地中埋設導水管の破損リスク低減に向けた維持管理手法の検討

日本工営（株）　正会員　○松田　貞則
青木　伸之
小谷　拓

１．はじめに（埋設導水管の維持管理上の課題）

埋設導水管は，水道用，農業用などの利水を目的に常時運用されるパイプライン，洪水調節等を目的とする流況調整河川など，ライフライン，防災，水質浄化など多様な目的で利用されている．これら埋設導水管の施設点検実施に伴う共通の課題として，地下構造物で常時満水状態にあり，水運用や管内作業環境の制約等から，管体の直接点検は，技術的，経済的に困難な場合が多い．このため，施設の定期的な点検等は必ずしも十分とはいえない状況にあり，漏水や陥没等の破損事故の一因となっている．ひとたび大規模な破損事故が生じると，地上の土地利用に支障を与えるなどの被害も含め，甚大な社会的影響が懸念される．

これに対応するためには，日常，定期，臨時の各点検で検出し得る劣化，損傷等の変状事象から管体の状態を把握するための点検手法とマニュアル等の整備を行い，適正かつ円滑な点検を手引きして施設機能保全の万全を図る必要がある．この他，管内点検実施に伴う排水・充水作業を効率化するための施設改造，あるいは危機管理対策としての備蓄資材の充実など，ソフト・ハードの両面から対策を考えなければならない．

２．点検対象（埋設鋼管）

ここでは，主に水輸送用塗覆装鋼管（SM490A）で構築された管路施設（以降，モデル施設を称す）を対象とする．モデル施設はφ1900mm 以上の大口径管を開削工法で敷設し，埋設深さは約 2～10m，構造物との接続部には不同沈下等に対応するための可とう管が配置されている．以下に，モデル施設の機能保全と点検業務の効率化・質的向上を図ることを目的に，日常，定期，臨時の各点検手法について検討した事例を紹介する．

３．点検項目

モデル施設は我が国では事例の少ない大規模な埋設鋼管である．このため，点検項目の設定に当たっては，国内外の埋設鋼管の破損事例を収集してモデル施設との類似性を検討するとともに，類似施設の点検事例をヒアリング調査し，破損事故に至る可能性の高い事象を点検項目として設定した．主要な点検項目を**表１**に示す．

４．点検手法

モデル施設の場合，平常時は可とう管ゴム継手部の損傷（地盤沈下による継手部の変形と摩耗との複合劣化），RC 構造物との接続部や鉄道との交差部における外部腐食，また，地震発生時は液状化等による地盤変動の影響が懸念された．点検手法は，こうした点を踏まえ，点検項目の劣化特性，点検条件，点検の要求精度や作業性，費用等，複数の指標を点数化して総合評価し，筆者らの現場実証実績も勘案して**表１**のとおり選定した．

表１　点検要領（案）

点検項目【 】内は劣化特性	点検種別	日　常	定　期		臨　時
	点検条件	地　上	水　中	管　内	地上（又は水中、管内）
	点検頻度	1回/年以上	1回/10年以上	1回/20年以上	震度4以上を観測した場合
内部腐食（塗膜損傷等）【経年型】		なし	水中ロボット（必要に応じて板厚測定）	目視、板厚測定（条件に応じてCCDﾗｲﾝｶﾒﾗによる管内面連続画像計測，短絡電流法による塗膜欠陥検出）	なし
外部腐食（C/Sマクロ腐食等）【脆化型】		電位測定	なし	目視、板厚測定（必要に応じて試掘調査）	なし
可とう管の沈下に伴う破損【脆化型】		沈下計測装置（沈下棒）	水中ロボット	変形・沈下計測（必要に応じて可とう管の止水対策）	変形・沈下計測（必要に応じて可とう管の止水対策）
地震に伴う破損【突発型】		なし	なし	劣化部や可とう管の予防保全対策（耐震対策）	同上

キーワード　埋設導水管，パイプライン，流況調整河川，維持管理，点検手法，危機管理対策
連絡先　〒102-0083　東京都千代田区麹町 4-2　TEL:03-3238-8116　FAX:03-3238-8094

５．点検計画

従来，地上の巡回目視だけでは，漏水事故や通水障害等の性能低下が現れてから対策を立てる、いわゆる事後保全的な対応となり，変状が軽微な段階で効果的な対応をとることは難しい．一方で，通水を停止して行う「定期点検（水中又は管内)」は，水運用の制約，関係機関との調整や費用等の問題から頻繁に実施できない．

モデル施設の点検計画は，供用しながら行う「巡回目視」，通水を停止して行う「定期点検（水中又は管内)」，巡回目視と定期点検との間を補完して行う「日常点検（簡易計測)」を効果的に組み合わせて行う計画とした．また，可とう管については，管の沈下が地上から測定が可能な簡易な計測装置（沈下棒）を設け，沈下量とその進行性を把握することで，通水を停止して行う「定期点検（水中又は管内)」の要否判断や頻度軽減を図る役割を持たせた．

６．水中ロボットの活用

「管内定期点検」は，モデル施設の構造上，制水弁と制水弁の間で排水・充水を行い実施する計画となる.しかし，その量は約 5,000m^3～10,000m^3 となり排水作業に多くの時間を要する．また，縦断線形により排水が困難な区間，区間距離が長く排水時間が長い，あるいは排水の一時貯留先（調整池等）がなく充水の確保が難しい区間など，現状，管内定期点検の実施には課題も多い．

モデル施設の定期点検は，水中ロボット技術を活用し，TV カメラ画像による「水中定期点検」を 10 ヵ年毎に計画した（**図 1**)．

なお，埋設導水管への水中ロボットの適用性については，現場実証実験 [1)]が行われており，今後の活用が期待される．

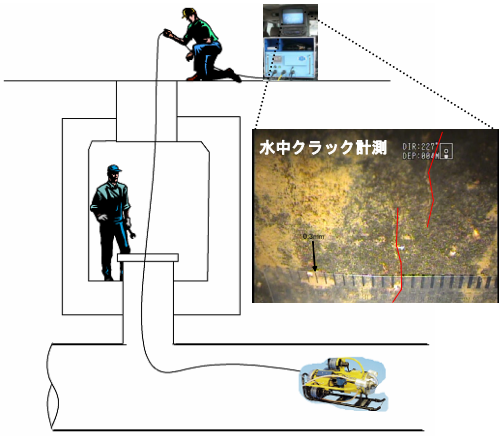

図１　水中ロボットによる点検

７．予防保全対策を兼ねた管内定期点検

兵庫県南部地震等の大規模地震の経験を踏まえ，可とう管には耐震性能の確保が要求されている．モデル施設は，現行の耐震設計基準以前の施設であり，老朽化とあわせて大規模地震に備え，中長期的な視点に立って，より高い次元の安全性を確保することが必要である．

モデル施設の「管内定期点検」は，上記の観点から予防保全対策をあわせて実施することを念頭に置き 20 ヵ年毎を基本とした．また，排水・充水可能な範囲となるよう 2km 程度を目途に点検区画を 9 分割し，点検優先度を基に 9 ヵ年で一巡する計画とした．

- 総則
  - ・・・点検種類・内容、点検工区、点検優先度、点検計画表等を記載
- 第1編：日常点検（簡易計測）
  - ・・・沈下計測、電位計測による点検手法、計測装置の設置要領を記載、計測位置を提案
- 第2編：定期点検（水中点検）
  - ・・・水中ロボットの投入口、投入のための仮設備配置及び主要資機材、管内水位操作、安全対策を記載
- 第3編：定期点検（抜水点検）
  - ・・・管路内点検の方法、点検チェックシート、河川からの取水可否を考慮した排水・充水計画及び排水計画台帳、空気弁等の点検要領を作成
- 第4編：臨時点検
  - ・・・地震等の緊急点検、災害復旧支援、予防保全対策について記載

図２　点検マニュアルの構成

８．点検マニュアルの作成

日常，定期，臨時の各点検の実施に必要な事項を定め，適正かつ円滑な点検の実施を手引きし，モデル施設の適切な運用が行えるようにするため，点検マニュアルと点検実施に係わる情報図等の作成を行った（**図 2**)．

９．緊急対応の体制強化

モデル施設は施設規模が大きいことから，大規模地震によって万が一に管体が破損して漏水事故が発生するような事態に備え，直ちに復旧が可能な危機管理体制を整備しておく必要がある．今後，管補修材料の備蓄や補修業者との災害協定など，緊急時の迅速な対応と被害最小化に向けて体制整備を進めるものとした．

10．まとめ

ここでは，主にソフト対策としての維持管理手法について検討し紹介した．今回作成した点検計画については，今後，現場での試行と検証，改善，技術開発を進め，埋設鋼管の維持管理手法の高度化を図っていきたい．

参考文献

1) 平成２１年度九州国土交通研究会プログラム V 部門，埋設導水管の点検と状態度評価手法の検討について：http://www.qsr.mlit.go.jp/n-shiryo/kenkyu/05/04.pdf