

## 劣化PC管の調査・診断手法の検討

The inspection and diagnostics Approach for deteriorated Pre-stressed Concrete Pipe

水島淑博・伊藤保裕　・小泉和広　　・毛利栄征

Mizushima Yoshihiro・Ito Yasuhiro・Koizumi Kazuhiro・Mohri Yoshiyuki

### はじめに

独立行政法人水資源機構（以下、「機構」という。）におけるプレストレストコンクリート管（以下、「PC管」という。）のパイプライン施設において、埋設箇所周辺の地下水や土壌中に含まれる侵食性因子等により PC 鋼線を保護するカバーコートが中性化・薄肉化し、PC 鋼線が発錆・破断することで、管本体が内外圧に耐えられなくなり破裂し、大規模な浸水被害、地表面の陥没などに至る出水事例が顕在化しつつある（写真-1）。

一方、埋設管は地表を中心とした水路巡視ではその状態を確認することが困難であるとともに、PC 管本体の劣化は、主に管外面から進行するため、仮に管内から目視等で調査を行ったとしても劣化度の判断ができない現状にある。

このため、掘り出して管の外面を直接確認することが最も望ましいが、機構が直接管理する PC 管は全体で 111km にも及ぶため、すべての管を掘り出して確認することも現実的に困難である。

そこで、劣化度を診断する新たな手法の開発として、PC 管の適切かつ効果的な維持管理・更新・改築に資することを目的に、埋設管をとりまく埋設環境調査（地下水位や土地利用状況、水質・土壌調査結果等）と非破壊調査等とを組み合わせることにより、総合的に管本体の劣化度を診断する手法の確立に向けた検討を行った。



写真-1 PC管本体の破裂

### PC管本体の劣化に関する調査・診断手法

調査・診断は、以下の流れで行うことを基本とする。

#### (1) 劣化の危険性がある箇所の絞り込み

PC 管路線全体から、既存資料や地下水の水質調査・土壌調査の結果を用いて劣化の危険性がある箇所を絞り込み、その中から非破壊調査又は試掘調査を実施する管（代表管）を抽出する。これまでの調査から機構関連施設では、埋設後 25 年以上を経過している場合や侵食性遊離炭酸が 20mg/l 以上、硫酸イオンや塩素イオンが 200mg/l 以上および ANSI A 21.5 の腐食性評価が 10 点以上を確認した場合に PC 管が破裂または劣化する傾向が見られたため、これらに該当する箇所を劣化の危険性がある箇所として絞り込みの対象とする。

（独）水資源機構、（株）ダイヤコンサルタント、（独）農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所　Japan Water Agency,　Dia Consultants Company,　National Agriculture and Food Research Organization National Institute for Rural Engineering　P C 管　カバーコート　非破壊調査

## (2) 非破壊調査又は試掘による劣化状況の確認

代表管について、空水による内面からの非破壊調査又は空水が困難な場合や直接劣化状況を目視する必要がある場合は、試掘調査を行い劣化状況の確認を行う。

非破壊調査は、カバーコートが中性化・薄肉化し、PC 鋼線が発錆・破断するという過程を経てPC管本体が破裂に至ることを考慮し、劣化の進行度合いを検証し、将来の劣化進行を予測する予防保全的な調査としての位置づけとなる、カバーコート厚の測定（超音波法による）と破裂に直結する段階であり、即時対応が求められるか否かを判定する位置づけとなる PC 鋼線が発錆・破断状況の測定（電磁誘導法による）の2つの調査を行う。これらの手法は、これまで PC 管に特化した調査手法がなかったため、独自に非破壊調査地点を掘削し、非破壊調査で得られたデータと実際の劣化状況との比較確認や新品管の音速値の測定等の研究を実施し、精度向上を図ってきたところである。

一方、試掘調査では、目視により PC 鋼線が発錆や破断、クラックの有無を確認し、チッピングとフェノールフタレイン法を実施することでカバーコート厚を測定する。

カバーコート厚の評価については、コンクリート中の鋼材の中性化による腐食の開始時期である 10mm を閾値とし、10mm 以下となった場合には「劣化」と評価することとした。

また、これまでの調査から、中性化の進行について  $t$  則に基づき検討した結果、12mm 以下となると最も厳しい劣化環境下では、その後 10 年程度で 10mm 以下になる可能性があるため、予防保全を計画的に実施する観点から「要注意」と評価することとした。

電磁誘導法の評価については、出力電圧値の変動の大きさにより劣化度を評価する。最大出力電圧差で概ね 3V、標準偏差で概ね 1V を超えると PC 鋼線の破断が確認される場合が見られることから「劣化」とし、最大出力電圧差で概ね 1V、標準偏差で概ね 0.5V までは PC 鋼線が発錆が見られないことから「健全」、その間を「要注意」と設定した。

## (3) 劣化度判定と要対策範囲の判定

調査結果から、PC 管の劣化度判定は、表-1により行うものとする。劣化度がⅠ、Ⅱの場合は、緊急又は早期対策が必要であり、その対象は、地下水位や土地利用状況、水質・土壌調査、非破壊調査、地質状況や構造条件等から総合的に調査地点と同様の埋設環境と見なすことができる範囲を「対策が必要な範囲」とする。

表-1 PC管劣化度判定表

グレード	非破壊調査による判定	PC 管外面の劣化による判定	対策判断
Ⅰ	電磁誘導法:健全 かつ 超音波法:健全	・ 外観上の劣化が見られない ・ 健全カバーコートかつ厚が12mmより大きい ・ PC 鋼線が発錆なし	
Ⅱ	電磁誘導法:要注意 または 超音波法:要注意 ※ただしⅢ、Ⅳを除く	・ 健全カバーコートかつ厚が10mmより大きく12mm以下 ・ PC 鋼線が発錆なし	要注意
Ⅲ	電磁誘導法:劣化 かつ 超音波法:健全 または 電磁誘導法:要注意 かつ 超音波法:要注意か劣化 または 電磁誘導法:健全 かつ 超音波法:劣化	・ 健全カバーコートかつ厚が10mm以下、または、 PC 鋼線が発錆あり	必要
Ⅳ	電磁誘導法:劣化 かつ 超音波法:要注意か劣化	・ 健全カバーコートかつ厚が10mm以下で、PC 鋼線の破断や全体的な発錆がみられる。	必要 (緊急)

【各グレードの考え方】

グレードⅠ:健全な状態。再調査はないが、10年程度で再調査を実施し状況を把握することが望ましい。  
 グレードⅡ:今後10年程度でグレードⅢ、Ⅳになる可能性があるため、少なくとも10年程度で再調査を実施し劣化進行状況を確認する必要がある。  
 グレードⅢ:PC鋼線発錆の可能性が高く、早期に対策を講ずる必要がある。  
 グレードⅣ:PC鋼線破断の可能性が高く、緊急に対策を講ずる必要がある。

．おわりに

本手法については引き続きデータを蓄積し、適宜見直すことでより精度の向上を図りたいと考えている。また、今後は、各現場で本調査・診断手法を活用し、これまで不明であった埋設 PC 管の現状を把握し、効果的な維持管理を実施していくことが重要である。最後に、本稿は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所と独立行政法人水資源機構及び新技術研究開発組合（代表者株式会社ダイヤコンサルタント）の3者による官民連携新技術研究開発事業の共同研究成果の一部であることを申し添える。