

気泡混合軽量盛土工法による橋台背面アプローチ部の耐震性確認解析

麻生フォームクリート株式会社 正会員 ○大川 正太郎
麻生フォームクリート株式会社 非会員 徳江 大

1. はじめに

気泡混合軽量土（エアミルク・エアモルタル）の様々な用途のうち、橋台背面アプローチ部に用いる盛土工法が敬遠されている傾向が独自の調査で判明した。これは、「橋台背面アプローチ部に固化により自立する構造を用いた場合には（中略）実験等により検証して明らかにした橋台への作用を設計で考慮する必要がある」と平成29年改定の道路橋示方書に規定された影響である。本検討は、本盛土構造の耐震性能を検証する目的で実施した。

2. 解析モデルと有限要素耐震解析の概要

表-1は本検討で実施した有限要素解析のうちケース2と3の2種類を示している。この2ケースの解析に先立って発泡スチロール(EPS)土工法開発機構が先に実施した EPS 盛土構造の耐震解析の結果²⁾を本解析プログラムが再現できることを解析ケース1において確認することによって、有限要素プログラム TDAPIII と本解析手法の有効性・妥当性を検証した。

表-1 解析ケース一覧

解析ケース	背面盛土材料	背面盛土材料の単位体積重量 (kN/m ³)	呼び強度 (kN/m ²)
2	エアミルク	5.0	300
3	エアモルタル	10.0	1000

解析構造モデルは、基盤層、粘性土、基礎杭、橋台、背面盛土、盛土、舗装・路面などよりなり、粘性境界と自由地盤は、地盤の無限遠境界条件を再現するために仮想的に設置するものである。また地盤の無限遠境界をよりよく表現しやすくするため水平方向に比較的長い範囲の地盤をモデル化している。

図-1は、気泡混合軽量盛土構造の有限要素メッシュの橋台近傍詳細を図示したもので、地盤材料（基盤層、粘性土、盛土）に関連する解析入力値は、既往の研究²⁾に準じて設定した。

地盤材料（基盤層、粘性土、盛土）の応力-ひずみ関係は修正 Ramberg-Osgood モデルを設定した。気泡混合軽量土材料に関連する解析入力値は文献⁴⁾⁵⁾を参考に設定した。気泡混合軽量土材料の応力-ひずみ関係は線形弾性としたが、Mohr-Coulomb 破壊基準と一軸引張強度に基づくひび割れ基準によって破壊を判定した。隣り合う異なる材料間・構造間の肌離れと接触を考慮した。道路橋示方書で規定されている地震動 II-I-2（極めて稀に発生するレベル2地震動、内陸型（タイプ II、I 種地盤））を入力地震動として採用し動的時刻歴地震応答解析を実行しその構造応答の安定性、安全性を検証することによ

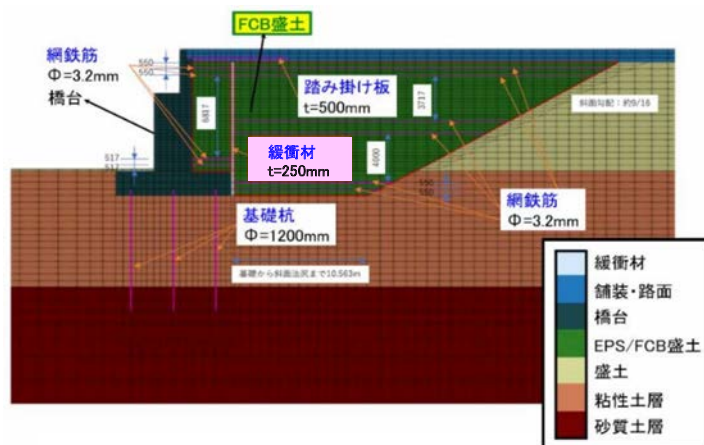


図-1 有限要素メッシュ（橋台近傍）



図-2 橋台頂部の水平方向変位の時刻歴応答

キーワード 気泡混合軽量盛土 FCB 工法 橋台背面アプローチ部 有限要素解析 耐震性能 橋台背面土圧
連絡先 〒211-0022 神奈川県川崎市中原区荻宿 36-1
麻生フォームクリート(株) 技術部 TEL044-422-2061

て、本解析対象盛土構造物が道路橋示方書の耐震性能規定を満足するものであることを示すこととした。

3. 動的解析と耐震性能評価

各解析ケースの気泡混合軽量盛土構造において局所的な破壊は確認されたが、構造全体の崩壊や不安定挙動は認められず、地震応答挙動はきわめて安定的であった。すなわち、気泡混合軽量盛土構造の良好な耐震性能と耐震強度を確認することができたといえる。

本解析において得られた橋台頂部の水平方向変位の時刻歴変化を図-2に示す。各解析ケースで非常に類似した振動応答が得られており、解析時刻 6.2 秒において最大変位が見られ、この最大応答を各ケースで比較することとした。

図-3は最大応答時における変位分布であるが各解析ケースの間でさほど大きな差異がなく、また、破壊領域は非常に局所的に限定された極一部のみであることが明らかになった。

図-4は、最大応答時における橋台背面への土圧（圧力）の分布を各解析ケースで比較したものであり、気泡混合軽量盛土の橋台背面への土圧は一般盛土に比べて概ね半減しており、材料（エアミルク・エアモルタル）の小さい単位体積重量が土圧の低減に寄与し耐震性能の向上をもたらしていることがうかがえる。

図-4の土圧分布は、橋台頂部の水平変位が負最大値となる時刻 6.2 秒時に生じたものであり、最大の受働土圧状態に対応するものであることが判明した。一方、盛土構造が最大の主働状態となる時刻においては、復元力による橋台の変形が卓越し、盛土構造と橋台の界面に剥離が生じており、その主働土圧は受働土圧と比較して小さな値であること、または主働土圧が発生していない部位もあることがわかった。このことより、FCB 盛土は、その小さい単位体積重量のため、大きな主働土圧を発生することは少なく、FCB 盛土の地震応答が橋台に対して多大な土圧を作用させることはないと考えられる。逆に、橋台が FCB 盛土側へ変位し、FCB 盛土に受働土圧を発生する状態が耐震設計上支配的であることが確認された。

4. まとめ

- 1) 橋台背面気泡混合軽量盛土構造ならびに盛土構造において一部、局所的な破壊は確認されたが、構造全体の崩壊や不安定挙動は認められず、地震応答挙動はきわめて安定的であった。
- 2) 気泡混合軽量盛土の橋台背面土圧分布は通常の背面土に比べて概ね半減しており、材料（エアミルク・エアモルタル）の小さい単位体積重量が背面土圧の低減に寄与して耐震性能の向上をもたらしていることがうかがえる。
- 3) 道路橋示方書で規定された大規模地震動を用いた本耐震解析において上述の結果を得られたことより、橋台背面気泡混合軽量盛土は通常背面土に比較して良好な耐震性能と耐震強度を保有すること、ならびに道路橋示方書が要求する耐震性能を保有していることを示すことができた。
- 4) FCB 盛土の地震応答が橋台へ及ぼす影響としては、主働土圧状態よりも受働土圧状態の方が支配的であることが確認できた。

参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, 2017年11月。
- 2) 発泡スチロール土工法開発機構：背面に EPS 盛土を有する橋台に作用する地震時土圧の低減対策工法の検討 報告書, p.14, 2019年5月。
- 3) 藤原慎八, 篠原聖二, 西田秀明, 石田雅博：軽量盛土を用いた橋台の地震時挙動の評価, 土木技術資料, 56-5, 2014年。
- 4) 財団法人 高速道路技術センター：気泡混合軽量土の設計・施工に関する検討 報告書（案）（日本道路公団委託）, pp.120, 2002年2月。
- 5) 東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社：FCB 工法設計・施工要領, pp.65, 2007年1月。

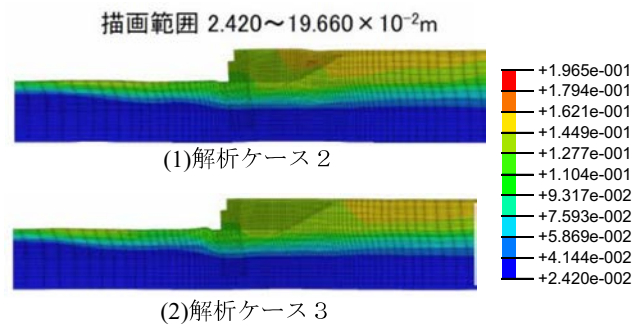


図-3 最大応答時 6.2 秒における変位分布

- 解析ケース2:FCB 盛土、 $\gamma=5.0(\text{kN}/\text{m}^3)$
- 解析ケース3:FCB 盛土、 $\gamma=10.0(\text{kN}/\text{m}^3)$
- 解析ケース4:背面盛土、 $\gamma=18.0(\text{kN}/\text{m}^3)$

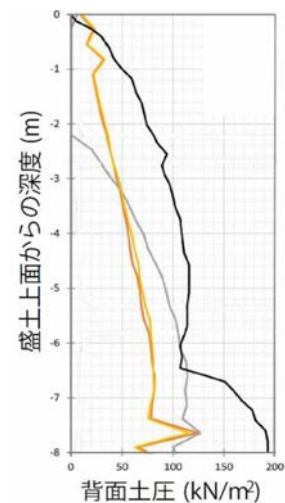


図-4 橋台背面土圧の分布