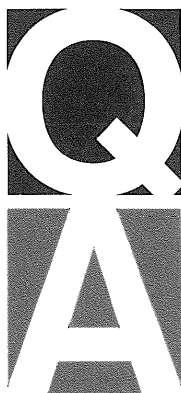


ダクティル鉄管に関する 素朴な疑問集 (その21)



GX形ダクティ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形ダクティ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。

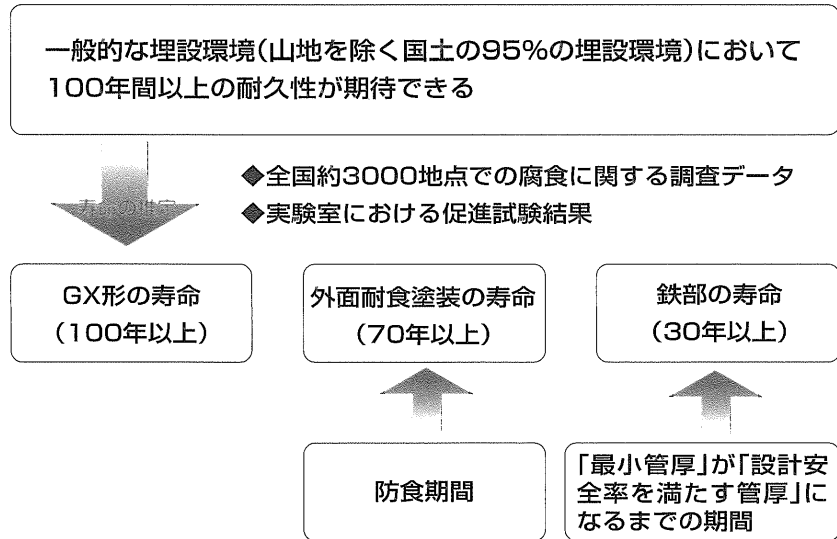


図1-1 GX形の寿命の考え方

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(JIS K 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20 μ m以内と塗膜表層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300 μ m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。

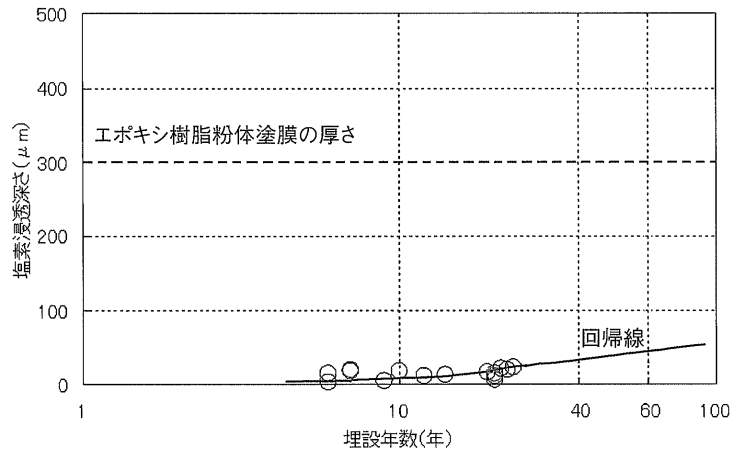


図2-1 経年エポキシ樹脂粉体塗膜の塩素浸透深さ¹⁾

〔出典〕1) 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクタイトル鉄管について〔JDP A T47〕(日本ダクタイトル鉄管協会)

2-2 モルタルライニング

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トル鑄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、シーラ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、シーラ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、侵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りますことに留意する必要があります。

〔出典〕2) 横浜市水道局：「ダクタイトル鑄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)。

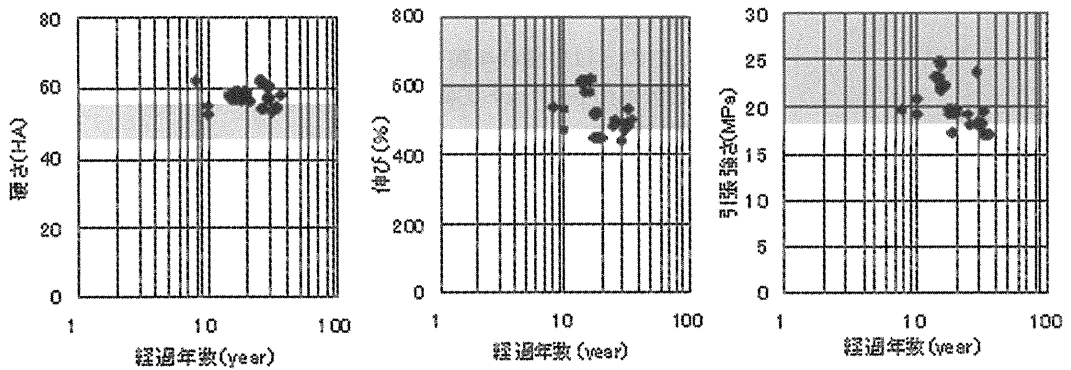


図3-1 長期間使用されたゴム輪の物性(着色部は規格値)

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×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45%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。

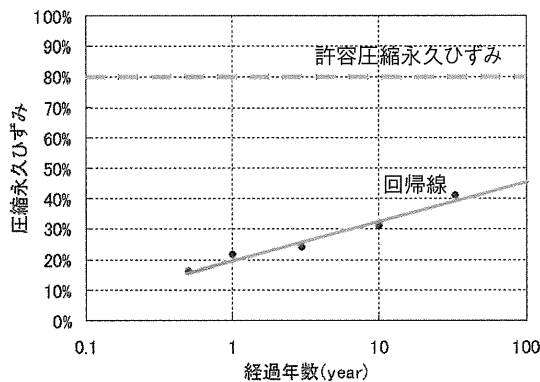


図3-2 T形ゴム輪の圧縮永久ひずみ

G×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×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40%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×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。

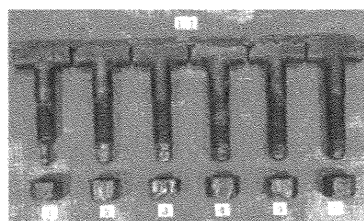
4. ステンレス鋼製(SUS304)ボルト・ナットの寿命について

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。

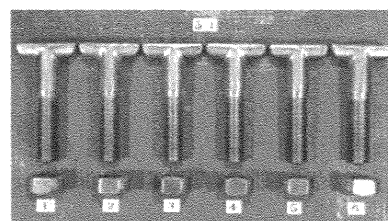
これまでのSUS304製ボルト・ナットの調査事例と、参考としてSUS403製ボルト・ナットの調査事例を以下に示します。

(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)。



〔酸化皮膜付きダクタイル鋳鉄製〕



〔SUS304製〕

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)。

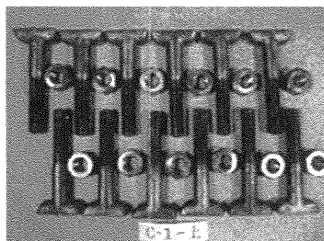


写真4-2 埋設実験結果(埋立地に20年間埋設)

(3) 調査事例Ⅲ⁵⁾

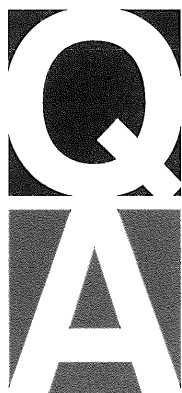
各種ボルトの耐食性を評価するために、各種試験を100日間行いました。表4-1に示すように、塩水噴霧試験や3% NaCl浸漬試験では、SUS304製ボルト・ナットの腐食減量はSUS403製の100分の1～200分の1程度でした。

表4-1 耐食性試験(100日後)における腐食減量(wt%) [一部抜粋]

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) 日本ダクティル鉄管協会：「いわき市水道局殿 外面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)：「ダクティル鋳鉄管の各種内・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)



GX形ダクティル鉄管の外面耐食塗装に傷がついても大丈夫なのですか？

小さな傷※がついた場合には、外面耐食皮膜中の亜鉛合金が傷部を守り、長期の耐久性が期待できます。それより大きな傷がついた場合には、期待する防食性能が得られません。

なお、小さな傷やそれより大きな傷がついた場合の補修方法については、「GX形ダクティル鉄管 接合要領書」をご参照ください。

※小さな傷:管外表面1m²当たり15cm²以内の傷、かつ幅5mm以内の傷

傷部に対する防食性を確認するため、試験片に鉄地にまで達する傷を付け、複合サイクル試験を行いました。図1に示すように、外面耐食塗装は傷部に対して良好な防食性能を示しています。これは、図2のように、傷がつき、鉄地が露出しても、この部分を守るために矢印のように電流が流れて亜鉛がゆっくと溶出することにより、傷部に亜鉛化合物が堆積し、保護皮膜を形成するためです。

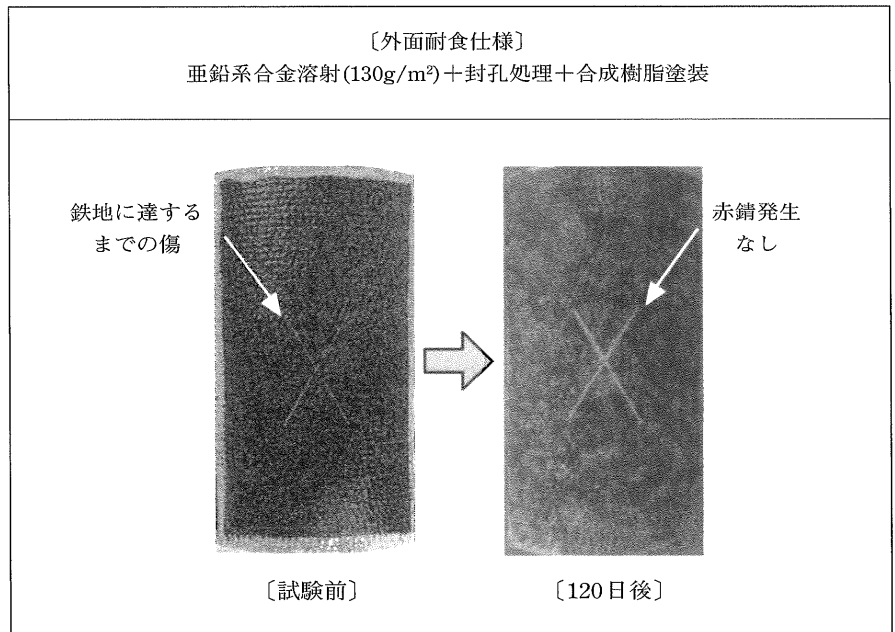


図1 複合サイクル試験*結果

(* JIS K 5600-7-9 サイクルA: 塩水噴霧2h → 乾燥4h → 湿潤2hのサイクル)

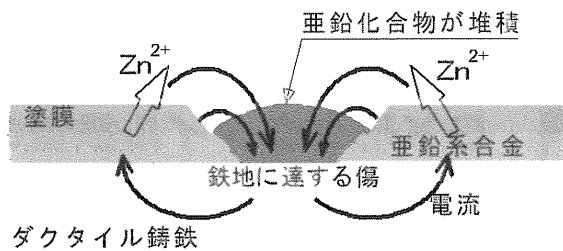
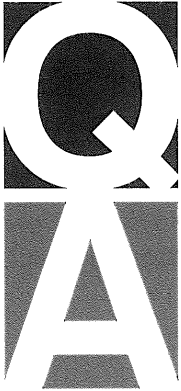


図2 傷部の防食メカニズム



GX形ダクタイトイル鉄管は、なぜ狭い掘削幅で施工ができるのですか？

GX形ダクタイトイル鉄管は、新しい継手構造で施工性を大幅に向上したことにより、NS形に比べ狭い掘削幅での施工が可能となっています(図1、表1)。GX形ダクタイトイル鉄管における管路布設時の掘削幅削減に関わる施工性向上のポイントを表2に示します。

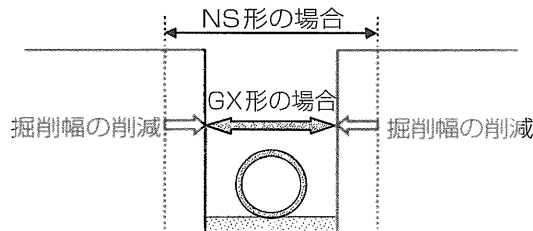


図1 掘削幅の比較

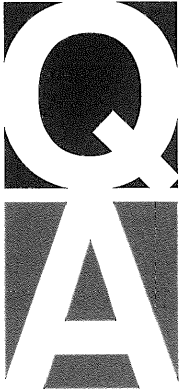
表1 掘削幅(土留めなし)

呼び径	掘削幅(cm)		
	GX形	NS形	T形
75	50	60	50
100	50	65	50
150	50	70	50
200	55	75	50
250	60	80	50

表2 管路布設時の掘削幅削減に関わる施工性向上のポイント

施工性向上のポイント	内容
直管の接合	GX形ゴム輪の採用で継手接合時の挿入力を大幅に低減させたことにより、1台のレバーホイストでの継手接合が可能となりました。
異形管の接合	メタルタッチ押輪の採用により、T頭ボルト締め付け時のトルク管理が不要となり、インパクトレンチによる締め付け作業が可能となりました。 なお、G-Link押ボルトのトルク管理については、柄の短いトルクレンチを使用することにより作業可能となります。

GX形管路布設に必要な掘削幅はT形管路布設時と同じ、あるいはそれ以上あります。これまで、T形管路での埋め戻しが問題なく行われていることから、GX形管路においても掘削幅削減の影響を受けることなく埋め戻しを行うことができます。



GX形の接合や切管挿し口加工に必要な工具は、NS形と同施工に使用するものと変わのでしょうか？また、共用できるのでしょうか？

GX形の施工に必要な工具は「GX形ダクトイル鉄管接合要領書」に示されています。それら工具を、NS形と共用できるものと新規準備が必要な工具とに分けると以下のようになります。

1. GX形の接合に必要な工具

(1) NS形呼び径250以下の施工と共用できる工具

- ① プラスチックハンマ
- ② スリングベルト(4本):吊り具として使用しているナイロンスリングで代用が可能です。
- ③ レバーホイスト(0.8tf用 2個):管との接触部はゴム板などで養生してください。
- ④ ラatchetレンチ(異形管用)
- ⑤ ロックリング絞り器

(2) 新規に準備が必要な工具

- ① ゴム輪位置チェックゲージ(直管、P-Link用):厚さ2mm-4mm
- ② インパクトレンチ(異形管用)
- ③ ユニバーサルジョイント(異形管用):屈曲角30°
- ④ 隙間ゲージ(異形管、P-Link用):厚さ0.5mm
- ⑤ ロックリング拡大器(異形管用)

2. GX形の切管に必要な工具

GX形の切管は、P-LinkやG-Linkを用いる方法と、NS形と同様に切管用挿し口リングを使用して、挿し口突部を形成する方法とがあります。P-LinkやG-Linkを用いる方法では全てNS形の施工工具と共用できます。

(1) P-Link、G-Linkを用いる場合

- ① 切断機
- ② グラインダ・面取りヤスリ
- ③ トルクレンチ:トルク100N・m

(2) 切管用挿し口リングを使用する場合

1) NS形呼び径250以下の施工と共用できる工具

- ① 専用の溝切機・切断機
- ② 挿し口リング拡大器
- ③ シャコ万力
- ④ 専用ストップ付ドリル刃
- ⑤ ドリル
- ⑥ グラインダ・面取りヤスリ

- ⑦ プラスドライバ(呼び番号2番)
- 2) 新規に準備が必要な工具
 - ① チェックゲージ

3.GX形の解体に必要な工具

- (1) NS形呼び径250以下の施工と共用できる工具
 - ① 解体矢
 - ② 特殊割押輪
 - ③ 油圧ジャッキまたはだるまジャッキ
 - ④ 解体矢打込みキャップ
 - ⑤ ハンマ
- (2) 新規に準備が必要な工具
 - ① 薄板(P-Link、G-Link用)

なお、管を吊る時は、従来管と同様にナイロンスリングやゴムチューブなどで被覆されたワイヤーロープを用いてください。