

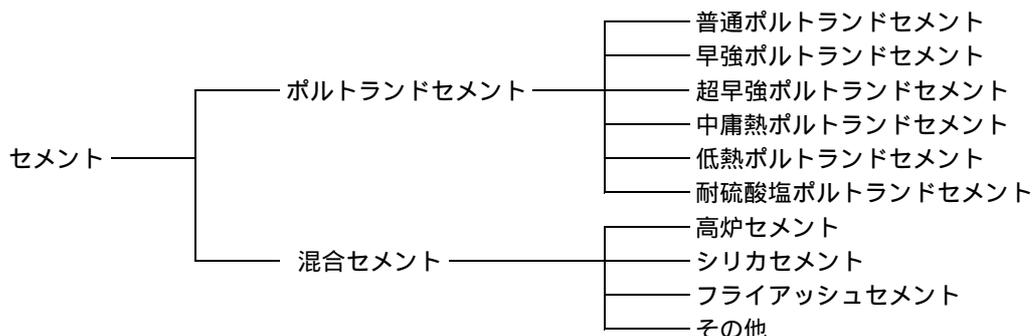
第 11 章 コンクリート工

コンクリート工は下記によるものとし，詳細については「コンクリート標準示方書」(土木学会)によるものとする。

11-1 材 料

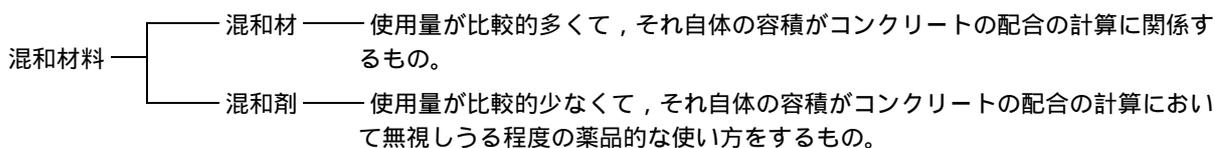
1. セメント

セメントの種類は次のように区分される。



2. 混和材料

混和材料とは，セメント，水，骨材以外の材料で，練りませの際に必要なに応じてコンクリートの成分として加える材料をいう，コンクリートの性質を改善することを目的として使用するもので，次のように区分される。



(H.8 コンクリート標準示方書(施工編) P.6 参)

1) 混和材

- ポゾラン活性が利用できるもの.....フライアッシュ，シリカフォーム，火山灰，けい酸白土，けい藻土
- 主として潜在水硬性が利用できるもの.....高炉スラグ微粉末
- 硬化過程においても膨張を起こさせるもの.....膨張材
- オートクレープ養生によって高強度を生じさせるもの.....けい酸質微粉末
- 着色させるもの.....着色材
- 流動性を高めたコンクリートの材料分離やブリーディングを減少させるもの.....石灰石微粉末
- その他.....高強度用混和材，間隙充填モルタル用混和材，ポリマー，増量材等

2) 混和剤

- ワーカビリティ，耐凍害性などを改善させるもの..... A E 剤，A E 減水剤
- ワーカビリティを向上させ，所要の単位水量および単位セメント量を減少させるもの.....減水剤，A E 減水剤
- 大きな減水効果が得られ強度を著しく高めることも可能なもの.....高強度用減水剤
- 所要の単位水量を著しく減少させ，耐凍害性も改善させるもの...高性能 A E 減水剤
- 配合や硬化後の品質を変えことなく，流動性を大幅に改善させるもの...流動化剤
- 粘性を増大させ，水中においても材料分離を生じにくくさせるもの...水中不分離性混和材

凝結，硬化時間を調節するもの……促進剤，急結剤，遅延剤，打継ぎ用遅延剤
 気泡の作用により充てん性を改善したり重量を調節するもの……起泡剤，発泡剤
 増粘または凝集作用により，材料分離を抑制させるもの……分離低減剤，ポンプ圧送助剤
 流動性を改善し，適当な膨張性を与えて充てん性と強度を改善するもの……プレパックドコンクリート用
 混和剤，高強度プレパックドコンクリート用混和剤，間げき充てんモルタル用混和剤
 塩化物による鉄筋の腐食を抑制させるもの……鉄筋コンクリート用防せい剤
 その他……防水剤，防凍・耐寒剤，乾燥収縮低減剤，水和熱抑制剤，粉じん低減剤等

(H11 コンクリート標準示方書(施工編) P.52 参)

3. 骨 材

骨材とは，モルタルまたはコンクリートを造るためにセメントおよび水と練り混ぜる砂，砂利，砕砂，碎石，高炉スラグ細骨材，高炉スラグ粗骨材，その他これらに類似する材料をいい，次のように区分される。

骨 材 ———— 細骨材 ———— 10mm ふるいを全部とおり 5mm ふるいを重量で 85%以上通る骨材
 ———— 粗骨材 ———— 5mm ふるいに重量で 85%以上とどまる骨材

(H.8 コンクリート標準示方書(施工編) P.5 参)

11-2 配合設計

1. 配合設計の基本

コンクリートの品質にもっとも大きなかわりをもつのは，セメント水比である。すなわち，単位水量と単位セメント量によってコンクリートの品質(強度)は支配される。また，骨材の強度は普通の場合，セメントペーストの強度よりも高いから，コンクリートの強度はセメントペーストの強度によって決まる。必要以上に単位水量の多いコンクリートは，単位セメント量も多くなって不経済であるし，収縮が大きく，また材料分離も起こしやすい。

したがって，コンクリートの配合は，所要の強度，耐久性，水密性および作業に適するワーカビリティをもつ範囲内で，単位水量をできるだけ少なくするように定めなければならない。

1) 粗骨材の最大寸法の選定

粗骨材の最大寸法の制限および標準値を表 11 - 1 に示す。

表 11 - 1 粗骨材の最大寸法の標準

コンクリートの種別	粗骨材の最大寸法
無筋コンクリート	40mm を標準とする。部材最小寸法の 1/4 (水密を要するコンクリートでは 1/5) を越えないこと。
鉄筋コンクリート	部材最小寸法の 1/5 または鉄筋の最小あきの 3/4 およびかぶりの 3/4 以下とすること，一般の場合 20 または 25mm，断面の多き場合 40mm を標準とする。
舗装コンクリート	40mm 以下。施工条件によって 20mm あるいは 25mm としてもよい。
ダムコンクリート	一般に施工の容易さから粗骨材の最大寸法として 80mm を採用している。

(コンクリート標準示方書(H11 施) P.167 (H8 舗) P.107 (H8 ダム) P.22 参)

2) スラブの選定

スラブの標準値を表 1 1 - 2 に示す。

表 1 1 - 2 スラブの標準

コンクリートの種別		粗骨材の最大寸法
無筋および鉄筋コンクリート	一般の場合、断面の大きい場合、無筋コンクリート	一般の場合 5 ~ 12cm, 断面の大きい場合 3 ~ 10cm, 無筋コンクリートで断面の大きい場合 3 ~ 8cm
	水密を要するコンクリート	8cm 以下。やむを得ず振動締固めを行わないときは、やや大としてよい。
	水中コンクリート	トレミー、コンクリートポンプを用いるとき 13 ~ 18cm, 底開き箱または袋を用いるとき 10 ~ 15cm
	人工軽量骨材コンクリート	一般の場合 5 ~ 12cm
	高性能 AE 減水剤を用いたコンクリート	鉄筋コンクリートで、一般の場合 12 ~ 18cm, 断面の大きい場合 8 ~ 15cm
舗装コンクリート		2.5cm (沈下度で 30 秒) プレストレスコンクリートで、シースが断面内に多く配置され版厚の小さいものでは 8cm を標準とする。
ダムコンクリート		2 ~ 5cm

(コンクリート標準示方書 (H11 施) P.168 (H8 施) P.239,214 (H8 舗) P.108 (H8 ダム) P.21 参)

3) 水セメント比の選定

¹ 水セメント比は、コンクリートの所要の強度および耐久性を考えて定める。水密を必要とする構造物の場合には、さらにコンクリートの水密性についても考慮するものとし、次の方法がある。

コンクリートの圧縮強度をもととして水セメント比を定める場合。

圧縮強度または、曲げ強度をもととして水セメント比を定めるには、工事に使用する材料を用いてセメント水比と圧縮強度との関係を試験によって求めるのが原則である。

コンクリートの耐久性をもととして水セメント比を定める場合。耐凍害性から定まる水セメント比は表 1 1 - 3, 表 1 1 - 4 に示す値以下とする。

表 1 1 - 3 耐久性に基づく² A E コンクリートの最大水セメント比 (%)

種別	構造物の 露出状態	気象条件		気象作用が激しい場合、または凍結溶解がしばしば繰返される場合		気象作用が激しくない場合、氷点下の気温となることが稀な場合	
		断面	薄の場合 ²	一般の場合	薄の場合 ²	一般の場合	
一般の無筋および鉄筋コンクリート	(1) 連続して、或いはしばしば水で飽和される部分 ¹		5.5	6.0	5.5	6.5	
	(2) 普通の露出状態にあり、(1)に属さない場合		6.0	6.5	6.0	6.5	
ダムコンクリート			6.0		6.5		
		気象条件	気象作用が激しく、凍結溶解がしばしば繰返される場合		気象作用が激しくなく、氷点下の気温となることが稀な場合		
舗装コンクリート			4.5		5.0		

(コンクリート標準示方書 (H11 施) P.169 (H8 舗) P.106 (H8 ダム) P.22 参)

1 水路、水槽、橋台、橋脚、擁壁、トンネル覆工等で水面に近く水で飽和される部分および、これらの構造物のほか、桁、床版等で水面から離れているが融雪、流水、水しぶき等のため、水で飽和される部分など。

2 断面の厚さが 20 cm 程度以下の構造物の部分など。

(注) コンクリートの化学作用に対する耐久性をもととして水セメント比を定める場合

1. SO₄として 0.2%以上の硫酸塩を含む土や水に接するコンクリートに対しては表 1 1 - 4 のうち(C)に示す値以下とする。

2. 融水剤を用いることが予想されるコンクリートに対しては表 1 1 - 4 のうち(b)に示す値以下とする。

表 1 1 - 4 海洋構造物耐久性から定まる A E コンクリートの最大水セメント比 (%)

施工条件 環境区分	一般の現場施工の場合	工場製品 , または材料の選定および施工において , 工場製品と同等以上の品質が保証される場合
(a) 海上大気中	4 5	5 0
(b) 飛沫帯	4 5	4 5
(c) 海中	5 0	5 0

- (注) 1. 海洋コンクリートでは, 耐久性及び鋼材を保護する性能から定まる水セメント比の最大値は上表の値を標準とする。
 2. A E コンクリートとした無筋コンクリートの場合, 耐久性から定まる最大の水セメント比を, 上表の値に 1 0 程度加えた値としてよい。

(コンクリート標準示方書 (H11 施) P.169)

水密性をもととして水セメント比を定める場合

水密性をもとに水セメント比を定める場合は, 一般の場合 5 5 % 以下, ダムの場合 6 0 % 以下を標準とする。

4) 細骨材率及び単位水量の選定

細骨材の割合, すなわち 3 細骨材率を小さくすると, 所要の 4 コンシステンシーのコンクリートを得るために必要な単位水量が減り, したがって, 単位セメント量が少なくなり, 経済的になる。

しかし, 細骨材率をある程度より小さくするとコンクリートがあらあらしくなり 5 ワーカビリティの悪いコンクリートとなるため細骨材率は, 所要のワーカビリティが得られる範囲内で, 単位水量が最小になるよう, 試験によってこれを定めるのが原則である。

細骨材率および単位水量の目安を得るには, 表 1 1 - 5 を参考とすればよい。

5) 空気量の選定

細骨材の最大寸法, その他応じてコンクリート容積の 4 ~ 7 % を標準とする。なお, A E コンクリートの空気量試験は, J I S A 1 1 1 6 (重量方法), J I S A 1 1 1 8 (容積方法), J I S A 1 1 2 8 (空気室圧力方法) によるものとするが, 目安として表 1 1 - 5 の A E コンクリートの欄に示す値を参考とする。

なお, 練りませ直後における空気量の目安として表 1 1 - 5 の A E コンクリートの欄に示す値を参考とする。

表 1 1 - 5 コンクリートの単位粗骨材容積, 細骨材率および単位水量の概略値

粗骨材の最大寸法 (m)	単粗骨材容積 (%)	A E コンクリート				
		空気量 (%)	A E 剤を用いる場合		A E 減水剤を用いる場合	
			細骨材率 $\frac{s}{a}$ (%)	単位水量 W (kg)	細骨材率 $\frac{s}{a}$ (%)	単位水量 W (kg)
15	58	7.0	47	180	48	170
20	62	6.0	44	175	45	165
25	67	5.0	42	170	43	160
40	72	4.5	39	165	40	155

(H11 コンクリート標準示方書 (施工編) P.170)

- (1) この表に示す値は, 全国の生コンクリート工業組合の標準配合などを参考にして決定した平均的な値で, 骨材として普通の粒度の砂 (粗粒率 2 . 8 0 程度) および砕石を用い, 水セメント比 0 . 5 5 程度, スランプ約 8 cm のコンクリートに対するものである。
 (2) 使用材料またはコンクリートの品質が(1)の条件と相違する場合には, 上記の表の値を下記により補正する。

区 分	s/aの補正 (%)	Wの補正
砂の粗粒率が0.1だけ大きい (小さい) ごとに	0.5だけ大きく (小さく) する	補正しない
スランブが1 cmだけ大きい (小さい) ごとに	補正しない	1.2%だけ大きく (小さく) する
空気量が1%だけ大きい (小さい) ごとに	0.5~1だけ小さく (大きく) する	3%だけ小さく (大きく) する
水セメント比が0.05大きい (小さい) ごとに	1だけ大きく (小さく) する	補正しない
s/aが1%大きい (小さい) ごとに	-	1.5kgだけ大きく (小さく) する
川砂利を用いる場合	3~5だけ小さくする	9~15kgだけ小さくする

(H11 コンクリート標準示方書 (施工編) P.171)

6) 単位セメント量の決定

単位セメント量は、単位水量と水セメント比とから定める。

11-3 レディーミクストコンクリート

1. 総 則

レディーミクストコンクリートを用いる場合には、原則としてJIS A 5308に適合するものを用いなければならない。ただし、同規格によらないコンクリートにあっても、指定のない事項は同規格に準じなければならない。

2. 品 質

レディーミクストコンクリートは、コンクリートの定義の内で練りませ方法によって定義された名称であり、その品質は次のとおりとする。

レディーミクストコンクリート=整備されたコンクリート製造設備をもつ工場から随時に購入することができるフレッシュコンクリート

表11-6 レディーミクストコンクリートの種類

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法 mm	スランブ cm	呼 び 強 度										
			16	18	21	24	27	30	33	36	40	曲げ4.5	
普通コンクリート	20, 25	8, 12	○(1)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
		15, 18	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
		21	-	-	○	○	○	○	○	○	○	-	-
軽量コンクリート	15, 20	5, 8, 12, 15	○(1)	○	○	○	○	○	-	-	-	-	
		8, 12, 15	-	○	○	○	○	○	○	-	-	-	
舗装コンクリート	20, 25, 40	18, 21	-	○	○	○	○	○	○	-	-	-	
		2.5, 6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	

注(1) 平成11年10月1日から廃止する。

(JIS A 5308)

1) 呼び強度

呼び強度とは、JIS制定にあたって設計基準強度 (コンクリート標準示方書での) と区分するために設けられた用語で JIS A 5308の品質の規定に示されている条件で保証される強度のことである。

いわゆる荷卸し地点におけるレディーミクストコンクリートが所定の材令まで標準養生を行ったとき圧縮強度 (または曲げ強度) としてどれだけあればよいかにより、それに相当する呼び強度を購入者が表11-6の中から選んで指定するレディーミクストコンクリートの取り引き上の強度である。

J I S A 5 3 0 8より抜粋

品 質

4.1 強度，スランプ，空気量レデーミクストコンクリートの強度・スランプ・空気量は，荷卸し地点で次の条件を満足しなければならない。

a) 強 度 コンクリートの強度は，9.2に規定する強度試験を(4)を行った場合，次の規定を満足するものでなければならない。

1) 1回の試験結果は，購入者が指定した呼び強度の強度値(5)の85%以上でなければならない。

2) 3回の試験結果の平均値は，購入者が指定した呼び強度の強度値(5)以上でなければならない。

注(4)強度試験における供試体の材令は，(7)の指定がない場合28日，指定がある場合は購入者の指定した日数とする。

(5)呼び強度に小数点をつけて小数点以下1桁目を0とするN/mm²で表した値である。ただし，呼び強度曲げ4.5は4.50N/mm²とする。

b) スランプ スランプは，下表のとおりとする。

スランプの許容差		単位：cm
スランプ	スランプの許容差	
2.5	±1.0	
5及び6.5	±1.5	
8以上18以下	±2.5	
21	±1.5	

c) 空気量 空気量は，下表による。なお，特に購入者が空気量を指定した場合にもその許容差±1.5%とする。

空気量の許容差		単位：%
コンクリートの種類	空気量	空気量の許容差
普通コンクリート	4.5	±1.5
軽量コンクリート	5.0	
舗装コンクリート	4.5	

4.2 塩化物量 レディミクストコンクリートの塩化物含有量は，荷卸し地点で，塩化物イオン量として0.30Kg/m³以下でなければならない。ただし，購入者の承認を受けた場合には，0.60Kg/m³以下とすることができる。

試験方法

9.1 試料採取方法 試料の採取方法は，J I S A 1 1 1 5（まだ固まらないコンクリートの試料採取方法）による。

9.2 強度 圧縮強度の試験は，J I S A 1 1 3 2（コンクリートの強度試験用供試体の作り方），J I S A 1 1 0 8（コンクリートの圧縮強度試験方法）及び付属書11による。

曲げ強度試験は，J I S A 1 1 3 2及びJ I S A 1 1 0 6（コンクリートの曲げ強度試験方法）による。

供試体は，作成後脱型するまでの間常温で保管する。保管期間，コンクリートを詰め終わってから24時間以上48時間以内とする。脱型後20±3の水中養生とする。

9.3 スランプ スランプ試験は，J I S A 1 1 0 1（コンクリートのスランプ試験方法）による。

11-4 耐久性照査

1. 設計フロー

通常コンクリートの施工性能は、設定する施工方法の詳細（共通仕様書，特記仕様書等）に対応して設定し，設計段階で設定したコンクリートの要求性能（設計基準強度，耐用年数等）と合わせて，これを実現できるコンクリートがレディミクストコンクリートから得られる場合は，これを選定する。そうでない場合には，材料の選定を含む配合設計を行う必要がある。

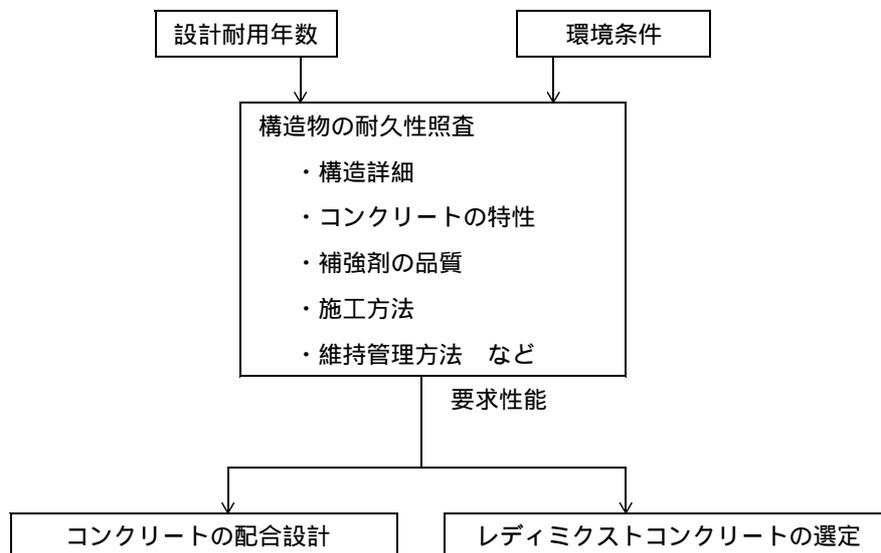


図 11-1 構造物の耐久性照査とコンクリートの配合設計

(H11 コンクリート標準示方書（施工編）改訂資料 P.7 参考）

2. 耐久性の性能照査

コンクリートの配合設計を行ったコンクリート構造物の耐久性の照査は，以下の項目について確認しなければならない。なお，詳細はコンクリート標準示方書（施工編）- 耐久性照査型 - による。

- 1) コンクリートの中性化に関する照査
- 2) 塩化物イオンの侵に伴う鋼材腐食に関する照査
- 3) 凍結融解作用に関する照査
- 4) 化学的浸食に関する照査
- 5) アルカリ骨材反応に関する照査
- 6) 水密性の照査
- 7) 耐火性の照査

11-5 施 工

1 養 生

各種の構造物に対する養生期間は表11-18を標準とする。

表11-18 養生期間

種 別	施工時期	養 生 期 間			
		日平均気温	普通ポルトランドセメント	混合セメントB種	早強ポルトランドセメント
無筋および鉄筋コンクリート	一 般	15 以上	5 日	7 日	3 日
		10 以上	7 日	9 日	4 日
		5 以上	9 日	12 日	5 日
		上記期間を湿潤状態に保つ			
	寒 中	普通の露出状態のコンクリートの場合 $f_c = 5 \text{ N/mm}^2$ に達するまで5 日以上でその後2 日間は0 以上に保つ			
	暑 中	打込み後24 時間はたえず湿潤状態、その後も5 日間以上湿潤状態を続ける			
舗装コンクリート	一 般	現場養生供したいの曲げ強度が配合強度の7 割以上に達するまで湿潤養生。試験を行わない場合は、普通セメント使用の場合1 4 日、早強セメント使用の場合7 日、中庸熱セメント使用の場合2 1 日を標準とする			
	寒 中	$f'_c > 5 \text{ N/mm}^2$, $f_b > 1 \text{ N/mm}^2$ になるまで凍結しないように保護			
	暑 中	打込み後24 時間はたえず湿潤状態、その後もできるだけ湿潤状態を続ける			
ダムコンクリート	一 般	普通および中庸熱セメント使用の場合1 4 日以上、フライアッシュセメントまたは高炉セメント使用の場合2 1 日以上湿潤養生。その後できるだけ湿潤養生			
	寒 中	打込み後 $f'_c > 5 \text{ N/mm}^2$ になるまで5 日以上で、その後3 日間は凍結しないよう保護			

(コンクリート標準示方書 (H11 施) P.102,128,132 (H8 舗) P.135,152,155 (H8 ダム) P.52 参)

2 型枠・支保工の取りはずし時期

型枠・支保工は、コンクリートがその自重および施工中に加わる荷重を受けるのに必要な強度に達するまで、これを取りはずしてはならない。

型枠取はずし時期について一定の標準を設けることはむずかしいが、おおよその標準を表11-19に示す。

また、ブロックの制作等で脱型後横持ち作業等を行う場合、玉掛け位置において必要な強度を算定しておき、期待強度が得られる養生期間を事前に確認しなければならない。

表11-19 型わくを取りはずしてよい時期のコンクリート圧縮強度の参考値

部 材 面 の 種 類	例	コンクリートの圧縮強度 (N/mm^2)
厚い部材の鉛直または鉛直にちかい面、傾いた上面、小さいアーチの外側面	フーチングの側面	3 . 5
薄い部材の鉛直または鉛直にちかい面、45°より急な傾きの下面、小さいアーチの内面	柱、壁、はりの側面	5 . 0
橋、建物等のスラブおよびはり、45°よりゆるい傾きの下面	スラブ、はりの底面、アーチの内面	1 4 . 0

(H11コンクリート標準示方書 (施工編) P.39)

〔参 考〕

- 1 水セメント比：練りたてのコンクリートまたはモルタルにおいて、骨材が表面乾燥飽和状態であるとしたときのセメントペースト部分における水とセメントとの重量比、記号はW/Cで一般に重量百分率で表示する。
- 2 A Eコンクリート：エントレインドエアを含んでいるコンクリート。
- 3 細骨材率：骨材のうち、5 mmふるいを通る部分を細骨材、5 mmふるいとどまる部分を粗骨材として算出した、細骨材量と骨材全量との絶対容積比を百分率で表したものの。記号： s/a
- 4 コンシステンシー：変形あるいは流動に対する抵抗性の程度で表されるフレッシュコンクリート、フレッシュモルタルまたはフレッシュペーストの性質。
- 5 ワークビリティ：コンシステンシーおよび材料分離に対する抵抗性の程度によって定まるフレッシュコンクリート、フレッシュモルタルまたはフレッシュペーストの性質であって、運搬、打込み、締固め、仕上げなどの作業

の容易さを表す。