

第十七章 セメント・コンクリート道

第一節 總 説

一般にセメント・コンクリート道は伸縮目地に依つて分離されたるコンクリート版の連続よりなる。通常同一配合の混合物を以て一層に築造するも、時には二層とし表層には特に配合よきものを使用す。又床版としての働きを充分ならしむる爲鐵筋、鐵網を入ることあり。

1. 混凝土道路の沿革

道路材料として始めてコンクリートを使用せるは、今より約 2,000 年前ローマ人が其の首府ローマを中心として、コンクリート基礎の上に石塊を敷き其の目地をモルタルを以て填充せる道路とす。勿論當時使用せしセメントは現在使用せられるポルトランド・セメントの製造以前であるから、石灰に火山灰を混合せる水硬性の材料を造りて膠結材としたものである。

更に現在のポルトランド・セメントを使用した歴史は、其の發明國である英國が最も古く 1,865 年スコットランドに築造されたのを最初とし、其の後 1872 年にエヂンバラに造られたコンクリート道が、現存せるもの、最古のものであると云ふ。獨逸に於ては 1891 年の始めにライプツヒに混凝土道が造られたのであるが、歐洲大戰後に急激なる發達をなし、1908 年末には其の總面積 1,300,000 平米に達して居る。更に米國に於ては 1,893 年始めてオハイオ州のベレホンティンに築造されてより 1,909 年迄には其の總面積は、約 1,500,000 平米に過ぎなかつたものが、20 年後の今日に於ては 120,000,000 平米に達して居る。

2. コンクリート道路の性状

コンクリート道の有する主なる長所は大體次の様なものである。

(1) 適當なる配合を用ふれば極めて堅牢にして、鐵車輪に對しても相當磨耗抵

抗力がある。

(2) 表面は平滑に失せずアスファルト道等の如く波状を呈する事なく、又牽引抵抗少なく運輸費低廉である。

(3) 塵埃を生ずること少なく路面の清掃容易である。

(4) 維持費比較的少なし。

(5) 再舗装を必要とする程度に至れば他の舗装の基礎として使用し得。

(6) 施工迅速にして特に熟練労働者を必要とせず。

(7) セメント以外の材料は總て地方的材料を使用し得。

以上混凝土道の長所を述べたるも、又次の如き短所を有す。

(1) 鐵輪車の交通には多少騒音を發し、表層混合物の配合等に充分注意せざれば鐵輪車の爲に破壊せらる。

(2) 伸縮接手を設くるも龜裂を生じ勝にして、一旦龜裂を生ずれば舗装面破壊の因をなす。

(3) 日光の直射の爲め人目を眩惑し、且つ夏期温度を高む。

(4) 勾配 5% 以上の坂路に築造する場合は平坦に保つこと困難にして、且つ硬化後に破碎容易ならざる爲地下埋設物の敷設及び移動困難なり。

(5) 施工後充分なる強度を得る爲長期間交通遮斷を必要とす。

第二節 材 料

1. セメント

舗装用として適當なる性質を有するポルトランド・セメントは、現在全國至る處にて製造されて居る。而して何れの會社の製品にしても製造當初は優良なる性質を具備するが、経過日數並びに保存方法の如何に依り風化作用を受け、容易に變化するを以て使用に際しては嚴重なる試験を必要とす。

ポルトランドセメント・コンクリートの一の缺點として前述せる如き硬化に長

時間を要し、施工後数日交通遮断を要する事を改良せんとして種々の急硬セメントが造られてゐる。急硬セメントは之れを大體アルミナ・セメントと急硬ポर्टランド・セメントの二種に別つ事が出来る。而してアルミナ・セメントはボーオキサイトを原料として、極めて高温の熱処理を施して製造したるセメントにて、之れにはシマン・ホンヂユ(佛國製品)、アルカ・ツエメント(獨逸)、並びにリュムナイト・セメント(米國)等がある、何れも急硬性にして短期間に極めて大なる強度を發生し、材齡 1~2 日にして普通のセメントの 1 箇月の強度に達するを以て、是等を道路の施工に使用すれば、工期を非常に短縮することを得。然れども現在に於て本邦に製品なきこと、並びに其の價格普通のポर्टランド・セメントの 3~4 倍に達する爲特殊の箇所の外一般に使用せらるゝに至らず。

次に急硬ポर्टランド・セメントは普通のポर्टランド・セメントの製造方法に幾分の改良を加へ、急硬性を與へたものにして其の組成は殆んど同様である。急硬ポर्टランド・セメントとしては現在フェロクリート(英國)、ドイツカアホフ・ドツベル(獨逸)、フランボオ(佛國)等あり。我國に於ても淺野ペロ・セメント等がある。此の種セメントの短期強度はアルミナ・セメントには及ばざるも、材齡約一週間にして通常のポर्टランド・セメントの一箇月に匹敵する強度を生ず。而して其の價格はアルミナ・セメントより安價にて普通のセメントより多少高價なる程度である。

其他特殊セメントとしてソリヂチツト・セメントの如きは、我國に於ても相當使用されてゐる。又普通のポर्टランド・セメントに鹽化カルシウム其他の急硬材を加へ使用することある。

2. コンクリート用骨材

コンクリートの強さは骨材の性状、粒度並びに水、セメントの配合割合により大に異なる。此の點に關して最近各國とも貴重な研究を非常に多く發表して居る。

コンクリート用骨材は風化並びに交通の磨耗に耐え、且つ有害な不純物を含ま

ないものでなければならぬ。道路は屢々氷結することあるを以て、骨材殊に粗粒物質は氷結、融解に對する抵抗大なるものを必要とする。此の性質は豫め凍結試験に依つて其の抵抗力を測定する事が出来る。骨材中に含有する粘土、頁岩、其他崩壊し易い有害の物質は大體其の外観により識別し得るのであるが、不安の際は夫れに是等の含有量を試験しなければならぬ。

コンクリート用骨材の磨耗抵抗は交通の種類量にもよるが、長い間の試験の結果大體碎石に對しては磨損率 4% 以下の岩石を必要とし、砂利の場合はデュバル磨削試験に於て 8% 以下の磨損率を示すものたるを要す。然し一般に粗粒骨材の硬度並びに靱性大なれば、強度大なるコンクリートを造り得るのである。

3. 粗粒骨材

コンクリート道路用粗粒骨材としては時には鑛滓等を使用する事あるも、一般に砂利又は碎石を使用す。而し其の選擇は主として其の地方狀況に依る。

砂利及び碎石はコンクリート用骨材として、何れも其の抗壓強度は相當大にして、此點よりのみ見れば其の優劣は餘りない、然しコンクリート鋪道は壓力を受けるよりも張力を受けて龜裂を生ずることが多いから、耐壓強度よりも寧ろ抗張強度並びに抗曲強度に重要性を持つて居る。米國道路局で行つた試験の結論は次の様なものである。

(1) コンクリートの抗張、抗曲並びに抗壓強度は使用骨材の性質によりて異なり、前二者は抗壓強度よりも骨材の影響を受くる事大である。

(2) 同一材料を使用する時はコンクリートの強度は水量比に大體比例す。

(3) 一般に碎石は砂利より抗張及抗曲強度大にして、石灰岩は石英質のものより大なり。

此の試験結果より見ればコンクリート用粗粒骨材としては砂利よりは碎石、而して石英質のものよりは石灰質の碎石を使用するが最も可なるも、コンクリート

の是等強度は他の種々な原因に依つても差異を生ずること大なるを以て、其の地方状況により比較的廉價に他の骨材を得らるゝ場合には、特に石灰質碎石を求めて使用する必要なく、適當なる他の材料を使用して其の配合、施工法等に充分注意して相當強度のコンクリートを得ることに努めなければならない。

a. 碎石。コンクリート用骨材としては石灰岩及び花崗岩、安山岩等が最も廣く使用せられ、磨損率 4.0% 以下、硬度 16 以上なればコンクリート用として極めて適當である。然し採掘又は粉碎作業中に粘土等の不純物を以て被覆された物は、コンクリートの強度に影響するを以て除去しなければならぬ。如何なる場合に於ても碎石は篩にかけ粉碎作業中に生ずる塵埃、石粉等を除去するをよしとす。

b. 砂利。砂利も粗粒骨材として廣く使用せらるゝも、産地に依り可成りの差異があるから、其の均一度に注意するを要す。頁岩、一部崩壊せし礫、粘土塊、軟質の岩石等を含有する砂利は、コンクリート用骨材として不適當である。又磨損率 8% 以上を示すものは不適當である。

c. 鑛滓。近年コンクリート骨材として鑛滓を使用するに至り、相當の強度を示す。鑛滓は製造に際し冷却操作適當なるものにして重量 1 立米 1,500 瓩以上のもはコンクリート用骨材として使用せらる。

d. 粗粒骨材の粒度。粗粒骨材は其の空隙量を出来るだけ小ならしむる様な粒度を有するものたるを要し、其の最大粒子の大きさは施工法により異なるも、通常約 50 号以下のものを用ひ、次の如き粒度を有するものを標準とし實際には得易き安價なものを使用しなければならぬ。

50 号 篩通過するもの	100 %
50 号 篩を通過し 25 号 篩上に止るもの	25 ~ 60 %
5 号 篩を通過するもの	10 % 以下

4. 細粒骨材

細粒骨材としては殆んど一般的に砂を使用し、時には石屑を使用する事あるも、

石屑は塵埃を含有する事多く混合困難にして且つ強度を減ずるものが多い。

コンクリート道に使用すべき砂の選擇には特別なる注意を必要とす。モルタルの強度は主として砂の性質に依り、良質のコンクリートを得るには、モルタルの強度大なるを要するからである。砂は適當なる粒度を有し粘土、淤泥等の不純物 8% 以上含有するもの及び粘土或は其の他の不純物を以て、粒子が被覆せらるゝものは使用に適しない。又有機物はコンクリートの強度に大なる影響あるを以つて少量なりとも含有するものは不適當なり。有機物の存在は其の外観に依つて判別する事は不可能なるも、色度試験に依つて容易に検出し得。尙モルタルとしては商工省規定に依る標準砂モルタル強度より大なるを要す。

一般にコンクリート道路用細骨材は 5 号目篩を通過するものにして、次の如き粒度を有するものを標準として居る。

5 号 孔篩通過	95 ~ 100 %
第 50 号篩通過	10 ~ 30
第 100 号篩通過	0 ~ 6
注瀉試験に依て失はるゝ量	0 ~ 3

5. 水

コンクリートに使用すべき水は油、酸、アルカリ及び有機物等を含有せざる清浄なるものたるを要し、褐色を帯びたる水或は下水又は工場排水等の流入せるものは、コンクリートの強度を害する事あるを以て豫め試験するを要す。

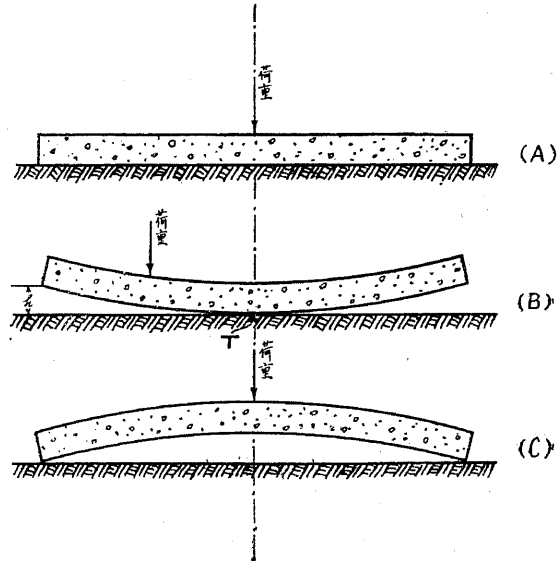
第三節 設 計

コンクリート舗装の設計に當りて、第一に考へなければならぬことは、其の厚さである。而して此の床版の厚さは交通の状況、土壤の性質並びに之れに使用する材料の性質や施工法等により決定されねばならぬ。是等の要素を一々吟味して決定することは非常に複雑で困難なことである。單に此の内の土壤に就て見るも

これを構成する土質に非常に種類があり、假りに同一土質だとしても可塑性の粘土の如きは太陽や風の爲に収縮龜裂を生じ、濕度を多く吸収するものは水を含みて上下に膨脹す。又天氣續くときは水分を蒸發して収縮するのである。是等の現象は月により日により起るのみならず、冬期は路床の凍結により膨脹し、陽春の候には溶解沈下する。

斯る路床上に鋪設されたコンクリート床版は、路床の上下運動の影響を受け床版内に應力を生ずることは免れない事であるが、コンクリート床版自身も亦弾性體であつて、溫度濕度の變化により伸縮するのである。

今コンクリート床版が路床上に第192圖 A の如く造られたとする。若し鋪設せられただけで何等の作用を受けなるとすれば、A 圖の状態を持続するのであるが、表面が乾燥するか又は表面の溫度が下る場合は床版の上部は収縮して、B 圖の如く上方に彎曲し床版は中央



第 192 圖

でのみ支へられ、反對の現象が起つた場合は C 圖の如くなり、床版は兩端に於て支へらるゝこととなる。此の現象は實際に於て晝夜の溫度の差により、晴天と雨天により、又は晴天の折りに夕立などがあつた場合は殊に急激に變化して來るのである。

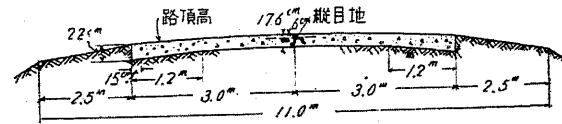
斯の如く路床並びにコンクリート床版は四季により、月により日により、甚し

きは朝夕により數時間内に濕度、溫度の差の爲め絶えず伸縮を繰り返して内部に複雑な應力を起して居るのである。

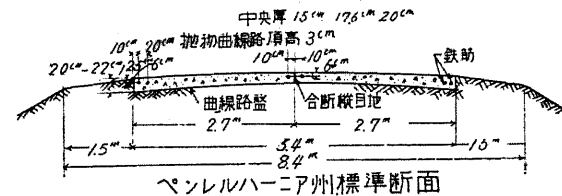
米國イリノイ州ベーツ試験道路並びにカリホルニヤ州ピッツバーグの試験道路等に於て、實際に觀測した結果コンクリート床版の兩端が朝と夕により、晝夜により路床の支持さるゝ状態が異り、時には路床より離れ、時には深く路床中に穿入してゐることを明に知ることが出來た。

而してコンクリート床版の幅 5.5 米、厚さ 20 釐るとき溫度の差 20°C で B の状態となり、床版が中央 T 點で支持されてゐるとして、床版の端の上昇 h を計算するに大體 0.012 釐となり、T 點に於て 29 珎/平方釐² の内應力を生ずることとなる。斯くの如き應力は床版としては大きな荷重で、若し斯かるときに重い車輛が通る場合は非常に大きな内應力を生ずることとなるのである。濕度を吸収することによつても溫度

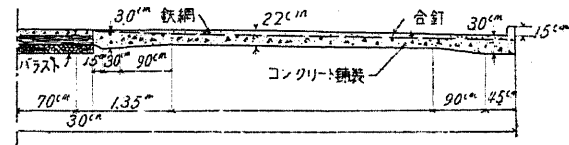
差 50°C 以上を生じた場合と同じ伸縮をなすのである。斯かる種々な場合を想像して元米國道路局技師だつたゴールドベック氏は、第三章第二節に示した様な式を、又オルダー氏は床版の隅部に於ける厚を算出する式を案出したのである。



アイオア州標準断面



ペンシルバニア州標準断面



軌道併用街路、横断面

第 193 圖

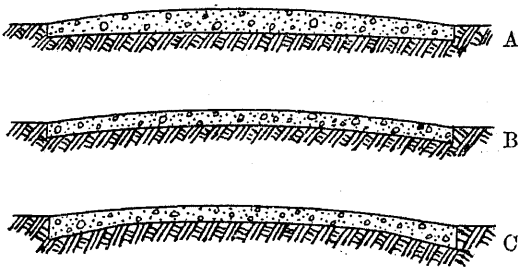
床版の純理論的計算法に就ては多くの人により發表されたが、之れを如何に實際に活用するかについては目下の所定まつたものはない。

コンクリート道には一層式及び二層式の兩種がある。一層式は全厚を同材料の同配合の混合物を以て一層に造り、後者は二層として施工し通常異種の材料を以て異りたる配合の混合物を以て造る。

コンクリート面に對し磨滅作用大なる鐵輪の車輛交通大なる道路に對しては、此の磨滅作用に抵抗大なる表面を造る必要がある。斯かる場合は使用すべき骨材も磨滅抵抗大きい良質のものを使用し、且つ配合もよくなければならぬのであが、工費餘りに高くなる時は、直接磨滅作用を受けない下層は幾分劣るものを使用し、二層とするを得策とす。此の目的の爲上層は良質材料にして良配合のもの又は膠石等を以て施工するを普通とす。

1. 横斷形狀

コンクリート道路の横斷面は以前は中央部が車馬の交通頻繁なる故に、此の部分丈厚くした方がよいといふので、第 194 圖 (A) の如き横斷面が採用された。米國各州に於ても 1,920 年以前

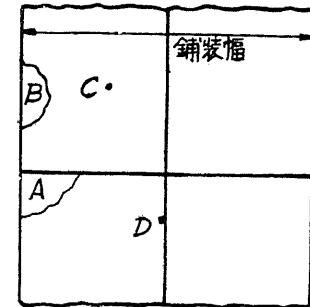
に築造されたものは中央部の
 A
 厚さ 15~26 糎、兩側の厚さ
 12~20 糎 のものが極めて多
 い。其の後同圖 (B) の如く全
 幅に亘つて同一の厚さを採用
 するやうになつたが、近年に

第 194 圖

至り理論的並びに實地的研究の結果から、中央より兩側を厚くした横斷面が最も適當である事が證明されてより最近のものは同圖 (C) の如くし皆此の方法に依つてゐる。

即ちコンクリートが床版として働く場合 (第 195 圖参照) 中央 C の如きは、

四圍のコンクリートが助けてくれる故、一番強く兩端 (B) や角 (A) は助けてくれるコンクリートが少ないから弱いのである。従つて兩側や角を中央と同一程度の強さのものとするには、此の部分厚くするか、又は鐵筋などを入れて補強せねばならぬ。



第 195 圖

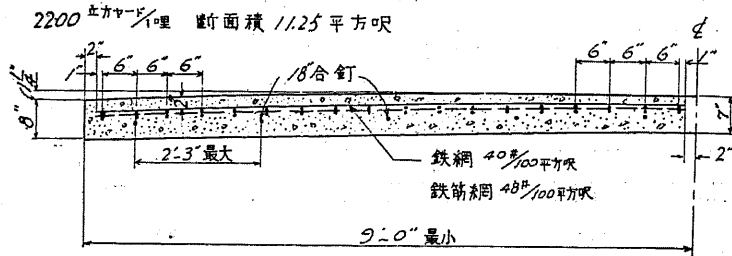
又中央部に單に垂直の縦の接手を入れた場合、此の部分はコンクリートは續いて居らないけれども、其の間に摩擦力が働いて A や B の如き部よりは幾分強く C よりは弱いことが想像される。米國のイリノイ州やペンシルバニヤ州で實驗の結果 D の様な場合は兩側の 70% に取れば道路全幅に亘つて均一の強さが保たれる事は、第六章第二節に於て述べた通りである。

尙米國コンクリート協會の仕様書に依れば、第六章第二節に述べた式により邊緣に於ける版の厚さ D を定め、邊緣から 1.20 米以上離れた點では厚さを $\frac{7}{10}D$ に輕減すべしと規定してある。荷重 Q は車輛全重量の $\frac{1}{3}$ に取る。彎曲應力度 f は抗曲強度の 50% 以下に取るのであるが、抗曲強度は 35 珎/平方糎² 以下であるのを常とするから、従つて f の値は 17.5 珎/平方糎² 以下に取る事になる。

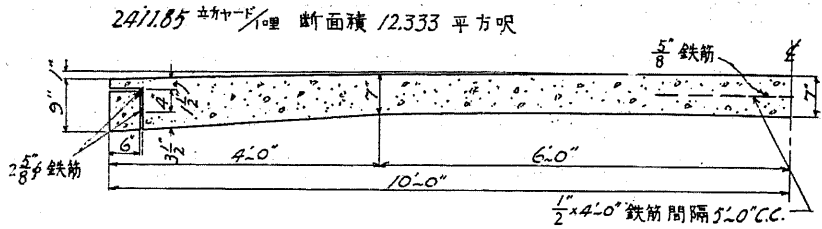
此の考へは米國各州に普及し、各異つた形狀を採用して居る。第 196 圖及び第 197 圖は其の標準横斷面圖の例である。

2. 伸縮目地

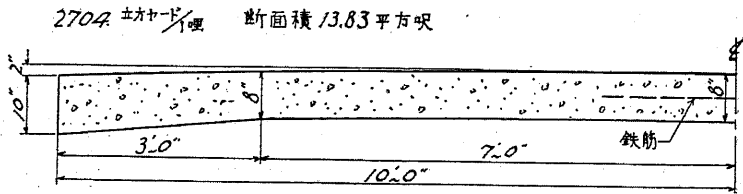
コンクリート版は溫度並びに濕度の變化によつて伸縮す。又コンクリートの硬化の初期及び最初の乾燥時に收縮するを以て、是等の爲め龜裂を生ずるのである。此の龜裂を生ずることはコンクリート鋪裝の缺點で、此の龜裂並びに接手が破壊の因となることが多いのである。此の龜裂は種々研究された結果相當の施設をしても、或る程度迄は已むを得ないのであることは今日一般に認められて居る。結局



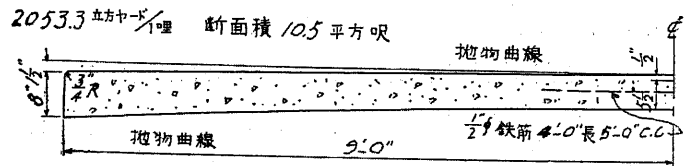
合衆国ニューヨーク州道路局混凝土舗装



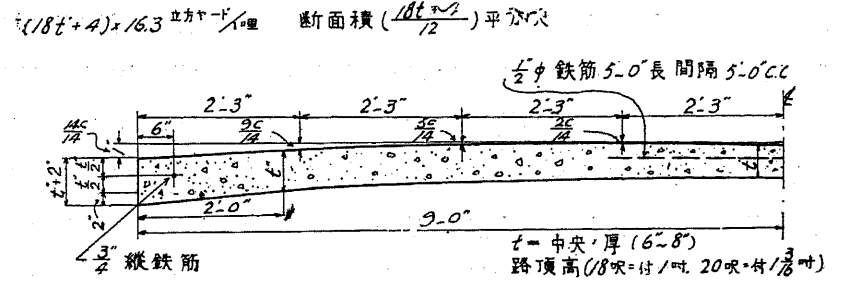
合衆国ミシガン州道路局混凝土舗装



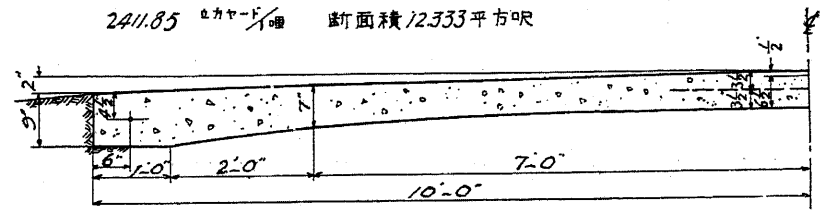
合衆国ミシガン州道路局混凝土舗装



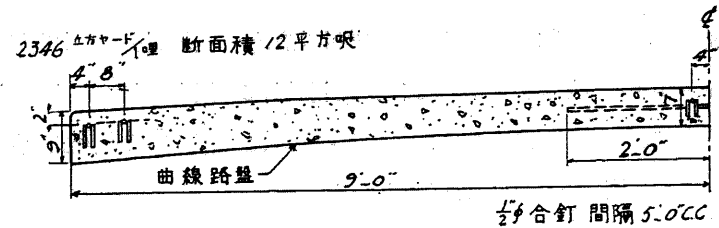
合衆国テネシー州道路局混凝土舗装



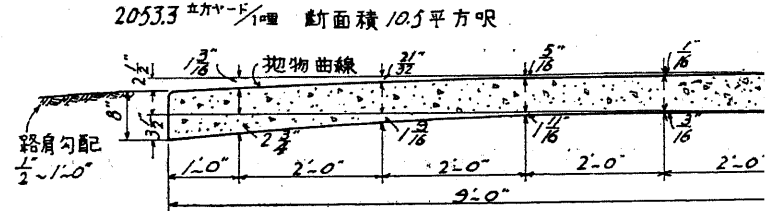
合衆国オハイオ州道路局混凝土舗装



合衆国イリノイ州道路局混凝土舗装



合衆国ペンシルバニア州道路局混凝土舗装



合衆国北カロリナ州道路局混凝土舗装

に於て龜裂を避け難いものとすれば、自然に放置して龜裂の生ずるに任せ龜裂が生じた時之れに對する策を講ずるがよいと云ふ論者と、自然に放置するときは不規則に龜裂を生じ外觀上甚だよくないから、規則正しく當初より接手を設けた方がよいと云ふ論者と二派に別れ、久しい間決する所がなかつたのである。其の後研究の結果龜裂の原因も追々と判然し、幾分龜裂を防ぐことも考へられる様になり、今日では次第に後者の考へに従ひ、相當間隔毎に接手を設け、收縮の際に生ずる應張力による横斷龜裂、或は膨脹によつて生ずる應壓力による損傷を一定の接手に集めて他には生ぜしめない傾向になつて居る。

a. 膨脹目地。コンクリート版を短區間に區劃して目地を造り、目地の幅を相當にして版の膨脹を自由にすれば、床版内に大なる應力を生ずることなく、之れが爲破壊することがないが、斯くするときには横斷目地の數を増加して破壊の因をなすのみならず交通に不便を感ず。コンクリート床版の横斷面積は床版が膨脹した場合膨脹によつて生ずる應壓力に耐えるだけのものでなければならぬ。

膨脹目地間の距離を L とし膨脹の際中央部靜止の儘で居り、中央部の兩側の床版が温度及水分の影響より、路盤上を滑動して膨脹するものと假定すれば、此の膨脹による床版の滑動に對して、路盤と床版との間に摩擦抵抗が生ずるのである。従て床版の中央部に生ずる應壓力は

$$S_c A = \frac{f W L}{2} \quad \text{により表さる。}$$

$$\text{之より} \quad L = \frac{2 S_c A}{f W}$$

此の式に於て

S_c = 應壓力 (噸/平方糎)

A = コンクリート床版の横斷面積 (平方糎)

f = コンクリート版と路盤との摩擦係數

W = 長さ1米當りコンクリート床版の重量 (噸)

L = 膨脹目地間のコンクリート版の長さ (米)

にして此の式より膨脹目地間の距離を算出することが出来る。 f の値に就ては二三の場合に對しゴールドベック氏が測定した結果に依れば、大體 1 と 2 の間にあるものゝ如し。

例へば $S_c = 105$ 噸/平方糎 $A = 11,458$ 平方糎 $W = 2,753$ 噸 $f = 1.5$ とすれば L は 583 米となる。

而して版が少しでも滑動すれば、版と路盤との間には最大摩擦が生ずることとなる。且つ温度の變化大なる程床版の膨脹大となり、従つて大なる目地幅を必要とす。故に膨脹目地間の距離を決定する前に此の幅を研究する必要がある。

目地間の距離 L なる時に要する目地幅は次の式から計算さる。

$$J = (L)(T)(0.00001) + L n'$$

此の式に於て

J = 目地の幅 (米)

T = 鋪裝施工時の温度を基準としたる最大上昇温度 ($^{\circ}C$)

n' = 水の吸収に依る膨脹率

若し鋪裝施工時の温度を $15^{\circ}C$ とし、夏季の最高温度は $46^{\circ}C$ とし、而して水分に依る膨脹を考へない場合は長さ 480 米の版に對しては 0.15 米の目地幅を必要とす。此の目地幅は餘りに廣く維持に困難なるを以て適當なる目地幅を與へる様目地間の距離を短縮するのである。

一般に最大温度上昇と最大水分吸収とは同時に起る事は稀なるも、熱帯地方に於ては兩者が或る程度迄平衡して大なる事がある。吸水に依つては温度の $40^{\circ}C$ 或は其れ以上の變化に相當する膨脹をなす事がある。

膨脹目地幅は二の條件即ち適當と思はれる目地幅、並びにコンクリート内の許容應力に依り異なる。一般に市街路に對しては 1.2 糎以上の版の滑動を豫想する如き目地間距離とする事は適當でない。

b. 収縮目地。 L' 米の長さを有するコンクリート版が、静止部たる中央に向けて収縮する時には $\frac{L'}{2}$ の長は路盤に沿ふて引かれ此の應張力を生ず。若し此の際版に縦鐵筋が用ひられざれば収縮目筋間の距離 L' は次の式にて求められる。

$$AS_s = \frac{fWL'}{2} \quad \text{即ち} \quad L' = \frac{2AS_s}{fW}$$

此の式に於て S_s はコンクリートの安全抗張強度にして其の他は前式に同様である。

若しコンクリートは其の養生期間中特に最初の一週間に濕潤に保持すれば S_s の値は約 3.5 疋/平方糎と看做す事が出来る。若し目地が設けられないときは収縮目地の間隔は次の様になる。

$$L' = \frac{2 \times 11,458 \times 3.5}{1.5 \times 2,753} = 19.4 \text{ 米}$$

若し床版に縦鐵筋を入れる場合は鐵筋の抗張力がコンクリートに加はり、鐵筋の保つ間は収縮目地間に龜裂を生じない筈である。其のとき収縮目地間の距離は次式に依つて求められる。

$$AS_s + \alpha \frac{E_s}{E_c} S_s = \frac{fWL'}{2}$$

$$L' = \frac{2(AS_s + \alpha \frac{E_s}{E_c} S_s)}{fW}$$

此の式に於て

L' = 収縮接合間の距離 (米)

S_s = コンクリートの安全抗張強度 (疋/平方糎)

A = コンクリート版の横断面積 (平方糎)

E_s = 鋼の弾性係數

E_c = コンクリート版の弾性係數

f = 路盤とコンクリート版との磨擦係數

W = 1 米當りのコンクリート版の重量 (疋)

α = 鋼の横断面積 (平方糎)

にして前例にならひ α, S_s, f, W, A を次の如く假定すればは L' は

$$\alpha = 11.36 \text{ 平方糎 (4 箇の直径 1.9 糎 の丸棒)}$$

$$S_s = 3.5 \text{ 疋/平方糎}$$

$$f = 1.5$$

$$W = 2,753 \text{ 疋}$$

$$A = 11,458 \text{ 平方糎}$$

$$\frac{E_s}{E_c} = 8$$

$$L' = 2 \frac{11,458 \times 3.5 + 11.36 \times 8 \times 3.5}{1.5 \times 2,753} = 19.6 \text{ 米}$$

となる。縦鐵筋は其の構造面積が比較的小さいから収縮目地間の距離には餘り影響しない。鐵筋は主として龜裂又は目地前部に於て荷重を兩方に分布せしむる爲に用ひられ、収縮目地間の収縮龜裂を防ぐ働をなす。

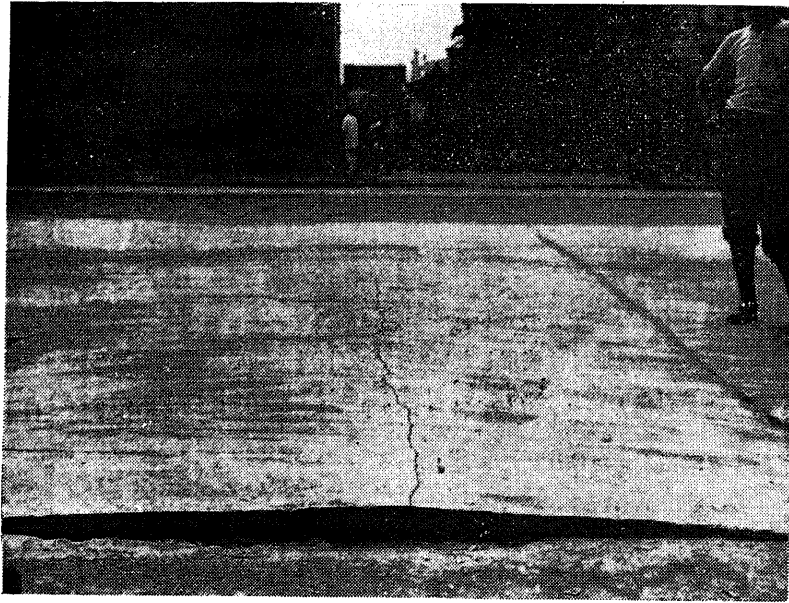
縦鐵筋は膨脹目地には使用しないが、合釘目地を通して鐵棒を入れるときは長さ約 1 米の鐵棒を用ひ、其一半はコンクリート中にて目地の開閉に際し、自由に滑動する様挿入しなければならない。

c. 結論。膨脹目地間隔はコンクリート版の膨脹に依る應壓力をコンクリートの耐壓力以下に保ち、且つ維持に困難なるが如き目筋幅を使用しない様な長さに決定しなければならぬ。我國に於ける從來の經驗に依ると目筋間隔を 15 米以上とする事は望ましくないやうである。膨脹目地部に合釘を使用するときは、収縮目地は膨脹目地間のコンクリート床版に、不規則な龜裂の生ずるを防ぐに使用する。適當間隔に収縮目地を設けない時は一般に龜裂を生ずることが多い。但し膨脹目地の間隔が相當密なる場合は同時に、之れが収縮目地の働をなすから特に収縮目地を設けない場合がある。

コンクリート版と路盤間の磨擦係數に就ては、目下の所充分な研究がない故特殊の場所で正確に測定した場合の外は、成るべく大なる數を使用するのが安全で

ある。

コンクリート版の許容耐伸力は其の養生法の良否並びに氣候に依りて異なるが収縮龜裂は養生期間中のコンクリートの抗張強度の小なる時に生ずる事は明かであるから、コンクリートが所要の抗張強度に達する迄は収縮せざる様其の乾燥を行はなければならぬ。

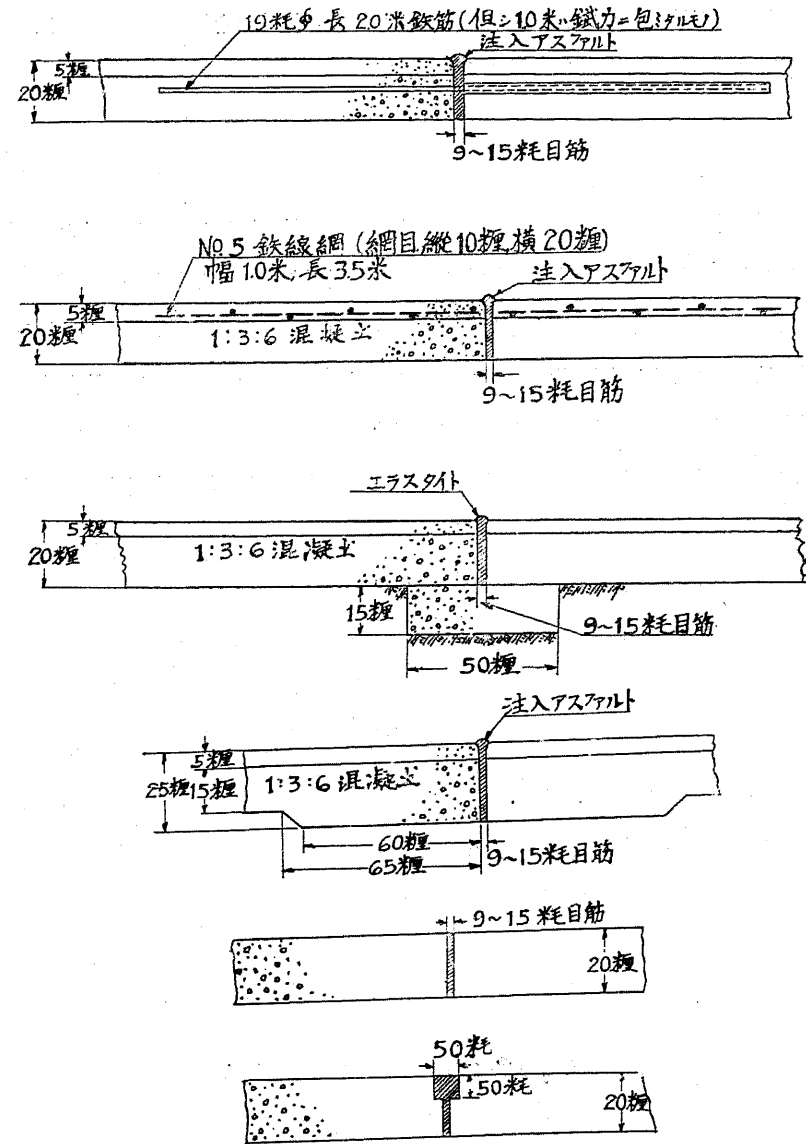


第 198 圖

コンクリート道路の目地の設計又は構造の不適當なる爲に、失敗を招く事は屢々起るのであつて、膨脹目地の間隔長きに過ぎるか又は其の構造の不適當なる爲に第 198 圖に示すやうな膨れ上り (Blow up) を起す事がある。

d. 膨脹目地の構造。 接合を目地とすることは舗装の弱點となるから、特に其の構造に注意を要するのである。構造には種々の工法が行はれるが一般に床版が膨脹するとき、抽出されないやうな膠着力大にして伸縮性を有する物質を以て填充す。幅は普通 1~2 纏程度とし床版を完全に分離する様床版全厚に造らなけ

膨脹目地構造圖例

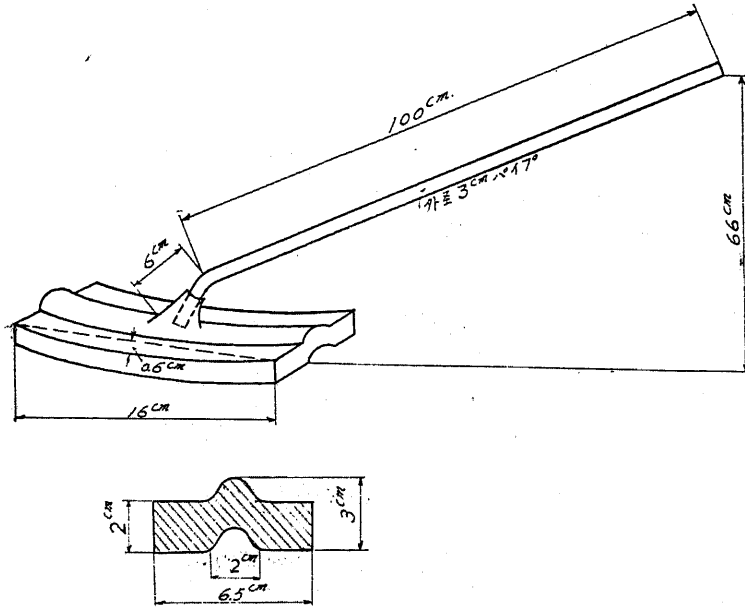


第 199 圖

ればならない。龜裂又は目地に於て荷重を支持する爲めに合釘用鐵棒を使用する時は、鐵棒の兩端共コンクリート中に膠着せしめざる様注意を要すべし。之れは未版が滑動して目地部が開閉する際鐵棒が締め付けられ、コンクリートを破壊するに至ることがあるからである。合釘用鐵棒の滑動を自由ならしめるには其の一端に金屬鞘を設くるを良しとす。鞘は目地よりコンクリート中に達し、鋼の移動に充分なる餘地を設け置くを要す。或る場合には此の膨脹目地部に合釘を使用せずして、コンクリート版の安定度を増す爲に接合部の版厚を増大せしむることがある。

目地填充材として最も普通なるは瀝青フェルトである。瀝青フェルトは強靱なる紙又はフェルト等に瀝青物質を滲み込ましたもので、コンクリートの敷設前に設置する。是等は鋪裝面より僅か突出せしめ施工後特殊の鋺（第200圖）にて押しつぶすのである。此の他コンクリート施工の際に接合部に適當厚の型板を挿入

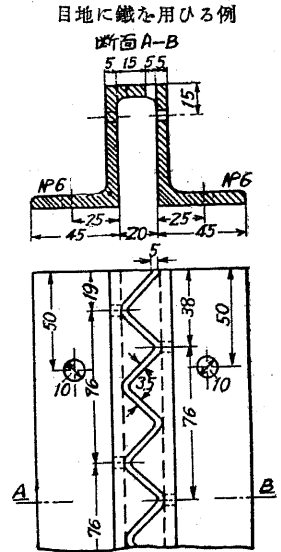
目筋仕上鋺構造圖



第 200 圖

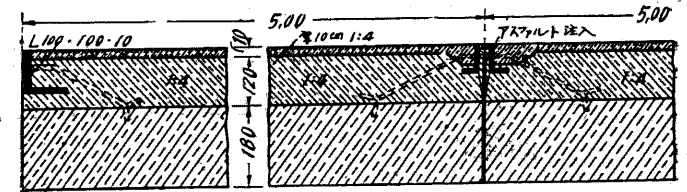
し置き、コンクリートの凝結後之れを除去して、適當なる瀝青物質を以て填充する事もある。目筋材の仕様に就ては附録セメント・コンクリート鋪裝道示方書第二章を参照すべし。

如何なる填充法を採用するも、接合部は高低なき様注意して仕上を行はなければならぬが、目地部の角は兎角車輛により損傷され勝であるから、車輛の通行の際感じない程度に目地兩側に瀝青を薄く延し角を保護した方結果がよい様である。同時に目地の兩側の角は適當なる工具を使用して丸味をつけるを良しとす。若し目地が同一ならざる時は交通に依り衝擊作用を生じ、



第 201 圖

目地部の損傷される事が多い。一般に膨脹目地の間隔は收縮目地一ツ又は二ツ置き位に設けらる。



第 202 圖

e. 收縮目地の構造。鋪裝版に龜裂を生ずる時其の主要龜裂は不規則であり、之れより更に小龜裂を生ず。此の不規則なる龜裂を防ぎ且つ膨脹目地の數を減する爲に收縮目地を設く。收縮目地は普通は單なる突き合せ目地とし之れに鐵板を挿入する事あり、また駄柄、金屬凹凸板等を用ふる事もある。

鐵板を挿入する場合は其の高さは路面厚より僅か小とし、機械仕上を妨げざる様することである。

収縮目地は前にも述べた如く、
膨脹目地の間隔密なれば特に設く
る必要はない。収縮目地は通常約
10 米以下毎に造るも、一般の標準
はない。

尙コンクリート施工に際し、鋪
装の膨脹や収縮を目的としない目
地を設置する必要を生ずる事がある、
之れを構造目地 (Constructin
Joint) と云ひ其の構造は大體収縮
接合同様である。

f. 縦目地、コンクリート版は扭れる傾向があるので、幅員廣き場合には縦龜裂を生じ易い。此の龜裂は外觀悪きのみならず車輛の交通の多い部に、之れに沿ふて生ずるから維持に困難である。通常 6 米以上の道路には縦斷目地を設くるを可とす。尙幅員廣き場合には約 3 米毎の交通線に沿ふて之れを設くる場合もある。縦斷目地の構造は収縮目地と同様に築造する。

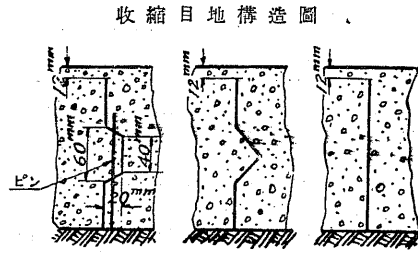
縦斷目地部の補強には床版の厚を目地部に沿ふて増大するか、又は合釘鐵筋を使用することがある。之れに使用せらるゝ合釘は約 1 m の丸鋼にして、其の間隔には定りないが約 1.2 米を普通とす。

3. 鐵筋

コンクリート道路に鐵筋を挿入する事の價値に就いては、從來可成りの議論があつたが、種々の研究の結果今日では一般に其の効力を認められて居る。然し鐵筋の配置並びに量に關しては一定の方法なく極めて區々である。

a. 鐵筋使用の効力。鐵筋使用の利益として次のものが挙げられる。

(1) 混凝土鋪装面に龜裂を生ずる事を防止し、又龜裂を生ずるも鐵筋補強の



第 203 圖

爲に龜裂の兩部が全々段違ひとなることがない。

- (2) コンクリート床版に來たる荷重壓を廣き路盤に分布する。
- (3) コンクリートの應剪抵抗を増加せしめ又其の弾力性を増す。
- (4) 鐵筋挿入に依つてコンクリート版の厚を減する事を得。
- (5) コンクリート道の修理に際し新舊コンクリートの結合を完全ならしむ。

以上大體の鐵筋挿入の長所を述べたるも、鐵筋を使用すれば施工複雑にして築造費大となり、又修繕に際して鐵筋を切斷する不便と困難を伴ふから、路盤軟弱なる場合又は交通状態が極めて繁激なる場合の外は、一般に道路全體に亘りて鐵筋を使用しない。但し周圍隅部並びに目地部 (合釘用) には相當使用する。

b. 鐵筋の量及び其の配置。通常交通荷重小なる道路に對し、鐵筋を使用するのはコンクリート版の補強の目的でなく、單に龜裂を軽減せんが爲に挿入するのであるから、鐵筋量も少量とし表面より 5~6 種 の位置、或は版厚の上部より $\frac{1}{3}$ の點に施す。此の場合の鐵筋量は一般に 1.5~2.5 疋/平方米 を普通とす。時としては鐵筋を二層に入れて床版の複雑な内力に備ふることがある。龜裂を軽減せんが爲に使用する鐵筋量は一般に収縮接合の項にて述べた方程式より計算し得べし。即ち

$$a = \frac{\frac{1}{2} f W L' - A S_t}{\frac{E_s}{E_c} S_t}$$

となり此の式に於て

a = 鐵筋の横斷面積 (平方寸)

S_t = コンクリートの安全抗張強度 = 3.5 疋/平方寸

f = 路盤とコンクリート面間の摩擦係數 = 1.5

W = 1 呎のコンクリート版の重量 = 2,753 疋

A = コンクリート版の横斷面積 = 11,458 平方寸

$$\frac{E_s}{E_c} = \text{鋼とコンクリートの弾性係数の比} = 8$$

$$L' = \text{収縮接合間の距離} = 19.6 \text{ 米}$$

と假定すれば所要鉄筋量は次の如くなる。

$$a = \frac{\frac{1}{2} \times 1.5 \times 2,753 \times 19.6 - 11,458 \times 3.5}{8 \times 3.5} = 11.86 \text{ 平方糎}$$

次に交通荷重大なる處にて前記龜裂の軽減の目的の外に、床版の補強の爲鐵筋を使用する時は、鐵筋量を 3~5 疋/平方米 に増し其の半分宛を路版の上下より $\frac{1}{3}$ の點に挿入するを可とす。又路盤が極めて軟弱なる場所にて沈下を生じ易い時には、其の状態に應じて下部挿入の鐵筋量を増加することもある。

鐵筋の挿入に當り縦と横に同量に同間隔を以て施設さるゝ事多きも、理論的に見れば縦は横斷方向より多量の鐵筋を使用すべきで、其の比を 1:2 或は 1:3 位にするを可とす。

鐵筋には一般に鋼棒を使用するも鐵網を使用することもある。又兩者を併用して路側には鋼棒を施し、其の他の部分に鐵網を施設する事もある。

4. コンクリートの配合

従來コンクリート混合物は之れに用ふる材料の配合方法に依る強度を考慮することなく、任意の配合を用ひてゐた。之れが爲外見は良好なる混合物を得るも、配合及び施工の不適當なるが爲に失敗を招くことが多かつた。道路に用ふるコンクリートは殊に温度、濕度の變化を頻繁に受け、又交通の反覆荷重を受けるのであるから、特に其の強度を大ならしめなければならない。

斯くの如くして現今に於ては従來の如く單に 1:2:4 とか 1:3:6 と云ふやうな配合割合の仕様をするのみならず、稠度 (Consistency) と強度とよりコンクリートの仕様を作る必要を生じたのである。

過去に於て最も一般的に認められたる理論は、テイラー及びトンプソン氏に依り提唱されし最大密度論にして、一定量のセメントを使用して最大強度のコンク

リートを得るには、骨材は過剰の細粒材を使用せずして、最小空隙量を有する如き粒度のものでなければならぬと云ふ説である。之れは多くの實驗より大體細粗骨材の混合比 1:2 のものである事が認められて居る。即ちセメント一分に對し砂二分、粗粒骨材四、所謂 1:2:4 の比を以て混合する事にして、若し更に強度大なるを要する時は $1:1\frac{1}{2}:3$ 混合を、又強度小にして差支なき時は $1:2\frac{1}{2}:5$ 或は 1:3:6 を使用すべきも常に兩骨材の容積比は約 1:2 に保つものとす。而して今日迄、否現在に於ても尙此の理論の下に、コンクリートは混合せられて來たのであるが、使用すべき水量に就ては考へられなかつたのである。後に水量はコンクリートの強度に大なる影響を及ぼし、僅かの過剰水は其の強度を非常に減ずる事が發見された。

最近に至りルイス・インスタチユートのアブラム教授に依つて、コンクリートの強度は混合物が可塑性を有する範圍内に於ては、全くセメントの量に對する水量の比に依ると云ふ理論が提出された。而して多くの實驗の結果次の公式により強度と使用水量との關係を示して居る。

$$S = \frac{A}{B^x}$$

S コンクリート 28 日後の應壓

強度

A, B セメント、材齡養生法に依つて

變る定數

x 水、セメント比 (容積比)

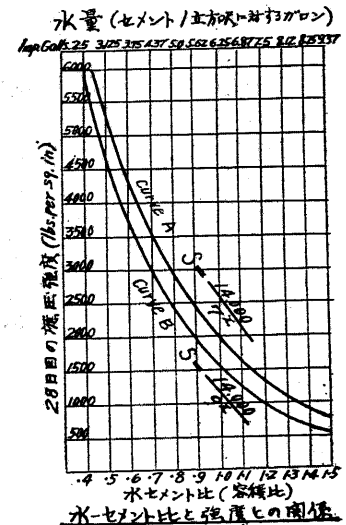
第 204 圖は上式によりて計算した一例で

A 曲線は實驗室等で嚴格に配合した場合、

B 曲線は現場で行はる平均の強さである。

次に骨材の粒度とコンクリートの強度に

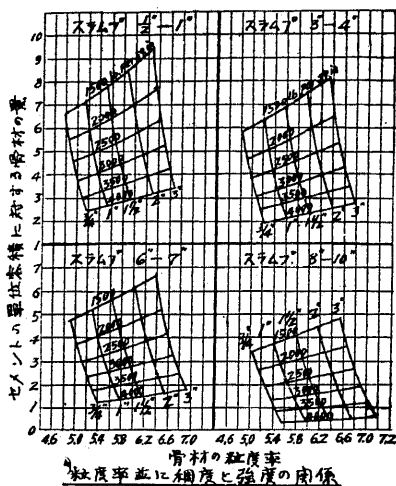
關し、同じくアブラムス教授の粒度率説



第 204 圖

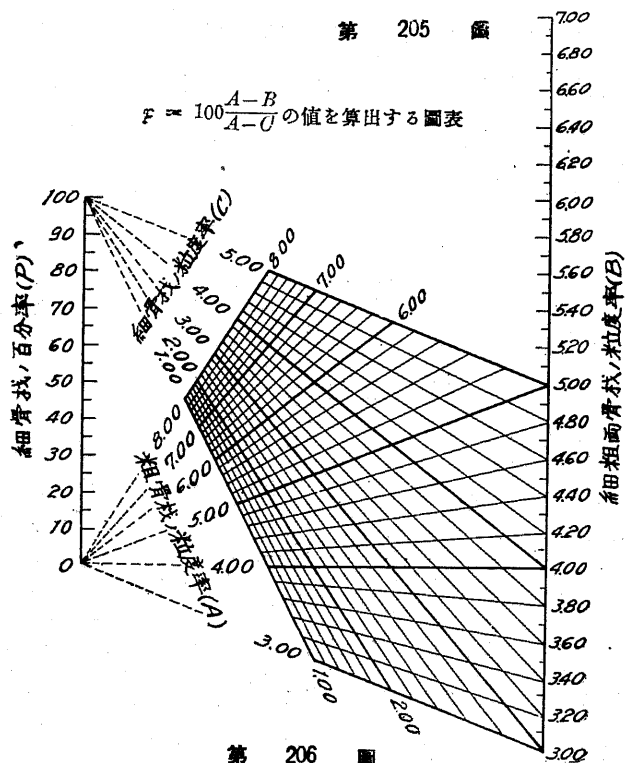
(Finess Modulus Theory) なるものがある。(粒度率については第六章に述べてある。)

而してアブラムス教授の實驗の結果に依れば一定の稠度のコンクリートに至つては粒度率の大なるもの程、一定の強度を得る爲に要するセメントの量は少なくてよいのであつて、其の關係は第 205 圖に示す如きものである。



第 205 圖

$F = 100 \frac{A-B}{A-C}$ の値を算出する圖表



第 206 圖

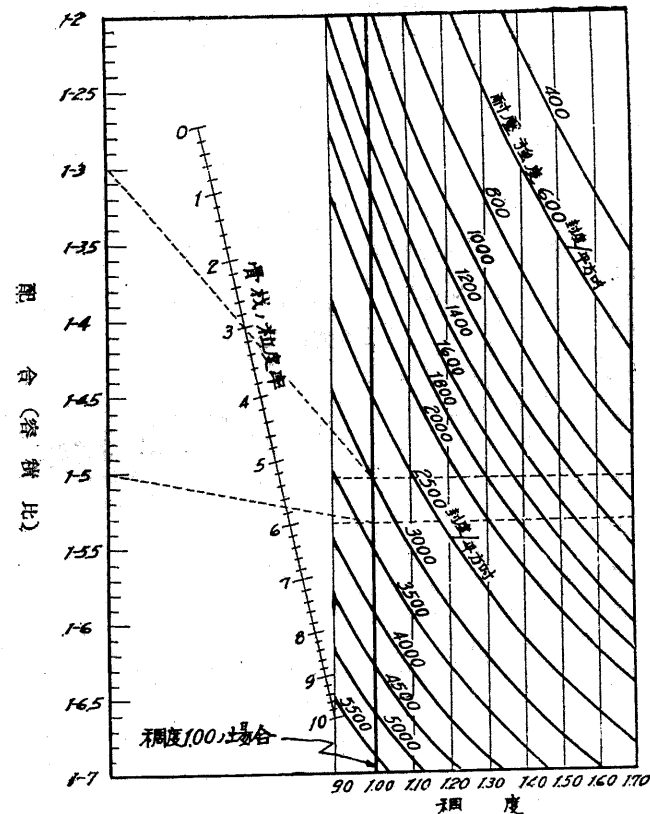
今其の方法の概略を述ぶるに、先づ第 204 圖に依つて所要強度のコンクリートを得る爲の水セメント比を求む。次に細粗兩骨材の粒度率を求め、之れに依つて全骨材の所要粒度率に對する細粗兩骨材の割合を求む。これは次式に依つて與へられる。

$$p = 100 \frac{A-B}{A-C}$$

上式に於て $p =$ 細骨材の百分率 $B =$ 細粗兩骨材の粒度率

$A =$ 粗骨材の粒度率 $C =$ 細骨材の粒度率

尙此の關係は第 206 圖に依つて圖式的に求められる、例へば



第 207 圖

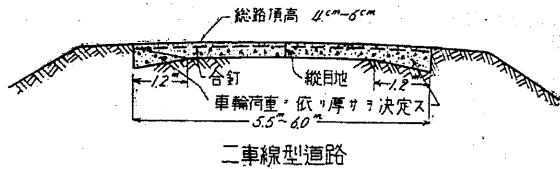
A = 4.00 C = 3.00 にして B = 3.50 の場合は圖に依り p = 50% となる。

次に混合物の配合、粒度率、稠度が定れば第 207 圖に依つてコンクリートの強度を求むる事を得。例へばセメント 1、骨材 3 (容積比) 粒度率 3.00 にして稠度 1 の場合は圖に示すが如く應壓強度 3,000 封度/平方吋となる。又此の圖表に依り一定の強度のコンクリートを得る爲に稠度、粒度率、配合の何れか二つが與へられれば他の一つ

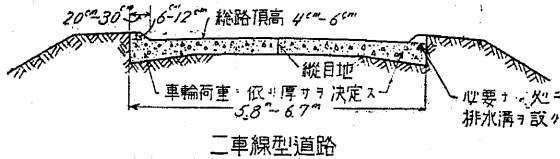
の値を求むる事を得るのである。

以上の外コンクリートの強度に関してタルボット (Talbot) の空隙率説なるものが唱へられ、米國等にて實用化されつゝあるが、實用上是れ等は何れも一得一失があつて、アブラムスの水セメント比や粒度率に依つて、豫想強度のコンクリートを造る方法は比較的簡単に實施されるので、我國でも採用してゐるものもある。

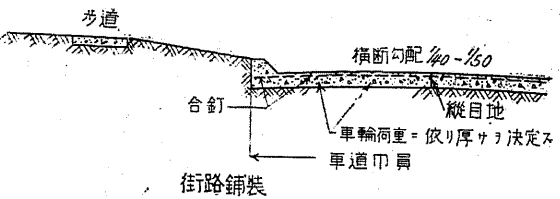
混泥土道の横斷圖



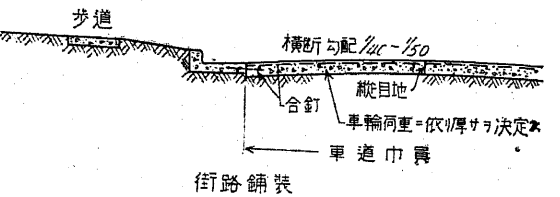
二車線型道路



二車線型道路



街路舗装



街路舗装

以上コンクリートの混合に對する二三の理論を述べたるも、コンクリート舗道の設計に際しては、版が所要の彎曲強度を得る様コンクリートを配合し、施工することが重要な事柄である。而して一般に何の位の彎曲強度を必要とするかと云ふに之れは交通状態、路盤支持力等種々の條件に依つて異なるから、一樣に決定する事は勿論不可能であるが、通常の場合には先づ 7 日にて 35 kg/sq.cm の彎曲強度を有すればよいと云はる。従來コンクリートの強度は普通耐壓力のみが試験せられて、耐伸力並びに彎曲強度は耐壓力より推定さるゝことが多い。斯かるときは大體耐伸力は耐壓力の 1/10、彎曲度は 1/5 と假定して居る。

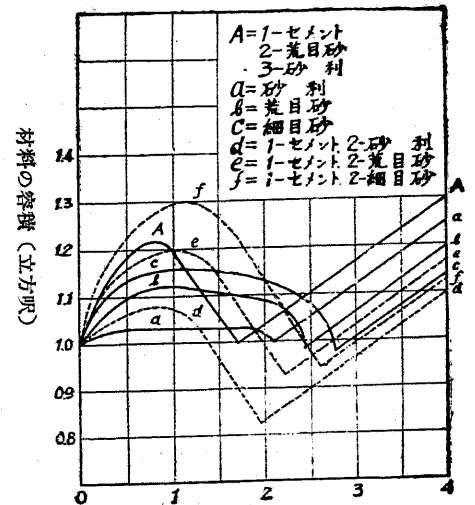
5. 材料の計量

コンクリートの強度は材料の配合に依つて著しく異なる事は、前述の通りであるから實施に當つて材料の計量法が正確でなければならぬ。然るに従來の習慣に依れば稍もすれば之れが不正確になり易いのである。例へばセメントを容積にて計量する場合は、其の計量の方法に依つて非常な誤差を生じ、又砂の如きは其の含有する温度に依つて著しく其の容積を變化するのであるから是等の計量を注意しなければ、如何に理論を究めても強度の高い均質なコンクリートを造る事は出來ないのである。

第 209 圖は含濕量の變化に依る各材料の容積の變化を示すものである。

a. セメントの計量。セメントは重量にて計量すれば正確である。

骨材に水又はセメントを加へた場合の容積の變化を示す



材料 1 立方呎に對する水量 (ガロン)

之れが爲現場に於て一々計量して混合機に投入すべきであるが、又場合に依つては一樽又は一袋の重量が一定して居るから、之れを其のまゝ使用される様な割合にすれば最も簡便である。

b. 砂計量法。砂は含水量に依つて非常に其の容積を異にする事は、第209圖に示す通りであるが、實際に使用する際は其の誤差を考慮しなければならない。然し乍ら砂の容積を其の含水量に依る増加を考慮して一々加減する事は、繁雑であるから正確に計量するには重量に依つて計量し含水量の修正を行ふを可とす。また最近には砂の計量を目的とするインデーターと稱する装置が考案されて居る。此装置は砂に出来るだけの水を加へた時、即ち砂を水で飽和せしめたる時の容積及び其の時の水量が一定なりと云ふ原理を應用したもので、砂に水を満たし餘分の水を取除いて計量するのであつて、同時にコンクリートに使用する水量を一定に保つ事が出来るのである。

c. 砂利の計量。砂利（又は碎石）は含水量に依つて其の容積を變化する事が比較的少ないから、容積に依つて計量しても大した誤差は無いが、理想的に云へば之れも重量を以て計る方がよいのである。

d. 水の計量。コンクリートの強度が水量に依つて影響される事の大きい事は前述の通りである。従つて混合の際水量を正確に計る事の必要な事は言を俟たない、之れが爲コンクリート混合機は水量計を有するものを用ふるを可とす。又骨材殊に砂の含水量を常に考慮して加ふべき水量を加減しなければならない。

第四節 施 工

1. 路 盤

コンクリート舗道の路盤としての主要なるものは勾配、横断面並びに支持力等である。コンクリート表層の施工に際して路盤に對し、特に注意すべきは路盤が乾燥せる時はコンクリート混合物より水を吸収して、其の硬化を不充分ならしむる

路盤検査に用ふる木型定規



第 210 圖

を以て敷設前適當に撒水するを要す。又乾燥せる極めて多孔質の土壤は吸水量も非常に大なる爲、出來上り床版に收縮龜裂を生ずる事があるから、斯る路盤に對しては薄き防水紙を其の上に敷きてコンクリートを施工するを可とす。

2. 型 枠

コンクリート道路の兩側の型板は鋼或は木を使用すれども、鋼製のものを良しとす。殊に機械仕上を行ふ場合には其の震動に依つて、形狀に狂を生ぜざる様重き鋼製の型が最も適當である。型板は路盤の準備なりたる後一様に路盤上に固定せしむるのである。若し弛み又は傾斜せる時は鋪裝面を不規則にするから、充分注意しなければならぬ。型枠の高さは兩側の鋪裝厚と等しきを便とするも、鋪裝厚は常に一定し居らぬから、若し鋼製型を造る場合には其の高さを調節し得る様装置するを可とす。

型板は使用前には油を塗布して混凝土との切り離しを容易ならしむるを要す。油の塗布は此の目的に従ふのみならず又其の使用年數を増さしむ。

3. コンクリートの混合

コンクリートの混合法には大體三種の方法がある。一般に使用せらるゝは現場配合法にて豫め所要材料を路側或は路盤上に運搬し置き、現場にて各材料を混合する法である。此の方法にては稍々もすれば材料の計量配合に差異を生じ易く、混合物を不均一ならしむる缺點がある。現場混合にはコンクリート・ミツキサーを

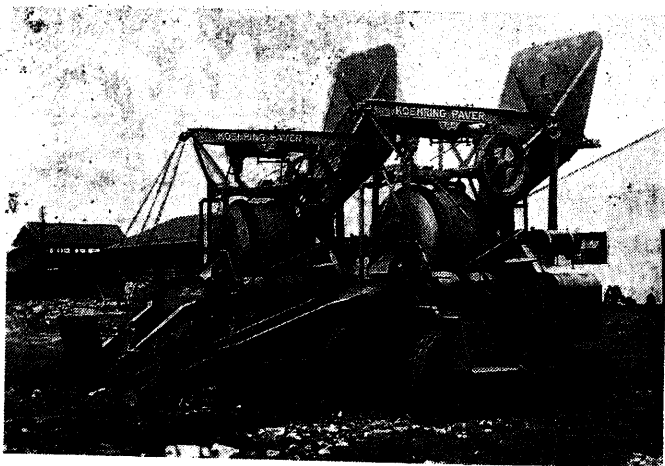
用ひるが、
 混合と鋪設
 作業を兼ね
 たコンクリ
 ートペーバ
 ーと稱する
 特に道路用
 に考案され
 た混合機を
 使用するを
 便とす。

道路用コ

ンクリート・ミツキサ
 ーには、主として一練り
 毎に送り出さるゝバツ
 チミキサーを使用し、
 ドラムの形状は圓筒型、
 圓錐型、立方型、何れ
 も用ひらる。ドラムの
 反轉角度は 40~50°
 位のものゝ 120° 以上
 のものとあり。粘着性
 強き堅練コンクリート
 を造る場合には後者を
 良しとす。

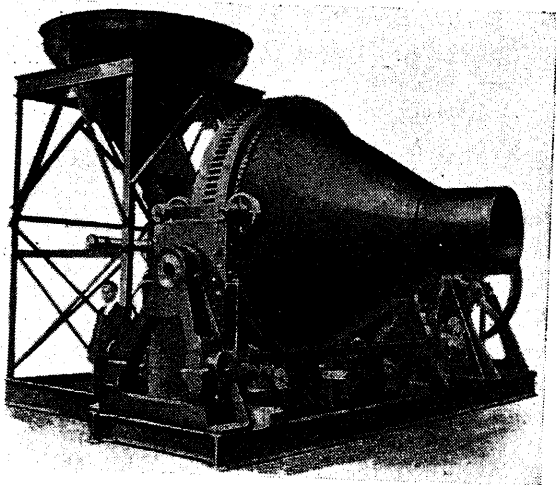
コンクリートペーバー

米國コーリング會社製、シユ-型容量7立方呎



第 211 圖

大型コンクリート混合機



第 212 圖

コンクリ

ケット型コンクリートペーバー

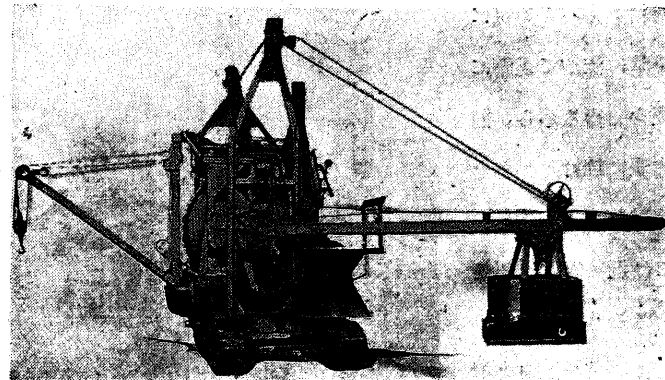
ト・ミツキサ
 ーは適當の骨
 材投入装置と
 水量計を具ふ
 るを可とし、
 ドラムの廻轉
 速度も適當に
 調節出来るも

のがよい。又

コンクリートペーバーはコンクリ
 ートを混合して、之れを適當の方
 法に依つて鋪設箇處に配給する装
 置を有するもので、其の型は種々
 なものがあるが、シユ-型、
 バケツ型等が廣く用ひられる。
 尙ペーバーは普通自動装置を有し
 緩速度にて適宜に其の位置を變へ
 る事が出来る。コンクリートの混
 合は各材料を精確に計量して之れ
 をミツキサ-に投入して混合する
 のであつて混合は適當の廻轉速度

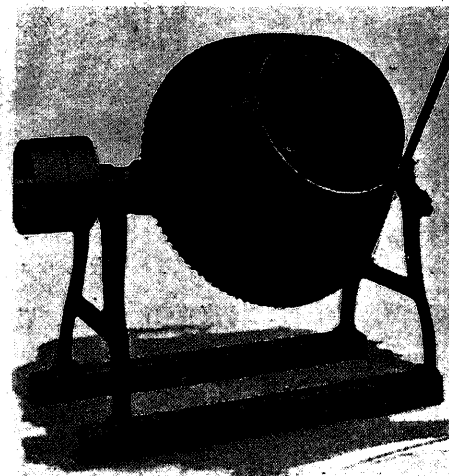
(ドラムの外周の廻轉速度約一米)にて1分間以上混合するを要す。

次は中央配合法にして本式にては材料を中央混合所にて適當に配合したる後、
 之れを施工現場に運搬し、其處で水を加へてコンクリートペーバーにて混合する。



第 213 圖

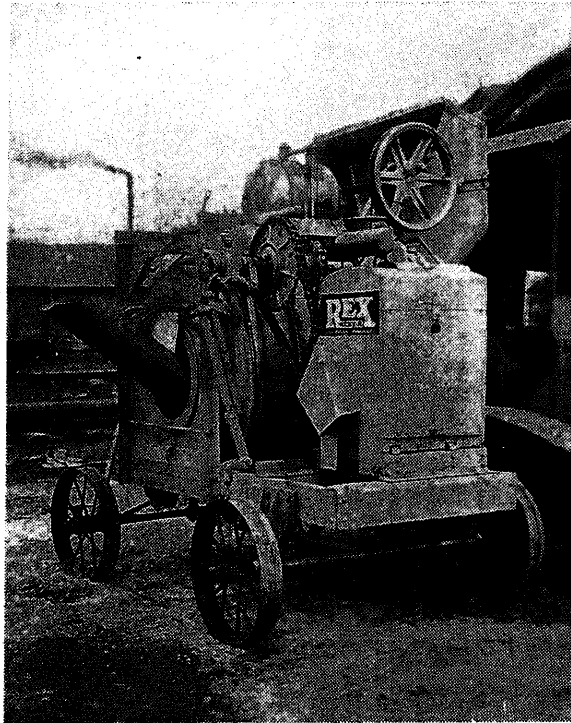
小型反轉コンクリート混合機



第 214 圖

故に本方法に依れば材料を1バッチ毎に重量に依つて正確に配合し得るから、前方法に於けるが如き缺點なく、歐米に於ては近年廣く採用されるやうになつた。

更に又其の中央配合法に一步進んだ中央混合法が最近行はれるに至つた。又誤差を生じ易い砂の計量を正確ならむる爲に、イナンデーターと稱する計量器を用



第 215 圖

ふれば、材料を正確に計量するのみならずコンクリートとして現場に運搬することが出来る。我國にても復興局にて藏前工場にイナンデーターを有する中央混合機を据付て、此の方法を採用した例がある。均一コンクリート混合物を造るには良き方法である。然し練上りコンクリートとして運搬するのであるから、其の運搬距離の大なる時、特に其の稠度軟なる時は、車輛の動搖に依り材料の分離を來し、又運搬中に凝結し始める虞れがある。一般に安全運搬距離は道路にもよるが、6~11 軒若しくは混合後 30~40 分以内に到達し得る範囲であるが、上記何れの混合法に依るもコンクリートは、完全に一樣の稠度を有する様に混合しなければならない。混合の時間は混合物の性状に重大なる関係があるので、一般に或る

ドラム型コンクリートミツキサ-

限度内に於ては混合の時間が長い程強度並びに磨耗抵抗が大である。混合時間とコンクリートの強度との關係に就ては、アブラム教授の研究に依れば混合機を使用すれば、約 40 秒にて最も強度大なるコンクリートを得るも作業中に幾

イナンデーター附コンクリートバツチャープラント作業中の圖



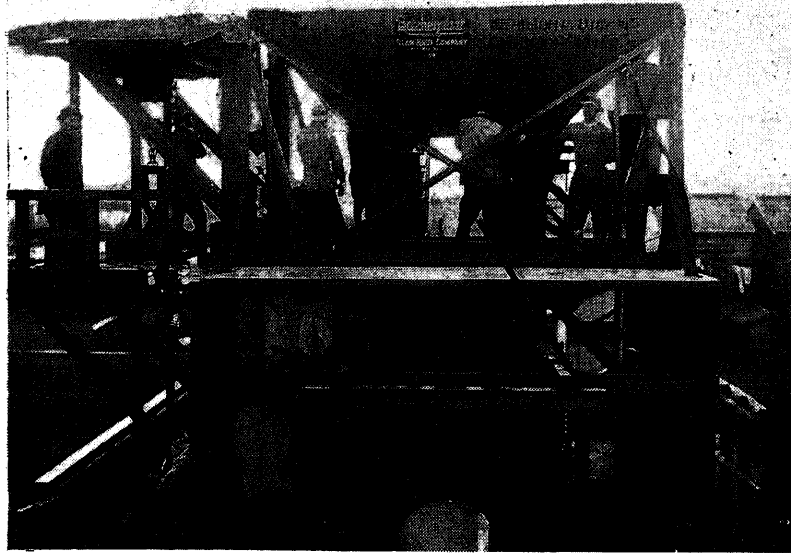
第 216 圖

分の餘猶を見て 1 分間以上混合を繼續するを可とす。

又コンクリートの稠度が其の強度並びに磨耗抵抗に影響する事は、試験結果によつて明かである。最大強度並びに磨耗抵抗を有するコンクリートを得るには、水は可塑性の稠度を得る程度に於てなるべく少量を使用するを要す。故に混合機

イナンデーター附パッチャープラント作業中の圖

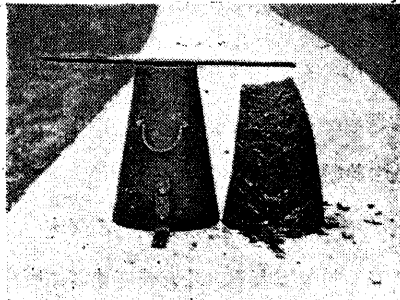
向つて右ハンドルを持てるはイナンデーター、向つて左は砂利計量器なり



第 217 圖

にはパッチの水量を一定にする爲水の秤量タンクを設備する事は最も必要である。又此の稠度を補正する爲にはスランプ試験を行ふを可とす。

スランプ試験(第218圖参照)は上徑4吋(10cm)、下徑8吋(20cm)、高さ12吋(30cm)の截頭圓錐形の金屬製型中に適當に材料を填充したる後、型を垂直に上方に向つて除去する時に高さの沈下する量を以て、稠度を比較するので、道路用として其の値は表面仕上の方法に依て異なるが10~25耗の程度を適當とす。



スランプテスト

第 218 圖

4. 鋪 設

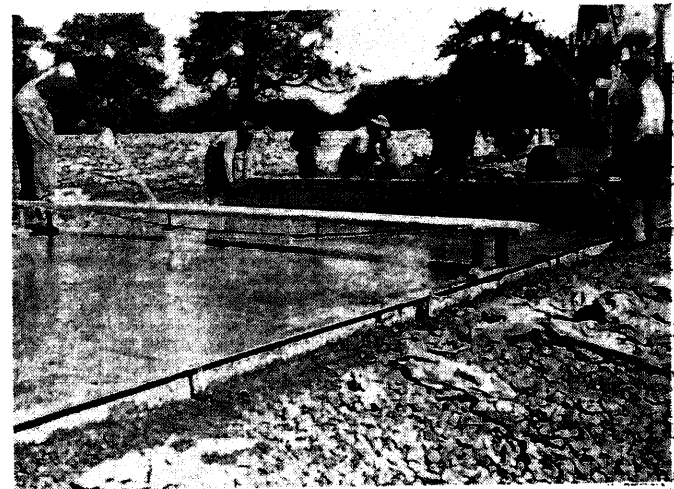
コンクリートは前項に従つて充分混合した後、路盤上に設置したる型枠内に敷均す。型枠はコンクリート鋪設作業に依り移動又は變形しないやうな堅固なものなる事を要す。尙ほ鋪設置の際は計畫線に一致せしめコンクリートに接觸する面は鋪裝前充分清掃し、鏝油其の他適當なる塗布材を施すを可とす。コンクリートは混合後は成るべく速に使用しなければならない。尙ほ混合後一部硬化したるものは之を練り直しても使用する事を禁ず。コンクリートは混合後はショベルを以て、なるべく密接して置き均一に敷均したる後、タムパー、テムプレート等を以て計畫高に充分搗固む。尙ほ二層式の場合には下層コンクリート混合後、一時間以内に上層を鋪設して上下兩層を完全に密着せしむるやう注意し、此の兩層間に塵芥其の他夾雜物の混入しないやうに注意しなければならない。

5. 表面仕上

コンクリートを路盤に一樣に敷設し、ショベルを以て略々所定の横断面となし、

之れを充分搗固めたる後表面仕上を行ふ。而して仕上法には人力仕上と機械仕上の二種あり、人力仕上にては前記各操作を別々に行ふ

コンクリート道表面仕上



第 219 圖

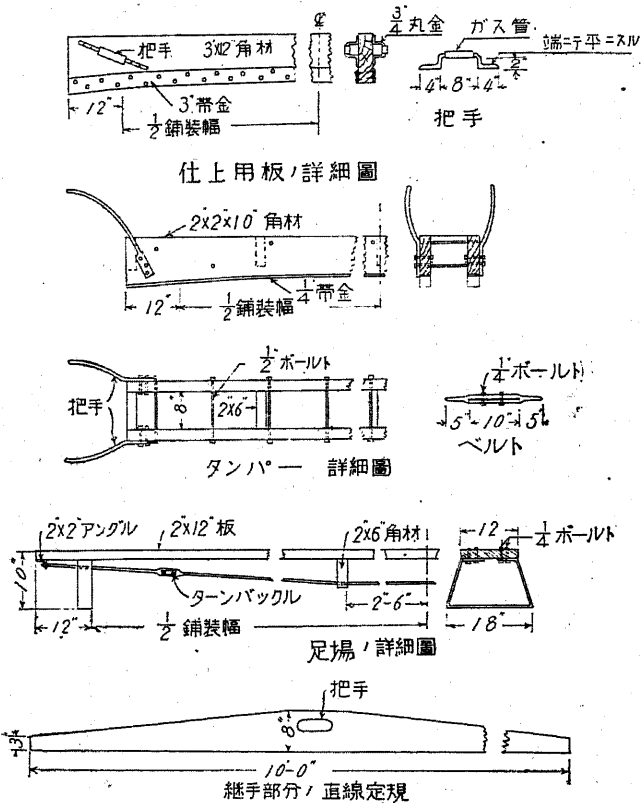
も機械仕上にては總て一時になし迅速にして、且つ比較的經濟的に施工する事が出来る。

a. 人力仕上。人力仕上に於てはコンクリートの敷設後、先づ所定の路面の横斷勾配を有する定規を以てコンクリート面を搔き均す。此の場合コンクリートが搗固められたる時に起る沈下に餘裕を見込んで幾分高くして置く。次に搗固器を以てコンクリートを搗固める。

搗固器は仕上面と同横斷形狀を有し、長さは路幅より幾分長くし兩端に把手を附たもので、

二人(又は四人のものもある)にて上げ下げて搗固む。搗固めには搗固器を小刻に迅速に上下に動かし、仕上路面と等しき横斷勾配を呈する迄繼續す。而して其の方法は搗固器の一端を型板上に乗せ置き他端を動かすつゝ、約

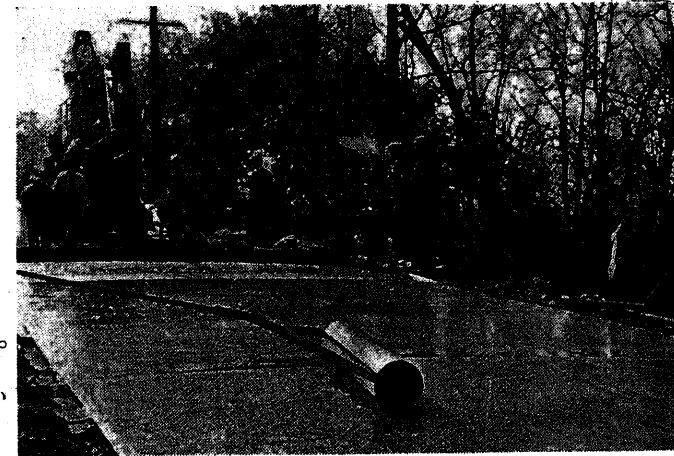
手仕上に用ひられる器具詳細圖



第 220 圖

0.6~1米前方に進め更に同様に他の一端を進める事に依つて、搗固を進行して行く方法が便である。搗固操作が終れば直ちに表面仕上を行ふ。表面仕上には鋺、ローラー、ベルト等を用ふ。ロ

コンクリート道仕上に用ふる手押ローラーを示す
本圖に於けるコンクリートは少々軟棘に過ぐ



第 221 圖

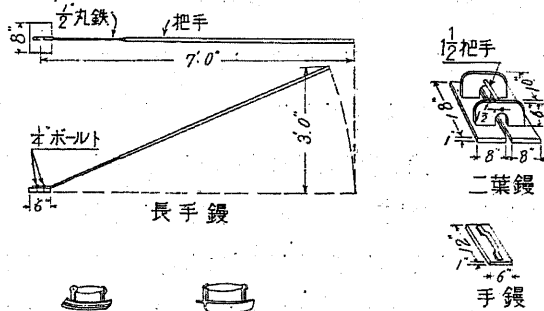
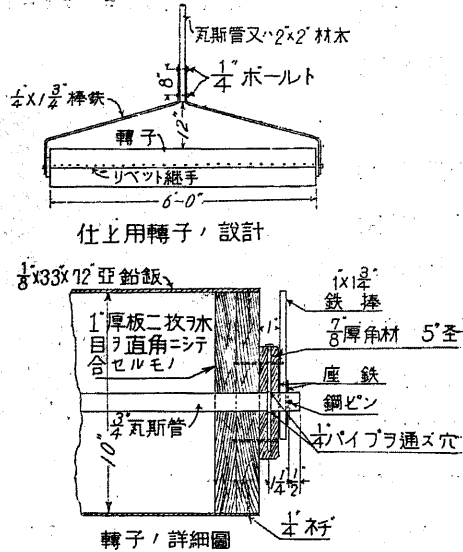
ローラーは直徑 25 cm、長さ 2 m 重量30~35 疋位のものを買しとす。而してローラーには長柄又は綱を付して路側より操作をなし得る様にす。即ち幅員小なる時は片側より長柄を以て、大なる時は兩側より交互に綱を引くものである。輾壓の目的は路面の不陸を除くと共に餘分の水を除去する爲である。

ベルトは一般に幅 25~30 cm の帆布或は護謨製のものを使用す。ベルトは路幅より少なくとも 0.60 米長く兩端に木製の把手を取付けたるものにして、其の使用に當りては始めは大きく後には漸次小刻みにベルトを動かして、路面を平滑に仕上ぐるのである。鋺仕上には第 222 圖に示すやうな木鋺を用ひる方がよい。金の鋺で表面を餘り平滑に仕上けるのは却つて結果が良くない。鋺仕上は第219圖に示すやうな足場の上にて行ひ路面に立入らないやうにしなければならぬ。

b. 機械仕上。機械仕上は動力に依つて運轉せらるゝ仕上機を使用して、前述の各操作を行ふ方法で、仕上機の種類も相當あるが其の主要部は大同小異である。仕上機は車輪を有し路面の兩側に据付けた型枠上を定規として走行する様に透

られ、一般にガン
リン・エンデンに
て運轉せらる。機
械には切均して作
業をする定規板、
搗固板、及び仕上
ベルトを有し是等
は各1箇、2箇或
は3箇同時に作業
する事が出来る構
造になつて居る。
而して實際には定
規板と搗固板、或
は搗固板とベルト
とは同時に動かさ
る。先づコンクリ
ートを大體撒布し
た後、器を進めつ
つ定規板を使用し
てコンクリートを
切り進む 第二回
目には定規板と搗

手仕上に用ひられる器具詳細圖



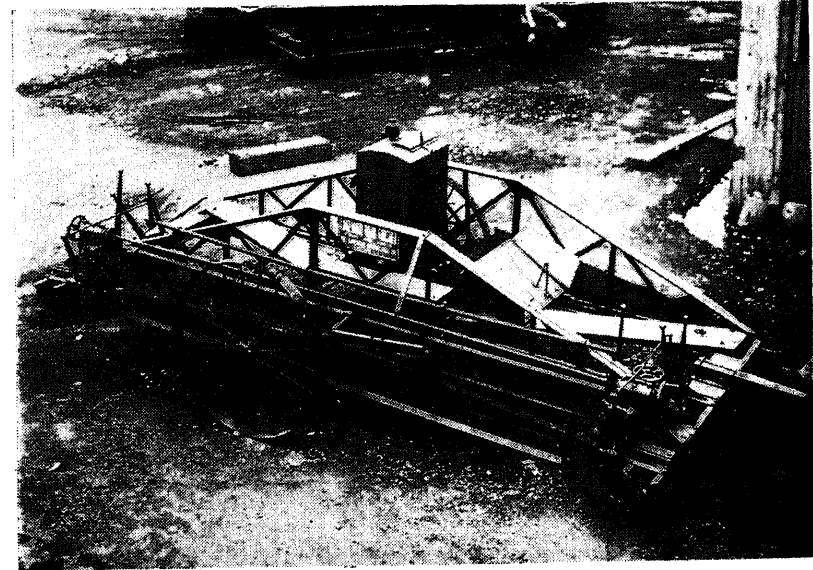
継手溝付器
長9'幅3'梁形ノU型
溝ラツケツ

吋半径ノ線仕上機
長6'巾4'1"半径ノ
1/2'丸味線ラツケル

第 222 圖

固板を動かす。第三回目には搗固板のみを動かし、第四回目には搗固板とベルトを使用す。最後の仕上にはベルトのみ又はタムパーとベルトを用ふ。此の種機械仕上の缺點はコンクリートの掻均しの際、多い時は5.0 cm 厚以上の過剰コンクッ

路面仕上機 米國レーキウツド會社製



第 223 圖

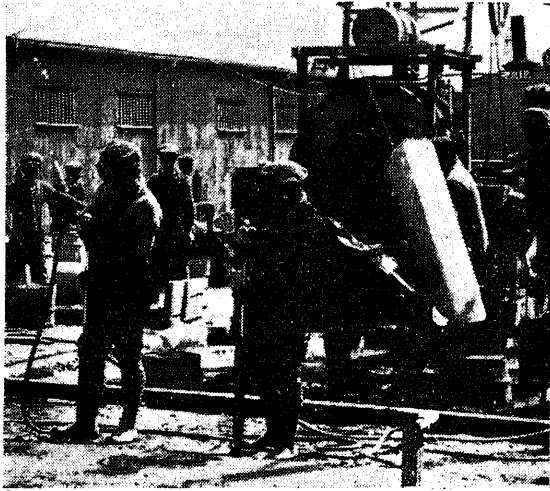
路面仕上機を用ひコンクリート舗装施工中の狀況を示す



第 224 圖

ートが定規板前に押擴けられる爲均一に仕上げ難い事である。

機械仕上の長所は人力仕上より堅練りのコンクリートを使用し得るから、強度大なるコンクリートを造り得る事である。然し種々なる道路幅員に適合する様定規板其の他の組立を變更せねばならぬ缺



第 225 圖

點がある。其の他機械仕上には壓搾空氣ランマー又はローラーを使用することがある。壓搾空氣を使用する搦き固め器を使用すれば成績良好である。(第 225 圖)

道路面の仕上の如何は通行者の立場より見れば、道路の最も重要な性質で通行者は一般に道路の強度又は磨耗抵抗等を顧慮せず、此の乗心地良きを以て道路の良否の判定をなすのである。之れが爲路面は仕上操作中時々定規を路線に沿ふて置き路面の不陸を検査することが必要である。而して若し長 3 m に對し 5 mm 以上の差異あらば、最後のベルト仕上前に直さなければならぬ。特に接合部は平滑になり難いから其の仕上には充分注意するを要す。

6. コンクリートの養生

コンクリート道路は 3~4 週間は交通遮断して充分養生するを可とするが、已むを得ず 2 週間位に短縮する事が多い。充分濕氣を與へて養生したるものは同期間中乾燥状態に保持せしコンクリートに比し、其の強度は倍加し磨耗率は半減すると云はれる。之れコンクリート養生期間中乾燥せしむれば充分なる強度に達せ

ざる前に收縮する爲に毛細龜裂を生じて混凝土の強度を減じ、且つセメントの水硬作用が不充分なる爲である。

木製框に帆布を張りたるものにて養生をする狀況



第 226 圖

故にコンクリート施工後は充分水を補給して養生しなければならぬ。コンクリートは施工後其の上を歩いても足跡を印しない迄は、乾燥を防ぐ爲充分濕した帆布を以て被覆することが必要である。コンクリートは通常の状態にて約 24 時間にて適當硬度に凝結するを以て、其の凝結を待つて帆布を除き次に述べるが如き種々の方法にて養生を繼續す。

a. 土砂被覆法。土砂被覆を使用する時は少なくとも 5 cm 厚に土砂を撒布し、最初の 2 週間は 1 日 2 回充分に撒水する必要あり。土砂は被覆後少なくとも 3 週間は道路上に止め置くを要す。被覆すべき土砂は通常路肩部或は路側より採り若し適當なる土砂が近所より得られない場合は他の養生法を使用するを可とす。

b. 藎被覆法。此の方法は我國に於て最も一般に使用せらるゝ養生法にて、運搬被覆容易にして再度使用せらるゝから最も經濟的である。此の外藎、乾草等を使用する事あり。是等は撒水後の厚を少なくとも 10 種以上とすべし。

c. 灌水法。本方法はコンクリート面を水を以て被覆するものにして、路側に沿ふて土堤を造り約 5 cm 厚に水を湛へ、少なくとも 2 週間保持すべし。此の方法は他の何れの方法よりも効果大であるが、道路の勾配 3% 以上の時、又は土

堤を造るに
適當なる粘
土質等の得
られない合
場、並びに
路盤が水を
吸収し膨脹
し易き粘土
質土壌より
なる場所に

灌水法にて養生する状況



第 227 圖

對しては適當でない。

d. 鹽化カルシウム法。鹽化カルシウムをコンクリートの養生に使用する事は米國にて多く用ひられ、水の供給に不便なる地方にては便利である。即ち粒狀の鹽化カルシウムをセメントの凝結後に全面に撒布して被覆する。其の量は大体 1 平方米に對し 1.5 珎を使用す。鹽化カルシウムは潮解性の鹽であるから、空氣中の水分を吸収しコンクリート面を濕潤に保ちて、コンクリートより水の蒸發する事を防止す。撒布には其の厚が不均一にならざる様注意を要す。

又コンクリートの混合に際し、セメント 1 袋に對し鹽化カルシウム約 1 珎の割に混合水中に加へる事あり。斯くすれば鹽化カルシウムは養生期間中充分水を保留して、コンクリートを濕潤に保つのみならず凝結を早め初期強度を大にす。

e. 瀝青塗布法。コンクリートの施工後約 24 時間帆布を以て被覆したる後、表面に瀝青物質を塗布して養生する事あり。即ちカット・パツク・アスファルト又は瀝青乳劑、コール・タール等を以て其の表面を被覆して、コンクリートより水の蒸發するを防ぐと共に本方法に依れば、コンクリートに生ずる龜裂を填充して水に依る破壊を防止し得る利あり。道路の使用開始後には瀝青材の薄層は漸次磨耗

されて幾分暗黒色のコンクリート面となる。時としてコンクリート打終り後 3 時間位にして行ふこともある。

f. 硅酸曹達法。養生材としては亦硅酸曹達も使用せらる。硅酸曹達³に水 1 の割合にて混合せしものを使用し、1 珎の硅酸曹達を以て約 2.0 平方米の表面を被覆す。一般に帆布除去後直ちに塗布す。塗布後數時間内に降雨あれば更に表面に 1:1 の割にて混合したるものを以て仕上塗布を行ふ必要あり。

7. 嚴寒時の混凝土施工

氣溫零度以下なる時はコンクリートは、凍害を受くるを以て施工せざる様にするべし。米國にては多くの州は氣溫攝氏 2 度以下の時はコンクリートの施工を禁じて居る。若し已むを得ず嚴寒中に施工する必要ある時は、水及び骨材を適當の方法に依つて加温して使用し、凍結した材料を直ちに混合すべからず。施工後は出来るだけ厚く藁をかけ更に帆布を以て被覆し、寒冷なる外氣に接觸するを防ぐ様しなければならぬ。

又セメントの凝結を促進する様鹽化カルシウム等を混する事あり。鹽化カルシウムは混合水に溶解せしめて使用し、其の濃度は 1~2% を適當とす。多量に使用すればセメントの凝結を早めるも其の強度を減する憂がある。

第五節 特殊コンクリート道

1. 膠石鋪裝

膠石とは適當粒度の粗骨材、セメント、水とを混合せる特殊コンクリートを稱するのである。英米に於て主として建築物の床（稀に歩道）に使用さるゝグラノシック・コンクリート（粗骨材の大きさも少く普通相當の細骨材を含む）と稱されて居るものと混同せざることを要す。

本鋪裝は主としてコンクリートより磨滅に耐ゆる表層を必要とする場合、例へば鐵輪の車輛の特に多い道路（但しコンクリート類を必要とする道路）等に使

用さる。骨材は花崗岩、安山岩等の良質のものを使用し、其の大きさは交通の状況、骨材の性質によること勿論であるが、使用後多少磨滅するも交通に依り容易に破砕脱出されざる一定の大きさを保つを以て最少限とし、セメントの適当量を加へたる時、表面仕上を困難ならしめざる程度を以て最大の大きとす。表層厚 5 種の場合 20 ~ 30 耗、場合によつては 15 ~ 30 耗位が適当とされてゐる。水量はなるべく少なくし、水、セメント比（重量にて）0.30 ~ 0.35 程度の硬練とし搗固めを充分に行ふ。配合は 1:1.7 乃至 1:2.0 程度を適当とする。膠石は良配合の混凝土であるから舗装は通常二層式にして、その上層に之れを使用する。通常 12 種以上のセメントコンクリート床版上に、厚さ 4 種以上の膠石

膠石舗装断面圖



第 228 圖

膠石舗装

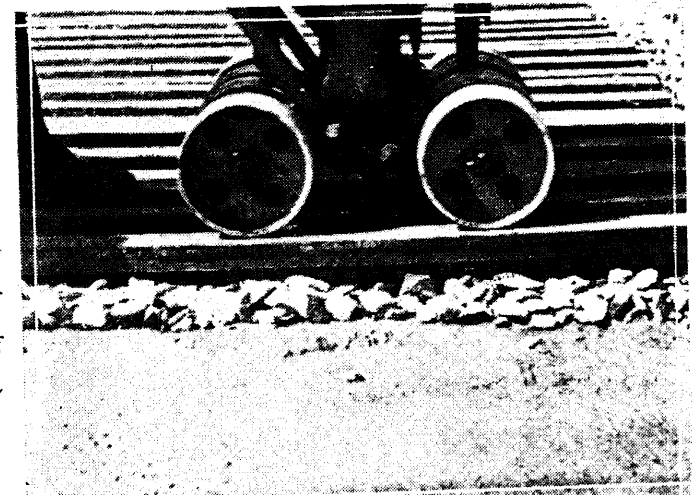


第 223 圖

を舗装するものにして、目地、横断勾配、混合、舗装作業養生等は總てセメントコンクリート舗装と同様である。

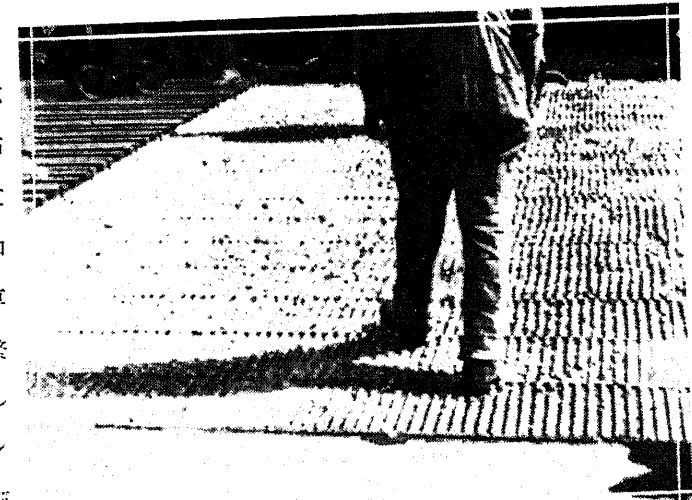
膠石はセメントコンクリートと殆んど同一の性質を有し、セメントコンクリートに比し、耐壓、耐伸、抗曲強度共に大にして又磨耗抵抗も高き利點を有す。故に我國の如き鐵輪馬車の通行頻繁たる所にして、セメント舗装が經濟的に用ひ

グアイアロリシツク舗装施工中の圖



第 230 圖

震動機にて搗固めたる直後の舗装面を示す



第 231 圖

らるゝ場合には最も都合よきものである。

2. ヴァイフロリシツク混凝土舗装

これは米國のスタブス、ダラス (R. C. Stubbs-Dallas) 氏の發明した特殊の工法である。セメント・コンクリート舗装は一般に搗固めによつて表面にモルタルを滲出せしむる爲に、その表面は比較的磨耗が大である。されば之を軽減せしむるの目的を以て軟かき混凝土表面に碎石を均一に薄く撒布し、此の上に厚き木製板を乗せ、其の上に特殊の震動機 (Vibrator) を乗せ、震動と重量を加へつゝ碎石を混凝土中に滅り込む方法であつて、表面仕上は普通のセメント・コンクリート舗装の場合と大體同様にする。此の舗装の特徴は路面の密度極めて大で、同時に餘分の水分は表面へ抽出せらるゝことである。

3. シート混凝土舗装

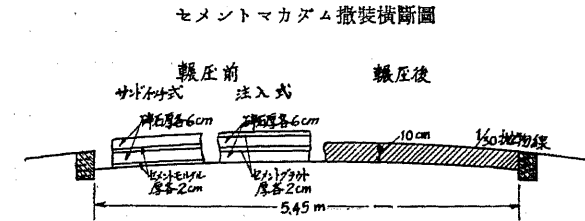
これは米國に於て施工せられた一種の二層式混凝土舗装である。シート混凝土舗装の二層式セメント混凝土舗装と異なる所は、後者に於ては上下層を成る可く密着せしめて其の間に劈開面を作らず、兩者を一體として働かしむるを原則とするのに對し、シート・コンクリート舗装に於ては配合の悪い下層負荷層と、配合のよい上層磨耗層との間に劈開面を作つて兩者の密着を妨げる點に存す。故に此工法は磨耗層が損傷を起した時にその下層より容易に剝取り得ることを特徴とす。劈開層を作るには目の荒い布類を使用し、下層混凝土施工後此の布を蔽ひ搗固又は輾壓の結果膠泥が、僅かに布の表面に浸出する程度に至つて上層混凝土を打つ。シートコンクリート舗装の施工に當て注意すべきは、表層が交通の衝撃等に依て容易に剝離せざる程度の厚さとするを要する事で交通状態に依つても異なるが、上層の厚さを少なくとも 5 糎を必要とする。

4. セメント・マカダム舗装

セメント・マカダム舗装は十數年以前一度歐洲で試みられ、その後姑くその影を瀋めて居たが最近に至りセメント質簡易舗装として、再び歐洲方面に勃興して來

たものである。

此舗装は普通配合 1:2 乃至 1:4 のセメントモルタルを結合材とす、碎石は



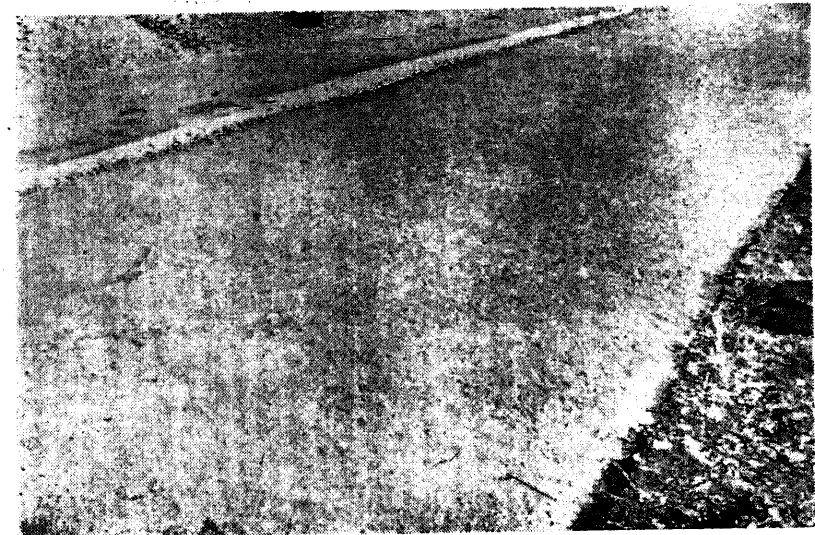
第 232 圖

玄武岩、石英岩、硬質石炭岩等の如き硬質岩石とし、大きさは 3~6 糎或は 4~7 糎を用ふ。セメントはポルトランド・セメント、高爐セメント等を使用するも施工後交通開始を迅速ならしむる關係上、急硬セメントを使用するが多い。

其の施工法は大體次の様なものである。

a. サンドウキツチ法。先づ路盤上に豫め濕潤ならしめたる 3~6 糎の碎石を厚 6 糎程度に敷均し軽く輾壓を加へ、其の上に配合 1:2 の膠泥を 2~3 cm に相當する量丈敷き均す。但しセメント・モルタルの軟さは水 (重量) 50%程

セメント・マカダム仕上面を示す



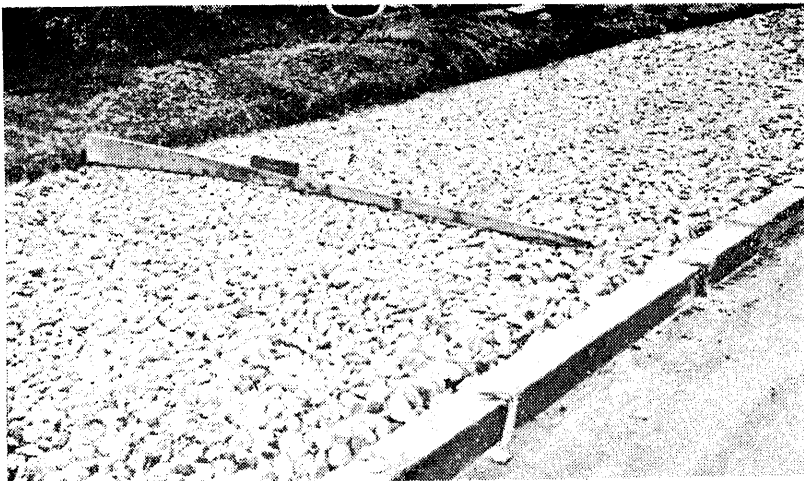
第 233 圖

度の硬練とす。此の上に直ちに上記と同様の碎石を厚さ 6 糎 程度に分布し、手早く 8~10 廻の輾壓機を以て縦の方向に輾壓し、中間の膠泥を上下の碎石層の間隙中に押し込むので碎石層の上面に膠泥の滲出する迄輾壓を行ふ。若し表面に窪みを生じ又は極度に其の面が粗なる場合に更に膠泥を補充し 1 糎 以下の碎石屑を撒布し輾壓して仕上を行ふものである。鋪設作業は着手より竣工までに 2 時間以内に完了せねばならぬ。必要の場合は更に同様の工法で上層を作る。(第 232 圖参照)

b. 注入式工法。先づ路盤を濕潤ならしめ其の上に 3~6 cm の碎石を、厚約 6 cm に敷き均し其の上に配合 1:2 のセメントモルタルを撒布注入す。モルタルの軟さは水(重量) 70% 程度とし、撒布量は厚さ 2~3 cm とす。而してモルタル撒布と併行して輾壓を行ひ碎石層を締め固める。

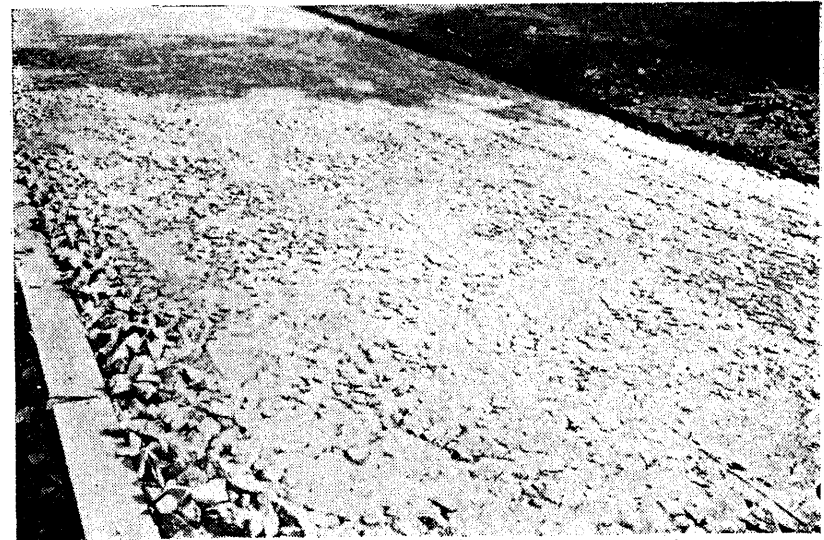
一層の場合はかくして路面を仕上げるのであるが、二層とする場合は下層の壓縮完了の後更に同量の碎石と同量のモルタルにより上層を築造し、完全に兩層を

セメント・マカダム道に於てセメントモルタル注入前にマカダム道を軽く輾壓せる状態を示す



第 234 圖

空練モルタル撒布後第一回輾壓を行ひ尙モルタル追加の必要ある箇所を示す



第 235 圖

一體とす。表面に窪みを生じた場合はモルタルと碎石屑によつて、表面の補修をなす事は前者と同様である。

上記は結合材としてセメント・モルタルを使用した場合であるが、次に述ぶる如き空練セメント・モルタルによる工法を用ふる事もある。

前者はハツサム式(Hassam system) 後者はシツ式(Situ method) とも稱さる。先づ 4~7 糎の碎石を路盤上厚約 10 糎に敷き均し、輾壓を行つた後マカダム道の上に空練セメントモルタルを薄く分布し、碎石層の間隙中に透入せしむるものであるが、此の場合砂濕潤にして空練モルタルが碎石層上に密着せんとする傾向ある時は上部を搔きならして透入せしむ。モルタルの配合はセメント 1 砂 4 とす。

次に路面に撒布し更に再び空練モルタルを薄く敷き均して間隙を完全に填充せしむ。然る後撒水と併行して輾壓を行ふもので、輾壓中に必要に応じて更にモルタルを補充す。輾壓は充分締め固る迄行ふ。モルタルは萬遍なく路面上に敷き均され

ておなければならない。次に過剰水を排出せる後空練モルタルを撒布し、箆の類で路面に平滑に敷均して封緘層を構成せしむ。かくして路面は仕上るのである。

前記兩工法によるセメント・マカダム道は、一般コンクリートと同様を以て完全にその表面を蔽ひ濕潤に保ちて養生をなす。

セメントマカダム舗装は水締マカダム道に比し工費稍々高けれども、殆んど完全なる水密性を有し強度も大であるから、施工に熟練すれば相當の効果あるものと信ぜられる。又路面比較的粗であるから馬匹に對する足掛りよく、特にタールマカダム或はアスファルト等の不適當な坂路等に適當である。

5. ヴェツク混凝土舗装

最近獨逸で始めた道路舗装材料であつて、原料は鹽基性高爐鑛滓を使用し此の鑛滓に少量の水を加へ粉碎して生ずる結合力の、極めて高い膠泥状のものをヴェツク糊と稱し、その粒度は粉末から 10 mm に及んでゐる。舗装用ヴェツク混凝土はヴェツク糊に骨材の大きさ 5~50 mm の鑛滓を混じ、少量の水を加へて混合するのであるが、セメント・コンクリート道に比して工費低廉にして、且つ鑛滓は夫自身水硬性を有する關係上舗装表面に露出した鑛滓が、車輛の爲に粉碎せられた場合に適當の水分を吸収すると、自ら凝結硬化作用を起すと云ふ特徴がある。

6. ルウベナイト混凝土舗装

之れは特に佛國及白國に於て屢々用ひらるゝ特殊混凝土であつて、セメント中へ發明者白耳義人ウーベン (R. Houben) の名を冠したウーベン粉末又はルーベナイト粉末と稱する特許材料を混和するのである。之れによつて吸水量を激減し同時に混凝土の弾性を増進するのであつて、その收縮率は普通の混凝土に比して著しく低いから、伸縮接合の間隔を増大し得る利益があると稱して居る。

第六節 維 持

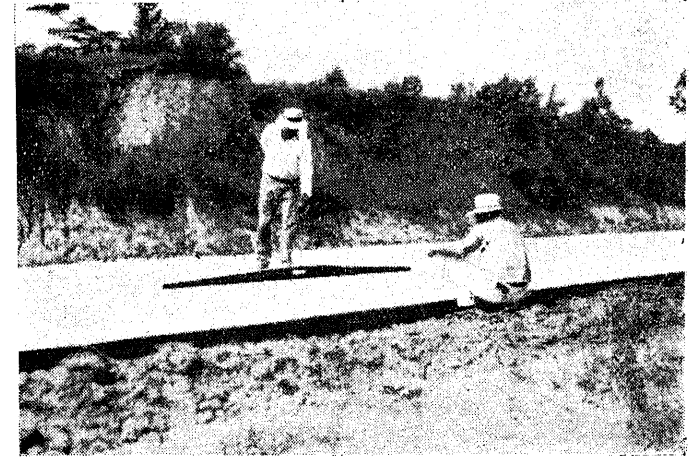
適當に施工されたコンクリート道路は極めて一様に磨耗して、大なる損傷を蒙

る事少なく、其の維持も極めて簡単であるが、施工不完全なる場合は種々の破壊が起る。殊に損傷は接合部に起り易いから目

地の施工維持には充分注意する事が肝要である。又コンクリートは幾分の龜裂は避け難いから龜裂を發見せる時には直ちに修理するを要す。

コンクリート道の修理は此の龜裂を填充する事、時に目地填充材を補給する事、路面の小孔凹所等を填める事、膨脹の爲に持上り破壊箇所の修理、並びに接合部を適當に維持修繕する事等である。路面の小孔凹所等は使用材料或は配合が不適當である場合、又はコンクリートの凝結

コンクリート舗装面の凹凸検査



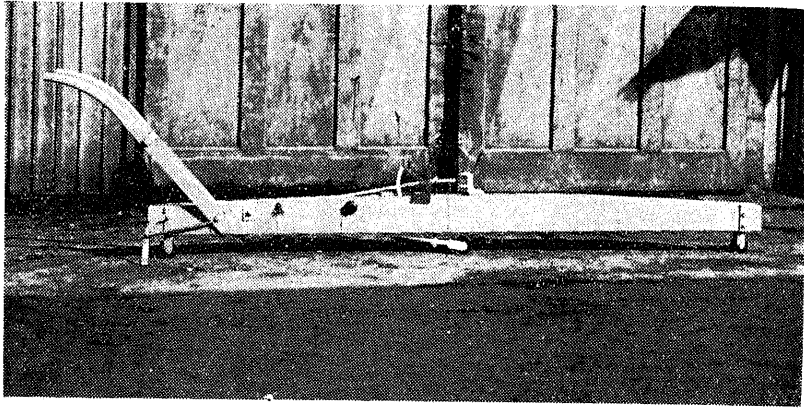
第 236 圖

コンクリート舗装目地附近破壊の状態を示す



第 237 圖

バンポメーター



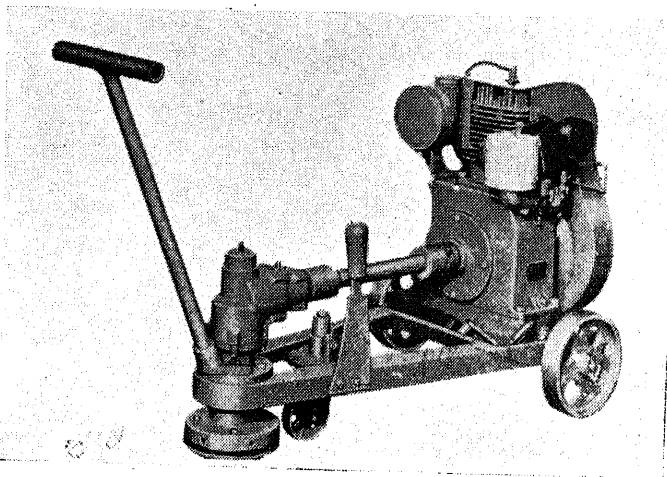
第 238 圖

作用中凍害を受けた場合等に其の部分の強度小にして、磨耗大なる爲交通に依つて破壊せられて生ずるもので、始めに徑 2.5 ~ 5.0 cm 深さ 2.5 種に達しないものも交通に依て急速に擴大される。舗装面の凹凸を検査するには普通直線定規を用ふるが、又特殊の装置でヴァンポメーター (Vampometer) と云ふものがある。第

238 圖に示

コンクリート道路凹凸補正に用ふるグラインダー

すものは其一種で直線定規の兩端及び中央の三箇所に、一直線上に小さい車輛をつけ把手を以て路面を動かして



第 239 圖

ら其の凹凸を検査するのである、兩端の二箇の車輪は固定し、中央のものは路面の凹凸に依つて上下に動くやうになつてゐて、之れが或程度に達すると電氣装置に依つてベルが鳴るやうになつてゐる。之れに依つて豫め機械を調節して置けば、規定以上の凹凸のある箇所を発見する事が出来るのである。斯くの如き箇處の維持には單に其の表面に瀝青材を撒布し砂、石屑等を以て被覆するのみにて充分なること多い。

然し其の破壊程度が可成り大きくなつた時に垂直には約 2.5 cm 以上の深さ迄コンクリートを削き取り、其の内面を十分に清掃した後タール又はアスファルトを塗布し、更に瀝青混合物を以て填充するのである。或は瀝青材塗布後清浄なる石屑等を以て填充したる後瀝青材を透入せしめて造る事がある。又コンクリート面の凹凸を平に削る器械を用ふる事がある。第 圖は其の一例で此の種のものは最近米國等で相當使用されてゐる。

又大なる凹所の填充にはコンクリートを使用する事あり。此の際修理部は前述の如く清掃して表面を濕し、セメント・モルタルを塗布したる後新らしきコンクリートを以て搗固めるのである。使用すべき材料は該道路に使用した材料と同様のものを以てし、配合は 1:2:3 位の比較的良配合のものを使用す。修理用として急硬セメントを使用すれば交通遮断期間を減じ得る利がある。何れの場合に於てもセメントは凝結に際し収縮して新舊コンクリート間に龜裂を生ずる惧があるから充分に搗固むるを要す。

龜裂並びに接合部は釘様の物にて間隙を掃除し塵埃を除去し、適當なる瀝青材を填充すべし。間隙餘り狭小なる時は壓搾空氣を用ひて塵埃を吹飛ばして清掃するときは有効なることがある。

修理面は常に在來舗装と同一の高さに仕上げる事肝要にして、然らずんば交通の衝撃作用を受け破壊を助成す。