平成 28 年 7 月 20 日

消火系配管にステンレス鋼鋼管を使用する場合の留意点

ステンレス協会
配管システム普及委員会

昨今、消火系配管に於いてステンレス鋼鋼管は軽量で施工性も良く、耐食性にも優れた性能を発揮する事から採用が急速に進んでおりますが、稀に水質、微生物、異物混入等が原因と思われる腐食事例が確認されております。

本資料ではステンレス配管に対する取り扱い及びステンレスの優れた耐食性を発揮するための留意点を明記すると共に腐食事例を紹介します。

「留意点」

●使用する水

浄水場から供給される水道水に限る。

●不適切な水

以下に示すような「水質が不確定な水」、「微生物の増殖」が懸念される水。

- 井水、地下水、工業用水、河川水 及びその処理水
- 雑用水、雨水、排水等 及びその再生水
- RO 処理水(膜の劣化による水質悪化の懸念)
- 防火水槽の水(雨水、湧水などの混入の懸念)
- その他滅菌されていない水

水道水とは異なる不適切な水を配管内に充水した際は、配管内の水を抜いた上で、水道水に入れ替える。

消防検査時にポンプ車から供給された水は配管内に残さず、水道水に入れ替える。

なお、建物管理者に於いて水の入れ替えがある場合は、防火管理者より所轄消防へ確認の上、行ってください。

●異物混入

ステンレス配管に鉄粉、鉄の切粉が付着することで、もらい錆を起点とした孔食発生の腐食事例があることから、炭素鋼鋼管と接続する場合は、水洗(フラッシング)を十分に行う。

また、可能な限り炭素鋼鋼管と接合しての使用は避ける。

以上

ステンレス協会　　配管システム普及委員会
〒103-0025
東京都中央区日本橋茅場町 3-2-10(鉄鋼会館)
TEL (03)3669-5691(代)

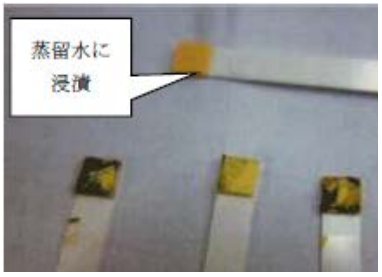
添付

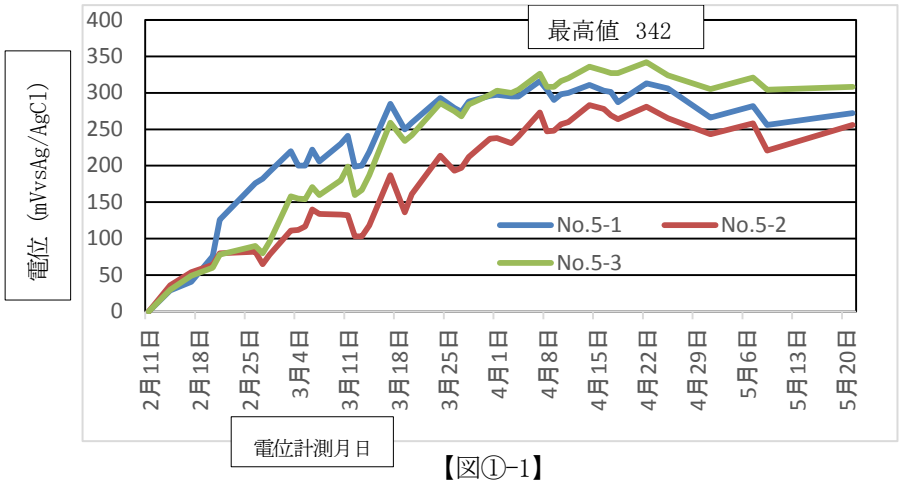
消火系配管の腐食事例

●腐食事例

①厨房排水再生水を使用した例

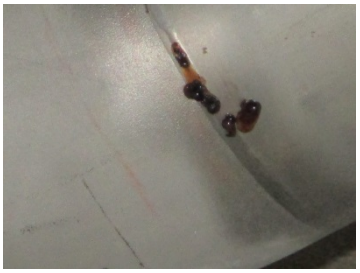
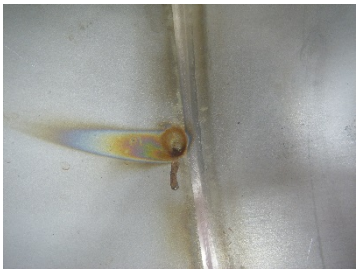
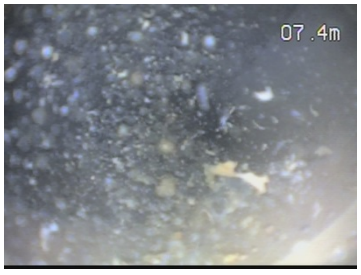
<table>
<tr><td>建物概要</td><td>商業施設</td></tr>
<tr><td>配管用途</td><td>連結送水管</td></tr>
<tr><td>配管材質</td><td>JIS　G3448　一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD</td></tr>
<tr><td>管内水</td><td>・当初の充水：厨房排水処理水
・消防検査時の使用水 ： 不明</td></tr>
<tr><td>水質
（漏水時の配管内採取水）</td><td>
<table>
<tr><th>項目</th><th>6 箇所で採水した配管内水の分析値の最大・最小</th><th>厨房排水処理水</th><th>（参考）水道水</th></tr>
<tr><td>Mアルカリ度(mg/L)</td><td>最大 ：110／最小：70</td><td>103</td><td>44</td></tr>
<tr><td>塩化物イオン(mg/L)</td><td>最大:157/最小：119</td><td>110</td><td>22</td></tr>
<tr><td>全有機炭素(TOC)(mg/L)</td><td>最大:5.0/最小：1.8</td><td>4.2</td><td>0.6</td></tr>
<tr><td>一般細菌(個/mL)</td><td>最大: 4000/最小 100</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>残留塩素(mg/L)</td><td>0.05 未満</td><td>2.6</td><td>0.37</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>腐食概要</td><td>約 7 ヵ月後に漏水発覚。
漏水部外面に黒色付着物が認められ、除去すると水滴が滴下した。
漏水部管内面には溶接部近傍に錆こぶを認めた。【写真①-1】
漏水部内面の濡れた箇所で「過酸化物試験紙」を濡らすと、紫色に変色が認められた。
過酸化水素の発生は微生物活動の一つの特徴である。[1]【写真①-2】
漏水部抜管時に採取した水に電極を挿入し、自然電位の変化を測定した結果、測定開始から電位が上昇し、約 2 ヶ月後に最高値 342mV(Ag/AgCl)に至った。[2]【図①-1】
自然電位測定前後の一般細菌数は、試験前が 100 個/mL、試験後は 17,100 個/mL に増加していた。

【写真①-1】


【写真①-2】


【図①-1】</td></tr>
<tr><td>要因推察</td><td>水質として塩化物イオンが高く、腐食しやすい水質であった。管内面の腐食箇所で過酸化水素が認められた。また、採取した水は自然電位の上昇と微生物の増加が確認された。
以上により、水質・微生物腐食といった複数の因子が腐食の要因と推察される。</td></tr>
</table>

②工業用水を使用した例

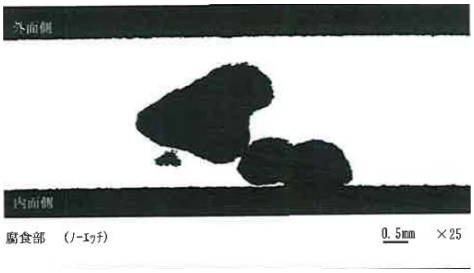
<table>
<tr><td>建物概要</td><td>オフィスビル</td></tr>
<tr><td>配管用途</td><td>連結送水管</td></tr>
<tr><td>配管材質</td><td>JIS　G3448　一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD</td></tr>
<tr><td>管内水</td><td>・当初の充水 ： 工業用水（河川水の再生水）
・消防検査時の使用水 ： 不明</td></tr>
<tr><td>水質
（漏水時の配管内採取水）</td><td>
<table>
<tr><th>項目</th><th>3箇所で採水した配管内水の
分析値の最大値／最小値</th></tr>
<tr><td>銅（mg/L）</td><td>最大：0.08／最小：0.01未満</td></tr>
<tr><td>溶解性鉄（mg/L）</td><td>最大：0.10／最小：0.05未満</td></tr>
<tr><td>塩化物イオン（mg/L）</td><td>最大：150／最小：8.7</td></tr>
<tr><td>電気伝導率（μS/cm）</td><td>最大：935／最小：348</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>腐食概要</td><td>通水後、約半年で漏水発覚。
管外面の溶接部近傍より黒色物の滴下により漏水を確認。【写真②-1】
漏水箇所以外にも、管内面の腐食箇所は、横引き配管の管底部に集中。腐食箇所の内側には虹色の変色が確認された。【写真②-2】
配管内の水からは、ステンレスの腐食に関与するとされる細菌（鉄細菌）が検出され、別の腐食箇所からも腐食生成物中に高い有機物の含有を示唆する結果(強熱減量30%)が得られた*。
腐食した配管の撤去時に採取できた水の塩化物イオン濃度は、最高で150mg/Lと高かった。また、腐食した配管から離れた位置で内視鏡にて観察した充水状態の配管内には、多数の浮遊物が見られる状態であった。【写真②-3】

【写真②-1】

【写真②-2】


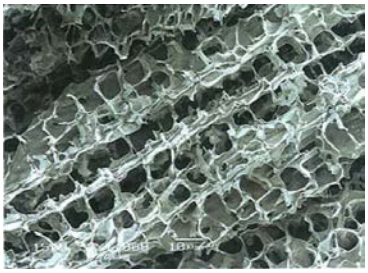
【写真②-3】
*強熱減量 ：
採取した腐食生成物を 600℃前後まで加熱し、加熱前と後での重量差。
減量分は主に有機物と想定されるため、微生物腐食の可能性が考えられる。</td></tr>
<tr><td>要因推察</td><td>材料の成分に問題はなく、溶接部にも鋭敏化等の加工不良は見られなかった。
しかし、水質として塩化物イオンが高く、腐食しやすい水質であった。
横引き配管の管底部に腐食が集中している点は、異物(鉄粉等)の混入が懸念される。
他の腐食箇所では腐食生成物中に高い有機物の含有を示唆する結果が得られたため、腐食部近傍で微生物が存在していた可能性が考えられる。
以上により、水質・異物混入・微生物腐食といった複数の因子が腐食の要因と推察される。</td></tr>
</table>

③防火水槽に溜めおきした水道水を使用した例

<table>
<tr><td>建物概要</td><td>オフィスビル・商業施設</td></tr>
<tr><td>配管用途</td><td>連結送水管</td></tr>
<tr><td>配管材質</td><td>JIS　G3448　一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD</td></tr>
<tr><td>管内水</td><td>・当初の充水 ： 防火水槽に溜めおきした水道水
・消防検査時の使用水 ： 不明</td></tr>
<tr><td>水質
（配管交換後に水道水を充水した後の採取水）</td><td>
<table>
<tr><td>項目</td><td>3 箇所で採水した配管内水の分析値の最大値／最小値</td></tr>
<tr><td>pH</td><td>最大：9.3／最小：7.8</td></tr>
<tr><td>電気伝導率（μS/cm）</td><td>最大：242／最小：146</td></tr>
<tr><td>M アルカリ度（mg CaCO3/l）</td><td>最大：57.4／最小：36.0</td></tr>
<tr><td>炭酸水素イオン（mg/l）</td><td>最大：70.0／最小：37.0</td></tr>
<tr><td>塩化物イオン(mg/l)</td><td>最大：21.4／最小：9.6</td></tr>
<tr><td>硫酸イオン（mg/l）</td><td>最大：27.9／最小：15.7</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>腐食概要</td><td>通水後、約 4 ヶ月で漏水が発覚。
管の外面溶接部近傍より、黒色物の滴下が確認された。【写真③-1】
腐食箇所は、横引き配管の管底部に集中しており、腐食箇所の内側には虹色の変色が確認された。【写真③-2】
配管内の水からはステンレスの腐食に関与するとされる細菌（硫黄酸化細菌）が検出され、腐食部の断面観察ではインク壺状の腐食形態を確認した。【写真③-3】
腐食部表面の光学顕微鏡観察からはスケルトン状の選択腐食を確認した。【写真③-4】

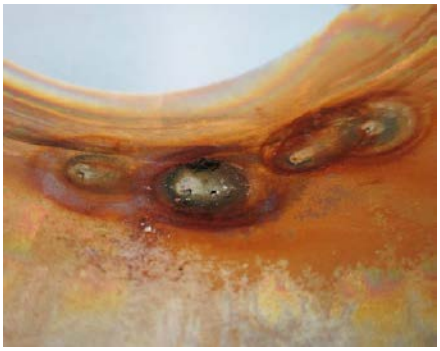
【写真③-1】

【写真③-2】


【写真③-3】

【写真③-4】</td></tr>
<tr><td>要因推察</td><td>材料の成分に問題はなく、溶接部にも鋭敏化等の加工不良は見られなかった。
漏水発生当時の水質は、漏水後に一度交換されていることから不明。
横引き配管の管底部に腐食が集中している点は、異物(鉄粉等)の混入が懸念される。
腐食部の断面(インク壺状の腐食)及び表面(スケルトン状の選択腐食)は、微生物腐食特有の形態を示している。[3]以上により、水質は不明であるが、異物混入・微生物腐食といった複数の因子が腐食の要因と推察される。</td></tr>
</table>

④消防検査時の水質が不明の例

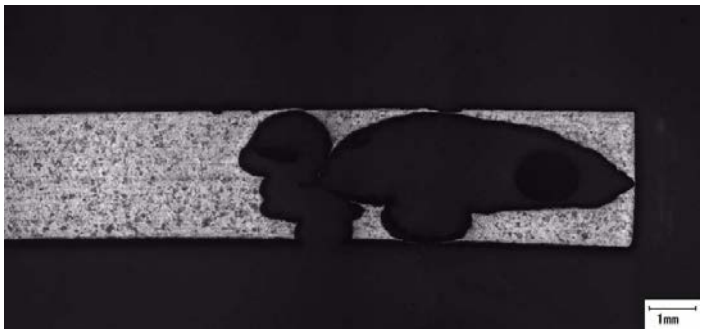
<table>
<tr><td>建物概要</td><td>商業施設</td></tr>
<tr><td>配管用途</td><td>連結送水管</td></tr>
<tr><td>配管材質</td><td>JIS　G3448　一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD</td></tr>
<tr><td>管内水</td><td>・当初の充水 ： 水道水
・消防検査時の使用水 ： 不明</td></tr>
<tr><td>水質
(漏水時の配管内採取水)</td><td>
<table>
<tr><th>項目</th><th>配管から採取した水の分析値</th><th>水道局水質分析値の平成 26 年度・平成 27 年度 2 年間の最大値</th></tr>
<tr><td>Mアルカリ度(mg/L)</td><td>181</td><td>―</td></tr>
<tr><td>塩化物イオン(mg/L)</td><td>81</td><td>26.9</td></tr>
<tr><td>一般細菌数(CFU/mL)</td><td>580</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>残留塩素(mg/L)</td><td>0.05 未満</td><td>0.4</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>腐食概要</td><td>竣工後、約 6 ヶ月で漏水が発覚。
管の外面溶接部近傍に、孔食が確認された。【写真④-1】
管内面の腐食箇所には錆こぶが認められた。【写真④-2】
採取した配管内の水からは一般細菌が 580CFU/mL 検出された。

【写真④-1】

【写真④-2】</td></tr>
<tr><td>要因推察</td><td>配管内の水質は塩化物イオン 81mg/L と、水道水と比べて高い値であった。
一般細菌も 580CFU/mL と高い値であった。
以上により、水質と微生物代謝といった複数の因子が腐食の要因と推察される。</td></tr>
</table>

⑤消防検査時の水質が不明の例

<table>
<tr><td>建物概要</td><td>オフィスビル</td></tr>
<tr><td>配管用途</td><td>連結送水管</td></tr>
<tr><td>配管材質</td><td>JIS　G3448　一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD</td></tr>
<tr><td>管内水</td><td>・当初の充水　：水道水
・消防検査時の使用水 ： 消防ポンプ車の水（水質不明）</td></tr>
<tr><td>水質
（漏水時の配管内採取水）</td><td>
<table>
<tr><th>項目</th><th>3箇所で採水した配管内水の
分析値の最大値／最小値</th></tr>
<tr><td>pH</td><td>最大：7.8／最小：7.6</td></tr>
<tr><td>電気伝導率（μS/cm）</td><td>最大：330／最小：290</td></tr>
<tr><td>総アルカリ度（mgCaCO3/L）</td><td>最大：68／最小：55</td></tr>
<tr><td>塩化物イオン（mg/L）</td><td>最大：32／最小：19</td></tr>
<tr><td>硫酸イオン（mg/L）</td><td>最大：38／最小：30</td></tr>
<tr><td>炭酸水素イオン（mg/L）</td><td>最大：69／最小：53</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>腐食概要</td><td>竣工後、約6 ヶ月で漏水が発覚。
外面溶接部近傍より、黒色物が確認された。腐食箇所は、横引き配管の管底部に集中していた。また、配管内面には錆瘤のようなものが見られた。【写真⑤-1・2】
腐食部の断面観察では微生物腐食特有の壺状腐食の形態を観察した。【写真⑤-3】
配管内の水からは、ステンレスの腐食に関与するとされる細菌（鉄細菌、鉄酸化細菌、硫酸塩還元菌）が検出された。

【写真⑤-1】管外面

【写真⑤-2】管内面


【写真⑤-3】</td></tr>
<tr><td>要因推察</td><td>材料の成分に問題はなく、溶接部にも鋭敏化等の加工不良は見られなかった。
配管内の水質もステンレスにとって問題となる水質ではなかった。腐食は横引き配管の管底部に発生。断面観察では壺状形態の腐食、また、配管内の水からはステンレスの腐食に関与する細菌が検出された。以上により、微生物腐食が疑わしいが[3]横引き管の管底部という点からは異物との隙間腐食を起点とした複合要因と推察される。</td></tr>
</table>

【参考文献】

1）幸　英昭：材料と環境 2014、A-101

2）西川光昭、原田和加大、足立俊郎、名越敏郎：日新製鋼技報 No.77(1998)、25 頁

3）菊池靖史・K.R.スリクマリー ： 鉄と鋼 vol.88(2002 年)No.10、34 頁