## パイルスラブ式盛土の模型振動実験に関する動的解析

(株)日建設計シビル
(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
(株)レールウェイエンジニアリング
(公財)鉄道総合技術研究所
正会員 赤野達也,陶山雄介
正会員 青木一二三
正会員 小島謙一,野中隆博

## 1.はじめに

著者らは地盤改良杭を盛土内に有する盛土(以下,パイルスラブ式盛土とする)を提案し,模型振動実験による地 震時性能の把握等を進めている<sup>例えば1),2)</sup>.本論文では,最近実施した全断面および半断面の模型振動実験に対して2 次元FEM動的解析を行い,実挙動再現に必要なモデル化および解析手法の適用性について検討する.

## 2. 検討方法

対象実験は、図1に示す全断面モデル(Case10)および半断面モデル(Case9)とする<sup>1),2)</sup>. Case は既往実験に対応し た整理用番号である. 盛土高さは約600mm,改良杭はφ100mm,改良率10%で盛土全断面あたり4本,奥行き300mm 毎に配置している. 半断面盛土では盛土中心側の境界部にゲル板を配置し境界の影響を軽減している.

対象構造では水平面内のせん断変形に加え,法面付近の滑りや杭周辺の圧縮・引張挙動など種々の方向の変形が 生じるため,任意方向の非線形性を扱えるマルチスプリングモデルに対応した解析コードが適切と考え旧港湾技術 研究所開発で開発された FLIP<sup>3</sup>を用いる.なお,実験は乾燥砂のため間隙水圧は考慮しない.

解析は2次元平面モデルのため、改良杭は杭間隔により剛性・強度を換算した等価物性とする. 盛土が揺すり込み等により沈下すると、スラブ版は杭上部の砕石のみで支持されるため、杭上部砕石は杭幅のみの奥行とする. さらに、改良杭・地盤間および杭上部砕石・スラブ間にはジョイント要素を配置した. (図2参照).

地盤やゲル板の材料物性を表1に示す.スラブ版・砕石間の摩擦角は、実験結果のスラブ版の最大加速度から設定した(図 3).また、半断面におけるゲル板の剛性は試験体の固有振動数に合致するように設定し、ゲル板と盛土間はジョイント要素とし、その特性は加速度応答が概ね整合するように試行錯誤的に設定した.

模型実験の入力地震動は,全断面盛土ではL2地震動スペクトルIIの土構造波(G2地盤)<sup>4</sup>の時間軸調整波であり, 半断面盛土では正弦波である.実験では加速度を100~900gal(半断面では800gal)まで100galずつ漸増させて加振 している.実験では各振幅での加振に伴い盛土の密実化等による剛性変化や,中程度の加振時から盛土沈下・砕石 の変形により,改良杭に支持されたスラブ版と砕石層間に空隙が生じるなど,加振レベルに応じて構造系が変化し ていると考えられる.一方,解析では加振途中で構造モデルの変更は困難なこと等から,300gal,500gal,900(800)gal の各加振加速度を単独に入力し,実験の各加速度による増分変位に対して比較することとした.

## 3. 解析結果

検討結果を,図4~図7に示す.これより,以下のことが分かる.

- ・改良杭上部砕石・スラブ間にジョイント要素を設定し実測加速度より設定した摩擦特性を用いることにより、杭の加速度分布,入力加速度が大きくなるとスラブ版で加速度が低減する様子などが再現可能である.(図4,図6)
- ・解析における盛土天端の鉛直残留変位は実測よりも若干小さい(図 5, 図 7). これは解析では揺すり込み沈下が表 現できないことが起因していると考えられる. 揺すり込沈下が卓越する場合には,別途評価することが必要と考 えられる.
- ・スラブ版の水平変形(全断面 LDH01,半断面 DH4)は,解析は実測よりも大きい結果となった.解析では完全バイ リニア的な挙動となるため実際よりも滑動変位が出やすくなった可能性がある.

以上より,提案した解析手法でパイルスラブ式盛土の加速度挙動等を概ね再現できることが分かった.今後,変 形に関しても再現精度を高められるように検討を継続していく予定である.

キーワード パイルスラブ式盛土,地盤改良杭,動的解析

連絡先 〒 541-8528 大阪市中央区高麗橋 4-6-2 (株)日建設計シビル 技術開発部 TEL06-6229-6372



参考文献 1) 米澤豊司・丸山修・森野達也・武田栄広・小島謙一・坂本寛章:パイルスラブ式盛土の模型振動台実験-地盤改良杭の効果-, 土木学会第 65 回年次学術講演会,2010.9 など 2) 坂本寛章・渡辺健治・米澤豊司・森野達也・青木一二三:パイルスラブ式盛土の模型 振動台実験-改良間隔による比較-,土木学会第 66 回年次学術講演会,2011.9 3) 井合進・松永康男・亀岡知弘(1990):ひずみ空間にお ける塑性論に基づくサイクリックモビリティのモデル,港湾技術研究所報告,第 29 巻,第4号,pp27-56 4) 鉄道構造物等設計標準・同 解説 耐震設計,鉄道総合技術研究所 2012