

第 11 章 鉄筋コンクリート構造物

目 次

第 11 章 鉄筋コンクリート構造物

11-1	総則	11-1
11-1-1	適用の範囲	11-1
11-1-2	参考図書	11-1
11-1-3	用語の定義	11-1
11-2	使用材料	11-3
11-3	構造物の標準化	11-4
11-3-1	形状の単純化	11-4
11-3-2	主要部材の標準化、規格化	11-5
11-3-3	配筋仕様の標準化	11-5
11-3-4	配筋の標準化	11-7
11-3-5	ユニット鉄筋の規定	11-7
11-4	一般構造細目	11-8
11-4-1	かぶり	11-8
11-4-2	鉄筋のあき	11-9
11-4-3	鉄筋の曲げ形状	11-10
11-4-4	鉄筋の定着	11-11
11-4-5	鉄筋の継手	11-17
11-4-6	面取り	11-19
11-4-7	露出面の用心鉄筋	11-19
11-4-8	集中反力を受ける部分の補強	11-19
11-4-9	開口部周辺の補強	11-19
11-4-10	打継目	11-19
11-4-11	伸縮目地	11-19
11-4-12	水密構造	11-20
11-4-13	排水工及び防水工	11-20
11-4-14	コンクリート表面の保護	11-20
11-4-15	ハンチ	11-20

第11章 鉄筋コンクリート構造物

11-1 総則

11-1-1 適用の範囲

鉄筋コンクリート構造物において、「道路土工-擁壁工指針およびカルバート工指針」に準拠した側こう、擁壁、カルバートについて、施工の合理化および省力化を図ることを目的として適用する。

なお、本基準は平成11年10月28日付け建設省技調発171号の2で通知のあった「土木構造物設計マニュアル(案)-土工構造物・橋梁編-」を基本とし、設計・施工における「標準化」を目的とした考え方を示したものであり、構造細目等構造計算における考え方や計算手法については、「11-1-2 参考図書」に示した各基準・指針によることとする。

11-1-2 参考図書

- ア) 土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル(案) [土工構造物・橋梁編]
土木構造物設計マニュアル(案)に係わる設計・施工の手引き(案) [ボックスカルバート・擁壁編]
(平成11年12月) (一社) 全日本建設技術協会
- イ) 道路土工-擁壁工指針 (平成24年7月) (公社) 日本道路協会
- ウ) 道路土工-カルバート工指針 (平成22年3月) (公社) 日本道路協会
- エ) 道路橋示方書・同解説I~V編 (平成29年11月) (公社) 日本道路協会
- オ) 2017年制定コンクリート標準示方書 [設計編] (平成30年3月) (公社) 土木学会
- カ) 2017年制定コンクリート標準示方書 [施工編] (平成30年3月) (公社) 土木学会
- キ) 2018年制定コンクリート標準示方書 [維持管理編] (平成30年8月) (公社) 土木学会

11-1-3 用語の定義

(1) 鉄筋コンクリート

鉄筋を用いたコンクリートで、外力に対して両者が一体となって働くものをいう。

(2) 鉄筋

コンクリートに埋込んでコンクリートを補強するために用いる棒鋼材をいう。

(3) 普通丸鋼

リブまたはフシ等の表面突起を有しない円断面の棒鋼で、JIS G 3112に規定する熱間圧延棒鋼、またはこれと同様の品質及び形状を有する鉄筋をいう。

(4) 異形鉄筋

リブまたはフシ等の表面突起を有する棒鋼で、JIS G 3112に規定する熱間圧延異形棒鋼またはこれと同様の品質及び形状を有する鉄筋をいう。

(5) 主鉄筋

設計荷重によってその所要断面積を定めた鉄筋をいう。

(6) 正鉄筋

スラブまたははりにおいて、正の曲げモーメントによって起こる引張応力を受けるように配置した主鉄筋をいう。

(7) 負鉄筋

スラブまたははりにおいて、負の曲げモーメントによって起こる引張応力を受けるように配置した主鉄筋をいう。

(8) 配力鉄筋

応力を分布する目的で、正鉄筋または負鉄筋と、普通の場合直角に配置した鉄筋をいう。

(9) 軸方向鉄筋

部材の軸方向の鉄筋をいう。

(10) 横 方 向 鉄 筋

部材軸に直角方向の鉄筋をいう。

(11) 斜 引 張 鉄 筋

斜引張応力を受ける鉄筋をいう。

(12) 腹 鉄 筋

スラブまたははりの斜引張鉄筋をいう。

(13) ス タ ー ラ ッ プ

正鉄筋または負鉄筋を取囲み、これに直角または直角に近い角度をなす腹鉄筋をいう。

(14) 折 曲 鉄 筋

正鉄筋または負鉄筋を曲げ上げまたは曲げ下げた腹鉄筋をいう。

(15) 帯 鉄 筋

軸方向鉄筋を所定の間隔ごとに取囲んで配置した横方向鉄筋をいう。

(16) ら せ ん 鉄 筋

軸方向鉄筋をらせん状または環状に取囲んで配置した鉄筋をいう。

(17) 組 立 用 鉄 筋

鉄筋を組み立てるとき、鉄筋の位置を確保するために用いる補助の鉄筋をいう。

(18) 用 心 鉄 筋

用心のために用いる補助の鉄筋をいう。

(19) フ ッ ク

鉄筋の定着または重ね継手のために鉄筋の端部を折曲げた部分をいう。鉄筋の端部を半円形に 180° 折曲げたフックを半円形フック、鉄筋の端部を 90° 折曲げたフックを直角フック、鉄筋の端部を 135° 折曲げたフックを鋭角フックという。

(20) ス ペ ー サ ー

鉄筋に所定のかぶりを与えたり、その間隔を正しく保持したりするために用いる金属製、プラスチック製、モルタル製等の部品をいう。

(21) 有 効 高 さ

曲げモーメントを受ける部材の断面において、圧縮側コンクリート表面から正鉄筋または負鉄筋の断面の図心までの距離をいう。

(22) ク リ ー プ

持続荷重によってコンクリートに起こる塑性変形をいう。

(23) 鉄 筋 の あ き

互いに隣り合って配置された鉄筋の純間隔をいう。

(24) か ぶ り

鉄筋の表面とコンクリート表面の最短距離で測ったコンクリートの厚さをいう。

11-2 使用材料

コンクリート構造物に使用する材料規格は以下を標準とする。

無筋コンクリート：18 N/mm²

鉄筋コンクリート：24 N/mm²

鉄筋：SD345

表 11-1 コンクリートの許容応力度 (N/mm²)

設計基準強度	許容曲げ圧縮応力度	許容付着応力度	許容せん断応力度
24	8.0	1.60	0.23

ただし、地震時の許容応力度は 50%、温度変化の影響を考慮する場合は 15%を表 11-1 の値から割増するものとする。

表 11-2 鉄筋の許容引張応力度 (N/mm²)

応力度部材の種類		鉄筋の種類	SD345
引張 応 力 度	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	一般の部材 注 1)	180
		厳しい環境下の部材 注 2)	160
	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		200
	鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合		200

注 1) 通常的环境や常時水中、土中の場合

注 2) 一般的环境に比べて乾湿の繰り返しが多い場合や有害な物質を含む地下水位以下の土中の場合

11-3 構造物の標準化

11-3-1 形状の単純化

(1) ボックスカルバート

ボックスカルバート工の形状は、以下のように単純化することを原則とする。

- 1) 原則として斜角はつけないものとする。やむを得ない場合においては 5 度ラウンドとするのが望ましい。
- 2) 下側ハンチは設けないものとする。ただし、ハンチ無しの影響を考慮して、側壁下端と底板端部におけるコンクリートの圧縮応力度を許容応力度の 3/4 程度となる部材厚にする。

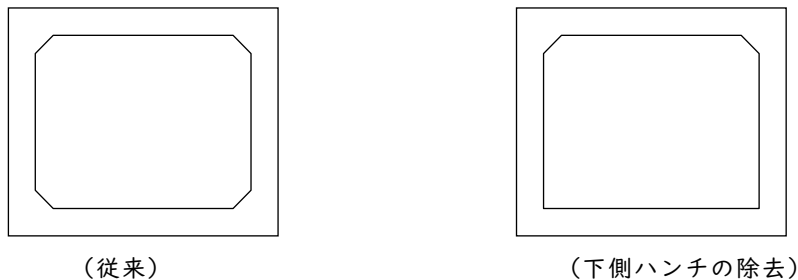


図 11-1 カルバート形状の単純化

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[ボックスカルバート・擁壁編]（平成 11 年 12 月）」P28 図-解 3.1

(2) 擁壁

擁壁工の形状は、以下のように単純化することを原則とする。

- 1) つま先版およびかかと版には、テーパを設けないものとする。
- 2) たて壁背面には、勾配を設けないものとする。
- 3) 原則としてたて壁前面には、勾配を設けないものとする。ただし、擁壁が歩行者系の道路等に面している場合は、歩行者等に与える圧迫感を和らげる目的から、たて壁前面に 1 : 0.02 程度の勾配を設けるのが望ましい。

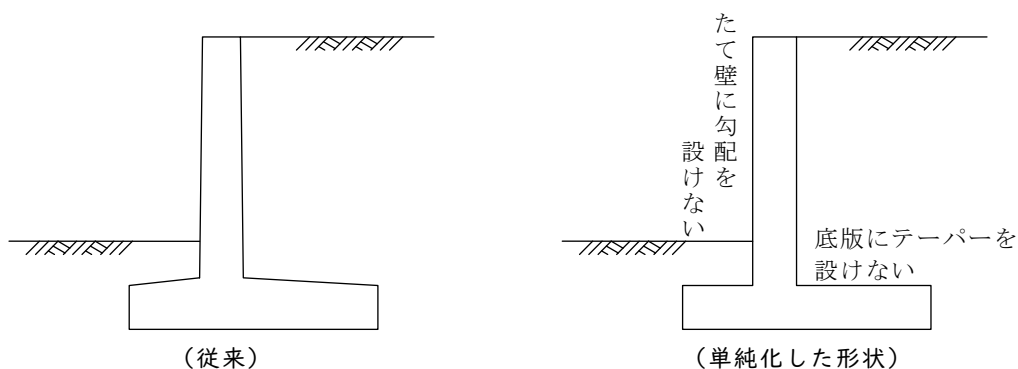


図 11-2 擁壁形状の単純化

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[ボックスカルバート・擁壁編]（平成 11 年 12 月）」P35 図-解 4.1

11-3-2 主要部材の標準化、規格化

工場加工や施工の自動化、機械化を促進することおよび型枠の転用性の向上を目的として、部材の形状を表11-3のとおりとする。

表 11-3 各部材寸法の規格

単位；m

		最小部材厚	部材厚ピッチ
ボックスカルバート		0.3	0.1
擁壁	たて壁	0.4	厚 0.1 高さ 0.1
	底版	0.4	厚 0.1 高さ 0.5

ただし、擁壁において道路等の縦断勾配の影響を受ける箇所に設置する場合は、道路の縦断勾配にあわせて、たて壁高さを変化させる。

11-3-3 配筋仕様の標準化

施工性を考慮し、配筋仕様は以下のとおりとする。

(1) ボックスカルバート

- 1) 重ね継手長や定着長で調整できる鉄筋は原則として、定尺鉄筋（50cmピッチ）を使用する。ただし、スターラップ、組立筋、ハンチ筋は適用外とし、さらに鉄筋のフック長による調整は行わない。
- 2) 頂版、底版および側壁の配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置する。ただし、以下の場合は別途検討を行うこととする。
 - ア) 土留め壁との間隔が狭い場合
 - イ) 外型枠が埋め殺し型枠の場合
 - ウ) 鉄筋を組む前に型枠を設置する場合
- 3) 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は10cmを標準とする。ただし、底版については11cmを標準とする。

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[ボックスカルバート・擁壁編]（平成11年12月）」PP30～35

(2) 擁壁

- 1) 重ね継手長や定着長で調整できる鉄筋は原則として、定尺鉄筋（50cmピッチ）を使用する。ただし、スターラップ、組立筋、ハンチ筋は適用外とし、さらに鉄筋のフック長による調整は行わない。
- 2) 現場打ち方式の擁壁のたて壁主鉄筋の断面変化は、鉄筋加工および組立の省力化を図るため、行わない。
- 3) 頂版、底版および側壁の配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置する。
- 4) 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は10cmを標準とする。ただし、底版については11cmを標準とする。
- 5) 擁壁における底版の下側鉄筋は応力度に特に支障がない限り、つま先版とかかと版の鉄筋を統一し、原則として断面変化を行わないこと。
- 6) 擁壁高さが変化する場合であっても、たて壁主鉄筋種類は1ブロックに対して3種類程度までとし、天端筋で調整するものとする。
- 7) 擁壁天端に、地覆等を設置する場合の地覆筋は、1種類を原則として配筋するものとする。

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[ボックスカルバート・擁壁編]（平成11年12月）」PP38～39

(3) ユニット鉄筋を使用しない場合の鉄筋の重ね継手長

$$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \cdot \tau_{0a}} \cdot \phi$$

l_a : 重ね継手長 (10mm 単位に切り上げ) (mm)

σ_{sa} : 鉄筋の重ね継手長を算出する際の許容引張応力度 (200N/mm²)

τ_{0a} : コンクリートの許容付着応力度 (1.6N/mm²)

ϕ : 鉄筋の直径 (mm)

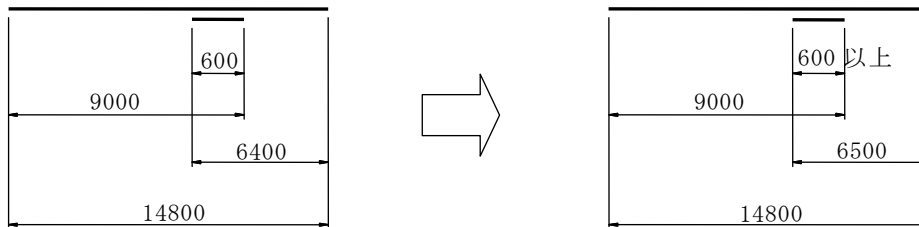
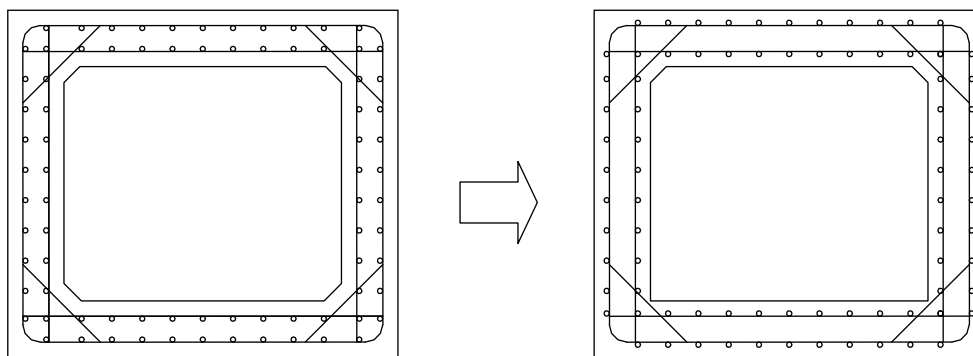


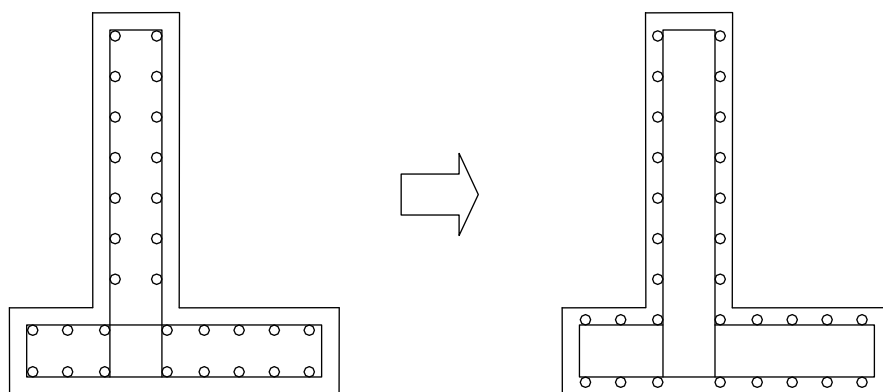
図 11-3 定尺鉄筋の採用例 (鉄筋径 D19)



(従来の配筋方法)

(改善した配筋方法)

図 11-4 ボックスカルバートにおける配筋方法



(従来の配筋方法)

(改善した配筋方法)

図 11-5 擁壁における配筋方法

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル (案) [土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル (案) に係わる設計・施工の手引き (案) [ボックスカルバート・擁壁編] (平成 11 年 12 月)」PP35~39

11-3-4 配筋の標準化

ユニット鉄筋を使用しない場合の主鉄筋径と配筋間隔、主鉄筋と配力鉄筋との関係は以下を標準とする。

1) 主鉄筋と鉄筋径と配筋間隔

表 11-4 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せ

径 \ 配筋間隔	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32
125mm				○	○	○	○
250mm	○	○	○	○	○	○	○

鉄筋本数の低減を目的とし、応力度や鉄筋の定着などに支障のない限り配筋間隔を 250mm とすることが望ましい。

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[ボックスカルバート・擁壁編]（平成 11 年 12 月）」P32, 42

2) 主鉄筋と配力鉄筋の関係

表 11-5 主鉄筋と配力鉄筋の組合せ

主鉄筋 \ 配力鉄筋	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D22	D25	D29	D32
	250mm							125mm			
D13ctc250mm	○	○	○	○	○	○					
D16ctc250mm							○	○	○		
D19ctc250mm										○	○

圧縮鉄筋および配力鉄筋などの部材設計から算出できない鉄筋については、引張側主鉄筋または軸方向鉄筋の 1/6 以上の鉄筋量を配置するものとして標準化したものである。

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[ボックスカルバート・擁壁編]（平成 11 年 12 月）」P 32, P42

11-3-5 ユニット鉄筋の規定

ユニット鉄筋とは、あらかじめ品質管理のゆきとどいた工場等において加工・組立がなされた鉄筋をいい、現場での鉄筋の組立作業を大幅に削減することが可能である。

ユニット鉄筋の採用において、下記のとおり規定する。

- 1) 主鉄筋の鉄筋径は D16~D38 とする。
- 2) 主鉄筋の配置間隔は 250mm とする。
- 3) ユニット鉄筋は面材ユニットを原則とする。
- 4) ユニット鉄筋の継手
 - ア) ユニット鉄筋の主鉄筋および配力鉄筋は重ね継手とする。
 - イ) ユニット鉄筋の主鉄筋の重ね継手長は以下の式により求めた値以上とする。

$$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \cdot \tau_{0a}} \cdot \phi \times 1.3$$

la：重ね継手長（10mm 単位に切り上げ）（mm）

σ_{sa} ：鉄筋の重ね継手長を算出する際の許容引張応力度（200N/mm²）

τ_{0a} ：コンクリートの許容付着応力度（1.6N/mm²）

ϕ : 鉄筋の直径 (mm)

ウ) ユニット鉄筋の配力鉄筋の重ね継手長は 20ϕ とする。

5) 主鉄筋と配力鉄筋の結束方法は専門工場における自動点溶接を標準とする。

6) 配力鉄筋の径は主鉄筋の $1/2$ 以上とし、最小径は D16 とする。

7) 配力鉄筋の配置間隔は 300mm とする。

8) 擁壁天端に剛性防護柵を設置する場合はユニット鉄筋を用いる。

出典：全日本建設技術協会「土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編] 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[ボックスカルバート・擁壁編]（平成 11 年 12 月）」P33, P43

11-4 一般構造細目

11-4-1 かぶり

出典：土木学会「2017 年制定コンクリート標準示方書 [設計編；標準]（平成 30 年 3 月）」PP.338~340

- (1) かぶりの最小値は、鉄筋の直径以上、かつ「コンクリート劣化に対する照査」および「耐火性に対する照査」を満足する値に、施工誤差を考慮して定め、図面に明示しなくてはならない。なお、耐火性を要求しない部位に関しては「耐火性に対する照査」を満足しなくてもよい。
- (2) 施工誤差は、部材の部位の施工条件や鉄筋工の施工管理体制を考慮して設定する。
- (3) [設計編：本編] 8 章を満足するかぶりは、[設計編：標準] 2 編によって算定してよい。
- (4) フーチング及び構造物の重要な部材で、コンクリートが地中に直接打ち込まれる場合のかぶりは、75mm 以上とする。
- (5) 水中で施工する鉄筋コンクリートで、水中不分離性コンクリートを用いない場合のかぶりは、100mm 以上とする。
- (6) 流水その他によるすり減りの恐れのある部分では、かぶりを適当に増さなければならない。

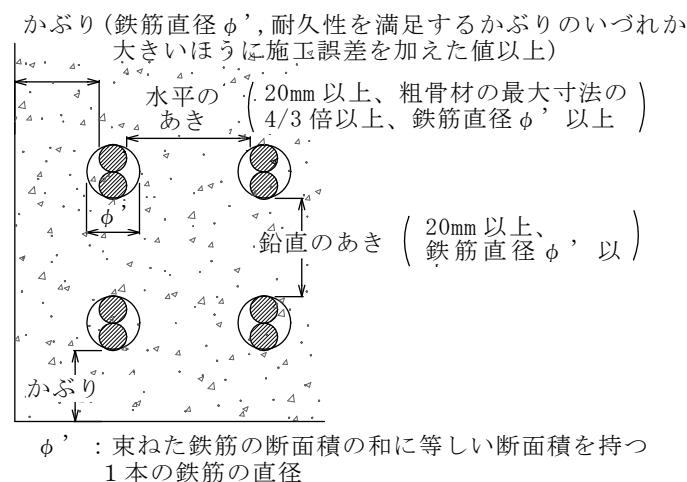


図 11-6 束ねた鉄筋のかぶり及びあき

出典：土木学会「2017 年制定コンクリート標準示方書 [設計編；標準]」P339

11-4-2 鉄筋のあき

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」PP.340～342

- (1) はりにおける軸方向鉄筋の水平のあきは、20mm以上、粗骨材の最大寸法の4/3倍以上、鉄筋の直径以上としなければならない。
- (2) 2段以上に軸方向鉄筋を配置する場合には、一般にその鉛直のあきは、20mm以上、鉄筋直径以上とする（図11-7参照）。
- (3) 柱における軸方向鉄筋のあきは、40mm以上、粗骨材の最大寸法の4/3倍以上、鉄筋直径の1.5倍以上としなければならない。
- (4) 直径32mm以下の異形鉄筋を用いる場合で、複雑な鉄筋の配置により十分な締固めが行えない場合は、はり及びスラブ等の水平の軸方向鉄筋は2本ずつを上下に束ね、柱及び壁等の鉛直軸方向鉄筋は、2本または3本ずつを束ねてこれを配置してもよい（図11-8参照）。
- (5) 鉄筋は、(1)～(3)に示すあきを確保し、かつ、コンクリートの打ち込みや締固め作業を考慮して、配置を定めなければならない。
- (6) 鉄筋の継手部と接続する鉄筋とのあきまたは継手部相互のあきは、粗骨材の最大寸法以上とする。なお、鉄筋を配置した後鉄筋の継手を施工する場合には、継手施工用の機械等が挿入できるあきを確保しなければならない。

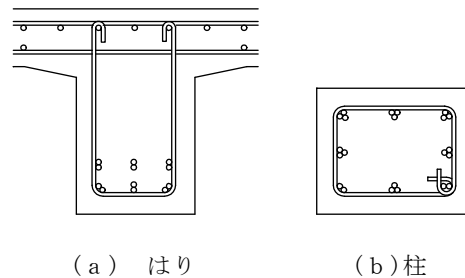
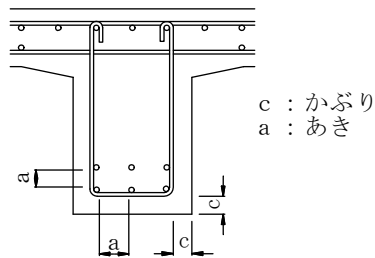


図 11-7 鉄筋のあき及びかぶり

図 11-8 束ねて配置する鉄筋

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P340

11-4-3 鉄筋の曲げ形状

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」PP347～348

- (1) 折曲鉄筋の曲げ内半径は、鉄筋直径の 5 倍以上でなければならない（図 11-9 参照）。ただし、コンクリート部材の側面から $2\phi + 20\text{mm}$ 以内の距離にある鉄筋を折曲鉄筋として用いる場合には、その曲げ内半径を鉄筋直径の 7.5 倍以上としなければならない。
- (2) ラーメン構造の隅角部の外側に沿う鉄筋の曲げ内半径は、鉄筋直径の 10 倍以上でなければならない（図 11-10 参照）
- (3) ハンチ、ラーメンの隅角部等の内側に沿う鉄筋は、スラブまたははりの引張りを受ける鉄筋を曲げたものとせず、ハンチの内側に沿って別の直線の鉄筋を用いるものとする（図 11-10 参照）
- (4) 標準フックの曲げ形状は 11-4-4 (2) による。

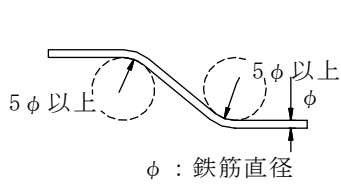


図 11-9 折り曲げ鉄筋の曲げ内半径

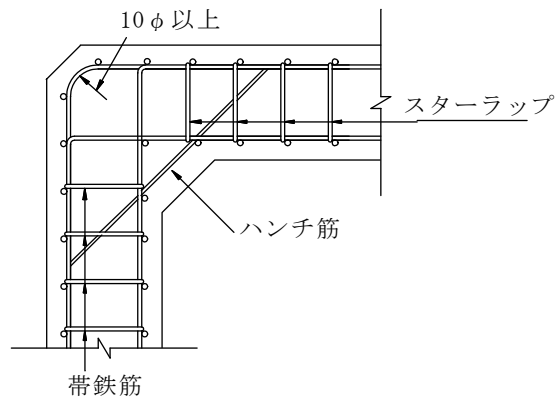


図 11-10 ハンチ、ラーメンの隅角部等の鉄筋

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P348

11-4-4 鉄筋の定着

(1) 一般

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」PP.349

1) 鉄筋端部の定着は、次の (i)～(iii) のいずれかの方法による。

- (i) コンクリート中に埋め込み、鉄筋とコンクリートとの付着力により定着する。
- (ii) コンクリート中に埋め込み、標準フックを付けて定着する。
- (iii) 定着具等を取り付けて、機械的に定着する。

2) 1) (i) または (ii) の方法による場合、標準フックの有無およびその形状は 11-4-4 (2) に従い、定着長は 11-4-4 (3) によって算定することを基本とし、構造物や部材の種類、載荷の状態、鉄筋の配置、定着位置の応力状態等を考慮して鉄筋端部を定着する。

なお、標準フックの代替として (iii) の方法による場合は、部材実験等の適切な方法により、適用する部材が同等の耐力や変形性能等を有することを確認しなければならない。

3) 2) 以外の方法による場合は、構造物や部材の種類、載荷の状態、鉄筋の配置、定着位置の応力状態等に応じて、定着としての所要の性能を満足するものでなければならない。

(2) 標準フック

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」PP.350～351

1) 標準フックとして、半円形フック、直角フックあるいは鋭角フックを用いる。

2) 標準フックの形状は、次の (i)～(iii) による（図 11-11 参照）

- (i) 半円形フックは、鉄筋の端部を半円形に 180° 折り曲げ、半円形の端から鉄筋直径の 4 倍以上で 60mm 以上まっすぐ延ばしたものとする。
- (ii) 鋭角フックは、鉄筋の端部を 135° 折り曲げ、折り曲げてから鉄筋直径の 6 倍以上で 60mm 以上まっすぐ延ばしたものとする。
- (iii) 直角フックは、鉄筋の端部を 90° 折り曲げ、折り曲げてから鉄筋直径の 12 倍以上まっすぐ延ばしたものとする。

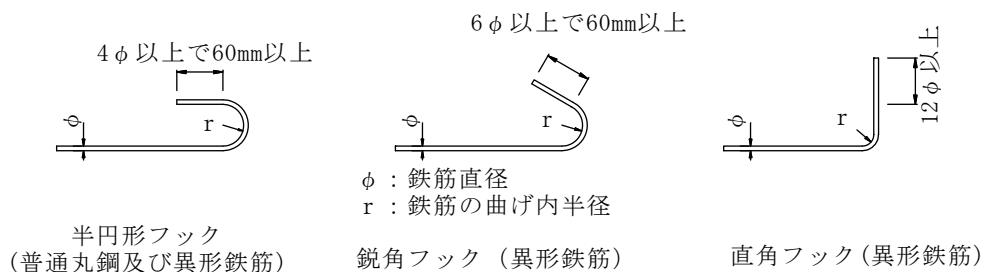


図 11-11 鉄筋端部のフックの形状

3) 軸方向鉄筋の標準フックは、次の (i)～(ii) による。

- (i) 軸方向引張鉄筋に普通丸鋼を用いる場合には、標準フックとして常に半円形フックを用いなければならない。
- (ii) 軸方向鉄筋のフックの曲げ内半径は、表 11-6 の値以上とする。

4) スターラップおよび帯鉄筋の標準フックは、次の (i)～(v) による。

- (i) スターラップおよび、帯鉄筋の端部には標準フックを設けなければならない。
- (ii) 普通丸鋼をスターラップおよび帯鉄筋に用いる場合は、半円形フックとしなければならない。
- (iii) 異形鉄筋をスターラップに用いる場合は、直角フックまたは鋭角フックを用いてもよい。
- (iv) 異形鉄筋を帯鉄筋に用いる場合は、原則として半円形フックまたは鋭角フックを設けるものとする。
- (v) スターラップ、帯鉄筋のフックの曲げ内半径は、表 11-6 の値以上とする。ただし、 $\phi \leq 10\text{mm}$ のスターラップは、 1.5ϕ の曲げ内半径でよい。ここに、 ϕ は鉄筋直径である。

表 11-6 フックの曲げ内半径

種類		曲げ内半径 (r)	
		軸方向鉄筋	スターラップおよび帯鉄筋
普通丸鋼	SR235	2.0 φ	1.0 φ
	SR295	2.5 φ	2.0 φ
異形棒鋼	SD295A, B	2.5 φ	2.0 φ
	SD345	2.5 φ	2.0 φ
	SD390	3.0 φ	2.5 φ
	SD490	3.5 φ	3.0 φ

(3) 鉄筋の定着長

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」PP.351～352

1) 鉄筋の基本定着長 l_d は、式 (11.2.2) による算定値を、次の (i) ~ (iii) に従って補正した値とする。ただし、この補正した値 l_d は 20ϕ 以上とする。

$$l_d = \alpha \frac{f_{yd}}{4f_{bod}} \phi \quad (11.2.2)$$

ここに、 ϕ ：主鉄筋の直径

f_{yd} ：鉄筋の設計引張降状強度

f_{bod} ：コンクリートの設計付着強度で、 γ_c は 1.3 として、「2017年制定コンクリート標準示方書 設計編：本編」式(解 5.3.2)の f_{bok} より求めてよい。ただし、

$$f_{bod} \leq 3.2\text{N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \alpha &= 1.0 \quad (k_c \leq 1.0 \text{ の場合}) \\ &= 0.9 \quad (1.0 < k_c \leq 1.5 \text{ の場合}) \\ &= 0.8 \quad (1.5 < k_c \leq 2.0 \text{ の場合}) \\ &= 0.7 \quad (2.0 < k_c \leq 2.5 \text{ の場合}) \\ &= 0.6 \quad (2.5 < k_c \text{ の場合}) \end{aligned}$$

$$\text{ここに、} k_c = \frac{c}{\phi} + \frac{15A_t}{s\phi}$$

c ：鉄筋の下側のかぶりの値と定着する鉄筋のあきの半分の値のうちの小さい方

A_t ：仮定される割裂破壊断面に垂直な横方向鉄筋の断面積

s ：横方向鉄筋の中心間隔

- (i) 引張鉄筋の基本定着長 l_d は、式 (11.2.2) による算定値とする。ただし、標準フックを設ける場合には、この算定値から 10ϕ だけ減じることができる。
- (ii) 圧縮鉄筋の基本定着長 l_d は、式 (11.2.2) による算定値の 0.8 倍とする。ただし、標準フックを設ける場合でも、これ以上減じてはならない。
- (iii) 定着を行う鉄筋が、コンクリートの打込みの際に、打込み終了面から 300mm の深さより上方の位置で、鉄筋の下側におけるコンクリートの打込み高さが 300mm 以上ある場合、かつ水平から 45° 以内の角度で配置されている場合は、引張鉄筋または圧縮鉄筋の基本定着長は、(i) または (ii) で算定される値の 1.3 倍とする。

- 2) 実際に配置される鉄筋量 A_s が計算上必要な鉄筋量 A_{sc} よりも大きい場合、低減定着長 l_0 を式 (11.2.3) により求めてよい。

$$l_0 \geq l_d \cdot (A_{sc}/A_s) \quad (11.2.3)$$

ただし、 $l_0 \geq l_d/3$ 、 $l_0 \geq 10\phi$

ここに、 ϕ ：鉄筋直径

- 3) 定着部が曲がった鉄筋の定着長のとり方は、以下のとおりとする (図 11-12 参照)

- (i) 曲げ内半径が鉄筋直径の 10 倍以上の場合は、折り曲げた部分も含み、鉄筋の全長を有効とする。
 (ii) 曲げ内半径が鉄筋直径の 10 倍未満の場合は、折り曲げてから鉄筋直径の 10 倍以上まっすぐに延ばしたときに限り、直線部分の延長と折曲げ後の直線部分の延長との交点までを定着長として有効とする。

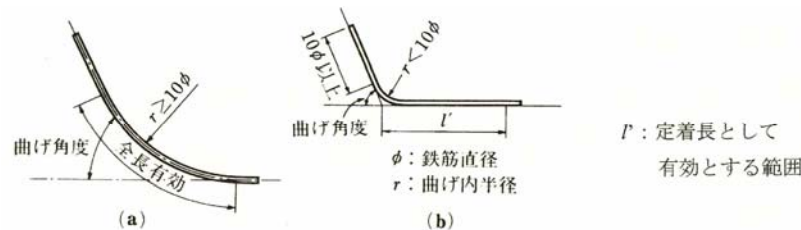


図 11-12 定着部が曲がった鉄筋の定着長のとり方

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書 [設計編；標準] (平成 30 年 3 月)」P352

(4) 軸方向鉄筋の定着

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書 [設計編；標準] (平成 30 年 3 月)」P.353～357

- 1) スラブまたははりの正鉄筋の少なくとも $1/3$ は、これを曲げ上げないで支点を超えて定着しなければならない。
- 2) スラブまたははりの負鉄筋の少なくとも $1/3$ は、反曲点を超えて延長し、圧縮側で定着するか、あるいは次の負鉄筋と連続させなければならない。
- 3) 折曲げ鉄筋は、その延長を正鉄筋または負鉄筋として用いるか、または折曲げ鉄筋端部をはりの上面または下面に所要のかぶりを残してできるだけ接近させ、はりの上面または下面に平行に折り曲げて水平に延ばし、圧縮側のコンクリートに定着するのがよい。
- 4) 曲げ部材における軸方向引張鉄筋の定着長の算定は、次の (i)～(x) によることとする。ここに l_s は、一般に部材断面の有効高さとしてよい。ただし、急激な鉄筋量の変化は避ける。
- (i) 曲げモーメントが極値をとる断面から l_s だけ離れた位置を起点として、低減定着長 l_0 以上の定着長をとる。
- (ii) 計算上鉄筋の一部が不要となる断面で折曲げ鉄筋とする場合は、曲げモーメントに対して計算上鉄筋の一部が不要となる断面から、曲げモーメントが小さくなる方向へ l_s だけ離れた位置で折り曲げる。
- (iii) 折曲げ鉄筋をコンクリートの圧縮部に定着する場合の定着長は、フックを設けない場合は 15ϕ 以上、フックを設けた場合は 10ϕ 以上とする。ここに、 ϕ は鉄筋直径である。
- (iv) 引張鉄筋は、引張応力を受けないコンクリートに定着するのを原則とする。ただし、次の (a) あるいは (b) のいずれかを満足する場合には、引張応力を受けるコンクリートに定着してもよいが、この場合の引張鉄筋の定着部は、計算上不要となる断面から $(l_d + l_s)$ だけ余分に延ばさなければならない。ここに、 l_d は基本定着長としてよい。
- (a) 鉄筋切断点から計算上不要となる断面までの区間では、設計せん断耐力が設計せん断力の 1.5 倍以上あること。
- (b) 鉄筋切断部での連続鉄筋による設計曲げ耐力が設計曲げモーメントの 2 倍以上あり、かつ切断点

- から計算上不要となる断面までの区間で、設計せん断耐力が設計せん断力の $4/3$ 倍以上あること。
- (v) スラブまたははりの正鉄筋を、端支点を超えて定着する場合、その鉄筋は支承の中心から l_s だけ離れた断面位置の鉄筋応力に対する低減定着長 l_0 以上を支承の中心からとり、さらに部材端まで延ばさなければならない。
 - (vi) 片持ばり等の固定端では、原則として引張鉄筋の端部が定着部において上下から拘束されている場合には断面の有効高さの $1/2$ または鉄筋直径の 10 倍のいずれか小さい値だけ、また、引張鉄筋の端部が定着部において上下から拘束されていない場合には、断面の有効高さだけ定着部内に入った位置を起点として、それぞれ低減定着長以上の定着長をとる。
 - (vii) 柱の下端では、柱断面の有効高さの $1/2$ または鉄筋直径の 10 倍のいずれか小さい値だけフーチング内側に入った位置を起点として、基本定着長 l_d 以上の定着長をとる。
 - (viii) 定着する部材の厚さあるいは高さが定着される部材のそれより小さい場合は、定着する部材の端まで鉄筋を延ばし定着する。この場合、定着部が定着される部材に作用している応力を定着する部材に確実に伝えるように、鉄筋の定着方法、接合部の補強鉄筋の配置方法等を検討する。
 - (ix) 定着する部材の厚さあるいは高さが定着される部材のそれよりも十分大きい場合は、11.2.7 により鉄筋定着長を算定してよい。
 - (x) 変断面の場合の l_s は、(4) (i) においては曲げモーメントが極値をとる断面の有効高さ d とし、(4) (ii) においては、曲げモーメントに対して計算上鉄筋の一部が不要となる断面の有効高さ d とする。
- 5) 軸方向鉄筋に標準フックの代替として定着具を設けて機械式定着とする場合、標準フックの先端位置と定着具の先端位置が揃うように置き換えることとする。ただし、フーチングのようにマッシュなコンクリートに定着される場合は、定着具の支圧開始点までを定着長としてよい。

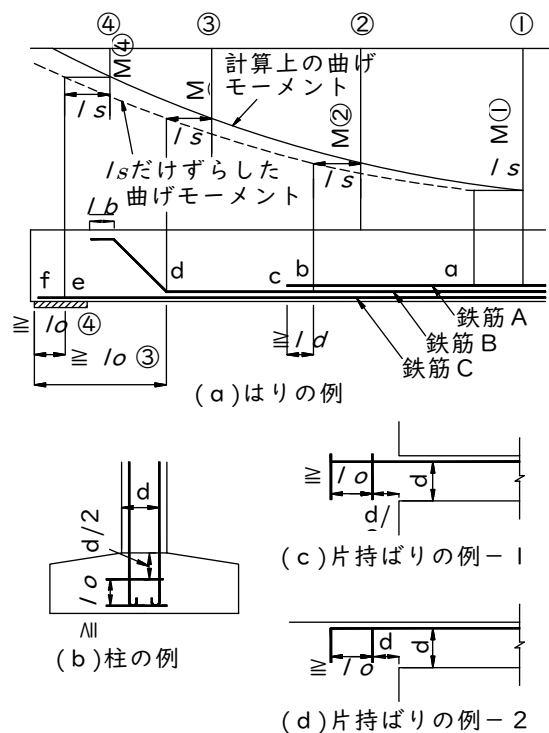


図 11-13 鉄筋の定着長算定位置の例

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P355

(5) 横方向鉄筋の定着

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」PP.358～360

- 1) スターラップは、正鉄筋または負鉄筋を取り囲み、その端部を圧縮側のコンクリートに定着しなければならない。
- 2) 帯鉄筋の端部には、軸方向鉄筋を取り囲んだ半円形フックまたは鋭角フックを設けなければならない。
- 3) らせん鉄筋は、1巻半余分に巻き付けてらせん鉄筋に取り固まれたコンクリート中に、これを定着するものとする。ただし、塑性ヒンジ領域では、その端部を重ねて2巻き以上とする。
- 4) 中間帯鉄筋には、標準フックの代替として定着具を設けて、機械式定着としてよい。ただし、塑性ヒンジ領域に機械式定着を用いる場合は、部材実験等でその性能を確認しなければならない。
- 5) 機械式定着には、その性能や適用範囲が適切に評価されたものを用いなければならない。また、機械式定着の適用にあたっては、機械式定着方法の技術評価の範囲や性能確認実験等の内容から、設計対象構造物への適用の可否、あるいは適用可能な定着方法を指定する必要性を判断しなければならない。

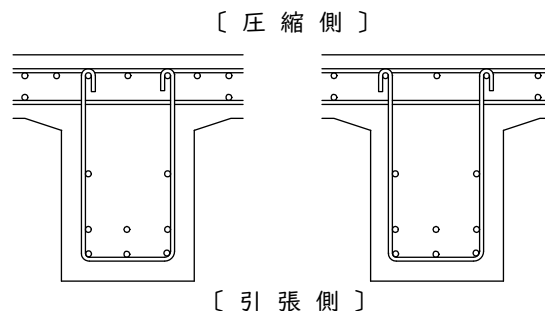


図 11-14 スターラップの端部形状

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P358

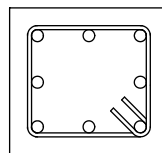


図 11-15 帯鉄筋の端部形状

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P359

(6) 定着破壊に対する照査

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」PP.360～364

- 1) 鉄筋をマッシュピなコンクリートに定着する場合、(1)～(5)の規定に関わらず、最大の引抜き力に対して定着破壊しないことを照査することによって定着長を定めてよい。
- 2) 定着破壊に対する照査は、一般に、次式(11.2.4)により行ってよい。

$$\gamma_i S_d / R_d \leq 1.0 \quad (11.2.4)$$

$$S_d = \gamma_o S \quad (11.2.5)$$

$$R_d = R / \gamma_b \quad (11.2.6)$$

ここに、 S_d ：設計自由端すべり

R_d ：設計限界すべり

S ：自由端すべり

R ：自由端すべりの限界値

γ_i ：構造物係数

γ_o ：構造解析係数、一般に1.2としてよい

γ_b ：部材係数

- 3) 定着部の起点は、曲げモーメントが最大あるいは最小となる位置を基にして定めてよい。
- 4) 自由端すべりの算定は、次の (i) ~ (v) によることとする。
- (I) 定着部起点の鉄筋の応力は、せん断力によるモーメントシフトを考慮することとする。
- (ii) 自由端すべりの算定に用いる鉄筋の設計応力度は、部材の限界状態に応じて設定することとする。
 一般には、鉄筋の設計降伏強度、または、鉄筋の設計応力度を式(11.2.7)により算定し、それぞれ、自由端すべりの限界状態を設定するのがよい。

$$\sigma_{sd} = f_{yd} + 0.6(f_{ud} - f_{yd}) \quad 11.2.7$$

ここに、 σ_{sd} : 鉄筋の設計応力度

f_{yd} : 設計引張降伏強度、一般に材料修正係数 1.2 とする。

f_{ud} : 設計引張強度、一般に材料修正係数 1.2 とする。

- (iii) 自由端すべりは、フックや定着具の有無、構造物や部材の種類、載荷の状態、鉄筋の配置、定着位置の応力状態等を考慮して算出しなければならない。
- (iv) フックや定着具を用いないまっすぐに延ばした鉄筋の自由端すべりは、式(11.2.8)により算定してよい。
- (v) 直角フックや半円形フック等のように鉄筋端部を折り曲げた鉄筋の自由端すべりは、折曲げ部の長さも含めた鉄筋の総延長を有するまっすぐに延ばした鉄筋とみなして求めてよい。

$$\tau_d = 0.73 f_{cd}' \frac{(\ln(1 + 5000 S / \phi))^3}{1 + 10^5 \times \varepsilon} \quad 11.2.8$$

ここに、 τ_d : 鉄筋軸に沿った各点における局所付着応力 (N/mm²)

$$f_{cd}' = f_{ck}' / \gamma_c$$

f_{ck}' : コンクリートの圧縮強度の特性値 (N/mm²)

γ_c : コンクリートの材料係数

S : 検討する点における鉄筋とコンクリートの相対変位 (mm)

ϕ : 鉄筋の直径 (mm)

ε : 検討する点における鉄筋のひずみ

- 5) 自由端すべりの限界値の算定は、自由端すべりの限界状態に応じて設定するものとし、一般に、次の (i) ~ (ii) によることとする。
- (i) 自由端すべりの限界値は、フックや定着具の有無、構造物や部材の種類、載荷の状態、鉄筋の配置、定着位置の応力状態等を考慮して定めなければならない。
- (ii) フックや定着具を用いない場合の限界値は、自由端すべりの限界状態に応じて設定するものとし、一般に、次の (a) または (b) によるのがよい。
- (a) 自由端すべりを許容しない限界状態とする。その場合、自由端すべりの限界値は 0 とする。
 この場合、鉄筋の設計応力度は、実降伏強度を用いるのがよい。
- (b) 自由端すべりを許容する限界状態とする。その場合、自由端すべりの限界値は、鉄筋直径の 5% としてよい。この場合、鉄筋の設計応力度は、式(11.2.7)により算定した値を用いるのがよい。

11-4-5 鉄筋の継手

(1) 一般

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P.364

- 1) 鉄筋の継手は、母材と同等の力学特性を有し、部材の力学特性に及ぼす影響が小さく、施工および検査に起因する信頼度の高いものを選定することを原則とする。
- 2) 鉄筋の継手は、鉄筋相互を接合する継手（圧接継手，溶接継手，機械式継手）または重ね継手を用いることとする。
- 3) 繰返し荷重による疲労の影響を受ける部材には、同一断面に種類の異なる継手を併用しないことを原則とする。
- 4) 継手位置は、継手部の性能が構造性能に与える影響、継手の信頼性、施工上の制約条件を考慮して定めることを原則とする。
- 5) 継手部の鉄筋は、継手の種類に応じた力学特性、ならびに施工および検査に起因する信頼度を考慮して、適切な安全係数等を定めて設計強度等を定めることを原則とする。
- 6) 継手を同一断面としない場合は、同一断面に設ける継手の数は2本の鉄筋につき1本以下とし、継手位置を軸方向に相互にずらす距離を、継手の長さに鉄筋直径の25倍を加えた長さ以上とする。
- 7) 継手が同一断面となる場合は、継手の存在がひび割れや部材の変形に及ぼす影響を適切に考慮しなければならない。
- 8) 径の異なる鉄筋を継ぐ場合や、種類の異なる鉄筋を継ぐ場合には、これらが継手の力学的特性に影響を及ぼさないことを確かめなければならない。
- 9) 塑性ヒンジ部の軸方向鉄筋に継手を設ける場合は、実物大部材を用いた載荷試験等の特別な検討を要する。

(2) 軸方向の継手

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P.366

1) 鉄筋相互を接合する継手

- (i) 鉄筋相互を接合する継手は、母材と同等以上の強度を有し、軸方向剛性および伸び能力が母材と著しく異なることなく、かつ、残留変形量の小さい方法を用いることを原則とする。
- (ii) 同一断面の継手の割合が $1/2$ を超える場合は、施工および検査に起因する信頼度の高い継手を用いるものとする。
- (iii) 鉄筋を直接接合する継手を、交番応力を受ける塑性ヒンジ領域で用いる場合は、継手自体の特性および部材特性を検討するとともに、継手の不良が生じない方法により施工および検査を実施することとする。

2) 重ね継手

- (i) 配置する鉄筋量が計算上必要な鉄筋量の2倍以上、かつ同一断面での継手の割合が $1/2$ 以下の場合には、重ね継手の重合わせ長さは基本定着長 l_d 以上としなければならない。
- (ii) (i) の条件のうち一方が満足されない場合には、重合わせ長さは基本定着長 l_d の1.3倍以上とし、継手部を横方向鉄筋等で補強しなければならない。
- (iii) (i) の条件の両方が満足されない場合には、重合わせ長さは基本定着長 l_d の1.7倍以上とし、継手部を横方向鉄筋等で補強しなければならない。
- (iv) 重ね継手の重合わせ長さは、鉄筋直径の20倍以上とする。
- (v) 重ね継手部の帯鉄筋および中間帯鉄筋の間隔は図11-16に示すように100mm以下とする。

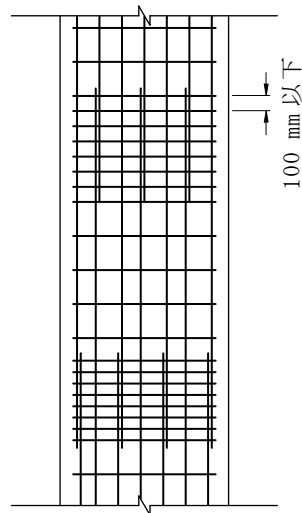


図 11-16 重ね継手部の帯鉄筋、中間帯鉄筋及びフープ鉄筋の間隔

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P.364

(vi) 水中コンクリート構造物の重ね合わせ長さは、原則として鉄筋直径の40倍以上とする。

(vii) 重ね継手は、交番応力を受ける塑性ヒンジ領域では用いてはならない。

(3) 横方向鉄筋の継手

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P.369

- 1) 横方向鉄筋の継手は、鉄筋を直接接合する継手を用いることとし、原則として重ね継手を用いてはならない。
- 2) 鉄筋を直接接合する継手は、母材と同等以上の強度を有し、軸方向剛性および伸び能力が母材と著しく異なることなく、かつ、残留変形量の小さい方法を用いることを原則とする。
- 3) 帯鉄筋に継手を設ける場合には、継手位置がそろわないように相互にずらすことを原則とする。

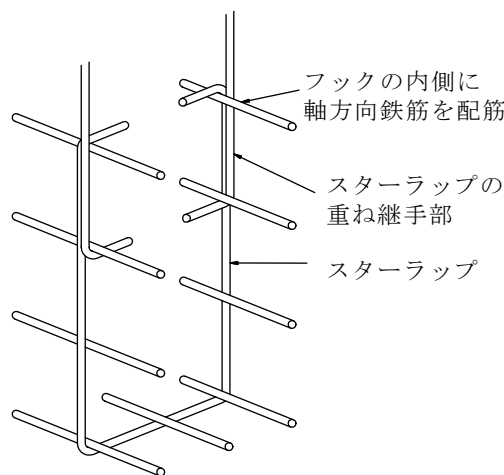


図 11-17 スターラップの重ね継手部の配筋

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P.370

11-4-6 面取り

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P391
部材のかどには、面取りをしなければならない。特に、寒冷地、気象作用の激しいところなどでは、面取りの大きさについて慎重に考えなければならない。このような面取りは、必ず設計図に明示しなければならない。

11-4-7 露出面の用心鉄筋

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P391
コンクリートの収縮及び温度変化等による有害なひび割れを防ぐため、広い露出面を有するコンクリートの表面には、露出面近くに用心鉄筋を配置しなければならない。

11-4-8 集中反力を受ける部分の補強

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P.391
集中反力が作用する部分等、過大な応力集中が生じることが明らかな部分では、その影響を考慮して補強しなければならない。

11-4-9 開口部周辺の補強

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P.392
スラブ、壁等の開口部の周辺には、応力集中その他によるひび割れに対して、補強のための鉄筋を配置しなければならない。

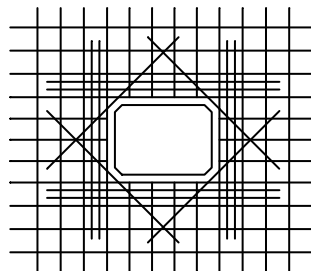


図 11-18 開口部付近の用心鉄筋

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P392

11-4-10 打継目

- 出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P392
- (1) 打継目の位置及び方向は、構造物の強度、外観及び耐久性を害しないように、これを定めなければならない。
 - (2) 打継目はできるだけせん断力の小さい位置に設け、打継目を母材の圧縮力の作用方向と直角にするのが原則とする。
 - (3) 外部塩分による被害を受けるおそれがある海洋および港湾コンクリート構造物等においては、打継目を設けないことを原則とする。やむを得ず打継目を設ける場合には、打継目が耐久性に影響を及ぼさないように十分に配慮しなければならない。
 - (4) 照査の前提となる打継目は、これを設計図に明示するのがよい。

11-4-11 伸縮目地

- 出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P394
- (1) 伸縮目地は、構造物にひび割れが発生するのを防ぐのに最も有効なように、また、構造物の伸縮その他による移動がなるべく自由にできるようにその位置及び構造を定め、設計図に明示しなければならない。

- (2) 伸縮継目は、両側の構造物あるいは部材が拘束されていない構造物でなければならない。
- (3) 伸縮継目には、必要に応じて目地材、止水板等を配置するのがよい。
- (4) 伸縮継目の段違いを避ける必要がある場合には、ほぞまたは溝を作るか、ダウエルバーを用いるのがよい。

11-4-12 水密構造

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P397
水密性を要する鉄筋コンクリート構造物では、有害なひび割れが発生するのを防ぐように、配筋、打継目及び伸縮目地の間隔及び配筋等を定めなければならない。

11-4-13 排水工及び防水工

- 出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P397
- (1) 水に接する構造物では、必要に応じて排水工及び防水工について考慮しなければならない。
 - (2) 防水工は、水圧を直接受ける面に設けることを原則とする。

11-4-14 コンクリート表面の保護

- 出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P397
- (1) すり減り、劣化、衝撃等の激しい作用を受ける部分を耐久的にするためには、適切な材料でコンクリートの表面を保護しなければならない。
 - (2) 塩害、凍害、科学的浸食等の環境作用を受ける部分には、高分子材料等の適切な材料でコンクリート面を保護するのがよい。

11-4-15 ハンチ

出典：土木学会「2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編；標準〕（平成30年3月）」P398
ラーメン部材の接合部、固定スラブ及び固定ばりの支承部、連続スラブ及び連続ばりの支承部等には、ハンチを設けることを原則とする。ハンチ部分の断面の検討における部材の有効高さは、ハンチを考えてこれを定めてよい。この場合、一般に、ハンチは1：3より緩やかな傾きの部分だけを有効とする。