

多孔な基礎を造る爲に使用する砂利は、上記の排水土管を造る場合と同じにし、配合重量比は、 $1:5\frac{1}{2}$ とする。

多孔コンクリートを混合するには、水の大部分と砂利とを先づミキサに入れ、適当な時間ミキサを運轉した後、セメントを加へて混合する。之は、セメントが、塊になつたり、ミキサの羽根や内面に附着したり、するのを防ぐためである。

多孔コンクリートを打つ時には、過度な突固めをしない様に、注意しなければならない。過度な突固めをすれば、コンクリートの多孔性を減ずる。

撤水によつて害を受けない位コンクリートが硬化したら、直ちに撤水し、尠くとも14日間、濕潤養生を行ふ。

多孔コンクリートの壓縮強度は、15 cm × 30 cm の圓筒供試體で試験する時、材齡7日で70 kg/cm²以上を標準とする。多孔性は、厚さ30 cmの版の上に絶へず10 cmの深さの水をはつた時、表面積1 m²につき1分間に1 l以上の水が流下するのを標準とする。

§ 370. 釘の利くコンクリート

釘の利くコンクリートと言ふのは、之に釘を容易に打込むことが出来、打つた釘がしつかり利く様な、コンクリートのことである。釘の利くコンクリートは、屋根用材料、雨押を釘付けする出隅を造ること、等に使用され、之の製造には、骨材として、各種の専賣品、石炭燼、石綿、鋸屑、等が用られる。

石綿を使用するコンクリートは、ウオーカピリチーがよいこと、及び、釘の保持力が大きいこと、等の利益があるが、多少高價である。

鋸屑を用ゐる場合には、松の鋸屑が適當であり、榿、樺、杉、等の鋸屑はよくない。木の種類によつては、コンクリートが硬化しないこともある。又、皮を多量に含む鋸屑は悪い。鋸屑は、板節5を通過しない様な木屑及び塊を含まないものでなければならないし、又、網篩1.2を凡て通過する様な細粒ばかりでもいけない。餘り細かい鋸屑を用ゐると、コンクリートの硬化が非常に遅くなるのみならず、コンクリートの強度も低い。

鋸屑を用ゐて釘の利くコンクリートを造るには、容積で、セメント、砂及び松の鋸屑を等量に配合し、2.5 cm乃至5 cmのスランプを得るに十分な丈の水を加へて混合する。但し、上記の配合は、場合に應じ適當に變へてよい。即ち、上記の配合のコンクリートがあまり硬すぎる時は、セメント、砂及び鋸屑の配合容積比を1:1:1.5位にしてもよい。十分な混合が大切である。量が極めて尠くなければ、ミキサによるがよい。そして、2日間濕潤養生を行ひ、釘打ちを始める前に一兩日放置する。

第19章 伸縮繼目

§ 371. 概 説

コンクリート又は鐵筋コンクリート構造物が、断面に齊等に分布する温度又は水分の變化を受けた時、自由に膨脹收縮することが出来れば、大きい應力は生じない。然し、構造物の移動が制限されて居る時、温度又は水分の變化が断面に齊等でない時、等に於ては、之によつて生ずる應力に對して、適當な手段を講じなければならない。

今、コンクリートの膨脹係數を1°Cに付き百萬分の10、乾燥による收縮率を百萬分の300と假定すれば、30°Cの温度降下と乾燥とにより、長さ10 mのコンクリート壁は、 $10000 \times (0.0001 \times 30 + 0.0003) = 6 \text{ mm}$ 丈の收縮を生ずる。故に、これ丈の收縮が出来る様に、收縮繼目を設けなければ、コンクリートは伸びに耐して弱い材料であるから、龜裂を生ずるのは當然である。

又、断面に齊等でない温度又は水分の變化によつても、かなり大きい應力を生じて、コンクリートに龜裂を生ずることがある。

コンクリート構造物の断面に於て、断面積が急激に變化する所、例へば橋臺と翼壁との接合部の様な所、壁の相會する角、又は、コンクリート道路などの場合には、温度の上昇、水分の吸収、等のために、コンクリートが膨脹して、其の爲に龜裂を生ずることもある。斯の如き場合には、コンクリートの伸長に備へるための伸縮繼目が必要である。

それで、長大なコンクリート構造物には、一般に、處々に伸縮繼目を設けて、コンクリートの伸縮をその區間のみに限定し、龜裂の發生を防ぐことが必要である。

コンクリート又は鐵筋コンクリート構造物の處々に伸縮繼目を設けて、其の間の部分を單一體として働かせる様にすることは、單にコンクリートの伸縮に對して必要であるのみならず、基礎の不齊等沈下、荷重、震動、其の他の原因による龜裂、及び、其の他諸種の不都合、を防ぐ爲にも必要である。殊に、水密を要する構造物に於ては、如何なる原因による龜裂をも防ぐことが絶対に必要であるから、適當な位置及び間隔に、防水的の伸縮繼目を造ることが極めて大切なのである。龜裂が生じないものとすれば、コンクリート構造物を水密ならしめることは比較的容易であるから、コンクリート又は鐵筋コンクリート構造物を水密に造ることは、水密的な伸縮繼目を造ることに歸着する場合も尠くない。

長さの變化がコンクリートの伸び能力を超過する様に制限された構造に於ては、如何に多

量の鉄筋を使用しても、龜裂の發生を防ぐことは出来ない。然し、コンクリート断面積の 0.2% 乃至 0.5% の鉄筋を適當に挿入すれば、コンクリートの收縮によつて生ずる龜裂をコンクリート全體に分布し、漏水する様な大きい龜裂の發生を防ぐから、或る程度迄は、伸縮継目を省略し、又は、其の數を減ずることが出来る。

鉄筋コンクリート構造物は、多く不静定構造で、伸縮継目を設けることが困難な場合が多い。此の場合には、温度の變化及びコンクリートの收縮の爲に、構造物に非常に大きい應力を生ずるので、之に備へる爲に、相當な鉄筋を挿入することが是非必要である。之は、主として設計に關する事項であるから、茲に之を省略する。

§ 372. 伸縮継目の位置及び間隔

伸縮継目の位置は、構造物に龜裂の發生するのを防ぐに最も有效な位置、例へば、構造物の水平断面に於て急激な變化のある所、壁の相會する所、などとする。

伸縮継目の間隔は、構造物が、温度の變化、コンクリートの乾燥による收縮、荷重、震動、基礎の不齊等沈下、等の作用を受けた時に、伸縮継目の間の構造物が全く單一體として働き得る様、之を十分狭い間隔にしなければならない。それで、伸縮継目の間隔は、各種の構造物に對し、構造物の移動に對する摩擦抵抗、鉄筋の有無、鉄筋の使用量及び配置、等を考慮して設計される。故に、茲で一般的の標準を示すことはできない。極めて大體について言ふと、從來用ゐられて居る伸縮継目の間隔は、薄い壁の場合で 6m 乃至 9m、厚い壁の場合で 15m 乃至 18m 位である。温度の變化も尠く、鉄筋が十分挿入してある様な場合には、大きい間隔を用ゐてよいが、15m よりも餘り大きくしないのが安全である。約 1m 以下の厚さのコンクリート壁で、夏冬で 30°C 位の温度の變化ある時、伸縮継目の間隔を 10m 位にするのが普通である。

伸縮継目の間隔の幅は、其の土地の温度の變化、コンクリートが硬化に際してなす收縮、其の他の移動、等を考慮して定められるのであるが、構造物の種類によつては、從來の慣例により、又は、継目の施工を便ならしめる關係から、定められる場合も多い。普通 1cm 乃至 3cm である。

§ 373. 伸縮継目の構造

伸縮継目の構造は、構造物の種類、水密を必要とするや否や、及び、水密を必要とする程度、等により大分異なる。伸縮継目は、コンクリートを破壊する様な應力を生ずることがない様に、構造物の伸縮其の他による運動がなるべく自由であることを主眼として、設計施工さ

れる。

伸縮継目で、相接する構造物の兩部を完全に絶縁することは、其の目的から考へて當然のことであるが、時々誤つてコンクリート丈を絶縁し、鉄筋を連続することがあるから、注意を要する。

伸縮継目で相接する構造物は、なるべく別々の柱又は壁で支へるがよい。

伸縮継目で相接する兩部が、互に獨立して移動し得る様にする簡単な方法は、先づ一方のコンクリートを造り、継目の面にアスファルト又は之に類似のものを塗るか、防水紙又はアスファルトフェルトの類を面に釘付けするか、した後に、他の部のコンクリートを打てばよい。

單に木板を間に置いておいて、兩部のコンクリートを同時に施工する様な場合もある。此の際、板に十分水を吸収させて置かないと、板が水を含むで膨脹するために、思はぬ失敗を來すことがある。

壁又は橋臺などの伸縮継目には、コンクリートの角に丸味をつけるがよい。表面では、其の部が溝に見える様に仕上げてもよい。

露出せる伸縮継目の間隙を其の儘にしておくと、其の間に土砂其の他が入込むで、伸縮継目の働きを妨げる惧れがあるから、必要に應じ、適當な填隙材を用ゐなければならない。

伸縮継目の間隙を填充せずにあけて置く時には、其の間に砂利や土などが落込むで、継目の働きを妨げることがない様に、之を被覆する必要がある。

伸縮継目の間隙填充に、アスファルト、コールタールピッチなどを用ゐる時には、是等の流出を防ぎ得る構造にしなければならない。之は、水密を要する場合に特に大切である。此の注意を怠つた爲に、長年月の間に是等が流出して、失敗を招いた例が尠くない。

不齊等の沈下をした時に、壁などの通りの悪くなるのを防ぐ爲には、伸縮継目を凹凸形に造るがよい。

伸縮継目に就いて、鉄筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『第 43 條 伸縮継目』

伸縮継目に於ては鉄筋を連続せしめず、相接する構造物の兩部を絶縁すべし。露出せる伸縮継目には必要に應じ、責任技術者の承認を得たる填隙材を挿入すべし。』

§ 374. 伸縮継目の填隙材料

伸縮継目の填隙材料として必要な性質は、風雨、寒暑に對して化學的に安定であること、気温の變化の範圍内に於てプラスチックであり、継目の兩側によく附着して、常に継目を填充して居ること、等である。

市場に、多くの填隙材料が販賣されて居るが、其の成分は一般に秘密にされて居る。是等が有効であるか否かは、普通、製造会社の信用によつて判断されて居る。

填隙材が效力を失ふ原因は、(1) 溶剤が蒸發して硬くなること、(2) 軽油がコンクリートに吸収されて填隙材の容積を減ずること、(3) 一部分が水に溶解されて粗鬆になること、(4) 化學的に不安定であること、等である。尠くとも數年經過して、以上の様なことが起らないものがよい。

コール タールの化合物、ブローン アスファルト、等が、填隙材として廣く用ゐられて居るけれども、良質のものでないと、タールの化合物は粗鬆になり、ブローン アスファルトは風雨、寒暑の作用を受けるとき耐久性が尠い。

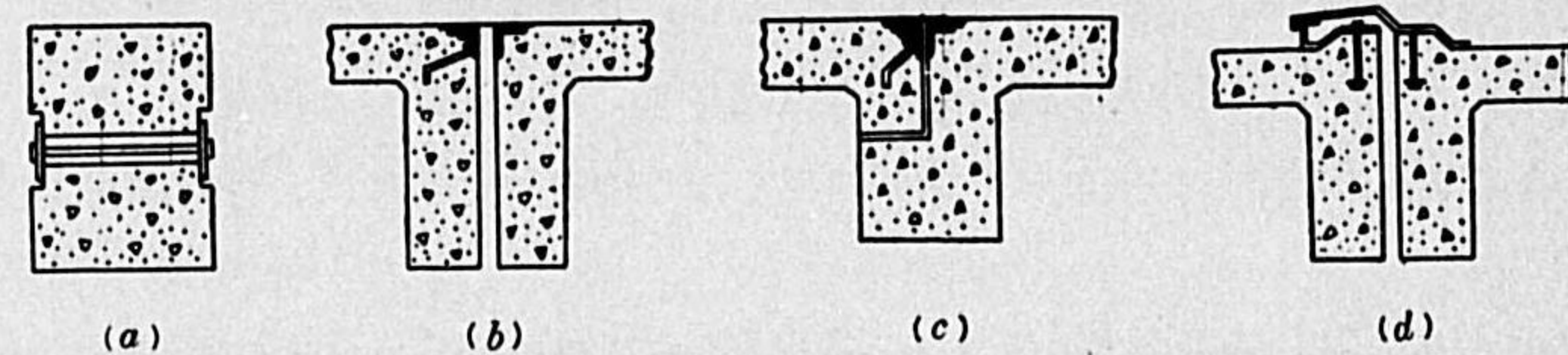
V形又は矩形の継目を填充するには、コール タール ピッチ又はアスファルトにセメント又は石灰石粉と石綿の2割を加へたマスタックが結果がよい。コール タールと石灰石粉とを等分に混合したものも、よく用ゐられる。

§ 375. 伸縮継目の例

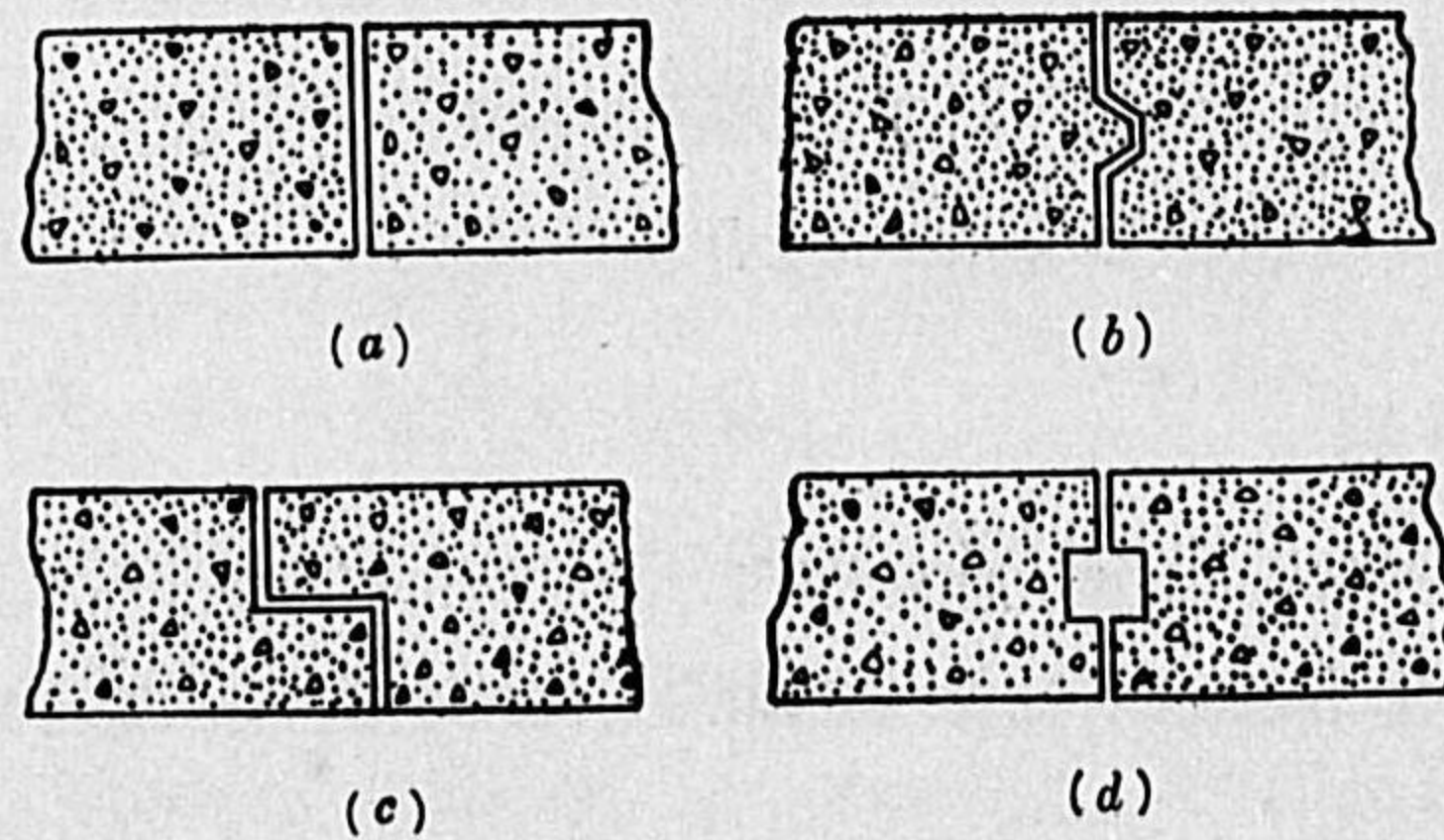
伸縮継目の標準的な設計は、次の如くである。

第149圖は、建築物に於ける伸縮継目の例である。(a)は柱の場合で、ボルトで左右の移動を防いだもの、(b)は梁を2つに分けたもの、(c)は床版のみに継目を設けたもの、(d)は屋根の梁の伸縮継目である。(b)及び(c)は、継目の角を形鋼で保護した場合である。

第149圖 建築物に於ける伸縮継目の構造

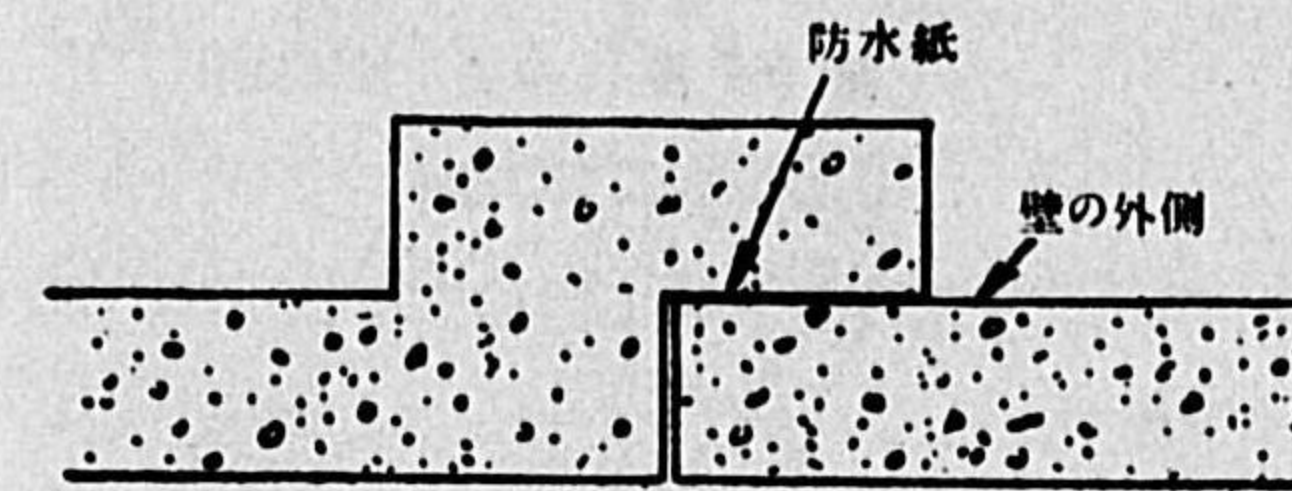


第150圖



第150圖は壁などに於ける伸縮継目の構造で、適當な填隙材を用ゐれば、相當水密的のものが出来る。(d)に於ける矩形又は正方形の穴には、粘土又は粘土と油との混合物を填充し、其の他の部分には、アスファルト フェルトなどを用ゐること

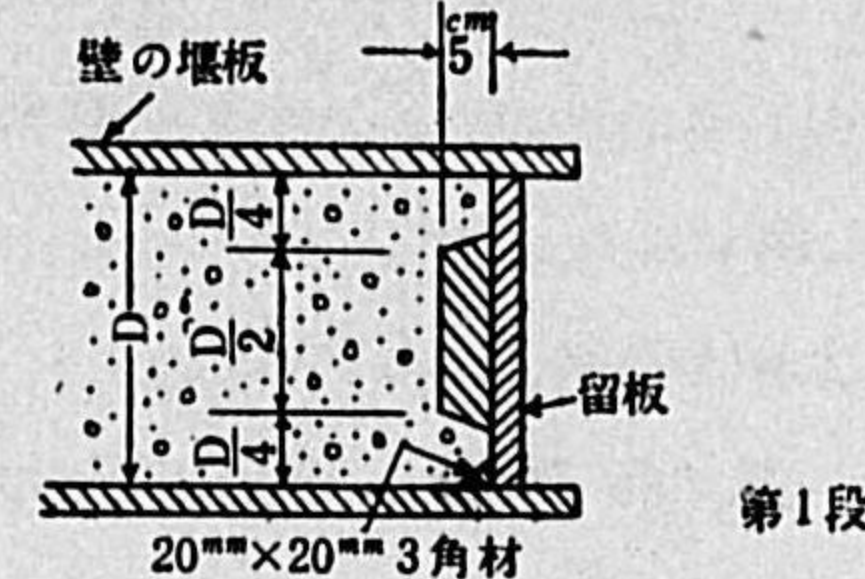
第151圖 建築物外壁の伸縮継目



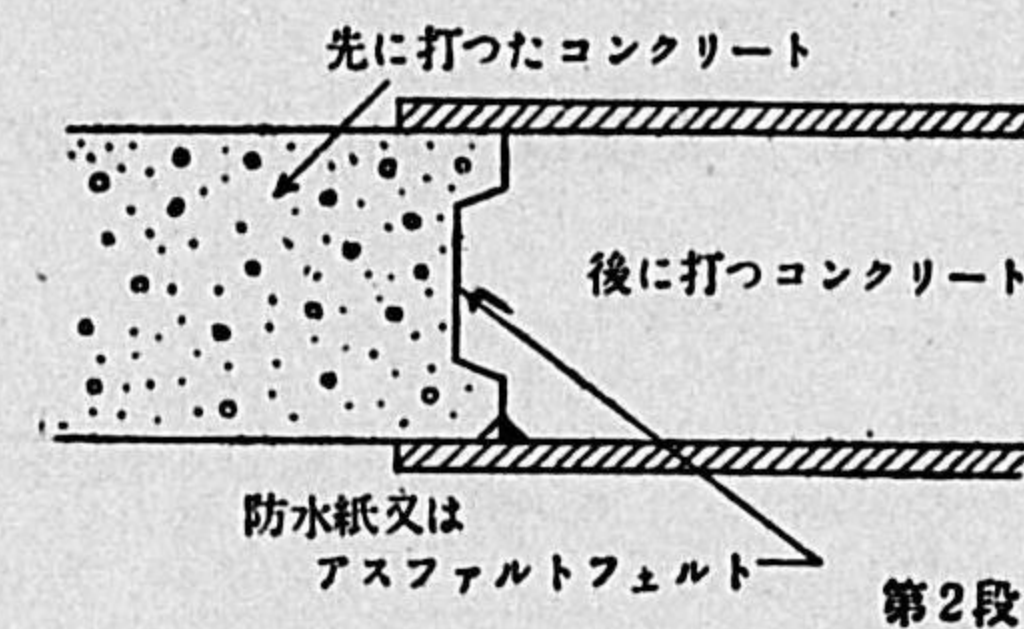
もある。

第151圖は、建築物外壁の伸縮継目の1例である。

第152圖 擁壁の伸縮継目



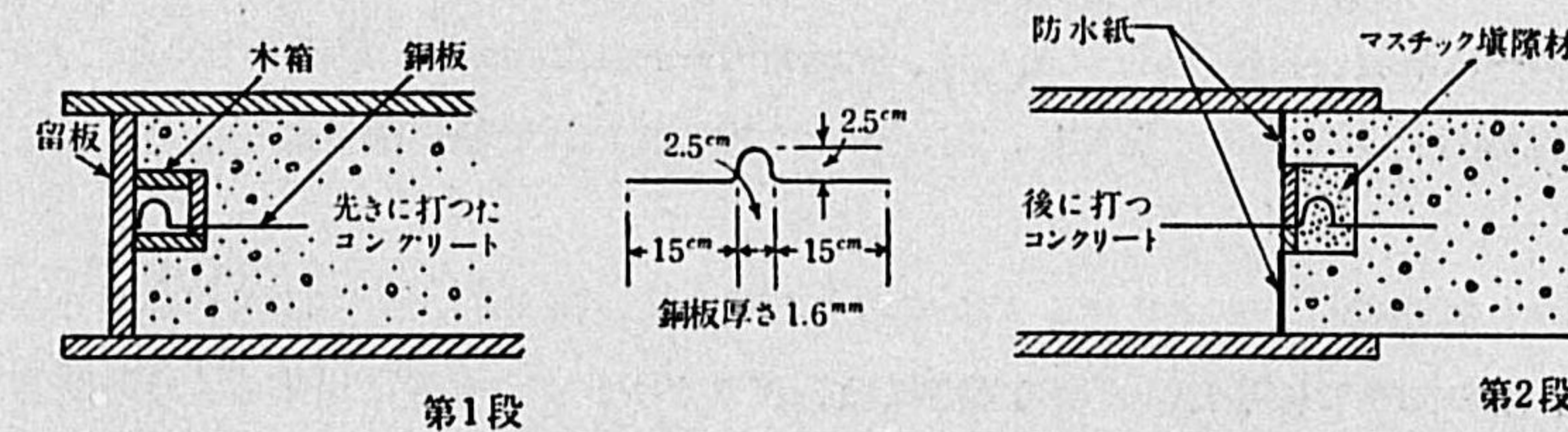
第152圖は、擁壁に於ける凹凸の伸縮継目の構造及び施工の順序を示す。凹面を造るための堰板には十分塗油し、容易に之を除去することが出来、そして、平滑な溝が得られる様にする。継目には防水紙又はアスファルト フェルトの類を挿入しておいて、新らしく打つたコンクリートが舊コンクリートに附着しない様にしてある。適當に施工すれば、此の構造で、相當水密的な継目出来る。継目に於ける壁の外側にV形の溝を造つてあるのは、先きに打つた壁の堰板を除去する時に、コンクリートの角が缺けて、継目の外觀を害することがないためである。



特に水密を必要とする伸縮継目の構造は、常に苦心を要するものである。水密的な継目を造るには、継目に金属板を挿入するのが有効である。

金属板としては、鉛板、亜鉛鍍金の鐵板、銅板、等が用ゐられるが、其のうちで、銅板が便利である場合が多い。

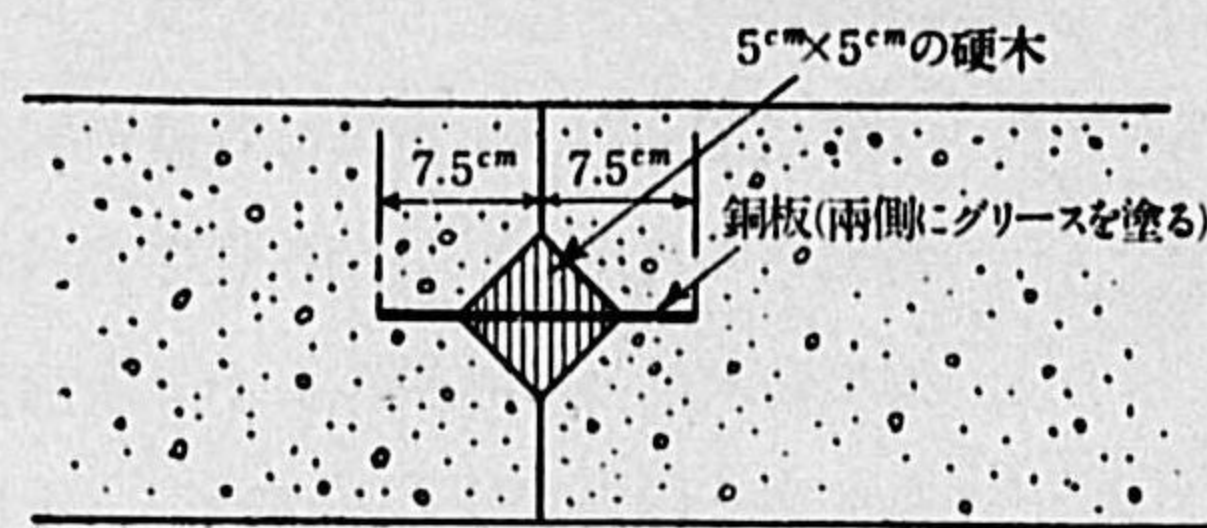
第153圖 水槽壁の伸縮継目



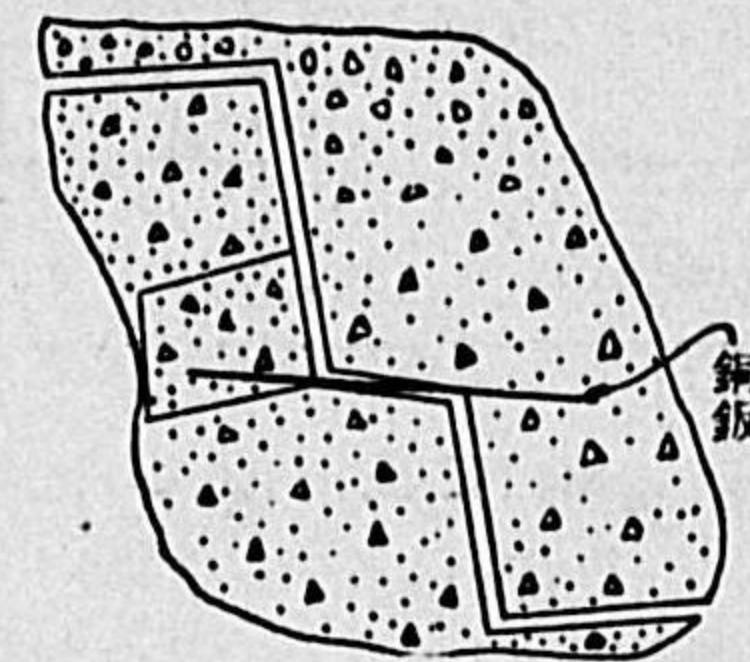
第153圖は、水槽壁の伸縮継目に銅板を使用した場合の構造、及び、其の施工の順序を示す。

第154圖は、建築物外壁の伸縮継目に銅板を用いた1例である。

第154圖 建築物外壁の伸縮継目



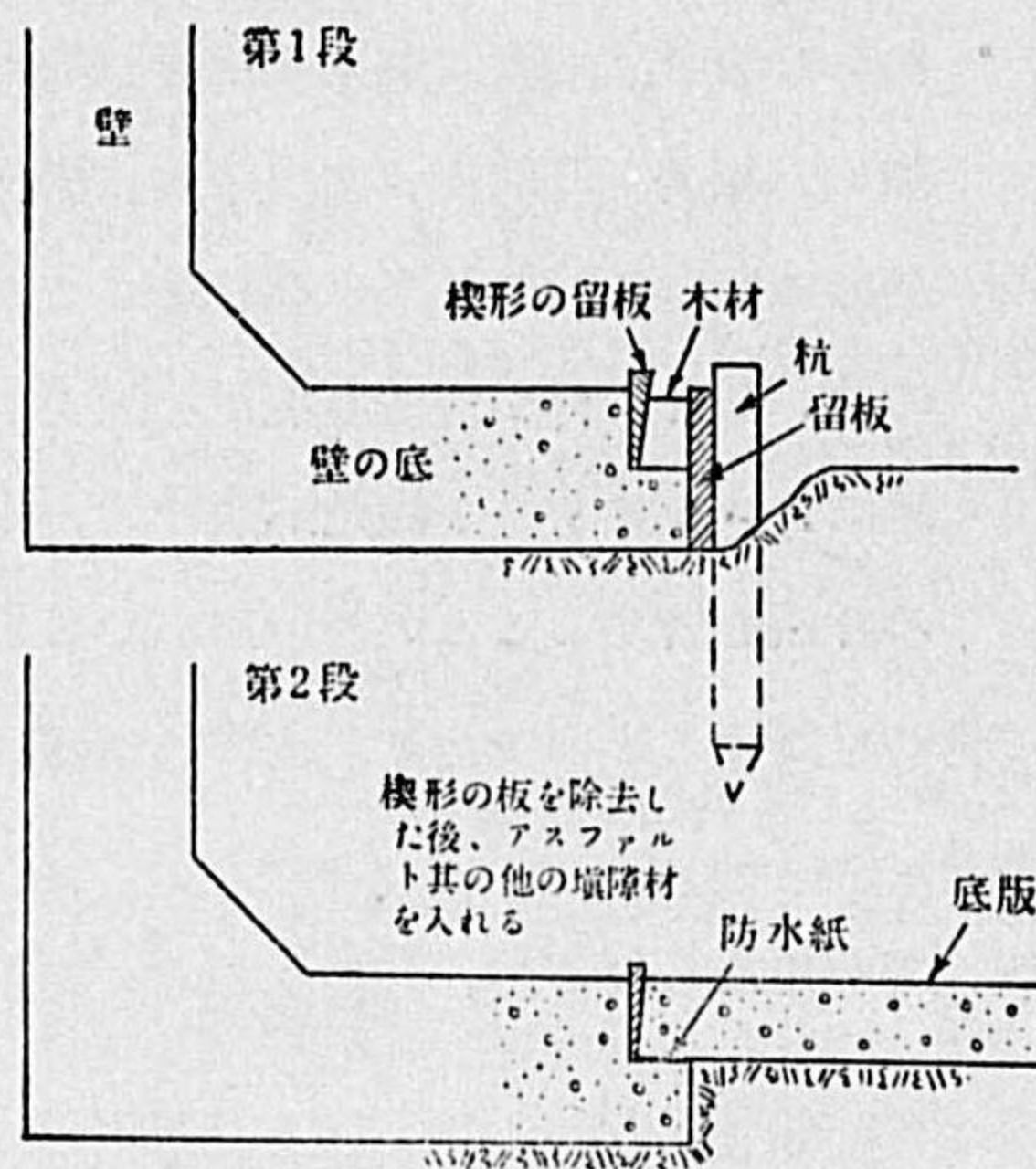
第155圖 堰堤の伸縮継目



第155圖は、堰堤の伸縮継目に銅板を使用した例である。

堰堤の伸縮継目にゴムの板を使用して、成功した例もある。

第156圖 貯水池の床版の伸縮継目



第156圖は、貯水池底版の伸縮継目の構造及び施工順序の1例を示す。

§ 376. 大塊構造物に於ける収縮継目

大塊コンクリートの硬化中の発熱により上昇したコンクリートの温度が、熱の発散又は人工的の冷却によつて最後の安定な状態にまで冷へれば、温度降下による収縮のために、コンクリートに龜裂を生ずる恐れがある。よつて、有害な龜裂の発生を防ぐためには、適当な収縮継目を設けることが

必要になる。而して、コンクリートが単一體として働く必要ある部分に設けた斯の如き収縮継目、例へば堰堤の収縮継目、に於ては、コンクリートの温度が平均気温まで冷却した時に、此の収縮継目をグラウトで填充し、設計通りに単一體として働く構造にしなければならない。

斯の如き収縮継目のグラウティングに成功する爲には、約 0.5 mm の間隙が必要である。依つて、斯の如き収縮継目を設ける場合には、グラウティングが有効に出来る丈の間隙を有せしめる様に、又、有害な龜裂を防ぎ得る様に、設計及び施工をしなければならない。

§ 377. 滑面継目

滑面継目を造る簡単な方法は、コンクリートの受け面を鏝で平滑に仕上げ、之が十分硬化した後に、他方のコンクリートを施工する。然し、継目の面にアスファルト又は之に類似のものを塗るか、或は防水紙又はアスファルトフェルトの類を面に釘付けするか、した後に、他の部のコンクリートを打つのが普通である。継目面に、亜鉛板、銅板などを用ゐれば、一層有効である。

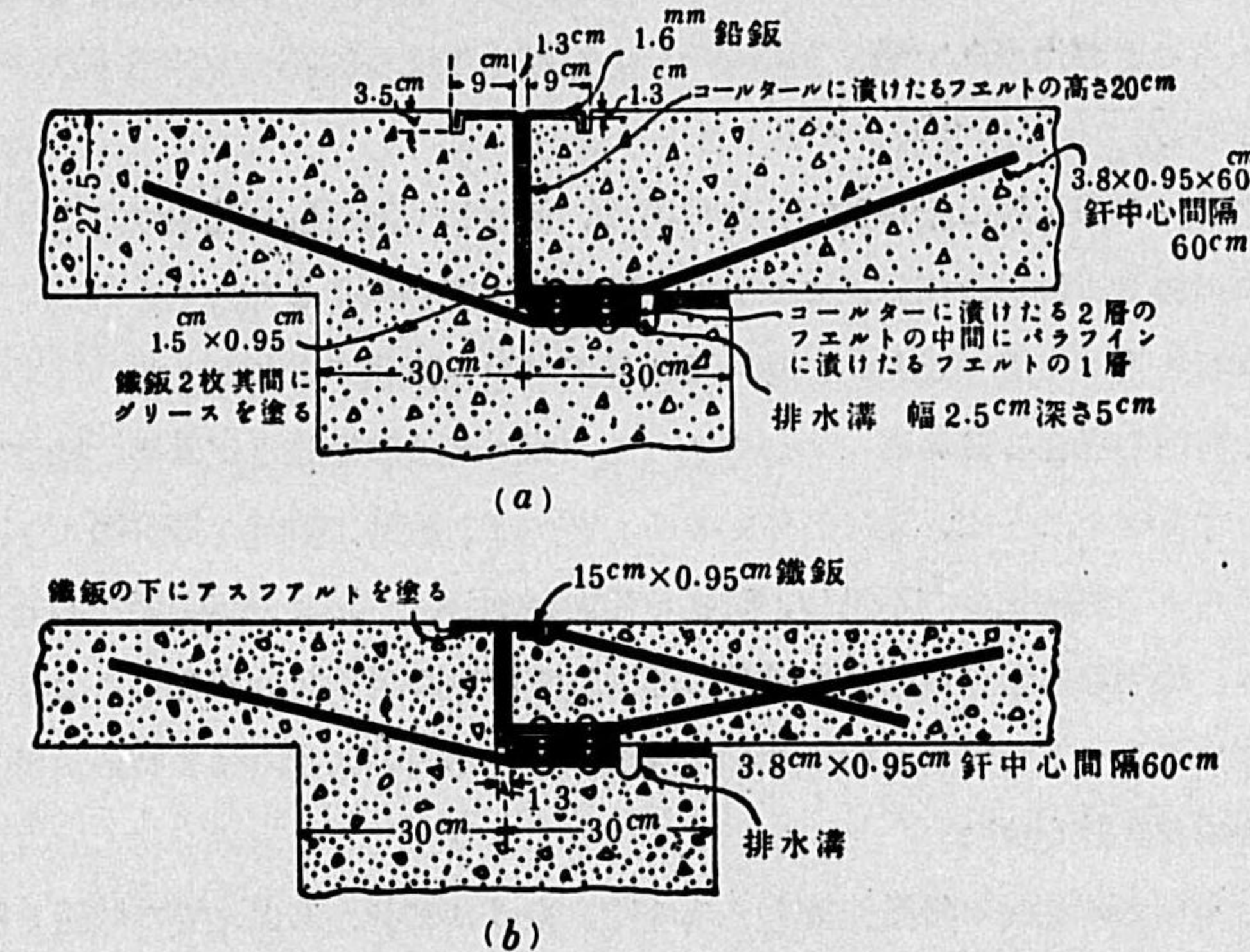
滑面継目について、鉄筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『第44條 滑面継目』

滑面継目に於けるコンクリートの受け面は平滑に仕上げ、硬化後責任技術者の指示に従ひ適當なる絶縁材を置き、上部のコンクリートを打つべし。』

第157圖は、橋梁に於けるコンクリート床版の防水的滑面継目の1例で、(a)は車道、(b)は人道に用ゐられたものである。継目から侵入した少しの水を直ちに流し去る様にしているが、之は堰堤などの場合にもよく應用されることである。

第157圖 橋梁に於ける床版の滑面継目



第20章 維持及び修繕作業

§ 378. 概 説

現今の標準示方書に従つて設計施工した鉄筋コンクリート構造物は、耐久性的であつて、維持修繕の費用が少いことは事實であるけれども、維持修繕を要しないと言ふのでは決してない。鉄筋コンクリートに対する吾人の智識の不足な處も澤山あり、設計施工も仲々理想通りには行はれないから、鉄筋コンクリート構造物は、腐蝕、分壊、等の天然的の被害にたいして之を保護するのみならず、偶然的である、洪水、洗堀、地震、火災、等の被害にたいして相當な維持修繕を行ひ、鉄筋コンクリート構造物の耐久性を發揮させることが極めて大切である。

一般に、維持は、構造物を使用しつゝある間に行はれる作業であり、修繕は、比較的長時間を要し、構造物の使用を一部又は全部中止して行はれる作業であるが、維持と修繕とをはつきり區別することが出来ない場合も尠くない。區別は程度の問題で、作業方法は、兩者ともほぼ同じである。

鉄筋コンクリート構造物の維持及び修繕作業は、新らしく構造物を建造するよりも、餘程むづかしい點があり、材料及び施工について、特殊の技能を要するものである。

構造物の設計を誤つて居つたとか、材料及び施工が頗る粗悪であつたとか、天災であるとか、言ふ様な特別の場合のほかは、コンクリートが腐蝕又は破損した爲に、構造物全体の改築を必要とする様なことは、比較的稀である。例へば、橋臺、橋脚、等が過大な荷重を受けてコンクリートの壓縮強度が不足し、破壊の傾向を示し、一見改築が必要であると思はれる様な時でも、橋梁を支承する部分を適當に補強して荷重の齊等な分布を得させるとか、一部分を鉄筋コンクリートで包むとか、モルタル注入を行ふとか、言ふ様な修繕工事で、改築をせずにすむ場合も尠くない。

鉄筋コンクリート構造物の修繕作業をするには、先づ、腐蝕、破損、等の状態を検査し、それから其の原因を研究し、被害の原因を除去して、構造物を使用に耐へる様に復舊すると言ふ順序によるのである。

§ 379. 検 査

構造物の被害を検査する前に、其の構造物の設計、及び、施工の狀況、等につき、出来る

だけ詳細な調査が必要である。

鉄筋コンクリート構造物の被害を検査する時期は、雨の後で、排水孔からまだ水が出て居り、幾分乾いたコンクリート部分がある様な時が適當である。凍結融解の起る時期は、コンクリートの破損が最も明瞭に見えるから、甚だ都合がよい。

現場に於て探究すべき徴候は、

- (1) 蝕刻、剝落、等の生じた位置及び状態、
- (2) 龜裂の位置、大きさ、及び、龜裂に沈澱物があるか否か、
- (3) 構造物の内外に於ける沈澱物の位置及び色、
- (4) 骨材の割れ又は腐蝕、
- (5) コンクリートの色、組織、硬さ及び音、
- (6) コンクリート面の吸水性が大きいか否か、
- (7) 伸縮縫目の状態、
- (8) 被害が構造物に及ぼす影響の程度、
- (9) 破損の直接の原因と破損が起つたために更に起つた第二次的の原因、

等であつて、是等を解明するには、非常な經驗と熟練した觀察とが必要である。

外觀が悪くなつて居ることは、必ずしもコンクリートが害を蒙つたと言ふ證據ではないが、注意を要することを示すものである。

一般に、表面丈けを検査したのでは、コンクリートのほんとうの状態はわからない。表面の薄い剝脱は、外觀を悪くするけれども、深くなれば、大した害はない。薄い剝脱の下に粉の様な薄層があり、其の 25 mm 位下では、完全なコンクリートであることもある。斯の如き場合は、表面丈けを修繕すればよい。

腐蝕の大體の深さを知るには、鑿の類で表面の一部をはがしてみるのも一方法である。此の時、鑿を打つた時の音で、完全なコンクリートに達したか否かが判かる。

金槌でコンクリートを敲き、其の音と、指先に傳はるコンクリートの振動の感じとで、コンクリートの状態を知ることが出来る。之は簡單で便利な方法である。澄んだ金屬的の音は、コンクリートが完全であることを示し、空虚な音は、コンクリートが浮いて居ることを示し、鈍い音は、コンクリートが腐蝕して居ることを示す。近來、コンクリートを敲いた時の音の振動を音叉で測つて、コンクリートの壓縮強度を求めることも試みられて居る。

フェノールフタリンの 3% のアルコール溶液をかけ、赤色を呈しない時は、コンクリートがアルカリ性を失つて居ることを示す。コンクリートがアルカリ性を失つた時、コンクリートは死んで居ると考へてよい。

鉄筋がコンクリート中で錆びないのは、コンクリートのアルカリ性によるものであるから、コンクリートがアルカリ性を失へば、鉄筋は腐蝕し始め、鉄筋が膨脹して、コンクリートを破壊し、従つて鉄筋コンクリートが破壊することになるのである。

§ 469 に述べてある様に、構造物からコンクリート コアを切取つて、各種の試験を行ふことが必要なこともある。

§ 380. 被害の原因

構造物の被害の徴候の検査及び各種の試験の結果から、被害の種類及び原因を判断し、之に對する處置を決定する。之が爲には、先づ、被害が、材料としてのコンクリートにあるか、構造物としてのものであるか、又は、以上の兩者にあるか、を決定しなければならない。此の判断を誤れば、正當な修繕作業を行ふことは望み難い。

例へば、排水が悪かつた爲にコンクリートが水で飽和され、凍結融解の繰返しによつてコンクリートが腐蝕した時、此の部分除去し、新らしくコンクリートを填充する修繕をしても、單に被害を他の部分に移すに過ぎない様なものである。

被害の原因が材料としてのコンクリートにあるとして、其の原因が、機械的作用によるものであるか、化學的作用によるものであるか、を知らなければならない。コンクリートの材齢及び腐蝕の速度についても、考へなければならない。材齢が數年でひどく腐蝕したものは、材齢が數十年で同程度に腐蝕して居るものよりも、重大な被害であることは明白である。それで、多くの場合、修繕が必要であるか否かは、コンクリートが腐蝕する速度にも關するものである。

コンクリートを腐蝕させる原因の主なもの、水の侵入すること、水がセメントの一部を溶解して流去すること、コンクリートに接する水が有害な酸、アルカリ、等を含み、セメント又は骨材を破壊すること、嚴寒の際にコンクリート中の水分が凍結融解すること、等である。依つて、水がコンクリートに出来る丈け接觸しない様にする、若し水がコンクリートに侵入したら容易に流出する様にする、等が、コンクリート構造物の維持修繕に關して最も大切である。従つて、排水をよくし、適當な防水工を行ふことが、コンクリート構造物の修繕作業の大切な手段となる譯である。

被害が構造物としてのものであるならば、荷重状態、基礎、溫度變化、排水、其の他の事項について、考慮しなければならない。普通に起る、構造物としての破壊は、洗堀による基礎の移動、過分の荷重を受けること、大きい衝撃作用を受けること、設計に於て豫期しない應力が働くこと、等である。

實際問題として、鉄筋コンクリート構造物の破損は、一つの原因のみによることは尠く、多くの原因が重なつて居るのが普通であるから、原因の判断については、主要な原因と第二次的の原因とを、出来る丈け、はつきり區別することが必要である。之が維持修繕に於て、材料の性質、設計及び施工に就いて、非常な智識と經驗とを必要とする所以である。

§ 381. 修繕作業

被害の原因の判断がつけば、此の原因を除去し、復舊に對する處置を決定することが出来る。然し、其の處置は、場合場合によつて非常に異なるものであつて、一時的の修繕を行ふ場合もあり、根本的の修繕を行ふ場合もある。

修繕に使用する材料、例へば防水工に使用する材料、に就いては、効果が確實でないものもあり、まだ吾人の智識が及ばないものもある。其の上、經濟的問題も考慮しなければならないので、方法、手段が、場合場合によつて一層異つて來るのである。依つて、總ての狀況に對して最善である一つの方法は無い。或る場合に適當な材料や方法は、他の場合に對して全く不成功に終る場合もあるのである。

コンクリートの修繕作業は、便宜上、次の様に分類することが出来る。

- (1) 細部の改造
- (2) 表面の處理
- (3) 防水工
- (4) 龜裂の填充及びコーキング
- (5) パッチング
- (6) モルタル塗り
- (7) 置き換へ
- (8) 包圍工

是等は、例へばコーキング及び表面の處理が防水工の一手段である様に、重複して行はれることが多い。

§ 382. 細部の改造

雪の多い地方に於ては、構造物に於ける水平面をなるべく避ける様にするのが適當である。之は、高欄や、笠石、其の他の比較的小さい断面の部材の場合に殊に大切である。橋脚其の他の頂面の勾配は、之を急にして、早く排水し、出来れば、上部構造の持出しにより、橋脚其の他を保護し、氷雪の溜るのを出来る丈け防ぐのが適當である。

氷雪の多い地方に於ては、伸縮継目を出来る丈け防水的にすること、之を適當に保護すること、が肝要である。

§ 383. 防水工

コンクリート面の風化を保護する目的で、他の材料で被覆する塗布工には、ペンキ塗りからグナイト工まで、種々の種類があり、其の効果についても大分差がある。

風化によるコンクリートの腐蝕に対するペンキ塗りは、効果が永続しないので、時々塗り直さなければならない不利がある。それで、特別の場合の外は用ゐられない。

セメントモルタルの塗布工については、§ 341 に述べてある。之は、適當な條件に對しては有効な防水工であるが、熟練工でないと成功がむづかしい。

パラフィンの塗布については、§ 345 に述べてある。之の効力は、數ヶ月程度と考へてよい。

鐵粉の使用に就いては、§ 343 に述べてある。鐵粉は、モルタル塗り又はパッチングの際の混和材として使用される。成功したものもあるが、有効でなかつた例もある。種々の事情によつて効果が異なる様である。

アスファルト又は之に類似のものの塗布工については、§ 344 に述べてある。

防水膜工については、§ 348 乃至 § 353 に述べてある。

アスファルト マスチックによる防水工に就いては、§ 354 乃至 § 356 に述べてある。

グナイト工に就いては、§ 245 乃至 § 249 に述べてある。

§ 384. 龜裂に於ける防水

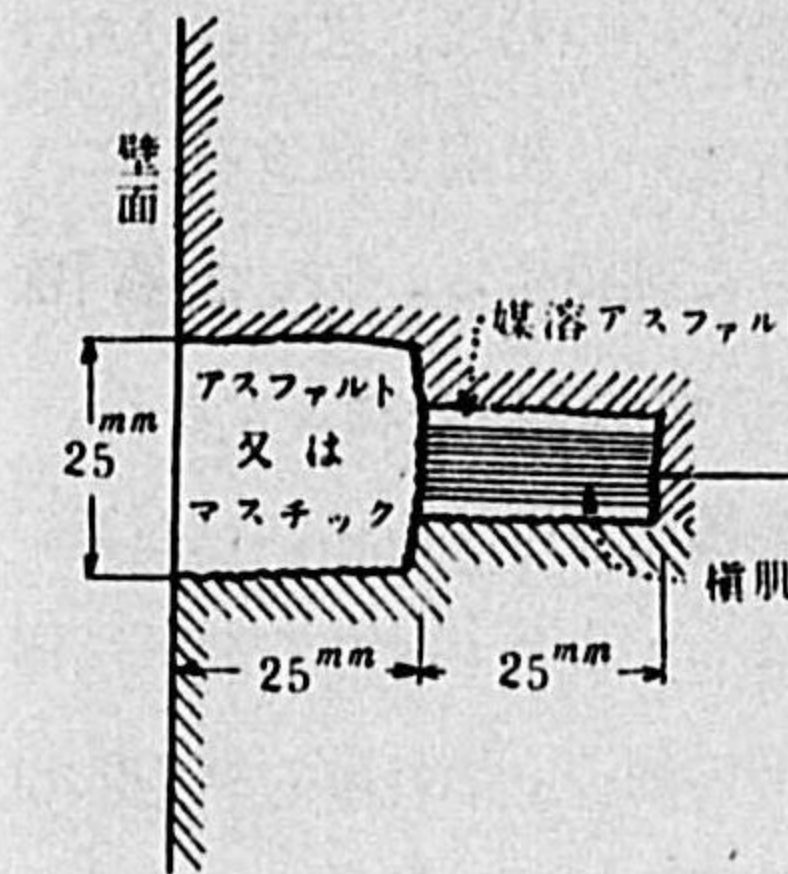
薄い壁などに於ける収縮龜裂の様に、其の幅が小さく、數の多いものである時には、龜裂の防水として、セメント糊を塗布すること、セメント糊をコンクリート表面に沿つて永い時間流すこと、セメントを振りかけること、等が有効である場合が多い。生のあまに油 (raw linseed oil) の塗布は、かなり有効である。

打継目又は構造物としての原因による龜裂からの漏水は、殊に水に壓力がある時、之を止めることが、非常にむづかしい。防水すべき継目又は龜裂に於て、構造物の移動がある時は、一層むづかしい。斯の如き場合に對する處置として、コーキング (caulking) 又はグラウト工などが用ゐられる。

龜裂が構造物としての原因によるものであり、幅が相當に大きく、數が少い時には、溝を掘り、之にコーキングを行ひ、其の上にアスファルト マスチック又はモルタルを填充するのが有効である。コーキングは、水の壓力が大きい時にも、利用出来る。

コーキングを行ふには、先づ、漏水を出来る丈け他に導く手段を講ずる。次に、龜裂又は継目の所に溝を掘つて、十分掃除する。溝の掘り方の1例は、第158圖の如くである。

第158圖



コーキングには、普通、槓肌を用ゐる。槓肌をコークする前に、溝の底に少しのアスファルトを入れるか、又は、槓肌を2層に使用し、間にアスファルトの薄層を入れることもある。此の時には、アスファルトをなるべく少量使用することが大切である。殊に、コーキングの上にマスチックを填める時にそうである。餘計のアスファルトを用ゐると、暑い時にアスファルト油が表面に侵出して、マスチック

とコンクリートとの結合を弛めるからである。

時としては、麻繩、又は、麻繩と麻繩との間に粘土を入れるコーキングを行ふこともある。

コーキングを終つたら、表面に近い部分に、普通、マスチック、を填充する。ゴムとアスファルトとの混合材もあるが、値段も高いし、べたべたする缺點がある。練返しの硬練りモルタルを填充することもあるが、此の部分に於て、構造物の移動が考へられる場合には、モルタルの填充は効果がない。

コーキングにより、1、2回は不成功に終ることがあるにしても、熟練した職工が忍耐強く施工すれば、遂には成功するものである。

以上の方法は、凍結作用を受けない時には効果があるが、凍結作用をうける場合の龜裂又は継目に於ける防水をするには、水が入り込むことを止めるより仕方がない。

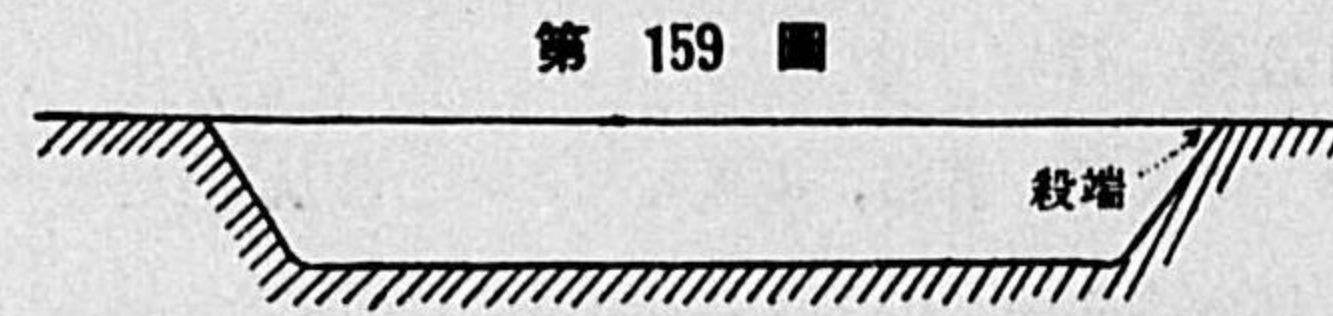
大きい壁の打継目其の他からの漏水を防ぐには、グラウチングを應用することが出来る。

§ 385. パッチング

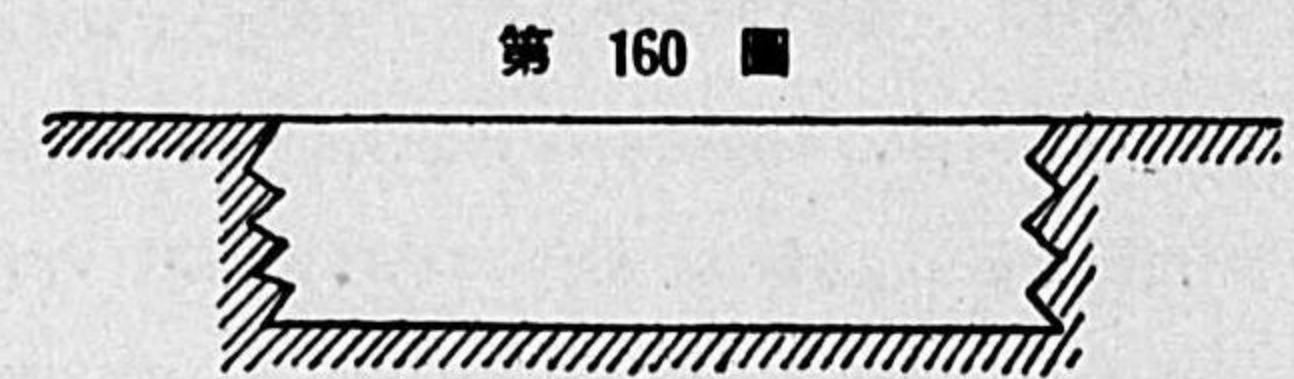
パッチングと言ふのは、破壊したコンクリートの小面積又は小容積を、新しいコンクリートで置き換へることである。深さが小さく廣い面積のパッチングは、塗布工となる。約25mm位の厚さのモルタル塗布工でも成功することは出来るが、餘程熟練した作業手でないと失敗するから、出来れば、塗布工は之を避けるがよい。パッチング工に於ては、之を行ふべき場所の適當な準備、舊コンクリートと新コンクリートとの密着を確實にすること、新コンクリートの収縮を最小にすること、十分な養生をすること、等に注意しなければならない。

(1) 準備

先づ、腐蝕したコンクリート又は弛むだコンクリート全部を切取り、切取りの縁は、コンクリート表面に垂直に切るか、又は、幾分下削りにする。深さは25 mm以上とする。第159圖の



第159圖



第160圖

様な殺端(ソギバ)は、之を避けなければならない。殺端を造ると、こゝからじきに剝脱する。それで、第160圖の様に切取るのが適當である。

広い面積を粗にするには、石工の鑿で、7.5 cm乃至10 cmの間隔に溝を縦、横に掘る。然れば、其の間のコンクリートを容易に剝取ることが出来る。切取つた部分に鉄筋があれば、新舊コンクリートの結合を確實ならしめるに甚だ有效であるから、十分利用するがよい。新舊コンクリートの密着を確實にするため、又は、パッチングのコンクリートに引張又は剪断應力が働く時、之に抵抗する目的で、特に鉄筋を使用することもある。鉄筋としては、棒鋼の代りに、鉄網も用ゐられる。鉄筋の断面積は、新コンクリートの平均断面積の0.3%以上とし、構造物の縁端の部分のパッチングをする時には、此の部に於けるコンクリート断面積の0.6%以上とする。

鉄筋を碇着するには、コンクリートに孔を穿つて、之に鉄筋を挿入して碇着することもあり、先づ碇着ボルトを碇着し、之に鉄筋を重ね合せて繼ぐこともある。鉄筋又は碇着ボルトと舊コンクリートとの間の間隙には、セメントモルタルを敲いて詰込むか、又は、グラウトする。此の際、之を行ふ1時間以前に、舊コンクリートに十分水を吸収せしめることを忘れてはならない。碇着作業を終つてモルタル又はグラウトが十分に硬化するまでは、パッチングのコンクリートを打つたり、碇着ボルトに鉄筋を接合したり、してはならない。此の期間、振動其の他に對して十分保護することが必要である。次に、コンクリート及び鉄筋は、十分水をかけて之を洗ひ、總ての磨損や弛むだものを完全に掃除する。此の時、壓搾空氣と水とを利用するのが最も有效である。コンクリートに十分に水を吸収させることは必要であるが、パッチングのコンクリートを打つ時には、表面に水がない様に注意を要する。新コンクリートが舊コンクリートから水を極く尠し吸収する程度が適當である。

(2) コンクリート

パッチング用コンクリートに使用するセメント及び骨材は、舊コンクリートとなるべく同質、同色のものを選ぶがよい。新舊コンクリートの繼目に来る龜裂、殊に、表面の縁に於ける龜裂、の發生を防ぐには、新コンクリートの收縮を出来るだけ小さくすることが必要である。之が爲には、出来るだけ、セメント、細骨材及び使用水量の尠い硬練りコンクリート

を使用し、十分締固める必要がある。之と、十分な養生とにより、普通、満足な結果が得られる。餘り富配合のコンクリートを使用すると、反つて失敗する。使用水量は、十分な締固めによつて、密度の大きいコンクリートを得るに適するウオーカビリティーを得る様に、之を定める。又、コンクリートの收縮を小さくするには、練返しコンクリート(§ 128 参照)を用ゐるのが有效である。

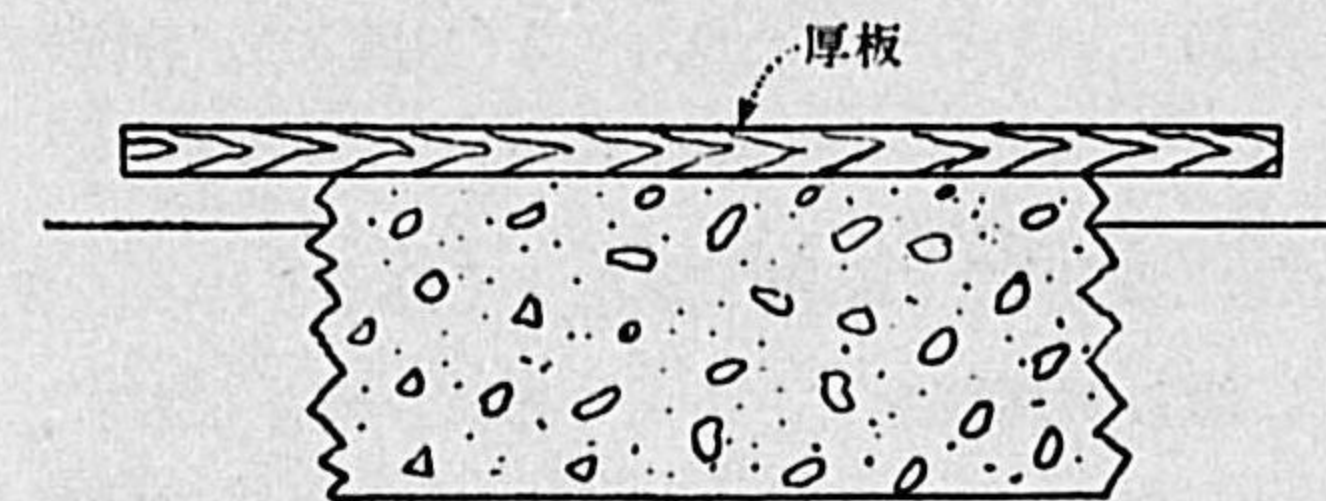
(3) コンクリート打ち

新舊コンクリートの密着を確實にするために、次の様な方法が行はれる。

1つの方法は、新舊コンクリートの間に先づ富配合のモルタルを打つ方法である。即ち、配合1:1位のプラスチックなモルタルを造り、温度及び濕度に應じ、混合してから半時間乃至3時間後に水を加へずに練返し、之を6 mm位の厚さに、新コンクリートを打つ直前に、準備したコンクリートの面に投げつける様に打つ。モルタル面に鏝をかけたたり、定規塗りをしたり、してはならない。他の方法は、濃いセメントグラウトの數層を刷毛で塗る方法である。各層は、次の層を塗る前に、ネバネバするまで放置した後に、次の層を塗る。斯くして、グラウトの3層乃至5層を用ゐ、其の後に、パッチのコンクリートを詰込む。此の方法は、時間はかかるが、成績がよい。

水平のパッチを施工する時には、打繼ぎのモルタル工又はグラウト工を終つた直後に、コンクリートをあふれるまで打ち、打つたコンクリートの上に厚板を置き、板の上を鏝の類で

第161圖



敲いて締固める(第161圖参照)。此の締固めは、コンクリートが凝結をはじめる迄、數回之を行ふ。然る後、又のある鋼板などで、表面を引き附けることがない様に注意して、餘分のコンクリートを除去し、敲きなが

ら、軽く鏝をかけて仕上げる。

鉛直又は急な勾配の面にパッチングを行ふ時も、出来れば、繼目のモルタル又はグラウトがプラスチックである間に、新コンクリートを打つがよい。然し、之がために、新コンクリートが垂れ下る恐れのある時は、モルタル又はグラウトが十分な強さに達するまで、待たなければならない。此の時、パッチングのコンクリートは、打繼ぎのモルタル層と同様な要領で施工することが必要である。

新コンクリートを、舊コンクリートと型板との間に入れる場合、即ち包圍工の場合其の他に於ては、出来れば、新コンクリートを數層に分けて打込み、十分締固める。斯の如き場合

の締固めには、振動機を使用するのが最も有効である。収縮の甚いコンクリートを造るには、前に述べた様に、セメント、細骨材及び水量を減ずることが必要であるが、振動機の使用により、斯の如きコンクリートの締固めを十分にすることが出来るからである。鉄筋コンクリートに於ける各種の被害は、鉄筋が錯綜するために、コンクリートが十分行き互らなかつた様な處に生ずることが多いのであつて、斯の如き部分のパッチングに際し、振動機を使用すれば、齊等で密度の大きいパッチを施工することが出来る。

龜裂をモルタルで填充する場合には、十分硬練りの練返しモルタルを薄層にして、少しづつ根氣よく詰込むことが必要である。

(4) 養生

パッチのコンクリートを十分に養生することは、極めて大切である。コンクリートの早期の養生如何は、毛細龜裂の發生に重大な關係がある。毛細龜裂が出ると、之からコンクリートの風化又は腐蝕が始まる。十分永く養生して、其の効果を發揮させる上から、パッチングに中庸熱セメントを採用する場合もある。之によれば、龜裂を殆ど完全に避けることが出来ると言はれて居る。

§ 386. 構造物としての破損に対する修繕及び補強

構造物としての破損に対する修繕作業は、被害の種類及び程度等により、場合によつて著しく異なるものであるが、之を大別すると、排水をよくすること、防水工を施すこと、龜裂の填充、パッチング、構造物の一部を新たに鉄筋コンクリートで包むこと(包圍工)、各種の補強方法、等である。

鉄筋コンクリートの包圍工は、橋臺、橋脚、煙突などの修繕工事によく應用される。普通の鉄筋コンクリートを使用する場合もあり、組むだ鉄筋をグナイトで埋込む場合もある。

従來、鉄筋コンクリート構造物は鋼構造物と異り、補強又は變更が出来ない様に考へられたのであるが、今日では、決してそうではない。近來は、鉄筋の銲接が進歩したので、コンクリートの一部をこわして鉄筋を露出させ、之に所要の鉄筋を銲接して補強工事をする事も出来る。コンクリートは、設計に用ゐられた材齡 28 日の強度よりも相當強度が増進して居る場合も多いから、鉄筋を増加しただけで、十分補強の目的を達することもある。又、或る部材を切り取り、新しい部材を挿入する様な修繕作業も、比較的容易に出来るものである。

第21章 工 費

§ 387. 概 説

コンクリート又は鉄筋コンクリートの工事の工費は、是を次の諸項に分けることが出来る。

(1) 型枠費、(2) 鉄筋費、(3) コンクリート費、(4) 仕上げ費。

是等の諸項の各々を、更に次の諸目に分けることが出来る。

(a) 材料費、(b) 勞力費、(c) 設備費、(d) 總係費、(e) 利益又は報酬(工事を請負はせる時)。時によつては、以上の(a)、(b)、(c)及び(d)の諸目を項とし、(1)、(2)、(3)、及び(4)を目とする場合もある。

工費の豫算を作るには、先づ、型枠の面積(單位 m^2)、鉄筋量(單位 kg 又はトン)、コンクリートの量(單位 m^3)、仕上げ面積(單位 m^2)、等の數量と是等の單價とを計算することが必要である。次に、是等を計算する方法の大略を説明する。

材料の單價及び勞働者の賃銀は、時と場所とによつて著しい差がある。次に述べる數字は、單に、大東亞戰爭前我國の都市に於ける普通の相場である。實際に當つて、工事の現場に於ける材料の單價及び勞働賃銀を用ゐて數値を修正しなければならないことは勿論である。

第1節 型 枠 費

§ 388. 概 説

型枠費は構造物の種類及び大きさ、構造物を築造する順序、方法、等によつて大差あるばかりでなく、施工者の巧拙によつても、非常に差違のあるものである。

型枠の設計が出来ておれば、之から一々材料を拾つて、材料費を計算し、之に工賃を加算すれば、型枠費が計算出来る譯であるが、型枠を何回反覆して使用するか、反覆使用する時に、之の修繕に要する材料費及び手間は何程であるか、材料の最後の價格は何程であるか、と言ふ様なことを考へると、型枠費の豫算を作ることは、仲々容易でない。又、實際に於ては、型枠の設計が出来て居ない場合も尠くない。それで、型枠費の豫算を作る爲には、コンクリートに接する堰板の面積を計算し、それに、各部材に相當する型枠の單價を乗じて、型

枠費を求める場合が多い。以下に、此の方法を説明する。

コンクリートに接する堰板の面積を計算する時には、大約 2m^2 乃至 3m^2 よりも小さい窓及び入口孔、等の面積は、之を控除しないのが普通である。如何となれば、斯の如き孔があれば、平壁よりも遙かに手間が増すからである。又、大梁と小梁との交叉部なども、同様な理由で、あいて居る面積を減する必要がない。

型枠 1m^2 の工費の中には、堰板、棧、支柱、斜柱、ボルト、釘、鋸、繫鐵線、油、等の材料費と、型枠の組立て、取外し、掃除、修繕、塗布、等の勞力費とを含ませるのが普通である。

§ 389. 型枠の材料費

型枠 1m^2 に要する木材の量は、部材の種類により、大約 第 33 表 の如くである。

第 33 表 型枠の面積 1m^2 に要する木材の數量 (m^3)

部 材	木 材 量 (m^3)	部 材	木 材 量 (m^3)
基礎、礎段	0.050 ~ 0.090	柱	0.050 ~ 0.080
壁及び間仕切	0.050 ~ 0.060	柱 頭	0.050 ~ 0.100
床	0.045 ~ 0.070	梁	0.075 ~ 0.180
屋 根	0.050 ~ 0.075	階 段	0.075 ~ 0.150

型枠の木材は、特別な構造物又は部材では 1 度しか使用出来ないが、建築物などでは、相當な修繕を加へて、數回繰返して使用することが出来る。其の回数、大略、次の通りである。

(1) 堰 板

- (a) 床及び柱 2 回乃至 3 回
- (b) 梁 2 回
- (c) 壁 2 回乃至 5 回
- (d) 平らなアーチで多くの切目がない時 2 回乃至 4 回

(2) 角材の支柱 8 回乃至 10 回

丸太の支柱 5 回乃至 6 回

修繕に要する木材の量は、 1m^2 につき 0.01m^3 乃至 0.05m^3 である。

型枠用材 1m^3 の価格は、25 圓乃至 50 圓で、30 圓乃至 40 圓が普通の相場である。型枠として使用した後の木材の価格は、初價の 2 割乃至 9 割である。

型枠の組立ての爲に、型枠 1m^2 につき約 0.05kg 乃至 0.08kg の釘と、 0.05kg の鐵

線とが入用である。鋸及びボルトは幾回でも使用出来るから損料である。是等の費用總てで、 1m^2 につき 10 錢乃至 12 錢とみてよい。

今、建築物の柱、梁及び床の型枠 1m^2 についての材料費を計算してみると、次の如くである。木材 1m^3 の価格を 35 圓と假定する。

柱 所要木材の量を 第 33 表 の平均値にとつて、 1m^2 につき 0.065m^3 とする。型枠は、3 回使用出来るものとし、第 2 回目及び第 3 回目の使用の際に、修繕の爲に、 0.02m^3 の木材を要するものとすれば、型枠 1 回の使用に要する木材の量は $(0.065 + 0.02) \div 3 = 0.0283\text{m}^3$ となる。木材使用後の価格を初價の 20% とすれば、木材の單價は $35 \times 0.8 = 28$ 圓であるから、木材費は $28 \times 0.0283 = 0.80$ 圓、之に釘、繫鐵線、鋸、ボルトの損料 10 錢を加へれば、柱の型枠 1m^2 についての材料費は約 90 錢となる。

梁 型枠は 2 回使用出来るものとし、第 2 回目には、修繕の爲に、 0.02m^3 の木材を要するものとする。然れば、第 33 表 の平均値を用ゐて、所要木材量は、 $(0.09 + 0.02) \div 2 = 0.055\text{m}^3$ である。前と同様に、使用後の木材の価格を初價の 2 割とすれば、木材費は $28 \times 0.055 = 1.54$ 圓、之に釘其の他の費用 11 錢を加へれば、梁の型枠 1m^2 の材料費は約 1 圓 65 錢となる。

床 所要木材量は 第 33 表 の平均値として 0.06m^3 、3 回使用するものとし、修繕 1 回につき 0.01m^3 の木材を要するものとすれば、所要木材量は $(0.060 + 0.02) \div 3 = 0.027\text{m}^3$ 。故に、前と同様にして、木材費は $28 \times 0.027 = 0.75$ 圓、之に釘其の他の材料費 10 錢を加へれば、床の型枠 1m^2 についての材料費は約 85 錢となる。

もつと大略を言ふと、建築物などでは、型枠の面積 1m^2 につき、材料費約 1 圓とみればよい。橋梁其の他複雑なものでは、1 圓 35 錢位とみてよからう。

§ 390. 型 枠 の 勞 力 費

型枠の組立て、取外し、及び、除去後に釘を抜き掃除すること、等に要する平均の勞働時間數は、部材の種類に應じ、型枠 1m^2 につき、大略、第 34 表 の如くである。

第 34 表 の勞働時間數のうちで、0.2 時間乃至 0.6 時間は、型枠の取外し及び掃除、等に要する時間である。

型枠の修繕に必要な勞働時間數は、場合によつて大分異なるが、大約、 1m^2 につき 0.2 時間乃至 0.6 時間である。

修繕した型枠を再び組立てるに要する手間は、新しく組立てる時の 25% 乃至 50% とみてよい。

更に之を纏めて、第 36 表 の様な表を作り、鉄筋の本数、全長、重量、等を計算する。鉄筋を曲げる個数及び之に要する時間は、工費の計算に役立つものである。

第 36 表 鉄筋材料計算表 (2)

鉄筋の直径	本数	長さ	単位長さの重量	全重量	折曲げ個数	折曲げに要する時間	摘要

猶ほ、鉄筋は、組立ての際に多少の切れ端が出て、無駄になる。其の量は、設計の巧拙、職工の熟練、等によつて、全重量の 2% 乃至 4% である。

鉄筋の組立てに要する鉄線は、鉄筋 1000 kg につき、床版などで 3 kg 乃至 5 kg、壁などで 6 kg 乃至 9 kg である。

鉄筋用の鋼材の価格も常に高低があるが、大東亞戦争前の相場は、1000 kg (1 トン) 90 圓位である。小径のもの、長さの長いものは多少高價である。市場の相場は、製鐵所から直接買ふよりも多少高い。それで、多量の鉄筋を使用する時には、直接製鐵所に注文する方が、安くて安全な材料が手に入る。但し、多少時間が多くかかるから、工事を急ぐ時には、先を用ゐる基礎の鉄筋など丈けを市場から購入し、残りを製鐵所に注文するのが得策である。

現場に於ける鉄筋材料の価格は、市場の相場に運賃を加算したものである。鐵道で輸送する時、棒鋼の長さ 6 m 以上のものは、割増賃銀を拂はなければならない。

現場で棒鋼 1000 kg を車から卸ろして積み重ねるには、3 時間位の手間がかかる。

極く大體を言へば、現場に於ける鉄筋の価格は、1 kg につき 10 錢内外である。鉄線は、1 kg につき 18 錢位である。

§ 392. 鉄筋組立費

鉄筋を曲げ且つ組立てるに要する費用も、構造物の種類によつて差のあることは、勿論である。

棒鋼に 100 個の折曲げを作るに要する労働時間数の大略を示せば、第 37 表 の如くである。

第 37 表 棒鋼に 100 個の折曲げを作るに要する労働時間数

棒鋼の直径	手で曲げる時	機械で曲げる時
12 mm 又はそれ以下	2.00 ~ 4.00	0.75 ~ 1.50
20 mm ~ 22 mm	2.50 ~ 5.00	1.00 ~ 2.00
26 mm ~ 28 mm	3.25 ~ 6.00	1.25 ~ 2.50
32 mm ~ 38 mm	4.00 ~ 7.00	1.50 ~ 3.00

棒鋼 100 本を組立てるに要する時間数は、大約、第 38 表 の如くである。

第 38 表 棒鋼 100 本を組立てるに要する労働時間数

棒鋼の直径	棒鋼の長さ		
	3 m 以下	3 m ~ 6 m	6 m ~ 9 m
	所要時間数		
12 mm 又はそれ以下	3.5 ~ 6	5 ~ 7	6 ~ 8
20 mm ~ 22 mm	4.5 ~ 7	6 ~ 8.5	7 ~ 8.5
26 mm ~ 28 mm	5.5 ~ 8	7 ~ 10	8.5 ~ 11.5
32 mm ~ 38 mm	6.5 ~ 9	8 ~ 12	10 ~ 14

又、丸鋼を曲げ且つ組立てるに要する時間数を、丸鋼の重量 1 kg について示すと、大體、第 39 表 の如くである。

第 39 表 丸鋼 1 kg を曲げ且つ組立てるに要する労働時間数

丸鋼の直径	所要時間数	
	手で曲げる場合	機械で曲げる場合
7 mm まで	0.10	0.08
8 mm ~ 14 mm	0.08	0.05
14 mm ~ 以上	0.06	0.03

1 人の熟練な職工に對し、多数の手傳を要する。

猶ほ、部材の種類に應じて、鉄線費、鉄筋を曲げる機械費、等を含めて、鉄筋 1 トン (1000 kg) に對する組立費を概算すれば、労働賃銀を 1 時間 35 錢として、大約、次の如くである。

直径 16 mm 位の丸鋼を用ゐる床板の鉄筋で 14 圓、鉄筋の端を曲げる時で 21 圓、

梁で、鉄筋を曲げ、肋筋を用ゐる時 23 圓乃至 25 圓、

柱で 25 圓乃至 29 圓、

直径 10 mm 乃至 12 mm 位の鉄筋を壁に用ゐる時 21 圓乃至 31 圓。

それで、鉄筋組立費は、鉄筋 1000 kg に對して、平均 25 圓位と豫算することが出来る。

依つて、之に材料費の 1000 kg につき 100 圓を加算すると、鉄筋費は、大約、1000 kg につき 125 圓と見てよい。

鉄筋の使用量が構造物の種類によつて異なることは勿論であるが、極く大體を言へば、コンクリートの容積の $\frac{1}{200}$ 乃至 $\frac{1}{100}$ である。然れば、コンクリート 1 m³ に使用される鉄筋量は 77 kg 乃至 154 kg であつて、鉄筋費を 1 kg につき 12.5 錢とすれば、コンクリート 1 m³ についての鉄筋費は、9.63 圓乃至 19.25 圓となる。

第 3 節 コンクリート費

§ 393. 概 説

或るコンクリート又は鉄筋コンクリート構造物のコンクリート費を求めるには、先づ使用するコンクリートの數量を計算する必要がある。之が爲には、構造物の各部分、即ち、基礎、壁、柱、梁、床版、等に就いて、コンクリートの配合別に、各部分の寸法表を作り、之に依つて、使用コンクリートの數量を計算する。數量の單位は m^3 である。コンクリートの容積を計算する時に、鉄筋の容積、30 cm 平方以下の穴、埋込まれる諸種の管、などの容積は、之を差引かないのが普通である。

コンクリートの數量に、部材の種類及び配合に相應するコンクリートの單價、即ち $1m^3$ の價格を乗じ、是等の總和を求めれば、コンクリート費が計算できる。

コンクリートの單價は、大東亞戦争前、普通の基礎などに用られる貧配合のコンクリートで 12 圓乃至 18 圓、鉄筋コンクリートに使用されるコンクリートで 15 圓乃至 25 圓である。次に、コンクリートの單價の計算方法を、材料費、勞力費及び設備費に分けて、説明する。

§ 394. コンクリート 1 立方メートルを造るに要する材料費

コンクリート $1m^3$ を製造するに要する材料費は、之に要するセメント、骨材及び水の値段の和である。

コンクリート $1m^3$ を造るに要する材料の量を求めるに、實驗による方法は § 116 に、計算式による方法は § 117 に、述べてある。コンクリートの壓縮強度と單價との關係は、§ 118 に述べてある。

豫算を作る目的などに對しては、第 40 表の數値を用ゐるのが便利である。

第 40 表 コンクリート $1m^3$ を造るに要する材料の量

配合容積比	セメント		砂 m^3	砂利 m^3
	kg	袋		
1 : 1 : 2	603	12.00	0.390	0.780
1 : 1½ : 3	439	8.78	0.425	0.850
1 : 2 : 4	344	6.88	0.445	0.890
1 : 2½ : 5	284	5.68	0.460	0.915
1 : 3 : 5	268	5.36	0.520	0.865
1 : 3 : 6	241	4.82	0.465	0.935
1 : 4 : 8	186	3.72	0.480	0.960

猶ほ、極めて大略に、安全を見込む時には、 $1m^3$ のコンクリートを造るに要する砂の量を $0.5m^3$ 、砂利の量を $0.95m^3$ 乃至 $1.0m^3$ とし、セメント丈を配合に應じて變化することもある。

コンクリートの混合用として必要な水量は、コンクリート $1m^3$ につき $0.2m^3$ 乃至 $0.3m^3$ であるが、鉄筋コンクリート工事では、之に、堰板を漏すため、コンクリートの養生のため、撒水するに必要な水量を加算して、コンクリート $1m^3$ につき $0.5m^3$ の水を要するものと見てよい。大塊のコンクリートであれば、 $0.3m^3$ 乃至 $0.4m^3$ の水量で十分である。道路工事などでは、コンクリートを打つ前に、十分地盤に撒水する必要があり、又、養生にも多量の水を要するから、氣候によつて、コンクリート $1m^3$ につき $0.6m^3$ 乃至 $0.8m^3$ の水が必要である。水の値段は、普通、たいしたものではないけれども、之を遠方から運搬しなければならない様な場合に於ては、相當の費用を要することを忘れてはならない。

セメント、砂及び砂利の單價は、市場の相場に現場までの運賃を加算したもので、運賃によつて、現場に於ける單價に大きい差が出来る。大體の價格は、次の如くである。

セメント 昭和 16 年 5 月商工省告示第九十四號のセメント販賣價格は、50 kg 入り 1 袋が、普通ポルトランドセメント、高爐セメント、珪酸質混合セメントで 1.21 圓乃至 1.26 圓、早強ポルトランドセメントで 1.41 圓乃至 1.47 圓、ネオソリヂットセメントで 1.98 圓乃至 2.03 圓である。之は、3 層紙袋詰のもの價格で、紙袋 1 層を増減する毎に上記の價格より 2.4 錢を増減する。猶ほ、上記の價格は、買主が指定する驛に於ける貨車乗渡し又は各港に於ける本船乗渡しの價格である。之に現場までの運賃を加へたものが、現場に於けるセメントの價格である。

セメントの試験費は、1 袋につき 1 錢乃至 2 錢である。

砂 砂を掘つて車に積むには、砂 $1m^3$ につき 1 圓位かかる。若し、洗ひ且つ篩ふ場合には、15 錢乃至 40 錢高くなる。之に運賃を加算したものが、現場に於ける砂の單價である。

砂及び砂利の取扱ひに要する勞力の大略を述べれば、鐵道貨車又は貯藏所から $1m^3$ の砂又は砂利を荷車に積むに要する勞働時間は 1 時間乃至 2 時間、船からの荷卸し 0.8 時間乃至 1 時間、2 km までの運搬 2 時間位である。

砂 $1m^3$ 現場渡の價格は、大約 2 圓乃至 4 圓である。

砂の檢収に就いては、§ 64 に述べてある。濕氣を含むで膨脹した砂を、其の儘の容積で購入すれば、後に砂が不足することは必然である。

砂利 砂利を掘つて、洗ひ、篩つて車に積む迄の時間賃は、 $1m^3$ につき 1 圓 20 錢乃至

1 圓 50 錢である。

砂利は、砂よりも一般に運搬距離が大きい爲に、砂よりも高價な場合が多い。現場渡の大約の相場は、 1 m^3 につき 3 圓乃至 7 圓である。

碎石 熟練した職工は、手割で、岩の硬軟及び望む大きさによつて、大約 1 日に 0.5 m^3 乃至 1.0 m^3 の碎石を作る。それで、石の手近にある所で、碎石 1 m^3 の價格は、4 圓乃至 6 圓である。

碎石機を用ゐると、多額の設備費がかかるから、多量の碎石を用ゐる場合でないといひ合はない。碎石工場渡で、 1 m^3 の相場は、大約 5 圓である。

今、セメント 100 kg (2 袋) 3 圓、砂 1 m^3 3 圓、砂利 1 m^3 6 圓として、配合容積比 1:2:4 のコンクリート 1 m^3 を造る爲の材料費を、**第 40 表** の數値を用ゐて計算すれば、次の如くなる。

セメント	$3.44 \times 3.00 = 10.32$ 圓
砂	$0.445 \times 3.00 = 1.34$ 圓
砂利	$0.89 \times 6.00 = 5.34$ 圓
計	17.00 圓

§ 395. コンクリート 1 立方メートルを造るに要する勞力費

コンクリートの混合、打込み及び締固め等に要する勞力費は、構造物の種類及び大きさ、コンクリートの運搬距離、コンクリートのウオーカビリチー、鐵筋の有無、鐵筋の配置がコンクリート打ち及び締固めに便であるか否か、等によつて大差がある。

機械練りを用ゐれば、設備費がかかるけれども、大工事では一般に經濟的であるばかりでなく、完全な混合が迅速に行はれ得る利益がある。混合に要する手間丈けから言ふと、機械練りは手練りに較べて、コンクリート 1 m^3 につき、勞働時間が 1 時間乃至 $1\frac{1}{2}$ 時間小さい。

機械練りで仕事が順調であれば、材料を、計量、運搬してミキサに投入し、混合を終へてミキサから吐出させる迄に、コンクリート 1 m^3 につき約 2 乃至 3 勞働時間を要する。それで、賃銀を 1 時間 30 錢とすれば、コンクリート 1 m^3 につき約 60 錢乃至 90 錢の勞力費を要する。手練りであれば、3 乃至 $4\frac{1}{2}$ の勞働時間を要し、コンクリート 1 m^3 につき 90 錢乃至 1 圓 35 錢の練り手間を要する。依つて、コンクリート 1 m^3 の練り手間は、機械練りで 75 錢、手練りで 1 圓 15 錢、位が普通の見當である。

完備した混合装置を用ゐれば、勞力費は非常に減するけれども、設備費が大きくなる。然し、完備した設備をすることは、單にコンクリートの練り手間賃銀が廉價につくと云ふこと

ばかりでなく、多少高くかかるにしても、確實な混合を迅速に行ふ上から、得策である場合が多いのである。

コンクリート打ちの勞力費は、コンクリートをミキサから受取つて、運搬車、桶卸し、等によつて運搬し、之を型枠内に打ち、擴げ、締固めをなすに要する手間賃である。

相當な設備をなし、仕事が順調である時、コンクリートの運搬距離と打込みに要する勞働時間數との關係は、大約、次の如くである。

運搬距離	コンクリート 1 m^3 の打込みに要する勞働時間數
7.5 m	1.75
30 m	2.60
40 m	3.30
60 m	4.00
70 m	4.35

普通の建築工事などに就いて言ふと、打込みに要する勞働時間數は、コンクリート 1 m^3 につき平均 2.1 時間位である。但し、柱や、薄い壁などは作業が多少困難であるから、3 勞働時間位を要する。

堰堤や、厚い擁壁などでは、コンクリート 1 m^3 の打込みの勞力費が非常に安くなる。殊に、コンクリートの運搬其の他の設備を完全にした時に、そうである。

コンクリートの運搬距離が餘り大きくなく、氣温も普通である時、 1 m^3 のコンクリートの混合、打込み、締固め、等に要する勞働時間數の概略を、構造物の部材の種類に就いて示すと、**第 41 表** の如くである。

第 41 表 1 m^3 のコンクリートの混合及び打込みに要する勞働時間數

構造物の部材の種類	機械練りの時の所要時間	手練りの時の所要時間
基礎	4—8	5—10
柱及び薄い鐵筋コンクリート壁	5—9	6—11
厚い壁	$2\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$ — $8\frac{1}{2}$
薄い床版又は厚さ 12 cm 以下の道路	4—8	5—10
厚い床版又は厚さ 12 cm 以上の道路	$2\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$ — $8\frac{1}{2}$
階段	5—10	6—12

第 41 表 の勞働時間數に 1 時間の勞働賃銀を乗すれば、大約の勞力費を求めることが出来る。

極めて概算する場合には、コンクリート 1 m^3 に要する勞力費を、1.5 人の人夫賃とみてよ

い。即ち、人夫の賃銀を 2.5 圓とすれば、コンクリート 1 m³ の労力費は 3.75 圓である。

§ 396. 設 備 費

コンクリートの混合、運搬其の他に使用される機械器具の損料は、コンクリート費の一部をなすものであるが、之の計算は、工費計算のうちで最もむづかしい。此の費用を過小に見積つた爲に、請負者が大きな損をしたと言ふ例は、決して尠くない。

設備費には、材料の貯蔵設備費、材料の運搬設備費、材料計量設備費、混合設備費、コンクリートの運搬設備費、打込み設備費、養生及び仕上げ設備費、鉄筋及び型枠工場設備費、各種機械の修繕工場設備費及び原價償却費、動力設備費、器具小屋費、事務所及び従業員の住宅施設費、等がある。是等は工事の種類及び大きさによつて非常に異なる。是等設備費の損料を極めて大略に言ふと、普通の建築物などで、コンクリート 1 m³ につき 1 圓 25 錢乃至 1 圓 50 錢である。

§ 397. コンクリート 1 立方メートルの價格

コンクリートの單價は、以上の様にして計算した、材料費、労力費及び設備費の和である。今、1 例として、配合容積比 1:2:4 のコンクリートを以て、厚い壁を造るものとし、コンクリートの單價を計算して見れば、次の如くである。

機械練りを用ゐるものとし、混合及び打込みに要する労働時間を、第 41 表の平均値を用ゐて、4 $\frac{1}{2}$ 時間とする。1 時間の労働賃銀を 30 錢とする。然れば、

材料費 (§ 394 の計算により)	=	17.00 圓
労力費	4 $\frac{1}{2}$ × 0.3 =	1.35 圓
設備費	=	1.25 圓
		1 m ³ のコンクリート費 19.60 圓

第 4 節 表面仕上げ費

§ 398. 表面仕上げに要する労力費及び各種仕上げの單價

各種のコンクリート表面仕上げの單價は、材料の單價、量、労力、労働賃銀、及び、職工の巧拙、等によつて差がある。

各種の仕上げに要する労働時間数は、大約、次の如くである。

§ 217 に述べた、型枠取外し後の處理に要する労力は、コンクリートの表面積 1 m² につき 0.6 労働時間位であつて、猶ほ 100 m² につき 1 $\frac{1}{3}$ 袋位のセメントを要するものと見てよい。それで、型枠取外し後のコンクリート表面の處理に要する費用は、大約 1 m² につき 20 錢と豫算することが出来る。

コンクリート表面を酸で洗ふ労力は、コンクリート表面積 1 m² につき 0.22 乃至 0.55 労働時間である。

厚さ 25 mm のモルタル塗り洗出し仕上げの労力は、コンクリートが硬化した後に施工する時、1 m² につき 0.75 乃至 1.3 労働時間を要し、コンクリート打ちと同時に施工する時、0.45 乃至 0.85 労働時間を要する。

床、壁及び人道などの鍍かけは、1 m² につき 0.22 乃至 0.55 労働時間、

掻起し仕上げは、1 m² につき 0.22 乃至 0.55 労働時間、

セメントの刷毛引きは、1 m² につき 0.22 乃至 0.55 労働時間、

工具仕上げは、1 m² につき 0.85 乃至 1.75 労働時間、

カーボランダム磨出しは、1 m² につき 0.45 乃至 1.1 労働時間、

砂吹付け仕上げは、1 m² につき 0.33 乃至 0.55 労働時間、

を要する。

材料費、労力費を含めて、各種仕上げの單價の極く大體の見當を言ふと、

モルタル塗りの後の刷毛引き仕上げ (厚さ 20 mm)	1 m ² につき	1.00 圓乃至 1.50 圓、
人造洗ひ出し (厚さ 25 mm)	1 m ² につき	3.50 圓
人造磨き出し (厚さ 25 mm)	1 m ² につき	5.00 圓
タイル貼付け仕上げ	1 m ² につき	5.00 圓
漆喰 3 回塗り (厚さ 25 mm)	1 m ² につき	1.20 圓

である。

第 5 節 總係費及び雜費

§ 399. 總係費及び雜費

總係費は、事務所の借賃、家具器具の損料、事務員其の他の俸給、旅費、金利、保険、電話、消耗品、等の費用の和で、大約、工事實費の 10% 乃至 20% である。

總係費は、労働時間又は労力費に應じて、工事の各部分に就いて見積ることもある。又、

総係費の一部を材料費及び設備費にかけて見積ることもある。

その他、現場の跡片付けに、全工費の 0.1% 乃至 0.5% を要する。

設計及び仕方書費は、全工費の 2% 乃至 3%、

監督費は、全工費の 2.5% 乃至 3% である。

第 6 節 請負工事の報酬

§ 400. 請 負 方 法

工事所有者が請負者に支拂ふ工事費は、工事費（材料費、労力費、設備費、総係費及び雑費の和）と、報酬又は利益との和であるが、此の工事費を如何にして定めるかによつて、請負方法に次の種類がある。

(1) **定額請負** 請負契約と同時に支拂工事費を定める方法である。

(2) **實費報酬請負** 請負契約と同時に支拂工事費を決定せず、工事施工の結果、実際に要した實費に或る報酬を加へたものを支拂ふ方法である。其の報酬を工事費に比例させるか、又は、請負契約と同時に定額で定めるかによつて、**實費比例報酬請負**と、**實費定額報酬請負**とがある。

(3) **定額請負及び實費報酬請負を修正したもの**

是等の請負方法には、夫々利害得失があるから、是等の選定に當つては、工事の性質を十分考慮して、場合に應じ、最も適切な請負方法を選択すべきであつて、如何なる工事、如何なる場合にも、唯一の請負方法を墨守するのは、大きな誤である。

従来、我國で一般に行はれて居るのは、定額請負及び單價請負であつて、實費報酬請負は、まだあまり用ゐられて居ない。定額請負及び單價請負のみに頼ることは、工事の進歩、請負業の發展、等から考へて、策を得たものでない。

請負者が工事を完成した以上、其の労力に對して、工事所有者が相當な報酬を支拂ふべきは當然であつて、請負者が相當な利益を得る工事でなければ、構造物築造の目的及び用途に對し、必要にして十分な程度の工事を望むことは出来ない。

如何なる請負方法を用ゐるにしても、合理的な支拂工事費を決定する爲には、支拂標準實費を出来るだけ正確に調査することが、絶対に必要であつて、之に就いて、十分な努力を拂はなければならない。支拂標準實費を正確に調査決定するには、契約前、請負工事そのものを十分研究調査することも必要であるが、それと同時に、原價計算の制度を完全にすること

も極めて大切である。

土木學會は、昭和 14 年 7 月に、工事請負規定を制定した。

§ 401. 報 酬 額

請負者に対する報酬額は、普通、工事の支拂標準實費の百分率で示される。其の額は、工事の種類によつて異なることは勿論であるけれども、普通、小工事で 15%、中位の工事で 12 $\frac{1}{2}$ %、大工事で 10%、非常に大きい工事で 8% 位である。但し、大工事に於ては、金の支拂方法によつて、金利其の他の關係から、額が異なるものである。

第 7 節 工事期間及び工費の節約

§ 402. 工 事 期 間

如何なる工事に於ても、工事が満足に竣工し、且つ、請負人が適當な利益を得る様な、經濟的工事期間の範囲がある。工事を過早に施工すれば、工事が粗雑になり、工費も高くなり、従つて、維持費も増加することは、一般に認められて居る。又、工期が後れる場合、請負人の利益は、甚だしく減ずるのが一般である。

經濟的な工事期間に關係する主な事項は、工事開始前の準備及び調査、施工設備、監督者及び労働組織、等で、此のほか、天候、諸種の法令、豫期しない基礎の問題、罷業、突發事件、等も經濟的工期に影響する。

§ 403. 準 備 及 び 調 査

工事開始の準備としては、完全な設計圖面及び仕方書が必要である。之によつて、工事に必要な材料、器具機械の調査及び注文、等を行うことが出来る。

工事が、早く、經濟的に且つ満足に、竣工する爲には、設計及び施工上注意を要する澤山の事項があるから、設計者、仕方書を書く人及び工事施工者は、互に密接な連絡をとつて、工事を計畫することが大切である。

各種の調査には、労力を惜んではならない。調査が不十分であるほど、工期を遅延し、工費を増加させるものはない。

§ 404. 示 方 書

保持し、協力して、工事に邁進することが出来る。両者が敵視する様なことでは、到底満足な工事は望まれない。曖昧な監督や、不注意な検査が、争論の原因であり、横柄な検査は、常に摩擦を生じ、請負人との間の感情を悪くする。

構造物の設計施工に関して十分な智識を有し、請負者との関係について理解を有し、聡明で、確固たる判断のできる監督者によつてのみ、立派に工事を竣工することが出来るのである。

§ 407. 労働組織

工事の責任技術者から夜番人に到るまで、適当な労働組織を設けることは、豫定期間内に、満足に工事を竣工する爲に、甚だ大切である。部下が其の部長の爲に、喜んで働くか否かが、工事の良否及び量に至大な関係を有する。

故に、主任技術者は、部下をして構造物建造の理由及び其の重要な所以を會得せしめ、工事の竣工について各人に誇りと満足とを感ぜしめる様にすること、工事の施工方法について部下を教育すること、各般の事故を防ぐための施設及び教育をすること、適当な娯楽設備をなし、又、工事関係者の親睦を圖ること、等に努めなければならない。

§ 408. 機械力の應用及び科學的經營法

コンクリート又は鉄筋コンクリート工事に於ても、工事が安全に、確實に、迅速に且つ經濟的に施工される爲には、總ての作業を機械化することと、所謂科學的經營法を應用することが、極めて大切である。

施工に機械を應用する場合に、單に今迄の方法を機械化する場合と、新規な機械を用ゐる場合とがあるが、孰れにしても、單に機械代とか、材料費及び工費とか、直接金銭に見積れるものだけで、人力を主とする従來の方法と經濟的比較をやつて、得失を判断してはならない。之以外に簡単に金銭に見積れない、工事速度の増進、労働状態の改善、等の種々の經濟的事項をも考慮して、得失を判断すべきである。勿論、外國の例を基として、我國の事情を考へずに、直ちに、或る機械を採用することは、慎まなければならないが、之に囚はれて、實際の實驗を行はずに有效な機械を排斥したり、機械力の應用を心懸けずに居つては、時代おくれとなり、到底競争場裡に立つことが出来ない。總て、機械は精巧である程、之を有効に利用し、經濟的に運轉し得る迄に、相當な時間と練習とを積んで熟練しなければならないものであることを、忘れてはならない。

我國で機械應用の困難である理由は、従來、材料費に比して勞力費が低廉であつたことに

もよるが、又、請負者が割合に小資本で仕事をやることに慣れ、機械に大きい資本を投ずることを欲しないこと、及び、現在の日本の請負工事の現場では、殆ど總ての仕事を切投げでやり、労働者も切投げでなければ働かないと言ふ有様で、機械が其の能力を發揮する迄、研究なり、工夫なりをせず、機械を排斥する傾向があること、によるのである。

機械を應用して工事をやるには、機械其のものの運轉に熟練することが何よりも必要な條件であるが、是以外に、機械の能率を發揮させるには、次の注意が必要である。

(1) 同時に關聯した工事を全部機械化すること。或る一部分に如何程能力ある機械を應用しても、之に關聯した他の作業が、従來の人力による遅い方法であつては、折角能力ある機械も遊ぶ機会が多くなり、結局何の爲めに機械を使用したのか意味のないことになるのであるから、他の部分にも同時に能力ある機械を利用して、各機械が、其の能力を發揮し得る様にし、工事全體として、能率を増進する様にしなければならない。

(2) 機械の愛着心を養ふこと。總て土木建築用の機械は、堅牢なものを選べけれども、どうしても取扱ひが亂暴になり易い。従つて、機械の壽命を縮める許りでなく、使用中に故障を起して、工事全體に影響を及ぼすことになる。故に、機械を愛護して、常に其の能力を發揮し得る様に、之を保存することに就いて、特に注意しなければならない。

(3) 豫備品の準備、修繕工場の設備を十分にすること。土木工事用の機械は、虐使される機会が多い上に、使用する現場が邊鄙な地方である場合も多い。又、現場では豫期しない事情の變化により、機械の附屬設備を變へなければならない場合も起る。それで、機械の豫備品を十分に準備し、且つ、修繕工場の設備をなるべくよくすることが必要である。

(4) 準備に十分な時日を見込むこと。我國の現状では、工事に用ゐる機械を購入するには相當の時日を要するのみならず、一つの機械を使ひこなす迄にも相當の時日を要するのであるから、準備に十分な時日の餘裕を見込む必要がある。

(5) 工事施工の計畫を定めること。人力を主として少しづつ工事をやり、一部分宛片付けて行く様な場合でも、豫め工事施工の順序方法を考へ、之によつて、材料器具の準備、労働者の配置其の他を定めることが必要であるけれども、特別に工事施工計畫と言ふ程のものを設計せず、頭の裡で考へた丈けでよい場合が多い。然し、機械力を應用する場合には、豫め研究の上、完全な施工計畫を作成し、之に基いて一切の仕事をやることが絶対に必要である。如何となれば、機械は人間の様に移動融通することが困難であるから、機械の選擇、据付、等に就いて十分な注意を拂はなければならないし、又、(1)に述べた様に、機械の能力を發揮させるには、關聯した機械、其の他の能力を總て相適合する様に按配しなければならないからである。殊に、日本では、(4)に述べた様に、機械に對する準備に十分な時日を見込ま

なければならぬのであるから、工事施工の計畫作成が、機械力應用上、重要なのである。即ち、鐵筋コンクリート工事に就いて言へば、柱、梁、床、等の型枠組立て、鐵筋の配置、コンクリート材料の運搬、混合、運搬、打込み、諸材料の取扱ひ、配給、等、各種の作業が相互錯綜することなく、秩序的に進行して、労働者の能率を増加せしめ得る様な工事施工計畫を立て、初めて完備せる諸機械装置と相俟つて、確實に、迅速に、經濟的に、工事が出来るのである。

以上は、所謂科學的經營法應用の一部であるが、なほ工事施工中の原價計算制度を完全にし、信頼すべき記録を作ること努力することが必要である。製造工業方面の工場では、原價計算制度が発達して居るが、コンクリートの現場などでは、未だ、甚だ幼稚の状態にある様に思はれる。經濟的に工事を施工せむとする技術者の、特に注意を要する點の一つであると信ずる。

第 22 章 試 験

第 1 節 總 說

§ 409. 概 說

鐵筋及びコンクリートに関する試験は、他の材料に於けると同様に、大別して、

- (1) 受入試験又は標準試験
- (2) 告知試験
- (3) 研究試験

とすることが出来る。

受入試験又は標準試験は、示方書を作つたり、又は、示方書を勵行させる爲に必要なもので、實際の工事に直接の關係を有するものである。

告知試験は、或る工事に對し、

- (a) 材料を選択すること、
- (b) 構造物を設計する際に考慮すべき事項を決定すること、
- (c) 鋼及びコンクリートの強度、耐久性、其の他の性質と其の價格との關係を知ること、
- (d) 構造物を建造する時の事情及び要求等に適する示方書を書くこと、

等の爲めに行ふもので、之によつて、鋼及びコンクリートに関する諸種の調査、コンクリート材料を比較する方法及び手段の決定、をすることが出来る。即ち、告知試験は、工事の計畫を立て、工事施工の順序、方法、材料の選擇、等のために必要な試験である。

研究試験は、

- (a) 材料の性質及び使用方法、
- (b) 試験の方法及び手段、
- (c) 試験方法の適用範圍、
- (d) 試験の意味、
- (e) 設計に関する必要條件、

等に関する研究の爲に行ふものである。研究試験に於ては、普通に行はれる各種の試験のほかに、精密な特殊の試験を行ふことが多い。之によつて、鋼及びコンクリートの品質及び使用方法に関する進歩發達を期することが出来るのである。

是等3つの試験は、夫々前述の様な、特殊の目的を有するものであるから、是等試験の意味を理解して、試験の結果に適當な判断を加へることは、試験の目的を達する爲に、極めて大切である。又、試験を行ふ時には、試験の目的が、是等のどれに屬するか、又、どの試験に重点をおくか、を決定して、目的に合する様、試験の方法、順序を決定しなければならない。

§ 410. コンクリートに関する試験の種類

コンクリートに関する試験の主なものを挙げると、

第1 は、コンクリート材料の試験である。即ち、セメント、骨材及び水の試験である。

骨材の試験としては、粒度試験、洗試験、比重試験、単位容積重量試験、空隙試験、耐久性試験、磨耗試験、吸水量試験、表面水量試験、不純物試験、モルタル又はコンクリートとしての試験、等がある。

第2 は、コンクリートの強度試験で、壓縮強度試験、引張強度及び曲げ強度試験、剪断強度試験、等がある。

第3 は、コンクリートの弾性及び塑性試験で、弾性係數試験、ポアソン比試験、剪断係數試験、持續荷重に対する弾性係數試験、クリープ試験、等がある。

第4 は、コンクリートの耐久性試験で、吸水量試験、透水試験、凍結及び融解試験、酸、アルカリ及び海水、等に對する抵抗力試験、耐熱試験、等がある。

第5 は、磨耗試験である。

第6 は、コンクリートの容積變化に関する試験で、温度の變化による膨脹及び收縮試験、含水分の變化による膨脹及び收縮試験、等がある。

第7 は、ウォーカビリティー試験及び流動性試験である。

第8 は、コンクリートの齊等性試験で、硬化したコンクリートの分析試験、新しいコンクリートの分析試験、等である。

第9 は、構造物から切り採つたコンクリートの試験である。

是等の試験のうちには、土木學會や建築學會で、標準試験方法の規定されて居るものもある。

以下本章に於て、是等のうちの主なものに就いて、試験の方法及び試験の意味を説明する。

§ 411. 現場に於けるコンクリートの試験

鉄筋コンクリート標準示方書第4條には、構造物の設計に於ては、材齡28日に於けるコ

ンクリートの壓縮強度を基準とすべきことが規定してあるから、コンクリートは、基準とした壓縮強度を有することが是非必要である。而して、コンクリートの壓縮強度は、施工の如何に依つて著しく異なるものであるから、現場で所定の壓縮強度を有するコンクリートが製造されて居るや否やを屢々試験して見ることは、施工が適當に行はれて居るかを檢する上丈けからも、極めて大切である。自分が製造して居るコンクリートが何程の壓縮強度を有するものであるかを知らずに、コンクリート構造物を造つて居るのは、誠に危険なことと言はなければならない。

現場に於けるコンクリートの試験に關し、鉄筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『第68條 現場試験』

コンクリート工事中は、責任技術者の指示に従ひ、其の品質を確むるため骨材試験、流動性試験及び壓縮強度試験を行ふべし。試験は夫々附録に規定せる標準試験方法に依るべし。

試験に不合格なる場合には、其の處置に就き責任技術者の指示を受くべし。』

骨材試験、流動性試験及び壓縮強度試験は、夫々本章第3節乃至第5節に述べてある。

§ 412. 載 荷 試 験

載荷試験は、構造物が從來なかつた新しい設計方法によつて設計された場合であるとか、特種のセメント又は骨材を使用した場合であるとか、施工中にコンクリートが害を受けた懸念があるとか、等、設計及び施工から來る種々の影響の程度を知り度い場合に、責任技術者が特に其の必要を認めた場合に限り、之を行ふものである。

載荷試験の目的は、上記の如くであるから、過早、過大の荷重を加へて、此の試験の爲に、却つて構造物に弱點を作ることのない様に、しなければならない。それで、コンクリートが十分硬化するのに必要な時日を與へる爲に、コンクリートの最終打込み後45日以上経過した後に、又、過大の荷重を加へ無い爲に、一般に、設計荷重までの載荷によつて、試験を行ふ。

コンクリートは、荷重を受けると、時日が経つにつれて、荷重は増加しないでも、其の變形が増加するものである。故に、鉄筋コンクリート構造物に荷重を加へる時にも、其の變形は、時日の経過に伴つて増加する。又、荷重を取去つた時に、元の状態に戻るにも相當の時日が必要である。経験によると、大約24時間以上たてば、普通の場合に、試験の目的を達することが出来る最大變形が得られるから、最大撓みを測るのは、試験荷重を加へた後、24時間以上を経過した後にする。又、變形が元に戻るにも相當時間がかかるものであるから、

残留變形を測るのも、荷重を除いた後、24 時間以上経過した後にする。

コンクリートは、比較的小さい應力を受けた時でも、残留變形を生ずるものであるから、鉄筋コンクリート構造物の載荷試験に於ては、幾分の残留變形を生ずるのが普通である。然し、最大試験荷重が設計荷重であれば、コンクリート及び鉄筋に於ける最大應力度は、許容應力度以下である。許容應力度の附近では、鉄筋もコンクリートもまだ十分弾性的である筈であるから、残留變形が最大撓みの 20% 以上もあることは、構造上に缺點のあることを示すものである。

載荷試験に関する鉄筋コンクリート標準示方書の規定は、次の如くである。

〔第 69 條 載荷試験〕

- (1) 載荷試験は責任技術者が特に其の必要を認めたる場合に限り之を行ふものとす。
- (2) 載荷試験はコンクリートの最終打込み後 45 日以上経過するにあらざれば之を行ふべからず。試験荷重は一般に設計荷重を超過すべからず。
- (3) 構造物の最大撓みは試験荷重を 24 時間以上載荷したる後、残留撓みは荷重を除きて 24 時間以上経過したる後、之を測定すべし。支承の沈下の影響を除き、残留撓みは最大撓みの 20% 以下たることを要す。』

第 2 節 セメントの試験

§ 413. 概 説

現在我國に於けるセメントの規格には、日本標準規格 (JES) 第 28 號 A ボルトランドセメント, JES 第 29 號 A5 高炉セメント, 臨時日本標準規格第 92 號 A 珪酸質混合セメント, 及び、臨時日本標準規格第 149 號 A セメント, がある。

標準規格に於ては、セメントの強度試験に硬練りモルタルを使用するが、臨時標準規格に於ては、軟練りモルタルを使用して居る。それで、セメントを契約する時には、いづれの規格に従つて試験するかを、明瞭にしておく必要がある。

本書に於ては、臨時日本標準規格第 149 號 A と、之によるセメントの試験方法とを述べる。

試験作業に就いて、精密な観察と、周到な注意とを要することは、勿論である。

§ 414. セメントの臨時日本標準規格

臨時日本標準規格 第 149 號 A

セメント

本規格ハ時局ニ應ジ臨時的ニ制定シタルモノニシテ當分ノ内之ニ依ルモノトス

第一章 總 則

第一條 本規格ハ各種ノ「セメント」ニ之ヲ適用ス

第二章 種 別

第二條 本規格ニ規定スル「セメント」ノ種別ハ次ノ通トス

1. ボルトランド セメント
2. 高炉セメント
3. 珪酸質混合セメント

「ボルトランド セメント」ハ更ニ次ノ 2 種ニ細分ス

普通ボルトランド セメント (單ニ「ボルトランド セメント」ト稱スルコトヲ得)

早強ボルトランド セメント

第三章 製 造 法

第三條 普通「ボルトランド セメント」及早強「ボルトランド セメント」ハ主成分トシテ「シリカ」, 「アルミナ」, 酸化鐵及石灰ヲ含有スル原料ヲ適當ノ割合ニテ十分ニ混和シ之ヲ殆ド熔融セントスル迄灼熱シタル後粉碎シテ粉末ト爲シタルモノトス

「ボルトランド セメント」ニハ他ノ物質ヲ混和スルコトヲ得ズ 但シ其ノ重量ノ 3% 以下ノ石膏ヲ混和スルハ此ノ限ニ在ラズ

第四條 高炉「セメント」ハ冷碎シタル鐵渣及高炉ノ鐵滓ノ重量 100 對シ「ボルトランド セメント」塊塊 45 以上ヲ混和シ粉碎シテ粉末ト爲シタルモノトス

高炉「セメント」ニハ他ノ物質ヲ混和スルコトヲ得ズ 但シ其ノ重量ノ 5% 以下ノ石膏及 3% 以下ノ石灰ヲ混和スルハ此ノ限ニ在ラズ

第五條 珪酸質混合「セメント」(以下單ニ混合「セメント」ト稱ス) ハ「ボルトランド セメント」塊塊ノ重量 70 對シ珪酸質混合材 30 以下ヲ混和シ粉碎シテ粉末ト爲シタルモノトス

混合「セメント」ニハ他ノ物質ヲ混和スルコトヲ得ズ 但シ其ノ重量ノ 3% 以下ノ石膏及 3% 以下ノ石灰ヲ混和スルハ此ノ限ニ在ラズ

第四章 試 験 法

比 重

第六條 「セメント」ノ比重ハ第 1 表ノ規定ニ合格スルコトヲ要ス 但シ「ボルトランド セメント」及高炉「セメント」ニ於テ此ノ値ニ達セザル場合ニハ試料ヲ暗赤色ニ熱シタル後更ニ試験スルモノトス

第 1 表

セメントノ種別	比 重
ボルトランド セメント	3.05 以上
高 炉 セ メ ン ト	2.85 以上
珪 酸 質 混 合 セ メ ン ト	2.75 以上

粉 末 度

第七條 「セメント」ハ日本標準規格第 408 號標準試験篩ノ標準網篩 0.088 (150×60) ヲ以テ篩ヒ別ケ其ノ

残滓量 12% ヲ超エザルコトヲ要ス
 残滓量ハ次ノ方法ニ依リ 2 回以上之ヲ測定シ其ノ平均値ヲ以テ定ムルモノトス
 毎回 50g ノ試料ヲ篩ニ採リ之ヲ輕クタタキツツ水平動、上下動ヲ與ヘ粉末ノ凝集セルモノハ指ニテ杵ニ輕クスリツケテ潰ス程度ニ處理シ篩ニ別ケテ行ヒ 1 分間ノ通過量 0.1g 以下トナリタルトキ篩内ノ殘分ヲ秤リテ殘滓量ヲ定ム

凝 結

第八條 普通ノ用途ニ供スル「セメント」ハ 15°C 乃至 25°C ニ於テ注水ヨリ 1 時間以後ニ凝結ヲ始メ 10 時間以内ニ凝結ヲ終ルコトヲ要ス

本試験ニ於ケル注水量ハ「セメント」400g ヲ採リ適宜ノ水ヲ加ヘ注水後約 3 分間捏ネ混ゼテ稍固キ糊狀體ト爲シ「ガラス」板ノ如キ水ヲ吸收セザルモノノ上ニ置キタル稠度計ノ圓筒ニ充タシ剩餘ハ之ヲ除キ標準棒（テトマイヤー型）ヲ指針ガ 40mm ノ目盛ヲ指ス處ヨリ徐々ニ糊狀體中ニ降下セシメ 6mm ノ目盛ニ止ルトキニ相當スル水量トス 此ノ場合ニ於ケル糊狀「セメント」ヲ標準稠度ノ糊狀「セメント」ト稱ス

✓凝結ノ始發ヲ試験スルニハ稠度計ノ標準棒ヲ始發用標準針（ウキカー針）ニ換ヘ本標準針及之ト共ニ降下スベキモノノ全重量ヲ 300g ト爲シ圓筒ニ充タシタル標準稠度ノ糊狀「セメント」ノ中ニ該標準針ヲ徐々ニ降下セシメ指針ガ凡ソ 1mm ノ目盛ニ止ルニ至リタルトキヲ以テ凝結ノ始發トス

凝結ノ終結ヲ試験スルニハ前項ノ始發用標準針ヲ終結用標準針ニ換ヘ前項ノ糊狀「セメント」ノ表面ニ徐々ニ降下セシメ其ノ表面ニ針頭ノ痕跡ヲ止ムルモ附屬小片ニ依リ痕跡ヲ殘サザルニ至リタルトキヲ以テ凝結ノ終結トス

本試験ニ用フル稠度計及標準針ハ次ノ通トス
 稠度計ハ指針ヲ有スル滑リ棒、長 5cm、徑 1cm ノ標準棒（テトマイヤー型）、耗ノ目盛ヲ有スル計尺及水ヲ吸收セザル高 4cm、徑 8cm ノ圓筒ヲ備ヘタルモノニシテ標準棒及之ト共ニ降下スベキモノノ全重量ハ 300g トス

始發用標準針ハ長 4.5cm、斷面 1mm²（徑 1.13mm）ノ金屬針ニシテ其ノ頭ヲ平ニ切リタルモノトシ終結用標準針ハ始發用標準針ト等シキ徑ニシテ其ノ先端ニ徑 5mm ノ環狀ノ下端ヲ有スル附屬小片ヲ取付ケ針頭ハ附屬小片ノ環狀下端ヨリ 0.3mm 突出セシメタルモノニシテ其ノ全重量ハ始發用標準針ト等シキモノトス

膨 脹 龜 裂

第九條 「セメント」ハ次ノ試験ニ於テ膨脹龜裂（歪曲ヲ含ム 以下同ジ）ヲ生ゼザルコトヲ要ス

膨脹龜裂ヲ試験スルニハ浸水法ニ依ルモノトス 但シ浸水法ニ依ル試験時日ヲ有セザル場合ハ煮沸法ニ依ルコトヲ得

浸水法 餛飩形體 2 箇ヲ成形後凡ソ 24 時間ヲ經テ水中ニ浸シ 27 日間ニ於テ膨脹龜裂ノ有無ヲ檢スルモノトス 此ノ期間ニ於ケル水ノ溫度ハ 15°C 以下ニ降ラシメザルコトヲ要ス

煮沸法 餛飩形體 2 箇ヲ成形後凡ソ 24 時間ヲ經タル後水ヲ充タセル鍋中ニ沈メ徐々ニ熱シテ凡ソ 1 時 30 分間沸騰セシメ漸次之ヲ冷却シタル後膨脹龜裂ノ有無ヲ檢スルモノトス

本試験ニ用フル餛飩形體ハ「セメント」約 100g ニ適量ノ水ヲ加ヘ能ク捏ネ混ゼテ糊狀體ト爲シ之ヲ「ガラス」板上ニ展バシ徑約 10cm、中央ノ厚約 1.5cm、周圍ニ於テ稍薄キ餛飩形ト爲シタルモノトス 前項ノ糊狀體ヲ作ルニ用フル水量ハ「セメント」ノ重量ニ對シ約 25% 乃至 27% トシ糊狀體ヲ載セタル「ガラス」板ヲ輕クタタクトキ漸ク周圍ニ流出スルヲ適度トス 餛飩形體ハ成形後試験ヲ行フ迄濕氣アル箱ニ入レ若ハ濕布ヲ以テ覆ヒ空氣ノ流通及日光ノ直射ヲ避ケテ之ヲ保存スルモノトス 前項ノ箱内ノ溫度若ハ室内ノ溫度ハ 15°C 以下ニ降ラシメザルコトヲ要ス

餛飩形體ハ其ノ浸水前ニ於テ乾キ過グルトキハ收縮ノ爲ニ龜裂ヲ生ズルコトアリ 此ノ龜裂ハ膨脹龜裂ト見誤ラルル虞アルヲ以テ注意スルコトヲ要ス

強 度

第十條 「セメント」ノ強度ハ第十一條乃至第十三條ニ依リ製作シタル供試體ヲ用ヒ第十四條ニ示ス抗折試験及耐壓試験ニ依リ之ヲ定ムルモノトス

本試験ニ於テハ供試體ノ製作ニ軟練「モルタル」ヲ使用スルモノニシテ之ヲ軟練「モルタル」試験法ト稱ス

抗折試験及耐壓試験ハ成形後 3 日（空氣中 24 時間、水中 48 時間）、7 日（空氣中 24 時間、水中 6 日間）及 28 日（空氣中 24 時間、水中 27 日間）ヲ經タル供試體ニ付之ヲ行ヒ第 2 表ノ規定ニ合格シ且 28 日ノ値ハ 7 日ノ値ヨリ又 7 日ノ値ハ 3 日ノ値ヨリ大ナルコトヲ要ス

第 2 表

セメント種別	強 度 成型後ノ日數			耐 壓 力 (kg/cm ²)		
	3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日
普通ポルトランドセメント	10以上	20以上	30以上	35以上	70以上	150以上
早強ポルトランドセメント	20以上	35以上	55以上	80以上	160以上	250以上
高 炉 セ メ ン ト	10以上	20以上	30以上	35以上	70以上	150以上
珪酸質混合セメント	10以上	20以上	30以上	35以上	70以上	150以上

抗折試験ハ各 3 箇ノ供試體、耐壓試験ハ各 6 箇ノ供試體ニ付之ヲ行ヒ平均値ヲ以テ其ノ成績ヲ表スモノトス

第十一條 抗折試験ニ用フル供試體ハ斷面 4cm 平方、長 16cm ノ柱狀體トス

耐壓試験ニ用フル供試體ハ抗折試験ニ用ヒタル供試體ノ兩折片ヲ以テス

第十二條 抗折試験ニ用フル供試體ハ次ニ示ス方法ニ依リ 3 箇ヲ同時ニ製作スルモノトス

「セメント」520g ト標準砂 1040g トヲ正確ニ秤取シ之ヲ鉢ニ入レ匙ヲ以テ 2 分間混合シ次ニ水 338g ヲ加ヘテ 3 分間練リ能ク混和セシメタル後此ノ「モルタル」ヲ 3 箇ノ成形型ニ次ノ方法ニ依リ 2 層ニ詰メルモノトス 第 1 層ニ「モルタル」ヲ各型ノ高ノ $\frac{1}{2}$ 迄詰メ次ニ第 2 層ニ各型ノ上端迄詰メ上下兩層ハ搗棒ヲ用ヒテ其ノ先端ガ「モルタル」中ニ約 4mm 入ル程度ニ全面ニ互リ搗キ最後ニ 2mm 乃至 3mm ノ盛上ヲ爲スモノトス 搗數ハ第十七條ニ規定セル軟度試験ノ結果ニ依リ第 3 表ニ示ス回數ヲ標準トス

第 3 表

フ ロ ー 値 範 圍	169 以下	170—199	200—209	210 以上
搗 數	20	15	10	5

成形型ハ「グリース」ヲ塗布シテ締付ケ漏水ナキコトヲ確メタル後使用スルヲ要ス

「モルタル」充填後 5 時間以上ヲ經タル後供試體ヲ荒サザル様注意シテ型上ノ過剩分ヲ削リ去リ抑ヘツクルコトナク輕ク撫デ其ノ上面ヲ平滑ニスルモノトス 次ニ充填後 20 時間以上經タル後丁寧ニ型ヨリ取外スモノトス

第十三條 前條ノ混練、充填、表面仕上及脱型ハ常ニ室内ニ於テ行ヒ作業中日光ノ直射ヲ避ケ乾燥ヲ防ギ充填後ハ之ヲ濕氣アル箱内ニ置キ蓋ヲ以テ覆ヒ溫度ノ變化及空氣ノ流通ヲ防ギ 24 時間ヲ經テ水槽

＝入レ全ク水中ニ浸スモノトス

成形ヨリ浸水ニ至ル間ノ室内ノ温度及水槽ノ水ノ温度ハ 15°C 以上 30°C 以下ヲ標準トス

第十四條 抗折試験ハ供試體ヲ水槽ヨリ取出シタル直後ニ行フモノトシ支點ノ距離ヲ 10 cmニ採リ毎秒 5 kgノ平均荷重速度ヲ以テ供試體ノ充填時ニ於ケル側面ノ中央ニ荷重シ最大荷重ヲ求メ次式ニ依リ抗折力ヲ算出スルモノトス

$$0.234 \times \text{最大荷重 (kg)} = \text{抗折力 kg/cm}^2$$

耐壓試験ハ抗折試験ノ直後ニ行フモノトシ供試體ノ充填時ニ於ケル側面ヲ加壓面トシ加壓板ヲ用ヒテ毎秒 80 kgノ平均加壓速度ヲ以テ供試體ノ中央部ニ加壓シ最大荷重ヲ求メ次式ニ依リ耐壓力ヲ算出スルモノトス

$$\frac{\text{最大荷重 (kg)}}{16} = \text{耐壓力 kg/cm}^2$$

第十五條 標準砂ハ朝鮮黃海道長淵郡大救面九味浦産ノ天然珪砂ヨリ夾雜物ヲ除去シ日本標準規格第 408 號標準試験篩ノ標準網篩 0.30 (150 × 60) ヲ以テ篩別セル通過分ニシテ次ノ各號ニ合格スルコトヲ要ス

1. 2 回以上毎回 100 gノ試料ヲ採リ標準網篩 0.30 (150 × 60) 及 0.11 (150 × 60) ヲ以テ篩別ヲ行ヒ 1 分間ノ通過量 1 g 以下トナリタルトキ篩ヒ方ヲ止メ標準網篩 0.30ニ残留セル量平均 1% 以下、同 0.11ニ残留セル量 95% 以上タルコト
2. 夾雜物 (灼熱減量ト弗化水素處理殘渣トノ合量) ハ重量ニ於テ 3% 以下タルコト

第十六條 第十條ニ依ル試験ヲ行フ時日ナキ場合ニハ第十條ノ規定中ヨリ成形後 28 日ノ試験ヲ省略シテ強度ヲ定ムルコトヲ得

第十七條 「モルタル」ノ軟度ハ「フロー」試験ニ依リ之ヲ定ムルモノトス

「フロー」試験ハ「フローテーブル」ヲ用ヒ引續キ 2 回ノ試験ヲ行ヒ平均値ヲ以テ其ノ成績ヲ表スモノトス

「フロー」試験ニ使用スル「モルタル」ノ 1 回ノ混練量ハ強度試験ノ際ノ配合及水量ト全ク相等シクシ之ヲ 2 回ニ分チテ「フロー」試験ニ供ス 但シ「フロー」試験ニ使用後ノ「モルタル」ハ強度試験ニ使用セザルモノトス

「フロー」試験ハ次ノ方法ニ依ルモノトス

「セメント」及標準砂ヲ鉢ニ入レ匙ヲ以テ 2 分間混合シ次デ水ヲ加ヘテ 3 分間練リ能ク混和セシメタル後之ヲ「フローコーン」ノ中ニ充填ス 此ノ際「フローテーブル」ハ豫メ乾燥セル布ヲ以テ能ク拭ヒ「フローコーン」ハ板上中央ノ位置ニ正シク置クコトヲ要ス

充填ハ 2 層ニ分チ各層ハ搗棒ノ先端ガ其ノ層ノ $\frac{1}{2}$ ノ深迄入ル様全面ニ亙リ各 15 回搗キ最後ニ不足分ヲ補ヒ表面ヲ均ス 充填後「フローコーン」ヲ正シク上方ニ取去リタル後 15 秒間ニ 15 回ノ落下運動ヲ與ヘ「モルタル」ノ擴リ後ノ徑ヲ最大ト認ムル方向及之ニ直角ナル方向ニ於テ測定シ其ノ平均値ヲ耗ヲ單位トスル數値ニテ表ハシ之ヲ「フロー」試験結果トス

備考 本強度試験ヲ行ヒ難キ場合ハ當分ノ間日本標準規格第 28 號、同第 29 號又ハ臨時日本標準規格第 92 號ヲ適用スルコトヲ得

マグネシア、無水硫酸及灼熱減量

第十八條 「セメント」ノ中ニ含有セル「マグネシア」及無水硫酸並ニ「セメント」ノ灼熱減量ハ第 4 表ノ規定ニ合格スルコトヲ要ス

第 4 表

セメントノ種別	マグネシア%	無水硫酸%	灼熱減量%
ポルトランドセメント	3 以下	2 以下	4 以下
高炉セメント	5 以下	3 以下	4 以下
珪酸質混合セメント	4 以下	2 以下	—

分析試験方法ハ日本標準規格第 341 號セメント化學分析方法ニ依ル

試験用水

第十九條 「セメント」ノ試験ニ用フル水ハ淡水トス 但シ海水工事ニ用フルモノニ在リテハ養生水槽ノ水ヲ海水トス

第五章 試料及受渡

試料

第二十條 「セメント」ノ試料ハ 50 適又ハ其ノ端數每ニ其ノ平均品質ヲ表ハス様 5 箇ノ包装ヨリ之ヲ採リ能ク混和シタルモノトス

包装及重量

第二十一條 「セメント」ノ受渡ニ用フル重量ノ單位ハ適トス

第二十二條 「セメント」ノ包装容量ハ袋入ノ場合ニハ正味 50 kg、樽入ノ場合ニハ正味 170kg トス 但シ袋入ノ場合ニハ正味 40 kg トスルコトヲ得

第二十三條 袋又ハ樽ノ外面ニ於テ普通「ポルトランドセメント」又ハ早強「ポルトランドセメント」又ハ高炉「セメント」又ハ混合「セメント」タルコトヲ明ニシ且正味重量ト製造者名トヲ明記スルモノトス

第六章 強度試験用機械器具

第二十四條 本規格ノ強度試験ニ使用スル機械器具ノ形狀寸法ハ附圖第 1 乃至第 7ニ之ヲ示ス

第二十五條 機械器具ノ寸法公差ハ特ニ定メタル箇所ノ外ハ ±1.0 mm、重量公差ハ ±10 g トス

第二十六條 機械器具ノ材質、仕上程度、構造及公差等ハ次ニ示ス

一. 供試體成形型

1. 型枠ノ材質ハ軟質ノ銅トシ底板ノ材質ハ鑄鋼又ハ鑄鐵トス
2. 型枠ノ面及底板ノ上面ハ之ヲ磨仕上トシ其ノ接觸部分ハ摺合セトシ密接スルコトヲ要ス
3. 底板ノ型枠留金及締付用具ノ支柱ハ底板ト一體ナル鑄物トス
4. 締付用具ノ先端ハ「ソケット」接手ニテ取付ケ締付ニ當リ回轉セザル構造トス
5. 底板ハ其ノ下面ニ「リップ」ヲ附ス「リップ」ハ「モルタル」充填時ノ重心線ヲ中心トシテ内側ニ曲ゲ「リップ」ノ下面ハガタツカザル様仕上ルコトヲ要ス
6. 底板ノ上面及組立後型枠ノ上面ハ水平トナル構造トス
7. 縦横ノ兩留金ハ相互並ニ底板上面ニ直角ヲ爲ス
8. 締付用具ノ心ハ型枠ヲ直角ニ押ス構造トス
9. 兩端型枠ノ溝幅ト仕切型枠ノ嵌入部分トハ能ク接觸スル構造トス
10. 型枠ノ各稜角ハ直角ヲ爲シ 0.05 mm 程度ノ面ヲトルモノトス
11. 型枠ノ幅、仕切型枠ノ厚及兩端型枠間ノ距離ノ公差ハ ±0.2 mm、仕切型枠間ノ距離ノ公差ハ ±0.1 mm トス

二. 供試體成形用搗棒

1. 搗棒ノ重量ハ 1 kg トス

2. 材質ハ軟質ノ鋼トシ搦キ部分ニハ磨キ仕上ヲ施シ握リ部分ハ七子目仕上ト爲スモノトス
3. 搦キ部分ノ各稜角ハ直角ト爲スモノトス

三. 強度試験機

1. 強度試験機ノ秤量ハ次ノ7様トス、
20 趙, 10 趙, 5 趙, 2 趙, 1 趙, 0.5 趙, 0.2 趙
2. 目盛ノ公差ハ秤量 20 趙, 10 趙, 5 趙ノ場合ハ其ノ秤量ノ 1/100, 2 趙以下ノ場合ハ其ノ秤量ノ 1/200 トシ 各秤量ニ於ケル最小目盛ハ其ノ秤量ノ 1/200 トス
3. 本機ニハ抗折試験用装置, 耐壓試験用加壓板ヲ附ス (此ノ構造ノ一例ヲ示セバ第 3 圖ノ如シ)
4. 抗折試験装置ノ荷重及支持用「ロール」ハ焼入シタル硬鋼トシ硬度ハ「ショアー」70 度以上トス
5. 支持用「ロール」間ノ中心距離ハ 100 mm トシ其ノ公差ハ ± 0.2 mm トス
6. 荷重及支持用(ロール)ハ真圓断面ヲ有シ互ニ平行トシ荷重用「ロール」ハ左右ノ支持用「ロール」ヨリ等距離ニ在ルモノトス
7. 各「ロール」ノ取付ハ容易ニ移動セザル様ニシ且回轉容易ナルコトヲ要ス
8. 耐壓試験用加壓板ハ焼入硬鋼ニ磨仕上ヲ爲シタルモノトシ其ノ硬度ハ「ショアー」70 度以上トス
9. 加壓板ハ直六面體トシ縦横ノ寸法ハ 40 mm, 其ノ公差ハ ± 0.1 mm トス
10. 加壓板ニハ球面座ヲ附シ荷重ニ際シテ上下兩加壓面ガ平行トナル構造トス
11. 本機ノ代用トシテ抗折試験ニハ上記 4 乃至 7 ノ要項ニ依リ製作セル「ミハエリス」式改造型抗折試験装置ヲ使用スルコトヲ得 (附圖第 4 参照) 但シ此ノ場合ニ使用スル抗折試験機ハ次ノ各項ヲ満足スルコトヲ要ス
 - (1) 抗折試験機ハ試験片ノ切斷ト同時ニ荷重ヲ止ムル如キ装置トス
 - (2) 本機ハ直點調整装置ヲ附スコトヲ要ス
 - (3) 本機ノ秤量ハ 500 kg トシ槓桿ノ支重點ノ公差ハ秤量ノ 1/500 トス
 - (4) 本機ノ据付ハ桿ト直角ニカノ働ク様ニ支柱ヲ直立セシメ桿ノ中心線ヲ水平トス 又耐壓試験ニハ本機ト其ノ秤量及精度ノ略近似セル耐壓試験機ヲ使用スルコトヲ得 但シ此ノ場合ニ於テモ上記 8 及 9 ニ示ス耐壓試験用加壓板ヲ附シ且 10 ノ條件ヲ満足スルコトヲ要ス

四. フローテーブル, フローコーン及フロー試験用搦棒

1. 材質ハ「テーブル」, 支柱及「コーン」ハ鑄鐵, 堅軸及搦棒ハ軟質ノ鋼トス 堅軸「ロール」及「カム」ノ材質ハ焼入硬鋼トシ其ノ硬度ハ「ショアー」70 度以上トス
2. 「テーブル」ノ上面ニハ「コーン」据付ノ位置ヲ指示スル爲「コーン」ノ外縁ニ相當スル位置ニ長 10 mm ノ 4 本ノ切線ヲ刻示スルモノトス
3. 「テーブル」上面ト「コーン」下面トハ摺合セトシ密接セシム 堅軸ハ磨仕上トス搦棒ノ握リ部分ハ七子目仕上, 他ノ部分ハ磨仕上トス
4. 「テーブル」ノ据付ハ其ノ上面ヲ水平ト爲スコトヲ要ス
5. 「テーブル」ノ下面ト支柱ノ上面トハ密接ナルコトヲ要ス
6. 堅軸ノ嵌入ハ容易ニ離脱セザル様爲シ且「テーブル」上面ト直角ヲ爲スコトヲ要ス
7. 「テーブル」ノ落差ハ 10 mm トス
8. 「カム」ノ形體ハ有効接觸角度ヲ 270° トシ 36° ヲ起點トシ 27° 毎ニ 1 mm 宛半径ヲ増スモノトス
9. 堅軸「ロール」ハ外徑 22 mm, 軸徑 10 mm トス
10. 「ハンドル」ハ日本標準規格第 201 號ハンドル車ノ外徑 250 mm ノモノ, 握リハ日本標準規

格第 203 號握リノ外徑 25 mm ノモノヲ用フ,

11. 搦棒ノ底面ハ其ノ側面ト直角ヲ爲スモノトス
12. 「コーン」ノ高, 上部内徑及下部内徑ノ公差ハ ± 0.5 mm トス

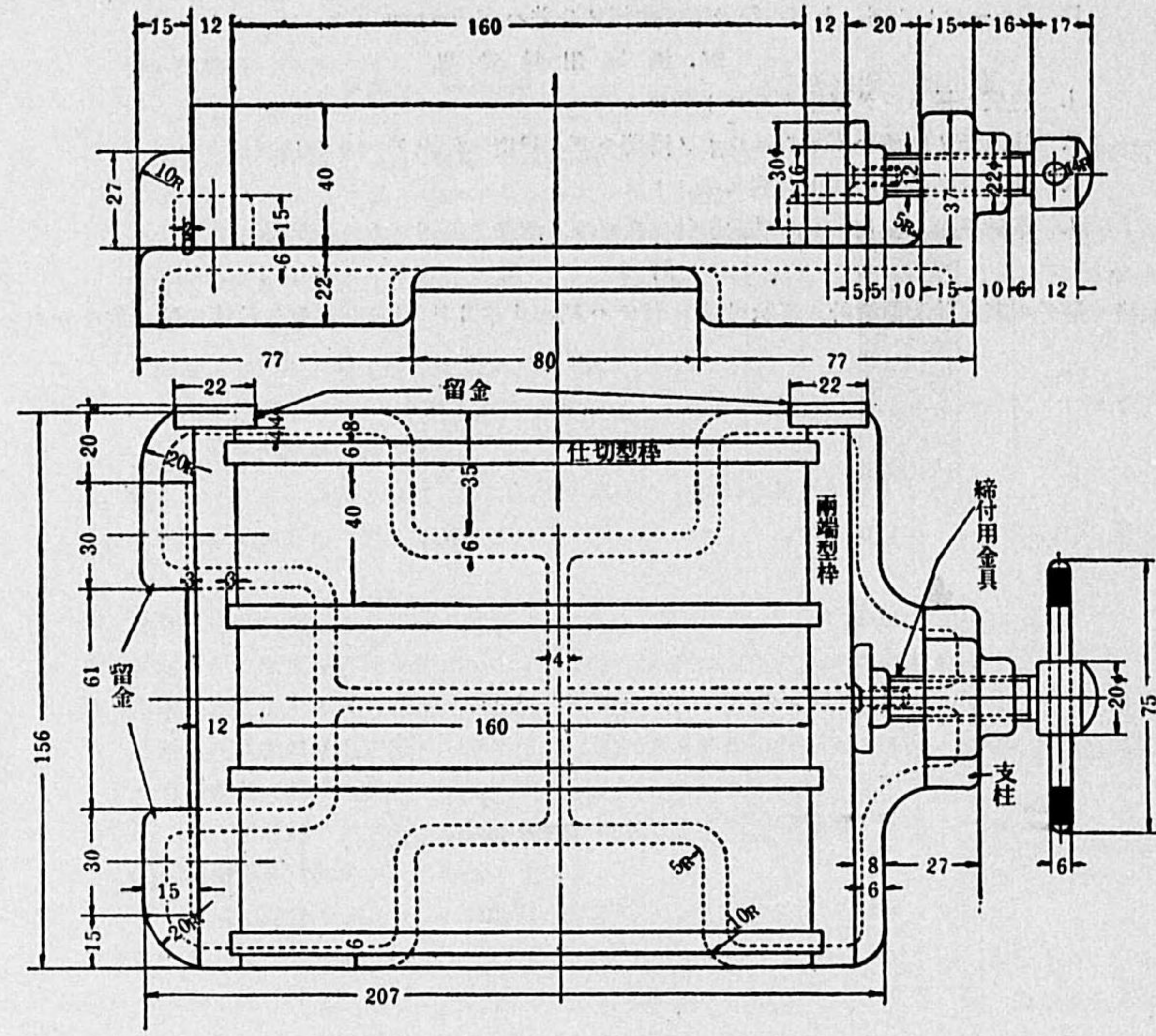
五. 混練用針及匙

1. 材質ハ鐵ニシテ堅牢ナルコトヲ要ス
2. 針及匙ノ内面ハ「モルタル」ノ附著セザル程度ニ仕上グルモノトス
3. 針及匙ノ外面ハ銹止ヲ施スモノトス
4. 本針及匙ノ代用トシテ珪瑯製針及食卓用大形匙ヲ使用スルコトヲ得

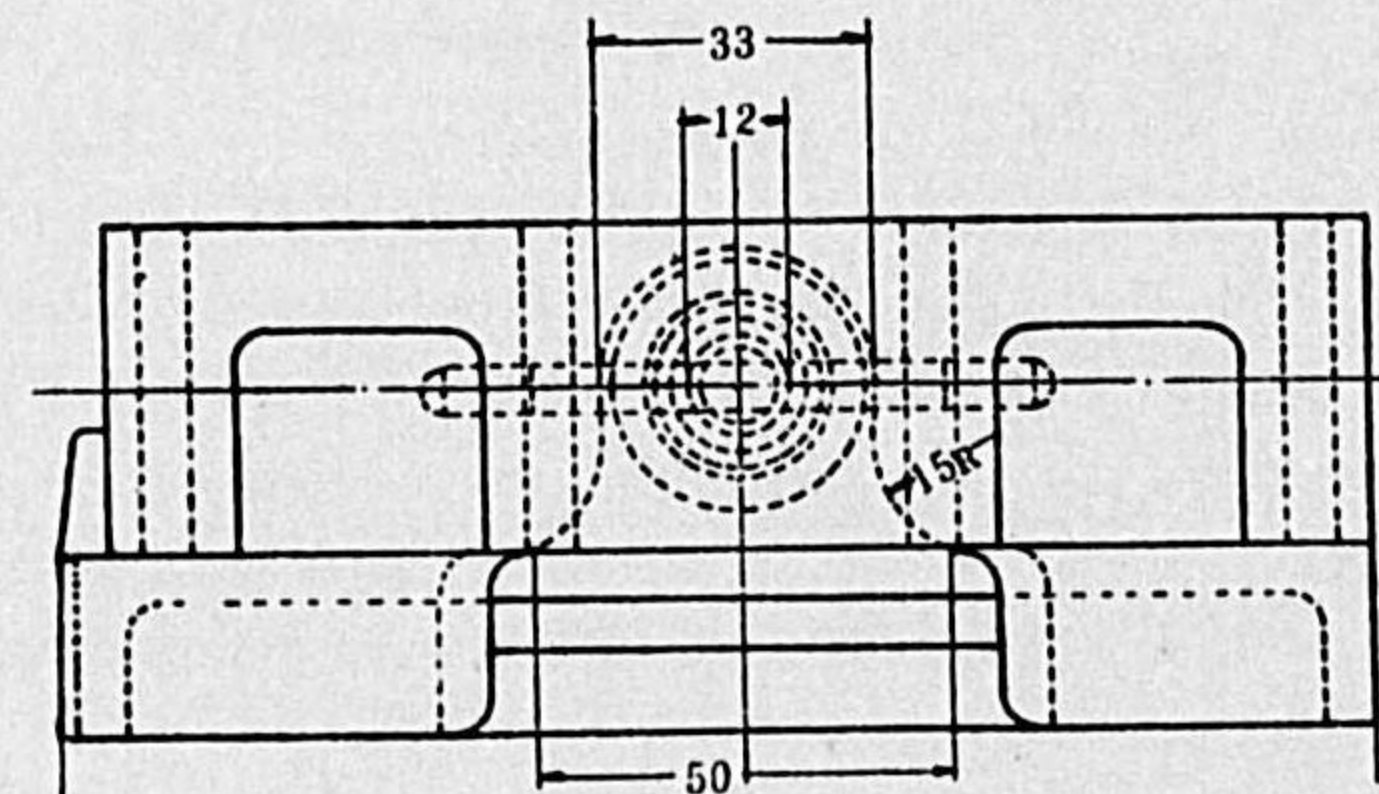
附 録

本規格ニ掲グル稠度計及標準針ノ形狀寸法ニ付テハ昭和 4 年 2 月 19 日商工省告示第四號ニ依ルモノトス

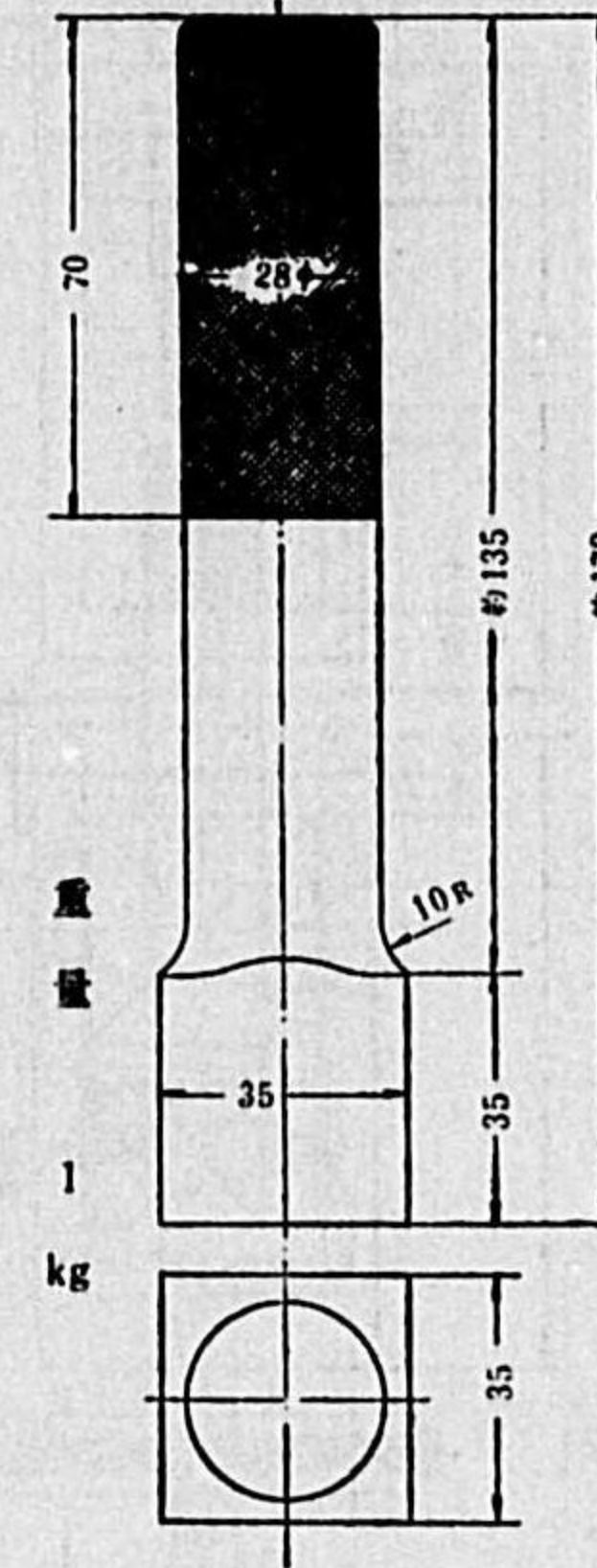
第 162 圖 (附圖第 1) 供 試 體 成 形 型 單 位 mm



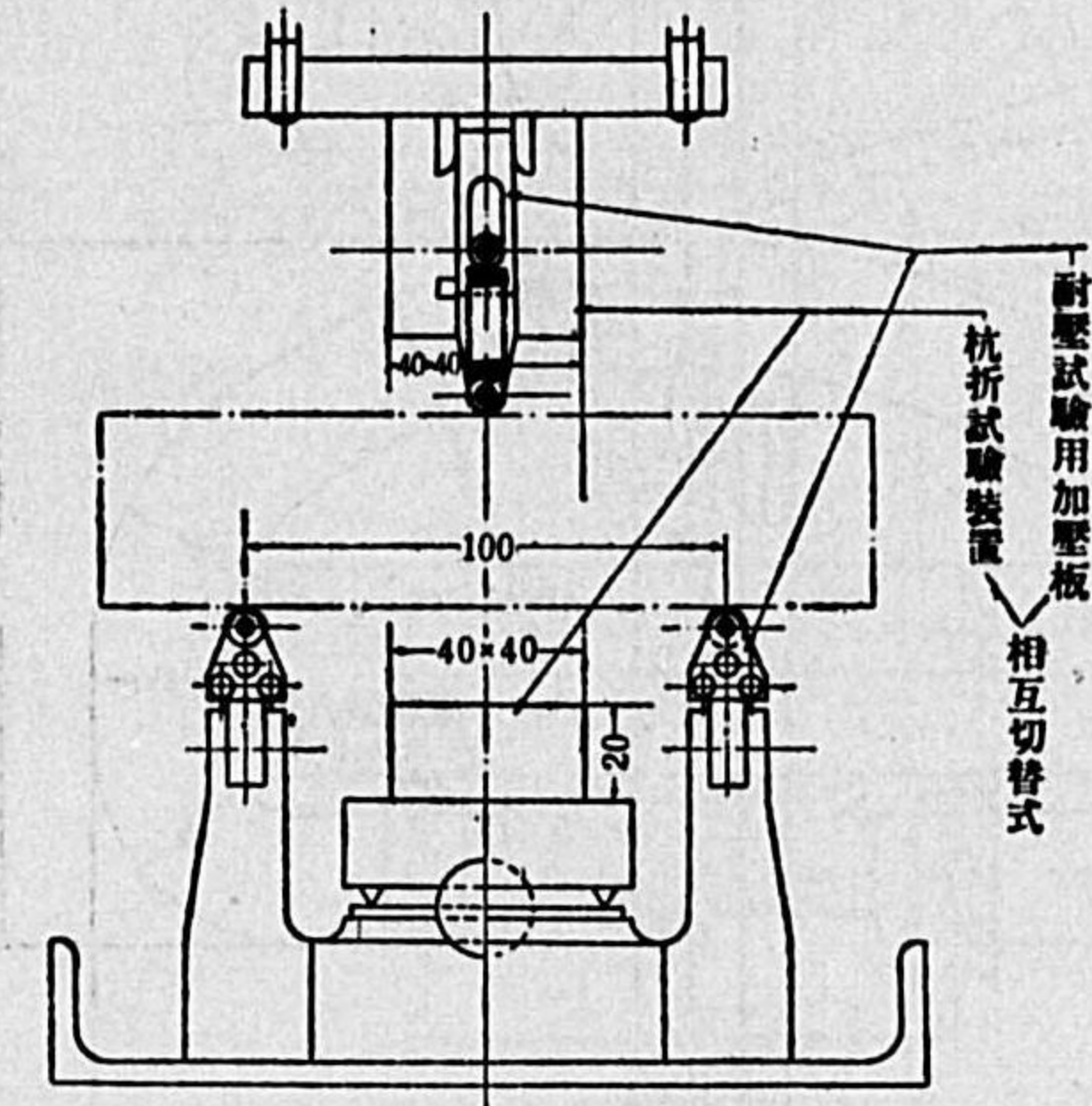
側 面 圖 重 量 { 兩 端 型 枠 545g
仕 切 型 枠 305g
底 板 3.750g 以上



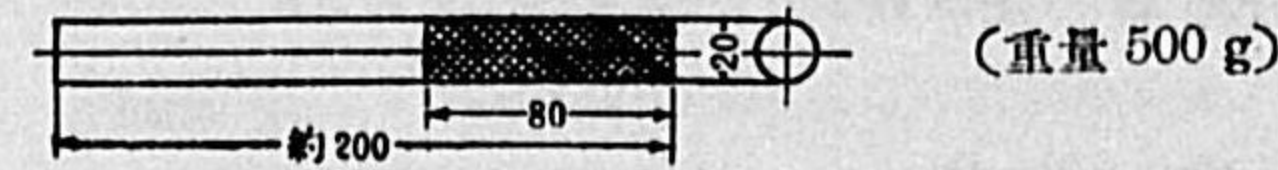
第 163 圖 (附圖第 2)
供 試 體 成 形 用 搗 棒



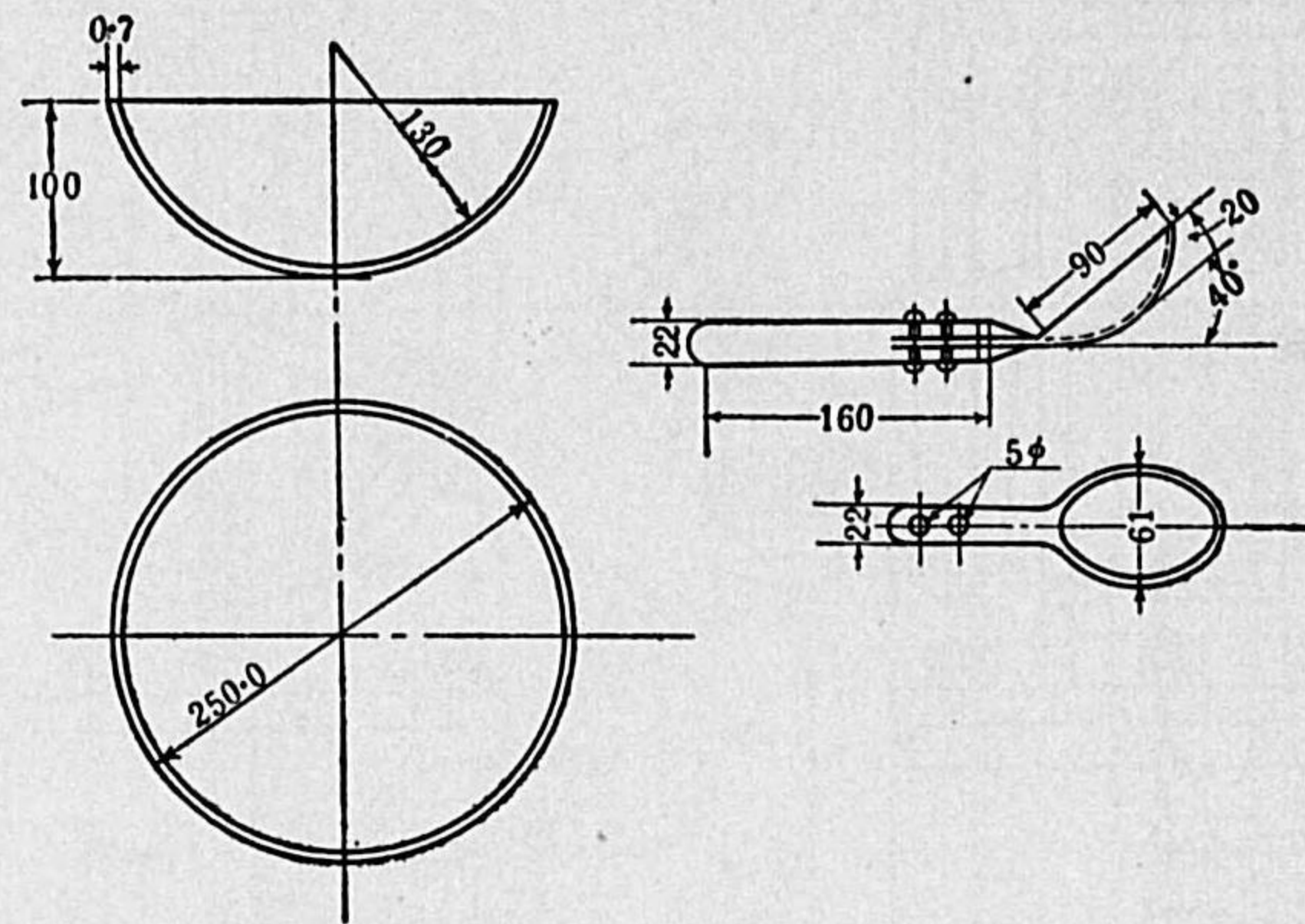
第 164 圖 (附圖第 3)
強 度 試 驗 裝 置 ノ 例
(引 張 試 験 ト 耐 壓 試 験 = 並 用 シ 得 ル モ ノ)



第167圖 (附圖第6) フロー試験用搗棒 単位 mm



第168圖 (附圖第7) 混練用鉢及び匙 単位 mm



§ 415. 試 料

セメントの試料に就いては、規格第二十條に、『セメントの試料は 50 瓩又は其の端數毎に其の平均品質を表はす様 5 箇の包装より之を採り能く混和したるものとす。』と規定してある。依つて、50 瓩又は其の端數を 1 口とした各口毎に 1 個宛の供試材料を作り、之に就いて各別に試験を行ひ、其の結果に依り、其の供試材料を作つた 1 口の採否を決する。

試料を作るには、50 瓩又は其の端數毎の 1 口から 5 箇の包装を選び出し、各箇の包装の數箇所からほぼ等量の見本を抜取り、之等をよく混合し、猶ほ、標準網篩 0.3 で數回繰返し篩別して、其の均齊を計る。此の際選ぶ 5 箇の包装は、該 1 口の平均品質を現はし得る様に注意して、各所から 1 箇宛採る。斯の如くして、第 2、第 3 の各口から 1 箇宛の試料を作り、各箇相互に混合しない様、又、外氣中の水分、炭酸ガス、等を吸収しない様に、鉄力罐に密封保存する。

§ 416. 試 験 用 水

規格第十九條に規定してある通り、セメントの試験に用ゐる水は、捏ね混ぜ用水、水槽の

水、共に總て淡水を使用する。但し、海水に接觸する工事に使用するセメントの試験には、總て海水を使用する。

§ 417. 試 験 機 械 器 具

セメントの試験に於ても、他の材料の試験の場合と同様に、試験に用ゐる機械器具の正確度並に其の取扱ひ、及び、供試體の取扱ひ方により、試験結果に著しい差異を生ずることがあるから、試験に當りては、先づ試験機械器具について精密な検査を爲し、其の器差が許容し得る範囲内にあるものを、使用しなければならない。

§ 418. 比 重 試 験

規格第六條には、『セメントの比重は第 1 表の規定に合格することを要す。但しポルトランドセメント及び高炉セメントに於て此の値に達せざる場合には試料を暗赤色に熱したる後更に試験するものとす。』と規定してある。

試験の目的 セメントは、焼成程度が不十分であるか、又は、他物を混和するとき、概して比重が低下するものである。故に、比重の試験は、焼成程度及び混和物の有無を検する爲め、必要なものである。

灼熱して再試験することの必要 セメントは製造後時日を経るに従つて、空氣中の水分及び炭酸ガスを吸収して、次第に比重が低下するから、所謂風化の甚しいものは、元來、焼成が十分であつたものも、其の比重が 3.05 又は 2.85 に達しないことがある。故に、比重が 3.05 又は 2.85 に達しないものに對しては、之を加熱し、製造後吸収した、水分、炭酸ガスを驅除した上、比重を検すべきである。尤も、此の際加熱する溫度は、水分及び炭酸ガスを驅除する程度に止むべきであつて、700°C 乃至 800°C が適度である。

試験法 比重試験は、商工省比較検査済みのルシヤテリエー比重測定器(第 169 圖参照)に依り、精製鑛油を用ゐて、次の様に之を行ふ。

試料セメントは、100 g を採る。

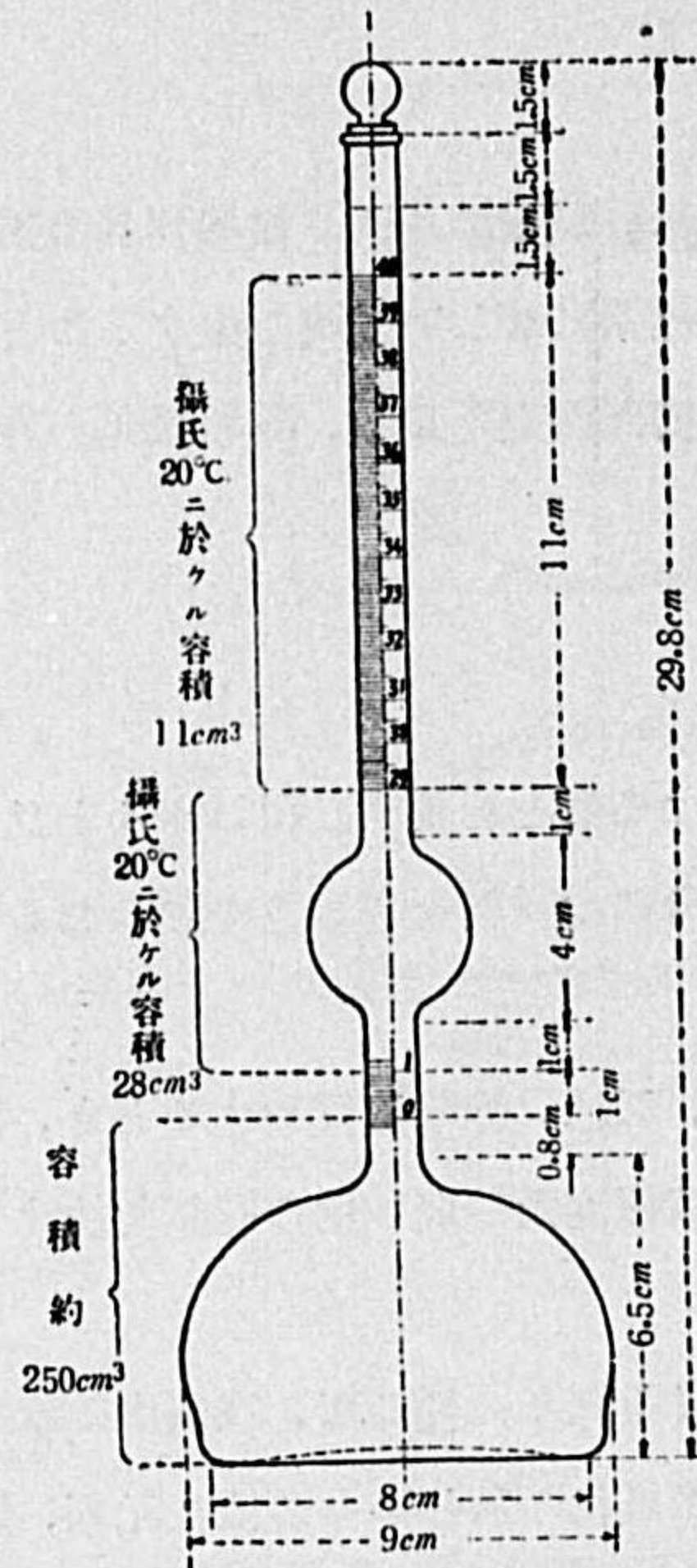
精製鑛油は、比重 0.82 内外、溜分 100°C に於て 5% 以下、300°C に於て 98% 以上のものを選び、豫め煖性鹽化石灰又は生石灰を以て、能く脱水したるものを使用する。

此の精製鑛油を測定器の下部の目盛まで入れて、其の量を正確に測定する。

次に、セメント試料を徐々に加へ、氣泡を完全に驅除する。試料を測定器に入れる際注意しないと、セメントが上部の細長い劃度管の壁に附着し、甚しい時は試料が管を塞ぐことがある。爲に試験時間を永引かしめ、又、試験結果を誤らしめることがある。之を避けるには、

第 169 圖

ル シェテリエー比重測定器



測定中は、器内の温度が変化しない様に調節するため、測定器を恒温槽中又は多量の水を盛つた水槽中に支持する。

§ 419. 粉末度試験

粉末度試験は、規格第七條に示された通り、セメントを日本標準規格第 408 號標準試験篩の標準網篩 0.088 (150×60) を以て篩ひ別け、其の残滓量を定める試験である。

試験の目的 セメントの水硬性は、其の各粒子が水と作用して現はれるものであるから、セメントの一定量に細かい粒子が多い程、實用上、砂を抱擁する力が大きくなる。それで、粉末度は、微粒子の割合を試験するのが最も適當であるが、之が試験は容易でないから、簡單のため、篩によつて、試験を行ふのである。之に使用する網篩は、JES 第 408 號に規定する網篩 0.088 とする。

試験の注意 篩の構造及び篩ひ方について、注意すべき事項は、次の如くである。

精製鍍油を入れ終つた時、上部の細長い劃度管を數回布片を取代へて十分拭つた後、極めて少量宛の試料を徐々に入れる様にする。上記の様に、試料を少し宛徐々に入れれば、試料中に空気を残すことは極めて少いけれども、猶ほ完全に氣泡を驅除するには、測定器を立てた儘、頭部と下底とを両手に持ち、頭部を支點として底部を圓く動かして、セメント粉末を揺り動かすことも一つの良法である。此の際、成るべく鍍油の上面が動揺しない様に注意すること、又、底を持つ手の熱に依り器内の温度に變化を生じない様に、手袋又は布片を用ゐ、且つ手早く操作すること、が必要である。

試料を測定器に入れ終つたらば、測定器の上部の目盛によつて、全容積を求め、之から初めに測定した鍍油の容積を引いて、セメントで置換へられた精製鍍油の容積を求め、次式で比重を算出する。

$$\text{比重} = \frac{\text{試料の重量 (g)}}{\text{試料で置換へられた鍍油の容積 (cc)}}$$

此の試験は、2 回以上之を行ひ、夫等の平均値を以て、其のセメントの比重とする。

(1) 試験篩 試験篩の概要を挙げれば、次の如くである。

篩網は針金を直角に織つたもので、標準網篩 0.088 に對する篩目の開き、針金の徑及び公差は、次表の如くである。

篩目の開き		針 金		
寸 法 mm	公 差 %		徑 mm	公 差 mm
	平 均	最 大		
0.088	± 8	50	0.055	± 0.010

枠の内徑 150 mm

上端から篩面迄の深さ 60 mm

枠板の厚さ { 篩面から上の部分約 0.5 mm
篩面から下の部分約 1.0 mm

網の緊張が不平均であると、孔眼の大きさに影響し、試験の結果に誤差を生ずる恐れがあるから、網を平均に緊張した篩を用ゐることに、注意しなければならない。

篩網が器差限度以内にあることを要するは勿論であるが、針金の片寄り又は破れ或は塵埃に依る孔眼の充塞の無いものを、使用しなければならない。それで、篩網に就いて一應の検査を行ひ、且つ、能く掃除する必要がある。

(2) 試料の乾燥及び凝集體の處理 試料が濕氣を含むことが多い爲に、篩ひ別けが困難である場合には、豫め 100°C に於て乾燥し、粉末の凝集體は軽く枠にすりつけて潰した後に、篩ひ別ける。

凝集體を潰す爲に、之を篩網にすりつけることは、孔眼の大きさに不同を生ずるから、絶対に之を避けなければならない。

(3) 篩ひ方 篩を動かすことが激し過ぎると、試料が篩の外に飛散逸出する恐れがあるから、注意を要する。

(4) 機械篩ひ 篩ひ別けは、手篩ひに依るのを標準とするけれども、多數の試料を篩ふ時には、機械篩ひを用ゐてもよい。現今普通に行はれる機械篩ひは、Ro-Tap (§ 427 参照)、テトマイヤー、テトマイヤー改良型、等によるものである。セメント製造工場では、多數の篩を枠の中に平面に並べ、カムと發條との作用に依り前後に激動せしめて、枠の中の篩に震動を與へる装置が、古くから使用されて居る。其の他、各自の工夫に依り種々の形のものを用ゐて居るが、要するに (a) 篩に上下動及び水平動を適當に與へること、(b) 試料が出来る限り薄く網の面に散布されること、(c) 試料が篩の外に飛散しないこと、等が必要條件である。

尤も、機械篩ひを使用する場合でも、最後には人手で仕上げをしなければ、終点を定めることが困難である。

§ 420. 凝 結 試 験

凝結試験は、規格第八條に示された通り、第170圖に示す稠度計によりて定められる、標準稠度のセメント糊に就いて、第173圖乃至第175圖に示す始發用標準針及び終結用標準針を用ひ、15°C乃至25°Cに於て、凝結の始發及び終結を定める試験である (§ 34 参照)。

試験の目的 セメントを普通の用途に使用する際には、其の凝結に要する時間が長短宜しきを得なければ、實用上不都合を生ずるから、凝結の始めと終りとの兩限度を試験する必要がある。

試験の注意 標準針を供試體に入れるには、汎く全面に互るのが良いけれども、餘りに周邊に接近しない様に、注意しなければならない。

凝結の終りを定める際、供試體の表面に外皮を生じて検定の結果が疑はしい場合は、供試體の裏面に依りて之を試験する。

其の他、此の試験を行ふに就いては、特に、次の事項に注意しなければならない。

(1) 温度の影響と其の調節 セメントに水を加へて捏ね混ぜれば、兩者の間に化學反應が起り、時を経るに従ひ凝結の現象を示し、更に進んで固結する。即ち、凝結は、化學反應進行中の或る階梯に於て現はれる現象である。總て、化學反應は、之に與かる物質並に周囲の温度の影響を受けるもので、凝結の現象もそうであるから、凝結に要する時間を限定する場合には、温度も之と共に規定しなければ、意味を爲さない。それで、規格に温度を15°C乃至25°Cと限定してあるのである。故に、凝結時間の試験には、先づ、試料、水、試験用器具及び試験室の温度を、15°C乃至25°Cの範圍に於てなるべく相等しい温度に保ち、猶ほ、捏ね混ぜを終つてから凝結を終る迄の間、試験室の温度をも此の範圍に保つ必要がある。若し事情已むを得ないで、此の温度の規定に従ふことが出来ない場合(例へば夏期に於て大氣の温度が高く25°C以下に調節することが出来ない様な場合)には、規定温度と試験時の温度との差異に就いて考慮して、試験の結果を判定しなければならない。

今、此の一資料として、大正11年3月から大正12年2月まで、1ケ年間に亘つて全國28工場で行はれた『同一セメントに於て、異つた温度に於ける凝結時間の變化の研究』の試験結果を掲げると、次の如くである。(日本セメント技術會報告第15號10頁参照)。

28工場に於て、各自の同一セメントを試験した成績中、試験温度の不明なものを除き、之を現在規定されて居る温度15°C乃至25°Cと、15°C以下と、25°C以上との3つに分け、

其の平均値を求めると、

	始 發	終 結	室 温	試験回数
15°C~25°C	3時12分	6時33分	20.1°C	160
15°C以下	5時8分	10時10分	10.8°C	63
25°C以上	2時5分	4時9分	28.4°C	85

であつて、規定温度の範圍に於て試験した場合と、是以外の温度で試験した場合とに於ては、其の凝結時間に大差あることが判かる。勿論、當時試験したセメントと現在のセメントとを比較すれば、其の品質に大差があり、又、セメントに依り、凝結中の温度の影響は一定しないから、規定温度以外に於て試験した場合、其の成績から規定温度で試験した場合の成績を適確に判定することは困難であるが、上記の結果は、大體の傾向を判断するための参考になる。

猶ほ、上述の様に、凝結時間は、温度に依る影響が著しいから、規格の限度に合する15°C乃至25°Cの範圍に於ても、其の成績にかなりの差異を生ずるから、試験成績の發表に際しては、之が判定の資料として、試験中の平均温度を明記するのが適當である。

冬期に於て試験室内の温度を高める爲に、周囲を密閉して盛んに炭火などを焚くことは、往々見受けられる處であるが、斯かる場合には、室内の温度が25°C以上に昇らない様に注意し、猶ほ、絶へず水蒸氣を發生させて、空氣に相當の濕度を與へることが必要である。そうしないと、時としては供試體の表面に薄い外皮を生じ、内部は未だ軟かいのに凝結を終つたものと誤認され、終結の検定を不確實ならしめる恐れがある。

(2) 水量 標準稠度の糊状セメントを得るに適當な捏ね混ぜ用水量は、27%内外が普通であるが、セメントに依りて差異があるから、各セメントにつき其の適量を定め、試験成績表に之を明記するのが適當である。

(3) 捏ね混ぜ時間 捏ね混ぜが完全であるか否かは、標準稠度及び凝結時間に影響することが尠くない。故に、鐵板上、ガラス板上又は鍋中に於て、適量の水を加へ、鍍又は鐵匙で、注水してから約3分間能く捏ね混ぜを行はなければならない。

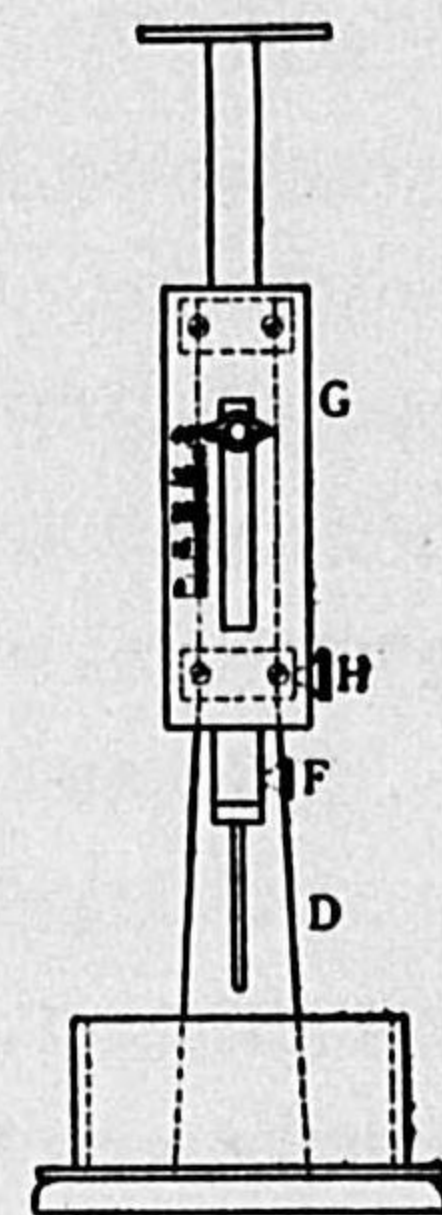
(4) 器具の手入及び検査 試験用器具の手入並に其の正確度を検査することは、常に必要であるが、本試験用器具につき、特に注意すべき事項は、次の如くである。

標準針は、使用久しきに互ると漸次磨損し、規定の截面積を有しない様になるから、時々針の大きさ及び先端が直截であるかを検査すること。

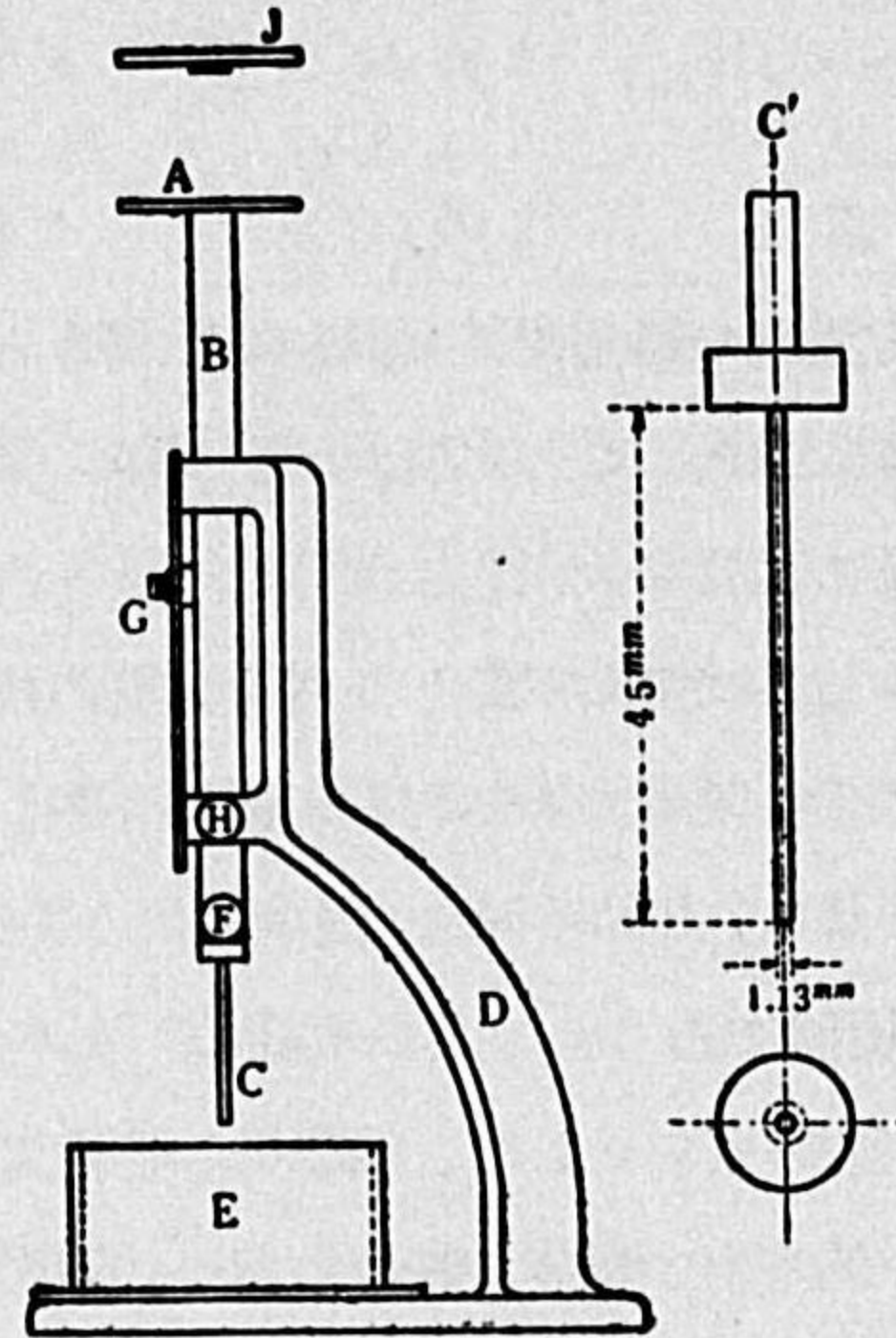
標準針は、使用の際、其の周圍及び下端面を能く掃除し、又、彎曲して居ない様に注意すること。

(5) 器具の構造 凝結試験に使用する稠度計及び標準針の構造、使用方法、其の他は、第170圖乃至第175圖に示す通りである。

第 170 圖
稠 度 計



第 171 圖
始發用標準針ヲ取付ケタル試驗器



1) 構造並ニ使用方法

稠度計ハ棒 (D) ト先端ニ管帽 (A) ヲ有スル滑り棒 (B) ト標準棒 (C) トヨリ成リ、押螺旋 (H) = 依リ任意ノ位置ニ支持セラル 滑り棒 (B) ハ (H) ヲ緩ムレバ棒 (D) = 設ケラレタル粘ノ目盛アル計尺ニ沿ヒ其ノ指針 (G) ト共ニ移動ス 之ヲ使用スル場合ハ指針 (G) ガ 40 mm ノ目盛ヲ指ス處ヨリ徐々ニ糊狀「セメント」中ニ降下セシム

始發ヲ測定スル場合ハ標準棒 (C) ノ代リニ 第 171 圖ニ示セル如ク始發用標準針 (C') ヲ取付ケ且圓板 (J) ヲ (A) ノ上ニ載セタル後押螺旋 (H) ヲ緩メ滑り棒 (B) ト共ニ徐々ニ針 (C') ヲ圓筒 (E) 内ノ糊狀「セメント」中ニ侵入セシム

終結ヲ測定スル場合ハ始發用標準針 (C') ノ代リニ別ニ備ヘタル終結用標準針ヲ取付ケ始發ノ測定ト同様圓筒 (E) 内ノ糊狀「セメント」ノ表面ニ降下セシム

2) 重 量

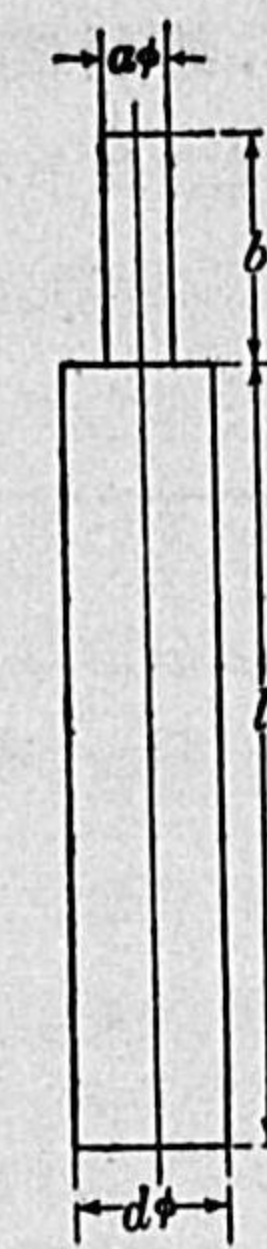
區 別	重 量 g
滑 り 棒 (B)	265
標 準 棒 (C)	35
圓 板 (J)	28
始 發 用 標 準 針	7
終 結 用 標 準 針	7
糊狀「セメント」ニ加ハル重量	300

備 考

- 終結用標準針ハ下部ニ附屬小片ヲ有スルガ故ニ始發用標準針ト共ノ重量ヲ等シクスル爲ニハ鍔ノ厚サヲ適宜減ジテ製作スルヲ要ス
- 滑り棒ノ重量 265 g = ハ第 171 圖 A 及 B ノ指針 (G) ト留ねぢ (F) トノ重量ヲ含ムモノトス

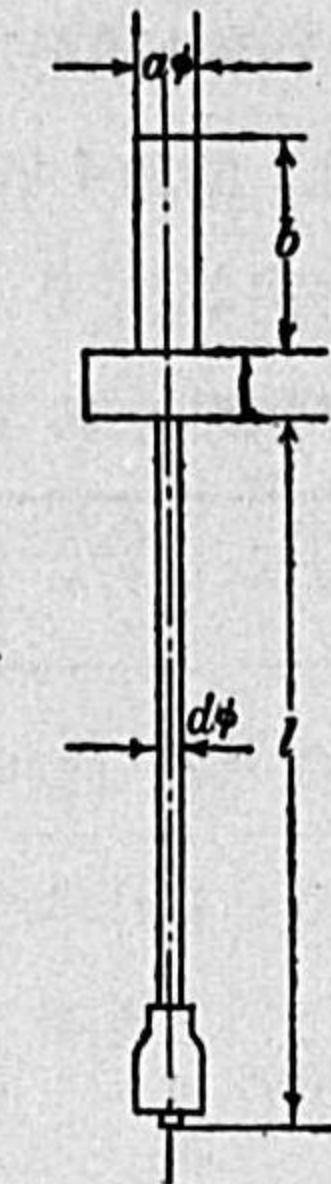
3) 各 部 寸 法

第 172 圖



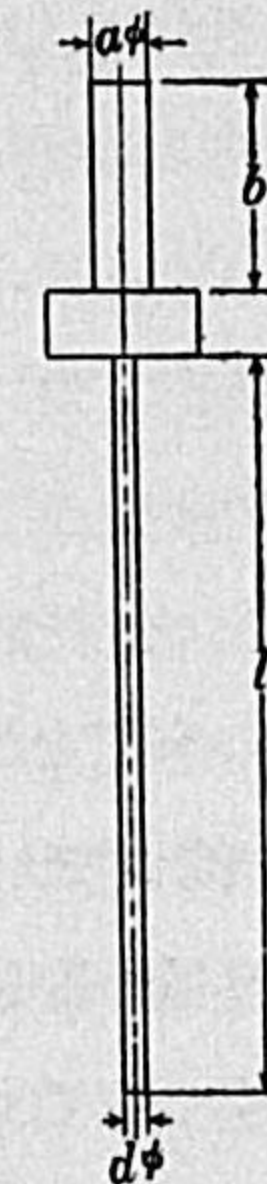
標 準 棒	
符 號	寸 法 mm
d	10
l	50
a	4
b	14

第 174 圖



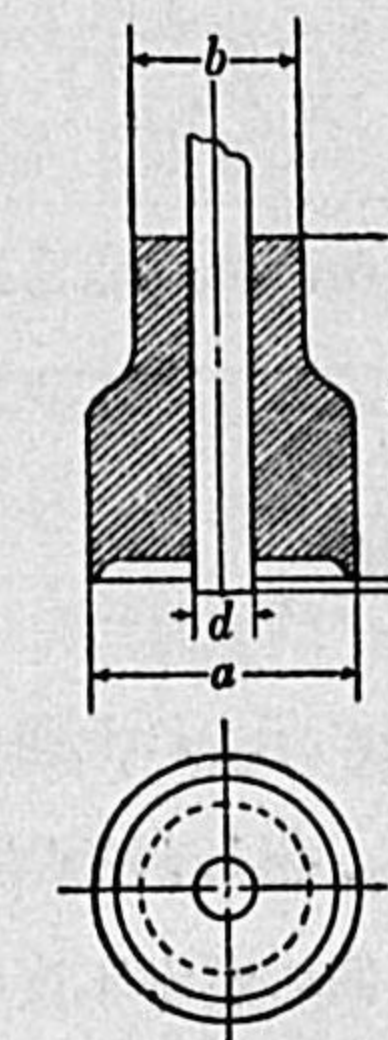
終 結 用 標 準 針	
符 號	寸 法 mm
d	1.13
l	45
a	4
b	14

第 173 圖



始 發 用 標 準 針	
符 號	寸 法 mm
d	1.13
l	45
a	4
b	14

第 175 圖



附 屬 小 片	
符 號	寸 法 mm
d	1.13
l	0.3
a	5
b	3.3
c	6.4

4) 糊狀「セメント」ヲ入ルル容器

糊狀「セメント」ヲ入ルル容器 (E) (第 170 圖又ハ第 171 圖參照) ハ圓筒形ヲ標準トスルモ試験成績ニ差異ナク試験後ノ脱型容易ナルヲ以テ便宜上截頭圓錐形ノ容器ヲ使用スルコトヲ得

圓筒形容器ハ黃銅又ハ磷青銅ヲ以テ造リ其ノ内徑 80 mm 高サ 40 mm 材質ノ厚サ 4 mm ヲ標準トス

截頭圓錐形容器ハ「エポナイト」ヲ以テ造リ其ノ上部内徑 75 mm 下部内徑 85 mm 高サ 40 mm 材質ノ厚サ 7 mm ヲ標準トス」

昭和 4 年 2 月 19 日商工省告示第 4 號を以て規定された稠度計の器差限度は、第 44 表に示す通りであり、之が比較検査は、昭和 4 年 2 月 19 日同省告示第 5 號を以て公布された通り、中央度量衡検定所で之を行つて居る。

第 44 表 稠度計の器差の限度

「ポルトランドセメント」試験機			
種	類	微小ト認ムル器差ノ限度	測 定 ノ 標 準
稠 度 計	金 屬 棒 ノ 徑	0.2 ミリメートル	構造ハ昭和 2 年商工省告示第九號「ポルトランドセメント」試験法第四條ニ規定セラレタルモノヲ標準トス 標準針ハ直圓錐形ノモノニシテ其ノ徑ハ 1.13 ミリメートルノモノタルベシ
	標 準 針 ノ 徑	0.05 ミリメートル	
	目 盛	全長ニ對シ 0.5 ミリメートル	
		全長ノ 2 分ノ 1 以下ノ目盛ニ對シ 0.1 ミリメートル	
	標準針又ハ金屬棒ニ依リテ糊狀「セメント」ニ加ハル重量	1.5 グラム	
糊狀「セメント」ヲ入ルベキ圓筒ノ高	0.5 ミリメートル		

§ 421. 膨脹龜裂試験

膨脹龜裂試験は、規格第九條に示された通り、餛飩形體を成形し、膨脹龜裂の有無を浸水法に依つて試験するものである。但し、浸水法による時日がない時は、煮沸法に依つてよい。

試験の目的 セメントは、其の質が不良のものに在りては、水と作用して容積の膨脹を起し、爲にセメント工作物に龜裂、歪曲を生ずることがある。甚しい時は、破壊に導くことも想像出来る。セメントが化合物であることは明かであるけれども、其の化學的組成は猶ほ未だ明かでない。故に、其の組成を検して其の質の良否を定めることは不可能である。それで、規格第九條の方法により、膨脹性の有無を試験する必要があるのである。

試験方法 規格の試験方法は、浸水法に依るのを標準として居る。

セメントの膨脹が龜裂又は歪曲として現はれるのに都合のよい餛飩形體を作り、之を 27 日間水中に浸して龜裂又は歪曲の現象を示さなければ、其のセメントは、膨脹性に依る害を及ぼさないものであることを認めることが出来る。何となれば、セメントは、水と練つた後數

日で、其の大部分が水と作用するから、若し龜裂又は歪曲があらはれるものであれば、數日の内に現はれるからである。

工事の都合により、28日の成績を待つことが出来ない場合には、セメントと水との作用を促進させて其の成績を見る爲に、煮沸法に依る。

供試體の浸水前の保存 餛飩形體は、成形後凡そ 24 時間濕氣中に保存した後、水中に浸して之を試験する。之は、浸水前に於て相當に固結させて、試験の正確を期する爲である。従つて、次に述べる温度に關係がある。殊に煮沸法に於て、供試體が未だ十分固結しない時に煮沸すると、供試體が崩壊する恐れがある。

浸水前急激に乾燥した場合、或は取扱ひの不注意、等に依りて起る收縮龜裂を防ぐには、餛飩形體を成形した後直ちに濕氣中に置くことが必要である。之が爲には、密閉した箱（濕氣箱と通稱す）の底に水を満たし、其の水面上に格子を置き、其の上に供試體を相當の間隔を置いて竝べるのが普通である。箱を使用しないで、濕布で覆ふ場合には、布が供試體に觸れない様、又、濕布が乾燥しない様、常に注意しなければならない。

温度 規格に、本試験施工中の室内温度、濕氣箱の温度、捏ね混ぜ用水及び水槽の水の温度が、何れも 15°C 以下に降らない様に調節すべきことを規定してあるのは、是等の温度が試験に影響するからであつて、若し、温度が低く過ぎると、浸水前濕氣中に約 24 時間保存しても十分に固結しないで、試験の結果に悪影響を與へることがある。甚しい場合を想像すれば、冬期凍結の爲に水槽中で龜裂することがあり、又、固結が不十分なものを煮沸すると、表皮が脱落したり、又は、崩壊したりすることがあり得る。

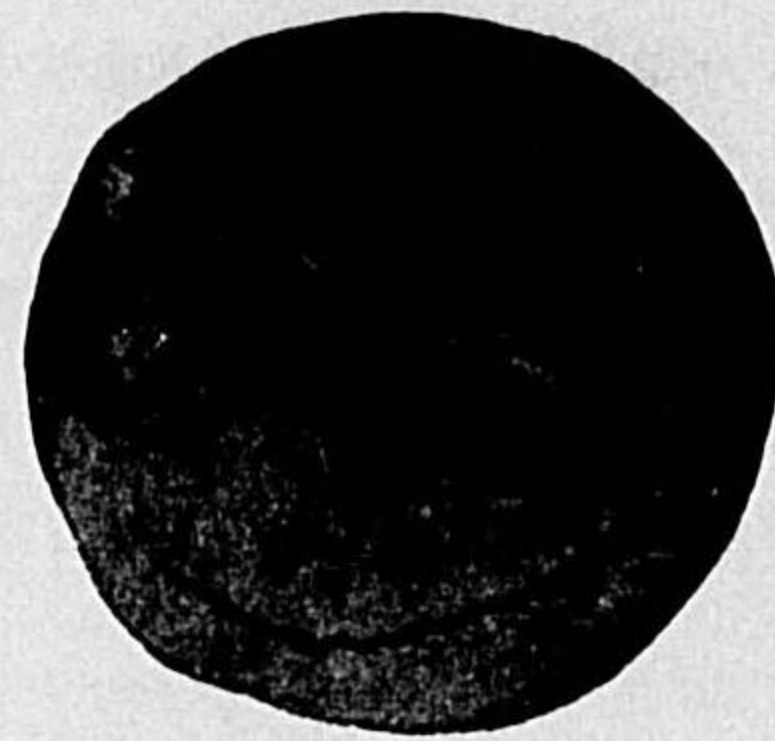
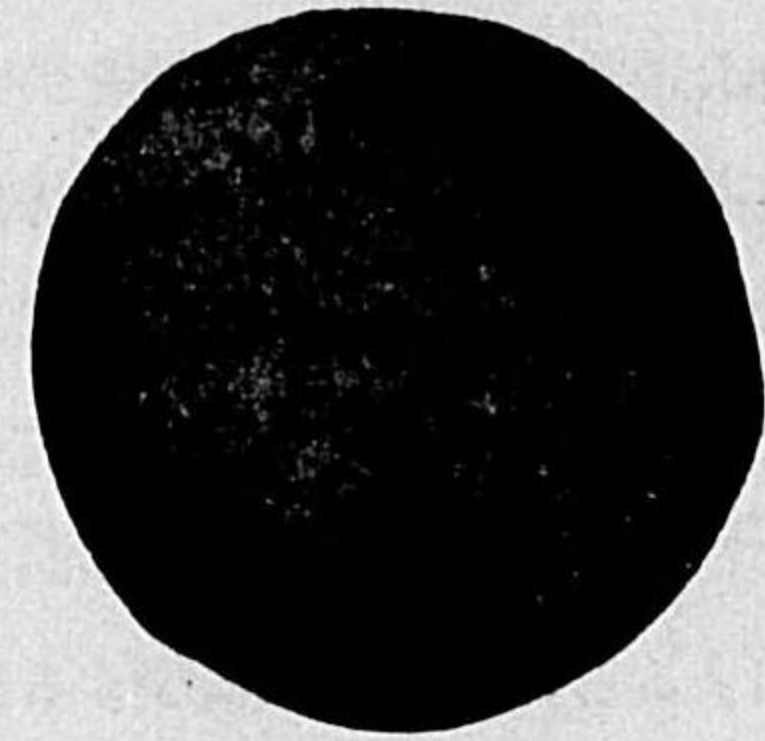
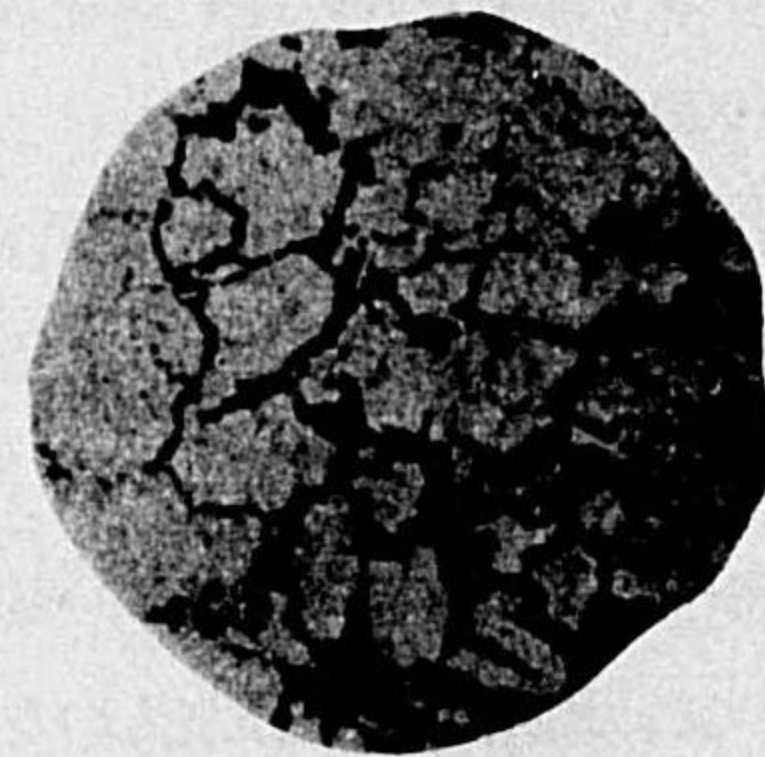
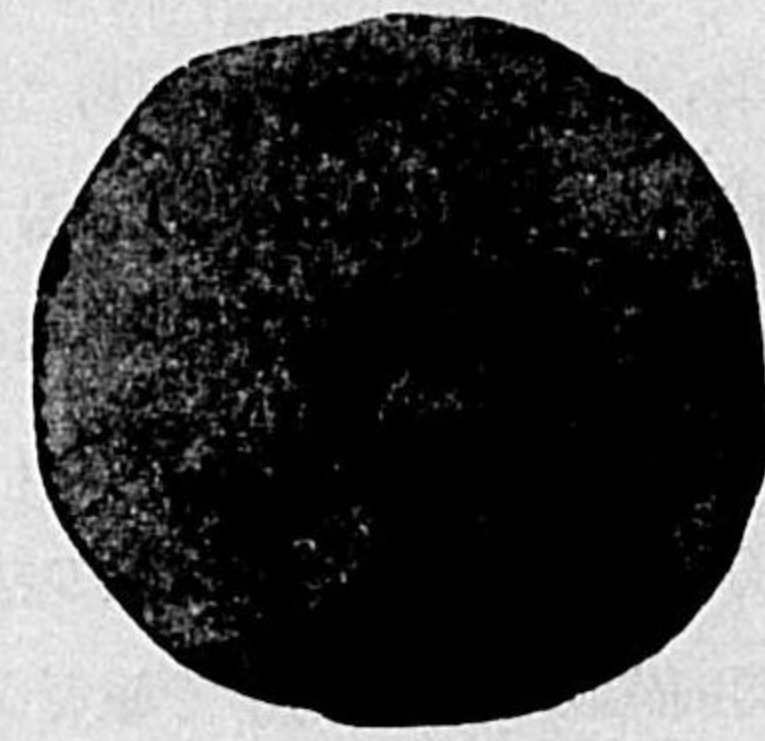
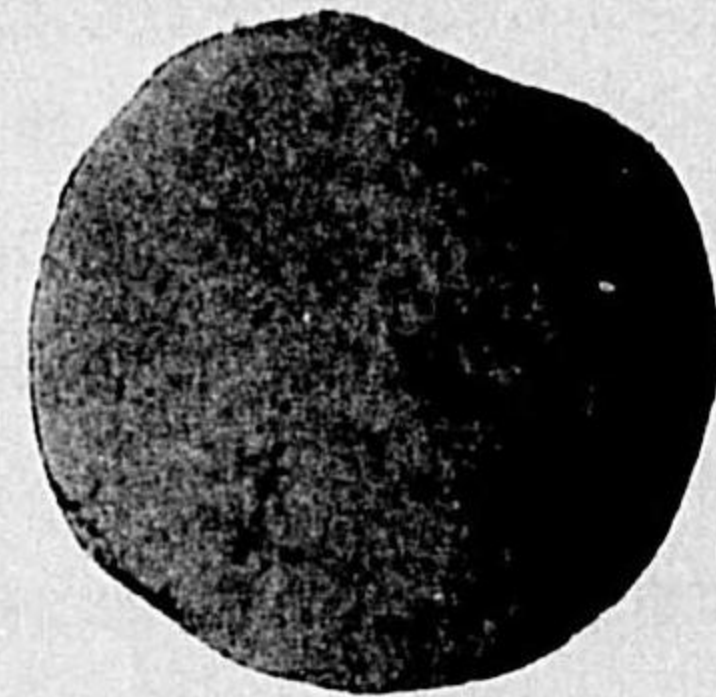
煮沸法の注意 煮沸試験を施行するには、供試體が鍋の底に接觸しない様に、有孔板又は網を敷き、猶ほ、試験中なるべく一定の水位を保つ様にしなければならない。

試験結果の鑑定 浸水法、煮沸法共に餛飩形體を水中から取出して、直ちに龜裂又は歪曲の有無を鑑定する。

龜裂は、餛飩形體の表面に網狀に現はれることがあり、或は、中心から周邊に向つて放射狀に現はれることがある（第 176 圖参照）。或は、歪曲することがある。又、海水に浸漬したものは、其の周邊に環狀の龜裂を生ずることがある。

此の鑑定をする時、餛飩形體を水中から取出して空氣中で乾燥させた後、水で濡して龜裂を検出することがあるが、餛飩形體は之を空氣中に放置して乾燥させれば、收縮によつて龜裂を生ずるものであつて、此の現象は、隠れて居つた膨脹龜裂が検出されたものではない。之は、第 176 圖に示してある様に、餛飩形體を浸水前 24 時間空氣中に保存する際に十分の濕氣を與へない時に甚しい龜裂の現はれることがあるのと類似の現象であつて、セメントの

第 176 圖 乾燥龜裂並に膨脹龜裂

乾燥龜裂
(餽頭形體浸水前の保存中に生ず)乾燥龜裂
(餽頭形體浸水前の保存中に生ず)膨脹龜裂
(龜裂甚しく崩壊することあり)膨脹龜裂
(周邊に放射狀に生ずることあり)膨脹龜裂
(表面に網狀を呈することあり)

膨脹龜裂及び歪曲

膨脹龜裂とは全然関係のないものである。それで、餽頭形體保存中の温度に注意し、膨脹龜裂の鑑定は、水中から取出した後、速に之を行ふことが必要である。

餽頭形體は、ガラス板のまま浸漬するのであるが、水中保存中、往々、餽頭形體がガラス板から離脱したり、又は、ガラス板が破壊されることがある。之を膨脹性によるものと速断してはならない。

§ 422. 強 度 試 験

セメントの強度は、規格第六章に規定してある強度試験用機械器具を用ひ、断面 4 cm 平方、長さ 16 cm の柱状供試體の抗折試験及び耐壓試験に依つて、之を定める。即ち、規格第十條に、『セメントの強度は第十一條乃至第十三條に依り製作したる供試體を用ひ、第十四條に示す抗折試験及び耐壓試験に依り之を定めるものとす。本試験に於ては、供試體の製作に軟練モルタルを使用するものにして、之を軟練モルタル試験法と稱す。』とある。

セメントは、實際使用に當り、主として、モルタル又はコンクリートとして使用されるから、セメントの強度は、モルタル又はコンクリートとして試験する必要がある。それで、規格は、第十二條に、配合重量比 1:2 のモルタルで、セメントの強度を試験することを規定して居る。

コンクリートの強度のうちで、壓縮強度が最も大切であるが、引張強度も亦大切である。従つて、セメントの強度試験に於ても、耐壓試験のほか、抗張力を測る手段として、抗折試験を行ふのである。規格の試験方法に依れば、同一供試體によつて、耐壓力及び抗折力を試験し得るので、實際上頗る便利である。

軟練モルタル試験法は、セメントの品質検定を目的とする強度試験の結果が、實際セメントが使用される際の強度、即ち、最も一般に使用されるコンクリートの強度と良い平行性を有することを目的として、定められたものである。セメント品質の検定を最も實際に即さしめるには、コンクリートの強度を以てするのが最善であるが、コンクリートの強度試験を標準化することには相當の困難があるから、普通に使用されるコンクリートと水セメント比をほぼ同じにした、軟練モルタル試験が規定されて居るのである。

(1) 標 準 砂

規格第十五條は、モルタル供試體の製作に使用する標準砂に就いて、規定して居る。

セメントモルタルの強度は、其の砂の性質に極めて密接な関係があるから、セメントモルタルの強度を規定するには、先づ使用砂を一定しなければならない。規格に定められた強度は、標準砂を使用した場合の強度の限度である。

標準砂の必要條件は、規格第十五條に明記してある様に、朝鮮黃海道九味浦産の天然珪砂で、其の粒の大きさの範圍、夾雜物の重量、に於て一定の限界がある。

粒の大きさ及び夾雜物の量に於て規格の範圍内にある珪砂でも、其の産地が異ると、其の形狀、破壊に對する抵抗力、等に多少の差違を生じ、従つて、モルタルの強度に影響を及ぼす。よつて、朝鮮九味浦産の珪砂に限ることに、規定してあるのである。

朝鮮黃海道九味浦附近の海岸一帯には、天然微珪砂が極めて豊富である。之は、網篩 0.3 (150×60)、— JES 408 號 Z5、篩目の開き 0.3 mm、篩枠の寸法内徑 150 mm、上端から篩面迄の深さ 60 mm — は殆ど全部通過し、網篩 0.2 に 8% 乃至 10% 残留し、網篩 0.15 に 70%、網篩 0.13 に 96% 程度残留し、網篩 0.11 に大約 98% 残留するものである。網篩 0.3 に留まる夾雜物は 0.5% 乃至 1% 程度で、貝殻の小破片又は倭小なる草根片丈けである。九味浦砂は、従來の試験結果によると、全部規格に合して居る。

標準砂は値段が高いと言ふ經濟上の理由により、又は、之を購入する時日が無い時には、便宜上、標準砂に近い性質で、規定の粒度及び夾雜物の限度に適合する砂を、標準砂の代りに用ゐることがある。此の場合には、此の砂を用ゐた場合と、標準砂を用ゐた場合との比較試験を行ひ、標準砂を用ゐない場合の試験の結果に、相當の修正を施さなければならない。

日本ポルトランドセメント同業會は、標準砂の販賣を取扱つて居る。

(2) 供試體の形狀及び大きさ

規格第十一條に、『抗折試験に用ふる供試體は斷面 4 cm 平方、長 16 cm の柱狀體とす。耐壓試験に用ふる供試體は抗折試験に用ひたる供試體の兩折片を以てす。』と規定してある。

供試體の形狀及び大きさは、試験誤差、材料の節約、試験機械器具の容量、養生水槽の大きさ、試験時間、等に多大の關係があるから、試験誤差が大きくなる範圍に於て、形狀が簡單で、寸法は出来るだけ小さい方がよい。

規格の供試體は、形狀が簡單で型の精度を容易に高め得ること、容積が小さく材料の節約をなし得ること、3 箇の供試體を連続成形するに便利なこと、及び、抗折試験に用ゐた供試體の折片で耐壓試験を行ひ得ること、等の多くの利點を有して居る。

供試體は正確に規格の要求する通りのものでなければならないから、規格は、第二十六條一に、供試體の成型型に就いて規定して居る。

成型型は、使用久しきに亙ると、其の内面が磨滅し、従つて、之を以て作つた供試體が正規の大きさとならなくなり、之がために、試験の結果に大きい誤差を生ずる恐れがある。故に、成型型は、時々精密に其の内面の形狀及び寸法を檢查し、不正確なものは、

之を使用してはならない。

(3) 供試體の箇數

1 回の試験に用ゐる供試體の數は、試験結果の精度に密接な關係がある。規格は、第十條に、抗折試験の供試體の數を 3 箇、従つて、耐壓試験の供試體の數を 6 箇、と規定して居る。従來の研究によると、抗折力に對する試験誤差は、耐壓力に對するよりも小さい。それで、抗折力に對する供試體を 3 箇としても、耐壓力と同一精度が得られるのである。

(4) 供試體の製作

規格は、第十二條に、供試體の製作方法を規定して居る。モルタルの 1 回混練量、供試體製作の時間を短くすること、供試體相互間の誤差を小さくすること、成型型の製作の便利なこと、等を考慮して、規格は、同時に 3 箇の供試體を製作することを規定して居る。併し、同時に製作した 3 箇の供試體は、之を同材齡の試験に供すべき意味ではなく、寧ろ、異つた材齡の供試體として、使用する方がよい。

配合及び水量 強度試験に用ゐるモルタルの品位を定めるには、配合及び水量を定める方法、配合及び軟度を定める方法、及び、水セメント比及び軟度を定める方法、等が考へられる。是等のうち、水セメント比及び軟度を定めて配合を自由にする方法は、試験の際、施工が複雑である缺點がある。配合及び軟度を定める方法は、軟度試験の精度の大きい影響を受けるから、標準方法として適當でない。それで、規格は、配合及び水量を一定にする方法を規定して居るのである。

配合及び水量を一定にして軟練モルタルの適當な品質を定める爲には、先づ一定の水セメント比を選択し、此の水セメント比で適當な軟度を保持し、成形時に材料が分離しない丈けの砂を使用しなければならない。規格は、水セメント重量比として、鐵筋コンクリートの諸工事に於て最も多く用ゐられる値に近い 65% を採用し、砂セメント重量比を、研究の結果、2 としたのである。

混合 セメントモルタルの強度は、混合程度の影響を受けるものであるが、規格試験に於ては、軟練りモルタルを使用するから、混合が容易且つ簡單で、混合程度の差のために起る誤差が小さい。規格の混合程度は、試験の結果最も適當と認められたものである。

混合に用ゐる鉢及び匙の形狀及び大きさは、1 回の混合量及び混合の程度に影響するから、是等が規格第二十六條五に規定してある。

充填 成型型から漏水すれば、モルタルの水セメント比に變化を來し、強度に大きい差を生ずるから、成型型は、之の組立てを完全にし、接觸部にはグリースを塗布して水密にし、型を水中に入れて漏水の有無を檢する必要がある。

供試體の脱型を容易且つ圓滑に實施するため、型の内面をよく清掃し、油を滲ませた布で型の内面に油を軽く塗布する。

モルタルが型詰に際して材料の分離を起すのを防ぐため、モルタルは、之を匙でよく攪拌しながら成形型に詰める。

モルタルは、其の配合及び水量が規定されて居るから、其の軟度は、セメントの種類によつて異なる。故に、常に均一な組織を有するモルタルを造るためには、軟度に應じて搗数を變へるのが適當である。軟度を測定するには、フロー試験に依る。フロー試験に就いては、(8)に述べてある。そして、フロー値に應ずる搗数が規格に規定してある。

標準回数丈け搗く順序は、一端から始め、全面を5回に搗き、之を反覆する。

搗く際、搗棒がモルタル中に餘り深く入ると、水の分離が甚しく、不齊等な組織となり、又、浅きに過ぎると、氣泡を除去するに十分でない。4 mm 位が最も適當な深さである。

搗棒の大きさ及び重量は、規格第二十六條二に規定してある。之は、供試體の形状及び大きさを考慮して決定されたものである。

モルタルを2層に詰め、之を搗棒で搗いた丈けでは、モルタルが沈降した時、詰量に不足を來すから、2 mm 乃至 3 mm の盛上げをするのである。

仕上げ 規格は、表面仕上げの時機を、モルタル充填後5時間以上、と規定して居る。モルタルが仕上げに適する程度に固結したら、型上の過剰のモルタルを削り取り、出来る丈け力を加へずに、上面を平滑に仕上げる。

供試體製作時の注意 規格第十三條は、作業中の温度、其の他について規定して居る。

モルタルの含水量は、其の強度に大きい影響を有するものであるから、注水した後のモルタルも、充填した供試體も、水槽に侵漬する迄は、其の水分を失はない様に乾燥を防がなければならない。之がためには、成型室の濕度を適當に保つことも大切である。又、成形用水の温度、成型室の温度、等は、モルタルの強度に大きい影響があるから、是等をなるべく15°C乃至25°Cの範囲に保つことが必要である。是等の諸條件は、強度試験結果の考察に資するため、附記するがよい。

脱型 相當に固結しないモルタルを型から取外すと、強度に悪影響を與へるから、成形後濕氣箱の中に20時間以上保存して固結させた後、型から取外す。

供試體を保存する濕氣箱は、饅頭形體保存用のものを併用してよい。

養生 供試體を濕氣箱に入れて之の乾燥を防ぎ、24時間保存した後、全く水中に侵漬する。

成形室の温度、濕氣箱の温度、等が甚しく低い時は、モルタルが充填後24時間を経ても

十分固結しないで、水に侵漬する時、形状を保つことが出来ないことがあり、然らざるも、固有の強度を發揮することが出来ない。又、水槽の水の温度が著しく低い時は、固結を遷延させ、試験結果に悪影響を及ぼすから、是等の温度は、15°C以上30°C以下に調節する必要がある。水槽の水の温度は、之を測定し、試験成績に附記するのが適當である。

(5) 材 齢

規格は、第十條に、試験は供試體の成形後3日、7日及び28日を経た供試體につき之を行ふこと、を規定して居る。

之は、如何なる試験に於ても、上記の3材齢の全部を採用すべしと言ふのではない。普通ポルトランドセメント、高炉セメント及び珪酸質混合セメントに於ては、7日と28日、早強ポルトランドセメントに於ては、3日、7日及び28日、を採用すればよい。猶ほ、規格第十六條に、28日の試験をする時日がない時は、28日の試験を省略してよいことが規定してある。

セメントモルタル又はセメントコンクリートは、數年に亙り、概して、時と共に其の強度が増進するものである。此の性質あるが爲に、コンクリートが永久的工作物に使用されるのであるから、試験期間中に於ける強度の増進は絶対に必要である。殊に、早強セメントの強度を判定するときには、特に此の點につき深い注意を拂はなければならない。

セメントモルタルの強度は、砂、水量、混合方法、養生温度、試験用器具機械の正否、脱型方法、壓縮又は曲げ試験方法、其の他の一般設備、等により左右されるから、強度が規格に合しない場合、又は増進がない場合に於ても、輕々しく、其の品質を連断しないで、試験方法に手落がないか否かを調査した後、品質を判定しなければならない。而して、機械設備、試験方法などが強度に及ぼす影響は、材齢が若く、強度が低い程大きく現はれるものであるから、3日試験などに於ては、殊に其の裝置を吟味し、綿密周到に施行することが必要である。殊に、早強ポルトランドセメントは、其の化學反應が鋭敏であるから、短期材齢の場合は勿論、28日試験に於ても、如上の注意を怠るときは、其の結果が不正確となるを免れ難い。

(6) 抗折試験

抗折試験の方法は、規格第十四條に規定してある。

定められた材齢に到るまでの期間、水槽中に養生した供試體は、抗折試験をする時、之を養生水槽から小水槽に移し、試験機の傍に運び、1箇宛取出し、表面を傷けない様にして手早く附着して居る水分を拭ひ去り、試験する。試験を終つた折片は、直に小水槽に戻しておく。

抗折試験機に就いては、規格第二十六條三に、詳細に規定してある。試験機は、抗折試験

装置を有する油圧式ベンヂュラム ダイナモメーター型である。但し、ミハエリス型の抗張試験装置を改造したものを用いてもよい。

供試體は、相互間の距離が 10 cm である 2 箇のロール上に之を支持させるのを原則とする。荷重面は充填方向と直角な面とし、供試體のスパンの中央に荷重する。試験に當りては、供試體と其の支持及び荷重装置との相対的位置を正しくすることが絶対に必要であるから、供試體を正しい位置におく様、特に注意しなければならない。

供試體に荷重する速度は、試験結果に影響を生ずるから、平均荷重速度を毎秒 5 kg と規定してある。之は、ミハエリス式抗折試験装置によれば、平均、毎秒 100 g の散弾の落下量に該當する。

(7) 耐 壓 試 験

耐壓試験の方法は、規格第十四條に規定してある。

耐壓試験は、抗折試験を終つた折片を小水槽から取出し、之を行ふ。加壓面は、充填の方向に直角な 2 面とする。

供試體の上下におく加壓板は、直 6 面體で、縦横の寸法は夫々 40 mm である。加壓板は、之をスヘリカル シートを有する耐壓試験機の加壓板の正しき中央に於て、互に相重なる様固定する。此の兩加壓板の間に供試體折片を夾み、部分的壓縮を加へる。

従つて、上下の兩加壓板は、互に偏心することなく、正しく供試體の載荷面の上下にあつて、4 cm 角を劃することが必要である。此の加壓板に偏心があれば、耐壓力は一般に低く現はれる。

試験機の秤量は、最大 20 噸とし、可變容量のものがよい。

加壓の速度は、毎秒 80 kg と規定されて居る。

(8) 軟 度 試 験

規格第十七條は、軟度試験に就いて規定して居る。軟度は、フロー試験で之を定める。

モルタルの軟度試験は、セメントの性質を判断するため、又、規格第十二條に示された棒搗きの搗数を定めるため、に必要である。

フロー試験に使用するモルタルの 1 回の混合量は、強度試験の際と全く相等しくし、之を 2 回に分けてフロー試験を行ふ。フロー試験に使用したモルタルは、之を強度試験に使用してはならない。

フロー値を測定する時、フローテーブルの板面が清浄でなければならないことは勿論であるが、猶ほ、試験前の状態が常に一定でなければならない。板面が乾燥状態であるか、或は濕潤状態であるか、又は、部分的に乾燥及び濕潤状態であるか、により、フロー値に差異を

生ずる。板面を常に乾燥状態にすることは、最も安全且つ最も得易い状態であるから、試験に際しては、使用の度毎に乾布を以て十分に拭ひ、濕氣を取去ることが大切である。フローコーンに就いても同じである。

混合したモルタルは、材料の分離を起さない様、匙で軽く攪拌して揃ひ採り、之をフローコーンに充填する。充填に當りては、豫めフローテーブル板上中央に据へたフローコーン中に、4 cm 乃至 5 cm の高さにモルタルを充填し、15 回突き、更に 4 cm 乃至 5 cm の高さにモルタルを充填して再び 15 回突き、次に、不足分を補ひ（此の際突かない）、ナイフで過剰部分を除去し、表面を平滑にする。

モルタルをフローコーンの隅々まで十分に行互らせ、且つ空気を追出す爲には、十分突くことが必要であるが、軟練りモルタルを突きすぎると、材料の分離を起す恐れがある。故に、搗棒の突端が各層の厚さの $\frac{1}{2}$ 程度入る強さで、コーンの周囲から順次に 15 回モルタル面を均等に突かなければならない。猶ほ、充填時間が長くなるに従ひ、フロー値は、僅かではあるが、減少する傾向があるから、なるべく 30 秒乃至 60 秒の範囲で、充填する様に注意する。

充填後、フローコーンは正しく上方に取外し、等速度で 15 秒間に 15 回の落下を行ひ、モルタルの擴りを測定する。

モルタルの擴りは、理論的には眞圓となる筈であるが、種々の支障により、僅かながら楕圓状となる。故に、フローの測定に際しては、最長と認められる長さ並に之と直角の方向の長さを測定し、兩者の平均値を以て、其の回のフロー値とし、2 回の平均を以て、フロー値を決定する。此の際、最長の擴りと、之と直角方向の擴りととの間に大差ある時は、試験操作其の他に缺點あることを示すものであるから、斯かるフロー値は役に立たない。斯の如き場合が起る原因は種々あるが、試験操作としては、フローテーブルの板面の掃除又は乾燥の不完全及びフローコーンの取外しの際の不注意、等を擧げることが出来る。

フロー試験は、強度試験と同様、常に室内で之を行ひ、作業中、日光の直射並に通風を遮り、乾燥並に温度の變化を防ぎ、なるべく 15°C 乃至 25°C の温度で之を行ふ。一般に、フロー値は、温度の上昇と共に小となる傾向があり、然も、此の傾向は、セメントの種類、性質によつて異なる。又、濕度も軟度に影響を及ぼすものである。故に、試験室の温度及び濕度は、之を試験成績に附記するのが適當である。

(9) 強度試験用機械器具

軟練モルタル試験に使用する供試體成型型、同搗棒、強度試験機、フローテーブル、フローコーン及びフロー試験用搗棒、混合用鉢及び匙、に就いては、規格第六章に、詳細に

規定してある。

軟練モルタルの試験機械器具の検定及び監査は、日本ポルトランドセメント技術會が之を行つて居る。

§ 423. マグネシヤ、無水硫酸、及び灼熱減量

規格第十八條には、セメント中に含有するマグネシヤ、無水硫酸及び灼熱減量の限度が規定してある。

試験の目的 セメントは、其の化學的組成が猶ほ不明であるから、各種の方面から見て、品質上完全であるか否かを決定するのが妥當である。それで、規格は、物理的試験と共に、重要な化學成分の限度をも規定して居るのである。マグネシヤ、無水硫酸、共に、規格の限度を超えるものは、膨脹性を伴ふ恐れがあるとされて居る。

セメントは、其の製造後時を経るに従ひ、水分及び炭酸ガスを吸収して、次第に灼熱減量を増加し、其の程度が甚しいと、強度が減退するものであるから、規格に灼熱減量の範囲が限定してあるのである。

分析試験方法は、JES 第 341 號 K 69 セメント化學分析方法に依る。之に規定されて居る分析項目は、灼熱減量、不溶解残渣、酸化第二鐵、シリカ、酸化第二鐵及びアルミナの含量、酸化マンガン、酸化石灰、マグネシヤ、無水硫酸、アルカリ、硫化物硫黄、等である。

日本ポルトランドセメント業技術會は、セメント化學分析方法規格解説を公表して居る(昭和 16 年 8 月)。

灼熱減量の定量方法 JES 第 341 號 K 69 によると、灼熱減量の定量方法は、次の如くである。

『第四條 灼熱減量ノ定量法ハ次ノ通りトス

試料 1g ヲ容量 20 cc 乃至 25 cc ノ白金るつぽニ秤取シ蓋ヲ爲シテ初ノ 5 分間ハ徐々ニ加熱シ次ニ溫度ヲ上昇セシメ 15 分間 800°C 乃至 1000°C ニテ灼熱シ冷却シタル後秤量ス 再び數分間同溫度ニテ灼熱シ冷却シタル後秤量ス 此ノ操作ヲ繰返シ恆量ニ達シタルトキノ減量ヨリ次式ニヨリ灼熱減量ヲ算出ス

$$\frac{\text{減量 (g)} \times 100}{\text{試料 (g)}} = \text{灼熱減量 \%}$$

備考 本定量法ニ於テ恆量ヲ求ムル際重量ノ増加アリタル場合ニハ増加前ノ重量ヲ採ルモノトス

灼熱減量の定量に於て、試料を白金るつぽに入れて加熱する時、發生するガスに通路を與へる爲め、蓋は緩くし、猶ほ、ガスの急激な逃散に依る試料の逸散を防止する様、徐々に加

熱しなければならぬ。

加熱装置は、電気炉、ガスマッフル炉、等、溫度の調節が容易な炉を使用するのが適當であるけれども、ブンゼン、メッカー、プラストバーナー、等を注意して使用してもよい。

加熱溫度を 800°C 乃至 1000°C と規定してあるのは、るつぽの内外に於て相當の溫度差を生ぜしめる爲に、之を限定的に規定し難いのに依るのであるが、規定の主旨は、るつぽの内部に於て 800°C 以上、外部に於て 1000°C 以下であることを示すものである。加熱溫度が過大である場合には、石膏が分解し、無水硫酸を揮散する恐れがある。

此の定量に於て、恆量を求める際、1つの測定値が前回の測定値よりも増加することがある。其の原因は、酸化竝に誤差に基くものであるから、此の場合には、増加前の測定値を採用する。最初から重量の増加があつた場合には、此の測定の趣旨である灼熱減量は求め難い。斯の如き場合には、「増量」と記載する。

第 3 節 骨材の試験

§ 424. 概 説

目で見ただけで、骨材が出来て居る岩石の種類、粒度、清淨であるか否か、粘土などを含有する時、之が單に混合して居るか、又は、骨材の表面に密着して居るか、等は、大體判断できる。

然し、各種の骨材の品位を比較するため、又は、或る骨材を用ゐて合理的にコンクリートの配合設計をする爲には、精確な諸種の試験を行ふことが必要である。

以下に、骨材の試験方法の主なものを説明する。

試験に用ゐる試験機械、器具、等は、島津製作所、日本試験機株式會社、等で製造販賣して居る。

§ 425. 試料の採取

骨材試料の採取につき、注意すべき事項は、次の如くである。

粗骨材は其の運搬及び取扱ひ中に大小粒の分離を起すから、粗骨材の代表的試料を採るとは、非常にむづかしいことで、細心の注意と技能とを必要とするものである。

ベルトコンベヤー又は樋から試料を採るには、其の断面全部にある骨材を短時間の間に採取する。長時間に亙り、一部分づつの試料を採取するのは適當でない。試料を採る場所

は、ベルト又は樋に添つて、ほぼ等間隔とする。試料を採取する装置は、各所に於て、殆んど同量の試料を同じ長さの時間内に採取出来る様なものとする必要がある。

鐵道貨車から試料を採取する時は、貨車の端面、側面及び中心線に沿つた直線上に於て、等間隔の點に穴を穿ち、中層の骨材を採る。貨車から試料を採る時は、砂の場合は常に、砂利の場合でも出来れば、試料採取管を用ゐるがよい。試料採取管は、普通、直徑が 5 cm、長さが 1.8 m で、一端が尖り、他端に柄を有する鋼管である。管には、等間隔に孔が開けてあり、孔の一侧に耳がついてある。管を骨材中に十分深く挿入し、適量な試料の量が管に入るまで管を回轉する。次に管を引抜いて、試料を容器に移す。鐵道貨車から試料を採ることは、困難な場合が多いから、出来れば、積卸しの際に試料を採るがよい。手で積卸しをする時は、一定の時間毎に、ショベルで試料を採る。機械的に積卸しをする時は、一定の時間間隔に試料を採る。

骨材の貯藏山から試料を採る時には、山の底部から出發し、山の一侧を登り、他の側に下りて、等間隔の點から試料を採る。山が大きい時は、互に直角の 2 方向に於て前記の方法を行ふ。山の一部分丈けが工事に使用される時は、勿論、其の部分丈けから試料を採ればよい。砂の試料は、試料採取管で採るのが適當である。砂利の試料は、上層の砂利を除いた相當深さの點から、多量に之を採取する。

斯くして得た試料は、之を § 426 に述べる方法により、試験に用ゐられる量まで少量にし、各試料に就き試験を行ひ、其の性質の變化を求める。

§ 426. 試験に對する骨材試料の準備

砂の試料は、四分法又は試料分取器によつて、試験に使用する量まで少量にする。

四分法

試料を掃除した鐵版其の上におき、コンクリートを混合する時の様に、ショベルで切返して十分混合する。切返しを終つたらば、ショベルですくつたものを前にあるものの上に置いて骨材を圓錐體にし、之を一様な厚さの圓に擴げ、之を直角に交る 2 つの直徑によつて 4 等分し、其の對角の方向の部分の骨材を取りて是等を混ぜ、骨材の全量を 2 等分する。そして、規定された試料の量に達する迄、何度でも四分法を繰返す。細骨材の場合、試料分取器を用ゐる時には、四分法によつて、約 20 kg の試料を採ればよい。

試料分取器

試料分取器は、第 177 圖に示してある通り、之によつて細骨材の全量を 2 等分するものである。

第 177 圖 試料分取器



粗骨材に對しては、四分法のみを用ゐる。大きい骨材粒に於ては、試料を手で拾ふのが便利なこともある。此の時には、代表的試料を得る様、特に注意しなければならない。

§ 427. 骨材の篩分け試験

骨材の篩分け試験は、骨材の粒度及び最大寸法を定める爲に行ふものである。骨材の粒度を知ることは、骨材の適否、各種骨材の適當な配合の決定、又は、或る骨材を使用して一定強度を有するコンクリートの配合設計、等の爲に必要であり、骨材の最大寸法を知ることは、鐵筋相互の間

隔及び鐵筋と堰板との間隔を決定する上から必要である。

鐵筋コンクリート標準示方書の、骨材篩分け試験標準方法は、次の如くである。

『第 1 章 骨材篩分け試験標準方法』

第 1 條 試 料

(1) 骨材の代表的試料は四分法又は試料分取器に依り採取すべし。其の量は乾燥後に於て下記の量以上たるべし。

細骨材……………500 gr

粗骨材又は細粗混合の骨材……………最大寸法を mm にて示せる數の 100 倍を
* gr にて表はせる重量

(2) 試料は 110°C を超過せざる溫度にて定重量となるまで加熱乾燥すべし。

第 2 條 篩

篩は JES 第 238 號 A12 コンクリート骨材試験篩の規格に合したるものにして次の 2 種とす。

網篩 板篩

第 3 條 試験方法

(1) 試料は第 2 條に規定せる篩を用ひ大きさの順序に篩分けすべし。1 分間に各篩を通過する量が何れも全試料の 1% 以内となるまで篩ふべし。

(2) 篩分けしたる試料は其の重量の 1/1000 の感度を有する天秤又は衡器にて計量すべし。

(3) 各篩を通過する量を試料全量に對する重量百分率にて計算すべし。

第 4 條 報 告

(1) 篩分けの百分率は之に最も近き整数に直し、其の結果は第 40 條 報告書中の加積曲線にて表はすべし。

(2) 板篩 5 を通過せざる細骨材及び板篩 5 を通過する粗骨材の量が標準數値を超過するときは其の篩分け試験を別に報告すべし。』

此の標準方法は、大體、米國材料試験協會の標準方法 (A. S. T. M. C 41-27) に準じて作られたものである。此の標準方法によつて、篩分け試験を行ふ時に注意すべき事項は、次の如くである。

試料 四分法及び試料分取器に就いては、§ 426 に述べてある。

試料は、空氣中乾燥状態であればよい。骨材が濕潤である時は、試料を計量する前に、寒暖計を挿入した乾燥器に入れて乾燥する。

粗骨材の最大寸法が 40 mm である場合には、試料を 45 kg 以上とし、最大寸法が 40 mm 以上の時は、225 kg 以上とするのが望ましい。

篩 JES 第 238 號 A12 は、次の如くである。

『 日 本 標 準 規 格
コ ン ク リ ー ト 骨 材 試 験 篩
(JES 第 238 號 A12)

第 一 條 本規格ハ「コンクリート」骨材ノ篩別試験ニ使用スル篩ニ之ヲ適用ス

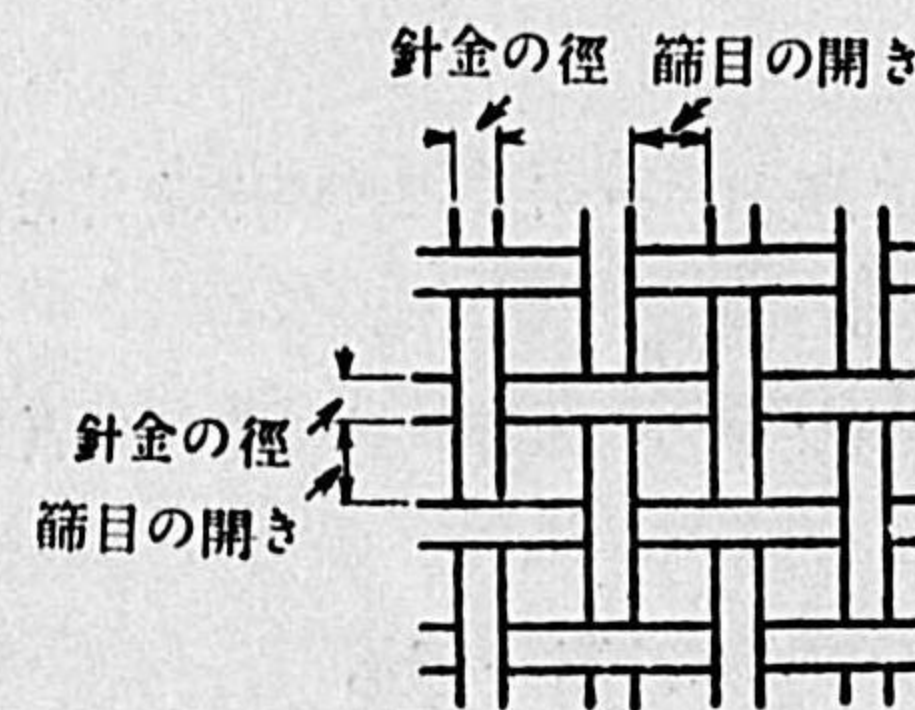
第 二 條 篩ハ之ヲ次ノ 2 種トス

網 篩
板 篩

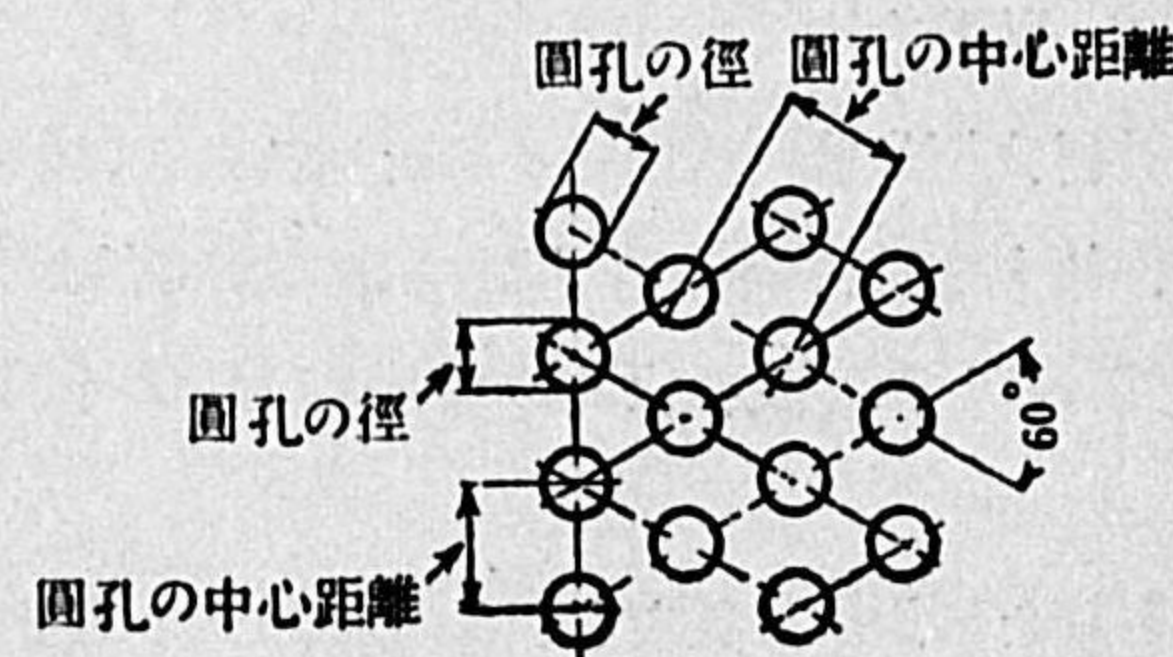
第 三 條 網篩ノ網ハ金屬線ヲ直角ニ織リタルモノトス (第 178 圖參照)

板篩ノ板ハ金屬板ニ垂直ニ圓孔ヲ穿テタルモノトシ圓孔ノ中心ヲ連結スル直線ノ交叉角度ハ圖示ノ如ク 60 度トス (第 179 圖參照)

第 178 圖 鋼篩の篩目



第 179 圖 板篩の篩目



第 四 條 篩ノ製作ニ使用スル針金及板ノ材質ハ黃銅又ハ磷青銅トス

第 五 條 網篩ノ網ノ寸法及公差ハ第 1 表ノ通トス

第 1 表

寸法 mm	篩 目 ノ 開 き		針金ノ徑 mm
	公 差 %		
	平 均	最 大	
0.15	± 6	40	0.1
0.3	± 6	30	0.18
0.6	± 5	25	0.32
1.2	± 3	10	0.55
2.5	± 3	10	0.8

最大公差ノ負ノ値ハ之ヲ規定セズ

第 六 條 板篩ノ板ノ寸法及公差ハ第 2 表ノ通トス

第 2 表

寸法 mm	圓 孔 ノ 徑		圓孔ノ中心距離 mm	板ノ厚 mm
	公 差 %			
5	± 4		9	1.0
7	± 4		11	1.6
10	± 4		15	1.6
15	± 3		23	1.6
20	± 3		30	1.6
25	± 2.8		38	1.6
30	± 2.7		45	1.6
40	± 2.3		60	1.6
50	± 2		66	2.3
60	± 2		80	2.3
80	± 2		106	2.3
100	± 2		133	2.3

第 七 條 篩枠ハ圓形トシ金屬板ヲ用キ容易ニ變形セザル様製作スルモノニシテ其ノ寸法ハ第 3 表ノ通トス

第 3 表 単位 mm

内 径		200
上 端 ヲ リ 篩 面 迄 ノ 深		60
板 枠 ノ 厚	篩 面 ヲ リ 上 ノ 部 分	約 0.5
	篩 面 ヲ リ 下 ノ 部 分	約 1.0

備 考

100 mm 板篩ハ四孔ノ數 1 箇ニシテ四孔ノ中心距離ノ規定ヲ必要トセザルモ現場篩ニ準用スル場合ヲ考慮シテ之ヲ規定セリ

稱呼ハ名稱、種別、篩目(網篩ノトキハ篩目ノ開キ、板篩ノトキハ四孔ノ徑)ニ依ル

(例) コンクリート骨材試験網篩 0.15

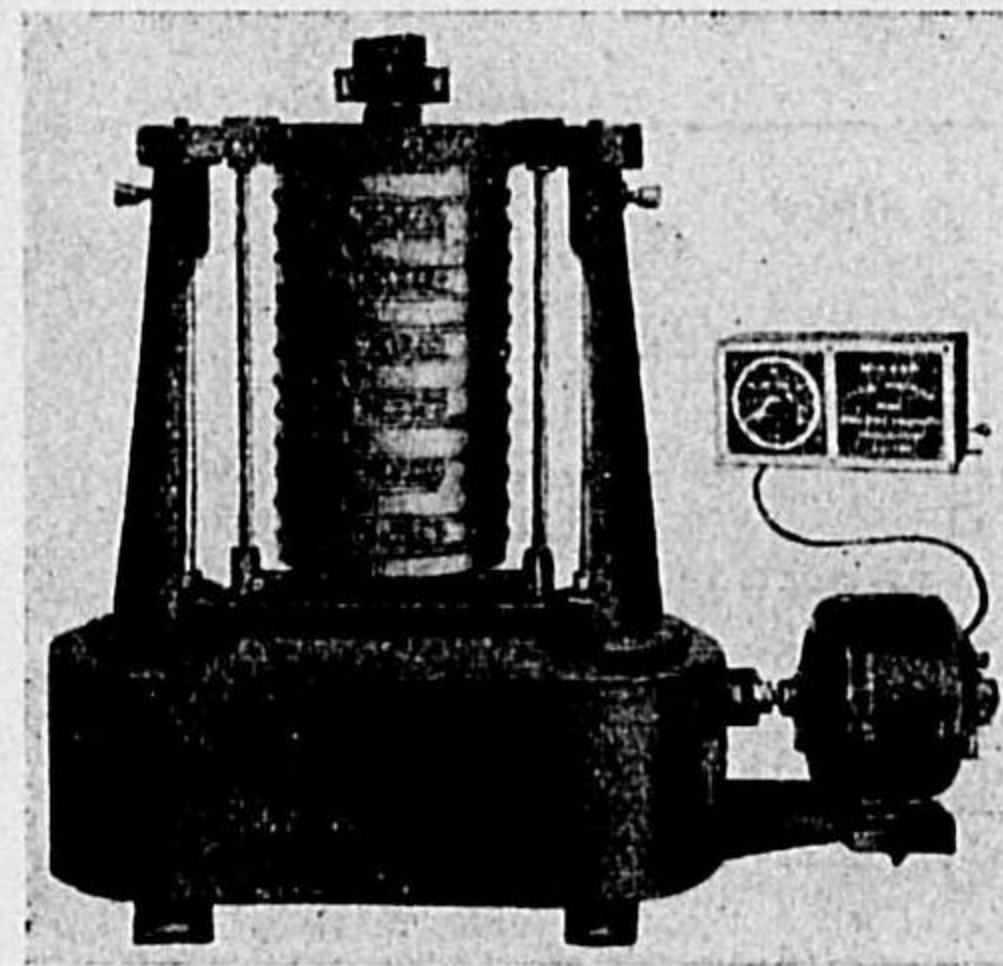
コンクリート骨材試験板篩 5 』

篩に関する注意は、§ 419 のセメントの粉末度試験の場合と同様である。

試験方法

細骨材を篩ふには、Ro-tap 篩振盪機(第 180 圖參照)を用ゐるのが便利である。此の時に

第 180 圖 Ro-tap 篩振盪機



は、篩目の大きいものを上にして、篩目の大きさの順序に重ね、最下に受皿を、頂には蓋をして、振盪機にかける。そして、10 分間振盪するのが普通である。手で篩ふ時には、篩目の大きさの順序に、各個に篩分けを行ふ。勿論、第 1 の篩を通過したものの丈を第 2 の篩で篩ふ。その他の注意は、§ 419 のセメントの粉末度試験の時と同じである。粗骨材の場合には、振盪機を用ゐることが出来ないから、手で篩ふのが普通である。

試験は、2 回以上行つて、其の平均をとるのが適當である。

細骨材の場合、各篩に残留した試料の重量を求めるには、先づ板篩 5 に残留したものの重量を測り、之に網篩 2.5 に残留したものを加へて重量を測り、順次斯の如くして、各重量の差から各篩に残留した重量を計算する。各篩に残留したものの重量を各別に測つてはいけない。各篩からの試料は、天秤又は衡器の皿に直接あけず、先づ適當な大きさの容器に移し、之から天秤の皿にあける。之は、砂の逸散を防ぐために必要なのである。猶ほ、篩を刷毛でよく掃除することを忘れてはならない。

試験の結果 試験結果を表にあらはすこと、及び、粒度曲線、に就いては § 59 に述べたである。

§ 428. 洗 試 験

洗試験は、骨材に含まれる粘土、シルト、ローム、等の全量を決定する爲に行ふものである。鉄筋コンクリート標準示方書の、骨材洗試験標準方法は、次の如くである。

『第 2 章 骨材洗試験標準方法

第 5 條 器 具

本試験に用ふる容器は細骨材の場合には内径約 20 cm にして深さ 10 cm 以上、粗骨材の場合には内径約 30 cm にして深さ 10 cm 以上を有するものたるべし。

第 6 條 試 料

材料は分離を來さざる程度の濕氣を有するものを採り、十分混合したる後、110°C を超過せざる温度に於て定重量となるまで加熱乾燥し、冷却したる後、下記の量を秤取すべし。

細骨材……………500 gr

粗骨材又は細粗混合の骨材……………最大骨材 1 個の重量の 50 倍以上にあたる

重量

第 7 條 試験方法

- (1) 乾燥したる試料を容器に入れ試料を覆ふ程度に十分水(約 225 cc)を加ふべし。
- (2) 次に 15 秒間劇しく試料を攪拌し、15 秒間靜かに沈澱せしめたる後、細骨材の流失せざる様注意して水を排除すべし。此の操作を洗水が透明となるまで繰返すべし。
- (3) 瀉出したる水は網篩 0.075 を通過せしめ篩に残留したるものは試料中に戻すべし。
- (4) 洗ひを終りたる試料は 110°C を超過せざる温度に於て定重量となるまで加熱乾燥し、其の重量を測定すべし。

第 8 條 結果の計算

試験の結果は次式に依り計算すべし。

$$\text{泥土量の百分率} = \frac{(\text{洗前の乾燥重量}) - (\text{洗後の乾燥重量})}{\text{洗前の乾燥重量}} \times 100$$

第 9 條 檢 算

檢算をなすには洗水を蒸發せしめて乾燥せる殘滓の重量を測り、次式に依り百分率を計算すべし。

$$\text{泥土量の百分率} = \frac{\text{殘滓の重量}}{\text{洗前の乾燥重量}} \times 100 \quad \text{』}$$

此の標準方法は、米國材料試験協會の標準方法試案(D 136-22 T)に準じて作られたも

ので、此の標準方法によつて、試験を行ふ場合に注意すべき事項は、次の如くである。

容器は、第 5 條に規定された寸法に近い、ありあはせの容器で差支へない。

骨材が乾燥して居るものは、此の中に含まれる粘土、ローム、等が乾燥して飛散して居ることがあるから、是等が分離しない程度の漏氣を有するものに就いて、試験を行ふ必要がある。材料を乾燥する方法、及び、四分法などによつて試料を採ることは、§ 427 の場合と同様である。

§ 429. 砂の有機不純物の試験

天然砂が有害な有機物を含有するか否かを、現場で、簡単に試験する爲に、鉄筋コンクリート標準示方書は、次の標準試験方法を規定して居る。

『第 3 章 砂の有機不純物試験標準方法

第 10 條 總 則

天然砂中に於ける有機不純物の存在を概略的に試験するには本標準方法に依るべし。

第 11 條 試 料

砂の代表的試料は四分法又は試料分取器に依り採取すべし。其の量は約 500 gr とす。

第 12 條 試験方法

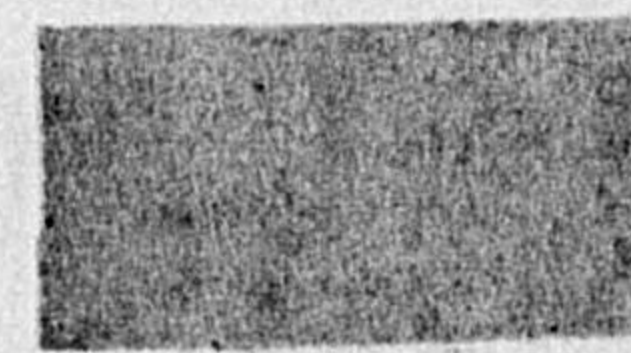
(1) 試料を目盛せる 400 cc 入無色硝子罎に 125 cc の所まで入れ、之に苛性曹達の 3% 溶液を加へ砂と溶液との全容量を 200 cc とすべし。

(2) 罎に栓をなし十分振盪し 24 時間放置したる後、砂の上部に於ける溶液の色を次項の標準色溶液と比較すべし。

(3) 標準色溶液は 10% アルコールにタンニン酸 2% を溶解せる溶液 2.5 cc を苛性曹達 3% の水溶液 22.5 cc に加へて前記硝子罎に入れ、24 時間放置したる後更に 25 cc の水を加へたるものとす。

(4) 標準色溶液に依らざる場合には下記の標準色見本に示せる暗橙色と比較すべし。

標準色見本



此の標準方法は、米國材料試験協會の標準方法 (A. S. T. M. C 40—27) に準じて作られたものである。

第 11 條の四分法又は試料分取器については、§ 426 に説明してある。

硝子罎は普通の藥罎でよい。

此の試験の結果、試験溶液の色合が標準色よりも濃い場合には、此の砂を用ゐる前に、§ 61 に述べてある様に、此の砂を使用したコンクリート又はモルタルの壓縮強度試験を行ふ必要がある。

§ 430. 骨材の單位容積重量試験

骨材の單位容積重量は、其の含水量及び測定方法(量器の大きさ及び形、量器への填充方法)等によつて異なるから、コンクリートの配合を容積比で示す場合其他に便利な爲に、骨材の單位容積重量測定の方法を定めておく必要がある(§ 54 参照)。鉄筋コンクリート標準示方書の標準試験方法は、次の如くである。

『第 4 章 骨材の單位容積重量試験標準方法

第 13 條 器 具

(1) 器具は金屬製の圓筒形量器、突棒及び秤量重量の 1/200 の感度を有する天秤又は衡器とす。

(2) 量器は内面を機械仕上げとし水密にして十分堅固のものたるべし。量器の容積及び寸法は次の 2 種とす。

	内徑 (cm)	内高 (cm)	容量 (l)
細骨材用	14	13.0	2
粗骨材用	24	22.1	10

(3) 突棒は直徑 16 mm、長さ 50 cm の眞直なる鐵棒にして、一端を約 3 cm の間鈍き球狀に尖らしたるものとす。

第 14 條 量器の檢照

量器の容量は之を充たすに要する水の重量を正確に測定して檢照すべし。

第 15 條 試 料

試料は乾燥したるものを用ひ十分混合すべし。

第 16 條 試験方法

(1) 先づ量器の $\frac{1}{3}$ を試料にて充たし、上面を指にて均し、突棒の尖端を以て 25 回其の表面を一樣に突くべし。次に量器の $\frac{2}{3}$ までを充たし前同様に 25 回突くべし。最後に量器より溢るゝまで試料を充たし、前同様に 25 回突きたる後餘分の試料は突棒を定規として之を掻き除くべし。第 1 層を突く際量器の底を突くべからず。又第 2 層及び最後の層を突くに

は突棒が前層に漸く達する程度とすべし。

(2) 量器中に於ける此の試料の重量を測定し、量器の容積を以て之を除し単位容積の重量を算出すべし。

第 17 條 精 度

同一試料に對する試験の結果の誤差は 1% 以内たるべし。』

此の標準方法は、米國材料試験協會の標準方法 (C29-27) に準じて作られたものである。此の測定法は、突込み法と稱せられるもので、簡單で、誤差の尠い方法である。此の標準方法で試験する時、注意すべき事項は、次の如くである。

量器の頂面及び底内面は、平行で平でなければならない。量器に取手をつけておけば、取扱ひに便利である。量器が十分堅固である爲に、其の厚さは、細骨材用で 3 mm 以上、粗骨材用で 4 mm 以上とする。粗骨材の最大寸法が 38 mm 以上である時は、内徑 35 cm、内高 30 cm 位の量器を用ゐるがよい。細粗骨材の混合したものについては、粗骨材用の量器を使用する。

試料は空氣中乾燥状態のものを用ゐる。

此の試験で誤差の最も生じ易いのは、上面の均し方である。細骨材の場合には、標準方法に示された通り、突棒を定規として餘分の試料を掻き除けばよいが、粗骨材の場合には、突棒で軽く餘分の試料を掻き除けた後、眼を量器の上面と同一平面上におき、面の凹凸を見込むで、大體平面になる様に修正する必要がある。之は、相當練習を要する作業である。

此の標準方法は、空氣中乾燥状態の骨材の單位容積の重量を試験する方法であるが、之を濕つた砂の單位容積重量試験に應用する時は、突固めの際に棒の孔があつても、特に之を充たす様に努めない方が、好結果を得る。

§ 431. 細骨材の比重試験

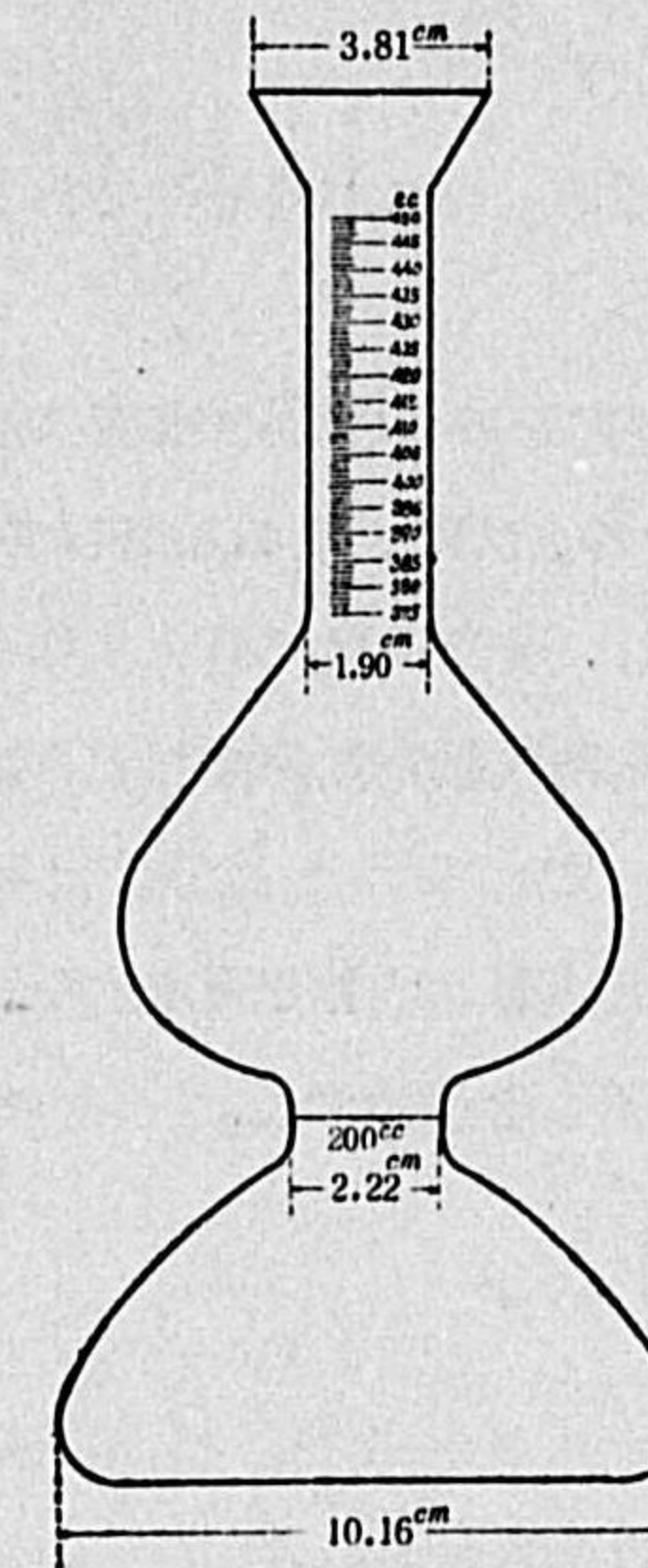
骨材の比重に就いては、§ 56 に述べてある。

表面乾燥飽和状態の細骨材の比重を測定する方法は、次の如くである。

器 具

- 天秤又は衡器は、秤量 1 kg 以上で、感度 0.1 gr のものを用ゐる。
- 細骨材の比重は、第 181 圖 に示す様な、ルシヤテリエー型比重測定器で試験する。圖の比重計は、容量 450 cc で、20°C に於て、1 cc まで目盛してある。
- 細骨材の表面乾燥飽和状態を定める爲に、上面内徑 38 mm、底面内徑 89 mm、高さ 74 mm の金屬製截頭圓錐形型を使用する。此の型に細骨材を入れて突く爲に用ゐる突棒

第 181 圖
比重測定用フラスク



は、端に直徑 25 mm の圓板を有し、重量 340 gr のものとする。

試料の準備 四分法又は試料分取器により、約 1000 gr の砂を採り、之を 24 時間水中に浸漬する。然る後、之を清淨で平らな鐵板其の上の薄く平らに擴げ、暖い風を靜かに送り、均等に乾燥させるため時々掻きまはす。そして、まだ幾分表面水があると思はれる時に、砂を型に弛くつめ、突棒で 25 回軽く突く。次に、型を鉛直に引上げる。此の時、砂に幾分の表面水があれば、砂の圓錐體は其の形を保つ。よつて、再び砂を擴げて乾燥し、前法を繰返し、型を引上げた時に、砂の形が初めて崩れた時、表面乾燥飽和状態の砂であるとする。若し、最初に型を取去つた時に砂が崩れたら、砂の表面乾燥飽和状態を過ぎて居るのであるから、其の時は、少量の水を加へてよく混合し、覆ひをして 30 分間放置した後、前述の作業を行ふ。

試験方法 表面乾燥飽和状態の砂 500 gr を採り、之を直ちにフラスクに入れ、フラスクの約 450 cc の目盛まで水を加へる。そして、フラスクを廻すか轉がすかして、氣泡を追ひ出した後、20°C の定温度の水槽中に約 1 時間漬けておき、更に 450 cc の目盛まで水を加へ、フラスクに加へた全水量 W を、0.1 gr まで測定する。

然れば、表面乾燥飽和状態の砂の比重は、次式で計算出来る。

$$\text{比重} = \frac{500}{450 - W}$$

精度 上記の方法による時、同一試料に對する誤差は、0.02 以下でなければならない。

第 181 圖 に示す様なフラスクがない時の近似的測定に、セメントの比重測定器を用ゐる時には、砂の比重に應じ、50 gr 乃至 64 gr の表面乾燥飽和状態の砂を用ゐる。普通の場合 55 gr 採ればよい。

§ 432. 粗骨材の比重試験

器 具

- 天秤又は衡器は、秤量 5 kg 以上で、感度 0.5 gr のものを用ゐる。

- (b) 粗骨材を入れるための金網籠は、直徑 20 cm、高さ 20 cm で、網の目は 5 mm とする。
 (c) 金網の籠を入れる容器、及び、秤の皿から籠を吊るための鐵線をかける装置を準備する。

試料 四分法により、板篩 10 に残留する粗骨材を約 5 kg 採る。骨材が齊等性である時は、板篩 15 に残留したものを採る。

試験方法 試料を 15°C 乃至 25°C の水中に漬け、十分に攪拌して骨材粒の表面に附着する塵埃其の他の被覆物を取去り、24 時間水中に於て吸水させる。次に、水から出して、吸水性の大きい布の上に轉がし、眼に見える水膜を拭き去る。但し、表面は猶ほ濡つて見える。粒が大きい時は、粒を 1 つづつ拭ふ。そして、之を表面乾燥飽和状態の粗骨材とする。作業中、骨材から水が蒸發しない様に注意しなければならない。

斯くして得た表面乾燥飽和状態の粗骨材の重量 W_1 を、秤の感度 0.5 gr まで測定する。然る後、試料を籠に入れて水中に漬け、試料の水中に於ける重量 W_2 を測定する。

然れば、表面乾燥飽和状態の粗骨材の比重は、次式で計算出来る。

$$\text{比重} = \frac{W_1}{W_1 - W_2}$$

精度 同一試料に対する試験の誤差は、0.02 以下でなければならない。

現場で粗骨材の比重を近似的に測定するには、メッス シリンダーを用ゐて、§ 431 に述べた細骨材の場合の測定法に準じてよい。

§ 433. 細骨材の吸水量試験

細骨材の吸水量試験は、§ 431 に述べた比重試験と同時に、之を行ふのが便利である。

即ち、表面乾燥飽和状態の砂 500 gr を採つて、比重試験を終つた後、砂をフラスクから取出し、100°C 乃至 110°C に於て定重量となるまで乾燥し、之を除濕器内に於て室温まで冷し、重量 W を測定する。

然れば、細骨材の吸水量百分率は、次式で計算出来る。

$$\text{細骨材の吸水量百分率} = \frac{500 - W}{W} \times 100$$

同一試料に対する誤差は、0.5% 以下でなければならない。

§ 434. 粗骨材の吸水量試験

粗骨材の吸水量試験は、§ 432 に述べた粗骨材の比重試験と同時に、之を行ふのが便利で

ある。即ち、表面乾燥飽和状態の粗骨材 W_1 gr を採つて、比重試験を終つた試料を 100°C 乃至 110°C に於て定重量となるまで乾燥し、室温に冷して、重量 W_2 gr を測定する。然れば、吸水量百分率は、次式で計算出来る。

$$\text{粗骨材の吸水量百分率} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

同一試料に対する誤差は、0.5% 以下でなければならない。

§ 435. 細骨材の表面水の試験

砂の表面水を測定するには、§ 431 に述べた砂の比重を測定する場合に表面乾燥飽和状態の砂 500 gr を採つた代りに、試験すべき濕砂 500 gr を採り、其の他は、比重試験の場合と同様な操作を行ふ。

然れば、表面水は、次式で計算出来る。

$$\text{表面水百分率} = \frac{100 \times 500}{T - 450} \left(\frac{g - 1}{g} \right) - 100$$

茲に、

g は、砂の比重、

T は、フラスクの 450 cc. の目盛まで水を充たすのに加へた水の全重量に 500 gr を加へたもの、

である。

§ 436. 骨材に含まれる水量の試験

コンクリートを製造する時に使用水量を決定するため、又は、或る砂に對して其れが含む水分による膨みを知るために、骨材に含まれる水分を測定することが必要である。

之が爲には、大凡 5 kg 乃至 10 kg の試料を採りて其の重量を秤り、次に、夫れを定重量となるまで乾燥して再び重量を秤る。前者と後者との差が其の試料に含まれる水分を示す。

骨材に含まれる水分は、乾燥した時の骨材の重量の百分率で之を示すのが普通である。

§ 437. 現場に於ける砂の含水量試験

現場で砂の含水量を試験することは、砂を正確に計量すること、使用水量に修正を施すこと、等の目的に對して屢々必要である。現場で砂の含水量を測定するには、次の方法が簡便である。

容量が約 2 l 位のなるべく軽い容器と、之の蓋として、容器の頂面によく接觸するガラス板とを準備する。

アルミニウム製の容器が軽くてよいが、之を使用する時には、内面に塗料を施す必要がある。そうしないと、コンクリートを入れた時、コンクリートがアルミニウムに作用してガスを生じ、試験結果を悪くする恐れがある。

2 l 入りの廣口のガラス瓶でも目的を達することが出来る。此の時、瓶の頂とガラス板とをよく接觸させるには、瓶の頂を平らな鉄板にあて、磨くがよい。

先づ、容器に一ぱい水を入れ、ガラス板の下に気泡がない様にする。そして、容器、ガラス板及び水の全重量 W_1 gr を測定する。

次に、含水量を試験せむとする濕砂 W_2 gr (約 1 400 gr) を秤つて容器に入れ、之に水を加へてよく攪拌し、空気を追出す。そして、水を容器に一ぱい入れ、容器、ガラス板、 W_2 gr の濕砂及び水、の全重量 W_3 gr を測定する。

砂の比重 g は、豫め之を測定しておく。比重が測定してない時は、普通の場合、 g を 2.65 と假定してもよい。

然れば、濕砂の含水重量の、乾燥した砂の重量に対する百分率 p は、次式で計算出来る。

$$p = \frac{W_1 + W_2 \frac{(g-1)}{g} - W_3}{(W_3 - W_1)} \times 100$$

上式に於て、 W_1 は一定であり、 W_2 も一定にすることが出来る。依つて、 W_3 と p との関係を豫め圖表に書いておけば、 W_2 の濕砂を測定することと、 W_3 を測定することによつて、極めて迅速に、砂の含水量を求めることが出来る。熟練すれば、數分間で目的を達することが出来る。

砂の含水量が測定出来れば、之から吸水量を引いて、砂の表面水量を求めることが出来る。

乾燥した砂に上記の方法を應用して、簡単に砂の吸水量を求めることも出来る。

§ 438. モルタル又はコンクリートとしての骨材の試験

コンクリートに使用する骨材の良否を決定する爲に、モルタル又はコンクリートの供試體を造つて、壓縮強度を試験し、之を性質の知れた骨材を使用した場合の壓縮強度と比較することがある。

砂のモルタルとしての試験には、セメントの強度試験方法 (§ 422 参照) を應用することが

出来る。即ち、同一のセメントを用ゐる、標準砂を使用した場合と、試験せむとする砂を使用した場合とに就いて、§ 422 に述べた抗折試験及び耐壓試験を行ひ、是等の強度を比較して、其の砂の良否を判断する。一般に、試験する砂を用ゐた方が、標準砂を使用した時よりも、強度の大きいことが望ましい。

直徑 5 cm、高さ 10 cm の、圓錐の壓縮強度試験供試體を作り、性質の知れた砂を使用した場合と、試験せむとする砂を使用した場合との壓縮強度を比較することもある。此の場合には、モルタルの水セメント重量比を約 60% とし、配合は、約 5 cm のスランプを生ずるモルタルを得る様に定めるがよい。供試體の製作方法及び試験方法は、§ 447 乃至 § 459 に述べてある、コンクリートの壓縮強度試験方法に準ずればよい。

コンクリートとしての骨材の試験に於ては、§ 447 乃至 § 459 に述べてある、コンクリートの壓縮強度試験方法により、同一セメント、同一水セメント比、及び、同一流動性のコンクリートに就き、性質の知れた骨材を使用した場合と、試験せむとする骨材を使用した場合との壓縮強度を比較する。

第 4 節 ウォーカビリチー試験及び流動性試験

§ 439. ウォーカビリチー試験

コンクリートのウォーカビリチーに就いては、§ 89 に述べてある。

コンクリートの流動性は、スランプ試験、フロー試験、等によつて或る程度まで測定することが出来るし、コンクリートの材料分離は、コンクリート體の各部のコンクリートの分析試験によつて試験することが出来る。然し、コンクリートの流動性と、材料の分離に抵抗する程度とを同時に示すウォーカビリチーを試験することは、實に困難である。よし、出来たととしても、コンクリートのウォーカビリチーは、コンクリートの混合を終つた直後から絶えず變化するから、其の測定は餘程迅速でなければならないこと、又、如何なる時機のウォーカビリチーを標準にとるべきかが判らないこと、等が、ウォーカビリチーの測定を一層困難ならしめる。

コンクリートのウォーカビリチーを測定せむとして、今日まで、非常に多くの研究が行はれ、其の測定方法として數十の方法が考案されて居る。然し、是等は、殆ど總てがコンクリートの流動性を測るもので、正しい意味のウォーカビリチーを測定する實用的の方法は、今

日、まだ出来て居ない。それで、實用的の目的に對しては、§ 89 に述べた様に、コンクリートの流動性試験の結果と、コンクリートを秩序をたてて観察することによつて、コンクリートのウオーカビリチーを判断するより致し方ないのである。然し、之によつて、實用的には、相當満足な結果が得られるのである。

§ 440. コンクリートの流動性試験

コンクリートの流動性に就いては、§ 90 に述べてある。

コンクリートの流動性を試験するために、多くの方法が考案されて居るが、今日、最も廣く用ゐられて居るものは、スランプ試験である。

鉄筋コンクリート標準示方書は、流動性試験の標準方法として、スランプ試験、フロー試験及び落下試験の 3 方法を採用して居る。以下に、是等の試験方法と、實用的に相當便利なイリバレンの試験方法とを説明する。

§ 441. スランプ試験

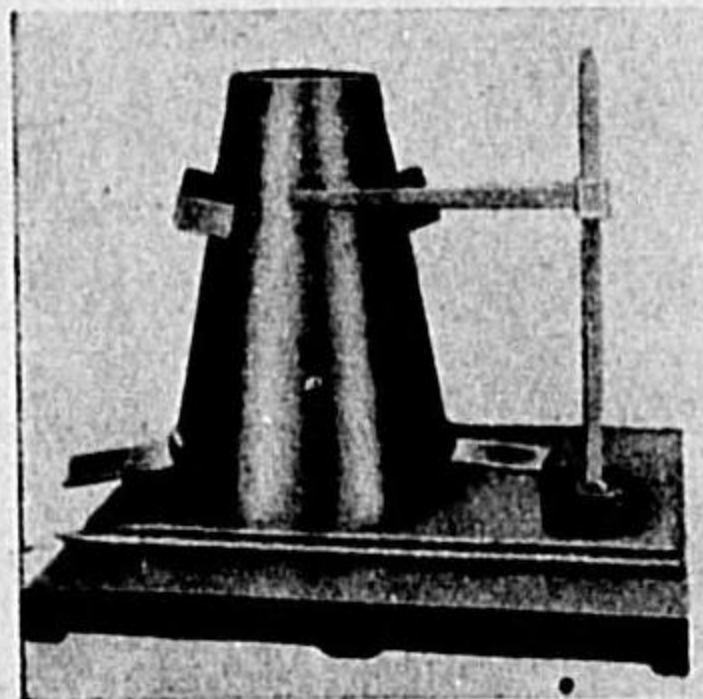
コンクリートのスランプに就いては、§ 91 に述べてある。

鉄筋コンクリート標準示方書は、附録第 20 條に、スランプ試験に就いて、次の様に規定して居る。

『スランプ試験 上面内径 10 cm、底面内径 20 cm、高さ 30 cm の金屬製截頭圓錐形型を平面板上に置き、之にコンクリートを 4 層に分ちて填充し、其の上面を均すべし。填充に際し、毎層は突棒（直径 16 mm、長さ 50 cm にして一端を長さ約 3 cm の間鈍き球狀に尖らしたる鐵棒）の尖端を以て（30—スランプ）回之を突くべし。突棒の突入は其の前層に漸く達する程度とすべし。

次に型を鉛直に靜かに引上げ、填充コンクリートの頂の「下り」を測定すべし。流動性は前項測定の「下り」を cm にて測り、之を「スランプ」何 cm として示すものとす。』

第 182 圖 スランプ測定器



此の試験方法は、其の内容に於て、建築學會規定のスランプ試験方法と同じである。

スランプ試験に使用する型は、完全に其の形狀を保ち得るもので、底面から漏水しないことが必要である。之が爲には、厚さ 3 mm 以上の鐵板を使用し、且つ底部のみは接觸面が尠くとも幅 1 cm を有する様に作るが良い。全部を鑄鐵で作り、底部のみ厚く、他は重量軽減の爲め薄くすれば、甚

だ便利である（第 182 圖 参照）。

粗骨材の最大寸法が 40 mm 以上であるコンクリートの場合には、コンクリートを板篩 40 で篩つて、寸法が 40 mm 以上の粗骨材を除去するか、又は、寸法 40 mm 以上の粗骨材を手で拾つて除去する。

コンクリートは約同量の 4 層に分けて型に填充する。型の頂面から第 1、第 2、第 3 層の上面までの鉛直距離は、夫々、25.2 cm、19.5 cm 及び 12 cm である。

突棒で突く回数を（30—スランプ）回と規定してあるのは、軟練りコンクリートの場合、餘り多くの回数突くと、材料の分離を大ならしめる惧れがあるから、之を避けるためである。規定によると、スランプが 5 cm の時、毎層を 25 回突けばよいことになる。スランプを試験するのであるから、初め何回突いてよいか判らない。依つて、判断によつてスランプを假定して、第 1 回の試験に於ける突き回数を定め、試験を行つてスランプを求め、第 2 回目には、此のスランプから突き回数を定める。

スランプの測定を終つた後、突棒でコンクリートの側面を靜かに敲き、コンクリートの様子を觀察することは、コンクリートのウオーカビリチーを判断する上に、非常な参考となるものである。

スランプ試験は、2 回之を行ひ、其の平均値を以て、コンクリートのスランプとするのが適當である。

スランプ試験は、之によつて、同一コンクリートに就いて、同一結果が得られない場合が相當あること、使用水量が大きくても貧配合のコンクリートに於てはスランプを生じないことがあること、等の缺點がある。

然し、スランプ試験は、方法が甚だ簡單であるので、コンクリートの流動性試験として、又、コンクリートの使用水量を検査する 1 方法として、非常に廣く用ゐられて居る。

§ 442. フロー試験

コンクリートのフローに就いては、§ 91 に述べてある。

鉄筋コンクリート標準示方書は、附録第 20 條に、フロー試験に就いて、次の様に規定して居る。

『フロー試験 適當なる構造に依り反覆式に高さ 1.3 m 引上げては落下し得る装置を有する平面板の中央に、上面内径 17 cm、底面内径 25.5 cm、高さ 13 cm の金屬製截頭圓錐形型を置き、之にコンクリートを 2 層に分ちて填充し其の上面を均すべし。填充に際し、毎層は突棒（直径 16 mm、長さ 50 cm にして一端を長さ約 3 cm の間鈍き球狀に尖らしたる鐵

棒)の尖端を以て(30-スランプ)回之を突くべし。突棒の突入は其の前層に漸く達する程度とすべし。

次に型を鉛直に静かに引上げた後、平面板を約 10 秒間に 15 回、高さ 1.3 cm 上下に運動せしめて板上に於けるコンクリートの「擴がり直径」の平均値を測定すべし。

流動性は前項測定「擴がり直径」の型の底面内径 25.5 cm に對する比の百分率を「フロー」何程として示すものとす。』

フロー試験に使用する装置は、第 183 圖の様なものである。把手を廻轉して、上部の平面板を上下に 1.3 cm 丈け上下せしめることが出来る。板は金屬製圓板である。

フロー試験に就いて注意すべき事項は、§ 422 (8) に述べた、セメントモルタルの軟度試験に對すると同じである。

フロー試験は、2 回之を行ひ、其の平均値を以て、コンクリートのフローを示すのが適當である。

フロー試験は、比較的精確な結果を與へるものとして、實驗室に於ける流動性の測定に多

第 183 圖 フロー試験器



く用られて居る。一定配合のコンクリートに對して、使用水量とフローとの關係が直線的に示されることが特長とされて居る。然し、普通の配合で、鐵筋コンクリート工事に安全に使用し得る様な水量を用ゐたコンクリートに於ては、此の試験をする間に、セメント糊が骨材から分離し、水がセメント糊から分離するから、出來上つたコンクリートの流動性を測定するものではなく、使用水量の多少を比較することになる。又、型を引抜いた際に、スランプ

試験の時と同様に、或る種のコンクリートに對しては、セメント糊がコンクリート體から分離して流れ出で、平面板を 15 回上下することの効果が、甚だ薄弱になる場合も尠くない。

§ 443. 落下試験

鐵筋コンクリート標準示方書は、附録第 20 條に、落下試験に就き次の様に規定して居る。

『落下試験 本試験は上面内径 17 cm、底面内径 25 cm、高さ 12.5 cm の金屬製截頭圓錐形型、之に水密に接着し且つ適當なる構造に依り、迅速に開き得る金屬製底板及び型の底面より 20 cm の距離に置かれたる平面板とより成る装置にて之を行ふものとす。底板を閉ぢ型内にコンクリートを 2 層に分ちて填充し、其の上面を均すべし。填充に際し、每層は突棒

(直径 16 mm、長さ 50 cm にして一端を長さ約 3 cm の間鈍き球狀に尖らしたる鐵棒)の尖端を以て(30-スランプ)回之を突くべし。突棒の突入は其の前層に漸く達する程度とすべし。

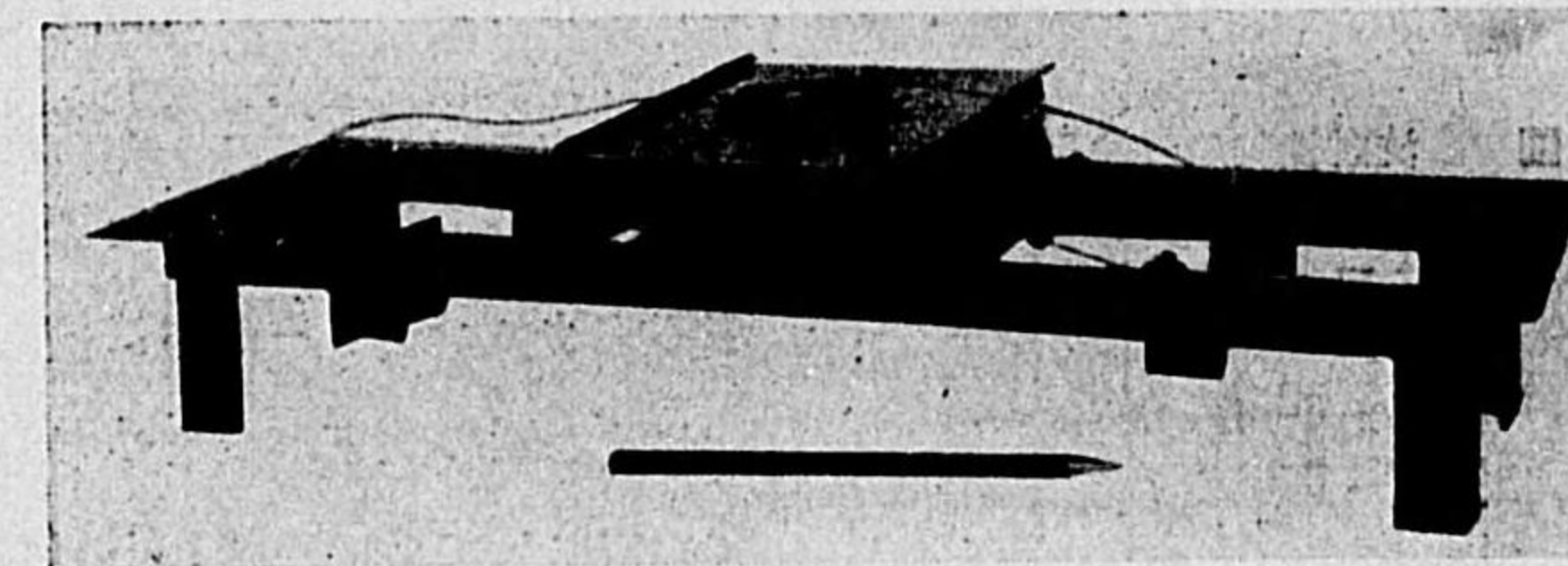
次に底板を迅速に開きコンクリートを下方に置きたる平面板上に落下せしめ、落下瞬時に於けるコンクリートの「擴がり直径」の平均値を測定すべし。

落下の際、コンクリートより分散したる箇々の粗骨材は之等が相接觸するまで中心に寄せて「擴がり直径」を測定すべし。

流動性は前項測定「擴がり直径」と型の底面内径 25 cm との比を「擴がり」何程として示すものとす。』

落下試験は、コンクリートの流動性測定のために従來行はれた諸方法に於ける缺點を除き、一層正確な結果を得むとして、著者が考案した方法である。其の装置は、第 184 圖に示してある通りで、島津製作所が製造販賣して居る。

第 184 圖 落下試験装置



落下試験を行ふ時、使用水量の大きいコンクリートで、コンクリートが落下した後に骨材とセメント糊とが分離する傾向のあるものに對しては、落下した瞬時に直径を測定すべき點に木片を置き、之によつて直径を測る。使用水量が甚だ小さいか、又は、使用水量が多くても配合が貧で、粗骨材がコンクリートから分離して飛散する場合には、便宜上是等が相連絡するまで材料を中心によせて、直径を測定する。

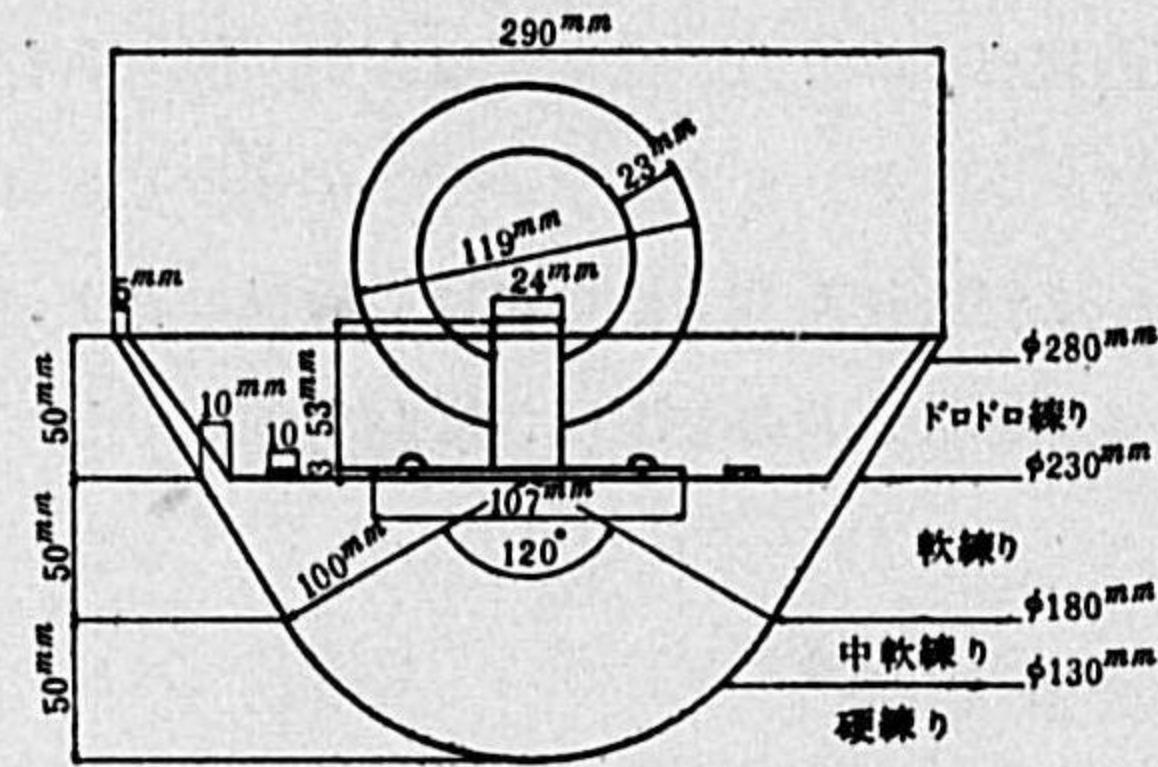
落下試験は、2 回之を行ひ、其の平均値を以て、コンクリートの「擴がり」を示すのが適當である。

此の方法の特徴は、落下した瞬時に於てコンクリート體全體としての流動性を測定するのであるから、突固め、振動、等の作業によつて、コンクリート體からセメント糊又は水が分離したものの流動性を測定すると言ふ缺點を除去し得ること、流動性の大きいコンクリートは擴がりが大きいことは事實であるが、材料分離に抵抗する力の大きいコンクリートは落下によつて材料が分離せず擴がりも小さい譯であるから、コンクリートのウオーカビリチーを

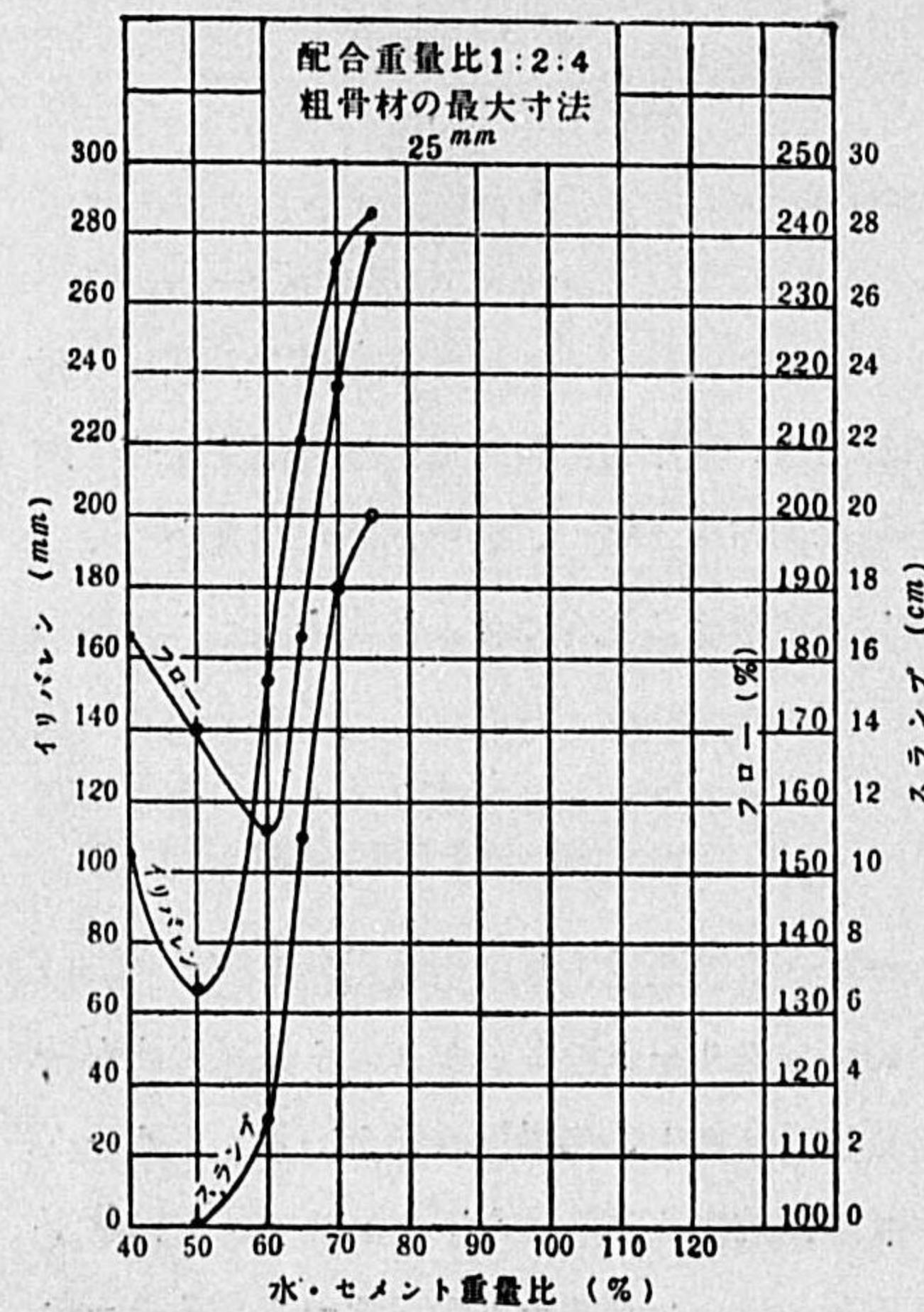
判断するのに便利であること、等である。

落下試験によるコンクリートの配合及び水量と流動性との関係は、§ 94 に述べてある。著者の実験によれば、此の方法は、スランプ試験、フロー試験、等に較べて正確であつて、信頼するに足る結果を與へて居る。又、使用し得る範囲が廣く、極めて硬練りのコンクリートから液體の如きものに到る迄の、流動性を測ることが出来る。装置も簡單であるから、現場にも使用出来ると思はれる。

第 185 圖 イリバレン器



第 186 圖 流動性試験の結果



§ 444. イリバレンの流動性試験

イリバレン (Iribarren) の流動性試験は、第 185 圖 に示すイリバレン器を用いて之を行ふ。器は鐵製で、其の重量は約 22 kg である。

試験を行ふ前に、器の外面を綺麗に掃除し、乾布で拭つて十分乾燥させる。

流動性を試験すべきコンクリートの上面を鍍で平滑にした後、器を極めて靜かに出來る丈けコンクリート中に侵入しない様に載せる。器の沈下が止まつてから少しの間其の儘にしておいた後、上部の環によつて器を鉛直に引上げる。然れば、器の底部は濡れて居るから、之によつて、器の底が侵入した點に於ける器の直徑 (mm) を求めることが出來、此の直徑値を以て、流動性を示す。

第 186 圖 は、砂利の最大寸法 25 mm、配合重量比 1:2:4、水セメント重量比 40% 乃至 75% のコンクリートに就いて、スランプ試験、フロー試験、及びイリバレンの試験を行つた結果の 1 例である。

圖によつて見ると、イリバレン試験は、スランプ試験及びフロー試験と同様に、コ

ンクリートの流動性を測るに使用し得ることが判かる。

イリバレンの試験は、極めて簡單であるから、現場で、打つたコンクリートの流動性を知る目的に對して、頗る便利である。

第 5 節 コンクリートの壓縮強度試験

§ 445. 概 説

コンクリート及び鐵筋コンクリートに於ては、主として、コンクリートの壓縮強度を利用する。従つて、コンクリートの壓縮強度は、コンクリートの最も大切な性質の 1 つで、コンクリートが使用された初期から、壓縮強度を正確に測定することに努力されたのである。

コンクリートの壓縮強度試験を行ふ目的は、大體 4 つある。

第 1 は、或る材料、配合及び水量のコンクリートの壓縮強度を知る目的である。之によつて、適當な許容應力度を決定したり、又、所要の壓縮強度を有するコンクリートの配合及び水量を設計したり、することが出来る。

第 2 は、コンクリートの壓縮強度を知つて、コンクリートの引張強度、彈性係數、耐火性、耐久性、磨耗に對する抵抗力、等の諸性質を評價する目的である。

第 3 は、與へられたコンクリート材料、即ち、セメント、骨材及び水が、使用に適するものであるかを決定し、又、欲する諸性質のコンクリートを、最も經濟的に造り得る材料の選擇をする目的である。

第 4 は、構造物に於けるコンクリートの壓縮強度及び品質を知る目的である。即ち、構造物に於けるコンクリートが、設計者がコンクリートの許容應力度を定める時に假定した丈けの壓縮強度、又は、其の他の諸性質を有するや否やを知る目的である。

本節に於ては、是等の壓縮強度試験に就いて説明する。

§ 446. 鐵筋コンクリート標準示方書のコンクリート壓縮強度試験標準方法

單に研究の目的であれば、試験の目的を達し得れば、どんな方法に依つても差支へないのであるが、各所で、各時に行つた試験の結果を比較したり、之をコンクリート工事の現場に應用したりするには、供試體の形狀、寸法、其の製作、養生及び荷重を加へる方法、等は、一定の標準によることが必要である。それで、世界各國、コンクリートの壓縮強度試験に就いて、標準方法が規定されて居ることは、セメントの場合と同様である。

鉄筋コンクリート標準示方書は、附録第六章に、コンクリートの圧縮強度試験標準方法を、次の様に規定して居る。

『第 6 章 コンクリート圧縮強度試験標準方法

第 21 條 總 則

鉄筋コンクリート用コンクリートの實驗室又は現場に於ける圧縮強度試験は本標準方法に依るべし。

第 22 條 供試體の形状、寸法及び數

- (1) 供試體は直径の 2 倍の高さを有する圓壩とす。
- (2) 供試體圓壩の寸法は

	直径 (cm)	高さ (cm)
モルタルの場合	5	10
粗骨材の最大寸法 50 mm 以下の場合	15	30

- (3) 供試體の數は通常 3 箇以上とす。

第 23 條 材料の準備

- (1) 材料は供試體製作前に室温 18°~24° C を保たしむべし。
- (2) セメントは乾燥せる場所に貯藏せるものを使用し（蓋ある罐内に貯藏したるものとす）、全試験を通じて同性質のものたることを要す。使用前十分に攪拌し、又網篩 1.2 にて篩ひて残留せるものは總て之を除去すべし。
- (3) 骨材は乾燥せるものを使用すべし。

粗骨材は通常板篩 5, 10 及び 15 にて篩分け、其の篩分け試験の結果と同じ割合に再び混合して使用すべし。細骨材も必要ある場合は之に準ずべし。

第 24 條 材料試験及び其の試料採取

- (1) 供試體の製作に先立ち使用材料の代表的試料を採り、第 25 條、第 26 條及び第 27 條に規定せる材料試験を行ふべし。
- (2) セメントの試料はコンクリートの試験に使用するセメントの總ての樽又は袋より少量づゝ採取すべし。
- (3) 骨材の試料は責任技術者の指示に従ひ、四分法に依りて材料の代表となるものを採取すべし。

第 25 條 セメントの試験

セメントの試験は JES 第 28 號 A4 及び第 29 號 A5『ポルトランドセメント規格及び高爐セメント規格』に記載せる試験方法に依りて之を行ふべし。

第 26 條 細骨材の試験

細骨材に就きては必要に應じ次の試験を行ふべし。

- (1) 骨材篩分け試験（附録第 1 章）
- (2) 骨材洗試験（附録第 2 章）
- (3) 砂の有機不純物試験（附録第 3 章）
- (4) 骨材の單位容積重量試験（附録第 4 章）

第 27 條 粗骨材の試験

粗骨材に就きては必要に應じ次の試験を行ふべし。

- (1) 骨材篩分け試験（附録第 1 章）
- (2) 骨材洗試験（附録第 2 章）
- (3) 骨材の單位容積重量試験（附録第 4 章）

第 28 條 型

(1) 供試體の型は正しく平行なる上下 2 面を有する金屬製圓筒にして、供試體製作に際し變形又は漏水せざるものたるべし。又所要の寸法に對し直径に於ても高さに於ても 1.5 mm 以上の差違を有すべからず。

- (2) 各型は機械仕上げをなせる金屬製底板を有すべし。
- (3) 型の内面及び底板上面には重油を塗り、コンクリートの附着を防止すべし。
- (4) 現場に於ける供試體の製作に於ては、以上の條件に適合する防水性の紙製圓筒型を使用することを得。

第 29 條 材料の計量

- (1) 實驗室に於ける供試體製作用コンクリート材料の計量は、各種材料の單位容積重量と骨材の篩分け試験の結果とを基として、總て重量に依るべし。
- (2) 水量は骨材の吸水量を考慮して正確に計量すべし。

第 30 條 コンクリート

- (1) 實驗室に於て供試體製作用のコンクリートを手練りに依り造る場合には、供試體 1 箇を製作するに少しく餘分あるコンクリート量を 1 練りとすべし。手練りは煉瓦工用鏝を以て、なるべく亜鉛引鐵板製の浅き箱中にて之を行ふべし。手練りの順序は先づセメントと細骨材とが均一なる色を呈するまで空練りをなし、次に水を加へてモルタルを製作したる後、粗骨材を加へて再び練り合せ、全體が齊等質となるまで混合するものとす。
- (2) 實驗室に於て供試體製作用のコンクリートを機械練りに依り造る場合には十分練合したるコンクリートを一旦練臺にあげ、シヤベルにて約 2 回切り返すべし。

(3) 現場に於けるコンクリートより試料を採取するには、型枠にコンクリートを打込み後直ちに之を採取すべし。

又試料は構造物に於て試験せんとする部分を選び、此の部分のコンクリートの平均強度を示すに足る可き数箇所より、1箇所につき1箇の供試體を製作するに十分なる量を採取すべし。

第31條 流動性

コンクリートの流動性は附録第5章に規定せる方法に依りて測定すべし。

第32條 填 充

(1) コンクリートは4層に分ちて型に填充し、毎層は突棒（直径 16 mm、長さ 50 cm にして一端を長さ約 3 cm の間鈍き球状に尖らしたる鐵棒）の尖端を以て（30°スランプ）回之を突くべし。突棒の突入は其の前層に漸く達する程度とすべし。

最上層を突きたる後鍍を以て餘分のコンクリートを掻き除き、第33條に規定する金屬板又は硝子板にて蓋をなすべし。

(2) 現場より運べる試料に材料の分離を認めたる場合には、一旦吸水性なき水密の容器に移し、少しく練り混ぜたる後直ちに前項に示せる方法に依りて型に填充すべし。

第33條 供試體の上面仕上げ

(1) 型にコンクリートの填充を終りたる後2~4時間を経て硬練りセメント糊の薄層を以て上面仕上げをなし、供試體をして平行にして平滑なる兩端面を有せしむべし。

(2) 上面仕上げ用硬練りセメント糊は其の收縮を避くるため、練合し後2~4時間を経過せしめ、使用に際し水を加へずして練返すべし。

(3) 上面仕上げの順序は先づ清浄となしたるコンクリート上面に前項のセメント糊を置き、其の上に供試體の直径より5~7.5 cm 大にして機械仕上げをなせる鐵板又は厚さ 6 mm 以上の硝子板の蓋板をあて、此の蓋板が型の上に落着くまで押し動かすべし。此の際蓋板とコンクリートとの附着を防ぐため、蓋板に油を塗るか又は之等の間にパラフィン紙を挿入すべし。

第34條 型の取外し及び養生

(1) 供試體は填充後、24~48時間を経て型より取出し、番號を附し、試験をなすときまで水中、濕砂中又は濕度十分なる室中に保存し或は濕布にて覆ひ養生をなすべし。但し紙製の型を使用したる供試體にありては型に入れたる儘養生及び運搬をなすことを得。

(2) 養生中の温度は 18°~24°C とすべし。

第35條 供試體の運搬

(1) 供試體は試験期日に差支へなき範囲に於て、出来る限り長く、製作場所にて第34條に規定せる養生をなしたる後、濕砂又は濕りたる鉋屑等にて完全に包装して運搬すべし。

(2) 試験所に到着後は試験をなすときまで第34條の規定に従ひ養生をなすべし。

第36條 供試體の材齡

供試體の材齡は1週、4週及び13週を以て標準とすべし。

第37條 試験の準備

(1) 供試體の試験は供試體を養生室より取出し重量を測りたる後直ちに濕潤状態にて之を行ふべし。

(2) 供試體の高さ及び直径は $\frac{1}{4}$ mm まで測定すべし。

(3) 供試體の斷面積は高さの中央に於て直角に交はる2直径の平均値より算出すべし。

第38條 試験荷重を加へる方法

(1) 試験機と供試體との間には球接面を有する傳壓装置を使用すべし。

(2) 試験機の傳壓板と供試體の端面とは直接接着せしめ、其の間にクッション材を挿入すべからず。

(3) 荷重は衝撃を與へざる様一様に之を加ふべし。供試體に荷重を加ふる速度は毎秒 2~3 kg/cm² を標準とすべし。

第39條 試験の結果

(1) 供試體が破壊せるときに試験機が指示する荷重を読み、之を供試體の斷面積にて除したる値を以て其の壓縮強度 (kg/cm²) とすべし。

(2) コンクリートの壓縮強度は各供試體の壓縮強度の平均値とす。

(3) 必要に應じ各供試體の破壊状況及び外觀を記録すべし。

第40條 報 告

(1) コンクリート壓縮試験の結果は規定の報告用紙に所定の事項を記入すべし（別紙参照）。

(2) 報告書の工事、使用材料、コンクリート及び供試體製作状況の欄は現場技術者之を記入し、材料試験及びコンクリート強度試験の欄は試験擔當者之を記入すべし。』

此の標準試験法は、内容に於て、建築學會の壓縮強度試験方法と同じである。コンクリートの壓縮強度を比較する目的を達する爲には、標準方法を嚴守することが極めて大切である。

本試験方法は、普通の鐵筋コンクリート工事に使用されるコンクリートに對するもので、無筋コンクリート構造物、殊に堰堤、道路などに用ゐられる、非常な硬練りコンクリートに

之を應用するには、コンクリートの締固め其の他につき、適當な變更を必要とするものである。

§ 447. 壓縮強度試験供試體の形狀、寸法及び數

壓縮強度試験供試體の形は、立方體又は圓壩である。獨逸では、20 cm 又は 30 cm の立方體が使用されて居り、我國及び米國では、直徑の 2 倍の高さの圓壩が用ゐられて居る。

我國で圓壩を採用したのは、應力の齊等な分布が得られ易いこと、供試體の製作が比較的容易であること、立方供試體の様に角がないから取扱ひが容易であること、現場試験の際に紙製圓筒型を使用し得ること、等の利益がある爲である。但し、上面仕上げを正しく行はなければならぬ點は、立方供試體に劣つて居る。

或る直徑の圓壩供試體に於て、高さが大きくなる程、強度が減ずる。供試體の形狀と壓縮強度との關係は、大體、第 45 表 の如くである。

第 45 表 供試體の形狀、寸法と壓縮強度との關係

供試體の形狀	直徑又は1邊の長さcm	高さ cm	高さと直徑又は1邊との比	比較強度%
圓 壩	15	7.5	0.5	178
	15	15	1.0	115
	15	22.5	1.5	107
	15	30	2.0	100
	15	37.5	2.5	97
	15	45	3.0	95
	15	60	4.0	90
	20	40	2.0	96
角 壩	15	30	2.0	93
	20	40	2.0	91
立 方 體	15	15	1.0	113
	20	20	1.0	115

第 45 表 の比較強度は、直徑 15 cm、高さ 30 cm の圓壩供試體の強度を 100% としたものである。

第 45 表 によつてみると、立方體又は直徑に等しい高さを有する供試體を使用すると、高さに於ける少しの誤差がコンクリートの壓縮強度に大きい影響を及ぼすけれども、高さが直徑の大約 2 倍以上になると、此の影響が非常に小さくなることが判かる。それで、供試體の高さの誤差が、コンクリートの壓縮強度に及ぼす影響の出来るだけ小さい範圍に於て、小

い高さの供試體を用ゐるとすると、直徑の 2 倍の高さの圓壩を使用するのが適當であるのである。

型にコンクリートを適當に填充することが出来て、満足な試験結果が得られる爲には、粗骨材の最大寸法は、圓壩の直徑の $\frac{1}{3}$ 、出来れば $\frac{1}{4}$ を超過してはならない。

鐵筋コンクリート用コンクリートに於ける粗骨材の最大寸法は、普通、4 cm 以下であり、最大 5 cm であるから、鐵筋コンクリート用コンクリートに對しては、直徑 15 cm、高さ 30 cm の圓壩供試體が一般に使用される。

粗骨材の最大寸法が 5 cm 以上である時には、直徑 20 cm で高さ 40 cm、直徑 30 cm で高さ 60 cm、等の圓壩供試體が用ゐられる。

モルタルの場合には、直徑 5 cm、高さ 10 cm の圓壩供試體を用ゐる。

直徑の 2 倍の高さを有する圓壩供試體でも、其の大きさが異ると、壓縮強度が異なるものである。其の關係は、大體、第 46 表 の如くである。

第 46 表 供試體の大きさと壓縮強度との關係

圓壩の直徑 * cm	5	7.5	15	20	30	45	60	90
比較強度% **	108	106	100	96	92	86	84	82

* 直徑の 2 倍の高さを有する圓壩

** 15 cm × 30 cm の圓壩の強度を 100% としてある。

第 46 表 によつてみると、直徑 45 cm 以上の供試體に於ては、強度にあまり差がない。

大塊コンクリート構造物に於けるコンクリートの現場試験に於ては、コンクリートから大きさ 4 cm 以上の粗骨材を篩ひ除けて 15 cm × 30 cm の圓壩を使用するか、又は、大きさ 7 cm 以上の粗骨材を篩ひ除けて 20 cm × 40 cm の圓壩を使用することがある。斯くする時、得られる壓縮強度は、大きい粗骨材を篩ひ除けないで大きい供試體を用ゐた時よりも大きい。粗骨材の最大寸法 15 cm のコンクリートを 45 cm × 90 cm の圓壩供試體で試験した時の強度は、大きさ 4 cm 以上の粗骨材を除去して 15 cm × 30 cm の供試體で試験した時の強度の 77% であつた實驗の結果がある。

粗骨材の最大寸法が 5 cm 以上である時、15 cm × 30 cm の圓壩供試體を用ゐて、實用上、正しい結果を得る爲には、大きさ 4 cm 又は 5 cm 以上の粗骨材を篩ひ去り、之に相當するだけ、大きさが 4 cm 又は 5 cm より小さい粗骨材を加へればよい。

供試體の數は、經驗上、3 個乃至 5 個作る必要がある。正確な比較試験の目的に對しては、是等の供試體を同一の日に作らずに、日を變へて作る必要がある。

§ 448. 實驗室に於て供試體を作る場合の材料の準備

供試體の製作に先立ち、使用材料の代表的試料を採り、セメントの試験及び骨材の試験を行ふ。

セメントの試料は、コンクリートの試験に使用するセメントの袋から、少量づつ之を採取する。

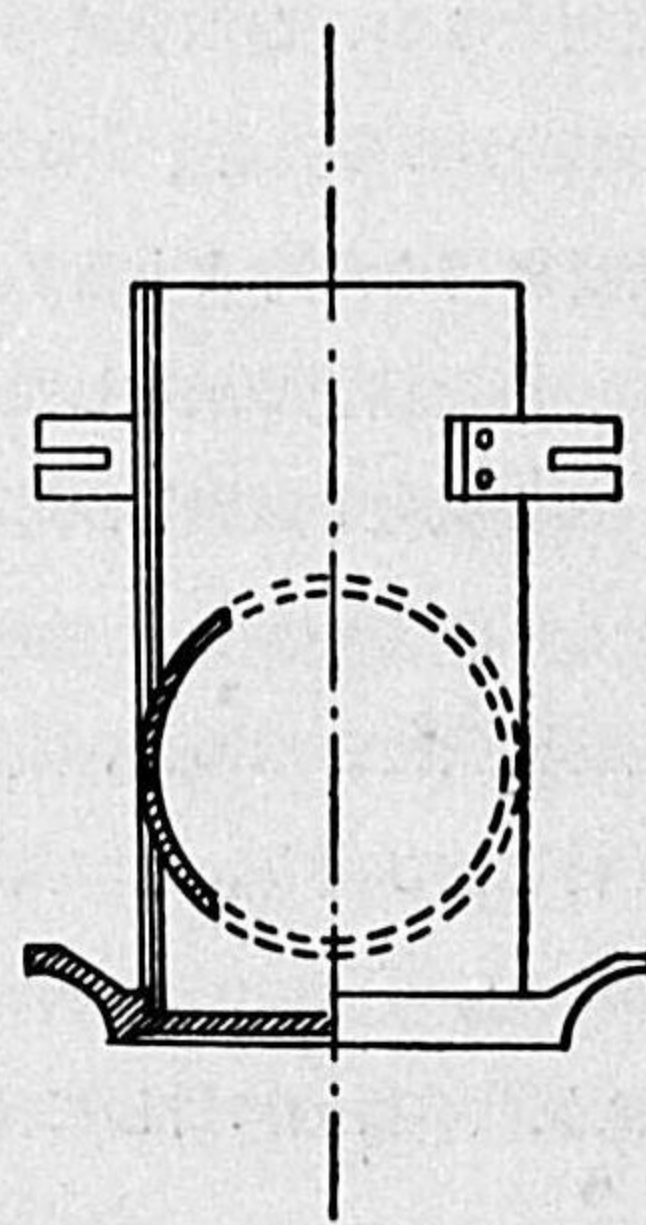
コンクリートの壓縮強度は、温度の影響を受けることが大きいから、標準強度試験を行ふ場合には、實驗室の温度を大約 18°C 乃至 24°C に保つ必要がある。嚴寒又は酷暑の際、室外に置かれた骨材の温度は、上記の室温と大分異なるから、供試體製作前に實驗室に運搬し、相當の時間が経つて、材料が室温となつたものを用ゐて、コンクリートを造らなければならない。

セメントは、乾燥して居る場所に貯藏したものを使用する。風化の影響を避けるため、蓋のある罐内に貯藏したものがよい。セメントは、全試料を通じて、同性質のものでなければならない。品質の均齊のため、使用前に攪拌し、又、網篩 1.2 で篩つて、之に残留したものは、總て之を除去する。

骨材は、實驗作業に便利な爲に、空氣中乾燥状態のものを使用する。

粗骨材は其の大小粒が分離し易いものであるから、粗骨材の置場から採つたものは、一般に、其の粒度が一定して居ない。故に、實驗室に於て、一定粒度の粗骨材を使用し得る爲には、通常、骨材を板篩 5, 10, 15, 20, 40, 等で篩分けておいて、之を其の粗骨材の篩分け試験

第 187 圖 供試體の型



の結果と同じ割合に再び混合して使用しなければならない。細骨材に於ても、大小粒が分離する恐れがある時は、粗骨材の場合に準じなければならない。

§ 449. 壓縮強度試験用の型

供試體の型は、正しく平行な上下 2 面を有する金屬製圓筒で、供試體の製作に際し、變形又は漏水しないものでなければならない。又、所要の寸法に對し、直徑に於ても高さに於ても、1.5 mm 以上の差違を有してはならない。型が正しく平行な上下面を有することは極めて大切であるから、特に注意を要する。

供試體の型として、引抜き鋼管に其の軸に平行に切り目を入れて、締めた後、内側を規定の寸法に仕上げたものは軽くて取

扱ひに便利である。鋼板を曲げて作つたものは變形し易い。我國では、鑄鐵製のもの最も普通に用ゐられて居る。

型の底板は、機械仕上げをした金屬製板とする。第 187 圖 に示してある様に、圓筒を鑄鐵製の底板に密に嵌込むだものを用ゐれば、水密にたいして有効であるが、型が重くなつて、取扱ひが多少不便になる。此の種の型で、圓筒型を上下に重ね合せ、柱の供試體型枠にも利用し得る様にしたものは、新案特許で、日本試験機株式會社で製造販賣して居る。

型と金屬製底板との間から水の漏れる恐れがある時は、織目に良質の粘土、油土又はびんつけ、等を塗る必要がある。

型の内面には、コンクリートの附着を防止するため、黒鉛グリースを塗るがよい。礦油又は重油を塗ることもある。是等は、餘り澤山之を塗らない様に、注意しなければならない。

現場で供試體を製作する場合には、型に對する上記の條件に適合する紙製圓筒型を使用することがある。

§ 450. 壓縮強度試験供試體用の材料の計量

實驗室で供試體を製作する時のコンクリート材料は、各種材料の單位容積重量と骨材の篩分け試験の結果とを基として、總て重量で之を計量する。但し、水は容積で計量してもよい。

コンクリート材料を容積で正確に計量することは頗る困難であるから、配合が容積比で與へられて居る場合には、セメントは 1500 kg/m^3 、骨材は單位容積重量試験で定められた單位容積重量を基とし、與へられた容積配合比を重量配合比に換算して、重量によつて計量する。粗骨材は大小粒が分離し易いから、§ 448 に述べた通りに篩分けておき、是等を篩分け試験の結果と同じ割合になる様に重量で計量して、混合したものを使用する。

§ 448 に述べてある様に、實驗室で使用する骨材は、空氣中乾燥状態のものであるから、與へられた配合が骨材の表面乾燥飽和状態を基としたものである時、骨材は、空氣中乾燥状態の骨材によつて吸収される水量を減じた丈け、之を計量しなければならない。そして、使用水量は、水セメント重量比から計算したものに、上記の吸水量を加へたものとする。此の時の吸水量は、空氣中乾燥状態の骨材を 15 分間乃至 30 分間水につけた時の値を探ればよい。

骨材の 15 分間乃至 30 分間の吸水量を求めるには、§ 433 及び § 434 に述べた試験方法に於て、24 時間水中に漬けた骨材を使用する代りに、15 分間乃至 30 分間水中に漬けた骨材を使用すればよい。

§ 451. 圧縮強度試験供試體用のコンクリートの混合

實驗室で、供試體製作用のコンクリートを混合するには、手練りによるのが普通である。それは、機械練りによると、少量のコンクリートを混合する時、混合胴の内部及び羽根にモルタルが附着するため配合が變つて來ること、各所で行はれる機械練りに就いて、一般的な標準を示すことが困難なこと、等の理由によるのである。手練りによると、早期の強度が小さいことがあるが、材齡數箇月になると、強度の差は認められない。

實驗室に於て、供試體製作用のコンクリートを手練りに依つて造る場合には、供試體 1 個を製作するに少しく餘分のあるコンクリート量を 1 練りとする。供試體數個分を同時に混合すると、材料の分離其の他の理由により、各供試體に於けるコンクリートを欲する通りの配合及び水量のものとするのが甚だ困難である。

手練りは、練瓦工用鏝の先端を切つたもので、なるべく亜鉛引鍍板製の浅い箱の中で之を行ふ。手練りの順序は、先づセメントと細骨材とが均一な色を呈するまで空練りを爲し、次に水を加へてモルタルを造つた後、粗骨材を加へて再び練り合せ、全體が齊等質となるまで混合する。よい結果を得る爲には、切り返し回数も適當に定めておく必要がある。

同一配合及び水量のコンクリートの供試體を澤山製作する時には、ミキサで供試體數個分のコンクリートを混合することがある。此の時には、最初の 1 練りは之を捨てるがよい。それは、最初の 1 練りは、多量のモルタルがミキサに附着する爲に、配合が餘程貧になるからである。

ミキサから吐出されるコンクリートは、初めは粗骨材が多く、終りはモルタルの多いものである様な場合が多い。それで、十分混合したコンクリートを一旦練臺にあげ、シベルで約 2 回切返した後、使用する必要がある。

§ 452. コンクリート試料の採取

コンクリートの試料は、普通、スランプ試験を行ふため、又は、圧縮強度試験供試體を作る爲に、採取される。

試料は、打たれるコンクリートの代表的のものであることが大切である。それで、試料を採取するバッチは、代表的バッチでなければならない。出來れば、其のバッチを造るに用ゐた、砂及び砂利の試料を採り、是等の含水量試験及び篩分け試験を行ふがよい。そして、ミキサに於て加へられた水量と、骨材の含水量とから、水セメント比を計算出來る様にするのが適當である。

桶卸し又はコンベヤーから試料を採ることは、一般に、よくない。然し、是等から試料を採る必要ある時は、桶又はコンベヤーの幅全體に亙る部分のコンクリート試料を採る。

運搬用容器から試料を採ることも、一般に、よくない。それは、コンクリートが材料の分離を起して居ることが多く、上部のコンクリートは、代表的のものでないからである。

コンクリートがミキサから積込み用の漏斗に移される時は、漏斗の側面の中央部にあけた孔から、ほど代表的な試料を採ることが出来る。

コンクリートがミキサから吐出される時に、代表的試料を採ることは困難であるから、適當な装置をしない限り、之を避けるがよい。或る種類のミキサに於ては、混合胴の回轉を止めて、長い柄の附いたシベルで、ほど代表的の試料を採ることが出来る。此の方法による時は、各部分から少量のコンクリートを採りて、それを混合する。

現場に於けるコンクリートから試料を採取するには、一般に、型枠にコンクリートを打込む後、直ちに採取する。此の場合、試料は、構造物に於て試験せむとする部分のコンクリートの平均強度を示すに足るべき數箇所から、1 箇所につき、1 箇の供試體を製作するに十分な量を採取する。時としては、型枠に達するすぐ前の便利な點から試料を採ることもある。

工事の事情に應じ、代表的試料を採り得る方法を決定したらば、其の工事の全部に其の方法を用ゐ、之によつて、試験の結果が、比較に役立つ様にするのが適當である。

試料の量は、試験の目的に應ずるだけ、之を採取する。粗骨材の最大寸法が 40 mm 以下であるコンクリートに對しては、普通のパケツの容量の 70 % 位コンクリートを採れば、普通、スランプ試験、又は、15 cm × 30 cm の圧縮強度試験供試體 1 箇を作るに十分である。粗骨材の最大寸法が 40 mm よりも大きい時には、スランプ試験又は 15 cm × 30 cm の供試體を作るためには、コンクリートを板篩 40 で篩ひ、殘留する骨材を捨てる必要があるから、それに相當するだけ、多量のコンクリート試料を採取する。

スランプ試験をする時は、採つた試料を直ちに試験する。15 分間も経つと、スランプが 50 % も減ることがある。

§ 453. 供試體コンクリートの填充

コンクリートは、4 層に分けて、型に填充する。各層は、型の容積の $\frac{1}{4}$ とする。型にコンクリートを入れる際、コンクリートの齊等な分布を得るため、コンクリートをスコップから滑り下す際、スコップを型の上縁に沿つて動かすがよい。

各層は、下記突棒の尖端を以て、下記の回数だけ之を突く。

供試體の直徑 (cm)	突 棒	突 数
15	直徑 16 mm, 長さ 50 cm で, 一端を長さ約 3 cm の間鈍き球状に尖らしたもの	(30-スランプ)
20	直徑 20 mm, 長さ 60 cm で, 一端を長さ約 4 cm の間鈍い球状に尖らしたもの	40
30	直徑 32 mm, 長さ 80 cm で, 一端を長さ約 6 cm の間鈍い球状に尖らしたもの	50

突き方は型の断面に均等にし、突入れは漸く前層に達する程度とする。

直徑 15 cm の供試體は、粗骨材の最大寸法が最大 5 cm 迄の時に使用すべきもので、鉄筋コンクリート用コンクリートの壓縮強度試験には、一般に、之が使用される。それで、スランプの大きいコンクリートを試験する場合も多い。スランプの大きいコンクリートを餘り數多く突くと、§ 441 のスランプ試験の時に述べた様に、材料の分離を大ならしめる恐れがあるから、突数を (30-スランプ) とするのである。

硬練りコンクリートで、上記の突固めによりコンクリート中に突孔を残す恐れがある場合には、各層、コンクリートを突いた後、型を木槌で輕打して、突孔を残さない様十分注意する。

最上層を突いた後、餘分のコンクリートを掻き除く。此の時、コンクリートの上面が型の上面以下 1 mm 乃至 3 mm にある様にしておく必要がある。そうしないと、§ 454 に述べたである、硬練りセメント糊の上面仕上げをすることが出来ない。

填充を終つたらば、金屬板又はガラス板で蓋をして、水分の蒸發を防ぐ。

現場から採取したコンクリートを型に填充する際、材料の分離を認めた場合には、一旦コンクリートを吸水性の無い水密な容器に移し、少し混合した後、上述の方法によつて填充する。

振動機で締固めを行ふ場合には、直徑 15 cm 又は 20 cm の供試體に對し、コンクリートを 2 層に填充する。各層は、型の容積の $\frac{1}{2}$ とする。各層は、適當な大きさの内部振動機で 20 秒振動締固めを行ふ。振動機を型の底においてはならない。又、上層を締固める時、振動機は上層丈けに挿入する。上層のコンクリートを入れる際、振動締固めの際に、モルタルが損失する程度まで、一ぱいコンクリートを入れてはならない。上層の振動締固めを終つた後に、コンクリートを加へて、型の上面近くまでコンクリートを填充する。

§ 454. 壓縮強度試験供試體の上面仕上げ

型にコンクリートを填充してから 2 時間乃至 4 時間を経た時、硬練りセメント糊の薄層で上面仕上げをなし、供試體をして平行で平滑な兩端面を有せしめ、試験の際、壓力が全面積に齊等に分布する様にする。

型にコンクリートを填充してから 2 時間乃至 4 時間たてば、コンクリートは十分落付き、使用水量の多いコンクリートであれば、上面に水が出て来る。そして、相當凝結を始めて居る。セメント糊の薄層を供試體の上面に附着せしめ、其の上面と型の上面とを一致させる爲には、填充の所で説明した通り、コンクリートを型の上面よりも 1 mm ~ 3 mm 位低くしておくことが必要である。セメント糊をおく前に、供試體の表面を龜の子たわしの類で清淨に洗ひ、残つた水は海綿の類で吸取る。

上面仕上げ用硬練りセメント糊を造るに使用する水量は、大約、セメント重量の 27 % 乃至 30 % とする。練りたてのセメント糊を使用すると、セメント糊が落付く時に多少水が分離するし、又、收縮の爲めに供試體の上面が少しく凹形になる傾向がある。依つて、上面仕上げ用硬練りセメント糊は、水の分離及び收縮を少くするため、混合した後 2 時間乃至 4 時間放置し、使用に際し水を加へずに之を練返す。

上面仕上げの順序は、先づ、清淨にしたコンクリート上面にセメント糊を置き、其の上に供試體の直徑よりも 5 cm 乃至 7.5 cm 大きい、機械仕上げをした鐵板又は厚さ 6 mm 以上のガラス板の蓋板をあて、此の蓋板が型の上面に落付く迄押し動かす。此の際、蓋板とコンクリートとの附着を防ぐため、蓋板に油を塗るか、又は、是等の間にパラフィン紙を挿入する。ガラス板又は鐵板を押し動かす際、少し回轉する氣持で押しつけるのが有效である。ガラス板又は鐵板は、型を取外すまで、其の儘にしておく。

ガラス板の面は正しい平面をなす様に一寸思はれるけれども、餘程よい所謂鏡ガラスでないといふ、かなり凹凸のあるものである。又、力を入れて上から押すと相當に曲るものである。依つて、正しい平面を有するかを檢查し、相當厚いものを使用する必要がある。ガラス板が曲つて、上面が凸形になることは、試験の誤差が大きくなる原因の 1 つである。

上面仕上げが平面でない爲の影響は、非常に大きいもので、僅か 0.25 mm 凸形になつて居ると壓縮強度が 35 % 減じ、1.25 mm 凹形になつて居ると 60 % も壓縮強度が減ずる。

試験をする時に、上面仕上げのセメント糊が剝脱したり、又は、缺點を示したりした時は、表面仕上げをやり直す必要がある。此の時には、平らな鐵板によく油を塗り、其の上にセメントと石膏とを等分に混ぜた糊を置き、其の上に仕上げをする面を載せて供試體を押しつけ、上下の面が平行になる様にする。それから 3 時間乃至 6 時間たてば、試験をすることが出来る。此の方法によると、壓縮強度の大きいコンクリートに於ては、強度が低く出る。

近來は、硫黄で上面仕上げをするのを標準として居る所もある。其の方法は、次の如くである。

硫黄による上面仕上げは、試験前 6 時間に之を行ふ。

硫黄と耐火粘土との配合重量比 3:1 の混合物を熱して、硫黄の最初に熔ける状態をすぎ、濃いスポンジの状態に達せしめる。過熱したり、再熱したりすると、出来上つた仕上げがゴム質を呈するから、之を避けなければならない。

熔けた混合物を仕上げをするに十分な丈の量、軽くグリースを塗つた機械仕上げをした鉄板上に注ぎ、其の上に供試體をおき、注意して、しつかり、供試體を押しつける。此の作業は迅速に之を行ひ、供試體を鉛直位置に保つ様注意する。之がためには、適當な装置を用ゐるがよい。斯くして造つた上面仕上げの厚さは出来る丈薄くする。但し、1.5 mm よりも薄くしない。供試體の周囲にはみ出た硫黄は、ナイフで高さ 2 cm 位供試體の側面に塗りつけ、供試體にしつかり附着させる。硫黄が固まつた後、鉄板は、之の端を敲いて弛め、之を除去する。

供試體の角が大分かけて居るか、又は、上記の方法で仕上げをすることが出来ない時には、硫黄を供試體の上面に注ぎ、其の上に鉄板をおいて仕上げをすることもある。

供試體の両端面を硫黄で仕上げる時には、供試體の軸を水平におき、両端に鉛直で互に平行な鉄板をおき、供試體の端面と鉄板との間に熔けた硫黄を流し込むこともある。

猶ほ、近來は、供試體に上面仕上げをする代りに、試験の際に、供試體の両端に小さい鋼球を澤山入れる装置を用ゐる方法も行はれて居る。

§ 455. 壓縮強度試験供試體の型の取外し及び養生

型にコンクリートを填充してから 24 時間乃至 48 時間を経て脱型し、番號を付け、試験をするまで、水中、濕砂中又は湿度が十分な室中、に保存する。但し、紙製の型を使用した場合は、型に入れた儘、養生及び運搬してよい。

普通に鉄筋コンクリートに使用されるコンクリートであれば、標準温度の室内で作られた供試體は、填充後 24 時間以上を経て脱型すれば、脱型の操作の爲に供試體が害を受ける様なことは殆どない。然し、セメントが悪い時、貧配合である時、使用水量が特に大きい時、現場試験の場合に於て温度が低い時、等に於ては、コンクリートが安全に脱型し得る強度に達する迄、型を存置しなければならない。

供試體に、其の番號、製作及び試験の年月日其の他必要な事項を記入するには、良い墨を使用するのが便利である。コール タール、ペンキ、等もよいけれども、書きにくい。墨汁は

消え易い。

標準試験の場合は、養生中の温度を 18°C 乃至 24°C に保たなければならない。21°C が、標準養生温度である。

養生中の温度とコンクリートの壓縮強度との関係は、§ 305 に述べてある。

諸種の養生法のうちで、濕布養生は簡單であるが、一部が乾燥したりして、結果が不均一になり易い缺點がある。

水槽があれば、水中養生は簡便である。水中養生をする時は、供試體を完全に水に漬けなければならない。水の温度を 18°C 乃至 24°C に保つ爲に、特別の設備をすることが出来ない時は、水の温度を試験成績に明記する必要がある。水槽の水は、30 日以内に全部新しい水とかへるのが適當である。

濕砂養生は、供試體の埋込み及び取出し、試験前に於ける砂の除去、等に手数を要するけれども、濕砂中相當深く埋めれば、温度及び湿度の調節には好都合である。濕砂養生をする時は、供試體を完全に砂中に埋込む。此の際、砂に十分水をかけて砂を飽和させ、又、養生中毎日水をかけて、砂を飽和状態に維持する。

供試體は、温度が 18°C 乃至 24°C で、噴霧器により湿度が 100% に維持される養生室内に之を貯蔵するのが最もよい。養生室がある時、供試體は、填充後直ちに之を養生室に入れ、脱型及び上面仕上げの時間丈を除き、試験の時まで養生室に貯蔵する。

現場で供試體を作つた時は、日光の直射を避け、又、水の蒸發を防ぐ様、十分保護しなければならない。供試體填充後の數日間に於ける温度及び其の他の養生状態は、壓縮強度に非常に大きい影響を及ぼすものであるから、特別の場合のほかは、18°C 乃至 24°C に於て濕潤養生をする必要がある。構造物に於けるコンクリートの強度を推定する目的の試験に對しては、構造物に於けるコンクリートとなるべく同じ状態で養生しなければならないことは、勿論である。

§ 456. 壓縮強度試験供試體の運搬

現場で製作した供試體を試験室に運搬する時には、試験期日に差支へない範囲に於て、供試體を出来る限り長く、18°C 乃至 24°C に於て濕潤養生した後、濕砂又は濕つた鋸屑、等で完全に包装して運搬する。

試験所に到着した供試體は、試験をする時まで、之を標準養生状態に貯蔵する。

§ 457. 壓縮強度試験供試體の材齡

コンクリートの圧縮強度と材齢との関係に就いては、§ 305 に述べてある。

圧縮強度試験に於ける供試体の材齢は、一般に、7日、28日及び13週を標準とする。

構造物の設計に於ては、材齢28日のコンクリートの圧縮強度を基準とするし、又、コンクリートの許容応力度の主なものは、材齢28日に於けるコンクリートの圧縮強度の分數として與へられて居るから、材齢28日に於ける試験は、常に必要である。28日試験の結果を待つことが出来ない爲に、7日試験の結果から材齢28日に於ける強度を推定する様な場合でも、28日試験を省略してはならない。早強セメントを使用するコンクリートに於ては、材齢3日の試験も意味がある。

コンクリートの材齢の増加による強度の増進を知ることが必要である様な特種の場合には、6ヶ月、1年、3年、等の長期試験を行ふこともある。

§ 458. 圧縮強度試験の準備

供試体は、養生室から取出し、重量を測つた後、直ちに濕潤状態で之を試験する。

濕潤状態で試験するのは、含水量の差による強度の變化 (§ 305 参照) を避ける爲である。供試体を養生室から取出してから、試験する迄の間に乾燥させると、圧縮強度が大きくなる。それで、比較し得べき結果を得る爲には、養生室から取出したら、直ちに濕潤状態で試験する必要がある。澤山の供試体を試験する時には、養生室から取出して試験する迄の間、水に漬けておくか、濕布で覆つておかなければならない。

供試体の高さ及び直径は、 $\frac{1}{4}$ mm まで之を測定する。供試体製作用の型の寸法は、所要寸法に較べて多少異つて居る場合があるから、供試体の寸法も、標準寸法と多少の差を有することがある。それで、試験前其の寸法を測る必要がある。高さは、目盛が1mm 迄の普通の物指で測ればよいが、直径を測るには、マイクロメーター、キャリパーの類を用ゐるのが便利である。

供試体の斷面積は、高さの中央に於て直角に交はる2直径の平均値から、之を算出する。

硫黄の上面仕上げをする時は、先づ重量及び寸法を測つた後、上面仕上げを行ひ、試験するまで養生室に貯藏するか、又は、濕布で覆つておく。

試験の際の溫度も圧縮強度に關係がある。材齢135日の1:2:4コンクリートで、 -4°C で試験した時、 21°C で試験した時の140%、 55°C で試験した時、 21°C の時の85%であつた試験の結果がある。故に、試験時の溫度をなるべく 18°C 乃至 24°C の間に保つがよい。

§ 459. 試験荷重を加へる方法

供試体が試験機に於て正しい位置に据えられるか否かは、試験の結果に重大な影響を及ぼすものである。故に、供試体の強度を十分に發揮させるには、次の事項に注意しなければならない。

(a) 供試体の軸は、之を鉛直にし、又、之を試験機の傳壓板の中心と正しく一致させること。

(b) 傳壓板は、供試体の軸に正しく直角であること。

(c) 試験機と供試体との間には、球接面を有する傳壓装置を使用すること。傳壓装置は、其の中心を供試体の軸と一致させ、球接面の曲率中心は、供試体との接觸面にあらしめる。球接面を有する傳壓装置は、之を供試体と試験機の定頂又は動頂いづれの間に入れても大差はないが、普通、供試体の上方に之を使用するがよい。傳壓板の直径は、供試体の直径に等しくするか、又は、幾分大きくする。斯くすれば、傳壓装置の軸と供試体の軸とを合致せしめるのに便利である。

(d) 試験機の傳壓板は正しい平面であること。

(e) 試験機の傳壓板と供試体の端面とは直接接着させ、其の間にクッション材を挿入しないこと。試験機の傳壓板が磨耗して、試験の結果が不正確になることから考へると、傳壓板と供試体の端面との間にクッション材を挿入し度いのであるが、クッション材(紙、鉛板、等)を使用すると、之の種類、性質、寸法、等を一定にしなければ、各所で行はれた試験の結果を直ちに比較することが出来ない不便がある。而して、クッション材の種類、性質、等を一定にすることは種々困難な事情があるから、クッション材を使用しないのである。又、クッション材を用ゐると強度が小さくなる。試験機の傳壓板と供試体の端面とを正しく接着せしめる爲には、両者が接近した時、球接面を有する傳壓装置の面を軽く叩いて動かす必要がある。

圧縮強度試験に於ては、一般に、極強度丈けを試験する。

荷重は、衝撃を與へない様に、一樣に之を加へなければならない。

供試体に荷重を加へる速度は、試験強度の値に影響を及ぼす。速度が早いほど、圧縮強度が大きくなる。之は、試験機の惰力にもよるし、又、コンクリートのクリープの影響があらはれないことにもよる様である。

圧縮強度と荷重速度との關係は、大體、次式で示される。

$$\sigma = \sigma_1 \left(1 + k \log \frac{R}{0.07} \right)$$

茲に、

σ は 1 秒に付き $R \text{ kg/cm}^2$ の荷重速度に於ける壓縮強度、

σ_1 は 1 秒に付き 1 kg/cm^2 の荷重速度に於ける壓縮強度、

k は定數で、材齡 28 日試験に對して約 0.8 である。

此の關係によると、1 秒に付き 7 kg/cm^2 の荷重速度で試験する時の強度は、1 秒に付き 0.07 kg/cm^2 の荷重速度で試験する時の強度よりも 16% 大きいことになる。

油壓式の試験機を使用する時には、荷重速度をほぼ一定にすることが容易である。此の時、適當な荷重速度は、極強度のみを試験する時、1 秒に付き 2 kg/cm^2 乃至 3 kg/cm^2 である。それで、供試體に荷重を加へる速度は、毎秒 2 kg/cm^2 乃至 3 kg/cm^2 を標準とする。

螺旋式の試験機を使用する時は、試験機のからまわしの際の動頂の速度を一定にするのが普通である。極強度のみを試験する時、普通に用られる動頂の速度は、1 分に付き 1.25 mm である。

然し、動頂の速度は一定でも、荷重速度は一定でなく、モーターの性質、試験機の構造、供試體の大きさ及びコンクリートのヤング係數、等によつて變化する。普通のコンクリートで、供試體が $15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ の圓錐である時、能力 50 トンの螺旋式試験機に於て、1 分に付き 1.25 mm の動頂の速度は、大約 1 秒に付き 2.1 kg/cm^2 の荷重速度に相當する。

§ 460. 壓縮強度試験の結果及び報告

供試體が破壊した時に、試験機が指示する荷重を読み、之を供試體の斷面積で割つた値を以て、其の供試體の壓縮強度とする。

コンクリートの壓縮強度は、各供試體の壓縮強度の平均値とする。

各供試體の壓縮強度と平均値との差の平均値に對する百分率は、相當熟練した試験者が實驗室で試験する場合、普通 5% 内外で、多くとも 10% 位である。

必要に應じ、各供試體の破壊狀況及び外觀を記録する。

富配合であるか、材齡が大きいか、等、いづれにしても、高强度のコンクリートは、音を出して急激に、剪斷應力による破壊を生ずるのが普通であり、壓縮強度の小さいコンクリートは、徐々に壓縮應力による破壊を生ずるのが普通である。それで、破壊の狀況及び外觀によつて、コンクリートの品質を或る程度まで判斷することが出来る。供試體の破壊状態が其の中心軸に對して對稱でないものは、供試體の製作が悪い、加壓装置が悪い、いづれにしても、供試體が偏心荷重を受けたことを示すものである。

試験の結果は、土木學會鐵筋コンクリート標準示方書の附録にある「コンクリート壓縮強

度試験報告書」に記入して、之を報告するのが便利である。備考として報告すべき事項は、試験の目的によつて異なる。實驗室の試験の場合には、コンクリートの密度、出來上り高なども記載しておくのが適當である。現場に於けるコンクリートの強度試験の場合には、コンクリートの運搬方法、型枠の状態、コンクリート打込みの速度、締固め方法、等のほかに、労働者の種類及び其の働きぶり、等、コンクリートの強度に關係ある事項の詳細を記録しておくことは、コンクリートの壓縮強度試験の結果を頗る有効に利用することを得させるものである。

§ 461. コンクリートの壓縮強度以外の性質を評價するために行ふ

壓縮強度試験

コンクリートの壓縮強度試験は、コンクリートの壓縮強度を知るために大切であるのみならず、壓縮強度以外の性質を評價する目的に對しても、甚だ有要である。

普通の場合、コンクリートの壓縮強度に影響を及ぼす事項は、コンクリートの他の性質に影響を及ぼすものである。コンクリートの引張強度、曲げ強度、弾性係數、磨耗、透水性、耐久性、耐火性、等が、コンクリート中に於ける、セメント糊中のセメント量に關係することは、壓縮強度の場合と同様である。普通の場合、壓縮強度の大きいコンクリートは、他の大切な諸性質を有して居る。唯、例外は、含水量の變化によるコンクリートの容積變化で、壓縮強度の大きい時に、一般に不利となる。

コンクリートの壓縮強度を以て、引張強度、曲げ強度、耐久性、等を評價する時には、骨材の性質に就いて、注意しなければならない。骨材の性質は、コンクリートの壓縮強度には餘り大きい影響を及ぼさないが、引張強度及び曲げ強度の場合には、骨材とセメント糊との附着力の關係により、強度にかなり大きい影響を及ぼす。コンクリートの耐久性は、骨材の耐久性の影響を受けることが大きい。従つて、建築物の内部に於けるコンクリートなどに於ては、壓縮強度試験の結果から、コンクリートの他の諸性質を評價して差支へないが、外氣に曝される多くの土木の構造物に於けるコンクリートに就いては、他の諸性質を評價するのに、壓縮強度試験だけでは不十分で、他の試験によつて、其の不足を補ふ必要がある。故に、單に、壓縮強度試験だけを試験すればよいと考へてはならないのである。

§ 462. コンクリート材料の試験の目的で行ふ壓縮強度試験

種々異つた材料を用ゐて、欲する諸性質を有するコンクリートを造り得るのであるから、最も經濟的に、欲する諸性質のコンクリートと與へる材料を選択しなければならないこと

は明白である。コンクリートの圧縮強度試験により、コンクリートの他の諸性質を評価することも出来るのであるから、之と耐久性試験とによつて、材料選擇の目的を達することが出来るのである。

あまり良くない廉價な骨材を用ゐ、セメント使用量を増加した方が、良い高價な骨材を用ゐ、セメント使用量を減するよりも、經濟的であるか否かも、圧縮強度試験によつて判断することが出来る。之は、セメントの選擇についても同様である。

コンクリート材料の選擇は、單に各個の材料の試験の結果丈けに據るべきものではなく、コンクリートとしての試験の結果に據らなければならない。此の點丈けからしても、コンクリートの圧縮強度試験は、非常に大切なものである。

コンクリート材料の試験の目的で行ふ圧縮強度試験の試験方法は、§ 446 の標準方法に依ればよい。

§ 463. 構造物に於けるコンクリートの品質を知る目的で行ふ 圧縮強度試験

コンクリートの圧縮強度及び其の他の品質を知るために行ふ圧縮強度試験は、標準方法に依ればよいが、或る構造物に於けるコンクリートの圧縮強度を知る目的に對しては、出来る丈け、構造物に於けるコンクリートと同じ品質のコンクリートが得られる様に、供試體の製作及び養生をしなければならない。依つて、標準試験方法によつて得られるコンクリートの圧縮強度と、構造物に於けるコンクリートの圧縮強度を知る目的で試験した時の圧縮強度との間に差のあるのは當然である。故に、コンクリートの圧縮強度を試験する時には、其の目的が此の兩者の何れにあるかを定めてから、試験にかゝらなければならない。此の目的がはつきりしないで強度試験を行ひ、其の結果、いろいろな問題を起した例もあるから、注意しなければならない。

構造物に於けるコンクリートの圧縮強度を試験する目的に對しては、供試體を構造物の附近で製作し、製作方法及び養生は、出来る丈け、之を構造物に於けると同じにする必要のあることは明白である。然し、之は仲々容易のことではないし、又、殆ど不可能な事項もある。即ち、供試體にコンクリートを填充する方法を、實際の現場に於けるコンクリートの打ち方と全く同様にすることは、甚だ困難である。殊に、コンクリート打ちに振動機を使用する時には、一層困難である。又、供試體の養生状態を、大きな容積のコンクリートの内部に於けると同様にすることは、まづ、不可能と考へられる。よし、製作及び養生を同じにすることが出来たとしても、供試體の大きさ及び形と、實際の構造物に於けるコンクリート部材

の大きさ及び形との差によつて、コンクリートの圧縮強度に、大分大きい差が出来るものである。例へば、今日迄の試験の結果によると、鐵筋コンクリート柱に於けるコンクリートの圧縮強度は、標準供試體で示される強度の 85 % であり、梁に於ける圧縮強度と標準供試體で示される圧縮強度とは、梁の圧縮應力分布を拋物線と假定すれば、ほぼ、同値を示して居る。之は、主として、コンクリート體の形の差による圧縮強度の差に就いてのことであるが、同じ形の供試體でも、大きさが異ると、圧縮強度に差のあることは、前に述べた通りであるから、供試體の大きさと、實際の構造物に於けるコンクリート體の大きさととの差丈けによる強度の差も、相當大きいことが想像される。

上記の理由により、コンクリート構造物に於けるコンクリートの圧縮強度を知る爲に行ふ圧縮強度試験は、非常にむづかしいものである。故に、現場で製作したコンクリート供試體の圧縮強度によつて、直ちに構造物に於けるコンクリートの圧縮強度を判断しやうとすれば、非常に誤つた結論に達することもあることにつき、注意しなければならない。

構造物に於けるコンクリートの圧縮強度を知るためには、構造物からコンクリートを切採つて、其の圧縮強度を試験するのも、確かに一方法である。然し、此の方法は、手間のかかることは別としても、一般に、満足な結果が得られるか否かは、コンクリート版などの場合を除けば、頗る疑問である。それは、構造物に於けるコンクリートは、材料分離の影響、養生状態の差、コンクリート内外に於ける水分の差、上部のコンクリートと下部のコンクリートとに於ける壓力の差、等の爲に、各部に於ける圧縮強度が大分異つて居るから、構造物に於けるどの部分のコンクリートの圧縮強度を以て、其の構造物に於けるコンクリートの圧縮強度を定めるかに就いてさへ、判断に苦しむ場合が多いからである。

唯、コンクリート版、コンクリート道路などの場合には、コアを採ることが容易であり、満足な結果を與へる。之に就いては、§ 469 に述べてある。

コンクリートの施工方法及び試験方法が今日よりも一層進歩して、コンクリート構造物に於けるコンクリートの圧縮強度と、供試體の圧縮強度との關係が明瞭になれば、現今よりも一層有効にコンクリートを利用することが出来るのであつて、此の關係が明瞭になる迄は、コンクリートの許容應力度の決定について、鋼よりも安全率を大きく採らなければならないのである。

第 6 節 引張強度試験及び曲げ強度試験

§ 464. 引張強度試験

コンクリートの引張強度試験が特に大切になるのは、コンクリート道路の場合である。

コンクリート道路のコンクリートは、地盤上に打たれた直後から、引張応力、曲げ応力及び圧縮応力、等を受ける。是等の応力は、コンクリートの乾燥による収縮、温度変化による容積変化、版の上下に於ける温度及び水分の差、荷重による曲げ応力、基礎地盤及び鉄筋の影響、等によつて起るものである。コンクリートの引張強度は、大體、圧縮強度の $\frac{1}{10}$ 位であるから、引張応力の爲に、コンクリートにじきに龜裂ができる。龜裂は道路破壊の原因となるから、出来るだけ引張強度の大きいコンクリートを造る爲に、コンクリートの引張強度試験が必要になるのである。

コンクリートの圧縮強度と引張強度との比は、種々の事情によつて大分異なるものであるから、コンクリートの品質は、圧縮強度によつて評價するにしても、此の比の價を知る目的に對して、引張強度試験が必要になる。」

「今日迄に、コンクリートの引張強度試験に使用された供試體の形には、

- (a) セメントの引張強度試験の供試體の様な形で、大きさの大きいもの、
- (b) 圓壩の兩端を膨徑したもの、
- (c) 圓壩のもの（兩端を狭んで保持する）、
- (d) 供試體の兩端部にボルトを埋込むもの（ボルトを試験機に保持させる）、等がある。

是等のものは、大抵、供試體を保持する附近で破壊を生じ、どれもまだ、満足な結果を與へて居ない。猶ほ、引張強度試験の供試體は、大きさが一般に大きくなり、取扱ひに不便であり、試験に時間がかかり、試験の結果も不同である。

上記の様な困難や不便があるので、コンクリートの引張強度試験については、各國とも、標準試験方法が出来て居ないし、引張強度試験は、一般に、行はれない。コンクリートの引張強度を求める手段として、曲げ強度試験が一般に用ゐられて居る。

§ 465. 曲げ強度試験

曲げ強度試験は、コンクリートの引張強度を知る爲め、又、コンクリート道路の交通開始時期を決定する目的、などに對して大切な試験である。

豆板があまり出来て居ないコンクリート道路版に就いて、曲げ試験は、其の引張強さを知らる方法として、満足な結果を與へて居る。

コンクリートの曲げ強度を求めるには、普通の齊等質材料に對する梁の縁維應力度計算式、

$$\sigma = \frac{M}{I} \frac{h}{2}$$

を用ゐる。茲に、 σ は、縁維引張應力度、 M は曲げモーメント、 I は梁の断面 2 次モーメント、 h は梁の全高である。

此の式は、材料の應力歪曲線を直線であると假定して出したものであるから、之をコンクリート梁に應用すると、得られる引張應力度は、眞の引張強度の 1.5 倍乃至 2 倍の値となる。然し、簡單の爲に、比較の目的に對し、一般に用ゐられて居る。

曲げ強度試験の場合にも、他の試験に於けると同様に、役に立つ結果が得られる様、試験の誤差が小さい様、試験が容易な様、試験の方法、手段を定めなければならない。現今、適當と考へられて居る曲げ強度試験方法は、次の如くである。

(1) **供試體の断面寸法** 從來の研究の結果によると、矩形断面梁の短邊の寸法は、粗骨材の最大寸法の 3 倍以上にする必要がある。断面の幅を高さよりも特に大きくする必要はないから、粗骨材の最大寸法が 5 cm までである時、15 × 15 cm の正方形断面を使用すればよいことになる。

(2) **荷重方法** 荷重は、單純梁スパンの 3 等分點の兩點に加へるのが適當である。

梁の曲げ強度試験方法としては、從來、持出し梁を用ゐる場合、單純梁のスパンの中央點に荷重を加へる場合、及び、單純梁のスパンの 3 等分點の兩點に等荷重を加へる場合、等がある。前 2 者は、殆ど相等しい引張強度の値を與へるが、3 等分點荷重方法は、前 2 者よりも小さい値を與へる。それで、試験装置は少しく面倒であるが、3 等分點荷重方法は、安全な値を與へるものと考へられる。

3 等分點荷重方法によつて、強度の小さく出る理由は、スパンの中央 $\frac{1}{3}$ の間、曲げモーメントが一定になるから、此の間の最も弱い断面で破壊を生ずること、梁が撓むとき支承が自由に移動しない爲に生ずる引張應力の影響を受けることが大きいこと、引張應力を受けるコンクリートの容積が大きいから確率の理によつて強度が小さく出ること、等である。猶ほ、3 等分點荷重方法による試験の結果の誤差は、4% 乃至 6% 位であり、他の方法よりも優つて居る。

(3) **スパン** 梁の支點と荷重點との距離は、梁の高さ以上とするのが望ましいから、梁

の断面を 15×15 cm の正方形とすると、梁のスパンは 45 cm 以上とすべきことになる。勿論スパンの小さい方が、實用上望ましいのであるから、スパンは 45 cm とするのが適當である。依つて、1 本の梁供試體で 1 度曲げ強度を試験するとき、梁の長さを 50 cm、2 度試験をするとき、長さを 90 cm とすればよいことになる。

(4) 支承及び荷重點 梁の支點及び荷重點は、梁に偏心荷重の加はらない様、又、梁に水平力の働かない様にする必要がある。支點に於て反力が鉛直でなければ、反力の水平分力が曲げモーメントの値に影響することになる。

(5) 供試體の製作及び養生 型は、相當に堅固なものでなければならない。水密な金屬製のものが望ましい。

コンクリートは、2 層に分けて填充し、毎層、30 cm 平方につき 20 回突固める。側面及び端面は、大きい鍍を用ゐて、モルタルのまわりをよくする。表面は鋼の鍍で仕上げる。

養生は、壓縮強度試験用供試體の場合と同様にする。

(6) 試験の際に於ける供試體の位置

試験の際に於ける供試體の位置は、コンクリートを填充した時の上面を梁の引張應力を受ける側とする。之は、道路版に於て、隅の附近に大きい負の曲げモーメントを受けることから考へて、適當のことである。

(7) 荷重を加へる速度 荷重は齊等に増加する様、之を加へなければならない。破壊荷重の $\frac{3}{4}$ 位迄は、荷重を加へる速度が多少大きくてもよいが、之から破壊までの間は、1 分間につき 14 kg/cm^2 を超過しない様にするのが適當である。

(8) 試験時の温度 試験時の温度が、引張強度に關係することは、壓縮強度に於けると同様であるから、試験時の温度は、 18°C 乃至 24°C にするのが適當である。

第 7 節 構造物に於けるコンクリートの強度試験

§ 466. 概 説

構造物に於けるコンクリートの品質を知る目的で行ふ壓縮強度試験に就いては、§ 463 に述べてある。

構造物に於けるコンクリートの強度を知る爲に、他の澤山の方法が考へられて居る。本節に於ては、是等の方法の 2, 3 に就いて述べる。

§ 467. 供試體の型をコンクリートに埋込む方法

構造物からコンクリート供試體を採る目的で、コンクリートを打つ前に、構造物の部材内に、供試體の型を埋込むことがある。之によつて、構造物のコンクリートを打つと同時に、型にコンクリートを填充し、適當な時機に構造物から供試體を拔出して、構造物に於けるコンクリートの強度其の他の性質を試験することが出来る。

供試體の大きさは、大約、版の場合に 7 cm の立方體、柱又は梁の場合に 10 cm 乃至 15 cm の立方體、大塊のコンクリートの場合 20 cm 乃至 30 cm の立方體とする。版の場合には、梁供試體の型を埋込むでもよい。

型は、普通、よく鉤をかけた板で之を作り、コンクリートとの附着を防ぐために、よく塗油する。又、供試體の引抜きを容易にするため、供試體にも、型にも、鉤を付けておくのが適當である。

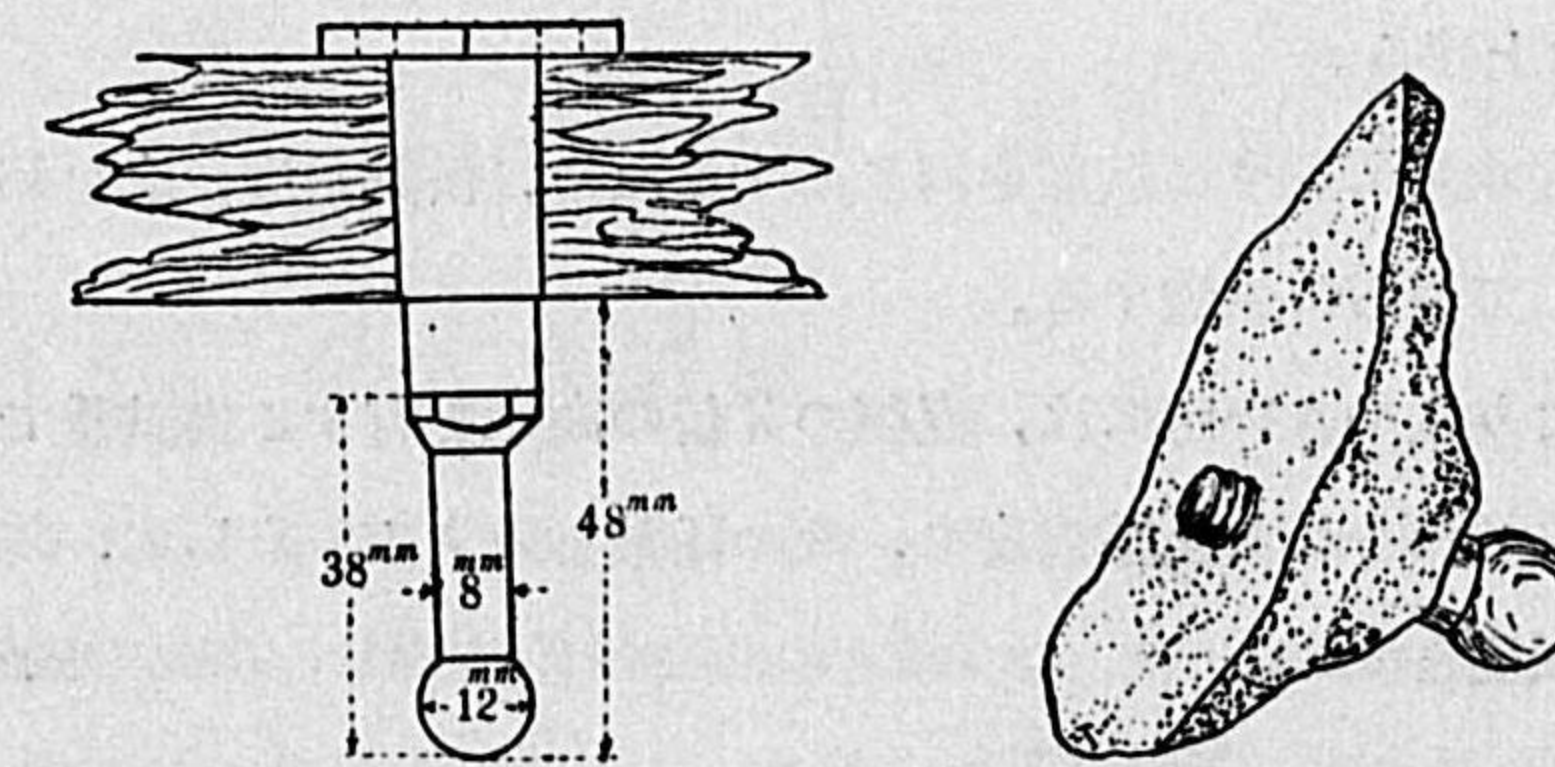
此の方法は、工事の邪魔になるのみならず、澤山の供試體を試験するのに不便である。又、型を引抜いた跡に残る大きい孔を適當に填充しなければならない面倒もある。然し、寒中コンクリートの際に於けるコンクリートの管理の目的其他に對し、便利であることも尠くない。

振動機を使用する場合には、型を埋込むだけでは、供試體のコンクリートとコンクリート部材に於けるコンクリートとの性質が異なることになるから、型の側面に澤山孔をあけた鐵製の型を埋込むことが考へられて居る。此の時、コンクリートを打つて、凝結を始めたら、コンクリートを入れてある型を部材から引抜き、供試體を普通の状態に養生して試験する。

§ 468. Volf の方法

Volf の方法は、第 188 圖 の様な形の鋼をコンクリート中に埋込むでおき、之を引抜くに

第 188 圖



要する力を測つて、コンクリートの強度を判定する方法である。

引抜いた圓錐體の底の直徑は、一般に、10 cm 乃至 12 cm で、引抜き力は、普通のコンクリートに對して、1 噸乃至 1.5 噸である。

豫め鋼棒を埋込むでおかずに、Volf の方法を行ふには、試験するコンクリートに孔を穿ち、之に鋼棒を挿入し、其の周圍にグラウトを注入するか、又は、モルタルを填充し、之が硬化した後、鋼棒を引抜く力を測ればよい。

著者は、直径 4 mm の普通の釘の頭を 3 cm 乃至 4 cm コンクリート中に埋込み、釘を引抜くに要する力と壓縮強度との関係を試験したが、壓縮強度が約 180 kg/cm² までのコンクリートに対して、極めて良好な成績を示して居る。早期に於て、構造物に於けるコンクリートの強度を推定するのに、頗る便利であると思はれる。

§ 469. コアを切採る方法

コンクリート構造物からコアを採り、其の壓縮強度を試験することは、コンクリート舗装の場合に多く行はれる。

コンクリート構造物からコアを採る時には、コンクリートが十分硬化して居つて、得られるコンクリート コアに於ける粗骨材とモルタルとの間の附着が、作業によつて害される恐れのないことを必要とする。

コアは、コアドリルによつて之を採るのが最もよい。鉛直方向にコアを採る時には、コアドリルに硬鋼球を使用してよいが、水平方向にコアを採る時には、ダイヤモンドドリルを使用しなければならない。

供試體となるコアは、なるべく、直径の 2 倍の高さの圓錐とする。

鉛直面又は傾斜面からコアを採る時、コアを採る位置は、コンクリートの 1 回の打上り高さの中央部とするのが適當である。それは、材料の分離のため、一般に、1 回の打上り高さの底部に於けるコンクリートの密度が、上部よりも大きいからである。

採つたコアのうちで、作業の爲に害を受けて居ないものを選び、之を、工具、コンクリート鋸其の他で、正しい形に仕上げる。コアの兩端面は、出来るだけコアの軸に直角にする。壓縮強度試験を行ふ前に、コアの兩端面は、コアの軸に直角になる様之を磨くか、又は、§ 454 に述べた方法で之を仕上げる。

試験時に於けるコンクリートの含水量に關する状態を同じにするため、供試體は、之を 48 時間水中に浸漬し、水中から取出して直ちに試験する。

供試體の高さが其の直径の 2 倍よりも小さい時には、直径の 2 倍の高さを有する供試體で示される強度に換算するため、試験で得られた壓縮強度に、次の係数を乗する。そして、其の結果を其のコンクリートの壓縮強度とする。

高さ & 直径との比 $\left(\frac{h}{d}\right)$	試験の結果に乗すべき係數
1.75	0.98
1.50	0.97
1.25	0.94
1.10	0.90
1.00	0.85
0.75	0.70
0.50	0.50

高さが直径の 2 倍以上である供試體に対しては、修正を要しない。

猶ほ、試験成績には、構造物に於てコンクリートが締固められた方向と供試體が試験の際に荷重された方向との関係を、附記するのが適當である。

§ 470. 衝撃を與へる方法

糸をつけた硬鋼球を振り、之でコンクリート面を打つか、又は、一定の高さから硬鋼球を落下させ、鋼球がコンクリート面に残す凹面の大きさによつて、コンクリートの壓縮強度を推定することが出来る。勿論、凹面の大きさと、コンクリートの壓縮強度との関係は、各工事現場で、試験して、之を決定しておかなければならない。

コンクリートに出来る凹面の徑を正しく求めるには、コンクリート面に油煙を塗つた紙を張つておくのがよい。紙は、滑らかで光澤ある表面を有するものが、好結果を與へる。

此の方法は、早期に於て、構造物に於けるコンクリートの強度を知る目的に對して便利である。

上記と同様な主旨の方法として、金槌でコンクリートを敲く方法 (§ 379 参照)、小銃又は拳銃でコンクリートを射撃し、彈丸の侵徹度によつてコンクリートの強度を判定する方法、等がある。

第 8 節 耐久性試験及び磨耗試験

§ 471. 耐久性試験

今日迄に築造されたコンクリート及び鉄筋コンクリート構造物に於けるコンクリートの耐久性には、非常な差があるのみならず、同一構造物に於ける耐久性についても、異つた構造物に於ける位の差がある。是等の差は、材料、設計及び施工、等の如何によつて生ずるもの

である。いづれにしても、耐久的のコンクリートを造るために、適当な試験をすることは、種々の原因によるコンクリートの腐蝕及び破壊を防ぎ、コンクリートの耐久性を大ならしめる爲に必要である。

コンクリートの耐久性に関する試験として、普通、

1. 吸水試験
2. 透水試験
3. 凍結融解試験

等が行はれる。

§ 472. 吸 水 試 験

コンクリートの吸水性と言ふのは、毛細管現象によつて、水がコンクリート体内に入込むことを許す、コンクリートの性質である。

吸水試験は、風雨、寒暑、等に對するコンクリートの耐久性を知る手段として行はれるものである。水がコンクリート内に容易に侵入し得ないならば、海水、酸、其の他の影響を受けることが尠いことは明瞭である。吸水量が小さく、従つて、コンクリートの含水量の變化が小であれば、含水量の變化による容積變化も尠くなり、コンクリートの耐久性が大きい。

普通に用ゐられる吸水量の試験方法には、次の3つがある。

(1) 供試體を 100°C 乃至 110°C で定重量となるまで乾燥した後、定重量となるまで水中に漬ける。吸水量は、吸収した水の重量を、乾燥した時のコンクリート重量の 100 分率で示す。

此の方法は、時間がかかり、定重量となるまで吸水したかを時々測定する手間が面倒である。

(2) 上記の方法を幾分簡便にしたもので、先づ供試體を定重量となるまで水中に貯藏し、次に之を定重量となるまで乾燥する。そして、重量の差を乾燥した時の重量の百分率で示し、吸水量とする。

(3) 供試體を定重量となるまで乾燥した後、通常、5 時間位水中で煮沸する。そして、重量の増加を乾燥した時の重量の 100 分率で示して、吸水量とする。此の方法は、前記の2方法よりも迅速であり、結果も良いが、煮沸した後の供試體は、他の試験の目的に使用し得ない缺點がある。

§ 473. 透 水 試 験

コンクリートの透水性と言ふのは、壓力ある水がコンクリートに接觸する時、コンクリ-

ト中に水を通過させるコンクリートの性質である。

コンクリート中を水が流れれば、水がセメントの一部を溶解して、コンクリートが粗鬆になる。水がコンクリート中を流れる時は、凍結作用により、ひどくコンクリートが破壊される。ともかく、透水性の尠いコンクリートの耐久性が大きいことは、確かである。

透水試験の方法は、次の3つに分けることが出来る。

(1) **ボム法** (Bomb method) 之は、圓壩形又は球形の供試體に小さい管を埋込み、ポンプで水をコンクリート體中に壓入する方法である。一定の壓力の下に於て、一定時間に壓入される水量を以て、透水性を測定する。水の代わりに、油又は染料の溶液を用ゐることもある。そして、試験を終つた後に供試體を割つて、透水の状態を検査する。

此の方法では、管を埋込まなければならぬから、構造物から切採つたコンクリートの透水性を試験することが出来ない。又、吸水性と透水性とを區別することも困難である。

(2) **イムプット法** (Imput method) 供試體として一般に圓版が用ゐられる。之は、一定の壓力の水を、一定時間接觸させた時、壓入される水量で、透水性を測るものである。水は、供試體から侵出することもあり、侵出しないこともある。

此の方法に於ても、吸水性と透水性とを區別することが困難である。然し、吸水性と透水性とを含む、コンクリートの水密性に関する一般的性質を測る方法として、價値ある方法である。

(3) **アウトプット法** (Output method) 供試體として、圓版が多く用ゐられる。之は、一定の壓力の水が、單位時間に、單位面積から流出する量を測定し、壓力と流出した水量との關係から、透水性を求めるものである。此の方法は、コンクリートの透水性の定義に適合する試験方法である。

理論上から言ふと、コンクリートの透水試験は、コンクリートの耐久性試験として非常に適當なものであるが、實際の構造物に於けるコンクリートの透水性は、コンクリートの施工に最も大きい關係のあるもので、普通の鐵筋コンクリート用のコンクリートに於ては、材料の分離を出来るだけ小ならしめる様に施工すること、打繼目の施工に十分注意することが、コンクリート自身の透水性よりも、すつと大切な事柄である。之が、標準示方書などに於て、コンクリートの透水性に関する一般の規定を設けることの困難な理由の1つである。

§ 474. 凍 結 融 解 試 験

コンクリート中の水分が凍結融解を繰返すことは、コンクリートの腐蝕及び破壊に最も重大な影響を有するものである。依つて、凍結融解試験が、コンクリートの耐久性試験とし

て、最も適切な試験方法となるのである。

海水の作用によるコンクリートの腐蝕が凍結融解作用によつて促進されること、又、凍結融解の作用に十分抵抗するコンクリートが海水の作用に對して十分な抵抗力を有することは、能く知られて居る。

凍結融解試験は、コンクリート容積の大部分を占める骨材の耐久性に關する試験としても、價値あるものである。

凍結融解試験が、實際に行はれる様になつたのは、外國でも、比較的近年のことである。我國では、内地の氣候が温暖であることにもよるが、まだ、あまり用ゐられて居ない。然し、朝鮮、滿洲などに於ては、甚だ大切な試験であると考へられる。

コンクリートの凍結融解試験の標準方法の決定に就いては、澤山の研究が行はれたが、其の決定を見る迄には、前途遼遠と思はれる。其の理由は、次の困難によるのである。

第1は、凍結融解試験の結果を如何にして測定するかと言ふ問題である。重量の減少を測るのも1方法であるが、供試體が破壊するまで、重量が減少しない場合もあるので、重量減少の測定が、役に立たない場合がある。強度の減少を測定するのも1方法であるが、強度試験によつて供試體が破壊されるから、非常に澤山の供試體を製作しなければならない。それで、小さい供試體を用ゐる場合の外は、此の方法が甚だ不便なのである。此の缺點を補ふために、一定の荷重により、供試體が破壊するまで、凍結融解を繰返す方法も考へられて居る。然し、此の荷重を供試體の破壊荷重の何%に定めるのが適當であるかは、まだ判かつて居ない。最近の研究によると、凍結融解を繰返す時に於ける、コンクリートの強度變化の割合によつて、凍結融解に對する抵抗力を測る方法が、最もよい様である。

第2は、凍結及び融解を行ふ方法と、之に應ずる供試體の形状及び寸法を定めることが、仲々困難であること、凍結及び融解にあまり時間がかかる様では實用上不便であること、等である。

第3は、コンクリートは一般に長年月の間の作用によつて腐蝕を起すものであるが、材齡何程のコンクリートに就いて凍結融解試験を行へば、コンクリート構造物の耐久性を示す基準とすることが出来るかを定めることが、仲々困難であることである。

上述の如き次第であるから、コンクリートの耐久性試験として、凍結融解試験は有効なものではあるが、標準方法がまだ出來て居ない今日に於ては、凍結融解試験の結果から、コンクリートの耐久性を判断するには、過去の實際の経験を十分考慮する必要がある。單に此の試験の結果のみによつて判断すれば、誤つた結論に達することもあり得ることを、忘れてはならない。

コンクリート瓦の凍結融解試験 に就いては、米國材料試験協會の標準試験方法がある。それは、次の如くである。

供試體を乾燥して、重量を測定した後に、18°C乃至24°Cの水中に72時間漬け、重量を測定し、之を冷蔵室に入れ、約30分間で-10°Cに達せしめる。凍結が終つたら、供試體を18°C乃至24°Cの水中に入れ、2時間以上かけて融解させ、供試體を検査する。5%以上重量の減じたもの、大いに龜裂を生じたもの、又は、強度が著しく低下したものは、破壊を生じたものと考へる。

§ 475. 磨 耗 試 験

床版や舗装などの場合、コンクリートは、磨耗される。磨耗に對する抵抗力を試験する目的で、磨耗試験が行はれる。磨耗試験の標準方法は、まだ出來て居ない。

コンクリートの磨耗は、研磨作用によるものと、衝撃又は搗碎き作用によるものがある。

研磨作用と言ふのは、舗装の上に砂があり、此の上を車のタイヤが通る時、又は、砂や砂利がコンクリート水路を流れる時、などに生ずる磨耗で、作用があまり烈しくないものである。

・ 衝撃又は搗碎き作用は、貨物自動車の鋼鎖、馬の蹄鐵、高速度の鐵輪車、等によつて生ずるもので、研磨作用よりも烈しいものである。

磨耗試験の方法の2,3を挙げれば、次の如くである。

Abramsは、Talbot-Jhoneのラットラーを用ゐて、磨耗試験を行つた。之は、コンクリートブロックを鋼製の圓筒内に張り、其の中に鋼球を入れ、圓筒を回轉し、コンクリートブロックの重量の減少によつて、研磨及び搗碎き作用に對するコンクリートの抵抗力を測つたものである。此の方法によると、ブロックの繼目、即ちブロックの稜、に於ける磨損が甚しい。依つて、ブロックの代りに、コンクリート環を用ゐる方法も試みられた。

直徑約22.5cmのコンクリート球と、煉瓦試験用のラットラーとを用ゐ、球の重量の減少によつて、磨耗を測定した人もある。之は、Abramsのブロックを用ゐる場合と異り、繼目の無い點はよいが、表面仕上げの影響を知らむとするのに不便である。

パネのついた多數の鋼棒で、コンクリート表面を敲いて、搗碎き作用に對する抵抗力を試験した人もある。

厚さ約6mm、直徑20cmの鋼板を直徑約53cmの圓周上に回轉させ、マイクロメーターで、鋼板の通路下のコンクリートの磨耗を測つた人もある。

米國の道路局では、コンクリート舗装の上に、諸種の車輪を通過させて、コンクリートの

磨耗を試験した。

是等の試験の結果によると、コンクリートが搗碎き作用を受ける時は、骨材の性質がコンクリートの磨耗に大きい影響を有する。然し、普通の研磨作用に対しては、壓縮強度の大きいコンクリートは、磨耗に対する抵抗力も大きいことを示して居る。

第 9 節 コンクリートの分析試験

§ 476. 概 説

構造物に於けるコンクリートが、齊等質のものでなければならないことは明白である。

齊等質のコンクリートを造るには、齊等質の材料を使用し、材料の計量を正確にし、十分な混合を行ひ、材料の分離を出来るだけ小ならしめる様に、運搬し、打込み、締固めなければならない。是等の作業が適當に行はれて、齊等性のコンクリートが出来て居るかを知るため、又、若し不齊等性のコンクリートが出来たらば、其の原因を探究し、作業に改良を加へて、齊等質のコンクリートを造るために、齊等性試験が大切になるのである。

コンクリートの齊等性を試験するには、§ 469 に述べた、構造物から切採つたコンクリートの壓縮強度を試験するのも 1 方法である。然し、之は、前に述べた様に、コンクリートの齊等性を試験する目的に対しては、あまり便利でない。

コンクリートの齊等性試験としては、新しいコンクリートの分析試験、及び、構造物から切採つた硬化したコンクリートの分析試験、等が行はれて居る。

§ 477. 新しいコンクリートの洗分析試験

コンクリートの齊等性を試験する目的に対しては、新しいコンクリートを分析して、セメント、骨材及び水の配合比を試験するのが最も便利である。之によつて、材料の計量から、コンクリート打ちを終つた後まで、各時機に於けるコンクリートの齊等性を試験することが出来る。即ち、材料の計量が正しく行はれて居るか、ミキサが常に齊等質のコンクリートを吐出すか、運搬中及び打込み後どれ位の材料分離が起るか、等を試験することが出来る。

新しいコンクリートの分析試験方法の 2, 3 を示せば、次の如くである。

(1) 空気中でコンクリート試料の重量を測つた後、水をかけて、板篩 5 で粗骨材と細骨材とを篩分ける。次に、板篩 5 を通過したものを網篩 0.15 で篩つて、細骨材とセメント糊と

を分ける。斯くして得られた、骨材及びセメント糊を乾燥すれば、骨材及びセメントの量が求められる。水量は、初めに測定した試料の重量から、骨材及びセメントの重量を引いて求める。

骨材が網篩 0.15 を通過する微粒を含むで居る時は、之に対する修正を施さなければならない。

此の作業は、時間もかかり、相當面倒である。

(2) 上記の方法を少しく簡単にするには、空気中で試料の重量を測つた後、試料を目盛ある容器に入れて、試料の容積(コンクリート中に空気を含まない様注意する)を測る。次に、試料に水をかけて、前の様に、板篩 5 及び網篩 0.15 を通して、粗骨材及び細骨材を摘出し、是等を水中に入れて、夫等の容積を求めた後、是等を乾燥して、重量を計る。然れば、試料中のセメント糊の容積及び重量が計算出来るから、セメントの比重を測定しておけば、セメント量及び水量も求められる。

骨材の微粉粒に対する修正は、前と同じである。

(3) **Dunagan の方法** 現場に於ける新しいコンクリートの分析方法としては、Dunagan の方法が甚だ便利である。此の方法に依れば、材料を乾燥する必要がないから、慣れれば、10 分間乃至 15 分間で、作業を終ることが出来る。結果も、現場に於ける作業の目的に対して、十分正確である。

Dunagan の洗分析試験方法は、次の如くである。

器 具

- (a) 秤量 10 kg, 感度 $\frac{1}{1000}$ の天秤
- (b) 容量約 7 l の容器
- (c) 水槽
- (d) 板篩 5 及び網篩 0.15
- (e) 洗ひ用容器

豫備試験 試験を行ふに先立ち、コンクリート材料に就いて、次の豫備試験を行ふ。

- (a) セメントの比重試験 (§ 418 参照)
- (b) 細骨材の表面乾燥飽和状態に於ける比重試験 (§ 431 参照)
- (c) 粗骨材の表面乾燥飽和状態に於ける比重試験 (§ 432 参照)

試料の採取 代表的試料の採取に就いては、§ 452 に述べてある。

試料は、粗骨材の最大寸法を mm で示した数の 200 倍を gr で表はした量以上、之を採取する。

試験方法 試験は、試料の量に應じ、數回に分けて之を行ふ。試験の順序は、次の様にする。

(a) 約 4 l の試料を容器に入れ、コンクリートの空気中重量を測定する。

(b) 容器に入れたコンクリートに約 1.5 l の水を加へ、攪拌してコンクリート中の空気を完全に排除する。空気を十分排除しないことが、試験誤差を大きくする原因の 1 つとなる。攪拌を終つてから約 2 分間静置した後、容器に入れた儘コンクリートを水槽中に浸漬して、水中に於けるコンクリート試料の重量を測定する。

(c) 水中重量の測定を終つた試料は、之を板篩 5 及び網篩 0.15 を通して水で洗ひ、分析する。網篩 0.15 を通過した材料は之を棄て、各篩の残留量の水中重量を測定する。洗分析の際、骨材を洗ひ流さぬ様、注意しなければならない。

(d) 檢算の必要ある場合には、各篩に残留した骨材及び網篩 0.15 を通過した材料を乾燥し、夫等の空気中重量を測定する。

結果の計算 各材料の重量は、次式で計算出来る。

$$\begin{aligned} \text{セメントの重量} &= \{(\text{試料の水} \text{中重量}) - (\text{網篩 } 0.15 \text{ 残留量の水} \text{中重量})\} \\ &\times \frac{(\text{セメントの比重})}{(\text{セメントの比重}) - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{細骨材の重量} &= \{(\text{網篩 } 0.15 \text{ 残留量の水} \text{中重量}) - (\text{板篩 } 5 \text{ 残留量の水} \text{中重量})\} \\ &\times \frac{(\text{細骨材の比重})}{(\text{細骨材の比重}) - 1} \end{aligned}$$

$$\text{粗骨材の重量} = (\text{板篩 } 5 \text{ 残留量の水} \text{中重量}) \times \frac{(\text{粗骨材の比重})}{(\text{粗骨材の比重}) - 1}$$

$$\begin{aligned} \text{水の重量} &= (\text{試料の空気} \text{中重量}) - \{(\text{セメントの重量}) + (\text{細骨材の重量}) \\ &\quad + (\text{粗骨材の重量})\} \end{aligned}$$

同一試料を數回に分けて試験を行つた時は、各試験の結果を各材料別に加算する。

必要ある場合には、粗骨材の板篩 5 通過量、細骨材の網篩 0.15 通過量、等に就いて、修正を施す。

§ 478. 硬化したポルトランド セメント コンクリート に於ける セメント量の試験


硬化したコンクリートに含まれるセメント量を試験することが、時として必要である。

コンクリートがポルトランド セメントを使用したものである時は、ポルトランド セメ

ントに於ける珪酸鹽は、骨材に含まれる珪酸よりも、稀薄な酸に非常に溶解し易いと言ふ性質を利用して、コンクリートに含まれるセメント量を求めることが出来る。酸としては、稀鹽酸 (3.3N) を用ゐる。

試験をするには、コンクリートをなるべく細かく碎き、之を稀鹽酸で處理し、溶解した珪酸からポルトランド セメントの量を求める。富配合のコンクリート程、之によつて、好結果が得られる。

コンクリートを稀鹽酸で處理する此の方法は、ポルトランド セメントを使用するコンクリートに適する試験方法で、ポルトランド セメント以外のセメント、又は、鑛滓其の他の混和材を使用した場合には、不適當なものである。又、骨材が鹽酸に容易に溶解する性質のものである時には、此の方法を使用することが出来ない。

コンクリート及 施工法・ 定價金八圓五拾錢
鐵筋コンクリート

昭和十七年四月十日印刷

昭和十七年四月十五日發行

著作權所有



著 者 者 吉 田 德 次 郎

東京市日本橋區通二丁目六番地

發 行 者 丸 善 株 式 會 社

代表者 取締役 金澤 末吉

靜岡縣濱松市元城町一七三番地

印 刷 所 棧 盛 開 明 堂

印 刷 者 高 田 壬 午 郎

東京市神田區淡路町二丁目九番地

配 給 元 日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

發 行 所

東京市日本橋區通二丁目

丸 善 株 式 會 社

(振替口座東京第五番)

日本出版文化協會 會員番號第 131501 番

丸善株式會社

支店及出張所

東京市神田區小川町三丁目(鴨河臺下) 振替口座(東京第二八二六番)	神田支店
東京市芝區三田二丁目(慶大前) 振替口座(東京第一一八五二番)	三田出張所
東京市牛込區早稲田船場町(早大正前) 振替口座(東京第七五三七五番)	早稲田出張所
横濱市港北區日吉町(慶大後科前) 振替口座(横濱第一四八七〇番)	日吉出張所
東京市麹町區(丸の内ビルディング) 二階北通	丸の内賣店
大阪市東區博愛町四丁目 振替口座(大阪七四四番)	大阪支店
神戸市神戶區明石町 振替口座(神戸第一五〇八番)	神戸支店
京都市中區河原町繪巻師 振替口座(京都第一四八一番)	京都支店
名古屋市中區榮町三丁目 振替口座(名古屋第一〇二九番)	名古屋支店
横濱市中區辨天通二丁目 振替口座(横濱第七四四番)	横濱支店
福岡市上西町 振替口座(福岡第五〇〇〇番)	福岡支店
長崎市鍋島屋町 振替口座(福岡第三五八八〇番)	長崎出張所
仙臺市國分町五丁目 振替口座(仙臺第一五番)	仙臺支店
札幌市北三條停車場通り 振替口座(小樽第一〇八〇〇番)	札幌支店
京府木町二丁目 振替口座(京城第三四四番)	京城支店
臺北市木町一丁目 振替口座(臺北第一六〇〇番)	臺北出張所
新京特別市梅ヶ枝町一丁目 振替口座(新京第三四七四番)	新京出張所

丸善株式會社・土木工學關係書

川口・三浦・小澤 共著
遠藤・松本・徳弘

土木工學上巻(静力学、動力学、
結構力学、水力学)
(増訂版) 價7圓 送33錢

同

中巻(材料力学)
(改訂版) 價7圓50錢 送33錢

鶴見一之・草間 著

土木施工法
(改訂版) 價3圓50錢 送14錢

工學士 森 慶三郎 著

最新上水道
(全訂改訂版) 價5圓 送21錢

工學士 森 慶三郎 著

最新下水水道
(全訂改訂版) 價5圓 送21錢

工學士 森 慶三郎 著

水力學
價5圓50錢 送21錢

工學博士 鶴見一之 著

簡下水水道
價3圓 送14錢

工學博士 池田篤三郎 著

流量表
價2圓50錢 送14錢

農學士 牧 隆 著

農業水利造構學
價9圓 送33錢

工學博士 中村達太郎 著

開渠と管渠の圖計算
價1圓 送6錢

工學士 辰田千三 編

ロシア土木工學 橋梁振動論
第 三 卷
價5圓 送21錢

農業土木學會編

農業土木ハンドブック
價6圓50錢 送33錢

熊本高工教授 吉田彌七 著

コンクリート及び
鐵筋コンクリート
價上4圓 送14錢 下7圓 送33錢

工學博士 日比忠彦 著

鐵筋混凝土の理論及
其應用
價上・中(各)10圓 下8圓 送45錢

瓜生 謙一 著

實用主トシクル
鐵筋コンクリート計算法
價2圓 送14錢

工學士 佐土原 勲 著

鐵道工學大意
(再訂版) 價3圓50錢 送14錢

工學博士 廣井 勇 著

築港
價前・後(各)6圓 送(各)33錢

工學博士 廣井 勇 著

日本築港史
價5圓50錢 送33錢

土木學會編

新英和工學辭典
價4圓 送14錢

志村良光・横山武人共著

工人
必携
メートル法の原理及應用
價3圓 送14錢

丸善株式會社・土木工學關係書

工學博士 君島八郎 著

河海工學 氣 象
第一編
(訂正版) 價3圓50錢 送14錢

工學博士 君島八郎 著

同 地 下 水
第二編
(改 版) 價6圓 送33錢

工學博士 君島八郎 著

同 地 表 水
第三編
(改 版) 價7圓50錢 送33錢

工學博士 君島八郎 著

同 河 工
第四編
(改 版) 價13圓 送33錢

工學博士 君島八郎 著

同 海 工
第六編
(改 版) 價上7圓50錢 送33錢
下5圓50錢 送21錢

工學博士 君島八郎 著

君 大 測 量 學
(再訂增補版) 價上3圓80錢 送14錢
下5圓50錢 送33錢

京大教授 近藤泰夫 著

測 量 學 一般篇
(全訂改版) 價2圓 送10錢

京大教授 近藤泰夫 著

測 量 學 應用篇
印刷中近刊

林學士 鈴木恭介 著

實 用 砂 防 工 學
(增補版) 價2圓50錢 送14錢

窪田・小野・井坂・坪井 共著

應 用 力 學 演 習 前 編
價2圓80錢 送14錢

工學博士 平野正雄 著

函 解 力 學
(增補改訂版) 價3圓30錢 送14錢

工學博士 田中不二 著

應 用 力 學 第一編 材 料 及
構造強弱學
價3圓70錢 送22錢

工學博士 田中不二 著

應 用 力 學 第二編 水 力 學 及
水 力 機 械
價4圓50錢 送22錢

瓜生康一 著

實用マシナリ 材 料 強 弱 論
價2圓 送14錢

工學博士 小野正 著

材 料 力 學
價8圓50錢 送33錢

大藏高彦・近藤泰夫 共著

構 造 強 弱 學
(改 版) 價上・下(各)6圓50錢 送(各)33錢

材料研究會編

工 業 材 料 便 覽 非金屬
(再訂增補版) 價8圓50錢 送33錢

工學博士 永井彰一郎 著

土木建築 主要材料 セメント 概論
(改 版) 價4圓 送14錢

日本製鐵株式會社 著

製 品 型 錄
改 版 中

鐵道技師 若杉松三郎 著

保 溫 材 の 理 論 及 實 際
(全訂改版) 價6圓50錢 送33錢

511.7-Y86-3㉿



1200500744912

511.7

Y86

3-

終