

電縫鋼管の溝状腐食

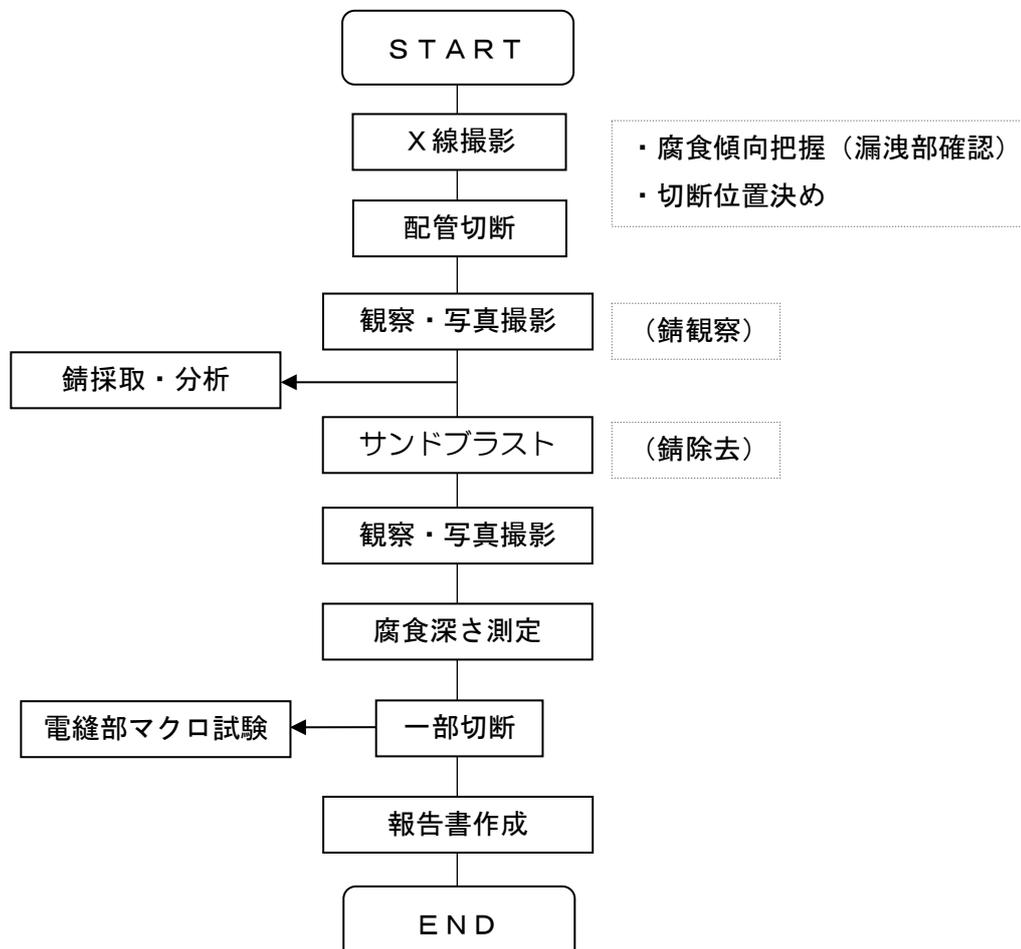
名古屋営業所 近藤 浩
櫻井 智規
石原 大志

キーワード 配管、SGP、電縫鋼管、めっき鋼管、漏水、スプリンクラー、溝状腐食、マクロサンドブラスト

1. 概要

名古屋市内の大規模インフラ施設でスプリンクラー主管（SGP、150A）が漏水した。抜管調査したところ、管内面に溝状腐食が発生して貫通漏洩に至っていた。電縫鋼管の溝状腐食は1970年代に漏水事故が多発、腐食速度は10mm/年にも達するものもあったが、配管の製造方法の改善などにより既に「昔話」となっている。最近では非常に珍しい腐食形態なので報告する。

2. 作業フロー



3. 受入状況



受け入れ時、漏洩部は圧着ソケットで応急処置



内面の状況

4. X線撮影

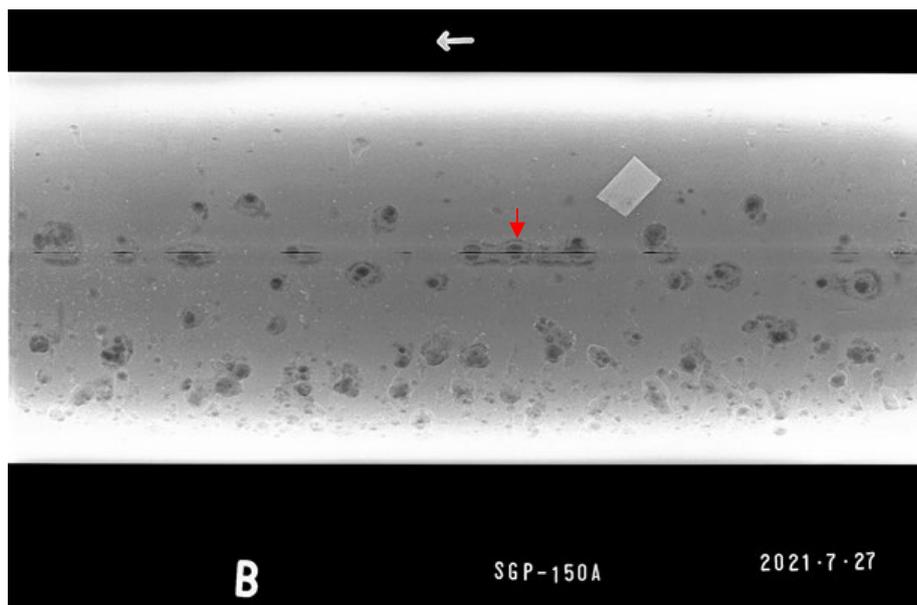


照射室にてX線撮影



F C R使用

内面のスケールで漏洩部の腐食形態が全く分からなかったため最初に漏洩部を中心にX線撮影をおこない、配管の切断位置を決めた。



- 【結果】①漏洩部（↓）は電縫鋼管の溝状腐食。
②配管内面には孔食が発生し、孔食が電縫部上に発生した場所で、電縫部が著しく腐食していた。

5. 切断



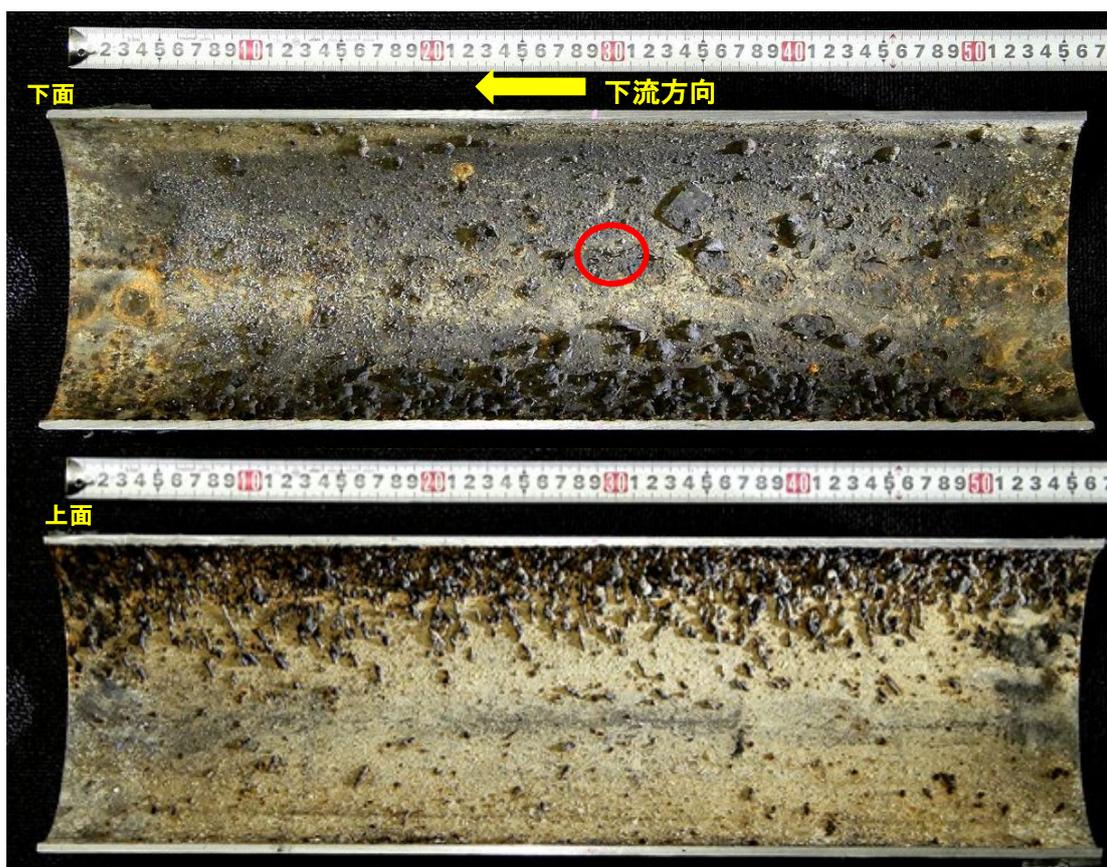
ハーフパイプ切断は鉄工所に依頼



円周方向の切断は自社内

6. 内面腐食状況の観察

- 【結果】①貫通部（電縫部）の有る下面から流れに向かって左側面に黒色の錆こぶが多く発生していた
- ②上面は全体に白く均一な腐食生成物（白錆）に覆われて、流れに向かい右側面に黒色の錆こぶが発生した。

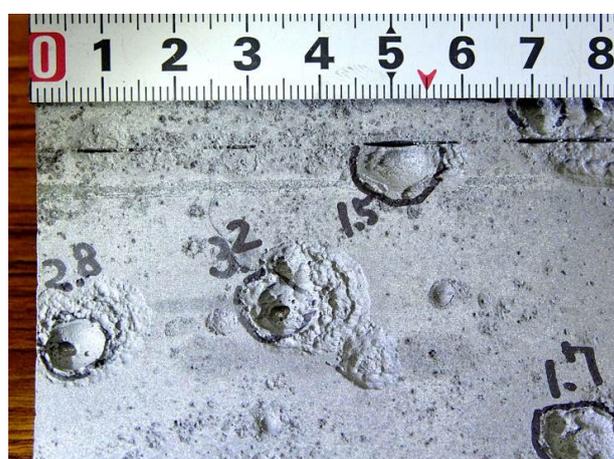
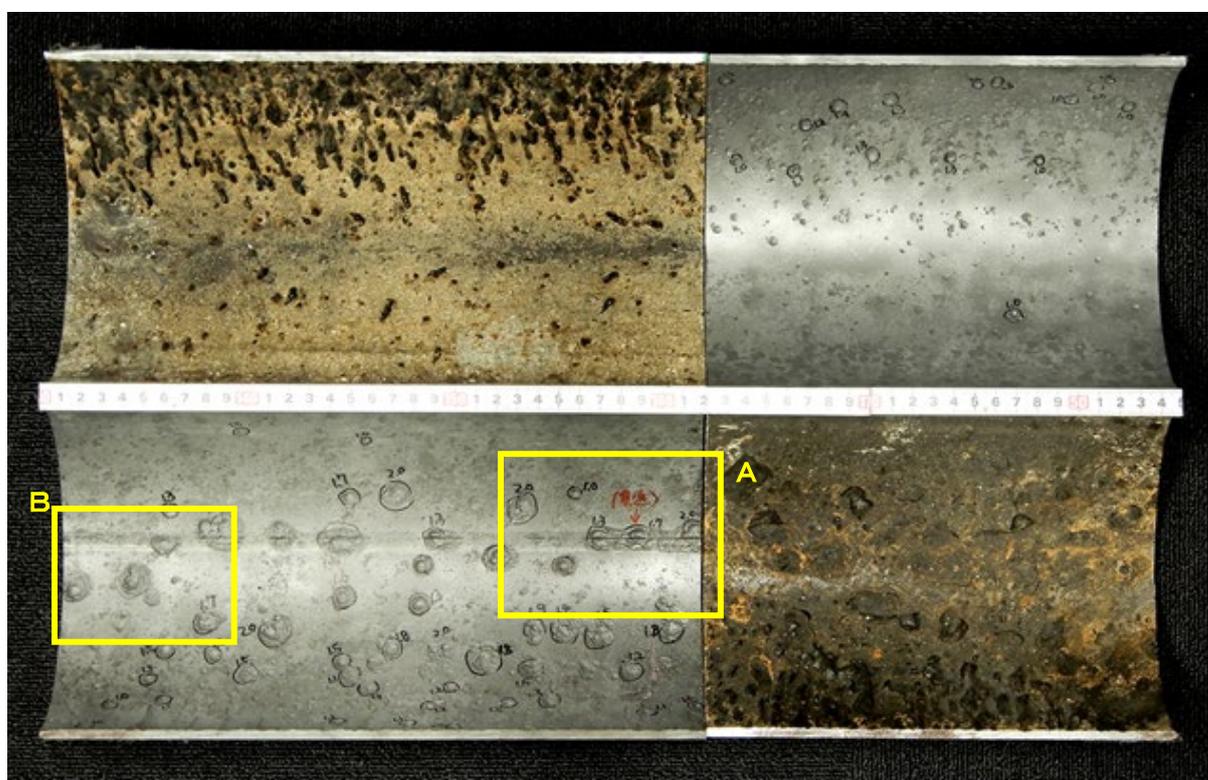


7. 腐食部の観察

配管を1/4に分割し上下それぞれ半分をサンドブラスト処理し、スケールの状況と腐食状況を対比すると考察しやすい。

A部（貫通部）

電縫部上に孔食が発生した場所では、電縫部が選択的に腐食している

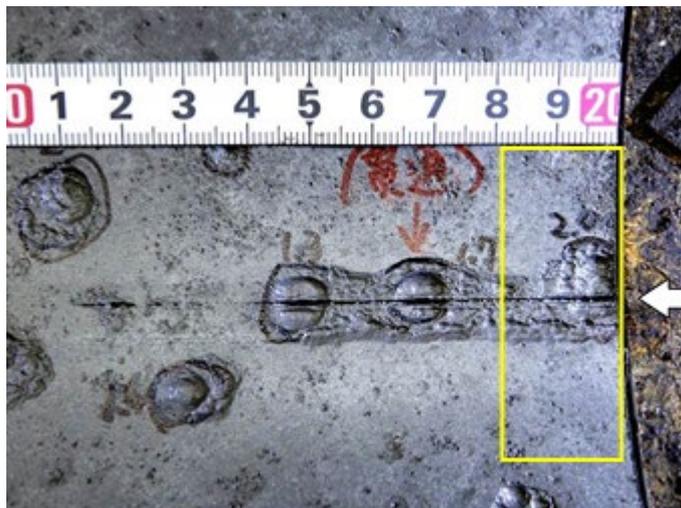


B部

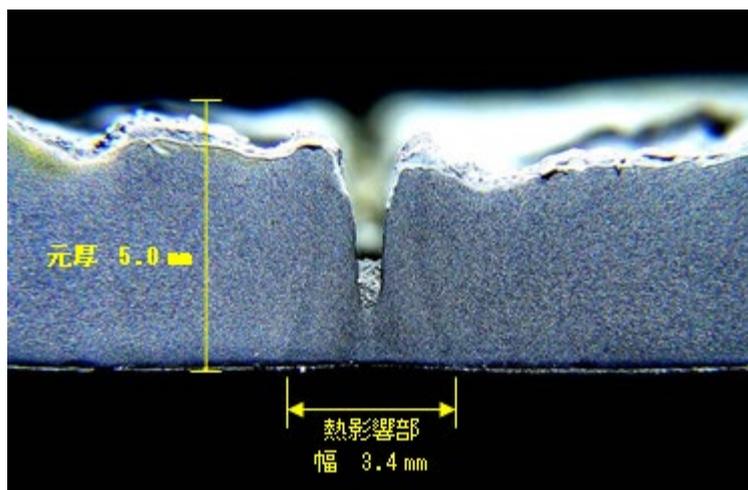
電縫部以外の孔食の最大深さ 3.2 mm

6. 電縫部断面マクロ試験

腐食貫通部近傍の断面をマクロ観察した



←断面を観察した



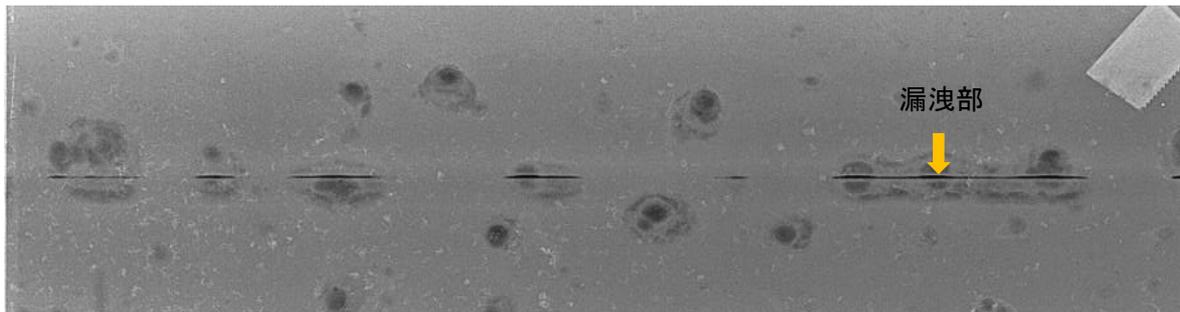
- ・～#320 研磨後、5%ナイトールでエッチング
- ・電縫部が選択的に著しく腐食している
- ・熱影響部があまり黒化していないので、少なくともAsWeldではないことがわかる

(研磨の際研磨面に当てた添板の力で配管が少し開いてしまった)

7. まとめ

調査の結果をまとめると

- ①配管内面は「白錆で覆われている部分」と「黒い錆こぶが成長している部分」に分けられる。
- ②「白錆」の部分では腐食・減肉は非常に軽微だった。
- ③「黒い錆こぶ」の下では、孔食が発生しその最大深さは3.2 mmだった。
- ④漏洩部は配管製造時の電縫部（電気抵抗溶接）であり、孔食（黒い錆こぶ）が電縫部上に発生した部分で電縫部が溝状に腐食していた。
- ⑤「黒い錆こぶ」（孔食）が発生していない電縫部には溝状腐食は発生していない。



【腐食速度について】

使用開始を昭和61年（1986年）、35年使用、配管元厚5.0 mmとして計算した。

部位	元厚	最大腐食深さ	使用年数	腐食速度	備考
孔食部分	5.0 mm	3.2 mm	35年	0.092 mm/年	これ以上に進行した腐食部は必ず存在する
電縫部	5.0 mm	5.0 mm（貫通部）	35年	0.143 mm/年	漏洩部なので極値

電縫部の腐食速度は孔食部分の約1.5倍であるが、1970年代に頻発していた電縫部の局部腐食速度の平均値「2.0 mm以上/年」に比べ1/10以下である。当時の材料と異なる点は、

- ・電縫部が溶接のままではなく、溶接部と周りの配管母材に電位差が生じないように、溶接後の熱処理がなされていると思われる（マクロ写真でHAZがそれほど黒化していない、溶接部の選択的な腐食—溝状腐食の原因は、溶接部・溶接熱影響部と母材との間の電位差による）
- ・溶融亜鉛めっきされている。

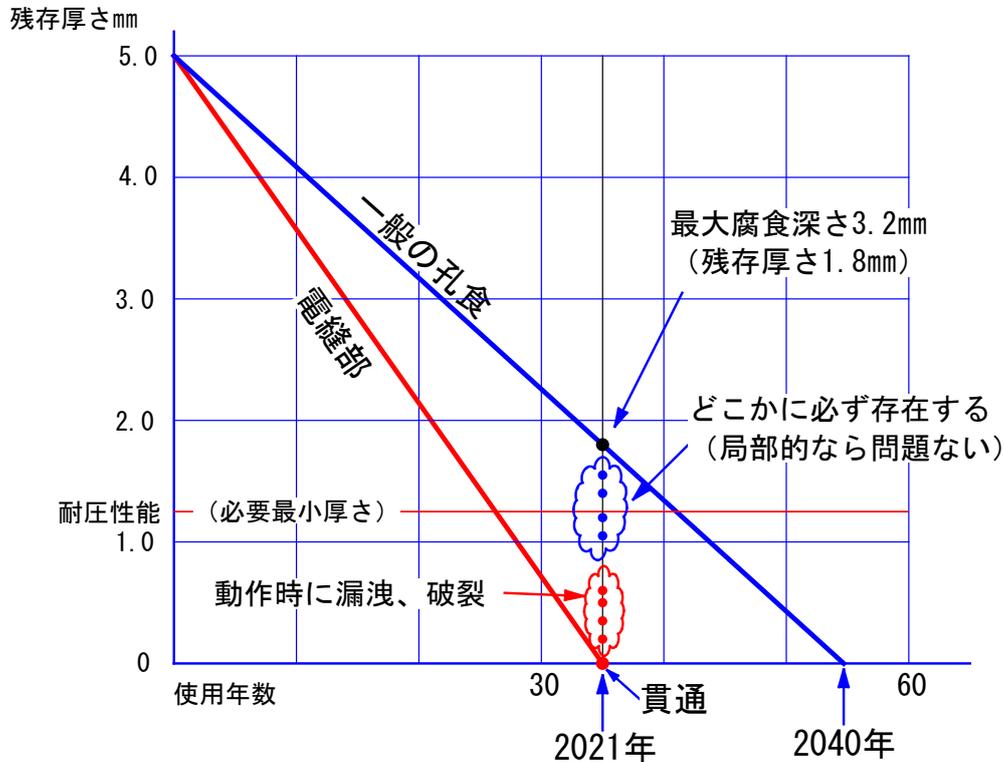
錆こぶが電縫部上に発生したため、錆こぶ下の腐食と電縫部の腐食の相乗効果により、腐食速度が速くなっていると考えられる。

※ 白管（めっき鋼管）の腐食で黒い錆こぶは見たことがない、配管使用開始後から白錆が形成され（酸素が消費されつくし）安定した後に、何かの原因で黒錆が発生してしまった事が要因になっているかもしれない。

【寿命について】

以下の仮定で考えた

- ・配管使用開始直後から腐食が始まり、腐食の速度は変わらない
- ・長さ約 500 mmのサンプルと全ラインの状態は同じ状態である
- ・耐圧性能に必要な厚さ（計算板厚）を 1.2 mm程度として で表した



【グラフ-1】

[孔食部分]

- ・測定された最大腐食深さ 3.2 mmを使い、貫通までの時間を計算すると貫通は 2040 年となるが、配管全長を考えれば、3.2 mmより深い孔食は必ず存在する筈なので 2030 年頃には貫通する部分が出てくるかもしれない。
- ・すでに耐圧性能を下回る部分もあるかもしれないが、局部的なので問題はないと思われる。

[電縫部]

- ・貫通しているので、これが極値（最大値）でこれ以上の腐食は存在しないが、腐食の状況から見れば、貫通寸前の電縫部は多く存在し、計算板厚を下回っている部分は多いと思われる。
- ・腐食は配管長手方向に溝状（切り欠き状）に分布し、応力集中部になっているので、ポンプ起動時に大きく圧力が加わった時に、漏洩・破裂などの可能性が無いとは言えない。

※ 配管の使用開始から腐食が始まり、現在まで一定の腐食速度で腐食が進行したと仮定したが、実際には、配管使用開始から亜鉛の酸化が始まり（白錆の被膜を作り）酸素がある程度消費されてから、黒さびこぶ（酸素が多いと赤さびとなる）が発生したと考えると、実際の腐食速度はもう少し早いかもしれない。