

## 講 演

第 24 卷 第 7 號 昭和 13 年 7 月

## 鐵道土木技術軌近の趨勢

(昭和 13 年 4 月 23 日土木學會北海道支部發會式記念講演會に於て)

會員 橋 口 行 彦\*

**要 旨** 本講演は最近に於ける鐵道の土木關係技術の特徴及趨勢を述べたものである。

私の講演の題目は茲に掲げてあります通り鐵道土木技術軌近の趨勢と云ふのでありますが、問題が相當に廣い範圍に亙つてをりますので、極めて概括的に然し出来るだけ各方面に亙つて申上げ我國鐵道に於ける土木技術が最近如何なる方向に進んで來てをるかと思ふ事を御話して見たいと思ふのであります。従つて私の申上げますことが勢ひ一般的となり各部の専門技術に就きまして細かいことを申上げる餘裕がありませんので此の點豫め御了承を願つて置きたいのであります。

そこで御話を申上げるのに便宜の爲に茲に掲げて置きました様な順序で申上げますが、之は據處があつて並べたものではありません。唯思付のまゝを並べたに過ぎませんので此の點も併せて御了承を願ひます。

## 1. 緒 言

先刻新井副會長の御話にも御座りましたが、凡そあらゆる技術に於きまして遅い早いの差はありまして日に月に進歩發展をなしつゝあることは申す迄もないことであります。鐵道に於ける各技術も他の方面の技術同様進歩發展をなしつゝありますが、茲には範圍を土木に限り主として我が國有鐵道に就て述べ必要に応じて地方鐵道及軌道にも及ぶことに致します。尙土木主体ではありませんでも土木技術と切り放せないものも二三申上げたいと思ひます。先づ初めに線路に關係した事柄より申上げます。

## 2. 線 路

(1) 列車の高速度運転並に電車運転 今より 112 年前 (1835 年) に世界最初の鐵道が英國ストックトン・ダーリングトン間 38 哩に開通致しましたが開通當日に發明者ジョージ・ステブenson氏は自ら機關車を運転し時速 10~12 哩 (16~19 km/h) で走行したと云ふことが記録にあります。其の後 47 年を経て明治 5 年 (1872 年) に我國では東京横濱間の國有鐵道が開通したのでありますが、東京横濱間 29 km を 53 分で走つてをりますから時速にして約 32.8 km/h でありまして世界最初の鐵道に比べて相當進んでをります。尙我國に於ける市街電鉄の最初のは京都市に於けるものでありますが明治 28 年に開通の當初は高張提灯を捧げた男を電車の前方に走らして先拂ひをさせたことと云ふことのでありますので當初の電車の速度は想像に難くないと思ひます。斯かる時代より現今に至るまでの進歩發展は驚くべきものでありまして、特に列車速度は異常なる昂上振りを示し世界の主要國に於ける列車の最高速度は廣軌標準 (1.435 m) 軌間以上のものでは大体 120 km/h 前後、狹軌鐵道 (1.067 m) では 70 km/h 前後の平均速度を有するに至つてをります。我國では東京神戸間に運転してをります燕號列車の平均速度は 69.4 km/h でありますが區間によりまして 75.5 km/h を出してをります。列車速度の昂上は旅客列車のみでなく貨物列車も同じ様な傾向を辿り順次増加して來てをりますが、茲に掲げました図表を御覽下さいと御納得が

\* 鐵道技師 鐵道大臣官房研究所長 工学士

行くと思ひます。図-1 は世界主要國の最近の列車平均速度を示したものであります。尙我國では國有鐵道の外に地方鐵道線に於ける一例として參宮急行電鉄のものをして置きました。此の図表で御覽の様に短い距離の間は割合に平均速度が大いのでありますが、長距離になるに従つて平均速度は減ずるのが普通であります。圖-2 は東海道本線に於ける旅客及貨物列車の平均速度の昂上の様子を示したものであります。

圖-1. 各國主要列車の平均速度

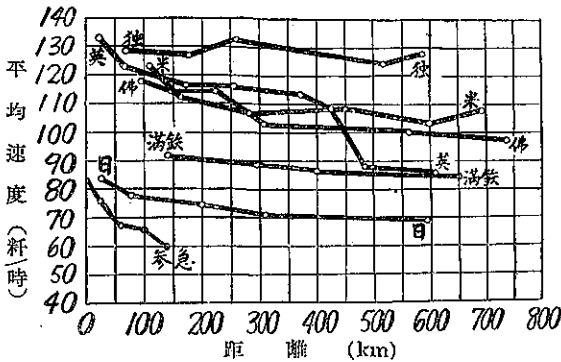
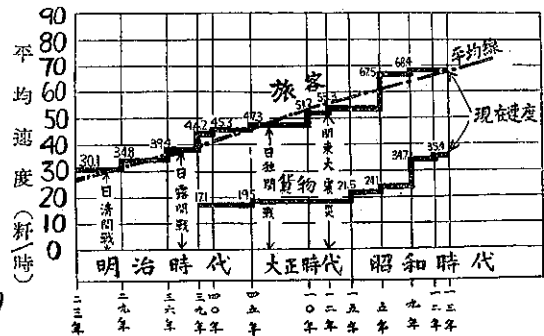


圖-2. 東海道本線旅客及貨物列車到達速度の変遷



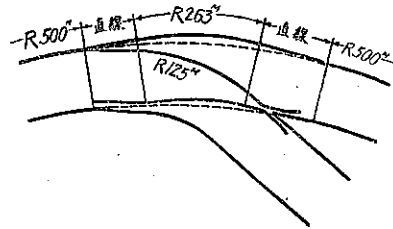
次に之等列車に使用致します車輛も實に大なる變遷を致しまして機關車に於きましては其の能力を代表致します重量が年と共に増加致し旅客用、貨物用共に約 130 t に近く、旅客列車は 650 t、貨物列車は 1000 t 餘を 10 度の勾配 (10/1 000) に於ても牽引し得るに至りました。亦其の速度を代表致します機關車の動輪の直径は旅客列車用のもので 1750 mm、貨物列車用のもので 1400 mm を標準とするに至りました。尙外國に於ける一例として我國有鐵道と同一軌間である南阿國有線の機關車に動輪の直径 1830 mm に達してをるものを使用してをります。幹線遠距離列車の高速度化と共に一方大都市近郊の電車運転と云ふ傾向が著しくなつて來ました。東京附近では東京櫻木町間 (61.5 km)、東京横須賀間 (124.49 km)、東京淺川間 (96.0 km)、東京大宮間 (60.66 km)、山手線 (45.59 km)、池袋赤羽間 (11.02 km)、御茶ノ水千葉間 (78.51 km)、上野松戸間 (17.9 km)、東神奈川原町田間 (22.54 km)、京阪神附近では京都明石間 (95.1 km)、大阪天王寺間 (10.70 km)、片町四條阪間 (13.3 km)、中國筋に福山府中間 (23.60 km) 等であります。之等區間に連転してをります電動車は大体 40~50 t、附隨車は 25~35 t の重さでありまして一般に重い車が多く而も電動車の重心は機關車の重心 (1.5~1.6 m) の高さ比べて約 300 mm も低く且つ電車運転の本來の性質上運轉回数が頻繁であります爲にその軌道に及ぼす破壊作用も大きいのであります。

以上述べましたことは直接土木技術ではありませんが是等の事柄が線路の改良を促がし従つて土木技術の發展を來たします主なる原因の一部をなしてをりますので茲に之を申上げたのであります。

(2) 線路改良 列車の速度昂上を円滑に行ふ爲には之が最大の障害となる曲線の改良に努めなければなりません。即ち急曲線、分岐器附帶曲線及反向曲線に基く速度制限箇所が多い程速度昂上は困難となるのであります。試みに東海道本線に就て申上げますと平均速度を 75 km/h 以下に制限されてをります箇所が分岐器附帶曲線に基くもの 97 箇所、反向曲線に基くもの 6 箇所、本線の急曲線に基くもの 81 箇所もあるのであります。之等は更に速度昂上を致す場合に相當改良されねばならぬ事項の一つであります。尙舊く敷設されました線路には緩和曲線の不完全な箇所があつたのであります最近は必ず緩和曲線を附し且つその長さもカントの 1000 倍以上 (規程は 600 倍以上) となしつゝあるのであります。亦反向曲線間には 10 m 以上の直線を置くことになつてをりますが之も出来るだけ長くする様に努力致して居るのであります。

曲線中に分岐器の存在する箇所は最も弱點でありましてカントを附することが出来ませんし亦緩和曲線も付けられません、而のみならず転轍器部に於て左右軌條の高低差があり轍叉部の軌間缺線等の缺點が相集まつて頗る具合が悪く脱線事故を起すことが少くないのであります。殊に曲線部に直線式分岐器（在來の設計のもの）を使ひますと 図-3 に示します通り分岐器の前後に基の円曲線よりは急な半径の曲線部分を生じ速度は基曲線に對するものより遙かに低く制限しなければならぬこととなります。従つて出来るだけ分岐器は直線部分に移設する様に致すのであります。斯くする事が莫大な費用を要すると云ふ様な已むを得ない場合には曲線分岐器を使用し全曲線を通じて一様の曲線半径を保たせるのであります。この曲線分岐器は普通分岐器に比してリード曲線半径も大であり入射角も小さく、又轍叉は可動式を使用し之を曲線と合致せしめる様加工致しました結果、軌間缺線部も無くなり軌道は縦折れとならないのみならず本線の方は分岐部分にも適當にカントを附し得られ制限速度も普通分岐器に比して遙かに大なるものになります。此の曲線分岐器は試験の結果成績が宜しいので昭和 10 年曲線分岐器を使用すべき主本線の曲線半径を數種に限定し之に對する標準設計を完了し高速度列車運轉區間及電車運轉區間必要の場所に使用してをるのであります。

図-3. 曲線中に直線分岐器を使用した場合  
(曲線半径 500 m, 12 番分岐器)



尙分岐器に於ける從來の尖端軌條はその強度が劣弱であるのみならず本線軌條の底部に乗り軌條面に左右高低差を生ずる構造であるため通過車輛が左右に傾き分岐器通過の際著しき動揺を感じる等の缺點があるのであります。其の缺點を除く爲に帽子型の断面を有し基本軌條と軌條面を同高とした尖端軌條を製作し之を帽子型尖端軌條と呼び昭和 10 年に 50 kg 10 番分岐器を試用致しましたが成績が宜しいので

図-4. 現行型及帽子型尖端軌條  
乗り移り箇所断面

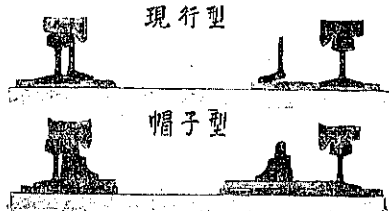
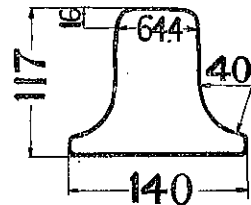


図-5. 帽子型軌條断面  
50 kg ポイント用、重量 745 kg



昭和 11 年度より大量に製作し 50 kg 軌條分岐器を全部之と交換する方針のもとに進行してをります。普通型及帽子型尖端軌條と基本軌條との關係比較及 50 kg 分岐器用帽子型軌條の断面は 図-4 及 図-5 に御覽の通りであります。尙此の帽子型尖端軌條は分岐線側のものは曲線とし之に對する轍叉は可動式として軌間缺線無くすることになつて居ります。

所で此の帽子型尖端軌條使用分岐器に於きましても軌條が削成されて居りますこと及趾端に入射角を有することの缺點は除かれて居ないのであります。之等の缺點を根本的に改良する目的で鈍端分岐器を製作し昭和 12 年始めて現場に敷設し目下試験中であります。其の結果によつて將來の方針を定められるだらうと思ひます。之は 図-6 及 図-7 に示した通りであります。圖-6 の 2 軌條式のもの先年國有鐵道に買収致しました宮崎縣營鐵道軌間 762 mm のものに使用してをりましたが餘り成績が思はしくありません。唯今試験中のものは

図-6. 2 軌條式鈍端轉轍器

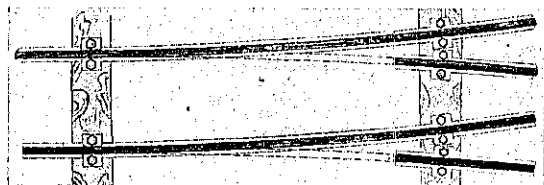


図-7. 4 軌條式鈍端転轍器

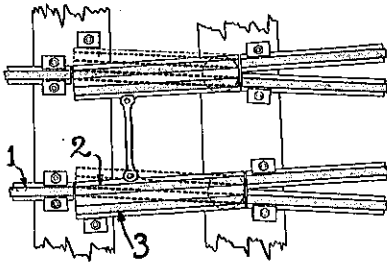


図-8. 鈍端転轍器

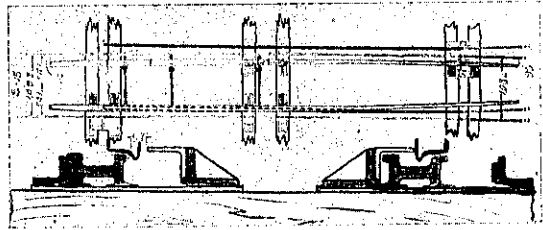


図-7 及図-8 に示しました通り全然尖端軌條を用ひませんで分岐線用及本線用併せて 4 本の軌條を組立て之を左右に転換して転轍を行ふ方式であります。

以上の外荷複線区間の非常亘線及単線区間の安全側線用分岐器の様な平常は原則として使用しないものに對しては特種の乗越分岐器を設計し之を使用せんとしてをります。この趣旨は本線側には何等缺線を設けず亘線側を列車又は車輛が通過する場合には車輪のフランジで本線軌條を乗越して通過せしめんとする考案であります。

列車速度の昂上並に電車運転に對應して軌道の構造其の他に相當改良を加へなければならぬ事は申すまでもない事ですが特に軌道強度の算定方法の確立が絶對必要となつたのであります。從來算定方法が不充分でありました爲、昭和初年頃から本格的調査が開始されて遂に之が算定方法の確立を見たのであります。而して強度不足軌道の對策決定（即ち所要軌條重量、枕木挺數、道床厚の決定等）、強度不足区間の制限速度の決定、特種重量車輛運轉制限区間の決定等軌道強度上の根本問題の處理に用ひられる様になつたのであります。

此の計算の原理は軌條を等間隔に配置された 20 の弾性支點（枕木）を有する連続桁と考へ三連力率の定理により応力計算式を誘導し之に實驗的に求めたる數値を適用して得たる結果を廣汎なる實地調査によつて檢證したものであります。

別に各種列車を各種速度で同一線路區間を走行せしめた場合の応力調査の結果から速度による応力増加率を求めて（例へば速度 1 km/h につき軌條応力 1% 増）之を衝撃応力として静止荷重より起る応力に加へて實際の軌道応力としたものであります。

軌條は昭和 4 年以降は總べて内國産軌條を使用する様になり製鉄所と鐵道省との協力研究によつて良質のものが製作されるに至りました。最近には軌道用品と共にシャム國、ブラジル國及中華民國等にも相當數量を輸出されたのであります。今次事變の爲に現今は中絶してをります。

軌條の長尺化は昭和 5 年から調査にとりかゝり昭和 10 年に至つて 50 kg 軌條及 37 kg 軌條は長 25 m, 50 kg 軌條は長 20 m を以てその標準長とすることになりました。之は軌條接目によつて生ずる車輛振動を最小ならしむる如き長を決め之に軌條挫屈及温度による軌條伸縮に對する遊間の問題、軌條繰送上の問題、並に既設の 10~12 m 軌條を更換する場合の利便等を考慮して決定された標準長であります。

昭和 8 年に 48 m 長の試験軌條で挫屈試験を行ひました結果では我國の如き軌道構造では軌條長を之以上に大とすることは不適當の様であります。尙長尺軌條の貨車積運搬や之が敷設方法についても簡便な取卸機の考案によつて支障なく出来る様になつて居ります。

亦長尺軌條の標準長を増大する意味で軌條接目を熔接して著しく長大なる軌條を敷設する傾向が世界各國に起つて參りましたが未だ各國共研究時代であります。我國では軌道構造から考へて一般的には困難ではないかと思はれますが隧道内の如く温度の変化の少ない箇處では之が適用可能と思はれますので最近仙山隧道（全長 5.354

km) 及宇佐美隧道(全長 2.920 km) に於ては軌條接目に熔接を適用しました。其の方式は仙山隧道の方は大部分をテルミット熔接で一部分は銜合せ電弧熔接を用ひ、宇佐美隧道の方は軌條頭部銜合せ底部添銀隅内電弧熔接を用ひました。

次に軌條接目銜の設計であります但在來使用して居りましたものを断面の形を変更致しまして其の形狀を對稱形に近づけまして材質も油焼入をなし試作試験中ではありますが断面積が在來のものに比し小なるに拘らず、最大応力の値を減じ亦軌道の狂ひ等も少なくなつて良好なる結果を示して居ります。

枕木も施薬前の乾燥方法を考慮し施薬の滲入を良好ならしめ又タイプレートを使用し現在の施薬枕木の壽命を延長せんと研究を續けてをります。

道床も從來の川砂利では列車荷重による破壊作用が大きいため重要箇所には碎石(鐵滓、バラストを含む)を用ひてをります。碎石は搗固め後の破壊量少く軌道保持力堅固なるため保守勞力に於て約 30%、軌道狂ひに於て約 5~10% 程度の減少を來たします。従つて道床搗固作業(保線作業の 50% を占む)の軽減が大となるのであります。現在重要幹線、橋梁の袖、分岐器部分等には必ず用ひ乙線以上はすべて碎石化の計畫であります。此の他軌道強化の爲にはアンチクリーパーの増設、枕木の挺數増加も考へられ地質不良の箇所は踏盤改良も行つて居ります。又隧道内に於ける保守作業の困難特に速度昂上と共に列車運転間隔の短かき爲作業の能率が下り又危険度も多い爲之等の缺點を少なくする爲に大正 11 年頃からコンクリート道床になすことが行はれ既に 60 餘箇所延長も 45 km 餘に及んで居ります。

(3) 信號及保安 列車の運轉が頻繁となるに従つて、自動閉塞式の採用區間が増加するのは當然でありまして國有鐵道に於きましても複線區間では東海道本線、山陽線(姫路驛迄)、東北本線(宇都宮迄)等に使用されてをります。單線に於ける自動閉塞式も昭和 7 年に千葉蘇我間に使用したのが最初でありまして漸次その區間を擴大しつつあります。北海道では小樽南小樽間に使用されて居る筈であります。地方鐵道や軌道に於ても相當に使用されて居ります。

信號としましては機械信號、電氣信號がありますが電氣信號では腕木式と色燈式がありまして色燈式のものが増加しつつあります。

聯動裝置も漸次發達して來て居りますが機械聯動、電氣機聯動、電氣聯動、電空聯動等が主なるもので中にも電空聯動裝置は軋轍器を轉換する機構が電動機によるものより簡易で動作の早い利點がありますので圧縮空氣の裝置さへ故障がなければ作業が頻繁で迅速を要する處に適し昭和 5 年新宿驛に設けましたのが最初で近來大停車場には此の式を使用する傾向となつて來ました。

自動聯動裝置も國有鐵道では城東線の分岐點に使用されて居りますが地方鐵道、軌道では相當に使用されて居ります。最近繼電聯動裝置が現はれて來まして國有鐵道では昭和 10 年に津田沼驛に之を設備致しましたが地方鐵道、軌道では之も相當多く使用されて居ります。之は信號機挺子、軋轍器挺子を扱はずに列車の運轉方向を考慮したる押ボタンのみを扱ふことにより軋轍器の轉換、信號の現示及列車進路の確認をなす様になつて居り、取扱ひが頗る簡易である爲普及される傾向にあります。

信號機が停止信號を現示してゐるにも拘らず運轉手が之を誤認若くは無視して進む時自動的に列車を停止せしむる自動列車停止裝置も東京及大阪の地下鐵道には使用されてをりますが國有鐵道では目下試験中であります。亦霧とか吹雪とかトンネル内の煤烟などの爲に信號が認められぬ場合に對し機關車内見易き箇所に小型の信號機類を取付け運轉手の眼前で列車運行の條件を指示する車内信號裝置と云ふものがありまして國有鐵道でも目下

試験中で其の成績も宜しい様でありますから將來相當に使用される可能性があると思ひます。

尙遠距離制御法(リモート、コントロール)を行つて遠隔の場所にある分岐器等を扱ひ經費の節約を図つて居るのがあります、國有鉄道では目黒川(品川驛で扱ふ)、田刈屋(富山驛で扱ふ)を始め諸所にありますが地方鉄道では參宮急行電鉄で佐田青山間に使用して居ります。亦集中制御装置も地方鉄道及軌道では二三使用されてをりまして自動閉塞式と何れにも切換へ得る装置としてをりまして、大阪電氣軌道の天理線及九州鉄道の柳河線に使用されて居るものは其の一例であります。

(4) 平面交叉分離 國有鉄道踏切の數は昭和 12 年 3 月末調べによりますと 86 185 箇所て其の他立体交叉となつて居る道路交叉が 3 752 箇所となつてをりますが、列車速度の昂上及列車運轉回數の増加と道路交通量の増加との爲に立体交叉の要求は益々多くなり特に市街地に於て甚だしいので、既存の地平線を改良して大々的高架線となしたるものに難鷹取驛間、大阪驛附近上淀川下淀川間、大阪城東線、名古屋驛附近、東京三河島驛附近等があります。

地方鉄道及軌道でも相當多くの線が高架線となつてをりまして。之等高架線の様式はビーム及スラブ式又は築堤式であります。最も此の立体交叉の目的を達する爲には道路面の低下によりて出来る場合と路面低下と線路の昂上とを併用して出来る場合がありますが現場の情勢によること勿論であります。

地平鉄道線路の高架化に就き最近行はれました注目すべき切替工事は昭和 6 年 10 月 10 日に行はれました神戸市街高架線及昭和 9 年 6 月 1 日に行はれました大阪驛附近の工事であります。何れも鉄道線路上を跨線して居た道路及電車軌道と上下位置を更へる難工事であつたのでありますが周到なる計畫並に豫備工事と果敢なる當日の作業により夜間短時間に故障なく此の切替工事を完了したのであります。

(5) 線路選定 建設線の線路選定は明治より大正の初年頃までは總べて現地選定でありまして熟練の技術者が現地の地形及地質に応じ線路を定めたものであります但其の後は主として図上選定となり先づ現地測量により地形図を作製し図上に於て適當なる線路を定め之を現地に移して線路を決定する様になりました。是等地形測量は主としてスタヂア測量によつて居たのであります近年に至り航空寫眞測量を応用し、始めは民間會社に請負はせて居たのですが昭和 10 年から鉄道省に飛行機 2 機を購入致しまして自ら之を行ふ様になり其の延長も 700 km 以上に達し結果頗る良好であります。尙近來の線路選定は關係地方の經濟的事情、運輸運轉(スピード、カーブを必ず調べる)の狀況等の調査を徹底させ其の線路の使命を達成し將來の貨客運輸に適合せしむる様特に努力を傾注して居るのであります。

### 3. 停車場

(1) 大停車場改良の方針 最近國有鉄道に於て施工中の大停車場改良工事は東京驛、大阪驛、品川驛、同客車操車場、天王寺驛、平野操車場等であります。名古屋驛改良工事は昭和 12 年度に略々完成致しましたが、之等大停車場改良の最近の傾向としては旅客扱と貨物扱とを分離せる事であります。東京、上野、名古屋、大阪、神戸皆然りであります。更に進んで旅客驛内より旅客列車の留置、洗滌、組成に必要な諸群線をも分割し別に客車操車場を設けるのも現時の趨勢であります。上野驛に對する尾久、東京驛に對する品川、名古屋驛に對する名古屋、大阪驛に對する宮原、神戸驛に對する明石の各客車操車場等之であります。

(2) 旅客驛 大都市内の大終端驛は殆ど立体式となつて來ました。前に述べました大停車場は其の例であります。大終端驛の設計に當つて乗車口と降車口とを分離する事及遠行旅客と通勤旅客との扱を別にする事は根本の

2 大原則であります。

東京驛に於ても當初の設計は此の 2 大原則を遵守したのでありますが位置が不適當であつた爲此の區別を撤廢せざるを得なくなつたのであります。現在改良工事中の東京驛裏口及大阪驛の設計に當つては此の點を充分に考慮し 2 大原則の確立に遺憾なきを期して居るのであります。

昭和 7 年に完成致しました上野驛はその地勢を巧に利用致しまして此の 2 大原則を活かし且つ他の系統の交通機關との連絡に非常に苦心を拂つてある好例であります。

乗降客の分離につきまして民間鐵道に於ける適例は大阪電氣軌道の上本町驛と南海鐵道の難波驛、阪急電鉄の神戸驛等其の適例であります。

圖-9. 大阪電氣軌道上本町驛出入口略図

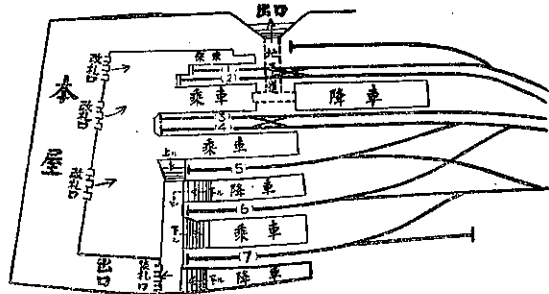
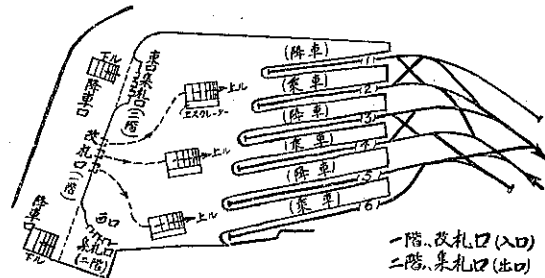


圖-10. 南海鐵道難波驛出入口略図

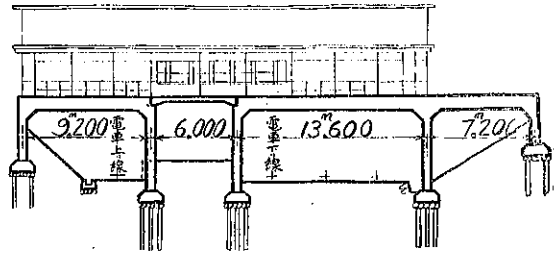


近代の旅客大終端驛は近距離及遠距離旅客輸送取扱設備のみならず手荷物、小荷物等の運送設備を始めホテル、レストラン等各種の施設を必要とする様になりました。蓋し近代文化の進歩は各人の生活を益々複雑ならしめると共に停車場は都市に出入する支關であります爲に其の地點が都市交通の一つの中心を形成するのは當然でありまして大終端驛の設計は單に停車場に於ける列車の取扱のみならず各種文化的施設をも考慮する必要が生じて參りました。大旅客驛本屋が漸次高層建築となりつゝありますのは斯かる事情に起因するものであります。目下工事中の大阪驛本屋は地上 5 階でありまして 3 階以上はホテル其他に當てんとし、又設計中の天王寺驛本屋もその基礎工を將來の利用を考慮し 5 階の建築物に耐へ得るものになつて居ります。蓋し斯かる大驛附近は地價が高い故に空間の利用の道を講じ置くは策を得たるものと思ふのであります。民間經營の近郊鐵道では夙にこの點に注目しその終端驛はデパートメントストア、食堂等に當て其の地方の一中心を形成して居ることは皆さんの御承知の通りであります。阪急電車の神戸驛(三宮)、阪神電車の元町驛等にはユース專門又は其の他の映畫劇場をさへ設けて居るのであります。

序に天王寺驛本屋の設計に當りまして新しい試みとも申すべき事を申し上げますと、從來天王寺驛は終端驛の部類に屬しなかつたのでありますが近年大阪南部に於ける異常の發展は南海、阪和、大阪鐵道等此處に終始し高速地下鐵道市電等も亦此處に線路網を集中する等關西線に於ける終端驛湊町を遙かに凌ぐ交通の要衝となつて來ました。省線と致しましても城東線の電車化、關西線湊町奈良間の電車運轉計畫の確立等により關西線旅客列車に對し天王寺驛を終端驛とする必要がありますので之等の情勢の變化に對應するため目下改良工事施工中であることは前に述べた通りであります。ところで天王寺驛の地勢は線路が街路面より下ること約 6.5 m の切取中にあります、従つて在來の驛本屋は切取法肩の一隅に存し僅かに跨線橋により對岸と連絡せる有様で接客面積甚だ狹ましく蝟集せる民營鐵道その他との連絡に苦しんで居つたのでありますが今回の改築に當り大阪市に於て實施せんとする阿部野橋幅員擴張工事と呼応し之に隣接して線路上を覆ふスラブ橋を築造しその橋上に本屋及驛前廣場を構築する

事とし接客面積も従来の1面より3面に増し各交通機關との連絡も極めて便利となることになつたのであります。之は三宮、神戸、或は阪急三宮等で既に實行して居る所の高架線下の驛としての充分なる利用と云ふことに對応するもので斯る地勢の驛に於て線路の上部の利用と云ふ國有鐵道としては新らしき試みであります。規模は小さいのですが近く着手すべき省線大井町驛に於ける東横電鉄(目蒲大井町線)との連絡口の改築に當りても同じ様に驛前を通過せる道路橋の擴築と相俟つて切取中の線路を覆ひ驛木屋並に廣場を設け一つは以て地積の利用を講じ他は接客面積を擴げんとする一石二鳥の設計であります。今後モ斯かる地勢の驛例へば日黒、駒込、巢鴨等の改築に當つては此の型式を考慮すると思ひます。民營鐵道に於きましては既に此の型式を實施して居る驛があります。圖-11は大井町驛の改良計畫の断面であります。驛の建築は從來は千遍一律のものでありましたが最近はその周圍との調和を保ち又地方色を加味するやうになつて來ました。出雲の大社驛、東淺川驛などが純日本風に、大月驛が山小屋風に、日野驛が民家風に、奈良驛や那智驛が寺院風に建てられて居るのは面白い傾向であります。

圖-11. 大井町驛裏改増築工事



簡易線の出來た結果として驛員無配置の驛が(乗降場と待合所だけを設け車掌が驛事務をみる如き)既に相當數出來て居ることも注意すべき現象であります。

(3) 貨物驛及操車場 中継運送の迅速を計る爲コンテナを使用することが益多くなりつゝあり亦急送貨物列車の運行を始めて居るので之等に對する設備即ちクレーンなり専用の積卸場が必要となつて來て居ります。特殊の貨物驛設備と致しましては室蘭及小樽の石炭取扱設備があります。石炭車をミュールによつて取卸場に押上げ茲で車全体を傾斜させて石炭を受炭槽に落下させ其處よりベルトに供給し積込用籠を経て船艙に積込む様になつて居ります。

大終端驛改築に伴ふ必然の結果として客車操車場が現はれて來ました。客車の洗滌、留置、検査、組成、解結等をなす處で尾久、品川、名古屋、宮原、明石等がその例であります。

貨物操車場は既に早くよりありまして就中坂阜を備へて居るものは田端、吹田、稻澤、烏栖、大宮、新鶴見等がありますが、新鶴見はその施設最も新しく信號保安裝置として第1種電氣機信號扱所10箇所、電氣式挺子集中扱所7箇所を設け主信號は電氣式、入換信號機は機械式及電氣式の燈列を用ひて居ります。尙日本に於て最初の軌道貨車制動裝置(カーレターダー)を國産品で調べ敷設試用中であります。

#### 4. 工事の設計並に施工法

(1) 土質調査 從來の土質調査特に土質力学の對照は所謂粉体に限られて居りました(實際に於ては砂)爲、頗る不完全なものでありましたが約20年前頃から新運動が起り全然違つた角度から此の問題を調査研究し始めたのであります。我國では鐵道省が昭和5年に土質調査委員會を組織致しまして此の方面の先鞭をつけ土の器械的分析、礦物的分析、土質構造の檢鏡、剪斷抵抗力の測定、緊硬度の測定、耐圧試験、收縮試験、間隙率測定、比重測定、圧密透湿度測定等を行ひ來つて居ります。

地下の状態を知るべき試錐方法も上總彌共の他の不完全極まる方法によつて居たのが二重管式、三重管式等の考案が出來、出來る限り自然のままの状態にて試料を採取することに努めて居ります。



最近二三年間は地質調査のための試錐の他に所謂物理地下探査法によつて地底の状況を推知することが行はれ好成績を収めて居ります。鉄道省に於て行はれて居る物理地下探査法は2種ありまして一つは弾性波の傳播速度によつて地質を知るもの他の一つは電気式でありまして各土質にそれぞれ固有の電気抵抗あることを利用して地質を知る方法でありまして白河驛構内を始め關門隧道、長倉線那珂川橋梁其の他多くの箇所て応用調査の結果は極めて良好であります。

(2) 土工 在來土工は土砂の場合は殆ど人力により切崩し積込を行つて土工ビルにより運搬して來たのでありますが近來現場に応じて機械力を利用すること益々多くなつて來ました。即ち大切崩にはカーリット、ダイナマイト等を、積込にはスチームショベル等を用ひ運搬には電気機關車又は蒸氣機關車を利用し其の能率も益々増進するに至りました。従つて工費に於きましても大に節約出来る様になつたのであります。

(3) 隧道 従來隧道の掘鑿は小隧道は手掘りとし大隧道には鑿岩機を用ひ其の掘鑿方式は主として日本式(頂設導坑式)によつて居りましたが近來は地質に応じ種々なる鑿岩機、試錐機其の他の機械力を多く利用し新オーストリア式、上部開鑿式等を採用し作業者の熟練と相俟つて施工期間を著しく短縮し得る様になりました。圖-12~14は各種の掘鑿方式を示したものであります。

最近の隧道工事中劃期的のもののはかの丹那隧道でありまして17年の長年月の間断層と湧水とのために苦しめられ本隧道の延長の約

2倍に近い水抜隧道を掘り或は盾構を使用し又は空氣掘鑿方式を採用し此の爲隧道工事技術に於て多大の經驗を得自信を強めて遂に關門隧道工事遂行に迄進展したのであります。世界に誇るべき工事をなしつつあるのであります。關門隧道工事の現状は將來の排水坑となり目下の地質調査用坑となります。豆トンネル(小隧道)の掘鑿は順調に進行して居るのであります。下關側が約280m、門司側が約20mも進行して居ります。

隧道工事に於ける導坑1日の進行程度は大正年代には約2m平均でありましたが現今では6m平均となり約3倍の進行を示すに至りました。従つて工費の軽減も著しきものがあります。

地下鉄道隧道施工法は路面覆工及土留工を施して開鑿する従來の方法が依然として主であります。大阪市地下鉄道に於て一部潛函式を使用致しました。之は豫め築造された隧道軀体を作業室の掘方の進行に伴ひ段々に沈下せしめて行くのであります。各潛函は約90cmの間隔を保つて沈下後之を接続致しました。作業室の空氣圧は $14 \frac{kg}{cm^2}$  (1 kg/cm<sup>2</sup>) でありました。北海道帝大教授小野先生の考案になります小野式工法も一部に試みられて居ります。尙大阪市地下鉄道では阿部野筋附近で複線延長80mに互り無筋拱型隧道の施工を開鑿式逆捲法で致しました。之は先づ穹拱部を完成し直に上部土砂の埋戻を行ひ一般交通に便し、次で抜掘により側壁を造り最後に道床コンクリートを打つたのであります。普通のコンクリート函型のものに比し約25%の費用節約になると云ふことであります。

圖-12. トンネル掘鑿工法日本式

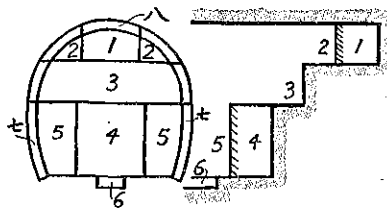


圖-13. トンネル掘鑿工法新奧式

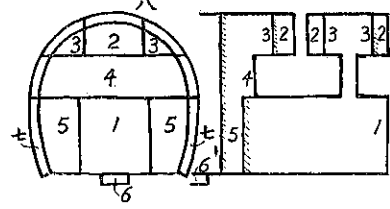
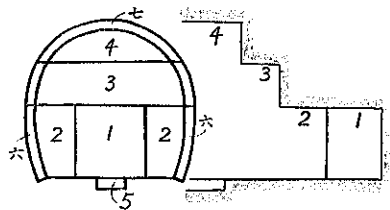


圖-14. トンネル掘鑿工法上部開鑿式



(4) 橋梁 上部構造には鋼と鉄筋コンクリートが使用されて居りますが鋼構造に於きましては設計、製作、架設保守等總ての點に於て容易であります爲に鋼桁が重用される傾向であります。鋼桁の支間長も次第に長大なるものが用ひられる様になり最近では 31.5 m のものはもとより 36.4 m (筑後川のもの) のものもあり、甚しきは御茶水兩國間の昭和通に架せられたる鋼桁は支間 45.2 m に及んで居ります。然し一般的には大径間には連続構、拱橋等を設計して居ります。製作技術も最近大いに進歩致しまして海外向にもシヤム、中華民國等に於て海外諸國を相手に競争入札に参加し數回に亙り註文を獲得數千噸の橋梁を輸出して居る有様であります。

現代の新技術たる電弧溶接の橋梁に對する應用をも考慮し、昭和 6 年に試験的に鋼桁の補強工事に之を適用致しまして以來毎年民間工場の優秀職工を檢定試験の上工事に従事せしめ 12 年度末迄に電弧溶接により鉄桁の補強工事を終つた連數は 1 017 連に達して居ります。尙新桁に對する電弧溶接の應用は昭和 9 年夏竣工しました田端大橋 (跨線道路橋) 總支間 134 m (控支間各 40.5 m, 中央吊支間 53 m) のゲルバー 桁が鐵道省施工の最初のものであります、その後この經驗に鑑み研究調査を進め鐵道橋の溶接新桁を試みる筈であります。

鋼桁の架設法は從來は主として丸太を用ひた假足場によつて居りましたが近來は色々の架設法が考案研究されてきて鋼桁に對しましては手延機、操重車を使用する方法が殆ど標準となり、トラスに對しましてはケーブル式、ベント起重機式が標準となつたかの觀があります。手延機と操重車とを併用したものは昭和 9 年 8 月に大阪下淀川橋梁で 50 連の鋼桁の架設に應用され 1 日 2 連宛架設の記録を残し、ベント起重機式は最近天龍川、熊野川、揖斐川等に應用されました。圖-15 は手延機と操重車との併用の架設順序を示し圖-16 は構橋のケーブル式架設法、圖-17 はベント起重機式架設法を示したものであります。

圖-15. 下淀川橋梁架桁順序

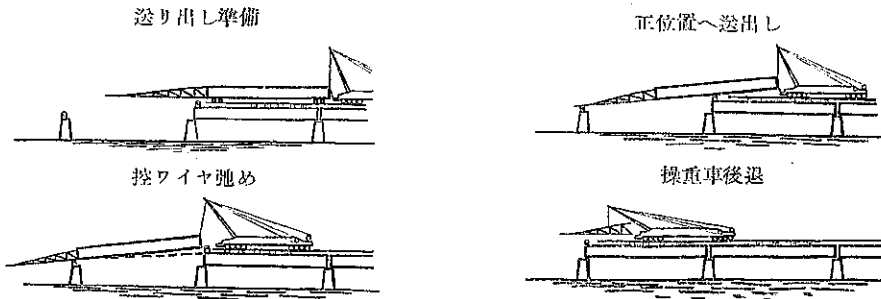


圖-16. ケーブル式架設法

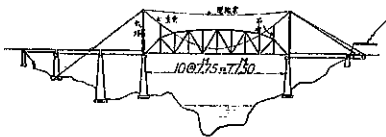
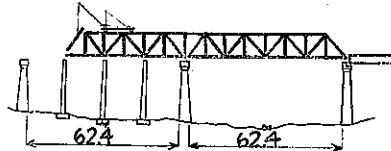


圖-17. ベント式架設法



橋梁用材としてコンクリート及鉄筋コンクリートが重要な役割を果して居りますことは勿論でありまして市街地に於ける高架鐵道工事には早くより利用され東京上野間、灘兵庫間、大阪臨港線、大阪驛附近、御茶水兩國間、名古屋驛附近、其の他阪急、阪神、京濱、東横、京成等多くの民營鐵道に於ても其の例あることは周知の通りであります其の型式も順次進歩變化を來たし最近に於きましては 3 径間乃至 5 径間連続のビーム及スラブ式、フラットスラブ式等が多く使用されて居ります。

建設工事に於きまして山間僻地では鋼材の運搬に困難がありますので所在の砂、砂利を用ひてコンクリート構造を用ゆることが盛に行はれ単純版桁、丁形桁、ラーメン、拱、ゲルバー桁が諸所に造られるに至りました。此の傾向は鋼材節約の際の高い今日特に甚しく拱を主とし、而も小径間無筋コンクリート拱の連続せるものを使用することが流行して居ります。各型式の最大スパンは夫々 6 m, 12.9 m, 14.45 m, 45 m, 22 m 等であります。

鉄筋コンクリート桁は鋼桁に比し重量が大きい爲その架設に困難を感ずること多く依然として足場式によるものが多いのでありますが昭和 12 年 3 月完成しました日ノ影線綱ノ瀬橋梁等の如きはケーブルエレクションに依つて 45 m の拱の架設を致し同じく昨年完成しました只見線第 4 平石川拱橋には組立取外し自在の鋼製拱形セクターを使ひます等各種の新らしき考案を致しまして架設の簡易化に努力して居ります。

鉄筋コンクリート橋に對する鉄筋の溶接の応用も考へられ鉄筋の位置を固定する爲の緊結代用の溶接から進んでは耐力鉄筋の溶接となり既に一部工事を施工したのものもあります。

下部構造及基礎工に於て特に注意すべきは帝都復興工事に圧氣潜函を使用致しましたる直後揖斐川、木曾川の橋梁の基礎工事に之を応用し降つて昭和 8 年高德線吉野川橋梁にも使用、又昭和 9~11 年に大阪驛改良工事の一部にも之を使用致しましたが、昭和 11 年には小形の圧氣潜函(外径 2.2 m 及 2.5 m のもの約 60 基)基礎を三河島驛附近の高架線改良工事に使用し好成績を収め今後此の方面に新らしき發展をなさんとして居ります。

井筒の沈下工法も興味ある變遷をなし東北本線荒川橋梁の橋脚井筒沈下に際し東京帝大教授大河戸博士の考案によりコンクリート塊積の井筒内部への注水沈下法により井筒沈下工法に一時代を劃したのでありますが昭和 10 年に下流川橋梁の施工に當つては井筒の外壁に豫め配置せる管を通じポンプにより注水し以て井筒外壁と周囲の土砂とのフリクションを減じ荷重を用ゆる事なく沈下せしむる工法を採用し豫期以上の好成績を収めたのであります。更に大阪驛本家基礎工には小形井筒を使ひ此の方法により附近地盤を何等損傷する事なく井筒を沈下せしめる事を得ました。最近阪神電鉄で大阪驛前工事に於て注水法に代ふるに圧搾空氣(100 ㍉/ロ、内外)を井筒外壁に送り同じ目的を達して居りますが此の方法の注水法に勝る點はバルブの開閉のみにより任意に井筒の沈下を制御し得る事と地盤を損傷する事一層少なき事であります。之等の工法により荷重の盛り替へに要する手間と日數を減じ橋梁下部構造の竣功を速かならしむること多大なるものがあります。

(5) **コンクリート工** 國有鐵道でコンクリート工事及鉄筋コンクリート工事に非常な注意が拂はれ出しましたのは米國のアブラムス教授がセメント水比説を唱へた頃で我國では丁度東京、大阪等の市街線高架橋の築造中であります。工事の施工に當り毎日打つコンクリートの現場強度を知る必要ある事を強調し各改良事務所に 100 t の圧縮試験機其の他一通りの設備ある試験室を備へてコンクリートの強度確保を期したのであります。

最近山間僻地の建設工事にはコンクリートを無筋又は有筋の状態にて使用すること益々多きを加へて來ましたので、その工法及強度確保には非常なる努力を拂ひつゝあります。講習會等を開きまして關心を昂め又各建設事務所には悉く前に述べました改良事務所に在ります様な設備を有し、工事に際しこの準備試験又は施工中のコンクリート強度の檢定等を行つて居るのであります。

昭和 8 年頃からはコンクリートバイブレーターに着眼し陸道の覆工、橋梁、橋臺、橋脚等の工事に之を使用し居ります。之に依て從來手突にては施工不可能であつた硬練コンクリートも充分に作業することが出來、その高強度を發揮出来る様になりました。現在では電動式又は空氣動式の内部振動機を使用し居り建設事務所及改良事務所に相當の數を具へ他にも多數使用する様になると思ひます。

斯様に硬練コンクリートの施工が出来る様になりコンクリートの高強度が得られる様になりましたので之が設

計に當りましてもその施工法を參酌しましてコンクリートの許容応力を  $40 \text{ kg/cm}^2$ ,  $50 \text{ kg/cm}^2$ ,  $60 \text{ kg/cm}^2$  と云ふ様に適宜に更へて居るのであります。最後に最近我が國有鐵道として否我國技術界に於て快心の出來事を申し上げまして私の講演を結びたいと存じます。それは今時の支那事變に於きまして支那軍が退却の際自爆致しました黄河の大鉄橋の復舊工事に關する事ではありますが此の大鉄橋は獨逸の會社で設計及架設致したものであります。今同の復舊工事につきましてもいち早く獨逸の會社の方では其の復舊工事を引受ける申出をなし關係方面に運動して居たのであります。之は面目にかけても我日本の手で復舊すべきであるとの議論が勝を得まして愈々日本技術者の手で設計復舊すると云ふ事になつたのであります。然し乍ら從來我國に無き長径間の特種構橋でありますのと設計の日數が著しく短時日に限定されて居ります爲之を引受ける者は國有鐵道を置いて他に無しと云ふ事になり我が官房研究所第四科に下命されたのであります。然し非常なる決意と努力とは見事に此の難事を征服致しまして豫定期日に設計を完了し製作工事に些の支障を來たさせず今や順調に進行して居るのでありますことは御同様吾が土木技術界の爲に慶賀に堪へない所であります。長い時間に互り色々と申し上げましたが之を以て私の講演を終ります。御清聴を感謝致します。