

III-53

多円形断面シールド(MFシールド)の模型実験 その7

— MFシールドの円形シールドに対する比による総合評価 —

東京理科大学 松本 嘉司

(株)熊谷組 新井 時夫・大田 弘・喜多 信仁

三菱重工業㈱ 波多腰 明・大石 善啓

1. はじめに

MFシールドの掘削特性を解明する目的で模型実験を実施した¹⁾。本文においては、各実験結果におけるMFシールドの円形シールドに対する比(以下MF指数と称す)によるMFシールドの総合評価について報告する。

2. 負荷特性

図-1に、総カッタートルクと V/f の直線回帰式から算定したカッタートルクに関するMF指数 T_{MF} を示す。 T_{MF} は、横型MFシールドでは0.31~0.46、縦型MFシールドでは0.18~0.29であり、 V/f が大きくなるに従い増加するが、いずれも今回実験を行った V/f の範囲では収束している。また、これらの値は実機シールドのトルク算定式²⁾ $T = \alpha D^3$ (α :トルク係数、 D :シールド径)を用いて以下のように計算されるMF指数 T_{MF}^* と比べて小さい。

$$T_{MF}^* = \frac{\alpha \times 0.7^3 + \alpha \times 0.7^3 \times 0.73}{\alpha \times 1.0^3} = 0.59$$

(0.73はカッター軸回りの断面1次モーメントに関する後行と先行の比)

図-2に、総推進力 F に関するMF指数 F_{MF} を示す。 F_{MF} は、横型MFシールドでは0.75、縦型MFシールドでは上部先行型で0.59~0.61、下部先行型で0.64~0.65である。実機シールドの掘削断面あたりの総推進力はおおよそ一定値であり²⁾、この関係を用いて求めるMF指数 F_{MF}^* は、MFシールドと円形シールドの掘削断面面積の比0.86となり、実験による F_{MF} の方が小さい。

3. 切羽安定性

切羽安定性のMF指数として、横断方向地表面沈下分布より求めた地表面最大沈下量に関するMF指数 $\delta_{\max-MF}$ 、横断面方向の沈下面積に関するMF指数 δ_{A-MF} 、また、コーン指数の低下高さに関するMF指数 h_{MF} を表-1に示す。

$\delta_{\max-MF}$ 、 δ_{A-MF} 、 h_{MF} はシールド型式にかかわらずいずれも1.0以下であり、MFシールドの切羽安定性は円形シールドより優れている。また、縦型MFシールドのこれらのMF指数は、上部先行型と下部先行型で大差はなく、横型MFシールドよりも小さい。

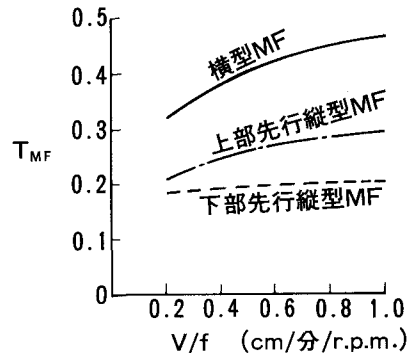
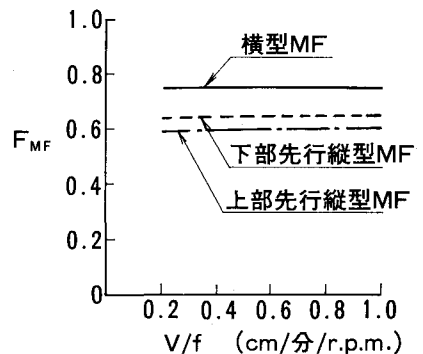
図-1 T_{MF} と V/f の関係図-2 F_{MF} と V/f の関係

表-1 切羽安定性に関するMF指数

	横型MF	上部先行縦型MF	下部先行縦型MF
$\delta_{\max-MF}$	0.82	0.37	0.40
δ_{A-MF}	0.69	0.21	0.22
h_{MF}	1.00	0.83	0.83

4. 姿勢制御性

ヨーイングモーメント M_y に関するMF指数 M_{yMF} およびローリングモーメント M_r に関するMF指数 M_{rMF} を図-3、4に示す。なお、 M_y および M_r は正または負となるが、 M_{yMF} 、 M_{rMF} は絶対値で評価した。また、これらの図は、先行カッターと後行カッターの回転数が同一の場合のMF指数を示したものである。

M_{yMF} は、 V/f に依存しており、また、同一のシールド型式でもカッターの回転方向により値が異なるが、その最大値は実験範囲（ $0.2 < V/f < 1.0$ ）において、横型MFシールド0.71、縦型MFシールドでは上部先行型0.46、下部先行型0.28である。これらの値はいずれも1.0より小さく、MFシールドのヨーイングモーメントは円形シールドよりも小さい。

M_{rMF} の最大値は、実験範囲において横型MFシールド0.49、縦型MFシールドでは、上部先行型0.40、下部先行型0.30であり、いずれも1.0より小さい。また、同一のシールド型式における M_{rMF} は、先行と後行のカッターが同方向に回転する方が大きい。

ピッチングモーメント M_p については、円形シールドの M_p が0（シールドの自重による不釣り合いモーメントを実験対象外としている）のためMF指数を算定できない。しかし、MFシールドの M_p は、図-5に示すようにいずれのシールド型式においても円形シールドの M_y より十分小さな値である。

5. まとめ

多円形断面シールド（MFシールド）の模型実験結果をMF指数により定量的に評価した。その結果、負荷特性、切羽安定性、および姿勢制御性に関するMF指数はいずれも1以下であり、MFシールドは、円形シールドに比べ優れていることがわかった。

6. 謝辞

多円形断面シールドの一連の研究にあたり、ご指導いただいた東京大学西松裕一教授・小長井一男助教授・杉本光隆助手をはじめ関係者の皆様方に感謝の意を表します。

<参考文献>1) 松本嘉司他：多円形断面シールド（MFシールド）の模型実験 その3、土木学会第44回年次学術講演会、1989年10月

2) 土木学会：トンネル標準示方書（シールド編）・同解説、1986年6月

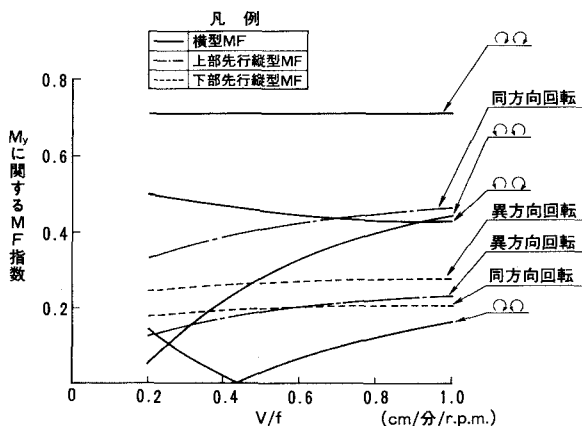


図-3 M_y に関するMF指数

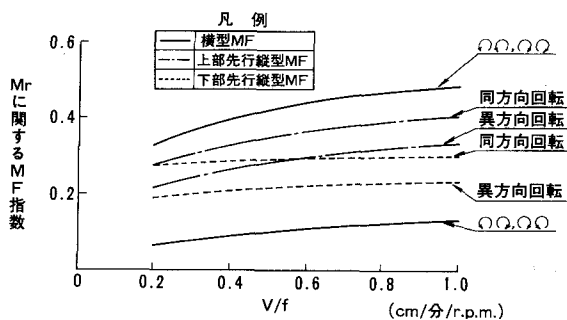


図-4 M_r に関するMF指数

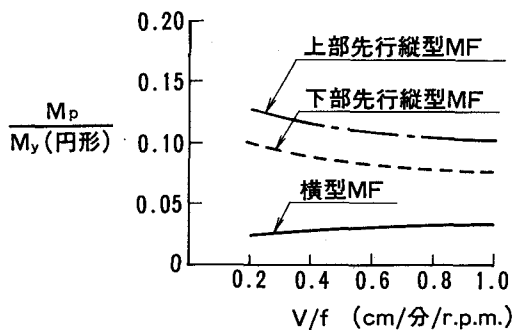


図-5 M_p/M_y (円形)と V/f の関係