

高盛土の耐震性能向上に関する一試算

株式会社エイト日本技術開発 正会員 ○ 片根 弘人
 同 上 正会員 金 聲漢
 同 上 同 上 佐々木 秀典

1. はじめに

兵庫県南部地震や新潟県中越地震などの大規模地震による被害を背景として、橋梁等の重要構造物と同様に盛土等の土構造物についても大規模地震に対する耐震性の確保が求められている。道路土工指針¹⁾²⁾は、レベル2地震に対する耐震性能の照査を变形解析により検証することを求めており、盛土の場合には、ニューマーク法やALID等による变形照査が盛土の耐震設計に活用されつつある。

このような背景のもと、これから建設する新規路線だけを対象とした場合にも、盛土の総延長は膨大なものと考えられ、これら盛土の耐震対策を如何に合理的に行うかが重要と考える。

本報告は、盛土高が15mを超えるような「高盛土」を対象に、ニューマーク法を用いて地震時の残留変形を算出し、対策の要否を判定するとともに、効率的な対策の一例を示すものである。

3. 高盛土の耐震性能に関する試算

(1) 試算条件

一般的に盛土高が15mを超える場合には高盛土と定義されるため、今回の試算では盛土高を10m, 15m, 20mの3ケースを対象とした。盛土斜面には高さ7m当りに1.5mの小段を設けている。盛土形状の概要を図-1に示す。

試算に用いる盛土材の定数は、「設計要領第一集土工編」(以下、設計要領)³⁾に示される、山砂相当として、表-1に示す定数を設定した。

また、入力地震動は、道路橋示方書 第V編⁴⁾に示されるレベル2地震動の標準波形を用いることとし、より大きな残留変形量を与えるタイプIIの地震動を用いた。なお、基礎地盤の地盤種別はIII種地盤と仮定した。

(2) 盛土の耐震性能とその照査基準

道路土工指針¹⁾²⁾には、道路盛土が保有すべき耐

表-1：盛土材の土質定数

盛土材	湿潤密度 (t/m ³)	破壊基準線 区分	ピーク強度		残留強度	
			Cpeak (kN/m ²)	φ peak (°)	Cpeak (kN/m ²)	φ peak (°)
山砂	1.9	a線	0	40	0	35
		b線	20	35	20	30
		変化点	σ=144kNm ²		σ=163kNm ²	

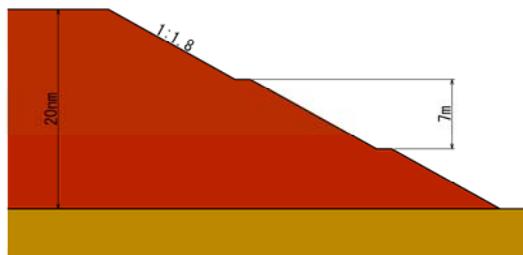


図-1：盛土形状の概要(盛土高20m)

震性能が示されている。限界状態が設定されている。高速道路などの重要度の高い盛土の設計では、損傷が限定的なものにとどまり、道路としての機能回復が速やかに行い得る性能を有することを変形照査で検証することが求められている。しかしこの際の照査基準値については、明確な値が記されていない。

大規模地震の被害事例として、東北地方太平洋沖地震による高速道路盛土の被害の分析によれば、路面の段差被害は概ね100cm以下に収まっており、結果として24時間以内に緊急輸送路の機能確保が可能であったと報告⁵⁾されている。この事例報告より、本試算では、100cmを盛土の段差被害の照査基準の目安値とした。

(3) 試算結果

試算結果を表-2に示す。同表には、滑動変位量が最も大きい値を示すII-III-1の地震動に対する値を示している。本結果によれば盛土高が高くなるほど滑動変位量は大きく、盛土高が10~15mの間で照査基準の目安値100cmを超過する。すなわち、15m程度以上の高盛土に対しては何らかの対策工を適用することが望ましいと考えられる。

キーワード 道路盛土, 耐震性能, ニューマーク法, 変形解析

連絡先 〒164-8601 東京都中野区本町5-33-11 (株)エイト日本技術開発 TEL 03-5341-5161

表-2：試算結果一覧

盛土材	入力地震動	盛土高(m)	滑動変位量(cm)
山砂	Ⅱ-Ⅲ-3	10.0	92.5
		15.0	111.6
		20.0	143.2

4. 耐震性能向上のための対策工の試算

(1) 対策工

耐震性能向上のための対策工の1つとして、盛土斜面の小段位置にジオテキスタイルを敷設する場合を想定した。本試算では、引張強度の異なる100kN/m, 400kN/mの2種類の材料を仮定した。

(2) 試算結果

試算結果の一覧を表2および図-1, 図-2に示す。15m以上の高盛土に対して小段位置にジオテキスタイルを敷設した結果、比較的強度の低い100kN/mのジオテキスタイルを適用した場合でも、無対策時に比べ滑動変位量を5~7割程度まで抑えることができ、照査基準値の目安値を満足する結果となった。また図-1および図-2に示すように、盛土高が15m以上の滑動変位量の低減量は、すべり円弧が横切るジオテキスタイルの枚数で支配され、結果として盛土高の増大に対しても滑動変位量はほぼ一定となった。

5. まとめ

高盛土に対し、レベル2地震時の耐震性能を評価することを目的とし、ニューマーク法による滑動変位量の試算を行い、以下の知見を得た。

① 盛土の法面をすべて含む大きなすべり円弧を対

象とした場合、盛土高が15m程度以上となると滑動変位量が100cmを超えるため、対策工を適用することが望ましい。

② 盛土高15m以上の高盛土に対しては、盛土小段位置にジオテキスタイル工法を敷設することで、残留変形量を100cm以内に抑えることができ、震後の速やかな復旧を可能とする耐震性能の向上に対して非常に有効である。

③ 高盛土の施工では、盛土内の水位上昇を防ぐために確実な排水処理を施すことが求められている⁵⁾。特に、水平排水層は原則として小段ごとに配置するため、今回の試算で想定した小段ごとのジオテキスタイルの敷設を小段毎ごとの水平排水層の設置と同時に行うことを考えれば、この対策の実施はそれほど大きな施工手間の増とは考えられない。さらに1m²当り750円(100kN/m)~1,700円(400kN/m)程度の安価な材料であることから、耐震対策の一つとして極めて有効と考える。

参考文献

- 1) 道路土工 盛土工指針, 平成22年4月, p. 119
- 2) 道路土工 軟弱地盤対策工指針, 平成24年8月, p. 162
- 3) 設計要領 第一集 土工編, 平成25年7月, p. 6-18
- 4) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編, 平成24年3月, p. 109
- 5) 東北地方太平洋沖地震における高速道路盛土の被害のマクロ分析, 第30回日本道路会議 p. 32
- 6) 設計要領 第一集 土工編, 平成25年7月, p. 6-31

表-2：試算結果一覧(対策後)

盛土高(m)	対策	滑動変位量(cm)	対策効果	
10	無対策	92.5	1.00	
	ジオテキスタイル工法	100kN/m	49.6	0.54
		400kN/m	6.8	0.07
15	無対策	111.6	1.00	
	ジオテキスタイル工法	100kN/m	75.5	0.68
		400kN/m	24.7	0.22
20	無対策	143.2	1.00	
	ジオテキスタイル工法	100kN/m	76.3	0.53
		400kN/m	24.5	0.17

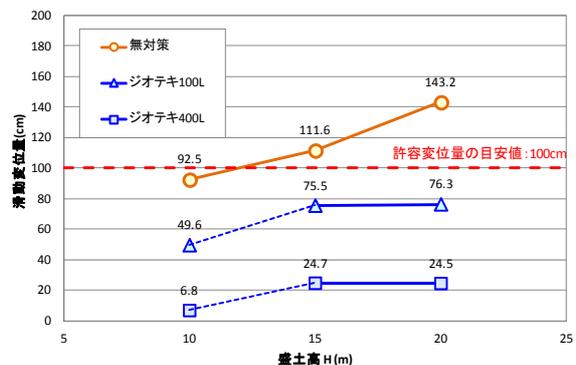
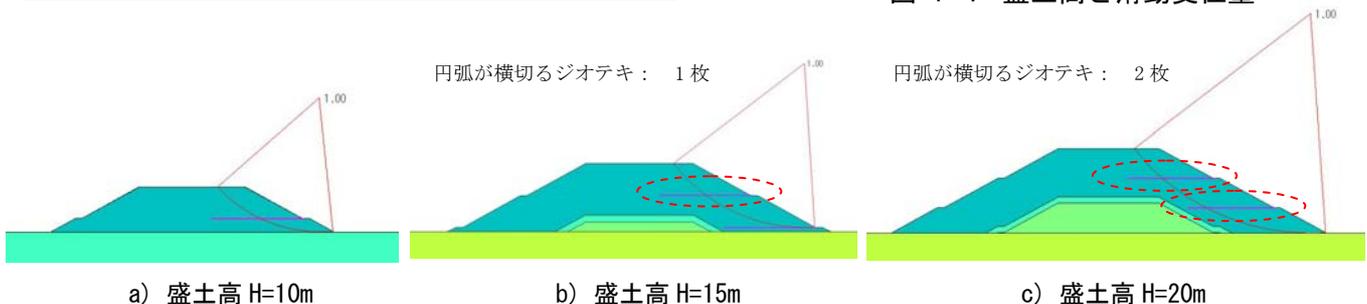


図-1：盛土高と滑動変位量



※ はすべり線が通るジオテキスタイルの位置を示す

図-2：すべり安定解析結果図