

北海道旅客鉄道株式会社 殿

踏切用凍結防止剤・ファイバースノー[®]による
軌道回路への影響確認試験
結果報告書

試験実施日：1998年10月7, 8, 14日

試験場所：

JR 函館本線 茶志内駅、及び美唄駅構内
JR 北海道 本社

1998年11月



日本工機株式会社

目 次

1. 目的	P-1
2. “フィバースノー”性状、特質	P-1
3. 試験内容	P-1
I . 現場仮想踏切試験における、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤 による制御回路短絡現象発生有無の確認、及び回路内電流の測定	
(1) 試験実施日時・場所	
(2) 試験供試薬剤	
(3) 試験方法	
(4) 試験実施・測定者	
II . 試験室レベルにおける、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤の抵抗 値の測定	
(1) 試験実施日時・場所	
(2) 試験供試薬剤	
(3) 試験方法	
4. 測定試験結果	P-3
I . 現場仮想踏切試験における、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤 による制御回路短絡現象発生有無の確認、及び回路内電流の測定	
II . 試験室レベルにおける、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤の抵抗 値の測定	
5. まとめ	P-5
[添付資料]	
*’98.10.7 確認試験使用試験サンプル 導電率測定結果	
*濃度推定根拠資料	
*フィバースノー確認試験 測定状況写真	
*JR 北海道 工務部 電気課 殿の見解文書	
*フィバースノー微小間隔における導通性試験結果	

1. 目的

弊社が踏切用凍結防止剤として開発した“フィバースノー®”に関して、踏切作動制御回路への影響について、試験調査・確認を実施する。

- ① 現場仮想踏切試験における、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤による制御回路短絡現象発生有無の確認、及び回路内電流の測定
- ② 試験室レベルにおける、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤の抵抗値の測定

2 “フィバースノー”性状、特質

- ・状 態 無色透明液体
- ・最低凝固点 -35°C
- ・導 電 率 原 液; $0.07 \sim 0.10 \text{ m S/m}$
 - ※ 参考値: 純 水; 0.15 m S/m , 水道水; $6 \sim 10 \text{ m S/m}$
 - 雨水及び融雪水; $2 \sim 4 \text{ m S/m}$
 - アイスマルター(尿素); $3 \sim 9 \text{ m S/m}$ ($10 \sim 40 \text{ wt.}\%$)
 - 塩化カルシウム; $21 \text{ m S/m} \sim 12 \text{ S/m}$ ($0.01 \sim 10 \text{ wt.}\%$)

3. 試験内容

I. 現場仮想踏切試験における、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤による制御回路短絡現象発生有無の確認、及び回路内電流の測定

(1) 試験実施日時・場所

1998年10月7日 JR 函館本線 茶志内駅、及び美唄駅構内

(2) 試験供試薬剤(導電率値は別紙参照)

- 1) フィバースノー 電気伝導度; 0.10 m S/m
- 2) 塩化カルシウム水溶液 $10 \text{ wt.}\%$ 濃度品(無水塩換算) — 電気伝導度; 13.71 S/m
 $22 \text{ wt.}\%$ 濃度品(無水塩換算、現場調製品) —
電気伝導度; 18.30 S/m
(濃度推定根拠資料別紙参照)
 $40 \text{ wt.}\%$ 濃度品(無水塩換算) — 電気伝導度; 19.90 S/m 以上
(弊社所有測定器検出範囲外)

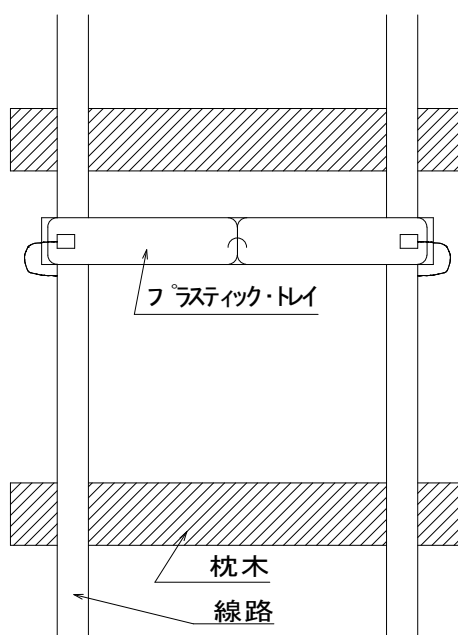
※ セントラル硝子㈱製 粒状塩化カルシウムを使用。
溶解・希釈は蒸留水(導電率; 0.12 m S/m)

(3) 試験方法

実際の踏切に薬剤が多量に散布され、その薬剤により軌道線間の短絡現象が発生することを仮定するため、木製の板を軌道線間に渡し、その上にプラスチック・トレイ($145 \times 555 \times 30\text{mm}$)を2つ置く。トレイ間、及びトレイ・線路間を銅線で接続し、これらトレイの中に試験薬剤をそれぞれ 805 $\square$ 入れる(薬剤水深; 約 10mm)。この状態における軌道回路の各種データを収集する。試験薬剤を代え同様な手順でデータ収集する(次ページ 試験概略図参照)。

また、より抵抗値が低くなると考えられる、トレイ・1枚の場合、すなわち抵抗体としての薬剤の長さが前述の条件の半分の長さの場合に関しても検討を実施する。

※試験概略図



(4) 試験実施・測定者

北海道旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 工務部電気課; 芳賀様、新貝様、天童様
北海道旅客鉄道株式会社 岩見沢電気所の方々
伊藤忠燃料株式会社 札幌支社 エネルギー直売課; 小林様
北海道日本油脂株式会社 技術開発部 開発グループ; 角谷(文責)、池上

II. 試験室レベルにおける、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤の抵抗値の測定

(1) 試験実施日時・場所

1998年10月8、14日 北海道旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 工務部電気課

(2) 試験供試薬剤

- | | |
|-------------------|--------------------------------------|
| 1) フィバースノー | 電気伝導度; 0.10 m S/m |
| 2) 塩化カルシウム水溶液 | 10 wt.%濃度品(無水塩換算) — 電気伝導度; 13.71 S/m |
| 3) アイスメルター(尿素)水溶液 | 10 wt.%濃度品 — 電気伝導度; 3.38 m S/m |
| | 40 wt.%濃度品 — 電気伝導度; 8.63 m S/m |

※ 三井東圧化学(株)製 アイスメルター(粒状尿素)を使用。
溶解・希釈は蒸留水(導電率; 0.12 m S/m)

(3) 試験方法

プラスチック・トレイ(145×555×30mm)に試験薬剤 1,000□を入れる。トレイ両端に銅板の付いた導線を浸し、テスター、またはメガーを使用して抵抗値を測定する。試験薬剤を代え同様な手順で抵抗値を測定する。

4. 測定試験結果

I. 現場仮想踏切試験における、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤による制御回路短絡現象発生有無の確認、及び回路内電流の測定

前述の試験方法に従い、測定を実施した。測定状況の写真を別紙に示した。

以下に茶志内駅(8RT)における軌道回路データ測定値を示す。

測定条件 測定箇所		試験前	仮想踏切道 フィバースノー トレイ 2枚	仮想踏切道 CaCl ₂ (10%) トレイ 2枚
軌条 電圧	送り (V)	3.9	3.9	
	受け (V)	3.7	3.7	3.7
軌道 リレー	局部電圧 (V)	112		
	軌道電圧 (V)	1.0	1.02	1.02
	位相 ϕ	76	77	76
短絡感度 (Ω)				
トレイ+導線(テスター)		導線抵抗 0.5 Ω		220 Ω

また、以下に美唄駅(2LT)における軌道回路データ測定値を示す。

測定条件 測定箇所		試験前	仮想踏切道 ファイバースノー トレイ 2枚	仮想踏切道 ファイバースノー トレイ 1枚	仮想踏切道 CaCl ₂ (40%) トレイ 2枚	仮想踏切道 CaCl ₂ (22%) トレイ 1枚	仮想踏切道 CaCl ₂ (10%) トレイ 1枚
軌条 電圧	送り (V)	7.7					
	受け (V)	7.7	7.7	7.7	7.7	7.3	7.3
軌道 リレー	局部電圧(V)	121					
	軌道電圧(V)	24	24	23～24	24	21～23	23
	位相 φ	77	78	78	79	77～83	79
短絡感度 (Ω)							
トレイ＋導線(テスター)		導線抵抗 0.5 Ω	5 MΩ	800 KΩ	3 MΩ	65 Ω	62 Ω
トレイ＋導線(メー)			5 Ω	650 KΩ		0 Ω	0 Ω

信号制御回路の短絡現象は、すべての試験供試薬剤において見られなかった。この原因の一つとして、今回試験を実施した試験条件が考えられる。すなわち、今回試験に使用したトレイの幅は 145mm であった。しかし実際の踏切幅は 20m 程度あることが考えられる。幅が広くなれば広くなるほど抵抗値は低くなるので、現在の試験条件で抵抗値が低いものは実際の使用現場においては、さらに抵抗値が低くなるであろうし、短絡する可能性が生じてくる。

Ⅱ．試験室レベルにおける、“フィバースノー”、及び比較凍結防止剤の抵抗値の測定

前述の試験方法に従い、JR 北海道殿に測定を実施して頂いた。

以下に抵抗値測定結果を示す。

凍結防止剤 測定条件	フィバースノー (原液)	CaCl ₂ (10%)	アイスマルター (10%)	アイスマルター (40%)
トレイ1枚＋導線(テスター)	200KΩ	38Ω	16KΩ	6.5KΩ
トレイ1枚＋導線(メガー・250V)	200KΩ	0Ω	15KΩ	5.0KΩ
導電率	0.07 ms/m	13,710ms/m	3.38 ms/m	8.63 ms/m
抵抗率	14,286 Ω・m	0.0729 Ω・m	296 Ω・m	116 Ω・m

上記結果において、アイスマルター・10%水溶液とフィバースノー原液との抵抗測定値を比較すると、テスター、メガーいずれを用いた測定においても、フィバースノーの抵抗値はアイスマルターのその約 13 倍の値を示しており、かなり抵抗が大きい、すなわち電気を流しにくいことが判る。

この測定結果より、JR 北海道 工務部 電気課の方から別紙に示した見解を頂いた。その一部を以下に抜粋する。

“いずれにしてもフィバースノーの導電率は極めて低く、抵抗率が非常に高いということが検証された。例えば、踏切道の道路幅が 20m の踏切において、フィバースノーを線間(1,065mm)に 10mm の深さで散布したと仮定すると、約 76KΩになる。これがアイスマルター10%の 50 倍となり、仮に 13 倍という数値を計算してみると約 20KΩになる。どちらの数値をとっても軌道回路の左右のレール間に電気が流れるような抵抗値ではなく、短絡することは考えられない。”

さらにフィバースノーの超低電気伝導性が故に、フィバースノーがレール上に付着した場合、踏切制御区間内に列車が進入しても、列車の車輪とレールとの間に介在して、列車(車輪)による軌道リレー回路の短絡が起こらず、踏切信号が作動しない事態が発生することが懸念された。そこで、列車車輪とレールとの微小空間にフィバースノーが介在した場合における、車輪・レール間の導通性に関して実験室レベルで模擬実験を実施した(別紙 添付資料 参照)。

結果が示すように、実際のフィバースノーの使用状況を推定した場合、たとえ車輪とレールとの間に介在しようとも、列車(車輪)による軌道リレー回路の短絡が起こらず、踏切信号が作動しないという事態は発生しえないと判断した。

5. まとめ

今回の効果確認試験の結果により、踏切用凍結防止剤“フィバースノー®”を実際の踏切軌道付近に散布した場合においても、軌道の左右のレール間に電気が流れるような抵抗値ではなく、短絡することは考えにくく、他の凍結防止剤散布時に懸念される踏切作動制御回路の誤作動の発生の可能性は低いことが証明された。

また、本来踏切作動制御回路が作動しなければならない場合において、たとえ車輪とレールとの間に踏切用凍結防止剤“フィバースノー®”が介在しようとも、回路の正常作動に影響を及ぼさないことが推測されることを確認した。

【謝辞】

本確認試験において、試験を実施して下さった北海道旅客鉄道株式会社・鉄道事業本部・工務部電気課の方々、北海道旅客鉄道株式会社・岩見沢電気所の方々に厚く御礼申し上げます。

本試験結果が、御社における保線管理の手段として少しでもお役に立てば幸いに存じます。

'98.10.7 確認試験使用試験サンプル導電率測定結果

○ 塩化カルシウム水溶液

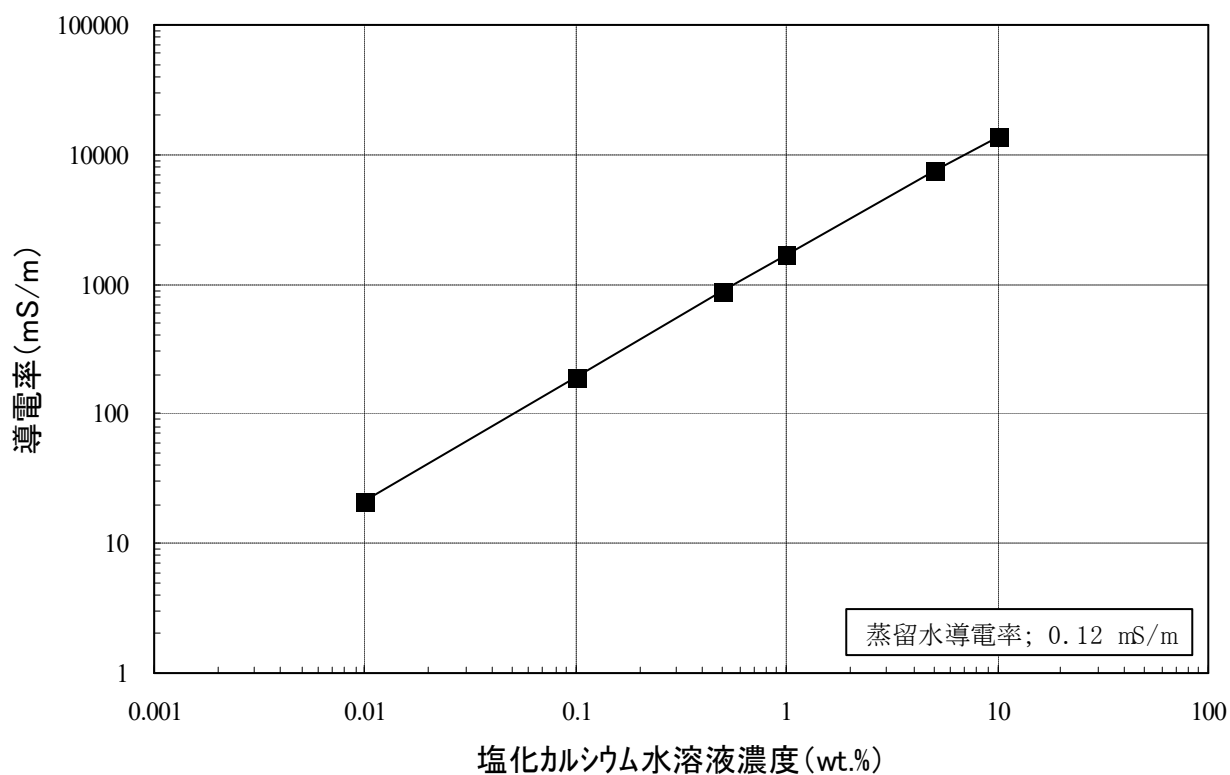
濃 度 (wt.%)	0.01	0.10	0.50	1.00	5.00	10.00
導電率	21.3 mS/m	189.3 mS/m	0.876 S/m	1.673 S/m	7.46 S/m	13.71 S/m

※ 使用蒸留水導電率 ; 0.12 mS/m

○ 弊社・フィバースノー

0.10 mS/m

塩化カルシウム水溶液濃度と導電率との関係



希釈・塩化カルシウム水溶液 濃度推定

○ 濃度不明塩化カルシウム水溶液 導電率

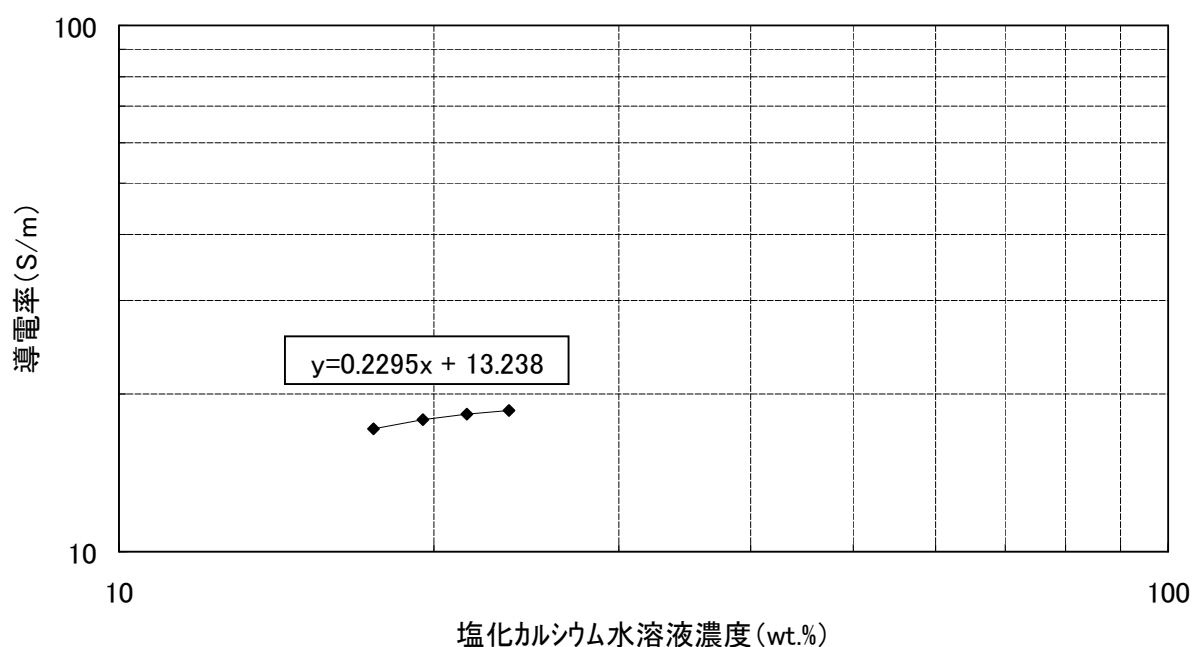
18.30 S/m (液温:20.1℃)

○ 濃度既知塩化カルシウム水溶液 導電率(蒸留水使用)

濃 度 (wt.%)	17.5	19.5	21.5	23.5
導電率 (S/m)	17.10	17.89	18.28	18.50
液 温 (℃)	20.2	20.2	20.2	20.1

※ 使用蒸留水導電率 ; 0.13 m S/m (20.2℃)

塩化カルシウム水溶液濃度と導電率の関係



得られた上記関係式: $y=0.2295x+13.238$ に、濃度不明 塩化カルシウム水溶液の導電率の値 (y) を代入し、濃度 (x) を求めるとその濃度は **22.06 wt.%** になります。

次に試験当日、最初は 40wt.%塩化カルシウム水溶液を蒸留水で調製し、その後の希釈を水道水で行ったことによる導電率への影響に関して検討いたしました。

・水道水使用塩化カルシウム水溶液の導電率;

濃度:21.5 wt.% → 導電率:18.32 S/m (20.3℃) (水道水導電率: 10.94 m S/m)

この導電率の値は、蒸留水を使用した場合の値とほぼ同値であり、この様な高濃度の塩化カルシウム水溶液においては溶かす水の導電率はほとんど影響しないことが判ります。

従いまして、今回測定に使用した濃度不明の塩化カルシウム水溶液の濃度は、約 **22 wt.%** であると断定致しました。



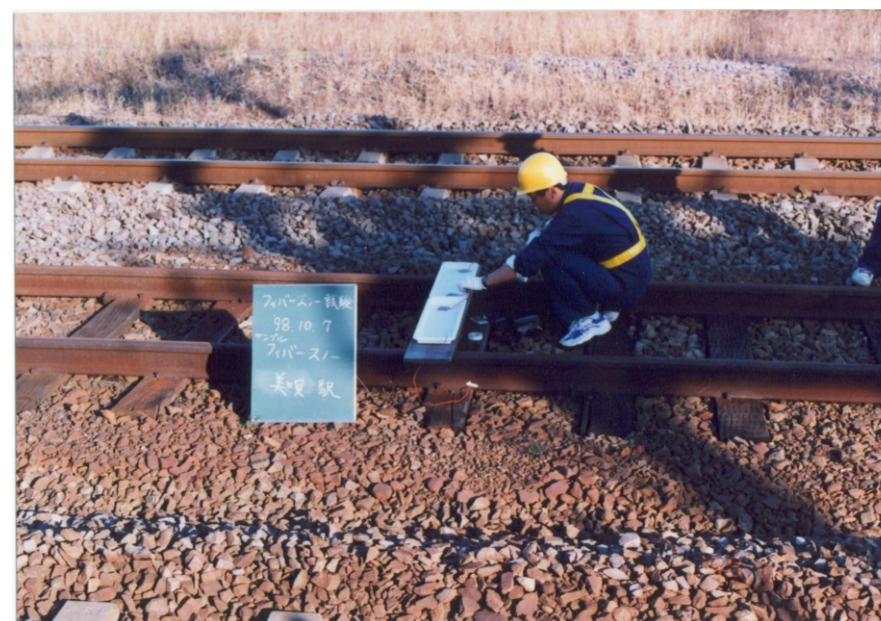
茶志内駅 測定状況



茶志内駅 測定状況



茶志内駅 測定状況



美唄駅 測定状況

踏切用凍結防止剤の軌道回路に対する影響確認試験結果について

H 1 0 . 1 0 . 1 9

工務部 電気課

別紙の方法により、踏切用凍結防止剤フィバースノーの軌道回路に対する影響確認試験を行ったが、軌道回路に影響を与えるようなデータは全く得られなかった。試験に使用した凍結防止剤の抵抗値を測定したが、フィバースノーの電気伝導率は極めて低く、抵抗値が非常に大きいため、短絡感度の非常に良い軌道回路においても、短絡するだけの電流が流れることはないに等しいと考えられる。

別紙の抵抗値測定表の導電率において、現在使用されている凍結防止剤アイスメルターは、10%に対して40%の濃度のものは約2.55倍になっている。これに対して抵抗率は、導電率の逆数で現されるため、10%の濃度のものは40%に対して逆に約2.55倍になっている。今回の抵抗値の測定は、幅145mm×長さ555mm×深さ30mmのトレイに1,000ccの凍結防止剤を入れ、銅板の両端に導線を付けたものを沈めてテスター及びメガーで測定したため、データとして決して正確なものとは言えないが、比較検討するためのデータとしては、アイスメルター10%の濃度のものが、40%の6.5KΩに対して16KΩと約2.55倍になっていることより、十分有効なデータと考えられる。又、このデータからみてもアイスメルター10%と比較すると、測定値で1.3倍、計算値では5.0倍という数値が得られている。測定値と計算値にかなり誤差があるが、これは今回の測定方法により、測定値が大きいためのもと考えられる。いずれにしてもフィバースノーの導電率は極めて低く、抵抗率が非常に高いということが検証された。

例えば、踏切道の道路幅が20mの踏切において、フィバースノーを線間(1,065mm)に10mmの深さで散布したと仮定すると、約76KΩになる。これがアイスメルター10%の5.0倍となり、仮に1.3倍という数値を計算してみると約20KΩになる。どちらの数値をとっても軌道回路の左右のレール間に電流が流れるような抵抗値ではなく、短絡することは考えられない。

フィバースノー微小間隔における導通性試験結果

1. 目的

弊社・フィバースノーは、その超低電気伝導性が故に、万一軌道レール間の雪氷中に存在しても決して短絡を起こさないことがこれまでの試験において実証された。

しかし、逆にその性質のため、フィバースノーがレール上に付着した場合、踏切制御区間内に列車が進入しても、列車の車輪とレールとの間に介在して、列車(車輪)による軌道リレー回路の短絡が起こらず、踏切信号が作動しない事態が発生することが懸念される。

そこで列車車輪とレールとの微小空間にフィバースノーが介在した場合における、車輪・レール間の導通性に関して検討を実施した。

2. 試験方法

列車車輪とレールとの接触を2枚の金属プレート(鉄板)の接触に模擬して試験を実施した。

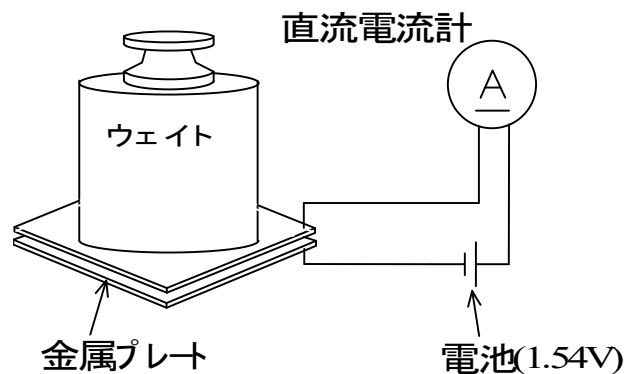
使用した鉄板のサイズは、 $100 \times 100 \times 2.2\text{mm}$ (縦×横×厚さ)であり、接触面(片面)の面積は 100cm^2 (0.01m^2)である。また、鉄板1枚の質量は 174g である。

2枚の鉄板にそれぞれリード線を付け、一方の鉄板の片面に、霧吹き器にてフィバースノー(原液)をそれぞれの試験ごとに $0\text{g}/\text{m}^2$, $50\text{g}/\text{m}^2$, $100\text{g}/\text{m}^2$, $150\text{g}/\text{m}^2$, $200\text{g}/\text{m}^2$ 相当量を噴霧する。フィバースノーが噴霧された面にもう一方の鉄板を静かに重ね合わせ、この鉄板間に電池(起電力; 1.54V)にて電圧を加え、この回路における電流値を測定する。

また、列車重量による車輪からレールへの輪荷重(接触面圧力)を想定するため、静かに重ねた上面の鉄板の上にウェイト(1kg & 10kg)を載せて同様に電流値を測定した。

接触面圧力はウェイトを載せない場合($0.002\text{kg}/\text{cm}^2$)と比較して、載せることにより、 $0.012\text{kg}/\text{cm}^2$ (1kg ウェイト使用時)、 $0.102\text{kg}/\text{cm}^2$ (10kg ウェイト使用時)になり、50 倍以上の圧力がかかることになる。

以下に試験方法概略図を示す。



3. 試験結果

得られた電流値を以下に示す。

接触面圧力 噴霧量	0.002 kg / cm ²	0.012 kg / cm ²	0.102 kg / cm ²
0（噴霧なし）	10 mA	16 mA	850 mA
50g / m ²	17 mA	22 mA	870 mA
100g / m ²	18 mA	21 mA	910 mA
150g / m ²	25 mA	43 mA	830 mA
200g / m ²	15 mA	25 mA	1350 mA

上記結果が示すように、接触面圧力が高くなるほど、電流が流れやすくなることがわかる。すなわち、噴霧量が少なく、圧力が低い場合、鉄板間にフィバースノーとともに空気（フィバースノーよりも導通性が低い）が介在して、抵抗値が高くなり、よって導通性が悪くなる。

しかし、噴霧量が多くなり、圧力が高くなると、鉄板間の空気が排除され、また鉄板間間隔が狭くなっていることが想定されるので、抵抗値は低くなり、結果として導通性が良好になる。

次に得られた電流値をもとに、電圧（1.54V）、抵抗率（14286Ω・m）、断面積（0.01m²）として、2枚の鉄板プレート間の間隔を算出した。

接触面圧力 噴霧量	0.002 kg / cm ²	0.012 kg / cm ²	0.102 kg / cm ²
0（噴霧なし）	1.0×10^{-1} mm	6.7×10^{-2} mm	1.2×10^{-3} mm
50g / m ²	6.3×10^{-2} mm	4.9×10^{-2} mm	1.2×10^{-3} mm
100g / m ²	6.3×10^{-2} mm	5.1×10^{-2} mm	1.2×10^{-3} mm
150g / m ²	4.3×10^{-2} mm	2.5×10^{-2} mm	1.3×10^{-3} mm
200g / m ²	7.2×10^{-2} mm	4.3×10^{-2} mm	8.0×10^{-4} mm

プレート間の間隔はμm オーダーになっていることが判る。

実際の列車車輪とレール面との接触面圧力を仮算出してみる。列車1両の重量を8個の車輪で支え、車輪はレール（幅：6.5cm）とその幅の正方形で接触していると仮定すると車輪8個における総接触面積は 338cm²となる。この面積で列車1両重量約 45t の重量を受け止めているので接触面圧力は 133 kg / cm²となる。実にこの数値は今回試験した圧力値の1300 倍以上である。

したがって、車輪とレール間に介在するフィバースノーはより排除されることが予測され、車輪とレールは密着するであろう。

今回の“接触面圧力が高くなるほど導通性が良好になる”という試験結果から判断して、実際のフィバースノーの使用状況において、たとえ車輪とレールとの間に介在しようとも、列車（車輪）による軌道リレー回路の短絡が起こらず、踏切信号が作動しないという事態は発生しえないと結論づけられる。

以上