

円形立坑土留め壁の水平地盤反力係数について（その2） 載荷状態の影響

- (株)熊谷組 正会員 三津橋 崇
- (株)熊谷組 正会員 岩波 基
- (株)熊谷組 正会員 緒方 明彦
- 早稲田大学 学生会員 山口 哲司

1. はじめに

円形立坑土留め壁の設計で用いられる地盤ばねは、通常の土留め壁の設計に関して定めたトンネル標準示方書（開削工法編）¹⁾の地盤反力係数の算定方法が準用されており、その規定では立坑の構造や規模に関係なく地盤条件のみで決定される。しかし、既往の研究から、地盤反力係数が変位レベルと荷重の載荷面積に影響を受けることが知られており、「大深度土留め設計・施工指針（案）」²⁾では、一般の土留め壁における両者の地盤反力係数に対する影響に関して検討がなされているが、円形立坑土留め壁までは言及していないのが現状である。

本研究は、「円形立坑土留め壁の水平地盤反力係数のついて（その1）」に引続き、大深度円形立坑土留め壁に、土圧による側圧と偏側圧とが作用したときの変形挙動と地盤反力分布を水平方向断面の2次元FEM解析によって再現し、地盤反力係数を推定して、円形立坑土留め壁の地盤反力係数とそれを算定するとき用いる載荷幅について検討したものである。

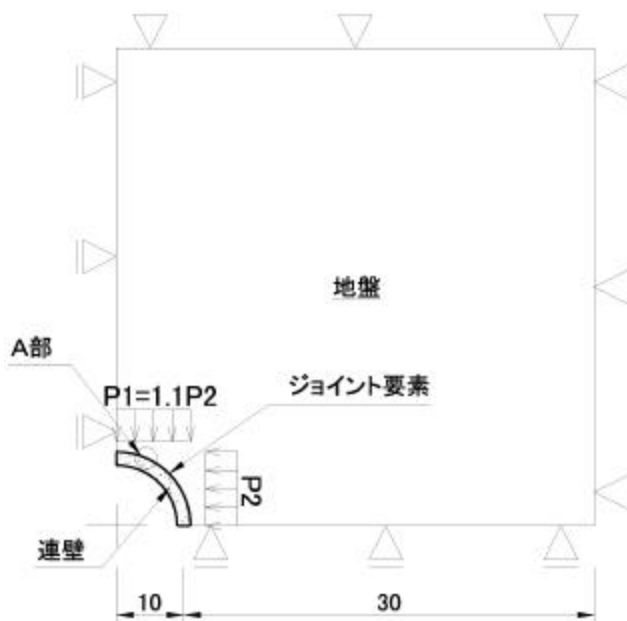


図-1 モデル図

2. 解析モデルおよび解析条件

2次元FEM解析モデルは、地盤と土留め地中連続壁（以後、連壁と略す）とを平面ひずみ要素で表現し、両者の間に引張力が生じないように引張力を無視するジョイント要素を用いた。また、構造と荷重の対称性から1/4モデルで解析を実施した。なお、土留め壁外面と地盤の間でせん断方向には、力の伝達は無いものとした。モデル図を図-1, 2に示す。

解析条件は、立坑半径を10.0mとし、掘削深度を70mとした。土留め連壁の厚さは、実績から2.0mと設定した。地盤の単位重量と静止土圧係数、コンクリート設計基準強度等、その他の解析条件は表-1に示した。

また、荷重は全側圧の10%の偏側圧を考慮した。

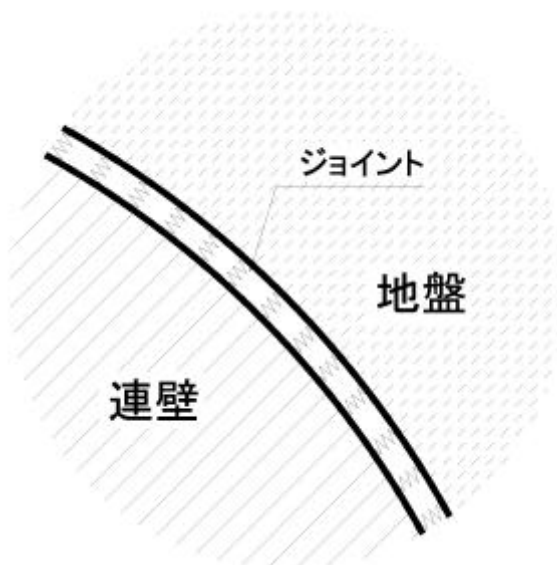


図-2 A部詳細図

キーワード 円形立坑，地盤反力係数，土留め壁，地中連続壁

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2番1号 (株)熊谷組 土木設計部 TEL 03-3235-8622

3. 解析結果

通常、土留め壁の設計で用いる算定式(1)で求めた地盤反力係数と2次元FEM解析結果より得られた値とを比較して表-2に示した。また、FEM解析結果から求めた地盤反力係数から算定式(1)より載荷幅を逆算した値も併せて示す。

- ・ 土留めにおける水平方向地盤反力算定式（トンネル標準示方書¹⁾）

$$k_h = \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \left(\frac{B}{0.3} \right)^{-3/4} \cdots (1)$$

表-1 解析条件

地 盤	単位体積重量(kN/m ³)	19
	単位水中重量(kN/m ³)	9
	水の単位体積重量(kN/m ³)	10
	静止土圧係数K ₀	0.5
	弾性係数(N/mm ²)	84
	ポアソン比	0.35
コンクリート	設計基準強度(N/mm ²)	24
	弾性係数(N/mm ²)	25000
	ポアソン比	0.2

表-2 解析結果

	地盤反力係数 (kN/m ³)	載荷幅 (m)
算定式 (トンネル標準示方書)	20184	10.0
FEM解析結果	8700	30.7 (換算値)

ここに、 k_h ：水平地盤反力係数（kN/m³）

E_0 ：地盤の変形係数（kN/m²）

B ：載荷幅（m）

α ： E_0 の補正係数（= 1）

FEM解析結果から求めた地盤反力係数は、ジョイント要素に発生した軸力とジョイント要素の地盤側の端点の変位量から算出した。地盤反力係数の分布は、連壁が地盤と離れる部分を除き、ほぼ一定の値を示した。

表-2 から、FEM解析から求めた地盤反力係数が、算定式(1)でも求めた値の半分以下になっていることが分かる。そして、換算した載荷幅は30.7mとなり、立坑直径より大きい値となった。

4. 考 察

FEM解析による結果が算定式(1)の値より小さくなった原因として、解析で求めた地盤反力係数が半径方向への荷重に対して算定したため、応力伝達範囲が広がったことと、載荷する連壁の変位量が大きく変化することと、そして、解析上、連壁による地盤のせん断拘束を無視したこと等が考えられる。

この結果から、円形立坑土留め連壁に偏側圧を全側圧の10%載荷した時の解析を実施する場合、算定式(1)から求めた地盤反力係数の値が過大評価である可能性があることに配慮して設計することが望ましいと考える。

円形立坑の土留め壁における立坑掘削時の計測結果から地盤反力係数を逆解析している事例は数件報告されているが、いずれも側圧が均等に作用した事例であり、偏側圧が作用した計測報告では地盤反力係数まで言及していない。今後は、解析条件を変えたケースで同様の検討を進めるとともに、計測結果を収集し、円形立坑土留め壁における合理的な地盤反力係数の算定方法について研究を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：トンネル標準示方書（開削工法編），pp135，1996.7
- 2) （財）先端建設技術センター：大深度土留め設計・施工指針（案），pp263-267，1994.10