

愛知工業大学 正員 大根義男 正員 成田国朝 学生員 山里剛史

1. はじめに 港湾地域に建設される地下式あるいは地中式構造物の施工に際しては軟弱な地盤を広範囲に深く掘削する必要性から、掘削斜面の安定性の確保が重要な問題となってくる。このため掘削前の処置として、プレロードやサンドドレーン等を施工して軟弱地盤を事前に改良する方法が従来から採用されているが、加えて掘削時の処置として、斜面の上端や下端から矢板を打設し、さらにアースアンカー等を設置して斜面破壊やヒービングを直接防止する工法がとられている。後者の場合、矢板の打設位置や長さの決定は、矢板を打設した場合と打設しない場合の掘削斜面の安定性を比較して検討されるが、実際には、矢板を打設したことによる斜面破壊の形式の変化や矢板に作用する土圧の評価と安定計算への取入れ方などについての議論がほとんどないため、矢板の効果は、すべり面が矢板下端を通るとして、矢板がない場合よりすべり面が深くなるという形でしか取入れられていない。またこの種の仮設構造物の安定は掘削斜面や矢板の変形が許容し得る限度か否かで検討することが望ましく、この点、特に軟弱地盤では通常の安全率による評価とは異なる変形の立場からの議論が必要に思われる。

以上の点に鑑み、本研究は矢板を打設した掘削斜面を有限要素法により解析し安定性の評価について議論するものである。

2. 解析方法 解析対象地盤は図-1に示すような深さ29mの沖積地盤であり、上部11mは砂層、下部18mは粘土層である。境界条件は面端可動支持、下端面固定とした。掘削に際しては長さ21mの矢板を打設し、その前部を地表面より深さ10mまで、6段階にわたって斜面を形成しながら工事するものとした。地盤内の初期応力としては、鉛直土圧と静止土圧係数 $K_0=0.5$ (有効応力)に相当する水平方向土圧を考えた。掘削は排水時間と比べ速く行われるため、地盤の土は非排水条件で変形し、 σ_v 条件を満足するものとする。したがって掘削時に解放される応力は全応力である。土のせん断強度、弾性係数は現地盤の値に近いものを採用し、圧密荷重

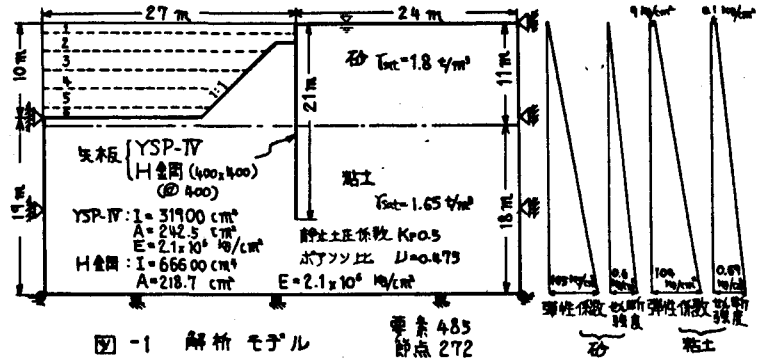
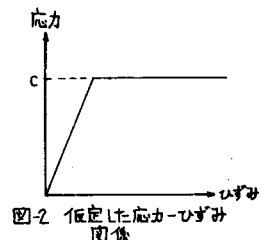


図-1 解析モデル

に比例して深さに伴ない直線的に増加するものとした(図-1)。また非排水状態で変形するため体積変化は0と考え、ポアソン比は0.475とした。地盤の応力ひずみ関係は石原¹⁾が提案した図-2に示すようなPrandtl-Reussの弾塑性体変形とした。すなわち用いた式は、

$$d\sigma_x = \left\{ k + \frac{4}{3}G - \frac{G}{2} \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{\sigma_x + \sigma_y} \right) \right\} d\epsilon_x + \left\{ k - \frac{4}{3}G + \frac{G}{2} \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{\sigma_x + \sigma_y} \right) \right\} d\epsilon_y + \left\{ -\frac{G}{2} \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{\sigma_x + \sigma_y} \right) \right\} d\epsilon_z$$

$$d\sigma_y = \dots \quad d\sigma_z = \dots \quad \text{などである。}$$



現場の矢板壁にはY S P-IV型とH鋼(400x400)が使用された。解析では、これらをモーメント部材要素で表現し、地盤の三角形要素の節点と結合した。ただしH鋼は4m 間隔で打設されているため単位奥行き当りの剛性を計算して矢板剛性に加算することとした。計算に用いた物性値は図-1にまとめている。

3. 解析結果

3.1 セン断ひずみ分布 図-3と図-4は6段階掘削時の地盤内のせん断ひずみ分布を示したものであり、図-3は矢板がない場合、図-4は矢板がある場合である。矢板がない場合のせん断ひずみ分布は斜面先付近に大きな値が集中し、分布形としてはすべり面と考えられる方向に沿って広がる傾向を示している。これに対し矢板を入れた場合は図-3に見られる広がりが矢板で分断されるため、矢板に作用する土圧によって掘削斜面が押し出されるような破壊形式が想定される。また矢板右側の表面部分において大きなひずみが生じているが、これは矢板の掘削側への変形によって土が沈下し計算上土が引張られたことによる破壊を意味している。

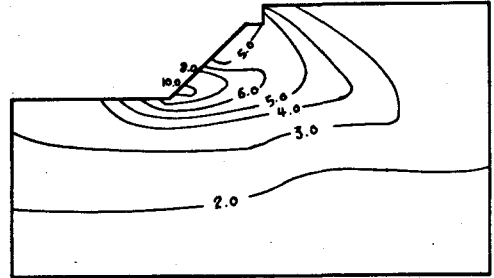


図-3 セン断ひずみ分布図 (%)

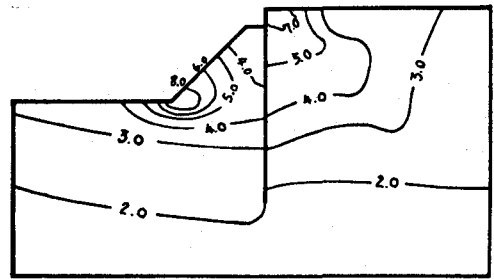


図-4 セン断ひずみ分布図 (%)

3.2 斜面および矢板の変形挙動 掘削に伴う斜面の変形を調べたのが図-5および図-6である。これによると、4段階目の掘削まではほぼ同じ変形挙動を示すが、5,6段階目に進むと矢板のない場合において斜面のはらみ出しが大きく現われている。また矢板がない場合は斜面が前方にはらみ出ると同時に地表面や掘削斜面が全体的に沈下する傾向が見られるが、矢板がある部分は斜面が掘削側に全体的に押し出される傾向になっている。そして、これらは図-3や図-4のせん断ひずみ分布から想定されるすべり破壊の形式を裏付けている。

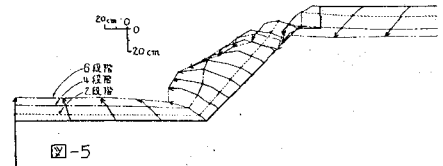


図-5

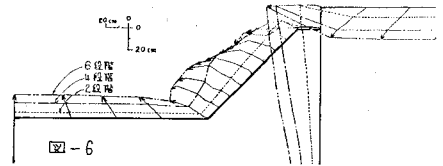


図-6

4. 考察 矢板がない場合のせん断ひずみ分布(図-3)から予測されるすべり面について簡便法により安定計算を行、とみると安全率は $F_s=0.6\sim0.75$ の値を示した。これに対して矢板を入れた場合は矢板前面の土塊のすべりに対して $F_s=1.1\sim1.3$ が得られた。しかし後者の場合でも、せん断ひずみ分布(図-4)や表面変形を見れば破壊がかなり進行していることは明らかであり、計算上の安全率が大きいからとい、これを矢板の効果に結びつけて考えるには、まだ抵抗があろう。特に本解析では矢板と土の間の摩擦を考慮しておらず、両者が一体として変形すると考えているので、変形を加味した現実的な議論を行うには限界があると思われる。この点については現在、摩擦を導入した解析を試みているので発表当日にでも結果を報告したい。また変形による破壊の予測と通常の応力による破壊の予測(安定計算)との関連についても当日詳しく発表したい。

<参考文献>

- 1) 石原、国生：切土に伴う地盤の変動の変化 オ4国土計画発表 1969年
2) 石原、豊水：たわみ性壁体で支持された地盤の掘削に伴う変動 オ5国土計画発表 1970年