

7.3 柱部材

7.3.1 一 般

(1) この節の適用範囲は、柱状構造物の施工を対象とし、準備、現場内での運搬、打込み、締固め、沈下ひび割れに対する処置、養生および注意を要する部位についての一般的な標準を示す。

(2) 柱部材の施工にあたっては、柱部材の断面寸法とコンクリートの運搬、打込み、締固め等の施工能力を考慮し、打継ぎが必要となる場合には、打継ぎが構造的な欠陥とならないような位置において打ち継ぐように、あらかじめ十分な計画を立てる必要がある。

(3) コンクリートの打込みには、柱部材の構造条件、施工条件に合った適切なワーカビリティを有するコンクリートを用いなければならない。なお、部材内に鉄筋の継手がある場合には、継手部の影響を考慮する必要がある。一般に、柱部材に用いるコンクリートの標準的な打込みの最小スランプは、コンクリートの落下高さが 1.5m 以下の場合、表 7.3.1 により定めてよい。

(4) 型枠の形状や配筋条件により、内部バイブレータによる十分な締固めができない場合や、配管やフレキシブルホースの先端が型枠内部に挿入できない場合には、コンクリートの材料分離防止と充てん性を確保するための対策を講じなければならない。

(5) 柱下部における杭や地中ばりとの接合部や、柱上部におけるはりやスラブとの接合部では、柱の鉄筋と杭や地中ばり、あるいははりやスラブの鉄筋が輻輳して高密度配筋となりやすいため、鉄筋の定着方法や部材接合部に使用するコンクリートについては別途検討して選定する必要がある。

(6) 柱部材の配筋がコンクリートの打込み中に移動することのないように、適切な材質で堅固なスペーサを使用して、帯鉄筋の外側で所要のかぶりを確保する必要がある。

(7) 運搬、打込みおよび締固めは、コンクリートの材料分離ができるだけ少なくなるように行う必要がある。

表 7.3.1 柱部材における打込みの最小スランプの標準値

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 ²⁾ (cm)
	締固め作業高さ	かぶりあるいは鋼材の最小あき	
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、解説 図 7.3.1 に示す領域内の単位容積あたりの鋼材量をいう。

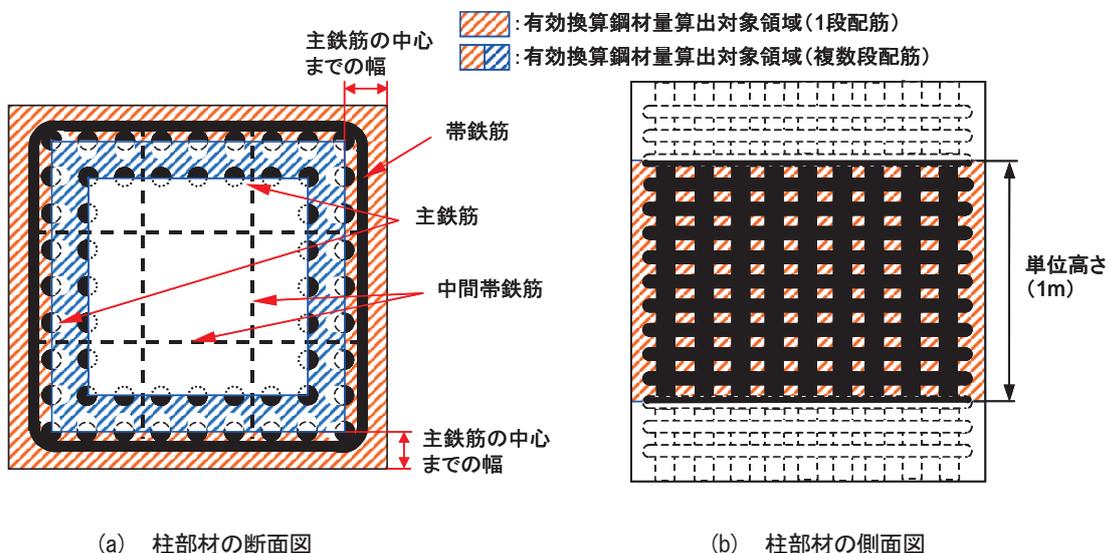
2) 特殊な施工条件の場合には、構造条件および施工条件を考慮して、コンクリートに要求される施工性能を満たすように配合設計を行う。

【解説】 (1) について 柱状構造物とは、道路や鉄道用の橋梁や高架橋の下部構造物である橋脚などのように、部材断面寸法に比べて高さが大きい構造物、一般には高さ方向に細長い構造物をいう。なお、断面寸法が1m未満のものから、長大橋梁の橋脚のように1辺の長さが10m程度のものまでである。また、ラーメン構造の橋脚の柱部も含むものとする。

(2) について 打継目はせん断力に対して弱点になりやすい。したがって、打継目は、できるだけせん断力の小さい位置に設けることや、打継面を部材の圧縮力の作用する方向と直角にして、打継面のせん断抵抗力ができるだけ大きくなるようにすることが必要である。また、構造物の強度、耐久性、水密性および外観を害さないように、施工計画書で定められた位置、方向および施工方法を守ることが重要である。

(3) について 柱部材においては、断面寸法や締固め作業高さ（コンクリートの打込み面と締固め作業を行う位置の高低差）、配筋条件等によってコンクリート打込みの施工性能が異なってくる。鉄筋などの鋼材量が多い場合や、かぶりや鋼材の最小あき寸法が小さい場合には、内部パイプレータによる締固めが困難となり施工性が著しく低下する。このような場合に、スランプの小さいコンクリートを用いると、充てん不良等の不具合が生じやすいので注意が必要である。すなわち、配筋条件や施工条件に合わせて、適切なワーカビリティを有するコンクリートを使用することが重要となる。

柱部材の鋼材量を算出する際に、柱部材全体で平均すると断面寸法により単位容積あたりの鋼材量は大きく異なってくる。一般に、柱部材の鋼材量が多いのは部材の周辺、すなわち型枠際であり、部材寸法が大きい柱部材においては中央部分にはほとんど鋼材が配置されていない状況である。したがって、コンクリートの充てん性を検討する場合、主鉄筋や帯鉄筋が集中して配置されているかぶり近傍について行う必要がある。鋼材の内側からコンクリートを打ち込み、鋼材の間を通過してかぶり部分へのコンクリートの充てん性の容易さを表す指標として、かぶり近傍の有効換算鋼材量を用いるものとする。有効換算鋼材量の算出方法としては、解説図7.3.1に示すように、柱部材で最も厳しい配筋条件の部材断面において、主鉄筋の中心から部材表面までの幅をとった断面積に単位高さ（1m）を乗じた領域に入っている鋼材量を求めるものとした。なお、側面によってかぶり寸法が異なる場合には、最も厳しい条件の領域において鋼材量を算出するものとし、主鉄筋が複数段配置されている場合には、1段目と2段目（あるいは2段目と3段目）の配置間隔がかぶりあるいは鋼材のあきよりも小さい（同等も含む）とき、複数段目の主鉄筋の中心から部材表面までを有効換算鋼材量の算出に際して有効な幅とする。また、中間帯鉄筋などは鋼材量算出の対象から除外する。ただし、部材内に鉄筋の継手がある場合、継手により有効換算鋼材量が増加し、



解説 図 7.3.1 柱部材における有効換算鋼材量の算出方法



解説 図 7.3.2 D51鉄筋の機械式継手

鋼材の最小あき寸法が小さくなるので、これらのことを考慮してコンクリートの最小スランブを選定しなければならない。特に重ね継手や機械式継手（解説 図 7.3.2 参照）の場合には、鋼材断面が増加する区間が長くなるため注意が必要である。

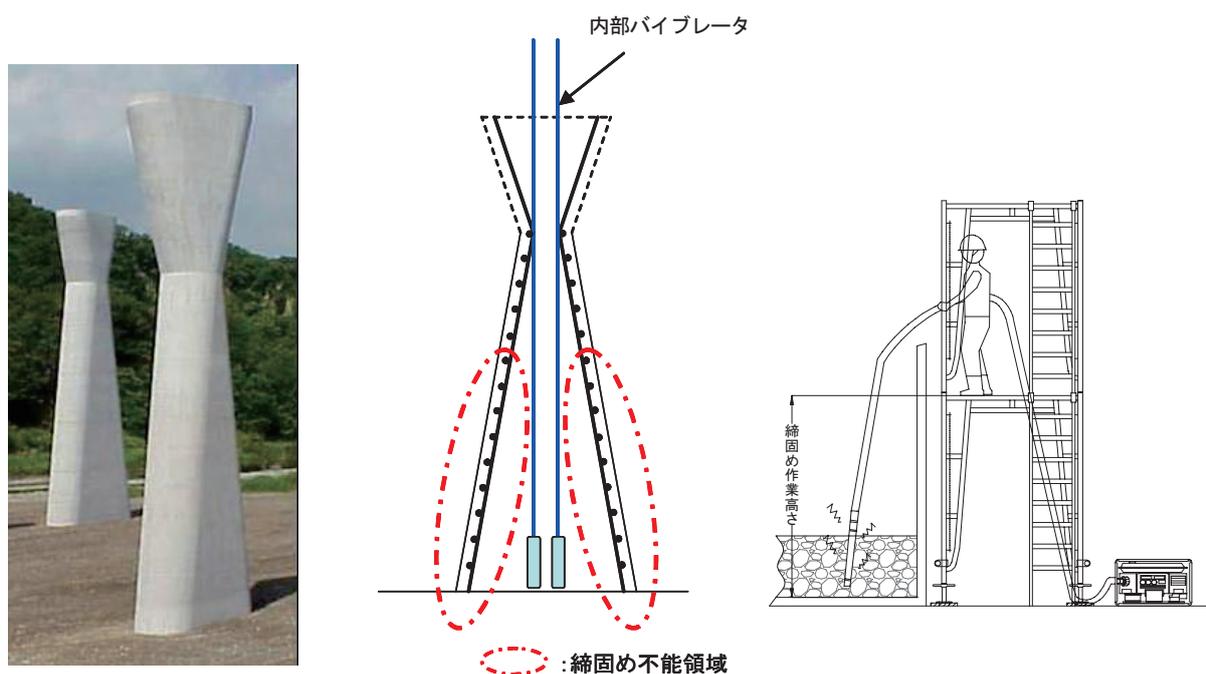
ここでは、柱部材の施工方法として、コンクリートの落下高さ 1.5m 以下が確保でき、締固め作業高さが 3m 未満であり、 $\phi 50\text{mm}$ の内部パイプレータが 50cm 間隔以下で挿入でき、1ヶ所あたりの振動時間が 5～15 秒で、鋼材間やかぶり部に密実に充てんできることを標準的な施工条件とする。したがって、 $\phi 50\text{mm}$ の内部パイプレータが挿入できないような場合や、部材高さが大きく、締固め作業がしにくい場合や打込み箇所を目視による確認が困難な場合（締固め作業高さ 5m 以上）、主鉄筋、帯鉄筋などの鋼材量が多く、かぶり部へのコンクリートの充てんが困難な場合などには、使用するコンクリートについて十分に検討する必要がある。

柱部における打込みの最小スランブの標準値は、表 7.3.1 に示すとおりである。ただし、部材寸法、配筋条件によっては、粗骨材最大寸法やコンクリートのスランブを適切に設定あるいは変更する必要がある。

(4) について 解説 図 7.3.3 に示すように、型枠の形状や配筋条件によっては内部パイプレータが打込み箇所に挿入できず、鋼材まわりやかぶり部を十分に締固めできない場合がある。このような場合には、型枠パイプレータの併用や、スランブを大きくしてコンクリートのコンシステンシーを改善する等の対策が必要である。

高密度配筋で締固めが十分に行えない場合や、密実に充てんするためには過大な締固めが必要となり材料分離を生じる可能性がある場合などには、材料分離抵抗性に優れた高流動コンクリートを用いる方法もある。高流動コンクリートで施工された柱部材の配筋状況の例を解説 図 7.3.4 に示す。

また、配管やフレキシブルホースの先端が型枠内部に挿入できず、コンクリートの落下高さが 1.5m 以下を確保できない場合や、断面が大きい柱部材において、筒先が部材の中央付近にしか挿入できず、コンクリートを長距離流動させざるを得ないような場合には、材料分離防止と充てん性を確保するための対策を講じなければならない。対策が講じられない場合には、材料分離抵抗性に優れ、自己充てん性を有する高流動コンクリートを適用することが推奨される。

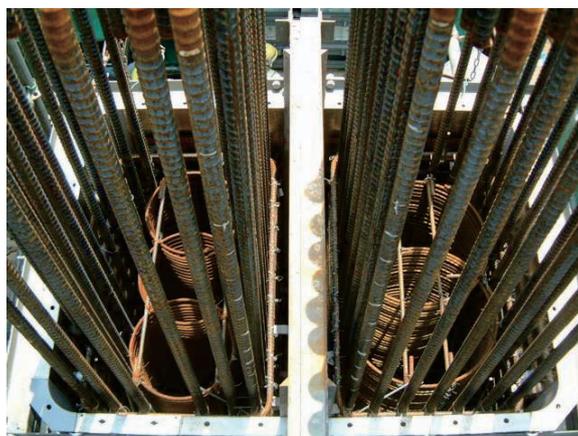


(a) 変断面橋脚

(b) 内部パイプレータによる締固め不能領域

(c) 締固め作業高さ

解説 図 7.3.3 変断面橋脚の例



解説 図 7.3.4 高流動コンクリートを用いた柱部材の配筋例

(5)について 柱部材一般部の施工には適したワーカビリティを有するコンクリートであっても、柱部の鉄筋が杭や地中ばり、はり、スラブ等の鉄筋と交差する部分においては、より密な配筋状態となり、コンクリートが隅々まで行き渡らない場合や、締固めが十分に行えない場合が少なくない。したがって、柱部材と他の部材の鉄筋が交差する部材接合部については、別途コンクリートの充てん性を検討する必要がある。解説 図 7.3.5～解説 図 7.3.8 に、杭の配筋、杭と地中ばりの鉄筋の取り合い、および地中ばりと柱部の鉄筋の取り合いを示す。なお、コンクリートの打込み量が少なく、部材接合部と柱一般部の配合を変更することが煩雑になる場合には、部材接合部の施工に適したコンクリートの配合で打込みを行う必要がある。

柱部材と杭や地中ばり，あるいは柱部材とはりやスラブとの接合部に用いるコンクリートの配合は，鉄筋などの鋼材量や鋼材の最小あき，かぶり寸法，コンクリートの落下高さによって選定する必要がある．部材接合部の鋼材量の算出方法としては，柱部材とは異なり全断面を対象として鋼材量を算出するものとする．なお，使用する鉄筋径や間隔によっては，鋼材量が少なくても内部パイプブレータを挿入できる場所が限られる場合があり，締固めが十分に行えない場合もあるので，配筋条件，施工条件を考慮して使用するコンクリートの仕様を決定することが望ましい．部材接合部の標準的な打ち込み最小スランプを解説表 7.3.2 に示す．



解説 図 7.3.5 杭の配筋状況



解説 図 7.3.6 杭と地中ばりの鉄筋の取合い



解説 図 7.3.7 地中ばりと柱部の鉄筋の取合い



解説 図 7.3.8 部材接合部の密な配筋状況

(鉄筋量：約 $300\text{kg}/\text{m}^3$)

解説 表 7.3.2 部材接合部における打込みの最小スランプの標準値

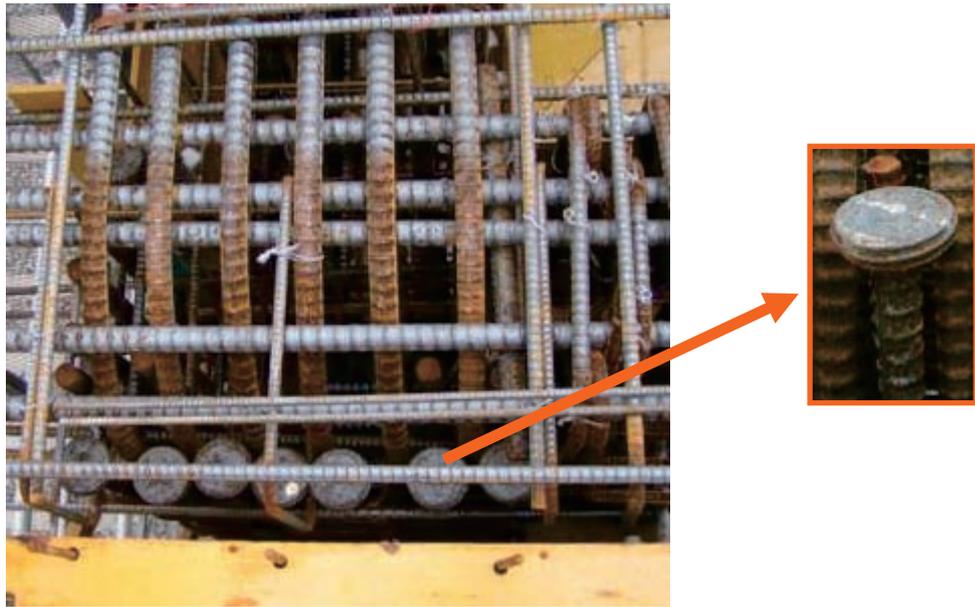
施工条件		打込みの最小スランプ ²⁾ (cm)
鋼材量 ¹⁾	かぶりあるいは 鋼材の最小あき	
350kg/m ³ 未満	50mm以上	5
	50mm未満	9
350kg/m ³ 以上 500 kg/m ³ 未満	50mm以上	7
	50mm未満	12
500kg/m ³ 以上	50mm以上	9
	50mm未満	15

1) 部材接合部の鋼材量とは、単位容積あたりの鋼材量をいう。

2) 特殊な施工条件の場合には、構造条件および施工条件を考慮して、コンクリートに要求される施工性能を満たすように配合設計を行う。

近年は鉄筋の高強度化や太径化に伴い、折曲げ定着工法では定着長が長くなり、鉄筋が輻輳することによって配筋作業において問題が生じやすくなっている。このことは部材接合部において特に顕著に現れ、設計図面どおりの配筋が困難であったり、鉄筋のあき寸法が著しく小さくなったりすることでパイプレータの挿入が困難となり、十分な締固めができないことが充てん不良の要因になることが少なくない。このような場合、鉄筋の端部に鋼板やナットあるいはふくらみ部を設けて鉄筋を定着する機械式定着を用いることで、定着部の配筋が簡素化でき、コンクリートのスランプを大きくしなくても所要の充てん性を確保することが可能となる場合もあるので、配筋およびコンクリートの仕様の両面から施工性を検討することが望ましい。

解説 図 7.3.9 に柱主鉄筋の機械式定着工法の一例として、鉄筋先端拡径型（ヘッド型）定着工法を用いた例を示す。この図は柱とはりの鉄筋交差部を柱上部から見た状況であるが、柱主鉄筋の定着に従来の折曲げ定着工法を適用すると、柱とはりの定着鉄筋のあきがほとんどなくなることが予想される。そのような場合にはパイプレータの挿入ができなくなるので、別途コンクリートの充てん性に対する対策を講じる必要が生じる。



解説 図 7.3.9 機械式定着工法による定着部の簡素化（柱上部）

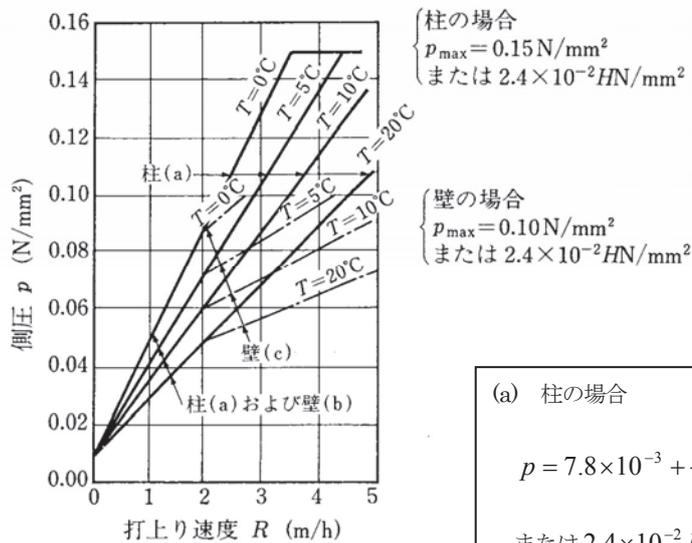
(6)について 柱部材の鉄筋のかぶり、軸方向鉄筋のみでなく、帯鉄筋あるいは埋設金物等も所要のかぶりを確保しなければならない。したがって、コンクリートの打込み中に鉄筋が移動して、かぶりを侵すことのないように、堅固で適切な材質のスペーサにより、配筋の位置を固定しておく必要がある。また、杭の施工の許容誤差などが、杭の鉄筋と地中ばりの鉄筋の取合いや柱部の鉄筋との取合いに影響を及ぼし、地中ばりなどのかぶり確保が困難になる場合があるので、あらかじめかぶり確保の対策を検討しておく必要がある。

7.3.2 準備

- (1) コンクリートの打込み前に、鉄筋、型枠、その他が施工計画で定められたとおりに配置されていることを確かめる必要がある。
- (2) 工事開始前に、コンクリートの運搬、打込み等につき、あらかじめ十分な計画を立てる必要がある。
- (3) 対象とする構造物の断面が大きい場合には、打込み区画、打継目の位置、打継目の処置方法をあらかじめ定めておく必要がある。

【解説】 (1) について コンクリートの打込み前の確認に加えて、コンクリート打込み作業や打込み中のコンクリートの圧力などによって、鉄筋や型枠が移動するおそれのないことも確かめる必要がある。型枠に作用するフレッシュコンクリートの側圧は、使用材料、配合、打上り速度、打上り高さ、締固め方法および打込み時のコンクリートの温度によって異なるほか、使用する混和剤の種類、部材の断面寸法、鉄筋量等によっても影響を受けるので、その値を定める場合には、これらの要因の影響を十分に検討する必要がある。普通ポルトランドセメントを使用し、単位容積質量 2.40t/m^3 、スランプ 10cm 以下のコンクリートを内部バイブレータを用いて打ち込む場合の側圧算定には、一般に解説 図 7.3.10 の式を用いてよい。

なお、再振動を行ったり、型枠バイブレータを使用する場合、軟練りのコンクリートを打ち込む場合または凝結が遅れるコンクリートを用いる場合は、側圧 p の値を適当に割り増す必要がある。特に高流動コンクリートを用いる場合には側圧が液圧で作用すると考えて、型枠、支保工の計画を行うことが望ましい。



ここに、 p : 側圧 (N/mm^2)

R : 打上り速度 (m/h)

T : 型枠内のコンクリート温度 ($^{\circ}\text{C}$)

H : 考えている点より上の、フレッシュコンクリートの高さ (m)

解説 図 7.3.10 コンクリートの側圧

(2) について 運搬、打込み等に必要な設備の種類、形式、能力、台数および人員配置は、施工場所の立地条件、構造物の種類と形状、運搬距離、打込み区画の大きさ、打込み量、打込み順序、打込み速度、コンクリートの供給状態、締固め能力、使用材料と配合等を考慮して決める。

(3) について 打込み区画は、コンクリートの供給能力、工程、構造物の形状、打込み能力、型枠、打継目などを検討し、無理のない1日の打込み量から決めるが、マスコンクリートの場合には温度ひび割れに対する配慮も必要である。また、設計図に示されていない打継目を設ける場合、構造物の耐力、配筋等をよく考えて設けることが望ましい。

7.3.3 現場内での運搬

現場内でのコンクリート打込み位置までの運搬には、柱部材の形状寸法、打込み場所の条件、コンクリートの打込み量、打上り速度、作業の安全性等を考慮して、コンクリートの材料分離ができるだけ少なくなるように行う必要がある。

【解 説】 コンクリートの現場内での運搬方法には、コンクリートポンプ、バケット、コンクリートプレーサ、シュート等がある。地面より高い位置にある柱部材の場合には、ポンプ圧送（ポンプ車）による方法が一般的である。なお、柱部材が地面より低い位置にあり、トラックアジテータ車のシュートから直接型枠内へ供給する場合には、コンクリートの材料分離が生じないように、ホッパーと縦シュートを併用する等の対策を講じることが望ましい。

7.3.4 打込み

- (1) コンクリートを打ち継ぐ場合には既に打ち込まれたコンクリートの表面のレイタンス、品質の悪いコンクリート、緩んだ骨材粒などを完全に除き、十分に吸水させなければならない。
- (2) コンクリートを打ち込む前に、型枠は確実に締め直し、打込みに際しては既に打ち込まれたコンクリートに密着するように締め固めなければならない。
- (3) 柱部材の打込みにおいて、縦シュートあるいはポンプ配管の吐出口を打込み面近くまで下げてコンクリートを打ち込まなければならない。吐出口と打込み面までの高さは、1.5m以下を標準とする。
- (4) コンクリートを2層以上に分けて打ち込む場合、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行い、上層と下層が一体となるように施工する必要がある。
- (5) コンクリートの打込み中、表面にブリーディング水がある場合には、適当な方法でこれを取り除いてからコンクリートを打ち込む必要がある。
- (6) コンクリート打込みの1層の高さは、締固め能力を考慮してこれを定める必要がある。

【解 説】 (1)について 一般に柱部材は、杭基礎やフーティングなどの既に打ち込まれたコンクリートの上に構築されることが多い。したがって、柱部材のコンクリートの打込みに際しては、打継ぎ処理が不可欠である。十分な強度、耐久性および水密性を有する打継目を作るために、既に打ち込まれた下層コンクリート上部のレイタンス、品質の悪いコンクリート、緩んだ骨材粒などを取り除いてから打ち継ぐことが必要である。既に打ち込まれた下層コンクリートの打継面の処理方法には、硬化前処理方法と硬化後処理方法およびこれらの併用とがある。

硬化前処理方法としては、コンクリートの凝結終了後高圧の空気および水でコンクリート表面の薄層を除去し、粗骨材粒を露出させる方法が用いられている。この処理方法は、打継面が広い場合に能率のよい方法であるが、コンクリートを打ち込んだ後適切な時期に適切な方法で行わないとコンクリートを害するおそれがあるので、施工に際しては十分な注意が必要である。このような打継目の処理に適した作業時間は一般に短く、この時機を逸すると所定の打継ぎ性能を確保することがむずかしくなることがある。この施工上の制約を緩和するために、コンクリート打継面にグルコン酸ナトリウム等を主成分とする遅延剤を散布して、コンクリート打継表面の薄層部の硬化を計画的に遅らせ、処理時期を大幅に延長できる打継目処理剤を用いる方法がある。

硬化後処理方法による場合、既に打ち込まれた下層コンクリートがあまり硬くなければ、高圧の空気および水を吹き付けて入念に洗うか、水をかけながら、表面をワイヤブラシを用いて粗にする。旧コンクリートが硬いときは、ワイヤブラシで表面を削るか、表面にサンドブラストを行った後、水で洗う方法が最も確実である。なお、既に打ち込まれた下層コンクリートの上面の水は、新しくコンクリートを打ち込む前に除去する必要がある。

(2)について 新たにコンクリートを打ち継ぐ直前に、モルタルを敷く方法は、新旧コンクリート打継ぎ面の付着をよくするために効果的である。その際、敷モルタルの水セメント比は、使用コンクリートの水セメント比以下とする。なお、コンクリートをポンプ圧送するために、あらかじめ配管内側にモルタルを付着させるために圧送した先送りモルタルを敷モルタルとして使用してはならない。

(3)について 柱部材は一般的に型枠高さが大きく、コンクリートの吐出口と打込み面の間が1.5m以上となる場合が多い。高いところからコンクリートを落とすと、コンクリートが型枠や鉄筋に衝突して、材料分離を起こしやすい。したがって、縦シュートやポンプ配管などの吐出口を打込み面近くまでおろすことが必要である。配筋が密なために、吐出口を打込み面近くまでおろすことができない場合には、高流動コンクリートを用いる等の対策が必要となる。

(4)について 2層以上にコンクリートを打ち込む場合に、下層のコンクリートが固まり始めていると、コールドジョイントができるおそれがある。これを防ぐためには、コンクリートの種類および品質または性能、練混ぜ開始から打込み終了までの経過時間、コンクリートの温度、締固め方法等の影響を考慮して、打重ね時間間隔を設定し管理することが大切である。

(5)について コンクリート表面にたまった水を取り除くために、スポンジやひしゃく、小型水中ポンプ等を用意しておくのがよい。

(6)について 均等質なコンクリートを得るためには、一区画内でその表面がほぼ水平となるようにコンクリートを打ち込み、一様に振動締固めをすることが必要である。1層の高さは、使用する内部バイブレータの性能などを考慮して、40～50cm以下を標準とする。

7.3.5 締固め

(1) コンクリートの締固めには、内部バイブレータを用いることを原則とし、打込み区画の面積とコンクリートの打込み速度を考慮して、適切な内部バイブレータの機種を選定と人員の配置を行う必要がある。

(2) コンクリートの締固めは、コンクリートが鉄筋間およびかぶり部分に十分に充てんされるように、入念に行う必要がある。

【解 説】 (1)について コンクリートの締固めには、内部バイブレータが有効であることから、内部バイブレータを用いることを原則とした。また、打込み区画の面積が広い場合には、内部バイブレータ1本あたりの能力と打込み速度を考慮し、内部バイブレータの機種および人員配置をあらかじめ決めておかなければならない。バイブレータには多くの種類があり、性能もそれぞれ異なるので、工事に適したものを使用することが肝要である。なお、コンクリートの棒状バイブレータは JIS A 8610「コンクリート棒形振動機」に、コンクリート型枠バイブレータは JIS A 8611「コンクリート型枠振動機」に規定されている。

(2)について 杭と地中ばり、および柱部の鉄筋が交差する部分は、高密度配筋となる場合が多く、コンクリートの未充てんが生じやすい。したがって、適切なワーカビリティを有するコンクリートを用いて、鉄筋間や鉄筋と型枠の間のかぶり部分にも十分にコンクリートが行き渡るように、入念に施工を行わなければならない。なお、柱部下端や打継ぎ面ではジャンカが生じやすいため、一般部よりも入念に締め固める必要がある。

7.3.6 沈下ひび割れに対する処置

(1) スラブまたははりのコンクリートが柱のコンクリートと連続している場合には、沈下ひび割れを防止するため、柱のコンクリートの沈下がほぼ終了してからスラブまたははりのコンクリートを打ち込むことを標準とする。

(2) 表面に沈下ひび割れが発生した場合には、ただちにタンピングや再振動により、これを消さなければならない。

【解 説】 (1)および(2)について 柱とスラブまたははりとは連続しているコンクリート構造物などでは、それぞれの部位でコンクリートに生じる沈下の程度に差があり、そのために、一度にコンクリートを打ち込むと断面の変わる境界面にひび割れが発生することが多い。したがって、コンクリートは断面の変わる箇所ですぐ打ち止め、そのコンクリートの沈下が落ち着いてから張り出し部分などの上層コンクリートを打ち込む必要がある。

沈下ひび割れは、コンクリートの沈下が鉄筋や埋設物に拘束された場合にも発生することがあるが、発生した場合の処置方法としてはタンピングや再振動がある。これらも、発生後長時間経過して行くと打ち込んだコンクリートの品質を害することもあるので、発生後間を置かずに行うことが重要である。

7.3.7 養生

(1) コンクリートは、打ち込み後、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ぐ必要がある。

(2) 断面が大きい柱部材の場合には、温度応力によるひび割れの発生を防ぐために、あらかじめ温度制御養生の方法を検討しておく必要がある。

【解 説】 (1)について コンクリートは、打ち込み後ごく早い時期に表面が乾燥して内部の水分が失われると、セメントの水和反応が十分に行われず、また、特に直射日光や風などによって表面だけが急激に乾燥すると、ひび割れ発生の原因となる。このために、打ち終わったコンクリートの上部には、シートなどで日よけや風よけを設けることが望ましい。

(2)について 部材寸法が大きくセメントの水和反応による温度上昇が大きくなる場合や部材内の温度差が大きくなることが予想される場合は、温度応力によるひび割れが発生するおそれがあるので、クーリングや表面保温またはこれらの併用によりコンクリート温度や温度差を制御する必要がある。また、外気温が高い場合には、セメントの水和反応が促進される影響も加わることを考慮する必要がある。

7.3.8 留意すべき部位

- (1) 杭，地中ばりと柱部の接合部，あるいは柱部とはり，スラブとの接合部は高密度配筋となる場合が多く，充てん不良が生じやすいので，入念に施工する必要がある。
- (2) 柱部材の形状が一様でない場合など，振動締固めができない部位が生じることがあるので注意が必要である。
- (3) 柱部下端や打継面では充てん不良が生じやすいので，入念に施工を行う必要がある。

【解 説】 (1)について 杭，地中ばりと柱部の鉄筋が交差する部材接合部は，高密度配筋となる場合が多く，コンクリートの未充てんが生じやすい。したがって，適切なワーカビリティを有するコンクリートを用いて，鉄筋間や鉄筋と型枠の間のかぶり部分にも十分にコンクリートが行き渡るように，入念に施工を行わなければならない。かぶりや鋼材の最小あき寸法が小さく， $\phi 50\text{mm}$ の内部バイブレータが挿入できない場合には， $\phi 30\text{mm}$ 等の細径の内部バイブレータを所要量用意して，入念に締め固める必要がある。しかしながら，細径の内部バイブレータを用いた場合，締め固め能力は著しく低下するため，あらかじめ施工計画に反映させておく必要がある。なお，配筋上の対策として，解説図 7.3.9 に示すような機械式定着工法を用いることで，施工性を向上させることができるので合わせて検討するのがよい。

(2)について 解説図 7.3.3 に示すように，柱部材の形状が下端では大きく，上部に行くにしたがって断面が小さくなるような場合には，型枠際に内部バイブレータが挿入できず，十分な締め固めができないことがある。このような場合には，型枠の途中に締め固め用の窓を設けて内部バイブレータを挿入したり，型枠バイブレータの併用やコンクリートのスランプを大きくする等の対策が必要である。

(3)について 柱部下端は，コンクリートが落下して材料分離が生じやすいため，充てん不良（解説図 7.3.11 参照）が発生しやすい。また，柱部をリフト割りして打ち込む場合の打継面では，既設コンクリート部にモルタルの水分が吸収され，打継目の型枠際に未充てん部分が生じる場合がある。

したがって，これらの部位にコンクリートを打ち込む場合には，事前に型枠や既設コンクリート部を湿らせるとともに，一般部よりも入念に締め固める必要がある。また，既設コンクリートとの打継目は，コンクリートの自由落下によりジャンカが生じやすいため，敷モルタルを敷くのが望ましい。その際，敷モルタルの水セメント比は，使用コンクリートの水セメント比以下とする。



解説 図 7.3.11 柱部下端のジャンカの発生状況

7.3.9 配合選定事例

標準的な施工条件におけるレディーミクストコンクリートの選定事例を解説に示す。

【解説】 本指針（案）2章にしたがって、柱部材および部材接合部のスラブ部材の標準的な施工条件におけるレディーミクストコンクリートの選定事例を解説表 7.3.3 に示す。

《検討条件》

- ・構造条件：鉄道用橋脚 柱部材
 最小鉄筋あき（主筋）：68mm，（帯筋）：81mm
 かぶり：40mm，鋼材量(有効換算鋼材量)：510.8kg/m³
- ・設計条件：27N/mm²（強度保証材齢28日）⇒ 呼び強度：27
- ・施工条件：ポンプ圧送距離160m（水平換算），日平均気温：27℃，締固め作業高さ：3m未満
- ・セメントの種類：普通ポルトランドセメント
- ・細骨材の種類：砂
- ・粗骨材の最大寸法：20～25mm
- ・耐久性から定まる水セメント比：50%
- ・プラントの骨材試験成績表より 粗骨材の表乾密度 2.65g/cm³，粗骨材の実積率 57.0%

《レディーミクストコンクリートの種類の選択》

1) 打込みの最小スランプの設定

表 7.3.1 から，打込みの最小スランプを7cmと設定（かぶり近傍の有効換算鋼材量700kg/m³未満，締固め作業高さ3m未満，かぶりあるいは鋼材の最小あき50mm未満）。

2) 荷卸しの最小スランプの設定

解説表 2.4.6 から，施工条件に応じたスランプの補正を，日平均気温25℃以上およびポンプ圧送距離150m以上300m未満の条件より，2cmと設定 ⇒ 7 + 2 = 9cm

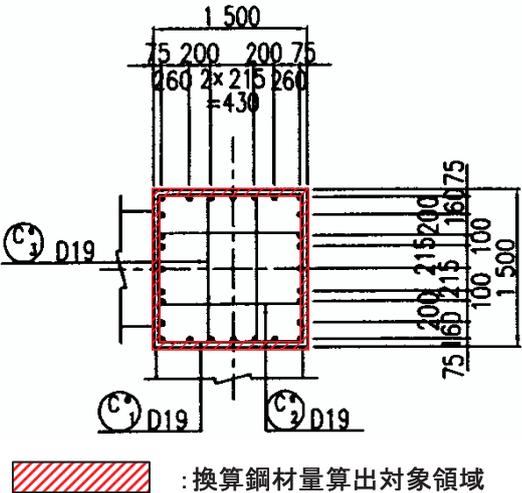
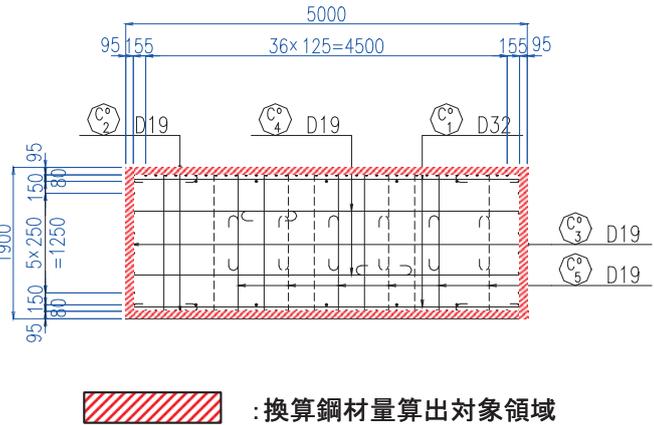
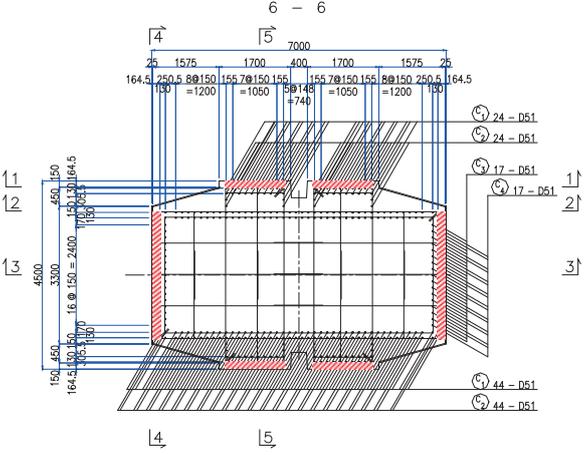
3) 荷卸しの目標スランプの算出

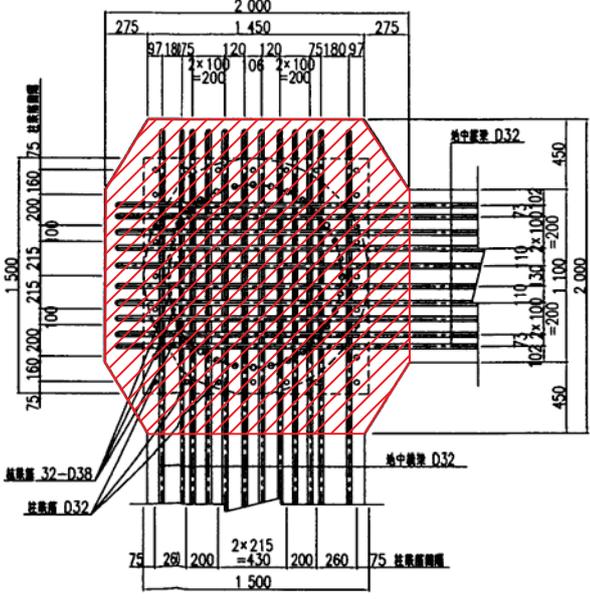
2.4.3 解説（3）に基づき，荷卸し箇所の最小スランプに，スランプの許容差を加算した荷卸し目標スランプの算出 ⇒ 9 + 2.5 = 11.5cm

4) レディーミクストコンクリートの種類の選択

JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」に荷卸し箇所の目標スランプ11.5cmが存在しないため，荷卸しの目標スランプを12cmと設定する。 ⇒ 27-12-20N

解説 表7.3.3 柱部材および部材接合部の打込みの最小スランプ選定事例

部位	配筋条件	締固め作業高さ	鋼材量(有効換算鋼材量)	かぶり鋼材の最小あき	配筋図	打込みの最小スランプ(cm)
	主筋 : D32× 28本 帯筋 : D19@ 100mm	3.0m 未満	(有効) 510.8 kg/m ³	かぶり : 40mm 最小あき : (主筋) 68mm (帯筋) 81mm		7
柱部	主筋 : D32× 94本 帯筋 : D19@ 150mm	3.0m 以上 ~ 5.0m 未満	(有効) 455.0 kg/m ³	かぶり : 60mm 最小あき : (主筋) 93mm (帯筋) 131mm		7
	主筋 : D51× 82本 (対象領域内のみ) 帯筋 : D29@ 150mm	3.0m 未満	(有効) 399.6 kg/m ³	かぶり : 110mm 最小あき : (主筋) 79mm (帯筋) 121mm		5

部位	配筋条件	締固め作業高さ	鋼材量 (有効換算鋼材量)	かぶり 鋼材の 最小あき	配筋図	打込みの最小スパン (cm)
部 材 接 合 部	地中 はり 主筋： D32 柱主筋： D32 杭主筋： D38	—	302.7 kg/m ³	地中はり (最小あき) 41mm ^{*1)} (一般部 あき) 68mm	 <p style="text-align: center;"> : 鋼材量算出対象領域 </p> <p>*2) 鋼材の最小あきは41mmであるが、50cm間隔で内部パイプブレーダを挿入可能であるため、「かぶりあるいは鋼材の最小あき」を50mm以上と評価した。</p>	5

7.3.10 有効換算鋼材量の算出事例

柱部材の有効換算鋼材量の算出事例を解説に示す。

【解説】 解説 図 7.3.1 の定義にもとづいて、有効換算鋼材量の算出事例を示す。

《有効換算鋼材量の算出領域》

解説 図 7.3.12 に示す柱部材の有効換算鋼材量の算出領域は以下のように求めることができる。

- ・ 構造物表面から主鉄筋の中心までの距離：純かぶり＋帯鉄筋径＋主鉄筋径の半分＝ $60+19+32/2=95$ [mm]
- ・ 有効換算鋼材量の算出領域： $\{(5.000\text{m}-0.095\text{m}\times 2)\times 0.095\text{m}\times 2\text{辺}\} + \{1.900\text{m}\times 0.095\text{m}\times 2\text{辺}\} = 1.275$ [m²]

《設計図面を用いた有効換算鋼材量の算出》

①主鉄筋

- ・ 主鉄筋量： 6.23 [kg/m] $\times 94$ [本] $\times 0.5$ (主鉄筋の中心まで) $\times 1$ [m/本] (単位高さ) = 292.8 [kg]

ここに、D32 の単位重量： 6.23 [kg/m]

注) 厳密には四隅に配置される主鉄筋は断面積の4分の3が有効範囲となるが、ここでは全ての鉄筋に対して中心までを有効範囲とした。

②帯鉄筋

条件：帯鉄筋は短辺 2 辺および長辺 2 辺の計 4 ピース構成。重ね合わせ長さ：760mm 以上。

- ・ 帯鉄筋量： 2.25 [kg/m] $\times [\{(5.000-0.095\text{m}\times 2)\times 2\text{辺}\} + \{(1.900\text{m}-0.095\text{m}\times 2)\times 2\text{辺}\} + (0.760\times 4)]$
 $\times 7$ [段/単位高さ当たり] = 253.3 [kg]

ここに、D19 の単位重量： 2.25 [kg/m]

$$\begin{aligned} \therefore \text{有効換算鋼材量} &= \{\text{全鋼材量} : 292.8 + 253.3 \text{ [kg]}\} \div \{\text{有効換算鋼材量算出領域の容積} : 1.275 \text{ [m}^3\text{]}\} \\ &= 428.3 \text{ [kg/m}^3\text{]} \end{aligned}$$

《鉄筋加工図を用いた有効換算鋼材量の算出》

①主鉄筋

- ・ 主鉄筋量： 6.23 [kg/m] $\times 94$ [本] $\times 0.5$ (主鉄筋の中心まで) $\times 1$ [m/本] (単位高さ) = 292.8 [kg]

ここに、D32 の単位重量： 6.23 [kg/m]

注) 厳密には四隅に配置される主鉄筋は断面積の4分の3が有効範囲となるが、ここでは全ての鉄筋に対して中心までを有効範囲とした。

②帯鉄筋

- ・ 帯鉄筋量： $\{2.25$ [kg/m] $\times (5.29$ [m/本] $\times 2$ [本] $+ 3.83$ [m/本] $\times 2$ [本]) $\} \times 7$ [段/単位高さ当たり] = 287.3 [kg]

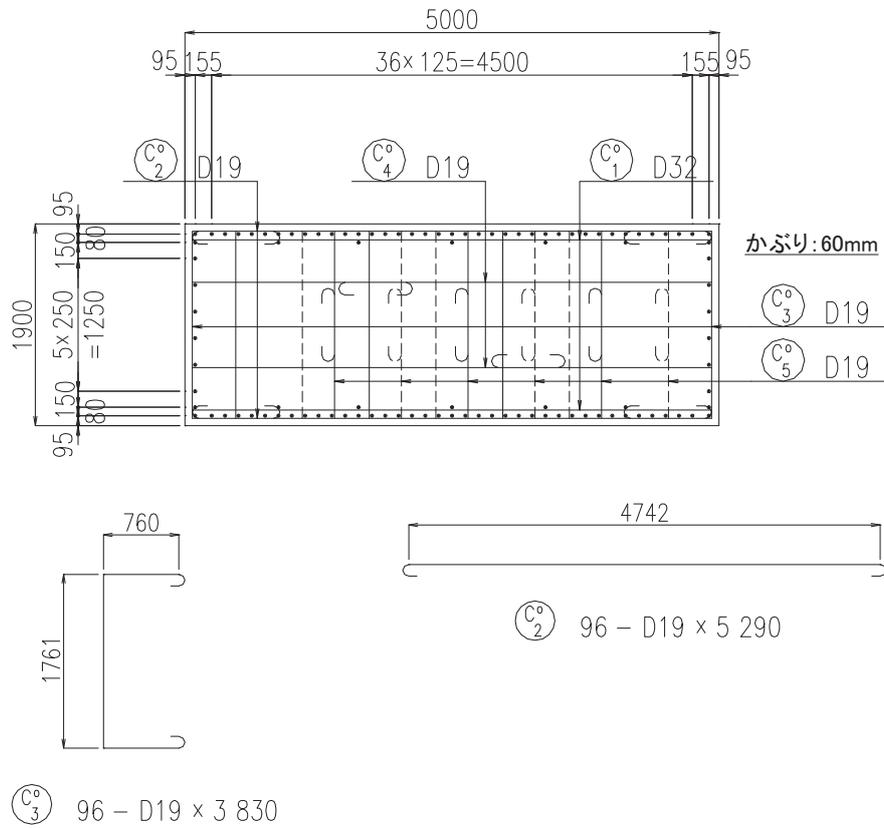
ここに、D19 の単位重量： 2.25 [kg/m]

$$\begin{aligned} \therefore \text{有効換算鋼材量} &= \{\text{全鋼材量} : 292.8 + 287.3 \text{ [kg]}\} \div \{\text{有効換算鋼材量算出領域の容積} : 1.275 \text{ [m}^3\text{]}\} \\ &= 455.0 \text{ [kg/m}^3\text{]} \end{aligned}$$

《設計段階および施工計画段階》

上述したように設計図面を用いて算出した有効換算鋼材量（428.3kg/m³）と鉄筋加工図を用いて算出した有効換算鋼材量（455.0kg/m³）では値が異なる。解説 表 7.3.3 に示す有効換算鋼材量は、鉄筋加工図を用いて算出したものである。

設計段階および施工計画段階において有効換算鋼材量を算出する場合、設計図面を用いて算出してよい。ただし、施工段階において、実際の配筋などの構造条件や施工条件が施工計画段階と異なり、必要な打込みの最小スランブに変化が生じた場合には、再度コンクリートの配合選定および照査を行う必要がある。



解説 図7.3.12 配筋図および鉄筋加工図