

III-447

3次元効果を考慮した2次元地盤解析手法に関する考察（その1）

顧問 組 正会員 内田 雅博
 山本 裕一
 須田 清隆

1. はじめに

土留工の設計や施工時の情報化施工には、弾塑性モデル（弾塑性バネと1次元梁によるモデル）が、土留工の挙動を比較的良く表現できるものとして採用されることが多い。しかし、弾塑性モデルでは3次元の構造効果を評価できないといった問題点がある。一方、2次元 FEM解析においては3次元効果のモデル化に、また3次元 FEM解析においては評価技術などに問題点がある。

本報告では、解析的に2次元、3次元効果を考慮して求めた結果と、実際の工事において掘削過程で計測された結果の比較、考察を行ったものである。

2. 3次元効果の確認

(1) 解析モデル

図-1に示す範囲（長さ49m×幅65m×深さ12m）の掘削を行った場合について、図-2図-3に示す3次元モデル、2次元モデルを用いて解析を行い、3次元効果を確認する。

(2) 解析結果の比較

結果は図-4に示すように、3次元解析による土留壁の水平変位は2次元解析の結果に比べて小さい。2次元解析による土留壁の水平変位が3次元解析によるものに近くなるように、地盤のヤング係数及び土留壁のヤング係数を変えてキャリブレーションを行った。その結果、地盤および土留壁のヤング係数は表-1に示すような値になった。

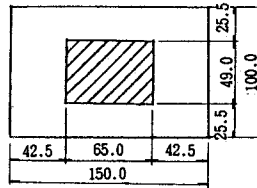


図-1 掘削平面図

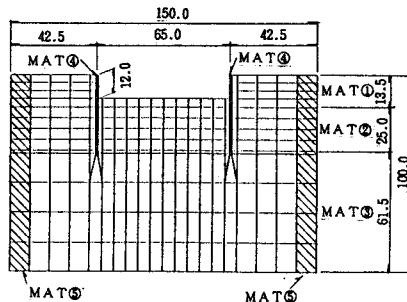


図-3 2次元モデル図

表-1 物性値一覧表

		ヤング係数・E (t/m ²)		ポアソン比 ν
		キャリブレーション前 E ₁	キャリブレーション後 E ₂	
MAT①	砂レキ GL 0.0 ~ 13.5	1000	2000 (E ₁ ×2.0)	0.3
MAT②	粘土 GL 13.5 ~ 38.5	450	2250 (E ₁ ×5.0)	0.4
MAT③	砂レキ GL 38.5 ~	2800	14000 (E ₁ ×5.0)	0.3
MAT④	壁	2.1×10 ⁷	1.05×10 ⁸ (E ₁ ×5.0)	0.28
MAT⑤	境界緩衝要素	1300	1300	0.3

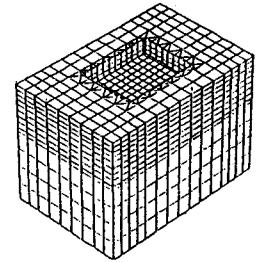


図-2 3次元モデル図

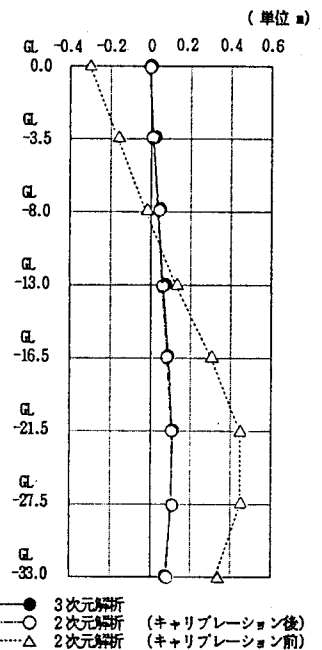


図-4 解析結果比較図

3. 実モデルへの適用

(1) モデル

図-5にFEM逐次地盤解析用モデルを示す。

土留支保工として鋼管矢板タイロッド控杭式工法をモデル化し、鋼管矢板及び控杭と地盤の間に構造非線形を考慮するためにjoint要素を設けた。地盤は、図-5に示すように2段階掘削とする。ただし、第2掘削段階の前に地盤改良を行っている。解析用諸定数は、前節で得られた結果より、3次元効果を考慮した値として表-2のような値を用いた。

(2) 解析結果

図-6に、それぞれの解析条件での壁の水平変位結果および現地での計測結果を示す。なお、計測結果については地盤改良実施時に発生した壁の水平変位を除いた値である。

図-6より、FEMモデルでは3次元効果の考慮の有無が結果に大きな影響を与えることがわかる。また、計測結果と比較した場合、盤ぶくれの影響でGL-24.0～GL-36.0付近で絶対値は一致していないものの、全体的には3次元効果を考慮した場合の結果に近い値を示している。

4. 考察

検討の結果、構造的3次元効果はモデル化のレベルで、ある程度評価可能であると考えられる。

また、情報化施工時に計測結果を解析にて管理する場合、事前評価として構造3次元効果を確認しておけば、土留壁の挙動のみならず地盤を含めた全体的な挙動の把握が可能になるものと考えられる。

しかし、本報はモデル化においてヤング係数Eをパラメータとして仮定したが、現実には種々のパラメータが係わり合ってくることから、今後、感度解析を活用したパラメータ評価法も検討する必要があると考えている。

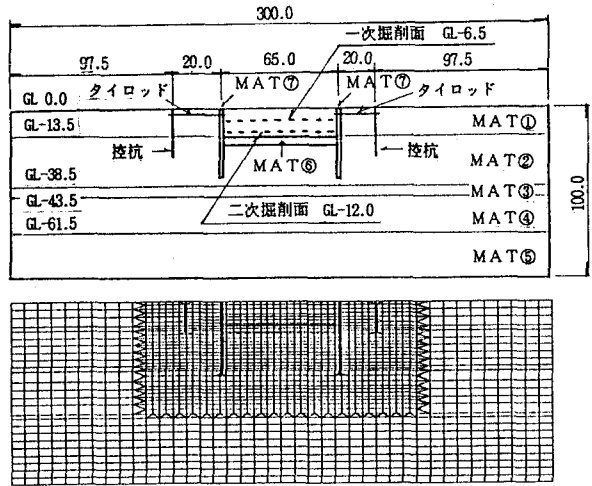


図-5 FEM 逐次解析用モデル図

表-2 物性値一覧表

		ヤング係数 E (t/m ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ (t/m ³)
MAT①	砂レキ GL 0.0 ~ -13.5	2000 (1000) × 2.0	0.3	1.8
MAT②	粘土 GL -13.5 ~ -38.5	2250 (450) × 5.0	0.4	1.7
MAT③	砂レキ GL -38.5 ~ -43.5	14000 (2800) × 5.0	0.3	2.0
MAT④	粘土 GL -43.5 ~ -61.5	3650 (750) × 5.0	0.4	1.7
MAT⑤	砂レキ GL -61.5 ~ -100.0	14000 (2800) × 5.0	0.3	2.0
MAT⑥	固化改良層 GL -12.5 ~ -16.5	52500 (10500) × 5.0	0.3	1.7
MAT⑦	壁	1.05 × 10 ⁶ (2.1 × 10 ⁷) × 5.0	0.28	7.8

凡例

計測結果

○ 1次掘削時

□ 2次掘削時

FEM 解析結果

3次元効果を考慮した場合

○ 1次掘削時

□ 2次掘削時

3次元効果を考慮しない場合

○ 1次掘削時

□ 2次掘削時

() は3次元効果を考慮しない場合の仮定

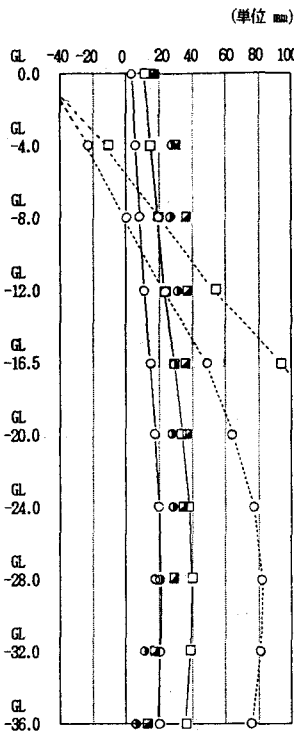


図-6 解析結果比較図