

高盛土における大規模地震時の耐震性能

日本道路公団静岡建設局
 正会員
 ○江口
 和義
 日本道路公団静岡建設局
 正会員
 瓦川
 善三
 日本道路公団静岡建設局
 正会員
 鈴木
 昭彦
 (株)建設技術研究所
 正会員
 原
 隆史

1. はじめに

第二東名高速道路では、50m級の高盛土が約十箇所存在し、一部では盛土の施工が完了している。ここでは、これら高盛土における大規模地震時の耐震性能を確認するため、施工が完了した3箇所の盛土に対し、より実態に近い盛土体の強度特性を再現し得るよう各種試験を行うとともに、設計震度や材料特性をパラメトリックに取扱った円弧すべり計算を実施した。また、ここで得られた安全率の定量的評価の例として、動的FEM解析も実施した。その結果、円弧すべり安全率で1.0以上、動的FEM解析による最大応答変位(沈下)は20cm弱程度と推定され、ここでの高盛土は十分な耐震性能を有していると考えられたので報告する。

2. 対象盛土

表-1 盛土形状

盛土名	盛土高さ	盛土勾配
A盛土	45.8 m	1：2.0
B盛土	44.2 m	1：2.3
C盛土	30.0 m	1：1.8

3. 盛土物性値

耐震性評価における各盛土の物性値は、より実態に近い盛土の性状を再現するため、表-2に示す試験を実施し、表-3に示す値を得た。ここで、A盛土とB盛土の材料ではひずみ増加に伴う強度低下が見られなかったことからピーク時強度を、C盛土は強度低下が一様に落ち着いた10%ひずみの残留強度を示した。

表-2 盛土の物性値を推定するための試験

盛土名	試験概要
A盛土	日常の品質管理における平均的な密度($\rho_t=2.000\text{g/cm}^3$)となるよう作成した供試体による大型三軸圧縮試験(CD)
B盛土	盛土体からゲルプッシュサンプリングにより採取した不攪乱試料による大型三軸圧縮試験(CD)
C盛土	現場密度試験結果に等価($\rho_t=2.100\text{g/cm}^3$)となるように作成した供試体による大型三軸圧縮試験(CD)

表-3 盛土物性値

盛土名	盛土材料	C (kN/m ²)	ϕ (deg)	γ (kN/m ³)	備考
A盛土	泥岩	39	35	20	ピーク時強度
B盛土	礫質土	45	34	21	ピーク時強度
C盛土	砂礫	17	37	21	残留強度($\epsilon=10\%$)

4. 円弧すべりによる検討

(1) 設計震度

円弧すべりを用いて大規模地震時における盛土の安定検討を行う場合の設計震度は、一般に被害事例から逆算して求めた表-4に示す値¹⁾²⁾を用いることが多い。ただし、この値は設計時点で盛土の物性値を安全側に設定することを前提としているため、室内試験から設定した盛土物性値を用いて計算する場合には、危険側の設定となる場合がある。そこで、これを考慮した盛土の応答震度として、本来当該盛土の対象と

表-4 大規模地震時設計震度

地盤種別	設計震度
I種地盤	0.16
II種地盤	0.20
III種地盤	0.24

キーワード 高盛土、大規模地震、耐震性能、円弧すべり、動的FEM
 連絡先 〒420-0804 静岡県静岡市竜南1-25-22 日本道路公団 静岡建設局 静岡工事事務所 試験課 TEL054-248-7231

なるⅡ種地盤における震度 0.20 から、既往の文献¹⁾から推定される最大震度 0.24 のさらに 10%増の 0.27 までの範囲を対象として検討を行い、実態はこの範囲にあるものと想定した。

(2) 地盤物性値と計算ケース

表-3 に示す値をそれぞれの盛土の基本物性値とするが、今後施工する高盛土の材料を限定することはできず、それぞれの盛土で異なった材料が用いられることも想定し、表-5 に示すように盛土形状、盛土材料および設計震度を組み合わせて 36 ケースの計算を実施した。

表-5 計算ケースのパラメータ

盛土形状	盛土物性値	設計震度
A 盛土	A 盛土	0.20, 0.22 0.24, 0.27
B 盛土	B 盛土	
C 盛土	C 盛土	

(3) 計算結果

計算結果を図-1 と図-2 に示す。図-1 は設計震度と安全率の関係を示し、各盛土の表示範囲は地盤物性値のばらつきを示している。この結果によると、地盤物性値や設計震度のばらつきを変化させたいずれの盛土も安全率は 1.0 を満足することを確認した。また、これを盛土高さや法面勾配と関連つけた場合には、図-2 に示すように、 $[盛土高さ \times (法面勾配)^2]$ が 11.5 程度以下の場合に安全率 1.0 以上が確保されるものと考えられた。

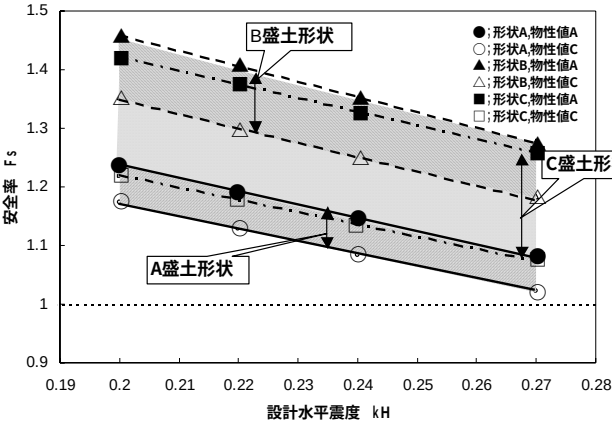


図-1 設計震度と盛土の安全率

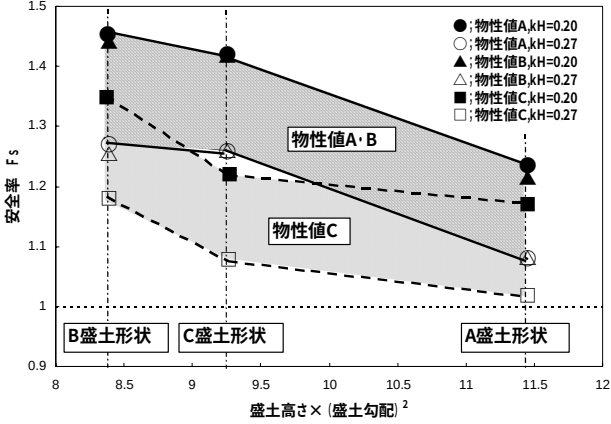


図-2 盛土高さ・盛土勾配と安全率

5. 動的 FEM 解析

(1) 計算条件

円弧すべり安全率と盛土変状との関係を一概に述べることは困難なため、ここで得られた安全率の定量的評価の例として、先の円弧すべりの計算により最も安全率が小さいと考えられた A 盛土を対象とし、FLUSH により路面の最大応答変位(沈下)を算出した。盛土体の物性値は、盛土後の PS 検層による Vs と日常の品質管理試験から得られた平均的な湿潤密度から初期剛性(G₀)を推定し、ひずみ依存性は既往の文献³⁾より仮定した。なお、盛土体は拘束圧の影響を考慮し、3 層に分割して解析した。対象とした地震動は、神戸海洋気象台 NS 波(最大加速度 818gal)とした。

(2) 計算結果

紙面の都合上、解析結果の図を割愛するが、最大応答沈下は 20cm 弱と推定され、道路震災対策便覧⁴⁾に示される被災度と工学的指標との関係で「被災度 C：盛土の一部に変状は認められるが、走行性に支障がない状態」に該当し、「致命的損傷を防止する」といった大規模地震時の耐震性能を満足するものと考えられた。

6. まとめ

これまで高さ 20m 程度までの道路盛土における耐震性能は確認されてきたが、今回の検討で対象とした高さ 50m 程度の盛土においても十分な耐震性能が確保されるものと考えられた。

参考文献

1) 日本道路協会：道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (1999.3)
2) 日本道路公団静岡建設局：第二東名高速道路 第二東名高盛土および大規模盛土設計施工指針(案) (1998.5)
3) 旧建設省土木研究所：地盤の地震時応答特性の数値解析法、旧建設省土木研究所資料第 1778 号
4) 日本道路協会：道路震災対策便覧(震災復旧編) (2002.4)