

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】

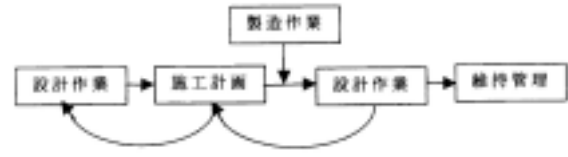


図7.1 作業の流れ

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、プレストレス)

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)

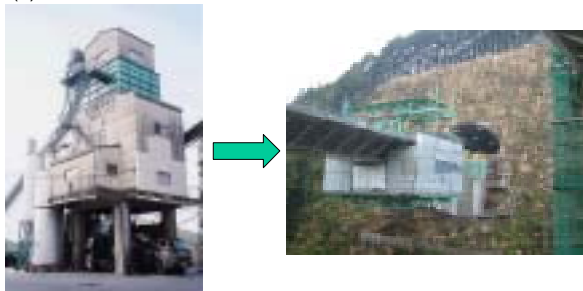
施工担当責任者、作業組織、管理系統図

【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



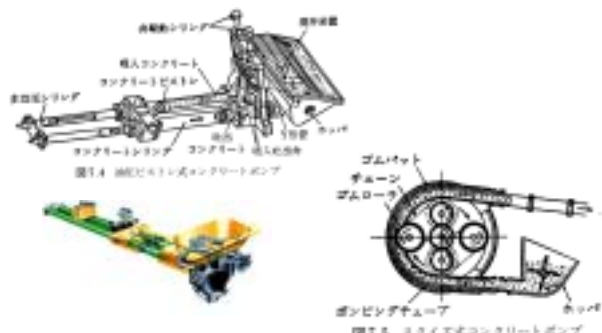
2方式

・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

石川島播磨重工：
ピストン式ポンプ車

石川島播磨重工：
スクイズ式ポンプ車

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。

種 目	管 径	呼び径	水平換算長さ**1(m)
上向き垂直管	100A	100A	3
	125A	125A	4
	150A	150A	5
テーパー管**	125A-150A		3
	150A-125A		
	125A-100A		
ベント管	100	φ=105mm φ=110mm	6
フレキシブルホース	5-6mのもの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
 ↓
 圧送可能

**1: 普通コンクリートの圧送に用いる数値である。
 **2: テーパー管は長さ10mを標準とする数値であり、この水平換算長さは心棒の中心線に対応する数値である。

テーパー管

 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)コンクリートバケット
 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 ベルトコンベア使用上の注意(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 7.2 コンクリートの各種運搬方法

分 類	運搬機種	運搬距離 (m)	運搬時間 (分)	運搬量 (m³)	特 長	適 用 範 囲	備 考	
主として アーク から現場 までの運 搬	トラック・コン クリートポンプ	水 平 - 900 m - 30 km	-	1.8~4.5台	内装機種 電動機種	電動機種 電動機種	一般の気象条件下に適用 される 鉄筋コンクリートや プレキャストコンクリートに 適用	
主として 現場内運 搬	コンクリートポンプ	水 平 垂直 - 500 m - 120 m	-	20~70台	内装機種 電動機種	電動機種 電動機種	一般 - 気象 条件 - 高所 適用	現場から鉄筋コン 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	15~20台	電動機種	電動機種	一般 - 高所 適用	分岐が少ない場合に適用に 適する
	コンクリートタワー	垂 直	50~120分	15~25台	電動機種	電動機種	一般	分岐が少ない場合に適用に 適する
	ベルトコンベアー	水 平 やや勾配	5~300分	5~20台	電動機種	電動機種	電動機種	分岐が多い場合に適用に 適する
	シュート	垂 直 斜 面 水 平	5~30分 10~50分 10~60分	10~50台	電動機種	電動機種	電動機種	分岐に注意する必要がある
手押し車	水 平	10~60分	0.10~0.15台	電動機種	電動機種	電動機種	分岐に注意する必要がある	

【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
 ない境界面)
 一体性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

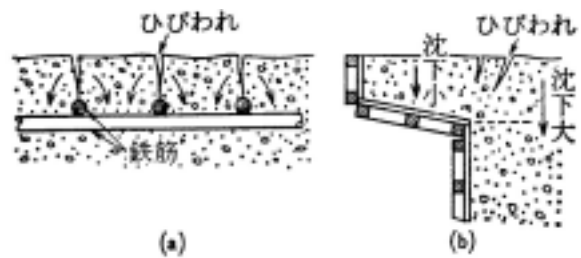
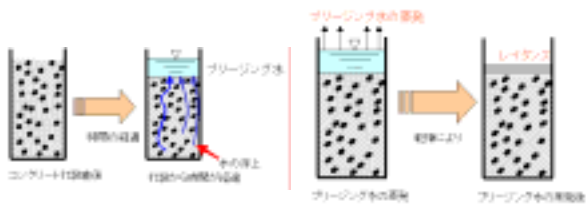


図 7.10 コンクリートの沈下によるひび割れ

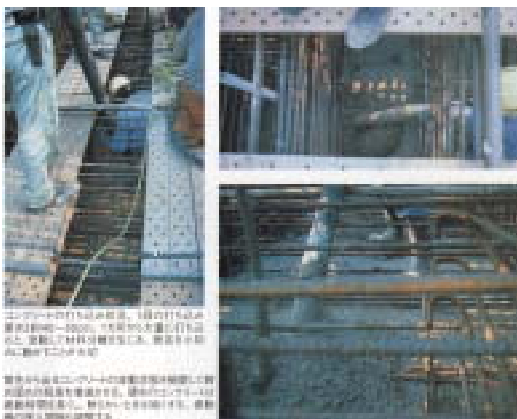
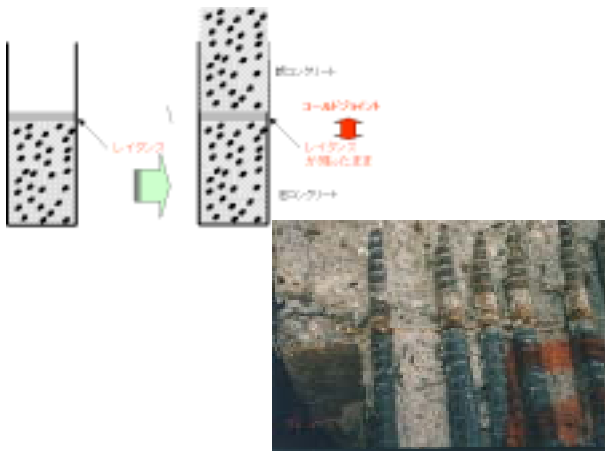
(3)許容打重ね時間間隔

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



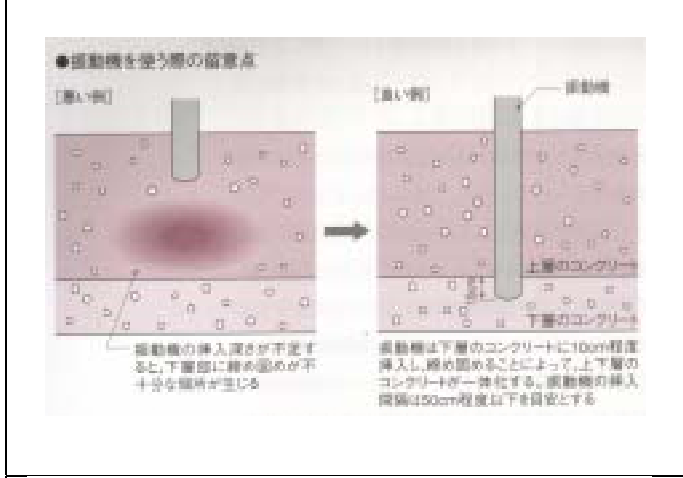
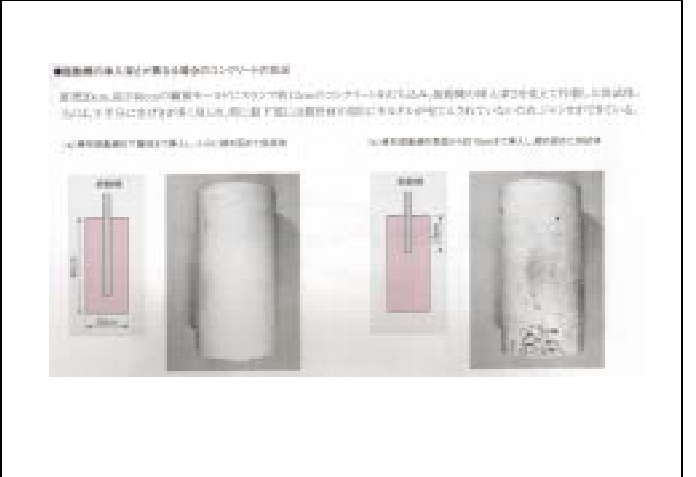
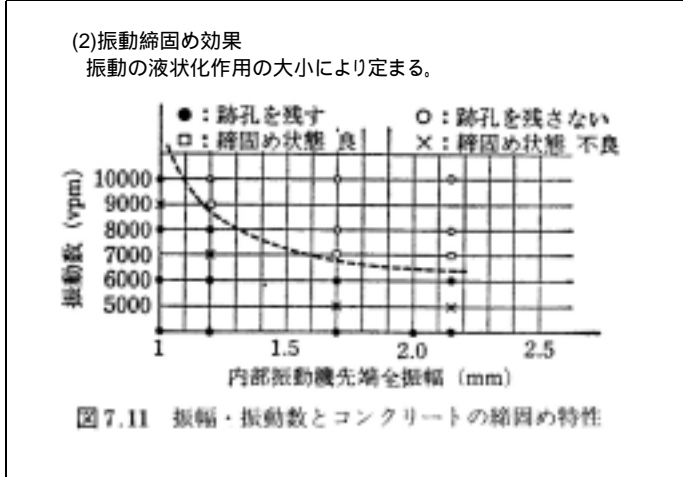
【締固め】

(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





【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るとともに、有害な外力の作用を防ぐこと。

養生の基本

- 湿度に保つ(湿度養生)
 - 水中
 - 浸水
 - 散水
 - 湿布(養生マット、むしろ)
 - 湿砂
 - 膜養生
 - 油脂系(溶剤型、乳剤型)
 - 樹脂系(溶剤型、乳剤型)
- 温度を制御する(温度制御養生)
 - マスコンクリート - 浸水、パイプクーリング、ブレイクリングなど
 - 寒中コンクリート - 断熱、給熱、蒸気、電熱など
 - 暑中コンクリート - 散水、日覆いなど
 - 促進養生 - 蒸気、給熱など

(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。

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	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

(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
同一スラン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(中庸熱、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
- 直射日光が当たる場合は、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

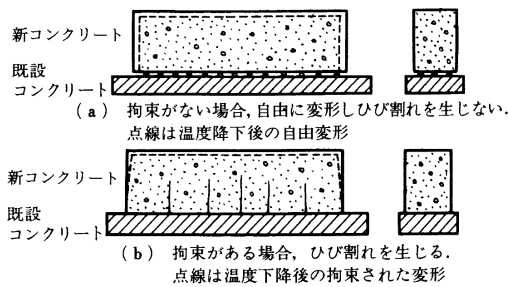


図 4・41 温度ひび割れの発生機構

・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。
 - ・スラン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ける
- 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



