

大阪大学大学院 学生会員○吉田 浩

大阪大学大学院 正会員 小田和広

大阪大学大学院 フェロー 松井 保

1. はじめに

近年、都市部では土地制約上の理由から構造物の過密化が進んでいる。筆者らは、近接施工のうち最もポピュラーな掘削工事を取りあげ、土留壁背面地盤の三次元的変形特性について検討を行ってきた。そして、砂質土地盤を対象とした立坑掘削における土留壁背面地盤の変形範囲評価手法を提案した¹⁾。ところで、我が国の大都市部のほとんどは粘性土が優勢とされている沖積平野上に位置している。そこで本研究では、一連の数値シミュレーションを通じ、粘性土地盤を対象とした土留壁背面地盤の変形メカニズムについて、砂質土地盤を対象としたものとの比較を通じて検討する。

2. 有限要素解析

図-1 は掘削領域と解析領域の関係を示している。今回の解析では、幅 20m、深さ 10m の立坑掘削を想定し、土留壁背面地盤のみを解析領域として取り挙げた²⁾。図-2 は解析モデルを示している。解析モデルは幅 20m×奥行き 30.25m×深さ 30m の直方体である。解析では、水平方向に台形分布、深さ方向に三角形分布の強制変位を土留壁に与えることによって、背面地盤の変形を引き起こしている。強制変位は掘削深度 10m において最大値 $\delta_{\max}=100\text{mm}$ となるように与えた。粘性土地盤は von Mises の破壊基準に基づく弾塑性体としてモデル化した。その際、粘着力 c は $0.3\sigma_z$ (σ_z は土被り圧) として与えた。また、砂質土地盤は Drucker-Prager の破壊基準に基づく弾塑性体としてモデル化した³⁾。その際に用いた内部摩擦角と粘着力はそれぞれ、 25° および 0.0 kPa である。

3. 土留壁背面地盤の力学挙動

図-3 および図-4 は、それぞれ粘性土地盤および砂質土地盤における対称面(図-2 参照)での正規化せん断ひずみ($\gamma/\gamma_{\max}$)ならびに破壊域(ハッチング部)の分布を示している。粘性土地盤の場合、 $\delta_{\max}=30\text{mm}$ において、強制変位の最大値が作用する深度 10m 付近および地表面部分で破壊域が発生している。深度 10m 付近の破壊域は、 $\delta_{\max}=40\text{mm}$ において地表面に達している。また、正規化せん断ひずみに着目すると、破壊域が発生し始めた $\delta_{\max}=30\text{mm}$ では 30%以上の正規化せん断ひずみが生じている領域は破壊域と対応していないが、 $\delta_{\max}=100\text{mm}$ ではそれは破壊域とはほぼ一致している。一方、砂質土地盤の場合、破壊域は $\delta_{\max}=30\text{mm}$ において、深度 10m 付近で生じ始める。その後、強制変位の増加とともに破壊域は拡大し、 $\delta_{\max}=60\text{mm}$ で地表面に達する。また、正規化せん断ひずみの分布に着目すると、 $\delta_{\max}=30\text{mm}$ では 20%以上の正規化せん断ひずみが生じている領域は破壊域と対応していないが、 $\delta_{\max}$ が 60mm 以上では、破壊域とはほぼ一致している。以上、粘性土地盤と砂質土地盤における破壊域の拡大や正規化せん断ひずみの進展について、定性的には両者はほとんど一致している。ただし、 $\delta_{\max}=100\text{mm}$ の時点において顕著なように、粘性土地

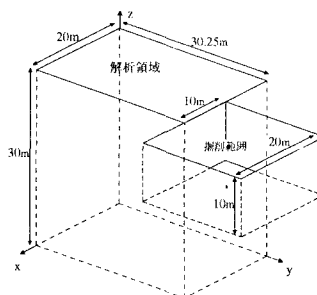


図-1 解析領域と掘削範囲

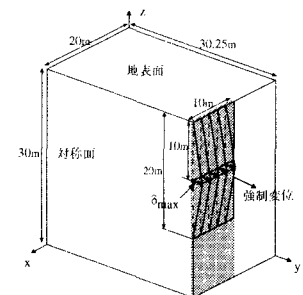


図-2 解析モデル

盤の方が土留壁からより離れた位置にまで破壊が生じており、また生じるせん断ひずみも大きい。

4. 変形メカニズム

図-5 は、図-3 および図-4 から推定される土留壁背面地盤の変形メカニズムを模式的に示している。すなわち、土留め壁の変位の増加に伴い、背面地盤に発生した破壊域は拡大し、やがて土留壁と地表面に達する。破壊域ではせん断変形に対する抵抗機構が

完全にモビライズしているため、破壊域にせん断変形が集中して生じ、地表面、土留め壁および破壊域によって囲まれる領域にすべりが生じる。また、このような変形メカニズムは、粘性土地盤および砂質土地盤に共通して生じることから、地盤の材料特性は立坑掘削時の土留壁背面地盤の変形メカニズムに影響を及ぼさないことが分かる。

5. まとめ

本研究では、数値シミュレーションに

より、粘性土地盤での立坑掘削における土留壁背面地盤の変形メカニズムについて検討を行った。その結果、土留壁背面地盤における破壊域が地表面にまで達し、その部分における土のせん断抵抗が完全にモビライズすることにより、地表面、土留め壁および破壊域によって囲まれる領域にすべりが生じる。また、この変形メカニズムは、砂質土地盤におけるものと同様であることが分かった。今後、パラメトリックスタディーを通じ、粘性土地盤における土留め壁背面地盤の三次元的変形特性を明らかにするとともに、その評価手法について検討していきたい。

(参考文献)

- 1) 初田・小田・松井 (2000)：土留壁背面地盤の変形範囲の特性とその評価手法，土木学会全国大会第 55 回年次学術講演会講演概要集，III-B185.
- 2) 小田・初田・松井 (1999)：三次元数値解析による土留壁背面地盤の変形挙動におよぼす解析領域の影響，平成 11 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，pp. III-64.
- 3) 小田・初田・松井 (1999)：立坑掘削における土留め壁背面地盤の三次元的変形メカニズム，第 34 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.1625-1626.

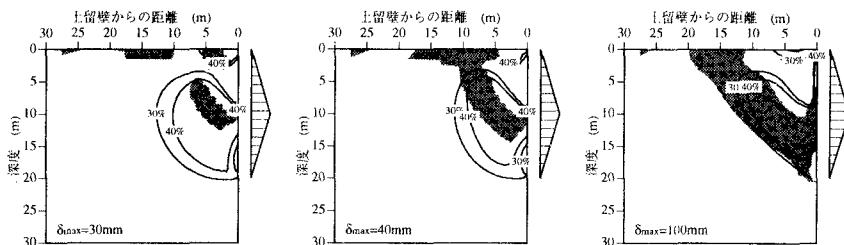


図-3 対称面における破壊域および正規化せん断ひずみの分布（粘性土地盤）

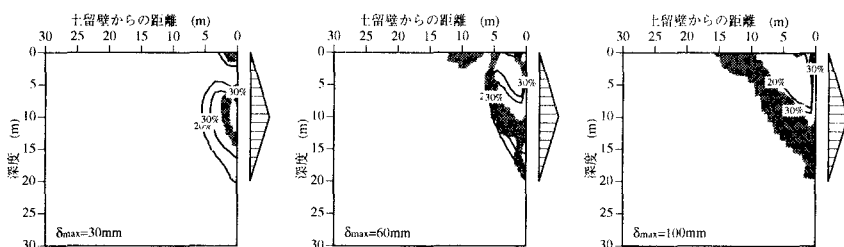


図-4 対称面における破壊域および正規化せん断ひずみの分布（砂質土地盤）

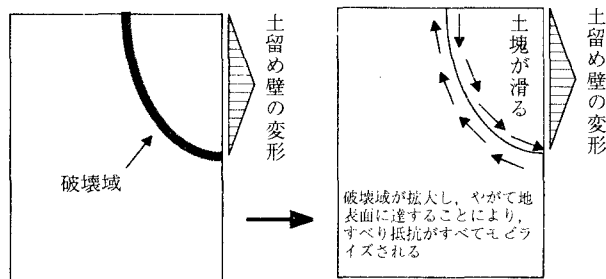


図-5 変形メカニズム