

ジオシンセティックスと碎石層液状化対策工のレベル1地震における天端沈下量

ジオシンセティックス 液状化対策 レベル1

エターナルプレザーブ株式会社 正会員 ○久保 幹男
 正会員 ラ アウン
 非会員 小幡 倫之
 正会員 横山 公明

1. はじめに

重要路線において橋台アプローチ盛土などについては段差発生問題からレベル2対応設計が進められてきている。ラインとして長い道路では構造物との隣接する区間外は、レベル1設計が進められてきているケースが見られ、例えば九州の幹線道路などはそうである。図-1に示す断面図はジオシンセティックスと碎石層挟み込みのレベル1地震動液状化対策事例である。

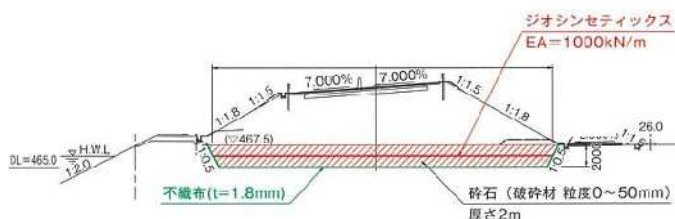


図-1 対策工法断面図

沈下変形量は、静的数値解析 (ALID)¹⁾により行うが、費用の問題などがあり一般的にレベル1地震動の時に行われてない。対策工による沈下変形量を予め想定出来ていれば道路管理者及び設計コンサルに取って、概略設計がより見えるものとして機能し、設計の信頼性向上に繋がると考えた。

2. 当対策工の変形パターン

筆者らは、レベル2地震動にて盛土高さなど条件の異なる動的遠心模型実験を3回実施してきた²⁾³⁾⁴⁾。そこで分かった対策工の特徴は盛土の側方変位を押さえつつ沈下量は標準的に30%以上削減できる工法ということである。変形モードは、沈下はするもののそのままストーンと落ちるような形状である。道路震災対策便覧⁵⁾の図-2に示す被災パターン分類表IV型に近似している。その被災度分類によるとIV型は、沈下量50cm未満であれば盛土のごく一部に変形が認められるが走行性に支障がないとされている。またその便覧に記載されているV型で表されている構造物背面の盛土の被災分類V型では沈下量20cm未満であれば走行性に問題がないとされている。

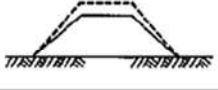

IV 型		盛土の様な沈下に伴って、盛土形状をある程度保ちつつ変形したもの。
V 型		構造物背面の盛土が沈下および亀裂を起こしたもの。

図-2 被災パターン分類表

3. レベル1地震液状化対策検討

無対策地盤で液状化すると判断されれば、過剰間隙水圧の発生を考慮した円弧すべり面を仮定した安定照査 (∠U法)を行う。ここで安全率 $F_s < 1.0$ の時には対策工が必要になるわけであるが、2で述べた当対策工の盛土形状保持はライフラインの維持にとって大きなメリットがある。ジオシンセティックス対策工とするときには、当対策工で信頼性を高めることが簡明と思われる。そこで当対策工への検討に入る。碎石層の厚さは標準2mであるが、その厚さは50cm~2mの範囲で設定してジオシンセティックスの品番を決める。その碎石層厚さで常時・地震時の安全率も照査し所与の安全率を満たさない時は必要なジオシンセティックス強度を決める。常時・地震時・∠U法で決めたジオシンセティックスの強度の最大値でジオシンセティックスの品番を決める。その品番と碎石層の厚さが当対策工の設計である。

4. レベル1対策工のガイドライン

3種地盤にてレベル1加速度180galの時、盛土高さ2m, 6m, 10mにてRL0.20及びRL0.25の液状化抵抗で、地表面からの非液状化層厚0m, 1m, 2mにて液状化層厚3m, 9m, 15mにおける地盤の沈下量を静的数値解析 (ALID)¹⁾で行った。無対策・当対策 (碎石層厚2m)にて合計108ケース行った。その結果からRL0.20とRL0.25の時の盛土高さ・地表面からの非液状化層厚・液状化層厚と盛土天端沈下量の関係を各々式に表し整理した。地盤の相対密度は50%, 細粒分含有率は10%とし、盛土の変形係数は14000kN/m², 粘着力0kN/m², 摩擦角30°と想定した。

- (1) 盛土高さの違いによる沈下量推定：地表面から1mの深さまでが非液状化層、液状化層厚9mの場合：図-4
- (2) 地表面からの非液状化層厚の相違による沈下量推定：盛土高さ6m, 液状化層厚9mの場合：図-5
- (3) 液状化層厚による沈下量推定：盛土高さ6m, 地盤内非液状化層厚1mとした場合：図-6

Geosynthetics and Gravel sandwiched Liquefaction
 Countermeasure's crest settlement at level 1 event

Mikio KUBO (Eternal Preserve Ltd.)
 Hla AUNG (Eternal Preserve Ltd.)
 Tomoyuki OBATA (Eternal Preserve Ltd.)
 Masaaki YOKOYAMA (Eternal Preserve Ltd.)

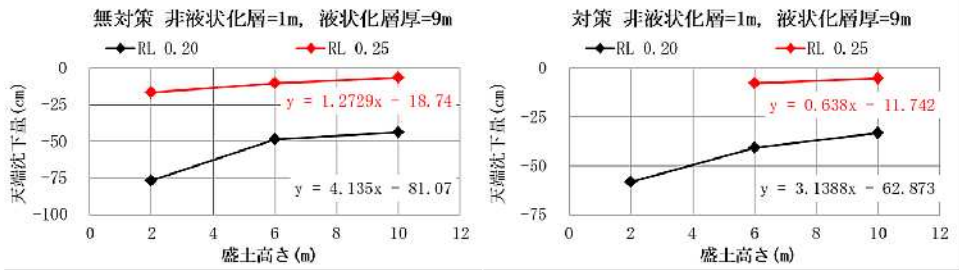


図-4 盛土高さにおける相違

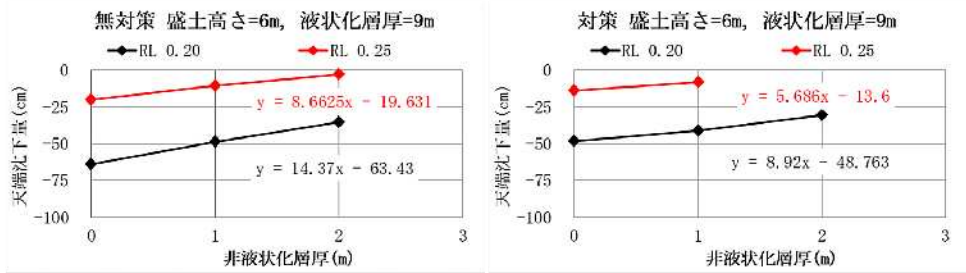


図-5 非液化化層厚による相違

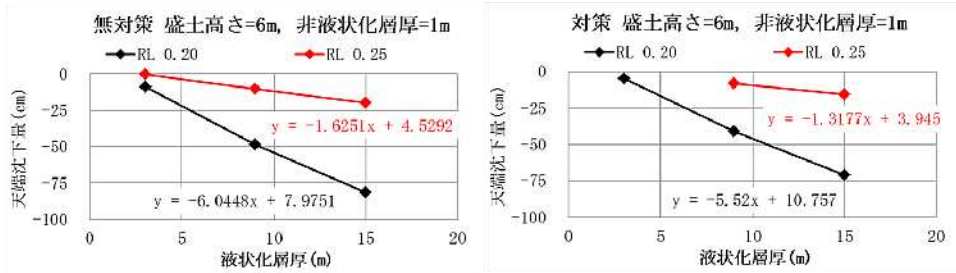


図-6 液化化層厚による相違

なお当対策工対策時にプロットされていないところが各々の具体例で存在する。これは砕石層 2m とした場合であり 3 で述べたように砕石層厚 1m、0.5m などに削減し当対策工と砕石層置換えのコスト・パフォーマンスを確認し対策工を判断していくことになる。

盛土高さ・地表面からの非液化化層厚・液化化層厚の検索に応じたガイドラインを纏めている。これにより静的解析を行うことなく、無対策及び当対策工の沈下量が概算値として得られ、道路管理者・エンジニアが液化化対策工法を選ぶときのガイドラインになると考える。

5. 纏め

- (1) 橋台背面盛土の構造物アプローチ盛土における液化化対策は重要度 1 の盛土においてレベル 2 で行うのが標準であるが、重大な二次的被害のおそれのある盛土以外はレベル 1 の設計である。
- (2) 対策工の被災後盛土形状パターンは、道路震災対策便覧で表されているパターンIVに類似した変形である。
- (3) レベル 1 液化化対策検討の進め方は△U 法にて判断し、対策必要時は当対策工においては砕石層 0.5m～2m で進めていく。
- (4) レベル 1 地震動における盛土高さ・地盤内非液化化層厚・液化化層厚条件における無対策及び当対策工後の沈下量ガイドラインを策定した。レベル 1 における各種条件における当対策工後の沈下量簡易ガイドラインを策定した。

6. 参考文献

1) ALID 研究会：二次元液化化流動解析プログラム, ALID/WIN マニュアル 2018. 2) 大河内保彦, 松本正士, 久保幹男, 村上清基, ジオシンセティックを用いた液化化変形抑制工法の遠心模型実験と解析, 地盤工学会誌, Vol. 58, No. 11, 2012, P. 22-25. 3) ラアウン, 久保幹男, 高橋章浩; 液化化地盤上の盛土におけるジオシンセティックと砕石を使った変形抑制対策. 地盤工学ジャーナル 2021 年 16 巻 4 号 p. 295-305. 4) 村上清基, 久保幹男, HLA AUNG, 川崎始, 余川 弘至; 液化化地盤上砕石ジオシンセティック対策盛土の形状保持効果に関する遠心模型実験, 第 56 回地盤工学研究発表会講演集, 13-7-1-06, 2021. 7. 5) 道路震災対策便覧 (震災復旧編) 66-67p 平成 19 年 3 月社団法人日本道路協会.