

3連MFシールド姿勢変化特性に関する研究(その5)

-施工実績および実験結果との対比について-

大阪市交通局 正会員 葛野恒夫
 大阪市交通局 正会員 高崎 肇
 鹿島建設(株) 技術研究所 正会員 田中益弘
 日立造船(株) 技術研究所 正会員 清水賀之

1. はじめに

大阪市交通局は、大深度地下駅の構築に最適と考えられる3連MFシールド工法を、この度、世界で初めて大阪市地下鉄7号線大阪ビジネスパーク(OBP)駅工事で使用した。この3連MFシールド工法により駅を構築するには設計、施工上解明すべき課題は多い。これらの課題のひとつである機械の姿勢制御方法を策定するために一連の研究を実施した。まず、実機の施工前に、機械の位置と姿勢の制御手法を含めた運転方を策定する目的で、実機の1/25の要素実験および1/10の実証実験を行った。要素実験(その1, 2)では、実機の1/25の模型を用いて条件の明らかな人工地山で、機械の掘削特性と姿勢変化特性などの基本特性を把握した。さらに実証実験(その3, 4)では、1/10の模型を用いて実地盤で泥水工法を適用し、上記基本特性の確認を行った。これら実験結果から実機の姿勢制御に関する運転方を提案するとともに、実機データを解析することにより姿勢制御手法の評価ならびに見直しを行っている。本報ではこれら一連の研究のうち、実機データ解析の概要について報告する。

2. 実験結果による実機の姿勢制御手法

図-1に実機の姿勢制御手法の概要を示す。掘進中の機械の姿勢(角度)を監視しながら、その角度が管理限界値を超えた場合に、図中に示す優先順位で制御装置を作動させ修正モーメントを発生させる。実機には56本のシールドジャッキが装備されている。このうち上部24本には200tfジャッキが、また下部32本には300tfジャッキが設けられ、自重などによる下向きモーメントの補正手段としている。実験により、水平面内(ヨーイング方向)と鉛直面内(ピッチング方向)の角度変化の傾向を推定し、装備したシールドジャッキによる旋回モーメントで線形管理が十分可能であることを明らかにした。またローリング角は、面盤の回転パターンを変えることにより制御する。実験

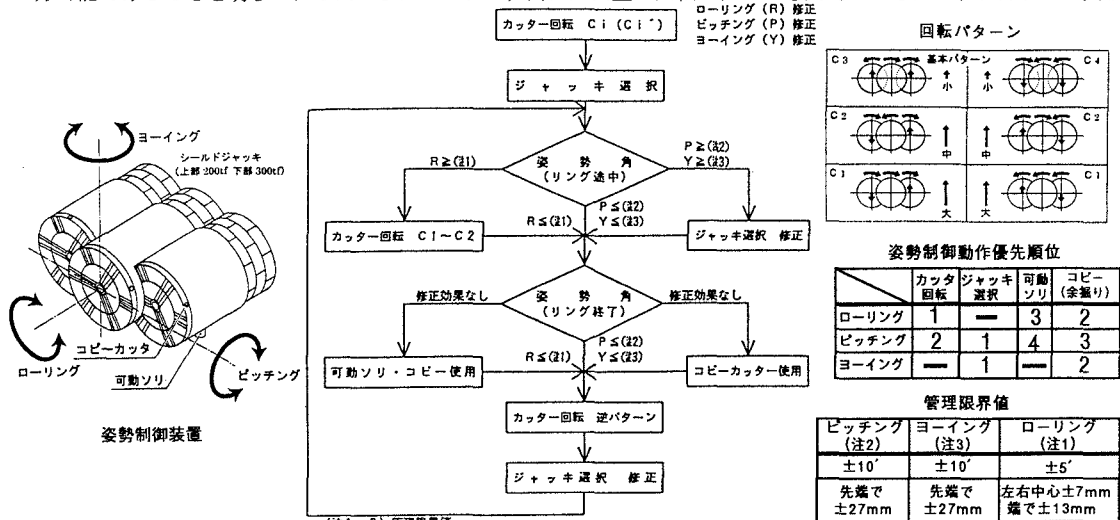


図-1 姿勢制御手法の概要

により、1) 回転パターンの選択により掘削トルクや掘削反力の大きさや方向が変わり、最大で基本パターン（図-1）の約3倍の旋回モーメントが得られる。2) 本工事現場では、機械のローリング角が変化するときの機械外周部の地山の抵抗が大きいため、ローリング角を制御するためには、余掘りをするにより地山をゆるめながら、適切な回転パターンを選択する必要があることなどが明らかになった。

3. 実機の運転状態と実機データ解析結果

実機は、掘進速度約1.5cm/min、3面盤の回転数0.86rpmで運転された。姿勢制御に関しては、主にジャッキパターンの選択と、回転パターンにより対応した。回転パターンについては運転条件あるいは機械の癖等により、機械は右回りにローリングする傾向があったので、3面盤の回転をすべて右回りとする回転パターンを主に選択し、余掘りを適宜行いながら、掘削トルクなどによる旋回モーメントを左回りに最大に発生するような条件で掘進した。

図-2は、各リングの先行面盤と左部後行面盤掘削トルクの平均値を比較したものである。なお解析は、発進直後の凍結区間をぬけた15から93リングのデータで行った。模型実験結果では、断面1次モーメント比以上に先行面盤の負担率が大きくなっていたが、実機の場合には、その割合はほぼ断面1次モーメント比（本機の場合約0.72）となっている。

図-3は、実機の運転状況の1例として、掘進中の機械の旋回モーメントと角度変化の傾向を示したものである。実機はジャッキパターンの選択により運転されており、1リング掘進中に数パターンが選択され姿勢制御された。一定の旋回モーメントを与えながら機械の角度が徐々に変化している。ヨーイング、ピッチング方向ともジャッキパターンの選択により十分姿勢制御可能であった。

図-4は、23リングから31リングまでのデータで、ピッチング方向について、旋回モーメントと単位掘進距離あたりの角度変化の関係を示したものである。解析したデータは少ないが旋回モーメントと単位掘進距離あたりの角度変化は線形の関係にある。

4. まとめ

実機は平成7年3月末、93リングまで掘進を終了しており、現在、収集した運転データを詳細に解析中である。得られた解析結果をもとに要素実験および実証実験で提案された運転制御手法の評価、見直しを行い3連MFシールド掘進機の運転制御方案の最適化をはかるとともに、今後3連MFシールド掘進機を含めたMFシールド掘進機を設計・製作するうえでの資料として役立てていきたいと考えている。

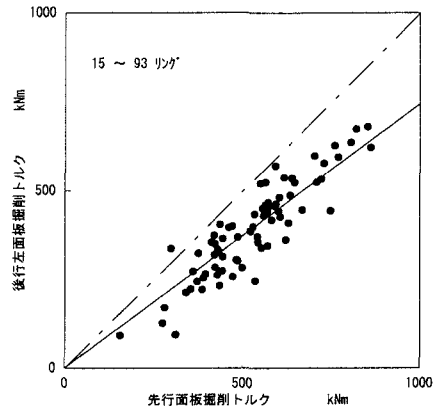


図-2 先行面盤と後行面盤のトルク負担率

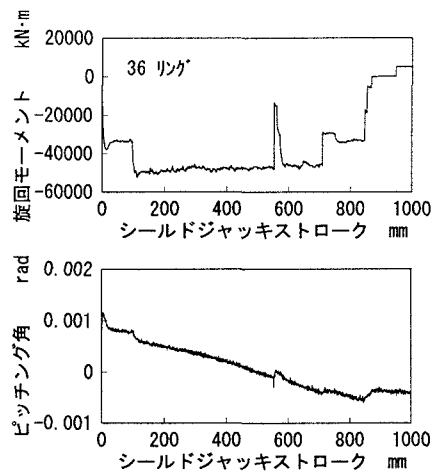


図-3 1リング中の姿勢制御

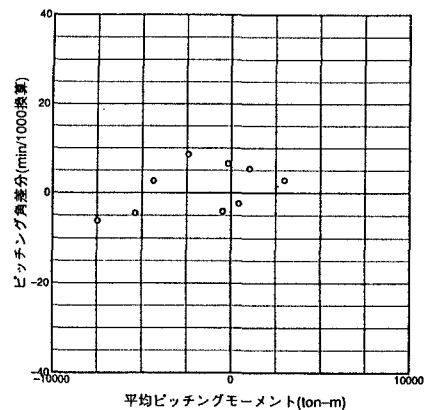


図-4 旋回モーメントと単位掘進距離あたりの角度変化の関係（ピッチング方向）