

大阪大学工学部 正会員 小田和広
大阪大学工学部 学生会員○初田浩也
大阪大学工学部 正会員 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おり，構造物を新設する場合近接施工が問題となる場合が多い。最も代表的な近接施工として掘削工事が挙げられるが，都市部における掘削工事では，同じ断面が連続した掘削延長の長い二次元的な掘削事例よりも，掘削長の比較的短く三次元的な効果が無視できない立坑掘削の事例が多い。そこで，本研究では，立坑掘削における土留壁背面地盤の変形に対する掘削長の影響を，一連の弾塑性三次元有限要素解析により検討している。

2. 有限要素解析

図一1は今回解析を行うに当たって想定した掘削工事と解析領域の関係を示している。縦 10m，横 24m，深さ 5m の立坑掘削を想定し，解析領域として，土留壁背面地盤の太線部分を取り挙げた。

図一2は解析モデルを示している。解析モデルは幅 L ×奥行き 18m×深さ 20m の直方体であり，2880 個の 8 節点 6 面体アイソパラメトリック要素（1 点積分）によって構成されている。解析は，水平方向に台形分布，深さ方向に三角形分布の最大 50mm の強制変位を解析モデルに与えることによって，土留壁の変形をモデル化している。表一1に示すように掘削幅を無限大，40m，20m，16m，12m，8m，4m と変えることにより，掘削幅が背面地盤に及ぼす影響を検討している。

表一2は解析において用いたパラメータを示している。地盤材料は次式で表される Drucker-Prager タイプの破壊基準(f)と塑性ポテンシャル(g)を有する弾塑性体としてモデル化されている。

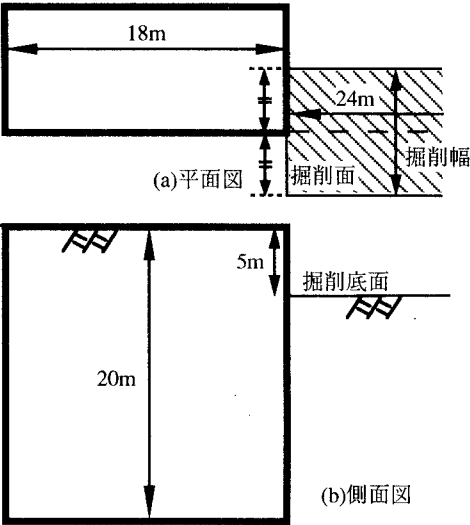
$$f = q - \eta_f p' \tag{1}$$

$$g = q - \eta_d p' \tag{2}$$

ここで， η_f ならびに η_d はそれぞれ破壊応力比ならびに塑性ひずみ増分比である。また， p' ならびに q は平均主応力および一般化せん断応力である。また，地盤の剛性への土被り圧の影響を表現するために，弾性係数は次式によって決定されるものとした。

$$E = E_0 (p' / p_0)^m \tag{3}$$

ここで， E_0 ならびに p_0 はそれぞれ基準時における弾性係数ならびに平均主応力であり， m は材料定数である。また，地盤の初期応力は， $\gamma' = 0.9 \text{ tf/m}^3$ とし



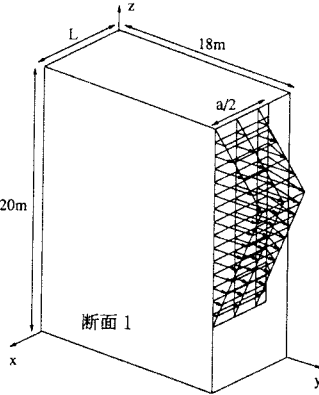
図一1 掘削地盤および解析範囲（太線部分）

表一1 解析ケース

CASE	L	掘削幅
1	7m	無限大
2	7m	40m
3	7m	20m
4	14m	16m
5	14m	12m
6	14m	8m
7	28m	4m

表一2 解析パラメータ

$E_0(\text{kgf/cm}^2)$	200.0
$P_0(\text{kgf/cm}^2)$	0.3
m	0.7
ν	0.01
η_f	0.567
η_d	0.369



図一2 解析モデル

た土被り圧に等しい応力状態にあるものとした。

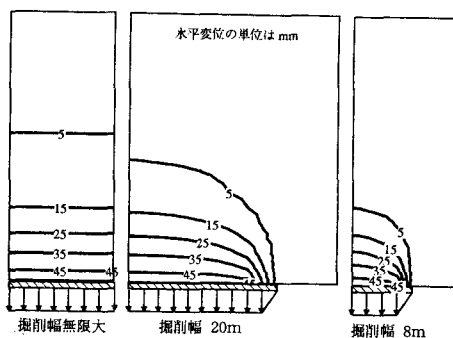
3. 解析結果

図一3は掘削幅が無限大、20m、8mの場合の深度5mにおける水平変位の分布を示している。掘削幅が20m、8mの場合には、地盤の水平変位は強制変位を作用させた部分の背後にのみ生じており、それ以外の部分ではほとんど生じていない。また、掘削幅が無限大、つまり二次元的な掘削の場合に比べて、掘削幅が20m、8mと短くなるにつれて奥行き方向の水平変位もかなりその範囲が限定されることが分かる。

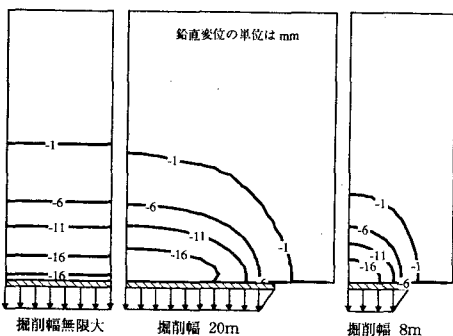
図一4は掘削幅が無限大、20m、8mの場合の深度5mにおける鉛直変位の分布を示している。鉛直変位においても水平変位の場合と同様の傾向を示している。

図一5は掘削幅が無限大、20m、8mの場合の図一2の断面1におけるベクトル変位図である。掘削幅が8mの場合には、無限大の場合に比べて影響範囲が強制変位部分の背面近傍に限定されていることが分かる。

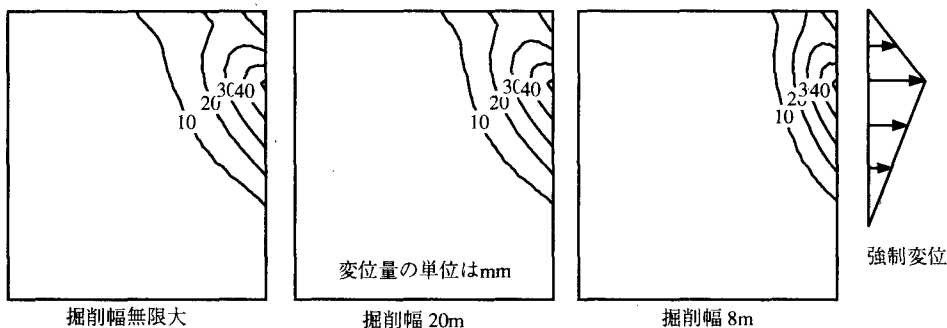
図一6は深度5mにおける掘削幅と影響範囲の比率（土留壁からの距離を掘削幅が無限大の場合の値で除したもの）の関係である。掘削幅が20m以上では影響範囲は無限大の場合とほぼ等しいが、20m以下では影響範囲がかなり狭くなることが分かる。



図一3 深度5mにおける水平変位の平面分布



図一4 深度5mにおける鉛直変位の平面分布



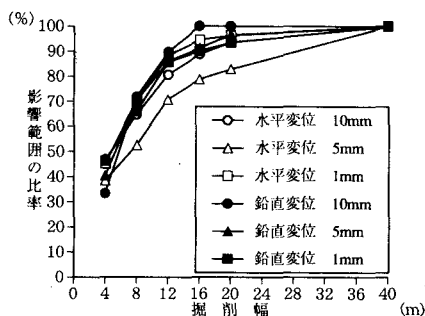
図一5 鉛直断面における変位

4. まとめ

本研究を通じ、以下の知見が得られた。

1. 土留壁の変位は、それが生じている部分の背後の地盤にのみ影響を与える。
2. 鉛直断面においても、掘削幅が短くなるにつれて影響範囲が強制変位の背面近傍に限定される。
3. 掘削幅が小さくなるにつれて水平面における水平、鉛直変位の影響範囲は小さくなるが、掘削幅が約20m以上ではその影響範囲は掘削幅が無限大の場合とほぼ等しい。

今後、以上で得られた事象のメカニズムについて検討していきたい。



図一6 掘削幅と影響範囲の比率