

## 第7章 混 合

本章に於ては、コンクリート材料を混合場所に運搬し、正確に計量し、齊等質のコンクリートとなる様に混合することを説明する。

### § 119. コンクリート材料の運搬

セメントは、コンクリート作業を始める前に、倉庫から到着順に出して、混合所に運搬し、開封して、使用する。

セメント1袋を材料計量の単位として用ゐる時には、袋の口を開く丈けにして置き、セメントを使用する時に、袋から直ちに練臺又はミキサの材料受にあけるがよい。

小工事では、骨材の運搬に、箆などを用ゐる、人夫に擔はせることもあるが、コンクリートの運搬に用ゐられる1輪車又は2輪車を用ゐるのが便利である。大工事では、特殊の運搬方法が用ゐられる。

總て、運搬の作業には、往路と歸路とを一定して置き、常に循環して運搬をなし、人夫を間斷なく働かせる様にすることが肝要である。

### 第1節 材料の計量

#### § 120. 概 説

コンクリートの混合作業に於て、最も注意を要するのは、定められた配合を厳守する様に、材料を計量することである。如何に材料を精選し、欲する強度、ウオーカビリチー其の他の性質を具備したコンクリートの配合を設計したにしても、現場でコンクリートを混合する時に、材料の計量が正確でなければ、欲する様なコンクリートを得ることが出来ないことは明白である。

元來、構造物の強度は、其の最弱點の強度によつて定まるのであるから、コンクリート1m<sup>3</sup>に用ゐたセメントの量が平均300kgであつたにしても、計量が不正確である爲に、ある部分には250kgに相當する丈けのセメントを使用し、他の部分には350kgに相當する丈けのセメントを使用したことになつて居れば、出来上つた構造物の強度は、大體、1m<sup>3</sup>につき250kgのセメントを使用したコンクリートの強度によつて定まることになる。

材料を正確に計量するには、以下に述べる様な方法を用ゐると同時に、監督を厳にしななければならない。

材料を全部請負持にすれば、セメントを節約しやうとして、不正の行はれる機会が多くなるから、大切な工事では、工事所有者がセメントを支給するのが普通である。但し、請負人も監督者も立派な技術者である時は、セメントを請負持にする方が、迅速に、經濟的に工事を進捗せしめ得るのが普通である。

セメントを支給するにしても、セメント倉庫が現場から遠い時には、運搬費を節約する爲に、セメントを節約して用ゐる、セメントが澤山餘つたと言ふ様な例もあるから、監督者は打ち終つたコンクリートの量と、使用したセメントの量とを絶えず照査することを怠つてはならない。之と反對に、コンクリートの強度を示様し、配合、水量を施工者の選擇に任せると、流動性を良くして仕事を樂にしやうとして、セメントの使用量が增加して困ることもある。又、故意でないにしても、少しの勞作を惜んで、不正確な計量が行はれがちであるから、嚴密な監督が必要である。

材料の計量に就いて、鐵筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

#### 『第27條 材料の計量

- (1) コンクリート材料は1練り毎に計量すべし。
- (2) セメントは重量に依りて計量すべし。
- (3) 骨材は細粗別々に重量又は容積に依りて計量すべし。
- (4) 水量は骨材の表面水量及び吸水量を考慮して計量すべし。骨材の表面水量及び吸水量の測定は責任技術者の指示する方法に依るべし。』

セメント及び各大きさに分けて貯藏した骨材は、總て1練りに使用する丈けづゝを別々に計量しなければならないから、材料の計量装置は、此の目的を達し得る様なものでなければならない。重量計量の装置の誤差は、計量する材料の重量の1%以下でなければならない。

水の計量装置は、水槽の容量の±0.5%まで精密に調整できることが必要である。

經驗によると、コンクリート材料を重量で計量し、骨材の粒度及び含水量を調整し、適當の大きさに分けた骨材を使用し、使用水量を變じてスランプを一定に保ては、各バッチの水セメント重量比の變化は、1%乃至3%以下にすることが出来るものである。

#### § 121. 現場配合比の計算

材料を計量する時には、先づ、與へられた示方配合比を現場配合比に換算し、機械練りであればミキサの能力、手練りであれば練臺の大きさ、其の他に應ずる様に定めた、1バッチに

使用する水、セメント、細骨材及び粗骨材の量を決定しなければならない。

次に、例を以て、其の計算方法を示す。

例1 示方配合重量比が 1:2.5:3.5, 水セメント重量比が 53%, である時、セメント1袋に對する各材料の重量、コンクリートの出来上り高、及びコンクリート 1m<sup>3</sup> に使用するセメント量を求む。但し、セメント、砂及び砂利の比重を夫々、3.15, 2.65 及び 2.65 とする。

解

	水	セメント	砂	砂利
示方配合重量比	0.53	1.00	2.50	3.50
セメント1袋に對する 各材料の重量 (kg)	$0.53 \times 50$ = 26.5	50	$2.5 \times 50$ = 125	$3.5 \times 50$ = 175
各材料の絶対容積 (m <sup>3</sup> )	$\frac{26.5}{1000}$ = 0.0265	$\frac{50}{1000 \times 3.15}$ = 0.0159	$\frac{125}{1000 \times 2.65}$ = 0.0472	$\frac{175}{1000 \times 2.65}$ = 0.0660

∴ 各材料の絶対容積の和は、

$$0.0265 + 0.0159 + 0.0472 + 0.0660 = 0.156 \text{ m}^3$$

コンクリートに 1% の空気隙があると假定すれば、

$$0.156 \times 1.01 = 0.1575 \text{ m}^3$$

故に、1m<sup>3</sup> のコンクリートに要するセメント量は、

$$\frac{50}{0.1575} = 318 \text{ kg}$$

例2 骨材の単位容積重量及び含水量が次表の如くである時、示方配合重量比が 1:2.5:3.5, 水セメント重量比 53% のコンクリートの、示方配合容積比、及び、現場配合容積比を求む。

骨 材	標準試験方法による 表面乾燥飽和状態の もの 1m <sup>3</sup> の重量	現場の計量方法によ る 1m <sup>3</sup> の重量	骨材の表面水百分率
砂	1470	1360	3
砂 利	1550	1470	1

解

	セメント	砂	砂利
示方配合重量比	1.00 或は 1500 kg	2.50 3 750 kg	3.50 5 250 kg
現場配合重量比	1	$\frac{2.5}{1-0.03} = 2.58$	$\frac{3.50}{1-0.01} = 3.54$
示方配合容積比	1	$\frac{3750}{1470} = 2.55$	$\frac{5250}{1550} = 3.39$

現場配合容積比	1	$\frac{3750 \times 1.03}{1360} = 2.84$	$\frac{5250 \times 1.01}{1470} = 3.61$
セメント1袋に對する 各材料 (現場配合)	1	$2.84 \times \frac{50}{1500} = 0.095 \text{ m}^3$	$3.61 \times \frac{50}{1500} = 0.12 \text{ m}^3$

現場に於て、セメント1袋に對する使用水量は、

$$50 \times 0.53 - \frac{50 \times 2.5}{1-0.03} \times 0.03 - \frac{50 \times 3.5}{1-0.01} \times 0.01 = 20.9 \text{ kg}$$

若し、骨材が乾燥して居る時は、骨材の吸水量丈けを加へなければならない。

猶ほ、現場に於ける粗骨材の板篩5を通過する量は之を細骨材と考へ、細骨材の板篩5に残留する量は之を粗骨材と考へて、現場配合比を決定する必要がある。

### § 122. セメントの計量

セメント 1m<sup>3</sup> の重量は、計量方法によつて非常な差がある。30 cm 立方位の枡を用ゐるとして、出来る丈けふうはりと輕盛にすれば 1m<sup>3</sup> の重量は約 1000 kg 位であり、相當枡り込めば 1450 kg 位にもなる。袋からシヨベルで普通の枡に入れれば、大約 1250 kg 位のものである。若し一旦セメントを箱にあげ、攪きまわしてからシヨベルで枡に入れれば、之よりも幾分小さくなる。又、枡の大きさにも大分關係がある。故に、セメントを容積で正確に計量することは非常に困難である。而して、セメントはコンクリートにとり最も大切な材料であるから、最も正確な計量を必要とする。依つて、セメントは重量で計量するのを原則とする。コンクリートの配合が容積比で與へられた時は、セメント 1m<sup>3</sup> の重量を 1500 kg とし、セメントの容積を重量に換算して計量しなければならない。

已むを得ない事情で、セメントを容積で計量する時には、枡の大きさ、シヨベル、枡への入れ方、等を一定し、其の方法による時のセメント 1m<sup>3</sup> の重量を實驗によつて定めなければならない。今、之が 1250 kg/m<sup>3</sup> であつたとすれば、セメント 1m<sup>3</sup> の重量は 1500 kg と規定されて居るのであるから、此の方法で 1m<sup>3</sup> のセメントを計量するには、 $1500 \div 1250 = 1.20 \text{ m}^3$  のセメントを計量しなければならない。若し枡を標準とすれば、其の容積の  $1250 \div 1500 = 0.833$  倍を有效な容積と考へる。例へば、配合が容積比で 1:2:4 であれば、砂は此の有効容積の 2 倍、砂利は 4 倍を計量すべきことになる。然し、入れ方を一定すると言ふことが甚だ困難であり、又、不正の行はれる原因となることを考へると、セメントは必ず重量で之を計量しなければならないことが一層明白である。

セメントを重量で計量するには、袋入セメントの場合は、セメントの正味が 50 kg であるから、1袋を單位として、計量するのが最も便利である。手練りによる時、1回の練り高は普通  $\frac{1}{6} \text{ m}^3$  位であるから、1:2:4 コンクリートの場合は 1袋を單位として少しも差支へ

ないし、1:3:6 コンクリートの時には、少し練臺を大きくし、1回の練り高を約  $0.21 \text{ m}^3$  位にすればよい。ミキサを用ゐる場合でも同様である。但し、時として袋が破れたりして重量の減じて居るものがないでもないから、此の點は注意しなければならない。

紙袋からセメントを取出す時には、糸を引抜き、紙を破かない様に注意する。紙袋は、再製することも出来るし、其の他に利用する方法が澤山あつて、相當に價值のあるものであるから、セメントを出した後、荷造をして、倉庫に入れておくがよい。

バラ セメントや、50 kg の端數のセメントは、秤で計量しなければならない。

### § 123. 砂 の 計 量

(1) 概説 砂の單位容積の重量は、弛く輕盛にした時と十分搖り込んだ時とは大分異なるから、砂もセメントと同様、重量に依つて計量するのが理想である。然し、砂を重量で計量することは困難な場合も多いし、又、工事の種類に依つては、それ程正確に計量しないでもよい場合も尠くない。

手練りの場合、骨材を容積で計量するには、底のない箱を練臺の上に置き、箱の中に骨材を入れて計量した後、箱を除去する。

獨輪車又は2輪車で骨材を計量することもある。此の場合、骨材の入れ方を一定にすることに注意しなければならない。車は、骨材が水平面に入れられる様な形のものを用ゐるがよい。土工用の車などを利用する時には、底のない箱を車の上におき、之で、骨材を計量した後箱を除去する。少しは手間がかかるが、正しい計量をなし得る方法を採用するのが適當である。

示方配合容積比で示される砂の容積は、骨材單位容積重量試験標準方法 (§ 430 参照) に示された方法、即ち棒突き法によつて乾燥した砂を締固めた時の容積である。然し、現場で砂を容積で計量する時、此の方法によることは、殆ど不可能である。依つて、現場に於ける計量方法による容積と、標準方法による容積との差に對して、修正を行はなければならないのである (§ 121 参照)。

現場で濕つた砂を輕盛で計量する時の量は、極く大體に就いて言へば、標準方法で計量する時の 75% である。

砂を容積で計量するに就いて最も困難を感じるのは、§ 64 に述べた様に、砂が其の含む水分によつて其の容積を膨脹すること、即ち膨みを生ずることである。

現場で使用する砂中に含まれる水分は、晴天と雨天と曇天とによつて異なり、又、同じ場所に盛られた砂でも、表面と内部とに於て異なることは勿論であるが、普通に其の重量の 3%

乃至 10% の水分を含んで居るから、實際に於て最大膨みの状態に近い砂を使用する場合が多いのである。示方配合は表面乾燥飽和状態の砂を使用する時の配合であるから、斯く最大膨みに近い状態にある砂を單に示方配合比で示される容積丈け量つて用ゐれば、示方配合に示されるよりも、2割乃至3割位少い砂を用ゐることになり、示方配合のコンクリートが得られない。それで、現場に於て、示方された配合及び水量のコンクリートを造る爲には、砂を容積で計量する場合、其の測り方を一定にするのみならず、砂の膨みを考慮して、正しい量の砂を用ゐること、及び、其の砂が含む水分を考慮して使用水量に修正を施すこと (§ 121 参照)、が是非必要である。容積によつて、水分を含む砂を正しく計量する爲に用ゐられる方法に、膨みに對して修正を加へる方法と、インテンション法とがある。

(2) 乾燥した砂の計量 乾燥した砂でも、現場で之をショベルで容器に投入すると、棒突き法による時に較べて約 7.5% 位容積を増すものである。それで、砂を容積で計量する時には、其の入れ方を一定にし、其の容積の増加率を實驗で定め、夫れ丈けの修正を施す。例へば、容積の増加率が 7.5% であれば、セメントと砂との示方配合容積比が 1:2 である時、現場配合容積比は 1:2.15 となる。

(3) 水分による砂の膨みに對する修正 乾燥して居ない砂を容積で計量する時は、量り方による不同が、乾燥した時よりも一層大きいから、量り方を一定することが特に大切である。そして、砂の含む水分と、其の量り方による其の砂の膨みとの關係を、實驗によつて定めておかなければならない。砂が含む水分は、§ 437 にのべてある方法に依り、現場で比較的容易に測定出来るから、上記の關係から、其の砂の膨み、從つて膨みに對する修正を求めることが出来る。例へば、砂を容積が  $V (\text{m}^3)$  である運搬器で計量するものとし、一定の投入方法で含水量が 7% である砂を填充する時、乾燥した砂を棒突き法で計量する場合に對し 20% の膨みを生ずるとすれば、其の砂の實際の容積は  $V \div 1.2 = 0.833 V (\text{m}^3)$  である。又、此の砂が乾燥した時、棒突き法による時の  $V (\text{m}^3)$  の容積を量るには、現場の此の方法によれば、 $1.2 V (\text{m}^3)$  の砂を量らなければならない。

それで、砂の容積計量に用ゐる容器の容積は、大約 3 割位大きく作つておき、容器に度盛をつけて、砂の膨みに對する丈け、餘分の容積の砂を計量し得る様にするのが便利である。

上記の方法は、計量に用ゐる容器及び之に砂を入れる方法を一定すること、砂の含む水分と定められた計量方法による時の砂の膨みとの關係を豫め實驗しておくこと、現場で水分の測定を行ふこと、膨みに相當する丈け餘分の砂を計量すること、等の手數がかかる上に、是等の作業中に誤差の起る機會が甚だ多いから、砂を容積で正確に計量することは、甚だむづかしい。之が、砂の正しい計量を是非必要とする場合に於て、重量で計量する方が却て便利

になる理由である。

現場で或る砂の膨みを簡単に試験するには、砂が水で飽和された時の容積は、之を乾燥して棒突き法によつて量つた時の容積と殆ど相等しいと言ふ性質を利用してよい。其の方法は、砂の計量に用ゐる容器に現場の入れ方で砂を上層まで填充した後、砂を取出し、容器に其の容積の3割乃至4割の水を入れ、前に取出した砂を再び徐々に容器に入れる。然れば、砂は水で飽和されて容積を減じ、水の中に沈澱し、餘分の水は容器から溢れ出る。此の時の砂の容積を容器の容積から減ずれば、其の砂の膨みが求められる。

(4) **イナnderション法** 之は、上述の、砂が水で飽和された時の容積は、砂を乾燥して棒突き法によつて量つた時の容積と殆ど相等しいと言ふ性質を利用するもので、砂を水で飽和させて容積で計量するのである。簡単に此の方法を行ふには、次の如くすればよい。砂を量る容器は鐵製のバケツ形のもので便利である。水を入れた箱に砂を入れて飽和させ、之を水と共に抱ひ上げて砂の面が容器の面より高くなる位に入れ、餘分の砂を掻き取る。此の際、水を十分に使用すれば、同時に砂を洗ふ目的を達することも出来る。運搬車を用ゐる場合でも以上に準ずればよい。

大工事に於て、此の作業を機械的に行ふ爲に、イナnderターが發明されたが、缺點が多いので、現在は、殆ど使用されない。

大工事で、砂を重量で計量する時には、特別な計量装置を使用するのが普通である。

砂は、之を重量で計量するにしても、含水量を測定して正しい量を計ること、及び、含水量に応じて使用水量に修正を施すこと、が必要である。殊に、暑中の工事などでは、含水量が時間によつて大分變つて来るから、十分まめに、修正を行ふ必要がある。

§ 86 に述べた様に、洗つた砂の下に排水設備をなし、12時間位水を切つてから用ゐれば、含水量のほぼ一定な砂を使用することが出来る。

一定の含水量の骨材を計量する目的で、骨材振動機が考案されて居る。之は、底に金網を有する容器に、壓力ある水をかけながら砂を充たした後、容器に振動を與へて砂の水を切り、此の砂を重量で計量するものである。齊等性のコンクリートを得る目的に對して、頗る適當なものである。

## § 124. 砂の膨みと檢收

砂を購入する時には、砂の膨みの儘の立米當りによつて檢收するのが慣例であるから、砂の供給者は、少しく費用が掛つても、檢收を受ける直前に盛立てをするのが利益である場合が多い。それで、100 m<sup>3</sup> の砂を檢收して、晴天1週間も経つと、90 m<sup>3</sup> しかなかつたと言

ふ様なことが起るのである。必要な砂の容積は空氣中乾燥状態又は表面乾燥飽和状態に於ける容積であるから、砂を購入する時の示方書は、乾燥した砂を標準とすることを、記載すべきであると思ふ。砂の容積を量るには、膨みの儘の立米當りに依るのが簡單であるから、之で檢收した後盛砂の數ヶ所から試料を取り、其の膨みを試験し、膨みに對する修正を施せば、正しい容積の砂を購入することが出来る。砂は散亂其の他の爲に失はれるものであるから、多少の餘裕を見込んで購入する必要があることは勿論であるが、以上の様にすれば、從來の如く、2割以上も餘裕を見込んでおくと言ふ様な必要はなく、正しい量を購入する點に就いて合理的である。

## § 125. 粗骨材の計量

砂利、碎石、等は容積で計量するのが普通である。粗骨材は、其の含む水分による膨みが極めて小さいし、又、計量方法が同じであれば、其の誤差も比較的小さいから、特別の場合のほかは、容積で計量して差支へない。

現場で、粗骨材をショベルで容器に入れて計量すると、其の粗骨材を標準方法によつて計量した時に較べて、普通2%乃至5%位容積が増加する。依つて、粗骨材を容積で計量する時にも、計量方法を一定して容積の増加率を實驗で定め、之に相當するだけ餘分の粗骨材を計量しなければならない。

粗骨材は、往々、大小粒が分離して居るから、之を計量する際にも、粒度がなるべく同じな粗骨材を計量器に入れる様、十分注意しなければならない。粒度を同じにする爲に、粗骨材を篩分けておき、之を所定の割合に混合して使用することに就いては、§ 86 に説明した通りである。

## § 126. 水の計量

設計された通りの水量を使用することが大切であることは明白であるが、現場で之を勵行するには、非常な努力が必要である。

使用水量は、セメント水重量比又は水セメント重量比で示されるが、現場で使用水量を正確に計量するには、是等から計算した水量から骨材が含む表面水量を減ずるか、又は、是等から計算した水量に骨材の吸水量を付け加へなければならぬ。

骨材の含水量試験は § 436 及び § 437 に、骨材の吸水量試験は § 433 及び § 434 に、細骨材の表面水の測定は § 435 に示してある。

現場で1練り毎に使用水量に對して修正を加へることは不可能であり、又、それ程の必要

もないが、事情の許す限り、屢々修正を加へなければならぬ。

水を測るには、重量によるか、目盛を施した水槽によるのが正確である。前に述べた様に、水の計量装置は、水槽の容量の  $\pm 0.5\%$  まで精密に調整できることが必要である。

水槽が附けてあつて、水を計量し得る装置を有するミキサを用ゐれば、水の計量が容易である。此の場合、ミキサを出来るだけ水平に据える必要がある場合が多い。

## 第2節 混合方法

### § 127. 概 説

コンクリート材料は之を十分に混合して、骨材の表面に普くセメント糊が擦り付けられる様に、又、材料混合の状態がどこも齊等である様に、しなければならぬ。コンクリートの或る配合に對して、其の最大強度、最大密度を得させる爲には、完全な混合が極めて大切である。

コンクリートが均一に混合されて居るや否やを、一見して知ることは、困難な場合が多い。殊にセメントと同色の細骨材を用ゐる時にそうであるから、機械練りの場合には適當な構造のミキサ内に於て一定時間混合すること、手練りの場合には一定の回数切り返へすこと、が必要である。

コンクリートを混合してから使用し終る迄に許し得べき時間は、セメントの性質、天候、温度、水セメント比、等によつて異なるが、温暖で乾燥して居る時で1時間、低温で濕潤な時でも2時間まで、である。故に是等の時間を経過したコンクリートは之を捨てなければならぬ。此の関係から、是等の時間以内に使用し得るだけのコンクリートの量を混合する様にしなければならぬ。又、之と同時に、既に打ち終つたコンクリートが凝結を始める前に、次のコンクリートを打ち得る様に混合作業を行ふことも必要である。それで、コンクリートの運搬及び打込みの作業とよく連絡を取つて、凡ての作業が中斷することのない様に、混合作業を計畫することが大切である。

### § 128. 練返しコンクリート

鉄筋コンクリート標準示方書第2條に、

『練直し——コンクリート又はモルタルが凝結を始めた場合に於て、再び混合する作業を言ふ。』

練直し——コンクリート又はモルタルが混合後相當時間経過したる場合、又は材料の分離を生じたる場合等に於て、再び混合する作業を言ふ。』

と定義してある。即ち練返しは、コンクリート又はモルタルが凝結を始めてから再び混合する作業であり、練直しは凝結を始めない前に再び混合する作業である。兩者を混同してはならない。

水を加へずに十分練返したコンクリートは、實驗室に於ける試験の結果によると、一般に、壓縮強度が増加するのみならず、打つた直後に於ける沈下及び硬化の際の収縮が小さい。練返しによつて強度が増加する理由の一つは、セメントの水和熱のためにコンクリート中の水が蒸發し、水セメント比が小さくなるからである。それで、修繕作業其の場合に於て、練返しコンクリートを使用するのが適當である場合も尠くない。然し、練返しコンクリートと鉄筋との附着強度は、普通の場合よりも減する。又、現場に於て、十分な練返しを實行させることは頗る困難であるから、練返しコンクリートの使用を許すことには不安がある。故に、鉄筋コンクリート工事に於ては、特別の場合のほか、練返しコンクリートの使用を禁じなければならぬ。

鉄筋コンクリート標準示方書は、練返しに就いて、次の様に規定して居る。

#### 『第30條 練 返 し』

凝結を始めたるコンクリート又はモルタルは、之を練返すとも使用することを得ず。』

無筋のコンクリートでも、練返しコンクリートの使用を禁止するのが普通である。それは、練返しを許すと、コンクリートの凝結の程度に就いて議論が起るし、又、練返しが十分でないとき甚だ悪い結果に終るからである。特別の場合として、表面仕上げに用ゐるモルタルであるとか、凝結初期に於けるコンクリートの収縮を出来るだけ避け度い様な時には、練返しコンクリートを用ゐて好結果が得られるし、又、水中コンクリートの場合にも、之を應用して有利なことがある。

### § 129. 手練りと機械練りとの比較

時間にも工費にも無關係に、只、最良のコンクリートを造ると言ふ點からすれば、手練りは機械練りに勝るものと著者は信じて居る。

普通の場合でも、丁寧に何度も何度も切返して手練りをすれば、機械練りに劣らないコンクリートを造ることが出来る。但し、之が爲には十分な監督が必要である。然し監督を厳にすると云つたところで、練方人夫ばかりでなく、監督者も疲れて來るから、大量のコンクリートを造る場合、手練りは兎角不満足な結果に終るのが一般である。

機械練りは、混合が徹底し、且つ作業が迅速で、大規模の工事に對しては、手練りに較べて頗る經濟的である。

現今、鐵筋コンクリート工事に於ては、機械練りを用ゐるのが原則になつて居る。之は、鐵筋コンクリート構造の部材は比較的寸法が小さい爲め、コンクリートの強度、水密性、等が特に大切であつて、若し一部分混合が不十分で粗悪なコンクリートが出来れば、之が構造物全體に悪影響を及ぼすからである。唯、小工事か、又は特別の場合丈けに、責任技術者の承認を得て、手練りを行ふことがある。

### § 130. 手 練 り

鐵筋コンクリート標準示方書は、パッチ ミキサによる機械練りを原則とし、唯、小工事其の他特別の場合に、責任技術者の承認を得た時に限り、手練りを用ゐることを許して居る。即ち、第29條(1)に、『責任技術者の承認を得たる時は、手練りに依ることを得。手練りは水密性の練臺上に於て之を行ふべし。』と規定して居る。

手練りを行ふには、練臺を準備しなければならない。練臺は、普通、水の漏らない様に板を密接し、之に數本の棧を打附けたものである。水の流れ落ちるのを防ぐ爲に、周圍に縁をつけることもある。練臺の上に、厚さ 1 mm 乃至 2 mm の鐵板を置けば、水の漏れる心配もなく、且つ混合作業が容易である。手練り 1 回のコンクリート練り高は、普通、 $\frac{1}{6}$  m<sup>3</sup> 位であるから、練臺の大きさは巾 120 cm、長さ 200 cm 位である。セメント 1 袋を單位として材料を計量する時に、1:2:4 の配合のコンクリートならば之で十分であるが、1:3:6 の配合の時には、巾 120 cm、長さ 240 cm 位にする必要がある。

手練りの際に、水を加へるには、なるべく如露の類で靜かに之を加へ、セメントを洗ひ流すことのない様に注意しなければならない。又、練臺をなるべく水平に据ゑつけることも大切である。

手練りを行ふ時、材料を加へて行く順序について、種々の方法がある。次に、最も入念な方法と普通の方法とを説明する。

(1) 入念の方法 先づ砂を練臺上に擴げ、其の上にセメントを撒き擴げ、練方人夫 2 人又は 4 人向き合ひ、シヨベルで一端から雜ぜ返し他端に及ぼす。此の作業を俗に「切り返す」と言ふ。切り返しは、齊等な色合を呈するに到るまで、少なくとも 3 回乃至 4 回之を行ふ。斯く水を入れずに切り返すことを空練り(からねり)と言ふ。

空練りを終つたならば、如露の類で使用水量の一部を加へた後に、3 回以上切り返して完全なモルタルを造る。

斯くしてモルタルが出来れば、之を練臺の上に擴げ、其の上に砂利を擴げ、残りの水を少しづつ加へながら切り返し、モルタルが全く一樣に砂利を包み、全體が齊等質のコンクリートとなる迄、少くとも 3 回切り返す。

斯の如くすれば、手練りの作業が大體 3 段に分れることになる。どの作業に於ても不完全な様子があれば、何度でも切り返すことが必要である。

鐵筋コンクリート用のコンクリートに於ては、なるべく完全な混合が得られる方法を用ゐなければならないから、鐵筋コンクリート標準示方書は、此の入念の方法に従ふべきことを規定して居る。即ち、第29條(2)に、『手練りの順序は先づモルタルを造り、次に粗骨材を加へ十分混合するものとす。其の練上りコンクリートは前條機械練りに準ずべし。』とある。

(2) 普通の方法 前同様に、セメント及び砂を全部一樣の色合となる迄空練りした後、砂利又は碎石を加へ、水を注ぎ、齊等なコンクリートを得る迄 3 回以上全量を切り返す。此の方法は、前者に較べて多少勞力は尠いが、監督が十分でない、前者よりも混合が不十分になる傾向がある。多くの示方書では、空練りの切り返し 4 回以上、水を入れてからの切り返し 5 回以上、都合 9 回以上を規定して居るが、切り返しの回数さへ多ければよいと言ふ譯ではないから、練方人夫は正直で、熟練したものを選ぶことが肝要である。

手練りで大量のコンクリートを造るには、材料の計り方 1 人、材料運搬に 2 人、練方に 2 人、少くとも 5 人の人夫が必要である。

## 第 3 節 機 械 練 り

### § 131. ミ キ サ

ミキサは、示方された時間内に、コンクリート材料を十分に混合して齊等質のコンクリートを造り、材料の分離なしに之を排出する構造のものでなければならない。

出来る丈け短い時間で満足な混合が得られると同時に、有害量の空氣がコンクリートに混入しない様な有效なミキサの構造に關する必要條件は、未だ判かつて居ない。然し、混合胴の形、混合羽根の配置、廻轉の速度、材料投入の順序及び方法、骨材の最大寸法、使用水量、1 練りの量、等が大切な條件であることは明白である。従つて、満足な混合を得る爲に、ミキサで混合を行ふべき時間は、是等の事項に關係するものである。

混合場に於ける設備は、混合胴に入れられる凡ての材料(水を含む)を正確に配合し得る様、自由に調整できるものでなければならない。

現今、機械練りに、最も廣く用ゐられて居るミキサは、バッチ ミキサ (batch mixer) である。標準示方書は、第28條 (1) に、『コンクリートの混合にはバッチ ミキサを使用すべし。』と規定して居る。バッチ ミキサは、1回の混合量丈の材料を機中に入れて練上げ、之を取出した後、更に次の材料を入れて混合するもので、此の1練りを1バッチと言ふ。

バッチ ミキサを形の上から分けると、**立方體型**、**圓筒型**、**圓錐型**、及び**德利型**の4種とすることが出来る。是等のうちで、圓筒型は、混合胴を傾けずに、取出樋によつて練上げたコンクリートを吐出させることが出来るが、他の3種では、混合胴を手力又は動力で一方に傾けて吐出させるのが普通である。前者を**不傾式**と言ふに對して、後者を**可傾式**と言ふ。

**立方體型** 混合胴は、單に鋼製の立方形の箱で、其の對角線を水平軸とし回轉させる。よつて内部の材料が顛倒し、互に捏ね合つて混合される。材料の投入口と、練上りコンクリートの取出口とが、相對してついて居り、可傾式である。此の型は、昔、盛に用ゐられたが、函の隅にコンクリートが附着し易い缺點があり、効率も餘りよくないので、現今は多く用ゐられない。

**圓筒型** 圓筒型は、圓筒を水平軸の周圍に回轉させるもので、筒の一侧に材料投入口、他側に練上りコンクリートの取出口がつけてある。筒の内面には、鋼製の混合羽根及び撈揚羽根が數個つけてある。投入された材料は、先づ投入口側の混合羽根で持上げられると落ちる様になる。落ちると次の混合羽根で撈はれて再び持上げられると同時に次第に取出口側の撈揚羽根に移され、撈揚羽根から取出樋の上に落ちる。取出樋が内方に傾いて居る時、即ちコンクリートを取出さない時には、取出樋の上に落ちた材料は再び混合羽根の上に落ちて、前と同様の移動を繰返すので、材料は筒内を往復しながら捏混される。取出樋を外方に傾ければ、撈揚羽根から樋の上に落ちたコンクリートが筒外に吐出される。是等の羽根の形狀、傾斜の状態などは、製造者によつて各々異なつて居るので、其の働きも以上と多少違つて居るものもある。

**圓錐型** 2個の圓錐胴を底で繼ぎ合はせ、水平軸の周圍に回轉させるものである。内面には兩側から中央に向つて傾斜した鋼製の羽根が數個つけてあつて、回轉の際、羽根で材料を撈ひ上げ、羽根が上部に來た時に撈つて來た材料を中央に落す様になつて居る。兩端は開いて居つて、一方は材料投入口、他方は取出口で、可傾式である。

**德利型** 混合胴は德利狀であつて、之を傾斜させた位置で回轉させるものである。胴の内面には數個の撈拌羽根が螺旋狀に取付けられて居る。回轉軸は前後に傾斜し得る様になつて居るから、便宜の傾斜にして材料を投入した後、一定の傾斜にして回轉させ、混合が終つたらば、胴を傾けてコンクリートを吐出させる。

混合胴が車體にのせてある場合に、材料及びコンクリートの出入口が、車の進退の方向について居るものと、之と直角の方向について居るものがある。前者を**エンド ダンプ型** (end dump type) と言ひ、後者を**サイド ダンプ型** (side dump type) と言ふ。エンド ダンプ型は、道路工事などに多く用ゐられる。此の種のもので、混合胴の取出口から練上りコンクリートを路面に配布する装置を有する道路工事専用のミキサを、**ペーパー** (paver) と言ふ。

いづれの種類でも、完全なミキサとしては、混合を繼續すべき最小時間に達する迄はコンクリートを吐出することが出来ない装置を有すること、混合が始つた後に材料を投入することが出来ない装置を有すること、水槽に鎖錠を具へた自働計量器を有すること、等が必要である。

### § 132. ミキサの能力

バッチ ミキサの能力は、1回に混合されるコンクリートの容積(1バッチの容積)で表はされる。例へば  $0.2 \text{ m}^3$  練りのバッチ ミキサと言ふのは1回の最大混合量が、 $0.2 \text{ m}^3$  (7切) であるミキサのことである。普通に用ゐられるミキサの能力は、最小  $0.113 \text{ m}^3$  (4切)、最大  $0.8 \text{ m}^3$  (28切) 位で、 $0.2 \text{ m}^3$  又は  $0.4 \text{ m}^3$  のものが、最も多く用ゐられて居る。

コンクリート1回の練り高は、其のミキサに對する製造者の公稱能力を決して超過してはならない。但し、信用のない製造會社の製品では、其の公稱能力に信頼すると失敗することがあるから、注意を要する。それで標準示方書第28條 (2) には、

『1練りの分量は責任技術者の指示に従ひ之を決定すべし。』と規定してある。ミキサの能力が判からない時は、大體、其のミキサの内容積の25%を以て、其のミキサの能力と假定してよい。

コンクリート1練りを混合するに必要な時間は、ミキサの効率によるは勿論、材料の運搬及び之を計量してミキサに投入する諸設備、コンクリートのウオーカビリチー、等によつて異なるものであるが、大約  $2\frac{1}{2}$  分乃至5分である。1練りの混合時間から、或る能力のミキサを用ゐて1時間に練上げ得るコンクリートの量を、算出することが出来る。

或るコンクリート工事に對して、使用すべきミキサの能力と其の臺數とは、工事の種類、1時間に練上げるを要するコンクリートの量、コンクリートの運搬及び打ち方の能力、等に適應し、凡てのミキサが其の全能力を發揮し得る様に定めなければならない。

ミキサの能力が大きくても、其の運轉費は左程増加するものでないから、大工事には、能力の大きいものを選ぶのが、一般に利益である。



ミキサに故障が起つてもコンクリートの作業を中絶しない爲に、大工事に於ては、豫備として、尠くとも1臺のミキサを準備するのが適當である。

### § 133. ミキサ用の動力

ミキサを運轉する爲の動力としては、電氣モーターが最も確實で、使用も簡易であるが、電力線引込みが間に合はないとか、引込み工費が多額に上るとか言ふ様な事情の爲に、之を用ゐることが出来ない時には、内燃機關、蒸氣機關、等を用ゐなければならない。

内燃機關として普通に用ゐられて居るのは、揮發油機關又は石油機關である。之は爆音が喧しいことと、比較的故障を生じ易いこと、とが缺點である。特別に運轉手をつけないと、一度の工事で滅茶滅茶になることがあるから、取扱ひに十分注意を要する。都市に於ける工事では、故障が起つた時、修繕を頼むことが比較的容易であるから、蒸氣機關の様に煤煙を飛散して人に迷惑を及ぼさない點は都合がよい。

山間の土木工事などでは、故障の尠い蒸氣機關を選ぶのが利益な場合が多い。汽罐其の他の設備の爲に費用も高くなること、蒸氣が上つて運轉する迄に相當の時間がかかること、等の缺點はあるが、運轉が極めて確實であると言ふ點から、土木工事用の動力として、捨て難いのである。猶ほ、工事の種類によつては、蒸氣機關は、コンクリートの混合用動力としてばかりでなく、巻上機及び排水ポンプ用の動力に併用することも出来るし、蒸氣は寒中コンクリートの場合の材料の加熱及び暖房に使用することも出来る。

ミキサの運轉に要する馬力は、ミキサの混合能力、構造、其の他によつて異なるは勿論であるが、作業の性質上、實際に必要なものよりも大きな馬力の原動機を用ゐるのが普通である。經驗上から、一般に用ゐられて居る原動機の馬力と、混合容量との關係は、大約、次の通りである。

混合容量 (m <sup>3</sup> )	0.085~0.11	0.14~0.17	0.2	0.28	0.40	0.57
" (切)	(3~4)	(5~6)	(7)	(10)	(14)	(21)
馬 力	3	4~5	5~6	7 $\frac{1}{2}$ ~9	10	15

### § 134. ミキサの選擇

鐵筋コンクリート及び其の他の重要なコンクリート工事に於ては、一般に、バッチ ミキサが使用されて居るが、バッチ ミキサのうちで、どれを選ぶかを定めるには、工事の種類、混合すべきコンクリートの流動性、等に就いて考へる必要がある。例へば、コンクリート道路工事の様に、硬練りコンクリートを使用する場合に、圓筒型の様な不傾式ミキサを使用する

と、コンクリートが羽根に附着して、混合が思ふ様に行はれないのみならず、コンクリートを吐出させるにも困難を感じる場合が多い。ソリヂェット コンクリートを用ひる様な場合に殊にそうである。故に、斯の如き時には、混合羽根の数の尠い可傾式ミキサを用ゐるのが適當である。普通の鐵筋コンクリート工事などに於ては、比較的混合羽根の多いミキサの方が、混合が完全に行はれ易いことは明白である。

ミキサの構造が適當でないと、初めにモルタルの多いコンクリートを吐出し、後に粗骨材の多いコンクリートを吐出したり、初めに粗骨材の多いコンクリートを吐出し、後に、モルタルを吐出したりする。いづれも、齊等質のコンクリートを得るに不都合なものである。是等は、吐出口の形、混合羽根の數、其の他の部分の改良、等によつて、齊等質のコンクリートを吐出し得る様になし得る場合も尠くない。故に、新しいミキサを使用する時には、先づミキサの試験をすることが大切である。

ミキサを試験するには、吐出される各時期のコンクリート試料を取り、洗分析試験 (§ 477 参照) を行ふ。各時期に於けるコンクリートの水セメント重量比、セメント細骨材比、粗細骨材比、等に於て、大約 10% 以上の差がある時は、ミキサの改良、混合時間の延長、等に就いて考慮しなければならない。

各種のミキサの中で、ミキサ自身の目的から云へば、最小時間に其の公稱能力のコンクリートを、最も齊等に、最大壓縮強度を有する様に、混合し得るものが最も優秀なものである譯であるが、猶ほ此のほか、取扱ひ上から構造が簡單で修理が容易であること、經費の上から、代價が安いこと、運轉用消耗品費が尠いこと、且つ耐久力が大きいこと、等を考へると、如何なるミキサを選擇すべきかは、非常にむづかしい問題である。

實際問題としては、製造會社の信用と、其の價格とから、ミキサが選擇されて居る。

### § 135. ミキサに材料を投入する順序

著者の實驗の結果によると、ミキサに材料を投入する順序は、水、セメント、砂、砂利の順序にするのが適當である (九州帝國大學工學彙報第三卷第六號 昭和六年二月 参照)。

水とセメントとを早く接觸させれば、セメントが十分に水と接觸し、更にミキサ内で骨材の爲に粉砕作用を受け、セメントが有効に利用されるから、壓縮強度の大きい、齊等質のコンクリートが得られる。従來行はれた、セメントと骨材との空練りは不要で、水は、尠く共、他の材料と同時に之をミキサに注入するのが適當である。

先づセメント糊を造り、之をミキサに入れて骨材と混合すれば、コンクリートの強度を増大し、カークカビリチーを良くすることが出来る。此の主旨で出來たコンクリート材料の配



合調整機は、**ウォーセクリーター**と言ふ名で、日本建機株式会社で製造販賣して居り、非常に好成績を示して居る。

ウォーセクリーターを使用しない場合、理想的な、材料投入の順序は次の如くである。他の材料を投入しない前に、先づ、使用水量の10%乃至15%をミキサに入れ、亞いで、セメント及び骨材を投入しながら注水し、是等の投入を終つた後に残りの10%の水を入れる様にする。猶ほ、セメントと細骨材とは、是等を投入する割合を一定にし、粗骨材は、セメント及び細骨材の投入を開始してから、尠くとも1秒乃至2秒間を経過した後に、之の投入を開始する。

### § 136. 機械練りの作業

コンクリート材料は、之を十分混合し、練上りコンクリートは色合が一様で、粘性に富み、齊等質でなければならない。或るミキサを用ゐる時、上記の様な、コンクリートの混合を得る爲に、何分間混合を繼續すべきであるかは、與へられた材料、配合及び水量のコンクリートに就いて、其のミキサに於ける混合時間と其のコンクリートの壓縮強度との關係を試験し、其の結果から判定するのが最も合理的である。

普通のミキサで、混合時間が5分乃至10分間迄は、壓縮強度が増加する。1分間までの間の強度の増大が非常に大きい。2分間以上混合しても、強度の増大が著しくないから、得る所が尠い。現今の優秀なミキサを用ゐれば、1分間乃至2分間の混合で、満足な結果が得られるのが普通である。

混合を繼續すべき適當な時間は、ミキサの種類、構造及び大きさによつて差のあるのは勿論であるが、ミキサが回轉する時の周邊の速度にも關係がある。あまり速度が大きいと、材料は遠心力によつて混合胴と共に回轉する傾向を生じ、反つて混合作用を妨げることになり、餘り遅ければ混合の效率が悪い。回轉の周邊速度は、現今の所で、1秒間に1m位が最も適當であると考へられて居る。之は1分間の回轉數約20内外に相當する。

普通のミキサを用ゐて完全な混合をなし得る爲には、凡ての材料をミキサに投入した後、能力約0.8m<sup>3</sup>以下の時は1分間以上混合し、能力0.8m<sup>3</sup>以上の時は、0.4m<sup>3</sup>又は其の端數に對して15秒混合時間を増大すればよい。猶ほ、硬練りコンクリート程、混合時間を長くする。作業に適しないと思はれるウォーカピリチーのコンクリートでも、混合時間の増加に依つて、十分ウォーカブルなコンクリートになることは、決して尠くない。

ミキサ内に材料全部を供給した後の混合時間を1分乃至2分とすれば、之に材料の供給及びコンクリートの排出に要する時間を加へて、1時間に混合し得るバッチの數は、最大20と

考へてよい。

機械練りの際、最初の1練りは、ミキサにモルタルが附着する爲め、所定の配合のコンクリートが得られない。依つて、ミキサを使用する時は、最初、適當量のモルタルを練りて之を排出し、次に所定のコンクリート材料を供給して、混合を行ふのが適當である。最初に混合したモルタルを敷モルタルとして打つことは、コンクリート表面が綺麗に仕上がること、又、打繼目が安全にできること、からも大切なことである。

バッチミキサを使用する場合、ミキサ内のコンクリート全部を排出した後でなければ、新たに材料をミキサ内に供給してはならないことは明白である。硬化したコンクリート及びモルタル又は其の他の雜物の混入を防ぐ爲め、及び、ミキサの内部に附着したコンクリート又はモルタルがミキサの效率を減ずるのを防ぐ爲め、作業の前後に於てミキサの内面を十分に掃除することが必要である。

猶ほ、ミキサから排出される際、コンクリート材料が分離する傾向ある時は、§ 155に述べた様に、吐出口の下に長さ約70cmの管を付けるがよい。

機械練りに就いて、鐵筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

#### 『第28條 機械練り

- (1) コンクリートの混合にはバッチミキサを使用すべし。
- (2) 1練りの分量は責任技術者の指示に従ひ之を決定すべし。
- (3) コンクリート材料は之を十分混合し、練上りコンクリートは色合一様にして、粘性に富み、齊等質なるを要す。
- (4) 混合時間はミキサ内に材料を全部供給したる後、毎秒約1mの回轉外周速度に於て1分以上とすべし。
- (5) ミキサ内のコンクリートを全部排出したる後にあらざれば、新たに材料をミキサ内に供給すべからず。ミキサは之が作業の前後に於て十分掃除すべし。』

### § 137. ミキサの運轉に就いての注意

ミキサの運轉に就いて注意すべき事項は、次の如くである。

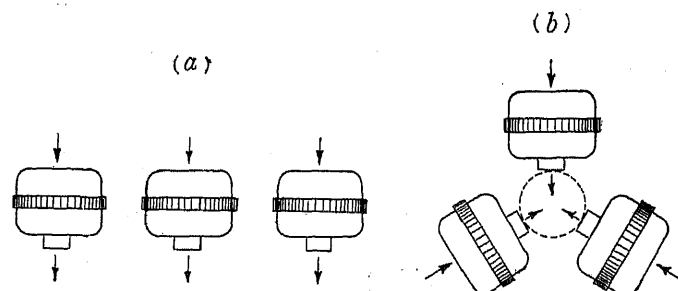
- (1) ミキサを運轉するには、先づ、原動機の空運轉をすること。
- (2) 原動機が運轉を始めた後、徐々に荷をかけて、混合胴の空運轉をすること。
- (3) 混合胴が圓滑に回轉を始めた後に、材料の供給装置及び練上りコンクリート吐出装置の空運轉を検し、猶ほ、水槽の水の出入具合も試験して、使用水量に應ずる様に之を調節すること。

- (4) 以上の試運転を終へた後に、混合胴を回轉しながら材料を供給すること。
- (5) 混合胴の回轉数が適當であるかを檢し、必要あれば調節すること。
- (6) 定められた個所へ十分油をさし、内燃機關を用ゐる時は、冷却用の水を十分に加へることを忘れないこと。
- (7) 混合胴内部の材料を排出した後でなければ、混合胴の回轉を停止しないこと。猶ほ、ミキサ使用の前後に於て水で混合胴の内部を洗ふこと。
- (8) ミキサの使用を終つたならば、次の使用に差支へない様整備すること。猶ほ、風雨共に對して適當の保護をすること。

### § 138. 混合所の設備

大工事に於ては、材料を運搬し、之を計量してミキサに入れ、練上つたコンクリートを運搬器に移す迄の作業を、確實迅速ならしめる爲に、種々の設備をすることが必要である。之は、工事の種類、混合すべきコンクリートの量、地形、其の他によつて異なるから、一般の標準を示すことが困難であるが、實際工事に當りては、諸工事の實例、經驗、等によつて、主任技術者が計畫すべき大切な事項の一つである。例へば、3臺のミキサを配置する丈けのことでも第43圖(a)の様にするか、(b)の様にするか、によつて、設備の工費並びに効率に非常に大きい差を生ずることがあるのである。

第43圖 ミキサの配置圖



十分な混合設備をすることは、經濟上からはあまり利益がないこともあるが、作業を確實に迅速に行ふと言ふ點から、必要である場合が多いのである。

### § 139. 既混合コンクリート (Ready mixed concrete)

近來、米國の都市では、一般のコンクリート工事に對し、需要者の注文に應じて、所要の強度及びウオーカビリチーのコンクリートを自働車で配給することが、盛に行はれて居る。1940

年に、米國では、既混合コンクリートを販賣する會社が700あり、8,000,000 m<sup>3</sup>のコンクリートを製造した。

既混合コンクリートを配給するのに2つの方法が行はれて居る。1つは、自働車にミキサを据付け、之にセメント及び骨材を入れ、適當な時期に水を加へて運搬中にコンクリートを混合するものであり、他は、中央混合所で混合したコンクリートを攪拌機を有する自働車で運搬するものである。攪拌機は、運搬中に於けるコンクリート材料の分離を防ぐ目的で使用されるものである。

既混合コンクリートの普通の示方書には、コンクリートは材料に水を加へてから1時間半以内に之を打たなければならないことが、規定してある。米國では、既混合コンクリートに關する標準示方書も出來て居る。