

次のやうである。

$$x = 12.30 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = \frac{2M}{bx(d-x/3)} = \frac{2 \times 100\,000}{25 \times 12.30 \times 23.9} = 27.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = n \frac{\sigma_c(d-x)}{x} = 15 \frac{27.21 \times 15.70}{12.30} = 521 \text{ kg/cm}^2$$

土木學會鉄筋コンクリート示方書にあるやうに、材齡 28 日に於けるコンクリートの抗圧強度を安全率 3 で割つたものをコンクリートの許容応力に採ることは、即ち  $\sigma_{ca} = \sigma_{28}/3$  とすることは桁の張力側の龜裂を考ふれば許容し能はざることである。かくの如く鉄筋コンクリート桁に於てはコンクリートの抗圧強度を充分に利用し能はざる場合が多い。故に上に述べた特別の意味を以て安全率を 5 に選びて  $\sigma_{ca} = \sigma_{28}/5$  とすることが適當ならん。

尙本實驗は日本學術振興會より補助金を得て施行したのにして、實驗開始後 1 年を経過し得たる結果をこゝに記述したものである。

## 諸外國に於ける施薬枕木の機械的處理に就て

(昭和 13 年 7 月 16 日土木學會第 2 同年次學術講演會に於て)

會員 兒島重次郎\*

### 1. 緒 言

今日歐米鐵道界に限なく普及して居る、施薬枕木長壽方策中極めて重要な意義を有する施薬前の機械的準備處理の現況に就て、實見した處を述べるものであるが、特に米國斯界一般識者に於て多年研究實驗の結果、次の如き現行處理法を以て満足なものと見做されて居るから、之に就き説明する。

### 2. 米國鐵道枕木施薬前加工仕様書

米國鐵道工務方面の唯一の總的研究機關にして、且つ有力なる指導勢力を持つ A.R.E.A. が 1936 年 3 月北米シカゴ市に開催の大會(年期大會にして筆者は臨席傍聴の好遇を享けた)に於て、同協會編纂に係る Manual (吾が法規抄類似のものにして、米國鐵道工務係にとつては唯一の基本的執務典範となつてゐる) 中、施薬枕木に對し、施薬前に施すべき加工仕様書を次の如く改正を決議したものである。

#### 施薬前加工仕様書

總 則： 木材防腐業者は註文者の要求に依り乾燥作業を終了したる木材に對し次の仕様に依り防腐劑注入前に割正、作溝、穿孔、鑿目、端整、標記の各作業を行ふべし。

#### 第 1 章 割正作業

第 1 條 割正作業はタイプレートの座面を充分平滑に削り取るものとし枕木幅の全面に亙り深さは必要の最少限に止むべし。但し転輻器枕木等にして上面又は底面に於て厚さを加減する必要がある場合は此の限りに非ず。

第 2 條 割正作業は枕木の兩端に對し同一平面にある様削り取るものとし其の深さは兩端より直線定規を出した場

\* 鐵道技師 工学士 鐵道省工務局保線課勤務

合 1/16 吋以上となる事を得ず。

第 3 條 削正すべき位置と長さは所定の通り行ふものとし其の位置の狂ひは犬釘孔の位置を考慮し 1/4 吋迄許容するものとす。

第 4 條 削正機の鼻金は刃金と同様の深さに保たしめ 1/16 吋以上の狂ひを許さず。

第 5 條 鼻金及刃金は良好なる刃物を用ひ他の機械附屬物も充分に削正作業を施行し得る状態に保たしむべし。

#### 第 2 章 作溝作業

第 6 條 作溝作業は所定の通り入念に施行するものとし其の位置の狂ひに對する公差は犬釘孔と同様なものとす。

#### 第 3 章 穿孔作業

第 7 條 犬釘孔の穿孔は所定の位置に所定の大きに入念に施行するものとす、但し犬釘孔間の位置の狂ひは±1/16 吋とす。尙犬釘孔は其の穴によりタイププレートに打釘したる場合タイププレートが枕木の中央にある如き位置に穿孔すべし。

第 8 條 犬釘孔は枕木の上面より下面迄充分貫通する様穿孔するものとす。但し直流を使用する電車區間のものは此の限りに非ず。

第 9 條 穿孔機の刃の頭部にして直径 1/16 吋以上磨耗したる場合は新しき刃と更換すべし。尙之に使用する刃は充分良好なる穿孔を爲し得る様正確に刃作りしたるものを用ふべし。

#### 第 4 章 鑿目作業

第 10 條 鑿目作業は 5/32 吋以下の厚さの鋸齒を以て別紙図示の通り 3/4 吋の深さに枕木の 4 面に對し行ふべし (Manual 第 36 附録 p. 122 参照)。

#### 第 5 章 端整作業

第 11 條 枕木は穿孔機、削正機を支障なく通過する様指示の長さに兩端を入念に鋸断すべし。

第 12 條 端整機械は枕木の長さの方向の中心に設置する様考案すべきものにして斯くする事により枕木兩端よりの切取量を同様になし得べし。本機にして枕木の中央に設置し得ざる場合は本機のガイドは枕木の一方端より 1/2 吋、他端よりは充分に作業を行ひ得る様設置すべし。

#### 第 6 章 標記作業

第 13 條 枕木端の標記作業は枕木が本機を通過する際少く共下記各項目の事項を刻字又は標示し得る如き機械に依り行ふべし。

#### 記

1. 樹種, 2. 施藥量, 3. 敷設すべき軌道の軌條重量, 4. 製作年, 5. 寸法, 6. 施藥工場名, 7. 使用鐵道會社名  
第 14 條 刻字の大きさは 1/2 吋とし 1/3 吋の肉厚を以て 1/4 吋の深さに刻すべきものとす。

此の改正仕様書は、新仕様書と云つても、之が内容の總ては、米國鐵道界にあつては、永きは 10 年の昔から、殆ど全般的に實行して來た事ばかりで、今回の改正を機として新たに行はれる節は 1 つとして擧げられてゐない。A.R.E.A. としては、從來の經驗と多年に亙つて實績を研究調査の結果、充分に其の價值を確した事に依り、從來の Manual の不足を今回形式的に補足したものに過ぎないと見る方が的つてゐるやうに思ふ。

以下主要條項の説明を試みる。

(a) 削正作業：一枕木の喰込みを防ぐ要訣は、往時より世界各國で、多くの識者により研究を進められたが、就中 Von Schrenck 氏其他數氏の實驗調査の結果、及歐米各國の現場實績から自然に歸納された結論により、喰込發生の原因が明らかとなり、初めて根本的に解決されたのである。即ち Von Schrenck 氏は過去 30 年來に亙り肉眼的又は顯微鏡的觀察、或は X 線觀察等により、熱心なる研究調査を進め、現在誰しも肯定し得る結論を得たものであつて、之に據れば喰込發生の原因の主なるものは、軌條枕木間、又はタイププレート枕木間の motion であつて、決して列車荷重からの直接的重圧でない事が明白になつた。即ち列車荷重下にある場合、軌條又はタイ

プレートが動揺する、此の動揺は肉眼的には、一見單なる上下運動の如く見えるが、實際は枕木方向にも軌條方向にも亦 vibration を同時に伴ふと云つた極めて複雑な motion により、枕木の纖維が次第に破壊されて行く事が容易に想像し得るのである。

以上の説述により明白である如く、タイプレート座面を極めて平滑ならしめて、タイプレート枕木間を密着せしめ絶對的に間隙を無くし、且つタイプレート枕木間の締結を 2 段構へにして、軌條の motion と關係を断つ事により、タイプレート枕木間に起る motion を極限すれば枕木喰込みを無くし、枕木壽命を延長する上に著しき效果あるのみならず應て軌道保守を容易ならしめるのである。

さて此のタイプレート座面を平滑に、而も左右兩座面を同一平面上にあらしめるといふ細工は、如何なる熟練工と雖も人間の手細工に依つては、到底不可能である。之は米國鐵道が全般的に機械作業に操つてゐる所以である。而して、削正する時期を何時にするのが良いかは謂ふ迄もなく施藥直前である。即ち充分に乾燥されて愈、施藥する直前であれば狂ひを生ずる事なく、且つ施藥劑の浪費も起らない譯である。

米國鐵道界に普及する此の種唯一の機械は Greenlee Brothers and Company 製枕木削正機である（詳細は後述）。

此の機械に依つてなされるときは、出來上りが極めて正確である故に、仕様書に掲げた寸法許容限度の如きは全然問題視されて居ない實狀である。

(b) 作溝作業：—此の作業は底面に軌條方向に併行する 2 條の突起縁を有するタイプレートを使用する枕木に對してのみ行はれる作業であつて、要するに此の種タイプレートを初めから完全に密着せしめ、座面枕木部材の破損を防ぎ一方軌間保持に一層效果あらしめやうといふ趣旨に出てゐる事はこれ又先きの記述によつて明白である。此處でも許容限度寸法の如きは、機械の精確度と較べて全然問題でない。

(c) 穿孔作業：—A. R. E. A. は多年研究の結果、釘孔を施藥直前に穿孔することの效能を次の如く發表してゐる。

1. 施藥劑の釘孔附近枕木部材の浸透が充分になされる。
2. 釘の支持力 (holding power) を著しく増大する。
3. 釘打込みに依つて生ずる枕木纖維の損傷が軽少である。
4. 釘孔から侵入する雨水の排泄を促進する（穿孔は枕木下面迄貫通するのが米國の遣り方である）。
5. 軌道の狂ひが軽減される結果一般軌道保守勞力を省き、又軌條、道床等の使用生命を延長し應ては列車運轉を円滑ならしめる結果乗り心地が快適となる。

次に穿孔の大きさに就ては Atchison, Topeka and Santa Fe Railway の研究技師 E. E. Chapman 氏が多年に亘つて苦心研究した結果の論説發表があるが、其の詳細の紹介は後日の機會に譲るとして、其中 A. R. E. A. が採用した結論的のものとして穿孔寸法は次の如くするのが最も效果的であるとされてゐる。

茲に硬質材とは潤葉樹

表-1.

に對し、軟質材とは針葉樹に對する別稱である。

此の作業も亦極めて精巧なる穿孔機に依つてな

釘種別 枕木材種	9/16吋角6吋大釘 に對する穿孔直径	5/8吋角6吋大釘 に對する穿孔直径	径11/16吋螺釘(長さ6吋) に對する穿孔直径
硬質材	1/2吋	9/16吋	11/16吋
軟質材	7/16吋	1/2吋	5/8吋

さるゝが故に仕様書に見る如き限度を越すやうな狂ひを生ずることは絶對に起らないと云つてよい。

(d) 鑿目作業：—枕木材種に依つて施藥劑の浸透が極めて容易ならざるものがある。即ち木材の心材部は組織

的に或は種々沈澱物の出来る關係上、容易に薬が入らないのであつて、米國で云へば、Douglas Fir の如き其の 1 例である。Forest Products Laboratory の實驗に依れば普通 Douglas Fir の Heart wood に於ける施薬劑浸透の状態は木目に併行して 5 吋の厚さに浸透する間に木目に直角方向には僅かに 1/16 吋の深さに達するに過ぎない。

斯様な材種にあつては、枕木表面下、所期通りの深さ迄施薬劑を浸透せしめる目的から、施薬前に於て豫め枕木面に對し圖-12 に見る様な鑿目を刻んであれば、薬劑は此の鑿目から木目方向に浸透するから此の鑿目を適當の配列に適當の深さになすときは全面的に薬劑を浸透せしめ得るといふ譯である。此の方法は相當古くから行はれてゐるもので、Southern Pacific 及 Santa Fe の如きは約 10 年前から行つて極めて好成績を擧げてゐると聽いてゐる。

此處で一吋疑問視されることは、枕木全表面に 3/4 吋深さの鑿目を斯くも多數に施す結果として、枕木自体の強度を減退せしめることにならないか、どうか、之に就ては Santa Fe 會社の E. E. Chapman 氏のなした詳細を極めた實驗報告があるが茲に其の結論だけを抜萃して参考に資したいと思ふ。それに依れば鑿目を施した施薬枕木は鑿目を施さざるものに比較して

(1) Bending stress に於て 7½ %、(2) 木目に併行方向の Compressive strength が約 8 %、(3) 木目に直角方向の Comp. strength に於て約 4 %

しか減少しないのであつて、此の程度の強度の減退は實際問題としては憂ふるに足らないものである事は勿論、施薬劑の内部浸透を完全ならしめるといふ大なる効果を想ひ到せば全然考慮するに値しないと云はねばならぬと附言してゐるが、尤もな次第であると思ふ。

次に此の鑿目作業を施す時期として最も適當なる時は枕木の形狀に鋸挽きした直後であるとされてゐる。其の論據は鋸挽直後に之を施せば、其の後の乾燥が容易となるのみならず、枕木表面に生ずる龜裂の發生を或る程度迄防止し得ることにもなるといふにある。従つて鑿目作業は他の削正、穿孔、端整、標記等の施薬直前作業とは切り離して、ずつと以前に別の場所に於て行はるべきであると言ふのが定期になつてゐるが、現在米國にあつては、施薬工場構内に於て他の作業と共に、施薬直前に施してゐる會社が尠くない。之は此の方面の研究が未だ不充分の時代に設備された爲、今之を他に移設することの困難な事情に由るものと認められる。

(e) 端整作業：一仕様書第 11 條にも明記する如く、枕木長を一定のものに整へ、且つ枕木兩端面を枕木の長方向に直角ならしめる事は、纏て之を穿孔機、削正機に掛ける準備工作として必要なりといふのが此の作業の第 1 義的趣旨である。本作業も亦、削正穿孔作業の直前に端整機に依つて至極簡単に完全に行はれてゐる。第 12 條の如き許容寸法其の他の如きは實際に問題になつてゐない。

茲に一言附記することは、枕木長の整調は、仕様書に記す如く他の作業の利便に資すること以外に相當重要な意義が存すると思はれる。それは枕木長を整調することは纏て軌道強度を均一ならしめる上に、相當効果があるべきである。然し之に就ての研究は尙米國には見當らない。

(f) 標記作業：一枕木兩端面に對して仕様書第 13 條に列記する如き標記を施すことが米國では一般に行はれてゐる。之は枕木敷設経年後にあつても、製作時期、樹種、製作箇所、施薬量等を明確に知悉せんとする趣旨以外の何ものでもない。換言すれば各種各様の敷設枕木に對して、後日經濟的其の他の調査をなす爲に必要な統計的符號を入れる作業である。

### 3. 枕木加工機

今日米國の鐵道界に隅なく普及してゐる施薬前枕木に對する加工機は Greenlee Brothers and Company 製

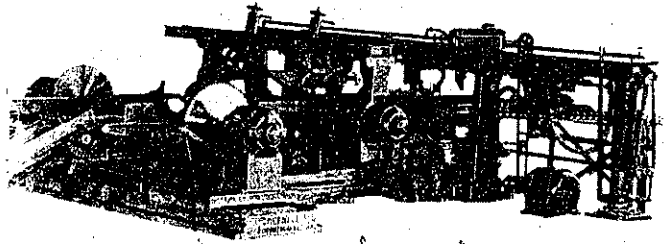
ものが唯 1 種あるだけである。而して A 組級に屬する大會社にあつて多きは數組を設備し、自家用枕木の總てを消化してゐるが、小會社の或ものでは、別にある枕木加工會社に委嘱して間に合してゐるものもある。

加工機は上述した各種作業毎に對應する機械、即ち削正機、作溝機、穿孔機、鑿目機、端整機、標記機の 6 種がある。之等の中鑿目機を除く 5 種の機械は作業の性質上、施薬工場構内の或る適當な屋舎内に併列的に設備されて、作業が同時になされるのが普通である。

圖-1.

然るに獨り鑿目機にあつては、先にも述べた如く、枕材挽材工場に隣接して設けられ、挽材直後、未だ乾燥未完の枕木を加工するに用ひられるのが定則である。

以下夫々の機械に就て加工の順序に従つて記述しやうと思ふ。

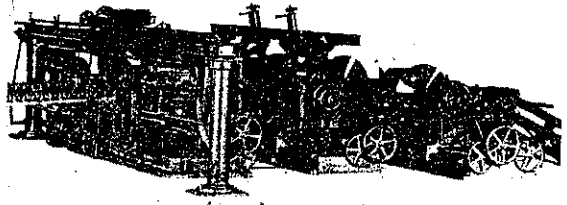


(a) 端整機: 一圖-1, 2 は端整機, 削正機, 作溝機, 穿孔機及標記機を併列的に組立て据付けられたものゝ概貌を示し、其中最前部にある (A) が端整機である。

矢標は向つて左より (A) 端整機 (B) 削正機 (C) 作溝及穿孔機 (D) 標記機

圖-2.

端整機は図に見る如く 2 個の円形鋸、枕木移動帶及之を運轉する動力機が主要部分をなす。枕木長は 6 呎 3 吋から 10 呎迄のものを加工し得る構造になつてゐる。



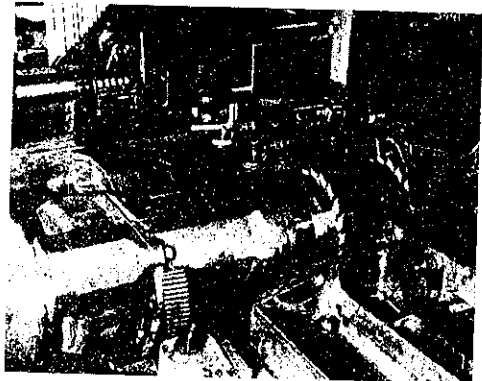
矢標は向つて左より (D) 標記機 (C) 作溝及穿孔機 (B) 削正機 (A) 端整機

鋸刃間隔を所期の枕木長に adjust. して此の機の手前に在る枕木移動帶上に整端せんとする枕木を添荷すれば、其の枕木は移動帶に附帶する把握器によつて把握せられた儘、鋸刃にかゝつて枕木兩端の餘分の部分が鋸挽される。此の場合兩端の切断部分は何時も左右同じ長さになり、又切断面は枕木方向に直角になされる構造になつてゐる。

端整機に依つて整端せられた枕木は自動的に移動帶によつて次の削正機 (B) に到る。

圖-3.

(b) 削正機: 一圖-1, 2 中の (B) に位するのが削正機である。此の寫真では鮮明でないが、削正機の主要部分は斧刃、円筒狀に配列せる所謂削正機と枕木移動帶及動力機で、削正する円筒狀斧刃は左右に設けられてある。而して左右削正機間の間隔は 27~53 吋迄、又削正面の幅は 10~14 吋迄、伸縮自在に出来る構造になつてゐる。



削正機によつて削正せられた枕木は移動帶によつて自動的に次の作溝及穿孔機 (c) に至る。

(c) 作溝及穿孔機: 一圖-1, 2 に示す (c) が作溝及穿孔機である。作溝機は穿孔機の部として構成されてゐる形狀にあるのが普通で、削正機を通過した枕木は自動移動帶によつて此の機に到り、先づ作溝機により削正枕木面に作溝され、直ちに相接する穿孔機に依り穿孔されるのである。

作溝機は 図-3 に示す如き小型の円形鋸が主要部分である。溝の幅は鋸刃を替へることにより、又兩溝間の距離及深さは適當に加減出来る仕組になつてゐる。

次に 図-4 は穿孔機の主要部分である Spindle の或る部分を示す。此の図では Spindle が 4 個になつてゐるが 6 個又は 8 個のものもある (内 4 個は軌條、枕木間締結の犬釘に對するもの、他の 2 個又は 4 個はタイプレート枕木間締結用螺釘又は Bolt に對するもの)。又 Spindle の間隔は自由に adjust 出来るのは謂ふ迄もない。

穿孔を終つた枕木は自動移動帶により次の標記機に送られる。

(d) 標記機:—図-1, 2 に於て (D) の部分が之である。之は Hydraulic pressure に依つて動く刻印板により、枕木左右兩端面に刻印せられるのである。

(e) 以上 5 種の加工を終れる枕木の處置:—以上 5 種の加工は施薬工場に隣接して設けられた枕木加工場に於て施されるのが通例であることは前に述べた通りである。而して是等 5 種併列加工機の機能は 1 分間に枕木約 7 挺を仕上げる。 図-5 は加工を終つた枕木の状態を示す。斯く加工を終つた枕木は、時を移さず Tram car に積まれて、直ちに施薬工場に持ち込まれて施薬される。

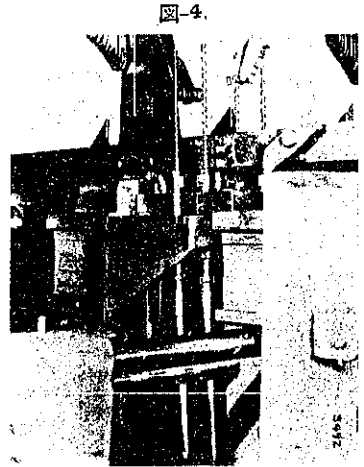


図-4.

図-5.

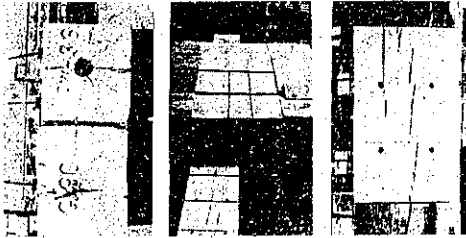


図-6.

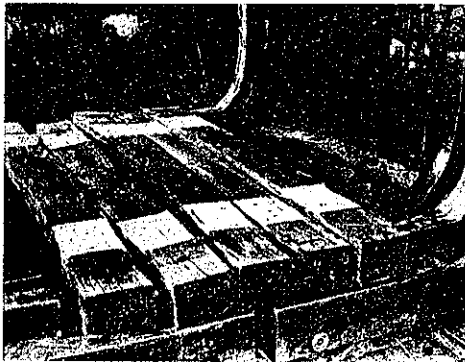
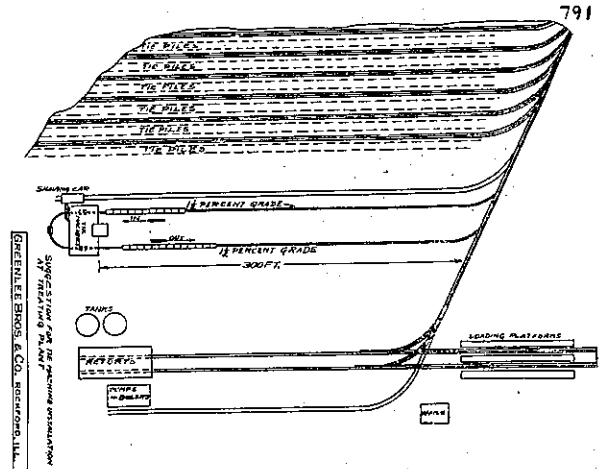


図-6 は Tram car に加工枕木の一部を積込んだ状態であり、 図-7 は枕木到着線 (到着線間は枕木貯藏に使はれるのであつて、此の貯藏に於て枕木は自然乾燥を遂げる譯である)

図-7.



枕木加工工場、施薬工場及施薬枕木積出場の配置に對し Greenlee Brothers and Company が推賞する見取図である。

又 図-8 は枕木加工工場の外観を示す。

記事が餘りに簡略に過ぎる感があるが、之により大体の概念は得られることと思ふ。

(f) 鑿目機 (Incising Machine):—(筆者は Incising Machine に對する適當なる邦語が見當らなかつたので鑿

目機と譯した) 図-9~11 は鑿目機の概貌を示すものである。此の機の主要部分は 図-12 に示す如き鑿双を有する 2 個の Horizontal incising rolls 及 他の 2 個の Vertical incising rolls であつて、是等を回轉せしめる事によつて枕木の上下及兩側の 4 面に鑿目が刻み込まれる仕組になつてゐる。図-12 に於て最初鑿双が枕木面に刻み込む時の双の枕木面に對する

図-8.

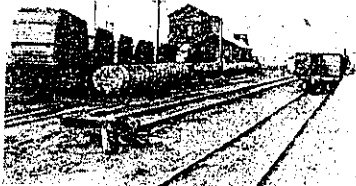


図-11.

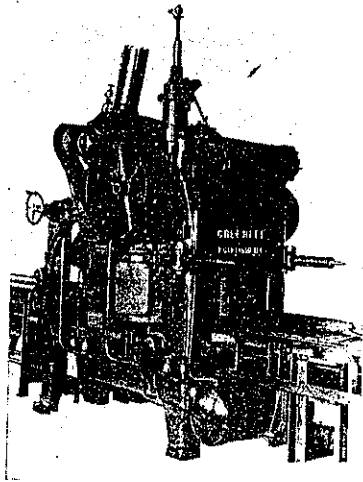


図-9.

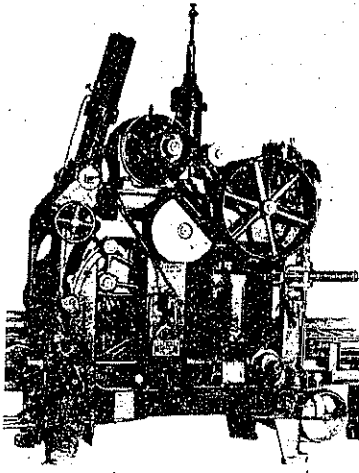


図-10.

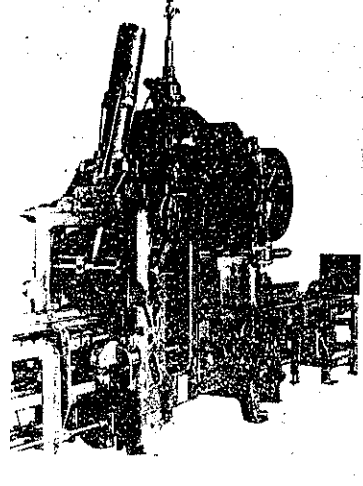
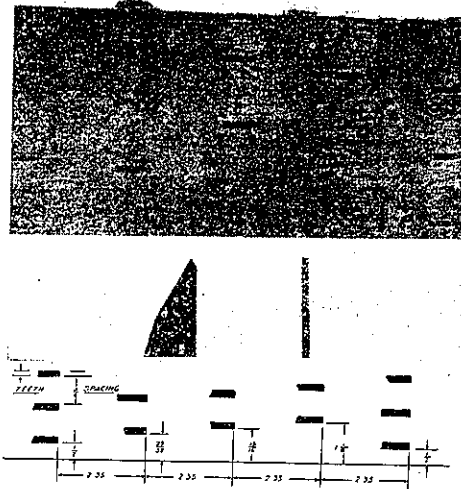


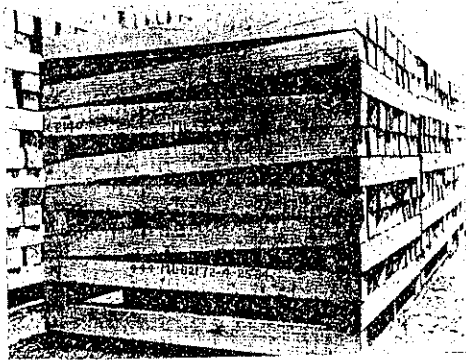
図-12.



角度は約 60 度、それが鑿目機の回轉に依つて、漸次角度を増し双の全長 (3/4 吋が普通である) が枕木内に喰込む時が 90 度、更に回轉して枕木から離れるときは約 150 度である。而して鑿目の配列に對して、A.R.E.A. が適當なるものと決議したもの、又現に其の通り廣く行はれてゐるものは 図-12 に示す如きものである。図-13 は鑿目加工を終つた枕木の貯藏状態を示すものにして乾燥の済む迄此の状態に放置し (普通 6~12 ヶ月) 充分に乾燥された時に、之を前記 5 種の加工を施し、次いで施薬を爲すといふ順序である。

図-14, 15 は最近 Greenlee Brothers and Company が新に考案した Oyster knife teeth と稱する鑿双を使用する場合の方が、従來の Chisel point teeth に比較して同様の幅、深さの鑿双であるに拘はらず、枕木表面附近に生ずる龜裂が少く、而も施薬劑の浸透の具合も良好であることを示すものである。

圖-13.



#### 4. 枕木加工機の經濟價值

A. R. E. A. の調査發表によれば、施薬前に於て前記加工を施した枕木は施薬後現場に於て手働によつて加工したものに比較して枕木壽命が 2~5 年延長する。

Chicago Burlington and Quincy 會社が 1932 年 5 月號の Railway Electric Engineer (p. 107) 誌上に於て同社施設の枕木加工機 (Greenlee Brothers and Comp. 製のもの) が 1 年間に齎せる經費節約額を計上し、之に基づいて、此の種枕木加工機の經濟價值を批判した記事を掲載してゐる。餘り粗雑の嫌ひはあるが、之又大體の見當が付くものと認め得るから其の要點を以下譯出する。

C. B. & Q. 會社が同社本線に使用する枕木 (施薬前加工を施さざるもの) につき 1 年 1 挺當り枕木費を A. R. E. A. の法式 (at page 64 of the 1915 Manual) に依つて計算したものによれば約 13~14 cents である。

而して新設枕木加工機の生産高は 1 年間約 900 000 挺であつて其の生産費は同機原價償却費 (加工機生命を 20 年と看る) は同機の操作動力費及勞力費等一切を勘定に入れて枕木 1 挺當り  $3\frac{1}{2}$  cents となる。然るに枕木壽命にあつては施薬前此の加工機で加工することにより 2~6 年延長するのであるから、機械を使用する方が枕木 1 挺 1 年間に付き  $2 \times 13 - 3\frac{1}{2} = 20\frac{1}{2}$  cents 乃至  $5 \times 14 - 3\frac{1}{2} = 66\frac{1}{2}$  cents の經費が節約されることとなり、之を 1 年間に使用する枕木總數 900 000 挺にあつては最少限度 184 500 弗を節約し得る勘定になる。實際は 206 000 弗位の額に達するものと推定し得る理由がある。之を以て見れば加工機投資額の 59 879 弗の 3 倍以上に相當する經費が最初の 1 年間に於て生み出されるわけである。

算盤勘定の高い米國鐵道經營者が擧げて、此の種加工機を愛用する所以も故ある哉と謂へよう。

圖-14.

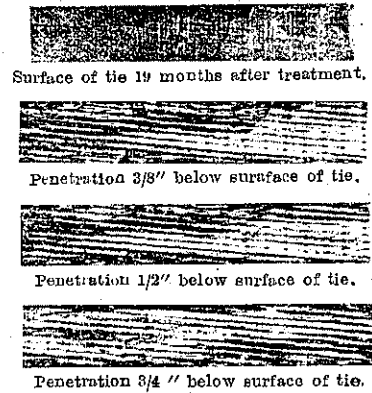


圖-15.

