

盛土の大地震に対する変形性能照査に関する一試算

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		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変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等による変形照査が耐震設計に活用されつつある。

また、道路橋示方書³⁾では、橋台背面の土工部を橋台背面アプローチ部と称し、地震後の速やかな復旧性の確保の観点から、著しい段差の発生を未然に防ぐことを求めている。

一方で、これらの基準類に示される性能を照査する具体的な方法及び対比すべき許容値については明確なものが無く、設計に携わる技術者各人の判断にゆだねられているのが実状である。このため、結果として過大な対策を必要とするような判断にもなりかねない恐れをはらんでいる。

このような背景のもと、本報告は、盛土の変形性能照査の具体的な方法と段差の許容値について、それなりに合理的と思われる検討例を報告するものである。

2. 盛土の段差変位と道路の機能に関する報告事例

日下ら⁴⁾は、東北地方太平洋沖地震における高速道路盛土の被災と復旧時間との関係を整理し、路面の段差(横断・縦断とも)が概ね100cm以下であれば、24時間以内で緊急輸送路としての機能回復が可能であったと報告している。

すなわち、高速道路レベルの復旧体制を確保できることを前提とし24時間後の緊急車両の通行を目標とすれば、レベル2地震に対する変形性能照査において、盛土が保有すべき耐震性能(許容段差量)は、100cm程度を目安とすればよいものと考えられる。

キーワード 道路盛土, 変形性能照査, ニューマーク法

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

3. 変形性能照査の一試算例

(1) 盛土の変形性能照査の検討方針

直轄国道や地方自治体が管理する緊急輸送路の場合には、高速道路のような復旧体制を確保できない可能性が高い。また、片側1車線で中央分離帯を有する道路構造を持つ場合もあり、図-1に示すようにすべりの位置によっては、100cmもの段差を許容することが本当に適切であるのかについて、十分に確証が得られない。

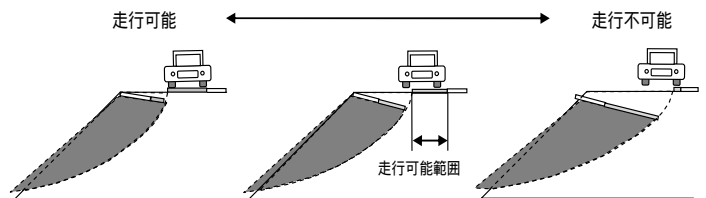


図-1 すべり面と車両の関係

そこで、図-2に示す片側1車線で中央分離帯を有する道路盛土を対象として、複数のすべり面に対する滑動変位量と許容値を試算した。

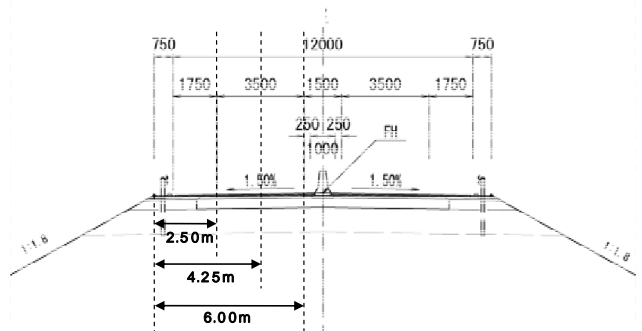


図-2 対象とした道路構造(盛土高さ9m)

(2) 試算手法及び条件

NEXCO 設計要領⁵⁾に示されるニューマーク法を用い、道路橋示方書 第 編⁶⁾に示されるレベル2地震動の標準波形(タイプ)を用いて図-2に示す3つのすべり面に対する滑動変位量を求めた。

なお、盛土の土質定数は、表-1に示すNEXCO 設計要領⁵⁾に示される岩塊盛土(Sm-R)の値を参照した。

表-1 盛土材の土質定数

盛土材	湿潤密度 (kN/m ³)	破壊 基準線 区分	ピーク強度		残留強度	
			Cpeak (kN/m ²)	peak (度)	Cres (kN/m ²)	res (度)
礫 (Sm-R)	20	a線	0	55	0	40
		b線	8	45	-	-
		変化点	=18kN/m ²		-	

(3) 許容段差量の想定

地震直後に、無補修で災害状況を確認するための点検車両が道路上を通行できることを目標として、許容段差量を設定した。図-3に許容値の設定例を示す。ここでは、大型四輪駆動車(地上最低高225mm)を点検車両と想定し、この車両がすべりによる段差を跨ぎながらも走行可能な段差量を許容段差量として、これを決定した。

図-3に示す様に、この車両が跨ぐことのできる段差は約45cmであり、これに対して10cm程度余裕を確保した35cmを許容値と設定した。

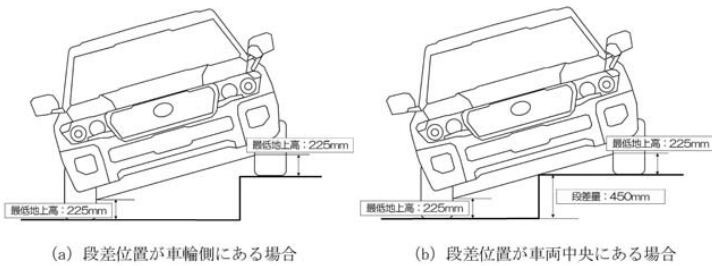


図-3 許容段差量の設定(段差走行イメージ)

(4) 試算結果

図-4にすべり変位の試算結果を示す。

図-4からわかるように、すべり面が路肩に近いほど、すべり変位は大きく、中央分離帯側ほど小さくなる。また、盛土材が岩塊を仮定しており、大きな強度を有していたことから、すべり変位は最大でも25cm程度にとどまる結果となった。

なお、本試算は、基礎地盤を通るすべりが発生しないことを前提としたものである。

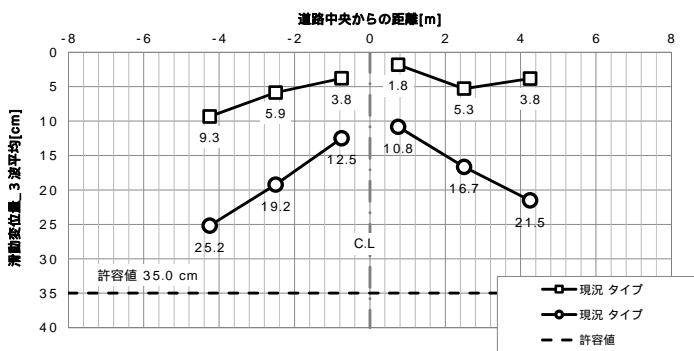


図-4 すべり変位の試算結果

4. まとめ

片側1車線の緊急輸送道路(高さ9mの盛土構造)のレベル2地震時に対する耐震性能を評価することを目的とした本報告の結論を以下に列挙する。

NEXCO 設計要領集⁵⁾では、高盛土・大規模盛土(高さ15m, 盛土延長100m以上, 施工規模50万m³以上)を対象としてレベル2地震に対する性能照査の実施を求めている。一方で、土工指針^{1),2)}が対象とする重要度1の路線(万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは、隣接する施設に重大な影響を与える場合)は、必ずしもこのような規模に無いため、盛土の規模を考えずにNEXCOの照査手法及び許容段差量の知見をそのまま適用するのは適切ではない。

本試算対象のような片側1車線の盛土の場合には、路肩位置を通るすべりに対してのみ変形照査を行うのではなく、複数のすべり面を想定し、車両の通行機能に対する目標を定め、これに対して適切な許容値を設定し、その許容値が達成できるかどうかを評価する必要がある。

岩塊盛土を対象とした本試算事例の場合には、レベル2地震に対する滑動変位は、最大でも25cm程度であり、地震直後に、無補修の状態で点検車両(大型四輪駆動車)の通行は可能であると判定された。

なお、この盛土の小段位置に、せん断強度=100kN/m程度のジオテキスタイル(補強材)を1層配置することにより、滑動変位は最大7.0cm程度にとどまることが試算により判明した。日下ら³⁾の報告によれば、路面の段差が5cm程度以下であれば、無補修での緊急輸送路としての供用が可能であったことが報告されており、わずかな対策により十分な耐震性能を有する盛土構造を建設可能であると考えられる。

本試算が、全国で実施されている新規路線の道路盛土の耐震設計の一助となれば、幸いである。

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) 道路橋示方書・同解説 下部構造編, 平成24年4月 p.261
- 4) 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回日本道路学会 p.32
- 5) 設計要領 第一集 土工編, 平成25年7月, p.6-16~6-27
- 6) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編, 平成24年3月, p.109