

EPS 盛土の実大振動台実験のシミュレーション解析

EPS 盛土 実大振動台実験 シミュレーション解析

株式会社 CPC 国際会員 ○西 剛整

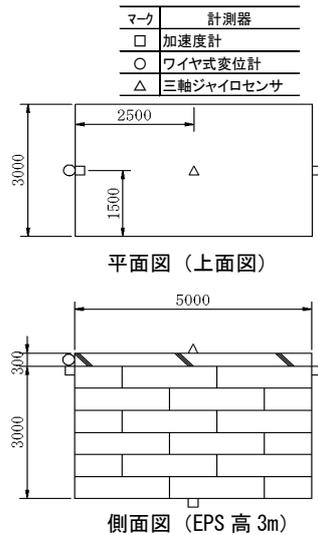
発泡スチロール土木工法開発機構 正会員 窪田 達郎

1. はじめに

筆者らは、2018年に両直型のEPS盛土を対象とした実大振動台実験を行っている¹⁾。その際、実験の挙動を解析的に表現することも試みた²⁾。その結果、実験時の挙動を比較的適切に表現することができた。実験は、EPSの高さを3m、6m、8mの条件で行っており、これまで解析を試みたのは8mのケースであった。本稿では、文献²⁾に対してさらにモデルを改良し、8mに加えて3m及び6mの結果に対するシミュレーション解析を実施した結果を示す。

2. 実大振動台実験の概要

橋台背面にEPS盛土を配置する場合、EPS盛土の形状は一般的に両直型になる。この形状では、EPSの軽量性の影響で相対的に上部舗装の重量が大きくなるものとなり、地震時にロッキングを生じやすい。その影響による変状の発生が懸念されることから、1997年にも実大振動台実験を行っている⁴⁾。2018年の実験は、耐震性向上のために開発された新型の緊結金具の



- 単位：mm
- 最上段の300mm厚のコンクリート版は舗装、中間の100mmのコンクリート版は中間床版。

図-4～図-6の計測位置

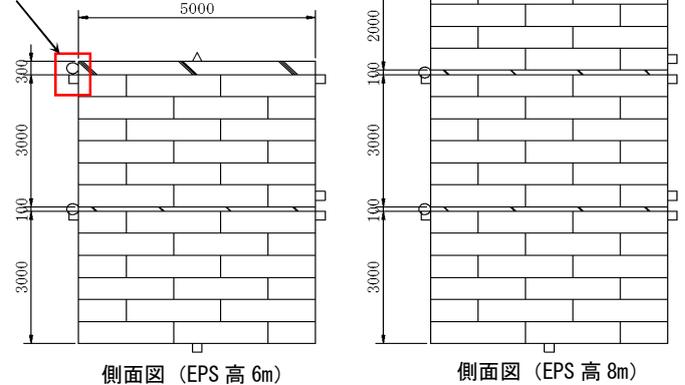


図-1 実験に用いた EPS 盛土の概要

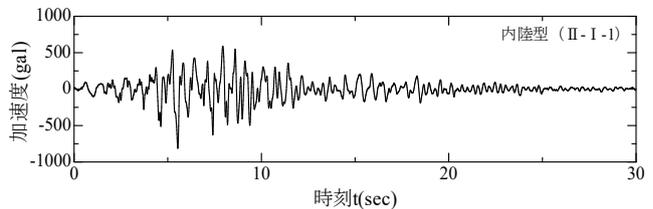


図-2 実験に用いた地震動加速度波形 (道示 II-I-1)

効果確認を主目的に実施した。実験は、上記の通り3通りの高さのものを対象とした。その形状と計測機器の配置状況を図-1に示す。実験に用いた地震動は、ランダム波、10Hz～1Hzのスweep波(最大100gal)、及び図-2に示す道路橋示方書・同解説VのI種地盤の内陸型地震動加速度波(II-I-1波、最大加速度の絶対値=812gal)である。実験の結果として、新型金具による耐震性の向上などが確認されたが、結果の詳細については文献¹⁾を参照されたい。

3. シミュレーション解析モデル

実験に対するシミュレーション解析は2次元の有限要素法による。解析には、大変形解析プログラムFLIP/TULIPを用いた。解析モデルのイメージ図を図-3に示す。解析では、EPS材と最上段のコンクリートブロックを平面ひずみ、中間にある厚さ100mmのコンクリート床版を梁要素とした。EPS材及びRC材の物性値を表-1に示す。図-3の左下に示すように、EPSブロック間及びEPSブロックと床版間はジョイント要素を設置し、さらに、EPSブロック間には1ブロック当り2箇所、緊結金具をモデル化したばね要素を設置した。文献²⁾で用いたモデルとの違いは、大きくはこのばね要素の設置であり、文献³⁾でも図-3のモデルを適用している。図中に

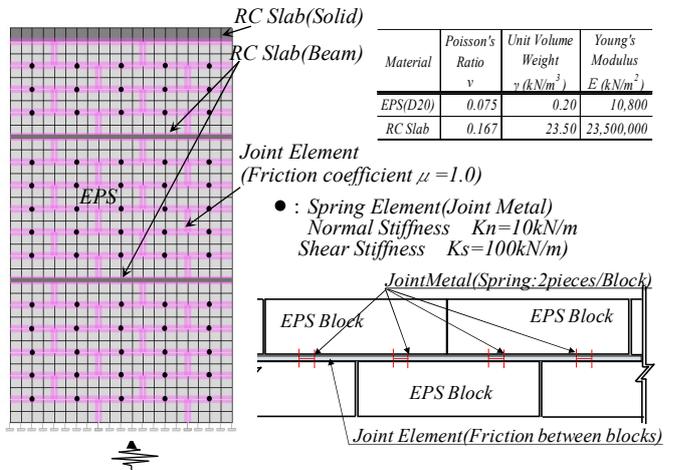


図-3 解析モデル (EPS 高 8m)³⁾

はばね値が示されているが、これは解析によるトライアルの結果より設定した値である。解析の境界条件は実験と同様底面固定であり、この固定底面より地震動を入射した。

4. 解析結果

解析結果として、EPS 高 6m のケースに対して図-1 の赤い四角で囲った舗装位置の水平加速度波形を図-4 に示す。EPS 高 8m のケースの結果は文献³⁾に示しているため、そちらを参照されたい。図-4 では、実験結果と解析結果を重ねて示している。図-2 の入力加速度波形と比較すると、やや周期が長くなっているように見受けられ、また、入力加速度が小さくなってきている 15 秒以降も自由振動によると考えられる水平加速度が確認できるが、この傾向を解析では適切に表現できている。図-5 は鉛直加速度を示したものである。図の上は加振開始から 30 秒間を示した。実験結果と解析結果は良い一致を示しているようであるが、短周期成分の影響でわかりにくいいため、特に加速度が大きい 4~14 秒についての結果を図下に示している。鉛直加速度もかなり高い精度で表現できていると考えられる。図-6 は水平変位を示したものである。変位の絶対量、波形ともかなり良い一致を示している。

図-7 は舗装下の水平加速度に対して、そのフーリエスペクトルを示したものである。EPS 高 3m、6m、8m に対して実験結果と解析結果を重ねて示している。3m のケースにてやや短周期側の結果に違いが見られるが、全体的には概ね一致している。図-8 では、同様に鉛直加速度のフーリエスペクトルを示した。全体的に解析結果は実験結果を適切に再現できていると考えるが、特にロッキングの影響が大きくなる EPS 高の高いケースでよく一致しているといえる。

5. まとめ

両直型の EPS 盛土の実大実験結果に対して解析的な評価を試みた。その結果、大変形解析プログラム FLIP/TULIP を用いることで実験結果を適切に再現でき、ロッキング現象を含む挙動の評価に対する解析の適用性が確認できた。

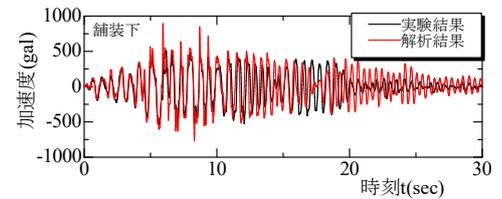


図-4 舗装下の水平加速度 (EPS 高 6m)

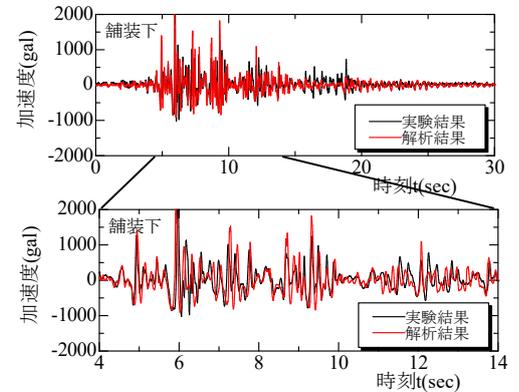


図-5 舗装下の鉛直加速度 (EPS 高 6m)

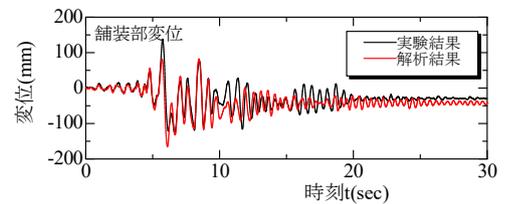


図-6 舗装部の水平変位 (EPS 高 6m)

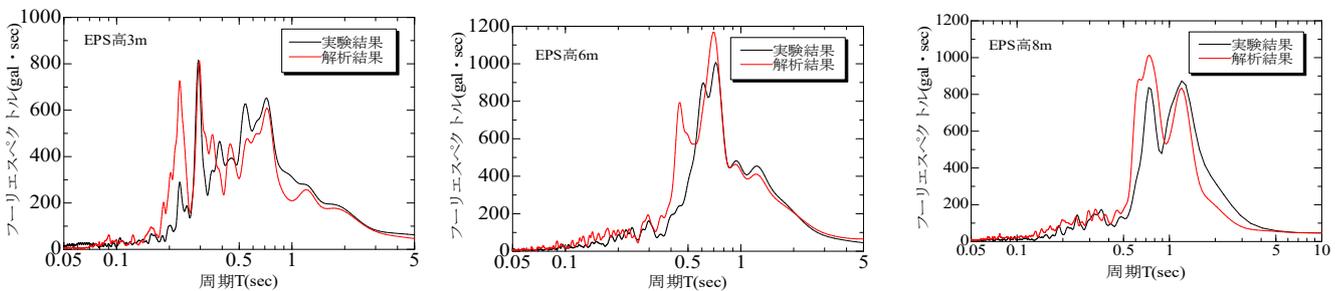


図-7 舗装下の水平加速度のフーリエスペクトル

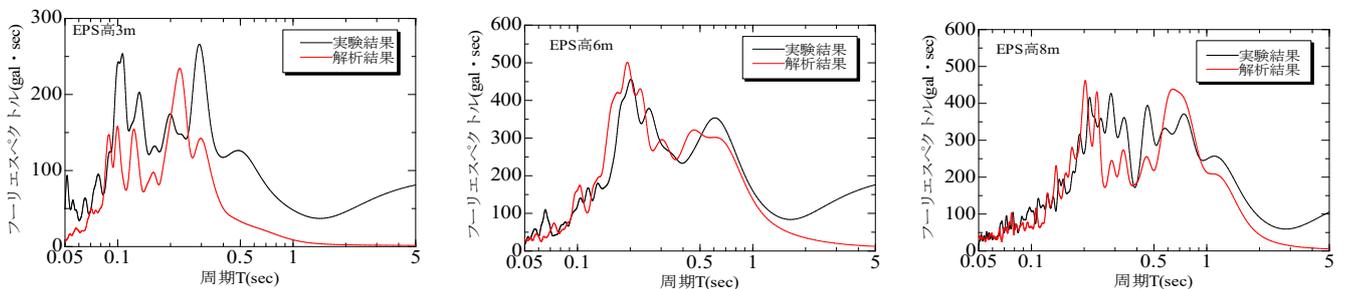


図-7 舗装下の鉛直加速度のフーリエスペクトル

- 1) 西剛整, 谷美宏, 林夏希, 窪田達郎, 京川裕之, 古関潤一, 小浪岳治: EPS 盛土の実大振動台実験による新型緊結金具の効果とロッキング対策の評価, ジオシンセティックス論文集 34 巻, pp.153-160, 2019.
- 2) 谷美宏, 西剛整, 林夏希, 窪田達郎, 小浪岳治, 林豪人, 古関潤一, 京川裕之: EPS 盛土の実大振動台実験 (その 4: 解析的評価), 第 54 回地盤工学研究発表会, pp.551-552, 2019.
- 3) Tsuyoshi Nishi, Takeharu Konami, Tatsuro Kubota, Hiroyuki Kyokawa, Junichi Koseki, and Kazuya Yasuhara: Evaluation of EPS embankment behavior during large-scale earthquakes by full-scale shaking table tests, 2022 GeoAsia7 Conference, 2022.
- 4) 西剛整, 堀田光, 黒田修一, 長谷川忠弘, 李軍, 塚本英樹: EPS 盛土の実大振動台実験 (その 1; 振動台実験), 第 33 回地盤工学研究発表会講演集, pp.2461-2462, 1998.