

軌道建設と近代道路 (三)

内務技師 佐藤利恭

五 軌道と舗装

軌道を道路に敷設するに當り如何にして軌道敷設に依て生ずる舗装の破壊を防止し得べきかと云ふ問題程慎重の考慮を要すべき重大のものはない、一九二三年五月「スペイン」國「セビリヤ」市に開會したる第四回萬國道路會議に於ても本問題に關し世界各國の専門家に依て論議せられたのであるが其結論に「路面に軌道を敷設するは舗装の種類如何を問はず路面維持上有害であるけれども軌道は都市交通機關として必要缺く可らざる重要な施設であるから吾人は軌道敷設と共に舗装の構造及維持に就て益々研究調査を積まねばならぬ、尤も之が築造に就ては地質地形、道路の横斷形狀舗装の種類並に一般交通の要求に至大の關係を有して居るから茲に一般的方法を定める事は困難であるから各箇の場合に就て最善の方法を講ずべく努力せねばならぬ、出來得るなれば軌道は一般

交通の用に供する路面以外の適當の箇所に専用軌道敷とすれば最も無難である」と決議して居る。

世界の専門大家が集て討議したる結論が茲に到達したる所以は要するに軌道と舗装とは到底兩立しない關係にある事を裏書きしたるものと云はねばならぬ何故に兩立しないかと云ふに舗装の見地より考察すれば舗装としては排水良好なる路床の上に堅固なる基礎を有し化學的にも物理的にも同質にして強靱而も無滑彈性に富み水密たる路面を有せしむるが理想である然るに之に軌道を敷設すれば基礎が餘りに堅きに失する爲め圓滑にして乗り心地よき運轉に缺くる所あるのみならず車輛運轉に依る振動を擴大し騒音を増加するの不都合を伴ふものである又軌條敷設に依て路面の強敵たる水の排除を困難ならしめ路面並に路床の破壊を誘引するの弱點がある又軌道と舗装材料及が著しく其の硬度を異にする爲め一般車輛の通行に依て軌道に隣接する部分の舗装に激衝を與へ路面に著

敷凹凸龜裂を生ずる等遂には市民をして軌道の公益上に及ぼす偉大なる果效を閑却せしめて却て其の存在を呪ふに至る原因をなすものである。軌道のみ見地より論ずれば譬へ併用軌道であつても恰も新設軌道の如く「バラスト」基礎として充分の彈性を保持せしめ前記の弊害を除却すると共に保線を容易ならしめ、輪縁路の埋没に起因する脱線轉覆の厄を除き且つ一般公衆の軌道敷に立ち入るを妨けて運轉の安全敏速を圖らしめるを理想とするのである即ち軌道と道路とは其の使命に於て唇齒輔車の關係にありながら之が構造上の要求は全々背馳せるものであるから前述の如き決議を得たのも故あるなかと云はねばならぬ。

二十年來英國「リバプール」市の軌道技師たる「ジョージ・エ、ブロズイー」氏は彼の多年の經驗に基き到底兩者の調和を得べき最適の良法なきものと斷定し道路敷内に専用軌道敷を設けて各々其機能を充分に發揮せしむるに若じとなし其の利點として(一)維持費に於て五割を減じ(二)車輛の運轉速度を倍加し(三)車輛の收容力を増し(四)一般車馬との衝突の機會を減じ(五)運轉の安全を著敷く増進し(六)車輛の保存費を節し(七)運轉に依る騒音を防止する施設を便ならしめ(八)乗心地よき愉快の乗車を得且つ(九)自動車其の他の一般交通

機關をして自由に且つ安全に其能率を發揮せしめ得る等の諸點を列擧して居るのは傾聽するの價値あるものである。

抑も街路幅員の決定に際し街路として要求する必要なる幅員以外に軌道敷を設けたる場合即ち軌道の運轉極めて頻繁にして事實軌道敷は常に車輛に依て占用されて居るものと看做すを至當とする場合に於ては「ブロズイー」氏の説の如く道路内の一部に専用敷設する事が理論上何等の不合理なきのみならず寧ろ當然の歸着であるけれども市街道の地價の著しき高價な場所に於て一般的に斯る計畫を立て得る程充分に道路の幅員を探る事は事實不可能の場合が多いから軌道敷をも一般路面と共用し得るやう築造する場合に就て以下項を分ちて鋪裝と軌道との關係を述べたいと思ふ。

(1) 基礎

基礎を大別して彈性質基礎と硬性質基礎とする事が出来る即ち碎石や砂利や鑛滓や其他之に類する材料を其儘搗き固めたるものは前者で「セメント」混泥土其他之に類するものは後者に屬するのである

軌道の基礎として其何れが優て居るかと云ふ問題に就て先年米國內の軌道又は鐵道業者の意見を徴したるに前者を可と

4. Boston Elevated Railway, Brooklyn City Railroad,

Public Service Railway of New Jersey, United Railway and

Electric Co (Baltimore), Philadelphia Rapid Transit, Pacific

Electric Railway of the 大會社で後者を可とすもの(19) leveland,

Railway, The Department of Street Railway, (City of Detroit)

Kansas City Rail ways, union Traction Co, (Indiana) の四會

社であつたが兩者の利害得失を比較するに前者は維持修繕が容易であり振動騒音を軽減し得施工迅速にして交通禁止期間が短くてすむの利點はあくが地表水の地下に滲透するを防止する事の出來ぬことや重量車輛の頻繁に通行する場所としては不充分である缺點がある後者は全く之と反對である、だから前記萬國道路會議の第二結論として「舗装路面の維持費を減少する手段方法を講ずと共に軌道の安全を如何にして求むべきかを研究せねばならぬ、舗装の種類若くは一般交通の要求に依つては基礎は堅固なる混凝土を用ふるを可とすべきも同時に之を彈性的ならしめ且つ水密たらしむることを忘れてはならぬ云々」と結で居る。

前述の通であるから近代的道路の基礎としては前者は其の價値に乏しいが一面見捨て難き利點があるから今日尙世界各國で甚だ廣く採用されて居る佛國の軌道は其九割迄が此種の

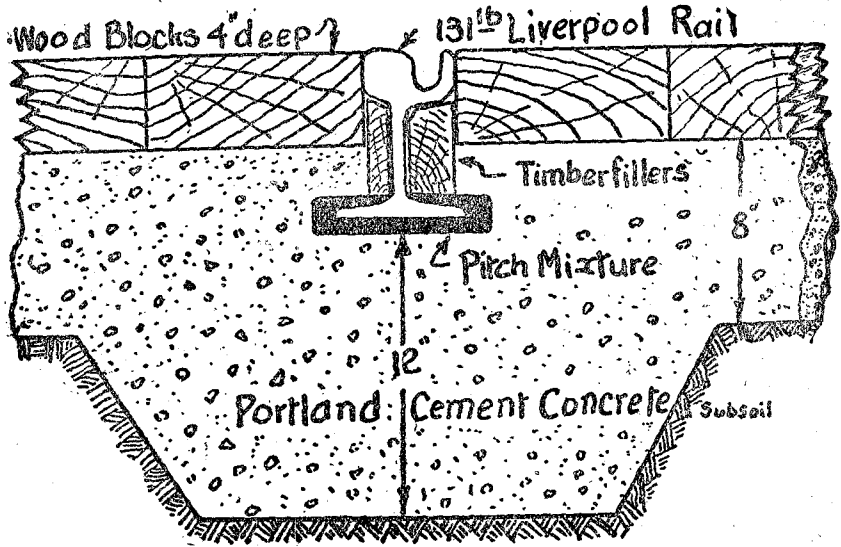
基礎である、是が構造に就ては茲に述べる必要はあるまい。

後者即ち混凝土基礎は自動車の普及發達以來大都市内其の他交通の頻繁なる道路舗装の基礎として普く採用さるゝこととなつたので暫く是が構造に就て述べる必要がある、米國にて廣く採用されて居る工法は枕木下面は厚六吋以上で其の上部舗装下面迄も共に混凝土一・二・五、五の割合を用ひて居る、之の工法は騒音が甚しいとて數年前から Sub-ballast Construction とて最下層に厚六吋以上の混凝土層を設け其の上面に厚一吋半乃至三吋の砂利層を置き其の上に枕木を並べ枕木間と舗装下面も亦混凝土を敷たものもある東京市電にも之の工法を採用した所があるが餘り良果を得なかつた。佛國では石塊木塊瀝青其の他特殊の舗装を必要する箇所及び軸重七噸以上の車輛の通行する道路の基礎として調査は砂と砂利の一立方米に對し「セメント」を二百乃至三百斤の混凝土を採用して居る箇所には仕上げを速にするため種々の急速硬化「セメント」の使用を獎勵して居るやうである。

英國にては第一圖の如き工法が廣く採用されて居る伊太利殊に羅馬市では普通の箇所は厚十吋とし轍又の場所は十六吋迄の厚を用ひて居る。

我東京市内に於ては貨物自動車其の他の交通機關が其の量

LIVERPOOL.



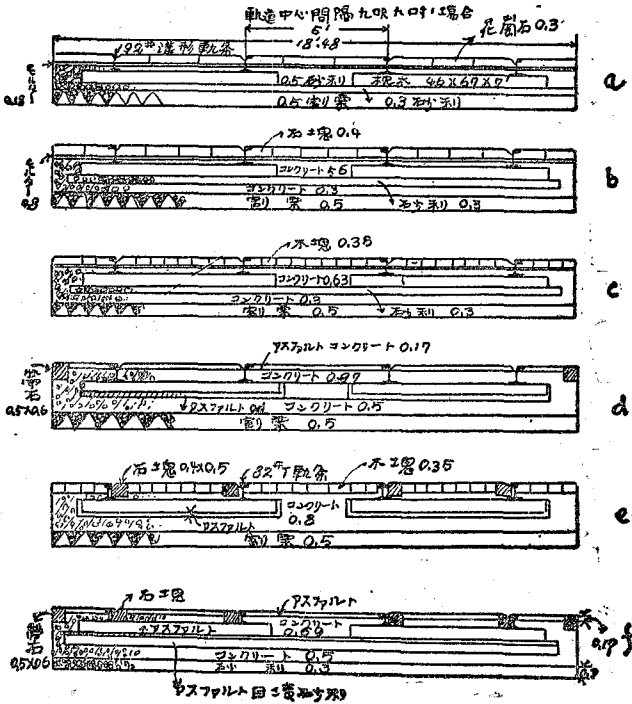
道路の改良 第七卷 第五圖

に於て果又實に於て到底歐米大都市と同日に論ずる事が出来ぬ程度に少ないのであるけれども軌道車輛身體の重さは諸外國のものに比して甚だ大きく且つ降雨量も多いから相當厚い混泥土基礎を造らねばならぬと思はれるが今日主として採用されて居る工法は第二圖の通りである。

(2) 軌條の据付け方法

軌條の据付け方法としては枕木を用ひるものと然らざるものとの二種に大別することが出来る今又之を基礎工と共に考ふれば次の四種に區別することが出来る(一)天然の地盤を轉壓したる上又は「バラスト」基礎の上に直に軌條を敷設するもの(二)(一)に尙枕木を用ひたるもの(三)混泥土基礎の上に直に軌條を敷設したるもの(四)(三)に尙枕木を用ひたるものが是である枕木にも木材であるか鐵材であるか鐵筋混泥土の種々なものがあると同時に之が使用方法に於て普通の横枕木であるか縦枕木であるかに依て嚴格に云へば其種類は甚だ多種多様になるが現今最も廣く採用されて居る方法に就て述べれば(一)は往時の機械的運轉が發達せざりし際には車輛も輕いものであつたから廣く採用された方法で今日では貧弱な軌道の外は餘り採用されて居ぬ、歐洲にはあちこちに採用され

第 二 圖 東 京 市 電 車 線 路



て居る例へば「ベルギー」國の軌道總延長の二割六分は未だ此の種の工法に屬し内「アントワープ」の軌道は其著しき例

である(二)は現今世界を通じて最も普く採用されて居る工法であるが近代交通の要求する鋪裝を必要とする箇所には不

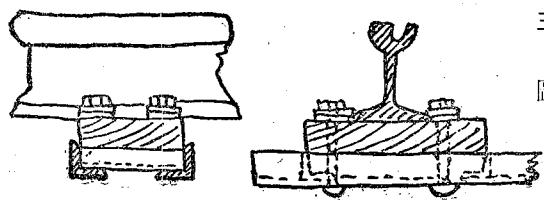
して良果を得たと云ふて居る、英國の例は軌條底面と基礎面との間隔を最大八分一吋とし之に鋼楔を挿みて軌條面を整理

適當で概して郊外又は小都市内の軌道に採用されて居るに過ぎぬ、又枕木としては防腐劑を注入したものと、然らざるものとを使用して居るが其何れが適當であるかの議論は米國の専門家中間で賛否の數が相伯仲して居るやうである(三)は歐洲殊に英國に盛に用いられつゝある工法であるが此の場合に困難を感じるのは軌條面の整正や基礎と軌條底との接合や振動及騒音の防止關係等である之の目的には種々の方法を試して居る例へば羅馬市では基礎混泥土の硬化せぬ以前に軌條底の一部を混泥土内に埋め込で居るが此の場合には構造として彈性を欠ぐるのみならず軌條の取換の際基礎を壊さねばならぬ都合があるし基礎混泥土が扁平であるため音響の共鳴を起し易くて良い工法とは云はれない是が爲め軌條底と基礎面とに二吋の間隔を設け之の間に比較的調合の悪い混泥土を打ち込むか或は碎石を打ち込みて後之に熱したる瀝青を注入

し置き其の間隙に瀝青を注入する方法を採用して居る此場合は彈性となる利益あるが同時に軌條面の低下を來す缺點が伴ふから自然鋪裝を破壊し易き情態となす(四)は現今に於て近代的道路鋪裝のある場合に一般的に採用されて居る工法で東京市電の主要なる街路は第二圖に示すが如き工法を用ゐて居る此場合は枕木を用ゐて居るから荷重を分布する面積が(三)に比して大であるから基礎の厚は幾分薄くて足る譯であるも枕木の腐朽や壓縮に依て軌條面の低下する程度は(二)の場合の後者よりも著しい缺點がある尙敷設に際して餘計の掘り起しをせねばならぬ不利がある枕木の取換えに便し同時に彈性を増す意味で枕木の周圍を瀝有で包で居るのは第二圖 d e f で明である以上は木の枕木の例であつたが歐米では中々盛に鐵枕木を採用して居る其の種類も甚だ澤山あるが米國では I 字形鋼で一呎の重さ十四封度位のもが一般に採用されて居る東京にも古軌條を枕木として用いた例もある場合に依ては二本の軌條を連結したる横枕木でなくて別々に短いものを用ひる例もある、鐵枕木を用ふれば非常に強い騒音を發するのみならず軌條が波狀形に磨滅して益々轆音を増す缺點があるので此頃米國では之が改良の一策として第三圖に示す如き二本の角鐵を組み合せ其の上に堅き木板を挿み之に軌條を据え

る構造で Dayton Mechanical Tie と云ふ專賣品を使用して居る所もある、東京の帝國大學前通りは此方法に改めて效果を得て居る之の特徴は軌道全體の厚を少なくし得ると同時に騒音も減じ得るの利益から混凝土の橋床を有する橋梁上の軌道敷設としては便利な方法で北海道の豊平橋は之に従た工法を用いて居る。

Dayton Mechanical Tie.



第三圖

軌道に用ふる軌條の重量は單に車輛の運轉上必要なる限度のみに依ることは出来ぬ是以外に一般車輛の重さや鋪裝との關係をも考慮せねばならぬ今日大都市内の軌條の高は七吋よ

(3) 軌條と其の繼手

其の外鐵枕木を縦に使た例が歐米には澤山ある之は材料を節約し得ることや路面の維持關係からは優て居るが荷重は二本の軌條に均一にかゝらぬため余計な厚の混凝土を用ゐるねばならぬ不都合があると英國土木學會員の、エフ、ダブルユ、ブリンクネル氏は發表して居る。

り少なくはならぬとは歐米各國の専門家の一致して居る意見である現に歐米各國では大底高七吋以上の軌條を使用して居る獨逸の「ツッセルドルフ」や「ハンブルグ」及び「キー」市では二百耗のものをを用ひ伯林では總延長の九割迄は高百十耗のものをを用ひて居たが一九二三年以來高百八十耗のものに取り換えつゝある、軌條一本の長さは長い程繼手の數が減じて電氣的にも機械的にも好都合であるから可成長いものを使用する傾向で英國では一本六十呎のものを使用して居る所がある又軌條の形は從來各國共溝軌條が一般的に來いられたT形軌條は郊外か小都市内又は田舎道の軌道のみで使用されて居たのであつたが近來鋪裝技術が發達した結果寧ろT形軌條を用ひて運轉上の安全を圖るに若すとなし米國では高七吋で九十一封度乃至百の封度軌條を用ひて充分であるとの意見が有力となつて居る我國でも己に四五年前から相當交通頻繁な都市内の軌道にT形軌條の敷設を是認したのは國產獎勵の意味もあつたのであるが之に依て軌條と鋪裝との關係に就て一層實地に研究の歩を進める氣運を促進して漸次其の效果を得つゝあることに就ては故人のなられた本會理事近藤虎五郎博士の功蹟を忘れてはならぬ。

軌條の繼手に關しては鐵道の如く其の伸縮に對する考慮を

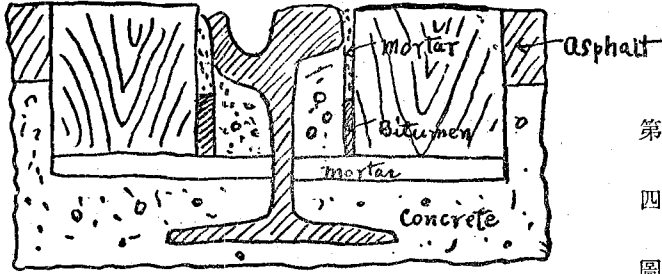
拂ふ必要はないのみならず進で電氣的にも機械的にも充分堅固に造らねばならぬ必要のあることは前述の通りである此の意味に於ては從來の狹接鉸や「ボールド」の接合は不完全である之を機械的に幾分改良したのが米國に於て Altered Rail Joint と唱えて軌條の端を互に喰ひ込むやうに細工して效果ありと云ふて居るが此の工法は軌條の加工に多額の費用を要する缺點があるのみならず電氣的接合には特に效果がない化學的接合が最も効果が多い此の種接法としては種々の「バテント」があるが普く用ひられて居るものは「テルミット」熔接法、電氣熔接法及び瓦斯熔接法の三種である、之等の方法に依れば非常に堅固な繼手が出るのであるから恰も長い一本の軌條を用ひたと同様の效果がある即ち軌道自體から見ても鋪裝との關係から考えても良好であつて従て軌道の壽命を四五年位は延長することが出來ると云ふて居る歐洲では今や盛に本繼手を獎勵して益々改良を加えつゝある情勢である大阪市に於ても先年來盛に使用して大に良果を得て居る次第であるから之が普及を圖る事が急務ではあるまいか。

(4) 軌條に接する部分の鋪裝方法

鋪裝の破壊は軌條に隣接する部分が最も甚しい事は當然で

ある、破壊の原因は大體前述した通りであるが茲に之を列擧すれば地盤の軟弱なるため(一)基礎の不充分なるため(二)枕

木其の他挿入せる弾性物のため



(四)軌條の彎曲、振動の爲め(五)

軌條の繼手のため(六)軌條と鋪裝

とに硬度の差異甚しき爲め(七)軌

條のため路面水の排除困難なる爲

め(八)輪縁路の爲め等である従て

此等の原因を除却すれば鋪裝の破

壞は免れるのであるが斯る原因は

又鋪裝ての種類に依て之に及ぼす

結果を異にするから各種の鋪裝に

就て研究せねばならぬ米國では鋪

裝を先づ四種に分ち即ち(一)瀝青

板瀝青混凝土(二)セメントモルタ

ル又は瀝青目塗を用ひたる石塊

(煉瓦も含む)(三)セメントモルタ

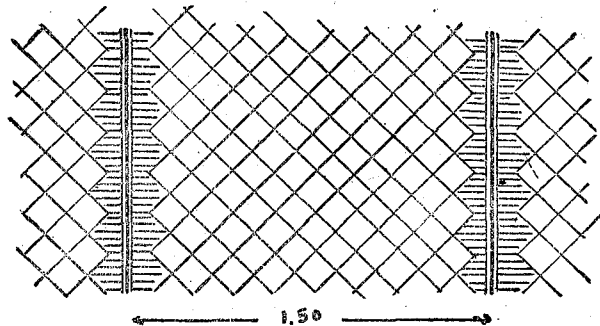
ル又は瀝青目塗を用ひたる木塊

(四)瀝青マカダム又は砂利道である現今米國では(一)は軌條沿には用ひぬ大抵(二)又は(三)である尤も(二)又は(三)で

も軌條の振動を一般車道の方に傳播せぬ様に出來ぬからとて「シカゴ」市では軌道敷の境界に當る分に幅四吋厚十吋の帶石

(第 五 圖)

Petit pavé de Rome



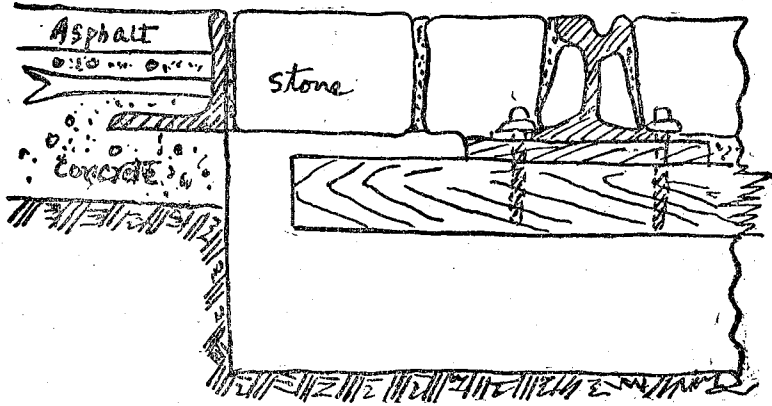
を基礎混凝土に達する様に据え付けて車道との絶縁を圖て居

圖 六 第

研



究



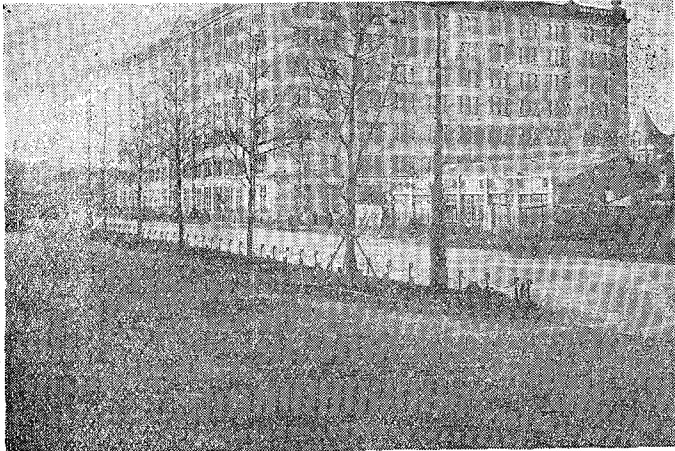
る時には基礎の混凝土を軌道敷と車道敷とを全々別にして居る例もあるが今日米國では軌條沿には二列又は三列に石塊鋪裝をなし軌道敷と車道敷との基礎を絶縁して作る工法が最良だとの意見が最も多い。佛國では第四圖の工法が廣く用ひられて居る。英國では木塊を直に軌條に接して用ひて居る例が多い羅馬市では第五圖の如く小石塊を用ひて鋪裝して居るが木塊鋪裝は軌條の交叉せる部分には好都合であるが一般には餘り效果を得られないとして居る。

第六圖は「ベルギー」國の一例である「ベノスアイレス」では瀝青鋪裝の場合には軌條沿いに「カロブ」と云ふ木の木塊を九割九分の純粹なる瀝青と「ナンタ」との溶液に浸したるものを二列に敷て良好の結果を得たりと云ふて居る。

一般に瀝青板其他目塗のない鋪裝は軌條沿には面白くない可成塊鋪裝が良い塊でも石塊が最良であると云ふ意見が最も多數を以て居るやうである尤も軌條沿いの水密關係から云へば木塊の方が軌條になし易いから良いと云ふて居る人もある萬國道路會議の決論には塊鋪裝の場合は全體を充分水密とし其の維持を容易ならしめ瀝青鋪裝の場合は何れかの方塊を以て二列又は三列に軌條沿に敷くがよいとなつて居る。

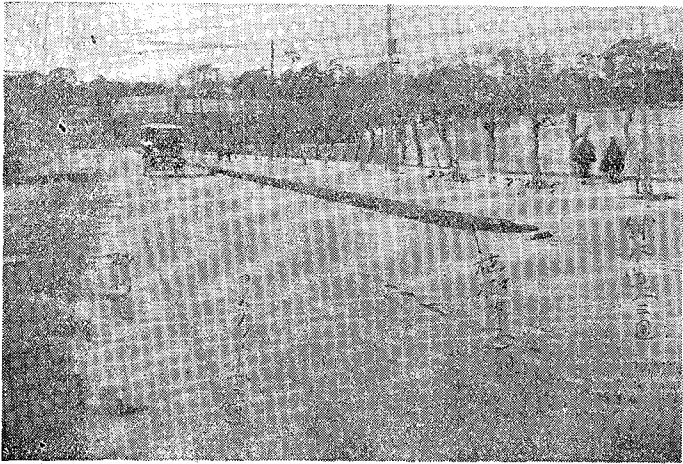
(未完)

(一) 路道京東の装新



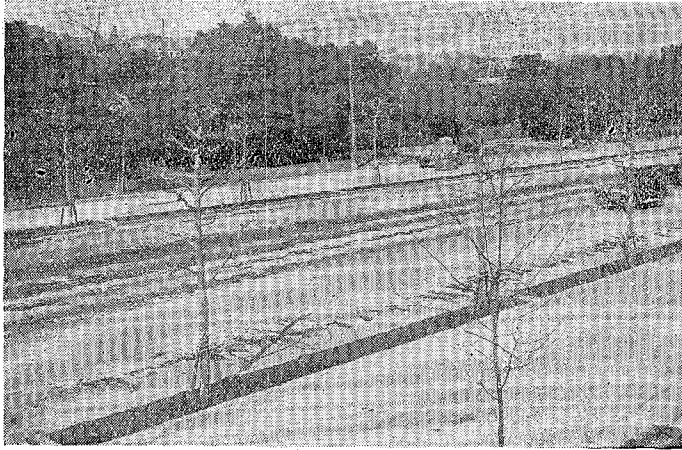
工、間〇四員幅、間〇〇二長延。路道装飾の近附ルビ上海、前驛京東
 〇〇、三四費工、種二の装飾塊木及トーリクンコ、トルアフスアは種
 (ケンザルビ上海は物建)。たし功竣月十年三十正大し要を圓〇

(二) 路道京東の装新



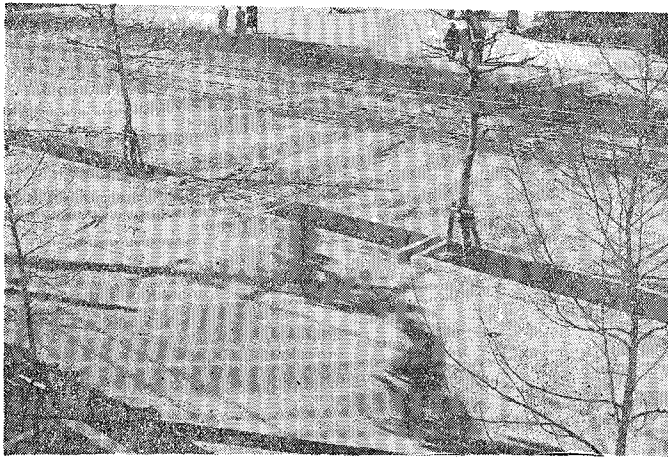
は道車、間四二員幅、間〇〇三長延。路道装飾の外門田櫻、谷比日
 八一費工、クツロアトーリクンコは道歩、装飾塊木及トルアフスア
 。たし功竣月一十同し工蒞月八年三十正大し要を圓〇〇〇、八

(三) 路道京東の装新



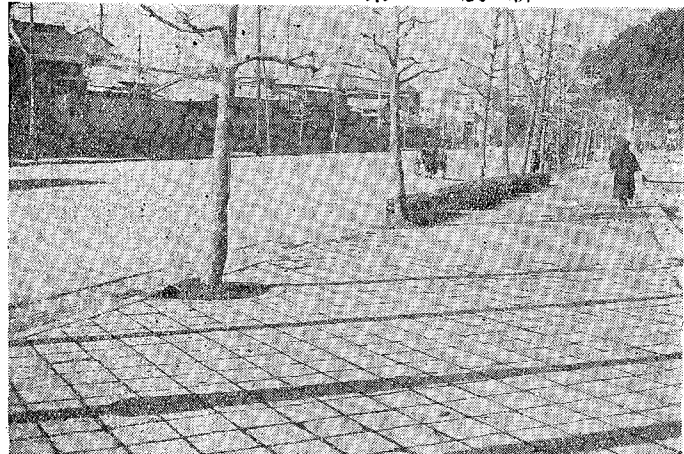
通交のドービスロ、ドービスイハを道車、路道装舗の近附谷比日
コを路通ドービスロ、塊木を路通ドービスイハ、五分に路通關機
速迅と全安の通交て以、しと帶樹植を間中、し装舗てにトーリケン
。ためしせ備完なと觀 の路道が及

(四) 路道京東の装新



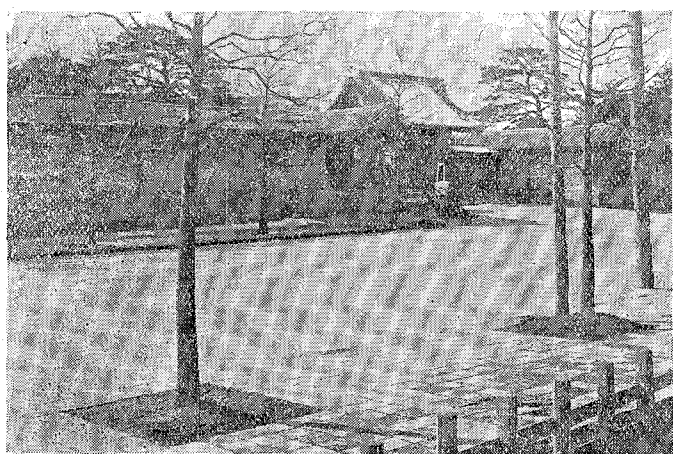
矢りよ方双は者行歩、帶地行歩全安るけ於に路道装舗の近附谷比日
。るあ、つり計を全安の通交て以し行通に向方の

(五) 路道京東の装新



かに事工の社會トルアフスア本日は道車。路道装舗の近附池溜坂赤
 プトーリクンゴ、ば歩、装舗トーリクンゴ、トルアフスア、る、
 ○○・六五費工、し要を年ヶ三迄功竣りよに災震大。るあでクツロ
 。たし要を圃○

(六) 路道京東の装新



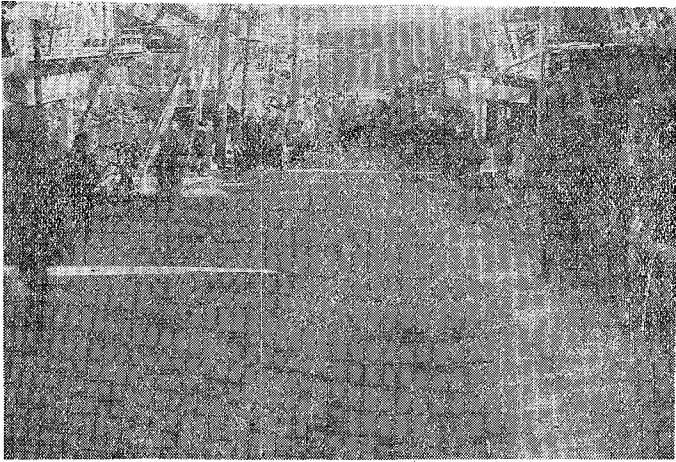
は種工、間○二員幅、間○二六長延。路道装舗の近附門裏所御坂赤
 ーリクンゴ（間二道歩、トーリクンゴ、トルアフスア間○一）道車
 し功竣月二十年三十正大、し要を圃○○八、五五費工、クツロアト
 。た

(七) 路道京東の装新



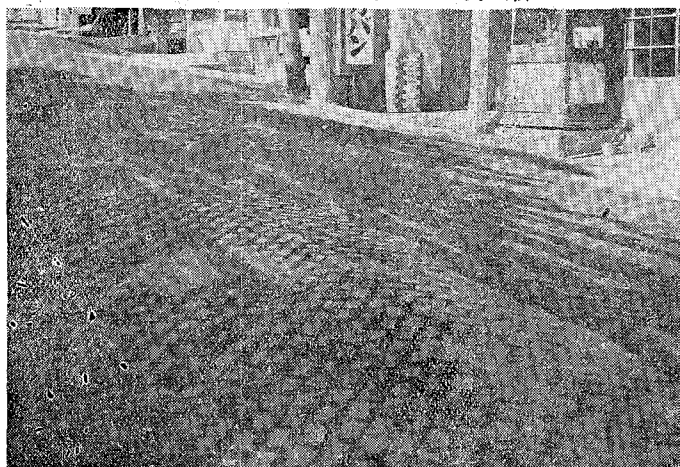
は配勾、トリリクソ、トルアフスアは種工。路道装舗の坂國の紀
いなく、勢が險危上行通の馬車はて於に期凍は又時雨降、一の分七
近るあてめしせ砂散てし置常を名一夫工任専し設特を個二溜砂ての
勢が聲の難非はてし對に装舗の此じ生をム一ネクツニの坂國の鬼頭
いなく

(八) 路道京東の装新



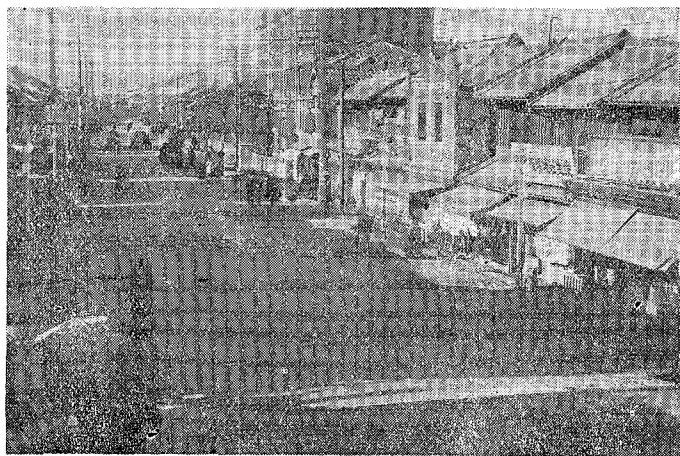
舗塊木は路坂は種工、間六員幅、間〇四二長延。路道装舗の坂樂神
月一十年三十正大てし要を圓〇〇七、一五費工、ムダカマは他其装
。たし功竣

(九) 路道京東の装新



の道歩般一め爲の坂急、備設式段階の前舗店と道木舗路坂の坂樂神
。るゐてしに異を法工と装舗

(十) 路道京東の装新



は種工、間八員幅、間〇〇五長延。路道る至に上山白りよ分追郷本
、タツロアトトリクンコ筋織道歩、トーリクンコトルアプスア道車
。たし功竣月十年三十正大し要を圓〇〇〇、三四費工

五分間會つた牧道路局長

「スケッチかハツハツいろ／＼な商賣があるもんだね、ではこの意地の悪る相な顔を描いてくれ給へ……ナニこのホクロかこれはホクロぢやないよデキモノだよ昨晚皮をむしつたもんだからプの人と云つた方が一寸も絶え間なく敷島をふかして居る大きな机のヘタを全東京の地帯になつて居て其可成り重要な所に敷島の三股おいてあるの六十本の敷島は今日中に局長のあの偉大な鼻から煙になつてはき出されるのだ。」

