

論 說 報 告

第 26 卷 第 3 號 昭和 15 年 3 月

隧道内のコンクリート道床の設計

會 員 工 學 博 士 山 崎 匡 輔*

目 次

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. コンクリート道床用枕木に就て <ol style="list-style-type: none"> 1. 材質及取扱ひ 2. 形状 3. 大き及寸法 4. 枕木配置法 5. 短枕木移動防止法 2. コンクリート道床の断面 <ol style="list-style-type: none"> 6. 概説 7. 枕木下の道床コンクリートの厚さ 8. コンクリート道床敷の岩盤の掘整面 9. 道床コンクリート上面の形 10. 排水溝 11. 道床コンクリートと側壁との間 | <ol style="list-style-type: none"> 3. コンクリート道床とバラスト道床との接続部 <ol style="list-style-type: none"> 12. コンクリート道床とバラスト道床との接続
點の位置 13. 路盤コンクリート 4. コンクリート道床用の軌條及其の附屬品 <ol style="list-style-type: none"> 14. 概説 15. 軌條 16. 軌條接目鋸 17. タイプレート 18. 軌條釘 19. 軌條の勾進止め 20. 軌條の接目遊間及其の熔接 5. コンクリート道床の清掃設備 <ol style="list-style-type: none"> 21. 概説 22. 清掃設備 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

1. コンクリート道床用枕木に就て

1. 材質及取扱ひ コンクリート道床に於て、最も困難とする保線作業は枕木作業であつて、其の枕木の喰込みに對する扱木作業、軌條の通り、又は軌間の整正に伴ふ釘孔の擴大及全體としての腐蝕等による枕木更換作業は普通バラスト道床に於けるよりも一層困難であり經費の増額を必要とするものである。之れ等に就ては追次之れを詳説する所があるが、若し之れ等の作業を頻繁に繰返す様になればコンクリート道床の本來の使命が失はるゝこととなるのである。従つて之れ等の作業を極度に僅小ならしめ少くともコンクリート道床の生命を經濟年限以上に保たしめるためには、あらゆる方策を盡さなければならない。此の意味に於てコンクリート道床に使用する枕木は檜又は樺を以てし、尙其の上にクレオソートを注薬としたものを使用することにしたと思ふ。

之れ等の點に關し從來、本邦に於て行はれたコンクリート道床用の枕木の材質を見るに、北海道に於ては幌加内隧道にて樺の素材、伏古別隧道下り線の最初のもは、アカダモの素材、次いで樺及ヤチダモの素材、俱知安隧道にては樺の施薬材が用ひられた。

春志内、伊納、一日市、城山、平石、金山、藤倉、第一及第二板谷峠、慶徳及柳ヶ瀬隧道の最初のコンクリート道床の縦枕木には、樺又は樺の施薬材が用ひられたが、其の他の隧道及柳ヶ瀬隧道の第2回目のコンクリート道床には、悉く檜又は檜の施薬材が使用されて居る。以上に就て樺、ヤチダモ、アカダモの類のものには、釘孔よりの割裂等があるが、樺は殆ど檜に匹敵する成績を擧げて居る。従つて東北地方の如く、樺材を得るに便利な地方に於ては、樺材を使用しても差支へはないが、一般には、檜材を使用することにしたと思ふ。

檜材も、樺材も、枕木用材としては一等品であるが前述の主旨を徹底させるために、之れに、施薬したものを、コンクリート道床用としたいのである。

* 東京帝國大學教授

斯様な上等の枕木に本論 4 (コンクリート道床用の軌條及其の附屬品) の第 17 節 (タイプレート) 及第 18 節 (軌條釘) に説く様な正當な方式でタイプレートを使用し、其の機械的破壊を尠なからしめる様にするのである。

従つて本設計に於ける枕木は之れを、殆ど半永久的のものと考へ得ることを其の根本方策として居るのである。枕木の施薬方法は隧道内コンクリート道床設計施工標準注意書⁽¹⁾中の「コンクリート道床用枕木注薬仕様書」による事としたい。但し、注薬前の枕木の仕様は、同注意書中の「コンクリート道床用枕木仕様書」に依るものとし、一旦購入した後、正しき位置に垂直に穿孔するため、特に、枕木穿孔器を用ふ。⁽²⁾ この穿孔前後、枕木を直接日光又は風雨に晒さない様に嚴重の注意を必要とする。そうしなければ、檜の枕木には干割れを生ずる事が多い。又、枕木穿孔器を使用中には、錐を枕木から引き抜く時に、屢々錐先に枕木が着いて持ち上ることがある。錐先は、細くなつてゐるために曲り易く、曲つた錐先を其のまま使用すると、枕木の穿孔の位置が狂ふことになる。従つて、枕木穿孔器を使用中は、常に注意を怠らず、其の錐先の位置を、型板に照査して整正することに努めることが肝要である。

2. 形 状 枕木の形は出來得る限り簡單なものがよく、之れに加工などしない方がよい、此の意味に於て枕木の形は正角材がよい。

而して實際各所のコンクリート道床に使用されて居る枕木も普通正角材のものであるが、中には道床コンクリートの中から、枕木の脱出することを防ぐために、又は枕木の外方又は内方への移動を防ぐために、或は枕木を水平に敲出して其の更換に便ずるために種々の異形の枕木を使用することがある。

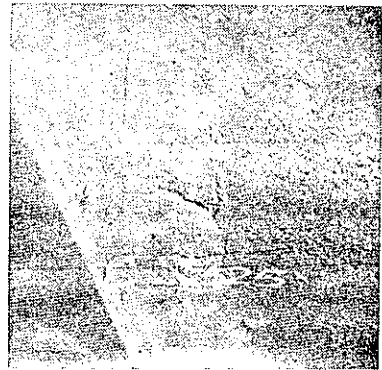
梶加内隧道を始め一日市、金山、第三飛鳥、藤倉、岩富、鶉飼第一の諸隧道のコンクリート道床の枕木、第二板谷峠、逢阪山及東山の隧道の短枕木、柳ヶ瀬隧道の第二回改修 A 型、同 B 型の短枕木及其の第三回改修のコンクリート道床の枕木は、孰れも其の断面が梯形であつて、之れに依つて道床コンクリートから枕木の脱出することを防止することを目的として居る。

之れ等はフキラデルフキアの地下鐵道の工法に範を採つて居るのである。之れは正角材の枕木に加工して、其の軌條支承面をわざわざ縮小したものであつて、又底部の隅角を銳角にすることに依つて、此の部分から道床コンクリートを毀損する傾きを與へてゐる。其の上枕木の脱出を防止する事に對しても、豫期した程の効果もない事が明かとなつたのでニューヨークの地下鐵道では、此の種の形のものは絶対に使はないことにした。

第一板谷峠、慶徳及最近改築した平石隧道に於ては、それらの短枕木の断面は矩形であるが其の形は楔形のものを用ひて居る。それは枕木の外側端には道床コンクリートを置かないで、只前後の枕木の間だけにコンクリートを填充したものである。そのために第一板谷峠に於ても、慶徳隧道に於ても、孰れも軌條の通りに小斑を生じて、其の結果は却つて不良である。田端隧道の東北線電車下り線に於ける最初のコンクリート道床の枕木は断面が梯形で、形も楔形の枕木を用ひたのであるが、之れも其の結果は豫期した程よろしくはなかつたのである。

以上の實績に徴して、枕木の形は其の最も簡單な、正角材を使用することにしたいと考へるのである。但し軌道の外側方の枕木の豎の稜角

圖-1. 枕木の外角からの道床コンクリートの破壊の一例(鶴瀬隧道内)



(1) 鐵道省業務研究資料第 24 卷 16 號

(2) 上越線清水隧道コンクリート道床工事報告、鐵道省東京建設事務所發行

は、之れを面取りにする方がよしい。此の事は従来行はれたコンクリート道床の道床コンクリートの龜裂の中、この部分から発生したものが相當の數に昇つてゐる事實と(圖-1~2)物見隧道で此の種のを實施した結果から見て、良好のものと信ずるのである。併し清水、石北、欽明路及吳の諸隧道に於ては特別に面取りをした枕木を用ひたのではないが、尙斯様な龜裂を發生するには至らないけれども、コンクリート工の本來の理想形としてコンクリート道床用の枕木の軌道外側方の隅角は面取りとすることにしたのである。仙山、宇佐美隧道もこの方式の枕木を用ひ、又近く施工する名雨隧道にも之れを實施する豫定である。

3. 大き及寸法 コンクリート道床用の枕木で左右の軌條を受ける普通横枕木に近い長さの枕木を長枕木と云ひ、左右の孰れか一方の軌條だけを受ける、比較的短い枕木を短枕木と云ふ。本論のコンクリート道床には、短枕木のみを用ひて、之れに長枕木を混用することも、又長枕木のみを使用することも、之れを避け度いのである。

コンクリート道床に短枕木のみを使用することは、米國に於ける河底隧道やニューヨーク市の地下鐵道に於て、永く實施して既に試験済みの形である。短枕木をみの隧道であれば、それだけ枕木の材料の節約ともなり、何線作業も簡易となり、又隧道の通風もよくなつて、排煙時間が大いに短縮される。而して未だ之れがために軌間が擴大したとか、又は縮小したと云ふ様なことを聞かないのである(勿論破損したコンクリート道床は論外である)。吾國に於ても短枕木のみを使用して居るコンクリート道床の隧道の數は相當に多いのであるが、⁽³⁾其の中本論主旨によつて建設した、清水、石北、欽明路、吳、仙山、安佐美の諸隧道では、それが短枕木のみを用ひたための故障と云ふものは全然ないのである。

併し二、三の隧道で他の部分の構造に不完全の所があつたために最初は短枕木をみのコンクリート道床であつたものを長短枕木混用のコンクリート道床に改築したものはある。

最初から長短枕木を混用したものには春志内、伊納、俱知安、第二板谷峠、四谷御所、清水谷戸、與瀬、小淵第一、四方津第一、梁川、東山、物見、荷坂、由良、小坊師、神明第三の諸隧道及第一板谷峠の曲線部、柳ヶ瀬の第二回改修以後のもの等はそれであるが、之れとても別に長枕木を必要とすることを立證するものは何もない。

尙特に變つたものに伏古別隧道がある。其の上り線のものは全然長横枕木を用ひたものであり、其の下り線は縦枕木を使用したものである。梁ヶ瀬隧道の第一回、土氣隧道の第二回のコンクリート道床も縦枕木を使用したものである。以上の諸經驗から、本コンクリート道床では、短枕木のみを使用することにする。

次にその短枕木の寸法に就ては、長さ 60 cm、幅 20 cm 又は 25 cm、厚さ 15 cm (圖-3)、軌條の中心と、枕木長の中心とを一致せしむる様にする事にする。之れに就てニューヨーク及フィラデルフィアの地下鐵道に於ては、孰れも長 2'-6" (76 cm)、幅 10" (25.5 cm)、厚 6" (15.2 cm) のものを用ひて居る。

圖-2. 枕木の外角からの道床コンクリートの破壊の一例(伊納隧道内)

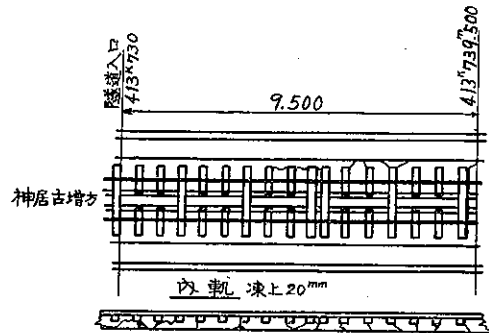
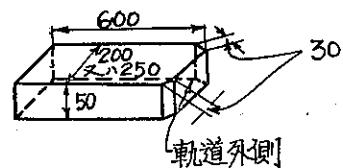


圖-3. 標準短枕木



(3) 幌加内、一日市、城山、平石、金山、第三飛鳥、藤倉、慶徳、小佛、板橋、横吹第一、鶴瀬、深澤、大日影、鶯飼第一、伯耆、不動川、青谷川、通津、祝ヶ縁、桑原、姥石、眞名尻、大島、福田、古國府、清水、欽明路、石北、吳、仙山、宇佐美

先づ枕木の長さに就ては、我國に於ては、1067 mm の軌間であるから、米國のものに倣ふ必要がなく、若し 76 cm の長さのものを使用すれば中央排水溝の幅が狭すぎることになる。之れを我國現在のコンクリート道床の枕木の實狀に照して見れば、軌條支材取付用の枕木以外の短枕木で 60~61 cm 以上の長さのものを使用してゐる隧道は春志内、伊納及俱知安、四谷御所及鶉飼第一隧道だけである。春志内、伊納、俱知安隧道のものは 70 cm、四谷御所隧道のものは 66 cm、鶉飼第一隧道のものは 87.5 cm である。第三飛鳥、藤倉隧道及清水谷戸隧道の第一回のコンクリート道床では 7' 枕木を 6 丁切りにした 35.6 cm の短枕木を用ひたのであるが、孰れも枕木が短か過ぎて、其の安定を缺き、清水谷戸隧道では忽ち改修の必要を生じ藤倉、第三飛鳥隧道でも一部又は大部分の改修を行つた。平石及田端隧道の最初のコンクリート道床には 40.6 cm の短枕木を用ひたのであるが、之れ等も亦短か過ぎ、其の後孰れも改修されて居る。其の他一日市、城山、第一板谷峠、慶徳、物見、荷板、由良、小坊師の諸隧道では 7'-6" 枕木の 5 丁切り凡そ 46.0 cm の短枕木を使用して居るが、一日市、慶徳以外のものは孰れも長枕木を混用して其の短を補つて居る。與瀬、小淵第一、四方津第一、梁川第一の 4 隧道も 7'-0" 枕木の 4 丁切り即ち 53.3 cm の短枕木を使用して居るが之れ等は最初から悉く長枕木を混用して居る。其の他のものは概ね 60 cm に近いもので、金山、第二板谷峠、岩富、鶴瀬、深澤、大日影の諸隧道、柳ヶ瀬隧道の第二回目、最初の逢坂山及東山隧道のコンクリート道床の短枕木は孰れも 7'-6" 枕木の 4 丁切りと思はれる 56.0~57 cm のもので殆ど 60 cm のものに近い。

幌加内、小佛、板橋、横吹第一、伯耆、通津、祝ヶ嶽、桑原、姥石、眞名尻、大島、福田、古國府の諸隧道のコンクリート道床は著者の關與しなかつたものであるが、孰れも長枕木を混用しないで 60~61 cm の短枕木のみで成績優良である。此の中で幌加内隧道の短枕木だけは梯形の断面を有して居るが、他のものは悉く正角材である。

著者の關與した清水、石北、欽明路、吳、仙山、宇佐美の諸隧道に於ては悉く 60 cm 長の正角材の短枕木のみを使用し、其の中數年を経過したのもも長さに就て何の支障もない事を認められて居る。従つて茲に 1067 mm 軌間の吾國有鐵道に於ては、60 cm 長の正角短枕木のみを以てコンクリート道床用の標準枕木として差支へがないものと考へるのである。

次に枕木の幅に就ては、我國のコンクリート道床に於ては、多くは定尺枕木の幅と同様なものが使用されてゐて殆ど全部が 20.3 cm (又は 20 cm) 幅のものである。只欽明路及宇佐美隧道に於けるものだけは 25 cm 幅のものを用ひて居る。

梯形の断面を持つ短枕木には、底幅を 20 cm とし上幅を 18 cm としたもの、⁽⁴⁾ 底幅を 23、⁽⁵⁾ 24⁽⁶⁾ 又は 25 cm⁽⁷⁾ とし上幅を 20 cm としたものがある。一般に道床バラストを適當に搗固め得る枕木の幅の限度は 25 cm 位と信ぜられて居る。此の事實からコンクリート道床に於ても枕木下のコンクリートの填充のためにも、枕木の幅は 25 cm 位迄使用し得ると信ぜられる。而して 20 cm の幅の枕木であれば、現行タイプレートを其の中央に掘込、所定の 4 個の釘孔を 2 個づつ筋違ひに使用した時に其の釘孔の位置は、枕木の端から 5 cm の所にある。若し 25 cm の幅の枕木であれば、同じく現行タイプレートの位置をずらし、第一の位置に於ては 2 個づつ使用する筋違ひの釘孔の 1 個を枕木の側から 5 cm の所にあらしめ、第二の位置に於ては、同じく 2 個づつ使用する筋違ひの釘孔の 1 個を、枕木の他の側から 5 cm の所にあらしめることにすれば前後 2 つの位置に於ける各釘孔の間隔

(4) 金山、第二板谷峠の 2 隧道

(5) 藤倉隧道

(6) 最初の逢坂山、東山隧道及第三飛鳥隧道

(7) 岩富隧道及柳ヶ瀬隧道第三回目のコンクリート道床

を、夫々 5 cm に保ち得るのであり、⁽⁸⁾ 之れに依つて釘孔に關する限り、枕木の壽命を倍加することが出来るのである。従つて 25 cm と云ふ寸法は、現行タイプレートの釘孔に相應して量り出した所のものであるから、之れと異なるタイプレートを使用した場合には同様の主旨で、枕木幅を定めることが出来る。尙現行タイプレートを使用する限り、枕木の幅は 20 cm、然らずんば 25 cm のものを用ひる可きであつて、釘孔の中心間隔及釘孔の中心から枕木の側面迄の距離を 5 cm とする限り、枕木の幅を 20 及 25 cm の中間の幅、例へば 23 cm などにするには合理的ではないのである。

枕木の厚さに就ては、釘の長さに關することが最も大であり、又一定以上之れを厚くしても別に利益がない。鐵道省の枕木仕様書改正案⁽⁹⁾に於ても、15 cm のものを採用してゐるので、茲でもそのまま之れを採用することにしたい。之れを我國の現行の例に就て見るに、最も薄いものは 12.7 cm⁽¹⁰⁾で、次いで 14 cm のものが⁽¹¹⁾あるが、孰れも薄過ぎる感がある。大多數は 15.0 又は 15.2 cm⁽¹²⁾ のもので、其の他 16 cm、⁽¹³⁾ 16.5 cm、⁽¹⁴⁾ 17 cm、⁽¹⁵⁾ 17.6~18 cm のもの、⁽¹⁶⁾ 20~20.3 cm⁽¹⁷⁾ のもの、最も厚いものでは 22.9⁽¹⁸⁾ のものがある。兎も角之れは鐵道省の改正案と同様 15 cm のものが實施上の成績に徴しても具合が宜しい。従つてコンクリート道床用の短枕木の寸法は 60 cm 20 又は 25 cm、15 cm の正角材を採用したいと思ふのである。

4. 枕木配置法 コンクリート道床に於ける枕木配置法に就ては、既に述べた通り、横枕木を使用する限り、長枕木を混用する必要がない。従つて茲では長枕木を混用する方式に就ては、之れを論じない（尤も、長枕木を混用して居るものゝ實例は「コンクリート道床の一考察」著者、第 8 回改良講演會記録昭和 12 年 3 月の第 2 章圖 1-b の (22)~(27) に擧げて居り、コンクリート道床に縦枕木を使用するものに就ても、同じく第 2 章圖 1a の (1)~(2) に之れを示してゐる）。

コンクリート道床に於ける枕木配置員數は特別のものであつて、鐵道の「枕木配置員數の規程」⁽⁹⁾外にあるものである。何故ならば同規程中の「道床を有する場合」は廣い意味に於ける「バラスト道床」の中にある枕木を意味し「道床を有せざる場合」は直接橋桁の如きものゝ上に配置された枕木の場合である。然るにコンクリート道床は以上 2 つの場合の孰れにも屬してゐない所のものである。橋桁の上の枕木はフックボルトによつて締結されて居りバラスト道床の枕木はバラスト粒子の中に包まれて居る。コンクリート道床の枕木は周圍の道床コンクリートに依つて抑へられ、枕木とコンクリートとの附着力と、周圍の道床コンクリートの剪斷應力によつて固定されてゐるものである。

従つてコンクリート道床の枕木の配置は、枕木の間に充分よく道床コンクリートが填充され得る枕木間隔を必要とする。併し一度枕木の間に道床コンクリートが填充されて、其れが硬化してしまへば、コンクリート道床ではバラスト道床の如くに繰返して搗固められる事はないのであるから、枕木の中心間隔もバラスト道床に於ける程廣い必要はない。只枕木が受ける軌條の水平壓力に對して、充分の抵抗剪斷力を持ち、其れが脱出する力に對しては、枕木の周圍に之れに對する抵抗附着力を持つだけの道床コンクリートが必要である。

(8) 岩徳線欽明路隧道コンクリート道床工事報告第 8 圖土木學會誌第 21 卷第 3 號、頁 368

(9) 「枕木仕様書改正案と其の解説」鐵道省、業務研究資料第 20 卷第 47 號

(10) 岩富隧道

(11) 藤倉、逸坂山、東山、第三飛鳥隧道

(12) 第二板谷峠、鶉飼第一隧道

(13) 一日市、第一板谷峠、慶徳隧道

(14) 春志内、伊納隧道

(15) 城山、由良、小坊師、物見、荷坂隧道

(16) 通津、祝ヶ縁、福田、古國府、俱知安隧道

(17) 桑原、姥石、眞名尻、大島隧道

(18) 石北、柳ヶ瀬第二回及第三回、平石、清水、四谷御所、清水谷戸、小佛、板橋、横吹第一、與瀬、小淵第一、四方津第一、梁川第一、鶴瀬、大日影、伯耆、不動川、青谷川、欽明路、吳、仙山、宇佐美隧道

(19) 昭和 9 年 4 月 1 日鐵道大臣達第 296 號

従つてコンクリート道床の枕木の配置員数は概括的に云へば、鐵道省の枕木の配置員数の規程の「道床を有する場合」のものより多い方がよく、「道床を有せざる場合」のものよりは少ない方が適當である。之れは軌條應力の方からは枕木の配置員数の多い方がよいのであるが、枕木の中心間隔が餘り接近すると、枕木の間の道床コンクリートが餘り狭いものとなつて、上記の抵抗剪斷力に缺ける事になる。

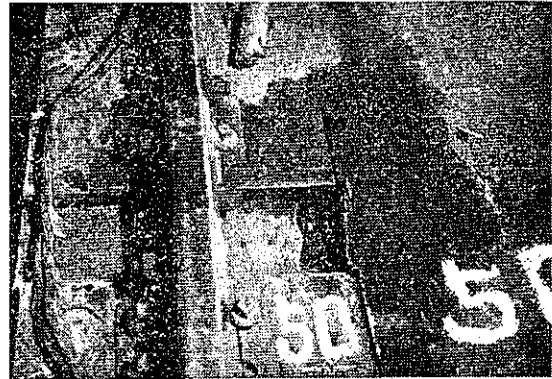
鐵道省の現行接目枕木の間隔は接目鋸の關係上 380 mm であつて、極めて狭い。其のために従來行はれた不完全のコンクリート道床には、此の部分の道床コンクリートが、剪斷破壊された例が多い。其の一例として 圖-4 は 鶴瀬隧道の接目枕木間の道床コンクリートの破壊状態を示して居る。

今我國各隧道内のコンクリート道床に於ける枕木配置員數と、其の線路の等級及線形に應ずる鐵道省の「道床を有する場合」の規程に依る枕木の配置員數とを對照すれば 表-1 の如くなる。

表-1. コンクリート道床の枕木配置員數の現況

隧道名	軌條長 m	軌條1本當り 使用枕木丁數	規程による枕 木の配置員數	増 減	備 考
1. 柳ヶ瀬	10.058	13	16	3 減	同隧道第三回目コンクリート道床改修のもの 米原方 451 m の區間、大部分直線、25% A=380, B=569, C=854 A=381, B=651, C=762
2. 岩富	"	14	15	1 減	
3. 物見	"	14 割合)	14	0	接目枕木 2 丁接合使用 實施 A=200, B=739, C=762 規程 A=380, B=607, C=770
4. 伏古別	"	15	15	0	同隧道上り線、並枕木を普通に使用 C=720
5. 第三飛鳥	"	" (割合)	14	1 増	支接、短縦枕木 C=710
6. 鶴瀬第一	"	15	15	0	同隧道直線部分 實施 A=375, B=575, C=711 規定 A=380, B=582, C=710
7. 伯耆	"	"	"	0	A=380, B=575, C=711
8. 荷坂	"	"	"	0	A=380, B=515, C=711
9. 由良	"	"	"	0	A=380, B=581, C=710
10. 小坊師	"	"	"	0	" " "
11. 福田	"	"	16	1 減	A=508, B=512, C=711
12. 石北	"	16	15	1 増	A=380, B=552, C=660
13. 春志内	"	"	16	0	A=380, B=552, C=660
14. 伊納	"	"	"	0	" " "
15. 城山	"	"	"	0	" " "
16. 鶴瀬第一	"	"	"	0	同隧道曲線部 R=400 m G=10% A=380, B=632, C=648
17. 吳	"	"	15	1 増	A=380, B=614, C=650

圖-4. 接目枕木間の道床コンクリートの破壊
(鶴瀬隧道内)



(續き)

隧道名	軌條長 m	軌條1本當り 使用枕木丁數	規程による枕 木の配置員數	増減	備考
18. 平石	10.058	17	16	1増	C=630
19. 金山	"	17	"	1増	C=630
20. 桑原	"	"	"	1増	A=508, B=511, C=610
21. 姥石	"	"	"	1増	" " "
22. 大島	"	"	"	1増	" " "
23. 清水谷戸	"	"	17	0	A=508, B=511, C=711
24. 柳ヶ瀬	"	18	"	1増	第二回目コンクリート道床改修 B 型 敦賀方 452.192 m の區間中 115 m R=302 m の直線, 其の他直線
"	"	18	16	2増	第二回目コンクリート道床改修 A 型 中央 451 m の區間直線 G=25% A 型, B 型共 A=508, B=540, C=565 R=302 m
25. 古國府	"	18	16	2増	A=380, B=462, C=584
26. 逢坂山	11.887	18	20	2減	A=380, B=430, C=710
27. 第二板谷峠	"	21	19	2増	直線部 G=22.7% A=380, B=490, C=585
28. "	"	22	20	2増	曲線部 R=302 m, R=402 m A=380, B=387, C=565
29. 田端	12.000	21	19	2増	東北本線電車下り線 C=620
30. 清水	"	22	19	3増	A=387, B=556, C=553
31. 仙山	25.000	38	32	6増	但し乙線とすれば, 37丁, 接目熔接 A=380, B=410, C=680
32. 飲明路	"	40	39	1増	接目遊間零, 枕木幅 25 cm A=400, B=460, C=640
33. 宇佐美	"	"	32	8増	但し乙線とすれば, 37丁, 接目熔接 A=400, B=640, C=640 枕木幅 25 cm

表-1 を通覽するに、コンクリート道床に於ける枕木の配置方式は他の枕木の配置方式と同様に接目枕木中心間隔 A、接目枕木の中心と第二接目枕木の中心との間隔 B 及中間枕木中心間隔 C とに分たれて居り、概ね「道床を有する場合」に相應するものが多い。

中間枕木中心間隔 C に就ては、清水隧道の 553 mm を最小とし、柳ヶ瀬隧道第三回改修區間、即ち同隧道内米原寄りの 1/3 長の 854 mm を最大として居る。

ニューヨーク市地下鐵道の中間枕木中心間隔は、572 mm (22 $\frac{1}{2}$ ") である。

此の中、柳ヶ瀬隧道の中央 1/3 長 (A 型) 敦賀寄り 1/3 長 (B 型) に於ては 565 cm の間隔を實施したのであるが其の結果は少しく狭すぎたものと考へられ第三回米原寄り 1/3 長の改修に際しては、極端に之れを 854 mm に増大した。清水隧道に於ては、19.0 m 軌條に對し、「普通道床を有する場合」の標準より 3 丁割増しとしたので、幾分工事中コンクリートの填充に困難の所もあつたのであるが、熟練するに従つて別に差支へなく遂行出來た。

而してコンクリート道床が「道床を有する場合」よりも枕木の固定基礎の關係からすれば、寧ろ「道床を有せざる場合」に近い實情からすれば、之れは少なくとも「道床を有する場合」よりも幾分枕木の配置員數を割増する方が合理的であることは既に述べた所である。

接目枕木と第二接目枕木との中心間隔 B は軌條の標準接目遊間と中間枕木中心間隔分配上割り切れぬ部分に此の部分に追ひ込み、且つ接目部分から中間部分への移り變りの急變を緩和するためのものである。然るにニューヨーク新市營地下鐵道の枕木配置法では、接目枕木間隔以外には別に吾國に於ける B 間隔に相當するものがなく、全部一様の間隔 572 mm である。

清水隧道でも B を 556 mm, C を 53 mm, 即ち實際上は、之れを一様にしたのである。

接目枕木の中心間隔 A は、一般吾國の 4 孔の標準接目鉋では 380 mm, 其の 6 孔のものでは 508 mm を標準とする。380 mm の中心間隔では、20 cm 幅の枕木を使用する時は、其の枕木間のコンクリートの幅は 180 mm となる。若し此の狭いコンクリートが枕木下端面に於て、施工接目を持ち、且つ軌條接目の不具合から過大の激突を受けるな

らば、此の部のコンクリートが剪斷されることは當然のことで、其の實例の頗る多い事は既に述べた所である。従つて成る可く A を 380 mm よりも大きく採り度いのである。欽明路、宇佐美の隧道に於て、之れを 400 mm としたの、其の使用された枕木の幅が 25 cm であることに對應したためであつて、それでも接目枕木間のコンクリートの幅は、僅に 150 mm となるのである。之れに就てはコンクリート道床用の接目鉋の長さを特別長にするか、進んで軌條の接目を除去するため之れを熔接する事に依つて、此の狭小な A 間隔を除く様にしたいと考へる。但し現行標準接目鉋を使用し、枕木の幅を 20 cm と假定して、枕木の配置法を定めるとすれば表-3~4 によりたい。

以上の表の他に、A の値を更に増大したもの又は支接枕木使用の場合は別に考慮を要するのである。

5. 短枕木移動防止法 短枕木の浮上り防止法として、梯形斷面を有する短枕木を使用して居るものが數多くあり、而して其の効果も餘り大でない事

表-2. コンクリート道床に於ける中間枕木中心間隔の現況

C (mm)	隧 道 名
553	清 水
565	柳ヶ瀬 (第二回 A 型及 B 型), 第二板谷峠 (曲線部)
584—585	古國府, 第二板谷峠 (直線部)
610	桑原, 姥石, 大島
620	田 端
630	平石, 金山
640	欽明路, 宇佐美
648—650	鶴飼第一 (曲線部), 吳
660	石北, 春志内, 伊納
680	仙 山
710—711	第三飛鳥, 鶴飼第一 (直線部), 伯耆, 荷坂, 由良, 小坊師, 福田, 清水谷戸, 遙坂山
720	伏古別 (上り線)
762	岩宮, 物見
854	柳ヶ瀬 (第三回改修)

表-3. コンクリート道床の標準枕木の配置員數 (但し、使用枕木幅 20 cm, 使用接目鉋 4 孔標準の場合)

種 別	軌條長 (m)	甲 種		乙 線	丙 線	簡易線
		特別の線路	普通の線路			
基 本	10.000	18	17	16	15	14
	10.058					
	11.887					
	12.000					
	20.000					
25.000	43	41	39	36	34	
半徑 400m 又は 400m より小なる曲線	10.000	18	18	17	16	15
	10.058					
	11.887					
	12.000					
	20.000					
25.000	45	43	41	39	36	
勾配 1000 分の 30 又は 1000 分の 30 より急なる線路	10.000		18	17	16	15
	10.058					
	11.887					
	12.000					
	20.000					
25.000	43	41	39	36	36	
勾配 1000 分の 30 又は 1000 分の 30 より急にして半徑 400m 又は 400m より小なる曲線	10.000		18	18	17	16
	10.058					
	11.887					
	12.000					
	20.000					
25.000	45	43	41	39	39	

は既に述べた。又枕木の外方又は内方の移動を防止するために楔形の枕木を使用して居る所も二、三箇所あつて其の結果は、却つて、軌條の通りに斑を生ずることも既に指摘した。

其の他短枕木の移動防止法を講じて居るものに就て見るに、先づ枕木の浮上りに就ては枕木をアンカーボルトに依つて道床コンクリートに緊締するものがある。之れは概して効果がない。例へば伏古別上り線隧道の長横並枕木に於ては、枕木 1 丁隔りに之れを用ひてゐる。其の成績はアンカーボルトの螺山とナットの稜角の腐蝕によつてナットが逸失したものが多く、又逸失しないでも其の作用を果し得ないものが多い。且つアンカーボルトに沿ふてコンクリート道床を徹して、路盤から泥土を噴出させて居るものが多い。

柳ヶ瀬隧道に於ける、最初のコンクリート道床の縦枕木には、軌條直下に、アンカーボルトを使用して、枕木を道床コンクリートに緊締したのであるが、之れを縦枕木のまゝ改修した区間(隧道内、米原寄 1/3 長)に於ては、軌條の左右 2 本のアンカーボルトを使用するものに改めた。同様のものが土氣隧道にもある。

以上は孰れも短枕木の場合ではないが、春志内、伊納、俱知安、四谷御所隧道では短枕木に各 2 本のアンカーボルトを使用して居る。春志内、伊納及俱知安隧道では、伏古別上り線隧道内と同様の現象を呈してゐる。フキラデルフキアの舊地下鐵道線ではやはりアンカーボルトに依つて短枕木の固定を圖つたものがあつたが、實施の結果其の必要を認めないのみならず却つて萬一の場合枕木の更換に困難を伴ふため、新地下鐵道ブロード・ストリート線では、之れを使用してゐない。唯、曲線及分岐枕木に就ては特別の溝鋼をコンクリート内に敷設して、之れに枕木をボルト付けにしてゐるだけである。(10)

ニューヨーク市、新市營地下鐵道に於ても、此の軌道溝造に就て、特別の研究の結果、枕木を道床コンクリートにボルト付けにすることは有害無益であると云ふ結論に達したのである。今後吾國のコンクリート道床に於ても枕木のボルト付けは之れを考ふる必要はないと思はれる。清水隧道の内の長岡建設事務所で施工したコンクリート道床の部分には短枕木の長手兩側面に 1 本宛の線を横に打ちつけ、施工の際、枕木の取扱ひに便にし且つ竣工後の枕木の脱出の防止を圖つた。岩富隧道の仰拱部分では枕木の長手兩側面に各 4 本の線を垂直に打ちつけ枕木下面よりも下に垂下させて枕木を下部コンクリートに締結した(圖-10 参照)。然し石北、欽明路、吳隧道にては何

表-4. コンクリート道床の軌條長別標準枕木配置間隔對照表 (但し、使用枕木幅 20 cm, 使用接目 飯 4 孔標準型の場合)

枕木配置員數	枕木配置間隔 (mm)		
	A	B	C
25 000 m			
34	380	716	748
36	〃	694	704
39	〃	646	648
41	〃	606	616
43	〃	567	587
45	〃	550	560
20,000 m			
27	380	750	755
29	〃	710	700
31	〃	654	654
33	〃	600	614
35	〃	579	577
36	〃	570	560
12,000 m			
17	380	700	730
18	〃	635	690
19	〃	610	650
20	〃	608	612
21	〃	581	581
22	〃	547	554
11,887 m			
17	380	643	730
18	〃	644	680
		653	
19	〃	654	640
		634	
20	〃	633	697
		594	
21	〃	561	577
22	〃	533	549
10,058 m			
14	380	714	750
15	〃	639	700
16	〃	614	650
17	〃	597	606
18	〃	564	570
10,000 m			
14	380	740	740
15	〃	670	690
16	〃	634	644
17	〃	536	602
18	〃	565	566

但し 軌條接目遊間零

(10) 「コンクリート道床に就て」第 4 章 著者 隧道内ソリッドベッドに關する講話會記録、鐵道省建設局 昭和 7 月 年 2

等斯様の施設を加へないで軌條釘の締結度を調節することに依つて充分枕木の脱出を防止し得たのである。枕木の水平移動を防止するために講ぜられた其の他の方法としては(1) 通津, 祝ヶ緑, 桑原, 姥石, 真名尼, 大島 福田及古國府隧道にては, 短枕木底の内軌側に近い所に徑 25mm, 長 100mm の丸鋼棒を太柄として使用し枕木の水平移動を防止してゐる(圖-5 参照)。

(2) 伯耆, 青谷川及不動川の隧道では接目枕木及, それから 2 丁目又は 3 丁目毎の短枕木の内軌側に古軌條を植込んで短枕木の内方移動を防止してゐる(圖-6 参照)。

(3) 金山及慶徳隧道では, 短枕木の端面より少しく広い厚板(厚さ 3.0 cm, 横幅 30.0 cm, 縦幅枕木厚)を, 各短枕木の内軌側に當てたまふ, 其の周囲のコンクリートを打ち固めたものを使用してゐる(圖-7 参照)。

其の中, 金山隧道では更に梯形枕木を使用することによつて, 其の浮上りを防止し, 枕木外軌側のコンクリートによつて, 其の外方移動を防止する方式に依つたものである。慶徳隧道では, 楔形枕木を使用することによつてその外方移動を, 又こゝに説明した方法によつて, 其の内方移動を防止したのである。併し孰れも仕事か混入り, 其の割合に効果がないものと認められる。

(4) 一日市隧道では, 短枕木の兩側面の, 内軌側に堅の溝形の彫込みを作り, 此の部分に木栓を打ち込み, 其のまま周囲のコンクリートを填充した。

そして其の枕木の更換には, この木栓を抜き取り枕木を敲き出す仕組みである(圖-8 参照)。

圖-5. 枕木留太柄(桑原隧道)

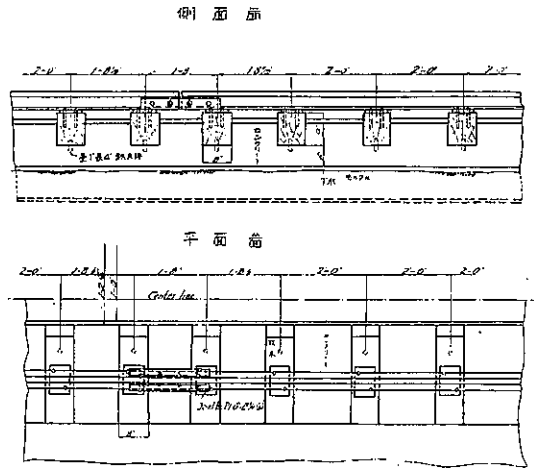


圖-6. 枕木留, 植込軌條片(伯耆隧道)

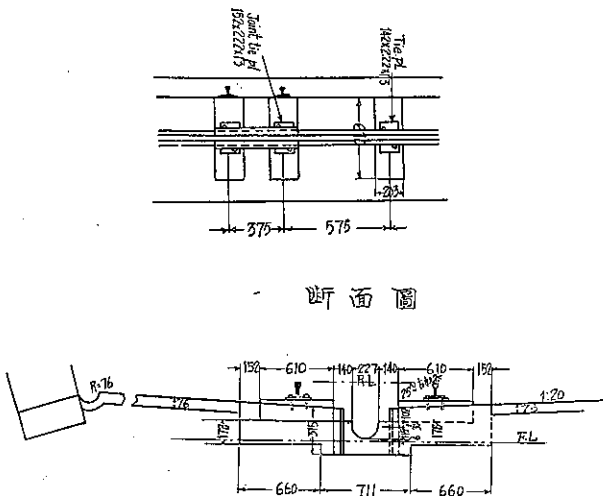
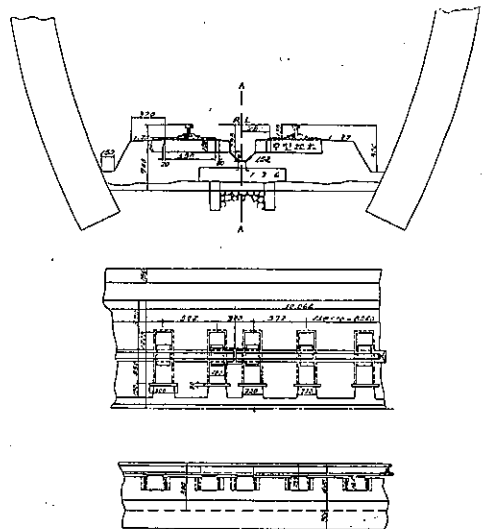


圖-7. 枕木留板(金山隧道)



之れも加工、施工共に因難であり、且つ費用を要し、他の方法によつて充分目的を達し得るから將來之れを使用する必要はない。

(5) 第三飛鳥隧道の不良の部分の改修したものでは、短枕木の軌道外方側ばかりでなくその内方側にも若干のコンクリートで端面を包み其の内方移動の防止を期した(圖-9 参照)。

之れは、同隧道の如く、極めて短い短枕木を使用した時にのみ行はれることで、本設計の主張する60cm程度の長さの短枕木では、中央排水溝の幅員を過小にする關係上實行不可能である。

(6) 短枕木ばかりでは心もとないとして同一個所の左右短枕木の間に繋材又は突張材を入れて、枕木の内外方移動を防止して居るものが数多くある。之れは、コンクリート道床が完全なる間は、毫も必要のないものであつて、中には、其の突張材が収縮し、實際に働いて居ないものもある。

(7) 岩富隧道も同種の突張材を使用してゐるが更に各短枕木の軌道内側に軌道方向に縦に通つた7.6cm角の木材を置き突張材と共に枕木の移動と縦の連絡とを企てた(圖-10 参照)。

以上の諸法はコンクリート道床が完全な状態、即ち龜裂などの發生しない間は、決して必要のないものと考へられる。唯慶徳隧道の如く、枕木の軌道外方側に枕木を抑へる道床コンクリートがない場合には多少の効果があるものであらう。

之れを要するに、本論の設計並に工法に従へば簡単に其の目的を達し得られ、之れ等の面倒な設計、加工は全部省略出来るのである。

2. コンクリート道床の断面

6. 概説 隧道内のコンクリート道床の断面は、それが普通の馬蹄形の山岳隧道である場合でも、抑拱を有する場合と然らざる場合とでは異なる。又圓形、馬蹄形又は函形等隧道の断面が異なる場合にも多少の相違がある。又側溝のみを有し中央排水溝なき場合、側溝と中央排水溝とを有する場合、及中央排水溝のみを有し側溝を有さない場合、並にそれ等の排水溝の大きさ、形状に依つても異なる。

又在來のバラスト道床(中央排水溝又は側溝を有するもの)をコンクリート道床に改築した場合と隧道新設と同時にコンクリート道床を施工した場合とでもコンクリート道床の断面は異なる。

本論は主として吾國有鐵道の線路に於ける馬蹄形の山岳隧道の建設と同時に新設するコンクリート道床に就て

圖-8. 枕木留木栓(一日市隧道)

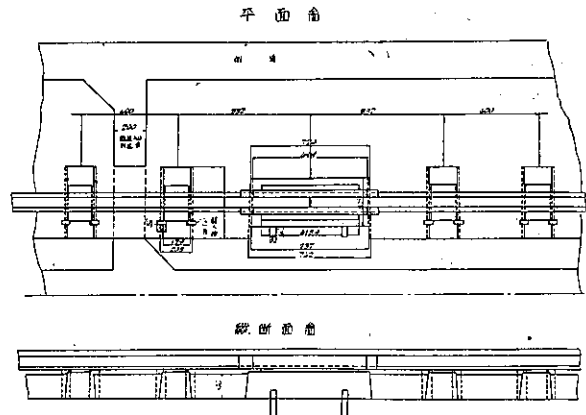


圖-9. 枕木の4周を全部道床コンクリートで包んだもの(第三飛鳥隧道)

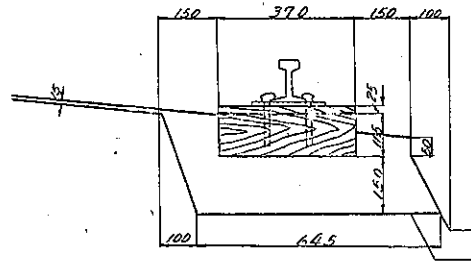
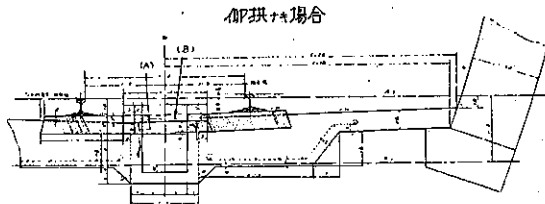


圖-10. 枕木留繋材及切梁(岩富隧道)



記述することとする。

7. 枕木下の道床コンクリートの厚さ 枕木下の道床コンクリートの厚さを力學的に決定する所のものは、コンクリート道床の枕木に及ぼす軌條壓力である。枕木に及ぼす軌條壓力は、枕木の壓縮係數(道床コンクリートの壓縮係數は之れを無視する)に關係する、而してコンクリート道床の枕木の壓縮係數は鐵道省業務研究資料第 27 卷號外(昭和 14 年 4 月)附錄第 1 章に依り之れを 43,000~100,000 kg/cm とする。斯様にして、之れをコンクリート道床に就て求めると、次の事が明かとなる。

現行鐵道省の線路に於て本論 1 章の 4 節で求めたコンクリート道床の標準枕木配置法によれば、1 箇の車輪荷重は 3~4 丁の枕木に其の軌條壓力を及ぼすけれども、5 丁又は 5 丁以上の枕木には之れを及ぼさないことが證明できる。⁽²¹⁾ 又枕木上の最大軌條壓力は 1 車輪荷重が 3 丁の枕木に及ぼした場合の車輪荷重直下の枕木に及ぼす軌條壓力であつて、其の値は 9,450~12,000 kg となる。⁽²²⁾, ⁽²³⁾

今枕木を總て 1 に於て求めた標準のものとし、其の短枕木に及ぼす最大軌條壓力を鐵道省業務研究資料第 27 卷號外(昭和 14 年 4 月)附錄第 3 章に於て、算定したものとすれば、枕木の底面積から見た道床コンクリート面上の壓縮應力は 10 kg/cm² を超えないから 1:2:4 のコンクリートを以てすれ充分である。若し又道床コンクリートが其の下の地盤が軟弱であるために、パンチングシーヤーを受けるとしても、枕木下の道床コンクリートの厚さは 9.4 cm 即ち約 100 mm あれば足りるのである。併しそれも岩盤が強固であり、枕木下の道床コンクリートが充分よく填充され枕木と岩盤とによく密着されてゐれば、その道床コンクリートは當然パンチングシーヤー等は受けなくて 100 mm の厚さも必要はない事になる。従つて力學的に見た枕木下の道床コンクリートの厚さは比較的僅少のもので足りる筈である。

然らば現在實施されてある鐵道省諸隧道のコンクリート道床の枕木下の道床コンクリートの厚さは如何様であるかと云ふに概略表-5 の通りである。

表-5. コンクリート道床の枕木下の道床コンクリートの厚さの概況

隧道名	使用枕木幅 (cm)	枕木下道床コンクリートの厚さの概略寸法 (mm)	記 事
1. 第三飛鳥	底幅 24, 上幅 20	76	一部忽ち破壊コンクリート 1:3:6
2. "	"	150	破壊箇所改修の部分
3. 藤 倉	底幅 23, 上幅 20	76	全長に涉り破壊コンクリート 1:3:6
4. "	"	400	同上改修のもの、鉄筋及古軌條挿入コンクリート 1:2:4
5. 與瀬, 四方津 第一, 小淵第一	20	76	堅岩區間一部破壊コンクリート 1:2:4
6. "	20	150	軟岩區間コンクリート 1:2:4
7. 鶴 瀬	20	100	全般的に破壊コンクリート 1:2:4
8. 梁川 第一	20	150	堅岩コンクリート 1:2:4
9. 荷坂, 小坊師	20	150	大破
10. 通津, 祝ヶ綠	20	150	部分的破壊
11. 平 石	20	150 (標準)~380 (盤の形に應じたもの)	破壊, 最近之れを改修

(21) 鐵道省業務研究資料第 27 卷號外(昭和 14 年 4 月)附錄第 2 章参照

(22) 鐵道省業務研究資料第 27 卷號外(昭和 14 年 4 月)附錄第 3 章参照

(23) 以上に對する現行鐵道省標準タイプレートの底面積の吟味に就ては同附錄第 4 章に之を示してある

(續き)

隧道名	使用枕木幅 (cm)	枕木下道床コンクリートの厚さの概略寸法 (mm)	記 事
12. 深澤, 大日影	20	枕木外側端下 150 同 内側端下 420	コンクリート 1:2:4
13. 桑 原	20	150	一部破壊
14. " "	"	380	同上改修部分
15. 姥石, 眞石尻	20	150	全般破壊
16. 姥 石	20	神戸方入口 650 下關方入口 230 其の他以上の中間	同上改修部分, 部分的に古軌條挿入
17. 鷓 飼 第一	20	160	
18. 春志内, 伊納	20	170	直線部
19. " "	20	180	曲線部
20. 岩 富	底幅 25, 上幅 20	枕木外側下 170 同 内側下 242	仰拱部 コンクリート 1:3:6
21. " "	" "	212	仰拱なき部分, 鐵筋コンクリート 1:2:4
22. 伯 耆	20	178	コンクリート 1:3:6
23. 清水谷 戸	20	178	第一回のもの, 鐵筋
24. " "	20	520	同上 改修, 古軌條, 鐵筋割栗音下水敷
25. 城 山	20	垂直側壁部 180 馬蹄形側壁部 300	
26. 清 水	20	180	コンクリート 1:2:4 同基礎コンクリート 1:3:6
27. 仙 山	20	200	コンクリート 1:2:4
28. 吳	20	200	コンクリート 1:3:4 堅盤部
29. " "	20	300	コンクリート 1:2:4 軟盤部(鐵筋)
30. 四谷御所	20	230	函形ラーメン隧道内
31. " "	20	305	舊隧道修築部
32. 幌 加 内	20	230	
33. 俱 知 安	20	250	
34. 宇 佐 美	25	枕木外側端下 250 同 内側端下 480	仰拱
35. 物 見	20	250	
36. 古 國 府	20	285	
37. 金 山	底幅 20, 上幅 18	300	
38. 柳 ケ 瀬	底幅 25, 上幅 20	305	第三回改修, 堅岩部, 古軌條挿入, コンクリート 1:3:6
" "	" "	450	同 軟岩部
39. 欽 明 路	25	350	仰拱なき部
" "	25	枕木外側端下 330 同 内側端下 405	仰拱部
40. 福 田	20	380	古軌條挿入
41. 第二板谷峠	底幅 20, 上幅 18	408	
42. 第一板谷峠	20	457	
43. 慶 徳	20	470	
44. 伏古別上り 緑	20	枕木外端下 460 枕木内側端下 515	仰拱

表-5 は各隧道に於ける設計上の概略寸法であつて、實際上は岩盤切付面の不齊のため上記寸法より更に大なるのが常である。従つて僅かな例外を除けば、力學上からは略々充分な厚さを有するものと解せられる。然るにも拘はらず、前記表の示す通り中には、忽ち破壊し其の改修工の必要に迫られてゐるものゝ多いのは單に列車荷重からの力學的算定以外のものがあるためである。其の第一は、道床コンクリート敷の路盤の状態に起因し、其の第二はコンクリート填充の不完全に歸するもの、其の第三はコンクリート道床として當然考慮すべき軌道構造の設計細部の缺陷によるものである。第三原因に就ては暫く之れを措いて其の第一及第二原因を見るに、彌などが居着いて岩盤が浮いて居り、其れ等の不平等沈下などに依つて道床コンクリートが不規則の點で支へられた平牀となる様な場合があるが、其の様な時には道床コンクリートの厚さを決定すべき何等の根據も失はれることになる。而して此の様な原因による破壊と思はれるものが相當の數に上つて居る。又路盤が軟弱の場合其の部分的沈下によつて道床コンクリートに龜裂の生じたものも相當にある。第二の原因は枕木下の道床コンクリートの填充であるが、之れは施工の順序に關係する。先づ枕木下の道床コンクリートを打上げてから之れに枕木を据付ける方法であれば格別問題はないが、本論の主張する様に枕木の位置を固定してから枕木と盤との間に道床コンクリートを填充する方式のもものでは其の填充の完璧を期する上に於て施工上必要な最小限度の厚さがあるのである。

道床コンクリート破壊の第一原因の居着礫の問題は之れを施工法に譲り、軟弱地盤に對しては鐵筋、古軌條を用ひ荷重を廣い面に平等に分配することが出来る。其の第二の原因としての最小限度の厚さは從來の經驗から少くとも之れを枕木の幅員以上とすることが適當と思はれるのである。

即ち完全なコンクリートを施すためには前章所定の 20 cm 又は 25 cm 枕木に對しては、200 mm 又は 250 mm を必要とするのである。

8. コンクリート道床敷の岩盤の掘鑿面 コンクリート道床の下端面、即ちコンクリート道床敷の岩盤の切付け面の形には種々あるが之れを大別すると次の通りとなる。

(甲型 A) 水平、垂直面による 3 階段形、最下段を中央排水溝の敷面と一致させたもの⁽²⁴⁾ (圖-11)。

(甲型 B) 水平、垂直面による 3 階段形、其の最下段は甲型 A のものよりも低いもの⁽²⁵⁾、若しくは溝敷(甲型 A)のものより高いもの(圖-12)。

(乙型) 水平、傾斜面による 3 階段形⁽²⁶⁾ (圖 13)。

(丙型 A) 水平、垂直面による 2 階段形、其の中央水平面を中央排水溝敷面と一致させたもの⁽²⁷⁾ (圖-14)。

(丙型 B) 水平、垂直面による 2 階段形、其の中央水平面は丙型 A のものより低いもの、若しくは溝敷が丙型 A のものより高いもの⁽²⁸⁾ (圖-15)。

圖-11. 甲型 A, 岩盤切付面



圖-12. 甲型 B, 岩盤切付面



圖-13. 乙型岩盤切付面



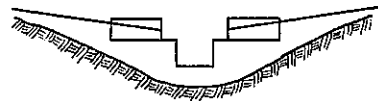
圖-14. 丙型 A, 岩盤切付面



圖-15. 丙型 B, 岩盤切付面



圖-16. 丁型, 岩盤切付面



(24) 與瀨, 四方津第一, 小淵第一の諸隧道及柳ヶ瀬隧道第二回コンクリート道床の一部

(25) 清水谷戸隧道第一回コンクリート道床, 柳ヶ瀬隧道第三回コンクリート道床, 伯耆隧道

(26) 藤倉, 第三飛鳥, 荷坂, 由良, 小坊師の諸隧道及岩當隧道の仰拱なき部分

(27) 梁川第一, 鶴瀬, 桑原の諸隧道, 姥石, 通津, 桑原及眞名尻の第一回コンクリート道床

(28) 福田, 古國府, 清水谷戸第一回目, 堤, 姥石, 通津, 桑原, 眞名尻の改修のもの

(丁型) 中央排水溝下を最も深くし、全體を V 字形としたもの⁽²⁹⁾ (圖-16)。

(戊型) 岩盤切付面に割栗の盲下水を用いたもの⁽³⁰⁾等がある。

これ等の中甲型及乙型は使用コンクリートの數量を節約することを目的としたものである。甲型は、水平面及垂直面によつて3段に岩盤を切付けたものであるが、譬へ軟い岩盤であつても此の様に規則正しく階段狀に之れを切付けることは事實不可能に近いのである。従つて、實際上は岩盤の切付けは丁型の如き V 字形となる。そうすれば道床コンクリートが設計數量よりそれだけ増大する結果となる。若し之れに強いて設計通りだけのコンクリートを損充するに止め様とすれば勢ひ各隅角部に脆弱な岩片を残すことになり其の上に道床コンクリートを施すこととなるから、結局コンクリート道床を全般的に破壊に導くことになる。甲型 A のものは左右各軌條下のコンクリートに連繋がなく、従つて本論の主張する短枕木のみを使用することが不可能となる。又斯様な場合溝敷の隅角からコンクリートの破壊を發生する例も屢々見受ける所である。

乙型は幾分甲型 B よりも其の岩盤の切付けが容易であるが、此の種のものでも例外なく丁型の如き V 字形の切付けとなることは甲型に於けるものと同様の結果となる。

丙型は孰れも中央排水溝のために、特別に深い切付け面をつくらないものである。而して軌條壓力の及ぶ所を全般的に水平面の岩盤で受けるので其の點は甲、乙孰れのものよりも結果がよい。只垂直切付け面は前同様仕事が出来難く、甲及乙型に述べたと同様の困難を伴ふ。

丙型の A が B に對する關係は甲型 A が B に對するものと同様である。丁型は甲型及乙型の究極の形であるが、枕木下のコンクリートの厚さを斯様に不平等にするよりは丙型の様にしたものが良いことは明かである。戊型の如く割栗の盲下水を用ふる場合ならば、岩盤切付面を充分低位にあたらしめ枕木下の道床コンクリートの厚さを充分大にし鐵筋、古軌條等で之れを補強しなければならない。實例に於ても土氣隧道に於ては枕木下のコンクリートの厚さ 495 mm、之れは古齒軌條の補強を用ひ、清水谷戸隧道では同じくコンクリート道床の厚さ 520 mm、10 kg/m の古軌條鐵筋を縱横に挿入し、福田隧道ではコンクリート厚を 380 mm に、30 kg/m の古軌條の鐵筋を縱横に配置してゐる。斯様に強大なコンクリートを使用したのは、畢竟するに、地盤が盲下水を必要とする様な軟弱のものであるためであるが、併し割栗の盲下水を作るならば、道床コンクリートは、それだけ強大のものにしなければならないのである。

戊型の場合は、姑く之れを措いて、甲型乃至丁型迄の實施例から、コンクリート道床の下面の岩盤の切付け面に就ての要項を擧げるならば。

- a) 軌條敷岩盤の切付け面は成る可く複雑な形を避けて、1 水平面とした方がよい。
- b) 切付け面は第 7 節の結果から少くとも枕木の底面から、使用枕木の幅だけ下位にあらしめなければならない。
- c) 尙同切付け面は中央排水溝の敷面から相當の距離だけ、下位にあらしめなければならない。
- d) 岩盤切付け面は成る可く垂直のものを避け、緩かな傾斜面とした方がよい。

そして標準岩盤切付面を 圖-17 として其の中で

h : 枕木下の道床コンクリートの厚さ

d_1 : 枕木の下面から中央排水溝の敷面迄の所要の深さ

(29) 石北, 物見

(30) 土氣, 清水谷戸改修のもの, 福田の諸隧道

- d : 中央排水溝の敷コンクリートの所要の厚さ
- b : 使用枕木の幅
- e : 枕木の下面から中央排水溝の最高流水面に至る垂直距離

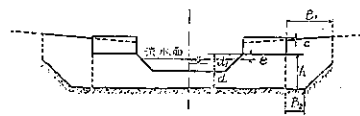
従つて h は

- 若し $d_1 + d \geq b$ ならば $h = d_1 + d$
- 若し $d_1 + d < b$ ならば $h = b$

斯様にして、コンクリート道床敷の岩盤の切付面の深さを決定する。次に此の切付け面の廣さは、左右各枕木の外側端の下から外側に夫々 B_2 だけ擴らせ、 B_2 を 250 mm 位に採り、此の兩端から左右外方に 45 度の面で切り上げる様にする。欽明路、仙山の諸隧道は略此の形によつたものである。

次に h を増大することは岩盤の掘鑿と、道床コンクリートとの量を増大することになるのであつて、従つて成るべく h を小さくして置き度いのである。併し h は少くとも使用枕木の幅を必要とするので、若し $d_1 + d \geq h$ の場合には $h = d_1 + d$ であつて、 d は一般に 100~150 mm を必要とし、 d_1 は中央排水溝の流去水溝の流去水量によつて定まるのである。若し隧道に多量の湧漏水があり之れを全部、中央排水溝のみで流去するとすれば、 d_1 が大となり従つて h は大となり全體として不經濟となる。斯様な場合には寧ろ別に側溝を作り大部分の湧漏水を之れに導いて中央排水溝を淺くする方が得策である。側溝の利點に就ては別に之れを述べる。

圖-17. 標準岩盤切付面



9 道床コンクリート上面の形 コンクリート道床に於ける上面の形は主として排水溝の位置によつて決る。側溝がなく、中央排水溝のみの場合には、道床コンクリートは左右から中央排水溝に向つて排水勾配をつける。若し側溝のみの場合には、中央から左右に向つて排水勾配をつける。側溝と中央排水溝との兩者を有する場合には略枕木外側端を界とし側溝並に中央排水溝に向つて排水勾配をつけるものもあり、若し側溝若しくは中央排水溝の孰れかを主とするものであれば夫々其の主である側溝又は中央排水溝に向つて排水勾配をつけるのである。

表-6~7 は吾國のコンクリート道床の排水溝と、其の排水勾配の現況を示すものである。

表-6. 中央排水溝のみによるコンクリート道床

隧道名	勾配	記
1. 春志内, 伊納	1: 7.2	之れも中央排水溝に向ふ一勾配である, 勾配を明確に指定してゐない
2. 城山	1: 9.0	
3. 藤倉	1: 10.0	
4. 第三飛鳥	(最初のもの 1:24)	
5. 清水谷戸	(改修のもの 1:30)	
6. 與瀬, 四方津第一, 小淵第一, 梁川第一, 鶴瀬, 深澤, 大日影	1: 30	側壁寄に溝と稱する程ではないが小さな樋状導水路がある
7. 鶉飼第一	1: 20	
8. 物見, 宇佐美	1: 20	
9. 荷坂, 由良, 小坊師	1: 20	
10. 伯耆	1: 20	
11. 通津, 祝ヶ線, 桑原, 眞名尻, 姥石, 大島	1: 16	
12. 福田	1: 20	
13. 古國府, 四谷御所 (函形隧道部)	1: 30	

表-7. 中央排水溝及側溝によるコンクリート道床

隧道名	勾配	記 事
1. 石 北	1:30	中央排水溝に向つて 1 勾配
2. 俱 知 安	勾配明確ならず	"
3. 柳ヶ瀬, 第 2 回, 第 3 回共	1:30	"
4. 欽 明 路	1:50	"
5. 仙 山	1:20	"
6. 平 石	1:50	側溝に向つて 1 勾配
7. 吳 (吳寄 180 m)	1:30	"
8. 金 山	1:20	枕木部分水平, 其の外側々溝の向つて 1 勾配
9. 第一板谷峠, 慶徳	1:50	"
10. 第二板谷峠	1:20	"
11. 舊逢坂山の一部	勾配不明確	"
12. 吳 (阿賀寄 940 m)	1:30	"
13. 清 水	{ 内, 中央排水溝 1:24 外, 側溝へ 1:24	枕木外方から側溝, 中央排水溝に夫々排水勾配あるもの 勾配變り點, 枕木外端から外側へ 318 mm 勾配變り點以内軌道コンクリート

而して側溝のみで, 中央排水溝のないものは, 未だ其の實例がない。

之れはコンクリート道床に於ては中央排水溝は, 軌道の清掃又は洗滌に便利であるからである。

以上の諸實例と其れ等の實績から道床コンクリートの上面の排水勾配は 1:20~1:30 位に採ることが適當である。枕木に接する部分の排水勾配は中央排水溝に向ふものとする。

又枕木が道床コンクリートから上部に露出して居る部分が餘りに大きいために, 枕木が軌條釘(或は螺釘)から割裂を生じた實例もあり,⁽³¹⁾ 又露出部分が餘り小さいために, 砂, 石炭焚殻で軌條が覆はれ其のために軌條が早く腐蝕することもあり, 又軌條下に掃除器具が通入らないために清掃する事が不可能になつて居る例もある。

之れ等の實例に照し, 短枕木外端が道床コンクリートから露出する量を 30 mm とした。若し之れを 30 mm としその排水勾配を 1:30 又は 1:20 とすれば 60 cm 長の短枕木の中央の枕木の露出量は 40 又は 45 mm となり, 之れにタイプレート厚さを考へ入れると, 軌條底面と道床コンクリートの上面との間は, 約 53~60 mm となり, 注意すれば清掃にも差支えない。

此の時枕木の内側端に於て枕木が道床コンクリートの上面から上に露出して居る量は 50~60 mm となる。

道床コンクリート面は枕木内側端面に於て, 之れと倣つて垂直面とし共に中央排水溝の内側面を形成する道床コンクリートの溝側面と其の上面との間の隅角は之れを面取りとする。

軌條に作用する横壓力に抵抗するために枕木外側に道床コンクリートを填充する。

此の道床コンクリートの幅を 圖-17 の B_1 とする。

軌條に作用する横壓力は, 之れに作用する垂直壓力の 1/5~1/8 位である。⁽³²⁾ 今枕木に作用する軌條の最大垂直壓力を 9500~12000 kg とすれば, 枕木に作用する最大横壓力は 1200~2400 kg である。従つて之れを 30 cm 幅の枕木の底面だけによる 1:2:4 のコンクリートの剪斷力から判斷すれば, 其の所要コンクリート幅は凡 150~

(31) 通津, 祝ヶ嶽, 桑原隧道等は枕木が道床コンクリートから 7~8 cm 位露出して居る。

(32) 軌條に作用する横壓力, 千秋邦夫氏, 業務研究資料第 31 卷第 9 號。

300 mm を要することになる。

今現在の鐵道省の諸隧道のコンクリート道床に就て其の實績を見るために表-8 を掲げる。

表-8. 枕木外側の道床コンクリートの幅の現況

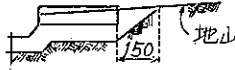
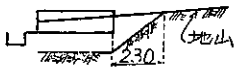

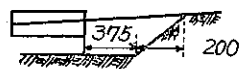
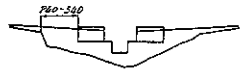
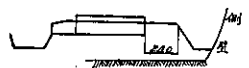
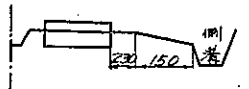
隧道名	幅 (mm)	記 事
1. 第一板谷峠, 慶徳	0	枕木を楔形として外方移動を防ぐ
2. 桑原, 姥石, 眞名尻, 大皇	0	丸鋼太柄によつて枕木外方移動を防ぐ
3. 藤 倉	凡 70	
4. 第三飛 鳥	150	
5. 荷坂, 由良, 小坊師	230	
6. 鶴飼第一, 岩富	330	
7. 鶴飼第一	575	
8. 古 國 府	130	150 mm 厚の側コンクリートに續く 地山の上のモルタル塗に續く
9. 清水谷戸 (第 1 回)	140	
10. " (改修)	側 壁 迄	
11. 與瀬, 四方津第一, 横吹第一, 小淵第一, 梁川第一, 鶴瀬, 深澤, 大日影	150	側コンクリートに續く
12. 柳ヶ瀬 (第 2 回)	150	"
13. " (第 3 回)	190	"
14. 通津, 祝ヶ嶽(改修)	150	"
15. 春志内, 伊納	200	地山に續く
16. 物 見	240~540	
17. 金 山	240	
18. 俱 知 安	300	道床コンクリートの端は垂直面それと側壁面との間は側溝, 側溝敷は地山
19. 福 田	300	薄い敷コンクリート(厚 75 mm)につゞく
20. 城 山	350	支材は枕木の外側は 225 mm の敷コンクリートに續く
21. 平 石	380	
22. 吳	430	支材は枕木の外側は 150 mm 側コンクリートに續く
23. 仙 山	450	側溝迄コンクリートに續く
24. 飲 明 路	880	小側溝迄

表-8 には抑拱のあるものは含まない。之れに依れば第一板谷峠及慶徳隧道の道床コンクリートは軌條の通り保持に困難し、桑原, 姥石, 眞名尻隧道のものは、孰れも改修され、藤倉隧道のものは、圖-18 に示す断面であつて其の破壊狀況が最も甚しく(圖-19~21)忽ち之れを改修する必要が起つた。荷坂, 由良, 小坊師のものも略々同形で、其の破壊も多い。

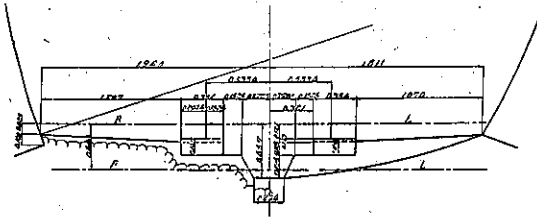
最初の清水谷戸隧道のコンクリート道床も忽ち破壊され、第三飛鳥, 鶴瀬等も同様破壊された。

鶴瀬の破壊狀況は枕木外側の道床コンクリートの幅の不足を示すものである。

枕木外側の道床コンクリートの破壊の主要の原因は勿論枕木の横壓であるが此の部分は又其の基礎をなす岩盤が脆弱である場合或は此部分に湧漏水が浸入して其所の岩盤を弱め、之れに枕木の横壓が作用することに依つて破壊されることもある。

之れ等を考慮に入れ、表-8 による實績と、先に求めた應力的結果から枕木の外

圖-18. 藤倉隧道のコンクリート道床の断面



側の道床コンクリートの幅 B_1 を 450 mm と採り度いと思ふのである、此の點より 圖-17 の如くに道床コンクリートを垂直に降し、軌道敷岩盤の切り上り面と交らせた所迄を道床コンクリートの施工範囲としたいのである。若し h を 250 mm にとり B_1 を 450 mm とし B_2 を 250 mm とし、中央排水溝に向ふ排水勾配を 1:20 とすれば、道床コンクリートの兩側の垂直岩盤切付面は約 200 mm となり、同様にして h を 200 mm とすれば、其の面は約 150 mm となる。

10. 排水溝 隧道内のコンクリート道床には必ず排水溝が必要である。隧道に湧漏水がある場合は勿論であるが、譬へ湧漏水がなく、全く乾燥した隧道であつても、コン

圖-19. 道床コンクリートの破壊の例(藤倉隧道其の1)

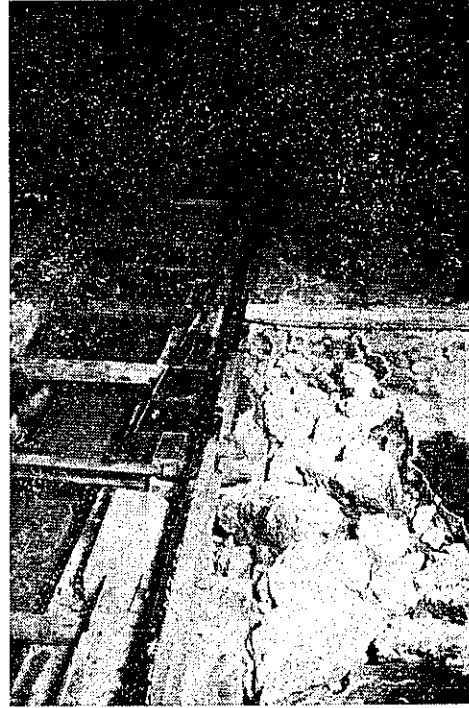


圖-20. 道床コンクリートの破壊の例(藤倉隧道其の2) 圖-21. 道床コンクリートの破壊の例(藤倉隧道其の3)



圖-22. 枕木の外側の道床コンクリートの幅の不足に起因する道床コンクリートの破壊例 (鶴瀬隧道其の 1)



圖-23. 枕木の外側の道床コンクリートの幅の不足に起因する道床コンクリートの破壊 (鶴瀬隧道其の 2)



クリート道床を施した隧道内には、排水溝が必要である。これはコンクリート道床は本論 5 章に説明する如くに、時々之れを洗滌することが必要であつて、其の洗滌の場合には排水溝は缺く可からざるものであるからである。其の排水溝を隧道の中央にとるか、側方にとるかに就ては、本論の主張する如くに短枕木のみを使用するコンクリート道床にあつては、先づ軌道の中央にとり、中央排水溝を設けることが、上記洗滌の場合にも、岩盤掘鑿量の軽減の上からも、又側壁コンクリートの根入の減少の上からも、便利である。

夫れ故に先に述べた如くに、吾國有鐵道の内には中央に排水溝を持たないコンクリート道床はないのである。⁽³³⁾

若し隧道の湧漏水が多量であつて、之れを全部中央排水溝のみで除去するためには、中央排水溝が餘りに深くなり、(2 章 8 節に述べた) 中央道床コンクリートの岩盤切付水平面が餘りに深くなる場合には、側方に排水溝を設けるのである。此の側溝は兩側同形にする場合も⁽³⁴⁾あり、片側に大形のを他側に小形のを設ける場合もあり、⁽³⁵⁾又片側だけに設けることもある。⁽³⁶⁾

中央排水溝の形状には次の如きものがある(表-9)。

之れ等の中、半圓又は圓弧を用ひた隧道は湧漏水の殆どなき隧道であつて、理論上洗去量の最も大なるべき形であるが、型枠の製作等厄介であつて實用的でない。矩形のものは、隅角のためコンクリートに弱點を與へ、其の隅角部から、コンクリートの破壊する實例を見ることが多い。四谷御所隧道に用ひた形は、ニューヨーク市新地下鐵道

(33) ロンドン、チューブの地下鐵道のコンクリート道床には中央排水溝は表面に露出しないで、中央に排水管を埋設してある

(34) 側溝をつくる多くの場合は殆ど此の種のもの

(35) 清水隧道の土合方

(36) 石北隧道

の形であつて、シヨザル等を使用するには不便である。両側の傾きの少い梯形のものは、矩形のものに近く、両側の傾きの比較的大きい梯形のものの方がよい。従つて、四谷御所隧道で用ひられた形或は、両側の傾きの比較的大きい梯形の形のを、標準形とした方がよい(圖-17)。





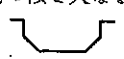
次に、中央排水溝の深さであるが、これは流去すべき水量に依つて定る。此の場合溝内の流水が枕木を浸すことがあれば、枕木は其の爲めに弱められ、其の壽命を短縮することになる。従つて、其の流水が如何なる場合でも枕木を浸してはならないとすれば、流水の波高等も考に入れて、流水面を約 20mm 程度枕木下面よりも低位にあらしめることが必要である。

今欽明路、吳、仙山隧道等で用ひられた 圖-17 の形のを中央排水溝とし、 $h=200\text{ mm}$ 、 $d=100\text{ mm}$ 、 $e=20\text{ mm}$ とすれば中央排水溝の最大流量は隧道内コンクリート道床設計施工標準注意書説明書第 2 章 13 條に示す如くに、各種勾配に依つて毎秒 50~13 立位である。

特に湧漏水の多い隧道でない限りは、多くの場合此の位で間に合ふものである。隧道の覆工が全部完成された後では、一般に湧漏水は減ずるものであるが、其の後も尙著しく湧漏水が多量であると豫想される場合には其のために中央排水溝を大きくし、岩盤掘鑿と道床コンクリートの増大を招來するよりも別に側溝を設ける方が有利であることは既に述べた。

中央排水溝の溝敷に就ては何等コンクリートを施さないもの、又は單に敷モルタルをするものもあることは 圖-11~14 又は 表-9 に見る通りであるが、之れ等は皆不成績に終つて居り、採用すべからざる所であることも既に述べた通りである。殊に春志内、及伊納隧道の如く、寒地にあつて比較的隧道長の短いものは、外氣の影響を受けて凍上し、被害を受けた例がある。溝敷コンクリートの厚さに就ても既に述べた通りである。

表-9. 中央排水溝の形状

形 状	隧 道 名
半圓又は圓弧 	俱知安、鶺鴒第一、伯耆姥石(改修)、眞名尻(改修) 鶴瀬(薄きモルタル敷底)
矩 形 	第一及第二板谷峠、慶徳、岩富、清水谷戸(第 1 回)、物見、荷坂、由良、小坊師、明神第三、古國府 鶴瀬、四方津第一、小淵第一、横吹第一、梁川第一、柳ヶ瀬、第 2 回 A 型
中央深きもの 	四谷御所 清水谷戸第 2 回
両側の傾き少き梯形 	桑原、姥石(第 1 回)(敷コンクリートなし) 眞名尻(第 1 回)(敷コンクリートなし) 福田、田端(仰拱)、春志内(敷コンクリートなし) 伊納(敷コンクリートなし) 通津(敷コンクリートなし) 祝ヶ縁(敷コンクリートなし)
両側の傾き大なる梯形 	城山、平石、金山、第三飛鳥、藤倉 土氣、柳ヶ瀬第 2 回 B 型(敷コンクリート) 柳ヶ瀬第 3 回、不動川、青谷川、清水、石北、欽明路、吳、仙山、宇佐美

隧道の湧漏水は、側壁に沿うて流下するものが 80% 以上を占むることは、隧道の實情を知るものゝ常識である。従つて若し側溝を設けて、此の大部分の湧漏水を之れに收容するとすれば、道床コンクリートの表面を流下する水を減じ、従つて枕木を濡らせることが少く軌道全體を比較的乾燥状態に保つことが出来る。斯の意味に於て側溝は大いに効果のあるものである。

若し湧漏水が餘り多量でなく、充分中央排水溝でも間に合ふ場合にも此の主旨に於て側溝寄りの道床コン

クリートの表面に小さい凹味を付けて、直接湧漏水が道床コンクリート面を流下しない様にしたものもある。

伯耆隧道に於けるもの、欽明隧道に於けるものは、孰れも其の効果の大なるものがある。清水隧道の中央から土合寄りには一方側に大なる側溝をつくり、他方に小さい側溝を設けて、中央排水溝及小さい側溝から豫め所々に鐵管を埋設して置いて大側溝に水を集めて居る。

11. 道床コンクリートと側壁との間 表-8 の記事欄に、道床コンクリートの側壁との間の状態を示して居る。

此の中、それを地山其の儘に残して置いたもの⁽³⁷⁾があるが之れ等は多くは、其の成績が不良であつて、春志内、伊納等は、後に厚さ 150 mm の側コンクリートを施した。此の地山は元來破碎された岩片の居着いたもので、頗る不安定のものであり、且つ表面排水を不良にし、従つて隧道排水の不良に起因する諸種の危害を興へる。

尙此の間の地山の上に敷モルタル程度のもを施して此の表面排水をよくする様にしたものもあるが、其れ等のモルタルの基礎をなす、地山が前述の様に不安定のものであるから實際上多くは破壊され、⁽³⁸⁾孰れも之れを相當の厚のコンクリートに改築されて居る。又此の部分にコンクリートを施したのであつても、それを極めて薄くしたものに福田 (75 mm)、岩富 (100 mm) 隧道等があるが之れ等も同様の理由によつて、孰れも改修して其の厚さを増した。

清水隧道に於ては軌道敷(道床コンクリート)と此の部分とを全く別個のコンクリート工とし、之れを兩側コンクリート(配合 1:3:6)として道床コンクリート工事に先立つて施工した。其の竣成した部分を後に道床コンクリート工事に際して、工事材料運搬線路敷とし又此の部分に豫め側溝を設けて側壁からの漏水を此の部に納めて、道床コンクリート工事敷の水を防ぐこと及溝の上を運搬線路敷に供して便宜を得た。俱知安隧道では道床コンクリート工と側壁との間を離して、其の間の地山を其のまま側溝とし之れに蓋石コンクリートを架したものを用ひて居るが、やはり其の結果は良好ではない。

欽明路、仙山、吳、宇佐美等に於ては本來の道床コンクリート敷から側壁又は側溝までを 150 mm 以上の厚の道床コンクリートを其の儘延長して同時に施工して居る。

以上を總合するに清水隧道に於ける設計、若しくは欽明路、吳、仙山隧道等の方法が最もよい。只清水隧道に於て兩側コンクリートと道床コンクリートとの垂直施工接目に多少の不安を貽して居るが目下の所、其の缺陷は顯はれて居ない。欽明路以下の隧道では、材料運搬に資するために別に鐵道省業務研究資料第 27 卷號外(昭和 14 年 4 月)第 3 編、第 11 章 41 節に説明するが如き施工法によつて居る。

3. コンクリート道床とバラスト道床との接續部

12. コンクリート道床とバラスト道床との接續點の位置 軌道全般を單一形式による構造とすることは、軌道工學上好しい事の一つである。併し本論に述べる所のコンクリート道床の構造は、之れを隧道内の如くに、外氣の状態の變化の僅少の所に設けて、其の効果の最も大なるものである。或は驛構内で上屋に覆はれ、直接雨露、日光に晒されない所に設けたものは、成績が良好である。此の事は、次の事項に依つて立證される。即ち全國の鐵道省のコンクリート道床を施工されて居る隧道に於て (1) コンクリート道床が、隧道の坑門口より僅に坑外迄延長されたもの⁽³⁹⁾ (2) 一方の坑門口から始り、他方の坑門口に至らないもの⁽⁴⁰⁾ (3) 一方の坑門口から、他方の坑門口迄の

(37) 第三飛鳥、鵜飼第一、荷坂、由良、小坊師、春志内、伊納。

(38) 藤倉、清水谷戸(第 1 回)。

(39) 春志内、伊納、土氣。

(40) 金山、慶徳、深澤、物見。

もの⁽⁴¹⁾ (4) 兩坑門口から或る程度の坑奥の地點以奥をコンクリート道床としたもの⁽⁴²⁾ とがある。之れ等の内、坑外地點或は坑門點からコンクリート道床を施したものと坑門附近の枕木は、孰れも外氣の乾濕の差が大きいために、膨脹或は收縮を生じて、其の周圍の道床コンクリートと肌離れしたり、又は枕木自身に干割れを生じて、軌條釘の保持力を失ふたもの等が多い。尤もこの枕木が道床コンクリートと肌離れをする他の一つの原因は、次節に説く所のものによるのであるが、周圍のコンクリートと枕木との間に明瞭に空隙を生ずるもの、其の空隙に砂又は塵芥等の填つたもの等は、全く本節の説く所の原因によるものと断定せざるを得ないのである。而かも、斯様な現象を(1)(2)及(3)の坑門口附近のコンクリート道床に多く見るのである。此の點に關し著者は隧道坑門口から、50~100 m 位の區間にはコンクリート道床を設けない方がよいと考へる。従つて其の區間は、之れをバラスト道床とすべきものと考へるのである。斯る觀點に立つときは、本論のコンクリート道床を設け得る隧道長は、少くとも200 m 以上のものであるべきである。之れを實際的に見るときは、隧道長500 m 位より以上のもので、甬めてコンクリート道床の效果を生ずるものである。鐵道省建設局に於て隧道長凡 1500 m 以上に及ぶ時は、之れにコンクリート道床を施工すべき旨規定⁽⁴³⁾したのは、即ち、其の間の消息を説明するものである。即ち之れを再言すれば、隧道延長凡 500 m 前後以上にして甬めてコンクリート道床を施工する意義を生じ、凡そ1500 m 以上に及べば、之れにコンクリート道床を施工すべきものとするのである。次に一般鐵道軌道に於ては、軌條の接目部は、其の大なる弱點であるが、コンクリート道床に於ては一層其の弱點の影響が大なるべき理由⁽⁴⁴⁾があり、又實際コンクリート道床の破壊するものゝ大多數は、軌條の接目箇所から發生する實狀である。従つて此の一大弱點をコンクリート道床とバラスト道床の接續部とを一致せしむることは嚴に之れを慎むべきである。其の軌條長に關して如何なる點をコンクリート道床と、バラスト道床との接續點とすべきかは、次節に之れを説明する。

13. 路盤コンクリート コンクリート道床とバラスト道床との境目を、列車が移行する場合に、此の接續部の一方の軌道の運動(又は軌條の波動運動)が、他方のそれに影響することは論を俟ない。(それ故に、前節に於て説明した様に、軌道の構造の單一形式が望しいのである)従つてバラスト道床による軌條の大なる波動が、コンクリート道床迄、波及する。バラスト道床に於ては此の軌條の波動は、軌條釘に依つて枕木を道床バラストから持ち上げ、再びそれを道床バラスト内に落すのである。

勿論此の時、軌道構造の各部の弛緩は免れないとしても枕木は兎も角、再び原位置に復歸するのである。然るに、此の大なる波動運動がコンクリート道床の部分に及ぶ時には、枕木は最早バラスト道床に於ける様に自由に波動運動を起す事は出来ないのであつて、枕木は道床コンクリート内に固定せられてあるのである。従つて若し枕木が、充分道床コンクリートに固定して居れば、軌條釘の保持力が、之れに負されて抜け上る。此の場合、軌條釘が犬釘であれば犬釘が抜け上るだけであるが、若し螺釘であれば、螺釘の螺山によつて、枕木の材質が痛められ枕木の壽命を短縮することになる。併し實際に於ては層々道床コンクリートが枕木を固定する力が、軌條釘の保持力に負されて枕木が道床コンクリートから脱出することがある。而かも此の場合車輪の通過毎に枕木と道床コンクリートとの

(41) 石北、伏古別、俱知安、一日市(第1回)、城山、平石、第一板谷峠、藤倉、田端、四谷御所、清水谷戸、岩富、板橋、横吹第一、梁川第一、鶴瀬、逢阪山、東山、鷺筈第一、伯耆、不動川、青谷川、神明第三、通津、祝ヶ縁、桑原、姥石、眞名尻、大島、福田、古國府。

(42) 梶加内、一日市(第2回)、第二板谷峠、第三飛鳥、小佛、小淵第一、四方津第一、大日影、荷坂、由良、小坊師、清水、欽明路、吳、仙山、宇佐美。

(43) 昭和11年2月 鐵道省建工126號 局長通牒。

(44) 軌道應力より見たるソリッド・ベッドに就て、堀越一三氏、隧道内ソリッドベッドに關する講話會記錄、昭和7年2月鐵道省建設局發行、頁4。

間に打撻作用(ハンマリング・アクション)を惹起し、其の周囲の道床コンクリートを破壊し尙其の影響を更にコンクリート道床區間内に進捗せしめる傾向がある。以上は決して概念的の説明ではなくつて特種の實例を擧げるよりも、寧ろ舊來のコンクリート道床の大多數の實狀が、そうであることを指摘し得るのである。茲に於て、著者は此のコンクリート道床とバラスト道床との間に緩衝軌道帯を設けて、列車移行の際の軌道の波狀運動の影響を緩和することを圖つたのである、此の際同時に前節に述べた軌條の接目の位置も考慮に採ることにし、先づ之れを欽明路、吳、仙山、宇佐美の諸隧道に試みたのである。

欽明路隧道の使用標準軌條は長さ 25 m の P.S. 50 kg 軌條である。依つて其の 1 本の軌條長の中央をコンクリート道床とバラスト道床との境界點とし、バラスト道床區間に突き出て居る軌條の半長即ち 12.5 m の中、コンクリート道床の區間に連接する 10 m の區間には、施工基面以下に厚 170 mm、幅 2720 mm の稍中凹味の扁平斷面を持つ路盤コンクリート 1:3:6 を設けて、之れに道床バラストを撒布した。⁽⁴⁵⁾

仙山隧道に於ての使用標準軌條は、長さ 25 m の 37 kg、軌條である。本隧道に於ては、次章に説明する如くに略々コンクリート道床區間の全長に涉つて、軌條の熔接を試みたのであるが、コンクリート道床區間の終端に近い箇所では外氣の變差の大きい事を考へて、之れに普通接目鋸に依る接目を使用したのである。そこで此のコンクリート道床とバラスト道床との區間の緩衝軌道帯として、先づ 1 本の軌條長を約 3 等分し、之れ等兩區間の境界點を軌條の 1 端(コンクリート道床方)から約 1/3 長(9.8 m)の點とし、之れに連接する約 1/3 長(8.2 m)の區間を路盤コンクリート區間として施工基面以上にバラストを撒布し、残りの約 1/3 長(7.0 m)を純然たる普通のバラスト道床區間とし、列車が移行する際に自然に軟い軌道から固き軌道に遷る様にした。而かも普通のバラスト道床と路盤コンクリートを用ひたバラスト道床區間と、及路盤コンクリートを用ひたバラスト道床區間とコンクリート道床區間との 2 つの境界點と軌條接目との配置とを合理的に均分するに努めた。此の路盤コンクリートは欽明路隧道に於けるものと略々同形で、施工基面以下に設け、其の厚さ同じく 170 mm、幅は稍々之れを變へて 2640 mm とし稍々中凹味の扁平斷面を持つ路盤コンクリート 1:3:6 としたのである。

宇佐美隧道の使用標準軌條は亦長さ 25 m の P.S. 50 kg 軌條を熔接したものであるが、同様の主旨を此所では更に強調したもので、之れ等の緩衝軌道帯を 2 本の軌條長の間に関涉させた。即ち第一の軌條の長さの中央をコンクリート道床區間と路盤コンクリートの(中央排水溝を残して、施工基面と抑拱との間を全部路盤コンクリート 1:3:6 で填充したもの)バラスト道床區間との境界點とし、之れに連接する第二の軌條の長さの中央を、此の路盤コンクリートのバラスト道床區間と、普通バラスト道床區間(但し仰拱付)との境界點とした。最近施行しやうとして居る名雨隧道に於けるコンクリート道床に於ても亦此の宇佐美隧道と同様の方式による事に決定したのである。以上此の種の方式は、其の後孰れも極めて好成绩であつて、更に廣き應用範圍を喚起しつつある。路盤コンクリートを施したバラスト道床の緩衝軌道帯を設けることの今一つの利點はコンクリート道床の中央排水溝の取付け關係で、之れと隣接する地盤を弱めることを防止するに役立つたのである。⁽⁴⁶⁾

4. コンクリート道床用の軌條及其の附屬品

14. 概 説 本論に於てのコンクリート道床に使用する軌條及其の附屬品は、總て現行鐵道省標準規格品を基礎として論ずる所のものであつて、若し之れを、之れ等の規格品から離れ、自由の立場に於て、其の理想的形狀品質

(45) 岩徳線欽明路隧道コンクリート道床工事報告、佐藤周一郎、土木學會誌第 21 卷第 3 號 昭和 10 年 3 月頁 365。

(46) 隧道内コンクリート道床設計施工標準注意書説明第 2 章第 15 條参照。

のものを使用するに於ては、コンクリート道床の性能も理想的に發揮し得ることは、論を俟たない。

只本論に於て敘上の規格品に最小の加工又は工夫を以て、本コンクリート道床に適合せしめる様に努めた。

之れは軌道が尙全般にはバラスト道床区間である實狀に則して成るべく軌道材料の準備及補給の上に便利を得ようとする考へに他ならない。併し、一般普通の軌道の規格品以外に僅少の準備品を敢て用ひた事は勿論である。

15. 軌條 前節に述べた所に依つて、軌條は現行鐵道省標準の長さ 20 m 又は 25 m、0 kg (第 3 種)、37 kg, P.S. 50 kg 軌條を使用する事にする。

コンクリート道床に於ては、枕木の壽命を延長する事に努力すべき事が肝要である事は、既に本論 1 章に於て述べた所である。此の意味に於て、軌條更換も、亦一つの枕木毀損の原因であるから、成るべく、之れを少くすべきことに努むべきは、當然である。従つて、コンクリート道床に於ては、其の使用軌條を當該線路等級に應ずるものよりも、一層上級の軌條を使用した方がよいのである。従つて「隧道内コンクリート道床の設計施工標準注意書」に於て述べた様に、鐵道省に於けるコンクリート道床に於ては、當該線路等級に應ずる軌條よりも 1 級上級のものを使用することにしたのである (表-10)。

以上の内、甲線に於ては、現行規定に於て、P.S. 50 kg 軌條以上のものが存在しないために、已むを得ず現行規定そのままのものを踏襲することにしたのである。若し更に断面の大なる軌條が、規格として制定される時には、

それによることを望むのである。併し以上は、建設費と保線費との個別的經濟の妥協的提案の一つであつて、現行規格軌條によつて軌道工費の總合的經濟觀點に立つ時は寧ろ甲、乙、丙線共 P.S. 50 kg 軌條を使用することとし、枕木の壽命を、極度に延長することを得策とするのである。

16. 軌條接目鋸 軌條接目鋸も、現行鐵道省標準規格品に於ては、P.S. 50 kg 軌條用のものは、短冊形のものであり、37 kg、及 30 kg (第 3 種) 軌條用のものは、切欠付きの山形のものである。然るに、本論 1 章の 4 節に述べた通り、接目枕木間の道床コンクリートの幅の狭い事と、接目枕木に與ふる通過車輪の衝撃とに依つて、接目枕木は他の中間枕木よりも過大の負擔を受け、より不安定な位置にあるのである。此の際、37 kg、又は 30 kg (第 3 種) 軌條用の現行鐵道省規格の接目鋸を其のまま使用する時は、軌條釘は當然その切欠に打込まれる事になる、そこで軌條が匱進するものとすれば、接目枕木は前記負擔の他に、更に軌條の匱進の力を受け、一層その不安定の度を増し、接目部分のコンクリート道床の破壊の原因となるのである。而して、敘上の事項も決して單なる机上の臆斷ではなく、實際從來の各コンクリート道床に於て隨所に其の實例を見る所である。例へば一定方向の軌條の匱進に對し、各接目鋸の切欠に打ち込まれた軌條釘が、全部一方

表-10. コンクリート道床に於ける標準使用軌條

線路等級	標準使用軌條 (kg)			
	甲線	乙線	丙簡	簡易線
現行普通道床用規定	P.S. 50	37	30	30(古)
本コンクリート道床用	P.S. 50	P.S. 50	37	30

圖-24. 軌條釘の曲りと挟木 (第二板谷峠隧道内)



側に押付けられ、曲げられ、甚しいものは枕木に割裂⁽⁴⁷⁾を與へ、更に接目枕木間の道床コンクリートを剪断破壊するものさへあるのである。

以上の事實に依り、著者は 37 kg、又は 30 kg (第 3 種) 軌條用標準接目鉋を使用する場合には、其の接目鉋の切欠けを初めから製作しない様に準備することを提言したのである。此の提言は僅の手續によつて實行の極めて簡單のものと信ずるものである。現に仙山隧道で軌條溶接の決定の前に此の種の接目鉋を支障なく準備し得たのである。之れによつて「隧道内コンクリート道床の設計、施工標準注意書」の第 4 章、第 32 條前段の規定を定めたのである。

17. タイプレート P.S. 50 kg, 37 kg, 及 30 kg (第 3 種) 軌條用の鐵道省標準タイプレートの底面積の大きさがコンクリート道床用として適するか否かに就ての吟味は著者の隧道内のコンクリート道床の設計と施工に就て(鐵道省業務研究資料第 27 巻號外) 附録第 4 章に之れを記述した。

而して本論のコンクリート道床に於ては、繰返して述べた通り、枕木の耐久力を強めることを肝要とするためにも、又枕木に作用する軌條壓力の大なる點からも、タイプレートの必要なことは勿論である。

然るに著者の觀る所を以てすれば従來、此のタイプレートの使用法に大なる誤りを横行しつつあつたものゝ様である。それは、此のタイプレートが軌條と枕木との間にあつて、常に上下に跳動し、又軌條釘の徑とタイプレートの釘孔の内徑との間の遊間のために、タイプレートが僅ながら水平にも旋回し得る様に構造せられ居る點である。此の爲めに、多くのタイプレートが軌條に對して斜に傾いて居ることは、少しく軌道の實狀を知つてゐる者の、等しく認める所である。其の結果通過車輛に依つてタイプレートが枕木に打樁作用を繰返す、其の時、枕木とタイプレートとの間に砂又は塵芥が介入し、その上枕木が濕氣を帯びて其の表面が軟質となつてゐた場合等では、タイプレートの上からの軌條の打樁作用は、そのままタイプレートが枕木に與える打樁作用となつて、其所に介入した砂粒等によつて、磨摺作用を起し、枕木の木纖維を切斷し、忽ちにして、枕木に喰込みを生ずることになるのである。

此の現象は、其れがバラスト道床である場合にも、勿論有害な結果を齎すのであるが、道床バラストの緩衝作用により、又枕木自身の上下波動によつて、幾分緩和される所がある。然るに、コンクリート道床にあつては、枕木は全く道床コンクリートに固定されてゐるから、前記打樁作用に依つて、枕木の喰込みは一層の激しさを加へ、枕木の喰込みを増大する。従來のコンクリート道床に於て、枕木が喰込まれ、抜木によつて、軌條の高低整正作業を頻繁にすることに苦しめられた原因は、全く此所にある。

之れに依つて、著者はコンクリート道床に於てはタイプレートを、絶対に、枕木に緊定せしむることを主張するものである。

其の方法としては、軌條釘と別箇にタイプレートを枕木に固定する方法を講ずるもよい、或は次節に述べるが如くに、タイプレートに簡單なる加工をするとか、之れに添加物を付けるとか、又は根本的にコンクリート道床用の特種タイプレートを作るとかすればよいのである。但し枕木に餘分の損傷を與へる方法(例へば最初に述べた様に別箇の釘孔を作る様な方法)は成るべく之れを避けるやうにしたいのである。

兎も角、敘上孰れかの方法が講ぜられると、タイプレートは最早枕木に固く緊定され、其れ等の間に砂又は塵芥の介入する餘地がなく、タイプレートの上からの軌條の打樁作用も磨摺作用を起すに至らないから枕木の喰込みを減殺することが出来る。

次に、37 kg、又は 30 kg (第 3 種) 軌條用の鐵道省標準接目鉋の切欠けを除いた場合には、之れに相當するタイ

(47) 通津、桑原、眞名尻等

プレートの釘孔は之れに應じて、變へる必要がある。之れに關しては「隧道内コンクリート道床設計施工標準注意書」附圖第 2 に之れを圖解してある。

次にタイプレートの底部に突起を有するものを使用した所がある。⁽⁴⁸⁾ 之れは若し何かの原因でタイプレートを更換する場合にも、又已むを得ない場合は、抜木を挿入する場合にも、此の種のもは極めて不便であり、又枕木を損傷する惧があるので、コンクリート道床に於ては、之れを使用しない事としたいのである。

18. 軌條釘 コンクリート道床に於て、枕木をコンクリートに固定した場合に、軌條は通過列車に依つて反彎曲をなし、軌條釘を引き抜かうとする作用をする。此の時の軌條釘に作用する力は車輪荷重の 7 割 5 分にも及び得る。⁽⁴⁹⁾

然るに實際上、軌條釘は之れよりも小なる力で抜け出すことは實驗の示す所である。⁽⁵⁰⁾

従つて、コンクリート道床に於ては、軌條釘を軌條脚部に緊密に固定して置いても、必ず或る程度迄脱出するものである。此の事は最近迄吾國一般の軌道技術者に依つて等閑視されて居つた事であつたが、一度著者の此事を指摘するに及んで、今日之れを否定するものは一人もない様になつたのである。昭和 9 年 7 月 12 日、著者が東北本線一日市隧道を視察した時のことである。同隧道は 10.058 m、37 kg 軌條に平板タイプレートをを用ひ 37 kg 軌條用犬釘を以て締結したものであつた。同所に於ては著者の視察に先立つて同月 5 日左右軌條の振替を行ひ、犬釘を打直し軌條脚を完全に締めて、其の間に寸毫の間隙をも残さない事に努めたのであつた、然るに視察當日之れを見るに、總ての犬釘頭の顎は軌條脚を離れ、約 1.5 mm、均等に抜け上つて居つた事を發見し、同所の軌道担当者も齊しく此の事實を承認したのであつた。

又岩富隧道のコンクリート道床に於ては、最初螺釘を用ひて軌條を緊密に締結した所が、各所に枕木の浮動又は周圍コンクリートの破壊を伴ふので、螺釘を全部犬釘に改めて、始めて安定を得たとの事であつた。

此れ等 2 つの事實に依つても著者の所信は證據付けられる。即ち一日市隧道の場合には前に述べた通り 7 日以前に緊密に犬釘を締結したのであるが、犬釘は軌條の波狀運動に依つて脱出したのであつて、其の犬釘の脱出の結果、前節に述べた通り、タイプレートの浮動を促進し、枕木の喰込みの重大原因を作ることとなるのである、第 2 に岩富隧道のコンクリート道床に於けるものは、偶枕木と道床コンクリートとの附着力に缺くる所があつて、螺釘の保持力が比較的大きかつた爲めに、枕木が脱出して其の危害を周圍の道床コンクリートに及ぼしたのである。岩富隧道では其の後、螺釘を犬釘に替えた所が、コンクリート道床が安定を得たと云ふことであつた。併し、之れは犬釘の保持力が比較的少いために、犬釘自身が脱出して、枕木が道床コンクリートから脱出する事又は之れに依つて周圍の道床コンクリートを破壊する事から免れたのである。此の場合タイプレートの浮動又は跳動による枕木の喰込みを生ずることは勿論である。故にコンクリート道床に於ては、軌條脚をタイプレートに固定する事は、絶対に之れを避けねばならないのである。

即ち軌條には、タイプレートの上にあつて軌條釘に緊縛されることがなく幾分、自由に浮上り得る餘地を與へなければならぬのである。而してコンクリート道床に於て、軌條がタイプレート上から自由に浮上る量は使用軌條の種別、枕木の配置に於ける中心間隔と、通過車輛とに依つて定まるもので、其の最大なる場合を想定しても中間枕木上で約 1.4 mm、接目枕木上で約 2.0 mm の程度のものである。⁽⁵¹⁾

(48) 金山隧道の最初のものその他。

(49) 「コンクリート道床の 1 考察」第 3 章第 4 節、著者。

(50) 同上第 3 章 5 節第 8 回改良講演會記録、鐵道省工務局、昭和 12 年 3 月。

(51) 「コンクリート道床の 1 考察」第 3 章第 2 及 3 節、著者。

従つて、コンクリート道床に於て、枕木上で軌條が浮上り、其のための影響を軌條釘又は枕木に與へないためには、其の浮上りの餘裕を凡 1.5 mm 位にとれば充分である。此の事は著者の主張を容れ清水隧道に於て始めて之れを實施して以來、上野停車場旅客列車發着線、秋葉原驛(御茶ノ水、兩國線、上下乗降場線)にも之れを實施した。其の後、欽明路、仙山、宇佐美の諸隧道にも試み、實際に於て此の 1.5 mm の浮上遊間の量は適當であり、又之れを實施したために何等の障害も起らなかつたのである。依つて今後も此の軌條の自由浮上りに餘裕を與へることとする。斯の様にタイプレートを枕木に密着緊結することと軌條に一定の自由浮上りの餘裕を與へる事の 2 個の目的を 1 本の軌條釘で果すためには大釘よりも螺釘が良い。それ故コンクリート道床用の標準軌條釘としては、螺釘を用ふる事とする。現行鐵道省のものでは、37 kg、30 kg 軌條用の標準螺釘がないから P.S. 50 kg 軌條用のものを一時使用することにする。

清水、欽明路、仙山及宇佐美の諸隧道に於ては、孰れも螺釘を用ひ、後に説明する方法によつて、タイプレートを枕木に密着固定させ、而かも軌條脚と螺釘頭の顎下との間に、所定の遊間を與へる方法を用ひたのである。従つてタイプレートの跳動も螺釘や枕木の脱出も枕木周囲のコンクリートの破壊も全くその跡を斷つたのである。然るに石北、物見、吳の諸隧道に於ては、螺釘の代りに普通の通りの大釘を用ひ、只大釘頭の顎下と軌條脚との間には約 1.5 mm の遊間を置く様に手加減して釘打ちを行つたのである。従つてタイプレートの跳動は何等之れを防止する途は講じてない事と、普通バラスト道床に馴れ、普通の軌道整備心得を遵守するに馴れてゐる當該區間の擔當保線従事員は、動もすれば此の遊間を存置することを無視して、大釘を軌條に緊締するのである。

軌條釘が脱出する場合に、若し其の軌條釘が大釘であつた場合には以上説明した如くに、只脱出しタイプレートと固定性を失ふだけであるが、若し其れが螺釘の場合であると、螺釘の螺山は比較的小さいものであるから枕木の材質を損傷し、枕木の釘孔を擴大し、軌條釘が其の保持力を失ふと同時に、其の釘孔は全く再用を不可能ならしめ、遂に枕木の耐久力に重大なる影響を與ふる結果となるのである。

次に、清水、欽明路、仙山、宇佐美の隧道で行はれた、螺釘に依るタイプレート固定法は螺釘の鏝とタイプレートとの間に之れ等に密着する様なワッシャーを入れ、螺釘を捻込む時、同時に此のワッシャーを締付けることによつて、タイプレートは全く枕木に緊縛され、而かも軌條に對しては、其の所定の浮上り餘裕を具へる仕組みのものである。(52)

之れ等のワッシャーは、之れをタイプレートに豫め熔接するか又は之れをタイプレートの一部とする様なコンクリート道床用特種タイプレートを製作すれば一層取扱ひに便利である。

軌條の接目部分に就ては、上記の事項が一層必要なことは既に説明した所である。37 kg、又は 30 kg (第 3 種) 軌條用の鐵道省標準接目鋸を使用する場合は、軌條釘の頭部は此れ等の接目鋸を抑へる事になり、其の軌條浮上り遊間は接目鋸と軌條釘頭の顎下との間に與へる。此の時のワッシャーは其れに相當する丈の高い特種寸法のものを必要とすることは勿論である。

前記ワッシャー又は特種タイプレート等の設計並に製作に當つては、特に其の寸法を正確に仕上げることを指定しなければならぬ。實際上注文品の 30 パーセント以上を不合格品として之れを廢棄するの已むを得ざるに至つた實例があるのである。

19. 軌條の匱進止め 軌條の匱進に就ては、未だ適當なる定説がなく、其の匱進力の算定に就ても、何等據るべ

(52) 上越線清水隧道コンクリート道床工事報告、参照 鐵道省東京建設事務所發行、昭和 6 年 12 月。及岩徳線、欽明路隧道コンクリート道床工事報告、佐藤周一郎 土木學會誌第 21 卷、第 3 號昭和 10 年 3 月。

き基礎的理論がない。但しコンクリート道床に於ては、枕木が道床コンクリートに固定されてあるから軌道構造全體としての匱進は有り得ない。

併し軌條は前述の如くにタイププレートの上に浮動して居るのであるから、軌條それ自身の匱進は却つて起り易いのである。併し、此の軌條の匱進を防止する手段として従來コンクリート道床に匱進止めを裝備した所は極めて尠く、一般には軌條接目部の山型接目鉋の切缺けに軌條釘を打込んだもので軌條の匱進を防止したのであつた。之れに關しては 4 章の 16 節に既に述べた通り、斯様な方法は採用しない方がよいのである。

その他、山型接目鉋を 150 mm 位の長さに切り、中間枕木上（多くの實例は凡そ 10 m 軌條の長さの中央に 1ヶ所）の軌條の腹部にボルトで取付けそれに切缺けを附して、其の部に軌條釘を打込んで軌條の接目部の接目鉋の切缺けに打込んだ軌條釘の匱進防止力を補足して居るものもある。併し、軌條脚部と枕木側面とに取付けた戸畑型又は住友型式のものを裝備することが良策と思ふ。匱進止め 裝備箇所を軌條の中央に又は軌條の接目部に集中すべきか、又は均等に分散すべきかは、其のバラスト道床に於ては定説がない様であるが、コンクリート道床に於ては成るべく均等に分散すべきものと思ふ。之れはコンクリート道床に於ては、斯様な匱進止めを裝備する箇所では枕木の側面に、之れを取付け取外しに必要だけの空所をつくるため、豫めそれだけ道床コンクリート面に凹味を付けて置かねばならない。之れはコンクリート道床の一つの弱點となり得る、この様な弱點を一所に集中せしむることは、軌道の構造上良くないからである。次に匱進止めを接目枕木に取付けたものもある。清水、欽明路隧道に於ても同様のことを行つたのであるが、接目鉋の切缺けに軌條釘を打込むことを避けると同様の理由に依つて、接目枕木には、之れを取付けない方がよい。従つて仙山、及宇佐美隧道に於ては、斯かる方法は用ひないで、第一及第二接目枕木以外に純然たる中間枕木に匱進止めを分散均等に取付けることにした。

コンクリート道床用匱進止めは、其の取付け、取外しのための道床コンクリート面の凹味を出來得る限り淺くして、而かも所期の目的を達するものを選ぶ必要がある。此の意味に於て戸畑型の形を少しく小さくし、之れを左右軌條用のものを 1 組としてそれぞれ對稱形のものを製作せしめた⁽⁵³⁾。之れは道床コンクリートの排水勾配面が左右軌條下に於て對稱となつて居ることから、各勾配の下側に匱進止めの枕木に衝る面を垂下する事に依つて、道床コンクリート面の凹味を幾分なりとも、尠くし得たのである。

但し匱進止めにして、斯の様に左右對稱形のものを 1 組とするものは、未だ他に見ないものと信ずるのである。此の形は、軌道構造上から見れば、實にコンクリート道床區間に限ることなく、バラスト道床にも好適のものである。

次に、實際上従來のコンクリート道床に於ける匱進量に就ては、餘り顯著のものは尠いのである。併し、清水、欽明路、仙山、の隧道に於ては本論主張の通り、軌條に浮動性を與へた設計であるので、其の後の経過に就ては充分の注意を要するものである。

一般にコンクリート道床區間の中央近くに勾配の頂點を持つ場合には、其の匱進量も餘り大ではない様である⁽⁵⁴⁾。

然るに、茲に、欽明路隧道は偶々長區間の片勾配で、コンクリート道床區間が、此の片勾配の頂點寄にあるために、其の匱進量も極めて大きく、又其の現象にも極めて特異なものがあつたのである。

本論では、此の匱進に就て述べるのではないから、只其の現象の概略を記述して、之れに對して取つた對策と結果と、及今後の方針に就て論ずれば足る。

(53) 外山式對稱型アンテクリーパー

(54) 清水、石北及仙山隧道には匱進は餘り見られない

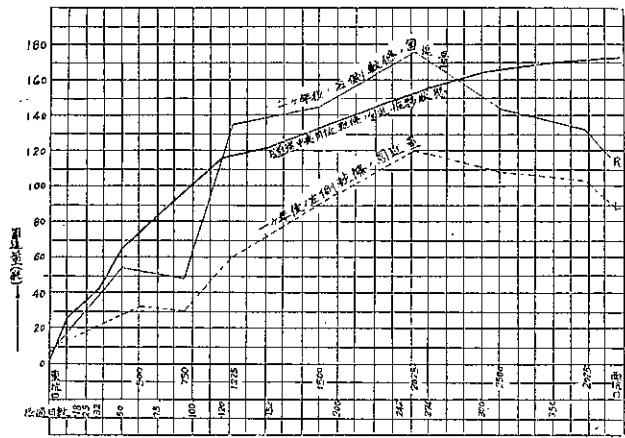
欽明路隧道は山陽本線の單線隧道であつて、昭和 9 年 12 月 1 日の開通である。其の神戸方坑外凡そ 2.460 m の地點から、下關方に向つて上り 10% の勾配で、其のまゝ隧道區間 3117 m を貫いて同一上りの片勾配であつて、下關方坑口を勾配頂點とし、同所から下關方に向つて再び相當長の 10% の下り勾配となつて居る。

初め、軌條の匱進の方向を神戸方に向ふものとして 25 m, P.S. 50 kg 軌條 1 本當り 10 箇所散在式に住友型匱進止めを装置した。之れは軌通が單線であり、通過荷重も勾配を下るもの(上り列車)の方が大であり運轉列車の速度も勾配を下るものの方が大であつて、且つ其の速度制限の關係から、屢々制動運轉をするものとの想定によつたのである。開業後も實際の運轉状態は此の想定通りであつたのであるが、軌條の匱進の方向は全く豫想を裏切つて勾配を上る方向に向つて起つたのである。

(此の原因に對する見解は暫く措いて茲では論じない)而して、此の現象は開業に先立つて行つた約 2 ヶ月間の試運轉期間に於て、既に顯著に見られたのである。之れに就ては開業後速時匱進止めの付替方策を建てたのであるが本區間の保線擔當者は大いに之れに興味を持ち、1 ヶ年其の匱進をあるがまゝにして之を視守つたのである。其の結果は圖-25 の如くになつた。

此の 1 ヶ年、匱進止めにも手を付けず、只其の匱進に委せた結果、匱進止めは道床コンクリートの面を削り(道床コンクリートに

圖-25. 欽明路隧道内 1 箇年間の軌條の匱進路



は少しの龜裂も發生せず) 其の移動量は遂に 180 mm にも及び、約半年で接目枕木に取付けた匱進止めは反對の方向に移動し隣接の枕木に接するに至つた(約 130 mm の匱進をした)。斯様にして同保線擔當者は滿 1 ヶ年の経過を見て、匱進止めを全部實際匱進に對する方向に付替を行つた。以來 3 ヶ年、匱進は全く已むに至つたのであるが、各匱進止めは充分に枕木に密着し稍喰込まんとする傾がある程働いて居る。

此の事に依つて、欽明路隧道の如くに長い片勾配線にあつて、而かも甚しく匱進する區間にあつても、25 m 軌條 1 本當り 10 箇の匱進止めを使用すれば充分足りて居ることが明となつた。仙山隧道及宇佐美隧道では共に約その中央に勾配頂點を持つ隧道であるが、匱進方向の不定と兩隧道共、コンクリート道床の全區間に涉つて軌條の熔接を行つたため、夏冬の外氣の温度の差による外方軌條の移動の影響を慮ひ次の如くした。

仙山隧道は、其の約中央部を頂點とし、仙臺方は 3%、山形方は 5% の勾配である。従つて 25 m 軌條 1 本當り勾配下り方向に匱進するものに対して 6 箇、反對方向に向ふものに対して 4 箇の匱進止め取付け箇所の凹味を、道床コンクリート面に設けた。

宇佐美隧道の勾配頂點からの兩勾配は熱海方に 14%、伊東方に 3% である。14% の勾配區間では 25 m 軌條 1 本當り、勾配下り方面に向ふものに対して 10 箇、反對方向に向ふものに対して 6 箇、3% の勾配區間では、仙山隧道に於けると同様にして、豫め之れ等の兩方向の匱進に對しての匱進止めの取付け箇所の凹味を道床コンクリート面に設けた。

之れによつて現場保線擔當者は温度又は運轉による軌條匱進方向を究めて容易に其の取付替を行ふことが出來

得る様にしたのである。

20. 軌條の接目遊間及其の熔接 軌條整備心得に依る時は、隧道内に於ける軌條の接目遊間は 2mm を置くことになつて居る⁽⁵⁵⁾。然るに、コンクリート道床に於ては、軌條面の不陸を特に抄くすることに努むべきことは、屢々之れを述べた所であり、又コンクリート道床破壊の大多數が、接目枕木附近から發生する事實に鑑み、軌條接目部分の遊間を出來得る限り抄くすることが必要である。

而して、長大隧道の温度の差は、實則の結果、極めて小である事が明となつた。例へば、欽明路隧道に於て其の後、温度の變化を自記寒暖計によつて測定したものは表-11 の通りである。

表-11. 欽明路隧道内 1 日中の氣温差の一例

外 氣	東口より 100 m	東口より 200 m	東口より 500 m	西口より 500 m	西口より 200 m	西口より 100 m
13°C	2.5°C	0°C	0°C	0°C	1.5°C	2.5°C

又石北隧道の冬季の 1 日の最高最低氣温及温差の一例として昭和 7 年 12 月 20 日より 23 日迄 4 日間の觀測の結果は表-12 の通りである。

尙又、清水、笹子、泉越の隧道内氣温變化を、各坑口からの距離に就て求めたものは表-13 の通りである。

以上の表の中、特に表-13 から、1 年間を通じての隧道内の温度の差は、坑口から 200 m 以奥では、27°C を

表-12. 石北隧道 冬季 1 日の最高、最低氣温及氣温差

位 置		上越方坑口	上越方口より 875 m 第一堅坑下	上越方口より 1500 m	上越方口より 2329 m	奥白瀧方口より 1412 m 第二堅坑下	奥白瀧方坑口
7-12-20	最高低 温度差	1° -3° 4°	5° 5° 0°	7° 6° 1°	7° 6° 1°	5° 3° 2°	4° -5° 9°
21	最高低 温度差	-6° -12° 6°	7° -1° 8°	— 6°	12° 6° 6°	9° 5° 4°	0° -9° 9°
22	最高低 温度差	-6° -12° 6°	3° -3° 6°	8° 3° 5°	8° 5° 3°	12° 5° 7°	4° -7° 11°
23	最高低 温度差	-7° -11° 4°	2° -2° 4°	10° 4° 6°	9° 7° 2°	9° 8° 1°	3° -9° 12°

表-13. 清水、笹子及泉越隧道内の氣温變化

隧 道 名	入 口			100 m			200 m			300 m			500 m			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
清水	土合口	35.5	10	32.2	31.0	14.0	26.3	27.0	13.0	22.7	24.5	11.0	20.8	30.0	8.5	17.2
	土樽口	31.0	6	29.0	27.0	6.0	25.0	23.0	5.5	21.2	22.0	4.0	20.7	20.0	3.0	19.0
笹子	笹子口	31.0	14.0	26.3	26.5	11.0	22.8	22.0	9.0	19.0	20.0	7.5	17.5	17.0	5.5	15.3
	初鹿野口	30.5	13.0	26.2	28.0	11.5	24.2	26.0	9.0	23.0	24.5	7.5	22.0	22.0	5.5	20.2
泉越	湯河原口	27.0	8.0	24.4	23.5	7.0	21.2	20.2	6.0	18.2	20.0	7.0	17.7	18.5	4.5	17.0
	熱海口	28.5	9.5	25.3	23.5	6.0	21.5	21.8	4.5	20.3	19.8	4.0	18.5	16.5	2.5	15.7

A. 1 年間に於ける氣温變化 B. 最低氣温に於ける 1 日の氣温變化

C. 軌條敷設時に於ける氣温と夏期最高氣温との差

軌條敷設時の氣温は B に示すものの 1/3 だけ最低氣温より高きものと假定す

(55) 鐵道省軌道整備心得第 32 條

超過するものがない。

故に若し軌條敷設の時を最低又は最高気温の時を避けるならば、其の1年間の温度の差を22°C又は19°C以下にすることは、左程困難の事ではない。

然るに、碎石道床の區間で軌條敷設時の温度との最大気温差が1年間を通じてP.S. 50 kg 軌條區間で22°C、37 kg、及30 kg 軌條區間で19°C以下であれば、軌條は無制限に無接目として敷設し得ることが證明されて居る(56)。

即ち長大隧道内では現行鐵道省軌道整備心得の第32條に示す條項(温度差の多い隧道では軌條の遊間を2mmとすべきこと)は訂正さるべきものである。況や、長大隧道内のコンクリート道床に於ては、軌條の接目は直接目又は熔接接目として差支へがないのである。欽明踏隧道のコンクリート道床では、軌條遊間を有として敷設した(これは後に匍進と軌條の時效短縮とで閉眼した)。仙山隧道のコンクリート道床では、隧道内の中間信號場區間を除いて、其の前後殆ど隧道全長に涉つて、軌條の熔接を斷行した。其の最長1本の軌條長約4150m、實に世界に於ける、無接目軌條長の最長の記録である。

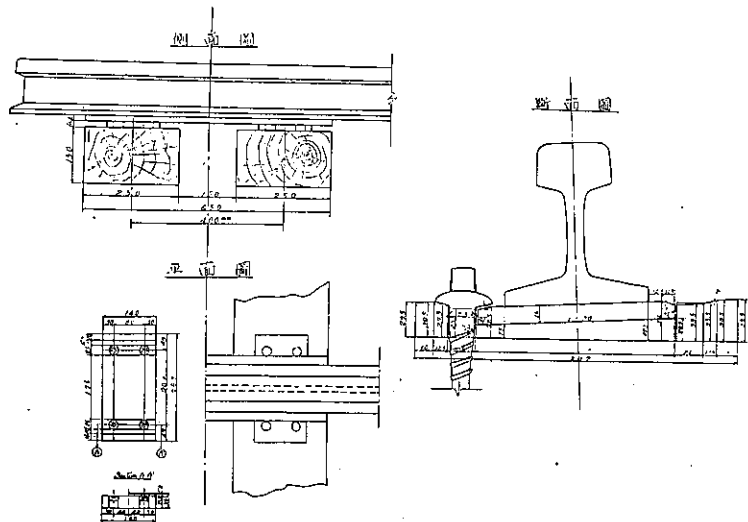
仙山隧道の熔接はコンクリート道床、仙臺方始點から第一の軌條接目を普通接目鉸による接目とし第二の軌條接目を熔接接目とし、再び第三の軌條接目を普通接目鉸による接目とし、第四接目、及それより以奥の軌條接目を隧道内の信號場迄全部熔接した。此の區間の熔接は、壓縮鍛接式テルミット法により、同信號場、區間の終りから山形より約500mのコンクリート道床區間では、軌條端を20mm離し、其の間を電弧熔接に依つて盛金したものである。山形寄コンクリート道床終端近くの熔接々目の配置は仙臺寄、始端と同様である。

テルミット法によつたものは、壓縮鍛接により1熔接毎に約5mm位づつ軌條長の短縮を見たのである。電弧熔接によつたものは敘上の方法により1熔接毎に20mmづつ軌條長の延伸があつたのである。

本設計に於ては、世界最初の試みであり、且つ又萬一熔接々目の破損することを慮つて、普通の接目鉸による場合と同様の枕木の配置を行つた。

圖-26. 宇佐美隧道の軌條熔接箇所のタイプレート及ソールプレート其他

宇佐美隧道に於ては、コンクリート道床區間の全部の軌條接目、及其の前後バラスト道床區間の各4箇所の軌條接目を熔接した。此の熔接は鐵道省濱松工場島村技師によつて、圖-26の如き特種タイプレート及ソールプレートを設計製作された。之れは衝合せ軌條頭端の合端をV字形に截斷し、此の部を電弧熔接し、更に400mm長のソールプレートと軌條脚の兩側との間を5回位に涉つて電弧熔接したものである。此の場合にも、この接目部の枕木の配置は、萬



(56) 無接目軌條使用の可能性 星野陽一 鐵道省業務研究資料第26巻第4號,昭和13年2月25日

一を慮つて普通の接目鉋を使用した場合の枕木の配置とした。

仙山隧道と宇佐美隧道とは、共に電気運轉區間であつて、軌條の接目熔接に依つて、電気ボンディングを省略することを得た。

以上隧道内のコンクリート道床に於て熔接接目軌條を敷設することは、其の温度の差の埒き事と、軌條接目の平滑運動と、それによるコンクリート道床の安全度と相俟つて、其の効果が頗る顯著なものがある。

5. コンクリート道床の清掃設備

21. 概説 コンクリート道床は、バラスト道床よりも、その道床を清掃するに便利であることが、其の一つの特徴であることは既に述べた所である。

然るに、一般コンクリート道床に於て、此の清掃を勵行する所が頗る埒い事は、否定することの出来ない實状である。昭和 15 年 6 月 21 日付け工務局（保、改、9）業務資料にも「全国のコンクリート道床の清掃状態を調査した所、年間 1 又は 2 回に過ぎない所が多い。回数之最も多い所でも月に 1 回程度である」とされて居る。著者の見る所を以てすれば、月 1 回の清掃を勵行して居る所は、殆ど無いと云ふ方が實情に則して居ると思ふ。

従つてコンクリート道床の設計に於ては、此の清掃作業を最も簡易になし得る様にして置くことが必要である。

22. 清掃設備 現在行はれて居る清掃法は概ね、中央排水溝の水を各所に堰上げ、竹箒を以てして居る。土砂塵芥は、一度中央排水溝に落ち、之れを流れと共に押し流し、側壁マンホールの箇所へ一時擲ひ上げ、列車運轉の合ひ間に、トロリーに依つて之れを坑外に搬出するのである。

然るに、以上の作業に於て、勾配頂點附近には偶々中央排水溝には流下する湧漏水のない場合が多い。そうすると其の區間の掃除は兎角怠り勝ちになる。

仙山隧道に於ては、隧道の約中央の區間には湧漏水がない。偶々勾配頂點から約 1000 m 仙臺寄に相當壓力ある湧水箇所があるので、一旦、之れを覆工の起拱線迄上げて、此所に溜柵をつくり、徑 100 mm の鐵管に依つて、隧道の勾配の頂點迄送水し、之れを仙臺及山形側兩方面の中央排水溝及側溝に、任意に分水し得る様にしたのである。

又宇佐美隧道に於ては小型電動ポンプを据付けコンクリート道床の側壁に送水管を設け、各所に水栓を設け、ホースにより壓力のある水で随時之れを清掃し得る様にしたのである（都市に於ける停車場溝内では、水道の配管が簡單であるから簡易に目的を達し得る）。

次に清掃の際、土砂、塵芥を中央排水溝に落すのであるが、往々にしてそのままに放置されて居り、中央排水溝の疏通を害ひ、時には枕木を水浸して居るものを見るのである。之れは孰れも、好しくない事である。依つて、中形及大形マンホールの前の中央排水溝底を長 1200 mm 深 400 mm 位幅は排水溝全幅の溜柵を設けて、此所迄中央排水溝の底を浚ひ乍ら土砂塵芥を流して來て此所で鏟で擲ひ上げ、一時マンホール内に置く様にしたい。以上の設備は仙山、及宇佐美兩隧道に之れを設けたのである。

コンクリート道床で水洗滌をよく行へば、隧道内は常に清潔に保たれ、軌條及其の附屬品の腐蝕を埒くし、軌道の各部又は軌條其の他の軌道材料の些細の故障も直ちに發見することが出來、軌道の安全度を高めることが埒くないのであつて、之れは決して輕々に取扱はれる問題ではない。