

試験報告書

発行年月日 -
報告書番号 -

〇〇〇〇株式会社 御中

クリタ分析センター株式会社
神奈川県厚木市森の里若宮7番1号
電話番号：046-206-1200

ご依頼の試料の試験結果を、次のとおり御報告致します。

件名：腐食調査

1. 目的

配管の腐食状況を確認すること。

2. 試料

試料名：消火槽吸込み配管（鋼管）
採取時期：2024年〇月
施工時期：2016年〇月
現場名：XXXXXXXXXX計画

3. 方法

- 外観観察：試料の全景を写真にて記録する。
- 半割観察：配管を長手方向に切断し、配管内面の様子を確認する。
- 脱錆処理：試料表面の付着物を塩酸を用いて溶解・除去し、孔食の発生状況を確認する。
- 付着物分析：EDS分析により付着物の組成を分析する。
- 断面観察：孔食部の断面をSEM/EDSで分析する。
- 孔食調査：孔食の深さを測定する。
- 分析装置
 - 走査電子顕微鏡観察(SEM観察) 装置：株式会社日立ハイテクノロジーズ SU-3800
 - エネルギー分散型X線分析法(EDS分析) 装置：Oxford Instruments株式会社 ULTIM MAX
 - デプスゲージ ミットヨ

4. 結果

(1) 外観観察

資料1に示す。吸込み口が四角形だったため、各面が表(真上)になるように90°ずつ回転させて試料全景を撮影した。赤さびが全面に厚く付着しており、特に吸込み口付近(試料の左端)に多く付着していた。孔食は写真1-2と1-4に示すように、吸込み口下端から25~30cm付近に2か所確認された。

(2) 半割

資料1の写真1-2から1-4に示すように、吸込み口下端から10cmと40cmの位置で輪切りにした。10~20cmはSUS配管、20~40cmは鉄配管と思われるためである。半割する前に金属へらを用いて試料表面の赤さびを大方除去したところ、資料2の写真2-4および写真2-5に示した赤矢印にも貫通している箇所が確認された。配管の内面は清浄であり、腐食はまったく確認されなかった。写真2-2中のA(切断した配管肉厚部)と写真2-3中のB(切断した配管肉厚部)の間にテスターを当てたところ、電気的導通が確認された。

(次ページに続く)

(3) 脱錆

資料3に示す。鉄配管の外面に多数の孔食と黒色皮膜(亜鉛メッキ)が付着している箇所が確認され、孔食は配管の長手方向に集中して分布する傾向がみられた。一方、SUS配管の外面には腐食は確認されなかった。また、配管の内面は清浄であった。

(4) 付着物分析

付着物の採取箇所は資料1中の写真1-2および1-3に黒丸で示した。結果を表1に示す。孔食付近、鉄配管、SUS配管の付着物の組成はほぼ同一で、鉄(Fe)と酸素(O)の比率が高いことから酸化鉄主体と思われ、これに炭素(C)、ケイ素(Si)、亜鉛(Zn)が微量に含まれるものであった。SUS配管の付着物にクロムやニッケルが検出されなかったことから、SUS配管の付着物は鉄配管由来と考えられる。

鉄配管の末端にみられた白色付着物はZnの比率が高く、酸化亜鉛主体と思われた。鉄配管の外面に亜鉛メッキ処理が施されていたものと推察された。

(5) 断面観察

資料2の写真2-4および2-9に示す孔食について断面観察を実施した。資料4に結果(マッピング分析)を示す。孔食の内面側(赤枠内)は、孔食内部にはFeとOおよびCが存在し、配管の内面にはZnとOの層がみられた。

孔食の外面側(青枠内)も孔食内部にはFeとOおよびCが存在し、配管の外面にはSiとOの層がみられ、さらにその内側にZnとOの層がみられた。

(5) 孔食調査

資料5に鉄配管の肉厚測定結果を記載する。健全部は3.8mmの肉厚があったが、貫通箇所が5か所、1.0mm未満の孔食もいくつか確認された。

5. 考察

配管の腐食状況を確認し、以下の事項が確認された。

- ・鉄配管の外面に亜鉛メッキ処理が施されていた。
- ・この亜鉛が鉄配管の長手方向になくなっており、この箇所に多数の孔食が発生していた。
- ・付着物の成分にクロム、ニッケルなどSUSに由来する元素は検出されなかった。
- ・SUS配管は外面、内面ともに腐食はみられなかった。
- ・鉄配管の内面は清浄であった。
- ・SUS配管と鉄配管の間に電氣的導通が確認された。

これらの事項から、以下の理由で腐食が発生したと思われる。

- ①何らかの理由により亜鉛メッキが溶出したこと(電位逆転による腐食)
- ②SUSと鉄が電氣的に導通していたこと(異種金属腐食)

鉄配管の内面が清浄だった理由は、以下のように考える。

- ・消火水槽に供給された水を吸い出した直後は、配管内外の水質は同じ中性である。
- ・この水がしばらく消火水槽内で保存される中で、pHが経時的に上昇した。
※)コンクリートに含まれる鉱物が水と反応して水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)が生成されることで、pHが12付近まで上昇した。
- ・亜鉛メッキ処理はアルカリ性では不安定であり亜鉛が溶出した(電位逆転による腐食)。
- ・吸い込み配管の水槽壁に近い側で、より孔食が進行したと思われる。
- ・一方、配管内部の水はコンクリートと接しないため、中性を維持した。

以上

表1 EDS分析結果

元素名	孔食付近付着物	鉄配管付着物	SUS配管付着物	白色付着物
C	4.0	3.9	3.6	11.9
O	26.6	27.6	26.0	31.5
Na	-	-	-	4.1
Si	1.4	1.7	1.5	0.2
S	-	-	-	0.3
Cl	-	-	-	0.2
Fe	67.3	64.6	68.5	6.1
Zn	0.8	2.2	0.4	45.6

[単位：質量%-dry]

注1) 検出元素の対象は、原子番号が6(C)以上の元素についてのみである。

注2) 検出元素の値は、検出された元素の合計を100%として計算している。

資料1

外 観 観 察 結 果

試料名: 消火槽吸込み配管(鋼管)

採取時期: 2024年〇月、施工時期: 2016年〇月

現場名: XXXXXXXXXXXX計画



写真1-1



写真1-4



写真1-7



写真1-10

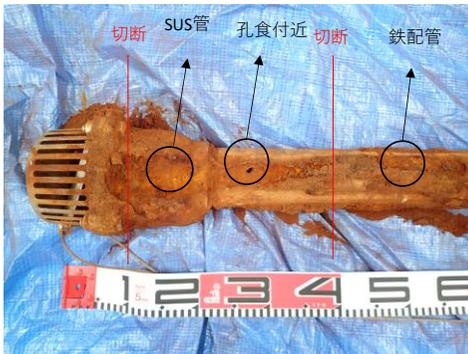


写真1-2 写真1-1の拡大



写真1-5 写真1-4の拡大



写真1-8 写真1-7の拡大



写真1-11 写真1-10の拡大



写真1-3 写真1-1の拡大



写真1-6 写真1-4の拡大



写真1-9 写真1-7の拡大



写真1-12 写真1-10の拡大

資料2

外観観察結果（半割後）

試料名：消火槽吸込み配管(鋼管)

採取時期：2024年〇月、施工時期：2016年〇月

現場名：XXXXXXXXXX計画



写真2-1 配管外面



写真2-6 配管内面



写真2-2 配管外面 拡大



写真2-3 配管外面 拡大



写真2-7 配管内面 拡大



写真2-8 配管内面 拡大



写真2-4 配管外面 拡大

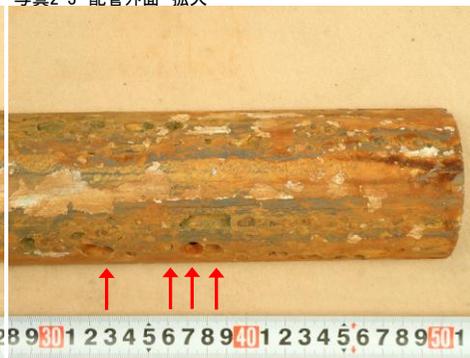


写真2-5 配管外面 拡大

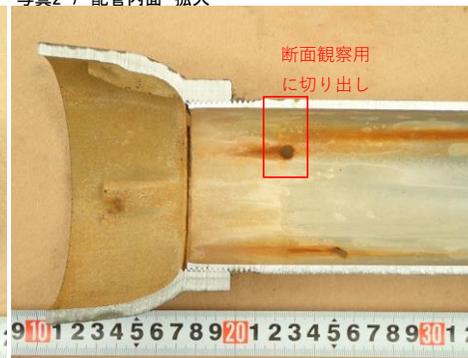


写真2-9 配管内面 拡大



写真2-10 配管内面 拡大

資料3

外 観 観 察 結 果 (脱 錆 後)

試料名: 消火槽吸込み配管(鋼管)

採取時期: 2024年〇月、施工時期: 2016年〇月

現場名: XXXXXXXXXXXX計画



写真3-1 配管外面

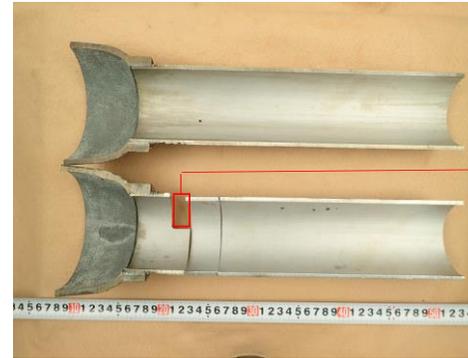


写真3-6 配管内面

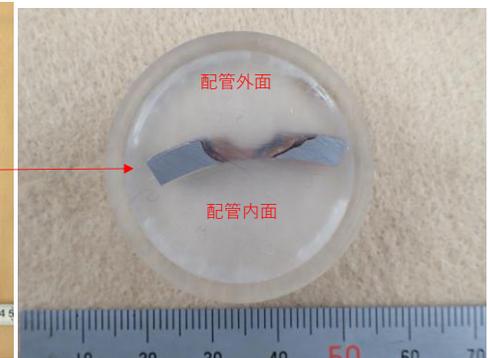


写真3-11 断面観察用に切り出したサンプル



写真3-2 配管外面 拡大



写真3-3 配管外面 拡大



写真3-7 配管内面 拡大



写真3-8 配管内面 拡大



写真3-4 配管外面 拡大



写真3-5 配管外面 拡大



写真3-9 配管内面 拡大



写真3-10 配管内面 拡大

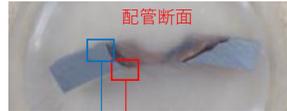
資料4

マッピング分析結果

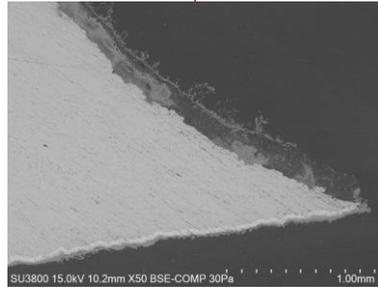
試料名: 消火槽吸込み配管(鋼管)

採取時期: 2024年〇月、施工時期: 2016年〇月

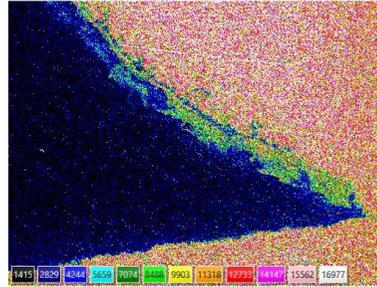
現場名: XXXXXXXXXXXX計画



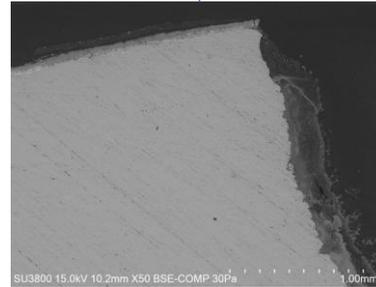
SEM画像



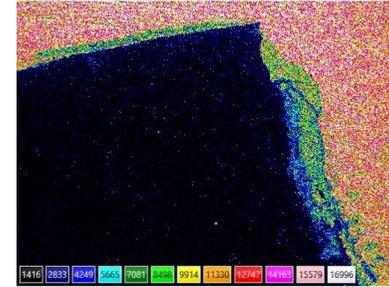
C Kα1,2



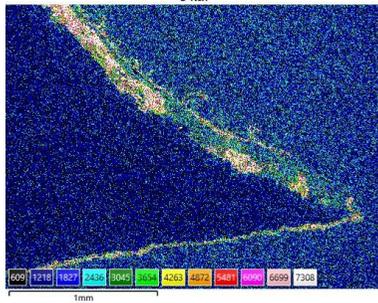
SEM画像



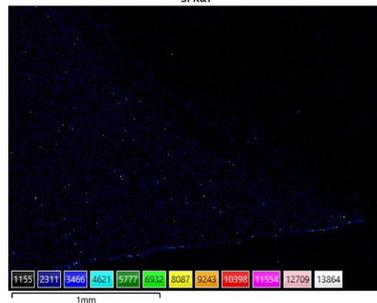
C Kα1,2



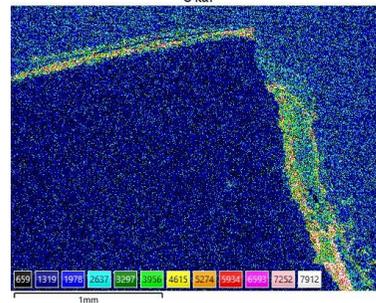
O Kα1



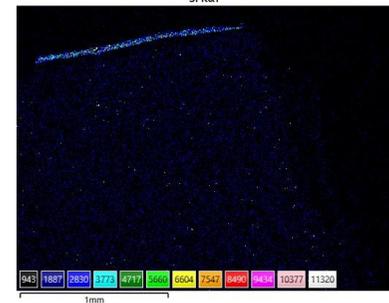
Si Kα1



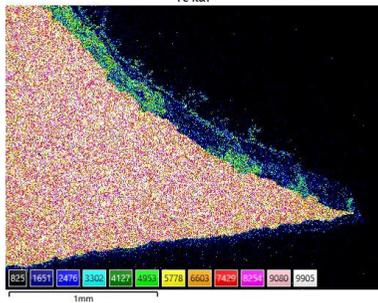
O Kα1



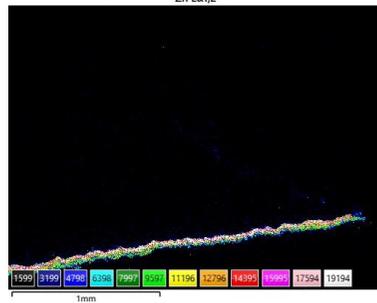
Si Kα1



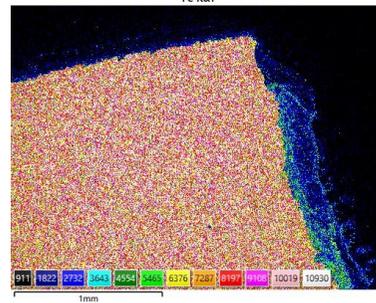
Fe Kα1



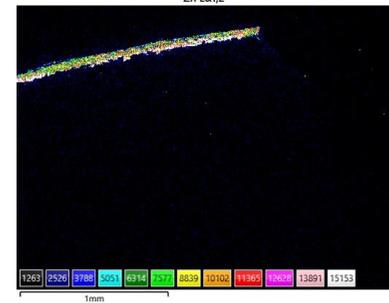
Zn Lα1,2



Fe Kα1



Zn Lα1,2



資料5

孔食深さ測定結果

試料名: 消火槽吸込み配管(鋼管)

採取時期: 2024年〇月、施工時期: 2016年〇月

現場名: XXXXXXXXXXXX計画

