

タイヤのブレーキ・バーンに就て

(昭和 24 年 4 月本會講演大會にて講演)

大和久重雄* 飯島一昭* 柏木信雄*

ON BRAKE BURNS OF WHEEL TIRES

Shigeo Owaku, Kazuaki Iishima & Nobuo Kashiwagi

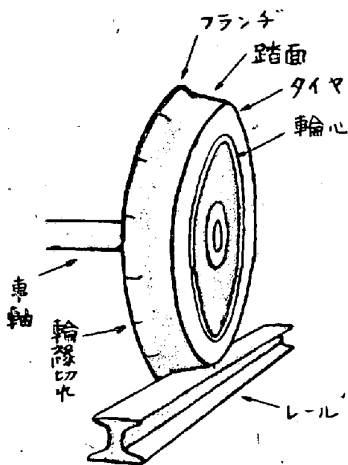
Synopsis:

Recently, cracking of tire flanges has often been experienced. As a result of a metallographical study, the authors have concluded that such a trouble is caused in the following way:

- i) The surface of a tire (flange and tread) is heated above A_c1 repeatedly by brake-heating and then cooled rapidly. In this way the surface is hardened and shows martensitic structure.
- ii) Further, the surface is tempered by a second brake-heating (below A_c1) and shows tempered (troostite or sorbite) structure. Such hardening and tempering are repeated.
- iii) The hardened and tempered zone, called "brake burn" or "affected zone", produced by such a process is always accompanied by hair cracks (tempered cracks).
- iv) Flange cracks are caused by the hair cracks with repeated alternative stresses occurring while the tire is rolling.

I. 緒言

省電の動輪タイヤ・フランジ頂部に龜裂發生(第1圖参照)が頻々として起つたので、その原因を調査した結果、次の如き事が判明した。即ち、本龜裂は俗に輪縁切れと稱せられるもので、タイヤ表面に發生する變質層中の微細龜裂が、走行時の衝撃的繰返交番應力によつて助長されたものである。



第1圖 輪縁切れ

フランジ頂部を軸方向に横切つて入る。
長さ約 15mm, 間隔(圓周方向) 20~100
mm で略等間隔 深さ 5~20mm.

筆者等はこの變質層及び微細龜裂の發生原因を種々の方向から検討し、結局、これがブレーキ熱、即ちブレーキ・シューとタイヤ表面との摩擦熱に依る繰返焼入焼戻組織及び焼戻割れなることを確めた。

従来、かゝる變質層は寒冷地等に多く發生し、ブレーキ・バーンとして知られているが、その本質は未だ明確にされていなかったものである。

尙、このブレーキ・バーン及びそれに附隨する微細龜裂又は熱龜裂¹⁾²⁾は輪縁切れタイヤに限らず、一般にブレーキのかゝるタイヤの表面には程度に差はあるが殆ど全て發生していることが本調査の結果明らかとなつた。これらの結果に就て報告する。

II. 検査並に調査の方向

被検査材として輪縁切れを起したため使用不能となつた、モハ 63 型(電動車)動輪用タイヤ 2 個を用いた。尙比較のため機關車動輪用タイヤ及び客貨車用タイヤ各二個に就いても同様の検査を行つた。検査は (1) 表面の龜裂狀況、(2) 断面の龜裂狀況、(3) 断面の顯微鏡組織及び表面硬度 (4) タイヤの成分及び機械的諸性質等の見地から之を行つた。

尙、ブレーキ・バーンに依る微細龜裂の發生狀況を統計

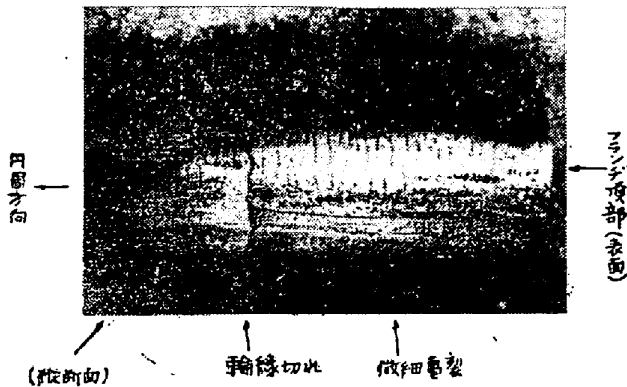
* 鐵道技術研究所

的に知るため各鐵道工機部、電車區等に於けるタイヤのフランジ頂部及び踏面部に對する調査をも併せ行つた。

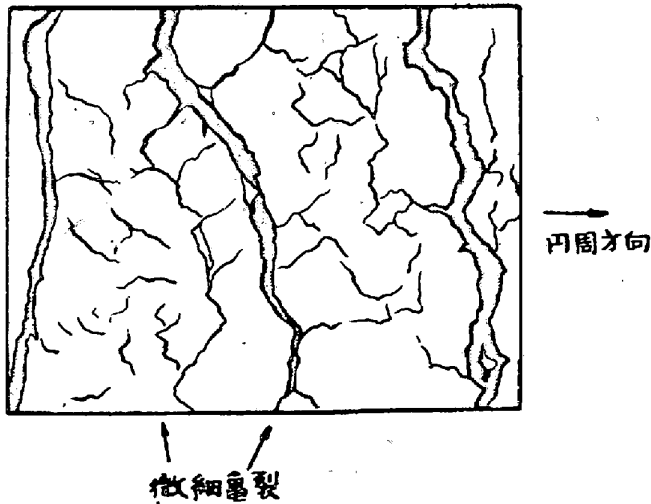
III. 検査並に調査結果

(1) 表面の龜裂狀況.

第2圖は表面の龜裂狀況 (×2) を、第3圖はその擴大圖 (×50) を示すものである。圖に明らかなように無数の龜甲狀龜裂が発生しており、燒戻割れに酷似せる様相を呈している。



第2圖 フランジ頂部の微細龜裂(×2). 表面をサンドペーパーにて軽く研磨せるもの. 間隔(圓周方向)約 1mm, 深さ 0.3~0.6mm.

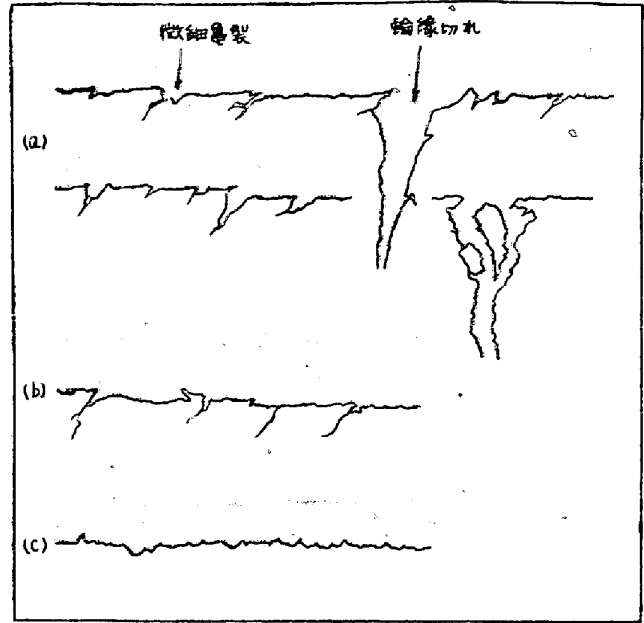


第3圖 表面の微細龜裂 (×50). 軸方向の龜裂は太く、圓周方向のそれは細い. 特徴ある龜甲狀. グラインダ・クラック (燒戻割れ) に酷似.

(2) 斷面の龜裂狀況

第4圖はフランジ頂部 (a) 及び踏面 (b) の圓周方向斷面に於ける龜裂狀況を示すものである。尙圖中 (c) は削成儘のもので龜裂は全く認められない。

(3) 斷面の顯微鏡組織.



第4圖 圓周方向斷面の微細龜裂 (×30).

- (a) フランジ頂部.
- (b) 踏面.
- (c) 削成儘のフランジ頂部. (微細龜裂は認められない)

第5圖 (a) はフランジ部斷面(圓周方向)の顯微鏡組織 (×100) を示すもので變質層及び正常組織層が明瞭に區別される。圖 (b) 及び (c) は變質層を、(d) は正常組織層を示すものである。圖から明らかなように變質層は燒入燒戻組織である。

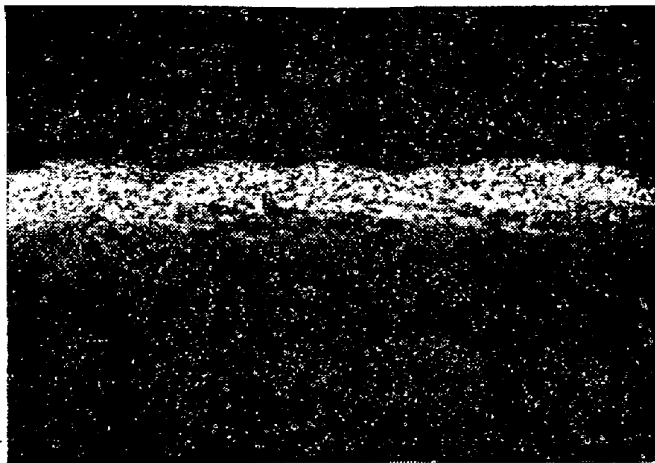
第5圖 フランジ頂部(圓周方向斷面)に於ける變質層の顯微鏡組織:



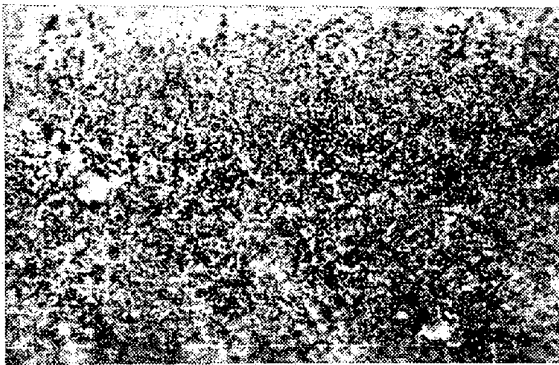
(a) ×100

- (a) 變質層+正常組織層. (變質層中に初析フェライト折出が認められる)
- (b) 極表面部に點在するマルテンサイト組織. (變質層)
- (c) 燒戻トルースタイト (又はソルバイト) 組織.
- (d) 初析フェライト+層狀パーライト (正常組織層)

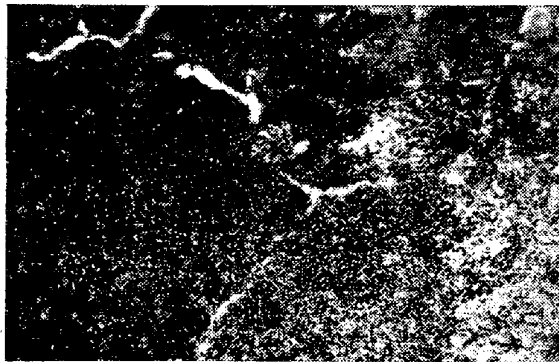
(變質層)



(b) ×400



(c) ×400



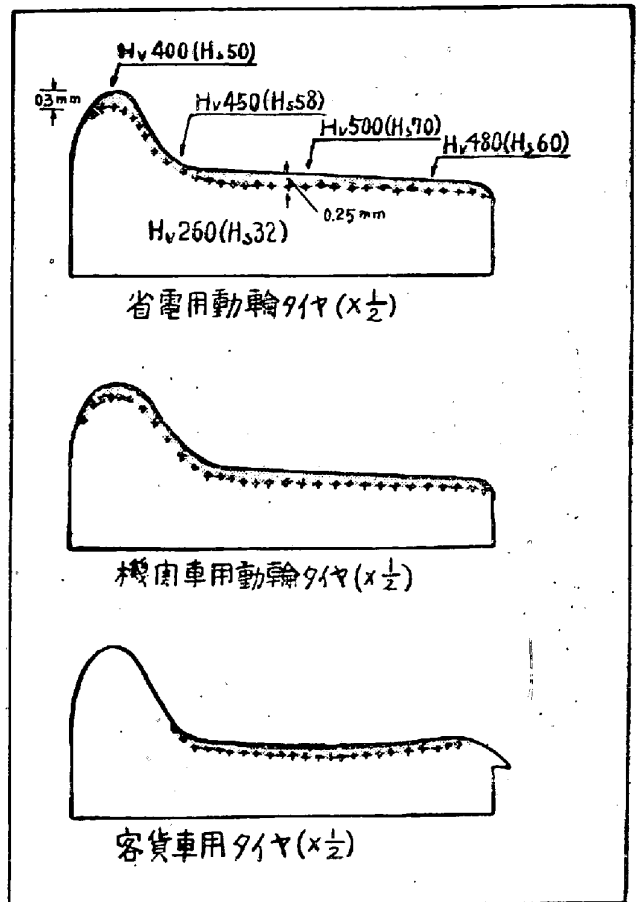
(d) ×400

第6圖は省電用動輪タイヤ(輪縁切れ発生), 機關車用動輪タイヤ及び客貨車用タイヤ(何れも輪縁切れなし)の軸方向斷面に於ける變質層發生の分布狀況を示すものであるが, 客貨車用タイヤのフランジ部には變質層が認められない。尙, 各部の表面硬度は圖に示す如くである。

IV. 材質検査

第1表は輪縁切れを發生したタイヤの化學成分及び機械的諸性質を示すものであるが, 化學成分及び機械的性質は何れも普通であり, 輪縁切れと餘り關係がないよう

に思はれる。



第6圖 タイヤの軸方向斷面(×1/2)に於ける變質層(×10)の分布狀況。

第1表 輪縁切れ發生タイヤの化學成分及び機械的諸性質(扶桑金屬)

成分 試料番號	C	Si	Mn	p	S	Cu	Cr
(1)	0.76	0.24	0.63	0.017	0.018	0.18	0.32
(2)	0.67	0.40	0.75	0.035	0.022	0.18	0.10
(3)	0.82	0.60	0.66	0.038	0.020	0.15	0.04
(4)	0.74	0.26	0.67	0.029	0.020	0.19	0.33
(5)	0.73	0.34	0.69	0.09	0.22	0.20	0.14
(6)	0.59	0.32	0.52	0.034	0.027	0.18	0.06
(7)	0.61	0.24	0.66	0.027	0.017	0.20	0.46

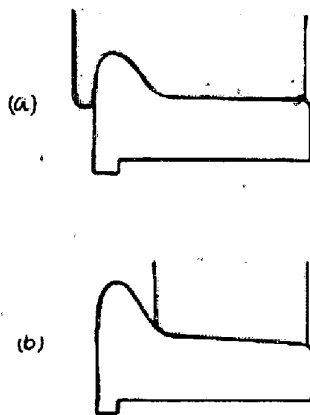
試料番號	降狀點 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	BHN	アイゾット 衝擊値 Ft-lbs/in ²
(1)	50.1	94.7	13.7	25.3	248	7.0
	46.3	91.4	11.2	16.4	240	7.0
(2)	44.6	90.3	15.4	25.3	241	8.3
	43.8	88.0	13.4	17.7	241	7.6
(3)	47.4	94.9	4.6	8.3	277	6.5
	44.4	91.8	4.6	15.0	260	6.4

第2表は大宮, 大井の各鐵道工機部及び京濱急行金澤文庫電車區に於て, 削成のため回送された各種のタイヤに就き微細龜裂發生の有無とブレーキ・シューの型式

第2表 各種車輪に於ける微細龜裂の有無とブレーキ・シューの型式及び常用制動圧力との關係

項目	タイヤ用途別	機 關 車 用			電 車 用 (京 濱 線)		電 車 用 (湘 南 電 鐵)	
		車 輪	導 輪	客 貨 車 輪	動 輪	附 隨 車 輪	動 輪	附 隨 車 輪
微細龜裂の有無	フランヂ踏面	アリ	ナシ	アリ	アリ	アリ	アリ	アリ
ブレーキ・シューの形式		D	ナシ	T	D	T	D	T
ブレーキ・シュー1個にかゝる常用圧力 (Ton)		4~5	—	1~1.5	5~6	1~1.5		

及び常用制動圧力との關係を調査統計した結果を示すものである。(第7圖参照)



第7圖 ブレーキ・シューの型式。

(a) D型：動輪タイヤ用。

(b) T型：客貨車輪タイヤ用。

V. 變質層の發生原因

(1) 變質層の顯微鏡組織が燒戻トルースタイト(部分的にマルテンサイトを含む)なること、(第5圖)及び
 (2) 變質層及びそれに附隨する微細龜裂がブレーキ・シューと接觸するタイヤ表面にのみ認められること(第6圖及び第2表)の事實からその發生原因は、

1) ブレーキ・シューとタイヤ表面との摩擦熱(於制動時)は A_c 點を往々にして超過し(400~600°C:推定)。爾後の急冷(タイヤ内部への急速な熱傳導による)に依り燒が入りマルテンサイトとなる。

2) A_c 點以下のブレーキ熱に依り燒戻をうけて燒戻トルースタイト(又はソルバイト)組織となる。

3) かくの如き急速なる燒入燒戻がブレーキ熱に依り順序不同に何回も繰返される。

の如く考へられる。従つて、變質層に對するブレーキ・バーン(註)なる名稱は誠に當を得たものといふことが出来る。

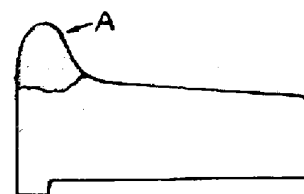
VI. 結 言

ブレーキのかゝるタイヤ表面には殆ど例外なく變質層即ちブレーキ・バーンが發生している。

ブレーキ・バーンとは燒入燒戻組織を呈する變質層(深さ約 0.2mm)で、微細龜裂(燒戻割れと考へられる)を伴ふのが普通である。

ブレーキ・バーンを發生せしめる原因はブレーキ熱であつて、ブレーキ圧力が大なるため摩擦熱が高く A_c 變態點以上であることが主要な條件である。

このブレーキ・バーンに依るフランヂ部の微細龜裂は輪縁切れ、更に進んでタイヤ割損(第8圖)を招來することがある。フランヂ部に對するブレーキ・バーンの防止策としては



第8圖 タイヤの割損面。

A部(黒褐色)の輪縁切れをノッチとして割損したもの。(昭和24年2月、於京濱線赤羽驛附近。)

(1) ブレーキ圧力を小にすること、又は

(2) フランヂ頂部にブレーキのかからぬような型式のシューを用いること。

等が考へられる。(以上)

(註) ブレーキ・バーンの定義は明確でなく、輪縁切れを指すものとする向もあるが、筆者等は變質層を指すものとした。動輪タイヤとの摩擦によりレールに發生する變質層をドライバー・バーン³⁾と稱する例もありその方が言葉本來の意味からも妥當である。(昭和24. 8 寄稿)

文 献

1) “毀損せる鐵道車輛部分品の破面寫眞及びその説明”

滿鐵鐵道總局. 昭和 14 年 5 月.

2) Some Fatigue Problems of the Railroad Industry. Metals and Alloys, vol. 10, 1939 Oct. 1939.

3) Some "Tips" on the Latest use of Driver Burns, corrugations and Hardening of Open Hearth Frogs By C. A. Dallay, Railway maintenance, Jan. 1948.

高温工具鋼の研究 (I)

(昭和 23 年 10 月本會講演大會にて講演)

多賀谷正義* 足立彰* 伊東俊明*

ON THE INVESTIGATION OF THE HOT WORKING TOOL STEELS (1)

Masayohsi Tagaya, Akira Adachi & Toshiaki Ito:

Synopsis :

An important role is played by hot working tool steels such as die, Container and ram etc. employing for Extrusion and Crank Presses to manufacture ferrous and non-ferrous metal tubes and rods. These steels are suffering from intermitent heating at high temperature (400~650°C), wear and repeated sudden temperature changes by heating and cooling. We investigated the effects of some alloying elements and carbon content on the standard W-Cr-V-Steel and mechanical properties at room and high temperatures.

I. 緒言

非鐵金屬及び合金類の押出機に使用せられるダイス、コンテナ、ラム、或は鋼管製作用クランクプレスのダイスとして用ひられてゐる耐熱耐壓の高温工具鋼は 400~650°C 程度の高温度に繰り返し加熱せられるものであつて斯る高温度に於て相當なる硬度と強靱性を必要とし摩擦に耐へ且つ繰返し加熱冷却に充分耐へるものでなければならぬ。此種工具鋼は獨乙等では相當研究せられ發達して來たが我國でも最近研究せられて來た、然し現在の所 [10%W, 2.5%Cr, 0.3%V, 0.3%C] なる組成の

ものがこの種の工具鋼としては標準として最も優秀なる性能を示してゐるので先づこの標準鋼の種々なる機械的性質並に物理的性質を調査し更に優良なる鋼の探究に資せんとした。

II. 化學成分

從來我國で使用せられてゐた主要な材料の分析成分を示すと第1表に示すが如くで前記標準組成に近いものが多く更にこれに少量の Ni, Co, 時に Mo の添加せられたものが見受けられる。

以下項を追つて主要元素の主なる影響を述べる。

第1表 各種高温工具鋼の化學成分

	製造所	商標	主要化學成分								
			C	Si	Mn	Ni	Cr	W	Mo	V	Co
1	Böhler	W. K. Z	0.3	0.3	0.4	—	2.0/ 2.5	8.0/ 10.0	—	0.3/ 0.5	—
2	Dentsche Edel Stahl Werke	Spical W	0.17/ 0.30	0.20/ 0.30	0.25	—	2.5/ 3.0	9/10	—	0.2/ 0.3	—
3	"	D. M. S.	0.25	0.2	0.3	1.5/ 1.0	2.5/ 3.0	10	—	—	—

* 大阪大學工學部