

## 第三章 混凝土工

### 第一節 材 料

#### § 177. セメント

(1) セメントの分類 セメントには多くの種類があり、其の分類法も多種であるが、工事施工上の見地より凝結、硬化の遅速に依つて之を分類すれば次の如し。

- a. 細結性セメント (Slow setting cement) 注水後 30 分以上を経過して凝結を始むるセメント。
- b. 急結性セメント (Quick setting cement) 注水後 30 分以内に凝結し始むるセメント。
- c. 急硬性セメント (Quick hardening cement) 普通のポルトランド・セメントより硬化速となるセメント。

コンクリートは之が凝結を始める前に混合、運搬、填充、搾き固めを完了しなければならないから、注水より凝結を始めるまでの時間が相當長いセメントでなければ、一般の工事には使用出来ない。従つて市場に販賣せらるゝポルトランド・セメント、高級セメント等は悉く細結性セメントである。

急結性セメントは冷寒時のコンクリート工事 (§ 196 参照)、又は構造物内に於ける漏水閉止のために使用されるものであるが、其の用途が極めて狭いため、特に急結性セメントとして市場に販賣されるものは無い。急結性セメントを必要とする時は、ポルトランド・セメントに他の材料を混入して之を急結性ならしめるのである (§ 196 の (5) 参照)。

急硬セメントは細結性にして普通のポルトランド・セメントより硬化速となるものである。例へば普通ポルトランド・セメントが 28 日で發揮する強度を、2 日又は 3 日で發揮するものであるから、道路工事の如く急速な完成を必要とする工事に應用される。又凝結に當りポルトランド・セメントより高熱を發するため、

其の急硬性と相俟て地中コンクリートに應用せられる。

#### (2) 各種セメントの特性と應用

イ、 ポルトランド・セメント (Portland cement) は石灰 (60~64%) 硅酸 (19~25%) を主成分とする綠灰色の微粉末にして、セメント中最も廣く使用せられ、單にセメントと云へばポルトランド・セメントのことである。其の比重は 3.05~3.20 で  $1 m^3$  の重量は其比重と密度に依つて變化し、各國の規定に於ても多少の相違はあるが大體  $1,500 kg \sim 1,600 kg$  である。本邦の土木工事に於てはポルトランド・セメント  $1 m^3$  の重量を  $1,500 kg$  と規定して居る。

此のセメントは緩結性であつて、日本ポルトランドセメント規格に於ては  $15^\circ C \sim 25^\circ C$  の氣温に於て、注水 1 時間後に凝結を始め、10 時間以内に凝結を終るものと規定してある。又同規格に於てポルトランド・セメントと標準砂とを重量にて 1:3 の割合に混合し、之れに規定の水量を加へて作つたモルタルの最小強度は材齡 7 日に於て抗張强度  $14 kg/cm^2$  以上、28 日に於て抗張、抗壓强度は夫々  $21 kg/cm^2$  及  $210 kg/cm^2$  以上と定めてある。

第 91 表は本邦各製造會社に於て製作するポルトランド・セメントの物理的性質を平均したものであつて、之に依つて其一般的性質を窺ひ知ることが出来る。

本邦ポルトランド・セメントの物理的性質

第 91 表

| 比 重   | 凝 結 時 間 | 抗張強度 ( $kg/cm^2$ ) |     | 耐壓強度 ( $kg/cm^2$ ) |       |
|-------|---------|--------------------|-----|--------------------|-------|
|       |         | 始 発                | 終 結 | 7 日                | 28 日  |
| 3.144 | 2時53分   | 4時34分              |     | 31.9               | 38.1  |
|       |         |                    |     | 283.6              | 316.9 |

土木工事に使用するセメントは、昭和 5 年 8 月商工省告示第 41 號日本ポルトランド・セメント規格に合格したものであれば、製造會社の如何に拘らず安全である。市販のポルトランド・セメントは  $50 kg$  入りの袋詰、又は  $170 kg$  入りの樽詰である。袋には紙製のものと、ヅツク製のものとあつて、價格は樽詰に比し 7~10% 低廉である。

ロ、 高級セメント (High-strength cement) 普通のセメントより大なる強度を有するものを一般に高級セメントと稱して居る。歐洲の諸國では夫々規定を設け

て、高級セメントと普通セメントとを區別して居る。例へば獨逸の高級セメントの規定に於ては、重量に依る配合比 1:3 のモルタルの耐壓強度が材齡 3 日及 28 日で、夫々普通セメントの材齡 28 日の耐壓強度、及材齡 28 日の耐壓強度に  $200 \text{ kg/cm}^2$  を加へたるものより大なるセメントを高級セメントと定めて居る。之を本邦の規定に適用して見れば材齡 3 日で  $210 \text{ kg/cm}^2$ 、28 日で  $410 \text{ kg/cm}^2$  であれば高級セメントと看做し得るのであつて、本邦のポルトランド・セメント中此の規定に適合するものも多いのであるが、本邦には未だ高級セメントの規定なきため一般にポルトランド・セメントとして取扱て居る。

上記の如く高級セメントは緩結性の急硬セメントであつて、短期強度が高いから養生期間を短縮し得るのみならず、道路工事等に於ては 2 週間内外の長期に亘る交通止又は片側交通を行ふ必要なく、僅かに 3、4 日にて完全に車馬を通じ得られること、其他急施を要する工事に應用して至便なること、又凝結硬化に際し普通セメントより高熱を發するため、寒中コンクリートの養生が比較的簡単であること、等の特長があるが、發熱が多量であるだけ養生を完全にして高熱を防ぎ凝結硬化中の伸縮を防ぐ用意が必要である。

高級セメントには多種あるが、一般的に使用せらるゝものは高級ポルトランド・セメント、及アルミナ・セメントである。

**高級ポルトランド・セメント** 大體に於て普通セメントと同様の化學成分を有するものであるが、粉末度の高いこと、石灰含有量の多い事が急硬性となる主要原因である。本邦に於ける高級及普通セメント強度比較は次表の通りである。

第 92 表 高級セメント及ポルトランド・セメントの強度比較表

|                  | 耐壓強度 ( $\text{kg/cm}^2$ ) |       |     | 抗張強度 ( $\text{kg/cm}^2$ ) |      |      |
|------------------|---------------------------|-------|-----|---------------------------|------|------|
|                  | 3日                        | 7日    | 28日 | 3日                        | 7日   | 28日  |
| 本邦ポルトランド・セメントの平均 | 283.6                     | 316.9 |     | 31.9                      | 38.1 |      |
| 本邦高級セメントの一例      | 502                       | 594   | 674 | 324                       | 34.0 | 37.2 |
| △淺野セメント          | 400                       | 500   | 600 | 29                        | 34   | 39   |
| △淺野ベロセメント        | 584                       | 624   | 650 | 38                        | 38.5 | 40   |
| ポルトランド・セメント規格    |                           | 210   |     | 14                        | 21   |      |

△印は淺野セメント株式會社發表の數字

本邦に於て現今使用せらるゝ高級セメントは淺野ベロセメント及大阪窯業高級セメント等である。

高級ポルトランド・セメントは緩結性であつて、凝結硬化に當り高熱を發する。例へば普通ポルトランド・セメントに於ては 9~10 時間に最高溫度  $35^\circ\text{C}$  に達するに對し、淺野ベロセメントは 7~9 時間にして最高  $60^\circ\text{C}$  以上に達する。

**アルミナ・セメント (Alumina cement)** は石灰の含有量 (35~40%) を減じ礫土の含有量を 35~45% (普通ポルトランド・セメントの礫土含有量は 5~8%) に増加せるものである。凝結時間は始發 2 時間 35 分、終結 4 時間 20 分の緩結性であるが代表的急硬セメントであつて、1:3 モルタルの耐壓強度は注水後 6 時間乃至 24 時間の間に急激に増加し、 $500 \text{ kg/cm}^2$  以上に達するが材齡 7 日以後に於ては優良なるポルトランド・セメントの強度と大差が無い、抗張強度は材齡約 1 日で最大に達し其の後増加せずして普通ポルトランド・セメントより低下する。

斯く大體に於て材齡 7 日以後に於て強度を増加しない事は、高級ポルトランド・セメントに劣る點であるが、海水中的鹽類の作用を受くることが少ない。又凝結及硬化の初期に於て著しく發熱し注水後 5 時間乃至 6 時間にて其の最高  $70^\circ\text{C}$  ~  $80^\circ\text{C}$  に達する。

急硬性であること、海水中に於ける耐久力の大なること、或は凝結時に高熱を發すること、等の特長あるため、海中工事又は寒中コンクリート工事に於て甚だしく有利であるが、價格の高價なる缺點がある。

ハ、**高爐セメント (Hochofenzement)** 高爐セメントは熔鑄爐より排出する鐵滓を急に冷却破碎したるものと、ポルトランド・セメント燒塊 (Clinker) とを混合して微粉末としたものである。本邦にては鐵滓 70% 以下セメント燒塊 30% 以上のものを高爐セメントと稱して居る。歐洲では特に鐵滓含有量 20~30% 以下のものを鐵滓セメント (Slag cement) 又は鐵セメント (Steel portland cement) と稱して居る。本邦製の高爐セメントの主要化學成分は珪酸 25~27%、石灰 55~57% であつて、比重は 2.85~3.00 である。凝結時間は始發 3 時間 7 分乃至 5 時間 12 分、終結 5 時間 5 分乃至 7 時間 40 分であつて、ポルトランド・セメントの凝結時間に對し著しく短縮される。

ントより更に緩結性である。鐵滓含有量が多い程凝結時間は長く、上記の始發5時間12分、終結7時間40分と云ふのは鐵滓含有量70%，セメント焼塊含有量30%の高爐セメントの一例である。

1:3 モルタルの短期耐圧強度は普通ポルトランド・セメントより低いが28日以後に於ける耐圧強度は増加率著しく、8週以後に於ては殆んど高級セメントに近き強度に達する。抗張強度も28日以後に於ては普通ポルトランド・セメントを凌駕する。

上記の外高爐セメントは大體に於てポルトランド・セメントと同様の性質を有するが、海水に對する抵抗の大なることは本セメントの特徴である。

高爐セメントは上記の如く緩結、緩硬性である缺點はあるが緩結緩硬なるが故に品質が悪いのでは無い。從て工事の性質上緩結、緩硬でも差支ない場合には、ポルトランド・セメントに比して廉價なる本セメントの使用を推奨する。只寒中コンクリート工事に之を使用する時は特に注意しなければ危険である。

本セメントに付いては昭和2年4月14日商工省告示第10號高爐セメント規格が發表されて居るから、右規格に合格せるものを使用せば安全である。

本邦に於ては八幡製鐵所製品、及淺野鶴見高爐セメントが市場に販賣されて居る。

**ニ、ソリヂチツト (Soliditit)** はセメント焼塊70~75%に、花崗岩若しくは閃綠岩を800°C~1,000°Cに煅燒したものを30~25%混合して微粉末とする一種のセメントである。主要化學成分は珪酸30~33%、礫土5.5~8.0%、石灰48~53%であつて比重は2.9~3.05である。

優良なるソリヂチツトの1.3モルタルの強度の一例を示せば第93表の如し。

第93表 ソリヂチツトの強度

|               | 3日   | 7日   | 28日  | 8週   | 26週  |
|---------------|------|------|------|------|------|
| 耐圧強度 (kg/cm²) | 320  | 438  | 570  | 648  | 770  |
| 抗張強度 (kg/cm²) | 23.9 | 25.9 | 35.7 | 42.5 | 50.5 |

短期強度は普通ポルトランド・セメントより低いものが多いが、8週以後の長期強度は之に勝るものであつて、高爐セメントと共に珪酸分の多いセメントの特

徴である。

ソリヂチツトの特性としては緩結、緩硬性にして強靭性に富み磨損、衝撃、振動に對する耐力大なることである。從て一般的に鋪裝其他道路工事に應用せられる。

ソリヂチツトは前記各セメントと使用法が稍異なり、ソリヂチツト・コンクリートの施工には次の事項を注意しなければならない。

(a) 配合比及骨材 鋪裝工事其他道路工事に使用するソリヂチツト・コンクリートには、ソリヂチツトと碎石のみを用ひ細骨材を使用しない。配合比は1:1.5~1:2であつて碎石の最大寸法は鋪裝厚の約0.3倍とし、普通のコンクリートに使用する粗骨材と同様細粗粒が適當に混合した碎石がよい。ソリヂチツトは其の磨損抵抗が大きいから、之と略同様の磨損抵抗を有する粗骨材を使用すれば、路面は均一に磨損し、路面の平坦を維持し得るものである、之がためには花崗岩の碎石を使用するのが最もよい。

(b) 使用水量及搾き固め 使用水量は成可く少量にしなければソリヂチツトの特徴を失ふものである。普通ソリヂチツト重量の25~30%の水を使用し硬練コンクリートとして施工する。硬練コンクリートであるから、充分に搾き固める事が大切である。養生其他は普通セメントと大體同様である。

(3) セメント混合物及混合剤 コンクリートに特殊の性状を與へるため、即ち(1)コンクリートの流動性、強度、耐水性、海水に對する抵抗等を増加するため、(2)コンクリートを急結性ならしむるため、(3)コンクリートの價格を低廉ならしむるため、セメントに他の材料を混用する。斯かる目的でセメント重量の10~30%以上も混合するものを混合物と稱し、2~3%の如き微量を混合して効果あるものを混合剤と稱する。

海水に對する抵抗を大ならしめ、且つコンクリートの價格を低廉ならしむる目的で使用する混合物に火山灰、珪藻土、珪酸白土がある。

火山灰 については§198に説明する。

珪藻土 は海中微生物の殘骸から成り、可溶性珪酸の含有量65%以上に及ぶけ

れども比較的軽く、コンクリート混合に際し分離を起し易い缺點が在つてあまり使用されない。

**珪酸白土** は凝灰岩の風化物であつて、可溶性珪酸を 30% 以上含有し、海水に對する抵抗增加の目的よりせば珪藻土に劣るけれども、コンクリート混合に際し分離を生ずる虞は無い。

珪藻土、珪酸白土の使用法は大體火山灰と同様である。

コンクリートの耐水性を増加する目的で使用する混合物に、硝石灰、粘土がある。之に付いては § 197 に説明を譲る。

コンクリートの流動性を増加し且つ分離を防止する目的で使用する混合剤にセライト（珪酸）がある。

**セライト** は純粹の珪酸であつて、之をコンクリート中に混合するときは、コンクリート成分の分離を防止し、流動性を増加するものであるから、運搬距離大なる場合に之を混合せば有利である。又純粹の珪酸であるから、之をコンクリートに混合せば、海水に對する抵抗を増加するの特長がある。之をコンクリートに混合したるためにコンクリートの性質を害する事は無い。

セライトの使用量は大體次の通りである。

コンクリートの配合 セライト使用量（セメント重量に対する 100 分率）

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1:1 $\frac{1}{2}$ :3 | 1 $\frac{1}{2}$ ~ 3 |
| 1:2:4                | 2 ~ 4               |
| 1:2 $\frac{1}{2}$ :5 | 4 ~ 6               |
| 1:3:6                | 6 ~ 8               |

尙ほセライトは潮解、風化の虞れが無いから貯藏も容易である。

コンクリートを急結性ならしむる混合剤に鹽化カルシュームがある。之に付いては § 196 の (5) に述べる。

(4) セメントの風化 セメントを空中に放置すると、空中の水分と炭酸瓦斯を吸收して容積を増大する。この現象をセメントの風化 (Air salting) と稱する。風化は輕微なる加水分解 (セメントが結晶體となる作用) を受けるものであ

つて、セメントは風化するに従ひ凝結時間を短縮するものである。従つて以前セメント製造法が不完全なる時代には、風化せざるセメントは現在のセメントに比して緩結性であつたから、わざわざセメントを風化せしめて凝結時間の短縮を計つたものであるが、現在のセメントには全く不必要なことである。尙ほセメントを風化すると強度を低下する缺點がある。

セメントの粉末度が高い程風化の進みが甚だしい故に、粉末度高き現今の中等度のセメントは特に注意して貯藏しなければならぬ。

#### § 178. 骨材

コンクリートに使用する砂、砂利、碎石等を總稱して骨材 (Aggregate) と云ふ。骨材の内第 4 番篩を通過するもの（最大寸法約 5 mm 以下）を細骨材 (Fine aggregate) と云ひ、此の篩に残るものを粗骨材 (Coarse aggregate) と稱する。

本邦に於けるセメント工業の發達に伴ひセメントの品質優良となり、日本ボルトランド・セメント規格に合格せざるものは殆んどないのであつて、工事擔當者にセメント選擇の餘地は殆んど残されて居ない。從てコンクリート材料の内、骨材の選擇が最も重要となるのである。

(1) 細骨材 普通に使用する細骨材は川砂、山砂、海砂又は碎石の篩ひ滓等である。

選擇 細骨材は強硬、耐久的のものであればよいのであるが、石質としては石英質のものが最もよく、次に石灰質のものが良い。雲母、硫黃質のもの、又は粘土泥土其他の不純物を含有するものは良く無い。

細骨材の形狀は、角ばつたものより球形のものがコンクリートに流動性を與へる點に於て勝つて居る。

細骨材は最大約 5 mm 以下の粒から微粒まで適當に混合して居るものがよい。土木學會發表の鐵筋コンクリート標準示方書（以下土木學會示方書と略記す）では細骨材の粒度を次の如く定めてある。

細骨材は第 94 表の範囲内に於て細粗粒適度に混合せるものを標準とすべし

第 94 表

細骨材粒度表

|                               | 重量 100 分率   |
|-------------------------------|-------------|
| 第 4 番篩 (篩目 4.76 mm) を通過する量    | 100         |
| 第 50 番篩 (篩目 0.297 mm) を通過する量  | 30 以下 10 以上 |
| 第 100 番篩 (篩目 0.149 mm) を通過する量 | 6 以下        |
| 注瀉試験に依りて失はる量                  | 3 以下        |

大體に於て生鹽の如く細粗粒が混合した黃褐色の砂であればよい。多量のコンクリートを使用し而も強大なる強度を要する橋梁、堰堤等に於ては篩別試験を行い、其の粒度を測定して § 183 に述ぶる方法に依りてコンクリート配合の決定をなさねばならぬ。

**不純物** 細骨材中の不純物にはコンクリートの強度を減ずるものがある爲、細骨材は清淨でなければならぬ。不純物中に粘土、泥土等注瀉試験に依りて除去し得るもので前記の如く少量であれば、反つてコンクリートの強度を増大して有利であるが、多量に之を含有せるものは強度を減じてよく無い。砂を水中に投入し攪拌すれば水が甚しく濁る場合、又乾燥せる砂を白紙又は掌に擴げて指頭で摩擦したる後之を取り去れば、紙面又は掌に粘土、泥土等の微粒が残る場合は粘土、又は泥土等を多量に含有することが明かであるから、斯かる砂を使用することは出来ない。已むを得ず斯の如き砂を使用する場合は、之を水中に入れて攪拌し、濁水を静かに排出することを繰返して微粒を取り去り、洗砂として使用するのである。尙ほ斯の如き面倒な操作は實際に出來難いのであるから成可く粘土、泥土を多量に含む砂を使用しないがよい。又火山地方の砂中には之を水中に投入し攪拌すると水面に浮遊する乳白色の輕石の粉末を含有するものがあるが、斯の如き砂はよく無い。

不純物中コンクリートに最も有害なるは植物性、又は動物性の有機物であつて、之はコンクリートの強度を減ずる許りで無く、コンクリート崩壊の原因となるから絶對的に其の混入を防止しなければならない。草葉の腐蝕せるものゝ如く肉眼にて見別け得るものは、容易に之を排除し得るが、一般に有機物は肉眼で見別け得ない場合が多いから、疑はしいものは化學試験に依りて、其の有無を検査するが

よい。

大體に於て川砂、海砂は流水又は海波に依りて洗滌されて居るので不純物は少ないが、山砂は多くの場合粘土、泥土、其他の不純物を含有して居て使用出来ない。又海砂は鹽分を含有して居るため鐵筋コンクリートには使用しないが安全であるが、已むを得ない場合は充分雨曝にしたる後使用前洗滌して使用する。

**性質** 細骨材は大體次の如き比重と空隙を有する。

|             | 比 重       | 空 隙       |
|-------------|-----------|-----------|
| 天 然 砂       | 2.3 ~ 2.7 | 27 ~ 47 % |
| 碎 石 の 篩 ひ 淬 | 2.4 ~ 2.9 | 33 ~ 50 % |

砂に水を加へると砂粒の表面に水の薄層を作りて、砂粒の間隔を増大し、其の容積は加へたる水の容積以上に増大する。此の現象を砂の膨みと云ふ。從て砂の膨みは砂粒の表面積の總和大なる細砂程大である。最大の膨みは砂の重量の 5 ~ 6 % の水を含んだ時に起り、膨みの量は砂粒の大さに依て異なるが、大體乾燥せる時の容積の 10 ~ 30 % に達する。然し水量を増加するに従ひ、膨みは次第に減じ、砂が水に飽和するゝに至れば膨みは全く無くなり乾燥状態と等しい容積となる。現場に於て使用する砂は常に相當の水分を含有して居るものであるから、砂を計る場合には此の膨みの事實を考慮しなければならない(§ 186 の(2)参照)。

(2) 粗骨材 普通に使用せらるゝ粗骨材は川砂利、山砂利、海砂利、碎石、礫滓等である。

**選擇** 粗骨材は清淨、強硬、耐久性のものがよく、軟質、脆弱、扁平、細長なるものはよく無い。強硬の程度はコンクリート中のモルタルと同等以上であればよいのであつて、花崗岩、玄武岩、安山岩、石灰石、硬質砂岩等より成る砂利、又は碎石がよい。風化した石、又は凝灰岩の様な脆弱なるものは使用出来ない。礫滓を冷却破碎したものも粗骨材として使用される。此の特徴は重量の軽い事である。特に耐火構造用としてコンクリートを製作する場合には石英質、花崗岩質のものは耐火力に乏しく不適當であつて、石灰石、玄武岩より成る砂利、碎石を使用する。防波堤の捨方塊の如く比重の大なるを尊ぶ場合には粗骨材も亦特に比重の大なるものを選ぶべきである。

粗骨材の形状は往々實験の結果、碎石の方が砂利よりも強度を大ならしむるものとして推奨されたのであるが、實地上碎石は其の大きさが揃ひがちであるのと、砂利を使用せる場合よりコンクリートの流動性に乏しくなるために、コンクリートに多くの空隙が出来て强度を減退するものであるから、一般的に砂利と混用する方がよいのである。然し碎石を使用せるコンクリートは磨損に対する抵抗が大きいから、道路の舗装用コンクリートには碎石を使用しなければならない。手割の碎石は大きさが揃ひ易いこと、縫合のあるものが多いこと、岩石中の破碎し易い部分、即ち比較的軟弱なる部分を選定するため石質が低下する虞があること。概して單價が高い等の缺點がある。碎石機で碎いたものは兎角扁平になり易い缺點がある。

粗骨材も又細骨材同様 5 mm 以上の細粒より粗粒まで適當に混合して居るものが多い。この點に付いては土木學會示方書は次の如く規定して居る。

粗骨材は第 95 表の範囲内に於て、細粗粒適度に混合せるものを標準とすべし。

第 95 表 粗骨材の粒度表

| 重量 100 分率                     |             |
|-------------------------------|-------------|
| 最大目 (篩目 7.5 cm 以下) の篩を通過する量   | 95 以上       |
| 最大目の $\frac{1}{2}$ の目の篩を通過する量 | 75 以下 40 以上 |
| 第 4 番篩 (篩目 4.76 mm) を通過する量    | 10 以下       |

粗骨材の最大寸法は重量にて骨材の 95% が通過すべき篩目の空間隔を以て示すものとす。

粗骨材の最大寸法はコンクリートの混合填充に差支ない限り大なるもの程、コンクリートの强度は強いのである。土木學會示方書では此の最大寸法に付いて次の如く規定して居る。

粗骨材の最大寸法は 7.5 cm 以下にしてコンクリートを填充すべき部分の型枠の最小内幅の 1/5、又は鐵筋の最小空隙の 3/4 を超過すべからず。

最大寸法 7.5 cm はコンクリートの混合、填充に差支へなき最大限度である。従つてプレイン・コンクリートに於ても、之れ以上の粗骨材は使用出来ない。一般に 7.5 cm より大なる粒の石材は粗石として取扱つて居る。鐵筋コンクリートに於ては鐵筋間の最小空間隔より少しく小なる粗骨材でなければ、鐵筋の間を自

由に通過しないために、上記の如き制度を設けたものである。鐵筋コンクリートに使用する粗骨材の最大寸法は普通 4 cm 以下である。米國のコンクリート示方書に於ては粗骨材の粒度を具體的に第 96 表の如く定めて居る。

粗骨材粒度表 (米國)

第 96 表

| 粗骨材<br>最大寸法(cm) | 下記寸法を有する正方形篩目を通過する重量 100 分率 |       |     |       |       |     | 下記番号の篩を通過する最大重量 100 分率 |       |
|-----------------|-----------------------------|-------|-----|-------|-------|-----|------------------------|-------|
|                 | 7.5                         | 5.0   | 3.8 | 2.5   | 1.8   | 1.2 | 第 4 番                  | 第 8 番 |
| 7.5             | 95                          | 40~75 | —   | —     | —     | —   | 10                     | 5     |
| 5.0             |                             | 95    | —   | 40~75 | —     | —   | 10                     | 5     |
| 3.8             |                             |       | 95  | —     | 40~75 | —   | 10                     | 5     |
| 2.5             |                             |       |     | 95    | —     | —   | 10                     | 5     |
| 1.8             |                             |       |     |       | 95    | —   | 10                     | 5     |
| 1.2             |                             |       |     |       |       | 95  | 10                     | 5     |

備考 第 4 番篩目は 4.76 mm、第 8 番篩目は 2.38 mm である。

例へば 5 cm の砂利と云へば 5 cm の正方形目を有する篩を通過する量が重量にて全體の 95% 以上、2.5 cm の正方形目を有する篩を通過する量が重量にて全體の 75% 以下 40% 以上であつて、第 4 番及第 8 番篩を通過する量が夫々全體の重量の 10% 及 5% 以下であると云ふのである。故に之れに適合する様に篩別して精選するのが理想である。又必要ある場合には標準粒度に適合する様に數種の粗骨材を混合すべきである。

不純物 貝殻、又は有機質の不純物は有害である。又山砂利の如く泥土が附着して居るものもよく無い。従つて砂利は使用前充分に洗滌して使用しなければならぬ。細骨材の場合と異り洗滌のために微粒を失ふも差支へないのである。砂利は採取し、篩別け前に洗滌するが最も安全である。川砂利は一般に清潔で洗滌の手間を省き得るから粗骨材としては最もよい。海砂利は外觀は清潔であるが鹽分が附着して居るので、之を鐵筋コンクリートに使用する場合は充分に洗滌して鹽分を除去する必要がある。

### § 179. 水

コンクリートに使用する水は清潔なるものでなければならない。井水、又は水

道の水が使用出来れば之に越した事は無いが、必ずしも飲用水程に清淨である必要なく、河水にても充分である。外觀は清淨であつても酸、アルカリ、糖分等を含有した水はよく無い、従つて之を含有せる處ある場合は試験を必要とする。此の外有機物又は油等の混入せるものもよくない。清淨なる水が附近に得られないときは特に井戸を掘る必要がある。海水は鐵筋コンクリートには絶対に使用していけない、プレイン・コンクリートを製作する場合でも、已むを得ざる場合の外海水の使用は避けるがよい。

#### § 180. 材料の貯蔵

(1) セメント セメントは § 177 の (4) に述べた様に風化し易いものであるから、其の貯蔵に當つては風化を防止する事が主眼である。セメント倉庫は風雨は勿論、濕氣を豫防するものであるから、床高は地表上 30 cm 以上とし、床は成る可く板二枚敷とし、此の間に防水用の紙類を挿入する。又壁にも防水用の紙類を張り詰めるがよい。尙ほ倉庫の周囲には溝を設け周囲の排水を完全にしなければならない。

現場に完全なる倉庫を建設することは不經濟である場合が多い。斯る場合はセメント貯蔵量を少量として、工事進行に伴ひ、セメント製造會社より度々供給を受くる様にすることが肝要である。倉庫不完全なる場合又は貯蔵長期間に亘るときは樽詰を使用するがよい。セメントを多量に使用する工事に於ては、倉庫を完全にして袋詰セメントを使用するが經濟的である。

袋詰セメントは倉庫内に高く積み上げると、下部のセメントは塊状となりて取扱に不便であるから袋の積重は 10 袋以下とするがよい。尤も積重ねたる爲めに塊状となつたものは容易に粉状となり、セメントの性質を變化するが如き事は無い。

(2) 砂 小規模の工事では適當の位置に、砂を堆積して置く事もあるが、風雨のため飛散、流失する量も決して少くないのである。又野積では廣大なる面積を要する等の缺點があるから普通高 1m 内外の簡単なる板柵を設け其の内に貯蔵する。

地面上に直接砂を置く時は下敷の砂は泥土と混じて使用出来ない許りで無く、人夫の不注意のため之等の泥土と混じた砂を使用する處があるのであるから、柵内の地面には栗石、板等を敷き詰め、排水を良くすると同時に地面に砂が直接接觸しない様にするが得策である。

(3) 砂利 砂利も砂同様貯蔵面積を縮小するために、砂利置場の周圍に高 1m 内外の柵又は板柵を設ける。砂利は其の下敷のものが泥土と混じても洗滌すれば使用出来るし、又泥土の混じた砂利は容易に見分け得るから少し注意せば泥土の混じた砂利を使用することは無い。従つて砂の置場の如く地表に栗石等を敷き詰むるに及ばない。

尙ほ材料の貯蔵に付いては § 187 の (3) を参照されたい。

#### 第二節 混凝土の配合及使用水量

##### § 181. 概 説

コンクリートの配合とはコンクリートの材料、即ちセメント、細骨材、粗骨材混合の割合を容積比にて表したものである。例へば 1:2:4 のコンクリートと云ふのは、使用セメント容積の 2 倍の容積の砂と、4 倍の容積の砂利を混合したるコンクリートのことである。普通配合と云ふ場合には、使用水量を含まないものであるが、コンクリートの性質を論ずるに當り、配合と使用水量とは不可分のものであるから、本節に於ては配合と使用水量とを同時に説明する。

コンクリートは、之を使用する構造物に適合する性質を有し、且つ經濟的のものでなければならない。例へば耐久性に富み、構造物の應力に抵抗し得る強度を有し、施工に便宜なる軟さであつて、而も最も低廉なるコンクリートが望ましい。コンクリートが具備すべき性質である耐久性、強度、耐水性、磨損抵抗等はセメントの性質、骨材の性質、配合及使用水量、施工法（混合及搗き固め、養生等）材齡等に支配されるものであつて、材齡は人為的には如何とも無し難く、普通に使用するセメントは略ぼ定まって居り、骨材は現場附近産に制限されるものであるから、工事施工者の自由に選定し得るものは配合及使用水量と施工に過ぎない。

施工は之れを最上級に行ふものとすれば結局所要の性質のコンクリートを經濟的に作ることは、配合と使用水量に俟つ外ないのである。

### § 182 コンクリート耐力理論の概要

コンクリートはセメントに水を加へたるセメント糊状體 (Cement paste) に依つて骨材を固着して出來たものである。即ち骨材は活動性のない填充物に過ぎないものであつて、セメント糊状體が活動性を有する固着材であるから、コンクリートの各種の性質は概してセメント糊状體の良否に依るものである。

セメントと水との間に化學作用を起し、流動體のセメント糊状體が固形體となる現象を水化作用 (Hydration) と云ふ。

(1) セメント糊状體の耐力 流動狀の糊状體が水化作用を起して骨材を固着するのであるが、此の水化作用は次の二つの條件に支配される。

イ、糊状體の水化作用を完全ならしめ、強固なる固着材とするには、時間と適當の氣温と相當の水分を必要とする。

セメント糊状體が水化作用を起し、凝結硬化するには相當の時間を必要とし、注水後の時間(材齡)が長くなる程糊状體は強固なものとなる(第301圖参照)。又此の化學作用には相當の水分を必要とするから水化作用持続中(特にその初期)は相當の水分を與へなければならない。水分が不足するときは糊状體の活動不活潑となりてコンクリートの耐力を減ずる。氣温に付いても同様であつて氣温は普通の程度なれば高い程よい。

水化作用を完全ならしむるため水分を與へ、且つ氣温を相當に保つ事を養生 (Curing) といふのである。養生に付いては § 192 を参照されたい。

ロ、固まつたセメント糊状體の耐力は水—セメント比に依つて支配される。

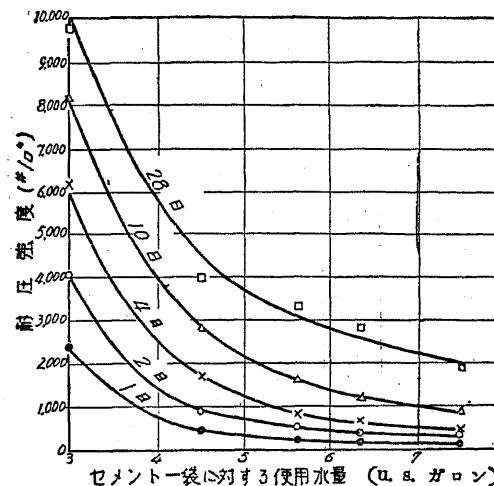
水—セメント比 (Water-cement ratio) とは使用セメント量に対する使用水量の比であつて、本邦では重量の比を用ひ、米國では容積の比を用ひて居る。第301圖に示す如く水—セメント比が小さくなる程、即ち使用水量が少くなる程セメント糊状體の強度は増大する。此の關係は耐壓强度ばかりでなく、抗張强度、磨損抵抗、耐水性又は耐久力に付いても同様である。

此の外セメント糊状體の耐力はセメントの種類に依つて異なるものである。

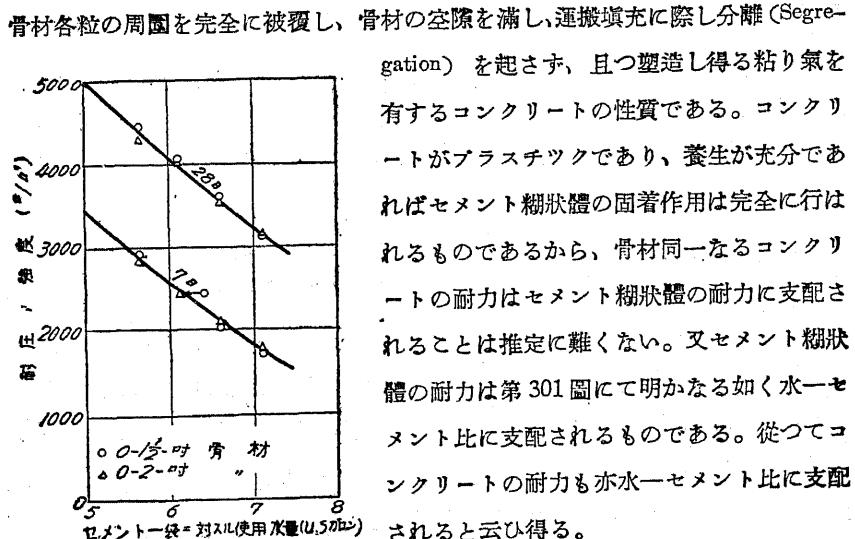
### (2) コンクリートの耐力

コンクリートはその骨材各粒がセメント糊状體に固着されたものであり、且つ型枠にて塑性するものであるからプラスチックであることは絶対に必要な條件である。

此處にプラスチック (Plastic) とはセメント糊状體が、



第 301 圖



第 302 圖

骨材の最大寸法が水—セメント比に依るコンクリートの耐壓强度に及ぼす影響

次に實驗の結果に依れば、水—セメント比に對するコンクリートの耐力は骨材の大さ、粒度、形狀等に大なる影響を受けないのであ

る。例へば第302図は最大寸法 $38\text{ mm}$  ( $1\frac{1}{2}$ 吋)と $51\text{ mm}$  (2吋)の骨材を有する配合 $1:2.45:4$  (重量)の二種のコンクリートの耐圧強度と水—セメント比の関係を示したものであつて、水—セメント比が同一であれば骨材の大さはコンクリートの强度に無関係である事が明かとなる。即ち普通に使用する範囲内の大きさの骨材なれば、コンクリートの耐圧強度は水—セメント比に依りて定まり骨材の大きさに無関係である。

第303図は夫々 $0 \sim No.4$ ,  $0 \sim No.14$  及 $No.4 \sim 38\text{ mm}$

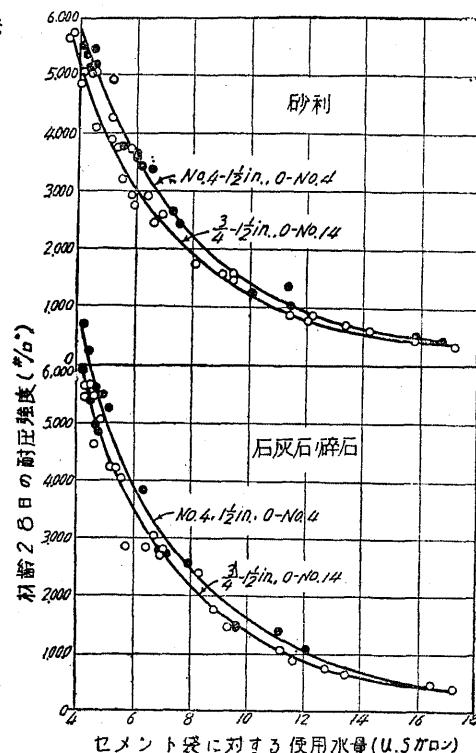
( $1\frac{1}{2}$ 吋),  $19 \sim 38\text{ mm}$  ( $\frac{3}{4}$ 吋)

$\sim 1\frac{1}{2}$ 吋) の粒度を有する細

骨材と粗骨材より成る配合 $1:3$ ,  $1:5$ ,  $1:7$  (セメント1に對する細粗骨材の容積比) のコンクリートの耐圧強度と水—セメント比の関係であつて、同一水—セメント比であれば、コンクリートの强度は骨材の粒度に影響されることは極めて僅かである。即ちコンクリートの耐圧強度は主として水—セメント比に依りて定まり、骨材の粒度に影響される事は極めて小である。

又第303図の上下の二曲線を比較せば次の事實も明かである。

コンクリートの耐圧強度は主として水—セメント比に依りて定まり、骨材の形状に影響される事は極めて小である。



第 303 図

骨材の粒度が水—セメント比に依るコンクリートの耐圧強度に及ぼす影響

以上は耐圧強度のみに對する實驗であるが抗張强度、磨損抵抗、耐水性、耐久性も亦セメント糊状體の强度が大なる程 (水—セメント比が小なる程) 増大することが實驗上證明出来る。

上記の事實に依り、骨材が軟弱であるとか、吸水性が大であるとか、表面に泥土が附着して居る等の缺點無く、同一セメントを使用せる同一材齡のコンクリートの耐力は次の如く要約し得る。

『養生充分なるプラチツクなコンクリートの耐力は水—セメント比に依つて支配されるゝものである。』

即ちコンクリートがプラスチツクであれば配合はコンクリートの耐力に關係なく單にコンクリートをプラスチツクならむるために必要な二次的のものにすぎない。然し第303図に依りて明かなる如く、細粗骨材の粒度及骨材の形狀に依りて多少コンクリートの耐力は異なるものであるから、嚴密なる意味に於ては同一粒度の細粗骨材を使用せるコンクリート、即ち平たく云へば同一現場にて使用する骨材に對してのみ上記法則は適合するものである。

### (3) 水—セメント比とコンクリートの耐圧強度

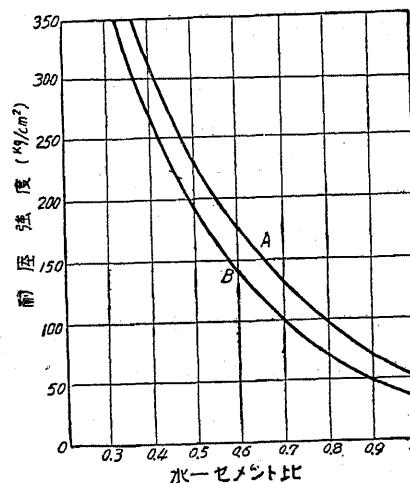
水—セメント比に對する

コンクリート耐圧強度の關係は、大體第304図に示す如き曲線にて示し得る。水—セメント比に依る耐圧強度は前述の如く養生、及施工の良否に依るものであるから、エブラム (Abrams) 氏は第304図に示す如く、A, B 2本の曲線を發表した。此の曲線の關係を次の式にて表はして居る。

A曲線…上等の材料を使用し入念に施工したる場合。

$$\sigma_{28} = \frac{984}{71.5x} \dots \dots \dots 1. \alpha$$

B曲線…材料及施工共に普通の場合。



第 304 図

エブラム氏の水—セメント比曲線



(5) ウオーカビリティ コンクリートがプラスチック(今一度繰返せば、セメント糊状體が骨材各粒の周囲を完全に被覆し、其の空隙を満し分離せざるコンクリート)であることは前に述べた様に絶対必要であるが、プラスチックなコンクリートには種々の調度(Consistency)——調度とはコンクリートの軟さの度合を云ひ、液體の様に軟かいものから非常に硬いものまでの、あらゆる軟さの度合を云ひ表すものである——のものがある。例へば同一の水—セメント比であり、且つプラスチックであつても、同一骨材に對してセメント糊状體が多量であれば軟かいコンクリートとなる。又同一骨材に對し同一セメント量を使用するときは水—セメント比の大なるものが軟かいコンクリートとなる。

構造物に填充せるコンクリートが、型枠の隅々及鐵筋の周囲に完全に行き渡らなければ、構造物は其の強度を充分發揮出来ない。プラスチックなコンクリートは硬軟種々ありて、必ずしも施工に都合よき調度を有するものとは云ひ得ないのである。従つて現場に於て施工するコンクリートは型枠の廣狭、鐵筋の有無、施工の方法等に依り異つた調度を必要とする。

斯く施工の難易を基礎として定めたるプラスチックなコンクリートの調度をウオーカビリティ(Workability)と云ふ。

ウオーカビリティはセメント糊状體の性質(水—セメント比)骨材の性質(粒度、粒の形狀、最大寸法)、混合の程度、等に依りて異なるものである。例へば同一配合のコンクリートであれば水量を増す程、即ち水—セメント比を大にする程軟くなるがコンクリートの耐力は減ずる。同一の水—セメント比のコンクリートを軟くするにはセメント糊状體、即ちセメント使用量を増加しなければならぬ。何れもウオーカビリティを適當にするため、コンクリートを軟くすることは不經濟であるが、工事の性質上已むを得ない。ウオーカビリティを増すために水量を増加し、水—セメント比が規定より増大するときは、同時にセメントを増加し、水—セメント比を規定以上としない様注意しなければならない。

ウオーカビリティはスランプ・テストに依りて測定する。スランプ・テスト、及適當のウオーカビリティに付いては § 185 の(1)に述べる。

### § 183. 合理的配合の決定

コンクリートの合理的配合を定むることは、コンクリートが所要の耐久力と強度を有する如く、水—セメント比を定め、且つ此の定まつた水—セメント比にて施工に適合するウオーカビリティが得らるゝ様に、セメント及骨材を適當に接配する事である。規定の水—セメント比を有する一定量のセメント糊状體を使用せるコンクリートのウオーカビリティは、骨材の粒度、大きさ、形狀に支配されるものであるから簡単には定め難い。然し相當の設備と経験を有すれば試験に依て之を定むることは極めて容易であるが、普通の現場に於ては試験に依て配合を定むることは困難の場合が多いから、此處には既往の試験の結果を用ひて配合を定める方法を記述する。

(1) 配合 第99表乃至第102表は米國の鐵筋コンクリートの示方書に配合決定の標準として示されたものであつて、之等の表はボルトランド・セメント $1 m^3$ の重量を $1,506 kg$ (90% /呎 $^3$ )とし、表記の耐壓強度を得るに必要な配合を示したものである。水—セメント比は記載していないが、之は第97表に依りて表記載の強度に適合する水—セメント比を求むればよい。

元來之等の表は骨材の篩別試験を行ふ場合に使用するものであるが、試験をせずに之等の表を應用するには、使用骨材に適當と思はる配合を表中より選定し、此の配合にて練合せ試験を現場にて數回行ひて、所定のスランプを得る様に實用配合を定める。此の場合水—セメント比は規定通りとして變更してはならない。

(2) セメントの最小使用量 鐵筋コンクリート構造物に於ては鐵筋とコンクリートとの附着應力強度を増大するため、又はコンクリートを相當耐水性とするため、鐵筋防鏽上鐵筋が充分セメント糊状體に被覆されるために、コンクリートの耐壓強度には不必要であつても、相當量のセメントを使用しなければ構造物の安全は期し難いので、土木學會示方書に於てはセメントの最小を次の如く規定して居る。

鐵筋コンクリートに於ては出來上りコンクリート $1 m^3$ に就き、少くとも $300 kg$ のセメントを使用すべし。但し橋梁、其他の構造物にして煤煙、乾燥、鹽分、其の他に對し特に鐵









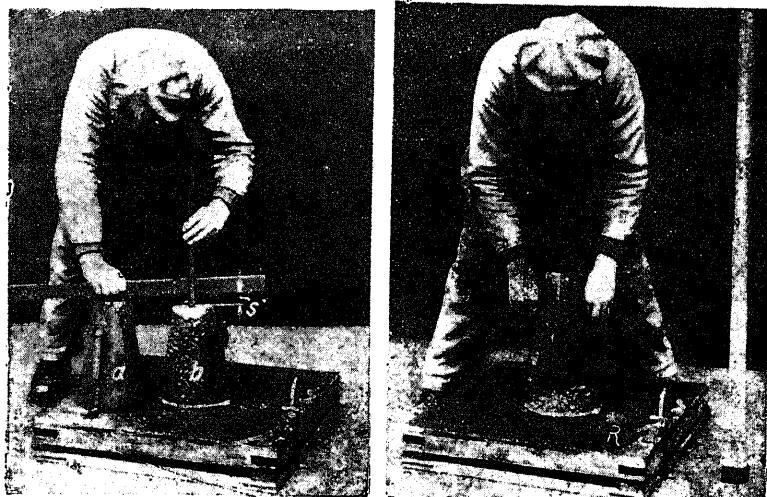


|         |       |      |      |     |     |      |     |      |
|---------|-------|------|------|-----|-----|------|-----|------|
| 1:2:5   | 294.0 | 0.39 | 0.98 | 1:3 | 533 | 1.06 | 509 | 1.01 |
| 1:2.5:5 | 276.0 | 0.46 | 0.92 | 1:4 | 424 | 1.13 | 408 | 1.08 |
| 1:3:6   | 235.0 | 0.47 | 0.94 |     |     |      |     |      |
| 1:4:8   | 180.0 | 0.48 | 0.96 |     |     |      |     |      |

### § 185. スランプ・テスト及所要スランプ

現今行はれてゐる ウオーカビリティの測定法にはスランプ・テスト (Slump test) フロー・テスト (Flow test) 落下試験等あるが、最も廣く行はれて居るものはスランプ・テストであるから此處にはスランプ・テストの方法のみを述べる。

(1) スランプ 水平の木造臺 (第306圖 R) 上に上端の内径 10 cm, 下端の内径 20 cm, 高さ 30 cm の截頭圓錐形の鐵鉢又は鑄鐵製 (厚 3 mm ~ 6 mm) 容器 (第306圖 a) を載せ此の中に練立コンクリートを填充したる後、此の容器を第306圖 B に示す如くして上方に取り去れば 填充せるコンクリートは第306圖 A の如く崩落する。此のコンクリート上端の「下り」S をスランプ (Slump) と稱し、之を以てウオーカビリティの適否を定めるのである。



(A) 第 306 圖 (B)

各種構造物に適當なるスランプは大體第112表の範囲である。

### 適當なるスランプ 第112表

| 構造物の種類        | 適當なるスランプの範囲 |
|---------------|-------------|
| 薄き壁及柱、普通の版又は桁 | 10 ~ 20 cm  |
| 厚き版、大なる桁及壁    | 7.5 ~ 15 cm |
| 大なる断面、鋪装      | 2.5 ~ 10 cm |

### (2) スランプ・テストの方法

スランプを測定するには次の方法に依る。

コンクリートを四層に分ちて前記容器に入れ、毎層鐵棒を以て約30回撓き固める。鐵棒を撓き入れる深さは、其の前層に漸く達する程度とし、最上層の撓き固めを終れば、上面を鎌にて水平となし、直ちに容器を静かに直上方に引き上げコンクリート頂の「下り」を cm にて計り之をスランプとするのである、撓き固め用の鐵棒は直徑 15 mm 長さ約 400 mm のもので、其の先端を長さ約 30 mm の間だけ鈍く尖らしたものである。

スランプ・テストに當つては次の事項を注意しなければならない。

- (イ) コンクリートの練方を終れば直ちにテストを行ふこと。
- (ロ) 木造臺は耐水性とし厚き板にて作製し、撓き固めに當り振動せざる構造とすること。

(ハ) 試験前木造臺の面を一旦濕潤ならしめたる後、此の水分を充分に拭ひ取りて容器を据付くること。

(ニ) 容器を取り去りたるとき、試験體が第307圖 (a) (c) (d) の如くなるものは良く無い。(b) 圖の如く容器の元の位置に對して四方に平等に擴がつたものがよい。容器の引き上げ方が直上でなかつたり。(c) 圖の如く一方に粗骨材が多くあつたりすると (a) 又は (c) 圖の如くなる。又骨材の多い部分を供試材に取れば (d) 圖の如くなつて事實は非常に軟かいものでもスランプが小になる。之等は少し経験を積めば直ちに判断し得るものである。

(ホ) ミキサーより排出せるコンクリートは往々等性を缺く事があるから、斯かる場合には中庸を得た配合の箇所より試験體を採取しないと第307圖 (d) の如き結果を生ずる。

(ヘ) 試験體のコンクリート頂に凹凸ある場合はコンクリート頂の平均高と看

倣さる位置にてスランプを計ること。  
(ト) スランプ・テストは數回之を行ひ其の平均を採用すること。

(チ) スランプ・テストは毎朝之を行うこと。

骨材、セメント、配合、混合法が全く等しいものであればスランプも亦等しくなるものであるから時々スランプを計り之

を當初定めたるスランプと比較することは、コンクリートのウォーカビリティを計ると同時に、水—セメント比が所要の通りであるか否かを検定する一助となる。

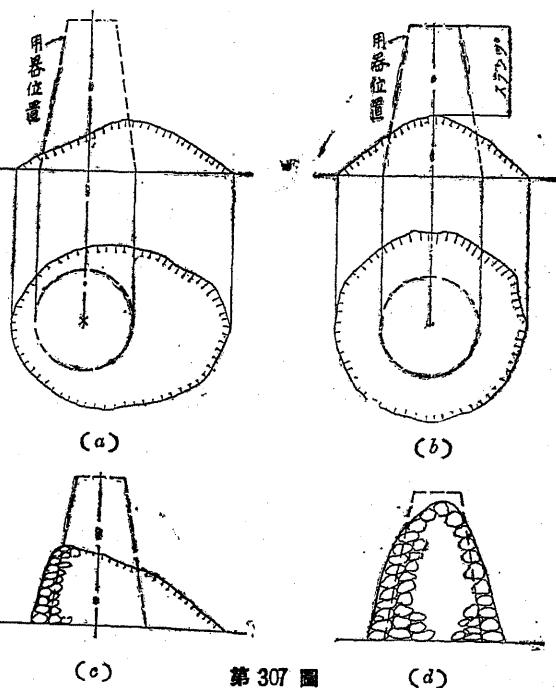
### 第三節 混凝土の施工

#### § 186. 材料の計量

現場に於ては短時間に大量の材料を取扱ふのであるから材料の計量は簡単で、誤差の少ない方法を選ぶ必要がある。

(1) セメントの計量 セメントの如き微粉體を一定容積の枠で計るときは其の盛り方に依りて、セメント量に甚だしき相違を生ずる。

例へば  $30\text{ cm}^3$  立方の枠にセメントを軽く盛つて  $1\text{ m}^3$  のセメントを計ると、其の重量は  $1,250\text{ kg}$  内外となり、セメント  $1\text{ m}^3$  を  $1,500\text{ kg}$  として算出せる配合に、斯の如き少量のセメントを使用せば所要強度のコンクリートを得ることは出



第307図

來ない。

斯くセメント量を容積にて正確に計ることは困難である故に是非とも重量で計らなければならない。従つて各國共に、セメント単位容積の重量を規定し、セメントは重量にて計つて居る。土木學會示方書に於いてはセメントの容積は重量  $1,500\text{ kg}$  を以て  $1\text{ m}^3$  とする」と定めてある。

最も簡単にセメントを重量で計るには、セメントの袋を単位として、一回に混合するコンクリートの量を定めれば良い。斯くすれば正確にセメントを計り得て而も容積で計る以上に手数を省き得るのである。例へば手練であれば一回にセメント一袋 ( $50\text{ kg}$ ) 即ち  $0.03\text{ m}^3$  に対する砂、砂利の量を定めて混合すれば、配合  $1:2:4$  のコンクリートなれば普通の手練一回のコンクリート量と殆んど等量である。配合  $1:3:6$  のコンクリートに於ては量が多くなるから練臺を少しく大にすればよい。ミキサーを使用する時は其の能力に應じて一回に混合するコンクリートを袋単位で定める様にすれば良い。

樽詰セメントを使用する時、又は袋単位にてはミキサーの能力を完全に發揮し得ない場合には重量で計る可きであるが、手数を省くため容積でセメントを計る場合には、先づ軽く盛つたセメント  $1\text{ m}^3$  の重量を定める。例へば其の重量が  $1,250\text{ kg}$  であれば求むるセメント  $1\text{ m}^3$  は軽く盛つた枠にて計りたる  $\frac{1,500}{1,250} = 1.2\text{ m}^3$  に當るのである。従つてセメントを計る枠を所定の容積より大きくすれば良い。前例に依れば枠の大きさを所定の大きさより 2割だけ増して置けばよいのである。

セメントの盛り方には毎日同一人夫を使役しなければ好結果を得られない。出來得れば女人夫を使役するがよい。又毎日 1, 2回枠中のセメント重量を検定するが良い。

(2) 砂の計量 砂はセメント同様に盛り方に依つて、同一容積の枠で計つても相當の相違を生ずる許りで無く、砂は § 178 の(1)に述べた様に其の含水量の程度に依り容積を増減する。而も現場の砂は常に濕氣を有し、其の程度が定まらないので其の容積も一定で無い故に、砂の正確なる計量は甚だ困難である。普通には砂の膨み等、全然考慮せずに容積で計るのであるが、最大膨みの状態



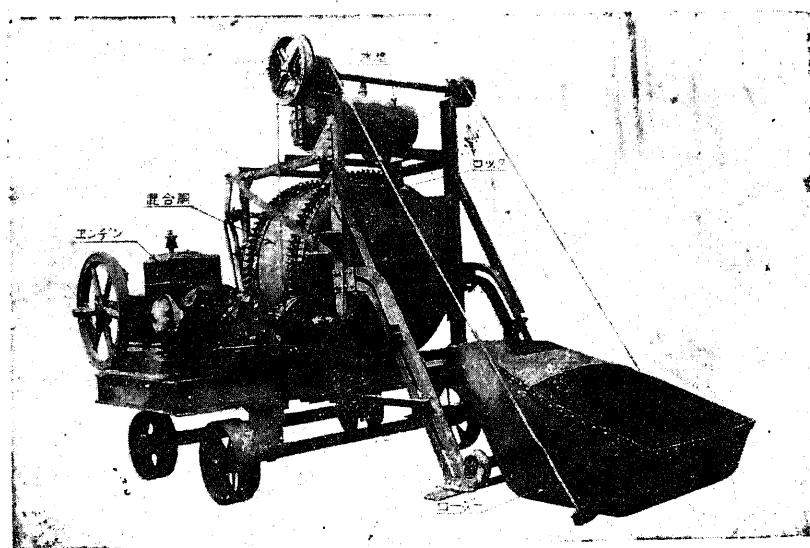
合は「切り返し」は4人掛りとする。断續的の場合は2人掛けにても差支ない。熟練せる人夫であれば空練「切り返し」の時ショベルの先端に砂とセメントの混合物が薄層をなして擴がるものである。「切り返し」の回数は人夫の熟練の程度に依り、或は出来上りの色合に依り、適宜變更しなければならない。

完全に混合するには1回1臺の混合量を $0.08 \sim 0.12 m^3$  (3.0 ~ 4.5立方尺)、1日1臺の混合量は $6.0 \sim 9.0 m^3$  と見るべきであつて、之れに對する歩掛は普通練方2~4人、調合方1人、材料運搬2人、合計5~7人である。

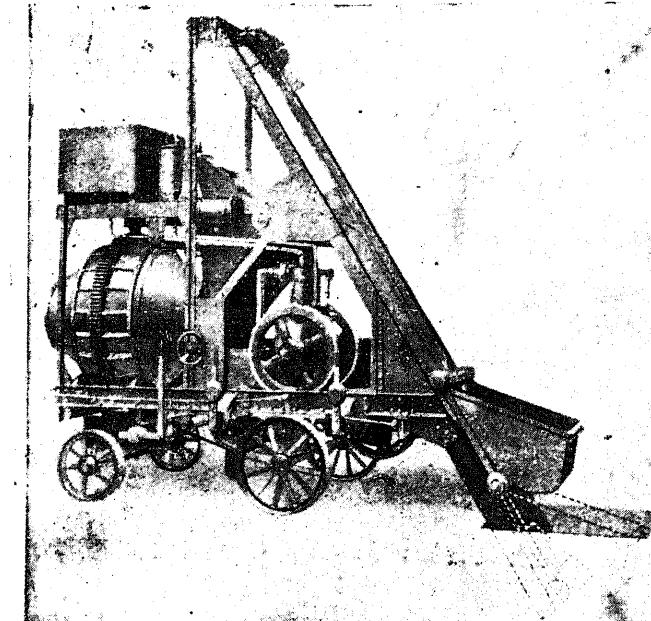
#### (2) 機械練り

イ、コンクリート・ミキサー。コンクリート混合用の機械をコンクリート・ミキサー (Concrete mixer) と稱し其の種類は頗る多いが、一般に使用さるゝものはバツチ・ミキサー (Batch mixer) である。

バツチ・ミキサーとは一回の混合量丈けの材料を投入して混合するミキサーである。バツチ・ミキサー以外のミキサーは現今殆んど使用されない故に、此處にはバツチ・ミキサーについてのみ説明する。



第 308 圖 (a)



第 308 圖 (b)

バツチ・ミキサーの混合洞には第308圖(a)の如く、圓筒型(Drum type)のもの、又は第308圖(b)の如く圓錐形を二つ合せた様な形狀の圓錐型(Conical type)のもの、或は、立方體型(Cube type)のもの等がある。

#### 混合洞の内壁

には混合羽根が多數固定してあつて混合洞の廻轉に伴ひ、此の混合羽根に依りて材料は鋤き返へされて、混合されるのである。コンクリートを吐出す際に、混合洞を傾斜せしめない不傾式(Non-tilting type)のミキサーに於ては、吐出口に掬揚羽根があつて混合中には之れが内方に傾斜して混合羽根の作用をなし、コンクリートを吐出す場合には此の掬揚羽根を外方に傾け、他の混合羽根にて掬ひ揚げられたコンクリートを之れにて受けで吐出す。

コンクリートを吐出す際に混合洞を傾ける可傾式(Tilting type)のミキサーには掬揚羽根は無い。

又立方體型のミキサーの混合洞には全然混合羽根が無く、立方體の對角線を軸として、混合洞を廻轉せしむる事に依つて、材料の混合をなす。立方體型は混合洞の隅にコンクリートが附着するのと、コンクリートを吐出す場合最後に骨材の多き部分を生ずる缺點があるので現今は餘り使用されない。

材料を混合胴に投入するには先ブローダー(Loader)に1回分の材料を全部入れそれを巻き上げて、投入口より混合胴に投入する。又投入口に漏斗形の受口を取附けてローダーを使用せずに投入する場合もある。

□、ミキサーの能力。ミキサーの能力は1回に混合し得るコンクリート量にて表す。例へば7切練のミキサーとは1回に7立方尺を混合し得るものである。市販のミキサーは最小能力4切、最大50切位である。

1回に混合する量は混合胴の内容積の $\frac{1}{4}$ 内外であつて、製作所の如何にも依るが大體公称容量の7~8割位と見れば安全である。

混合時間は後述する様に1分乃至2分であるが材料の投入、コンクリートの排出等を考へに入れるならば前回の混合の終りから、次回の混合の終りまでの時間の平均は約5分位に見込みねばならない。材料の配置運搬、投入の設備等、特に完備せる大規模の工事では3分位まで短縮し得る。

ミキサーの動力は普通電動機、又はガソリン・エンジンであつて、所要馬力は大體次の通りである。

第113表

ミキサー容量、能力及所要馬力表

| 公称容量(切)                    | 4   | 5~6   | 7   | 10    | 14  | 21  | 1回の混合量を<br>公称の7割とし<br>1時間20回練と<br>す。 |
|----------------------------|-----|-------|-----|-------|-----|-----|--------------------------------------|
| 実際の混合能力(毎時m <sup>3</sup> ) | 1.6 | 2~2.3 | 2.7 | 3.4   | 5.5 | 8.2 |                                      |
| 所要馬力                       | 3   | 4~5   | 5~6 | 7.5~9 | 10  | 15  |                                      |

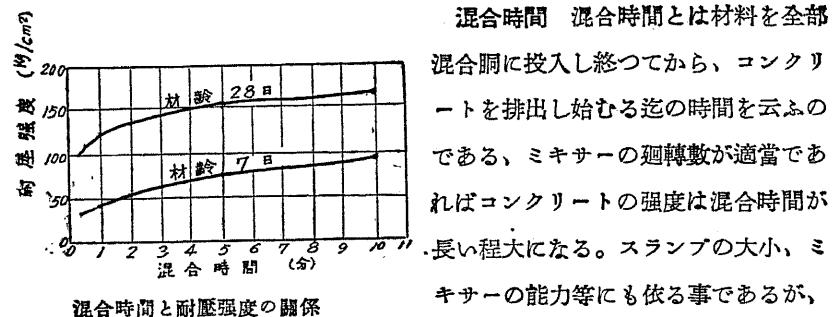
但し電力の場合は本表の2割増位の電動機を採用すべし。

ハ、混合。混合胴の廻轉數 コンクリート混合の度合は1分間に於ける混合胴の廻轉數に相當支配されるものである。ミキサーの種類にも依るが大體1分間に於ける適當なる廻轉數は20回以下であつて、普通に使用されて居るミキサーに於ては17、18回位が適當である。土木學會の示方書では混合胴の外周速度にて之を次の如く規定して居る。

混合はミキサー内に全部材料を入れたる後毎秒1mの廻轉外周速度に於て1分間以上廻轉すべし。

然し之は大體の標準を示したものに過ぎないのであつて、混合胴直徑の大小を

考慮に入れて前記の如く廻轉數で調節するがよい。



混合時間と耐圧強度の関係

第309圖

混合時間とは材料を全部混合胴に投入し終つてから、コンクリートを排出し始むる迄の時間を云ふのである、ミキサーの廻轉數が適當であればコンクリートの強度は混合時間が長い程大になる。スランプの大小、ミキサーの能力等にも依る事であるが、

大體として混合時間と強度の関係は

第309圖の如く2分までの間に急激に増加す。従つて混合時間は前記土木學會示方書にも在る様1分間以上は是非必要である。スランプ5cm以下の硬練コンクリートの場合、又は混合能力が特に大なる場合は混合時間を2分間以上としなければならぬ。

材料の投入 混合胴を空轉せしめ、之の廻轉が常速に達したる後材料を投入する。1分間乃至2分間で充分なる混合をなすには材料の投入法をも考慮しなければならぬ。材料投入の順序は粒の大なるものを先に入れて、セメントの様な微粒が混合胴内壁に密接することを避けることが肝要である。例へば砂、セメント、水、砂利の順序、又は砂利の $\frac{1}{2}$ 砂の $\frac{1}{2}$ 、セメント全部、砂の $\frac{1}{2}$ 、砂利の $\frac{1}{2}$ 、水は最初の砂の投入と同時に注入し始め、其の $\frac{1}{2}$ に達したるとき一旦注入を休止し最後の砂利を投入し終つてより残の $\frac{1}{2}$ を注入する。

ローダーを使用して投入するときは大體前記順序に、材料がミキサー内に這入る様にローダー内に材料を堆積しなければならぬ。

材料、配合、使用水量が同一であれば混合の程度は大體スランプにて知る事が出来るから、成る可く短時間でスランプが大きくなる様材料を投入することが肝要である。

ニ、ミキサーの手入れ。ミキサーの使用を終れば、混合胴に水を入れて廻轉し内部を充分に洗滌することを忘れてはならない。使用開始前にも一度水を入れて

洗滌する必要がある。ミキサーは成る可く風雨に曝さない様保護するがよい。特に機関部には嚴重なる保護を要する。

ホ、給水装置。使用水量の調節は特に自由であり、且つ正確を要する。ミキサーに設けてある水槽のゲージ不完全の場合には、水槽に硝子管のゲージを取り付け使用水量を正確にしなければならぬ。

ヘ、ミキサーの選擇。ミキサーの能力は1日の必要總混合量よりも幾分の餘裕を保つて置かないと僅かの故障で所定の處迄コンクリート填充が出來ないことにあり、構造物の強度にも影響し且つ工程も次第に遅延する。頻繁に移動の必要ある工事には比較的軽い小型のものを數多く採用するが便利で、1箇所に定置して使用する場合は重くても大型のものを選ぶのが普通である。

非常に硬練のコンクリート混合には、混合胴内に羽根を有しないミキサーがよく、普通のコンクリートには羽根を有して居るミキサーがよい。

動力は電動機が最も簡便であり、且つ電動機に故障を生ずるが如きは稀であるが、定期又は突發の停電に際しては全部のミキサーが同時に停止することを豫想して置かねばならぬ。廻轉數の調節にはベルト又は歯車の減速ギヤーを使用する。

ガソリン・エンジンは電動機より取扱い不便であり、故障も電動機より起り易く運轉費も遙かに高い。然しひキサー全部が同時に運轉を停止する心配は無い。又多少機械の取扱に馴れた者なれば廻轉數の調節も容易に出来るし、動力線を走る處にも應用出来る等の特徴があるから停電の場合の心配がある大工事には内燃機のものを1臺位備へるを得策とする。

ト、機械練コンクリート混合に於ては大體次の如き歩掛り及材料費を見込めば充分である。

歩掛り ミキサー1臺に付き運轉手1人、材料運搬投入2乃至3人(遠距離の場合は歩増を要す)。

材料費 ガソリン・エンジンを使用するときは、ガソリン、機械油等一切の運轉材料費として純運轉1馬力1時間に付 0.03~0.05圓を要し、電力を使用する

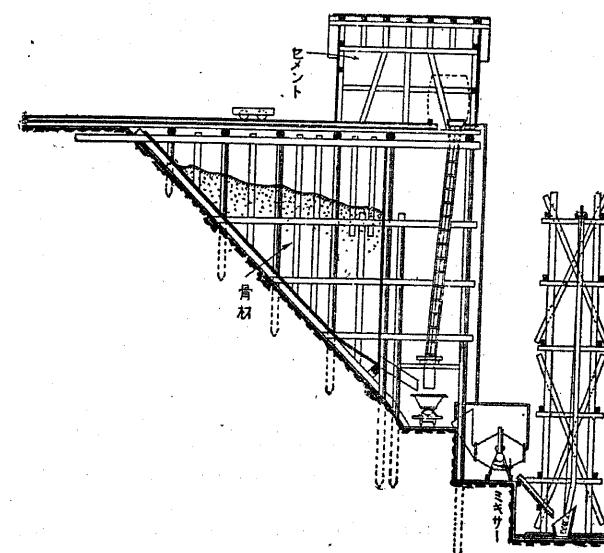
ときときは、電力料金、機械油等一切の運轉材料費として使用モーターの馬力數に應じて1馬力1日 1.0~2.0圓(但し動力引込費を除く)とす。

(3) 混合場の設備 小規模の工事に於てはミキサーの附近に砂利、砂、セメントを貯藏し之を適當な容器に入れ人夫に擔がせるか、又は手押車にてミキサーまで運搬するのであるが、大規模の工事に於ては多量の材料を取扱ふため成る可く材料取扱の回数を減じ、且つ混合作業を迅速にするために、材料の貯藏位置を適當に工夫しなければならない。

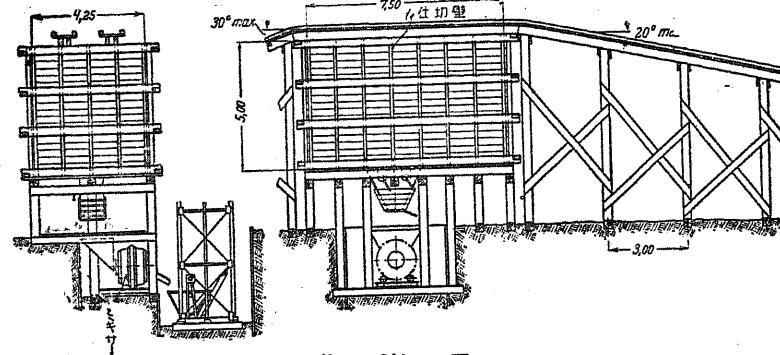
混合場の設備は工事の種類、地形、材料運搬の方法等に依りて異り、一律に之を決定し得るものでないから此處に二三の例を擧げて参考としたい。

第310圖は地盤の傾斜面に沿ふて骨材貯藏庫を設け、其の上に骨材運搬軌道を敷設し、セメントは骨材貯藏庫上に設けたるもので、骨材は下端の吐出口より、セメントはシユートに依り之を一旦トロに移して、此のトロより材料を直接ミキサーに投入する。

第311圖はミキサー上に骨材貯藏庫を設け材料は貯藏庫上に達する。斜面上の



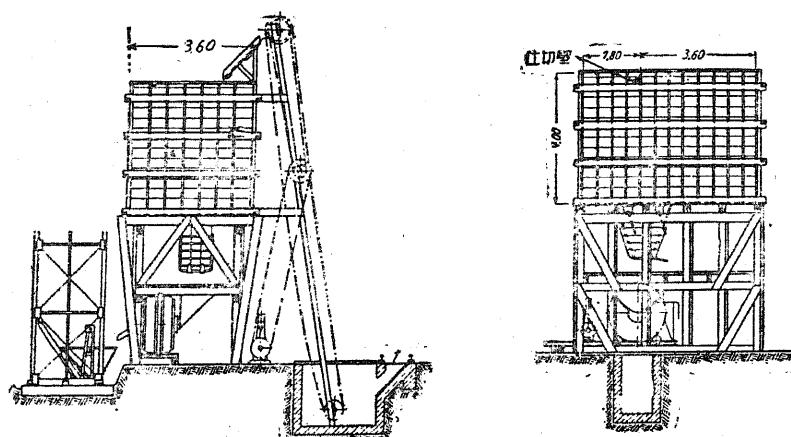
軌道にて運搬する。貯藏庫は中に仕切壁を設けて砂、砂利を別々に貯藏し、仕切壁の兩側に吐出口を設け、吐出口の下に設けたる漏斗状の容器に一旦材料を入れて之よりミキ



第 311 圖

ターに材料を投入する。第 311 圖は骨材  $150 m^3$  を貯蔵し得るものである。

第 312 圖は骨材  $75 m^3$  を貯蔵し得る骨材貯蔵庫にして、骨材は軌道に依りて運搬し之をエレベーターにて貯蔵庫に移すものである。



第 312 圖

### § 188. 運搬

コンクリートを混合位置より填充位置まで運搬する際、之に激しい振動等を與へると、折角混合したものが分離を起したり、運搬に長い時間を要すると、填充前にコンクリートが凝結を始めて、コンクリートの耐力を減ずる。従つてコンクリートは其の成分に分離を起さない方法で速かに運搬しなければならぬ。次に練

り立てコンクリートは重く而も流動體であるから、運搬に多額の費用を要する故に、經濟的に運搬する方法を講じなければならぬ。従てコンクリートの量、ウオーカビリティ、運搬距離等に依つて運搬の方法は自然異つて来る。

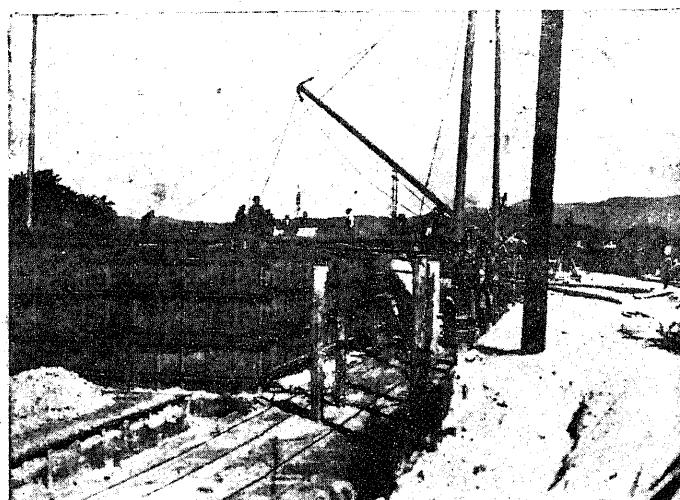
少量のコンクリートを短距離に運搬するには水密性の容器に入れて、之を擔はせるのであるが、工事が大規模になれば手押車、コンクリート運搬車、シート(Chute)、自動車、架空線等を用ひる。

手押車には一輪車と二輪車とあり、其の容積は夫々  $0.05 \sim 0.06 m^3$  及  $0.15 \sim 0.2 m^3$  であつて、1日の使用コンクリートが比較的少なく、運搬路が大體平坦であり、且つ距離があまり長くない場合に用ひる。

コンクリート運搬車は鍋トロと稱し四輪車であつて  $50 \sim 60 cm$  幅の軌道上を走るものである。軟練の場合の1回の運搬量は鍋一杯の容量の8割以下とする。

鍋トロの軌道は普通型枠より高く敷設するのであるが、井筒等の如く型枠の高

さが一定しない時は、第 313 圖の如く之を地上に敷設し鍋をデリック起重機にて吊り上げ、一旦型枠上の練臺に受けて練返しつゝ填充する。架空線は運搬路架設



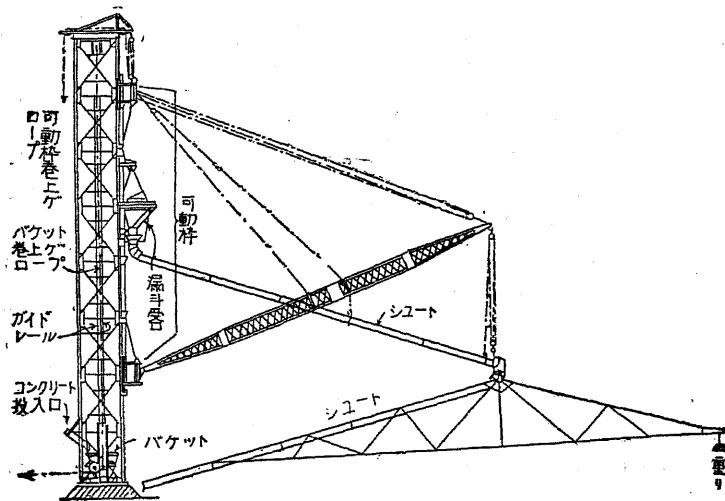
第 313 圖

コンクリート井筒 ( $3m \times 10m \times 12m$ ) 製作現場  
デリック・ブーム長  $10m$ 、末口  $18cm$ 、兩側 1 基充  
ウキンチ 16 滾 1 台  
鍋トロ  $0.36 m^3$  積 4 台  
ミキサー 12 切練 1 台

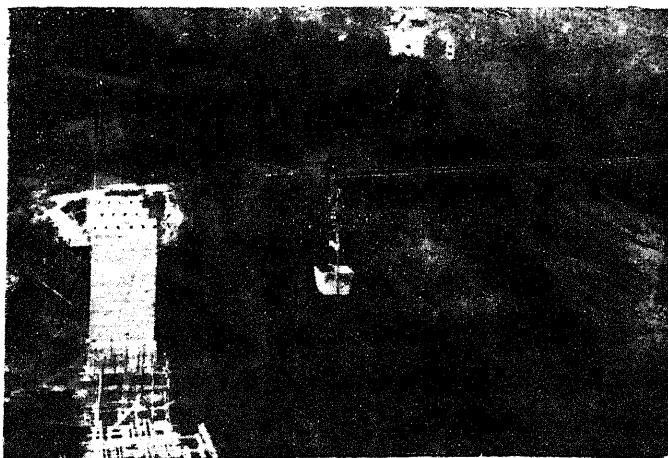
困難なる橋脚、堰堤工事等に用ひる。第314圖は架空線にて橋脚コンクリート運搬の状況である。

道路鋪装工事の如く多方面に極

めて硬練のコンクリート工事ある場合には、中央に大規模の混合工場を設けて自動車で工事箇所にコンクリートを運搬することも出来る。運搬路の状態にも依るが、最大距離4km位までは應用し得る。



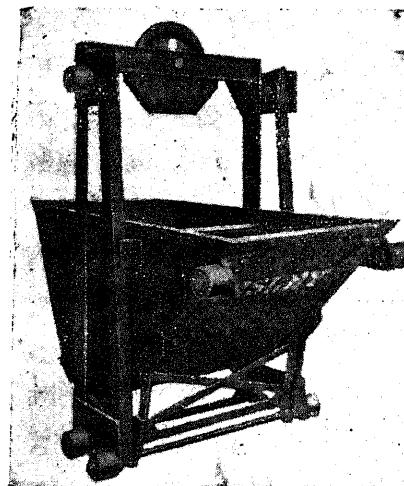
第 315 圖



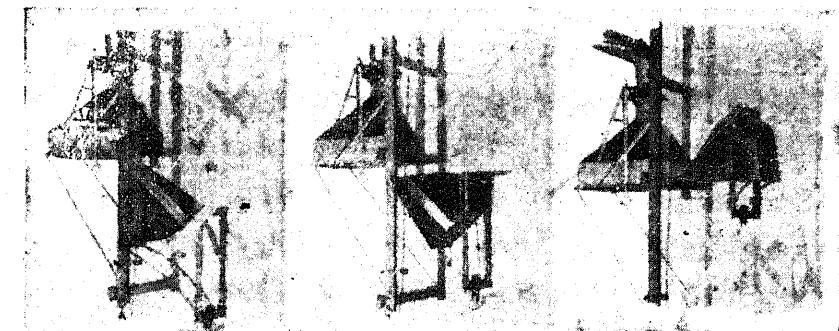
第 314 圖

シートは第315圖に示す如く捲上げ塔にシート(桶)を附したるコンクリート運搬装置である。捲上塔内には第316圖の如きバケツを設け此のバケツをガイドレールに沿ひて捲上げ、塔側に設けたる漏斗状受口にバケツが達すれば、其の一端が受口に突き當り、第317圖の如く傾斜してコンクリートを受口に移し、之よりコンクリートはシート内を流下して、填充位置に達する。

漏斗受口、シート吊下げ用クレインは一つの可動枠に取り付けて、之を適當に移動してシートの勾配を加減する。



第 316 圖



第 317 圖

コンクリートはシート中を停帶せずに流下するウォーカビリティを有しなければならないし、又あまり軟かいと流下中に分離を起すので、シートの勾配とウォーカビリティを適當に定める必要がある。シートの勾配は27度(水平2に對し鉛直1)乃至35度である。此の範圍内で所要配合と所定水—セメント比を有するコンクリートが充分に流下し得ない時は、セメント糊状體の量を増加してスランプを増加しなければならない。單に水量だけを増して水—セメント比

を變更するが如きは絶対に避けねばならぬ。シートを使用するときは兎に角分離を起し易いから、シートより流下したるコンクリートを、一旦練臺に受けて練返して填充するが安全である。此の點に付き土木學會示方書では次の如く規定して居る。

樋の吐口には受臺を設け一旦コンクリートを之に受けたる後、成可く練返して型枠内に填充すべし。

#### § 189. 填充準備

コンクリートを填充する箇所は填充作業開始前に、コンクリートの凝結、硬化に支障なき様、又は出來上りの構造部分に設計通りの構造を有せしむる様、充分に準備を整へなければならない。

(1) **基礎地盤** 基礎工の如く地盤上にコンクリートを填充する場合は、コンクリートを泥土に直接せしめざる事が肝要である。一般の工法としては軟土の場合は栗石を叩き込み砂利又は石屑で目漬を完全にし、充分搗き固め、又普通の硬土の場合は單に砂利又は切込砂利を薄く(10cm以下)敷込んで前同様搗き固めて平らにし、然る後コンクリートを施工す。鐵筋コンクリートの場合には10cm厚位の1:3:6以下の下敷コンクリートを施し其の硬化を待つて鐵筋を組立て、基礎コンクリートを行ふ場合もある。

コンクリートは其の凝結前水に洗はれない様にしなければならない。従つて湧水ある箇所では適當な集水溝を設けて、之に依り湧水をコンクリート填充箇所外の集水溝に集め、ポンプ其他の排水設備に依りて排水する。已むを得ず此の集水溝又は排水溝上に基盤コンクリートを施工する場合には溝に栗石を填充し上部は目漬砂利を敷き、その上に水密性の紙類を敷くか、板敷として填充作業中にコンクリートが溝内に流入し、湧水の流下を止めない様な工夫をしなければならぬ。排水作業は少くともコンクリートが凝結を終るまで、即ち最後のコンクリート填充後4~5時間は繼續しなければならぬ。

(2) **型枠及鐵筋** 型枠内にコンクリートを填充する際には次の準備を要する。

1、**型枠及鐵筋の検査。**型枠が設計圖に示す構造部分を塑造するに充分の寸法を有するや否や、を検査しなければならぬ。尤も之は型枠作製直後に検査し置く可き事であるが、コンクリート填充前に念のため大體の検査を爲すが安全である。又堰板の接合、型板の締めつけの具合、支保工と型枠との取付等は製作直後は安全であつても、填充までに狂ひ易いものであるから、之等の狂ひと水漏れの有無に付て特に入念なる検査を要する。

鐵筋の配置、結束の検査をなす外、鐵筋の絶縁(Insulation)を正しくするために使用するスペーサーが正しい位置になかつたり、外れたりして居る場合が多いから、特に型枠内面と鐵筋の間隔に付いては厳密な検査を要する。

2、**型枠の掃除。**型枠内の泥土、塵埃、鉄屑、其他型枠内に散在するものは一切之を取り去り、型枠内を清潔にしなければならない。型枠の掃除には水を使用するが最も好都合である。型枠には水の排出に便利なる様豫め一時的の開口を設けて置き掃除後は之を閉塞する。鐵筋に附着せる汚物も之を取り去らねばならぬ。

3、**型枠の湿润。**堰板とコンクリートの離れをよくするため、及堰板とコンクリートの接觸面に氣泡を生ぜしめないために、型枠の内面は充分に湿润ならしめなければならない。型枠を數回繰返して使用する時は石鹼水又は餌油を型枠の内面に塗布するのであるが、此の場合にも型枠内面を水で潤さねばならぬ。嚴寒時水が凍結する虞ある時は水を使用する事は出来ぬ。

#### § 190. 填充

コンクリートを所定の位置に打込む事を填充(Deposition)と云ふ。

##### (1) コンクリート填充に當りては次の注意が肝要である

1、コンクリートの各部を等性とし、其の空隙を最小ならしむる様努むる事。一體のコンクリートは其の一小部分の弱點に依つて全體の強度を決せられる場合が多いから、全體を等性に作る事が最も重要な點であり、又實際上周到の注意を必要とする所以である。砂利が或る一部に多く集合するとか、スランプの異なるコンクリートを連續して填充するのはよく無い。又コンクリート中の空氣は後述する、搗き固めに依りて出来るだけ逐出し、密度の大なるコンクリートとしなければな

らぬ。型枠の隅々又は鋼筋の周間にコンクリートを充分に行き渡らせる事は云ふまでも無く大切である。

ロ、填充計画(§ 191 参照)に依る一區割内のコンクリートは連續的に且つ速かに填充を完了し、コンクリートの凝結作用を成る可く有利に導き、且つ一區割内のコンクリートを一體ならしむる事。

ハ、コンクリートは成る可く之が落着く可き位置に投入し、投入後之をあまり移動せしめぬ事。型枠内に多數鋼筋等ある時はショベルを使用することが出来ないので、搾き棒等にてコンクリートを移動すると砂利のみ多く移動し勝ちになつてよくない。従つて填充作業の進行に伴ひ、投入位置を変更せねばならぬ。

ニ、コンクリートは其の表面が略ぼ水平となる様填充し、且つ施工中水溜を生ぜない様にすること。コンクリートが軟かい時は、之を水平に填充しないと、高い所のセメント糊状體が低い方に流れコンクリートの等性を望む事は出来ぬ。又硬練コンクリートでは表面が水平でなければ搾き固めが出来ぬ。

投入コンクリート表面に過剰水の水溜を生ぜない程度の選練された配合及混合のコンクリートを使用すべく努力せねばならぬが、實際には搾き固めと共に或る程度の滲出水を免れない、又打進むに従つて軟らかくなるものである、此の過剰水がコンクリート面の凹所に集まり、其の上に次のコンクリートを填充すると、コンクリートに大なる空隙を残すものであるから填充作業中は決して斯かる水溜を生ずる様なコンクリート面の凹所を形成してはならない。萬一凹所に水溜りたる場合は海綿で水だけ吸取り次のコンクリートを填充するがよい。竣工後著しい透水を生ずるが如き事故は此施工法の缺點に基くものが最も多き事は経験上明かである。

ホ、運搬中にコンクリート材料が分離せる疑ひある時は一旦練臺に移し、練り返して填充する事。

ヘ、コンクリートは其の凝結開始前に填充を完了すること。此の點に付き土木學會示方書では次の如く規定してある。

コンクリートは材料の分離又は、損失を防ぎ得る方法により、速かに運搬し直ちに填充す

べし。

特別なる事情に依り直ちに填充することを得ざる場合に於ても、混合してより填充し終る迄の時間は温暖にして乾燥せる時に於て1時間、低温にして湿润なる時に於て2時間を超過すべからず。

此の時間中コンクリートは日光、風雨等に對し之を保護し、又相當時間の経過せるものは使用前水を加へず之を練返すべし。

コンクリートの凝結時間は氣温及乾湿に左右されるが、上記の時間以内であれば凝結する虞が無いのである。又コンクリートを空中に放置するときは之が日光に直射されて早く凝結したり、又は寒氣のために凍結したり、或は雨水を含んだりする事の無い様、相當の保護をしなければならない。混合してから相當時間の経過したコンクリートは多くの場合分離を起してゐるものであるから、填充前に水を加へずに練返すことが必要である。

ト、特殊の場合を除き凝結を始めたコンクリートは使用しない事。凝結し始めたコンクリートを其のまゝ又は少量の水を加へて練直せば強度は大であるが、之は凝結の程度に依るものであつて、凝結の程度を判別することが困難であるし、練直し不充分であれば強度は著しく減ずる故に練直しコンクリートを使用する事は危険である。土木學會示方書では此の點に付き次の如き禁止條項を設けて居る。

一部凝結したるコンクリート又はモルタルは、之を練返すと雖も使用することを得ず。

此の示方書は鋼筋コンクリートに關するものであるから斯く嚴禁して居るのであるが、水中コンクリートに於ては練直しコンクリートはレイタンスを生じない事、急凝性になる事等の利點があるから必ずしも排斥すべきものでは無い。

チ、已むを得ざる場合の外夜間のコンクリート填充は之を避けること。夜間の作業は如何なる設備をなすも晝間の作業の如く施工の完璧を期する事は難かしい。従て構造物の耐力に直接關係あるコンクリート填充作業を夜間行ふことは避けねばならない。工事期間其他の關係で夜間填充作業を行ふ時は工事場の照明に意を用ひ、工事從業員も晝間と區別するがよい。

リ、高所よりコンクリートを投下填充せざること。高所からコンクリートを投下せば分離を生ずるから、あまり高い所より投下する事は出來ぬ。投下限度は

1.5~2m である。右限度以上の高所よりコンクリートを填充する場合にはシートを使用するがよい。

又、打進むコンクリートの荷重により型枠が沈下する虞れのある場合は最大張應力の生ずる区域のコンクリートを最後に打つが宜しい。例へば長徑間の連續桁の場合は支承點の左右徑間の約  $\frac{1}{10}$  の区域を最後に打てば型枠沈下のために龜裂を生ずることを免れ得る。

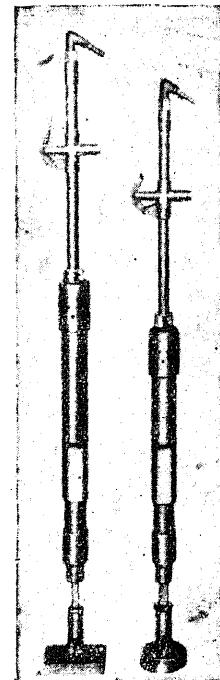
(2) 搗き固め 搗き固めの方法はコンクリートのウォーカビリティに依りて異なる。

イ、硬練コンクリート。コンクリートが濕つて居る程度のものを一般に硬練コンクリートと稱する。

硬練コンクリートは基礎工、鋪装工其他大塊をなす構造部分に使用し、鐵筋が在る場合には使用出来ぬものである。

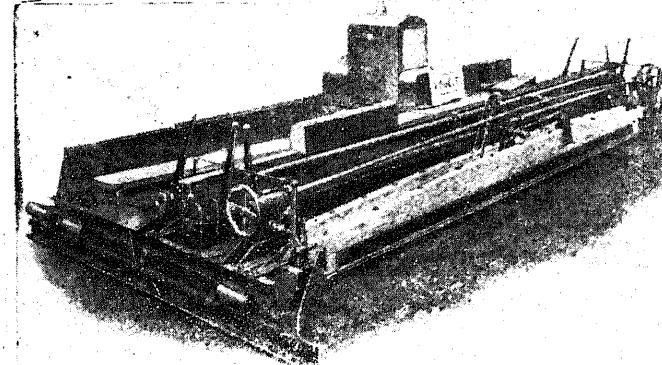
硬練コンクリートは之を約 15~20 cm の厚さに敷き均し、表面に水が滲出するまで太い搗き棒にて搗き固め、一層の搗き固めが終れば次層との馴染をよくする爲め、表面を淺く搔き起して次層を敷きならす。

搗き棒 (Tamper) には径約 10 cm 長約 30 cm の丸太に柄を附けたもの又は特に搗き棒として、細い柄の先端に圓形の鑄鐵板等を附した市販品もある、重量は大體 5~7 kg であつて、搗き固めは軽い搗き棒を使用

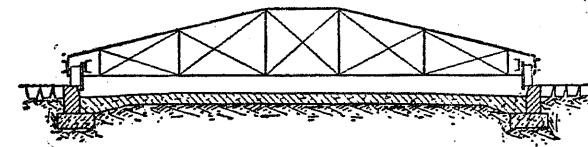


第 318 圖

し數多く搗き固めるが有効である。第 318 圖は汽力搗き棒であつて、搗き固め面が廣き場合に使用する。鋪装工の如く一定形狀の廣い面積に硬練コンクリートを



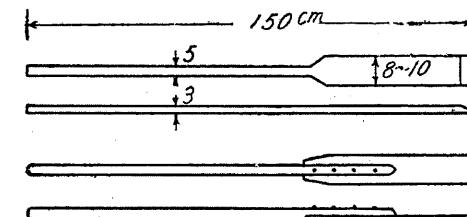
第 320 圖



第 321 圖

み難いために第 320 圖に示す様な搗き固め機械を、第 321 圖の如く据ゑ付けて路面を搗き固めつゝ仕上げる。第 320 圖は白色の木造部分が上下に動いて路面を搗き固めつつ縁石上を進行するものである。

ロ、軟練コンクリート。コンクリートが型枠内に流れ込む様に軟かで太い搗き棒にて搗き固めることの出来ないものを、軟練コンクリートと稱して居る。



第 322 圖

軟練コンクリートは前述の水溜りに付いて特に注意して型枠内に略水平に投入進行することが肝要である。

搗き固めには細い木の棒又は鐵棒 (径 16~20 mm の鐵筋) を用ひる、或は第 322 圖の如く先端を廣くした板、又は鍛に柄を附したものを使用する。コンクリートの搗き固めは、硬練の場合の如く其の表面を搗きて締め

填充するときは、第 319 圖の如く路面の横断勾配に合した定規板の如き用具を用

ひ、一旦搗き固めた路面を更に搗き固めつゝ路面を仕上げる。又人力にてはその均齊を望

み難いために第 320 圖に示す様な搗き固め機械を、第 321 圖の如く据ゑ付けて路面を搗き固めつゝ仕上げる。第 320 圖は白色の木造部分が上下に動いて路面を搗き固めつつ縁石上を進行するものである。

ロ、軟練コンクリート。コンクリートが型枠内に流れ込む様に軟かで太い搗き棒にて搗き固めることの出来ないものを、軟練コンクリートと稱して居る。

軟練コンクリートは前述の水溜りに付いて特に注意して型枠内に略水平に投入進行することが肝要である。

搗き固めには細い木の棒又は鐵棒 (径 16~20 mm の鐵筋) を用ひる、或は第 322 圖の如く先端を廣くした板、又は鍛に柄を附したものを使用する。コンクリートの搗き固めは、硬練の場合の如く其の表面を搗きて締め

固めるので無く、コンクリート中の空気を逐ひ出す目的であるから搾き棒をコンクリート中に萬遍なく搾き込めばよいのである。堰板とコンクリートの接觸部及鐵筋の周圍は特に注意して搾かなければならぬ。

出來上り構造物の表面を平滑にして、砂利等の見えない様にするには第322圖の如き平たい搾き棒、又はショベルを堰板とコンクリートの間に挿入し之を少しく堰板の内方に押して、モルタルを堰板と搾き棒の間に流し込みて搾き棒を引き抜けばよい。又ショベルで投込む場合には堰板に打當てる様にすれば、モルタルは板に付いて骨材は勿ね返して成績が良い、然し狭い場所では出來ない。

ハ、中練コンクリート。コンクリートを厚く敷きつめて其の上に乗ればブワブワする程度のものを中練コンクリートと云ふのである、此の搾き固めは其の硬軟の程度に依り硬練又は軟練の搾き固め方に準する。

#### § 191. 施工目地

コンクリート構造物に於ては全體のコンクリートを連續して填充し、新舊コンクリートの縫隔を避けることが理想である、然し混合設備の能力に制限あること、及前述の如く夜間填充を避けるため填充を休止すること、型枠及鐵筋組立の都合上填充を休止すること、版又は桁を支へる柱、壁等のコンクリートは之れを充分收縮せしむるため、柱又は壁のコンクリート填充後一時填充を休止すること、等の理由で構造物全體のコンクリートを連續的に填充することは出來ない場合が多いのであつて、構造物には必ず一旦休止せる部分のコンクリートと之れに接續せるコンクリートの間に縫隔が出来る、之を施工目地(Construction joint)と稱へて居る。

後述の方法に依り新舊コンクリートの密着を計るのであるが、施工目地は同時に填充せるコンクリート部分より弱いものと考へなければならないので、施工目地は構造物の弱點となり、且つ外觀を悪くするものである。従つて構造物の耐力に成る可く影響しない位置に施工目地を設ける事が肝要である。

此の點に關し土木學會示方書では次の如く規定して居る。

設計又は施工計畫に指示せられざる施工目地を設くる場合には其の位置、方向及施工は構

體物の強度及外觀を害せざる様注意すべし。

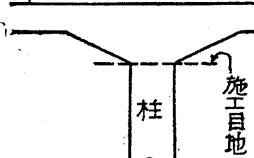
施工目地の位置は構造物設計と同時に之れを定め、設計圖に記入し置く可きものであるが、コンクリートの混合能力、型枠の組立等と併せて考慮しなければならないので設計當時には、重要な施工目地のみを定め、施工準備をする際に施工目地の位置を詳細に決定し、之れに従ひ混合能力、型枠組立の順序、型枠利用回数等を定めて、填充計畫を立てなければならぬ。決定した施工目地は填充の際勝手に變更せしめてはならない。此の點に關し土木學會示方書は次の如く規定して居る。

- (イ) 設計又は施工計畫に依りて定められたる接合の位置及構造は之れを嚴守すべし。
- (ロ) コンクリートは責任技術者の承認せる作業區割を完了する迄、連續して速かに填充すべし。

前項の「接合」とは伸縮接合、施工目地等一切の接合を含んで居る。

(1) 施工目地の位置及び方向　柱、基礎、堰堤等の如く壓力を受くるものの施工目地は壓力の方向に直角に設ける。

柱の施工目地はその軸線に直角に、隅縁の下に第323圖の如く設ける、支承となる柱又は壁と桁又は版のコンクリートを同時に施工する場合は第323圖に示す施工目地の位置にて、一旦コンクリートの填充を休止し、柱のコンクリートが充分に落着き收縮を了したる後、版又は桁のコンクリートを填充する。柱のコンクリート填充を完了してより、版又は桁のコンクリートを填充し始めるまでの時間に付いては土木學會示方書に次の如く規定してある。



梁、桁又は版が壁又は柱と單一體として働く様設計せられたる場合には、壁又は柱のコンクリートの收縮又は沈下に備ふる爲め、其の施工後4時間以上、其の他の場合には2時間以上を経過したる後に非ざれば梁、桁、又は版のコンクリートを填充すべからず。

本文中「單一體として働く」とあるのはラーメンの如き場合を指すので、桁又は版と柱の結合が完全なるものと看做して設計せるものである、「其の他の場合」

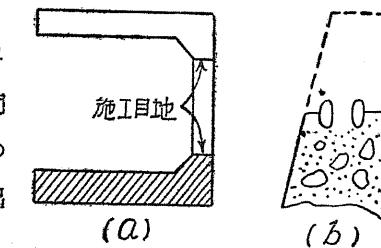
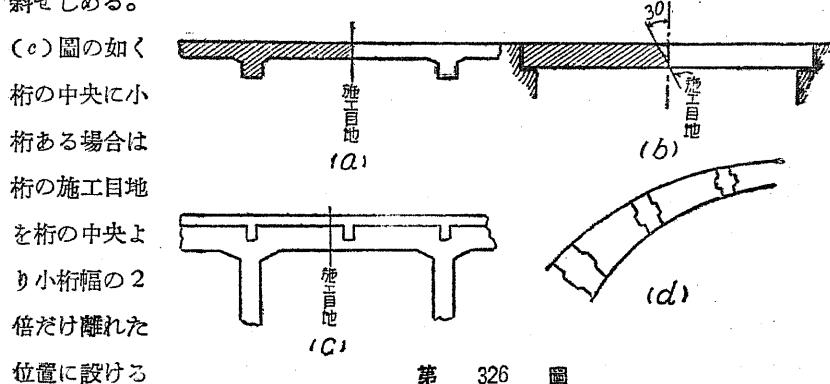
とは桁又は版が柱と結合して居るけれども、柱は単に軸圧力のみを受くるものと認めて設計せる構造物を指す。

其の他溝橋、擁壁等に於ては第324圖の如き位置に施工目地を設ける。同圖(b)の如き粗石コンクリート造のものでは粗石を施工目地上に半分突出さしめて楔の作用をなさしめる。

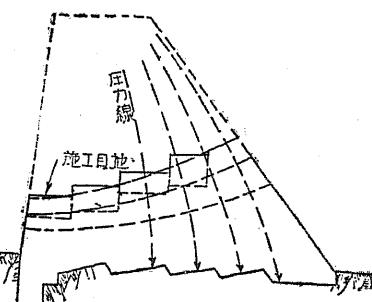
堰堤の如く大なる圧力を受くるときは、施工目地の方向を圧力線と直角に第325圖の如く設ける。

桁又は版の如く弯曲應力を受くる構造物に於ては、剪力最小の位置に施工目地を受けるのが原則である。即ち桁又は版では支間の中央に第326圖の如く鉛直の施工目地を設ければ、圧應力に對しては充分に抵抗

し得るし、張應力に對しては鐵筋のみにて抵抗し得る設計であるから危険は無い。桁の中央に於ける剪力が大なる場合は(b)圖の如く施工目地の方向を $30^{\circ}$ だけ傾斜せしめる。



第 324 圖



第 325 圖

拱環 (Arch ring) に於ては施工目地を (d) 圖の如くノルマル・セクション (Normal section) の方向に設ける。

剪力大なる箇所に於ては施工目地に小鐵筋を特に挿入するか又は柄を設けるが安全である。

(2) 施工目地の施工 施工目地に於ては新舊コンクリートの密着を計る事が大切である。コンクリート填充後其の上面が施工目地になる場合には、レータンスが出来ない様に、搾き固めの際、滲出した水を取り去る。レータンスが出来た時は出来るだけ早く之れを取り去つて置かぬと、後日之れを取り去る事は甚だ困難である。

施工目地に直角なる圧力を受くるものでは、舊コンクリートの面を充分に洗滌して濕潤ならしめ、其の上にコンクリートを填充すればよい。

壓力と同時に剪力が作用する場合、又は水密性を要する場合等重要な施工目地に於ては、先づ其の表面を針金の刷毛又は鑿等を用ひて粗面とし、附着物、レータンス等を除去して充分に洗滌し濕潤ならしめ、此の面にセメント糊状體又は配合 1:1 乃至 1:2 のモルタルをショベルの類で全面に薄く撒きつけ、之等の凝結前に次のコンクリートを填充し新舊コンクリートの密着を計る。

施工目地の面は成る可くコンクリートの硬化充分ならざる内に粗面としなければ、其の作業は困難となる。堰板に接せざる面は凝結直後に容易に粗面となし得るが、堰板に接せる面に於ては堰板を成る可く (§ 201 参照) 早く取り外し直ちに粗面とするがよい。

### § 192. 養生

コンクリートの凝結、硬化を全からしむる作業を養生 (Curing) と云ふ。養生には次の如き作業をなす。

#### (1) コンクリートの凝結硬化中充分に湿氣を與へること

コンクリート中に於けるセメント糊状體の水化作用持続中、之れに充分の湿氣を與へる時は、コンクリートの耐力を著しく増加する。例へば第327圖はコンクリートの濕潤期間と耐壓強度の關係を示したものであつて、濕潤期間の長短に依

り耐圧強度に著しく差あることを知る事が出来る。湿氣を充分に與へる事はセメント細状體の水化作用を完全ならしむるものであるから、單に耐圧強度のみで無く耐水性、磨損抵抗、附着力等も湿氣を與へない場合に比して著しく増加する。コンクリ

ートは水中で硬化せば膨脹し、

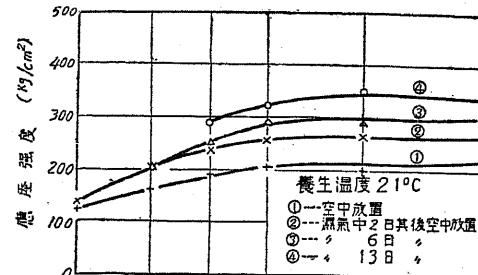
空中で硬化すれば收縮する。從てコンクリートの收縮に依る龜裂の防止、又は之がために生ずる初應力を出来るだけ小ならしむるため、湿氣を與へる事が肝要である。特にラーメン、拱橋の如き不靜定構造物に於ては初應力を出来るだけ僅少ならしむる必要がある。湿氣がコンクリートの耐力、膨脹、收縮に及ぼす影響はコンクリート硬化の初期に於て最も甚だしいものであるから、硬化の初期に於て湿氣を與ふればよい、此の點に付き土木學會示方書では次の如く規定して居る。

コンクリートの露出面は蓮、布、砂等を以て之を覆ひ、之に撒水して少くとも7日間常に湿润狀態を保たしむべし。

堰板乾燥の虞ある時は之に撒水すべし。

氣温高き場合は7日間位の養生にて充分であるが氣温低き場合は10日乃至14日間位の養生を必要とする。

コンクリートに湿氣を與へるにはコンクリートが凝結後、其の表面を蓮、ワタ、土砂等にて覆ひ、其の上に撒水するのである。單にコンクリートの表面のみで無く堰板に接する部分も亦湿润ならしめねばならない。從て堰板にも撒水する必要があるが、堰板は一度湿润となれば蓮等の如く、短時間に乾燥しないし、又比較的水密性のものであるからコンクリート面より蒸發する水分を防止し得るので屢々撒水する必要は無い。鋪裝路面の如くコンクリート表面積大なる場合には平等に撒水する事困難であるから鋪裝の兩端に低い粘土壁を作り水を湛へる事も一



湿润養生期間と耐圧強度の關係

第 327 圖

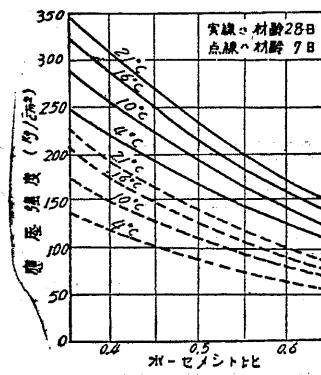
策である。

基礎工の如く地中に埋設さる構造物の竣工せる部分であれば、湿氣を有する土砂にて被覆すればよい。

コンクリートをプラスチックにするためコンクリートに使用する水量は、其の水化作用に必要な水量より遙かに多量であるから、之等過剰水の蒸發を防止せば特に湿氣を外部より與へる必要は無いのである。此の意味に於て基礎の如く大塊より成るものより、小部材より成り表面積の大なるものは特に養生を丁寧にする必要がある。

コンクリート鋪装の如く構造物の表面大なるものでは其の表面にアスファルト乳剤を塗布し、コンクリート中の水分の蒸發を防止し養生に換へる事も出来る。又は鹽化カルシュームの水溶液を撒布せば鹽化カルシュームが空中の水分を吸收し、常にコンクリートの表面を湿润ならしむるので平等の養生が出来て有効である。鹽化カルシューム使用量はコンクリート表面  $1m^2$  に付、約  $1.1kg$  (一面坪當り 8 ポンド) である。

(2) コンクリートの硬化中氣温を適當に保つこと　　硬化の初期に於ける氣温がコンクリートの耐力に如何に影響するかは第 328 圖を見れば明かである。セ



養生氣温と耐圧強度の關係

第 328 圖

メントの水化作用は溫度が低い程不活潑になるためであつて、前に氣温低ければ養生期間を長くしなければならないと云つたのは全く此の理由に基くのである。第 328 圖は耐圧強度に関するものであるが耐水性、磨損抵抗等も全く同様の関係が成立する。構造物を包む氣温の上昇を計る事は困難であるから一般に低温の時は養生の期間を長くする。

氷結氣温に於てはコンクリート中の水分が凝結前に凍結し、遂にセメントの水化作用不可能となりて、コンクリートは硬化しない。從て氣温が  $5^\circ C$  以下の場合にはコンク





















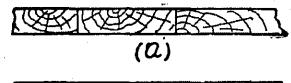
と 型枠は豫め製作せる型板を組立て作るのが普通であつて、其の組立が簡単で最も堅牢であり、其の取外しに際しては、コンクリートに振動、衝撃を與へず、而も堰板を破損せざる構造としなければならぬ。型枠の組立に付いては § 202 に述べる。

(4) 必要に應じ反りを附すこと

橋梁の如き長径間の型枠には、型枠自體の挠度に備へるために相当の反り (Camber) を附する。桁の反りには二種ありて、其の一は、型枠を全部取外した場合に生ずる自重に因る挠度に備へる反りであり、其の二是型枠の径間大なるため、コンクリート填充中に生ずる型枠の挠度に備へる反りである。前者は構造物設計當時に當然決定し置く可きもので、此處に考慮する必要はない。後者は型枠の径間大なる場合には 3 cm 以上にすることもある、之は木材の木目に直角な壓力を受くる部材の積重ね厚に比例し、又支保工の基礎軟弱に基因して生ずる型枠の沈下に對して附するものである。普通に施工される如く支保工の支柱間隔小にして基礎強固なる場合は之を附する必要はない。

(5) 堰板、型板の接合部は水密性となすこと 堰板の縫目又は型板の接合部に間隙があればコンクリート填充の際セメント糊状體が流失して、コンクリート表面に粗骨材が表れたり、又は此の部分が凸出して外觀を害する、又小部材に於ては其の強度を減ずる虞がある故に、充分水密性としなければならぬ。

板の縫目は第 337 圖 (a) の如く衝頭接合 (Butt joint) とするのが普通であるが、重要な部分で、堰板が厚いときは第 337 圖 (b)



(b) の如く柄を作るがよい。型板製作後コンクリート填充までに、日光に曝れて堰板の縫目に間隙を生じたときは、之を薦にて覆ひ之れに撒水し、堰板に濕氣を與へ、木材を膨脹せしめれば、小間隙なれば、之を水密性とすることが出来る。間隙大なれば蜜蠟を填充する。尙必要ある場合は鋳力板の細長い縫目板を張り附ける。

堰板の縫目に間隙又は狂ひを生ぜしめないために生木又は乾燥不充分の木材を使用してはならない。

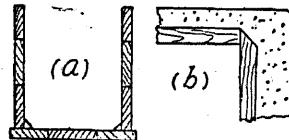
(6) コンクリートに接する堰板面の仕上げを平滑にすること コンクリートに接する堰板の面は鉋仕上として、コンクリートと型板との密着を避け、型板取外しを便ならしむると共に、コンクリート面の外觀をよくするがよい。又堰板を轉用する場合には鉋仕上げとして置かなければ、堰板面の清掃困難である。

各堰板間の間隙を防止し且つ縫目及板面に凹凸のない様に入念に平滑に仕上げた型板を使用し、コンクリート填充前に充分濕して使用し緩やかに取外せば平滑な美しい面が出来る。

型板面の漏水止と平滑を目的として板面全部に亞鉛引鐵板を張付ける方法も往々採用されて居る、之は漏水防止の目的を達し型板の損傷を防ぐから幾回も繰返し使用には有効なるも、表面は兎角波状を呈して到底鉋仕上げ程に立派な成績は得られない。

(7) 型枠内の隅角には面取りをなすため三角材を取付くること

コンクリート



第 338 圖

リート部材の隅角は型枠取外し、其他工事中に破損し易いものであるから第 338 圖の如く、型枠内の隅角に三角材を取付ければならない。コンクリート部材の面

を取ることは上記理由の外、部材が高熱に會したる場合、其の隅角の崩落を防止し得る、又部材の外觀をよくするものである。

(8) 一時的の開口を設くること

コンクリート填充前、型枠内の清掃を兼

ねて内部を濕潤ならしむるために水を使用する、此の水を型枠外に排出するためには、適當の箇所に孔を設ける。此種の孔は型枠中の最も低い位置たるは云ふまでもないが、コンクリート填充の際、孔の閉塞に便利な側面に設けるがよい。寸法大にして複雑なる鐵筋を有する構造物の施工目地に型板を用ひる場合、此の型板の取外し及其の面の清掃のために、上部より之に接近し得されば、型枠の側面に人孔を設けて人夫出入の便を計る必要がある。斯の如き人孔は施工目地の位置を考慮して數箇所に設ける。

(9) 型枠の内面に油又は石鹼液を塗布すること 型板は其のコンクリー

トに接する面を鉛仕上げとし、填充前之を湿润ならしめば、容易にコンクリートより切離し得るものである。然し型板を繰返し使用する場合、凍結氣温にして型板内面を水にて潤し得る場合、或は硬練コンクリートの如く型板内面を水にて潤しただけでは型板の切離し困難なる場合、等に於ては型板内面に油類又は石鹼液を塗布してコンクリートと型板との密着を避けるのである。

此の目的で使用する油類は主として重油と鑛油である。

重油は附着防止の効力大にして、價格廉なれども延びが悪く、嚴寒の候には塗布困難である、又コンクリート表面に茶褐色の汚點を残す缺點がある。尤も此の汚點は風雨に曝されれば漸次消失する。

鑛油は重油に比して塗り易いが、附着防止の効果並びに價格の點に於ては重油に及ばない。

重油と鑛油を等分に混合して使用すれば比較的好結果が得られる。低温の場合には少しく加熱して使用せば塗布も容易である。

同一型板を反覆使用するときは當初之等の油を二、三回塗布して模板に充分浸み込ませて置けばコンクリート填充の都度、之を塗布する必要はない一回乃至二回置きに塗布すれば充分である。

油を型板内面に塗布するときは鐵筋に油が附着せざる様型板組立前に、之を型板に塗布し、充分に乾燥せしめたる後、型板の組立に着手することが肝要である。

モルタル又は漆喰の上塗をなすコンクリート面に油を塗布した型板を使用するときは、上塗とコンクリートとの附着が充分でない故に、油を使用することは出来ぬ。

型板に油を塗布した場合に於ても型板とコンクリートとの間に氣泡が生ぜざる様、コンクリート填充前には型板内面を湿润ならしむがよい。

石鹼液は軟石鹼を湯にて充分に溶解したるもので、コンクリート填充前に刷毛を用ひて、型板の内面に塗布する。石鹼液は附着防止の効果大なること。コンクリート表面に汚點を生ぜざること。型板取外し後水にて洗滌せばモルタル、又は漆喰の附着を害せざること等の特長がある。新しい型板には二回以上塗布したる

後使用する。其後は組立前に一回宛使用すればよい。

(10) 型枠の検査をなすこと 型枠はコンクリート填充前必ず検査をなすべきであるが、型枠完成後直ちに厳密なる検査をなし置く必要がある。製作上の間違ひ又は手直しに多くの手間を要するが如き缺陷は、豫め之を訂正して置かねばならぬ。コンクリート填充直前に斯の如き缺陷を發見したのでは仕事の能率を著しく害する。§ 189 の(2)に述べた型枠の検査は主として型枠完成後に起る缺陷の検査をなすのである。

#### § 201 型枠の取外し

(1) 型枠取外しの時期 型枠はコンクリートが充分硬化し、自重及其の受くる荷重に抵抗し得る強度に達するまで存置するのが原則である。型枠はコンクリートの過早の乾燥、或は霜害防止等の養生に役立ち、且つ存置期間が長くなる程、コンクリートの強度は増大するものであるから型枠は成る可く永く存置するがよい。多くの場合、型枠は繰返し使用する故に、出来るだけ早く之を取外す必要に迫られるのであるが、如何なる場合に於ても規定の存置期間以前に之を取外すことは出来ない。

一般的に方塊の如く大なる強度を必要としない構造物に於ては、型枠の存置期間短かく、鐵筋コンクリート部材の如く大なる強度を要するもの、型枠存置期間は長くする。壁、柱、桁等の側面の型板は桁又は床版の底面の型板より早く取外してよい。部材の自重が其の受くる荷重に比して大なるもの、例へば長径間の桁又は拱の底面に於ける型板は、自重が其の受くる荷重に比して小なるものより長く存置すべきである。氣温高き場合は低き場合より型枠存置期間を短かくして差支ない。又晴天のときは雨天の時より早く型板を取外してよい。

型枠存置期間は上記の外、コンクリートの硬軟、使用セメントの種類、養生の方法、等に依りて異なるものである。型枠存置期間は土木學會示方書に規定せる次の標準を基礎として適當に定むるがよい、次の規定は普通のボルトランド・セメントを使用する場合にのみ適用し得るものである。

イ、型枠はコンクリートが相當硬化する迄之を存置すべく、責任技術者の承認を得るに

あらざれば、之を取外すべからず。

(口) コンクリート填充後型枠取外しに到る期間は氣温、天候、使用セメントの性質、構造部分及其の寸法等を考慮し適當に之を定むべし。

大體の標準は次表に依るものとす。

第 117 表 型枠存置標準期間表

| 氣温            | 側面の型枠  | 柱類の型枠   | 床版底面の型枠 | 支間6m未満の桁<br>ラーメン床版の型枠 | 支間6m以上の<br>桁及構の型枠 |
|---------------|--------|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 最低氣温15°C以上の場合 | 2日乃至3日 | 4日乃至6日  | 6日乃至9日  | 10日乃至15日              | 14日乃至21日          |
| 最低氣温3°C以上の場合  | 3日乃至6日 | 6日乃至10日 | 9日乃至14日 | 14日乃至21日              | 18日乃至28日          |

コンクリート硬化中、最低温度3°C以下となりたる場合には、其の一日を半日に換算して型枠存置期間を延長せしむべし。氣温0°C以下に下る場合には適當の防寒装置を施すべし。

(ハ) 工事中餘分の荷重を受くる部材に於ては、適當なる支柱を設け該部材の荷重及施工中加はにる荷重を支持せしめ、該部材が之等荷重のために害せらるゝ事を防ぐべし、斯かる支柱は部材が其の自重及其の上に來る荷重を負擔するに充分なる強度を得る迄、之を存置すべし。

高級セメントを使用した場合は、上記の標準を相當短縮して差支ないのであるが、少くとも第117表の標準中の最短期間以上型枠を存置するが安全である。

(2) 型枠の取外し 型枠は構造物に振動、衝撃を與へない様、静かに取外さなければならぬ。

型枠は全體を一時に取外さず、存置期間短かき型板より順次取外す。例へば桁に於ては、先づ側面の型板を取り外し、次に相當の日數を経て底面の型板を取り外す。

同一時期に取外し得る型板の取外しに於ても、其の取外しの順序を充分に考慮し、構造物に算定外の應力を生ぜしめぬ様注意することが肝要である。例へば長支間の桁底面の型板取り外しに於て、支間中央の支柱及型板を最後に残し、他を全部取り外すときは、桁は其の支柱上に於て負變曲率を生じてよくない。斯かる場合は支柱上に楔又は砂箱を設置して、之に依りて各部を平等に緩めるがよい。

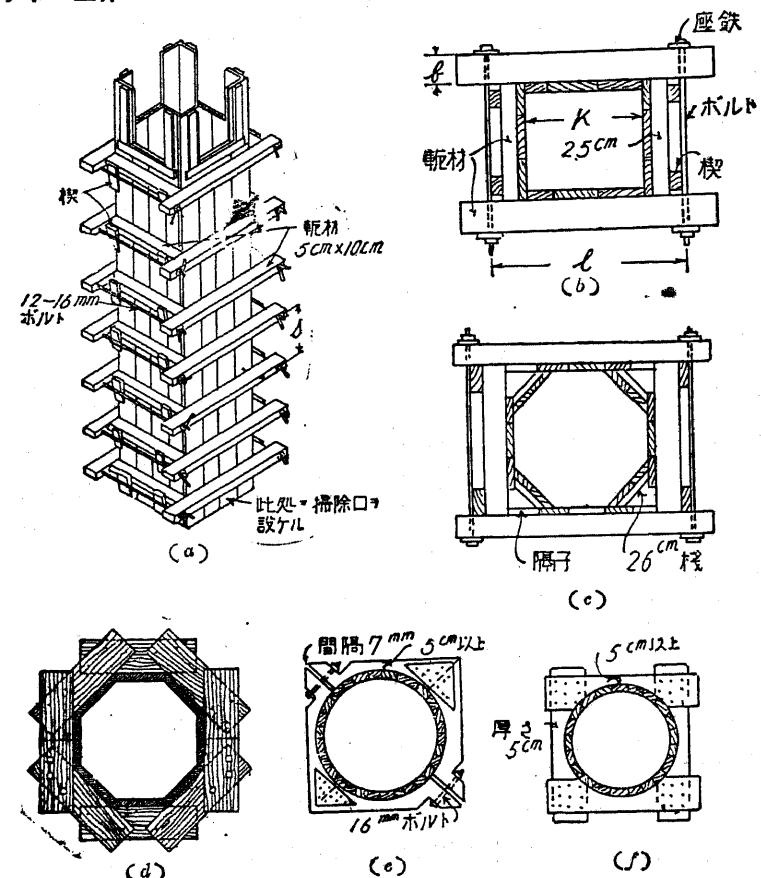
コンクリート填充後養生の完全なものは不足なものより型板を取り外し易く、又

松材は伸縮變形杉材より大なれ共板面がコンクリートに附着する心配は杉材より少ないので普通である。

### §. 202 型枠の組立

型枠は(イ)其の位置、形狀、寸法を設計圖面に正しく一致せしむること。(ロ)堅牢にして荷重、乾濕に依り狂ひを生ぜざる構造とすること、(ハ)組立、取外し共に容易なること、等の條件を具備する様組立てなければならぬ。

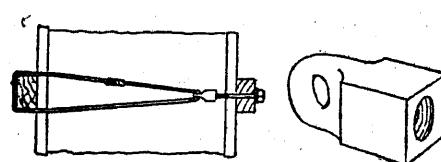
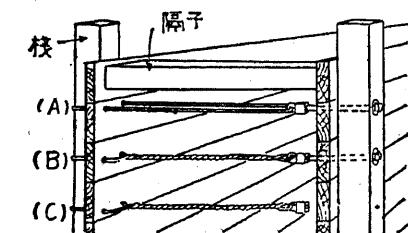
(1) 柱の型枠 第339圖は柱の型枠の一例である。(a)は輻材に堰板を



打ち附けた4枚の型板を組立たるもので、両側の型板の軓材をボルトにて締め、他の2側は軓材とボルトの間に、楔を入れて締めつけた矩形断面の柱の型枠であつて(b)圖は其の断面である。軓材の間隔 $s$ は公式13に依りて定める。堰板の厚さは普通2.4cm位である。使用回数多き場合には厚3~4cmの堰板を使用する。ボルトには直径12~16mmのものを使用する。(c)圖は同様の工法に依る八角形柱の型枠断面である。(e)圖は圓形柱の型枠組立例で、(d),(f)圖は八角形柱及圓形柱の型枠軓材を釘附けにしたもので、柱數少なき場合に使用せらるゝが、斯かる構造は締つけ、取外し共に困難である。第340圖は柱頭部に於ける、桁隅縁の型枠組立例である。

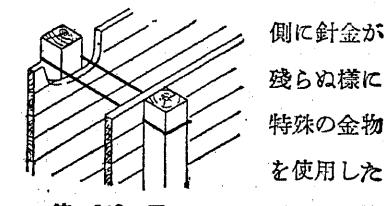
## (2) 壁の型枠 壁の型板の外側は

第345圖の如く、支材にて支へ得るが内部には支材を設くることが出来ない故に、



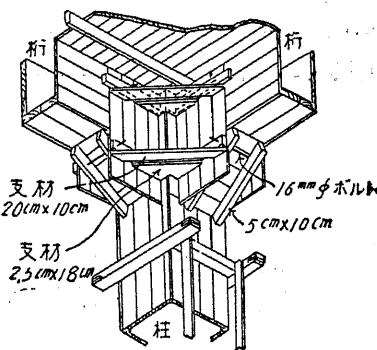
第341圖

第341圖(A)の如く両側の型板の棟より針金を通して、壁厚に等しい木材の隔子(Spacer)を挿入して、(B)の如く針金を撲て型板を締めつける。第341圖は型板取外し後壁の一



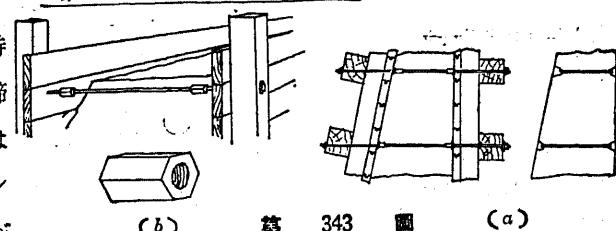
第342圖

取外しの場合は、(C)の如く金物をコンクリート内に残し、反対側の針金は切断する。普通には第342圖の如く針金のみを用ひる。

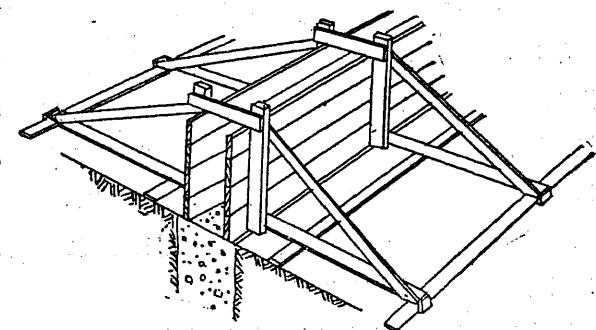


第343圖

第343圖(a)(b)は特殊ボルトを使用せる締つけ例である。(a)は隔子不用であるがコンクリート表面に金物が残つてよくない。(b)は隔子を要するが表面に金物が残らない。普通のボルトを隔子用の竹に通して使用することもあるがコンクリート中に竹が残つてよくない。又木の隔子を用ひて型板をボルト締め

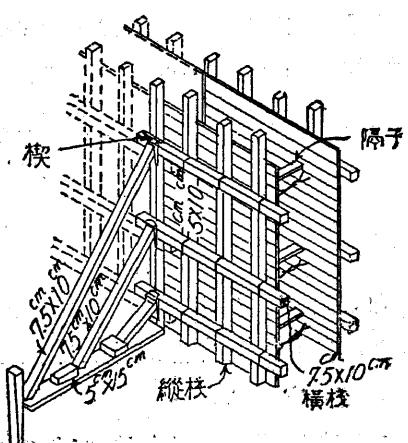


第343圖 (a)



第344圖

とする事も出来る。型枠取外しの場合に除去すべきボルトがコンクリート中に含まれて居る場合は、コンクリートの硬化不充分のとき、之を1,2回廻轉せしめてコンクリートに附着せぬ様にしなければならぬ。又木材の隔子はコンクリート填充作業の進行に伴ひ之を取り去る。モルタル製の隔子を使用せば除去する必要は無い。又針金を使用した時は型板取外し後コンクリート面より2.5cm内側より之を切斷除去しなければならない。之等の點に付き土木學會示方書にては次の如く規定して居る。



堰板を締付くるには成可くボルト又は鐵筋を用すべし。之等の締付材は、型枠取

第345圖

外し後コンクリート  
仕上げ表面より 2.5  
cm の間に残存せし  
む可からず。鐵線を  
締付材として使用す  
る場合には責任技術  
者の承認を受くべし。

第 344 圖は低い  
壁の型枠組立例で、

圖の如く特に低き壁

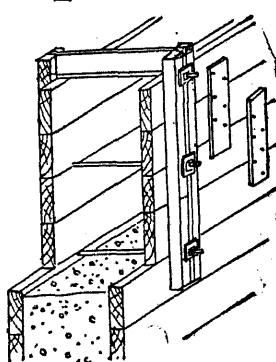
第 346 圖

に於ては締めつけ材は不要である。第 345 圖は高い  
壁の例で、縦桿の外に圖の如く横桿を使用しなけれ  
ば型板が壊れる虞れがある。

型枠の突張用支材と型板は、普通第 344 圖の如く  
釘付けにするのであるが、第 345 圖の如く楔を用ひ  
れば取外し締めつけ共に簡単に充分である。

振板は普通 2.4cm 厚の板を使用する。

第 346 圖は高い壁の型枠であつて (a) の如き型  
板を用ひ、コンクリートの硬化に伴ひ、順次下方の  
型板を取り外し (b) の如く上方に継足す。



第 347 圖

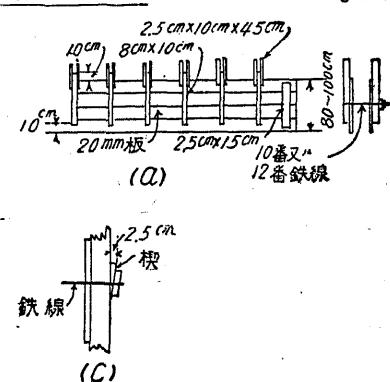
第 347 圖は簡単に型板を上方継足した例である。

(3) 桁及床版の型枠 桁の型枠は第 348 圖の如く組立る。第 349 圖は桁  
及床版用型枠の組立例である。

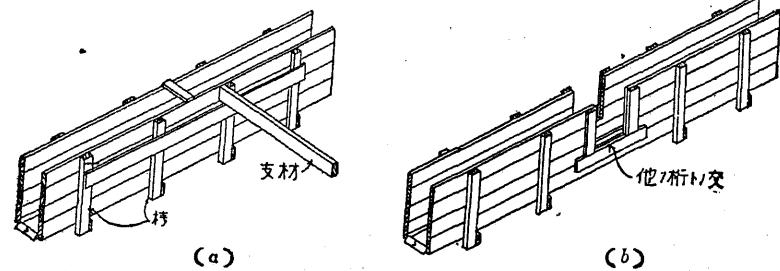
第 350 圖は桁と支柱との取付を示したものであつて、(a) (b) は比較的小な  
る桁、(c) は大なる桁の場合に於ける支柱頭部の構造である。

### § 203. 支保工

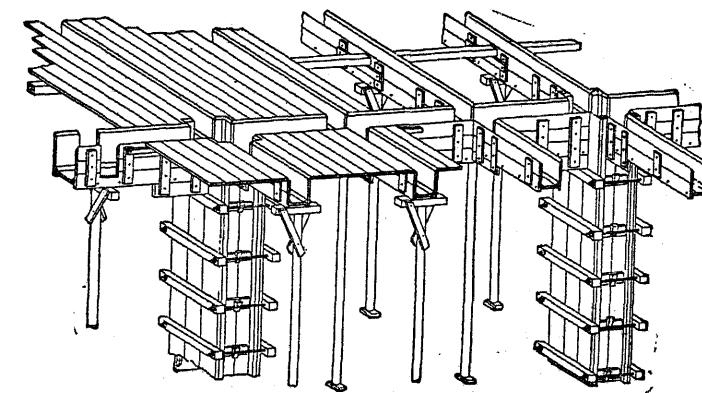
支保工は型枠を支へる構造物であつて、簡単なるものは單獨の支柱より成り、  
複雑なるものは木材の結構より成る。



第 348 圖



第 349 圖



第 350 圖

支保工は其の受くる鉛直  
及横荷重に對し、充分の強  
度を有し且つ沈下せざる構  
造であると同時に組立、及  
型枠取外しに便利な構造で  
なければならぬ。反覆使  
用する場合は解體容易なる  
構造とする。

荷重小にして、支保工の  
高さ低き場合は單獨の柱又

は杭を支保工とする。高さ大にして風壓、流水に抵抗せしむる場合は之等の柱又は杭を斜材及水平材にて適當に連結すれば充分である。

長徑間の桁橋等の支保工は木橋の橋脚の如き構造とする。

第351圖は桁橋に使用せる支保工の一例である。尙ほ特に徑間大なる時は、本圖に示す如く桁の直下に楔又は砂箱を挿入して、型枠取外しの際桁の各點を平等に緩め得る様にするがよい。

第352圖は拱橋支保工の一例である。

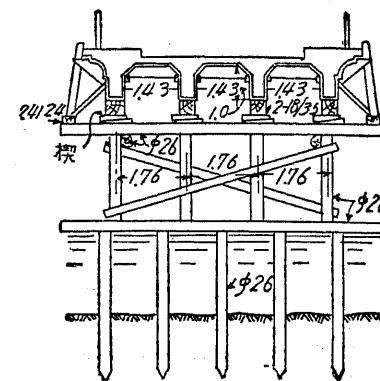
(c)は(a)に示すⅦ格點、(d)はⅧ格點、(e)は起拱點より下部に於ける格點の構造である。拱橋の如く大なる荷重を受くる支保工は其の格點に於て、鉛直材が水平材に喰込む故に、之を防止するためには(c)(d)の如く溝形鋼を使用すれば安全である。本邦の普通建築工法の如く枘等を作りて鉛直材と水平材の接觸面積を縮小するのは良く無い。

型枠を除々に且つ容易に取外し得る様に適當の位置に楔、砂箱(sand box)、扛重器(Jack)等を設ける。

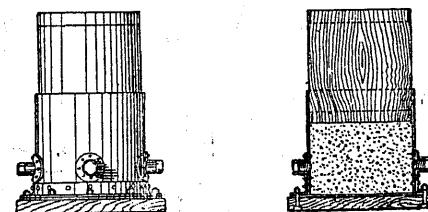
之の點に付き土木會學事方書に於ては次の如く規定して居る。

支承、支柱及假撐等は楔、砂箱、扛重器等にて支へ、振動、衝撃等を與ふることなく徐々に型枠を取外し得る様可し。

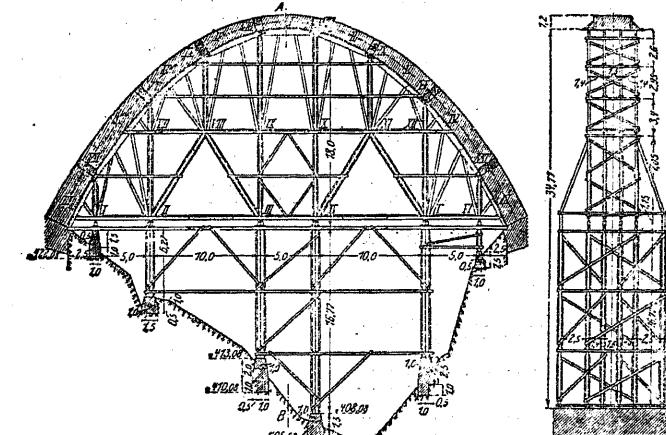
砂箱は第353圖の如く厚2~4mmの鋼板より成る圓筒形状のもので、底板近くに圖示の如く螺旋の栓を有する小口を設け、型枠取り外しの際、此の小口より内部の砂を排出する。砂箱に



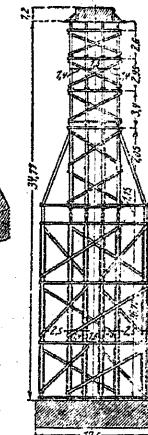
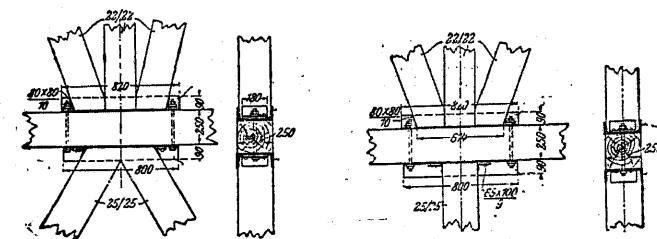
第 351 ■



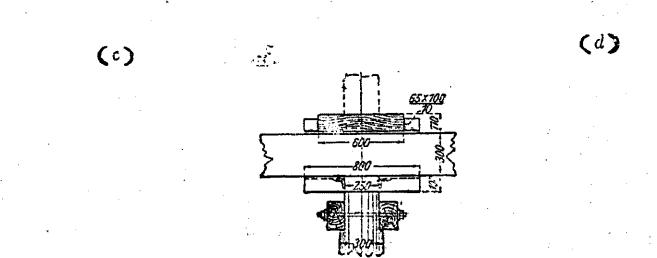
第 353 ■



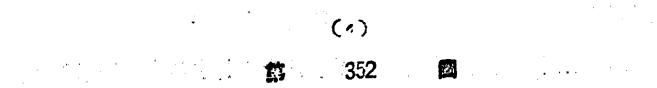
(a)

A-B断面  
(b)

(c)



(d)



第 352 ■

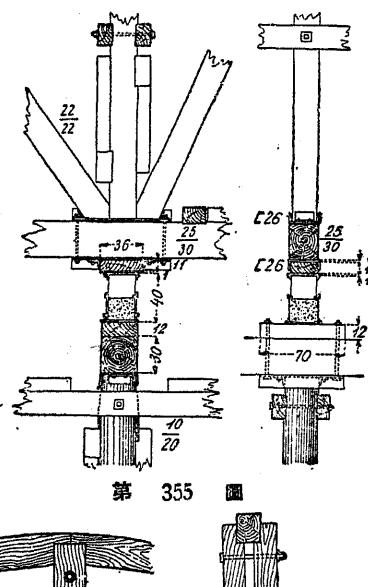
は粘土質を全く含有しない洗砂を完全に乾燥して詰める。砂箱の直径は普通20~25cmであつて、内部の砂の安全支持力は $6\sim10\text{ kg/cm}^2$ とする。従つて拱架及其の受くる荷重を知れば砂箱の所要數は容易に決定し得る。

砂箱の上部に嵌める栓には硬質の木材を使用し、其の両端には圖示の如く鐵環を嵌める。此の木栓の大きさは砂箱の内径と略同一とし、砂の表面にアスファルト紙を敷きて木栓を据へ、木栓と砂箱の間隙には防水のためアスファルトを詰める。尚ほ砂が温氣を吸收しない様に木栓全體を油性塗料にて塗布して置く、又砂箱は洪水面以上に据付けることが肝要である。

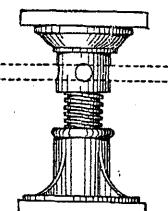
第354圖は扛重器の一例である。

換は型枠組立に當り高の調節、締つけ等甚だ便利であるが、荷重が大になれば之を緩める事も、締める事も共に困難であつて型枠取外しには全く用をなさない場合が多い。

砂箱は栓を取りて内部の砂を取り出せば容易に型枠を低下せしめ得るし、型枠の各點を平等に緩める事も容易であるが、填充作業中に型枠が沈下しても、之を上昇する事は出來ない。第355圖



第355圖



第356圖

圖は砂箱取付状況を示したものである。

扛重器は總ての點に於て有利であるが高價なる缺點がある。然し支保工の基礎悪しき場合は

之を使用するが安全である。

第352圖はI, II, III, IV, V, VIの格點下に砂箱を使用した例である。

第356圖は拱橋拱架の最上端、即堰板取付の桁と、支保工支柱の取付工法の例である。(a), (b)は拱の曲線半径大なる場合に用ひ、(c)は曲線半径小なる場合に用ひる。之等は組立、解體を容易ならしむるために枘等を用ひてあるが、繰返し使用しない場合には釘附けにても充分である。(d)の如く支柱上に横桁を設けて之に型板の桁を設けた例もあるが斯かる工法はよくない。

第357圖は通船路ある場合の拱橋支保工例である。

支保工の組立困難なる箇所にては橋梁と略ぼ等しい支間の鋼構を使用する場合も少くない。

§ 204. 足場 足場は從業員の活動を敏活ならしめ、且つ材料運搬機の運行を容易ならしむるため、成る可く堅牢に建設しなければならぬ。型枠又は其の支保工とは絶縁して足場の振動が型枠に傳はらぬ様にしなければならぬ。然し第352圖に示すが如き支保工を要する場合には足場の建設困難である故に、從業員は型枠上に設けたる踏板上にて作業するのであるが、斯る場合には踏板の支柱を必ずコンクリート填充に支障なき、例へば支保工兩側の支柱直上に設けなければならぬ。又材料運搬は成る可くシート、架空線等に依りて直接型枠上を運搬しないがよい。

—(完)—