



国土交通省 住宅局 住宅生産課
平成21年度住宅・建築関連先導技術開発事業

<技術開発課題>

超高耐久オールステンレス 共用部配管システムに関する技術開発

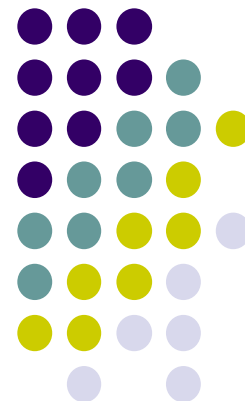
明治大学 工学部 建築学科 教授 坂上 恭助

ステンレス協会

ニッケル協会

日本バルブ工業会

2011年9月2日





現状認識

長期優良住宅の実現・普及に向けた政策提言がなされており、この実現のためには、躯体の技術開発に加えて、設備面からの対応が急務となる。既存の設備配管の寿命は、一般に15～30年といわれており、主として腐食による機能劣化を招いている。

長期優良住宅の実現

のためには

オールステンレス配管システムが最も可能性大

長期優良住宅共用部の耐用年数延長に関する技術的な蓄積

1. ステンレス配管経年劣化に関する調査研究
2. 耐久性能を考慮した配管設計に関する技術開発
3. 諸設備配管の最適な維持管理技術に関する技術開発
4. オールステンレス配管システムの評価に関する技術開発

超高耐久オールステンレス共用部配管システムに関する

技術開発委員会

委員長：坂上 恭助（明治大学理工学部建築学科教授）

副委員長：加藤 碩（ステンレス協会常務理事）

事務局：入澤 千治

（ステンレス協会）

設計・施工部会

部会長：松島 俊久

（鹿島建設）

副部会長：塚越 信行

（明治大学）

幹事：林 健太郎

（シンワ工業）

副幹事：西村 好造

（日本金属工業）

耐久性部会

部会長：飯塚 宏

（日建設計）

副部会長：中村 勉

（須賀工業）

幹事：中野 和幸

（日新製鋼）

副幹事：常藤 和治

（オーエヌ工業）

維持・管理部会

部会長：小池 道広

（長谷工コーポレーション）

副部会長：小寺 定典

（都市再生機構）

幹事：平井 素夫

（ナストーア）

副幹事：松元 茂行

（ノラエンジニアリング）

LCC部会

部会長：小原 直人

（ピーエーシー）

幹事：栗栖 一之

（日本冶金工業）

図1 推進体制



目的



現状

一般に、設備や設備機器は建物寿命の間に何度か取り替えるものとされている。
既存の設備配管の寿命は15～30年程度であり、50年を越える耐久性の知見は皆無。

問題点

ステンレス鋼の耐食性については広く認識されているものの、バルブ・継手を含む建築設備用ステンレス配管システムに関する耐久性評価は十分でない。

対策

1. 共用部配管をスケルトンに位置付け（設備配管のメンテナンスフリーを目指す）
2. 共用部配管のオールステンレス化と耐久性評価技術の確立

■オールステンレス配管システムのグリーン化技術評価について

1) 長寿命

環境に応じた適正な鋼種選定を行うことにより、200年の耐久性を維持することも可能。

2) 適正使用・適正処理

ステンレス鋼管は100%リサイクルが可能。

サイズダウンにより使用材料の使用量を抑制することが可能。

全ての系統にステンレス配管を使用することにより、道ずれ工事を防止することが可能。

3) エコマテリアル

設備の更新サイクルが長くなり、管機材の生産や加工・輸送まで含めた建築設備産業に関連する排出二酸化炭素量が少なくなり、設備の運用に関わるエネルギー消費量の削減が可能。

4) 省エネルギー

ステンレス鋼管は、経年劣化による表面粗度の変化がほとんどないため、搬送動力を最小化が可能。

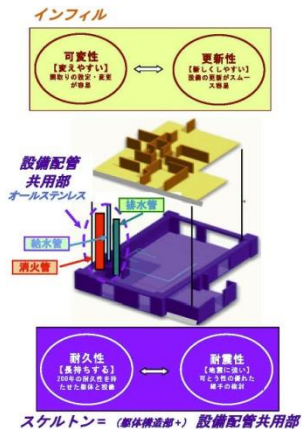


図 2 本研究のコンセプト

200年住宅実現のための強力な支援策



□ 開発項目1【ステンレス配管経年劣化に関する調査研究】

1. 耐食性の調査結果のまとめ

| No | 物件名 | 使用水 | 都水水质データ | | | | | | | | | | 表面粗度 | 経年数 | トラブルの有無 | | |
|----|------------|--------|---------|-----|-------------|--------------------|-------------|--------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|------|-----|---------|----|---|
| | | | 温度(℃) | pH | 塩素イオン(mg/l) | 硫酸イオン(mg/l) | 硝酸イオン(mg/l) | 7dA-濃度(mg/l) | 電気伝導率(μmhos/cm) | 総硬度(mg/l) | 硫酸イオン(mg/l) | 硝酸イオン(mg/l) | | | | | |
| 1 | 新**ビル | 中水 | 20 | - | - | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27 | 無 |
| 2 | **生命ビル | 冷温水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.20 | - | - | 27 | 無 |
| 3 | 戸建K邸 | 給湯 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.64 | 27 | 無 |
| 4 | ***ビル | トイレ排水 | - | 8.2 | 98.0 | - | - | - | - | - | 380 | 7600 | - | - | - | 26 | 無 |
| 5 | ***パークビル | 給湯 | 60 | - | 41.5 | 1.2 | 49.5 | 389 | 97 | 52 | - | - | 1.22 | - | - | 26 | 無 |
| 6 | **国際ビル | 給湯 | 60 | - | 41.5 | 1.2 | 49.5 | 389 | 97 | 52 | - | - | 0.38 | - | - | 23 | 無 |
| 7 | ***省 | 冷温水 | - | - | - | 0.05 _{UT} | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.53 | 21 | 無 |
| 8 | **図書館 | 冷温水 | - | 7.4 | 24.0 | 0.05 _{UT} | 52.0 | 270 | - | 32 | 40 | - | 0.31 | - | - | 14 | 無 |
| 9 | 横浜*** | 冷却水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.46 | - | - | 20 | 無 |
| 10 | 新***ビル | 給湯主管 | 60 | - | 41.5 | 1.2 | 49.5 | 389 | 97 | 52 | - | - | - | - | - | 23 | 無 |
| 11 | 新***ビル | 給湯主管 | 60 | - | 41.5 | 1.2 | 49.5 | 389 | 97 | 52 | - | - | - | - | - | 9 | 無 |
| 13 | ***ビル | 給湯主管 | 60 | - | 41.5 | 1.2 | 49.5 | 389 | 97 | 52 | - | - | - | - | - | 17 | 無 |
| 14 | 新***ビル | 給湯 | 60 | - | 41.5 | 1.2 | 49.5 | 389 | 97 | 52 | - | - | - | - | - | 18 | 無 |
| 15 | **ビル | 給湯 | 60 | - | 41.5 | 1.2 | 49.5 | 389 | 97 | 52 | - | - | - | - | - | 17 | 無 |
| 16 | ***博物館 | 給水 | 20 | - | 40.5 | 1.3 | 47.0 | 391 | 95 | 54 | - | - | - | - | - | 27 | 無 |
| 17 | **センタービル | 給水・冷温水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 25 | 無 |
| 18 | ***新館 | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 26 | 無 |
| 19 | ***東京本社 | 給水・給湯 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 25 | 無 |
| 20 | **文化会館 | 給湯 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27 | 無 |
| 21 | ***文化会館 | 給湯 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27 | 無 |
| 22 | **文化会館 | 給湯 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27 | 無 |
| 23 | ***ビル | 中水系 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 24 | 無 |
| 24 | ***殿 | 床暖房 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.6 | - | - | 26 | 無 |
| 25 | ***マンション | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 測定中 | 20 | 無 |
| 26 | **本社ビル | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28 | 無 |
| 27 | *住宅(沖縄那覇市) | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 16 | 無 |
| 28 | **住宅(沖縄八重) | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 15 | 無 |
| 29 | **住宅(沖縄那覇) | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 | 無 |
| 30 | ***** (沖縄) | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 無 |
| 31 | **住宅(沖縄那覇) | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 18 | 無 |
| 32 | **住宅(沖縄豊見) | 給水 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | 無 |



図3 内面観察結果 (22年経過後)

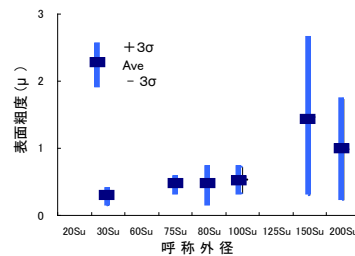


図4 ステンレス鋼管の表面粗度

2. 表面粗度の経年変化



施工後23年経過の給湯揚水管 (表面粗度 Ra=1.22μ)



施工後27年経過の給湯配管 (表面粗度 Ra=1.64μ)



施工後27年経過の冷温水配管 (表面粗度 Ra=2.2μ)

図5 経年変化後のステンレス鋼管の表面粗度



鋼管の腐食状況の一例 (表面粗度 Ra=測定不能)

コールブルックとホワイトによれば、粗度の大きさは管の使用年数Tに比例して増加する。

$$\epsilon = \epsilon_0 + \alpha T$$

αは定数で水質および管の種類によって異なり、1年間当り α = 0.06 ~ 2.1mm 程度である。^注

注; 日本機械学会便覧 A5-75頁

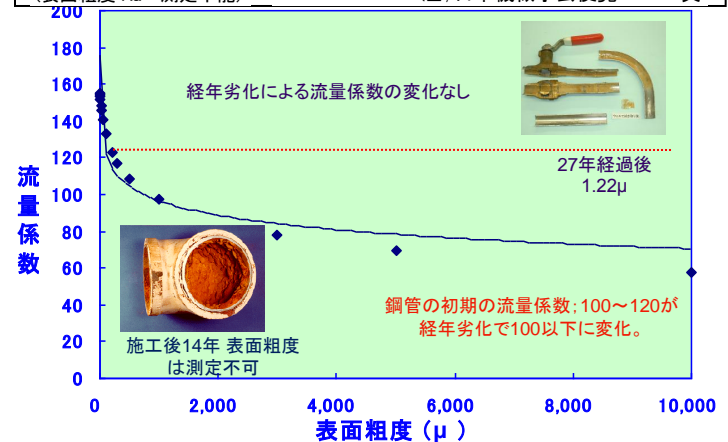


図6 流量係数と表面粗度の関係

成果 ; ステンレス配管は経年劣化の少ないことが確認できた。



□ 開発項目1【ステンレス配管の耐震性に関する調査研究】

E-ディフェンスによる加震実験の動画



< 防災科学技術研究所提供 >

表. 0 加震による機能維持

| 損傷の程度 | | 漏気 | 今回の実験 |
|-------|------|-------|-------|
| 無損傷 | 修復不要 | なし | ○ |
| 軽微損傷 | | | ○ |
| 軽微損傷 | 軽微補修 | なし | |
| 小破 | 部分補修 | 接続部滲み | |
| 中破 | 補修 | あり | |
| 大破 | 取替え | | |
| 破壊 | | | |

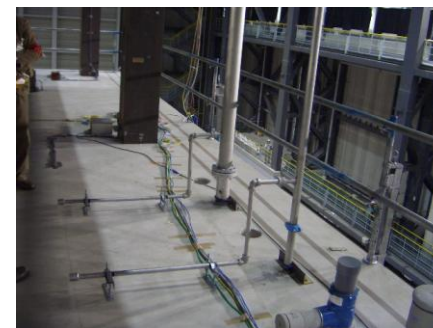


写真. 0 配管の施工状態



□ 開発項目2【耐久性能を考慮した配管設計に関する技術開発】

実施内容；200年構想における各配管系統別の仕様を検討した。

また、本研究の主旨である共用部配管をオールステンレス配管とした、躯体と同等の耐久性を前提に、設計施工のガイドラインを作成した。

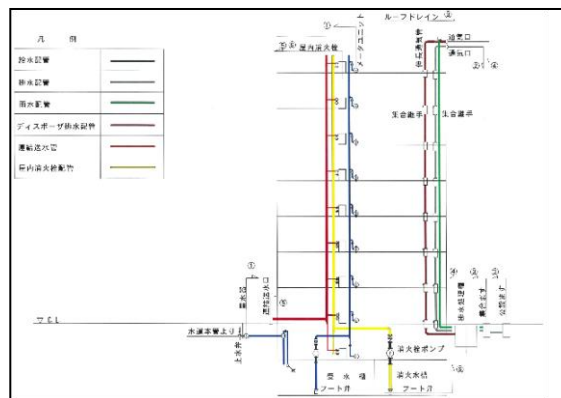


図7 モデルプラン配管系統図

| 項目 | 給水管 | 消火管 | 排水管 |
|---------------|---|---|---|
| 口径 | 40~300SU (戸数による) | 65~150A | 100mmφ前後 |
| 管 | SUS304/TP及びTPD SUS316/TP及びTPD (JIS G 3448, G 3459) | SUS304/TP及びTPD SUS316/TP及びTPD (JIS G 3448, G 3459) | TP及びTPDより 更に薄肉化した管 |
| 継手を含む 接合方法 | SUS製フランジ (JIS B 2220) 管端つば出し継手 (SAS 363) + SS製遊合フランジ (JIS B 2238) スタブエンド (SAS 354) + SS製遊合フランジ (JIS B 2238) ステンレス製鋼管継手 (SAS 354, JIS B 2312) | SUS製フランジ (JIS B 2220) 管端つば出し継手 (SAS 363) + SS製遊合フランジ (JIS B 2238) ハウジング形管継手 (SAS 361) ステンレス製鋼管継手 (SAS 354, JIS B 2312) | 管に即した サイホン集合管 管端つば出し継手 (SAS 363) + SS製遊合フランジ (JIS B 2238) 内面に段差、隙間を 生じない継手 |
| バルブ 類 | 管と管・継手の溶接接合 要部 SUS304 仕切弁 本体 SUS304 シート PTFE バックフライ弁 減圧弁 | 管と管・継手の溶接接合 要部 SUS304 仕切弁 本体 SUS304 シート PTFE バックフライ弁 | 管と管・継手の溶接接合 要部 SUS304 仕切弁 本体 SUS304 シート PTFE バックフライ弁 |

図8 用途別配管仕様

□ 開発項目3【諸設備配管の最適な維持管理技術に関する技術開発】

実施内容；200年対応のための適切な維持管理(点検・補修・交換)を容易にできる仕組みを提案した。

成果；耐用年数の短い「管継手・バルブ」の維持管理を容易にすることにより「躯体」や「管」を傷めることなく、「管継手・バルブ」を交換することが可能となる。

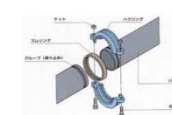


図4.2-2 ハウジング継手構造



図4.2-3 ハウジングバルブ

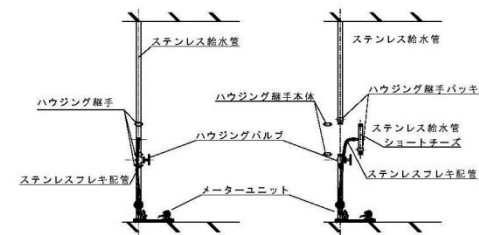


図9 維持管理改善シート例



□ 開発項目4【耐久性能を考慮したLCC・LCA評価に関する技術開発】

実施内容；

ライフサイクル評価を行なうためのデータベース、指針としての利用可能なものを調査し、その評価を行なった。

成果；

日本建築学会・建築保全センターのLCC・LCA等のデータベースを活用すれば、評価は可能であることが確認できた。

| 更新年度 | 年 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 従来工法 | 給水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 排水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 給湯 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 雨水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 高寿命工法 | 給水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 排水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 給湯 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 雨水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 鋼管系 | 給水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 排水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 給湯 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 雨水 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 10 配管の更新スケジュール

<経済性の評価イメージ>

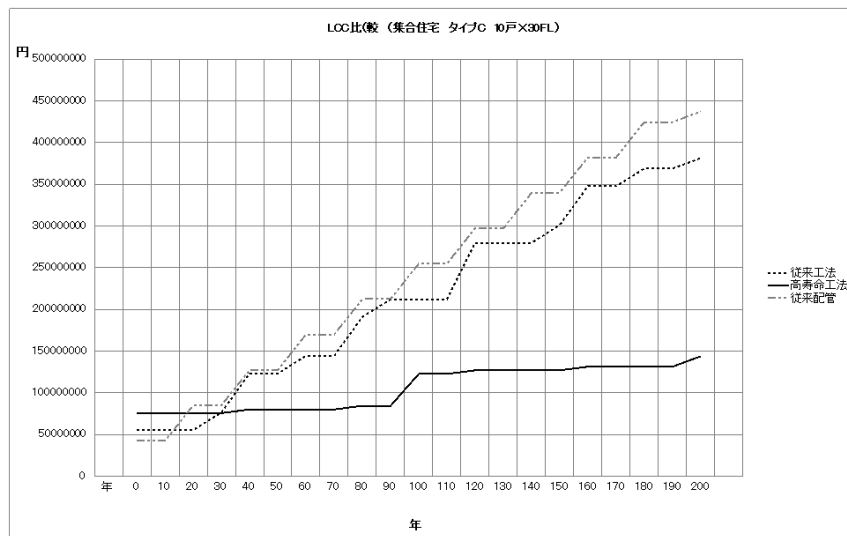


図 11 ステンレス管の生涯更新計画(300戸)

<環境負荷低減のイメージ>

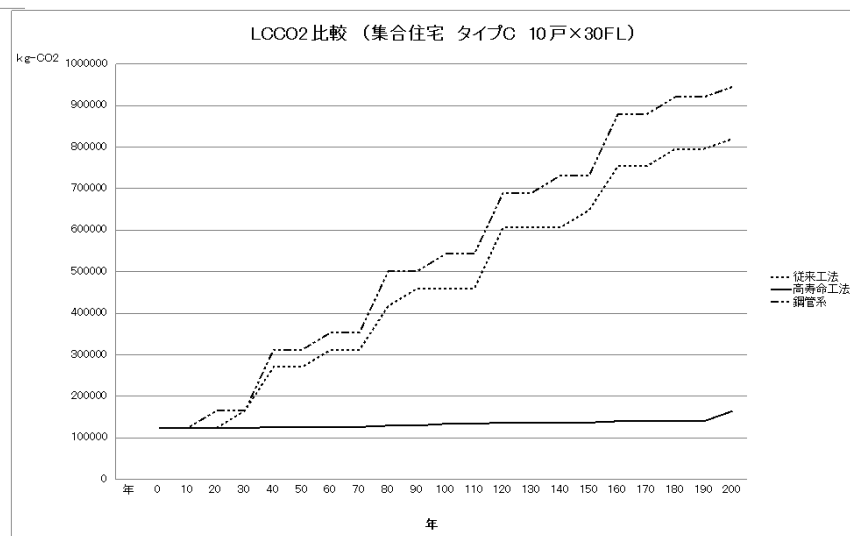


図 12 LCA評価結果



- 長寿命化の課題を達成するためのガイドラインを作成した。併せて、各種接合法やモニタリング等についても検討を行った。
- 22年経過した受水槽揚水管の経年調査を行なった結果、経年劣化のないことが確認できた。また、合成ゴムの耐久性評価の一環として市場回収品の調査を行った。
その他、新型継手の開発、異種金属腐食に関する調査、耐震性に関する実験を行い、200年対応に必要な諸条件の評価を行った。
- 「管継手・バルブ」の適切な維持管理に関する仕組みを提案した。



- 共用部配管をスケルトンと位置付け、グリーン化技術の確立を行った。この結果、LCC / LCA評価において、在来工法に比べて優位であることが確認できた。
- 本技術開発の成果の一部は、建築用ステンレス配管マニュアル（ステンレス協会、2011.3）に活用され、ステンレス配管技術の向上に資することができた。



- ・建築設備分野の学術・実務専門家による客観的な耐久性・機能性評価
- ・オールステンレス配管システムの設計・維持管理の指針
- ・公共工事機械設備標準仕様書への反映
- ・法規制の撤廃（消防法施行規則の改正により消火設備にステンレス管の使用が可能となった。）

オールステンレス配管システムの市場化を推進中

＜集合住宅から病院やオフィスビル等への横展開＞





超長期住宅先導的モデル分譲マンション事業の採用例



ブランシエラ浦和

事業主：長谷エコーポレーション
認定：平成19年6月8日



ブランシエラ吹田

事業主：長谷エコーポレーション
認定：平成19年6月12日



六本木一丁目再開発

事業主：三井不動産
認定：平成22年3月25日

長期優良分譲マンションの普及のためには

- (1) 品確法による耐久性・耐震性の厳格なランク付け
- (2) 行政による税制(取得・相続等)、金融(地震保険税率等)上の支援等
が望まれる。