

群馬大学	学生員	梅澤 勲
東電設計株式会社	正会員	阿南 健一
群馬大学	正会員	鵜飼 恵三
群馬大学		井田 寿朗

1. はじめに

シールド工法において立坑よりシールドマシンを発進させる際、山留め壁を除去する必要があるが生じる。しかし、山留め壁除去時に背面地山の安定が図れない場合、土砂が流入し安全性や施工性を損なうため、山留め壁の背面側に地盤改良を施し地山の安定を保ちながらシールドマシンを発進させている。しかし、このとき施工される地盤改良は仮設工事であるにも関わらずコストが高いものとなっており、いっそうのコストダウンが求められている。本研究では模型実験を行うことによりシールド発進部の力学的挙動を明らかにし、地盤改良範囲設計法の見直しについて検討を行うものとする。

2. 実験方法

実験は図1のような大型土槽中に1/10モデル（シールド径を4mとしたとき）のシールド発進部を設けた立坑（シールド径：0.40m、立坑：幅0.75m×奥行き1.00m×深さ1.80m）を設置する。実際の立坑掘削をモデル化するために初期状態では立坑内部に砂が存在し、これを逐次掘削し立坑を構築後、シールド切羽部分を変位させ切羽部に作用する土圧の計測を行った。

模型地盤は表1に示す物性を持つ気中乾燥状態の小名浜砂を使用し、空中落下法により密度1.62tf/m³の地盤を作成した。立坑の掘削は30cm毎に6段階に分けて行い、掘削過程における切羽土圧の変化を計測した。またシールド切羽の開放は切羽部を変位速度0.1mm/minで引くことによりモデル化し切羽土圧の計測を行った。実験の制約から、切羽土圧の計測は地盤作成および立坑掘削時には土圧計、切羽開放時にはロードセルを使用した。立坑掘削から切羽開放へ実験を変える時、両方で計測した土圧がほぼ一致したことから、それぞれの計器は信頼できるものと思われる。実験は同様なケースを3回実施した。

表1 試料物性値

試料名	小名浜砂
単位体積重量	1.62 (tf/m ³)
内部摩擦角	42°
粘着力	0 (tf/m ³)

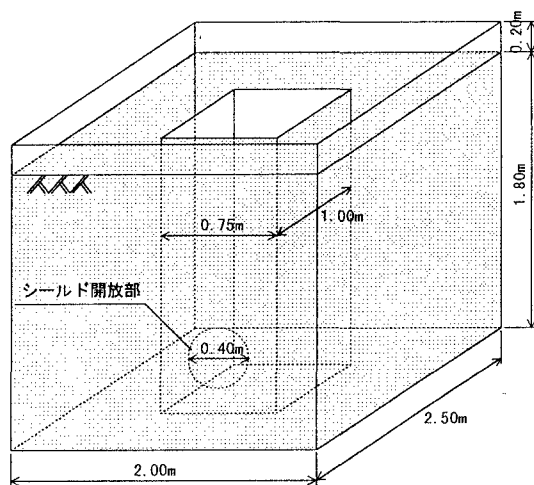


図1 実験装置

3. 実験結果

図2に立坑掘削過程からシールド切羽開放までの切羽土圧の推移を示す。静止土圧状態であるはずの掘削前の土圧は、Jakyの式による静止土圧に比べ小さな値を示している。これは実験の制約上、立坑を設置した状態から地盤を作成したため、その際に生じる山留め壁の微小な変形により背面地盤がすでに主働側へと移行しているためと考えられる。

立坑掘削過程では掘削による山留め壁変位により背面地盤がさらに主働側へと移行していくため、切羽土圧は掘削深さに応じて減少している。また、6次掘削中に切羽土圧が上昇しているが、これは土圧計設置位置よりも下部を掘削することにより背面地盤の応力開放が起こり、周囲への応力の再配分が生じたものと考えられる。

図3にスケールを変えた切羽変位量と切羽土圧との関係を示す。切羽部分を変位させ主働状態にした場合、土圧は急激に減少し変位が0.3mm付近に達すると土圧は一定の値へと収束する。これは切羽付近において砂がアーチングを起こし、応力の再配分が生じたものと考えられる。また、土圧が一定値となる0.3mmの変位量はシールド径40cmと比較し0.1%程度の微小な変位であり、実際のシールド径に換算しても数mmのオーダーであると予想される。

現状の地盤改良範囲の設計で用いられているランキンレザールの主働土圧と本研究の類似問題として挙げられる村山の式（トンネルの切羽安定解析）による切羽土圧を実験における主働土圧と比較した場合、両者とも実験値よりかなり大きな値を示している。特にランキンレザールの主働土圧はゆるみの概念を考慮していないため大きな値となっている。また、2次元的なゆるみ領域を考えている村山の式に対し、3次元的にゆるみが生じる模型実験ではさらに小さな領域のみがゆるむため土圧が小さくなっていると考えられる。

4. まとめ

本研究よりシールド発進部の安定性に関して以下のような結論を得た。

- ①設計に用いている主働土圧は実際より大きな値となっている。
- ②立坑掘削時における山留め壁の変形は、切羽土圧に大きな影響を与える。

【参考文献】

- 1) 村山、遠藤ら（1966）：機械化トンネルシールドの切羽面の安定に関する実験的研究、土木学会第21回年次学術講演会講演概要集
- 2) 阿南、鶴飼ら（1996）：シールド発進部の力学的特性に関する研究、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集

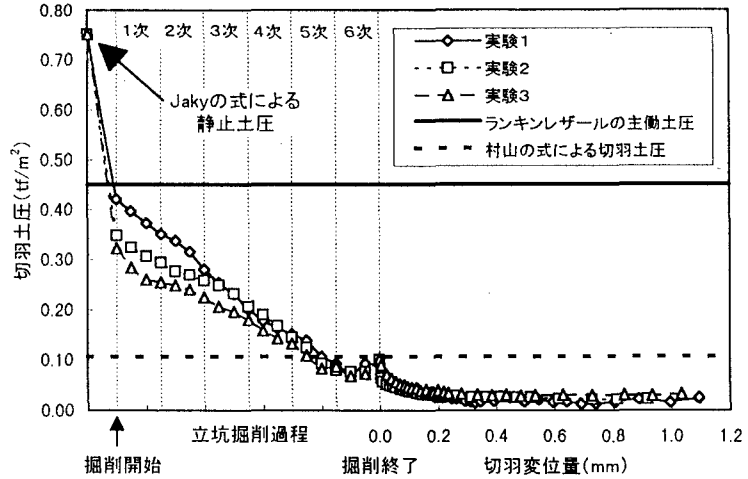


図2 立坑掘削および切羽開放時の切羽土圧

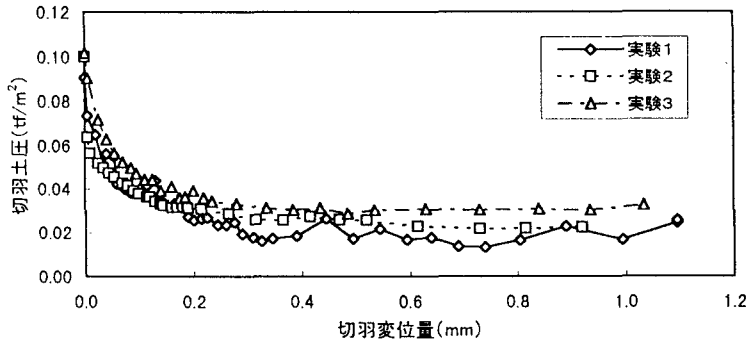


図3 切羽変位量と切羽土圧の関係