

# I-553 裏込めにセメント安定処理土を施した橋台の振動特性 (その1)

日本道路公団 正会員 ○佐久間 智, 佐藤 孝, 多久和 勇  
フジタ工業㈱ 正会員 中野 浩之, 池見 拓, 中村 正博

## 1. はじめに

筆者らは橋台の合理的・経済的設計のための一改善案として、橋台の裏込め盛土にセメント安定処理土を適用し、躯体背面の土圧軽減効果や盛土の沈下量軽減などを考えた一連の実験を行っている<sup>1)</sup>。本文ではこのような橋台の地震時の振動特性について模型振動実験から検討を進めた結果を報告する。

## 2. 実験概要

セメント安定処理土の適用に関して実験の主な目的を以下に挙げる。

- (1) セメント安定処理土を施すことにより、橋台系の応答特性はどのように変化するか。また、ひとつの固まりとなった裏込め部が橋台と違う挙動をし、悪影響を及ぼすことはないか。
- (2) 一般の裏込め盛土の場合に比較して橋台背面の動土圧は低減されるか。
- (3) 台形状の安定処理裏込め部が存在する場合、ひずみの分布や破壊はどう生じるか。

本実験では比較的小さなひずみ領域を対象として香川<sup>2)</sup>によって提案された相似則を適用することにより実物との相似関係を考えた上での動的挙動を把握することとした。従って(3)では破壊でなくひずみ分布が相対的に大きい箇所に着目した。また、本実験では簡単化のため橋台の裏込め土の特性のみを変え、①セメント安定処理土裏込めと②非安定処理土裏込めの場合の比較に重点をおいた。実験は非安定処理土と安定処理土のケースの他に安定処理土の下に軟らかい表土層が存在することを想定したケースを加え、計3種類の模型について行った(表-2参照)。図-1には模型概要を示す。模型は振動台上の土槽内に作製された厚さ1mの地盤部上に逆T式の橋台模型を設置し、高さ1mの裏込め盛土を行なったものである。表-1に主な模型諸定数と相似率を示す。

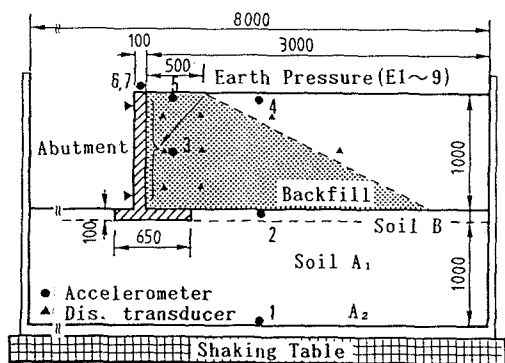


図-1 模型概要 (Unit; mm)

安定処理土の実験の場合、裏込め部の盛土材は、小名浜砂 ( $G_s=2.71$ ,  $D_{50}=0.232\text{mm}$ ,  $U_c=1.86$ ) に乾燥重量比で5%の普通ポルトランドセメントと5%の水を加え攪拌混合したものであり、一般盛土部は含水比を5%に調整した小名浜砂である。これらの盛土材をそれぞれ所定の巻き厚ごとに転圧し裏込めを作製した後、安定処理土は48時間養生をした。一方、非安定処理土の実験の場合は裏込め部すべてが含水比5%の小名浜砂でできている。各ケースにおける裏込め部盛土の湿潤単位体積重量を表-2に示す。地盤部の材料(地盤材A)は湿潤単位体積重量 $\gamma_t=1.6 \sim 1.8 \text{ tf/m}^3$ の利根川砂 ( $G_s=2.74$ ,  $D_{50}=0.33\text{mm}$ ,  $U_c=2.10$ ) を用いた。また軟らかい層を想定した地盤材Bは $\gamma_t=1.3 \text{ tf/m}^3$ で作製した。計測器は橋台背面の静的および動的土圧を測定するため橋台背面の深さ方向に9点の土圧計(10cm毎に上からE1~9)を埋め込んだ。また、盛土過程・加振過程の橋台および盛土内部の加速度・変位を測定するため、図-1に示した各位置に加速度計を計8点(A1~8)と変位計を計12点(AD1~8, D1~4)設置した。入力波は実構造物での周期特性を限定しにくいことから広い周波数帯域

表-1 相似率 ( $m/p=1/\lambda=1/\eta$ )

|                             | Model | Ratio                     |       |
|-----------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Abut. Height (m)            | 1.0   | $1/\lambda$               | 0.1   |
| Density ( $\text{tf/m}^3$ ) |       |                           |       |
| Abutment                    | 1.96  | $1/\eta$                  | 0.833 |
| Soil-A1                     | 1.60  | $1/\eta$                  | 0.833 |
| Soil-A2                     | 1.80  | $1/\eta$                  | 0.833 |
| Soil-B                      | 1.30  | $1/\eta$                  | 0.833 |
| Backfill                    | 1.50  | $1/\eta$                  | 0.833 |
| Acc. (gal)                  | 1     | $1/\eta$                  | 1     |
| Strain                      | 1     | $1/(\eta\lambda)$         | 0.289 |
| Frequency (Hz)              | 1     | $\eta^{1/4}\lambda^{3/4}$ | 5.886 |
| Stress                      | 1     | $1/(\eta\lambda)$         | 0.083 |

表-2 実験ケース

| NO.    | Soil of Backfill      | $\gamma_s (\text{tf/m}^3)$ |
|--------|-----------------------|----------------------------|
| CASE-1 | Usual (No Cement)     | 1.50                       |
| CASE-2 | Cement Stabilized     | 1.49                       |
| CASE-3 | Cement Stabilized (B) | 1.46                       |

(5~50Hz程度)のランダム波を用い加振した。入力振幅は各ケースで4種類(a=50 gal, b=100gal, c=200gal, d=400 gal)とした。入力d等の大振幅の設定については本来の目的とは別に大変形時の挙動を定性的に把握するためのものである。

### 3. 実験結果

図-2に加振前の静的な土圧分布を示す。土圧分布を面積等価な三角形分布と仮定して求めた土圧係数は非安定処理土(CASE-1)で $K=0.41$ 、安定処理土(CASE-2)

で $K=0.35$ である。また、この段階で橋台は主動側へCASE-1で1.2mm、CASE-2で1.3mm 変位している。

図-3は加振実験において得られた盛土地盤内鉛直方向(A1-A2-A4)での水平最大加速度の増幅の比較を示したものである。入力a, b, c いずれの場合も安定処理土のケースでは非安定処理土に比較して増幅が小さくなっていることがわかる。周波数特性からの相違を見るために盛土の天端A4におけるフーリエスペクトルの比較を図-4に示した。CASE-1では20~33Hzが増幅しているのに対してCASE-2では明確な卓越周期は見られず、全体的になだらかとなっている。図-5は入力波A1と盛土天端A4の加速度波形からそのフーリエスペクトルをスムージング処理して求めた盛土模型の伝達関数である。入力振幅aの時のCASE-1, 2, 3における伝達関数の比較から、非安定処理土(CASE-1)の一次固有振動数は30~32Hz付近であり、一方、安定処理土(CASE-2, 3)のそれは明確なピークはないがこれよりも高く45~47Hz付近であることがわかる。また、非安定処理土の場合、一次固有振動数での応答倍率が10倍以上なのに対し、安定処理土ではその1/2以下の5倍程度と低くなっている。入力振幅の大きさの相違(a, b, c, d)による伝達関数の変化をみると固有振動数が入力振幅の増加とともに低下し、CASE-1のdでは20Hz程度にまでなり非線形化しているのがわかる。このことは安定処理土の場合でも同様でdの場合における固有振動数の低下は非安定処理土の場合よりも顕著である。一方、同じ安定処理土であるCASE-2とCASE-3の比較では地盤Bが介在しているCASE-3の方がやや固有振動数が小さくなっているものの明確な相違は判断できない。図-6は安定処理土の裏込め天端(A6)と橋台(A5)の加速度スペクトルの比をとったものである。広い帯域で両者の比は1.0となり裏込めと橋台がほぼ同じ挙動をしている。

これからセメント安定処理土の場合は、裏込めがある周波数帯域でフィルタ 的役割を果たし裏込め土内部での減衰が大きく加速度等の応答振幅は増幅しにくいことがわかる。

参考：1) 安松ら：セメント安定処理土の橋台裏込めへの適用に関する模型実験，第20回地震工学研究発表会

2) 香川：土木構造物の模型振動実験における相似則，土木学会論文報告集第275号。

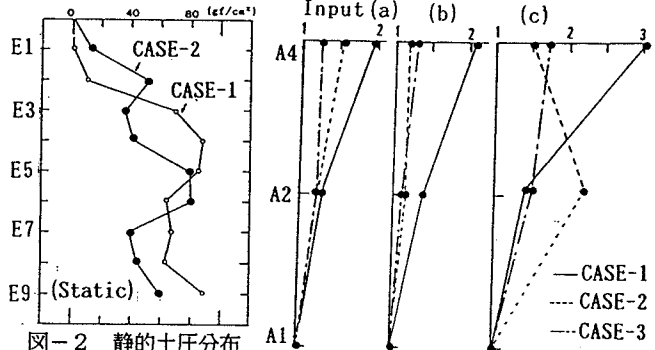


図-2 静的土圧分布

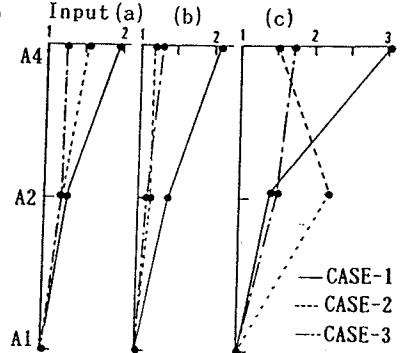


図-3 最大加速度の増幅(A1-A2-A4)

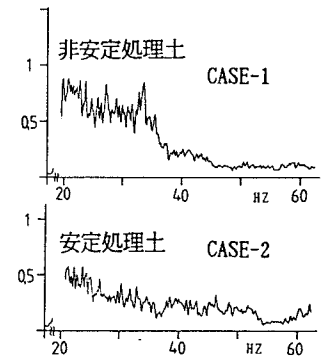


図-4 加速度スペクトルの比較(A4)

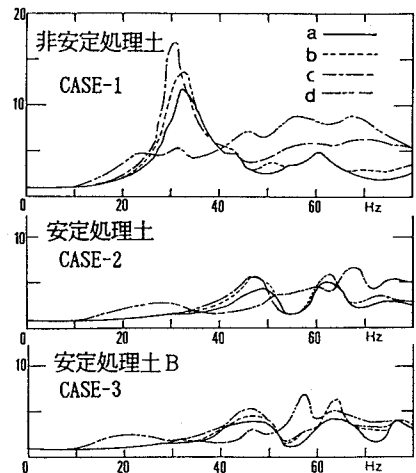


図-5 伝達関数 (A4/A1)

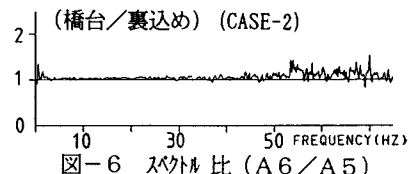


図-6 スペクトル比 (A6/A5)