

圓形管内水流の増速限界流速

(A. H. Gibson: The breakdown of streamline motion at the higher critical velocity in pipes of circular cross section. Phil. Mag. Vol. 15, No. 99, p. 637)

大體に於て O. Reynolds の歴史的な實驗裝置, 方法を踏襲して居るが管入口に在る着色液射出嘴管は管徑方向に移動し得, 又着色流線上の點の位置を測定する擴大鏡を裝備して居る。使用した硝子管は直徑 $d=0.5\sim 1.5$ 吋の5種, 長さは $40\sim 168d$ に達する。

増速限界流速は流入口から任意の距離に在る断面内で初て着色流線が不安定を現す際の平均流速であるが圖の示す様に徑方向に一定でなく半徑 r_0 の位置で最小になる。即ち擾亂は此點から内は管心に, 外は管壁に向ひ傳播すると考へられる。又限界流速は流入口から遠い程小に, 管心及 r_0 に於ける値の差も減少する。猶 $2r_0/d$ の値も流入口を距るに従ひ減じ, 徑が大なる程小なる定値に收斂する。著者の實驗では $d=0.5, 1.0, 1.5$ 吋に對し此比は夫々 $0.660, 0.615, 0.600$ である。又漏斗状流入口の有無は入口から $16d$ の断面に於ても r_0 には殆ど影響を及ぼして居ない。

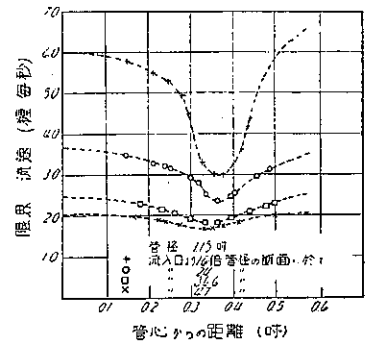
整流から亂流へ移る機構は判明して居ない。大徑管の限界流速に相當するよりも大なる剪力が小徑管の整流の状態に於て起る事も考へ得るから之を剪力の限度に歸する事は出来ない。茲にその要素として管徑方向の勢力傾度を導入する。今水分子の運動が整流の流線から偏するは何かの擾亂に原因すると假定すれば勢力傾度が最大な點で擾亂作用も最大なりと考へ得る。一方壓力は一定する爲單位質量に對する勢力の傾度は運動勢力のそれに等しい。從て拋物線型流速分布即ち $v \propto (d/2)^2 - r^2$ から傾度 dv^2/dr が最大になる條件を求めれば $2r/d = 1/\sqrt{3} = 0.577$ 。實驗値がこの値よりも幾分大きい事は壁に近い部分が徑方向の擾亂を受けるからで管徑が大なる程 r_0 が小なる事はその事實を示して居る。

次に前述の考を平板と粘性流體との相對運動に應用する。靜水中を板が長さの方向に速度 V を以て運動し t 秒間剪力を受けた場合に表面から x 距たる水分子の有する速度 v は

$$v = V e^{-x/a} \quad \text{茲に } a \propto \sqrt{\mu l / \rho}$$

で與へられ板の表面で勢力傾度が最大になる。然るに流速 V なる水流中に板を置く場合には流速式 $v = V(1 - e^{-x/a})$ を用ひ傾度の最大なる點を求めれば $x = 0.69a$ となる。從て前者の場合には板表面の粗度の影響は後者よりも著しいと豫想される。

(中野 稔抄譯)



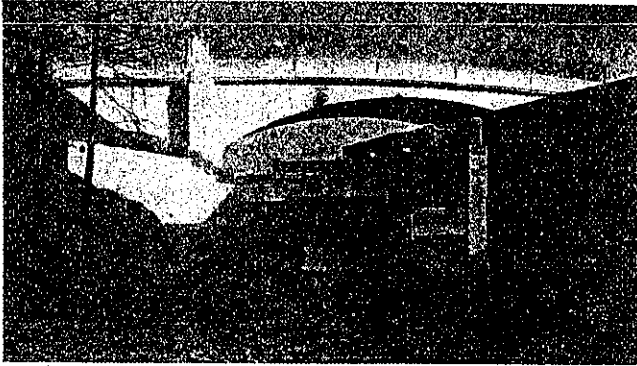
鐵道と道路との三面立體交叉

(Three-Level Rail and Road Crossing, by A. Burton Cohen, Eng. News-Record, Feb. 9, 1933.)
(Three-Level Crossing Involves Interesting Bridges, by A. Burton Cohen, Railway Age, Feb. 18, 1933.)

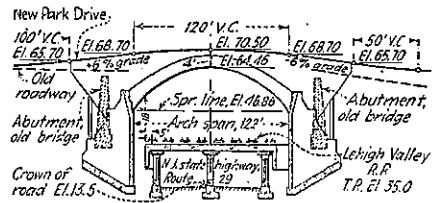
一つが他の直上にある二つの鐵筋コンクリート橋梁による鐵道と道路との三面立體交叉が Newark N. J. に於

ける Lehigh Valley 鐵道 Meeker 街停車場西方約 1 哩の本線上に鐵道と Essex County Park Commission と New Jersey State Highway Commission との共力により築造せられた (第一圖及第二圖参照)。

第一圖



第二圖

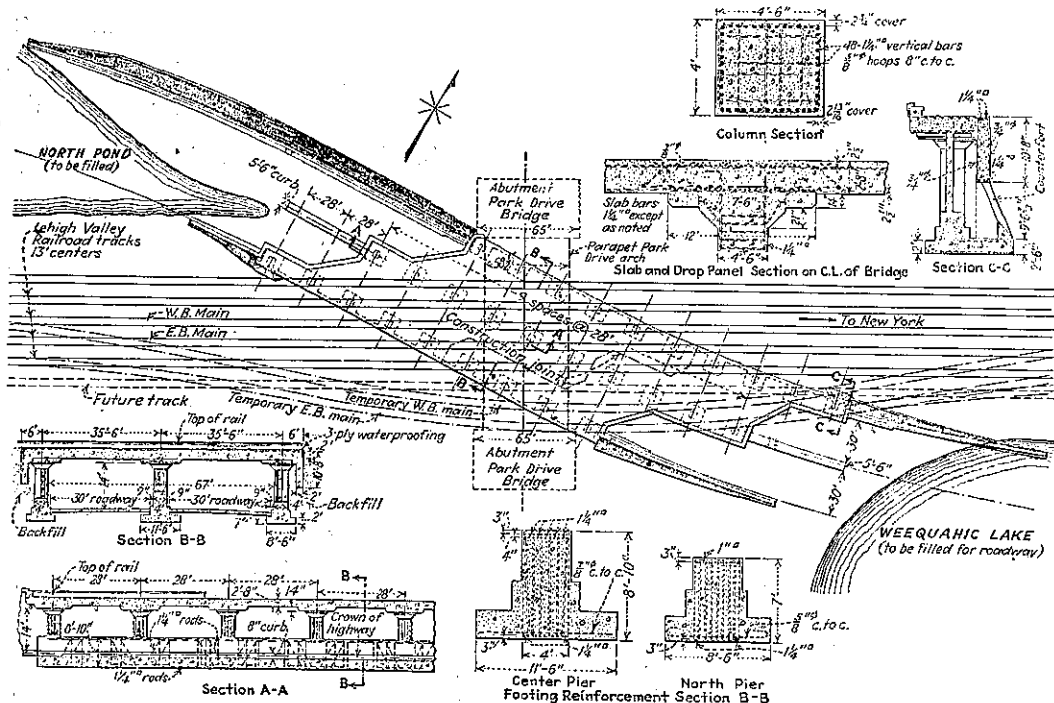


其設計は 28 度の銳角で下を通る州道上に 6 本の鐵道線路を通せるフラット・スラブ橋と、新道路と鐵道の上に更に公園道路を支へる徑間 122 呎の four-rib arch とを用ひて居るが (第三圖参照)、特にフラット・スラブ鐵道橋の設計に就て普通の設計と著しく異なる特色がある。

最も有利な三面立體交叉

新道路に接近して鐵道の兩側にある Weequahic 公園内道路として狭い山脊に沿つて約 30 年前に架けられた幅 20 呎の上路鋼板桁橋があつたが公園擴張の爲に鐵道と銳角で交叉する新道路を設ける必要が生じた。

第三圖



公園道路の眞下は基礎杭を要しない堅砂利層の狭い山脊であるから此見地から言ふても三面立體交叉は特に望ましい場所であつた。

新公園道路橋は徑間 122 呎の鐵筋コンクリート拱橋で鐵道を直角に横斷しその新橋臺は斜に下を通る道路上に架けられた 6 線のフラット・スラブ橋の背壁の直後に築造せられた。下に道路が無いとしても將來鐵道が 8 線になる爲に要する高さと幅を取る必要上徑間を 133 呎より短かくすることは出来ないだらう。

フラット・スラブ鐵道橋の詳細

フラット・スラブ鐵道橋は幅各 30 呎の二つの平行なる道路上に跨り、其道路は 2 徑間鐵道橋の中央柱をなせる柱線に分けられ、急行道路であるから歩道は設けてない。

此フラット・スラブ橋の主なる特徴はかかる交叉に普通用ひらるゝ厚重な重力式橋臺を省いた點であつて、之の代用として 2 徑間のフラット・スラブの外側格間として構柱を用ゐた、之は恰も連續徑間に於ける内方格間の作用に匹敵する一つの板の作用を與ふる爲である。幅 4 呎の柱を縁石線から 9 吋引込めて横格間を 35 呎 6 吋に定め、長さの方向の格間は中央構柱に沿ひ心々 23 呎とし柱を 10 本とした。

斯くの如き大なる格間 (28×35.5 呎) に必要なスラブの厚は柱上の 14 吋のドロップ・パネルを除き 32 吋である。

スラブは外側構柱の中心線から 6 呎突出しそれがスラブの上面から 10 呎 8 吋下に垂下つてゐる所謂吊下スラブ (depending slab) となつてゐる。

この吊下スラブは土壓と過載動荷重の水平壓力の大部分に抵抗する壁として働き、加之此スラブは柱の中心線の外側にある床版の部分と共に相當の剛性のあるアングルを形成し、偏心荷重による柱の彎曲率と平衡を保たしめ且つスラブの彎曲率を減少し土壓を支ふるから柱の安定度を増大させて居る。

丁形桁式フーチングの採用

柱は連續 T 形桁フーチングの上にあるが、このフーチングの桁は基礎根柢を減少し且つ吊下スラブにかゝらない水平土壓の部分を受ける爲に道路面上に突出してゐる。

この側壓は比較的小であるからフーチングの底に於ける摩擦によつて抵抗出来る。

柱にかゝる集中荷重はフーチング桁に實際上等布壓力を與へ桁の底面全體に互つて $3 T/0'$ の最大基礎反力を與ふる様に設計した。

フーチング桁が道路面上に突出せる事は柱が短柱となり固定端の剛性を非常に増加した。

吊下スラブの下面と突出せる連續フーチング桁の上面との間の土がコボレルのを防ぐ爲に厚さ 12 吋の幕壁を柱の間のフーチングの上面に作つた。この幕壁は柱の capital の下面迄とも背壁との間にあるポケットを隠し建築學的特色を加へてゐる。

橋梁が斜角であるに拘らず兩入口に於ける 2 つの三角形格間を除き全體に矩形格間を得る様に柱を配置する事が出来た。

この端の三角形の格間にかゝる動荷重の影響を最小ならしむる爲その端柱を外側軌道の眞下に置いたが胸壁の支柱を建てる爲スラブを突出させることに對しては不充分的な方法である。この支柱は縁石構に單獨柱を建てその上にスラブが鐵筋の direct band の幅だけ連續せられてゐる。この一方向鐵筋の床版格間は僅少の動荷重を受け笠石、胸壁及吊下壁を有してゐるからフーチングの底面は土壓に抗する爲にその幅を擴げ、これと端柱とに二つの斜の counterfort を錯結した (第三圖参照)。斯様に或程度迄は勾配、曲線等に應じてフラット・スラブの構造

部分の形を修正し得るは橋梁設計に於て鐵筋コンクリートが制限なく用ひらるゝ性質を示してゐる。

矩形の吊下スラブと T 形桁フーチングとの形状は容易に道路の曲線通りに造られ、柱の横の中心線は半徑線に置かれ尙且等厚のスラブは鐵道の勾配 (0.24%) 通りにした。それは橋梁上の道床の厚さを同一に保つ爲である。

各部の平衡、連続性及固定端接合等を採用することは構造物の安定を非常に良好にし且つ經濟的效果を得るに役立つものである。

鐵道構造物の設計

鐵道橋は矩形格間の平均徑間に連続桁の動きをなす場合 800 #/ft² の等値等布荷重に相當する クーバー E 70 の荷重で設計した。

スラブに對する平均衝擊荷重は動荷重の 63% とし、柱には之を考へたがフーチング桁の設計には考慮しなかつた。

厚さ 32 吋のスラブは四方向配筋で direct band 及 diagonal band は何れも柱の drop panel の全幅を横切れる 1 $\frac{1}{2}$ 吋の角鐵筋からなり且つその大部分は負彎曲率をとる爲に柱上で曲げ上げてある。

柱は 4 呎 \times 4 $\frac{1}{2}$ 呎の矩形断面にして構造物に於ける滿載及部分的荷重から生ずる直接荷重及彎曲率に對して設計せられその垂直鐵筋は斷面積の 4% とし 1 $\frac{1}{2}$ 吋の角鋼を用ひた。

フーチング桁は橋脚の全長に互り柱と同じ幅とし、厚さは構造物の滿載或は部分的荷重の下にある柱荷重の土壤へかゝる理論的分布による最大彎曲率によつて定めた。

橋梁床版面は 3 枚のアスファルト綿布に加熱アスファルト 4 回塗による層で防水してゐる。

防水層の表面にはアスファルト鋪裝をなし尙加熱アスファルトを塗つて道床による防水層の磨滅を防いだ。

垂直面の防水層の部分はモルタルで普通煉瓦を用ひ、又土と接せる構造物の全面には乳劑アスファルトを 2 回塗つた。外側柱線から突出せる床版は盛土に於ける排水を良好にした。

地下道路の良好なる照明

新線路下道路は其長さとの關係上良好なる採光を取り得ない。唯床版の 14 格間の内 9 格間即ち兩端から 4.5 格間は三角形スラブの端があいてゐるから横から光線を受けるが、全長 112 呎もあるので中央部の四つの 2 徑間格間には横から光線を探ることが出来ない。

此の設計では二重式照明を採用した。一方式は 7 燈で曇天の際に用ひ他の方式は 15 燈で夜間に點ぜらる。スラブの下面に吊下つてゐる燈は柱線に沿つて千鳥にし間接照明をなさしむる様にした。

鐵道橋のコンクリート

鐵道橋だけに用ひられた材料はコンクリート約 4320 立方碼、鐵筋約 816 000 封度である、この外隣壁に用ひられたコンクリートは約 725 立方碼である。コンクリートは 3 000 封度、2 500 封度及 2 000 封度の 3 種とし、3 000 封度のコンクリートは専ら柱に用ひ、2 500 封度のコンクリートは擁壁を除きたる他の總ての部分に用ひた。

請負は 15 項目より成る單價基準を定めた、其内 6 項はコンクリートに關する項である。5 000 袋のセメントに就ては種々の溫度條件に従ひウェーカピリチーに就き特別の效果を得んと欲したる爲別途單價を定めた。

特に重要なことは本橋梁の工事費が排水、道路根柢及翼壁等を除き、厚重なコンクリート橋臺と鐵筋コンクリート複式拱中央構柱とに支へられ且つコンクリート床版を有する I 形桁床の上路鋼桁橋の豫算より約 25~30% 安くなつたことである。

公園道路拱橋 (第四圖参照)

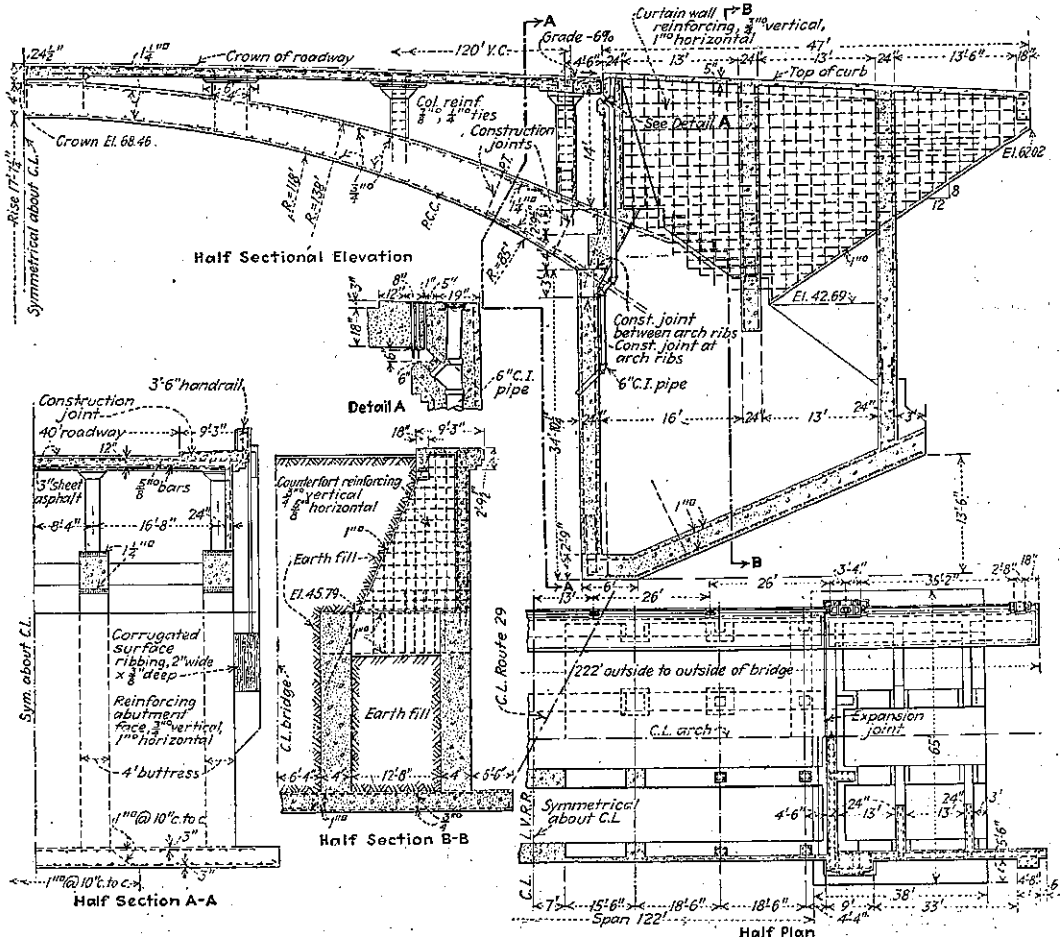
公園道路拱橋は中心間隔 16 呎 8 吋、幅 4 呎の 4 個の arch rib の上に幅 40 呎の車道と幅 8 呎の兩側歩道とを有するものである。この arch rib の上にあるフラット・スラブは鐵道橋の場合と同様にこの橋梁の特徴の一つである。床版は橋梁の幅を 3 格間、拱頂から兩側各々 3 格間としたから 1 格間は 16 呎 8 吋×18 呎 6 吋である。格間に對しては 15 噸の貨物自動車又は 35% の衝撃を含み 370 呎/ロ' の等値等布荷重により、全拱の徑間に對しては衝撃係數を含み 125 呎/ロ' の等布動荷重によつて設計した。スラブの厚さは 12 吋、鐵筋は徑 5/8 吋の丸鋼で四方向配筋とした。

スラブは縦方向には道路の縦曲線、横方向には crown を作つたが斯様にスラブを曲げ得ることは相當の利點を有し、鈹桁や桁床等の如何なる配置よりも經濟的である。

スラブを胸壁上面迄擴げて車道上と同様歩道上にも同一の強度を保たせたから車が歩道上に突入しても構造物には損害を與へない。

下部胸壁の笠石の張出しはスラブの一部をなしてゐるがその上部断面はスラブが出來ると直ちに施工した歩道

第 四 圖

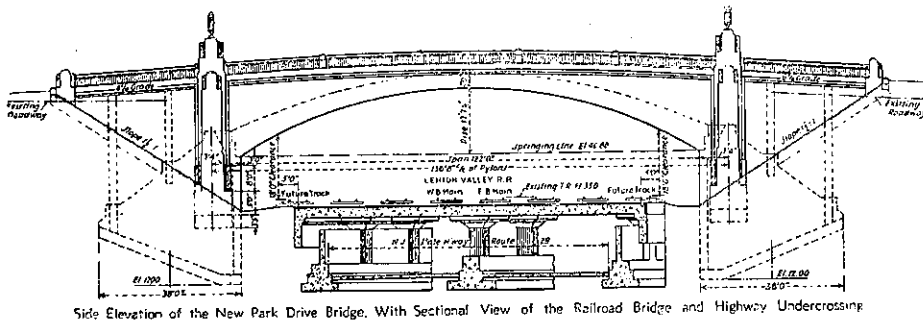


のスラブと接続してある。歩道コンクリートと接してあるスラブの面はレイタンスを除き骨材を露出せしめてコンクリートの附着力を確保にした。此施工繼手を通じて車道面の水が滲透することを防ぐ爲に高さ4吋の突起物を縁石面から1呎の所のスラブに作った、その突起物は歩道のスラブ中に突出し銅の水切を附した。(第四圖参照)

橋臺に於けるスラブの兩端の伸縮接目は狭い床厚に於てふさぐ譯に行かぬので全部の水が上を流れ去る様に設計出来なかつた。夫故に接目を鐵板で蓋ひ一方の床板にボルトで取付け他方は自由に伸縮出来る様にした。この接目を通る水は橋臺の前面の溝から6吋鑄鐵管で軌道の方へ排水するのである(第四圖参照)。

拱の橋臺は skeleton 構造で arch rib と同一線上に之れと同じ幅の4個の扶壁が設けられ、荷重による壓力線に略直角な斜面に置かれた連続フーチング・スラブによつて砂利基礎に之等の荷重を分布する様にしてある。この橋臺は鐵道橋に非常に接近してゐるからその基礎の深さ迄下げた。(第五圖参照)。

第 五 圖



Side Elevation of the New Park Drive Bridge, With Sectional View of the Railroad Bridge and Highway Undercrossing

基礎勾配に變化がない事を確かめる爲に職工がこのフーチング・スラブの鐵筋を置いてゐる間に4吋のコンクリート補助基礎を造つた。かくして鐵筋の配置が容易に精確に出来た。

厚さ1呎9吋の橋臺の胸壁は橋臺の扶壁に鑄結せられた2つの counterfort で支へられ端の counterfort から15呎突出させて鐵道線路の方へ $1\frac{1}{2}:1$ の法で道路盛土を保つだけの長さを與ふる様にしてある。(第四圖参照)

この counterfort の上面は縁石桁を支へるに充分な幅を與へ、この縁石桁は突桁になつてゐる。

この拱橋の外観は厚重な構造物の様である。(第一圖参照)

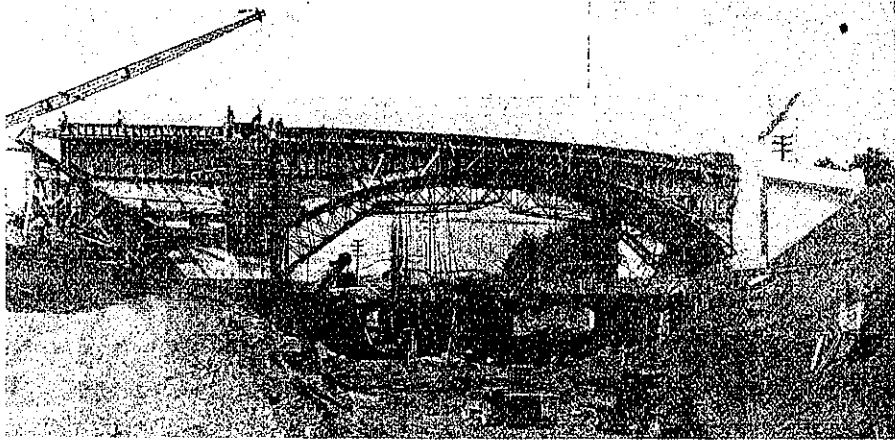
本工事は之を24項目に分割し單價は各項目に就て定めた、然しセメントは鐵道橋の場合と同様の理由でコンクリートの單價と切離した。又細骨材と粗骨材との比はコンクリートの8つの異つた項目の單價を變更せず監督者が自由に變更する様にした。この拱橋の工事費は約70,000弗であつた。

施工の方法

鐵道橋は第三圖に示す様にスラブの施工繼手に於て2回に分けて施工した。先づ第一に舊公園道路橋を取毀し、本線の列車運轉の爲に2本の假線を在來の軌道の外側に敷設して鐵道橋の最初の半分を施工し得る様にした。拱橋の北橋臺は鐵道橋の第一回施工と同時に築造した。根掘は全部 power shovel で施工した。

この半分の鐵道橋が出来てから線路を此上に切換へて列車運轉に供し、引續き假線を撤去して残りの部分の根掘に掛つた。最近鐵道は時間に対して充分なる注意を拂ひ且つ公園道路橋が無い事は此道路の使用者に相當の不便を與ふるから拱橋の完成を急ぐ必要があつたので skewback の高さ迄出来るだけ大急ぎで施工した。

第 六 圖



各 4 呎のコンクリート・リブに對しては單徑間、2 トラス、三絞拱式の鋼製セントル（第六圖參照）を用ひ、橋臺の扶壁と共に鐵道の法面に作つたコンクリートの承臺上に組立てた。2 個の arch rib を同時に築造し總て 4 つのホンチから始めて等分に連続して拱頂に向つて施工した。全徑間の拱架を用ひたことは拱の施工中列車運轉を支障しないのみならず其直下の鐵道橋の半分を連続して施行せしめる爲であつた。

拱橋の露出する表面に於ける總ての型枠は plywood で張つた。コンクリートには 3% の細かい ground talc を混合した。(中川一美抄譯)

軌道の緩衝消音装置

(Railway Gazette, Vol. 58 No. 5, Feb. 1933)

鐵道電化及鐵枕木使用の爲生じた問題の一つは、重量荷重を通すに充分強固であると同時に振動を吸収して靜肅なる走行を爲し得る軌道を築造する事、即ち軌道から車輛に傳はる衝擊及音響を殺滅する最良法を發見するにある。

之等の主原因が剝邊にあり如何にして傳達するかを知り、次で如何にすれば振動の車輛への傳達を最小ならしめ得るかに就て可成りの實驗が爲された。實驗によると騒音の最も激しい鐵枕木付 T 軌條で次の方法により満足な結果を得た。即ち (1) chair 又は軌條支持板 (bearing plate) と枕木の間及 (3) 軌條と軌條締結裝置の中間に衝擊及音響を吸収する物體を夾み兩者を絶縁する。

圖に示したのは此の特許法の一つであつて、特徴は填物 (pad) として適當な密度を有する sponge rubber を用ふる事である。之は實驗によると緩衝消音に最も有效且風化の虞無く、又壓力變化に對して實驗に供した他の何れの物體よりも迅速に復元し決して恒久歪を残さない。この填物は圖に示す様に各種の軌道に於て ① 枕木と chair 又は軌條支持板の間及 ② 軌條締結裝置の間 ③ に用ひられる。

第一圖は最簡單なもので、填物 ④ を支へる 2 枚の中凹支持板は兩邊にある溝が軌條締結ボルトにはまりその位置を保持する様になつてゐる。第二圖は皿付枕木 (dished sleeper) 用のもので填物 ④ は凹みと支持板の間