

III-261

複円形特殊断面シールドの模型実験

J R 東日本東京工事事務所 正会員 土井博巳
株式会社 熊谷組 正会員 河内汎友
日立造船株式会社 西田昭二

1. まえがき

京葉線京橋トンネルで採用された複円形特殊断面シールド機（MFシールド）の設計に当たりシールド機に加わる外力、形状に起因する機械のクセを推定しその対応を検討するため、模型実験をおこなった。

2. 模型実験の方法

実験装置は、掘削反力の影響を調べることが目的としていることから、切羽面を自立させて掘削することで泥水式シールドと同様の結果が得られると判断し計画した。（図-2）

この装置は、実機の1/25の縮尺で土砂タンク、シールド本体、移動架台と推進装置、カッター軸系と駆動装置および運転制御ユニットで構成されている。

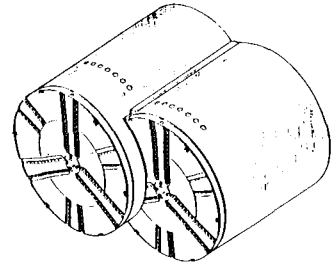
計測項目は、不釣合い力をもとめるためにシールド本体に加わる力を主に測定することとした。

計測項目は

- カッタートルク（左右軸）
- カッター軸に加わるスラスト（左右軸）
- カッター軸に加わる曲げモーメント（左右軸）
- シールド本体押込力（左右軸）
- 土砂タンク内壁面、底面の土圧
- シールド本体チャンパー内土圧（左右シールド）
- 土砂の貫入抵抗、含水比などの地山状況

である。

図-1 シールド機外観図



実験用地盤には鋳物用7号珪砂を用い、造成は試料砂と水をスラリー状にしてサンドポンプでタンクに投入し、バイブレーターで振動させて圧密しタンク底面より真空ポンプによる脱水を行った。

実験は地盤造成後カッターで掘進しながらシールド本体を押し込める。この際カッターの回転方向、回転数、掘進速度を種々変化させ測定した。

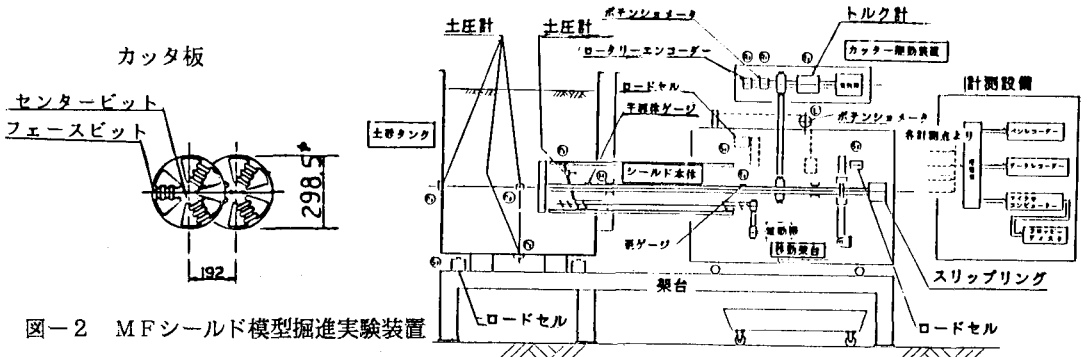


図-2 MFシールド模型掘進実験装置

3. 実験結果

測定データにより面板A, Bのスラストとトルクを比較した。図-3、図-4

スラストに関しては面板面積比1.32より大きな係数となり、先行面板の受け持つスラストが大きくなっている。トルクに関しては面板外周比1.35より大きな値となり、先行面板のトルクの方が大きい。

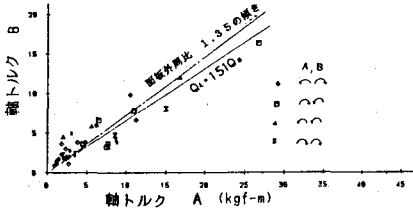


図-3 カッタ軸A, Bの軸トルク比較

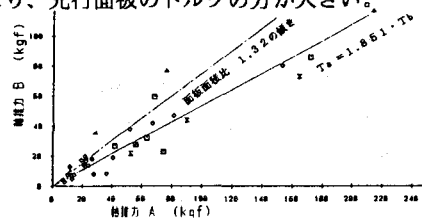


図-4 カッタ軸A, Bの軸スラスト比較

4. 実験結果の実機への対応

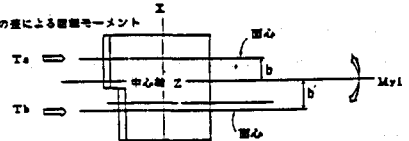
測定されたスラスト、トルクによりシールドを回転させるモーメントについて考えてみる。

(1) 水平面内旋回モーメント（ヨーイング） M_y

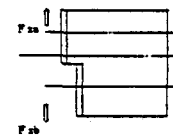
$$M_y = M_{y1} + M_{y2} + M_{y3} = M_{y1}$$

- ・スラスト差による回転モーメント $M_{y1} = 0,0353 T_a$
- ・水平方向力によるモーメント $M_{y2} = 0$
- ・地盤のゆるみによるモーメント $M_{y3} = 0$

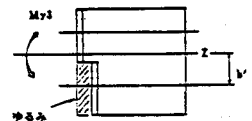
① スラストの差による回転モーメント



② 水平方向力によるモーメント



③ 地山のゆるみによるモーメント



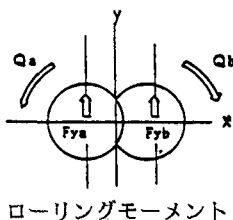
(2) ローリングモーメント M_z

$$M_z = M_{z1} + M_{z2}$$

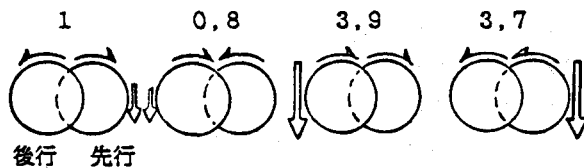
- ・トルク差によるモーメント $M_{z1} = Q_A - Q_B$
- ・面板に作用する垂直分力差によるモーメント $M_{z2} = F_{ya} \times b - F_{yb} \times b'$

(1), (2) より, M_r は面板の回転方向に関係なく進行方向に回り、右へ曲がりやすい。

M_z は面板の回転方向によってそれぞれ下図の比でモーメントが作用する。



ローリング力（実験値）



5. あとがき

実験結果より想定されるモーメントの M_y については、左右ジャッキの推力差で十分打ち消される大きさである。また、 M_z についても回転方向をある一定の回数で変えるのと、余掘と可動ソリを組み合わせたものとで十分対応でき修正可能であると考えられる。

以上の結果により直進のための推進方法を設計し実施施工を行う予定である。また、実施施工の際には、今までよりシールド機の姿勢測定装置により精密なものをを用い情報化施工を行う予定である。実験の計画実施にあたり、東京大学工学部、松本教授、国鉄東京第一工事局、丹羽前局長に多大なご指導を頂き、また実験及び解析には（株）日立造船技術研究所に協力をいただき、厚く御礼申し上げます。