

コンクリート工学 第9回

コンクリートの施工



途中と最後に、小テスト有り!!

【構造物建設における作業の流れ】

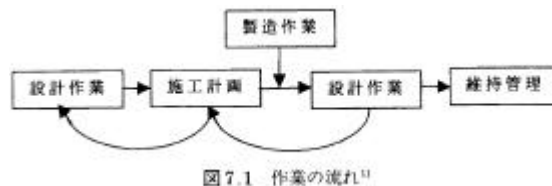


図7.1 作業の流れ

施工作業の最終目的：
所定の空間に、所定の寸法、精度を有し、所要の強度、耐久性、水密性などを有するコンクリート構造物を建設すること。

材料の管理、計量、練混ぜ、運搬、打込み、締固め、養生などのコンクリートの製造と施工の工程がそれぞれ目的にならなければならない。

【コンクリートの製造 施工工程図】

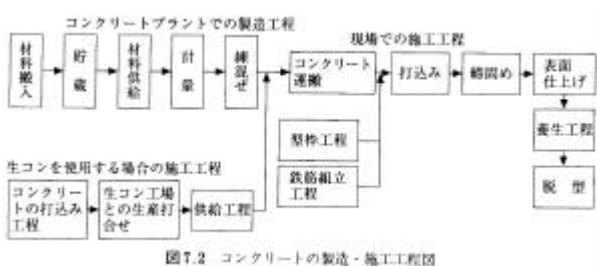


図7.2 コンクリートの製造-施工工程図

【施工計画】

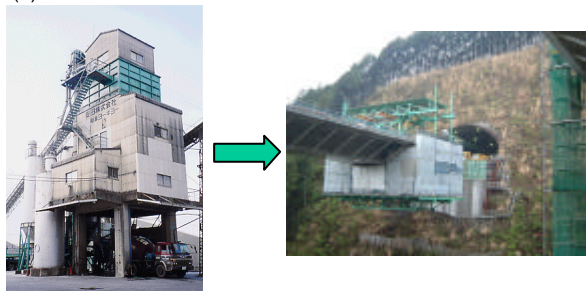
施工の良否は、施工計画書にかかっている。
施工計画書の作成が義務付けられている。

- 施工する構造物 (形状、寸法、鉄筋の配置、施工場所)
- 工期、工程、施工開始時期
- 気象条件、労働条件、稼働日数
- 構造物に要求される性能 (設計条件、環境条件)
- 使用材料 (セメント、骨材、混和材料、鋼材等の品質、数量)
- 施工法 (練混ぜ、運搬、打込み、締固め、養生、継目、鉄筋工型枠、支保工、プレストレッシング)
- 施工機械 (機種、性能、使用期間等)
- 仮設備 (運搬路、電気、水、排水等)
- 労務計画 (機械、人員、作業期間、資格等)
- 安全衛生計画 (公害防止策等)
- 試験、品質管理、検査計画 (作業中の管理、検査、維持方法等)
- 施工担当責任者、作業組織、管理系統図

【運搬】

運搬：
練り混ぜたコンクリートを型枠内で締め固める位置まで運ぶこと

(1)プラントから現場までの運搬



a)アジテータ車 通称、コンクリートミキサー車



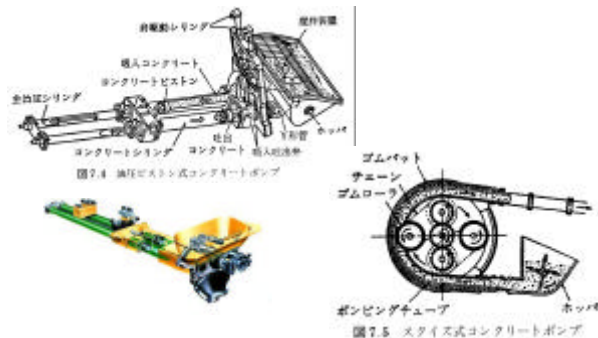
およそ、
1-5m³が運搬できる

(2)現場内運搬

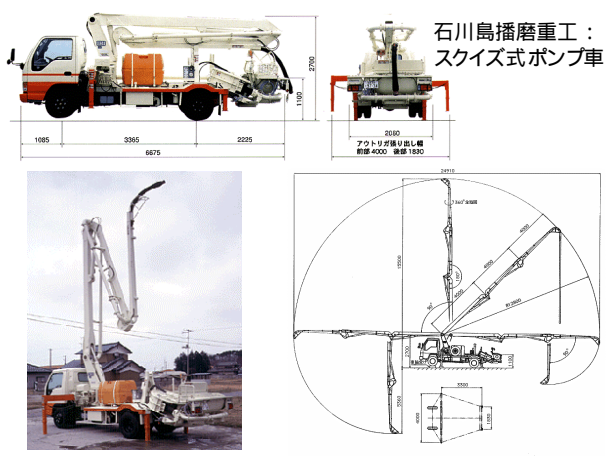
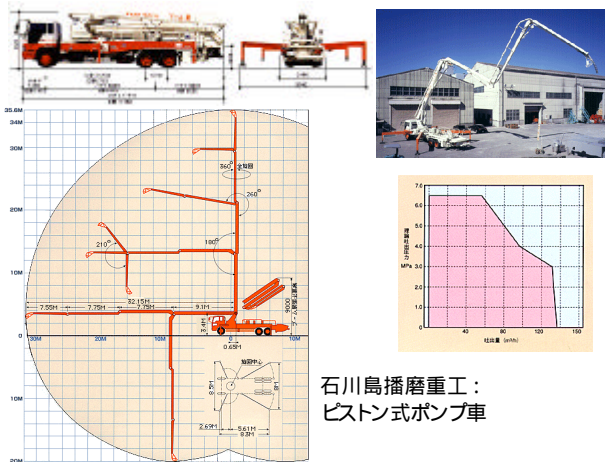
a)コンクリートポンプ車 コンクリートを圧送する機械



- 2方式
- ・ピストン式
シリンダ内部のコンクリートをピストンで押し出す形式。
大吐出量、高圧力に適する。
 - ・スクイズ式
回転するローラーに取り付けられた複数のローラーでゴムチューブを押しつぶしながら、チューブ内に吸入したコンクリートをしぼり出す方式。軟練りコンクリートに適する。



ポンプで運搬するコンクリート
通常では、スランプ12cm以下
高性能AE減水剤を利用した場合、スランプ18cm以下、他



圧送条件

最大圧送負荷 P_{max}

$$P_{max} = \text{水平管1m当りの管内圧力損失} \times \text{水平換算距離}$$

水平換算距離：

使用する管の種類について下表をもとに水平換算長さを求め、それと水平管の長さの合計として求める。

表7-3 水平換算長さ¹⁾

項目	規格	呼び寸法	水平換算長さ ²⁾ (m)
上向き垂直管	1本当り	100 A (4 B)	3
		125 A (3 B)	4
		150 A (6 B)	5
テーパ管 ³⁾	1本当り	125 A → 150 A	3
		150 A → 125 A	
		125 A → 100 A	
ベント管	1本当り	90° φ=0.5m φ=1.0m	6
フレキシブルホース	5~6本もの1本		20

P_{max} がコンクリートポンプの最大理論吐出圧力の80%以下



¹⁾ 普通コンクリートの圧送における値である。
²⁾ テーパー管は長さ1mを標準とする値であり、この水平換算長さは小さい径の径に対応する値である。

テーパ管



末口(上径)と元口(下径)が細径と太径となり滑らかな傾斜をもった管

ベント管



b) コンクリートバケツ

振動が少なく、打込み場所まで直接運搬できるので、コンクリートの材料分離を最も少なくできる運搬方法のひとつである。一般用0.5~1.5m³、ダム工用3~6m³



c) ベルトコンベア

コンクリートを連続して運搬するのに便利である。パッフルプレートと漏斗管の使用は不可欠



図7.3 ベルトコンベヤー使用上の注意(末端における分離の防止)

d) シュート

原則、縦シュートとする。やむを得ず使用する場合でも、水平2に対して鉛直1以下とし、パッフルプレートと漏斗管を設けるのがよい。



e) 手押し車

通称、ネコ



表 7.1 コンクリートの各種運搬方法

分類	運搬機械	運搬方向	運搬時間 運搬距離	運搬量 (m³)	動力	適用範囲	備 考
主として プラント から現場 までの運 搬	トラック コンクリートポンプ コンクリートトラック	水 平	10分 100m	1.0~4.5/台	内燃機関 電動機	運距離運搬	一般の長距離運搬に適す る。運搬用コンクリートや RCDコンクリートに 使用
主として 現場内運 搬	コンクリートポンプ	水 平 垂 直	5分 100m	20~70/台	内燃機関 電動機	一般・長距 離・高所	現場内から数層コンク リートまで広く使われ ている
	コンクリートバケット	垂 直 水 平	10~30分 10~50m	15~20/台	クレーン 人力	一般・高強 度用	分機が少なく積内運搬に 適する
	コンクリートダンプ	垂 直	30~120分 15~25/台	5~20/台	電動機	高所運搬	手押し車、ベルトコンベ ヤー、ポンプとの組み 合わせ
	ベルトコンベヤー	水 平 やや勾配	5~100分 5~100m	5~20/台	電動機	現場内用	分機傾向にあり、鉄線用 には適さない
シュー	垂 直	5~20分 10~100m	10~10/台	重 力	一般	分機に注意する必要がある	
手押し車	斜 面 水 平	10~60分 0.05~0.1/台	1人/台	小規模工事	車動しない・性能が必要		

【打込み】

(1)打込みの原則

練り混ぜてから打ち終わるまでの時間
1.5時間 (外気温25 を越えるとき)
2.0時間 (外気温25 を越えないとき)

鉄筋の配置、型枠を乱してはいけない。

・コンクリートを型枠内で横移動させてはいけない。
材料分離を引き起こす可能性が高い

打込み高さは1.5m以下を標準とする

打ち上がり速度は、30分につき1~1.5m程度を標準とする

(2)打込みにおいて注意する現象

・ブリーディング

沈下ひび割れを引き起こす可能性がある。

・コールドジョイント(下層と上層のコンクリートが一体化しない
のでできる境界面)

一体化がないことによる耐力低下 構造物の弱点となる
劣化しやすい

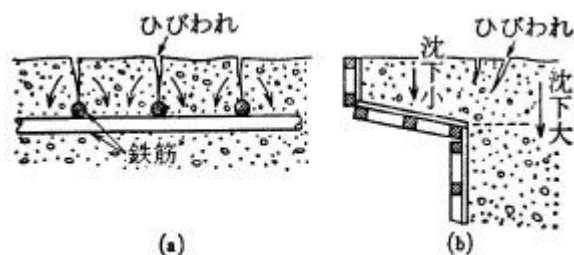
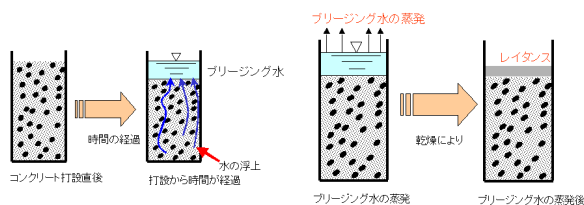
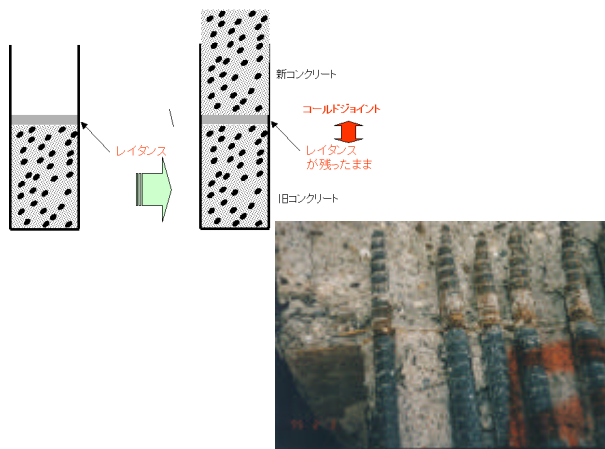


図 7.10 コンクリートの沈下によるひび割れ



(3)許容打重ね時間間隔

セメントの種類、混和剤の種類と使用量、コンクリートの温度、
外気温などにより変化するが、一般のコンクリートの場合では、
下表に示す値を標準としている。

表 7.3 許容打重ね時間間隔の標準

外気温	許容打重ね時間間隔
25℃ を越える	2.0 時間
25℃ 以下	2.5 時間

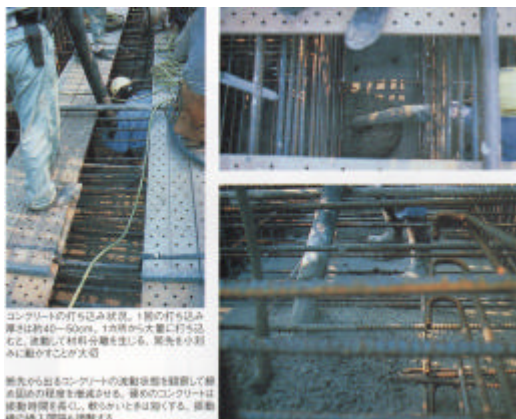
・打重ね時間間隔は、下層のコンクリートの打込みが完了した後、静置時間をはさんで上層のコンクリートが打ち込まれるまでの時間

【締固め】

(1)振動機の種類

a)内部振動機

コンクリートの中に直接差し込んで締め固めるもの
一般に円形断面のものが多い



コンクリートの打ち込み状況。1層の打ち込み
量は約4~5m³、5分間から大量に打ち込
むと、激しく材料分離を生じ、最先を小刻
みに動かすことが大切
最先から出るコンクリートの流動状態を観察して締
固め程度を判断できる。最初のコンクリートは
振動時間を長く、徐々に短くする。振動機
の挿入間隔も調整する





ダム用バイブレータ



実際の締固め状況

b)外部振動機

外部からコンクリートに振動を伝える形式の振動機で、型枠振動機、振動台、表面振動機などがある。



(2)振動締固め効果

振動の液化化作用の大小により定まる。

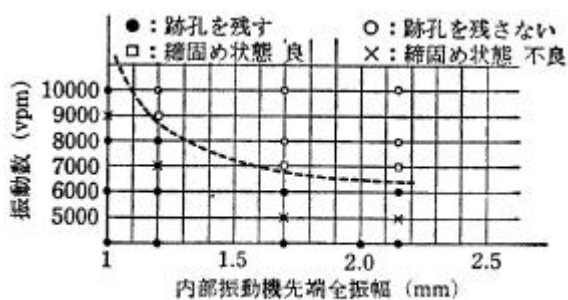
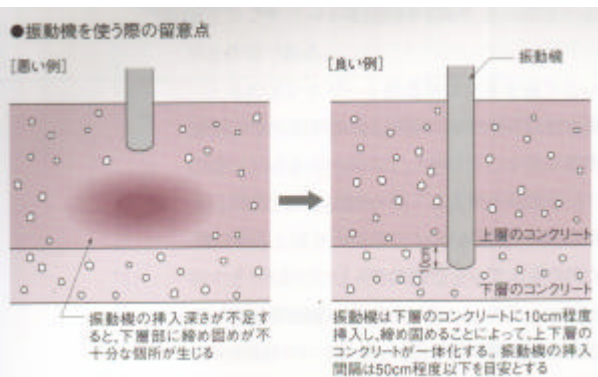
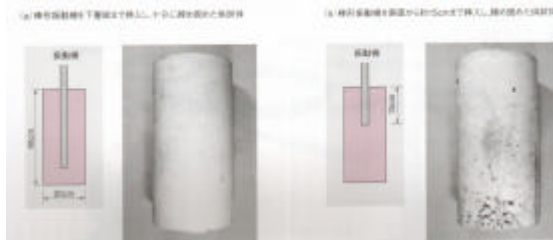


図 7.11 振幅・振動数とコンクリートの締固め特性

●振動機の挿入深さが異なる場合のコンクリートの状況
 直径20cm、高さ80cmの鋼製モーラーにスランプリング10cmのコンクリートを打ち込み、振動機の挿入深さを変えて作製した供試体。
 (a)は、下層部に空気が多く見られ、特に最下層には粗骨材の割れにモデルが定まらずに空気が溜まっている。
 (b)は、挿入深さが異なる場合のコンクリートの状況



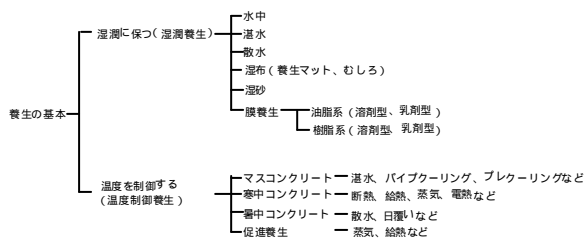
打込みとコンクリート締固め振動機を使って締め固める。締め固め作業は型枠の内側で行われ、あがりの際は型枠の外側から行う。あがりの際は粗骨材の割れを防止するために注意する。

【養生】

第6回 硬化コンクリートの資料も参考にするとよい。

(1)養生とは？

養生とは、コンクリート打設後、強度発現を助けるために十分な湿度と温度を与え、有害な外力の作用を防ぐこと。



(2)湿潤養生

コンクリートを湿潤環境下において養生すること。

・水中養生(20)

散水養生(大きな現場では、スプリンクラーを設置)

湿布養生(養生マット、布を利用)

膜養生(油脂系、樹脂系)

- 湿気を通さないこと
- 作業性に優れ、人体に影響がないこと
- コンクリートとの付着性に優れていること
- 耐候性に優れていること(風雨、日照に対して)
- 被覆材などとの付着を阻害しないこと。

(3)温度制御養生

a)寒中コンクリート

・日平均気温が4℃以下では、寒中コンクリートとして施工しなければならない。以下の点に注意する。
 凝結硬化の初期に凍結させない
 養生終了後、暖かくなるまでに受ける凍結融解作用に対して十分な抵抗性を保持させる。
 工事中の各段階で予想される荷重に対して十分な強度を確保させる。

対策

普通ポルトランドセメントを使用(早強ポルトランドセメントが望ましい)
 AE剤やAE減水剤を使用
 打込み温度を5~20℃で設定する
 水や骨材を温める
 給熱養生、保温養生を行う

b)暑中コンクリート

・日平均気温が25℃以上では、暑中コンクリートとして施工しなければならない。以下の点に注意する。
 凝結が早まるため、コールドジョイントが出来やすい
 同一スラブを得るための単位水量が増すため、長期強度の発現が悪くなる
 表面の水分の急激な蒸発によるひび割れや温度ひび割れも発生しやすい

対策

発熱を小さくする(中熱、低熱ポルトランドセメント)
 打込み温度を下げる
 (35℃以下とする、プレクーリング 材料を冷やす)
 遅延形のAE減水剤や減水剤を使う
 十分に散水する
 直射日光があたる場合は、覆いをかける

c)マスコンクリート

対象

スラブ 厚さ80~100cm以上
 壁 厚さ50cm以上

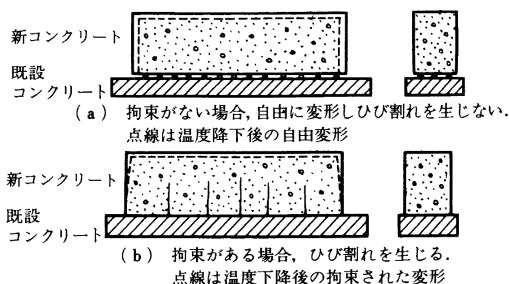


図 4・41 温度ひび割れの発生機構

対策

温度ひび割れ対策の基本的な考え方(3つに大別)
 コンクリートの温度上昇を小さくする
 ・単位セメント量を減らすために減水剤(特に遅延剤)や高炉スラグ微粉末、フライアッシュや石灰石微粉末などの有効利用
 水和熱の少ないセメントを使用
 粗骨材の最大寸法を大きく取れるような鋼材の最小あき、最小かぶりとする。
 ・スラブを小さくできる施工法を採用する
 材料を冷却してコンクリートの打込み温度を下げる(プレクーリング)
 強度発現の遅いコンクリートの場合、設計基準強度の材齢を長く取り、1回の打込み高さを低くする
 打込み後、コンクリートの内部に配置したパイプを用いて冷却する(パイプクーリング)

対策

発生する温度応力を小さくする
 拘束体を新コンクリート打込み前に加熱する
 ・スリップフォーム(コンクリートが自重に耐えられる程度に硬化した時期に型枠が外れるように、一定の速度で型枠を滑動させる工法)などの連続施工で打継ぎをさせる

発生する温度応力に対して抵抗力をつける
 あらかじめひび割れ誘発目地(所定の間隔に断面欠損部を設けておき、あらかじめ定めた位置にひび割れを起こさせるもの)を設ける
 ・鉄筋量を増してひび割れ幅を小さくする
 ・膨張コンクリートのケミカルプレストレスを利用する

d)促進養生

硬化コンクリートの資料を参照のこと

表 7.4 養生期間の標準¹⁾

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
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



