

はじめに

従来, 筆者が開削時の地盤挙動に影響を及ぼす要因のうち, 安定係数, 掘入水長, 切はりアロード等について, 主として弾塑性法により各要因の影響程度を解析を行なってきた。壁体を弾塑性バネで支保したばかりと考える当手では, 筆者の経験によれば, 土留工と地盤の全体系を対象とする有限要素法に比べ, 簡便で壁体や支保工の設計に際しては, その信頼度が高いと思われる。また, 有限要素法による全体系の挙動が把握でき, 特に掘削が周辺地盤に及ぼす影響を検討するには非常に有用である。しかしながら, 壁体や支保工に着目すると計算結果を直接, 設計に利用するには多少の問題点も残しているのが現状であると思われる。このような理由から, 筆者が設計業務に従事して十数年間, 土留工の挙動検討に当たっては, 当弾塑性法を主として利用してきたことがある。ここでは, 標記の要因が土留工の挙動に及ぼす影響程度を検討した結果を報告するものがあるが, これは実際の施工に当たって検討されたものであり, 必ずしも各要因の影響程度を知るための最適なケースとは言い難いかもしれない。

### 1. 壁体剛性の影響

壁体剛性の影響を検討するために設定した土質条件と施工順序を図-1に示す。実際の現場においても, 土質試験, 現場測定が行なわれ, 土質定数はこれらの結果に基づいて定められている。この中で, 水平地盤係数の決定に当たっては, 既に議論の余地がある所であるが, ここでは, 従来のものである。この項に関する説明と同様, 土質定数の決り方についてはふれぬことにする。壁体として鋼鉄板Ⅲ型 ( $E_2I_2$ ), 鋼鉄板Ⅳ型 ( $E_2I_2 = 1.95E_2I_0$ ), 地下連続壁 ( $E_2I_2 = 17E_2I_0$ , 60cm厚) を考え, 壁体剛性以外は全く同一の条件下で計算を行った。計算結果の一部を図-2及び表-1に示す。図-2は最終掘削時の変位及び曲げモーメントを示している。鋼鉄板Ⅲ型の最大変位は掘削面よりやや上で生じ, 大きさは4.7cm, Ⅳ型になると最大変位は掘削面よりやや下で生じ, 4.1cm, 地下連続壁の場合は掘削面付近では3.0cmであるが, 最大変位は壁体下端で生じ, 4.1cmである。鋼鉄板Ⅲ型の場合に比べ, 他のケースから最大変位が88%と低減することになる。さらに, 曲げ剛性が非常に大きくなると変形パターンが変化し得る可能性があることは注意すべきである。曲げモーメントの最大値は11t/mの場合掘削面よりやや上で生じている。表-1の切はり軸力は各段の切はり軸力の最大値を示しており, 地下連続壁の場合には3段切はりの軸力が他に比べて非常に大きくなるという特徴がある。

### 2. 切はり剛性の影響

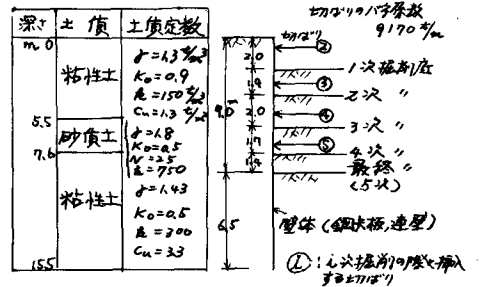


図-1 土質条件と施工順序

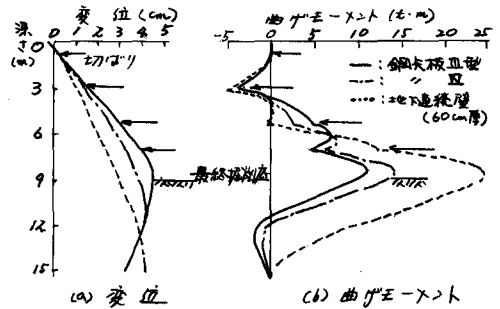


図-2 壁体剛性の影響

表-1 切はり軸力

|       | 鋼鉄板Ⅲ型 | Ⅳ型との比 |     |
|-------|-------|-------|-----|
|       |       | Ⅳ型    | 連壁  |
| 1段切はり | 7.3   | 1.0   | 1.1 |
| 2段 "  | 46.2  | 1.0   | 1.3 |
| 3段 "  | 26.1  | 1.2   | 1.9 |
| 4段 "  | 58.4  | 0.9   | 0.7 |

H-300 の切はり鋼-1 に示す鉛直間隔及び水平間隔を3mに配置されるときバネ係数は9170 N/mとなる。(規格巾149mm) 切はり剛性の影響も検討するため上記仮定値の他、これを10倍、100倍、又はバネ係数を設定した、10倍の91700 N/m、250mm厚のRCスラブを各段に打設した場合の応答を算出し、実地試験と比較し剛性を支保構造とみる。切はり剛性を仮定させた以外は、図-1の条件と全く同一である。剛性が大きくなるに伴い振動応答が上向きに生じた最大変位は、46.8mm、43.6mm、43.4mmと増加するが、剛性は100倍に12まであり効果は期待できない。また、最大曲げモーメントは2割程度、剛性増加に伴い減少した。一般の工事では支保工(切はり)材として、極端に剛性のない部材を用いることはなく、通常、切はりのバネ係数の問題よりは、切はりと隣接した壁体との密着度が重要な要因と見よう。

| 深さ<br>m | 土質     | 土質定数                                                                     |
|---------|--------|--------------------------------------------------------------------------|
| 0       | 粘性土(1) | $\gamma = 1.6 \text{ t/m}^3$<br>$K_0 = 0.8$<br>$C_u = 2.6 \text{ t/m}^2$ |
| 15      | 粘性土(2) | $\gamma = 1.6 \text{ t/m}^3$<br>$K_0 = 0.6$<br>$C_u = 4.0 \text{ t/m}^2$ |
| 16      | 砂礫     | $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$<br>$K_0 = 0.5$                              |
| 21      |        |                                                                          |

(注) 水平地盤係数  
粘性土(1): 60 N/m<sup>2</sup>  
粘性土(2): 200  
砂 礫: 1500

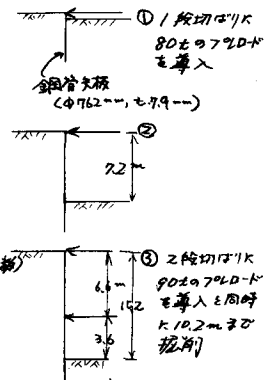


図-3 土質条件と施工順序

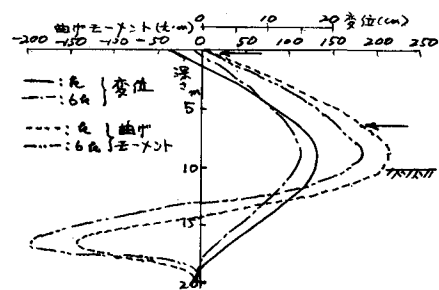


図-4 水平地盤係数の影響(変位・モーメント)

### 3. 切はり間隔の影響

切はり間隔以外は、図-1に示す条件をとり計算を行った。2~3mの間隔について計算した結果、最大変位は46.2mm~49.5mmの間で変化する程度であり、1m程度切はり間隔が大きくなる、2m全体として変位に大きな影響を与えないことが示された。ただし、切はり設置前の壁体と地盤の変位が生じる事実を知っており、切はり設置による影響の大きさも切はりの変位拘束効果で減る。

### 4. 地盤係数の影響

図-3に示す条件のもとで、地盤係数の影響も検討するため、ある基準の水平地盤係数を2, 4, 6倍した時の変位、曲げモーメントがどのように変化するを示したのが図-4, 5である。図-4には、2と6倍の場合を示しているが、2と4倍は二つの中間に入ってくる。6倍の場合、最大曲げモーメントの最大変位は他の3ケースの場合と異なり振動応答が6mm下向きとなる。図-5は、水平地盤係数の基準値を2と、4と、6との場合の最大変位に振動応答上に示す最大曲げモーメントの値を示している。今回の計算は特殊条件下の実地例に準拠しているが、水平地盤係数が土留工の挙動に及ぼす影響は非常に大きいといえる。現実においては、土質定数から土留工のための水平地盤係数を推定する方法が確立されていない。考えられるのは同一条件下で数回のバランシングをすることであり、事前の挙動予測の精度に及ぼす地盤係数の影響は極めて大である。

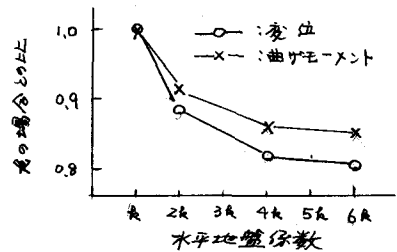


図-5 水平地盤係数の影響(変位・モーメント)

あとがき

土留工の挙動予測は、事前に精度よく行うことは困難であるが認識のすゝめ、施工の各段階で段階的に挙動予測を行い、施工管理を行う。しかしながら、事前に精度よく、適切な土留工の設計を行うには必要であることと、現場に待たれることとあり、簡便かつ精度のよい予測手法の確立が望まれる。そのために土留工と地盤の相互作用を考慮した土質定数を適切に定める必要がある。