

神戸淡路鳴門自動車道の高盛土の常時・降雨時・地震時の作用に対する性能照査

本州四国連絡高速道路（株）
本州四国連絡高速道路（株）
本州四国連絡高速道路（株）
大阪大学大学院

○正会員
非会員
正会員
フェロー会員

角野 充
村上 博基
横井 芳輝
常田 賢一

1. はじめに

本四高速（株）では、安全・安心な交通確保に向け、構造物の延命化等を図るための特定更新等事業を進めているところである。今回、既設盛土の補強対策検討のため、神戸淡路鳴門自動車道の2箇所の高盛土を対象に安定性評価を行った。本稿では、安定性評価を行うにあたって実施した盛土構造物の現況把握、要求性能の評価指標検討及び性能照査等の結果について報告する。

2. 対象盛土の現況把握

安定性能評価は、それぞれの盛土区間において盛土高が高く、周辺の湧水等の状況から盛土の安定性上が低いと考えられる断面を対象として実施した。図-1に今回対象とした盛土の断面図を示す。両盛土とも集水地形で盛土内水位が高いため、平成25年度に盛土内水位の低下を目的とした水抜きボーリングの施工を行っている。水抜きボーリング施工後も盛土内の水位のモニタリングを継続しており、図-1に観測期間中の最高水位と定常水位を示している。定常水位とは観測期間中の水位の最頻値とした。

また、盛土材の性質や土質定数、工学的基盤位置の把握のため、調査ボーリング等を実施した（表-1）。当該盛土材は礫質土が主体となるため、乱れの少ない試料採取を目的として「固定ピストン式二重管式サンプラー」により行うこととした。また、三軸圧縮試験の試験条件は、盛土材が細粒分を比較的多く含む粗粒土であり、過剰間隙水圧が発生すると想定されるためCUとした。室内試験結果より設定した土質定数の一覧を表-2に示す。なお、盛土基礎地盤の土質定数は、標準貫入試験によるN値及び土質分類によりNEXCO設計要領（第一集 土工編）（以下、「設計要領」という）に基づき設定した。また、盛土基礎地盤の地盤種別は、道路橋示方書・同解説に従い、上記のN値を基にした地盤の基本固有周期から評価し、いずれの盛土もI種地盤とした。

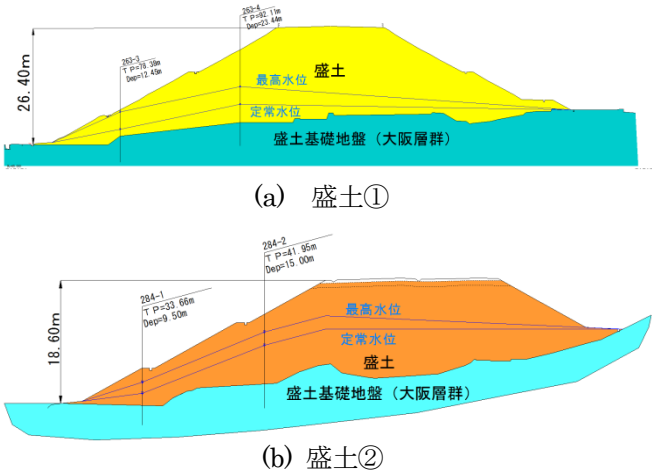


図-1 対象盛土断面図

表-1 調査項目

調査項目	調査の目的	備考
調査ボーリング	地質構成の把握	
サンプリング	試料採取	
標準貫入試験	N値の把握及び工学的基盤面の判定	
室内土質試験	土質定数の設定	密度試験、粒度試験、三軸圧縮試験(CU)等
孔内水位観測	盛土内水位の把握	

表-2 土質定数一覧

	地盤定数	盛土①	盛土②
盛土	単位体積重量 γ kN/m ²	20	20
	粘着力 c kN/m ²	0	4
	せん断抵抗角 ϕ °	40	37
盛土基礎地盤	単位体積重量 γ kN/m ²	18	18
	粘着力 c kN/m ²	50	50
	せん断抵抗角 ϕ °	25	25

3. 高盛土の要求性能評価指標

盛土の要求性能は、道路土工構造物技術基準により、常時、降雨の作用、L1地震動の作用に対しては性能1、L2地震動の作用に対しては性能2とした。従って、L2地震動の作用に対しては設計要領を参考に、「塑性変形がある程度許容し、地震後に短期間で車両の通行が可能であること。」をも要求性能とした。なお、L2地震動の作用に対して設計要領等に具体的な定めはないことから、既往の検討事例等を参考に定めることとした。常田ら¹⁾は、

キーワード：道路盛土 高盛土 安定解析 ニューマーク法

連絡先：本州四国連絡高速道路(株) 鳴門管理センター 〒772-0053 徳島県鳴門市鳴門町土佐泊浦字大毛 18 TEL 088-687-2166

中越地震の被害分析や段差走行実験等から、段差高が50cmを超えると通行機能が喪失し、機能回復までに長時間を有すると評価している。また中越地震では、40～60cm程度の段差の発生に対して、第一段階の段差の応急復旧により地震発生後の19時間後（24時間以内）に緊急車両の通行が可能となった旨の報告もあった。道路震災対策便覧（震災復旧編）²⁾では、段差の発生が道路車線まで及ぶ被災形態に対して、段差量が50cmを超えるものについて、大被害と判定されるとしている。これらを踏まえて、L2地震動の作用により車線内に生じる段差量が50cm以内であれば、応急復旧等により24時間以内の緊急車両の通行が可能と考え、性能2を満たす段差量を50cm以下とした。

4. 性能照査の方法

性能照査に用いる作用の組合せについては、道路土工—盛土工指針（以下、「土工指針」という）を参考として行うこととした。具体的照査方法と照査基準については、設計要領に示される安定解析等により行うこととした（表-3）。①常時、降雨の作用に対する照査にあたっては、盛土内に円弧すべり面を仮定して安定解析を行う。②L1地震動の作用に対しては円弧すべり面を仮定した震度法により安定解析を行う。③L2地震動の作用に対する残留変位量（すべり土塊の滑动変位量）をニューマーク法により算定し、それを道路面垂直方向の段差量に変換して求める。なお、今回の対象盛土はいずれも高さが30m以下であることから、設計要領のとおり、「道路橋示方書V耐震設計編」の地表面波形（タイプIIの地震動）を設計地震動とした。また、対象とするすべり面は、路肩よりも車線側を通るすべり線のうち降伏震度が最小となるすべり面を対象とした。

5. 性能照査

表-4に安定性評価結果を示す。常時、降雨及びL1地震動の作用に対する安定解析の結果、いずれの結果も所定の安全率を上回ることが確認された。

L2地震動の作用に対する安定解析の結果、盛土①における段差量は17.8cm、盛土②における段差量は28.7cmとなり、いずれの盛土も発生する段差量は50cm未満となった。また、図-2のとおり、すべり線の位置はいずれの盛土においても、降伏震度が最小となるすべり線が走行車線内であった。これらより、L2地震動の作用を受けてすべりが発生しても谷側2車線の内の1車線に僅かにかかる50cm未満の段差であるため、速やかな修復が可能であ

り、性能2を満たしている。なお、すべりが発生しない山側2車線の運用による応急的な機能確保なども考えられる。

表-3 作用と要求性能及び性能照査内容

想定する作用	要求性能	作用の組合せ	性能照査内容
常時の作用	性能1	自重+載荷重	すべり安全率 ≥ 1.25
降雨の作用	性能1	自重+降雨の影響	すべり安全率 ≥ 1.25
地震動の作用	L1地震動 性能1	自重+地震の影響	すべり安全率 ≥ 1.00
	L2地震動 性能2	自重+地震の影響	残留変位量 $\leq 50\text{cm}$

表-4 性能照査結果

断面	地盤種別	作用	性能照査結果		
			解析結果	許容値	判定
盛土①	I種	常時	Fs 1.495	Fsa 1.250	OK
		降雨	Fs 1.352	Fsa 1.250	OK
		L1地震動	Fs 1.403	Fsa 1.000	OK
		L2地震動	段差量(mm) 178.3	500	OK
盛土②	I種	常時	Fs 1.618	Fsa 1.250	OK
		降雨	Fs 1.389	Fsa 1.250	OK
		L1地震動	Fs 1.346	Fsa 1.000	OK
		L2地震動	段差量(mm) 286.5	500	OK

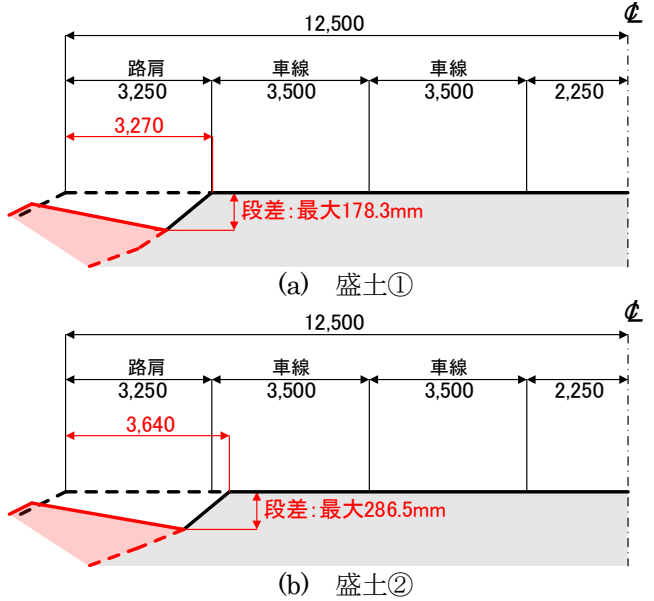


図-2 すべり線位置

6. まとめ

以上の安定性評価を行った結果、いずれの作用に対しても要求性能を満足することが確認できた。今後とも安全・安心な交通確保に向け、管理する高盛土の安定性評価と適切な補強策の実施を進めていきたい。

参考文献

- 1) (一財) 災害科学研究所・盛土の性能向上技術普及研究会・(一財) 土木研究センター：盛土の性能評価と強化・補強の実務，平成26年10月。
- 2) (社) 日本道路協会：道路震災対策便覧（震災復旧編），平成19年3月。