

摘 錄

土 木

○鐵筋混凝土枕木の二十年

鐵道用としての鐵筋混凝土枕木の使用は頗る限られたる範圍内に於てのみ試みられたるものにして未だ其實験時代を脱したりと云ふ事が出来ない、木材の枕木と經濟的に比較するには其耐久年限は少く共三十年でなければならぬ。記録の信頼するに足るべきものゝみに依つて見るに *Merrill* には卅一年以前より鐵筋混凝土枕木を用ひ獨逸にては廿二年前に其實験に着手し小規模ながら現今まで續行して居る最も多のは伊太利で過去十九ヶ年間に卅萬本を布設し印度支那の佛國鐵道では廿年前に實驗を始め十年後には約十萬本を使用し佛國にては過去十九年英國にては十二年瑞西及瑞典にては約十年間丁抹にては八年間に渡つて實驗を行つて居る。北米合衆國にては廿年前に實驗に着手し今日では約二萬本を使用して居る、米國の鐵道は歐洲のものに比して其輪荷重が大なるのみならず運輸の狀況も激げしきにより其實験の結果は他國の者に比較して價値が多い然し不幸な事には記録の多くが頗る不完全なことで有る。實驗の敷ゆる所によれば満足すべき鐵筋混凝土枕木を得るには充分な思索と研究とを遂げなければならぬ元來混凝土は木材の如く弾復性を有せざるが故木材の適當なる代用物として設計する際には枕木の彈性作用に關

聯する諸點に付いてよく考へなければならぬので有る。枕木の彈性は其長さと同様に短か過ぎる者は其中央で最大曲率を示し適當なる長さの者は軌條の下で彎曲が最大である可撓性枕木は軌條の直下で彎曲し道床に大なる壓力を具へるが剛性枕木は之れに比して彎曲少なく道床に壓力を等布するが故に比較的撓性を有すること少なき材料にて造つた枕木即ち鐵筋混凝土枕木の如きは出來得る限り剛硬ならしめる必要がある換言すれば多大の撓率を有せしむる必要がある。分離したる枕木の發明者 *G. H. Kimball* 氏は普通に建設した軌道にては枕木上に來る壓力は偏心得有ると言つて居る、氏の考案した枕木は各軌條の中心より外方に約十八吋内方に約卅吋延長せる部分があるがため軌條の内側に對して多くの支承面を有し爲めに不平均等の沈下を生ずる傾向がある換言すれば壓力の中心と支面の圖心とが一致して居らない、此爲めに荷重の加はつて居らない時には枕木の端は多少道床に固着して居らない傾向がある、鐵筋混凝土枕木は空架桁として作用し上を通過する重き荷重の具へる撃衝に耐ゆる様に設計されなければならぬ、又鐵筋は種々なる状態の荷重に依つて起る張力

に對應する様に表面に近く用ひられなければならない、適當な長さの枕木にては中央の表面と軌條の有る部分の底面とに張力を生じ軌條の外側に在りては道床の狀況に依つて表面又は底面に張力を生ず断面の中央にては何等張力に對應する必要な量が故鐵筋を用ゆるには及ばない、一般に適當な鐵筋混凝土枕木の設計には次に示す様な實驗の結果に依つて得たる條項を満足する事が必要である、一、線路の路盤に荷重の重量及撃衝を安全に傳へるために道床上の支承面積を充分ならしむること、二、軌道の横に移動することを防ぐに充分なるべき道床中の摩擦抵抗、三、充分なる強度彈性並びに耐久性を有し列車の脱線に際しても支障なきこと、四、軌間を嚴重に保ち軌條をして軌道面に條直なる位置に保たしめ得べきこと、五、軌條が支承間にて感知し得る程彎曲せざる様充分に枕木を布設し得る様なる断面を有すべきこと、六、軌條を取付くるに確實に成し得るのみならず簡單になし得て且つ整正修繕をなし易きこと、七、電氣に對して適當なる絶縁の設備、混凝土は元來殆んど不導體なれ共鐵筋を用ゆるがために注意を要するなり、絶縁の設備なき枕木は軌道より取除くことなしくして絶縁の設備をなし得るものなるべきこと、八、若し塊塊 (ushion block) を用ひたる時は之れが取はずしをなし得べきこと、九、枕木の形狀及び断面は線路の保守の爲めに容易く其下部の道床を搗固め得る様なるものなること、伊太利の Macchini 枕木の實用上の事績に付しては餘り正確に知るべしとなきが之れに慮り五種のものに付き考察するに鐵筋の量と混凝土の断面積とを増加して其惰率は漸次増大されて行きつつ有ることを知るに至つた又枕木は其使用に先立ちてもれなく其強度を試験することが必要である就中中央に於ける負荷

曲率に付きての試験が重要であることを知る Macchini 氏の提案したる試験法は第二回に示す様に枕木を倒さになし圖の如く支承して行ふ方法で有る。合衆國に在りては枕木の上部軌條間の部分に應張力に對する設備を施すことの肝要なることを始めて唱道せるは Kimball 氏にして珍らしき考案を施したのて有る即ち氏は長さ約三呎なる二個の混凝土塊を一片の軌條又は二本の小なる溝鐵を以て繋ぎたる枕木を案出した、混凝土塊は正しく軌條の下に在りて壓力の中心と枕木の重心とを一致せしめて枕木に作用する最も破壞的な應力を防ぐことが出來た、Percival 枕木は充分な支承面を有せしめ安定をよくするために中央部を楔形に作つて有る Attack, Campbell Hickey & Leopoldine 鐵道の枕木は断面の中央に鐵筋を有し Bowman, 及び Ulster & Delaware 鐵道の枕木は軌條の下部に當る所に鐵筋なり又米國の Indestructible, MacDonald 及 Stoneback 枕木英國の Hall 及 Jagger 枕木佛國の Asbeston 及 Voiron-St. Beron 鐵道枕木獨逸の Dyckerhoff-Widmann 枕木伊太利の Macchini (型式第四號) 枕木は凡て應張力に對して適當に配置したる鐵筋を有す、鐵筋混凝土枕木に付いて記載し有る雜誌を擧げると次の様である。

名稱	發行年月日	枕木の種類
Eng. News	1902-4-3 及 8-28.	Kimball
"	1904-7-7	Voiron-St. Beron 鐵道
"	1904-10-6	Ulster & Delaware 鐵道
"	1905 8-17	Buhrer
"	1905-10-5	Campbell 及 Percival
"	1909 9-30	Jagger 及 Chonoweth
"	1910 2-17	Reigler

1917 3-15 Wolf  
 Eng. Record 1905 8-19(附録) Percival  
 " 1905 11-25( " ) Chenuweh  
 (猶此外は Eng. News の目錄に付いて知ることが出来る)  
 全體で約七十種程の異なる種類の設計があるが其内の過半は米國型のものである此等のものは一般に次の四種に大別することが出来る。

一、集成枕木とも云ふべきものにして一對の塊を或る型の鋼釘又は結構にて繋ぎたるもの、二、普通の枕木の如き形狀を有し鐵筋をして殆んど凡ての應力に對せしめ混凝土は幾分附隨的で枕木の鐵筋間の填充物として並びに道床に廣く荷重を分布せしめる爲めに用ひられるもの、三、普通枕木の形狀を有し鐵筋は全く混凝土に依つて包圍され混凝土の應張力を受くる部分には此れに抵抗なさしむる様鐵筋を配置したるもの、四、中空又は有核枕木即ち應張力に對應せしむる爲め鐵筋を用ひたる混凝土の外殻より成るもの。今前記四種のものに付き夫々代表的な Kimball, atwood(又は Butler), Indestructible, Wolf 等の枕木に付きて稍々精しく説明する Kimball 枕木、此枕木は巾九吋高さ七吋長さ三呎にて兩側凸形をなす二個の混凝土塊に背向きにしたる三吋の溝釘の一對を塊の兩端より一時内外に至るまで埋込み塊を繋ぎ溝釘の外面には膠泥を二層に塗布し溝釘の間には混凝土を填充す而して堅木の大小  $13\frac{1}{2} \times 9\frac{1}{2} \times 18\frac{1}{2}$  なるものを梅塊として混凝土に埋込みたる二分の一時の建込縮釘にて取付け此上に普通の軌條用大釘で軌條を取付る、大釘に梅塊を通じ混凝土中に設けた楡の柱に達して居る、混凝土塊の上面には耳を付けて梅塊の外方に動くのを防ぐ様にして有る、混凝土は碎石を用ゆる場合には一

時半のものを用以其調合割合を 3:1:3 とし砂利の場合には 3:1:3 とし砂利は四分の三吋の清淨な河砂利を用ふ。枕木の總重量は四百三十六封度ある。

Atwood 枕木 此枕木は厚さ八分の三吋の鋼板にて作つた二つの箱よりなりて箱は夫々軌條の直下に設けられ其大きさは上部にて五吋二分の一底部にて九吋、深さ八吋長さ三呎半にして鐵筋混凝土を以て填充され贅材として鐵筋混凝土を用ひ枕木の全長は約八呎五吋ある、鐵筋としては上部と底部に夫々四本宛の方釘を用ふ、此等二個の箱は軸荷重を支承するに充分なる強度を有するが故混凝土は桁として働く必要がないが道床に荷重を分布するに充分な面積を與へる役に立つ、上部の鐵筋は軌條の下部迄延びて居らないから軌條を取付る一時八分の一の縮釘とは接觸せずして枕木は絶縁されて居る、Butler 枕木、六十五封度又は八十封度軌條を倒立せしめ其腹部と頭部とを混凝土中に埋込みたる者にして枕木の全體は八呎半ありて兩端三呎の間は底部の巾八乃至九吋中央の二呎半の間は三乃至四吋高さは一樣に六吋半である、軌條は倒立せる軌條の底部に乗せ其取付には座柱、螺旋止及び四分の三吋の縮釘を用ふ、混凝土の調合は砂利を用ひ  $1\frac{1}{2}$  の者も有れ其又膠灰一細粒の洗石灰石一及二分の一時の洗石灰石碎石三よりなる者あり、枕木の重量は八十封度軌條を用ひたる者にて四百六十封度なり、Indestructible 枕木、巾九吋高さ十二吋長さ八呎にて枕木の中央にては道床によりなじむ爲に底部を二吋高くし且其斷面を楔形にして有る、鐵筋に二分の一時の長き圓釘一本と八分の三吋の長き圓釘二本及八分の三吋の短き圓釘とを用ひて有る、而して軌條の下部に當つて  $8\frac{1}{2} \times 8\frac{1}{2} \times 14\frac{1}{2}$  の木塊を受る爲に混凝土に凹所を設け其兩側には混凝土中の溝に

掛り二本の八分の三吋の締釘で取付らるゝ  $3/8 \times 21/4 \times 21/2$  の鋼板が有る、軌條は木塊上に螺釘で取付られる、混凝土には砂利を用ひ總重量は六百六十封度有る、Wolf 枕木中究枕木で巾八吋高さ七吋長さ八呎六吋外形は普通の枕木に似て居る、外殻の厚さは一時半で軌條の乗る所にては二吋として有る、全體の厚さが二吋の者も有る鐵筋は横に四本の八分の三吋の扭鋼釘を夫々四隅に一本宛用ひ之れに  $2 \times 4$  の目を有する十番の鋼鋼を接付け猶内外面に近く一時半の目を有する鋼鋼を用ふ、軌條は枕木上部に在る  $1 \times 8 \times 12$  の「 $\epsilon$ 」の椽塊上に置かれたる鋼板の上に乗る、其取付は全く枕木とは分離なれて置つて螺釘は軌條座に在る穴を通じて枕木の中空の所に在る長さ十八吋の木塊に達して居る、混凝土の割合は 1:2:3 として總重量は三百二十封度ある。種々なる設計の鐵筋混凝土枕木を前記四種の分類に従て區別すれば次に記す様に在る此中で重量の知れて居る者は附記して置らた。

第一種 米 國 Bates(450#); Correll, Kimball(436#); K. O & H.; Western.

丁 抹 Jansen & Schumacher  
英 國 Larsen & Moore; Merrick, Northeastern

鐵道(B.D.Da 型); R.P. & T.; Victoria; Yokelock.

第二種 米 國 Atwood; Buhner(460#); Champion (60

0#); Mershon(400#); Riegler(800 乃至850#); Simplex(350乃至370#); United States.

第三種 米 國 Athleck; Bowman; Brulner(345#); Brumson; Burbank; Campbell(356#); Ch-

onoweth(300#); Colorado & Southern Harrell(500#); Hickey; Instructible(600#); Keefer; MacMartin; MacDonald; Percival(445#); Stoneback(580#); Uster & Delaware 鐵道(450#); Waples(1,000#); Weber.

右刺西國 Leopoldina 鐵道(267#);  
英 國 A.P.C. 會社; Hall; Jagger; Northeastern 鐵道(G 型)(357#);

佛 國 Asbeston; Indo-China; Sardar(308#);  
Voiron-St. Baron 鐵道(232#);

瑞 國 Asbeston(397#); Davrian; Dyckerhoff & Widman(386#); 國有鐵道

伊 太 利 Maciachini(第一種型)(267#); 第二、第三、第四、第五種型

瑞 國 Hintermann.  
Leonard(600#); Wolf(320#)

第四種 米 國 Anden; Marriot; Northeastern 鐵道  
英 國 (A 型) Rings.

軌條を枕木に取付くるには一般に締釘抱子及び螺釘大釘等を用ふ米國の枕木は殆んど凡て膠灰は「ポートルランドセメント」を用ひ混凝土としては砂、破碎したる砂利、碎石(設計の多くは石灰石を推擧す)を用ふ。一般に砂利、碎石の大半は二分の一時乃至四分の三吋なるものを用ゆれ共 Percival 枕木にては一時 Kimball 枕木にては一時半のものを用ひたり、割合割合は膠灰、混凝土、四乃至五とし「二、三の割合を普通とする、適當に混和され且つ硬化した混凝土ならば其

調査割合は枕木の強度耐久性に餘り著しい影響がない様に見える、記録によると米國にては一萬九千丁、伊太利にては三萬三千丁瑞典にては二千餘丁英國にては四百餘丁佛國にては三百餘丁布設し和蘭、獨逸、瑞西、墨其哥等は記録不正確なるために茲に其數を擧げるとが出來ない、米國の者の約十八「パーセント」は布設後失敗の結果取除かれたと云ふことと有るが此數は若し完全な報告を得ることが出來たならば必ず猶増加するて有らうと思はれる、今此失敗を百分率にて表はすと次の様になる、全く破壊したるもの一四、五。破碎したるもの二、五。龜裂を生じたるもの、軌條により傷つきたる者及

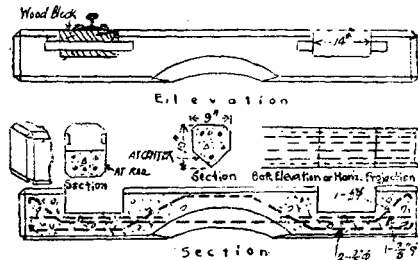


FIG 6 THE 'INDESTRUCTIBLE' TIE IS A REINFORCED-CONCRETE BEAM

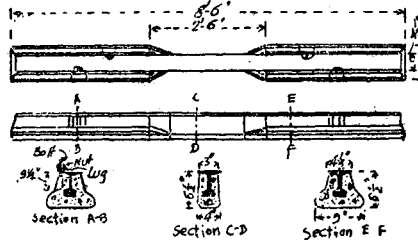


FIG 5 BUMREK TIE RELIES ON OLD RAIL FOR STRENGTH

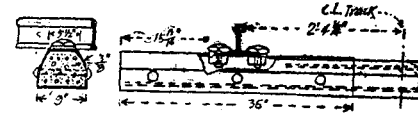


FIG 4 ATWOOD TIE HAS TWO STEEL BOXES EMBEDDED IN CONCRETE

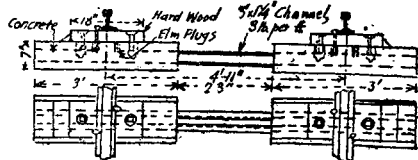


FIG 3 KIMBALL TIE IS COMPOSED OF TWO CONCRETE BLOCKS CONNECTED BY STEEL CHANNELS

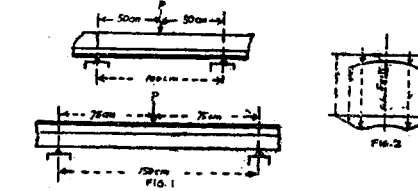


Fig 1 Relation of length of tie to deflection under load. Fig. 2 Loading tie for broken tie.

其他の小破損 一、外國の失敗は米國よりも其率が少ないが之れは多く其輪荷重が軽い爲て有る、以上の枕木の中で最も有望な結果を示すものは鐵筋材が其自身に應力に耐ゆる程充分に剛性を有する Atwood 枕木 Bunker 枕木及び混凝土塊が比較的輕き部材にて繋かれたる Kimball 枕木とて有る、前述の如き結果によつて之れを觀るに確實に有効な鐵筋混凝土枕木は未だ無いと云ふことになる、枕木の設計と同時に適當なる軌條の取付法も亦肝要である、抑々軌道上の荷重は枕木の全體に渡つて分布されるものでなくして軌條の兩側十五吋程の間の面積に限られ枕木の中央では屢々上向きの推力

頗る困難なることを示して居る、千九百八八年に米國鐵道協會の枕木委員は合成枕木の問題に付いて研究に着手し千九百九

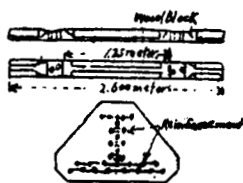


FIG. 12 MACIACHINI TIE

が生ずる、又道床が沈下するために齊等な支承をしないで枕木を撓曲さす傾向が有るがこれには木材が最も適當で有るが鐵筋混凝土の場合には混凝土と鐵筋とが分離する原因となる。實驗の結果によると激げしい運輸の狀況の元で混凝土の鐵筋との間に充分なる附着を求むる事は

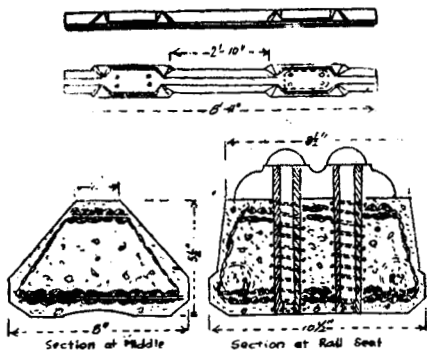


FIG. 10 JAGGER TIE IS REINFORCED BY WIRE MESH AND SMALL RODS

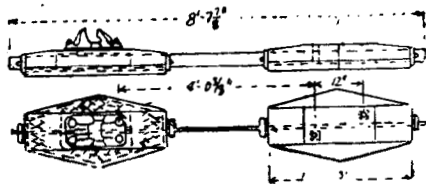


FIG. 11 CONCRETE TIE OF NORTHEASTERN RAILWAY (ENGLAND)

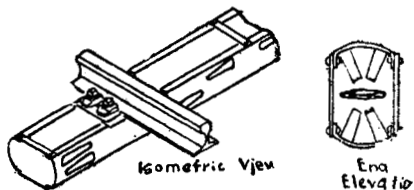


FIG. 9 RIEGLER TIE HAS STEEL-SHELL

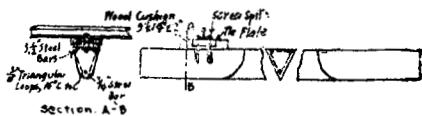


FIG. 8 PERCIVAL TIE

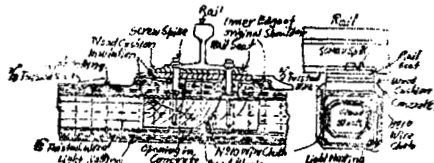


FIG. 7 WOLF TIE IS A HOLLOW BEAM

年の報告によれば重くして且つ高速度なる列車を運轉するに適當な鐵筋混凝土枕木は未だ發見されざるも適當な軌條の掃着法を施す時は列車速度大ならず木材又は金屬枕木の耐久性に不適當なる狀況の元在つては鐵筋混凝土枕木は經濟的であると言つて居る。千九百十二年には或る一種の設計にて種々なる條件の元に満足なる結果を齎すと云ふことは望み得可らず且又不經濟であるが少く共二種の設計を必要とする即ち一つは運輸狀況の激げしき所に使用すべきもの又一つは然らざる所に使用すべきものにして共に電氣に對して絶縁するも或は又せざるも可なりとの報告をして居る。(T, S)

(Eng. News-Record, March 11, 1920)(菅田)