

## 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 学 ○石久保将也, 佐藤弘弥 正 杉本光隆

## 1. はじめに

シールド機を用いて地下にトンネルを構築するシールド工法は開削工法と比較して地表に与える影響が少なく、都市部に適した工法である。

シールド機は計画線形に沿って掘進するが、現場で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、それに沿って掘進することでシールド機を計画線形に復帰させる。

既往の研究において、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、設定した修正線形の誤差を最小化するセグメント割付方法を開発した。本研究では上記の方法で作成したセグメント割付結果を実績と比較することにより、実現場に対する適用性の観点から検討を行う。

## 2. 対象現場

解析対象として洪水に対する浸水対策事業として施工されている福岡県高尾川地下河川築造工事を選定した。高尾川流域では平成26年8月の豪雨で河川が氾濫し、浸水被害が発生した。本工事は同規模の降雨においても河川が氾濫しないように、シールド工法で地下河川を築造することを目的としている。

## 3. 既往研究

## 3.1 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計画修正線形を設定する。計画修正線形は直線と円弧から構成され、始点と終点の位置と方位角により4Typeに分類される。

## 3.2 修正線形に対するセグメント割付

計画修正線形に対し、セグメント割付けをおこなう。既往の研究では、セグメント割付の偏差が一定方向に蓄積してしまう現象が確認された。そこで、本検討では個々のセグメントの割付後に全体誤差を考慮しセグメント再配置を行うことにより、先端の偏差が最小となるようにした。

## (1)セグメント種類・配置

修正線形の法線ベクトル間の角度変化 $\theta$ にあわせ必要なセグメントを逐次選択する。

## (2)セグメントの回転

セグメントの最小幅が修正線形の曲線中心を向くように、リング間継手を回転させた。以上により、セグメント配置を一意に決定できる。

## (3)セグメントの再配置

既往研究ではT(片テーパセグメント)の設置方向を考慮していなかったため、誤差が小さくなるように再度検討をおこなった。その後、偏差が一定方向に蓄積することがあることから、セグメント配置後の修正終点における誤差を小さくするようにセグメントを再配置した。本検討では曲線部に入るひとつ前のセグメントをS(ストレートセグメント)からT(片テーパセグメント)に変更した。

## 4. 解析結果

## 4.1. 線形

本検討で作成された計画修正線形とセグメントを考慮した修正線形(以後セグメント修正線形と呼ぶ)のトンネル計画線形からの水平、鉛直偏差を図-1, 図-2に示す。

## (1) 計画修正線形

修正終点におけるトンネル計画線形との方位角誤差は0.0001(deg)となり、位置座標とピッチング角は一致した。また修正終点に近づくにつれ誤差が減少していることがわかる。よって本蛇行修正アルゴリズムによって有効な計画修正線形を決定できる。

## (2)セグメント修正線形

セグメント修正線形の修正終点における位置誤差は水平面0.015m, 鉛直面0.004mとなった。検討区間全体でも終点と同様な結果であった。よって、本セグメント修正線形は有効であることが確認できた。また水平面曲線開始位置から偏差が発生することが確認できた。

キーワード シールド工法, 地下構造物, シミュレーション, 蛇行修正, セグメント

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 TEL0258-47-9618

### 4.2. セグメント種類の割付

現場実績において使用されたセグメント種類を表-1に示す。またリング番号毎のセグメント種類の配置の現場実績と解析結果を図-3に示す。現場実績では、曲線端部前後に1機長分の鋼製ストレートセグメントが配置され、その中間が曲線部であること、現場実績では曲線部にTT(両テーパセグメント)を使用しているのに対し、解析結果では周期的にT(片テーパセグメント)を使用していることがわかる。これは、解析ではセグメント毎にセグメントの向きをあわせているためである。

### 4.3. セグメントの回転

リング番号毎のセグメントキー位置を図-4に示す。解析では、1リング毎にセグメントの向きを合わせているため、少しずつ回転を変更していることがわかる。

### 5. 結論

本研究から以下の結論を得た。

- ①セグメント割付では、セグメント毎の割付後に修正終点を考慮してセグメントを再配置することにより、偏差の蓄積を小さくできる。
- ②現場実績値を用いて、セグメント修正線形とセグメント割付の妥当性を確認した。
- ③現場実績と比較して、解析結果では、周期的にT(片テーパセグメント)を設置し、セグメントを短い間隔で回転させている。

【参考文献】

- 1) 桐生千馬, 杉本光隆: 蛇行修正におけるセグメント割付け最適化, 長岡技術科学大学院 工学研究科修士論文, 2020.

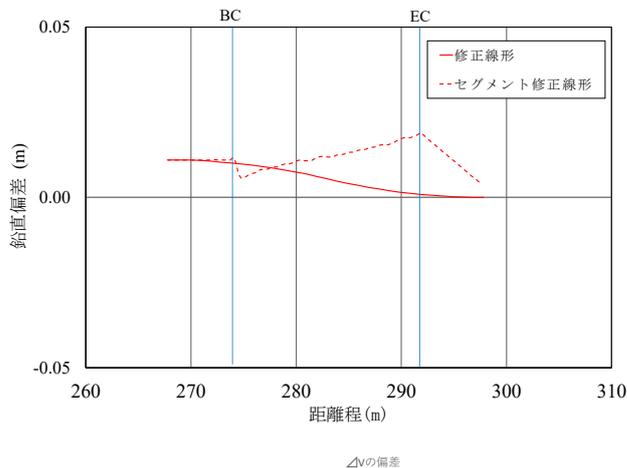


表-1 セグメント種類

	RC	鋼製													
		直線部		ST300		R=16			R=20,25						
		S	R	S	T	S	T	TT	S	T	TT				
幅 (mm)	約250									9					12
	288									8					11
	300					5	6	7						10	
	1000	1	2	3	4										

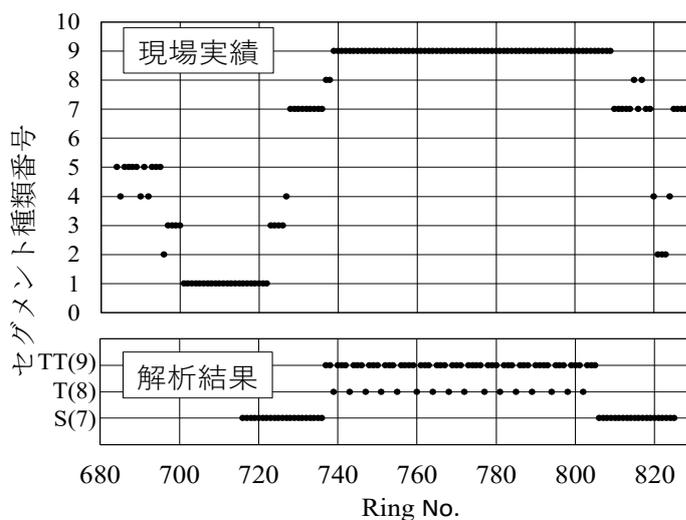


図-3 セグメント種類配置

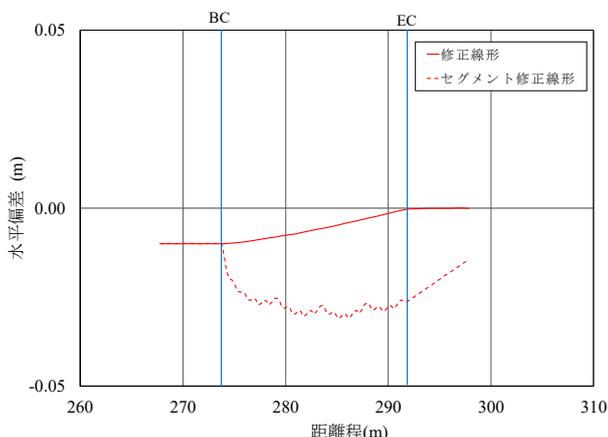


図-1 計画線形からの水平偏差

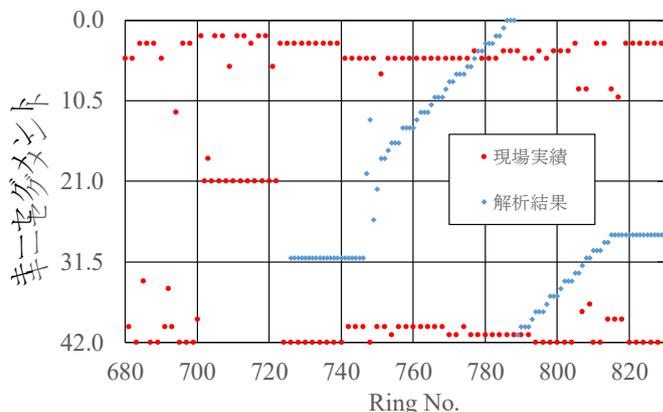


図-4 回転