

良いコンクリート施工のための注意点

高知県土木部技術管理課

1. コンクリート施工に関する検査方針

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、

・運搬、打込み、締固め、養生等が適正か。

高知県建設工事共通仕様書⇒コンクリート標準示方書

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。



現道交通供用下のコンクリート工事

2. 検査で見かける初期欠陥

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

セパレータのコーン跡下方の沈下ひび割れ、他に
あばたや豆板補修跡

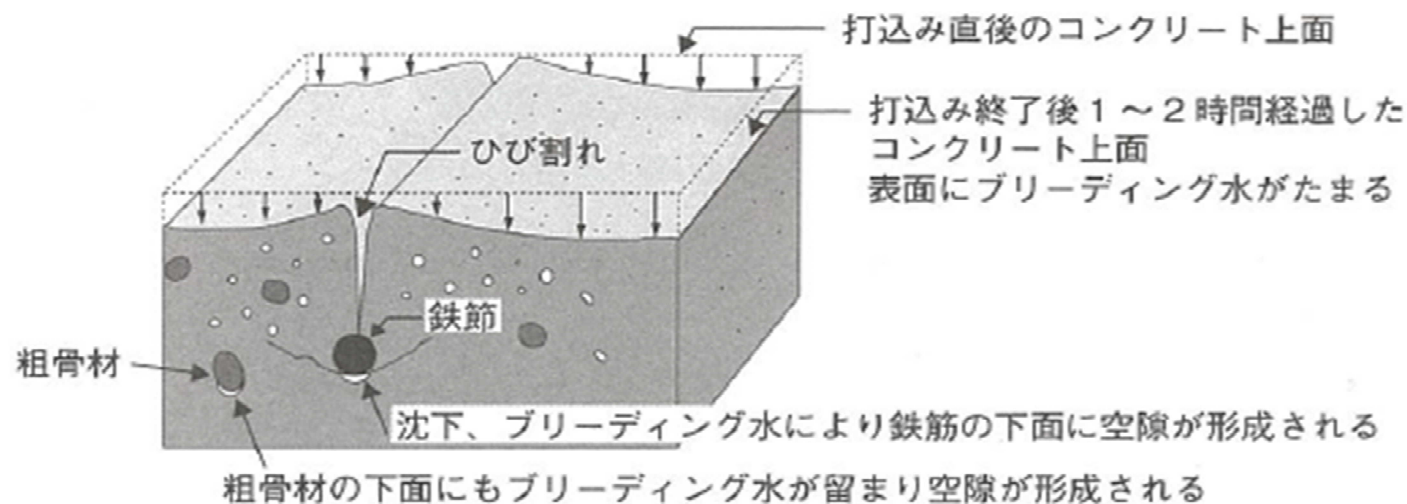


図 1-2 鉄筋の上部に生じる沈下ひび割れの概念

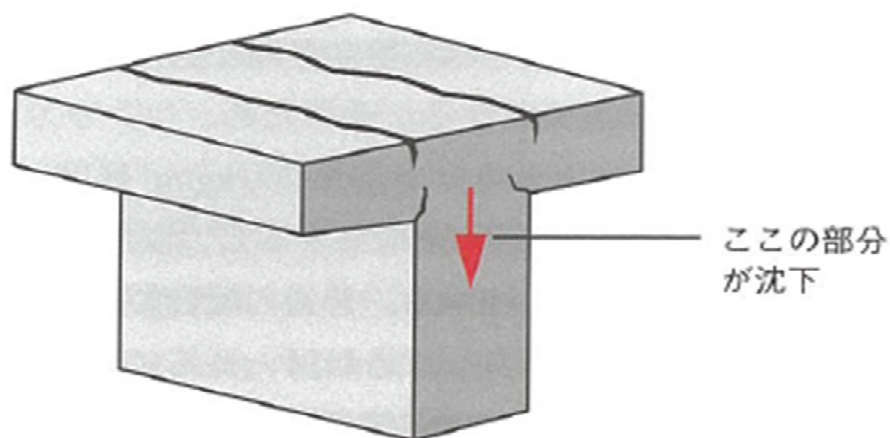


図 1-3 上下方向の寸法に違いがある部位に生じる沈下ひび割れの概念

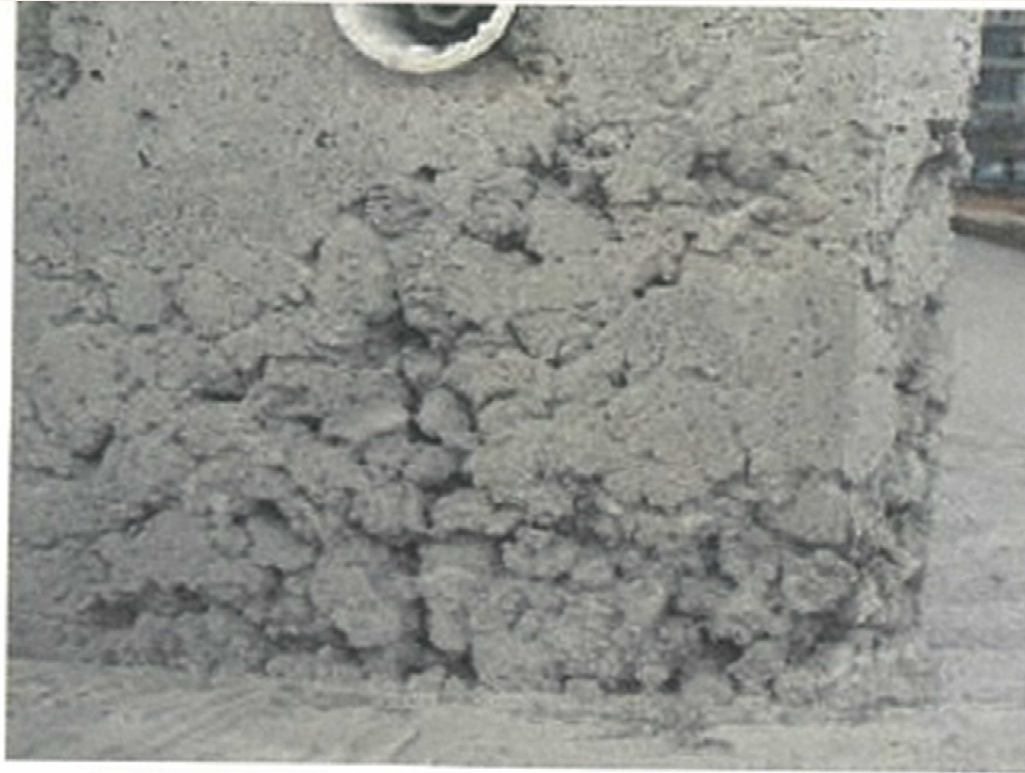
- ・ブリーディング量が多いコンクリート(単位水量が大きい等)で顕著に発生

- ・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、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

②豆板



解説 図 7.3.11 柱部下端のジャンカの発生状況
豆板

・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⇒
**落下速度が速い場合に
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。

③表面気泡

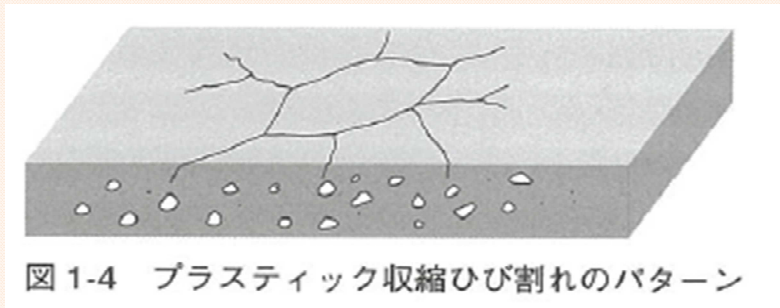


スパージングによる気泡の除去

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。

- ・傾斜面に発生
- ・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

④プラスチック収縮ひび割れ



- ・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従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

⑤温度ひび割れ



温度ひび割れの発生、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. 打ち込みで気付いたこと

3-1. 材料分離

- ・ 打ち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き落下している。
- ・ 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

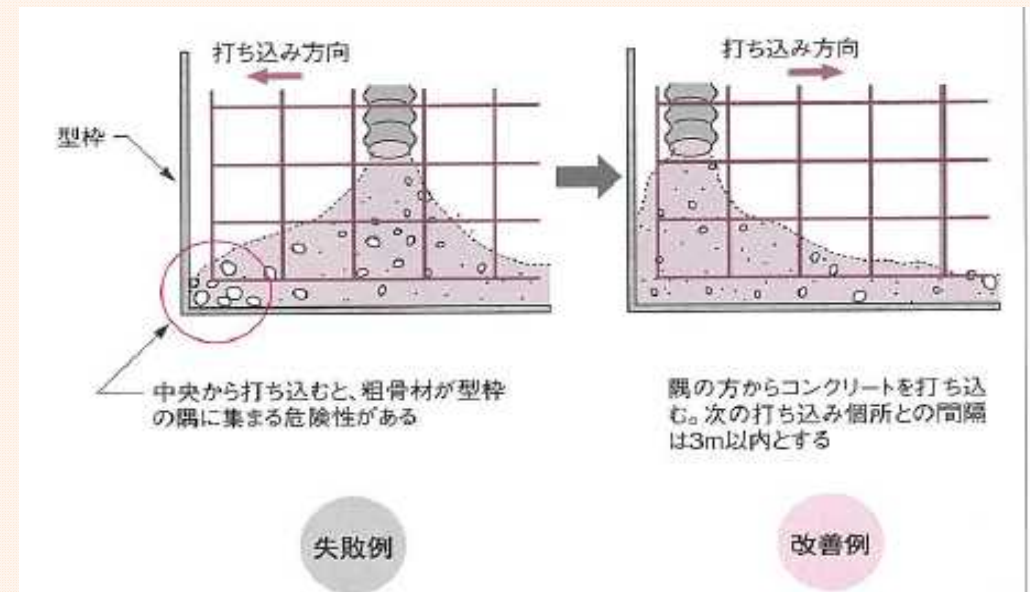


打設高さ、締固め高さはできるかぎり直下
がよい

ひび割れのきっかけとなる材料分離



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モルタル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

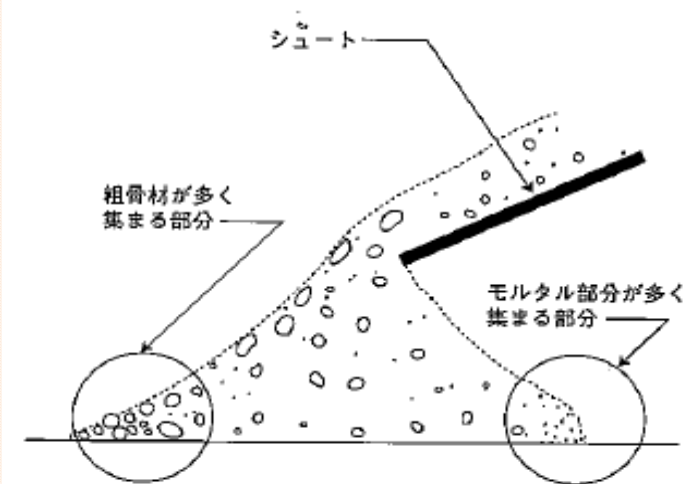


図-1 コンクリートを落下させたときの分離

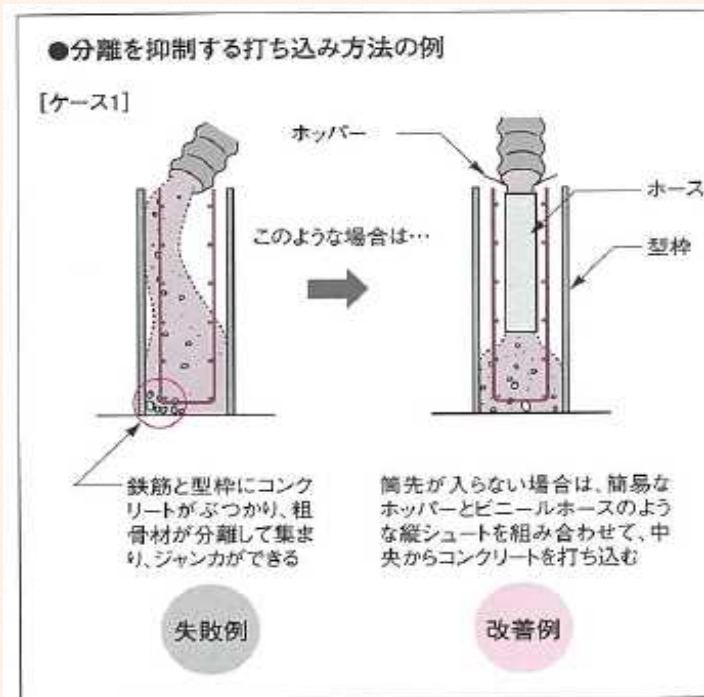
- (引用文献)
- 1) 十河茂幸、河野広隆、今本啓一、閑田徹志、溝渕利明: コンクリートの初期ひび割れ対策、セメントジャーナル社
 - 2) 十河茂幸、河野広隆、和泉意登志、地頭 博、牧 保峯: コンクリートのひび割れが分かる本、セメントジャーナル社
 - 3) 十河茂幸、信田佳埜延、栗田守朗、宇治公隆: 現場で役立つコンクリート名人養成講座改定版、日経コンストラクション
 - 4) 岩瀬文夫: ひび割れのないコンクリートの作り方、日経アーキテクチャ

豆板の防止の例⇒隙間テープでの処理

隙間テープ



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。

⇒**小さくする。できればゼロがよい。**

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、地頭蘭 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

落下高さ1.5mは確保しているが・・・？



①結果的に材料分離している。

初層は固い面への落下となり、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。

②出口の径が大きい

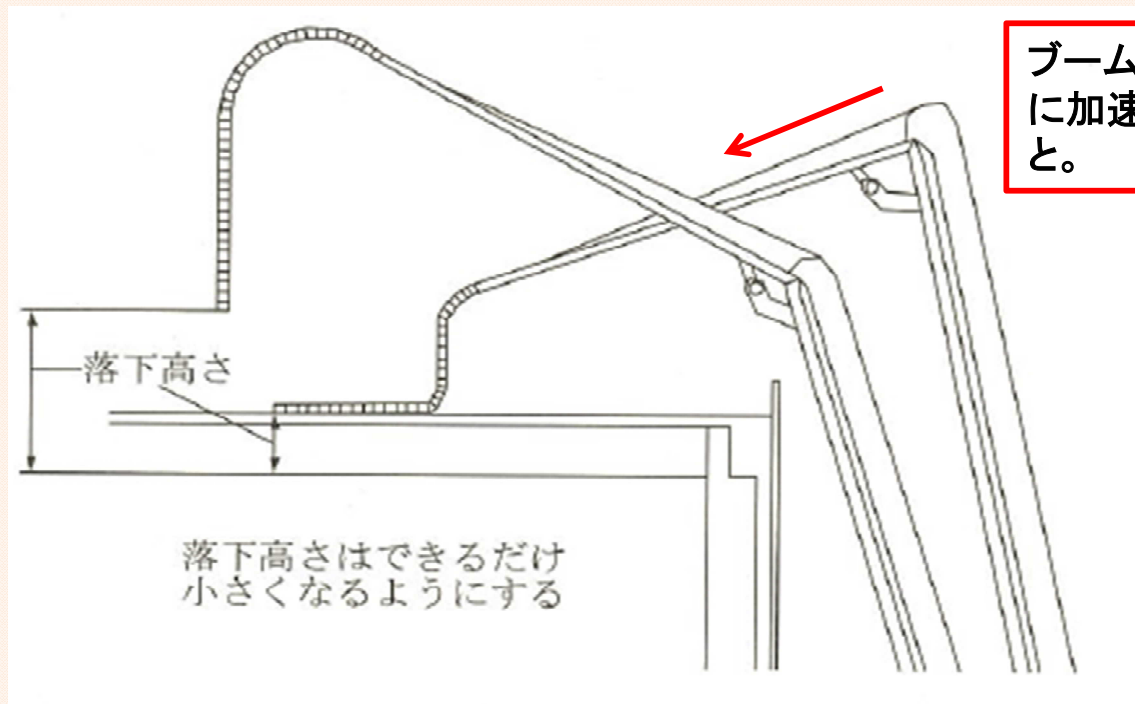
10cm程度、大きくても15cm程度がよい。

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小さくする。

⇒例えばサニーホースを活用して、“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。
⇒粗骨材を集めて速やかにモルタルの多い箇所へ移動して、再振動すること。



ブームの勾配が下向きになった場合に加速が付きやすいので注意すること。

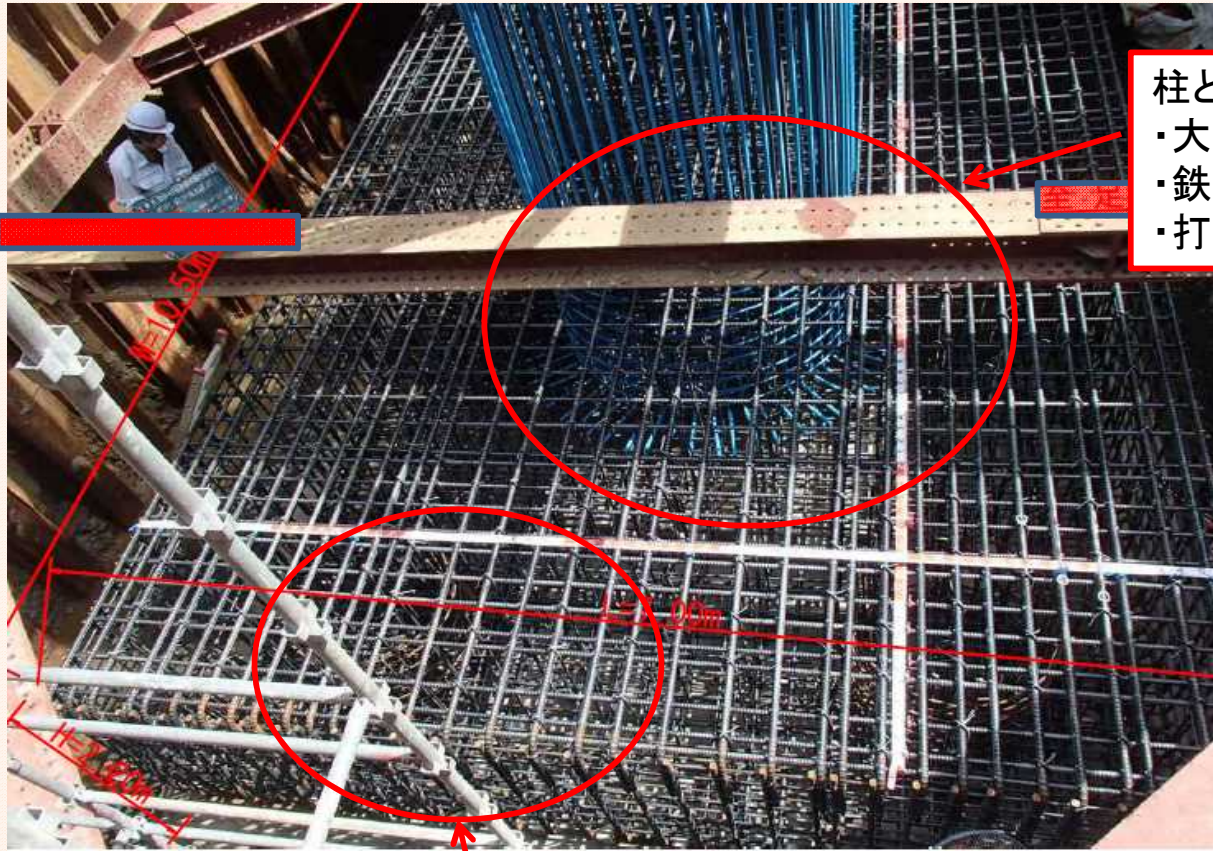
3-4. 鉄筋構造物の場合、内部空間への作業員配置

- ・耐震設計が強化されて、**過密配筋の傾向**である。
- ・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の傾向**
- ・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。

- ①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。
- ②鉄筋を一時的に外すことが必要。
- ③鉄筋組立前から、作業空間の確保を検討する。



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)



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

(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)

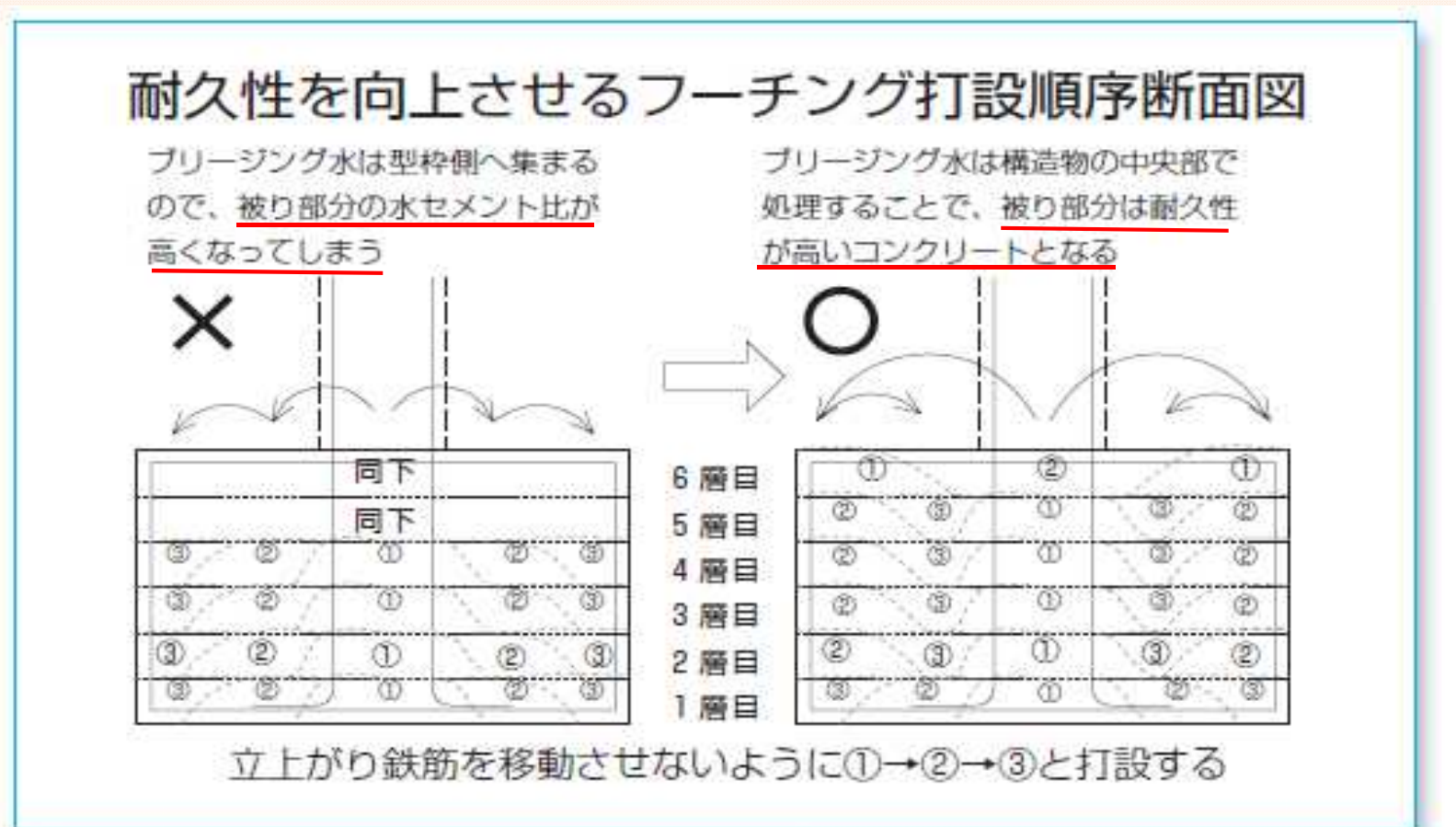
- ・可能であれば鉄筋を部分的に外して、内部に作業員を入れて、締め固める。
- ・打設中のブリージング水の回収も確実にを行う。

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

大量のコンクリート打設におけるブリージング水の処理

- ・フーチングなどの大量のコンクリートでは、特に冬季の施工ではブリージング水が発生する。
- ・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。

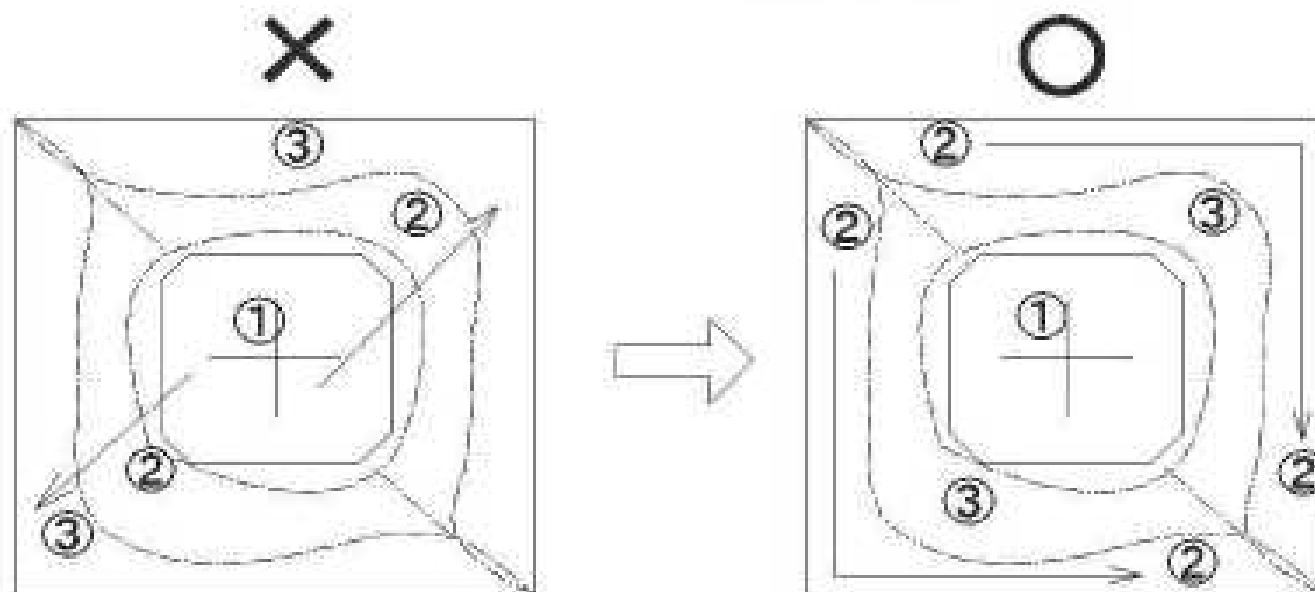


図表1 耐久性を向上させるフーチング打設順序断面図

耐久性を向上させるフーチング打設順序平面図

フ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

フリージング水は橋造物の中央部で
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



立上がり鉄筋を移動させないように①→②→③と打設する

図表2 耐久性を向上させるフーチング打設順序平面図

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小さくしている。
- ・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。



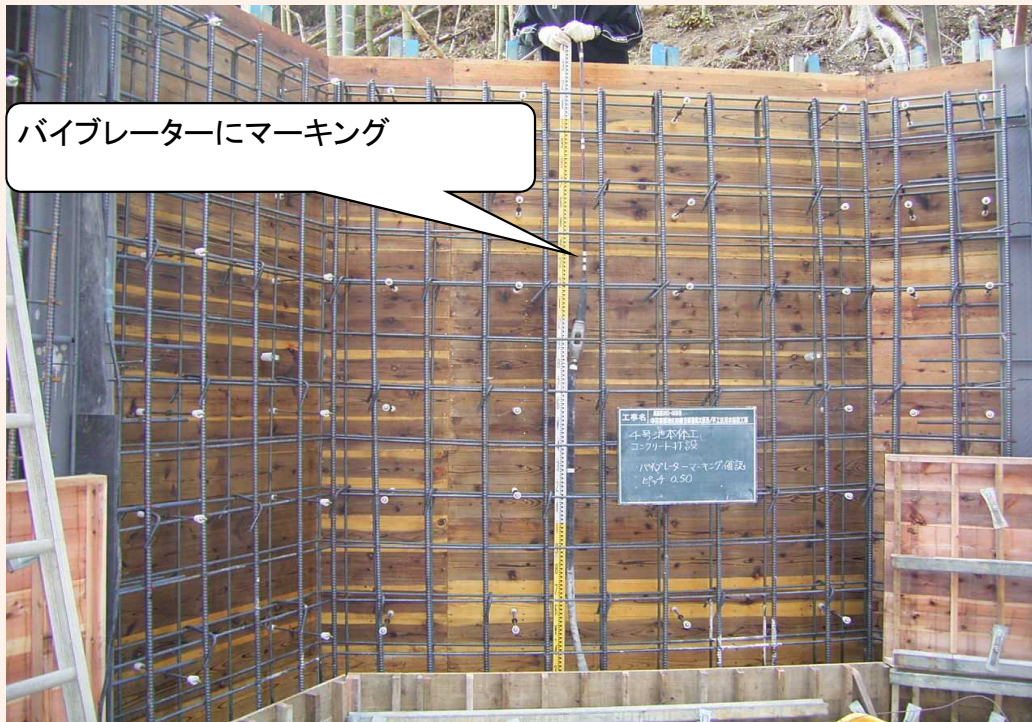
②サニーホースの利用により投入高さを小さくした工夫例(その2)

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。



打込み箇所が直接確認しにくいいため、バイブレーターに目印をつける



逆T式擁壁の縦壁での施工例



打設高さ 約3.8m



バイブレーターが目印、50cmピッチ

3-6. 打ち重ね時のブリーディング水の処理

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、適当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。



打設中のブリーディング水回収

鉄筋構造物の場合の回収

・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**からも作業員を入れることを検討すること。

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。作業性が悪いため、
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。**



- 安全性が確保されていない。
- 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



金網マット、鉄筋上面の作業性確保

3-4. 打ち込み時の材料分離について(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は、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。**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。内部振動機の挿入口も考えること。**
- ・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)

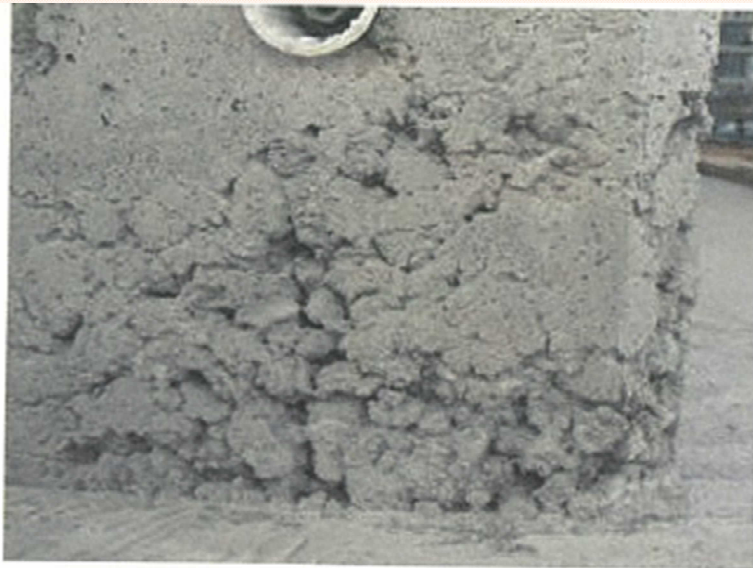
コンクリートを密実にし、鉄筋との付着を確保すること。

(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検査でよく見る。締固めが適正に行われているか？



解説 図 7.3.11 柱部下端のジャンカの発生状況

豆板について
ひび割れに対する弱点となる。

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

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⁴⁾

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	8000 (133)	2~3	15	12	10	20	15	10
大型	60	8000 (133)	1.8~2.0	25	20	17	30	25	20
	60	12000 (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

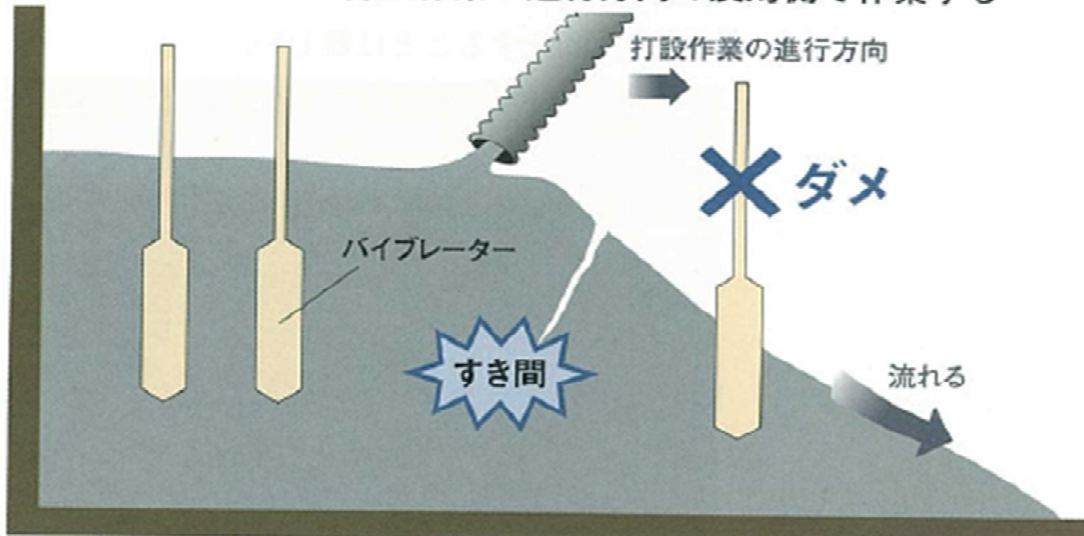


バイブレーターは、打設作業の進行方向の反対側で作業をする。上の写真では右側が進行方向



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

●バイブレーターは打設作業の進行方向の反対側で作業する



打設位置の進行方向に対して反対側でコンクリートを締め固めるようにバイブレーターをかける。進行方向でバイブレーターをかけると、流動化したコンクリートが先に流れてしまい、締め固めの効果が得られないばかりか、途中にすき間が生じることがある

- (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:ひび割れのないコンクリートの作り方:日経アーキテクチュア

4-3. 沈下ひび割れ対策

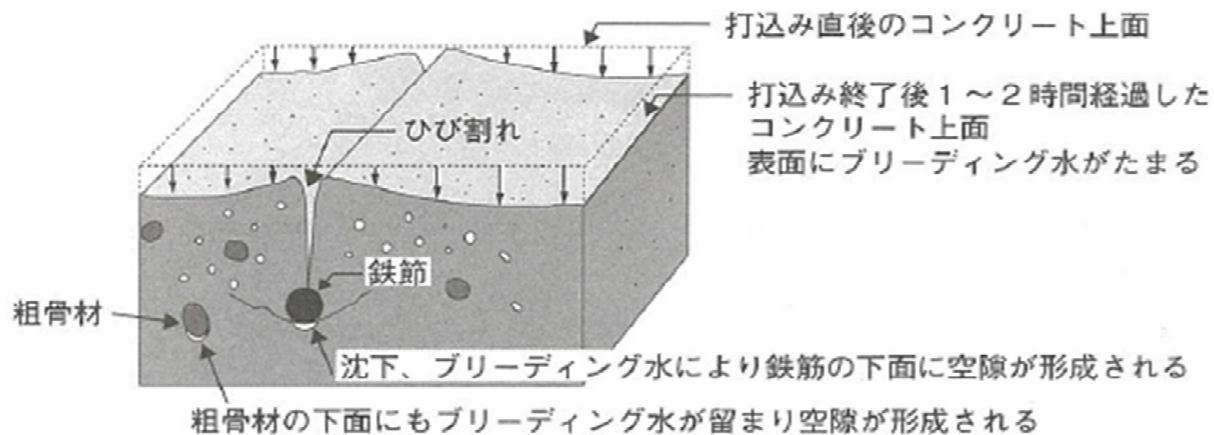
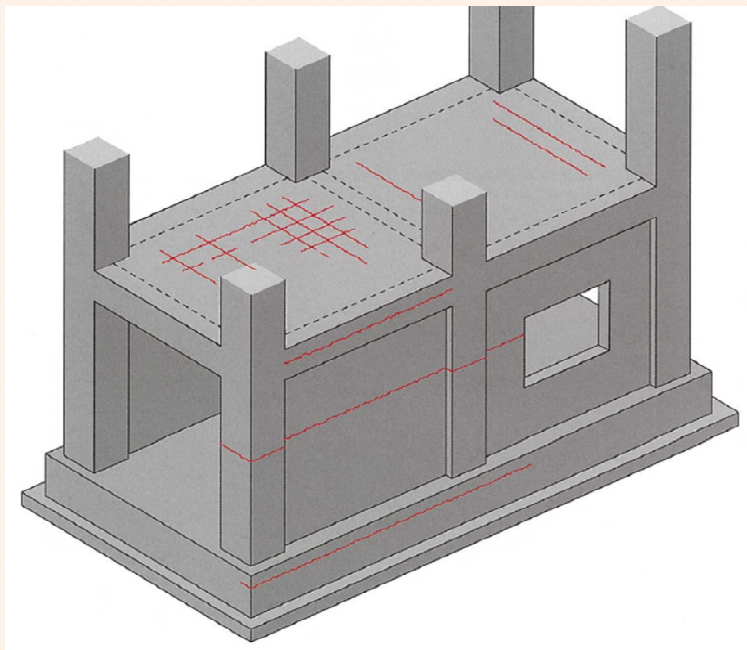


図 1-2 鉄筋の上部に生じる沈下ひび割れの概念



セパレータのコーン跡下方の沈下ひび割れ



検査で見かける不具合

- 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、地頭蘭 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。

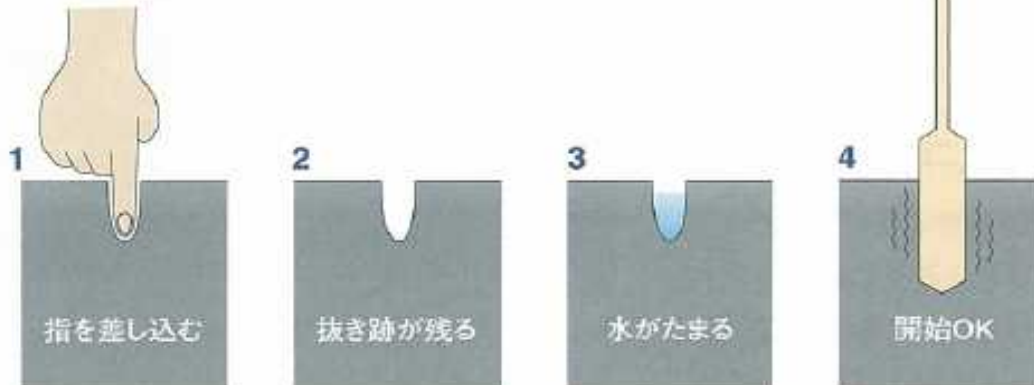
○効果

- ・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、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、流動性を高めたうえで、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

- ・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

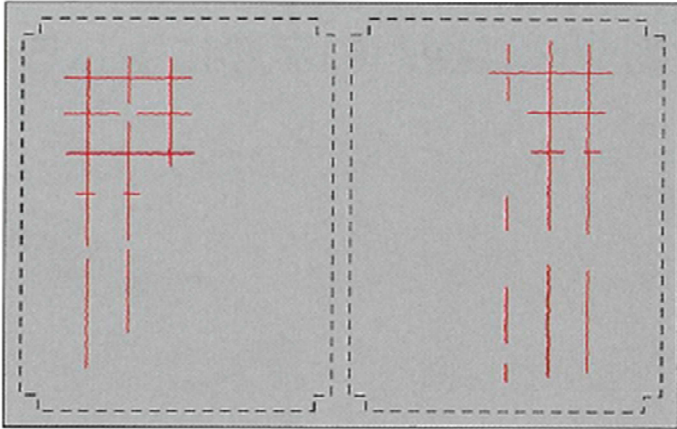
④鉄筋構造物の場合

- ・“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。

・ひび割れ、気泡、凹凸、すじ、豆板、色むら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

5-3. 仕上げについて

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

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

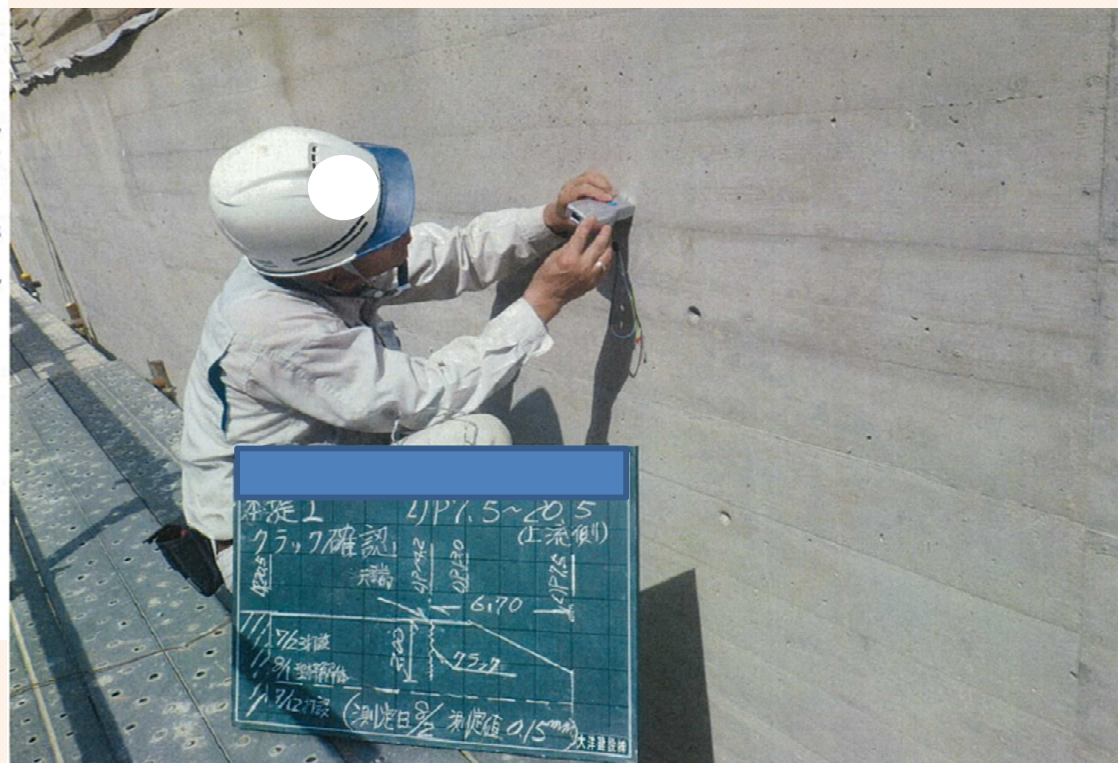
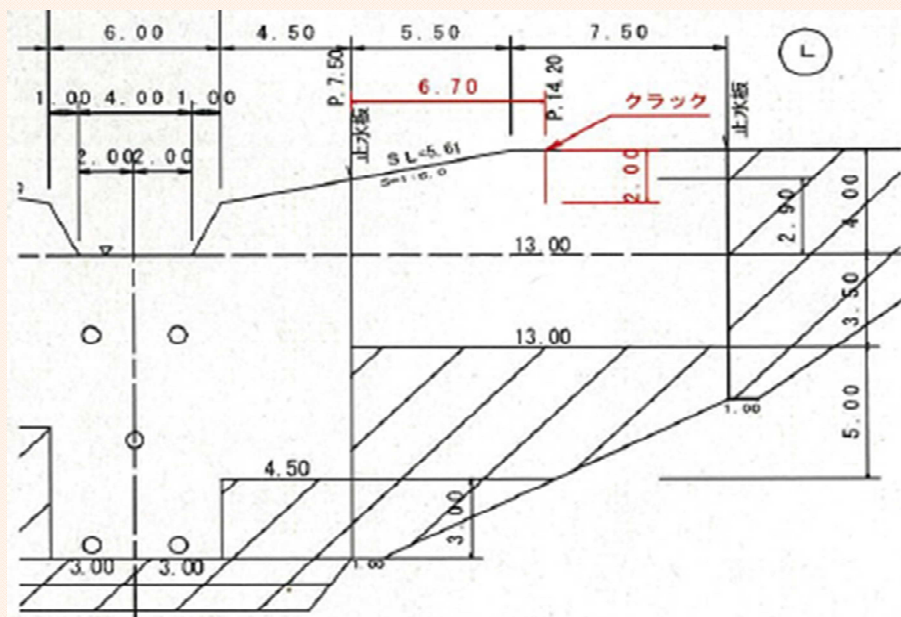
③湿潤養生期間が終了すると、完全に養生を終了している。

- ・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な？

- ・建設検査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

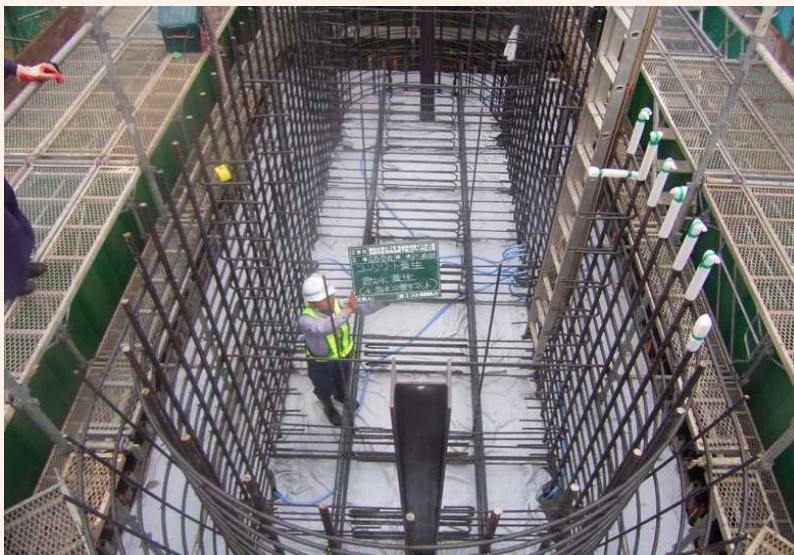
セメントの水和反応を十分に進行させる必要がある。

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

コンクリート標準示方書 施工編

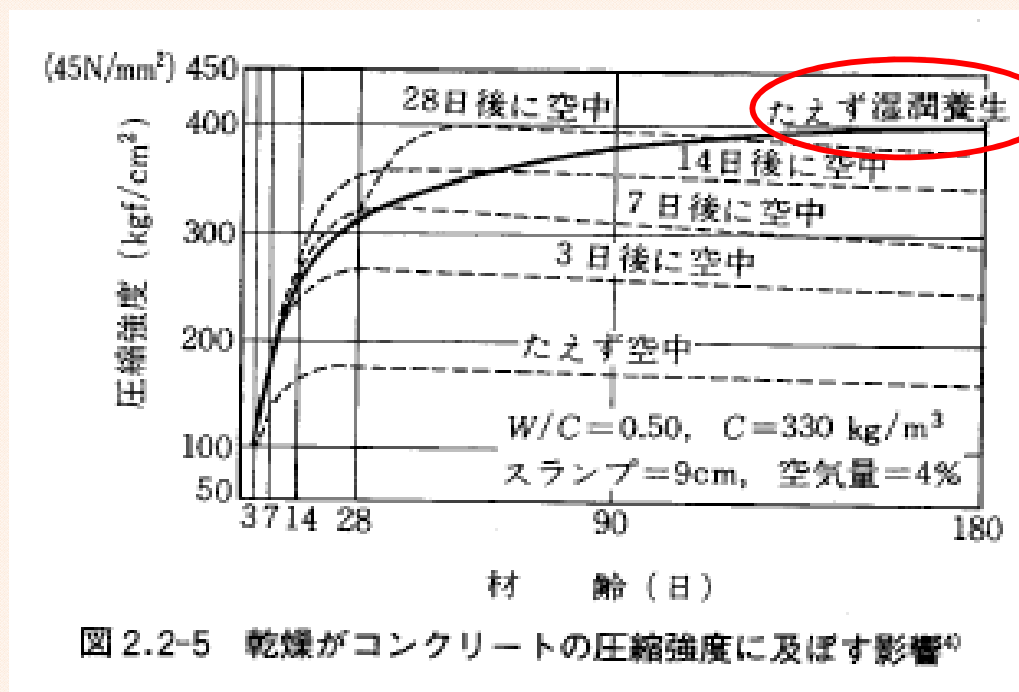
8.2 湿潤養生

- (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

6-4. 湿潤養生が強度発現に及ぼす影響

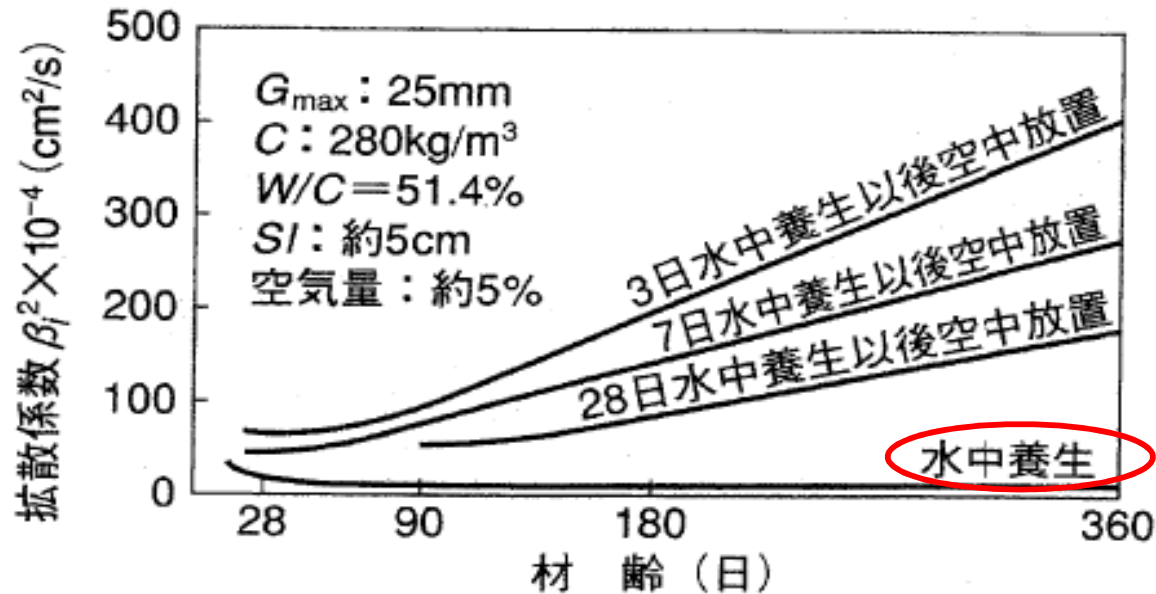


(乾燥がコンクリート圧縮強度に及ぼす影響)

- ・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が望ましい。

- ・**外気温とのすりつけを緩やかにする。**

十分な湿潤養生



暑中コンクリートでの養生

アクアマット
S/SCタイプ (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



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。



堪水養生+シート養生

ビニールシートによる養生



- ・アクアマットによる所定の湿潤養生を行った後の養生
- ・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

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、型枠解体後に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。

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

- ・今年の夏は少雨高温であり、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？



①作業していない場所をブルーシートで型枠ごと覆う。

日射による乾燥をできるだけ防ぐ

②こまめに散水する。

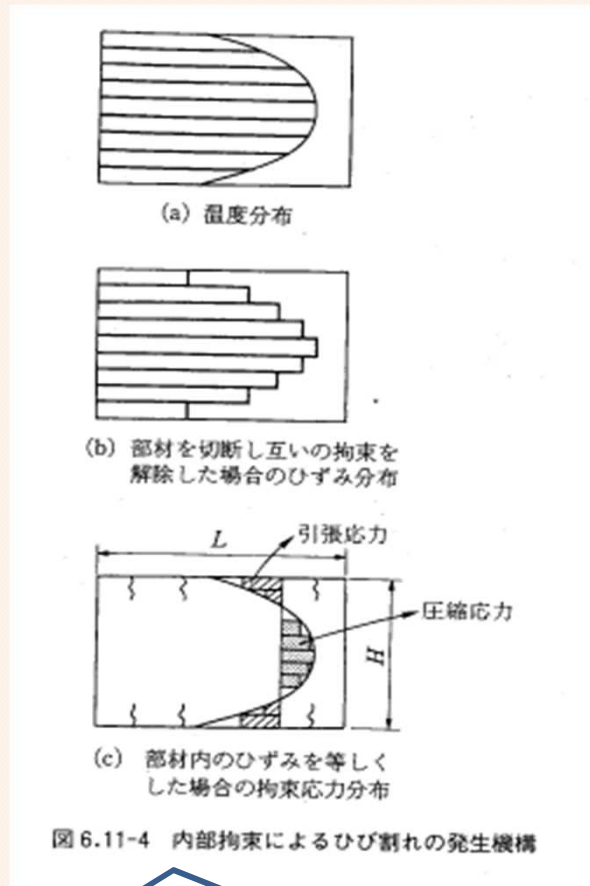
・マスコンクリートとなるため
常温水を使用する。

・天端に堪水する。

養生をまったく行わないのはダメ！

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



- ・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

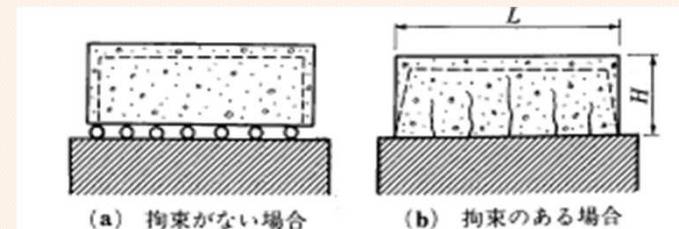
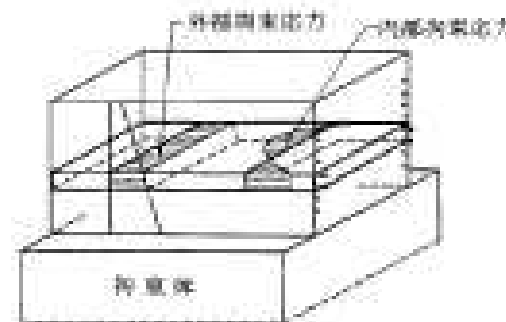


図 6.11-5 外部拘束によるひび割れの発生機構

- ・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。



※「制鋼指針」

図 1.2.2 水和熱により発生する応力の模式図

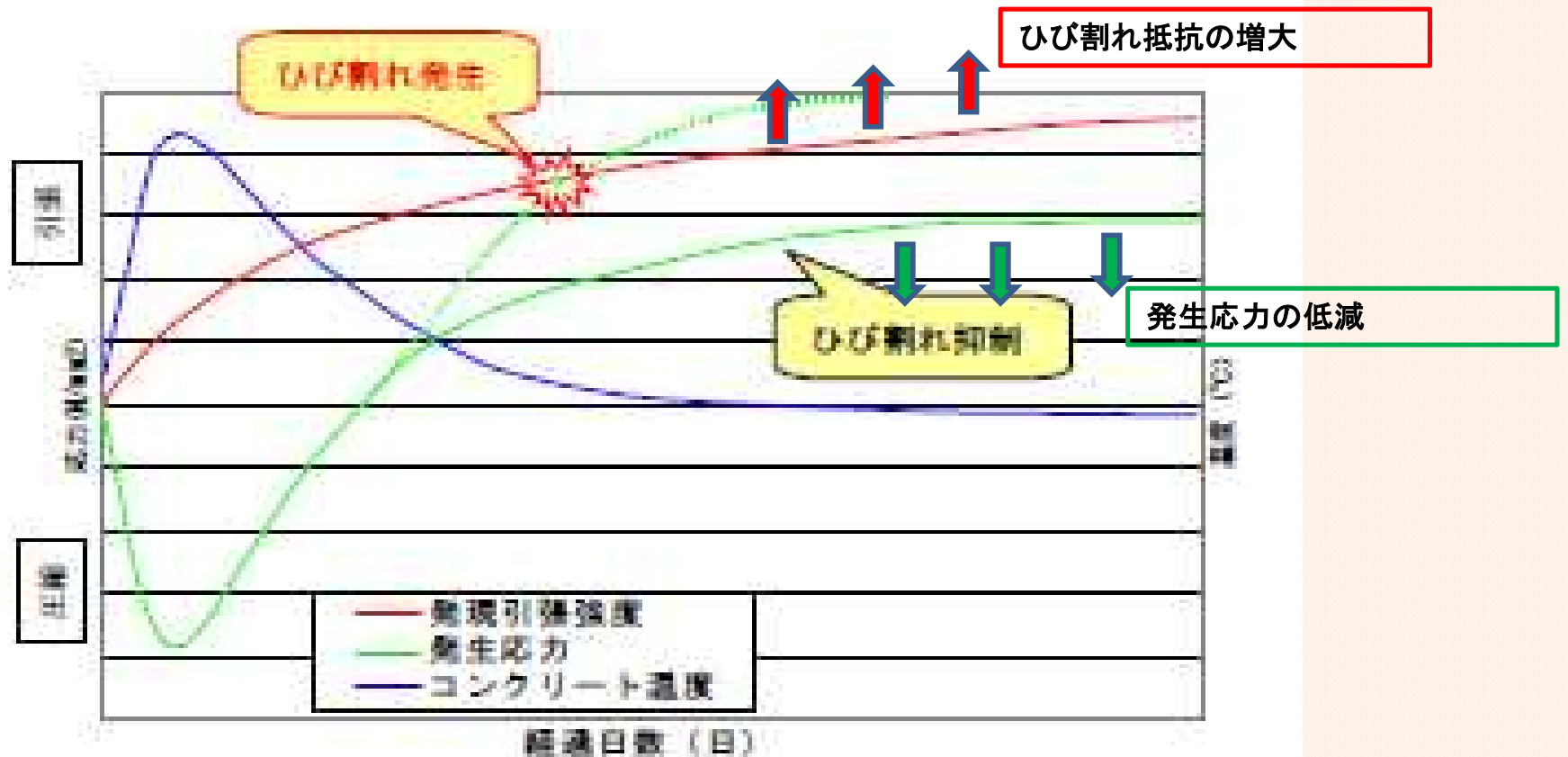


図 1.2.3 コンクリートの温度・発現引張強度・発生応力度とひび割れ発生の概念図

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、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

- ・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

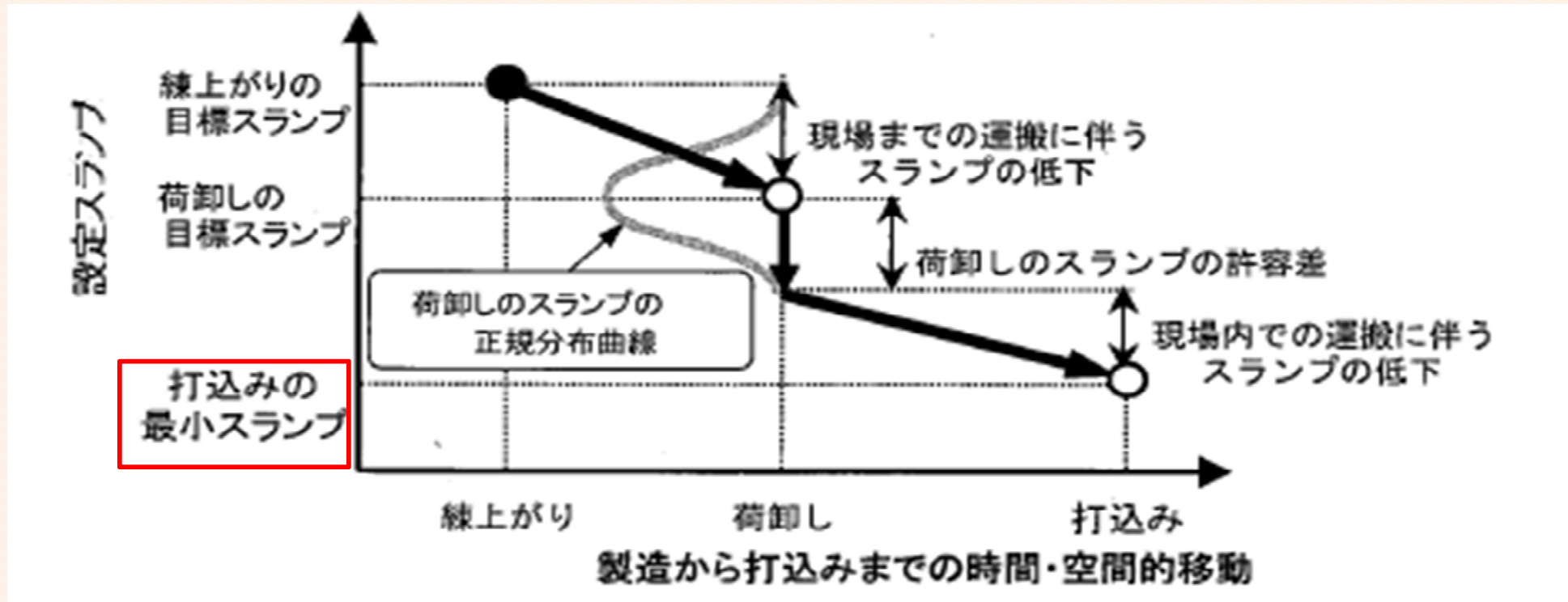
- ・**材料分離**を生じることなく、運搬、打込み、締固め、仕上げなどの作業が容易にできる程度を表すフレッシュコンクリートの性質
- ・本来、ワーカビリティは凝結に至るまでのフレッシュコンクリートの施工のしやすさに関するあらゆる項目を含むもの。
- ・特に重要なワーカビリティとして、コンクリート示方書では**充てん性、圧送性、凝結特性**を取り上げて記述している。

7-3. コンクリートに要求される充てん性

- ・振動締め固めを通じて、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。**

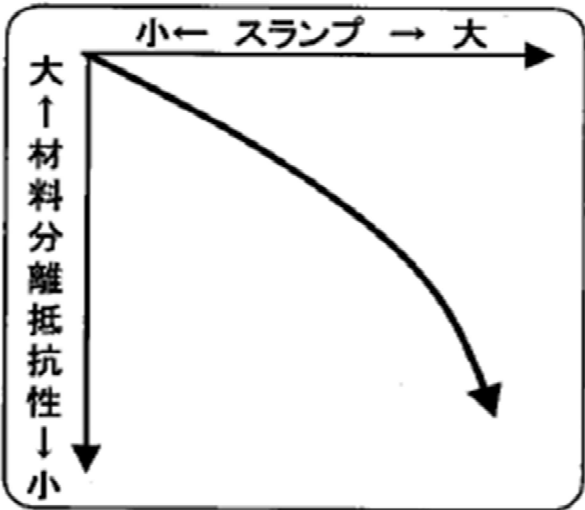
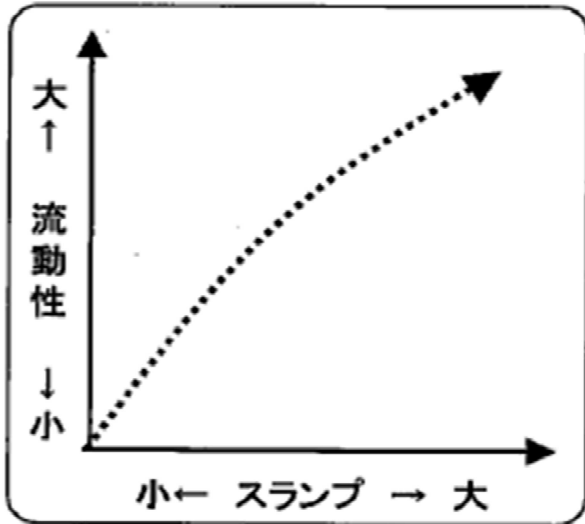
打込みの最少スランプを適切に設定する

各施工段階の設定スランプとスランプ経時変化の関係

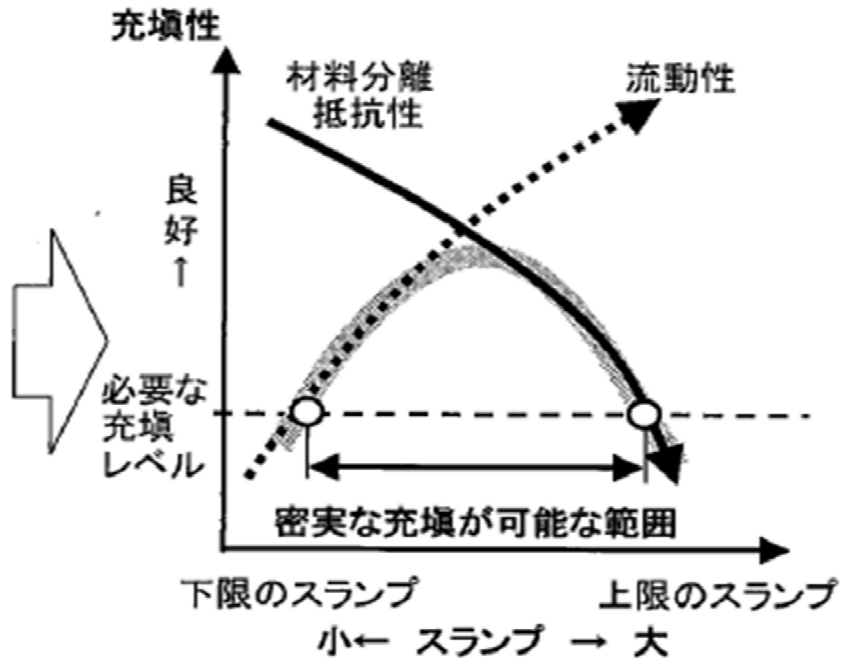


- ・スランプはコンクリートの製造から打込みまでの**時間経過や運搬によって変化**する。
- ・**密実な充てん⇒打込み時に必要なスランプ**を確実に確保しておくこと。
- ・**打込みの最少スランプ**を満足するためには
運搬方法、練り上がりから打込み終了までの時間、気温等を考慮して
練り上がりのスランプ、**荷卸し**のスランプを定める必要がある。

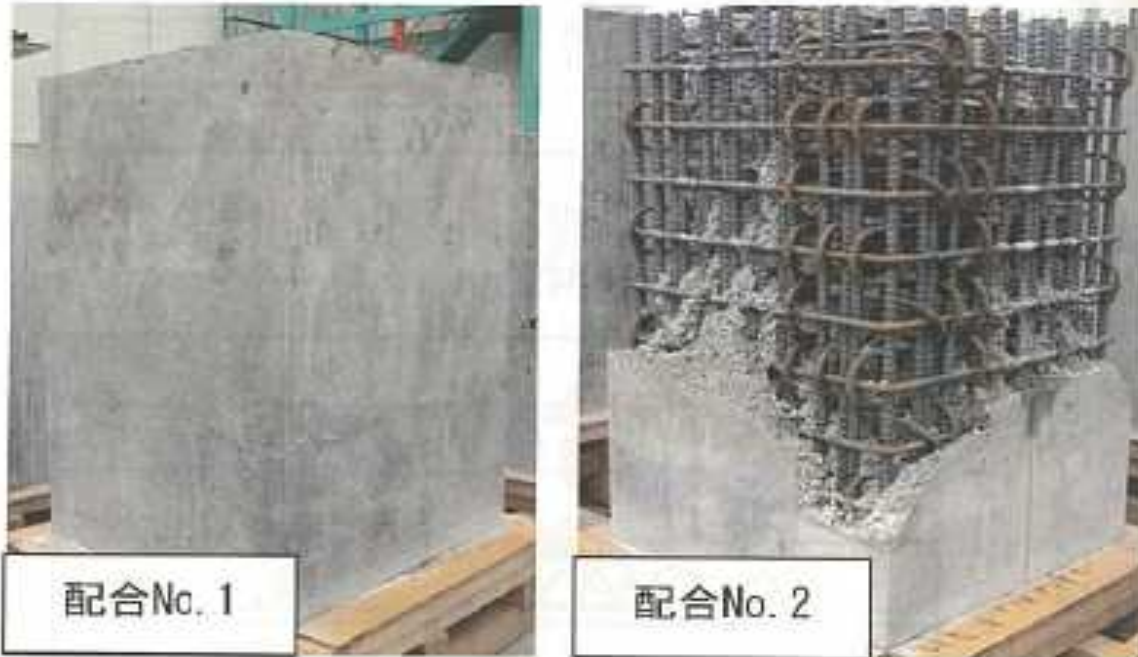
コンクリートの適切な充てん性の考え方



充てん性⇒流動性と材料分離抵抗性の相互作用



流動性と材料分離抵抗性の相互バランス



配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	G ^(*)
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(m³/m³)

解説 図 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。

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
	テーパ管を使用し 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
	テーパ管を使用し 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。

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 ¹⁾²⁾		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 100~150kg/m³, 鋼材の最小あきは 100~150mm を標準とする.

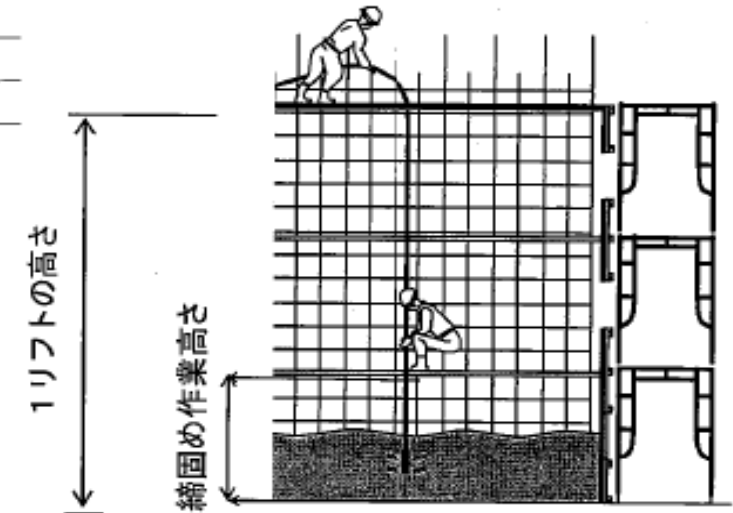
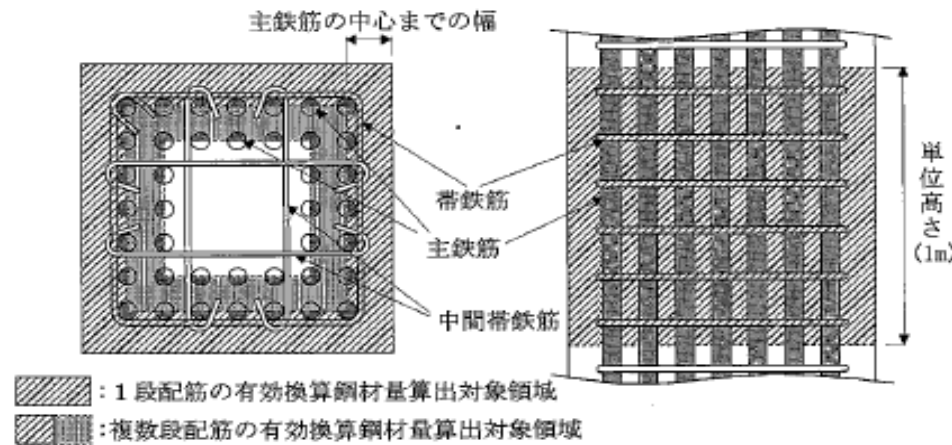
2) コンクリートの落下高さは, 1.5m 以下を標準とする.

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 ¹⁾	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 ³ 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 ³ 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