

氷雪条件を模擬した台上ブレーキ試験の試行

○嵯峨 信一 (鉄道総合技術研究所)

A Bench Test using Brake Dynamo Stand under Simulated Icy Condition.

○Shin-ichi SAGA (Railway Technical Research Institute)

Recently, requirement to keep brake performance within a secure level under any climatic condition has been rising up for rail way vehicle. So far, mechanical brake performance has been evaluated under dry or wet condition in the room temperature using dynamo test stand, not under icy or snowy condition. So, we developed a method to make icy condition artificially on the test stand more easily than ever.

In this paper, the result of tread-type brake performance test under the icy condition using our advanced method is introduced.

キーワード：ディスクブレーキ，踏面ブレーキ，制輪子，氷雪

Key Words : Disk-Type Brake, Tread-Type Brake, Brake Shoe, Ice and Snow

1. はじめに

近年，鉄道車両の安全性に対する意識が高まっている。とりわけ，安全性に直接関与する保安機器としてのブレーキ性能には，いかなる気象条件においても性能を確保する高い信頼性が要求されている。

一般的に鉄道車両のブレーキ性能は，台上試験で行われるブレーキ摩擦材の性能確認を経て，実際の車両を用いた現車試験によって評価されている。台上試験はJIS規格（たとえば，JIS-4309）に準拠して行われ，車輪またはディスク摩擦面の制動開始温度を60℃以下とした条件のもと，乾燥条件のみで実施されることが多い。ただし，当事者間の協定によっては湿潤条件を行う場合もある。

制輪子等のブレーキ性能について，理想的な条件における定量的な評価を行う場合には上記の手法が有効であるが，様々な気象条件で走行する実際の鉄道車両においては，上記の試験条件だけでは実際に起こりうるブレーキ性能の把握が不十分であると考えられる。

こうした背景をもとに，従来から特にブレーキ性能の低下が懸念される降雪時を模擬した台上試験¹⁾が行われてきたが，氷点下からの制動開始や氷結した表面状態等の条件統一，費用及び試験作業の安全性などに問題があった。

そこで，本研究では従来とは異なる手法を用いて一昨年度に行った軸ディスクブレーキ試験²⁾に続き，踏面ブレーキにおいても，氷雪を模擬した台上ブレーキ試験を試行したので，その手法と結果について述べる。

2. 試験概要

2.1 試験諸元

台上試験は鉄道総合技術研究所所有のブレーキ性能試験機（図1参照）を使用した。試験諸元を表1に示す。想定した車両は重量549kN（56ton），車輪径860mm，ブレーキ負担率100%の方押し式踏面ブレーキを有し，耐雪型制輪子を装備するものとした。

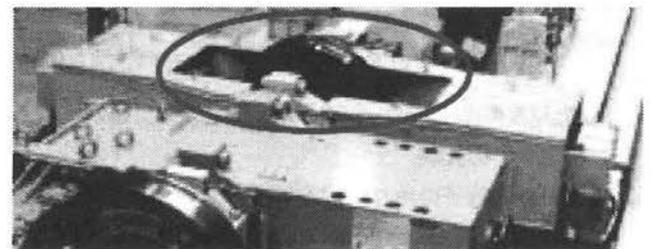


図1 台上試験装置(赤丸)

表1 試験諸元

軸慣性モーメント	13.4kNm ² (1372kgm ²)
車両重量	549kN (56ton)
車輪径	860mm
ブレーキ負担率	100%
ブレーキ構成	踏面ブレーキ (片押し式)
制輪子	耐雪型

2.2 試験条件

ブレーキ条件を表2に示す。初速度を35km/h, 75km/h及び115km/hの3種類とした停止ブレーキについて，制

輪子の押付力を 20kN とした試験を各 3 回ずつ行った。ただし、制輪子と車輪踏面間の冰雪介在による特性を調べるのが主目的であるので、耐雪ブレーキは除外した。

試験の環境条件を表 3 に示す。制動直前における車輪及び制輪子の温度は、乾燥条件及び湿潤条件がともに 60℃以下、冰雪を模擬した氷結条件が氷点下とした。湿潤条件における散水量は 1L/min とし、氷結条件では制輪子を所定の温度にまで冷却した後に、摩擦面に水を噴霧して厚さ約 0.5mm の氷層を形成させた状態とした。

従来の台上試験¹⁾では、寒剤として液体窒素及び水(4℃)を用いられたが、本研究における氷結条件の実現には、一昨年度に行った試験²⁾と同様にビーズ状のドライアイスを用いることで、氷点下の冷却が容易に可能となった。この冷却手法を用いてブレーキ性能試験を行い、他の各環境条件におけるブレーキ性能や摩擦特性との比較を行った。なお、試験実施期間は室内温度が 30℃を超える夏季(7月中旬)であったため、冰雪を模擬した条件の実現としては、最も厳しい温度条件であるといえる。

表 2 ブレーキ条件

ブレーキ初速度	35km/h, 75km/h, 115km/h
制輪子押付力	20kN
試験回数	各 3 回
ブレーキ種別	空制停止, 耐雪無

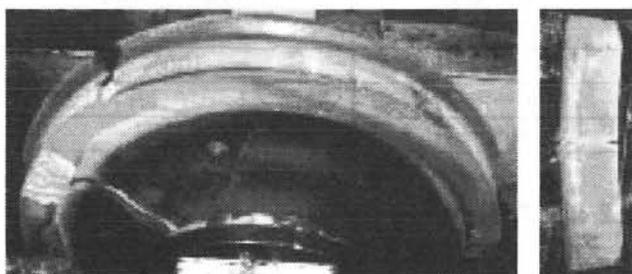
表 3 環境条件

	乾燥条件	湿潤条件	氷結条件
室内温度	30℃以上		
車輪温度	制動前 60℃以下		制動前 氷点下
制輪子温度	制動前 60℃以下		制動前 氷点下
制輪子摩擦面状態	乾燥	湿潤 散水量 1L/min	氷厚さ約 0.5mm

3. 試験結果

3.1 氷結条件の実現

車輪及び制輪子の冷却状態を図 2 に示す。車輪の冷却は、専用治具で車輪上部を覆い、寒剤を充填した状態で車輪を回転(5rpm)させながら行った。一方、制輪子の冷却は、専用治具に制輪子と寒剤を充填した状態で行った。その結果、車輪踏面温度は、約 1 時間の冷却で約マイナス 4℃、制輪子温度は、約 10 分間の冷却でマイナス 20℃に達した。



(a) 車輪 (b) 制輪子
図 2 冷却状態

3.2 瞬間摩擦係数

瞬間摩擦係数の比較を図 3 に示す。初速度 115km/h における湿潤条件及び氷結条件のブレーキ距離延伸率は、乾燥条件を 100%とするとそれぞれ 143%, 114%であり、ブレーキ性能としては、湿潤条件が最も劣る結果であった。

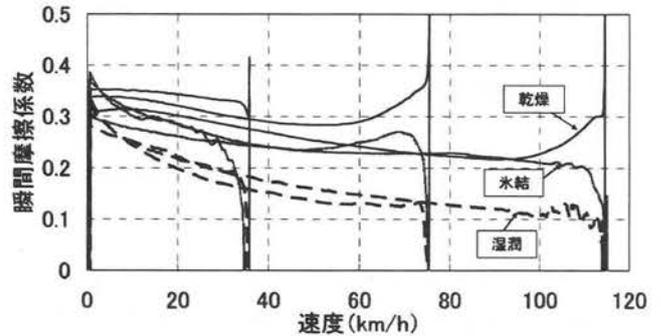


図 3 瞬間摩擦係数の比較

3.3 平均摩擦係数

図 4 に平均摩擦係数(距離基準)の比較を示す。初速度の向上に伴い、乾燥条件はフェードによる低下傾向、湿潤条件及び氷結条件は横ばい傾向がみられた。また、平均摩擦係数の低下率は乾燥条件を 100%とすると湿潤条件で 30~40%、氷結条件で 10~30%であった。

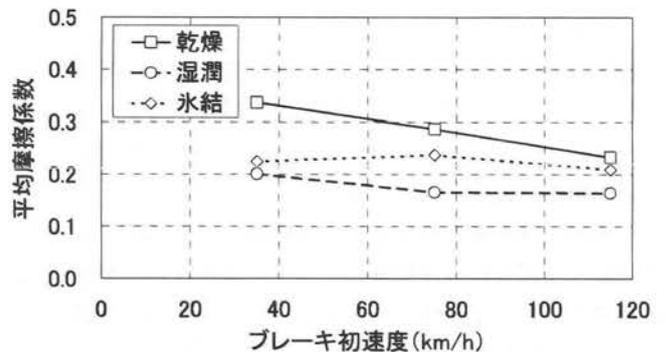


図 4 平均摩擦係数の比較

4. まとめ

- (1)ドライアイスを用いた手法により、踏面ブレーキにおける車輪及び制輪子の冷却を実現した。
- (2)ブレーキ性能は、性能低下が懸念される氷結条件よりも、湿潤条件が劣る結果であったことから、冷却効率の高い冬季に再度試験を実施し、特性を把握すべきである。
- (3)摩擦係数は、初速度に対して乾燥条件がフェードによる低下傾向、湿潤条件及び氷結条件が横ばい傾向を示し、乾燥条件に比べて湿潤条件が 30~40%、氷結条件が 10~30%の低下率であった。

文 献

- 1) 宗重倫典, 長谷川泉: 降雪時のディスクブレーキ性能, 鉄道総研報告, Vol.4, No.5, pp.23-26, 2000.
- 2) 嵯峨信一: 氷結条件におけるディスクブレーキの摩擦特性, 第 14 回鉄道技術連合シンポジウム J-Rail 2007, pp.335-336, 2007.