

はじめに

本委員会は建築配管用銅管腐食対策としての設計・施工および維持管理の指針を作成するため、昭和59年6月13日に第1回本委員会を開催してから今日まで、委員各位のご熱心な調査・研究活動、また関係官公庁・学協会の御協力・御助言により、本「建築配管用銅管腐食対策指針」報告書を作成することをえた。

その間の会議開催状況は、	本委員会	3回
	主査幹事会	7回
	分科会	37回
	分科会(ワーキング)	48回
	小分科会(含ワーキング)	15回
	合計	110回であった。

本報告書は第I編の建築配管用銅管腐食対策の指針とその解説、第II編の建築配管用銅管腐食の実態調査結果、第III編の銅管腐食に関する国内外の文献と法令・規格をはじめ関連資料、第IV編の付録の4編で構成し、建築設備技術者をはじめ銅管関係者の指針となるようまとめたものである。

委員会の当初の構想段階では、腐食事故が発生している建物とその用途、腐食が発生していない建物とその用途について、それぞれ調査を実施する計画であった。しかし、結果的には腐食事故のある建物とその用途に調査は集中し、事故のない建物とその用途の現状確認調査例が少なくなり、資料調査を中心に進めざるをえない事態が生じるなど、計画と実施との間に多少の齟齬もあった。しかし、本委員会設立の主旨である建築配管用銅管腐食対策としての設計・施工および維持管理に対する指針を作成するために実施した現状の実態調査では、予期しえなかった新事実をえることができたことは幸いであった。

現状調査には予期した以上に時間と手間がかかり、その結果予定調査物件数100件が36件に減少したこともあって、一部の銅管腐食現象については、その発生原因を特定することが困難で、ある範囲・条件下という制約をつけざるをえなかった。この点については、今後近い将来何らかの方法で追加調査を行い、原因を探究し、その確認後は再現試験を行うなど、腐食の発生防止対策に関する調査・実験の継続実施を日本銅センターへ要望したい。また、銅管メーカ各位におかれては、銅管腐食防止対策について一層の調査・研究を進められんことを切望しておきたい。

最後に、ご多忙の中をこれまでご協力いただいた委員各位、また関係官公庁、学協会、さらにご執筆いただいた著者の方々に心から深謝する次第である。

建築配管用銅管腐食対策技術委員会
委員長 篠原隆政
(明治大学 教授 工学部建築学科)

目 次

はじめに	1
目 次	2
委員会設立経緯	8
委員会組織および委員名簿	9
I 編 指針・解説	13
ま え が き	13
1. 指 針	13
1.1 基本原則	13
1.2 計画設計	14
(1) 水 質	14
(2) 循環式給湯システム	14
(3) 冷温水配管システム	16
1.3 施 工	17
1.4 維持管理	18
1.5 劣化診断・措置	19
(1) 劣化診断	19
(2) 措置・補修	20
2. 解 説	21
ま え が き	21
2.1 共通事項	21
(1) システムと腐食要因	21
(2) 水源水質	22
(3) システムと腐食	24
(4) 銅管に使用する弁類の選定	25
(5) 配管の更新性	28
(6) 配管スペース	29
(7) 気水分離と気体放出	30
(8) 流速と管径	31

(9) システムの設計手順	34
(10) 埋設銅管の腐食対策	37
(11) 銅管の耐用年数	37
2.2 給水配管の腐食対策	39
(1) システム	39
(2) 気体放出	39
2.3 給湯配管の腐食対策	40
(1) システム	40
(2) 給湯循環ポンプ	41
(3) 給湯温度	44
(4) 加熱装置の設置位置	44
2.4 冷温水配管の腐食対策	44
(1) システム	45
(2) 蓄熱槽	47
(3) 気体放出	48
2.5 施工上の留意事項	49
(1) 防食的な配管施工法	49
2.6 劣化診断	53
2.7 モニタリングシステム	57
(1) モニタリングの目的と内容	57
(2) 設計上の考慮	58
2.8 維持管理上の留意事項	59
(1) 定期的な水質検査によるチェック	59
(2) 腐食モニタリングシステム	61
(3) 漏水時の応急措置	64
2.9 その他	64
(1) フィチン酸による防食	64
(2) 気泡の除去	67

II編 腐食の実態調査	71
1. 実態調査	71
1.1 実態調査の目的	71
1.2 実態調査の方法	72
(1) 第1分科会	72
(2) 第2分科会	72
(3) 調査・検討分科会	76
(別表) 調査票の様式	77
2. アンケート調査	125
2.1 調査の目的	125
2.2 調査の方法	125
2.3 集計項目および解析	127
2.4 調査結果	127
2.5 まとめ	155
2.6 考察	155
3. 腐食事例の調査結果	157
3.1 調査結果の概要	157
(別表) 物件毎調査報告書	159
3.2 腐食の具体例	262
3.2.1 潰食例Ⅰ	262
3.2.2 潰食例Ⅱ	266
3.2.3 孔食例Ⅰ	270
3.2.4 孔食例Ⅱ	274
3.2.5 孔食例Ⅲ	279
3.2.6 施工不良例Ⅰ	286
3.2.7 施工不良例Ⅱ	287
3.2.8 施工不良例Ⅲ	288
3.3 腐食事例調査結果の考察	291
(1) 数量化理論Ⅱ類による解析	291
(2) 実態調査結果のまとめ	313

Ⅲ編 参考資料	319
1. 銅管の腐食形態	319
1.1 銅の耐食性	319
1.2 孔食	320
1.3 潰食	321
1.4 応力腐食割れ	322
1.5 疲労割れ	322
1.6 ガルバニック腐食	323
1.7 脱亜鉛腐食	323
1.8 銅の溶出	324
2. 建築配管用銅管の現状	325
2.1 銅管の生産量および使用量	327
2.2 銅管の腐食事故発生状況	328
(1) 銅管メーカーの事故報告集計	328
(2) 銅管使用者へのアンケート集計	329
3. 水質と水質試験方法	333
3.1 水道水の水質基準	333
3.2 日本全国の上水の水質傾向	333
(1) 給水システムに供給される水道水	333
(2) 腐食と関連のあると思われる水質項目	334
(3) 日本の代表的な水道水水質の例	338
3.3 水質試験方法	340
(1) 水道法に基づく水質基準に関する省令別表	341
(2) 水質に関係ある厚生省水道環境部長及び 水道整備課長の通知	375
(3) 上水試験方法	383
(4) 水道維持管理指針（1982）抄	384
(5) 各国の水質基準	386

4 . 溶存気体の挙動	387
4 . 1 気泡の発生と溶解	387
(1) 原 理	387
(2) 給湯システム内の気泡の状況	389
(3) 給水温度と気泡化する圧力	389
4 . 2 気泡の上昇速度	390
4 . 3 配管内の気泡の流れ状況	391
(1) 立管の場合	391
(2) 横引管の場合	392
4 . 4 腐食に対する気泡の役割	392
4 . 5 気泡の白濁時間と溶存酸素の実測例	393
(1) 概 要	393
(2) 測 定 方 法	393
(3) 白濁気泡の採取方法	393
(4) 測 定 結 果	394
(5) ま と め	396
5 . 腐食抑制剤による腐食対策	397
5 . 1 フィチン酸による防食	397
6 . 劣化診断測定機器	404
6 . 1 超音波流速（流量）計	404
6 . 2 渦流探傷器	418
7 . 銅管腐食に与える保温材、シール材の影響	426
7 . 1 保温材と銅管腐食	426
7 . 2 パッキン材と銅管腐食	426
(1) 石綿ジョイント	426
(2) ゴムシール材	426

8. 銅管配管に関する関連法規の条文	427
8.1 建築基準法関係	427
8.2 消防法関係	432
8.3 水道法	434
8.4 建築物における衛生的環境の確保に関する法律	437
9. 銅管の腐食に関する文献	439
9.1 論文・報文など	439
9.2 規格・基準など	453
IV編 付 録	459
1. 銅管の歴史	459
2. 建築配管用銅管の特性	461
2.1 配管材料としての銅と銅管の特色	461
2.2 建築用銅管の種類と特色	461
2.3 銅管の製造法	462
2.4 物理的性質	464
2.5 機械的性質	464
2.6 化学的性質	466
2.7 銅管の摩擦抵抗線図	468
2.8 継手およびバルブの摩擦相当管長	468
3. 建築配管用銅管が使用される配管システムの概要	470
3.1 概 要	470
3.2 給水配管	470
3.3 給湯配管	471
3.4 排水・通気配管	471
3.5 その他配管	472