

VI-227

3連MFシールド姿勢変化特性に関する研究（その4）

一実証実験における姿勢変化特性について

大阪市交通局	正会員 高崎 肇
同 上	柴田 裕
鹿島建設（株）技術研究所	正会員○田中 益弘
同 上 土木技術本部	正会員 玉井 達郎
同 上 機械部	中川 毅

1. はじめに

この報文は、3連MFシールド機の掘削により地山から受ける抵抗の違いから生じる姿勢変化を把握するために実施した実機の1/10のモデルシールドによる掘進実験結果について示すものである。

2. 3連MFシールドの角度変化特性

3連MFシールドのヨーイング、ピッチング、ローリング方向の角度変化特性は、式（1）に示す運動モデルで与えられる¹⁾。

$$\frac{d\theta_i}{dz} = K_{i11}Mj_i + K_{i12} \quad \text{----- (1)}$$

$$\frac{d\theta_r}{dz} = K_{r11}M_r + K_{r12} \quad \text{----- (2)}$$

ここに K_{i11} および K_{i12} ($i=y, p$) は運動モデルの係数である。

K_{i11} は旋回モーメントによる機械の曲がりやすさを表し、 K_{i12} はシールドジャッキにより発生する旋回モーメント Mj_i および、カッター回転により発生するモーメント M_i 以外の角度が変化する項を示すもので、シールド機の自重や癖（シールド機の組立誤差など）によって発生するモーメントである。

運動モデルの係数 K_{i12} については例えば、図-1に示すようなシールド機の旋回性能を考えて、地盤反力係数 K とシールド機の形状寸法で表した。

この係数と旋回モーメント（ヨーイングとピッチングはジャッキモーメント、ローリングはカッター回転によるモーメント）により、単位掘進距離当たりの角度変化は以下のように表される。

$$\begin{aligned} \text{ヨーイング (Y)} \quad \text{-----} \quad \frac{d\theta_y}{dz} &= \frac{24}{K \cdot L^4 D} \cdot My \\ \text{ピッチング (P)} \quad \text{-----} \quad \frac{d\theta_p}{dz} &= \frac{24}{K \cdot L^4 \cdot (D+2L_1)} \cdot Mp \quad \text{---- (3)} \\ \text{ローリング (R)} \quad \text{-----} \quad \frac{d\theta_r}{dz} &= \frac{1}{2KL^2L_1^2L_2} \cdot Mr \end{aligned}$$

ここに

- $\frac{d\theta_i}{dz}$: 単位掘進距離当たりの角度変化
 $(i=y, p, r)$
 K : 地盤反力係数
 L : 機長
 D : 直径
 L_1 : カッター間距離
 L_2 : ローリング時地盤作用長

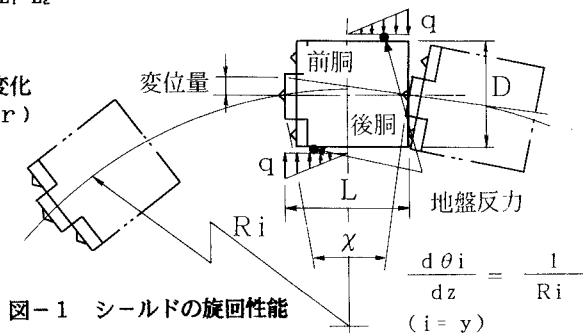


図-1 シールドの旋回性能

3. 実験結果

図-2はヨーイングについて、ジャッキモーメント M_{jy} と単位掘進距離当たりの角度変化 $d\theta_y/dz$ の関係を示したものである。

図中の直線は実験データを最小二乗法で近似したものである。

図からモーメント M_{jy} の増加とともに、単位掘進距離当たりの角度変化 $d\theta_y/dz$ は、ほぼ直線的に増加していることがわかる。これらの傾向はこれまでの単円形や2連MFと同様な傾向である。

図-3はピッチングについて、ジャッキモーメント M_{jp} と単位掘進距離当たりの角度変化 $d\theta_p/dz$ の関係を示したものである。

ヨーイングに比べてバラツキは大きいので線形関係にあるとはいえないが、ジャッキモーメントの増加とともに単位掘進距離当たりの角度変化もほぼ増加する傾向にある。

図-4はローリングについて、カッター回転によるモーメント M_r と、単位掘進距離当たりの角度変化 $d\theta_r/dz$ の関係を示したものである。バラツキは大きいカッター回転によるモーメントの増加とともに単位掘進距離当たりの角度変化も増加する傾向にある。なお、掘進中のローリング角を発生させる力は瞬時であるが、その微小変化量を100mm掘進距離に換算した角度変化の値である。しかし、実験の掘進データからは、100mm掘進で $\pm 5'$ 以内であり、余掘り2mm ($\pm 1.3'$)より小さくことをからみて、余掘りの緩んだ地山中でのローリング変化であり、テール部のゴムシールを変化させたときの影響も無視出来なくなるので、ローリングの角度変化とモーメントとの関係は有意でない。

表-1は、式(3)で求めた運動モデルの係数 K_{ij} と図2~4までの実験データの直線の勾配を比較したものである。

この結果、ローリングについてはデータが有意でないので対比できないが、ヨーイングおよびピッチングについては、ほぼ近似していることがわかる。なお、ローリングについては前報(その2)の要素実験で(3)式がほぼ適用できている。

このことから式(3)で3連MFシールドの運動特性が、ほぼ評価できることが推定される。

4. まとめ

実証実験から3連MFシールド実験機の姿勢変化特性を把握することが出来た。

実験結果から実験機の運転方案手法を提案したので、今後実験データの解析を行い3連MFシールドの姿勢変化特性と運転制御について検討する所存である。

参考文献¹⁾ 清水他；多連マルチフェイスシールド掘進機の位置・姿勢制御に関する研究、第49回土木学会年講 1994

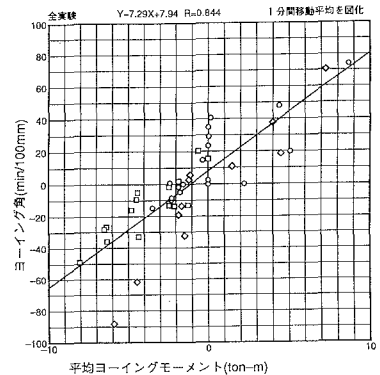
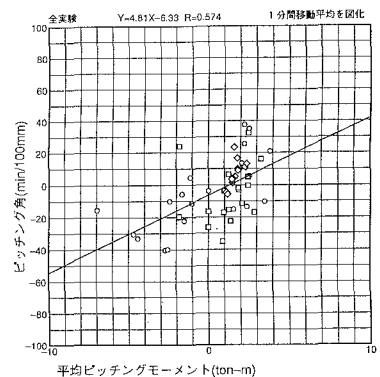


図-2 ジャッキモーメントと角度変化



ジャッキモーメントと角度変化

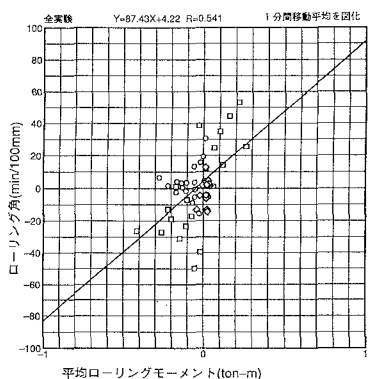


図-4 カッター回転によるモーメントと角度変化

表-1 運動モデル係数の比較表

	計算値	実測値
ヨーイング	1.00×10^{-2}	1.40×10^{-2}
ピッチング	2.15×10^{-2}	2.12×10^{-2}
ローリング	2.59×10^{-3}	2.54×10^{-2}