

(7) 焼成苦灰石と焼成マグネシヤ

苦灰石は滿洲及北九州に豊富である、八幡で只今焼成苦灰石は年 35,000t を用ゐる此外に又焼成マグネシヤを多く用ゐる様になり爐底は益々結果宜しく、苦灰石使用量は著しく減じ、製鋼時當りの費用は逐年少くなつて來ました。

(8) コルハルト

Black と White とあり、旭硝子采野氏が永年苦辛され價は少し高いが各工業に應用されて居ます、製鐵用には電氣爐、加熱爐、Cupola 等に 10 數ヶ所に用ゐられ成績がよいとの事であります。米國では Black は硝子以外に僅に 5% であるのに日本では硝子以外に 40% 用ゐられ、同社獨創の White は硝子に用ゐず其 60% は冶金用に使用されて居ります。

(9) 結 言

本邦耐火煉瓦の約 2/3 は製鐵に用ゐられ鐵は又其製産高

の約 10% の耐火材を必要とします。製鐵事業は耐火材の良否並に價の高低に依つて其製鐵事業の成立並に其鐵製産費が著しく影響されます、本邦の製鐵事業の各國に劣らざるは耐火材の優秀、安價にまつ所多く、即ち鐵は耐火材に負ふ所多く同時に煉瓦も又鐵に負ふ處大であります。而して其製品は今や歐米の品に劣らぬ許りか寧ろ優つて居るのであつて耐火材製造に苦辛されし三好、葛、高、高良、加藤氏等を多とせねばなりませぬ。

次に原料は赤白珪石、磐城、伊賀、尾張粘土、三石蠟石復州、博山、平壤粘土、滿洲、朝鮮のマグネサイトなどが主であるが何れも相當の埋藏量を有し不安を感じて居りませぬ。しかも滿洲の存在が大に力強い事柄であります。

最後に三好久太郎博士が煉瓦、骸炭を通して製鐵事業並に本邦染料の創造に盡された偉大なる功績を稱へて此講演を終る事に致します同時に此講演材料を與へられし資源局高田安雄、高良 淳、加藤孝治、杉田文忠の諸氏に謝意を表します。

鐵道車輛用バネ板の改善

(第 3 回工學大會講演)

吉澤 英雄*

IMPROVEMENT OF SPRING STEEL LEAVES FOR RAILWAY ROLLING STOCK.

H. Yoshizawa

SYNOPSIS:—In the works of our Government Railway Department, there has been spent much cost for repairing springs, and many improvements have been made in this field, but it seems that there are still more things to be considered. To keep the springs in the better conditions means the safety of the railway rolling stocks, and so we must exert ourselves to investigate the conditions of the springs which are in work on the rolling stocks at present.

For this reason, decrease of thickness, depth of decarburization and carbon content of the spring leaves used in our goods cars were studied, and we found that a spring leaf which contain less than 0.6% of carbon and can not be hardened in oil quenching, amounts 30% of all spring leaves, and a spring leaf which thickness is decreased more than 10%, amounts 5% of all spring leaves, but the latter will be contained in the former. From this result, we obtained an improving rule to keep the springs in the better conditions.

1. 結 言

現在鐵道工場に於ては板バネを修繕するだけで非常に多くの人工を要し、鐵道省全體に於て 1 箇年約 65 萬圓の多額を費してゐる。従つてバネの修繕に對しては各工場共相當に研究を行ひ、種々の改良を施して居るが、未だ徹底を

缺き多分に改良の餘地がある様に認められる。バネの修繕に關しては勿論、加修して組立てられたバネ 1 箇の機能上の問題や設計上の問題も含まれてゐるが、根本的にこれが改善を行ふためには、先づバネ板 1 枚を如何にしたら良いかを考究しなければならない。今回の調査は貨車の擔バネに就いてであるが、このバネ板の材質は車輛の容量増加や列車の速度向上等に依つて時代と共に進歩し、その規格は

* 鐵道省工作局

第1表の如き變遷を経て居る。即ち是等各種の材質のバネ

第1表 貨車擔バネ板材質規格の變遷

制定又は改訂年月	抗張力 kg/mm ²	伸 (200mm) %	化學成分				
			C	Si	Mn	P	S
大正3年 2月制定	70 以上	10 以上	—	—	—	—	—
昭和3年 3月改訂	〃	〃	0.65 ~0.85	—	—	0.045 以下	0.045 以下
昭和6年 7月改訂	75 以上	8 以上	0.75 ~0.95	—	0.5 以下	〃	〃
昭和7年 2月制定	85 以上	12 以上	0.50 ~0.65	1.50 ~1.80	0.50 ~0.70	〃	〃
昭和9年 10月改訂	〃	〃	0.60 ~0.70	〃	0.70 ~0.90	〃	〃

備考 抗張力は燒準状態

板が調査當時の推定で、總數約 2,850,000 枚 (2 軸車 63,823 輛、3 軸車 3,294 輛) あるので、是等バネ板の現状を充分に調査し、バネ板の使用限度、標準熱處理法を制定し、更に進んでバネ板の壽命、バネ板表面の状態と疲れ限界等を研究するため、先づ以て現状バネ板の使用中の厚さの減少、バネ板を修繕のため繰返して熱處理を施した場合の脱炭の深さ、バネ板總數に於ける炭素含有量の分布等を知り、これに依つて不良バネ板を淘汰することが本調査の目的であつた。

本調査は昭和9年 11 月 1 日から昭和 10 年 2 月末日に至る 4 箇月間に亘つて大宮、大井、鷹取及小倉の工場に於て行つたもので、この調査で取扱つたバネ板數の中炭素含有量調査に關するものが最も多く、その數だけで 20,950 枚に及びバネ板總數の約 0.8% に相當する。

2. バネ板厚さ減少の調査

バネ板は其の使用中の相互摩擦、腐蝕、或は修繕のために繰返へず熱處理等に依り厚さが次第に減少する。厚さが減少すればそれだけ負荷重が多くなるので、バネ板に無理を生じて壽命を短縮することとなる。従つて或る限度以上に厚さが減少したら、その使用を禁じなければならない。併しその使用限度は、現状バネ板の厚さ減少割合、バネ板に對する許容内力等から經濟的に定める必要がある。

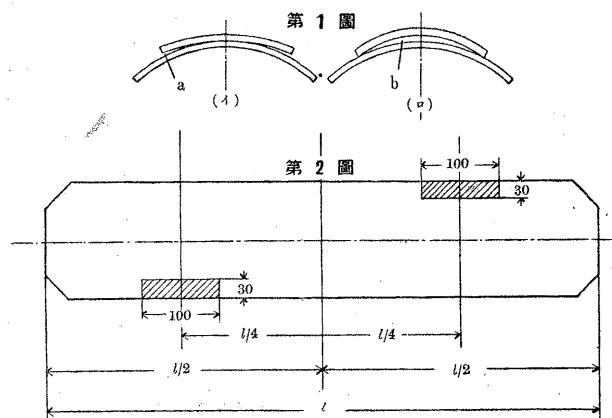
當省に於ける貨車擔バネ中、厚さ 13mm のバネ板を使用するものは總數の 90% 以上を占めてゐる、従つて厚さ減少の測定に於ては調査を簡單にするために、この 13mm 厚さの板を使用する基本第 2, 3, 5, 6, 7 種及准基本第 8 種のバネに就いて調査を行ふこととした。然るにこの 13mm は 1/2" の換算であつて、昭和 7 年以前までは 1/2" 即ち 12.7mm として購入されてゐたので、厚さを測定するに當つてはこの點をも考慮しなければならない。この調

査に於ける調査バネ板の總數は 16,843 枚であつて、その數はバネの種類に依る使用數に應じて摘出したもので、各種バネに對する割合は第 2 表の通りであつた。

第 2 表 厚さ減少測定バネ板の數及種類

バネ種類	調査バネ板數枚	調査バネ板總數に對する割合%	斷面寸法 mm
基本第 2 種	2,118	13	13×90
〃 3 〃	592	3	〃
〃 5 〃	10,883	65	〃
〃 6 〃	1,313	8	13×100
〃 7 〃	1,748	10	13×90
准基本第 8 種	189	1	13×75
合計	16,843	100	—

これ等のバネ板は修繕のために工場に入つた車輛のバネから任意に摘出し、締金を取去つた後錆の厚いものは小さい片手ハンマで表面を傷付けぬ様に叩き、大體錆を除去した後、針金ブラシで掃除し、又錆肌の薄いものは針金ブラシのみで表面を綺麗にし、ヨハンソンプロックで 10mm の點を正しく調整したラチェット付マイクロメータで厚さを測定した。測定箇所はこれを一定にする必要があるので如何に定めるかが問題である。バネ板は最も厚さを減少する部分はその機能に影響するので、何れの部分が最も厚さを減少するかに就いて豫備試験を行つた結果、耳の部分と耳の接觸する部分とが厚さの減少する傾向が大であつた。併し前者はバネ板の強度にはあまり大なる影響がない。又バネ板腐蝕の状態を見ると、第 1 圖(イ)の如くバネ板の耳が開いてゐるときは主として a 部の兩側に(ロ)の如き場合には b 部の兩側に於て最も著しく、又取付状態に於ては、常に下面になるバネ板接觸面が、上面或は外氣に觸れる面よりも腐蝕の甚だしいことが分かつた。是等の腐蝕状態は



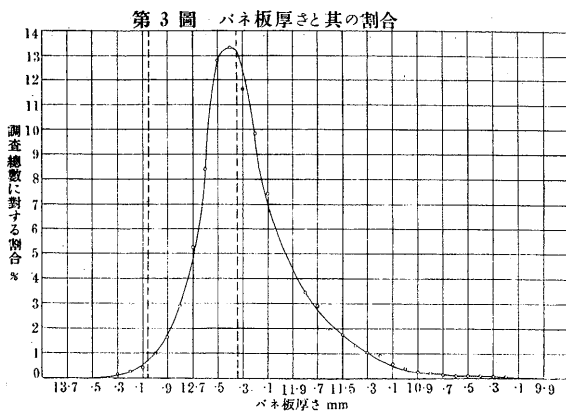
小さなバネ程その影響が多い様に思はれた。今、其の原因に就いて之を見ると、(イ)の場合はバネ使用中に起るバネ板のヘタリのために(ロ)の場合は製作の際の成形不充分のために生ずるもので、是等の間に濕氣が停滯して腐蝕を

促進するものと思はれる。是等の點を考慮して、バネ板厚さの測定箇所は第2圖の影の部分で行ふこととした。

厚さの測定結果は第3表及第3圖の如くであつた。併しバネ板の元の厚さを 12.7mm としても、既に新しい時に厚さの公差があるために元の厚さが不明で、従つて厚さの減少も亦不明であるが、厚さの公差は普通の壓延鋼材の 1/2 で ±3.0%, 最小値 ±0.25mm を指定して 10 年以上に及んでゐるから、元の厚さは $12.7 \pm 0.38mm$ 中に在つたものと考へて差支へない。但しこれ以上の寸法のもの少数表はれてゐるのは 13mm として製作したものと、特に厚さの大なるものが不用意に混入されてゐたものと考へるべきであらう。

第3表 バネ厚さ測定結果

測定厚さ mm	調査數量 枚	總數に對する割合	測定厚さ mm	調査數量 枚	總數に對する割合
13.8	1	0.01%	11.8	576	3.42%
7	2	0.01	7	502	2.90
6	0	—	6	337	1.95
5	4	0.02	5	292	1.73
4	9	0.05	4	220	1.30
3	24	0.14	3	170	1.02
2	43	0.25	2	149	0.89
1	66	0.40	1	98	0.58
13.0	169	1.00	11.0	62	0.37
12.9	278	1.65	10.9	44	0.26
8	488	2.90	8	36	0.21
7	892	5.26	7	18	0.11
6	1,401	8.40	6	15	0.09
5	2,143	12.75	5	13	0.08
12.4	2,236	13.30	4	5	0.03
3	1,955	11.60	10.3	2	0.02
2	1,651	9.80	2	2	0.02
1	1,245	7.40	1	1	0.01
12.0	942	5.60	10.0	2	0.02
11.9	747	4.44	9.9	1	0.01
			合計	16,843	100.00

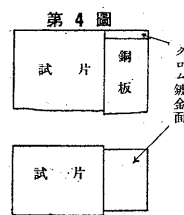


この試験の結果、バネ板の現在の厚さは最大 13.8mm から最小 9.9mm で、大體に於て 12.6~12.2mm であつた。この中 12.4mm のものが最も多く、2,236 枚を占め總數の 13% 強であつた。尙バネ板厚さの規格の最小値 12.32mm より薄いものが 9,087 枚を占め總數の 53% であつた。

3. バネ板脱炭深さの調査

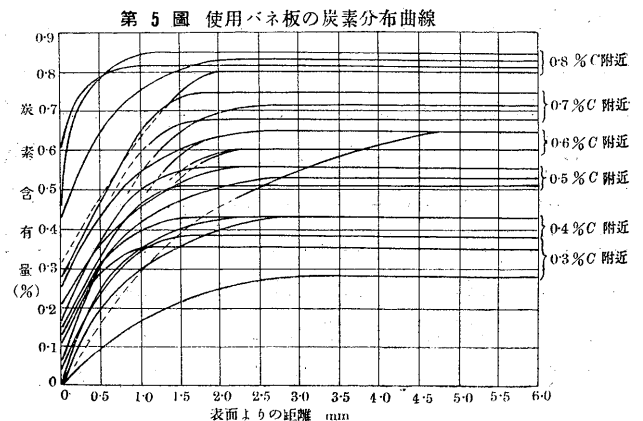
バネ板がヘタリを生じた場合は、バネの機能が失はれるから、これを取外して加熱し、再び焼入焼戻を行ふ。この際脱炭を生ずるが、この脱炭の深さは材質、加熱温度、加熱方法、加熱回数等に依つて影響する。従つてヘタリを生じ易い材料は加熱回数が多くなつて脱炭の深さを増加する。この脱炭の深さはバネ板の疲労限界に大きな関係があるので、脱炭の深さが現在使用中のバネ板に於て如何なる状態になつてゐるかを調査することとした。

この調査に於ては各種バネから任意に摘出したバネ板 267 枚から試片を採取し、これを十分に焼鈍して其の断面を顯微鏡に依つて測定した。この際試片を採取したバネ板の厚さの減少をも測定して厚さの減少と脱炭深さとの關係とを明かにした。尙試片の輪郭を明瞭にするために銅板の木口にクロム鍍金を施したものを第4圖の如く試片に押し當てて測定を容易にすることが出来た。脱炭の境界線を何れに定めるかは極めて困難な問題であるが、大體に於て内



部の組織と異なる部分を以てその境界線とした。この場合、豫備試験として脱炭が如何なる状態に行はれて居るかを厚さの減少 0.0~2.5mm の間に在るものを 25 枚に就いて測定したが、その結果は第5圖の如くであつた。之に

依ると表面から大體 0.5mm の深さまでは炭素含有量の變



化が甚だしく、それより深くなるに従つて變化の程度が緩和し 1.5mm 以上の深さでは先づ脱炭の形跡が認められなかつた。この關係は使用限度を判定する上に必要である。

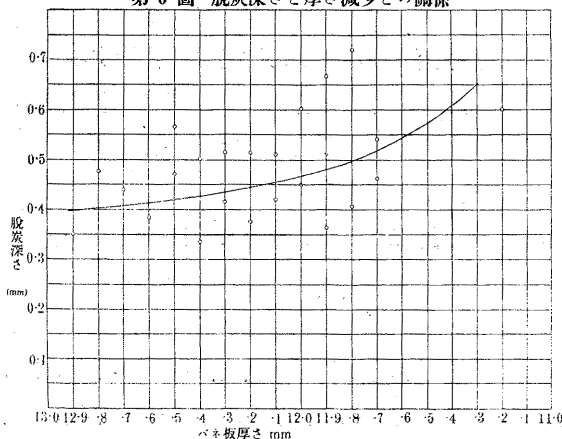
脱炭深さの測定結果は第4表及第6圖の如くであつた。この結果に依ると、バネ板脱炭深さの範圍は 0.4~0.6mm

であつて、この中 0.4mm 附近のものが最も多く、尙厚さの減少と脱炭の深さは大體に於て比例することが分かつた。第7圖は調査數 267 枚の各バネ板厚さ別割合を厚さの測定に使用した調査總數 16,843 枚に對して推定した脱炭深さとバネ板數割合との關係である。

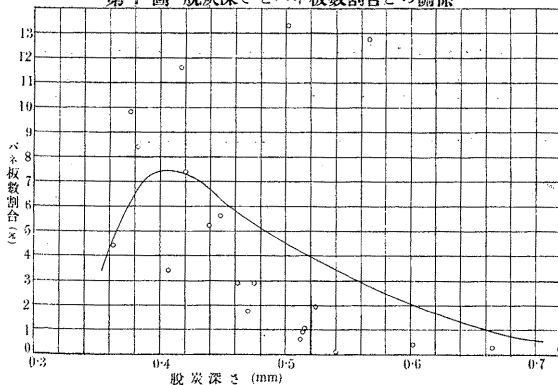
第4表 脱炭深さの測定成績

バネ板厚さ mm	調査數 枚	平均脱炭深さ 1/100mm	バネ板厚さ mm	調査數 枚	平均脱炭深さ 1/100mm
13.0	—	—	12.5	10	47.0
12.9	4	35.0	12.4	10	33.6
8	4	47.5	12.3	8	51.5
7	8	43.8	12.2	13	51.4
6	16	38.3	12.1	10	51.2
5	17	56.6	12.0	9	60.2
4	20	50.2	11.9	3	66.6
3	20	41.6	11.8	5	72.0
2	16	37.6	11.7	5	54.0
1	21	42.0	11.6	—	—
12.0	14	44.8	11.5	—	—
11.9	14	36.3	11.4	—	—
8	15	40.7	11.3	—	—
7	13	46.2	11.2	1	60.0
6	11	52.4	計	267	

第6圖 脱炭深さと厚さ減少との關係



第7圖 脱炭深さとバネ板數割合との關係



4. バネ板炭素含有量の調査

既に述べた如く、擔バネ材料の規格が屢變更され、殊に大正 15 年以前のものには規格に炭素量を指定しなかつたの

で、現在使用中のバネ板の炭素含有量が區々である。炭素含有量はバネ板の熱處理方法を研究する根本となるものであるから、炭素含有量が現在使用中のバネ板に如何なる状態となつてゐるかを調査する必要がある。

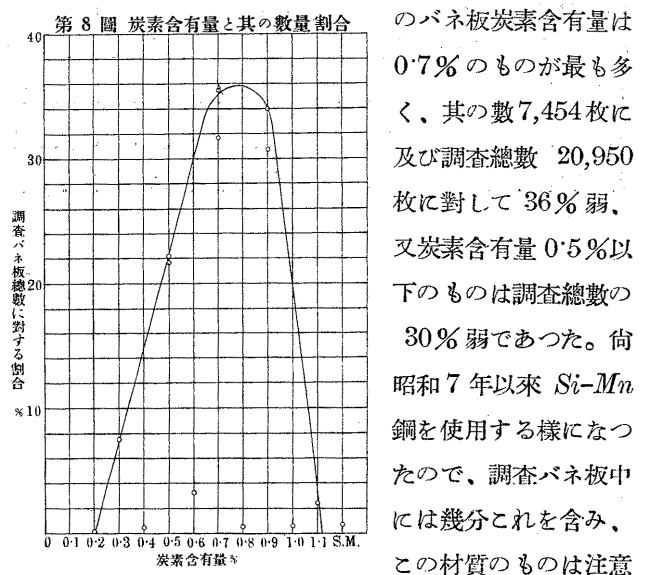
本調査に使用したバネ板總數は 20,950 枚で、そのバネ種別に依る數量は第5表の如くである。

第5表 炭素含有量調査バネ板數

バネ種類	基本第1種	基本第2種	基本第5種	基本第6種	基本第7種	合計
調査數量(枚)	1,850	3,500	10,500	2,750	2,350	20,950

バネ板の炭素含有量はスパークテストに依つて之を行つた。これを行ふには携帯研磨盤の重量、大きさ及砥石車の硬さ、粒の大きさ、周速度の最も合理的なものを選ぶ必要があるが Keller 式電氣研磨機を用ゐる厚さ約 30mm 直徑約 40mm の小さな硬質の粗い研磨盤を用ゐた方がスパークの飛ぶ範圍が短くて判定に都合が良い。この試験は同一の研磨機で充分練習して行ふべきで、今回の試験はバネ板の耳を研磨し脱炭層を除去した後、スパークの状態を炭素量既知のスエーデン鋼と對照して判定した。このスパークテストは熟練すると炭素含有量の判定には實用上非常に有効で、炭素量を 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9% の4區分に大體分類することは容易であつた。更に注意すれば、炭素量 0.1% 毎に區分することが出来、或る工場では 0.1% 毎に區分した。この分類したものを更に顯微鏡に依つて再検査して見ると殆んど同様の結果となつたので、この方法が實用的に相當の確實性のあることが分かつた。

この試験の結果は第6表及第8圖の如くで、現在使用中



のバネ板炭素含有量は 0.7% のものが最も多く、其の數 7,454 枚に及び調査總數 20,950 枚に對して 36% 弱、又炭素含有量 0.5% 以下のものは調査總數の 30% 弱であつた。尙昭和 7 年以來 Si-Mn 鋼を使用する様になつたので、調査バネ板中には幾分これを含み、この材質のものは注意すればスパークテストに依つて判定することが出来る。即

第6表 炭素含有量の判定

	炭素含有量%						合計
	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	S.M.	
調査枚数	1,590	4,638	7,454	6,592	522	154	20,950
總數に對する%	7.5	22.1	35.6	31.5	2.5	0.8	100

ちそのスパークは炭素鋼に比して短い極めて流滑に整然たる軌道を畫いて白色閃光を發し、終端は稍膨んで二股又は三股の劍狀裂火を示して *Si* の特性を表はすと共に樹枝狀のスパークを交へて *Mn* の特性を伴ふ。併し炭素量が 0.7% 前後であるから、この炭素含有量の炭素鋼と類似のスパークを表すために、特に *Si-Mn* 鋼として區別しない工場が多かつた。従つて第6表及第8圖には特にこのものを區別した工場の分のみを擧げることとした。

5. 不良バネ板の淘汰

以上の調査の結果、現在貨車擔バネとして使用されてゐるバネ板には相當に古いものがあつて、厚さの薄いもの或はバネ板の炭素量の低いものが相當にあることが分かつた。これ等のバネ板は修繕の際新しいバネ板と混用させて現車に使用させてゐるために、出場後間もなくヘクリや折損等を生じて修繕を繰返へすものが多い。かかるバネ板を使用することは寧ろ修繕費を多く費すことになるから、バネ材として不適當な炭素量の低いもの及板厚の薄いものは淘汰基準を設て可及的速力に淘汰する方が得策である。

即ち先づ總數の約 30% を占めてゐる炭素量 0.6% 以下のものは、油焼入して焼入不充分で、バネとしての機能がないから、このものを淘汰しないければならぬ、このものはスパークテストに依つて容易に判定することが出来る。次に焼入焼戻したバネ板が、完全なバネ作用をなす有効厚さは、板の厚さから表面の脱炭層及錆膜の厚さを控除したものであつて、表面の脱炭深さは今回の現状調査に依ると片面に付平均 0.4mm で、炭素量は平均 0.5% 以下の部

分であるが、酸化物の混入を殆んど認めないこと及表面の龜裂發生に依る修繕件數の極めて少ないこと等を考へ、少くとも脱炭深さの 2/3 は有効と認めて、脱炭深さを $0.4 \times 1/3 = 0.13\text{mm}$ 錆膜の深さを 0.03mm と見れば片面に於て 0.16mm 両面に於て 0.32mm のバネとして作用しない厚さが考へられる、今バネの設計負擔力に對して、試験内力 70kg/mm^2 の内力を生ずる板厚の最小限度を計算すると、バネの種類によつても異なるが最も使用量の多い基本第5種バネでは 11.0mm となる、これに脱炭部の厚さ 0.32mm を加へて 11.5mm は必要となる。即ち設計寸法 13mm 厚のバネ板に對しては 11.5mm 未滿のものを淘汰しなければならぬ、又設計寸法 11.0mm 厚のバネ板の最小所要寸法は 9.4mm で、脱炭部の厚さ 0.32mm を加へると 9.72mm となるから 9.7mm 未滿のものを淘汰しなければならぬ。

ここに於て次の淘汰基準を決定し、目下着々不良バネ板を整理しつつある。

- A. 炭素含有量 0.6% 以下のものを淘汰する
- B. バネ板厚さ(錆膜を含む)が次のものを淘汰する
 - (1) 設計寸法が 12.7mm 又は 13mm のものは 11.5mm 未滿
 - (2) 設計寸法が 11.0mm のものは 9.7mm 未滿

6. 結 論

現在鐵道省に於て使用する貨車擔バネのバネ板に就いてバネ板の厚さ減少、バネ板の脱炭の深さ、バネ板の炭素含有量を調査し、この結果に依つて不良バネ板の淘汰基準を決定し、目下着々バネ板の改善を實施中である。尙熱處理法の基準を決定するために、各種の熱處理に依る影響を調査中であるが、これは追つて報告する機会があると思はれる。