

## 壁面土圧および背面地盤の変形によぼす壁体の変形モードと変形プロセスの影響

名古屋工業大学大学院 ○井上 泰介・岩田 尚之・竹井 秀貴  
 名古屋工業大学 新家 雅士  
 名古屋工業大学 正会員 中井 照夫・檜尾 正也

### 1. 目的

現行の山留めの設計では、壁体の変形モードや変形プロセスが十分考慮されているとは言い難い。そこで、本研究では山留め壁の変形モードと変形プロセスが山留め土圧及び地表面沈下形状におよぼす影響を、2次元と3次元のモデル実験と弾塑性有限要素解析によって検討する。

### 2. 実験概要

Fig.1に2次元モデル実験装置の概要を示す。幅50cm、高さ32cmの実験装置に地盤材料として長さ5cm、径が1.6mmと3.0mmのアルミ棒を重量比3:2 ( $\gamma_d=20.4\text{kN/m}^3$ )で混合したものを用いた。実験は装置右側の一辺8cmのサイドブロックに変位を与えることにより主動状態を再現した。3つのサイドブロックをマイクロメーターで段階的に引くことにより掘削をシミュレートし、土圧分布と背面地盤の地表面沈下量を計測した。土圧分布は各々のサイドブロックに設置した8個の独立したロードセルにより測定した。また、地表面沈下量はアルミ棒積層体上方のサイドシャフト上を連続的に移動できるレーザー変位計を用いて計測し、同時にサイドブロックからの距離を、装置上部に設置した超音波変位計により計測した。

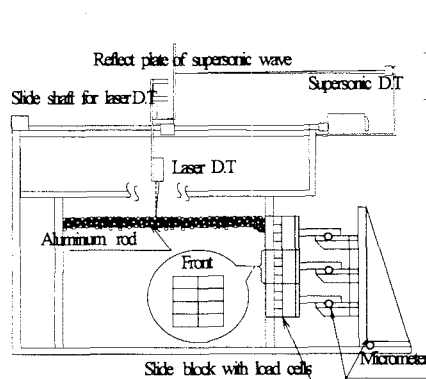


Fig.1 2次元モデル実験装置

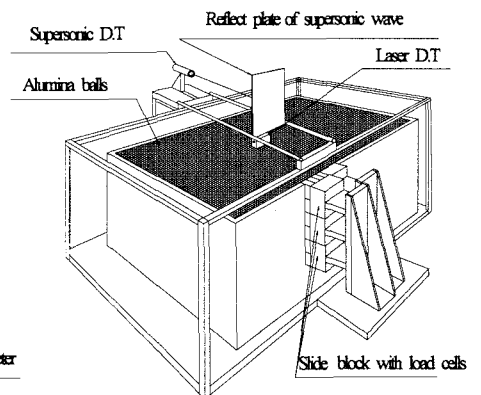


Fig.2 3次元モデル実験装置

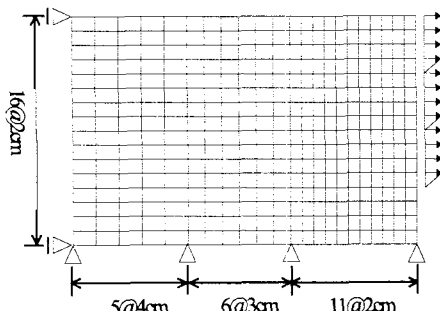


Fig.3 2次元メッシュ

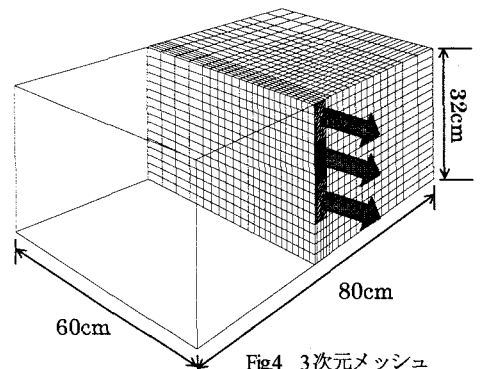


Fig.4 3次元メッシュ

Fig.2に3次元モデル実験装置の概要を示す。幅50cm、奥行き80cm、高さ32cmの実験装置に地盤材料として径が2.0mmと3.0mmのアルミナボールを重量比1:1 ( $\gamma_d=21.5\text{kN/m}^3$ )で混合したものを用いた。土圧および地表面沈下の計測は、2次元の場合と同じ計器を用いて行った。実験は、Table.1に示す4つのモードを想定して、サイドブロックに上からstep1→step2→step3の順に主動変位を与えた。さらにMode1については、上から順次変位を与えた場合(Type A)の他に、下から順次変位を与えた場合(Type B)についても実験を行い、変形プロセスの影響を考察した。

### 3. 解析概要

2次元、3次元ともに地盤材料の弾塑性構成モデルは当研究室で開発した subloading *tij* model<sup>1)</sup>を用いて有限要素解析を行った。解析に用いたパラメーターをTable.2に示す。既往の研究にならい2次元、3次元ともに同じパラメーターとした。地盤の初期状態は構成モデルを使って自重圧密させることにより、その応力と間隙比を決めている。解析に用いたメッシュをFig.3、Fig.4に示す。3次元メッシュは対称性を考慮して地盤半分を解析対象とした。境界条件は2次元、3次元ともに底面は完全固定とし、側面は水平方向のみ固定とした。サイドブロック面に相当する接点に強制変位を与えることにより主動状態を表現し、実験と同様のケースについて解析を行なった。

Table.1 実験・解析パターン

Model	Mode2	Mode3	Mode4
Step1 (4mm)	Step1 (4mm)	Step1 (1mm)	Step1 (1mm)
Step2 (4mm)	Step2 (2mm)	Step2 (2mm)	Step2 (2mm)
Step3 (4mm)	Step3 (1mm)	Step3 (4mm)	Step3 (1mm)

Table.2 パラメーター

$\lambda$	0.008	same parameters as Cam-clay model
$\kappa$	0.004	
$N=e_{NC}$ at $p=98\text{kPa}$ & $q=0\text{kPa}$	0.3	
$R_{CS}=(\sigma_1/\sigma_3)_{CS}$	1.8	
$v_0$	0.2	shape of yield surface (same as original Cam-clay at $\beta=1$ )
$\beta$	1.2	
$a$	1300	influence of density and confining pressure

4. 結果と考察

Fig.5に变形モードを変えた時の地表面沈下形状を示す。横軸はスライドブロックからの距離を、縦軸は沈下量を表しており、各モードの最終的な变形後のデータを示している。なお、3次元については対称軸となる面について整理を行なった。この図より变形モードの違いによって地表面沈下形状は変化することがわかる。Mode1とMode2の沈下量が大きくなることから壁体の変位が背面地盤の沈下に大きく影響することがわかる。さらにMode2とMode3は壁体の総変位量は同じであるが、背面地盤の沈下には大きな差があることになる。3次元では壁近傍での局所的な沈下形状となるのに対し、2次元では沈下の影響範囲が遠くまで及ぶことがわかる。解析結果は実験結果の特徴をよく捉えているといえる。

Fig.5に対応する土圧分布をFig.6に示す。縦軸は地表面からの深さを表しており、破線は静止土圧分布である(実験結果はMode1の静止土圧のみを示した)。この図から同じ变形プロセスであれば、最終的な变形モードは違っても土圧分布の傾向はほぼ等しくなることがわかる。变形後の土圧分布は、2次元より3次元の方が小さくなった。いずれのモードにおいても、变形プロセスを考慮した場合の土圧分布は、ランキンの主働土圧にみられるような三角形分布を示さないことがわかる。

Fig.7に变形プロセスを変化させた時の地表面沈下形状を示す。この図からType AとType Bの变形プロセスでは、背面地盤の沈下は变形モードが同じであれば大きな差はみられなかった。沈下の影響範囲はモードの比較の場合と同じく3次元の方がより局所的な沈下形状となっている。

Fig.7に対応する土圧分布をFig.8に示す。この図より、最終的な变形モードは同じであっても、土圧分布は壁体の变形プロセスの違いによって大きく異なることがわかる。この結果から山留め土圧は、壁体が最終的にどのような变形モードに至ったかよりも、变形が与えられたプロセスによって大きな影響を受けるといえる。

5. まとめ

本研究で行なった弾塑性解析結果は、実験結果を定性・定量的に予測しており、土圧と变形現象を同じアプローチによって説明可能であることを示した。今後、設計の合理化を進めていくには3次元の境界条件と施工過程を適切に考慮した变形解析が必要であるといえる。

《参考文献》

1) T.Nakai & M.Hinokio, A simple elastoplastic model for normally and over consolidated soils with unified material parameters, S&F, vol.44(2), 2004

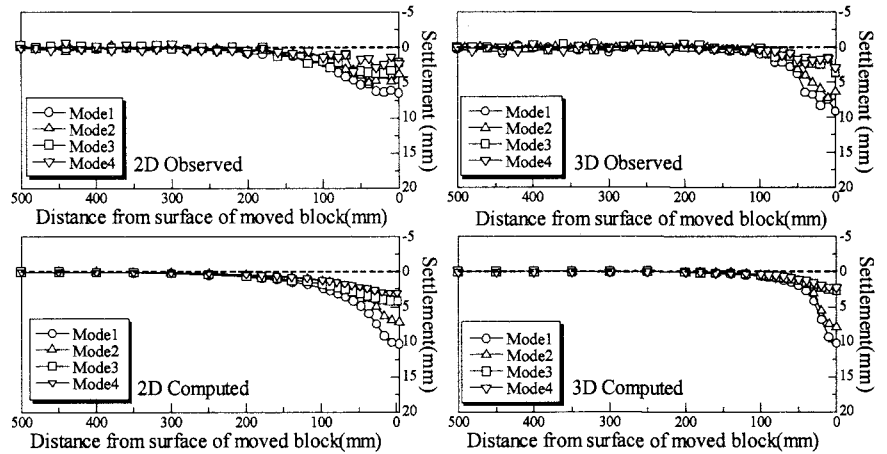


Fig.5 変形モードを変えた時の地表面沈下形状

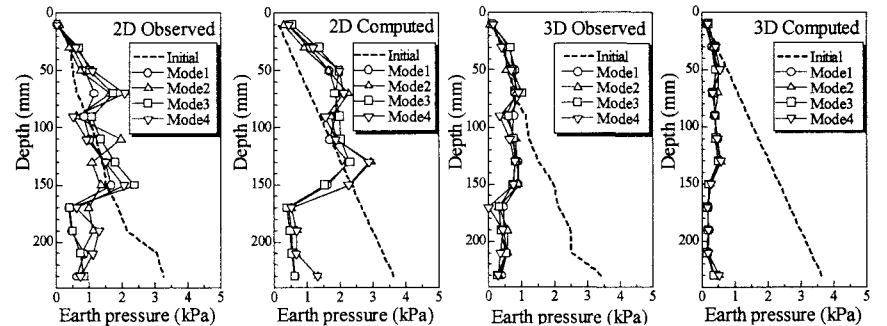


Fig.6 変形モードを変えた時の土圧分布

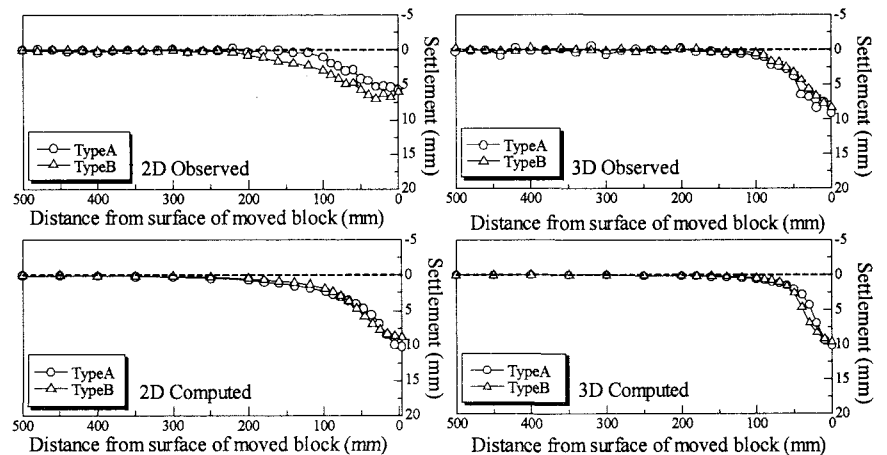


Fig.7 変形プロセスを変えた時の地表面沈下形状

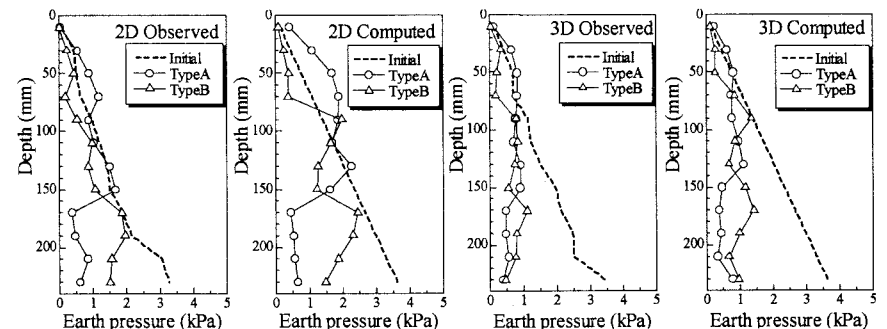


Fig.8 変形プロセスを変えた時の土圧分布