

現在使用されてゐる同時式方法の数は可成あるが適當な技術的研究により新に設ける一齊式方法は少い、一定の街路に於て連續的運動を行はしめん設計したる方法の代り

に設けられ且場合によつては費用の増加を來さない、更に多數の同時式は進行式又は連續運動式方法の何れかに變更されて來たし將來も變更されて行くであらう。(未完)

混凝土及鐵筋混凝土鋪裝 (一)

中 未 郁 二

緒 言

二十世紀の人類が後世に残す特殊の構造物は混凝土及鐵筋混凝土にて築造せられたものであらう。然し乍ら鐵筋混凝土の生れたのは十九世紀の中頃で爾來百年間の成長に過ぎぬから斯學は尙充分發達し完成されたものと言へぬ。

「セメント」の品質の向上、混凝土材の選擇法、調合比、使用水量の割合、性質の如何、氣溫氣濕の影響、施工法の合

理化、經濟化等に世界各國が競つて研究、實驗を續けて居る。我國に於ても斯學の泰斗の研究の發表せらるゝものあり筆者の如き淺學菲才の徒の之を口にする潛越なれども自分の從事する道路鋪裝の方面に就て多少研究せる混凝土鋪裝に就て述べさせて頂きたい。

一體道路は國防、教育、農工商業に直接又は間接に貢獻する所至大で交通文明の快感、便益を國民全體に與ふる共有財産であるから國家財政の許す限り高等有益なる鋪裝

道路の全國に涉りて完成する事に努むべきであるが現在世界的の惡道路國は日本である。世界に於て最も雨の多い文明國も日本であり萬人の交通に資する道路に少しも雨降の用意のしない國も亦日本である。家の中、床の上を連日箒で掃けば雑巾で拭く綺麗好きの國も日本であれば萬人共有の道路上に箒も當てねば紙屑も拾はぬ無頓着の國も亦日本である。よくも是れ迄に國民共有の公道を蔑ろに出來たものである。雨の降る毎に泥濘に溺るゝ斗りに惱まされながら路面は徳川時代其の儘の砂利道に残されて然も幅員狭くして近代の交通用具に對して最早堪へ得ざる時期に立致つて居る。幅員の擴張、勾配の改良元より必要なれども路面の改良は焦眉の急に迫つて居る。砂利道にては其の維持修繕に追はれ經濟的限度を遙かに超えて居る。此の路面の荒廢は自動車に過勞を強ひ甚だ不經濟なる運轉費を要して居るのである。之に於て今や簡易舗裝の研究は益々盛んになり水締碎石道、路面塗裝道、瀝青碎石道等は實施をせられつゝあるが「セメント」混凝土舗裝に至つては比較的其

の研究が怠られて居る様に認められる。其の原因としては一般に「セメント」混凝土舗裝は高級舗裝の如く考へられ然も其の破壊の速かなるに依るからであらう。即ち世人一般に「セメント」は貴重品視して居る爲に其の破壊は直ちに當事技術者の浪費ミ技術の拙劣ミを責めらるゝを懼るゝが爲である。然るに「セメント」を取扱つて居る者は誰でも混凝土は他の舗裝材料に比して安價に得らるゝことは明白なる事實として居る。然も「セメント」は國産品にして其の生産は無盡藏ミも稱せられ居る。神奈川県にて京濱國道に瀝青混凝土舗裝をなせる場合碎石基礎ミ混凝土基礎ミの二種を施工したが其の單價に於て混凝土基礎の方が安かつたので會計検査に質問せられたミ云ふ話もある。混凝土道が碎石道より假令最初の費用が高くとも維持修繕費に於て得なる場合もあるし、又交通用具の種類に依つて、運轉費が經濟的にして混凝土道の適して居る場合もあることは技術者ならば了解し得らるゝ事實である然るに之に於て一般世人の誤解を懼れて使用しないのは技術者の意氣地なきを恥

づべきで技術者としては寧ろ其の蒙を披く可く努力すべきではあるまいか。

世の中にある一つの建造物が何かの原因の爲破壊を來し故障を生じた場合新聞は忽ちに之を不正工事呼はりをする習慣がある。何人に於ても世間より不正をした云ふ様な非難を受けて喜ぶ者は無い。だから先づ吾々の想定し得る最大荷重を對照して念には念を入れ安全に安全に云ふことを「モットー」に種々の計畫設計をするのが今日の技術者氣質である。そこで今日の我國の鋪裝に於ては吾々の實際必要とする以上に丈夫に随つて贅澤に計畫され勝ちなのである。然し乍ら技術者氣質の發露から必要以上に頑丈なるものを造られ必要以上に高價なる工事を實施される場合其の負擔の全部を無條件に背負せらるゝ國民こそいゝ面の皮である。少くも國民の負擔力を考慮し實際に於て國民の満足し得る經濟的合理的の計畫を樹つるが技術者の責務であつて徒らに嚙り付いた技術者の椅子の安全を期する爲に法外な安全設計を樹てるこゝや又國情環境を顧慮せず一

ルジョア」的國家である英米の工法を踏襲し之に盲從するこゝには徹頭徹尾避け可きものである。

次に鐵輪の輪帶に混凝土鋪裝は破壊され易い云ふ問題で實際施工せられたるもの、成績不良なる例は澤山にある。只夫れだけで遂に我國に於けるが如く鐵輪車輛の多く且つ益々其の増加の傾向あるを以て到底吾國に向かないものであるかの如くさへ考へらるゝに至つて居る。勿論混凝土鋪裝は他の高級鋪裝と比較して或は劣るであらう。然し簡易鋪裝（工費の比較的安き鋪裝の意）としては充分注意して施工せらるゝならば適したものが得らるゝ云ふのである。鋪木道が英國に於て尊重され又成功して居るのはそれは英國が風土氣象上鋪木道に對して最惠國であるからである。瀝青道が米國に於て優越の地位を占むるは其の交通車輛の状態に於て其の原料の天恵に於て是又最惠國であるからである。然るに是等を遷し換へて直ちに我國の鋪裝せんとするは餘りに直譯的でありそれが餘りに盲從的である。吾國は雨量遙かに英國、米國を超過し乾濕の差も亦兩

國に著しく勝つて居り其の交通状態に於て將又其の維持の方法に於て遙かに都合悪く出來て居る。果して鋪木道瀝青道が完全である耐久力があるを云ふことは技術的立場から見ても恐らく何人も斷言し公言し得る勇氣は無いであらう。「セメント」は國産である。原料は無盡藏である。風土に對しても理想的である。吾國技術者の眞劍に研究すべき鋪裝ではあるまいか。

吾國に於ける混凝土工事を見るに設計は立派に出來て居ても施工は甚だ亂暴なるを見る。大工にしろ、左官にしろ、鍛冶屋にしろ總て其の職工は十歳前後から年期を稱し之に従事し練習する故に一人前なる中には立派な熟練工となるに混凝土工のみは全く素人に委せられ混凝材の配合、混合水の容量等少しも考慮せられずして施工する故に良好なる構造物の得らるゝ道理はない。鋪裝用混凝土に於ては其の施工尤も入念にせらるべきで四週間經過後其の耐壓強度は毎平方呎三千五百封度以上、應張強度は毎平方呎三百五十乃至四百封度以上、なければならぬを稱せられて

居るに之れ迄吾國現場で施工せられて右規格に合せるものがあつたであらうか。一般に混凝土に就ての常識さへも缺けて居る様に思はれる。其の他鋪裝には伸縮目地補強鐵筋等研究すべき事項未だ澤山に残されて居る。以上混凝土鋪裝は吾國に於て充分研究普及せざるべからざるものと思惟するが故に淺學を顧みず其の普及に食せんことを願ふ。各位の御高評を俾ぎ得ば幸甚之に過ぎず。

第一章

「混凝土」

混凝土道路を説くに先ち少しく混凝土に關し説明を加える必要がある。茲に混凝土を稱するのは「ポートルランドセメント」に鑛物質混凝土材を加へ之を水にて捏混して凝結硬化せしめた人造石である。即ち茲に混凝土を云ふのは「ポートルランドセメント」混凝土のみを意味し「セメント」を云ふは「ポートルランドセメント」を指示するのである。

混凝土を更に區分して碎石混凝土、砂利混凝土、鑛滓混

凝土、燻滓凝土等調合材料により分つこの外調合比により一、二、四凝土一、三、六凝土等に分ち亦使用水量により區分することもある。

「凝土の成分」、「セメント」は凝土の強度を與へる原料である。凝土材は凝土の主體を成すもので密度の大なる調査はゞ強度が大なる、水は二重の目的を有する其一は原料中に介在して粘氣ある一物體となすこと其二は「セメント」に働いて凝結硬化せしめることである。従て水の分量によりて凝土の強度に影響することも大なるものである。

凝土の調合

「セメント」は最も高價なる原料であるから必要なる強度を得るに是非共必要なる量だけを用ひ可成最少量を用ゆ可きである。然し「セメント」量貧弱なる調査は粗にして施工が難しいが之に反し豊富なる調査は滑かで粘氣を有し施工し易いものである。

夫故に良好なる施工仕上げが必要なるために豊富なる

「セメント」を使用するため強度上必要の「セメント」量以上に用ゆる事が屢々ある。

凝土材は「セメント」に比し價低廉であるから出來得る限り多量に用ゆることが經濟である凝土材が完全に「セメント」で被覆され凝土材各粒間の空隙を「セメント」にて丁度充填されたものは最小「セメント」量にて最大強度の凝土を得るのである。

「セメント」にて被覆さる可き凝土材の面積は其の容積に正比例し同一容積にては粒度の大なるほど面積は減少する而して充填さる可き空隙は凝土材の粒度が整へるもの即ち粒狀が大小様々に適當量宛變化して混和せるものが最も少い夫故に最良の凝土は良質の凝土材の粒度大にして大小適當量宛整ひたるものが良い。

準備し取扱ひし調査の便宜上凝土材は細粗に區別される場合が多い即ち砂と砂利又は碎石である。

適當量の水を調合することは流動性の項に於て述ぶ。

調合の理

色々の理論が混凝土の原料調査に關してあるが或る利害得失がある就中其の最良のものにしても尙不完全にして之を實行するに煩はしきものである。

空隙法 (Void Method)

混凝材の空隙は完全に「セメント」を以て充填し凡ての粒は「セメント」にて覆はれること云ふことが根本原理と成つてをる、其の砂及砂利の空隙率は適當の方法を以て測定される而して砂の空隙を充填するに充分なる量に砂の容積の一〇乃至二〇%を加へたるものを「セメント量」とすれば充分であるとされてをる此餘分の「セメント」は砂を被覆し且其爲に空隙が擴大された部分を充たすに充分であること認められてをる次に砂利の空隙を充填し其の各粒を覆ひ且其のために擴大される空隙量として砂利の空積の五乃至十五%を加へたものを前述の砂と「セメント」より成る膠泥の必要量とされてをる。此場合には水量と必要強度とは考へられてない。

フルラー氏の法 (Füller's Method)

此法は實驗上より得た事實より使用「セメント」量の割合の多いほど混凝土は其の強度がより大なり亦調合比が完全に混凝土の密度が大なるものほど其の強度よりも大であり水密であること云ふことに基いたものである。而して其「セメント」の調合比は任意に經驗上定めたものである。

此場合混凝材は最大密度を得る様に調合比を設計す可きである之には「フルラー氏」が定めた最大密度を得る調合比曲線がある此法にては流動性を何れも殆んど同一程度のもこと假定してをる其故に使用水量に關しては述べて居ない。

此法は種々の調合比に對する比較的な強度を與へてをるが necessary なる強度に對しての調合比の設計に關しては述べて居らぬ。

アブラム氏の法 (Abrams Method)

此は工事の施工に採用し得る流動性を持つ調合の範圍内では混凝土の強度は其の混凝土に使用された水量と「セメント」量の割合に比例するものである (同一材料の場合) こと云ふ實驗の事實に基いてをるのである而して混凝材粒度

整備の變化及「セメント」量の設計は上記の範圍内のもので最小量の水を用ひて必要なる流動性を得るための工夫に外ならぬとされて居るのである。

混凝材の粒度整備に關してはタイラー氏篩により篩分け法に依り一定の條件を定め其の粒度率 (Fineness Modulus) を規定してをる。之は公式に諸種の表の圖式により「セメント」及混凝材の調合比、混凝材の粒度率、混凝土の流動性及混凝土の強度の關係を決定してをる即ち以上四條件中の二つが與へられると残りの二つを決定する事が出来るのである。

砂利と砂との調合比は各材個々の粒度率に依り混凝材の必要なる粒度率を得る様に設計するのである。

此方法は使用水量の影響を考へ且出來上り混凝土の強度の如何が豫期する事が出來る得點があるが此法に依るに若干煩らほしい嫌ひはある兎も角使用水量を他の材料と同様に重要視した點が大なる進歩である。

試練法 (Trial batch method)

此法は「アブラハム」氏の法に改善を加へた最近のものである必要なる強度を持つ混凝土の水と「セメント」の調合比は「アブラハム」氏の場合と全々同じである。

此法は壹練に用ゆる「セメント」量と使用水量は一定量にして混凝材調合比を壹練毎に色々變化して見て施工に最も良好なる流動性を得ることを試みて決定するのである。過分の混凝材がある混凝土は粗悪となり且適當なる施工が出來ぬし亦混凝材が足らぬと不經濟になる故に丁度必要なる流動性を與へると云ふ事は自然最も經濟的のものである。

聰明にして熟練せる監督の下に此法を行ふときは非常に好結果を混凝土建築に來すものであるが道路舗装の場合には全く採用されぬ様である。

密度法 (Density Method)

イリノイ大學「タルボット」教授の考案によるもので最も科學的のもの、一つである。其は出來上り混凝土の密度と其の強度とに或る關係あることを見出したのである而し

て其の密度は各原料の絶対容積より計算するので勿論使用水量も他の「セメント」及混凝材と同様に考へに入れて調合比を定めるのであつて以て出来上り混凝土の破壊強度を豫想することが出来るのである。

此法は實際工事に應用するには煩雜で煩しいものであるが最も其の結果を信頼し得る方法である。

セメントと砂の調合比に依る法 (Cement-Sand ratio method)

此法は混凝土の強度は之に用ひたる膠泥の強度に支配されるものと假定したものである此假定を成し得るためには砂利の空隙は完全に充填することが出来得るだけの膠泥量を使用せねばならぬ然らば此混凝土の強度は之に用ひた膠泥の「セメント」と砂の調合比が一定してをる以上同じであるを考へてよ此法は既に適當の粒度に調合されておる混凝材又は自然界より得たもの砂と砂利の混合せる混凝材を用ひて混凝土を設計する場合に其の調合比を決定するのに重用される法である。

經驗上の調合化 (Empirical Proportioning)
現今此法が最も普通に採用せられてをる之は唯單に或一定の調合比を任意に各工事に採用するのである。

混凝材の性質を限定し適當の流動性を用ひた一定の調合比の混凝土の強度及如何なる種類の工事に適當してをるか云ふ性質は從來の經驗と實驗により或限度を豫想することが出来るのである。將來科學的に進歩せる方法が標準化される迄は此方法が殆んど一般混凝土工事に對して標準化樣書が完成されてをるを云ひ得るは簡單に且容易に規定指示することが出来亦適當に監督するのにも便利である。

第一表は道路工事に適せる色々の經驗的調合比である。

第一表 道路工事に適する經驗上の調合

工 事 の 種 類	調 合 比		
	貧 弱	豊 富	平 均
大なる地下基礎工事……等	1=4=8	1=3=5	1=3=6
混凝土塊と見做し得る工事	1=3=6	1=2=4	1=3=5
及厚き道階鋪裝基礎……等	1=2 $\frac{1}{2}$ =5	1=2=3	1=2 $\frac{1}{2}$ =4
鐵筋混凝土工事又は薄き鋪裝基礎工事……等			

道路減塵用舗装歩道等 $I = 2\frac{1}{2} = 4$ $I = 1 = 1\frac{1}{2}$ $I = 2.8$ ①
 石……………等 $I = 2.3\frac{1}{2}$ ②
 ①は中集②は緩集線

水量は流動性の項に述べる。

砂交り砂利の整備

自然界より得た砂交り砂利より見本を取り（四分法による可し） $\frac{1}{4}$ 篩にて篩分け設計の割合比に不足する砂又は砂利を補足して適當なる割合比の混凝材として用ゆれば非常に勞力經濟的になることがある。

此法を採用するには充分粒度の整備に關した知識と更に砂及砂利の一般的示様書を充分了解し適宜の處置が必要なることが多いであらう。

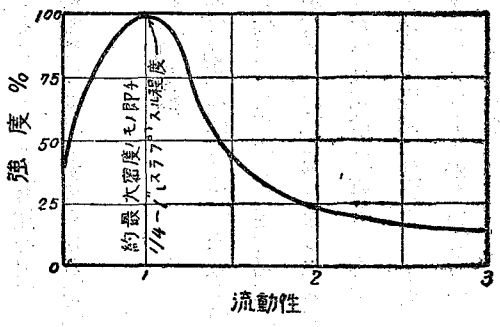
流動性 (Consistenceg)

混凝土の流動性は工事を容易に且有効に施工し仕上ぐるに重要なものみならず出來上り混凝土の強度及水密性に大なる影響を持つものである。

第一圖は一定の割合比の混凝土に様々の水量を變化して加工其異なる流動性ニ強度との關係を示せるものである。

資 料

第一圖



曲線の最大強度の流動性は混凝土が硬き粘り氣を有し搗き固めるに表面に水が浸出する程度のもの即ち「スランプト」をすること四分の一吋乃至一吋の「スランプト」する程度のものである

而して此の程度が最大強度であると同時に最大密度のものである圖の曲線に於て此點の左方は乾燥状態に近き流動性で施工仕上共に困難で多孔性のものが出來易く強度も著しく減少するのである亦同點より右方は次第に粘り氣を増加し遂には味噌汁の様になり右端では最早之以上に水量を混凝土に加ふるにこの出來ぬ程で砂や砂利が洗はれ澄んだ水

が頂面に表はるゝに至る流動性で強度は最大強度の約三分の一に減るのである。如斯流動性の混凝土を攪拌するか又は搗固むるときは「セメント」中の乳皮及混凝土材中の泥が表面に水と共に浮び出で此餘分の水が吸収さるゝか蒸發さるゝか又は流出せる後に薄き皮膜をなして混凝土の表面を覆ふものである此乳皮及泥は全々強度なきものなる故に次の混凝土を置くときは其の接合を全く不完全なる弱きものゝなるのである。

上述の如く混凝土は水量が少量に失するゝ施工及仕上げを悪くなるゝ同様に水量が過多だゝ強度を減じ仕上げが不可能なる。

味噌汁の様に多量に水を使用するゝ「セメント」及水が流れ出で砂を砂利より洗ひ去り混凝材が分離する原因となる如斯状態の混凝土は鍔掛け又は面均しするこゝが出来ず其の外観は膠泥が不足せる如く見え其の仕上には砂「セメント」を乾燥状態のまゝ混合せるものを散布して鍔掛け面均しするより詮術がない。之を要するに工事の施工を容易

に且有効にし其の仕上げを完全にするには最大強度の點即ち曲線の頂點より少しく右方の水量を用ゆべきで同時に成る可く強度の大なるものを得る爲めに許す限り曲線の頂點に近き方の水量を用ゆべきである。

若しも工事状態が軟き流動性を必要とするときは止むを得ず強度を犠牲にす可きである尙強度に於ても餘裕なき場合には「セメント」の調合比を増すより外術なし夫故に調合比に流動性は動かす可らざる關係を有するものである。

流動性の測定法

流動性の測定に關しては從來種々の方法が考案されたが各原料の性質の變化があり溫度濕度其他色々の條件が多少の影響を有するが故に嚴正なる意味では科學的に完成されたものはない九州帝大教授吉田博士の考案になる落下式測定器は就中最も完全に近いものゝ信ず次に輕便な點に於ては「スランプテスト」が良いを考へる。

水セメントの比

使用水量を表はすに便宜上使用「セメント」重量に對する百分率にて指示する之を Water-Cement Ratio と稱す。

同一の流動性を得るために必要な「水とセメント比」は使用さるゝ混凝材の性質と其の調合比に關連するものである即ち豊富な調合ならば少量の水にて或一定の所要流動性を得るが貧弱なる調合ならば同一の流動性を得る爲めに更に多量の水が必要である假令は 1:1.5:3 の調合にて 17% の流動性を得るには 8% の水量を用ゆれば可なるも 1:1.5:3 の調合にては同一流動性を得るには 2% の水量が必要となる如きである。

米國ポートランドセメント協會では 1909 年に一定の「水とセメント比」のみを嚴守して混凝土の調合を指定する様に提言してをるが之に依りて請負業者の工事施工上適宜に多

少の混凝材の調合量を加減し得る餘裕が出来た譯である此提言は「水、セメント比」のみが其の混凝土の強度及性質を計るに充分であるを假定してをるのであるが大略の豫想としては可なれども只「水、セメント比」のみでは色々の工種の混凝土の強度を豫期することは不可能であるから恐らくは近き將來に改正するものも考へて良い。

兎も角流動性によりて混凝土工事の外觀及性質の大體は分るものであるが其の能力は經驗と觀測が必要である。

諸原料の分量

壹坪の混凝土に對して必要な各材料は其の調合比、混凝材の粒度及流動性の如何により夫々異なるものである之等を正確に計算することは至難の業であるが第二表に依るときは普通の設計に採用して充分正確なるものである。

第二表 ② 立一坪の混凝土に必要な各材料表

セメント 壹樽=4 切……1 切=9 磅度、水 1 立尺=7 1/2 ガロン

調 合 比		砂 利 の 空 隙												
容 積		40 %					50 %							
セメント	砂	セメント		砂	砂利	水①		セメント		砂	砂利	水①		
		切	封度			立坪	ガロン	切	封度			立坪	立坪	立坪
1	1	0	156.16	1488.0	0.72	—	153.5	1,151.0						
1	1 1/2	0	123.84	1,164.0	0.86	—	121.7	912.8						
1	2	0	102.72	965.6	0.95	—	101.0	757.1						
1	2 1/2	0	88.00	827.2	1.00	—	86.5	648.6						
1	3	0	76.48	718.9	1.06	—	75.2	563.7						
1	1	1	104.64	683.6	0.48	0.48	102.8	771.3	112.0	1,052.8	0.25	0.52		
1	1	1 1/2	51.84	863.3	0.42	0.64	90.3	676.9	98.6	926.5	0.46	0.68		
1	1	2	80.64	758.0	0.37	0.75	79.3	594.4	87.7	824.2	0.41	0.81		
1	1 1/2	2	71.04	6677.8	0.49	0.66	66.7	500.0	76.5	713.9	0.53	0.71		
1	1 1/2	2 1/2	64.32	604.6	0.45	0.74	63.2	474.1	69.8	655.7	0.48	0.81		
1	1 1/2	3	58.56	550.5	0.41	0.81	57.55	431.6	64.32	604.6	0.45	0.89	63.21	474.1
1	2	3	53.44	502.3	0.50	0.74	52.52	393.9	57.92	544.4	0.54	0.80	56.92	426.9
1	2	3 1/2	49.28	463.2	0.46	0.81	48.43	363.2	54.08	508.4	0.50	0.88	53.15	398.6
1	2	4	46.08	433.2	0.43	0.85	45.29	339.6	50.56	475.3	0.47	0.94	48.64	354.8
1	2 1/2	4	42.56	400.1	0.49	0.79	41.83	313.7	46.72	439.0	0.54	0.87	45.91	344.4
1	3	5	37.76	354.9	0.44	0.87	37.11	278.3	41.92	394.1	0.48	0.97	41.20	309.0
1	3	5	35.52	333.9	0.46	0.82	34.91	261.8	39.04	366.9	0.54	0.90	38.37	287.3
1	3	6	32.32	303.8	0.45	0.90	31.76	238.2	35.52	333.9	0.49	0.99	34.91	261.8

①水量は「水セメント比」=1.0を表に挙げた故に必要なる「水セメント比」を乗じて實際に使用する可き水量を得るのである②混練材の粒度及流動性の變化に依りて出來上り混練土立壹坪の容積は微小の變化あるを免れず

概略の見積りをするにき又は表の分量が利用し得ざるに
きには次の計算式を採用するに便利で且容易である。

$$C = \frac{335}{C+S+g} \text{ 立坪}$$

$$S = 0.00468C \text{ 立坪}$$

$$G = 0.00468g \text{ 立坪/立坪}$$

上式に於て

C は壹立坪の混凝土に必要な「セメント」量を立方

尺にて表はせるもの

S は壹立坪の混凝土に必要な砂の量を立坪にて表は

せるもの

G は壹立坪の混凝土に必要な砂利量を立坪にて、表

はす

c は「セメント」の調合比即ち之を一とす

s は砂の調合比

g は砂利の調合比

上式は「フルラー」氏計算式を日本單位に筆者が改めた
ものである。

表 料

使用水量は調合比、混凝材の粒度、氣温氣濕により同一
流動性を得たるためにも夫々に變化するものである。

吉田博士の落下式流動性測定器により其の最も小流動性
を得るが如き水量は其の混凝土が普通工事施行の程度に於
て最大の密度を得るものである。

凡て僅少量の水を増すも其の流動性には著しく大なる變
化を來すものであることを常に念頭に置く可きである。

第二表は貯藏運搬等に因する材料の散失より考へに入れ
てない設計には多少の餘猶を見込む可きである。

普通砂及び砂利には五%内外「セメント」には二%内外
の散失を見込むに充分なり、

材料の量り方

混凝土壹練毎に用ゆる各材料を適當なる器に方法により
て指定通りの調合比に衡量せねばならぬ。工事施行を厳正
にし且工事全體に等齊均一ならしむるためには材量の衡量
は正確に行ふ可きである。

鋪装工事にては各壹練毎の混凝土が獨立して各部分を形

成し多くの各壹練壹練が互に混交することなき故に全體が壹塊となり等齊性を保つことは難しい故に特に鋪裝工事に於ては各材料を嚴密に量定することが肝要である。

「セメント」は普通壹切壹袋九三——九四封度壹樽四切入三八二——三八六封正味である。

之を粉化するに二〇%乃至三〇%の容積を増加するものである故に成る可くは重さに定衡するか又は壹袋宛全部用ゆるか又は等分法に依る可きである。

内務省規定によるに「セメント」壹立米突の容積の重さは、五〇〇恥即ち約壹立尺の重さ九三、五封度と規定されてある。

砂及び砂利は「シヨベル」で手押車に入れて量定するか又は「セメント」樽を均等に切割り二分一樽とするか又は一定の樹を用ゆるか若しくは重さを衡るかに依る就中最も不正確なるは「シヨベル」で手押車に入れて量定する法で入夫の熟練不馴れによりて五乃至一〇%の量定差を免れない。

此の手押車一輪車は普通一、五乃至四立方尺容積のものにて二、五立方尺位が手頃である。

是等の材料の量定器が捏混機に取付けて、あるものもある。

「イナンデータ」の方法は之である此の形式のものは取扱ひ易く且正確に定量される様に工夫されてをる夫故に五%以上の量定差あるものはないのである。

水を量るには「バケツ」を用ひる近來の捏混機には自動量定水槽が備えられ適宜水量を加減する事も出来る。

混凝材の含む湿度の變化や其の調合比測定の不正確のために必要な水量が一定せぬ故に捏混機操縦者は熟練を要し多少水量の加減し得る用意が必要である。

材料の容積變化 (Breitung) 濕氣を含む砂は乾燥せるものよりも大なる容積を塞ぐものである。

此の濕氣が約五%に達する迄は漸次容積を増すが、其以上になると漸次容積を減少する、水が飽和するに及び原容

積に復る。細砂は粒度の荒く整つたものよりも容積變化の度が大い。砂を容器に入れるとき少し宛入れて力が全々加はらぬ様にするのこ、多量の砂を一度に投入して押込む様にするのこは、其の容積變化が二〇%以上に及ぶ事がある。

砂利は砂の如き變化が殆んどない。

上述の如く砂には容積變化が著しい故に之を量定するには一定の様を規定す可きである、近頃東京商業貿易社が「プロノックス」社製の「インアンデーター」(Inunda-tion Method)の装置を發賣してをるが之は砂を水中にて量定するのであるから尤も正確で良いのである。

捏混 (Mixing)

良き混凝土を得るには完全なる捏混が必要である。捏混するには手練と機械練の別がある。手練は捏混不完全になり易い故に成る可く避けるがよい小規模の工事には經濟的なるが故に止むを得ず採用する。

手練は木製水密の練臺又は鐵板上にて人夫二人又は四人

向ひ合せて「シヨベル」を持ち先づ砂と「セメント」を等齊の色を帯ぶるに至る迄捏混し次に水を加へて練り混ぜ膠全體が同じ様に水分を含み且同じ色を呈する迄捏混し更に砂利を加へて膠泥が完全に砂利を被覆し全體が膠泥色を呈し砂利の空隙に等齊に膠泥が行き渉る迄充分に攪拌するのである。

此の場合特に水量に注意せぬ人夫は使用水量多きは練り易き故に過量の水を加へたがるものである。

機械練は手練に比し著しく完全なる捏混をなし得るものである故に可成的本法によるのが良い。

機械練のみに注意す可き事項は次の如し、

- 1 捏混機は完全に掃除手入しあるや殊に内部に混凝土の粘着して硬化せることなきや、
- 2 捏混室(ドラム)の及に異状なきや否や、
- 3 自働量定水槽の働きが完全なるや否や、
- 4 「ドラム」に供給される材料が規則正しく行はれ得るや否や、

- 5 手押車は幾切の容積をなす可きや、更に壹切容量の枘にて材料を再檢定量する必要ありや否や、若干の「セメント」の樽又は袋數が幾千の砂と砂利とに對して使用されたるや、
- 6 混凝土の調合比は如何、
- 7 混凝土の練上り工合の監察、
- 8 適當に調合比を保ちて捏混機に各材料が投入れつ、あるや否や、
- 9 捏混機の漏斗（ホッパー）に如何なる順序を以て「セメント」砂、砂利、水が投入されつ、あるや、之等に要する時間は如何、
- 10 「ドラム」の直徑は如何程なるや、
- 11 一分間に何回「ドラム」が廻轉するや、
- 12 廻轉が速きに過ぎるのこ遅きに過ぎるのこは如何なる影響を來すや、
- 13 「ドラム」は適當なる速度にて滑かに廻轉し居るや否や、
- 14 「ドラム」容量は若干なりや、
- 15 「ドラム」の全容量に對して混凝土が如何なる割合を以て充し居るか、
- 16 水量の量定は如何なる方法によるか、
- 17 幾分間壹練の混凝土を捏混機にて捏混するや、其の時間は充分なりや且正確に行はれるか、
- 18 混凝土が捏混機より投出される工合が整ひ居るや否や一定量一定速度を保つや否や、
- 19 投出さるゝ混凝土の流動性が適度なるや否や、
- 20 捏混機が自己廻轉により完全綺麗に排出し得るか混凝土が外に零れ落ちるこなきや
- 21 操從者は幾度位捏混機を洗ひつゝ、あるか、
- 22 混凝土の排出に幾分時を要するや、
- 23 壹時間に幾回練上るか、
- 24 毎時幾切に對して働力は若干を要するか、
- 25 工事に休止又は終了毎に捏混機は充分に掃除され且必要なる手入れがされつゝ、あるや否や、等である、

捏混時間は全材料が投入されて後、一分間以上たる可く五分間が最も宜し、

捏混機の廻轉數は一分間一四乃至二〇回なる可し。

「ドラム」中の混凝土は次の材料投入迄に全部排出せる可きである。

捏混機 (Mixers)

捏混機には間歇式 (Batch Mixer) ヲ不斷式 (Continuous Mixer) の別がある。

今普通のものゝ列擧する。

- 1 桶形捏混機 (Trough Mixer) 1
- 2 箱形捏混機 (Cube Mixer)
- 3 重力捏混機 (Gravity Mixer)
- 4 スミス捏混機 (Smith Mixer)

此には大鼓形のもの、圓錐形のものがある。

- 5 ラインサム捏混機 (Ransome Mixer)
- 6 コーリング捏混機 (Koehring Mixer)
- 7 安治川捏混機 (大阪安治川鐵工所製)

資 料

8 アイディアル捏混機 (Ideal Mixer)

9 ウオンダー捏混機 (Wander Mixer)

10 エーガー捏混機 (Lager Mixer)

11 オシユロツシユ捏混機 (Oshkosh Mixer)

12 ニツカーボツカー捏混機 (Knicker bocher Mixer)

13 フオウラー捏混機 (Fowler Mixer)

14 ボス捏混機 (Am. Cement Mixer Co.)

15 レーキウツド捏混機 (Lake wood Mixer)

16 レツクス捏混機 (Chain helr Co.)

17 ロンドン捏混機 (Londn Mixer)

等あり量は三—二八切が普通にして大なるものは七〇切のものである。

近來我國にても随分勝れたものが所々に製作される様になつて居る。

道路工事に使用されるに捏混機を「ペーパー」ニ稱し廻轉軌條の上に設備されたものが用ひられるに現今本邦にて

は車上に取付けられたものが多い。

大なる容積のものは中央混凝土調合場内に不働式を基礎工事上に取付けるのである。

捏混機の動力

捏混機は人力、牛馬力、電力、蒸気力、ガソリン、瓦斯力等にて運轉するが工場内に据付ある不働式のものも多く電力若くは蒸気力を使用す移動式のものには「ガソリン」が最も採用されて居る。「ガソリンエンジン」には従來「シリンドラー」が多く用ひられたが道路用「ペーパー」には四「シリンドラー」が良い様である。

捏混機に材料供給法 (Charging Mixer)

人力にて操従する如き小容積のものは「シヨベル又は杵にて搬入するが動力を用ひた移動式のものには「スキップ」(Skip)により揚げて投入する様に出來てをるのが多い。

不働式のものには漏斗によりて投入される計量漏斗 (Measuring Hopper) が備付あるものは樋 (Spout) にて捏混

室 (ドラム) 中に轉落さす仕掛けのものが多い。

水の供給は他の材料と同時に可きである。若し乾燥せる「セメント」が「ドラム」中に入れ「ドラム」中の水氣ある壁に粘着して取れぬ様になる。又水量が多過ぎる「セメント」玉が出来て混凝材を膠泥が被覆せぬことがある此等の點に充分留意して適當に供給す可きである。

捏混機の容量 (Capacity of Mixer)

容積は「ドラム」の大きさ材料供給口の位置によりて指示される場合が多い様である。假令E二一型ミ云ふミ端に供給口があつて容量は二一立方呎である。同様にS二八型ミ云へば横側に供給口があつて容量は二八立方呎である。

捏混の時間 (Time of Mixer)

捏混の時間が長ければ長い程混凝土の強度は大になり且流動性を増し施行し易くなるミ云はれてをるが吉田博士の實驗報告には強度は漸次増加すると同時に「セメント」の粘着力を増し等齊質になる特長があるが流動性は増加せぬ

を言はれて居る。

米國にては普通一分間が最も能率よく經濟的の時間であるに云ふて居るが實際は少し不充分である二——三分が適度で五分間が理想的で望ましい時間である。「バッチメーター」(Batch Meter)は材料が「ドラム」中に供給されて后指定の時間を經過せぬ「ドラム」より混凝土を排出する事が出来ぬ様に工夫されたものである。

道路工事等には是非此備付あるものを用ひたいものである。

混凝土の搬出 (Placing)

混合された混凝土は捏混機の「ドラム」から現場に輸送する車に排出されるのである橋梁及建築工事にては一乃至二輪車の手押車にて運ぶ場合が多いが高き建築工事にては塔上に巻上げて之を樋によりて工場内に重力によりて摺動搬出せしめる此樋の傾斜角度は水平に二〇度乃至三〇度位が良く餘り急にするに砂利と砂が分離する悪傾向がある。

中央混凝土調合場の設備あるものは捏混機の「ドラム」

より自動車又は貨物車中に投入するのである。

移動式捏混機で道路舗装用の「ペーパー」には廣く泳ぐここの出来る樋又は「バケツ」に長柄の附けるものゝ設備があり路面基礎上に適宜に分配散布される仕掛けがあるものが便利である。

混凝土の搗き固め (Compacting)

一般に混凝土は搗き固める程良い。殊に使用水量少きもの程搗固めが肝要である。鐵製の搗き固め器を普通用ゆるが之は三吋×三吋乃至八吋×八吋位の大きで一〇乃至二〇封度の重さのものが手頃である。

壓搾空氣の壓力で搗き固める「ヂャクハンマー」は近來道路舗装搗き固めに盛んに用ひられる様になつた。甚だ好果を納めてゐる。

鐵筋混凝土の如き狭き型枠を用ゆるにきには使用水量を比較的多くして搗き固めるには不完全なるも充分に型枠中に混凝土が行き渉る事が必要である夫故に普通流動性一、二五位とするのである。

如斯場合には平たき木板を鋸形に拵え長き柄を付けた「スペーデング」又「スコップ」及鐵棒「パットリング」を用ゑるとよい。「スペーデング」は型板の面に突き込んで此面に充分混凝土の膠泥が行き渉る様にする器である。「スペーデング」の代りに「スコップ」を用ひても良い。「パットリング」普通鐵棒又は材木を用ひ混凝土を搗き固め水隙や空隙が混凝土中に残るこみなき様に搗き固めるのである。

混凝土の仕上げ (Finishing)

露出せる混凝土面は外觀美及形態を整するために面仕上げをする。

型枠に接する面は「スペーデング」又は「スコップ」の類を以て型枠に充分膠泥を行き渉らし蜂巣及缺除せる所がなき様にす。

道路舗装面の如きは木鋸にて面均し仕上げが宜い。木鋸を用ひるに粒状態の面が出来て摩擦抵抗が大きくなりて良いが鐵鋸を用ゆるときは面に滑らかに光澤ある面になり降

雨のときに滑り易く路面として不適當である。舗装仕上法に關しては後節更に詳述する。

混凝土の養生 (Curing)

混凝土は凝結硬化を進める期間中一定の水分が必要である其の必要な水分は調合捏混するときに充分與へる故に蒸發、侵透又は流出することを防ぎ其の硬化を助けるのが養生である。

「セメント」が水を凝結し結晶水を作るために必要な水量は只僅に「セメント」の重さの一〇%位のものであるが充分に各「セメント」の分子に行き渉らすために其の必要な水量の少くも數倍の水を調合するのである夫故に混合した全水量が混凝土中に存在する必要はないのであるが蒸發は一日に二分の一吋位蒸發するのは極普通であるから相當多量の水を放散する故に混凝土が未だ凝結及び硬化を了らぬ前に乾燥するが如きこみなき様注意して養生を行はねばならぬ。

壁、桁、梁、柱の如きは型枠を一定期間残存してをくみ

充分である場合が多い。

床、人道、舗装等の如きは容積に比して蒸發面が大であるから適當なる養生が必要である。道路舗装の養生に對しては後節更に詳述する養生の期間は其の混凝土の必要なる強度及施工の時季の氣温にもよるが凡て混凝土は大體に於て其の大部分の強度は混凝土練上げ後四週間を經過するに到達するものであるが故に大抵の設計には四週間後の強度を標準としてをる故に養生も此期間中は完全に行ふことが望ましいのである。

載荷重が直に混凝土上に來らぬ建築物等に於ては型枠を二八日間經過せぬうちに取外しても良いが混凝土中に含む水分は残りの期間中に蒸發に對して充分である様養生すべきである。

道路舗装工事にては道路に交通を許すと同時に直ちに交通活荷重が混凝土上に來る故に充分なる養生期間を與ふべきである。

若し養生期間を短縮する必要あるときには豊富なる調合比

資 料

とするか、又は硬化するこの速い高級「セメント」を用ゆるか若しくは硬化を速進する薬剤を加ふべきである。

茲に二八日間を正規の養生期間と云ふたのは氣温華氏七〇度に於けるものであつて若し氣温が七〇度以上のときには此期間を短縮して良い之に反して七〇度以下のときには二八日間以上の養生を成す可きである。

舗装工事にては普通三週間位を養生期間とする場合が多いが然し氣温が五〇度（華氏）以下のときには四〇——六〇日間を養生すべきである一體混凝土は假令凝結中に氷結するこもなくとも氣温が四〇度（華氏）以下の場合には其の硬化は非常に徐々に行はれるものである。

特殊の工事にては必要なる養生期間を供試體の試験をなし必要なる強度に達するのを待ちて決定するのである。此供試體は實地現場にて工事に用ひゆる混凝土を供試體型枠中に入れて實際の工事と同じ状態の養生法を行ひ豫定期間に試験をなし正規の強度あるや否やを驗定して其の養生期間を決定するのである。

此方法は養生期間を決定する最良の法である。「寒中の混
凝土工事」(Concrete in Cold Weather)

道路舗装を除く大概の混凝土工事の適當の處置を採れば
嚴寒にても工事を續行し得るものである。此場合には先づ
第一に凡ての材料の温度は水結點より遙かに昇騰してをら
ねばならぬ。夫故に諸材料は直接水により又は蒸氣熱によ
りて加熱さる可きだが加熱の度を過してはならぬ。

又水結を妨げる藥劑を用ゆることもある。之には食鹽又
は鹽化「カルシウム」が普通用ひられる。即ち「セメン
ト」の重量の約5%位を水に容解して用ゆれば良いのであ
る。鹽化「カルシウム」は温度を昇しむるのみならず混
凝土の硬化を速進せしむるものである。夫故に道路舗装工
事の養生法として混凝土の硬化速進をのみ目的として現今
盛んに採用されつゝ、あるが此場合には「セメント」の重量
の約2%位を用ゆるが普通である。

混凝土を打ち後凝結を了る迄少くとも七十二時間は氷結を
防ぐために適當なる被覆する必要がある。木材の型枠及び

露出せる表面には藁等を被覆する。大低の場合が良い。鋪
装工事の中土壤が氷結せる上に混凝土を打つのは絶対に不
可である。

日中温度が相當高きために混凝土工事を施工せる場合に
夜間に至りて急に温度が低下し氷結することがある如斯場
合には混凝土の露出せる薄き表層が凝結を妨げられて剝脫
することがある故に豫め藁蔭席等にて覆ふ可きである。

型枠 (Forms)

混凝土は型枠中に入れて所定の形状に作るのであるが此
型枠に充分入念に拵え且頑丈に支持さる可きである。普通
木材にて造られるが幾度も同一型のものを探返して用ゆる
ことの出来る工事では鐵板を用ゆる方が經濟であることも
ある。

混凝土に接する側は飽削りに仕上げ面を平滑にするのが
普通である。型枠は混凝土の流動性の柔きものは約水の二
倍大の水力學的壓力を齎らす故に此壓力に充分抵抗し得る
様に設計さるべきである。道路舗装工事にては殆んど型枠

の必要がない。普通緑石混凝土を先きにする緑石なきものは横側に堰板を用ひねばならぬ。

扱以上第一章に於て述べた處で混凝土の「セメント」砂砂利に關する根本的な説明は省略したが筆者が之より書か

んとする混凝土鋪裝に關する混凝土の調合設計及施工に關し一般混凝土の常識を大體述べ了つたから次に混凝土道路専門的に記述する。

十字路及び街角の構造

法學士 右田鐵四郎

本論は十字路及び街角に於ける混雜と事故とを減ずる爲には其の構造を如何にすべきかに關しロンドン道路改良協會長
リースエフラー氏の所説を譯出したものである。

さんなに立派な構造の道路であつても其の交叉箇所設計が科學的でなかつたならば其利益は著しく減殺される。道路の交叉點を能率よく設計する事は簡單な事でない。夫には道路技師、製圖官、道路使用者及び警察官の協同を要する。從來屢々其の設計は自動車縦線又は交通整理の體験な

き技術者に委せられて居た故に其の人々は唯月並な設計をしてゐるに過ぎない。不幸にも是等の設計は街角が一時間八哩以下の速力に適する様に設計されてゐた馬車時代の遺物であつた。現在では其の設計が巧妙であり又操縦者が熟練して居れば一時間二十哩の速力で安全に疾走する事が出