

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 ○正員 松本善一
正員 杉本禎男
正員 小林英夫

1. まえがき

シールド機の方角制御方式として、シールド機の姿勢角及び計画線からのずれを監視しながら最適なシールド機の掘進軌跡を描かせる方法が考えられる。特に電電公社で計画中のM-2号機は、内径1200 mmの小断面で、掘進距離500 m、施工精度±20 cmを目標としているので、シールド機の方角制御を自動的に、かつ精度に行うことが不可欠の課題となっている。そこで、M-2号機と想定した小断面シールドモデル実験機(外径822 mmφ)を用いて掘進実験を実施し、掘進特性、方角制御方法の検討を行っているが、その結果が一部まとまり、こので御報告する。

2. 実験機の概要

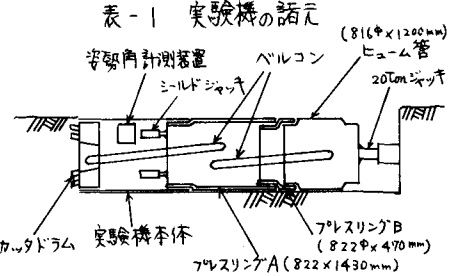
実験機の諸元は、表-1に示すとおりであり、4本のシールドジャッキのストローク長及びジャッキスピードをそれぞれ単独にコントロール可能であること、及びカッタドラムの回転数と正転逆転とも制御可能であることに特長がある。

外 径	822 mmφ
全 長	1,590 mm
シールドジャッキ	推力 6.5 Ton
	ストローク長 200 mm, 0~200 mm/min
	本 数 4 本
カッタドラム	カッタトルク 1,200 kg・m
	カッタ回転数 0~5 R.P.M.

3. 掘進実験の概要

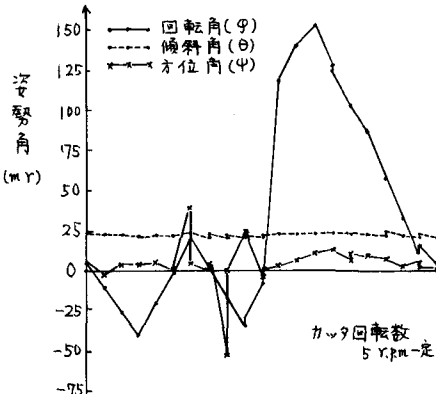
実験機の機能確認及び掘進特性の概略的な把握を目的として図-1に示す地上掘進実験を行う。

掘進は、シールドジャッキの伸び及びカッタドラムの回転による掘削により前進し(1掘進20 cm)、掘進後20 TonジャッキでプレスリングA(M-2号機のパワーユニット部を想定して挿入したもの)、ヒューム管等を後押しする。ヒューム管は、約6掘進(120 cm)に1コの割合で追加挿入する。



4. 実験結果及び考察

(1)、姿勢角……カッタドラムの回転方向、シールドジャッキのストローク差、ジャッキスピード等掘進条件を変えた場合の実験機の姿勢角(回転角、傾斜角、方位角)の変化を図-2に示す。これより回転角は、カッタドラムの回転方向と逆方向にはほぼ直線的に変化しており、回転角速度は、正転時0.08 mR/sec、逆転時0.10 mR/secで、カッタドラムの回転方向により有意差があり、シールドジャッキのストローク差、ジャッキスピードの変化は、あまり顕著な影響を与えていない。また、傾斜角は、20 cmの掘進中に5 cmの上下方向のストローク差をつけて掘進したところ、平均約2 mR/1掘進の下向きの変化を示しており、全体としては、20 mR程度の上向きの姿勢を保っている。方位角については、ジャッキ操作を左右均等に行、くの、やや右よりの掘進(4.6 mR/1掘進)を示している。



掘進回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
カッタドラム回転方向	正	正	正	逆	逆	正	正	正	逆	逆	正	正	逆	逆	正	正	正	正	正	正
ストローク差(cm)	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10
ジャッキスピード(mR/min)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

図-2 姿勢角の変化

(2). 鉛直, 水平変位……………光学測量により測定した鉛直, 水平位置の変位量を図-3に示す。シールド機は, 上昇気味(3.4mの掘進で6mmの変位)で, やや右方向(3.4mの掘進で21mmの変位)に変位しており, この変位量は, 前記姿勢角(傾斜角及び方位角)から求めた変位量とほぼ相関した値となっている。図-3には, 傾斜角及び方位角から求めた鉛直, 水平変位量を破線で示している。

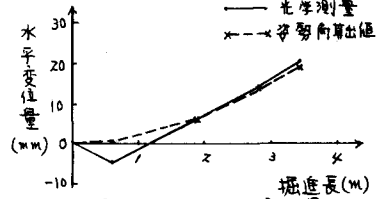
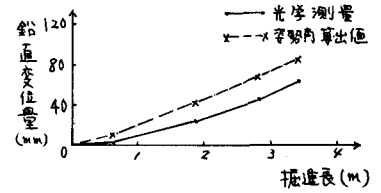


図-3 鉛直, 水平変位量

(3). シールドジャッキ推力……………本実験機の特長の1つであるシールドジャッキのストローク制御を実施した際のシールドジャッキ推力の変化を図-4に示す。この図に示した掘進は, ジャッキスピード0.74 mm/sec, ストローク長を上, 下それぞれ20 cm, 15 cmと1掘進しものである。この図から明らかなように, 4本のシールドジャッキのうち上の1本のジャッキだけが実際の掘進に影響を与えており, 他の3本のジャッキは, 掘削に関与してないことが判明した。このことは, 実験に用いたジャッキがストローク制御を行ってないためと考えられる。

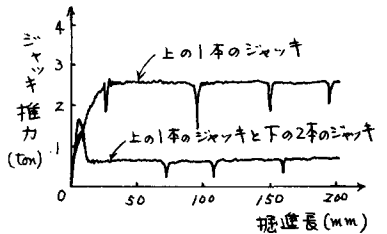


図-4 シールドジャッキ推力

(4). カッタドラムトルク……………掘進時のカッタドラムのトルク量は, 図-5に示すとおり, 0.2~0.5 ton・mで, 本実験においては, カッタの回転方向及びシールドジャッキのスピードはほとんど影響を及ぼさなかった。

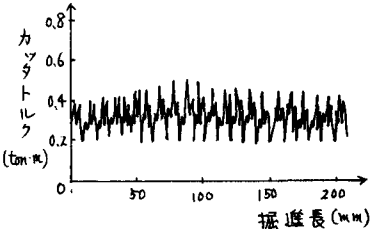


図-5 カッタドラムトルク

(5). 本実験から得られる方向制御方式……………本実験結果に基づくシールド機の方角制御方式として次の方式が考えられる。

ア. 姿勢角のうち回転角は, カッタドラムの回転方向により制御する。

イ. 姿勢角のうち傾斜角, 方位角の修正は, シールドジャッキにより片押しとする。

ウ. 鉛直, 水平変位は, 姿勢角の傾斜角, 方位角と掘進長との積により修正する。

この方式を基本として, シールド機の方角制御方式をフローチャートに描くと, 図-6のとおりとなる。

5. あとがき

シールド機の掘進特性は, 土中において, ながんずく曲線掘進時にあって複雑な様相を呈するものと予想される。本報告は, 時間的制約から地上実験のみの結果報告に止まり, この結果を基にしてシールド機の掘進特性を求め, 将来の目標である方向制御方式について言及した。今後更に地中における掘進実験を実施し, 今回得られた掘進特性とのチェックを行い, よりよいシールド機の方角制御方式を確立することとしたい。

参考文献

- (1). 中野, 山岸, 今中, 小断面シールド工法における施工システムの検討 第31回土木学会

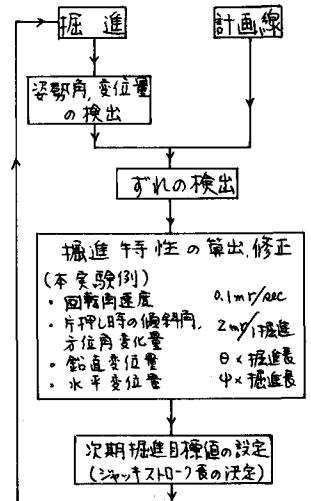


図-6 シールド機方向制御方式のフローチャート