

海外道路時事

内務省土木試験所長
工學博士 物部長 穂

新鐵道線の在來交通線を

横斷する場合の構造物

鐵道の築堤が在來道路を横斷する場合、普通、橋梁を用ふるが、築堤の高がある限度以上となれば隧道を設くる方が有利となるも地盤軟弱なる場合に於ては極てマツシブなる構造を必要とする。最近和蘭に於て炭田地方の軟弱なる低地を横斷して鐵道を建設する爲めに設けたる隧道の設計工法は此種工事に資する所尠なからぬ。

該鐵道線は築堤に依て在來の軌道又は道路を横斷する關

係上先づ之等の交通路を通ずる隧道を築造して然る後に盛土を行ふのであるが地盤軟弱なる爲め隧道の前後に於て不
等沈下が生じ易い、之を防止する方法としては、隧道底面
に作用する壓力を均等に分布せしむる事、且其の壓力の強
さは前後の純盛土部に於て同一水平面に作用する夫れと略
同一ならしむ事、前後の盛土は充分に搗固めを爲す事及び
盛土後開通迄の期間をなるべく延長して自然沈下の余裕を
與ふ事等であるが、此等の條件中前二項は、隧道の装工及
床を特に堅剛ならしむる必要を生ぜしむる。

猶、隧道工は其の上部盛土に因る不均等荷重を受くるを

以て若し剛なる一體に築造すれば、其の長さの方向即ち築堤の横斷方向の桁作用に依て強大なる彎曲力率を受け、築堤の高、大なる場合に於ては應張側即ち床部に龜裂の發生は到底免れざる所である。依てこの線路の隧道に於ては凡て、耐水の伸縮ジョイントを用ひて長一〇米内外の構造部分に區分して居る。

一 ケルクラード軌道隧道、軌道は二四分一勾配にして盛土の高は軌條面より約二〇米、拱頂より平均八米、隧道全長九三・三米、車輛ゲージは第二圖中にダブルドット鎖線を以て示すが如く、隧道の内法は(第二圖)幅四・六米高五・八米、外法は底幅八・四米、高八・九米、裝工の厚は頂部一・一米、側壁下部一・九米、床部二・〇米にして各部共多量の鐵筋を入れて補強せるが、特に床部主鐵筋は四種釘を用ひて居る。混凝土は一・二・二配合の良質を用ひ(第一圖隧道縱斷面中、黒色部)僅かに兩端部床下の敷混凝土に一・三・四配合を使用して居る(同圖太斜線部)。横斷伸縮目地は八・五米間隔に配置され、其の工法は第三圖に示すが如く、鐵

釘を以て菱形の斷面の角嚙を作り其の兩側を混凝土中に埋込み、内部に瀝青材を充填し、菱形の變形に依て裝工の伸縮に應じ瀝青材の、外方に推し出さるゝ虞れはない。

設計々算は一九一八年發布の和蘭鐵筋混凝土規程に據て居るが許容應力度を、鋼八〇〇珎/平方糎、混凝土、同三五珎に低減し(同規程は、鋼一二〇〇、混凝土五〇と定む)尙各區分(長八、五米)は地盤の著しき不同沈下を豫想し、中央 $\frac{2}{3}$ の部分のみ支持され兩端各 $\frac{1}{6}$ は肱木狀にハングする場合及兩端各 $\frac{1}{3}$ づゝの部分のみ支持され中央 $\frac{1}{3}$ は單桁として上部の荷重を支持する場合を考慮し、且横斷面の安定計算に於ては盛土の高を二米だけ割増したるのみならず土壓は兩側及片側より作用する場合をも考慮して居る。尙内外兩側に於て〇七度の溫度差を生ずる場合に對し溫度應力を算定して居る。

本隧道の工費は約一五萬圓である。

二 ヴイジングラハト道路隧道、有効幅員一四米の道路を築堤に依て横斷する場合なるが、全長八一・八米、路面上

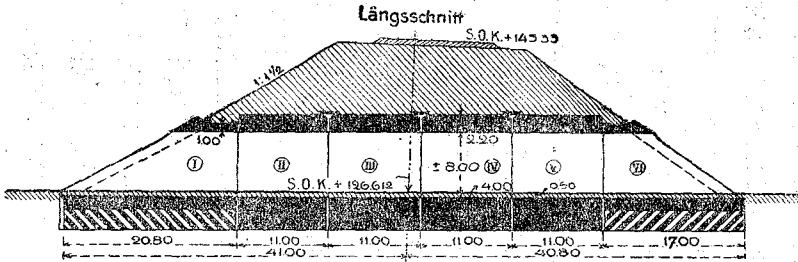


圖 四 第

の盛土高は一八米（第四圖参照）にして比較計算の結果有効幅一四米の一隧道を用ふるより、第五圖に示すが如き形状の内法底幅一〇米の往復二隧道を用ふる方、有利と決した。

設計々算の方針は一の場合と同一であるが横断面の安定上極めてマツシブなる構造を要すを以て縦方行の区分は一一米に定め、兩端各二〇・八米を除き第五圖の如き断面を用ひ、厚は拱頂部二・二米、起拱部三・五米にして床

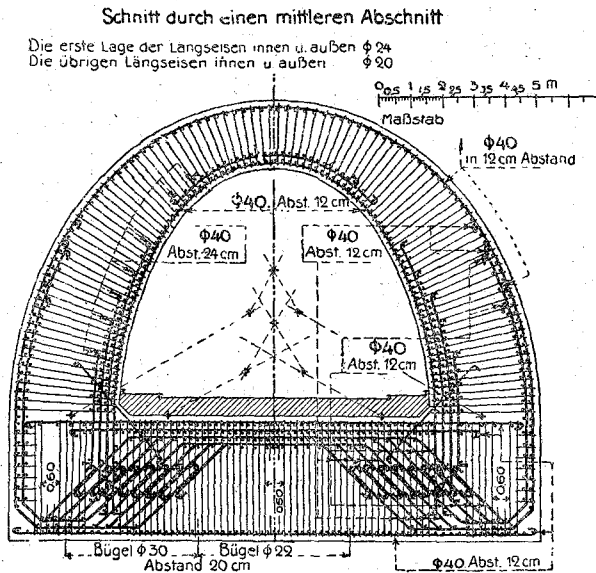
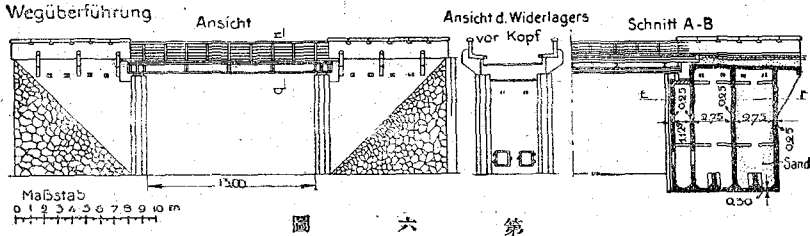


圖 五 第

本隧道の工費は約四〇萬圓である。

三 道路用跨線橋、跨線道路橋の一例として、深八米の

部に於ては實に四・〇米に達し、徑四纏の主鐵筋を二二纏間隔に、上側四段、下側一段に挿入して居る。



第六圖

切取部(底幅一三米)に有効幅員五・八四米の道路を通じたる場合の橋梁の構造を述ぶる(第六圖参照)。該橋は純徑間一三米、軌條面上純高七米にして、主桁は二鈹桁よりなる。橋臺は取付部を兼ね、幅六・〇米長八・〇米の中空鐵筋混凝土造にして内部は長の方向にて於て三部に區分され(A—B 縱斷面参照)取付道路側の一區分には砂を充填し其の重量に依りて桁端荷重及土壓に因る轉倒モーメントとバランスさせ、底下の壓力分布の不均等を緩和し不同沈下を防止せんとして居る。

尙橋臺重量を減ずる爲めに、

高級セメントを用ひ、縦壁に三〇糎、横壁に凡て二五糎の厚を使用して居る。

總工費約三萬圓にして面坪當り約五六〇圓である。

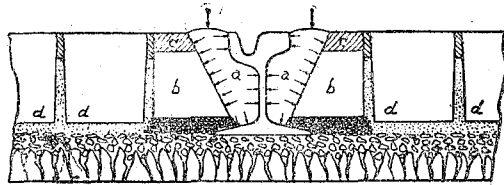
軌道レールと兩側鋪裝との取付法

軌道レールに接する鋪石又は鋪裝の維持の困難は各國共通の事實にして、其の主要原因は車輛の走行に因るレールの上下運動に依り兩側の鋪石目地に弛みを生じ、雨水これより侵入して路床の支持力を衰頽せしめ、路盤の排水不充分なる時は車輪進行の際滯水を壓迫して目地填充材を逐出し、斯てレールの上下運動と鋪裝目地の弛緩とは互に因果を爲して路面の破壊を促進する。

獨逸に於ては、軌道部の鋪裝は多く大型の立方狀石塊を用ひ、テルフォード式路床上に直接レールを置き、其の周圍の排水に最も意を用ひて居る。レールの取付は其の外側に稍大形の縁石を置き短きタイロッドを用ひて之に横に鎮

定せしが、ボルトの締付が漸次弛緩する爲め近年は種々の改良方法を用ひて居る。

一 ヒュファーマン氏取付法 (第七圖) 此方法はレールの

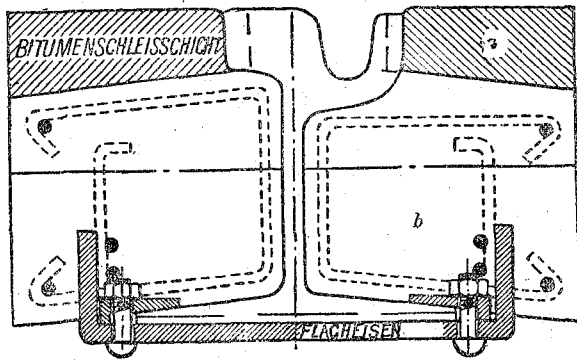


圖

の兩側にbの如き一面傾斜せる
 混凝土縁石(圖b)を並置し、
 夫等とレールとの間の楔狀間隙
 に瀝青材(圖a)を混合せる耐
 水、粘着性の材料(多くターマ
 七 カダムを用ふ)を填充する、こ
 の填充材の表面は斷えず車輪の
 作用に依て加壓され固結するも
 内部は粘着性、プラスチック性
 を保持して兩側よりレールに密
 着し其の位置を保持する。同時

に雨水の滲透を防ぐ。尙混凝土縁石を保護する爲め、其の
 上面を薄きグリースアスファルト表層(圖c)を以て被覆す
 る。

二 エース氏取付法(第八圖) 此方法はレールの頭部以
 下の兩側に鐵筋混凝土の縦桁(a)を置き、其のレールに



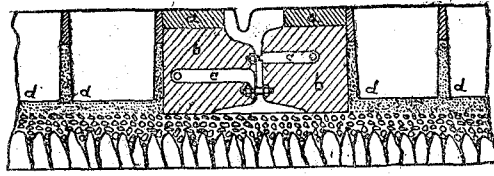
圖

接する面は腹部に
 密着する如き形状
 と爲し且つ鋼平釘
 (c)に依てレール
 底部と緊結され、
 車輛荷重に對し、
 八 レールと縦桁とは
 殆んど一體を爲し
 て耐抗する、尙混
 凝土桁の上面は瀝
 青表層(b)を以て
 被覆されて居る。

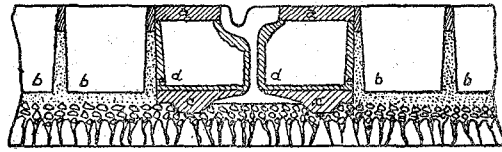
取付法(第九圖)レール腹部の兩側に、九〇厘間隔にクラ
 ンプ鐵物(c)を取り付け、之等の鐵物の外端に圓孔を穿ち

三、ヨステン氏

て徑一五呎の丸鋼をレールと平行にさし込み、レールの兩側各一鋪石位の間に型板を取付け、其内側、レール腹部との間に瀝青鋪裝材を填充し(圖b部)其の表面を厚約三種



第九圖



第十圖

の瀝青鋪裝材 (a)を以て被覆する。

四、シルマ

一氏取付法

(第十圖)古鋪石を利用してその一面が大體レール腹部の形狀に添ふ如く空き取り

(圖d)之を若干の間隙を残す如く、レールの兩側に並置し、其の間隙に瀝青材(e)を充填し、表面は瀝青鋪裝材(a)を以て被覆する。

上記の軌條取付法は何れも、混凝土基礎又は横枕木の如きものを使用せざるものにして、相當の支持力を有する砂層地盤に於て、グリーブドレールを用ひ運轉車輛の重量及回數の比較の少ない場合に適する輕便なる工法と推察される。

貨物自動車輪帶に關する試験

瑞西に於て貨物自動車に於て輪帶の種類と車體の振動との關係を、載荷、速度及路面の種々の場合に於て試験せしに次記の如き結果を得た。但し輪帶はニューマテイツク、半ソリッド及ソリッドの三種を用ひ振動は上下、前後、左右の方向を同時に記録し得る特殊の振動計を用ひて測定してゐる。

一 孤狀に布設せる小鋪石道、上下の振動最も重要にして前後の振動は微少である、時速一五乃至三五呎に於ては平均振幅の比率は次の如く、タイヤの種類の影響は甚しく顯著である。

ニューマテイツク 半ソリツド ソリツド
 タイヤ タイヤ

空車の場合 一、 四・一 一四・八

満載の場合 一、 二・九 八・九

二 タイマカダム道、左右振動顯著にして而も速度に伴ふて著しく増大し上下動を凌駕する、前後振動は少にして速度の影響は少ない。平均振幅の比率は

ニューマテイツク 半ソリツド ソリツド

空車 一、 二・一 四・五

満載 一、 二・〇 一・九

即ちタイヤの影響は小舗石道の場合に比し著しく少なるのみならず平均振幅の實値も亦著しく少である。

ニューマテイツクタイヤに於ては、速度の影響少なく、且何れのタイヤに於ても平滑なる路面に於ては載荷の影響は微少である。

尙獨逸に於けるナーゲル博士の試験に依れば振動は混凝土舗装に於て最少、瀝青系舗装之に次ぎ、マカダム及小舗石道に於て最も甚しく、ソリツドタイヤに於ては一五籽以

上の時速は不適當と看做れて居る。

三 障碍物を越ゆる場合、三・五種の高所又は同高の凸起を越ゆる場合に於ては上下振動最も大に、前後の振動最少なるが、ニューマテイツクタイヤに於て最少、ソリツドに於て最大である。

四 橋梁上に於ける車體振動、橋梁上に於ては橋梁自身の振動と重り合ふ爲め振幅は道路上に於ける場合に比し數倍に達する、前後振動は少なるも上下及左右の振幅は同程度に大にして上下動の週期は後者の平均二分一なるを以て加速度に於ては約二倍に達する。載荷の影響は道路上の場合に比して顯著である、輪帶に於てはニューマテイツクと半ソリツドとは殆んど同程度である。

次に速度の影響を見るに、左右振動は一五—二〇籽に於て、上下動は約三五籽に於て最大となる、之等の關係は橋梁の構造に依るものなるが、試験せる橋梁の多くは鉛直方向の剛性大に従て振動週期の少なるを示すものである。

五 タイヤの新舊、獨逸に於ける試験に依ればタイヤの

新舊に依る振動の比は平均一：一・二にして其の影響著しくない。

六 路面に及ぼす壓力、獨逸に於て走行中のスプリングの撓みより路面に及ぼす壓力を求めたる結果、タイヤの影響は次の如く顯著である。

タイヤ ニューマテイツク 半ソリツド ソリツド
壓力比率 一 二・三 三・六

道路橋インパクトに關する

米國土木學會の調査結果

米國土木學會は一九二二年以來特置委員會に依て道路橋に於ける衝擊作用即ちインパクトに關する研究調査を行ひ先般其の成果を發表するに到りしが其の要點は次の如きものである。

道路橋に對する走行荷重の衝擊作用は鐵道橋に對する夫れに比し著しき差異ある。後者に於て稍長徑間の主樑に對しては機關車車輪の不完平衡部の廻轉に因る週期的力と橋

桁の自己振動との共鳴が主因を爲すが道路上の車輛に於ては不完平衡荷重を有せざるを以て之の作用は極めて微少である。

從て走行車輛の路面に及ぼす衝擊作用は、主として輪帶及鋪裝又は橋床の彈性、路面凹凸の大小、車輛の速度等に依て支配さるゝ次第なるが、委員會の施行せし實驗に於ては多く自重五米噸のトラックを用ひ、載荷は〇乃至一〇噸とし、輪帶はニューマテイツク、半ソリツド、及新古ソリツド等を使用し、路面障礙物として高一吋及二吋の突起を設け、一六哩以下の時速に於て、道路鋪裝及橋床（混凝土床及敷板床）及橋桁に對する衝擊作用を測定して居る。

實驗の結果に依れば橋床及主桁に對する衝擊係數は大體車輛時速とリニアの關係を以て増大し、車輛の乗越す障礙物の高に對しても略リニアの關係がある。タイヤは彈性撓みの大なるもの程衝擊作用は少にして、本實驗に於ては各種ゴムタイヤに就き一車輪に對し最大五米噸の荷重を加へ鉛直變形を測定せしが、三噸荷重に對する値はニューマテ

イツクタイヤ二・七五吋、半ソリッドタイヤ一時、新ソリッドタイヤ〇・七吋にして摩擦せる古ソリッドに於ては新の二分の一位にすぎぬ、依て五噸の荷重に對する撓み(吋)を以てタイヤの弾性度を現はせば、衝擊作用はその略〇・四五乘に逆比例して減ずる。路面剛性の影響も亦相當顯著にして彈性變形ある橋床に於ては普通道路のコンクリート鋪装の如き剛なる路面に於ける場合に比し七五乃至九五%程度である。

尙車輛が障礙物を乗り越す時に生ずる衝擊作用は、多くの場合、ある速度に於て最大に達し、それ以上速度を高むれば却て漸減する傾向がある。

此等の試験の結果より床部構造に對する衝擊係數と其原因たる種々の因子との關係を求むるに、車輛速度と比例して増大するも路面平滑なる場合に於ては其の量は微少である、速度と路面凹凸とが同一なる場合に於ては載荷の多少に無關係にして換言すれば不完平衡部を有せぬ道路車輛にありては衝擊作用は主として非彈支荷重(スプリング以下

の部分の重量)に因るものである。普通の自動車にありては、乗用、貨物共滿載時に於て非彈支荷重は全荷重の六分の一程度にして而も全車輪が同時に障礙物を乗越す如き機會は稀有なるを以て橋梁の設計荷重の如き載荷狀況に於ては衝擊作用の顯著ならざるは明かである。

而て路面の凹凸に因る車輛の打撃に依りて橋床に作用する衝擊の大體を次式を以て表はして居る。

$$I = \frac{1.8H \cdot S \cdot P^{0.625}}{20 \cdot V^{1.5}}$$

茲にHは路面凹凸の高(吋)にして混凝土床版及最良の敷板に對しては〇・一吋位である、Sは車輛の時速(哩)、Pは車輛の非彈支荷重量と全重量との比を%以て現はしたる數dは輪帶の弾性度にして五米噸の荷重に對する撓みを吋にて現はしたるものである。

上記の結果を湊合して委員會の作成せる道路橋に對する衝擊係數は次の如きものである。

床部構造及徑間 40'(13m)以下の主桁, $I = 0.25$

徑間 40'(13m)以上の桁及樑, $I = \frac{50}{L + 160}$

茲に L は徑間(呎)、徑間をメートルにて現はす場合上式は

$$I = \frac{15}{L+48}$$

我國現行の道路橋規定に於て

は L はメートル單位)

$$I = \frac{20}{L+60}$$

但し右式に於て I が 0.3 を超ゆる場合に於ても 0.3 を用ふる。即ち今回米國土木學會委員會の決定せる式に酷似し只之れより僅々三パーセント位大にして六・六六七米以下の徑間に對しては五%大である、尙我國に於ては混凝土及鐵筋混凝土の橋梁橋床にも同一式を使用する事になつて居る。

圖に示す曲線は道路橋衝擊係數(%)と徑間(米)との關係を示

海外道路時事

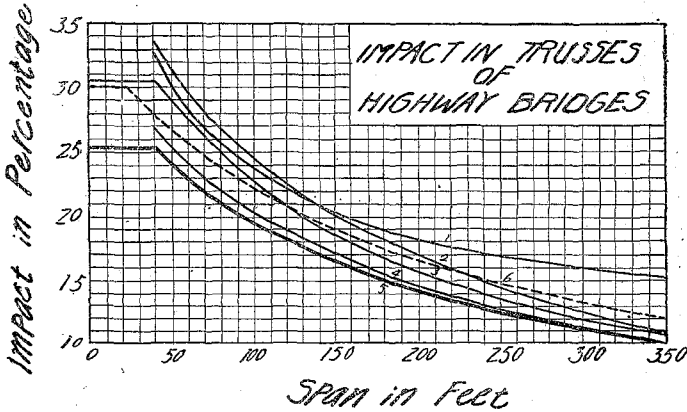


FIG. 11.—IMPACT FORMULAS.

道路橋衝擊公式

1. A. A. S. H. O. 1922, $\left[\frac{L+250}{10L+500} \right]$ (For 18' Roadway)

2. A. S. C. F. 1924, $\left[\frac{1}{3} \left(\frac{2000-L}{10000+10L} \right) \right]$

3. Conf. Com. A.P.E.A. and A.A.S.H.O. 1927, $\left[\frac{50}{L+125} \right]$

4. A.P.E.A. 1922, $\left[\frac{100}{2L+300} \right]$ { 2 Lanes of Traffic
Twice for Timber

5. Recommended by Committee, $\left[\frac{50}{L+160} \right]$

6. 本邦道路橋規定, $\left[\frac{65.6}{196.8+L} \right]$

し。細實線は米國に於て在來使用せしもの四種、太實線は委員會決定のもの、細點線は我國現行規定である。