

# 谷埋め盛土安定性検討手法の電気所造成地への適用評価

地域理解の深化のための平易な説明

Evaluation of the Applicability of Valley-Fill Embankment Stability Assessment Techniques to Land Developed for Electric Power Stations  
Simple Explanations for Local Communities to Have a Better Understanding

(送变电技術センター 土木建築課)

(Civil Engineering and Construction Division, Transmission Engineering Center)

電気所造成地については盛土造成地全体の安定性の説明を求められる可能性があり、地域理解の深化のため平易な説明とすることが望ましい。そこで、谷埋め盛土の各種安定性検討手法の電気所造成地への適用性を評価し、今後の説明性の向上、および安定性評価の合理化（設計合理化）を図るため検討を行った。

There is a possibility that explanations will be requested regarding the overall stability of embanked reclamation areas on land developed for electrical power stations, so in order for local communities to have a better and deeper understanding of these matters, it is preferable for such explanations to be given in a plain, simple manner. Therefore, evaluations were performed on the applicability of various stability assessment techniques for valley-fill embankments to land developed for electrical power stations, and investigations were conducted to improve the quality of explanations and to streamline the processes for future stability evaluations (design streamlining).

## 1 はじめに

近年の豪雨や大地震において宅地等の谷埋め盛土造成地の大規模流出災害が報告されていることを踏まえて、宅地造成では盛土造成地全体の安定性検討が求められている。電気所造成地では、敷地全体の大規模流出に対する安定性について森林法等の要求は無いが、設置地域において敷地の流出を懸念する声もあることから、今後、その安定性について説明を求められる可能性がある。また、安定性に対する地域理解の深化のためには、平易でかつ、安全性の裕度の説明にも活用可能な説明性がより高いものとするのが望ましい。

宅地造成に関する既往検討には、手法の合理性および検討結果の理解のしやすさの面で注目すべき事例がある。それは、谷部側方斜面の抵抗等の三次元性を考慮する方法を提案し、従来の谷底部の抵抗力のみを考慮する二次元計算よりも盛土流出の有無との整合性が図れたという報告<sup>1)</sup>である。そこで、谷埋め盛土の安定性検討手法の調査・比較、電気所造成地の盛土形状や地盤物性等を用いた各種方法による試算・比較分析、計算パラメータに関する検討等を通じて、電気所造成地への適用性を評価し、今後の新規開発や既設電気所の敷地拡張工事等における説明性の向上、および安定性評価の合理化（設計合理化）を図るため、本検討を実施した。

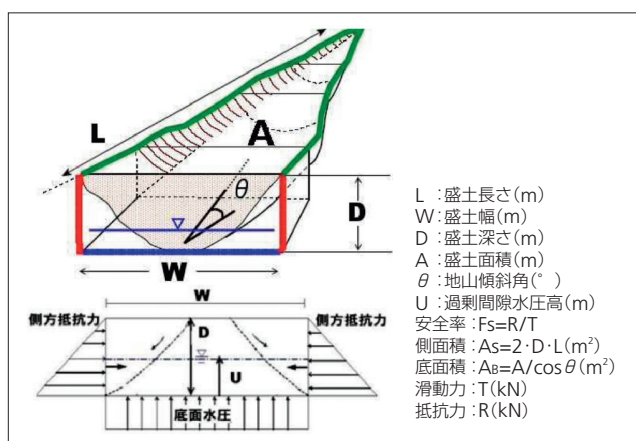
## 2 各種谷埋め盛土検討手法の調査・分析

谷埋め盛土の安定性検討に関する提案や検討事例を文献等により調査した。また、安定計算を行うための計算適用条件を分析・整理し、各種計算方法の計算技術レベル、計算パラメータの設定方法、検討結果の理解の難易度などを比較・分析した。

盛土の安定計算手法は、道路、鉄道、河川等の技術指針類で扱われているが、主体は二次元の分割法であり、一部詳細な検討が必要な場合に有限要素法解析が採用され

る場合がある。今回の検討では電気所造成地の谷埋め盛土を扱うため、それに類似する土構造物として大規模宅地の谷埋め盛土を扱った安定計算手法を参照する。

大規模宅地盛土の安定計算手法が示されたものとして「大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説（平成27年5月 国土交通省）」（以下、大規模盛土ガイドラインと呼ぶ<sup>2)</sup>がある。この中で安定計算により滑動崩落のおそれのある大規模盛土造成地を抽出する作業を二次スクリーニングと称しているが、二次スクリーニングを行う優先度を評価するための安定計算手法と、二次スクリーニングそのものための安定計算手法が紹介されている。この中から比較計算を行う手法として、二次元分割法、三次元分割法、側部抵抗モデルの三手法を選定した。このうち、側部抵抗モデルの概要を以下に示す<sup>2)</sup>。



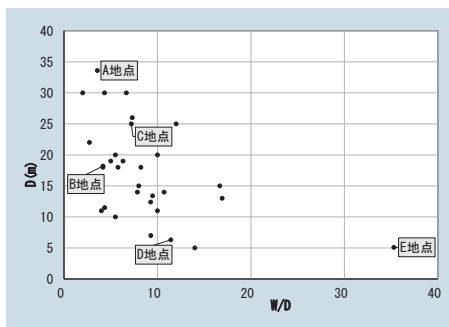
第1図 側部抵抗モデル図

大規模盛土ガイドラインによれば、盛土形状の内、盛土深さD、盛土幅W、W/Dが安定性に与える影響が大きいとされている。また、粘着力cと内部摩擦角φは、側面と底面それぞれで設定（側面の方が底面より大きめの値で設定）することが特徴的である。二次元、三次元分割法には多くの種類があるため、比較計算に使用する計算手法を選定する必要があるが、電気所の谷埋め盛土の特徴

を表現可能なように、二次元分割法は、大規模盛土ガイドラインにおいて採用されている簡便法 (Fellenius法)、三次元分割法は、理論的に厳密性の高い三次元簡易Janbu法を選定した。

### 3 電気所盛土形状、地盤物性等の調査・検討

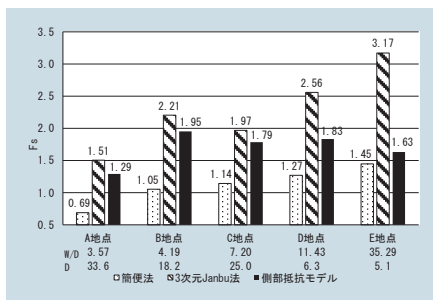
当社の約940箇所の電気所から、本検討に適した代表的な31箇所の電気所の盛土について、盛土形状に関するパラメータ (盛土幅 $W$ 、盛土深さ $D$ 、盛土長さ $L$ 、盛土面積 $A$ 、地山勾配 $\theta$ ) を整理した。基本的に一つの電気所で一つの盛土を抽出し、敷地内に二つ以上の盛土がある場合は規模の大きな盛土の方を選定した。次に、31箇所の電気所盛土の中から、A地点、B地点、C地点、D地点、E地点の5箇所を代表として、検討を進めることとした。下図に31箇所の電気所について、 $W/D$ と $D$ の関係を散布図としてプロットした。検討対象とする電気所については地点名を表示した。



第2図 W/D-D散布図(31電気所)

### 4 電気所造成地の試算による適用性検討

代表5箇所の電気所に対し、3つの手法 (二次元分割法・三次元分割法・側部抵抗モデル) を用いて谷埋め盛土の安定計算を実施した。盛土の形状が安定性に与える影響を把握するため、土質定数を大規模盛土ガイドラインに記載の値で統一して試算を実施した。



第3図 安全率 $F_s$   
(ガイドラインで土質定数を統一)

計算の精度が最も高いと考えられる三次元分割法 (簡易Janbu法) と側部抵抗モデルを比較すると、A地点、B地点、C地点については、ほぼ同程度の安全率を示している。D地点においては側部抵抗モデルの安全率がやや低くなる。E地点においては、三次元分割法と比較して、側部抵抗モデルの安全率がかなり小さくなっている。

以上より、側部抵抗モデルと三次元分割法の安全率が近い値となるのは、 $W/D$ が7程度までであり、本検討で

は $W/D \leq 7$ 程度の範囲では、側部抵抗モデルによる安全率の算定に適用性があると考えられる。

## 5 検討のまとめ

電気所造成地の谷埋め盛土の安定性を評価でき、平易でかつ、安全性の裕度の説明にも活用可能手法について検討を行った。以下に検討結果のまとめとして、各手法の特徴と、本検討で注目した側部抵抗モデルについて、その適用性に関して得られた知見を記す。

### (1) 二次元分割法 (簡便法)

盛土の設計に通常、使用される手法であり、計算条件の設定や計算作業は比較的容易である。地形条件やすべり面条件は計算断面の情報だけあればよいので条件設定しやすく、専用計算ソフトも多く存在している。しかしながら、谷埋め盛土の安定において重要な要素である、形状の三次元効果や側部抵抗効果が全く考慮できないため、計算は容易であるものの、地形の三次元性を適切に反映させる事が困難である。

### (2) 三次元分割法 (簡易Janbu法)

谷埋め盛土の地形やすべり面の三次元形状を最もよく再現することができ、三次元簡易Janbu法は理論的に厳密性の高いとされている。計算結果は理解しやすいが、地形やすべり面の三次元データの作成に時間を要するため、概略の評価ではなく、詳細な評価に用いる方が良いと考えられる。また三次元データを作成するための詳細な図面類が整っていることが適用にあたって必要な条件となる。

### (3) 側部抵抗モデル

地形の三次元性を考慮でき、盛土の深さ、盛土幅・深さ比 $W/D$ がある一定の範囲においては、三次元分割法 (簡易Janbu法) と同等の安全率が得られる。計算モデル (長方形) と実際の盛土形状との関係性がやや分かり難いが、必要な地形データが盛土の面積、幅、長さ、深さ、地山勾配等、代表的なパラメータのみで計算が可能という簡便さを有している。

(1) (2) (3) の3つの手法のうち、地形の三次元性を考慮可能で、計算が容易、且つ、結果の理解も比較的容易な側部抵抗モデルは、採用が期待できる手法と考えられる。5つの代表電気所を用いて比較計算を実施し、計算パラメータ (盛土幅・盛土深さ・地盤物性) の違いによる結果の比較を実施した。その結果、谷埋め盛土の安定性への影響が大きい条件として、盛土幅と深さの比 ( $W/D$ ) が安定性 (安全率) に与える影響が大きく、その適用範囲は7程度以下との知見を得ることが出来た。

#### 参考文献

- 1) 太田英将・榎田充哉：谷埋め盛土の地震時滑动崩落の安定計算手法、第3回地盤工学会関東支部研究発表会講演資料集, pp.27-35, 2006.11
- 2) 国土交通省：大規模盛土造成地の滑动崩落対策推進ガイドライン及び同解説, pp.1-72, 2015.5