

清水建設(株)土木設計部

正員

〇西崎晶士

清水建設(株)土木設計部

正員

脇田英治

1. まえがき 掘削工事における山留壁の変形挙動の解析を行う場合、壁体に作用する荷重として、三角形分布、長方形分布などの土圧分布を仮定することが一般に行われている。しかし、実際の土圧は、壁体の変形、または剛体変位の結果として生じるものであり、さらに壁体の剛性、掘削や山留めの施工条件によって変化するものである。したがって、本来、土圧分布は解析結果として得られるべき性質のものである。この点で、周辺地盤も含めた山留めの有限要素法による解析は、土圧が壁体に接する地盤要素の応力として得られるため、合理的な手法であると考えられる。しかし、このような有限要素解析を行う場合、データ作成に多くの時間、労力、費用を要するという欠点がある。そこで著者らは、データ作成の省力化のため壁体周辺地盤をバネ要素により簡略化した解析モデルを考え、荷重としては、掘削により解放される荷重を用いた山留掘削解析の一方法を提案し、現場実測値と解析結果との比較を行った。

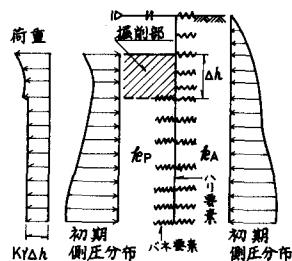


図-1 解析モデル

2. 解析方法

解析モデル 壁体に接する地盤の横抵抗は、壁体の変位に比例するものとする。すなわち、地盤抵抗を弾性バネとして評価する。なお、地盤抵抗は主動側、受働側に分けて考える。切梁は、設置時以降、バネ支承として働く。壁体は、バネ支承により支持された連続梁とする。

荷重 掘削により解放される荷重(以下、掘削荷重とする)は、次のように計算する。

掘削底面以上に対して、

$$P_1 = \text{前掘削段階における受働側の側圧}$$

掘削底面以下に対して、

$$P_2 = K \gamma \Delta h$$

ここに、 K ；側圧係数、 γ ；掘削部分の土の単位体積重量、 Δh ＝掘削高さ

解析手順 ①掘削前の初期状態における側圧分布として静止土圧状態を考える。②掘削荷重を計算し、連続梁を解く。③②で得られたバネ支承の反力を掘削の影響による側圧の変化量と考え、前段階の側圧分布と重ね合わせる。④以下、各掘削段階ごとに、②、③の計算を行う。

3. バネ定数の計算 山留壁と単杭の横方向を値には、次の関係がある。²⁾

$$k_H' = k_H / 3 \quad (1)$$

ここに k_H' は山留壁の横方向を値、 k_H は単杭の横方向を値である。
また、杭の横方向を値は N 値より、次のように推定できる。

$$k_H = N / 5 \quad (\text{Kg/cm}^2) \quad (2)$$

従って、山留壁の横方向を値は N 値より、次のように推定される。

$$k_H' = N / 15 \quad (\text{Kg/cm}^2) \quad (3)$$

壁体が移動すると、受働側地盤の土圧は増加し、主動側地盤の土圧は減少する。図-2は、このようすを表わしている。矢板の横方向地盤反力係数

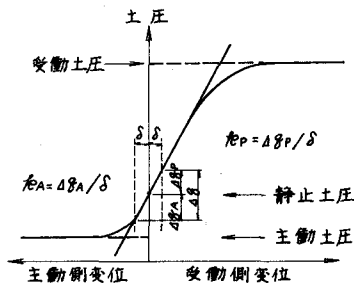


図-2 壁の変位と土圧変化

た_H'は、この図において $\Delta\delta/\delta$ に相当する。本解析で用いる地盤のパネ剛性は、主働側では $\alpha_A = \Delta\delta_A/\delta$ 、受働側では $\alpha_P = \Delta\delta_P/\delta$ で求められる。この図より明らかなように、次の関係が成り立つ。

$$\alpha_H' = \alpha_A + \alpha_P \quad (4)$$

水平ひずみが1%を越え、主働側が主働土圧に達し、受働側がまた受働土圧に達していない状態においては、 α_A は α_P よりも小さく、その差は解析上無視できなくなると考えられる。しかし、以下の解析例では、水平ひずみが小さいものと考え、一応 $\alpha_A = \alpha_P$ として計算した。すなわち、次式を用いて、N値より地盤のパネ剛性を推定した。

$$\alpha_A = \alpha_P = \frac{\alpha_H'}{2} = \frac{N}{30} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \quad (5)$$

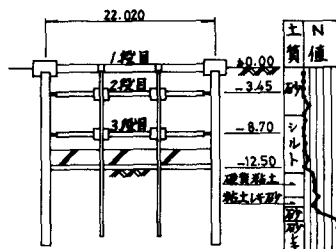
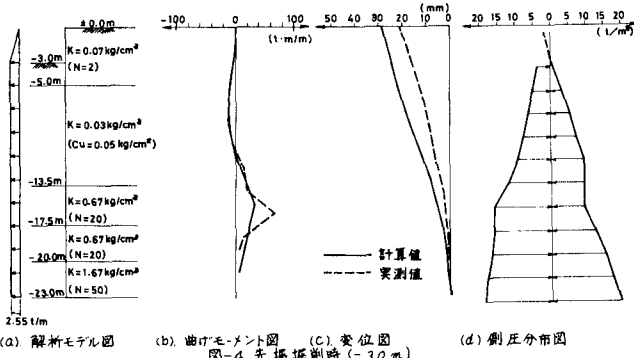


図-3. ピットの断面図

4. 解析例 解析の対象とした実測例は、川崎製鉄(株)水島工場内で行われたピットの掘削工事である。(文献1より引用)

土質柱状図、ピット断面図を図-3に示す。計算は、有限要素解析プログラムを用い、電算で行った。

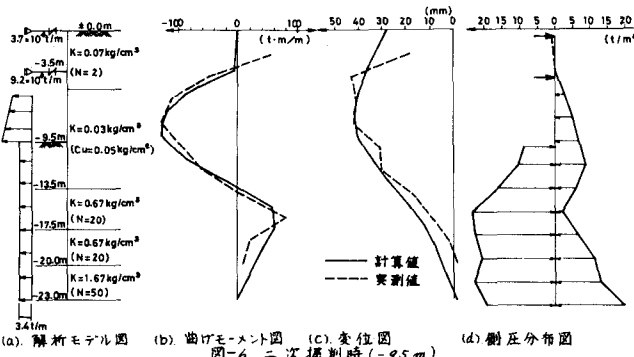
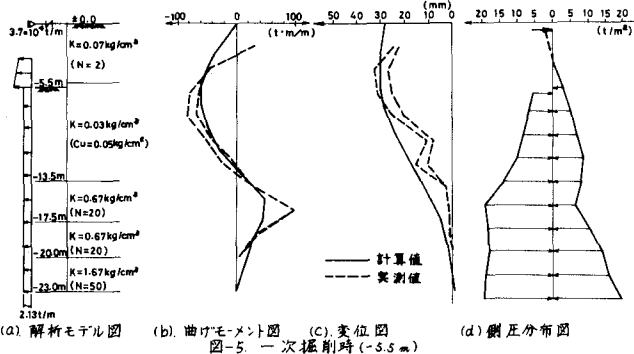
図-4～図-6に各掘削段階における解析モデル図、曲げモーメント図、変位図、側圧分布図を示した。これによると、解析解と実測値は、よく一致している。



5. あとがき 以上の解析例で示したように、ここで提案した解析法は、多段切梁を伴う土留掘削解析に非常に有効であると考えられる。

この解析法の問題点は、壁体変位の大きさに無関係に、パネ剛性を一定としたことにあり、そのため、主働土圧を下回る側圧分布が解析結果として得られる場合がある。

この点を改良するためには、側圧がある一定値に達した部分で、地盤は、それ以後の荷重増分に対して抵抗しないものとして増分法などによる非線形解析を行えばよいと考えられる。



参考文献

- 1) 松尾稔, 富永真生「土圧」鹿島出版会
- 2) 樋口, 弥永「連続グイの地盤反力におよぼす影響についての実験的考察」