

北千葉導水路の長寿命化への取組み

唐木理富・櫻井真一・蟻川和弘

1. はじめに

北千葉導水路は、千葉県北西部に位置し、利根川下流部と江戸川を約28.5kmの人工水路で結ぶ流況調整河川である(図-1)。役割は、江戸川への都市用水の供給、手賀沼・坂川の水質浄化及び手賀川・坂川流域の内水被害軽減の3つである。北千葉導水路は、毎年300日以上運用されている利用頻度の高い施設であり、さらに平成12年4月の運用開始から約20年経過している施設であるため、ポンプ設備、導水管等施設の老朽化が顕在化している。

本稿では、点検で確認された導水管の腐食状況、その原因及び補修方法等について報告する。



図-1 北千葉導水路 位置図

2. 北千葉導水路の役割

北千葉導水路は、手賀川の内水排除及び利根川からの取水の機能を伴う第一機場、手賀沼に水を注入する機能及び江戸川へ送水機能を持つ第二機場、坂川の内水排除機能を持つ松戸排水機場、及びこれらを結ぶ導水路(地下水路、開水路)で構成されている(図-2)。

2.1 江戸川への都市用水の供給

首都圏への人口集中やライフスタイルの変化による水需要増大等及び東京湾岸の工場による産業用水の需要増大に対して都市用水を安定供給するため、利根川の水量が豊富なときに江戸川の必要

水を送ることにより、濁水になる危険性を低減している。都市用水の最大導水量は、東京都の人口約1,330万人の約70%(約890万人)の生活用水に相当する。

2.2 手賀沼の水質浄化

昭和40年代に始まる流域の都市化により、生活雑排水や工場排水などが未処理で手賀沼に流れ込んだため、水質が著しく悪化した手賀沼の水環境を改善するため、利根川より手賀沼へ最大10m³/s注水し、水質浄化をしている。これにより水質は、昭和49年から平成12年まで27年連続でワースト1であったが水質が大幅に改善されている。

2.3 手賀川・坂川流域の治水

都市化に伴い手賀川流域及び坂川流域では、流出量が増加し、洪水被害が頻発していたため手賀川及び坂川の流水を排水することにより、これら流域の洪水被害を軽減している。

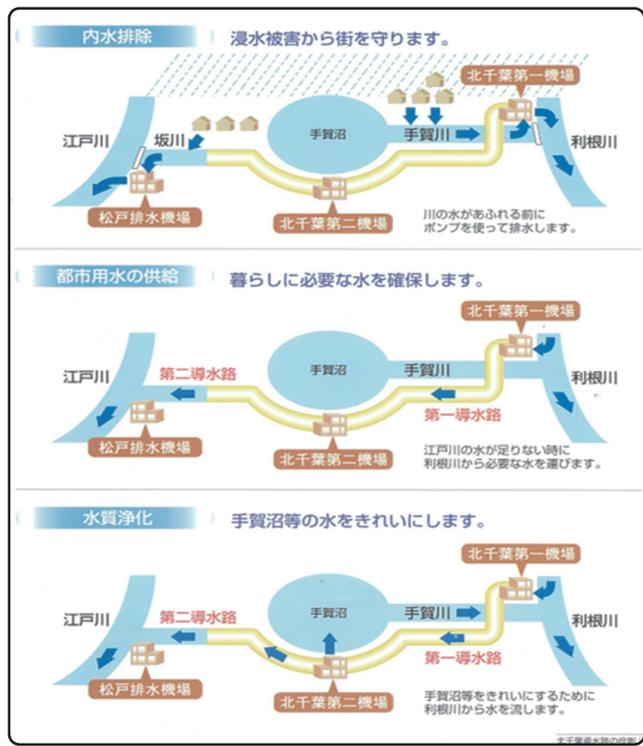


図-2 北千葉導水路の役割

Efforts for a Longer Service Life of the Kita-Chiba Conveyance Channel

3. 北千葉導水路の経緯

北千葉導水路の経緯は以下のとおりである。

- 昭和44年 4月：予備調査開始
- 昭和49年 4月：建設着手
- 昭和59年 3月：第一導水路建設着手
- 昭和61年 3月：第二導水路建設着手
- 平成 9年11月：第一導水路完成
- 平成10年 3月：第二導水路完成
- 平成12年 4月：運用開始
- 平成25年 6月：導水管内面の点検・補修開始
- 平成28年 3月：導水管内面の長寿命化計画策定
- 平成30年 2月：点検・補修の1巡目完了
- 平成30年10月：点検・補修2巡目開始

4. 北千葉導水路の導水管の構造

北千葉導水路の導水管は、総延長約42.8km(20.6km×2条、1.6km×1条)のうち埋設管区間(17.46km×2条)、シールド区間(3.14km×2条)及び豊四季シールド区間(1.6km×1条)で構成され、埋設管区間の詳細な構造は以下のとおりとなっている。

- 管種：補剛鋼管 内径3.2m×2条
- 管胴板厚：14mm
- 管胴材質：SS400
- 基本管胴長：5m
- 土かぶり厚：2.6m～3.2m
- 管体接合方法：溶接継手
- 内面塗装の仕様：タールエポキシ樹脂塗料
(厚さ0.5mm以上)

施工当時における大口径の管体接合方法には、溶接とフランジ継手が存在した。継手に外力を受ける箇所でのフランジ継手は漏水事故が生じやすいため、埋設管では溶接による接合を選定した。

また、塗装の仕様は、当時の水道鋼管での実績からタールエポキシ樹脂塗料を選定している。現在は、タールの健康被害の懸念から使用されていない。

5. 導水管の点検

5.1 導水管点検の経緯

平成23年3月の東日本大震災の影響や運用開始から十数年を経過していることから平成25年度

に導水管の健全性を確認するため管路内の点検を開始した。その結果、管路内に多数の腐食箇所が確認されたことから、翌年度に、長寿命化検討委員会を設置し、平成27年3月に北千葉導水路長寿命化計画を策定した。

5.2 導水管の点検

北千葉導水路の導水管を6工区に分け、平成25年度は2工区、平成26年度以降は毎年1工区毎に点検した。平成29年度までに1巡した。平成30年度から2巡目の点検を開始している。点検方法は、主に目視により実施している。

6. 点検結果

1巡目の点検結果から導水管の腐食は、接合部など溶接箇所付近に点在し、その腐食は導水管の下部に多く確認された(写真-1)。

腐食の中には3mm以上の孔食箇所があり、最大6mmに達するの孔食ものも確認され、早急に補修しないと近い将来貫通する恐れがある状況であった。

さらに、腐食箇所を縦断的に調べると制水弁付近などの接合部付近にも多く点在している。(写真-2)。

以上のとおり1巡目の点検では、導水管の溶接接合付近、制水弁や空気弁等の溶接を施した箇所周辺に腐食が集中していた。



写真-1 導水管の腐食状況(溶接箇所)

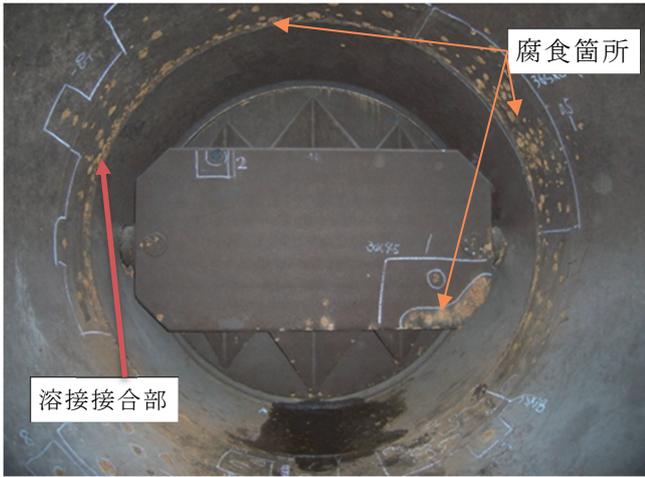


写真-2 導水管の腐食状況 (制水弁付近)

7. 腐食の原因及び補修

7.1 原因の推定

導水管の内面には、耐水性に優れたタールエポキシ樹脂塗料を工場にて塗装している。塗膜欠損が無いとすれば、流水中の溶存酸素の密度による影響の強い腐食が発生するため、腐食の点在が集中する箇所がなく均一に生ずるものと考えられる。しかし、腐食箇所は、空気弁室、制水弁及び管路の接合部などの溶接箇所付近に多く点在し、点在した腐食は導水管の下部に集中する傾向にある(写真-3)。点検調査の結果、腐食箇所周辺の塗膜は健全な防食性能を保持していた。これらにより、現場溶接時にスパッタの飛散により塗膜に損傷が生じ、導水中の溶存酸素により鋼材が発錆したと推定した。また、錆こぶが付着した箇所では、発錆により盛り上がった錆が、酸素電池作用により、腐食の深い孔食の発生・進展につながったものと推定した(図-3)。

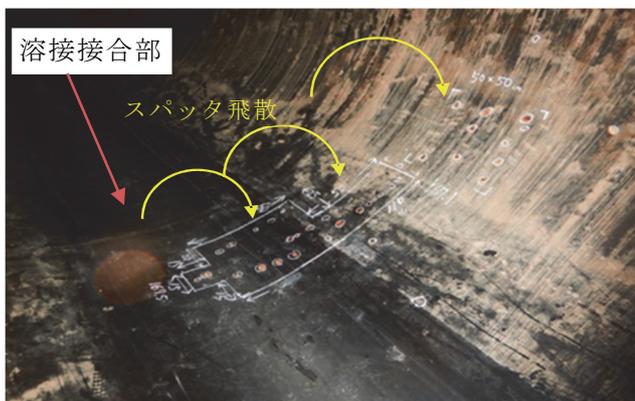


写真-3 溶接接合部における腐食状況 (スパッタ飛散状況 (推定))

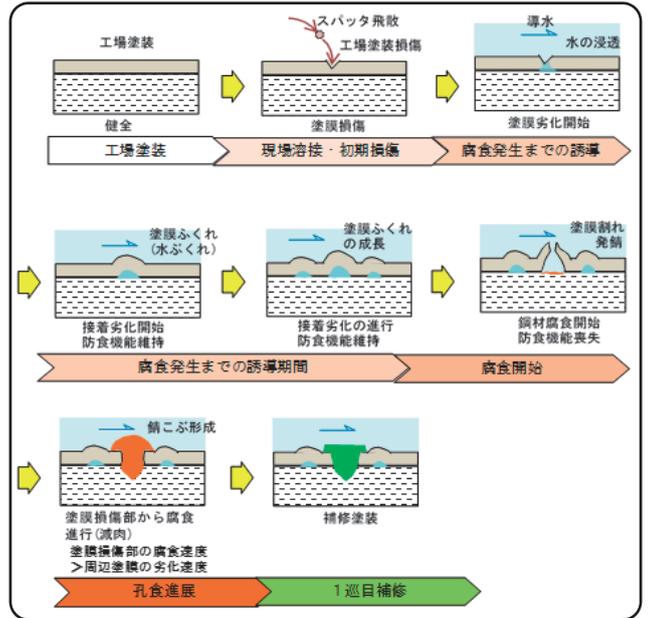


図-3 導水管の腐食のメカニズム

7.2 施工時の状況

点検結果より導水管接合部付近に点在した腐食が多いこと、また原因の推定が現場溶接時のスパッタに飛散と推定したことから、施工時の接合部の現場溶接の養生状況を確認した。接合部の溶接状況を確認したものの中では、溶接時に養生をしている様子はなかった(写真-4)。



写真-4 現場溶接時の養生状況①

7.3 導水管の補修

補修は、平成26年度に策定した「長寿命化計画」において貫通孔防止のための点検・補修計画を定めて、個々の腐食箇所の補修を実施している。また、腐食状況により5段階に分けて段階毎に補修方法を決めて補修している(表-2)。

塗膜ふくれの補修は、経過観察とし、A塗膜割れ～B腐食の補修は、周辺も含めて3種ケレンを行い無溶剤形エポキシ樹脂(厚さ0.5mm以上)にて同様に塗装を実施としている(写真-5)。C

孔食の補修は、3種ケレンを行い塗装用パテにて穴埋めを行い無溶剤形エポキシ樹脂（厚さ0.5mm以上）で塗装を実施としている。

表-2 腐食状況に応じた補修方法

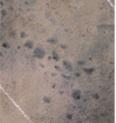
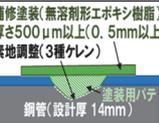
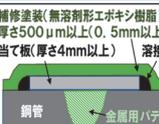
北千葉導水路(管路)長寿命化計画 点検・補修計画				
対応区分	健全度	劣化現象		補修方法
経過観察	-	塗膜ふくれ		-
予防保全段階	A	塗膜割れ (発錆) 腐食深さ 1mm未満		補修塗装(無溶剤形エポキシ樹脂) 厚さ500μm以上(0.5mm以上) 素地調整(3種ケレン) 
	B	腐食 (板状・積層状) 腐食深さ 3mm未満		塗面用エポキシ樹脂樹脂 塗料(無溶剤を使用) 
	C	孔食 (錆こぶ) 腐食深さ 3mm以上		補修塗装(無溶剤形エポキシ樹脂) 厚さ500μm以上(0.5mm以上) 素地調整(3種ケレン) 塗装用パテ 鋼管(設計厚 14mm) 
緊急補修段階	D	貫通孔 (漏水)		補修塗装(無溶剤形エポキシ樹脂) 厚さ500μm以上(0.5mm以上) 当て板(厚さ4mm以上) 溶接部 鋼管 金属用パテ 



写真-5 補修完了後の状況

D貫通孔の補修は、金属パテにて貫通孔を塞ぎ鋼板（厚さ4mm以上）であて板を溶接で接合しその上から無溶剤形エポキシ樹脂（厚さ0.5mm以上）にて塗装を実施としている。ただ2巡目の点検では、補修箇所の一部剥離が確認された。

8. まとめ

これまでの点検結果より北千葉導水路の運用から20年の経過による導水管の内面腐食の主な原因は、現場溶接時のスパッタ飛散に伴う初期の塗膜損傷の影響によるものと推定した。施工当時は溶接の養生は義務化されてなかったが、現場溶接時にスパッタシートによる養生を実施すれば、毎年1億円以上の点検補修のコストを軽減できる可能性が示唆された。

さらに、導水管は、施工から20年～30年程度経過していることから、今後塗装自体の防食耐久性の低下が懸念されるため、その対策が必要になると思われる。

現在、北千葉導水路長寿命化委員会において、「点検の効率化」「新たな補修方法の検討」、「補修のコスト縮減」など、これまで点検・補修した際の課題などを抽出し、改善方針をとりまとめるなど、長寿命化計画の見直しを行う所存である。

参考文献

- 1) 利根川下流河川事務所、江戸川下流河川事務所：北千葉導水路パンフレット「北千葉導水路のご紹介」
- 2) 利根川下流河川事務所：H30北千葉導水路モニタリング計画検討業務報告書、平成31年2月
- 3) 利根川下流河川事務所：北千葉導水路長寿命化計画、平成28年3月

唐木理富



国土交通省関東地方整備局
利根川下流河川事務所管理課
管理係長
Masatomi KARAKI

櫻井真一



国土交通省関東地方整備局
利根川下流河川事務所管理課
管理課長
Masakazu SAKURAI

蟻川和弘



国土交通省関東地方整備局
利根川下流河川事務所 事業
対策官
Kazuhiro ARIKAWA