

結露による鉄筋の腐食挙動に及ぼす温度の影響

NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○笠原 久稔
 NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 藤本 憲宏
 NTT アクセスサービスシステム研究所 非会員 永井 友康

1. はじめに

NTT では、日本全国に約 58 万個の通信用鉄筋コンクリート製マンホール（以下、MH）を保有している。労働人口の減少に伴い、これらの点検補修といった維持管理は効率的に行われる必要がある。

現在 MH の点検周期は、どの MH も一律 10 年である。これは MH の天井部分の鉄筋がむき出しになった後に、耐力限界を迎えるまで鉄筋の腐食が進む年数を安全側に倒した結果である。しかし実際には MH の設置条件ごとに鉄筋の腐食速度は異なると考えられ、今後これを明らかにできれば、個々の MH に対し最適な維持管理を実現することができる。前回の発表¹⁾では、鉄筋の腐食は、天井部と MH 内気温の温度差による結露の発生により大きく進行されることを明らかにした。本発表では MH 内の鉄筋腐食挙動に及ぼす平均気温の影響を明確にすることを目的に、全国で使用されている MH で鉄筋腐食状況を調査したので報告する。

2. 鉄筋の腐食機構

鉄筋の腐食は、鉄と酸素と水の結合により水酸化鉄が生成する化学反応である²⁾。一般的に温暖な地域では腐食が速いことが知られており³⁾、これは学術的にはアレニウスの式より説明される。この知見を踏まえ、年間平均気温の高い地域にある MH では、低い地域のものに比べると鉄筋の腐食速度が大きくなっているとの仮説を立てた。そこで、MH の設置条件として、年間平均気温に着目して MH を選定し、上記仮説を検証した。

3. 調査概要

対象の MH は気候区分の異なる 5 地域（北海道、秋田、茨城、岐阜、沖縄）21 個の MH である。2016 年 10～11 月に MH 内に鉄筋、温湿度センサ（MH 内温度測定用）、熱電対（天井部測定用）をそれぞれ複数サンプル設置し、半年後と一年後に回収した。鉄筋は腐食促進のため表面の酸化被膜を除去し、天井部に貼り付けた。

4. 結果

図 3 に鉄筋平均温度ごとの 1 年間の腐食率(%)を示す。ここで腐食率＝{(初期鉄筋重量－除錆後鉄筋重量)/初期鉄筋重量}×100 である。天井部の温度(≒鉄筋の温度)はその地域の気温に影響を受けており、北海道や秋田といった寒冷地域よりも温暖な沖縄の方が天井部の温度は高く、中間地域である茨城や岐阜は中間の温度帯に位置している。一方で、仮説に反して 1 年間の腐食率と天井部の温度に相関は見られなかった。

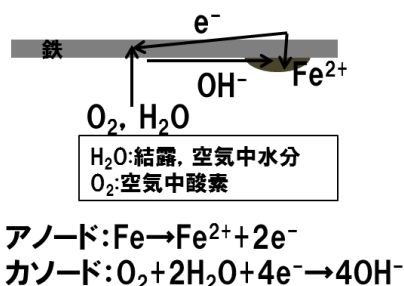


図 1. 腐食時の化学反応式



図 2. 天井部に貼り付けた鉄筋サンプルの様子

キーワード 通信用マンホール, 維持管理, 鉄筋腐食, 劣化予測

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 NTTアクセスサービスシステム研究所 TEL 029-868-6211

5. 考察

上記のような結果となったのは、腐食率は天井部の年平均温度よりも、温度差による結露の有無に大きく影響を受けるためと考えられる。前回報告した¹⁾とおり、腐食の直接の原因となる結露は温度差により生じる。この検証をするために、図5に冬季(10~3月)、図6に夏季(4~11月)の平均温度ごとの腐食率を示す。前回の調査¹⁾にて、結露は冬季のMHのみでみられることが明らかになっている。図5に傾向が見られないのは、結露発生期間であるため、温度差による結露の有無の影響が大きく、天井部の平均温度の影響が見えづらいためである。一方で図6は沖縄を除くと、天井部の温度の増大にあわせて腐食率も増加している。夏季は結露が発生しないため、空気中の水分によってのみ腐食が進行するが、この進行においては平均温度の影響が顕著に見られたといえる。表1に夏季と冬季の対比を示す。沖縄については天井部の平均温度が高いにも関わらずあまり腐食が進行していないが、この原因については現段階では不明である。

6. まとめ

- ・冬季の腐食率は天井部の温度と相関が見られなかったが、夏期の腐食率は相関が見られた。
- ・鉄筋の平均温度による腐食への影響は、鉄筋とMH内気温の温度差による結露の有無の影響よりも小さい。

参考文献

1) 藤本ら，通信用マンホール内の結露発生に影響する設置条件，2017年度土木学会全国大会予稿，V-238
2) 高谷ら，アルカリ環境下における鉄系腐食生成物の生成プロセスおよびコンクリート中における鉄筋の腐食環境，日本材料学会，Vol.66(2017)，pp.545-552
3) 小林ら，鉄筋腐食の診断，森北出版(2005)，pp57

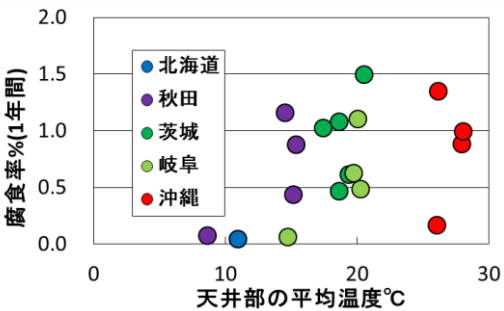


図 3. 天井部の平均温度と1年間の腐食率

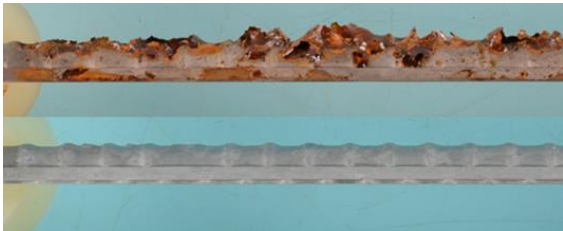


図 4. 腐食した鉄筋(上)と除錆後の鉄筋(下)

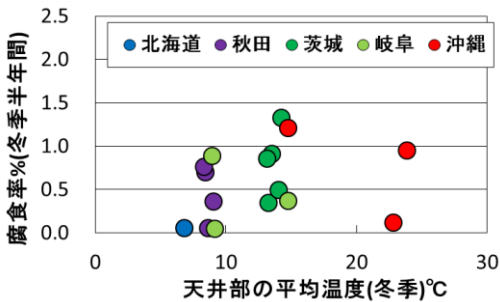


図 5. 冬季における天井部の平均温度と腐食率

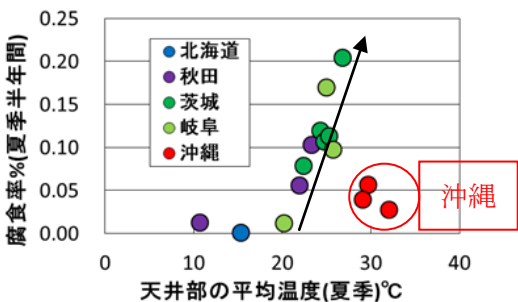


図 6. 夏季における天井部の平均温度と腐食率

表 1. 腐食速度に関する夏季と冬季の対比

	冬季(一部に結露あり)	夏季(結露なし)
腐食への直接因子	結露, 酸素, 空気中水分	酸素, 空気中水分
上記因子に影響する可変要因	温度差(→結露)	—
鉄筋腐食速度にかかる要因	・温度差による結露の有無(影響大) ・腐食反応時の天井部温度(影響小)	・腐食反応時の天井部温度(影響小)
見かけの腐食速度にかかる要因	天井部と気温の温度差	天井部の平均温度