5. 骨材（その2）

(2)骨材特性を表す指標
a)吸水率と表面水率
b)密度
c)粒度、粗粒率、細骨材率
・均一の粒径の骨材ではなくて、粒径が分布している骨材が望ましい理由は、骨材の粒径が適当に分布していると、コンクリート中における隣接する骨材間の隙間が減少し、所要のworkabilityを得るのに必要な単位水量や単位セメント量を少なく出来るからである。→ 均一の粒径の骨材ばかりだと、隣接骨材間の隙間が大きくなり、骨材同士がかみ合わさって、workabilityが低下する。

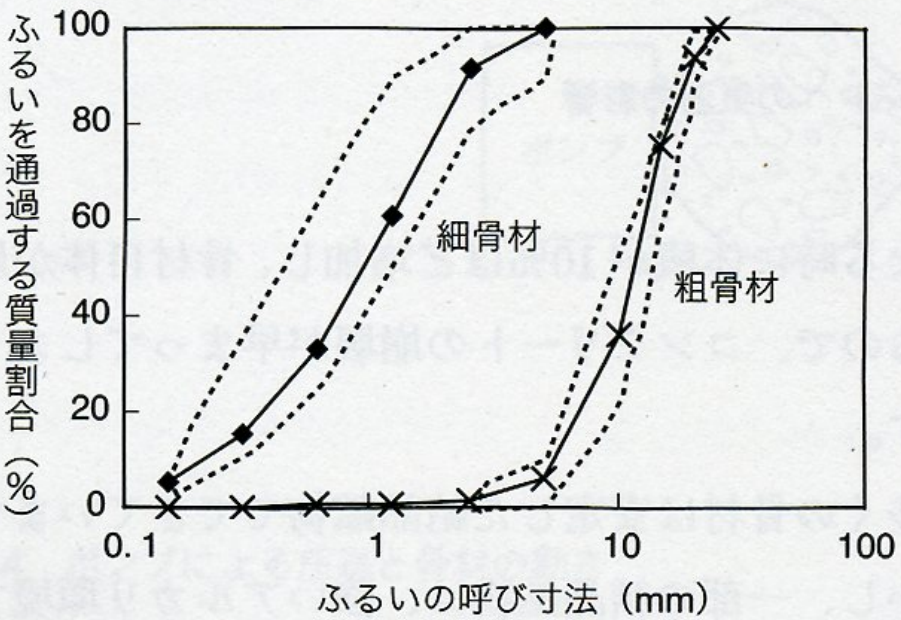
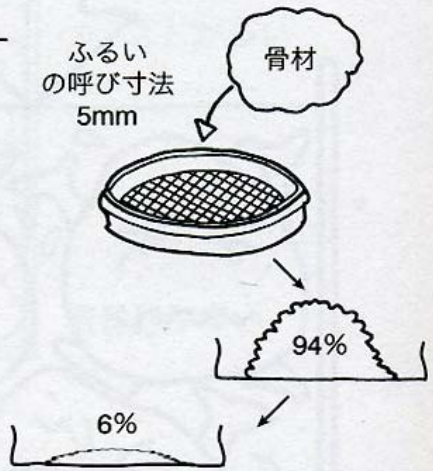


図 4·9　細・粗骨材の標準粒度の例

ふるい分け試験の結果
細骨材：10mmふるいを全部通り、5mmふるいを質量の85%以上通るもの。
粗骨材：5mmふるいで質量の85%以上留まるもの。
左図の破線は、土木学会の規定するコンクリート用の標準粒度の例。

・粒度（Grading）の表し方　粗粒率（fineness modulus, FM）で表す。

ふるいの呼び寸法（mm）	ふるいにとどまる質量百分率（%）
25	0
○ 20	6.4
15	24.5
○ 10	64.2
○ 5	94.0
○ 2.5	98.7
○ 1.2	100
○ 0.6	100
○ 0.3	100
○0.15	100



（6.4+64.2+94.0+98.7+100+100+100+100）÷100

≒ 6.63 ←粗粒率

粒度曲線の情報をスカラー量で表すもの。80、40、20、10、5、2.5、1.2、0.6、0.3、0.15の10個のふるいに留まる質量(%)を総和し、これを100で割る。→ 粗粒率

粒径の大きいものは何度も加算されるので粗粒率が大きいものは、相対的に粒径の大きい粒子が多いことを示している。

・細骨材率　s/a

コンクリートの配合（mix proportion）上の重要なパラメータ。全骨材体積に対する細骨材体積の比率で%で表す。sは細骨材(sand)の体積、aは骨材(aggregate)の体積。一般に小文字は体積、大文字は質量を表す。粗骨材の体積はg(gravel)で表す。

$$s/a = s/(s+g)$$

一般に細骨材率s/aは40～50%の範囲にある。

(3) コンクリート中の骨材量

・コンクリートを構成するのは、水、セメント、細骨材、粗骨材、空隙。

・コンクリート中の骨材量はどのくらいか？
全体積の70～80%。コンクリートの2/3以上は骨材からできている。

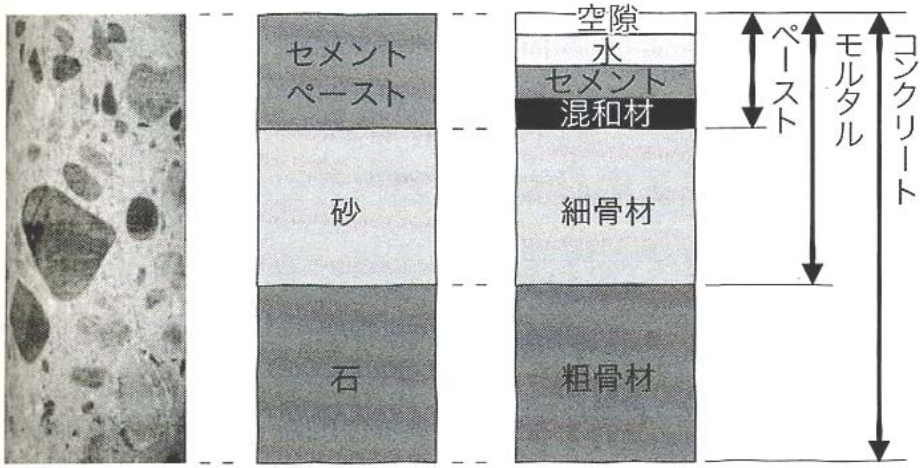


図4·1　コンクリートの内部

(4) コンクリート中での役割

・フレッシュ時（まだ固まらない状態）、粗骨材はコンクリート中を転がりながら、型枠に充填されていく。このとき、細骨材はボールベアリングのように作用し、回転を滑らかにする。
粒径が適当に分布した骨材を使用することによって、流動性のよいフレッシュコンクリートが得られる。
コンクリート配合上の基本的原則である。

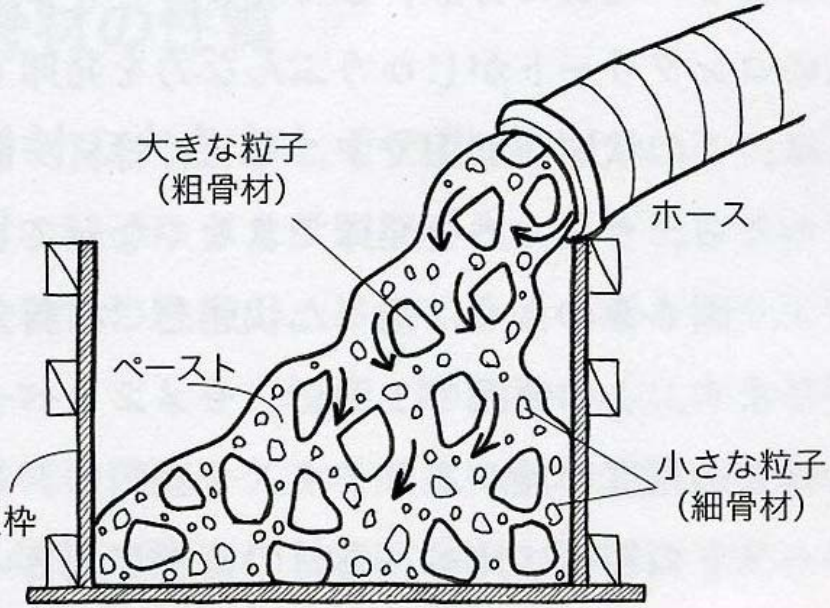


図4·2　コンクリートを流し込む

・フレッシュ時のボールベアリング作用と材料分離

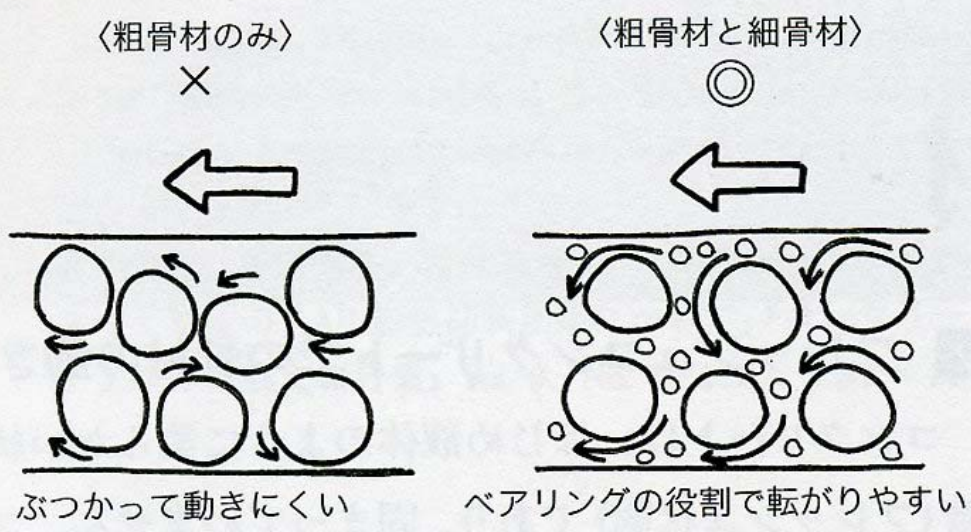


図 4·3　流動するコンクリート内部の様子

粒径の同じ粗骨材だけからなるコンクリートは、骨材同士がぶつかり、かみ合って動きにくい。流動性に欠ける。

粗骨材と細骨材が適当な粒度分布で混じっていると、ベアリング作用でコンクリートは流動性を有する。Workabilityがよい。

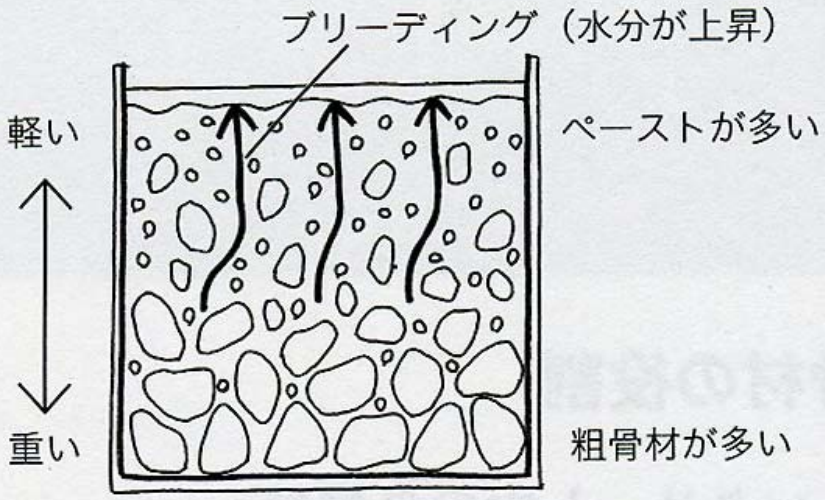


図 4·5　コンクリートの材料分離

粗骨材がコンクリート中に均等に分散せず、偏在すると、セメントペーストも偏在し、水も分離する。もとの材料に戻ってしまい、コンクリートではなくなる。強度も耐久性もなくなる。「材料分離」。これは絶対に避ける。過度の水の添加、過度の締固めは材料分離につながる。コンクリート中からの水の上昇はブリーディング（bleeding）という。

・硬化コンクリート中での骨材の役割

セメントの水和反応が進むと、コンクリートは硬化していく。骨材はコンクリート体積の70～80%を占めているので、強度、弾性係数、耐久性、長さ変化、などに深く関係する。

・乾燥収縮（drying shrinkage）

コンクリートが時間とともに乾燥して、長さが縮んでいくこと。セメントペースト中の水の移動に関係する。骨材はこのセメントペーストの変形を拘束する。したがって、堅硬な骨材を用いると乾燥収縮は少なくなる。やわらかい骨材では逆に大きくなる。

・すりへり抵抗性

舗装コンクリート、水路用のコンクリートでは、車のタイヤ、流水作用でコンクリートがすりへる。堅硬な骨材を使用することで、すりへり抵抗性が向上する。

・凍結融解抵抗性

凍結と融解を繰り返すと、水の膨張圧の繰返し作用で、コンクリートが内部から崩壊していく。低品質の骨材で、空隙を多く含むような場合は、骨材自体が崩壊し、凍結融解抵抗性が大きく低下する。

・アルカリ骨材反応

多くの骨材は、安定した結晶鉱物からなる。しかし、一部の結晶鉱物は、強いアルカリ環境下で化学反応を起こし、その反応物が水を吸うことによって体積膨張する。

⇒アルカリ骨材反応と呼ばれる。コンクリートを内側から破壊する。反応性骨材を使用しないことが大前提。

(5) これからの骨材

・川砂利、川砂　→　コンクリート用骨材として理想的であるが、環境保全の観点から採取規制が行われている。

・山地の岩石を破砕し、人工的に骨材を製造。砕石・砕砂。現在ではわが国の代表的な骨材となっている。角張っているので、流動性はよくないが、色々な手立てで流動性は付与できる。一旦、固まった後は、かえって破壊エネルギーが大きくなる。

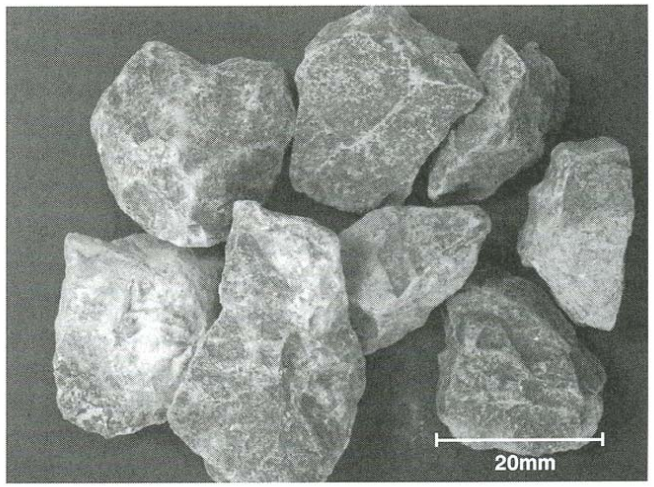
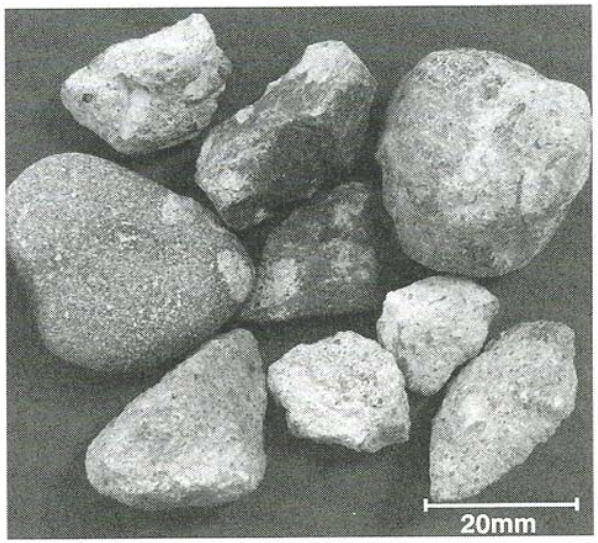


図4・20　砕石

・産業廃棄物の有効利用

〇高炉スラグ細骨材、粗骨材。鉄鉱石から銑鉄を採取した残り。空気中で徐冷すると粗骨材、水や空気を噴霧して急冷すると、細骨材となる。高炉水砕スラグ（細骨材）。水砕スラグの形状は角張っているので、流動性を得るために単位水量を増やす必要がある。しかし、混和剤の使用などにより、できるだけ単位水量の増加を抑えるのよい。



4　再生粗骨材

・再生骨材

〇取り壊されたコンクリート構造物を解体し、粗骨材を取り出す。これを破砕し、さらに表面を磨いて付着物を取り除いたもの。環境的には骨材資源のリサイクルであり、理想的であるが、生産コストが高いことと、品質の面で普通骨材に比べて劣ることから、コンクリート構造物に多用されるには至っていない。