

事務所ビルにおける給水・排水用ステンレス鋼管の耐食評価

輿水 知(大成建設(株)) 森澤 俊(市田化学(株))
田所 洋(大成建設(株)) 西村 正博(日新製鋼(株))

1. はじめに

本報告は、某事務所ビルで行ったステンレス鋼管の給水管と汚水管の経年変化の調査報告である。建物竣工当時は、まだステンレス鋼管を衛生設備に適用した事例はなく、給水管の接続には銅管継手をろう付けし、汚水管は工場で部材加工したものを現場で突合せ溶接をして、施工した。

この調査報告は、竣工後 10 年目の給水管と汚水管、26 年目の汚水管の調査結果について、ステンレス協会『ステンレス vol.46 No.2 2002』論文から一部加筆して掲載するものである。

2. 調査内容

2.1 建物概要

建物名称 Aビル
竣工年月 昭和 49 年 10 月
所在地 東京都中央区
用途 事務所ビル
延べ面積 6,126m²
階数 地上 9 階 / 塔屋 1 階

汚水管抜管対象となった 2 階、3 階の便所は事務所用として使用されている。

2.2 衛生設備概要

- ・給水方式 高置水槽方式
- ・揚水ポンプ 100 × 800^l/min × 55m × 15^kW
- ・受水槽容量 60m³ (床下コンクリートピット)
- ・高置水槽容量 15m³ (FRP)

本建物におけるステンレス鋼管は、給水管および排水管として使用した。給水系統のうち、給水堅管・横主管は部材加工で現場突合わせ溶接とし、器具回りの 25 以下の配管は現場ろう付け配管で施工されている。排水系統は従来の鑄鉄管部分をステンレスで部材加工したものを現場で突合わせ溶接し、器具の接続は鉛管のろう付け配管で施工されている。

3. 10 年目調査

3.1 配管サンプル採取内容 (採取箇所と管径) (図 1, 2, 3)

- ・給水管・・・8 階便所配管シャフト内 (含バルブ) 40Su、及び 8 階便所天井内 20Su
- ・汚水管・・・8 階便所天井 90Su
- ・給水管鑄鉄製仕切弁・・・屋上高置水槽回り 100A

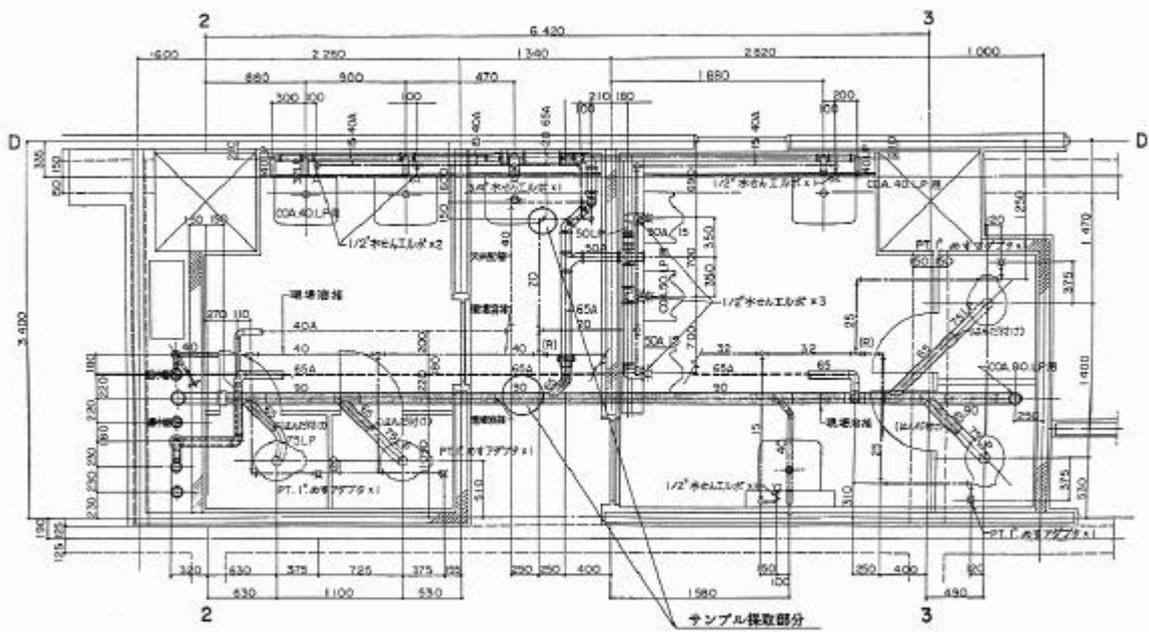


図1 8階便所詳細図

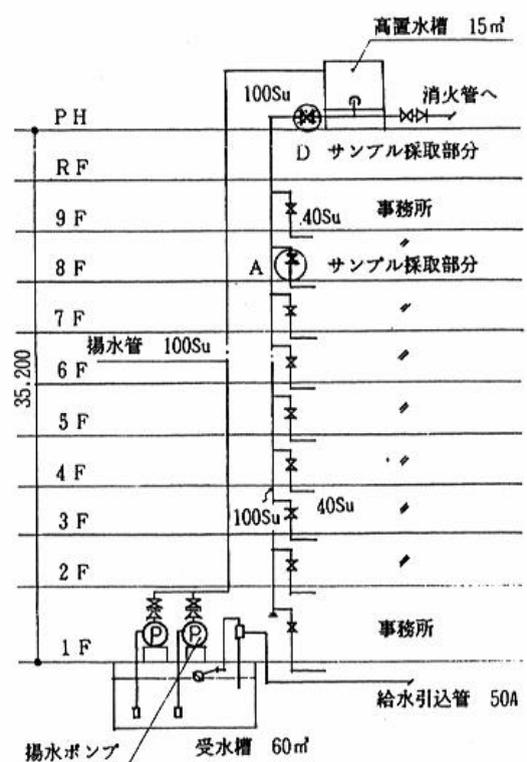


図2 給水設備系統図

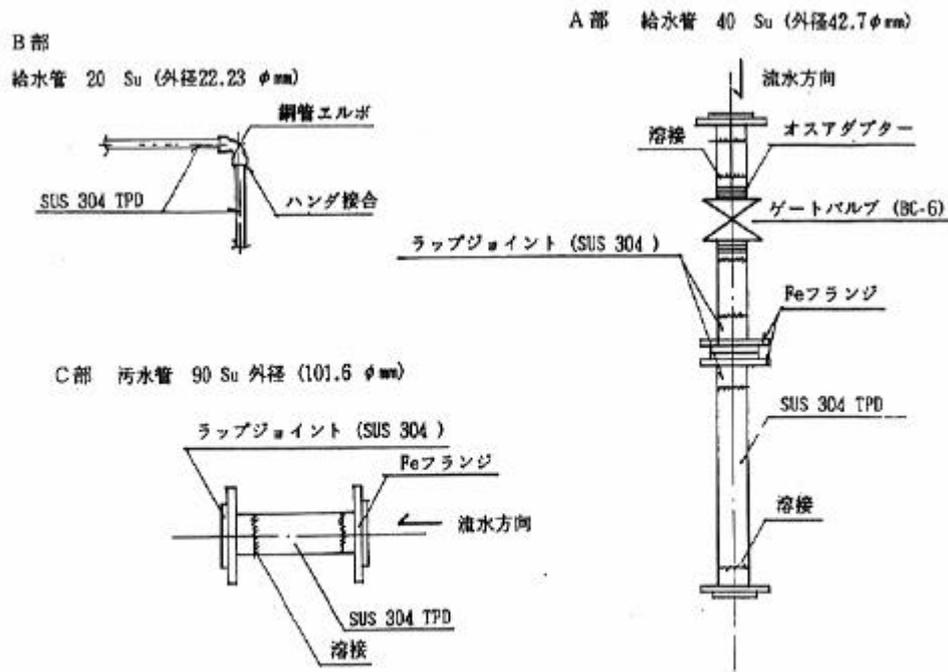


図3 配管サンプル調査箇所

3.2 調査方法

- ・給水管
 - 目視，顕微鏡写真による組織調査
- ・給水用鑄鉄製仕切弁
 - 目視，化学分析，顕微鏡写真による組織調査

3.3 調査結果

(1) 給水枝管(20Su)はパイプ内面の素地，増感溶接部とも異常はなかった。はんだ継手部では露出したはんだの一部に黄白色の腐食生成物が認められたが，ステンレス素地への浸食はなかった。

パイプと銅エルボとの接合部にははんだ未充填のところ若干認められるが，これは腐食溶解によるものか，施工時からなかったものかは判断できない。又，銅エルボの腐食は生じていないことからステンレスと銅とによるガルバニック腐食の影響は殆どないと思われる。

(2) 給水管(40Su)はパイプ内面の素地，造管溶接部とも腐食は認められなかった。ラップジョイントとパイプの円周溶接部はパイプ内面側に若干の裏ビードの凹凸があったが，腐食は認められなかった。しかし，ラップジョイントとガスケットとの接触部では隙間腐食が一箇所認められ，最大浸食深さは0.5mmであった。ガスケット材質はアスベストであった。

銅合金製バルブは軽微な変色と緑青の発生が若干認められるのみであり、ガルバニック腐食による影響は認められなかった。

(3) 汚水管は(90Su)パイプ内の上半面(気相部)に発錆(点食)が認められ、反対側,下半面には茶白色の沈殿物が堆積していた。堆積物の分析結果はX線回析によりCaCO₃, CaSO₄, C, Ca(ClO₃)₂, 2H₂O等が検出された。

堆積物下のパイプ素地には腐食はなかったが、部側の点錆の浸食深さは最大0.5mmであった。

また、接合部のラップジョイントとアスベストガスケットとの接触部では、隙間腐食が2~3ヶ認められ、その最大浸食深さは0.5mmであった。

(4) 給水用鋳鉄製仕切弁については一部に黒鉛化腐食がみられ、その浸食度は漏れに直接影響する程度のもは観察されなかったが、腐食生成物の量はかなり多く、シート面にも厚く付着していた。

表1 配管サンプル調査結果

○ 腐食なし △ 着色・変色 × 腐食 (数値は最大侵食深さを示す)

調査部分	給水管 40Su	給水管 20Su	汚水管 90Su
ステンレス鋼管 管内面	○ 腐食なし	○ 腐食なし	× 上部に点錆発生(0.5mm) 下部に堆積物が付着
ステンレス鋼管 継ぎ目溶接部	TIG	○ 腐食なし	○ 腐食なし
	高周波	○ 腐食なし	○ 腐食なし
ステンレス鋼管 円周溶接部(TIG)	○ 腐食なし	○ 腐食なし	○ 腐食なし
ステンレス鋼管 ラップジョイント部(ガスケット)	× アスベストガスケットの接触部 に隙間腐食1ヶ(0.5mm)	○ 腐食なし	× ガスケットとの接触部に隙 間腐食2~3ヶ(0.5mm)
ステンレス鋼管 オスアダプター(ネジ込み部)	○ 腐食なし	○ 腐食なし	○ 腐食なし
はんだ接合部	○ 腐食なし	△ 露出したはんだの腐食少し あるが接合部の腐食はなし	○ 腐食なし
銅管エルボ	○ 腐食なし	△ 黄白色の付着物及び赤褐色 の変色はあるが腐食はなし	○ 腐食なし
青銅製仕切弁	△ 変色, 軽微な緑青	○ 腐食なし	○ 腐食なし

表2 給水用鋳鉄製仕切弁における腐食生成物の最大付着量
および黒鉛化腐食の最大侵食度

※ 1/12→侵食深さ
4/12→鋳鉄肉厚

バルブ種別	測定箇所	腐食生成物 最大付着量 mm	黒鉛化腐食 最大侵食深さ mm	肉厚に対する 侵食度 %	使用年数 年
給水用 鋳鉄製仕切弁	Body	14	4	33(*4/12×100)	9
	Disc	3	1	8(1/13×100)	

3.4 まとめ

・給水管はパイプ内面素地はもとより，現場溶接箇所，はんだ継手部にも腐食は認められず，ステンレスと銅（合金）によるガルバニック腐食も認められなかった。しかし，ラップジョイントとアスベストガスケットとの接触部では隙間腐食が認められ，10年間で最大0.5mm浸食していた。

・汚水管はパイプ上半面（気相部と思われる）にかなりの点錆が認められ，最大0.5mm浸食していた。また，反対側下半面（水側と思われる）には多くの堆積物があったが，沈殿物下には腐食はなかった。

ラップジョイントのアスベストガスケットとの接触腐食は給水管とほぼ同程度（最大浸食深さ0.5mm）であった。

・以上のことから，ステンレス鋼管使用の給水管への腐食性はほとんどないが，アスベストガスケットの使用は給水管といえども避けることが望ましいとの結果を得た。

また，汚水管の上半面，気相部の点錆については，今後経年的な腐食進行度を把握していくことが必要と考える。

ステンレス鋼管使用の給水管へ鋼管継手を使用することは，流速を考慮すると，ほとんど問題ないと思われる。

給水用鋳鉄仕切弁については，耐食性などの面から，今後は鋳鉄バルブの内外面にナイロンなどでコーティングしたバルブを用い，流体に対しての耐食性向上をはかることが望ましい。

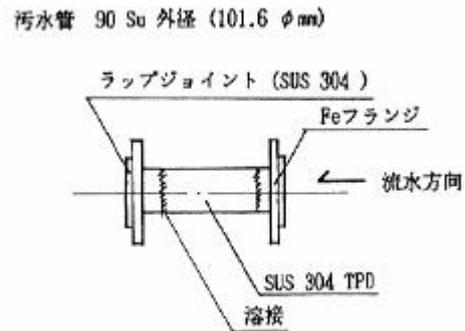
4. 26年後の調査結果

4.1 調査内容

建物の2階，3階便所汚水管（ステンレス鋼管）の一部（写真1）を抜管し，抜管サンプルの経年変化及び管内堆積物を分析した。

調査内容は，目視，顕微鏡写真による組織調査，堆積物の組成化学分析（定性分析）による。図4に汚水管サンプル形状を示す。上記の調査に当たっては，通常の劣化度合いの他，次の点に留意した。

- (1) 堆積物の成分及び堆積状況による腐食への影響
- (2) 接合部の腐食
- (3) 堆積物が隙間腐食等に影響しているか
- (4) 溶接接合部の劣化度合い



4.2 調査項目

表3に示すサンプル管は竣工当時からステンレス鋼管の耐久性を調べるためにフランジ接合で配管接続をしたもので、10年目の結果と比較した。

表3 サンプル管の内容

サンプル No.	使用年数	サイズ	長さ mm	勾配	備考 設置階
No.2	26年	90Su	約300	1/100	2階
No.3	16年	90Su	約300	1/100	3階

4.3 調査結果

表4に示す項目1~7について入念に調査した。本報告では、主に項目1~5の結果について報告する。

表4 調査項目

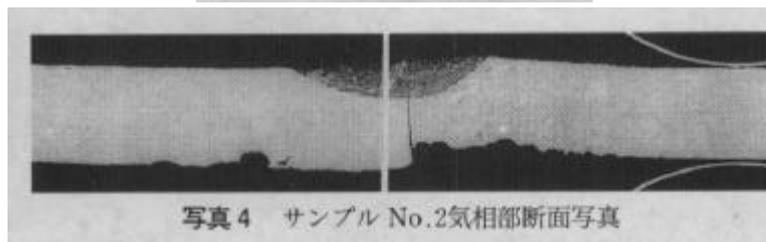
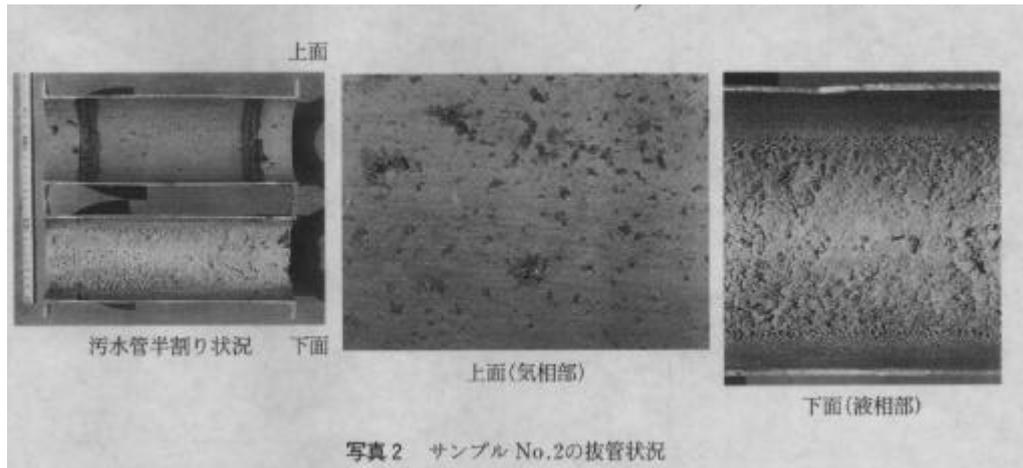
1	外観観察
2	各部材のチェック分析
3	堆積物の分析
4	腐食生成物の分析
5	侵食深さ測定
6	断面観察(腐食形状, 金属組織)
7	鋭敏化状況確認

(1) 外観観察結果

- ・上面の気相になっていたと思われる部分全体に点状のさびが生じており、No.2では溶接部にもさびの発生がみられた。また下部液相部には乾燥した堆積物が見られた。この他フランジ部パッキンとの間に生じたと思われる隙間腐食が認められた。(写真2, 3, 4)

- ・配管下部の堆積物を除去して観察した結果、No.2の溶接スケール部にさびの発生がみられた。No.3は軽微であった。

- ・さびの多い部分を温硝酸で除錆して観察した結果では、管上面には孔食が多く発生しており、溶接部分にも腐食が認められた。



(2) 堆積物の分析結果

堆積物をE P M A (電子プローブマクロアナライザー)での定性分析の結果を表5に示す。

表5 堆積物の成分分析

項目	単位	No.2	No.3
pH		8.2	8.6
Cl ⁻	mg/l	98	86
SO ₄ ⁻	mg/l	380	285
HCO ₃ ⁻	mg/l	7600	6480
NO ₃ ⁻	mg/l	216	205
PO ₄ ⁻	mg/l	18900	790
Ca	%	26.5	29.3
Mg	%	2.14	0.89
K	%	0.17	0.16
Si	%	1.91	1.99
S	%	0.48	0.27
P	%	11.1	10.6

(3) 最大浸食深さの測定結果

ステンレス鋼管肉厚の最大浸食深さの測定位置を図5、測定結果を表6に、また上面(気相部)の結果を図6、下面(液相部)の結果を図7に示す。

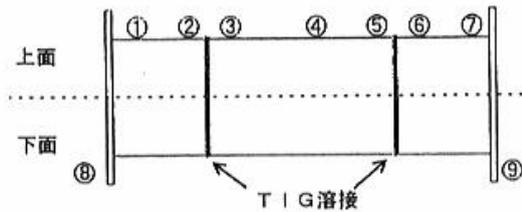


図5 深さ測定位置

表6 腐食部の最大侵食深さの測定結果(μm)

測定位置	部位	元板厚 mm	No.2		No.3	
			上部	下部	上部	下部
1	ジョイント母材	2.9	626	0	776	0
2	ジョイント HAZ	1.95	440	185	729	69
3	パイプ HAZ	1.94	449	260	487	166
4	パイプ HAZ	1.94	374	0	969	0
5	パイプ HAZ	1.94	740	557	650	0
6	ジョイント HAZ	1.95	840	257	542	0
7	ジョイント母材	2.9	762	0	469	0
8	フランジ			160		0
9	フランジ			550		90

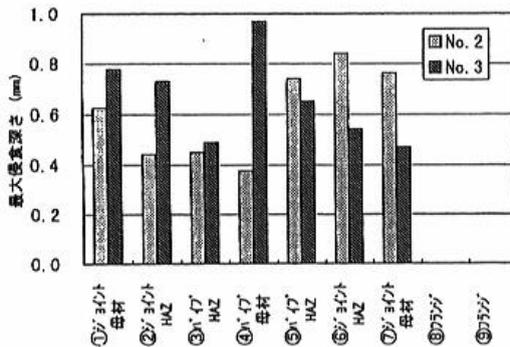


図6 最大侵食深さ(気相側)

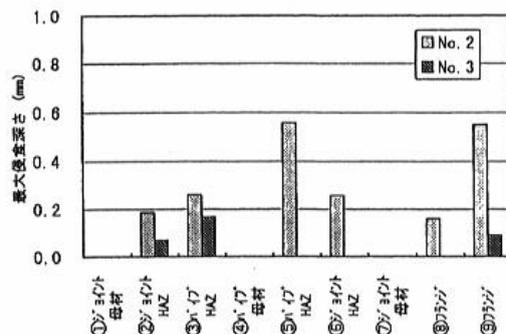


図7 最大侵食深さ(液相側)

4.4 まとめ

配管内の腐食状況を調査した結果、管内の堆積物に金属酸化物はなく、大部分は汚水の成分とみられる。堆積物の下部や気相部の観察結果からは、堆積物の成分及び堆積状況が配管の劣化に影響を及ぼしていない。また隙間腐食も確認できなかった。また、金属組織の異常は認められない。

溶接熱影響部の鋭敏化状況の観察結果ではどの部分にも鋭敏化が認められたが、この影響による粒界腐食の形態は認められなかった。

No.2, No.3 のサンプルも上面(気相側)の浸食が大きく、母材、溶接部に関わらず孔食が生じていた。下面(液相側)では、溶接部の腐食が生じていたが、母材部の腐食はみられなかった。使用期間の短いサンプル(No.3)の方が使用期間の長いサンプル(No.2)より腐食が大きかったことについては、使用状況が不明のために明確ではないが、配管経路の違いで汚水の滞留や配管内の湿度等が影響したのではないかと推測される。

最大浸食深さからステンレス鋼管の寿命予測を行うと、今後も同一速度で進行するものとした場合、最初の貫通までに No.2 ラップジョイント上部で 60 年、母材部では 135 年となる。

既報及び今回の調査から、腐食による劣化は軽微なものであり、汚水管材として十分な耐久性を有するものと判断される。

ステンレス鋼管の耐久性を左右する溶接加工や排水継手の開発、接合方法、適切な施工法が確立されれば、さらに耐久面での信頼性が向上し、排水管としての用途拡大が見込まれる。