

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○松本喜一
船渡英幸

1. まえがき

シールド機の方向制御方式として、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掘進軌跡を描かせる方法が考えられる。この掘進軌跡は、掘進箇所の土質の特性やシールド機の形状等により異っており、最適な掘進方法がどのようなものが、また、掘進可能な曲率半径の限界はどの程度のものが具体的な方策、数値は、でてないのが現状である。そこで、今回ある種の前提条件を設定し、コンピュータによりシールド機掘進のシミュレーション実験を行い、目標値として曲率半径100m、掘進精度±20cmを満足する最適な掘進方法はどのようなものとなるか、また、その限界はどの程度となるかを求めたので以下御報告する。

2. シミュレーション実験の前提条件

シールド機掘進時の前提条件として、次の条件を設定した。またここで説明するシールド機各部の名称は、図-1のとおりである。

- ①、掘進箇所の土質の特性は、掘進区間や一定であるとし、この土質の特性とシールド機の形状から決定される掘進特性（ここではシールドジャッキの1押しによるシールド機姿勢角の変化を“掘進特性”と定義する）は、一定とする。また、シールド機の押し方としては、直進押し、右押し、左押し、上押し、下押しの5種類とし、それぞれの掘進特性値として表-1の値を設定した。

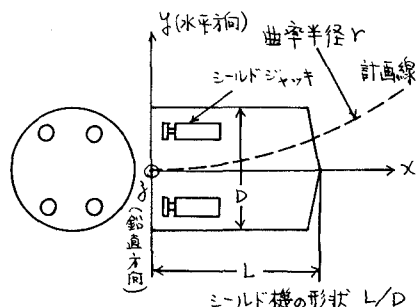


図-1、シールド機各部の名称

- ②、シールドジャッキのストローク長は、毎回一定とし、50cmとする。
- ③、シールド機のローリングは、何らかの方策で、発生しないよう対処可能であるとする。
- ④、計画線としては、曲率半径 r （100～200m）の円で、勾配0とする。

3. シールド機の掘進方法

シールド機の掘進方法として、次の4種類について検討を行った。

- ①、計画線に対する水平、鉛直方向の偏差が、一定値（以下しきい値と呼ぶ）以上になると、その偏差を少なくするよう掘進する。
- ②、計画線に対する姿勢角、水平・鉛直方向の偏差が、一定しきい値以上になると、その偏差を少なくするよう掘進する。
- ③、計画線からの偏差が、最小となるよう掘進する。
- ④、掘進特性から考えられる適当な仮想計画線からの偏差が、最小となるよう掘進する。

4. シミュレーション実験のフローチャート

各掘進方法ごとのシミュレーション実験のフローチャートは、図-2のとおりである。ここで矢印に無表示のものは、掘進方法①、②、③、④それぞれ共通のものである。

5. シミュレーション実験結果及び考察

各掘進方法について掘進条件を変えてシミュレーション実験を行った。表-2に、掘進実験一覧表を、図-3

押し方	姿勢角	掘進特性	備考
直進押し	傾斜角	-1 mrad	(a)と表示する
右押し	方位角	5 mrad	(b)と表示する
	傾斜角	-1 mrad	(a)と表示する
左押し	方位角	-5 mrad	-(b)と表示する
	傾斜角	-1 mrad	(a)と表示する
上押し	傾斜角	-5.2 mrad	0.3°
下押し	傾斜角	2.6 mrad	0.15°

表-1、掘進特性値

～図-6に、実験結果を示す。

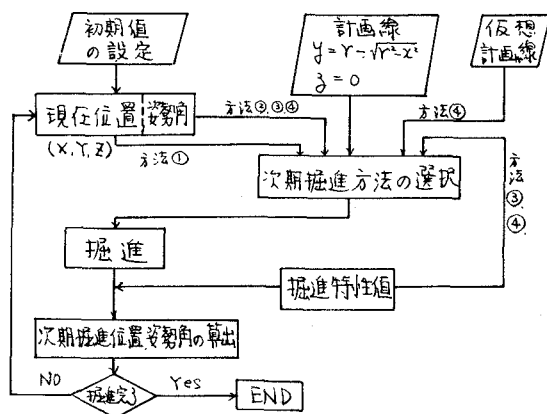


図-2 シミュレーション実験フローチャート

掘進方法	N ₀	曲率半径 (r)	水平鉛直しきい値	姿勢角しきい値	仮想計画線
①	1	100 m	0.001 cm		
	2	200 m	0.001 cm		
	3	200 m	5 cm		
②	4	100 m		0.1°	
	5	200 m	5 cm	0.1°	
	6	200 m		1°	
③	7	100 m			
	8	130 m			
	9	140 m			
	10	200 m			
④	11	100 m			$y = 100 - \sqrt{100^2 - x^2} + 0.05, \theta = 0.07$ 同と初期値の勾配 + 0.01 rad $y = 130 - \sqrt{130^2 - x^2} + 0.05, \theta = 0.07$ 同と初期値の勾配 + 0.01 rad
	12	100 m			
	13	130 m			
	14	130 m			

表-2 掘進実験一覧表

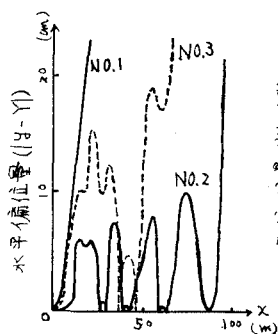


図-3 方法①の場合

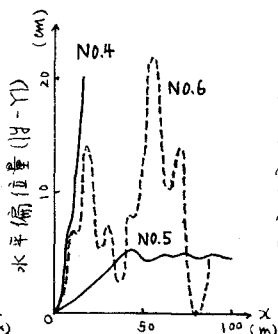


図-4 方法②の場合

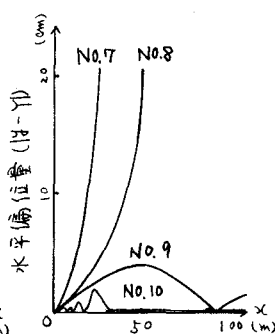


図-5 方法③の場合

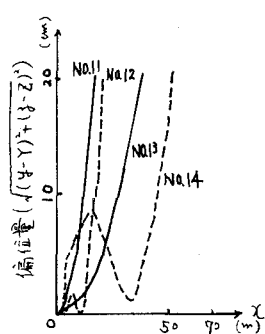


図-6 方法④の場合

以上の実験結果から、次のことが判明した。

(1) 4種類の掘進方法のうち、曲率半径200 m～140 mまでは、掘進方法③が最適であり、計画線からの最大偏差は、曲率半径140 mで約5 cm程度で、非常に追従性がよい。また、曲率半径130 m以下では、掘進方法④が最適となるが、今回の実験結果では、曲率半径130 mで掘進長50 mまで、曲率半径100 mで掘進長20 mまでしか追従できなかった。

(2) 曲率半径が、100 mの場合、今回検討しないいずれの方法でも、計画線のずれを±20 cm未満に押えることは、できなかった。図-7には、表-1の掘進特性値(a), (b)を可変にした場合の曲率半径100 mの掘進可能な範囲を示している。図の斜線部が、掘進可能な範囲である。(掘進方法③による)

6. あとがき

本報告により、ある種の前提条件のもとで、掘進方法、計画線の曲率半径及び掘進特性値を変えた場合の計画線からの偏位量について、定量的な把握を行うことが可能となった。今後は、モデル実験機による掘進実験結果及び土質力学による理論計算等により掘進特性値を明確にするほか、本報告の掘進方法④の仮想計画線の設定について更に詳細な検討を行い、より精密なシミュレーション実験を行う予定である。

参考文献 ① 松本、杉本、小林 小断面シールド実験機(822中)による掘進実験結果について。

第32回土木学会

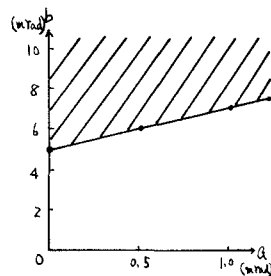


図-7 100 m 掘進可能範囲