

立坑掘削における土留壁背面地盤の変形影響範囲の特性とその評価手法

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
 中央復建コンサルタンツ 正会員 初田浩也

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¹⁾。今回の発表では、粘性土地盤を対象とした立坑掘削工事での土留壁背面地盤の変形影響範囲について、その特性を明らかにする。次に、それを筆者らが既に明らかにした砂質土地盤における変形影響範囲の特性²⁾と比較する。最後に、立坑掘削における土留壁背面地盤の変形影響範囲の評価手法を提案する。

2. 有限要素解析³⁾⁴⁾

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、掘削幅(W)、掘削深度(D)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⁵⁾。図-2は解析モデルを示している。解析モデルの前面には、土留壁の変形を想定し、水平方向に台形分布、深度方向に三角形分布の強制変位を与えている。ここで、強制変位の最大値(δ_{max})は掘削深度において生じさせている。

非排水状態にある粘性土地盤を対象としているため、地盤材料は 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、弾性係数 (E) を次式によって与えた。

$$E = E_0(p/p_0)^m \quad (1)$$

ここに、 p' は平均主応力、 E_0 および p'_0 は基準時における弾性係数と平均主応力であり、それぞれ 24.5Mpa および 49.0kPa とした。また、 m は材料定数であり 0.5 とした。

表-1は解析ケースを示している。Dを10mと20mの2パターンとし、WをW/Dが所定の値になるように決定した。また、W/D=∞は掘削幅が無限大、すなわち二次元掘削の場合を示している。

3. 変形メカニズムと変形影響範囲

図-3は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³⁾⁴⁾。すなわち、土留壁の変位の増加に伴い、その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る。このため、地表面、土留め壁および破壊域によって囲まれる領域が剛体的に滑り移動する⁴⁾。この変形メカニズムに基づけば、土留壁背面地盤の変形影響範囲は破壊域の位置によって評価できる³⁾。ただし、破壊域は幅を持っているため変形影響範囲を代表する位置を何らかの方法によって決定しなければならない。そこで、図-4に示すように、地表面部分における γ の分布を求め、地盤が破壊している領域において、 γ の最大値が発生する位置と土留壁との距離を変形影響範囲(e)と定義した³⁾。

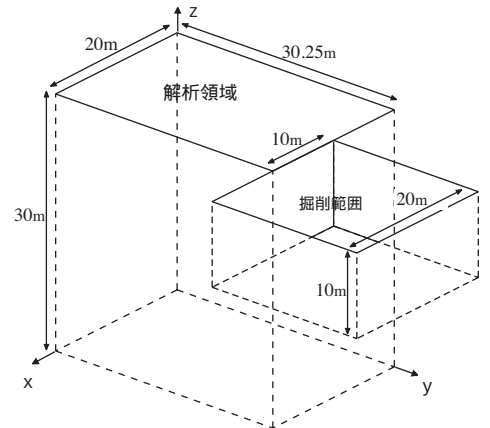


図-1 掘削領域と解析領域の関係

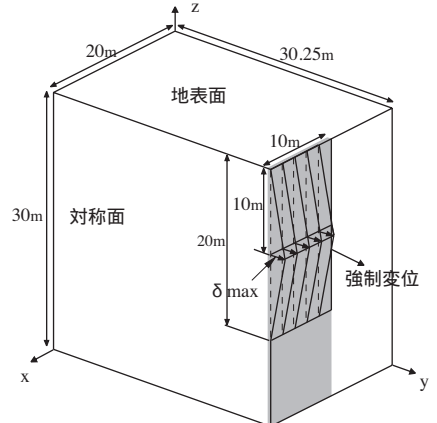


図-2 解析モデル

表-1 解析ケース

		W/D							
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	∞
D	10m	C-10-05	C-10-10	C-10-20	C-10-30	C-10-40	C-10-60	C-10-80	C-10-∞
	20m	C-20-10	C-20-20	C-20-40	C-20-60	C-20-80	C-20-120	C-20-160	C-20-∞

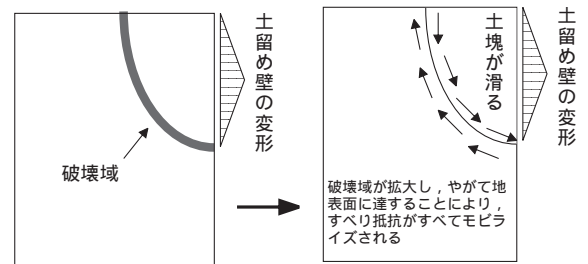


図-3 変形メカニズム

キーワード：有限要素法，立坑掘削，変形メカニズム，変形影響範囲，評価手法

連絡先：〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 TEL:06-6879-7626(FAX 兼)

4. 変形影響範囲の特性

図-5は 粘性土地盤における e と W の関係を示している。 $D=10\text{m}$ では $W=40\text{m}$ ， $D=20\text{m}$ では $W=80\text{m}$ までは， e は W の増加とともに単調に増加している。 W がそれら以上の範囲では， W に関わらず e は一定となっている。図-6は，粘性土地盤における $W=\infty$ のときの $e(e_\infty)$ によって正規化された変形影響範囲(e/e_∞)と掘削深度によって正規化された掘削幅(W/D)の関係を示している。シリーズC-10とC-20における e/e_∞ と W/D の関係は一致している。また， W/D が4以上であれば， e/e_∞ はほぼ1.0である。したがって， W が D の4倍以上であれば， e におよぼす W の影響は無く，二次元掘削の場合と同様に取り扱うことができる。

5. 変形影響範囲の評価手法

図-7は，粘性土・砂質土における e/e_∞ と W/D の関係の比較を示している²⁾。両者はほぼ一致しており，地盤材料の違いにかかわらず， e/e_∞ と W/D にはある固有な関係が存在すると思われる。したがって，筆者らが既に提案している砂質土地盤を対象とした土留め壁背面地盤の変形影響範囲の評価手法²⁾(図-8)は地盤材料の種類に関わらず適用できることが示唆される。

6. まとめ

本研究では，数値シミュレーションにより，既に提案された立坑掘削における土留壁背面地盤の変形影響範囲の評価手法の検証を行った。その結果，

- 1) 粘性土地盤においても，正規化変形影響範囲と正規化掘削幅との間には固有な関係が存在する。
- 2) 正規化変形範囲と正規化掘削幅との間には，地盤材料に関わらず固有な関係が存在する。
- 3) 筆者らが既に提案している土留め壁背面地盤の変形影響範囲の評価手法は地盤材料に関わらず適用できる。

(参考文献)

- 1) 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回地盤工学会研究発表会発表講演集，pp.1625-1626.
- 2) 初田・小田・松井(2000): 土留め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.
- 3) 吉田・小田・松井(2001): 粘性土地盤の立坑掘削における土留め壁背面地盤の変形特性，第36回地盤工学会研究発表会発表講演集(投稿中)。
- 4) 吉田・小田・松井(2001): 土留め壁背面地盤の変形メカニズムに及ぼす地盤の材料特性の影響，H13土木学会関西支部年次学術講演会概要集(投稿中)
- 5) 小田・初田・松井(1999): 三次元数値解析による土留め壁背面地盤の変形挙動におよぼす解析領域の影響，H11土木学会関西支部年次学術講演会概要集，Ⅲ-64-1-2.

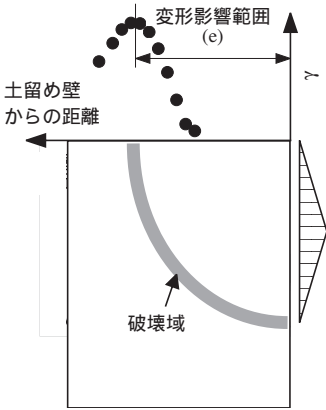


図-4 変形影響範囲の決定方法

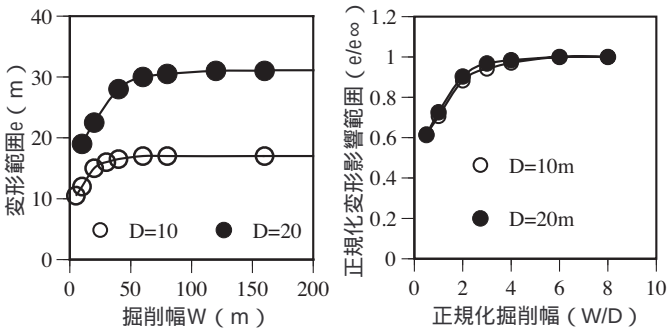


図-5 粘性土における変形影響範囲と掘削幅の関係

図-6 粘性土における正規化変形影響範囲と正規化掘削幅の関係

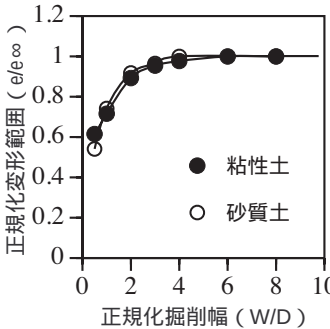


図-7 粘性土・砂質土における e/e_∞ と W/D の関係の比較

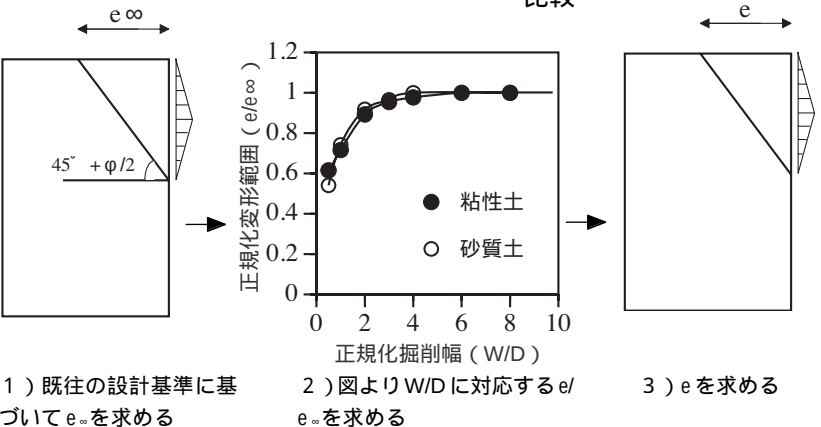


図-8 土留め壁背面地盤の変形影響範囲の評価手法