

**監督職員のための  
コンクリート工事  
ポケットブック（案）**

**平成30年3月**

**四国技術事務所**

## 目次

§ 1	はじめに	
1.1	本書編纂の背景	1
1.2	本書の目的と内容	8
1.3	適用に際しての留意点	10
1.4	参考文献	10
§ 2	施工計画	
2.1	施工計画の確認と承認	11
2.2	施工計画のチェックポイント	12
2.3	ひび割れ抑制対策のチェックポイント	15
2.4	品質管理と検査のチェックポイント	21
2.4.1	検査計画	21
2.4.2	コンクリート製造工程における品質管理と検査	22
2.4.3	コンクリート施工時における品質管理と検査	23
§ 3	鉄筋工	
3.1	設計図書の確認・照査	24
3.2	搬入された鉄筋のチェックポイント	26
3.3	鉄筋の保管のチェックポイント	28
3.4	鉄筋加工のチェックポイント	29
3.5	鉄筋組立のチェックポイント	30
3.6	鉄筋継手のチェックポイント	32
§ 4	型枠・支保工	
4.1	型枠の組立・脱型のチェックポイント	33
§ 5	生コンの発注	
5.1	生コン工場選定のチェックポイント	36
5.2	スランプ設定のチェックポイント	40
5.3	配合設計のチェックポイント	50
5.4	材料選定のチェックポイント	52
5.4.1	骨材	52
5.4.2	セメント	58
5.4.3	混和剤	60
§ 6	生コンの受入れ	
6.1	受入れ検査のチェックポイント	63
6.1.1	試料採取のチェックポイント	65

6.1.2	スランプ試験のチェックポイント	66
6.1.3	空気量試験のチェックポイント	69
6.1.4	塩化物含有量試験のチェックポイント	71
6.1.5	供試体作製のチェックポイント	73
6.1.6	圧縮強度試験のチェックポイント	75
6.1.7	単位水量測定のチェックポイント	76
6.2	出荷伝票のチェックポイント	80
6.3	生コンの状態確認・観察ポイント	82
6.4	異常を認めた場合の対応の確認	84
§ 7	コンクリート打設	
7.1	ポンプ打設のチェックポイント	85
7.2	打込みのチェックポイント	90
7.2.1	準備	90
7.2.2	打込み	90
7.2.3	沈みひび割れの防止	91
7.2.4	幅が狭く深い型枠への打込み	92
7.2.5	コールドジョイントの防止	93
§ 8	締固め	
8.1	締固めの基本	96
8.2	締固めのチェックポイント	96
8.2.1	使用する振動機	96
8.2.2	挿入深さ、間隔	97
8.2.3	締固め作業を終える目安	98
8.2.4	打込み量と締固め能力のバランス	99
§ 9	仕上げ	
9.1	仕上げの基本	100
9.2	仕上げのチェックポイント	100
9.2.1	仕上げのタイミング	100
9.2.1	こて仕上げ	101
§ 10	養生	
10.1	養生の基本	102
10.2	湿潤養生のチェックポイント	103
10.3	温度制御養生のチェックポイント	104
10.4	有害な作用に対する保護のチェックポイント	105

§ 1 1	打継目	
11.1	継目の基本	106
11.2	打継目のチェックポイント	106
11.3	水平打継目のチェックポイント	107
11.4	鉛直打継目のチェックポイント	107
11.5	伸縮継目およびひび割れ誘発目地のチェックポイント	108
§ 1 2	脱型枠、支保工撤去	
12.1	型枠および支保工の取外しのチェックポイント	109
12.2	脱型枠後の養生のチェックポイント	110
12.3	若齢時の荷重載荷、構造系の変化	111
§ 1 3	施工の検査	
13.1	運搬の検査ポイント	111
13.2	ポンプ圧送の検査ポイント	112
13.3	打込みの検査ポイント	112
13.4	養生の検査ポイント	112
13.5	寒中コンクリートの検査ポイント	113
13.6	暑中コンクリートの検査ポイント	113
13.7	マスコンクリートの検査ポイント	114
§ 1 4	その他	
14.1	寒中コンクリートのチェックポイント	115
14.2	暑中コンクリートのチェックポイント	117
14.3	マスコンクリートのチェックポイント	119
§ 1 5	巻末資料	
15.1	施工状況把握チェックシート	121

## § 1 はじめに

### 1.1 本書編纂の背景

土木構造物の高耐久化、長寿命化がさげばれている中で、コンクリート構造物の初期ひび割れ等の初期欠陥がクローズアップされている。

初期欠陥の原因には、①良質なコンクリート骨材の枯渇、②主流となったポンプ打設、③耐震設計に起因する鉄筋の高密度配筋や部材の大型化、④コスト縮減のための工期短縮、⑤分業化の進展、⑥材料の進歩と扱いのアンバランスなど、材料や施工法、さらに人的要素まで様々な要因が考えられる。

四国地方整備局においても初期欠陥が多発しており、特に温度ひび割れによる初期欠陥対策として、平成 20 年 9 月に「現場打ち鉄筋コンクリート構造物の誘発（収縮）目地によるひび割れ対策について」として事務連絡（道路計画課長、道路工事課長、道路管理課長、平成 20 年 9 月 1 日発）を出し、初期欠陥の抑制に向けた取組みを強化しているところである。

次頁の表 1.1(1)～表 1.1(3)は、四国地方整備局管内における平成 19 年度～平成 28 年度完成のコンクリート工事について、初期ひび割れに関する調査を行った結果であるが、130 工事のうち 23 工事（約 18%）で有害なひび割れの発生が認められ、ガラス繊維ネットや塗布型収縮低減剤等の対策効果にもばらつきがあることが判明した。

これは、材料の不均一性や現場施工の良し悪しに大きく依存するコンクリートの特性に起因して補強材料等による対策効果が思うように発揮されていないものと考えられる。すなわち、適切な施工と補強材料等による対策が合わさって初めて効果を発揮するものであり、施工に関する基本事項の遵守を再認識するとともに対策工への過度な偏りを改善する必要がある。なかには、材料等による対策に頼るあまり、コンクリート打設工事に係る基本事項の遵守がおろそかになったり、施工者の設計への理解不足も見受けられ、これらも防止する必要がある。

同時に、設計者においては確実な施工を容易とする設計上の配慮、発注者においては、十分な養生ができる工期設定や対策・仕様変更に対する費用分担といった課題を解決する必要があり、施工者だけでなく、設計者、発注者を加えた三者がそれぞれの抱える課題を連携して解決していくことが不可欠である。

表 1.1(1) 四国地整管内のコンクリート構造物の  
初期ひび割れの有無

<有害なひび割れ（0.2mm 以上）の発生無し>

（平成 19 年度～平成 24 年度完了工事）

完成年度	番号	対象構造物	ひび割れ幅			対策					
			工事報告	追加調査	今回調査	誘発目地	耐アルカリ性ガラス繊維ネット	用心鉄筋	養生	塗布型高性能収縮低減剤	その他
H19	1	橋台工	なし	-	-	○	○				
	2	樋門工	なし	-	-						膨張材
H20	1	橋台工	なし	-	-	○					
	2	橋台工	0.10mm	-	-	○					
	3	函渠工	なし	-	-	○		○			
	4	函渠工	なし	-	-	○					
H21	2	橋台工(A1)	-	0.00mm	0.10mm		○	○			支承箱抜き鋼製
	9	橋脚工	-	-	0.05mm		○				
	10	函渠工(1号)	0.00mm	-	0.00mm	○					
	13	橋台工(A2)	0.00mm	-	0.15mm	○					
	15	橋台工(A1)	0.10mm	-	0.15mm		○			○	
	16	函渠工(1B)	0.00mm	-	0.15mm		○			○	
H22	1	橋台工	なし	-	-	○			○		
	2	橋脚工	0.15mm	-	-	○				○	
	3	橋脚工	0.15mm	-	-	○			○	○	
	4	函渠工	なし	-	-	○	○		○		
	5	函渠工	なし	-	-	○			○	○	
	6	樋門工	なし	-	-	○				○	
	7	樋門工	0.10mm	-	-	○	○		○		膨張材
	8	樋門工	なし	-	-		○				
H23	1	橋台工	なし	-	-	○	○	○	○	○	
	2	橋台工	なし	-	-	○					ポストクーリング
	3	橋台工	なし	-	-	○	○				
	4	橋台工	なし	-	-	○					
	5	橋脚工	なし	-	-		○				
	6	橋脚工	なし	-	-	○	○		○		
	7	橋脚工	なし	-	-	○					
	8	擁壁工	なし	-	-	○			○	○	
	9	擁壁工	なし	-	-	○	○			○	
	10	函渠工	なし	-	-	○					
	11	函渠工	なし	-	-	○	○				
	12	函渠工	なし	-	-	○		○			
	13	函渠工	0.15mm	-	-	○	○				
	14	函渠工	なし	-	-	○	○			○	
	15	函渠工	なし	-	-	○	○				
	16	函渠工	なし	-	-	○					
	17	函渠工	なし	-	-	○	○	○			
	18	函渠工	なし	-	-	○		○			
	19	函渠工	なし	-	-	○					
	20	樋門工	なし	-	-	○	○				
H24	1	橋台工	なし	-	-	○	○		○		
	2	橋台工	なし	-	-	○	○		○	○	
	3	橋台工	なし	-	-		○			○	
	4	橋台工	なし	-	-	○					
	5	橋脚工	なし	-	-		○			○	
	6	擁壁工	0.15mm	-	-	○					フライアッシュ
	7	擁壁工	なし	-	-	○					
	8	擁壁工	なし	-	-	○			○	○	
	9	擁壁工	なし	-	-	○		○	○		
	10	函渠工	なし	-	-	○					
	11	函渠工	なし	-	-	○					
	12	函渠工	なし	-	-	○					
	13	函渠工	なし	-	-	○		○			
	14	函渠工	なし	-	-	○			○		
	15	函渠工	なし	-	-	○					
	16	函渠工	なし	-	-	○			○	○	
	17	樋門工	なし	-	-	○					
	18	樋門工	なし	-	-	○					
	19	樋門工	なし	-	-	○					

表 1.1(2) 四国地整管内のコンクリート構造物の  
初期ひび割れの有無

<有害なひび割れ（0.2mm 以上）の発生無し>

（平成 25 年度～平成 28 年度完了工事）

完成年度	番号	対象構造物	ひび割れ幅			対策					
			工事報告	追加調査	今回調査	誘発目地	耐アルカリ性ガラス繊維ネット	用心鉄筋	養生	塗布型高性能収縮低減剤	その他
H25	1	橋台工	なし	-	-	○			○	○	
	2	橋台工	なし	-	-	○	○	○			
	3	橋台工	なし	-	-	○					
	4	橋台工	なし	-	-	○					
	5	橋台工	なし	-	-	○					
	6	橋台工	なし	-	-	○					
	7	橋脚工	なし	-	-					○	
	8	橋脚工	なし	-	-					○	
	9	擁壁工	なし	-	-	○					
	10	函渠工	なし	-	-	○					
	11	函渠工	なし	-	-	○					
	12	函渠工	なし	-	-	○	○			○	
	13	函渠工	なし	-	-	○	○			○	
	14	函渠工	なし	-	-	○		○			
	15	函渠工	なし	-	-	○					
	16	樋門工	なし	-	-	○					
	17	樋門工	なし	-	-	○	○			○	
H26	1	橋台工	なし	-	-	○	○			○	
	2	橋台工	なし	-	-	○	○			○	
	3	橋台工	なし	-	-	○	○				
	4	橋台工	なし	-	-	○	○	○			フライアッシュ
	5	橋台工	なし	-	-	○					
	6	橋台工	なし	-	-	○					
	7	橋脚工	なし	-	-					○	
	8	擁壁工	なし	-	-	○					
	9	擁壁工	なし	-	-	○					
	10	擁壁工	なし	-	-	○					
	11	擁壁工	なし	-	-	○					
	12	擁壁工	なし	-	-	○					
	13	函渠工	なし	-	-	○					
	14	函渠工	なし	-	-	○					
	15	函渠工	なし	-	-	○					
	16	函渠工	なし	-	-	○					
	17	函渠工	なし	-	-	○	○	○		○	
	18	函渠工	なし	-	-	○					
	19	函渠工	なし	-	-	○					
	20	函渠工	なし	-	-	○					
	21	函渠工	なし	-	-	○					
	22	函渠工	なし	-	-	○					
	23	函渠工	なし	-	-	○	○	○			
H27	1	橋台工	なし	-	-	○				○	
	2	橋脚工	なし	-	-				○	○	
	3	橋台工	なし	-	-	○					
	4	橋台工	なし	-	-	○					
	5	擁壁工	なし	-	-	○					
	6	函渠工	なし	-	-	○					
	7	函渠工	なし	-	-	○					
H28	1	橋台工	なし	-	-		○				

表 1.1(3) 四国地整管内のコンクリート構造物の  
初期ひび割れの有無

<有害なひび割れ（0.2mm 以上）の発生有り>

完成年度	番号	対象構造物	ひび割れ幅			対策					
			工事報告	追加調査	今回調査	誘発目地 上段:設置間隔 下段:欠損率	耐アルカリ性ガ ラス繊維ネット	用心鉄筋	養生	塗布型高性能 収縮低減剤	その他
H19	1	函渠工	0.4mm	-	-	6.203m 32.2%		○			
H21	1	橋台工(A1,A2)	-	-	0.40mm		○		○	○	
	1	函渠工(1号)	-	-	0.35mm		○		○	○	
	3	函渠工(4号)	0.30mm	0.30mm	0.30mm		○	○		○	
	4	函渠工	-	-	0.40mm	Vカット		○			
	5	橋台工(A1:上り)	0.10mm	-	0.35mm		○				
	6	橋台工(A1)	0.35mm	-	-		○				
	7	堰堤	-	-	0.75mm	10.0m					
	8	函渠工	1.20mm (補修済)	-	0.55mm	Vカット					
	11	橋台工(A1)	0.40mm	-	0.40mm		○	○			
	12	函渠工	0.00mm	-	0.25mm	6.2m		○			
	14	函渠工(1号)	0.45mm (補修済)	-	0.45mm		○			○	
	17	函渠工	0.40mm	0.60mm (補修済)	0.30mm		○			○	
	18	橋台工(A2)	-	0.25mm	0.25mm		○			○	
19	橋脚工	0.60mm (補修済)	-	0.35mm		○			○		
H22	1	橋台工	0.60mm	-	-	13.4mm 31%					
	2	函渠工	0.25mm	-	-	5.0m 39.6%	○			○	
	3	樋門工	0.30mm	-	-						膨張材
H23	1	函渠工	0.50mm	-	-	5.927m 38.0%					
H24	1	函渠工	0.40mm	-	-	4.993m 33.3%	○	○			
	2	樋門工	0.25mm	-	-					○	
H25	1	橋台工	0.30mm	-	-	4.38m 54%			○		
	2	樋門工	0.40mm	-	-	6.0m 35.7%					



また、初期ひび割れの発生原因・要因に関する関係者の意見を集約すると次のとおりであった。

### 1. セメント材料

- ◆ 高炉セメントの発熱量が多い。(生)  
(※低発熱型もあるので、この意見が一般的ではない。)
- ◆ 呼び強度、スランプ、W/Cの情報で出荷され、必ずしも現場条件等が反映されていない。(生)
- ◆ 昔に比べてセメント量が多くなって、ひび割れが増えた。(建)
- ◆ 天然骨材の枯渇により、砕砂、碎石の割合が多く、単位水量が増加し、セメント量も増加した。(生)
- ◆ W/Cの上限値の制約によりセメント量が増加し、発熱量も増加。(生、建)
- ◆ 温度ひび割れに効果的な低熱セメントは高価。(生)

### 2. コンクリート打設

- ◆ ポンプ車の普及により、1回の打設量が増加(高さ5m程度)し、断面も大きくなり発熱量が多い。
- ◆ 沈みひび割れはタイミングを見てタンピングすることで防止可能である。(生、学)  
(今だ多くの構造物で確認されるということは対応が十分でないものと思われる。)
- ◆ 締固め時、バイブレータの使用方法について理解していない作業員も散見される。(生)
- ◆ コンクリートを打設というよりも流し込むという意識の業者もいるようである。(生)

### 3. 養生

- ◆ 初期ひび割れが発生している現場は、型枠の取外し時期が早い。(学)  
工期および費用の面で多くの現場では、コンクリート強度確認で脱型している。(建)  
(過年度実施の19工事に対するヒアリング調査結果では、5工事(全体の1/4)で3日以内に脱型している。)
- ◆ 打設後2~3日で外気温が急に下がればひび割れが入りやすい。急激な温度変化に対する養生が十分でない。(学)
- ◆ コンクリート打設後の夕立など降雨の影響により、ひび割れが発生することがある。(生)
- ◆ 初期材齢における養生の重要性が徹底されていない。脱型後の表面乾燥防止が不十分。(学)

※ (生)：生コンクリート工業組合、(学)：大学、高専、(建)：建設業者

ここで、有害なひび割れについては、「土木コンクリート構造物の品質確保について」（国官技第 61 号、平成 13 年 3 月 29 日、大臣官房技術調査課長）において、表 1.2 に示すように、補修を必要とするひび割れの幅が示されている。同様に、「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針-2013-」（日本コンクリート工学会）においても、補修を必要とするひび割れの幅が示されている。

表 1.2 補修の要否に関するひびわれ幅の限度

区分		耐久性からみた場合			防水性からみた場合
		きびしい	中間	ゆるやか	—
環境 <sup>2)</sup> その他の要因 <sup>1)</sup>					
(A)補修を必要とするひびわれ幅(mm)	大	0.4以上	0.4以上	0.6以上	0.2以上
	中	0.4以上	0.6以上	0.8以上	0.2以上
	小	0.6以上	0.8以上	1.0以上	0.2以上
(A)補修を必要としないひびわれ幅(mm)	大	0.1以下	0.2以下	0.2以下	0.05以下
	中	0.1以下	0.2以下	0.3以下	0.05以下
	小	0.2以下	0.3以下	0.3以下	0.05以下

注:1) その他の要因(大、中、小)とは、コンクリート構造物の耐久性及び防水性に及ぼす有害性の程度を示し、下記の要因の影響を総合して定める。

ひびわれの深さ・パターン、かぶり厚さ、コンクリート表面被覆の有無、材料・配(調)合、打継ぎなど。

2) 主として鉄筋の錆の発生条件の観点からみた環境条件。

対象とする初期欠陥（初期ひび割れ）の事例を下記に示す。

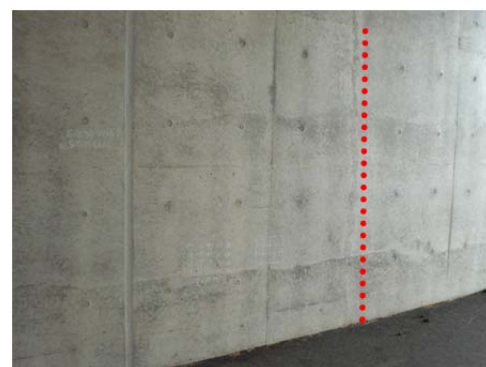
○事例 1：函渠、擁壁、橋台などの堅壁には、フーチング天端から上方に向かって温度ひび割れが確認される。

（これらの、施工初期の 0.2mm 前後のひび割れは、進行性の有無を確認して対策を検討するという意見がある。） [写真 1]

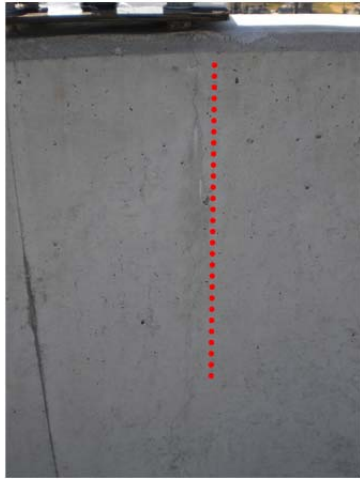
○事例 2：脱型後、コンクリート表面が急激な乾燥を受けた場合、表面に体積収縮を生じて発生するひび割れ。壁高欄等に多い。 [写真 2]

○事例 3：セパレータ下方に半月状の沈みひび割れも多く確認される。

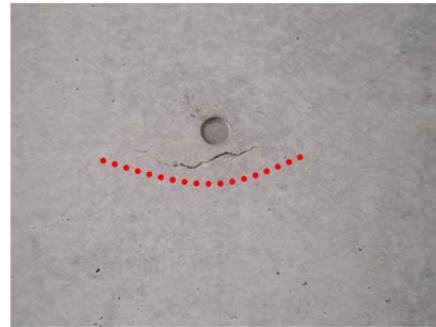
[写真 3]



[写真 1]



[写真 2]



[写真 3]

これより、コンクリート構造物の高耐久化、長寿命化を図る上で、誘発（伸縮）目地間隔や材料などによる抑制対策に依存するだけでなく、下の図 1. 1 に示すように、①確実な施工（基本事項の遵守）、②ひび割れ対策（材料や目地間隔等）、③適切な工期・施工時期（突貫工事・夏生まれを避ける）を柱とした総合的な対策が初期欠陥の抑制に欠かせないものとなっている。

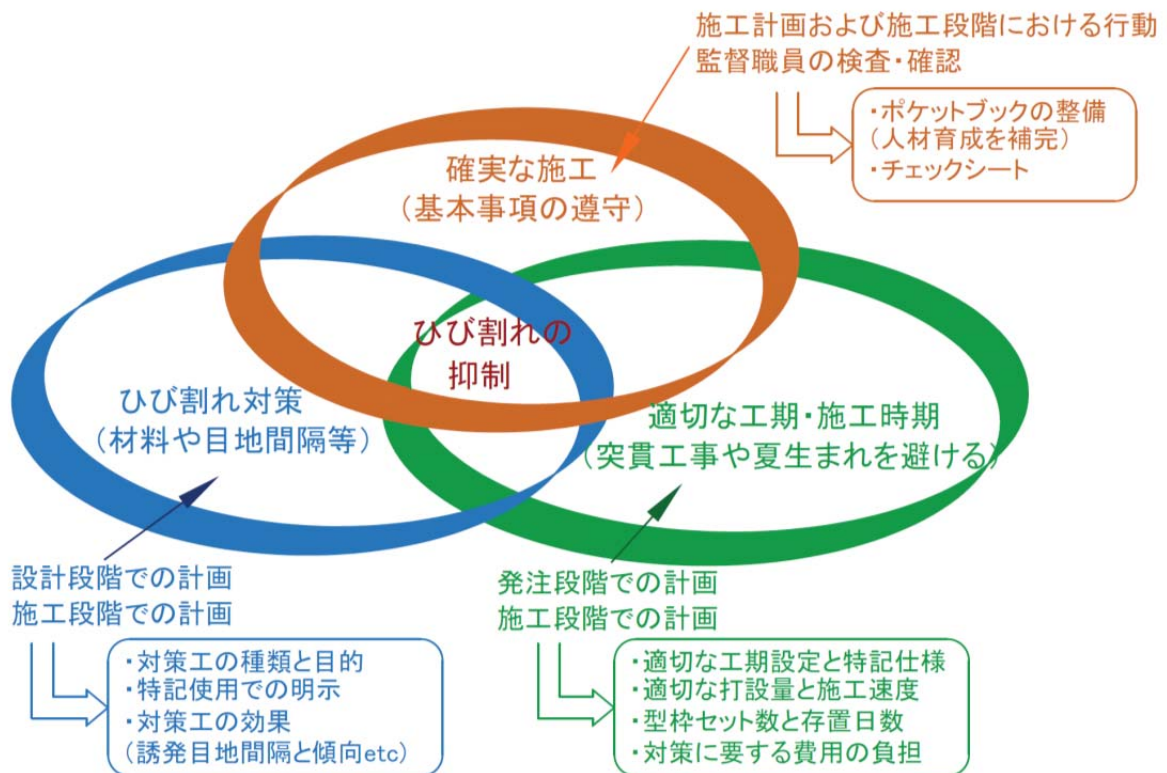


図 1. 1 ひび割れ抑制の総合対策

前述の背景を踏まえ、①確実な施工と②ひび割れ対策についてコンクリート標準示方書をはじめ各種基準や文献、さらに他の事例、施工業者、生コン業者へのヒアリング結果等を参考に、確実な施工とひび割れ対策について遵守すべきコンクリート工事のポイントや心得を解りやすく整理・解説したポケットブックを作成し、監督職員の現場における検査・確認に活用し易くすることにした。

なお、ポケットブックでは標準的なコンクリート構造物を対象とし、施工に関する基本的なチェックポイントや施工心得を示しているため、施工対象となる構造物の施工目的、諸元、施工環境を十分に理解するとともに、1.4 に示す参考文献等を確認し、より良いコンクリート構造物の構築に役立てるものとする。

このような背景のもと、平成 23 年 3 月に「監督職員のためのコンクリート工事ポケットブック（案）」の初版を発行した。今回の改訂版は、初版の発行から 10 年以上が経ち、土木学会コンクリート標準示方書や各種指針類の改訂や新たな手引き・指針類の発行があることから、これらの最新技術を盛り込むために改訂を行ったものである。

## 1.2. 本書の目的と内容

本書は、施工段階に発生するコンクリート構造物に有害な初期ひび割れ（ひび割れ幅 0.2mm 以上）を抑制することを目的としている。ここで、「ひび割れ抑制」とはひび割れを皆無にすることではなく、有害なひび割れの発生を抑えることを意味している。

また、本書作成に際しては、土木学会の「コンクリート標準示方書」や国土交通省の「コンクリート構造物に関する各種規定・基準や指針」および各種文献を既往資料や施工業者、生コン業者へのヒアリング結果等を踏まえて補完している。

一般的なコンクリート構造物のひびわれ抑制対策としては表 1.3 に示すとおりに様々な方法があるが、基本事項を遵守した確実な施工を第一と心得、必要に応じて対策工を実施する。本書でも施工実績の多い抑制対策を紹介するが、採用にあたっては、確実な施工と併せることにより効果が得られることに留意されたい。

なお、コンクリート構造物の確実な施工を実施することを目的として「施工状態把握チェックシート」を提示しているので、これを活用して頂きたい。

表 1.3 ひび割れ抑制対策

- |  |
|--|
| <p>① 確実な施工の実施</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 施工に関する基本事項の遵守</li></ul> <p>② 材料による適切な対策工の選定</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 補強材の設置</li><li>・ 誘発目地の設置</li><li>・ 養生方法の工夫</li></ul> <p>③ 適切な施工時期の選定</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 夏場を避けた施工工程の検討</li></ul> |
|--|

### 1.3 適用に際しての留意点

本書は、標準的なコンクリート構造物を対象とし、施工に関する基本的な施工心得を示している。適用に際しては、施工対象となる構造物の施工目的、諸元、施工環境を十分に理解するとともに、次に参考となる文献を紹介するのでこれらを参照し、より良いコンクリート構造物の構築に役立ててもらいたい。

### 1.4 参考文献

- 1) 2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕  
(平成25年3月、土木学会)
- 2) 2012年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕  
(平成25年3月、土木学会)
- 3) 2013年制定コンクリート標準示方書〔規準編〕  
(平成25年11月、土木学会)
- 4) コンクリートのポンプ施工指針〔2012年版〕  
(平成24年6月、土木学会)
- 5) 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針〔2016年版〕  
(平成28年6月、土木学会)
- 6) マスコンクリートのひび割れ制御指針2016  
(平成28年11月、日本コンクリート工学会)
- 7) コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針－2013－  
(平成25年4月、日本コンクリート工学会)
- 8) コンクリート構造物の品質向上のための施工Q&A  
(平成22年、日本土木工業協会)
- 9) コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）」  
(平成27年12月、国土交通省 東北地方整備局)
- 10) コンクリート構造物品質確保ガイド【ガイド】  
(平成28年4月、山口県土木建築部)
- 11) 現場で役に立つコンクリート名人養成講座「改訂版」  
(平成20年10月、日経BP社)

## § 2 施工計画

### 2.1 施工計画の確認と承認

施工者は設計図書に示されたコンクリート構造物を構築するために適切な施工計画を立案しなければならない。施工計画は工事の要件を満たすとともに設計図書に示されたコンクリート構造物が構築できることを確認し、発注者が承認する。

構造物の設計から施工計画の立案と承認および施工作业までの流れを図 2.1 に示すので参照されたい。

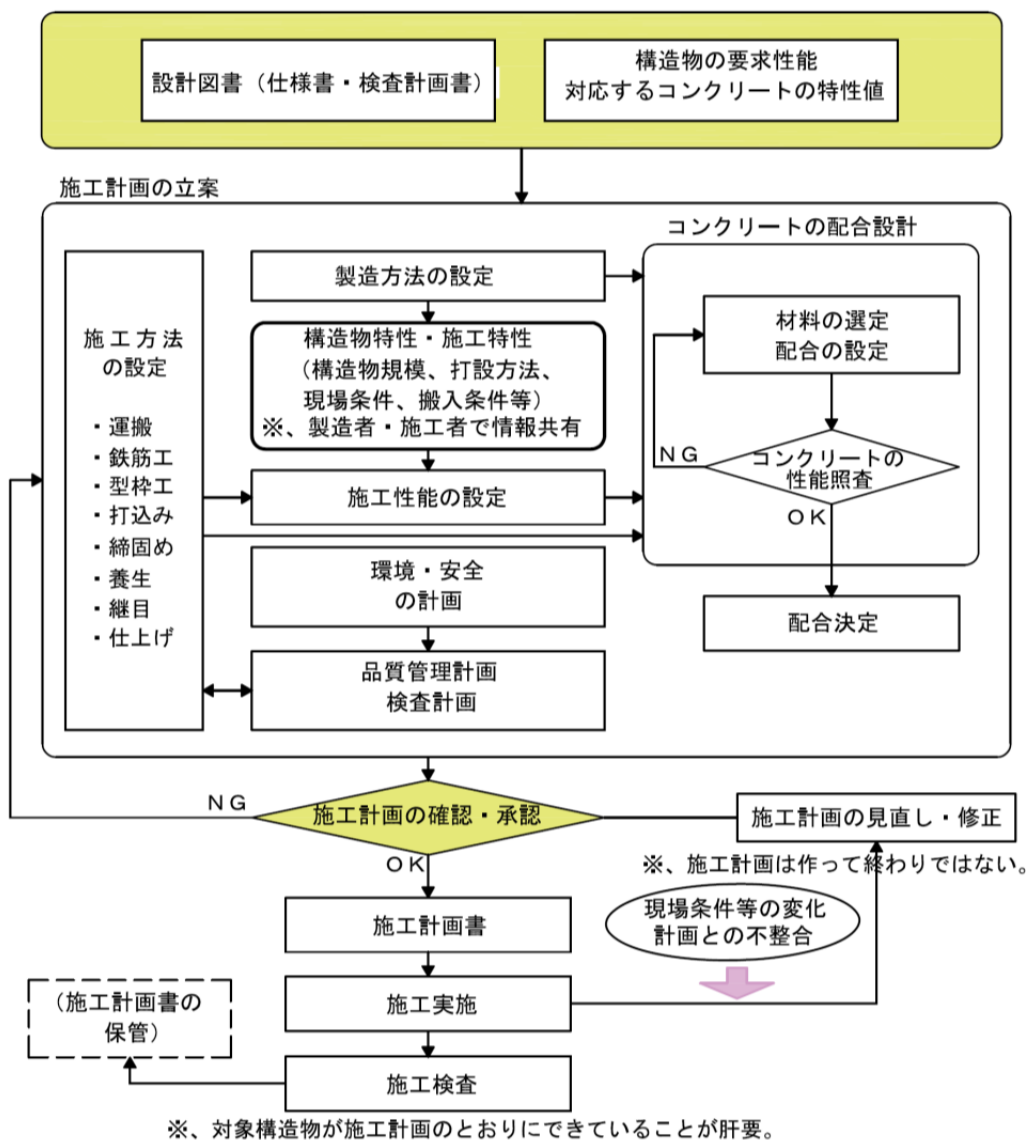


図 2.1 施工計画の流れ

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：本編]、解説図 2.1.1、p.4 を基に作成)

## 2.2 施工計画のチェックポイント

- (1) 施工計画の項目に漏れはないか。対象構造物の特性、施工環境に留意しているか。
- (2) 施工者とコンクリート製造者が構造物特性や現場条件等を共有・理解して配合設計を行っているか。
- (3) 水セメント比は施工が可能な範囲でできるだけ低いものとなっているか。
- (4) 初期ひび割れ防止に留意しているか。
  - 1) 誘発目地の間隔、構造、設置位置は適切に計画されているか。
  - 2) 打設時期を考慮した抑制対策か。
  - 3) 再振動、仕上げの時期は適切か。
  - 4) 脱型後の養生が適切に計画されているか。
- (5) 現場条件の変化や不整合に対する施工計画の見直しが考慮されているか。

### 【解説】

(1)について 施工計画における検討項目および内容は表 2.1 に示すとおりであるが、沿道条件、構造物条件、打設時期等、固有の条件に留意した計画とする。また、施工過程における現場条件毎に見直しを行わなければならない。

表 2.1 施工計画の検討項目の例

項目	内容
1. コンクリートの運搬・受入れ計画	トラックアジテータの配車・運行計画、場内通路、場内試験・検査場所、コンクリートの配合検査（スランプ、空気量、単位水量、水セメント比）等
2. 現場内運搬計画	現場内運搬方法、コンクリートの供給能力、ポンプ車の予備等
3. 打込み計画	施工体制（組織図）、打重ね時間間隔、時間当たり打込み量、安全性等
4. 締固め計画	コンクリートの時間当たりの打込み量に対する振動機の種類・台数、要員数、予備の振動機の準備、交代要員等
5. 仕上げ計画	仕上げ作業者の技量、仕上げ時期の計画、仕上げ精度の計画、仕上げ工事に用いる器具の確認等
6. 養生計画	養生開始時期、養生方法、養生期間の確認、養生機械装置の種類、養生管理責任者の確認等
7. 打継ぎ計画	打継ぎの方法、処理方法、処理機械、打継ぎ時期等
8. 鉄筋工の計画	鉄筋径、ピッチ、かぶり確保の方法、組立て方法、鉄筋の種類、加工方法、鉄筋工従事者の技能等の確認等
9. 型枠および支保工の計画	型枠（側圧）の設計、支保工の設計、型枠材料、支保工材料の確認、型枠設計者、型枠の取外し時期、支保工の取外し時期、側圧管理の方法等
10. 環境保全計画	洗浄水、養生水、取り除いたブリーディング水等の排水、現場周辺の騒音、振動、粉塵、自然環境等への影響確認
11. 安全衛生計画	工事担当者の安全、衛生面の確認等
12. その他	トラブル時の対応方法の確認等

(2012年制定コンクリート標準示方書〔施工編：本編〕、解説表 2.2.1、p.5より引用)



(2)について コンクリートの配合については、構造物特性、現場条件、打設時期、打設方法等について、コンクリート製造者と施工者が会議により情報を共有し、適切な配合設計を行うこととする。

施工者はコンクリート製造者との協議内容を記録し、監督職員はそれを確認する。

(3)について 「土木コンクリート構造物の品質確保について」（国官技第 61 号、平成 13 年 3 月 29 日、大臣官房技術調査課長）において、コンクリート構造物の耐久性を向上させるため、一般の環境条件の場合のコンクリート構造物に使用するコンクリートの水セメント比は、鉄筋コンクリートについては 55%以下、無筋コンクリートについては 60 %以下とすることが規定されている。水セメント比を低くするほどコンクリート構造物の耐久性は向上する。一方、水セメント比を低くしすぎるとコンクリートの粘性が増加し、ポンプ圧送性等の施工性に悪影響を及ぼすことになる。したがって、水セメント比は施工が可能な範囲でできるだけ低くすることが望ましい。

(4)について 対象とするひび割れは、鉄筋コンクリート構造物の施工段階における「セメントの水和熱による温度ひび割れ」、「乾燥収縮に伴うひび割れ」、「沈みひび割れ」とし、各々のひび割れが発生しやすい構造物（部位）に対する対策フローを図 2.2 に、対策・確認ポイントを次項で示す。

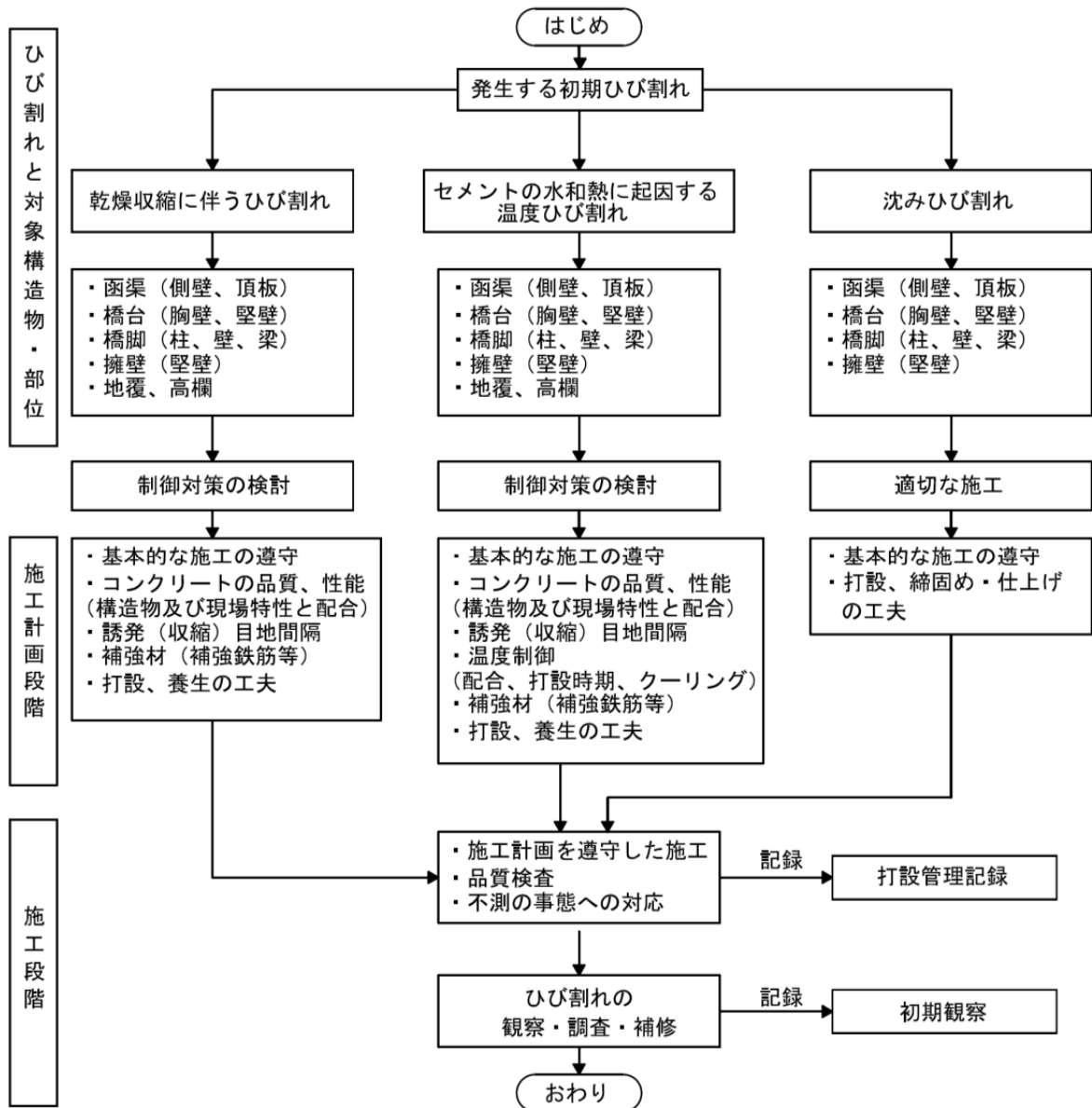


図 2.2 ひび割れ抑制対策のフロー

## 2.3 ひび割れ抑制対策のチェックポイント

(1) ひび割れ誘発目地の間隔、構造が「誘発目地によるひび割れ対策の手引き」に従い適切に計画されているか。

ひび割れ誘発目地を設ける対象構造物は、橋台、橋脚、擁壁、函渠、樋門および壁高欄とする。

(2) 伸縮目地の間隔、構造が適切に計画されているか。

(3) 打設時期を考慮した抑制対策が計画されているか。

(4) 打設および養生が工夫されているか。

(5) 必要に応じて補強材による抑制対策が計画されているか。

(6) 不測の事態への対処法が検討されているか。

(7) 仕上げ時間まで考慮した打設計画となっているか。

### 【解説】

#### (1) について

1) ひび割れ誘発目地の間隔は 5.5m 以下とし、最小でも 2.75m を確保するよう施工時期を考慮して適切に定めているか。

ひび割れ誘発目地の間隔  $L$  および打込み高さ（リフト高さ） $H$  は、 $L/H$  が 1～2 の範囲 になるように設定されているか。

2) 誘発目地部の 断面欠損率を 45%～50% としているか。

3) ひび割れ誘発目地の設置位置は、構造物の強度および機能を害さないように、下部拘束の状況等を考慮 して適切に定めているか。

4) 誘発目地部に発生したひび割れについては適切な 補修対策が盛り込まれているか。なお、市販されている誘発目地には、目地上に発生したひび割れ補修対策が不要なものもある。

5) ひび割れ誘発目地の設置方向は、配力筋に直角方向（主鉄筋方向）とし、主鉄筋に直角方向に設置してはならない（図 2.3）。

#### (2) について 伸縮目地の間隔は以

下のように定めているか。

擁壁 無筋コンクリート：10m

鉄筋コンクリート：20m

函渠、樋門：10m～15m

壁高欄：10m

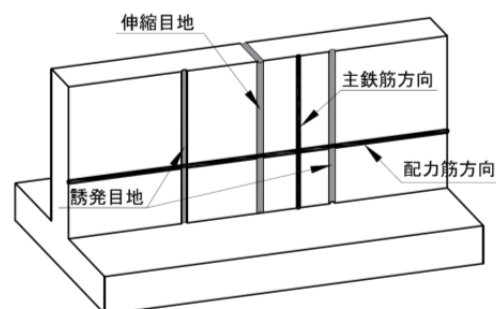


図 2.3 誘発目地の設置方向

### (3) について

- 1) 気温の高い時期、時間のコンクリート打設をできる限り避けた工程計画を策定しているか。
- 2) 供用時期や他工事との関係で、気温の高い夏場に打設を行わなければならない場合には、気温の低い朝方に打設をしてブルーシートによる日除けをする、生コン車のドラムを冷やす等、コンクリート温度が上がらないように適切な処置を計画しているか。

#### <参考>コンクリートの練り上がり温度を抑える方法

- ・骨材の貯蔵設備において、直射日光から防護する。
- ・セメントの計画購入によって、高温セメントの入荷を避ける。
- ・粗骨材に散水する。
- ・練混ぜ水にできるだけ低温の水（地下水等）を用いる。
- ・夜間、または早朝にコンクリートの製造、打込みを行う。

これらの方法を組み合わせることによって、コンクリートの打込み温度を 35℃以下にすることが肝要である。



写真 2.1 ドラムの日除け

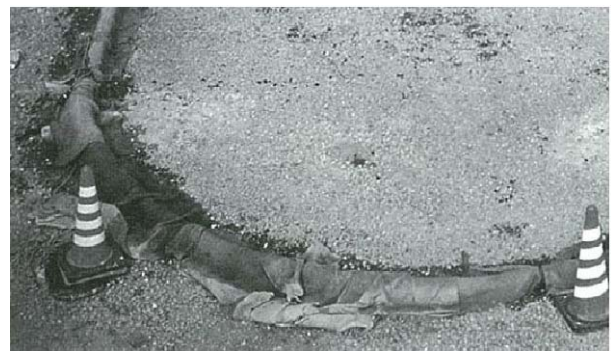


写真 2.2 輸送管の冷却

((株)HANDWAY ホームページより引用)

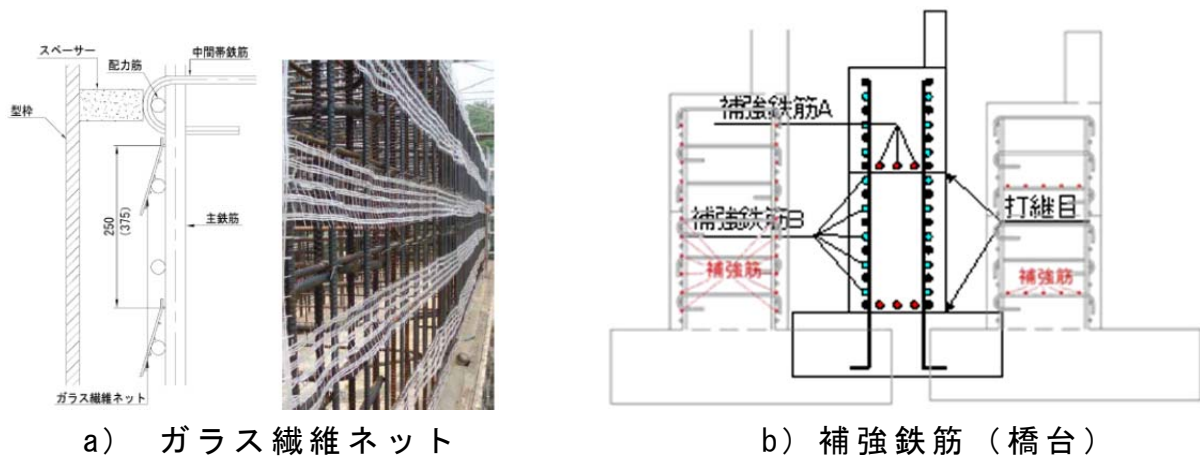
(4) について 打設および養生が工夫されているか

- 1) ブルーシートによる日除け・風除けを行うことにより、日照・風・気温変動の影響を低減できる計画となっているか。
- 2) 保温性・保水性に優れた養生マットをコンクリート温度の推移に対して、適正に使用することになっているか。
- 3) 型枠の存置期間を可能な限り長くすることで、コンクリートの内外温度差によるひび割れの発生を抑制しているか。
- 4) 脱型後のコンクリートについては、表面の急激な乾燥を防止するために、脱型後の散水養生等について計画されているか。  
散水養生の他に、脱型後直ちにポリエチレンシートでコンクリート表面を覆う、高性能収縮低減剤の使用により、初期のコンクリート表面の乾燥収縮を低減できる。
- 5) 沈みひび割れ対策として、タンピングや適切な再振動を計画しているか。

(5) について H21年のひび割れ調査で確認した補強材料等による抑制対策は表 2.2 に示すとおりである。ただし、補強材料等による抑制対策の採用は慎重に行い、基本事項を遵守した確実な施工を実施するのが基本となる。

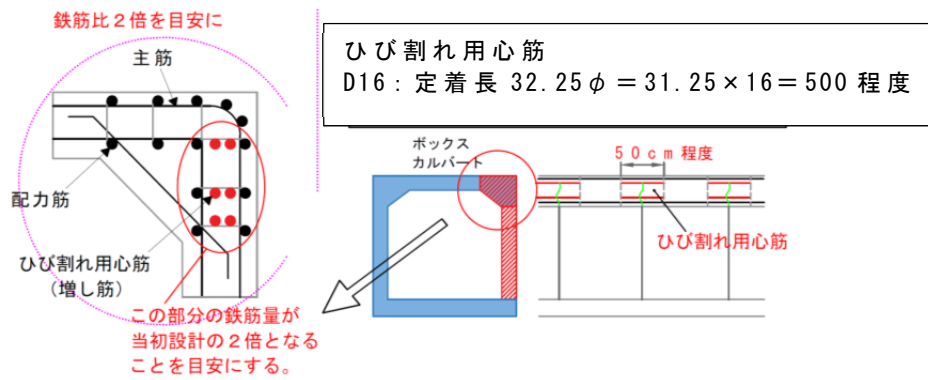
表 2.2 材料による抑制対策

構造物（部位）	抑制対策	備考
函渠（壁）	ガラス繊維ネット	図 2.4 の a)
	補強鉄筋	図 2.4 の c)
函渠（頂版）	補強鉄筋	図 2.4 の c)
橋台（胸壁、堅壁）	ガラス繊維ネット	図 2.4 の a)
	補強鉄筋	図 2.4 の b)
壁式橋脚（柱）	ガラス繊維ネット	
	補強鉄筋	
擁壁 （鉄筋コンクリート構造、堅壁）	ガラス繊維ネット	図 2.4 の a)
	補強鉄筋	図 2.4 の b)



a) ガラス繊維ネット

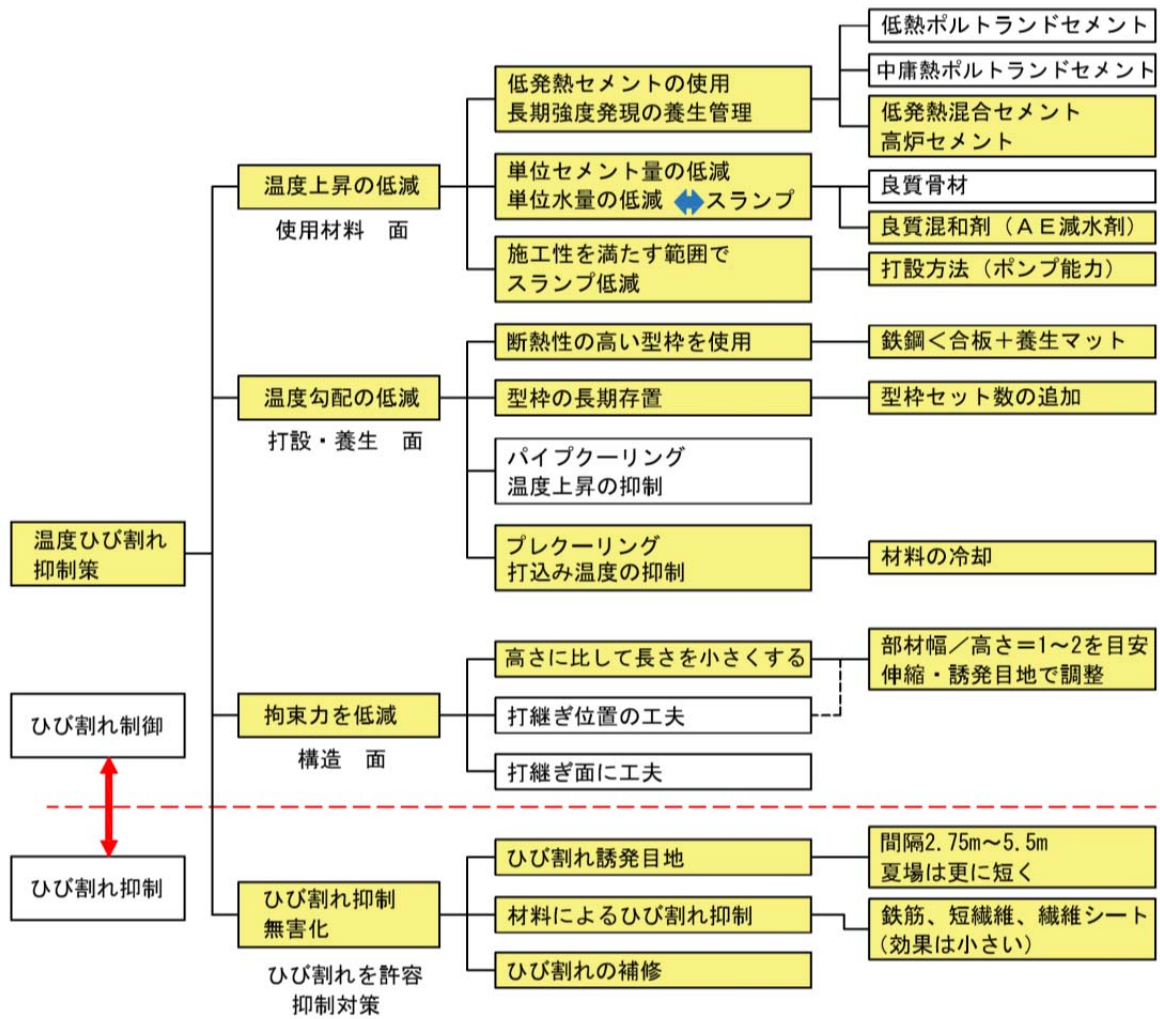
b) 補強鉄筋（橋台）



c) 補強鉄筋（函渠）

図 2.4 制御対策の例

図 2.5 に、温度ひび割れ抑制対策の系統を示すので、現場特性、構造物特性を考慮し、採用可能な対策方法を組み合わせて実施するのがよい。



※着色部の採用実績が多い。

図 2.5 温度ひび割れ抑制・制御対策



(6) について 不測の事態への対処法が事前に計画されているか

コンクリート施工中に想定されるトラブルを予測・抽出し、事前の対策が計画されているか。

建設現場では急な雨や機械の故障、交通渋滞といった不測の事態が発生し、対処を誤るとコンクリート構造物の不具合につながるおそれがある。

打設作業は、計画どおりに進むとは限らない。問題が生じた場合の作業内容の変更に関する連絡体制や指揮・命令系統、持ち場における責任を明確にしておかなければならない。

コンクリート施工中に想定されるトラブルとしては表 2.3 に示すとおりである。構造物特性や現場状況、生コン工場からの沿道条件等を考慮して起こり得るトラブルを事前に予測し対策を計画しておく。

表 2.3 コンクリート施工中に想定されるトラブルのチェックリスト

発生時期	トラブルの積額	頻度	主なチェック内容	検討時期			備考
				設計	製造	施工	
製造	スランプのばらつき	◎	骨材表面水車の測定		○	△	・製造者まかせにせず施工者も配合計画、製造方法装置などの確認が必要。
	空気量の変動	○	混和剤の計算、添加方法				
	機械のトラブル	△	材料の計量、投入方法、設置				
	ミキサの負荷の異常	△	各機械、装置の調整				
運搬	早過ぎるスランプロス	○	混和剤の種類、量		○	○	・施工現場の打込み計画に合わせた運搬計画が必要。 ・渋滞や事故なども想定に入れ製造者と現場のミスのないように事前の打合せを欠かさない。
	交通渋滞	◎	連絡状況				
	交通事故・故障	△	供給計画、生コン車				
	納入元のミス	△	伝票、配車				
	予想以上の待機	○	打込み計画				
打込み	ポンプ配管の閉塞	○	ポンプ車の能力	△	△	○	・コンクリートの変化に対して余裕のある施工計画をする。 ・計画どおりに行かない場合のことも想定して準備をする。
	材料分離	◎	試し練り、配合表				
	コールドジョイント	○	打重ね許容時間				
	型枠の変形	○	型枠・支保工の剛性				
	支保工の沈下	△	支保工基礎の耐力				
	配筋の乱れ	△	鉄筋、結束の確認				
締固め	不十分な締固め	○	ハイプレタの能力や台数、要員			○	・パイプレータの使用目的やかけ方を明確にし、作業員に徹底する。
	浮き水の巻き込み	○	排水の方法、排水装置				
	骨材沈降	○	締固め時間と間隔				
仕上げ	型枠表面のあばた	◎	打上がり速度	△		○	・仕上げの時期が夜間になることも想定し、照明器具の準備もしておく。
	沈みひび割れ	○	打回し計画				
打継ぎ	表面剥離	△	こて仕上げのタイミング	○		○	・打継目が漏水や劣化の原因にならない施工計画にする。
	打継ぎ不足	△	打継目の処理方法				
	打継目からの漏水	△	止水板の種類、位置、設置方法				
養生	強度不足	△	型枠存置期間	○		○	・養生は温度と湿度で、脱型は強度で管理する。
	ひび割れ発生	○	湿潤養生期間				

注1：頻度欄の記号は、◎：よく起きる。○：比較的好く起きる。△：時々起きる。

注2：検討時期の記号は、○：基本的に実施。△：実施した方が好ましい。

(2012年制定コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準〕を基に作成)



## 2.4 品質管理と検査のチェックポイント

### 2.4.1 検査計画

- (1) 検査計画は、設計図書に対応して、検査する項目の選定、試験・検査方法、試験・検査の時期や頻度、試験・検査の合否判定方法、必要な人員配置等についてあらかじめ策定する。
- (2) 構造物の重要性、工事の種類および規模、工事期間、材料や適用する施工法の信頼性・施工作业従事者の熟練度、施工の時期、その後の施工工程への影響度、効率等を考慮して検査を計画する。
- (3) 検査計画は、コンクリートの製造、施工、コンクリート構造物の竣工前の段階ごとに立案する。標準的な工事の場合、表 2.4 に従って検査を行うと良い。
- (4) 検査計画は、通常予想しうる状況の変化に柔軟に対応できるものとする。ただし、予想を超えた状況の変化が生じて施工計画が変更されたときには、検査計画を修正する。

表 2.4 一般的な工事に必要とされる検査項目

分類	検査の項目	主な内容	検査の形態 <sup>1)</sup>			
			製造者 <sup>2)</sup>	施工者	監督員	
プロセスごとの検査	コンクリート材料の受入れ	セメント、水、骨材	直接	確認	確認	
	コンクリート製造・設備	貯蔵設備、計量設備、ミキサ等	直接	確認	確認	
	レディーミストコンクリートの受入れ	スランプ <sup>°</sup> 、空気量、塩化物、強度等	—	直接	確認	
	補強材の受入れ	鉄筋、PC鋼、鋼材の品質等	—	確認	確認	
	施工の検査	鉄筋工	鉄筋の径、数量、加工寸法、あき、固定方法、スペーサの配置・数、かぶり、継手等	—	—	直接
		型枠および支保工	形状寸法、かぶり寸法、支保工等	—	—	直接
コンクリート工		運搬、打込み方法、温度、養生方法等	—	—	直接	
部材・構造物に対する検査	コンクリート部材の位置および形状寸法	平面位置、計画高さ、部材の形状寸法等	—	—	直接	
	表面状態	露出面の状態、ひび割れ、打継目等	—	—	直接	
	構造物中のコンクリート	非破壊検査、コア強度等	—	—	(直接)	
	かぶり	非破壊試験によるかぶりの検査等	—	—	(直接)	
	載荷試験	載荷によるたわみ、ひずみ等	—	—	(直接)	

1) 直接：発注者が直接検査することが望ましい。確認：施工者が行った検査書類の確認でもよい。( )：必要に応じて実施する項目。

2) 製造者はレディーミストコンクリートの製造者を指す。

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、解説表 2.1、p.190 を基に作成)

## 2.4.2 コンクリート製造工程における品質管理と検査

品質管理項目と検査項目および検査方法が明確に計画されているか。

### 【解説】

コンクリート材料の品質は一定ではなく、また温度等の外的要因によってもコンクリートの性質は変動する。したがって、様々な変動を予測してその変動に対応するか、または変動が生じる原因を抑えて安定した品質を保つことが重要である。表 2.5 にコンクリート製造時の品質管理と検査のポイントを示す。コンクリート材料の受入れ検査は、製造者の責任のもとに実施し、監督員は検査の結果を確認する。

製造時に特に注意が必要なのは、製造直後の出荷となる午前と午後のお荷 1 台目の生コン車であり、品質がばらつくことが多い。製造開始時には特に注意を行うことが必要である。

表 2.5 コンクリート製造時の品質管理と検査

項 目		品 質 管 理	検 査
材料の 入荷時	セメント	メーカーの自主管理	種類、新鮮度、温度、量目検収 毎月のセメント試験報告書の書類検査
	骨材	メーカーの自主管理	粒度、洗いの状態、異物混入の目視 試験、骨材試験報告書の書類検査
	混和剤	メーカーの自主管理	溶液の密度、固形分量、量目検収 JIS A 6204 による成績試験書の書類検査
	水	メーカーの自主管理	必要に応じて水質検査結果を確認 (上水道水は検査不要)
生コン の製造 時	材料	主に骨材の密度、表面水率、粒度 のばらつき、異物混入など、製造 前の品質確認および在庫管理など	各材料の品質試験 (想定内であること)
	製造機械	装置の日常点検、週間点検、月例 点検、6ヶ月点検、年次点検など	試験器、計量器の動荷重検査、静荷 重検査、ミキサの練混ぜ性能検査
	製造工程	細骨材の密度、表面水率、スラン プ、空気量、強度、容積などの管 理	配合試験の確認 (承認)
	製造直後 の性能	荷卸し時までのスランプ低下、空 気量の低下を考慮し、スランプモ ニターによる管理	目視検査
	荷卸し時 の性能	試験結果の変動を把握し、製造に フィードバック	スランプ、空気量、塩化物イオン量、 単位水量、水セメント比、温度等の 検査ロット毎の試験
	硬化後の コンクリート	試験結果から変動係数を把握し、 配合修正に利用	材齢 28 日における標準養生供試体の 圧縮強度試験

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準、検査標準] を基に作成)

### 2.4.3 コンクリート施工時における品質管理と検査

品質管理項目と検査項目および検査方法が明確に計画されているか。

#### 【解説】

受入れ検査は、構造物が完成した後まで想定して実施しなければならない。ただ打込みやすだけでなく、硬化後に十分な強度と耐久性を確保していることが必要である。コンクリート施工時の品質管理のポイントとして、表 2.6 に生コンの受入れ検査項目と管理項目を示す。コンクリートの受入れ検査は、施工者の責任のもとに実施し、監督員は検査の結果を確認する。施工検査および構造物の検査は、監督員の責任のもとに実施する。

コンクリートの打込みは、変動するコンクリートを扱うので、時間との戦いとなる。特に初期欠陥のひとつであるコールドジョイントを防止するためには、打重ね時間間隔が重要であり、適切な打重ね時間間隔を定め、それが守られるように管理することが重要となる。そのために、交通渋滞、供給の不規則性、振動機の故障等を想定するとともに、仕上げの時期を決定するコンクリートの凝結状態の監視、さらに、養生期間、養生温度、湿潤状態の点検管理を実施しなければならない。

受入れ検査の詳細は「§6. 生コンの受入れ」を参照されたい。

表 2.6 コンクリート施工時の品質管理と検査

項 目		品 質 管 理	検 査
コンクリート		フレッシュコンクリート品質の管理（スランプやスランプフローなど） 硬化コンクリートの品質の管理 単位水量や水セメント比の管理、強度特性など	配合計画書の検査 荷卸し時のコンクリートの検査 硬化コンクリートの検査
施工	鉄筋	鉄筋の加工、組立作業の管理 （数量、位置、継手、あき、固定度など）	計画どおりであることを確認
	型枠 支保工	型枠・支保工の施工管理 （型枠組立精度、堅固度など）	設計図書と目視による検査
	運搬と打 込み	生コン供給の時間管理 ポンプや運搬、打込み機械の整備、準備、管理 打込み速度の管理	
	締固め	振動機の整備、準備、管理 均等で十分な締固め作業が行われているかの管理	施工計画どおりであることを作業に立ち会って確認
	仕上げ	仕上げ時期の管理	
	養生	湿潤養生方法とその期間の管理	
構造物	仕上がり 状態	部材の位置や寸法、平坦度の管理 外観、不具合の有無	出来形検査
	耐久性能	コンクリートの品質の管理、施工管理 かぶりの確保 初期ひび割れ等の確認、必要に応じた対策	目視検査 非破壊検査

（2012年制定コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準、検査標準〕を基に作成）

### § 3 鉄筋工

鉄筋工事の過程で起きる可能性のある不具合を整理すると表 3.1 のとおりであり、鉄筋の保管時、加工時、組立時など全ての作業段階に鉄筋の腐食やかぶり不足による耐久性の低下等、不具合の可能性が潜んでいる。

このため、施工計画段階で問題点を洗い出し配筋計画を立案する。

表 3.1 鉄筋工における不具合

原因	現象
鉄筋保管の不備	鉄筋腐食 鉄筋表面の浮き錆、汚れによるコンクリートとの付着性能の低下
鉄筋加工の不備	かぶり不足による鉄筋腐食 継手長不足
鉄筋の配置不良と定着の不備	かぶり不足による鉄筋腐食 コンクリートの打設時の鉄筋の移動 継手部付近のコンクリート剥離
配筋の過密	コンクリートの締固め不良による未充填 ジャンカやコールドジョイントの発生
配筋の不足	構造耐力不足、耐久性不足 乾燥収縮ひび割れや温度ひび割れの発生
配筋間隔と粗骨材最大寸法の不適合	コンクリートの未充填 ジャンカの発生
増設用接続鉄筋の長期暴露	接続鉄筋の顕著な腐食
スペーサの不備	かぶり不足による鉄筋腐食
固定方法の不備	鋼製スペーサの使用による腐食
最外縁への組立鉄筋の配置	組立鉄筋によるかぶり不足

(コンクリート構造物の高信頼性施工システム研究委員会報告書(日本コンクリート工学協会)、p.155、表-4.9.1を基に作成)

#### 3.1 設計図書の確認・照査

鉄筋は、設計図書で定められた寸法・形状に材質を害さない適切な方法で加工し、これを型枠の中の所定の位置に配置して、コンクリートの打込み等により移動しないように堅固に組み立てる。

#### 【解説】

設計図は設計者の意図を明確に表現したものであり、施工者はその情報どおりにつくるのが原則である。本来、設計図は十分に検討されて問題の無い状態であるべきであるが、中には、過密配筋やフックの重なりによるコンクリートの打設不良や他の鉄筋との干渉により図面どおりの配筋ができないといった問題点を有する場合がある。したがって、施工計画段階で配筋上の課題や問題点を見つけ、あらかじめ、鉄筋径、本数、間隔の変更や定着工法の変更等の対応策を検討し、監督職員と協議を行い、配筋等の変更を行う。

設計図をチェックする上での注意点を次頁にまとめる。

◆ 設計図をチェックする際の注意点 ◆

- ① 曲げやフック形状が省略されて描かれていないかどうかチェックする。
- ② 鉄筋は1本の線で描かれているが、実際には太さがあり、節もある。  
太さを持たせた詳細図を描いてチェックするのが望ましい。
- ③ 複数の部材の接合面では、相互の鉄筋の干渉や、定着フックの収まりをチェックする。
- ④ 重ね継手では、相互の鉄筋の位置はずれる。また、機械式継手部では母材よりも太くなることに注意する。
- ⑤ コンクリートの打設箇所やバイブレータを挿入するあきが考慮されているかをチェックする。
- ⑥ 鉄筋の図面だけでなく、ほかの図面も重ね合わせてよく見る。
  - ・ コンクリート打継ぎ位置（＝鉄筋継手位置）と山留め支保の高さの関係。
  - ・ 埋設する仮設構造物はないか。
  - ・ プレストレストコンクリート構造はケーブルシースと鉄筋の干渉を確認。
  - ・ 埋設管や箱抜きがある場合の鉄筋処理方法が示されているか。

また、鉄筋の加工および組立の検査の例を表 3.2 に示す。

表 3.2 鉄筋の加工および組立の検査の例

項目		試験・検査方法	時期・回数	判定基準
鉄筋の種類・径・数量		製造会社の試験成績表による確認、目視、径の測定	加工後	設計どおりであること
鉄筋の加工寸法		スケール等による測定		所定の許容誤差以内であること
スペーサの種類・配置・数量		目視	組立後および組立後長期間経過したとき	床版、はり等の底面部で 1m <sup>2</sup> あたり 4 個以上 柱等の側面部で 1m <sup>2</sup> あたり 2 個以上
鉄筋の固定方法		目視		コンクリートの打込みに際し、変形・移動のおそれのないこと
組み立てた鉄筋の配置	継手および定着の位置・長さ	スケール等による測定および目視		設計図書どおりであること
	かぶり			±鉄筋径φかつ最小かぶり（表 3.5）以上※ 床版工：設計値以上※
	有効高さ		床版工：±10mm※	
	中心間隔		平均間隔 d として ±鉄筋径φ※ d = D / (n - 1) D：n 本間の延長 n：10 本程度とする 床版工：±20mm（鉄筋の有効高さがマイナスの場合 ±10mm）※	

※：土木工事施工管理基準及び規格値（平成 29 年 3 月、四国地方整備局）における規格値（2012 年制定コンクリート標準示方書〔施工編：検査標準〕、表 7.3.1、pp. 205～206 より引用、一部追記）



### 3.2 搬入された鉄筋のチェックポイント

- (1) 搬入された鉄筋は土木工事共通仕様書および設計図書で定められた規格に適合したもの、またはこれと同等以上の品質を有するものであるか。
- (2) 組立可能な数量および規格、寸法を満足しているか。

#### 【解説】

(1) について 検査の種類および確認の項目・内容は表 3.3 に示すように、①外観検査と圧延マークの確認（図 3.1）、②検査証明書と鉄筋に付属するタグの照合（図 3.2）により、設計図書で定められた規格に適合するもの、またはこれと同等以上の品質を有するものであるか確認する。小ロットの鉄筋購入では、タグが付かない場合があるので、その場合、タグは鉄筋商社に確認する。

表 3.3 検査の種類と方法

検査の種類	検査項目・内容
外観検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋の種類・規格を圧延マークで確認する。</li> <li>表面に欠陥（極端な傷、曲がり、錆など）が無いことを確認する。</li> </ul>
納品書、ミルシートとの照合	<ul style="list-style-type: none"> <li>納品書により、鉄筋径・長さおよび重量に相違がないか確認する。</li> <li>鉄筋のタグとミルシートの鋼番に相違がないか確認する。</li> <li>ミルシートなど、試験成績書の記載に問題がないか確認する。</li> </ul>

#### 【圧延マーク】



ロールマーク 1 個は SD345

ロールマークの内容	
規格	寸法
D10~D19	
D22~D51	
SD295A	
SD345	
SD390	
SD490	

(写真は「監督職員のための豆知識（コンクリート編）」（中国地方整備局、平成 20 年 3 月）より引用)

図 3.1 圧延マーク

【検査（試験）証明書】

製造番号		製品寸法	本数	質量	引張試験 TENSILE TEST	曲げ試験 BEND TEST	化学					
LOT No	SIZE	QUANTITY	MASS	引張強さ Y.P. / 引張強さ T.S. / 伸び El. / 断面2	引張強さ MIN / 引張強さ MAX	引張強さ 100'	引張強さ 1000'	C	Si	Mn	P	S
6-L0285	19 X 3500	79	623	399 551 240000	22	24	97	27	24			
6-L0284	19 X 5000	70	784	396 550 240000	23	22	93	25	21			
6-K0595	19 X 5500	39	484	393 557 240000	24	23	90	27	15			
6-L0282	19 X 6000	1	14	397 549 240000	25	24	92	24	23			
6-L0281	19 X 6500	15	15	395 557 240000	23	23	91	32	24			
6-J0650	D22 x 5000	100	1264	395 545 240000	24	21	91	28	16			
6-K0595	19 X 8000	18	324	399 552 240000	25	24	90	32	20			
6-H0926	19 X 8500	12	229	385 527 240000	22	21	90	26	16			
計				3737								

鉄筋の寸法

鉄筋の引張強度

鉄筋の曲げ強度

← 照合

図 3.2 検査証明書

【タグ】



(写真は「監督職員のための豆知識（コンクリート編）」（中国地方整備局、平成 20 年 3 月）より引用)

図 3.2 検査証明書とタグの照合

### 3.3 鉄筋の保管のチェックポイント

- (1) 貯蔵および養生方法は適切に行われているか。
- (2) 直接地面に置くことを避けているか。
- (3) 屋外に貯蔵する場合、シート等で適切に覆っているか。
- (4) 保管場所、加工場が現場以外の場合についても確認を行っているか。

#### 【解説】

鉄筋に浮き錆、土、油、ペンキ等の有害物が付着すると、鉄筋とコンクリートの付着が悪くなり、付着強度が損なわれる。

鉄筋の保管例を写真 3.1 に示す。比較的高さのある角材上に置く。コンクリート打設まで長期間に亘り現場で保管する必要がある場合、防錆剤を塗布したうえでシートで覆い、発錆を防止するのが望ましい。



写真 3.1 鉄筋の保管例



### 3.4 鉄筋加工のチェックポイント

- (1) 設計図書に示された形状および寸法と一致するように加工されているか。加工寸法は許容誤差あるいは管理誤差を満足するか。
- (2) 加工は材質を害さない方法で加工されているか。
- (3) 加工場が現場以外の場合についても現地確認を行っているか。

#### 【解説】

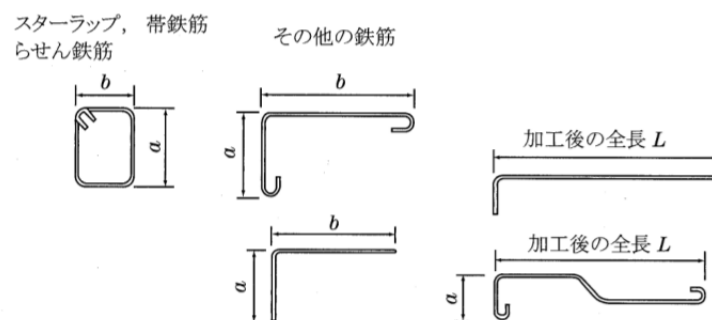
(1)について 設計図書と一致する形状および寸法で加工されていることを確認する。また、設計図書に曲げ半径が示されていない場合は、コンクリート標準示方書〔設計編：本編〕・13章の13.5 鉄筋の曲げ形状および同〔設計編：標準〕の5 編配筋詳細の規程に従う。

曲げ加工された鉄筋の曲げ戻しは行ってはならない。

鉄筋加工の誤差は表 3.4 に示す値以内とするが、これより小さな値で管理誤差を定めて加工するのがよい。

表 3.4 鉄筋加工の許容誤差

鉄筋の種類		符号（下図による）	許容誤差 (mm)
スターラップ、帯鉄筋、らせん鉄筋		a, b	±5
その他の鉄筋	径 28mm 以下の丸鋼・D25 以下の異形鉄筋	a, b	±15
	径 32mm 以下の丸鋼・D29 以上 D32 以下の異形鉄筋	a, b	±20
加工後の全長		L	±20



(2012年制定コンクリート標準示方書〔施工編：検査標準〕、解説表 7.3.1、p.206より引用)

(2)について 鉄筋は常温で加工しなければならない。やむを得ず鉄筋を熱して加工する場合は、既往の実績調査を行い、現場での試験施工および試験により悪影響を及ぼさないことを確認すること。

### 3.5 鉄筋組立のチェックポイント

- (1) 鉄筋は組み立てる前に清掃し、浮き錆など鉄筋とコンクリートの付着を害するものが取り除かれているか。
- (2) 組み立てられた鉄筋は、必要なかぶりが確保できているか。  
配置するスペーサの数は下記を目安とする。
  - ・ 構造物の底面（はり、床版等）で  $1\text{m}^2$  当たり 4 個以上
  - ・ 構造物の側面（ウェブ、壁、柱等）で  $1\text{m}^2$  当たり 2~4 個程度
- (3) 鉄筋は正しい位置に配置され、コンクリートを打ち込むときに動かないよう堅固に組み立てられているか。

#### 【解説】

(2) について 鉄筋の組立状況とかぶりの確保については、鉄筋径、本数、および位置と配置間隔等の確認とともに、スペーサ（コンクリートまたはモルタル製）の配置と単位面積当たり個数を確認することにより、かぶりの確保を確実にする。

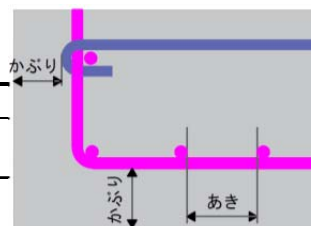
なお、かぶりの確保については配筋図に記載されている主鉄筋の芯かぶりではなく、最外縁鉄筋の表面からの純かぶりに対して必要なかぶりを確保する（表 3.5）。段取り筋等を配置してこの鉄筋が最外縁となる場合、これからの純かぶりとなるため注意が必要。

例えば、上部工のように最小かぶりが 35mm となる構造物では、必要なかぶりが確保できなくなるおそれがあるため、組立用鉄筋を配置してはならない。表 3.5 に示す最小かぶりは塩害環境の有無や構造物種類によって異なる。

型枠に接するスペーサについては、コンクリート製あるいはモルタル製で本体コンクリートと同等以上の品質を有するものを使用しなければならない。監督職員は必要に応じて品質を保証する根拠資料の提示を求めるものとする。

表 3.5 最小かぶり

構造物		環境条件	最小かぶり	
道路橋示方書の適用を受ける橋	上部構造	海上部および 海岸線から20mまで	70mm	
		海岸線から 20mを超えて 50mまで	・工場で製作されるプレストレストコンクリート構造: 50mm ・上記以外のプレストレストコンクリート構造: 70mm ・鉄筋コンクリート構造: 70mm	
		海岸線から 50mを超えて 100mまで	・工場で製作されるプレストレストコンクリート構造: 35mm ・上記以外のプレストレストコンクリート構造: 50mm ・鉄筋コンクリート構造: 70mm	
		海岸線から 100mを超えて 200mまで	・工場で製作されるプレストレストコンクリート構造: 25mm ・上記以外のプレストレストコンクリート構造: 30mm ・鉄筋コンクリート構造: 50mm	
		海岸線から 200mを超える	・版部材(床版、地覆、高欄、主版部材): 30mm 上記で支間が10mを超える主版部材: 35mm ・棒部材(桁): 35mm 上記で工場で製作されるプレストレストコンクリート部材: 25mm ・その他(ティーフビームおよびコーベル): 35mm	
	下部構造	はり	大気中	35mm
		柱、壁		40mm
		フーチング	水中および土中	70mm
	上記以外		-	・鉄筋の直径以上、かつ耐久性および耐火性(要求する部材のみ)を満足する値に、施工誤差を考慮する。



(土木工事施工管理基準及び規格値(平成29年3月、四国地方整備局)、道路橋示方書・同解説(平成29年11月)Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編 p.183、Ⅳ下部構造編 p.71 を基に作成)

(3)について 鉄筋の交点の要所は直径0.8mm以上の焼きなまし鉄線または適切なクリップで緊結しなければならない。

機械式鉄筋定着工法を適用する場合、建設技術審査証明書に附属する施工に関する留意事項等を記載した技術資料に基づき施工を行う。

### 3.6 鉄筋継手のチェックポイント

- (1) 鉄筋の継手は設計図書に示された位置、方法、所定の重ね継手長となっているか。
- (2) 継手位置は集中していないか、また鉄筋およびコンクリート双方の弱点を集中させないため、継手位置は打継目から1m以上離れているか。
- (3) 継手にガス圧接を用いた場合、目視による外観検査および超音波探傷検査（JIS Z 3062）を行っているか。
- (4) フレア溶接を用いる場合は現位置試験により強度確認を行っているか。
- (5) 機械式継手を用いる場合、機械式継手の製造者が推奨する施工条件や方法等を明記した施工要領書に基づいて施工しているか。また、施工を管理する者は機械式鉄筋継手工法の特性や施工の留意点等に熟知した有資格者であるか。

#### 【解説】

(1)、(2) について 鉄筋の継手位置は図 3.3 のとおりとする。鉄筋の重ね継手は、所定の長さを重ね合わせて、直径 0.8mm 以上の焼きなまし鉄線で数箇所緊結することを原則とする。



図 3.3 鉄筋の継手位置

(5) について 機械式継手を用いる場合は「現場打ちコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン」（平成 29 年 3 月、機械式鉄筋継手工法技術検討委員会）に従う。

## § 4 型枠・支保工

### 4.1 型枠の組立・脱型のチェックポイント

- (1) 型枠内の泥やゴミは除去され清掃が行われているか。
- (2) 型枠および支保工は、作用する荷重に対して十分な強度を有し、かつ、安定を保つ構造となっているか。
- (3) 型枠の締付け材には、ボルトまたは鋼棒を用いているか。また、型枠を取り外した後、これらの鋼材に対して所要のかぶりが確保されるように配慮されているか。
- (4) 施工計画で計画された適切な上げ越しが行われているか。
- (5) 「型枠の解体」が「養生の終了」でないことを認識し、継続して養生されているか。

#### 【解説】

(2) について コンクリートの打込みを急げば側圧が増大する。コンクリートの側圧と打上がり速度の関係は次頁の図 4.1 に示す傾向がある。

近年の耐震設計で過密になった配筋では、スランプを大きくせざるを得ず、これにより側圧が大きくなっている。

特に、高流動コンクリートの場合は凝結が遅いこともあり、型枠に作用する側圧は液圧として型枠を設計するのが原則である。これは、一般のコンクリートに比べてセパレータの配置を密にすることを意味している。

(3) について コンクリート構造物の耐久性を確保するには、構造物内部の鋼材の腐食を抑制する必要がある、配置鉄筋はもとより当然のことながらセパレータ等の付属金物にも所要のかぶりを満足させる必要がある。

塩害環境等、劣化が懸念される場合は、**写真 4.1** に示すような奥行きが長い P コンを用いる等の配慮が必要である。

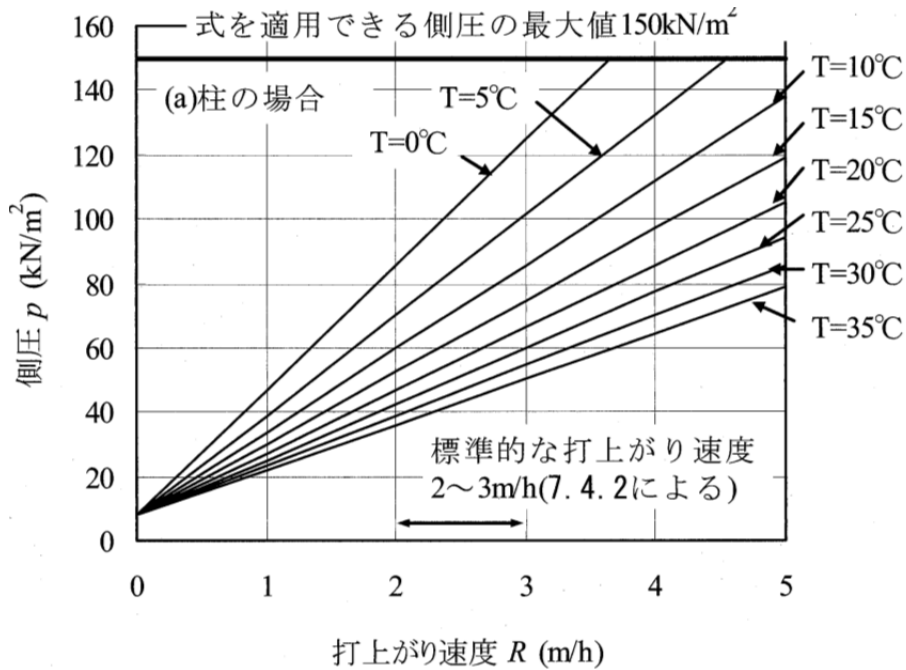
また、P コンの後には高品質のモルタル等で埋めなければならない。



写真 4.1 P コン

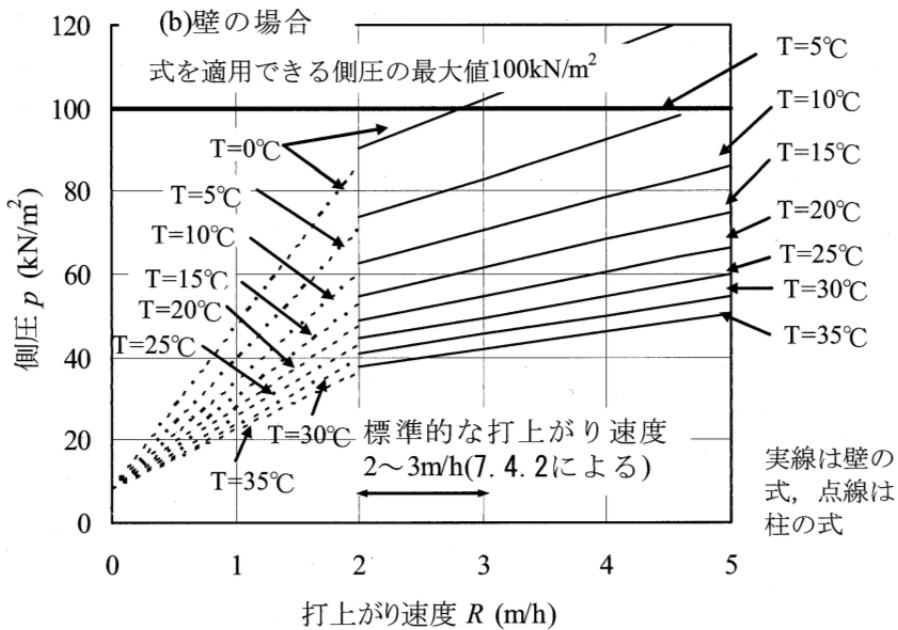
(4) について 支保工の管理では強度はもとより、コンクリートの自重によって施工中と完成後にそれぞれ沈下や変形が生じる点を考慮し、適切な上げ越しを行うことが必要である。支保工の継手や接続部の隙間のなじみ、接触面の食込みなどを予測して計画されていることを確認する。

一般に 1 箇所当たり 1~2mm 程度を見込む。



スランプが 10cm 程度以下のコンクリートの側圧（柱の場合）

※普通ポルトランドセメントを使用し、スランプが約 10cm 以下のコンクリートを型枠内に打ち込み、棒状バイブレータを用いて締固めを行う場合。



スランプが 10cm 程度以下のコンクリートの側圧（壁の場合）

※普通ポルトランドセメントを使用し、スランプが約 10cm 以下のコンクリートを型枠内に打ち込み、棒状バイブレータを用いて締固めを行う場合。

図 4.1 打上がり速度と側圧の関係

(2012 年制定コンクリート標準示方書[施工編：施工標準]、解説図 11.2.1、解説図 11.2.2、p.144 より引用)

(5) について 表 4.1 に示す強度発現が確認された時点で型枠を外しても良い。しかし、表 4.2 に従って養生を継続する。特に低熱ポルトランドセメントや高炉セメントの場合、養生（特に乾燥防止）を怠ると所要の長期強度に達しないおそれもあるので注意すること。

十分な強度発現が得られていない時にセパレータを取り外すと、周囲のコンクリートを損傷し、漏水等の原因になる可能性もあることから、セパレータはできるだけ湿潤養生を行った後に取り外すのが望ましい。

表 4.1 型枠を取り外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	部材面の例	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
厚い部材の鉛直または鉛直に近い面、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近い面、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°より緩い傾きの下面	スラブ、はりの底面、アーチの内面	14.0

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、解説表 11.8.1、p.152より引用)

表 4.2 湿潤養生期間の標準

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

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、表 8.2.1、p.122より引用)

## § 5 生コンの発注

### 5.1 生コン工場選定のチェックポイント

- (1) 生コン購入先は JIS 認定工場か。
- (2) コンクリートの製造、施工、試験、検査および管理などの技術的業務を実施する能力のある技術者（コンクリート主任技士等）が常駐しており、配合設計および品質管理を適切に実施できる工場か。  
※「レディーミクストコンクリートの品質確保について」（平成 15 年 10 月 2 日付け国官技第 185 号）より。
- (3) レディーミクストコンクリート全国統一品質管理監査チェックリストの取組みに参加している工場か。
- (4) 現場条件や生コン工場からの沿道条件から想定される運搬・荷卸し時間は所定の時間限度内か。
- (5) 管理が行き届いた工場を選定しているか。

#### 【解説】

(3) について レディーミクストコンクリート全国統一品質管理監査チェックリストの取組みに参加している工場を選定し、実施状況やチェック内容を確認する。取組みへの参加工場は、全国生コンクリート品質管理監査会議のホームページで確認できる。

(4) について コンクリートの練混ぜから打ち終わりまでの時間の限度は表 5.1 のとおりである。また、JIS A 5308 では、「練混ぜを開始してから 1.5 時間以内に荷卸しができるように運搬しなければならない。」としており、打込み時間、運搬路の交通規制や渋滞、不測の事態を考慮すれば現場までの運搬時間は、1 時間以内を目安としなければ施工が難しくなる。次頁の図 5.1 にコンクリート物性の経時変化を示すので参考にされたい。

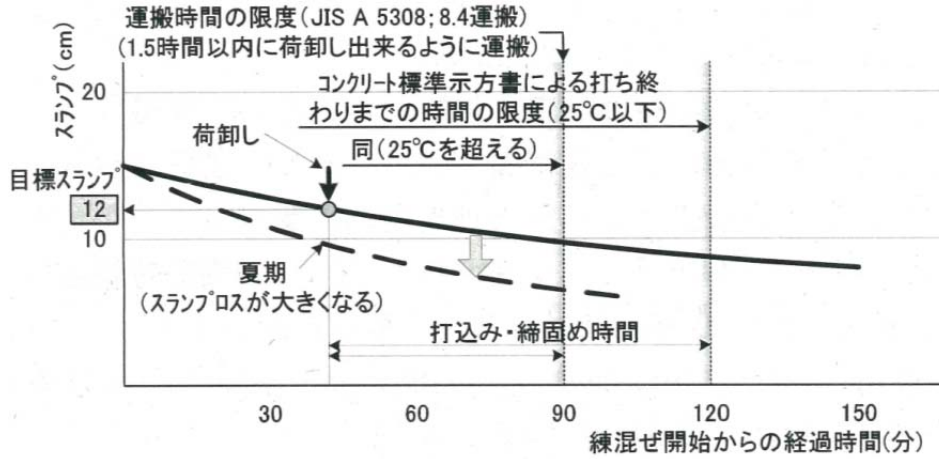
表 5.1 練混ぜから打終わりまでの時間の限度

外気温	練混ぜから打終わりまでの時間
外気温 25℃以下	2.0 時間以内
外気温 25℃を超える	1.5 時間以内

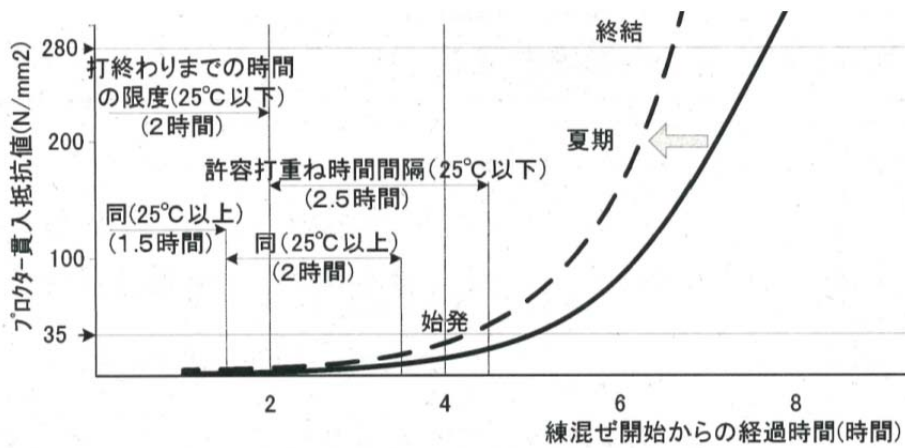
(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、p.106 を基に作成)



a. 練混ぜ後のスランプの経時変化



b. 練混ぜ後からのプロクター貫入低抗値の経時変化



c. 打込み後のコンクリートの強度発現性

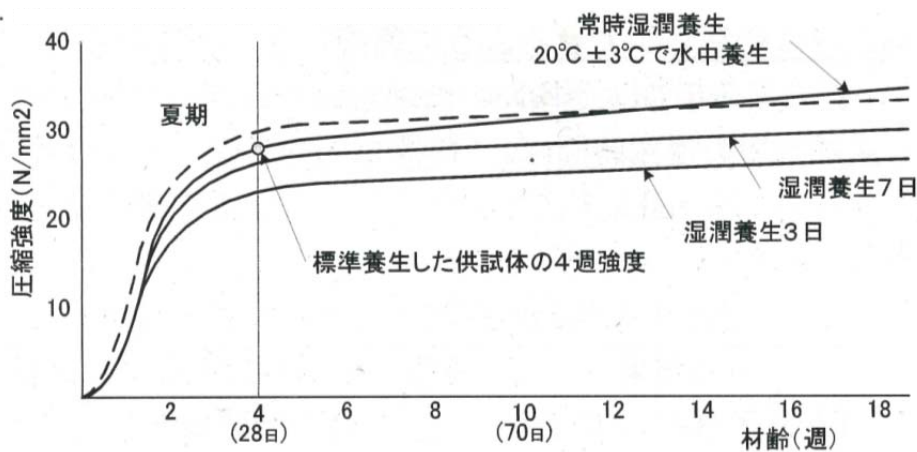


図 5.1 コンクリートの性質の経時変化

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編]、2013年制定コンクリート標準示方書 [規準編] を基に作成)

## ＜参考＞ 生コン工場の選定

生コンは JIS に規定された製品であるが、それを用いたからと言って、コンクリートに不具合が生じない保証はない。また、生コンは荷卸し地点までの品質を保証するものであって受取り後の扱いが重要である。

このため、現場に適したかつ変動が少ないコンクリートを製造できる工場を選定することが重要となる。

生コンの注文方法は、一般的には商社を通して協同組合から生コン工場が指定されるため、購入者が生コン工場を任意に選定できないシステムになっている。これは、JIS 認定工場であれば、生コンをどの工場から購入しても同一品質との考え方にたっているためである。しかし実際には、使用材料や製造システム、管理状態が異なることから、目標とするコンクリートの配合も異なるため、生コン工場によりコンクリートの収縮特性や耐久性に違いが生じる。

したがって、生コンの購入に際しては、JIS 工場であることに加えて、コンクリートの製造、施工、試験、検査および管理などの技術的業務を実施する能力のある技術者（コンクリート主任技士等）が常駐しており、配合設計および品質管理を適切に実施できる工場であること。また、全国生コンクリート品質管理監査チェックリストの取組みに参加している工場を選定する。すなわち、現場に到着した生コンの良否を見極めるのは容易ではないため、生コン工場の良し悪しを見極めることで良い生コンを購入すると良い（表 5.2）。

表 5.2 生コン工場の着目点

分類	着目点		確認
品質保証	JIS 認定の工場であること。		
	全国生コンクリート品質管理監査会議を経て適合マークの使用が認められていること。		
	同上、品質管理監査チェックリストの取組みに参加している工場であること。		
	同上チェックリストの内容が確認できる工場であること。		
	コンクリート主任技士はまたコンクリート技士が常駐し、配合設計や品質管理が適切に行われる工場であること。		
品質管理状態	品質管理推進責任者、受入責任者、製造責任者、出荷責任者、品質管理責任者が定められて品質管理組織が機能していること。		
	骨材の貯蔵が適切に行われていること。 (コルゲートか野積みか、上屋の有無、排水の良否、など)		
	暑中においては、骨材の乾燥や温度上昇を防ぐため適切な施設を設けて貯蔵しているか。 寒中においては、氷雪の混入や凍結を防ぐため適切な施設を設けて貯蔵しているか。		
	セメントの貯蔵が適切に行われていること、貯蔵期間が適切に定められていること。		
現場までの運搬時間	現場までの運搬時間が、練混ぜから荷卸しまでの時間限度（1.5時間）、打終わりまでの時間限度（25℃以下 2 時間、25℃越える 1.5 時間）に対して十分な余裕があること。 誤配車の防止策が講じられていること。		
製造設備	計量装置	メンテナンスが行き届いていること（汚れが少ない）。 計量・測定精度に問題がないこと。	
	ミキサ	所要の練混ぜ性能を有することが確認されたものであること。 容量○m <sup>3</sup> ×○基	
製造能力	生産能力	○m <sup>3</sup> /時、○m <sup>3</sup> /日 打設計画に照らして十分な生産能力を有していること。	
	運搬車保有台数	○m <sup>3</sup> ×○○台 打設計画に照らして十分な供給能力を有していること。	
使用材料	セメント	種類、メーカー、貯蔵期限の確認。	
	骨材	岩種、産地、骨材試験結果の確認。	
	混和材	種類、メーカーの確認。	
	混和剤	種類、メーカー、貯蔵期限の確認。	
	練混ぜ水	上水道、地下水、工業用水、回収水など。 上水道以外は分析試験結果（JSCE-B101-2007）を確認すること。	

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準] を基に作成)

## 5.2 スランプ設定のチェックポイント

- (1) 打込みの最小スランプは、構造物の部材の種類と大きさ、鋼材量や鋼材の最小あき等の配筋条件、締固め作業高さ等の施工条件に基づき設定しているか。
- (2) 荷卸しの目標スランプは、打込みの最小スランプを基準に、圧送等の現場内での運搬に伴うスランプの低下を考慮して設定しているか。
- (3) (1)の施工条件等の詳細が不明な場合、荷卸しの目標スランプは12cmとしているか。

### 【解説】

(1) について 「打込みの最小スランプ」とは、“円滑かつ密実に型枠内に打込みができるために必要な最小スランプ”のことをいう。

打込みの最小スランプは、標準的な施工が行われる場合、構造物の部材の種類と大きさ、鋼材量や鋼材の最小あき等の配合条件、締固め作業高さ等の施工条件に基づき、これらの条件を組み合わせた表 5.3～表 5.8 から選定する。ここで、標準的な施工とは表 5.9 に示す施工方法である。

打ち込む部材が複数ある場合で、複数の部材を連続して打ち込む場合等、途中でスランプの変更ができない場合には、各部材の打込みの最小スランプのうちの大きい値を用いる。

表 5.3 スラブ部材における打込みの最小スランプの目安 (cm)

締固め作業高さ	0.5m 未満		0.5m 以上 1.5m 以下		3m 以下	
	任意の箇所から 投入可能		任意の箇所から 投入可能		2～3m	3～4m
打ち込みの最小スランプ	5		7		10	12

(施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016年版]、表 4.5.2、p.52 より引用)

表 5.4 柱部材における打込みの最小スランプの目安 (cm)

かぶり近傍の有効換算鋼材量 <sup>1)</sup>	かぶりあるいは鋼材の最小あき	締固め作業高さ		
		3m 未満	3m 以上 5m 未満	5m 以上
700kg/m <sup>3</sup> 未満	50mm 以上	5	7	12
	50mm 未満	7	9	15
700kg/m <sup>3</sup> 以上	50mm 以上	7	9	15
	50mm 未満	9	12	

1) かぶり近傍の有効換算鋼材量とは、図 5.2 に示す領域内の単位容積あたりの鋼材量をいう。

(施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016年版]、表 4.5.3、p.52 より引用)



表 5.7 PC 部材における打込みの最小スランプの目安 (cm)

部材の種類	施工条件		打込みの 最小スランプ (cm)
	平均鉄筋量 <sup>1)</sup>	呼び強度の目安	
内ケーブルを 主体とした PC 上部工の 主桁 <sup>3)</sup>	120kg/m <sup>3</sup> 未満 (RC 換算 <sup>2)</sup> 250kg/m <sup>3</sup> 程度未満)	36 または 40	7
	120kg/m <sup>3</sup> 以上 140kg/m <sup>3</sup> 未満 (RC 換算 <sup>2)</sup> 250~300kg/m <sup>3</sup> 程度)		9
	140kg/m <sup>3</sup> 以上 170kg/m <sup>3</sup> 未満 (RC 換算 <sup>2)</sup> 300~350kg/m <sup>3</sup> 程度)		12
	170kg/m <sup>3</sup> 以上 200kg/m <sup>3</sup> 未満 (RC 換算 <sup>2)</sup> 350~400kg/m <sup>3</sup> 程度)		15
	200kg/m <sup>3</sup> 以上 (RC 換算 <sup>2)</sup> 400kg/m <sup>3</sup> 程度以上)		個別に検討 <sup>5)</sup>
	170kg/m <sup>3</sup> 未満 (RC 換算 <sup>2)</sup> 350kg/m <sup>3</sup> 程度未満)	50	12
	170kg/m <sup>3</sup> 以上 200kg/m <sup>3</sup> 未満 (RC 換算 <sup>2)</sup> 350~400kg/m <sup>3</sup> 程度)		15
	200kg/m <sup>3</sup> 以上 (RC 換算 <sup>2)</sup> 400kg/m <sup>3</sup> 程度以上)		個別に検討 <sup>5)</sup>
T 桁橋の横桁 および間詰床版	—	30	7
上記以外の 間詰床版	—	30	5
高密度配筋部を 含む部材 <sup>4)</sup>	300kg/m <sup>3</sup> 以上 (RC 換算 <sup>2)</sup> 500kg/m <sup>3</sup> 程度以上)	—	個別に検討 <sup>5)</sup>

- 1) 平均鉄筋量は 1 回に連続してコンクリートを打ち込む区間の鉄筋量をコンクリート体積で割った値である (鉄筋量の計算には PC 鋼材・シース・定着具を含まない)。  
 2) RC 換算鉄筋量はシースの全断面を鉄筋断面として換算した場合の参考値である。  
 3) 主桁には中空床版橋上部工を含む。また、PRC 橋では PC 鋼材が減少し、鉄筋量が増加するため、鉄筋量から標準値を定めるのは適切でない場合が多く、本表の対象外とした。  
 4) 高密度配筋部とは斜張橋や外ケーブル構造の定着部付近など特に鉄筋量の多い部位をいう。  
 5) PC 橋上部工の平均鉄筋量が 200kg/m<sup>3</sup> を超えることはまれであり、特殊な事例と考えられる。このような場合、施工上の特別な工夫を行う。あるいは打込みの最小スランプ 15cm 以上のコンクリートやスランプフロー管理を行うような流動性を有するコンクリートを使用するなどの事例検討が必要な場合が多い。  
 (施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、表 4.5.6、p.54 より引用)

表 5.8 部材接合部における打込みの最小スランプの目安 (cm)

接合部材の鋼材量 <sup>1)</sup>	かぶりあるいは鋼材の最小あき	
	50mm 以上	50mm 未満
350kg/m <sup>3</sup> 未満	5	9
350kg/m <sup>3</sup> 以上 500kg/m <sup>3</sup> 未満	7	12
500kg/m <sup>3</sup> 以上	9	15

- 1) 部材接合部の鋼材量とは、接合部に配置される単位容積あたりの鋼材量をいう。  
 (施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、解説表 4.5.1、p.56 より引用)

表 5.9 コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準〕で対象とする  
標準的な施工方法

作業区分	項目	標準	
運搬	現場までの運搬方法	トラックアジテータ	
	現場内での運搬方法	コンクリートポンプ	
	水平換算圧送距離	300m 未満	
打込み	自由落下高さ（吐出口から打込み面までの高さ）	1.5m 以内	
	一層当りの打込み高さ	40～50cm	
	許容打重ね時間間隔	外気温 25℃ 以下の場合	2.5 時間以内
		外気温 25℃ を超える場合	2.0 時間以内
締固め	締固め方法	棒状バイブレータ	
	挿入間隔	50cm 程度	
	挿入深さ	下層のコンクリートに 10cm 程度	
	一層当りの振動時間	5～15 秒	

（施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針〔2016年版〕、解説表 7.1.1、p.131 より引用）

（2）について 「荷卸しの目標スランプ」とは、“トラックアジテータ車などによる場外運搬機械から現場のポンプ車のホッパー等に荷卸される時点での目標スランプ”のことをいう。

荷卸しの目標スランプは、図 5.3 に示すように、打込みの最小スランプを基準に、圧送等の現場内での運搬に伴うスランプの低下および荷卸しのスランプの許容差を考慮して設定する。

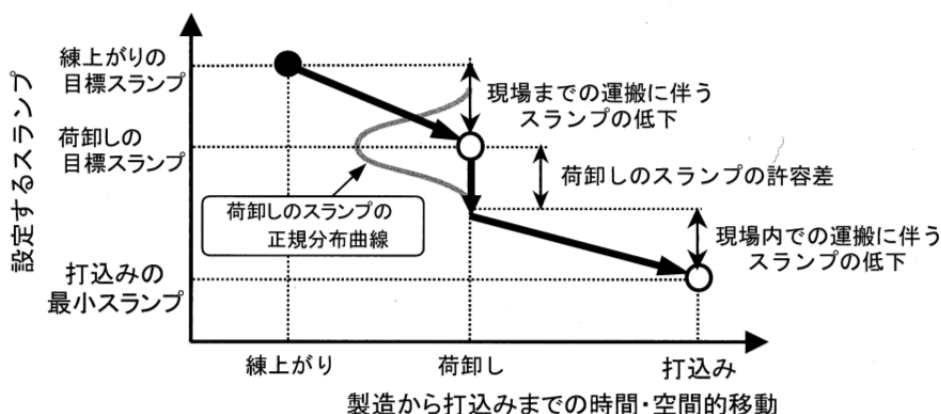


図 5.3 各作業段階におけるスランプ設定の考え方

（施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針〔2016年版〕、図 2.2.1、p.16 より引用）

場内運搬に圧送を用いる場合の荷卸しの目標スランプは、下記により設定する。

「場内運搬に圧送を用いる場合の荷卸しの目標スランプ」

$$= (A \text{ もしくは } B \text{ の大きい値}) + \text{荷卸しの許容差}$$

ここに、A=打込みの最小スランプ

+施工条件に応じたスランプの低下量 (表 5.10)

B=安定した圧送を行うために必要となる圧送段階でのスランプの最小値 (表 5.11)

表 5.10 施工条件に応じたスランプの低下の目安

圧送条件		スランプの低下量	
圧送距離 (水平換算距離)	輸送管の接続条件	打込みの最小スランプが 12cm 未満の場合	打込みの最小スランプが 12cm 以上の場合
50m 未満 (バケツ等による運搬を含む)	—	—	—
50m 以上 150m 未満	—	—	—
	テーパ管を使用し 100A(4B)以下の配管を接続	0.5~1.0cm	0.5~1.0cm
150m 以上 300m 未満	—	1.0~1.5cm	1.0cm
	テーパ管を使用し 100A(4B)以下の配管を接続	1.5~2.0cm	1.5cm
その他特殊条件下		既往の実績や試験圧送による	

注) 日平均気温が 25℃を超える場合は、上記の値に 1.0cm を加える。

連続した上方、あるいは下方の圧送距離が 20m 以上の場合は、上記の値に 1.0cm を加える。  
(施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、表 4.5.7、p.55 より引用)

表 5.11 安定した圧送を行うために必要となる  
圧送段階でのスランプの最小値の目安

圧送距離 (水平換算距離)	粗骨材の最大寸法	細骨材の種類 <sup>1)</sup>	安定した圧送に必要な スランプの最小値
150m 未満	40mm	天然砂	8cm
		砕砂	8cm
	20~25mm	天然砂	6cm
		砕砂	7cm
150m 以上 300m 未満	40mm	天然砂	12cm
		砕砂	12cm
	20~25mm	天然砂	10cm
		砕砂	10cm
その他の特殊条件下		既往の実績や試験施工による	

1) 天然砂とは、人工的な破碎等を行わない山砂、川砂および海砂等のことである。

(施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、解説表 4.5.2、p.56 より引用)



(3) について 施工条件等の詳細が不明な場合、「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」（流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会、平成 29 年 3 月）に基づき、一般的な鉄筋コンクリート構造物においては荷卸しの目標スランプを 12cm としてよい。この場合、使用するコンクリートの単位水量、単位セメント量および水セメント比が表 5.12 に示す基準値を満足していることを配合計画書により確認する。

表 5.12 配合計画書による確認事項

粗骨材の最大寸法	確認項目	基準値
20～25mm	単位水量	175kg/m <sup>3</sup> 以下（推奨値）
	単位セメント量	270kg/m <sup>3</sup> 以上（推奨値）
	水セメント比	55%以下
40mm	単位水量	165kg/m <sup>3</sup> 以下（推奨値）
	単位セメント量	250kg/m <sup>3</sup> 以上（推奨値）
	水セメント比	55%以下

（流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン（流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会、平成 29 年 3 月）、表-解 3-1、p.5 より引用）

なお、実際の施工条件等の制約により、更に流動性を高めたコンクリート（目標スランプが 12cm を超えるコンクリートや高流動コンクリート）が必要と判断された場合には、製造施工に関する適切な検討を行い品質の信頼性や安定した流動性を確保できれば選定してよい。目標スランプが 12cm を超えるコンクリートの採用を検討する場合としては、コンクリートの配合や施工時の気温などから運搬中のスランプの低下が大きいと見込まれる場合や、圧送距離が長い高所への圧送を要するなどの場合が想定される。

<スランプ設定例と生コン JIS 品の選び方>

はり部材を例にして、スランプの設定方法および生コン（JIS A 5308 レディーミクストコンクリート）の目標スランプの選び方を下記に示す。

① 構造条件、施工条件および使用材料は下記のとおりとする。

・ 構造条件

鋼材の最小あき：64mm（主鉄筋）

86mm（スターラップ）

鋼材量：250kg/m<sup>3</sup>

・ 施工条件

圧送距離：100m

日平均気温：27℃

締固め作業高さ：1.0m

・ 使用材料

セメント：普通ポルトランドセメント

粗骨材：最大寸法 25mm

細骨材：砕砂

② 打込みの最小スランプ

打込みの最小スランプは、鋼材の最小あき 64mm（主鉄筋）および締固め作業高さ 1.0m から、表 5.13 より、12cm とする。

表 5.13 はり部材における打込みの最小スランプの目安 (cm)<sup>1)</sup>

(表 5.5 を再掲)

施工条件	打込みの最小スランプ		
	締固め作業高さ		
鋼材の最小あき	0.5m 未満	0.5m 以上 1.5m 未満	1.5m 以上
150mm 以上	5	6	8
100mm 以上 150mm 未満	6	8	10
80mm 以上 100mm 未満	8	10	12
60mm 以上 80mm 未満	10	12	14
60mm 未満	12	14	16

1) 標準的な施工条件の場合には、打込みの最小スランプから定まる荷卸し箇所の目標スランプは 21cm を上限とするが、特殊な施工条件の場合には、構造条件・施工条件から要求される施工性能を満たすように配合設計を行うことが望ましい。

2) 締固め作業高さ別の対象部材例

0.5m 未満：小ぶりなど、0.5m 以上 1.5m 未満：標準的なはり部材、1.5m 以上：ハンチ部・ディーブビームなど。

(施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、表 4.5.4、p.53 より引用)

### ③ 荷卸しの目標スランプ

打込みの最小スランプに場内運搬に伴うスランプの低下と荷卸しの許容差を加算して、荷卸しの目標スランプを算出する。

圧送距離 100m、日平均気温 27℃から、表 5.14 より、A を 13cm とする。

$$13\text{cm} = 12\text{cm} + 1\text{cm} \cdot \cdot \cdot A$$

表 5.14 施工条件に応じたスランプの低下の目安

(表 5.10 を再掲)

圧送条件		スランプの低下量	
圧送距離 (水平換算距離)	輸送管の接続条件	打込みの最小スランプが 12cm 未満の場合	打込みの最小スランプが 12cm 以上の場合
50m 未満 (バケット等による運搬を含む)	—	—	—
50m 以上 150m 未満	—	—	—
	テーパ管を使用し 100A(4B)以下の配管を接続	0.5~1.0cm	0.5~1.0cm
150m 以上 300m 未満	—	1.0~1.5cm	1.0cm
	テーパ管を使用し 100A(4B)以下の配管を接続	1.5~2.0cm	1.5cm
その他特殊条件下		既往の実績や試験圧送による	

注) 日平均気温が 25℃を超える場合は、上記の値に 1.0cm を加える。

連続した上方、あるいは下方の圧送距離が 20m 以上の場合は、上記の値に 1.0cm を加える。  
(施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、表 4.5.7、p.55 より引用)

安定した圧送を行うために必要な荷卸しのスランプの最小値は、圧送距離 100m、粗骨材の最大寸法 25mm、砕砂から、表 5.15 より、B を 7cm とする。

表 5.15 安定した圧送を行うために必要となる

圧送段階でのスランプの最小値の目安

(表 5.11 を再掲)

圧送距離 (水平換算距離)	粗骨材の最大寸法	細骨材の種類 <sup>1)</sup>	安定した圧送に必要な スランプの最小値
150m 未満	40mm	天然砂	8cm
		砕砂	8cm
	20~25mm	天然砂	6cm
		砕砂	7cm
150m 以上 300m 未満	40mm	天然砂	12cm
		砕砂	12cm
	20~25mm	天然砂	10cm
		砕砂	10cm
その他の特殊条件下		既往の実績や試験施工による	

1) 天然砂とは、人工的な破碎等を行わない山砂、川砂および海砂等のことである。

(施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、解説表 4.5.2、p.56 より引用)

上記の A および B より、荷卸しの目標スランプは下記のとおりとなる。

$$\begin{aligned} \text{荷卸しの目標スランプ} &= (\text{A と B の大きい値}) + \text{荷卸しの許容差} \\ &= 13\text{cm} + 2.5\text{cm} \\ &= 15.5\text{cm} \end{aligned}$$

表 5.17 に示すように、JIS A 5308 には 15.5cm のスランプはないため、最も近い 15cm を荷卸しの目標スランプとして選択する。

表 5.16 スランプの許容誤差

スランプ (cm)	スランプの許容誤差 (cm)
5cm 以上 8cm 未満	±1.5
8cm 以上 18cm 未満	±2.5

(2012 年コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、表 5.1、p.197 を基に作成)

表 5.17 JIS A 5308 レディミクストコンクリートにおけるスランプの種類

コンクリートの種類	粗骨材のさ最大寸法 (mm)	スランプ° (cm)
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

## ＜参考＞ スランプ増加の方法

配筋量や締固め高さなどの施工条件に応じて、適宜流動性を高め、適切な施工性能を確保したコンクリートを活用し、現場打ちコンクリートの生産性を向上させることを目的として「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」(流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会、平成 29 年 3 月)が作成された。このガイドラインにおいて、コンクリートのスランプが土木用として伝統的に用いられてきた 8cm から、流動性を高めた 12cm に見直された。

ここでは、スランプの増加方法について取上げ、施工時および硬化コンクリートへの影響を表 5.18 に取りまとめた。

最も簡単にスランプを増加させる方法は単位水量の増加であるが、ポンプ圧送性や耐久性の低下をまねくことから注意が必要である。また、単位水量の上限値は  $175\text{kg}/\text{m}^3$  が標準とされている。

施工性や耐久性への影響がなく最も現実的な方法は、減水率の高い混和剤への変更 (AE 減水剤から高性能 AE 減水剤への変更) である。

表 5.18 スランプの増加方法と施工性および硬化後品質等への影響

スランプ増加方法	施工性への影響	硬化後品質への影響	他要因への影響
① 単位水量増加 (単位水量 1.2% 増加に伴いスランプ 1cm 増加)	材料分離抵抗性の低下に伴うポンプ圧送性の低下	耐久性の低下	単位セメント量の増加を伴う上限 $175\text{kg}/\text{m}^3$
② 空気量増加 (空気量 0.4% 増加に伴いスランプ 1cm 増加)	なし	圧縮強度の低下	
③ 粒形の良い骨材使用 (粒径判定実積率の高い骨材使用)	なし	なし	天然骨材は入手困難な傾向にある
④ 減水率の高い混和剤への変更	なし	なし	コンクリート単価増加
⑤ 粒形の良い混和材の使用 (フライアッシュ等)	なし	圧縮強度の低下	コンクリート単価増加

### 5.3 配合設計のチェックポイント

- (1) 構造物の要求性能を満足する配合設計を行っているか。
- (2) 水セメント比、単位水量等の発注仕様を満足しているか。
- (3) 施工者、生コン生産者がコンクリート構造物の特性や打設条件、沿道条件等を共有し、適切な配合設計を行うための会議が実施されているか議事録により確認する。

#### 【解説】

(2)について 「土木コンクリート構造物の品質確保について」（国官技第61号、平成13年3月29日、大臣官房技術調査課長）において、水セメント比の上限規定（一般の環境条件の鉄筋コンクリートの場合 55%以下、無筋コンクリートの場合 60%以下）がなされている。

また、「レディーミクストコンクリートの品質確保についての運用について」（国コ企第3号、平成15年10月2日、大臣官房技術調査課、建設コスト管理企画室長）において、示方配合の単位水量の上限値規定（粗骨材の最大寸法が20mm～25mmの場合は175kg/m<sup>3</sup>、40mmの場合は165kg/m<sup>3</sup>を基本）がなされている（骨材事情により単位水量の上限規定を満足できない場合もある）。

したがって、これらの仕様を満足していることを確認することは重要である。

(3)について 生コン（JIS A 5308 レディーミクストコンクリート）は、使用骨材の種類、粗骨材の最大寸法、目標スランプ、呼び強度などの組合せで製品が分かれており、使用頻度の高い組合せについては試し練りをしなくても製造できるようにしている。

しかし、これでは建設現場の状況や構造物の特性に対応できないため、協議により指定できる事項（表5.19）がある。これらについて施工者とコンクリート製造者の二者会議により、コンクリート構造物の特性や温度条件、打設条件、沿道条件等を共有・検討し、現場条件、構造物に適合したより良い配合を決定する。なお、会議の内容は議事録として記録する。

表 5.19 生コンの協議・指定事項

指定項目		指定項目
a	セメントの種類	JIS に定められたセメントの種類はたくさんあるが、生コン工場のサイロに備えているセメントから選択する。
b	骨材の種類	原則として、生コン工場に貯蔵されている骨材を指定する。軽量骨材など特殊な骨材の場合は協議が必要。
c	粗骨材の最大寸法	通常は、20mm、25mm、40mm からの選択となる。
d	アルカリ反応抑制対策の方法	①コンクリート中のアルカリ総量を規制する対策、②抑制効果のあるセメントなどを使用する対策、③安全と認められる骨材を使用する抑制対策から選択する。
e	骨材のアルカリ反応性による区分	アルカリ骨材反応抑制対策の内、骨材による対策を選択する場合は、骨材のアルカリ骨材反応性による区分を指定。
f	呼び強度が 36 を超える場合の区分	水は、上水道水、上水道水以外の水、回収水（上澄み水、スラッジ水）に区分される。スラッジ水の場合は、スラッジ固形分率が規定内であることを確認。
g	混和材料の種類および使用量	通常生コン工場で使用していない銘柄を指定する場合は、協議により設備面で使用が可能であれば指定できる。
h	標準とする塩化物含有量の上限値と異なる場合はその上限値	コンクリート中に混入される塩化物イオン量は特に指定がない場合は、 $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ とするが、鋼材の腐食が懸念されない場合は協議の上、 $0.6\text{kg}/\text{m}^3$ 以下で指定することができる。
i	呼び強度を保証する材齢	呼び強度を保証する材齢は、通常 28 日とされているが、低発熱セメントなどの強度発現の遅いセメントなどでは 56 日、91 日など、適切な材齢を指定できる。
j	標準とする空気量と異なる場合はその値	通常、空気量の範囲が定められているが、特に凍結融解抵抗性を高める必要がある場合や、凍害の恐れのない場合は、標準と異なる空気量の範囲を指定できる。
k	軽量コンクリートの場合はコンクリートの単位容積質量	軽量コンクリートを購入する場合は、工場が人工軽量骨材を使用できる設備を保有していることが前提となる。軽量コンクリートを使用する場合は、コンクリートの単位容積質量を指定できる。
l	コンクリートの最高または最低の温度	温度ひび割れの抑制では、コンクリートの最高温度を定める必要があり、寒冷期の施工では最低温度を定めることが必要である。このような場合は荷卸し時のコンクリート温度を指定できる。
m	水セメント比の目標値の上限値	耐久性などの規程から水セメント比の上限を定める場合は、ここで示される上限値が配合計画で定められた水セメント比の目標値であることに注意が必要である。
n	単位水量の目標値の上限値	収縮や耐久性の観点から、単位水量の上限を定める必要がある。このような場合には、配合計画で定めた単位水量の目標値を上限として指定できる。
o	単位セメント量の目標値の下限値または上限値	温度ひび割れの抑制などで単位セメント量の上限値をポンプ圧送性などの観点から下限値を定め、指定することができる。
p	流動化コンクリートの場合は流動化する前のレディーミクストコンクリートからのスラップの増大量	購入者が (d) でアルカリ総量の規制による抑制対策の方法を指定する場合、購入者は流動化剤によって混入されるアルカリ総量を生産者に通知する。これは、流動化後のコンクリートの塩化物イオン量が規程以内であることを確認するためである。
q	その他必要な事項	そのほか、購入者の要望に対して、必要に応じて協議・指定できる。

JIS A 5308 では、生産者と協議し、上表の a) ～ d) の事項を、必要に応じて e) ～ q) の事項を指定することができる。ただし、a) ～ h) については、JIS A 5308 で規定した範囲で指定する。

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準] を基に作成)



## 5.4 材料選定のチェックポイント

### 5.4.1 骨材

骨材は、JISの規格に適合するものを使用しているか。

#### 【解説】

表 5.20 骨材の種類と規格

種類	規格	定義
砕砂 砕石	JIS A 5005	岩石をクラッシャなどで粉碎し、人工的に作った細骨材および粗骨材
高炉スラグ	JIS A 5011-1	細骨材
		粗骨材
フェロニッケルスラグ 細骨材	JIS A 5011-2	炉でフェロニッケルと同時に生成する熔融スラグを水、空気などによって急冷し、粒度調整した細骨材
銅スラグ細骨材	JIS A 5011-3	炉で銅と同時に生成する熔融スラグを水によって急冷し、粒度調整した細骨材
砂（海、山、川、陸） 砂利	JIS A 5308 付属書 1	自然作用によって岩石からできた細骨材および粗骨材

（2013年制定コンクリート標準示方書〔規準編：C. 骨材〕を基に作成）



（細砂）



（砕石）



（加工砂）

（写真は「監督職員のための豆知識（コンクリート編）」（中国地方整備局、平成20年3月）より引用）

骨材はコンクリート容積の約70%を占めるため、コンクリートの物性に大きな影響を与える。耐久性のあるコンクリートにするためには良質な骨材を使用しなければならない。

骨材の品質がコンクリートの物性に及ぼす影響を表 5.21 に整理するので参考にされたい。



表 5.21 骨材品質とコンクリート物性、劣化現象の関係

骨材品質	骨材品質の影響を受けるコンクリート物性
密度	強度、弾性係数、乾燥収縮、耐久性（中性化、凍害）
吸水率	強度、弾性係数、乾燥収縮、耐久性（中性化、凍害）
実積率	ワーカビリティ
粒度	ワーカビリティ
粘土塊量	強度、耐久性（凍害）
微粒分量	ワーカビリティ、材料分離抵抗性
有機不純物	強度
塩化物量	耐久性（塩害）
安定性	耐久性（凍害）
すりへり減量	すりへり
密度 $1.95\text{g/cm}^3$ の 液体に浮く粒子の量	コンクリート表面損傷
アルカリシリカ反応性	耐久性（アルカリシリカ反応）
有害鉱物量 （ロモンタイト、モンモロナイト等）	コンクリート粉化、体積変化、ひび割れ、ポップアウト

（コンクリート便覧（第二版）（日本コンクリート工学協会）、2012年コンクリート標準示方書  
[施工編：施工標準]を基に作成）

## ＜参考＞ 四国管内における使用骨材の種類

四国管内における使用骨材の種類を次頁図 5.4 および図 5.5 に示す。

香川県：粗骨材は碎石、細骨材は砕砂と海砂でほぼ占められている。

碎石の岩種は安山岩と砂岩で約 5 割を占め、石灰石や凝灰岩等の他種類はそれぞれ 1 割弱である。一方、砕砂の岩種は石灰石が最も多く約 4 割を占めている。

徳島県：粗骨材は碎石が約 7 割、細骨材は砕砂が最も多く 4 割強、次いで海砂が 4 割程度を占める。他県に比べて川砂利、川砂の割合が多い。

碎石、砕砂ともに岩種はほとんどが砂岩である。

高知県：粗骨材は碎石が 8 割強、細骨材は海砂と砕砂がほぼ同じ 4 割強を占める。

碎石の岩種は石灰石が約 5 割を占め最も多く、次いで砂岩が 5 割弱であり、この 2 岩種でほぼ占められている。砕砂も同様に石灰石と砂岩であるが、砕砂では砂岩の割合が約 7 割と多い。

愛媛県：粗骨材は全てが碎石である。細骨材も砕砂の割合が多いが、海砂が 2 割程度占めている。

碎石の岩種は砂岩が 4 割程度と最も多く、次いで石灰石が 3 割程度を占めている。砕砂は逆に石灰石が 4 割程度と最も多く、次いで砂岩が 3 割程度となっている。

以上のように、ほとんどの地域で砂岩の碎石、砕砂が用いられており、フレッシュ特性を改善するために単位水量が増加する傾向にあるため注意が必要である。

石灰岩を用いた場合、その収縮特性からひび割れ発生確率が低くなる傾向にある。特に、初期の体積変化に伴うひび割れの抑制に有効であるため、石灰岩や緻密な岩質の骨材を選定するのが望ましい。

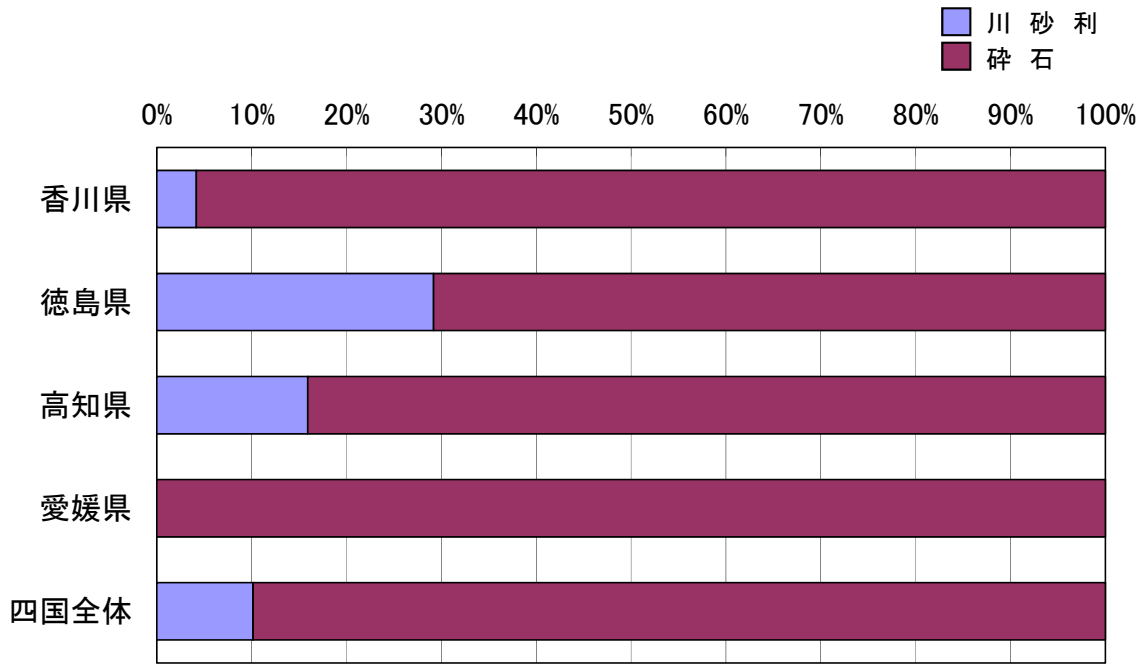
しかし、骨材の調達は、輸送コスト等の関係から現地調達が基本であるため、骨材調達に係る地域の事情を良く理解し、構造物の重要度や構造特性、表 5.22 に示す使用上の注意点に留意して使用されているか確認する。

表 5.22 各種骨材の使用上の注意点

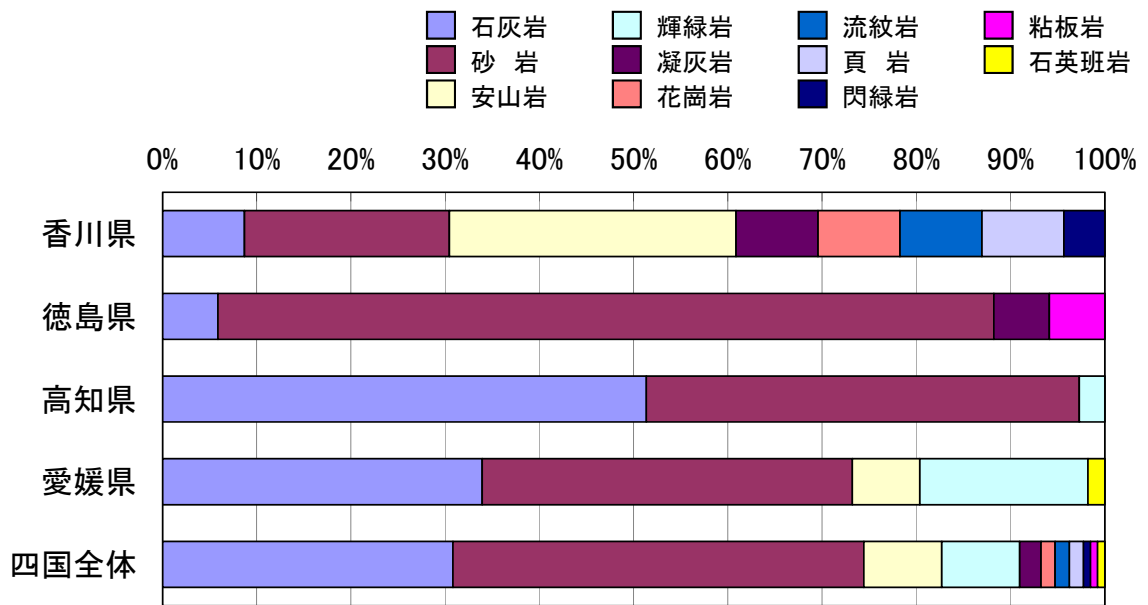
骨材種類	使用上の注意点
碎石	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粒形が角ばっており、ワーカビリティを低下させる。</li> <li>・単位水量の増加、細骨材率の増加が必要。</li> <li>・骨材の洗浄程度によって表面に付着する微粉量が増加する。</li> </ul>
砕砂	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粒形が角ばっており、ワーカビリティを低下させる。</li> <li>・微粉分を多く含む可能性がある。</li> <li>・微粉分が7%程度以上になると、ブリーディングは減少するが、単位水量が増加し、収縮量が増大する。</li> </ul>
海砂	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩分を含んでいるので、除塩処理をしたものを使用する。</li> <li>・除塩法としては、野積み状態で降雨で除塩する方法とスプリンクラーで散水して除塩する方法がある。</li> <li>・塩分が下部に濃縮する可能性があり、水切りを確実に実施する必要がある。</li> <li>・微粉分が少なくブリーディングが増加する。</li> <li>・10mm以下の貝殻は中空でなければ強度への影響は少ないが、10mm以上の貝殻は強度を低下させる。</li> <li>・貝殻の混入率は30%以下に抑える。</li> </ul>
山・陸砂	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較的、細粒が多い。</li> <li>・泥分の含有量が高い。</li> <li>・貝殻や有機不純物を含むこともある。</li> <li>・長期間、風化を受けて細粒化しているものもある。</li> </ul>

(2012年コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準〕を基に作成)

### a. 粗骨材



川砂利と砕石の割合



砕石の岩種

図 5.4 四国管内における使用骨材（粗骨材）

※H25年に実施したヒアリング結果

## b. 細骨材

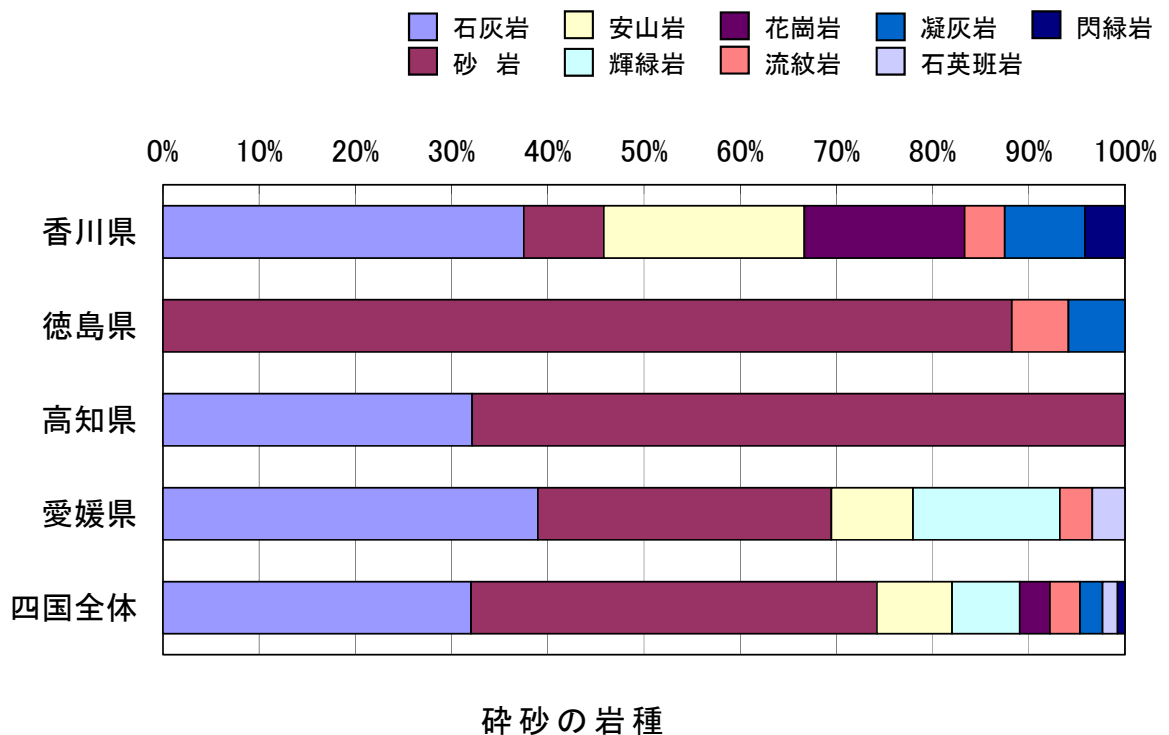
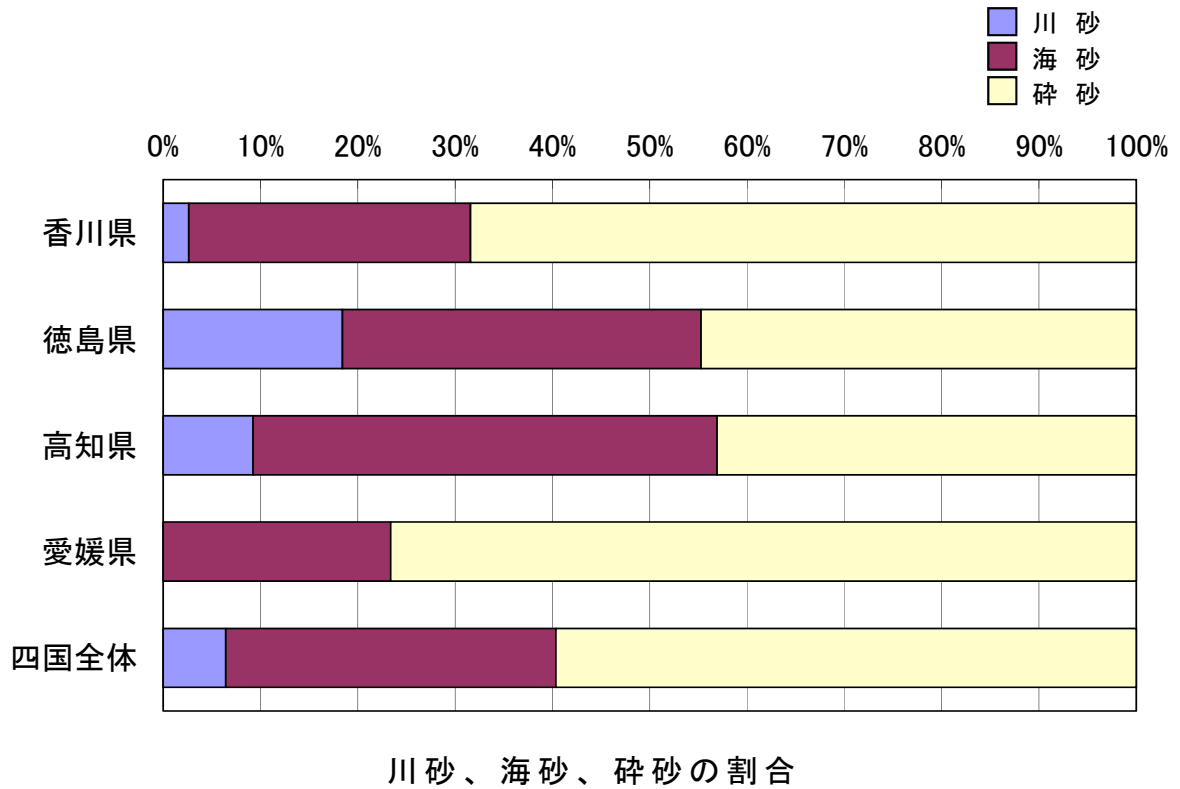


図 5.5 四国管内における使用骨材（細骨材）

※H25年に実施したヒアリング結果

## 5.4.2 セメント

- (1) 仕様書に規定されたセメントが使用されているか。
- (2) 温度ひび割れ等が予想される場合（マスコン）、発熱量の低いセメントを用いているか。

### 【解説】

(2) について 土木構造物の多くはマスコンクリート構造物であり、温度ひび割れ対策が必要な場合が多い。発熱量の低いセメントや水和反応の遅いセメントは温度ひび割れを防ぐのに有効である。最も適しているのは低熱ポルトランドセメントであり温度上昇速度が遅く、最終的な発熱量も低く抑えられる。

しかし、低熱ポルトランドセメントは十分に初期養生をすることが必要であり、型枠の存置期間や湿潤養生期間と方法について事前の計画が必要である。

表 5.23 セメントの種類と特徴、用途

種類	特徴など	用途								
		一般の構造物	高強度コンクリート	高流動コンクリート	緊急工事	寒中工事	マスコンクリート	ダム	海洋構造物	二次製品
普通ポルトランドセメント	・最も汎用的なセメント	◎	○	△	○				○	◎
早強ポルトランドセメント	・早期に高強度を発現（普通ポルトランドセメントの7日強度を3日で発現）	○	○		◎				○	◎
中庸熱ポルトランドセメント	・水和熱が低い ・初期強度は小、長期強度は大		○	○			○	○	○	
低熱ポルトランドセメント	・中庸熱ポルトランドセメントより水和熱が低い ・初期強度は小、長期強度は大 ・長期的に強度が増進		◎	◎			◎	◎	○	
高炉セメントB種	・初期強度は小、長期強度は大 ・化学抵抗性、耐海水性に優れる ・アルカリシリカ反応防止にも効果がある	◎		△			△	△	◎	○
フライッシュセメントB種	・初期強度は小、長期強度は大 ・水密性、化学抵抗性に優れる ・アルカリシリカ反応防止にも効果がある ・乾燥収縮は小	○		△			△	△	◎	
エコセメント	・塩化物イオン量は若干高め ・現在は通常の強度レベルで使用	○								◎

◎：最も適している。 ○：適している。 △：使用できる。

（特徴などは2012年コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準〕を基に作成）

また、温度ひび割れ対策として高炉セメントを使用するのであれば、高

炉スラグの混入率を高めたマスコン型の高炉セメント B 種や C 種の使用を検討した方が良い。

高炉セメントについても十分に初期養生をすることが必要であり、養生が不十分であるとかえって品質の悪いコンクリートとなり、耐久性を損なうので注意しなければならない。

温度ひび割れに関しては、施工計画の段階で防止対策を検討し、夏場の打設が避けられない場合等、ひび割れの発生確率が高い場合は、事前に受注者と対策を協議する。

### 5.4.3 混和剤

各種混和剤の特徴および使用量をよく確認して用いているか。

#### 【解説】

混和剤の種類、使用目的と効果は表 5.24 に示すとおりであり、それぞれの用途と得られる効果を十分に理解して選定する必要がある。また、それらの特性を理解した、打込み、締固め、仕上げ、養生が重要である。

近年、良質な骨材が得にくいことや耐震性確保のための過密配筋などにより、単位水量を守りつつスランプを大きくするために減水率の大きな混和剤の使用が増加している。

表 5.24 各種混和剤の使用目的と効果

種類	タイプ	使用目的	効果
AE 剤	—	コンクリート中に多数の微細な独立気泡を進行し、ワーカビリティおよび耐凍害性を向上させる	ワーカビリティの改善 単位水量の低減 耐凍害性の改善
減水剤	標準形 遅延形 促進形	所要のスランプを得るための単位水量を低減させる	ワーカビリティの改善 単位水量の低減
高性能減水剤※	—	単位水量を大幅に低減させる、または同一の単位水量の下でスランプを大幅に増加させる	単位水置の低減 単位セメント量の低減
AE 減水剤	標準形 遅延形 促進形	AE 剤と減水剤の性能を併せ持ち、ワーカビリティおよび耐凍害性を向上させる	ワーカビリティの改善 単位水量の低減 単位セメント量の低減 耐凍害性の改善
高性能 AE 減水剤	標準形 遅延形	AE 剤よりも高い減水性能を発揮して単位水量を低減させるとともに、スランプを保持する。	ワーカビリティの改善 単位水量の低減 単位セメント量の低減 スランプロスの低減 耐凍害性の改善
硬化促進剤※	—	セメントの水和を促進し、初期強度を大きくする。	冬季における初期強度の増進 初期凍害の防止
流動化剤※	標準形 遅延形	あらかじめ練り混ぜられたコンクリートの流動性を増加させる	施工時におけるスランプの増大

(注)※印の 3 種類は、2006 年の JIS A 6204「コンクリート用化学混和剤」の改定時に追加された

(2012 年コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準] を基に作成)



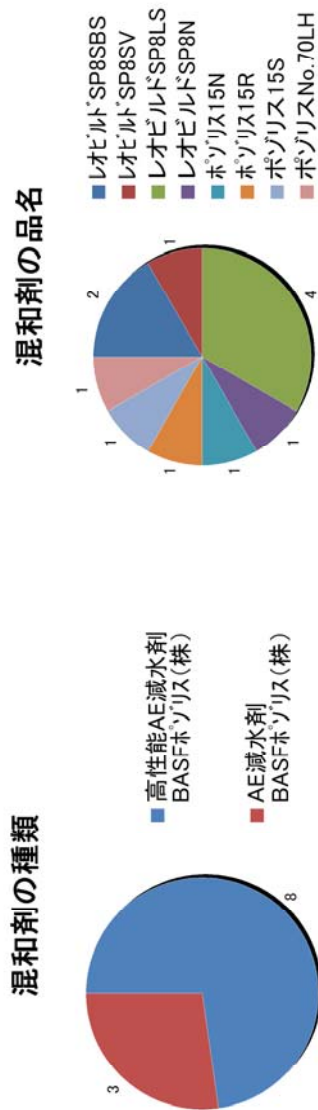
#### <参考> 四国管内における使用混和剤の種類

四国地方整備局管内でも、AE減水剤の使用が増加しており、ひび割れの有無との関係を示すと次頁図 5.6 のとおりであり、高性能 AE 減水剤を使用したものに有害なひび割れが多い。

一つには、スランプが大きくなることにより、打込みや締固めがおろそかになっていることが考えられる。また、高性能減水剤ではスランプロスが大きくなるので注意が必要である。

品質確保のために様々な混和剤が当たり前のように使用されているが、混和剤の効果を得るための正しい使い方はもちろん、初期の目的である品質確保のため、基本事項の遵守を忘れてはならない。

有害なひび割れが発生している工事



有害なひび割れが発生していない工事



図 5.6 四国管内における使用混和剤の種類と有害なひび割れの有無

※H21年に実施したヒアリング結果

## § 6 生コンの受入れ

### 6.1 受入れ検査のチェックポイント

- (1) 生コンの受入れ検査は受入れ側の責任のもとに実施し、検査の結果を発注者が確認する。
- (2) コンクリートが打ち込まれる前に検査が実施されているか。
- (3) 各検査項目について判定基準を満足しているか。
- (4) 検査の結果、不合格となったコンクリートを使用していないか。

#### 【解説】

現場に生コンが到着したら、現場の担当者は所定の品質を満足しているかどうか、そして施工に適しているか速やかに検査を実施し、判断しなければならない。受入れ検査地点は図 6.1 に示す位置とする。

また、出荷伝票で練混ぜから荷卸しまでの限度時間を満足していることを確認する。

検査の結果、不合格と判定されたコンクリートは用いてはならない。

受入れ検査の検査方法、時期、判定基準は、コンクリート標準示方書〔施工編：検査標準〕に準拠し、次頁の表 6.1 を適用する。

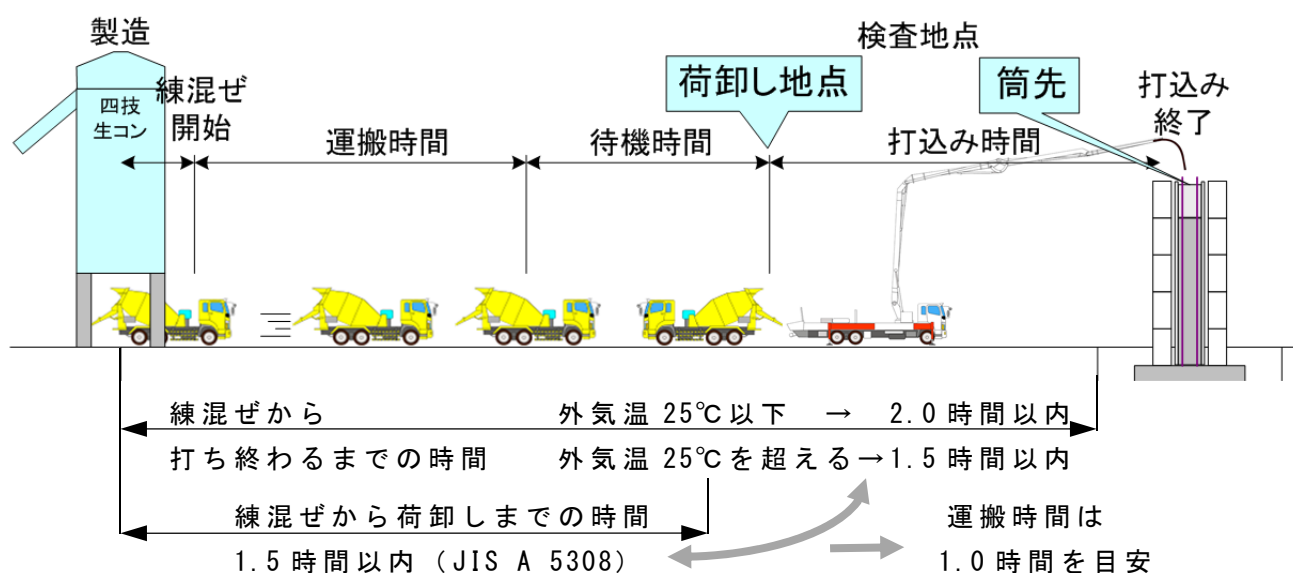


図 6.1 コンクリートの受入れ検査地点および練混ぜからの限度時間

表 6.1 コンクリートの受入検査

項目	検査方法	時期・回数	判定基準
フレッシュコンクリートの状態	コンクリート主任技士やコンクリート技士またはそれと同等の技術を有する技術者による目視	荷卸し時 随時	ワーカビリティが良好で性状が安定していること
スランプ	JIS A 1101 の方法		許容誤差： スランプ 5cm 以上 8cm 未満： ± 1.5cm スランプ 8cm 以上 18cm 未満： ± 2.5cm
空気量	JIS A 1116 の方法 JIS A 1118 の方法 JIS A 1128 の方法	荷卸し時 1 回/日または構造物の重要度と工事の規模に応じて 20~150m <sup>3</sup> 毎に 1 回、および荷卸し時に品質の変化が認められた時	許容誤差：± 1.5%
フレッシュコンクリートの単位水量	フレッシュコンクリートの単位水量試験から求める方法	荷卸し時 海砂を使用する場合 2 回/日、 その他の場合 1 回/週	許容範囲内にあること
フレッシュコンクリートの温度	JIS A 1156 の方法		定められた条件に適合すること
単位容積質量	JIS A 1116 の方法		定められた条件に適合すること
塩化物イオン量	JIS A 1144 の方法または信頼できる機関で評価を受けた試験方法	荷卸し時 海砂を使用する場合 2 回/日、 その他の場合 1 回/週	原則として 0.30kg/m <sup>3</sup> 以下
アルカリ骨材反応対策	配合表の確認	工事開始時、および材料あるいは配合が変化したとき	対策がとられていること
配合	単位水量	骨材の表面水率と単位水量の計量印字記録から求める方法	許容範囲内にあること
	単位セメント量	計量印字記録	
	水セメント比	セメントの計量印字記録と骨材の表面水率および単位水量の計量印字記録から求める方法	
	その他コンクリート材料の単位量	コンクリート材料の計量印字記録	
圧縮強度 (一般の場合、材齢 28 日)	JIS A 1108 の方法	荷卸し時 1 回/日または構造物の重要度と工事の規模に応じて 20~150m <sup>3</sup> 毎に 1 回	設計基準強度を下回る確率が 5% 以下であることを、適当な生産者危険率で推定できること

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、表 5.1、pp.197~198 より引用)

※ 生産者危険率について、3 回の試験結果の平均値が呼び強度を上回り、1 回の試験結果がそれぞれ、呼び強度の 85% 以上となることを確認できれば、『適当な生産者危険率』については特に考慮する必要はない。(2007 年制定コンクリート標準示方書発刊に伴う講習会の質問と回答より。)

### 6.1.1 試料採取のチェックポイント

- (1) 試料採取は適切か。生コン車から試料採取する場合、30 秒間高速かくはんが行われているか。
- (2) 最初に排出されるコンクリートを 50～100 ㍓取り除いた試料を用いているか。
- (3) ポンプ車から試料を採取する場合、排出される全横断面から均一な試料を採取しているか。
- (4) 採取した試料は十分な練直しが行われているか。

#### 【解説】

試料採取方法は JIS A 1115 によるものとする。

- ・生コン車から採取する場合

排出されるコンクリートから、定間隔に 3 回以上採取する。ただし、最初に排出されるコンクリートは粗骨材が先行し、均一なコンクリートが採取できない場合があるので、30 秒間高速かくはんした後、最初に排出されるコンクリート 50～100 ㍓を取り除き、その後のコンクリート流の全断面から採取する。

- ・ポンプ車の配管筒先から採取する場合

生コン車 1 台分または 1 バッチと判断される コンクリート流の全断面から定間隔に 3 回以上採取するか、排出されたコンクリートの山の 3 か所以上から採取する。



写真 6.1 生コン車からの採取



写真 6.2 配管筒先からの採取

(「監督職員のための豆知識 (コンクリート編)」(中国地方整備局、平成 20 年 3 月)より引用)

## 6.1.2 スランプ試験のチェックポイント

- (1) 試験手順および方法は適切に行われているか。
- (2) スランプ試験結果は許容範囲を満足しているか。
- (3) スランプの形状およびワーカビリティは良好であるか。
- (4) 振動を与えて、スランプの変状を確認しているか。

### 【解説】

(1) について スランプ試験方法は JIS A 1101 によるものとする。

- ・受入れ検査におけるスランプ試験は全てのバッチに対して行われるのではないため、排出されるフレッシュコンクリートの性状を常に目視にて確認する（次頁の**写真 6.3**）。
- ・粗骨材の最大寸法およびスランプが設定値を満足するかを確認するとともに、目視により、材料分離抵抗性に問題がないかを確認する。
- ・スランプコーンは、2～3 秒の間で鉛直に引き上げる。

(2) について スランプの許容誤差は**表 6.2**による。スランプの値は cm 単位で測定し、0.5cm まで読み取る。

表 6.2 スランプの許容誤差

スランプ (cm)	スランプの許容誤差 (cm)
5cm 以上 8cm 未満	±1.5
8cm 以上 18cm 未満	±2.5

(2012 年コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、表 5.1、p.197 を基に作成)

(3) (4) について スランプの再試験を要する場合は、以下の①②についてである。

- ①上面の痕跡の最高・最低の差が 3cm 以上のとき（**図 6.2** の上図）。
- ②スランプコーンの中心軸と拡がりの中心の距離が 5cm 以上偏ったとき（**図 6.2** の下図）。

スランプの変状の確認は、タンピング試験（施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、資料編、p.資料-79）により行う。



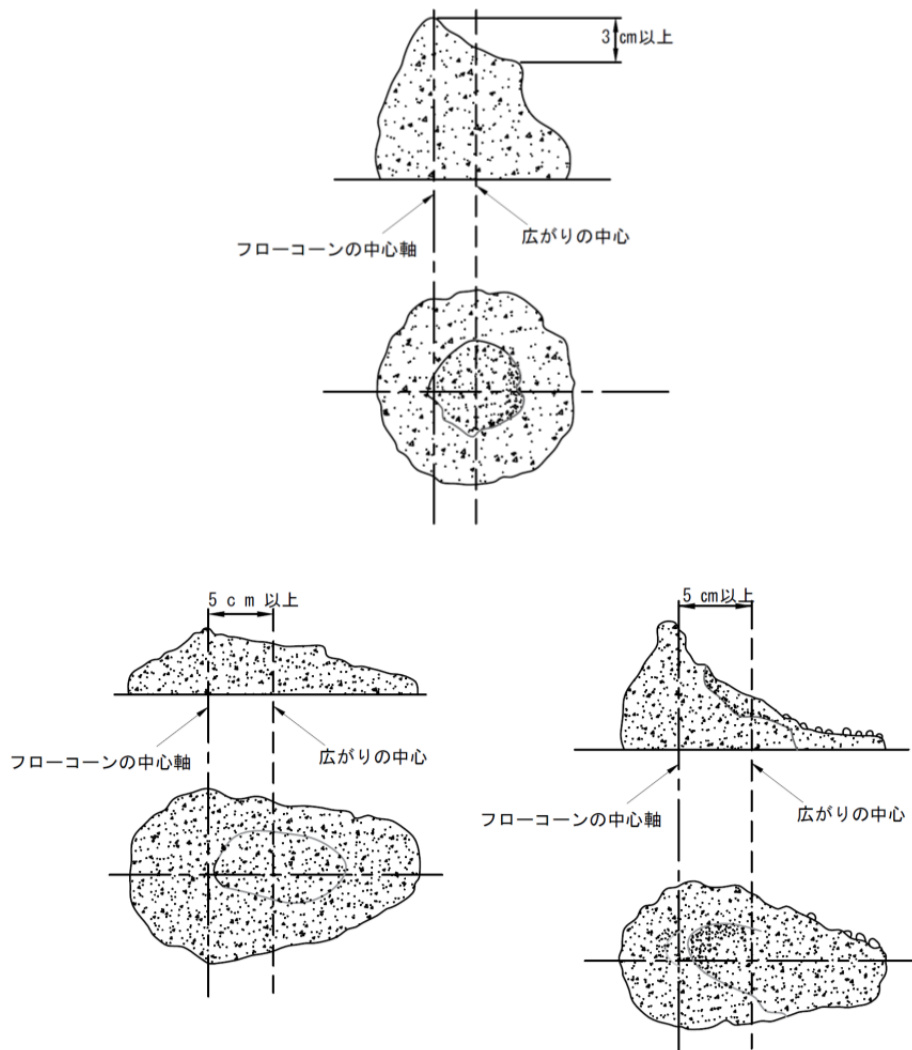


図 6.2 再試験を要すスランプ試験

(全生工組連試験方法 ZKT-201: 2007(「JIS A 1101 コンクリートのスランプ試験方法」におけるスランプの測定の仕方) p.4 図 7、図 8、図 9 より引用)



スランプ性状の良い例



スランプ性状の悪い例

(「監督職員のための豆知識 (コンクリート編)」(中国地方整備局、平成 20 年 3 月) より引用)

写真 6.3 スランプの性状例



①水密性平板は安定した場所に設置し、水準器により水平を確認する。



②水密性平板およびスランプコーンを湿布で拭き、平板の中央部にスランプコーンをセットする。



③試料を入れる量は3層に分けて、1層目6.5cm、2層目15cmとし、詰め方は、一方向から入れない。



④突き棒による突き方は外周からうず状に中心に向かって、各層25回突き、突き深さは前層に届く程度とする。



⑤突き棒により突き終わった後、上面をコテで均し、スランプコーンを鉛直に2~3秒で引き上げる。



⑥コーンを引き上げた後、直ちに計測を行い、0.5cm単位で読み取る。

(「監督職員のための豆知識 (コンクリート編)」(中国地方整備局、平成20年3月)より引用)

写真 6.4 スランプ試験の方法 (JIS A 1101)



### 6.1.3 空気量試験のチェックポイント

- (1) 試験手順・方法は適切に行われているか。  
(2) 空気量試験結果は許容範囲を満足しているか。

#### 【解説】

(1) について 空気量試験方法は JIS A 1116 (質量方法)、JIS A 1118 (容積方法) または JIS A 1128 (空気室圧力方法) によるものとする。

(2) について 空気量の許容差は表 6.3 による。

表 6.3 空気量の許容差

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	
高強度コンクリート	4.5	

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準] 表 5.1、p.197 および日本工業規格 JIS A 5308 レディーミクストコンクリートを基に作成)

フレッシュコンクリートの空気量には、エントラップトエアとエントレインドエアがあり、混和剤により混入されたエントレインドエアは、単位水量の減少、ワーカビリティの改善、硬化コンクリートの耐凍害性の向上等に効果がある。

エントラップトエア：混和剤を用いないコンクリートに、その練混ぜ中に自然に取り込まれる空気泡。

エントレインドエア：AE 剤または空気連行作用がある混和剤を用いてコンクリート中に連行させた独立した微細な空気泡。



①下容器を水平台の上にセットし、試料を3層に分け、突き棒で各層25回突く。突き深さは前層に届く程度とする。



②突き棒で突いた後、容器を10～15回程度木づちでたたく。以降、同様の動作を3回繰り返す。



③3層目の動作が終了した後、容器の上面を均し定規で平坦に均し、上蓋との接地面を布等で拭き取る。



④上蓋を静かに乗せ、4点のネジを対角に閉め込む。この時、上蓋の全てのバルブは開放しておく。



⑤ハンドポンプにより空気室に圧力を加え、初圧力よりわずかに大きくする。



⑥約5秒後に作動弁を開放し、下容器を木づちでたたき、再度作動弁を押し、針が安定した位置で読み取る。

(「監督職員のための豆知識 (コンクリート編)」(中国地方整備局、平成20年3月)より引用)

写真 6.5 空気量試験の方法 (JIS A 1118)

#### 6.1.4 塩化物含有量試験のチェックポイント

- (1) 試験手順および方法は適切に行われているか。
- (2) 荷卸し時点での塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) 量が 0.30kg/m<sup>3</sup> 以下であるか。
- (3) 塩分測定機器は表 6.4 に示す、(財) 国土開発技術研究センター技術評価品を用いているか。

#### 【解説】

(1) について 塩化物含有量試験は、JIS A 5308 によるものとする。

(2) について 塩化物含有量の判定基準は、塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) 量が 0.30kg/m<sup>3</sup> 以下であること。

(3) について 塩分含有量測定器によるコンクリート中の塩化物量の算出は、測定器の目盛りを読み取り、換算表より塩素イオン濃度を求め、その塩素イオン濃度とコンクリートの単位水量(示方配合)の積により行う。

$$\text{コンクリート中の塩化物含有量 (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{塩素イオン濃度}}{100} \times \text{コンクリートの単位水量 (kg/m}^3\text{)}$$

表 6.4 塩分含有量測定器

(財) 国土開発技術研究センター技術評価品一覧

技術評価品 (測定機器名)	
CS-10A	HS-5
U-7CL	EM-250
SALT-99	北川式塩分検知管 SL 型
SALT-9 II	カンタブ
PCL-1 型	ソルタ-C-6
CL-1A	ソルメイト 100 型
CL-1B	ソルテック
CL-203 型	AD-4721
AG-100	



写真 6.7 塩化物含有量測定機器の例



写真 6.6 (財) 国土開発技術研究センター技術評価品 (カンタブ)  
 (「監督職員のための豆知識 (コンクリート編)」(中国地方整備局、平成 20 年 3 月) より引用)

【計算例】

写真 6.6 に示す塩分含有量測定器(カンタブ)による測定結果を用いて、以下にコンクリート中の塩分含有量の計算を行った。

表 6.5 測定結果一覧表 (例)

カンタブ No.	読み値	塩素イオン濃度 (%)	
		換算値	平均値
1 本目	3.7	0.0219	0.0228
2 本目	3.8	0.0228	
3 本目	3.9	0.0236	

単位水量 (kg/m<sup>3</sup>): ここでは、一例として  
150kg/m<sup>3</sup>とする。

塩素イオン (%): 右に示す換算表から  
0.0228%とする。

計算結果

コンクリート中の塩化物含有量 (kg/m<sup>3</sup>)

$$= \frac{0.0228}{100} \times 150 = 0.034 \text{kg/m}^3$$

カンタブ 低濃度品  
表-6.5 換算表

コンクリート用

カンタブの読み値	塩素イオン (%)	カンタブの読み値	塩素イオン (%)	カンタブの読み値	塩素イオン (%)
1.4	0.0017	3.5	0.0201	5.6	0.0479
1.5	0.0026	3.6	0.0210	5.7	0.0494
1.6	0.0034	3.7	0.0219	5.8	0.0524
1.7	0.0043	3.8	0.0228	5.9	0.0554
1.8	0.0052	3.9	0.0236	6.0	0.0585
1.9	0.0061	4.0	0.0245	6.1	0.0615
2.0	0.0069	4.1	0.0259	6.2	0.0645
2.1	0.0078	4.2	0.0273	6.3	0.0672
2.2	0.0087	4.3	0.0287	6.4	0.0700
2.3	0.0096	4.4	0.0300	6.5	0.0727
2.4	0.0105	4.5	0.0314	6.6	0.0754
2.5	0.0113	4.6	0.0328	6.7	0.0781
2.6	0.0122	4.7	0.0342	6.8	0.0800
2.7	0.0131	4.8	0.0357	6.9	0.0818
2.8	0.0140	4.9	0.0372	7.0	0.0836
2.9	0.0148	5.0	0.0388	7.1	0.0855
3.0	0.0157	5.1	0.0403	7.2	0.0873
3.1	0.0166	5.2	0.0418	7.3	0.0891
3.2	0.0175	5.3	0.0433	7.4	0.0910
3.3	0.0184	5.4	0.0448		
3.4	0.0192	5.5	0.0464		

太平洋マテリアル株式会社



### 6.1.5 供試体作製のチェックポイント

- (1) 供試体は直径の 2 倍の高さをもつ円柱形とし、その直径は粗骨材の最大寸法の 3 倍以上かつ 100mm 以上とする。
- (2) 突き数を確認すること。  
φ 125×250mm の場合、突き数は 1 層当たり 13 回となる。  
φ 100×200mm の場合、突き数は 1 層当たり 8 回となる。
- (3) 供試体の本数は、1 回/日または構造物の重要度と工事の規模に応じて 20～150m<sup>3</sup> 毎に打設場所で採取した試料から、1 回につき、6 本(σ<sub>7</sub> (材齢 7 日) が 3 本、σ<sub>28</sub> (材齢 28 日) が 3 本) とする。
- (4) 型枠の取外し時期は、コンクリートを詰め終わってから 16 時間以上 3 日間以内とし、その間、衝撃、振動および水の蒸発を防ぐこと。

#### 【解説】

(1) について 供試体の直径は、粗骨材の最大寸法の 3 倍以上かつ 100mm 以上とする。

- ・ φ 125×250mm : 粗骨材の最大寸法 40mm 以下
- ・ φ 100×200mm : 粗骨材の最大寸法 25mm 以下



写真 6.7 供試体型枠の種類

(「監督職員のための豆知識 (コンクリート編)」(中国地方整備局、平成 20 年 3 月)より引用)

(2) について 供試体の作製方法



①突き棒を用いる場合は、2層以上のほぼ等しい層に分けて詰め、振動機を用いる場合は、1層又は2層以上のほぼ等しい層に分けて詰める。



②型枠底面積の10cm<sup>2</sup>に1回の割合で突く。



③確認紙を挿入する。



④2層目の試料を入れ、②と同様の作業を行う。



⑤表面を平坦に均す。

(事務所名) ○○河川国道事務所 ○○出張所 (工事名) ○○○○○工事 (日時) 平成 ○年 ○月 ○日 (サイン)
---

確認紙の一例

(「監督職員のための豆知識 (コンクリート編)」(中国地方整備局、平成 20 年 3 月)より引用)

写真 6.8 供試体の作製

### 6.1.6 圧縮強度試験のチェックポイント

- (1) 1回の試験結果は、指定した呼び強度の強度値の85%以上であるか。
- (2) 3回の試験結果の平均値は、指定した呼び強度の強度値以上であるか。
- (3) 圧縮強度試験は JIS A 1108 によるものとする。

#### 【解説】

(1) について 1回の試験結果とは、任意の1運搬車から採取した試料で、作製された3個の供試体の試験値の平均値を示す。

(2) について 3回の試験結果とは、連続した3回の試験結果(3個×3回=9個の試験結果)の平均値を示す。

#### 【破壊状況】

供試体の破壊状況を確認することにより、粗骨材の良否がある程度確認できる。

図 6.3 に供試体の破壊状況の良い例、悪い例を示すが、この内、悪い例となる原因として、供試体上面の平面度が適正でない場合や偏心荷重等が作用した場合に起こる。このような場合は、破壊状況を記録するとともに、再試験の必要性を検討する。

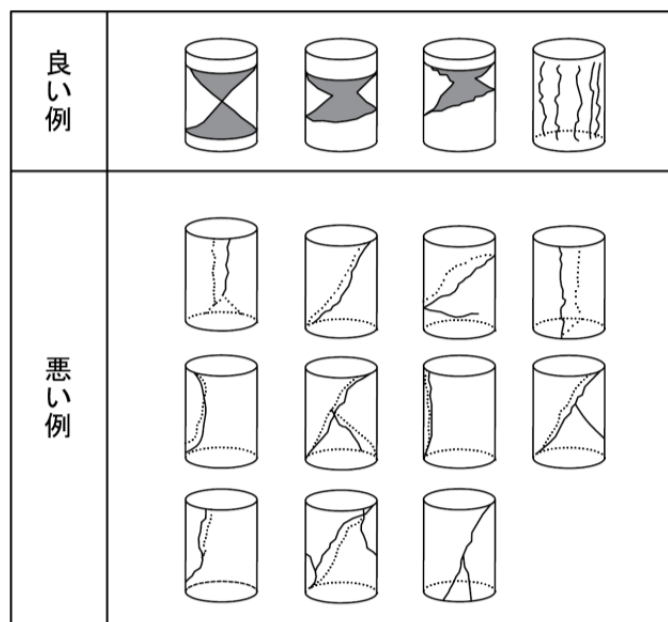


図 6.3 供試体の破壊状況の例

## 6.1.7 単位水量測定のチェックポイント

1日当たりコンクリートの種別ごとの使用量が100m<sup>3</sup>以上の工事を対象として単位水量測定が行われているか。

(水中コンクリート、転圧コンクリート等の特殊なコンクリートを除く)

「レディーミクストコンクリートの品質確保について」(平成15年10月2日付け国官技第185号)による。

### 【解説】

測定結果に基づく対応は下記とする。

打設 ≦ 管理値 (= 配合設計 ±15) < 改善指示 ≦ 指示値 (= 配合設計 ± 20) < 持帰り

表 6.6 単位水量の管理一覧表

<	指示値 -20kg/m <sup>3</sup>	≦	指示値 -15kg/m <sup>3</sup>	≦	配合設計値 ±0kg/m <sup>3</sup>	≦	指示値 +15kg/m <sup>3</sup>	≦	指示値 +20kg/m <sup>3</sup>	<
持帰り 全車	改善 1回/3台	改善 1回/3台	打設	打設	打設	打設	打設	改善 1回/3台	改善 1回/3台	持帰り 全車

#### ・ 配合設計 ±15kg/m<sup>3</sup> の範囲

そのまま施工して良い。

#### ・ 配合設計 ±15kg/m<sup>3</sup> を超え ±20kg/m<sup>3</sup> の範囲

そのまま施工して良い。

施工者は水量変動の原因を調査し、生コン業者に改善を指示する。

その後、±15kg/m<sup>3</sup>に安定するまで3台に1回測定を行う。

#### ・ 配合設計 ±20kg/m<sup>3</sup> 指示値を超える場合

打ち込まずに持ち帰らせる。

施工者は水量変動の原因を調査し、生コン業者に改善を指示する。

±20kg/m<sup>3</sup>以内の確認、±15kg/m<sup>3</sup>に安定するまで全運搬車の測定を行う。



<参考>フレッシュコンクリートの単位水量測定方法について

表 6.7 および写真 6.9 に、各種の単位水量測定方法と測定機器を示す。

表 6.7 水分測定方法と測定機器

測定方法の名称	測定方法	測定時間
エアメータ法 (土研法)	空気量測定時に質量を計り、計算により求める。	5分
水中重量法	コンクリートの水中重量をはかり、計算により求める。	15分
高周波加熱乾燥法	コンクリートからモルタルを採取し、電子レンジにより加熱乾燥を行い、計算により求める。	15分程度
減圧式加熱乾燥法	コンクリートからモルタルを採取し、試験器により減圧乾燥を行い、結果は自動計算で算出される。	25分程度
静電容量法	コンクリートからモルタルを採取し、機械でモルタル中の静電容量を測定し、単位水量を推定する。	10分
連続式 R1 法	コンクリート中に水素原子と照射する中性子との衝突により破壊する中性子の割合から単位水量を推定する。	5分



(エアメータ法)



(水中重量法)



(高周波加熱乾燥法)



(減圧式加熱乾燥法)



(静電容量法)

(「監督職員のための豆知識(コンクリート編)」(中国地方整備局、平成20年3月)より引用)

写真 6.9 単位水量推定試験器(一例)

これらの測定方法のうち、現在最も一般的に行われている方法はエアメータ法（土研法）である。以下に、エアメータ法の特徴および測定方法を示す。

### 【エアメータ法（土研法）】

測定原理：単位水量が増加するとコンクリートの単位容積質量が小さくなる。この性質を利用し、単位容積質量の違いから単位水量を推定する。

特徴：

長所：空気量測定時に質量を測定するだけで単位水量が推定できる。  
無注水法でも注水法と同等の精度で推定できる。

短所：骨材の密度を正しく求めておく必要がある。

測定方法：

- ①事前にエアメータの容積、質量を測定しておく。
- ②エアメータを用いてコンクリート試料の空気量を測定する。
- ③エアメータごと試料の質量を秤に載せて測定する。



写真 6.10 エアメータ法（土研法）による単位水量測定状況

単位水量推定式：

$$W = W_1 + (\gamma_1 - \gamma_2) \times \beta$$

ここに、 $\beta$ ：換算係数（=0.7）

$W_1$ ：配合表上の単位水量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$\gamma_1$ ：配合表上の空気量を除いた単位容積質量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$\gamma_2$ ：試験で得られる空気量を除いた単位容積質量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$$\gamma_1 = Mc / \{1 - (Air + \alpha) \times 0.01\}$$

ここに、Mc：配合表上のコンクリート 1m<sup>3</sup>あたりの質量(kg/m<sup>3</sup>)

Air：配合表上の空気量(%)

$\alpha$ ：セメント粒子への水の浸潤による容積減少量(%)

単位セメント量 100kg/m<sup>3</sup> 当たり 0.1%とする

$$\gamma_2 = M_2 / (V_2 - V_3 \times Air_2 \times 0.01)$$

ここに、M<sub>2</sub>：試料の質量(g)

V<sub>2</sub>：試料の容積(リットル)

注水法では V<sub>2</sub> = (全容器容積) - (注水量)

無注水法では V<sub>2</sub> = V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>：試料を詰める下容器の容積

Air<sub>2</sub>：試料中の空気量(%)

Air<sub>2</sub> = (測定空気量) - (骨材修正係数)

## 6.2 出荷伝票のチェックポイント

- (1) 出荷伝票により出荷時刻から運搬時間を把握する。
- (2) 練混ぜから打ち終わるまでの時間は表 6.8 に示す限度以内であるか。

表 6.8 練混ぜから打終わりまでの時間の限度

外気温	練混ぜから打終わりまでの時間
外気温 25℃ 以下	2.0 時間以内
外気温 25℃ を超える	1.5 時間以内

(2012 年制定コンクリート標準示方書[施工編：施工標準]を基に作成)

### 【解説】

(1) について 現場で生コンを受け入れる際には、まず、出荷伝票を確認する。

これより、出荷時刻から運搬時間を把握するとともに、コンクリートが注文した種類、スランプ、呼び強度であることを確認する（次頁の出荷伝票の見本を参照）。

(2) について 運搬時間が予定より長くかかったら、スランプロスが大きくなりスランプが小さくなっている可能性があるため、打込み時間を確認し、打終わりまでの時間の限度を満足していることを確認する。満足できない場合、打設責任者の処置を確認する。（生コン工場にスランプの修正を連絡したり、コールドジョイントができないように打設手順を見直す。）

また、出荷伝票の余白に打設終了時刻を記載し、運搬時間、打終わりまでの時間を確認すると良い。

生コンを注文した業者名を記入

平成〇〇年〇〇月〇〇日

四国技術事務所 殿

**見本**

生コン工場とその所在地を記入

〇〇生コンクリート株式会社 〇〇工場  
 〇〇県〇〇市〇〇町〇〇番地  
 TEL. 〇〇〇-〇〇〇-〇〇〇〇

納入場所 (工事名記入)

納入場所 〇〇〇 工事

納入時刻

発	10時00分
着	10時40分

運搬時間 50分  
 < 1.5時間 OK

納入時刻を記入・工場出発時間

納入時刻を記入・現場到着時間

運搬車番号 〇〇

運搬車両の番号を記入

納入容積

〇〇m3	累積容積	〇〇〇m3	累積台数	〇〇台目
------	------	-------	------	------

呼び方

コンクリートの種類による記号	呼び強度	スラング'又はスラング'フロー cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号
普通	24	8	20	BB

納入した量を記入

納入する生コンの種類を記入

備考

荷卸し時刻: 10時50分  
 打設終了時刻: 11時10分

練混ぜから打終わりまでの時間 1時間10分  
 < 1.5時間(25℃超)OK

荷受職員認印 四枝 太郎

出荷係認印 四枝 花子

荷卸しと打設終了時刻を記入しておくとい

荷受け職員を記入

出荷係を記入

※出荷伝票には、納入時刻の記入欄に工場出発時刻が記載されているが、工場では練混ぜ開始時刻に伝票を入力するため、この時刻を練混ぜ開始時刻とみなして良い。

### 6.3 生コンの状態の確認・観察ポイント

現場に生コンが到着したら、実際に生コンの状態を見る。特に、朝一番と午後一番に運ばれてきた生コンはスランプ試験などでチェックされているか。

#### 【解説】

2012年制定コンクリート標準示方書〔施工編：検査標準〕には「現場での荷卸し時や打ち込む前にコンクリートの状態に異常がないかを受入れ側の技術者が目視により確かめることとし、ワーカビリティが適切でないと判定されたコンクリートは打ち込んではいけない。」とある。2台目以降も目視でスランプを確認し、的確にかつ迅速にコンクリートの品質を判断し、良好なコンクリートが打ち込まれていることを確認する。

目視による判断は、次頁の「<参考>目視等による判断方法」を参照されたい。



## <参考>生コンの目視等による判断方法

### 【材料分離抵抗性を確認する】

良好な締固めに必要な材料分離抵抗性はスランプ試験を行った後に、試験用の平板端部を軽く叩いて振動を与え、それによる変形状況を観察することで判断できる（図 6.4 を参照、タンピング試験と呼ぶ（施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]、資料編））。

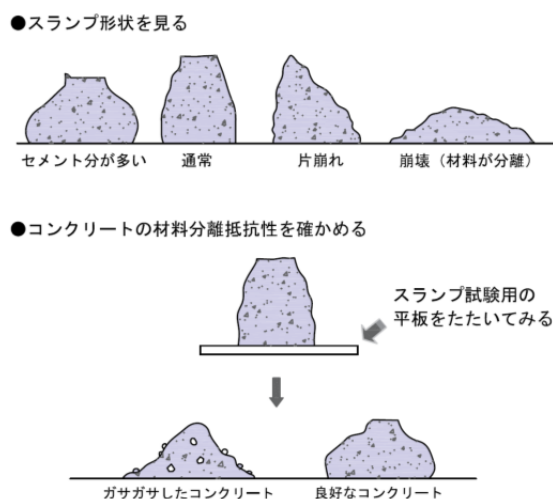


図 6.4 スランプと材料分離抵抗性

### 【空気量を確認する】

強度や凍結融解抵抗性に影響する空気量については、練り船に移されたコンクリートの上面を金ごて等で均し、下から浮き上がってくる空気の泡の様子を確認する。空気量が適正な場合の泡の浮き上がりを頭に入れておき、異常を感じたらエアメータを使って正確に計測し評価する。

### 【材料分離の防止】

コンクリートに分離はつきものである。

生コン車による運搬中に低速で攪拌することで材料分離の防止に努めているが、それでも完全に防止できるとは言えない。

したがって、現場に着いたら必ず 30 秒程度高速かくはんを実施する。これにより、材料が多少分離していたとしても均質なコンクリートに戻すことができる。

また、生コン車のシュートを通してホッパに入る時にも、コンクリートは分離する。これを防ぐためには、ホッパは常にコンクリートを満たした状態とし、攪拌により均質性を確保する。

## 6.4 異常を認めた場合の対応の確認

現場での受入れ検査の測定結果の傾向をリアルタイムで把握し、品質管理に反映させているか。

### 【解説】

スランプ試験を行った時はその値を、試験ができない場合は目視でおおよそのスランプの値を掴み、それらを連続して見ていく。

スランプ試験の結果は後でまとめてプロットするのではなく、施工にも生かせるように、その都度プロットし、スランプの変動傾向をリアルタイムで把握する。

例えば、**図 6.5** では、同一傾向で連続してスランプが大きくなっていることに着目し、上限値手前で工場に原因の特定と改善を指示した。これにより、品質の低下や後に想定される打設段取り替えによる時間ロスや打継ぎ時間間隔のロスを回避でき、コールドジョイントの発生を予防できた。

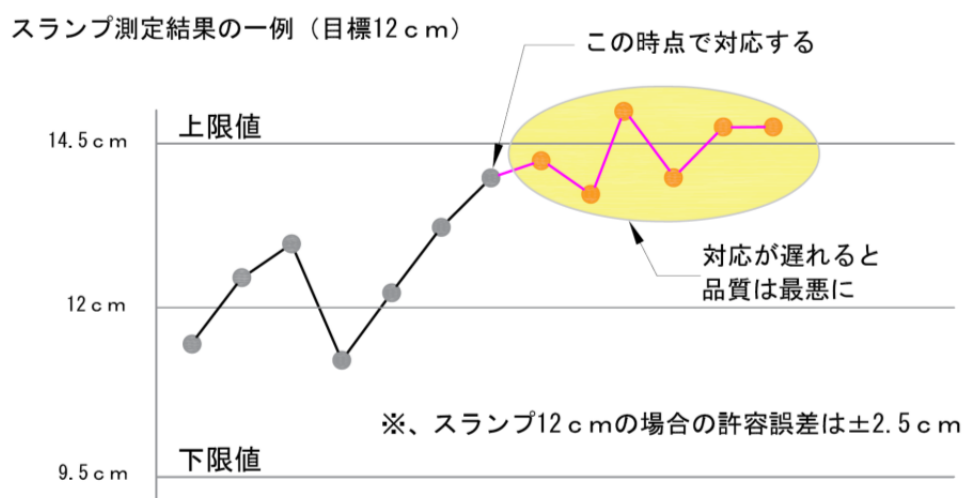


図 6.5 スランプ測定結果の一例

スランプが大きいコンクリートは単位水量が多い場合が多く、耐久性を損なう可能性や所要の強度を満足できない可能性もある。

したがって、傾向に異常が認められたら、直ちに生コン工場に連絡し改善を求める。



## § 7 コンクリート打設

### 7.1 ポンプ打設のチェックポイント

- (1) 圧送計画の確認。コンクリートの圧送計画において、所要のコンクリートの品質が得られるように、コンクリートポンプの機種ならびに圧送条件を合理的に選定しているか。
- (2) 輸送管の閉塞の予防と措置があらかじめ計画されているか。
- (3) 段取り替えで生じる不具合の予防が計画されているか。

#### 【解説】

##### (1) について 圧送計画

コンクリートの圧送にあたっては、圧送後のコンクリートの品質とコンクリートの圧送性を考慮し、コンクリートポンプの機種および台数、輸送管の径、配管の経路、吐出量等を計画する。

##### 【ポンプの位置】

コンクリートの打設場所を踏まえ、ポンプの設置場所を適切に定める。基本は、ブームの届く範囲にポンプ車を設置する。配管する場合も打込み場所の極力近くに設置する。

##### 【圧送量】

1日の作業時間と打込み量から単位時間当たりの圧送量を算定する。ここで、終始圧送できるわけではないので、作業効率を考慮して最大となる圧送量を予測する。この最大圧送量によりポンプの能力が決定されるため、圧送計画では圧送の負荷が小さくなるように、輸送管の無駄な経路を減らす等の工夫を行う。

##### 【ポンプの能力・機種の選定】

ポンプの能力および機種はコンクリート標準示方書[施工編:施工標準]に基づき、最大圧送量、管径とコンクリートの性質から定まる管内圧力損失から必要吐出圧力を算出し、これに見合うものを選定する（次頁参照）。

選定する機種が見つからない場合は、ポンプ台数を増やしたり、打設量を少なくする等、施工計画の見直しを行う。

## <参考>コンクリートの圧送に用いるポンプ機種選び方

(コンクリートのポンプ施工指針平成12年版を基に作成)

### ①所要吐出量 (Qh) の算定

$$Qh = \frac{Q}{t} \times \frac{1}{\eta_w} \times \frac{1}{\eta_m}$$

Qh: 所要吐出量 (m<sup>3</sup>/h)

Q: 1日の打込み量 (m<sup>3</sup>)

t: 1日の作業時間 (h)

$\eta_w$ : 施工計画から求める作業効率

$\eta_m$ : 機械効率

### ②管内圧力損失の算定

図7.1~図7.3より所要吐出量に対する管内圧力損失をコンクリートの性質から決定する。

### ③必要吐出圧力 (Pmax) の算定

$$P = \Delta P_H \times (L_0 + L) + \Delta P_V \times H$$

P: 圧送負荷 (MPa/m)

$\Delta P_H$ : 水平管1m当たりの管内圧力損失 (MPa/m) → 図7.1

$\Delta P_V$ : 垂直管1m当たりの管内圧力損失 (MPa/m)

$L_0$ : 配管中の水平部の実長 (m)

L: ベント管やテーパ管の変形管部分のみの水平換算長 (m) → 表7.1

H: 圧送管高さ (m)

#### 1) 垂直管を水平管に換算する場合

$$P = \Delta P_H \times (L_0 + L + H \times \alpha) \quad (\text{MPa/m})$$

※図7.3より垂直管の水平管換算長さ ( $\alpha$ ) を読み取る。

#### 2) 垂直管を水平管とみなし、コンクリートの自重に基づく圧力損失を別途に求めて加算する場合 (高さ方向の圧力損失が大きい場合)

$$P = \Delta P_H \times (L_0 + L + H) + 0.023 \times H \quad (\text{MPa/m})$$

### ④ポンプ機種の選定

最大理論吐出圧力が、 $P/0.8$  (MPa/m) 以上のコンクリートポンプを選定。

表7.1 水平換算係数

項目	単位	呼び寸法	水平換算係数
上向き垂直管		100A (4B)	3
		125A (5B)	4
		150A (6B)	5
テーパ管*	1m 当り	175A→150A	3
		120A→125A	
		125A→100A	
ベント管**		角度: 90° 曲率半径: 0.5m または 1.0m	6
フレキシブルホース		—	20/L***

\*テーパ管の水平換算係数は、小さい方の径に対する値である。

\*\*ベント管の水平換算距離は、角度が90°、曲率半径が0.5mまたは1.0mの場合にはベント管1本を長さ1mとみなす。

\*\*\*Lは、フレキシブルホースの長さ ( $5m \leq L \leq 8m$ ) である。

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編: 施工標準]、解説表7.3.1、p.110より引用)

## 圧送時における管内圧力損失の標準値

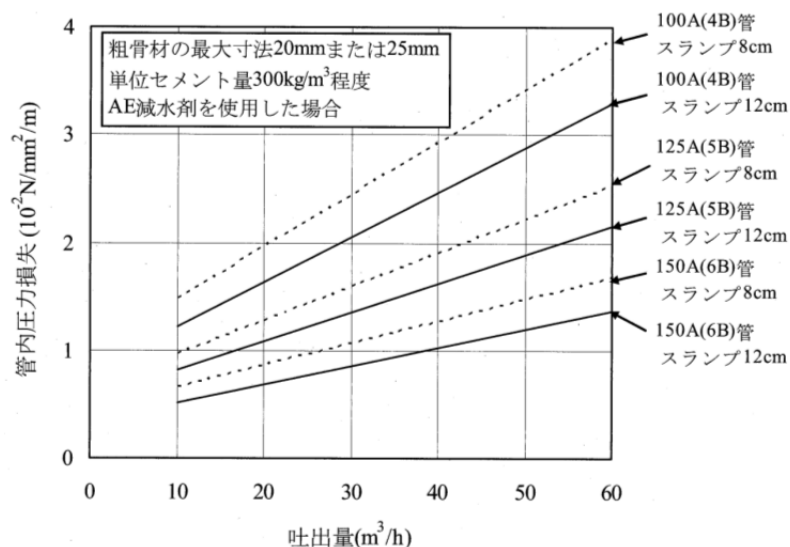


図 7.1 普通コンクリートの圧送における管内圧力損失の標準値

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、解説図 7.3.1、p.110 より引用)

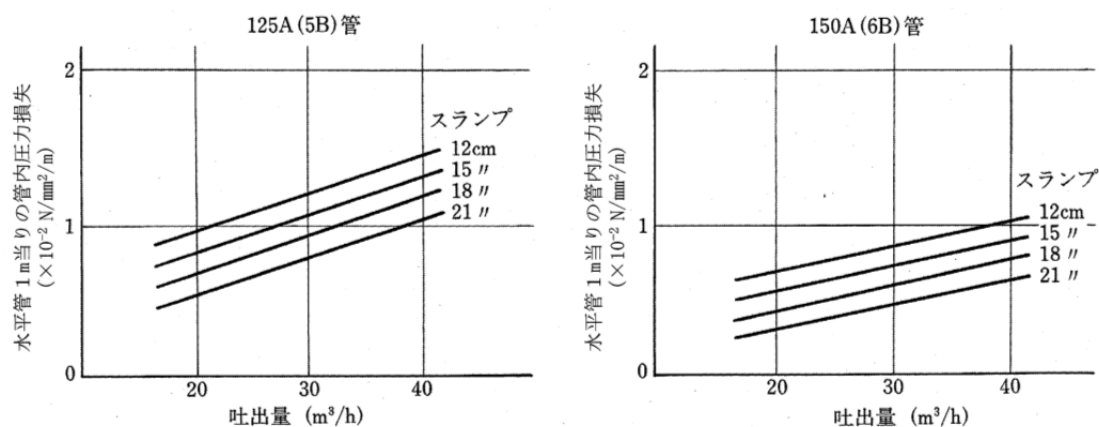


図 7.2 高性能 AE 減水剤を用いた場合の管内圧力損失の標準値  
(粗骨材寸法が 20mm~25mm の場合)

(コンクリートのポンプ施工指針 [2012年版] (土木学会)、図 2.2、p.18 より引用)

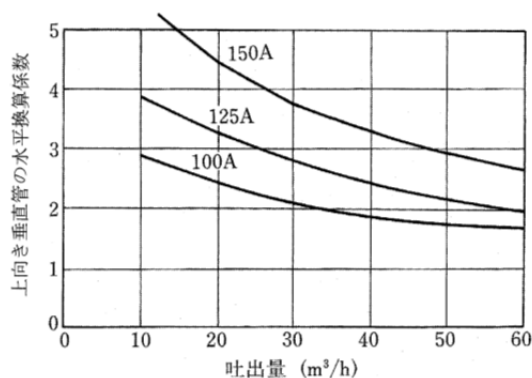


図 7.3 上向き垂直管の水平換算係数 (普通コンクリート)

(コンクリートのポンプ施工指針 [2012年版] (土木学会)、解説図 2.6、p.22 より引用)

## (2) について 輸送管の閉塞の予防と措置

輸送管の内部が乾いていると長い距離の圧送ではスランプが低下して、打込み箇所ですべての施工性能のコンクリートが得られないおそれがある。このため、圧送前には水送り後にモルタルを圧送し、輸送管を湿らせた状態で圧送すると良い。この時、使用した先送りモルタルは輸送管の中で品質が変化すること、モルタルはコンクリートより収縮が大きくなり初期ひび割れの原因にもなるので、型枠内に打ち込んではいけません。

輸送管の閉塞は打込みを中断し再開する時に生じることが多い。中断する場合は、断続的に圧送を続けたり、夏場には輸送管に散水する等して凝結を遅らせる措置が必要である。

一旦閉塞したら、閉塞した箇所を特定して回復させると同時に、生コン業者に連絡して供給のペースを遅らせる等の対応が必要である。これらに対応する連絡体制を事前に整えておくとともに、次頁の表 7.2 に示す確認事項について作業員全員で確認しておくことが重要である。

## (3) について 段取り替えで生じる不具合の予防

段取り替え等の時にフレキシブルホースを吊り下げる必要が生じると、ホースの中のコンクリートは自由落下し、粘性が低いと粗骨材がホースの中を先行落下し粗骨材が集まってしまうおそれがあり、豆板の原因になる。

段取り替えで作業が一時停止する時と先端ホースの移動先で打ち始める時は粗骨材が分離するものと考え、粗骨材の多い箇所を見つけたら粗骨材を集めて速やかにモルタルの多い箇所に移動し、再振動により均質なコンクリートにする。

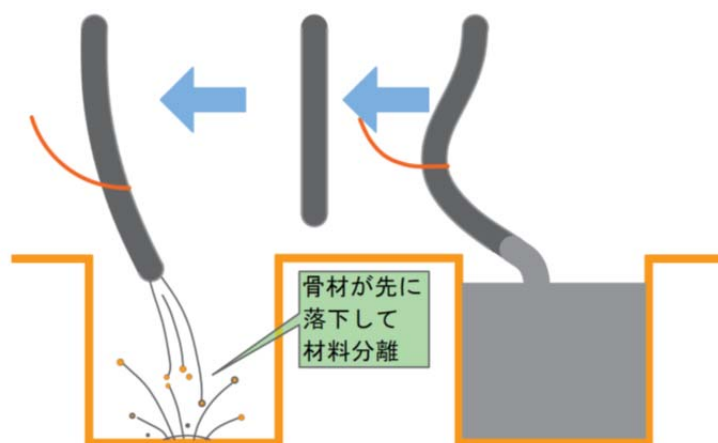


図 7.4 段取り替えで生じる不具合

【圧送に関して事前に確認すべき事項】

表 7.2 圧送に関して事前に確認すべき事項

分類	項目	チェック	確認・打合せ事項
全般	打込み開始時間、 予定終了時間		・ポンプ車の到着時間
			・生コンの出荷開始時間
			・生コンの運搬時間
	コンクリートの打込み 部位		・ポンプ車との位置関係（上下、下方、距離）
			・打設範囲、高さ
予定打設数量、1 時間当たりの打設 量 (打設速度)		・当日の生コン工場の出荷能力（他現場との調整） ・生コン車の台数	
ポンプ	ポンプの機種		・最大圧送負荷（水平換算と管内圧力損失）を考慮して 安定圧送するために機種を選定
	配管径と配管経路		・安定圧送するための配管径
			・配管の設置位置
			・配管支持台、振動防止方法
	ポンプ車の設置場 所		・配管作業の実施日（前日または当日）
		・生コン車2台が配置できる場所	
		・故障時の代替車の確保	
コンクリート	コンクリート 先送りモルタル		・圧送作業員数、配置
			・生コン車の待機場所、水洗い場所
			・コンクリートの種類、品質
			・先送りモルタルの品質、数量
打込み	打込み順序、方法		・品質検査の時期
			・打込み位置
			・ホース先端の移動順序
	中断時の対応		・配管切り放し位置
			・段取り替えの時期
			・所要時間
締固め方法		・昼休みの時間	
		・バイブレータの種類（内部振動機、型枠振動機など） および配置場所	
仕上げ	仕上げ開始時間		・作業員数、配置
			・打上がり時間の想定
			・仕上げ開始時間、終了時間
			・照明機器の準備
			・作業員数（特に夏場は注意）
養生	養生方法		・降雨時の対策
			・養生方法
			・養生用資材の準備
その他	余剰コンクリートの処理		・開始時期、終了時期
			・廃棄方法の検討
	連絡体制		・作業終了後のポンプ車の洗浄方法
			・筒先担当者との連絡方法 ・生コン工場との出荷速度の調整、トラブル時の連絡体制

(コンクリートのポンプ施工指針 [2012年版] (土木学会)、解説表-5.3、p.42 を基に作成)

## 7.2 打込みのチェックポイント

### 7.2.1 準備

- (1) コンクリートの打込み前に、鉄筋、型枠、その他が施工計画で定められた配置であること、堅固に固定されていること、ならびにコンクリートの打込みおよび締固めを阻害しないことを確認する。
- (2) 打込みは雨天や強風時を避け、それらの不測の事態を考慮して準備を行う。
- (3) コンクリートの打込み直前に、運搬装置、打込み設備および型枠の中を清掃して、木片やゴミ等が混入していないことを確認する。
- (4) コンクリートと接して吸水するおそれのあるところはあらかじめ湿らせてあること。また、型枠内に溜まった水は打込み前に除いてあることを確認する。

### 7.2.2 打込み

- (1) コンクリートの打込み作業にあたって、鉄筋や型枠が所定の位置から動かないように注意しているか。
- (2) 打ち込んだコンクリートを型枠内で横移動させていないか。
- (3) 計画した打継目以外では、コンクリートの打込みが完了するまで連続して打ち込まれているか（出荷伝票の出荷時間と荷卸し時間、打込み終了時間から確認できる）。  
このため、各生コン車の荷卸し時間、打込み終了時間を記載すると良い。
- (4) コンクリートは打上がり面がほぼ水平になるように打ち込んでいるか。
- (5) 打込みの1層の高さは、使用する内部振動機の性能などを考慮して、40cm～50cm以下となっているか。
- (6) コンクリートを2層以上に分けて打ち込む場合、上層と下層が一体となるように施工しているか。また、コールドジョイントが発生しないよう、施工区画の面積、コンクリートの供給能力、許容打重ね時間間隔等が定められているか。

- (7) 許容打重ね時間間隔は、表 7.3 に示す時間となっているか。なお、上層のコンクリートを打ち込む際には、棒状バイブレータを下層のコンクリート中に 10cm 程度挿入し、締め固めているか。

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℃以下	2.5 時間
25℃を超える	2.0 時間

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、表 7.4.1、p.115 より引用)

- (8) 型枠の高さが大きい場合には、型枠に投入口を設けるか縦シュート、あるいはポンプ配管の吐出口を打込み面まで下げてコンクリートを打ち込んでいるか。この場合、シュート、ポンプ等の吐出口と打込み面までの高さは 1.5m 以下となっているか。
- (9) コンクリートの打込み中、表面に集まったブリーディング水は適切な方法で取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。
- (10) 打上がり速度は、30 分当たり 1.0m～1.5m 程度となっているか。
- (11) スラブまたははりのコンクリートが壁または柱のコンクリートと連続している場合には、沈みひび割れを防止するため、壁または柱のコンクリートの沈下がほぼ終了してからスラブ、またははりのコンクリートを打ち込んでいるか。

### 7.2.3 沈みひび割れの防止

- (1) ブリーディングの発生が収まりかけた時にコンクリートの表面をこて等を用いて叩き、ひび割れをつぶしながら仕上げているか。
- (2) 再振動を行うことで防止しているか。

#### 【解説】

ブリーディングに伴うコンクリートの沈下は打込み後 1～2 時間程度の間起きる。その際に鉄筋の位置やセパレータ位置に沿ってひび割れが生じることがある。これは、沈みひび割れと呼ばれ、ブリーディングの大きいコンクリートほど発生しやすい。このひび割れは一般に鉄筋位置まで達していることが多いので、そのまま残ると耐久性に悪影響をおよぼす。



写真 7.1 沈みひび割れの事例（セパレータ部）

#### 7.2.4 幅が狭く深い型枠への打込み

- (1) ポンプ配管の吐出口を打込み面まで下げてコンクリートを打ち込んでいるか。  
吐出口と打込み面までの高さは 1.5m 以下となっているか。
- (2) コンクリートは型枠端部から打ち込み、材料分離を防止しているか。

#### 【解説】

ポンプ車で打ち込む場合、フレキシブルホースを配筋の間に挿入しできるだけ低い位置から打ち込むようにするが、鉄筋間隔が狭くフレキシブルホースが入らない場合もある。その場合は、図 7.1 のようにホッパーやビニルホースなどと組み合わせたりしてできるだけ低い位置から打設する。また、型枠端部から打設を開始し材料分離を抑制する。

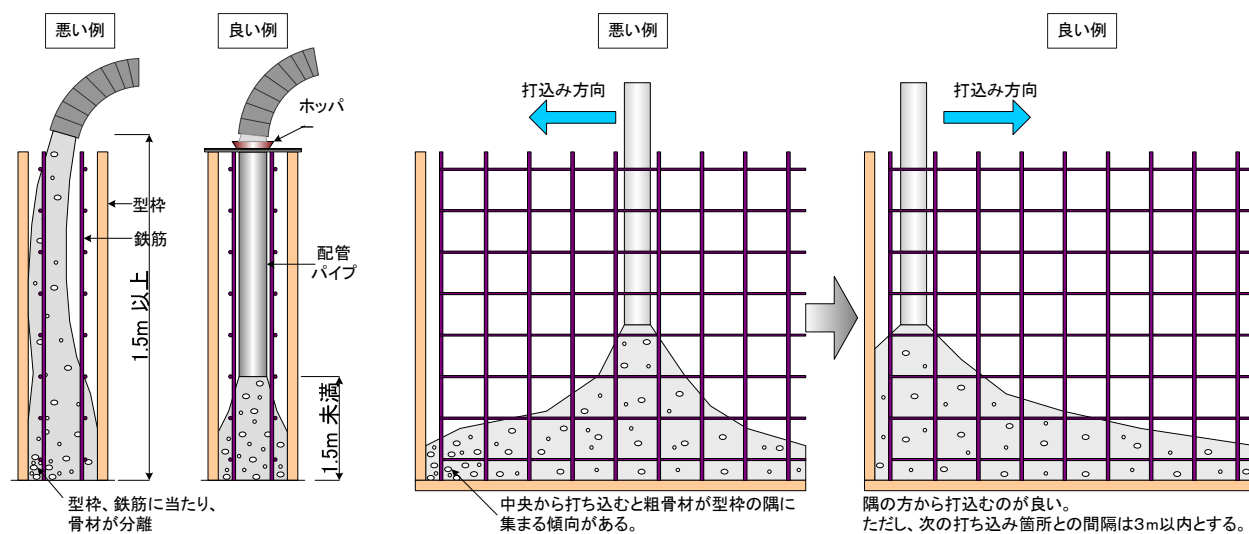


図 7.1 材料分離を抑制する打込み例

(2012 年制定コンクリート標準示方書[施工編：施工標準]を基に作成)



## 7.2.5 コールドジョイントの防止

- (1) 下層コンクリートに上層コンクリートを打ち重ねるまでの時間間隔（下層コンクリートの凝結状態）は適切か。
- (2) 使用材料や配合、環境条件、施工などによって変化する下層コンクリートの品質（ブリーディング水やレイトランスの量）は良好か。
- (3) 打ち重ねる場合の上下層間の処理方法は適切か。

### 【解説】

(1) について コールドジョイントを防止するためには、許容打重ね時間間隔内にコンクリートを打ち重ねることが重要になる。 コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準〕では、練混ぜ後時間として、気温が25℃以下の場合2.5時間以内、気温が25℃を超える場合で2.0時間以内を標準としているが、1.0時間程度の余裕を見込むのが良い。

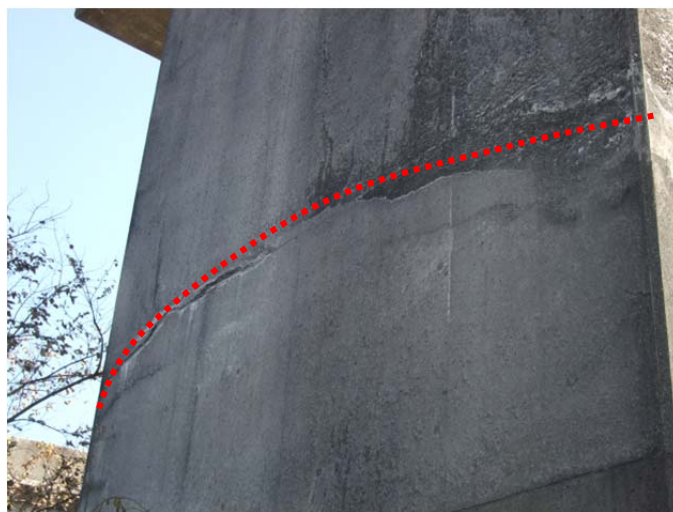


写真 7.2 コールドジョイントの事例

打込み終了後、許容打重ね時間間隔以内にコンクリートを打ち重ねることができれば、打重ね部分は一体化されるので性能に悪影響は生じない。ただし、その範囲内であっても打重ね時間間隔はできるだけ短い方が望ましい。例えば、次頁の図 7.2 に示すように、打込み順序を工夫し、打重ね時間間隔を短くすることも必要である。

(2) について 配車ミスや突発的な交通渋滞、ポンプ車の故障、振動機の故障等によって、計画どおりに打重ねできなくなる可能性がある。この場合には、コールドジョイントの程度が軽微となるように対策を施す必要がある。

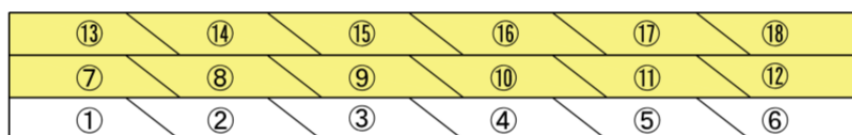
例えば、

- ・ 先に打ち込んだコンクリート表面を乾燥から防ぐために日よけや風よけ対策を行う。

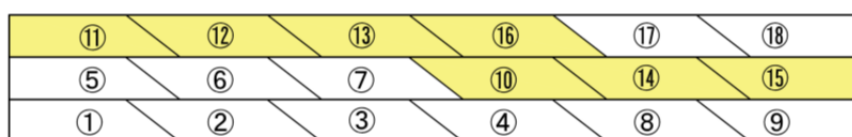
(3) について 打重ね時間が大幅に遅れ、コールドジョイントの発生が避けられない場合には、先に打ち込んだコンクリート表面のレイタンスや弱層を除去し、緩んだ骨材を除き、十分に吸水させた後に打ち継ぐ。

コールドジョイントを防止するためには、施工前、施工中、施工後の各段階でその対策を考慮する必要がある。最も重要なのは、適切な許容打重ね時間間隔を定めこれが余裕を持って守られるような施工計画を立てることである。

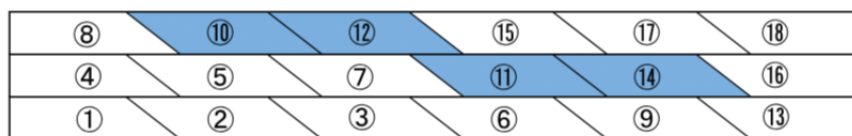
例えば、「**図 7.2 打込み順序の工夫**」に示すように打設順序を工夫し、余裕を持った打重ね時間とする。



※1、ブロックの打設時間20分とすると、⑦～⑱ブロック全ての打重ね時間が120分となる。



※2、筒先移動の回数は増えるが、打重ね時間120分となるブロックが減少する。



※3、筒先移動の回数は更に増えるが、打重ね時間が最大で100分となる。

■ : コールドジョイントが生じる危険性が高い打設ブロック  
 ■ : 打重ねの間隔が100分に短縮された打設ブロック

図 7.2 打込み順序の工夫

打込み作業に関する注意事項を次頁の表 7.4 に整理するので、この項目を参考に日常の作業を確認するとよい。

表 7.4 打込みに関するチェック項目

分類	項目	チェック	確認事項
打込み前	打込み区間、 順序、体制		・打込み計画どおりか
	型枠内の清掃		・打込み箇所は清掃されており、異物や余剰水がないか
	コンクリートの 発注		・種類、打込み開始時間、数量に間違いはないか
	打込み機器類		・計画したポンプ車が来ているか
			・配管径など配管計画どおりか
締固め機器		・振動機の種類、本数、配置場所は計画どおりか	
		・予備の振動機の段取りができていないか	
打込み中	打込み体制		・打込み責任者、受入れ担当者はいるか
	生コン工場との 連絡体制		・生コンの出荷速度の連絡体制はできているか (特に打込み終了間際の出荷量の調整)
			・生コンの異状や出荷の中断などの緊急時の連絡体制が できているか
	生コンの受入れ 検査		・注文どおりの生コンが来ているか(納入伝票の確認)
			・運搬時間は適切か
			・品質を満足しているか
			・検査中の生コンを打ち込んでいないか
			・検査に立ち会っているか
	打込み順序, 方 法		・受入れ検査以外にもホッパや筒先でコンクリートの状 態を確認しているか
			・打込み手順は計画どおりか
			・打込み位置は計画どおりか
			・垂直に低い位置から落としているか(落下高さ 1.5m 以下か、材料分離していないか)
			・水平に打ち込んでいるか、横流ししていないか
			・1層の打込み高さは 40~50cm 以下か
		・打重ね時間は適当か	
		・ブリーディング水は処理しているか	
		・生コンの供給と締固め作業のバランスはよいか(供給 過剰になっていないか、待ち時間が長くないか)	
打込み後	沈みひび割れ		・沈みひび割れはないか、対処しているか
			・養生は計画どおりになされているか
	養生		

(2012年制定コンクリート標準示方書[施工編：施工標準]を基に作成)

## § 8 締固め

### 8.1 締固めの基本

- (1) コンクリートの締固めには棒状バイブレータを用いることを原則とする。ただし、棒状バイブレータの使用が困難で、かつ型枠に近い場所には型枠バイブレータを使用して確実に締め固めなければならない。
- (2) あらかじめ計画した締固め作業高さを超えることがないように作業足場の設置や施工方法を検討しなければならない。
- (3) せき板に接するコンクリートは、できるだけ平坦な表面が得られるように打ち込み、締め固めなければならない。
- (4) コンクリートを打ち重ねる場合、上層と下層が一体となるよう、棒状バイブレータを下層のコンクリートに 10cm 程度挿入しなければならない。
- (5) コンクリートを十分に締め固められるよう、内部振動機の挿入間隔および 1 箇所当たりの振動時間を定めなければならない。また、内部振動機は徐々に引き抜き、後に穴が残らないようにしなければならない。
- (6) 再振動を行う場合は、コンクリートの締固めが可能な範囲でできるだけ遅い時期がよい。

### 8.2 締固めのチェックポイント

#### 8.2.1 使用する振動機

締固め作業に用いる振動機は、コンクリートの中に挿入して用い、コンクリートにじかに振動を与えることのできる「棒状バイブレータ」を使用しているか。

#### 【解説】

振動機の締固め能力は、コンクリートの軟らかさなどにより異なるが、棒状バイブレータの場合、小型振動機で 1 時間当たり 4～8m<sup>3</sup>、大型振動機で 10～15m<sup>3</sup> 程度であり、コンクリートの打ち込み能力に見合った配置とすることが必要である。また、締固め作業中に振動機が故障すると打ち込み作業に重大な支障を来すことになるので予備の振動機を用意しておくことも重要である。

## 8.2.2 挿入深さ、間隔

- (1) コンクリート打設の1層の厚さは、棒状バイブレータの振動部分の長さを超えない、40cm～50cm以下であるか。
- (2) 棒状バイブレータの挿入間隔は50cm以下で、引き抜くときはゆっくりと穴が残らないように行われているか。
- (3) 挿入間隔を満足させるため適切な足場等の設置が行われているか。また、挿入深さを示す目印が付けられているか。

### 【解説】

(1)について 棒状バイブレータは使い方を誤ると期待する締固め効果が得られない。特に挿入深さが重要であり、棒状バイブレータの挿入深さが足りないと振動が伝わらない下層部分に締固め不十分な箇所や豆板ができる原因にもなることから、きちんと内部まで棒状バイブレータを挿入することが重要である。このため、コンクリート打設の1層の厚さは、棒状バイブレータの振動部分の長さを超えないように注意し、40cm～50cm以下が目安となる。

(2)について 棒状バイブレータの挿入間隔は50cm以下となるように配慮し、引き抜くときはゆっくりと穴が残らないようにする。

特に、2層以上に打ち込む場合は、図8.1に示すように棒状バイブレータの先端を下層のコンクリートに10cm程度挿入して締め固める。下層のコンクリートを再び流動化させ、上層コンクリートと下層コンクリートを一体化することによりコールドジョイントや沈みひび割れを防止する。

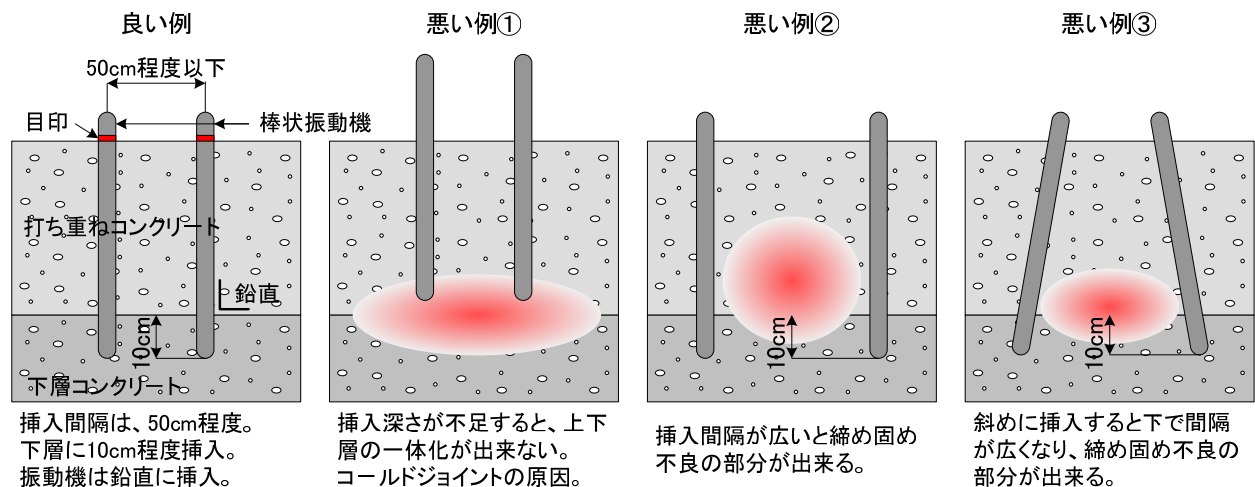


図 8.1 棒状バイブレータを用いる際の留意点

(2012年制定コンクリート標準示方書[施工編：施工標準]を基に作成)

このため、上下層の打重ね時間間隔をできるだけ短くするように、打設順序や打設量を調整しなければならない(7.2.5 コールドジョイントの防止を参照)。

締固め作業中に棒状バイブレータを鉄筋や埋込み配管等に接触させるのは禁物である。これらは既に硬化が始まったコンクリートに連続していることが多いため、振動の伝播によりこれらとコンクリートとの付着を損ねることになる。また、コンクリートの材料分離を助長するため、棒状バイブレータを用いてコンクリートを移動させてはならない。

(3) について コンクリートを打込む断面が大きい場合、棒状バイブレータを所定の間隔に挿入するのが困難となるため、あらかじめ足場等を設置する必要がある。

### 8.2.3 締固め作業を終える目安

締固め作業は、コンクリート表面の沈下が認められなくなって表面がほぼ水平になった状態や表面にペーストが浮き上がって光沢が出た状態の時に終えているか。

#### 【解説】

この時点では、内部に巻き込まれた大きな気泡が抜け出すのが収まるので、気泡の出る状況からも締固めを終えるタイミングを判断することができる。振動時間としては1箇所当たり5～15秒程度が目安となる。

棒状バイブレータの適切な振動時間や挿入間隔はコンクリートの種類やスランプによっても異なる。スランプの小さなコンクリートは時間を長めにして挿入間隔を狭くする。スランプが大きい場合は振動時間をやや短くできる。

打ち込まれたコンクリートの軟らかさおよびコンクリート表面を観察し、適切に判断する。

過度の振動よりも、振動不足の方がコンクリートに欠陥ができやすいと言われている。しかし、かけ過ぎてもかけ足らなくてもコンクリートにとって良くはない。締固めは「多からず少なからず」が肝要である。

#### 8.2.4 打込み量と締固め能力のバランス

- (1) コンクリートの供給に見合った棒状バイブレータの配置（小型振動機で1時間当たり4～8m<sup>3</sup>、大型振動機で10～15m<sup>3</sup>程度）となっているか。
- (2) 棒状バイブレータの台数に見合った要員配置か。
- (3) 棒状バイブレータの故障にも留意し、予備の棒状バイブレータが用意されているか。

#### 【解説】

締固め作業はコンクリートの打込みと並行して行われるので、コンクリートの供給と締固め作業とのバランスが崩れるとトラブルが発生する原因となる。特に、コンクリートの供給量が多く、締固め作業が追いつかない場合には十分に締め固められない箇所ができ、豆板やコールドジョイントの原因となりやすい。

コンクリートの供給に見合った棒状バイブレータの配置（棒状振動機の場合、小型振動機で1時間当たり4～8m<sup>3</sup>、大型振動機で10～15m<sup>3</sup>程度）とし、棒状バイブレータの故障にも留意し、予備のものを用意しておくことも重要である。



## § 9 仕上げ

### 9.1 仕上げの基本

締固めが終わり、ほぼ所定の高さおよび形にならしたコンクリート上面は、しみ出た水がなくなるかまたは上面の水を取り除くまで仕上げてはならない。

仕上げ作業後、コンクリートが固まり始めるまでに発生したひび割れは、タンピングまたは再仕上げによって修復しなければならない。

滑らかで密実な表面を必要とする場合には、作業が可能な範囲で、できるだけ遅い時期に、金ごてで強い力を加えてコンクリート上面を仕上げるものとする。

### 9.2 仕上げのチェックポイント

#### 9.2.1 仕上げのタイミング

仕上げのタイミングは打ち込むコンクリートのブリーディングの発生速度と凝結特性を考慮して決めているか。

#### 【解説】

表面仕上げは、表面部付近の耐久性の確保、平坦性の確保、沈みひび割れの修復、美観の確保のために重要な作業である。

仕上げが早すぎるとブリーディング水の影響を受け、遅すぎると手間が掛かり、発生した沈みひび割れの適切な処理ができないことにもなる。

ブリーディングが生じている早い段階で仕上げ作業をしても、その後のブリーディングにより沈みひび割れが生じる危険がある。また、仕上げ作業時にブリーディング水を巻き込みコンクリートの表面が脆弱になって表面剥離やひび割れの原因となる。逆に仕上げ時期が遅すぎると打ち込んだコンクリートの凝結が進んで容易に平坦性が確保できないこともある。

仕上げのタイミングは打ち込むコンクリートのブリーディングの発生速度と凝結特性を考慮して決める必要がある。ブリーディングや凝結の特性は、コンクリートの温度、外気温や湿度、日射の有無や風などの影響を受ける。これらの施工条件は各現場でまちまちであり、一義的に仕上げのタイミングを示すことができず、仕上げを請負う職人の経験と勘に頼ることが多いが、任せ切りにせずコンクリート仕上げ面の状況を観察し理解することが必要である。



仕上げの手順は仕上げ面の性能に影響する。こて仕上げは表面を平坦にするだけでなく、鉄筋の上部に発生する沈みひび割れを修復することも目的としている。したがって、凝結の特性を考慮してタイミングを見定め、一般には数回に分けて仕上げ作業を実施する。図 9.1 に標準的な流れを示す。

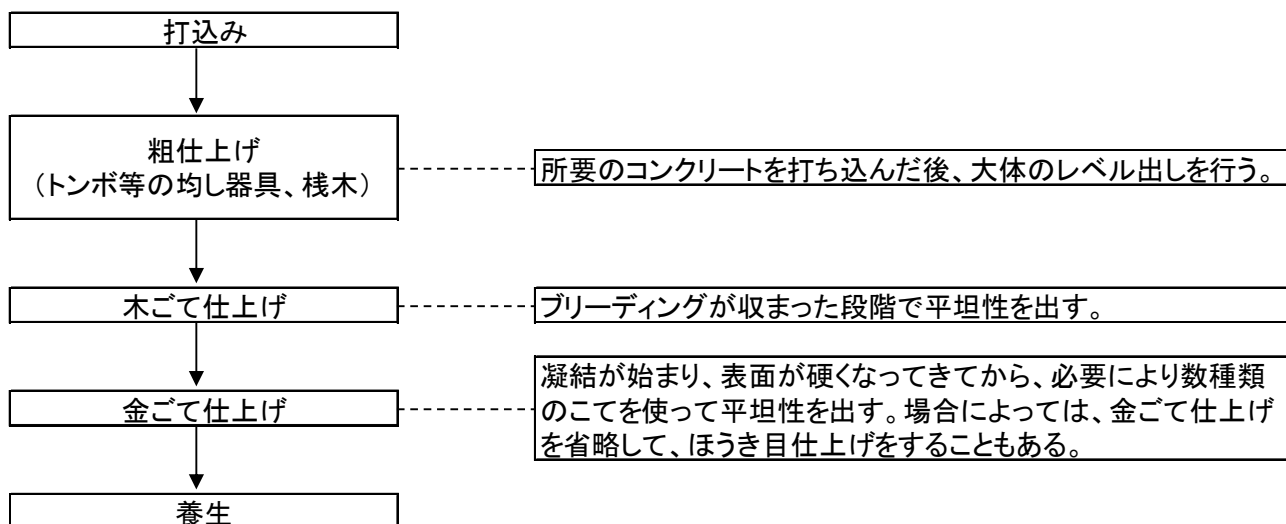


図 9.1 こて仕上げの流れ

### 9.2.2 こて仕上げ

ブリーディングが収まり、表面の水が引いたところを目安として、木ごてで表面の不陸や凹凸を平坦にしているか。

#### 【解説】

通常のコンクリートでは、ブリーディングが収まり、表面の水が引いたところを目安として木ごてで表面の不陸や凹凸を平坦にする。ブリーディング水が多く、なかなか引かない場合には、スポンジなどで表面水を除去してブリーディングが収まったことを確認して仕上げを施す。鉄筋位置の表面に沈みひび割れが見られる場合には木ごてでタンピングしてひび割れを修復する。その後、コンクリートの凝結が始まって表面を軽く押ししてもへこまないくらいに固まったころ、金ごて仕上げにかかる。金ごてを強く押しつけてペーストを押し固め、密実で平滑な面に仕上げる。

木ごては打ち込んだコンクリートに適度の変形性がある段階でほぼ所定の形状にして平坦性を出すために用い、金ごてはコンクリートがかなりの変形に対する抵抗性を有している状態で使用する。

## § 10 養生

### 10.1 養生の基本

コンクリートの養生は、施工条件を考慮して打込み後の一定期間は硬化に必要な温度および湿度に保ち、有害な作用の影響を受けない方法を定め、コンクリートが所要の品質を確保できるように実施する。

養生を目的別に分類し、その目的を湿潤に保つこと、温度を制御すること、および有害な作用に対して保護することの3項目に分類し、それぞれの養生方法をまとめると、下表 10.1 のとおりである。

表 10.1 養生の基本

目的	対象	対策	具体的な手段
湿潤状態に保つ	コンクリート全般	給水	湛水、散水、湿布、養生マット等
		水分逸散抑制	せき板存置、シート・フィルム被覆、膜養生剤等
温度を制御する	暑中コンクリート	昇温抑制	散水、日覆い等
	寒中コンクリート	給熱	電熱マット、ジェットヒーター等
		保温	断熱性の高いせき板、断熱材等
	マスコンクリート	冷却	パイプクーリング等
		保温	断熱性の高いせき板、断熱材等
工場製品	給熱	蒸気、オートクレーブ等	
有害な作用に対して保護する	コンクリート全般	保護	保護シート、せき板存置等
	海洋コンクリート	遮断	せき板存置等

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、解説表 8.1.1、p.122 より引用)

## 10.2 湿潤養生のチェックポイント

- (1) 打込みや仕上げ作業と並行して、シート等でコンクリート打上がり面の日よけや風よけを行っているか。
- (2) 表面を荒らさないで作業ができる程度に硬化した後に、養生マット、布等をぬらしたもので覆うか、または散水・湛水を行い、湿潤状態に保っているか。
- (3) 所要の養生期間、湿潤状態を保っているか。  
標準的な養生期間は、表 10.2 の期間とする。

### 【解説】

(1) について コンクリートは、打込み後、硬化を始めるまで、日光の直射、風などによる水分の逸散を防がなければならない。表面の急激な乾燥はひび割れ発生の原因となるだけでなく強度低下を来すため、打込みや仕上げ作業と並行して、コンクリートの打上がり面には、シート等で日よけや風よけ行うこと。

(2) について コンクリートの露出面は表面を荒らさないで作業ができる程度に硬化した後に、養生マット、布等をぬらしたもので覆うか、または散水・湛水を行い、できるだけ長期間、湿潤状態に保たなければならない。

(3) について 一般の構造物において長期間の湿潤養生は工程の制約や経済性から困難な場合がある。そこで、湿潤状態を保つ養生期間は表 10.2 に示す期間以上を標準とし、型枠や支保工の取外しに必要な圧縮強度が早期に得られた場合であっても短縮してはならない。

膜養生は、養生マット、湿布等による湿潤養生と同等の効果が得られ難いため、養生マットや湿布等による湿潤養生が困難な場合や湿潤養生を行った後、さらに長期間養生する場合に用いるものとする。

表 10.2 湿潤養生期間の標準

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

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、表 8. 2. 1、p.122 より引用)



ならない。

(3) について 外気温が著しく高い場合、初期強度は高くなるが長期材齢における強度の伸びは小さく、耐久性や水密性に関する特性も劣る場合があるため、特にコンクリート表面が乾燥しないようにすることが必要である。

部材寸法が大きくセメントの水和反応による発熱で温度上昇が大きくなる場合や、部材内の温度差が大きくなることが予想される場合は、温度応力によりひび割れが発生するおそれがあるため、表面保湿やパイプクーリング等によりコンクリートの温度や部材の内部と表面部との温度差を制御しなければならない。



※特徴として等間隔に鉛直方向に発生し、貫通ひび割れとなることが多い。

写真 10.1 外部拘束による温度ひび割れ事例

#### 10.4 有害な作用に対する保護のチェックポイント

- (1) まだ十分に硬化していないコンクリートの上に材料を置いたり、重量物を載せたりしていないか。
- (2) ボックスカルバート等の早期埋戻しや工事用車両を載荷する場合、十分な養生を行い所要の強度が得られているか。

##### 【解説】

(1) について コンクリートは、養生期間中に予想される振動、衝撃、荷重、海水等の有害な作用から保護しなければならない。

まだ十分に硬化していないコンクリートは、衝撃や過大な荷重、振動などによりひび割れなどの損傷を受けやすいので、その上に材料を置いたり重量物を落下させたりしないようにする。

(2) について ボックスカルバート等において工程上の理由から、早期に埋め戻して土圧を載荷したり、その上に工事用車両を通したりするが、十分な養生と所要の強度発現を確認した上で実施すること。

## § 1 1 打継目

### 11.1 継目の基本

- (1) 継目は設計図書に示された構造とし、所定の位置に設けなければならない。
- (2) 設計で定められていない継目を設ける場合は、構造物の強度、耐久性、水密性および外観を損なわないように、その位置、方向および施工方法を施工計画書で定めなければならない。

### 11.2 打継目のチェックポイント

打継目はできるだけせん断力の小さい位置に設け、打継面は部材の圧縮力の作用方向と直交させているか。

#### 【解説】

打継目はできるだけせん断力の小さい位置に設け、打継面を部材の圧縮力の作用方向と直交させるのを原則とする（図 11.1）。

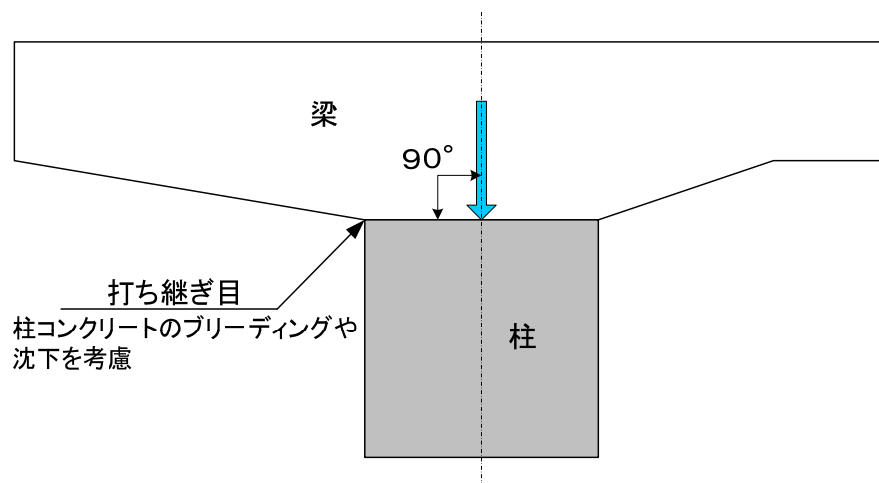


図 11.1 打継ぎ位置の例

打継目の計画は、温度応力、乾燥収縮等によるひび割れ発生を考慮しなければならない。

水密性を要するコンクリートにおいては、所要の水密性が得られるように適切な間隔で打継目を設ける。

### 11.3 水平打継目のチェックポイント

- (1) 水平打継目の型枠に接する線は、できるだけ水平な直線になっているか。
- (2) 既に打ち込まれたコンクリートの表面のレイタンス、品質の悪いコンクリート、緩んだ骨材等は除去し、十分に吸水させているか。

#### 【解説】

(1) について 美観が要求される場合には、水平打継目の型枠に接する線はできるだけ水平な直線になるようにする。

(2) について コンクリートを打ち継ぐ場合には、既に打ち込まれたコンクリートの表面のレイタンス、品質の悪いコンクリート、緩んだ骨材等を完全に取り除き、コンクリート表面を粗にした後、十分に吸水させなければならない。

逆打ちコンクリートはコンクリートのブリーディングや沈下を考慮して、打継目が一体となるように施工しなければならない。

### 11.4 鉛直打継目のチェックポイント

- (1) 打継面の型枠は強固に支持されているか。
- (2) 既に打ち込まれた硬化したコンクリートの打継面は、ワイヤブラシで表面を削るか、チップング等により粗にして、十分に吸水させているか。

#### 【解説】

(1) について 鉛直打継目の施工にあたっては、打継面の型枠を強固に支持しなければならない。

(2) について 既に打ち込まれた硬化したコンクリートの打継面は、ワイヤブラシで表面を削るか、チップング等により粗にして十分に吸水させた後、新しくコンクリートを打ち継がなければならない。

打ち込んだコンクリートが打継面に行きあたり、打継面と密着するように打込みおよび締固めを行わなければならない。

水密性を要するコンクリート構造物の鉛直打継目では、止水板を用いるのを原則とする。

## 11.5 伸縮継目およびひび割れ誘発目地のチェックポイント

伸縮継目およびひび割れ誘発目地については、「2.3 ひび割れ抑制対策のチェックポイント」を参照すること。



## § 1 2 脱型枠、支保工撤去

### 12.1 型枠および支保工の取外しのチェックポイント

- (1) コンクリートがその自重および施工期間中に加わる荷重を受けるのに必要な強度に達していることを確認しているか。
  - (2) 供試体の養生や強度の確認方法は適切か。
  - (3) 対象構造物の荷重載荷特性を理解しているか。
- 全設計荷重のほとんどが死荷重となるような構造物では表 12.1 の強度に達するより長く存置する必要がある。

#### 【解説】

(1) について 型枠および支保工は、コンクリートがその自重および施工期間中に加わる荷重を受けるに必要な強度に達するまで取り外してはならない。

型枠および支保工の取り外し時期および順序は、コンクリートの強度、構造物の種類とその重要度、部材の大きさ、部材の受ける荷重、気温、天候、風通しなどを考慮して適切に定める。

型枠の取外しは、ひび割れ防止の観点からできる限り遅らせるのが望ましい。また、型枠取外し後の養生も非常に重要である。

型枠および支保工を取り外した直後に構造物に載荷する場合は、コンクリートの強度、構造物の種類、作用荷重の種類と大きさなどを考慮して構造物が有害なひび割れやその他の損傷を受けないようにする。

(2) について コンクリートが必要な強度に達する時間を判定するには、構造物に打ち込まれたコンクリートと同じ状態で養生したコンクリート供試体の圧縮強度によるのがよいが、供試体は構造物のコンクリートよりも外気温や乾燥の影響を受けやすいので、これらを考慮した養生方法に基づいて判定する。

標準養生と封かん養生を比較すると図 12.1 に示すとおりであり、差異が生じている。土木構造物のように部材断面が大きく外部からの養生が内部まで及ばない条件では、封かん

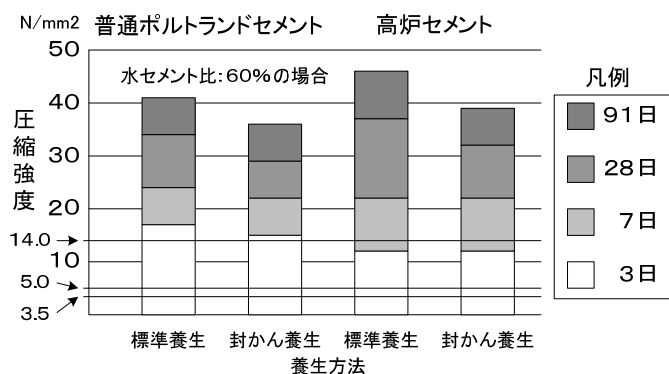


図 12.1 標準養生と封かん養生との強度発現比較

養生と同等の養生がなされていると考えられる。

したがって、現場で採取したコンクリートの供試体を封かん養生し、この強度発現から構造物に打ち込まれたコンクリートの強度を推定する。

鉄筋コンクリート構造物において型枠および支保工の取り外しに必要なコンクリートの圧縮強度の参考値を表 12.1 に示すので参考にされたい。

(3)について 全設計荷重のほとんどが死荷重となるような構造物では、表 12.1 の強度に達するより長く存置する必要がある。また、施工手順の関係で工事車両を載荷する場合にも同様な配慮が必要である。

全設計荷重に死荷重の占める割合が大きい構造物としては、抗土圧構造物である擁壁や函渠が挙げられる。

表 12.1 型枠を取り外して良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 <sup>2</sup> )
厚い部材の鉛直または鉛直に近い面、傾いた上面、小さいアーチの上面	フーチングの側面	3.5
薄い部材の鉛直または鉛直に近い面、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、建造物等のスラブおよびはり、45°より緩い傾きの下面	スラブやはりの底面 アーチの内面	14.0

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、解説表 11.8.1、p.152 より引用)

## 12.2 脱型枠後の養生のチェックポイント

標準の湿潤養生期間と圧縮強度による型枠支保工の取外し時期の両方を満足しているか。

### 【解説】

表 12.1 に示した圧縮強度が得られ型枠を取り外した後も、湿潤養生は表 10.2 に示した期間は継続すること。「脱型＝養生終了」ではない。

## 12.3 若齢時の荷重載荷、構造系の変化

荷重載荷により構造物に過大な応力が作用して有害なひび割れ、その他の損傷を受けないことが確認されているか。

### 【解説】

一般に型枠および支保工を取り外した直後の構造物はコンクリートの圧縮強度が設計基準強度に達していない場合が多く、たとえ達していたとしても設計した構造系と異なる場合があり、荷重載荷により構造物に過大な応力が作用して有害なひび割れ、その他の損傷を受けることがある。

したがって、型枠、支保工を取り外した直後の構造物に載荷する場合には、このような損傷が生じないことをコンクリートの発現強度をもとに計算等により確認するのが良い。

## § 13 施工の検査

施工の検査は、検査計画に基づき、構造物の発注者の責任のもとに実施する。

### 13.1 運搬の検査ポイント

運搬の検査では表 13.1 の項目について、検査方法、時期、判定基準を満足していることを確認する。また、「§ 6 生コンの受入れ」のポイントが適切に実行されていることを確認する。

表 13.1 運搬の検査

項目	試験・検査方法	時期・回数	判定基準
運搬設備および人員配置	目視	コンクリートの打込み前および運搬中	施工計画書どおりであること
運搬方法	目視		施工計画書どおりであること
運搬量	量の確認		所定の量であること
運搬時間	出荷および到着時間の確認		打込み時間を考慮した上で「6.1 受入れ検査のチェックポイント」に適合すること

(2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、解説表 7.2.1、p.203 より引用、一部修正)

### 13.2 ポンプ圧送の検査ポイント

- (1) ポンプ圧送の検査は、圧送時のポンプにかかる最大圧送負荷がコンクリートポンプの最大理論吐出圧力の 80% 以下であることを確認する。
- (2) 上記の他、「7.1 ポンプ打設のチェックポイント」が適切に実行されていることを確認する。

### 13.3 打込みの検査ポイント

打込みの検査は表 13.2 の項目について、検査方法、時期、判定基準を満足していることを確認する。また、「7.2 打込みのチェックポイント」が適切に実行されていることを確認する。

表 13.2 打込みの検査

項目	試験・検査方法	時期・回数	判定基準
打込み設備および人員配置	目視	コンクリートの打込み前および打込み中	施工計画書どおりであること
打込み方法			

(2012 年コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、表 7.2.2、p.203 より引用)

### 13.4 養生の検査ポイント

養生の検査は表 13.3 の項目について、検査方法、時期、判定基準を満足していることを確認する。また、「§ 10 養生」のポイントが適切に実行されていることを確認する。

表 13.3 養生の検査

項目	試験・検査方法	時期・回数	判定基準
養生設備および人員配置	目視	コンクリートの養生中	施工計画書どおりであること
養生方法	目視		施工計画書どおりであること
養生期間	日数・時間の確認		定められた条件に適合すること

(2012 年コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、表 7.2.3、p.204 より引用)

### 13.5 寒中コンクリートの検査ポイント

13.1 から 13.4 に準拠するほか、表 13.4 によることを標準とする。また、「14.1 寒中コンクリートのチェックポイント」が適切に実行されていることを確認する。

項目	試験・検査方法	時期・回数	判定基準
外気温	温度測定	工事開始前 および工事 中	日平均気温に基づいて、「14.1 寒中コンクリートのチェックポイント」に準拠すること
打込み時の温度			計画した温度の範囲内。計画する温度の範囲は「14.1 寒中コンクリートのチェックポイント」に適合すること
養生中のコンクリート温度あるいは保温養生された空間の温度			計画した温度の範囲内。計画する温度の範囲は「14.1 寒中コンクリートのチェックポイント」に適合すること

表 13.4 寒中コンクリートの検査

(2012 年コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、表 7.2.4、p.204 より引用、一部修正)

### 13.6 暑中コンクリートの検査ポイント

13.1 から 13.4 に準拠するほか、表 13.5 によることを標準とする。また、「14.2 暑中コンクリートのチェックポイント」が適切に実行されていることを確認する。

表 13.5 暑中コンクリートの検査

項目	試験・検査方法	時期・回数	判定基準
外気温	温度測定	工事開始前 および工事 中	日平均気温に基づいて、「14.2 暑中コンクリートのチェックポイント」に準拠すること。
打込み時の温度		工事中	計画した温度の範囲内。計画する温度の範囲は「14.2 暑中コンクリートのチェックポイント」に適合すること。 マスコンクリートの場合は、13.7 に準拠すること。
運搬時間	出荷および到着 時間の確認	工事開始前 および工事 中	練混ぜから打ち終わりまでの時間は 1.5 時間以内および計画した時間内であること。

(2012 年コンクリート標準示方書 [施工編：検査標準]、表 7.2.5、p.204 より引用、一部修正)

### 13.7 マスコンクリートの検査ポイント

13.1 から 13.6 に準拠するほか、表 13.6 によることを標準とする。  
また、「14.3 マスコンクリートのチェックポイント」が適切に実行されていることを確認する。

表 13.6 マスコンクリートの検査

項目	試験・検査方法	時期・回数	判定基準
打込み温度	温度測定	工事中	計画温度に適合すること
養生中のコンクリート温度あるいは保温養生された空間の温度			

(2007年制定コンクリート標準示方書[施工編：施工標準]、表 7.2.6、p.209より引用)

## § 1 4 その他

### 14.1 寒中コンクリートのチェックポイント

日平均気温が 4℃以下になることが予想されるときは、寒中コンクリートとして施工を行う。

- (1) 加熱した材料を用いる場合はセメントの急結を起こすことがないよう練混ぜ順序等についてコンクリート生産者と打合せをしているか。
- (2) 打込み時のコンクリートの温度は 5～20℃の範囲に保たれているか。
- (3) コンクリート打込み時に鉄筋、型枠に冰雪が付着していないことを確認したか。
- (4) コンクリートの打込みは練り混ぜ始めてから打ち終わるまで 2 時間以内で行われているか。
- (5) コンクリートは打込み後の初期の段階に凍結しないように十分に保護しているか。
- (6) 厳しい気象作用を受ける場合、所要の圧縮強度が得られるまでコンクリートの温度を 5℃以上に保ち、更に 2 日間 0℃以上に保っているか。
- (7) 保温養生、給熱養生を終了する際にコンクリートの温度を急激に低下させていないか。

#### 【解説】

(2) について 温度ひび割れを抑制するため、気象条件が厳しい場合や薄い部材については、最低打込み温度として 10℃以上を確保する。厚い部材の場合には、打込み温度を上げると逆に温度応力によるひび割れが発生しやすくなるので、5℃を下回らない範囲で打込み温度を下げしておくのがよい。

練混ぜ後から打込み終了時までの温度低下量は下式で推定して良い。

これより、温度低下を抑制するには、打込みまでの時間を短くすることが有効であり（下式の  $t$  を短くする）、生コン車の待機時間を短くするための配車計画、現場内での運搬も早くして打ち込むことができる方法を計画する。

$$T_2 = T_1 - 0.15(T_1 - T_0)t$$

ここに、 $T_0$ ：周囲の気温（℃）

$T_1$ ：練り混ぜたときのコンクリート温度（℃）

$T_2$ ：打込み終了時のコンクリート温度（℃）

$t$  : 練り混ぜてから打込み終了までの時間 (h)

(2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、pp.158～159より引用)

(5)、(6) について 激しい気象作用を受けるコンクリートの養生は、表 14.1、表 14.2 を満足する期間以上とする。

表 14.1 初期凍害を防ぐために養生終了時に必要となる圧縮強度の標準 (N/mm<sup>2</sup>)

型枠の取外し直後に構造物が曝される環境	断面の大きさ		
	薄い場合※ <sup>1</sup>	普通の場合※ <sup>3</sup>	厚い場合※ <sup>2</sup>
(1) コンクリート表面が水で飽和される頻度が高い場合	15	12	10
(2) コンクリート表面が水で飽和される頻度が低い場合	5	5	5

※<sup>1</sup> : 20cm～30cm 程度以下、

※<sup>2</sup> : 90cm～100cm 程度以上

※<sup>3</sup> : 上記の中間程度

(2012年コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、解説表 12.6.1、p.162より引用、一部追記)

表 14.2 所要の圧縮強度を得る養生期間の目安

型枠の取外し直後に構造物が曝される環境	養生温度	セメントの種類		
		普通ポルトランドセメント	早強ポルトランドセメント	混合セメントB種
(1) コンクリート表面が水で飽和される頻度が高い場合	5℃	9日	5日	12日
	10℃	7日	4日	9日
(2) コンクリート表面が水で飽和される頻度が低い場合	5℃	4日	3日	5日
	10℃	3日	2日	4日

注) 水セメント比が55%の場合の標準的な養生期間を示した。水セメント比がこれと異なる場合は適宜増減する。

(2012年コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]、解説表 12.6.2、p.162より引用)

寒中施工に際しては、以下の施工方法に留意すること。

表 14.3 寒中コンクリートの施工における留意点

外気温	留意点、施工方法
4～0℃	簡単な注意と保温。
0～-3℃	水または骨材を熱すると同時にある程度の保温を行う。
-3℃以下	上記に加え、必要に応じて保温・給熱を行いコンクリートを所要の温度に保つ。

(7) について コンクリート内部の温度は水和熱によりかなり高温になっているため、型枠の取外しにより急激に冷却すると大きな温度差を生



じ、温度ひび割れの原因になるため、型枠取外し後も保温するか型枠存置期間を長くする等の対策を行う。

## 14.2 暑中コンクリートのチェックポイント

日平均気温が 25℃を超える時期に施工することが想定される場合には、暑中コンクリートとしての施工を行う。

- (1) 打込み時のコンクリートの温度は 35℃以下か。
- (2) コンクリートを打込む前に、地盤、型枠等、コンクリートから吸水するおそれのある部分を湿潤状態に保っているか。
- (3) 型枠、鉄筋等が直射日光を受けて高温になるおそれのある場合、散水や覆い等により温度上昇を抑えているか。
- (4) コンクリートの打込みは、練り混ぜ始めてから打ち終わるまで 1.5 時間以内で行われているか。
- (5) コンクリートの打込みが終了したら速やかに養生を開始し、コンクリート表面を乾燥から保護しているか。

### 【解説】

(1)について 30～35℃程度であれば施工を迅速に行うことで所要の品質を確保できることから、上限として 35℃としている。

材料温度やコンクリート温度の実測結果から、施工計画で設定した温度を超えることが予想される場合、あるいは実際に超えている場合は、施工計画を適切に変更する。

練混ぜ後から打込み終了時までの温度上昇量は下式を用いてよい。

これより、温度上昇を抑制するには、打込みまでの時間を短くすることが有効であり（下式の  $t$  を短くする）、生コン車の待機時間を短くするための配車計画、現場内での運搬も早くして打ち込むことができる方法を計画する。

$$T_2 = T_1 - 0.15(T_0 - T_1)t$$

ここに、 $T_0$ ：周囲の気温（℃）

$T_1$ ：練り混ぜたときのコンクリート温度（℃）

$T_2$ ：打込み終了時のコンクリート温度（℃）

$t$ ：練り混ぜてから打込み終了までの時間（h）

（2012年制定コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準〕、p.167より引用）

また、「2.3 ひび割れ抑制対策のチェックポイント」に示すように、輸送、運搬時の直射日光の影響を抑えるため、生コン車の覆い、ポンプ輸送管の覆い等の対策を行う。

(2)について 気温が高い場合、地盤、型枠等は乾燥しやすく、打ち込んだコンクリートの流動性が低下し、適切な締固めができなくなることもあるので、散水等により湿潤を保つ。ただし、型枠内に水がたまることのないように過度の散水は避け、打込み前に型枠内の状態を確認し、たまった水は取り除く。

(4)について 一般に練混ぜから 1.5 時間以内であればスランプの低下量も小さく問題なく打ち込めるが、この様な品質の変化は、気温の上昇とともに増大する傾向があり、初期欠陥の原因とならないようできるだけ早く打ち込むのが望ましい。また、許容打重ね時間は 2.0 時間としているが、暑中コンクリートにおいては 1.5 時間以内で打ち込むものとする。

(5)について 暑中に打ち込まれたコンクリートの表面は直射日光や風にさらされると急激に乾燥し、仕上げが困難になるばかりでなく、ひび割れを生じる可能性が高くなる。このため、打込みを終了したコンクリートは露出面が乾燥しないように速やかに養生することが大切である。湿潤養生期間は「表 10.2 湿潤養生期間の標準」に示す日数を満足しなければならない。

この時、木製型枠等のように乾燥が生じるおそれのある場合には型枠を湿潤に保つ必要があり、さらに、脱型後も養生期間中は露出面を湿潤に保つ必要がある。

また、コンクリートの打込み後、硬化が進んでいない時期で急激な乾燥によるひび割れが認められた場合には、ただちにタンピングを行い、これを除去する。

### 14.3 マスコンクリートのチェックポイント

セメントの水和熱に起因した温度ひび割れが問題となる場合は、マスコンクリートとしての施工を行う。マスコンクリートとして取扱うべき構造物の部材寸法は、広がりのあるスラブの場合、おおよそ厚さ 80～100cm 以上、下端が拘束された壁の場合、厚さ 50cm 以上が目安となる。

- (1) 使用するセメントおよび混和材料は設計で定めたものであるか。
- (2) ひび割れ幅を抑制するために配置する鉄筋について、所要の間隔およびかぶりが確保されているか。
- (3) ひび割れ誘発目地の構造および位置は設計図面どおりか。
- (4) コンクリートの打込み温度はあらかじめ計画された温度以下か。
- (5) 打込み面および型枠面に対しての養生方法は計画どおりか。
- (6) 型枠存置期間は計画どおりか。

#### 【解説】

(2) について ひび割れ幅を抑制するために配置する鉄筋により、鉄筋量が増えるため、コンクリートの充填が困難になる場合があるので、締固めに必要な鉄筋間隔が確保されていることは重要である。また、この鉄筋はコンクリート表面部に配置されることから、所要のかぶりが確保されるように配筋時および打込み時の確認が重要である。

(3) について ひび割れ誘発目地の構造および位置は、「誘発目地によるひび割れ対策の手引き」に従い定められている。ひび割れ誘発目地の構造および位置が設計図面どおりか確認するとともに、施工上の留意点として、下記を確認する。

- 1) 誘発目地材は所定の位置から移動しないように堅固に設置しているか。
- 2) 誘発目地材（溝、目地板）は、一直線上に左右対称に配置しているか。
- 3) コンクリートの打込み時において、落下させたコンクリートが誘発目地に直接当たらないようにしているか。
- 4) 締固め時の棒状バイブレータが誘発目地に直接当たらないようにしているか。

(4) について コンクリートの打込み温度が事前に計画された温度を超えると、温度ひび割れの発生を防止すること、あるいはひび割れ幅を制御することが困難となるおそれもある。したがって、施工時においては、コンクリートの温度や打ち込まれたコンクリートの温度上昇特性を把握し、

あらかじめ計画した条件と大きく相違する場合には、型枠の取外し時期や養生方法等の施工計画の変更を行う必要がある。

(5)、(6)について マスコンクリートの養生では、通常のコングリートの養生に必要とされている条件に加えて、温度ひび割れに関する検討結果ならびに施工計画から定まった養生方法を確実に実施する必要がある。特に、コンクリート部材内外の温度差が大きくなるように、また、部材全体の温度降下速度が大きくなるように、コンクリート温度をできるだけ緩やかに外気温に近づける配慮が必要である。施工上の留意点として、下記を確認する。

- 1) コンクリートの打込み後、外気温の急激な変化、風などの影響により表面が急冷される場合は、必要に応じてシート養生（コンクリート表面をブルーシートなどで覆う養生）などの保温、防風、乾燥対策を行っているか。
- 2) コンクリートが最高温度に達した後も表面の温度を急激に降下させないように、できるだけ緩やかにコンクリート温度と外気温が平衡に達するように、シート等によりコンクリート表面の保護を継続しているか。

## § 15 巻末資料

### 15.1 施工状況把握チェックシート

施工状況把握チェックシートは、施工の基本事項が遵守されていることの確認に使用する。チェックシートを用いた施工状況の確認は、最初の打込み時に行い、改善事項がある場合には次回以降の打込みに反映させ、PDCA サイクルを回すのが望ましい。

#### 【解説】

東北地整では、橋脚、橋台、函渠および擁壁について、「施工状況把握チェックシート」と「表層目視評価」を組み合わせた品質確保のための試行工事が発注されており、現場適応性や効果の検証が進められている。平成 29 年度より、この取組みは本省からの施行工事にも導入されている。

「施工状況把握チェックシート」を活用し、コンクリートの打設回数を積み重ねることで、より良い品質のコンクリート構造物を構築することができる。今後、この取組みは一般化する可能性があることから、個々の工事に導入するのが望ましい。