

参 考 資 料

土木學會誌 第十一卷第一號 大正十四年二月

軌條の折損は斯くして起る

本文は鐵道省官房研究所第二試験室に於て 鐵道技師 鈴木益廣氏の調査研究にかゝるものにして既に鐵道省業務研究資料に發表されたるものなれども裨益する所大なるべきと信じ再掲する事とせり。

軌條の毀損種類、状態及起原等に就ては既に研究資料第7卷第6號及第9卷第1號の別冊（奥羽線福島、米澤間敷設製鐵所七十五封度軌條成績及毀損軌條試験成績として塚本技師の報告）及最近には第十回萬國鐵道會議々題第二問軌條の破損に對する質問表の答として、第12卷第10號に詳細報告されて居るのであるから、此の事に關しては、今喋々贅言を要しない譯ではあるが軌條、彈機或ひは其他の構造材の破損、或は折損の原因に關して未だ一般には誤られた解釋を下されて居るのではないかと云ふ小官の杞憂から下の如く記述した次第である。

一般に機械設計に於ては構材は等質(Isotropic)のものであると云ふ假定でそれに加へらるゝ、張力、壓縮、或は剪斷等に依る歪力の大小に依つて其横斷面積なり、形なりを計算さるゝのである、故に若し軌條なり彈機なりが頻繁に折損する事があれば直ちにそれは強度が未だ足りないではないか、或は斷面積が過少ではないかと云ふ考が誰しも浮んで來る。かゝる考は固より誤れる譯ではないが先づ第一に折損の原因が何處にあるか、即ち材質の粗惡か、組織の不適か、斷面積の不足か、將又其他の原因に由るかを知つて初めて改良を加ふべきは申す迄もない。

小官は以下記述する様に小官の手許にて見出す事の出來た軌條、彈機等の數種の折損の種類からして是等の折損の由つて起る原因は所謂斷面積の不足、強度の不足等よりも寧ろ材質の内外に於ける局部的缺點例へば滓巢(Slag)滓脈(Ghost line)縦皺(Seam)の如きものより出發して折損を來すもの及び局部に受けた打痕(Hammer spot)例へば犬釘を打込む際の「打ちはぐり」等の痕及列車進行中の打撃作用(Hammering action)に依る打痕に由るものと解釋すべきを適當なりと認める。

軌條及彈機の折損の原因が多々ある中、最も興味ある然かも折損の大多數(殆んど全部と云つても良い位)を占むる原因を列擧すれば大體下の二種となす事が出来る、即ち

[1] 滓巢或は滓脈中の一點に核心龜裂 (Nucleolus crack) を生じ漸次破斷に及ぶもの

[2] 人工或は列車の打撃作用に依る打痕から龜裂の出發點を生じ漸次破斷に及ぶもの

軌條或は彈機中の硫黄、磷、滿俺、硅素、炭素等の不純物或は之等の化合物が一部に析出或は密集 (segregate) して或は長く或は短く殘存して居る場合には容易に規定以上の含有量となる故に脆性高く其線上の何處か一箇所の弱點に縱 (longitudinal) 或は横 (transversal) に極く小さき龜裂を起す。之れを核心龜裂 (Nucleolus crack) と呼ぶ。軌條使用中萬一此核心龜裂を生ぜんか此時には僅かの外力を加ふる毎に龜裂は内部歪力の不平均と相俟つて容易に進行し或安定の釣合 (Stable equilibrium) を保つ境界 (Boundary) に至つて止む。之れに更に外力を加へ續ければ再び安定を破り遂には軌條を破斷するに至る。此核心龜裂を生じたる後の龜裂の進行に對する材質の抵抗力は實に小なるものであつて、一度此核心を生じたらむか最早其材質の斷面積の大小等は何等破壊を防ぐに効なく龜裂は核心を中心として放射狀に進行し或安定の境界迄進む。此の安定の境界は普通貝殻形或は橢圓形をなして居る。(寫眞參照)之れに反して不純物が局部に析出せずして斷面に均等に分布して居る場合には其量幾分過多なりとは雖も破損を來す原因とは考へられない。

寫眞第一は上記の第一種に屬する折損軌條の龜裂の一例を示したるもので軌條の縱軸 (Longitudinal axis) に對して横 (transversal) に龜裂を生じた所謂横裂け (Transverse fissure) 軌條である。寫眞のA部は磷、硫黄、硫化滿俺等の不純物を多量に含む滓脈上に生じた上記の核心龜裂に相當して居る。B部は此核心龜裂を中心として龜裂が放射狀 (radial) に進行して或一定の安定の釣合の位置にて止んだ貝殻形の境界を示す。此状態にて暫時、時日を経過すれ共更に外力に働かれるれば軌條は遂に破斷するに至る。かゝる軌條は我國にては製鐵所製には其數少けれ共1885年代の獨國ウニオン會社 (Union Co.) 製の60封度一種には特に多く同社製毀損軌條中約40%は此種に屬するものである。米國にては此種の折損が非常に多

く最近大問題として龜裂發生の原因及材質等に関して大いに議論されて居る。此横裂けは普通軌條頭部の殆んど大半を占めしかも全く内部に潜在する特徴を有し外部より發見する事能はざれば折損軌條中最も危険率の高いものである。従て保線區等にては疵を發見次第其大小を問はず直ちに交換する事として居る。

寫真第二は矢張り此種に屬する龜裂軌條の一例であるが核心龜裂の方向が寫真第一と異り軌條の縦軸に平行に約鉛直面をなして龜裂せるもので之れを縦裂け (Longitudinal fissure) 或ひは裂頭 (Split head) 軌條と云ふて居る。

寫真第三は此縦裂けが漸次成長して頂面に現はれたもので同第四及同第五は外輪の爲にもぎ取られた縦裂の破面を示すものである。此種にても核心龜裂を生じてから龜裂が之れを中心として放射狀に滓脈に沿ふて進行する事や、軌條の長さの方向に楕圓形的(前記横裂けは貝殻形の境界を有す)に一定の境界を有し軌條頭部に潜在する特徴を有する事などは前記横裂けと全く同一である。而して此縦裂けは横裂けに比し敷設中折損の危険率非常に少く現場等にては發見してから後も監視の状態に止め使用不可能になる迄使用して居る。而して縦裂軌條は製鐵所製軌條に特に多く同所製の毀損軌條數の約30%を示して居る。尙上述の如く我國にては横裂は殆んどウ=オン會社製に限られ、縦裂は製鐵所製に特に多きは特に注意すべき事柄であるがその理由の奈邊にあるかは今詳かならず。

寫真第六は軌條の底裏にある縦皺 (Seam) を示すもので之が起原となり破底 (Broken base) を來す事が多い。同第七は起點がS部にありて龜裂がf.f部に進行し遂には破斷せる軌條の破面である。斯る例は實際にはあまり起らないけれども破壊の起點が一局部にある事は注目に價す。

此種に屬する破損の原因は雷に軌條のみならず彈機クランク・ピン等の如き構造材 (Structual material) にも及ぶものであつて同第八はクランク・ピンの折損破面を示す。折損の原因は兩側外面に滓巢ありて之れに龜裂の出發點を持つ二個所の横裂けを認めた。

寫真第九乃至同第十五は重鋸彈機鋸の折損破面である。此場合の折損の原因は寫真に明かなる如く彈機鋸の外面に露出した滓巢中の一弱點に起點龜裂を起しそれより出發して横裂けを形成し更に進行して破斷に及んだのである。此横裂けの生ずる階梯が一段或は二段、三段と進行の道程を現はしたるものなどがある。同第十乃至同第十二は龜裂の境界が一段に進行せるもので同第九、十三及十四は二段

同第十五は極細かいピッチにて數段に亘つたものを示して居る。彈機折損の原因には他に金屬の疲れ (Fatigue of metal) 其他ありとは雖も上記の原因に歸するもの又多數なれば等閑に附すべきものではない。但し彈機鈹の場合には軌條と異り横裂けが断面の内部に潜在されずして破壊の出發點となるべき核心龜裂が外面に露出して居ると云ふ區別がある。故に彈機鈹製作に際して其表面を磨き前記の滓巢滓脈等を豫め除去する事は折損を未然に防ぐ最も合理的方法の一なりと考へられる。

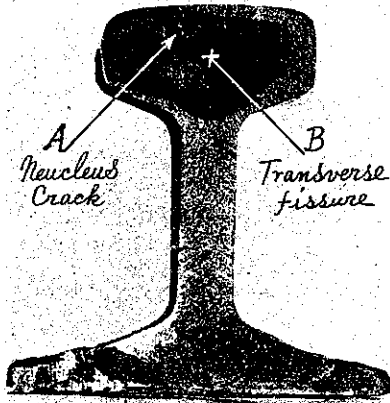
次に第二種の場合にて人工或は列車の打撃作用に依る打痕 (Hammer spot) から龜裂を生じ漸次破壊に及ぶものは毀損軌條數の約20%に相當して居る此中人工的打痕即線路工手がスパイキを打込む際に間々「打ちはぐる」か或は徒に軌條に打撃を加へた場合には其瞬間に軌條に極小さい龜裂を生じ第一種の項にて述べた核心龜裂を人工的に起さしめた事となり遂には軌條の破斷を惹き起すに至る。而して打痕が軌底縁或は頭部の隅角に印せられたる場合には破斷に及ぼす影響殊に甚だし。寫真第十六は軌底及頭部の隅角に印せられた打痕に起因する破斷軌條の一例を示す。又同第十七は其儘にても破斷の起原をなすべき釘欠 (Spike notch) の上に打痕を印せられそれより破斷を惹起したるものゝ一例である。

更に寫真第十八乃至同第二十一は列車の打撃に依て生じた軌條頭肩 (Shoulder of head) に印せられた打痕から破斷に及んだ例を示す。之れは轍又 (Point crossing) に使用した軌條であつて破斷は同第二十二のF部に起つたものである。此種の轍又には軌條折損の例非常に多くその交換には大なる支障を來す事なればその破損の原因を探究し將來の改良を期する次第である、即ち同第二十二に示すやうな轍又にては軌條間にチヨック (Chock) を入れ之れをボルトにて締め付けてあれば列車の打撃作用によりて其チヨックと軌條の頭肩との間に異常の打痕を生じ前記の人工的打痕と同様に其處に核心龜裂を生じ軌底の切缺と相挨て遂には破斷するに至る。同第十八にて破斷の起點は大は最初はC部であつて漸次D部に及んで居る若し打痕が異狀でなく軌條頭肩に平等に印せられた場合にはかゝる核心となるべき龜裂を生じないで従て破斷を來たす原因とはならない故に要次はチヨックと軌條頭肩とを一樣に密着するやうな方法を講ずる事であつて最近の製作にかゝる轍又にはその下に鐵鈹を敷きあるを以て列車の打撃作用少なく従て打痕を印し難く折損を起す憂ひ少ないと云ふのである。此種の破損の原因は軌條繼目鈹の龜裂

原因を説明するに大いに役立つものと考へらる。

以上記述の如く軌條の折損が人工的の打痕に起因するものに對しては線路工手が犬釘を打ち込む際の「打ちはぐり」等の不注意を防止すべく又列車進行中の打撃作用によりて生ずる打痕等は之れを防止すべき適當の方法を講ぜざるべく又破損が滓巢滓脈中に生じた核心龜裂に起因するものに對しては鋼塊製造者に適當の注意を促し以て不純物の折出を防止すべく又彈機鈹の破損に對しては斷面積の大小を云々するに先立ち品質優良なる材料を求むるか或ひは彈機製作以前に於て之れを研磨して外部に露出の滓巢滓脈を除去する等適當の方法を講ずるは折損を未然に防止する基であつて強ち至難の業ではないと思はれる。(完)

寫真第一



横裂軌條の破面 (Transversal fissured Rail) (六十封度第一種)

寫真第二



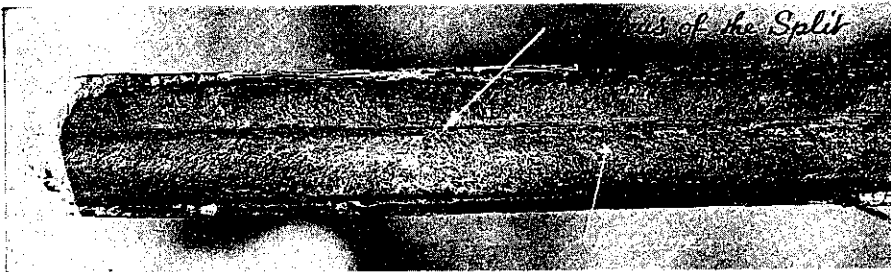
縦裂軌條 (Longitudinal fissured Rail or Split head)

寫真第三



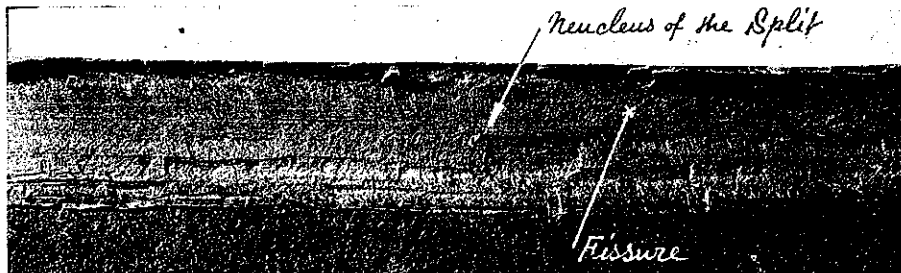
縦裂軌條 (頭頂に現はれたる) 龜裂を示す。(六十封度第三種)

寫真第四



同上の破面 (龜裂の進行方向に注意せよ) 縦に長き細状の線は「ゴーストライン」なり。

寫真第五



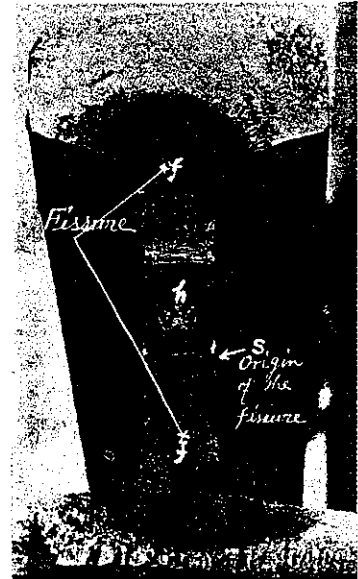
縦裂軌條の破面 (龜裂の進行方向に注意せよ)

寫真第六



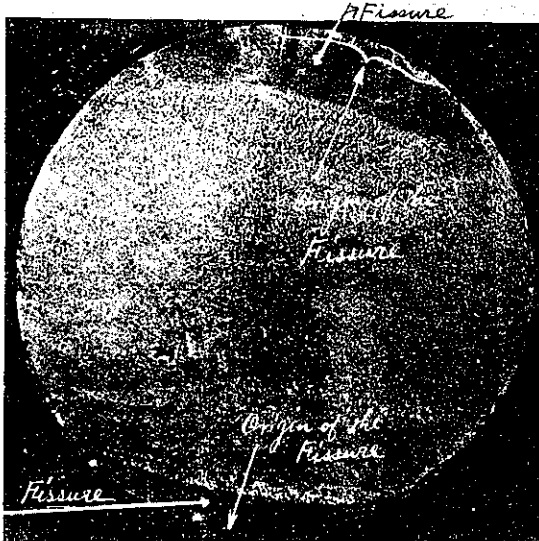
軌條底裏に現はれたる「シーム」

寫真第七



腹部横裂軌條
(S部は起點f.f.部は龜裂面)

寫真第八



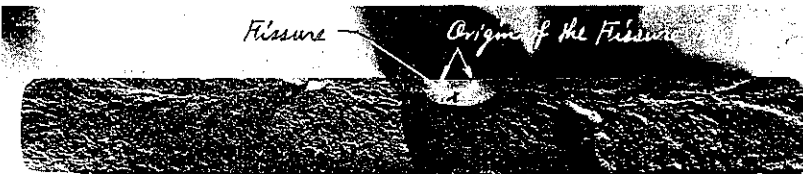
「クランク・ピン」の破断面
(上下二箇所に横裂面を示す)

寫真第九



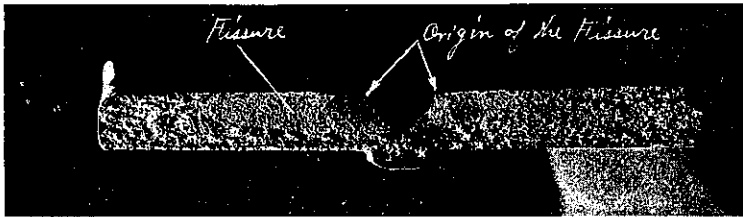
彈機銃に現はれたる横裂(Transverse fissure)
(龜裂の進行が二段に及ぶ)

寫真第十



同 上
(龜裂の進行が一段)

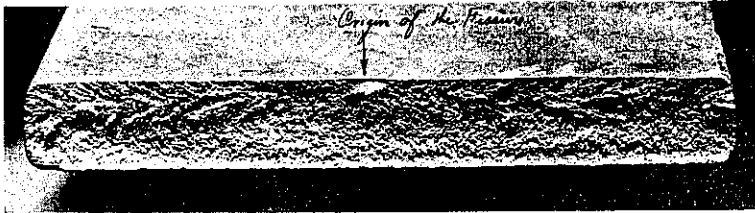
寫真 第十一



彈機鋌に現はれたる横裂(Transverse fissure)

(龜裂の進行が一段)

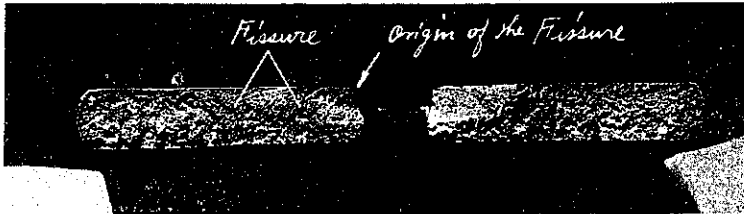
寫真 第十二



同 上

(龜裂の進行が一段)

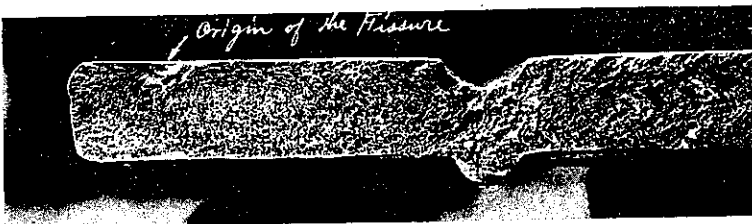
寫真 第十三



同 上

(龜裂の進行が二段に及ぶ)

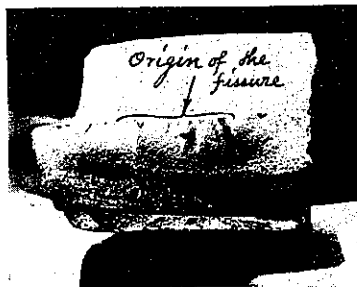
寫真 第十四



同 上

(龜裂の進行が明白に二段に及ぶ)

寫真 第十五



彈機鋌の「カイサキ」に現はれたる横裂(龜裂境界の進行が數段に及ぶ)

寫真 第十六



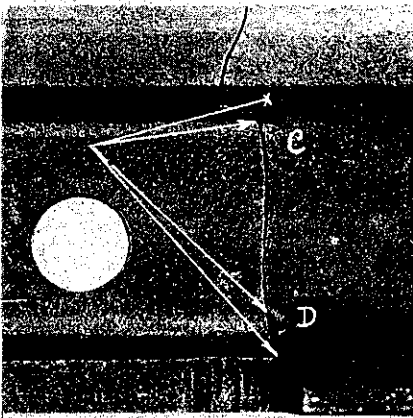
打痕を起點とする破斷軌條

寫眞第十七



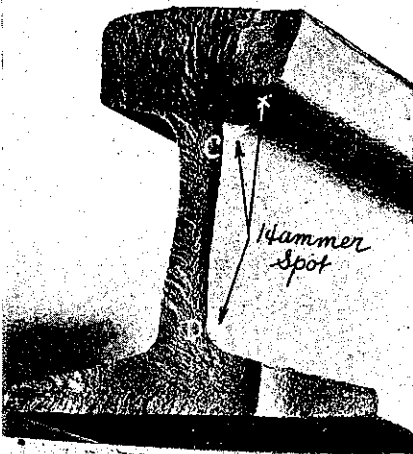
釘欠(Spike notch)に印せられし打痕を起點とする破斷軌條

寫眞第十八



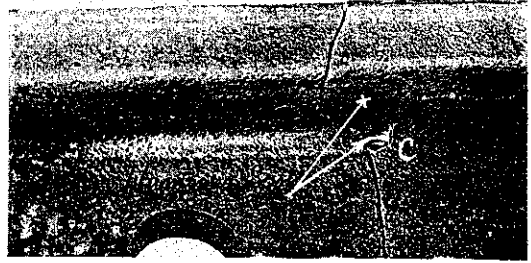
列車の打撃作用により生じたる打痕を起點とする破斷軌條(轍又用軌條)六十封度第三種

寫眞第十九



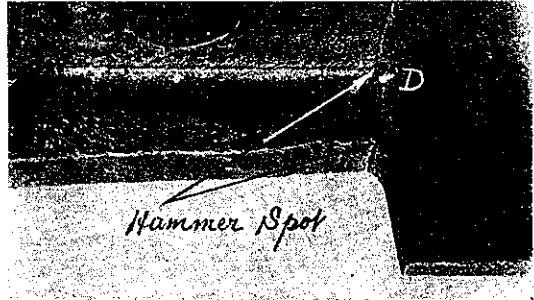
寫眞第十八の破面破壊は初めC部に起り後D部に及べるものなり。

寫眞第二十



同上(破斷の第一起點がC部にあるを示す)

寫眞第二十一



同上(破斷の第二起點が腹部と底部との中間のD部にあるを示す)

寫眞第二十二



轍又(六十封度第三種軌條)に頻發する折損軌條。