

III-B 106 透水係数の異なる粘性土地山におけるシールドの側圧係数に関する研究

東京都立大学工学部

正会員 土門 剛、西村和夫

（株）大林組（元都立大学院生）

正会員 早崎篤史

帝都高速度交通営団（元都立大学生）

正会員 川岸康人

1. まえがき

シールド覆工の設計に用いられる設計用水平土圧の値は、いわゆる土水分離の考え方の場合には鉛直有効土圧にのみ側圧係数を乗じて有効水平土圧を算定されているが、土水一体の考え方の場合には鉛直全土圧に側圧係数を乗じて算定されるため、結果として水圧に対しても側圧係数のかかった値として算定されることになる。したがって、水圧の卓越する地山では土水一体の考え方を採用すると曲げの卓越したモデルとなり設計には不利となる場合もある。一方では、土水一体として採用される粘性土地山においても長期的には土水分離状態とする概念もあるが、具体的に時間を考慮して取り扱った指針等がないために、現行の設計法に準じて土圧を算定せざるを得ない状況となっている。

そこで本報告では、透水係数の異なる地山モデルの水圧载荷実験で土水圧を計測するとともに、その計測値から逆算されるみかけの側圧係数をもとにして、载荷圧、载荷履歴、および時間依存の面から土水分離の適用性について考察した。その結果、実験スケールでは透水係数をひとつのパラメータとして土水分離の適用性について評価できることを示した。

表-1 地山モデル物性

地山モデル	単位体積重量 (gf/cm^3)	含水比 (%)	透水係数 (cm/sec)
粘性土A	1.77	42.8	2.2×10^{-6}
粘性土B	1.82	30.2	6.8×10^{-8}

2. 実験概要

2-1 地山モデル

表-1のように透水係数の異なる2種類の

粘性土を用いた。まず粘性土Aについてはカオリンと標準砂を重量比7:3の割合で少量の水を加えながら練り混ぜたものである。一方、粘性土Bについてはカオリン、ベントナイト、標準砂をそれぞれ約2:1:7の割合でやはり水を加えながら練り混ぜたものを用いた。

2-2 実験装置

実験槽はアクリル製の外箱と内箱の二重構造となっている（図-1）。外箱は連結管を介してスタンドパイプと接続されており、このスタンドパイプ内の水位を上下させることで、内箱内にあらかじめ打設・養生した地山モデルに対して、水圧载荷・除荷させることができ

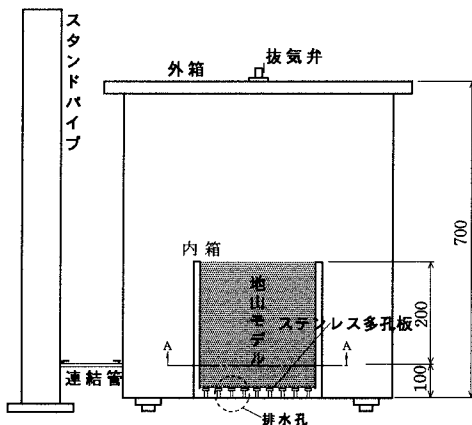


図-1 実験装置概略図

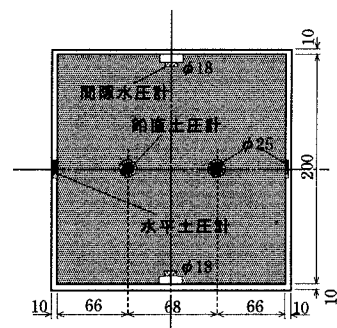


図-2 A-A断面（計測値設置断面）

る。図-2に計測器の設置状況を示す。鉛直・水平の各土圧計および間隙水圧計をそれぞれ2個ずつ地山内の同レベルに設置している。

2-3 実験方法

地山材料の打設終了後、打設によって残留した過剰な圧力を消散させるため地表面上に5cm程度水を張った状態で内箱底面に設けられた排水孔から水を抜いて養生した。その後、図-3のステップで水圧・土圧・土圧計をそれぞれ2個ずつ地山内の同レベルに設置している。

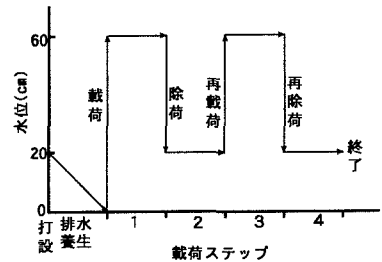


図-3 水位変化による載荷ステップ

3. みかけの側圧係数

実験から得られた計測値を次式に代入し、土水分離、一体の

考え方それぞれのみかけの側圧係数 λ_{sep} 、 λ_{con} を求める。「みかけの」としたのは、計測値から逆算した値と真の側圧係数とを区別するためである。

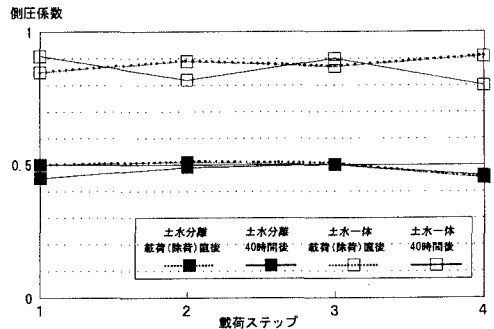
$$\text{土水分離: } \lambda_{sep} = \frac{ph-u}{pv-u}$$

$$\text{土水一体: } \lambda_{con} = \frac{ph}{pv}$$

ここで、 pv は鉛直全土圧、 ph は水平全土圧、 u は間隙水圧である。次節では、この値をもとに、それぞれの地山モデルの土水分離の考え方の適用性、すなわち有効土圧的な考え方の適用性について考察する。

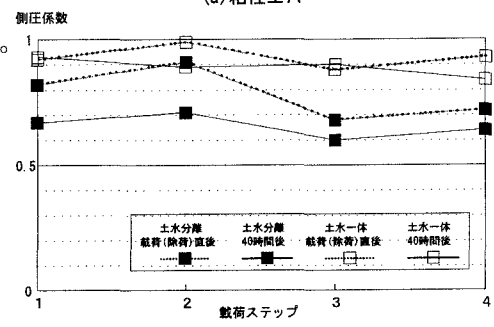
4. 各地山モデルの土水分離の適用性について

図-4は、各地山モデルの分離、一体それぞれの側圧係数を、各ステップにおける載荷(除荷)直後と40時間後について示したものである。同図(a)は粘性土Aについてのグラフである。土水分離によるものは載荷圧及び履歴によらずその値はほぼ一定であり、また各載荷ステップにおける載荷(除荷)直後の値と土水圧安定が確認された40時間後の値もほとんど同値であった。ところが、土水一体によるものについて見ると、載荷圧によって凹凸が見られる。したがって、水圧の大きさ・履歴および時間依存を含めて総合的に判断すると土水分離が適用できる地山であるといえる。



(a) 粘性土A

同図(b)は粘性土Bの側圧係数のグラフである。分離、一体どれもその値が一定にはなっていない。また、分離における載荷(除荷)直後の値と40時間後の値を比較すると一体のものに比べてその差が大きい。計測結果については示していないが、これは計測項目のうちの間隙水圧及び水平全土圧の挙動が40時間経過しても一定ではなかったことに起因している。土水圧が安定しない期間すなわち短期的には土水分離は適用できない地山であるといえる。



(b) 粘性土B

図-4 各載荷ステップにおける側圧係数

5. 今後の課題

今後の課題について、主なものを以下に示す。

- ① 透水係数 10^{-8} オーダーの地山材料の再検討。
- ② 実験スケールでの評価から、実地盤への適用の試み。