大阪大学大学院(現中央復建コンサルタンツ) 学生会員 初田浩也

- 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

土留掘削工事による周辺地盤への影響評価の 問題は,近接施工における最も代表的な問題の 一つである。ここでは,土留壁の変形に伴う背面 地盤の変形範囲と掘削幅,掘削深度及び地盤の内 部摩擦角の関係について考察するとともに,変形 範囲の合理的評価手法について検討を行う。

2.これまでの研究の概要

本研究では,三次元弾塑性有限要素法を用いて 解析を行っている。図-1は掘削範囲と解析領域を 示している。掘削範囲は,掘削幅W(m),掘削深度 D(m)の矩形状の掘削を想定している。解析にあ たっては,土留壁背面地盤のみをモデル化してい る。解析モデルの前面に,図-2に示すように土留 壁の変形を想定した,深度方向に三角形分布の強

制変位を加えることにより,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(D)において最大値(δ_{max})に達する。なお,解析モデ ルと境界条件の妥当性は参考文献1)において検証されている。

筆者らは,掘削幅,掘削深度及び地盤の内部摩擦角をパラメータと するパラメトリックスタディーを行い,掘削幅,掘削深度及び地盤の 内部摩擦角に関わらず,破壊域によって囲まれる土塊のすべり抵抗が 失われることにより,土留壁背面地盤の変形が生ずるというメカニズ ムが成立することを明かにしている²⁾³⁾⁴。

3. 変形範囲の評価指標

土留壁の変形に伴い,その背面地盤において顕著な変形が発生する 範囲(変形範囲)を評価するためには,何らかの指標を導入しなけれ ばならない。本研究では δ_{max} の5%以上の鉛直変位が生じる領域をもっ て変形範囲とみなしている。これは,破壊域により囲まれる領域に大 きな鉛直変位が生じるというメカニズム²⁾,また,その領域と δ_{max} の5% 以上の鉛直変位が生じる領域の対応が良好であるという結果に基づい ている(図-3参照)。そして,図-4に示すように,地表面において δ_{max} の5%の鉛直変位が生じる位置と土留壁との最大距離(e)を変形範囲の 評価指標と定義した。

4. 変形範囲に及ぼす掘削深度の影響

図-5は変形範囲と掘削深度の関係を示している。いずれの場合も 掘削幅に関わらず,掘削深度の増加に伴い変形範囲も単調に増加し ている。ただし,変形範囲は掘削幅が広いほど大きい。また,掘削 幅が広いほど掘削深度の増加に伴う変形範囲の増加が顕著になる。

5.変形範囲に及ぼす掘削幅の影響

図-6は変形範囲と掘削幅の関係を示している。掘削深度に関わらず,

キーワード:有限要素法,数値解析,近接施工,掘削,変形範囲 連絡先:〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 TEL:06-6879-7626(FAX 兼)



± B φ E φ b 5 φ D E m (m) 30 25 20 15 10 5 0 -5- -10- 0 -5- -10- 0 -15- -10- -25- -20- -25- -20- -25- -30- $W=20m, D=10m, φ=25^{\circ}$

図 -3 対称面における破壊域及び鉛直 変位の分布(ハッチング部:破壊域)



図 -4 土留壁の変形に伴う背面地盤の変 形範囲の評価指標 掘削幅の増加に伴い変形範囲は増加し、やがてある一定の値に収束す る。この変形範囲が一定となる時の掘削幅は、掘削深度が浅いほど狭 11

6.変形範囲に及ぼす内部摩擦角の影響

図-7は変形範囲と内部摩擦角の関係を示している。掘削幅に関わ らず,内部摩擦角が大きくなると伴に変形範囲は減少している。

7. 変形範囲の特性

図-8は,正規化された変形範囲(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。ここに,e は掘削幅が無 限大の場合における変形範囲である。W/Dの増加に伴い,e/e は増 加し,やがてW/Dが約3に達するとほぼ一定の値になっている。ま た, e/e とW/Dの間には, 内部摩擦角に関わらずユニークな関係が 認められる。したがって,掘削幅が掘削深度の3倍以上であれば,土 留壁背面地盤の変形範囲には掘削領域の幾何学的な形状は影響しない と考えられる。

ところで,図-9に示すように,掘削幅が無限大(二次元)のケー スにおける破壊域は,水平面に対しほぼ45°+ф/2の傾きをなしてい る。このことから, e は塑性論に基づくすべり領域から推定できる と考えられる。したがって,掘削幅が掘削深度の3倍以下の場合,e/ e とW/Dの関係(図-8)を使えば,土留壁の変形に伴う背面地盤の 変形範囲を合理的に評価できるものと考えられる。

8.あとがき

本研究では 土留壁の変形に伴う背面地盤の変形範囲が内部摩擦角 の大きさに関わらず 掘削深度によって正規化された掘削幅によって 評価できることを明らかにした。今後は粘性土のような粘着性の土に 対しても同様の検討を進めていきたい。

(参考文献)

1) 松井・小田・初田(1999):三次元数値解析による土留壁背面地 盤の変形挙動に及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-64.2) 小田・初田・松井(1999): 立坑掘 削における土留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.1625-1626.3)小田・初田・松井(1999): 立坑掘削における土留壁背面地盤の変形特性に及ぼす掘削幅ならびに 掘削深度の影響,第34回地盤工学研究発表会発表講演集,pp.1627-1628.4)小田・松井・初田(2000): 土留壁背面地盤の三次元的変形特 性に及ぼす内部摩擦角の影響、第35回地盤工学研究発表会発表講演 集(投稿中)

ε



図-8 正規化変形範囲と正規化掘削幅の関係





図-6 変形範囲と掘削幅の関係



図-7 変形範囲と内部摩擦角の関係



図-9 掘削幅が無限大のケースの対称面における破 壊域の分布(ハッチング部:破壊域)