

大深度円形立坑連壁の計測断面力からの側圧推定に関する試み（その1）

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○板場 建太  
 阿部 広明  
 正会員 岩波 基

1. はじめに

大深度円形立坑地中連続壁（以後、連壁と称す）の設計を合理的に行うためには、作用側圧を的確に評価することが重要である。これまでに大深度円形立坑連壁に設置した土圧計の計測値から側圧の推定が行われてきたが、土圧計によって計測される側圧は設置時に設定する初期値の影響が大きく、土圧計の値をそのまま真の作用側圧として評価することは疑問が残る。そのため、連壁に作用する側圧を推定するためには、計測された断面力から逆解析することが有効であると考えられる。しかし、大深度の立坑では3次元効果の影響が大きく、通常の2次元解析モデルを用いた逆解析では誤差が大きくなる。そこで、本研究では、根入れ部の拘束による影響を考慮することができる2リングばねモデル<sup>1)</sup>を用いて、神田川・環状七号線地下調節池妙正寺川立坑の工事で計測された断面力から連壁に作用する側圧を逆算し、設計値と比較して検討を行った。

2. 解析

2.1 解析モデル

図1に示した2リングばねモデルは、最大圧縮応力度が生じる水平断面のリングと根入れ部のそれとを半径方向に働くせん断ばねで結んでモデル化したものである。最大圧縮応力度が発生するリングはノンテンション地盤ばねで支持し、根入れ部のそれは弾性地盤ばねで支持する。2つのリングを結ぶせん断ばねのばね定数の算出には図2のような有限長の突出杭の変位式<sup>2)</sup>を用いた。

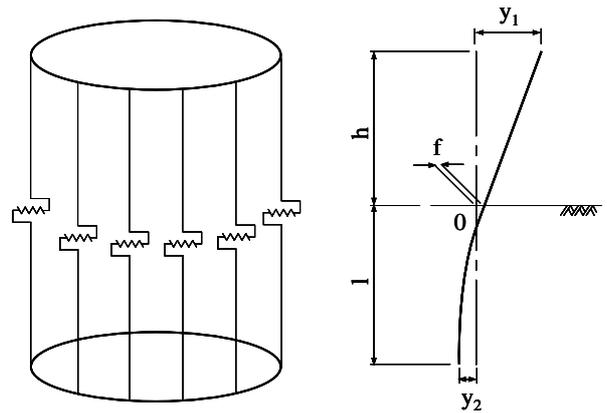


図1 2リングばねモデル

図2 突出杭の変位

2.2 解析条件

今回の検討では、神田川・環状七号線地下調節池妙正寺川立坑の連壁<sup>3)</sup>で土圧計によって計測された側圧と諸条件を採用した。本立坑の計算条件を表1に示す。最終掘削完了時の床付け上（GL-44.1m）と根入れ部（GL-57.3m）の実測側圧を表2に示す。

表1 計算条件

立坑内径(m)	32.00
掘削深度(m)	55.22
根入れ長(m)	44.78
連壁厚(m)	1.20
地盤反力係数 (kN/m <sup>3</sup> )	332741
コンクリート弾性係数(kN/m <sup>2</sup> )	25000000

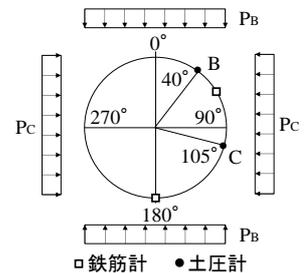


図3 計測器配置と側圧の作用方向

表2 計測側圧

	P <sub>B</sub>	P <sub>C</sub>
床付け上(kPa)	69	150
根入れ部(kPa)	485	563

- ① 実測側圧を図3のように2リングばねモデルに作用させた場合に発生する断面力と鉄筋応力度からの計算値とを比較する。
- ② 鉄筋応力度から算出された断面力が解析値と概ね一致する側圧を逆算して、設計側圧と比較する。

4. 結果

4.1 断面力の解析値と計測値の比較

計測側圧を作用させた場合に連壁の円周方向に発生する断面力の分布を図4に示す。なお、断面力の計測値は床付け位置に最も近いGL-44.1mの鉄筋計の値から算出した。

軸力については、鉄筋応力度からの計算値を平均すると10MN程度になるのに対して、解析値は2MNと、1/5程度の値となった。

曲げモーメントについては、60°の位置で解析値と計測値が少し離れているが、180°の位置では両者の値がほぼ一致した。

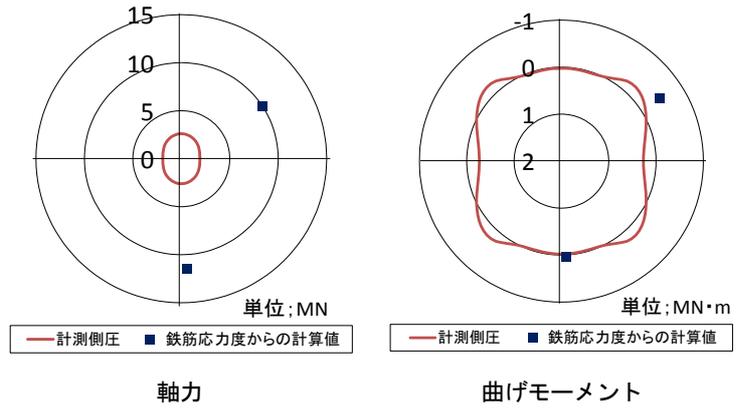


図4 計測側圧を作用させた場合の断面力分布

4.2 逆算した側圧と設計側圧との比較

表3に示すようにB断面とC断面の計測値をそれぞれ550kPa増加させることで、軸力の解析値が計測値と概ね一致した。なお、曲げモーメントの解析値と計測値とが近いため、B断面とC断面の側圧差は変化させなかった。図5は逆算した側圧を作用させた場合の軸力分布である。

表4は各側圧の等圧に対する偏圧の割合を示したものである。なお、設計側圧は床付け位置(GL-54.1m)における静止土圧( $K_0=0.5$ )と水圧に加えて、静止土圧の20%を偏側圧として考慮した。なお、通常設計での偏圧は土圧の10~20%または側圧の5~10%とすることが一般的である。

逆算した等圧の値は619kPaであり、設計値の82%程度となり、設計時に設定した側圧が妥当であったと考えられる。それに対して、逆算した側圧の偏圧比(偏圧/等圧)は設計値の約1.6倍となることから、実際に作用している偏圧は設計で考慮されているものよりも大きい可能性があると考えられる。

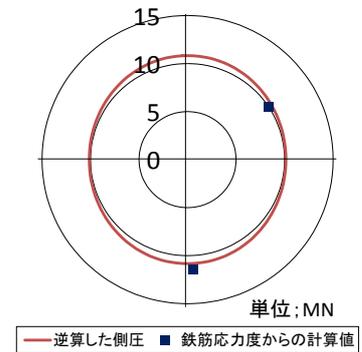


図5 逆算した側圧を作用させた場合の軸力分布

表3 逆算した側圧

	$P_B$	$P_C$
床付け上(kPa)	519	700
根入れ部(kPa)	485	563

5. まとめ

今回の検討では、2リングばねモデルを用いて計測された断面力から連壁に作用する側圧を逆算した。その結果、本立坑に作用している等圧は設計値よりも小さいが、偏圧は設計値よりも大きい値となった。今後は、他の立坑でも今回と同様の解析を行い、特に設計で考慮する偏圧の大きさについて検討する必要があると考える。

表4 等圧に対する偏圧の割合

	等圧(kPa)	偏圧(kPa)	偏圧比
	$P_B$	$P_C - P_B$	(%)
設計側圧	750.5	59.9	8
計測側圧	69.0	81.0	117
逆算した側圧	619.0	81.0	13

【参考文献】

- 1) 岩波ら：大深度円形立坑用土留め壁における水平断面方向の構造解析モデルについて，土木学会論文集，No.735，VI-59，pp45-64，2003.3
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，IV下部構造偏，2003.3
- 3) 新井泰：三次元挙動を考慮した円形および矩形立坑の設計手法に関する研究，東京工業大学博士学位論文，2009.4