

III-132 掘削斜面の安定解析

労働省産業安全研究所 正会員 ○堀井直幸
 “ “ 鈴木芳美
 “ “ 前 郁夫

1. はじめに

一般的にみてもわが国の地形は急峻で地質構造も複雑であり、加えて気象条件として、梅雨、台風等に伴う集中豪雨、地震などが避けられない。このような自然条件下で行われる建設工事とくに切取工事においては、常に斜面崩壊の危険に曝されているといっても過言ではなく、土砂崩壊災害(死亡災害を打象)の分析結果¹⁾によると、年間40件程度の崩壊災害が発生している。斜面崩壊を防止するうえで斜面の安定を知ることは重要な事項の1つであり、従来より極限平衡解析(円弧スベリ法等)が広く行われている。また近年有限要素法による非線形²⁾逐次解析法が開発され、極限平衡の考えでは解析できない掘削の進展に伴う地盤の挙動に関する研究が進められている。本研究は有限要素法による逐次解析手法を用いて、掘削が進むにつれて発達する破壊領域に注目して、斜面掘削時の安定性を検討しようとするものである。

2. 解析条件

対象となる地盤は、硬い基盤上の厚さ20mの正規圧密粘土地盤であり、5種類の斜面勾配について5段階掘削(1回の掘削厚2m)した場合について解析を行った。用いたパラメータは E 、 C_u 、 ν 、 K_0 であり、弾性係数 E は $E/C_u = 500$ と仮定して求めた。全応力表示土圧係数 K_0 は0.9とし、ポアソン比 ν は0.475を用いた。また最大せん断応力が非排水せん断強度 C_u より大きくなった時点で要素は破壊したと見做した。

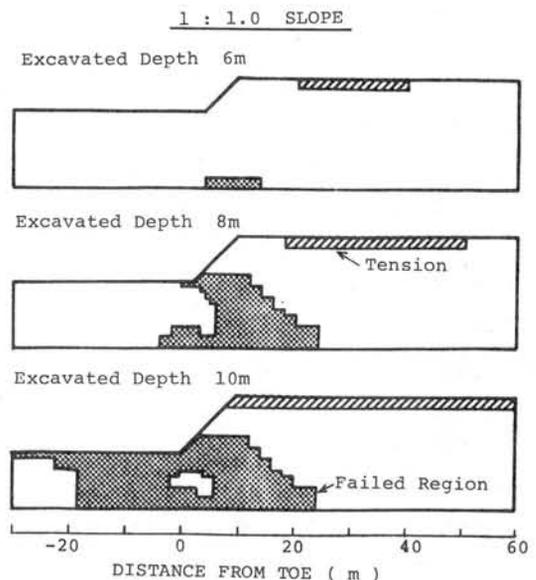
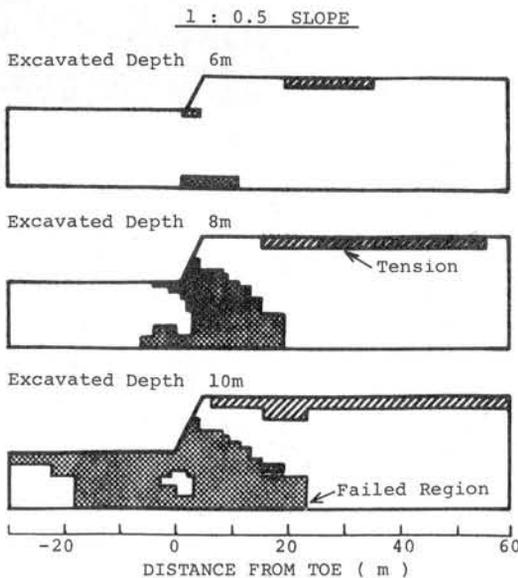
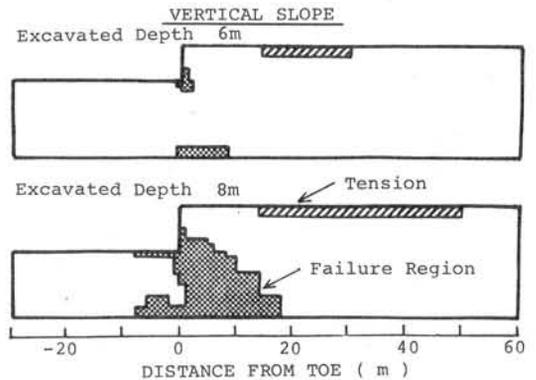


図-1 掘削の進展に伴う破壊領域の発達状況

3. 解析結果

3-1 斜面勾配の違いによる影響

斜面勾配の違いによる影響を調べるために、直、5分1割、1割5分、2割の5種類の勾配について解析を行い、破壊領域の発達状況を調べてみた。その結果の一部が図-1であり、同図には水平引張応力領域もあわせて示している。これによると、この勾配でも掘削深さが6mに達すると、斜面中央部の粘土地盤底面に破壊が生じており、法肩後方の地表面付近には水平引張応力領域が見られる。また直斜面、5分勾配斜面のいわゆる急勾配斜面では、この時点ですでに法先の掘削表面に破壊領域が見られる。掘削深さが8mになると、破壊領域が地盤底部から法先に向かって急激に発達し、1割5分、2割勾配斜面を除いて、破壊領域は地盤底面から法先の掘削表面まで突き抜けてしまう。またこの段階から1割以上の急勾配斜面では、破壊領域の規模、形状に差異は見られなくなる。この段階以降の解析では、破壊領域が掘削表面に達するため掘削表面は大きな変形を示す。

3-2 斜面上に設けられた小段(犬走り)の影響

斜面の安定性を改善する方法としてよく用いられる小段の有効性を調べるため、5分勾配斜面に地表面より4mの位置に幅2mの小段を設けた場合について解析を行った。円弧スベリ法による安全率は小段が無い場合、有る場合それぞれ1.021、1.119である。図-2から掘削深さが6mの時は、法先には破壊領域が見られず、またその後の掘削段階でも破壊領域は小段がない場合に比べてやや小さくなっており、小段の有効性が認められる。図-3、4はそれぞれ小段がない場合、有る場合の臨界スベリ面に沿う最大せん断応力の分布を示したものである。臨界スベリ面の位置は兩者では異なるので厳密に比較はできないが、およその傾向は知ることができる。これによると、各掘削段階とも小段の有る場合の方が、最大せん断応力は小さいことがわかる。

4. まとめ

以上、斜面掘削時の安定性について、主に破壊領域の発達状況から検討してみた。今後は掘削中にうける降雨

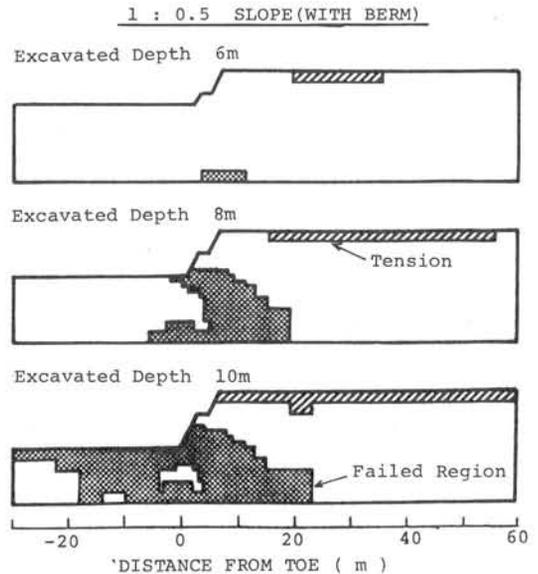


図-2 小段がある場合の破壊領域の発達状況

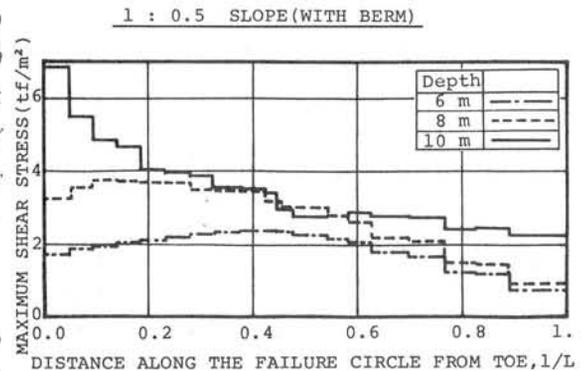
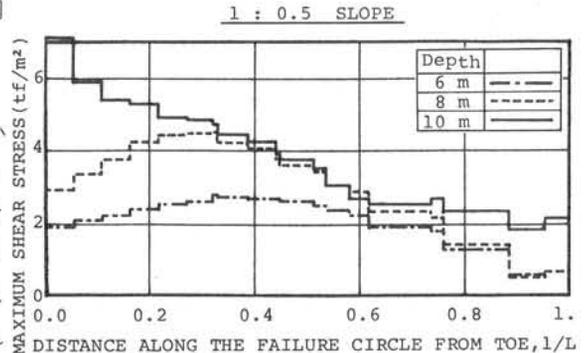


図-3 臨界スベリ面に沿う最大せん断応力の分布

- <参考文献> 1) 前, 鈴木, 塚井: 産業安全研究所技術資料, RIIS-TN-78, 1978
 2) Dunlope, P. & Duncan, J. M.: Development of failure around excavated slopes, ASCE, Vol. 96, SM2, 1970
 3) Chang, C. Y. & Duncan, J. M.: Analysis of soil movement around a deep excavation, ASCE, Vol. 96, SM5, 1970
 4) 本島 睦, 日比野 敏, 林 正夫, 北原義治: 大規模な地下構築物掘削時の安定解析プログラムの開発とその適用例
 電力中央研究所報告, 研究報告: 376011