

Ⅲ-668

砂・粘土混合地山におけるシールド土圧に関する基礎的実験(2)

東京都立大学工学部 正 会 員 土 門 剛
 東京都立大学大学院 学生会員 ○早崎 篤史
 東京都立大学工学部 正 会 員 西村 和夫

1. はじめに

シールド覆工の設計用土圧は、掘削対象地山が砂質土か粘性土かによって、それぞれ土水分離、土水一体の考え方で算定されている。掘削対象領域のすべてがいわゆる砂あるいは粘土である場合には、この考え方をういた設計が妥当なものであると考えられるが、短期的には土水一体、長期的には土水分離的な挙動を示すと考えられる砂・粘土混合地山では、どちらの考え方を適用すべきかの判断が難しい。

このことから、筆者らは、砂・粘土混合地山の土水圧のメカニズムを解明するために、特に水圧の卓越した地山を想定したモデル地山による水圧载荷実験を実施している。そこで本報では、前回の報告の中で述べた実験手法および実験装置等に改良を加えて実施した混合地山の水圧载荷実験の結果の一部と、計測結果から算出される側方土圧係数に関して得られた知見について報告する。

2. 実験概要

実験手法等で改良を加えた点は次の2点である（比較のために、参考文献1）を参照されたい。

①水圧载荷方法の簡便化と、打設作業性の向上を図るため、実験槽（内箱）を小さくする（図-1）。

②間隙水圧測定の精度向上を図るため、ひずみゲージ式間隙水圧計から、高性能半導体センサーを改良した間隙水圧計に変える。

以上を改良し、混合地山（カオリン：砂の重量比＝6：4）

の水圧载荷実験を実施した。

水圧载荷実験を行う前に、モデル地山の飽和度を高めるとともに、打設時の過剰な圧力を消散させる目的で排水養生した。排水養生後直ちに、図-2のように荷重ステップ4段階で水圧を载荷・除荷し、各ステップとも水位を一定に保ったまま24時間の鉛直・水平土圧および間隙水圧を計測した。

3. 実験結果および考察

実験で得られた計測結果を図-3～図-5に、これらの値を次式に代入して得られた側方土圧係数について図-6に示す。

$$\text{土水分離の考え方：}\lambda = \frac{p_h - u}{p_v - u} \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\text{土水一体の考え方：}\lambda = \frac{p_h}{p_v} \quad \cdots \cdots (2)$$

ここで、 λ ：側方土圧係数、 p_v ：鉛直方向全土圧、 p_h ：水平方向全土圧、 u ：間隙水圧 である。

図-3に鉛直方向の全土圧の経時変化を示す。混合地山の単位体積重量(γ_{sat})は 1.9 gf/cm^3 であるので、計測値は理論土被り土圧より若干上回っていることになる。これは、土中内に埋設された土圧計に応力集中が働いたためと考えられるが、計測器の許容誤差から考えてほぼ理論土被り土圧が作用していると考えられる。

図-4に水平方向の全土圧の経時変化を示す。どのステップでも载荷あるいは除荷直後に低下し、その後は一定

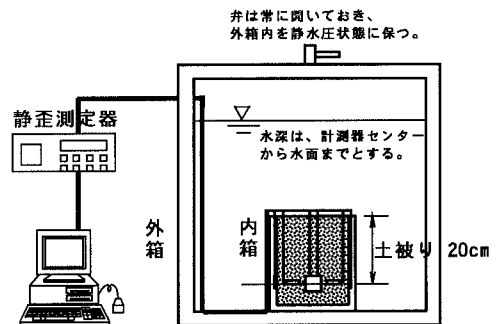


図-1 実験装置

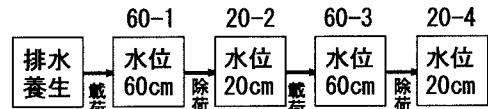


図-2 荷重ステップ

となった。また、荷重履歴の影響がほとんどない。

図-5に間隙水圧の経時変化を示す。各ステップともに载荷後わずか1時間足らずで理論静水圧に達している。

図-6に(1)、(2)式から求めた側方土圧係数の経時変化を示す。経過時間に関してみると、上述の载荷あるいは除荷直後の水平土圧・間隙水圧の低下の影響を受けて、側方土圧係数にも载荷・除荷直後に変動がみられるが、その後は分離、一体ともに時間経過にかかわらずほぼ一定、すなわち時間依存性がみられない。ところが水圧の影響に関してみると、分離では水深によらずほぼ0.4前後であるが、一体では、係数の値に水圧に依存する傾向が見られ、水位の低いとき(20-2、20-4)には係数が0.7、高いとき(60-1、60-3)には0.9弱となった。つまり、土水一体の考え方では水圧依存性があるという結果となった。

今回の計測結果から得られる側方土圧係数は、土圧および間隙水圧の計測値の変動の影響を受けやすいため係数の定量的な評価は難しいものの、定性的には前回報告した混合地山と同様に、土水一体の考え方による側方土圧係数では水圧依存性が見られた。一方、土水分離の考え方での側方土圧係数には、時間依存性および水圧依存性がないことから係数の値を一意的に決定できる。したがって、今回選定した混合地山は分離の考え方に相当するものであると判断できる。

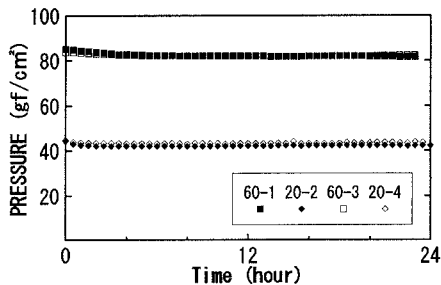


図-3 鉛直方向全土圧の経時変化

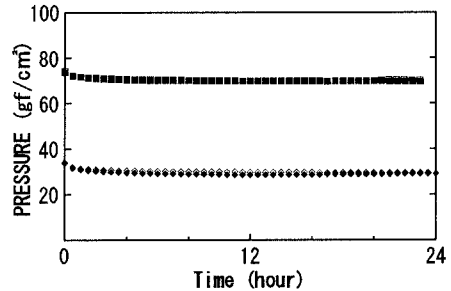


図-4 水平方向全土圧の経時変化

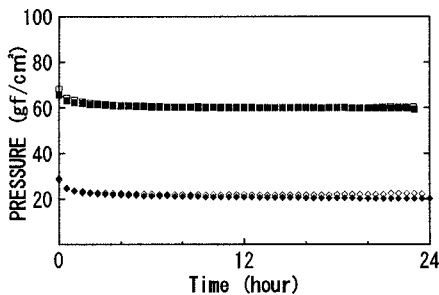


図-5 間隙水圧の経時変化

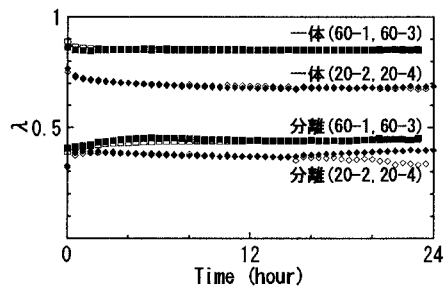


図-6 側方土圧係数の経時変化

4. おわりに

本報では、混合地山の一例として、カオリン：砂を6：4の重量比で練り混ぜた地山について実験結果を報告した。この水圧载荷実験から、現行の考え方では土水一体と考えられるような粘土分の多い材料でも、側方土圧係数で評価すると分離の考え方で取り扱ったほうが望ましいという結果を得た。

今後の課題としては、今回の材料よりも粘土分の多い材料をはじめ砂分ゼロの粘土にまで範囲を広げ、側方土圧係数に関して定量的評価を試みる予定である。また、定量的な評価の実現のために、実験装置等にさらに工夫を重ねて、より再現性の高い実験手法を確立していこうと考えている。

【参考文献】1)土門ほか：砂・粘土混合地山におけるシールド土圧の基礎的実験、土木学会49回年次講演会、Ⅲ-684、1994.9