

山留め壁および地盤の変形挙動におよぼす壁面摩擦の影響

名古屋工業大学 学生会員 ○ 川野 広道

” 正 会 員 中井 照夫

” 山 口 敦子

1.はじめに 実際の山留め設計では、擁壁のクーロン土圧等は壁面摩擦の影響が考慮されているものの無視されている。そこで、壁面摩擦を変えた山留め問題の2次元モデル実験及び有限要素解析を行うことにより壁面摩擦が地表面沈下形状や山留め壁の変形に及ぼす影響について実験及び解析の両面から検討した。

2.山留め掘削実験の概要 2次元掘削モデル試験機¹⁾の概要を図-1に示す。地盤材料としてφが1.6mmと3.0mmのアルミ丸棒を重量比3:2で混合し、スライドブロックから20cmの所に山留め壁(長さ $H_0=30\text{cm}$ 厚さ $t=0.1\text{cm}$ 奥行き5cmのアルミ板)を設置し、1ブロック(高さ3cm)ごとに上部から順次アルミ丸棒を除去して掘削をシュミレートした。地表面変位は電動モーターにより装置上部のスライドシャフト上を自由に移動できるレーザー変位計を用いて測定し、山留め壁の変形は掘削深さ $De=0\text{cm}$ と $De=15\text{cm}$ で重ね撮りし、写真をスキャナで読みとりパソコン上で整理をした。壁面摩擦の大きな面はアルミ板にアルミ棒を1cm間隔で貼り付けることにより作成した。表-1は、実験のタイプを示したものであり壁面にアルミ棒を貼っていない場合をsmooth、アルミ棒を貼った場合をroughとした。(また写真-1に示すようにアルミ棒を貼り付けたことによる曲げ剛性への影響はない。)

3.有限要素解析の概要 解析は移動硬化型の弾塑性構成式(kinematic t_{ij} -sand model)²⁾を用いて豊浦砂を地盤材料と考え、モデル試験の100倍のスケールで行った。図-2は、要素分割図でありハッチングしてある要素を20stepずつ100stepで掘削した。また、山留め壁として $EI=1.0 \times 10^6 \text{tfm}^2$ 、 $EA=1.0 \times 10^8 \text{tf}$ のビーム要素を用い、ビーム要素とsolid要素の間には弾塑性ジョイント要素³⁾を設置している。壁面摩擦は、実験でsmoothな場合も壁面摩擦はある程度あると考えられるのでsmoothの場合は壁面摩擦角 $\delta=10^\circ$ 、roughな場合を $\delta=40^\circ$ として解析を行った。解析で用いた構成式の特徴を示すと：①土の変形・強度特性に及ぼす中間主応力の影響を表現できる、②ひずみ増分方向の応力経路依存性を表現できる、③正負の両ダイレイタンスを表現できる、④繰り返し載荷時や主応力回転時の応力誘導異方性を表現できる点である。

4.結果と考察 図-3(a),(b),(c),(d)は、地表面沈下形状の実験結果を各タイプごとに整理したものである(x:壁面からの距離、s:沈下量、 H_0 :山留め壁の高さ)。type Iでは、掘削深さと比例して沈下量が大きくなっているがtype II, III, IVでは5段目掘削時に急激に沈下量が大きくなっている。これは5段目掘削時に背面側のアルミ棒の押し出しにより山留め壁が大きく変形したためである。各ステップで山留め壁が大きく変形する前($De/H_0=0.4$)を比較すると壁面のsmoothなtype Iに比べて壁面のroughなtype II, III, IVではかなり沈下が押さえられているのがわかる。また、図-3(b),(c)よりこのような傾向は掘削側より背面側に摩擦がある方がより顕著である。次に $De/H_0=0.5$ の時を比較するとtype IIに比べてtype IIIではかなり沈下が押さえられているのがわかる。これは、 $De/H_0=0.5$ では山留め壁が大きく変形するが、この時背面側の摩擦に比べ掘削側の摩擦が効果的となり山留め壁の変形をくい止めたためと考えられる。従って、山留め壁の変形が小さい場合は掘削側より背面側の摩擦が地表面沈下の減少に大きく貢献するが、山留め壁の変形が大きくなるとtype IIでも背面側ですべりが生じてしまい沈下の抑制に効果がなくなる。図-4(a),(b),(c),(d)は、地表面沈下形状の解析結果を各タイプごとに整理したものである。実験結果と同様にtype Iに比べてtype II, III, IVでは沈下が押さえられていることがわかる。図-4(b),(c)を比較すると掘削側より背面側に摩擦がある方が沈下量が小さくなっており実験結果の $De/H_0=0.4$ の場合とよく似た傾向を示している。しかし、 $De/H_0=0.5$ の場合を比較すると実験結果とは異なる結果となっている。これは、本解析では微小変形理論を用いているため実験のような大変形が解析できないためと考えている。図-5(a),(b)は、 $De/H_0=0.5$ の時の山留め壁の変形図(a)実験結果(b)

解析結果である (h :山留め壁下端からの距離、 x :変位量)。実験結果、解析結果ともに地表面沈下量と山留め壁の変形量はほぼ対応しているが、実験結果と解析結果で山留め壁の変形の大きさの傾向が異なるのは上述したように $De/H_0=0.5$ では大変形問題となっていることによる。

参考文献 1)中井、河野、上田、橋本(1993):土質工学会中部支部 第5回地盤工学シンポジウム論文集、pp.7-14.
2)Nakai,Fujii&Taki(1989):kinematic extension of an isotropic hardning model for sand,Proc.NUMOG III,Vol.1,36-45. 3)Nakai,T(1985):S&F,vol.25,No3,pp.98-113.

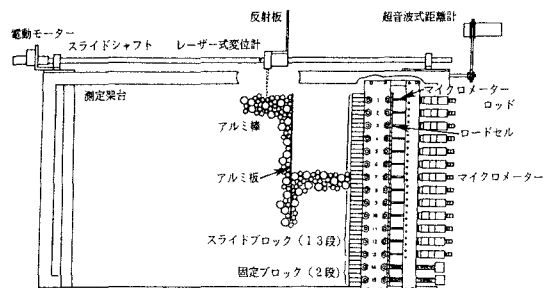


図-1 2次元掘削モデル試験機の概要図

表-1 実験および解析のタイプ

type	backfill side	excavation side
I	smooth	smooth
II	rough	smooth
III	smooth	rough
IV	rough	rough

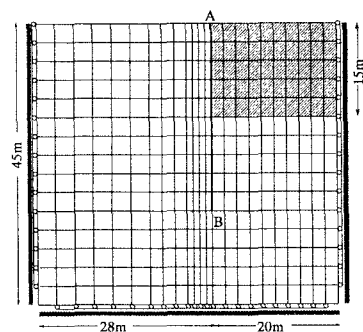


図-2 要素分割図

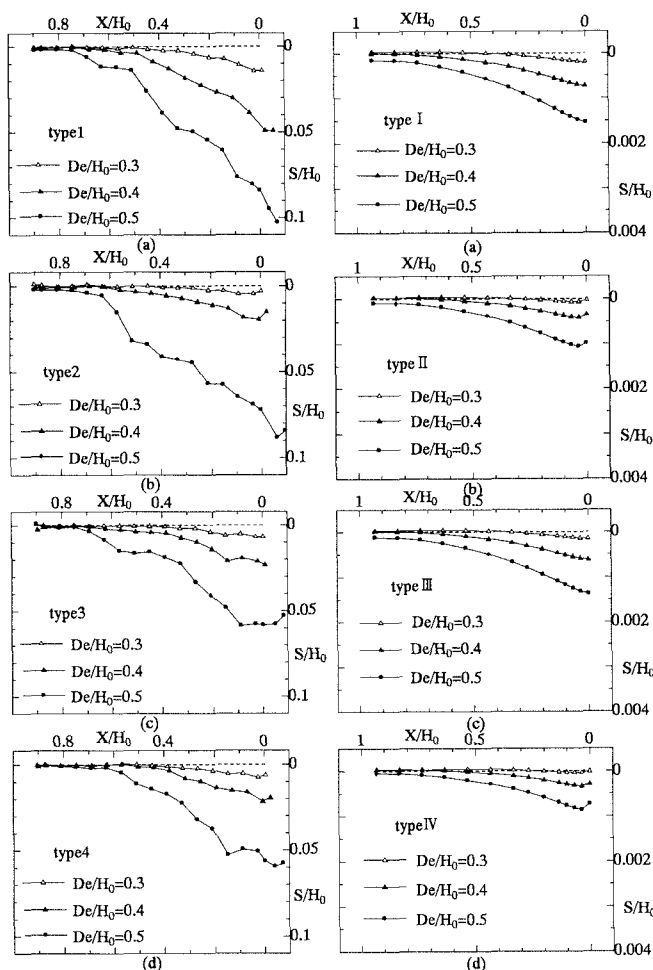


図-3 地表面沈下形状(実験)

図-4 地表面沈下形状(解析)

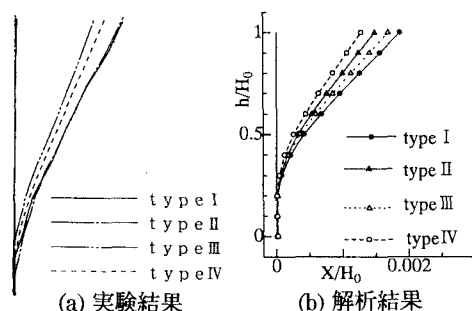


図-5 山留め壁の変形図

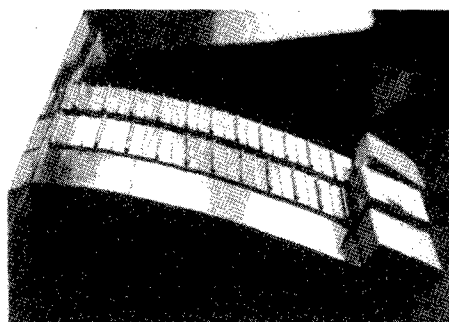


写真-1 曲げ剛性試験