

国鉄・施設局 正員 野 沢 太 三
国鉄・技研 正員 垂 水 尚 志
国鉄・技研 正員 西 本 慶 一

1. はじめに

地震時に橋台とこれに近接した特面盛土、すなわち橋台裏盛土の相対変位が大きくなり、列車走行の安全性が問題になることがある。そこで、この相対変位を低減するための対策工を検討するために、3年前より模型振動実験と設計手法の検討を行ってきた。最初、橋台、橋台裏盛土、地盤の全体系^{1,2)}の挙動を把握するための実験を行い、続いて下部地盤を硬化するための対策工の実験、橋台フーチング部の横方向変位を拘束する対策工の実験を行ない、これらの結果をもとに設計手法^{3,4)}が提案され、新幹線の橋台裏盛土の地盤対策が実施されてきた。これらの検討の過程で盛土の沈下は、地盤の沈下、橋台と盛土の相互作用によるもののみでなく、盛土自体の沈下に分類して考えることにし、これらへの対策工は前巻の沈下防止と主として考慮したもののである。本報告では橋台裏盛土自体の対策工として最も可能性の高い注入工の効果を確認するために行なった模型振動実験の概要を紹介する。

2. 模型の構築

2.1 盛土材料：橋台裏には切込砂利が投入されていることが既述の通りである。そこで切込砂利を使用するとともに、実際に日砂利⁵⁾以外にも注入する場合は想定されるので対比として検討することとした。図-1に材料の粒度分布を示す。

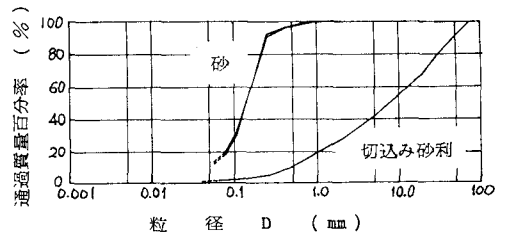


図-1 使用材料の粒度分布

2.2 模型の縮尺：縮尺を $1/4$ とし、これらと同等の相対関係を考慮し盛土を構築した。諸元を図-2に示す。図に示すように土橋中央には切込を設置し、種類の試験盛土を同時に構築した。砂の量は 2.5 m^3 、切込砂利の動的貫入試験値(中型)は 10 cm 貫入に $12 \sim 24$ である。

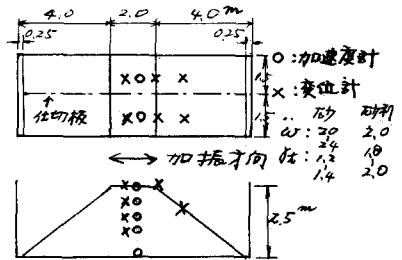


図-2 盛土諸元と計器位置

2.3 注入手法：注入材として2種をメント系の材料(ゲルタイム約2分)を用いた。注入範囲と方法を図-3に示す。2重管の先端で2液を混合し管を動かしながら所定の範囲に注入を行なった。注入圧は大半が $0.1 \sim 0.5 \text{ MPa}$ であった。注入率は注入範囲に 12 切込砂利で 21% 、砂で 26% であり、(間引き率はそれぞれ 35% 、 50% であった)。注入後6日下振動実験を行なったが、この時のゲルの 1 軸圧縮強度は 0.9 MPa であった。弾性波速度(横波)は注入前後で、砂利 110 m/sec 、 900 m/sec 、砂 90 m/sec 、 125 m/sec であった。

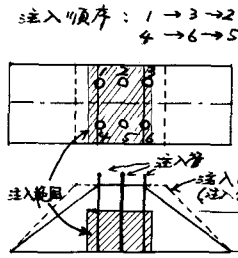


図-3 注入手法

3. 測定項目

加振時の測定項目は加速度、変位であり、計器位置を図-2に示している。加速度は水平方向、変位は 12 は盛土中心部、大端の沈下、のり肩部、のり

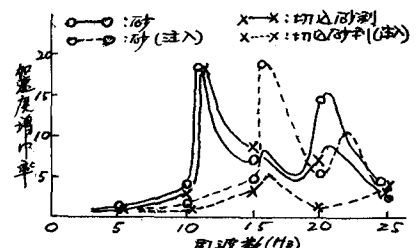


図-4 共振試験結果

中間では沈下と水平変位を測定することとした。

4. 実験結果と考察

4.1 共振実験：振動台加速度を 6 gal 一定とし $1 \text{ Hz} \sim 25 \text{ Hz}$ までの周波数をあげて共振曲線と求めた。図-4に示すように砂の場合には無注入盛土の共振周波数は 11.4 Hz 、注入盛土では 14.2 Hz 、切込砂利の場合にはそれぞれ 12.9 Hz 、 15.5 Hz である。ただし、切込砂利の場合は 25 Hz 以上の共振周波数も1つありうる。いずれの場合も注入により共振周波数が高くなる傾向にある。

4.2 強振実験

共振周波数近くで強振を行うのが適当であると考え、共振周波数の容量を考慮し、 10 Hz で加振することとした。いずれの横型の場合にもその肩部分の変状が図に示した。

加速度：図-5に振動台及び盛土天端付近の加速度を示す。各加速度レベルで10秒間加振し、加振後盛土表面の沈下を測定し、続いて2次のレベルで加振を行った。無注入の砂盛土では振動台加速度が 300 gal の時に天端の応答加速度が低下したため、最終段階では振動台とほぼ同一の加速度となっている。増巾率は砂で最大4、砂利で最大5でいずれも振動台加速度が 100 gal の場合である。注入盛土については両盛土とも応答加速度が増加しており、増巾率は砂の場合が約4、砂利が約3とそれぞれ類似している。

変位：図-6に天端の沈下とその肩部の水平変位を示している。無注入の場合には切込砂利の沈下が砂の沈下と上まわったように、注入後は3mm程度の沈下にとどまり注入効果が十分あることも示している。一方、砂の場合にはその肩部の水平変位は注入盛土で大きくなっている。

注入範囲の確認：強振実験後、土を除去しながら注入状況の確認を行った。注入後の貫入試験からも確認されたように、砂利では注入管を10と12周辺に複数注入されており、砂の場合には写真に示すような状態であった。砂利部の土塊の大きさは約4cm程度、砂の場合には均質なケルピの強度は 37 kg/cm^2 (注入後16日) であり、管内で充填したものは実験体の同一材料の強度に比して著しく小さくなっている。

5. おわりに

切込砂利に対して注入効果の大きくなることと確認できたが、実際の橋台盛土は断面の大きな岩層が連なり、注入作業には相当の苦労が予測される。また、その肩部分に注入による沈下が難しく、注入部とその周囲の挙動の差が注入により増大することと推定される。

【参考文献】1) 垂水・西本：橋台盛土の液状化振動実験(2013)16国土学会講演会、2) 川名・西本：同前(2012)、17国土学会講演会、3) 川名・西本：橋台盛土沈下防止対策工の液状化振動実験、20国土学会講演会、4) 岡田・福島：橋台盛土耐震補強工の設計条件、27国土学会講演会、5) 岡田・福島他：橋台盛土耐震補強工、構造物設計資料、1982、12

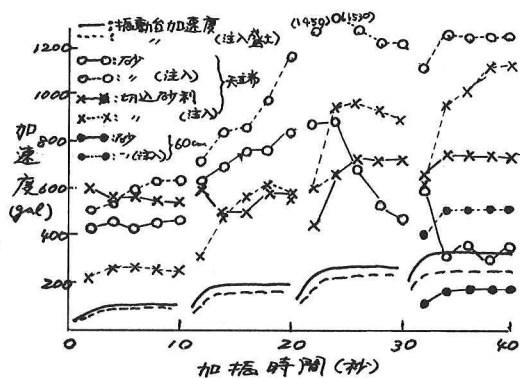


図-5 振動台及び盛土天端付近の加速度

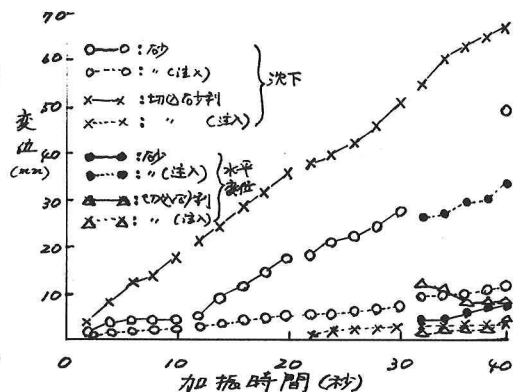


図-6 盛土天端の沈下と水平変位

