

III-92

第三紀層における法面の安定解析

建設省東北地方建設局 正会員 福成 孝三
応用地質株式会社 正会員 ○進士 正人

1. はじめに

長大切取り斜面を施工する時、何等かの方法を用いてその施工中の安全性並びに長期の安定性を評価しなければならない。従来の切取り斜面の安定性の評価手法は、原位置試験などによって得られる強度や材料定数を使って、斜面の滑り面を仮定し、その斜面の安定計算を行うことにより安全率を求める方法である。しかし、地盤の不均質性並びに不連続性のため、斜面全体の強度や材料定数を的確に推定することが困難なこともある。神戸大学工学部土木工学科櫻井春輔教授は、斜面掘削時の現場計測結果を設計・施工にフィードバックするための手法のひとつとして、逆解析手法を用いる方法を提案している¹⁾。本研究では、試験掘削調査²⁾で得られた計測結果に基づき、切取り法面の安定性を逆解析によって評価する。なお、本研究では、切取り斜面の逆解析プログラム“BAPSS”を用いた。

2. 地山の応力-ひずみ関係

斜面を連続体と仮定すると、滑動部分の地山中の応力-ひずみ関係は、二次元平面ひずみ状態では、以下のようになる¹⁾。

$$D = \frac{E}{(1+\nu)(1-\nu-2\nu^2)} \begin{bmatrix} \frac{1-\nu^2}{\nu(1+\nu)} & \frac{\nu(1+\nu)}{1-\nu^2} & 0 \\ 0 & 0 & m(1+\nu)(1-\nu-2\nu^2) \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで、 m は、せん断弾性係数と弾性係数の比であり“異方性パラメータ”と呼ぶ。等方性の場合、 m は、 $m = G/E = 1/2(1+\nu)$ となる。

3. 逆解析結果

図-1に本研究で用いた逆解析メッシュを示す。図中の英文字は、岩質区分²⁾を表わす。逆解析は、各掘削段階に合わせて実施し、各々の段階における地山物性値並びに異方性パラメータを求めた。なお、ポアソン比はすべて0.35とし、単位体積重量は $FE=1.8\text{gf/cm}^3$ 、 $FD=1.9\text{gf/cm}^3$ 、 $FC=2.1\text{gf/cm}^3$ とした。それぞれの岩質区分の弾性係数の比は、事前に行った逆解析により $FE : FD : FC = 0.5 : 1.0 : 6.0$ とした。各掘削段階における異方性パラメータ m を導入した領域並びにその大きさを図-2に、それぞれの掘削段階における逆解析結果を表-1に示す。この逆解析によって得られた弾性係数

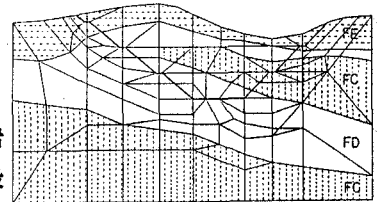
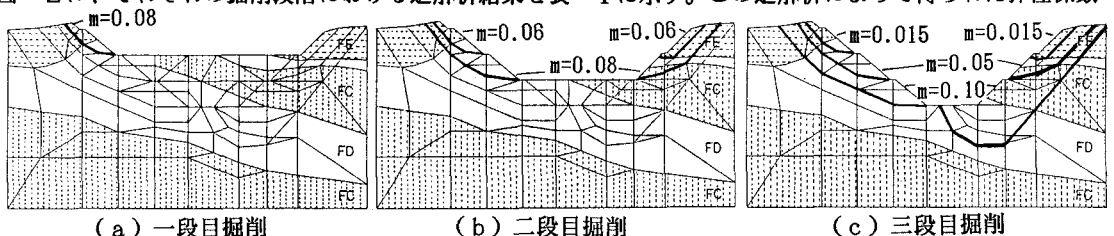


図-1 解析メッシュ図



(a) 一段目掘削

(b) 二段目掘削

(c) 三段目掘削

*前建設省中国地方建設局出雲工事事務所 所長

図-2 m を導入した領域とその値

は、原位置試験から得られた値（ $E_{FC}=6470 \text{ Kg/cm}^2$ ）より非常に大きくなった。そこで、以下のよう工夫を行った。今回の試験法面において測定されている変位は水平変位である。従って、鉛直応力によって弾性係数を推定するよりも水平応力によって弾性係数を推定する方が精度が高いと考えられる。そこで水平応力は $\sigma_{x0} = \nu / (1 + \nu) \cdot \gamma H$ と仮定した。ここで、 ν は地山のポアソン比(0.35)、 H は掘削底面における平均的な土被り高さ ($H = 8\text{m}, 10\text{m}, 15\text{m}$) である。水平応力から求めた地山の弾性係数 (E_{FC} 、 E_{FD} 、 E_{FE}) を表-2に示す。これらの弾性係数は、ややばらつくが原位置試験の結果 ($E_{FC}=6470 \text{ Kg/cm}^2$) とほぼ一致している。図-3に各掘削段階における逆解析によって得られた計算変位と計測変位の比較を示す。図から明らかなようにこれらの結果は工学的に十分な精度で一致することがわかる。

4. まとめ

試験掘削において得られた計測結果に基づく斜面の逆解析を実施した。その結果、異方性パラメータをもちいた斜面の逆解析は、十分に計測結果を表わしていることが明らかとなった。しかし、鉛直応力による斜面の逆解析では地山の弾性係数は非常に大きくなる。そこで、水平応力を仮定することによって地山の弾性係数を推定すると、原位置試験の結果とほぼ一致する。本研究をまとめるにあたって、建設省土木研究所地質化学部長（前地質研究室長）市川 慧氏及び同研究所地質研究室 平野 勇氏に種々の御教示をいただくと共に討論に参加して頂いた。ここに記して、深謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 櫻井 春輔、Deeswasmongkol Niyom、進士 正人、「現場計測結果に基づく切り斜面の安定性の評価」、第7回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、pp.307~312、1987。
- 2) 福成 孝三、阿久津 文麿、「第三紀層における法面の変位挙動」、土木学会第43回年次学術講演会、1988。

表-1 逆解析結果（鉛直応力）

掘削段階		1	2	3
初期	σ_{x0}/E	-0.8678×10^{-3}	-0.1100×10^{-2}	-0.9991×10^{-3}
応力	γ/E	0.1317×10^{-6}	0.4598×10^{-6}	0.4821×10^{-6}
パラメータ	σ_{x0}/E	0.3068×10^{-4}	-0.8860×10^{-4}	-0.6891×10^{-4}
	$\gamma [\text{Kg/cm}^2]$	0.0019		
弾性係数	$E_{FD} [\text{Kg/cm}^2]$	144,251	41,322	39,409

表-2 逆解析結果（水平応力）

掘削段階		1	2	3
初期	$\sigma_{y0} (= \gamma H)$	-1.330	-1.900	-2.850
応力	σ_{x0}	-0.7162	-1.0231	-1.5346
弾性係数	$E_{FC} [\text{Kg/cm}^2]$	4,951.83	5,580.55	9,215.88
	$E_{FD} [\text{Kg/cm}^2]$	825.30	930.09	1,535.98
	$E_{FE} [\text{Kg/cm}^2]$	412.65	465.05	767.99

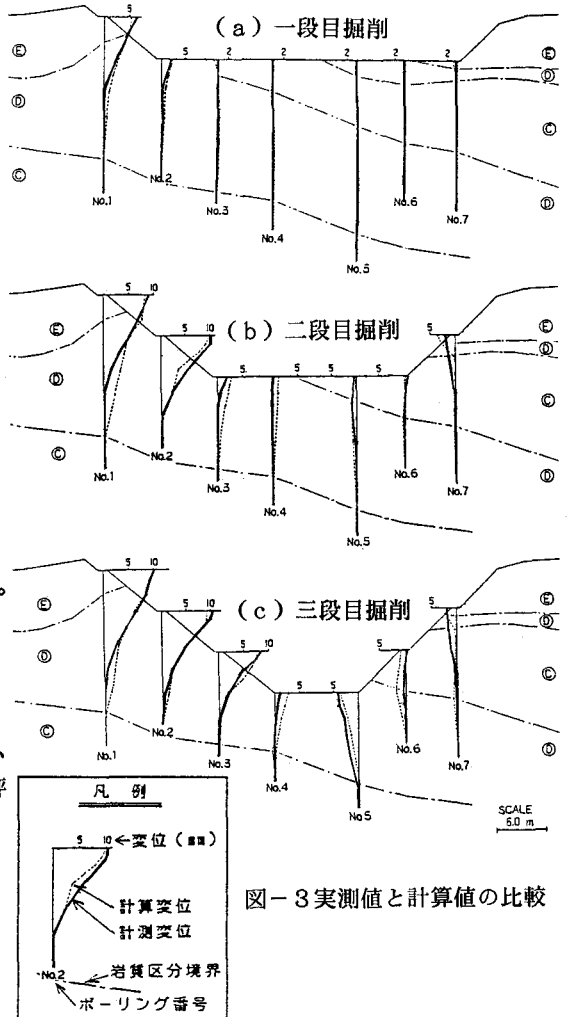


図-3 実測値と計算値の比較