

粘性土地盤におけるシールド工事の地盤沈下に関する実験的研究

傍 奥村組技術研究所 正員 ○有本勝二 酒井清八

1. まえがき

軟弱地盤をシールドを用いて施工する際、シールドの前方、周辺の領域に隆起、沈下などの地盤変位が生じているものの、掘削過程での変位の発生メカニズムについては、明確にされていない点が多いように思われる。

今回、軟弱地盤として粘性土地盤を取り上げ、泥水シールド工法により掘削した場合の、切羽前方の地盤変位、地中応力の発生形態について、室内試験を行い検討を加えたので報告する。

2. 実験方法

泥水シールドで、泥水圧が作用している状態での掘削中の、地盤変位、地中応力の変化の把握に関する実験にあたっては、相似性を考慮して試料土の選定、掘削機構などの調整を行うことが最良の方法であるが、トンネルの静力学模型実験に関しては、確立された相似則がないのが現状である。この実験では、挙動の把握を目的とした定性的な要素実験であり、相似則は考慮していない。

実験に用いたシールドは図-1に示すように、外径20cm、掘進長8cmの泥水シールドであり、カッター板の回転数、シールドの掘進速度および泥水の載荷圧が変更可能な装置とし、これらをパラメータとして表-1の範囲で変化させて実験を行った。

実験は、含水比60%、粘着力0.02kgf/cm²の軟弱なカオリンクレーを地盤材料に用い、均一に造成した後、各要因の載荷を行いシールド縦断方向の地盤変位、地中応力を測定した。ここでは、その内、地盤変位の実験結果について述べる。

3. 実験結果と考察

実験の結果は次のとおりである。写真-1に泥水圧の載荷による地盤変位の測定結果を示す。シールドの掘進速度、カッター板の回転数を同一にして、泥水圧を載荷した場合と載荷しない場合、その地盤変位量（先行隆起）は、泥水圧を載荷した方が大きく、掘削取込量は、泥水圧を載荷しないものに比べて少量であった。また泥水圧を変化させた場合の地盤変位は、泥水圧の高い方が低い方に比べて変位量は大きく、掘削取込量は、少なくなる傾向があり、泥水圧の載荷により地盤に影響を与えていることを示した。これは、動的

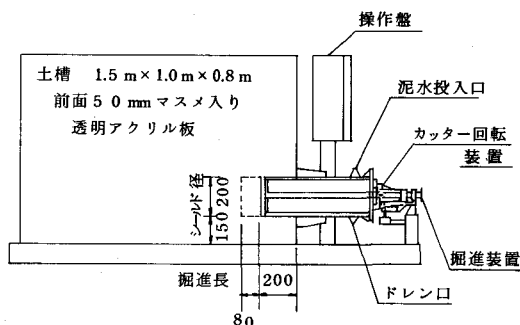
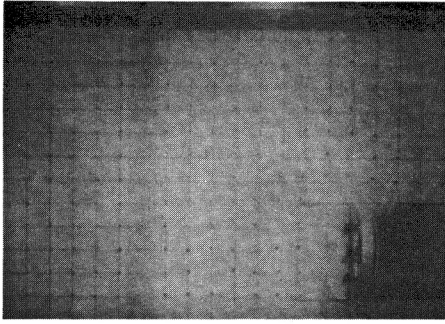


図-1 動的実験装置図

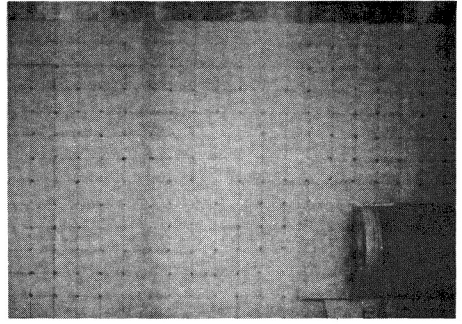
土被り比 土被り/シールド径	泥水圧 gf/cm ² (シールドセンター)	掘進速度 cm/min	カッター板回転数 -1 min
1.0~2.5	0~90	0.1~1.0	3~20

表-1 パラメータの範囲

Katsuzi ARIMOTO, Seihachi SAKAI,



(泥水圧を載荷したとき)



(泥水圧を載荷しないとき)

写真-1 泥水圧の影響

条件下においても、泥水圧は地盤に伝達されており、軟弱粘性土地盤での泥水圧は、シールド切羽前面の地盤に作用し切羽を、安定させる働きがあるものと推定される。

次に、泥水の載荷圧を一定にして、掘進速度、カッター板の回転数を変化させて地盤変位を測定した結果、掘進速度と掘削取込量の関係は、泥水の作用時でも地盤の変位に大きく影響することが確認された。このことから、泥水シールドにおいても、掘進速度、掘削取込量等の管理は、地盤沈下対策に大きなウェイトを示すものと言える。

図-2に地盤変位の影響範囲と土被り比の関係を示す。結果、縦断方向の地盤変位は、土被り比に関係なくシールド切羽上部の地表面を中心として、シールド切羽下端を半径とした円周域で、ほぼ表わされた。これは伊藤らの弾性地山での地表面沈下に対する境界要素法三次元解析結果での先行沈下の生じる領域と一致した関係を示した。またその変位量は、シールド切羽より遠ざかるにつれて小さくなり、地表面では、土被り比が大きくなる程、小さくなることが確認された。

これは、森らが粘土混り砂や石膏粘土に対して、棒が地中に貫入するときの地表面の変化量を貫入した棒の体積で割り膨張率として求めた研究での、土被り深さが大きくなると膨張率は、減少するという結果と同様の傾向となった。

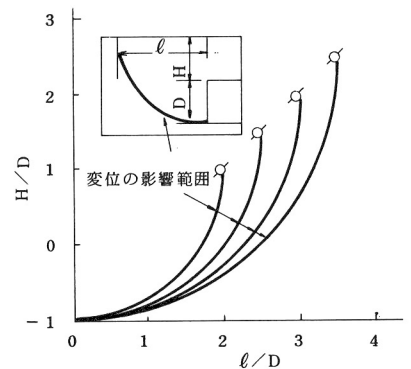


図-2 土被りと変位の影響範囲

4. あとがき

今回の実験から、軟弱粘性土地盤を泥水シールドで施工する場合、泥水の影響が周辺地盤に伝達されていることが確認され、シールド掘進に伴う地盤変位の発生メカニズムについては、その影響範囲、変位の発生形態などに関する研究報告、現場での計測結果を支持する実験結果が得られた。これらのことから、泥水圧を十分に管理している泥水シールド工法は、地盤変位の抑制に対して効果のある工法であると言える。

参考文献

- 1) 伊藤他：トンネル掘削によって生じる地表面沈下の境界要素法による三次元解析 土木学会論文集第327号
- 2) 森 麟：シールド小模型による地盤の変化と推進抵抗の研究 土木学会関東支部 昭和40年7月