

VI-97

下水道シールドのピッチング蛇行量の分析

東京都下水道局 正会員○佐藤紀司 會田好雄
日本工営(株) 正会員 田中 弘 伊藤民夫

1. はじめに

下水道管渠は自然流下方式でその機能を満足させるのが一般的であるため、下水道管渠の構築ではその勾配に関する施工精度が重要となる。下水道シールド管渠の場合には、一次覆工施工時に生じた蛇行(主に勾配線形に係わるピッチング蛇行量)を二次覆工で修正するというのが、従前の解放型やブラインドシールド機を用いて施工していた時代から続いている従来からの考え方である。著者らは、下水道シールド管渠における合理的な二次覆工のあり方について検討した際に、一次覆工のピッチング蛇行量に関する調査の機会を得た。本報文では密閉式シールドを用いた近年の下水道シールド施工における一次覆工蛇行量の実態の一部と、データ分析結果について報告する。

2. 調査データ概要

表-1に調査データの基本的な諸元を示す。シールド外径は3.5m~6m程度、シールド外径とセグメント外径の差である設計テールボイド量(片側分)は6.5cm~7.5cmの一般的な下水道シールド管渠工事での蛇行量調査データである。掘進地盤は洪積地盤(4件)及び沖積地盤(3件)があり、1件(データNo.6)は沖積と洪積の両地盤を掘進している。蛇行量の計測はリング単位(ほとんどが5リング毎)で測定されたものと距離表示とがあったが、概ね5m前後の距離間隔で計測されている。

図-1に代表的な蛇行量記録を示す。同図には洪積2件(データNo.1,5)、沖積2件(データNo.3,4)、及び両地盤を掘進したもの(データNo.6)を示している。この両地盤掘進(点線)における距離200m付近での大きな蛇行は、近接施工対策としての地盤改良箇所の通過時に相当する。同図より、沖積(破線)に比べて洪積(実線)でのデータの方が蛇行のうねり方が大きい傾向が読み取れ、測定値の変動幅(蛇行幅)も大きい。同様の傾向は表-1の蛇行量データ基本値欄に併記した蛇行幅や標準偏差値からも読みとれる。

表-1 ピッチング蛇行量調査データの基本諸元

データ No	シールド タイプ	シールド 外径 [m]	設計テールボイ ド(片側分) [cm]	施工距離 [m]	掘進地盤	ピッチング蛇行量データ基本値				
						蛇行幅[cm]	最大値[cm]	最小値[cm]	標準偏差[cm]	測定記録
1	泥土圧	3.48	6.5	1,086	洪積	9.5	4.0	-5.5	2.05	5リング毎
2	泥土圧	3.69	7.0	662	洪積	6.5	5.0	-1.5	2.09	10リング毎
3	泥土圧	4.45	7.5	762	沖積	2.8	2.0	-0.8	0.55	5リング毎
4	泥土圧	3.93	6.5	374	沖積	4.3	4.5	0.2	0.91	約6m毎
5	泥水加圧	6.15	7.5	1,059	洪積	6.3	3.9	-2.4	1.76	約5m以内毎
6	泥水加圧	3.95	7.5	1,074	沖積&洪積	14.0	3.0	-11.0	2.29	5リング毎
7	泥土圧	4.43	6.5	652	沖積	7.7	3.8	-3.9	1.78	5リング毎
8	泥水加圧	5.55	7.5	791	洪積	6.2	4.7	-1.5	1.57	5リング毎

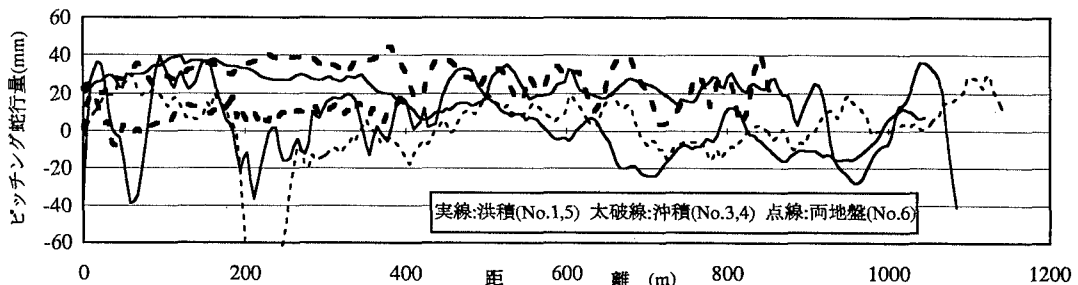


図-1 掘進地盤の相異によるピッチング蛇行量の測定事例

シールド, 下水道管渠, 蛇行量, ピッチング, スペクトル解析

〒102 千代田区麴町5-4 日本工営(株)都市土木部 TEL: 03-3238-8353 FAX: 03-3238-8379

3. ピッチング蛇行量データの分析

(1) 蛇行幅: 図-2及び図-3に掘進地盤及びシールド機とピッチング蛇行幅の関係をそれぞれ示す。今回の調査に用いたデータの範囲においては、蛇行幅は10cm以下で平均的には約6cmである。昭和60年以前の鉄道シールド施工の実績¹⁾によれば蛇行量は4~19cmの範囲にばらつき、蛇行幅の最頻値は約10cmである。したがって、近年のシールド制御技術による線形精度は当時と比べてほぼ倍の品質向上となっている。

(2) 蛇行形態の特徴: 図-2及び3より、蛇行幅の大きさは掘進地盤と関係しており、シールドとの関係は認められない。また、蛇行幅は沖積より洪積の方が大きい。図-4に蛇行幅と標準偏差の関係を示す。両者は概ね比例していることから、距離系列データとしての蛇行量測定値データはほぼ正規分布を示すことになる。なお、近接施工地盤改良箇所通過時に大きな蛇行を生じた両地盤データNo.6(×印)は、変動幅は14cmと大きい。標準偏差は2cm程度であることから近接施工部以外では標準的な精度の施工がなされたと解釈できる。

(3) スペクトル解析: 図-5にピッチング蛇行量のフーリエスペクトルを示す。同図は時刻歴地震波形データに対するスペクトル解析と同様の考え方で、距離系列のランダムデータである蛇行量データのフーリエスペクトルを求めたものである。

データは4.5m等間隔距離データ系列に変換して解析したため、分解可能な蛇行量波長はNyquist振動数の考え方から $9(=2 \times 4.5\text{m})$ m以上となる。なお、フーリエスペクトルは蛇行量波長成分の含まれ方の大小を表すスペクトル形状に意味があり、同図縦軸で表現されるフーリエスペクトルの値は工学的に意味のある物理量単位とはなっていないため縦軸の目盛表示は省略した。洪積では70m付近、及び150m~300m程度の範囲にわたって振幅増幅はみられない。一方、沖積の場合は洪積で認められる波長範囲での振幅増幅はみられない。これは地盤が軟弱な沖積地盤では短い距離で蛇行修正できるのでに対し、洪積地盤は地盤が固いために短い距離での蛇行修正に無理があり、ある距離を費やしながら蛇行修正されていることを示唆するものと推察される。

4. まとめ

調査に用いたデータ数から言うと、本検討内容は一般化された見解には至っていない。ただし、従前のシールド施工と比べて近代シールド施工の線形品質精度の向上、及び洪積地盤と沖積地盤の蛇行発生形態に関するデータの特徴についてはある程度の実態傾向を示唆しているものとする。

参考文献 1) 地下鉄技術協会(1985.3), シールド工法による鉄道と実施例集(その2)

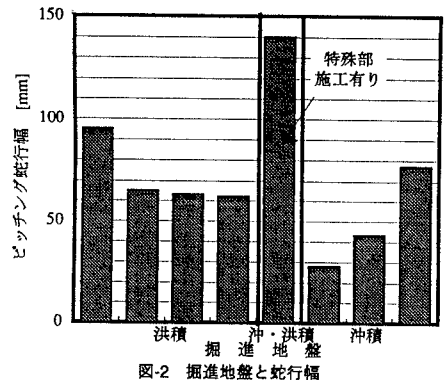


図-2 掘進地盤と蛇行幅

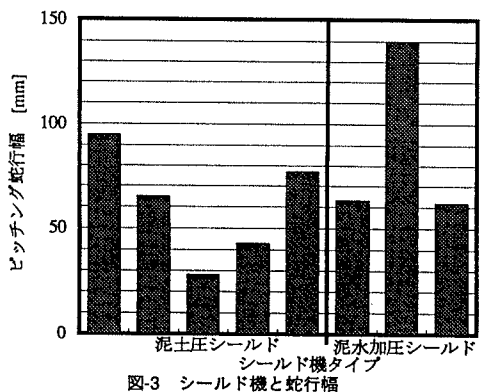


図-3 シールド機と蛇行幅

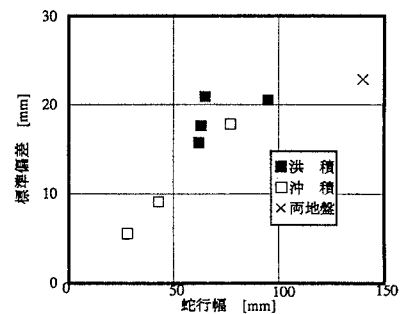


図-4 蛇行幅と標準偏差

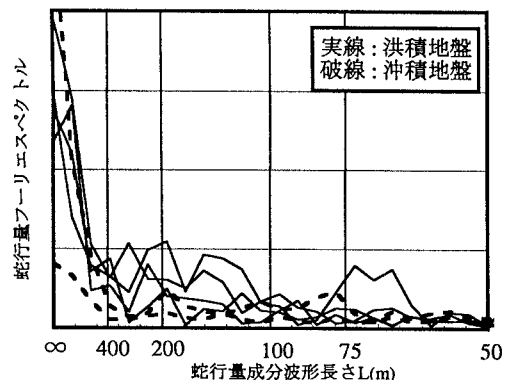


図-5 蛇行量フーリエスペクトル