

III-99 橋台背面裏込めEPS盛土の振動特性

清水建設㈱ 正会員 ○相田 和規
 長岡技術科学大学 正会員 杉本 光隆 小川 正二
 日本道路公団 正会員 山田 金善

1 はじめに

EPS工法は、軟弱地盤の荷重軽減や橋台背面土圧軽減等を目的として、各地で適用されつつある。しかし、EPS工法の地震時安定性については未だ未解明な点が多い。こうした状況をふまえ、橋台背面裏込めEPS工法の振動特性及び地震時水平土圧を把握することを目的として模型振動実験を行った。本報告では、これら実験結果のうち、橋台背面裏込めEPS工法の振動特性について述べる。

2 実験概要

2-1 相似則の検討

盛土は平面ひずみ状態にあるとし、奥行き方向（Z方向）は単位幅とする。モデルにおいて支配的であると考えられる物理量を以下に記す。

(1) 慣性力 $F_i / l_z = m \omega^2 u / l_z$

(2) 弾性力 $F_e / l_z = \sigma A / l_z$

(3) 減衰力 $F_{dp} / l_z = \beta \sigma A / l_z$

(4) 自重 $F_g / l_z = mg / l_z$

m：質量 u：変位 ω ：円振動数
 l_z ：奥行き方向長さ β ：減衰定数 A：面積
 g：重力加速度 σ ：ひずみによる応力

さらにここで、壁体部・EPS部・裏込め砂部の各部の境界における変位及び応力は等しいという条件を用いると、相似比は表-1となる。

表-1 相似比

項目	相似比
壁体の長さ当りの重量比： $\rho_w \cdot l_{x1} \cdot l_y \cdot l_z$	λ^2
EPSの長さの比： l_{xz}	λ
砂の長さの比： l_{xs}	λ
Z方向の長さの比： l_z	λ
EPSの単位体積重量比： ρ_e	1
砂の単位体積重量比： ρ_s	1
壁体の断面剛性の比： $E_w \cdot I_w$	1
EPSの弾性係数の比： E_e	λ^3
砂の弾性係数の比： E_s	1
減衰定数の比： β	1
重力加速度の比： g	1
円振動数の比： ω	1
力の比： F	λ^{-1}
応力の比： σ	λ^2
変位の比： u	λ
	λ^2

*)実物/模型

2-2 実験装置

想定したEPS盛土（EPS高さ：5m、EPS盛土背面勾配 1:1.8）に相似則を適用し、図-1に示すように実験用供試体を土槽（2m x 2m x 2m）の中に作成した。ここで壁体は、相似則を満たす（すなわち振動特性が実物と相似である）とともに、EPS側全側面を載荷板（10cm x 20cm）で覆って水平・鉛直方向土圧を測定できるようにしてある。また、上載圧はコンクリートブロックで与えることとし、裏込め砂は最適含水比（ $\omega = 17.61\%$ ）に調整した新潟砂を用いてJIS第1法に相当する締固めを行い作成した。

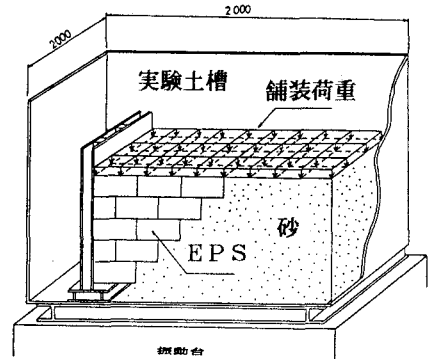


図-1 実験装置

表-2 実験ケース

実験モデル	模型スケール	EPS一体化	砂の締固め密度
モデル #1	1/5	あり	高
モデル #2	1/5	なし	高
モデル #3	1/5	あり	低
モデル #4	1/7.5	あり	高

この実験用供試体では、減衰定数および砂の弾性係数について相似則を満たすことは不可能であるが、①本実験では壁体とEPSの連成系に着目しているので裏込め砂は単なる緩衝材とみなせる②相似則を考慮すると本実験で得られる地震時土圧は設計上安全側であると解釈できるので、実験目的を達成できると考えた。

2-3 実験条件

実験因子として、模型スケール、EPS一体化、砂の締固め密度を考え、表-2に示す実験ケースを設定した。なお、EPSは井桁に組むこととし、入力波は50gal、1.2Hzに相等する正弦波とした。

3 実験結果と考察

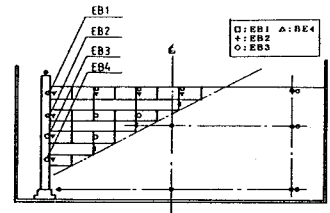
各実験ケースの共振曲線を図-2～図-4に示す。

3-1 振動特性

モデル1の共振曲線より、①壁体直後では共振点が12Hz、30Hz付近にあること②EPS内部、天端部では共振点が10Hz付近にあるが、30Hz付近のピークは明瞭でないことがわかる。これは①スウェイモードの1次共振点が12Hz付近にあること②ロッキングモードの1次共振点が30Hz付近にあることのためと考えられる。

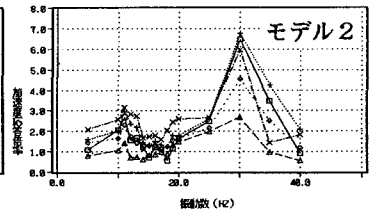
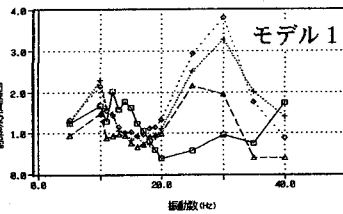
3-2 EPSブロック一体化の影響

モデル1とモデル2を比較すると、共振点は一致しているが、30Hz付近の加速度応答倍率は2倍となっている。これは、EPSブロックを一体化したモデル1ではEPSが一体として挙動するのにに対し、EPSブロックを一体化しないモデル2ではEPSがブロック集合体として挙動するためと考えられる。



3-3 裏込め砂の影響

モデル1とモデル3を比較すると、共振周波数、加速度応答倍率、共振曲線の傾向が良く一致していることがわかる。これより、本実験では、裏込め砂の影響は軽微であって、裏込め砂は単なる緩衝材とみなせると考えられる。



3-4 相似比の影響

モデル4の共振曲線より、共振点が17Hz、38Hz付近にあることがわかる。この共振周波数はモデル1の約1.5倍となっていること、加速度応答倍率がほぼ一致していること、共振曲線の傾向が一致していることから、振動特性については相似則が成立して定量的評価ができると考えられる。

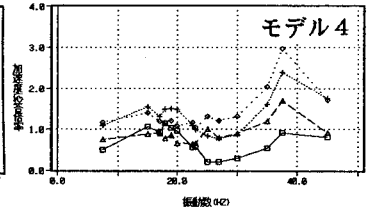
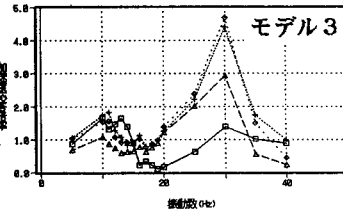


図-2 共振曲線（壁体直後）

4 まとめ

(1) 想定した橋台背面裏込めEPS盛土の共振周波数は2Hz近傍（スウェイモード）、6Hz近傍（ロッキングモード）である。

(2) 地震時応答倍率の低減のためにはEPSブロックを一体化することは重要である。

(3) 振動特性について、本研究で用いた相似則は成立する。

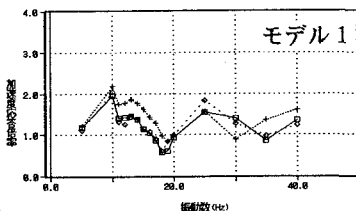
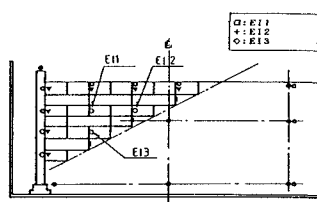


図-3 共振曲線（EPS内部）

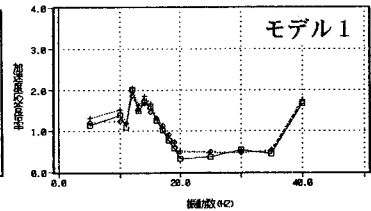
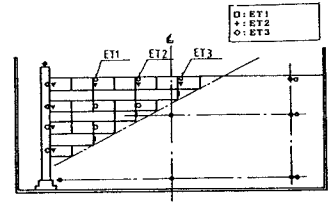


図-4 共振曲線（EPS天端部）