

駅乗降場上家における結露発生に関する測定と分析

正会員 ◯坂井 慶哉*

正会員 中野 淳子*

正会員 増田 祐也*

結露

駅舎

鉄道

維持管理

1 研究背景・目的

駅舎の金属製乗降場上家は、結露が発生しやすい建物である。結露水がホーム上へ滴下することで、お客さまの転倒事故や衣服を汚す事象へと繋がる可能性があるため、懸念点となっている。東京都内 S 駅の乗降場上家も結露が発生しやすい建物の一つであり、日々の維持管理に苦慮している（図 1）。目視による調査より、樋部分から結露水が滴下していると判断し、樋部分に結露抑制用塗料を複数試したが、結露水滴下は止まらなかった。本研究では S 駅乗降場上家にて部材及び周辺の温度と湿度を測定し、取得したデータを分析することで、結露の発生箇所と原因を把握することを目的とする。



図 1 S 駅における結露発生状況

2 測定方法

2.1 温湿度の測定

S 駅乗降場上家の折板屋根・樋・梁を対象とし熱電対および温湿度計を取り付け、測定を行う（図 2）。測定データは 5 分ごとにデータロガーへ csv 形式にて記録される。1 番線は 2022/3/4 から 2022/4/26 まで、2 番線は 2022/2/14 から 2022/4/26 まで測定したデータを以後使用する。

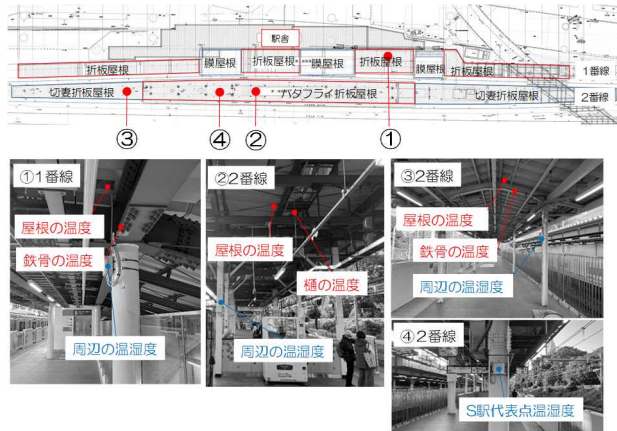


図 2 温湿度測定箇所

2.2 結露レベル

馬場の研究¹⁾では、露点温度と部材温度の差により、結露の状態を区分けした結露レベルが示されている（表 1）。結露レベルは、目視による結露の状態と屋根温度および気象データの関係性から定義している。本稿では、こちらの考え方を基に分析を行う。

表 1 結露レベル

結露レベル	レベル 1	レベル 2	レベル 3
状態	屋根に結露が見られるが、滴下はなし	梁などから所々ポタポタと滴下	ホーム全面にポタポタ滴下
参考写真			
ΔT (露点温度-部材温度)	0℃≦ΔT<2℃	2℃≦ΔT<3℃	3℃≦ΔT

※ΔT<0のときは結露レベル0とする

3 分析結果

3.1 結露発生箇所

乗降場上家における結露水発生箇所を分析する。各測定箇所において結露レベル 1 以上が出た日数を表 2 に示す。結露水が滴下する結露レベル 2 以上は樋や梁部分ではなく、折板屋根部分で発生していることがわかる。樋ではなく折板にて結露が発生しやすい理由として、折板（ガルバリウム鋼板）に比べ樋（SUS304）の 1 m²あたりの熱容量が 3 割程度大きいと、温度の変化が小さいことから、放射冷却が発生しづらいと想定される。

表 2 結露レベル発生日数

#1 結露レベルが出た日数					
折板			梁		
レベル1	レベル2	レベル3	レベル1	レベル2	レベル3
10	0	0	1	0	0
#2バタフライ 結露レベルが出た日数					
折板			樋		
レベル1	レベル2	レベル3	レベル1	レベル2	レベル3
45	9	3	31	0	0
#2切妻 結露レベルが出た日数					
折板			樋		
レベル1	レベル2	レベル3	レベル1	レベル2	レベル3
38	2	0	5	0	0

3.2 結露水滴下箇所

結露水滴下している箇所の把握を行う。1 番線に関して、結露水滴下箇所は折板折り目部真下に位置している(図 3)。つまり、折板屋根で発生した結露が水下側に流れ、折れ目部分で切れて滴下している。2 番線に関して、見た目での滴下箇所特定が難しいため、滴下している結露水の間隔を測定した。縦方向は折板屋根谷部から滴下した場合にあり得る間隔と概ね一致、横方向は樋の幅と一致していた(図 4)。以上より折板屋根で発生した結露が水下側に流れ、折板屋根と接する面戸にて水が切れて滴下していることが想定できる(図 3)。

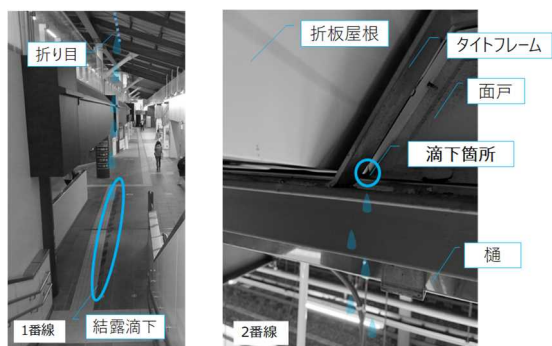


図 3 滴下箇所

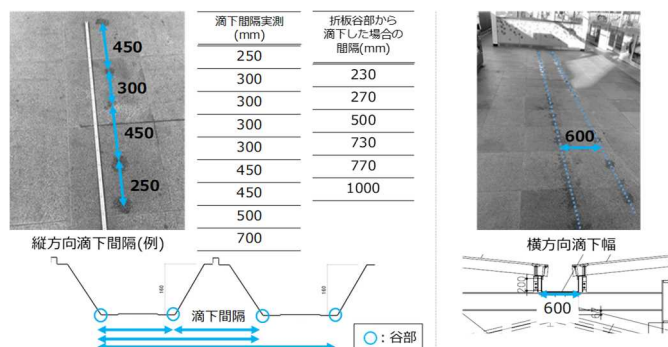


図 4 結露水の滴下位置 (左:縦方向間隔、右:横方向幅)

3.3 結露発生時間

結露レベル 2 以上が発生した時間帯をまとめた(図 5)。AM1:00 から AM5:00 台の割合が 9 割を超えており、放射冷却が発生しやすい深夜の時間帯にホーム上へ結露水滴下していることが分かる。

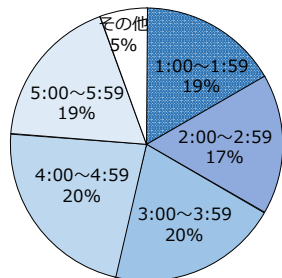


図 5 結露レベル 2 以上の時間帯

3.4 結露発生理由

S 駅の周辺環境(温湿度)が影響し、結露が発生していると仮定し、気象庁観測データと S 駅温湿度のデータを比較した。結果として、S 駅周辺の温湿度に特異性が無かった。つまり、S 駅の構造的な理由により、結露が発生しやすいと推定できる。S 駅は、1 階にコンコース、2 階にホームがある構造をしており、1 階と 2 階の間には大きな吹き抜けがある(図 6)。夜間に温められた空気が吹き抜けを通り上昇、放射冷却された折板屋根に空気が当たり、結露が発生していると推定できる。そこで、吹き抜けに接している箇所(図 2-①)と接していない箇所(図 2-③)の夜間の温度差を 2 時間ごとに平均したところ、最大で 1.2℃ 吹き抜けに接している方の温度が高い結果となった(図 7)。また、日較差が大きい日に滴下する結露が発生していると想定し、2 番線バタフライ屋根部における結露レベルと日較差の関係を分析した(図 8)。結果として、日較差と結露レベルの相関はなかった。

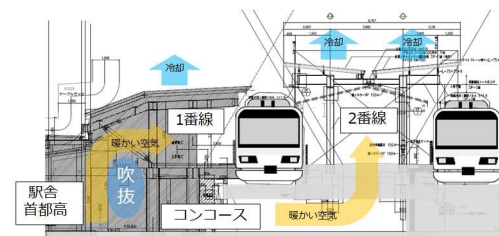


図 6 S 駅の構造

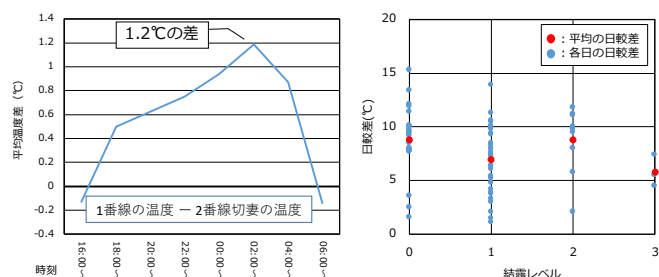


図 7 吹き抜けによる温度差 図 8 日較差と結露レベル

4 まとめ

- ①結露レベルの考え方および結露水滴下間隔の測定結果を用いることで、結露発生箇所および結露水滴下箇所を把握することができた。
- ②S 駅において結露は、放射冷却が起きやすい AM1:00 から AM5:00 台にかけて滴下している。
- ③S 駅での結露発生は建物構造的な理由である可能性が高い。
- ④吹き抜けを有する駅舎を設計する場合、乗降場上家における結露を考慮する必要がある。

参考文献

1)馬場雅博：ホーム折板上家の結露の事前予測とその対策について、鉄道建築協会、鉄道技術会、鉄道建築ニュース、NO.723, pp.8-11,2010.2