特殊制輪子によるブレーキ試験⁽¹⁾

(昭和14年10月8日 満洲臨時大會講演會に於て講演)

正員 馬場 楷 吉⁽²⁾ 正員 池田 正 二⁽³⁾

1. 緒 言

鉄道車輛の制輪子には従来専ら鑄鉄が用ひられてゐる。而してこの鑄鉄制輪子は外輪と接触して磨耗し回收不能となる量は年々莫大なものである。

これが代用品として新潟鉄道局關根鶴吉氏の考案せる特殊制輪子に就き鉄道省研究所に於てその性能の基礎的研究を行つた。数多く試験した代用制輪子の内本特殊制輪子が最も優秀なる諸性質を具備することを確めたので研究を實驗室から本線路上に運轉される試験列車に移して試験する事とした。

本線路上の列車による試験は平坦直線路上におけるブレーキ効果の試験と25/1000の下り勾配線路上連続ブレーキによる制輪子と外輪の滯熱試験の二つに大別され、それぞれ各、の試験に於て鑄鉄制輪子との比較を試みた。

制輪子及び外輪の滯熱試験は両者間の摩擦熱のために外輪の温度上昇過大となり外輪弛緩の懼れなきやを確めんとするものである。

これ等諸試験の内、平坦直線路上のブレーキ効果試験では特殊制輪子は鑄鉄制輪子よりも却て優秀なる成績を示し、滯熱試験に於ても何等不都合を来たさないことが判明した。

同一容積の制輪子に就ては磨耗に対して少し寿命が短い憾みがあるが價格の点に於て著しく安價となる見込みあり、目下の如き鉄鋼材の不足の時期にあつては斯る代用品の実用は極めて有意義の事であらう。

2. 実験室内におけるブレーキ試験

(1) 制輪子摩接力試験機 第1図及び2図は試験機の機能を説明する略図で回轉中の車輪Aに上下2箇のBなる制輪子により、ブレーキを懸けてその摩擦力をDなる圧力筒にて測り、別にブレーキ距離は車輪の靜止までの回轉數により読取るものである。

この場合時間と共に車輪の減速の有様をブレーキ圧力と共にJなる記録台上に記録し得る。ブレーキ圧力の源はHなる手動ポンプとGなる蓄圧機であつてWの重錘によりブレーキ圧迫力を加減し得る。

Fはブレーキ圧迫力に関係のない様に加圧装置の杵の重さを平衡させる仕掛である。

第2図のMと記せる同期電動機とNなる段車とにより車輪Aの周速は32, 45, 64, 85 km/hに調整することが出来る。

車輪軸に取付けられてゐるはずみ車Kは6枚の円板で1枚の重さは500 kgで必要に應じ回轉重錘を加減し得る。

第1図

第2図

第3図 特殊制輪子(客貨車用)

本試験では車輪の周速を45.0 km/hとし、はずみ車は6枚と用ひたから車輪の停止迄に費される仕事量は常に43.165 kg/mであつた。

各試験に於ては記録台J上に時間、車輪回轉數、速度、ブレーキ圧迫力及び摩擦力を記録せしめてブレーキ時間、ブレーキ距離、摩擦係數等を計算し、尙試験の前後に於て制輪子の重量を計量して磨耗量を測定した。

(2) 鑄鉄制輪子と特殊制輪子による摩接力、ブレーキ距離及び磨耗量の比較 供試特殊制輪子の構造は第3図に示す

(1) Braking Tests with Special Bake Blocks. (2) BABA Narakiti, Member. Transportation Section, Niigata Railway Bureau. 新潟鉄道局運轉部。 (3) IKEDA Shoji, Member. Japanese Government Railway Research Office, Tokyo. 鉄道大臣官房研究所。

如きもので斜線の陰影を施せる部分は鑄鉄の合金で斑点を施せる部分が特殊材料を以て粘り堅めた制動部分である。

第4図は制輪子圧迫力を900 kg, 1450 kg及び2200 kg

とし、車輪周速45 km/hよりブレーキを懸けた場合の摩擦力とブレーキ距離を示すもので、点線は鑄鉄、実線は特殊制輪子に対するものである。

制輪子圧迫力を上記の3種に選んだのは鉄道省の客車、電車及び貨車における常用ブレーキと非常ブレーキに対する制輪子圧迫力は概ね上記の範囲内にあるからである。

第4図の f と記入した様な点における摩擦力は供試品により多少の差異があるが第4図は

この値の平均値に近い値を有する実験結果の例を示したもので f の平均値から摩擦係数を求めると鑄鉄制輪子に対しては0.25、特殊制輪子に対しては0.36と云ふ値が得られた。

第4図の f の採り方により摩擦係数は多少変動するが、概して特殊輪子の摩擦係数は鑄鉄のそれより大きい。

従てブレーキ距離は特殊制輪子によるものが鑄鉄制輪子によるよりも短い。

第5図は制輪子に作用する圧迫力を横軸上に、ブレーキ距離と摩耗量を縦軸上に取つたものでブレーキ距離は特殊制輪子によれば30~40%短縮される。

鑄鉄の線図にA, Bとあるは供試品が普通鑄鉄で現在実用されつゝある程度のものゝ内硬度の高いものAと低いもの

のBを代表してゐる。

摩耗量の比較は第5図で明らかであるが特殊制輪子の磨耗量は重量比で鑄鉄の約1/3である。試験に供した鑄鉄制輪子

と特殊制輪子の比重は各、7.2と2.4とであつたから容積比による両者の磨耗量は大差がない。

3. 本線路上における列車ブレーキ試験

本線路上の列車ブレーキ試験は平坦線路上のブレーキ効果及び勾配線路上の滞熱による外輪弛緩の有無を研究するを主たる目的としてゐる。

第5図 ブレーキ距離並に磨耗量比較(実験室試験)

(1) 平坦線路上におけるブレーキ効果試験と磨耗量 線路は信越線直江津黒井間の平坦線を選び、列車の編成はC51形機関車に4輪ボギー客車5輛を連結し、客車には各、4tの荷重を積載したので列車総重量は261.96tである。

全列車に鑄鉄又は特殊制輪子を付け、ブレーキ初速度を30~90 km/hに変へ又ブレーキの種類も常用0.8減圧ブレーキ、全ブレーキ及び非常ブレーキの各々に就き試験した。

第6図はブレーキ初速度とブレーキ距離の関係を示すもので特殊制輪子によるブレーキ距離は全ブレーキの場合、鑄鉄のそれに比して16.7~32.5%を、非常ブレーキの場合34.4~40.9%を短縮しブレーキ時間に就ても約同率の短縮を示してゐる。

第6図はブレーキ初速度とブレーキ距離の関係を示すもので特殊制輪子によるブレーキ距離は全ブレーキの場合、鑄鉄のそれに比して16.7~32.5%を、非常ブレーキの場合34.4~40.9%を短縮しブレーキ時間に就ても約同率の短縮を示してゐる。

全ブレーキと非常ブレーキの場合のブレーキシリンダ圧力と速度変化の模様を多くの実験中からブレーキ初速度

第4図 摩擦力比較

第6図 ブレーキ距離比較

第7図 速度並にブレーキ距離比較

第8図 速度並にブレーキ距離比較

50 km/h 及び 90 km/h 附近のものを拾ひ上げ例示すれば、第7~10図の様である。図中 V は列車速度、 T はブレーキ時間、 L はブレーキ距離を示し、 P_p はブレーキ管、 P_{lc} 及び P_{lc} は機関車及び客車の各ブレーキシリンダの圧力を

[第6巻第22号(第4部)]

第9図 速度並にブレーキ距離比較

第10図 速度並にブレーキ距離比較

初速度の大小に拘らず プレーキ 開始後約 3s 前後に大なる衝動が起り、その後引き続きそれより小なる衝動が起る。

特に特殊制輪子に対しては最初の衝動が大きい。非常ブレーキの場合 プレーキ 開始後約 3s 前後に甚だしい衝動を起すのは列車前後部に於てブレーキシリンダ 圧力の上昇時間に差があるためで特殊制輪子では摩擦係数が大なる結果一層激しく作用するものと考へられる。

平坦線路上の プレーキ 試験の前後に於て制輪子の重量を測り磨耗量を比較したる

に鑄鉄及び特殊制輪子の 1 箇當りの磨耗量は平均 50.6 g と 24.7 g でこれを容積比にすると 100:146 の割合であつた。

(2) 下り勾配線路上連続ブレーキ試験

(a) 制輪子及び外輪の温度測定 客車 5 輛編成の中央にある測定車の第 3 及び 4 位車輪には常に特殊制輪子を第 5 及び 6 位には鑄鉄制輪子を装備し、下に詳記する様な装置で制輪子及び外輪と輪心の温度を測定した。

特殊制輪子を全列車に装備した場合は上記第 3

第11図 衝動比較 (速度 35 km/h)

示す。

尚又第 8~10 図中に t 及び α と記入せるは空走時間及び恒定減速率 (ブレーキ 中の減速率) を意味する。特殊制輪子と鑄鉄制輪子では空走時間は大差がないが前者に対する恒定減速率は後者に比し著しく大きく、その比は約 100:55 であつて特殊制輪子の摩擦係数の大なる事を意味してゐる。

ブレーキ を懸け初めてから 静止までの減速度の 変化の模様を 兩種の制輪子に就て比較し易からしむるため第 11 図に 対照して掲げた。

これは減速度の曲線であると同時に車輛に作用する衝動をも意味するもので車輛加速度計による記録である。

この種の曲線は初速度を変へた多くの場合に就て試験結果があるがこゝにはその数例を示したに過ぎない。

常用ブレーキ 中の衝動は 図により明らかなる如く 僅かで 兩制輪子に就ても その差は 僅小である。非常ブレーキ では 昭和 15 年 2 月]

第12図 温度測定位置

第13図 温度測定装置略図

及び 4 位の特殊制輪子の温度を又全列車に鑄鉄制輪子を装備した場合は上記第 5 及び 6 位の鑄鉄制輪子の温度を以て各の制輪子を試験した場合の温度の測定値とした。

第 12 図は制輪子、外輪及び輪心の温度測定箇所に熱電対を挿入するための小孔を開けた位置を示すもので、第 13 図

第 14 図 下り勾配連続ブレーキ試験

第 15 図 下り勾配連続ブレーキ試験

は熱電対による温度測定のための電気的配線を示す略図である。左右対照の位置の温度を開閉器の切換によりて1箇の計器で読取つた。

(b) 滞熱試験結果 第 14 図は特殊制輪子、第 15 図は鑄鉄制輪子を装備した場合の温度測定結果を示すもので外輪の温度は第 12 図の 1 と 3 の位置の温度が記録されてゐる。

温度差 3-4 は外輪の 3 における温度と輪心の 4 における温度の差を図示したもので外輪弛緩に関係する重要な数値である。

各温度を測定した時刻における線路上の位置、勾配、柏原駅出発後の経過時間、その瞬時の速度、機関車及び客車のブレーキシリンダ圧力は温度と時間の関係曲線の直下に対照に便なる様に纏めて図示してある。

この図より下り勾配連続ブレーキ中の速度の変化と制動機の取扱ひ方の関係も同時に知る事が出来る。

第 14 図と第 15 図を比較すると明らかな様に制輪子自体の温度は特殊制輪子の方が鑄鉄制輪子よりも低く反対に外輪や輪心の温度は特殊制輪子に対応するものゝ方の温度が高い。

これは明らかに特殊制輪子の熱伝導率が鑄鉄のそれよりも低く摩擦熱は外輪や心の側に多く傳へられる事を意味する。

従て又第 12 図の外輪 3、輪心 4 の位置における温度差は第 14、15 図で示される如く特殊制輪子を用いたものゝ方が大きい。併し試験中その最大は 40°C 以下で外輪が熱膨脹をして弛緩を来すと云ふ様な心配はない⁽⁴⁾。

第 14、15 図は下り勾配線路上連続ブレーキ試験結果 5 回の中の二つを拾ひ上げ掲げたのであるが、他の試験でも同

第 16 図 速度並にブレーキ距離比較 (勾配25%下り非常ブレーキ試験)

様の事柄が云はれ、上記外輪 3 輪心 4 の温度差は試験の総てを通じて 37°C 以上になつたことはない。

尚連続ブレーキの試験における運転方法に就ては理想としては列車の速度を同一に保ち、各試験列車の制動機を単一に取扱ふべきであるが摩擦係数の異なつた兩種の制輪子を使用し且本試験線路の如き勾配線路上にて完全に同一なる運転方法を採らしめる事は非常に困難な事柄である。

(c) 制輪子滞熱後下り勾配線路上のブレーキ試験 柏原駅より関山駅を過ぎる迄の連続ブレーキにより上記の如く特殊

制輪子及び外輪が滞熱せる状態に於て関山二本木間 25% 下り勾配線路上にて非常ブレーキ試験を行つた。

この場合の速度及び制動機の圧力変化は第 16 図に示す様で平坦線路上の試験の如く、鑄鉄制輪子の場合に比しブレーキ効果大で、車輪の滑走の形跡もなく満足な結果を示した。

斯る悪い条件の下におけるブレーキ試験に於ても何等支障を起さないのみならず良好なるブレーキ効果を示してゐる事は特殊制輪子の優秀性を示すものである。

4. 試験結果の要約

諸試験の結果から次の事柄が要約し得られる。

1. 特殊制輪子は鑄鉄制輪子に比しブレーキ距離及びブレーキ時間を著しく短縮しブレーキ効果は優秀である。ブレーキ距離は 60~89% にブレーキ時間は 60~74% に短縮される。

2. 実験室内の試験の結果、制輪子と外輪との間の摩擦係数は初速度 45.0 km/h に於て特殊制輪子に対しては 0.36、鑄鉄制輪子に対しては 0.25 と云ふ値を得た。

[第 6 卷 第 22 号 (第 4 部)]

(4) 鉄道省業務研究資料、20、48、(昭 7、12、10)。

この値はその実験値の採り方を参照しなければならぬが概して特殊制輪子は摩擦係数が大きい。

3. 列車による試験中特殊制輪子はブレーキ効果が大きなに拘らず滑走した事はない。

4. 全試験を通じて制輪子の欠損せるものなく脆弱の憂ひは些い。

5. 同一条件の下に施行せられたブレーキ試験中の鑄鉄及び特殊制輪子の磨耗量は重量比に於て約 2:1 で、容積比では鑄鉄 100 に対し特殊制輪子は 146 である。容積にて比較するときは特殊制輪子の寿命は約 30% 短いことになる。

実験室内試験の鑄鉄及び特殊制輪子の磨耗量の比較は重量比 3:1 であつて容積比に換算すると両者に於て大差はない。

6. 列車におけるブレーキ試験中に特殊制輪子が外輪を掻き削る様な形跡はない。鑄鉄制輪子に於ては外輪よりも

良好なる表面を呈する。

7. 特殊制輪子に於ては外輪の磨耗量と鑄鉄制輪子に於ては外輪の磨耗量の比較は、試験後日尚浅く結果が判明しない。

8. 特殊制輪子は鑄鉄制輪子による常用ブレーキ中の衝動の大きさには大差がない。非常ブレーキに於ては特殊制輪子を装備した列車の方が衝動が大きい。

これは制動機の機能と摩擦係数に関係し、制動機の機能が良くなれば衝動を減ずることが出来るであらう。

9. 25/1 000 の下り勾配線路上における連続ブレーキ状態に於て外輪と輪心の滞熱温度差は鑄鉄制輪子を用ひる時に約 25°C、特殊制輪子を装備する時に約 40°C に昇る事がある。この程度の温度上昇では外輪弛緩の懼れはない。

(昭和 14 年 11 月 22 日受付)

或貨物用大型エレベータ籠枠の強さ計算⁽¹⁾

(昭和 14 年 10 月 8 日 満洲臨時大會奉天講演會に於て講演)

正員 南大路 謙一⁽²⁾

1. 安治川河底トンネルにおけるエレベータ設備 大阪市の西部、安治川を挟む此花區、港區の地域は我が国有数の工場地帯であり、こゝを流れる安治川は 1 000 t 以上の船舶を自由に航行せしめ得て大阪市に非常な水運交通の便を與へてゐるが、同時にこれがために陸上交通は甚だしき阻害を受けてゐる。

第 1 図は試に都會交通の大動脈たる高速度循環線路に就て、東京市のそれと大阪市のそれとを比較したものである。即ち東

京市に於て山手線が文字通り市街の周囲を環狀にとりまき、これと直徑的に中央本線が新宿東京兩駅間を連絡してゐる。この循環線が東京市交通の大動脈としてその運輸上に如何程の便を與へてゐるかは人のよく知る處である。然るに大阪にあつては高速度線が安治川のために中断せられて環狀を為す事が出来ない。従て大阪駅より西に向ふ西成線、大阪天王寺駅間の城東線、天王寺湊町駅間の関西本線並に大阪天王寺駅間を直徑的に走る地下鉄等は何れも往復運動をなせるのみならず各終点に於て一々乗換を余義なくせられ到底東京市の如き能率よき高速度循環運動を行ふ事が出来ない。これが大阪に

おける交通の便をどれ程障げてゐるかはこれ亦人のよく知るところである。

安治川下流の工場地帯に於て新船津橋から川口まで 6 km

第 2 図

間は橋無し地帯でありその間は只 13 箇所の人力による古風の渡し船に依て漸く徒歩者と自転車程度の車とを運んでゐるのみである。この渡し船は日々夥しい人数を渡してゐるがこれは一面に於てこの地帯の交通量の大きなを示すと共に一面に於て西部安治川が陸上交通に與へる支障の大きな事を示すものである。而も先年安治川

第 1 表 籠の大約寸法と指定荷重

		車 ① 用	歩 行 者 用 ②
指 定 荷 重		9 000 kg	1 800 kg (26 人乗)
寸 法	間 口	3.0 m	1.8 m
	奥 行	9.5 m	2.5 m
	出入口高さ	4.0 m	2.1 m
内 容 積		114.0 m ³	9.45 m ³
内 容 積 の 比		114.0/9.45 = 12.1	

口櫻島の渡しに於て満員の渡し船が覆没し多数の死者を生じた惨事があつた。又渡し船は自転車以上の荷車を載せられないためにこの工場地帯の一切の貨物は新船津橋を廻つて対岸に届けられてゐる現状である。

斯くの如き事情に鑑み大阪市に於て先年より新船津橋の下流 1.5 km の地点の源兵衛渡しに河底トンネルを通じその両

(1) On the Strength of the Car Frame of a large Freight Elevator. (2) Ken'iti MINAMITÔZI, Member The Ôsaka Imperial University. 大阪帝國大學。