

東京電力(株)

正会員

○岡田 仁

東電設計(株)

正会員

栗原美津雄

1. まえがき

従来、土留め壁の設計においては、土留め壁の平面形状、深さ、支保構造に関わらず、鉛直方向の二次元のりとして断面力、変位を計算し、部材断面を決定している。しかしながら、掘削平面寸法に比べて掘削深度の大きな立坑においては、土留め壁の形状効果、地盤の三次元効果による主動土圧の低減、受働土圧の増加などにより、二次元の土留め壁に比べて断面力、変位が小さくなることが予想され、このような効果を設計法に反映することにより土留め壁の経済性および設計の合理化が図れるものと思われる。

本文は、特に土留め壁の形状効果に着目し、地下連続壁(以下連壁とよぶ)を用いた立坑土留め壁について、従来法および形状効果を考慮した計算法による解析結果と実測値を比較し、考察を加えたものである。

2. 解析方法

(1) 立坑の概要: 解析に用いた立坑の形状は、図1、3に示すように、平面寸法巾6.45m、長さ9.90m、最終床付深さ31.84mであり土留め壁には厚さ90cmの連壁を用いている。地質は、図2に示すように、GL-29m以浅ではN値0~10の軟弱な沖積の粘性土層および砂層であり、同以深ではN値50以上の洪積砂層となっている。また、土圧、水圧、鉄筋応力、変位について計測を行っており、計測位置は図3に示すとおりである。

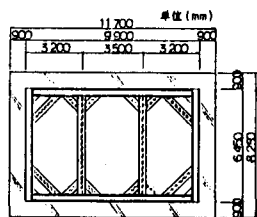


図1 立坑の平面形状

(2) 解析モデル: 本解析モデルは、図4に示すように、一般に用いられている弾塑性拡張法を基本としたもので、土留め壁を切ばりパネ(Ks)、地盤パネ(Kp)に加え、形状効果パネ(Kt)によって支承された連続ばりとして扱ったものである。これは、形状効果パネを設けることにより、土留め壁の水平方向における荷重負担を考慮したものである。この解析に用いる入力条件は次のとおり設定した。

④計算ステップ: 1次掘削から最終床付掘削、およびシールド発進のために行う11、12段ばり撤去時までの15ステップについて実施した。(図3参照)

⑥外力: 土留め壁に作用する外力として、各次掘削面以浅については側圧の実測値を用いた。同面以深については土質の違いを考慮して、上部の粘性土

層を主に掘削する掘削前期(1次~9次掘削)と下部の砂層を掘削する掘削後期(10次掘削以降)に分け、掘削前期においては図5に示すように仮想掘削面をゼロとした三角形側圧を、掘削後期においては図6に示すように背面側と掘削側の実測水圧の差を用いた。

⑦切ばりのパネKs: 同パネ定数は一般的に

$K_s = \frac{E \cdot A}{a(\ell/2)}$ (ここに、E, A, ℓ , a...切ばりのヤング係数、断面積、長さ、水平間隔)で表わされ(以下理論値とよぶ)、これを用いた場合と

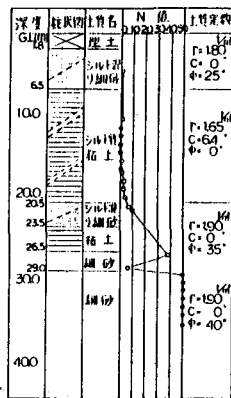


図2 地質概要

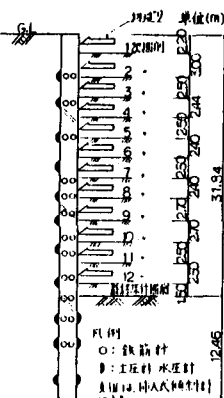


図3 掘削断面図

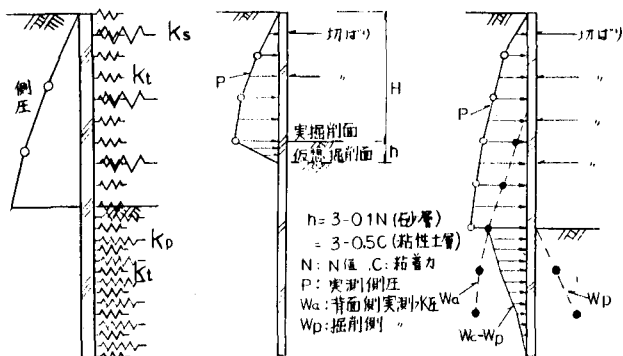


図4 構造モデルの概要 図5 掘削初期の外力 図6 掘削後期の外力

これまでの立坑における切ばり軸力と変位の実測値から判断して理論値の10%とした場合について計算を行った。
 ①形状効果バネKt：同バネ定数は、立坑の水平断面を等分布荷重を受けるボックスラーメンと見なし、荷重（q）と部材中央のたわみ（δ）より $Kt = \frac{q}{\delta}$ として算出した。 ②地盤のバネKp：同バネ定数は孔内水平載荷試験結果を参考にして決定した。

3. 解析結果

解析は表1に示すケースについて実施した。図7は12段ばり撤去時の変位、曲げモーメントについてケース1とケース2の計算値と実測値の対応を示したものである。変位に関しては、ケース1はGL-10m以浅において計算値と実測値に差異が見られるのに対し、ケース2は全体的に若干小さいが良い対応を示している。これは、地盤強度の小さい層を掘削する初期の段階においては地盤の抵抗が小さいことからケース1では変位が大きくなるのに対し、ケース2では形状効果バネの存在により変形が抑制されるためと考えられる。曲げモーメントに関しては、両者ともに比較的良好な対応を示しているが、最大値をみると計算値は実測値に比し、ケース1では170%、ケース2では80%程度となり、ケース2の方が良く近似している。形状効果バネは、図7に示すように、バネ反力として最大14.6tf/mを示し、これは外力の70%程度に相当し、鉛直方向の曲げモーメントの減少に大きく寄与している。ケース2の結果をもとに、計算値と実測値の変位の最大値が一致するように形状効果バネ定数を変化させたのがケース3である。ケース3の変位、曲げモーメントについて代表的な計算値と実測値の対応を示すと図8のとおりで、計算値と実測値は変位、曲げモーメント共によい一致が見られる。

4. あとがき

今回の解析結果によると、弾塑性拡張法に形状効果バネを考慮することにより、連壁を用いた立坑土留め壁の掘削時の挙動を比較的精度良く予測することができた。しかしながら、本解析の適用条件(立坑の平面形状、掘削方法等)形状効果、切ばり、地盤の各バネ定数の決定法などについては、今後更にデータの収集、解析を重ねて明確にする必要がある。
 参考文献:1)建築学会基礎構造設計基準
 2)金谷、宮崎、土屋「RC山留め壁に作用する側圧」第17回土質工学研究発表会

表1 解析ケース

	切ばりバネ	形状効果バネ
ケース1	理論値	考慮せず
ケース2	理論値×10%	$Kt = \frac{q}{\delta}$
ケース3	理論値×10%	$Kt = 0.75 \frac{q}{\delta}$

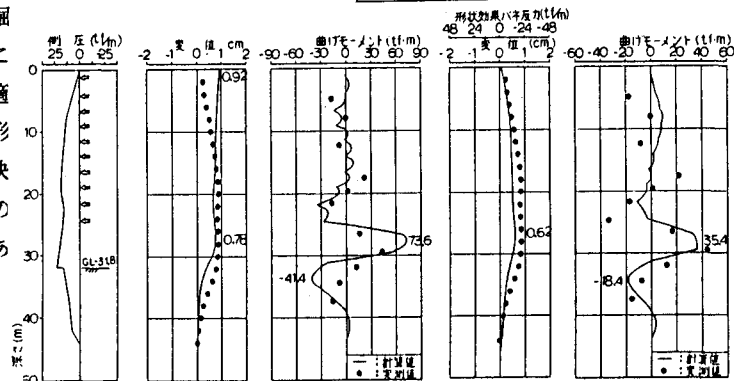


図7 ケース1とケース2の計算値と実測値の比較

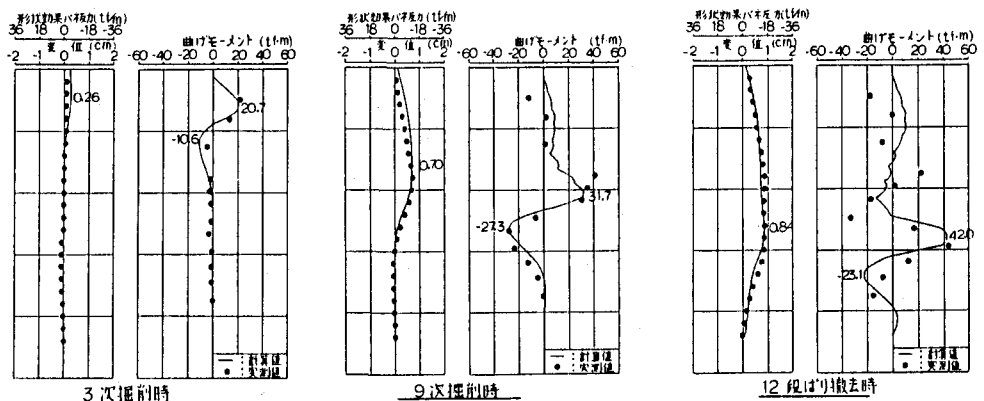


図8 ケース3の計算値と実測値の比較