
添付資料



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

インドネシア国

西スマトラ州パダン沖地震被災地復興支援(学校再建)プロジェクト

(ファスト・トラック制度適用案件)

鉄筋コンクリート工事 品質管理マニュアル



2011年8月

Part 1. 基礎知識 1-1

1-1. コンクリートとは？	1-2
1-1-1. コンクリートは最も一般的な材料である	1-2
1-1-2. コンクリートはセメントペーストやモルタルと異なる	1-2
1-1-3. コンクリートは耐久性を持つ	1-2
1-2. セメントの性質	1-3
1-2-1. 主原料	1-3
1-2-2. ポルトランドセメントの主成分	1-3
1-2-3. 主な化学成分	1-3
1-3. コンクリートの基本性質	1-4
1-3-1. 圧縮に強く、引張・せん断・曲げに弱い	1-4
1-3-2. 変形による弱点	1-4
1-3-3. 塩化物含有による弱点	1-4
1-4. 鉄筋コンクリート(RC)とは？	1-5
1-4-1. コンクリートと鉄筋の性質	1-5
1-4-2. 鉄筋コンクリート(RC)のメカニズム	1-6
1-4-3. コンクリートと鉄筋の付着強度の重要性	1-7
1-4-4. コンクリートのかぶり厚さの重要性	1-8
1-4-5. 必要水分量	1-10
1-4-6. 養生と散水の重要性	1-11
1-5. 試験練り	1-12
1-5-1. 試験練りの目的	1-12
1-5-2. 調合計画	1-13
1-5-3. 設計基準強度及び品質管理強度	1-13
1-5-4. 良質なコンクリート製造のためのキーポイント	1-14
1-5-5. 試験練りの準備と方法	1-15
1-5-6. コンクリート圧縮強度試験	1-16

Part 2. 実 施 2-1

2-1. コンクリート工事	2-2
2-1-1. コンクリート打設前の型枠の水湿し.....	2-2
2-1-2. 清掃	2-3
2-1-3. 柱のコンクリート打設.....	2-5
2-1-4. 梁のコンクリート打設.....	2-9
2-1-5. スラブのコンクリート打設.....	2-10
2-1-6. 打設継目	2-11
2-1-7. バイブレーター	2-14
2-1-8. ジャンカ	2-15
2-1-9. 亀裂.....	2-17
2-2. 型枠工事.....	2-20
2-2-1. 材料	2-20
2-2-2. 柱の鉛直線.....	2-20
2-2-3. 水平調整	2-21
2-2-4. 内部採寸	2-22
2-2-5. コンクリートのかぶり厚さ	2-22
2-2-6. スリーブの位置	2-23
2-2-7. 組立	2-24
2-2-8. 支柱	2-25
2-2-9. 型枠の取外し.....	2-25
2-3. 鉄筋工事.....	2-27
2-3-1. 配筋基準	2-27
2-3-2. 配筋精度	2-29
2-3-3. 重ね継手	2-30
2-3-4. 定着	2-33
2-3-5. 段差部の配筋	2-34
2-3-6. 受筋	2-34
2-3-7. 折曲げ加工表	2-35
2-3-8. 組立	2-37
2-3-9. 鉄筋相互のあき.....	2-42
2-4. 資材管理.....	2-45
2-4-1. セメント.....	2-45
2-4-2. 鉄筋	2-46
2-4-3. 骨材	2-46

PART-1 基礎知識

1-1 コンクリートとは？

1-1-1. コンクリートは世界で最も一般的な材料である。



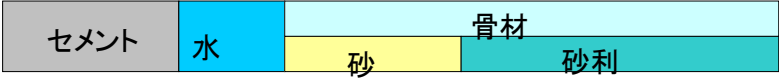
なぜなら

- ◆ いかなる形状でも建設が可能
- ◆ 材料調達が容易
- ◆ 頑丈で耐久性がある
- ◆ どこでも建設が可能（地面、海中、川中、地下など）
- ◆ 低コスト

1-1-2. コンクリートはセメントペーストやモルタルと異なる。

- ◆ 「セメントペースト」とはセメント及び水の調合材である。
- ◆ 「モルタル」はセメント、水及び砂の調合材である。
- ◆ 「コンクリート」はセメント、水、砂及び砂利の調合材である。

表-1 セメントペースト、モルタル及びコンクリートの構成

名 称	材 料
セメントペースト	
モルタル	
コンクリート	

1-1-3. コンクリートは耐久性を持つ

表-2: コンクリートの耐久性基準強度

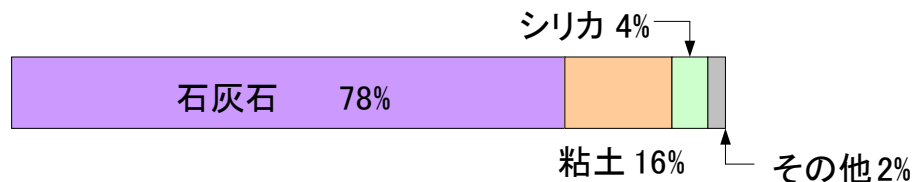
耐久性の級	耐用年数	コンクリート強度 (N/mm ²)
短期寿命	約 30 年	18
中期寿命	約 65 年	24
長期寿命	約 100 年	30
最長期寿命	約 200 年	36

- ◆ コンクリートの耐久性基準は、表-2 に示すとおり強度により異なる。
- ◆ 正しい知識と手順によるコンクリートは100年以上の長耐久性をもつ。
- ◆ 一般的に建物は 21N/mm^2 から 24N/mm^2 にて設計され、おおよそ65年の耐久性を持つ。
- ◆ しかしながら、 24N/mm^2 や 30N/mm^2 のコンクリートの設計基準強度でありながら、間違った知識と手順により製造されたコンクリートの耐久性は相当低下する。

1-2 セメントの性質

1-2-1. 主原料

図-1: ポルトランドセメントの主原料は石灰岩である。



1-2-2. ポルトランドセメントの主成分

表-3 ポルトランドセメントの主成分

SiO ₂	Al ₂ O ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	その他
21.06%	5.15%	2.80%	64.17%	1.46%	2.02%	

CaO: 酸化カルシウム / SiO₂: 二酸化ケイ素 / Al₂O₂: 酸化アルミニウム / Fe₂O₃: 酸化鉄 / SO₃: 三酸化硫黄 / MgO: 酸化マグネシウム

1-2-3. 主な化学成分

表-4 ポルトランドセメントの主な化学成分

記号		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
性質	水和反応速度	とても早い	早い	遅い	早い
	強度発現時間	当日	3 から 7 日 以降 28 日まで 継続	28 日後	強度への影響 はない

C₃S: エーライト(ケイ酸三カルシウム) / C₂S: ビーライト(ケイ酸二カルシウム) / C₃A: アルミネート相(アルミン酸三カルシウム) / C₄AF: フェライト相(鉄アルミン酸カルシウム)

上表に示す通り、水和反応速度は、

- C_3S はとても早い。(打設日当日)
- C_2S は早い(打設日から3から7日そして28日まで)
- C_3A はとても遅い(打設日から28日以降)

上記のようにコンクリートの強度は一回で発現しない。

主に打設後1日目から28日目までは水和反応を続け、28日以降も水和反応を継続する。



したがって、少なくとも28日まで散水による湿潤養生を続けることが重要である。

1-3 コンクリートの基本性質

1-3-1. 圧縮に強く、引張・せん断・曲げに弱い

表-5 コンクリートの基本性質

応力の種類	性質
圧縮	強
引張	弱
曲げ	弱
せん断	弱

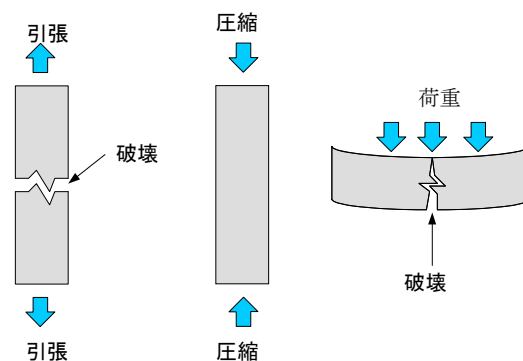


図-2 基本性質

1-3-2. 変形による弱点

コンクリートの伸びによりクラックが発生するが0.01~0.02%までとする。(1.0m 当り0.1mmから0.2mm)

1-3-3. 塩化物含有による弱点

コンクリートはアルカリ性材料である。したがって塩化物に弱い。

- ◆ $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 以下の塩化物含有量は許容される。
- ◆ コンクリート調合前に混合水、砂及び砂利の塩化物含有量を検査する。
- ◆ コンクリート内に塩化物が含有されていたら、構造物の耐久性は著しく低下する。



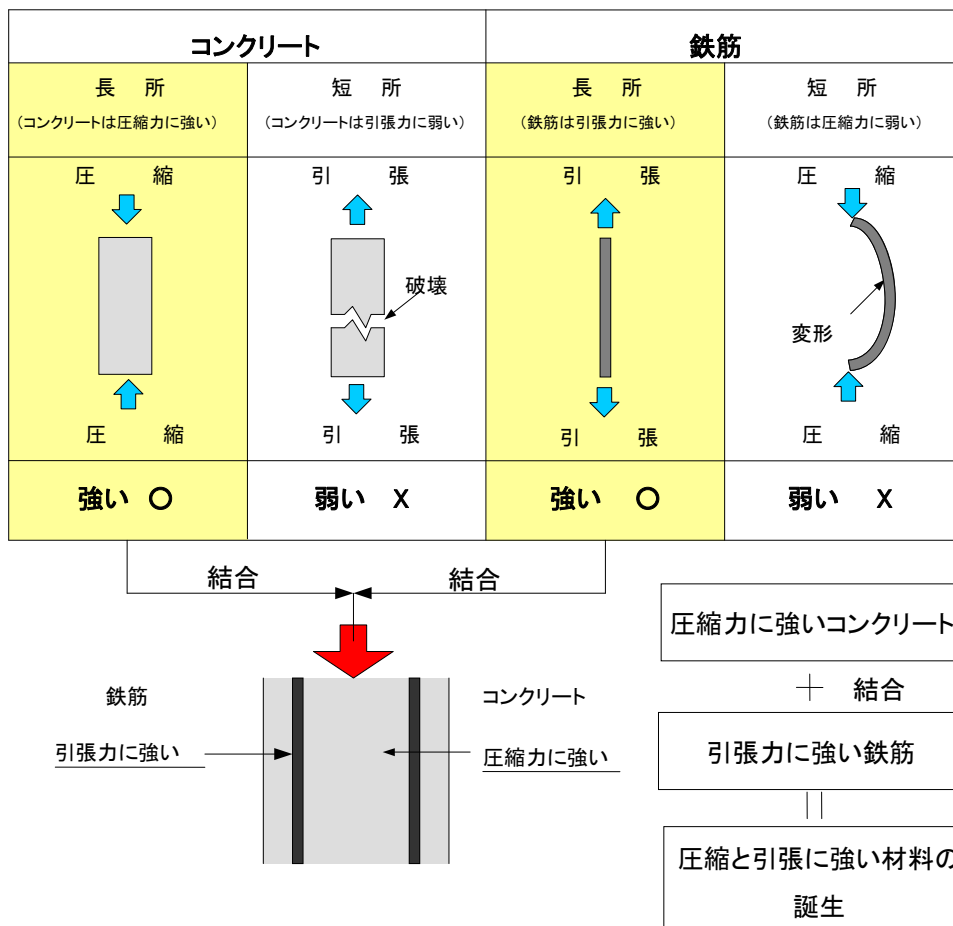
図-3 塩害による柱の損傷

1-4 鉄筋コンクリート (RC) とは？

1-4-1. コンクリートと鉄筋の性質

- ◆ 鉄筋コンクリートとは、コンクリートと鉄筋で構成される。
- ◆ コンクリートの性質は圧縮に強く、引張に弱い
- ◆ 鉄筋の性質は引張に強く、圧縮に弱い
- ◆ 上記のようにコンクリートと鉄筋の性質から、鉄筋コンクリートは図-4 に示すとおり、双方の長所を活かしている。

図-4: コンクリートと鉄筋の性質



1-4-2. 鉄筋コンクリート（RC）のメカニズム

コンクリートの圧縮への強さと鉄筋の引張への強さを結合したものが鉄筋コンクリートである。

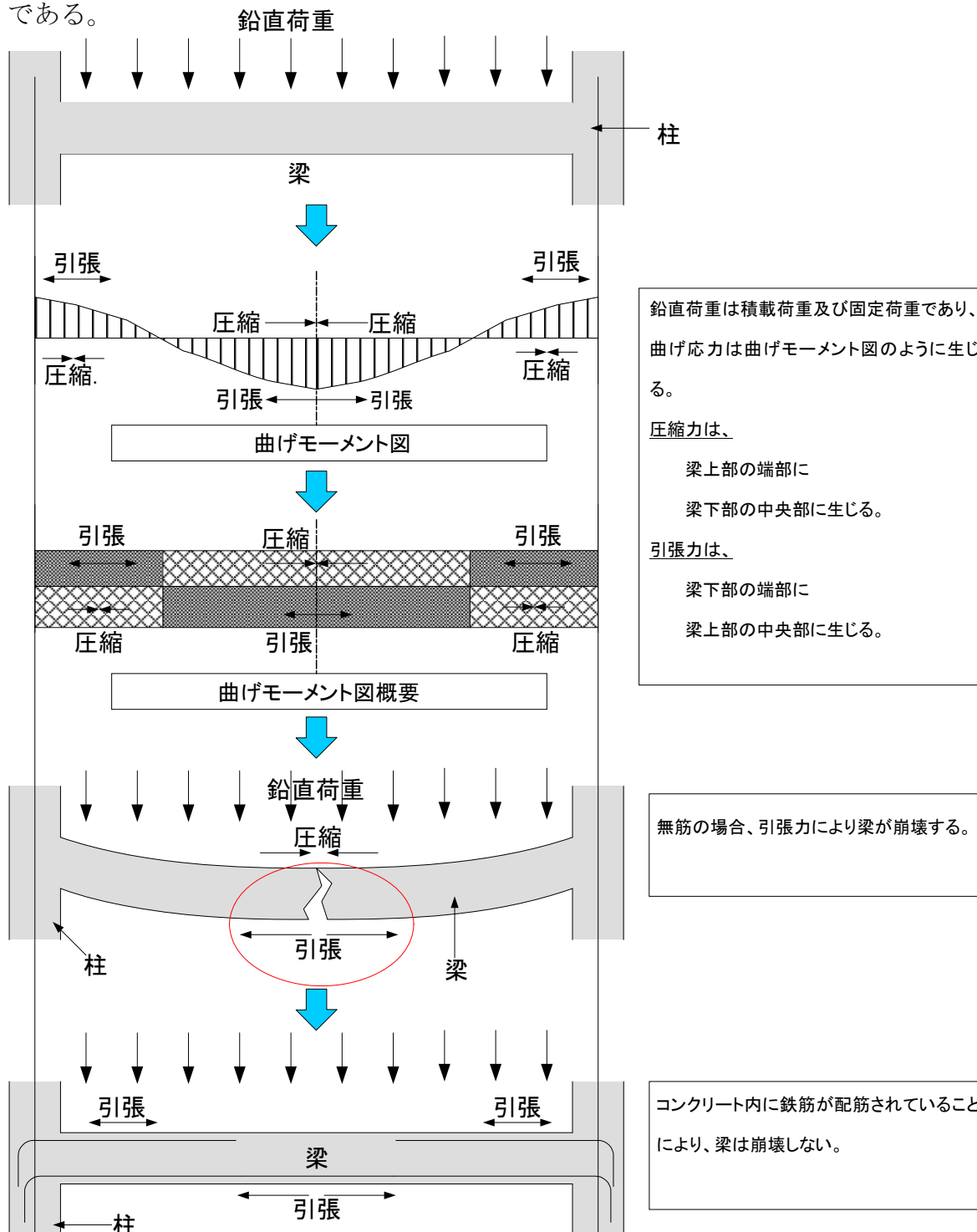


図-5 鉄筋コンクリートのメカニズム

1-4-3. コンクリートと鉄筋の付着強度の重要性

- コンクリートと鉄筋の付着によりコンクリートは強くなる。
- したがって、十分な付着強度が得られるよう鉄筋がコンクリートにしっかりと包囲されるようコンクリート工事を実施する。

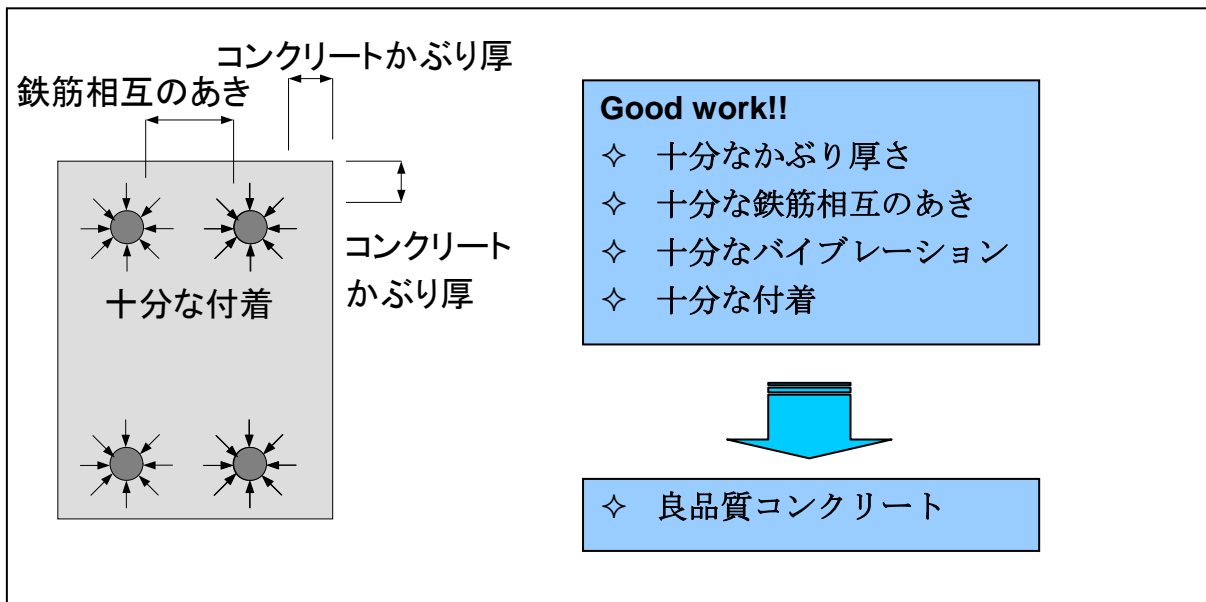
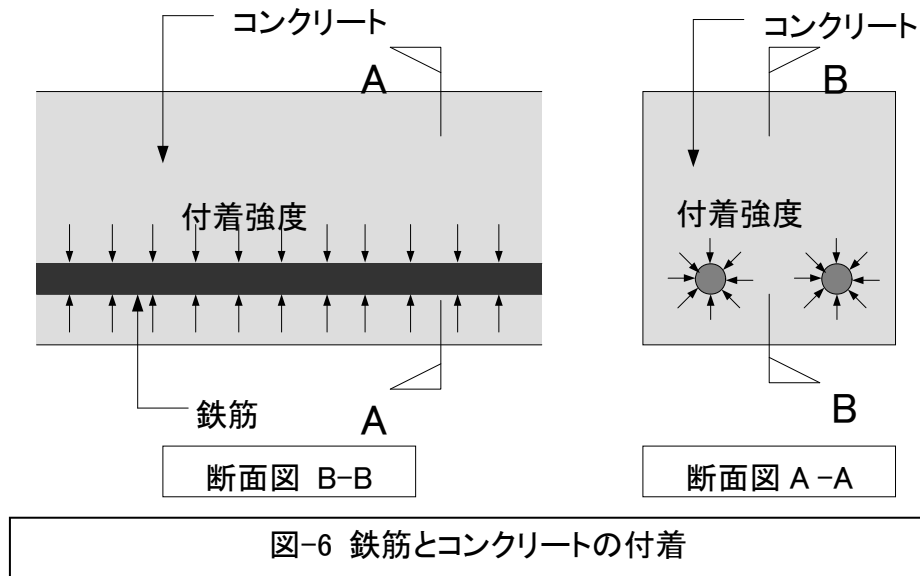
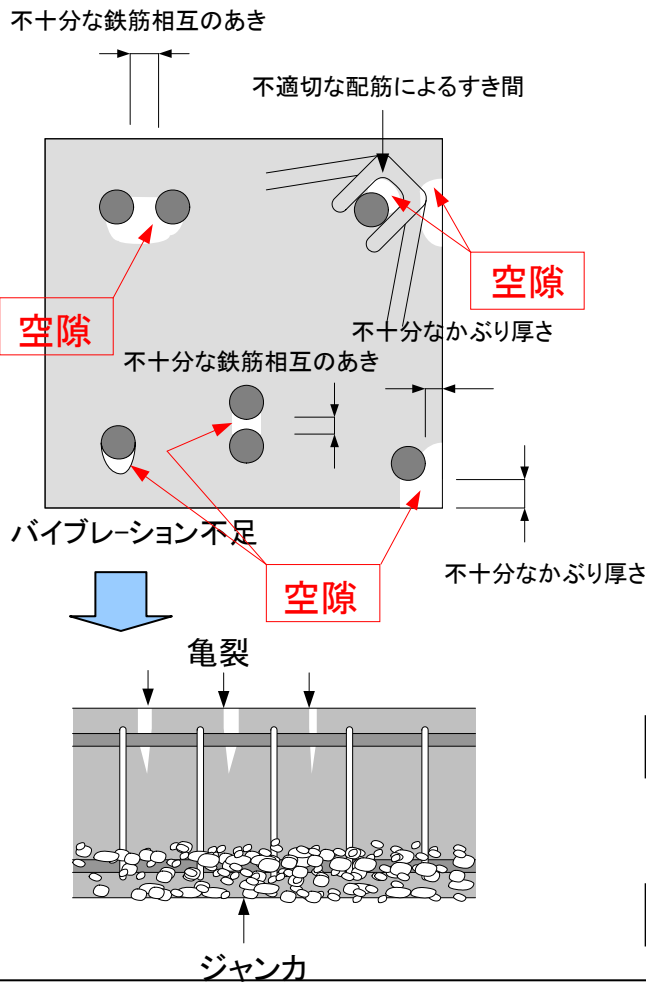


図-7 低品質コンクリートの例



不適切!!

- ◆ 鉄筋相互のあき不足
- ◆ かぶり厚さの不足
- ◆ バイブレーションの不足

- ◇ コンクリートが鉄筋を包囲していない。
- ◇ 鉄筋周りに多くの空隙が発生

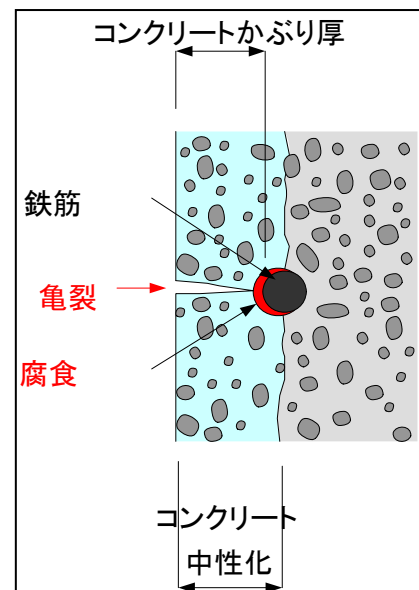
◇ 付着強度の不足

◇ コンクリートの品質低下

1-4-4. コンクリートのかぶり厚さの重要性

- ◆ コンクリートはアルカリ性であることから、コンクリート表面は二酸化炭素、雨水及び空気中の有害物質により中性化を起こす。
- ◆ コンクリートの中性化は耐久性低下に直結する。
- ◆ コンクリートの中性化は亀裂を引き起こす。
- ◆ コンクリートの亀裂は鉄筋の腐食を引き起こす。
- ◆ 最終的に構造体の耐久性低下を加速する。

図-8 コンクリート断面



◆ 中性化の早さは下記の通り

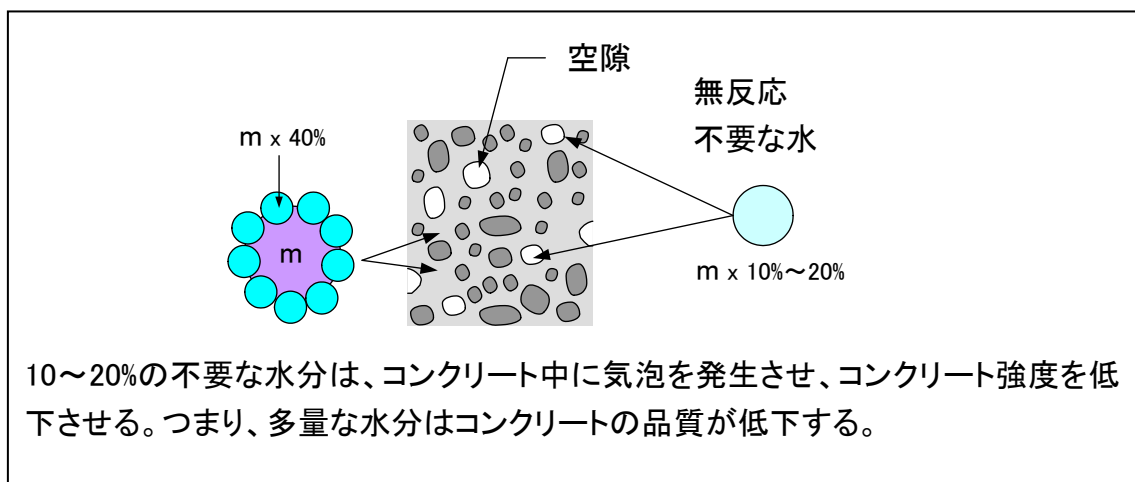
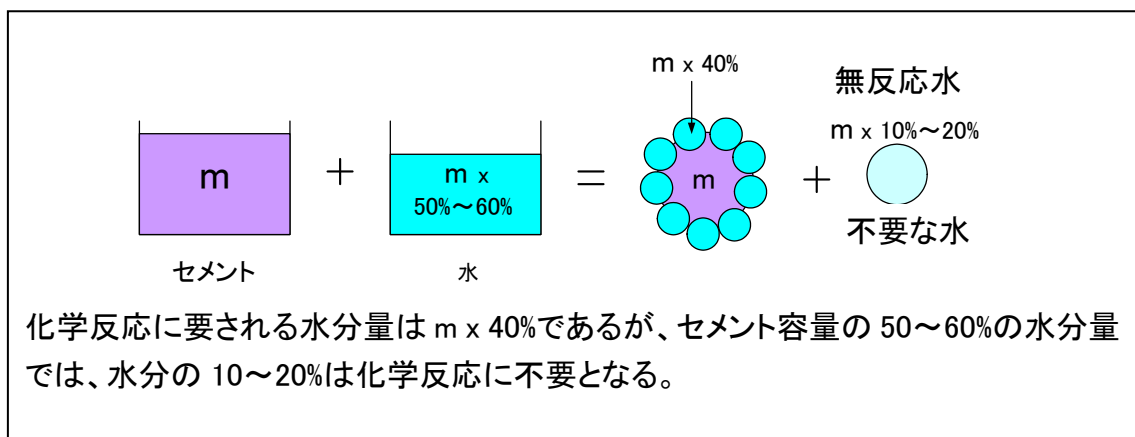
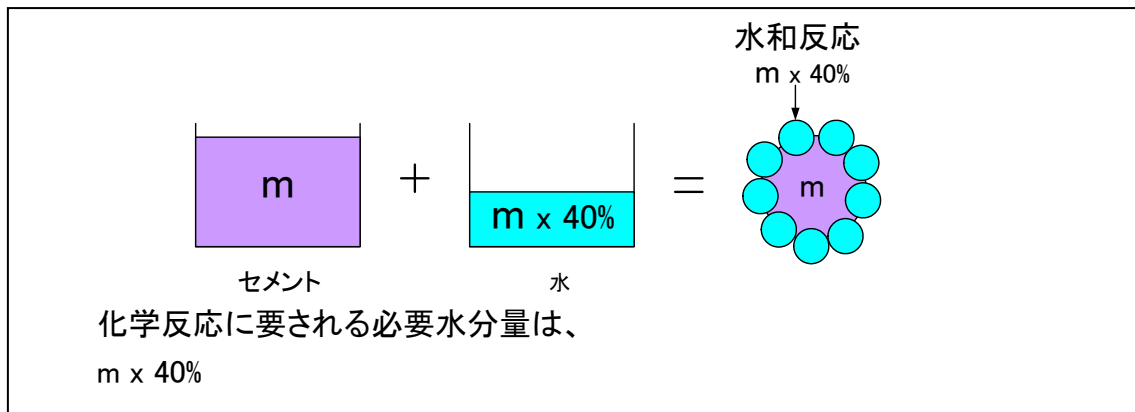
表-6: コンクリートかぶり厚さと標準耐用年数

コンクリートのかぶり厚さ	標準耐用年数
1.0cm まで	おおよそ 7 年
2.0cm まで	おおよそ 30 年
3.0cm まで	おおよそ 60 年

結論は、適正なコンクリートかぶり厚さを確保することは、耐久性維持のため、とても重要な要素である。

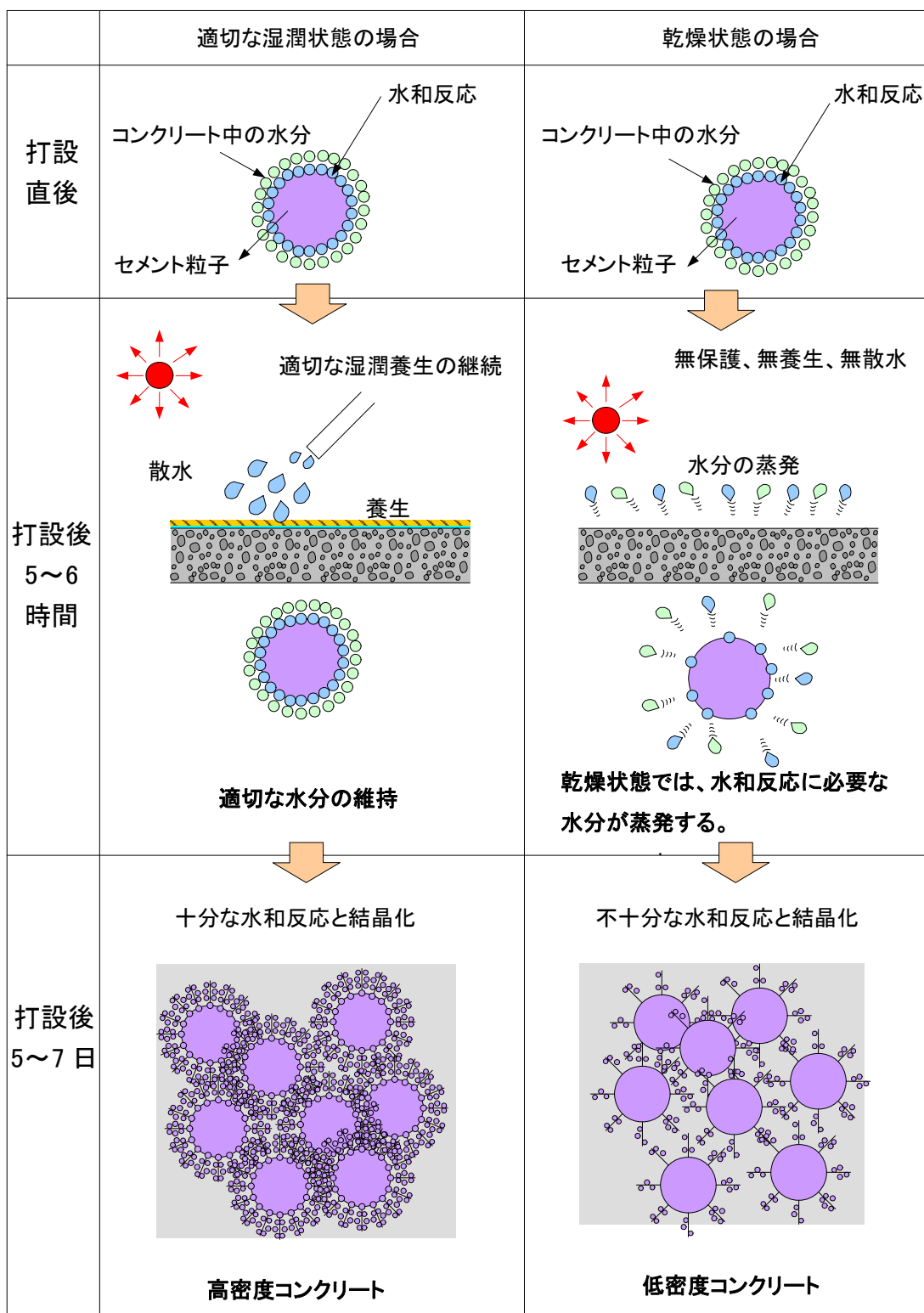
1-4-5. 必要水分量

セメントはセメント容量(m)の約25%の水と約15%の吸水の計約40%の水分量により化学反応を起こす。しかしながら、 $m \times 50 \sim 60\%$ の水分量により調合したコンクリートは、水分量の10~20%が不要になり、コンクリート中の大きな気泡発生の原因となる。気泡はコンクリートの強度を著しく低下させる。



1-4-6. 養生と散水の重要性

良質なコンクリートを製造するため、コンクリート打設後は、湿潤状態を保ち、適宜散水し、湿潤養生することが重要である。



1-5. 試験練り

1-5-1. 試験練りの目的

- (1) コンクリートの品質管理は最も重要な工種である。
- (2) コンクリートは 28 日強度の管理だけでなく、練り上がりの品質管理がとても重要である。
- (3) 特に現場練りコンクリートには当節が当てはまる。
- (4) 認定工場で製造された生コンクリートには、試験練りは不要である。

表-7 コンクリートの試験練りにおける主な管理項目

	項目	判定及び/もしくは基準
(1)	スランプ	技術仕様書記載の ± 1.0 cm
(2)	空気量	$4.5\% \pm 1.0\%$ (=3.5% ~ 5.5%)
(3)	コンクリート温度	温度計による
(4)	塩化物含有量	塩化物イオン量 $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 以下
(5)	分離	目視による
(6)	圧縮強度	圧縮強度試験 (1-6-6 参照)

(5) コンクリート圧縮強度の基本要素

- 1) セメント量 (C)
- 2) 水分量 (W)
- 3) 砂利の量
- 4) 砂の量

☆ もし、水セメント比 (W/C) が低いと (=セメント量が多い)

- ◎ コンクリート強度が高い。
- ◎ 耐久期間が長い。
- ◎ 低スランプ値 → 硬いコンクリート → 土木工事に適する。
- × 建築のコンクリート工事には難しい。
- × 亀裂が発生しやすい。

☆ もし、水セメント比 (W/C) が高いと (=水分量が多い)

- ◎ コンクリート強度が低い。
- ◎ 耐久期間が短い。
- ◎ 高スランプ値 → 軟らかいコンクリート → コンクリートが打設しやすい。
- × 水分量が多いことにより亀裂が発生しやすい → セメントミルクが容易に漏れる → 多くのジャンカが発生する。

- ◇ もし、砂の量が多いと
 - × スランプ値が高い。
 - × コンクリート強度が低い。

- ◇ もし、砂利の量が多いと
 - ◎ スランプ値が低い。
 - ◎ コンクリート強度が高い。

- ◇ もし、砂利の比重が軽いと
 - × コンクリート強度が低い。

- ◇ もし、空気量が多いと
 - × コンクリート強度が低い。

上記により、コンクリート強度の高低は様々な要素と状況によることから、高品質コンクリートの製造には調合計画が第一段階である。

1-5-2. 調合計画の手順

- (1) 構成成分のうち粗骨材の最大寸法の検討・決定
- (2) スランプ、セメント種、空気量（最大目標値 4.5%）の決定
- (3) 設計基準強度から目標品質管理強度の検討・決定
- (4) 水セメント比（W/C）の決定
- (5) 水分量の決定
- (6) セメント量の決定
- (7) 細骨材（砂）及び粗骨材（砂利）の容重の決定

1-5-3. 設計基準強度及び品質管理強度

- (1) 基本的に設計基準強度より低いコンクリート強度は認められない。
- (2) しかしながら、実際には同じ割合による調合でも、常に同じ強度が発現するとは限らず、時には設計基準強度以下となることもあり、また、時には設計基準強度を大幅に上回ることもある。
- (3) したがって、設計基準強度を満たすためには、必要に応じコンクリートの品質管理強度の目標値を大きくする。
- (4) 品質管理強度の推薦目標値は以下の通り

品質管理強度(F_q)= 設計基準強度(F_c) +補正值(3.0 N/mm²)

例; F_c=24N/ mm² の場合 → 品質管理強度は F_q=27 N/ mm²

Note:

- ◇ 設計基準強度 (F_c) は、構造設計にて要求された強度である。
- ◇ 品質管理強度 (F_q) は、コンクリート調合と打設における負の要因による品質低下を考慮する。

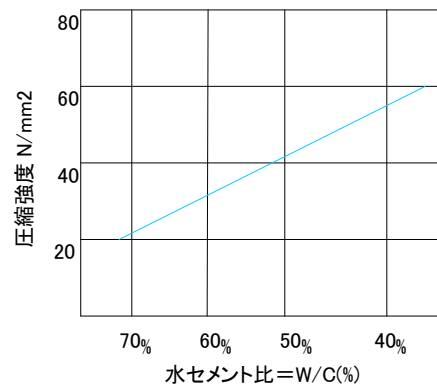
1-5-4. 良質なコンクリート製造のためのキーポイント

表-8 良質なコンクリート製造のためのキーポイント

材 料	キーポイント
(1) 水	極力減らす
(2) 粗骨材(砂利)	極力増やす
(3) 軟度(スランプ)	極力固くする

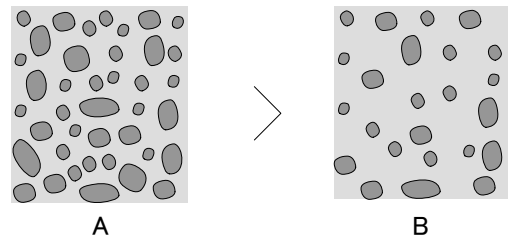
(1) 減水

多水分の軟らかいコンクリートの場合、過剰な水和反応から亀裂が発生しやすい。表のようにコンクリート強度は、水セメント比の増加に反比例する。



(2) 砂利の増加

コンクリート A (砂利含有量が多い) は B (砂利含有量が少ない) より耐久性が高い。

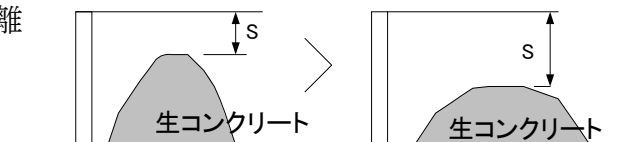


砂利容量大
砂利容量小

コンクリート A は B よりも強い

(3) 硬いコンクリートの製造

スランプ値の小さいコンクリート (硬いコンクリート) はセメントと砂利の分離がないため、良品質である。



C
D

スランプとは生コンクリートの軟度である。
硬いコンクリートは S が小さく、
軟らかいコンクリートは S が大きい。

1-5-5. 試験練りの準備と方法



Step1. 調合割合計画



Step2. ミキサーによる調合



Step3. 含水量とスランプの確認



Step4. 測定器による空気量確認



Step5. 圧縮強度試験のためのサンプリング
(6 供試体)



Step6. コンクリート圧縮強度試験

1-5-6. コンクリートテスト

(1) 圧縮強度試験

1) 圧縮強度の確認

- ◇ 工区ごとに1試験
- ◇ 1試験ごとに6供試体の採取（7日用3本、28日用3本）

2) 供試体

- ◇ 供試体の高さは幅の2倍
- ◇ 2層に分け、コンクリートを型枠に打込む



圧縮強度試験用供試体製造
イメージ



圧縮強度試験イメージ

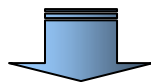
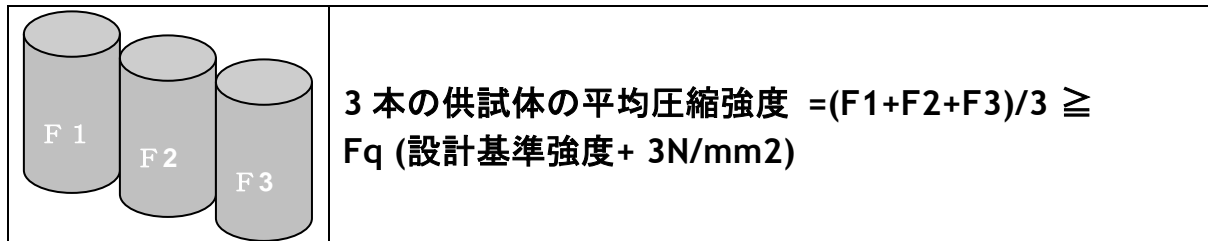
3) 方法

- ① シリンダー型枠を清掃し、内面に型枠油を軽く塗布する。その後、洗浄され平滑な表面の鉄板等に置き、安定させる。
- ② サンプリングを行う。サンプリング写真参照
- ③ 型枠の半分の容量までコンクリートを詰め、突き棒で25回突き詰める。もしくは、振動台を利用し各供試体に振動を加える。
- ④ 型枠を溢れるほど満杯にし、突き棒で25回突き詰める。その後、さらに型枠を満杯にする。
- ⑤ 型枠周囲のコンクリートを掃除し、鉄板等で頭部を平滑にする。
- ⑥ キャッピングし、タグを付け、最低24時間は乾燥した涼しい場所に保管する。
- ⑦ 脱型後、供試体は養生と圧縮強度試験のため試験所に送る。

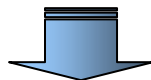
4) 圧縮強度試験結果の判定

- ◇ 3本の供試体コンクリートの圧縮強度試験値の平均が設計基準強度+3N/mm²を上回る必要がある。

圧縮強度試験の結果

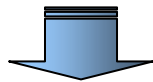


もし、下回ったら;



5) もし、試験練りが失敗したら…….

- ✓ 下記事項を再度、分析・確認・チェック
- ✓ 調合割合と水セメント比の分析
- ✓ 単位水量等の確認
- ✓ セメントの仕様、状態、製造年月日の確認
- ✓ 湿乾、鮮度等の確認
- ✓ 骨材の仕様、管理状態の確認
- ✓ 骨材の粒度、含水率等の確認
- ✓ 調合時の水分量とスランプの分析
- ✓ 調合後の養生方法の確認



再試験練り

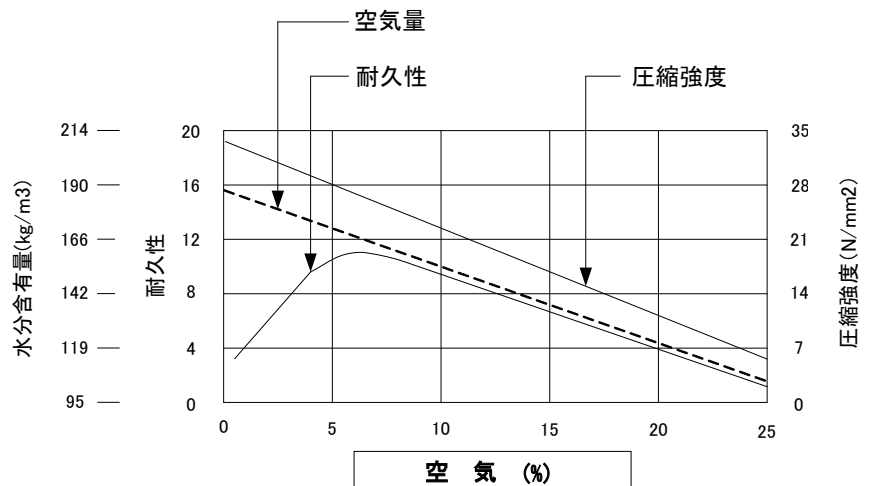
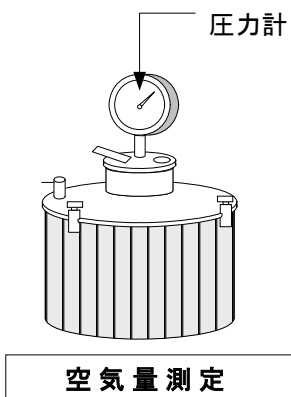
(2) スランプ試験

- 1) コーンを洗淨し、水湿しを行い試験床に置く。試験床は、水平で安定し清潔な、吸収しない素材のものとしなくてはならない。スランプ試験の実施には、コンクリートの採取が要される。
- 2) コーンは足置きにてしっかりと固定し、サンプリングにはコーン底から容量1/3まで詰め、突き棒により25回突き詰める。突き棒は鉄棒とし、シリンダーやコーン内に詰めたコンクリートを突き詰める。突き棒は常に同じパターンで外側から内側へ突き詰める。
- 3) 第2層詰めは、第1層の頭部まで再び突き棒で25回突き詰める。
- 4) 第3層は溢れるほど詰め、突き棒で第2層の頭部まで突き詰める。コーン頭部まであふれさせる。
- 5) 突き棒を回しながら頭部表面を水平に整える。コーン底部と上部の余分なコンクリートを清掃し、コーンハンドルを押し下げ、足置きから足を外す。
- 6) サンプルが動かないように注意しながら、コーンを垂直に持ち上げる。
- 7) コーンをサンプルの横に逆さまに置き、突き棒をコーンに水平に置く。
- 8) サンプル頭頂部からコーンに水平に置いた突き棒の距離を測定し、平均値を算出する。もし、許容値オーバーにより失敗（サンプルのスランプ値が大きいか小さい）したら再試験を行う。再試験においても失敗したら同バッチのコンクリートは廃棄する。



(3) 空気量試験

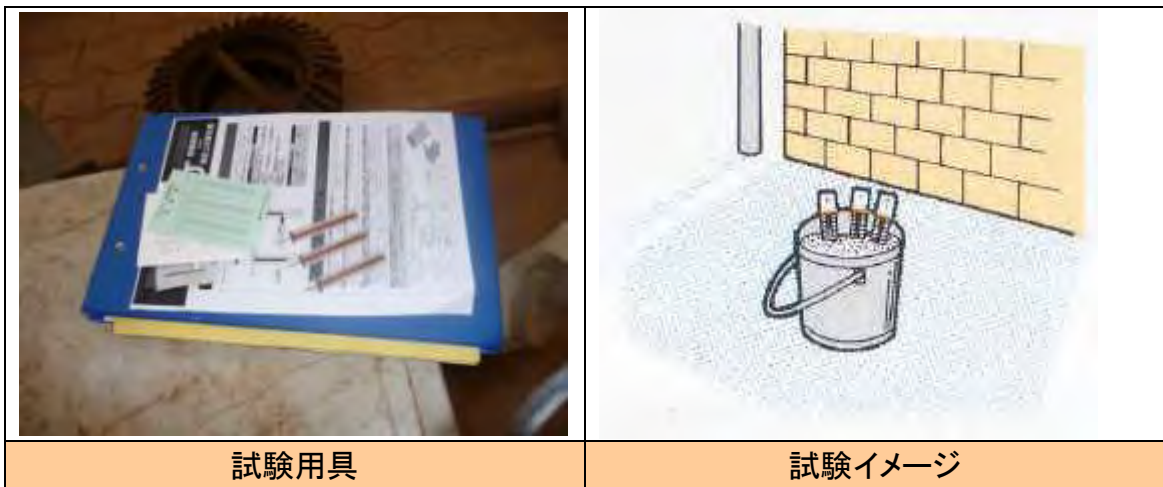
- 1) 空気量試験はスランプ試験と同時に行う。
- 2) 空気量が大きい場合、コンクリートの圧縮強度は減少する。
- 3) 基準空気量は 4.5%とする。



(4) 塩化物含有量

塩化物含有量の確認

- 1) コンクリート工区ごとに試験を実施する。
- 2) 塩化物含有量は 0.3kg/m^3 以下とする。
- 3) 試験は直射日光の当たらない場所で行う。



塩化物含有量試験

PART-2 実 施

2-1 コンクリート工事

2-1-1. コンクリート打設前の型枠の水湿し

乾燥した型枠は、生コンクリートの水分を吸収し、低密度コンクリートの要因となる。したがって、図-10 のようにコンクリート打設前には、乾燥した型枠に散水し、高密度のコンクリートを形成することが重要である。もし、散水水湿しを行わずにコンクリートを打設すると乾燥した型枠に水分が吸収され、図-11 のようにとても低密度なコンクリートとなる。



図-10 高密度コンクリートの形成のために必要なコンクリートの打設手順

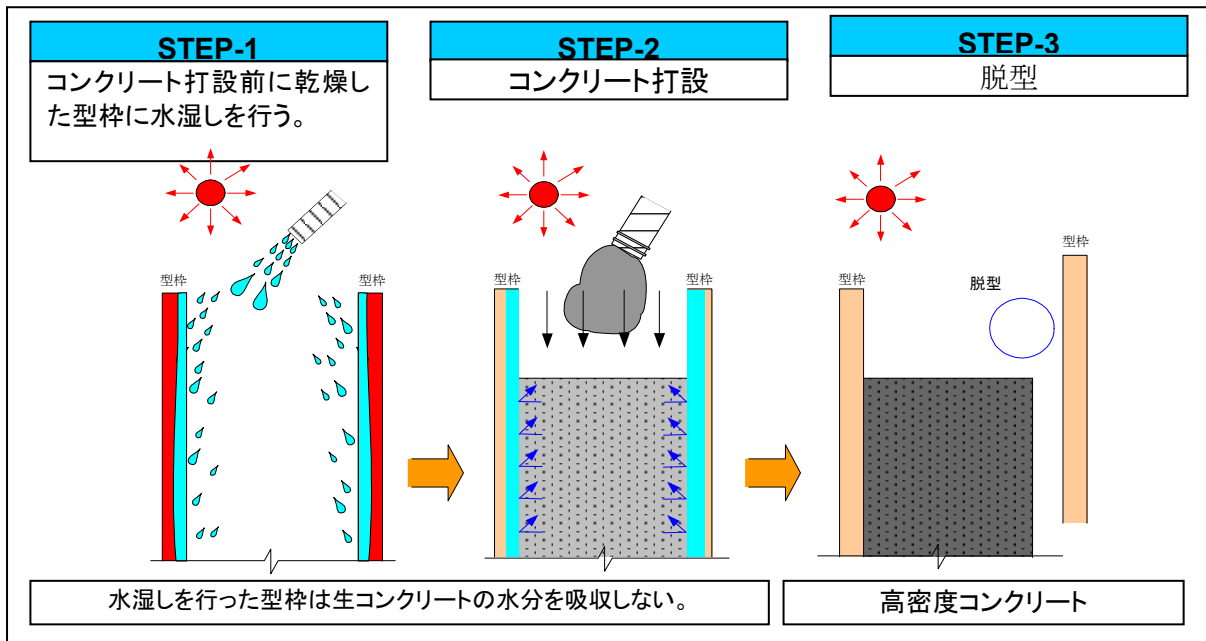
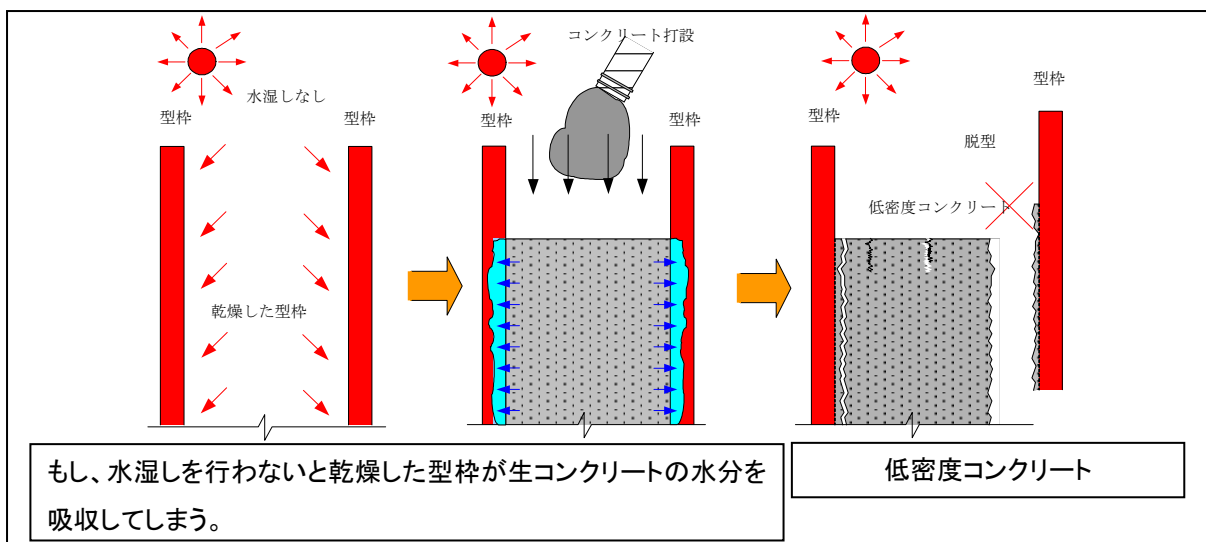


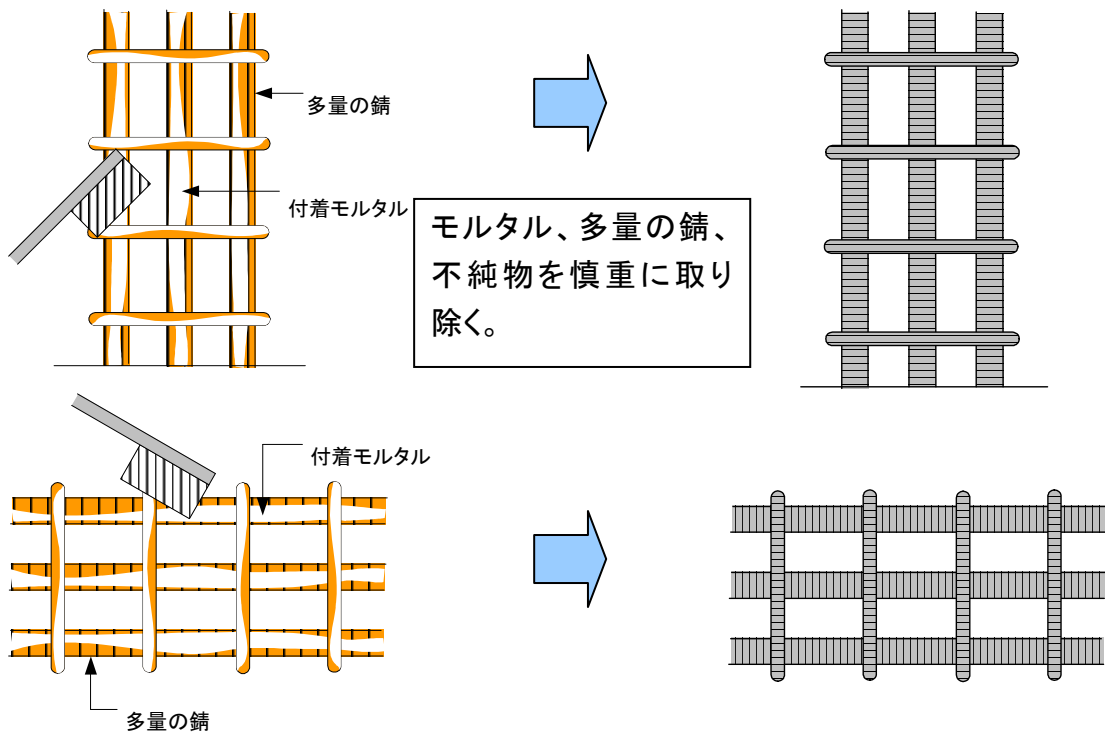
図-11 不適切なコンクリートの打設手順



2-1-2. 清掃

(1) 鉄筋の清掃

コンクリート打設前に鉄筋に付着したモルタル、多量の錆、不純物は取り除く。



モルタル、多量の錆、不純物を取り除かずにコンクリートを打設してはならない。

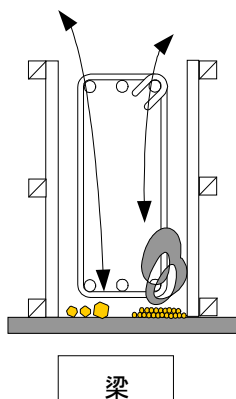


(2) コンクリート片、砂、泥、石、紙片、ビニール片等は取り除く。

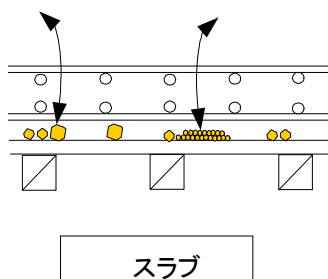
石、泥、コンクリート片、紙片、ビニール片



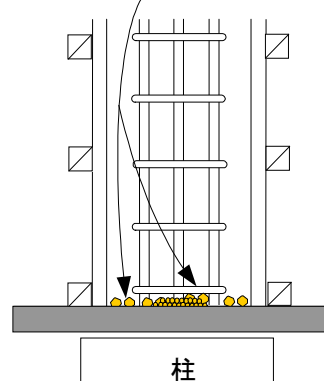
コンクリート片、泥、砂、紙片、ビニール片、プラスチック片等は取り除く



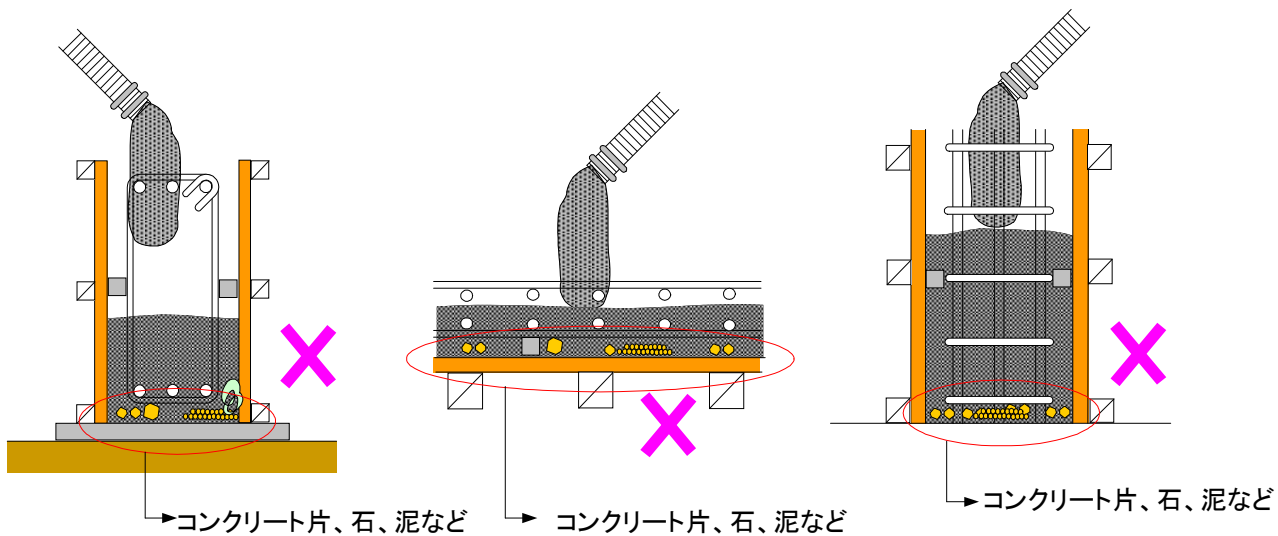
コンクリート片、泥、砂、紙片、ビニール片、プラスチック片等は取り除く



コンクリート片、泥、砂、等は取り除く



コンクリート片、石、泥、紙片、ビニール片等を取り除かずにコンクリートを打設してはならない。



2-1-3. 柱のコンクリート打設

(1) 柱型枠上部から直接コンクリートを打設してはならない。
柱へのコンクリート打設は、鉛直シュートを使用し、注意しながら生コンクリートを注ぐ。

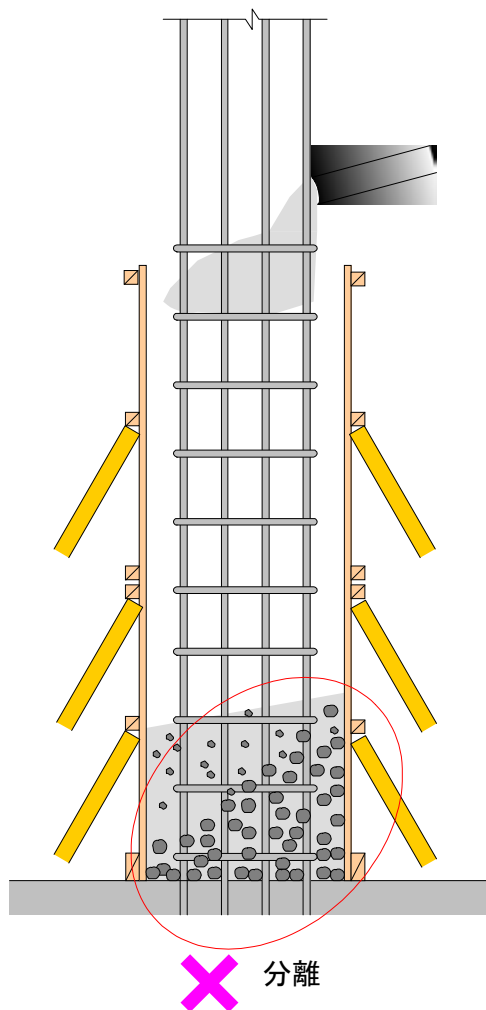


図-12: 直接打設
柱底部にてコンクリートが分離してしまうため、柱の中間部から直接コンクリートを打設してはならない。

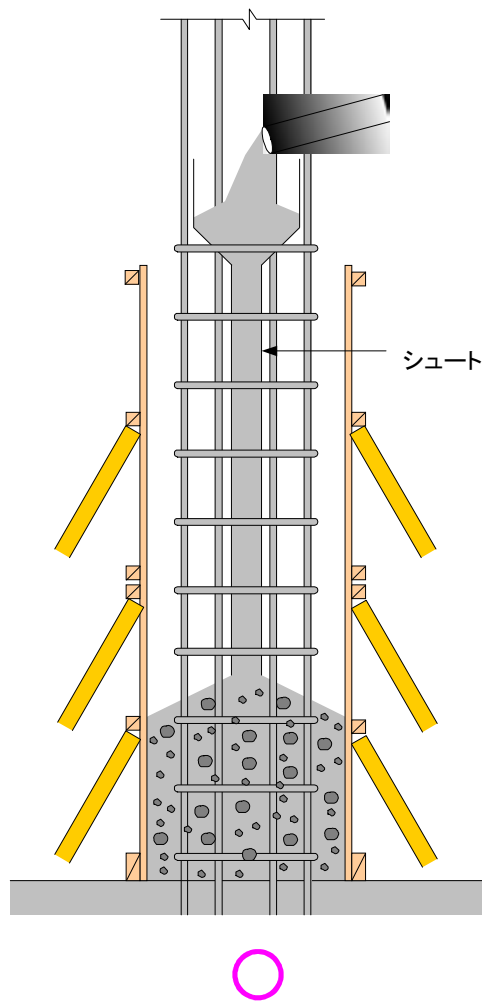
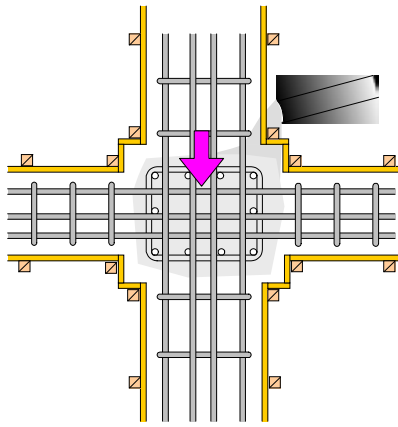
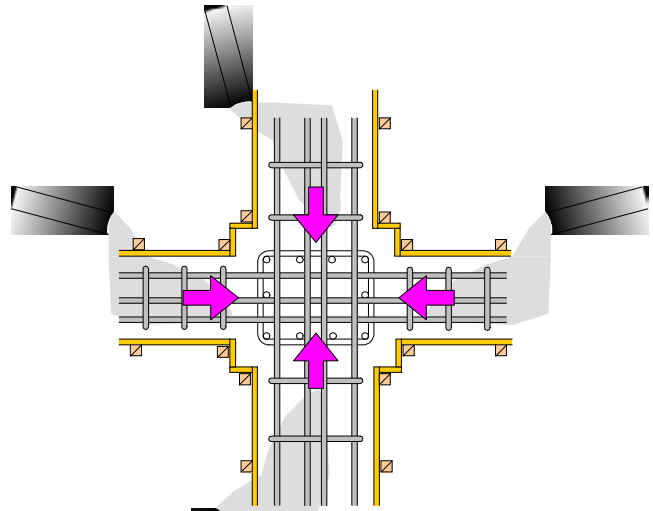


図-13: 鋼製シュート
鉛直シュートを使用し均一にコンクリートを打設する。

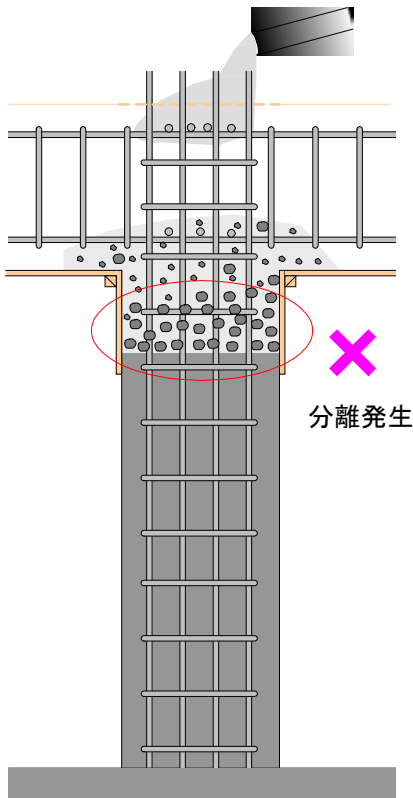
- (2) 柱頭部のコンクリート打設の際、複数の方向の梁からコンクリートを注ぐ。
鉄筋が押されるので柱の中心部から打設してはならない。



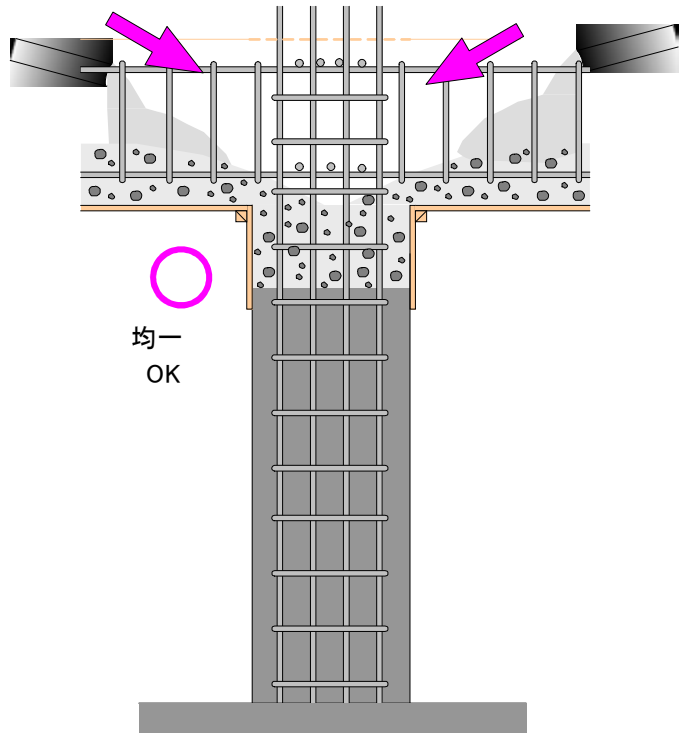
柱中心部へのコンクリート打設



複数の方向からの
コンクリート打設

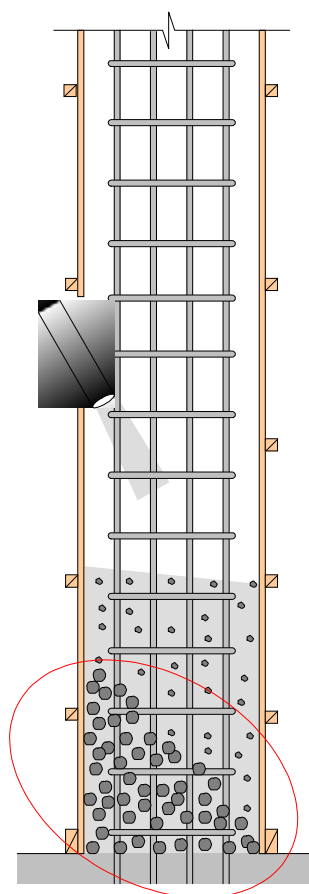


分離発生



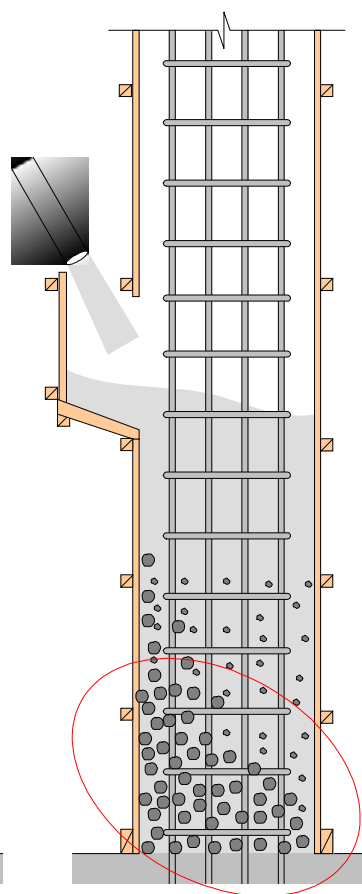
均一
OK

(3) 長柱(H=4.0m~4.5m 以上)へのコンクリート打設には図-13のように鉛直シュートを使用する。もしくは図-16のように柱中間部に打設ポケットを設け、注意しながらコンクリートを注ぐ。図-14、-15のように柱底部にてコンクリートが分離しないようにする。



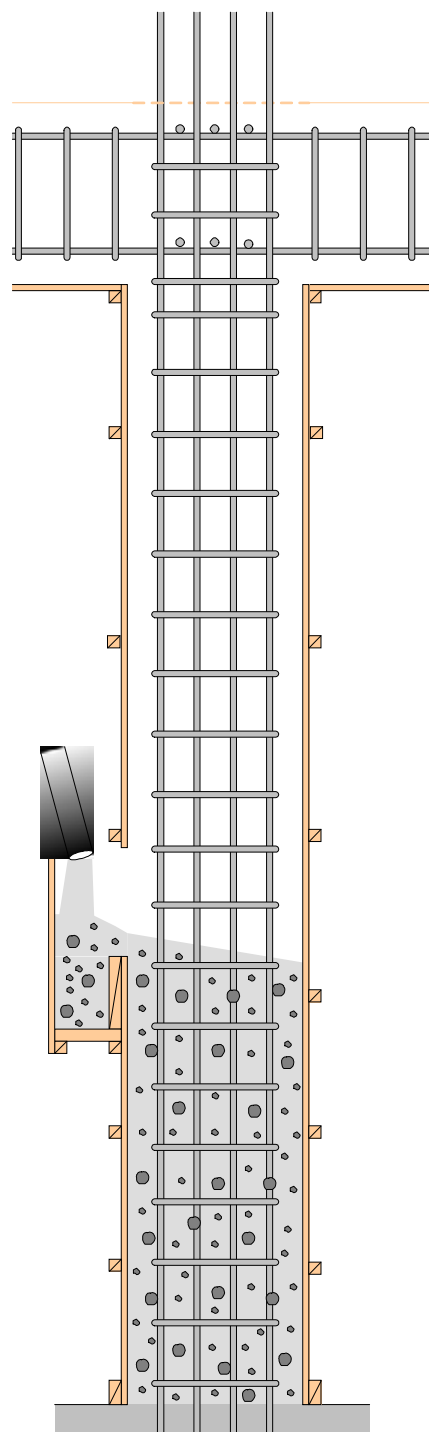
✖ 分離

図-14 直接打設



✖ 分離

図-15 直接打設と同様



○ 分離なし
OK

図-16 正しい打設

(4) 分離による影響

- 長柱(H=4.0m以上)の場合、柱頭部から直接コンクリートを打設すると大きい砂利が沈み、柱底部に集中する原因となる。
- コンクリート強度は砂利容積の高配合により強くなることから、もし、分離が発生すると図-17のように柱底部のコンクリートは約120%の高強度となり、柱頭部は約80%の低強度となる。

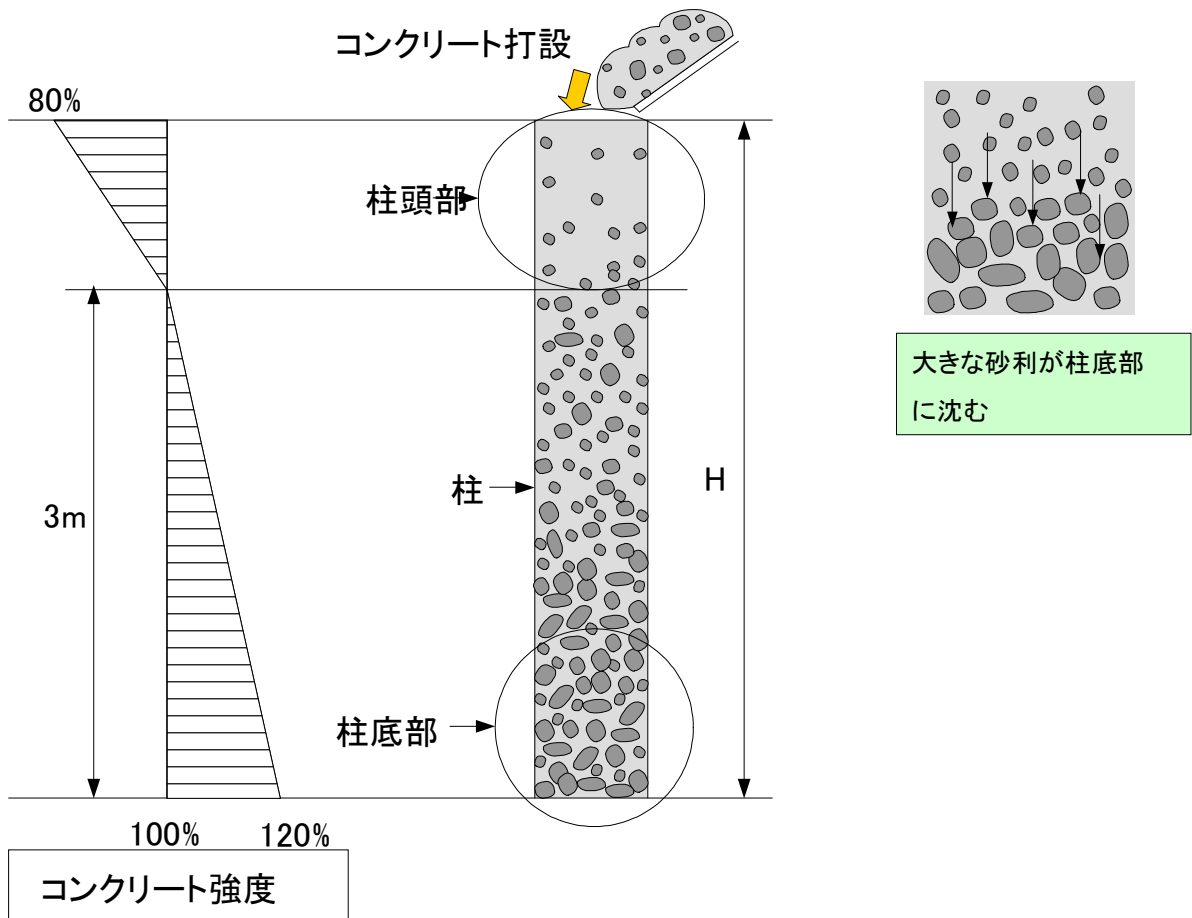
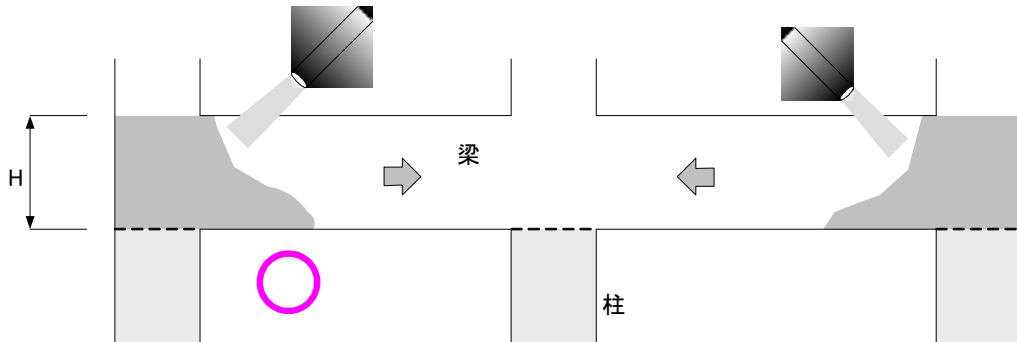


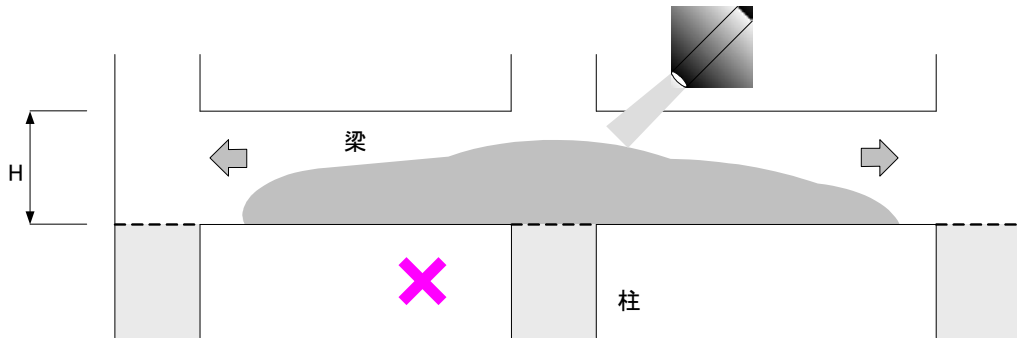
図-17: 分離によるコンクリート強度の減少

2-1-4. 梁のコンクリート打設

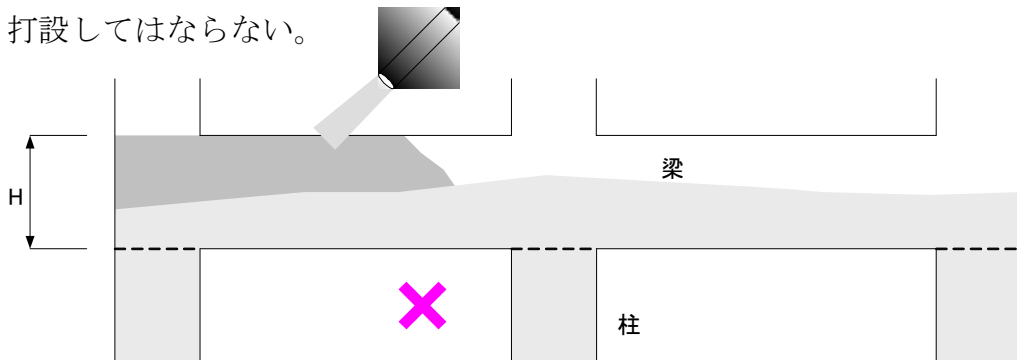
- (1) 梁へのコンクリートは端部から中央へと打設する。



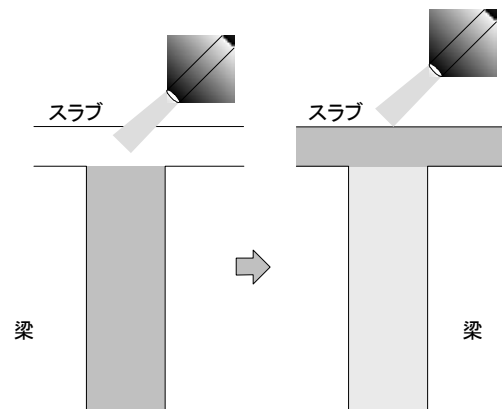
- (2) コンクリートは中央部から端部へと打設してはならない。



- (3) コンクリートは梁せいの高さ (H) まで1回で打設し、2回や3回に分けて打設してはならない。



- (4) 梁せいが深い場合、梁に打設したコンクリートが定着したことを確認した後、スラブにコンクリートを打設する。



2-1-5. スラブのコンクリート打設

- (1) スラブコンクリートは図-18 のように端部から打設し、図-19 のように中央部から打設してはならない。

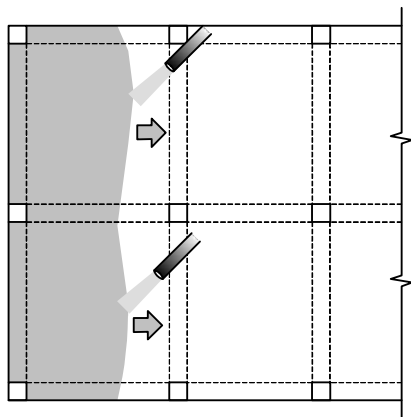


図-18: 端部からのコンクリート打設

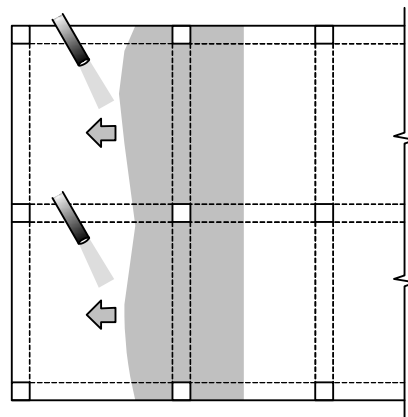


図-19: 中央部からのコンクリート打設

- (2) 図-20 のとおり、コンクリートは後退しながら打設する。図-21 のとおり、進行しながら打設してはならない。

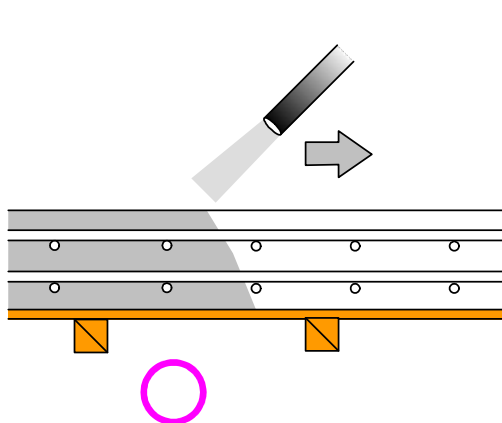


図-20: 後退しながらコンクリートを打設する。

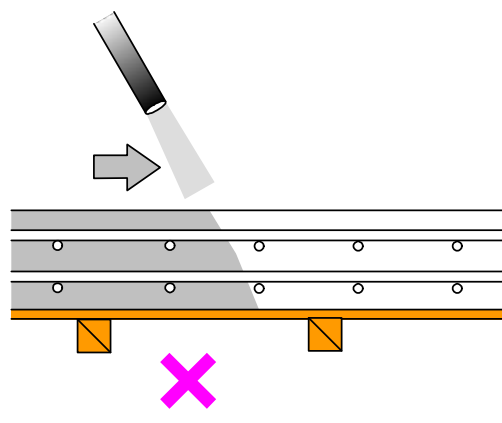
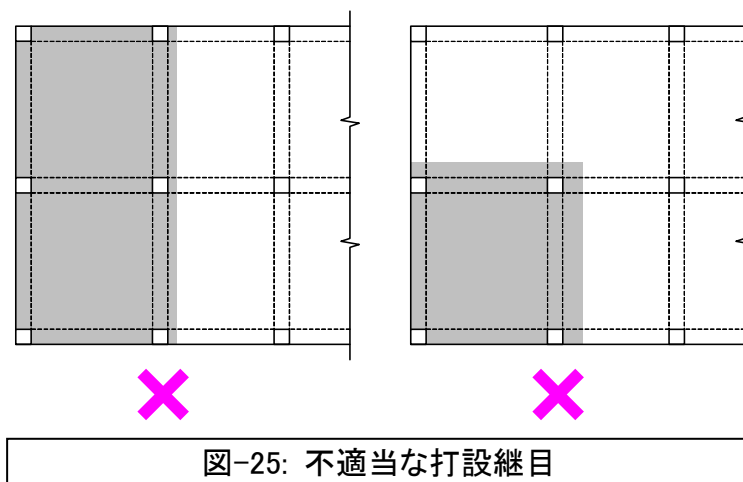
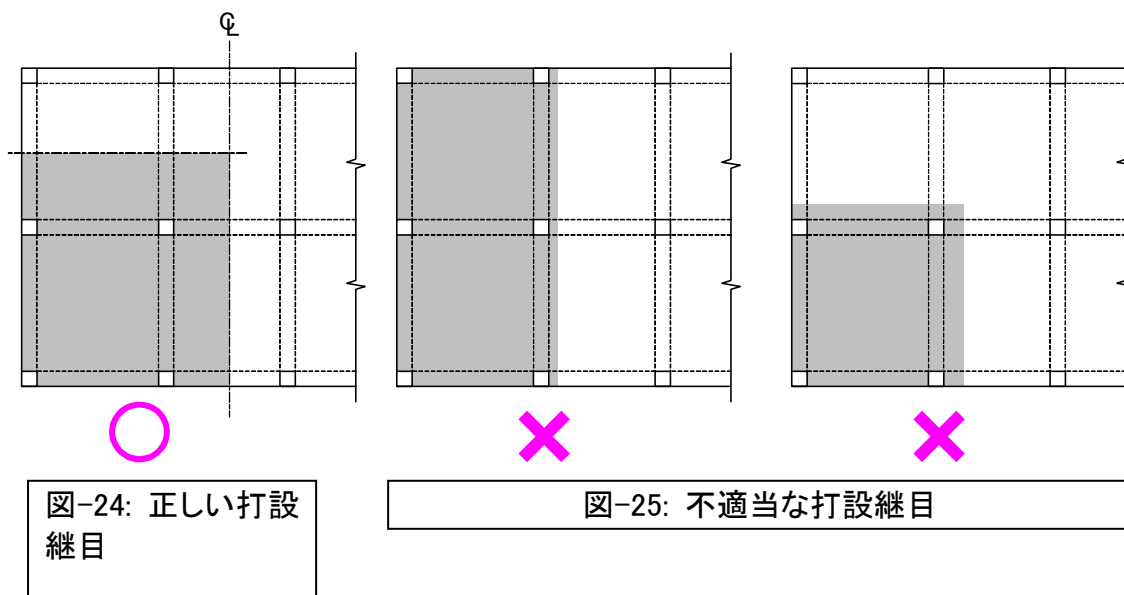
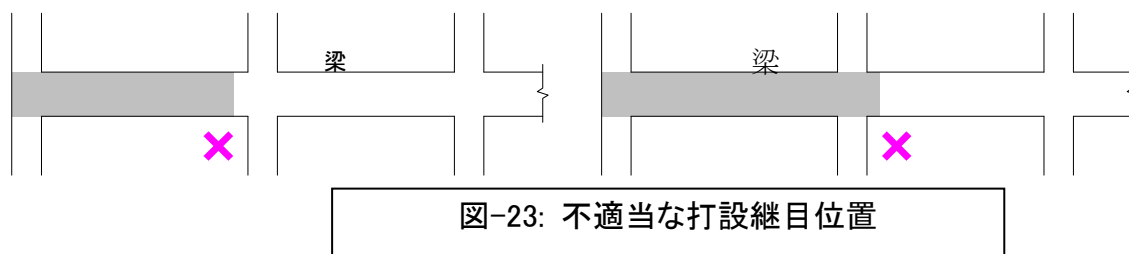
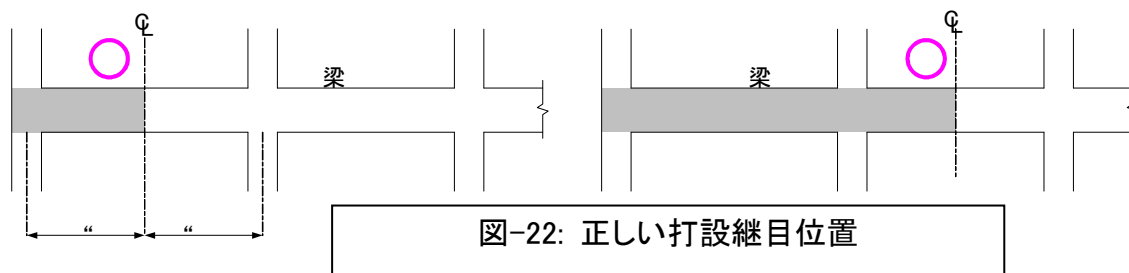


図-21: 前進しながらコンクリートを打設する。

2-1-6. 打設継目

- (1) 梁やスラブのコンクリート打設継目は、図-22、-24 の通り、スパンの中央付近に鉛直に設ける。図-23、-25 の通り、柱や梁の接合部付近で打ち継いではならない。



- (2) コンクリート打設時にモルタルやセメントペーストの流出を抑え、連続した打設を行うため、図-26 のとおり、継目部にはせき板を設ける。水平継目は外側表面を定規で真直ぐに整える。図-27 に示すようにせき板なしにコンクリートを打設してはならない。

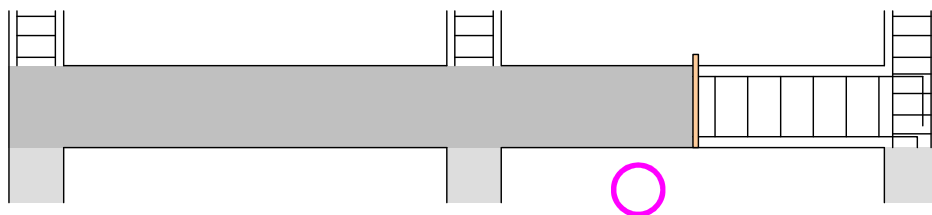


図-26: 適切な打継位置とせき板の設置

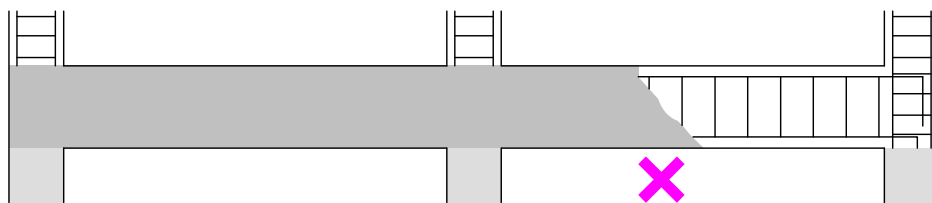


図-27: せき板なしの打継ぎ

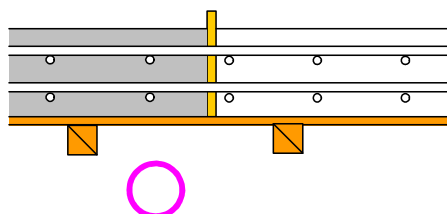


図-28: 正しいせき板の設置

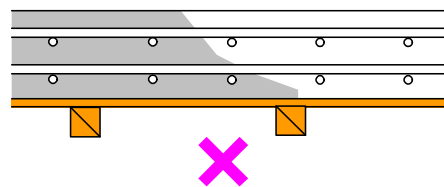


図-29: せき板なし

- (3) 柱の打継の場合、図-30 のとおり、水平か緩やかな継目とすべきであり、図-31 のように斜めやくぼんだ継目となってはならない。

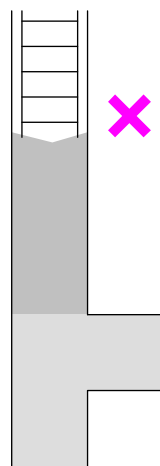
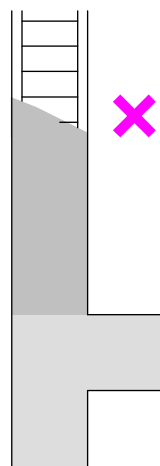
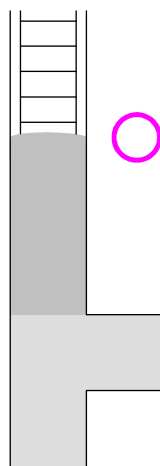
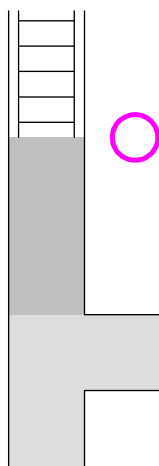
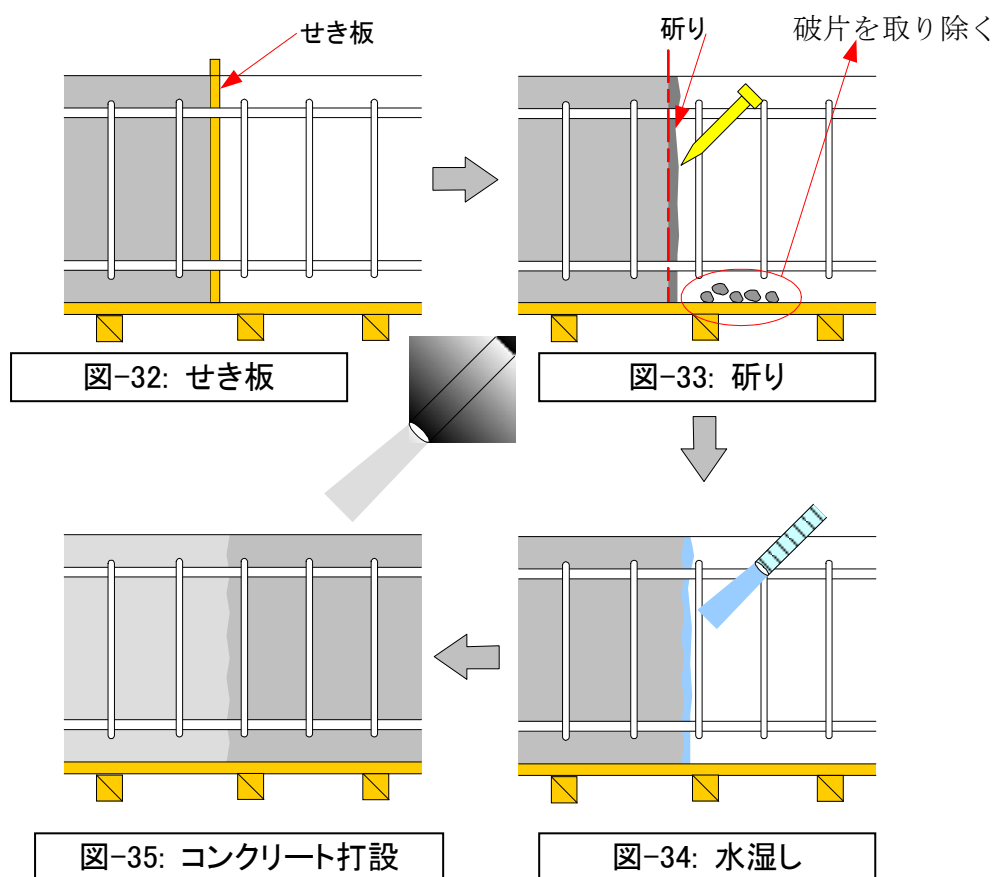


図-30: 正しい継目

図-31: 不適当な継目

(4) レイタンスと低品質なコンクリートは、打設継目表面から研り取り、コンクリートを露出させる。

- 1) 図-32 のように打設継目には水平・鉛直せき板を設ける。
- 2) 図-33 のようにレイタンスと低品質コンクリートは打設継目表面から研り取る。
- 3) 図-34 のように打設継目にはコンクリート打設前に水湿しを行う。



2-1-7. バイブレーター

- (1) 突き詰めと振動には、バイブレーターや突き詰め棒を使用する。
- (2) 図-36 のとおり、バイブレーターは鉛直に挿入し、図-37 のように斜角には挿入しない。
- (3) 図-38 のようにバイブレーターでかき混ぜない。
- (4) 図-36 のとおり、バイブレーターの挿入間隔は 60cm 以下とし、1 回につき 5 から 10 秒、且つ、生コンクリートの表面にセメントペーストが浮き出る程度とする。

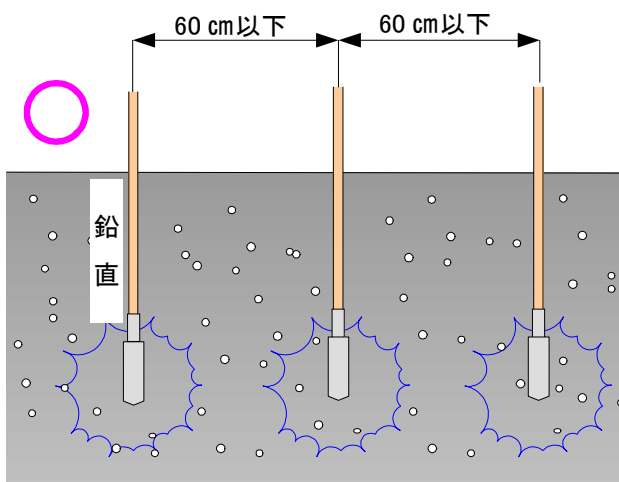


図-36: 正しいバイブレーターの使用

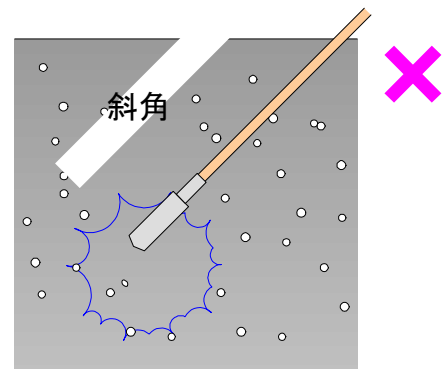


図-37: 不適切なバイブレーターの使

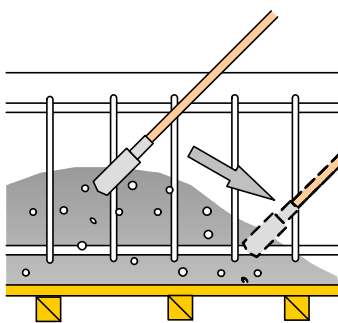


図-38: 不適切なバイブレーターの使用

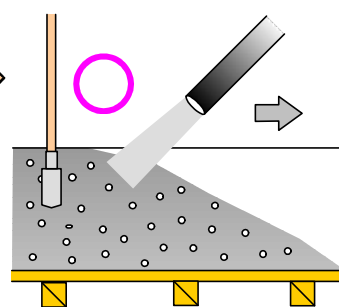


図-39: 正しいバイブレーターの使用

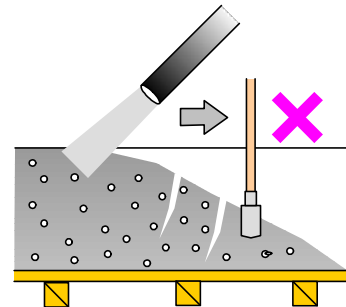


図-40: 不適切なバイブレーターの使用

- (5) 図-41 のように全ての出隅の型枠と鉄筋にコンクリートを充填させるため、突き詰めと振動は慎重に行わなければならない。

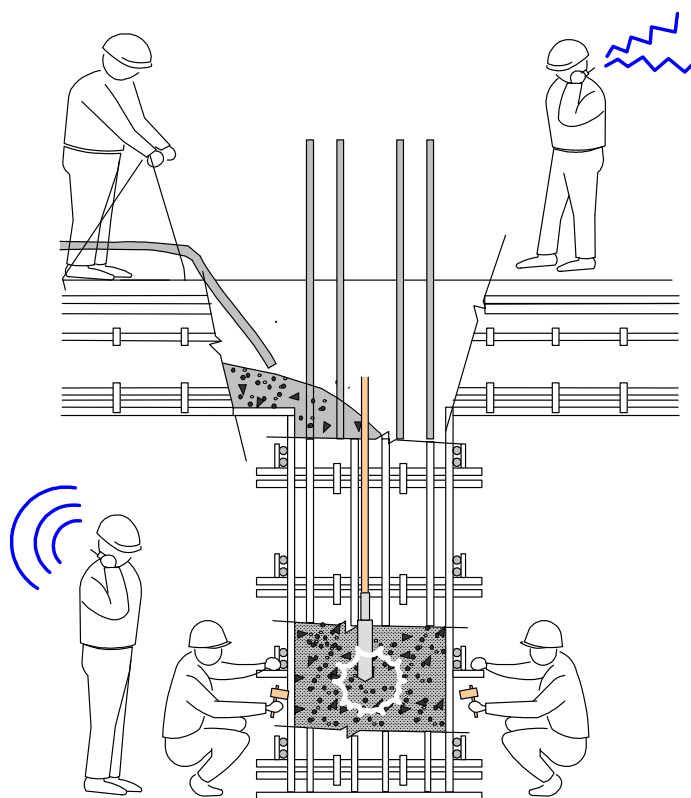


図-41: 正しいコンクリートの打設方法

2-1-8. ジャンカ

図-42 のようにバイブレーター不足、不適切な打設方法、低品質な型枠の段差からのセメントミルクの漏出等によりジャンカは発生する。

重大な欠陥が見つければ、監督者と補修方法を策定し、承認を得る。補修後は監督者の検査を受ける。

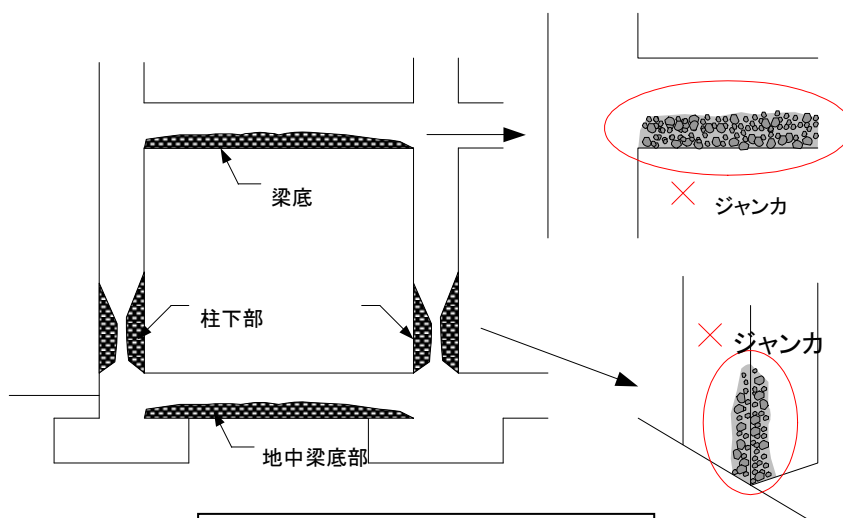


図-42: ジャンカ

ジャンカの補修方法

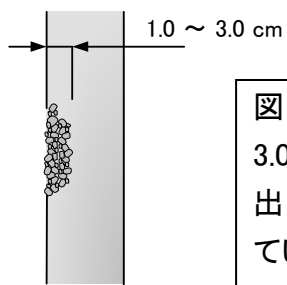


図-43, 深さ 1.0 ~ 3.0 cm、砂利露出、ただし、剥がれていない。

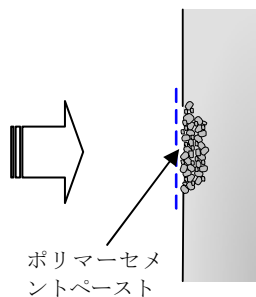


図-44, コンクリート表面にポリマーセメントペーストを塗布する。

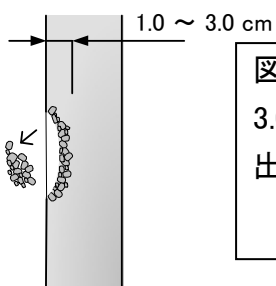


図-45, 深さ 1.0 ~ 3.0 cm、砂利露出、剥落。

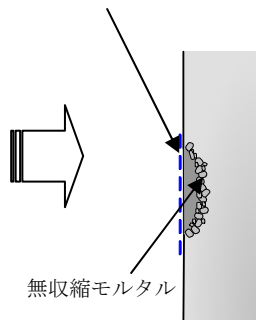


図-46, 表面を研り、砂利を取り除き、無収縮モルタルとポリマーセメントペーストを塗布する。

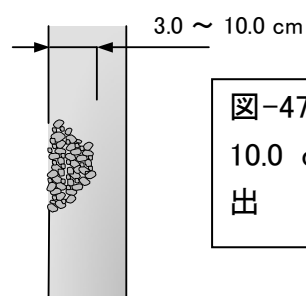


図-47, 深さ 3.0 ~ 10.0 cm、鉄筋露出

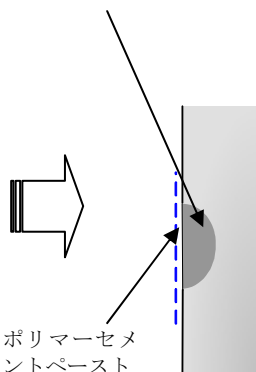


図-48, 表面を研り、砂利を取り除き、無収縮モルタルとポリマーセメントペーストを塗布する。

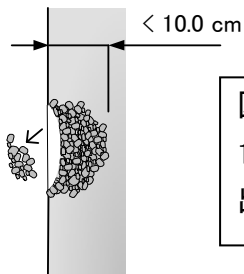


図-49, 深さ 3.0 ~ 10.0 cm、鉄筋露出

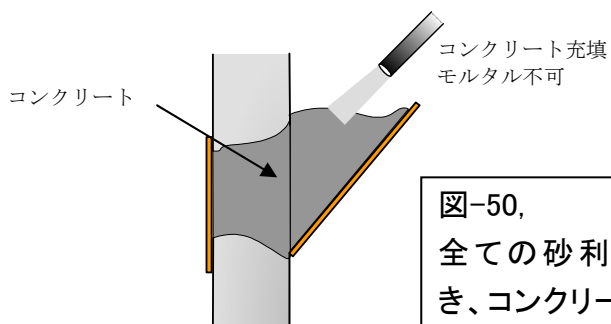
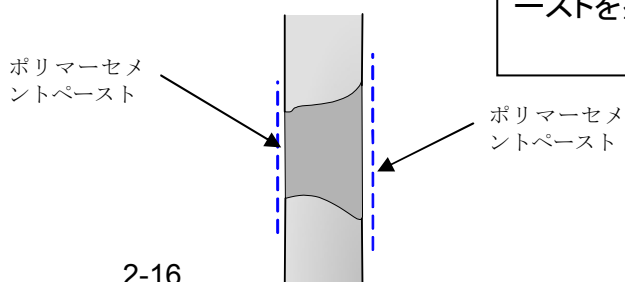
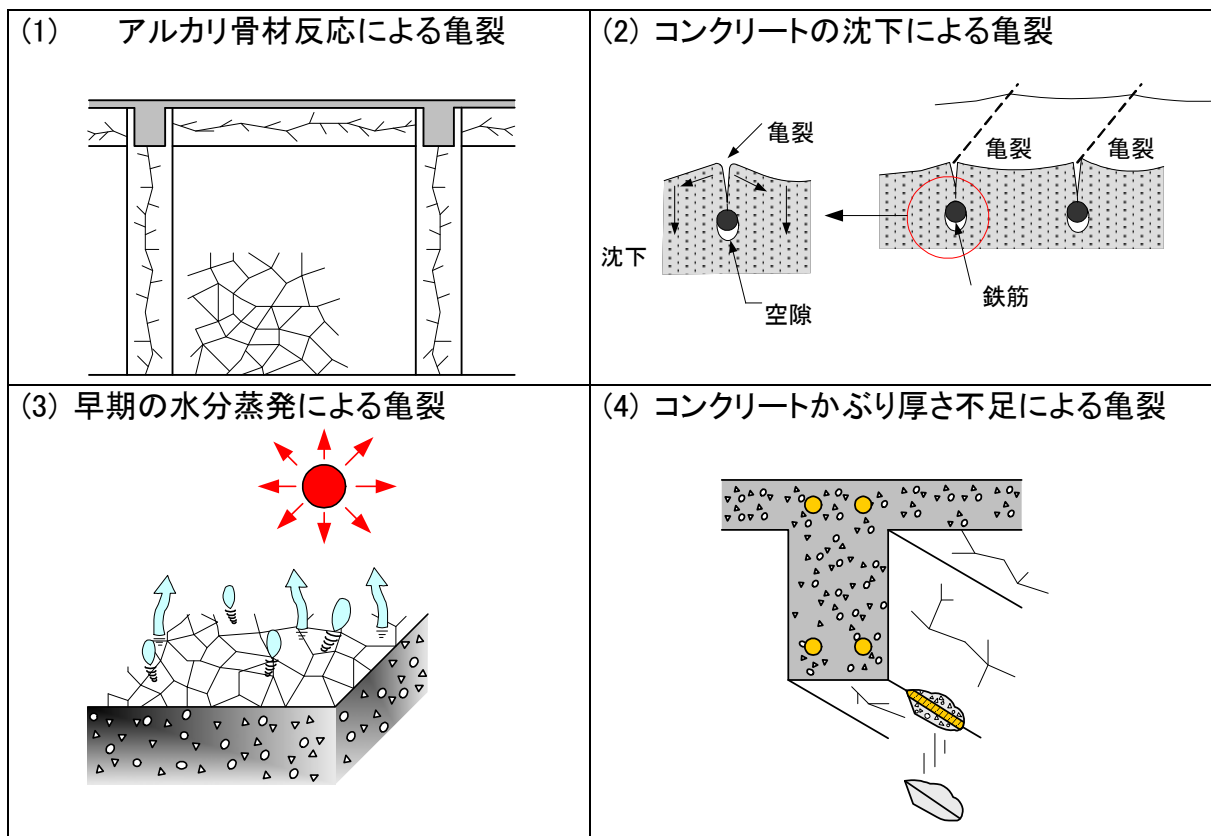


図-50, 全ての砂利を取り除き、コンクリートを充填し、ポリマーセメントペーストを塗布する。



2-1-9. 亀裂

ほとんどのコンクリート亀裂は、固体化の過程における水分蒸発によるコンクリートの乾燥収縮が要因である。小さな亀裂は構造体への深刻な問題とはならないが、大きな亀裂は耐久力の減少と構造体への大きな損害へとつながる。



(1) アルカリ骨材反応による亀裂

アルカリ骨材反応により網状、甲羅状亀裂が発生する。

(2) 生コンクリートの沈下による亀裂

セメントペーストの漏出、型枠や支柱の変形・沈下により生コンクリートが沈下し、コンクリート打設後、1～6時間後に鉄筋に沿って空隙が発生する。

(3) 不適切なコンクリートの養生による早期の水分蒸発を要因とした亀裂

(4) コンクリートかぶり厚さ不足による亀裂

コンクリートかぶり厚さが少ない場合、主筋に沿って亀裂が発生し、コンクリートが剥がれ落ちる。

(5) 亀裂の防止・封止策には要因を熟知することが重要である。コンクリート工事の知識から亀裂発生を防ぐことができる。

(6) 乾燥収縮による亀裂の主要因、防止策は下記表に示す。

期限	要 因	封止策
7日まで	<ul style="list-style-type: none"> ● 早期凝固 ● 泥物質の含有 ● 沈殿 ● 速い打設 ● 型枠や支柱の変形・沈下 ● 早期の荷重 ● 早期水分蒸発 	<ul style="list-style-type: none"> ● コンクリート打設前の型枠の水湿しを行う。 ● 十分なコンクリートかぶり厚さを確保する。 ● スペーサーと支柱を設置する。 ● コンクリート打設時の鉄筋の定位置変動を防ぐためしっかりと結束する。 ● 資材の地面直接保管は行わない。 ● 慎重なバイブレーションを行う。 ● 適切に打設する。 ● 頑丈な型枠と支柱を行う。 ● 型枠の組立誤差による隙間をなくす。 ● 適切な支柱の存置期間を確保する。 ● 7日以上の湿潤養生を行う。 ● 最低7日間是不荷重状態を保つ。 ● その他
28日まで	<ul style="list-style-type: none"> ● 乾燥収縮 ● 湿潤養生不足 ● 支柱の早期脱型 ● 振動・荷重 	
28日以降	<ul style="list-style-type: none"> ● 乾燥収縮 ● 低品質コンクリート強度 ● 腐食鉄筋 ● コンクリートかぶり厚さ不足 ● 鉄筋量不足 ● 集中荷重 ● 過荷重 ● 外気温作用 	

(7) アルカリ骨材反応による亀裂発生を抑制するための粗骨材の望ましい性質

材 料	性 質	説 明
品 質	<ul style="list-style-type: none"> • 硬い石 • 大きな弾性係数 	石灰石、安山岩、花崗岩、玄武岩、粘板岩など
不純物	<ul style="list-style-type: none"> • 不純物なし 	<ul style="list-style-type: none"> • 沈殿試験 粗骨材は 1.0%以下 細骨材は 3.0%以下
	<ul style="list-style-type: none"> • 塩化物含有なし 	<ul style="list-style-type: none"> • 塩化物含有量は 0.1%以下
水分吸収	<ul style="list-style-type: none"> • 少ない吸収 	粗骨材は 3.0%以下 細骨材は 3.5%以下 砂利は 2.0%以下
寸 法	<ul style="list-style-type: none"> • 大 	
密 度	<ul style="list-style-type: none"> • 大 	<ul style="list-style-type: none"> • 概ね 55%から 65 %

2-2 型枠工事

2-2-1. 材料

- 型枠工事は木材、合板、樹脂塗膜合板、鋼製板材により建造する。
- せき板の表面はきれいなものでなければならない。
- せき板には液体塗膜材を施す。
- せき板に液体塗膜を施すことにより平滑なコンクリート表面を築造でき、せき板の2～3回の再利用も可能となる。
- 型枠材は直射日光を避け保管する。
- 型枠材の他工事への再利用は、品質維持のため2回までとする。

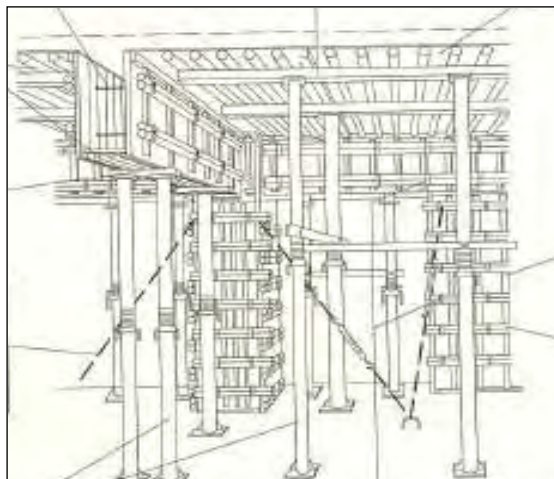


図-51: 型枠工事

2-2-2. 柱の鉛直線

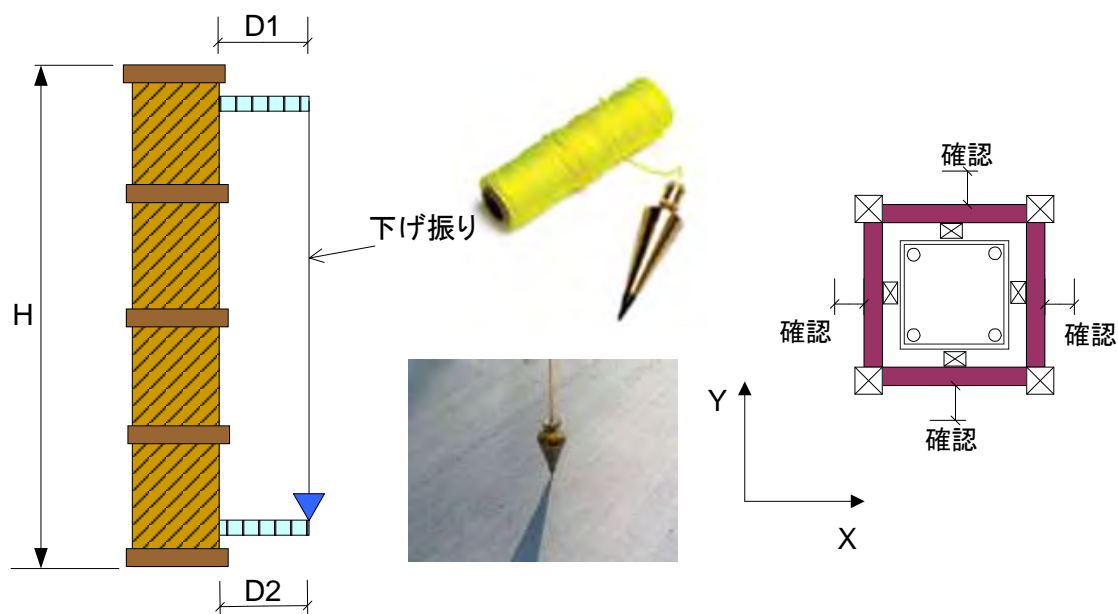


図-52: 柱の鉛直確認

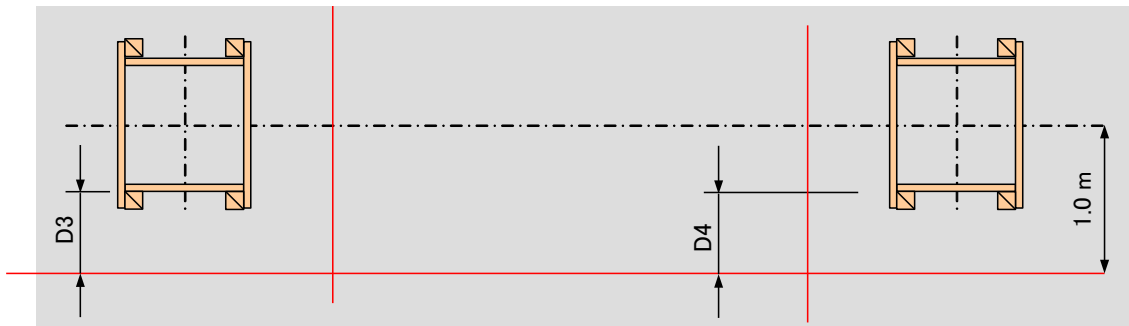
- ◆ 全ての方向から D1 及び D2 の距離を確認する。鉛直許容誤差(=D1-D2)は下表-10 による。

表-10 許容鉛直誤差 (by ACI)

柱の総高さ	柱位置	鉛直誤差 (D1-D2)
柱 (H<30m)	隅柱	13mm 以下
	その他の柱	25mm 以下
柱 (H>30m)	隅柱	H/2000 かつ 76mm 以下
	その他の柱	H/1000 かつ 152mm 以下

- ◆ 型枠組立前に鉛直線の検査を行う。検査値が許容誤差を超えている場合、型枠を解体し、再組立てを行う。

2-2-3. 水平整線



- ◆ 全ての方向の D3 及び D4 の距離を確認し、水平誤差(=D3-D4)は下表-11 による。

表-11 許容水平誤差 (by ACI)

部位名称	水平誤差(D3-D4)
梁、小梁、スラブ等	25mm 以下

- ◆ 型枠組立前に水平線の検査を行う。検査値が許容誤差を超えている場合、型枠を解体し、再組立てを行う。

2-2-4. 内部採寸

- ◆ 型枠内部の寸法確認

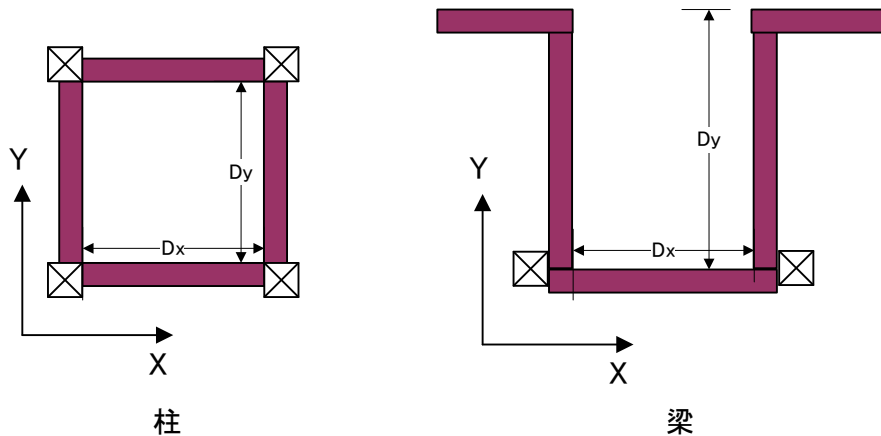
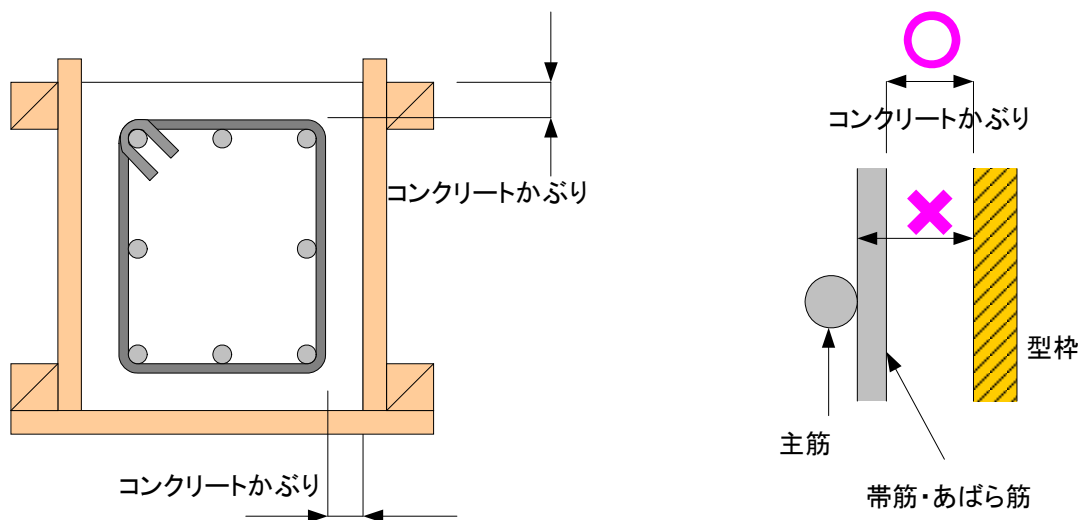


表-12 直交寸法の許容誤差 (by ACI)

部位	設計寸法	Dx と Dy の誤差
柱、梁、基礎、スラブ	30cm 未満	+10mm 及び -6.0mm
	30cm 以上 90cm 未満	+13mm 及び -10.0mm
	90cm 以上	+25mm 及び -19.0mm

- ◆ 型枠組立前に内部寸法の検査を行う。検査値が許容誤差を超えている場合、型枠を解体し、再組立てを行う。

2-2-5. コンクリートのかぶり厚さ



◆ コンクリートかぶり厚さの確認

設計図書仕様書に記載されていない限り、コンクリート最小かぶり厚さは下表-14による。

表-14 かぶり厚さの最小値

構造部位			保護コンクリートかぶり厚さの最小値
土に接しない部分	床スラブ・壁	仕上げあり	20mm
		仕上げなし	30mm
	柱・梁	仕上げあり	40mm
		仕上げなし	40mm
土に接する部分	柱・梁・床スラブ・壁		50mm
	基礎・擁壁		70mm

- ◆ コンクリートのかぶり厚さは、上図のように帯筋・あばら筋の最外部とせき板の間の距離である。
- ◆ 型枠組立前にかぶり厚さの検査を行う。検査値が最小厚さを超えている場合、型枠を解体し、再組立てを行う。

2-2-6. スリーブの位置

- ◆ 図-53 に示すとおり、スリーブは梁せいの $1/2$ ($H/2$) の範囲に施す。図-54 のように梁せいの $H/2$ の範囲外にスリーブを設けてはならない。
- ◆ スリーブの径は梁せいの $1/3$ ($1/3H$) 以下とし、最小管間隔 L は H より大きく、スリーブの許容範囲は $1/2H$ とする。

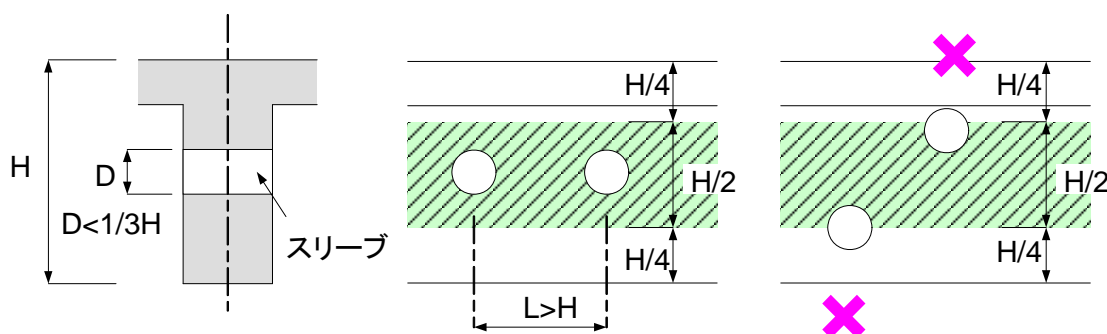
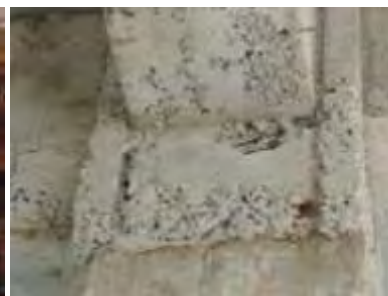
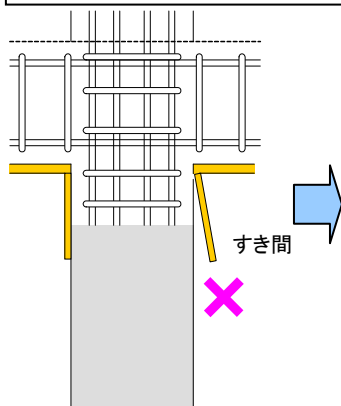
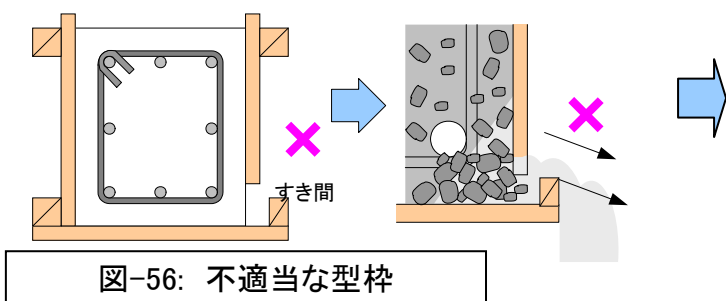
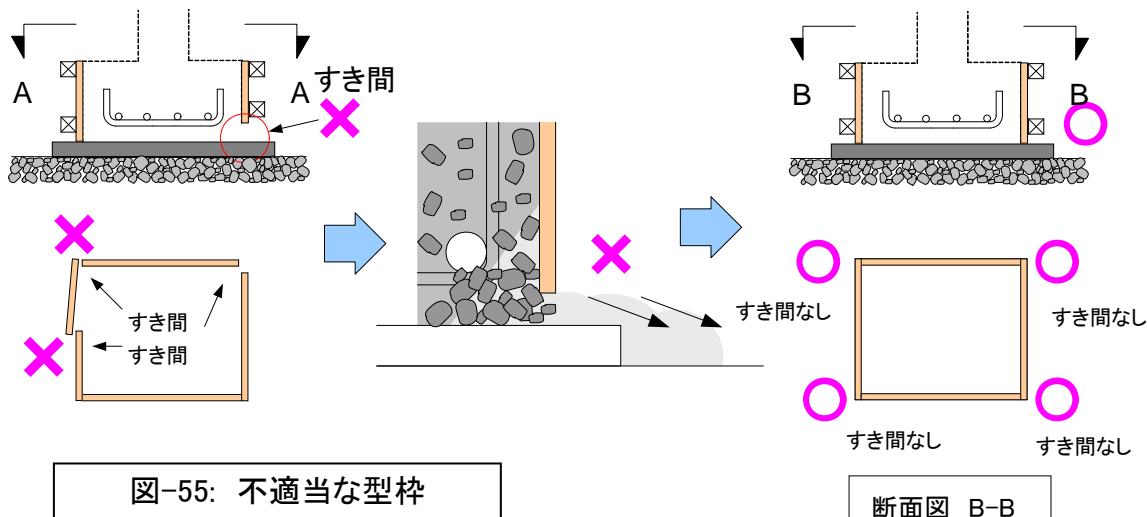


図-53: 適切な位置

図-54: 不適切な位置

2-2-7. 組立

- ◆ 型枠のすき間を見落とさないようにする。セメントミルクの外部漏出が起こる。
- ◆ 全ての型枠接合部を検査し、図-55、-56 のようなすき間を確認した際は、型枠を解体し、再組立てを行う。その他、図-58、-59 のような深刻な問題も発生する。



2-2-8. 支柱

- (1) 支柱は、図-60 のような地面に建ててはならない。
- (2) 支柱は、図-61 のように頑丈な架台、もしくは図-62 のようにコンクリート架台のうえに建てる。
- (3) 支柱は、水平・垂直に動かないように建て、堅固に固定する。

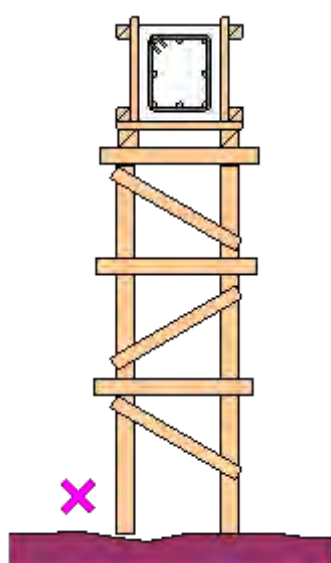


図-60: 地盤上

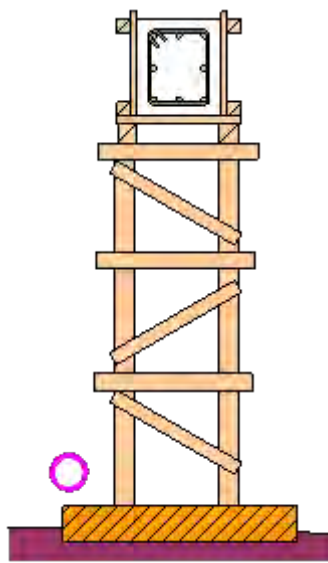


図-61: 架台上

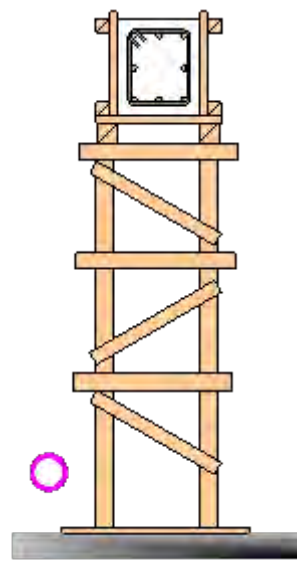


図-62: コンクリート上

2-2-9. 型枠の取外し

- (1) 型枠は最小存置期間を経過したら取り外す。
- (2) 最小存置期間は表-15、-16 に示すコンクリートの材齢もしくは圧縮強度により判断する。
- (3) 片持ち梁、キャノピー、長スパン梁、長スパン床スラブ、極度に大きな作業荷重部位には支柱の存置期間を長く要する。
- (4) 支柱の盛り替えを行わない。スラブ下、梁下のせき板は一般的な基準のとおり、支柱の取り外し後に脱型を行う。

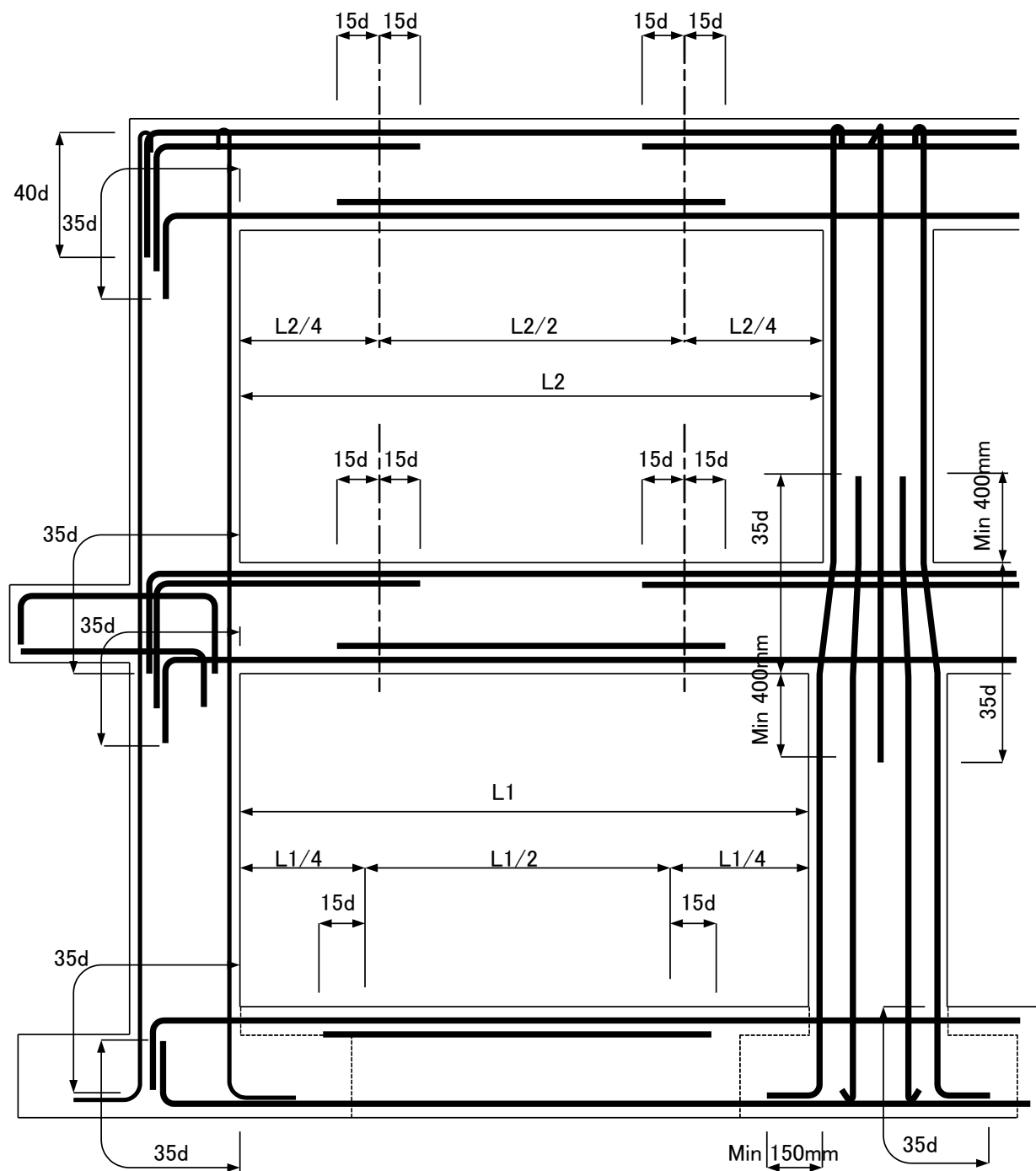
表-15 せき板の最小存置期間

セメントの種類	普通ポルトランドセメント
コンクリートの材齢(日)	3日
コンクリート圧縮強度	圧縮強度 5 N/mm ² が得られるまで

2-3 鉄筋工事

2-3-1. 鉄筋組立基準

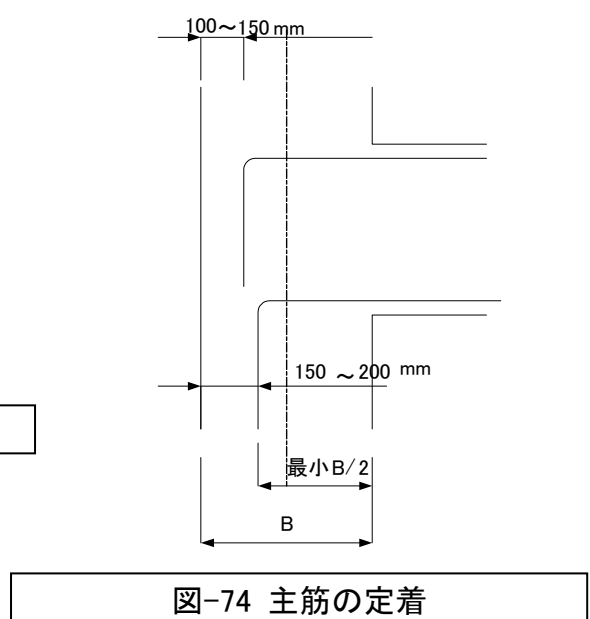
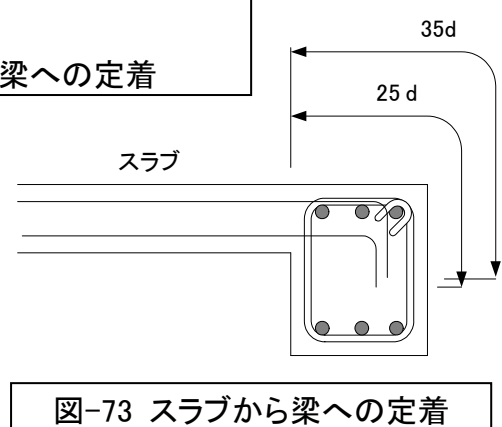
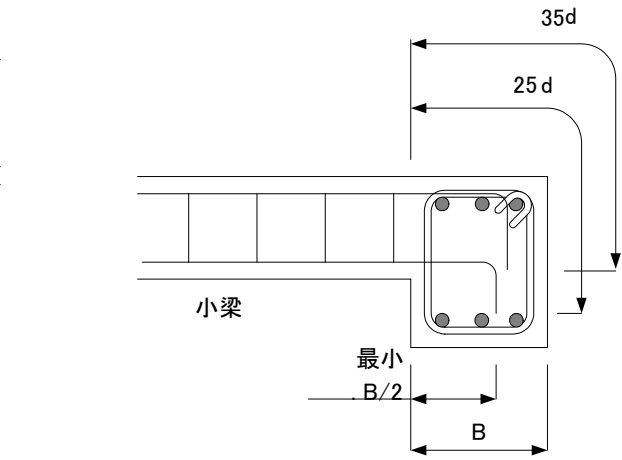
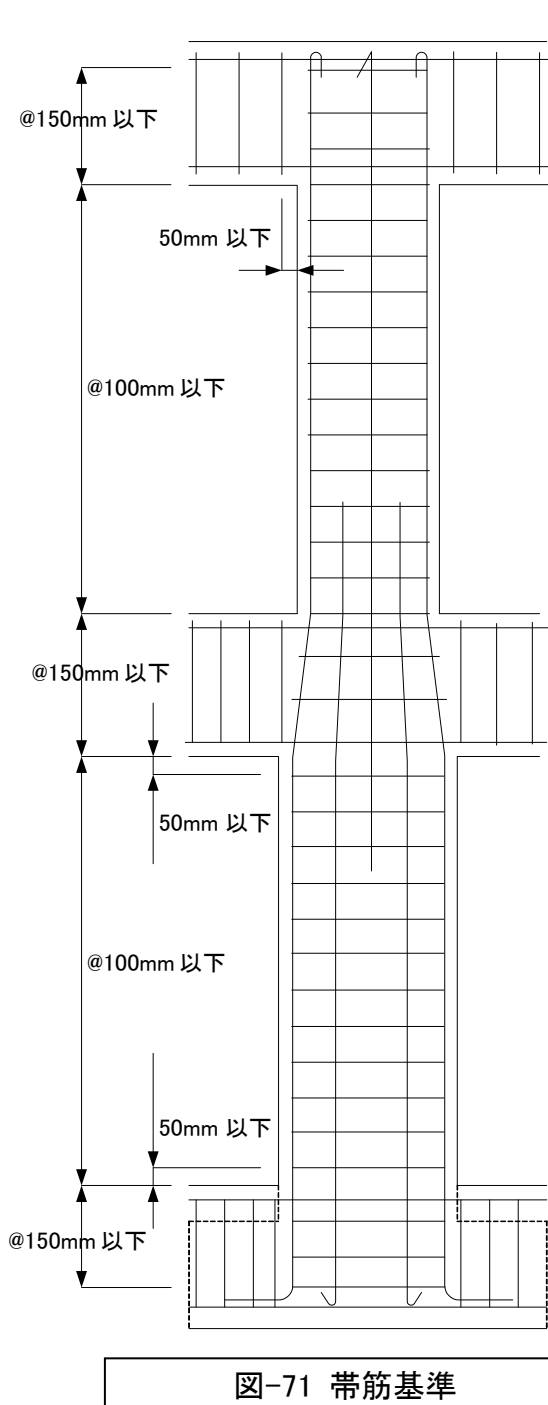
(1) 主架構



Note: d は鉄筋径

図-70 配筋基準

(2) 帯筋基準及び小梁とスラブの定着



2-3-2. 配筋精度

(1) 主筋

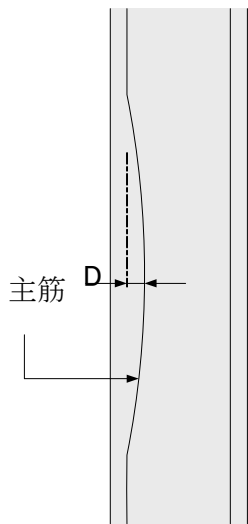


図-75: 柱

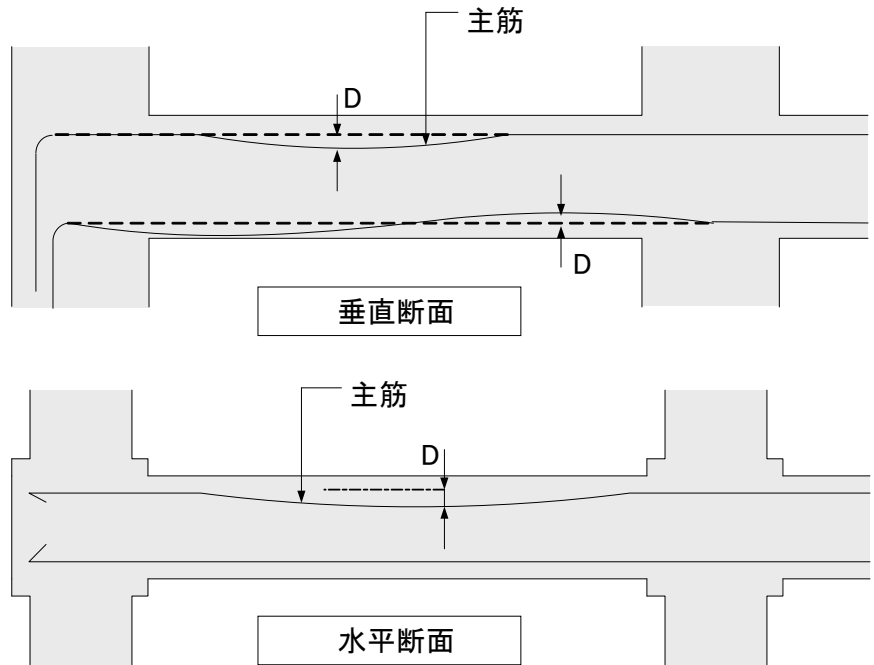


図-76: 梁

Note: 主筋の変形による誤差 D は 1.0 cm 以下とする。

(2) 帯筋及びあばら筋

X は設計図書仕様書の記載寸法であり、 D は 1.0cm 以下とする。 $X1$ 及び $X2$ は $X + 1.0\text{cm}$, $X3$ は $X/2$ 以下とする。

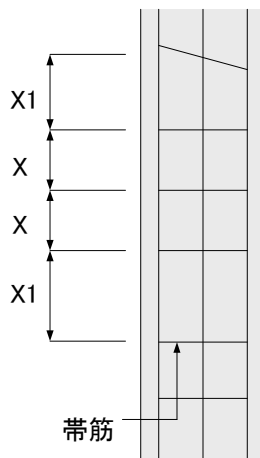


図-77: 柱

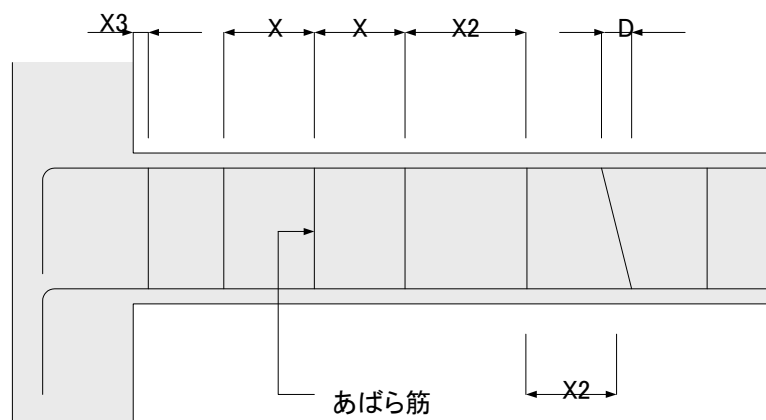


図-78: 梁

2-3-3. 重ね継手

- (1) 鉄筋の重ね継手位置は、図-79 に示すように地震力を要因とした大きな引張応力の生じる位置を避け、図-80 に示す位置に設ける。

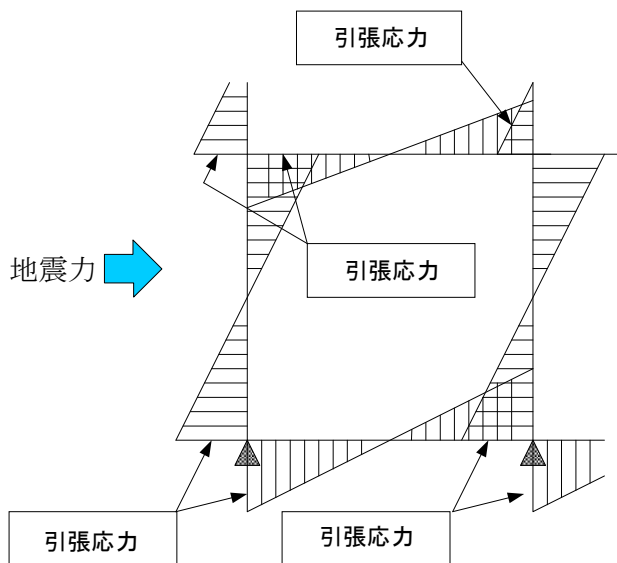


図-79: 典型的な曲げモーメント図

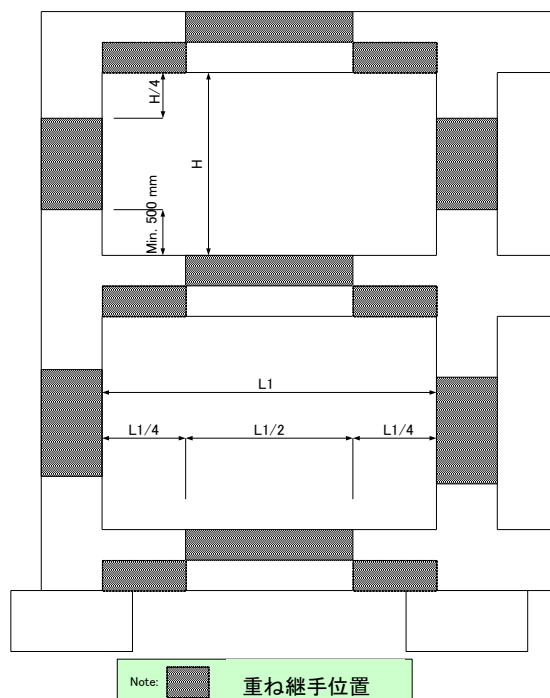


図-80: 重ね継手位置

- (2) 重ね継手長さと定着長さは下表-20 以上とする。

表-20 重ね継手の長さ及び定着長さ

鉄筋種類	圧縮強度 (N/mm^2)	鉄筋径	フックなし				フックあり			
			L1 (mm)	L2 (mm)	L3		L1 (mm)	L2 (mm)	L3	
					小梁 (mm)	スラブ (mm)			小梁 (mm)	スラブ (mm)
BJTD30 (SD295A) (SD295B) (SD345) -	21-27	D10	400	350	250	150	300	250	150	
		D13	520	455	325	150	390	325	195	
		D16	640	560	400	160	480	400	240	
		D19	760	665	475	190	570	475	285	
		D22	880	770	550	220	660	550	330	
		D25	1000	875	625	250	750	625	375	

(3) 隣り合う重ね継手の位置を下図-81、-82 に示す。

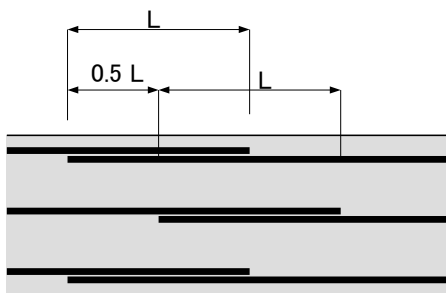


図-81: 適切な継手位置

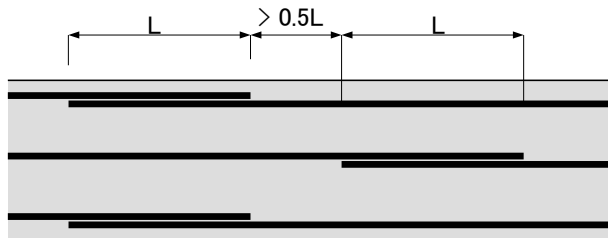


図-82: 適切な継手位置

(4) 下図-83、-84 のように重ね継手を同位置に設けてはならない。
同位置に重ね継手を設けた場合、図-85 のように亀裂が発生しやすくなる。

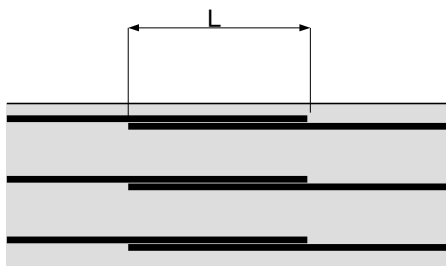


図-83: 不適切な継手位置

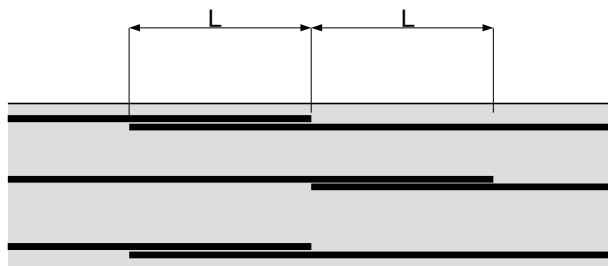
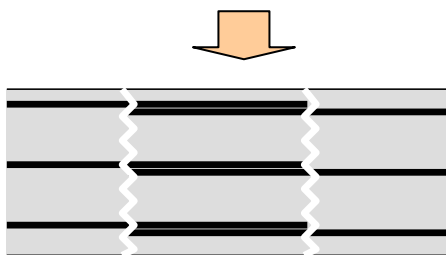
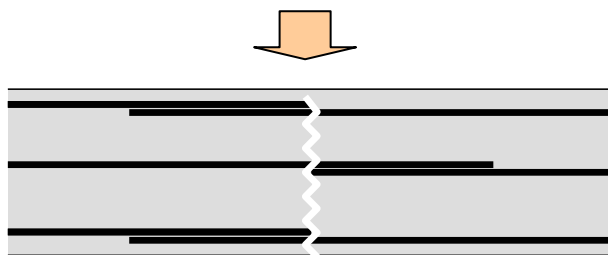


図-84: 不適切な継手位置



Crack

Crack



Crack

図-85: 不適切な継手位置に起因した亀裂

(5) 柱の継手位置

- 1) 柱の継手位置を図-86 に示す。
- 2) 図-87 のような継手を設けてはならない。

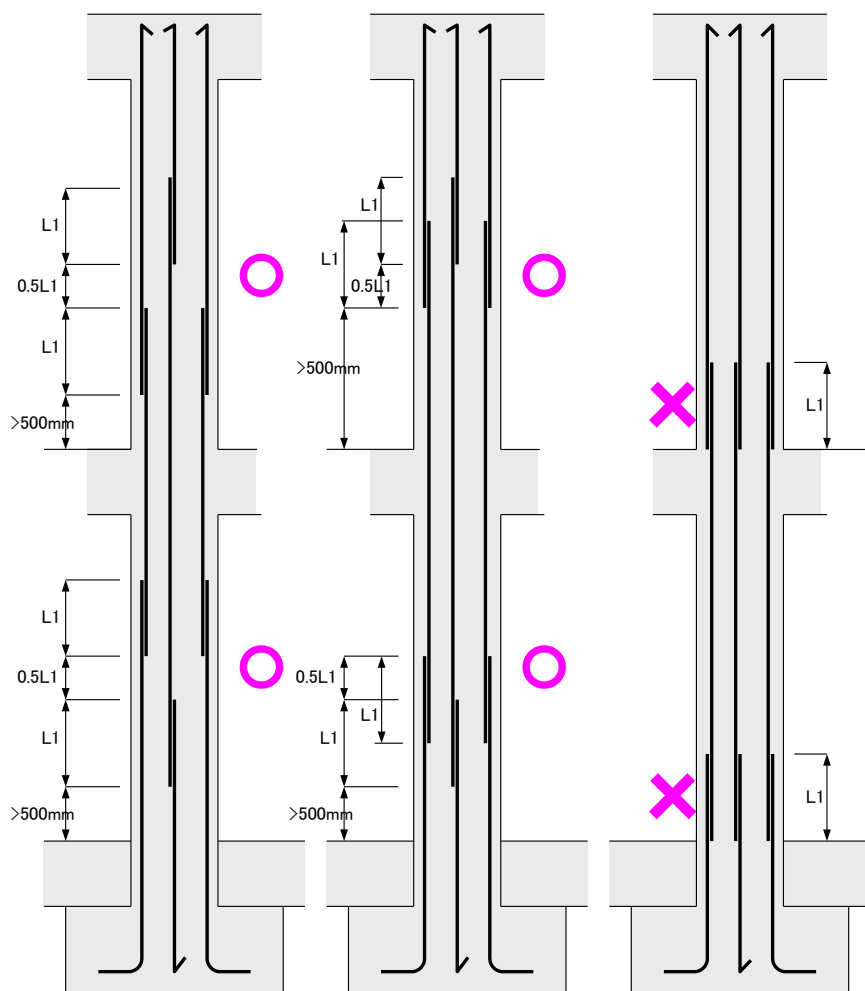


図-86: 適切な継手位置

図-87: 不適切な継手位置



図-88: 柱梁の崩壊



図-89: 柱底部における継手

2-3-4. 定着

- (1) 鉄筋の定着形状、長さは、図-90 及び表-20 に従う。
- (2) 柱主筋の定着は図-91 に示すとおり、 $H/2$ を超える。図-92 のような場合、図-93 のように亀裂が発生する。



図-90: 一般的な定着のイメージ

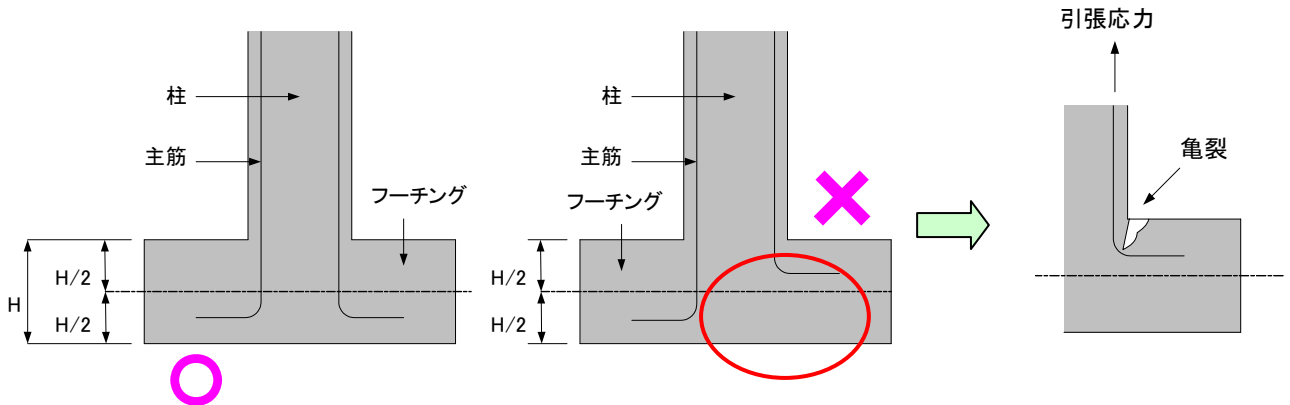


図-91: 適切な定着

図-92: 不適切な定着

図-93: 亀裂の発生

- (3) 梁主筋は図-94 に示す通り、柱の $B/2$ を超えるように定着する。

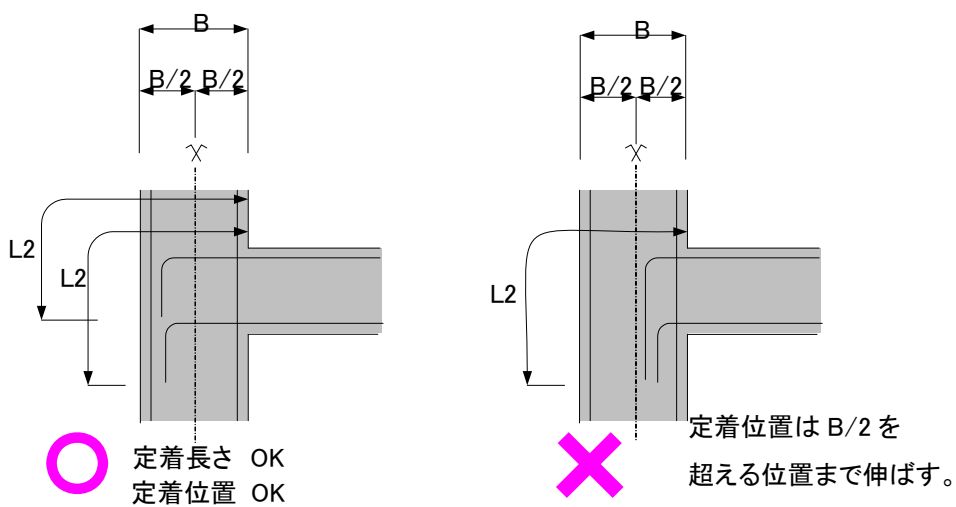


図-94: 適切な定着

図-95: 不適切な定着

2-3-5. 段差部の配筋

- (1) 図-96 に示すように柱の小さな鉛直段差（勾配 1/6 以下）の場合、柱主筋は勾配に合わせて折曲げて配筋する。
- (2) 図-97 に示すように柱の大きな鉛直段差（勾配 1/6 を超える）の場合、柱主筋を折曲げて配筋してはならない。
- (3) 水平段差のある梁配筋も同方法にて配筋する。

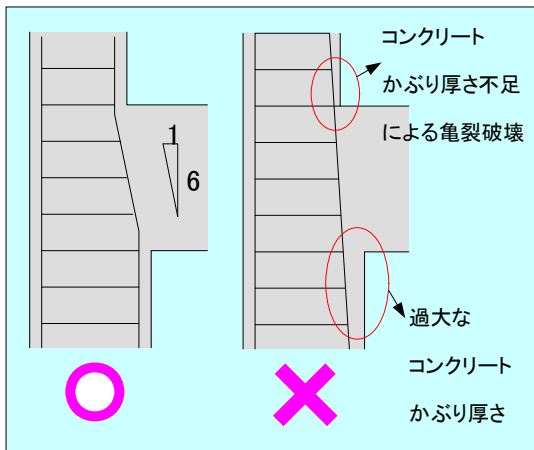


図-96: 小さな鉛直段差

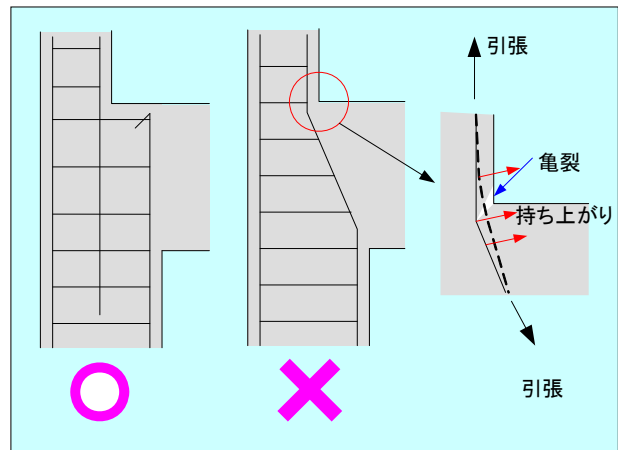


図-97: 大きな鉛直段差

2-3-6. 受筋

- (1) 図-98 のような片持ち梁及び片持ちスラブの場合、生コンクリートの打設負荷による主筋の下がり防ぐため、追加受筋を設ける。
- (2) 図-99 のように梁の二段筋の場合、生コンクリートの打設負荷による主筋の下がり防ぐため追加受筋を設ける。

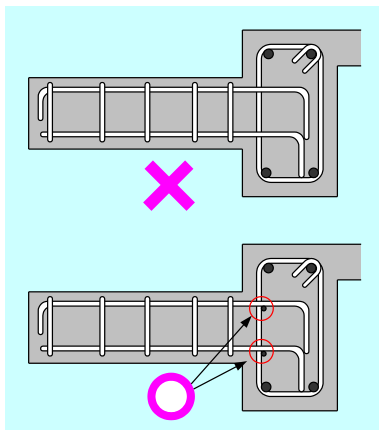


図-98: 片持ち梁

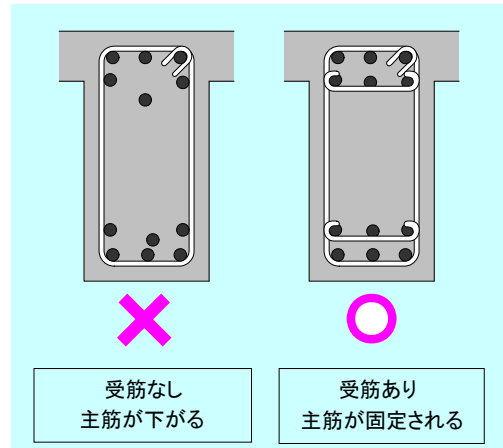
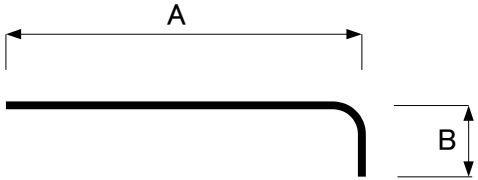

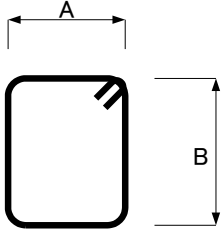


図-99: 二段筋

2-3-7. 折曲げ加工表

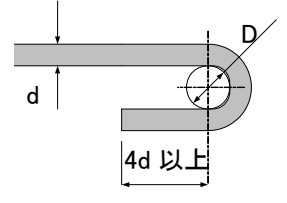

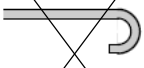
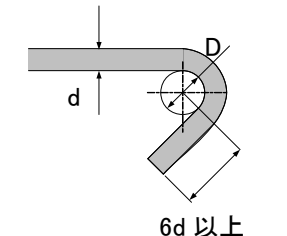

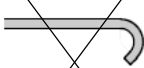
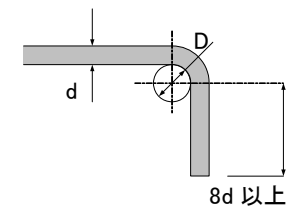
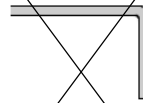

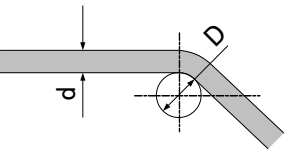
- (1) 鉄筋の切断・折曲げ加工一覧表を構造技術者により作成する。
- (2) 現場にて加工表をもとに鉄筋を切断し、折曲げる。
- (3) 加工表なしに鉄筋の切断や折曲げを行ってはならない。
- (4) 鉄筋の折曲げ許容誤差は、表-21 に従う。
 - ◇ 主筋：±15mm
 - ◇ 切断・折り曲げ後の全長：±20mm
 - ◇ 帯筋・あばら筋：±5mm

表-21 鉄筋の折曲げ許容誤差

項目	測定方法	許容誤差
主筋		A, B ±15mm (D25 以下)
切断・折曲げ後の全長		L ±20mm
帯筋 ・ あばら筋		A, B ± 5mm

(5) 鉄筋末端部の基準寸法と形状

表-22 フック基準と折曲げ加工表の詳細

折曲げ角度		鉄筋径		使用箇所	✗	✗
		16mm 以下	19mm ~ 38mm			
180°		3d 以上	4d 以上	柱及び梁等 の主筋	 急激な折曲げ	 フック長さ不足
135°		3d 以上	4d 以上	帯筋、あばら筋、 スパイラル筋	 急激な折曲げ	 フック長さ不足
90°		3d 以上	4d 以上	帯筋、あばら筋、 スパイラル筋	 急激な折曲げ	 フック長さ不足
90° 以下		4d 以上	5d 以上			

- ◇ 不適切な折曲げや不完全な鉄筋は使用してはならない。
- ◇ 一度折曲げ加工した鉄筋は、再利用してはならない。

(6) 折曲げ方向

異形鉄筋は、側線リブが図-100 に示すように折曲げる。図-101 のように直角に折曲げてはならない。

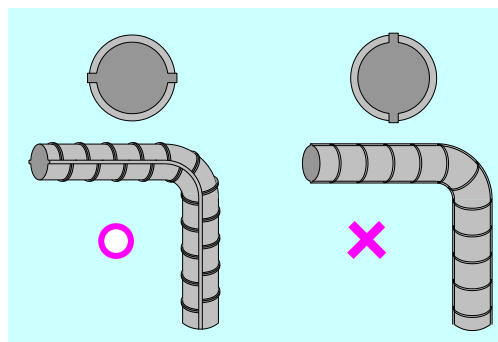


図-100: 適切な折曲げ 図-101: 不適切な折曲

2-3-8. 組立

- (1) 十分なコンクリートかぶりを確保することはコンクリート品質の重要な要素である。
- (2) 特記なき場合を除き、表-23 に示す最小コンクリートかぶり厚さに従う。

表-23: コンクリートかぶり厚さ基準

構造部位			保護コンクリートかぶり厚さの最小値
土に接しない部分	床スラブ・壁	仕上げあり	20mm
		仕上げなし	30mm
	柱・梁	仕上げあり	40mm
		仕上げなし	40mm
土に接する部分	柱・梁・床スラブ・壁		50mm
	基礎・擁壁		70mm

- (3) 図-102 に示すようにコンクリートかぶり厚さは、コンクリート外表面から帯筋・あばら筋までの最外箇所までの厚さである。

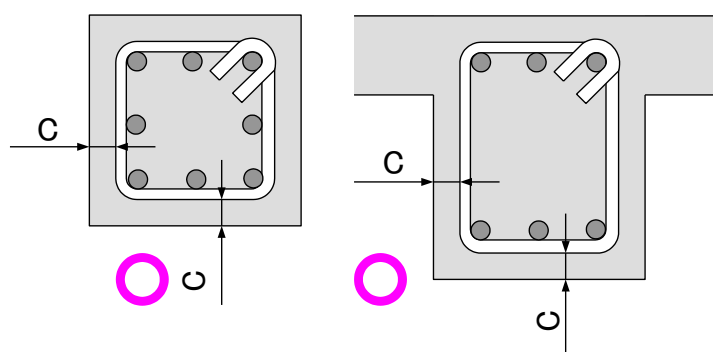


図-102: 適切なコンクリートかぶり厚さ

- (4) 図-103 に示すようにコンクリートかぶり厚さは、コンクリート外表面からの主筋の最内箇所までの厚さとしてはならない。

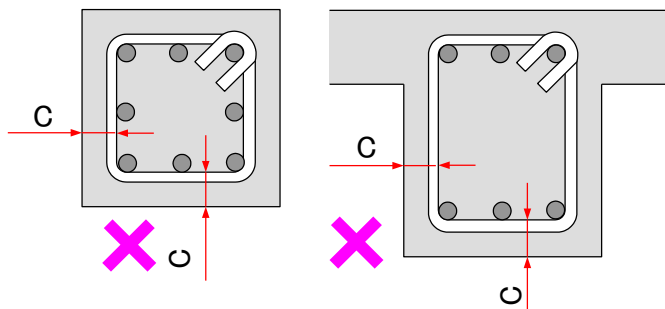


図-103:不適切なコンクリートかぶり厚さ

- (5) スペーサー

- 1) 図-105、-106 に示すとおり、適切なコンクリートかぶり厚さを確保するためにスペーサーを設置する。

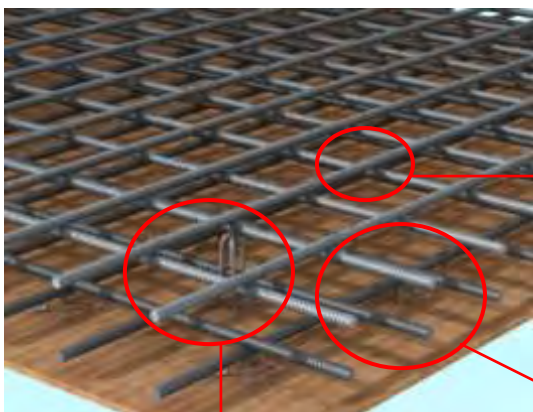


図-105 上段筋のスペーサー

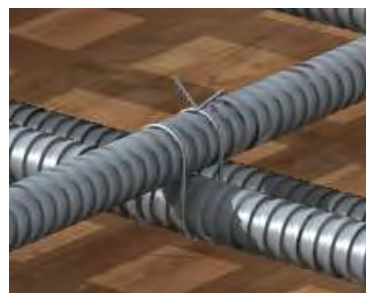
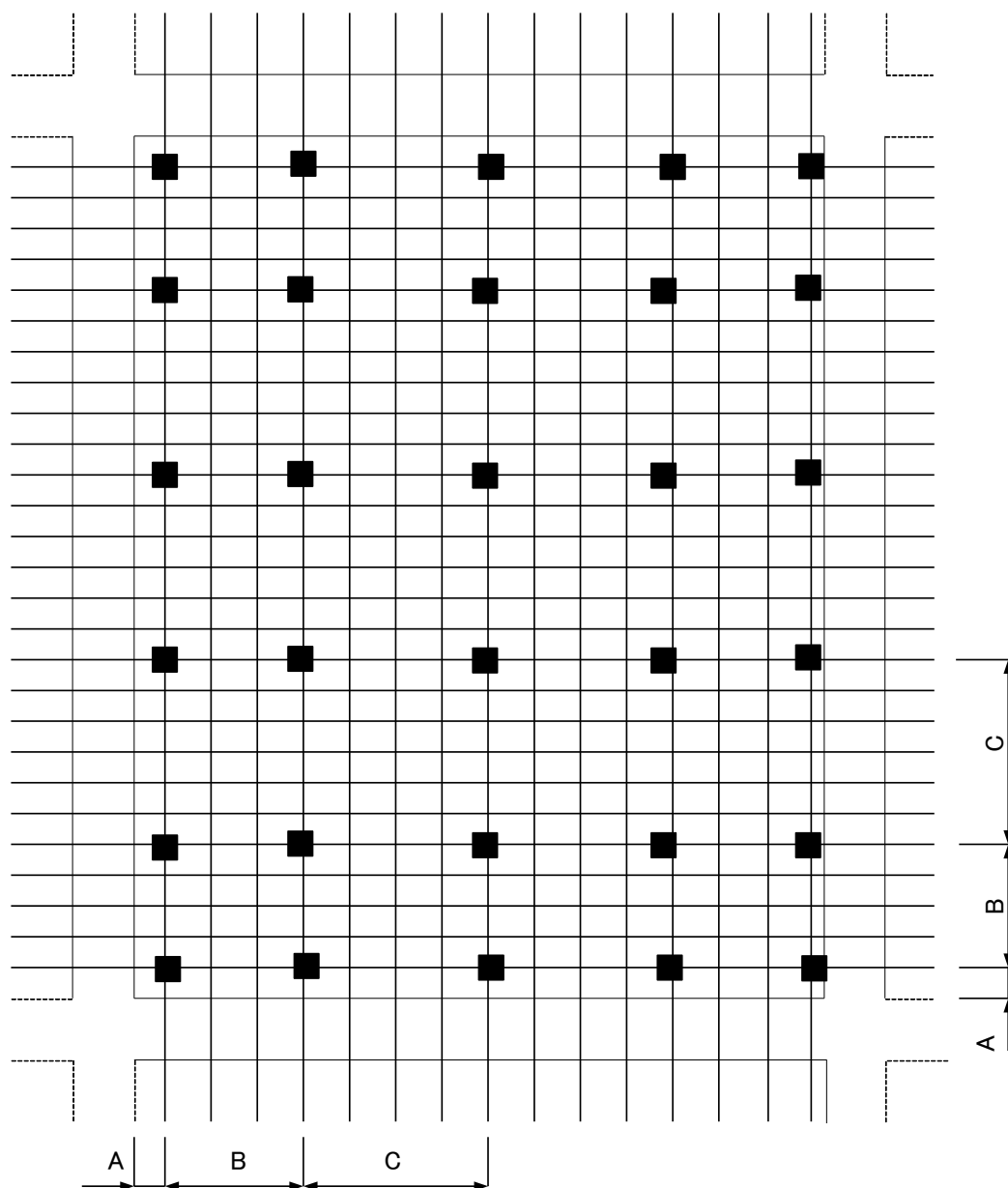


図-104 鉄筋結束



図-106 下段筋のスペーサー

2) スラブのスペーサーは図-107 に示すとおり、設置基準に従う。



■ スペーサーの位置(上段筋及び下段筋)

A: 10 cm以下

B: 90 cm以下

C: ほぼ 90 cm

図-107 スラブのスペーサー

3) 地中梁

図-108、-110 に示すとおり、スペーサーは両側部及び底部に設置する。

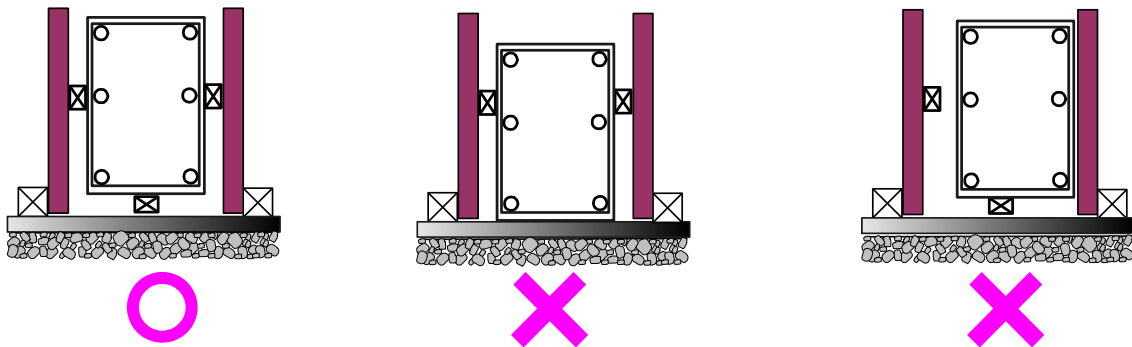


図-108: 適切な設置

図-109: スペーサーなし

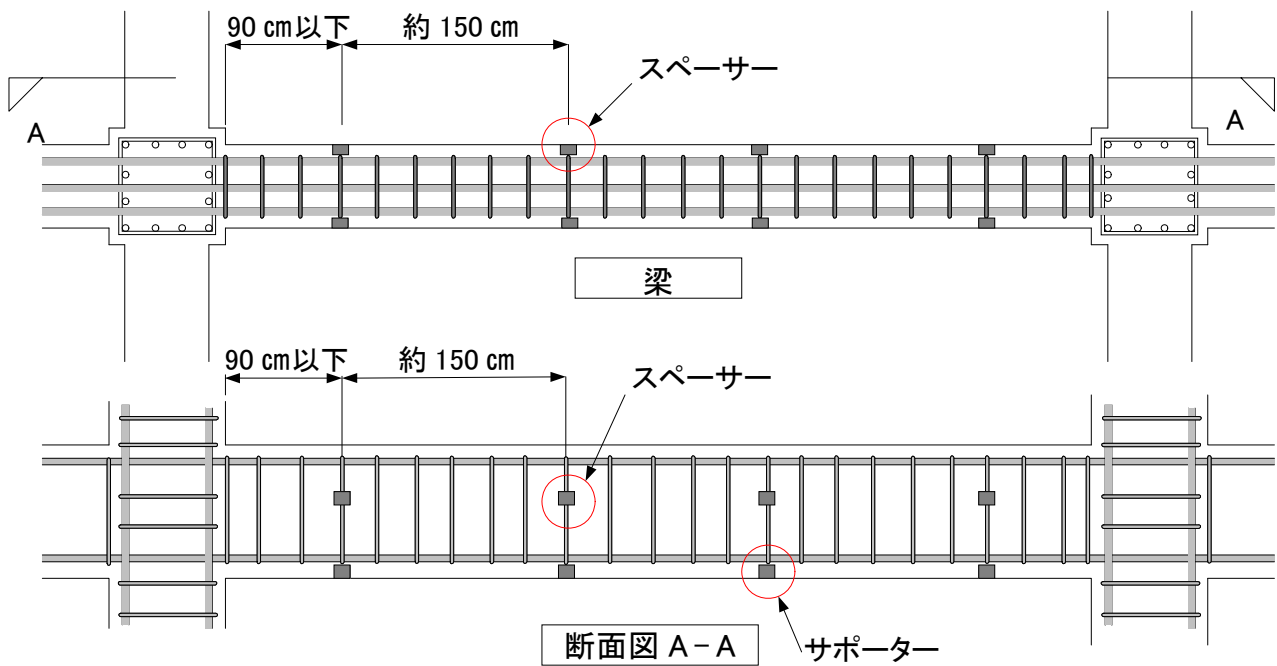


図-110 梁のスペーサー設置基準

- 4) 柱の場合、図-113 に示すとおり、4 方向すべてにスペーサーを設置し、図-114 の基準に従う。

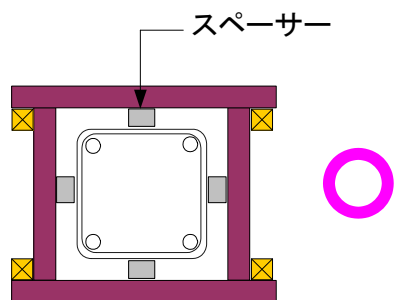


図-111: 適切なスペーサー

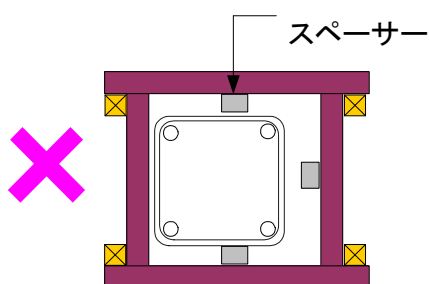


図-112: スペーサーなし

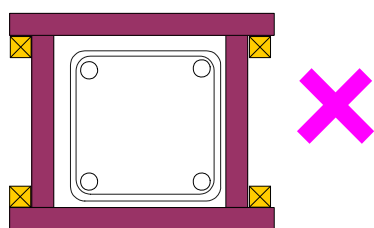


図-113: スペーサーなし

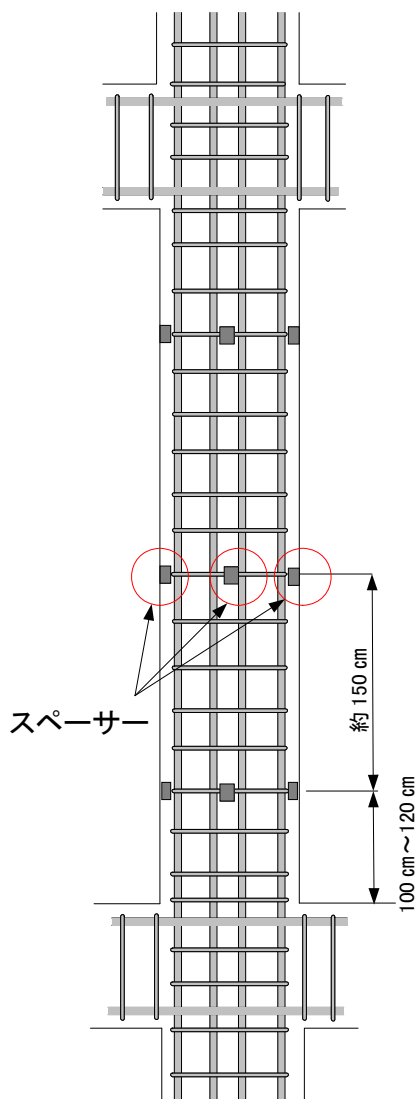
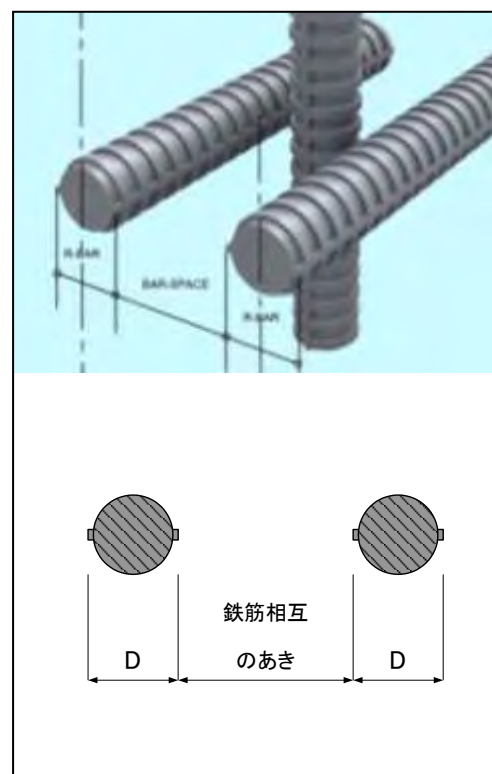


図-114: 設置基準

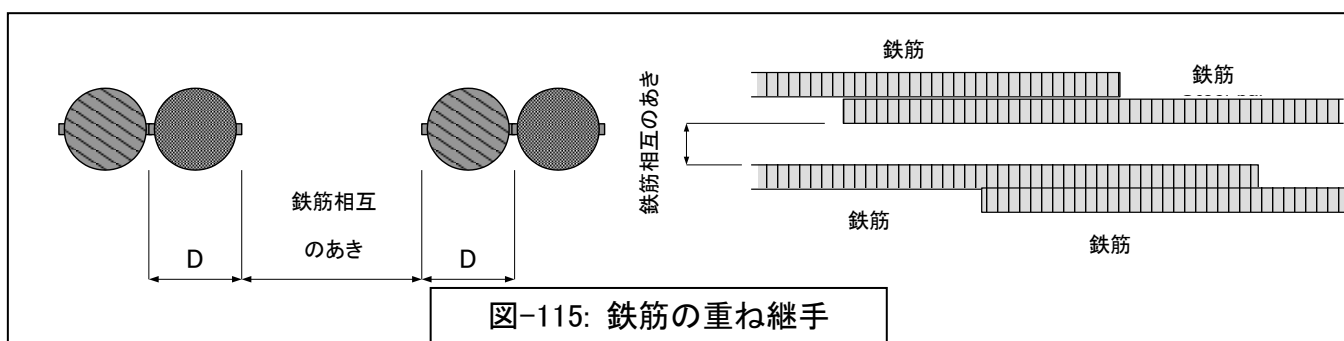
2-3-9. 鉄筋相互のあき

(1) 鉄筋相互のあきは下記の値のうち最大のものの以上とする。

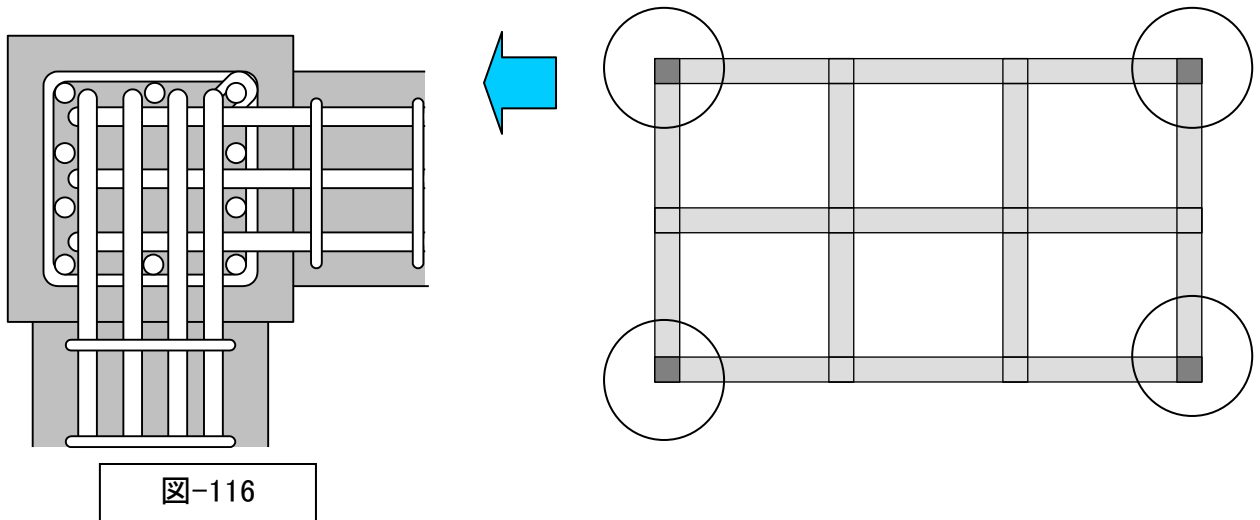
- 1) 粗骨材の最大寸法の 1.25 倍
- 2) 25 mm
- 3) 鉄筋径の 1.5 倍 ($1.5 \times D$)



(2) 重ね継手の場合、図-115 のように鉄筋相互のあきを確保し、上述基準に従う。



- (3) 特に隅柱の組立の際は、図-116 に示すように鉄筋が混み合うため、注意を要する。



- (4) 図-117、-118 は不適切な柱の配筋状況である。この例では、鉄筋相互のあきが確保されていないことから解体、再組立を要する。



図-117



図-118

- (5) 図-119 のように適切に鉄筋相互のあきが確保されていれば、生コンクリートも密接に打設される。しかし、鉄筋相互のあきが十分でないと図-120 に示すとおり、空隙が生まれコンクリートの破壊につながる。

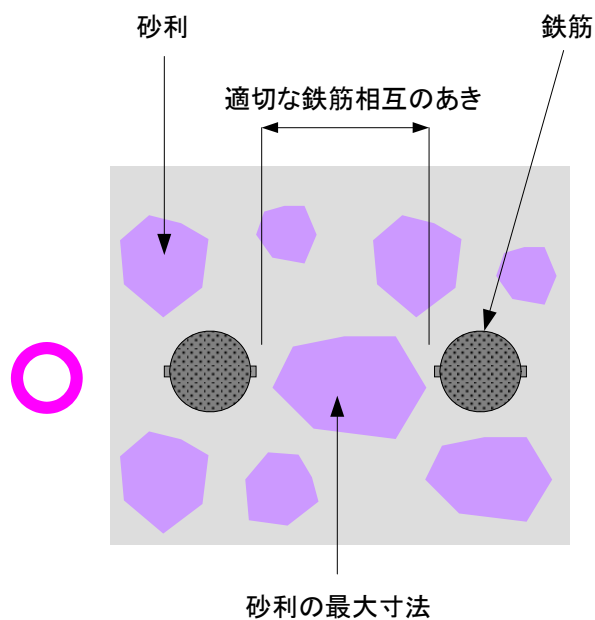


図-119

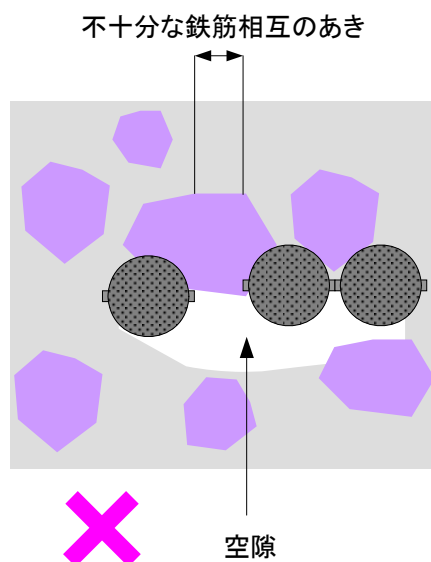


図-120

2-4 資材管理

2-4-1. セメント

(1) 材料

- 1) ポルトランドセメントはインドネシア基準 (SNI-15-2049-2004) 適合品とする。
- 2) セメント発注の際は、サンプリングを行い、製造工場による製造証明書も入手し、確認する。
- 3) セメント保管の際、袋入りセメントは 90 日を、バラセメントは 180 日を超えてはならない。



(2) 保管

セメントは雨や湿度から保護できるよう建物内で保管する。

セメントは地面に直接積み上げた状態で保管してはならない。

セメントは地面から 30cm 以上の高さのパレット等の上に積み上げて保管する。

セメントの積み上げ高さは 10 袋を超えないように保管する。



図-121

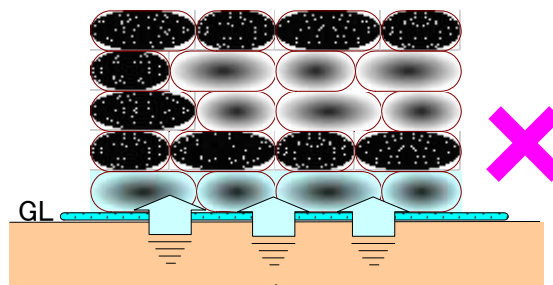


図-122

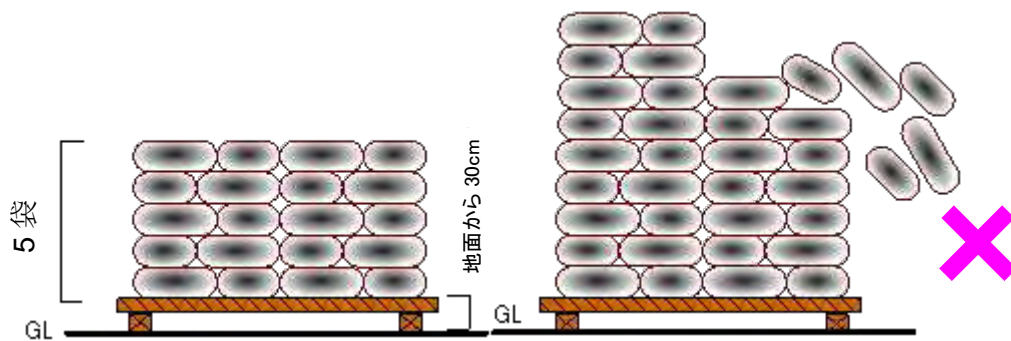


図-122

図-123

2-4-2. 鉄筋

- (1) 鉄筋は図-125 のように地面に接地して保管してはならない。
- (2) 鉄筋は地面に 10 cm角以上の木材を敷いて保管する。

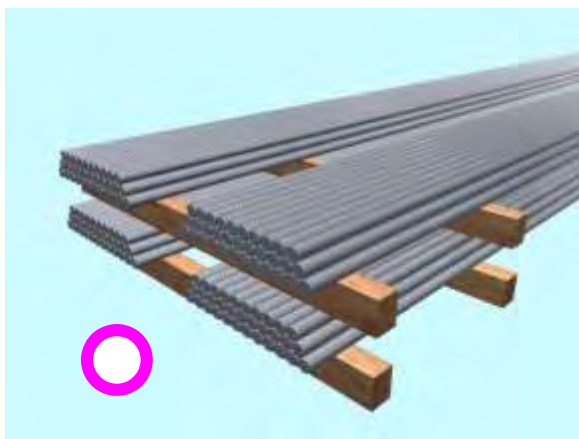


図-124 適切な保管



図-125 不適切な保管

2-4-3. 骨材

- (1) 図-126 に示すとおり、砂及び砂利は別々に保管する。
- (2) 図-127 に示すとおり、砂及び砂利は地面に接地して保管してはならない。
- (3) 図-126 に示すとおり、砂及び砂利は雨から保護しなくてはならない。

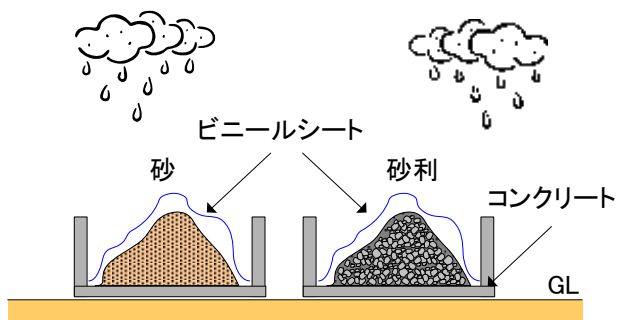


図-126 適切な保管

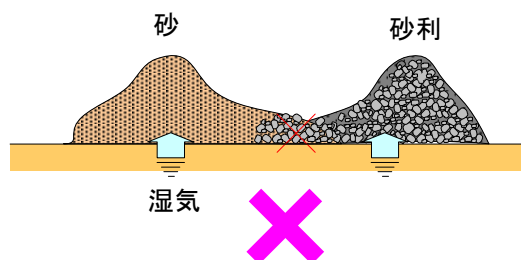


図-127 不適切な保管