

III-B 167

シールド発進部の力学的特性に関する研究

東電設計株式会社 正 ○ 阿南 健一
群馬大学 正 鶴飼 恵三
群馬大学 井田 寿朗

1. 研究目的

シールドマシンを発進させるために、山留め壁を取り除いたときの地山の安定のために地盤改良が多く実施されている。現在シールド発進部における地盤改良範囲の設計は、薬液注入協会などの設計資料を元に行われている。これらの設計は、主に2次元的に設計されているが、シールド発進部は円形であるため、この部分の挙動については三次元性を考慮することがより望ましい。本研究では三次元性を考慮することにより地盤改良範囲の縮小によるコストダウンの可能性について検討することを目的とした。

2. 検討方法

本研究では簡単な模型実験と、現状の設計法、2次元FEM、3次元FEMのそれぞれの計算とを比較した。模型実験は、図1に示すように 75cm×50cm×50cm の土槽を用いた。また、シールド発進部として 15cm の円形の穴を設け、この部分の円盤を一定速度で引くことにより土留めの開放をモデル化し、その時の土圧を計測した。実験には空中乾燥状態の小名浜砂を用いた。試料の物性を表1に示す。実験ケースは土被りが1D、2D、3D(Dはシールド径=15cm)の3ケースを実施し土被りによる土圧の影響を調べた。

解析は、模型実験における土被り2Dのケースについて計算を行なった。現状の設計法としては、ランキンの主動土圧が主に用いられているためこれに従い算定した。メッシュのデザインは、2次元FEMでは、切羽中心断面を2次元としたモデル、3次元FEMでは、切羽中心をモデル中心とする半断面モデルにて行った。(図2、図3)。また、切羽のある土槽面には、砂と土槽壁面との摩擦を考慮している。2次元、3次元FEMともに、砂は非関連流れ則弾完全塑性モデルを仮定した。計算は実験と同様に切羽部分を強制変位させることにより実施した。

表 1 試料物性値	
試料名	小名浜砂
単位体積重量	1.59 (tf/m ³)
内部摩擦角	42°
粘着力	0 (tf/m ²)
弾性係数	500 (tf/m ²)

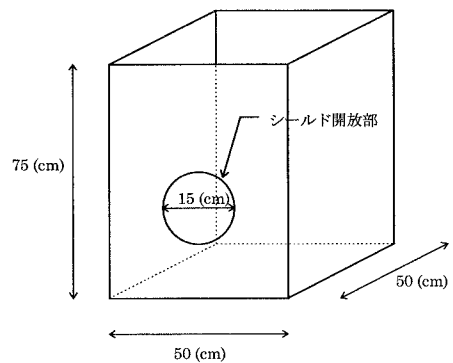


図 1 実験装置

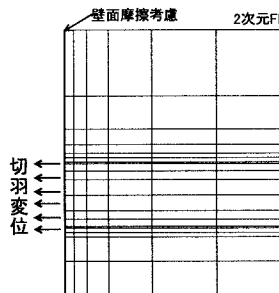


図3 2次元FEMメッシュ図

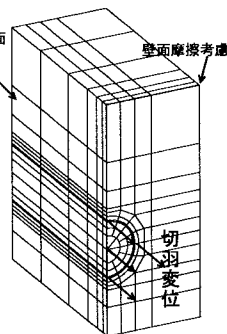


図3 3次元FEMメッシュ図

3. 結果

模型実験での、土被りの違いによる土圧の影響の比較を図4に示す。この結果、初期の静止土圧は土被りに比例した値を示している。しかし、切羽部分を変位させ主動土圧状態にした場合、土圧は急激に減少する。さらに変位が0.1mm付近からは、すべてのケースにてほぼ同じ一定値となっていることがわかる。これは、シールド切羽付近にて砂がアーチングを起こし、応力の再配分が起きているためであると考えられる。土圧が一定値となる0.1mmの変位は、切羽15cmと比較し0.07%程度のごく微少な変位であり、実際のシールド径に置き換えても数mmのオーダーである。

次に模型実験の結果と計算結果との比較を図5に示す。現設計によるランキン土圧は、実験や2次元、3次元のFEM結果より大きな値を示しており、土圧の評価は大きくなっている。2次元や3次元のFEMは、模型実験と同様に切羽部分が変位することにより急速に土圧が減少する結果となっている。さらに全体的には、計測誤差のため多少ばらついてはいるが3次元FEMと比較的一致している。2次元FEMは、これに比べ全体的に大きめの値となっている。

結果を考察すると、ランキン土圧については、ゆるみなどの概念が考慮されていない

ため最も大きな値を与えている。一方、2次元FEMでは、ゆるみが2次元的であり、3次元FEMや模型実験は3次元的にゆるみ（応力の再配分）がおきているため、3次元FEMが実験を最も良くシミュレートできていると考えられる。

4. 結論

本研究より、シールド発進部の安定性に関して次の結論が得られた。

- ①砂質土地盤の場合、ゆるみがおきることにより土被りにほとんど影響されず土圧は一定値となる。
- ②設計に用いている主動土圧は、実際よりかなり大きめを与える。
- ③シールド発進部に3次元性を考慮することで、実際の土圧に近い解析値を得ることができる。

最後に本研究の実験を行なっていただいた尾内氏（現三井不動産建設）に感謝いたします。

参考文献

- 1)薬液注入工 設計資料，平成5年度版，日本薬液注入協会
- 2)ジェットグラウト工法技術資料，平成6年6月（第4版），日本ジェットグラウト協会

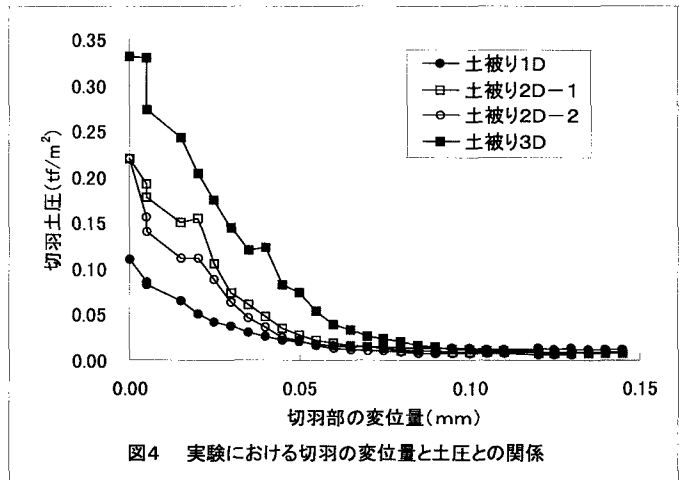


図4 実験における切羽の変位置と土圧との関係

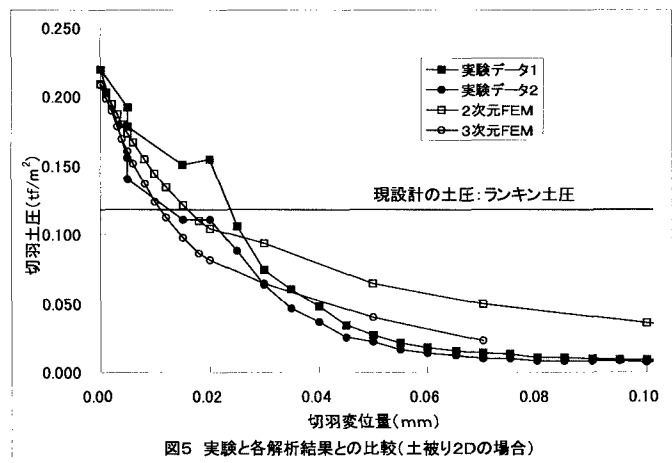


図5 実験と各解析結果との比較(土被り2Dの場合)