

第三編 軌道 (Track or Permanent way)

第一章 軌道の構造及軌間

軌道とは施工基面上の道床、枕木、軌條及其の附屬品等、車輛及列車の運轉に必要な構造部分を言ふのであつて、その構造は路盤上に道床を一定の形に敷き均した上に、枕木を一定間隔に並べ、その上に普通二本の軌條を定められた距離に据付け、その接目は接目板で確かりと挟み、ボルトで締め、軌條釘で枕木に据付け、常に一定の間隔を保たしめるのである。

軌間 (Gauge) とは軌條頭部の内側間の距離をさして言ひ、我國有鐵道の建設規定では第 3 條に次の如く定義して居る。

「軌間トハ軌條面ヨリ 16 耗以内ノ距離ニ於ケル軌條頭部間ノ最短距離ヲ謂フ。」

此の軌間の廣狹は鐵道の建設費並に運搬力に至大の關係を有するのである。現今歐米各國に於て最も廣く用ひられてる軌間は 1.435 米で普通之を世界の標準軌間 (Standard gauge) と稱し、之より狭いものを狹軌 (Narrow gauge) と言ひ、廣いものを廣軌 (Broad gauge) と言ふのである。我國有鐵道では建設規定第 8 條により「軌間ハ 1.067 米トス」と定められてるから狹軌に屬するのである。我國では此の世界標準軌間の 1.435 米を廣軌と呼んで居る。我國でも多くの電氣鐵道では此の軌間を使用して居る。

此の軌間の廣狹の利害に就いて一言してみやう。一般に軌間の廣い時は車輛の大きさを自由にし、振動を少なくし、高速度運轉に耐え得るゝから、軌間が輸送力を支配する事勿論である。廣軌の利とする所は

(1) 機關車は大形を用ひる事が出来、従つてその重心を下位に導き高速度の運轉をするも轉覆の虞れがない。

(2) 輸送力大である。機關車の牽引力強く、車輛の容積大なるため多量の貨

物及旅客を運ぶ事が出来る。

(3) 列車の安定を増し動揺少く乗客に快感を與へる。

(4) 車體の検査掃除が容易で又車輪を大きくする事が出来るから、廻轉數少くして走行距離を大にする事が出来、車輪の損害少である。

廣軌の缺點としては

(1) 建設費が大となり、所要地も著しく廣大となり、凡ての構造物も大となり費用嵩む。

(2) 急曲線を廻るに困難である。

(3) 列車の前面に來る空氣抵抗多く汽力の浪費多し。

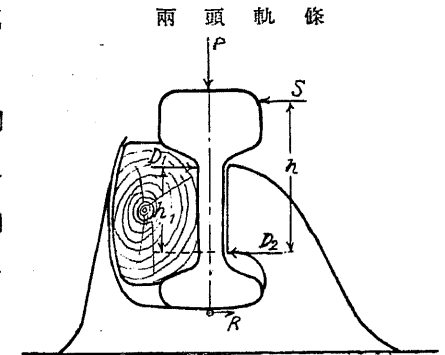
以上の様に一得一失あるが旅客に於いては、その速度乗心地からみれば廣軌の價値多きものであるが、貨物に就いては貨物量が高速力、大量運搬の鐵道を必要とするや否やと言ふ事になる。廣軌鐵道を用ふるも將來の収益は能く固定せる資本に對して相當の利益を擧げ得るや否やによつて決するものである。我國の如く貨物種類雜多で、遠距離輸送より近距離輸送の多い國情に於いては、一列車の單位は餘り大なる時は却つて不利となる。寧ろ列車回數を増加した方が好いのである。従つて我國々有鐵道に於いては廣軌改築を論ずる時代は過ぎ去つたのである。尤も旅客を主とする鐵道或は一區間特種の貨物を多量に運搬する線に於いては、廣軌の勝れてゐる事は言ふまでもないが、國有鐵道全體を廣軌に改築する問題はすでに過ぎ去つたのである。

第二章 軌條及附屬品

軌條とは車輛の運轉抵抗を減ずる目的等のために作られる細長き相當の剛性を有する材を言ふのであつて、現今では凡て鋼鐵にて作られる。

第一節 軌條の物理的性質

現今の平底軌條に近き型が考案されたのは 1830 年頃米國に於いてである。材料は凡て鍊鐵であつた。鍊鐵は不純物を含む事多きため、荷重の増加に伴ひ直に軌條頭部が潰れ又は一部剥落する事があつて、軌條の材料としては不適當な事が判つたが、當時鋼鐵の價格高きため已むを得ず鍊鐵を使用したのである。その後製鋼法としてベツセマー法が考案されるに及び軌條も又鋼鐵の時代に入つたのである。

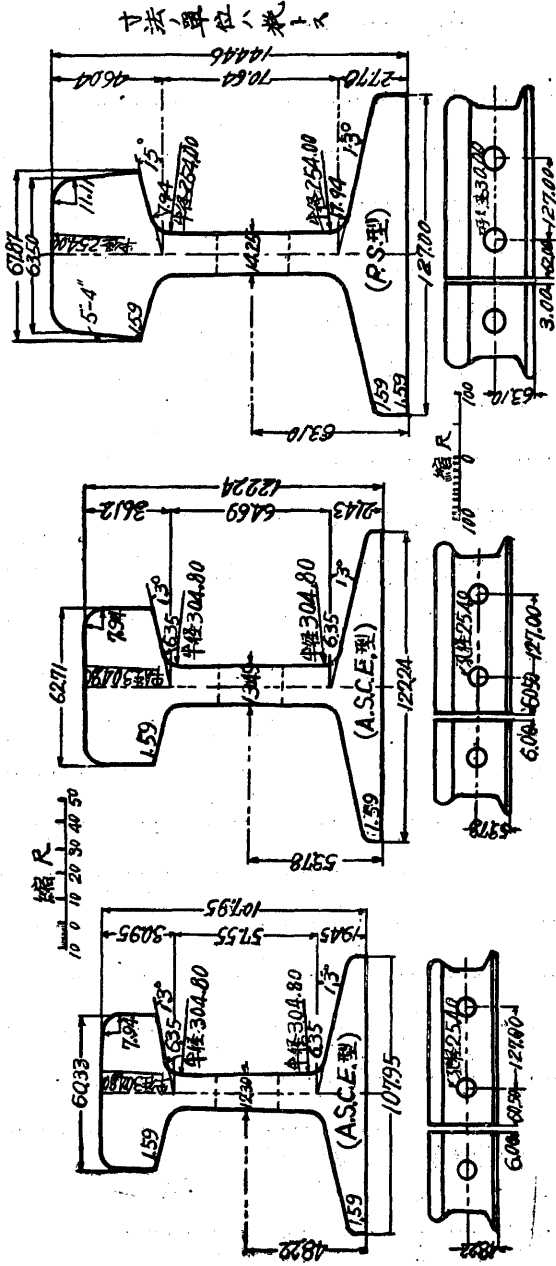


軌條には此の形の外に兩頭軌條 (Bull head rail) と言つて頭部と底部とが同じ様な形をした圖のやうなものがある。此の種類のもは英國に主として使用され、その外歐洲大陸にも使用され、我國に於いても鐵道の創設された頃は此の種類軌條を使用して居たのであるが、今日では殆ど使用して居ない。平底軌條は種々工夫の結果、同一分量の鐵材で作る、その上を走る列車のために磨耗する事の少い様、枕木上に据りのよい様、枕木に取り付け易い様、製作し易い様など種々の實驗と理由から幾多の變遷を経て考案され、その結果今日の様な形のものになつたのである。軌條はその斷面積の大なるもの程負擔力が大である。従つて列車の震動を少にするのである。軌條の大小を表はすには軌條一米長の重量を以つてする。例へば 30 匁軌條と言へば一米の重量が約 30 匁あると言ふ意味である。荷重大なる線、列車回數の多い線路には重軌條を使用すべきである。我國國有鐵道では建設規定第 23 條により使用する軌條の重さを各線により決定して居る。

即ち 第 23 條 「軌條ハ左ノ大イサタル事ヲ要ス。

停車場外ノ本線路及停車場内ノ主要ナル本線路ノ場合、

平 底 軌 條



50 距 軌 條

37 距 軌 條

30 距 軌 條

甲線 37 距 (特別ノ線路及特別ノ場合、50 距)

乙線 37 距

丙線 30 距 (特別ノ場合 37 距)

第二節 軌條の化學的成分

軌條鋼の主要なる成分は鐵と炭素(Carbon)硅素(Silicon) 滿俺(Manganese) 磷(Phosphorus) 硫黃(Sulphur) その他の諸元素から成つて居てその中 98—99.5% は鐵である。鋼の性質は炭素その他の元素の割合によつて、著しい差異を生ずるのであつて、各國その定め方區々で、中々複雑な問題であるが、大體に於て炭素は最も鋼の性質を左右するもので炭素がませば鋼が堅くなり、その度が過ぎれば脆弱となる。硅素は鋼の組織を緻密にして磨耗を減ず。滿俺は製作上必要なものであつて硫黃の害を緩和し氣泡の發生を防ぎ鋼に弾性を與へるが、或る程度以上の含有は鋼を脆くする。硫黃と磷とは鋼には有害であつて成る可く少い方が好い。鐵道省規定の鋼軌條の成分は次の如くである。

炭 素	%	0.45—0.60
滿 俺		0.60—0.90
硅 素		0.20 以下
磷		0.055 以下
硫 黃		0.05 以下

軌條の耐久性をまし、運輸量の増加に應じた強力のを製作するため種々の合金、若くは原素の分量の割合を種々變じた特殊の鋼軌條が研究されて居る。其の重なるものはマンガニース鋼(Manganese steel) シリコン鋼(Silicon steel) ニッケル鋼(Nickel steel) 軌條等で我國に於ても分歧器の軌條にマンガニース鋼軌條が試用されて居る。

第三節 軌條の耐荷力

軌條の耐荷力は枕木の間隔道床の状態により異り一定の計算式により算出する事は困難であつて未だ定論を得ない。従つて軌條の大きさを決定する理論上の根拠はない。種々の實驗式もあるがその中簡単なものは機關車の1軸の噸數を2.5—3倍した數を以つて軌條1米の重量とする。例へば1軸14噸とすれば軌條は $14 \times 2.5 = 35 \text{ kg}$ 乃至 $14 \times 3 = 42 \text{ kg}$ とするのである。

軌條の實際の耐荷力を掲げれば

道床の状態優良なる場合

枕木數	12	13	14	15	16	(9米軌條に對する枕木數)
軌條重量	25 kg	10.98	11.81	12.05	12.30	13.49
	30	14.08	14.38	14.61	14.91	15.12
	35	16.41	16.43	16.72	17.06	17.39
	37	17.33	17.66	17.99	18.42	18.79
	40	19.16	19.55	19.95	20.42	20.91

要するに重量列車に對しては、重量機關車を要求するのは當然で、其場合一働輪の重量は軌道及建造物により制限せられる。普通良好なる軌道に於ける5噸軌條は優に1500噸の集中荷重を支持し得るものであつて是により35噸軌條は10,500噸を50噸軌條は15,000噸を充分安全に支持する事が出来る。(最新の機關車の一軸荷重は10,500~12,250.kgである)

第四節 軌條の長さ及游間

軌條の長さを如何にするかは問題であるが、英米に於いては9米獨逸に於いては10米を普通とする。我國では10米を標準として居る。

長短軌條の得失に就いて一言述べれば、長軌條の利とする所は

(1) 接目の數を減少し、従つて接目の費用を減少する許りでなく、軌道の最も弱點である接目が減少するのであるから、事故の發生の機會も減り、保線上經濟である許りでなく、乗客にも快感を與へる。

不利とする點は

- (1) 製作上困難で、従つて不良材質の軌條多くなる。
- (2) 一本の軌條の重さが大で、長さが長いから、取扱上不便である。
- (3) 一部に缺點を生じた時、全部を交換せねばならぬから、不經濟になる。
- (4) 長き物となるから運賃大となる。
- (5) 積卸しする際に重量の増加より以上の人夫を必要とする。

以上の利害を考慮し我國民の體格をも考へ10米前後が最も適當である。殊に10米は端數がなく計算上にも好都合であるので永く10米軌條が用ひられたのであるが、近時50噸軌條を使用するに及び、稍々長い12米のものが使用されるに至つた。

軌條の接目には、必ず幾分の間隔をのこし以つて軌條の伸縮に應ずる用意をする。此の間隙を游間と言ふ。游間が餘りに廣ければ、修理に困難であつて、軌條の損傷多く又狭まければ夏季軌條の兩端が突合ひ、軌間に狂ひを生じて危險である。我國では軌條敷設當時の溫度 40°C 又は、それ以上の場合を2耗とし、以下 10° を下る毎に1耗宛廣くすることとし、トンネル内にては溫度の變化少きにより常に2耗として居る。

	0°未滿	0°~10°	10°~20°	20°~30°	30°~40°	40°以上	トンネル
游間	8 m.m	7	6	4	3	2	2

本表は12m軌條に對して計算したものであるが、9.144米軌條に對しても1耗内外の差にすぎないので、之を9.144米及12米軌條に適用する事にしたのである又此の表は0°未滿の場合に對しては一般に游間8耗と定めたが、之は零下 10° 以内位までの場合を考慮したのであつて、之より氣温の低い場合には軌條の

敷設とか、遊間の整正等の作業は普通施行しないので、斯る場合に對しては考慮を要しないものと認めたのである。

此の定め方は鋼鐵の膨脹係數 $(\frac{0.000.0065}{0.001.0117} \frac{F}{C})$ を基とし之に $12m \times 10^6$ 倍した價に近く定めたものである。即ち 軌條の遊間 = $l \times (T-t) \times$ 鋼の膨脹係數
 l = 軌條の長さ、 T = 軌條の受くる最高溫度、 t = 軌條敷設當時の溫度。

軌條接目は敷設の際、接目の個所に於て、兩軌條を突き合はさず、溫度に應じての軌條接目用ゲージを締めてから、之を取り外すのである。

第五節 軌條の毀損 (Rail failure)

軌條は種々の原因により毀損するものであるがその主なるものは

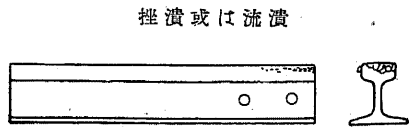
- (1) 製作の不完全なる事。
- (2) 軌條取扱又は敷設の宜しきを得ざる事。
- (3) 車輛製作の不良なる事。
- (4) 列車重量に比し軌條斷面積の不足なる事。
- (5) 脱線轉覆等の事故に起因するもの。

等であつて固より多く豫期せざる場合に惹起するものである。

如何なる状態に軌條は毀損するかと言ふに、軌條毀損の状態は勿論數多あるが凡そ次の 5 通りに區別する事が出来る。

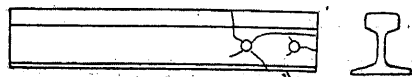
1. 軌條頭部の金屬が軌間の内側に流れたるが如き状態を呈するもの 普通多くの軌條は此の傾向あり。之は明らか

に軌條頭部が鋼の彈性限度以上の荷重を受けて居る證據であるが、程度の餘り甚しからざるものは左程の危険はない。



破 端

2. 軌條腹部に裂傷を生ずるもの

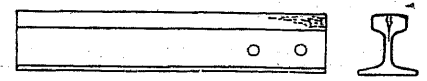


軌條腹部に裂傷を生ずるものは、多くその裂目が軌條の底に並行であつて圖の様にボルト孔を連ねて裂傷するものが多い。これは軌條製作の不完全に起因するものであるがボルトがゆるんで、接手のアタリが甚しくなつた場合に多い。此の裂目は接目板のためにかくれて居るので發見するのに甚困難である。特に接目のアタリが甚しい場合には、接目板を外して検査しなければならない。

3. 軌條頭部に裂傷を生ずるもの 軌條頭部が荷重に耐えかねて、圖の様に裂傷を呈するものであつて、此の裂傷は

縦 裂 (破端)

外部に表はれずして内部にとどまつて居るものが多い。その原因は軌條の製

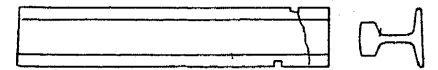


作不完全のため内部に氣泡を生ずるか、若くば材質が一樣ならざる結果、輪荷重のため互に割られたのである。此の種の毀損は徐々に來るものであるが、その部分に於ける軌條頭部の幅が廣がり、且裂傷の上に凹みを生じ、その部分が列車のために磨滅しないので、稍黒色を呈するから發見するに比較的容易である。

4. 軌條折損するもの 軌條全體が一個所又は數箇所同時に折損する事がある。此の種の事故はその數前者に比しては

釘 孔

遙かに多いが發見が容易であるから、大事に至る事は少い。これは主として



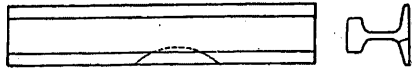
軌條材質の不均一なるもの、又は鑄造の際にその冷却方宜しきを得ざりしため軌條鋼中に無理を生じ急に冷却を受

打 痕



けた場合に發露する事が多い。又折損した軌條の斷面を検するに古疵のために折損したものが少くない。而して疵發生には種々の原因があるが、軌條積卸の際その取扱の粗雑なるにより生じたるものが少くない。殊に我國の軌條積卸は主に手卸であつて殆ど投卸と同様であるから、その際に瑕疵の生じやすい事は拒めない。軌條の取扱は特に慎重を要する次第である。

5. 軌條底部缺損するもの 軌條底部の端が缺壊する事がある。之れは多く曲線等に於いて、列車荷重を不均等に受破底る場合に多いので、鋼質の不良と言ふより寧ろ敷設の不良に原因する事が多い。殊にタイプレートを使用する場合に於いて多く見るのである。



是等の毀損軌條は軌條として役立つ許りでなく列車の運轉に危険であるから發見次第直ちに更換せねばならぬ事は勿論である。此の外自然の磨耗がある程度に達すると、同じく更換を要するのである。曲線に於いては外方軌條の内側は磨耗が著しいために、其儘放置するときは軌條の壽命を甚しく短縮するから、適當の時期を見計つて之を内外側轉換するか、又は内外軌條を振替へて成る可く、軌條の壽命を延長する様努む可きである。軌條磨耗更換限度は鐵道省に於いては軌道整備心得に下の如く定めて居る。「軌條ハ左ノ状態ニ達シタル時ハ完全ナル軌條ト更換スベシ」

1. 「軌條頭部ノ最大磨耗高ガ軌間側ニ於イテ左ノ程度ニ達シタルモノ

	30 疋軌條	37 疋軌條	50 疋軌條
甲 線	6 耗	10 耗	13 耗
乙 線	6 耗	12 耗	15 耗
丙 線	8 耗	12 耗	15 耗

重要ナル側線ニアリテハ丙線ニ準ズ

軌條磨耗ノ高サハ軌條面ニ直角ノ方向ニ測ルモノトス

2. 磨耗面積ノ原斷面積ニ對スル比ガ百分率ニ於テ左ノ程度ニ達シタルモノ

	30 疋軌條	37 疋軌條	50 疋軌條
甲 線	10	15	30
乙 線	10	15	—
丙 線	15	20	—

重要ナル側線ニアリテハ丙線ニ準ズ

3. 列車連轉上危険ノ虞アリト認ムルモノ」

第六節 軌條の耐久年限

以上の様に軌條は種々の原因によつて毀損し又磨耗するものであるが、何年位使用すれば軌條が役に立たなくなるかと言ふに、之れは軌條の材質、線路の状態、機關車及車輛の重量、通過する車輛の數、速度、運轉の巧拙、軌道や車輛の修繕の適否等の事情によつて異なるもので一概に言へないが大體に於て勾配や曲線の急な處は直線部分より磨耗が多く海岸や隧道内では腐蝕のため使用出来なくなる事が多い。又曲線部分では内軌よりも外軌の頭部の内側が著しく磨耗する。

上記の用に使用年限は一定しない。山手線のある曲線箇所では 50 疋軌條が 30 日足らずで更換を要し、箱根の山中のある曲線で 3 年足らずで内外の振かへの必要の起つた例もある。大體直線部では 20 年前後で海岸地方では 12~16 年、隧道内で 7~10 年位になつて居る。

第三章 軌條接目 (Rail Joint)

第一節 緒言

軌條を敷設するには順次に接續して行かねばならぬ。此の接續點を接目と言ふのである。接目の部分は軌條中の弱點であつて、軌條の負擔力は此の個所に於て著しく減少するものであつて、列車が此の個所を通過する際には著しく衝撃を受くるものである。

軌條接目の條件は

1. 接目外の部と同一の強度及剛性を有する事。
2. 接目の構造は成る可く簡單にして且取付、取外し共容易なる事。

- 3. 費用は廉なる事。
- 4. 保存費用適當なる事。
- 5. 横壓力に對して充分安全なる事。

等である。軌條接目は、普通接目板 (Fish plate or splice plate) 及ボルトを使用す。接目板及ボルトは何れも鋼で軌條の型により一定して居る。

軌條接目と接手枕木の配置については次の3の型式がある。

1. 懸吊法 (Suspended Joint)

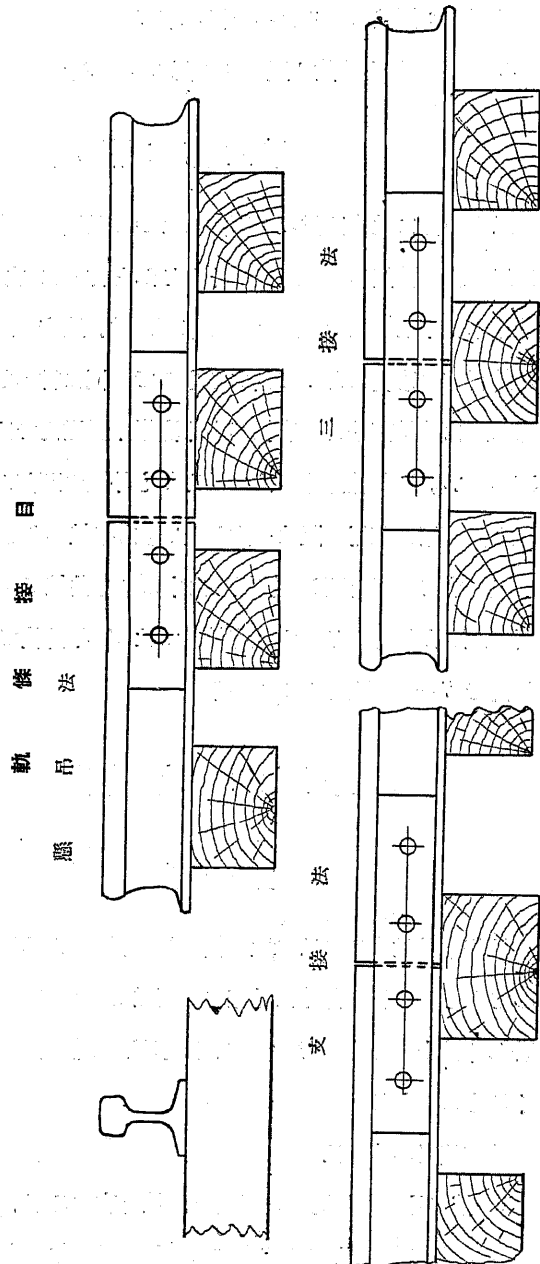
枕木の中間に於て作りたる接目

2. 支持法 (Supported Joint)

枕木上にて作りたる接目

3. 三接法 (Joint supported on three sleepers)

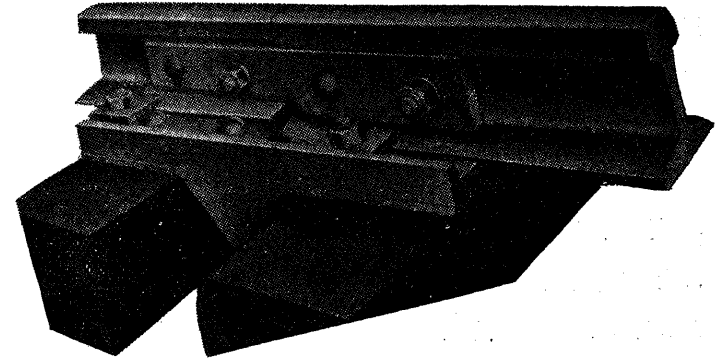
枕木三本によりて支接させる接目、即ち前二者を併用せるもの



今日では第一型式が最も多く用ひられてる。尚軌條接目に接目板、ボルトを使用せず軌條の兩端を熔接する方法も市街鐵道等に用ひられてるが、普通の鐵道では軌條が全部露出してるため、温度の變化を直接受ける事甚しいので用ひられない。異種の軌條を接ぐには普通異形接目板と稱する特殊の接目板を用ふるのであるが、又中繼軌條と稱し長さ3米位で一端の断面が或種(例へば50珎)のもので他端の断面は他種なる特別の軌條を用ふる事がある。

軌條接目は左右軌條接目の關係位置により二種に分つ事が出来る。
1. 相互接目 (Alternate-joint)

異形接目板

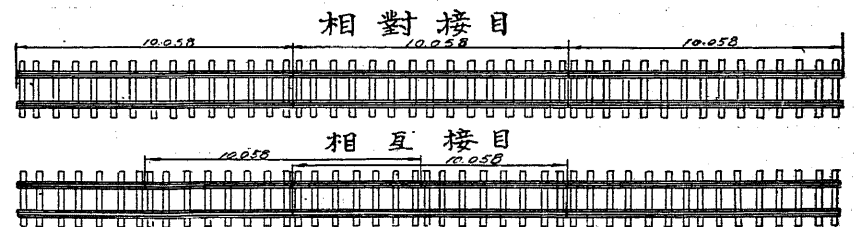


一方の軌條接目が、他側軌條の略々中央にあるもの

2. 相对接目 (Oposite joint)

一方の軌條の接目が、他側軌條の接目と略々同位置にあるもの

此の兩式の是非得失に就いては議論區々であつて容易に決定し難いものであるが概して相互式の方が列車に與ふる震動少く、左右兩軌條に揃へる必要がないから、游間の整正が容易であるのと、曲線では接目を加減する要がないから内側軌條



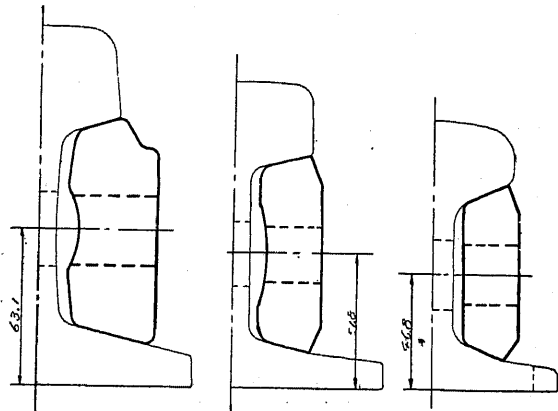
を切斷する必要がない。主として米國に於て採用されて居る。然しながら此の式によると枕木數の増加する事、接目數の多きため保線作業に多少手數を要する事、列車の震動回數が増加する等の理由によつて我國では相對式を原則として居る。

第二節 接目板

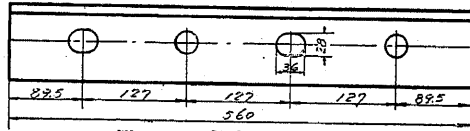
接目板は軌條を接合するためその側面に用ふる添板であつて約 100 年前に米國に於て初めて考案されたものであるが、其の最初の目的は單に列車の動搖のため軌條が左右に喰違ふのを防止するにあつたので、其形状も短冊形で而もその厚さも極めてうすいものであつた。然るにその後接目板も軌條と同様荷重を負擔させる様になつたので、次第にその厚さを増し、且突縁を附する様になつたのである。既述の様に接目板は元來それ自身で軌條と同一の強度を有し、且その構造簡單でなけれ

接目板 (其一)

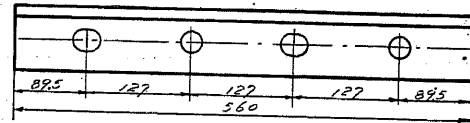
50 kg 第三種 37 kg 第三種 30 kg 第一種



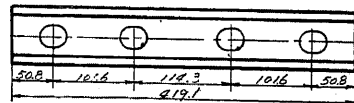
接目板 50 kg 第三種



接目板 37 kg 第三種

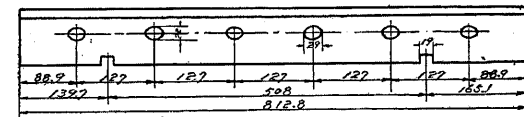
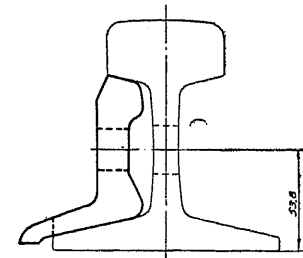


接目板 30 kg 第一種



接目板 (其二)

37 kg 第一種

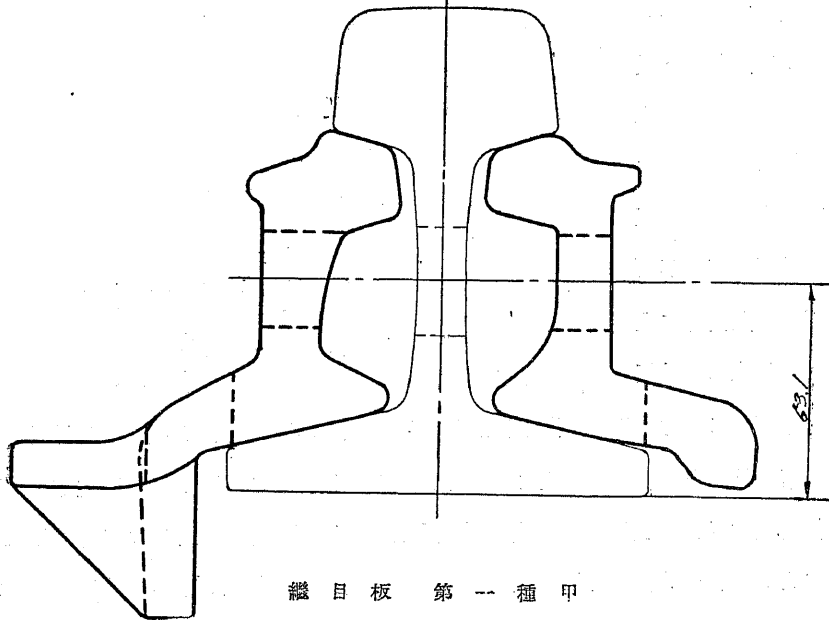


ばならない。然しその様な接目板を作る事は困難であるから、成る可く軌條の負擔力を補ひ、且列車の重量による接目の沈下を少くし、且双方の軌條の末端が列車通過の際同時に上下し得る丈に、軌條

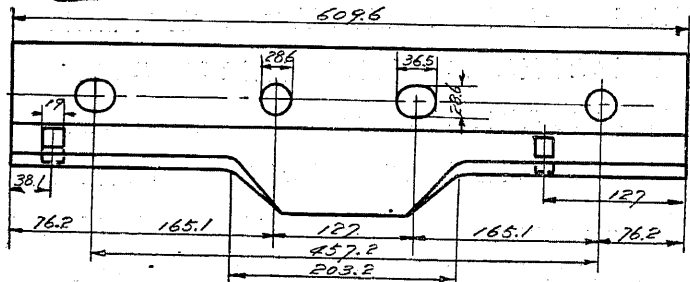
を充分確かに結付ける事が出来れば良しとせられて居る。接目板の強度に次ぎ、必要な事は軌條との密着を完全にする事である。此の意味に於て現在用ひられて居る接目板は、その上下に於て軌條に密着し、内面は腹部に密着せずボルトを締める事によつて、充分密着せしめて居る。接目板の長さは圖に示す通り軌條の種類により異なるが、50~100 種でその両端は枕木につて居る。接目板のボルト孔も又軌條の種類により異なるが 4~6 個でその間隔は 10~17 種である。此の孔は普通橢圓形である。それはボルトのナットを締める時、ボルトが回轉しない様にボルト頭部の直下を全く橢圓形とせるためである。ナットの當る方の接目板のボルト孔は、橢圓形でなくとも差支へないが製作上の簡易及取扱上の混亂をさけるために、同形にして居る。ボルトのナットを軌間の外側に置くか、内側に置くかその利害に關しては種々論議されて居るが、何れも一利あるを以つて決論を得ない。即ち内側に置けば軌道の真中を歩いてナットの状態を一目に見る事が出来るが、輕軌條に於いては建築定規にふれるおそれがあるし、全部外側に置けば脱線等の場合車輪の突縁によりナットを切られるおそれがある。我國では一般に 30 種以下の軌條では外側その他の軌條では内外側交互に緊結して居る。

接目板 (其三)

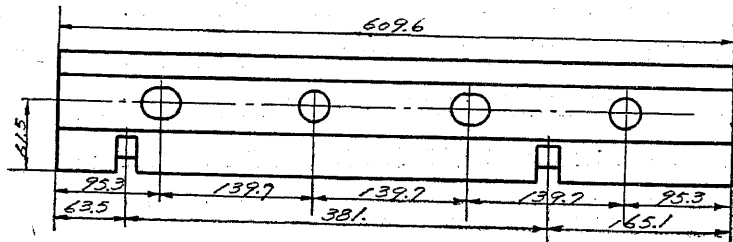
第一種甲 50 kg 第一種乙



繼目板 第一種甲

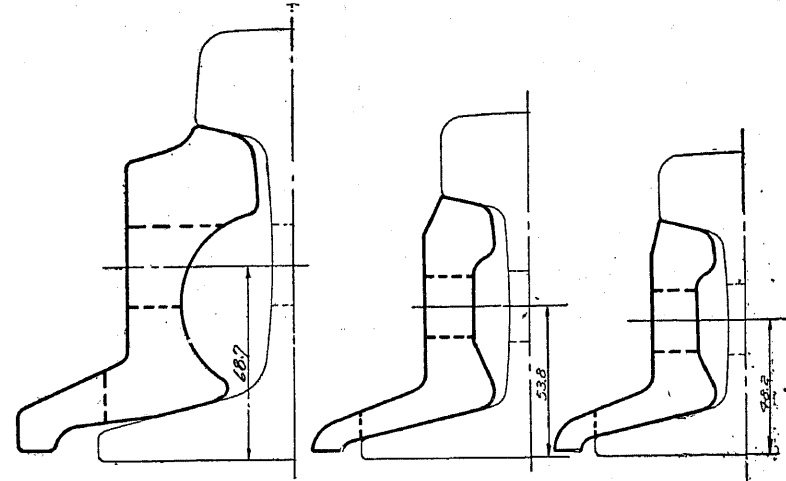


繼目板 第一種乙

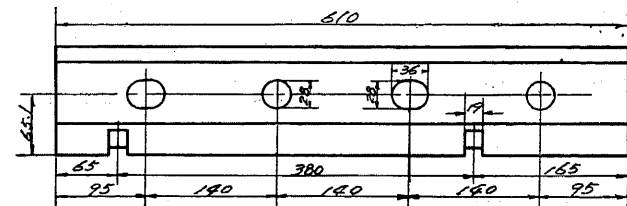


接目板 (其四)

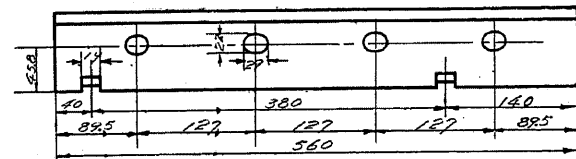
50 kg 第二種 37 kg 30 kg 第三種



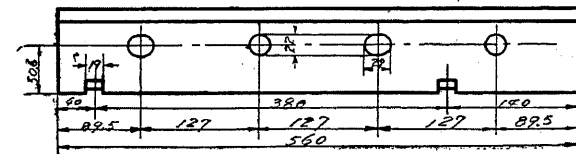
繼目板 50 kg 第二種



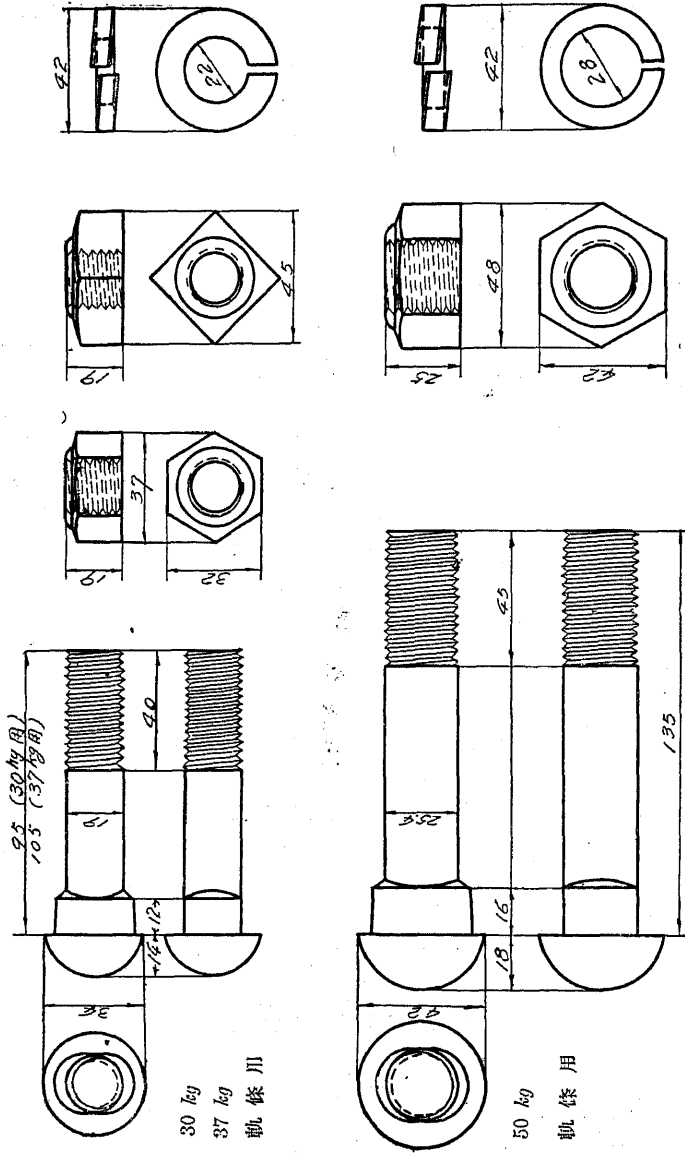
繼目板 37 kg 第三種



繼目板 30 kg 第三種



ボルト ナット ツット ナット



第三節 ボルト・ナット及螺止

(Bolt, nut and lock-nut washer)

接目板の任務を充分果たすためには、ボルトを充分締付くる事が必要である。ボルトの締付が充分でなければ、如何に丈夫な接目板を用ひてもその用をなさない。然し締付の度を過せば軌條の伸縮の餘地がなくなる、ボルトの適當なる緊定程度は軌條の大きさ又は運轉状態に依つて異なるものであるから之を一般的に示す事は困難であるが、外國の調査等によればボルト一本にかゝる張力が、大體 4,500~6,700 珎位になる程度に緊締し置く事が適當な様である。ボルトの長さは螺止とナットとを締め付けなほ 6 耗内外の餘長があれば好く 90~150 耗である。長すぎると何等役に立ぬ許りでなく、脱線の際車輪が引掛り之を切斷するおそれがある。ボルトの直径は 20~25 耗である。ボルトは眞直ぐで滑らかで且螺山は充分鮮明でなければならない。ボルト頭は圓形でその直下は接目板の厚さ丈楕圓形をなす事前にのべた通りである。

ナットはボルト同様螺山は鮮明であつて能く相密合するを要する。その形は四角形、六角形があるが六角形は、之を廻す際四角形より工合が好いけれど、磨耗すると圓形に近くなり、螺廻が掛りにくくなる。普通用ひられてるナットの寸法等は圖に示す通りである。

ナットを如何に能く緊締してをいても、列車の震動により長い間には戻つて來るものであるが、之を防ぐため接目板とナットの間に弾性ある鐵板を挿入する。此の目的のために使用せらるゝ弾力性の鐵板を螺止と稱す。我國にて使用せるものは 6 耗角の鋼を指輪の様に丸く屈曲し、その合ひ目が幾らか喰ひ違つて居る。ナットはこれが扁平になる程度に締めつければ好いのである。

第四章 軌條附屬品 (Rail accessories)

第一節 匍進止 (Anti-creeper)

一旦据えられた軌條は何等の移動なく常にその位置を保つものではない。不知不識の間に幾分その位置を變じて前方又は後方に爬行するものであつて、單線區間では列車の運轉方向常に反覆するから、一進一退相殺して別に大した移動はないが、複線區間では運轉方向常に一定するから、移動が甚しい。此の列車の運轉方向への軌條の滑動を軌條の匍進と言ふ。匍進の甚しき所は勾配急なる下り線、橋梁の前後、分岐器附近、道床堅固ならざる所、制動機を頻繁に掛ける附近等である。

此の匍進を防ぐ器具を匍進止と稱す。匍進止には種々あるが最も簡單なるものは接目板の突縁に切欠を作り犬釘をその孔に打ち込むもの、軌條の突縁に切欠を作り犬釘をその孔に打ち込むもの等である。

以上の方法は枕木の移動しない限り軌條の移動する事はない。枕木の移動を防ぐ方法として、別に繫材を施し。數本の枕木を連結するか、古枕木を打ち込むのである。近時各種の匍進止が考案されて居る。

匍進の起る主なる原因は

(1) 軌條と車輪の間の摩擦により起る。制動機を常に使用する下り勾配では制動された車輪が軌條の上を廻轉しないで滑走する事が度々あるから殊に甚しく列車の進行方向に軌條を動かす。

(2) 機關車が進行する時、働輪の周圍に働らく力がその進行方向と反對の方向に軌條を移動させる。

(3) 車輪が軌條の端に乗つた時、その端は多少下り、次の軌條の頭よりも低くなるから、車輪が次の軌條に衝突して、是れを前方に押し進める傾向がある。

(4) 軌條は車輪がのると彎曲する。而してそのために波動を起す。若し軌條

に接手がなければ單に波動として傳播する丈であるが、處々に継手があるためその部分で多少波動が消滅して軌條が幾分か前進する。

(5) 夏は匍進が増し冬は減ずる傾きがある。之れは暑い時には軌條がのびるから、若し接目が盲になつて中央部が幾分高く反つて居る時に、列車が進行して來れば軌條は後ろに動けないから前方へ移動する事になる。

軌條の匍進は軌間を狂はし、接目を不整にし或は枕木をも移動させ列車事故の原因となるから、出来る丈之れを防止しなければならない。

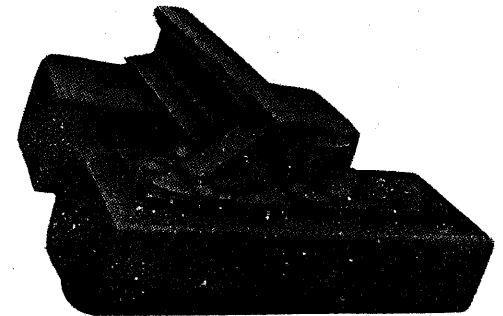
而して軌條の匍進は軌條が枕木上面を滑つて移動するのであつて、犬釘だけでは到底之れに抵抗する事は出来ないから、軌條と枕木との緊締力を充分にする補助施設をして之れを防止しなければならない。その外形は圖に示す通りである。是等の匍進止は大體軌條一本に對して 4.5 本を適當とする。

第二節 軌條支材 (Rail brace)

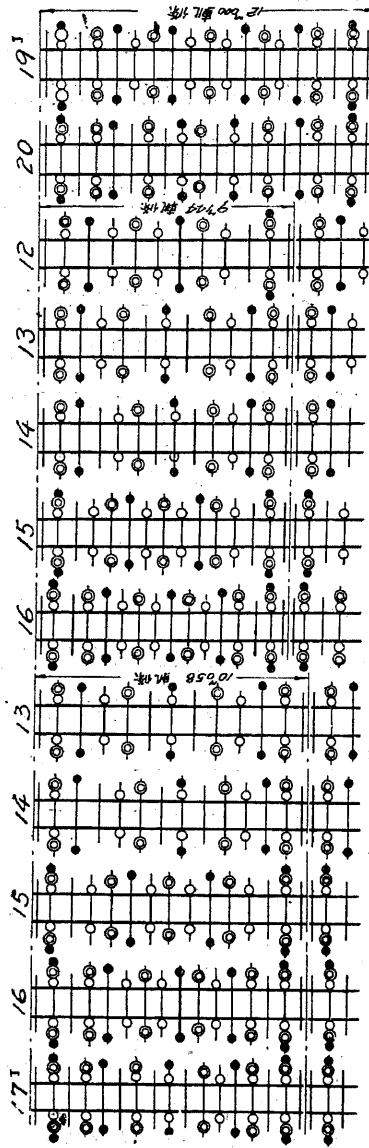
曲線に於ては列車により軌條に掛る横壓力が大きいため、犬釘のみでは之に抵抗し難い事がある。即ち曲線部に於ては車輛は遠心力のために曲線の外方に逸出せむとする傾向を生じ、外側軌條は車輪の突縁のため外側に轉倒しやうとする傾きがあるし、又内側軌條は緩速度の列車のため及車輛の固定輪軸距の関係上、曲線の内方即ち軌間の外方に壓出

鋼板製軌條轉止 (レールブレース)

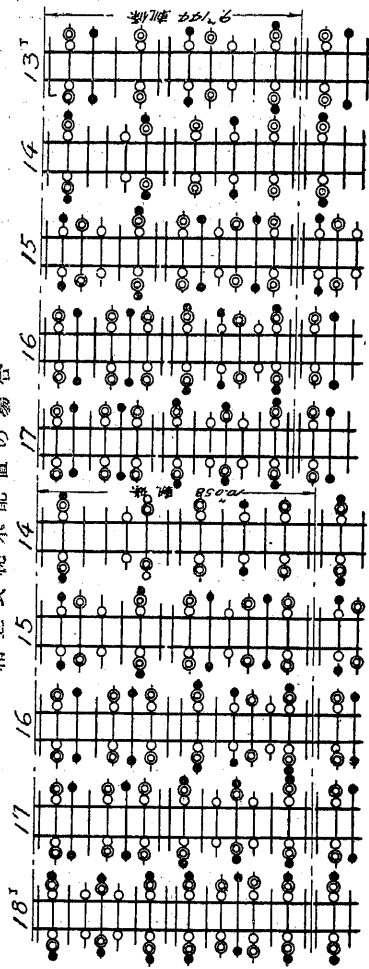
され様とする。従つて之がため曲線に於ては常に犬釘が抜上り、又犬釘孔が擴大され、それがため軌間に狂ひを生じ易く、その上犬釘を打ちかへたる孔から枕木に水が浸入し枕木の腐蝕を促す結果になる。



軌條支材配置圖
相對式枕木配置の場合

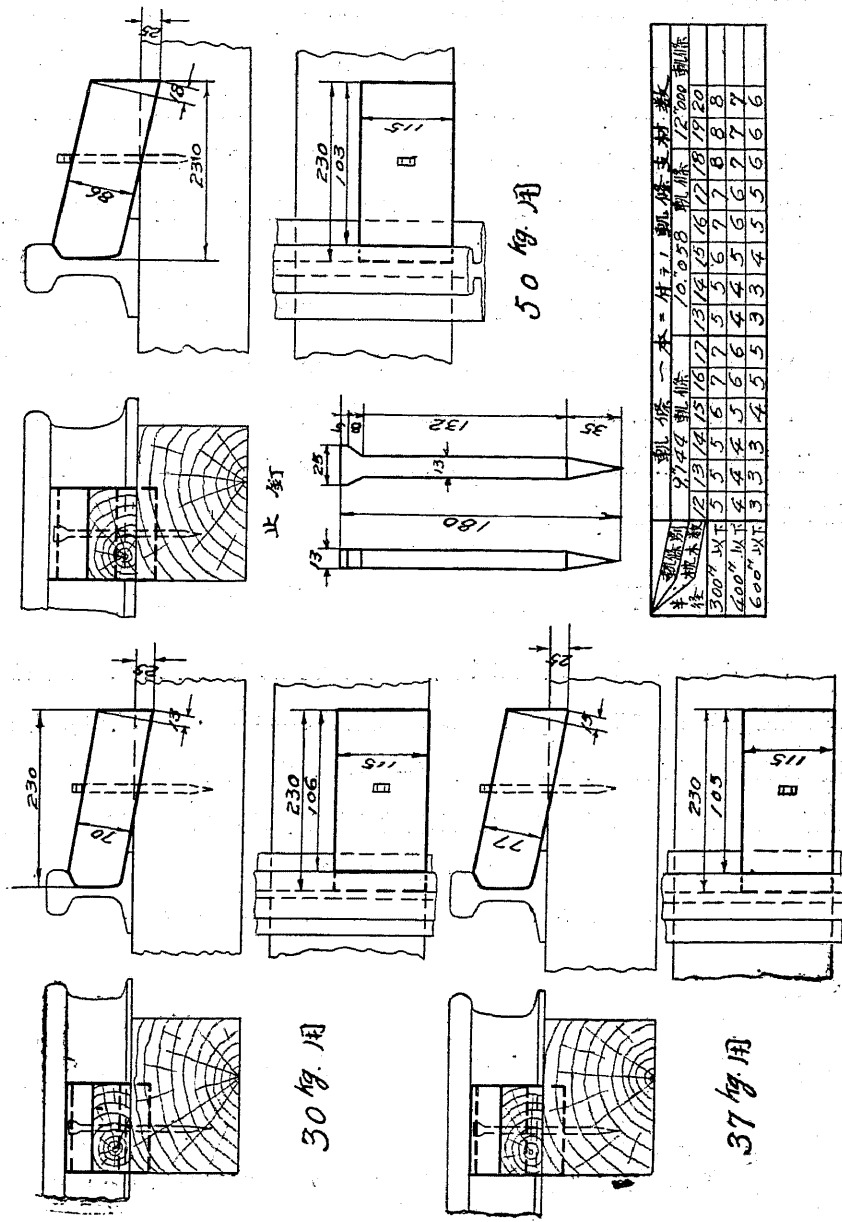


相互式枕木配置の場合



- 凡 例
- 300 m 以下の曲線に於ける軌條支材の配置
 - ◎ 400 m 以下の曲線に於ける軌條支材の配置
 - 600 m 以下の曲線に於ける軌條支材の配置

軌條支材及止釘



止釘

30 用

50 用

37 用

軌條	枕木	止釘	軌條支材	枕木	軌條
975 以下	12	13	14	15	16
1200 以下	13	14	15	16	17
1200 以上	14	15	16	17	18
1200 以上	15	16	17	18	19
1200 以上	16	17	18	19	20
1200 以上	17	18	19	20	21
1200 以上	18	19	20	21	22
1200 以上	19	20	21	22	23
1200 以上	20	21	22	23	24
1200 以上	21	22	23	24	25
1200 以上	22	23	24	25	26
1200 以上	23	24	25	26	27
1200 以上	24	25	26	27	28
1200 以上	25	26	27	28	29
1200 以上	26	27	28	29	30
1200 以上	27	28	29	30	31
1200 以上	28	29	30	31	32
1200 以上	29	30	31	32	33
1200 以上	30	31	32	33	34
1200 以上	31	32	33	34	35
1200 以上	32	33	34	35	36
1200 以上	33	34	35	36	37
1200 以上	34	35	36	37	38
1200 以上	35	36	37	38	39
1200 以上	36	37	38	39	40
1200 以上	37	38	39	40	41
1200 以上	38	39	40	41	42
1200 以上	39	40	41	42	43
1200 以上	40	41	42	43	44
1200 以上	41	42	43	44	45
1200 以上	42	43	44	45	46
1200 以上	43	44	45	46	47
1200 以上	44	45	46	47	48
1200 以上	45	46	47	48	49
1200 以上	46	47	48	49	50
1200 以上	47	48	49	50	51
1200 以上	48	49	50	51	52
1200 以上	49	50	51	52	53
1200 以上	50	51	52	53	54
1200 以上	51	52	53	54	55
1200 以上	52	53	54	55	56
1200 以上	53	54	55	56	57
1200 以上	54	55	56	57	58
1200 以上	55	56	57	58	59
1200 以上	56	57	58	59	60
1200 以上	57	58	59	60	61
1200 以上	58	59	60	61	62
1200 以上	59	60	61	62	63
1200 以上	60	61	62	63	64
1200 以上	61	62	63	64	65
1200 以上	62	63	64	65	66
1200 以上	63	64	65	66	67
1200 以上	64	65	66	67	68
1200 以上	65	66	67	68	69
1200 以上	66	67	68	69	70
1200 以上	67	68	69	70	71
1200 以上	68	69	70	71	72
1200 以上	69	70	71	72	73
1200 以上	70	71	72	73	74
1200 以上	71	72	73	74	75
1200 以上	72	73	74	75	76
1200 以上	73	74	75	76	77
1200 以上	74	75	76	77	78
1200 以上	75	76	77	78	79
1200 以上	76	77	78	79	80
1200 以上	77	78	79	80	81
1200 以上	78	79	80	81	82
1200 以上	79	80	81	82	83
1200 以上	80	81	82	83	84
1200 以上	81	82	83	84	85
1200 以上	82	83	84	85	86
1200 以上	83	84	85	86	87
1200 以上	84	85	86	87	88
1200 以上	85	86	87	88	89
1200 以上	86	87	88	89	90
1200 以上	87	88	89	90	91
1200 以上	88	89	90	91	92
1200 以上	89	90	91	92	93
1200 以上	90	91	92	93	94
1200 以上	91	92	93	94	95
1200 以上	92	93	94	95	96
1200 以上	93	94	95	96	97
1200 以上	94	95	96	97	98
1200 以上	95	96	97	98	99
1200 以上	96	97	98	99	100

之を防止するために急曲線箇所には、軌條の外側から之を支ふる抑工を設けるのである。之を軌條支材と言ふ。その構造は種々あるが普通用ひられるは、圖に示すもので木材で、四つ頭釘で枕木に緊結して居る。圖に示す様な鋼板製のものもある。分岐器に用ひられる。軌條支材を取付る數は曲線半径の大小により異なるのである。即ち半径が小さければ小さい程、軌條は強く横に押し付けられる傾向があるから、従つて支材を多くとり付けねばならぬ。圖は各半径に應じての軌條支材の配置を示したものである。半径 600 米より大なる曲線には普通取り付けない事になつて居る。最近次に述べるタイププレートを使用する時は、車輛の横壓による軌條を轉倒せんとする力に對して抵抗を増し、尙此の場合は軌條が傾斜敷設せらるゝ結果軌條の轉倒せんとする傾向も減少するので、普通軌條支材を使用する場所でも使用しない事にして居る。

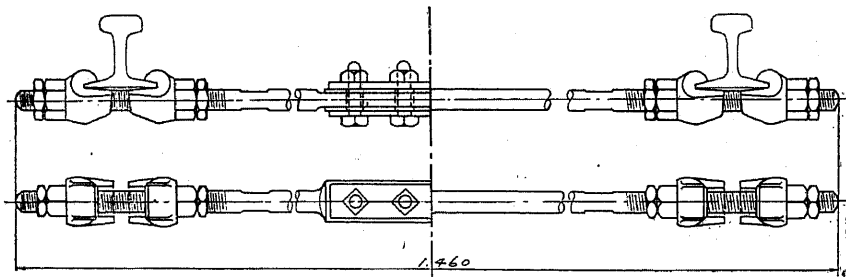
第三節 軌間繫材 (Gauge tie or tie rod)

目的とする所は前の支材と同じく軌間の擴大を防止する施設で、その形状は兩側軌條を互に連結する鐵製の繫材にして旋回緊子 (Turn buckle) によつて軌間の廣狹を加減し得る構造となつて居る。ゲージタイは之を使用したる局部の軌間を正確に保持するに特に効果が多い。然し自動信號區間に於ては、兩軌條を電流の回

ゲージタイ

絶縁ゲージタイ

ゲージタイ



路に使ふのでゲージタイに電氣的絶縁の装置を要し、費用の嵩むうらみがある。故に分岐器の入口の如き、特に軌間の正確を必要とする個所にのみ用ひられて居る。

第四節 座鐵 (Tie plate)

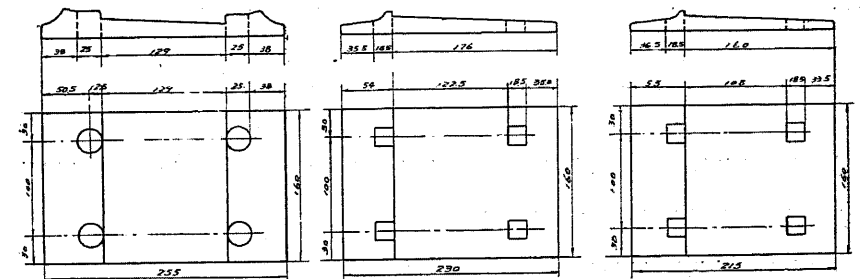
軌條は常に列車通過のために波状形運動をなし、枕木上に不斷の摩擦を與ふる故、その切觸面を摩耗し、軌條は遂に枕木内に喰ひ込み、之れがために枕木の生命は著しく縮まるのである。特に此の現象は接目の前後、急曲線、急勾配の箇所に於て甚しいのである。此の缺點を防止し、枕木の生命を延長せしむるため、軌條と枕木の間には鐵板を挿入する。此の鐵板をタイププレートと言ふ。

タイププレート

50 kg 用

37 kg 用

30 kg 用



タイププレートの欠點としては

1. 軌條底部の當りが激しくなるので、軌條底部の端が欠け易い。
 2. 犬釘孔が擴大した時に込栓を施すに不便である許りでなく、任意の場所に打ち換る事が出来ぬ。此のためタイププレートには孔の擴大の少い螺釘を使用す。
 3. 軌條釘が緩んだ時タイププレートと軌條底部とが衝突して、噪音を發し乗客に不快の念を與へる。
 4. 軌條更換、枕木更換、軌間整正等の作業が煩雜になる。
- 是等の缺點はあるが軌道の損傷程度を少くし、従つて保線作業の手數を

ないに反し、螺釘では特種の木栓を使用する必要があるなど手数を要するのみならず、その材料費が嵩む。斯く螺釘は費用の嵩む嫌あるが線路保存上極めて良好である事言ふまでもないから、重要線路には漸次使用さるゝに至るであらう。

第六節 護輪軌條 (Guard rail)

車輛が脱線し易い箇所又は脱線のため重大なる事故を續發する虞のある場所では脱線をさせない様に、或はすでに脱線した車輛が其處に差し掛つても其れ以上大事に至らしめぬ様、本軌條の内側に並行して一定の間隔を保つて軌條を枕木に犬釘で取り付ける。之を護輪軌條と言ふ。曲線では遠心力の関係や車輛の構造上脱線し易いから此の護輪軌條を敷設する。又橋梁上の脱線は非常に危険であるから、之を防ぎ且つ例へ他所で脱線した車輛がそのまゝ進行して來ても、成る可く正しい位置に誘導するために、長い橋梁には護輪軌條を敷設するのである。その外曲線から分岐する對向分岐器は方向が急變するから脱線し易いし、frogも又その虞れがあるし、踏切道に於いては通常人馬の通行に便なる様板又は石等を敷きつめるから、車輪の輪縁の通過のため護輪軌條を入れるのが普通である。

曲線軌道に於ては車輪の輪縁が甚しく曲線外軌を壓しそのため脱線の虞れがある許りでなく外側軌條頭部の内側の磨耗が著しいので磨耗防止のため一種の護輪軌條を布設する。是れを磨耗防止軌條と稱して居る。

第七節 橋梁上の軌道設備

鐵桁に枕木をとりつけるには特種の鈎状のボルトを用ふ。之れをフックボルト (Hook bolt) と稱して居る。フックボルトは震動のため弛緩し易く、鈎が桁から外れることがあるから常に緊締する必要がある。而して鈎の方向を上部から知り易くするため普通ボルトの頭部に其方向を示す記號を付して置く。然し近時フックボルトで震動その他で弛緩しないものが考案され漸次使用さるゝに至つた。

橋梁上の枕木はフックボルト丈では移動し易いからその間隔を保たしめるため各枕木の兩端を繋ぐ枕木繋材を取りつける。又従業員の通行の便のため歩板を設けるのが普通である。

第五章 枕木 (Tie or sleeper)

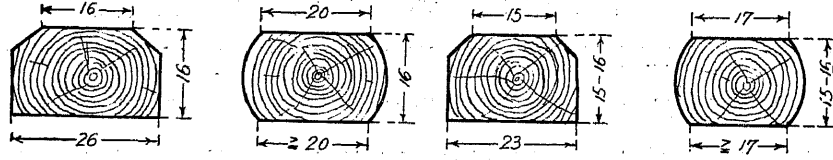
枕木は軌條と道床との間にあつて、軌間を正確に保たしめ、且軌條の上を通過する列車の重量を道床に傳ふるに際して、更に廣い面積に等布的に分布せしむるために配置せられた材料である。その材質は堅固にして成る可く腐朽し難く、且弾力にとむものが好い。鐵道の初期時代には枕木は單に堅牢でありさえすれば好いと言ふ考へから、石材を用ひたものであるが、石材は弾性に乏しく高速度列車は動搖はげしく軌條及車輛を損する事が多い許りでなく、軌條との結合にも極めて困難である。今日では石枕木は全然用ひられない。最も廣く用ひられて居るのは木枕木であつて、鐵枕木、鐵筋コンクリート枕木之に次ぐ。今日木材漸く拂底に近づき、鐵道線路の延長の増大と共に枕木の需要は益々増加する事明らかであるから枕木の問題は國家的の大問題である。

第一節 木枕木 (Wooden sleeper)

枕木として用ひらるゝ材種は檜、ヒバ、榎、胡桃、樺等であるが、今日では軟い枕木にはタイプレートを用ひ、腐朽し易いものには防腐材を注入する等、種々手段を講じて成る可く枕木材種の範圍を擴げる事に苦心して居る。枕木の耐久年數は鐵道經濟上に至大なる關係を有するものであるから、枕木を選択するに際して第一の主眼とする所はその耐久年數である。枕木の使用に耐えなくなる状態は種々あるが

1. 自然腐朽若くは虫害
2. 機械的の損傷

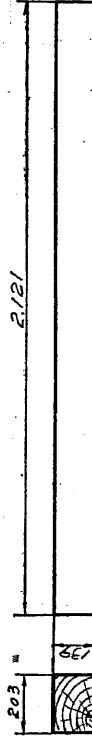
の二つに大別する事が出来る。機械的損傷とは軌條喰込、釘孔擴大、折損、割裂等の状態となつて表はれるもの、總稱である。是等に對してはタイプレト、螺釘等によつて防止につとめてる事前述の通りである。枕木の腐朽、虫害による耐久年限は伐採時期、樹齡、乾燥方法及濕度、成育地、敷設地の氣候、道床の状態等により左右せらるゝものであるから是等に對して適當なる判斷を下し出来る丈耐久年數の延長につとむ可きである。



防腐材の注入 木材の中でその性質は比較的堅いが、腐朽する事早いために枕木として不適當の物がある。斯る物には防腐材を注入して腐朽し難い性質を附與する方法が從來から盛に行はれてる。殊に良材の拂底せる今日に於ては此の方法は侮る可からざる勢力を有して居る。何故に防腐材を注入すれば腐朽し難くなるか、及防腐材注入方法を詳述する事は鐵道工學の部門外にぞくするからやめて、如何なる方法が一般に用ひらるゝから言ふに、クレタソート注入、鹽化亞鉛、タンニン亞鉛等であるが、クレタソート注入が最も盛に行はれて居る。此の方法により枕木耐久年限は 30%~50% の延長をみて居る。唯重量が 10%~40% 増加する缺點がある。

枕木の寸法 國有鐵道に於て普通の箇所に使用する枕木を並枕木と稱し、その寸法は長さ 212.1 糎、幅 20.3 糎、厚さ 13.9 糎である。橋梁上に使用する枕木を橋梁用枕木と稱し、その寸法は橋桁の種類寸法により異なるものであるが幅 20 糎、長さ 213~273 糎、厚さ 18~23 糎である。分岐器用の枕木は幅 23 糎、長さ 400~220 糎厚さ 14 糎である。敷設せらるゝ枕木各箇の寸法が異つて居ては軌條を支へる力が相違して軌面の不整を招く直接の原因となるから、凡て同一寸法でな

枕木寸法及枕木敷設挺數表



橋梁用枕木寸法

名	寸法		30呎用		37呎用		50呎用	
	長さ	幅	八	十	八	十	八	十
橋梁用横枕木	2130	20	A	B	A	B	A	B
"	"	"	1	2	1	2	1	2
"	"	"	2	3	2	3	2	3
"	"	"	3	4	3	4	3	4
"	"	"	4	5	4	5	4	5
"	"	"	5	6	5	6	5	6
"	"	"	6	7	6	7	6	7
"	"	"	7	8	7	8	7	8
"	"	"	8	9	8	9	8	9
"	"	"	9	10	9	10	9	10

轉轍器及軌叉一組用枕木寸法及員數 (並枕木を除く)

寸	寸法		30呎用		37呎用		50呎用	
	長さ	幅	八	十	八	十	八	十
4000	230	140	1	1	1	1	1	1
3650	"	"	2	2	2	2	2	2
3300	"	"	3	3	3	3	3	3
2950	"	"	4	4	4	4	4	4
2600	"	"	5	5	5	5	5	5
2250	"	"	6	6	6	6	6	6
1900	"	"	7	7	7	7	7	7
1550	"	"	8	8	8	8	8	8
1200	"	"	9	9	9	9	9	9
850	"	"	10	10	10	10	10	10

(備考) A = 分岐及兩開分岐 B = 互線

軌道枕木配置員數 道床を有するもの

線路/種別	枕條長		普通線路		重要線路		普通線路		重要線路	
	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長
某	14	15	18	13	14	13	14	12	13	13
枕條400x1400 ² の枕條	15	16	19	14	15	14	15	13	14	14
枕條167x167 ² の枕條	15	16	19	14	15	14	15	13	14	14
枕條167x167 ² の枕條	16	17	20	15	16	15	16	14	15	15
枕條206x206 ² の枕條	17	18	21	16	17	16	17	15	16	16
枕條206x206 ² の枕條	12	13		12	13		12	12	13	12

同上 道床を有せざるもの

線路/種別	枕條長		普通線路		重要線路		普通線路		重要線路	
	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長	枕條長
某	12	13	16	11	12	11	12	10	11	11
枕條400x1400 ² の枕條	13	14	17	12	13	12	13	11	12	12
枕條167x167 ² の枕條	13	14	17	12	13	12	13	11	12	12
枕條167x167 ² の枕條	14	15	18	13	14	13	14	12	13	13
枕條206x206 ² の枕條	15	16	19	14	15	14	15	13	14	14
枕條206x206 ² の枕條	16	17	20	15	16	15	16	14	15	15
枕條206x206 ² の枕條	17	18	21	16	17	16	17	15	16	16
枕條206x206 ² の枕條	12	13		12	13		12	12	13	12

(備考) 枕條繼目相互式に依るときは之に各一挺を加す

ければならぬ。殊に長さとは幅は最も等一なるを必要とする。尙やかましく言へば同一區間の枕木は同一材種なる可き事も肝要である。然し斯くの如き事は單に理想にすぎなくて實際には行はれ難い事であるが、枕木を購入する場合又は枕木を使用地に配給する場合等に注意すべき事である。

枕木は如何に敷設す可きか。枕木は軌條と直角に配列せらるゝものと、平行に配列せらるゝものとの二種がある。前者を横枕木、後者を縦枕木と稱して居る。縦枕木は軌間を確保するため、特に兩軌條間に繫材を付けねばならぬし、犬釘が枕木の木理の方向と合致し、割れ易い事等から一般に使用されてない。現今普通に用ひらるゝものは横枕木のみである。枕木が列車を支へる力は枕木の寸法に密接なる關係を持つて居るが枕木の造材と取扱とを簡便にするため凡て枕木の寸法を同一とし軌條一本に對する敷設數を増減し、列車荷重に對應せしむる方法によるものが多い。枕木個々の寸法を大にするより、寧ろ小さい枕木を密に配列した方が乗心地のよい線路を構成する事が出来るから、現今では枕木の寸法より敷設數に重きを置いて居る。列車荷重が大きい程枕木を密に配置すべき事は勿論であるが、その間隔は道床つき固めに差支へない丈の距りを置かねばならぬ、鐵道省で定めて居る枕木敷設員數は表の如くである。

橋梁上では道床つき固めの必要がないから、橋桁保護のためと脱線等の場合に備ふるため著しく密に敷設するのである。

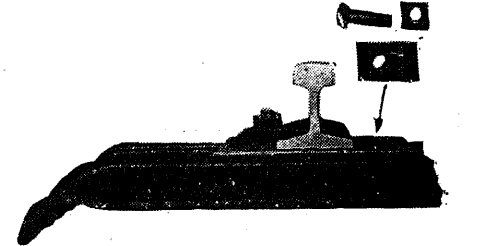
第二節 鐵枕木 (Steel tie) 及鐵筋コンクリート枕木 (Reinforced concrete tie)

吾人の普通に用ひて居る枕木は木材であるが、木材は年々拂底する傾向著しくなり、木材以外の材料を以つて枕木を製作せむとする計畫が行はれ、種々の考案がなされた。その主なるものは鐵製及鐵筋コンクリート製枕木である。鐵枕木の利點とする所は 1. 耐久年長し、2. 保線費少し、3. 道床の破壊少し。缺點と

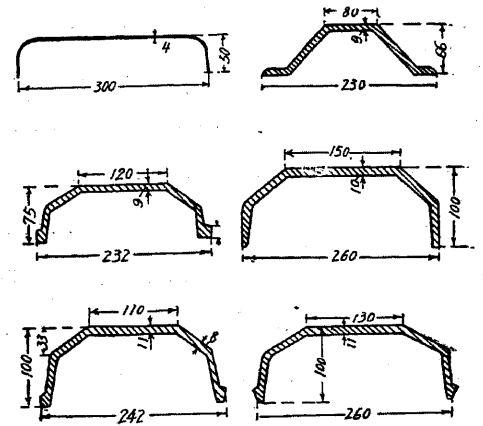
鐵 枕 木



する所は 1. 價格不廉、木材の約5倍、2. 濕地殊に海岸地では腐蝕激し、3. 軌條との取付複雑等、であつて我國では今日餘り用ひられないが、今後漸次用ひなくてはならなくなるであらう。目下試驗中である。鐵枕木としての必須條件は 1. 構成する部分の少い事 2. 曲線と接目とを問はず同一形である事 3. 曲線又分岐用には軌間を幾分加減し得る裝置を有する事 4. 横壓力に充分耐える事 5. 軌條より來る重量に對し充分の強度と剛度とを有する事 6. 音響の發生少き事 7. 重量餘り大ならざる事等である。

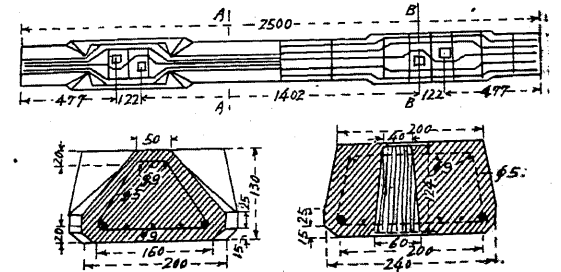


鐵枕木の断面



鐵筋コンクリート枕木

鐵筋コンクリートを枕木に用ふるは最近の事であつて、その結果は實驗日尙淺き故未だ判明しないが、他の土木工事用としては鐵筋コンクリートはよく所期の



目的を達し之が使用の範圍は益々擴がらうとして居るから、枕木に對しても漸次有效となるであらう。今日までの鐵筋コンクリート枕木の缺點とする所は(1)重量大なる事(2)脆弱なる事(3)軌條との取付に困難なる事等である。

第六章 道床 (Ballast)

道床とは枕木の受くる輪荷重を路盤に分布し、且排水及軌道整正等に便ならしむるため使用する砂利、碎石、コンクリート等の層である。普通は砂利又は碎石を用ふるのであるが、砂利の少い場合は砂を混じて使用する事がある。砂を混入しないものを精選道床 (Screened ballast) と稱し本線の如き重要な箇所を使用し、砂を混入せるものを並又は切込砂利と稱して、側線及重要ならざる本線に使用して居る。尚側線は切込の外、石炭焚殻、鑛滓、砂等を使用し得る事になつて居る。我國に於いては比較的砂利、砂に豊富であるが外國の或る地方では之に乏しく普通の土砂、焼粘土、蠣殻等を用ひて居る所もある。石炭焚殻、砂を使用すると列車の通過毎に埃が立ち、そのため車輪の磨耗が早く、乗客に悪感を催さす事がある。以上の普通道床の外特種の箇所にはコンクリート、又は鐵筋コンクリート道床を使用する事もある。例へばトンネル内の如く保線作業困難なる所、涌水多量にして枕木の腐蝕甚しい所等に用ひられる。

第一節 普通道床

道床の効果は大體次の如くである。

1. 枕木受として列車重量を路盤に等布的に分布す。
2. 軌道の排水を完全ならしめる。
3. 路盤の破壊を防ぐ。
4. 枕木の移動を防ぐ。
5. 軌道の屈折、凹凸を整正する事が容易。

6. 列車の振動を減殺する。
7. 軌道に弾性を與へる。
8. 雑草の發生を防ぐ。

以上の効力を完全に發揮せしむる事は、運轉保安上並に乗客の乗心地をよくする上に於て極めて重要な事である。故に保線従事員は道床の沈下せる部分、常によくつき固めをなし又其形をも整理せねばならぬ。道床のつき固めは保線作業の過半を占むるを以つて、近來は種々のつき固め用機械が考案され我國に於ても次第に使用さるゝ傾向となつて來た。

道床の厚さは列車の重量、速度、回數等により定まる可きで、我國有鐵道では全線を甲乙丙の三種に分けて、甲線は枕木下面から 200 耗、乙線 200 耗、丙線 150 耗と規定して居る。然しながら深い切取、其他排水不充分的箇所には道床の厚さを増さなくてはならぬ場合がある。我國有鐵道に於いては道床の形狀は土工定規により、尚異種軌條を接合し、又はタイプレートを使用する場合、或は路盤より涌水し又は凍上する個所に於いては、道床を改良しその厚さを相當増減し得る規定になつて居る。道床は不斷つき固めをなす際幾分づゝ砕けたり、地中に沈下して行く許りでなく、列車動搖等のため次第に減少して行くものである。斯く道床が減少して行けば勢ひ枕木が動き易くなり、従つて線路に狂ひを來して充分その効力を發揮する事が出来なくなる。故に道床が少くなり枕木の露出が甲線に於て 30 耗、乙線に於て 40 耗、丙線にて 50 耗となれば補充せねばならぬ。又道床中には土砂が混入して排水が不良になり、その上雑草が繁茂し易くなり、道床として充分効力を果す事が出来ぬから、漸次之を篩ひ分けて、その不足は補充せねばならぬ。

普通道床材料。道床材料として如何なるものが適當なりやと言ふに 1. 堅質にして粗粒なる事、荷重を等布的に分布するためには角張つて餘り細くない方が好い。粒の粗いものであれば互にかみ合つて居るから荷重を廣く路盤に分布するに好都合である。丸いものは互にかみ合ふ^難傾向が少いのみならず、その上に乗る枕

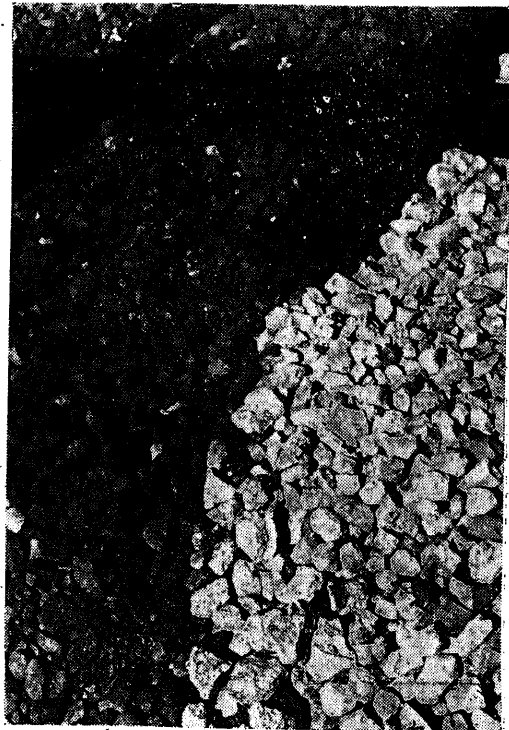
木が滑り易い。道床材料の砂利の粒は粗くなければならないと同時に、その粒の大きさは成る可く揃つて居なければならぬ。粒に大小があれば道床自身内に空隙が少いから水を通さない。従つて排水不良になる。粒の大きさは大體徑 2~5 糎がよい。道床材料は相當堅質の物でなければならぬ。軟く且自然に風化する可きものは不都合なるのみならず、つき固めの際ビータの先で直に破碎し土砂となるからである。

2. 價格低廉なる事、如何なる材料と雖も價格の低きは欲する所であるが道床材料の如く大量を要するのみならず、常に補充を要するものにあつては、特に價格の低廉は必須の條件である。單線軌道 1 杆當りに要する道床は普通の場所で 1,200 立方米である。

鑛滓 パラスト

碎石 (Broken stone) 此の材料は最もよく所要の條件を充す所の道床であつて、他の材料よりうすく散布するも能く重量を路盤につたふ。排水の點に就いても他の材料よりはるかに勝り、殊に軌條の匍進を防ぐ點は、他の材料にみる事の出来ぬ長所である。唯他の材料に比し高價なる缺點がある。

普通砂利の約 3 倍になつて居る。碎石に次ぎ優良なるものは鑛滓である。是は製鐵所等にて廢物同様の値段で拂ひ



下げてるから、場所によつては普通の道床砂利に比し大して高價でもなく甚だ好都合である。

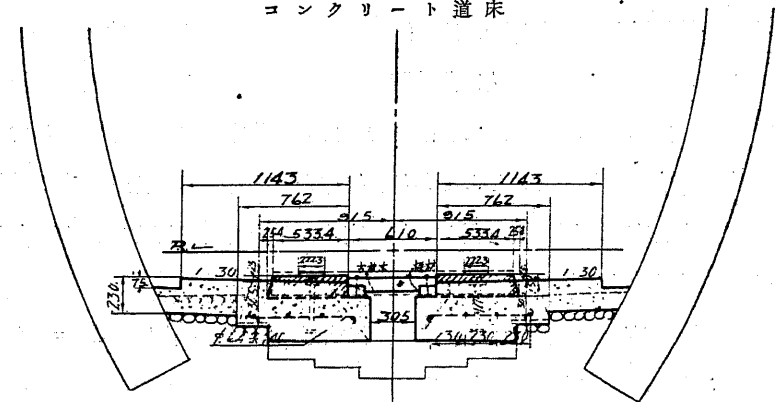
砂利 (Gravel) 碎石、鑛滓に次ぎ良好な道床材料である。容易に得らるゝ所では比較的廉價にて購求する事が出来る。幸ひ我國は急流に富み容易に得らるゝから現今道床材料として最も廣く用ひられ、道床と言へば砂利の代名詞であるが如き觀がある。

砂 (Sand) 輸送の餘り多くない線路には能くその任務を果すが、列車振動の際、枕木上下及兩側より脱逃する傾向ある。又風に吹き飛ばされ雨に流される虞れあるし、砂塵が車軸及機械部に浸入し、是等に大害を與へ、寒天には凍上するから重要な線路には用ひられない。

第二節 特種道床 (Special ballast)

長大なるトンネル又は勾配急なるトンネルに於ては機關車の煙りが脱け出る事なく、その中の保線作業は極めて困難である。若し涌水の多量を伴ふ時は排水の不良と機關車よりの排出するガスの液化等により、軌道材料の腐蝕を促す事が多い。又電車區間のトンネルの如きは列車回数多き爲之又保線作業が殆んど不可能である。斯るトンネルではトンネル内に於ける工事、作業を出来る丈少くして保線従業

コンクリート道床



員の辛苦を救済し、併せて軌道材料の耐久力を増進させるため普通道床に代ふるにコンクリート道床を以つてする事がある。その構造は路盤の上に15~30種の厚さのコンクリート又は鉄筋コンクリートの層を築造し、其上に枕木を列べるのである。撒砂、焚殻等を掃除する爲め中央に排水溝を設ける。従つて枕木も縦枕木か短尺枕木を用ふるのであるが、今日我國で用ゐられてゐるのは短尺横枕木である。此の枕木とコンクリート道床との固定はボルトを埋めて行つてゐるが、之が中々困難な作業である。兩軌條下の枕木に連絡がないから軌間の整正に苦心を要す。

コンクリート道床の缺點とする所は

1. 建設費大
2. 軌間の整正困難
3. 軌道に弾性乏しい
4. 音響大
5. 枕木更換作業困難

利とする所は 1. 軌道材料の腐蝕少く従つて耐久年長し。 2. 保線費少し。

以上の如く利害があるが良質の枕木を使用すれば更換作業も10年に一度とか15年に一度とする事が出来るから、結局トンネル内の作業を大いに減ずる事が出来て良好な結果をもたらすので、今後漸次用ひられんとする傾きにある。

第七章 高度及擴度 (Cant and slack)

第一節 高 度

列車が曲線軌道を通過する際には、遠心力の作用により車輛は曲線の外方に倒されんとする傾向がある。其故に曲線部に於いては、外方の軌條を内方の軌條より高くして、重力の作用によつて、遠心力のために外方に倒されむとする力と相殺して車輛を安全に保たしめるのである。斯くの如く外方の軌條を内方の軌條より高くする事を高度を附すると稱し、その高くする度合を高度と言ふのである。

今少し力學的に考へてみると高度の算定は

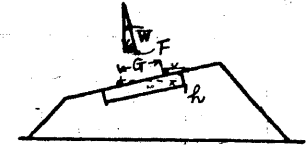
W = 車輛の重量、 N = 傾斜面の鉛直力、 h = 高度、 F = 滑り下る力、 G = 軌間 とすれば

$$F = \frac{h}{G} \cdot W$$

而して遠心力は $\frac{v^2 W}{9.81 \cdot R}$

v = 列車の速度 (毎秒米)

R = 曲線半径 (米)



此二力を相等しきものとせば

$$\frac{h}{G} = \frac{v^2}{9.81 \cdot R} \quad h = \frac{Gv^2}{9.81 \cdot R}$$

今 V を一時間の軒數とせば

$$v^2 = \left(\frac{1000}{60 \times 60} V \right)^2 = \left(\frac{V}{3.6} \right)^2$$

$$\therefore h = \frac{GV^2}{3.6^2 \times 9.81 \cdot R} = \frac{GV^2}{127R}$$

此式により曲線半径及列車速度に應ずる理論的高度を算出する事が出来る。上式に見るに遠心力は曲線半径の小なる程、又列車速度の大なる程大きくなる故、高度も又従つて大きくしなければならぬ。所が一つの曲線を通ずる各列車の速度を等しくする事は困難な事である。それ故に高速度の急行列車の通過する場合と、低速度の貨物列車の通過する場合とがあるとすれば、何れの速度に對して高度を決定すれば可なりやと言ふ事になる。即ち高速度の列車に對して高度を定むれば低速度の列車に對しては大にすぎ内方に倒れむとし、又低速度の列車を標準とし高度をつければ高速度列車の通過する時には、遠心力が打ち勝つて車輛は外方に倒れんとするものである。然しながら各場所毎に、各列車の速度に應じて高度を附する事は不可能である。それ故に今日では或る區間毎に豫め平均速度を假定して之に應ずる様高度を附する事にして居る。

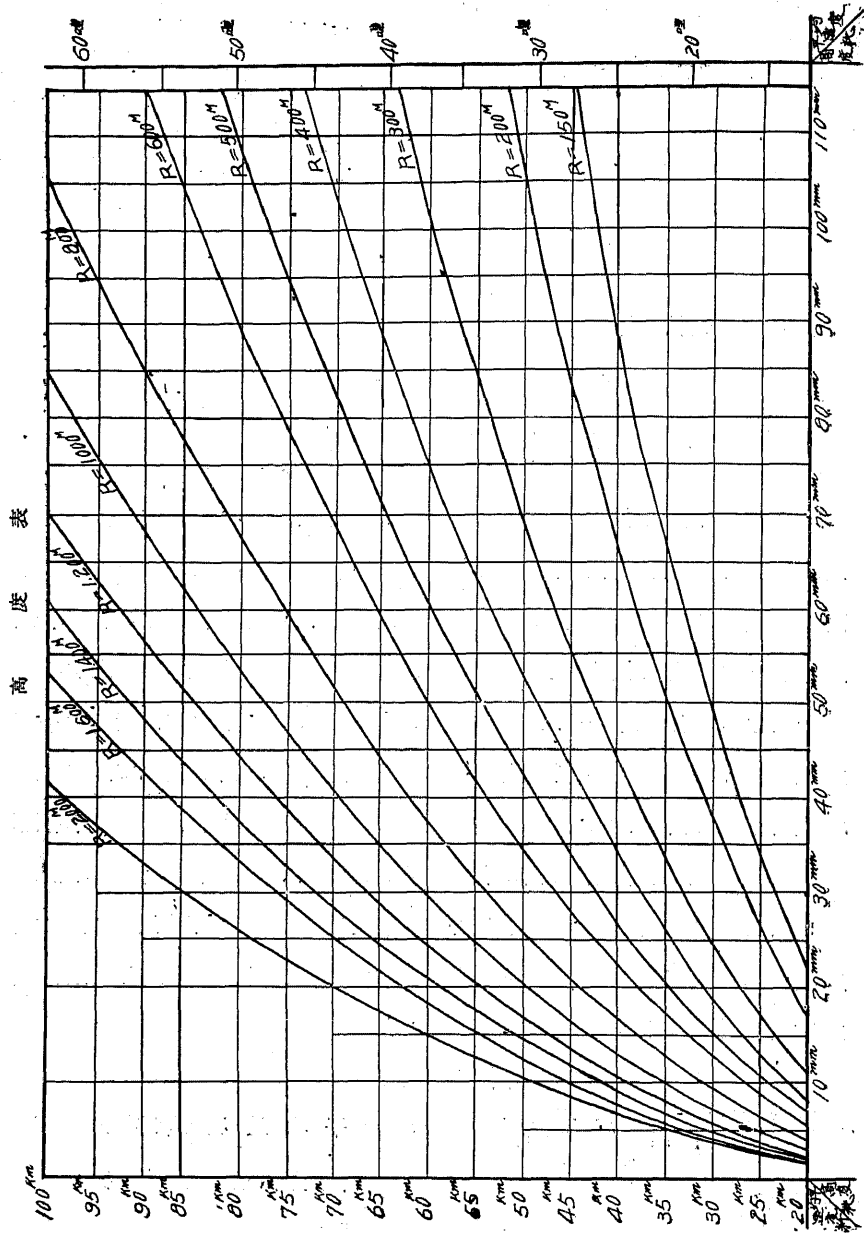
平均速度を算出するには次の式を用ひる。

$$V = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2}{2}}$$

V = 平均速度 (毎時軒)

V_1 = 豫定最高速度 (")

V_2 = 豫定最低速度 (")



尚最高速度と最低速度を豫定するには下の條件を必要とする。

$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{1.7R} \cdot \frac{H}{g} = \frac{V^2 - V_2^2}{127R} \cdot \frac{H}{g} \leq \frac{1}{8}$$

$$\text{or } \frac{V_1^2 - V_2^2}{127R} \times \frac{H}{g} \leq \frac{1}{4}$$

H = 車輛の重心より軌條面迄の距離 (米)

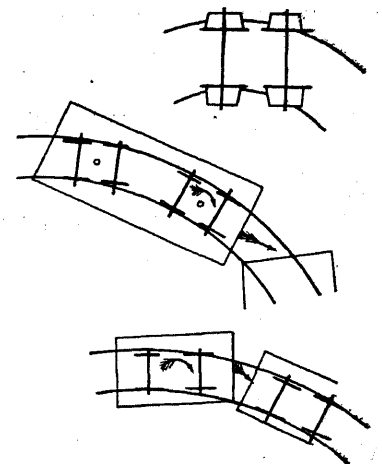
又最高速度は下の制限を越ゆる事が出来ない。

半径 600 米の時	102 杆毎時
400	88 "
300	72 "
240	64 "
200	57 "
110	48 "

以上の公式により種々の半径及速度に對して次の高度表が出来たのである。

第二節 擴度 (Slack)

線路上を通過する車輛や機關車にはその構造上、固定輪軸距(Rigid wheel base)と言ふものがある。今車輛や機關車が直線々路上を運轉する時には、軌條と車輪の突縁とが車軸の眞下で接觸して居るので、何等差支へないから軌間は正しく 1.067 米として置かねばならぬのであるが、曲線上を運轉する時には、此の固定輪軸距の大なるものは、曲線半径の小なる線路上に於いては、軌條と車輪の突縁との接觸點が、車軸の眞



下から幾分前後に外れる様になるため、直線部と同じ軌間では車輪と軌條とが軌りあつて滑らかに運轉出来なくなる。従つて軌間及軌條を損ずるのみならず、脱線等の危険をも生ずるに至るおそれがある。それ故に所定の固定輪軸距を有する車輛の運轉に差支へない様に、内側軌條を少し内方に擴げなくてはならぬ。此の擴ぐ可き寸法を擴度と稱するのである。我國有鐵道でも建設規定で擴度を下の如く定めて居る。「半径 800 米以下ノ曲線ニ於テハ前條ノ軌間ニ相當ノ擴度ヲ附スル事ヲ要ス。但シ 30 耗ヲ超ル事ヲ得ズ。

前項ノ擴度ハ分歧ノ場合ヲノゾキ 5 米以上ノ緩和曲線アル場合ニソノ前長ニ於テソノ他ノ場合ニ圓曲線終端ヨリ 5 米ノ長サニ於テ之ヲ遞減スルモノトス。

本條第二項ニ於ケルソノ他ノ場合トハ複心曲線又ハ側線ノ曲線ニ於ケル如キ場合ヲ言フ。」

軌間の擴度は車輛の軸距と、軌條と輪鐵との可許遊間程度によつて一々異なるものであるから、凡ての場合に適用し得る公式を與ふるは全然不可能である。従來の擴度算定の公式は次の假定にもとづくもので即ち「車構の車軸は曲線にあると直線にあるとを問はず常にその位置を守り前方軸の外輪は外軌に迫つて走行し、その際後方車軸は常に曲線半径と

その方向を一にするの位置を取る」

此の假定にもとづいて擴度を算出すると

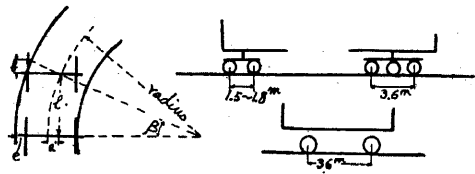
$e =$ 所要の擴度 $g =$ 軌間 $r =$ 曲線半径 $l =$ 固定輪軸距

$$\left(r + \frac{g-e}{2}\right)^2 = \left(r + \frac{g+e}{2}\right)^2 - (l+b)^2$$

$$e = \frac{(l+b)^2}{2r+g}$$

g 及 b は r に比して極めて少いから之を無視し

$$e = \frac{l^2}{2r}$$



我國國有鐵道では

$$S = \frac{5620}{R} - 5 \text{ なる式で算出する事になつて居る。}$$

$$S = \text{擴度 (耗)}$$

$$R = \text{曲線半径 (米)}$$

之によつて種々の曲線半径に對し擴度を算出したものが、次の曲線軌間の擴度表である。

曲線半径	150 米	200 米	300	400	500	600	800
擴度	30 耗	23 耗	14	9	6	4	2

擴度として必要なる餘裕は e である。 e の値は l 即ち車輛の固定輪軸距の大なるもの程、又曲線半径が小なるもの程大としなくてはならぬのである。故に固定輪軸距を餘り大にしたり、曲線半径を餘り小にするならば車輪のタイヤが軌條から外づるゝ虞れがある。それ故に我國有鐵道に於いては車輛の固定輪軸距を 4.6 米より大なる事の出来ぬ様に制限し、曲線半径も又 80 米より小なる事が得ない様になつて居る。

第八章 緩和曲線及縦曲線 (Transition curve and vertical curve)

第一節 緩和曲線

列車が直線より曲線に進入する時、半径が急激に變化するため著しく動搖する事を免れない。又曲線部にありては遠心力により外方に放り出され様とする傾向があるから之に抵抗するために、外側軌條に高度を附する事前述の通りである。又固定輪軸距の関係上内側軌條を少し擴げるのであるが、線路直線なる部分にあつては兩側軌條は水平であるから、外側軌條は直線部と曲線部との境で高低の差を生じその差は直線部と曲線部との接續點に於て一時に補正する事は出来ぬ。即

ちその何れかに勾配を付けて、兩者を接続せしめなければならない。然しながら直線部に於て一方の軌條に勾配をつけ、線路の兩側軌條に高低をつけるのは勿論面白くないし、又圓曲線の半徑一定せる部分に勾配を付けるのも速度、半徑一定せる上は高度も一定である可きであるから面白くない。そこで直線部と曲線部との接續點には一種の曲線を使つてその缺點を補ふ必要がある。此の曲線を緩和曲線と言ふのである。我國有鐵道では三次の拋物線を使つて居る。緩和曲線を一言にして言へば「高度の急變を避くるため圓曲線と直線との間に挿入する曲線」である。

故に緩和曲線の理想としては任意の箇所に於ける曲率半徑が、兩軌條の高低差に相當する所の曲線であつて、もし計算に使ふ列車の速度 V を一定した上は、曲線中何れの個所に於ても、その點の高度と半徑との間に一定の關係を有す可きである。即ち緩和曲線は一定の高度を有する圓曲線と高度を有しない直線部の間に敷設する勾配を有する曲線であつて勾配の初めは曲率半徑は無限大であるが高度の増加に伴ひ半徑を變更し、勾配の終り即ち圓曲線の始點に於いては、一定の高度に達しその半徑は圓曲線のものと同一となる可きものである。

第二節 緩和曲線敷設法

以上の緩和曲線を如何にして敷設するかと言ふに、先づ我國國有鐵道の建設規定に於て緩和曲線に關する條項は「本線路ニ於ケル直線ト曲線トハ分岐ノ場合ヲ除キ相當ノ緩和曲線ヲ以ツテ接續スルコトヲ要ス。前項 緩和曲線ノ長サハ第 25 條ニヨリ附スルカントノ左ノ倍數ヲ下ルコトヲ得ズ

甲線 600 倍 乙線 450 倍 丙線 300 倍」

緩和曲線の敷設法には次の二方法がある。

第一法

本方法により緩和曲線を敷設せむとする時は、豫め圓曲線の兩切線を曲線の内方に F だけ移動させ、之に切する圓曲線と原切線との間に緩和曲線を敷設する

ものとす。曲線半徑 r 米、軌條 $r =$ 曲線半徑 (米)

高度 C 耗なる時は先づ $L =$ 緩和曲線長 (米)

$$K = \frac{Cn}{1000 \cdot r}$$

但し

$$n = \begin{cases} \text{甲線にありては} & 600 \sim 800 \\ \text{乙線} & 480 \sim 600 \end{cases}$$

によつて K を算出し次に第一表に於て K に近き l を選出

すれば之に相當する $\theta, f, x_1, y_1, x_2, y_2$ 等の値を得られるから次式によつて各所要の寸法を求むる事が出来る。

$$\begin{aligned} L &= lr \text{ 米} & F &= fr \\ X_1 &= x_1 r \text{ ''} & Y_1 &= y_1 r \\ X_2 &= x_2 r \text{ ''} & Y_2 &= y_2 r \quad \text{但し } r = \text{曲線半徑} \\ X_{\frac{1}{4}} &= x_{\frac{1}{4}} r \text{ ''} & Y_{\frac{1}{4}} &= y_{\frac{1}{4}} r \\ X_{\frac{3}{4}} &= x_{\frac{3}{4}} r \text{ ''} & Y_{\frac{3}{4}} &= y_{\frac{3}{4}} r \end{aligned}$$

一般に AH を n 等分して m 番目の點の位置を求めんとすれば

$$X_{\frac{m}{n}} = \frac{m}{n} X_1 \text{ (米)} \quad Y_{\frac{m}{n}} = \left(\frac{m}{n}\right)^3 Y_1 \quad \tan d_{\frac{m}{n}} = \left(\frac{m}{n}\right)^2 \frac{Y_1}{X_1}$$

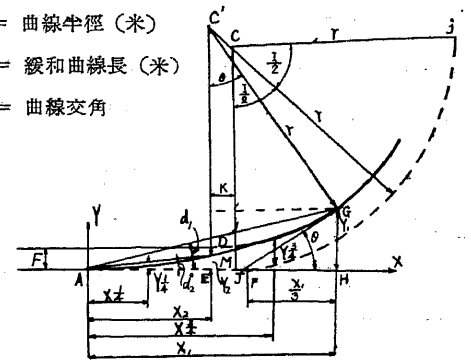
$$\text{尚 } FH = \frac{1}{3} X_1 \text{ (米)} \quad K = F \tan \frac{I}{2}$$

又 G 點及 D 點の偏角 d_1 及 d_2 は第 1 表に示す如し。

第二法

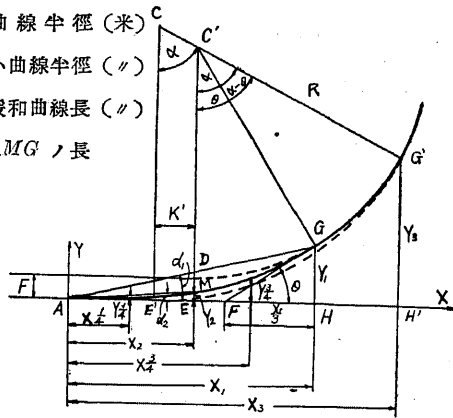
既設曲線軌道に於て其頂部を移動する事困難なる場合には、本方法に示す様既設曲線より半徑小なる圓曲線を挿入して緩和曲線を敷設するのである。此際使用する小半徑は次式によつて算定するのである。

$$r = R - \frac{1}{20} (R - 1000)$$



第 1 圖

但し r は 5 米の整倍数と $R =$ 曲線半径 (米)
 $r =$ 小曲線半径 (〃)
 す。之から r を定めて第一法
 の場合と同様 $K = \frac{Cn}{1000r}$ $L =$ 緩和曲線長 (〃)
 $= AMG$ の長
 から K を算出し第 1 表で K に
 近い l を選定し之に相當する $\theta, f,$
 x_1, y_1, x_2, y_2 等の値を定め、之に r
 を乗じて AG 間の所要寸法を算出す
 る事が出来る。 α 角を求むるには第
 3 表により $(R-r)$ に相當する値を選
 び之に r を乗ずれば $\text{vers } \alpha$ 即 $1 - \cos \alpha$ を得、従つて α を定むる事が出来る。



第 2 圖

$$\begin{aligned} \text{尚} \quad Y_3 &= R \text{vers } \alpha \quad (\text{米}) & X_3 &= X_2 + r \sin \alpha \quad (\text{米}) \\ K' &= (R-r) \sin \alpha \quad (〃) & AE' &= X_2 - (R-r) \sin \alpha \quad (〃) \\ \widehat{GG'} &= \pi \frac{r(\alpha - \theta)}{180} \quad (〃) \end{aligned}$$

等を得。

【例 1】 曲線半径 300 米、軌條高度 115 耗、 $n = 800$ なる場合に於ける緩和曲線の主要寸法を求む。

此の場合は $r = 300, \quad c = 115, \quad n = 800$

$$\therefore K = \frac{115 \times 800}{1000 \times 300} = 0.30667$$

故に第 1 表により $l = 0.305978$ を選ばひ $\theta = 9^\circ - 0' - 0''$ たるを知り次の如く主要寸法を求むる事が出来る。

$$\begin{aligned} L &= 0.305978 \times 300 = 91.793 \quad (\text{米}) & F &= 0.0038019 \times 300 = 1.141 \quad (\text{米}) \\ X_1 &= 0.305212 \times 300 = 91.564 \quad (〃) & Y_1 &= 0.0161136 \times 300 = 4.834 \quad (〃) \\ X_2 &= 0.148771 \times 300 = 44.633 \quad (〃) & Y_2 &= 0.0018664 \times 300 = 0.560 \quad (〃) \\ X_{\frac{1}{4}} &= 0.076303 \times 300 = 22.891 \quad (〃) & Y_{\frac{1}{4}} &= 0.0002518 \times 300 = 0.076 \quad (〃) \\ X_{\frac{3}{4}} &= 0.223908 \times 300 = 68.673 \quad (〃) & Y_{\frac{3}{4}} &= 0.0067979 \times 300 = 2.039 \quad (〃) \end{aligned}$$

$$FH = \frac{1}{3} \times 91.564 = 30.521 \quad (\text{米})$$

【例 2】 曲線半径 1200 米、軌條高度 35 耗なる時第 1 圖に示す $F_1 X_1 X_2 Y_2$ 及緩和曲線長 L を求む。但し $n = 800$ とす。

此の場合にあつては $r = 1200 \quad C = 35 \quad n = 800$

$$\therefore K = \frac{35 \times 800}{1000 \times 1200} = 0.02333$$

故に第 1 表から $l = 0.023268$ を選び $\theta = 0^\circ - 40'$ たるを知り所要の寸法を算出する事次の如し。

$$\begin{aligned} L &= 0.023268 \times 1200 = 27.922 \quad (\text{米}) & F &= 0.0000225 \times 1200 = 0.027 \quad (\text{米}) \\ X_1 &= 0.23267 \times 1200 = 27.920 \quad (〃) & Y_1 &= 0.0000902 \times 1200 = 0.108 \quad (〃) \\ X_2 &= 0.11632 \times 1200 = 13.958 \quad (〃) & Y_2 &= 0.0000112 \times 1200 = 0.013 \quad (〃) \end{aligned}$$

【例 3】 緩和曲線を用ひざる既設曲線軌道あり。その半径 300 米、軌條の高度 115 耗、今此處に $n = 800$ とせる緩和曲線を敷設せんとすれば第 2 圖に示す $F_1 L_1 X_1 Y_1 X_3 Y_3 \widehat{GG'}$ の値如何

先づ第 2 表により $R = 300$ に對する $r = 290$ を知り例 1 にて示したると同様に

$$K = \frac{115 \times 800}{1000 \times 290} = 0.31724$$

故に第 1 表により $l = 0.322002$ をえらび $\theta = 9^\circ - 30'$ たるを知り

$$\begin{aligned} L &= 0.322002 \times 290 = 93.381 \quad (\text{米}) & F &= 0.0041970 \times 290 = 1.217 \quad (\text{米}) \\ X_1 &= 0.31103 \times 290 = 93.120 \quad (〃) & Y_1 &= 0.0179114 \times 290 = 5.194 \quad (〃) \end{aligned}$$

を得。次に第 3 表により $R-r = 10, \theta = 9^\circ - 30'$ に對する値 0.004197 を得、之を 290 倍して $\text{vers } \alpha = 0.1217130 \quad \therefore \alpha = 28^\circ - 33' - 49''$

$$\text{in } \alpha = 0.4781342$$

$$\therefore Y_3 = 300 \text{vers } \alpha = 36.514 \quad (\text{米})$$

$$X_3 = X_2 + r \sin \alpha = (0.156055 + 0.47834) \times 290 = 183.915 \quad (\text{米})$$

$$\widehat{GG'} = 250 \times 0.3327228 = 96.490 \quad (\text{米})$$

$$K = (R-r) \sin \alpha = 10 \times 0.4781342 = 4.781 \quad (\text{米})$$

緩和曲線敷設法附表

第 1 表

θ	l	f	α_1	β_1	α_2	β_2	$\alpha \frac{1}{l}$	$\beta \frac{1}{l}$	$\alpha \frac{2}{l}$	$\beta \frac{2}{l}$	$\alpha \frac{3}{l}$	$\beta \frac{3}{l}$	d_1	d_2
0°30'	.017452	.0000127	.017452	.000508	.008725	.0000063	.004363	.0000008	.013098	.0000214	.0°10'00"	.0°02'30"		
0°40'	.023268	.0000225	.023267	.000902	.011632	.0000112	.005817	.0000014	.017451	.0000381	.0°13'20"	.0°03'20"		
0°50'	.029082	.0000358	.029082	.001410	.014538	.0000176	.007270	.0000022	.021811	.0000595	.0°16'40"	.0°04'10"		
1°00'	.034895	.0000507	.034894	.002030	.017442	.0000254	.008724	.0000032	.026171	.0000856	.0°20'00"	.0°04'59"		
1°15'	.043630	.0000792	.043609	.003172	.021794	.0000396	.010902	.0000050	.032707	.0001338	.0°25'00"	.0°06'15"		
1°30'	.052322	.0001140	.052318	.004567	.026141	.0000569	.013080	.0000071	.039239	.0001927	.0°30'00"	.0°07'30"		
1°45'	.061077	.0001550	.061020	.006214	.030482	.0000775	.015255	.0000097	.045766	.0002622	.0°35'00"	.0°08'44"		
2°00'	.069723	.0020223	.069714	.008115	.034815	.0001012	.017429	.0000127	.052286	.0003424	.0°40'01"	.0°09'59"		
2°30'	.087089	.0003154	.087073	.012672	.043453	.0001575	.021768	.0000198	.065305	.0005346	.0°50'02"	.0°12'28"		
3°00'	.104414	.0004531	.104386	.018236	.052050	.0002261	.026937	.0000285	.078290	.0007693	.1°00'03"	.0°14'56"		
3°30'	.121687	.0006148	.121642	.024800	.060793	.0003065	.030411	.0000388	.091232	.0010463	.1°10'05"	.0°17'23"		
4°00'	.138902	.0008002	.138834	.032351	.069077	.0003987	.034709	.0000506	.104126	.0013652	.1°20'07"	.0°19'50"		
4°30'	.156049	.0010085	.155952	.040912	.077493	.0005020	.038988	.0000639	.116984	.0017260	.1°30'10"	.0°22'16"		
5°00'	.173119	.0012395	.172987	.050448	.085831	.0006162	.043247	.0000788	.129740	.0021283	.1°40'14"	.0°24'41"		
5°30'	.190106	.0014923	.189930	.060951	.094084	.0007410	.047483	.0000953	.142448	.0025718	.1°50'18"	.0°27'04"		
6°00'	.207002	.0017661	.206773	.072442	.102244	.0008758	.051693	.0001132	.155080	.0030561	.2°00'23"	.0°29'27"		
6°30'	.223795	.0020603	.223505	.084884	.110302	.0010203	.055876	.0001326	.167829	.0035810	.2°10'30"	.0°31'48"		
7°00'	.240481	.0023738	.240119	.098276	.118250	.0011739	.060030	.0001536	.180090	.0041490	.2°20'37"	.0°34'07"		
7°30'	.257050	.0027058	.256605	.112609	.126079	.0013358	.064151	.0001760	.192454	.0047507	.2°30'46"	.0°36'25"		
8°00'	.273494	.0030552	.272955	.127871	.133782	.0015056	.068239	.0001998	.204716	.0053946	.2°40'56"	.0°38'35"		
8°30'	.289806	.0034210	.289160	.144051	.141351	.0016827	.072290	.0002251	.216870	.0060772	.2°51'07"	.0°40'55"		
9°00'	.305978	.0038019	.305212	.161136	.148777	.0018664	.076303	.0002518	.228909	.0067979	.3°01'20"	.0°43'07"		
9°30'	.322002	.0041970	.321103	.179114	.156055	.0020560	.080276	.0002794	.240827	.0075564	.3°11'34"	.0°45'17"		
10°00'	.337871	.0046049	.336824	.197971	.163176	.0022509	.084206	.0003093	.252618	.0083519	.3°21'49"	.0°47'25"		

第 2 表

R (米)	r (米)
300	290
320	310
340	330
360	345
380	365
400	385
420	405
440	425
460	440
480	460
500	480
520	500
540	520
560	540
580	555
600	575
700	670
800	765

第 3 表

θ R- θ'	10 米	15 米	20 米	25 米	30 米	35 米	備 考
0°31'	.0000127	.0000085	.0000064	.0000051	.0000042	.0000036	本表以外の (R- θ') に對する値は (R-r) を以て (R-r) = 10 なる場合の値を 10 除し求めらるることを得
0°40'	.0000225	.0000150	.0000113	.0000090	.0000075	.0000061	
0°50'	.0000352	.0000235	.0000176	.0000141	.0000117	.0000091	
1°00'	.0000507	.0000338	.0000254	.0000203	.0000169	.0000145	
1°15'	.0000792	.0000528	.0000396	.0000317	.0000264	.0000226	
1°30'	.0001140	.0000760	.0000570	.0000456	.0000380	.0000326	
1°45'	.0001550	.0001033	.0000775	.0000620	.0000517	.0000443	
2°00'	.0002023	.0001349	.0001012	.0000809	.0000674	.0000578	
2°30'	.0003154	.0002103	.0001577	.0001282	.0001051	.0000890	
3°00'	.0004530	.0003020	.0002285	.0001812	.0001510	.0001294	
3°30'	.0006148	.0004099	.0003074	.0002459	.0002049	.0001757	
4°00'	.0008002	.0005335	.0004401	.0003201	.0002687	.0002286	
4°30'	.0010085	.0006723	.0005043	.0004034	.0003352	.0002881	
5°00'	.0012395	.0008263	.0006198	.0004958	.0004132	.0003541	
5°30'	.0014923	.0009919	.0007482	.0005959	.0004974	.0004284	
6°00'	.0017661	.0011774	.0008831	.0007084	.0005887	.0005046	
6°30'	.0020603	.0013735	.0010302	.0008241	.0006853	.0005387	
7°00'	.0023738	.0015825	.0011869	.0009495	.0007913	.0005872	
7°30'	.0027058	.0018039	.0013529	.0010823	.0009019	.0006731	
8°00'	.0030552	.0020368	.0015276	.0012221	.0010184	.0007829	
8°30'	.0034210	.0022807	.0017105	.0013684	.0011403	.0009774	
9°00'	.0038019	.0025346	.0019100	.0015208	.0012673	.0010863	
9°30'	.0041970	.0027980	.0020985	.0016788	.0013990	.0011991	
10°00'	.0046049	.00303699	.0023025	.0018420	.0015350	.0013157	

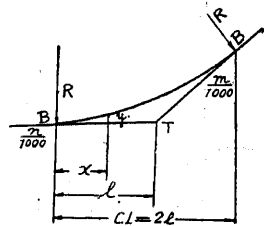
第三節 縦曲線 (Vertical curve)

線路の勾配の変換点でその交角が強ければ、列車がその点を通過する場合に激動を受けて乗客に不快な念を興へる許りでなく、そのために車輛、連結器を損する等の危険のおそれがある。そこで列車を滑らかに通過せしむる様に此の点を弧状にしなくてはならぬ。此の曲線を縦曲線と言ふのである。此の曲線は如何なる種類の曲線でもよいが、敷設その他を簡単にするため圓曲線を使用するのである。我國國有鐵道の縦曲線の規定は建設規定第 16 條に「線路ノ勾配變化スル個所ニハ勾配ノ變化ガ $\frac{10}{1,000}$ 以上ノ場合ニ於テ左ノ大リ以上ノ半徑ヲ有スル縦曲線ヲ挿入スルコトヲ要ス。

- 半徑 800 米以下ノ曲線ノ場合 4,000 米
- 其ノ他ノ場合 3,000 米」

第四節 縦曲線敷設法

圖に示す如く m, n なる二勾配線が T に於て交はる場合に於て、之れに縦曲線を挿入せんとするには、先づ T より B に至る横距離 l を算出して B 點を決定し B より x なる距離に於ける縦距離 y の値を算出して縦曲線上の點を決定するのである。



l の値の算出法

兩隣接勾配線の交點 T から縦曲線の始點 B に至る距離 l 米を求むるには次式に據るものとす。

$$l = \frac{R}{2} \left(\frac{m}{1,000} \pm \frac{n}{1,000} \right) - \frac{R}{2,000} \times (m \pm n) \dots\dots(1)$$

R = 縦曲線半徑 (米)

即ち兩曲線の交點が 800 米以下の曲線中にある場合

$$l = 2 \times (m \pm n) \dots\dots(2)$$

その他の場合

$$l = 1.5 \times (m \pm n) \dots\dots(3)$$

但し (+) は兩勾配が異方向に變ずる場合

(-) は兩勾配が同方向に變ずる場合

上式によつて算出した l の値は米以下の端数は米の位に切り上げるものとす。

〔註〕上式の l は切線長を表はすものであるが、實用上水平距離を表はすものと考へても支障はない。例へば最急勾配 $\frac{35}{1,000}$ に於てもその誤差は $\frac{6}{10,000}$ 程度である。

y の値の算出法

勾配線と縦曲線との間に挟まれた縦距 y 耗は次式により算出するものとす。

$$y = \frac{x^2}{2R} \dots\dots(4)$$

R = 縦曲線半徑(米)

而して y の値は上式により算出せる結果を第 2 表に記載せるを以つて之に據るを便とす。但し x の値小數を含み表中に求め得られない時は隣接する y の値から比例によつて算出するものとす。

〔註〕縦曲線は圓弧であるが拋物線と假定して實用上支障ない。

〔例 1〕上向せる $\frac{4.5}{1,000}$ 線と下向せる $\frac{35}{1,000}$ 線とが半徑 1,000 米の曲線中に於て交叉せる場合に縦曲線を挿入せんとす。

$$l = 1.5(m+n) = 1.5 \times (4.5+35) = 59.25 \approx 60$$

第 2 表により

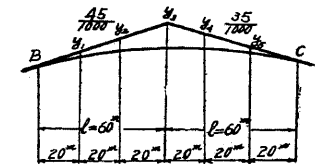
$$y_1 = 67 \text{ m.m}$$

$$y_2 = 267$$

$$y_3 = 600$$

$$y_4 = 267$$

$$y = \frac{x^2}{6,000}$$



$$y_5 = 67$$

〔例 2〕 下向せる $\frac{5}{1,000}$ 線と下向せる $\frac{35}{1,000}$ 線とが半径 400 米の曲線中に於て交叉せる場合に縦曲線を挿入せんとす。

第 1 表により

$$l = 20(m-n) = 60$$

$$y = \frac{x^2}{8,000}$$

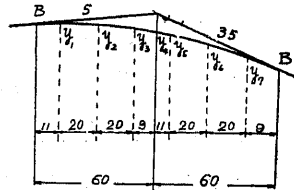
第 2 表により

$$y_1 = 15 \qquad y_5 = 300$$

$$y_2 = 120 \qquad y_6 = 105$$

$$y_3 = 325 \qquad y_7 = 10$$

$$y_4 = 450$$



〔例 3〕 水平線と下向せる $\frac{30}{1,000}$ 線とが半径 600 米の曲線中に於て交叉する場合に縦曲線を挿入せんとす。

第 1 表により $l = 60$

y の値、 x の値は小数を含み第 2 表より直ちに求むる事は出来ない。第 2 表により隣接する二つの y の値を求め比例により y を算出する。

第 2 表により

$$y_1 = 8 + (10 - 8) \times 0.75 = 95 \approx 10$$

$$y_2 = 95 + (105 - 95) \times 0.75 = 98 + 5.25 \approx 103$$

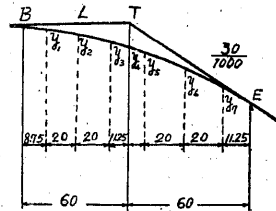
$$y_3 = 288 + (300 - 288) \times 0.75 = 288 + 2 \times 0.75 = 298$$

$$y_4 = 450$$

$$y_5 = 325 + (338 - 325) \times 0.25 = 328$$

$$y_6 = 120 + (128 - 120) \times 0.25 = 122$$

$$y_7 = 15 + (18 - 15) \times 0.25 = 16$$



第 1 表 l の値 (米)

$$l = \frac{R}{2} \left(\frac{m}{1000} \pm \frac{n}{1000} \right)$$

$$R = 4,000 \text{ 米のとき } l = 2(m \pm n)$$

$$R = 3,000 \text{ 米のとき } l = 1.5(m \pm n)$$

$m \pm n$	l (米)		$m \pm n$	l (米)	
	$R=4,000$	$R=3,000$		$R=4,000$	$R=3,000$
10	20	15	41	82	62
11	22	17	42	84	63
12	24	18	43	86	65
13	26	20	44	88	66
14	28	21	45	90	68
15	30	23	46	92	69
16	32	24	47	94	71
17	34	26	48	96	72
18	36	27	49	98	74
19	38	29	50	100	75
20	40	30	51	102	77
21	42	32	52	104	78
22	44	33	53	106	80
23	46	35	54	108	81
24	48	36	55	110	83
25	50	38	56	112	84
26	52	39	57	114	86
27	54	41	58	116	87
28	56	42	59	118	89
29	58	44	60	120	90
30	60	45	61	122	92
31	62	47	62	124	93
32	64	48	63	126	95
33	66	50	64	128	96
34	68	51	65	130	98
35	70	53	66	132	99
36	72	54	67	134	101
37	74	56	68	136	102
38	76	57	69	138	104
39	78	59	70	140	105
40	80	60			

第九章 軌道敷設 (Track alinement)

施工基面までの一切の土工を終つたならば、次に引き續いてなす可き事は軌條を之に引きのばして所謂線路を構成するのである。

第一節 軌道敷設の一般方法

近來軌道敷設に關する諸種の機械が考案されて以來盛に之を利用せられて居るが何れも軌道材料例へば軌條、繼目板、犬釘、枕木等を度々運搬する代りに敷設せんとする幾料かの材料を用意しつゝ敷設するものであるから、單に人力によるものに比ぶれば一日の敷設工程は遙かに勝つて居る。

現在我國に於いては、尙幾多の線路工手及人夫を使用して人力にて敷設をなして居る。それは土工が完成したならば最初枕木をその上に適當に配列する。而してその上に二條の軌條をのせ、軌條の接目は二本のボルトを以つて假締めをなし、尙二三箇所に於て犬釘を以つて假りに軌間を保たしめ、トロリーの運轉に差支へなからしめた上、前記の方法で假敷設をなすのである。一方に於いては他の班は假りに引き伸したものを、規定通りに敷設するために豫かじめ軌條一本に使用する枕木挺數を定めた後、軌條に枕木の配置割を白ペンキにて附し、その位置で正しき軌間を以つて軌條を犬釘で緊結し、更に軌條の接目は溫度を參酌して一定の游間を設け軌條の種類に應じて、4本又は6本のボルトを以つて接目板を軌條に緊結する。かくして一區間の軌條を規定通り敷設し終れば、更にトロリー又は建築列車を以つて砂利を運搬し來り此の上に充分撒布するのである。砂利の厚さは施工基面上約200耗とする。その數量は1耗につき1,200立方米で土工の切取部となると盛土部となるとにより、又土質の如何によりその撒布量を加減する事前述の通りである。斯く砂利の撒布が終れば充分砂利のつき固めをなし軌條の通り、水平、高低、軌間、擴度、高度等を整正し敷設を終るのである。

第 2 表 y の 値 (耗) $y = \frac{a^2}{2R}$

a (米)	y (耗) R=4,000		a (米)	y (耗) R=3,000		a (米)	y (耗) R=4,000		a (米)	y (耗) R=3,000	
	0	1		0	1		0	1		0	1
1	0	0	36	162	216	71	630	840	106	1,405	1,873
2	0	1	37	171	228	72	648	864	107	1,431	1,908
3	0	2	38	181	241	73	666	888	108	1,458	1,944
4	0	3	39	190	254	74	685	913	109	1,485	1,980
5	0	4	40	200	267	75	703	938	110	1,513	2,017
6	0	5	41	210	280	76	722	963	111	1,540	2,053
7	0	6	42	221	294	77	741	988	112	1,568	2,090
8	0	8	43	231	308	78	761	1,014	113	1,596	2,128
9	0	10	44	242	328	79	780	1,040	114	1,625	2,166
10	0	13	45	253	338	80	800	1,067	115	1,653	2,204
11	0	15	46	265	353	81	820	1,094	116	1,682	2,242
12	0	18	47	276	368	82	841	1,121	117	1,711	2,281
13	0	21	48	288	384	83	861	1,148	118	1,741	2,321
14	0	25	49	300	420	84	882	1,176	119	1,770	2,360
15	0	28	50	313	417	85	903	1,204	120	1,800	2,400
16	0	32	51	325	434	86	925	1,233	121	1,830	2,440
17	0	36	52	338	451	87	946	1,262	122	1,861	2,481
18	0	40	53	351	468	88	963	1,291	123	1,891	2,521
19	0	45	54	365	486	89	990	1,320	124	1,922	2,562
20	0	50	55	378	504	90	1,013	1,350	125	1,953	2,604
21	0	55	56	392	523	91	1,035	1,380	126	1,985	2,646
22	0	61	57	406	542	92	1,058	1,411	127	2,016	2,688
23	0	68	58	421	561	93	1,081	1,442	128	2,048	2,730
24	0	72	59	435	580	94	1,105	1,473	129	2,080	2,773
25	0	78	60	450	600	95	1,128	1,504	130	2,110	2,813
26	0	85	61	465	620	96	1,152	1,536	131	2,145	2,860
27	0	91	62	481	641	97	1,176	1,568	132	2,179	2,905
28	0	98	63	496	662	98	1,201	1,601	133	2,211	2,948
29	0	105	64	512	683	99	1,225	1,634	134	2,245	2,993
30	0	113	65	528	704	100	1,250	1,667	135	2,278	3,037
31	0	120	66	545	726	101	1,275	1,700	136	2,312	3,084
32	0	128	67	561	748	102	1,301	1,734	137	2,346	3,128
33	0	136	68	578	771	103	1,326	1,768	138	2,381	3,173
34	0	145	69	595	794	104	1,352	1,803	139	2,415	3,220
35	0	153	70	613	817	105	1,378	1,838	140	2,450	3,266


第二節 直線部に於ける軌條敷設の場合の注意

軌條の配列は我國に於いては一般に相對式を採用して居る。そして軌條の遊間も前に述べた通り温度により一定の間隔を必要とする故に、軌條を敷設するに當つては左右の兩軌條の常に同一であつて、また左右兩軌條の端をつらぬる線が線路中心線に對して直角なる様にせねばならない。又線路の勾配急なる所にあつては匍進止をとりつけねばならぬ。

第三節 曲線部に於ける軌條敷設の場合の注意

曲線部に軌條を敷設するに當り、適當に遊間を保たしむるためには内側の軌條は長短尺ものを混用し、外側の軌條に對峙せしめ、兩側軌條の接目をつとめて圓心線中に在らしむる事が必要である。但し曲線半徑が 400 米までは直線部と同様特に軌條を曲げない。400 米以下の急曲線では敷設に先ち新しき軌條を曲線半徑に應じジックロウと稱する器具を用ひて適當に軌條を曲げる。次に 10 米軌條を半徑に應じて曲げた場合の曲り度合を掲げれば

半徑	100 米	170	210	300	360	400
正矢 (V)	117 耗	78	57	41	35	32



軌條を引きのばす場合に最初内外の兩軌條を同じ長さとする。そうして引き續き同じ長さの軌條を以つて引きのばすに従つて、外側軌條の接目と内側軌條の接目とは漸次喰違ひを大きくするものであるが、前に述べた通り各軌條共その接手を揃へると言ふ事は軌間や通りを完全に保つと言ふ事に於て甚だ必要である。是がため内側の軌條を幾分づゝ切り縮めなければならぬ。けれどかくしては多くの端物軌條を造る事になり、不經濟である許りでなく、又軌條の兩端にはボルト孔があるので無暗に勝手な位置に於て切り離す事は困難である。そこである程度までに喰ひ違ひが大きくなつた時に軌條の端を切る事にして居る。即ち幾本目か

に一本切り縮めるのである。普通使用する 10 米軌條では第二のボルト孔より 60.3 耗はなれた箇所即ち端より 127 耗はなれた箇所で切り取り、更に第二のボルト孔より 127 耗はなれて新しき孔をあけるのである。是等の長短軌條を混用する事は曲線半徑により異なるものであつて、普通敷設をなす場合の便宜のため次の如き表が出来て居る。

曲線に於ける長短尺軌條混用比例表

半徑 (米)	200	300	320	340	360	400	420	440	460	500
外軌 (10 米)	7	10	15	4	4	9	5	5	5	6
(10 米)	4	7	11	3	3	7	4	4	4	5
内軌 (9.144 米)	3	3	4	1	1	2	1	1	1	1

例へば 300 米曲線に 10 米軌條を敷設する場合ならば、外側は勿論普通の長さの軌條とし、内側は 10 本につき普通の長さの軌條 7 本と 9.144 米の長さの軌條 3 本との割合に使用するのである。勿論この短き 3 本の軌條は一箇所にまとめて用ひず、なる可く廣く割りあてゝ敷設するのである。各曲線の前後には緩和曲線を挿入するのであるが、その敷設法はすでに述べたから再言しない。尙必要に應じタイプレート、軌條支材等をも取り付けるのである。

第四節 特種機械による軌道敷設作業

軌道敷設に要する材料は軌條を初め、枕木、接目板、等何れも相當重量品にして之が運搬を最も困難とする所である。そこで敷設作業を敏活ならしむるため是等の材料の運搬を容易ならしむる事が必要であつて、種々考案される機械も凡て此點に着眼したものである。従來材料の運搬は主としてトロリーによるものであつて、複線工事等では列車運轉の間合を利用して現在線にトロリーを使用し、豫め要所所に材料を配置する事が出来るから、單に小運搬すればよいが新線の建設では長い距離を送らねばならぬので中々面倒である。1 耗に要する軌條その他

の諸材料をトロリーにて一々運搬するとせば

材料種別	員數	トロリー臺數
10 米軌條	200 本	30 臺
接目板	400	2
ボルト	800	1
犬釘	5,600	2
枕木	1,400	50

であつてトロリーの使用回數も中々多くなる。就中接目板、犬釘、ボルト等は假りに全部一度に運搬するものとしたが實際は數回に亘つて運ぶものであるから實際の回數は前記のものよりもつと増加する。

今説明する敷設機 (track laying machine) は此の點を考へ、運搬と敷設とを一度になすもので、即ち臺車數臺を連結し前方の臺車には蒸汽機關と簡單なるクレーンを備へ他の臺車には枕木、軌條を別々に積載する。各臺車の兩側には溝を設け之にローラーが取付けてあつて、その前部は臺車より外につき出て居り蒸汽力により一齊に廻轉し得るものである。ローラーの廻轉と共に最初枕木を溝に下せば、ローラーの上に乗つた枕木は自然に前方に移動せられ遂に路面近くに來る。之を工夫が取つて適當にしきならべる。次に軌條を溝に下しローラーの作用により前同様前方に移動し先端近くなればローラーの廻轉を止めクレーンにより軌條を釣り、徐々に枕木に乗せ之と同時に軌間を定め簡単に軌條と枕木とを連結したる上、臺車の後方に連結した機關車により前方に推進し、又前同様の方法により假設備をなす。此の機械の進行と共に後方より他の組の工夫を以つて適當に軌間を整理し接目板ボルト、犬釘を精確に加へる。斯くて建築列車により砂利を運搬し來り撒布し、つき固めをなし爰に作業を終るのである。之れが全作業をなすに要する人員は 40~60 人を使用して一日約 3~5 杆を敷設する事が出来る。之れを普通の作業による 1 杆敷設に要する 120~150 人に比すれば人員を節約する事が出来る。

第十章 1 杆當り軌道敷設所要材料數及工費

工 事 種 別	設 計 大 要	敷 量	單 價	金 額		計 額
				金	額	
軌 條	30 4 3 新 設	米 2,000 000	2 730	5,460 000		
軌 條		米 400 000	792	316 800		
繼 目 板		本 840 000	076	63 840		
同上用ボルト		個 840 000	022	18 480		
座鐵ロツクナツト		本 6,300 000	053	333 900		
犬 釘		個 1,500 000	2 270	3,405 000		
枕 木		立米 1,200 000	1 600	1,920 000		
砂 利				50 000		
雜 費				965 000		
工	計			12,533 020		12,500 000

工事種別	設計大要	數量	單價	金額	計額
軌	37ㄴ新設				
軌		米 2,000 000	3 420	6,840 000	
繼		枚 400 000	1 010	404 000	
同上用ボールド		本 840 000	081	68 040	
座鐵ロツクナツト		箇 840 000	022	18 480	
大		本 6,300 000	053	333 900	
枕		挺 1,500 000	2 270	3,405 000	
砂		立米 1,200 000	1 600	1,920 000	
雜				50 000	
工				1,050 000	
	計			14,089 420	
					14,100 000

工事種別	設計大要	數量	單價	金額	計額
軌	50ㄴ新設				
軌		米 2,000 000	4 630	9,260 000	
繼		枚 332 000	1 480	491 360	
同上用ボールド		本 700 000	183	128 100	
座鐵ロツクナツト		箇 700 000	027	18 900	
タイプレート		枚 3,000 000	723	2,169 000	
スクリーンバイキ		本 6,300 000	133	837 900	
枕		挺 1,500 000	2 270	3,405 000	
砂		立米 1,200 000	1 600	1,920 000	
雜				60 000	
工				1,500 000	
	計			19,790 260	
					19,900 000