対策工法と組み合わせて用いる必要があると考えられる。

図4に外杭, 内杭, シートパイルの残留曲げひずみと入力加速度の関係を示す。外杭と内杭の曲げひずみは同程度生じており, 橋台の移動に対して外杭と内杭が同様に抵抗している。対策ありの杭の曲げひずみは, 対策なしと比較して低減しており, 橋台の残留水平変位, 盛土の沈下と同様に, シートパイルによる対策効果が認められる。シートパイルの曲げひずみは, 橋台, 土留壁フーチングとの一体化により深度方向の勾配が大きくなり, 外杭, 内杭と比較して橋台の移動に対して大きな抵抗を發揮していることから, シートパイル締切りによる地震対策では, 橋台と固定することにより明瞭な効果を期待できると考えられる。

3. まとめ

シートパイル締切りによる橋台の耐震補強では, 橋台前面とシートパイルを一体化することにより, 対策なしで生じる橋台の移動, 背面盛土の沈下を低減できる。また, 橋台の背面沈下の要因を考えると, 他の対策工法と併用することにより, さらに沈下量を低減できる可能性が高い。

参考文献: 1) 渡辺健治, 館山勝, 青木一三, 米澤豊司: セメント改良アプローチブロックを有する耐震性橋台に関する模型振動実験, 鉄道総研報告, Vol.16, No.3, pp.25-30.2002. 2) 青木一三, 米澤豊司, 館山勝, 小島謙一, 大河内保彦, 堀井克己: 耐震性橋台模型振動台実験の弾塑性FEMによる動的解析, 第36回地盤工学研究発表会, pp.1843-1844.2001. 3) 幸原淳, 青木一三, 米澤豊司, 渡邊修, 館山勝, 龍岡文夫: ジオテキスタイルで補強されたセメント改良補強盛土からなる橋台の耐震設計, ジオシンセティックス論文集, 第17巻, pp111-116.2002.

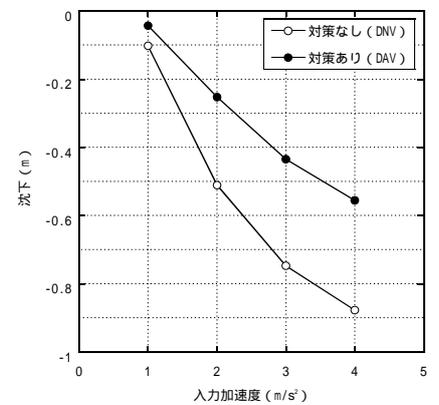
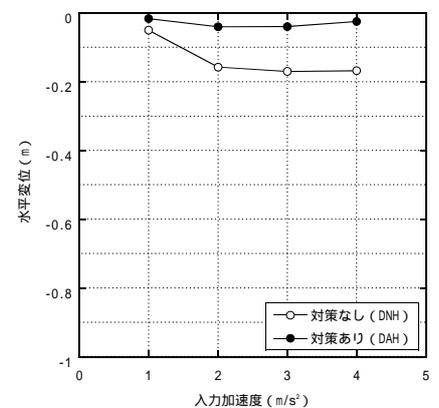


図3 橋台の移動, 盛土の沈下

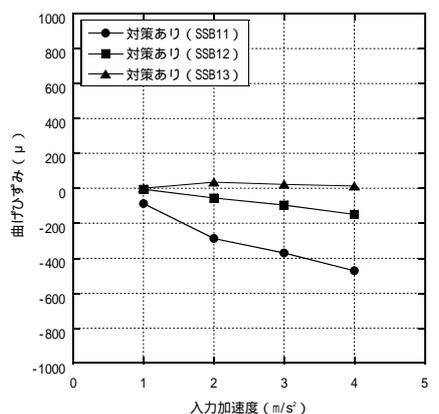
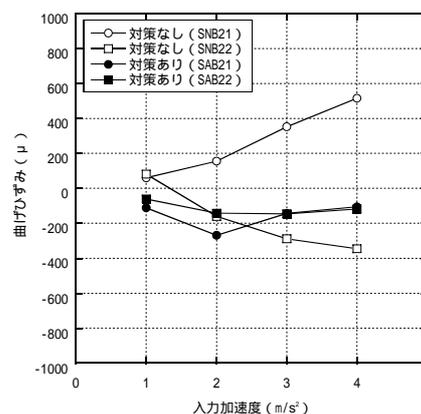
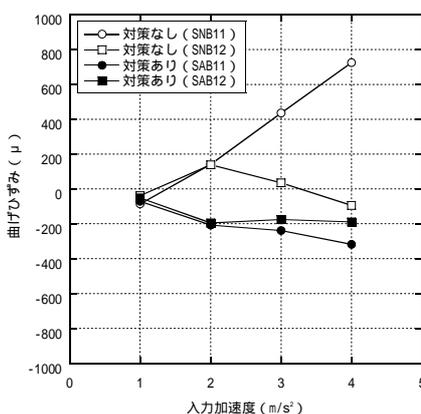


図4 外杭, 内杭, シートパイルの残留曲げひずみ