

論 說 報 告

第 23 卷 第 11 號 昭和 12 年 11 月

寒地 鐵道 線路 の 保 修 と 對 策

會 員 高 田 金 十 郎*

On the Maintenance of Railway Tracks in Frosty Land

By Kinzyūrō Takata, Member.

要 旨 北海道の如き寒地の鐵道線路は、溫暖地のそれと異つて、線路保修上困難を伴ふ幾多の特異性があるが、其の特異性の主なるものとして (1) 凍上 (2) 泥炭地 (3) 雪の三つがあげられる。

本文はこの三つの特異性の中で、主として線路の狂に大なる關係のある凍上と泥炭に對して、其の本質、線路の保守及軌道材料に及ぼす影響並に對策等に關して記載したものである。

本調査は著者が釧路、野付牛、名寄保線事務所管内に勤務中に得た材料を集録したものであるが、特に名寄保線事務所管内に就て調査したものが其の主体をなして居る。

1. 寒地 線路 一般

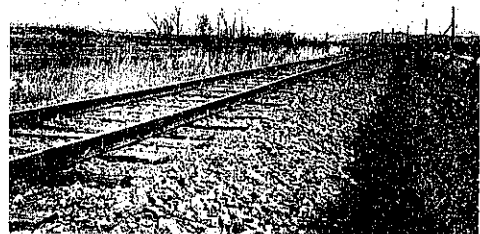
1. 緒 言

札幌鐵道局線（以下札幌局線と記す）は我國に於ける寒地線路の代表であつて、殆ど半歳は雪と凍上の爲、夏季の様な保線作業が出来なくなり、専ら除雪と扱木作業とによつて線路の保修をして、運転の安全を期するのであつて、暖い地方の作業とは著しく相違がある。

又寒地には寒地特有の泥炭地が、線路の所々に介在し、線路保守に及ぼす影響が大である。

札幌局線は其の延長 3 000 餘軒に達し、北海道の主要地を連絡して鐵道網を張り尙着々建設の工程を進めて居るが、以上述べた状態のため線路保守の任にある保線従業員の苦心は、又想像に餘りがある。

図-1. 泥炭地の外貌



2. 氣 象 概 況

北海道は、寒暖 2 流の海流の影響を受け、東岸、西岸、内陸は氣候自ら異つて、各特色がある。北東部は南西部に比し低温であるが、沿海地は一般に海洋氣象の影響を受け、冬季と雖も寒氣さまで激しくない。夏季亦炎暑甚しくないが、内陸は之に反し、冬夏の寒暑の差が甚しい。旭川市、帯廣市の如き内陸地は、夏季は攝氏 35 度に昇り、冬季は氷點以下 30 度に降下することが珍しくない。

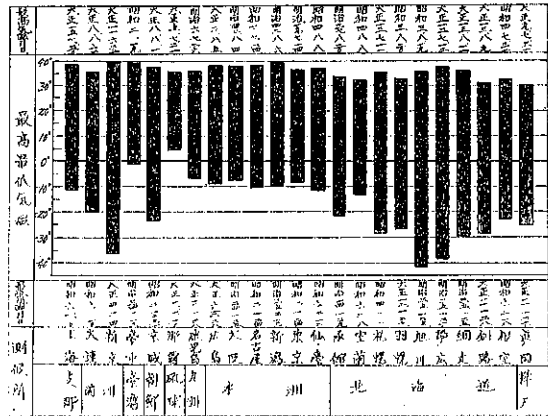
北海道内に於ける測候所々在地と、道外主要地の最高最低氣温を示せば図-2 の如くで本州各地に比し最高氣温に於て大なる差を認めないが、最低氣温に於ては大分大きな差がある。此處に道内測候所々在地に於ける天候、氣温、風の狀態を示せば表-1. の通りである。

* 鐵道局技手 札幌鐵道局工務部保線課勤務

表-1. 氣象表 (昭和7, 8, 9年度)

| 測定箇所 | 34年間(789) | | 34年間(789)年間 | | 34年間 最快速 |
|------|-----------|------|-------------|-------|-------------|
| | 晴日数 | 降水日数 | 最高 | 最低 | |
| 函館 | 153 | 158 | 31.0 | -14.2 | 16.0 |
| 札幌 | 138 | 164 | 32.6 | -22.5 | 21.4 |
| 旭川 | 78 | 174 | 34.6 | -27.5 | 13.7 |
| 室蘭 | 142 | 149 | 30.5 | -12.6 | 16.0 |
| 釧路 | 181 | 114 | 28.9 | -27.0 | 18.8 |
| 帯広 | 177 | 119 | 32.1 | -33.3 | 16.2 |
| 根室 | 175 | 116 | 27.3 | -17.6 | 24.0 |
| 網走 | 160 | 128 | 36.5 | -21.6 | 23.3 |
| 羽幌 | 86 | 198 | 30.7 | -22.8 | 31.5 |

図-2. 最高最低気温の極数



3. 線路凍上と扱木の挿入

秋の紅葉が落ち気温が漸次氷点以下に下降し、四面堅氷に包まれる様になれば、道床搗固め作業の掛聲は何時しか消えて、扱木作業の鉈の音に代る。

列車によつて沈下の浮目に會つて居た軌道は、気温の降下と共に一変して、列車の荷重に打勝つて漸次凍上を初める。此の凍上は均一でないため軌條面に不陸が出来、四部には軌條と枕木の間に一時堅木の扱木を挿入して保修するため、軌條は益々打上され、一時勾配の変化を來すこととなり、列車に對する抵抗も亦増大する。

図-3. 扱木挿入線路の狀況
(扱木最高厚 50 mm)

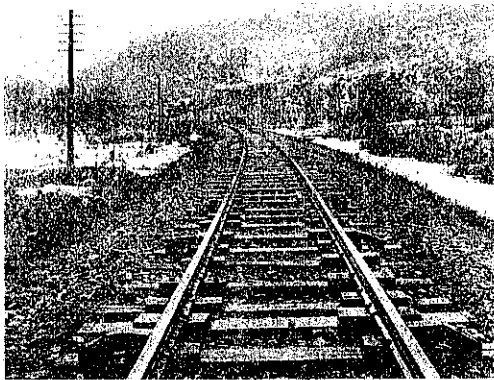
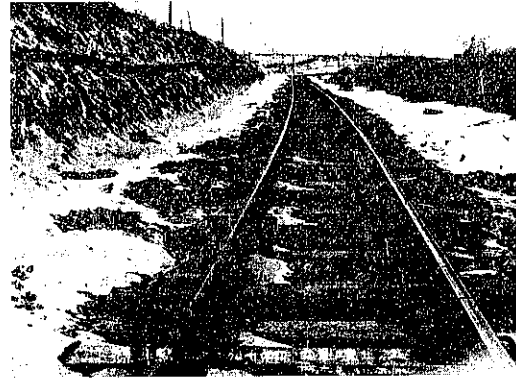


図-4. 扱木挿入線路の狀況
(前枕木を醫材として使用扱木最高厚 150 mm)



この扱木作業は寒氣激しい地方に多く餘り激しくない地方には少いが、又積雪に左右されることも少くない。即ち積雪多ければ凍結浅く凍上も少く、扱木量も少ない。

之を札鉄管内の各地に見るに、寒氣激しく降雪の少い帯廣、釧路、野付牛地方最も扱木量大にして、寒氣激しきも降雪多き旭川、名寄地方之に次ぎ、札幌、函館、室蘭地方は寒氣弱く扱木量が最も少い。

又新線は道床砂利の量が少く、凍上甚しく、扱木の挿入量も多いが、経過年數の永い線路は經年の砂利補充によつて、厚い補助道床を有し、又排水良好で新線に比し扱木の挿入が少い。

扱木作業は搗固め作業とは異り、保修勞力の他に多くの特種材料を要し、且つ敷設枕木を損傷せしめることが多い。所謂消極的な作業であるから速に凍上防止の方法を講じて、扱木の根絶に努む可きである。

春季に至つて道床や路盤が融解すれば自然力と列車による機械力の二つの原因によつて急激に、道床が破壊せられ、線路は急変化を來すのであつて此の時期は將に寒地保線員の非常時である。早出、居残りをし多くの人夫を役し、緊張努力の旗を翳して働くのは此の時期である。

4. 泥炭地と線路

泥炭地は寒地に存在する特種の土地で、線路構成路線中最も軟弱である。泥炭地分布の状態を見るに北海道には約25萬町歩の地積に互つて各地に散在し、全道面積の約2.8%に當つて居る。而して札鉄管内の泥炭地線路の延長は約450kmあつて本線路總延長の約14%に當る。

泥炭地の線路は年々沈下を來し、建設當時の軌條面を保つことが出來ず既に沈下1mに達して居る所が各所に見受けられる。かくの如く建設當初に於て水害を受けたことなき線路も、漸次路盤沈下のため降雨出水又は融雪に際し、河水が氾濫して線路上を乗り越へ、或は築堤上に浸水し、或は築堤決潰して列車不通となつた例が少くない。

又路盤沈下のため軌條面と施工基面とは、規程の間隔高を保つ事が出來ず、従つて道床の保持に一方ならぬ困難を感じる。この修繕は年々認可工事又は随修作業にて施工して居るが、泥炭には完全な修繕が出來ないので、壤土を運搬するため土取場が遠く勞力が多くかかる。従つて其の修繕は仲々簡単に促進されない状態である。

又泥炭地驛構内の木屋建物、機關庫、灰坑、転車臺、乗降場、貨物積卸場等の擁壁の沈下不陸を生じたものや又本線に架設された橋梁、溝橋等の橋臺、橋脚が沈下傾斜したものが隨所に發生せられる。

殊に泥炭地には飲料に適する水がなく、附近溪流等より導水し、又は水槽車にて飲料水を輸送する等其の苦狀誠に甚しい。

2. 線路の凍上と抜木

1. 地下温度の変化

1年中に於て夏季は日が永く、晝間に地層内に入つた熱量は、夜間に悉く放熱するに至らないで、或る熱量は地中に蓄積されるので地下の温度は日々上昇する。然るに冬季は太陽の高度が低く、日射が少いため晝間地層の中に傳つて行く熱量は少くなり、夜間の放熱が益々大になつて地層内の熱は失はれ、冷却して地下の温度は低下する。而して土壤は熱の不良導体であるから、地表の熱を下層に傳へることも、下層の熱を表面に導くことも、共に緩慢であるから、地表から地下深所に遠ざかるに従つて温度の変化は漸次少くなり、又最高、最低温度の生ずる時期は漸次遅れる。そして或る深さの層に達すれば年中温度の変化が無くなる。此の層を不易層と稱へる。

不易層の深さは地表の温度の年較差が大い程深いから、緯度の高くなるに従つて深くなるが土質に依つて異り、砂土では大きい粘土地では小さい。又含水量の多い土地は此の層が浅い。

北海道内の普通の土地では此の深さは概ね10m内外である。

地中温度の変化には次の法則がある。即ち

- (イ) 地中温度の変化の較差(最高最低温度の差)は深さが等差級數で増せば等比級數にて減少する。例へば地下1m深さの較差が 20° 、地下2mの深さの較差が 8° であるとすれば3mの深さの較差 x は $\frac{8}{20} = \frac{x}{8}$ 、 $20x = 8 \times 8$ 、 $x = 3.2^{\circ}$ となる。
- (ロ) 最高温度や最低温度の起る時は、深さを増すに従つて遅れ、深さに比例する。例へば最高が地表面では午後1時であつて、1mの深さでは5時であるとすれば2mの深さでは9時である。

又熱の傳導速度には次の式が與へられて居る。

$$V = \frac{2\pi}{T} + Q$$

茲に V : 熱の傳導速度 cm/day, π : 3.1416, T : 1 年間の日數, Q : 位相の遲滯率

大泊に於ける地中温度の速度の一例を示せば 50 cm より 1 m 迄の深さにて Q は 0.0061 で V は 2.82 cm である。

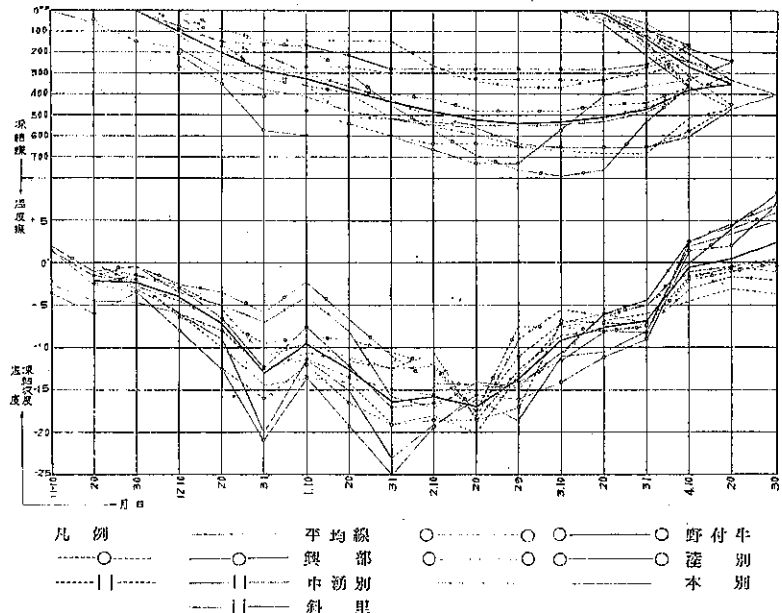
2. 温度と地下の凍結並に融解

次に気温と地下凍結の深さの關係を見るに、之又非常に深い關係がある。地下の温度は其の深さを増すに従つて、其の差が漸次減少し、気温は

或る期間を經過してから、漸次地下に影響することは前に述べた通りであるが、凍結の深さも亦気温の低下に連れて増加して行く、**図-5** は本別、漑別、野付牛、斜里、中湧別、興部の6地方に於て、線路II箇所就て、最低気温と凍結深度の増加の關係と、融凍の状態を示したもので、太線は其の平均である。

此の圖に示す様に、最低気温には大きな高低の差があるが、凍結の深さは漸進的に増加し融凍期に至れば、地表と地下兩方面から融解を初める。そして凍結最大深さの生ずる時期は最低

図-5. 気温と地盤凍結關係圖



備考 温度は 10 日間に於ける最低温度の平均を以て表示す

気温の時期より遅れる。併し最低気温が来てから凍結深の増加する割合は凍結の最大深に比較すると僅少である。

名寄附近に於て、気温と地下 60 cm 及地下 90 cm の地中温度と地下凍結の深さを検査して見るに**図-6**に示す通りであつて、最低気温は零下 17 度で、最低地下温度は 60 cm に於て零下 3.5 度、90 cm の深に於て零下 1.5 度であつて、凍結の深さは約 64 cm であつた。

即ち最低温度零下 3.5 度の地下は凍結して居るが、最低温度零下 1.5 度の地下は凍結して居ないことが知られる。

土が不凍の状態にあり得る温度に於て、鉄道省工務局工務資料第 26 號に白石技師が次の如く述べてゐる。即ち“凍結試験を行つて居る間に、土の温度を降下して然も不凍のままに居る温度の測定を行つたが、測定の方法は外の實驗と同じであるが只 -15°C に温度を持続する代りに温度を間断なく下げ、且つ土を寒劑中に靜に放置しただけである。その結果は約 20 回取扱つての土の温度が -4°C に達するまでは、相変わらず凍結せずに居て、 -4°C になつて皆凍結した。けれども土はある時間の間は不凍状態を保つことが出来、極めて僅か動搖を與へるか、動かすかすれば凍結を始めさせることが出来る。”

之に依つて見れば土は氷點以下の温度に於ても凍結せずに居ることが珍らしくないことが判る。

3. 線路凍上の原因

温度が零度以下に降下すると、水は氷結して約 1 割の容積を増加する。此の容積増加の際に起る膨脹力は 1 平方時に對して、約 30 000 封度と稱せられて居る。線路の凍上は、道床路盤の中に含まれて居る水の凍結膨脹に依

て起す現象に違ひないが、凍上の高さや凍結の深さの關係に就て、野付半地方に於て調査した結果に依ると、調査 81 箇所に対し、凍上高が凍結深さの 1 割以上のもの 41 箇所、凍上の割合の最も多い箇所では、實に 3.4 割の凍上をして居ることが知れた。

之は經過年數の古い線路で比較的排水の良好な所に於ける調査であるが、排水の不十分な開業後の年次新しい線路では、凍上の高さ 25 cm 以上に達し凍結深の 1/2 以上になつて居るものは珍しくない。

水の氷結に對する膨脹率から考へると凍結範圍内は全部水であつて悉く上方に向つて膨脹するものと假定しても、1 割内外の凍上で終らなければならぬ。然るに實際は水が道床や路盤に含まれて居るのであるから、假令水が飽和状態に土粒の間に含まれて居るとしても、それ以下であるべき筈であるのに、斯様に大きな凍上を起すのは水が土壤から分離して氷結し膨脹に際して大なる抵抗を受け、結局抵抗の最も少い方に向つてアーチの形狀に隆起するのに起因する物であると稱せられて居る、そして隆起を生じた所に大きな空洞が出来ることがある。

4. 凍上に關係ある諸現象

(イ) 凍結前の降雨 道床や路盤の中に水を含むことが多くなればそれだけ凍上が甚しくなる。凍結前の 10 月、11 月の季節に線路が降雨に見舞はれると、この雨水が道床や路盤内に滲透し未だ排除する暇もなく凍結し、凍上を起し線路を甚しく狂はすのである。

(ロ) 雪と凍結 地盤の凍結直前又は凍結して未だ凍上の起らない時期に於て、多量の降雪を見る時は凍結の進行が遅く凍上が少い、これ雪は熱の傳導率小であつて寒氣の滲透が少く且つ地温の放射を防ぐ作用があるためである。羽島氏の調査せる積雪の深さと雪の温度を示せば表-2 の通りであつて雪の表面より漸次内部に入るに従つて温度が上昇して地面から 30 cm 上では常に一定して氷點以下 1°~2° である。

地面に接する邊では多分零度と推定される。斯くして積雪多量に至れば氣温低下しても地表面が凍結せざるに至るものである。故に線路の軌間内の積雪は常に軌條面以下であるから、其の箇所は凍結が深い線路中心から遠くなり、雪が深くなると凍結の深さが漸次淺くなつて、遂には地表面さへ凍結しない。故になるべく列車運轉に支障を及ぼさない限り、線路内に雪を残して置くことが望ましいことである。

斯様に雪は凍上防止の上に少なからざる効果があるが、凍結前に雪が降つて其の後氣温が上昇すると、融水が路盤の中に浸入して降雨の場合と同じ様な現象となつて、凍上を増大することがある。

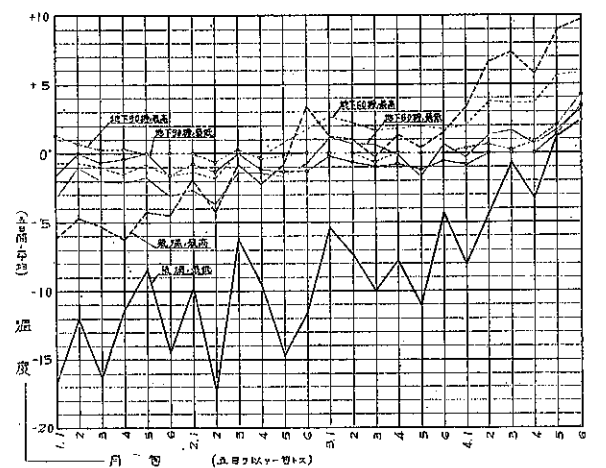
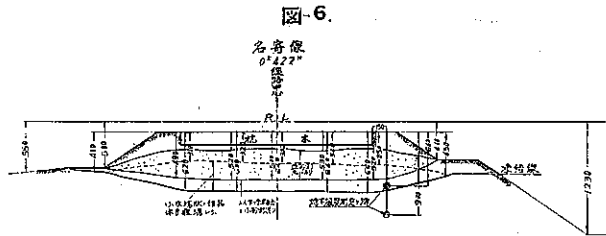


表-2.

| 積雪の深さ (cm) | 温度 (C) | | | | 積雪の深さ (cm) | 温度 (C) | | | |
|------------|--------|--------------|------|--------------|------------|--------|--------------|-----|--------------|
| | 大気 | 表面より 30cm 以内 | 中央部 | 地面より 30cm 以内 | | 大気 | 表面より 30cm 以内 | 中央部 | 地面より 30cm 以内 |
| 170 | -6.6° | -5° | -2° | -1° | 230 | -10° | -7° | -5° | -2° |
| 230 | -3 | -6 | -3.5 | -1 | 190 | -10 | -9 | -6 | -3 |
| 195 | -4 | -6 | -3.5 | -2 | 195 | -10 | -9 | -6 | -2 |
| 170 | -4 | -5 | -3.5 | -1 | 117 | -13 | -17 | -5 | -2 |

羽島氏の調査せる積雪の深さと雪の温度を示せば表-2 の通りであつて雪の表面より漸次内部に入るに従つて温度が上昇して地面から 30 cm 上では常に一定して氷點以下 1°~2° である。

(ハ) 路盤の地層と凍上の時期 凍上を起す悪土質が路盤の上層にあるか、下層にあるかに依つて凍上の起る時期に遅速がある。即ち凍上を誘發する悪土質が上層にある所は、凍上の時期が早く、下層にある所は凍結の深さの進んだ晩冬の時期に凍上する。従つて扱木が早期に挿入する所と、遅くなつてから挿入する所とがある。

(ニ) 日射の方向と凍上 日射の方向に依つて左右軌條の凍上を異にし、水準に狂を來すことがある。3月の下旬の頃に晴天が続き日中に著しく気温が上昇し夜間に甚しく下降する季節に於ては日中解氷によつて生じた水は枕木と道床砂利の間に入り、之が夜間に凍結膨脹して、漸次枕木が押し上げられる。此の場合凍上は日射の甚しい南側が多く、北側が少い。それがため日當り良好な東西に走る線路で、思はない水準の狂を發見することがあるから、注意せねばならぬ。

5. 扱木の落ち付き期間

線路の凍上に伴つて扱木は漸次厚さを増し、凍上の最大時期に達すると扱木も亦其の最厚期に達する。此の時期から線路が融解降下し初める迄は扱木の増減が少く、只温度の變化等に依つて弛緩した扱木を挿替へたり、又は保修する程度であつて比較的作業が忙しくない。

此の期間を扱木の落ち付き期間と稱して居る。

此の期間は地方に依つて異り、又天候、温度、降雨等に依つて、勿論一定して居ないが、寒氣激しい地方では、概ね3月中旬から4月初旬で、寒氣強くない南部地方は3月上旬から3月中旬の間である。

6. 扱木挿入開始期及撤去期

最低気温が零度以下に下降しても、直ちに凍上の現象が現れるものではない、従つて扱木の挿入を見る迄には相當の期間がある。

此の期間は気温や雪等の影響を受け甚しい長短がある。即ち最低気温が零度以下に降ってから早い所は1箇月位遅い所は2箇月以上も経過してから、扱木が挿入される所がある。又融凍期には気温と積雪の影響を受けるばかりでなく、日射の良否、日射時間の長短によつて解氷の度が異なる。従つて隧道や、雪覆内、踏切の下、高い切取、山の蔭等の日射不良の箇所と、築堤、片切取、山腹等の日當りの良好な箇所とは融解の時期に差がある爲、扱木撤去期にも亦遅速がある。

融凍期に至つて漸次気温が上昇すると、地表は直接外氣の影響を受け、又雨水等の熱を吸収して地表から融解を始め、又氷結層の下部は地下の温度を吸収して、地下から融解を始める。

気温が零度以下に下降することがない様になれば、晝夜の別がなく融解が旺盛となり、其の速進の程度は凍上期に比して甚だ急激である。

3. 凍上の線路に及ぼす影響

1. 寒地線路の年間作業

北海道に於て比較的寒氣の激しくない南西部、即ち室蘭、函館、小樽地方と其の他の地方とは多少凍上期と融凍期を異にする。又同一地方であつても年に依つて、温度や降雪量や降雪時期を異にするため、之等の影響を受けて凍上の初まる時期や扱木作業の期間は必ずしも一定して居ないが、概ね11月下旬から12月初旬に至ると、道床の凍結と、積雪のため搦固め作業が出来なくなり、12月下旬から1月初旬にかけて道床や路盤が凍上して軌條面に不陸を生ずるため、軌條と枕木の間に扱木を挿入して軌條の狂を修理する。3月中旬に至つて其の挿入扱木量が絶頂に達して稍安定の状態になるが、3月下旬から4月初旬に至つて、春風訪れ気温が漸次上昇するに従つて、今迄凍り上つて居た軌道は急に融け初める。此の急激な融下に見舞はれると路盤は軟化し、道床は弛緩し、軌道は狂つて、列

車に対する安全性は著しく低下する。保線現場員は早出居残りして、手まめに挟木の挿替えをし、敏拙に弛緩危険箇所の發見に努め、時機を失せず保修を加へて運転の安全を期するのである。

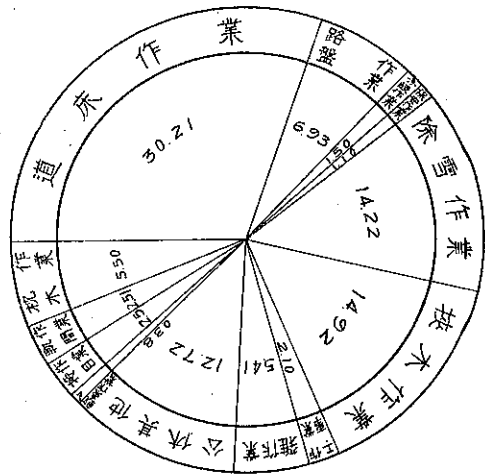
斯くして挟木撤去が終ると弛緩した道床は大手術の搦固めが加へられてゐるのであるが、其の他崩土の取除け、下水の浚渫、枕木更換、砂利撒布、遊間整正、弛緩せる保安設備の手當、信號機、諸標の塗替等一時に作業が輻輳する。特に此の時期には枕木の折損が頻發したり、軌條の張り出しが起り易いから、之に對する対策を講じなければならぬ。

以上述べた作業は直接軌道の保修に關係するものゝみであるが、此の他寒地保線員を悩ます雪がある。斯くの如くして寒地保線現場員は、冬は寒天の下に吹雪と闘ひながら、除雪や挟木作業に従事し、春から秋に至る間は融凍線路の回復と泥炭線路の保守に努力を拂つて、秋季に至つて漸く回復の域に達するのである。

今名寄保線事務所管内に於ける昭和8年度の年間作業の種別と割合を示して見るに、**図-7**の如くであつて、**全**作業に對する挟木作業の割合は 14.9% (札幌鉄道局線の平均は約 11% である) である。然るに挟木作業の期間は約 4 箇月であるから、此の期間中に於ける全作業に對する挟木作業の割合は約 45% で、冬季には殆ど半分は、挟木作業に消費されて居るのである。

図-7. 保線作業百分率

昭和8年度分 (8年4月より
9年3月まで)



2. 凍上及融下期に於ける軌道の狂ひ

營業線に於て凍上と融凍に依つて線路枕木面の変化する状態を調査するため、敷設枕木の両端から 15 cm 離れた枕木上面に釘を打ち付け其の釘の標高を約 3 日目毎に測定した結果を示して見るに**図-8 (1)**の様になる。

此の圖に依ると枕木上面が、凍上に依つて変化する状態は、凍結の深度の漸進的に増加して行く状態とは違つて、直接に氣温と天候の影響を受けて凍上や、沈下や、融下が甚だ不規則に起つて居る事を知るのである。今此の圖から凍上と沈下と融下の最も甚しい箇所を拾ひ出して見ると**表-3**の様である。

即ち、枕木は凍上の進行しつゝある 12月 から 3月の間に於ても、氣温や、天候や、列車の影響を受けて沈下することがある。そして氣温の著しく低下した日は急激な凍上を來し、氣温の上昇した晴天の日は一般に沈

表-3.

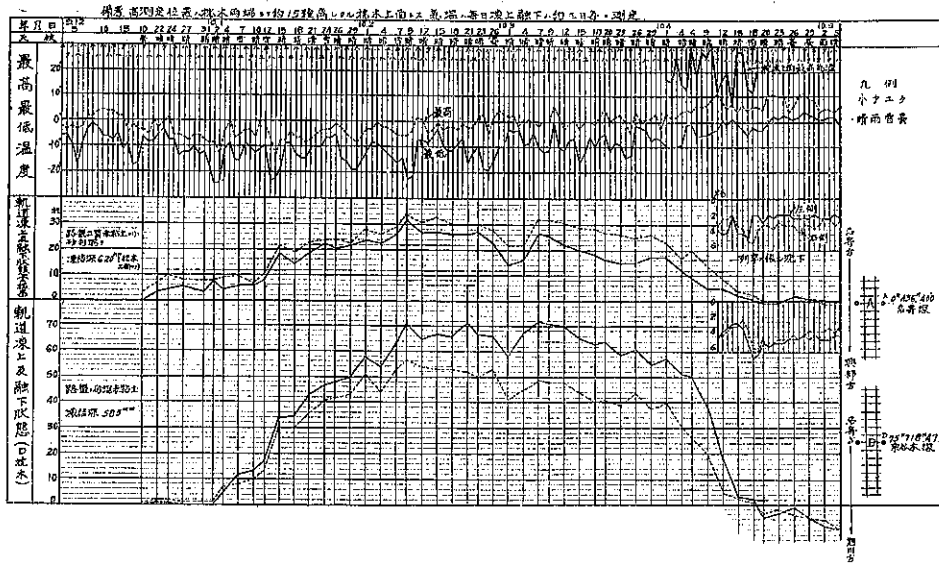
| 最大狂 枕木別 | 3 日間の 最大凍上 | 3 日間の 最大沈下 | 3 日間の 最大融下 | 枕木左右 差の最大 |
|------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| A | 12 mm | 3 mm | 6 mm | 11 mm |
| D | 17 | 11 | 20 | 23 |

下を來して居る。これ晴天の日は日射を受け枕木や、砂利が熱せられて、枕木下面に接する部分が融凍の結果沈下せる爲であると推定される。即ち此の狂ひは路盤凍結の深さを増加するに起因して居るのではなく、直接氣温と天候の影響を受けて枕木下面部の融凍と凍結が交々生ずるによる 爲であると認められる。又深 60 cm に石炭設を以て路盤入替をした箇所就て調査して見るに、**図-8 (2)**の如くであつて凍結深さは路盤面から 59 cm であつて凍結線は入替底面から 10 mm 上部である。

1 月 15 日に凍上量が最大で 17 mm に達し、3 月 1 日には沈降して -1 mm となり、4 月 4 日には凍上量 12mm

図-8. 気温と凍上及融下並に軌道との関係図

(1) 路盤入替せざる箇所



(2) 路盤入替箇所



となり、4月15日には融凍のため-1mmとなつて居る。而して凍上と沈下の甚しかつた時の気温を見ると、最凍上の1月15日は気温が著しく低下した直後であり最沈下の3月1日は気温上昇した直後であることが解る。之等の変化は路盤の凍上、沈降に依る変化とは認め難く、前に述べた様に枕木の接觸面が凍結又は融凍する結果であると認められる。次に4月12日から5月5日に至る融凍の期間に於て、列車の通過時に於ける軌條面の沈下を測定して見た。測定の方法は、軌條に接近して杭を打ち込んで、之に腕木を取付けて鋸目を入れ、軌條の直下に於て之に薄い板を挟み、其の板の沈下量を測定した。

表-4.

| 期 別 | 秋 期 | | 融 凍 期 | |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| | 左 | 右 | 左 | 右 |
| 計 | 196.9 mm | 187.6 mm | 410.5 mm | 416.7 mm |
| 平均沈下量 | 2.84 " | 2.23 " | 4.89 " | 4.96 " |
| 左右平均 | 2.3 | | 4.9 | |

機關車型式 C 51
 列車速度 (A) 45 k/h
 (B) 45 "
 (C) 50 "
 (D) 50 "

其の結果を見ると4月15日から4月19日迄の間が、最も急激な沈下を示して居て、最大沈下の日は4月18日で、5.8mmと7.5mmになつて居る。又左右軌條の沈下状態を比較して見るに何れも凍上の大なる側が沈下も亦大なることが解る。

3. 凍結期と融凍期並に夏季の列車振動

凍結期と融凍期並に融凍期と夏季に於ける線路の列車振動に及ぼす影響を比較調査するためアラッド振動計を列車の客車内一定の箇所にて据付け 1 時間 50 km 内外の速度にて振動を測定して見ると 図-9 に示す通りである。図-9 の上の図は宗谷本線 99 km 500 m から 100 km 500 m の間で、線路の凍結した 3 月 14 日と、融凍期の 4 月 20 日に測定したもので、線路は乙線で築堤箇所で挟木の厚さ最高 30 mm、挟木挿入延長は左右軌條を平均して線路延長の 28% に當る。其の振動の状態を見ると、左右動は凍期最大 2.5 mm に對し、融凍期最大 12 mm で、上下動は凍結期最大 2 mm に對し、融凍期最大 3.7 mm である。尙 4 月 19 日と 20 日の振動記録を見ると 2 日間の短時日に著しく変化を來して居ることを知るのである。

之に依つて融凍期には如何に列車運転の安全性が失はれるかを、窺ひ知ることが出来る。

図-9 の下の図は網走本線 127 km 500 m から 129 km 迄の箇所にて就て融凍期の 4 月 30 日と搦固めに依つて一通り保修の出來た 7 月 11 日とに就て測定したもので、線路は丙線で築堤の箇所、挟木厚最高 75 mm、挟木挿入延長は左右軌條を平均して、線路延長の 72% に當つて居る。其の振動を見るに左右動は、融凍期最大 13 mm に對し、夏季は最大 3 mm で、上下動は融凍期最大 2.5 mm に對し、夏季は最大 1.5 mm であつて、此の期に至れば安心の出來る線路となるのである。

以上の調査に依る振動状態を見ると凍結期には道床路盤が恰もコンクリート状に氷結するため、列車に依る沈下が少く従つて振動も亦少いのである。融凍期には軌間内よりも、軌間外が早く融解し、軌間外では日射の良好なる南側の融解が早い。又地勢等に依つて日射度が同一でない場合が多いから融凍に遲速の差が生じて來る。又積雪、土質、凍上の状態等に依つても融凍に変化がある。之等の原因のため道床に千変萬化の狂ひが出來て、隨所に點々として弛緩を生じ、列車に對して大なる振動を與へることになる。

4. 凍結前の保守の挟木作業に及ぼす影響

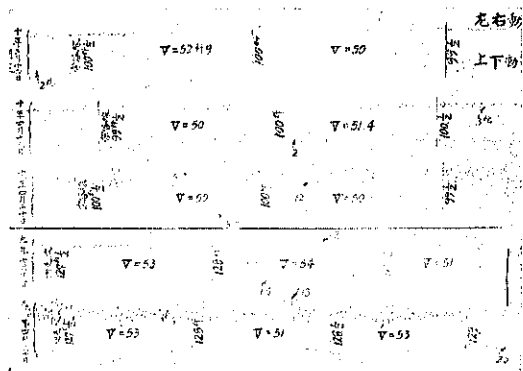
雪が降り積る様になると思ふ様に搦固め作業が出來なくなるため、降雪前の保守が充分でないとその狂ひは凍上に依る狂ひと相俟つて、益々大きくなり挟木の挿入量も増加する。従つて融凍期に於ても亦其の影響を受けて、線路の狂ひが甚しくなるのであるから、秋季には充分搦固めをなして軌道の狂ひをなくすることに努めなければならぬ。又凍結前には道床を弛緩せしめる様な軌道扛上や、砂利篩直しや、枕木間隔整正や、路盤入替等は早目に施行して凍結前には道床を充分固定せしめることが必要である。

5. 凍上と枕木の損傷

挟木の挿入されたる箇所の枕木は、挟木挿替毎に犬釘、挟木の止釘、特種軌條支材の止釘等の打替へをしなければならぬ。此の打替へのため枕木の割裂を誘發し、其の壽命を著しく短くする。又融凍期には枕木の兩鼻が中央に比して地表面からの融凍が早いために枕木の中央を支點として一時天秤の様な状態となつて列車通過の際、枕木が彎曲し、中折、鼻折を起すものが多い。

斯くの如くして厚い挟木の挿入される所程枕木の壽命が短縮する。今札幌工務部で調査した挟木に依る枕木壽

図-9. 融凍期と融凍期以外に於ける列車振動比較図
(アラッド振動計による)



命短縮の割合を見ると、扱木を挿入しない箇所の壽命を1とすれば15mm以下は約0.9、50mm以下は約0.75、90mm以下は約0.55、120mm以下は約0.5と云ふ様に低下する。

施薬枕木は枕木の腐朽を防止して耐久年を増すために内部にクレオソート油を注入したものである。

枕木の單價を見ると素材枕木(1等品)1挺1円2錢に對し、施薬枕木は2円20錢で、2倍以上に當つて居る。従つて腐朽以外の割裂、折損の原因に依つて、壽命を短縮する様な箇所に、使用することは面白くないのである。故に出来る限り犬釘の打替へ回数の少い所に使用して、其の耐久力を充分發揮せしめる様、努めなければならぬ。

6. 凍上と道床砂利

凍上した道床や路盤は融凍に依つて、土粒の密度が小になつて著しく軟化し列車の荷重に依つて、漸次道床が路盤の中に喰ひ込んで沈降する。爲に不凍土地方に比し多量の補足砂利を要するのである。今野付半地方に於て凍結期から融凍末期の6月15日迄の道床沈降に依る補足砂利の量を、網走本線、釧網線、名寄線、沼滑線に於て91箇所に就て調査して見ると1km當りに換算し、平均40.4m³となる。然るに此の4線全線に撒布される砂利量は、平均1km當り約58.7m³である。此の量を前記4線の1ヶ年間の平均砂利減耗量であると見做し前記40.4m³を該線の、融凍末期迄の平均減耗量であると見做す時は、減耗する砂利の量は凍結期と融凍期の40.4m³に對し、其の以外の期間は28.3m³であつて、此の比は約1.4である。然るに冬季は殆ど道床の沈下がないから、4月から6月中旬に至る約2箇月半の道床の沈下が6月中旬から12月中旬に至る約6箇月間に於ける沈下の約1.4倍に當ることになる。之は調査の一例に過ぎないが、寒地線路が多く補足砂利を要するのは一つは此の原因に依るものである。

7. 線路凍上に依つて生ずる經費

名寄保線事務所に於ける昭和9年度の扱木作業に要した經費を調査して見ると、表-5の如く約60,167円を要し、最高時に於ける扱木は表-6に示す通りで此の扱木量を1mm厚さに換算すると延長約0.524kmになる。従つて厚10mm、軌道延長10m當りの經費は約92錢になる。之は凍上に依る線路被害の中の扱木作業に依る直接經費であるが此の外に器具の損耗、扱木挿替へに依つて生ずる枕木の損傷、融凍期の道床砂利の減耗、融凍軌道の復舊、運転用石炭の増加に要する費用があるが、之を加算すると1円20錢内外になるものと推定される。

表-5. 名寄保線事務所扱木經費調

| 種別 | 線路工事 | 扱木人夫計 | 大釘30%新 | 大釘30%古 | 大釘10%新 | 大釘10%古 | 種々新 | 種々古 | 種々新 | 種々古 | 仙白炭 | 分 | 其 | 計 | 合 | |
|----|------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|-----|------|----|-----|-------|-------|
| 単位 | 人 | 人 | 本 | 本 | 本 | 本 | 個 | 個 | 個 | 個 | 3本 | 本 | 他 | | | |
| 数量 | 2378 | 1593 | 1274 | 1070 | 415 | 772 | 1277 | 1126 | 1255 | 3220 | 200 | 158 | | | | |
| 金額 | 1927 | 707 | 6976 | 778 | 306 | 30 | 157 | 2127 | 1220 | 228 | 116 | 4021 | 60 | 368 | 12121 | 60167 |
| 備考 | | | | | | | | | | | | | | | | |

復舊、運転用石炭の増加に要する費用があるが、之を加算すると1円20錢内外になるものと推定される。

表-6. 名寄保線事務所線路扱木挿入表 (昭和9年度)

| 年度 | 水線延長 m | 扱木高別挿入量 | | | | 計 | 平均 mm |
|----|-----------|------------|------------|----------|----------|-----------|----------|
| | | 15mm以下 | 15mm-30% | 30mm-50% | 50mm以上 | | |
| 9 | 42,515.20 | 161,267.60 | 166,576.10 | 6,627.80 | 1,752.00 | 3,122,610 | 38% |

備考 挿入単位は日本炭素社計

8. 融凍期軌條張出し

(イ) 張出しの原因 融凍期の4月から5月に至る間は氣温の変化が激しい、夜は-5°C以下に降り、日中は20°C以上に昇ることが屢々ある。又此の期間には道床の弛緩が甚しく殊に枕木の両端が早く融凍弛緩し列車の荷重が枕木の中央にて支へられ、道床と枕木の保持力が弱から軌道の張出しが起り易い、融凍期に於ける軌條の張出しは、温度の急激な上昇に依つて軌條が伸び線とする力が働いた時、軌條の遊間が少いか又假令遊間が相當あつても他の原因で軌條の伸長を阻害する力が大きかつた時、軟弱な道床の弱點に向つて軌條が浮出する。

(ロ) 張出しの防止 此の張出しは列車の間合に起ることもあり、又列車通過時に列車の衝動に依て起る場合

もあるので充分細心の警戒を要するのである。今此の事故防止上常に心得て置かなければならぬ事柄を述べて見ると次の如くである。

(1) 軌條の軸圧や道床の抵抗を常に考慮して継目の手入、ボルトの締付けをなすこと、この手入は凍上が絶頂に達し、未だ融凍期に入らない。稍軌道の安定を得た時期に於て行ふのが適當である。其の方法は大釘全部抜き取りボルトを取り解き接目板を取り外し変形したものは鋸で切り落すか、他の方法で歪を直しタワシにて鏽落しをなし不良ワッシャーを取換へ軌條や接目板の接觸部を油にて拭ひボルトには注油して締め付けるのである。

此の手入は凍結前に施行する場合には必ずしも春季に施行する必要は認めないが、締め過ぎ締め不足、弛緩のものは、締め直しをすることが必要である。

(2) 道床の弛緩して居る箇所は時機を失せず搦固めをなすこと。

(3) 晴天無風の日は気温に比し軌條の温度は著しく高温であるから特に巡回を頻繁にすること。

(4) 砂利不足勝ちの所には時機を失せず補充すること。

(5) 凍結前の軌道打上砂利篩直しは成るべく見合せ若し止むを得ず施行した場合は搦固めを安全にし充分に砂利を補足して増搦きして置かなければならぬ。

(6) 扱木作業に當つては大釘抜取りに際し直ちに全部抜き取ることなく扱木箇所の前後數箇所の継目部ボルトと継目板を弛めた後大釘を一旦浮し上げ軌條の移動のないことを確めた後抜き取る。

4. 扱木作業

1. 扱木作業の意義

道床や路盤が凍上し軌條面に不陸が出来て水準が狂ひ軌條に前後の斑が出来ると軌條と枕木の間に堅木の扱木を入れ凍上の昂進するに随つて漸次厚い扱木と取替へ修理するのである。春になつて気温が次第に昇り、凍り上つて居た軌道が融下すると之に伴つて扱木を挿替へ又は撤去しながら狂ひを直し凍結前の線路状態に復せしめるのである。此の様に扱木を入れたり挿替へたり撤去して軌道の狂ひを直す作業及之に關聯した作業を扱木作業と稱して居る。

2. 扱木の製作

扱木は柚角材のまま配給し之を木工場等で一定の厚さに挽き割つて現場に運搬使用するものと、現場で柚角材を手割し手割をなして使用するものがある。工場での機械挽きは薄いものは歩減りが多く不經濟である。又厚さの種類を多くするときには使用上甚だ繁雜である。

普通は 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 80 mm の 11 種類である。併し此の厚さ別の數量の割合は挿入する扱木の状態を考慮して決定されるもので必ずしも此の寸法通りの必要があるとは限らない。又扱木使用に當つて挿入又は挿し替へに要する種々な厚さのものを、この挽材で全部間に介せることが困難であるから柚角材から作つた手割りのものを兩用するのが最も適當である。手割材と挽割材とを比較するに前者は木理を柁目に割るため撤去後の乾割れが多いが後者は板目のものが多く幾分捻れを生ずるも割裂が少く再用し得るものが多い。

柚角材は節の少い素性のよい堅木の樹種でなければならない。節の箇所は扱木に不適當である。捻れのあるものは手割りの際逸れて割れ無駄が出来る。軟い樹種は荷重の負擔に耐えないで割れることが多く扱木材には適しない、柚角材から扱木を作るには楔型にならない様に同じ厚さに仕上げなければならない。又其の木探りに留意して残材は込栓等に利用する様に心掛けなければならぬ。

3. 扱木の種類と寸法

扱木には縦扱木と横扱木とがある。

縦扱木は厚さが 15 mm 以下の時に使用し横扱木は 15 mm より厚い場合に使用する。横扱木には 2 種類あつて

50 mm より厚くなると長さを増すのである。

今其の挟木の種類と寸法を示すと表-7 の通りである。

表-7.

縦挟木は2枚以上重ねたり横挟木を3枚以上重ねて使用することは禁じられて居るが縦挟木1枚横挟木2枚迄は重ねて使つても差支へはない。挟木は薄くて割れ易いから必ず犬釘穴を穿ちて犬釘を打ち込まなければならぬ。挟木の厚さ 20 mm 以上の箇所には必要に応じて犬釘の増打ちをなし又厚さが 30 mm 以上になれば長犬釘を使用する。然し別に挟木

| 種類 | 寸法 | | |
|-----------|--------|--------|---------|
| | 厚 (mm) | 幅 (mm) | 長 (mm) |
| 縦 挟 木 | 15 以下 | 軌條底幅 | 180 |
| 横 挟 木 (小) | 15~50 | 180 | 230~300 |
| 横 挟 木 (大) | 50~85 | 180 | 380~450 |

を枕木に締めつけた場合は其の必要はない。又厚さが 50 mm 以上になれば、長犬釘や四つ頭釘等を外側に 1 本又は 2 本打ち、内側に 1 本打つて挟木と枕木とを完全に締着けなければならない。

4. 特種軌條支材とゲージタイ

直線では挟木厚 20 mm 以上、曲線では 15 mm 以上の挟木が連続して挿入する箇所や、其の他現場の状態が必要と認むる箇所には特種支材を取付け、在來軌條支材の取付けてある曲線で挟木を挿入するため、其の支材を使用することが出来ない場合は特種支材と更換し尙其の取り付け数も増す必要がある。

挟木厚が 75 mm 以上の場合は勿論のこと 75 mm 未満であつても軌間の保持が困難と認められる様な場合は適當な距離にゲージタイを取付けなければならないが其の代りに別に増枕木を施してもよい。挟木厚が 140 mm 以上になれば並枕木を重ねて使用しラックスクリュウ又は適當の止釘を以て下敷枕木に充分締着け必要に応じて枕木繫材を取付けなければならぬ。

5. 挟木挿替と作業上の心得

挟木の挿入、挿替による 致直し作業人員は 4 人又は 5 人が普通であるが、作業量の大きな場合は適宜増加する。此の作業は道床搦固め作業標準に準じて施行する。

其の作業順序は次の通りである。

1. 基 準 側

- (イ) 作業箇所の選定： 指報者が軌條を見通し挟木を挿入、挿替する箇所を印する。
- (ロ) 除雪並に掃除： 挿入、挿替に邪魔になる氷雪を取除き掃除する。
- (ハ) 犬釘抜取り、浮し上げ： 挟木挿入、挿替箇所の犬釘を抜取り又は浮し上げ軌條支材を取り除く。
- (ニ) 軌條の扛上： 犬釘を抜き取つた後軌條を扛上して所々に一時挟木を入れ軌條面を整正する。

2. 對 側

整正には水準器を使用し必要に応じて軌條見通しを併用し基準側に準じて施行する。

3. 挟木挿入、挿替

舊犬釘孔に込栓を施し、所要厚きの挟木を弛みのない様に挿し込み、ギムネにて犬釘孔を穿ちて犬釘を打ち込む。此の作業は通り、高低に狂ひのない様に基準側を施行し、終つて軌間、水準を検しながら對側を行ふ。

4. 軌條支材の取付け

軌條支材は弛みのない様に取付け釘止めとする。基準側を終へてから對側を軌間を検しつつ施行する。

5. ゲージタイの取付け

必要の場合ゲージタイを取付ける。

6. 跡片付け

挟木残材及撤去品等を整理し器具を片付け跡掃除をする。

挟木挿入期間中は気温の変化によつて軌道に急激な狂ひを生ずるから巡回を頻繁にして不良箇所を発見に努めなければならない。

挟木作業に出かける時は必ず合図旗、發電信號を持たなければならぬがそればかりでなく急に温度の変化があつた様な場合には、思ひがけない作業をすることがあるから、必要に応じて携帯電話機を携帯しなければならない。作業に當つては線路工手長は豫め必要な人員、器具材料等に不足のない様準備し先づ作業の量と之に要する時間を考慮し、列車間合を見計つて取り掛ることが最も大切なことである。挟木挿入、挿替の位置、延長、厚さが定つたならば邪魔になる氷雪を充分に取り除き挟木の増大釘、特種支材の準備に遺漏のないことを確めた上で大釘の抜取りに取りかゝり作業が済んだなら、手落ちがないかどうかを充分検査することが必要である。又挟木厚さが大なるか、挿入延長が長い場合は線路閉塞工事の手續をしなければならぬ。挟木を挿入した場合の取付けは列車に動揺を與へない程度の勾配にし其の延長は少くとも不陸の高さの200倍の距離で緩和することが必要である。

軌條が局部的に甚しく凍上隆起し、其の前後に厚い挟木を挿入する場合隆起箇所の凍結した道床を破壊して掘り下げるか、枕木の上面を削り取つて軌條面を低下して高低や水準を修理することがある。此の掘り下げを行ふことは融凍期に於て掘り下げた箇所が急激に融下して危険を醸す虞れがあり、又枕木を削り取ることは著しく枕木を損傷することとなり何れも良作業とは云ひ難い。特種な場合の応急的處置と考ふべきである。かゝる箇所には凍結前に適當な凍上防止工を施して置くことが必要である。

5. 凍上防止

1. 凍上防止の意義

線路の凍上は道床以下に含まれた水分が氷結膨脹して路盤や道床を隆起せしめることであるから之を防止するには

(イ) 線路に降つた雨水が停滞しない様に道床を篩分け又は路盤面に勾配を付け側溝を完備して早く線路外に排水を計らなければならぬ。

(ロ) 然しながら右の方法を講じても水の路盤内浸入は免れない。又切取の箇所では路盤の中や切取面から湧水を伴ふことがあるから之等路盤内の水は或は側溝を擴大し或は盲溝を設け或は地下に排水管を埋設して排除しなければならぬ。

(ハ) 凍上は凍結の深さが増すに従つて増大するから凍結の深度を浅くするため或は路盤の嵩置をなし或は泥炭の如き保温材を以て路盤の入替をなして土中の温度を高める方法を講ずることがある。

(ニ) 凍上甚しい箇所では以上述べた方法では到底満足な結果は得られないので路盤を掘鑿して凍上を起さない均一な材料を以て入替をし又は特種道床に改良して道床の厚さを増して凍上を防止するのである。

(ホ) 凍上の激烈な箇所では道床を撤去して路盤を掘鑿してコンクリート支壁工に改良することがある。

2. 簡單なる排水設備

道床路盤の排水工として施行されて居る簡單な方法は次の様なものである。

- (イ) 側溝擴大, (ロ) 道床篩直し, (ハ) 盲溝設置, (ニ) 軌道扛上, (ホ) 踏切道、函渠上の排水
(ヘ) 構内の排水, (ト) 線路建造物の凍害と排水

(イ) 側溝擴大 側溝擴大は路盤の凍結線以上の排水を計るためであるから溝底は凍結線以下にしなければならぬ。側溝の深さは普通 60 cm から 1 m とする。この方法は冬季常に雪に覆はれ溝の底が凍結しない様な箇所では

粘土層、泥炭地、濕地の箇所には効果が大きい。

線路に接近して空積の側溝を設置する時は寒気が石積裏込の間から滲透して路盤凍結の深さを増大するから餘り接近せしめない様に注意しなければならぬ。

(ロ) 道床篩直し 道床篩直しには鼻篩と總篩とがある。總篩には枕木下面附近迄で篩分るものと路盤面迄で篩分るものがある。

この方法は道床に土砂汚物混入し、排水不十分な箇所に対しては道床の凍上を防止し有効な方法であるが篩分けの結果寒気の透通が良くなり折角道床の凍上を防止し得ても之がため路盤の凍上を誘起することがあるから道床の篩直しと同時に充分路盤の排水を講ずることが肝要である。

(ハ) 盲溝 道床は年を経るに従つて漸次路盤の中に沈下して所謂補助道床の形を成し此所に雨水等の停滞し易い凹みが出来之が凍上の原因をなすので此の水を排除するため玉石又は栗石を以て盲溝を設置する。

此の盲溝は深幅共普通 30 cm から 45 cm で凍上隆起する箇所に設置して効果がある。此の方法は施行簡單であるが土砂が其の空隙を填塞し流水を阻止することがあるから時機を見計つて掘起して掃除して填め直さなければならぬ。

(ニ) 軌道扛上 軌道扛上は低い築堤箇所又は築堤が沈下した箇所で扱木の挿入する所に施行される方法で砂利を補充して軌條面を扛上し路盤に嵩置するのであるが之に依て凍結の深さが淺くなり凍上が減少する。此の方法は施行が容易で且つ施行後の保守費が多くかゝらない比較的薄い扱木の挿入される箇所にはすこぶる有効である。

(ホ) 踏切道、函渠上の排水 (1) 踏切道は車馬の通行のため泥土塵芥が道床に混入し易く且つ道床や路盤の排水が困難であるため凍上隆起することが多い。又融氷期には道床や路盤が踏切板のため日射を遮られるため、踏切道以外の箇所比して著しく融解が遅れる。故に秋季には充分掃除を施して排水を計り、春季には交通に支障ない限り、日中踏切板を取り除き、充分日射を受けしめる様注意しなければならぬ。

(2) 函渠の上面に路盤の滲透水が滯溜して凍上を起すことがあるから上面に傾斜を付けるか排水孔を設けることが肝要である。

(ヘ) 構内の排水 構内の排水は仲々困難な場合が多く構内各線の間に溜水を見ることゝ屢々あるが地表面に現はれた排水溝は凍結のため、冬季及融雪時に役に立たなくなるので線路に平行して函下水を埋設し其の蓋に隙間を設け上部には地表に達する迄制栗石を填める。下水は深い程良いが深くすると勾配の取れない場合が多い。普通は下水上端迄地表から 20 cm 位にするのである。此の工法はやゝもすれば施行箇所接近した線路の片側のみ凍上が減少し、此の凍上の減少した片側の方に連続扱木の挿入を見ることがあるから小下水等を澤山設けて此の下水に充分導く様考へなければならぬ。

(ト) 線路建造物の凍害と排水 水の氷結による膨脹力は上方にのみ働くものではなく横にも下方にも同じ力が作用するのであるから此の力に打勝ち得ない弱點があれば何れの方向を問はず破壊が起る。コンクリート下水が凍害を受け押し出されることが屢々ある。

寒地に於ける此の種の構造物の設計に當つては其の背面に充分排水の設備をなし且つ水抜き孔を設け相對するコンクリート壁には軌條を以て切梁をなすべきである。

又橋梁の翼壁や、乗降場の土留壁が、凍害を受け押し出されることが屢々あるが、矢張り裏面の水除きに注意し裏込めを充分施すことを忘却してはならぬ。尙乗降場や貨物積卸場の土留壁のコンクリート柱は笠石に納差と

なしモルタルにて固着せしめなければならぬ。

3. 路盤嵩置

路盤嵩置は地形の關係等で充分路盤の排水を講ずることが出来ない箇所に施行する方法で寒氣の滲透を防止し、凍結線を高め凍上を減少する効果があるばかりでなく融凍期に於て枕木鼻の道床弛緩を減少し得る利益もある。

此の方法は道床の排水を阻害し一見枕木の壽命を短縮する如く見ゆるも、寒地に於ける枕木の壽命は腐朽に起因するよりも、挾木作業のため大釘或は止釘の打替による割裂折損に支配される方が大きいから、此の點顧慮の要がないものと思はれる。而し夏季に於ては出來得る限り、排水の方法を講ずることは勿論必要なことである。

4. 路盤入替

(1) 種類、構造、深さ、入替費額 以上述べたものは極めて簡単な安價な方法であつて凍上が甚しく厚い挾木を挿入する箇所では、斯る簡易な方法では凍上防止上満足な効果は收め得られないので、道床の改良、路盤の入替に依らなければならない。

此の施設は地下水位が高ければ充分其の効果を發揮することが出來ぬばかりでなく時としては噴泥を見ることがあるから、凍結線内に滞水を生じない様排水の方法を講じなければならぬ。

路盤入替に使用する材料は砂、並砂利、篩砂利、石屑、玉石、石炭殻、道床篩滓、泥炭等である。

砂や並砂利は保水率も少く土砂、噴泥等が浸入することが少くして長く効果を示すことが出来るため、之に依るのを最も良法として居る。

石炭殻、篩砂利、玉石は空隙が多く列車荷重の反復されるに従つて泥土が上昇して空隙を填塞し漸次其の効果を失ふ、殊に玉石にあつては入替後道床砂利が其の空隙に落ち込み道床を弛緩せしめることが多い。

道床篩滓は砂利篩分けの殘滓を利用するもので砂や並砂利の得難い所では石炭殻と共に線路班の随修作業として施工する適當な方法である。

泥炭は泥炭の特性である熱の不良導性を利用して土中の溫度を高め凍結の深さを減じて凍上を防ぐ方法である。

泥炭の採集は地表面から 60~90 cm 位の深さの所より 10~13 cm 角の大きに切り取り約 2 週間乾燥した後入替に使用するのである。

今 20 cm 深に入替した實例に徴するに列車による沈下を見込み約 5 cm 高上して施工したものが初列車除行運轉の際約 75 mm 沈下し、13 mm の浮上りを發見した。

之が挾木の減少効果を示せば表-8 の通りである。

表-8.

| 年 度 | 大 正 14 年 (施 行 前) | 昭 和 元 年 (施 行 直 後) | 昭 和 2 年 | 昭 和 7 年 |
|-----------|---------------------|----------------------|---------|---------|
| 最高挾木厚(mm) | 88 | 30 | 37 | 25 |

此の方法は凍上防止の効果はあるが列車運轉の安全性に乏しく且つ施行後の保安費を多く要するを以て特種の箇所以外には施されない。

線路延長 10 m 當り 20 cm 深さの入替のものが約 36 円で出来る。

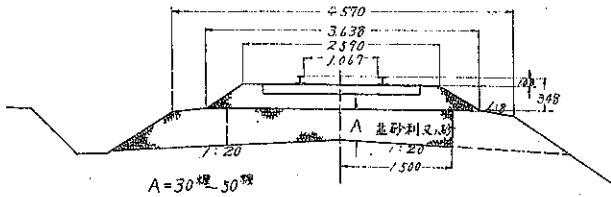
路盤入替の構造上最も注意を要することは排水の關係である。入替材料の中に滲透した水は直ちに容易に路盤の外に排除されなければならぬ。

従つて側溝の底面は必ず入替底面より低くし之に導く盲溝を施設して路盤の排水を容易ならしめる構造たることが必要である。

入替材料は前に述べた如く、砂及並砂利は最も良好であるが之を得難い所は石炭殻や道床篩滓や石屑又は泥炭等を使用する。

今、現今最も多く施設されて居る型を示して見ると図-10

図-10. 路盤入替図



の通りである。

線路勾配の大なる箇所には入替底面に反逆の勾配を附し軌道の中心を深くし此所に集つた水を線路勾配の下方に導き排除することもある。

路盤入替の深さを幾何にするを経済とするかは気温、積雪量、土質等に關係を有し土の吸水率、凍結深度の増加と凍上の關係等を変化ある路盤の各土質に就て適確に知ることは困難である。従つて経済的な入替の深さを定めることは容易でない。

凍上防止の効果のみから考察すれば凍結線に達するまでは入替の深さを増すに随つて效力も亦漸次増加することは認められる。

而し凍結線以下に入替をしても凍上を絶滅することは困難であることは図-8、(2)に述べた通りである。

現今施工されて居る入替の深さは従來の経験から30cmが普通で、特に寒氣激しい凍結の深い箇所には50cm迄の深さにすることがある。

又短區間凍上が甚しくて其の前後に厚い挾木が挿入されることが多々あるので之を除去するため凍上の甚しい隆起箇所を深く入替し反つて其の入替箇所以前より厚い挾木を挿入し不結果となる例が多々見受けられる。之は前にも述べた如く挾木は線路凍上の差に依つて挿入されるのであつて挾木挿入してある箇所であつても、相當の凍上があるから凍上隆起箇所を不凍上材

表-9. 路盤入替費額一覽表 (延長10m當り)

| 入替材料 | 30種 | 40種 | 50種 | |
|-------|---------|-------|-------|-------|
| 枕 | 立米金額(円) | 12.90 | 16.70 | 20.40 |
| | 立米金額(円) | 17.06 | 22.37 | 27.66 |
| | 立米金額(円) | 0.20 | 0.26 | 0.35 |
| | 立米金額(円) | 0.50 | 0.65 | 0.87 |
| | 立米金額(円) | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 立米金額(円) | 5.85 | 5.85 | 5.85 |
| 料 | 立米金額(円) | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| | 立米金額(円) | 1.57 | 1.57 | 1.57 |
| | 立米金額(円) | 8 | 11.70 | 15.30 |
| | 立米金額(円) | 12.00 | 17.65 | 22.85 |
| 人工費 | 立米金額(円) | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| | 立米金額(円) | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| | 立米金額(円) | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 立米金額(円) | 1.70 | 1.70 | 1.70 |
| 道床替 | 立米金額(円) | 0.87 | 1.21 | 1.65 |
| | 立米金額(円) | 10.70 | 12.80 | 15.30 |
| | 立米金額(円) | 1.20 | 1.30 | 1.40 |
| | 立米金額(円) | 0.15 | 0.16 | 0.17 |
| 枕木運送費 | 立米金額(円) | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| | 立米金額(円) | 55.05 | 68.65 | 82.37 |
| | 立米金額(円) | 0.87 | 1.21 | 1.65 |
| | 立米金額(円) | 10.70 | 12.80 | 15.30 |
| 雑費 | 立米金額(円) | 1.20 | 1.30 | 1.40 |
| | 立米金額(円) | 0.15 | 0.16 | 0.17 |
| | 立米金額(円) | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| | 立米金額(円) | 55.05 | 68.65 | 82.37 |

備考 線路工事 1.70円 並入夫 1.50円 並砂利(種別共) 1.20円 並砂利(同) 1.40円 玉石(同) 2.50円とす

表-10. 普通路盤と入替路盤との凍結深度調査

| 調査地点 | 位置 | 道床種類 | 調査年月日 | 枕木上より調査深度(mm) | 地盤凍結深度(mm) | 初期凍結深度(mm) | 凍結線位置 | 路盤凍結深度(mm) | 枕木凍結深度(mm) | | |
|------|-----------|------|---------|---------------|------------|------------|-------|------------|------------|------|------|
| 1 | 124°485 | 普通道床 | 10.2.26 | 460 | 602 | 素地 | 素地 | 並砂利 | 662 | | |
| | | | | 392 | - | - | - | 並砂利 | 662 | | |
| 2 | 130°788 | 路盤入替 | 10.2.25 | 376 | 492 | - | 0.85 | 0.90 | 502 | | |
| | | | | 392 | 492 | - | 0.85 | 0.60 | 砂 | 512 | |
| 3 | 161°025 | 普通道床 | " | 422 | - | 初期 | 築堤 | 0.65 | 1.20 | 522 | |
| | | | | 332 | 612 | 素地 | 素地 | 1.10 | 0.65 | 並砂利 | 617 |
| 4 | 162°362 | 普通道床 | 10.2.26 | 302 | - | 初期 | - | 0.80 | 1.05 | 572 | |
| | | | | 342 | 572 | - | - | 0.65 | 1.10 | 並砂利 | 712 |
| 5 | 166°350 | " | 10.2.27 | 362 | 602 | 築堤 | 築堤 | 0.85 | 0.20 | 742 | |
| | | | | 472 | 712 | - | - | 1.10 | 0.90 | 砂 | 742 |
| | | | | 402 | - | 素地 | 素地 | 0.60 | 0.60 | - | 874 |
| 6 | 174°770 | " | 10.2.27 | 292 | - | - | - | 1.05 | 0.85 | - | |
| | | | | 282 | 572 | - | - | 1.05 | 0.80 | 並砂利 | 492 |
| 7 | 北見線 482°4 | 普通道床 | " | 292 | 732 | 築堤 | 初期 | 1.35 | 0.60 | 玉石 | |
| | | | | 442 | - | 築堤 | 築堤 | 0.70 | 0.30 | 玉石 | 642 |
| 8 | 57°960 | 路盤入替 | 10.2.27 | 340 | - | 築堤 | 築堤 | 0.50 | 0.64 | - | |
| | | | | 340 | 620 | - | - | 0.45 | 0.65 | 並砂利 | 635 |
| 9 | 59°800 | 普通道床 | " | 360 | - | 初期 | 初期 | 0.65 | 0.65 | - | |
| | | | | 360 | 642 | - | - | 0.60 | 0.60 | 砂 | 782 |
| 10 | 62°440 | 普通道床 | " | 340 | - | 築堤 | 築堤 | 0.65 | 0.60 | - | |
| | | | | 62°600 | 路盤入替 | 340 | 690 | - | - | 0.60 | 0.85 |
| 11 | 名寄線 | " | 10.3.4 | 360 | 660 | - | - | 0.30 | 0.30 | 初期凍結 | |
| | | | | 17°225 | 360 | 660 | - | - | 0.30 | 0.30 | 770 |
| | | | | 17°630 | 360 | - | - | 0.30 | 0.30 | - | 690 |
| 平均 | " | 路盤入替 | " | 348 | 626 | - | - | 0.78 | 0.67 | 709 | |
| | | | | 383 | - | - | - | 0.66 | 0.72 | 639 | |

を以て入替へた爲其の箇所が凍上がなくなつてかへつて入替しない箇所との凍上の差が以前より大になる結果である。

斯る箇所を応急的に施工する場合は入替の深さを考慮し、努めて扱木挿入箇所と同じ凍上に止る様考慮施行することが肝要である。

従つて路盤入替は短区間施行することは面白くない出来るだけ長区間に互つて施行することが効果が大きである。路盤入替費額は材料採集費、運送費、人夫賃等に左右されるから場所に依つて高低があるが普通表-9に示す通りである。

(2) 入替による凍結深の増大 路盤凍結の深さは気温にのみ影響するものではなく積雪量、土質、地勢等に深い関係を有して居るので之等の条件の類似した接近箇所にて路盤入替箇所と、入替しない普通箇所との凍結深度を調査せるに表-10の結果を得た。

即ち路盤入替の平均深さは枕木上面より 626 mm で、凍結の深さは 709 mm である。

又入替しない箇所は道床の厚さが 383 mm で凍結の深さは 639 mm である。

この凍結深さの差 709-639=70 mm は砂及砂利厚の差、即ち 626-383=243 mm の深さに依つて寒気の透過を誘發したのに因るものと推定せられる。

この路盤入替に依る凍結深度の増加は入替の深さ及側溝の深さを定める上に於ても必要なことである。

(3) 入替工事の壽命 路盤入替は施行後幾何の年月を經過

し其の效力を失ふに至るかは路盤の土質、硬軟、排水の良否に依て差があるが普通粘土地盤に於て並砂利で深 30 cm に入替し 6 年並に 8 年經過した箇所を掘鑿して施工後の泥土混入状態を検測した結果を見るに表-11の如くで土混入割合は 8 年經過

のもの 9%、6 年經過のもの 6% である。而してこの混入土は入替前に原砂利に混合して居たものであるか、又は入替後に混入したものであるかを確認するため、入替材を採集せる原産地に就て調査して見ると其の 1 立の重量は 1.909 kg であつて土の混合率は 3% であつた。即ち假

に入替の原砂利に既に 3% の土が混入して居たものとすれば 6 年經過のものには 3%、8 年經過のものには 6% の土が入替時か入替後に混入したものである。

然るに其の混入状態を見るに所々に散入して居ることより推察するに施工後に於て路盤土砂が自然混入したものと如くには認められない。

又入替底部厚 8cm の部分を調査して見るに 6 年經過のもの 25%、8 年經過のもの 33% の土が混入し、中にて最も多く土と砂利の混濁せる部分は何れも僅々最底面の 4 cm 厚に過ぎない。

此の調査に依て細砂を多量に含める並砂利は其の底部に土と砂利の混濁せる薄層を生じ、之が不透透性となつて其の内部に土砂の浸入を防止するものと推定せられる。

表-11.

| 入替年度 | 経過年数 | 位置 | 混入土の重量 | | 洗石の材料消費割合(%) | |
|---------|------|---------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| | | | (A) 初置き | (B) 的置き | (A) 初置き | (B) 的置き |
| 大正 15 年 | 8 | 網走本線 注別-川上 | 1,858 ^{kg} | 1,260 ^{kg} | 9 [%] | 33 [%] |
| 昭和 3 年 | 6 | 小樽-釧路 | 1,890 | 1,331 | 6 | 25 |

入替材の砂と土の割合は 3% 土と砂利と

表-12. 路盤入替効果調査表 (施行年度別)

| 施行年度 | 施行区間 | 枕木挿入箇所数 | 挿入深さ (cm) | 挿入土の重量 (kg) | 挿入土の容積 (m³) | 土の混入率 | | 結果 | 備考 | | | | | | |
|-----------------------|------|---------|-----------|-------------|-------------|-------|-----------|-------|-----|------|------|-------|-------|------|---|
| | | | | | | A | B | | | | | | | | |
| 五 十 年 以 下 | 1 | 32 | 66.631 | 116 | 379.19 | 97 | 33.100 | 130 | 65 | 6.0 | 21.8 | 61.61 | 62.34 | 34.0 | 1. 本調査は 1947 年 12 月 1 日施行の調査結果を以て、入替後 5 年経過した箇所を調査したものである。2. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。3. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。 |
| | 2 | 29 | 91.434 | 146 | 1,233.94 | 112 | 1,059.98 | 160 | 66 | 76.7 | 26.6 | 67.82 | 68.91 | 28.4 | |
| | 3 | 29 | 83.746 | 117 | 1,173.97 | 101 | 736.06 | 160 | 70 | 74.7 | 30.1 | 77.22 | 65.28 | 31.9 | |
| | 4 | 19 | 57.700 | 65 | 77.119 | 72 | 67.220 | 180 | 60 | 68.6 | 26.6 | 66.91 | 65.91 | 26.1 | |
| | 5 | 14 | 58.676 | 40 | 43.183 | 30 | 282.67 | 127 | 30 | 68.6 | 18.6 | 66.72 | 64.47 | 20.6 | |
| 五 十 年 以 上 | 6 | 3 | 72.00 | 12 | 14.400 | 8 | 107.00 | 74 | 70 | 66.0 | 40.0 | 66.19 | 67.19 | 65.0 | 4. 本調査は 1947 年 12 月 1 日施行の調査結果を以て、入替後 5 年経過した箇所を調査したものである。5. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。6. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。 |
| | 7 | 6 | 12.900 | 20 | 19.800 | 19 | 156.00 | 106 | 66 | 74.0 | 27.0 | 76.35 | 60.07 | 26.2 | |
| | 8 | 6 | 18.700 | 14 | 19.200 | 19 | 186.00 | 170 | 75 | 74.0 | 27.6 | 67.83 | 61.77 | 26.8 | |
| | 9 | 143 | 37.626 | 329 | 6,662.60 | 449 | 6,712.30 | 760 | 90 | 68.0 | 26.7 | 66.87 | 67.93 | 32.0 | |
| | 10 | 26 | 2.91200 | 204 | 3,619.10 | 216 | 2,912.30 | 100 | 79 | 67.7 | 36.6 | 62.45 | 64.58 | 37.3 | |
| 五 十 年 以 上 | 11 | 27 | 3,254.77 | 272 | 3,922.25 | 232 | 3,376.76 | 245 | 65 | 69.6 | 24.1 | 64.23 | 61.90 | 31.7 | 7. 本調査は 1947 年 12 月 1 日施行の調査結果を以て、入替後 5 年経過した箇所を調査したものである。8. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。9. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。10. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。11. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。 |
| | 12 | 27 | 3,483.57 | 228 | 3,133.33 | 239 | 3,035.00 | 160 | 61 | 63.0 | 34.6 | 64.16 | 64.54 | 32.2 | |
| | 13 | 23 | 2,918.00 | 177 | 2,106.00 | 182 | 1,936.00 | 280 | 70 | 61.7 | 32.7 | 62.19 | 61.65 | 32.6 | |
| | 14 | 3 | 6,443.82 | 394 | 7,706.73 | 333 | 6,946.60 | 160 | 76 | 73.0 | 26.6 | 64.87 | 67.32 | 25.9 | |
| | 15 | 4 | 6,217.00 | 637 | 7,457.00 | 644 | 7,294.50 | 130 | 58 | 67.6 | 33.8 | 64.44 | 64.35 | 37.4 | |
| 五 十 年 以 上 | 16 | 34 | 3,284.70 | 418 | 5,219.70 | 347 | 3,547.30 | 130 | 100 | 66.6 | 32.9 | 67.68 | 64.16 | 40.1 | 12. 本調査は 1947 年 12 月 1 日施行の調査結果を以て、入替後 5 年経過した箇所を調査したものである。13. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。14. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。15. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。16. 調査は施行後 5 年経過した箇所を調査したものである。 |
| | 17 | 4 | 4,482.00 | 61 | 6,174.00 | 24 | 2,372.00 | 166 | 23 | 61.4 | 26.3 | 64.11 | 64.24 | 12.2 | |
| | 18 | 4 | 200.00 | 31 | 362.00 | 19 | 300.00 | 65 | 45 | 69.0 | 32.7 | 66.40 | 64.00 | 38.0 | |
| | 19 | 262 | 21,181.30 | 2,377 | 37,382.16 | 2,449 | 28,147.10 | 1,100 | 714 | 70.2 | 31.6 | 64.11 | 64.27 | 34.9 | |
| | 20 | 1 | | | | | | | | | | | | | |

備考 枕木挿入延長は左石合計とす

然し乍ら排水設備不完全にして入替材料が常に滞水に浸される様な所は次第に泥土が其の中に混入して、效力を失ふ様になる事を経験することがあるから常に排水に注意しなければならぬ。

尙野付牛保線事務所管内に於て入替箇所を年度別に区分し入替後の経過年数と効果率を挿木量に依て大量的調査を行った結果表-12に示せる如く挿木量の増減は入替後の経過年数に餘り影響がないことが認められる。只昭和7年度施行のもの、效果不良であつたのは施行後の保守の充分行届かぬ間に多を迎えたのに起因するのである。

次に名寄保線事務所管内に於て砂を以て深 30 cm に入替したもの、效果を調査した結果を示すと 図-11 の如く、挿木の量は経過年数の増加によつて増大することは認められない。

以上の三つの調査を綜合考察すると普通路線に於ては入替後の経過年数 8 年以内は入替の効果は低減することがない様である。而して假令これ以上の年数経過しても急激に其の效力を失ふ様にならないことも推察するに難くないのである。

(4) 入替に依る經濟比較 凍上線路殊に融凍期に於ける線路は如何に精密な作業をしても凍上しない線路の様な保守は望むことが出来ないので線路の強度が著しく低下する。故に凍上防止施設費と此の施設に依て利益となる挿木作業の減少費等を比較しただけでは其の施設の適否が定め得られない。

即ち直接の經濟比較に依つて算盤が取れなくても安全度の高上されることを考慮して施設の要否が決定されなければならぬからである。今路盤入替に依る凍上防止施設費と挿木作業に依る直接費との經濟比較をして見よう。

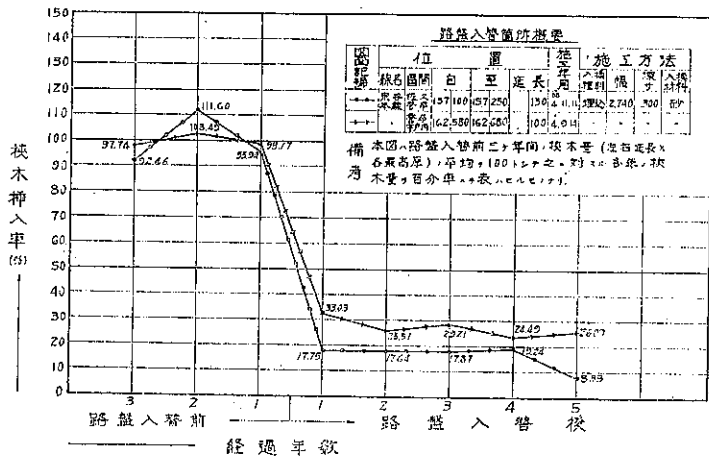
深 30 cm の路盤入替の費額を延長 100 m 當り 500 円とする。年利率 5 分とすれば利子 25 円である。挿木最高時の平均厚 10 mm、延長 100 m に對する挿木挿入開始から撤去し終る迄の挿木作業に要した工費、材料費、其の他一式の直接保守費は平均 10 円から 12 円である。従來の路盤入替の效果に鑑み、今後施設する路盤入替の效果を 75% と見る。即ち 100 の挿木量が 25 に成るものと見ると年々 7 円 50 銭 (10×75=7 円 50 銭) から (12×75=9 円) 迄づつ節約し得るから前に述べた施設費に對する利子 25 円に達するには挿木厚は約 28 mm (25 円÷9 円×10=28) から 33 mm (25 円÷7.5 円×10=33) になる。

之は 28 mm から 33 mm の厚さの挿木を挿入する箇所に入替をすればトントンになると云ふことを意味するのである。勿論入替の効果は長年に亙るものと見てある。

以上は挿木作業に關係した直接費のみ見たが此の外に融凍に依る弛緩軌道の恢復、枕木の損傷、砂利の減耗、機關車燃料増加等に依る費用も考へなければならぬが、此所には正確な資料がないので考慮しなかつたが、此の費用を見込み更に線路保守状態の昂上されることを考へる時は前に述べた 28 mm より遙に薄い挿木の挿入される箇所に対しても木工を速に施設すべきである。

(5) 入替工事の施行方法 路盤入替は認可工事でやる場合と 隨時修繕作業でやる場合とがある。何れも線路閉

図-11. 経過年別路盤入替效果比較圖



築工事の手續を取らなければならぬ。

作業の方法は1列車間合に施行し得る延長に對し道床を全部掘出し枕木は作業に邪魔にならぬ様に、大釘を緩めて一方に寄せるか又は枕木を一時取り除き施工區間が相當延長に達する時は、軌條をも一時撤去して後路盤の掘鑿に取りかゝる。かくして所定の深さ迄掘り下ると入替材料を搗固めながら其の中に填充し軌條や枕木を元の位置に入れ先に掻き出した道床砂利は篩ひ直し之に補充砂利を加へて軌道の中に掻き込み搗固めをなすのである。

列車間合の短い場合とか掘鑿に時間を要する様な特別な箇所では掘鑿した路盤の中に一時枕木サンドルの様な受臺を作つて列車を通し相當延長の掘鑿が終つた時、適當な列車間合で其の受臺を撤去して前同様の入替を施行する。

此の作業に於て1列車間合に施行し得る延長は普通の粘土又は壤土の箇所では線路工手 8人、人夫 10人で作業時間1時間に付き 4.5~5.3 m が普通である。

此の作業に就て特に注意を要すべき事柄を挙げると次に記載する通りである。

(イ) 道床を撤去するため其の抵抗が減じて軌條の張出を生ず

ることがあるから注意を要する。特に高温の際には作業を見合せなければならぬ。

(ロ) 軌條撤去のため前後の軌條が伸長し撤去軌條の挿入に困難をすることがあるから注意を要する。

(ハ) 狭い施工基面の上の作業であるため道床の篩ひ滓や掘鑿

土砂が篩ひ分けた道床砂利や入替材料の中に混入しない様に注意が肝要である。

(ニ) 入替へた材料に次に入替する箇所の路盤土砂が混濁しない様に板類を以て仕切りをして置くことが肝要である。

(ホ) 路盤や道床を全部入替するため工事施行後の軌道の弛緩が多く落付く迄には相當の日數を要するから搗固めを充分しなければならぬ。

軌道弛緩の落付きの日數は列車回数や搗固めの回数に關係がある。今入替工事施行後第1日目に2回、第2日第3日は各1回づゝ搗固めを行ひ、1日列車回数10回の箇所では表-13 の様な結果となり軌道が固定する迄には相當の日數を要するから凍結期の近づいた秋季に工事を行ふ事は未だ軌道が安定しない間に道床が凍結し搗固め作業が出来なくなり、軌道の狂ひも益増大し換木を挿入して其の狂ひを修正しなければならぬことゝなるから路盤入替工事は早くに行つて冬季に入る前に充分固定する様に心懸けなければならぬ。

5. 扛上式特種道床

扛上式特種道床は古くから施設された方法で凍上防止上の効果に於ては普通道床に優ること論を俟たないが、寒氣に曝されて居るため埋込式的路盤入替等に比べると寒氣の滲透が多く凍結が深く、従つて凍上を誘起することが多い。又此の施設は多額の工費を要するのみならず、日常の保守に手數がかゝる。

現今に於ては餘り設置されない。延長10mに對する工費は約 55~70円 である。

6. 地下埋設管と地下盲溝

路盤の排水を講じ又は路盤や切り取り内部からの湧水を排除し、凍上を防止する方法として地下埋設管と地下盲溝とがある。

地下埋設管はコンクリート管又は木管等を使用し土中の水を管内に導引するため管に孔を穿ち且つ適當の間隔

表-13.

| 使用材料 | 第1次の沈下 | | 第2次の沈下 |
|--------|--------|---------|---------------------------------|
| | 経過日數 | 沈下量(mm) | |
| 砂又は並砂利 | 第1日 | 20-25 | 第1次の沈下終了後は漸次加置れ且つ約5-7日に道床を稍固定す。 |
| | 第2日 | 9-11 | |
| | 第3日 | 4-6 | |
| | 合計 | 33-42 | |

に溜枿を設けるのである。
 今片切取りの路盤に於て厚
 70 mm の挟木挿入する簡
 所に大正 14 年度に於て図-
 12 の如く直径 225 mm の
 有孔コンクリート管を施工
 したるに第 1 年目には挟木
 厚 37 mm に減じ第 8 年目
 には 40 mm の挟木を見た。

図-12. 地下埋設管図

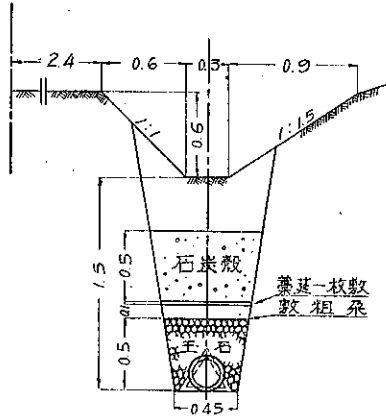
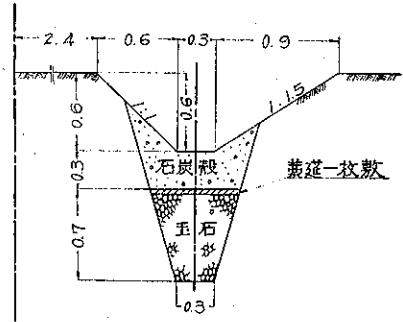


図-13. 地下盲溝図



此の工法は延長 10 m に
 對し約 79 円の多額の費用

を要するも地勢、土質の關係等にて此の方法によらなければ排水の道なき箇所に対しては、極めて有利であるが
 廉價な工法ではない。

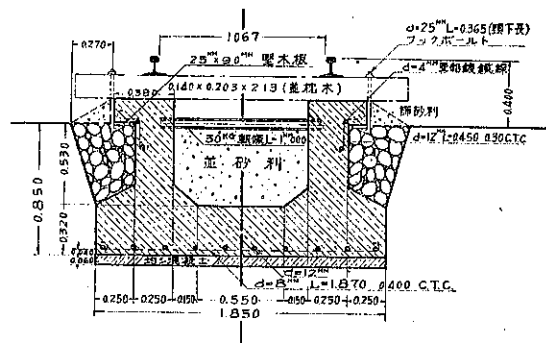
地下盲溝は管を省略し構造を簡易にしたもので図-13 に示す如き構造である。

此の工法は土砂が割栗石の空隙を損塞し疏水を阻害し易いから、時々掃除をして埋直さなければならぬ。10 m 當
 りの費額は約 27 円を要する。

7. 支壁式凍上防止工

支壁式凍上防止工と云ふのは凍結線以下に達する迄道床及路盤を取除き、コンクリート支壁を設置し、之に直
 接枕木を乗せボルト止となし軌條を敷設する方法であ
 る。

図-14. 支壁式凍上防止工図



此の工法は凍上防止の効果に於ては極めて有効であ
 ることは云ふ迄もないが、其の前後凍上のため之を緩
 和するに始終點に厚い挟木が挿入される。

之を防止するため其の前後相當延長に互つて適當な
 路盤入替を施工しなければならぬ。

図-14 は支壁式凍上防止工の一例であつて之を最高
 240 mm の枕木が挿入される箇所 100 m 間に施設し其
 の前後に延長 30 m と 115 m の深さ 50 cm に路盤入替したものにつき其の成績を見るに、コンクリート工施行箇
 所には全く挟木の挿入なく路盤入替箇所にて厚 30 mm のものを挿入した。之を以て見るに本防止工の効果は極
 めて良好である。其の工費は線路延長 10 m に對し 350 円を要し深 30 cm 路盤入替の約 6 倍に當り 低廉な施設で
 はないが凍上激甚にして厚い挟木の挿入される箇所に對しては有効で推奨に價するものである。

8. 凍上防止と建設工事

建設の工事が完成し引継を受けて營業を開始した線路が凍上と融凍の影響を受け 甚しく線路の狂ひを生じ遂に
 は列車の徐行を餘儀なくされる状態に陥ることが屢々ある。之がため開業後間もなく改良費等にて路盤入替等の
 凍上防止工を施行しなければならぬ。

此の路盤入替工事を建設當初に於て施行する場合と營業線に於て施行する場合とに就て比較して見るに

元來營業線に於ける路盤入替の工事は前に述べた如く、長い列車間合に於て断線して施行するもので之がため 1 日中の作業時間に制限を受け又路盤を掘鑿し道床を掻き出すため、固定せる線路を破壊し安定を失し、一時徐行を要するのみならず、この掘鑿掻き出しに多大の勞力を要する等厄介な作業である。

然るに之を建設當初に於て施行するに於ては列車を顧慮の要がなく軌道を攪亂弛緩せしめることもなく路盤土砂の切捨亦容易にして工事は簡単に施行し得る。従つて其の工費に於ては營業線に於ては施行するものゝ約 6 割にて足る。

又凍上は精一の如き吸水率の大なる土質の介在によるものであるから、かゝる土質は努めて凍結線内に置くことなく少くも施工基面から 1 m 以下に盛土し、側溝は凍結線以下に達する深さとし、極力凍上の防止に努め開業後に於て列車運転を脅かすことなき様施行するを希望するものである。

又斯の如き施工法を講ずることが大局より見た經濟有利な施設であると考へられる。

6. 凍上期並に融凍期保守方法と勞力

1. 寒地線路保守作業量の特異性

不凍期間に於ける線路の破壊は天然力に依ることが少く列車即ち機械力に基くものが大なる原因をなして居る。然るに寒地の冬季線路は此の機械的破壊によるものよりも、凍土による自然力に左右されるものが多く、不凍期の線路と反對の現象を呈して居る。

寒地の冬の線路は道床や路盤が凍結するため夏季の様な作業は出来ない。扱木作業に依る全く変つた方法に依つて保守をするのであつて凍結の深さが増加するに従つて凍上が次第に増大し、軌道の狂ひも亦甚しくなるため扱木挿替による作業が漸次頻繁の度を増すのである。従つて 12 月に於ける凍上の初期から凍上の最高期の 3 月迄は扱木量の増大につれて作業量も亦増加するのである。

融凍期には融凍の初期からその高潮期迄は急激に作業量が増大し如何に勞力の補給を計るも保守の完璧を期することが困難と言ふ時期が出現するのである。此の融凍の時期から不安のない普通状態の線路に回復する迄即ち所謂融凍回復の保守勞力量は到底不凍期の夫れとの比ではないのである。

斯くの如く季節に依て保守作業勞力量に大なる高低を生ずるのは冬季に於て線路が凍結凍上するのに起因するものであつて寒地線路に特有の現象である。

此處に述べることは凍上並に融凍期に於ける従來の保守の不備の點を指摘し適切なる保守方法と之に要する勞力に就て検討しようとするものである。

2. 保守勞力の調査に就て

前に縷々述べた通り冬季凍上箇所に於ける軌道の整備と融凍期に於ける危険期の突破は寒地の保線作業中最も困難とする所であるが、社會進化の生んだ運輸量の増加、列車速度の昂上に直面して保線の立遅れない様に適確な作業方法を定め保守勞力を充實することは極めて肝要なことである。

此の確實な作業の方法と保守勞力の充實を期するには勿論凍上防止施設の促進を計ることは必要缺く可からざることであるが殆ど全線に亙る凍上線路に對し此の施設の完備を期することは莫大な費用と年月を要し之が急施は期して望み得られない。現今の線路状態より考察すれば先づ凍上に依る扱木量に依つて適切な保守勞力を定め凍上防止施設と相俟つて不安のない線路を造ることが急務であると信ずるのである。此の意味から規程に依る保守の標準を基とし凍上期と融凍期に區分して保守の方法と之に要する勞力を調査検討し従來の方法との比較を試

みたのである。

此の調査に當つて考慮した事柄を上げると次の通りである。

- A. 比較調査
- イ. 凍上期
 - (1) 比較箇所^の保守： 従来の保守方法に依るもの
 - (2) 試験箇所^の保守（保守方法甲とす）： 保守の限度以内に保守するもの
保守の限度を次の乙線の許容限度とした。即ち
水準 4 mm; 軌間 増 7 mm, 減 4 mm, 高低 5 mm, 通り 5 mm
 - ロ. 融末期
 - (1) 比較箇所^の保守： 従来の保守方法に依るもの
 - (2) 試験箇所^の保守： 保守の限度以内に保守するもので次の2方法に就て調査した。即ち
- 第1法： 主として軌道の融下に伴つて扱木の挿替へをなし搦固めは特に弛緩した枕木のみ施行し従来の方法に比し挿替を頻繁にするもの
- 第2法： 軌道の融下に伴ひ扱木を挿替へ又は撤去しながら主として枕木搦固めに依つて整正するもので搦固めの程度は道床弛緩の程度に応じて加減をする。
- B. 調査方法
- イ. 扱木挿替回数を調査す、
 - ロ. 扱木厚の増加量を調査す、
 - ハ. 約5日毎に軌道保守状態を検測す、
 - ニ. 保守勞力量を調査す、
 - ホ. 時々振動計を以て列車の振動を測定す。

3. 凍上期保守

(1) 扱木挿入回数と増加扱木厚 以上述べ来たつた要項に基いて調査の結果は表-14に示す通りである。

凍上期に於ける扱木厚さの増加する割合は扱木挿替への回数に關係があつて其の回数を多く施行すると施行の際に増加する扱木厚さは小になる。

そして此の扱木厚さの大小如何は主としての軌條の高低と水準に深い關係があるが特に高低に大なる影響を及ぼすものである。換言すれば扱木挿入の回数を多くすることは高低と水準の狂ひを少くすることとなる。併し凍上は不規則的に發生するから扱木挿替に依つて必ずしも扱木厚さが増加のみするとは限らない。反つて其の厚さが薄くなる場合もあるのである。

本調査の結果は平均挿替扱木厚さの増加は保守方法甲は 5.5 mm であつて従来の保守は 6.9 mm となつて居る。

即ち従来の保守は保守方法甲に比し軌道の保守の劣ることを意味するのである。

(2) 軌道の検査 水準, 軌間, 高低, 通りの4項に就て約5日毎に軌道保守の状態を調査した結果は保守方法甲は表-15(1)に示す通りで其の平均 1 km 當り 1

回の検査に對して保守の限度を超えた箇所数は僅か水準 0.3 箇所, 高低 0.4 箇所, 通り 0.1 箇所で何れも極く少い數であつたから注意に依つて, 保守の許容限度以内に保守し得ることはさまで困難でないと思ふことが出来る。

又従来の保守に依るものは表-15(2)に示す如く水準 1.2 箇所, 高低 0.6 箇所, 通り 0.1 箇所, 之を平均する

表-14. 作業を加へた平均厚

(1) 凍上期保守方法甲

| 位置 | 挿替回数 | 扱木厚 | 1回挿替時の平均厚 | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 |
|---------------|------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 枕木線 | 5.5 | 5.5 | 1.1 | 2.5 | 4 | 7.5 | 1.5 |
| 68.600-69.600 | 18 | 2 | 1.8 | 3.5 | 7.1 | 6.7 | 4.5 |
| 72.200-73.700 | 10 | 3 | 3.6 | 4.6 | 0.3 | 1.3 | |

合計 93.9 mm/L 平均1回挿替の増加量
93.9 ÷ 17 = 5.5 mm

(2) 融末期の保守

| 位置 | 挿替回数 | 扱木厚 | 1回挿替時の平均厚 | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 |
|---------------|------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 枕木線 | 9.5 | 6.9 | 1.2 | 6 | 5.5 | 6.1 | 6.9 |
| 68.600-69.600 | 11 | 8 | 7.2 | 4.6 | 5.1 | 5.4 | |
| 72.200-73.700 | 13 | 6 | 7.9 | 2.2 | 7.0 | 0.7 | |

合計 113.5 mm/L 平均1回挿替の増加量
113.5 ÷ 14 = 6.7 mm

表-15. 軌道検査成績

(1) 凍上期保守方法甲

| 位置 | 調査回数 | 水準 | 軌間 | 高低 | 通り | 合計 | 平均 |
|--------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5.5 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 68.600-69.600 | 14 | 1 | 4 | 1 | 0 | 6 | 0.4 |
| 72.200-73.700 | 13 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0.2 |
| 1 km 當り検査1回に對する箇所数 | 147 | 9.6 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 1.0 | 0.7 |

(2) 融末期の保守

| 位置 | 調査回数 | 水準 | 軌間 | 高低 | 通り | 合計 | 平均 |
|--------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 9.5 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39.200-40.200 | 14 | 1 | 3 | 1 | 0 | 5 | 0.3 |
| 5.8-5.9 | 14 | 1 | 3 | 1 | 0 | 5 | 0.3 |
| 7.5-7.6 | 14 | 1 | 3 | 1 | 0 | 5 | 0.3 |
| 1 km 當り検査1回に對する箇所数 | 119 | 12.3 | 1.2 | 2.2 | 2.9 | 0.7 | 2.3 |

と限度を超えた量は前者の2倍強に當り殊に水準に於ては4倍の數になつて居る。

(3) 保守勞力 凍上期に於ける 扱木挿入作業の 扱木挿替への 延扱木量と之に要した保守勞力を 保守方法別に昭和8年度と9年度に就て調査して見ると表-16の通りとなる。

この表から甲に依つて作業した延扱木の量と従來の方法に依つて作業した延扱木量の割合を求める。今

- a: 従來の方法に依る9年度の延扱木量,
- b: aと同一箇所の同一方法に依る8年度の延扱木量,
- A: 甲に依る9年度の延扱木量, B: Aと同一箇所に於ける従來の方法に依る8年度の延扱木量

とすれば $B \times \frac{a}{b} = A$ と同一箇所に従來の方法に依つて作業せる場合の推定延扱木量

即ち $\frac{\text{甲に依る延扱木量}}{\text{従來の方法に依る延扱木量}} = \frac{A}{B \times \frac{a}{b}} = \frac{151824}{126087 \times \frac{69967}{82020}} = \frac{1.204}{0.853} = 1.411 \dots \dots I_1$ となる。

然るに單位扱木量に對する勞力は甲と従來の方法とは同一ではない。

其の割合は表-16から

$$\frac{\text{單位扱木量に對する甲の勞力}}{\text{單位扱木量に對する従來の方法に依る勞力}} = \frac{W}{A} + \frac{w}{a} = \frac{128727}{151824} + \frac{54524}{69967} = \frac{0.848}{0.779} = 1.089 \dots \dots I_2$$

之に依つて同一箇所を甲に依る場合と従來の方法に依る場合の勞力の比は

$$I_1 \times I_2 = 1.411 \times 1.089 = 1.54 \dots \dots I_3$$

である。

即ち従來の保守勞力に約54%の勞力を増加しなければ保守の完璧は期し得られないことになるのである。

4. 融凍期保守

(1) 融凍期2保守方法比較の理由 融凍期に於ける線路保守は、保線作業中最も難事であつて寒地保線員の最も考究を要する問題である。

而して融凍期に於ける保守作業を二つの方法に分けて調査を試みた理由に就て述べて見る。

従來施工されて居る方法は融凍による 扱木撤去終了迄は左右枕木弛緩の差の著しい 箇所又は局部的に甚しく弛緩した箇所等の外には 搦固めをしないのが普通である。従つて線路は凍結前の線路に比して甚しく軟弱であつて列車に及ぼす動揺も亦大であるのは免れない。

之に對し軌道が漸次融下するに従ひ融凍に伴つて順次搦固めをなした場合及従來の施行方法よりも更に頻繁に扱木を挿替へた場合如何なる結果を招來するかに

表-16. 凍上期保守方法別勞力比較

(1)

| 單位扱木量 | 昭和9年度 (保守方法甲) | | | 昭和8年度 (従來の保守) |
|-------------|---------------|-----------|-----------|---------------|
| | 延扱木量 mm | 勞力 (人) | 延扱木量 mm | 延扱木量 mm |
| 55m-56m | 46023 | 52737 | 32826 | |
| 68-69.600 | 83945 | 59118 | 73263 | |
| 74200-74700 | 21866 | 16880 | 19608 | |
| 計 | 151824(A) | 128727(甲) | 126087(乙) | |

扱木量は作業に用いた扱木の量とす

(2)

| 單位扱木量 | 昭和9年度 (従來の方法) | | 昭和8年度 (従來の保守) |
|---------------|---------------|----------|---------------|
| | 延扱木量 mm | 勞力 (人) | 延扱木量 mm |
| 37.300-48.500 | 18034 | 16107 | 24855 |
| 58-59 | 51933 | 38417 | 57465 |
| 計 | 69967(乙) | 54524(乙) | 82020(乙) |

扱木量は作業に用いた扱木の量とす

表-17. 作業を加へた扱木の平均厚

(1) 融凍期方法

| 挿替回数 | 挿替に要した扱木の平均厚 | 1回挿替した平均厚 | | | | | |
|---------------|--------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 | 6回 | |
| 位置 | 單位扱木量 mm | | | | | | |
| 55.000-56.000 | 5.8 | 2.0 | 2.5 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | — |
| 69.100-69.600 | 6.5 | 1.2 | 2.9 | 2.9 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| 合計 | 58.7mmにLZ | 平均扱木厚の低減率は 58.7 ÷ 13 = 4.5mm | | | | | |

(2) 融凍期標準方法

| 挿替回数 | 挿替に要した扱木の平均厚 | 1回挿替した平均厚 | | | | | |
|---------------|--------------|-----------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| | | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 | 6回 | |
| 位置 | 單位扱木量 mm | | | | | | |
| 55.000-56.000 | 5.8 | 1.0 | 0.8 | 2.1 | 2.8 | 12.0 | — |
| 69.100-69.600 | 7.1 | 0.6 | 0.9 | 1.8 | 0.6 | 2.2 | 26.0 |
| 合計 | 5.7mmにLZ | 平均扱木厚の低減率は 5.7 ÷ 13 = 4.3mm | | | | | |

(3) 融凍期従來の方法

| 挿替回数 | 挿替に要した扱木の平均厚 | 1回挿替した平均厚 | | | | | |
|---------------|--------------|-----------------------------|-----|------|-----|------|---|
| | | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 | 6回 | |
| 位置 | 單位扱木量 mm | | | | | | |
| 55.000-56.000 | 6.9 | 1.0 | 2.3 | — | — | — | — |
| 69.100-69.600 | 6.2 | 2.0 | 1.5 | 1.9 | 3.2 | 15.4 | — |
| 74.200-74.500 | 3.6 | 1.7 | 1.4 | 18.9 | — | — | — |
| 合計 | 7.3mmにLZ | 平均扱木厚の低減率は 7.3 ÷ 13 = 5.6mm | | | | | |

付き彼此比較研究の要を認められたからである。

(2) 扱木厚の変化並に搦固め回数 3. に於て述べた様に線路の融下の状態は凍上の状態に比較すると急激で其の変化は色々な条件に支配されて千態萬別であつて凍上期に扱木の挿入されなかつた箇所には扱木の挿入を見たり扱木挿入してある箇所が先に融下して扱木の厚さを増すこともあるが扱木の挿替の回を重ねるに従つて其の厚さ延長共に漸時減少して全く融下し終るに及んで扱木も亦撤去し終るのである。

調査の結果に就て扱木挿替への低減量を見るに表-17 の如くで第1法は4.5mm、第2法は4.3mmで従來の保守方法に依るものは5.6mmである。

又枕木搦固め回数を見るに表-18の如く第1法は枕木挺數700挺に對し搦固め延回数665で平均枕木1挺の搦固め回数は0.95回であるが、第2法は延回数2312で平均1挺の搦固め回数3.3回である。即ち第2法は第1法の約3.5倍の搦固めを行つて居る。

(3) 軌道の検査 水準、軌間、高低、通りの4項に就て約5日毎に検査を行つた結果は表-19の通りで平均1km當り1回の検査に對して保守の限度を超えた箇所數は

第1法によるもの： 水準 0.1, 軌間 0, 高低 0, 通り 0,

第2法によるもの： 水準 0, 軌間 0.1, 高低 0.2, 通り 0

にして限度を超えたものは極僅少である。

従來の保守法に依るものを見るに 水準 0.3, 軌間 0, 高低 0.5, 通り 0 となつてゐて第1法及第2法共に従來の方法に比して良好である。

表-19. 軌道検査成績

(1) 融凍期第1法

| 位 置 | 区 間 | 測定期間 | | 水 準 | | 軌 間 | | 高 低 | | 通 り | | | | |
|-----------------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| | | 自 | 至 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | | | |
| 53,500-55,000 | 10 | 3.20 | 5.5 | 11.0 | 37 | 0 | 119 | 9 | 0 | 20 | 6 | 16 | 3 | 0 |
| 69,100-69,600 | 9 | 3.20 | 5.2 | 30 | 30 | 1 | 0 | 0 | 7 | 29 | 0 | 27 | 6 | 0 |
| 1km當り1回検査に換算箇所數 | | 24 | 20 | 0.1 | 119 | 0.9 | 0 | 2.8 | 3.3 | 0 | 47 | 1.0 | 0 | 0 |

(2) 融凍期第2法

| 位 置 | 区 間 | 測定期間 | | 水 準 | | 軌 間 | | 高 低 | | 通 り | | | | |
|-----------------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| | | 自 | 至 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | | | |
| 65,000-65,500 | 10 | 3.20 | 5.5 | 21.0 | 49 | 0 | 120 | 6 | 1 | 13 | 9 | 6 | 3 | 0 |
| 68,600-69,100 | 9 | 3.20 | 5.2 | 30 | 28 | 0 | 0 | 0 | 7 | 16 | 0 | 13 | 9 | 0 |
| 1km當り1回検査に換算箇所數 | | 22 | 31 | 0 | 12 | 0.6 | 0.1 | 2.1 | 2.9 | 2.2 | 2.0 | 1.3 | 0 | 0 |

(3) 融凍期凍上法

| 位 置 | 区 間 | 測定期間 | | 水 準 | | 軌 間 | | 高 低 | | 通 り | | | | |
|-----------------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| | | 自 | 至 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | | | |
| 37,500-38,000 | 8 | 3.20 | 5.5 | 29.0 | 55 | 6 | 124 | 10 | 0 | 33 | 29 | 0 | 29 | 15 |
| 58-59 | 9 | 3.20 | 5.2 | 19.0 | 111 | 1 | 0 | 1 | 0 | 13 | 15 | 14 | 26 | 39 |
| 74-75,500 | 9 | 3.20 | 5.3 | 34 | 44 | 0 | 0 | 0 | 9 | 23 | 0 | 23 | 16 | 0 |
| 1km當り1回検査に換算箇所數 | | 26.2 | 102 | 0.3 | 6.6 | 0.5 | 0 | 2.6 | 6.6 | 0.6 | 4.0 | 3.2 | 0 | 0 |

(4) 列車振動 アラッド振動計を用ひて列車の動揺調査の結果は図-15に示す通りで第1法と第2法は大差を認めることは出来ないが、未だ凍結前の線路に比して遜色あるを免れない。

表-18. 融凍期保守方法及搦固め回数

(1) 融凍期第1法

| 位 置 | 宗 木 挺 数 | | | | |
|---------|---------|------|------|-----|----|
| 搦固め回数別 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 搦固め枕木挺數 | 363 | 104 | 166 | 89 | 28 |
| 百 分 率 | 51.9 | 14.9 | 23.7 | 5.5 | 4 |

搦固め延回数 665

枕木挺數 700

平均枕木1挺當り搦固め回数 $\frac{665}{700} = 0.95$

但し、搦固め枕木は片側搦固め1回を1回として計上す

(2) 融凍期第2法

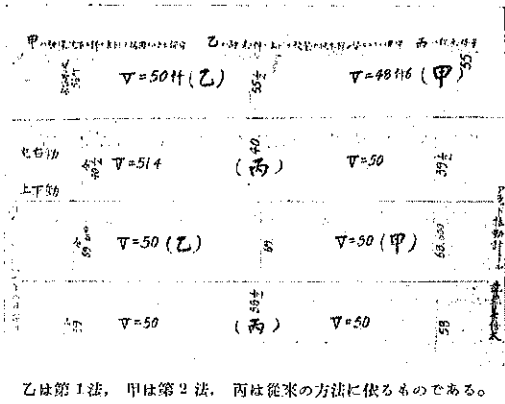
| 位 置 | 宗 木 挺 数 | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 搦固め回数別 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 搦固め枕木挺數 | 13 | 25 | 73 | 92 | 28 | 49 | 54 | 29 | 38 | 19 | 7 | 1 | 1 | 1 |
| 百 分 率 | 17 | 49 | 123 | 131 | 126 | 84 | 8 | 41 | 64 | 27 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

搦固め延回数 2312

枕木挺數 700

平均枕木1挺當り搦固め回数 $\frac{2312}{700} = 3.3$

図-15. 融凍期保守別列車振動比較圖



目標に凍結前の線路より振動が多いのは管に道床の弛緩のみではなく路盤の融解軟化に起因することも少くないのである。

表-20. 融凍期保守方法別努力比較

| 従来 管 線 | 昭和7年度 (保守第1法) | | 昭和8年度(従来の保守法) |
|---------------|-------------------|-----------|---------------|
| | 延扱木量 ^m | 努力(労) | |
| 55.500-56.000 | 74895 | 21890 | 21275 (B) |
| 59.100-59.500 | 36380 (A) | 24724 | |
| 計 | 61275 (A) | 46614 (W) | |

(5) 保守努力 融凍期に於ける扱木撤去初期から終了迄に要した努力に就て第3項と同一方法によつて表-20から算出して見ると

(2)

| 従来 管 線 | 昭和9年度 (従来の保守方法) | |
|---------------|------------------|-----------|
| | 扱木量 ^m | 努力(労) |
| 57.500-58.500 | 15458 | 6187 |
| 58-59 | 47638 | 38417 |
| 計 | 63096 (A) | 44604 (W) |

第1法に依る場合は

(3)

| 従来 管 線 | 昭和9年度 (保守第2法) | | 昭和8年度(従来の保守法) |
|---------------|------------------|-----------|---------------|
| | 扱木量 ^m | 努力(労) | |
| 55.500-56.500 | 22621 | 26783 | 23808 (B) |
| 58.600-59.100 | 42459 (A) | 57380 | |
| 計 | 65080 (A) | 84163 (W) | |

$$\frac{\text{第1法に依る扱木量}}{\text{従来の方法に依る扱木量}} = \frac{A'}{B' \times \frac{a}{b}} = \frac{36380}{21275 \times \frac{69967}{82020}} = \frac{36380 \times 82020}{21275 \times 69967} = 2.050 \dots \dots \dots L_1'$$

茲に用ひた数字は

昭和8年度に於ける融凍期扱木量に對する資料に乏しいため $\frac{A'}{B'}$ は 69 km 100 m- 69 km 600 m 間に於ける9年度保守第1法に依るものと8年度の従来の方法に依るものとを比較したもので $\frac{a}{b}$ は表-16(2)の数字を用いたものである。又

$$\frac{\text{単位扱木量に對する第1法の努力}}{\text{単位扱木量に對する従来の方法に依る努力}} = \frac{W'}{A''} \div \frac{w'}{a'} = \frac{46614}{61275} \div \frac{44604}{63096} = \frac{46614 \times 63096}{61275 \times 44604} = 1.075 \dots \dots \dots J_2'$$

同一箇所を第1法に依る場合と従来の方法に依る場合との努力の比は

$$L_1' \times J_2' = 2.050 \times 1.075 = 2.21 \dots \dots \dots L_2'$$

即ち第1法に依る保守は従来の保守の約2.2倍の努力を要することになる。

次に第2法に依る場合は

$$\frac{\text{第2法に依る扱木量}}{\text{従来の方法に依る扱木量}} = \frac{A_1}{B_1 \times \frac{a}{b}} = \frac{42459}{23808 \times \frac{69967}{82020}} = \frac{42459 \times 82020}{23808 \times 69967} = 2.089 \dots \dots \dots L_1''$$

第1法に於けると同様の理由で昭和9年度保守第2法に依るものと8年度の従来の保守方法に依るものとの比 $\frac{A_1}{B_1}$ は 68 km 600 m-69 km 100 m に於ける扱木量を以て比較し又 $\frac{a}{b}$ は表-16(2)の数字を使用したものである。又

$$\frac{\text{単位扱木量に對する第2法の努力}}{\text{単位扱木量に對する従来の方法に依る努力}} = \frac{W_2}{A_2} \div \frac{w'}{a'} = \frac{84163}{65080} \div \frac{44604}{63096} = 1.815 \dots \dots \dots J_2''$$

同一箇所を第2法に依る場合と従来の方法に依る場合との努力の比は

$$L_1'' \times J_2'' = 2.089 \times 1.815 = 3.79 \dots \dots \dots L_2''$$

即ち第2法に依る保守は従来の保守の約3.8倍の努力を要するのである。

(6) 融凍期 2 保守方法の比較 (A) 第1法に依るもの

利點： 融凍期に於ける軌道に路盤の土質、道床、凍上量、日射の關係等の爲、融解の時期、融解の度が區々であるが、特に悪土質の介在して居る箇所を除いては、線路が全く融解し扱木撤去し終れば、軌道は軟化のまゝ高低に大なる狂ひを生ぜずして、凍結前の軌道の形に落付くのである。従つて第1法に依る保守は、軌道の融解し終つた時期には先づ一般に軌道の平衡を保つのである。

缺點：(1) 専ら挾木の挿替へを頻繁に行ひ枕木の搦固めを行はないため、挾木撤去期間中は道床の弛緩が多い。
(2) 挾木挿替へ頻繁の爲枕木を損傷することが多い。

(B) 第2法に依るもの

利點：挾木撤去期間中は勿論挾木撤去後に於ても第1法に比し道床の弛緩が少い。

缺點：(1) 未だ融下し終らざるに先ち弛緩枕木を搦固める爲、後日必要な砂利を枕木下に搦込むこととなり融下の終つた後に線路が甚しく扛上する。この調査に於ては全く融解し終つた後に3~20mm線路扛上され、尙隨所に5~12mm厚の挾木が残留し、この挾木を撤去する爲更に其の挾木の厚きだけ軌道を扛上しなければならぬ状態となつた。

- (2) 融凍の進行中は融凍が一律でない。のみならず融解の変化が急激であつて多大の保守力を要する。
(3) 軌道が扛上される爲之に附隨した砂利補充を要するのみならず、融凍後適當な時期に於て軌道の低下を行はねければならぬ。
(4) 挾木挿替頻繁のため、枕木を損傷することが多い。

以上の事項を綜合考察するに第2法は融凍期間中は線路状態概して良好であるが、融凍後に於て軌道低下等の跡作業を要し且つ多大の保守勞力を要するに對し第1法は第2法のような保守状態は望み得ないが融凍後に於て第2法のような跡作業がなく、且つ保守勞力が少く現今の狀態から考へるとこの法に依るを適當の方法と認められる。

7. 泥炭地に就て

1. 泥炭の成因及生成

泥炭は温帯の北部から極地に互つて氣温寒冷な所に存在するもので、暖地には之を見ることが稀であるが、熱帯地方でも冷涼な高地には稀に見ることがあると稱せられて居る。

北海道には渡島國に於て既に小地積ながら其の存在を認められて居り全道の各地に互つて低地に散在して居る。

北海道廳編纂の土地改良事業要覽に依れば

“泥炭とは氣候寒冷なる濕潤地にありて河川氾濫水の停滯せる所及沼澤地等の如く空氣の流通せざる所に於て其の土地に繁茂せる植物の枯死せるものが、泥炭化成作用と謂はるゝ特種の作用を受けて腐植質を生じ漸次堆積して排水後に於ても尙20cm以上の厚層を有するものを謂ふ。”

と述べてある。

地面窪んで水の滯溜する所でなければ此の作用は良く行はれないから、凹地で水の滲透不良な土地は水の停滯を來し易く、従つて泥炭の生成を促すものである。

2. 泥炭の種類

泥炭は普通之を低位泥炭、中間泥炭、高位泥炭の3種に大別し居る。

低位泥炭は生成の初期に屬しヨシとか普通のスゲ、ハンノキ等の様な植物から出來て、比較的植物養分に富む泥炭で河川の沿岸近くとか泥炭構成地即ち沼澤地等の周邊に多く發達して居る。

高位泥炭は生成の後期に屬するもので水蘚は其の主体植物でミカツキノウ、ホロムイヌゲ、ツルコケモ等が其の構成植物である。

此の泥炭は植物養分の乏しい水に生成する。

泥炭生成の普通の順序は先づ底土の上に低位泥炭を生じ水の養分の缺乏するに及んで高位泥炭が生ずる。故に高位泥炭の下層に低位泥炭の存在するのが普通である。

中間泥炭は低位泥炭から高位泥炭に發達せんとする所謂過渡期の泥炭で低位、高位兩種泥炭に特有のものを混

成し主としてヌマガヤ、ワタスゲ、ツルスゲ、ヤチハンノキ等より成るものである。

3. 特種泥炭の生成

普通泥炭生成の最初は河水の氾濫した所若しくは池沼等植物養分に富む水の停滞する所であるが、又時には雨水の溜つて居る凹地等に於ては養分の缺乏に依つて直ちに水蘚の繁茂を來しヨシ、スゲ等の順序を経ないで水蘚泥炭の生成を見ることがある。又ヨシ、泥炭が既に充分發達して遂に水面に達し夫れから他種の植物が漸く發生して異つた種類の泥炭が發達するに際して再び河水氾濫して泥砂を沈澱した時に養分の増加に依つてヨシ等の植物の繁茂に良く適する状態を與へ遂には再びヨシ泥炭の發達を見るに至るのである。

斯の如く河水の屢々氾濫して止まない所では幾年経つてもヨシ又はスゲ泥炭として止まるのである。

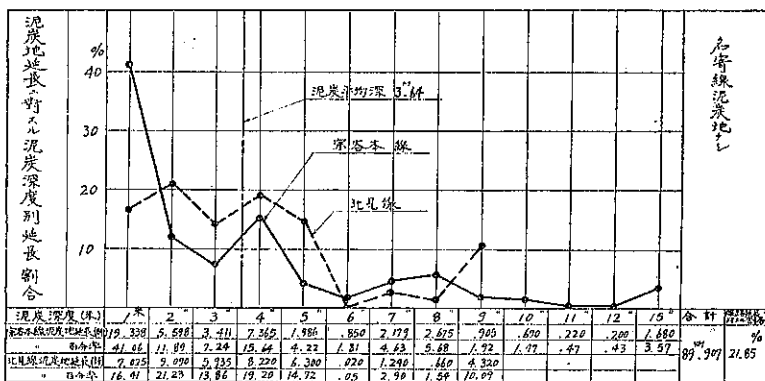
4. 泥炭地分布

泥炭地の分布を見るに北地に向ふに従つて増加し樺太には約30萬町歩の泥炭地を有し、全面積の約8%に當り北海道には約25萬町歩あつて

全面積の約2.8%に當ると稱せられて居る。札鉄の泥炭地線路の延長は1.に述べた如く昭和10年度に於て約450kmにして本線路總延長の約14%に相當する。

尙保線事務所管内の状態を見るに北海道の最北地に位する名寄保線事務所管内に最も

図-16. 泥炭深度別延長割合



多く図-16に示すが如く、其の延長約90kmにして本線路延長の約22%に當るのである。

次に泥炭の分布並に其の影響の最も大なる名寄保事管内の線路に就て述べて見よう。

名寄保事管内の泥炭地線路は宗谷本線47km 100m、北見線約42km 800mで之に昨年閉業の天鹽線の9km 990mを合せると99km 890mに達し、本線々路延長に對し宗谷本線約20%、北見線約29%、天鹽線約53%である。

天鹽線の泥炭に對しては其の調査充分でないから述べることを省略し、天鹽線を除き總括すると管内泥炭地延長の本線路延長に對する割合は約21.85%に當る。尙線別に泥炭の深さ別の延長割合と平均深を示すと図-16の通りである。

名寄保事管内沿線の泥炭地の状態を見るに和寒から名寄附近に至る泥炭地は客土をした排水溝を設備して漸次土地が改良され又一部には數次の野火が延焼し現今に於ては造田せられ農耕地となつて居るが、音威子府以北の宗谷本線及北見線の泥炭地は原始のままの草原が多く一部には蝦夷松、白樺等の樹木が生長して居る。宗谷本線の宛沼、北見線のクシヤロ湖等は泥炭地の中にあつて、沼の周邊から内部に向つて泥炭の生成區域を擴張して居る状態である。

5. 泥炭の物理的性質

泥炭は海綿の如く水を含む力が大であつて、水を吸収すると其の隙間を填塞するため水の滲透が甚しく不良となる。

此の水の透通性は泥炭の種類及分解の程度に依つて異つて居て高位泥炭は比較的大であるが低位泥炭は不良である。

又泥炭は水分の保蓄が強大で殊に高位泥炭は最も大である。泥炭の保水量を見ると概ね高位泥炭は自然重量の約13倍、中間泥炭は約10倍、低位泥炭は約8倍である。水藪のみにて成る高位泥炭に於ては20倍から40倍の水量を保蓄する力があると稱せられて居る。

而して泥炭は一旦吸収した水は容易に之を排出しない性質があると同時に之を過度に乾燥すれば急速に水を吸収しないのである。

泥炭は水を吸収する時は著しく容積を増大するが、之を失ふ時は著しく縮少する。其の度合は泥炭の種類、組織、層の厚薄等に依て異なるが、大体に於て次の割合である。

高位泥炭 約30~35%、 中間泥炭 約20~30% 低位泥炭 約15~20%

泥炭は熱の吸収が比較的容易であつて輻射が亦大である。

又泥炭は熱を傳導することが極めて遅い。

故に夜間表層は熱の輻射に依つて冷却するも熱の不良導体なるがため其の上下兩層間に於ける温度の平均を得ること容易でないため表層は著しく冷却を來し、ために晩霜遅く初霜が早いのである。

泥炭は斯くの如く熱の傳導率が不良であるから冬季には寒氣の下層に侵入することが少い、従つて凍結も比較的淺いのが常である。

今泥炭地と粘土地との地下温度を比較するに表-21の通りである。

即ち地下30cm、60cm、90cmの各深共泥炭地は平均0.7度高温である。この泥炭地は深約3.5mで中間泥炭に屬する。

次に泥炭1000cm³の重量を示すと概ね表-22の如くである。

表-21. 泥炭地及粘土地々下温度

| 観測日 | 積雪 | 地下温度 | | | | | | 測定時 気温 |
|-------|------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-----------|
| | | 地下30cm | | 地下60cm | | 地下90cm | | |
| | | 粘土 | 泥炭 | 粘土 | 泥炭 | 粘土 | 泥炭 | |
| 1月23日 | 20cm | 1 | 2 | 1.5 | 2.5 | 2 | 3 | -6 |
| 3月7日 | 70 | 2.5 | 1.5 | 3 | 2.5 | 3.5 | 3 | -4 |
| 3月20日 | 60 | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 2 | 2.5 | -3 |
| 3月25日 | 55 | 1.5 | 2 | 2 | 2.5 | 3 | 3 | -1 |
| 4月10日 | 0 | 1.5 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 1.5 |
| 平均 | | 1.2 | 1.9 | 1.7 | 2.4 | 2.4 | 3.1 | -1.6 |

表-22.

| 種類 | 新鮮な泥炭 | 乾燥泥炭 | 重量百分率 |
|------|-------|------|-------|
| 高位泥炭 | 883 g | 70 g | 7.9 % |
| 中間泥炭 | 914 | 87 | 9.5 |
| 低位泥炭 | 854 | 108 | 12.6 |

8. 泥炭地の線路に及ぼす影響

1. 泥炭地と凍上

泥炭地線路は殆ど盛土の箇所であるが、非泥炭地の線路に比較すると一般に凍上が甚しくないばかりでなく凍上による線路の隆起凹凸が少いため冬季軌道修理のため挾木の挿入量も少い。斯様に泥炭地線路は凍上の少いのは道床砂利の路盤に喰い込んである深さの深いのも一つの原因であるが、路盤凍上に依つて生ずる膨脹が軌道材料や列車の荷重による抵抗のため、結局下層の軟弱地盤に向つて働くためであると思はれる。

今泥炭地線路と非泥炭地線路とに就て昭和9年度の挾木挿入量の割合を厚さ15mm以上と15mm未満に分けて調査して見ると表-23の通りである。

今試みに過去5年間の各鉄道局砂利撒布量を調査して見ると表-25の通りであつて、尙類似線路に就て札幌局線と他局線とを比較すると表-26の如くなる。

表-25. 過去5箇年間に於ける各局砂利撒布量比較表

| 局名 | 1KM當りの砂利撒布量 (m³) | | | | | 平均 |
|------|------------------|------|------|------|------|------|
| | 昭和4年度 | 5年度 | 6年度 | 7年度 | 8年度 | |
| 東京 | 44 | 48 | 43 | 38 | 32 | 40.1 |
| 名古屋 | 37 | 40 | 41 | 38 | 35 | 42.2 |
| 大阪 | 34 | 35 | 37 | 31 | 33 | 34.4 |
| 門司 | 31 | 25 | 25 | 31 | 32 | 28.8 |
| 仙台 | 42 | 52 | 46 | 45 | 56 | 48.2 |
| 札幌 | 59 | 57 | 62 | 61 | 59 | 59.6 |
| 各局平均 | 41.5 | 42.8 | 42.3 | 40.6 | 44.5 | 42.3 |

之に依つて札幌局線は暖地の線路に比し如何に多くの砂利を年々補足して居るかが判る。斯くの如く多くの砂利を要するは泥炭地に原因することが非常に大きいことを知るのである。

3. 更換枕木

本線路敷設枕木と線路工手長の調査した次年度更換希望枕木を泥炭地と非泥炭地に區分して見ると表-27の通りである。此の調査によれば施薬枕木は泥炭地では泥炭地敷設枕木總數の838%に當り、非泥炭地では非泥炭地敷設枕木總數の3.68%に當つて居り、泥炭地には非泥炭地の2倍以上の施薬枕木が入つて居る割合になる。

之は前に述べた通り泥炭地は線路凍上に依る挿木挿入量が少いため割裂、釘打替不能に依る壽命短縮を防ぐ意味合から多くの施薬枕木が入れられてあるためである。

釘打替不能、割裂に依つて更換する枕木は何れも泥炭地は少い。これ泥炭地は挿木挿入量が少いため、挿木作業に依る釘打換回数が少いの起因して居るのである。

喰込に依るものは非泥炭地は高率を示して居るが何れも其の數及割合が極く少い。

腐朽に依るものは泥炭地は幾分高率を示して居る。施薬枕木に於ては腐朽、割裂による割合は素材とは反對の結果を示して居るが、其の數は極めて少く眞の割合とは認め難い。

之を要するに泥炭地は腐朽に依るものが多く釘打替不能、割裂に依るものが少いと言ふ結果になつて居る。

4. 列車振動に及ぼす影響

図-18. は泥炭地線路の凍上期と融凍期の状態を約50 km の速度でアラッド振動計に依つて測定した記録図である。上の図は泥炭の深さ約30 cm, 低い築堤で挿木最

表-26. 類似線路砂利撒布量比較表

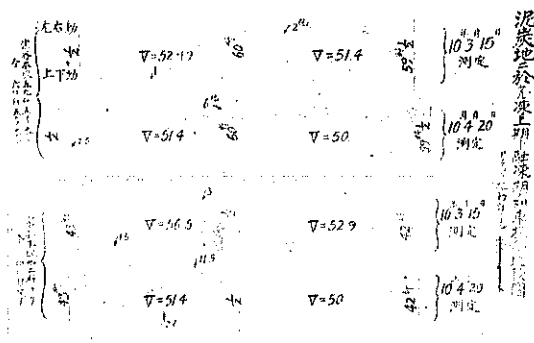
| 物種 | 局名 | 線名 | 開業年次 | 1KM當りの砂利撒布量 (m³) | | | | | 平均 |
|----|----|------|---------|------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | | 昭和4年度 | 5年度 | 6年度 | 7年度 | 8年度 | |
| 乙 | 札幌 | 函館支線 | 昭和13-27 | 61 | 69 | 55 | 47 | 97 | 51.8 |
| | | | 昭和22-27 | 71 | 22 | 22 | 51 | 52 | 44.8 |
| ・ | 札幌 | 室蘭支線 | 昭和15-23 | 22 | 30 | 43 | 57 | 44 | 48.8 |
| | | | 昭和26-28 | 38 | 31 | 26 | 28 | 44 | 34.2 |
| ・ | 札幌 | 支那支線 | 昭和14-18 | 19 | 63 | 88 | 114 | 127 | 94.1 |
| | | | 昭和28-33 | 38 | 30 | 41 | 35 | 34 | 37.0 |
| ・ | 札幌 | 根室支線 | 昭和15-18 | 48 | 59 | 71 | 61 | 58 | 67.3 |
| | | | 昭和23-23 | 19 | 14 | 19 | 27 | 31 | 22.3 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 24 | 34 | 24 | 47 | 26 | 34.7 |
| | | | 昭和23-23 | 27 | 13 | 22 | 7 | 20 | 21.2 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 34 | 34 | 61 | 65 | 34 | 44.6 |
| | | | 昭和23-23 | 48 | 31 | 29 | 31 | 31 | 35.6 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 65 | 32 | 42 | 34 | 37 | 34.6 |
| | | | 昭和23-23 | 32 | 38 | 37 | 31 | 26 | 33.2 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 29 | 25 | 20 | 18 | 51 | 11.0 |
| | | | 昭和23-23 | 27 | 25 | 32 | 30 | 44 | 33.4 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 32 | 19 | 37 | 37 | 12 | 21.0 |
| | | | 昭和23-23 | 27 | 22 | 28 | 27 | 28 | 24.8 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 27 | 46 | 38 | 12 | 37 | 32.8 |
| | | | 昭和23-23 | 27 | 22 | 7 | 17 | 3 | 14.4 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 34 | 44 | 34 | 44 | 44 | 34.4 |
| | | | 昭和23-23 | 37 | 22 | 20 | 26 | 27 | 27.0 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 44 | 34 | 106 | 104 | 78 | 88.4 |
| | | | 昭和23-23 | 46 | 30 | 34 | 47 | 24 | 35.7 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 29 | 33 | 28 | 41 | 104 | 34.1 |
| | | | 昭和23-23 | 29 | 29 | 23 | 23 | 24 | 28.0 |
| ・ | 札幌 | 釧路支線 | 昭和19-22 | 71 | 42 | 45 | 27 | 41 | 57.2 |
| | | | 昭和23-23 | 31 | 22 | 22 | 41 | 24 | 28.6 |
| 平均 | 札幌 | 以外 | | | | | | | 32.0 |

表-27.

| 地質別 | 枕木種別 | 敷設数 | 工区長線上の埋土の性質別敷設希望枕木数 | | | | | |
|------|------|---------------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------------|
| | | | 腐朽 | 喰込 | 釘打替不能 | 割裂 | 折れ | 計 |
| 非泥炭地 | 百分率 | 74.32 (5.68) | 14.45 (10.82) | 0.22 (0.02) | 0.82 (1.0) | 2.09 (10.05) | 0.02 (0.1) | 2.0 (10.17) |
| | 枚数 | 430,908 (11,382) | 71,349 (52) | 974 (8) | 3,572 (10) | 14,812 (57) | 69 (1) | 84,794 (102) |
| 泥炭地 | 百分率 | 71.62 (8.38) | 18.5 (10.8) | 0.17 (0.02) | 0.72 (10) | 2.88 (10.28) | 0 (0) | 21.88 (10.77) |
| | 枚数 | 115,232 (10,353) | 24,250 (16) | 197 (1) | 819 (10) | 2,364 (10) | 1 (1) | 24,427 (117) |

備考 () 内は施薬枕木とす

図-18.



50 km の速度でアラッド振動計に依つて測定した記録図である。上の図は泥炭の深さ約30 cm, 低い築堤で挿木最

各調査箇所は何れも直線で、緩勾配の箇所とした。そして保守労力は各保線作業の中で地盤の覆敷に直接関係のある道床、路盤、軌間、継目作業を比較調査することにしたのであるが、この他に枕木間隔直しも考へられるのであるが、この作業は夫れ自体單獨に施行されることがないので、道床作業に包含して調査するのが實際に適するるので別に1項を設けなかつたのである。

保守は乙線程度とし狂ひが保守の許容限度に近づいた時修理を加へることとし調査期間は融凍に依る線路狭木撤去後から開始し初冬の降雪又は凍結のため全く軌道の手入が出来なくなる迄の凡そ7箇月間とし其の間に於ける保守労力(作業實働時間)を記録し、之を取纏めたものは表-30である。

而して當初考慮した通過地敷、列車速度等に依る影響は泥炭深度の増加に依る労力の差が大であるため、残念ながら窺知することが出来なかつた。又前に述べた様に泥炭地は軌條の荷重が大であるため周期的に施行する遊間

表-30. 軌道保守労力調査表

調査年月 昭和九年六月 至 十一月

| 線名 | 間年 | 位置 | | 延長 | 地質 | 築造 | 保線 | 保線作業 | | | | 合計 | 備考 | | | | | |
|------|---------|---------|---------|-----|-----|-----|----|-------|-------|-------|------|------|-----|------|---------|---------------------|--------|--------|
| | | 西 | 東 | | | | | 道床 | 路盤 | 軌間 | 継目 | | | 枕木 | 撤去 | | | |
| 東北本線 | 昭和23-26 | 47,690 | 41,700 | 100 | 1.0 | 2.0 | 乙線 | 2525 | 2525 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5050 | 大雪ノ普通地盤 | | | |
| | | 49,950 | 56,050 | 100 | 2.0 | 2.0 | 乙線 | 3270 | 3270 | 815 | 0 | 0 | 0 | 4085 | | | | |
| | | 57,650 | 57,750 | 100 | 0.8 | 0.8 | 乙線 | 1152 | 1152 | 479 | 356 | 0 | 0 | 75 | 2,190 | 土間敷(10)路盤(1)路盤(1)調査 | | |
| | | 64,560 | 64,660 | 100 | 1.0 | 0.9 | 乙線 | 1430 | 1430 | 4125 | 1620 | 270 | 0 | 0 | 240 | 2,016 | 2,016 | |
| | | 66,390 | 65,400 | 100 | 1.0 | 1.2 | 乙線 | 1020 | 1020 | 1410 | 623 | 0 | 0 | 0 | 560 | 3,683 | 3,683 | |
| | | 66,000 | 66,900 | 100 | 0.9 | 0.9 | 乙線 | 1076 | 1076 | 1729 | 401 | 140 | 0 | 0 | 670 | 4,056 | 4,056 | |
| | 大正元 | 114,600 | 114,700 | 100 | 2.0 | 2.0 | 乙線 | 4520 | 4520 | 790 | 30 | 231 | 0 | 0 | 485 | 7,122 | 7,122 | |
| | | 114,950 | 115,050 | 100 | 1.0 | 1.0 | 乙線 | 6900 | 6900 | 1465 | 20 | 1604 | 500 | 0 | 540 | 11,297 | 11,297 | |
| | | 116,100 | 115,200 | 100 | 3.0 | 3.0 | 乙線 | 5070 | 5070 | 7320 | 1345 | 0 | 0 | 0 | 510 | 995 | 12,055 | |
| | | 115,250 | 115,350 | 100 | 2.0 | 2.0 | 乙線 | 7020 | 7020 | 7320 | 1345 | 0 | 0 | 0 | 705 | 570 | 12,145 | |
| | 大正11-12 | 157,600 | 157,700 | 100 | 7.0 | 0.8 | 乙線 | 8140 | 785 | 8025 | 1600 | 130 | 0 | 0 | 120 | 30 | 615 | 0 |
| | | 158,000 | 158,100 | 100 | 1.5 | 1.5 | 乙線 | 1447 | 331 | 1778 | 715 | 235 | 0 | 0 | 40 | 545 | 70 | 3,383 |
| | | 163,200 | 163,300 | 100 | 9.0 | 0.8 | 乙線 | 5727 | 280 | 6297 | 5598 | 50 | 0 | 0 | 280 | 692 | 0 | 12,603 |
| | | 176,100 | 176,200 | 100 | 2.0 | 2.0 | 乙線 | 3254 | 250 | 3504 | 440 | 505 | 30 | 0 | 300 | 0 | 5,069 | 5,069 |
| 北見線 | 大正7-8 | 50,350 | 50,450 | 100 | 1.5 | 1.5 | 乙線 | 4270 | 4270 | 2630 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,900 | 6,900 | |
| | | 55,800 | 55,200 | 100 | 5.0 | 2.7 | 乙線 | 7400 | 7400 | 2335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,150 | 11,150 |
| | | 62,000 | 62,000 | 100 | 2.0 | 1.0 | 乙線 | 2400 | 2400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 64,300 | 64,400 | 100 | 2.0 | 0.8 | 乙線 | 2735 | 2735 | 1320 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 66,550 | 66,650 | 100 | 3.0 | 0.8 | 乙線 | 6590 | 760 | 9450 | 1475 | 125 | 310 | 0 | 0 | 505 | 0 | 11,975 |
| | | 76,100 | 76,200 | 100 | 9.0 | 0.8 | 乙線 | 8160 | 8160 | 1600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 大正11 | 121,500 | 121,600 | 100 | 9.0 | 1.0 | 乙線 | 10480 | 341 | 10720 | 2040 | 500 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 12,920 |
| | | 123,200 | 123,300 | 100 | 3.0 | 1.0 | 乙線 | 14180 | 14180 | 2520 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 123,900 | 123,000 | 100 | 9.0 | 1.0 | 乙線 | 13794 | 210 | 14004 | 540 | 305 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 123,000 | 123,000 | 100 | 7.0 | 1.0 | 乙線 | 16235 | 16235 | 1800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 125,200 | 126,000 | 100 | 9.0 | 0.5 | 乙線 | 1730 | 490 | 2220 | 870 | 770 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 129,700 | 129,800 | 100 | 1.5 | 1.5 | 乙線 | 1235 | 468 | 1703 | 445 | 295 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | 普通地盤 | 泥炭地 深1m | 泥炭地 深2m | 泥炭地 深3m | 泥炭地 深5m | 泥炭地 深7m | 泥炭地 深8m | 泥炭地 深9m |
|--------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 保線労力平均 | 2,506 | 3,020 | 3,360 | 5,156 | 7,600 | 11,290 | 11,174 | 10,006 |
| 保費労力平均 | 4,623 | 7,123 | 6,400 | 8,632 | 11,155 | 14,245 | 14,067 | 13,092 |

整理作業に影響があるが此の調査期間には施行されなかつたのである。

表-32. 管内平均保守労力算定表

| 泥炭平均深 (m) | 泥炭地延長 (km) | 海抜較低、積雪少、作業容易な箇所 (箇所) | 是 労 力 (人) | 積雪高、積雪多、作業難い箇所 (箇所) | 是 労 力 (人) | 全作業ノ保守労力 (人) |
|-----------|------------|-----------------------|--------------|---------------------|-----------|--------------|
| 1 | 21,364 | 6,467 | 170,959.88 | | | |
| 2 | 10,189 | 7,551 | 1,109,144.37 | | | |
| 3 | 9,364 | 8,133 | 724,677.10 | | | |
| 4 | 15,585 | 9,719 | 1,512,704.15 | | | |
| 5 | 8,286 | 10,703 | 895,134.58 | | | |
| 6 | 0,870 | 11,887 | 1,330,616.90 | | | |
| 7 | 3,019 | 12,771 | 403,078.49 | | | |
| 8 | 3,335 | 10,055 | 468,734.25 | | | |
| 9 | 5,225 | 15,139 | 791,012.13 | | | |
| 10 | 0,490 | 16,229 | 1,119,837.70 | | | |
| 11 | 0,220 | 17,307 | 68,075.40 | | | |
| 12 | 0,200 | 18,391 | 36,782.00 | | | |
| 15 | 1,680 | 21,643 | 363,602.40 | | | |
| 計 | | | 8,301,684.99 | | | |
| 平均 | 100m3(1%) | 301,684.99 | 879.09 | 92334 | 22334 | 0.672421308 |

表-31. 泥炭地と普通地盤との保守労力割合比較表

| 泥炭深 | 普通地盤の保守労力 Y | 泥炭地の保守労力 X | 全作業の保守労力 A | 備 考 |
|-----|-------------|------------|----------------------|---------------------------|
| 1 | 1.40 | 1.27 | A = 0.6724 | 7.827 |
| 2 | 1.63 | 1.63 | B = 0.5488 | 11.64 |
| 3 | 1.87 | 1.64 | 合 | |
| 4 | 2.09 | 1.75 | Y = 0.624X + 5.383 | (1) 表一 |
| 5 | 2.35 | 1.73 | Yは路盤の既成、内保の作業、泥炭地の平均 | 3箇月(1%) |
| 6 | 2.51 | 2.04 | Xは泥炭地深 1m | |
| 7 | 2.82 | 2.25 | Y = 0.623 | 路盤・既成・内保の作業の普通地盤に於ける労力(%) |
| 8 | 3.00 | 2.38 | | |
| 9 | 3.30 | 2.57 | | |

を受ける作業の労力割合は知り得たのであるが、之が全作業に對する割合を求めると表-31の通りである。

泥炭地線路は其の構造、運転状況、泥炭の性質等が異ると同一深さの泥炭地線路でも必ずしも其の保守勞力が同一とは言ひ難いが、今泥炭の深さが同じ場合は其の線路の保守勞力も同じと見做して表-31と図-16から管内泥炭線路の平均の保守勞力を求めると表-32の通りで、其の結果は普通地盤の保守勞力の1.7倍に當つて居る。

9. 泥炭地線路の沈下に對する防止策

泥炭地線路は其の保守に困難をするのは泥炭の沈下が甚しいのに原因して居るのであつて其の沈下は線路の構造物や列車に依る負荷のため、泥炭地盤が圧縮を受け遂に線路の外に圧出される爲であるから、排水の方法を講じ泥炭の抵抗を増すことが必要なことであるが路盤に接近して兩外側に深い側溝を造つたため著しく沈下を助長したり片側のみ排水溝を設けたため甚しく軌道の通り、水準の狂ひを發生した例に乏しくない。

前に述べた様に泥炭は保水力が強大で容易に水分を排出しないばかりでなく、一旦乾燥すれば容易に水を吸収しない、従つて排水溝の附近が良く排水されても少し離れると排水が良く行かないため線路より餘り遠ざけることは其の効果が薄いのである。

以上の様な状態であるため排水溝を造るには其の距離と深さに對しては現場に就て充分考究を要するのである。

泥炭地の土地改良のため排水溝を施した例に徴するに粗朶を結束し、又は枝條のまま溝底に積み重ねて之を踏固め泥炭を以て其の上を覆ふ時は長きは30年以上其の効果を失はないものがあると稱せられて居る。泥炭線路に對しても此の方法を施設するに於ては其の効果を示し得るものと信ずる。

又泥炭地線路の兩側に長約2mの矢板を密接して打つたり杭を30cmに打つたり古枕木を建て込んだものは泥炭地の深さの浅いものに對しては其の効果を認め得るも泥炭層の深いものに對しては餘り効果がない。

・前に述べた通り泥炭の切取りは支持力に乏しいから、線路築造に當つては成るべく切取を避け低い築堤となして施工基面の幅を擴げ法勾配を出来るだけ緩にして盛土と地盤面と接觸する幅を大にすることが必要である。

10. 結 言

以上申述べた通り泥炭地は普通の土地に比較し種々異つた特性があつて、之が色々な形になつて線路保守に影響を與へて居るが、其の中で線路保守に好影響を與へるのは普通地盤に比し幾分凍上が少いのと凍上に伴ふ枕木の割裂が幾分少い位のもので、悪條件が多く線路保守上誠に厄介な存在である。殊に沈下が甚しくして多くの砂利を要すること、線路の狂ひが大で其の保守に多大の勞力を要することは特筆すべきことで保守勞力の算定に當つて、此の點充分考慮を要する問題である。

尙泥炭地と線路との關係に就ては未だ餘り學術的に研究されて居ない様であるが、之が研究域に泥炭特性の利用に對しては今後大いに考究すべき問題であると思はれる。