

材料と人口着氷状態

菅原宣義 (北見工業大学)

1. 序論

電力設備の雪害対策技術はいろいろと研究されてきている。実験的あるいはフィールドで評価されてきている¹⁾が、抜本的な対策技術や対策用資材が見つからない、あるいは開発されていない現状にある。冬期間の自然環境も年々変わって来ているようで、実験室での検証条件もそれらに合わせる現状にある。特に最近では地域集中的な降雪や降雨が観測される昨今、着氷雪対策用資材の基礎特性の見直しが必要と思われる。

今回、報告する内容は、主に材質の違いによる静止接触角との関連を、人工着氷過程の着氷状態観測結果として報告する。

2. 実験装置

図-1 に示す着氷風洞装置で吹き付け型雨水の着氷実験を行った。6個の2流体ノズルから約+2°Cの水を散布して風に乗せ、試料の位置で過冷却水滴となるように試料とノズルとの間隔を取って実験を行った。風洞出口の面積、1.6 m × 1.6 m 断面で一様な着氷量に成るように2流体ノズルを上下・左右に動かすとともに風洞出口での風速分布が一様に成るように調整した。

試料板は、アクリル、アルミ、テフロン、シリコーンゴム、塩化ビニルの5種類で30 cm角の形にした。着氷のための取り付け位置は図-1 のように風洞の出口である。1回の実験では3種類の試料を使った。風洞出口では風速および水量ともに一様に定めたが、実際は試料を設置することで試料に当たる風や水量など多少の変化が現れる。本実験では1つの試料を図-1のa, b, cの3箇所の位置でそれぞれ1回ずつ、計3回実験を行いその平均を測定結果とした。

着氷前にそれぞれの試料の重量を測定しておき、着氷終了時につららを落とした重量から着氷重量を求めた。つららの長さはメジャーで測定した。着氷の経過状態は10分ごとにデジカメで撮影した。

着氷条件は、自然界の雨水発生時の気象条件を参考に表-1の様に、試料付近での風速を6 m/s、降水量を6 mm/h、着氷時間を1時間とした。表1に示す散水角とは図-2に示すように試料板と散水が当たる角度とし、90度と45度の2種類で測定した。

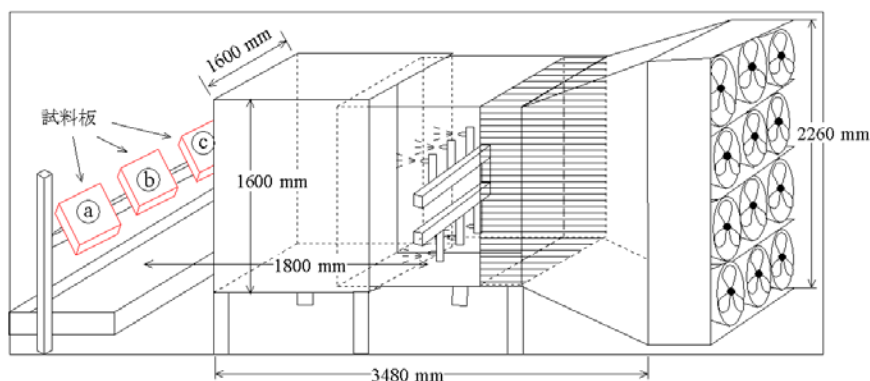


図-1 着氷風洞の概要

表-1 実験条件

風速	6 mm/s
降水量	6 mm/h
着氷時間	1時間
試料材料	30 cm×30 cm
散水角	45度、90度
庫内温度	-1 ± 1°C

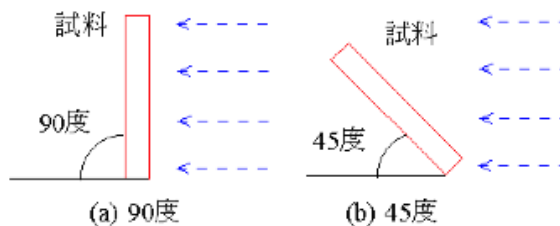


図-2 風向に対する試料板角度 (散水角)

3. 実験結果

図-3 に散水角が 45 度の場合の着氷状態を示す. 着氷経過 10 分後の状態は, 表面に薄く氷が付いていて, 試料板の下には 1 cm 未満のつららが形成されだしている. 試料表面への氷の付着状態は, シリコーン (ゴム) 板とテフロン板では一様では無くて水滴状の様な氷の粒が付着している状態であった. これ以外の試料板上の氷は凹凸はあるもののほぼ一面を氷が覆っていた. 更に着氷が進んで, 着氷終了時の 60 分後の状態は, 写真からも判るように, 表面への厚さも増し, つららも長くなっていて, 2 cm~4 cm 程度, つららの本数は 3 本~17 本程度と材質による違いが出た. 着氷の表面は, シリコーン板とテフロン板の凹凸が際立っていた. この様に, 試料板表面の撥水性の程度が着氷の凹凸に影響を与えている.

図-4 に散水角が 90 度の場合の着氷状態を示す. 着氷経過 10 分後の状態は, 表面に氷が付着している試料としていない試料があった. この現象が顕著なのは, 散水角 45 度の場合着氷の表面に凹凸があったシリコーン板とテフロン板であった. この二つの試料板の撥水性は他の試料

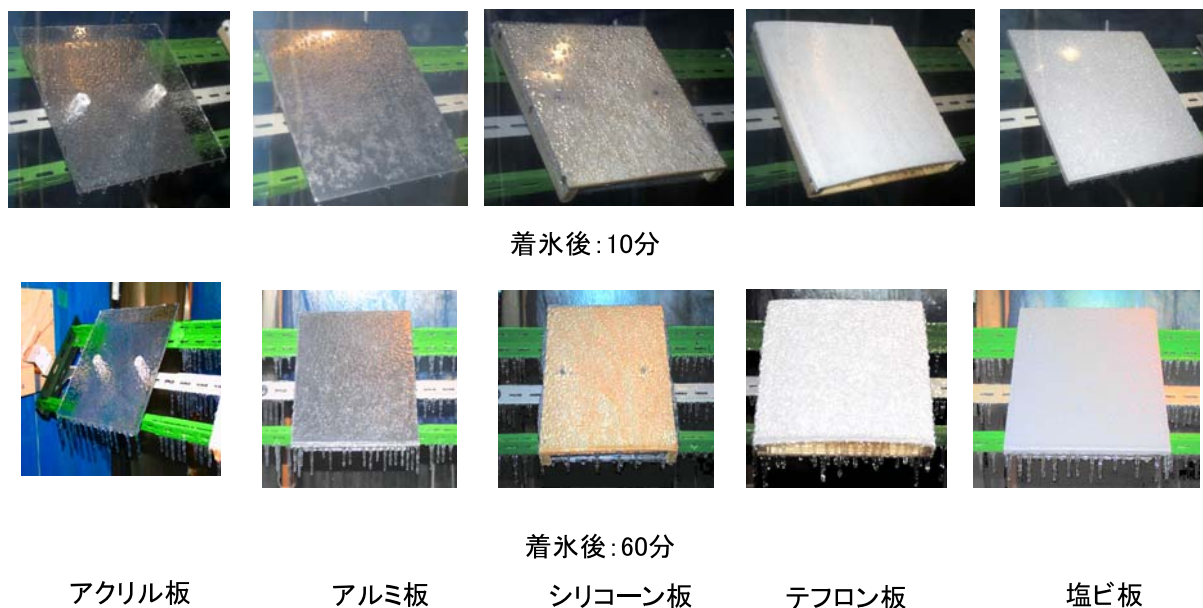
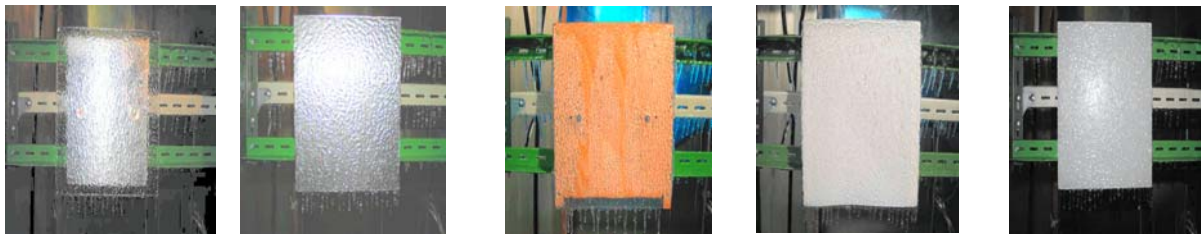


図-3 着氷 10 分後と 60 分後の着氷状態 (散水角 : 45 度)



着氷後：10分



着氷後：60分

アクリル板

アルミ板

シリコン板

テフロン板

塩ビ板

図-4 着氷 10 分後と 60 分後の着氷状態（散水角：90 度）

板よりも撥水性がよいため、吹き付けられた過冷却水滴の試料表面上への滞留時間が短いためと考えられる。このことは試料板上での冷却時間が短くて試料板から滴り落ちる水の冷えが散水角 45 度の場合より少ない。この様に水の滞留の短いことは他の試料板でも同じである。このことが試料板の下にはほとんどつららが形成されない要因となった。更に着氷が進んで、着氷終了時の 60 分後の状態は、写真からも判るように、表面への厚さも増し、つららも長くなっていて、2 cm～3 cm 程度、つららの本数 11 本～19 本程度と材質による違いが出た。

試料板表面に付着した氷の重さ（つららを除く）、着氷重量は図-5 に示す様になった。散水

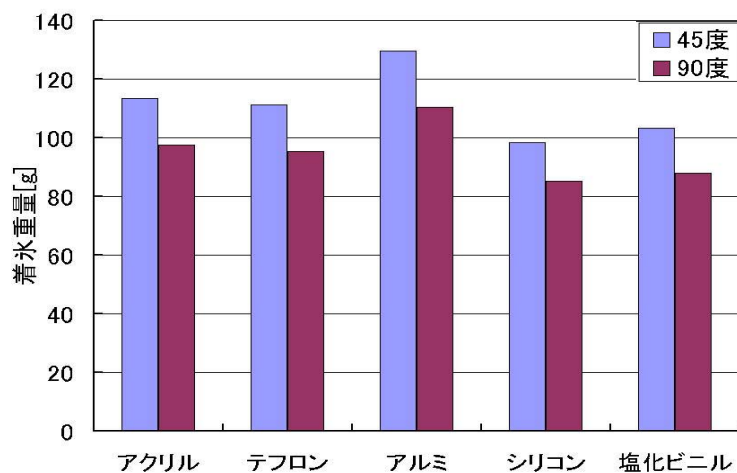


図-5 試料板と着氷重量

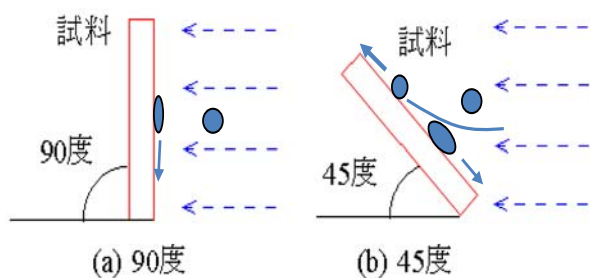


図-6 散水角と風および水滴の状態

表-2 接触角と着氷量

試料	平均着氷重量(g) (at 45°)	平均着氷重量(g) (at 90°)	接触角 (°)
①アクリル板	113.3	97.7	70~80
②テフロン板	111.3	96.3	110~115
③アルミ板	129.7	110.3	4.6
④シリコン材料	98.3	85.3	100~105
⑤塩化ビニル板	103.3	88.0	87

角による違いが明らかとなった。この原因は散水角の小さい方の試料板上の水の滞留時間が長い分だけ冷気にさらされている時間が長く水が冷えて氷に成り易いのが要因と考えられる。

4. 結論

散水角 45 度の着氷 1 時間後の着氷重量は、アルミが最も着氷重量が大きく 130 g 程度であった (図-5)。アクリル、テフロン、シリコン、塩化ビニルは 100 ~ 110 g 程度であった。

両散水角で着氷重量の少ないのはシリコンゴムであった。散水角の影響は、90 度の場合より 45 度の方が水の表面滞留時間が長く、水が冷やされて氷になりやすいと考えられる。この要因の影響は、着氷重量とつららの長さに表れて、ランダムに試料下面から落ちる水滴で決まるつららの本数に現れなかった。

今回の着氷結果を試料の接触角で評価してみると、表-2 に示すように、接触角の大きな材質では着氷重量が少なくなっていた。この傾向は、既に報告されている傾向と同じである^{2),3)}。

謝辞

実験データ収集にご協力頂いた本学修了生、伊藤圭介君に御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 磯崎正則, 他: 電線からの落雪防止装置の開発(その 1), 平成 13 年電気学会全国大会 7-037.
- 2) 菅原宣義, 他: 電波反射板材料の着氷特性, 日本雪氷学会全国大会 B324, 1995.
- 3) 吉田光則, 他: 着氷雪防止技術に関する研究 (第 3 報), 北海道立工業試験所報告 No.299.