

VI-297

円筒形連続地中壁の設計法に関する一考察

大成建設 土木設計部 正会員 長瀬 寛
環境調査技術研究所 正会員 堂々 功
横浜市下水道局 阿部勝男
大成建設 土木技術部 正会員 内藤慎二
大成建設 北信越支店 正会員 三坂浩昭

1. はじめに

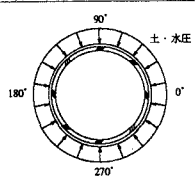
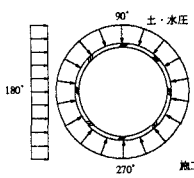
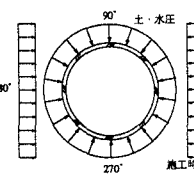
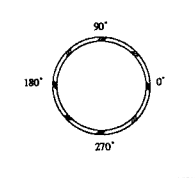
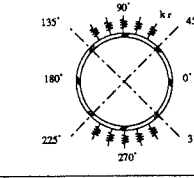
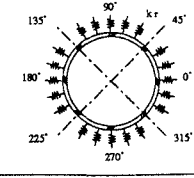
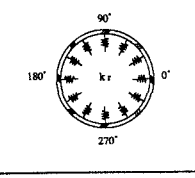
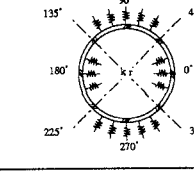
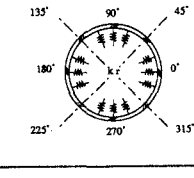
近年の大深度地下空間利用が増加する中、そのアクセスとしての立坑あるいは貯蔵施設を建設する上で、大規模大深度の土留めが必要不可欠なものとなっている。この土留め形式として、連続地中壁を用いた円筒形土留め（以下円筒形連壁と呼ぶ）は円周方向のリング効果を利用することで、切梁等が不要となり、その結果作業スペースが広くとれ、掘削の能率が上がるといった施工面での特長を持ち、経済性にも優れているため、多数採用されてきている。

本報告は、この円筒形連壁の設計を合理的な方法で行うために、解析面から比較し、その適用性について検討を行ったものである。

2. 設計法の概要

今回比較検討した設計法の概要を表-2.1に示す。

表-2.1 設計法の概要

	設計法-A		設計法-B	設計法-C
	軸対称逐次掘削解析(等圧)+3次元シェル解析(偏圧) (以下 軸対称+3次元シェルと称す)		3次元シェル解析 (荷重同時載荷)	3次元シェル逐次掘削解析 (荷重同時載荷)
設計法の概要	①土圧や水圧等の等圧荷重に対する解析はリングばねを考慮した梁に円筒形連壁をモデル化し、掘削面以下の連壁に作用する抵抗土圧として弾塑性反力を考慮し、各掘削段階毎に構造系及び荷重状態を変化させながら、逐次掘削解析を行う。 ②偏圧荷重に対する解析は円筒形連壁を3次元シェルにモデル化して、あらかじめ地盤反力が作用する方向に境界条件を設定し、最終掘削時の載荷状況を再現した解析を行う。 ③応力度算定用の断面力は①と②の結果を組合せて評価する。		①円筒形連壁を3次元シェルにモデル化して、あらかじめ地盤反力が発生する主な方向（以下参照）に境界条件を設定し、最終掘削時の載荷状況を再現し、土圧や水圧等の等圧荷重と偏圧荷重を同時に載荷させた解析を行う。	①円筒形連壁を3次元シェルにモデル化して、連壁の変形に応じて境界条件が設定される弾塑性ばねを用い、各掘削段階毎に土圧や水圧等の等圧荷重と偏圧荷重を同時に載荷させた解析を行う。 ②応力度算定用断面力は各掘削段階の結果を重ね合わせて評価する。 ③解析面からはもっとも実際の状況に近い設計法と考えられる。
種類	土・水圧 (軸対称逐次掘削解析)		土圧、水圧および施工時偏圧 (同時載荷)	土圧、水圧および施工時偏圧 (同時載荷)
荷重パターン				
境界条件(地盤ばね)				
床付以深				

3. 検討条件

3.1 モデルの設定

図-3.1に示すような内径20m、壁長90mのシールド発進立坑を想定してモデル化する。

3.2 土質条件

既往の地盤から表-3.1のように設定する。

3.3 荷重および境界条件

荷重は、シールド発進立坑の設計にて一般的に用いられている土圧（静止土圧）、水圧、施工時偏圧（側圧の10%）を考慮する。地盤ばね定数は、道路橋示方書・同解説、下部構造編（日本道路協会）に準拠して算定する。

表-3.1 土質条件

地盤高GL(m)	地層区分 ^(注1)	N値	$\gamma^{(注2)}$ (tf/m ³)	ϕ (°)	c (tf/m ²)	$E_s^{(注3)}$ (kgf/cm ²)
∇ ±0.0	(G.L.)					
-10.0	A ₊	10	1.8	27	0	70
-40.0	A ₊	5	1.8	0	5	35
-60.0	D ₊	50	1.8	39	0	500
-90.0	M ₊	50以上	1.8	0	50	2000

注1) A₊: 沖積砂層, A₋: 沖積粘性土層, D₊: 洪積砂層, M₊: 土丹

注2) 水中重量 $\gamma = \gamma_s - 1$

注3) 変形係数 $E_s = \gamma \cdot \gamma_s$ 砂質土: 孔内水平載荷試験結果, 粘性土: 一軸圧縮試験結果

4. 検討結果及び考察

3種類の設計法を用いて、コンクリート圧縮応力度及び必要鉄筋量を算定した結果を図-4.1に示す。

(1) 円周方向コンクリート圧縮応力度について

① 円筒形連壁の壁厚は円周方向コンクリート最大圧縮応力度で決定される。ここで、設計法-Aの最大圧縮応力度は解析的にもっとも実際の状況に近いと考えられる設計法-Cとはほぼ同じである。

② 設計法-Bの最大圧縮応力度は外側で設計法-Cに比べ、10kgf/cm²程度大きく、過大な壁厚を必要とする結果となっている。これは、土・水圧の等圧荷重に対して床付以浅で表-2.1の境界条件で示すように偏圧載荷パターンの地盤ばねを設置（45°～135°，225°～315°）しているため、等圧作用時にあたかも偏圧が作用している状態となり、断面力（円周方向曲げモーメント）が大きく発生した影響によるものと考えられる。

(2) 鉛直方向必要鉄筋量について

① 外側の分布形状は設計法-Aと設計法-Cでほぼ同じである。しかし、設計法-Bの必要鉄筋量が大きい要因は前述の圧縮応力度と同様に偏圧が増長された状態となり、断面力（鉛直方向引張力）が大きく発生した影響によるものと考えられる。

② 内側の分布は設計法-Cが他の方法に比べ大きくなっている。これは、各掘削時における偏圧により床付面下に生じる0°，180°側の鉛直方向引張力の影響によるものと考えられる。

5. まとめ

シールド発進立坑規模の円筒形連壁を対象として、今回の検討モデルに類似した地盤条件を有する円筒形連壁において、設計法-A（軸対称+3次元）は解析面からもっとも実状に近い設計法-C（3次元シェル逐次掘削解析）を模倣していると考えられる。

今後は地盤条件が異なる場合や形状が大口径となった場合、また、実施工におけるデータとの比較検討を行うことにより、合理的な円筒形連壁の設計法について検討を進めていきたい。

〔参考文献〕1) 堂々・阿部：円形地中連続壁による大深度掘削の設計に関する一考察、下水道会誌、Vol.32, No.382, 1995.3

2) 堂々・阿部・内藤：円形連続地中壁の設計における留意点と考察、下水道会誌、Vol.33, No.395, 1996.2

3) 日本トンネル技術協会：地中送電用深部立坑・洞道の調査・設計・施工・計測指針, 1982

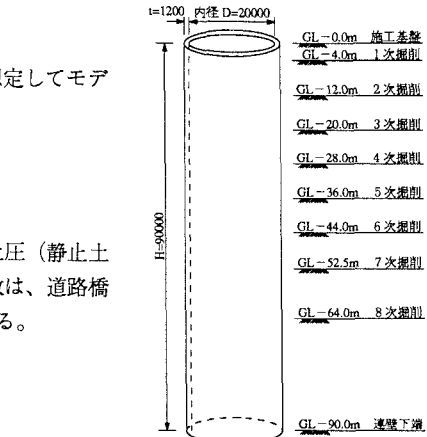
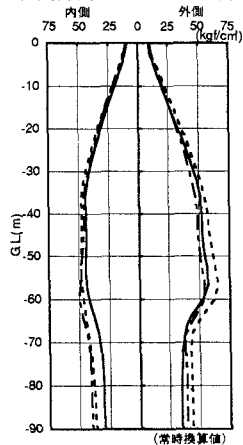


図-3.1 検討モデル

凡 例

設計法-A	——
設計法-B	----
設計法-C	

円周方向コンクリート圧縮応力度



鉛直方向必要鉄筋量

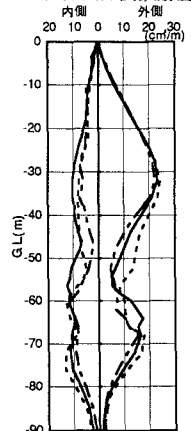


図-4.1 設計法の違いによる比較