

累積降雨量による盛土安定性の検討について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○小林 亮司

東日本旅客鉄道株式会社

齋藤 晃毅

1 はじめに

今回検討した盛土は、長時間の降雨が降りやんだ後、盛土が崩壊した類似箇所指定されていた。

当該箇所の長時間降雨による累積降雨量に対して、盛土安定性について検討し、列車走行の安全性を確認した。

2 対象盛土の概要

当該箇所は、海岸平野（砂丘間低地）に位置し、標高約 TP+7m のほぼ平地であり、その上に 12m の高盛土が造成されている区間である。周辺の地形は、終点方にあるトンネル上部の下総台地に隣接した低地（後背湿地）である。下総台地の上面は比較的平坦であり、地表面勾配は台地の北東側（対象盛土の反対側）に向かっており、降雨による水は盛土側へ流入しにくい地形となっている。これまで盛土の安定を脅かす災害はなく、盛土に異常は確認されていない。



図 2.1 土地条件図（出典：国土地理院 地理院地図）

対象盛土の位置の盛土形状は純盛土、盛土高さは 8m から 12m、のり勾配は 1 : 1.5 である。のり面の状況は上段に植生工、下段にプレキャスト格子枠と水抜パイプが設置されている。

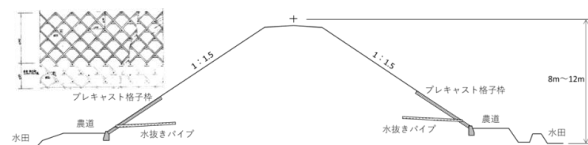


図 2.2 盛土断面図

3 盛土の安定性検討

長時間降雨による累積降雨量に対して、盛土の安定性を以下のように検討した。

3.1 検討内容

盛土の安定性を以下の点について検討した。

- ・盛土及び基礎地盤の土質特性、物理・力学特性を整理
- ・想定される降雨条件での浸透流解析により盛土内水位を把握
- ・盛土が最も不安定となる地下水位条件下での安定計算の実施
- ・長雨の影響を受けた際の安定性評価

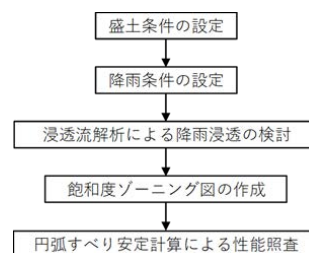


図 3.1 検討フロー図

3.2 検討条件

長時間降雨による累積降雨量に対する盛土安定性の検討条件は以下の通りである。

検討断面：対象区間で最も盛土高が高い箇所

地質条件：地質層序表のとおり

土質定数：土質定数一覧表のとおり

地下水位：水位観測結果（盛土内＝GL+1.3m、盛土外＝GL-1.0m）

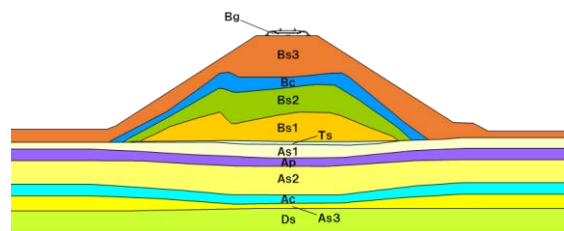


図 3.2.1 検討断面図

キーワード 累積降雨量

連絡先 〒260-8551 千葉県千葉市中央区弁天 2 丁目 23 番 3 号 東日本旅客鉄道(株) 千葉支社設備部工事課

表 3.2.2 地質層序表

時代		地層区分		記号	土質	色調	N値分布 (平均値)
第四紀	現世	鉄道構造物	バラスト	Bg	砕石	暗灰	－
			盛土	Bc Bs1～3	砂質シルト シルト混り砂	黄灰 黄褐	1～5 (4)
		耕作土		Ts	腐植土	暗褐	－
	完新世	沖積層	第1砂質土層	As1	シルト混り砂	緑灰	1～5 (3)
			腐植土層	Ap	腐植土	黒褐 暗褐	1～6 (3)
			第2砂質土層	As2	シルト質細砂 シルト混り砂	暗灰	11～20 (16)
			粘性土層	Ac	砂混り粘土	暗灰	1～3 (2)
			第3砂質土層	As3	砂質粘土 シルト質細砂	暗灰	7～15 (11)
	更新世	下総層群	砂質土層	Ds	シルト混り細砂 中砂	暗灰	34～65 (50)

図 3.4.2 解析結果（飽和度コンター図）

地層名	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (°)	透水係数 (cm/s)
Bs1	18.0	18.0	4.0	29.7	9.07×10 ⁻⁴
Bs2	18.0	18.0	4.0	29.7	9.07×10 ⁻⁴
Bc	18.0	18.0	38.0	0	1.00×10 ⁻⁵
Bs3	18.0	18.0	4.0	28.5	9.07×10 ⁻⁴
Ts	10.0	10.0	27.0	0	3.00×10 ⁻⁶
As1	18.0	18.0	0	30.0	2.70×10 ⁻³
Ap	10.0~12.0	10.0~12.0	27.0~190.0	0	3.00×10 ⁻⁶
As2	18.0	18.0	0	32.0	8.64×10 ⁻⁴
Ac	17.0	17.0	22.0~55.0	0	3.00×10 ⁻⁶
As3	17.0	17.0	20.0	0	2.17×10 ⁻³
Ds	18.0	18.0	0	31.0	1.00×10 ⁻³

3.3 浸透流解析条件

降雨による盛土内水位と飽和度の変動を解析し、盛土が最も不安定となる水位状況を把握するため、浸透流解析を以下の条件で実施した。

解析モデル：2次元解析モデル Soil Plis 2010
透水係数：地質調査結果及び土構造標準より設定
これまで観測された降雨量

降雨モデル：記録および設計基準を参考に設定

表 3.3.1 降雨強度モデル一覧表

モデル名	設定根拠	累積雨量 (mm)	継続時間 (h)
モデル1	当該箇所近傍最大累積雨量観測モデル	820	130
モデル2	設計標準降雨作用Ⅱの降雨短期モデル	621	24

3.4 浸透流解析結果

浸透流解析を行い、累積雨量が最も多いモデル1で盛土内水位が最も高くなる結果を得た。

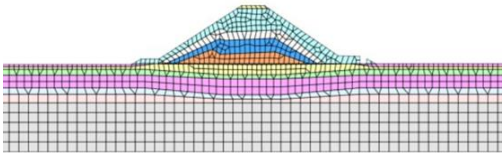


図 3.4.1 解析モデル図

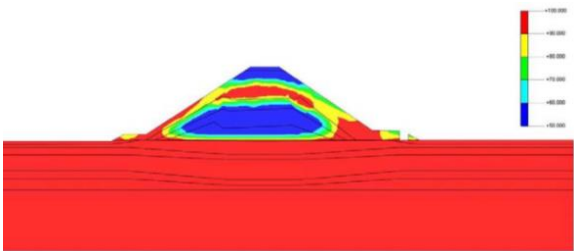


図 3.4.2 解析結果（飽和度コンター図）

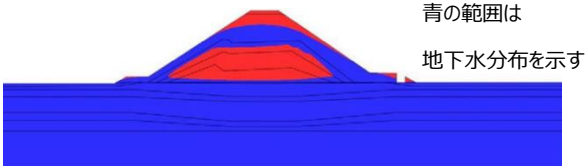


図 3.4.3 解析結果（水位線コンター図）

3.5 安定計算条件

盛土内水位上昇時の盛土の安定性評価するために以下の条件で安定計算を実施した。

計算方法：円弧すべり安定計算（浸透流解析結果の盛土内水位を設定）

土質定数：地盤調査結果及び既往成果物より設定

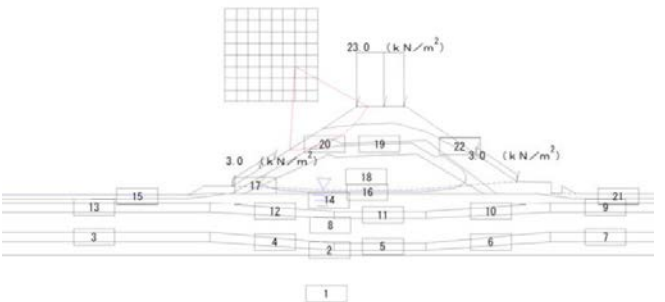
上載荷重：盛土上部 q=23.0kN/m²、のり面 W=3.0 kN/m²

3.6 安定計算結果

安定計算の結果、盛土内水位が最も高いモデル1で危険度が最も高くなるが、円弧すべり危険度は、0.926<1.0であり、水位上昇時でも盛土の安定性が確保されていることを得た。

表 3.6.1 安定計算結果一覧表

浸透流解析 ケース	円弧すべり危険度	
	盛土内すべり	基底破壊
モデル1	0.926	—
モデル2	0.921	—



$$\frac{MD}{MR} = \frac{1741.7 \text{ (kN}\cdot\text{m)}}{1880.5 \text{ (kN}\cdot\text{m)}} = 0.926 < 1.0 \cdots \text{OK}$$

図 3.6.2 安定計算結果（モデル1）

4. 盛土安定性についての考察

盛土内水位が最も高くなる条件下での安定計算結果より、照査値 1.0 を満足「安定している」する結果を得ている。列車の安全輸送を確保することができていることが考えられる。