

### 送水管の維持管理について

～非破壊による送水管内部付着物厚の把握について～

JR 東日本 ○新飼 拓人 原田 雄介 山本 隆雄 堀込 順一

#### 1. はじめに

総武快速線東京～錦糸町間に位置する総武トンネルは昭和47年7月に営業を開始した単線シールド及び開削工法、ケーソン工法で構成された延長約3.0kmの地下トンネルである。東京都の条例により昭和46年から地下水の汲み上げ規制が実施されたため、周辺地下水位の上昇が確認されている。これに伴い、トンネル内の湧水量は年々増加傾向にあり、維持管理の上でこの湧水処理に苦慮していた。

一方、東京都においては品川区を流れる立会川での悪臭が問題となっており、水質の改善が求められていた。そこで、当社と東京都で営業線トンネルの湧水活用事業の協定を締結して、総武トンネルの湧水約4500m<sup>3</sup>/日を立会川へ放流することとし、そのための送水管が平成14年7月に設置された。

#### 2. 送水管について

送水管は馬喰町～立会川を結ぶ全長約12.3kmあり、馬喰町排水所及び銭瓶排水所へ流入する総武トンネルの湧水を立会川まで放流している(図1)。トンネル区間ではトンネル内、駅構内では土中、土工または橋梁区間では線路脇に配管している。送水管には送水流量を計測する電磁流量計が取り付けられており、配管の破裂及び不具合の発生を監視するシステム、流量計データ蓄積のためのシステム、送水している湧水の濁度を計測する濁度計などが取り入れられている。

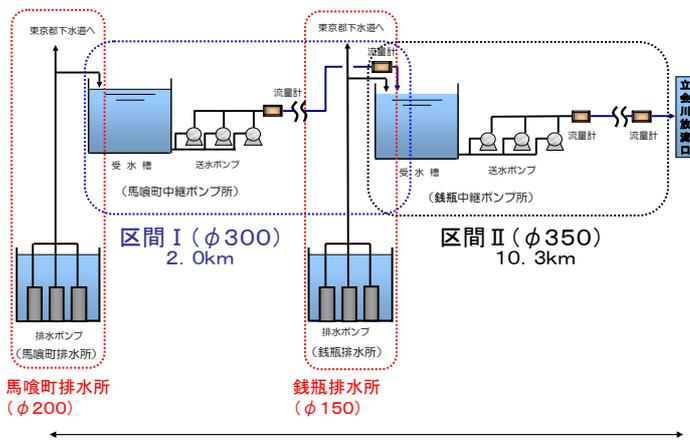


図1 送水管略図

#### 3. 維持管理上での問題点

送水管の維持管理において、これまでに銭瓶排水所や馬喰町排水所でポンプの送水量低下などの問題点が発生している。これは湧水量が減っていないことと、ポンプの運転時間が伸びていることを考えると、送水管内の付着物が一因と考えられる。また、馬喰町中継ポンプ所において、ポンプ送水量の低下から湧水を排出しきれず、受水槽が満水となり、放流が困難な状況となっている。

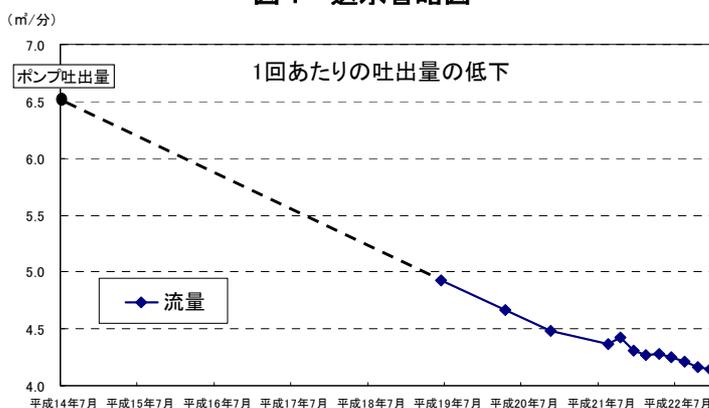


図2 送水管流量の推移

湧水内には、鉄・マンガン・ケイ素・カルシウム等のイオンが含まれており、長期間送水することにより、水に溶解しているイオンが酸化され配管内部に付着していると考えられる。過去には銭瓶排水所にて送水管(φ150mm)の内部縮小により管の交換と増設(2本→3本)を行っている。また、馬喰町排水所のバルブ修繕時に、配管内部には約7mmのスケールが確認された。さらに、銭瓶→立会川の区間における送水量は、平成14年の送水開始から現在までに6.5m<sup>3</sup>/分→4.2m<sup>3</sup>/分(電磁流量計値)に減少している(図2)。そのため、送水管の機能を健全に維持するためには、送水管内部のつまり量(付着物の厚さ)を把握する必要がある。

キーワード 送水管, 超音波流量計, トンネル湧水, 非破壊検査

連絡先 〒101-0014 東京都千代田区外神田1-17-4 JR 東日本 東京支社東京土木技術センター TEL03-3257-1693

#### 4. 送水管内部状況の把握方法

送水管内の内部の検査方法として、実際に管の内部を目視で確認することが第一であるが、バイパス管がないため、管の内部を確認するためには、トンネル湧水を別ルートに切り替える必要があり、工事に膨大な費用を要する。

そこで、配管の解体作業が不要な非破壊検査により送水管内部の付着物の厚さを把握する事とし、持ち運び可能で比較的取り扱いやすい方法について検討した。



写真1 超音波流量計設置状況

#### 5. 付着物厚の推定方法

超音波流量計により送水管内部の流量を測定し(写真1)、銭瓶排水所に水位計を設置し実送水量を求め、実送水量と送水管内の流速から送水管内部の付着物厚を計算により算出し、送水管内部の状況を推定した。超音波流量計の原理としては、最も広く採用されている時間作法にて、流体の測定流速を流体中の超音波の伝搬速度の変化、すなわち伝搬時間差として計測し、既知の送水管断面積と乗算することにより、流量を測定するものである。測定方法には一般的な方法として、V法とZ法があり(図3)、平成20年にはV法、平成22年にはV法とZ法の両方法により測定した。

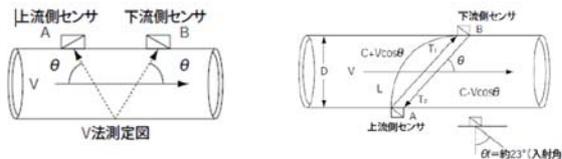


図3 測定原理図

#### 6. 推定結果

平成20年と平成22年に実施した配管内部付着物の実測値と非破壊検査による推定値を(表1)に示す。

限られたデータではあるが、推定値と実測値の差は少ないと考えられる。また、V法とZ法では推定値に差が見られ、実測をした馬喰町と品川では、V法の方が実測値に近い値を示した。これはV法は超音波パルスの液体中の伝搬距離がZ法の2倍になったものであるため、流速分布の乱れによる測定誤差への影響が軽減される為だと考えられる。



写真2 送水管内部状況

また、汐留立坑送水管(φ350mm)での付着物厚と品川構内送水管(φ350mm)での付着物厚には大きな差が認められた。これは配管内圧力の高い地下部の汐留立坑では溶存酸素量が多く、前述したイオンと反応し、付着量が多く、放流側にある地上部の品川構内ではイオン量の低下により、付着量が少なかったと推定される。

場所	推定値 (mm)	実測値 (mm)
馬喰町構内(φ200)V法	8.0(平成20年)	7.0(平成19年)
汐留立坑(φ350)V法	17.9(平成22年)	実測不可
汐留立坑(φ350)Z法	15.4(平成22年)	
田町立坑(φ350)V法	9.7(平成22年)	実測不可
田町立坑(φ350)Z法	5.1(平成22年)	
品川構内(φ350)V法	3.4(平成22年)	3.2(平成22年)
品川構内(φ350)Z法	3.7(平成22年)	

表1 推定値と実測値の比較

#### 7. まとめ

今まで送水管の外観のみ検査を行って来ていたが、非破壊検査による結果から送水管内部面積の縮小率が推定できるようになった。今回の測定結果から実測値と推定値には誤差が見られるが、送水管内部面積の縮小率が著しい箇所の特定が可能となり、修繕計画の優先順位をつけることが可能となった。今後も定期的に測定を行い、配管内面積縮小率の変化を把握することで的確な時期での修繕計画立案が可能となる。また、効率的な送水管のつまり解消方法として現在では明確な方法が確立されていない中、送水管の延命化として、部分的な洗浄を実施していく事や送水流量及び送水管内部の把握が重要である。今後とも、効率的かつ有効的な送水管の維持管理方法の確立を目指していく所存である。

#### 参考文献

「総武トンネル漏水活用に伴う送水設備新設工事」 日本鉄道施設協会誌 平成14年12月 JR東日本 秋山 淳志他