

WSP 081-2019 鋼管路の更新診断マニュアル (更新診断から劣化調査・補修まで)

1. はじめに

鋼管は、鋼の持つ「高強度」・「高延性」・「高靱性」という材料特性と、溶接接合による一体構造により、軽量で抜群の耐震性・水密性を実現できることから、特に大口径の管路に多く採用されています。

しかしながら、その多くは高度成長期に布設されており、更新時期を迎えているのが現状です。

本マニュアルは、鋼管路の更新・維持管理を適切に行うことを目的に作成しました。「更新診断」と「劣化調査」・「補修」の2部構成で、更新診断では「水道施設更新指針」((公益社団法人)日本水道協会)の管路の更新診断の考え方・手法に準拠しつつ鋼管路特有の事象を考慮した更新診断について、劣化調査・補修では、更新が必要とされた鋼管路の劣化調査方法や劣化形態に応じた補修方法について述べています。

ここでは、直近発刊予定の本マニュアルの主なポイントについて紹介します。

2. 更新診断の主な内容

2.1 鋼管路の更新診断

鋼管路の更新診断方法は、日本水道協会の「水道施設更新指針」に、鋼管路特有の事象を追加した方法としました。

管路の更新診断は、それぞれの物理的評価点数に経年化係数(C_Y)を乗じて、それぞれの評価点数を相乗平均することで総合物理的評価点数(S)を算出します。

$$S_F' = S_F(\text{事故危険度点数}) \cdot C_Y(\text{経年化係数})$$

$$S_E' = S_E(\text{有効率点数}) \cdot C_Y$$

$$S_H' = S_H(\text{水理機能点数}) \cdot C_Y$$

$$S_S' = S_S(\text{耐震性強度点数}) \cdot C_Y$$

$$S_Q' = S_Q(\text{水質保持機能点数}) \cdot C_Y$$

$$S = (S_F' \times S_E' \times S_H' \times S_S' \times S_Q')^{1/5}$$

算出した総合物理的評価点数(S)により、管路の総合評価を行います。(表-1 管路施設の総

表-1 管路施設の総合評価

総合評価点数(S) (点)	管路施設の総合評価
76~100	健全
51~75	一応許容できるが弱点を改良、強化の必要がある
26~50	良い状態ではなく、計画的更新を要する
0~25	きわめて悪い、早急に更新の必要がある

合評価参照)

以上の総合物理的評価点数(S)と各路線の重要度評価を考慮して、管路更新優先度の定量評価を行います。なお、重要度評価は「水道施設更新指針」によるものとしました。

物理的評価点数に関しては、鋼管路特有の事象を考慮し、一部項目を追加変更して、以下のとおりとしました。

C_Y (経年化係数): 鋳鉄管に、 $\phi 800$ 以上の鋼管を含めました。

S_F (事故危険度点数): ネジ継手鋼管を新設し、係数を0.3としました。

S_E : 「水道施設更新指針」を引用しました。

S_H : 「水道施設更新指針」を引用しました。

S_S : 溶接鋼管の補正係数(C_P)を原則0.0としました。ただし、 $\phi 800$ 未満で1975年以前に布設された溶接鋼管の補正係数(C_P)は0.3としました。また、ネジ継手鋼管を新設し、補正係数(C_P)を1.0としました。

S_Q : 「水道施設更新指針」を引用しました。

2.2 参考資料

2.1に示した鋼管路の更新診断手法のほかに、鋼管路の老朽度評価に参考になる資料として、以下の資料を添付しました。

【参考1】埋設鋼管の老朽度ランク

「水道施設更新指針」に示されている「鋳鉄管・ダクタイル鋳鉄管の老朽度ランク及び更新対象」の鋼管版を記載しました。これにより、

埋設鋼管の残存管厚が管体調査等により判明すれば、老朽度ランクを判定することができます。

【参考2】水管橋の外面塗装劣化診断

日本水道協会と当協会が共同で作成した「露出鋼管（水管橋等）外面塗装劣化診断評価手引き」を紹介しました。これを活用することにより、適切な外面塗装の維持管理ができます。

【参考3】水管橋の耐震診断

当協会作成の水管橋耐震診断表を、（公益財団法人）水道技術研究センターが見直し、ならびに重み係数の補正を行った耐震診断表を添付しました。この診断は簡易診断であり、この診断結果内容により、耐震性が「中」もしくは「低い」と判定された場合は、詳細診断を実施します。

3. 劣化調査の主な内容

3.1 使用上の問題発生時の補修対応

鋼管の劣化は、腐食が主な要因であるため、腐食の特性や現象を説明した上で劣化調査方法や補修方法を提示しました。使用上の問題発生箇所の補修は、「機能回復の可否」、「補修費用の経済性」および「社会的損失の大小」について妥当性を総合的に判断した上で実施します。

3.2 劣化調査による劣化範囲や程度の確認

劣化懸念が残る鋼管路については、劣化調査を実施して劣化の有無や範囲・程度を確認します。

劣化調査の1つである交流電位差法による塗覆装損傷調査は、図-1のように、鋼管路に交流信号を流して地表面の車輪電極で信号を検知するので、掘削することなく塗覆装損傷位置を調査可能です。

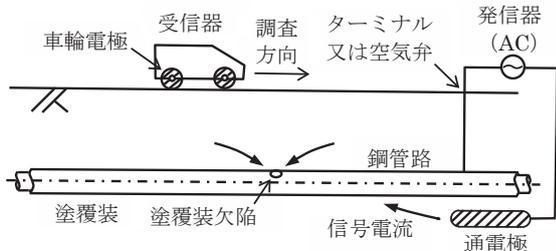
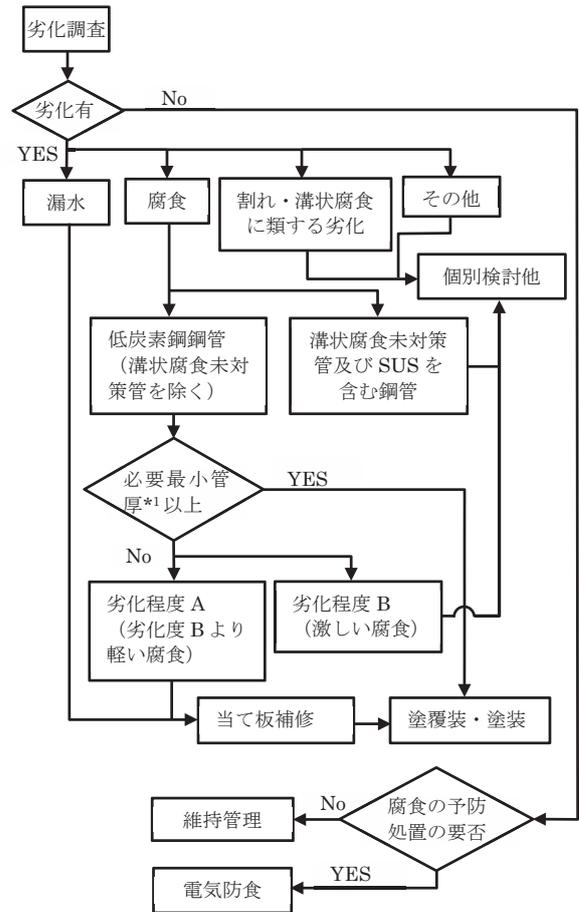


図-1 交流電位差法による塗覆装損傷調査概念図

3.3 劣化形態別補修方法

劣化の形態に応じて図-2のフローで補修方法を



* 1：必要最小管厚の設定に当たり、WSP030の管厚算定式と水門鉄管基準の式を検討し、両式を満足する、公称管厚の60%（安全側に切り上げ0.6）としました。

図-2 劣化調査からの対応フロー図

選定します。補修方法の区分は、主に、鋼管の種類や劣化程度によって区分します。また、補修の可否は、必要最小管厚（公称管厚の60%）を基準にしました。

4. 補修の主な内容

4.1 補修溶接の施工手順

3.3の図-2で当て板による補修が選定されれば、以下のステップで補修溶接を実施します。

- 1) 管内、管外どちらの施工が適するかを検討する
- 2) 劣化範囲を特定し、溶接箇所の管厚を測定する
- 3) 溶接可能管厚以上であることを確認する
- 4) 補修溶接を実施する
- 5) 溶接部を検査する

4.2 当て板の厚さ

当て板の厚さは、既設管の管厚と同等以上であることが望ましいが、施工性等を勘案し、必要最小管厚（既設管の公称管厚の60%）以上の厚さを確保することとしました。

4.3 補修溶接箇所の溶接可能管厚

補修溶接箇所の溶接可能管厚は、品質、能率、必要最小管厚の確保および溶接時の溶け落ち防止等の要素を満たす溶接条件との兼ね合いによって、公称管厚別に区分しました（表-2）。

表-2 公称管厚別の溶接可能管厚の区分

区分	既設管		設定理由	溶接条件 No.
	公称管厚	溶接可能管厚		
1	4.2～4.9 mm	4.0mm 以上	必要最小管厚を満足していても溶け落ちの可能性があるため、溶け落ちを防止するため必要な管厚と管厚に対応する溶接条件を設定した。	I
2	5.0～7.0 mm	4.5mm 以上	同上	II
3	8.0～11 ^{*1} mm	6.0mm 以上 ^{*2}	同上	III
4	12～29 mm	必要最小管厚 以上	溶け落ちの可能性が低減するため、過大な電流とならないよう留意した上で、実管厚に応じた溶接をしても良いこととする。	—

* 1：公称管厚 8～11mm の場合、管厚測定で確認した既設管（当て板補修溶接箇所）の管厚が、公称管厚のマイナス側許容差内（マイナス側許容差：-8%）である場合は、区分 4 を適用する。

* 2：公称管厚 11mm の溶接可能管厚は、6.6mm 以上とする。

4.4 メカニカル補修

メカニカル補修を行う場合は、直管の外表面、内面およびフランジ等、劣化部位に応じたメカニカル補修材料を選定します。

埋設鋼管に使用するメカニカル補修材料は、凹凸のある形状です。このため、メカニカル補修材料を被覆する塗覆装は、石が食い込む等の損傷が考えられます。塗覆装が損傷し、メカニカル補修部（付近の鋼管を含む）が劣化した場合は、更新します。

4.5 塗覆装・塗装の補修

塗覆装・塗装の劣化部は、既設管同等以上の防

食性能を持つ材料で補修する必要があります。塗覆装・塗装の劣化部は、周辺を含め鋼面まで除去した後、以下のステップで補修します。

- 1) 鋼面劣化部の整形
- 2) 補修塗覆装・塗装部の前処理
- 3) 補修塗覆装・塗装の実施
- 4) 施工状態の検査

補修に当たっては、平坦でない劣化部への対応等、新設管と異なる状況への対応が必要となります。そこで、劣化箇所の内面の塗装例を記載しました（図-3）。

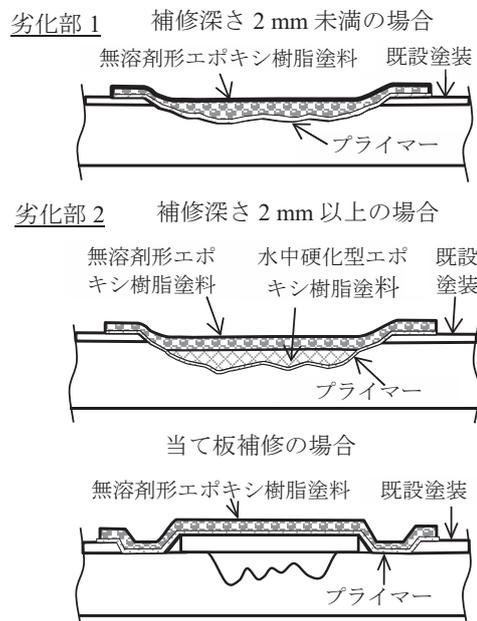


図-3 劣化箇所の内面塗装例

5. さいごに

本マニュアルは、鋼管の特性を踏まえたマニュアルが求められていたことから、WSP技術資料としてまとめました。

更新診断では、鋼管路特有の事象を追加して診断する等の工夫をしました。劣化調査・補修では、劣化調査の方法や腐食形態の多様性を加味した補修方法の事例を提示し、実務に対応できるよう心掛けました。

本技術資料が、鋼管路の更新・維持管理に携わる多くの関係技術者の一助となれば幸いです。