

Ⅲ-A234

高盛土斜面の安定性検討

関西電力(株)

正会員 波多野 憲

正会員 玉田 潤一郎

(株)建設企画コンサルタント 正会員 ○野谷 正明

1. はじめに

関西地域の電力需要は年々増加しており、新たな送電ルートを増設するため、急峻な山間部での変電所造成工事が数ヶ所で進められている。このような造成では、切盛土高が大きく、特に盛土は高盛土となる。こうした盛土は基本的に基準、指針類に従った円弧すべり法により設計されるが、盛土構造の大規模化や重要性、挙動予測の必要性から、また阪神・淡路大震災のような大きな地震力が作用した場合の耐震性を確認する必要性から、FEM解析を用いた検討が増えてきている。本稿は、兵庫県能勢町に現在造成中の盛土法面高さ100m、盛土厚60m、盛土量98万 m^3 の高盛土の安定性検討結果について報告する。

2. 検討手法と盛土構造

盛土構造を図-1に示す。盛土構造は、盛土Aと盛土Bの2層によるゾーニング構造であり、下部の盛土厚が30mを超える盛土Bは、強度・排水性に優れる砂岩C₁級以上の盛土材を、盛土Aには粘板岩D級を主体とした盛土材を配置している。

安定性の検討では、通常の円弧すべり検討に基づき立案した盛土構造に対して静的応力変形解析、地震応答解析を実施し、それぞれ安定性を検討した。なお、円弧すべりの設計条件は常時 $F_s \geq 1.5$ 、地震時 $F_s \geq 1.2$ (水平震度0.12)である。

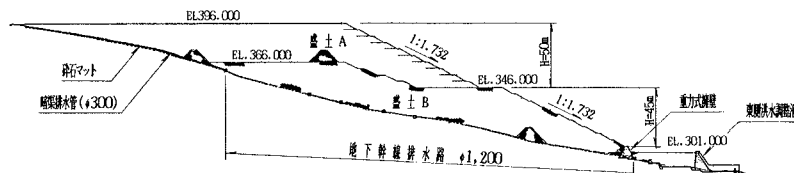


図-1 盛土標準断面図

3. 検討結果

(1) 静的安定検討

静的な安定検討は、通常の円弧すべり面法と非線形FEM解析(双曲線)を実施した。解析に用いた物性値を表-1に示す。FEM解析の結果を用いて、安定性を評価する方法は、局所安全率の分布とFEM解析の応力値を用いて算定したすべり安全率より行うことが多い。図-2は盛立完了後の局所安全率の分布を示した。局所安全率は、盛土の応力状態およびモール・クーロンの破壊基準より、図-3に示す $F_s = h/r$ を定義したものである。

表-1 解析に用いた物性値一覧

盛土構造	密度 ($\gamma/\text{t/m}^3$)	強度 ($\sigma/\text{t/m}^2$)	K	非線形パラメーター					
				n	R ₁	G	F	d	
盛土A 粘板岩D級	1.98	1.5	33	300	0	1.2	0.35	0	0
盛土B 砂岩C ₁ ~ C ₂ 級	2.08	3.0	35	750	0.3	1.1	0.35	0	0

局所安全率の小さい領域は、盛土A内では盛土Bとの境界部および法面表層部に、盛土B内では法面直下の底部に存在しているが、いずれも破壊($F_s < 1.0$)にまでは至っていない。この時の応力状態を用いて図-4に示す円弧形状について、すべりの安全率を算定した。表-2はその結果と通常の円弧すべりの安全率を示す。

解析から得られた応力を用いた安全率は、通常の円弧すべり計算より求める安全率より、 $F_s = 0.2 \sim 0.3$ 程度大きく、すべりに対して十分な安全性を有している。

キーワード 高盛土、斜面安定、数値解析、耐震

連絡先 〒563-0111 大阪府豊能郡能勢町吉野70-1 関西電力能勢変電所工事所 TEL. 0727-37-2777

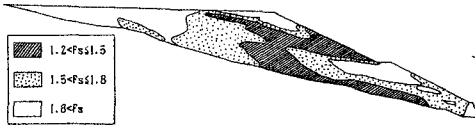


図-2 盛土内局所安全率分布図

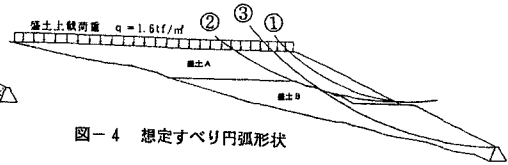


図-4 想定すべり円弧形状

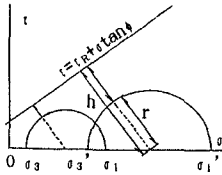


図-3 局所安全率の定義

表-2 すべり安全率(常時)

円弧形状	応力計算断面を以ての場合	通常のすべり	備 考
①	1.85	1.63	盛土Aの法面表層すべり
②	2.19	2.00	盛土Aと盛土Bの境界部を通る円弧すべり
③	2.35	1.97	盛土Bを通る深層すべり形状

(2) 動的安定検討

動的安定検討では、地震応答解析を行って盛土の加速度応答や変位応答より動的特性を把握するとともに、盛土内の応力の応答値を用いて、静的解析と同様に局所安全率や、すべり安全率により安定性を評価した。解析には、複素応答解析法のFLUSHを使用し、盛土材料の非線形性はH-Dモデルによる推定曲線を等価線形化することより考慮している。入力地震動は、その最大加速度を兵庫県南部地震におけるダム基礎での観測結果をもとに250galとし、同地震で記録された硬質地盤上の観測波形である神戸大観測波形NS成分を上述の最大加速度に振幅調整した波形を用いた。

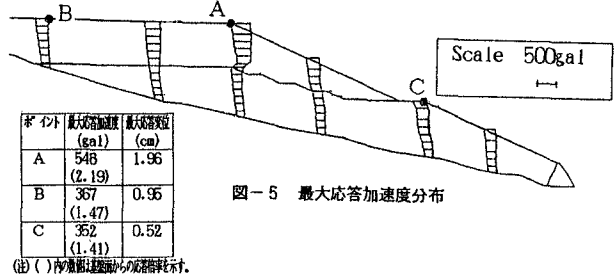


図-5 最大応答加速度分布

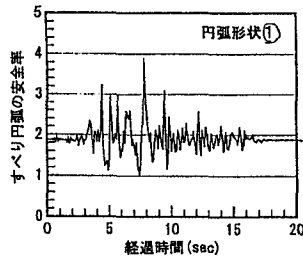


図-6 すべり安全率の時刻歴

表-3 地震時のすべり安全率

タイプ	地震力	円弧形状①	円弧形状②	円弧形状③
動的	直下型 Abmax=250gal	1.004	1.006	1.314
震度法	kh=0.12	1.24	1.45	1.48

図-5は最大応答加速度の分布を示した。最大応答加速度・変位ともに、盛土の法肩で最大となり、それぞれ548gal, 1.96cmの応答値となった。

地震時の盛土の安定性は、静的な盛土内応力に動的応答応力を重ね合わせた合成応力を用い、任意の時刻における円弧すべり計算により確認した。

図-6は、すべり安全率の時刻歴を、表-3は各円弧形状における最小安全率を示した。これらの結果から、本盛土は、兵庫県南部地震クラスの地震に対して安定上問題ないと判定した。

4. まとめ

本稿は高盛土における安定性に関する一連の検討の結果についてまとめたものである。その結果、法面高さ100m、盛土厚60mに及ぶ高盛土においても、十分に安定した盛土を構築することが可能と評価した。当盛土は、現在造成中であり、盛土の品質管理、動態観測を実施中である。これらの結果については、各種解析結果の最終的な評価とともに、今後報告していきたい。

最後に、当地点の高盛土を設計するに当たり多大な御指導を頂いた、地盤地質研究室の中世古幸次郎博士をはじめ各方面の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 鳥居剛：盛土斜面の安定検討と対策，現場技術者のための土質工学講習会 ⑤斜面安定，(地)地盤工学会関西支部，平成8年11月