

シールドトンネルの蛇行修正線形の設定法

長岡技術科学大学 地盤工学研究室 鈴木貴大

指導教員 杉本光隆

1. はじめに

現場ではシールド機が蛇行し、計画線形通りに掘進出来るとは限らない。シールド機が計画線形から外れた場合、シールド機を計画線形に戻すためのトンネル線形（修正線形と呼ぶ）を想定し、シールド機を操作する必要があるが、修正線形の設定法は確立されていない。

そこで、本研究はシールド機が計画線形から外れた場合、シールド機を計画線形に戻すための修正線形の設定方法を開発することを目的とする。

2. 計算方法

トンネル線形は、平面線形と縦断線形で構成される。

2.1 計算条件

平面線形は、3次元のトンネル線形を水平面に投影した線形で、縦断線形は、3次元のトンネル線形を、平面線形を含む鉛直面に投影した線形である。

ここで、図1に示す全体座標系(右手座標系で、x軸:鉛直下向き正、y-z面:水平面、原点:任意)を考えると、平面線形は、(y,z)で表せる2次元平面上に、縦断線形は、平面線形の長さをLとすると、(L,x)で表せる2次元平面上にある。修正線形を、直線、円弧、クロソイド等の線素で構成される平面線形と縦断線形の複合線形とすれば、修正線形の設定は、2次元平面内での修正線形を求める問題に帰着する。したがって、以後は、平面線形の修正線形を設置する方法について述べる。縦断線形の修正線形についても、同様に求めることができる。また、単純化するため、ここでは、修正線形として、直線と円弧を想定する。ク

ロソイド等の線素も同様に考えることができる。修正開始点BPと修正終了点EPの、位置ベクトルとトンネル方位角を与条件とする。また、修正線形は半径Rと中心角 θ を有する円弧で構成される。

ここで、全体座標系の原点をBPに移動し、z軸をBPのトンネル方位角に一致するように回転した座標系(トンネル座標系と呼ぶ)を考える。トンネル座標系を考えても、問題の一般性は保持される。

2.2 蛇行修正線形の分類

表1に示すように、BPとEPの方位角Type1、円弧1つ、Type2、2つで、Type3はそれぞれ3つで修正線形を設定できる。

3. 計算方法と計算結果

3.1 Type1

Type1の修正線形は、以下の手順で求めた。

- ①BPとEPにおける修正線形の接線の交角 θ を求める。
- ②与条件である半径Rと中心角 θ を有する円弧を移動、回転し、上記の両接線との接点をBP2、EP2とする。
- ③BP2、EP2ともに、BPとEPの間にある場合に④へ進む。その他の場合は、EPをBPより離し、①へ戻るか、Type3へ進む。半径が大きいほど、施工が容易である。そこで最大半径 R_{max} を求め、②と同様にして、BP2、EP2を求める。
- ④BP2、EP2を求める。

表-1 修正線形の分類

		z軸からの位置変化		
方位角変化	左向き	無し	右向き	
左向き	Type1①	Type1②	Type3-2	
無し	Type2	-	Type2	
右向き	Type3-2	Type1②	Type1①	

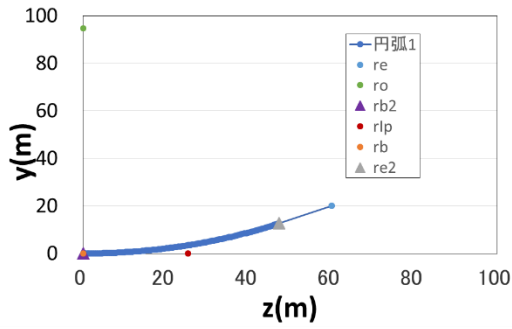


図-1 Type1 の修正線形

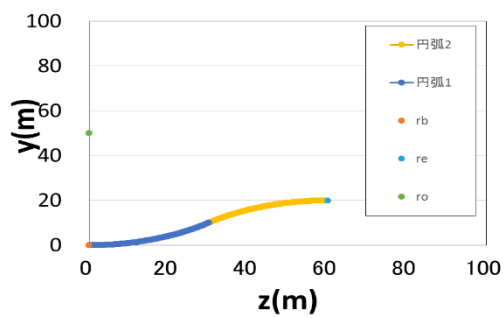


図-2 Type2 の修正線形

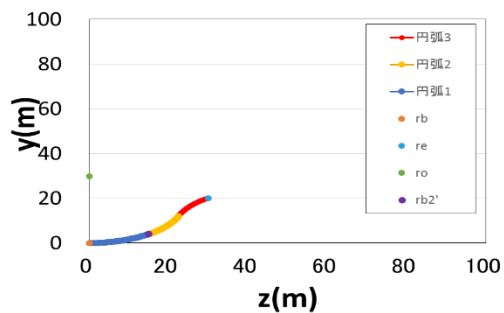


図-3 Type3-1 の修正線形

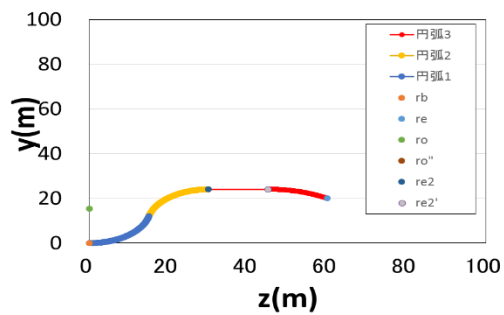


図-4 Type3-2 の修正線形

例として, Type1 修正線形を図 1 に示す。BP 座標(0,0),方位角 0°,EP 座標(60,20),方位角-30°となる。

3.2 Type2

Type2 は BP と EP のシールド軸方位角が等しい場合である。Type2 の修正線形は,BP と EP の 2 等分線を中心とする点対象な 2 つの円弧で以下の条件で,BP と EP の相対ベクトルから,円弧の半径 R と中心角 θ 求め,設定した。①修正線形は,点対象な 2 つの円弧で構成される。②上記の円弧は,BP と EP で,BP と EP における修正線形の接線に接する。図 2 に Type2 の修正線形の例を示す。

3.3 Type3

Type3 は Type1 と Type2 の組み合わせである。Type3-1 は, BP から EP に向かって,Type1,Type2 をあてはめることにより,修正線形を求めることができる。図 3, 図 4 に Type3-1,Type3-2 の修正線形をそれぞれ示す。

4. 結論

本研究では,修正線形を,BP と EP の位置ベクトルとシールド軸方位角により 3 つに分類し,それぞれの場合の修正線形の設定法を開発した。さらにその適用例を示した。

参考文献

- 1)土木学会 トンネル工学委員会 委員長 矢萩秀一(2006)『トンネル標準示方書』土木学会 p1,p2,p18,p119,p120
- 2)山之内繁夫 五百蔵(1998)『基礎シリーズ応用測量』実況出版株式会社 p70-p98
- 3)馬場敬之(2013)『スバラシク実力がつくと評判のベクトル解析 キャンパス・ゼミ改訂 1』マセマ出版社 p8-p56
- 4)Paul Zeitz(2011)『エレガントな問題解決-柔軟な発想を引き出すセンスと技』オーム社 p15-p21,p71-p73