

# 高知県におけるコンクリート打設等 の工夫について

高知県土木部技術管理課

# 維持管理について

# 維持管理のエキスパート育成について

【目標】 **老朽化が進む県内の社会資本の良好な維持管理に貢献できるよう、建設業界を中心とした技術者が一定の点検技術等を習得することを通じて、点検や補修・補強の技術に優れた建設企業の育成を目指します。**

## 1 研修概要

○維持管理に関する総合的な知識を持った技術者の育成を目標とした研修

- ・技術力に合わせ、**3段階(初級、中級、上級)のコース**を設定
- ・幅広い知識の習得を目指し、**橋梁、法面・擁壁、トンネルの3科目**を設定
- ・業務に支障なく受講できるコンパクトな**1日研修(上級は2日)**
- ・1科目から受講可能。3科目受講で次のコースに進むカリキュラム
- ・要望の高い現地研修を含む実践的な研修
- ・**ICT技術を活用した新しい点検手法も研修**
- ・定員:各科目30人 受講料:無料 CPDS・CPD認定研修



平成29年度の現地研修

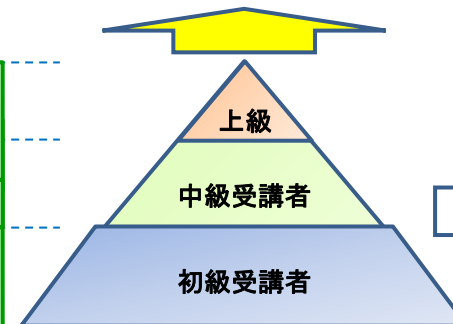
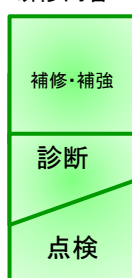
点検や補修・補強の技術に優れた企業の育成

維持管理技術を習得した技術者の育成

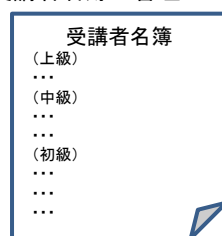
## ○カリキュラム

コース	研修内容	科目	日数	受講対象者	講師	備考
初級	「点検」 「診断の基礎」	橋梁	1日	県内建設会社の技術者	高知県技術士会 西村 紘寛 西川 徹 市橋 義治	H26から開始
		法面・擁壁	1日			
		トンネル	1日			
中級	「診断」	橋梁	1日	初級コース 3科目受講者	高知県技術士会 西村 紘寛 西川 徹 市橋 義治	H27から開始
		法面・擁壁	1日			
		トンネル	1日			
上級	「補修・補強の基礎」	構造物全般	2日	中級コース 3科目受講者	高知県技術士会 西村 紘寛 西川 徹 市橋 義治 高知高専准教授 近藤拓也	H28から開始

研修内容



受講者名簿の管理



## 2 令和4年度の研修

### ○開催日程

コース	科目	研修日	コース	科目	研修日	コース	科目	研修日	コース	科目	研修日
初級 (1回目)	橋梁	4月20日(水)	初級 (3回目)	橋梁	9月26日(月)	中級 (1回目)	のり面・擁壁	10月11日(火)	上級 (1回目)	橋梁	11月29日(火) 11月30日(水)
	トンネル	4月21日(木)		トンネル	9月27日(火)		トンネル	10月12日(水)		トンネル	
	のり面・擁壁	4月22日(金)		のり面・擁壁	9月28日(水)		橋梁	10月13日(木)		のり面・擁壁	
コース	科目	研修日	コース	科目	研修日	コース	科目	研修日		全般	
初級 (2回目)	橋梁	7月27日(水)	中級 (2回目)	橋梁	11月09日(水)						
	トンネル	7月28日(木)		トンネル	11月10日(木)						
	のり面・擁壁	7月29日(金)		のり面・擁壁	11月11日(金)						

※1. 中級(上級)コースを受講するには、初級(中級)3科目全ての受講が必須です。

# 橋梁定期点検要領の概要

市町村等における円滑な点検・診断の実施のため、主な変状の着目箇所、判定事例写真等を加えたものを定期点検要領としてとりまとめ

## 道路橋定期点検要領

平成31年2月  
国土交通省 道路局

コンクリート部材の種類	ひびわれ	ま/お
判定区分 Ⅲ	構造物の構造に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。 (早期処置要領)	
	Ⅲ 正視目視で容易に確認できるひびわれがあり、内部の鉄筋やPC部材の腐食が進行している場合	
	Ⅲ 特に多数のひびわれ、剥離・露筋露出が生じており、内部鉄筋の腐食が広範囲で進行している場合	
	Ⅲ PC部材の接合部の定着部で内部鉄筋の腐食が認められる顕著なひびわれが多発している場合	
	Ⅲ 正視目視で容易に確認できるひびわれがあり、顕著な露筋が観察しているなどにより、急速に劣化が進展すると見込まれる場合	
<p>【備考】 ■ひびわれの発生位置やひびわれの種類によっては、斜め方に重大な影響を及ぼす可能性があるため、詳細な状態の把握または評価しなければならぬ(例えば、橋出し部材の1177類、せん断ひびわれ、部材貫通の類等)。</p>		

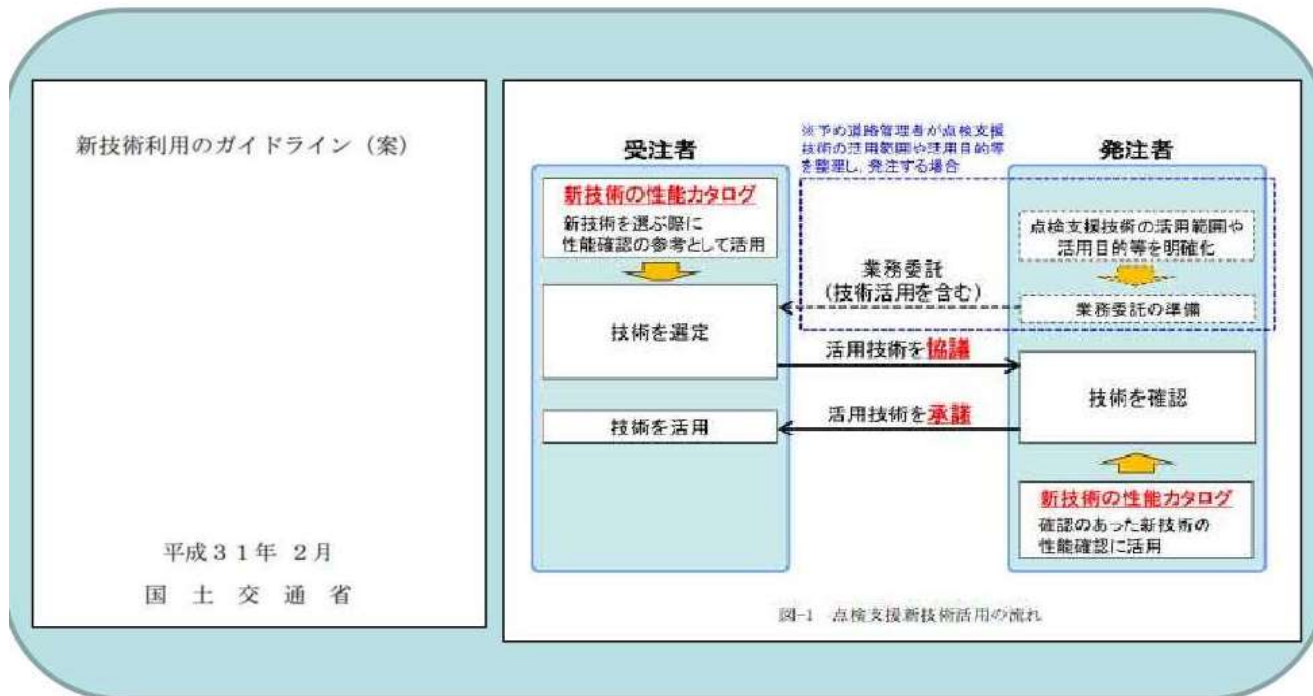


# 【追加資料】 近接目視点検の見直し

(5)部材の一部等で近接目視によらないときの扱い

- 自らが近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができると定期点検を行う者が判断した場合には、その他の方法についても、近接目視を基本とする範囲と考えてよい。
- その他の方法を用いるときは、定期点検を行う者が、(1)の定期点検の目的を満足するように、かつ、その方法を用いる目的や必要な精度等を踏まえて適切に選ぶものである。必要に応じて遡って検証ができるように、近接目視によらないとき、その部位の選定の考え方や状態把握の方法の妥当性に関する所見を記録に残すようにするとよい。

## ※H31点検要領抜粋

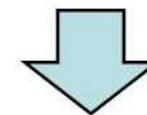


## ※新技術利用のガイドライン(案)抜粋

2014年度 (H26.6)  
**原則、近接目視**



2014年~2019年  
 品質のばらつき  
 費用が高い



2019年 (H31)  
**マニュアル改訂で  
 新技術活用促進**



# インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション

## 3-15 AI・ロボット等革新的技術のインフラ分野への導入

### 概要

- これまでインフラ点検の効率化を目指し、ドローン等ロボットの導入を図ってきた。
- 本施策では、更なる効率化を目指し、人の判断を支援するAIの開発を促進するため、損傷サンプル画像の提供や開発されたAIの評価を行う「AI開発支援プラットフォーム」を設置する。



AI開発支援プラットフォームの開発準備ワーキング・グループについて  
[https://www.mlit.go.jp/aogpssetsaku/consel/ai/ai\\_dev\\_00034.html](https://www.mlit.go.jp/aogpssetsaku/consel/ai/ai_dev_00034.html)



### 工程表

	令和3年度（現在）	令和4年度	令和5～7年度	目指す姿
AI・ロボット等革新的技術のインフラ分野への導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>● インフラ点検AI開発支援プラットフォーム開発に向けた検討</li> <li>● 教師データの収集方法、評価方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● インフラ点検AI開発支援プラットフォームの設置及び自立的な運営</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 同左（継続）</li> <li>● 新たな施設点検、損傷に対応したAI開発に向けた取組み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 点検技術者の判断を支援するAI・ロボット等革新的技術を導入し、インフラ点検の効率化・省人化を実現</li> </ul>
上記の取り組みにより、利用者目線で実現されるもの	<p>(点検AI開発者)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ターゲットを明確にした段階的なAI開発が可能</li> <li>● 教師データのサンプル提供、及び開発したAIの特性に応じた評価を受けることが可能</li> </ul> <p>(点検業者)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 統一された評価により用途に応じた点検AIを選択することが可能</li> <li>● 点検AIを使った損傷判定により、点検が効率化</li> </ul>			

### 四国地方整備局

#### 国内初の先端技術や新技術にチャレンジ！

- ◆ 建設用3Dプリンタの活用（国内初）  
3次元形状データ → 3Dプリンタで具現化（集水塔）
- ◆ ARの活用 → ARで未来の橋をのぞく
- ◆ 3次元映像の活用 → 地元説明会での活用

#### ICT技術の体験会を積極的に開催！

- ◆ UAV・遠隔BH操縦訓練  
（地元職員）（建設会社）
- ◆ 中高生、大学生のICT体験会  
UAV操作の体験（中学生） SIM設計の体験（大学生）
- ICT/バックホウ操作の体験（高校生）



ここをクリック

#### ドローンを活用し、効率化・高度化！

- 自動飛行ドローンによるダム巡視・点検
- ◆ Before ◆ After  
非GPS環境対応型ドローンを用いた橋梁点検
- 自動飛行によるドローン撮影
- 自動飛行ドローン等による被災状況調査

#### 点検ロボを活用した港湾施設の点検・維持管理の効率化！

- ◆ Before ◆ After  
小型船・調査員による点検 → 点検ロボを活用
- 点検ロボで撮影した橋下部の施設情報をBIM/CIMデータに登録し、今後の維持管理に活用
- 橋橋下部の状況
- 橋橋の柱の状況

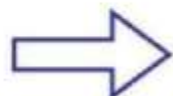
## 全数点検を行う必要性

### ■旭高架橋ランプ部(国道6号茨城県日立市)

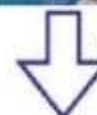
架設:2008(平成20)年 損傷確認:2010(平成22)年 (2歳)



■遠望目視では変色部は確認できるが、うき等の有無を確認することは困難



変色部の  
打音検査



PCケーブル下面の空隙発見  
(PCケーブルの腐食が要因)

変色部を確認した際、近接目視であれば、触診や打音検査を併用することによって正確な診断を行うことが可能





## 道路橋定期点検要領

### 4. 状態の把握

健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視により行うことを基本とする。

#### 【法令運用上の留意事項】

定期点検を行う者は、健全性の診断の根拠となる道路橋の現在の状態を、近接目視により把握するか、または、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない。

道路橋の健全性の診断を適切に行うために、法令では、定期点検を行う者が、道路橋の外観性状を十分に把握できる距離まで近接し、目視することが基本とされている。これに限らず、道路橋の健全性の診断を適切に行うために、または、定期点検の目的に照らして必要があれば、打音や触診等の手段を併用することが求められる。

一方で、健全性の診断のために必要とされる近接の程度や打音や触診などのその他の方法を併用する必要性については、構造物の特性、周辺部材の状態、想定される変状の要因や現象、環境条件、周辺条件などによっても異なる。したがって、一概にこれを定めることはできず、定期点検を行う者が橋毎に判断することとなる。

近接の程度や打音や触診などのその他の方法を併用する必要性については、**定期点検を行う者が橋毎に判断する。**

### 5. 健全性の診断

#### 道路橋毎の健全性の診断

道路橋毎の健全性の診断は表-5.1の区分により行う。

表-5.1 判定区分

区分		状態
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

#### 【法令運用上の留意事項】

定期点検を行う者が、道路橋の健全性の診断の一連として、道路橋の状態の把握と次回定期点検までの間の措置の必要性について総合的な診断を行う。そして、診断の内容を、法令で求められる4つの区分に分類する。判定区分のI～IVに分類する場合の措置の基本的な考え方は以下のとおりとする。

- I：監視や対策を行う必要のない状態をいう
- II：状況に応じて、監視や対策を行うことが望ましい状態をいう
- III：早期に監視や対策を行う必要がある状態をいう
- IV：緊急に対策を行う必要がある状態をいう

具体的な措置の考え方が示された。



## 対策区分の判定内容

直轄国道版では、地方自治体版にはない「対策区分の判定」がある。  
前記の健全度を判定する上で、対策区分の判定を参考にするとよい。

対策区分	判定の内容	健全性の目安
A	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない。	I
B	状況に応じて補修を行う必要がある。	II
C1	耐久性確保の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。	
C2	橋梁構造の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。	III
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。	IV
E2	その他、緊急対応の必要がある。	IV
M	維持工事で対応する必要がある。	II
S1	詳細調査の必要がある。	—
S2	追跡調査の必要がある。	—

### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



RCT桁橋

軸方向のひび割れ

【所見】主桁に多数の軸方向ひび割れが生じている。ひび割れ部への雨水の浸入や塩害や中性化などの詳細調査を行い対策を行う必要がある。

### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



下フランジのひび割れ

ウェブのひび割れ

【所見】PC橋の主桁にシーズに沿ったひび割れが発生している。上面定着からの雨水侵入により、内部鋼材の腐食が疑われるため、詳細調査により確認する必要がある。



### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



RCT桁橋

直交するひび割れ

【所見】主桁のスパン中央部に主桁に直交する曲げひび割れが発生している。耐荷力に影響を及ぼす場合は、進行性について慎重に判断する必要がある。

### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



ゲルの析出

【所見】塩害やアルカリ骨材反応を生じている疑いがあるひび割れが発生している。深刻化すると補修・補強が困難となるため、詳細調査により確認する必要がある。



### 損傷区分Ⅲ:早期措置段階



鉄筋が露出している

【所見】かぶり不足と想定される鉄筋露出が発生している。床版の貫通ひび割れの可能性がある場合には橋面防水を実施した上で断面修復する必要がある。

### 損傷区分Ⅲ:早期措置段階



鉄筋が露出している

【所見】壁高欄は、かぶり不足になりやすい。排ガスの影響で中性化が進行しやすい傾向がある。下面が道路の場合には、第3者被害に注意が必要である。

### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



鋼板の腐食

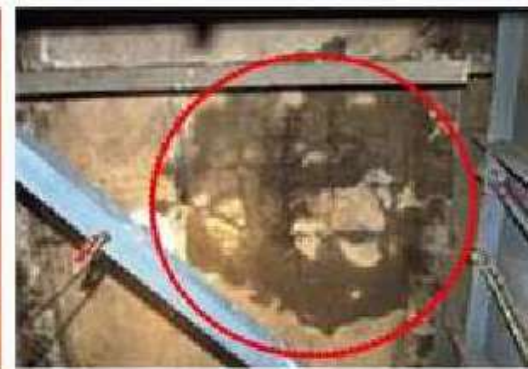


鋼板の周辺のうき

### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



部分的な角落ち



連続的な角落ち

【所見】補修部の鋼板のうきが発生し、遊離石灰が生じている。鋼材の破損程度および被覆内部の状態を確認する。錆が発生している場合は、水の浸入に着目する。

【所見】床版全体に広く格子状のひび割れが発生しており、角落ちも見られる。雨水の浸入により鉄筋の腐食が進むとコンクリートが脱落したり、輪荷重により抜け落ちを生じる可能性がある。



### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



RCT桁橋



主桁のうき

【所見】主桁に多数のうきやひび割れが生じている。うきやひび割れ部への雨水の浸入や塩害や中性化などの詳細調査を行い対策を行う。

### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



トラス橋



広範囲のうき

【所見】床版に多数のうきやひび割れが生じている。うきやひび割れ部への雨水の浸入や塩害や中性化などの詳細調査を行い対策を行う必要がある。



#### 損傷区分Ⅳ：緊急措置段階



せん断ひび割れ



コンクリートの抜け落ち

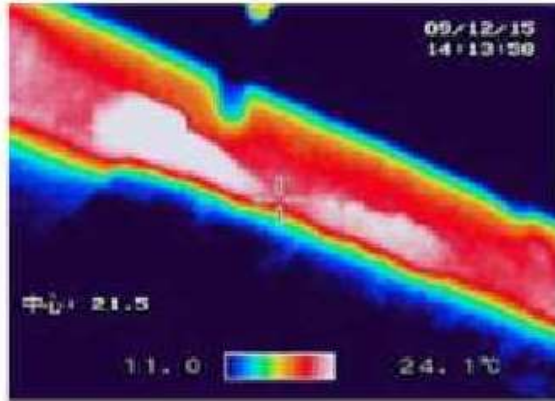


間詰め部の抜け落ち

【所見】ゲルバー一部の主部材の受梁にひび割れが発生している。ゲルバー一部の外観で確認できるひび割れだけでは部材の損傷状態を把握することが困難である。破壊が落橋に直接つながる部位であるため、緊急対応が必要である。

【所見】輪荷重位置で床版のコンクリートが鉄筋を残して落下している。抜け落ちが生じた床版では、車線方向の同じ位置で損傷が生じる可能性が高いため注意が必要である。

## 損傷区分Ⅳ：緊急措置段階



赤外線サーモグラフィ



鉄筋が露出している

## 損傷区分Ⅳ：緊急措置段階



鉄筋露出

鉄筋破断

【所見】主部材に多数のひび割れが生じており、各所で内部鋼材の破断が生じている。ひび割れの原因を特定し通行制限などを考える。

【所見】床版下面全体に鉄筋露出が発生している。鋼材の腐食も進行しており、通行制限の実施および架替えも含めた検討が必要である。



## 【損傷の内容】

- ・橋脚のうき

## 【着目ポイント】

- ・塩害や凍害の可能性
- ・水の供給源との関係
- ・内部鉄筋の腐食
- ・うき・剥離の範囲の記録

### 損傷区分Ⅲ：早期措置段階



橋脚桁受け前面のうき

【所見】橋脚にうきやひび割れが生じている。うきやひび割れ部への雨水の浸入や塩害や凍害などの詳細調査を行い対策を行う。



## トンネルの維持管理の基本的考え方

---

本体工の維持管理においては、変状の進行が個々のトンネルによって大きく異なるといった特徴を考慮し、定期点検等において変状の有無やその程度および進行を確認する必要がある。

その際、利用者被害を未然に防止する応急措置や応急対策を実施したり、その後の調査において変状の原因を明らかにすることで、構造物としての安定性等を把握するとともに、変状が進行して通行に支障が生じる前の適切な時期に所要の対策を講じる必要がある。

また、得られた点検結果等を点検記録様式に記録して保存し、今後の点検や措置(対策, 監視)の資料として活用し、効率的な管理を継続することが重要である。

「[道路トンネル維持管理便覧【本体工編】](#)」:平成27年6月

# 道路トンネル維持管理便覧【本体工編】

道路トンネル維持管理便覧

【本体工編】

令和2年版

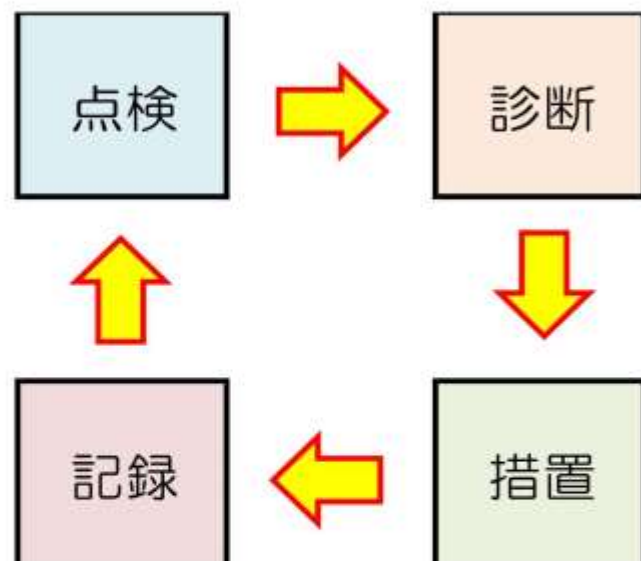
令和2年8月

公益社団法人 日本道路協会

令和2年8月、日本道路協会  
より発行

「直轄版要領」の内容を補  
完することを基本とし、より  
具体的な知見について記載  
したものの。

# トンネル維持管理の概説



メンテナンスサイクル

- ▶ 定期的な点検と記録が重要
- ▶ 維持管理のメンテナンスサイクルを確立
- ▶ トンネルとは特殊な構造物（地中深くの線状構造物、地山など環境条件が複雑で不明確）
- ▶ 変状状況から要因を推定することは可能であり、これを点検や調査により確認をしていく
- ▶ 対策工は適用性，耐久性，経済性，最新の技術動向等を総合的に判断して計画



## 対策区分の判定（直轄版P30）

区分		状態
I	健全	利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態。
II	II b	予防保全段階 将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態。
	II a	予防保全段階 将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態。
III	早期措置段階	早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に対策を講じ必要がある状態。
IV	緊急措置段階	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講じる必要がある状態。

全国版 直轄版

※判定区分IVにおける「緊急」とは、早期に措置を講じる必要がある状態から、交通解放できない状態までを言う。

## ◇全国版要領

「道路トンネル定期点検要領」:平成26年6月

→平成31年2月

国土交通省 道路局

## ◇直轄版要領

「道路トンネル定期点検要領」:平成26年6月

国土交通省 道路局 国道・防災課

# 健全性の診断（直轄版P54）

## ■ トンネル本体工

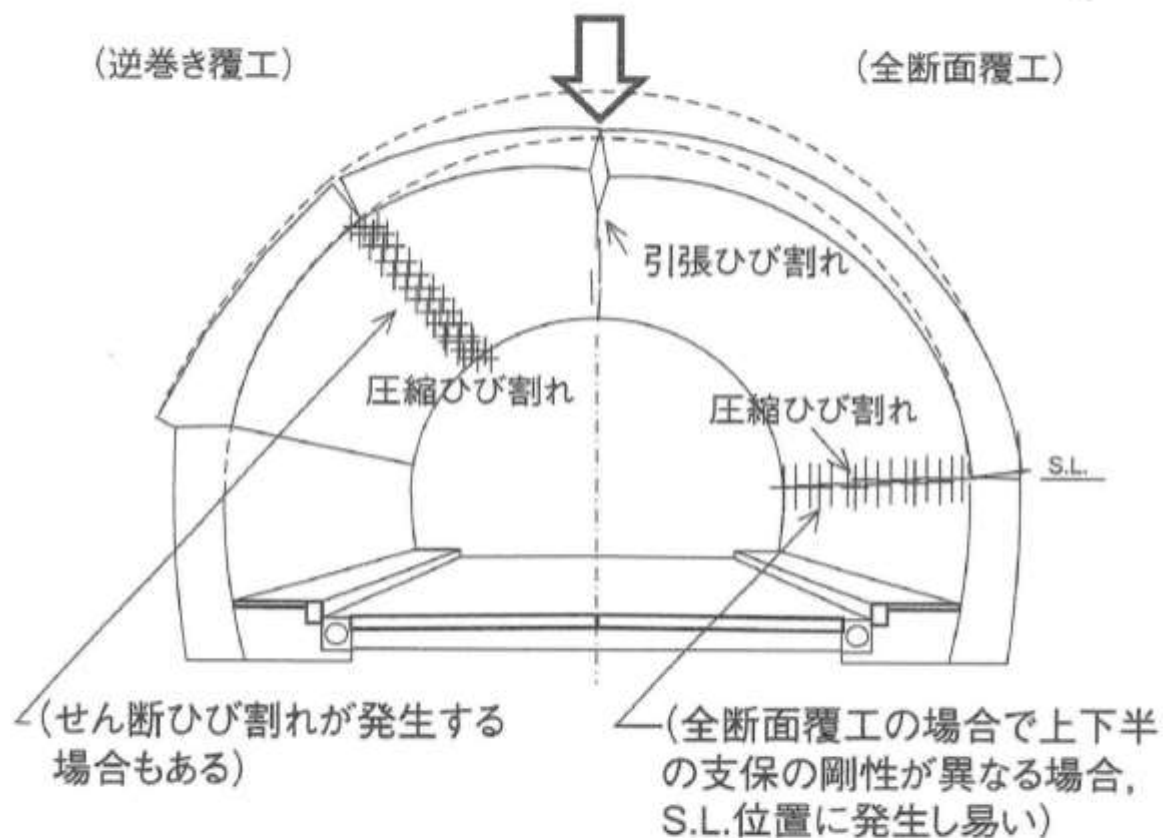
区分		状態
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

## ■ 附属物

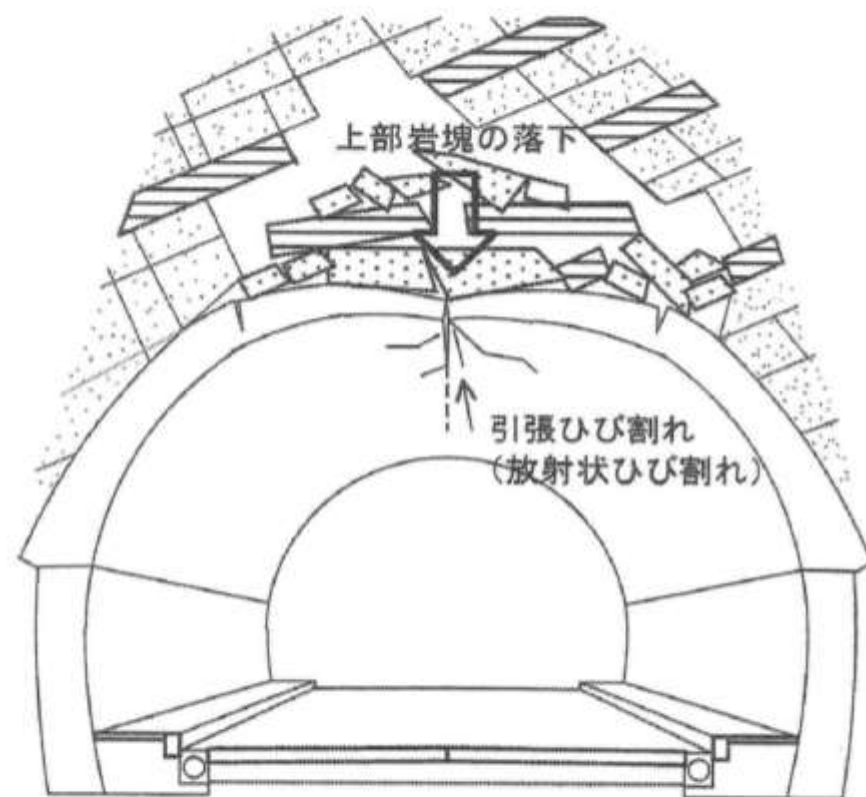
異常判定区分	異常判定の内容
×	附属物の取付状態に異常がある場合
○	附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合



# トンネルに作用する緩み土圧



(a) 一般的な緩み土圧



(b) 局所的な緩み土圧が作用する場合

## 横断目地部の剥落箇所（矢板工法）



## 崩落の危険がある覆工（矢板工法）

---



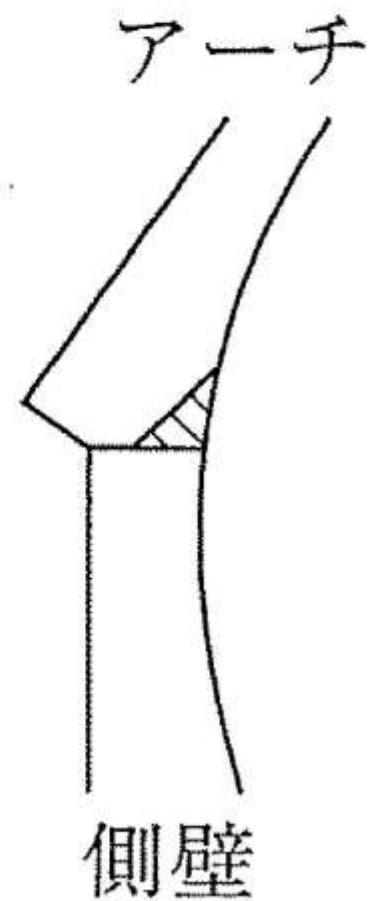


## 横断目地部の剥離懸念箇所 (NATM)

---

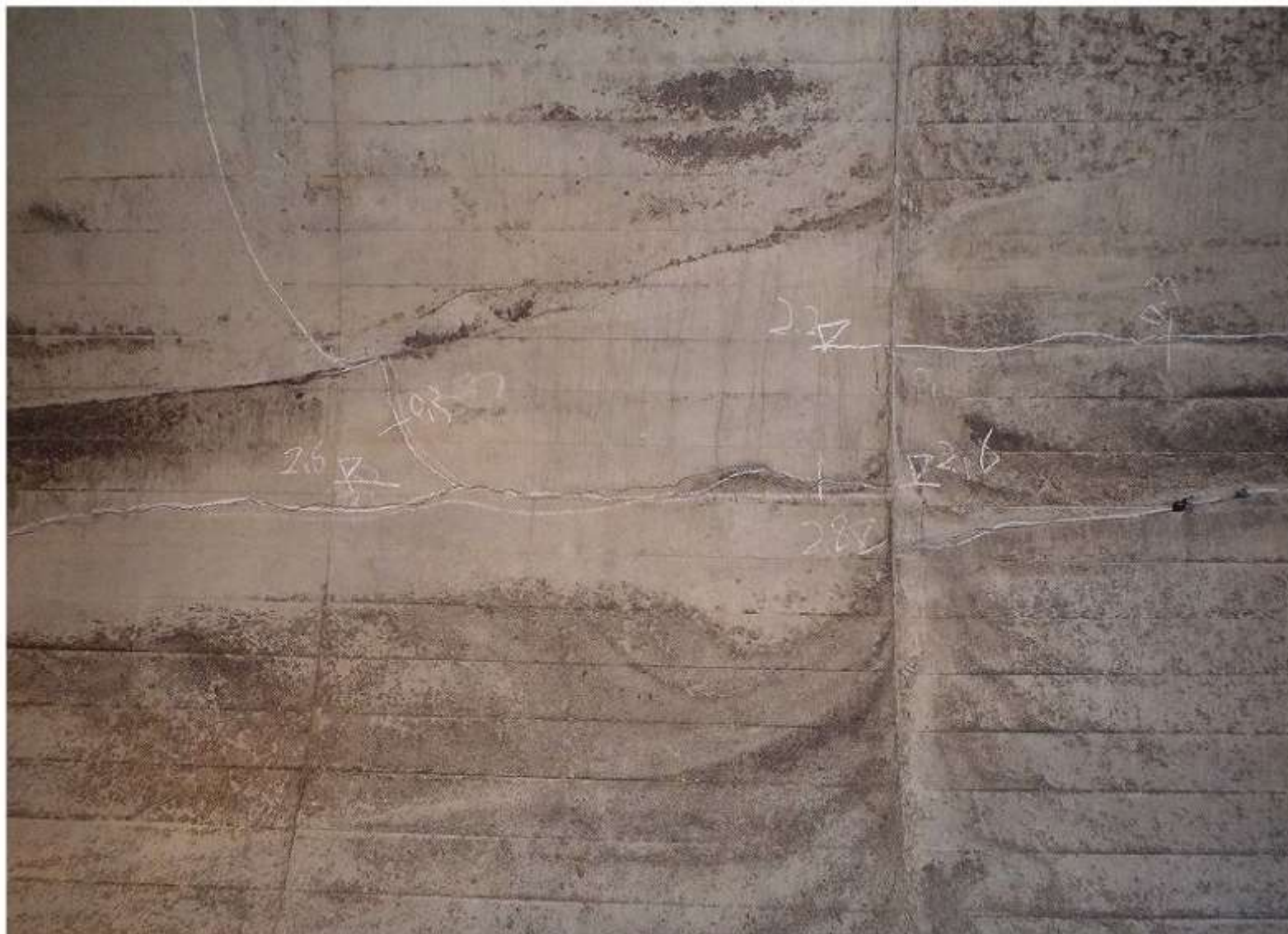


# 水平打継ぎ目の剥落（矢板工法）





# コールドジョイント沿いの剥落懸念





# 漏水（矢板工法）



## 漏水による路面・歩道の滞水

---



# 漏水 (NATM)

---





## 施工によるひび割れ（矢板工法）

---



## 施工によるひび割れ (NATM)



## 坑口部補強鉄筋の被り不足

---





# 良いコンクリート施工のための留意点について

## 1. コンクリート施工のための留意事項

- ①構造寸法などが確保されているか。  
設計断面の確保、鉄筋の配筋など
- ②強度や耐久性が確保されているか。  
適正な配合、かぶり、密実なコンクリート、  
初期欠陥(ひび割れ他)の有無 等
- ③適正な施工がなされているか。  
・施工プロセスが重要  
高知県建設工事共通仕様書や  
コンクリート標準示方書を参考に  
運搬、打込み、締固め、養生等が適正か。
- ④安全に施工されているか。  
足場の設置、公衆災害防止など、  
しっかりとした足場の設置は品質確保にもつながる。



現道交通を供用しながらのコンクリート工事

## 2. よく見かける初期欠陥

### ①ブリーディングに伴うひび割れ(沈下ひび割れ)



・ブリーディングによる水の上昇

↓

・上昇した水量の分だけコンクリートが沈下

↓

・沈下がセパレータコーンや鉄筋等で拘束されて発生



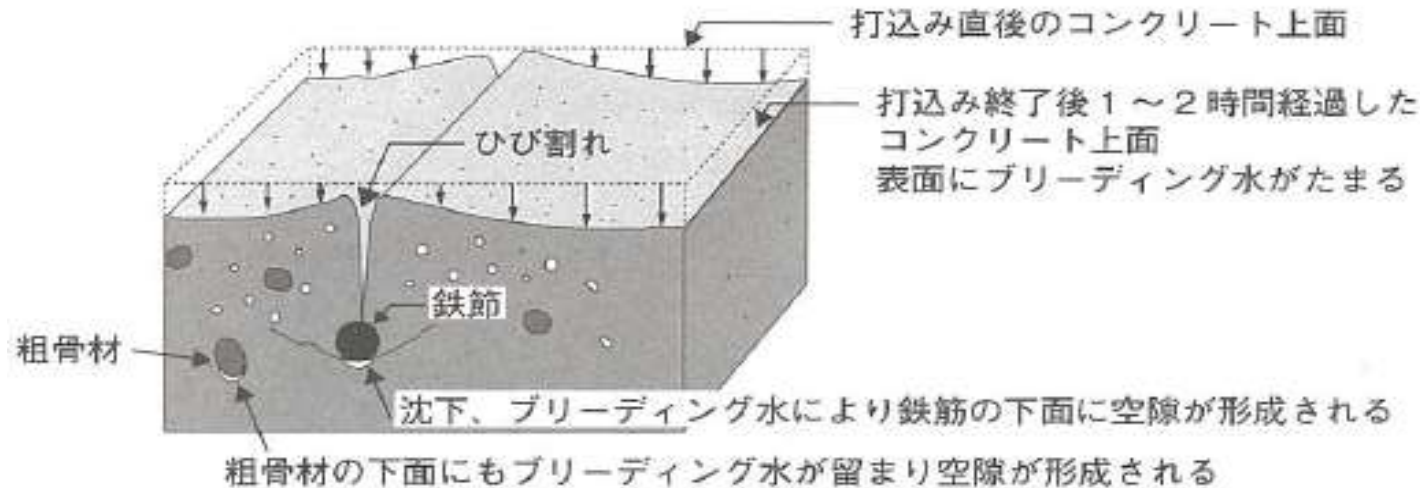


図 1-2 鉄筋の上部に生じる沈下ひび割れの概念



【ボックスカルバート側壁】

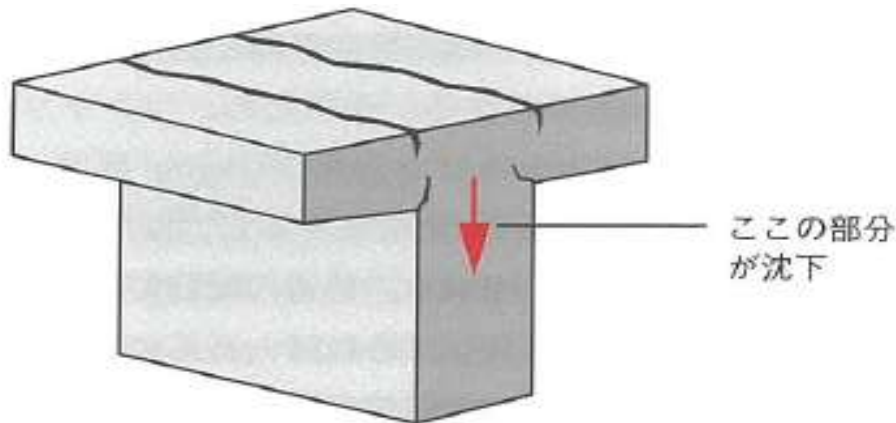


図 1-3 上下方向の寸法に違いがある部位に生じる沈下ひび割れの概念

- ・ブリーディング量が多いコンクリート（単位水量が大きい等）で顕著に発生
- ・施工時の気温が低く凝結に時間がかかる場合は沈下ひび割れが発生しやすい
- ・締固め不足が原因で発生

- (引用文献)
- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、関田徹志、溝渕利明: コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
  - 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭 博、牧 保峯: コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
  - 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆: 現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
  - 4) 岩瀬文夫: ひび割れのないコンクリートの作り方、日経アーキテクチャ

## ②豆板



解説 図 7.3.11 柱部下端の豆板の発生状況

・粗骨材が多く集まってできた空隙の多い箇所

・コンクリート打設時の材料分離、締め固め不足  
・型枠下面からのセメントペーストの漏れ等

・コンクリートの落下高さが高い場合⇒ **落下速度が速くなり、材料分離が発生**

・密実でない。

**耐久性低下、水や塩分、炭酸ガスが浸透しやすい。鉄筋等の腐食を引き起こす。**

(引用文献) 公益社団法人土木学会:施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)

### ③型枠継ぎ目のノロ漏れ



【橋台たて壁】

出展元: 山口県 コンクリート構造物品質確保ガイド2019

コンクリートの表面に細骨材が残り、露出した状態  
かぶりの欠損に加え、水セメント比の大きい領域となる  
沈みひび割れや表面気泡等と同じく、構造物の耐久性低下と表層部が脆弱



## ④表面気泡



スペーシングによる気泡の除去って知ってます。



型枠に接するコンクリート表面に打設時に巻き込んだ空気(エンラップドエア)がなくならずに残って露出し、硬化したもの。

- ・傾斜面や曲面に発生(木製型枠)
- ・コンクリート温度が高い場合、凝結が早くなるため、気泡が上昇できないまま硬化してしまい、あばたを作りやすくなる。
- ・美観を損ねる
- ・耐久性低下、表層部が脆弱になる

## ⑤プラスチック収縮ひび割れ

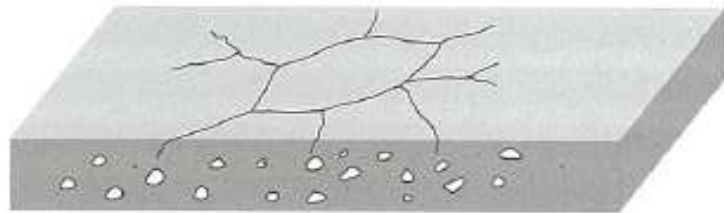


図 1-4 プラスティック収縮ひび割れのパターン

・コンクリートを打ち込んで間がない時期に  
表面を乾燥させた場合に発生

- ・気温が高い、湿度が低い、風が強い日に発生しやすい
- ・表面の収縮に内部のコンクリートが追随できないことから発生

・舗装コンクリート等で発生しやすい。

・発生した場合、タンピングで修復が可能

・硬化初期の段階で被膜養生材を散布する。

・風や日射をさえぎること。

- (引用文献)
- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明:コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
  - 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭菌 博、牧 保峯:コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
  - 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆:現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
  - 4) 岩瀬文夫:ひび割れのないコンクリートの作り方:日経アーキテクチュア

## ⑥温度ひび割れ



温度ひび割れの発生後の補修状況



- ・セメントの**水和反応に伴う発熱**によって**硬化時に温度が上昇**
- ・水和反応が収束に向かう場合、**コンクリート温度が外気温まで下降**
- ・温度上昇、下降時の**体積変化**
- ・**内的、外的な拘束**がある場合、**温度応力が発生**
- ・温度応力 > コンクリートの引張強度のとき**温度ひび割れが発生**



### 3. 打込み

#### 3-1. 材料分離

- ・打込み時の落下高さが1.5m以内であるが、筒先でコンクリートに加速がついて落下している場合。
- ・鉄筋構造物の場合、筒先を構造物内部に挿入していないのでは？
- ・コンクリート落下時に鉄筋に接触している。
- ・材料分離⇒豆板、ひび割れの発生、強度、耐久性の低下



筒先を挿入し、落下速度を抑えている

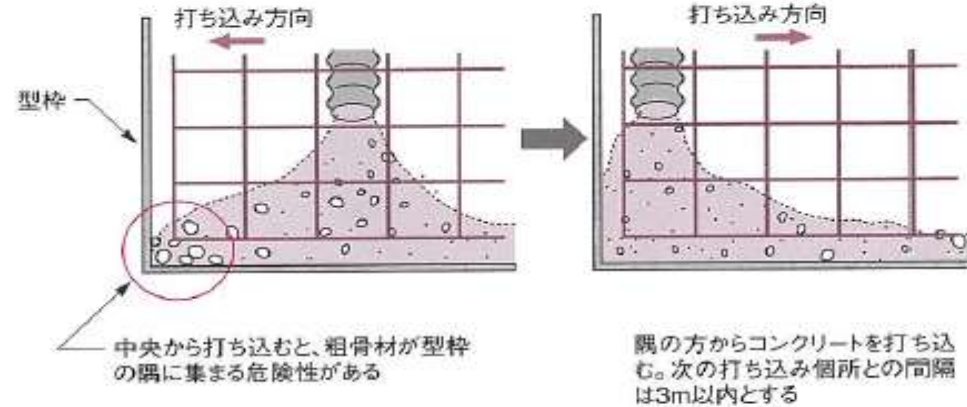


打設高さ、締固めはできるかぎり直下がよい

# 豆板や材料分離のきっかけとなる打設方法



## 打設方向が悪いと豆板が発生



## 豆板について

材料分離が原因ではないが型枠と下のコンクリートの隙間からペーストが漏れて発生することもある。

⇒コーキングなどの止水処置が必要

## ひび割れに対する弱点

橋台等において、壁とフーチングの接合部等は外部拘束によるひびわれが入りやすいので材料分離には留意すること

失敗例

改善例

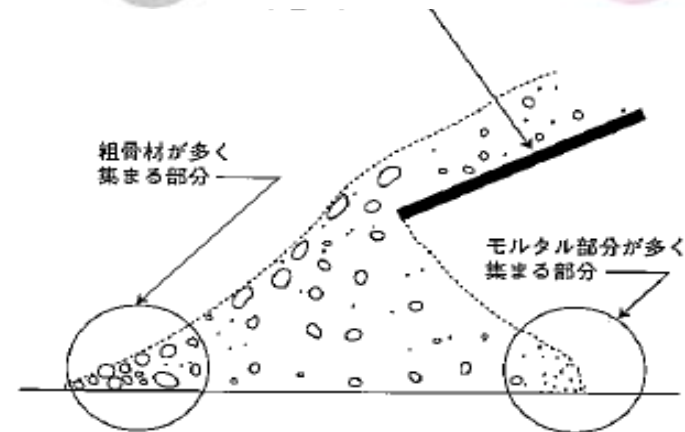


図-1 コンクリートを落下させたときの分離

- (引用文献) 1)十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明:コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社  
2)十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭 博、牧 保峯:コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社  
3)十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆:現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション  
4)岩瀬文夫:ひび割れのないコンクリートの作り方:日経アーキテクチャほほう

## 3-2. 打込み面との高さ1.5m以下

①コンクリートの落下高さが大きいと、**落下速度が大きくなり、材料分離**を起こし、**豆板の発生**の原因となる

⇒ポンプの筒先とコンクリート打込み面との高さを**1.5m以内**とし、**落下速度にも留意する。**

②配筋の状態によってはポンプの筒先が鉄筋のあき部分に挿入できないことがある。

⇒**鉄筋を一時的にずらす**など、**開口部をつくり打込み箇所を確保する。**

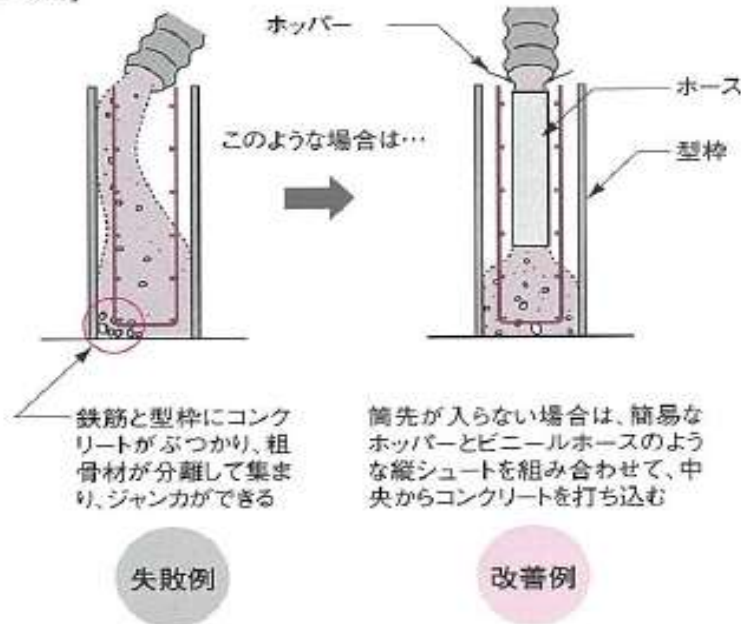
③**投入箇所の間隔**を適正に設定する。

⇒型枠内でコンクリートを**横移動させてはならない**。**横移動すると材料分離を生じる可能性が大きい**。締め固めた後のコンクリートの層厚が40~50cmになり、かつ、隣接する投入箇所から投入され締め固められたコンクリートと適度な範囲で接するように決めること。

⇒**鉄筋を一時的にずらして、事前に投入箇所を適正な間隔にて確保する。**

### ●分離を抑制する打ち込み方法の例

[ケース1]



(引用文献)

- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明:コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
- 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭菌 博、牧 保峯:コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
- 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆:現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
- 4) 岩瀬文夫:ひび割れのないコンクリートの作り方:日経アーキテクチャ



## 打設高さ1.5m以下は確保しているが・・・？



### ①出口の径が大きい

10cm程度、大きくても15cm程度がよい。

### ②結果的に材料分離している。

初層は固い面への落下となるため、速度が速いと材料分離が発生しやすい。

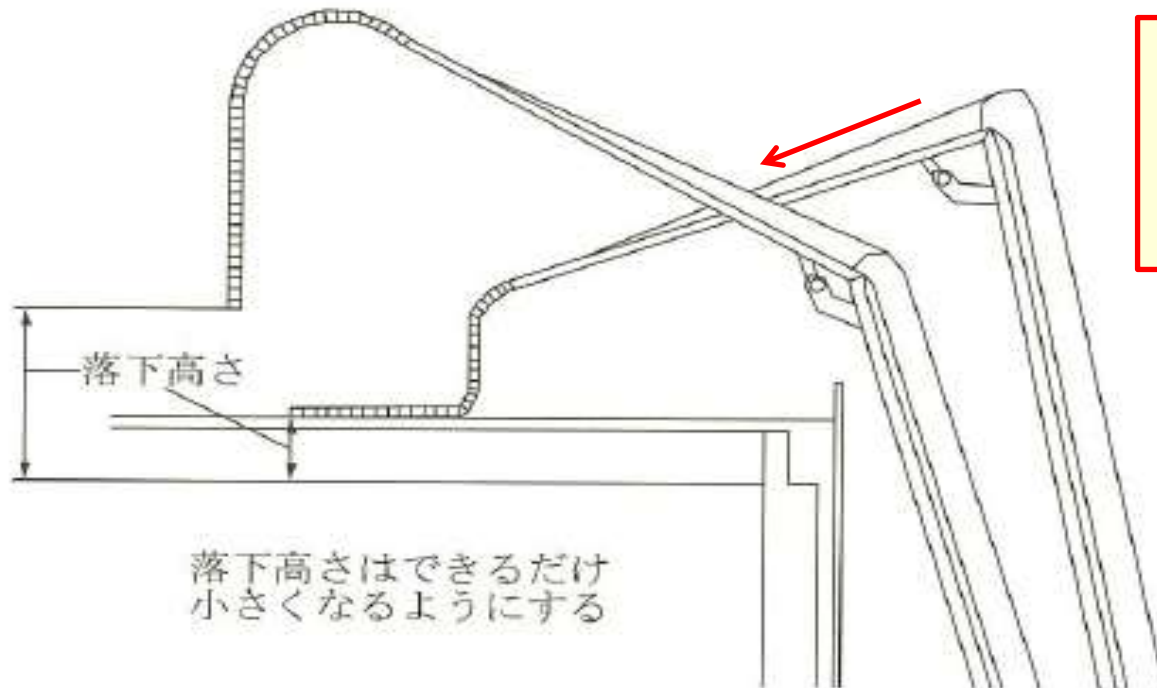
2層目からは、初層が固まっていないため、クッションとなり材料分離は発生しにくい。

材料分離を防止するためにはコンクリートの1層目は丁寧に打設することが必要。  
落下高さをできるだけ低くする。⇒例えばサニーホース等で延長して、“静か”に打設する。

### 3-3. ブーム車による圧送

・コンクリートの分離を防ぐために、ホースの筒先を水平に保ち、配管内にコンクリートが満たされた状態を保つことが大切。

・段取り替えの場合の留意、ブームを他の場所に移動して打ち込みを再開する場合⇒自由落下により粗骨材が先行して落下する恐れがある。



ブームの勾配が下向きになった場合に落下速度が速くなりやすいので注意すること。

(引用文献) 公益社団法人土木学会: 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)



### 3-4. 鉄筋構造物の場合、内部空間への作業員配置

- ・耐震設計が強化されて、**過密配筋が多い**
- ・例えば、橋台の場合、**柱とフーチング、壁とフーチングの部材接合部は過密配筋**
- ・上面から1.5m以内で打設しても、**鉄筋への接触により材料分離が発生**
- ・**締固めも不十分**になりがち。⇒**隅々までの充てんと締固め**ができない

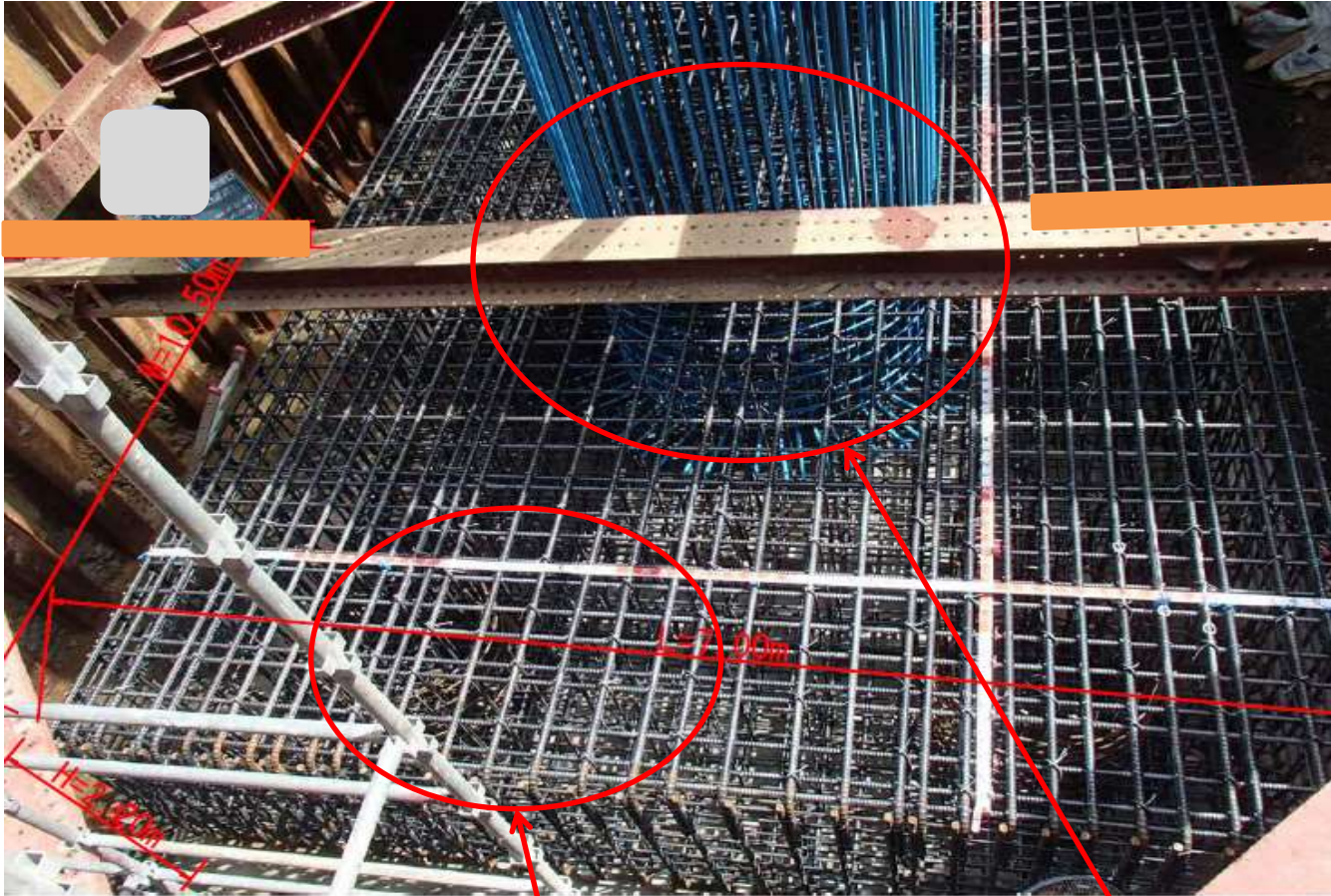
対策として

- ①鉄筋組立前から、作業空間の確保を検討する。
- ②配筋状況によっては、内部に作業員を入れて、作業空間を確保する。
- ③鉄筋を一時的に外すことが必要。





## 鉄筋構造物の留意点 (部材高さが2m以上、鉄筋径が大きい、高密度配筋)



### (材料分離の観点)

- ・適切な打設間隔を設ける。
- ・落下速度を出来る限り抑える。
- ・鉄筋への接触による分離防止

### (締固めの観点)

- ・可能であれば鉄筋を部分的に外して、内部に作業員を入れて、締め固める。
- ・打設中のブリージング水の回収も確実にを行う。

### 杭頭とフーチングの接合部

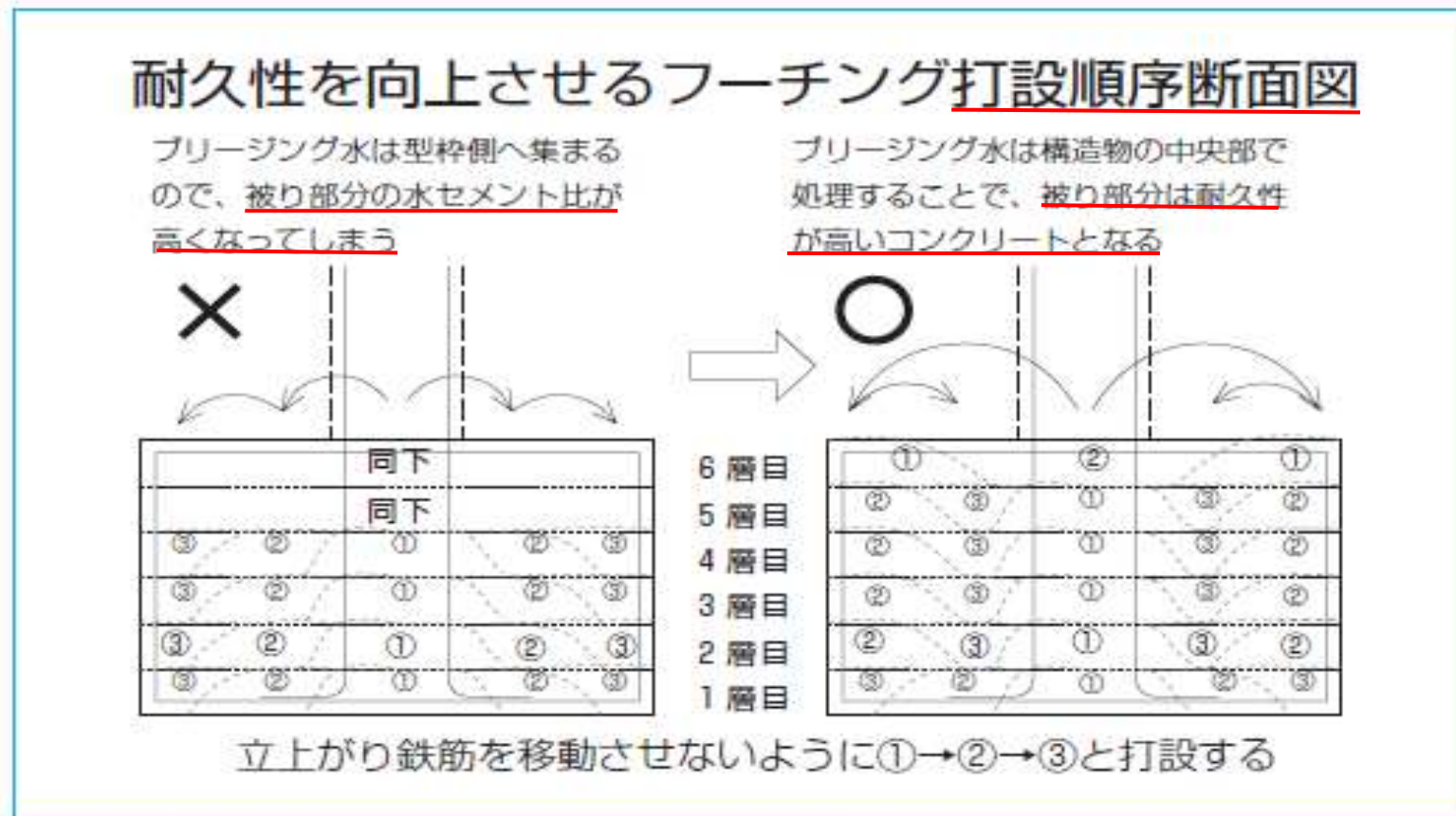
- ・大きな力がかかる重要な箇所。
- ・鉄筋の密度が高い。
- ・打設中にブリージング水が集まってくる

### 柱とフーチングの接合部

- ・大きな力がかかる重要な箇所。
- ・鉄筋が過密配筋
- ・打設中にブリージング水が集まってくる

## 大量のコンクリート打設時における工夫(打設順序)

- ・フーチングなど大量のコンクリートを打設する場合は、ブリージング水を回収しないと、ブリージング水が閉じ込められて、硬化後に空洞ができ、重大な欠陥となる。
- ・特に冬季の施工ではブリージング水が発生する。



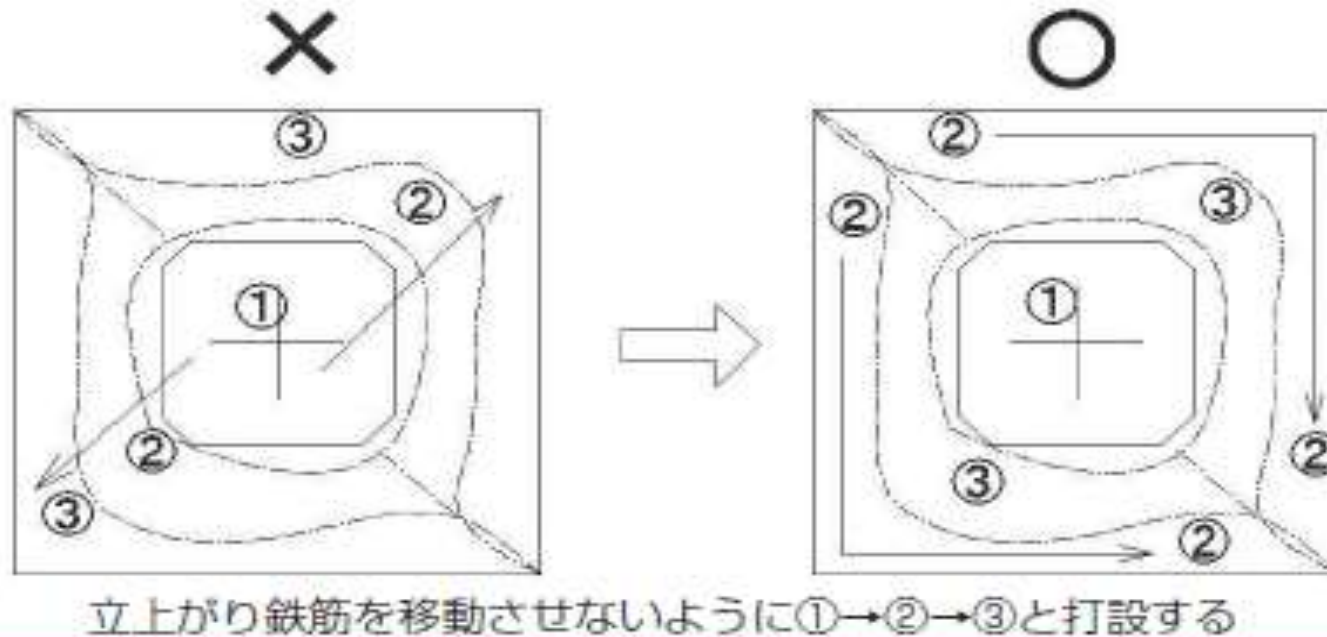
図表1 耐久性を向上させるフーチング打設順序断面図



## 耐久性を向上させるフーチング打設順序平面図

ブリージング水は型枠側へ集まる  
ので、被り部分の水セメント比が  
高くなってしまふ

ブリージング水は構造物の中央部で  
処理することで、被り部分は耐久性  
が高いコンクリートとなる



図表2 耐久性を向上させるフーチング打設順序平面図

(引用文献) 鈴木正司: 誌上セミナー若年技術者のための基礎知識③出来ばえのよいコンクリート構造物編、東京都土木施工管理技士会2009. 12



### 3-5. 打込み面との高さ1.5m以下の工夫例

#### ①サニーホースの利用により投入高さを小さくした工夫例(その1)

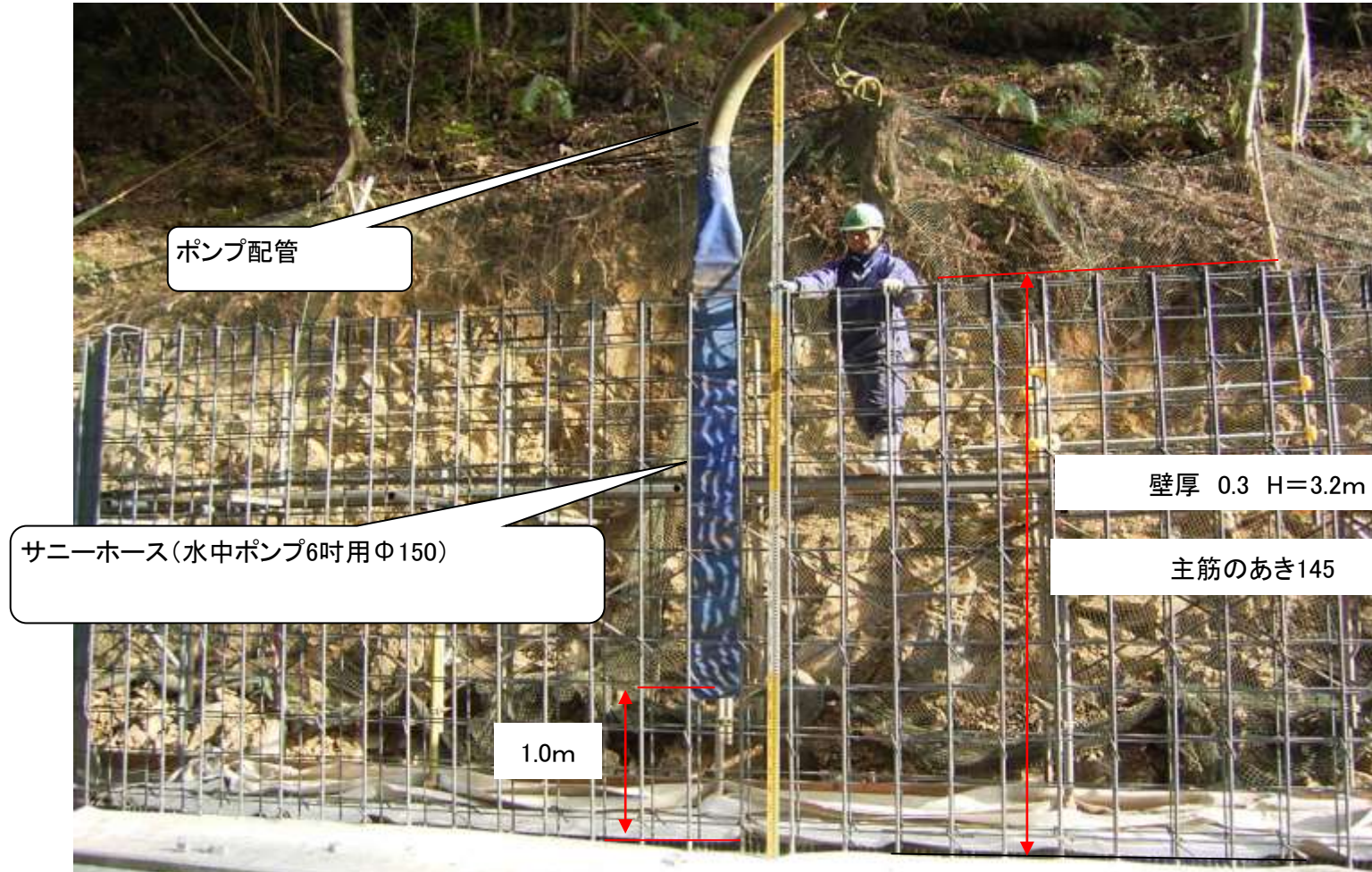
- ・鉄筋の存在により、投入口と打込み面との高さが高くなる場合の工夫例。
- ・サニーホースを用いて、構造物に挿入して、打込み面との高さを低くしている。
- ・小さな構造物であっても、このように配慮することが重要。



## ②サニーホースの利用により投入高さを小さくした工夫例(その2)

水槽構造物、たて壁厚30cm、高さ3.2m、主筋のあき145

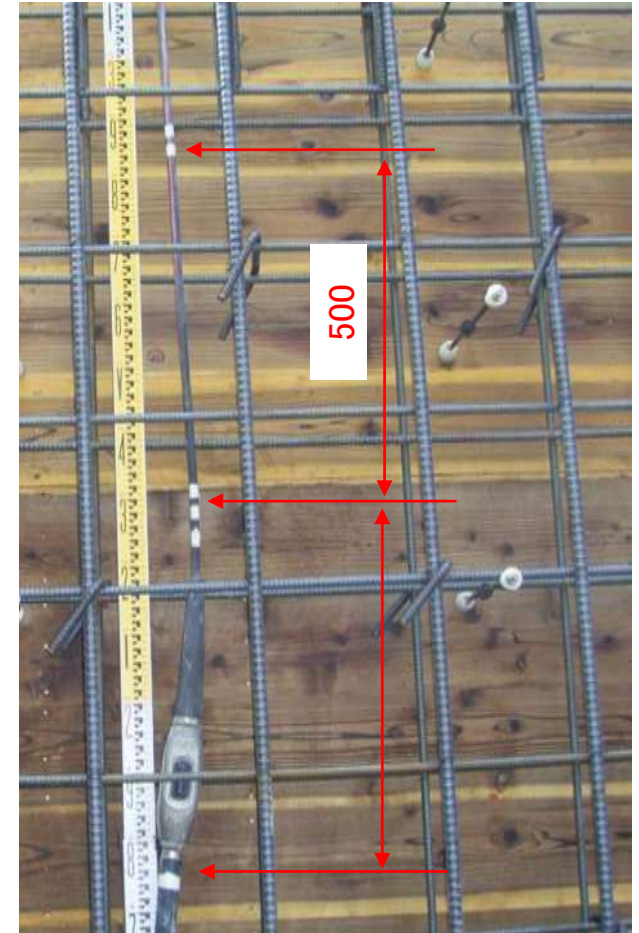
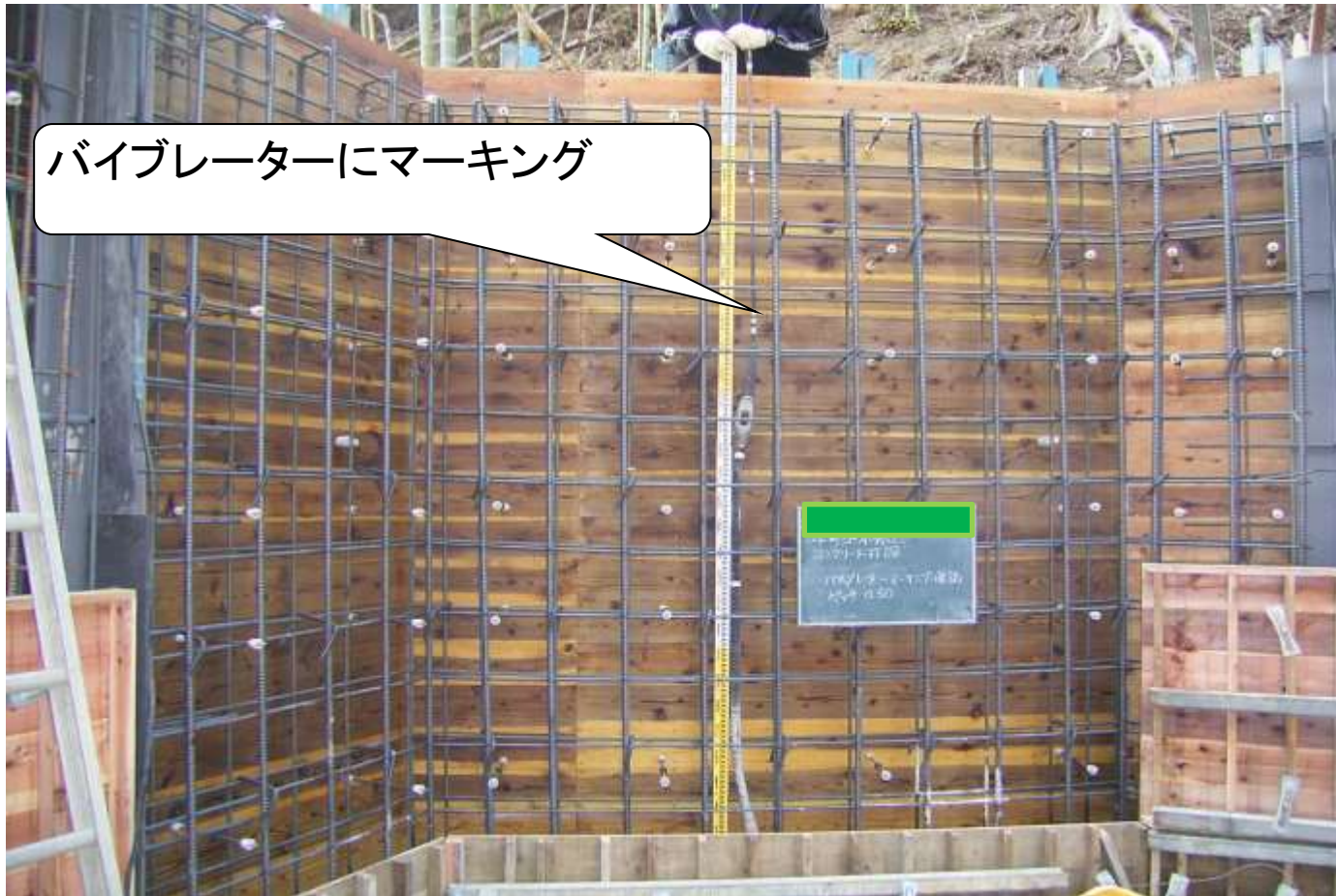
⇒壁厚が薄く、鉄筋もあるためポンプの圧送ホースを部材内部に挿入できない。





## 締固めの工夫

打込み箇所が直接確認しにくいため、バイブレーターに目印をつけ作業効率をアップ





# 逆T式擁壁の縦壁での施工例



打設高さ 約3.8m



バイブレーターの目印、50cmピッチ

### 3-6. 打ち重ね時のブリージング水の処理

コンクリートの打ち込み中、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コンクリートを打ち込まなければならない。

(コン示方書7.4.2)

⇒型枠に接する面が洗われ、砂すじや打ち上がり面近くに脆弱な層を形成する恐れがあるため。(コールドジョイントの発生)

⇒勾配をつけて打設することで、ブリーディング水を集めて回収しやすくする。



打設中のブリージング水回収状況

#### 鉄筋構造物の場合

- ・上面から回収が困難な場合は鉄筋を一時的にずらすことで
- 内部に作業員を入れて回収することを検討する。(締固めの観点からも)**



## 3-7. 足場の構築

- しっかりした足場を確保することは**安全性**はもとより、**施工性の確保⇒品質確保**につながる。
- ひび割れの発生、豆板や表面気泡が多く発生している工事を見ると、  
⇒ **足場が不十分である事例が多い。作業効率が悪い**ため、  
**型枠の隅々までコンクリートを充てんできない。また、締固めもできない。**  
⇒ **密実なコンクリートを施工できない。**



- 作業の安全性が確保されていない。
- 足場が安定しないので、打設や締め固め等の作業が確実にできていない。





## しっかりした足場の構築(事例)



金網マット、鉄筋上面の作業性確保



### 3-4. 打込み時の注意事項について(まとめ)

- ・打設高さ1.5m以内、**ゼロが良い**。落下速度の観点からも判断  
材料が分離しない適切な落下高さの選定、**できるだけ低い位置**からコンクリートを落下させること。
- ・鉄筋が支障になる場合  
サニーホースの工夫例により、内部に挿入することを検討すること。また、**鉄筋を部分的に外して投入口を確保すること**。
- ・**横移動は厳禁、適切な打設投入口とピッチの確保、作業員を内部に入れる。**  
内部振動機(バイブレーター)の挿入口も考えること。
- ・ブーム車打設では、ポンプの筒先の**落下速度に留意すること**、筒先を水平に保つこと。  
ブームの勾配にも留意すること。
- ・**安全性と施工性も確保する足場**もしっかりと作ること。  
締固めや養生などの、その後の作業にも影響してくる。品質確保のポイントでもある。



## 4. 締固めで気付いたこと

### 4-1. 締固めが適正に行われているか？

#### (締め固めの要点)

コンクリートを密実にし、鉄筋との付着を確保すること。

#### (締固めが不十分な場合)

充てん不良、豆板、沈下ひび割れ、コールドジョイントの発生

⇒密実でない⇒耐久性や強度が低下

豆板や沈下ひび割れはよく見る。締固めが適正に行われているか？



解説 図 7.3.11 柱部下端の 豆板 の発生状況

#### 豆板について

耐久性低下、水や塩分、炭酸ガスが浸透しやすい。  
鉄筋等の腐食を引き起こす。

#### 橋台等について

壁とフーチングの接合部等は外部拘束によるひびわれ  
が入りやすいので材料分離には留意すること



## 4-2. 締固めの留意点

### ①バイブレーター(内部振動機)の挿入間隔は50cm程度

表 6.2-2 振動の影響範囲\*

分類	振 動 数			普通コンクリート			人工軽量コンクリート		
	棒 径 mm	振 動 数 rpm (Hz)	振 幅 mm	スランブ(cm)			スランブ(cm)		
				15	10	5	15	10	5
小 型	38	8 000 (133)	2~3	15	12	10	20	15	10
大 型	60	8 000 (133)	1.8~2.0	25	20	17	30	25	20
	60	12 000 (200)	0.2~1.5	50	35	22	60 以上	60	40

(引用文献) 大島・亀田・毛見・平賀「高強度コンクリートの打込み振動効果に関する実験的研究」、日本建築学会関東支部第39回学術研究発表会

スランブ10cm ⇒振動影響範囲は20~35cm⇒挿入間隔は50cm程度

**概ね内部振動機の径の10倍の範囲**

**・50cm間隔を作業員に的確に指示すること**

鉄筋ピッチやセパレーター等を目印にする。

②内部振動機を下層のコンクリートに10cm程度挿入する。

1層の打設高さ40~50cmを標準⇒内部振動機の締固め性能を考慮

**・内部振動機へ目印(50cm+10cm)をつける。⇒概ね実施されている。**

### ③柱や壁とスラブとの接合部などの鉄筋が輻輳している箇所

- ・**締固めを十分に行うこと。**
- ・**締固め作業高さをできるだけ小さくする。⇒締固めを確実にする。**
  - ・鉄筋構造物⇒締固め作業高さが高い場合、鉄筋を一時的に外すなど、内部に作業員を入れて締固め作業を行うことを検討する。
- ・**型枠振動機の使用等も検討する。**



部材内部に入ること、柱とフーチングの接合部は、過密配筋であるため綿密な締固めが必要。



型枠振動機の使用

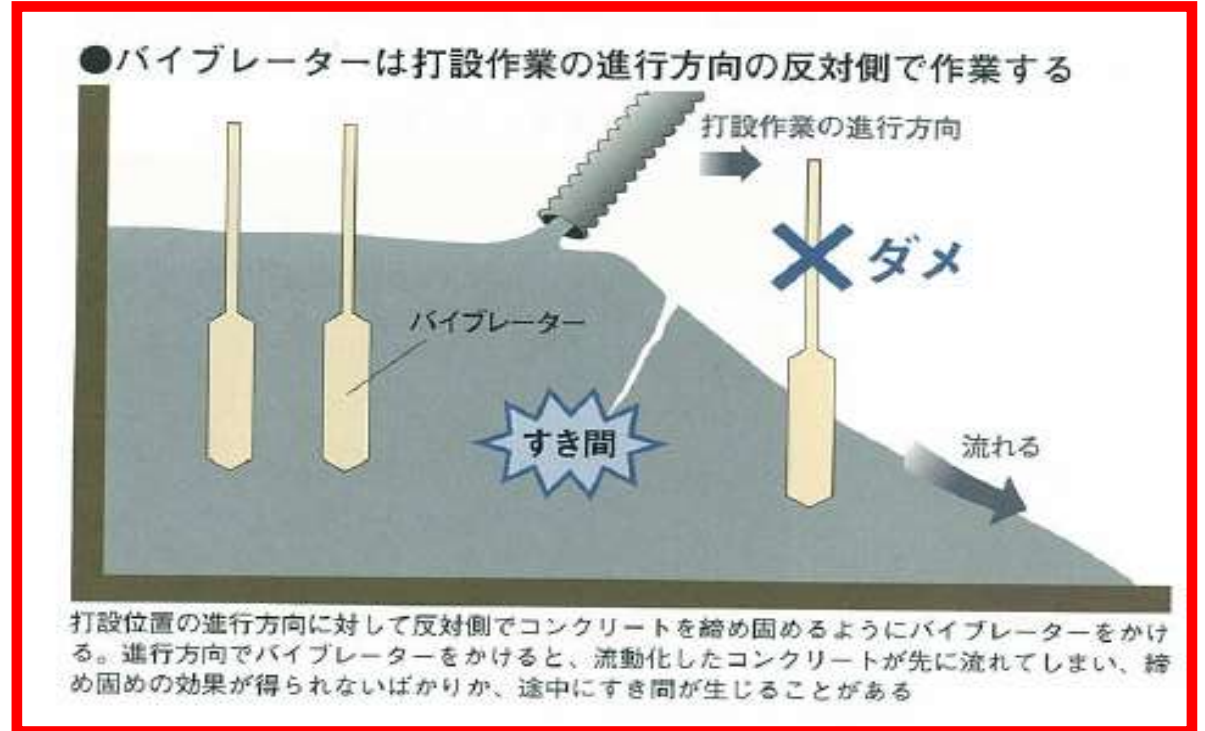
#### ④内部振動機(バイブレーター)をかける位置にも留意



バイブレーターは、打設作業の進行方向の反対側で作業をする。上の写真では右側が進行方向



直径50mmのバイブレーターが挿入できるような鉄筋の密度にも配慮が必要



- (引用文献) 1)十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明:コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社  
2)十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭菌 博、牧 保峯:コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社  
3)十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆:現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション  
4)岩瀬文夫:ひび割れのないコンクリートの作り方、日経アーキテクチャ



## 4-3. 沈下ひび割れ対策

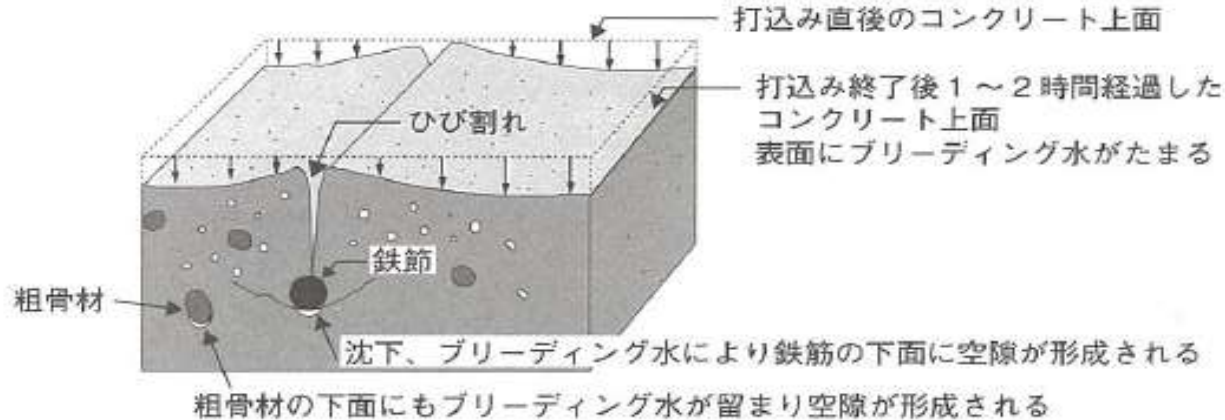
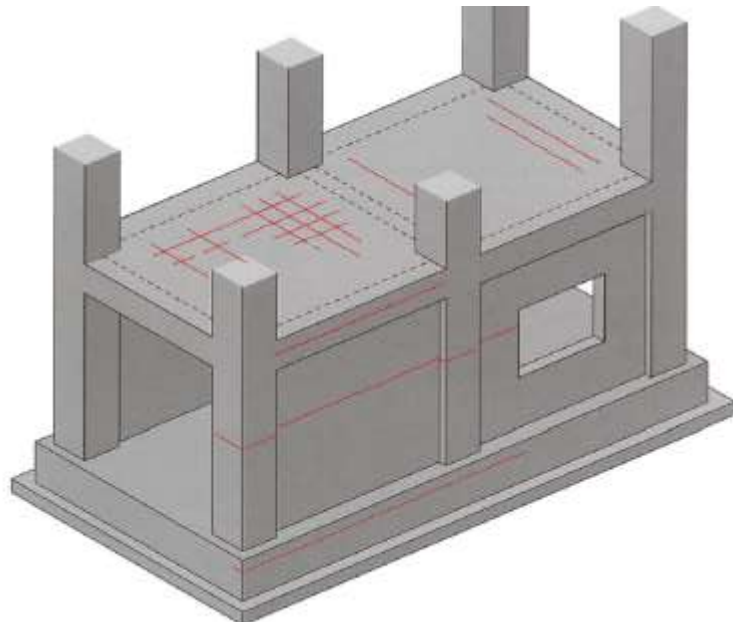


図 1-2 鉄筋の上部に生じる沈下ひび割れの概念



セパレータのコーン跡下方の沈下ひび割れ



### よく見かける不具合

- ①セパレータのコーン跡下方の沈下ひび割れ(ひげ)  
⇒よく見かける！
- ②表面の鉄筋方向に沿ったひび割れ

○再振動がひび割れ防止に有効

○締固めを確実にやっているか？

○仕上げ(表面おさえ)を確実にやっているのか？

- (引用文献)
- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明: コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
  - 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭 博、牧 保峯: コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
  - 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆: 現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
  - 4) 岩瀬文夫: ひび割れのないコンクリートの作り方、日経アーキテクチャ

## 再振動について

### ○再振動とは？

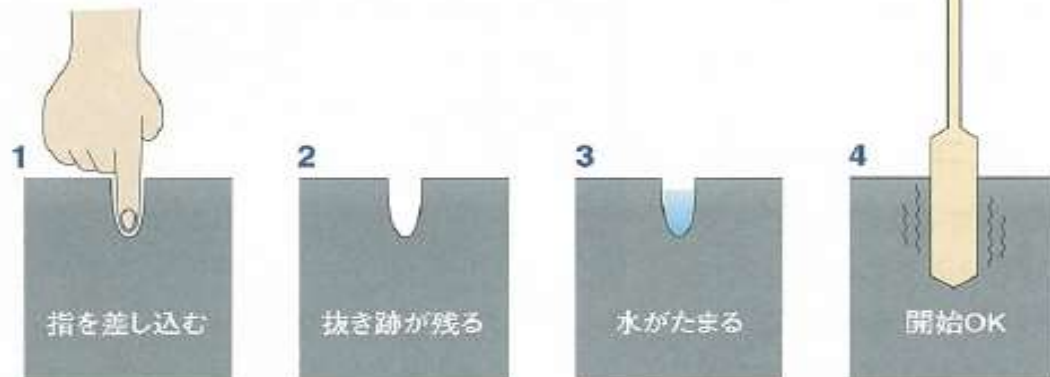
コンクリートをいったん締め固めた後、適切な時期に再び振動を加えること。それによりコンクリートが再び流動性を帯びて、コンクリート中にできた空隙や余剰水が少なくなる。

### ○効果

- ・コンクリート強度、および鉄筋との付着強度の増加
- ・沈みひび割れ防止 等 ⇒ 表層部を密実にする効果があり耐久性の向上につながる。

#### ●再振動の時期はコンクリートの状態で判断する

通常の生コンを使用した場合、型枠充てん後、  
最短でも15分経過後に再振動をかける



再振動を行う適切な時期は、再振動によってコンクリートの締め固めが可能な範囲で、できるだけ遅い時期がよい。

- (引用文献)
- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明:コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
  - 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭菌 博、牧 保峯:コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
  - 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆:現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
  - 4) 岩瀬文夫:ひび割れのないコンクリートの作り方、日経アーキテクチャ

上層と下層の打ち継ぎにおいても再振動を実施した方が良い。

先に打ち込まれた層を再振動することで、流動性を高め、  
下層のコンクリートを重ねて打設する。

- ・打ち重ね部の一体化を強める。
- ・コールドジョイントの防止、下層の凝結の程度も把握できる。





## 4-4. 締固めについて(まとめ)

### ①バイブレーターの挿入深さ

- ・バイブレーター(内部振動機)への目印(50cm+10cm)

### ②バイブレーターの挿入間隔

- ・概ね50cmピッチ

- ・作業員に対する周知徹底(セパレーターピッチ、鉄筋ピッチを目印にする。)

### ③再振動の実施

- ・沈下ひび割れ防止

- ・コールドジョイントの防止

### ④鉄筋構造物の場合

- ・“締固めの死角”を作らない。

- ・締固め作業高さを小さくする。

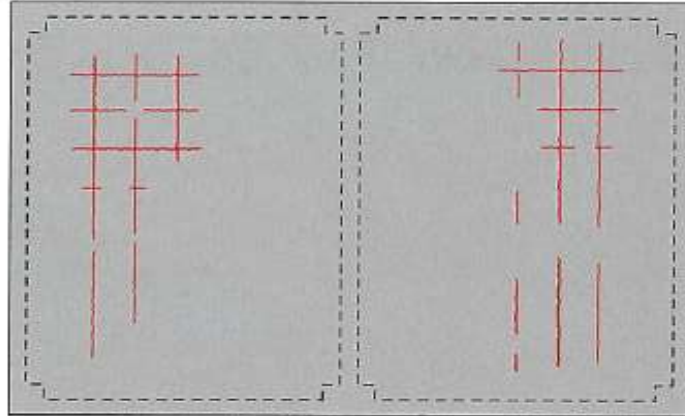
- ・必要によっては鉄筋を部分的に外して、作業員を内部に入れることを検討する。



## 5. 仕上げ作業で気が付いたこと

### 5-1. 鉄筋表面に沿った沈下ひび割れ

●床



橋台や擁壁のフーチング天端に発生した事例がある。

・コンクリートが固まり始めるまでに発生したひび割れ

・締固め、仕上げ、タンピングが不足

**仕上げ作業を怠ると必ず発生する！**

### 5-2. 仕上げの目的

・形状寸法の確保、表面の平坦の確保

・良好な平面状態の確保

・コンクリート表面組織を密実にすること。

・ひび割れ、気泡、凹凸、すじ、豆板等の欠陥部をなくすこと。

⇒塩害や中性化に対する耐久性を確保する。



- (引用文献)
- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明:コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
  - 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭 博、牧 保峯:コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
  - 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆:現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
  - 4) 岩瀬文夫:ひび割れのないコンクリートのつくり方:日経アーキテクチュア

### 5-3. 仕上げについて(まとめ)

①木ごてを用いて荒仕上げを行った後、金ごてを用いるのが一般的  
～最低でも適切な仕上げ時期に3回は行った方がよい。～

#### ②仕上げ時期について

締固めの後、所定の高さおよび形状寸法に均して、  
表面に浮き出たブリーディング水が消失した後に行う。

・仕上げ時期が早すぎると⇒初期欠陥の発生につながる。

ブリーディング水の影響を受け、コンクリートの沈降によるひび割れの発生や仕上げ面の下部にブリーディング水が集まることによって表面部分が剥離するなど、さまざまな初期欠陥の発生につながる。

・仕上げ時期を逸すると⇒適切な仕上げができなくなる。

表面仕上げの時期が遅すぎると、手間がかかり、所定の高さに均しができないなど適切な仕上げができないことになる。出来ばえも悪くなる。

#### ③仕上げ作業の後の確認

仕上げた後(例えば1時間後)に、ひび割れ発生の有無を確認すること。  
沈下ひび割れやプラスチック収縮ひび割れがあれば、直ちにタンピングする。



## 6. 養生で気が付いたこと(重要)

### 6-1. 検査で気付いたこと

#### ①湿潤養生期間と型枠残置期間との違いが認識されていない。

- ・型枠を取り外した時点で養生期間が終了したと判断して、養生マットを除去しているケースが多い。⇒湿潤養生が完全に不足している。
- ・とくに縦壁等の鉛直面については、型枠取外し後は、何もやっていないケースが多い。

#### ②湿潤養生の方法が不適切

- ・湿潤状態に保たれていない例が見られる。散水が適正に行われていない？
- ・養生マットがコンクリート面に密着していない。⇒コンクリートが乾燥する状態

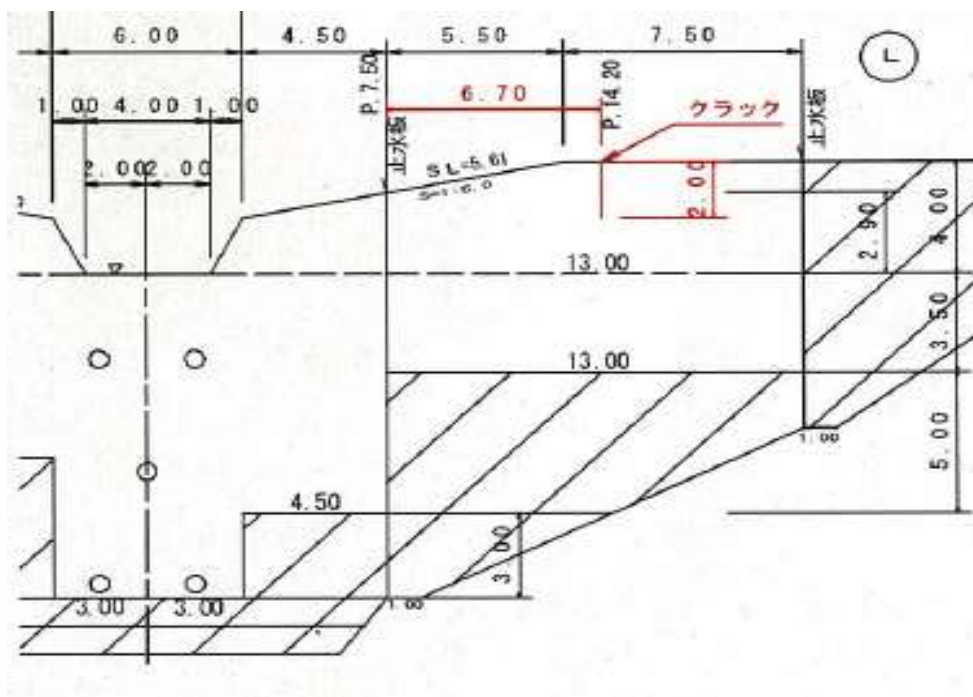
#### ③湿潤養生期間が終了すると、完全に養生を終了している。

- ・外気温にさらされて急激な温度差が発生して、ひび割れが発生する危険性が高い。

## 6-2. ひび割れ発生の事例

### 養生に問題があるのではないか？

- ・技術管理課へのひび割れ発生報告
- ・温度応力によるひび割れの発生が多い⇒養生が大きな要因？



乾燥収縮による内部拘束のひび割れ ⇒ 乾燥収縮を抑えること ⇒ 湿潤養生

### 6-3. 養生とは？

(養生の定義)～コンクリート標準示方書より～

コンクリートが所定の強度、耐久性、ひび割れ抵抗性、水密性、鋼材を保護する性能、美観などを確保するためには、**セメントの水和反応を十分に進行させる必要がある**。

したがって、**打込み後の一定期間**は、コンクリートを**適当な温度のもとで、十分な湿潤状態に保ち**、かつ有害な作用の影響を受けないようにすることが必要である。

そのための作業を**コンクリートの養生**という。



暑中時の散水養生



## 建設工事共通仕様書 第1編第3章第6節 (運搬・打設)

### 1-3-6-9 養生

1. 受注者は、コンクリートの打込み後の一定期間を、硬化に必要な温度及び湿度条件を保ち、有害な作用の影響を受けないように、養生しなければならない。

2. 受注者は、コンクリートの表面を荒らさないで作業できる程度に硬化した後に、露出面を一定期間、十分な湿潤状態に保たなければならない。養生の選定にあたっては、その効果を確かめ、適切に湿潤養生期間を定めなければならない。ただし、通常のコンクリート工事におけるコンクリートの湿潤養生期間は、表3-3を標準とする。

表3-3 コンクリートの養生期間

日平均気温	高炉セメントB種	普通ポルトランドセメント	早強ポルトランドセメント
15℃以上	7日	5日	3日
10℃以上	9日	7日	4日
5℃以上	12日	9日	5日

# コンクリート標準示方書 施工編

## 8.2 湿潤養生

- (1) コンクリートは、打込み後、硬化を始めるまで、日光の直射、風等による水分の逸散を防がなければならない。
- (2) 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湿潤養生を行わなければならない。
- (3) 打込み後のコンクリートは、一定期間は十分な湿潤状態に保たなければならない。
- (4) 養生方法の選定にあたっては、その効果を確認し、適切に湿潤養生期間を定めなければならない。ただし、通常のコンクリート工事におけるコンクリートの湿潤養生期間は、表 8.2.1 を標準とする。

表 8.2.1 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

(引用文献) 公益社団法人土木学会:コンクリート標準示方書施工編 2012年

## 6-4. 湿潤養生が強度発現に及ぼす影響

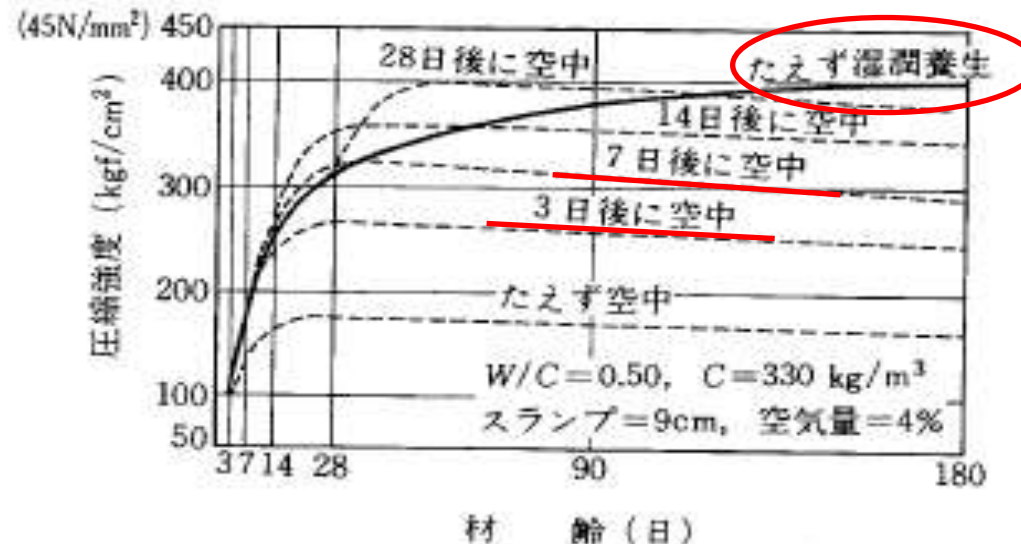


図 2.2-5 乾燥がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響<sup>4)</sup>

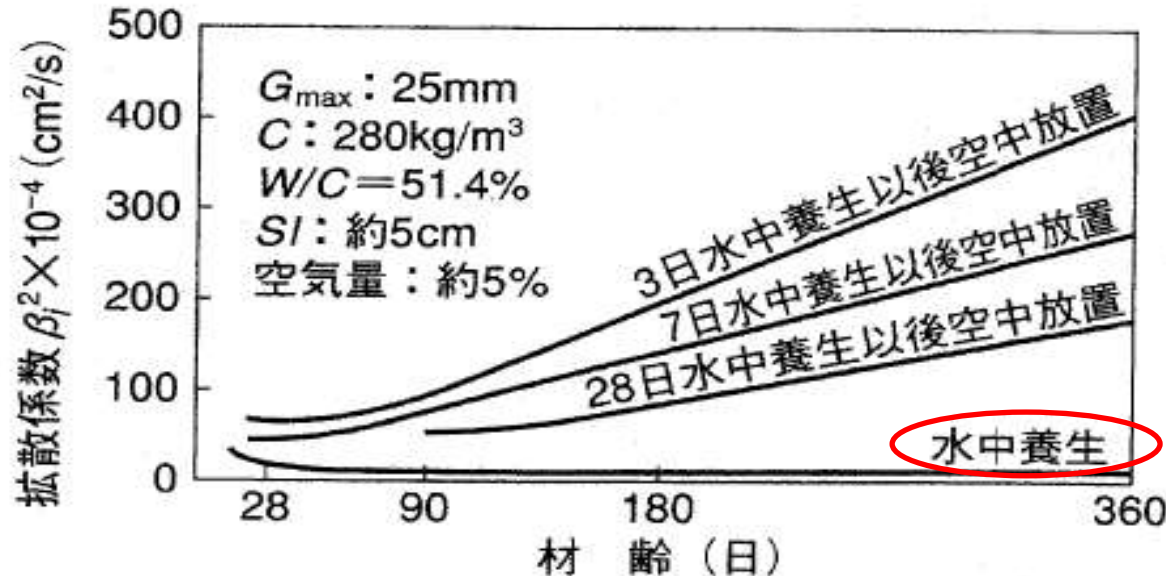
### (乾燥がコンクリート圧縮強度に及ぼす影響)

- ・たえず湿潤養生した場合は強度が増進している。長期強度の増進
- ・乾燥させれば、一時見かけ上の強度は上昇するが、その後の強度の増進はない。
- ・ひび割れに抵抗する強度も小さくなる。

特に高炉セメントを使用したコンクリートは湿潤養生を長期にわたり行わないと、強度が発現しない



## 6-5. 湿潤養生が耐久性に及ぼす影響



参考 図 6.4.2 湿潤養生期間とコンクリートの水密性

### 拡散係数とは

塩化物イオンや炭酸ガス等の劣化因子の侵入のしにくさ、コンクリート組織の緻密さの程度を表す指標

拡散係数が小さいということは、コンクリート組織が緻密であり、劣化因子が侵入しにくい。

### (湿潤養生期間とコンクリートの水密性)

・水中養生したものは**拡散係数が小さい**

⇒十分な水分の供給はコンクリートの組織を**緻密**にし、**水密性を向上**させる。

⇒塩化物イオンや炭酸ガスが侵入しにくくなる。塩害や中性化に対する**耐久性の向上**

## 6-6. 湿潤養生のポイント

### ①型枠を出来る限り残置して湿潤養生を継続する。

- ・コンクリート示方書に定められた期間は**十分な湿潤養生を必ず実施する。**
- ・**マスコンクリートの場合、養生水の温度は常温水やぬるま湯が望ましい。**  
**冷水をかけると表面と内部の温度差が発生し、ひび割れが発生しやすくなる。**

### ②その後、養生を終了して、**急激に空中にさらした場合、**

- ・マスコンクリートの場合⇒**外気温の影響によるひび割れ発生**
- ・断面が薄い場合 ⇒**乾燥収縮によるひび割れが発生**

**また、強度発現の伸びも鈍くなる。**

**型枠取外し後もビニールシートなどで表面の乾燥を防止して、水和反応に必要な水分を逃がさない膜養生を行うこと。**

- ・外気温との差を緩やかにする。

# 十分な湿潤養生(事例)



(スラブ等の水平面用) NETIS登録番号:CG-060005-V

□ 構成

不織布  
フィルム 1.3mm

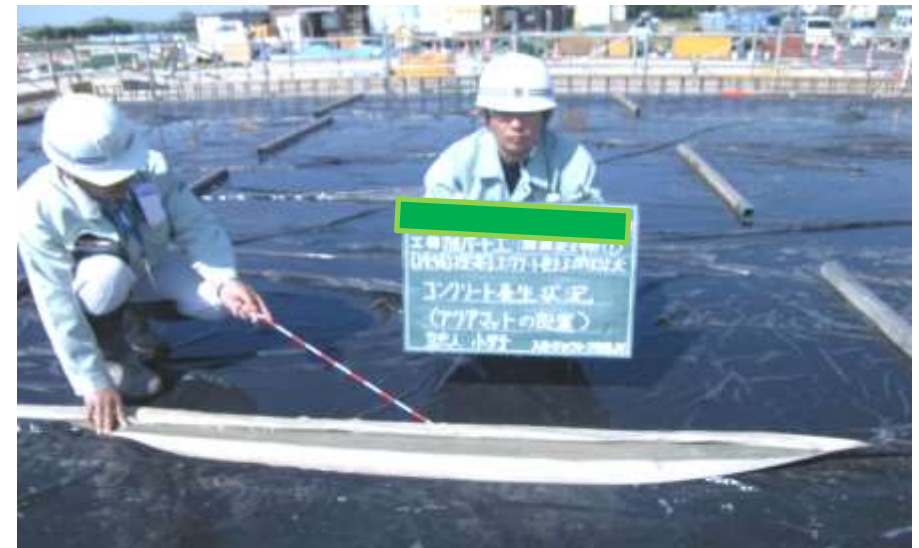
□ 製品断面

保水材  
不織布  
フィルム

■ 特長

Sタイプ

SCタイプ



夏季におけるコンクリート表面積が大きい床版等での養生(保水効果に優れた養生マットの使用)



## 6-7. ビニールシートによる養生について

(目的)

・風から守る、乾燥を防止する。(所定の湿潤養生の後の養生、または併用)

⇒ 水分の逸さを防いで硬化(水和反応)を進行させる。

⇒ 強度を発現させる。

⇒ ひび割れに対する抵抗性を向上させる。

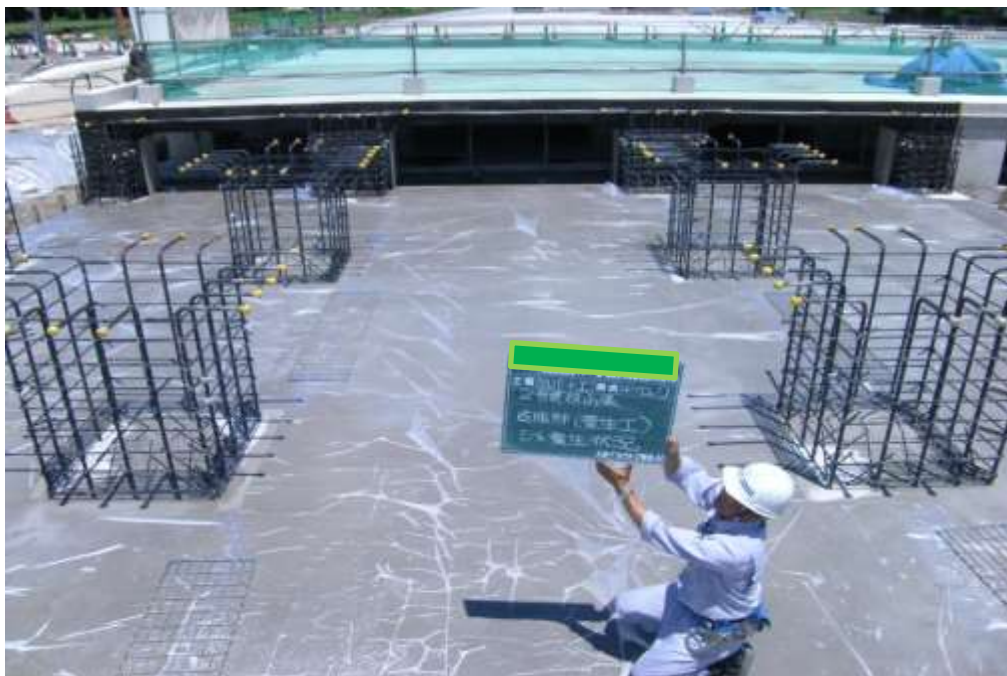
・ひび割れを抑制する

⇒ 乾燥収縮のひび割れ防止

⇒ コンクリートの体積によっては、温度ひび割れの防止にもなる。



## ビニールシートによる養生(事例)



- ・養生マットによる所定の湿潤養生を行った後の養生に使用される。
- ・シートで密閉することにより保湿養生となる。
- ・硬化に必要な水分を逃がさない。
- ・乾燥を防止する。

## 6-8. 気泡緩衝材(プチプチシート)の使用例～寒中コンクリートでの養生～

北海道地方の工事現場(気温がマイナス環境下)において、凍害防止のために多用されている。



**気泡緩衝材とは**、内部に空気層を有しており、これが**断熱効果**を発揮する。

給熱養生を実施後に、型枠を解体し**保温養生**として実施した。

気泡緩衝材の継ぎ目は布粘着テープで張り付け、外気が入らないよう密封した。

適度な湿潤状態が保たれ、急激な温度変化を解消し、ひび割れ発生を抑制できた。

(引用文献) (社)北海道土木施工管理技士会 川田工業株式会社 酒井啓之: 気泡緩衝材によるコンクリート湿潤・保温養生



## 6-9. 暑中コンクリートでの養生対策としての実施例



橋脚の養生における気泡緩衝材の使用

- ・この年の夏は少雨高温で、コンクリートが**乾燥**しやすく、厳しい環境であった。
- ・内部に養生マット、常に給水することにより**湿潤状態**としている。
- ・さらに外面を**気泡緩衝材**を巻いて、**風からの防護、乾燥防止と外気温の影響低減**に努めている。
- ・海岸沿いであるため、**飛来塩分の付着も抑制**している。

## 養生ができない？ 養生マットが敷けない？



どんな現場条件でも、養生をまったく行わないのはダメ！

### 出来ること

- ① 日射による乾燥をできるだけ防ぐため、作業していない場所をブルーシートで型枠ごと覆う。
- ② マスコンクリートとなるため常温水を使用して、こまめに散水し天端に堪水させる。

## 6-10. 水和反応に起因する温度ひび割れについて

### 内部拘束によるひび割れ

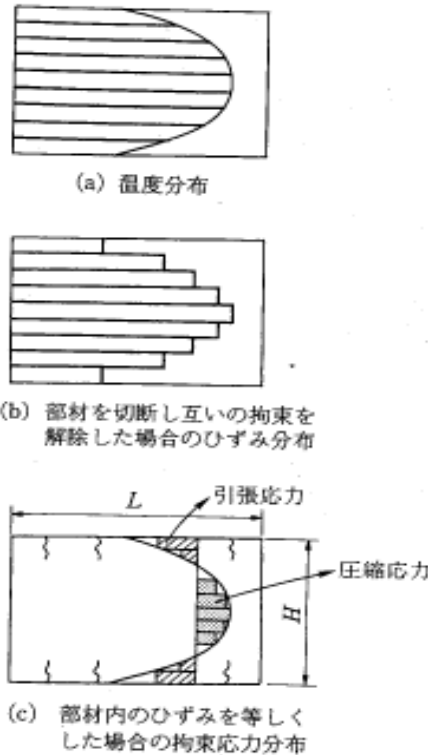


図 6.11-4 内部拘束によるひび割れの発生機構

- ・ 内部と外部の温度差に起因
- ・ 初期段階で発生

### 外部拘束によるひび割れ

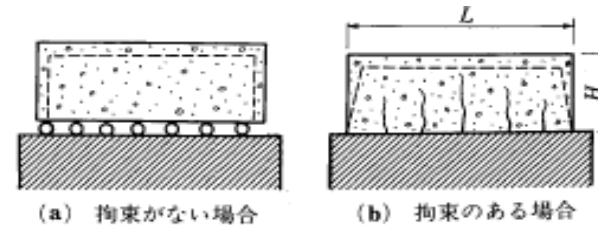
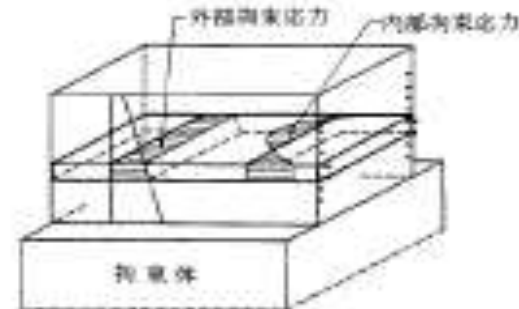


図 6.11-5 外部拘束によるひび割れの発生機構

- ・ 外部拘束による引張作用
- ・ 材齢がある程度進んだ段階で発生
- ・ 部材を貫通するひび割れに成長する場合も多い
- ・ 既設構造物の巻立て等、耐震工事でも多い



※「制鋼指針<sup>®</sup>」

図 1.2.2 水和熱により発生する応力の模式図



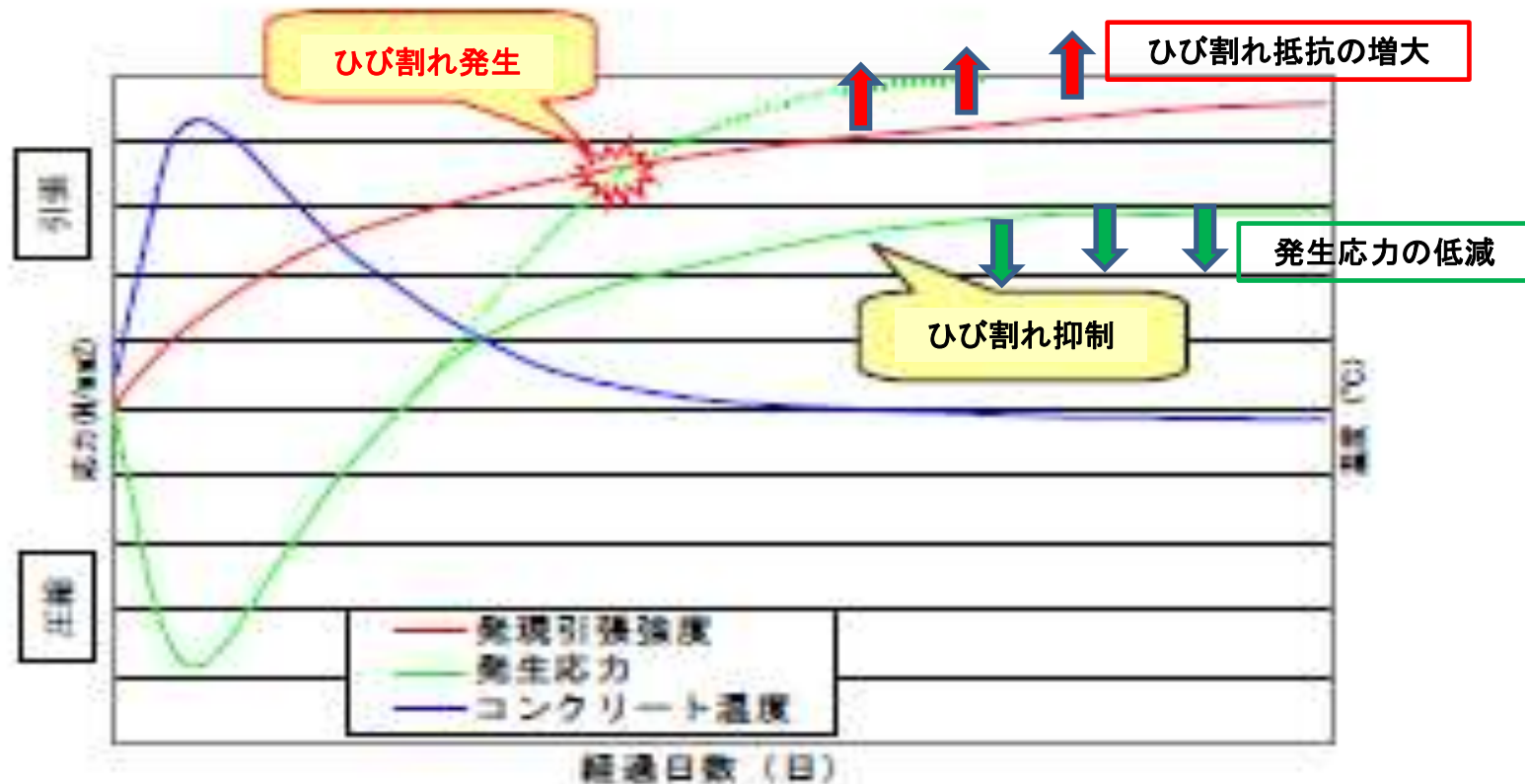


図 1.2.3 コンクリートの温度・発現引張強度・発生応力度とひび割れ発生の概念図

## 養生をしっかりと行うことは

- ①強度発現を増進する。⇒ひび割れ抵抗性の増大
- ②外気温の影響を小さくし、コンクリート温度を緩やかに低下させる。⇒発生応力を低減する。

- (引用文献)
- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、関田徹志、溝渕利明: コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
  - 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭 博、牧 保峯: コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
  - 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆: 現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
  - 4) 岩瀬文夫: ひび割れの無いコンクリートの作り方、日経アーキテクチュア

## 7. スランプについて

### 7-1. スランプ8cm(鉄筋構造物は12cmのものもある)

- ・スランプ8cmは絶対条件か？

- ・具体的な根拠なく、スランプを大きな値に変更している事例あり

### 7-2. ワーカビリティ

- ・**材料分離**を生じることなく、運搬、打込み、締固め、仕上げなどの作業が容易にできる程度を表すフレッシュコンクリートの性質

- ・本来、ワーカビリティは凝結に至るまでのフレッシュコンクリートの施工のしやすさに関するあらゆる項目を含むもの。

- ・特に重要なワーカビリティとして、コンクリート示方書では、充てん性、圧送性、凝結特性を取り上げて記述している。

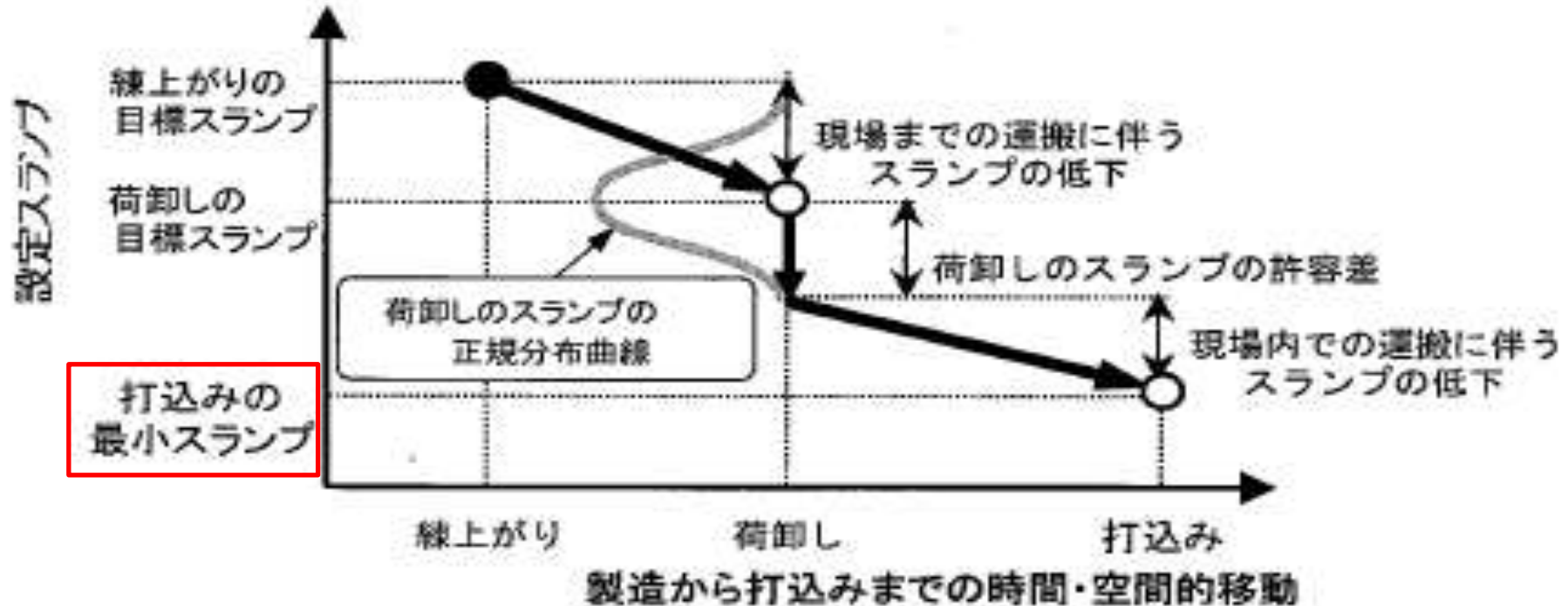
### 7-3. コンクリートに要求される充てん性

- ・振動、締固めを通じて、コンクリートが**材料分離**することなく鉄筋間を円滑に通過し、かぶり部や隅角部あるいはPC定着部等に**密実に充てん**できる性能
- ・振動締め固め時の**流動性と材料分離抵抗性との相互作用**によって定まる。
- ・**流動性をスランプで表す。**
- ・**材料分離抵抗性は単位粉体量(単位セメント量)の大小を指標とする。**



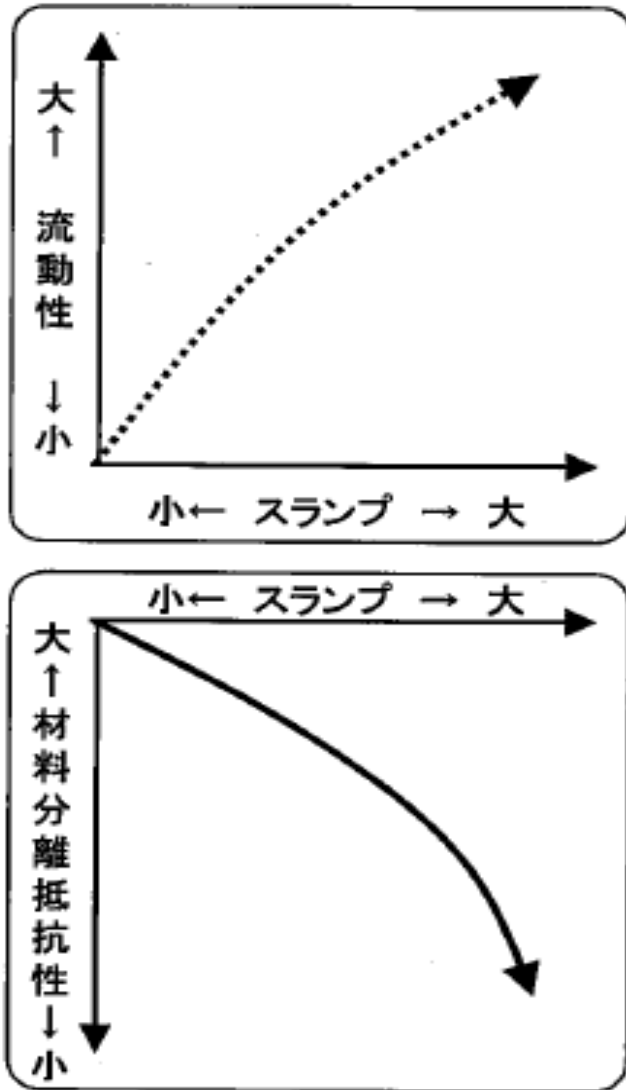
## 打込みの最少スランプを適切に設定

各施工段階の設定スランプとスランプ経時変化の関係

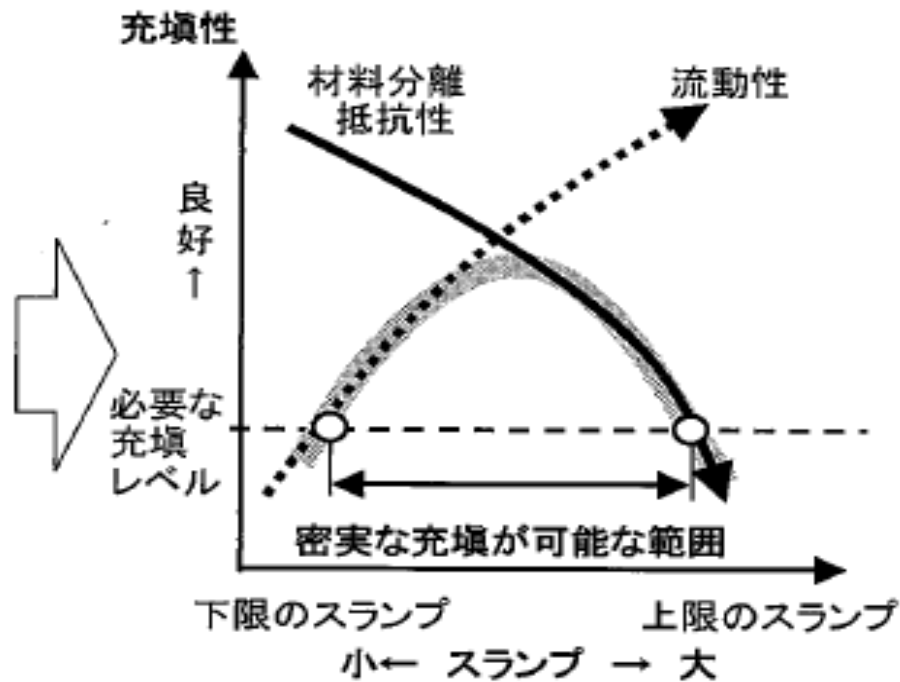


- ・スランプはコンクリートの製造から打込みまでの時間経過や運搬によって変化する。
- ・密実な充てん⇒打込み時に必要なスランプを確実に確保しておくこと。
- ・打込みの最少スランプを満足するためには  
運搬方法、練り上がりから打込み終了までの時間、気温等を考慮して練り上がりのスランプ、  
荷卸しのスランプを定める必要がある。

# コンクリートの適切な充てん性の考え方

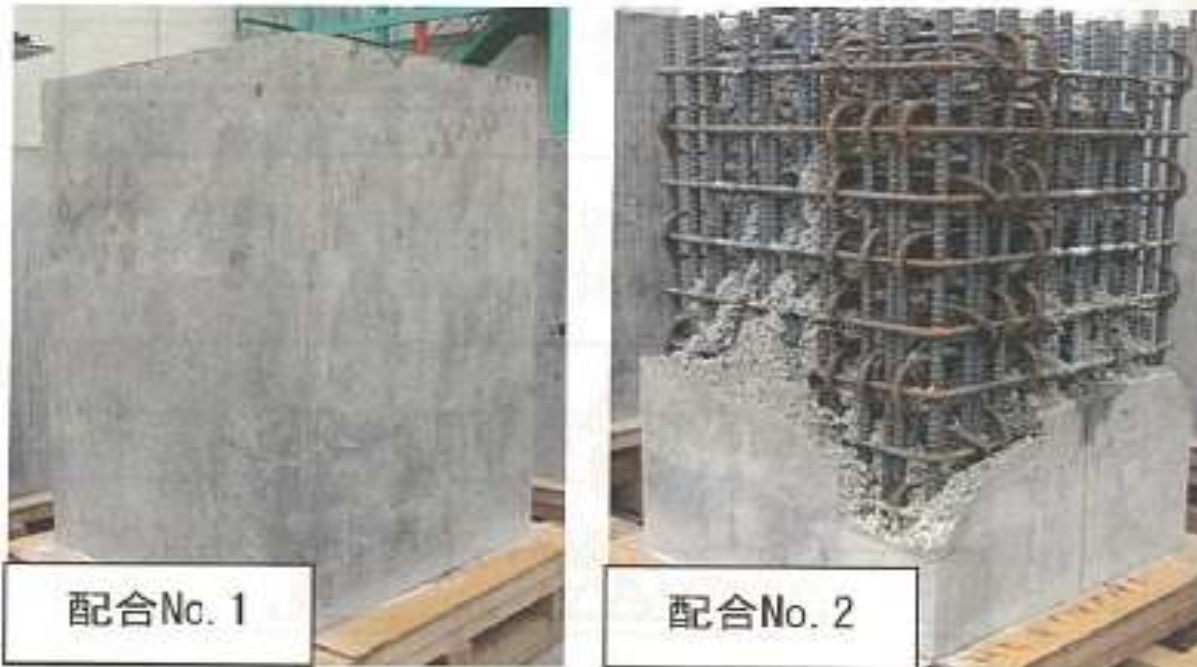


**充てん性⇒流動性と材料分離抵抗性の相互作用**



(引用文献) 公益社団法人土木学会:施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)

## 流動性と材料分離抵抗性の相互バランス(事例)



配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			
			W	C	S	G <sup>(*)</sup>
No.1	58	47	150	261	902	998 [0.381]
No.2	58	37	147	256	710	1200 [0.458]

(\*) [ ]数値は単位粗骨材容積(m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

解説 区 3. 2. 8 配合の違いと高密度配筋部への充てん状況

- ・鉄筋のあき最少あき42mmの高密度配筋部材に打ち込んだ充てん状況
- ・流動性と材料分離抵抗性の相互のバランスによる定まるワーカビリティの違いによって、充てん性が大きく異なることが分かる。
- ・流動化コンクリートの使用(高性能AE減水剤)を検討する。

(引用文献) 公益社団法人土木学会: 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)



## 場内運搬としてのコンクリートポンプによる圧送の場合のスランプ低下の目安

表 4.5.7 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	
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 (バケット運搬を含む)		補正なし	補正なし
50m 以上 150m 未満	—	補正なし	補正なし
	テーバ管を使用し 100A (4B) 以下の配管を接続	0.5~1cm	0.5~1cm
150m 以上 300m 未満	—	1~1.5cm	1cm
	テーバ管を使用し 100A (4B) 以下の配管を接続	1.5~2cm	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 1cm 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 1cm を加える。

(引用文献) 公益社団法人土木学会:施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)

# 最少スランプの目安

## スラブ部材における打込みの最少スランプの目安

施工条件 <sup>1)2)</sup>		打込みの最少スランプ (cm)
締固め作業高さ	コンクリートの打込み箇所間隔	
0.5m 未満	任意の箇所から打込み可能	5
0.5m 以上 1.5m 以下	任意の箇所から打込み可能	7
3m 以下	2~3m	10
	3~4m	12

1) 鋼材量は  $100\sim 150\text{kg/m}^3$ 、鋼材の最小あきは  $100\sim 150\text{mm}$  を標準とする。

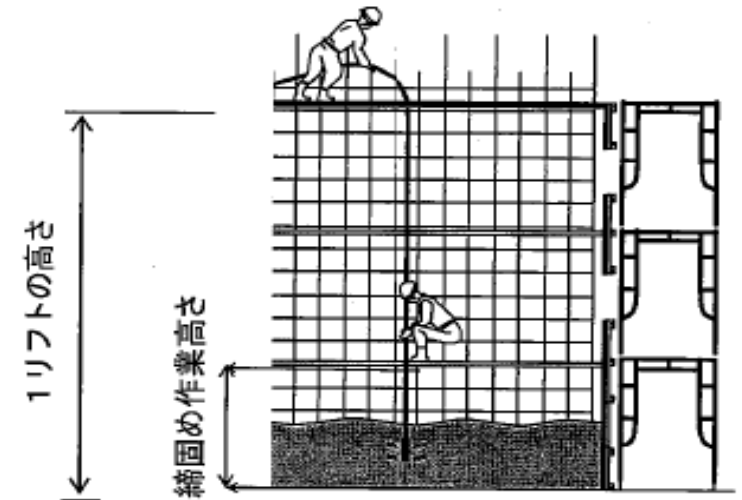
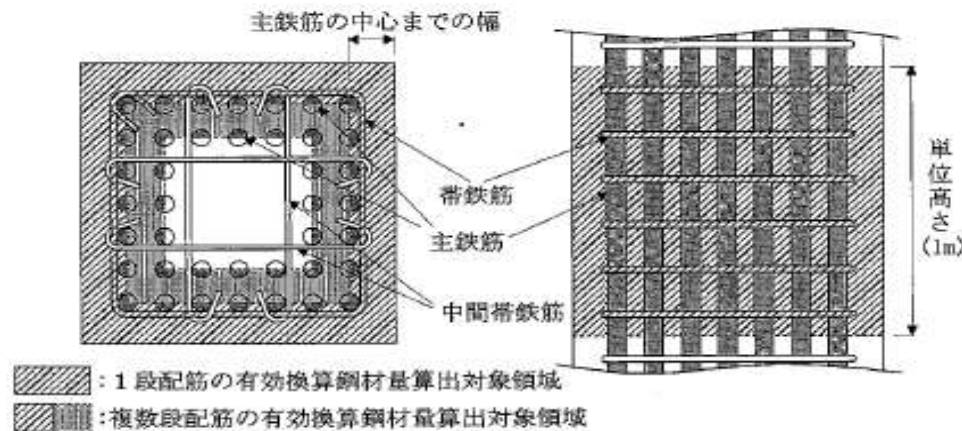
2) コンクリートの落下高さは、 $1.5\text{m}$  以下を標準とする。

# 柱部材における最少スランプの目安 (cm)

表 4.5.3 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>	施工条件		打込みの最小スランプ (cm)
	締固め作業高さ	かぶりあるいは軸方向鉄筋の最小あき	
700kg/m <sup>3</sup> 未満	3m未満	50mm以上	5
		50mm未満	7
	3m以上 5m未満	50mm以上	7
		50mm未満	9
	5m以上	50mm以上	12
		50mm未満	15
700kg/m <sup>3</sup> 以上	3m未満	50mm以上	7
		50mm未満	9
	3m以上 5m未満	50mm以上	9
		50mm未満	12
	5m以上	50mm以上	15
		50mm未満	15

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



解説 図 1.5.2 部材内部に作業員が入る場合の締固め作業高さ