

1. はじめに

著者らは、補強粘性土盛土工法の合理化を目的に一連の検討を行っている。現在、この工法においては、十分な極限解析法が存在しない。補強粘性土盛土に対する解析法は、当然ながら無対策の粘性土盛土あるいは補強機能が期待できない排水材を設置した盛土の安定解析に適用できる必要がある。本文では、無対策の高含水比粘性土盛土の極限解析法について検討する。

2. 解析法の概要

高含水比の締固め粘性土を飽和状態と仮定する。そして、構成則として Cam-Clay モデルを仮定した水-土骨格連成極限解析法¹⁾を粘性土盛土斜面の安定問題に適用する。一連の解析では、締固め粘性土は正規状態と仮定する。弾塑性圧密解析において、初期有効応力は土被りゼロの位置における締固め粘性土の一軸圧縮強度を Cam-Clay モデルで説明できる大きさとし、初期間隙水圧は要素高さの $1/2$ とする。盛立て荷重は所定の盛立て速度を再現する時間ステップで等価節点力として与える。以上の条件で計算された盛土内有効応力分布より水-土骨格連成式を用いて各要素ごとに塑性パラメータを決定し、完全非排水条件で剛塑性極限解析を実施する。剛塑性極限解析においては、全節点に物体力としての単位荷重を与えて荷重係数 μ_γ を求める。

表-1 解析パラメータ

M	λ	κ	$c_0^*)$ (tf/m ²)	e_0	K_0	γ_t (tf/m ³)
1.20	0.434	0.043	0.5	2.50	0.5	1.200

*) 土被りゼロの位置における締固め粘性土の一軸圧縮強度

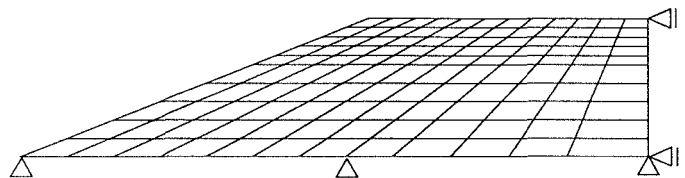


図-1 有限要素モデル (H=30m)

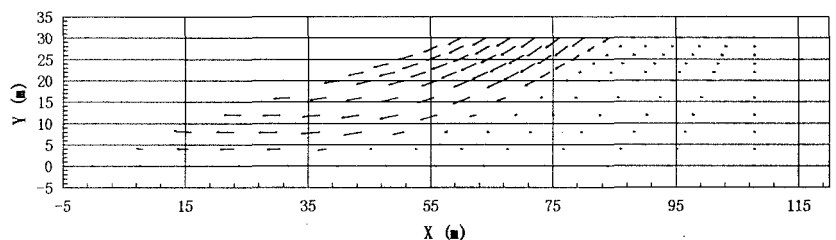


図-2 破壊時の塑性ひずみ速度分布 (H=30m, $k=10^{-3}$ m/day)

3. 解析結果と考察

(1) 解析ケース：盛土材の透水係数が盛土の安定性に及ぼす影響を調べるために、盛土高さ H と盛土材の透水係数 k を変化させた解析を行った。各ケースにおける施工速度は 0.5 m/day で固定した。解析で影響を調べた H の範囲は $20 \sim 30$ m、 k の範囲は $10^{-5} \sim 10^{-1}$ m/day である。既往の研究²⁾を参考に決定した解析パラメータを表-1に、計算に用いた有限要素モデルの一例を図-1に示す。

(2) 結果と考察： $H=30$ m、 $k=10^{-3}$ m/day のケースにおける極限時の塑性ひずみ速度分布を図-2に示す。同図において、のり尻部が前にせり出す破壊モードが見て取れる。このケースの極限時における荷重係数 μ_γ は 1.448 である。弾塑性圧密解析では、 $\gamma_t=1.200$ tf/m³ を仮定したから、 μ_γ と γ_t の比で安全率 F_γ を定義すると、 $F_\gamma=1.21$ となる。

透水係数 k が盛土の安定性に及ぼす影響を示す結果として、各盛土高さにおける μ_γ と k の関係をまとめて図-3に示す。 k の増大に伴い μ_γ が大きくなっていることから、盛土材の透水係数が大きいときほど、安定した盛土を施工できることが分かる。しかし、 $H=20$ 、 24m における結果をみると、 k が極端に小さい、あるいは極端に大きい場合、 μ_γ はそれぞれ一定値に収束する傾向が認められる。前者は、圧密による強度増加が盛立て期間中に全く期待できないケース、後者は、常に過剰間隙水圧がゼロの状態で盛立てが行われるケースに対応するものと考えられる。粘性土を用いた盛土工で用いられる一般的な粘性土の k は、以上の極端なケースの間にある。図-3によれば、 k が $10^{-4} < k < 10^{-2}$ の範囲において、各盛土高さにおける μ_γ は k にほぼ比例している。ここに示す結果は、排水層を設けるなどして盛土の巨視的な透水係数を増大させるという従来の対策工法の有効性を解析的に証明するものとする。

以上の解析結果を各盛土材の透水係数ごとに、 μ_γ と盛土高さ H との関係を整理し直して、図-4に示す。この図は、粘性土盛土の安定性は盛立てに伴い徐々に低下していくこと、盛立てに伴う安定性の低下割合は、 k の大きさに関わらず、ほぼ一定であることを示している。

ここに示す μ_γ と H の関係を外挿して、弾塑性圧密解析で仮定した γ_t 線との交点を求めれば、所定の条件下における限界盛土高さ H_c を評価できる。すなわち、 μ_γ と γ_t の比で定義される F_γ とは別に、 H と H_c の比でも安全率を定義できる。

4. まとめ

本文の論旨をまとめれば以下のとおり。

- (1) 粘性土盛土の安定解析法を示した。
- (2) 一般に盛土材として用いられる粘性土の透水係数の範囲においては、透水係数が高いときほど、盛土は安定する。
- (3) 荷重係数を用いた安全率、限界盛土高さによる安全率の概念を示した。

参考文献：1) 浅岡顕：支持力と有効応力、土と基礎、No.36(6)、pp.43-49、1988、2) 高速道路調査会編：関東ロームの土工、共立出版、1973

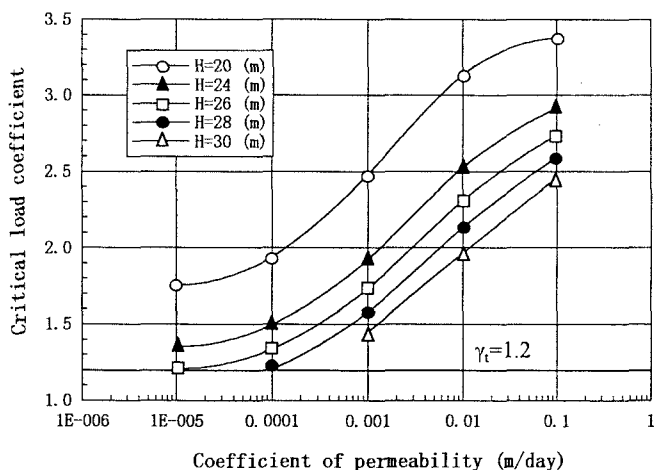


図-3 透水係数が盛土の安定性に及ぼす影響

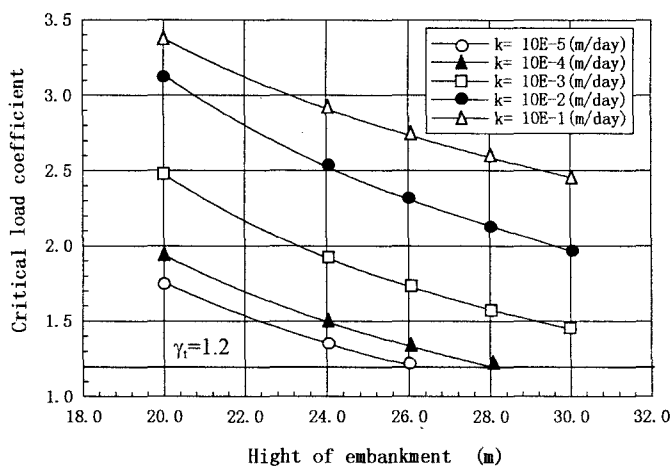


図-4 盛土高さが盛土の安定性に及ぼす影響