

軌條の用途選擇及び検査に就て

二

准 員 青木亮三郎君 同 吉田岩五郎君 同 星野文雄君

同 入江矩夫君

○前報告後左の寄贈品を受納せり

東北帝國大學農科大學紀要 第六卷第八號 一部 寄贈者 東北帝國大學農科大學

工藝記事 第六十六輯 一部 寄贈者 東京砲兵工廠技術課

造船協會雜纂 第三號 一部 寄贈者 造船協會

鐵道 一冊 寄贈者 高木太郎君

### 論說及報告

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

野 澤 房 敬

目 次

緒言

軌條の區別

軌條の眞價と其品質

軌條の型狀

軌條の設計

軌條の成分

軌條の磨損

滿俺鋼製軌條

硅素鋼製軌條

挾接板の強度

軌條の検査法

溝型軌條

繫釘

軌條仕様書の調整に關する注意

英米軌條の標準仕様書

## 緒言

迅速にして重量過大なる列車を通過せしむる鐵道線路上に敷設する軌條は重大なる變形作用に堪へるも遂に恒久變形を誘起するものなり軌條は過大の撃衝を受くるも比較的破壊すること尠し然れども時に不測の慘禍を醸すことあれば其選擇に注意せざるへからず。

歐米殊に米國の大工場にては一日二十四時間内に壹千貳百餘噸の軌條を製出するの能力を有す、而して製造中は軌條が轆機に出入する際其方向を轉換する外一切人力を要せず規模の大なる世人の想像の上に出づ、又米國の資本家は何物に拘はらず第二流を採擇せず、左れば機械の新發明にして苟も採るべきものあらんか直に其購入費を採算し舊式の施設を放棄するに躊躇せず、又新に起業するものは最新なる設備を撰擇し然る後從業者をして其取扱方を練習せしめ絶對に彼等をして機械の如く勞働せしめず、之れ其得る所の効果遂に大なるに依る要は最小の製産費を以て最大の製産量を得るにあり即ち低廉なる價格を以て豊富なる供給をなすを目的とす、故に需要者も又機に臨み

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

## 四

變に應し實際と經濟とを基礎とし最も卓越せる選擇をなし最も有効に之を使用し最も長久に之を保存することを懈るへからず。

記者は需用者側の見地より軌條の用途選擇及び検査に就き通俗的に其見聞したる四五の事項を述へんとす。

## 軌條の區別

軌條は凡そ之を五類に大別すへし左れば之か註文を發する前孰れの種類又は如何なる品質のものか所要の目的に適し且最も經濟的なるやを考量せざるへからず。

第一 完全なる新製品 とは讀て字の如く完全無缺のものを言ふ即ち買主を代表する検査技師の嚴密なる諸試験に合格すへし斯る軌條は國の内外を問はず總て主要なる幹線鐵道に使用するものなり。

第二 完全なる新製品にして銹を生したるもの 斯る軌條は品質は勿論其他の點に於ても第一類に等し唯餘分に製造したるか或は其他の事情に依り市場に提供せられ屋外に推積し雨露に曝露したれば銹を生したるも永く斯る状態にありたるものに非されは實際使用上何等第一類と異ることなし。

第三 新製品にして聊缺點あるもの 此種類に屬する軌條は製造上聊不完全なる點あるか爲め第一類の如く各種の試験に堪へず然れども用途に依り第一類を使用すること敢て異なることなし殊に價格低廉なるか故に資金の調達に考量を要する場合には多く採擇せらるへし讀者は聊缺點ある軌條とは如何なるものなるやと反問するならん依て經驗ある技師の注意を引用し答ふへし。

著名の鐵道會社又は政府の鐵道を代表する検査技師の施行する各種の試験は頗る嚴格なり依て英尺に於て施行せる二條の主なる試験法を述ふへし今假りに一碼六十封度の軌條を取らん。

(1) 數回のチャージ中より其一を撰み之より製出せる軌條中の一本を取り出し兩支點の間隔を三呎とし其中央より十一噸の重量を五分間垂下し恒久變形を起すときは此軌條と其チャージを同ふせる軌條の全部を排却すへし。

(2) 前記の如く軌條を支持し二十呎の高さより重量一噸の槌を墜下し若し破碎するときは此軌條を代表するチャージより製出せる軌條の全部を排却すへし。

其他種々の試験あり即ち鋼の成分を検する化學的試験、軌條の眞直斷面の等一なることを確め又は軌條の軌頭、軌底或は軌腹に存在する瑕瑾の有無を検し若し上記の項目中其一を認めたるときは不完全なる製品として排却すへし、實際斯る瑕瑾は常に甚だ輕微にして殊に著しきものに非れば之を發見する能はず左れば斯る軌條は少しも顧慮することなく支線或は側線に使用するを得へし。

第四 善良なる古軌條 は元來前記三類の軌條中に屬するものなれども敷設後其用途を遂けたれば古軌條の名稱を冠するに至れり即ち工事竣成したるとき或は其中止となりたるるとき或は輕量軌條を重量軌條に換へたるるとき不用となりたるものなり、斯る軌條は磨損の程度に依り使用に適するや否や検査を待て而して後決するものなり左れば撰定其宜を得は古軌條にして能く新製品の用をなすことあり。

古軌條を使用せんとするときは其眞直なるや否や、緩急曲彎、成層尾端扁平等なきものを撰出すへく長さは三十呎三十三呎とし全體の凡そ一割は短きものを受納するを例とす。

第五 屑金 とは前記各種の軌條の孰れにも適合せざるものにして磨損甚しく又は彎曲し或は扭れ或は破碎し軌條として全く其用をなさざるものなれば更に考慮を費すの要なし然れども幾何の價格を有す。

#### 軌條の眞價と其品質

#### 論説及報告

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

六

普通鐵道線路に使用する軌條はトウマス鋼(獨逸ベセマー鋼)或はシューメンズ鋼より製出すれども近年硅素鋼より製出するものを使用するの傾向あり、從來ポイント及びクロッシング用には滿侖鋼を使用せしも孰れもベセマー或はシューメンズ鋼に比すれば磨損尠くして保存期永きも其價格は一割乃至二割高價なり。

商業界に信用ある製造者は其製品に對し適當の價格を要求すへし若し同種の製品にして其價格を異にするときは商取引上同一の名稱を有するも實際其品質及び製法に差違あり、極めて解り易き例に依り之を説明せんにウオルサム會社及びウオターベリー會社製の時計を取るへし何れも正確なる時間を保ち其大さ及び外觀も殆んど相同し孰れも仕様書に明記せる總ての項目に適合するものにして其製作に使用する材料は其用途に供すへき最善のものなり其細工及び仕上げも實行し得へき最良のものなれども此等二種の時計は全く異なる商品なるは世人の知る所なり、又甲の價格は乙の數倍に當るに拘はらず孰れも廣大なる販路を有するは其着眼點を異にするに依る即ち甲は裝飾的實用品にして乙は玩弄的實用品なり。

前述の事實は同種の製品にして甲製造者の最良品は乙製造者の最良品と相同しからざることを説明す、左れば購買者は其利益を保護する爲め製造者の財政状態能く整ひ商業界に地歩を占むるものを撰み之か名簿を調成し之に入札を許し或は註文を發すへし、故に製造者は工場の位置、其設備、製造上の經驗等を證明せる願書を官衙或は會社に提出し其登記を請求すへし、個人の購買者は斯る名簿を有せざるも可成上記の事項を其購買に適用し利害得失を研究すへし。

軌條も又善良なるものあり粗惡なるものあり最高の好果を得て検査を通過するものあり漸くにして検査の各項に合格するものあり不幸にして不合格となるものあり、左れば製造者を選擇せず仕様書に據らず製造中検査をなさず科學的試験を経ずして安價のものを購入し又車輛に適せざる輕

量軌條を使用するときは其結果知るべきなり然れども善良なる製造者を選び正鵠なる仕様書に據り嚴格なる検査を遂げ充分の重量を有する軌條を採擇するときは好果を得るは信して疑はざる處なり。

國産保護の目的を以て製鋼事業を奨励する國に於てはトラストを組織し利益を壟斷するも生産過剰の爲め其販路に窮し元價以下を以て之を海外に輸出することあり、消費國にして製鋼事業不振の處にありては比較的廉價を以て良品の供給を受くるも現時の如き戦亂に際會するときは其輸入の如きは期待するを得ずして供給は杜絶し價格は暴騰するを以て製鋼事業の發展は刻下の急務なることを痛切に感すへし。

#### 軌條の断面

鐵道線路に縦枕木を使用せし時代より現今に至る迄軌條の進歩發達の歴史は興味あるものにして遂に英國に於て専ら使用する鑄鐵の軌條レール上に安置する双頭軌條及び世界各國に於て廣く使用する自支的なるヅイグノル型平底軌條の二種の型タイプを實現し茲に一段落を告げたり。

双頭軌條は軌鞍に据付け枕木に定着するものなれば軌鞍丈け餘分の費用を要す、元來此双頭軌條を採擇せしは一方の軌頭磨損するときは之を轉倒し他方の軌頭を使用する目的なりしも一方磨損するときは他方も軌鞍の爲め損傷し使用に堪へざることを發見せし以來考案を更めたり、即ち現時使用する軌條の軌頭は其下部の頭部に比すれば大なり之を牛頭軌條ブルヘッドレールと言ふ。

英國の鐵道は車輛の重量に比し比較的少量軌條を使用す、而して枕木の間隔を心心貳呎六吋とするは全く鑄鐵軌鞍の優勝なる支持力に依る、軌條を軌鞍に取り付くるには長き圓錐狀の柏製の楔を使用し緊着す、又軌鞍は木螺旋或はボルトを以て枕木に取り付けたり。

平底軌條に關する故障は軌底か枕木内に切れ込み又スバイキを用ひ之を枕木に取り付くるも重

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

八

大なる輪滾に對し正確に其位置を保つ能はされは之を緊着する爲め床板及び螺旋或はボールトを使用し此缺點を補ひたれば曲線に於ける線路も堅牢となり現に米國にては重量過大なる機關車か高速度を以て英國にある曲線よりは更に急なる曲線上を安全に疾走するを目撃するに至れり。

平底軌條の型狀は種々あり其高さ大なるものあれども普通高さは軌底の幅に等しきものとす、劈頭第一吾人の注目すべきは軌頭に多大の材料を有せしむるの利害にあり即ち軌腹及び軌底の厚さは稍相等しきも軌頭の厚さに大なるときは其磨損特に甚し、即ち軌頭の厚さか他の部分に比し大なれば製造の際等に冷却せずして其内部に變形を起すものなり、斯る軌條は完全に展出するを得ずして軌頭内は多孔質となり上部の堅皮磨損するときは内部は急速に磨滅するものなり、左れば現今は堅重試験に堪へ軌頭の内部に多孔を生せしめざる程度の厚さを有する軌條を得んことを努むるにあり、又重量過大なる機關車にありては軌頭の幅廣きものを使用するを必要とす夫れは過大なる集荷重に起因する軌頭表皮の不等壓挫を防ぐにあり、之に依て軌頭にある鋼材の割合を保留する爲め其幅を増し其厚さを成るべく減少することを努めざるへからず。

## 軌條の設計

英米に於ける軌條の設計は其趣を異にせしも現時全く接近せることを發見せり即ち軌條各部の寸方は殆んど相同し

米國工程師會の制定せし軌條は軌頭頂部の半徑は十二吋、其兩端の半徑は五吋にして又其兩側は垂直なり、之に反し舊來の英國型軌條の軌頭は圓形にして其兩端の半徑は大なり又其兩側は外部に向ひ傾斜せしも現時英國工學標準規定會に於て制定せし軌條は米國工程師會の探定せしものに近似す、唯米軌の軌腹は孤形をなすも英軌は垂直なり米軌は一碼の重量五拾封度より壹百拾封度に至る迄各部鋼量の割合は相同しきも英軌は壹碼の重量貳拾封度より壹百封度に至るまで各部鋼量の割

合に多少の差違あり共通因數も米軌は孰も相同しきも英軌は重量に依り僅少の差違あれども米軌と殆んど相同し於此英の新案は米の施設と相俟て吾人の重要視する所となりたり。

米國にては一碼の重量五十封度以上を重量軌條とし五十封度以下を輕量軌條とす輕量軌條はカーネギー製鋼會社及びイリノイ製鋼會社に於て米國工程師の標準に基き企畫し廣く販賣せり。

直線は實際曲線に比し線路の大部分を占むるか故に前者に最も効果ある軌條の型狀を撰定するを良策とす又軌條を適當に敷設するときは曲線に於ても善良なる効果を收むるものなり。

軌條の斷面を撰定するに當り運輸上種々の要求を充實すへき型狀を設計し同時に軌條製造の細目に就き攻究せざるへからず。

列車の疾走に際し動搖少き線路を得んとせば軌頭の頂部は平滑にして水平なるへく凸凹又は急曲あるへからず之に適合すへき軌條を得んとせば其軌頭及び軌底にある鋼材の分量をして出來得る限り平衡を保たしむへし即ち轆機より展出せる軌條の熱鋼は冷却するに従ひ其内部に起る變形をして可成僅小ならしむるにあり左れば冷却後は軌條は孰れの方面に於ても平滑にして水平なるへく最後に加熱せずして矯め直しをなすに當り著しき矯正を避くるを得へし軌條斷面の鋼量増加するに従ひ此事項の益重要なるを認むへし。

米國標準軌條の鋼量の割合は軌頭四十二パーセント軌腹二十一パーセント軌底三十七パーセントとす其他共通因數は軌頭頂部の半徑十二吋軌底端邊の半徑 $1\frac{1}{16}$ 吋軌腹外側の半徑十二吋軌頭頂部の半徑 $5\frac{1}{16}$ 吋其下端の半徑は $1\frac{1}{16}$ 吋軌腹上下兩端の半徑は $1\frac{1}{4}$ 吋軌頭の下部及び軌底上部の傾斜は十三度なり而して挾接板は軌底の全斜面に接觸す。

英國標準軌條にありては各軌條の鋼量の割合は軌頭四十五乃至四十九パーセント軌腹十六乃至十九パーセント軌底三十五乃至三十七パーセントとす其他共通因數は軌頭頂部の半徑は十二吋軌



## 軌條の用途選擇及び検査に就て

10

底端邊の半徑は $1\frac{1}{16}$ 吋軌腹は直線なり軌頭頂部端邊の半徑は $1\frac{1}{4}$ 乃至 $3\frac{3}{8}$ 吋其下端の半徑は $1\frac{1}{16}$ 吋軌腹上下兩端の半徑は $3\frac{3}{16}$ 乃至 $3\frac{3}{4}$ 吋軌頭下部の傾斜及び軌底上部の傾斜は十四度にして軌頭の端邊より垂線を引き軌底に出合ひたる點より外側に向ひ十分の一の傾斜を附す此斜面上には挾接板は接觸せずして空隙を存す。

英尺共標準軌條は軌頭の幅を増し其厚さを減し又軌底の幅を擴けたるに依り挾接板の突縁の隅の厚さを増すを得たり以上の改良に依り得たる利益を擧ぐれば軌頭の組織は緻密にして堅硬となり車輪の磨損を減し軌條と挾接板との接觸を全ふし軌條尾端の扁平磨損を減し接合點に於ける軌條の一方沈下すること少く床板を使用せざるも枕木の接觸面を増し爲めに枕木の保存期を延へ從て軌條の使用期限を延長し之に依て以て線路の安定を保ち保線費を節約するを得たり。

最近米國鐵道協會の提案に懸る一碼八十封度及び百封度の軌條は同一の重量を有するも運輸の輕重に依り其斷面を異にす即ち輕運輸用八十封度及び重運輸用八十封度軌條之れなり而して此新軌條は在來のものに比すれば破砕及び磨損を減少するのみならず其他の缺點を補ひ得たりと言ふ又八十封度以下の軌條の斷面は新舊とも磨損其他に關し敢て著しき得失なし然れども百封度以上の軌條は結果反て不良なりし爲め從來の經驗と理論とに鑑み此に八十及び百封度の二種を企畫せしものなれども未だ以て在來軌條の運命を解決するに足らず。

此新軌條の高さは軌底の幅より $1\frac{1}{2}$ 吋高し又軌頭の兩側は外側に向ひ緩傾斜をなし其幅は軌底の幅の約二分の一なり。

輕運輸用八十封度及び百封度軌條の鋼量の割合は軌頭約三十八パーセント軌腹約二十二パーセント軌底約四十パーセントとす其共通因數は軌頭頂部の半徑十四吋其頂端の半徑 $3\frac{3}{8}$ 吋其下端の半徑 $1\frac{1}{16}$ 吋軌腹外側の半徑十四吋其上下兩端の半徑 $3\frac{3}{8}$ 吋軌底端邊の半徑 $1\frac{1}{16}$ 吋軌頭の下部及び

軌底上面の傾斜は四分の一なり。

轉して重運輸用八十封度及び百封度の軌條に就き述ふへし、此等軌條の鋼量の割合は軌頭及び軌底各約四十パーセント、四軌腹十九パーセント、其他共通因數は軌頭頂部の半徑十二吋、其頂端の半徑 $3\frac{8}{8}$ 吋、其下端の半徑 $1\frac{16}{16}$ 吋、軌腹外側の半徑十二吋、其上下兩端の半徑 $3\frac{8}{8}$ 吋、軌底端邊の半徑 $1\frac{16}{16}$ 吋、軌頭の下部及び軌底上面の傾斜は十三度なり。

輕運輸用軌條は米國西部即ち太平洋沿岸諸州に於て使用すべく、重運輸用軌條は東部諸州即ちイリノイ州、ペンシルバニア州、デラウェア州等の如き石炭及び鐵鑛等の輸送盛なる所に使用すへき目的にて案出せしものにして、在來の軌條に比し優秀なりと言ふ、而して其寸方其型狀殊に其軌頭の如きは漸く忘却せられんとする舊式軌條の型狀を復興したる感なき能はず。

軋機より展出する熱鋼を形成する粒狀の細粗は冷却に際し之に作用したる働の量に依り左右せらる、而して軌條磨損の状態は大に軌頭を形成する鋼の粒狀の密度に依る、即ち軌條の他の部分に於て認められたる如く、軌頭は軋機の壓力の作用に大なる關係を有するものなり。

製鋼事業も幾多の改良を経て近年著しく進歩し、既往にありては最困難にして到底出來得へからずとせしものも、現今は容易に製出するを得へし、左れども軌條の製造は頗る注意を要す、就中完全なる軌條を得るは難事なり、何とせれば軌底の兩端に於ける鋼量は断面の孰れの部分よりも少量にして、且薄きか故に急速に冷却するを以て軌底の幅廣くして薄きものは設計通りの幅員を保たしめ又、珉瑾の發生を防ぐことは困難なり、珉瑾は發見せられたる場合には不良品の宣告を受くへし之を隠匿し得るも軌條の安全に對し常に憂慮に堪へずして、噬臍の悔なしとせず、前記の事項は平底軌條の設計に關し深甚なる注意を要する所以なり。

サンドバーグ氏は軌頭の冷却をして軌底の冷却に伴はしむる爲め水烟を軌頭に注ぐ装置を發明

軌條の用途選擇及び検査に就て

一一一

し之に依て以て軌頭内部の組織を緻密にし其磨損を減少するを得たるは威大なる發達と言ふへし。

### 軌條の成分

鋼か錬鐵に代り軌條の材料となりし以來其破壊を防ぐ爲め軌條の尾端に切り缺きを附せずして乙形挾接板に切り缺きを附し軌條の爬動を防ぐこととせり又ポールの孔は壓穿せずして鑽孔すへきものとす。

往時は磨損に堪へ得る最堅硬なる軌條を製造せしも墜重試験に依り其脆性を試せしかは遂に軟鋼を採擇するに至れり而して購買者は價格の低廉なるを期待したれば製造者も展出の不充分なる物資を供給せしに軌頭の磨損甚しく遂に化學的成分に適合し能く墜重試験に合格すへき堅硬なる軌條を採擇するに至れり。

ダッドレー氏は軌條の品質に關する各成分に就き左の如く述べたり滿庵は鐵のヲキサイドと結合し脆性に陥らしめざるも若し一パーセント以上存在するときは鋼の質を堅硬ならしむるも其結晶を粗大ならしめ反て脆弱に陥る傾向ありて容易に磨損し又は隧道内に於ては急速に酸化するものとす。

硅素は堅固なる鑄塊を製出すべく其柱狀型體にありては氣泡を生せず結晶も細にして緻密なり硫黄は鋼質を脆弱ならしめ層狀の軌頭を形成するのみならず其氣泡は鍛接を妨止するものなり。

磷は結晶の大きさを増し脆性を増進す左れば炭素を多量に含有する軌條にありては磷の量を低減せざるへからず鐵鑛は一般に比較的多量の磷を含むか故に之を却去する爲め多額の費用を要し隨て軌條の價格を上騰せしむ。

軌頭の表皮は車輪の摩擦に遇ふ毎に冷軋的作用を受け堅硬となるも表面より三十二分の一時以下は堅硬ならされは磨損するのみならず割れ目を生し軌條の中心に向ひ進入す例令は缺けたる車

輪は軌條に鈍撃を與へ爲めに表皮に割れ目を生せしめ次第に軌心に向ひ進入し遂に軌條を破壊するに至るへし。

軌頭の端邊に於ける扁平磨損を防ぐは炭素の量を増加し軌條の硬度を著く増進するにあり然れども最堅硬なる軌條は永く使用するときは脆弱となり破壊することあり殊に塞國に於て最甚しとす左れば僅小の硬度を増す爲め斯る危険を冒すは策の得たるものに非されは挾接板を改良し善良なるバラストを使用し保線の操業に注意を拂ふ方萬全の策と言ふべし。

機關車の動輪の重量増大するに従ひ軌頭の幅廣き堅硬なる軌條は最も必要なり夫れは冷軋的作用を防ぐにあり之を要するに軌頭の組織は炭素の適當なる量を含有する強韌緻密なる鋼を採擇するを宜しとす。

#### 軌條の磨損

鋼製軌條の堪久期限は鐵製に比し三倍なりと言ふ説は實驗せし事實に非ず軌條の磨損と腐蝕以外鋼の硬度と之れか製造中に受けたる働の量は此期限を定むるものなり左れば堪久期限を適確に指示することは到底出來得へからざるものゝ如し又軌條を取り換へるに當り使用上許容すべき軌頭磨損の最大限度は四分の三吋位とす。

軌條には縱横二様の破面を生ずることあり縱破面は常に軌頭の頂部に生ずる裂れ目にして恐くは鋼の珉瑣に起因するものならん。

横破面は極めて稀に發生するものにして軌頭の磨損か殆んど許容すべき限度即ち取換を要する時に達したる時起るものとす。

軌條の内部に於ける強度の不連續なるか爲め荷重の撃衝、急勾配線に於ける車輪の滑動及び疾走或は撒砂して動輪を回轉する如き動作は軌條の機械的分壞を招くものなり。

軌條の用途選擇及び検査に就て

一四

フートナー氏は軌條の磨損に關し完全なる調査をなすには左の事項につき考究を要する旨を述べたり。

- (1) 鋼材の化學的成分
  - (2) 鋼材の理學的性質
  - (3) 軌條斷面の形狀
  - (4) 軌條斷面の寸方
  - (5) 軌條の製造上に遭遇する困難
  - (6) 枕木上に軌條を支持し之を緊約する方法
  - (7) 使用バラストの種類
  - (8) 曲線及び勾配線
  - (9) 氣候及び湿度の比較
  - (10) 列車の速度及び運輸量
  - (11) 車輛の軸距キイレンベス及び車輪の型狀輪規及び車輪の受くる重量
- 線路上にある軌條の重量及び其形狀の變化を精細に視察するときには磨損の原因を窺知するを得へし何となれば同一の製造者が同時に製造せし軌條と雖も敷設の場所により急速に磨損することあり一の特別なる場合と雖も數多の異なる原因存在するか故に磨損に關する完全なる一致點を見出すことは絶對に不可能なり然れども數多の實例より得たる結果は次に述ふる如き歸納に達着すへし。

軌條の磨損の多寡は必しも運輸量の大小に依らず農業地方、製造業地、化學工業地等に敷設したる軌條は各其堪久期限を異にするも強ち運輸の繁閑に依るものにあらず。

前記の地方に敷設せる軌條を比較するときは左の事實を發見すへし。  
第一軌條の減耗は線路に依り著しき差あるも線路上を通過する運輸量に比例せず又軌條の堪久期限にも比例せず。

化學工業地に敷設する軌條の減耗は農業地方に敷設するものに三倍せる例あり前者は後者に比すれば重量に於て一割六分を減し堪久期限に於て四割を減したる實例ありと言ふ。

第二前記の三地方に於ける軌頭の減耗は軌體の減耗と不易の比例をなすものなり。

軌頭的全減耗は其上を通過する列車の爲めに起る磨削と腐蝕との連合作用に依る然るに軌體の減耗は單に腐蝕のみに起因す。

今比較の爲め農業地と化學工業地に於ける軌條を取るへし前者に於ける軌頭の減耗は僅小にして全く磨削に依るも後者に於ける軌頭の餘分に減耗する所以は大氣中に存在する不純物の作用に依る之を腐蝕と言ふ故に軌頭に比すれば腐蝕に起因する軌體の減耗は僅小なり又車輪に接觸する軌頭の面積は軌體に比するときは大約一と六の割合なれば軌頭の腐蝕する割合は軌體に比し四五倍速なるもの如し。

軌體に生ずる鋼鱗には塵芥附着し爲めに自然の防禦をなすも震動の爲め脱離しては又附着するも軌條の酸化作用を遅緩ならしむ之に反し通過列車の車輪は軌頭の頂部を清掃し酸化を生せしむるに最良の状態を保たしむ。

多少疑問なきにしもあらざれども前記の事項は左記の事實を證すへし。

鐵或は鋼の二個の面相接觸し其摩擦により生したる光澤ある面を濕氣に曝露するときは酸化を起すへし而して鐵或は鋼の減耗の割合は面の光澤と大氣の純清の度に依るものとす。

農業地方に於ても軌頭と軌體との腐蝕の割合は相同しからすと雖も工業地に於けるものに比す

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

一六

れは著しく僅小なり左れば磨削に起因する減耗は甚た僅小なることを説明して餘りあり又制輪塊を使用せざる線路に敷設したる完全なる鋼製軌條の磨削は大氣の不純に依り起る腐蝕に起因する減耗に比すれば極めて僅小なり。

軌條磨損の源因は列車の通過に依る機械的作用以外には通風と排水の不充分なる隧道内に發生する瓦斯及び海岸線に於ける鹽氣は化學的作用を起し軌條を腐蝕するものなり。

隧道内に發生する酸の蒸氣と機關車の燃成物との混合により生じたる腐蝕水が軌底を侵すときは其全面に小孔を生せしむることあり。

海岸線に於ける海氣の作用は線路が鹽氣を含有する大氣に曝露するのみならず屢波浪水烟に浴するを以て軌條は其堪用期限を完ふせずして安全極限に到達するものあり。

軌條の恒久伸張と撓度 軌條は磨削と腐蝕以外に他に破壞的働原あり。

各軌條間に存する餘裕が全く消失することあり即ち一方或は双方の軌條が縦に伸張し互に相壓迫して軌頭を張出する爲め軌條の高さを減し軌隔を縮小することあり又軌條は各支點間に於て彎曲を生し其波狀に依り枕木の數を知る事あり以上は明かに鋼質の不良に起因するものと知るべし。

軌條の磨損及び腐蝕の防禦法 既に述べたる如く往時は軟鋼軌條を使用せしも現時は堅硬なるものを採擇せり左れば古き仕様書には軌條の應張力は一平方吋につき三十五噸にして最小伸張は十八乃至二十パーセントなり然るに現今の仕様書には應張力は一平方吋につき四十乃至四十八噸とし最小伸張は十五パーセントとせり。

現今使用する軌條は既往のものに比すれば重量著く多く支面も大なり而して軌頭の幅員も廣くして磨削を受くる面積も廣し左れば新軌條を採擇せし以來伸張及び過度の彎曲を來すことなく磨削の程度も非常に减小せり。

化學的作用に起因する腐蝕を抵減する爲め研究を遂げしも未だ充分なる結果を見る能はず。  
腐蝕の防禦法として軌條にコールターを塗抹し又は洋漆を塗りたることありて其後之を調査せしに軌條の各部分に於て異なりたる結果を示せり即ち軌條のバラスト内に埋りたる部分又は接合點に於ける摩擦を受けたる部分は塗料脱落し銹を生じたるも腐蝕の形跡極めて僅小なりし。

倫敦附近の隧道にては濕氣多く實際湧水あるを以て普通の軌條を敷設するときは腐蝕甚しく三四ヶ月毎に之を取り換へ其煩勞に堪へざりしも硅素鋼軌條を採擇せし以來十ヶ月を経過し之を檢せしに其結果良好にして更に十ヶ月以上使用に堪へることを認めたりと言ふ左れば斯る所に塗料を施したる軌條を使用する如きは徒勞に屬するを以て腐蝕に堪へ得る適當なる軌條を使用するに若かず。

前記の事項は軌條製造者保線技師塗料又は催滑を使用せざる金屬使用者其他鋼製外輪の使用者は腐蝕に起因する減耗の莫大なるを知るを得て利益する所あるへし。

#### 滿俺鋼製軌條

滿俺鋼は鐵と滿俺との合金にして大に磨損に抵抗する性質を有す少量の滿俺が鋼中に存在するも鋼の性狀に何等の感應なし其量二・五パーセント以上に上るときは強度と延性を減殺するも硬度を増加すへし此狀態に於ける滿俺量の最大限度は凡そ六パーセント位とす之に反し滿俺の量更に多きときは強度と延性を増し優良なる鑄物の製作に適す即ち氣泡を生ずることなく又適宜の熱度に於て鍛接することを得へし。

電氣鐵道技師の經驗に依れば滿俺鋼は有ゆる鑄物に適する最良の物資たる事を確認せりと殊に連續せる猛烈なる砥磨的作用を受ける所即ち曲線に於ける車輪の楔壓的作用を受くる軌條の如き或は急勾配線に於て制輪塊を連續的に使用する所に敷設する軌條には滿俺鋼は必要缺くへからざる



軌條の用途選擇及び検査に就て

一八

ものとす左れば電気鐵道用ポイント及びクロッシングの製作には廣く採擇せられたり。

### 硅素鋼製軌條

一千九百五年(明治卅八年)硅素鋼製軌條を現出せし際は鐵道技師を危惧せしめたり夫は普通の製法に據る鋼は分析の結果硅素を多量に含有するものは脆弱にして使用に堪へされはなり當時技師か此掛念を抱きしは當然の事にして敢て怪むに足らず何となれば鐵か鋼に轉換する時鋼中に存在する硅素と先づ鋼中に存在する硅素を分離し轉換後更に硅素の或る量を加へたる後鋼中に存在する硅素とは各異なる性質を有し從て鋼の資質にも大なる相違あるとを充分知得せざりしに依る。

硅素は二つの異なる形體に於て鋼中に存在す第一はシリケート即ち礫滓にして明に有害なり第二はシリサイドにして合金を造り鋼に必要にして價値ある性質を分與するものとす又鋼の製造中硅素の大部分は酸化してシリケートとなるも其一小部分は鋼中に殘存す。

普通の分析は前記二種の異なる硅素を識別するを得ず左れば硅素を多量に含有する鋼は普通シリケートを多量に保有するを以て危険性を有するものなり然れども硅素を加へたる場合には全く異なる現象を呈するものなるは既に述べたるか如し此場合には硅素は鐵のシリサイドとして鋼と化合し合金を造るのみならず溶鋼をして永く其流狀體を保たしめ爲めに鋼中に殘留するシリケートをして溶液の上面に上昇せしむ。

硅素を加ふるに依り生ずる他の必要なる事項は鋼中よりマキサイドを除去し鋼の腐蝕を防ぐにあり鋼が急速に所々に腐蝕するは鋼中にある不齊の合金は各異なる電性を有するか故に水氣の傳導に依り電解物に遭遇するときは合金の間に流電の作用を起し一方の合金を急速に腐蝕せしむ此點に就ては鋼の成分中マキサイドは最恐るべき結果を齎すものなり。

滿俺サルファイドは陰電性なれば流電の作用に依り溶解するも唯鋼中に穴を殘留するのみ之に

反し鐵のヲキサイドは陽電性なれば鋼か之と接觸を保つ間は有害なる感應を繼續すへし。

鋼に硅素を加ふるに依り生ずる結果は左の如し。

第一 之に依て全くヲキサイドを分離し容易に鋼の腐蝕を生せしめざること。

第二 ヲキサイドを分離するとき發生する熱は鋼をして永く其流狀體を保たしめ爲に鋼中に混したる礦滓をして溶液の上面に上昇せしむ。

第三 硅素が酸素と結合するときは非常の熱を發生し爲めに溶鋼の熱度を永く保存するを以て礦滓の分離に充分なる時を與ふること。

第四 鋼の合金中の酸素を分離するに必要なる硅素より更に多量の硅素を配合し製出したる鋼は普通の製法に依り製出したるものよりは其強度大にして全く脆性の恐なきを保すへし。

硅素鋼製軌條の腐蝕に就きては前章に於て述べたるか如く被害比較的僅少なり而して其磨損も比較的輕微なり夫は其質緻密なる細粒より成るを以て韌強にして堅硬なれば車輪の磨損を招致すへき筈なるに敷設後軌頭の頂部は非常に平滑となりて車輪の抵抗力を以て減殺し爲めに之を損傷すること尠しと言ふ。

硅素鋼より製出する軌條は韌性強大なれば硬度を増す爲め炭素或は他の硬度を増す原素を増すも更に脆性を増すの恐なし左れば普通の軌條に比すれば著く堅硬にして何等の懸念なく指定の堅重試験及び彎曲試験に堪へ又其實質は緻密にして堅硬なれば之を展出するに當りロールは著く磨損し猶軌條かロールを通過する際輾出汽機パルシオンは擴大なる氣壓を要することに想倒せは思半に過くるものあらん。

此不思議なる作用ある硅素の利用を發明せし士は數十年來非常なる興味を以て軌條の研究を遂げたる有名なるサンドバーグ氏なり之を從來の成績に徴するに此發明は工業界に功獻する所尠か

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

二〇

らす。

## 挾接板の強度

既往に於ける軌條の接合は支接を採用せしかは接合點の一方にある軌條沈下し又は軌頭の尾端扁平となるときは挾接板を破壊せしこと尠からず。

挾接板はボールトの孔又は脚部に於て破壊せずして頂部の中央に於て破壊す夫は接合點の兩側にある枕木の一方沈下するときは挾接板の上部は壓力に換ふるに張力を受けて破壊す故に之が改良を謀る爲め吊接を採擇せり即ち線路の危弱なる部分を強固にする爲め支點の下にある支承を除したるのみにては遺憾ながら良法と言ふべからず出來得へくは接合の剛性をして軌條と同一の強度を有する強剛なる挾接板を案出せんことを期待せり。

接合に板形挾接板を使用するときは其強度は軌條の強度の約三十パーセントなることを發見せり依て種々なる挾接板の型を案出し試験を遂けたるに乙形挾接板の優良なるを檢定せり。

此装置は軌頭の下部及び軌底上面の一部或は全部と能く接觸するを以てボールトの締着を堅固にし又其強度は軌條の強度の約六十パーセントなることを確めたり。

此強度の増加は明に有益なる改良なるは論を俟たず殊に軌底の幅を増したれば更に接合の強度を増進したるものとす又鋼製挾接板の孔は冷却したる後壓穿するか故に之に依て失ひたる強度を回復する爲め更に焼戻をなすものとす。

全線同一の強度と剛性を有する線路を得るは容易の業に非ず夫は酷暑嚴寒に際し軌條の伸縮に起因する變動あるに依る接合點に於ける兩軌條は寒暑の變動に依り三十呎につき二分の一時伸縮するを以て挾接板をして軌條と同一の強度を保たしむることは頗る困難なりよし之を保つとするも軌頭の端邊に於ける扁平は避るを得ず即ち端邊にある鋼の分子は壓迫を受るときは支持力なき

爲め流出する傾向あり之を防ぐ唯一の法は不充分なから軌條の斷面の周圍を能く鑢にて仕上げをなすにあり。

鐵道の發達に伴ひ列車の速度と車輛の重量は著く増加し軌條の接合に普通の乙形挾接板を使用するのみにては不充分なるを認めたり。

貳個の軌條を接合する善良なる装置は實際軌條と同一の強度及び彈復動を有せざるへからず標準乙形挾接板の強度は軌條の強度の約六十パーセントなれば若し之に換ふるに軌條と等しき強度を有する挾接板を以てするときは輕量軌條を使用するも善良なる線路を得べく爲めに著しく軌道費を激減するを得へし。

保線費中約其半分は材料費にして残り半分は勞銀なり此勞銀中其二分の一は軌條の接合點に於ける補修操業に要するものとす。

軌條の完全なる接合装置は其保容する二條の軌條の端邊をして軌條か有する橫應力に抗する剛性を有せしむるにあり普通の挾接板に此強力を附與する能はざるは軌頭と軌底との間隔に制限あるに依る而して挾接板の改良者の多くは之に餘分の支承を與へ其強度を増さんとせり。

當時サンドバーグ氏は氏の百封度軌條に使用するゴライアス形挾接板を案出せり夫は普通の挾接板に比すれば廣き突縁即ち脚部を有す而して吊接用のものはスパイキを直接に枕木に打込む爲め脚部に孔を有し支接用のものは軌條の爬動を防ぐ爲め其脚部にある孔は軌條にある切り缺きと連絡せしむ此装置は英國及び加奈陀に於て成果を挙げたり又此施設は僅小の費用を以て善良なる線路を得るには最適當なる接合と謂はざるへからず而して此挾接板は吊支接合とも殆んど同じ重量を有す。

サ氏の百封度即ちゴライアス軌條は軌底の幅廣き爲め接合を支持するに大なる利益あり又此接

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

二二

合の強度は能く軌條の支持する荷重に堪へるも善良なるバラストを散敷するに非されは其効果を收むる能はず。

更に實際的の便益を主とするボンザノ氏の嶄新なる意匠に就き述ふへしボンザノ式接合は乙形挾接板の強度を増す爲め案出したる最簡易にして最有効なる施設なり其製作は單純にして經濟的なり而して最小の材料を使用し最大の強度を有する装置なり。

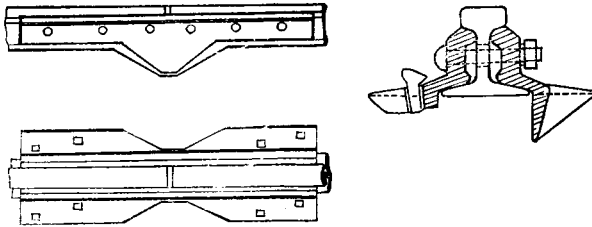
此挾接板一對の總斷面積は之を使用する軌條の斷面積よりは二十五パーセント大なり其製造法は最初は實際乙形挾接板と同形狀を有するを以て同じ方法に依り展出す唯其突縁即ち脚部は普通挾接板の脚部に比すれば三吋廣し此展出を終れば之を適當なる長さに切斷し之に孔を壓穿し然る後第二の加工をなす即ち更に之を加熱し壓型に依り壓搾し圖に示す如き形狀となす此新式挾接板は其脚部の幅廣きか故に枕木上の接觸面を増し又接合點の下部に於て深くして強き結構を構成す又此結構の一部分なる隅板は補強突縁と水平突縁脚部と連絡を保ち其有益なる特記すべき價値あり何となれば接合點上荷重を搭載するも隅板あるか爲めに補強突縁は内外に震動することなし。

此挾接板の構造は一重にして重り合ひたる所なく簡單にして堪久、經濟にして剛硬なり又ボールトを使用せされは接合點の下部は手を以て作業するを得べく其簡易なる線路工夫の感歎して措かざる處なり左ればペンシルパニア鐵道及び加奈陀太平洋鐵道の兩幹線に使用せられ軌條の接合装置として總ての要求を充たし有らゆる稱贊を博したり。

列車は此新装置を採擇せし線路上を極めて平滑に疾走し殆んど接合の存在を感知せずと言ふ又其剛性は軌條のそれに比し一〇八パーセント多きを算定せり語を換へて言へば此挾接板を使用する接合は軌條其物よりは強固にして實際連續軌條の觀あるを以て其強度は百パーセント以上とす。重量七十封度の軌條にボ式挾接板を使用するときは重量八十五封度の軌條に標準乙形挾接板を

使用する線路と相匹敵すべく豫想以上の効果を收むれば前途益有望なる推測するに難からず。此挾接板は米國工程師會正員アドルフアスボンザノ氏の創作せしものにしてボンザノ式挾接板と言ふ。

ボ ン ザ ノ 式 ノ 挾 接 板



ボンザノ式と標準乙形挾接板の比較

- (1) 連續せる軌條は最良の線路を構成すへきも實際不可能なり之に續て最良線路は軌條の強度に等しき接合を有するものなり。
- (2) 軌條の接合點は十吋乃至十六吋の小徑間を有する橋梁なり此小橋梁は軌條と同一の荷重を通過せしむるを以て兩者の強度は相等しきを要す。
- (3) 軌條を連續的不撓の縦枕木上に支持するときは垂直偏倚ユッコウキョウを起すことなくして強剛なる挾接板を要せず然るに横枕木上に軌條を支持するを以て垂直偏倚を起すへし此偏倚は均等なるか故に接合點の強度は軌條の強度と相等しきを要す然るにボ式挾接板は標準乙形挾接板の約二倍の強度を有し軌條の強度と相等しきを以て強度均等なる線路を構成すへし。
- (4) ボ式挾接板を採擇するときは毎年著しく保線費中の勞銀を節約するを得へし。
- (5) 接合の不完全より生ずる牽引力の損失は線路一哩に付約二馬力なりと言ふ左れば完全なる接合装置を得るときは同一の動力を以て更に多くの車輛を牽引するを得へし。

(6) 之に加ふるに不完全なる接合装置に伴ふ不利益は挾接板及びボールトの磨損軌條尾端の扁平及び車輪の磨損の多大なるにあり。

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

二四

(7) 前記の事項はボ式挾接板の優越なるを證す重量軌條は輕量軌條より高價なるか如くボ式挾接板は乙形挾接板より高價なり而して後者は其大きに於て前者の約二分の一なるへき筈にして前陳の如き種々の缺點の泉源とすボ式は乙形挾接板よりは僅か高價なれども之を採擇するときは經濟と節約とにより得る所多大なれば價格の如き敢て論するに足らず。

(8) ボ式挾接板を採擇するときは保線の勞銀を節約するのみにても軌條及び挾接板の新規購入費を仕拂ひ尙餘りあるへし然るに乙形挾接板を使用するときは何等得る所なし。

右は軌條の堪久期限を十五年或は二十年と假定し算出せしものなり。

(9) 四本のボルトを使用するボ式挾接板は六本のボルトを使用する乙形挾接板より安價なり即ち重量八十五封度の軌條にボ式挾接板を採擇する線路は重量一百封度の軌條と乙形挾接板を使用する線路と其効用相同し。

ボ式挾接板は以上述る如き利便あるを以てペンシルバニア鐵道及び加奈陀太平洋鐵道會社が卒先して採用し現時は廣く米國に於て使用する處となれり。

デュケーン式挾接板は單純なる乙形挾接板に補強突縁を添附せしものにして此突縁は軌條の下部に突出し挾接板に最大効率を有せしむるだけの高さを有す其製作は乙形挾接板と同様の方法に依り展出したる後之を適當なる長さに切斷し之に孔を壓穿し然る後突縁の前後を剪斷し中間の補強突縁のみを存せしむ。

此突縁の曲線狀は縱横の震動及び撓度に抗する完全なる補強裝置なれば接合點に於ける撓度は連續せる軌條に於ける撓度に相等しくして完全なる接合裝置に對する最良の試験と言ふへし而して枕木の配置の如き毫も接合の強度に關係を及ぼすことなし左れば軌條は此新施設に依り等一の撓度を有すべく枕木は軌道の下構と見做すを得べく之をして軌道の接合施設たらしめず。

デューケーソン式接合装置は垂直の剛性を有すれば保線費を節約するのみならず軌條の尾端に於ける激震を防ぎ接合點に於ける軌條の斷絶を感知せしめざる作用あるを以て軌條の尾端は扁平とならず又此點に於ける動力の損失も莫大ならずして總ての煩悶と經費の泉源を除去したるの憾ありと言ふへし。

若し接合點に於ける撓度か軌條の中間に於ける撓度より大なるときは接合點の前後十五呎位は不良にして危弱なるを免れず之に對し枕木の下部にあるバラストを撓固むる如きは多費を要し反て無益の修補に過ぎず是即ち全治策に非ずして彌縫策と言ふへし。

現時の動力設備は莫大なる重量を有し猶其重量を増加するの傾向あり左れば軌條の接合装置の薄弱なるは危険にして多費を要し時代後れの施設と言ふへし。

現時使用する軌條は損傷甚く取換を要すること頻繁なり而して此損傷は接合装置の不完全に起因す左れば普通の乙形挾接板に更ふるにデューケーソン式挾接板を以てするときは軌條は少くとも四五年間に互る餘分の磨損を招くことなし。

專賣の接合装置は多くは軌條に特種の加工を要す即ち特種の鑽穿孔特種の方孔特種ボルト等にして保線従業者は既定の標準と相反する種々の材料を要するを以て其煩勞に堪へず。

デューケーソン式接合装置は有らゆる標準の鑽穿孔及び方孔等に適合すべく如何なる軌條にも適用するを得べく既設の標準と相反することなし左れば乙形挾接板をして此装置に更ふるは敢て難事にあらず。

デューケーソンは人名にあらずピッツパグ市カーネギー製鋼所の衝風爐所在地の名なり。

吊接は殆んど四十年前より採擇せられたり此間改良の著しきものは固體軌條と殆んど同一の剛性を有する接合装置の現出にあり其後挾接板の設計よりも支點の方に重きを置き接合點の兩側に



軌條の用途選擇及び検査に就て

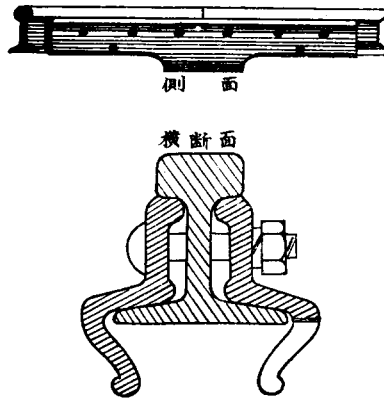
ある枕木の間隔を接近せしめ僅に枕木下の打ち固め(バックキング)をなすに必要な間隔を存するごとせり。

四十年前既に廢業せられたる支接チャップボットクラフツジョイントか形勢一變し今日反て再興の氣運に遭遇せしは奇と言ふへし夫は軌條も挾接板も既往のものよりは廣き支面を有し之が爲め堅固なる接合を構成し危險の度を減したるに依る左れば英國に於ても支接を採用せし鐵道尠なからず。

粗き石のバラストは接合を支持するに最良の施設なるも多費を要す而して地方によりては殆んど之を得る能はず故に吊接ハスクリング支接を問はず挾接板は設計は何れの所に於ても容易に得らるへきバラストを使用し善良なる線路を得へき裝置たるを必要とす左れば果して吊支軌條を可とするや未だ輕卒に斷定し難かるへし。

接合を堅固にするは軌條の重量を増すにあり然れども重量を増すのみにては何等の效なし、挾接板の材料に適當なる増加をなすの必要あれども問々閑過せらるゝを以て重量軌條の眞價を發揮する能はざるを遺憾とす。

板接挾式ンークユア



軌條の検査

平底軌條は英國以外の諸國に於て廣く採擇せられ其仕様書も殆んど相同しきも墜重試験のみ大に相違するものあり、又軌條を検査するに當り一定不易の規定を設くる能はず唯時と場合とに依り常識と判斷を以て煩累を除去するの要あるのみ。

多大の註文をなす場合には検査技師は軌條展出前に工場に駐割し最初より軌條の断面及び重量

を精査し満足するを要す此事たる多くは開却せられ断面及び重量は製造を終りたる後検査をなすこと多し。

或仕様書には軌條の製造法を精細に指定するも製造者は之を歓迎せず此場合には検査技師は提示の製造法が實施せらるるものとし之を敢行せんとする如きは誤謬の甚しきものなり何となれば製造工業は多少の秘密と特徴あり之に依て善良なる製品を得へければ購買者は唯製品の純良なるものを得れば足れりとすへし。

鋼材の試験 軌條展出後第一に注意すべきは試験片の撰定なり試験片は毎作業日に同数を撰出すへし特に指定するに非されは軌條の切端或は出來損品の善良なる部分より試験片を切り取り完全なる製品を損傷すへからず軌條の前後の切れ端は完全なる製品に比すれば不完全なるものゝ如し故に前者にして試験に合格するときは後者は無論善良なるものたるを疑ふの餘地なし。

試験用の軌條を偶然に撰出するときは同一のチャージ中より貳本以上を提供することあり其不都合を避くる爲め現時は各軌條の尾端より十二吋乃至十六吋の處に於ける軌腹にチャージの番號を鑄出し之に依て技師は各チャージ中より整然として試験片を撰出するを得へく若し一チャージを代表する試験片にして不合格なるときは更に同一のチャージ中より數片を撰出するの便宜ありて再試験をなす事を得へし。

軌條に施すべき機械的の試験を三種とす即ち墜重試験、彎曲試験及び應張力試験とす然れども一般に墜重及び應張力試験のみを指定するものゝ如し。

墜重試験は軌條の輕重に依り三呎及び三呎六吋の間隔を有する支點上に軌條を据へ付け其中央に指定の高さより或る重量を落下せしめ偏倚を測るものとす試験片の長さは軌條の輕重に依り四呎六吋及び五呎とす。

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

二一八

應張力試験は直徑 $\frac{3}{8}$ 或は一吋の試験片を使用し其伸張は標點間の長八吋にて測定するか故に試験片の全長は約十四吋とす若し標點間の長を十吋とするときは試験片の長は約二吋を増すへし試験片は軌頭より冷截したる後之を平削し或は旋削し規定の形状となすものとす其頭部は使用試験機の種類に依り形状を異にするれば工場備付の試験機を使用する場合には供給者に試験片の製作を依托するを宜しとす。

應張力及び墜重試験用片材は同一の軌條より截擇すへし左れば用材の長さは五呎六吋又は六呎とし其兩端に剝印をなすへし即ち其一端は墜重試験に供すべく他の一端は應張力試験に供すへし後者の剝印は試験片の製作を終るも存置すべく兩者とも直に識別するを得せしむへし又後者の剝印ある部分は細き片にて試験片に接續するも試験をなす前に之を除去するものとす。

彎曲試験は死重或は壓力に依り施行するを以て墜重試験の時に於けるか如く二支點上に軌條を据付け長さ $\frac{1}{2}$ 挺の放端に重量を懸垂し之に依て軌條の中央に壓力を加ふ而して最後に於ける重量増減の調整は水壓機又は遊動重量に依るものとす試験用材の長は四呎六吋又は五呎とす此試験をなすときは挺の重量を計算し之を懸垂重量に加ふへし又挺の重量は試験機を有する工場にては計算をなし製表し直に使用し得る便に供するを以て信頼して使用するを得へし此表の精確なるや否やを試すことは不可能なれども挺の寸方及び其性質を知るときは概算をなし之を確むるを得へし。普通の仕様書に依れば軌條の輕重に依り三呎又は三呎六吋の間隔を有する支點上に軌條を据付け其中央に或時間或荷重を支持せしめ恒久變形を生ずることなく又は多大なる荷重を支持せしむるときは恒久變形を生ずるも或る程度を超ゆるを許さす。

仕様書には軌條に施行すへき試験法を明記するも時としては検査技師に検査の全權を一任することあり又時としては試験を要求せざるも之を施行するを宜しとす此場合には検査技師は仕様書

を交附せられたる時の如く製造者に對し自己の要求を的確に提示するを得ざるも尙供給品を受納する前に其善良なる點に付自己を満足せしむるに足る觀念なかるべからず。

試験の數 試験の度數は全く検査技師の判斷に任ずるもの、如し即ち或る仕様書には軌條の或數量に對し其百分の二に超へざる數を撰出し技師の面前に於て試験をなすべしとあるも實際試験の結果善良なるときは前記の如き多數の試験をなすの要なし普通其數はパーセント(百分)〇・五位に止むるものなり間々墜重試験よりは應張力試験を多く要求することあり又彎曲試験を指定するも其一回を以て二回の墜重試験に換へることあり。

墜重試験 仕様書により多大の相違あり各製鋼所には墜重試験を遂行する爲め機械を設備す此機械は鐵製或は木製の櫓よりなり其頂上に滑車を備へ之に鐵鍊を架し其一端に鈎を取り付け之より猿槌を垂下し巻揚機にて所要の高さに猿槌を巻揚く又此鈎には引金を取り付け之に細き綱を附し之を引くときは猿槌を放下するを得べし。

二個の堅固なる鐵製塊あり其間隔は自由に調整するを得此塊を支點とし其上に軌條を据へ付け試験を行ふものなり而して此装置の基礎は充分堅牢ならざるべからず。

軌條の偏倚を測定するには長方形の鐵或は木製の定規を用ゆ其長さは軌條の支點の間隔と同じ而して其中央に目盛をなしたる眞直の桿を通過せしめ其上け下けを自由ならしむ然れども如何なる位置に定規を置くも桿は脱落せざる様李螺旋に依り締結するものとす。

猿槌は軌條の中央に落下するを要す而して其度毎に軌條上に此定規を置くときは其兩端は必ず軌條の支點上にあるを要す此位置に於て目盛桿を押し出し猿槌の落下に依り生じたる軌條上の最低點の處に接觸せしめ桿の進出に依り偏倚を測定するものとす。

普通の軌條にありては墜落試験は最も重要なり左れば多くの鐵道技師は此試験のみを指定する

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

三〇

ことあり。

應張力ひきりぢりの試験トリアを要求するも明確に之を指定せざるときは検査技師は一平方時に付四十噸以上四十八噸以下の破壊應張力と標點八吋の長に對し十五パーセントの伸張を以て満足せざるへからず然れども上記の場合は墜重試験に合格せし片に限るものと知るへし。

獨逸國有鐵道にては應張力は一平方時につき四十噸乃至四十四噸四たるべきを指定せり此點につき注意すべきは比較的伸張少き材料より製出したる軌條は墜重試験には好果を收むるものなり軌條用の鋼をして一平方時につき最小四十噸の應張力と標點八吋長の最小伸張十五パーセントを有せしむるは敢て難事に非らず。

應張力用試験片は必ず軌頭より截採すべく其直徑は少くとも $\frac{3}{4}$ 吋とすへし伸張は刻心具を以て八吋長の標點を附したる片に依り測定す又直徑は $\frac{1}{50}$ 吋以内を測定し得べき測微器マイクロメーターを以て檢定すべく收縮コントラクションにより生ずる破面フラスカトキヤクシヨウの直徑も此器を以て測定するものとす。

技術者は曾て前記の各試験に要する時間を指定せしことなし又確信を以て之を制定することは頗る困難なるへし何となれば或場合には所要時間は試験の結果に著しき關係を有することあり特に此關係を調査する爲め實驗をなせしに軟鋼ソフトステールは試験に要する時間か僅に貳參分なるも三十分或は其以上なるも實際何等の變化を其結果に及ぼすことなきも硬鋼ハードステールは試験の時間長きときは應張破壊力を増し伸張及び收縮を減する傾向あるを認めたり若し時間短きときは應張破壊力は幾分か減少するも伸張及び收縮は増加す。

若し試験片か其一方に偏し端邊に於て破壊するときはその伸張と收縮は同一の片材か其中央に於て破壊するときよりは少し上記の如き次第なれば若し試験の結果か仕様書の指定に添はざるときは更に第二の試験を決行すへし試験片に極めて僅小なる瑕瑾あるときは伸張及び收縮に著しき影

響を及ぼすも應張力には殆んど何等の感應なし。

堅硬なる鋼材は間々試験片の端邊に於て破壊することあり其原因は試験片を試験機に取り付ける際試験片を抱容する個と片との間に物資か挟りたる時或は牽力の方向か試験片の軸心と併行せざる時は彎曲應力を起し爲めに試験片の應張抵抗力を減殺するに依るものとす。

温度の感應 露國の鐵道に供給する軌條は氣候の寒冷甚しき爲め最低の温度に於て墜重試験を施行す即ち軌條を催凍劑中に長時間投入し同劑と同一の温度に達するを待て試験をなすものとす或る硬度の鋼は嚴寒に際し撃衝を受くる時は脆弱となるも此特徴を検する爲め施行せし數多の實驗の結果に依れば應張力伸張及び收縮には何等の注目すへき感應なきか如し。

挾接板の試験 挾接板は一般に軌條よりは軟質の鋼材より製出す其應張力は一平方吋につき三十噸以上三十五噸以下にして伸張は標點長八吋につき二十パーセントとす而して之か彎曲試験は試験片をして或る直徑を有せしめ折り重ね裂れ目を生ぜざるものとす。

軌頭の外側間に凹所を有するものに專賣挾接板を使用するときは之をして其凹處に接觸せしめ軌條の接合間に架したる橋梁に等しき作用をなさしむ即ち其目的とする所は軌條の接合點に於て磨損と偏倚とを減少し車輛の疾走をして平滑ならしむる爲め挾接板をして軌條と同一の鋼材より製出せしむ斯る挾接板は主として電氣鐵道用の軌條に使用するものとす。

分析 検査技師は仕様書に示せる軌條用鋼材の分析を自ら遂行せずして信用ある化學者に依頼す左れば其經費の如き検査料内に含有せずして別に請求すへし。

検査技師は分析を要する鋼材を鑽穿し標本を採集す此標本は之を試験片に需むるは適法と言ふへし何となれば之に依り鋼の機械的性質と化學的成分との間に成立する關係の連鎖を知るを得へし。

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

三二

各試験片より鑽穿せる標本は各別々に分析すべく決して數標本を混合し之を分析して其平均を採る如きは識者のなさざる所なり何となれば各チャージ毎に試験片を採り此試験片より分析用の標本を採集するものなれば若し或チャージ中に化學的成分に不同あるときは混合標本の分析にては之を識別するを得ず又各標本を別々に分析するときは其間に存在する化學的成分と機械的性質との關係を比較するを得て利益する所尠からず。

鑽孔作業は急速度を以て施行すへからず若し急速に之を施行するときは錐の磨削より生じたる金屬が標本中に混入するの恐れあり標本は鋼の清輝ある部分より鑽穿すへし決して銹のある部分又は燃燒したる部分より採擇すへからず。

検査の設備 前記の諸試験を完了し其結果良好なるときは検査技師は軌條及び挾接板の實地検査に着手すへし。

軌條を置場上に並列せしめ其尾端は出來得る限り一直線となすへし軌條の數多ければ軌頭を上向けとなし一平面を形成するときは検査をなすに最も便利なり間々軌條の並列を數段積み重ね上段の検査を終れば之を他所に移し順次々層の検査をなすことあり。

検査の第一着手は断面の精確なるや否やを検するにあり供給者は購買者の承認を得たる型板を提出す仕様書には常に軌條の圖面を添付するを以て注意して之と型板を比較すへし又檢定板は型板と正確に合致すへきものとす。

兩板とも正確なるときは検査板を以て軌條の兩側面を検するときは的確に整合すへし殊に挾接板の接觸する面の角度に對し然りとす。

軌頭の幅及び厚さ、軌底の幅、軌腹の厚さ及び軌條の高さに對しては細小の相違は許容するものとす即ち軌底の幅に於ては轟時の増減其他各部の寸方は約轟時の増減は検査技師に於て承認すへき

ものどす軌條の断面は總て軌條を通して必ず一様ならざるへからす又軌條は其全長何れの點に於ても同一の断面を有せざるへからす。

各軌條の断面は一々検査するの要なし左れども置場に沿ひ一定の間隔にある軌條を検査すれば足れりどす並列せる軌條の尾端を通過するに當り特に著しき不同ある断面は直ちに注意を引くものなれば型板を以て之を検査すへし。

ロールの調整不完全なりしとき之を試す爲め製出したる軌條か完全なる新製品に混することありて此等の軌條の缺點は注意周到なる視察者には一目瞭然たれば直に除去すへし。

ホールト孔の鑽穿及び壓穿に就て次に注意すへきは挾接板を取付くる爲め軌腹に鑽穿せる孔の大きさ及び其位置に付検査をなすにあり而して製造者は之れか爲め計規を提供するものあり。

此計規は第二圖に示す如く孔の間隔及び軌條の端邊より各孔の距離又は軌條の縦軸の方向に於ける各孔の大きさを照査するものどす。

C及びBに於ける二個の凸起は容易に孔に合致すへく而してAに於ける凸起は軌條の尾端に接觸するを要す。

軌頭及び軌底に關聯して孔の位置を照査する爲め第三圖に示す如き計規を必要とす即ちAなる凸起は軌條の縦軸と直角をなす方向にある各孔の大きさに等しき幅を有すCCなる縁は軌底の下部と接觸を保ちAなる凸起をして容易に孔に合致せしむ。

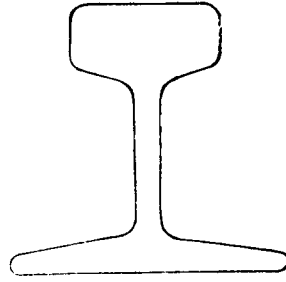
前記の計規以外に挾接板と關聯する軌腹にある孔の垂直の位置を検定する計規を要す。

軌條は其展出中ロールの磨損に依り軌頭或は軌底の厚さを増すことあり而して兩者中孰れか一方の磨損は挾接板に對し軌條の孔の垂直の位置に變動を生し挾接板にある各孔は軌條の各孔と合致せずして高底を生すへし此偏差をして認容限度内にあらしめんとせば第五圖に示す計規を要す

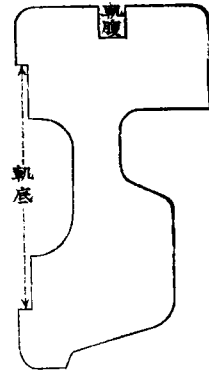


軌條の用途選擇及び検査に就て  
其構造及び用途は説明を要せず圖面其ものが之を詳説すへし。

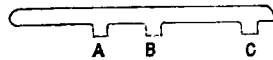
第一圖



第二圖

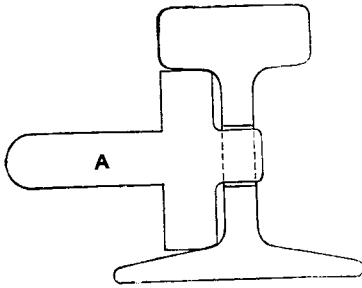


第三圖



第四圖

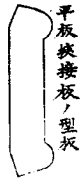
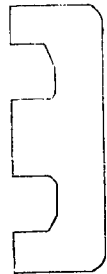
第五圖



第六圖



第七圖



換接板の寸方を照査するには其型板以外第六圖及び第七圖に示す計規を要す。

第六圖の計規は挾接板の背面及び前面の形狀及び其厚さを照査すべく第七圖の計規は挾接板の幅に關聯し各孔の鑽穿或は壓穿の正確なるや否やを照査するの用に供す。

挾接板の縦軸に沿ひたる各孔の位置を照査するには軌條の縦軸にある各孔の位置を照査する計規に等しきものを用ゆ。

孔の位置に關しては五時以上の誤差を許容せず此外大切なるは軌條にある各孔は挾接板にある各孔と合致せしむるにあり左れば孔は少く小なるよりは少く大なる方を宜しとす。

各軌條の長さを測ると同時に各軌條の縦軸にある孔の位置を照査するを便利とす。

若し各軌條の一端にある孔か同時に壓穿され或は鑽穿さるるときは實際誤差を招くことなし然るに間々軌條の端邊をして固定したる止に押し當て内側にある孔を壓穿したる後次の孔の間隔を定むる爲め移動自在なる止を挿入し孔を壓穿することあり此場合には止か充分に挿入せざるときは孔の位置に誤差を來すことあり。

數對の軌條に挾接板を取り付けボルトにて締結し軌條の孔を照査するときの如く挾接板にある孔の間隔及び大きさを照査すへし。

軌條に挾接板を取り付けボルトにて締結するときには軌條の尾端は孰も能く揃ひ其間に五時乃至十時の空隙を存すへき筈なるも軌條にあるボルト用の孔は常に充分の餘裕を存するを以て軌條の膨脹に備ふべきも軌條尾端の間隔をして著しき差違を生せしむ故に軌條を接合し各軌條間に指定の餘裕を存せしめんとせば軌條及び挾接板にある孔の中心は必ず合致せしめざるへからず。

挾接板の斜面は其全長を通し軌頭及び軌底の斜面と接觸するか故にナットを堅く締結したる後挾接板を取り除くときは其軌條に接觸せし部分を明瞭に識別するを得へし此等の部分は兩者が接觸したる面上に平等に其跡を止む。

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

三六

技師は軌條の検査をなす傍ら軌條及び挾接板の検査を了したるものを撰出し之等を接合せしめ前記の検査をなすものとす。

軌條の長さ は幅一吋厚半吋の鋼或は鐵の平鐔を以て測るものとす此鐔の一端に凸起せる止めあり此止めの先きに柄を付し又其もとより尺度を盛り之に依て所要の長さを測るものとす。

助手は軌條の尾端より一呎或は夫れ以上離れたる處に立ちて柄を持し他の助手は鐔の他端を持し之を軌條上に置き順次其長さを測るものとす。

測らんとする軌條上に鐔を置き止を軌條の一端に當て目盛ある方を持ちたる助手が強く之を引くとき技師は之に従ひ行きて軌條の長さを檢す普通指定の長さより半吋乃至一吋の長短は許容するものとす。

特に長き軌條を測る場合には第三の助手をして軌條上に立たしめ鐔の中間に取り付けたる環に鈎或は鐵鍊を取り付け之を引揚げ其取扱を容易ならしむ。

軌條の長を測るに最便利なるは軌條を同し方向に並列せしめ同時に孔の検査をなすを便宜とす。

一碼九封度より二十封度位の輕量軌條は其長さに於て半吋乃至一吋の長短を認容するものとす。

重量 軌條か指定の重量を有するや否やを確むる爲め數本の軌條を別々に秤量することあり或技師は總量の約五パーセントを秤量し斯くして軌條一本の平均重量を定め總重量を算出することあり。

一般に仕様書に記載する事項は軌條一本の重量か指定重量に比し二パーセント以上の増減あるもの又は總噸數に對し一パーセント以上の増減あるものは受納せすと云ふにあり。

軌條の輕きものは明に寸方の不足を指示すれば寧ろ重き方反て害なし然れども購買者は明確に餘分の重量に對し支拂をなすを欲せされはなり。

可搬鐵道用又は鑛山用の輕量軌條は一回に二十本乃至五十本つゝ秤量す又一個の軌條を秤量するには臺秤を使用するよりは平衡機を用ゆる方反て正確なり。

場合に依り最初に展出したる軌條中より斷面の充分正確なるもの壹百本を撰出し之を秤量したる後其重量に準據して標準重量を定むることあり。

瑕瑾の検査 軌條の長さを檢し其孔の照査を終れば次は軌條にある瑕瑾の有無に就き検査をなすへし。

軌條の長さを測るときは技師は其尾端に沿ひ通過するを以て裂れ目<sup>クラック</sup>其他の缺點<sup>デフェクト</sup>を認むるならん然れども之等の検査は最後に別に施行するものとす。

各軌條は其軌腹を上向きとなし技師は其縦軸に沿ひ其上を往來しつゝ並列の一端より順次瑕瑾<sup>フム</sup>裂れ目<sup>クラック</sup>、鑛<sup>ミネラル</sup>、火泡<sup>ブリス</sup>、砂<sup>サンド</sup>の附着、軌底の「ギザギザ」其他の缺點に就き検査を遂くへし。

中位の重量軌條なれば技師は一端より他端に歩みつゝ一度に四五本つゝ検査をなすへし左れば今茲に貳百本の検査をなすと假定せんか其全部の検査を終るには二十乃至二十五回往復せざるへからず。

一方の軌腹の検査を終れば各軌條は軌腹を上向けとし之か検査をなし之を終れば更に前に検査を濟したる軌腹と反對の側を上向けとなし検査をなすへし技師は第三回目の往復を終れば最後に各軌條は軌頭を上向けとなし特に注意して検査すへし。

重量軌條にありては一度に三本つゝ検査をなすを便宜とす何となれば軌頭は最重要なる部分なるに軌底に於けるか如く容易に瑕瑾を發見するを得ずして困難を感すへし。

技師は軌條上を往復する都度必ず同一の側より發足するものとす今各軌條の四側面の検査を終れば次に其直狀<sup>ストレイトネス</sup>の検査をなすへし之をなすには技師は軌條の尾端より六七呎離れたる地點に直立

## 軌條の用途選擇及び検査に就て

三八

し而して列に沿ひ徐行しつゝ各軌條に注視し急曲の有無を検するものとす。

望むらくは此検査は軌條の兩端より執行するを宜しとす何となれば技師の起立する方にある急曲は發見するに困難なり殊に其起立する地點か軌條の尾端に接近するときは更に困難なり直狀は左右及び上下の意味に於て検査を遂くへし而して缺環は殊に前者に多し。

一度に検査すへき輕量軌條の員數は前記の數よりは餘程多し左れとも是れ全く技師の判斷と實際に依り定むるものとす。

軌條は銹を生せざる前即ち展出後可成速に検査すへし又乾燥せるものに非されば検査すへからず濡れたるものにある瑕瑾は發見するに困難なり。

缺點ある軌條は白墨を以て其兩端に符號を附すへし然れども或種類の刻印をなすときは更に宜し矯直しを要する軌條は此意味を現すへき符號を附したる後之を移轉せしめ矯正をなしたる後更に検査すへし軌條は總て加熱せずして矯直しをなすものとす。

並列せる軌條は夫々検査を終れば技師は其合格數を計算し之を記帳したる後各軌條の兩端に技師の認證を刻印するものとす。

検査の結果を記帳するは検査の年月日軌條の長さの種類重量等とす然れども排却軌條の數を記帳し置くも參考の資となるへし。

鋼材の瑕瑾 普通鋼材に存在する瑕瑾は鱗火泡裂れ目砂の附着軌底の「ギザギザ」尾端の不整及び多孔質等とす之に加ふるに特に軌道用軌條にありては軌腹の波狀をなすにあり此等の瑕瑾を詳説するも益なかるへし唯容易に發見する様努むるにあり。

或瑕瑾は容易に發見するを得ず左れとも概して見逃すことは稀なり思ふよりは容易に重大なる瑕瑾を發見すへく殊に曇天は最も好都合なり。

瑕瑾は間々一方より注視するよりは反對の側より熟視する方發見し易し左れば一方より検査を遂けたる三四本の軌條にして技師か完全と認めたるものも反對の側より之を注視するときは瑕瑾を發見することあり。

如斯理由あれば四五本つゝ軌條の検査をなすに當り再三之を反覆せしめ一度に検査を終了し次に移るときは前の検査に於て見落したる缺瑕を其後發見するの機會を捕ふる能はず。(未完)

拔 萃

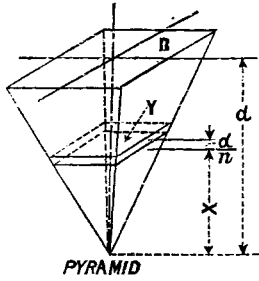
一 般

○矩形の自乗率を求むる簡易なる方法 William H. Gravel 氏は積分學を用ひずして矩形の自乗率を求むる方法を考案したり矩形の自乗率を其底邊を軸として求め置くときは是を中立率に移すことは極めて容易にして同様の方法を用ふる時は三角形及び圓形の自乗率をも求むることを得へし。

今矩形の幅を  $b$ 、高さを  $d$  とする時は求めんとする自乗率は次の如し

$$I_x = \frac{1}{3} b d^3$$

此を證明するには先づ底邊より  $\rho$  なる距離に於て底邊に平行なる多數の直線を引きて  $n$  個の相等しき面積を有するものに分ち其の一つを  $\frac{bd}{n}$  に等しくなし  $\rho$  の値を  $(0)$  より  $(d)$  まで變化するものとし  $n$  の値が無限なる時は



拔 萃