

III-291

エレメント間を剛結した連壁立坑の挙動計測(FEM解析の適用)

前田建設工業(株) 正会員 鈴木 顕彰

同 上 松井 芳彦

同 上 田畑 稔

1. まえがき

地下連続壁(以下、連壁と略称する)のエレメント間を剛結して構築した立坑において、現場計測を実施した。その結果と立坑を筒状の立体構造系とみなしたFEM立体構造解析プログラムによる計算値との比較から、立坑の立体的な構造評価について検討を行った。

2. 立坑概要

今回対象とした立坑の平面形状は、図-2に示すように矩形で、内寸法は7.70m×5.10m、掘削深さは20.65mとなっている。

計測は、立坑に働く側圧、立坑の側壁となる地下連続壁の応力分布や変位などを対象とした。¹⁾

3. FEM立体構造解析

立坑に生ずる断面力を解析するためにFEM立体構造解析(以下、FEM解析と略称する)の汎用プログラムを新たに開発した。このプログラムは、3次元FEM線形解析プログラムで、薄肉シェル、ビーム、トラスの各要素を使用する。また、受働側地盤の弾塑性評価、および、偏土圧の考慮が可能であり、施工段階から完成に至るまで一貫して解析できるため、施工履歴を考慮できるという特徴を有している。

今回の立坑の解析に際しては、掘削～ストラット撤去までの一連の施工ステップを19に分割した。また、主な解析上の入力条件は、次のとおりである。

- ・連壁のヤング係数: $E_c = 3.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ (連壁コンクリートの標準供試体強度 $\sigma_c \approx 400 \text{ kgf/cm}^2$)
- ・側圧: 土圧計による実測値(3点)を利用
- ・ストラットのプレロード: 導入翌朝の実測値を利用

4. 計測値とFEM解析による計算値との比較

(1) 変位

図-4に床付時およびストラット撤去後における壁体長辺中央部の水平変位を示す。

計算値は、実測値の傾向をほぼとらえている。ストラット撤去後の壁体に作用するモーメントが大きくなる部分で、計算値が実測値よりいくぶん小さな値を示しているが、このことは、解析する上で壁体の剛性を全断面

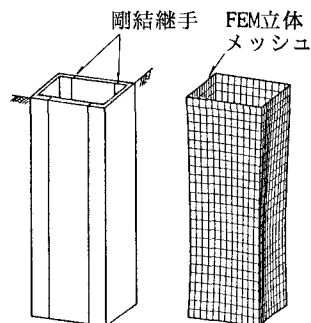


図-1 矩形連壁立坑とFEM解析

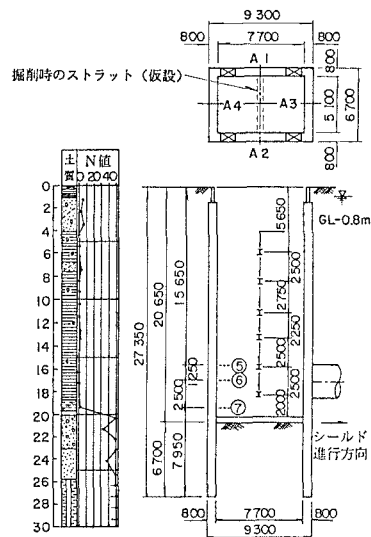


図-2 立坑の形状

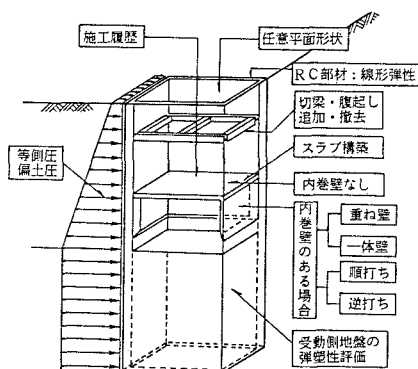


図-3 汎用プログラムの解析機能

有効としているのに対し、実際には壁体にひびわれが生じ、剛性が低下していることなどによるものと考えられる。

（2）応力

図-5に各施工ステップで生じた曲げモーメント～鉄筋応力の関係を示す。図の縦軸はFEM解析によって得られた曲げモーメントであり、各施工ステップにおける鉄筋（横筋）応力 σ_s を同じステップのFEM解析による曲げモーメント M に対応させてプロットしたものである。

鉄筋応力の計算値には、FEM解析による曲げモーメントと軸力から壁体を全断面有効として算出した値（計算値A）、同じくRC断面として算出した値（計算値B）に加え、ひびわれ発生以後の鉄筋応力に対して、コンクリートの引張剛性寄与を考慮した値²⁾（計算値C）を示す。

初期掘削の段階では、実測値は全断面を有効とした計算値に沿った挙動を示す。また、計算上のひびわれ発生モーメントは58ton・mであり、⑤断面においては、ほぼ実測値をとらえている。

（3）鉛直方向と水平方向のモーメント比

図-6に、A2エレメント中央部の⑤～⑦断面における床付時およびストラット撤去後の鉛直・水平方向のモーメント分布を示す。

図中の実測値より、床付時に床付面付近の測点（⑥、⑦断面）において、鉛直方向には、水平方向のモーメントの30～40％に相当するモーメントの作用が認められる。また、鉛直方向と水平方向のモーメント比（ M_y/M_x ）は、上部に移るに従い低下する傾向を示している。

ストラット撤去時には、⑥、⑦断面とも水平方向のモーメントが増加し、鉛直方向のモーメントが減少したため、モーメント比（ M_y/M_x ）は低下した。

これらのモーメント比に関して、計算値は概ね実測値と同様な値および傾向を示しているといえる。

5. あとがき

壁体の変形および鉄筋の応力に関する実測値と計算値の比較から、立坑全体を筒状一体の立坑構造系として取り扱うFEM解析は立坑の挙動を概ねとらえており、解析プログラムの適用性が認められた。

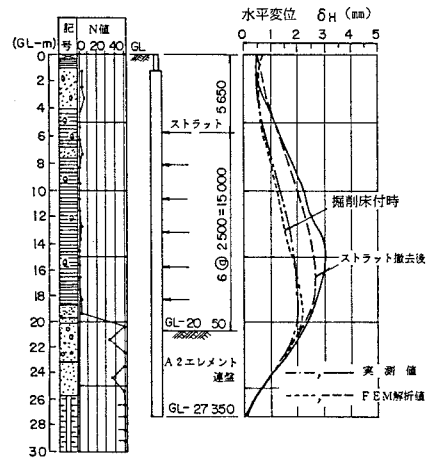


図-4 壁体の変位

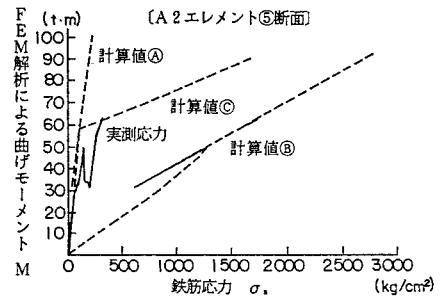


図-5 曲げモーメント M ～鉄筋応力 σ_s 関係

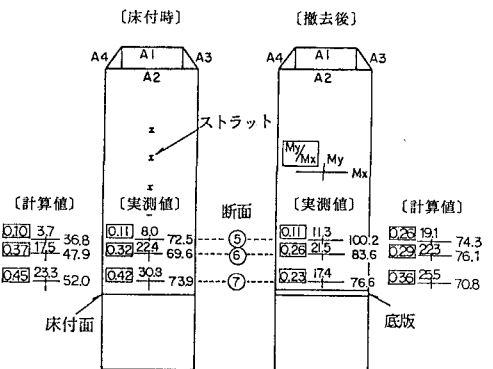


図-6 鉛直方向・水平方向のモーメント分布

〔参考文献〕

- 1) エレメント間を剛結した連壁立坑の挙動計測（計測結果について），田畑稔他，第45回土木学会年次講演会講演概要集Ⅲ，1990年8月
- 2) 曲げを受けるコンクリート部材のひびわれとたわみに関する研究の現状，角田与史雄，土木学会論文集第384号，1987年8月