

エコサイクル掘削時の変形に関する3次元FEM解析

高知高専専攻科 学生会員 ○土居 翔太 正会員 岡林 宏二郎
技研製作所 正会員 尾川 七瀬 正会員 石原 行博

1. はじめに

都市部における駐輪スペースの問題を解決する一つ的手段として、鋼矢板を円筒に施工した後に、円筒内部の土を掘削してできた地下の空間を駐輪場として利用する『エコサイクル』が提案され、その採用実績を伸ばしている。

エコサイクルの施工は容易で安全性も高いが、近接施工などについては十分な安全性が示されていない。そこで本研究では、3次元弾性FEM解析を行い、地盤と矢板の変位を掘削段階ごとに求め近接施工について検討した。

2. 解析モデル・方法

地盤と鋼矢板の変位を明確にするために3次元弾性FEM解析を行った。土質定数¹⁾を表1に鋼矢板・リング梁の材料定数を表2に示し、鋼矢板長さや境界条件を表3に示す。表1、表2および表3を考慮したモデルを図1に鋼矢板モデルを図2に示す。鋼矢板は板要素、地盤は六面体要素、境界面にはジョイント要素を用いた。エコサイクルは直径8.35mの43枚の鋼矢板で構成される対称な構造物であるため、解析モデルは、対象構造

物の半分をモデル化する。モデル化の範囲はエコサイクルの中心からX方向に30m、Y方向にも30mとした。地下水位は2.33mとした。境界面における拘束条件は、底面、X方向のモデル両境界面及びY方向のモデル境界面で変位及び回転をすべて固定とし、Y方向の中央面の境界面ではY方向変位のみ固定の条件とした。リング梁には、X方向のみ荷重をかけた。

解析は、エコサイクルに対する段階施工を行った。掘削手順を図3に示す。エコサイクルの施工は鋼矢板を施工し、掘削、リング梁の施工を繰り返して行う。本解析では、施工段階毎に解析する静的ステップ解析を用いる。施工段階は、地盤の自重状態、鋼矢板施工による初期状態、掘削7回、リング梁施工6回、コンクリート施工の16段階の解析を行う。

表1 土質定数

	γt (kN/m ³)	ν	c(kN/m ²)	ϕ (kN/m ²)	$\alpha E0$ (kN/m ²)
埋土	17.6	0.333	11	0	5040
沖積砂1	17.6	0.333	0	31.1	16800
沖積粘土	17.6	0.333	20	0	3360
沖積砂2	17.6	0.333	0	31.1	16800
洪積砂	20	0.333	0	37	139440
洪積粘性土1	19.1	0.333	430	0	97440
洪積粘性土2	19.6	0.333	430	0	199360
下層地盤	19.6	0.333	430	0	199360

表2 鋼矢板・リング梁材料定数

種類	鋼矢板(SM-J)	リング梁(200H)	
ヤング係数	kN/m ²	205939650	
ポアソン比		0.3	
γt	kN/m ³	77.2	
線膨張係数	/T	13.8×10^{-6}	
断面積	m ²	0.01112	0.006353
断面2次 Iy	m ⁴	0.0000725	0.0000472
断面2次 Iz	m ⁴	0.000041	0.000016
せん断断面積 Ay	m ²	0.00852	0.0048
せん断断面積 Az	m ²	0.0026	0.0016

表3 鋼矢板長さや境界条件

鋼矢板の杭長・根入長	18.58	m
法線方向の界面剛性(kn)	4030.382	kN/m ³
せん断方向の界面剛性(kt)	1511.771	kN/m ³
粘着力(c)	4	kN/m ²
内部摩擦角(ϕ)	15	deg

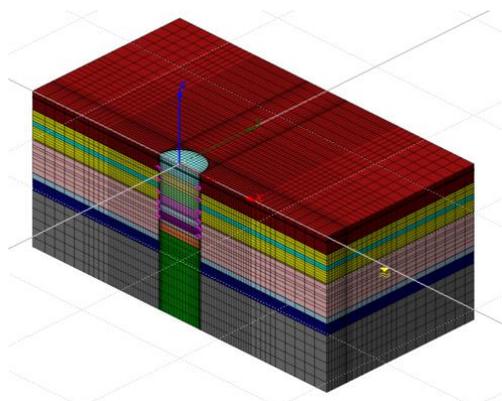


図1 解析モデル

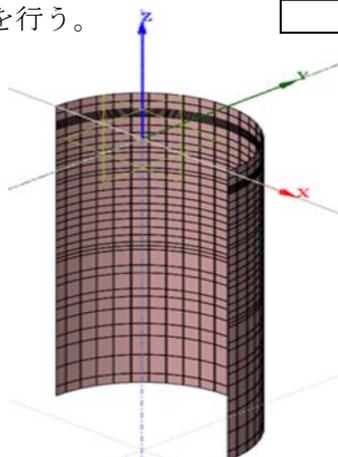


図2 鋼矢板モデル

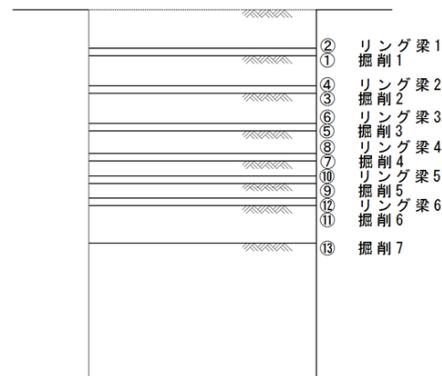


図3 掘削手順

3. 解析結果及び考察

図4にコンクリート要素追加後の地盤の総変形量 (DXYZ)、図5にコンクリート要素追加後の地盤の応力図 (DXYZ)、図6に掘削及びコンクリート施工に伴うエコサイクル近接での地盤変形量および図7にエコサイクル端部の変位 (DX) 図を示す。

図4よりコンクリート要素の総変形量が大きいことが分かる。図5より鋼矢板の外側の地盤応力は、沖積砂1と沖積砂2の間の沖積粘土で大きくなることが分かった。コンクリート要素の応力が最も大きいことが分かる。

図6は埋設深さ1.0mと1.5mにおいてエコサイクル中心からの距離に対する1回目掘削後の総変形量(DXYZ)及びコンクリート要素追加後の総変形量(DXYZ)を示す。この図より、1.0mと1.5mの埋設深さの影響は殆ど見られない。1.5mと1.0m深さでの最大総変形量は、エコサイクルの端では1.9mm、エコサイクルの端からおよそ3m離れた場所では0.7mmとなっている。

図7ではエコサイクル端部での各施工段階での水平方向の変位図を示す。表面からの掘削により掘削深さが深くなるに従い変位が大きくなることが分かった。また、コンクリート要素追加により鋼矢板の内側への最大変位が小さくなり外側への最大変位が大きくなることが分かった。

4. まとめ

3次元FEM解析を実施し、エコサイクルの圧入施工時および掘削施工時の地盤変形に関して以下の解析結果を得た。

- 1) コンクリート要素追加後のコンクリート要素の総変形量が大きい。
- 2) 地下水を考慮すると沖積砂1と沖積砂2の間の沖積粘土2で応力が大きくなる。
- 3) 埋設深さ(1.0mと1.5m)のガス管への影響は殆ど見られない。
- 4) 表面からの掘削により掘削深さが深くなるに従い変位が大きくなる。
- 5) コンクリート要素追加により鋼矢板の内側への最大変位が小さくなり外側への最大変位が大きくなる

参考文献

- 1) (社)地盤工学会：地盤技術者のためのFEMシリーズ② 弾塑性有限要素法が分かる，P190～195，2003.8

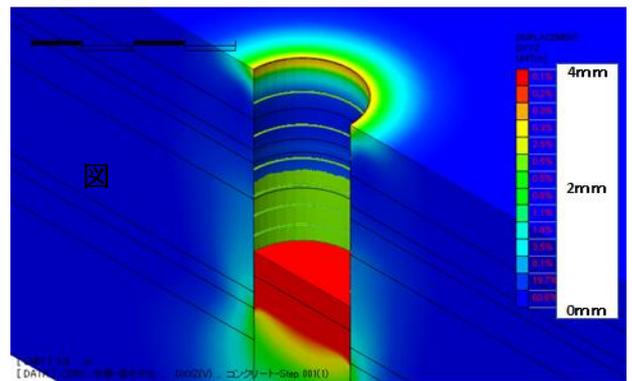


図4 コンクリート要素追加後の地盤の総変形量

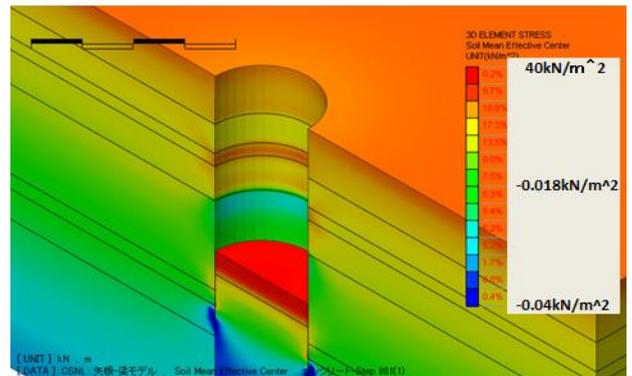


図5 コンクリート要素追加後の地盤の応力図

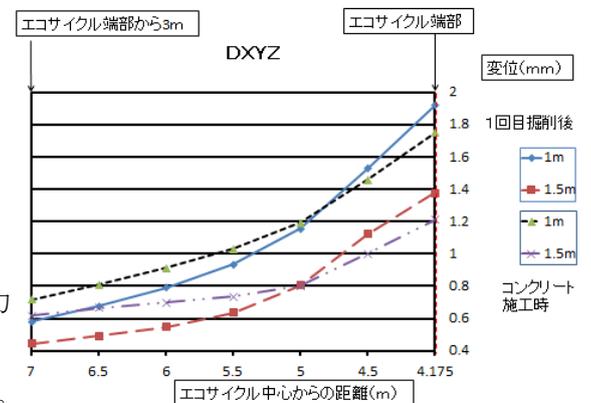


図6 掘削及びコンクリート要素追加に伴うエコサイクル近接での地盤変形量

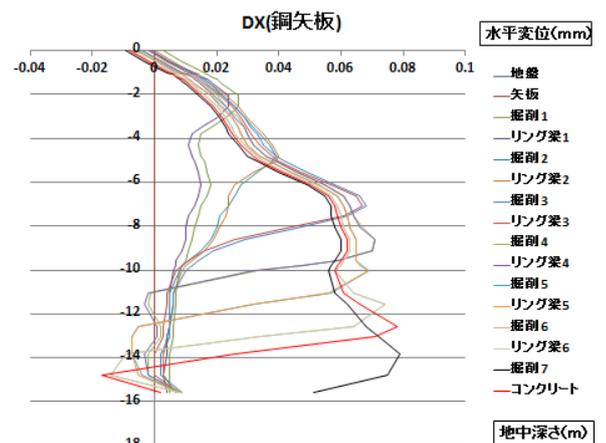


図7 エコサイクル端部の変位 (DX) 図