



13.GX形ダクタイル鉄管はどうして長期耐久性が期待できるのでしょうか？



GX形ダクタイル鉄管の長期耐久性について、管外面、管内面、ゴム輪、ボルト・ナットの各項目について説明します。

1.管外面

GX形の管外面には外面耐食塗装が施されています。この外面耐食塗装は、「亜鉛系合金溶射+封孔処理+合成樹脂塗装」から構成されており、直管、異形管、P-Link、G-Link、押輪等に適用しています。

GX形は、一般的な埋設環境(山地を除く国土の95%)においてポリエチレンスリーブを装着せずに、耐食皮膜の寿命が70年以上、鉄部の寿命が30年以上とし、長期の寿命が期待できるよう防食設計しています(図1-1参照)。これらは、全国約3000地点での腐食に関する調査データや実験室における促進試験結果を基に推定した結果です。

推定結果のうち、促進試験結果より求めた各種防食期間を紹介します(表1-1参照)。「亜鉛溶射皮膜の防食期間」は、腐食性の強い環境(海水環境)では2年以上で、腐食促進試験(複合サイクル試験)では約3日でした。「外面耐食塗装の防食期間」は腐食促進試験で120日以上であることから、亜鉛溶射の35倍以上となり、この結果、腐食性の強い環境での「外面耐食塗装の防食期間」は70年以上となります。

以上より、外面耐食塗装は一般的な埋設環境(国土95%)において長期の耐久性が期待できるものと推定されます。

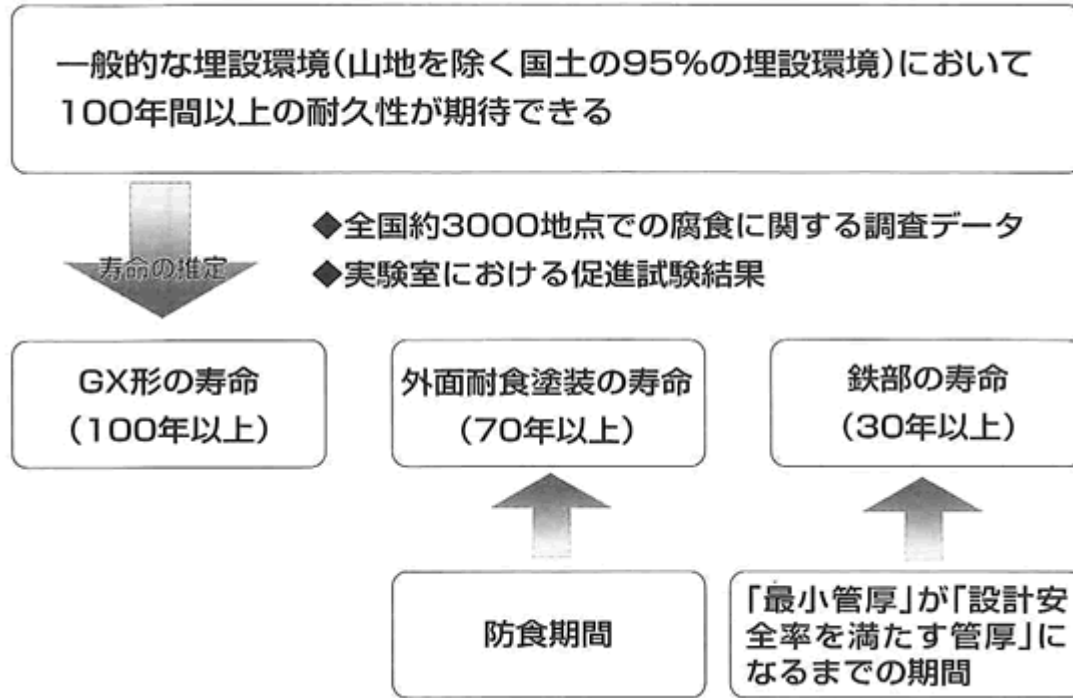


図1-1 GX形の寿命の考え方

表1-1 外面耐食塗装および亜鉛溶射皮膜の防食期間

	腐食性の強い環境(国土95%以内を想定)での防食期間	腐食促進試験 ¹⁾ での防食期間
〔従来〕亜鉛溶射皮膜 (溶射量130g/m ² 、 塗装なし、傷なし)	2年以上 (実験値)	約3日 (平均実験値)
外面耐食塗装 (溶射量325g/m ² 、 塗装あり、傷あり)	70年以上 (推定値)	120日以上 (実験値)

注1)複合サイクル試験(JISK 5600-7-9サイクルA)

2.管内面

2-1 エポキシ樹脂粉体塗装

約20年間使用された経年エポキシ樹脂粉体塗装管について、粉体塗膜の性能を調査し、耐久性を評価しました。

①付着強さ、吸水率およびインピーダンスは、新品の値と同等であり、粉体塗膜の劣化兆候は認められませんでした。

②塗膜表面からの塩素浸透深さは20μm以内と塗膜表面のごく浅い部分にしか浸透しておらず、優れた耐久性を有することを確認しました。

図2-1に示すように、塗膜の厚さは300μm以上と規定されていることから、粉体塗膜は長期の耐久性を有するものと推定されます。

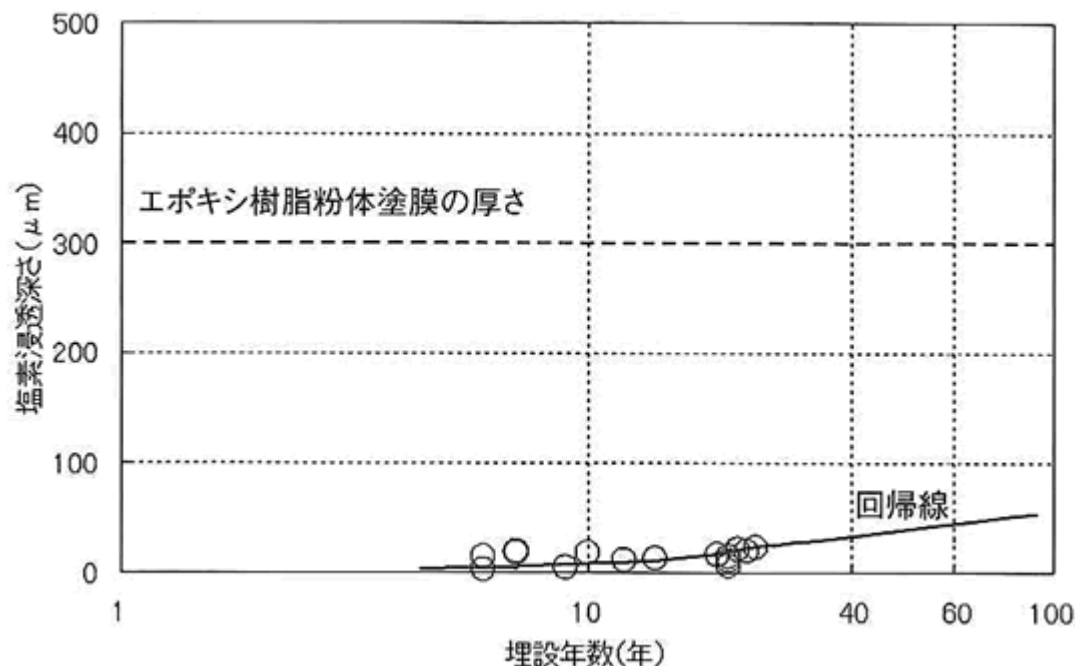


図2-1 経年エポキシ樹脂粉体塗膜の塩素浸透深さ 1)

〔出典〕 1) 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクタイル鉄管について〔JDPAT47〕(日本ダクタイル鉄管協会)

直管の内面は、1950年代半ば以降、主としてモルタルライニングが施され、長期間の使用実績があります。

横浜市水道局では、老朽化したダクタイル鋳鉄管の更新計画を策定する際の耐用年数推定の知見を得るため、管内面のモルタルライニングの中性化について各種試験を行っています²⁾。その結果、中性化したモルタルライニングは、管への振動によるクラックや剥離、防食性能に関して、中性化していないものと比べても顕著な差は確認されず、中性化してもすぐに発錆することがないため、管路への影響は少ないと報告しています。また、老朽管の更新計画策定の際に根拠とすべきモルタルライニング管の耐用年数は、モルタルライニングが完全に中性化するまでの期間を考慮して、シールコートありの小口径管では埋設後100年程度が妥当であると提案しています。

以上のことから、シールコートのあるモルタルライニングが完全に中性化するまでの期間および中性化後も一定の防食機能が期待できることを考慮すると、モルタルライニングは一般的な水質において長期の耐久性を有すると考えられます。

ただし、モルタルライニングが中性化する期間は、水質条件により大きく異なります。遊離炭酸が多い等、浸食性の強い水質の場合、早い期間でモルタルライニングが中性化する場合があることに留意する必要があります。

〔出典〕2) 横浜市水道局：「ダクタイル鋳鉄管のモルタルライニングの中性化と機能劣化に関する研究」

3. ゴム輪

一般的にゴムの劣化要因には以下の項目があると言われています。

- ① 紫外線による劣化
- ② 酸素による劣化
- ③ オゾンによる劣化
- ④ 熱による劣化

通常、地中埋設されている水道管路では、①～④の影響はほとんどないため、ゴムの劣化は極めて緩慢であると考えられます。実際に40～50年使用されたゴム輪の物性にほとんど変化がなく、水密性も確保されていることを確認しております

(図3-1参照)。

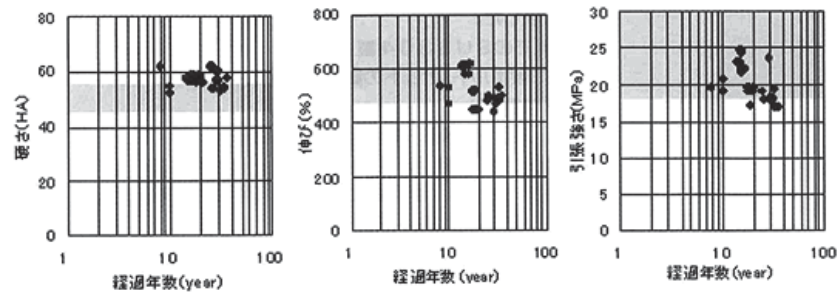


図3-1 長期間使用されたゴム輪の物性(着色部は規格値)

上記①～④の影響の他に応力によるゴム輪の永久変形があります。G X形ゴム輪の水密機構はバルブ部(直管)、丸部(異形管)の圧縮により発揮されるため、長期間使用すると圧縮応力によりゴム輪が永久変形します。

図3-2に実際に約0.5～30年間使用されたT形ゴム輪の圧縮永久ひずみを示します。実測データから推定した100年後の圧縮永久ひずみは約4.5%であり、許容圧縮永久ひずみの80%よりも十分に小さい値であるため、長期的に水密性を確保できると考えられます。

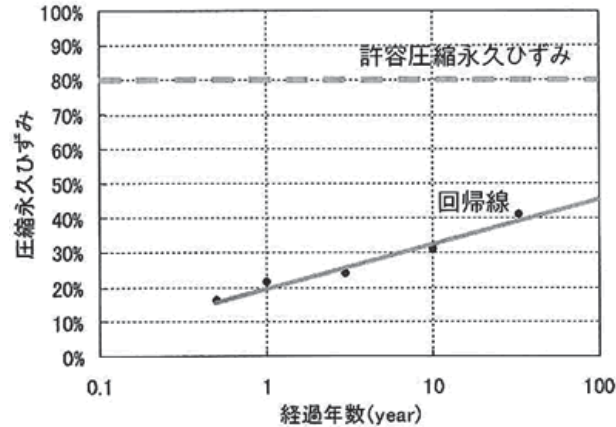


図3-2 T形ゴム輪の圧縮永久ひずみ

G X形ゴム輪の長期耐久性は加熱促進試験により評価しています。加熱促進条件は実際に長期間使用されたT形ゴム輪の圧縮永久ひずみと、加熱促進試験後のT形ゴム輪の圧縮永久ひずみを比較し算定しました。

G X形ゴム輪を接合状態で100年相当加熱促進した結果、圧縮永久ひずみは約4.0%であり、T形と比べて永久変形しにくいことが判りました。また、100年相当加熱促進後のG X形ゴム輪で水密試験を実施しましたが漏水はなく、長期的に水密性能を保持できることを確認しています。

4. ステンレス鋼製(SUS304)ボルト・ナットの寿命について

SUS304製ボルト・ナットは主にS形やSII形で使用されはじめ、約20年が経過しました。

これまでのSUS304製ボルト・ナットの調査事例と、参考としてSUS403製ボルト・ナットの調査事例を以下に示します。

(1) 調査事例I3)

腐食性の強い粘土(最大ANSI評価18.5点、酸性土壌)に、ポリエチレンスリーブを装着せずに6年間埋設しました。酸化皮膜付きダクタイル鋳鉄製は、ボルト先端部やナット角部で腐食が認められました。一方、SUS304製は発錆もなく良好でした(写真4-1参照)。

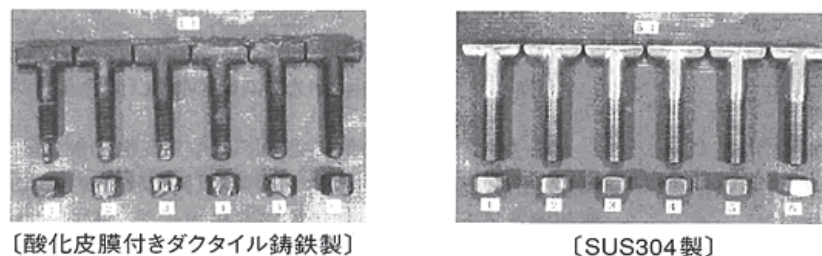


写真4-1 埋設実験結果 (酸性土壌に6年間埋設)

(2) 調査事例Ⅱ [参考:SUS403製ボルト・ナットの事例4)]

埋立地において腐食性の強い粘土質の土壌(最大ANSI評価13.5点、海水の影響あり)に、ポリエチレンスリーブを装着していない状態でSUS403製のボルト・ナットを20年間埋設しました。ボルトのネジ切り部や頭部角、ナットの角部等に、若干の腐食が発生していましたが、大きな腐食は認められませんでした(写真4-2参照)。

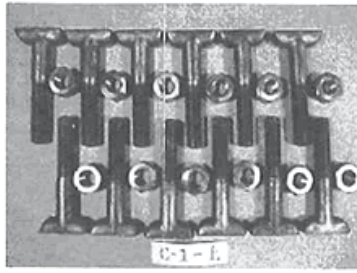


写真4-2 埋設実験結果 (埋立地に20年間埋設)

(3) 調査事例Ⅲ 5)

各種ボルトの耐食性を評価するために、各種試験を100日間行いました。表4-1に示すように、塩水噴霧試験や3%NaCl浸漬試験では、SUS304製ボルト・ナットの腐食減量はSUS403製の100分の1~200分の1程度でした。

ボルト	塩水噴霧	3%NaCl
SUS304製	0.026	0.003
SUS403製	2.204	0.663

以上より、SUS403製ボルト・ナットは埋立地に20年間埋設後も大きな腐食は認められず、また塩水に関する腐食促進試験でもSUS304製ボルト・ナットの腐食減量はSUS403製に比べて極僅かであることから、SUS304製ボルト・ナットは長期の耐久性が期待できるものと推定されます。

〔出典〕

3)日本ダクタイル鉄管協会:「いわき市水道局 外被覆材及び各種ボルト・ナットの耐食性調査埋設実験(6年後調査結果報告書)」、平成12年12月

4)玉瀬充康(大阪市水道局):「ダクタイル鋳鉄管の各種内・外面塗装埋設実験(その4-埋設20年後および追加埋設実験10年後の調査結果)」、水道事業研究 第148号、大阪市水道局、平成16年10月

5)喜多川真好、道浦吉貞:「冷間鍛造ステンレスT頭ボルト・ナット」、栗本技報、pp.25-31(1993)