目　次　その1

第1章　土木工学一般 ―――― 1

1．1　土と岩 …… 1
1．2　コンクリート工 …… 8
1．3　土工と各種土構造物 …… 17
1．4　土工と機械化施工 …… 27
1．5　舗装工 …… 36
1．6　基礎工 …… 38
1．7　軟弱地盤対策工法 …… 43
1．8　工事測量 …… 45
1．9　施工計画 …… 46
1．10　工事の管理 …… 49
1．11　施工のための各種試験 …… 59
1．12　設計図書と工事費 …… 60

第2章　建設機械一般 ―――― 62

2．1　技術動向 …… 62
2．2　原動機 …… 62
2．3　燃　料 …… 68
2．4　潤滑剤 …… 70

第3章　トラクタ系建設機械 ―――― 74

3．1　分類と特徴 …… 74
3．2　構造と機能 …… 76
3．3　施工方法 …… 83

第4章　ショベル系建設機械 ―――― 88

4．1　概要 …… 88
4．2　構造と機能 …… 94
4．3　ショベル系掘削機に関する関係法令 …… 95
4．4　施工方法 …… 97

第5章　モータグレーダ ——— 104
5．1　特徴と分類 …… 104
5．2　構造と機能 …… 108
5．3　施工方法 …… 117
5．4　広場の整地 …… 119
5．5　除雪作業 …… 119

第6章　締固め建設機械 ——— 121
6．1　分類と特徴 …… 121
6．2　構造と機能 …… 126
6．3　施工方法 …… 128

第7章　舗装建設機械 ——— 134
7．1　路床･路盤機械 …… 134
7．2　アスファルトプラント …… 138
7．3　アスファルトフィニッシャ …… 145
7．4　路上表層再生工法機械 …… 152
7．5　特殊舗装と施工機械 …… 153

第8章　基礎工事建設機械 ——— 156
8．1　既製杭施工機械 …… 156
8．2　埋込み式既製杭施工機械 …… 159
8．3　油圧式杭圧入引抜き機 …… 161
8．4　場所打ち杭工法 …… 162
8．5　地中連続壁掘削機械 …… 167

第9章　関係法令 ——— 170
9．1　労働基準法 …… 170
9．2　労働安全衛生法 …… 177
9．3　建設業法 …… 184
9．4　公共工事の品質確保の促進に関する法律 …… 189
9．5　道路法 …… 190
9．6　車両制限令 …… 192
9．7　道路交通法 …… 193
9．8　騒音規制法･振動規制法 …… 194

9．9　資源の有効な利用の促進に関する法律 ……195
9．10　廃棄物の処理および清掃に関する法律 ……196
9．11　建設工事にかかる資材の再資源化等に関する法律 ……198

第10章　各種建設機械の作業能力計算 ——199
10．1　一般的な土量計算 ……199
10．2　建設機械の作業能力 ……201
(1)トラクタ系建設機械 ……202
(2)ショベル系建設機械 ……207
(3)モータグレーダ ……210
(4)締固め機械 ……213

目　次　その2

※ 1，2級土木施工管理技士の資格をお持ちでない方は必ず学習しておきましょう！

1．土　工 ——1
第1章　土工に伴う土質調査 ……1
第2章　盛　土 ……7
第3章　のり面保護工 ……24
第4章　軟弱地盤対策工法 ……27

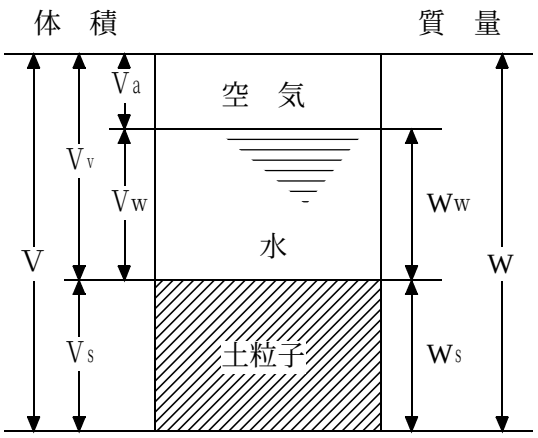
2．コンクリート工 ——30
第1章　材　料 ……31
第2章　レディーミクストコンクリート ……37
第3章　特別な考慮を要するコンクリート ……58
第4章　鉄筋工 ……61

3．基礎工 ——65
第1章　土留め ……65
第2章　直接基礎 ……71
第3章　既製杭の施工 ……74
第4章　場所打ち杭 ……79
第5章　ケーソン基礎 ……82

第1章　土木工学一般

1．1　土と岩

(1) 土の構成



V　:土の全体積
Vs　:土粒子の体積
Vv　:間隙の体積
Vw　:間隙水の体積
Va　:空気の体積
W　:土の全質量
Ws　:土粒子の質量
Ww　:間隙水の質量

図　土を構成する3要素

① 土粒子の比重 …　$G_s = \dfrac{W_s}{V_s \cdot \rho_w}$　（ρ_w：水の密度）

土粒子の比重とは、ある示された温度（一般に15℃）での空気中で示す質量と、土粒子と同体積の蒸留水が空気中で示す質量との比をいう。土粒子の比重は2.5～2.8程度である。

② 間隙比　　…　$e = \dfrac{V_v}{V_s}$

土の間隙を、土粒子全体の体積に対する比で表したもの。間隙比が大きい土は、間隙が多いので荷重を加えると体積が小さくなりやすい。

③ 飽和度（%）…　$S_r = \dfrac{V_w}{V_v} \times 100$

土の間隙の体積のうち、水の占める割合。土を締固めると、水よりも空気が先に追い出されるので飽和度が高くなる。よく締め固まった土の飽和度は80～95%程度である。

④ 土の湿潤密度（g/cm³）…　$\rho_t = \frac{W}{V}$

自然のままの土の密度。土を全体的に見た、いわゆる土のみかけの密度。湿潤密度が大きい土は、当然重い土であるといえる。

⑤ 土の乾燥密度（g/cm³）…　$\rho_d = \frac{W_s}{V}$

自然の土を乾燥し、水分をなくした状態での密度。乾燥密度が大きい土は、間隙が少なく、よく締まった土であるといえる。

⑥ 空気間隙率（%）　…　$v_a = \frac{V_a}{V} \times 100$

土の中の空気の体積を土全体の体積に対する比で表したもの。空気間隙率の小さい土ほどよく締め固まった土である。よく締まった土の空気間隙率は2～10%程度である。

⑦ 含水比（%）…　$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$

土の間隙の中に含まれている水の質量の土粒子の質量に対する比率。水分が多いほど、含水比が高い。

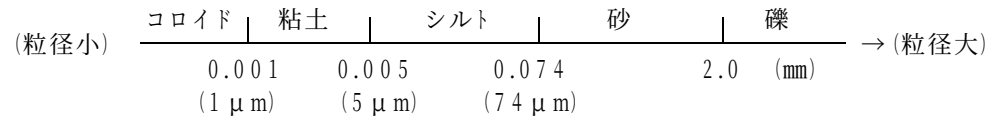
(2) 土の分類

土を分類する方法にはいくつかの種類があり、目的に応じて使い分ける。主に、以下のような分類方法がある。

① 粒径による土の分類

土を、土粒子の大きさ(粒径)によって5つに分類すると、次のようになる。

☆ 粒径による分類



② 施工のための土の分類(道路土工･施工指針)

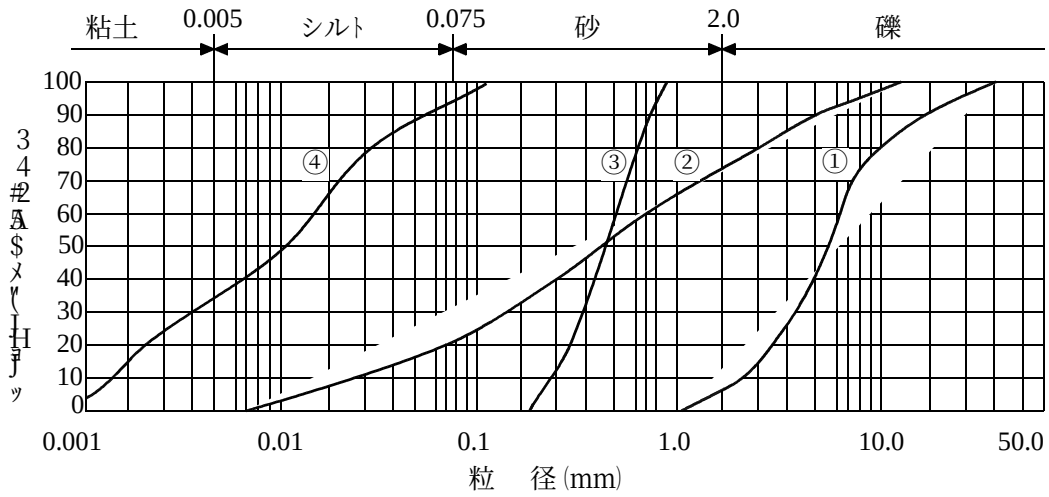
「日本統一土質分類」という詳しい分類法を、使いやすく修正したもの。以下の表のようになっている。

表　施工のための土の分類

名　称	説　明
礫混じり土	礫が混入していて、掘削の能率が低下する。
砂	バケットに山盛りの形状になりにくい。
普　通　土	掘削が容易で、バケットに山盛り形状にしやすい。
粘　性　土	バケットに付着しやすい。空げきが多くなりやすい。トラフィカビリティが悪い。
高含水比粘性土(有機質土)	バケットに付着しやすく、特にトラフィカビリティが悪い。

※ トラフィカビリティとは、建設機械の走行性のこと。

次に粒径加積曲線の例を示す。この図は、横軸に対数目盛で粒径を、縦軸に普通目盛りで通過質量百分率をとり、ふるい分け試験で得られた結果を打点して、それらを滑らかな曲線で結び、これを粒径加積曲線と呼ぶ。



曲線①･･･曲線が右にあるほど大きな粒径の土粒子を含む土である。
曲線②･･･曲線の傾きが緩やかであるほど広範囲の粒径の土粒子を含む土である。
曲線③･･･曲線が立っているような土は粒径がそろっている。
曲線④･･･曲線が左にあるほど粒径の小さな粒子からできている土である。
(ここで、曲線② は粒度分布がよく、曲線③ は粒度分布が悪いという)

(3) 土の性質

① 土の強度

盛土が崩壊したり、基礎掘削の切土面が崩れたりするのは、土になんらかの理由で外力が加えられたとき、ある面上の土粒子が、互いに活動することによって起こる。

このような土粒子相互間の滑動に抵抗する力の強さが強度であり、土の強度は、土粒子相互間の粘着力と摩擦力によって生じる。

粘土の強度･･･もっぱら粘着力によって支配され、摩擦力はゼロに近い。

砂　の強度･･･土粒子間に働く摩擦力によって生じ、粘着力の要素はほとんどない。

粘着力Cは、土粒子が互いに引き合う力に抵抗する力で、一般に粒子が小さいほど大きくなる。
内部摩擦力φは、土粒子の機械的なかみ合わせによって生じる抵抗で、一般に粒子が大きいほど大きい。

土粒子間の摩擦力は、その土の内部摩擦角と呼ばれる性質により左右され、内部摩擦角の大きな土は一般に安定な土である。

土の内部摩擦角は、適度な含水比の砂質土では比較的大きく、含水比の大きな粘性土では極めて小さい。

② 土のこね返し

粘土は、堆積したまま長年経過すると、土粒子と土粒子間の間に電気的化学的な結合が起こり、かなり強度が増大する。しかし、これを一旦掘り起こして機械や人力によりこね返すと、長年にわたってきた結合機構が壊れて、土の強度が減少することがある。これを「土のこね返し」という。

土のこね返しは、「鋭敏比」と呼ばれる比率で表す。

$$\text{鋭敏比} = \frac{\text{自然状態の一軸圧縮強度}}{\text{こね返した状態の一軸圧縮強度}}$$

普通の粘土の鋭敏比は2～4程度であるが、関東ロームと呼ばれる土では、鋭敏比が8～10程度もあり、このように鋭敏比の大きな土が多量の水分を含んでいるときには、こね返し作用を受けると容易に流動化してしまう。

③ 土の透水

土中の間隙は複雑に入り組んでいるが連続しているので、土中の水は、間隙を通って土の中を自由に流れることができる。このような現象を「土の透水」という。

粘土･･･土粒子の粒径が小さな土は透水性が小さい。
砂　･･･清浄な砂は透水性が大きい。

④ 土の圧密

自然の土は、間隙がほぼ水で飽和されたものが多いが、このように飽和されている土の表面に荷重を加えると、間隙水は排出され、その分だけ土粒子の骨組みが押しつぶされて土は収縮する。この現象を「土の圧密」という。

土が清浄な砂のように、非常に透水係数の大きいものであれば、圧密はほとんど瞬間的に終わる。

土が粘土のように透水係数の小さいものであれば、間隙水の排水が困難なため、圧密現象は極めて遅く進行する。

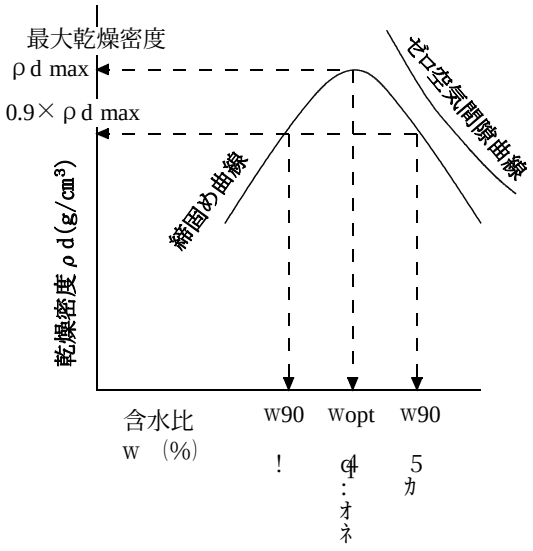
(4) 土の締固め特性

土に外部から力を加えると土粒子間の間隙が小さくなり、土の体積は減少し密度が増大する。これを土の締固めと呼んでいる。

締固められた土は、土粒子相互のかみ合わせが緊密なために、土の強度が増大するとともに、土粒子間の間隙が小さくなっているために、土の透水性が低下し、又、間隙中に含まれる水の量も少なくなるので、雨水や流水などに対する土の耐久性が増大することになる。

盛土工事を施工する場合に必ず締固めを行うのは、このように盛土の強度の増大と透水性の低下を図ることによって、盛土の安定性が得られるからである。

なお、土の締固め効果の度合い(「締固め度」という)を左右する要因としては、土の含水比、締固めを行う力の強さと回数、土質などが上げられる。



① 土の含水比と締固め度

右図の締固め曲線から分かるように、土はある適当な含水比の時によく締め固まり、密度が最大になる。このような含水比を「最適含水比」といい、その時の乾燥密度を「最大乾燥密度」という。

逆に言うと、最適含水比の状態で土を締固めることが、土を締固めるうえで最も好ましいということである。

② 土質と締固め度

土はその土粒子の粒径がそろっていると、間隙が大きくなって高い密度に締固めることができないが、粒径が大小適当に混ざっていると、大きな土粒子によって作られた隙間の中に小さな土粒子が埋まり、高い密度に締固めることができる。

また、砂と粘土を比べると砂の方が最適含水比が小さくて最大乾燥密度が大きい。

(5) 岩石と岩盤

岩盤を掘削するとき、その岩盤の硬さによって掘削工事の施工能率は著しく異なる。

岩盤の硬さは、その岩盤を構成する岩石そのものの強度と割れ目の程度や、風化の発達の程度、断層による影響などによって左右される。よって、岩盤を取り扱う際には、岩石片ではなく岩盤の性質を原位置において確かめることが望ましい。

◇ 岩盤の硬さ

岩盤の硬さを調査する方法として、岩盤を伝わる弾性波速度(km／h)がある。

弾性波速度は、岩が硬いほど速くなるが、割れ目が多かったり風化がすすんでいると遅くなる。この弾性波速度から掘削の難易を推定できる。

名　称	説　　明	摘　　要
硬　岩	亀裂がまったくないか少ないもの 密着のよいもの	弾性波速度 3,000m／s以上
中硬岩	風化のあまり進んでいないもの (亀裂間隔30～50cm程度のもの)	弾性波速度 2,000～4,000m／s
軟　岩	固結の程度のよい第四紀層 風化の進んだ第三紀層以前のもの リッパ掘削のできるもの	弾性波速度 700～2,800m／s
転石群	大小の転石が密集しており、掘削が極めて困難なもの	
岩　塊 ・ 玉　石	岩塊、玉石が混入して掘削しにくく、バケットなどに空隙のでき易いもの	玉石混じり土、岩塊 破砕された岩 ごろごろした河床

また、ボーリングによって岩種、硬軟、コア採取率、棒状コアの長さ(RQD)、風化、変質の程度などを調べ、岩盤の掘削の難易を評価する。

$$RQD=\frac{\text{掘削長100cm当たりに占める1片10cm以上のコアの総長}}{\text{掘削長(100cm)}}\times 100 \quad (\%)$$

RQD値が大きいことは、割れ目が少なく、風化変質の少ない岩盤であることを示している。

1．2　コンクリート工

(1) コンクリートの材料

① セメント

セメントには、ポルトランドセメント、混合セメントなどがある。

ポルトランドセメントには、普通、早強、超早強、中庸熱、低熱、耐硫酸塩セメントの6種類がある。

混合セメントには、高炉、シリカ、フライアッシュセメントの3種類がある。

◇ポルトランドセメント

ポルトランドセメントは、セメントクリンカーに凝結調整剤として少量の「石こう」を添加し粉砕したものである。

なお、低アルカリ形ポルトランドセメントは、アルカリ骨材反応を抑制することを目的とし、セメント中の全アルカリ量を0.6％以下になるように調製したものである。

◇混合セメント

混合セメントは、セメントクリンカーに混合材として高炉スラグを混合したものは「高炉セメント」、シリカ材を混合したものは「シリカセメント」、フライアッシュを混合したものは「フライアッシュセメント」である。

それぞれの規格に、混合材の割合によりA種、B種、C種の3種類がある。

② 水

水は、油、酸、塩類、有機物等コンクリートの品質に影響を及ぼす物質を含んでいてはならない。

また、鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリート及び鉄骨鉄筋コンクリートには海水を使用してはならない。

単位水量は作業ができる範囲内で、できるだけ少なくなるように試験で定める。

③ 混和材料

混和材料は、その使用量が多くコンクリートの配合計算に関係するものを混和材といい、使用量が少なく薬品的な使い方をするものを混和剤という。

1) 混和材

高炉スラグ微粉末 ･･･ 潜在水硬性により長期強度が期待できる。

膨張材 ･･･ 硬化過程において膨張を起こさせる。

石灰石微粉末 ･･･ 材料分離やブリーディングを減少させる。

2) 混和剤

ＡＥ剤、ＡＥ減水剤 ･･･ ワーカビリティや耐凍害性を改善する。

減水剤、ＡＥ減水剤 ･･･ ワーカビリティを向上させ、所要の単位水量や単位セメント量を減少させる。

(2) コンクリートの性質

① フレッシュコンクリートの性質

フレッシュコンクリートは、型枠のすみや鉄筋の間に十分に行きわたる流動性を持ち、締固め、仕上げが容易で、作業中に材料の分離が少ないものが求められている。

◇ワーカビリティ

コンシステンシーによる打込み易さの程度及び材料分離に抵抗する程度によって定まる性質で運搬･打込み･締固め･仕上げなどの作業の容易さを示す。

◇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の性質をいう。コンシステンシーの大きいコンクリートは作業が容易であるが、材料分離の傾向が大きい。

② 材料の分離

材料の分離は、コンクリートの取扱中（運搬、打込み、締固め）に起こるものと、打込み終了後に起こるものがある。

取扱中に起こる材料分離は、モルタル分と粗骨材の分離であり、作業を適切に行うことによりかなり軽減される。

打込み後の材料分離は、主として水の分離で、打込み後2～4時間に生じ、セメント及び骨材粒子の沈下により水が表面に浮かび上がる。これをブリーディングという。

また、コンクリートの表面に浮かび出て沈殿した微細な物質をレイタンスという。レイタンスは強度も水密性も小さいので、打継ぎの施工にあたっては必ず除去しなければならない。

高い所からコンクリートを打設する場合は、縦シュートを使用するが、縦シュートの下端とコンクリート打込み面との距離は1.5m以下とする。また、やむを得ず斜めシュートを用いる場合は、シュート先端に漏斗管やバッフルプレートを取付けるなどしてコンクリートの分離を防止すること。

③ コンクリートの強度

コンクリートの強度は、普通ポルトランドセメントの場合は、混合後、時間とともに強度を増し、28日目でその強度のほとんどを発揮する。

コンクリートの強度は、標準養生を行った円柱供試体の材齢28日における圧縮強度を基準とする。早強セメントは、7日目くらいでその強度のほとんどを発揮する。

コンクリートの強度は、骨材の性質や施工方法によっても左右され、一番大きく影響するのは水セメント比（W／C）［単位水量Wと単位セメント量Cとの比］であり、水セメント比が小さいほど強度は大きくなるが、コンクリートの流動性は小さくなり作業は困難となる。

(3) 配合設計

配合とは、コンクリートまたはモルタルを作るときの各材料の割合または使用量をいい、示方配合と現場配合がある。

① 示方配合

設計図書または責任技術者によって指示される配合で、骨材は表面乾燥飽水状態であり、細骨材は5㎜ふるいを全部通るもの、粗骨材は5㎜ふるいに全部留まるものを用いた場合の配合で、出来上がり量を1㎥として次のように表す。

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)
〈例〉25	10	5	50	41

単位量(kg/㎥)						
水 W	セメント C	混和材 F	細骨材 S	粗骨材 G		混和剤
				mm mm	25mm ~5mm	
174	348	125	722	1035		

② 現場配合

現場の骨材は表面乾燥飽水状態にないので、骨材の含水量、細骨材の5㎜ふるいを通る量㎥留まる量を考慮して、示方配合を修正する。

このように、示方配合と同じコンクリートになるように、現場の材料の状態に応じて修正した配合を現場配合という。

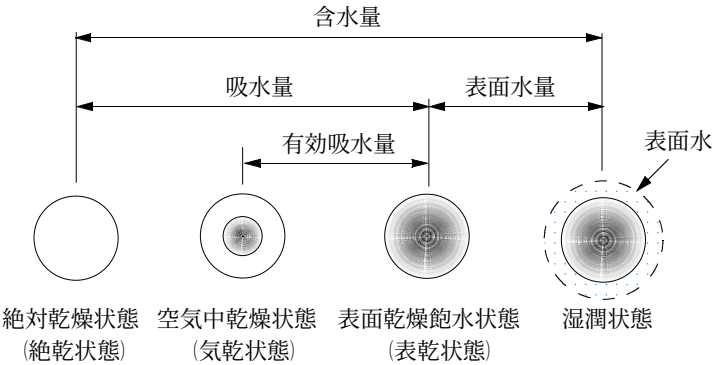


図 骨材の含水状態

(4) レディーミクストコンクリートの種類

表 レディーミクストコンクリートの種類(JIS A 5308-2003)

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法(mm)	スランプ又はスランプフロー(cm)	呼び強度													
			18	21	24	27	30	33	36	40	42	45	50	55	60	曲げ4.5
普通コンクリート	20,25	8,10,12,15,18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－
		21	－	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－
	40	5,8,10,12,15	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－
軽量コンクリート	15	8,10,12,15,18,21	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－
舗装コンクリート	20,25,40	2.5,6.5	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○
高強度コンクリート	20,25	10,15,18	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－
		50,60	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	○	○	－

※ 一般のコンクリートは、圧縮強度で規定されるが、舗装コンクリートは、曲げ強度で規定される。

(5) 運搬・打込み・締固め

① 運　搬

運搬中に材料の分離が生じた場合には、必ず練り直してから打設する。

② 打込み

◇打込み順序

打込み区画が広い場合には、一般にコンクリートの供給源から遠い所から打込む。

◇注意点

運搬したコンクリートは、直ちに打込む。練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は、原則として外気温が25℃を超える場合は1.5時間、25℃以下の場合は2時間以内とする。

③ 締固め

◇内部振動機

内部振動機の振動が有効な間隔内は一般に50cm程度である。振動機は鉛直方向に差込み、先端が約10cm程度下層のコンクリートに入り込むようにする。