

鋼製導水管の建設時の施工管理による維持管理 の影響について (北千葉導水路の事例)

関東地方整備局利根川下流河川事務所
管理課 唐木 理富

1. はじめに

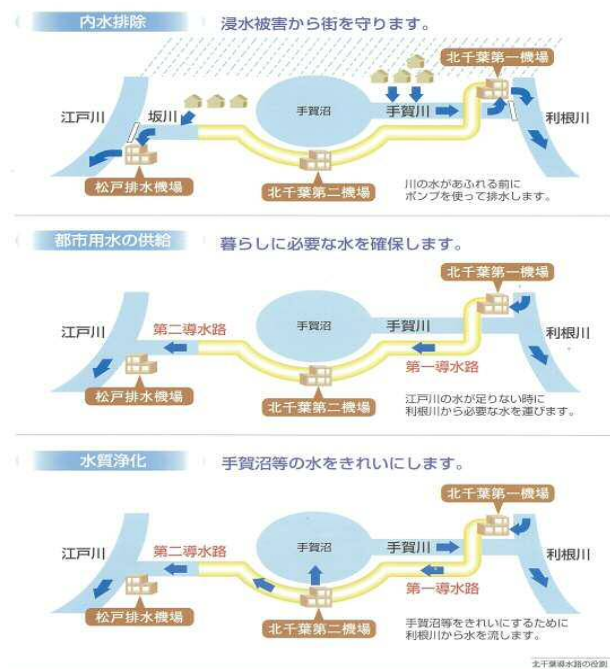
千葉県北西部に位置する北千葉導水路は、利根川下流部と江戸川を約28.5kmの人工水路で結ぶ流況調整河川です。その役割は、手賀川・坂川流域の洪水被害の軽減、江戸川への上水、工水の供給、手賀沼、坂川の水質の浄化の3つ役割がある。北千葉導水路は、運用開始から約20年経過した施設でだけでなく毎年300日以上運用されている利用頻度の高い施設であることからポンプ施設、導水管等の老朽化が顕在化している。特に導水管については、内面の点検結果を解析した結果、腐食の集中箇所や点在した腐食の状況から施工時によるもの影響であると推定した。



2. 北千葉導水路の役割

北千葉導水路は、主な施設は、手賀川の排水利根川の揚水機能がある北千葉第一機場、手賀沼の浄化及び江戸川へ送水機能のある北千葉第二機場、坂川の排水機能をもつ松戸排水機場及びこれらを結ぶ導水路からなり「上水・工水の供給」「手賀沼の水質の浄化」「治水」を担っている

- ① 上水・工水の供給：東京都・埼玉県・千葉県の人口集中やライフスタイルの変化による水需要増大及び千葉県の工業用水の需要増大にともない利根川の余剰水を江戸川へ導水し水不足の低減をしている。
- ② 手賀沼の水質浄化：手賀沼流域の昭和40年代以降の都市化に伴い生活雑排水や工場用水による水質環境の悪化を改善するため利根川の水を手賀沼へ導水し、手賀沼の水質浄化をしている。
- ③ 治水：手賀川流域と坂川流域の都市化に伴い雨水の貯水機能が低下し、流域の内水被害を軽減している。

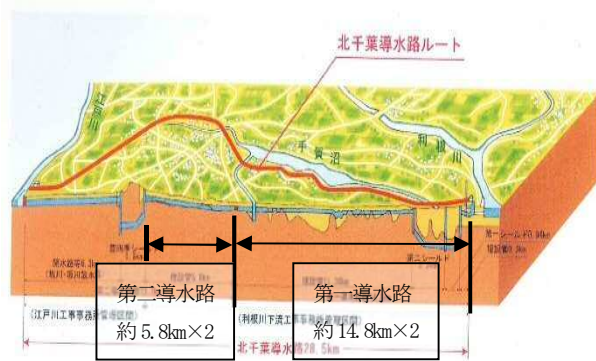


図－1 北千葉導水路の役割図

3. 北千葉導水路の経緯

昭和30年代から坂川手賀川流域の急激な都市化現象の進行にともない、周辺地域の人口集中と住宅地の増加による洪水被害の増大、河川水質の汚濁の進行、江戸川流域での人口増加による水需要の増大により北千葉導水路事業を開始した。

- 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年度：運用開始
- 平成25年度：導水管内面の点検・補修開始
- 平成27年度：導水管内面の長寿命化計画策定
- 平成29年度：点検・補修の1巡目完了
- 平成30年度：点検・補修2巡目開始



図一 北千葉導水路位置図

4. 北千葉導水路の導水管の構造の確認

北千葉導水路の導水管の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：t = 1.4mm
- 管胴材質：s s 41
- 基本管胴長：5m
- 土かぶり厚：2.6～3.2m
- 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は、溶接あるいはフランジ継手があった。継手に外力を受ける箇所でのフランジ継手はフランジの変形やボルトの切断により漏水事故が生じやすいと判断し、埋設管では溶接による接合を選定している。

また、塗装の仕様については、当時の水道鋼管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採用が

2008年からJIS規格も廃止されている。

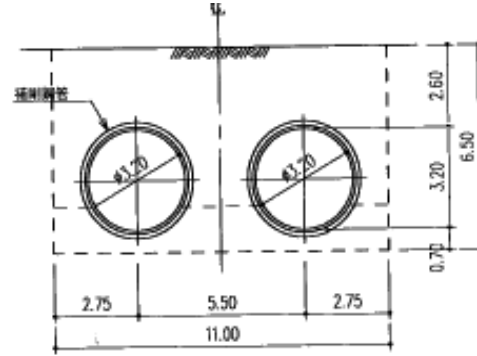


図-3 北千葉導水路構造図

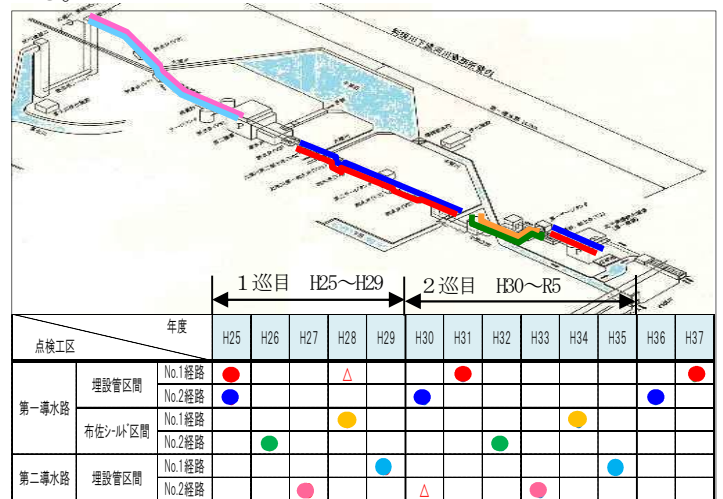
5. 導水管の点検及び補修について

① 導水管点検・補修の経緯

導水管の点検・補修は、平成25年度、運用から十数年を経過していることから施設の健全化を確認するため管路内の点検を実施した結果、管路内に多数の腐食箇所が確認されたことから翌年度の平成26年度から長寿命化検討委員会を開催し、平成27年3月に北千葉導水路長寿命化計画を策定した。

① 点検について

総延長約41.2km (20.6km×2) ある北千葉導水路を6工区にわけて平成25年度は2工区、平成26年度以降は毎年1工区毎点検を実施し平成29年度に1巡した。平成30年度から2巡目を実施している。点検方法は、主に目視による点検により実施している。



図一 北千葉導水路点検工区割り図

② 補修について

補修は、腐食状況から段階的分けを行い段階毎に補修方法を決めている。

塗膜ふくれの補修は、経過観察とし、塗膜割れ～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) にて塗装を実施することとしている。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）で塗装を実施することとしている。
貫通孔の補修は、金属用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）にて塗装を実施することとしている。

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	補修塗料(無溶剤形エポキシ樹脂) 厚さ500 μ m以上(O.5mm以上) 発錆調査(5種スケール) 鋼板(設計厚1.4mm)
	B	腐食 (板状・覆層状) 腐食深さ3mm未満	発錆調査(5種スケール) 厚さ500 μ m以上(O.5mm以上) 発錆調査(5種スケール)
	C	孔食 (錆こぶ) 腐食深さ3mm以上	補修塗料(無溶剤形エポキシ樹脂) 厚さ500 μ m以上(O.5mm以上) 発錆調査(5種スケール) 鋼板(設計厚1.4mm)
緊急補修段階	D	貫通孔 (漏水)	補修塗料(無溶剤形エポキシ樹脂) 厚さ500 μ m以上(O.5mm以上) 発錆調査(5種スケール) 鋼板(設計厚1.4mm) 鋼板(設計厚1.4mm)

表一 腐食状況に対応した補修方法表

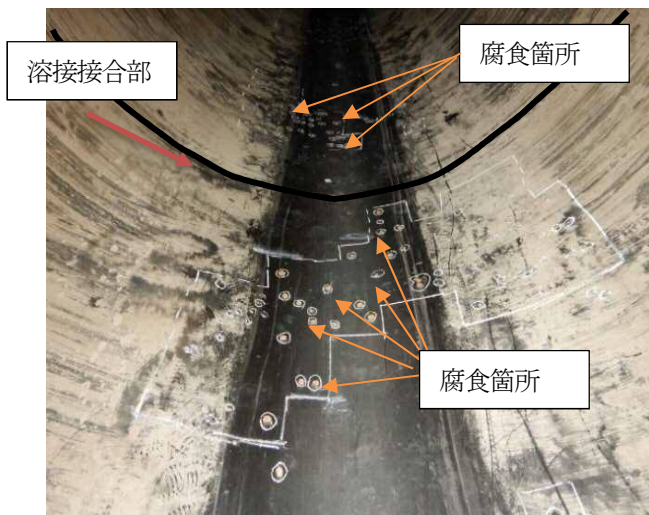
6. 点検結果

北千葉導水路内面腐食の状況

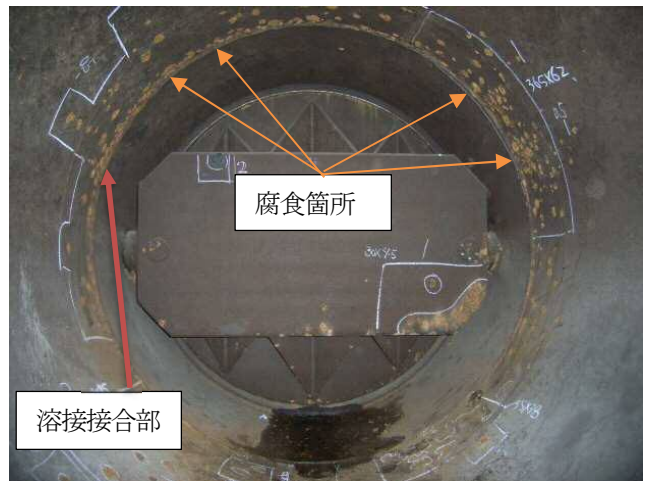
導水管の腐食状況を確認すると溶接接合部付近に腐食箇所が点在が確認された、点検から得られた導水管内面の腐食状況写真である。写真1・2から溶接接合部付近に点在する腐食箇所が見られことがわかる。

点在した腐食は管径の下部に多く確認された。

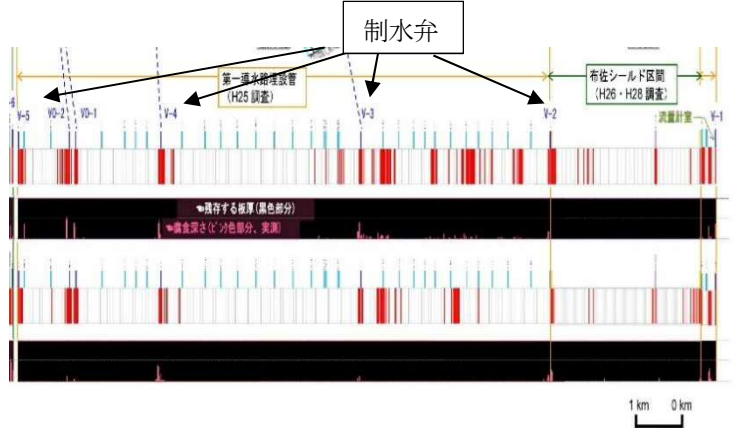
また、腐食の中には3mm以上の孔食箇所もあり、最大6mmの孔食が確認され、補修を実施しないと貫通する恐れがあることが確認された。



写真一 導水管の腐食状況 (接合部箇所)



写真二 導水管の腐食状況 (制水弁付近)
また、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多く点在することがわかった。(図一五)



図一五 導水管内面の縦断的な腐食状況

9. 施工時の状況の確認

施工時の状況の確認を行った。6. 点検結果から導水管接合部付近に点在した腐食が多い特性を考慮して接合部の現場溶接の養生状況について確認を行った。接合部の溶接状況を確認すると(写真三、四)溶接時に養生をしている様子は確認できなかった。



写真三 現場溶接時の養生状況①



写真－4 現場溶接時の養生状況②

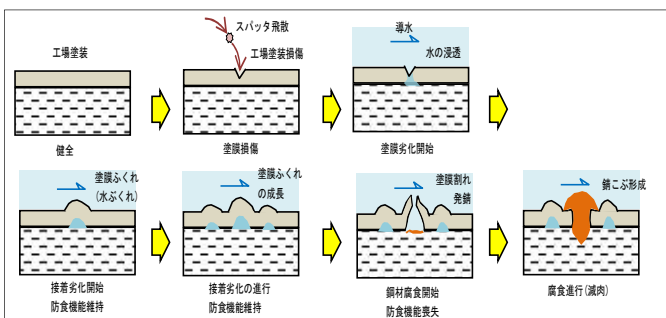
7. 腐食原因の推定

①腐食原因の推定

空気弁室、制水弁及び管路の接合部などの溶接箇所付近腐食が多く点在していることから、施工時の現場溶接時に養生状況を確認したところ現場溶接時のスパッタが飛散し、塗膜を損傷したことによる発錆が原因と推定した。また、腐食のメカニズムとして図－6のとおりと推定した。



写真－5 溶接接合部におけるスパッタ飛散状況



図－6 北千葉導水路の腐食のメカニズム

②北千葉導水路の使用状況の確認

北千葉導水路の平成12年度以降の運用開始後の施設の使用頻度は毎年300日以上ほぼ毎日稼働し、非常に使用頻度が高い施設であるため導水による水の浸透及

び水ぶくれにより腐食をさらに進行させる原因になったと推定する。

H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18
313日	324日	335日	354日	332日	347日	332日
H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
343日	313日	336日	303日	332日	340日	340日
H26	H27	H28	H29	H30		
347日	353日	348日	338日	336日		

表－1：北千葉導水路年間稼働状況

③施工割り

さらに、施工時の工事割りと縦断的な腐食状況について確認したものを図－7とする。図－7を確認したところA工事とE工事については腐食が少ないがB工事とD工事は、腐食が多く発生している。これは、各工事毎に溶接時の養生状況の違いに差がでたと予想される。

追加距離	14000				13500					
測点	No. 670	No. 685	No. 690	No. 685	No. 690	No. 675	No. 670	No. 685	No. 690	
施工業者	A工事		B工事		C工事		D工事		E工事	
No.2縦断(北側)	・1回目の劣化									
	・2回目の経年劣化									
	・予防対策対象									

図－7 施工時工事割りによる腐食状況

8. 終わりに

これまでの点検結果から北千葉導水路の運用から20年の経過におけ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によるものであるとした。この場合、施工時にスパッタシートなど養生を実施すれば防ぐことができたと考え。

スパッタシートは、1枚あたり1万円数千円程度(約2m×2m)で購入できるものである。

また、現在、千葉導水路の導水管内面の点検及び補修に掛かるコストは、毎年約1億円から2億円(6工区に分けて実施した場合)である。

今後、維持管理のコスト縮減が求められる中、施工時の養生状況などの小さい部分から維持管理のコスト縮減について考えていく必要があると今回の事例で確認できると考える。