

第4章 骨材及び水

第1節 總 説

§ 52. 概 説

モルタル又はコンクリートを造るために、セメント及び水と混合する砂、砂利、碎石其の他に類似の材料を骨材と言ふ。

骨材は、其の大きさ、出所、鑛物組成、等に関して分類される。

骨材は、便宜上、粒の大きさによつて、細骨材と粗骨材とに分けられる。鉄筋コンクリート標準示方書第2條によると、細骨材は「骨材篩分け試験標準方法」(§ 427 参照)に規定する板篩 10 (圓孔の徑 10 mm) は全部之を通過し、板篩 5 (圓孔の徑 5 mm) は 85% 以上通過する骨材であり、粗骨材は板篩 5 に少くとも 85% 残留する骨材である。猶ほ、便宜上、其の粒の大きさによつて、例へば、粗砂、粗砂利、細砂、細砂利などと言ふ様に分類される。

骨材は出所に關して、之を天然骨材と、人工骨材とに分類することが出来る。天然骨材には、氣象、流水、氷河、等の作用で出来た河砂、河砂利、海砂、海砂利、山砂、山砂利のほかに、各種の岩石を碎いて造る碎砂、碎石、等がある。人工骨材は特種のコンクリートに使用されるものである。例へば、重量の軽いコンクリートを造る時の骨材として粘土を焼成して造つた骨材 (§ 78 参照)、石炭燼、等の様なものである。

重量の殊に大きいコンクリートを造る目的に對しては、磁鐵鑛又は各種の屑鐵が骨材として用られる。

§ 53. 骨材として必要な性質

性質の悪い骨材を使用した爲に、コンクリートが過早に腐蝕したり、崩壊したりした例は尠くない。

骨材として必要な性質は、

- (1) 清淨で有害物質の有害量を含まないこと、
- (2) 堅硬であること、
- (3) 密度が大で、強固であること、
- (4) 耐久的であること、

- (5) 粒形が立方又は球に近いこと、
 - (6) セメント糊との附着力の大きい表面組織を有すること、
 - (7) 大小粒混合の程度、即ち粒度が適當であること、
 - (8) 所要の重量を有すること、
 - (9) 特に耐火的のコンクリートを造る時は、之に適する性質を有すること、
- 等である。

(1) セメント糊が骨材とよく附着する爲め、又、セメント糊に害を與へることが無い爲に、骨材は清淨でなければならない。骨材に有害な物質のうちで、最も普通なのは、塵埃、シルト、粘土、有機不純物、各種の鹽類、等である。是等は、骨材中に混じて居ることもあり、又、骨材の表面に附着して居ることもある。

シルトや粘土が有害量在ると、コンクリートの容積變化を大ならしめ、コンクリートに龜裂の生ずる惧れが大きくなる。又、所要水量の増大及びそれ自身が弱いために、コンクリートの強度を減ずる。但し清淨で微細な石英は、コンクリートのウオーカビリチーを良くし、又、コンクリートの強度を増大することがある。

粘土、ロームなどが骨材の表面に密着しないで、骨材間に齊等に分布して居れば、貧配合のコンクリート又はモルタルに於ては、夫等の強度を増加する場合もある。然し、骨材表面に附着して居ると、常に甚だ有害である。

粘土、シルトなどが附着した砂の、コンクリート又はモルタルとしての強度を試験する目的で、砂を實驗室に運搬する時は、採集した儘、乾燥しない様に注意しなければならない。乾燥させると、粘土やシルトが骨材表面から取れて骨材に平等に分布し、貧配合のコンクリート又はモルタルに於ては、此の砂を洗滌したものよりも高い強度を示すことがある。

有害物質の許容量に就いては、§ 62 及び § 72 に述べてある。

- (2) 骨材は磨耗に耐へるため堅硬でなければならない。堅硬の程度は磨耗試験で試験する。磨耗試験による重量減量の許容量に就いては、§ 74 に述べてある。
- (3) 骨材は、水密性が大きいため密度が大であり、衝撃に耐へるため強靱であり、荷重に耐へるため強固であることを要する。

粗骨材は、一般にコンクリート中のモルタルの強度よりも大きい強度のものでなければならない。コンクリートの強度が、水セメント比によつて定まると言ふことは、使用する粗骨材の強度がセメント糊の強度よりも大きい範囲丈に成立つものである。

骨材の強靱性は、衝撃試験で試験する。

骨材の強度は、母岩の壓縮強度によつて之を定めることもあり、又、其の骨材で造つたコ

ンクリート又はモルタルの圧縮強度と、標準とすべき性質の骨材で造つたコンクリート又はモルタルの圧縮強度とを比較して、之を判定することもある。

(4) 骨材は、氣象作用其の他に耐へ得るために耐久でなければならない。水分の吸収、又は、溫度變化、等により、コンクリートを害する様な容積變化を生じてはならない。

骨材の耐久性は凍結融解試験、硫酸ナトリウム試験、等で試験する。

(5) 骨材の形が立方形又は球形に近く、鋭角が少く、最大な寸法と最小な寸法の差が小さいものは、一定の細粗骨材配合比に對して流動性のよいコンクリートを與へ、水セメント比を小さくすることが出来るから、強度の高いコンクリートを得るに適する。

(6) 骨材の表面組織は骨材とセメント糊との附着強度に大きい影響を及ぼし、従つて、コンクリートの強度に影響する。

骨材とセメント糊との附着強度は、骨材表面の粗滑によることは勿論であるが、骨材の表面にセメント糊が吸込まれるために、大きい附着強度を出すことがある。それで、一見表面が平滑に見える骨材も、粗面を有するものよりも、附着強度の大きいことがあるのである。

骨材とセメント糊との附着強度が適當であるか否かは、コンクリート又はモルタルの強度試験の結果から判定する。

(7) 骨材は所要のウオーカビリチーのコンクリートを造るに適し、又、經濟的のコンクリートが得られる様な粒度を有しなければならない (§ 58 参照)。

骨材の粒度は、篩分け試験で決定する (§ 59 参照)。

(8) 骨材は、重量の大きいコンクリートを造らうとするか、又は、重量の小さいコンクリートを造らうとするかにより、之に應ずる重量を有しなければならない。

(9) 耐火的のコンクリートを造るに適する骨材に就いては、§ 76 に述べてある。

我國內地に於ては、一般に、上記の條件に適する骨材を入手することが、比較的容易である。

§ 54. 骨材の單位容積重量

コンクリートの配合の決定及び出來上りコンクリートの容積の計算、等のために必要な骨材の性質は、單位容積重量、比重、含水量及び粒度、等である。

骨材の單位容積重量と言ふのは、骨材の 1 m³ の重量のことである。之は、コンクリートの配合を容積で示すため (§ 99 参照)、骨材を容積で計量するため、等に必要である。

骨材の單位容積重量は、一定の容器を充すに要する骨材の重量を測つて求める。

骨材の單位容積重量は、骨材の (1) 比重、(2) 粒度、(3) 締固めの程度、(4) 含水量、等によつて異なる。

他の事情が同じであれば、比重の大きい骨材ほど單位容積重量の大きいことは明白である。

骨材の粒度は、空隙率に影響を及ぼし、従つて單位容積重量に影響する。

締固めの程度が、單位容積重量に大きい影響を及ぼすことも明白である。

含水量の變化による粗骨材の單位容積重量の變化は比較的小さいものであるが、細骨材に於ては表面水により膨み (§ 64 参照) を生ずるので、其の單位容積重量が乾燥して居る時よりも、細砂に於て 25%、粗砂に於て 15% 位まで小さくなる。

それで、各種骨材の單位容積重量を比較する目的に對しては、標準試験方法 (§ 430 参照) に依つて、之を測定しなければならない。單に骨材の單位容積重量と言ふ時は、標準試験方法によつて測定した時の値である。標準試験方法は、一定の容器内に、骨材を突棒で突固めた時の値を測定するから、之を棒突き法 (rod method) と言ふことがある。

容積で骨材を計量する時には、濕つた輕盛の状態に於ける骨材の單位容積重量を知る必要がある。

骨材の單位容積重量は、之に影響する前記の事項のために、各種の骨材に就いて大分の差がある。普通の骨材に對する略値は第 8 表の如くである。

第 8 表
骨材の單位容積重量

骨材の種類	状態	單位容積重量 (kg/m ³)	
		輕盛の時	突固めた時
細骨材	乾燥	1450—1600	1520—1850
	濕潤	1360—1520
粗骨材 大きさ 5 mm 乃至 15 mm	乾燥 又は 濕潤	1450—1550	1570—1680
	乾燥 又は 濕潤	1450—1510	1480—1600
粗骨材の最大寸法が 40 mm の時、細粗骨材 の混合骨材	乾燥	1760—2000
	濕潤	1600—1850

第 8 表に於て、乾燥状態の骨材を突固めた時の單位容積重量は、標準試験方法によつた時の値である。

單位容積重量は、輕盛の時、十分ゆり込む時よりも、20% も小さいことがある。

砂利の方が、一般に、碎石よりも空隙が少いため、單位容積重量が大きい場合が多い。

§ 55. 表面水及び吸水量

骨材の含水量により、骨材の状態を次の如く區別することが出来る。

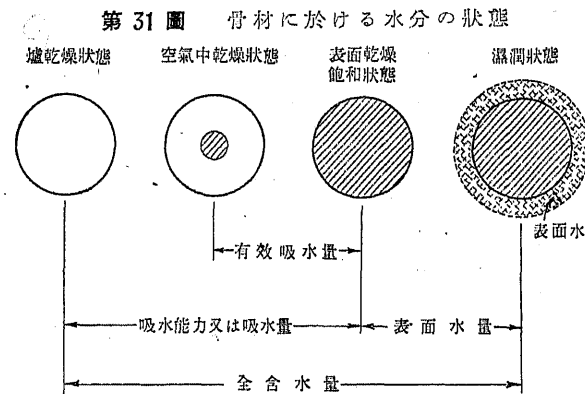
(a) 爐乾燥状態 乾燥爐により、 110°C を超過しない温度に於て定重量となる迄、加熱乾燥したもの。

(b) 空气中乾燥状態 粒の表面に水分がなく、内部には幾分の水分があるが、飽和して居ないもの。

(c) 表面乾燥飽和状態 粒の表面に附着せる水即ち表面水がなく、粒の内部の凡ての空隙が水で飽和されて居るもの。

(d) 濕潤状態 骨材粒の内部が水で飽和され、且つ表面水を有するもの。

骨材に於ける水の状態を圖解すると、第31圖の如くである。



第31圖に於て、太い線は骨材粒を、影線は水分の存在を示す。

コンクリート材料を混合した時、骨材粒の内部が水で飽和して居なければ、混合用水量の一部が骨材に吸収される。表面水があれば、之が混合用水量の一部となる。故に、セメント糊の濃さを示すための水セメント比の計算、及び重量によつてコンクリート材料を計量する時の計算に於ては、骨材は表面乾燥飽和状態を基準とするのが適當である。

現場に於ける細骨材は、濕潤状態にあるのが普通である。粗骨材は洗つた直後に於ては表面水を有するが、表面水はちき蒸發するから、粗骨材は空气中乾燥状態であることも多い。

表面乾燥飽和状態に於て骨材粒に含まれる全水量を、吸水能力或は單に吸水量と言ふ。空气中乾燥状態から、表面乾燥飽和状態になるに要する水量を有効吸水量と言ふ。

吸水量試験の方法は § 433 及び § 434 に述べてある。

吸水量は、骨材粒の粗鬆の程度を示すものであり、之は又、爐乾燥によつて、骨材表面水

量を測定する時の計算に用ゐられる。

永く水に漬けた粗骨材は、其の表面水を拭ひ去れば、表面乾燥飽和状態と考へてよい。

細骨材の表面乾燥飽和状態は、普通、濕潤な細骨材が、丁度自由に流動する乾燥状態に達した時であるとする。試験方法は § 431 に述べてある。

骨材吸水量の近似値は、第9表の如くである。

第9表 骨材吸水量の近似値

骨材の種類	吸水量(百分率)
普通の砂	0—2
普通の砂利、石灰石碎石	1/3—1
脈岩及び花崗岩	0—1/2
砂岩	2—7

甚だ軽い多孔な骨材では、25%以上に達することがある。

細骨材表面水の測定方法は、§ 435 に述べてある。

骨材含水量の近似値は、第10表の如くである。

第10表 骨材の含水量の近似値

骨材の状態	重量百分率	1m ³ に含まれる水量(kg)
甚だ濡れた砂	5—10	67—134
普通に濡れた砂	3—5	45—67
濕めつた砂	1—3	17—45
濕めつた砂利又は碎石	1 1/2—2	8—34

骨材が粗粒である程、含水量が小さい。

骨材は粒が小さい程、多量の表面水を保有し得るものである。

§ 56. 比重、絶対容積及び出来上りコンクリートの容積

材料の比重は、材料の單位容積の重量と、水の單位容積重量との比である。骨材の比重と言ふのは、骨材粒の比重のことである。骨材粒には、其の母岩の種類により、密實で空隙の殆ど無いものと、相當粗鬆なものがあるが、コンクリートの配合設計其の場合に於ては、骨材粒に於ける空隙に關せず、骨材粒によつて占められる容積を必要とするから、所謂、嵩比重 (bulk specific gravity)、即ち表面乾燥飽和状態の骨材の比重を使用する。空隙を有する骨材粒の眞の比重を求めるには、之を粉碎して、比重を測定しなければならない。

細骨材及び粗骨材の比重測定方法は、夫々、§ 431 及び § 432 に述べてある。

骨材の比重の近似値は、第11表の如くである。

第11表 骨材の比重

岩石の種類	荷 比 重	
	平 均	範 圍
砂岩	2.50	2.0—2.6
砂及び砂利	2.65	2.5—2.8
石灰岩	2.65	2.6—2.7
花崗岩	2.65	2.6—2.7
暗黒色の火山岩(Trap)	2.90	2.7—3.0

砂及び砂利は、普通、種々の岩石粒の混合したものであるから、其の比重は、最も多量に在る岩石粒の比重に關係するものである。

普通の場合、骨材の比重は、細骨材に對して 2.63 乃至 2.65、粗骨材に對し 2.65 と探つてよい。

比重に 1000 kg をかけたものが、骨材が固體としての 1 m³ の重量である。之を、骨材の固體單位重量 (solid unit weight) と言ふ。

骨材の、與へられた量の重量を固體單位重量で割つたものが、其の骨材量の絶対容積である。即ち、

$$\text{絶対容積 (m}^3\text{)} = \frac{\text{重量 (kg)}}{\text{比重} \times 1000}$$

である。

適當に造られた新しいコンクリート中に於ける空氣隙の全容積は小さいものであるから、之を無視すれば、使用した、水、セメント、及び骨材の絶対容積の和が、出來上つた新しいコンクリートの容積である。即ち、

$$V = \frac{w}{1000} + \frac{c}{1000 g_c} + \frac{s}{1000 g_s} + \frac{g}{1000 g_g}$$

茲に、

V = 出來上つた新しいコンクリートの容積 (m³),

w = 使用した水の重量 (kg),

c = 使用したセメントの重量 (kg),

s = 使用した細骨材の重量 (kg),

g = 使用した粗骨材の重量 (kg),

g_c = セメントの比重,

g_s = 細骨材の比重,

g_g = 粗骨材の比重,

である。

此の式から、或る配合及び水量のコンクリート 1 m³ を造るに必要な材料の量を求めることが出来る (§ 117 参照)。

§ 57. 骨材の空隙率

單位容積重量と比重とが既知であれば、空隙百分率は、次式で計算することが出来る。

$$\text{空隙百分率} = \frac{1000 \times (\text{比重}) - (1 \text{ m}^3 \text{ の重量})}{1000 \times (\text{比重})} \times 100$$

簡単に骨材の空隙を求めるには、骨材を充した容器の底から、靜かに水を入れ、入つた水の容積から、空隙を計算すればよい。然し、此の方法は、細骨材に對しては、甚だ不精確である。其の理由は、細骨材の表面に附着する空氣を、此の方法によつて、十分追ひ出すことが出来ないからである。

骨材の空隙百分率は次の如くである。

	空隙百分率
天然砂	27—47
碎石の篩ひ滓	33—50
粗骨材	30—55

或る比重の骨材に於て、單位容積重量が大きい程、空隙率が小さい。従つて、所要の性質のコンクリートを造るためにセメントの使用量が少なくてよいから、經濟的なコンクリートが得られる譯である。

§ 58. 粒 度

骨材の大小粒混合の程度を骨材の粒度と言ふ。

コンクリートに於ける細粗骨材の混合物が、適當な粒度を有することは、作業に適するウォーカーのコンクリートが得られ易い爲め、及び、セメントの使用量を節約し得る爲に、大切である。

使用セメントの一定量に對し、粒度の適當な骨材を使用するコンクリートは、粒度が適當でない荒々しいものを使用する時よりも、欲するウォーカーを得るために使用水量が少なくてよいから、強度の高いコンクリートが得られる。然し、コンクリートの性質に大きい

影響を及ぼすことなしに、使用し得る粒度の範囲がかなり広いことは、幸なことである。

普通のコンクリート工事に於て、細粗骨材の粒度が夫々適當であれば、細粗骨材の配合は、經驗に基いた任意配合によつてよい。然し、大工事又は大切な工事に於ては、使用骨材をして最適の粒度を有せしめるために、特に研究するのが有利である。

骨材の適當な粒度を定めるに就いては、コンクリートが所要のウオーカビリチーを有すると同時に最大密度を有する様にする場合と、所要のウオーカビリチー及び性質のコンクリートに對してセメント使用量を最小にする様にする場合とがある。

是等の目的を達するために、各種大きさの骨材の配合を定める爲に、

- (1) 骨材の空隙を漸次小粒の骨材で充すと云ふ考へに基く方法 (§ 109 参照),
- (2) 骨材の篩分け試験によつて得られる骨材の粒度を基とする方法 (§ 105 参照),
- (3) 試的方法 (§ 113 乃至 § 115 参照),

等が用ゐられて居る。

一般に、粒度の變化がほぼ均等であるものが適當である。然し、時としては、或る中間の大きさの骨材粒が缺けて居る方がよい場合もある。如何なる場合に於ても、或る特種の大きさの粒が過多に在る粒度のものは、常にコンクリートが荒々しくなつて悪い。

細粗骨材の粒度の標準に就いては、夫々 § 63 及び § 71 に述べてある。

§ 59. 篩分け試験

骨材の粒度は、篩分け試験によつて之を定める。

篩分け試験と言ふのは、篩の一組を、開き目の最小なものを最下において、開き目の大きさの順序に重ね、是等を通して骨材を篩分けることである。

篩には、網篩と板篩とがある。網篩は、金屬線を直角に織つたもので、正方形の目を有し、板篩は金屬板に圓孔を穿つたものである。

我國で使用される試験篩の規格は、JES 第 283 號 A 12 コンクリート骨材試験篩 (§ 427 参照) である。之は、細骨材に對し網篩を、粗骨材に對し板篩を規定して居る。

網篩目の開きに 1.207 を乗じたものが、此の網篩に等値な板篩の圓孔の直徑である。

骨材の篩分け試験に於て、普通に用ゐられる各篩の篩目の開きは、次の小さい篩目の開きの 2 倍になつて居る。即ち、細骨材の篩分けに使用する網篩目の開きは 0.15 mm, 0.3 mm, 0.6 mm, 1.2 mm 及び 2.5 mm 等では等を夫々網篩 0.15, 網篩 0.3, ……と呼び、粗骨材の篩分けに用ゐる板篩の圓孔の直徑は、5 mm, 10 mm, 20 mm, 40 mm, 80 mm 等で、是等を夫々板篩 5, 板篩 10, ……等と呼ぶ。時としては、是等の中間の板篩 7, 15, 25, 30, 50 等も

用ゐられるが、是等は、多く粗骨材の最大寸法 (§ 70 参照) を定める場合に使用される。

骨材の篩分け試験については、土木學會の「骨材篩分け試験標準方法」 (§ 427 参照) がある。

篩分け試験の結果は、各篩を通過する量を試料全量に對する重量百分率で示すこともあり、各篩に留まる量を試料全量に對する重量百分率で示すこともある。

篩分け試験の結果の一例は、第 12 表 の如くである。

第 12 表 骨材篩分け試験の結果及び粗粒率の計算例

網篩及び板篩	或る篩に止まつた試料の重量百分率				
	砂		利		(b)砂と砂利との混合したもの
	細砂	(a)標準粒度の砂	5mm~20mm	5mm~40mm	
1	2	3	4	5	6
板篩 40	—	—	—	0	0
〃 20	—	—	2	49	29
〃 10	—	—	59	81	49
〃 5	—	4	99	100	62
網篩 2.5	9	15	100	100	66
〃 1.2	28	37	100	100	75
〃 0.6	49	62	100	100	85
〃 0.3	79	85	100	100	94
〃 0.15	96	98	100	100	99
粗粒率	2.61	3.01	6.60	7.30	5.59

第 12 表 に於て (a) は、コンクリートに用ゐる砂として、一般に適當な粒度のものである。(b) は、第 3 列の砂 40% と、第 5 列の砂利 60% とを混合した骨材である。

細粗骨材の篩分け試験の結果が夫々既知であれば、是等を或る割合に混合した骨材の篩分けの結果を、計算で求めることが出来る。即ち、或る篩に止まる細粗骨材の混合物の百分率を求めるには、細骨材が其の篩に止まる百分率に細骨材の使用量の混合物全量に對する比を乗じたものと、粗骨材の其の篩に止まる百分率に、粗骨材の使用量の混合物全量に對する比を乗じたものとを加へればよい。例へば 第 12 表 の第 3 列の砂を混合物全量の 40% と、第 5 列の砂利を混合物全量の 60% とを混合した骨材の板篩 10 に止まる百分率は、

$$0 \times \frac{40}{100} + 81 \times \frac{60}{100} = 48.6\% \approx 49\%$$

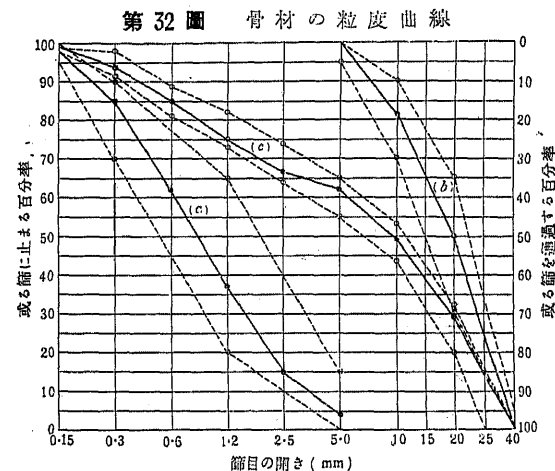
であり、網篩 2.5 に止まる百分率は、

$$15 \times \frac{40}{100} + 100 \times \frac{60}{100} = 66\%$$

である。

骨材篩分け試験の結果は、**粒度曲線**で之を示すのが便利である。縦距に、或る篩を通過する試料の重量百分率、又は或る篩に止まる試料の重量百分率を探り、横距に、篩目の開きを探つて粒度曲線を描く。篩目の開きを示すには、算術的の尺度を用ゐてもよいが、對數的の尺度を用ゐる方が便利である。それは、普通に用ゐられる試験篩の1組に於て、或る篩と次の篩との目の開きの比が一定になつて居るから、篩目の開きの對數の間隔が等間隔になるからである。

第32圖の粒度曲線(a)及び(b)は、夫々**第12表**の第3列及び第5列の骨材の粒度曲線を示したものである。横距には對數尺度を用ゐる、左から右への等間隔の線が、篩の1組に於ける篩目の開きを示す。**第32圖**の粒度曲線(c)は、**第12表**第6列の細粗混合骨材に対するものである。



圖に示してある篩目の開きの間の開きの篩にたいしては、開きの對數の差の比によつて、横距を定めればよい。之は計算尺の目盛を利用すれば極めて容易に出来る。

細骨材の篩分けには網篩を、粗骨材には板篩を使用するのであるから、**第32圖**の様な、篩分け試験の結果を示す圖の横距は、正しく言ふと、凡て網篩の開きに換算するか、又は、凡て板篩の開きに換算して示すべきであるが、元來、此の種の圖は單に粒度の傾向を大観するに便利のために使用するものであるから、**第32圖**の様に、網篩も板篩も、單に其の目の開きを横距に探つて實用上大した支障がない。

骨材の標準的粒度が定まつて居る時、其の粒度曲線を書けば、之によつて、標準粒度に近

い骨材を得るには、各種大きさの骨材を如何なる配合に混合すべきかを試的に求めるのに便利である。

骨材粒度の範圍が定められた時には、許容最小及び最大の粒度曲線を點線で畫いておくがよい。**第32圖**の細粗骨材に対する粒度曲線の上下にある點線は、鐵筋コンクリート標準示方書 (§ 63 及び § 71 參照) に規定された粒度の範圍を示したもので、粒度曲線が此の範圍内にある骨材は、標準示方書の粒度に合格する骨材である。又、**第32圖**の細粗骨材混合物の粒度曲線 (c) の上下に示してある點線は、最大寸法が 40 mm の砂利を用ゐる、セメントと骨材との配合重量比が 1:5 乃至 1:6 のコンクリートに對し、適當な粒度の範圍を示したものである。

細粗骨材の混合物に對し、一般的な理想的粒度はない。それは、或る場合に理想的である粒度も、他の場合に對して理想的でないからである。

§ 60. 粗 粒 率 (Fineness Modulus)

骨材篩分け試験の結果から、粗粒率と稱する實驗的係数を計算することがある。

粗粒率は、骨材の粒度を示す一つの手段となるのみならず、之によりてコンクリートの經濟的配合を定めたり、又、骨材粒度の齊等性を判断したり (§ 63 參照)、するために用ゐられる。

粗粒率と言ふのは米國の Tyler 會社製の標準篩 No. 100, No. 48, No. 28, No. 14, No. 8, No. 4, $\frac{3}{8}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{2}$ 等の1組を用ゐて、篩分け試験を行ひ、各篩に止まる試料の重量百分率の和を 100 で割つたものである。

JES 第 238 號 A12 コンクリート骨材試験篩には、細骨材に對し網篩を、粗骨材に對して板篩を使用することが規定してあり、篩目の開きも Tyler の標準篩と異なるから、我國の規格の篩を用ゐて、直接に、米國で言ふファイネス モデュラスを計算することは出来ない。

然し、Tyler の標準網篩の代りに JES の網篩 0.15, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 板篩 5, 10, 20, 40 等の1組を用ゐる、上記の様にして粗粒率を計算しても、Tyler の網篩を使用する場合に較べて、差は數パーセントに過ぎないから、實用上の目的に對しては、日本の規格の篩を用ゐた篩分け試験の結果から、**第12表**に示してある様に、直接、粗粒率を計算してよい。ただ、米國の本に書いてある値との間に幾分の差のあることだけは忘れてはならない。

骨材の粗粒率が示す大體の意味は、次の如くである。今、網篩 0.15 を第 1, 0.3 を第 2, 0.6 を第 3, 1.2 を第 4, 2.5 を第 5, ……等と名づけると、粗粒率は、近似的に、骨材が止まつた、篩の 1 組の、平均の篩を示すものである。即ち、ある砂に對して粗粒率が 3 であると言

ふのは、第3の網篩 0.6 が、此の砂が止まる篩の平均の篩であることを示すものである。

或る粗粒率を與へる粒度は無數にある。之が粗粒率の使用について、特に不利な點である。故に、粗粒率は粒度がほぼ同様である骨材の粒度を比較する時にのみ、之を利用するのが適當である。

骨材の粗粒率は、細骨材に對し 2.6 乃至 3.1、粗骨材に對し 6 乃至 8 がほぼ適當であるとされて居る。

第2節 細骨材

§ 61. 概 説

細骨材には、天然に産する山砂、川砂、海砂、等のほかに、岩石、鑛滓、等を碎いて造る碎砂、其の他之に類似の材料がある。碎石の篩ひ滓も微粉粒を篩ひ去れば、細骨材として使用出来る。

碎砂は天然砂が非常に高價な場合に使用される。然し、碎砂もなかなか高價なもので、大東亞戦争以前でも、 1m^3 が 7 圓乃至 8 圓位であつた。又、母岩と機械とが餘程適當でないと、良質のものが得られない。

砂の石質は石英質のものが最良とされて居るが、石灰質のものも悪くはない。

細骨材粒の形狀は、欲する強度及びウオーカビリチーを有するコンクリートを經濟的に製造し得ると言ふ點からは、球状のものが鋭角のものよりも幾分優つて居る。但し、磨耗に抵抗するを要するコンクリートにあつては、鋭砂の方がよい。

粘土、ロームなどは、砂の表面に密着しないで、齊等に分布されて居るものであれば必ずしも有害でなく、貧配合のコンクリート又はモルタルに於ては、却つて、強度を増加するものであるが、是等が砂の表面に附着して居る時は、甚だ有害である。

砂に於ける粘土、塵埃、等の有無は肉眼で判断出来る。又、砂の少量を掌上に置いて指頭で摩擦すると、粘土などがあれば、之が掌に附着することでも知れる。是等の量を求めるには、骨材洗試験標準方法 (§ 428 参照) に依る。

雲母を多量に含有する砂は悪い。雲母は、層狀構造をなし、其の粒が薄く、碎け易い。又、飽和するか、凍結するか、溫度變化に遭ふ時、膨脹して、劈開面で破壊する。依つて、雲母を多量に含む砂を用ゐると、コンクリート又はモルタルの強度が弱いのみならず、雲母が風雨の作用を受けて腐蝕するからよくない。殊に、磨耗に抵抗すべきコンクリートに於て、雲

母は有害である。

硫黄質を含有する細骨材は鐵筋を腐蝕させる恐れがあるから、之の使用を避けなければならない。

石炭は弱いから有害である。然し硬い種類のもが少量であれば、必ずしも有害でない。石炭は比重が小さいから、微粉は洗へば之を取去ることが出来ることも屢々ある。

海砂は鹽分を含んで居るから、鐵筋コンクリート用としては、之を清水で洗つて使用するのがよい。但し、混合用水に海水を用ゐる様なコンクリート工事に於ては、海水で洗つて使用すればよい。

砂が有機不純物を含むと、コンクリート又はモルタルの強度を減ずるのみならず、時としてはコンクリートが硬化しないこともあり、又、コンクリートの崩壊を來す原因となることもあるから、有機不純物は極めて有害である。内地の砂で、有機不純物の有害量を含むで居るものはあまりないが、朝鮮、滿洲では其の例が甚だ多い。有機物の有無は肉眼ではわからないから、一般に有機物の試験を行ふ。有機不純物に就いて、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10條 細骨材に於ける有機不純物』

天然砂は『砂の有機不純物試験標準方法』(附録第3章) に依りて試験すべし。

試験溶液の色合が標準色より濃き場合には、其の砂を使用したコンクリート又はモルタルの壓縮強度が所要強度を下らざる場合に限り、之を使用することを得。』

有機不純物試験標準方法は、§ 429 に述べてある。此の標準方法で試験すれば、天然砂に含まれて居る有機不純物の大體の程度を知ることが出来る。試験溶液の色合が標準色よりも濃い場合には、其の砂を使用しないのが一般に安全である。然し、此の試験方法は、有機不純物の含有程度を極く大體に示すだけで、此の試験に不合格な砂はコンクリート又はモルタルに使用することが必ず出来ないと断定し得る程、確定的の結果を與へるものではなく、此の試験に不合格な砂の使用に就いては、強度其の他の試験を行ふ必要あることを示すだけである。故に、假令此の試験に不合格な砂も、之を使用して造つたコンクリート又はモルタルの壓縮強度が所定の強度を下らない場合には、之を使用してよいのである。

コンクリート工事の實際に當りては、人夫の無智識や、不注意の爲に、セメントの袋紙や、砂又は砂利置場の草葉、植物性土壤などの混入することがあるから、砂の取扱ひと貯藏とに就いては、十分の注意が必要である。砂を直接地面上に置いて泥土と混する様なことは、最も慎まなければならない。

鐵筋コンクリート標準示方書は、細骨材に就いて、次の様に規定して居る。

『第8條 總 則

細骨材は清淨、強硬、耐久的にして、塵芥、土壌、鹽分、有機不純物等の有害量を含有すべからず。』

§ 62. 細骨材の有害物含有量の許容量

細骨材の、コンクリートに有害な物質の含有量に關して、一般に必要と認められて居る制限は、第13表の如くである。

第13表 有害な物質の許容量

	許 容 量 (重量百分率)	
	標 準	最 大
粘土	1 以下	1½ 以下
石炭及び亜炭	½ 以下	1 以下
網篩 0.075 を通過する物質	2 以下	3 以下
(a) コンクリート表面が磨耗作用を受ける場合		
(b) 其の他の場合	3 以下	5 以下

第13表に示してない、除去すべき物質の種類及び其の許容量は、過去の経験及び經濟的考慮によつて、之を決定しなければならない。

§ 63. 細骨材の粒度

細骨材は、板篩 10 は全部之を通過し、板篩 5 は之を 85% 以上通過し (§ 52 参照)、最大粒から微粒まで、大小粒が適當に混合して居るのがよい。微粒で粒大の揃つて居るものは最も悪い。理想的の粒度は、工事の種類及びコンクリート配合の貧富、等に依つて異なるものである。

同一單價の細骨材に於て、粒度が適當なものを用ゐれば、粒度が悪いものよりも、強度、水密性、其の他、所要の性質を有するコンクリートを、著しく經濟的に造ることが出来る。故に、經濟的見地から、なるべく粒度が適當な細骨材を使用しなければならない。

鐵筋コンクリート標準示方書は、細骨材の粒度に就いて、次の様に規定して居る。

『第9條 粒 度

細骨材は細粗粒適度に混合せるものにして、表-1 の範圍を標準とすべし。

表-1.

	重量百分率
板篩 10 を通過する量	100
板篩 5 を通過する量	85~100
網篩 1.2 を通過する量	45~80
網篩 0.3 を通過する量	10~30
網篩 0.15 を通過する量	0~5
洗試験に依りて失はるゝ量	0~3

篩及び篩分け試験方法は『骨材篩分け試験標準方法』(附録第1章)に依るべし。洗試験方法は『骨材洗試験標準方法』(附録第2章)に依るべし。』

試験篩及び骨材篩分け試験標準方法は § 427 に、洗試験標準方法は § 428 に述べてある。

實際及び實驗上、表-1 の程度の粒度を有する細骨材を使用すれば、普通の場合、經濟的に所要の目的を達するコンクリートが得られる。一般に、川砂で荒い粒と細かい粒との混合したものは、此の表に近い粒度を有する。

表-1 に於て、粒度の比較的廣い範圍が示してあるのは、もつと制限的な條件に合致する細骨材を經濟的に得られない場合をも含むで居るためである。

貧配合のコンクリート、又は細粒の粗骨材を使用してウオーカビリチーのよいコンクリートを得むとする時、等に於ては、各篩を通過する量が最大値に近づく様に、粒の大きさの許容範圍を一層制限することが望ましい。然し、富配合のコンクリートに對しては、最大強度及び經濟的見地から、作業に適するウオーカビリチーの得られる範圍にて、荒い粒度にするのが適當である。然し、如何なる場合に於ても、粒度の範圍は次表に示すよりも一層制限的にしないがよい。

	範 圍
網篩 1.2 を通過する量	20% 又はそれ以下
// 0.3 //	15% 又はそれ以下
// 0.15 //	5% 又はそれ以下

工事現場の附近で、適當な粒度の細骨材が得られない場合、他から粒度の適當なものを求めて使用すべきか否かは、主として經濟上から判断すべき事柄である (§ 81 参照)。

齊等性のコンクリートを造るためには、供給される細骨材の粒度が一定でなければならない。それで、細骨材の粒度を管理するには、細骨材が現場に供給される前に其の代表的試料を探つて、其の粗粒率を試験しておくがよい。そして、工事中供給される細骨材の粗粒率が、代表的試料の粗粒率に對し、± 0.20 以上の變化を示す時は、その砂を不合格とする。若し、斯の如き細骨材でも使用する必要がある場合には、コンクリートの配合及び水量を變化して、

所要の性質のコンクリートを得ることにつき、特に注意を要する。

§ 64. 細骨材の膨み

細骨材に於ける表面水は、骨材粒の間隔を大ならしめ、細骨材が最小容積を占める様に粒が互に落付くのを妨げるから、細骨材の容積を増大する。此の現象を細骨材の膨みと言ふ。細骨材の膨みにより、細骨材の単位容積重量が大分減じ (§ 54 参照)、又、空隙率が大いに増大する。

細骨材の膨みは其の粒の大小及び水分に関するもので、一般に、細粒の砂は、表面積の總和が大きいため、膨みが大きい。

砂の容積を、§ 430 に示してある単位容積重量測定の方法、即ち棒突き法、によつて測ると、最大膨みは大凡重量で 5% 乃至 6% の水分を含むだ時に起り、砂の細粗によつて乾燥した時に比して 10% 乃至 30% の膨みを生ずる。重量で 1% 乃至 2% の水分を含んだ時 10% 乃至 20% の膨みを生ずる様なこともある。猶ほ水分が増加すると膨みが減じ、重量で 16% 乃至 20% 以上の水分を含むで全く水で飽和されるに到ると、殆ど乾燥状態の時の容積に等しくなる。水で飽和された砂、即ち水に侵してある時の砂、の容積が乾燥した砂を標準方法で測つた時の容積と實際上相等しいと言ふ此の性質は、砂を容積で正確に計量する場合に利用される。

以上に示した膨みの数字は、棒突き法で容積を測つた時のもので、砂を弛く盛つた場合には、以上の値よりも 30% 乃至 50% も増加することがある。

現場では乾燥した砂を使用し得る場合は尠く、多少の水分を含むだものを用ゐるのが普通であるから、容積で砂を量る時には、膨みの影響を考慮しなければならない。是等の事項に就いては、§ 123 に述べてある。

骨材の含水量の近似値は第10表 (§ 55) に示してある。

§ 65. 細骨材の耐久性

コンクリートが、風雨、寒暑、等の作用を受ける時、耐久性の大きいコンクリートを造るためには、耐久的な性質の細骨材を使用しなければならない。

細骨材の耐久性は、其の細骨材を使用した過去の経験から、之を判断するのが適當である。然し過去の経験がない時には、促進耐久試験を利用する。

促進耐久試験には、凍結融解試験及び之に類似な、硫酸マグネシウム ($MgSO_4$) 試験又は硫酸ナトリウム (Na_2SO_4) 試験、等がある。此のうちで硫酸ナトリウム試験が廣く用ゐら

れて居る。

氣象作用其の他の腐蝕作用を受けるコンクリートに使用する細骨材は、硫酸ナトリウム試験を 5 回繰返す時、重量減少百分率が 8% 以下を標準とし、最大 12% 以下でなければならない。但し、試験の結果が上記の條件に適合しない細骨材でも、之を使用したコンクリートが、尠くとも 5 年間氣象作用に對して良好な成績を示して居る場合には、之を使用してよい。

§ 66. モルタルとしての細骨材の強度試験

モルタルとしての細骨材の強度試験 (§ 438 参照) は、コンクリートとしての強度の見地から、適當な性質の細骨材を選択する目的で行はれるものである。

試験すべき細骨材で造つたモルタル供試體の強度は、同じセメントと標準砂とで造つた同様な供試體の強度の尠くとも 90% でなければならない。試験の材齡は、普通ポルトランドセメントを使用する時 7 日以上、早強ポルトランドセメントを使用する時 3 日以上とする。

90% と言ふ數値は、試験の際に於ける避けがたい誤差に對して、10% の餘裕を採つたものである。

第3節 粗骨材

§ 67. 概 説

粗骨材は、板篩 5 に少くとも 85% 残留する骨材である。粗骨材としては、砂利又は碎石が普通に用ゐられる。砂利と碎石とを混用する場合もある。

砂利の種類には、山砂利、川砂利、及び海砂利、等がある。いずれも、清浄で、不純物の有害量を含有してはならない。死石は之を取去らなければならない。山砂利、陸掘の砂利は之を洗滌する必要がある。海砂利の使用に就いては、貝殻を混じらないこと、洗滌して鹽分を取去ることに注意を要する。

碎石は、花崗岩、角閃岩、玄武岩、石灰岩、砂岩、等を、手又は碎石機で破碎して造つたものである。ガラス質の石は碎石として、一般に、不適當である。

熔鑄爐鑄滓の碎石については、§ 75 に述べてある。

輕量コンクリートを造るための粗骨材に就いては、§ 77 乃至 § 80 に述べてある。

耐火的のコンクリートを造るための粗骨材に就いては、§ 76 に述べてある。

粗骨材につき、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12條 總 則

粗骨材は清淨、強硬、耐久的にして、軟質、脆弱、扁平、細長なる石片、鹽分、有機不純物等の有害量を含むべからず。粗骨材は少くともコンクリート中のモルタルと同程度の強度を有することを要す。特に耐火性を必要とする場合には、コンクリート中に於て耐火的なる粗骨材を使用すべし。』

§ 68. 粗骨材の石質

粗骨材の石質は、一般に、堅硬強固で、風雨寒暑の作用に耐へ得る耐久のものではない。鐵筋コンクリート用の粗骨材は、少くとも、コンクリート中のモルタルと同程度の強度を有することが必要である。コンクリートの強度が使用する粗骨材の強度によつて限定されることは、一般に、甚だ不經濟である。それで、風化した死石や、凝灰石の様な脆弱なものを使用してはならない。

標準示方書第25條表-3 (§ 101 參照) に於けるコンクリートの壓縮強度とセメント水比との關係は、粗骨材の強度が、コンクリート中のモルタルの強度以上の場合に限り適用し得るものである。

普通の砂利は、一般に、コンクリートの骨材として十分な強度を有するものであるが、特に強度の大きいコンクリートを造る場合には、骨材の強度に就いて、相當に考慮する必要がある。

§ 69. 粗骨材の形狀

粗骨材粒の形は立方形又は球形に近いものがよい。扁平なもの、細長なものは悪い。扁平なもの、細長なものは、鐵筋コンクリートに於て殊に不適當であつて、コンクリートが鐵筋及び型枠の間に十分行き互ることの妨げとなり、又、粗骨材の下側に空隙の出来る惧れが多い。

砂利と碎石と、粗骨材としていづれが優つて居るかと言ふに、鐵筋コンクリート用コンクリートとして、欲する壓縮強度とウオーカビリテーとを有するコンクリートを經濟的に製造すると言ふ點からは、一般に、砂利の方が優つて居る。碎石の方は、殊に手割の場合に、粒大が揃つて居るために空隙が大きいから、砂利を用ゐる場合と同じ丈けのセメント及び砂を使用するとすれば、強度が弱く出ることもあり、水密性に於て劣ることもある。且つ、コン

クリートのウオーカビリテーは、砂利を用ゐるものの方がよいことは明白である。但し、碎石でも、粒形及び粒度が適當なものは、之でウオーカビリテーの良いコンクリートを造ることが出来、同一の水セメント比に對して、砂利よりも、強度の高いコンクリートが出来るものである。

一般に就いて言ふと、壓縮強度に於ては、砂利コンクリートと碎石コンクリートとの間に大きい相違はないが、引張強度及び曲げ強度に於ては、後者の方が前者よりも幾分大きい。殊に、硬練りコンクリートを用ゐて十分な締固めをする時は、碎石の方がセメント糊と完全に附着する表面が大きい丈け強度が高い。故に、硬練りコンクリートを使用することが出来、曲げ強度及び磨耗に對する抵抗力の大きいコンクリートを必要とする舗装の場合などに於ては、一般に、碎石が砂利よりも優つて居る。

然し、實際の場合に、砂利を用ゐるか又は碎石を用ゐるかと言ふことは、一般に、價格の上から決定されるもので、特別の場合に、果して何れが使用の目的に合し、且つ經濟的であるかは、實驗の結果によつて判断しなければならない。

§ 70. 粗骨材の最大寸法

粗骨材の最大寸法は、重量で、骨材の少くとも、90% が通過する最小な篩目の開きを以て示される。それは、粗骨材には、形の扁平なもの、細長なものが混じて居るのが普通であるので、粗骨材の粒を單獨に計つて其の最大寸法を、其の粗骨材の最大寸法とすることは實際上適當でないからである。

粗骨材の大きさについて何等の制限がない時、最大寸法の大きい粗骨材を使用すれば、大いにセメントの使用量を節約することが出来る。それは、粗骨材の最大寸法を大きくし、粗骨材の大小粒混合の範囲を大きくすれば、與へられたセメント糊により、混吊しうる骨材の量を増大することが出来るからである。

それで、コンクリートの混合、取扱ひ、打込み其の他の施工が安全且つ容易に出来る範圍に於て、最大寸法の大きい粗骨材を用ゐるのが得策である。然し、或る水セメント比のセメント糊の一定量に對して、所要のウオーカビリテーを得るためには、或る最大寸法の粗骨材の使用量について、制限のあるものである。最大寸法が 60 mm 乃至 120 mm の範圍に於ては、利用出来る最大寸法の骨材を使用するのが經濟的であるか否かについて、十分研究する必要がある。經驗によると、混合、運搬、打込み、等の作業が有効にでき、且つ齊等性のコンクリートが得られるためには、粗骨材の最大寸法を 150 mm 以下とするのが適當である。最大寸法が 150 mm 以上では、取扱ひ及び打ち方に困難を感じる。普通の場合、無筋コン

クリートに於ける粗骨材の最大寸法は 75 mm である。

各種の工事に對する粗骨材の最大寸法の標準は 第18表 及び 第20表 に示してある。

鐵筋コンクリートに於て、粗骨材の最大寸法は、鐵筋相互の間隔及び型枠と鐵筋との間隔、型枠の大きさ、コンクリートの取扱ひの容易、等から定められる。

粗骨材の大きさは、粗骨材が鐵筋の間を自由に通過し、又、鐵筋と型枠との間に十分入込み得るものでなければならないことは明白である。粗骨材の最大寸法は、前に述べた様に、粗骨材の最大粒の最大寸法を言ふのではないから、粗骨材の最大寸法を鐵筋の最小純間隔に採ることは安全でない。それで、粗骨材の最大寸法は、鐵筋最小純間隔の $\frac{3}{4}$ 以下に定める。

鐵筋コンクリート標準示方書 第80條 (1) には、『梁に於て平行なる引張主鐵筋相互間の水平純間隔は 2.5 cm 以上にして、鐵筋直径の 1.5 倍以上を標準とすべし。』と規定してある。此の規定の鐵筋純間隔を用ゐる時には、粗骨材の最大寸法は 19 mm 以下、又は鐵筋直径の 1.1 倍以下、としなければならない。

最大寸法の大きい粗骨材を使用したコンクリートを小さい型に入れれば、齊等質のコンクリートを造り、且つ、コンクリート上面を平らにすることが、甚だ困難である。故に、型の大きさに依つて、使用すべき粗骨材の最大寸法を制限する必要がある。經驗によれば、粗骨材の最大寸法を部材の最小寸法の $\frac{1}{5}$ 以下に制限すれば、以上の心配はない。コンクリート壓縮強度試験の供試體を造る時、骨材の最大寸法は、型の直径の $\frac{1}{4}$ 以下とする。但し $\frac{1}{3}$ までは許容できる。

壓縮強度の大きいコンクリートを經濟的に造ると言ふ點からは、事情の許す限り、最大寸法の大きい粗骨材を使用するのが一般に有利であることは、既に述べた通りである。然し、最大寸法が 50 mm 以上である様な粗骨材を使用すると、假令、鐵筋相互の間隔及び鐵筋と型枠との間隔、等からは差支へないにしても、普通、鐵筋コンクリートに使用される流動性のコンクリートに於ては、材料の分離を起し易い。又、コンクリートの取扱ひにも不便が多い。それで、鐵筋コンクリートに於ける粗骨材の最大寸法は、50 mm 以下とする。普通の場合、30 mm を最大寸法と考へてよい。

鐵筋コンクリート標準示方書は、粗骨材の最大寸法に就いて、次の様に規定して居る。

『第13條 粒 度

(2) 粗骨材の最大寸法は、重量にて骨材の少くとも 90% が通過すべき篩目の開きを以て示すものとす。

(3) 粗骨材の最大寸法は 50 mm 以下にして、部材最小寸法の $\frac{1}{5}$ 、又は鐵筋の最小空間隔の $\frac{3}{4}$ を超過すべからず。』

§ 71. 粗骨材の粒度

粗骨材に於ても、細骨材に於けると同様に、大小粒が適度に混合して居ることが大切である。粒大の揃つて居るものは空隙が大きいから、同一強度のコンクリートを製造する爲に多量のモルタルを必要とし、従つてコンクリートの單價が高くなる。

或る最大寸法の粗骨材の粒度は、第14表を標準とする。

第14表 板筋を通過するものの重量百分率

篩目の開き 粗骨材の大きさ	150 mm	100 mm	80 mm	50 mm	40 mm	25 mm	20 mm	15 mm	10 mm	5 mm	網 篩 2.5 mm
	5mm - 15mm							100	90-100	40-75	0-15
5mm - 20mm						100	90-100	—	20-55	0-10	0-5
5mm - 25mm					100	90-100	—	25-60	—	0-10	—
5mm - 40mm				100	95-100	—	35-70	—	10-30	0-5	—
5mm - 50mm			100	95-100	—	35-70	—	10-30	—	0-5	—
5mm - 80mm		100	95-100	—	40-75	—	20-40	—	5-15	0-5	—
5mm - 100mm	100	95-100	—	45-80	—	20-40	—	5-20	—	0-5	—
5mm - 150mm	95-100	—	50-85	—	25-50	—	10-30	—	5-15	0-5	—
20mm - 40mm	—	—	—	100	90-100	20-55	0-15	—	—	—	—
25mm - 50mm	—	—	100	90-100	35-70	0-15	—	—	—	—	—
50mm - 100mm	100	90-100	—	0-15	—	—	—	—	—	—	—

第14表は、鐵筋コンクリート標準示方書 第13條表-2 に示された範囲も含むで居る。示された粒度の範囲は、骨材の供給者及び使用者の兩者の立場から無理のないものである。

それで、事情の許す限り、此の大きさ及び粒度の制限によるのが適當である。

§ 72. 粗骨材の有害物含有量の許容量

粗骨材の、有害物質の含有量に關して、一般に必要と認められて居る制限は、第15表の如くである。

第15表 有害な物質の許容量

	許 容 量 (重量百分率)	
	標 準	最 大
脆弱な石片	2 以下	5 以下
石炭及び亞炭質	$\frac{1}{2}$ 以下	1 以下
粘土塊	$\frac{1}{2}$ 以下	$\frac{1}{2}$ 以下
網篩 0.075 を通過する量	$\frac{1}{2}$ 以下 (a)	1 以下 (a)

(a) 網篩 0.075 を通過する物質が碎石粉である時は、許容量を夫々 $\frac{3}{4}\%$ 及び $1\frac{1}{2}\%$ まで高めてよい。

§ 73. 粗骨材の耐久性

風雨、寒暑其の他の腐蝕作用を受けるコンクリートに使用する粗骨材は、耐久的でなければならぬ。

粗骨材の耐久性は、其の粗骨材を使用した過去の経験から、之を判断するのが適當である。過去の経験がない時には、促進耐久試験を利用する。

促進耐久試験として、硫酸ナトリウム試験を行ふ場合、之を5度繰返した時の重量減少の百分率は、12%以下を標準とし、最大15%以下とする。試験の結果が此の条件に適合しない粗骨材でも、之を使用したコンクリートが尠くとも5年間気象作用に對して良好な成績を示して居る場合には、之を使用してよい。

§ 74. 粗骨材の耐磨耗性

舗装、交通のはげしい床、流水其の他の磨耗作用を受けるコンクリート、等に使用する砂利、碎石、等は、磨耗に對する抵抗力に就いて試験する時、磨耗損失量が第16表の条件に適合することを要する。

第16表 磨耗損失量の許容量

材 料	許 容 量 (重量百分率)	
	標 準	最 大
碎石	5 以下	9 以下
砂利 (100% 砂利のままのもの)	10 以下	20 以下
砂利 (100% 碎石としたもの)	20 以下	30 以下

石の磨耗試験及び砂利の磨耗試験に就いては、米國材料試験協會の標準方法がある (A. S. T. M. D 2-33 及び A. S. T. M. D 289-37T)。

§ 75. 熔鑛爐鑛滓の碎石

熔鑛爐鑛滓は、鐵熔鑛爐から洗鐵が出た後に吐出される非金屬性物質で、之を空氣中で冷却し、碎いたものが鑛滓碎石である。之は、製鐵所の近傍で多く用ゐられ、其の特徴は、單位容積重量の軽いことである。

鑛滓碎石の比重は、約 2.3 で、其の 1m^3 の重量 (kg) は、次の値を標準とする。

標 準		許 容 最 小 値	
磨耗作用を受ける場合	磨耗作用を受けない場合	磨耗作用を受ける場合	磨耗作用を受けない場合
1200	1120	1120	1040

鑛滓碎石の空隙率は、38%乃至46%である。

§ 76. 耐火性の大きいコンクリートを作る場合の粗骨材

粗骨材に對する標準條件、及び、第4節に述べてある輕量骨材に對する條件、に適合する骨材は、特に耐火性を必要とする倉庫其の他の耐火構造を作るためのコンクリートに使用して、適當である。

耐火性の大きいコンクリートを作るが必要な場合、之に使用する粗骨材は、高熱を受けた時の被害程度の差により、之を2群に分けて考へるのが便利である。

第1群は、熔鑛爐鑛滓、石灰石、石灰岩質砂利、トラップ、焼成粘土又は頁岩、25%以上の可燃性物質及び5%以上の揮發性物質を含まない石炭燼、等で、30%以上の石英、チャート、燧石及び之に類似の物質を含まないものである。

第2群は、花崗岩、珪岩、珪酸質砂利、砂岩、片麻岩、25%乃至40%の可燃性物質を含み5%以上の揮發性物質を含まない石炭燼、等で、30%以上の石英、チャート、燧石及び之に類似の物質を含むものである。

第1群は、高熱を受けた際、容積變化が比較的小さい物質が大部分を占める骨材、及び、可燃性物質が少い石炭燼、等を含むもので、耐火性の大きいコンクリートを作るに適するものである。

第2群は、高熱に遭ふ時、比較的大きい容積變化をなす粒の相當多量を含む骨材、及び、可燃性物質の有害量を含む石炭燼、等を含むもので、耐火性の大きいコンクリートを作るに適しないものである。

是等2群の區別が幾分任意的のものであることは已むを得ないが、實用上の目的にたいして、相當價值のあるものである。

是等2群の骨材を使用したコンクリートの耐火性について、差のあることは實驗の證明する所であるが、實際の構造物を作る場合、此の差が生命財産の保護に及ぼす差を明確に區別することは困難である。依つて、設計の際に於て、是等の骨材の使用によるコンクリートの耐火性の差に就いて考慮し、床版、壁、等の厚さ、及び、鐵筋コンクリートに於ける被り、

等を適當に定めれば (§ 367 参照), 第2群の粗骨材も之を使用して差支へない。

第4節 輕量骨材

§ 77. 概 説

輕量コンクリートを造る目的で使用される輕重量の骨材は, 輕石, 熔岩, 凝灰岩, 石炭燼, 特種鑛滓, 骸炭, 燒成粘土, 其の他に之に類似の性質を有するもの, 等である。

輕くて強いコンクリートが特に必要である場合, ハイダイト (haydite) 其の他が使用され, 大きい強度を要せず, 多孔質の輕いコンクリートを造つて, 音響及び温度の傳導を防ぐ目的の爲に, 輕石, 煉瓦, 石炭燼, 骸炭, 等が用ゐられる。

輕量骨材は, 粒度, 有機不純物の含有量, 耐久性, モルタル強度試験の結果, 等について, 骨材に對する一般の示方に合格するものがよい。輕量骨材を使用するモルタル強度試験の結果は, 尠くとも, 標準砂モルタルの強度の 70% 以上たるを要する。

輕量骨材の最大單位容積重量は, 乾燥して輕盛りの時, 細骨材で 1120 kg/m^3 以下, 粗骨材で 890 kg/m^3 以下, を適當とする。

§ 78. ハイダイト (Haydite)

ハイダイトは專賣の輕量骨材である。頁岩を 2.5 cm 位の最大寸法に碎き, 之を回轉窯で熔融點近くまで焼くと, 頁岩からガスが出て膨脹し, 輕量で, 氣泡に富むた構造のものが出来る。之を碎いて篩分ければ, ハイダイトが出来る。

ハイダイトを使用するコンクリートの重量は, 1380 kg/m^3 乃至 1520 kg/m^3 である。

ハイダイト コンクリートは, 建築用ブロック, 床版及び屋根版, 等に多く使用される。

§ 79. 石 炭 燼

石炭燼は, 有煙炭を使用する蒸汽機關のたきがらである。ガラス質, 粒狀, 粗鬆で, 硬く, 軽く, 重量が 720 kg/m^3 位である。

乾濕又は凍結融解の懼れない時, 建築物の床版又は屋根版, 輕重量の建築用ブロック, 等に使用される。

硫黄を含有すると, 鐵筋を腐蝕するから, 注意を要する。

§ 80. 輕量骨材に於ける有害物質の許容量

輕量骨材に於ける有害物質の許容量は, 第17表の値を標準とする。

第 17 表

種 類	細 骨 材	粗 骨 材
粘土塊	1.5% 以下	1% 以下
石炭	1.5% 以下 (a)	1.5% 以下 (a)
網篩 0.075 を通過する量	4.0% 以下	2% 以下

(a) 石炭燼, 骸炭, 等には適用しない。

第5節 骨材の選擇

§ 81. 骨材の選擇

コンクリートに用ゐる骨材が満足すべき標準條件は, 既に述べた通りである。之を要するに, 骨材は, 壓縮強度, 水密性其の他, 必要な諸性質を有するコンクリートを, 最も經濟的に造り得るものであればよい。又, 骨材の様な地方的材料は, 或る程度まで, 地方材料の利用に根據をおいて選擇しなければならぬ。それで, 優良な骨材が有すべき標準條件に適合しない骨材でも, 配合及び水量其の他の加減に依つて, 其の缺點を經濟的に補ふことが出来る場合には, 其の骨材を使用してよい譯である。

然し, 既に述べた標準條件は, 經濟的の點についても相當考慮してあるものであるから, 出来るだけ標準條件を尊重する必要がある。如何なる場合でも, 既に述べた最大の許容範圍を超過しないのが安全である。

標準條件に合格する骨材を使用する必要がないと認めた時は, 條件を緩にしてよい。併し, 此の場合には, 設計, 及び, 施工に於けるコンクリートの取扱ひ, に際して, 此のことを考慮しなければならない。

それで, 使用すべき骨材の選擇は, 骨材試験の結果と經濟的の考慮とによる技術者の判断に俟たなければならない。骨材の性質がコンクリートの強度其の他の性質に及ぼす影響は甚だ複雑であるから, 若し時間と費用とが許すならば, 實際コンクリートを使用する時の状態に相當する様なコンクリート供試體を造つて骨材を試験し, 其の結果を基として, 使用すべき骨材を決定するのが適當である。此のことは, コンクリートの大工事に於て, 殊に考慮を

要する事柄である。之がために最も普通に行はれる試験は、コンクリートの圧縮強度試験であつて、其の方法は、§ 445 乃至 § 460 に述べてある。

上記の事項に就いて、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11條 特別の場合

細骨材にして第8條乃至第10條に適合せざるものと雖も、責任技術者の承認せる場合にして、配合及び水量を變じて所要強度を得る場合に限り、之を使用することを得。

第14條 特別の場合

粗骨材にして第12條及び第13條に適合せざるものと雖も、責任技術者の承認せる場合にして、配合及び水量を變じて所要強度を得る場合に限り、之を使用することを得。』

第6節 骨材の採集、洗滌、篩分け、取扱ひ及び貯藏

§ 82. 概 説

適当な品質の骨材を使用するためには、採集した骨材につき、洗滌、篩分け、壓碎、各種骨材の分類及び混合、水を切る事、貯藏、等の處置の一つ又は多數を行ふことが必要である。

斯の如き處置を必要とする程度は、骨材の産地、採集方法、骨材の性質及び状態、運搬方法、等に關係するものである。其の目的とする所は、

- (1) シルト、有機不純物、脆弱な粒、其の他不適當な物質の有害量を除去すること、
 - (2) 殊に細骨材に於て、或る大きさの粒の過多又は過少による粒度の缺點を修正すること、
 - (3) 出来るだけ粒度がいつも同じの骨材を供給すること、
 - (4) 骨材を大きさによつて數種に分類し、大小粒の分離を防ぎ、是等を適當に混合して、コンクリートの各1練りに於ける骨材の粒度が常に同じである様にする事、
 - (5) 骨材の破碎及び分離を最小にする様に、取扱ひ及び貯藏、をすること、
 - (6) 骨材に於ける含水量を一定に保つこと、
- 等である。

§ 83. 骨材の採集及び製造

骨材の採集には、機力ショベル、ドラグライン (dragline) などを使用することがある。水中の砂を採集するには、吸上げポンプによることもある。大きい玉石が混じて居る時は、

碎石機で所要の寸法に碎く。

河川の中流で、水流が早い時は、大小粒が密實に結合して居る爲め、掘鑿が困難な場合があるから、掘鑿の設備をする前に、一應の試掘を試みるがよい。

細骨材の所要量は、粗骨材の所要量の約40%乃至50%であるが、河川から骨材を採集する時は、砂の量が多すぎるのが普通である。

骨材の粒度は、同じ河川の同じ場所でも、深さによつて異なるのが普通である。之は、砂、砂利、等が、沈積して出来る時の状態から考へれば、すぐわかることである。又、河川の同一場所にしても、洪水の後と、平時とでは、粒度が大いに異なることは明白である。海岸の砂でも、多量に採集する段になると、少しの位置と深さととの差により、粒度が大分異なることはめづらしくない。それで、石質はほぼ同じであるにしても、粒度がなるべく一定な骨材を採集するには、餘程の苦心を要する。依つて、大工事に使用する骨材を採集する時には、相當な監督者を現場につけて、なるべく粒度が同じの骨材を採集する様に努めなければならない。

骨材の採集場に於ては、普通、骨材は、洗滌、篩分け、積込みが重力によつて出来る高さまで、之を引上げる。篩分けには、回轉式篩又は、水平振動式篩、等が用ゐられる。篩分けの際に、水を十分かけて、篩分け作業が終つた時、骨材が清淨である様にするのが適當である。碎石を造るには、採石山の土かぶりを除去し、鑿岩機で孔を穿ち、ダイナマイトを装填し、爆破を行ひ、破碎した岩石を碎石機に送り、碎石機で碎く。碎石は、粒大に應じ廻轉式篩又は水平振動式篩で之を篩分けて、貯藏所に運搬する。各大きさの碎石を適當に配合して、所要の粒度の碎石として使用する。

碎石機としては、回轉型、靛型、ともに用ゐられる。碎石機で岩石を碎く作業は、第1次と第2次との2段に分けて、之を行ふのが普通である。第1次と第2次との間に於て、適當な大きさの碎石は、篩つて直ちに貯藏所に運搬する。塵埃は、コンクリートに有害であるし、作業手の衛生上からもよくないから、篩分けの際、水をかけて洗ふのが適當である。

碎砂を造るには、特別の碎砂機械が用ゐられる。

粗骨材に於ける扁平又は細長の粒を除去する爲に、ベルトコンベイヤーを利用した例がある。

§ 84. 骨材の洗滌

山砂利は洗滌して使用するのが普通である。川砂利でも平常水流の無い部分から採集する、所謂、陸掘の砂利は、洗滌しなければならない。碎石を洗滌することは、前に述べた通りである。又、有機物の有害量を含むで居る砂は、洗滌してから使用する。

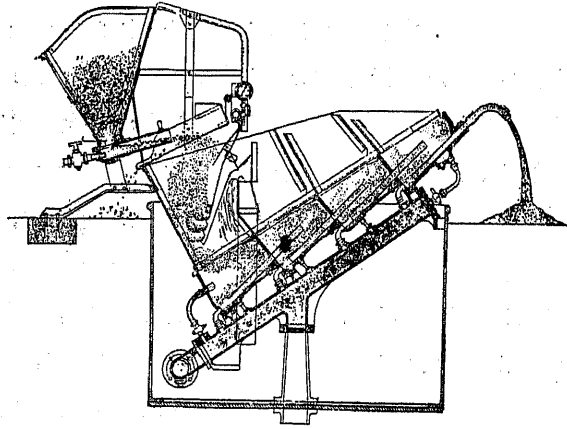
我國では、砂及び砂利は多く河川から採集されるから、川の流れを利用して骨材を洗滌すれば、左程経費がかからない。依つて、清浄な骨材を指定して購入するのが、一般に便利である。然し山砂利又は陸掘の川砂利などを使用する時で、之等の採集場附近に適當な洗滌場がない時、又は、如何なる原因によるにしても、現場に到着した骨材がよごれて居る時には、現場で洗滌する必要がある。

現場で、骨材を洗滌するのは、経費もかかり、又、監督に骨の折れるものであるから、清浄な骨材を購入して、適當に之を貯藏することに努めるのが、一般に得策である。

粘土、シルト、等を含むで居る骨材を洗滌して使用するのが有利であるか、其の儘にしてセメントの使用量を増加して強度の不足を補つた方が有利であるかは、主として経費の問題で、正しい判定は強度試験を行ひ、欲する強度のコンクリートに就いての價格の比較に依らなければならない。

洗滌するには、少量の砂ならば、水槽の中に入れて十分攪拌し、濁つた上水を靜かに流す

第33圖 砂洗ひ機械



様にすればよい。多量であれば、砂洗器を用ゐるのが有利である。

第33圖は、砂洗ひ機械の1例である。

砂を洗ふ時には、なるべく砂の微粒を流さない様に注意しなければならない。

少量の粗骨材は、之に壓力ある水を放射するか、手筈の類に

入れて水槽の中で洗へばよいが、多量になれば機械を用ゐるのが經濟的である。粗骨材を洗滌する目的は、シルト、粘土、塵埃などを除去するにあるのであるから、泥土や塵埃が粗骨材の上に沈澱しない様な、又、洗滌水が相當の速度で骨材の間隙を流れて骨材粒の表面に附着する泥土や塵埃などを除去する様な、洗滌機械を用ゐなければならない。コンクリートミキサは、骨材の洗滌機として、好結果を與へるものである。いづれの場合に於ても、水を十分に用ゐることが大切である。

現場で骨材を洗ふ機會は、骨材を篩分ける機會よりも一般に多い。然し、洗滌、篩分けを同時に必要とする時には、骨材を篩ふ時に、篩に水射をかければ、材料の洗滌と同時に、篩分けが有効に出来る。

§ 85. 篩分け及び分類

齊等質のコンクリートを造る爲には、使用する骨材の粒度が常に一定でなければならないことは明白である。骨材を細粗骨材に區別するのも、一方には、其の産出状態を考慮した便宜上の點もあるが、他方には、之によつて、コンクリートに於ける骨材の粒度の一定を期せむとするにある。

§ 83 に述べた様に、骨材の採集に際しては、なるべく粒度が同じな骨材を採集する様に努めるのであるが、之が頗る困難な場合もある。よし、粒度の一定な骨材が得られたにしても、運搬及び取扱ひの作業中に大小粒が分離する。それで、出来る丈け粒度の一定な骨材を使用する爲には、骨材を篩分けて、各種大きさのものを適當の割合に混合して使用しなければならない。粗骨材を篩分けておいて、之を一定の割合に混合して使用することは、實驗室に於ては、普通に行はれて居るのであるが、コンクリートの製造が凡て機械的に行はれる特別の場合の外は、経費の増加のほかに監督にも骨が折れるので、一般の工事には、従來行はれなかつたのである。然るに、近來コンクリートの製造技術が非常に進歩し、齊等性のコンクリートを造ることの必要が一層強調される様になり、中央混合所などを設けてコンクリート製造の凡ての作業を機械的に行ふことが容易になつたので、コンクリート道路や、堰堤工事などの場合には、骨材を數種の大きさに篩分けて使用するのが、一般になつて居る。之によつて、或る程度迄骨材の粒度を一定にすることが出来るのみならず、欲する性質とウオーカビリチーとを有するコンクリートを經濟的に製造し得る様に、骨材の粒度を調節することが出来るから、非常な好結果が得られるのである。

堰堤工事などの場合、骨材の分類は、次表を標準としてよい。

骨材	粒の大きさ
細骨材	0 ~ 5 mm
細砂利又は細碎石	5 mm ~ 20 mm
中砂利又は中碎石	20 mm ~ 40 mm
粗砂利又は粗碎石	40 mm ~ 80 mm
小玉石又は割栗	80 mm ~ 150 mm

堰堤工事などに於ては、細骨材を2種又は3種に分類して使用する場合も多い。砂は一般に濕つて居るから、篩分けが困難であるので、細骨材の分類には、特殊な砂分類機械が用ゐられる。

§ 86. 骨材の取扱ひ及び貯藏

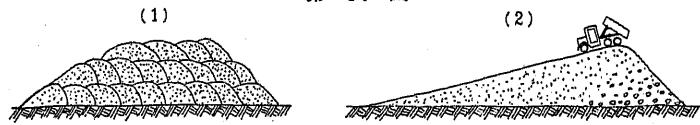
骨材の取扱ひに際しては、大小粒が分離して1箇所が粗粒ばかりになり、他の箇所に細粒ばかりが集まることのない様に、注意しなければならない。

砂は、大小粒が分離しない様に之を積むことに就いて、格別の困難がない。それは、大小粒の分離を防ぐに十分な水分を含むで居るのが普通だからである。

粗骨材は、大小粒が分離しない様に之を取扱ふことが、容易でない。従つて、粗骨材を積むで貯蔵する場合には、取扱ひに就いて示方を必要とする場合も尠くない。

粗骨材は、1.2 m を超過しない層にして積むのが適當である。即ち、第1層は、粗骨材を貯蔵すべき全面積に擴げ、次に第2層を置いた後に、第3層を積む様にする。

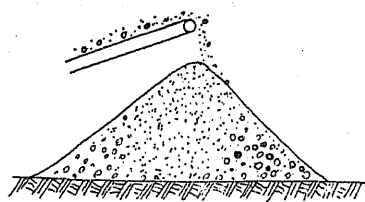
第34圖



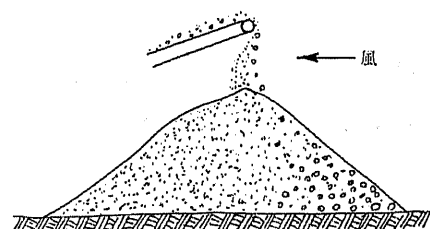
砂利を車から卸して積む時、1車分づつを第34圖(1)の様にすれば、大小粒の分離が甚だしくないが、(2)の様にすれば、粗粒が勾配に沿つて轉落し、大小粒の分離が起る。

多量の粗骨材を圓錐形に積むではない。各種の方法で運搬して來た粗骨材をいつも同じ場所に落せば、粗粒が側面に沿つて轉落するから、細粒が中央部に集まり、粗粒が底部に集まることになる。

第35圖

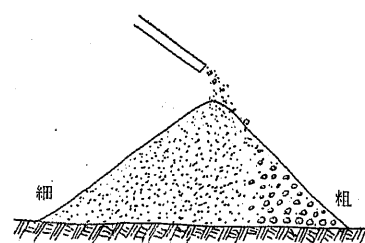


第36圖

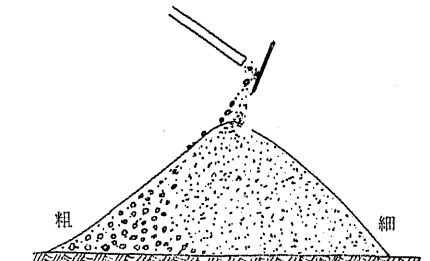


第35圖は、ベルトコンベヤーで運搬した粗骨材を圓錐形に積む場合の細粗粒の分離を示したもので、第36圖の様に風が吹けば、大小粒の分離が一層ひどくなる。

第37圖

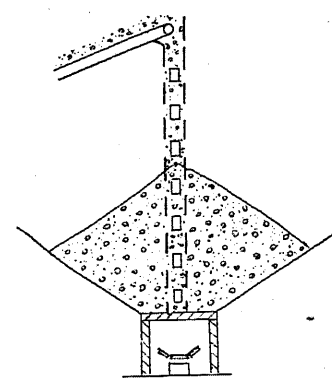


第38圖



斜樋又は斜面に沿つて粗骨材を落す時も、大小粒の分離が起る。それは、粗骨材が斜面を轉落する時、大きい粒ほど、斜面の方向に餘計に飛ぶからである。第38圖の様に阻板を設けた丈では、第37圖の場合と比較して、大粒の來る方向が變る丈けである。斜樋の場合、樋の吐口に長さ 60 cm 乃至 70 cm 以上の漏斗を用ゐれば、斜面を落下する爲めの分離は餘程防げるが、圓錐形に積むための分離を防ぐことは出來ない。それで、斜樋や、ベルトコンベヤーなどで運搬する粗骨材をビンに貯蔵するには、第39圖に示す様に、孔をあけた縦管を使用するのが適當である。

第39圖



粗骨材は、十分な注意をしても、其の取扱ひにより大小粒の分離を生じ易いものであるから、一定の粒度の骨材を使用するためには、§ 85 に述べてある様に、粗骨材を其の粒の大きさによつて數種に分類し、之を計量混合して使用することが必要なのである。

齊等質のコンクリートを製造するには、使用水量を一定にすることが必要であるから、骨材の含水量が一定でなければ、コンクリートの1練りごとに使用水量を變へなければならないことになる。之は實行が甚だ困難であるから、特に、含水量が一定の骨材を使用する爲の方法 (§ 123 参照) も考案されて居るのであるが、骨材の適當な貯蔵方法によれば、含水量がほぼ一定な骨材を得ることは左程困難でない場合もある。例へば、大工事に於ては、洗滌した骨材の貯蔵所の低部にトンネルを造つて、一定時間水を切つた後に、此のトンネルから骨材を取出せば、含水量のほぼ一定な骨材が得られる様なものである。

骨材は、細粗別々に計量しなければならない。依つて、細粗骨材は別々に貯蔵する必要がある。

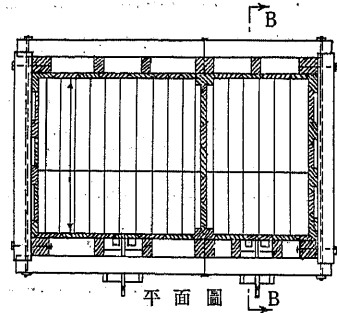
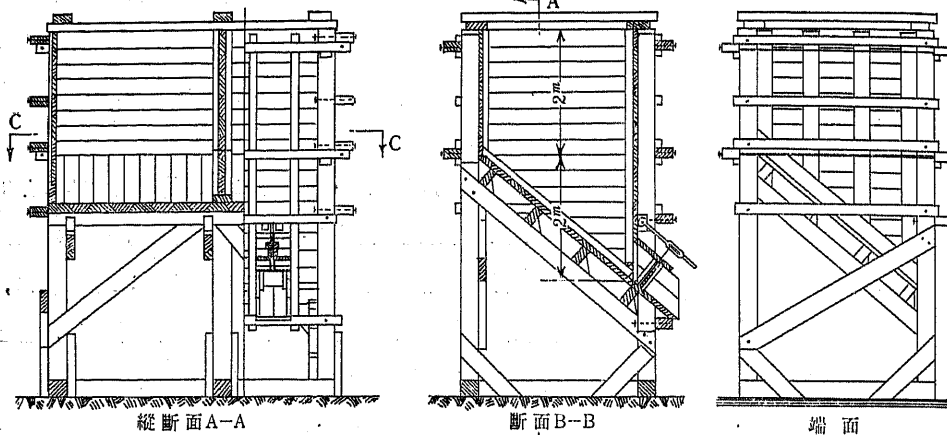
骨材は、塵埃、雜物などが混入しない様に、之を貯蔵しなければならない。鐵筋コンクリート橋梁工事などで、骨材を道路の側に貯蔵する時には、土や、馬糞などが混入しない様、下に板を敷き、適當な覆ひをするのが望ましい。若し塵埃、雜物が混入したら、洗つて後に使用しなければならない。

酷寒の際、骨材を室外に貯蔵すれば、之に、霜、氷、等が混入する場合が多い。斯の如き骨材を其の儘使用すれば、出來上りコンクリートの温度が低下し、コンクリートが凍結する惧れがある。故に、酷寒の際には、骨材に霜、氷、等が混じらない様に、之を適當に保護する必要がある。霜、氷、等を混じて居る骨材は、之を熱して氷をとかした後になければ、使用し

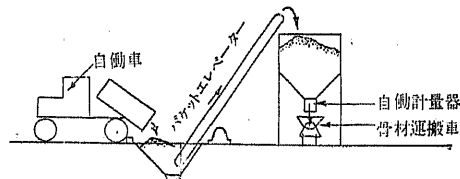
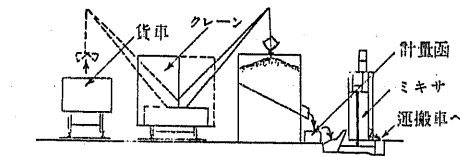
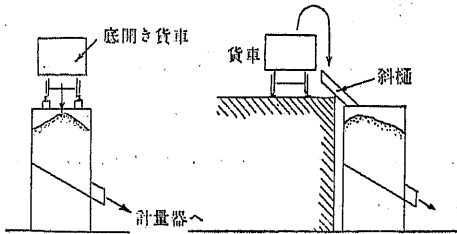
てはならない。

酷暑の際に、長く炎天に曝した粗骨材を其の儘使用すると、コンクリートが急結する恐れがある。故に、使用前に覆ひをするか、冷水をかけるかして、其の温度を下げる必要がある。

第40圖



第41圖



大工事に於ては、木造又は鐵造のビンを設備し、骨材の貯藏及び計量を行ふのが適當である。第40圖は、木造ビンの1例を示す。

骨材は、鐵道貨車其の他から直接にビンに卸されることもあり、クレーン其の他でビンに積込まれることもある。第41圖は、ビンに骨材を積込むために用られる設備の數例を示す。

骨材の貯藏につき、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20條 骨材の貯藏

(1) 細粗骨材は各別に貯藏し、且つ塵埃、雜物等の混入を防ぐべし。粗骨材の取扱ひに際しては細粗粒が分離せざる様注意すべし。

(2) 凍結せるか又は氷雪の混入せる骨材、若しくは長時間炎熱に曝されたる骨材を、其の儘使用すべからず。』

第7節 水

§ 87. 水

コンクリートを造るに使用する水は、飲める程度に清淨な淡水であれば上等である。實驗及び經驗によると、可なり汚いと思はれる水を使用しても、コンクリートの強度に大きい影響を及ぼさない様である。但し、砂糖、酸化亞鉛、等を含む水は極めて有害である。砂糖を取扱ふ工場附近のコンクリート工事などで、使用水に極めて少量の砂糖を含んで居つた爲に、コンクリートが硬化しなかつた例があり、又、セメントの運搬に、砂糖を運搬した船を使用して、失敗した例もある。

鐵筋コンクリート標準示方書は、水に就いて、次の様に規定して居る。

『第15條 總 則

水は油、酸、アルカリ、有機物、其の他コンクリートの硬化及び強度等に影響を及ぼす物質の有害量を含有すべからず。』

油、酸、アルカリ、有機物其の他の物質を含む水が、コンクリートにどの程度に有害な影響を及ぼすかは、一般に、試驗して見なければ判からぬ。故に、水の性質に就いて疑ある時は、清淨な水を用ゐた時とのコンクリート又はモルタルの強度を比較し、使用の可否を決定するのが安全である。

モルタル強度試驗 (§ 438 参照) を行ふ時、試驗すべき水を用ゐて造つたモルタル供試體の材齡 28 日に於ける強度は、同一材料と清淨な水とを使用して造つた同様な供試體の強度の 90 % 以上でなければならぬ。沼の水、濁つた河の水、等は、一應、試驗すべきであらう。水が餘りよくない場合、セメントの使用量を増加して其の缺點を補ふか、別に井戸を掘るか、又は他の場所から水を運搬して用ゐるか、等は、經濟上から判斷すべき事柄である。

§ 88. 海 水

海中工事に於ける無筋コンクリートには海水を使用してもよいが、鐵筋コンクリート工事

には海水を使用しないのが安全である。

海水を使用した爲に、鐵筋コンクリートが破壊したと言ふ事實は無い様であるが、海水を使用したことが、鐵筋コンクリート破壊の原因の一つではないかと考へられる實例はある。尠く共、電流の影響を豫想し得る鐵筋コンクリート構造物に於ては、海水を使用しない方が安全である。それで、鐵筋コンクリート標準示方書には、

『第16條 海 水

鐵筋コンクリートには海水を使用すべからず。』

と規定し、鐵筋コンクリート工事には海水を使用しないことを原則として居る。