

軌條の用途選擇及び検査に就て

十八點

六八

猶同日午後六時同處に於て通常會を開き副會長古市公威君會長席に就き左の實驗及び演說ありたり來會者は來賓二名會員五十二名准會員五名傍聽者二十四名にして同七時半散會せり

クーリッヂ X 光線管竝にギバ X 光線管の實驗

藤井鐵也君

露國の産業

工學博士 西田博太郎君

論說及報告

軌條の用途選擇及び検査に就て (承前)

野澤房敬

溝型軌條

電氣及び蒸氣軌道は桁形軌條ギダクトと稱する軌頭に溝を有するものを絶対に使用す、但し本邦にては平底軌條を使用する所あり。

大體に於て軌道用軌條の検査も鐵道用軌條と異なることなし、左れども後者に比すれば型狀敷設の方法及び軌條の受くる作用等の異なるを以て特に注意を拂ふものとす。

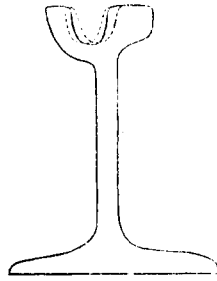
一般に軌道用軌條に堅硬なる鋼を使用する所以は街路にある礫塵芥の侵害と運輸の非常に頻繁なると停車の多きこと諸車の絶へず線路を横斷する等は繁華なる市街に於ける軌條に多大の磨損を來すものなり。

軌道用軌條の應張力は一平方呎に付四十噸、其最小伸張は二吋に付十二パーセントたるへきも、間々唯應張力のみを指定することあり、然れども名聲ある製造者の供給する材料は指定の應張力を有

するのみならず伸張も必ず二時に付十二パーセント、又断面の收縮も必ず三十パーセントを有す。軌近此種軌條用鋼の應張力は次第に増加し四十四噸となり間々四十八噸を指定することあり、而して後者の場合には其伸張は十乃至十二パーセントなり。

若し墜重試験を明確に指定せざるべきは一碼六十封度乃至八十五封度の軌條なれば落槌の重量を一噸とし、兩支點間の距離を三呎とし、墜落の高さを十五呎とすへし、八十五封度以上の軌條にありては支點の間隔を三呎六吋とし、墜落の高さを十八呎とし、試験を施行すへし。

輾出の方法に依ると雖とも溝型軌條は普通の軌條に於て見る能はざる不規則なる断面を生ず、其原因は溝が存在する爲め生ずるものとす、此溝は其正しき形状に對し間々點線にて示す如き形状を呈す、即ち其結果として或る軌條は正しき断面を有するも、或るものは軌頂廣く或は狭くして溝の内側面は合致せず、時としては此缺點が軌條の一方に存在することあり、夫れは溝が全く軌軸と並行せざるに依る。



溝型軌條の他の缺點は軌底の幅が一方に偏することあるも餘り重要ならず、何となれば軌道用軌條の軌底は全部コンクリート又はバラスト内に埋没すればなり、溝の餘り淺きものは殊に注意を要す左れば之を照査する爲め製造者は特別の計規を提供するものとす、又平底軌條の軌頭に現出する瑕瑾は溝形軌條にも存在するのみならず猶溝の内部に破れ目、瑕瑾、鱗等を生ず、殊に外輪止に最も多く生出す、而して最も普通なる瑕瑾は外輪止に生ずる縦破れ目なり。

軌道用軌條には一般に繫釘取付けの爲め長方形或は橢圓形の孔を壓穿す、検査技師は此孔の間隔の正確なるや否やを精査すへし、普通此孔は充分の餘裕を存すれば孔の間隔が四分の一時位偏することあるも實際何等差支へなし。

軌條の用途選擇及び検査に就て

七〇

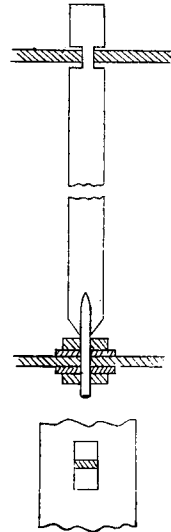
鋼の硬度 蒸氣及び電気軌道用軌條に最も必要なる要素は鋼質の堅硬なること其緻密なるにあり同一の製造所に於て或る一定の方法に依り製出したる鋼材の硬度を検定する爲め應張力の試験をなすに當り貳個の鋼片を取るに兩者とも其應張力は相同しきも其質の緻密の程度即ち鋼を構成する細粒の緻密なること否とは磨損に關し大に異なる結果を齎すものなり而して鋼の組織は化學的成分の適當なる配合に依り緻密となすべく其照査は鋼材の薄片を取り其面を研磨し之を稀薄の鹽酸或は硝酸に浸す時は粒狀の不規則の状態を肉眼にて識別するを得へし。

或る技師は軌道用軌條には硬度が絶對に必要なを主張し墜重試験に依り檢定すへき偏倚及び伸張の如きは全く無用視し唯多大なる應張力のみを指定せり左れとも之は餘り極端に失する感なき能はずよし軌道用軌條はコンクリート或はバラスト中に据付けられ連續的の支面を有するものとするもバラストの撒敷が異なることともあらん又車輛の通過するとき其荷重がバラストを移動することもあらん斯る場合には軌條の偏倚を誘起し爲めに彎曲應力を受くることあり。

尙軌條は損傷することなくして所要の孤狀を有せしむる様彎曲するを要す左れは餘り嚴格ならざる彎曲試験を遂行するは必要なり假令は支點の間隔を三呎とし順次壓力を増加し一時の偏倚を生せしめ又は軌條をして二十五呎の半徑を有する曲線に彎曲し更に其反對の方向に向ひ同一の作業をなし破れ目を生せざるものたるを要す。

繫 釘

軌道用軌條の繫釘は普通の平釘より製作す假令は釘の斷面式は××吋にして一端にボールトを附し之と相對する他端には二個の切り缺きを附す此切り缺きは軌腹に容易に附着せしむ又螺旋端は反對にある軌條の軌腹に緊約するものとす此式にては釘の長さを非常に精密にするの必要なし何となればナットを用ひ之か調整をなすの餘地あればなり。



切り欠きを製作するときは注意を要す即ち切り欠きは軌腹に附着する餘裕を存せざるへからず

左れば此餘裕たる餘り多きに失すれば軌道の軌隔ゲージの正確を保つを得ず故に切り欠きの間隔は軌腹の厚さより少しく多くすへし。

緊釘をして軌腹にある矩形の孔に押し入れ釘の廣き面を水平の位置に置き然る後釘を顛倒し廣き

面を垂直となすときは切り欠きは軌條の孔に噛み合ひ脱出することなければ釘の他端にあるポートルトを緊約すへし、此場合には軌條は適當なる位置にありて其軌腹は垂直なり。

緊釘に使用する材料はポートルトの製作に使用する如き善良なる纖維質の錬鐵たるを要す、又釘の端邊に切り欠きを附せずして兩端にポートルトを附したる緊釘を使用することあり。

緊釘の他の種類は簡單なる平釘フラットの兩端を屈曲し突縁となし之に橢圓形の孔を壓穿しポートルトを以て軌腹に緊約せしむ、突縁の外側より外側迄の間隔は緊釘を取附けたる時殆んど軌隔に等しきを要す、若し多少の間隔ある時はワツシャヤワッシャーを挿入し其間隔を調整するものとす、實際緊釘は少しく短く製作しワツシャヤを挿入して軌隔の正確を期すへし。

緊釘の検査は軌條二本長の線路を敷設し之に緊釘を取り附けたる後數ヶ所に於て軌隔を檢し軌隔正確なる時は検査に供したる長さ正しき緊釘を取り出し之を標準とし之れに適合すへき計規を製作し之を以て他の緊釘を検査するものとす。

平釘フラットの兩端にアングルを銜付したる緊釘あり、アングルの長さは平釘の幅に等しく又此アングルに孔を壓穿し之にポートルトを通過せしめ軌腹に緊約す、而して軌隔の調整は前記の緊釘に同じ、アングルの外側面は平釘の縁エッジ及び其側面と直角をなすべく緊釘に有る孔の間隔は可成正確なるを要す。

軌條の用途選擇及び検査に就て

七二

以上二種の繫釘には軟鋼ソフトスチールを使用するものとす。若し繫釘の試験を要する時は試験片の厚さの二倍に等しき直徑を有する圓筒を中心とし其周りに片を屈曲せしめ破れ目を生ぜされは足れりとすへし、然れども繫釘は試験を要すること極めて稀なり。

軌條の仕様書調製に關する注意

軌條の仕様書を調製するに當り技師は何れも同一の道を辿り狀況の如何に係はらず相互の仕様書を寫し取る傾向あり、之に反し殊に軌道用軌條の試験は同一狀況の處に使用するも鐵道用軌條とは全然其趣を異にす、即ち或る技師は一噸の重量をして十八乃至二十呎の高さより一回落下する試験を以て足れりとするも他の技師は一噸の重量を二十呎の高さより三回墜落することを要求す、但し第二回目には軌底を上向きとなすものとす、左れば普通の軌條と軌道用軌條とは區別して論ずる方便なり、何となれば兩者は絶対に相違せる狀態の許に使用するものなればなり。

軌條の受くる扱おぼひ 普通の狀態にありては鐵道用軌條は或る間隔を有する支點上に支持される桁にして、其上に動荷重が高速度を以て通過するものとす。

斯る軌條は數多の枕木に附着するものにして假令は三十呎の軌條は十二挺の枕木上に緊約するを以て連續桁と看做すを得へし、左れども軌條の尾端は此限に非す何となれば此點に於て軌條は挾接板を以て次の軌條に接合すれば脆弱なる點たるを免れず、故に時日の経過と共に挾接板は次第に弛を生ずることあれば萬全の策は軌條をして一方枕木上に固着し他方を放端せる桁となすへし、荷重か此放端に働く時は此位置に於ける軌條の撓度は他の部分とは全く反對の働を受く即ち軌頭は張力を受け軌底は壓力を受くへし。

軌條上の荷重 機關車の車輪の最大重量を十噸と假定し接合點以外の軌條を支持する枕木の中心間の距離を二呎とするときは力學上軌條は二呎の間隔を有する支點上に支持されたる短き桁に

して其中央に二十噸の荷重を搭載し得べきものなり。

今上記の事項を仕様書に指定せる項目に改むるときは支點の間隔三呎或は三呎六吋なる時は其搭載荷重は各一三・三二噸或は一・四二噸となるへし。

彎曲試験 幹線に使用する重量軌條の試験法は凡そ長さ五呎の試験片をして其軌頭を上向けとなし三呎或は三呎六吋の間隔を有する堅固なる支點上に支持し其中央に集荷重を無限時間搭載するも恒久變形を生せざるものとす然れども實際搭載時間は五分にて充分なりとす。

バラストの沈下 する時は軌條は前記の假定よりは一層多大なる變形に對抗するものなり、左れば軌條は彈限を超過する應力を支持することあり、然れども實際假定したるバラストの沈下に起因する軌條の撓度は破壊強度に近き應力を生ずる程強大ならず、保線工事の行届きたる線路にありては軌條は其破壊強度を超過する如き變形を招くことなし。

激衝 磨損の問題を暫時後回しとし軌條の受くる最も猛烈なる働は激衝の反復にあり若し軌條上に或る障礙物ありて其上を列車か通過するときには軌條は打撃を受け其勢力は車輪の最大荷重と障礙物の高さに比例するものなり、小礫と雖も斯る激衝を生すべく又接合點に於ける軌頭頂部の高さの不同も同一の結果を來すへし、軌條は又車輛の水平擺動に起因する激衝を受くるものなり。

疲勞の結果 普通の場合なれば單一の充分大なる激衝と雖も軌條に破れ目を生せしむることなし、又之に依りて生したる恒久撓度を認識するを得ず、然れども斯る激衝か數千萬度反復する時は物資の疲勞を來し爲めに破れ目を生ず其原因二あり。

疲勞の二原因 其一は不斷の激衝に依り誘起したる物資の分子組織の變化に起因する逐次減損なり、其二は如何なる物資と雖も完全なる彈性を有せずと云ふ假説を基礎とするか故に激衝に依り生ずる各撓度には實際僅小なる恒久變形か伴ふものなれば此變形にして屢々繰り返され累加する

軌條の用途選擇及び検査に就て

時は遂に破れ目を生すへし。

ウェラー氏の定則 前記の如き現象はウェラー氏の定則に依り説明するを得へし即ち物資の如何なる片に生ずる破れ目と雖も荷重の單一の適用か又は夫より更に僅小なる荷重の反復適用に依り生ずるものなり孰れの場合に於ても破れ目を誘起する働の量は相同し假令は或る間隔を有する支點上に軌條を支持し其中央に荷重を搭載し次第に之を増加し最大荷重 L_m に達し其全撓度 d となりたる時軌條は破砕するとせんか今 L_m を平均荷重とする時は之に要する働は即ち

$$W = L_m \times d \quad \text{(甲)}$$

然れどもウェラー氏の定則に依り更に僅小なる荷重 L' に依り生じたる結果は其都度 d なる撓度を生すへし之に對する働は即ち

$$W' = L_m \times d \quad \text{(乙)}$$

L_m は此僅小なる荷重に相對する平均荷重なり而して(甲)(乙)兩式共彈力撓度を生ずるに必要な働は $L_m \times d$ なり左れば物資を破砕する爲めに要する働は各左の如し

$$W' = L_m \times d - \frac{1}{2} L_m \times d$$

$$W'' = L' \times d - \frac{1}{2} L' \times d$$

此 L' は彈力撓度 d を生ずる荷重なり。

破壊を誘起するに必要な小荷重 L' の適用の度數は即ち

$$n = \frac{W'}{W''} \quad \text{なり。}$$

ウェラー氏定則の應用 前述の如く軌條上に搭載すべき最大集荷重を十噸と假定し或る障礙物又は軌條の接合點に於ける高さの不同の爲め通過列車の車輪が假りに四分の一の高さより墜落

するときは之れが爲め費消する各打撃の勢力は $\frac{1}{2} \times 10 = 2.5$ 噸噸即ち 0.208 噸噸なり。

若し各打撃毎に甚た僅小なる恒久變形ありて之を非常に多數度反復する時は軌條は遂に破碎すへし、今各打撃に依り恒久變形を生ずる爲め消費すべき勢力の量を全勢力の百分の一とするときは其勢力は 0.002 噸噸なり。

若し一噸の重量か三呎の間隔を有する支點上に支持されたる軌條上に四十呎の高さより落下するときは丁度軌條に破れ目を生ずるに足るとすれば十噸の重量か四分の一時の高さより幾何度落下する時は同一の結果に達着すへきや其算式は即ち

$$n = \frac{40}{0.002} = 20,000 \text{ なるべし。}$$

四十呎の高さより墜落する單一の打撃に依り彈力撓度を生ずるに必要な勢力は全勢力に比すれば非常に微細にして之を取捨るも敢て差支なし、然らざれば全勢力より之を引き去りたる後打撃の數を算定するものとす。

若し前述の不定の假定が正確なるものとすれば軌條の大部分は速に破壊せらるへし、左れば 0.002 噸噸は實際よりは非常に大なる數なることを確むるを得へし、之に依て墜重試験を施行する理由あることは判然すへし又之が實施を要望するの理由を了解すへし、以上の二點を能く了解せしむるは前記計算の目的なり。

墜重試験 前述の理由に依り普通の鐵道用軌條は可なり猛烈なる墜重試験に堪へ破れ目を生ぜざるものたるへきことは一般に規定せられたり、而して普通施行する試験は既に前章に於て述べたるか如く軌條をして三呎或は夫れ以上の間隔を有する支點上に支持せしめ其上に非常に高き處より大なる荷重を數回墜落するにあり。

軌條の用途選擇及び検査に就て

七六

ポッドマー氏提案の墜重試験　ポッドマー氏は一層理論的なる試験法を提案せり假令は同一の荷重をして四分の一乃至二分の一時の處より非常に多數の打撃を軌條上加ふるも能く之に堪へ其結果恒久變形を來さざるものならざるべからず、如斯猛烈なる激衝を反復するは軌條が實際に受くる激衝に近似するものなれば其の物資は弾限を超過し變形を生ぜしむることなきものたるべし。或る高さより幾回にても所望の打撃を自動的に與ふる機械を案出するは難事に非ず、左れば下の如き注意も無用にはあらざるべし、熱及び電氣の如き副現象を除外する時は物資が弾限を超過せざる限りは勢力は物資に轉送せられず、何となれば打撃の全勢力は軌條が跳ね返るとき槌荷重に返還せらるゝものなればなり。

軌條が一千回の打撃を受くるも認識し得べき恒久變形を生ぜざれば實際に於て弾限を超越すること無しと云ふ事は安全に推定するを得べし。

此試験は普通の墜落試験よりは學術的なれば適當に設計せる機械を使用する時は墜落試験よりは反て時間を要せざるべし。

此機械は打撃の數を自動的に記録すべき装置を有すべく、又一度調整するときは監視を要せずして操業するものならざるべからず。

ポッドマー氏は前記の原理に基き或る斷面の軌條は恒久變形を生ずることなくして幾何の打撃の勢力に堪へ得るやを確め試験の基礎を得んとし墜重試験を実施せり。

此實驗に使用せし軌條は一碼六十七封度の平底軌條にして其長さは五呎なり、之を一メートルの間隔を有する支點上に支持せしめ軌條面上百五十ミリメートルの高さより一千キログラムの重量を數回落下せしに恒久變形を生ずることなく能く之に堪へたり、而して毎打撃の撓度は約九ミリメートルなりし。

前記の軌條と同一の断面及び長を有するものを一メートルの間隔を有する支點上に支持せしめ其中央に死重を搭載し漸次之を増加し其量約二萬キログラムに達せしに約三ミリメートルの撓度を生ぜしむ恒久變形を生ぜず、左れば恒久變形を生ずることなくして打撃に依り生ずる撓度は死重に依り生ずる撓度の三倍なることを發見せり、今此兩試験に於ける軌條の爲めに消費したる勢力を比較する時は左の如し

$$\text{打撃：勢力} = 1,000 \times 159 = 159,000.$$

$$\text{死重：勢力} = \frac{1}{3} \times 20,000 \times 3 = 30,000.$$

即ち其割合は 3:3:1 なり。

此奇妙なる結果は屢々實見する事實なり、即ち或る軌條は應張力の試験をなす時は比較的僅小の伸張を示し、墜重試験をなすときは更に高度の伸張を有するもの、如く充分満足すべき結果を與ふることあり。

左れば撃衝イムパクトの撓度に依り生じたる内部變形インテナルストレインと死荷重の撓度に依り生ずる内部變形とは全く異なる性質を有すること明瞭なり、故に撃衝に依り生ずる彈性撓度エラスチックデフレクションは全く打撃の勢力に依るか或は荷重と其落差の比例の變化に依り變するものなるかか問題なり、經驗に依れば恒久變形は或る指定の高さよりの單一の打撃に依るか或は更に低き處よりの數回の打撃に依るか其孰れを問はず實際激衝の全勢力に依り生ずるものなり。

實際墜重試験は一般に非常に高き處より一噸を越へざる重量を落下せる打撃に依るものなれば其結果を非常に低き處より一層大なる荷重の落下に依り生ずる結果に適用することは安全ならず殊に彈性撓度の發生の疑問なるを如何にせん。

本論をして一層明瞭ならしむるは問題の理論的狀態を簡單に考究するにあり、即ち其狀態とは激

軌條の用途選擇及び検査に就て

七八

衝及び死重に依り生ずる内應力は同一の種類のものとし之を適用するにあり。

Lを囊に假定したる支點上に支持せる軌條の變形に必要な逐次附課したる荷重とし其應力は彈限點に於てdなる撓度を生ずるものとすへし、更にGをしてhなる高處より軌條上に落下する荷重とし之に依りdなる相等しき撓度を生ずるものとすへし、然る時は次の方程式を得へし

$$\frac{2}{3}Ld = G(h+d)$$

$$h = \frac{2}{3} \frac{L}{G} \cdot d - d = d \left(\frac{2}{3} \frac{L}{G} - 1 \right)$$

此式に依れば與へられたる撓度に關しGの値は制限せらるへし即ち $\frac{2}{3} \frac{L}{G}$ の時之なり、此制限に達したる時は最早激衝は消滅し急激に附課したる荷重の場合となるへし、此變遷は $\frac{2}{3} \frac{L}{G}$ となる時起るものなり、即ち急激に附課したる荷重は其作用に於て逐次附課したる荷重の二倍に等しと言ふことは明瞭なり。

前記の已知項を囊に試験に供したる軌條に適用する時は即ち

$$L = 20,000 \quad d = 3 \quad G = 1,000$$

なるか故にhは左の如くなるへし

$$h = 3 \left(\frac{1}{2} \frac{20,000}{1,000} - 1 \right) = 27 \approx \text{メートル}$$

hは實際此數の五倍半以上なり。

$\frac{2}{3} \frac{L}{G} \approx 0$ の解は假定したる状態にありては即ち恒久變形を生せしめずして急激に軌條上に附課したる最大荷重は理論上一萬キログラムなり、實驗の示す處に依れば實際急激に附課したる荷重の作用と逐次附課したる荷重の作用との比例は理論の如く多大ならず、然れども其差異は一

千キロクラムの墜下荷重の激衝の例に比較する時は僅小なり。

是れ或は事實なるへし荷重の増加と共に彈限點に到達するまで軌條を變形するに要する激衝の勢力は理論の示す處に次第に接近し遂に激衝皆無點に到達すへし、即ち急激に附課したる荷重之れなり。

此提案に基き堅實なる試験を施行せんとせば前例の軌條上を通過する車輪の最大重量を墜下荷重に適用すること必要なり。

列車速度の影響 前に述べたる注意は更に他の要求を喚起せり所謂軌條の強度之なり、既に述べたるか如く急激に附課したる荷重の作用は逐次附課したる荷重の作用の二倍なり、而して前者は激衝に依るものなれども假りに列車か急速度を以て軌條上を通過する時は軌條に働く壓力は多少急激に附課したる荷重に近似するものなるへし、左れば軌條上に搭載する最大荷重か十噸なる時は此軌條は恒久變形を生ずることなくして逐次附課したる荷重の二倍に安全率を併算したるものを搭載し得るものたらざるへからず。

此場合には仕様書は如斯記せざるへからず、短き軌條の一片をして三呎の間隔を有する支點上に支持せしめ、其中央に二十六噸六六即ち二十七噸の重量を搭載するも恒久變形を生ぜざるものたるへし。

新式の挾接板は軌腹の兩側に於ける突縁(軌頭及び軌底)面上に能く接觸するが故に接合完全なる時は其強度は軌條と相等し、左れば二呎六吋の間隔を有する二挺の枕木間に於ける十噸の荷重は同一の間隔を有し兩端固着せざる支承上(枕木)に置れたる短軌條挾接板の(中央)に搭載せる五噸の荷重に等しきものなるへし、或は枕木間の間隔を三呎とする時は其搭載し得る重量は四噸一七となるへし、前述の假定に依り急激に附課したる荷重に依り逐次附課すへき荷重を算定せんとせば軌條の

軌條の用途選擇及び検査に就て

八〇

短片は恒久變形を生ずる事なくして八噸三四即ち八噸五の荷重を搭載し得べきものたるへし。
 割合の試験 時としては此問題に就き答案を要することあり若し與へられたる断面を有する軌條か或る墜重試験に堪ゆる時は之と支點の間隔を同ふし同一の應力を生ぜしむる爲め同質の鋼より製出したるも断面を異にする軌條には如何なる試験か必要なるや實際に於て激衝の勢力は抵抗率に正比例をなし中立線と最遠極端纖維aに反比例をなすへし、中立線より軌頭上面或は軌底の下面軌れにても最大の距離を有するものをaとす、今中立線か断面の重心を通過すると假定するとき激衝の勢力は軌條一碼の重量に正比例をなすものと概算すへし、此定則は幾何學的に相等しき断面を有する軌條にのみ適用し得るものとす。

死重に依る彎曲試験なれば或る與へられたる間隔を有する支點上に支持されたる二軌條にして同一の應力を生ぜしむるに必要なる荷重は各断面の抵抗力率に正比例をなすへし。

墜落及び彎曲試験に關する事項を種々の仕様書中より拔萃し之を製表し左に掲ぐ。

墜 重 試 験 の 摘 要					
平底軌條	墜下荷重	墜落の高さ	激衝の勢力 呎噸	墜落の回数	摘 要
一〇四・八	・九八四	一六・四	一六・一五	一	兩支點の間隔は 三呎とす
四一・	・三九二	五二・〇	二〇・三八	四	
五〇・	・五〇〇	四二・〇	二一・〇〇	四	
六一・	・五〇〇	五二・〇	二六・〇〇	四	
四〇・	・四九二	三二・八	一六・一四	一	

彎 曲 試 驗 の 摘 要

平底軌條の重量(封度)	兩支點間の中央に於ける重量(噸)	指定の條項恒久變形を生ぜざること	最大撓度	摘 要
一〇四・八	四一・二 ^噸	"	四ミリ	兩支點間の間隔は三呎とす
七六・四	二五・九八	"	四ミリ	
四一	一〇	"	四ミリ	
五〇	一二	"	四ミリ	
六一	一五	"	四ミリ	
四〇	一〇・七五	"	四ミリ	
六七・三	二一・四	"	四ミリ	

或る輿へられたる断面を有する軌條にして同一の最大應力を生ぜしむる爲め支點の間隔を異にし墜重試験をなす時は墜落の高さは如何に變化するや假令は三呎の間隔を有する支點上に支持したる軌條にして二十呎の高さより一噸の重量を墜下し其激衝に堪ゆるときは同一の軌條をして二呎六吋の間隔を有する支點上に支持せしむる時は如何なる墜落試験に堪へ得るや。

激衝の勢力は支點間の距離に反比例をなす如く見ゆれども全く之と反對なり即ち激衝の勢力は大略支點間の距離に正比例をなすものとす故に今支點間の間隔を三呎とし其上に二十呎の高さより一噸の重量を墜下するものとし若し支點間の距離を三呎六吋とするときは墜落の高さは $h = \frac{3.5}{3} \times 20 = 23.33$ 呎となるべし。

此定則は極めて短距離より多大なる荷重を落下する時即ち荷重の落差に比し莫大なる撓度あるときは應用するを得ずして普通之と反對の行爲を採れり即ち撓度と落差の比例は實際に於ては取

軌條の用途選擇及び検査に就て

八二

り捨つるものとす。若し正確なる計算をなす場合には撓度を落差に加算すへし、死重に依る彎曲試験に於ては荷重は支點間の距離に反比例をなすへし。

磨損の容量 或る技術者は軌條の試験には唯墜重試験のみを必要とし、應張力の試験を不要とせり。軌條の強度に關しては此主張は正鵠なれども、其堪久期限に關する重要な要素を閑却したるもの、如し、即ち軌條の磨損に抵抗する資質之れなり、此資質を具備せしめんとせば堅硬なる鋼にして其質は緻密且つ齊等ならざるへからず殊に軌頭に於て然りとす。

應張力に依る硬度の測定 相類似せる場合にありては應張力は硬度の計器と云ふへし、左れば軌條の應張力を試験し又は之に高度の應張力を指定するを必要とす、即ち應張力に依り軌條の磨損、質の優劣を試験するを得へし。

軌條は應張力の試験に於ては同一の結果を示すも、能く磨損に堪ゆるものと、容易に磨損するものと、の標本を得るは容易なり、其の原因たる特に軌頭に於ける鋼質の密度と齊等の差違に依るものとす。

鋼質の密度 鋼の組織の緻密なること否とは其成分に依らずして其製造方法に依るものとす、左れば指定せられたる製法の鋼に關しては應張力は硬度の測定器と言ふへし。

腐蝕的試験 鋼の密度に關し應張力の試験以外に信頼すへき消息を與ふる他の方法は腐蝕試験とす、即ち酸又は他の溶液を以て之を腐蝕するにあり。

軌條より其縦軸に直角をなす薄片を切り取り其一面或は兩面を研磨し、酸或は溶液に浸し其作用を受けしむ、其方法宜しきを得は研磨したる面は侵蝕されて鋼の組織の缺點を表示すへし。

應張力の試験 普通の軌條にありては一平方吋に付正當に四十噸の應張力を要す、若し墜重試験を指定する時は伸長を指定するの要なく従て收縮の程度を指定するも益なかるへし。

化學的成分 軌條の製造に關する鋼の化學的成分を指定するは謬見と言ふへし、製造の方法は製造者に信頼し技術者は其要求する總ての機械的性質を具ふるものを得れば足れりとすへし。鋼の機械的性質即ち其強度、激衝の抵抗、彈性、硬度等は單に鋼中に含有する炭素量の配合又は炭素と燐の配合にも依らずして成分全體の適當なる配合に依るものなり、左れば製造者により成分の配合を異にす。

ベセマー鋼及びシトメンス鋼の製造法共に與へられたる結果を生ずるに必要なる炭素、燐、硫黃、硅素、滿俺の配合は相同しからず。

概して與へられたる應張力を生せしむる爲め必要なる炭素の割合はベセマー鋼よりはシトメンス鋼に多く、硅素の量も又差あり、通常燐の量は〇〇六パーセントを超ゆることなく、猶硫黃の量も燐の割合に相同し。

普通軌條に使用するベセマー鋼の炭素の含有量は〇三五より〇五パーセントにしてシトメンス鋼の炭素量は〇四より〇七パーセントなり。

挾接板用の鋼 普通の挾接板の製作に使用する鋼は軌條の製造に使用するものよりは概して軟質なり、夫れは挾接板の接觸すへき軌條面に容易に附着せしむる爲めなり、雖も其必要を認めず、何となれば溝型軌條用の挾接板は軌條と同質の鋼より製造したるものを使用することは前に述べたるか如し。

磨損の影響 ウイリアム、ジョージ、カールデー氏は軌條の磨損に關し有益なる實驗をなし、其結果を英國工學會に於て演說せり。

其概要は軌頭に於ける鋼は年を経過すると共に堅硬となりて減損を來し、最後に磨損に依て分壞するものなるを指摘せり、此現象の顯著なるは屢々制輪器を使用する所又は列車の堪へず發車する

軌條の用途選擇及び検査に就て

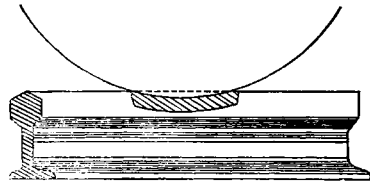
八四

所にあり、斯る所に於ける軌條の頭部は堅硬となりて其新しき時よりは破壊應張力は僅小となり伸長は減退すと言ふ。

彎曲試験を此等の軌條に施行するに當り軌底を上向けとし之れに荷重を積載する時は軌頭は張力を受け其抵抗力は軌頭に荷重を搭載し軌頭に壓力を受けしめたる時の抵抗力よりは尠し、左れども新軌條にありては軌頭に載荷するも軌底に積荷するも其結果孰れも僅小の差異あるに過ぎず。カーカルデー氏は鋼の硬度を測定するに破壊應張力に據らず、然れども高さ一時にして一平方吋の面積を有する直徑の圓筒の推力に依り硬度を測定せり、而して減損を立證する毎に軌頭はカーカルデー氏の所謂誘引流失を現出せりと概括するにカーカルデー氏の試験に依れば軌條の鋼質は屢々制輪器を使用する所或は之に等しき作用を受くる所に非されは永年使用するも其損傷を認識するを得ずと、氏の試験に供したる軌條は十七年乃至二十三年間頻繁なる運輸に堪へしものなりと言ふ。硬度の試験 既に述べたる如く鋼の破壊應張力は其硬度を測定する計器なれば之に依り耗損に抵抗する性状を知るを得へし、左れども硬度の測定は一層直接に檢測し得る信頼すべき試験を便宜とするを以て種々の提案ありたるも孰れも鋼の面に陥凹を生せしめ其抵抗力を檢するにあり。教授アンウイン氏は此の種の實驗をなしたり、載荷せる堅硬なる鋼の角塊の鋭き圭子を以て試験片の面に刻目を生せしめ正確に之を測定したり、其後或る技師は角塊に代ふるに堅硬なる鋼球を用ひ同様なる試験をなしたり。

カーカルデー氏は試験片より作製したる高さ一時直徑一時の圓筒の壓力試験を以て硬度の標準とせり、實際上の見地より觀察する時は此試験は容易に且つ正確に施行し得るを以て最も便利とす、之に反し角塊及び球を用ひ施行する試験殊に球を使用するものは實際の状態に近似するものと云ふへし。

剪斷或は壓穿の抵抗力に依り軌條用鋼質の硬度を測定することを提起せし人あり合理的提案と云ふへし。



機關車或は客貨車の車輪が軌條上に回轉する時は外輪の面と軌條の面とは互に押し下げらる、左れば曳き摺る作用を除外するときは局部の押し下げか大なれば之に依て生ずる損耗は大ならざるへからず、圖は車輪と軌條面との接觸を誇大して示すものなり即ち外輪の接觸する面の直下にある軌條の一部分は局部に不同の壓力を受く、而して車輪が回轉する時は軌條面の各部は順次同様の作用を受くへし其結果を鋼の連續的搓揉と云ふ、然れども若し機關車の車輪が滑動する場合には頗る險惡なる状態にあるものなり。

前記の如き状態にある時は左記の明確なる推定を下すを得へし、即ち軌條局部の押し下げ或は壓力に對する抵抗力は出來得る限り大ならざるへからず、左れば若しも壓力に屈服せざる鋼材を得ることあれば曳き摺り又は滑動の作用なき限りは軌條は絶対に磨損することなし。

既に述べたる圭子或は球に依る試験の缺點は其結果に就き信據すべき比較を得んごせは正確に同質同寸法の球或は圭子を以て總ての試験を施行せざるへからず、然らざれば常に性質の能く知れたる鋼より製作したる標準標本と試験に供したる標本とを比較せざるへからず。

カーカルデー氏の短かき圓筒に於ける壓力の試験は恐らくは前記の有らゆる目的に叶ふものなるへし、圓筒の直径は正確に定むるを得べく而して應壓力の或る高を生ずるに必要な断面の壓力の單位は應張力の試験の時と同様正確に計算するを得へし。

與へられたる常數壓力に合致すべき應壓力を測定するを得は實際便利なり、断面上に受くる壓力

軌條の用途撰擇及び検査に就て

八六

の單位と應壓力との比例は鋼の硬度と其磨損容量の判準なり、磨損を來す處に使用する最良の鋼は與へられたる應力に對し最小の應壓力を示すものならざるへからず、通常實地用として餘り精細なる測定をなさずして施行し得る試験に適用する應力は彈限を超へざらんことを望む。

種々の鋼材中にて試験の結果良好なるものと雖も必ずしも最高の應張力を有せずされども高度の應張力の彈限を有するは事實なり。

塊國のフォン・ドルマス氏は此問題に關聯し有益なる論文を塊國工學會及び建築協會に投稿せり、其要旨は軌條用鋼の問題に興味を有する人には裨益する所あるへし、而して其論する處は明瞭に正確に相等しき性質の軌條と雖も磨損の程度は相異なることを詳説せり。

A工區の一部分にして約一哩二十鎖に亘り敷設後十一ヶ年を経過せしに軌條の取換を要せしことあり、軌條は非常に磨損し破れ目あるもの尠なからず而して或るものは軌頭の磨損〇・三六六吋を超へたり。

B工區に於てはA工區に使用せし軌條と同一の型狀同一の重量を有せるものを敷設し過大なる運輸を遂行せしに、二十年の後に至り其最大磨損は唯〇・〇七五吋にして破れ目等は更に發見せしことなし。

A B兩工區の軌條は同一の仕様書に基き試験を遂げ善良なるものとして受納せしものなり、然れども墜重試験、彎曲試験、化學的分析及び硬度の試験は軌條敷設後數年を経て施行せしに其結果孰れも至要なる相違を示さず、反てA工區の軌條の爲め有益なる辯護の材料を供給せし感ありき、茲に於て更に兩工區の軌條より數個の薄片を切り取り其面を研磨し腐蝕試験をなせしに磨損容量の異なる原因を發見せり。

A工區の軌條の不良なりしは其質の不等齊に起因するは腐蝕面の極めて不規則なる蠶食に依り

立證せられたり、B工區の軌條より切り取りたる試験片は其全面を通し腐蝕液の爲め均等に侵襲せられたり、左れば現時施行する諸試験以外將來腐蝕試験を採擇するに至らんか。

此章はボツドマー氏著書中より其大要を譯出せしものなり。

本編に於て述べたる所は歴史的記録に過ぎずして科學的所見を疎外せし感あれども先進國に於ける永き經驗と堅忍不拔の實驗の結果を略記したれば多少參考の資とならんか。

記者は毫も自己の所見を述べず單に軌條の用途撰擇及び検査に就き廣く行はるゝ實際の事項を列擧したるに過ぎず、又軌條の各斷面に就き其得失に論及せず唯廣く採擇せられたるものゝ概要を述へ詳細に亘らす。

本邦に於ける鐵道工業は著しく進歩したる感あれども海外に於ける進歩は更に著しく、余輩は尙歐米より之を習得せざるを得ざる位置にあるに想到せば、前途は遼遠にして測り知るへからず。(完)

拔 萃

土 木

○鋪道の高度を決定す可き圖表 アスファルト及混凝土鋪道にして道路幅五十呎以下

なるものに適當せる高度を撰定するに當り Engineering Department of the District of Columbia には

$$C = \frac{W(100 - 4P)}{6300 + 50P^2} \quad (\text{T. J. Powell, Trans. Am. Soc. C. E., Vol. LXXIII, 1911, p. 225}) \text{ なる公式による。記者に此}$$

公式と縦勾配 (Transverse grade) の公式 $d = \frac{8C}{3W}$ とを合して次の式を得たり即ち

$$d = \frac{8(100 - 4P)}{3(6300 + 50P^2)}$$