

小田急多摩線 切土と盛土が一体となった複合的な法面の照査に関する一考察

小田急電鉄(株) 小野 心一
 小田急電鉄(株) 上野 修彦
 (株) 復建エンジニアリング 正会員 堤 純生
 (株) 復建エンジニアリング 正会員 ○近藤 綾太

1. はじめに

小田急多摩線のはるひ野～小田急永山駅間に位置する法面は、図1に示すように営業線に近接した法勾配1:1.1、法高9.6mの切土形状である。当該法面について、切土として地震・降雨等に対する照査（以下、照査という）のため地質調査を実施した結果、原地盤切土（凝灰質粘土層）の上部に盛土（礫混じり粘土層）が構築された複合的な法面（以下、本法面という）であることが確認された。

本法面は、多摩ニュータウン建設時代の造成により原地盤に盛土され、その後の小田急多摩線建設（1970～1974年頃）に伴い切土されたと推測される。

本法面に対する照査については、既設構造物であるため、「鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物（以下、土構標準という）」の準用が困難であったことから、3ケースのモデルを構築し、それぞれについて照査を行った。本稿では、本法面の①照査モデルおよび要求性能、②照査における評価指標、ならびに③照査結果について報告する。

2. 照査モデルおよび要求性能

本法面を照査するにあたり、切土と盛土とでは照査方法が異なることに加え、土構標準に基づいた場合、切土もしくは盛土どちらかに限定した照査となることから、現場状況を適切にモデル化し、対策範囲を明確化することが課題であった。

そこで、照査モデルについては、【ケース1】盛土部を切土部の上載荷重として考慮し、切土部のみをモデル化（図2）、

【ケース2】切土部は支持地盤とし、盛土部のみをモデル化（図3）、【ケース3】切土部と盛土部を一体法面とし、全体を盛土としてモデル化（図4）、した3ケースを考えた。そのうえで、要求性能水準について性能ランクⅡを設定し、表1・2に示すとおり、ケース1についてはL1地震時、ケース2およびケース3についてはL1地震時・降雨時・L2地震時の照査を行った。なお、L1地震時・降雨時には円弧すべり法、L2地震時にはニューマーク法を用いた。

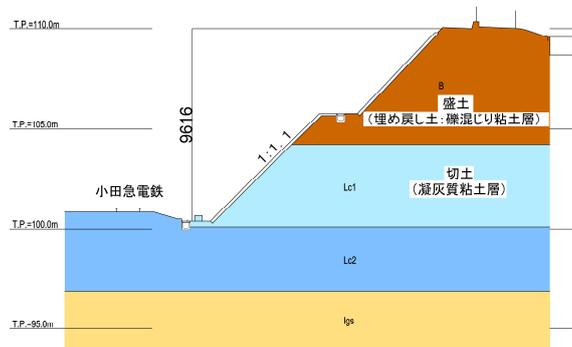


図1 推定地質断面図

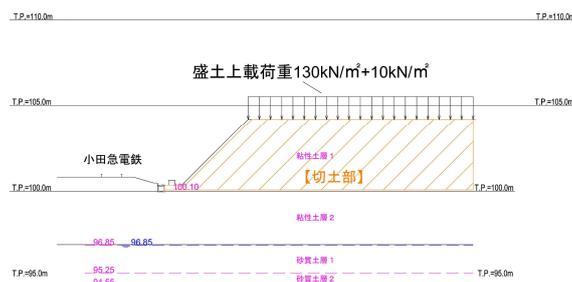


図2 切土の照査モデル（ケース1）

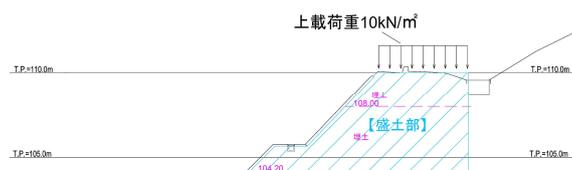


図3 盛土の照査モデル（ケース2）

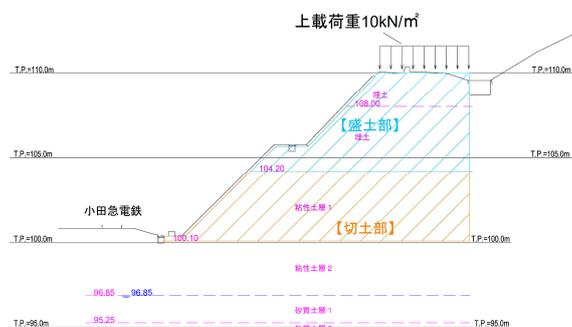


図4 切土・盛土を一体法面とした照査モデル（ケース3）

キーワード 鉄道，切土，盛土，法面安定解析

連絡先 〒160-8309 東京都新宿区西新宿 1-8-3 小田急電鉄株式会社 TEL03-3349-2381

また、基盤面については図5に示すとおり、近傍の柱状図を参考にRL-13.9mとしG3地盤と判定した。

3. 照査における評価指標

ケース1においては、表1に示すとおりL1地震時における円弧すべり危険度の照査を行い、当該危険度を評価指標とした。

ケース2およびケース3においては、表2に示すとおりL1地震時・降雨時における円弧すべり危険度、L2地震時における残留変形量を評価指標とした。なお、ニューマーク法ではすべり土塊を剛体と仮定していることから、法面天端における変形量と法尻における変形量が概ね同値となるため、残留変形量の照査位置は法面天端とした。

また、建築限界と法面との離隔が約2.0mあることから、「鉄道構造物等設計標準・同解説耐震設計」における「盛土の被害程度と沈下量の目安」を参考に、残留変形量の許容値として500mmを設定した。

4. 照査結果

図2~4に示す3ケースについて照査を実施した結果、表3に示すとおり全てのケースで所定の評価指標における許容値を満足したことから、対策については不要と判断した。

なお、ケース2において、L2地震時における残留変形量は0.0mmとなっており、これは土構標準（盛土の設計用値）に示されている標準的な粘性土の粘着力20kN/m²に比べ、当該盛土の粘着力は59.4kN/m²と良質であったことが要因と考えられる。また、ケース1の円弧すべり危険度の照査結果が他ケースと比較して大きい理由は、盛土を上載荷重としてモデル化した際、安全側に配慮し、最大の盛土高さにおける荷重を切土天端上に一様に載荷したことが要因として考えられる。

5. まとめ

切土の上部に盛土が構築された複合的な法面において、3ケースのモデルを構築し、上述の照査により要求性能を満足することが確認できたことから、対策については不要と判断した。他の法面照査業務において、本法面のような複合的な法面を対象とする場合、本稿が参考になれば幸いである。

最後に、公益財団法人鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 基礎土構造グループの方々に多大な支援を頂き、成果を上げることができた。ここに、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計

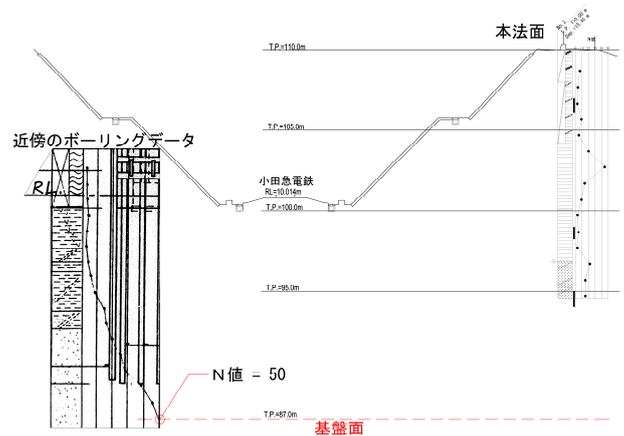


図5 基盤面の推定

表1 設計標準 切土における性能ランクと照査指標

要求性能	性能項目	照査指標	作用	性能ランク		
				I	II	III
安定性	切土の安定	L1地震時円弧すべり危険度	永久作用+地震作用(L1地震動) 永久作用+地震作用(L1地震動) +従たる変動作用	◎	○	△
		降雨時円弧すべり危険度 (設計耐用期間中にしばしば起こる降雨:作用I)	永久作用+変動作用 永久作用+主たる変動作用 +従たる変動作用	△	-	-
復旧性	切土の変形	L2地震時残留変形量	永久作用+地震作用(L2地震動) 永久作用+地震作用(L2地震動) +従たる変動作用	○	△	-

表2 設計標準 盛土における性能ランクと照査指標

要求性能	性能項目	照査指標	作用	性能ランク		
				I	II	III
安定性	盛土体の安定	L1地震時円弧すべり危険度	永久作用+地震作用(L1地震動) 永久作用+地震作用(L1地震動) +従たる変動作用	◎	◎	△
		降雨時円弧すべり危険度 (設計耐用期間中にしばしば起こる降雨:作用I)	永久作用+変動作用 永久作用+主たる変動作用 +従たる変動作用	○	△	△
復旧性	盛土体の変形	L2地震時残留変形量	永久作用+地震作用(L2地震動) 永久作用+地震作用(L2地震動) +従たる変動作用	◎	○	-

表3 照査結果

		はるひ野~小田急永山	
		上り線側	
法面高さ		9670	
法面幅		11520	
勾配		1.10	
地盤種別		G3	
切土部	粘着力	89.4 kN/m ²	
	内部摩擦角	0.0°	
盛土部	粘着力	59.4 kN/m ²	
	内部摩擦角	0.0°	
		許容値	照査結果
切土部のみ (ケース1)	L1地震	1.00	0.919
	L2地震	500mm	0.0mm
盛土部のみ (ケース2)	L1地震	1.00	0.482
	降雨時	1.00	0.395
全体系 (ケース3)	L1地震	1.00	0.594
	L2地震	500mm	6.4mm
	降雨時	1.00	0.405
診断結果		OK	