(V－50) 地盤のリバウンドが懸念される土留め工事の一管理手法（その１）

徳倉建設㈱技術研究室 正会員 ○三ツ井 達也
（社）日建経中央技術研究所 正会員 岩淵 常太郎
徳倉建設㈱技術研究室 若松 雅佳

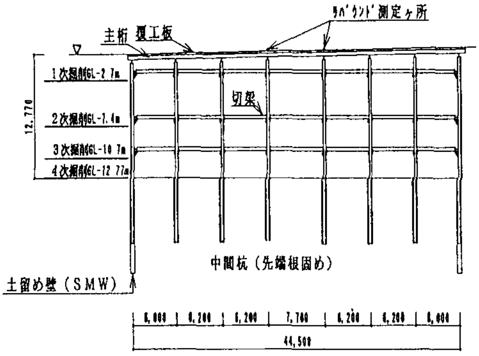
１．はじめに

過去に土留め掘削を行った際、掘削底面がリバウンドし中間杭上の覆工板に大きな段差が生じた現場周辺で、新たに大規模な土留め工事が計画された。地盤は砂質地盤で、予定床付底面下の砂層の中に薄い粘土層が堆積しその下部面に被圧水があると推定されている。したがって、過去の経験も踏まえて掘削による自重の軽減と被圧水により、地盤のリバウンドを事前に定量的に把握して施工管理に反映させる必要が生じた。そこで土留めの安定検討の他、掘削時の地盤の体積変化及び除荷時の床付面の変位、被圧水の影響を総合的に評価するため有限要素法による解析をおこない掘削段階毎の地盤変位を定量的に予想し、施工時に変位を測定しながら管理することにした。

解析は土の構成モデルを双曲線近似でおこなうDUNCAN & CLOUGH により開発された土留め解析プログラムSOIL-STRUCT[1] を基本にして実行した。今回の報告では、解析手法と施工管理基準となる地盤のリバウンド量を中心に紹介する。

２．施工概要及び解析手法

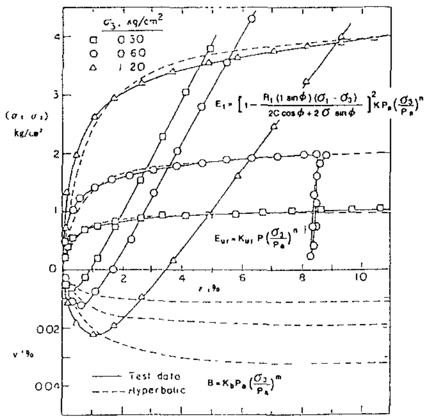
計画された山留め工事の概要を図－１に示す。掘削平面は約１００x４５m、深さ１３m、土量５７，０００m^3となる。土留め設計は弾塑性法を用い、柱列杭式、４段掘削、３段切バリを計画した。この計画を施工過程も含めて忠実に解析で再現して地盤の挙動を求めた。



図－１ 土留め工事の概要図

土の構成モデルは図－２に示すように、応力－ひずみ関係式及び応力－体積ひずみ関係式を双曲線で近似た。除荷時の応力－ひずみ関係式は拘束応力レベルをパラメーターとした直線近似式で対応した。また解析に伴う地盤と施工の取扱いは以下の範囲とし、施工過程のモデル図は図－３のようにした。

- 静止土圧条件を充たす初期自重解析
- 土留め壁面と背面及び前面地盤の非破壊時と破壊時の摩擦境界剛性（セン断剛性含む）
- 土留め背面の施工中の地下水面の変化
- 掘削－切バリ設置等の一連の掘削過程
- 薄い粘土層下面の非圧水の影響



図－２ 土の構成モデル図

３．解析結果及び考察

圧密排水条件下で三軸試験をおこない、解析パラメータを求めた結果を表－１に示す。土留め壁面と背面地盤との壁面境界剛性に関する定数は、文献[1]を参考にして仮定した。パラメータの精度を検証するため、三軸試験を解析的に再現して比較した結果を図－４に示す。載荷／除荷を含

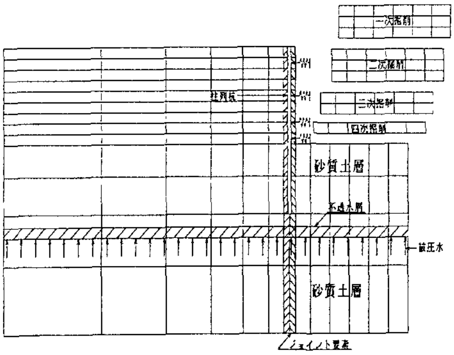
めて応力－変位曲線は良い近似が得られた。一方、応力－体積変化の関係は、比較的低ひずみレベルの圧縮過程では良い近似が得られるが、ダイレイタンシーにはモデルの性格上対応出来ない。

次に各施工段階毎の解析結果を図－5に示す。計画された土留めに対して、解析で得られた値は、土留めの安定上、問題がない範囲となった。しかし、図－6に示すようにリバウンド量については、被圧水がある場合は、現場で状況を観測しながら対処できる範囲ではない、との判断からディープウェルによる揚水を行い地下水位を低下させる事にした。その結果、掘削平面の中央で生じる予想最大リバウンド量は、最終掘削段階で約6cm程度となり、施工管理の最大危険量とみなすと共に、各掘削段階の一連の値をリバウンド管理の基準とした。

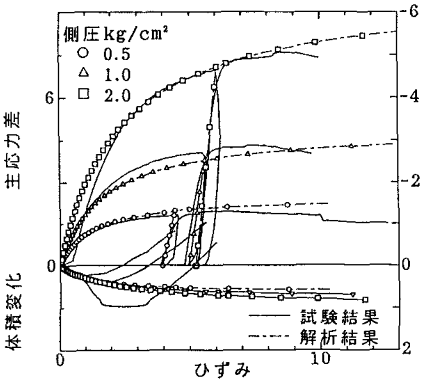
表－1　解析パラメーター一覧

	砂質土	粘性土	空気
γ (t/m³)	1.65	1.6	0
c (t/m²)	0	20	0
φ (°)	41.8	0	0
TENS	0	0	0
K₀	0.5	1.0	0
n	0.5	0.011	0
Km	300	150	0
Kur	600	300	0
Rf	0.81	0.7	0
$E_{i\ min}$ (t/m²)	10000	2400	0
m	0.7	0.2	0
Kb	205	140	0
Ef (t/m²)	1000	200	100
V	0	0	0
α	0	0	0

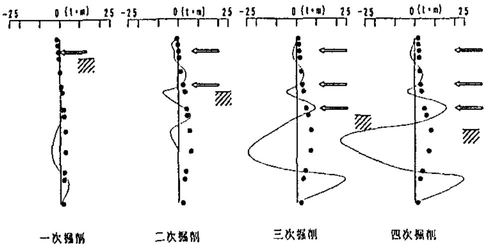
	[illegible]	[illegible]	粘性土-粘性土	粘性土-空気
c (t/m²)	0	3.6	20	1000
φ (°)	20	0	0	0
TENSJ	0	0	0	0
Ki,s	400	400	400	10
Kf,s	40	40	40	10
Ki,n	1600	1600	1600	10
Kf,n	160	160	160	10
Rf	0	0	0	0



図－3　施工過程のモデル図



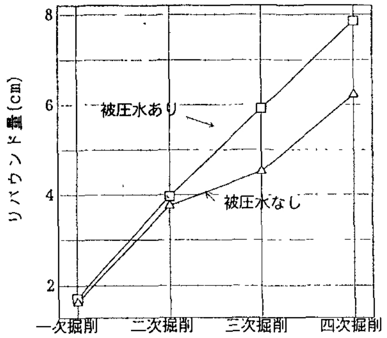
図－4　三軸試験結果と解析値の比較



図－5　土留め壁の曲げモーメント及び変位量

4. おわりに

有限要素法による地盤のリバウンド解析モデルにはいくつかの提案なされているが、曲線近似法により載荷／除荷－変位－体積変化が三軸圧縮試験をもとに簡潔にモデル化されている点を評価して前述のプログラムを導入した。次回は、観測中の計測データとの照合結果、また土留め壁面と土の境界面剛性の変化、或いは土留め背面の地下水位の変化について解析データと測定データの詳細な比較検討について報告したい。



図－6　施工段階毎のリバウンド量

参考文献

1)STRENGTH, STRESS-STRAIN AND BULK MODUKUS PARAMETERS FOR FINITE ELEMENT ANAKYSIS OF STRESS AND MOVEMENTS IN SOIL MASSES, J.M.DUNCAN, P,BYRNE,K.S.WONG, AND G.W.CLOUGH, REPORT NO.UCB/GT/80-1, AUG.,1980,UCBK.