

3-1-2 都心部の腐食環境下にある長大伏越し幹線管渠の 計画的な防食・清掃

中部下水道事務所 お客さまサービス課 木村 聡志

1. はじめに

東京都心部の地下では既存の重要施設が輻輳しており、下水道施設の整備は、それら構造物を避けるために伏越し構造を採用せざるをえない場合がある。

平成9年度に完成した千代田区・中央区を縦断する第二低段幹線は、上流のポンプ所と周辺地域から汚水が流入する全長5.8kmの幹線である。

同幹線は中央区日本橋小舟町から日本橋兜町に至る区間において、管径2.8m、土被り23.6m、延長約750mの長大な伏越し構造になっている(図1、2)。この区間は高濃度の硫化水素と可燃性ガス等が発生し、上・下流の人孔の腐食が顕著であるため防食対策及び清掃を計画的に進めている。

本稿では、その概要と取組状況を報告する。

2. 劣化状況の把握と補修計画

2.1 現況調査

伏越し区間の腐食状況を把握するため、現況調査を実施した。同幹線は完成から約15年が経過しており、上・下流人孔は硫化水素による劣化が深刻な状況であった。コンクリートの剥離や鉄筋の露出だけでなく、維持管理に使用していた角落し設置溝が使用できない状況に陥っていた(図3)。また、中間人孔は硫化水素による躯体の劣化が見られない一方で、高濃度の可燃性ガスや一酸化炭素が発生していた。



図1 現地案内図

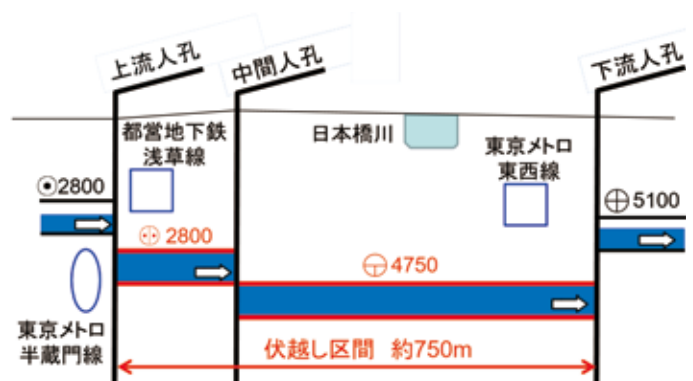


図2 長大伏越し幹線概略図

2.2 対策の方針

硫化水素や可燃性ガス等を排除するためには、同区間を清掃する必要がある。清掃は、管渠に入坑し、人力による作業となるため、ポンプ所から常時流入する汚水を一時的に遮らなければならない。そのため、確実な止水が必要となった。

清掃に先立ち、止水機能の回復を目的とした角落し設置溝の補修及び劣化した人孔の健全化・腐食対策として、断面補修・防食被覆補修工事を実施することとした。

これらの人孔内での事前工事は渇水期の限定施工であり、補修対象の上・下流人孔の壁面や床面等の延べ面積が1,000m²以上と施工規模が大きく、高濃度のガスが発生する過酷な作業環境であることを踏まえ、地階ごとに工法を選定し、安全対策に配慮しつつ、複数年かけて計画的に補修することとした（表1）。



図3 角落し設置溝の腐食状況

3 これまでの取組み

表1 実施工程表

施工内容	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
換気塔設置工事	■							
上流人孔の防食被覆補修工事・角落し溝補修工事	地下2・3階 工法選定 □	地下2階	地下3階 角落し溝			← 実施済		
下流人孔の防食被覆補修工事・角落し溝補修工事	地下1階				工法選定 □	地下1階	地下2階 角落し溝	
人孔内及び管渠に堆積した土砂・ラードの清掃								□ 清掃

3.1 可燃性ガスの応急排除

中間人孔から発生する可燃性ガスによる発火の危険性を排除するため、応急的に換気を行った。可燃性ガスは比重が軽く、人孔の天井付近に滞留していることが現況調査で判明していたため、人孔の天井を開口し、換気塔を設置した（図4）。これにより、自然排気による換気を促すことが可能となった。



図4 換気塔（仮設）

3.2 作業時の換気設備の検討

3.2.1 上流人孔における作業時の換気設備

上流人孔の硫化水素濃度は高く、最大で1,132 ppmが測定された。この環境では、作業員の入坑が困難であり、作業時の換気設備の検討が必須であった。

地下1階、2階では、送風機による常時換気に加えて、硫化水素用マスクを着用し、作業を実施することとした。地下3階では硫化水素濃度がさらに高いことから、エアラインマスクを着用し、作業を実施することとした（図5、6）。



図5 エアラインマスク

3.2.2 下流人孔における作業時の換気設備

下流人孔の硫化水素濃度は、10ppm 未満のため硫化水素用マスク等は使用せず、送風機による換気を行うこととした。下流人孔は、内空容量が 1,000m³ と大きかったため、入坑用の人孔 1 箇所から送風を行った上で、資材搬入用の人孔蓋を開口し、空気の流れをつくり、人孔内の空気の入れ替えを行った。

3.3 施工区分の検討

上・下流人孔は、幹線道路ではないものの交通量が多い箇所にあった。上流人孔は、交差点の中心にあり、作業帯設置により車両、歩行者への影響が大きい。また、下流人孔も前述の通り、2 箇所の人孔蓋を開口するため、道路交通に与える影響が大きい。そのため、所轄警察と協議の上、深夜間に作業を行うこととした。

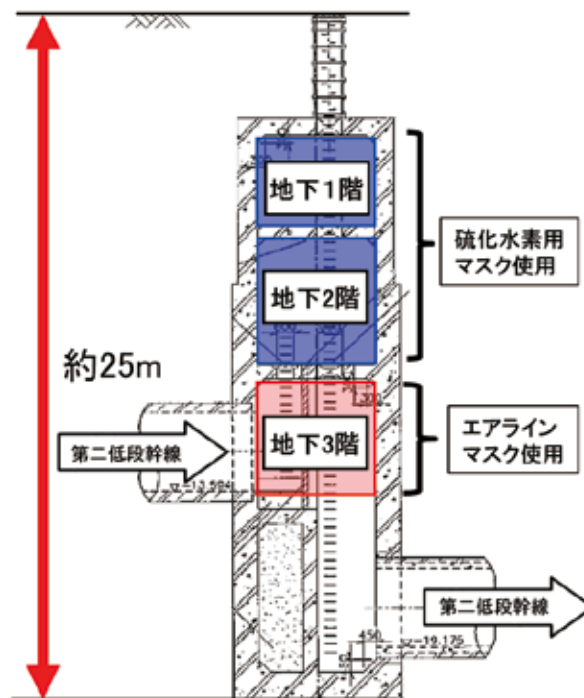


図 6 上流人孔構造図

3.4 仮設足場の検討

上・下流人孔の最下部は伏越し構造のため、常時汚水が流下しており、底盤を確認することができない。また、伏越し管渠に向かう落ち込み部は部分的に底面がない。そのため、下部から立ち上げる構造の足場では、接地状況の確認ができない箇所や底面より支持力を得られない箇所があるため、吊り足場による施工を採用した（図 7、8）。開口部に転落防止柵を設置し作業者の安全確保の上、補修箇所である天井の全面にチェーンを設置し、足場を吊り下げた。



図 7 吊り足場設置状況(上流人孔)



図 8 吊り足場設置状況(下流人孔)

3.5

上流人孔の断面補修・防食被覆補修工事

コンクリートの剥離厚、鉄筋の露出状況及び中性化深さに合わせ、躯体の断面修復・防食被覆補修を実施した。硫化水素濃度及び湿潤環境により工法選定を行った。地下 1 階、2 階では硫化水素を原因とする劣化が見られたが、平均硫化水素濃度が 10ppm 未満であったことを踏まえ、防食工法は、C 種塗布型ライニング工法を採用した¹⁾。

また、地下3階では、平均硫化水素濃度が110ppmであったため、防食工法は、D種シートライニング工法を採用した¹⁾(図9、10)。



図9 D種シートライニング施工前



図10 D種シートライニング施工完了

3.6 下流人孔の断面補修・防食被覆補修工事

上流人孔と同様に、下流人孔においても、硫化水素を原因とする劣化が見られた。平均硫化水素濃度が10ppm未満であり、また、高湿度環境下であったことから、防食工法は、C種耐硫酸モルタル防食工法を採用した¹⁾(図11)。作業時には地下水位の影響により、コンクリート目地から漏水が確認されたため、止水剤を目地に注入し、防食材の品質確保に努めた。



図11 C種耐硫酸モルタル施工完了

3.7 角落し設置溝の補修工事

上・下流の角落し設置溝は著しく劣化しており、劣化部を除去する際に、断面が大きく剥離してしまう恐れがあった。そのため、既存の角落し設置溝は活用せず、新たにステンレス製の角落し受枠を設置した。

4. 今後の取組み

現場状況を踏まえた発生ガス対策、仮設足場の検討、湯水期に限定した作業を行うことで、伏越し人孔の防食を安全に完了することができた。令和4年度以降、これまで補修を進めてきた角落し設置溝等を利用し、清掃・調査を実施する予定である。

当該幹線のように二条化されている伏越し管は、一般に角落し等による切替により、比較的容易に維持管理が可能であると考えられているが、本事例では、前段の上・下流人孔の防食被覆補修が必要となり清掃まで約7年間の歳月を要した。長大伏越しなどの維持管理が困難な管渠は、調査を進める中で、人孔補修や水替えなど事前の処理が必要となる場合がある。本案件の知見を活かし、今度とも東京都心部の管渠施設の適切な維持管理に努めていく。

参考文献

- 1) 日本下水道事業団：下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル、平成29年12月