

平成 29 年 6 月 5 日

会 員 各 位

一般社団法人日本消火装置工業会  
第 一 部 会 長 大 木 健 二

連結送水管にステンレス鋼管を使用する場合の留意事項について（情報提供）

連結送水管にステンレス鋼管（SUS304TPD：JIS G 3448）を使用する場合の留意事項として、別添のとおりステンレス協会より情報提供がありましたのでご案内致します。

ご存知のとおり、ステンレス鋼管は耐食性に優れ、表面粗さが小さいことから圧力損失も少なく徐々に消火配管への普及が進んでいるところでございますが、一方で、溶接品質の確保が難しく、環境が整うと急速に腐食が進むというデメリットも併せ持っています。ステンレス協会によれば、連結送水管に使用した SUS304TPD において、溶接部位に微生物がコロニーを形成し、当該部分の腐食が急速に進行、施工後半年程度で漏水に至るケースが確認されたとのこと。連結送水管に使用する SUS304TPD の溶接加工メーカーは複数ありますが、いずれも溶接後の後処理は行っておらず、結果、微生物腐食を誘発しました。現在は、溶接後の後処理を行い、消火用水の環境下においても著しく腐食が進行することが無いよう改善したとのこと。ただし、溶接加工メーカーごとに後処理の方法は異なるとのこと、製品の採用、既納入品の対策等については個別に相談させて頂きたいとの申し入れがありました。

つきましては、連結送水管にステンレス鋼管を使用する際の参考として、以上のとおり情報提供申し上げます。

以 上

平成 29 年 4 月 20 日

## 連結送水管に SUS304TPD 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、連結送水管にお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、異物混入が原因と思われる腐食事例が確認されております。

一般に、微生物に起因する腐食が、種々の金属材料等に発生することが知られています。そして、平成 18 年から本格的に連結送水管へ採用されている一般配管用ステンレス鋼鋼管においても、1100 件を超える施工数中で、以下の 5 件で微生物が関与していると推定される漏水が確認されました。

本資料では、ステンレス連結送水管での腐食事例の発生を受け、腐食事例を紹介するとともにステンレスの優れた耐食性を発揮するための留意点を記載します。

## 連結送水管での腐食事例（詳細は添付資料）

| 事例 | 施設種類        | 発生箇所  | 位置         | 詳細  | 材質        | 配管内に当初充水されていた水    | 配管内の元の水の水質                | 微生物腐食の推定根拠          |
|----|-------------|-------|------------|-----|-----------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| ①  | 商業施設        | 横引き配管 | 直管と曲管との溶接部 | 管底部 | SUS304TPD | 厨房排水処理水           | 塩化物イオン高<br>(最高値: 157mg/ℓ) | 過酸化水素の検出 (微生物活動の痕跡) |
| ②  | オフィスビル      |       |            |     |           | 工業用水<br>(河川水の再生水) | 塩化物イオン高<br>(最高値: 150mg/ℓ) | 微生物の検出              |
| ③  | オフィスビル・商業施設 |       |            |     |           | 防火水槽内に溜め置きしていた水道水 | 不明                        | 微生物の検出              |
| ④  | 商業施設        |       |            |     |           | 水道水 (消防試験時の水質は不明) | 塩化物イオン高<br>(最高値: 81mg/ℓ)  | 高濃度の細菌検出            |
| ⑤  | オフィスビル      |       |            |     |           | 水道水 (消防試験時の水質は不明) | 塩化物イオン低<br>(最高値: 32mg/ℓ)  | 微生物の検出              |

いずれも、鋼種 SUS304 の薄肉管が連結送水管（湿式）に使用された事例で、通水後 1 年以内の短期間で漏水が発生しており、腐食箇所は横引き配管の管底部かつ直管と曲管の溶接部に集中しています。また全ての事例において、微生物または微生物活動の痕跡が確認され、一部は他の水質との複合も推測されます。

第三者機関に調査依頼をした結果、いずれの事例からも、材料、溶接部の溶接不良（バックシール不足等）といった異常はないことが確認されました。更に、水質調査による微生物の検出、腐食部断面観察によるインク壺状の確認などから、微生物腐食が疑われるとの推察に至りました。

連結送水管のような滞留水条件下における微生物腐食への対策として、以下の方策が有効である事が各種文献で報告されています。

## 【使用する水側での対策】

井戸水や工業用水、河川水などは、微生物が多く存在する可能性が否定できず、腐食のリスクが増す可能性があります。そのため、腐食リスクを出来るだけ低減させるには“水道水”を使用することが有効であると考えます。その他の水の使用については、会員各社へご相談下さい。

また、殺菌剤の投与は、それ自体が金属を腐食させる要因となるものが多い為、推奨致しません。

### 【材料側での対策】

突合せ溶接部に腐食が発生していることから、溶接部の耐食性の低下を防止すること、及びバイオフィルムの付着を抑制する対策が有効であると考えられます。

＜溶接部の酸洗＞ 参考文献番号：1)～4)

管内面の溶接部を酸洗し、酸化スケールを除去し、不動態被膜の再生を促進する方法。

＜溶接部の電解研磨＞ 参考文献番号：1)～8)

管内面の溶接部に電解研磨を施し、酸化スケールを除去するとともに、不動態被膜を強制的に再生させる。同時に溶接部の表面を滑らかにし、凹凸を低減させ、微生物等の付着を抑制する方法。

＜溶接時の酸化スケールの生成防止＞ 参考文献番号：1), 2)

溶接をする際、アルゴンガスや窒素ガス等を配管内に充満させ、十分にバックシールドをした状態で溶接を行う。ステンレス鋼鋼管の耐食性を損なう酸化スケールの生成を低減する方法。

会員各社では、連結送水管用としてステンレス鋼鋼管を安心してご使用いただくために溶接部の腐食リスク低減対応を検討・実施しております。詳しい内容については会員各社にお問い合わせ願います。

### 【会員メーカー問い合わせ先（順不同）】

○ジャパン・エンジニアリング(株) 本社 営業本部 (TEL : 03-3945-1471)

○シンワ工業(株) 本社 営業部 (TEL : 03-3947-0171)

○(株)多久製作所 品質保証部 (TEL : 0748-65-1287)

○(株)永島製作所 東京営業所 (TEL : 03-6262-8704)

○ノーラエンジニアリング(株) 東京本社 技術部(TEL : 03-3221-1265)

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)

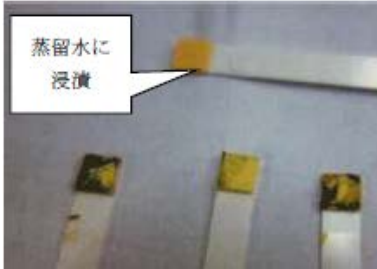
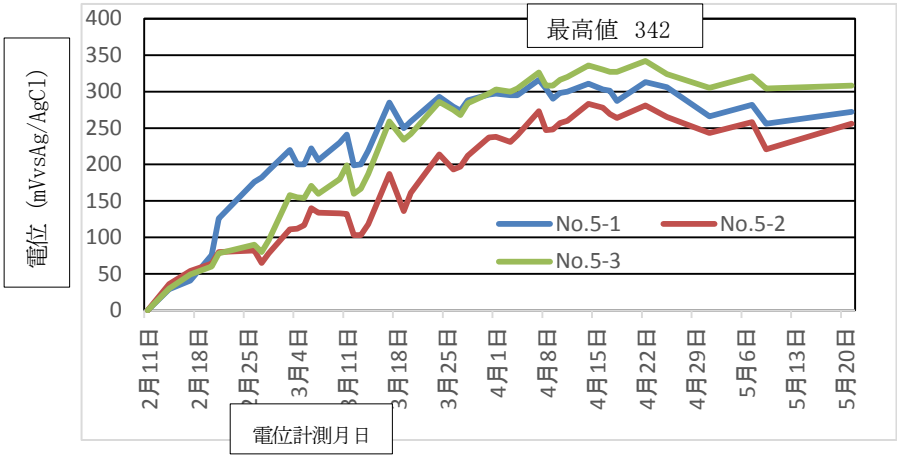
### 参考文献

- 1) 中野 幸一, 安西 敏雄: 社会環境と微生物のかかわりー微生物誘起腐食のメカニズムとその防止策ー, 高田技報, 16 巻 (2006), P23
- 2) 東 茂樹, 幸 英昭: ステンレス鋼溶接スケール生成部の耐食性劣化とその防止方法, 配管技術, 40 (8) (1991), P78
- 3) 幸 英昭: 好気性環境下における微生物腐食の研究と未解明点, 材料と環境 (2014), P25
- 4) 佐々木 英次: 微生物腐食, 材料と環境 (1997), P760
- 5) 天谷 尚: 金属材料表面への微生物の付着と微生物腐食 (MIC), 高温学会誌, 35 (3) (2009), P116
- 6) 西尾 純一, 幸 英昭: ステンレス配管の現地電解研磨施工による微生物腐食対策, 材料と環境, 58 (6) (2009), P226
- 7) 菊地 靖志: 微生物による腐食・劣化, 材料と環境, 47 (12) (1998)
- 8) 菊地 靖志, 松田 福久: 溶接部の微生物腐食, 溶接学会誌, 64 (2) (1995)

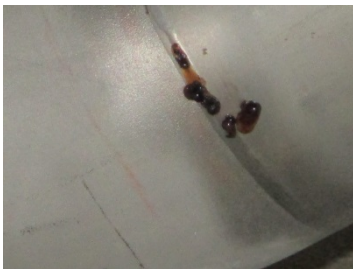
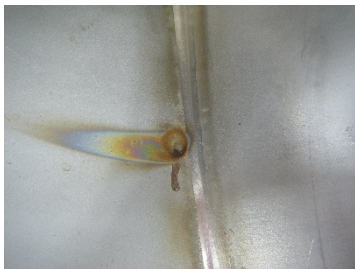
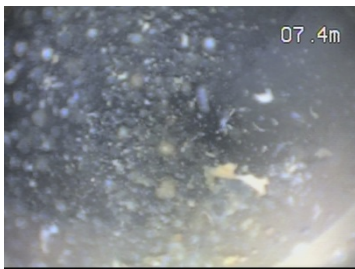
### 添付

連結送水管の腐食事例

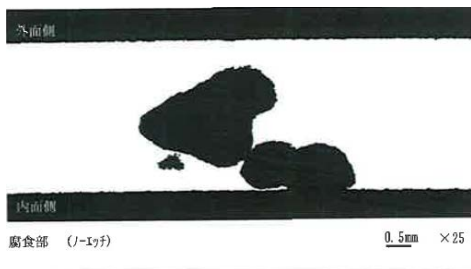
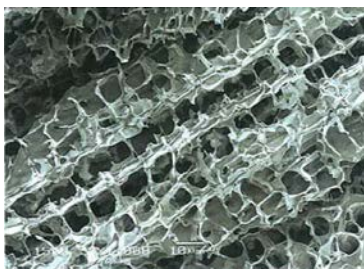
# ①厨房排水再生水を使用した例

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |         |             |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|-------------|
| 建物概要               | 商業施設                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |         |             |
| 配管用途               | 連結送水管                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |         |             |
| 配管材質               | JIS G3448 一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |         |             |
| 管内水                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・当初の充水：厨房排水処理水</li> <li>・消防検査時の使用水：不明</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |         |             |
| 水質<br>(漏水時の配管内採取水) | 項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6箇所では採取した配管内の水の分析値の最大・最小 | 厨房排水処理水 | (参考)<br>水道水 |
|                    | Mアルカリ度(mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 最大：110/最小：70             | 103     | 44          |
|                    | 塩化物イオン(mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 最大：157/最小：119            | 110     | 22          |
|                    | 全有機炭素(TOC)(mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 最大：5.0/最小：1.8            | 4.2     | 0.6         |
|                    | 一般細菌(個/mL)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 最大：4000/最小100            | 0       | 0           |
|                    | 残留塩素(mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.05未満                   | 2.6     | 0.37        |
| 腐食概要               | <p>約7ヵ月後に漏水発覚。</p> <p>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。</p> <p>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】</p> <p>漏水部内面の濡れた箇所で「過酸化水素試験紙」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。<sup>1)</sup>【写真①-2】</p> <p>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。<sup>2)</sup>【図①-1】</p> <p>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。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>【写真①-1】</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>【写真①-2】</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <p>【図①-1】</p> </div> |                          |         |             |
| 要因推察               | <p>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も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。</p> <p>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。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |         |             |

## ②工業用水を使用した例

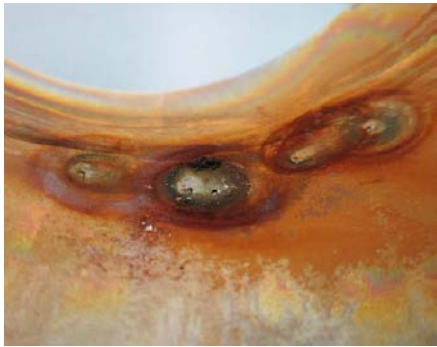
| 建物概要               | オフィスビル                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----|---------------------------|---------|-------------------|------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 配管用途               | 連結送水管                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 配管材質               | JIS G3448 一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 管内水                | ・当初の充水：工業用水（河川水の再生水）<br>・消防検査時の使用水：不明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 水質<br>（漏水時の配管内採取水） | <table><tr><th>項目</th><th>3箇所での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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | 項目 | 3箇所での採水した配管内水の分析値の最大値／最小値 | 銅（mg/L） | 最大：0.08／最小：0.01未満 | 溶解性鉄（mg/L） | 最大：0.10／最小：0.05未満 | 塩化物イオン（mg/L） | 最大：150／最小：8.7 | 電気伝導率（μS/cm） | 最大：935／最小：348 |
| 項目                 | 3箇所での採水した配管内水の分析値の最大値／最小値                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 銅（mg/L）            | 最大：0.08／最小：0.01未満                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 溶解性鉄（mg/L）         | 最大：0.10／最小：0.05未満                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 塩化物イオン（mg/L）       | 最大：150／最小：8.7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 電気伝導率（μS/cm）       | 最大：935／最小：348                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 腐食概要               | <p>通水後、約半年で漏水発覚。</p> <p>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】</p> <p>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を確認された。【写真②-2】</p> <p>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*。</p> <p>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】</p> <div><div><p>【写真②-1】</p></div><div><p>【写真②-2】</p></div><div><p>【写真②-3】</p></div><div><p>*強熱減量：</p><p>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。</p></div></div> |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |
| 要因推察               | <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |    |                           |         |                   |            |                   |              |               |              |               |

### ③防火水槽に溜めおきた水道水を使用した例

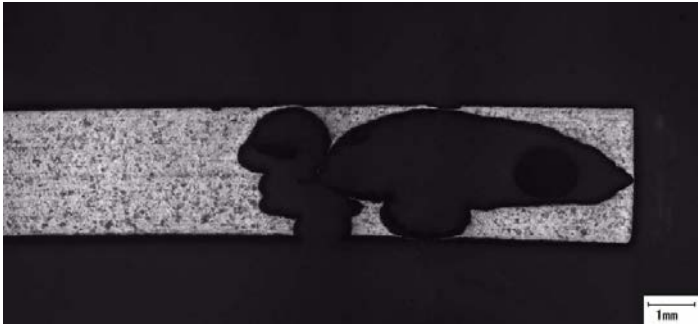
| 建物概要                        | オフィスビル・商業施設                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------|----|---------------|---------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|--|--|
| 配管用途                        | 連結送水管                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 配管材質                        | JIS G3448 一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 管内水                         | ・当初の充水：防火水槽に溜めおきた水道水<br>・消防検査時の使用水：不明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 水質<br>(配管交換後に水道水を充水した後の採取水) | <table><tr><th>項目</th><th>3箇所にて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：9.3／最小：7.8</td></tr><tr><td>電気伝導率（μ S/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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 項目 | 3箇所にて採水した配管内水の分析値の最大値／最小値 | pH | 最大：9.3／最小：7.8 | 電気伝導率（μ S/cm） | 最大：242／最小：146 | M アルカリ度（mg CaCO3/l） | 最大：57.4／最小：36.0 | 炭酸水素イオン（mg/l） | 最大：70.0／最小：37.0 | 塩化物イオン(mg/l) | 最大：21.4／最小：9.6 | 硫酸イオン（mg/l） | 最大：27.9／最小：15.7 |  |  |
| 項目                          | 3箇所にて採水した配管内水の分析値の最大値／最小値                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| pH                          | 最大：9.3／最小：7.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 電気伝導率（μ S/cm）               | 最大：242／最小：146                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| M アルカリ度（mg CaCO3/l）         | 最大：57.4／最小：36.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 炭酸水素イオン（mg/l）               | 最大：70.0／最小：37.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 塩化物イオン(mg/l)                | 最大：21.4／最小：9.6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 硫酸イオン（mg/l）                 | 最大：27.9／最小：15.7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 腐食概要                        | <p>通水後、約4ヶ月で漏水が発覚。</p> <p>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】</p> <p>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】</p> <p>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】</p> <p>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】</p> <div><div><p>【写真③-1】</p></div><div><p>【写真③-2】</p></div><div><p>【写真③-3】</p></div><div><p>【写真③-4】</p></div></div> |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |
| 要因推察                        | <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。<sup>3)</sup>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。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                           |    |               |               |               |                     |                 |               |                 |              |                |             |                 |  |  |



#### ④消防検査時の水質が不明の例

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| 建物概要               | 商業施設                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                     |
| 配管用途               | 連結送水管                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |                                     |
| 配管材質               | JIS G3448 一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                     |
| 管内水                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・当初の充水：水道水</li> <li>・消防検査時の使用水：不明</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |                                     |
| 水質<br>(漏水時の配管内採取水) | 項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 配管から採取した水の分析値 | 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 |
|                    | Mアルカリ度 (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 181           | —                                   |
|                    | 塩化物イオン (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 81            | 26.9                                |
|                    | 一般細菌数 (CFU/mL)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 580           | 0.3                                 |
|                    | 残留塩素 (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.05 未満       | 0.4                                 |
| 腐食概要               | <p>竣工後、約 6 ヶ月で漏水が発覚。</p> <p>管の外面溶接部近傍に、孔食が確認された。【写真④-1】</p> <p>管内面の腐食箇所には錆こぶが認められた。【写真④-2】</p> <p>採取した配管内の水からは一般細菌が 580CFU/mL 検出された。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span>【写真④-1】</span> <span>【写真④-2】</span> </div> |               |                                     |
| 要因推察               | <p>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。</p> <p>一般細菌も 580CFU/mL と高い値であった。</p> <p>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。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |                                     |

## ⑤消防検査時の水質が不明の例

| 建物概要                                 | オフィスビル                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------|----|---------------|----------------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| 配管用途                                 | 連結送水管                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 配管材質                                 | JIS G3448 一般配管用ステンレス鋼鋼管 SUS304TPD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 管内水                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・当初の充水：水道水</li> <li>・消防検査時の使用水：消防ポンプ車の水（水質不明）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 水質<br>(漏水時の配管内採取水)                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th><th>3箇所です採水した配管内水の分析値の最大値／最小値</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td><td>最大：7.8／最小：7.6</td></tr> <tr> <td>電気伝導率（<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>）</td><td>最大：330／最小：290</td></tr> <tr> <td>総アルカリ度（<math>\text{mgCaCO}_3/\text{L}</math>）</td><td>最大：68／最小：55</td></tr> <tr> <td>塩化物イオン（<math>\text{mg}/\text{L}</math>）</td><td>最大：32／最小：19</td></tr> <tr> <td>硫酸イオン（<math>\text{mg}/\text{L}</math>）</td><td>最大：38／最小：30</td></tr> <tr> <td>炭酸水素イオン（<math>\text{mg}/\text{L}</math>）</td><td>最大：69／最小：53</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                       | 項目 | 3箇所です採水した配管内水の分析値の最大値／最小値 | pH | 最大：7.8／最小：7.6 | 電気伝導率（ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ） | 最大：330／最小：290 | 総アルカリ度（ $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ） | 最大：68／最小：55 | 塩化物イオン（ $\text{mg}/\text{L}$ ） | 最大：32／最小：19 | 硫酸イオン（ $\text{mg}/\text{L}$ ） | 最大：38／最小：30 | 炭酸水素イオン（ $\text{mg}/\text{L}$ ） | 最大：69／最小：53 |
| 項目                                   | 3箇所です採水した配管内水の分析値の最大値／最小値                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| pH                                   | 最大：7.8／最小：7.6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 電気伝導率（ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）     | 最大：330／最小：290                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 総アルカリ度（ $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ） | 最大：68／最小：55                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 塩化物イオン（ $\text{mg}/\text{L}$ ）       | 最大：32／最小：19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 硫酸イオン（ $\text{mg}/\text{L}$ ）        | 最大：38／最小：30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 炭酸水素イオン（ $\text{mg}/\text{L}$ ）      | 最大：69／最小：53                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 腐食概要                                 | <p>竣工後、約6ヶ月で漏水が発覚。</p> <p>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】</p> <p>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】</p> <p>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。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>【写真⑤-1】 管外面</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>【写真⑤-2】 管内面</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>【写真⑤-3】</p> </div> |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |
| 要因推察                                 | <p>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。</p> <p>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<sup>3)</sup>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。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |                           |    |               |                                  |               |                                      |             |                                |             |                               |             |                                 |             |

### 【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