

混凝土及鐵筋混凝土鋪裝 (五)

中 末 郁 二

鋪床隅の補強鐵筋 (Corner Reinf.)

鋪床の隅に合釘鐵筋を用ひるこゝ亦は鋪床の厚さを大いにする事が工事實施上不可能の場合が屢々ある即ち市街道の交叉點若しくは鐵道線路ニ等高交叉する場合の如き之である斯様の場所にては止むを得ず鋪床の隅が沈下して灣曲應力を生ずる場合に抵抗し得る鋪強鐵筋を挿入するのである。

其の鐵筋量の計算は鋪床の断面が位置によりて變化するのミ荷重を支持する施工基面の状態性質等の假想が至難であるために従つて最大應力を生ずる断面及破碎を來す断面を見出すこゝが出来ぬので正確に算出するこゝは不可能であるが概算的には次の如くするのである。

鋪床の隅を突出桁であるこ假想して次に破碎を來す断面を假定し普通の突出桁計算法によりて鐵筋量を定めるのである。

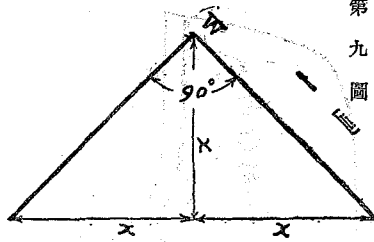
此場合試算的に數箇の適當であるこ思はれる断面を推察研究して夫々の計算をなす可きである、普通の鐵筋桁計算の公式

$$A = M / f_s d$$

は混凝土の應張力を省略して鐵筋のみで張力を負擔するものとしておる故に實際上必要なる鐵筋量よりもより多大の鐵筋の断面Aの値を得るものである。

然るに鋪床の龜裂は直ちに交通荷重に對して危險を來し鋪床全體の破碎を醸すものでないから橋梁及建築構造物の

第九圖



如く混凝土の強度によりて直ちに荷重に危険を生ずるものに比しては比較的安全率を小にしても善い譯である其處で鐵筋量を定めるには先づ第一に鋪床の隅にて支えらる可き荷重を決定し次いで龜裂の生ずる斷面を假定する、普通此斷面は鋪床の隅より一呎乃至三呎の所に在るのである而して最後に鐵筋量を計算するのである。

假令ば今茲に第七圖の如き九十度の角をなす隅があるとして其鋪床の厚さ七吋有效厚五吋集注荷重 W を壹萬封度混凝土の許容應力三百封度毎平方吋、鐵筋の許容應力壹萬六千封度毎平方吋とすれば、(六)式より補強鐵筋なき混凝土鋪床が耐え得る荷重 W は

$$W = S^2/3 = 300 \times 7^2/3 = 4,900 \text{ 封度}$$

普通の土壤で龜裂は約 X が二呎位の所で起るものも考へ

るこ其の必要なる鐵筋の斷面積 A は

$$A = M / f_s j d = (10,000 - 4,900) \times 24 / 16,000 \times 0.85 \times 5$$

|| 二 ||

夫故に二分の一吋角の鐵筋を四本使へは充分である、而して其の鐵筋の長さは龜裂を假想した斷面より相方共充分附着應力にて強度を保ち得る様に長さを決定す可きである

鋪床に龜裂の入つた場合には施行基面に緊密に接觸し之に仍て支持されるに到る迄は其の龜裂の個所より鋪床の隅は灣曲偏倚して鐵筋の内應力は幾分輕減されるであらうが此場合より一層鐵筋の附着應力が作用して合釘鐵筋の役目をなし龜裂せる兩側を一つに保ち更に進んで破損すること及漸次破損の擴大することを妨げるのである。

第八圖の道路交叉點に於ける鋪床隅の補強法の一例である。

隅鐵筋は普通二分の一吋角長さ五呎位のものを用ゆることが多い様である。

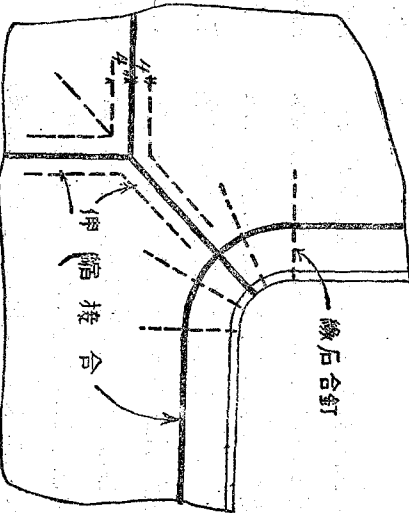
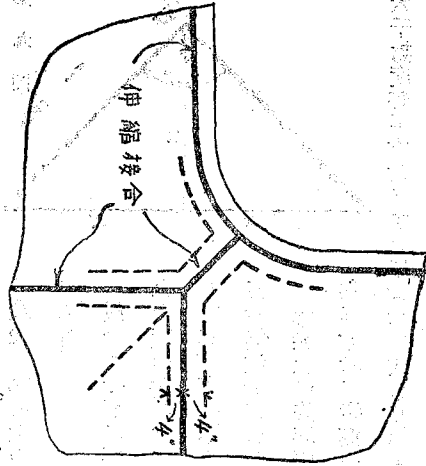
第八圖の補強は幾分少きに過ぎる感があるが實地施工さ

れた經驗上相當に好結果を挙げたもので特別に大なる荷重

を列擧する。

鋪床體ノ補強鉄配置

圖 十 第



鋼鉄筋 $\frac{1}{2}$ 吋 $\times 5 \sim 6$ 吋 鋪床端 \approx 四吋内側表面 \approx 二吋下へ置

のが、らぬ限り適當のものである。

「鋪床の厚み」(Thickness)

鋪床の厚さを計算する法には色々あるが今次に其の二三

次に荷重は鋪床の隅角の尖端に働き龜裂は隅角の二等分線に直角をなして起るものと假定したものである。

七圖に於て荷重 W に基く彎曲率は WX である而して之が抵抗力率は SI/C であるから $WX = SI/C$ のなき慣性能

オルダー氏の法 (Older's Method)

此法は鋪床の隅は或場合に反曲を起し突出桁の作用をなし鋪床中尤も危険なる所であるを假定したものである。

米國標準混凝土鋪裝

クランプーワイスラッド、バソグーバー

資
料



率 I 及斷面の中立軸より最も遠き纖維迄の距離 O 等を矩形
齊等質桁の値を代入するに

$$S = 3W/l^2 \dots (6)$$

を得、即ち

$$l = \sqrt{3W/S} \dots (7)$$

式中 S は混凝土の許容單位應力、封度毎平方吋で W は鋪
床隅角に載る交通荷重、封度 T は鋪床の厚さ、吋である。

此場合に若しも縁邊鐵筋又は連續的合釘鐵筋を用ひてお
るなら實際上荷重の二分の一は龜裂を通して連續する鋪床
に此縁邊鐵筋又は連續合釘鐵筋が荷重を負擔して傳達する
ものである。夫故に

$$l_2 = \sqrt{1.5W/S} \dots (8)$$

として良い且若し此接合にて荷重を四隅にて支える様に構
造されてあるならば

$$l_2 = \sqrt{0.75W/S} \dots (9)$$

として宜しい譯である。

以上の公式は簡單であるから之が應用に容易であること

が特長である。

又實際經驗上其の結果が合致してゐるから大約合理的に
見て差支へない。

然しながら荷重が丁度鋪床の尖端に作用するものでない
ことふ反對論もあり得るが車輪が鋪床上を走るにきに丁度
此接合の箇所を通過する場合を考へるに其の隅に車輪が接
近して究極には該荷重は鋪床の尖端に乗るに見ても大差は
ないのである。其の差は上式に對しては省略するも差支へ
ない程度のものである。

「アッグ」氏の法 (Agg's Method)

アッグ教授の方法は鋪床が交通荷重を支持するために必
要なる面積を有するに至る迄施工基面を鋪床が彎曲して加
壓するものゝ假定したものである。而して其の施工基面の
最大支持強度は車輪荷重の直下にあるものゝしておる而し
て漸次強度に比例して軽減するものゝ考へられておるので
ある。

如斯假定の下に氏は次式を得ておる。之は丁度「オル

「ダー」氏公式(7)(8)(9)に夫々に相應するものである。

$$f_1 = \sqrt{1.92W/s} \quad (10)$$

$$f_2 = \sqrt{0.96W/s} \quad (11)$$

$$f_3 = \sqrt{0.48W/s} \quad (12)$$

此式は鋪床は施工基面上に平坦に置かれ又温度の變化によりて鋪床の隅が沈下する場合には適當に採用され得るか温度の變化によりて鋪床の隅が上方に反曲する場合の如きは鋪床が荷重を受けて施工基面に荷重を傳ふるに至る迄に相當の灣曲撓度を起し從て其に相當する内應力を生じておるため荷重直下の施工基面の反力が最大限度に達せぬ前に屢々鋪床に龜裂を起すところある場合の如きには上式は採用出來ぬものである。

「ウエスターガード」氏の法(Westergaard's Method)

ウエスターガード教授は鋪床が彈性限度内に平衡を保つ間は齊等性質なる彈體として作用し、且施工基面の反力は垂直力のみで其の強度は撓度に比例するものと假定して數學的に解いて次式を得ておる。之は實際上アツグ教授の假

定と同じである。次式は鋪床の隅が突出桁として作用する場合のものである。

$$S = \frac{3W}{12} \left[1 - C^{0.6} \left(\frac{Et^3}{12(1-\mu)K} \right)^{-0.15} \right] \dots (13)$$

上式に於て

S = 鋪床の單位應力 (強度/平方吋)

W = 荷重 (強度)

t = 鋪床の厚さ (吋)

a = 鋪床各の線より荷重中心迄の距離 (吋)

E = 彈性係數

μ = 混凝土の「ポアソン」氏比 (Poisson's Ratio for Conc.)

K =

施工基面の單位反力を得るために撓度に乘ぜらる可き係數

See Proc. Fifth Annual Meeting of the Highway Research Board of the National Research Council. Part I p.90, 1926)

上式に於て a が零即ち荷重が鋪床の尖端に作用するもの

上式に於て a が零即ち荷重が鋪床の尖端に作用するもの

上式に於て a が零即ち荷重が鋪床の尖端に作用するもの

考ふるべきは

$$S = 3W/2$$

こなり「オルダー氏乙式」と同一のものとなる。

荷重が舗床の中央にあるときの單位應力 S_4 は

$$S_4 = 0.572 \frac{W}{l^2} [\log^2 3 - 4 \log (\sqrt{1.6l^2 + l^2} - 0.675l^2) - \log k + 5.767] \dots (14)$$

である、此式は舗床の隅を「ウェスターガード氏」の方法にて設計せる場合に之に相當する舗床中央の設計に緊要なものである、

對數は拾を根とする常用對數である。

「車輪荷重」(Wheel Loads)

上式諸公式を採用して舗道の設計する場合、先づ第一に舗道が負擔す可き交通荷重を決定せねばならぬが本荷重は法律により規定されてあるが實際上には交通車輛の種類によりて相當の餘有を見込むのが良い。我國にては道路法道路構造令細則(道路改良叢書第一號及第三號参照)によるこ
街路には十二噸自動車十四噸輾壓機、國道には八噸自動車

十一噸輾壓機、府縣道には六噸自動車八噸輾壓機で、後輪荷重が幅四十種に對しては九千九百封度乃至五千封度の間にあり幅百十種に對しての壹萬貳千五百封度乃至七千百封度の間にある、此所には便宜上壹萬封度を標準としておく、
「撃衝」(Impact)

舗装表面の不規則及小障害物等は撃衝を起す原因である、米國「ビュウロウオブブリックロード」(Bureau of Public Roads)の實驗報告によるこ撃衝が靜荷重の數倍に達する場合にあるが舗装の破壊は撃衝荷重に比例せぬ又即ち舗装の撃衝荷重に基く應力は靜力學的の計算に比例して大きくならぬことを示しておる。

「イリノイデヴジョンオブハイウェイ」(Illinois Division of Highway)に於て舗装の撓度を測定した實驗によるも撃衝が舗装の應力を増加する程度は微少で靜力學上應力の二十%を増加する場合の如きは稀有であつた、こ稱しておる、

之を要するに重き交通荷重ある路道にては〇、二乃至〇、

二の撃衝係数を採るに良い様である。

「ソリッドタイヤ」(Solid tires)は「ニューマチツクタイヤ」(Pneumatic tires)よりも撃衝度が多いが「ニューマチツクタイヤ」のみを用ゆる時代が来るに此撃衝は餘り考慮せぬでも良いことになるが我國の如き鐵輪の多い國では此撃衝荷重は重大なる影響を及ぼすもので當今道路工學上の大家が混凝土鋪裝に危懼を抱く人が多いのは主として混凝土鋪裝が鐵輪の撃衝に對して抵抗が弱いと云ふ主張に基因しておる様に思はれる之は一應道理なことで米國瀝青會社等の實驗報告に徴するも混凝土の基礎を持つた瀝青の磨滅層を施した鋪裝が混凝土の磨滅層を持つた鋪床よりも遙かに撃衝に對して強いことを主張しておるが筆者は此點に就て多少混凝土調合の設計及其の施行法の合理化に關して私見を有して居るが不幸にして未だ之を實地に應用し實驗し得る機會を得ざるとを遺憾に思つたものであるが福岡縣廳に於て施工された吉田徳次郎博士の設計施工された小區域は比較的成績良好の様であるが故に設計宜しきを施工が合

理的であれば相當の効果を擧げ得ると思ふが前述の混凝土の基礎工を施して其の表面に「ツールナイト」の如き瀝青鋪裝を完全に施工したものに比しては第一乗車せる人の乗り心地の良い點に於て遠く及ばざることを恐れるものであるが經濟的なるが故に是等の欠點を辛棒するより外はない。

扱撃衝を考案に入れたときには鋪床の厚さに幾干の影響を來すか云ふに今最大靜力學的輪荷重を一〇、〇〇〇封度とすれば二〇%の撃衝荷重を見込むに二二、〇〇〇封度となる、公式(六)より

$$H = \sqrt{8W/S}$$

に於てSは二百五十封度毎平方吋のWを一萬封度とすればHは十一吋となる若しWを一萬二千封度とすればHは十二吋となる即ち約九%の厚さを増加する事になるのである。

「混凝土の疲勞」(Fatigue)

混凝土も金屬同様に疲勞 (Fatigue) を免れぬことは實驗上明かになつた、此疲勞を來す限界を決定するのは可成至難の業であるが、破壊強度の五十%以下の應力を起す荷重

ならば時間及回数共無限に繰返して掛くも決して破損、
疲勞を來さぬ事が明かになつた。破壊強度の五十%よりも
應力が増加するに従つて破損を來す迄の荷重を繰返し得る
回数が有限となり漸次回数が少くなり遂に破壊強度に達す
る應力を生ずるが如き最大荷重となるに及んでは只一度荷
重を掛けるに直に破砕を來すに到るものである。

夫故に設計に採る許容應力は破壊強度の五十%以下に採
る可きは勿論成る可くは四十%以下に採る可きである。

施工が完全ならば上記以上の安全率を採る必要がない、
何しならば舗床の生命に影響なく且少し位の龜裂は直ちに

舗床が使用に堪えられぬと云ふ如きことはないからであ
る。

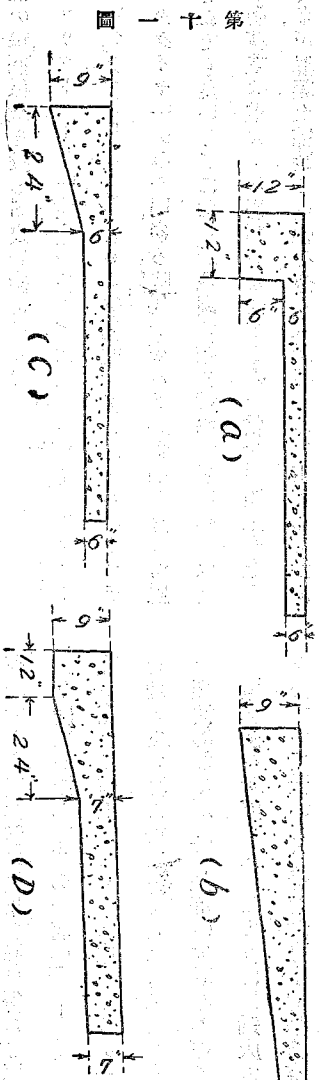
「混凝土舗床破損の進捗」(Progression Failure)

一度混凝土舗床に龜裂損傷を來すに其の毀損せる面積は
漸次加速度を持つて擴大する傾向のあるものである。

如斯して新に形成せる舗床の隅が逐次破損して遂には全
舗床面に及ぶものである。

「混凝土舗床を厚くする事」(Thickened Edge)

理論に實驗に經驗は舗床の隅を車輪荷重が通過する場合
が尤も危険なことが明かになつた夫故に設計に於て舗床の



隅を中央
の部分よ
り幾干部
厚くすれ
ば良いか
を決定す
るには

重大なるものであり是非共縁隅を厚くせねばならぬこと云ふことは殆んど一般的の規則となり標準化されつゝあるのである。此鋪床の隅及縁を厚くする法は仰拱曲線、又は縁の一定幅員を厚くする事、或は羽狀的に外側を厚くする事、等色々ある。第九圖は其の例を示したものである。

- (a) 施工基面を整備するのに甚だ困難が伴ふものである。
- (b) 中央の部分に不必要なる厚さを與へ混凝土の容積が不經濟であるが施工基面を整へるに便利である、(c)は(a)と(b)とを折衷したものである、(d)は車輪荷重の大なる市街道路の如きに適當である。

「鋪床の縁を厚くす可き量」(Amount of Thickening)

危険なる斷面を(1)鋪床の隅が突出桁の作用をなす場合其突端に荷重の戴れるこき(2)龜裂又は接合の交叉して十字形をなせる所の各四隅が荷重により剪斷される作用をうけるこきを假想して「オルダー」氏公式(6)(7)及(8)より混凝土鋪床の端と中央との厚さの比は

$$\sqrt{3} / \sqrt{0.75} = 1.2$$

である、若し相連續する兩鋪床間に合釘鐵筋を用ひておるときは其の厚さの比は

$$\sqrt{1.5} / \sqrt{0.75} = \sqrt{2} = 1.41$$

で良いことになる。上述の如く若し鐵筋を用ひず混凝土のみの鋪床ならば中央の厚さ六吋のこきには縁は其の二倍即ち十二吋にする必要があるが同釘鐵筋を用ゆると其の一倍五分即ち八吋半で良いことになる。

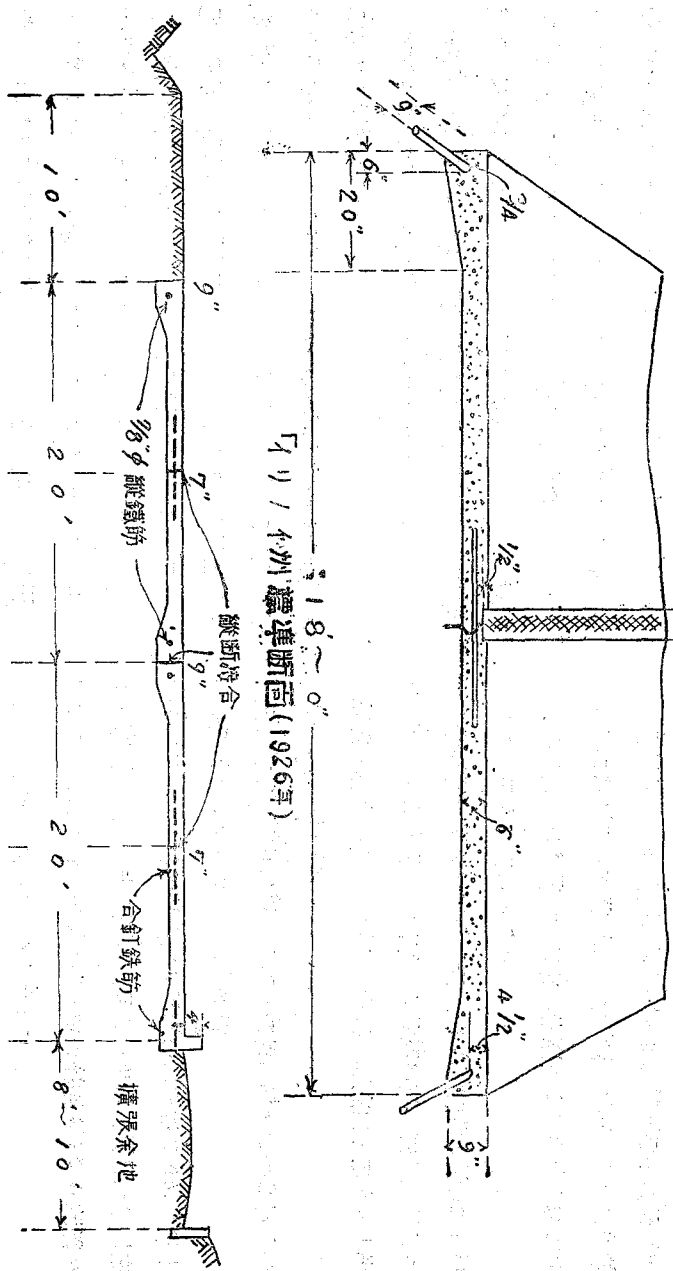
(b)及(c)圖は後者に屬し(a)圖は前者に屬するものである。

「排水」(Drainage)

混凝土鋪装の横斷勾配は百分之一乃至二十四分の一普通五十分の一位を採る、道路の中心即ち路面頂を平坦にするため普通拋物線又は圓弧の曲線を以て横斷勾配を付けることは他の鋪装と同じである。

米國にては道路幅員Wに對し普通百分のW丈の路頂を付けるが市街道路では幅員三十六呎迄は百分ノWにして幅三十六呎乃至四十八呎迄は九十分ノW、幅員四十八呎以上のものには八十分ノW位の路頂を採る様である。

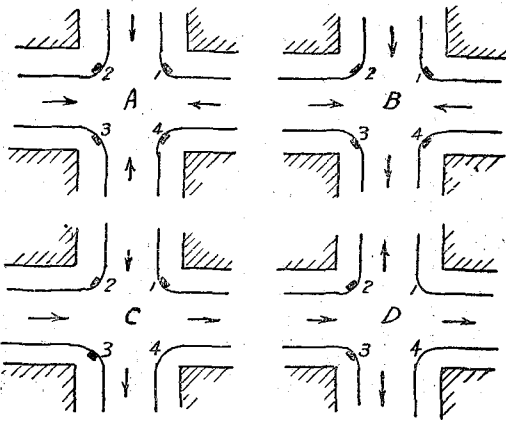
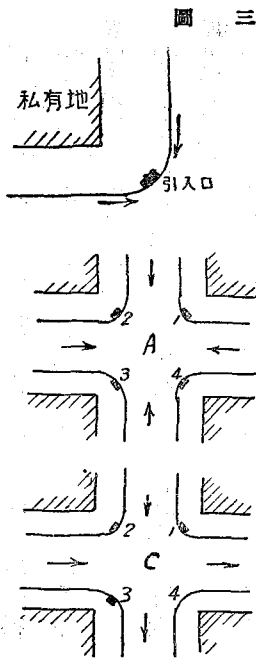
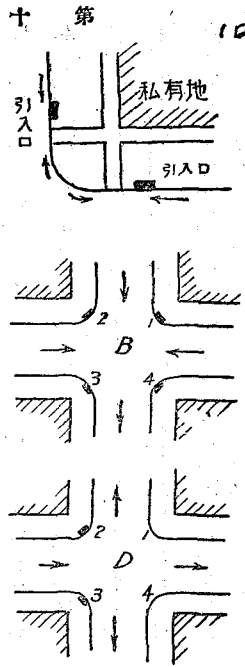
圖 二十 第



「1911年州標準断面(1926年)」

之カコ「市」通スル 乾線混凝土鋪装道路
1927

道路面の降雨量を流し去る可き街渠は普通縁石と道路の横断勾配により形成される、夫故に縁石の高さは道路中心の路頂と等高又は少し位より高く築造されることが多い



水溝又は側溝に勾配を付ける斯の如き場合には引入口の間隔を狭めて二百尺以下に成す可きである。

引入口は強雨を充分に流し去る様に設計す可きである。木の葉其他塵埃にて閉塞されぬ様に亦充分荷重及土壓に對して抵抗し得る様設計す可きである、此引入口は地形が許すならば縦断的に兩方より低くなれる所に置くのが良いが然し長い片勾配の道路にては途中にも引入口を置く必要がある。

引入口は十字路には是非共設けなくてはならぬが此場合に角の隅に設けるべきと兩方の私有地線内に設けるべきとがある、第十一圖A B 参照

第十二圖A B C D は色々な勾配を有する十字路の引入口の位置を示せる一例である。

引入口を集水桝兼用するために砂、泥滓等の沈澱をせしめ時々掃除し得る様に設計されたものもある。

凡て引入口は集水桝を通じて下水溝に流入するのである集水桝は既述の如く砂礫泥土等の沈澱せしめ時々掃除し得

此縦断勾配は最小百分ノ三である適當に最小勾配の取れぬ地形にては縁石を水平に置いて所々に雨水引入口を設け下

る様設計される、と同時に下水溝の監視及掃除が出来る様に構造される故に人孔も稱するのである。

雨水と下水と同一の下水溝にて排出する様式では集水桝を用ひず人孔は滑かなる溝で其中が塵埃で閉塞されたり下水の腐敗なき様に構造される。

集水桝及人孔は直径三呎半乃至四呎位で混凝土の厚さ六吋乃至八吋位のものである。

引入口の土管にて集水桝に連絡するか亦は蓋の一部分として直接に集水桝上に置かるゝこともある凡て集水桝人孔共に鑄物製の蓋を置くのが尤も普通である。集水桝の深さは下水口流出口以下二十吋乃至三十吋とし沈澱物に備える下水溝は直径四十二吋以下のもは直線に設置す可きである、人孔は六百呎以上の間隔にならぬ様に設ける下水溝直径の變化は此人孔の所に於てなす可きである、勾配は各人孔間に落差一寸乃至二寸付けるに良い、詳細なる構造設計例は非常に數多くある亦日本には日本流の設計も數多くある様である此外排水量の計算等道路に附屬する構造物に關

しては茲に詳述することは省き只單に街渠だけは道路渠装の一部を成すから次に混凝土渠街に就て聊か詳述することにする。

「街渠」(Gutters) 及縁石 (Curbs)

街渠は道路の兩側に道路の方向に平行して淺く人工的に装工された水走り溝を設け主として路面の雨水を集める役目をするのである。

街渠は側溝 (Side Ditches) によく似たものであるが街溝は常に人口的装工され側溝のなき場合にも街渠は必ず設けられるのである。

街渠は路面を獨立して設けられる場合もあるが混凝土道路では大低路面の横斷勾配と縁石を以て自然的に街渠を形成するのが多い。

混凝土縁石は屢々市街道路は勿論地方道路にも使用されるが之は構造の方面からは鋪床の厚さを厚くするに役立つものである如何なる形状の縁石にせよ疾走する車輪荷重が鋪床外に飛出すことを防ぎ且鋪床の邊に近寄ることを防ぐ

のである加之鋪床の縁の強度を高め假令荷重が鋪床の縁に載るこゝがあるとしても十分に強度上の安全を保有せしむるものである。

「混凝土街渠」(Concrete Gutters)

之は混凝土床に上塗すれば良いのである此種のもものは工費が低廉で施工が容易で勾配を付けるこゝも任意の形状にするこゝも容易である且平滑なる表面を有せしむるが故に水走りの工合よく而かも容易に掃除するこゝが出来ゝ。此理由で混凝土街渠が優秀なるこゝが一般に認識され他の材料を驅逐しつゝある。

大概は石材又は混凝土縁石に薄き混凝土床版を合せて街渠を形成するのである。

浅きV字形のものは街渠を横切りて車道より車庫又は小路に乗入る箇所等に採用される、深きV字形のものは地方

道路の側溝兼用のものに採用される。

調合比は鋪道と同様に一、二、三、又は一、二、三半、が適當である、水密性を層するため及乳皮を防ぐために硫酸白土を「セメント」重量の二十%を調合するこゝ強度を増し水密性を増す様である。

浅きV字形のものは單層に施工され表面は泥鍍及左官鍍を以て仕上げするのである、深きV字形のもの及び縁石は街渠兼用のものは堅練混凝土にて作られ所定の勾配を與へて膠泥上塗仕上げするのである。

伸縁接合は幅員一吋を少く共百五十呎間隔に置く可きである。

混凝土は完全に養生す可きで「カルシウムクロライド」又は滯滯類で覆ふ可きである。