

㈸ 応用地質調査事務所 正員 横田耕一郎
建設省土木研究所 正員 古賀泰之

1. まえがき

地震時に砂質地盤上の盛土が沈下、崩壊をした例は多い。従って、砂質地盤上の盛土の地震時の安定性に関しての検討をすることは非常に重要である。検討は一般的には土質調査結果に基づいて行うが、対象とする盛土の重要性により必要であれば、応答計算、動土質試験などを実施して詳細に検討する。しかしながら盛土は通常その路線長が長く、その全長に渡って詳細な検討をすることは不可能である。本報は詳細な調査をする前段階としての簡易な評価法を提案したものであり、砂の種類、N値等がわかれば概略の安定性が検討できる。

2. 評価の方法

評価の手法としては、震度を考慮した円弧すべり法を用いた。但し、震度と地震時に発生する過剰間隙水圧は同時には考慮しないことにした。計算に用いた式は次の通りである。

$$F_s = \frac{\sum \{C \cdot \ell + (W - U_0 \cdot b) \cdot \cos \alpha\} \cdot \tan \phi}{\sum (W \cdot \sin \alpha + W \cdot K_h \cdot Y / R)} \quad F_s = \frac{\sum \{C \cdot \ell + \{W + \{W - (U_0 + \Delta U) \cdot b\} \cdot \cos \alpha\} \cdot \tan \phi}{\sum (W \cdot \sin \alpha)}$$

ここに F_s :安全率 C :粘着力 ϕ :土の内部摩擦角 ℓ :スライス底面の長さ W :スライス重量

U_0 :初期間隙水圧 ΔU :過剰間隙水圧 α :スライス底辺の傾斜角 K_h :水平方向震度

R :すべり円半径 Y :スライス重心と円の中心を結ぶ線の鉛直距離 b :スライスの幅

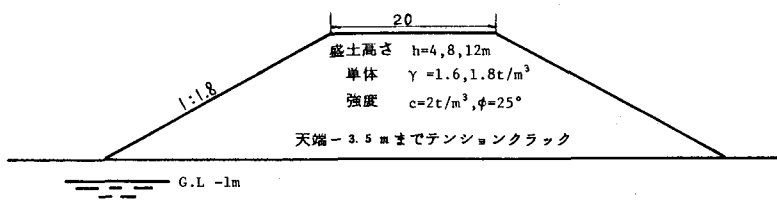
盛土及び地盤モデルは図-1の様定め、図中の種々の組合せに対して安定計算を行った。土質毎の γ , γ_{sat} , D_{50} 及び Dr^* の関係は文献1), 2) を参考にした。なお、 N は N 値、 $\sigma'v'$ は有効上載圧である。また、 Dr^* は $Dr^* = 21 \sqrt{N/(\sigma'v' + 0.7)}$ で表わされる量であり、相対密度を示すとされている。 K_h は0.1、0.2の2種類とし、 ΔU の評価は

図-2に基づいて実施した。³⁾

FLの計算は文献1)の方法

に基づき計算した。但し、

Dr^* は地盤内で一定と仮定した。



3. 評価結果のまとめ及び簡易評価手法の提案

種々の組合せの安定計算

結果から、 $F_s = 1.0$ (K_h の

みを考慮した場合、 $F_s = 1.2$

(ΔU のみを考慮した場合)

となる時の土質 $\sim Dr^* \sim K_h$ の関係を定め、これらの関係の最も危険側の評価となるものについて震度をパラメーターとして限界N値表示を試みた。 Dr^* がN値、 $\sigma'v'$ の関数として与えられているので、各土質毎に限界N値の深さ方向分布が求められる。図-3に細砂と粗砂の場合の限界N値例示した。安定性の評価のためには、これらの図に実測のN値を書き入れ、 K_h により定まる限界N値との大小を見れば良いが、実際の地盤は必ずしも一様な土質ではなく、多くの図を使うことは簡便ではない。そこである条件下における限界N値を1本だけ定めて、N値の方を土質、 K_h により修正する方法を考案した。表-1はここで定めた限界N値

図-1 計算に用いた盛土及び地盤モデル

	γ	γ_{sat}	D_{50}	及び強度		γ_{sat}	地下水位以下の単位
砂質シルト	1.6	1.8	0.04	Dr^*	ϕ	D_{50}	平均粒径
土質	細砂	1.75	1.95	80	42.5	80	40
	中砂	1.8	2.0	70	37.5	70	35
	粗砂	1.8	2.0	60	35	60	30
				40	30		内部摩擦角

(細砂、 $K_h=0.18$ の場合)を用いる場合の実測 N 値の修正の係数を示したものである。以後この限界 N 値を基準限界 N 値と呼ぶ。また、表-2 には、この方法を用いて実際に修正 N 値を計算した例を示し、更に、修正 N 値/基準限界 N 値にて定義される安定係数を算出した例を示した。安定係数の深度方向の平均値を平均安定係数と呼ぶ。図-4 は今回集めた盛土の被災事例 38 例を用いて、平均安定係数と実測沈下量を比べたものである。安定計算の結果、盛土が不安定であると判断されても、そのことが直ちに沈下のみと結び付くかどうかは疑問もあるが、被災程度を量的に

表わすには、沈下量が一番良いと考えた。図の様に 4 つの領域に分けて考えると、Ⅰ(予測：不安定、被災：大)、Ⅱ(予測：不安定、被災：小)、Ⅲ(予測：安定、被災：大)、Ⅳ(予測：安定、被災：小)であり、ⅠとⅣは妥当な予測、ⅡとⅢは妥当とはいえない予測を与えるものである。全体としては、妥当と思われるケースの方がかなり多いことがわかる。このことから、詳細調査の前段階の評価方法の提案という目的に対しては、今回提案の手法は十分使用できると考えられよう。なお、限界 N 値の誘導過程の詳細については、文献 4) を参照されたい。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書 V、耐震設計編、昭和 55 年 2) 土質工学会、土質調査法 昭和 57 年 3) 常田、吉田、後藤：流動化地盤と杭基礎の模型振動実験、土木技術資料、Vol. 23、No. 1、1981、4) 横田、古賀簡易判定図表による砂質

地盤上の盛土の地震時安定性評価の試み、第 20 回 JSSMFE 1960

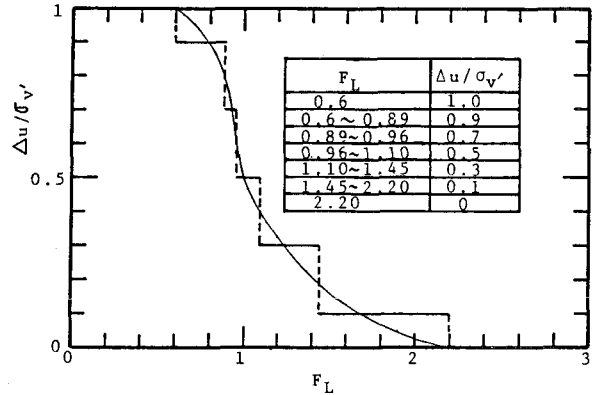


図-2 過剰間隙水圧 Δu の評価法

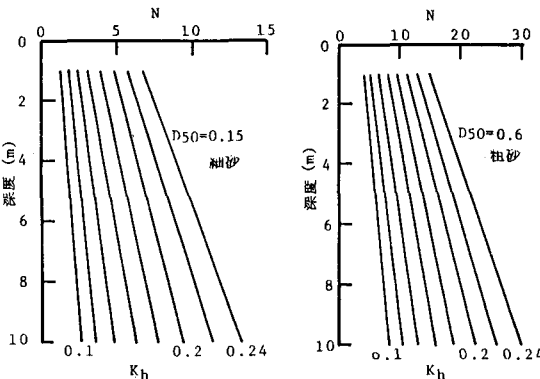


図-3 震度をパラメーターとした時の限界 N 値の例

表-1 N 値の修正係数

対象土の種類	修正係数
砂質シルト	$0.0620 K_h^{-1.97}$
シルト質細砂	$0.0552 K_h^{-1.92}$
細砂	$0.0405 K_h^{-1.87}$
中砂	$0.0307 K_h^{-1.76}$
粗砂	$0.0316 K_h^{-1.47}$

表-2 安定係数の算出例 ($K_h=0.20$)

深度 (m)	土質	実測 N 値	修正 N 値	基準限界 N 値	安定係数 修正 N 値 / 基準限界 N 値
1	シルト質細砂	3	3.64	3.88	0.938
2	"	2	2.43	4.30	0.565
3	"	5	6.07	4.72	1.29
4	中砂	12	6.26	5.14	1.22
5	"	13	6.78	5.56	1.22
6	"	8	4.17	5.98	0.697
7	細砂	7	5.75	6.40	0.898
8	"	8	6.57	6.82	0.963
9	粗砂	28	9.43	7.24	1.30
10	"	39	13.1	7.66	1.71

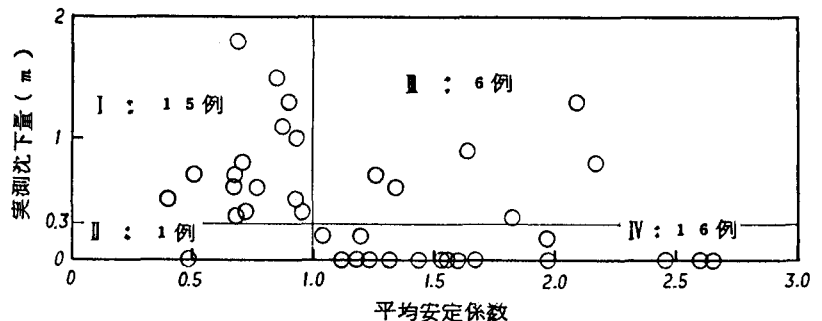


図-4 実際の被災例を用いた検証結果