

講演 演

第20巻第13號 昭和9年12月

本邦鐵道隧道に於けるコンクリート道床の現況

(昭和9年10月28日土木學會創立20周年記念講演會に於て)

會員工學士 山崎 匡 輔*

On the Concrete Road Bed in the Railway Tunnels in Japan

By Kyosuke Yamazaki, C. E., Member.

内 容 梗 概

先づ鐵道隧道内のコンクリート道床が如何なる所に利用され又必要なるかを述べ、次に如何なる點がコンクリート道床の設計の必要條件であるかを明にし、新設隧道内に施工せられる3種の標準工法を説明し、切替運轉休止中の施工、運轉合間中の施工等に涉りそれ等の工法と工費とを比較説明しその利害を述べ、最後にコンクリート道床に伴隨する缺點及び難點の對策に就き實例を引用して説述したものである。

目 次

	頁
第1章 緒 論	1719
第2章 コンクリート道床の設計に對する注意事項	1721
第3章 施 工 法	1727
第4章 コンクリート道床の缺點	1731
第5章 結 語	1733

第1章 緒 論

近來鐵道の隧道内にコンクリート道床を使用するものが頗る増加しました、今茲に少しく本邦鐵道隧道内のコンクリート道床に就いて述べます。

最近敷設された都市内の地下鐵道は殆どコンクリート道床を使用して居ります、即ち東京地下鐵道上野・新橋間、京成電氣鐵道上野公園地下線、京阪電氣鐵道京都四條通地下線、阪神電氣鐵道神戸市内地下線は悉くコンクリート道床を使用し、大阪市地下鐵道に於ては特に停車場内にこれを使用して居ります。

鐵道省所管國有鐵道に於てはコンクリート道床を使用して居る隧道が既に58箇所もあります(第1表を参照されたい)。其の軌道延長が39.5km餘、其の他地方鐵道に於て6.0km餘、地下鐵道線に於て20.3km餘、合計65.8kmにも及んで居ります。斯様にコンクリート道床が隧道内に廣く行はれるに至りましたに就いては夫れ相當の理由がなければなりません。

隧道内の保線作業は普通隧道外の保線作業に較べて種々困難な點があります。それは所謂「暗丁場」であり、場所が狹隘であります、従つて「明丁場」の様に仕事が正確に出来ませんし保線材料の取扱ひにも、其の置場にも、作業にも餘地が少ないのであります、其の上一般に空氣が不潔であります。殊に汽車運轉區間では多少共煤煙が滞りますから一層空氣を不潔にします、これ等の關係上隧道内を普通砂利道床の軌道構造として置ては著しく保線作業の

* 東京帝國大學助教授

能率を低下し、作業の種類に依つては實施を困難にするものもあります、特に長大な隧道に於ては其の保障從

第 1 表 鐵道省所管國有鐵道コンクリート道床箇所一覽表

Table with multiple columns and rows, categorized by region (1) 札幌、(2) 仙台、(3) 東京、(4) 名古屋、(5) 大阪、(6) 門司. Includes sub-headers like '札幌鐵道局管内' and '各百屋鐵道局管内'.

事員は時に二六時中、陽の目を見ないと云ふ状態に立到ることもあります。

第 1 表 (7) 各鐵道局別コンクリート道床平均工事費

Summary table with 6 columns: 鐵道局名, コンクリート道床取込延長 (m), 工事費 (百万円), 平均工事費 (百万円), 平均工事費 (百万円), 平均工事費 (百万円).

從つて國有鐵道の隧道に於ても其の延長 1 km 以上の隧道に於てコンクリート道床を使用する所が比較的によく其の数が 18 箇所にも及んで居ります。これを總數 58 箇所に對して其の割合を見ますと 31.08% 強になります。更に其のコンクリート道床

の軌道延長は 26 738.70 m, これを國有鐵道隧道内のコンクリート道床の軌道總延長 36 906.33 m に對して、其の割合を見ますと 72.45% 強にも及んで居ります。これ等は全部が全部隧道延長が長いためにのみコンクリート道床にしたと云ふわけではありませんが確に其の主なる理由の一つであります (第 2 表)。近時列車の速度昂上と共に列車の運轉回數の増加によつて列車運轉の合間が益々短縮される傾向がありますが、斯様になると隧道内の様に狭い所の保線作業は愈困難となります、都市高速度鐵道の隧道の如きものでは其の列車の合間が 2 分にも充たない所もありまして全く普通の砂利道床では線路を安全に保持する事が困難になるのであります。前に述べた通り都會市内の地下鐵道に於ては可成他の障害があつても殆ど全部コンクリート道床を使用する様に成りましたのは全

くこの爲に他ありません、又ある軌道では仰拱の築造を必要とする所からコンクリート道床を建設して仰拱と兼ねさせた所もあります、又隧道内の路盤が不良で、噴泥があつて其のために道床砂利の中に粘土が填るため其の砂利の處理に隧道内の狭い所では非常な勞力費を要するのであります。第2表 鐵道省所管國有鐵道延長 1 km 以上の隧道内のコンクリート道床

斯様な箇所ではコンクリート道床は非常な効果を収めて居ります。磐越西線慶徳隧道の一部は其の好例であります。又コンクリート道床の場合は砂利道床の場合よりも隧道の掘鑿斷面が小で足りますから一方に隧道の建設費節約の意味で施工された所もあります、又同一の理由によつて在來の砂利道床をコンクリート道床に改築することによつて隧道の有効斷面を擴大するに用ふる事もあります。

中央線八王寺、甲府間の電化に伴ふ隧道斷面の不足を擴大する爲、東北本線、一日市、城山、平石の各隧道、函館本線の俱知安隧道、常磐線の金山隧道等は大型車輛運轉のため擴大された建築限界に應ずるために行はれたコンクリート道床であります。第3飛鳥、藤倉等の隧道では隧道の掘鑿斷面を縮小して建設費節約の意味を含めてコンクリート道床を施工した點を認めるのであります。

若し鐵道隧道の路盤が軟弱であるならば仰拱を設けますし、然らずんば堅質な路盤であります。斯様な所に置かれた道床砂利は線路の整正や乗心地に對しては役立つけれども荷重を更に廣い路盤に分布する必要がありません、且つ斯様な所では道床搗固めの時、餘程堅質な砂利でないといつて碎け易く又道床の締め具合も良くありません。それ故に鐵道隧道内の道床は軟弱地盤でも堅質路盤でもコンクリート道床に適します。

併し乍らコンクリート道床に就いては未だ種々の缺點や、改良すべき點が残されて居りまして其の効果並に價値に就いても種々なる異論があります。中には、極端にこれを排斥する人すらあります、筆者はこれ等の點に關し實地に就いて親しく調査研究を遂げ度いと思ひまして本年1月以來上記58箇所の隧道は勿論、地方鐵道等全國的にコンクリート道床を視察いたしました。本小論文は其の結果の大要であります。

第2章 コンクリート道床の設計に對する注意事項

全國に涉つて隧道内に施工されてあるコンクリート道床の構造及び設計は實に千差萬別であります、普通の砂利道床の構造と同形で只其の砂利道床をコンクリート道床としたもの（これは室蘭本線伏古別隧道上り線のもの、尤も普通軌道と異つて軌道の中央に溝を設けてあります）や灰坑の様に縦枕木を置いてこれをコンクリートにボルト付けにし其の上に軌條を敷設したもの（前記伏古別隧道下り線及び改築前の柳ヶ瀬隧道）等を除けば多くは左右軌條下に夫々1個づみの短い横枕木を使用し軌道の中央に溝を設けたものを一般の構造とします、尤も仔細に見ればこの種の一般構造の内にも、短い横枕木に普通長の定尺横枕木を混用したものや枕木の形を種々に變へたものもあります、茲では主にこの一般構造に就いて視察した點を基として其れ等の要點を述べたいと思ひます。

第2表 鐵道省所管國有鐵道延長 1 km 以上の隧道内のコンクリート道床

番號	隧道名	隧道延長 (m)	コンクリート道床軌道延長 (m)
1	清水	2 702.34	3 477.00
2	竹北	4 329.14	4 329.14
3	數明筋	3 117.00	2 225.00
4	物見	3 060.76	3 074.76
5	吳	2 577.00	1 120.00
6	小佛	2 545.08	1 039.84
7	達阪山	2 325.47	800.00
8	薮坂	1 914.11	675.93
9	田良	1 884.54	160.94
10	原山	1 882.83	1 882.83
11	小坊子	1 713.95	462.69
12	釜山	1 654.76	1 554.76
13	茅ヶ枝谷	1 628.55	1 430.00
14	大日影	1 368.34	330.00
15	柳ヶ瀬	1 351.79	1 351.79
16	常盤島	1 114.42	201.29
17	深澤	1 105.74	310.49
18	俱知安	1 012.24	1 012.24
	計		26 738.70

(1) コンクリート道床に関する基本的觀念に就いて

コンクリート道床は砂利道床の道床砂利の代りにコンクリートと云ふ堅牢な、そして高價な材料を以てしたものであると考へ唯砂利の代りにコンクリートを入れれば事が足りると考へたものが初期時代のコンクリート道床には相當にあつた様に思はれます、所がコンクリート道床では一度出來上つたならば線路は其の儘固定されるもので、砂利道床に於ける様に搗固めやバールを以て簡単にこれを整正する事が出來ないのであります、且つコンクリート道床では線路の通り、高低、軌間、水準等の些少の狂や不齊も運轉車輛に及ぼす衝りが砂利道床の場合よりも一層激しいのであります、この衝りは軌道各部に次第に悪い影響を與へ保線上厄介極なものとなります、それ故にコンクリート道床の構造及び施工は最初から軌道と車輛及び運轉關係を充分よく考慮して定めなければなりません、従つて直線に於ても勿論であります、特に曲線の緩和曲線、カント設定に就いても明確な觀念の下になされなければなりません。

(2) 枕木に就いて

コンクリート道床では枕木の更換を簡易化すると云ふ事が問題視されて居ります。何故かと申しますと枕木を更換するのに槌でこれを敲き出す事があります。この時周圍のコンクリートに龜裂が出來たりコンクリートが一部破れる事があつたり又中々抜け出なかつたりします、従つて勞力費を多く必要とする爲であります、其のために楔形の枕木を用ひる事があります（磐越西線慶徳隧道や奥羽本線第1板谷峠隧道等ではこの形のものをを用ひてあります）。形こそ違へこれと似た考のものは外國にも其の例があります、即ち D. L. & W. R. R. (デラウェア・レーク・アンド・ウエスト鐵道) の Bergen Hill 隧道のものは楔を用ひて枕木の抜き差しを簡便にしたものであります。併し乍ら斯様に設計された枕木は移動し、隙間を生じ軌道に悪影響を與へます、總て軌道の設計は餘り纖細になると失敗します、今の所枕木はよくコンクリートに固着する様に設計及び施工する事が肝要であります。

それでは枕木の更換に際して困るではないかと考へられますが、其の事に就いては枕木の材質、枕木の据付施工及び取扱を總て最も注意して枕木の壽命を 30 年、35 年と云ふ所謂その枕木の經濟年齡以上に保たせる事を旨とすれば差支へはありません。従つて枕木に關する一切の事項は總て其の建前で設計されなければなりません。愈々枕木の壽命が來たならば手斧で敲破つてコンクリートを損じない様にこれを取り去れば足りるのであります。この枕木の經濟的壽命を全うせしめるためには枕木に施藥する事もあります。又釘孔に就いても特別の注意を拂つて釘孔の擴大を防ぎ、又新に釘孔をつくる餘地を存せしめるため成るべく幅廣の枕木を使用したり其の他あらゆる努力を拂ひます。

枕木がコンクリート道床から上方に脱出する事を防止する意味に於て梯形の斷面を持つ枕木を使用する事があります。フェラデルフィア地下鐵道に於てもこの種の枕木を使用して居ります、そして我國のコンクリート道床にも可成多く其の例を見ます。併しそれは大きな斷面殊に幅廣の上面を持つ枕木に勞力費を掛けてこれを狭める結果となりまして前記の重大な利點を失ひます、其の上この梯形になつて居ることも實績上餘り効果はありません。却つて周圍のコンクリートの破れの原因となつて居るものが多い状態であります。枕木の脱出防止にはこれよりも他に有效な方法があります。又同様の目的で枕木を下部コンクリートにボルト付けにしたものもあります、このボルトも多くは効果がありません、それはナットや螺山が錆びてすぐ其の用に立たなくなります。時に此のボルトの周圍から下部路盤の泥土が誘導され噴出する事すらあります。ニュー・ヨーク地下鐵道では斷然これを使用しない事に決した程でありますから、況や煤煙や石炭灰燼の存在する汽車隧道では絶対に使用しない方がよいと思ひます。

軌條の締結に螺釘を使用する場合には特に螺釘頭の鋤底を軌條底上面に密着してはなりません、50 kg 軌條を使用する場合には其の間に凡 1.5 mm の遊間を置く事が肝要であります。この事を蔑にすれば軌條の上向運動によつて螺釘が脱出して螺山で枕木の材質を損じて釘孔を破壊してしまひます、若し釘が脱出しなければ枕木を引上げコンクリートと枕木の縁を切ります、普通の犬釘には螺山がありませんから、犬釘の頸が軌條と密着して居つても只それだけ犬釘が脱出し多少保持力を弱めるだけに止ります。併し乍ら何れにしても約 2~1.5 mm の遊間を與へて置けば釘孔に對しても、枕木とコンクリートとの間の固着に對しても最も無理のない形となるのであります、螺釘使用法として 50 kg 軌條の普通道床ではこの遊間を 3 mm 位とし、堅固な道床では上記の様に 1.5 mm とすべき事は一般法則であるのであります。奇妙にも一般に知れ渡つて居なかつたのであります、清水隧道のコンクリート道床施工以來其の効果が一般に正確に認識せられた事は筆者の最も悦とする所であります。

以上述べ來つた所今後コンクリート其他に就いて述ぶる所とを用ふるならば枕木の喰込みは非常に減少し線路状態を極めて良好とする事が出來ます、従つて枕木の經濟的壽命を保つ事は左迄困難ではありません。

殊に普通の隧道内では相當の濕氣を含み、温度の變化も少く太陽の直射も受けないため枕木の状態は一般に良好であつて割れ等の生ずる事は極めて稀であります。

只隧道坑門口附近で外氣變化の影響を受け、時には太陽の直射をも受ける箇所は枕木には干割れ等が生じ易くコンクリート道床との縁が切れ易くなり、従つて軌道にも狂を生じ易くなりますから坑口から、10~20 m の箇所迄はコンクリート道床を用ひない方がよいのであります、同様の意味に於て延長 50 m 内外の隧道には他の意味に於てコンクリート道床を必要とする以外には餘り使用しない方がよいと思ひます。坑門外迄コンクリート道床を使用する所も同様であります。

(3) コンクリートに就いて

コンクリートの断面は枕木下に於て相當厚を有すべき事は論を俟たない所ですが枕木の外方移動を防止するために枕木の外方に少くとも 15~20 cm 幅の相當厚のコンクリートを存せしむる様になければなりません、次に普通のコンクリート道床では軌道中央に溝をつくりますが、この場合其の隧道の湧水量に相當以上の大きさ、殊に必要以上の深さをこの中央の溝に與へてはなりません、併し又中央の溝を餘り淺くして溝内の水位が枕木底以上となつて枕木を濕浸にする様の事もあつてはなりません、次にこの中央の溝の爲に左右の軌道コンクリートを別々に施工したり、溝敷コンクリートを別に打つたりすることは餘程路盤が堅密であるか又は充分の仰拱でも存しない限りは慎しまねばなりません、路盤が岩盤であつても節理の多い時、湧水が多い時、軟盤の時等には左右のコンクリート盤が個々に沈下したり溝底の隅から噴泥を生じたりして、其の成績が悪くあります、側壁と軌道の間も成るべく厚 10 cm 位のコンクリートを敷いた方が線路の巡視にも便利であり又側壁からの湧漏水をコンクリート道床下の路盤に誘導することも少く、従つて路盤の沈下又は噴泥等の機會を與へる事も少くなります、特にこの事は塵地に於て塵上の憂ある所では一層有効であります。

コンクリート道床のコンクリート打にはこれに成るべく水平の施工接目を置かないで済む様に其の断面の設計をしなければなりません。又コンクリート道床の基礎となる路盤を水平、垂直に階段形にして極力コンクリートの使用量を節約するに努めたものがあります。併し實際岩盤等は其の様に庖丁で裁ち切つた様に掘鑿することの出來るものではありません。それ故に隅角は直角の代りに 120 度位になるものとし充分岩盤の凹凸を見越して設計しなければなりません。特に掘過ぎの箇所は幾分負位のコンクリートでこれを填めて置かなければなりません。

要するにコンクリート道床のコンクリート打ちは完全な一體となる事が最良の方法であります。

コンクリート道床の上にモルタルで枕木据えをした結果モルタルが壓し出されたり又煤煙等によつて分解して凝結力を失つて枕木沈下の原因となるものが多くあります。因美線物見隧道で用ひた純モルタルは特別の注意を以て行はれた枕木据付け法で其の結果は極めて良好であります、この點から見るとモルタルの品質及施工によつて其の効果は良くも悪くもなるものである事がわかります。

コンクリート道床のコンクリート上面の仕上げは排水を考へて定めなければなりません。但し其の排水は成るべく枕木の間を通じて溝に流し去る様にしなければなりません。特に側方又は側壁から多量の湧漏水がある場合には枕木の間にこれに相當する導水路を造つた方がよろしいのであります。決して枕木の周圍や其の背部に排水を誘ふ様にしてはなりません。これは成るべく枕木を水浸しにしないためであります。次に枕木のコンクリート面以上に露出される部分は 75 mm を越えない方がよいと思ひます。特に逕進の傾向ある軌道に於て軌條接目鉋又は軌條脚の切り缺けに釘を打つ場合、其の釘近傍の枕木露出量は 40 mm を越えない方がよろしうございます。折様な所では釘が振れて枕木が寝ける事があるからであります。併し軌條底面とコンクリート上面との間には 30 mm 以上の遊間を與へた方が掃除に便利であります。この事は特に勾配隧道で撒砂の多い所に一層必要であります。

(4) 軌條接目部分に就いて

コンクリート道床が軌條の接目部分から破壊するものが澤山あります、其の原因は軌條接目に於ける運轉車輛の激突によるものであります、併し乍ら其の設計を適當にするならばこの害は或る程度迄低下することが出來ます。

先づ軌條接目の枕木の支持方式であります、一般には軌條の接目は懸接法によつて居ります(軌道整備心得第 31 條)、併しコンクリート道床に於ては支接法を用ふる方がよろしいと思ひます。因美線物見隧道では獨逸に於て屢用ひられる様に 2 挺の枕木を相接して用ひた支接法を用ひて頗る好結果を得ました。山田線第 3 飛鳥隧道花輪線、藤倉隧道では何れも長さ 60 cm 前後の枕木を縦枕木式支接法によりましたが、これは釘孔から枕木が縦に裂けました。幅 30 cm 位の枕木でも縦に裂けた例を見ました。但し軌條に對しては別に異狀な磨耗などは見ませんでした。

次に軌條の接目を懸接法によつて支持する様に枕木を配置した場合に軌道整備心得第 68 條及び同附屬圖表第 5 號道床を有するものとしての枕木配置法を隧道内のコンクリート道床にも其まゝ適用するものが頗る多いのであります。この場合軌條接目枕木の中心間隔は 380 mm であります。若し枕木を定尺ものから得たものとするれば其の幅は 203 mm でありますから 1 枕木と枕木との間に打ち込められるコンクリートの幅は 180 mm ばかりの細いものとなります。且つ從來一般に行はれた工法によればこの部分のコンクリートは枕木底面の所に水平の施工接目を有するものが多いのであります。夫れ故この軌條接目枕木間のコンクリートの部分は細いものであり底部に施工接目があり、運轉車輛からは激突を受けますから、其の底部が數コンクリートと剝離れてガタガタになるのであります。若し又断面梯形の枕木を使用する時は、この部のコンクリートは一層剝離し易くなります。軌條接目部分のコンクリート道床が破損すると接目枕木は安定を失ひ軌道全體を不良にします。

この事に就いては軌道整備心得の“道床を有する場合”の枕木配置規程に其の儘適用した事に一つの過誤があつたのであります。然らば同規程の“道床を有せざる場合”によるべきかと云ふに、元來同規程の所謂“道床を有せざる場合”と云ふのは鋼鐵製橋桁上の意であつて其の力學的性能がコンクリートの場合とは異なるものであります、夫れ故コンクリート道床の場合にはコンクリート道床に最も適合した枕木配置法を講ずべきものであります。

す。この場合軌條は支接法によるか若し又懸接法によるならば接目枕木間隔をコンクリートの安定を確保する程度に増大すべきであります。

次に軌條接目の遊間はこれを直接にした方がよろしいと思ひます。軌條整備心得によれば温度の變化の少い隧道内では軌條接目の遊間を2mm(軌條整備心得第33條)とする事になつて居ります。従來はこの遊間には1/8吋即ち3mmを與へる事になつて居りましたので、隧道内のコンクリート道床にも多くは軌條の遊間を3mmとして敷設したものが多くのであります。このために接目による車輛の衝き當りが激しく軌條接目附近のコンクリート破壊の1つの原因となりました。この結果最近建設局で施工するコンクリート道床の軌條接目の遊間は1mm又は直接にしたものもあります、其の結果は極めて良好であります。將來ある長さを銕接した方がよいと考へられます。

次に軌條接目鉸に切り缺けを設けこれに螺釘又は犬釘を打ち込む方法が隧道内のコンクリート道床にも多く用ひられてゐる事は既に述べた所があります。この事は軌條接目枕木に更に一つの負擔を増すこととなりまして、従つて軌條接目部のコンクリートを破壊する原因の一つとなります。夫れ故全部の軌條匱進をこの接目鉸の切缺けの釘に負はさせる事は無理であります。寧ろ軌條全長に涉つてアンチクリーパーを配置した方が良策ではないかと考へられます。アンチクリーパーの配置法に就いては尙多く研究すべき問題が残されて居りますから、茲には其の最良法を提言する事は出来ませんが、少くとも接目鉸の切缺けに釘を打つ事は良策とは考へられません。

(5) 枕木配置法に就いて

軌條接目枕木の配置法に關してコンクリート道床の枕木配置法は従來の所謂“道床を有する場合”及び“道床を有せざる場合”の以外に獨自の立場から枕木配置法を定めなければなりません、先づ枕木間のコンクリートが充分枕木の水平力による剪斷力に耐へ得る程度の廣いものでなければなりません。又工法によつては前後から枕木下に充分コンクリートを掻き寄せ押し込め得るだけの餘地もなければなりません。併し乍ら經濟的にも技術的にも許し得るだけ枕木間隔を近付ける方が軌條のためにも運轉のためにも宜しいのであります。夫れ故枕木の配置員數は所謂“道床を有する場合”よりも増加する方がよいのであります。

定尺枕木(左右軌條の下を繋ぐもの)を特種短尺枕木と混用配置するものが尙澤山あります。これは軌間の保持を懸念して用ひたものであります。併し枕木の外方に枕木が押し出され、これがため軌間を擴めたと云ふ例はコンクリート道床が破壊せられない限り無い事でありませぬ。即ち相當厚のコンクリートを枕木外方に置くならばこれは全く杞憂であります。

然らば定尺枕木が無かつたために軌間が狭められた例があるかと云ふとこれも無いのであります、唯、最初の通りが不良であつたために前後の軌條の位置に制せられて軌條と特種短尺枕木が軌間の内方に移動した例はあります、然しこれは最初の設定が誤つて居つたのですから問題は別であります、又軌間の短縮することを慮つて屢左右短尺枕木間に切張りを用ひた所があります。所がこの切り張りが年とともに縮少し實際は切張の用をしないで樂に取り出し得る様になつて居るものを諸所で見ました。このことはコンクリート道床では設計を適當にすれば左右軌條下に別個の短尺枕木を使用しても軌間を縮少する事が絶対にない事を立證するものであります、清水隧道建設以來この事も明確に認識された事は筆者の大なる喜の一つであります。或る隧道では従來混用して來た定尺枕木を其の儘特種短尺枕木に切斷しようとして居る所もあります。若し短尺枕木だけで定尺枕木を用ひないならば中溝の掃除にも軌道材料の置き場にも極めて便利であります。曲線箇所等では必要に応じてゲージ・タイを使へば差支はありません。

(6) タイ・プレート使用に就いて

コンクリート道床にはタイ・プレートを使用したものが澤山あります。この時螺釘を使用する場合には繰返し記述した通り螺釘の鏝下に軌條脚上面勾配に適合するワッシャーを用ひて所期の遊間を與へる様にしました、これは清水隧道に於て初めて試みた設計であります、この工法は其の後廣く行はれて極めて満足すべき効果を修めて居ります。このワッシャーは今後は豫めタイ・プレートに銕接するか或は豫め凸起部を付けたタイ・プレートとした方がよいと思ひます。

大釘を用ひて且つタイ・プレートを用ひた場合にタイ・プレートが少しづつ斜に傾く事を認めます。これは釘孔と釘との隙間のある事と、釘を打ち込む孔が左右千鳥形になつて居るためと、尙最も重大な事は軌條の浮き上りによつてタイ・プレートが浮動する餘地のあるためとであります。このために、それ等の隙間には砂や石炭焚炭等が這入り従つて又枕木の喰込みの原因をなすものであります。この點に就いては將來、獨逸式にタイ・プレートを豫め別に枕木に締結するか、若しくは特種の坐鐵をタイ・プレートに銕接するか、兎も角もタイ・プレートの浮動の餘地を無くする事が必要であります。

(7) 曲線カントに就いて

曲線をコンクリート道床に設定する場合には普通の砂利道床に於けるよりも更に嚴密にしなければならぬ事は既に述べた所であります。それにはスラック等も考慮に入れて敷設する軌條位置の木型を造つてこれに倣つて軌條を敷設する法が最もよいと考へられます、カントに就いては將來の運轉速度の昂上を餘想され、従つてカント扛上の必要が起る場合にはコンクリート道床では多少不便であります。東北の或る隧道ではコンクリート道床でカントの扛上をするために内軌の下の枕木を削つた所があります。

一體カントを附けるに内方軌條面を基準として外方軌條面を扛上させる事は軌道整備心得第 8 條に示してありますから、コンクリート道床に於てもこの通則に従つて工事が行はれて居る事が普通であります、併し乍らこの通則は砂利道床に對して與へられたものでありまして、左様にしなければ内方軌條方の枕木下の砂利厚が不足するからであります。所がコンクリート道床ではこの事を顧慮する必要がありませんから、カントは必ずしも外方軌條だけを扛上させる必要はありません。この場合には左右軌條面に於ける軌道の中心を基準としカントを内外軌條に等分に振り分け、外方軌條をカントの $\frac{1}{2}$ だけ扛上し内方軌條を同量だけ低下する方が運轉上有利であります。斯くする事によつて車輛重心點の昇降を防止する事が出來ます。

(8) コンクリート道床と砂利道床との接續部に就いて

コンクリート道床と砂利道床の接續部は宛も橋と砂利道床との接續部が軌道の弱點であると同様であります。従つて軌道整備心得第 104 條によれば、隧道に於ける道床は良質云々の項に含まれるのでありますが、場合によるとコンクリート道床が隧道外まで延長されて居る時もありますから、法文上からはコンクリート道床附近と云ふ區を挿入したく考へられます。砂利道床に於ける線路の波狀運動の影響がコンクリート道床の上まで及ぼし、其の結果釘を浮上げ、タイ・プレートは敲かれたりします、従つて枕木がコンクリートから縁が切れて浮き上つたり、喰込みが出來たりするものが多數あります、この點を考へて欽明路、吳兩隧道ではコンクリート道床の前後の路盤をコンクリートとし、次に砂利道床に遷る様にしました。コンクリート道床には斯様な注意が肝要と考へられます。

第3章 施工法

(1) 隧道内コンクリート道床の施工法の分類

隧道内のコンクリート道床の施工法はコンクリート道床施工當時の状態によつて3種に區別されます。

- (a) 隧道新設と同時に施工する場合
- (b) 舊隧道内の線路を1時切替へ、列車運轉休止中の隧道内に施工する場合
- (c) 列車運轉の合間に隧道内に施工する場合

とであります。

隧道新設と同時に施工する場合は(イ)新線建設に伴ひ主として建設費によつて施工する場合と、(ロ)線路變更に伴ふ新設隧道内に施工せらるゝもの主として改良費に依つて施工される場合とあります。何れの場合に於ても豫めコンクリート道床を計畫して仕事を進めますから、隧道の掘鑿土積も側壁コンクリートの量も節約する事が出來ますから總工事費を節約することが莫大でありまして、コンクリート道床に伴ふ工事費の増額と相殺し結局砂利道床にした場合と其の總工事費に逕庭がない事になります。因美線物見隧道では其の延長が3061.76mに對して其の工事費の増額が305,537圓、即ち1m當り僅に10錢弱でありますから事實上は差がないと同様であります。或る隧道では其の總工事費を砂利道床の場合よりも節約する目的でコンクリート道床を用ふる所すらあります。それも良いと存じますがコンクリート道床の使命は何所迄も保線費の輕減と運轉の安全確保及び平滑になければなりません、工事費の節約を第1目的とすると往々にして材料、施工、設計共不良なものを以てして永く悔を残すものとなる事もあります。

次にこの種の場合の施工では仕事が正確に且つ工事が比較的容易に出來ます。この點は平均1m當り工事費にも表はれてゐます。

次にこの隧道新設に伴ふコンクリート道床の工事を其の工事方法から大約3種に分類する事が出來ます。

- i) 岩富隧道式工法
- ii) 清水隧道式工法
- iii) 物見隧道式工法

がこれであり、何れも各夫々の工法を用ひた代表的隧道名からこれと呼んだものであります。

岩富隧道式工法と云ふのは先づ据付枕木の下端迄軌道コンクリートを打ちまして其の上に枕木を敷き並べるものであります。この際枕木下端に充分コンクリートが平に不陸なく敷かれるか否かを點檢し、其の凹所にはモルタルを入れて枕木の据りには完璧を期するものであります。斯様にして枕木上面は水糸によつて充分整正してから始めてタイ・プレートや軌條其他軌道材料を敷き並べこれ等を締付けて軌道を造る工法であります。斯様に注意して建設されたコンクリート道床であるにも拘らず尙其の軌條の水平、高低等に後になつてから整正を要する事が實際に數多くあるのであります。況や上記の様な注意を拂はず只砂利の代りにコンクリートを填めた様なコンクリート道床では其の出來上つた軌道は恐るべき不良のものとなる事は寧ろ當然であります。偕て斯様に注意しても尙理想的軌道を得ない所以のものはこの工法が枕木上面を基準にして施工せられた爲であります。即ち枕木上面は相當の廣い面を持つて居り、其の悉くを計畫通りの正確さで据付ける事は困難であります。故に鉋削りをするとか時にはパッキングを必要とする様になります。其の他軌條や其の附屬品の仕上り寸法も製造中の冷縮の際の状況によつて寸法の差異を生ずる事は誠に止むを得ない所であります。然るに軌道としては何處迄も軌條面を理想的に据付ける事が目的でなければなりません。砂利道床に於ては砂利の搗固め等によつて次第に軌條面を

整正する途を持つて居りますがコンクリート道床にはこれが許されないであります。この工法によつて尙實用上充分の成績を擧げて居るものもありますが、この重大なる點を指摘改良したのが清水隧道式の工法であります。

清水隧道式工法の詳細は茲に略しますが其の要點とする所は枕木上面を基準とする代りに軌條面を基準として施工するにあります。先づ充分路盤の浮石を去り、中央溝敷に軌道中心の準據釘を植付ける中心ベデスタルを設定し、適當な距離に左右軌條の下、枕木と枕木の間にベデスタル・コンクリートを作つてこれと軌條底との間及び軌條の左右に楔を挿入して嚴密に軌條の高低、水平、通りを整正し得る様にし、更にこのベデスタルに軌條を締結し如何に強力を以て枕木下にコンクリートを打ち込んでも軌條の位置を絶對不變に保持し軌條の据付けを出來上り最後の位置に充分確保してから、軌道及び枕木周囲のコンクリートを打つものであります。其の間隨時簡單に軌間、中心の査照を行う事が出来る様にしました。斯様にして得たコンクリート道床は眞に理想的の軌道であります、岩富隧道の工法とこの方法との工費を比較致しますと、後述の様に清水隧道式のものの方が高價となつて居りますが、それは工法からの差異によるよりも枕木、軌條其他材料の精選によるものでありますから、同種同質の材料を以てすれば別段特に高價の工法でもないと考えられます。

物見隧道式工法は要するに清水隧道式の變形と見るべきものであります、初め枕木据付面以下のコンクリート工が工事の都合上中央溝共既に竣成されておりました。従つてこれに岩富隧道式の工法を適用する豫定でありましたが、偶清水隧道式の工法が完成せられるに際會して俄に新法を案出したものであります。従つて本工法では清水隧道式と同様に軌條面を工事の基準に採つたものであります。只工法の關係上基準となるべき軌條面を施工中動かさなければならぬのであります。

先づ既成コンクリート盤の上に枕木を敷き並べこれに軌條を取付けます、次に中央溝の内側に小割材を張りこれに中心を設けて水糸を張り渡し、工事中常にこの中心水糸に準據するに便せしめました。軌道には定尺枕木を混用してありまして軌道全體を兩側に配列した適當數のジャッキで扛上し、枕木と枕木の間適當の箇所に楔を配置しコンクリート盤と軌條底との間の間隔を整正し軌道の高低、水平を定め、バールで軌道全體を左右に動して中心水糸によつて線路の通りを定めます、軌道の位置が全部定まれば楔を鏝で固定し、枕木底とコンクリート盤との間に必要な純セメント・モルタルの量を算出するために各枕木底とコンクリート盤との距離を測定します、これは 10~30 mm 程度のものであります。次に再びジャッキで軌道全體を扛上してコンクリート盤を水洗滌し、各枕木下端を圍む様に簡單な木枠を置いて其の中に上記固練りの純セメント・モルタルを敷きます。次にジャッキを緩めて軌道全體を嚮に固定された楔の上に靜に軌條底を据えます。斯様にして再び高低、水平、軌間通りを點檢して左右兩軌條に軌間定規に相當する 10 cm 角許りの木棒を數多く架け渡し、其の上に軌條 4 本を靜に置いて 1 晝夜以上これを放置して純セメント・モルタルの硬化を待ちます。次に楔を撤去し、型枠を置いてニューマチック・タンパーを用ひて枕木間に固練コンクリートを打ちました。工事區間を軌條 1 本分づゝ區切り 1 日 4~5 本分の進捗を見ました。軌條底承けの楔の上面には瓦斯管を縦に半切にしたものを取付けて軌條底と線接觸にしました。本工事の結果は頗る良好であります。それは 1 つには列車運轉の回數も數量も少いためかも知れませんが、比較的廉價を以てしてこの良結果を見たのでありますから、將來この系統の工法を利用し得る可能性が充分あると考えられます。

次に舊隧道内の線路を一時切替へて列車運轉を休止し、其の隧道内にコンクリート道床を施工する場合に就いて述べます。先づ如何なる場合にこの法を實施する事が出来るかと云へば、複線隧道に於て一時單線運轉を行ひ其の中に施工することもあります(逢阪山、東山、隧道の如き)、又同様ではありますが單線隧道に就いて新に複線隧道を

新設した場合に一時この新設隧道を單線運轉に使用して、これにコンクリート道床をつくる事もあります(室蘭本線伏古別下り線、山陽線通津、祝ヶ縁間其他の隧道の如き)。又最も稀な例としては隧道外に一時迂廻の假線を敷設して隧道内のコンクリート道床を施工する場合(東北本線城山隧道の如きもの)等があります。従つてこの工法を實行し得る場合は極めて限られた範圍に止ります、この種の工事は比較的正確に工事をする事が出来ませんが、切替運轉に伴ふ工費は相當大でありますから、短い隧道の工事では 1m 當りの工費を増大します。且つ實際問題としては種々の運轉計畫上工期に制限を受け充分完全な施工をすることが出来難い事もあります。又豫め計畫して隧道掘鑿及び側壁コンクリートの量等の節約を期する事は出来ません。

次に列車運轉の合間に隧道内に施工する場合は、廣く一般營業線の隧道内で行はるべき方法であります、この工法は頗る困難な方法で且つ工事の正確を期する事も六ヶ敷く工費も著しく増大いたします。運轉中の線路でありますから、軌道は一時假受けしなければなりません。工事はこの假受け工の下端の狭い所でしなければなりません。運轉の機關車からは石炭焚殻の落下や撒砂、撒水等を絶対に禁止する事も不可能であります。工事中煤烟のため工率低下を生じます、又この場合には清水隧道式又は物見隧道式の工法は極めて特種な場合以外には、これを利用する事は出来ません。又假受け工撤去後にも好ましくない施工接目を遺します、斯様にして其の後の經過には可成不良のものもあります。併しこの種のもの全部不結果かと申しますと決して左様ではありません、中央線鶴瀬隧道以外の各隧道及び慶徳隧道其他にも頗る良成績を擧げて居るものもあります。

今前記各種別に就いて國有鐵道の隧道名を列記すれば

隧道新設と同時に施工せるもの

i. 建設工事にて施工せるもの

(1) 幌加内	北海道建設事務所
(2) 石北	〃
(3) 第 3 飛鳥	盛岡事務所
(4) 藤倉	〃
(5) 清水	東京及び長岡建設事務所
(6) 物見	岡山建設事務所
(7) 荷坂	岐阜建設事務所
(8) 由良	〃
(9) 小坊子	〃
(10) 欽明路	山口建設事務所
(11) 吳	〃

以上 11 隧道中、藤倉隧道を除く他 10 隧道は皆延長 1 km 以上の隧道であります。

ii. 改良工事に伴ふ新設隧道に施工せるもの

(1) 伏古別(上り線)	(9) 岩富
(2) 春志内	(10) 伯耆
(3) 伊納	(11) 明神第 3
(4) 田端	(12) 通津
(5) 御所(汽車上り線)	(13) 祝ヶ縁
(6) 〃 (〃 下り線)	(14) 桑原
(7) 〃 (電車上り〃)	(15) 姥石
(8) 鶴飼第 1	(16) 眞名尻

(17) 大島

(18) 古國府

iii. 舊隧道内の線路を 1 時切替へ列車運轉休止中の隧道内に施工せるもの

(1) 伏古別(下り線)

(5) 清水谷戸(下り線)

(2) 城山

(6) 逢阪山

(3) 御所(電車下り線)

(7) 東山

(4) 清水谷戸(上り線)

(8) 福田

iv. 列車運轉の合間に隧道内に施工せるもの

(1) 俱知安

(12) 瀬與

(2) 一日市

(13) 小淵第 1

(3) 平石

(14) 四方津第 1

(4) 金山

(15) 梁川第 1

(5) 第 1 板谷峠

(16) 鶴瀬

(6) 第 2 〃

(17) 深澤

(7) 慶徳

(18) 大日影

(8) 土氣

(19) 柳ヶ瀬

(9) 小佛

(20) 不動川

(10) 板橋

(21) 青谷川

(11) 横吹第 1

である。

(2) 施工法による工事費の比較

今これ等の工事費を比較するに新設隧道に於ては軌條其他軌道材料は新品を用ふる事多く、營業線に於ては再用品を用ふる事が多くあります、軌條も 30 kg, 37 kg 及び 50 kg の種類があります。其の他の材料費にも格段の相違があります。又請負工事の場合と直轄、直營工事の場合とコンクリート工を請負にして軌道敷設の部分直營とする事もあります。従つて本工事費の比較は大體の標準たるに止る事は勿論であります。

今、鐵道省の隧道内のコンクリート道床の平均工事費を見るに第 1 表 7 によつて 1 m 當り 48,561 圓であります。

次に新設隧道内に施工されたコンクリート道床に就いては次の通りとなります。

岩富隧道

延	長	701.27 m
工	事	費
		24 045.030 圓
延長 1 m 當り	工事費	33.813 〃

岩富隧道式工法による第 3 飛鳥、藤倉、岩富、伯耆、荷坂、由良、小坊子及び古國府の 8 隧道に就いては

總	延	長	3 801.94 m
總	工	事	費
			100 530.596 圓
平均 1 m 當り	工事費		25.764 圓

清水隧道 (東京建設事務所の分)

延	長	2 596.00 m
工事費(軌條 50 kg)		146 666.338 圓
平均 1 m 當り	工事費	56.496 圓

清水隧道式工法による石北、清水及び欽明路(豫算)の 3 隧道

總 延 長	9 850.14 m
總 工 事 費	473 651.193 圓
平均 1 m 當り工事費	48.086 円

物見隧道式工法によるものは現在の所、物見隧道のみであります。

物見隧道

延 長	3 061.76 m
工 事 費	82 557.230 圓
平均 1 m 當り工事費	26.964 円

以上新設 12 隧道の平均をとれば

總 延 長	16 813.81 m
總 工 事 費	656 739.019 圓
平均 1 m 當り工事費	39.060 円

舊隧道内の線路を一時切替へ列車運轉休止中の隧道内に施工したものは其の例も僅に 8 線に止り、又種々事情を異にするものが多くありますから其の中假に城山、福田の 2 隧道をとつて其の平均を求めて見ますと、

總 延 長	2 948.14 m
總 工 事 費	178 856.649 圓
平均 1 m 當り工事費	60.067 円

列車運轉の合間に隧道内に施工する場合平石、金山、土氣、小佛の 4 隧道を取つて其の平均を見ますと、

總 延 長	3 196.93 m
總 工 事 費	232 426.002 圓
平均 1 m 當り工事費	72.703 円

以上を総合して、これを見れば新設隧道に於てコンクリート道床をつくる事が最も安價で、列車運轉の合間に施工した場合が最も高價を要する事が明白であります。清水隧道式工法の様にも最も完璧を期したものであつても、これを全體から見れば必ずしも高價ではない事がわかります。又營業開始後コンクリート道床が必要となる可能性ある箇所では成るべく建設當時これを施工した方が工費の點からも結果の上からも良策であります。

第 4 章 コンクリート道床の缺點

(1) 軌條の波形磨耗及び軌條端頭部磨耗

コンクリート道床に於ては軌條面に波形磨耗が生ずると云ふ非難が相當に行はれて居ります。波形磨耗の發生原因は決して單一のものではなくつて種々複合原因と見る方が妥當であります。併し乍ら路面電車の如く單車運轉をする所又常に制動機を働かす箇所や比較的固い路盤上の軌條には偶々この現象を見るのであります。従つてコンクリート道床に於ても必ず波狀磨耗の發生すべきものと信ぜられて居ります。併し乍ら今回本邦 58 箇所の隧道内コンクリート道床を視察するに及びまして夫れは全く杞憂である事を知りました。軌條端の頭部磨耗は多少砂利道床の場合よりも多い様であります。これも物見隧道で試みた様に支接とし且つ軌條の接目遊間を盲にする事によつて充分これを防止し得るものと考へます。

(2) 噪 音

コンクリート道床では噪音の程度が大であると云ふ非難があります。併しこの非難は所謂都市及び近郊鐵道に於て問題とされる所でありまして一般の鐵道隧道では餘り問題とされて居りません。それはコンクリート道床を有す

る隧道に就いて一般地方に於て旅客から未だこの噪音の非難の出た所はありません。それは隧道は普通築堤の上を走る場合と比べて、いつも 10 デンベル位噪音程度が高いものでありますから旅客にとつては隧道は喧噪のものであると云ふ先入觀念が滲入つて居る爲にコンクリート道床であつても、それが別段著しく感受されないものでありませう。第 1 表に就いて見ても由良及び小坊子隧道の如きものは隧道の中央に於て僅の區間だけコンクリート道床があるのであります。注意を集中して居つても其のコンクリート道床區間を砂利道床と感別する事が出来ませんでした。同様の事がニューヨークのイーストリバーの河底隧道でも申されて居ります。清水隧道に於ては稍明かにコンクリート道床區間を噪音で區別出来ます。これは先年調査いたしました其の程度も餘り甚しいものではありません。併し御所隧道の如く都市鐵道に於ては都市生活と噪音問題と關聯して相當重大な問題であります。これが対策としては車輛、軌道、隧道斷面形及び側壁に就いて種々なる方策が實行されて居ります。地下鐵道の様に常に隧道内にある車輛にあつては特に車輛の床、羽目、天井に防音材料を挿入します。電氣運轉の場合には電動機の整流刷子の壓力を適當にし其の通風路の形を適當に選び、電動子の取付けを適當にし廻轉體の平衡を保たしめ、軸と軸承の直徑の差を過大にしない様に又轉子軸承等を用ひ、齒車に就いても其の構造に注意して齒形を正しくし、螺旋狀齒車を使用したり大齒車の内側に鉛、眞鍮その他、異種金屬を挿入したり又其の齒車筐の外面に護謨製セメントを塗布したり油口蓋を發條で堅固に締結したりします。其の他空氣壓縮機、聚電裝置等にも意を用ひます。車輪の修整も成るべく丁寧に行ひ車輪のリムに特種材料を嵌入する事も又成るべく、車輛の發條下重量を輕減する様に努める事も近來履行はれて居ります。

軌道に就いては既に述べた様に出来るだけ正しい軌道に仕上げる事が第一義であります。御所隧道及び東京地下鐵、阪神電氣鐵道の神戸市内地下線の様コンクリート道床に薄く砂利を敷いて効果を修めた例もあります。この際使用砂利は充分洗滌した大粒のもので砂や土等が混じらない方が軌道材料に對してよいと思ひます。軌條とタイプレート間に薄いフェルトや薄い板を挿入した例もあります。これは一時的には効果がありますが必ず押し出され、碎け割れて線路をそれだけ不安定のものにしますから現今は一般に用ひられません。

隧道の斷面の形及び大きさは噪音に著しい影響を持つものであります。鐵道隧道の斷面は各線路によつて一定して居りますし、このために特に變化させる事も困難であります。只一般に隧道斷面が大形のものの方が噪音に對しては効果的であります。

側壁から反射し窓を通じて来る噪音を防止するため宛も反射面をなす側壁の部分の表面を粗面とし凹凸を作り又は特に粗鬆な材料又は金鋼等を留め付ける事もあります。又反射音が車内に入る事を防止するためロンドンの地下鐵道では窓の形を小さくし、窓ガラスを厚くして居ります。

以上述べた中には地下鐵道の様な特種の場合にのみ用ひられる事項もありますが、又一般隧道に適用する事の出来るものもあります。

併し此所に特記すべきは注意して出来上つたコンクリート道床上の運轉では車輛の動搖が極めて少く、快適である事です。ニューヨークの地下鐵道では車内で机上と同様に字を書くことが出来ることと云ふ事です。又試に東京地下鐵道のコンクリート道床區間で讀書をして見られたならば、如何に其の動搖の少いかを知る事が出来ると思ひます。動搖の少いと云ふ事は心理的に噪音が低いかの如く感ぜしめるものであります。向後清水隧道式工法が發達する場合にはコンクリート道床の噪音は斯く重大の問題とはなり得ないでせう。

(3) 清掃及びパッキング

コンクリート道床では石炭灰殻、撒砂その他塵芥がよく目立ちます。従つて砂利道床の場合よりも掃除に手数を

要すると云ふ非難を聞きます、砂利道床の時にはこれ等が皆砂利粒間に嵌入してそれこそ容易に掃除も出来ない状態であります。其のために道床砂利が其の機能を失ふに至るのであります。それ故寧ろこの事はコンクリート道床では容易に掃除し得る點が一つの利點であります。これは中央溝に流水のある場合には比較的容易であります。然らざる所ではこれに適當な水洗ひ方法を講ずる事が良策であります、壓搾された水でこれを洗ひ流す事は尤も良いと思ひます。

又軌條の高低を整正するためバックングを挿入する事は可成り手數のかゝる事であり、殊に薄い木の板を使ひますと忽ち割れ折れ食み出します。これには鐵板を使へば幾分手數をはぶけますが、やはり煤煙のため錆蝕を生じます、要するにバックングを必要としない様に最初の工事を嚴重にするより他に途がありません、現に清水隧道、物見隧道等に於てはバックングの手數を完全に克伏することが出来ました。

(4) 腐 蝕

滯煙時間の永い隧道ではコンクリート道床が腐蝕します。又酸性湧漏水のある所でも同様の現象を呈します、此の點に關しては經濟的に耐酸コンクリートを得られない以上は今の所、方策はありません。滯煙時間を少からしめるためにブローアを用ひて居る所もありますが、其のため返つて壓力を高めコンクリートを一層犯すとも考へられ居る事もあります。

隧道の中央に排煙竪坑を置く事がありますが其の効果は餘り大ではない様であります。それは列車運轉に伴ふ、壓氣及び吸込みのため思ふ様に煙も出ません、それに反つて雨水や漏水等のために隧道内部に不良の影響を與へる所すらあります。

(5) 保 線 費

コンクリート道床は使用年次と共に保線費を増大すると云ふ非難は相當大きい様であります。實際其の通りであります、併し左様なコンクリート道床は筆者が第 2 章に於て記述した要點に基いて設計、施工せられたものではありません。時には甚しく肝要なる點を無視したものでありまして、斯様な結果を生ずるものは寧ろ當然と思ふのであります。コンクリート道床は本邦に於ては清水隧道に於て始めて本格的となりコンクリート道床工が全く面目を改めたと言ひ得ます、保線費に就いては今後清水隧道はじめ、石北、欽明路、吳隧道の經過によつて其の實績を見るべきと考へられます。併し乍ら從來のコンクリート道床でも大約保線費は 1/3 を減じて居る様であります。これは種々の關係で正確な値は得られません。

第 5 章 結 語

コンクリート道床の經濟的考察に就いては昭和 7 年 2 月、鐵道省建設局發行“隧道内ソリッド・ベッドに關する講話會記錄 46~48 頁”を参照せられむ事を希ひます。

終りに北海道より九州に渉る 總ての鐵道隧道内コンクリート道床見學に就いて鐵道省、池田、黒河内兩局長、竹股、太田兩課長、井上、星野兩技師其の他關係各地諸郷には特に著者のために懇切なる指導と便宜とを與へられたる事に對しこの機會に於て謹んで深く感謝の意を表する次第であります。