

Ⅲ-B 431 大規模掘削に伴う地盤の隆起現象が地中構造物に与える影響予測の一手法

中央復建コンサルタンツ㈱ 正会員 岡田 英克 中廣 俊幸
正会員 佐々木 孝 ○井上 裕司

1. 概要

地中構造物の近傍で大規模掘削すると応力解放に伴う地盤の隆起現象が起き、構造物に悪影響を及ぼす。今回、ボックスカルバート近傍を掘削した場合について、掘削がボックスカルバートに与える影響について調べた。このような場合は掘削に伴う応力解放により、地盤の隆起と土留めの変形が起き、ボックスカルバートの躯体が図-1のようにねじれ変形を起こす。ねじれ変形は面外変形で、二次元解析ではその影響を捉えることができないため、三次元解析によりその影響を調べることにした。

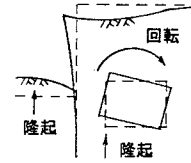


図-1 掘削に伴うねじれ現象

2. 検討条件

図-2に示すように、幅10m、高さ6mのRC製のボックスカルバートが土被り8mで埋設されており、その横を約70mに及び深さ15mの掘削を行う。土留めは深さ38mの地中連続壁で、現在一次掘削から四次掘削まで4段階の施工のうち、2次掘削まで終了している。

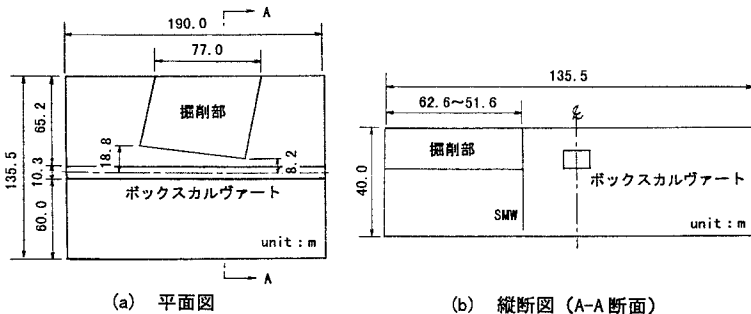


図-2 解析モデル図

3. 問題点と予測方法

ねじれ現象は面外変形であるため二次元解析ではその現象を捉えられないので、三次元 FEM 解析を用いることにした。しかし、現在市販されている三次元地盤 FEM 解析ソフトでは躯体に発生するモーメントを直接的に求めることができないことから、モーメントは図-3に示す三次元骨組モデルにより求め、地盤のパネ定数は二次元 FEM 解析で躯体に10tfの回転力を与えることにより求めた。また、弾性解析であるため掘削による上載圧の減少に伴い発生する地盤のリバウンド量は実測より大きくなるので、二次掘削時における掘削底面のリバウンド量が実測値と一致するように地盤の変形係数 E を表-1のように決定した。

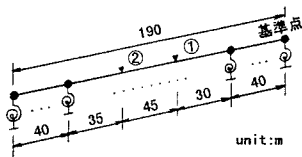


図-3 解析モデル図

表-1 土質定数一覧表

層番	記号	層厚 (m)	N (回)	γ (tf/cm ³)	ν	C (tf/cm ³)	ϕ (度)	E (tf/cm ²)	
								掘削時	掘削前
①	B	2.8	5	1.7	0.3	—	25	250	250
②	As1	3.7	9	1.7	0.3	—	28	400	400
③	Ac	14.9	3	1.7	0.4	3.0	—	360	250
④	As2	4.8	10	1.7	0.3	—	28	400	400
⑤	Dg	10.9	60	1.8	0.3	—	45	10200	3500
⑥	De	4.5	12	1.7	0.4	7.5	—	900	700

キーワード：掘削、ねじれ、三次元 FEM 解析、隆起

連絡先：大阪市淀川区西宮原1丁目8番29号 〒532-0004

中央復建コンサルタンツ株式会社

第二設計部 第三課 TEL:06(393)1105 FAX:06(393)1148

4. 解析結果

(a) 現況の発生断面力と限界ねじれ量の算出

2次掘削時にすでに発生しているねじれ量と骨組解析より求めた断面力を表-2に示す。また、躯体のねじれ耐力を求めた結果を図-4に示し、これより変形角と断面力が線形的な関係にあるとして求めた限界変位量を表-4に示す。

表-2 二次掘削時の変形角および発生断面力

位置	変形角 θ	ねじりモーメント M_d
基準点～①	0.8 分	1314.8tf・m
①～②	0.6 分	1624.5tf・m

表-3 限界変位量

位置	増加率 $\alpha (=M_{tyd}/M_d)$	限界変形角 $\theta_{\max}(=\alpha \cdot \theta)$
①	5.176(=6810.0/1314.8)	4.14 分(=5.179・0.8)
②	4.192(=6810.0/1624.5)	3.30 分(=4.192・0.6)

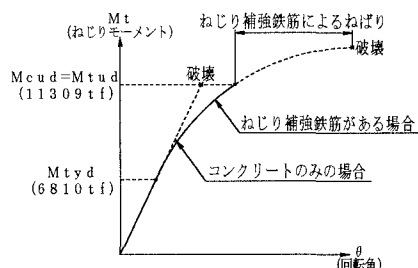


図-4 躯体のねじれ耐力

(b) 掘削進行に伴うの変形予測

三次元 FEM 解析により求めた四次掘削時の躯体の変形と掘削底面の隆起状況を図-5、6に示す。

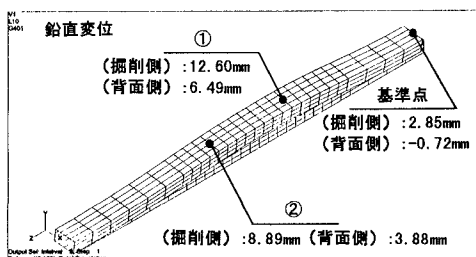


図-5 三次元 FEM による躯体の変形

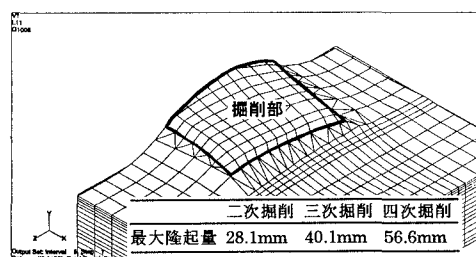


図-6 掘削底面の隆起

(c) 実測値との照合

各点におけるねじれの予測値と実測値の比較を表-4、図-7に示す。

表-4 ねじれの予測値と実測値

		ねじれ量 (分)		
		二次掘削	三次掘削	四次掘削
基準点	予測	0.48	0.76	1.19
	実測	0.20	0.80	1.10
①	予測	0.87	1.33	2.03
	実測	1.00	1.30	1.40
②	予測	0.72	1.10	1.67
	実測	0.40	0.60	0.80

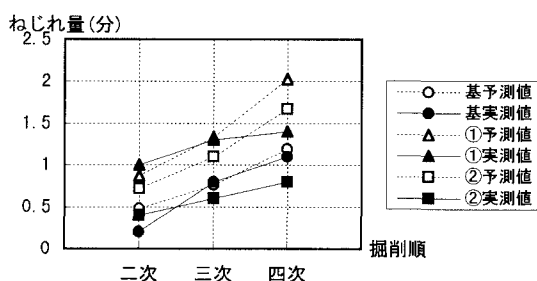


図-7 掘削に伴うねじれ量の変化

5. まとめ

ねじれ現象という面外変形の予測を三次元解析により行った。その結果定量的には多少のずれが見られるものの、定性的にはほぼ実測値と一致する傾向を予測することができた。定量的にも四次掘削時における最大誤差が1分以内であることから、今回行った予測方法は概ね妥当なものであったと言える。しかし、まだあらゆる条件に対して精度の良い予測を行えるとは言えないことから、今後実績を重ねることにより、より確実な予測方法を確立していく必要がある。

6. 今後の課題

予測方法の妥当性の検証。