

# シールド蛇行修正アルゴリズムの汎用化

地盤工学研究室 石久保将也

指導教員 杉本光隆

## 1. はじめに

シールド機は、計画線形から逸脱して蛇行することがある。その場合は修正線形を設定して、それに沿ってシールド機を計画線形に復帰させる。

既往の研究で、想定した蛇行を基に修正線形を決定する蛇行修正アルゴリズムを開発した。さらに、設定したセグメント修正線形の偏差を最小化するセグメント割付方法を開発し、ある線形でその妥当性を確認した。そこで、本研究では、セグメント割付方法を汎用できるように改良し、その割付方法の妥当性を確認することを目的とする。

## 2. 蛇行修正アルゴリズム

蛇行修正アルゴリズムでは幾何学的条件から直線と円弧から構成される計画修正線形を設定する。

## 3. セグメントの割付方法

本研究で、セグメント割付方法の理論を基に割付システムを改良し、効率化と汎用化を行った。図1にセグメント割付の流れを示す。

### (1) 修正線形の座標入力

蛇行修正アルゴリズムによって算出された修正線形の座標を入力することにより、セグメントの種類選択、継手回転数で使用する値を出力できる。

### (2) セグメントの諸元入力

使用するセグメント(ストレート(S), 片テーパ(T), 両テーパ(TT))の諸元を設定する。

### (3) セグメント種類の選択

修正線形の法線ベクトル間の角度変化にあわせ必要なセグメントを逐次選択する。

### (4) 継手回転数の選択

セグメント切羽側の面ベクトルと修正線形の接線ベクトルが最も近くなるリング間継手回転数を選択する。

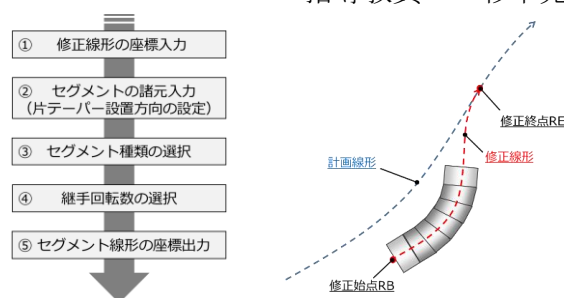


図1 セグメント割付方法の流れ

表1 蛇行量の設定

case No.	水平方向		鉛直方向	
	水平偏差	方位角偏差	鉛直偏差	方位角偏差
1	30mm	0.5°	30mm	0°
2	50mm	0.5°	30mm	0°
3	100mm	0.5°	30mm	0°

## 4. 解析条件

### 4.1 対象現場について

解析対象として、急曲線区間を有する実現場を選定した。

### 4.2 蛇行量(始点偏差)の設定

表1に示すように、蛇行量として、水平方向に曲線の外側に30mm, 50mm, 100mmの3パターン、外向きに0.5°, 鉛直方向に下方向に30mmを想定した。

### 4.3 検討する線形とセグメント諸元

計画線形から曲線半径 R=16m, 20m, 30m, 60mを対象として上記蛇行量を設定し、修正線形を作成した。セグメント諸元は、それぞれの曲線半径で割付計画されていた種類とサイズを設定した。

## 5. 解析結果

各ケースの修正終点における、修正線形からセグメント修正線形への偏差を表2に示す。これより、以下のことがわかる。

- ① 水平、鉛直偏差ともに許容値を下回ること。
- ② 曲線半径による影響: R=16, 20, 30mのケースでは水平偏差 20~30mm 程度であるが、R=60mでは水平偏差はほとんど生じていな

表2 終点における計画線形からセグメント修正線形への偏差  
(a) 水平偏差 (b) 鉛直偏差

曲線半径 R (m)	始点水平偏差 $\Delta H_{BP}$ (mm)		
	30	50	100
16	+22.4	+23.7	+17.5
20	+33.6	+28.3	+29.7
30	-13.8	+22.7	-23.9
60	+1.5	+4.1	-1.6

曲線半径 R (m)	始点水平偏差 $\Delta H_{BP}$ (mm)		
	30	50	100
16	-3.3	+5.7	+1.9
20	+0.8	-6.7	-6.8
30	+3.9	-4.8	-0.5
60	+1.5	+0.4	-0.4

表3 終点における計画線形からセグメント修正線形への偏差 (T向き: 切羽側→坑口側)

(a) 水平偏差

曲線半径 R (m)	始点水平偏差 $\Delta H_{BP}$ (mm)		
	30	50	100
16	+11.6	+13.7	+7.5
20	+12.4	+7.0	+8.2
30	-2.0	+35.1	-12.2
60	-	-	-

(b) 鉛直偏差

曲線半径 R (m)	始点水平偏差 $\Delta H_{BP}$ (mm)		
	30	50	100
16	-3.3	+5.4	+1.3
20	+0.8	-6.8	-0.1
30	-3.0	-5.3	-0.9
60	-	-	-

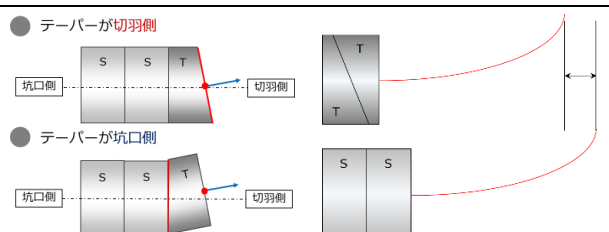


図2 横断方向の移動 図3 縦断方向の移動

いこと。また、鉛直偏差は全ケースで 10mm 以下であること。

- ③ 始点偏差による影響：始点偏差が大きい場合でも、終点における水平、鉛直偏差は大きく変わらないこと。

## 6. 更なる対応策

5. より、すべてのケースで許容値内にセグメント割付けが可能であることが確認できた。しかし、水平偏差が 20~30mm 程度生じたケースが多いため、水平偏差を減少させる対応策を講じた。

### 6.1. 横断方向の移動

図2に示すように、Tセグメントのテーパ面を切羽側から坑口側に変更すると、セグメント切羽側中心位置がカーブの内側へシフトする。

その調整結果を表3に示す。ほとんどのケースで水平偏差が減少する。これは、水平偏差が曲線外側に累積した線形が、曲線内側に調整されたためである。また、その逆もあるので、Tセグメン

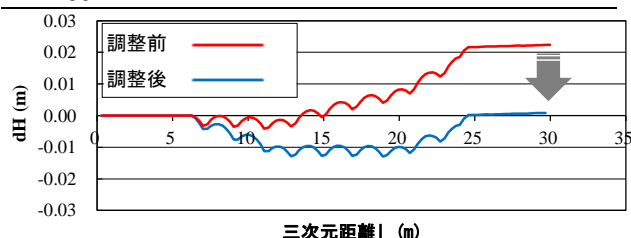


図4 縦断方向の調整結果 (水平偏差)

トは、線形ごとに選択する必要がある。

### 6.2. 縦断方向の移動

図3に示すように、セグメント修正線形の曲線前の直線部において、S 2 個を T 2 個に置換することにより、縦断方向に線形をシフトでき、6.1. と同様にセグメントをカーブ内側へ調整できる。

その調整結果を図4に示す。曲線半径 16m、始点偏差 30mm (T 向き切羽側) のケースで、セグメント修正線形の終点水平偏差は、調整前 22.4mm に対して、調整後 0.9mm となり、水平偏差を減少させることができた。

## 7. 結論

本研究から以下の結論を得た。

- (1) 線形の曲線半径、始点偏差によらず、終点偏差は許容値内に収まることを確認した。
- (2) 対応策により、水平偏差をさらに減少できる。

【参考文献】佐藤弘弥, 杉本光隆: シールド蛇行修正アルゴリズムによるセグメント割付け結果と実績値の比較と検討, 長岡技術科学大学院 工学研究科 修士論文, 2021.