

第7回講義

# 鉄筋コンクリート構造その2

---

建築構造概論

# 講義内容

- 1 . 基礎
- 2 . 構造計画
- 3 . 配筋の要点
- 4 . 梁
- 5 . 柱
- 6 . 試験

# 基礎

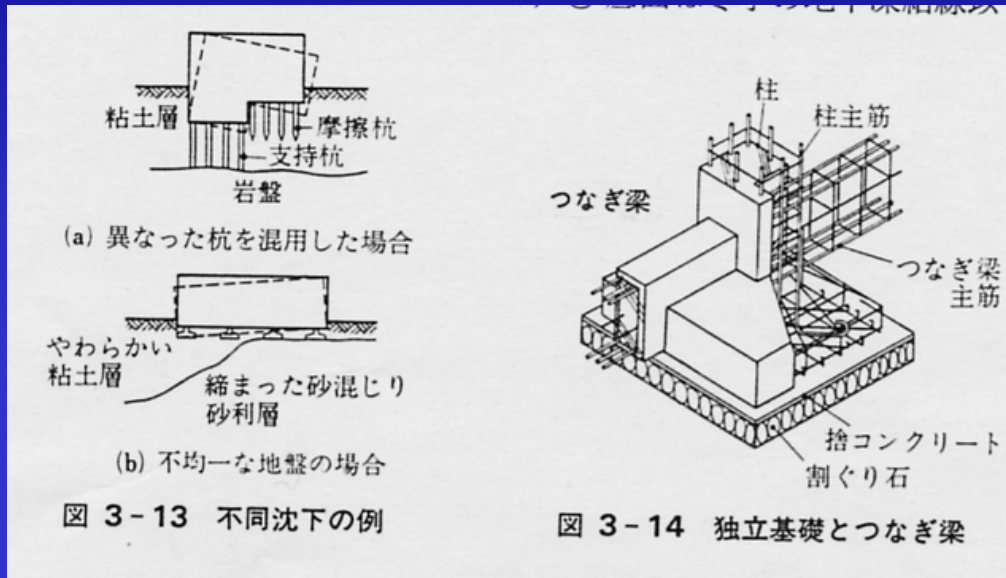


図 3-13 不同沈下の例

図 3-14 独立基礎とつなぎ梁

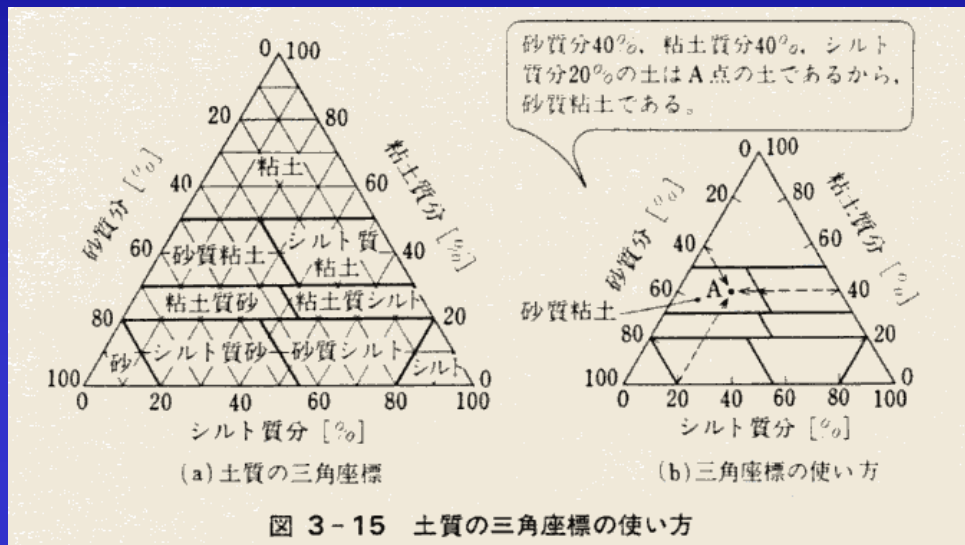
基礎とは、**基礎スラブ**と**杭**を総称したもの

上部構造の応力を直接、または杭を介して地盤に伝えるために設けられた部分で、下部には砂利地業や割ぐり地業などが設けられる。

基礎の形状・大きさは、各基礎底面の**設置圧**が**地盤の許容地耐力**を超えず、**沈下量**が**許容範囲**で一様となるように設計される。

- 1 良質な地盤に支持
- 2 異種基礎を使用しない
- 3 不同沈下を生じさせない
- 4 相互につなぎ梁で連結
- 5 地下凍結線以下
- 6 荷重に対して十分に安全

# 地盤 土の種類



**礫**（土粒径が2mm以上）

密実なものは鉛直力は強いが、密実でない場合よい地盤とはいえない

**砂**（0.075～2mm）

水分が多く密実でない場合は**液状化現象**が生じる

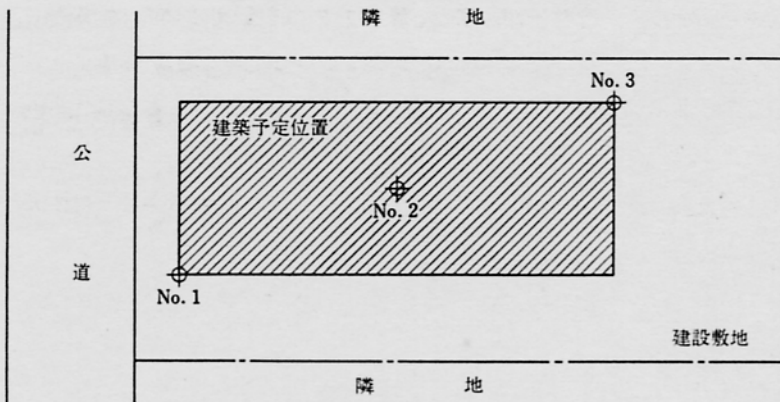
**シルト**（0.005～0.076mm）

**粘土**（0.005mm以下）

水分を多く含んだ粘土地盤は、徐々に間隙水が排出されて**圧密**が起こり、**地盤沈下**の原因となる。

土は、その粒度により、**礫**、**砂**、**シルト**、**粘土**に分類される。粒子の混合状態で、**砂質粘土**・**粘土質シルト**などと呼ぶ。

# 地盤



⊗ ボーリング位置  
 ボーリングする位置はできるだけ多いほうがよいが、費用の関係で最小限とする場合でも、上図のように対角線方向に3か所は必要である。

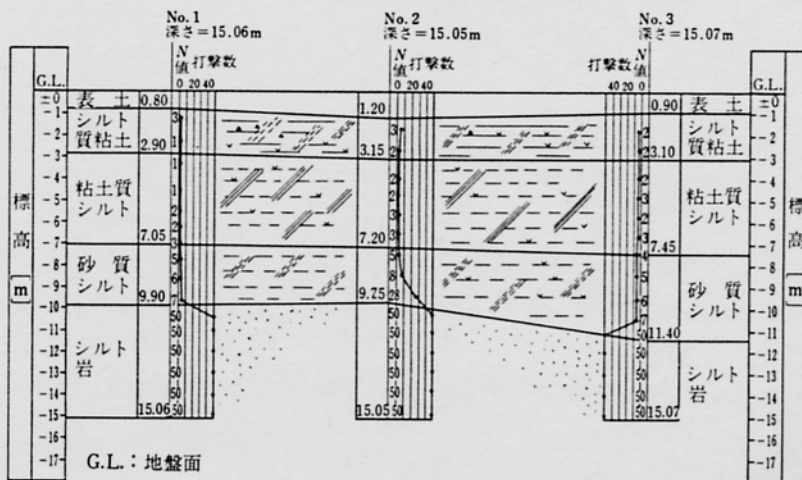


図 3-16 地層想定図

地盤は、地殻を構成する鉱物が複雑な変遷を経て形成されたもので、各種の土質がある厚さで層となっている。

## 第三紀層・洪積層・沖積層

地層の状態は試験掘り・ボーリングなどを行って調査する。

調査結果は各地層の深さ、層圧・層名・水位・土質記号、標準貫入試験のN値などの柱状図で示す。

N値は土のしまりぐあいを判断する有力なめやすである。

# 基礎の形式

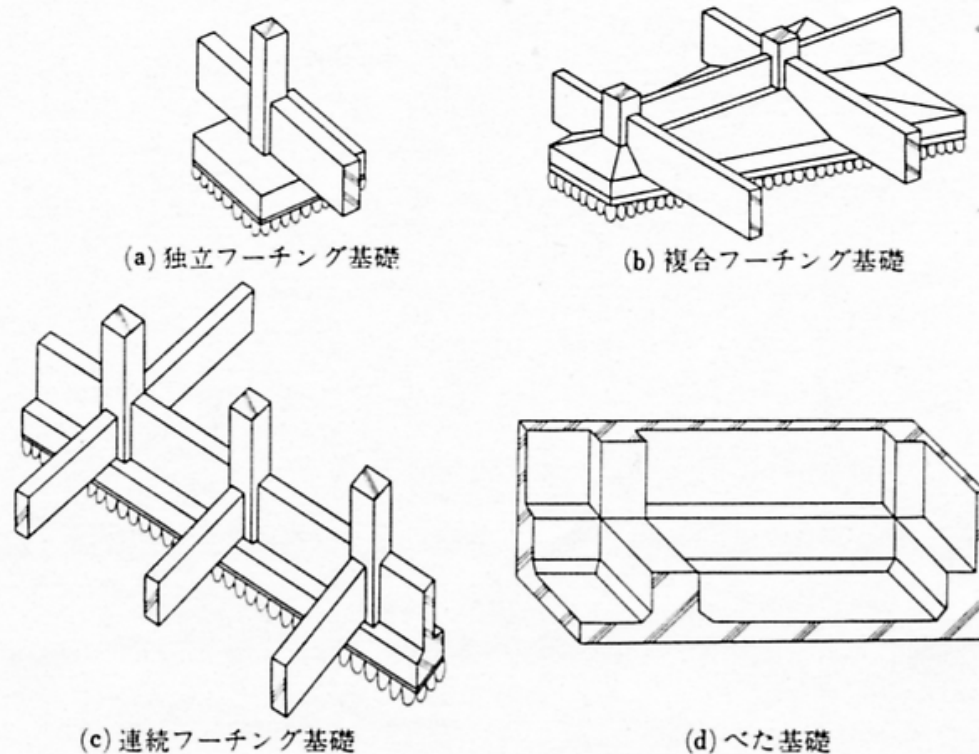


図 3-17 基礎の分類

## 1. 直接基礎

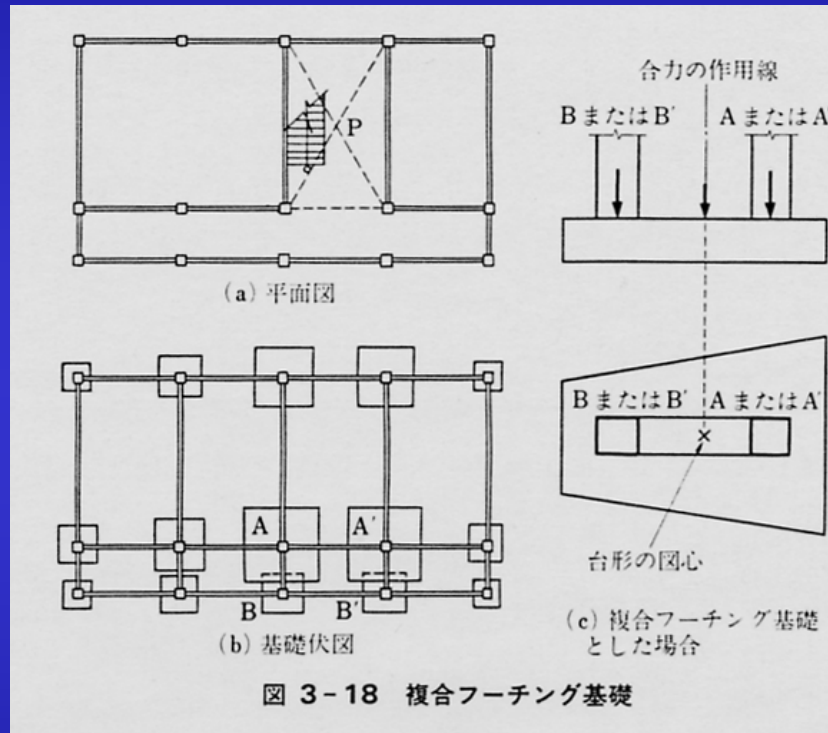
フーチング基礎：独立フーチング基礎、複合フーチング基礎、連続フーチング基礎

べた基礎：

## 2. 杭基礎

支持杭と摩擦杭

# 独立フーチング基礎



1本の柱の荷重を1つの基礎スラブで支持する形式で、底面の形状は正方形、長方形とし、その大きさは地盤の支持力と基礎の掛かる軸力とモーメントによって決められる。

一般に、基礎梁によって連結されることが多い。

# 複合フーチング基礎

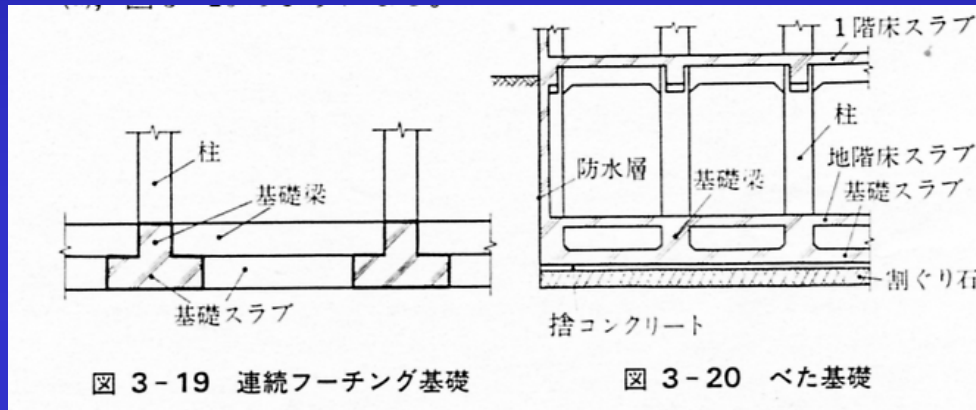


図 3-19 連続フーチング基礎

図 3-20 べた基礎

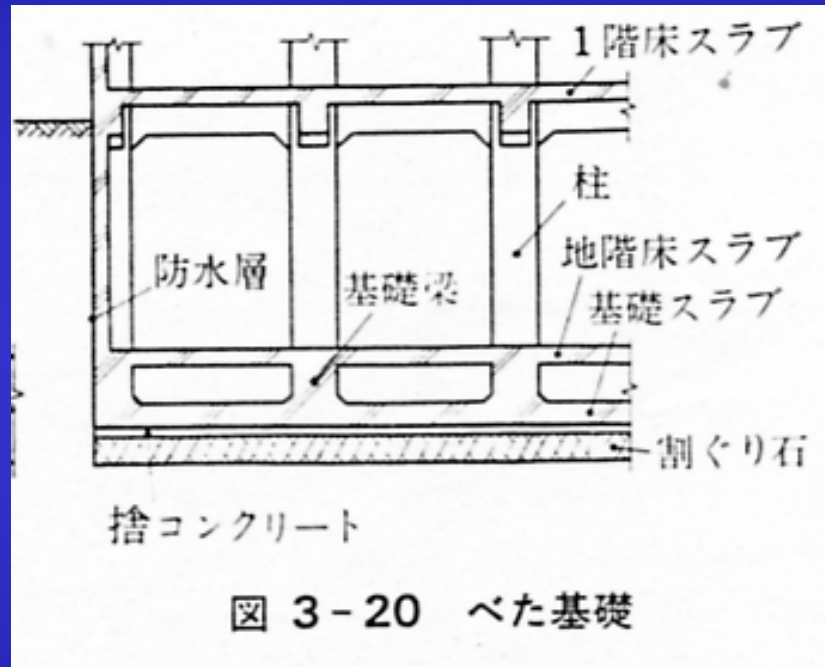
隣接する柱間隔が狭い場合に用い、互いに隣接する2本の柱の荷重を一つの基礎スラブで支持する形式である。

柱の荷重が異なるので、底面を台形とすることが多く、荷重の合力の作用線の位置と基礎スラブの底面の図心が一致するように偏芯を避ける。

**連続フーチング基礎**：建築物の四周または廊下の基礎のように連続した基礎、基礎スラブと基礎梁が一体となり、断面形状は逆T形である。

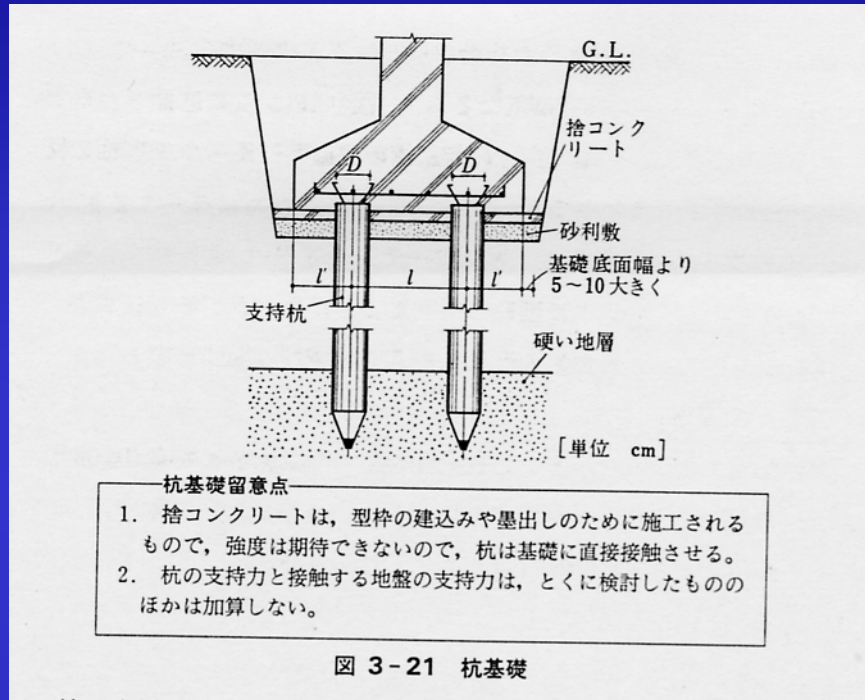


# べた基礎



地盤が軟弱の場合、あるいは柱荷重が極めて大きくて、基礎底面が著しくて広くなる場合、建築物の底面の全面あるいは広範囲な部分にわたって基礎スラブを設ける場合の基礎を**べた基礎**という

# 杭基礎



RC構造のように建築自体の重量が大きく、上層地盤の支持力では支持できない場合、地質調査結果に基づいて、適当な支持層に対して杭基礎を設けることが良い。

## 支持杭と摩擦杭

コンクリート杭（既成コンクリート杭、場所打ちコンクリート杭）

鋼杭（鋼管、H型鋼）

# 基礎の配筋

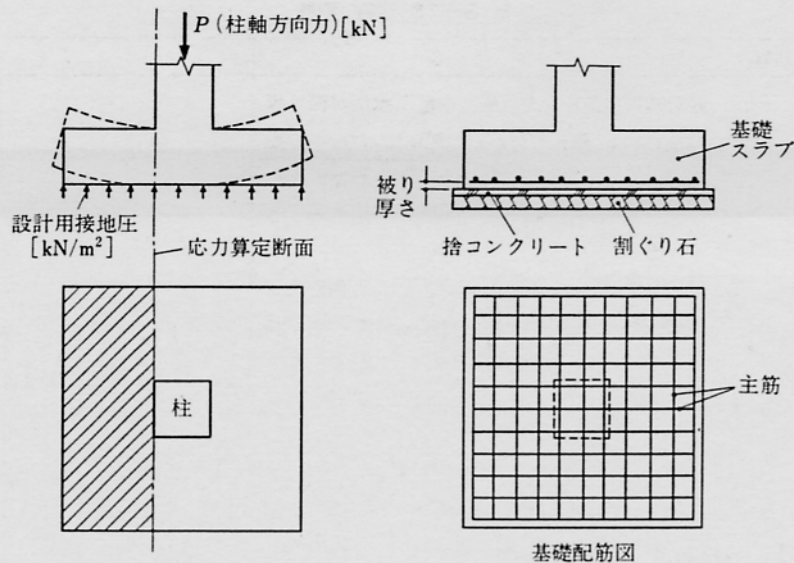


図 3-22 基礎配筋図

基礎スラブの配筋は、図に示されるように、地盤の反力による片持スラブとして応力解析、断面算定を行い、その応力に対して安全になるように配筋する。

基礎スラブの厚さは、柱の軸力がスラブを押し抜こうとする力：パンチングシヤーに対して安全になるように決める。一般には25cm以上にする場合が多い。

鉄筋の被り厚さは6cm以上としなければならない。

# 構造計画

建築物の形状、構造形式や柱・梁・耐震壁の合理的な配置などを考える構造計画が重要である。特に鉄筋コンクリート構造はそれ自体の重量が大きいため、地震力により応力が大きくなる。**耐震計画には十分に留意する。**

- 1 . 建築物の形状
- 2 . 柱の配置
- 3 . 梁の配置
- 4 . 耐震壁の配置

# 建築物の形状

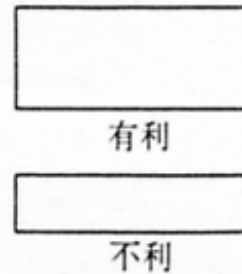
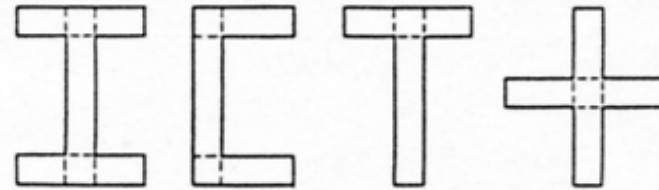


図 3-23 平面形の優劣

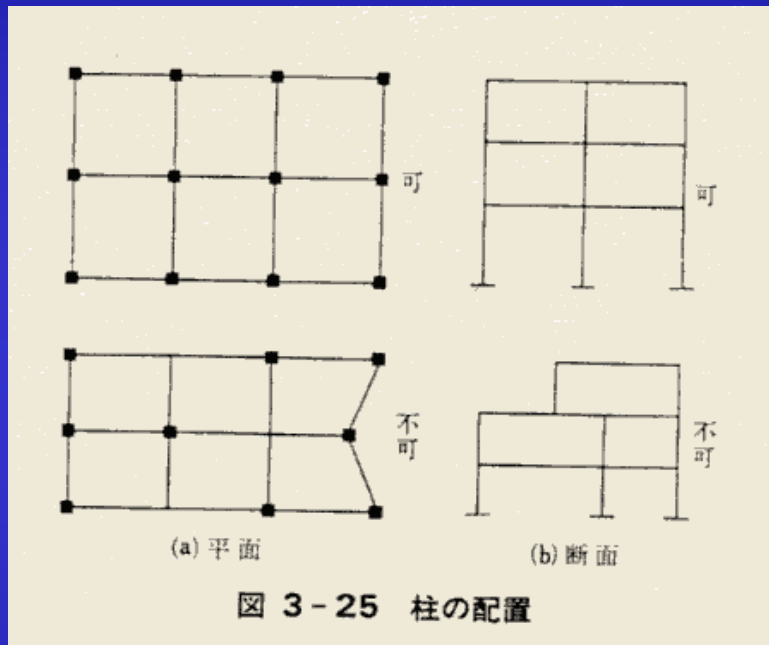


破線部分は、応力が集中する位置

図 3-24 建築物の形状

建築物の形状は、使用目的に基づく設計・意匠だけでなく、構造上安全でしかも経済的であるかどうか、十分に検討しなければならない。耐震の面からは正方形に近い平面形が有利となる。突出部の多い平面形は、翼の接合部で破壊しやすい欠点がある。平面形をいくつかのブロックに分割し、この部材の構造材を切り離して、**伸縮継ぎ手（エキスパンションジョイント）**とするのがよい。

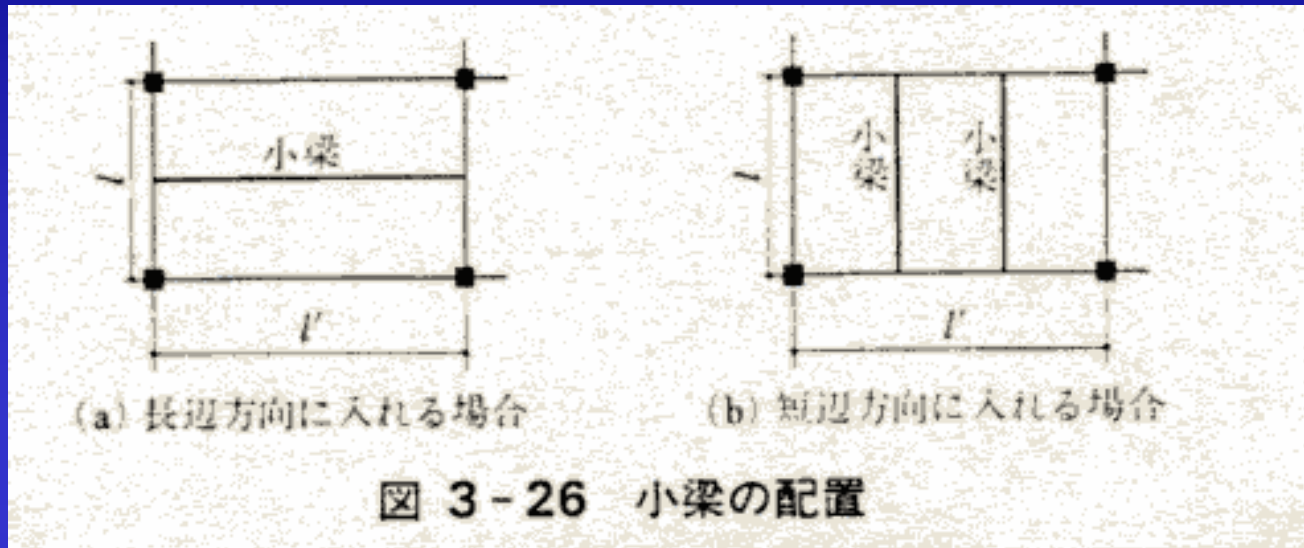
# 柱の配置



柱の配置は、なるべく規則的な配置にし、平面的には等間隔で碁盤目に、立体的には上階・下階の柱が通るようにする。

柱1本が支持する床面積は、各階ごとに約 $30\text{m}^2$ を標準とし、柱から柱に掛け渡される大梁の長さは、普通、 $5$ から $7\text{m}$ くらいである。これ以上のスパンを要求される場合は、鉄骨構造、鉄骨鉄筋コンクリート構造にすべきである。

# 梁の配置



梁には、**大梁と小梁**がある。**大梁**は、柱と柱をつなぎ、ラーメン構成部材として、**床の荷重を支える**と同時に、**地震力その他の水平荷重にも抵抗する**。

**小梁**は、大梁の間に掛け渡し、**床荷重のみを支える**。

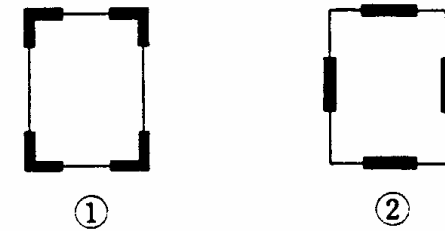
床スラブなどの薄い材の面積が大きくなると、コンクリートの乾燥収縮によるひび割れ、たわみ・振動による障害が発生し易い。小梁によって適当な大きさに区画するのがよい。

# 耐震壁の配置

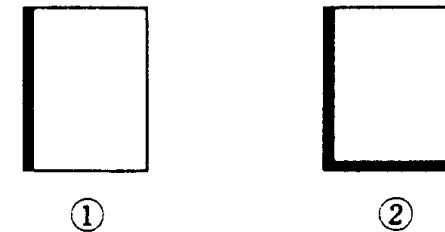
耐震壁とは、一般にラーメン内の柱及び梁に連続した壁で、地震力などの水平荷重を負担する。

各階における耐震壁の平面的配置が適正でないと、地震時に建築物の重心と剛心との距離が大きくなり、ねじれ振動を起こすことになる。

上下階にも耐震壁が連続する必要があり、途中で抜けが生じると、そこが大きく変位し、応力集中が生じる。



(a) 好ましい配置



(b) 好ましくない配置

図 3-27 耐震壁の配置

- 1) 平面的に釣合いよく配置する。
- 2) 耐震壁は上階・下階ともに同じ位置に配置する。
- 3) 耐震壁は、下階のほうが少なくならないようにする。



# 配筋の要点

- 1 . 配筋の基本
- 2 . 付着
- 3 . 継手
- 4 . 定着長さ・重ね長さ
- 5 . 鉄筋の空きと被り厚さ

# 配筋の基本

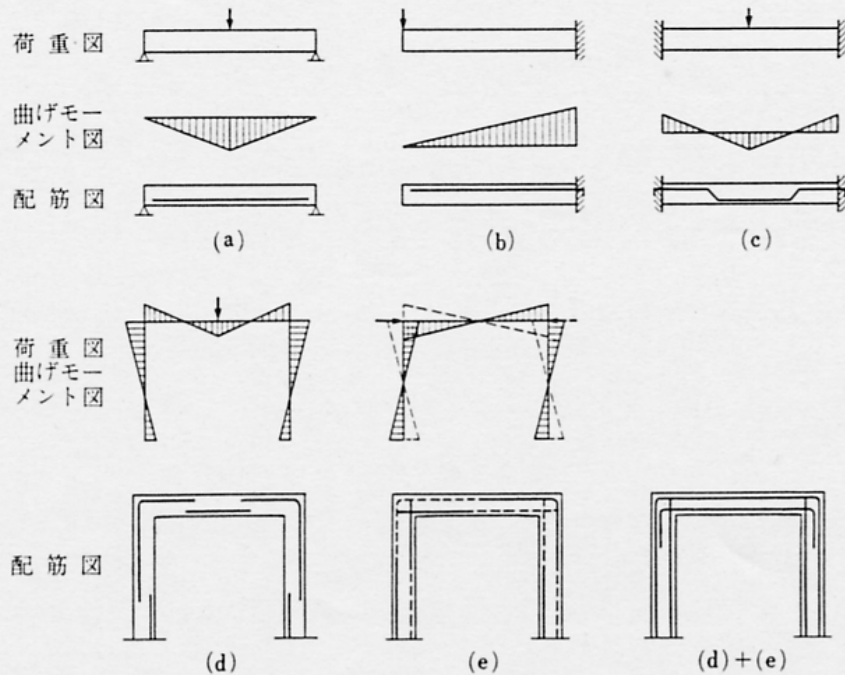


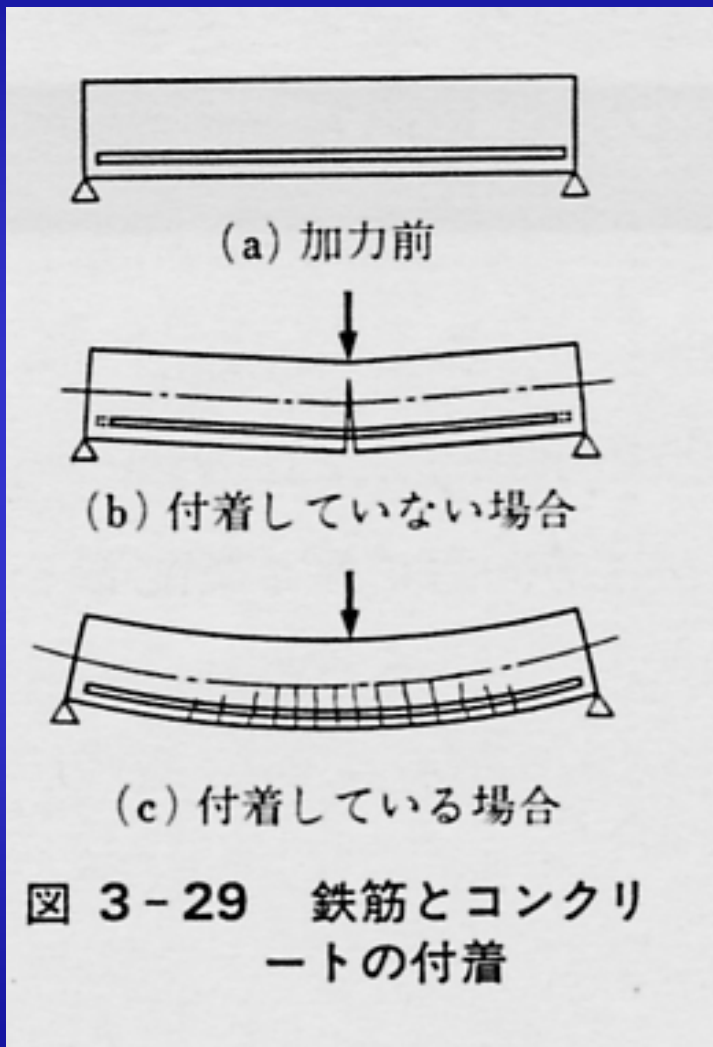
図 3-28 配筋の要領

コンクリートは引張力に弱いので、引張力が生じる部分には、引張強度の大きい鉄筋を配置して補う。

主として、曲げモーメントや軸力に対して配置された鉄筋を主筋という。

せん断力に対しては、梁・柱材では主筋の外側を取り囲むあばら筋・帯筋によって補強する。

# 付着



鉄筋とコンクリートが付着していなければ、鉄筋がずれて梁がわん曲し、鉄筋を入れた効果はほとんどなくなってしまう。

付着強度はコンクリートの強度や鉄筋表面の凹凸の状態、表面積の状態によって変化する。

大きな付着強度を要求される場合は、丸鋼よりも異型鉄筋のほうが有効である。

同一断面の場合は、太い鉄筋を使用するよりも、細い鉄筋を数多く入れるほうが有効である。

# 定着

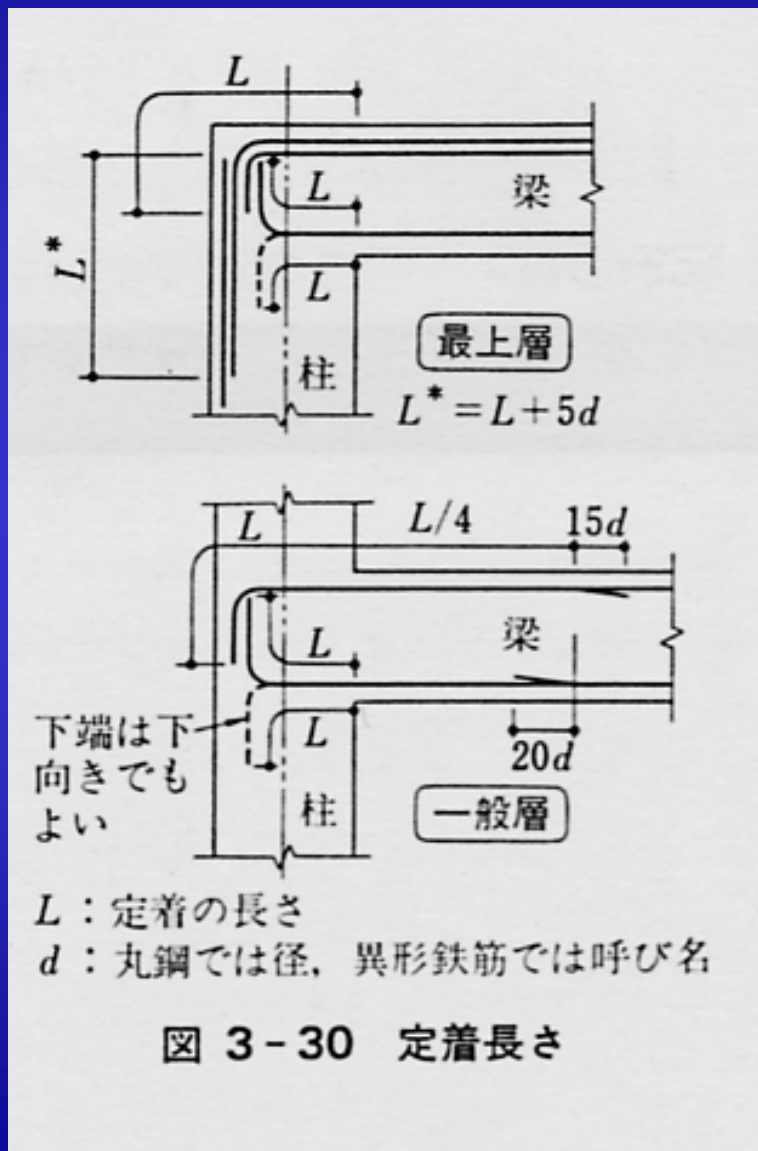


図 3-30 定着長さ

梁や柱の部材が一体に構成され、接合部が剛であるためには、梁端部の鉄筋は図のように柱のコンクリートの中に十分に伸ばし、**柱から抜け出さない**ようにしておく必要がある。

一方の部材の鉄筋を他方の部材のコンクリートの中に伸ばして抜けないようにすることを**定着**という。

# 継手

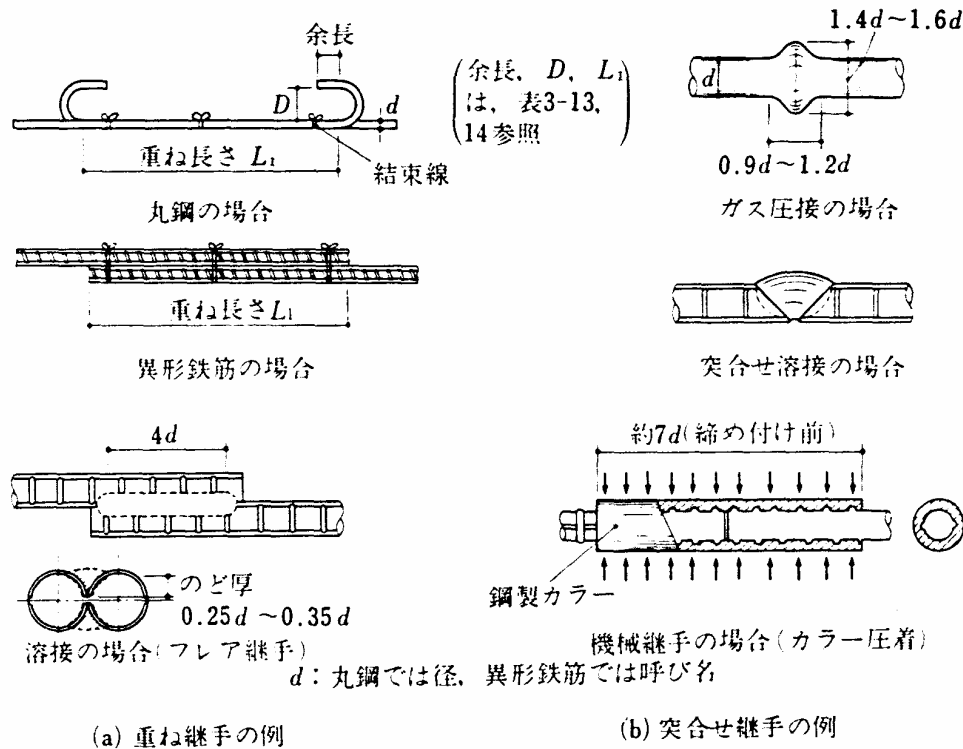


図 3-31 鉄筋の継手

柱や梁の鉄筋は、全長にわたって1本ものを用いることが望ましい。設計・運搬・工作の都合で、普通は適当な長さのものを継ぎ足して用いる。

継手の方法：**重ね継手**と**突合せ継手**がある。

突合せ継手には、アーク溶接・ガス溶接などの溶接継手と、カラー圧着などの機械継手がある。

継手の位置は、なるべく応力の大きいところをさけ、かつ、同一箇所集中しないようにする。

# 定着長さ・重ね長さ

表 3-19 鉄筋の定着および重ね継手の長さ

種類	コンクリートの設計基準強度 ☆ [kgf/cm <sup>2</sup> ]	重ね継手の長さ (L <sub>1</sub> )	定着の長さ					
			一般 (L <sub>2</sub> )	下端筋 (L <sub>3</sub> )				
				小梁	床・屋根 スラブ			
SR 235 SRR 235	150 180	45 d フック付き	45 d フック付き	25 d フック 付き	150 mm フック付き			
	210 225 240	35 d フック付き	35 d フック付き					
	SD 295 A SD 295 B SDR 295 SD 345 SDR 345	150 180	45 d または 35 d フック付き			40 d または 30 d フック付き	25 d または 15 d フック 付き	10 d かつ 150 mm 以上
		210 225 240	40 d または 30 d フック付き			35 d または 25 d フック付き		
270 300 360		35 d または 25 d フック付き	30 d または 20 d フック付き					
SD 390	210 225 240	45 d または 35 d フック付き	40 d または 30 d フック付き					
	270 300 360	40 d または 30 d フック付き	35 d または 25 d フック付き					

- 注. 1. 末端のフックは、定着長さには含まない。  
 2.  $d$  は、丸鋼では径、異形鉄筋では呼び名に用いた数値とする。  
 3. 耐圧スラブの下端筋の定着長さは、一般定着( $L_2$ )とする。  
 4. 直径の異なる重ね継手長さは、細いほうの  $d$  による。  
 (日本建築学会編「建築工事標準仕様書(JASS 5)」による)

鉄筋の定着長さ・重ね長さは鉄筋の種類、コンクリートの品質鉄筋に生じる応力の種類によって決めるが、いずれも表の数値以上としなければならない。

# 定着長さ・重ね長さ(折り曲げ部分)

表 3-20 鉄筋の折曲げ

鉄筋の折曲げ角度	図	鉄筋の種類	径による区分	鉄筋の折曲げ内法直径(D)	
末端部		SR 235 SRR 235	$\phi 16$ 以下	3d以上 <sup>1)</sup>	
		SD 295 A SD 295 B	$\phi 16, D16$ 以下		
		SDR 295	$\phi 19$ 以下 D19~D38	4d以上	
		SR 295 SRR 295			
90° <sup>2)</sup>		SD 345 SDR 345	D41	5d以上	
		SD 390	D16~D41		
鉄筋の折曲げ角度	図	鉄筋の使用箇所による呼称	鉄筋の種類	鉄筋の径による区分	鉄筋の折曲げ内法寸法(D)
中間部		帯筋 あばら筋 スパイラル筋 スラブ筋 壁	SR235.SRR235 SD295A.SD295B	$\phi 16$ 以下 D 16	3 d 以上
			SDR 295.SR 295 SRR 295.SD 345 SDR 345	$\phi 19$ 以下 D 19	
	90°以下		柱・梁 壁・スラブ 基礎筋など の主筋	SD295A.SD295B SDR 295.SD 345 SDR 345.SD 390	D 16 以下 D19~D25
				D29~D41	8 d 以上

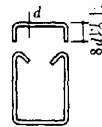
SRR：再生棒鋼，SDR：再生異形棒鋼

注. 1)  $d$  は、丸鋼では径，異形鉄筋では呼び名に用いた数値とする。

2) 折曲げ角度  $90^\circ$  は、スラブ筋・壁筋末端部またはスラブと同時に打ち込む T 形および L 形梁に用いるキャップタイのみに用いる (右図参照)。

3) 片持スラブの上端筋の先端，壁の自由端に用いる先端は，余長は  $4d$  以上でよい。

(日本建築学会編「建築工事標準仕様書(JASS 5)」による)



鉄筋の末端は、丸鋼の場合、かぎ状に折り曲げて (フック) コンクリートから抜け出さないようにする。異形鉄筋の場合は、**帯筋・あばら筋と柱・梁 (基礎梁を除く) の出隅部分、煙突・単純梁の支持端及び片持梁・片持スラブの上端筋の先端を除き、必ずしもフックを必要としない。**

フックの長さは定着長さに加算せず、折曲げの形状・寸法は表による。

# 鉄筋の空きと被り厚さ

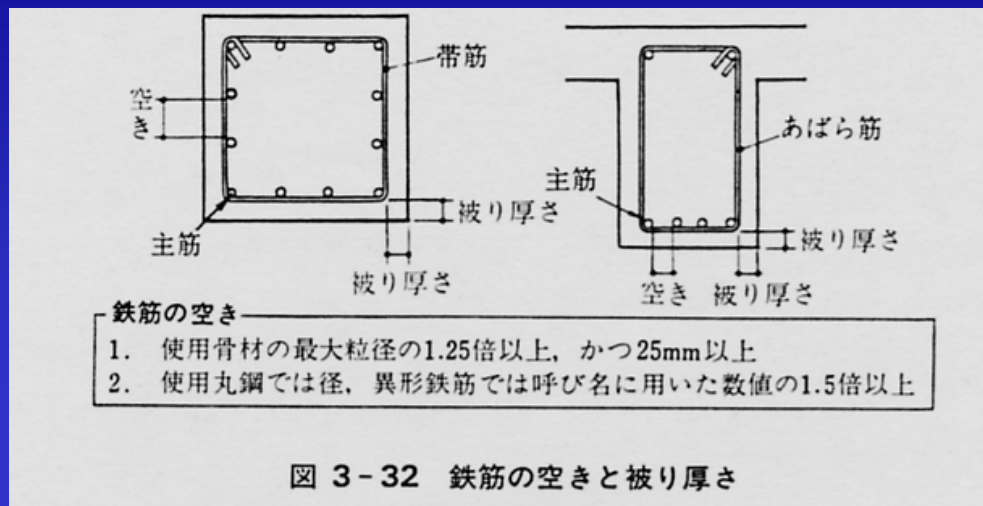


表 3-21 設計被り厚さの標準値

部 位			設計被り厚さ[mm]	
			仕上げあり <sup>1)</sup>	仕上げなし
土に接しない部分	床スラブ 屋根スラブ 非耐力壁	屋内	30	30
		屋外	30	40
	耐力壁	屋内	40	40
		屋外	40	50
	擁壁		50	50
土に接する部分	柱・梁・床スラブ・壁・ 布基礎の立上り部分		—	50 <sup>2)</sup>
	基礎・擁壁		—	70 <sup>2)</sup>

注. 1) 耐久性上有効な仕上げのある場合。

2) 軽量コンクリートの場合は、10 mm 増しの値とする。

(日本建築学会編「建築工事標準仕様書(JASS 5)」による)

鉄筋と鉄筋との空きは、施工時のコンクリートの流動性をよくするため、図のようにとる。

鉄筋の被り厚さは、火熱と中性化による影響を及ぼさないために必要、また鉄筋とコンクリートの付着強度を確保するため。

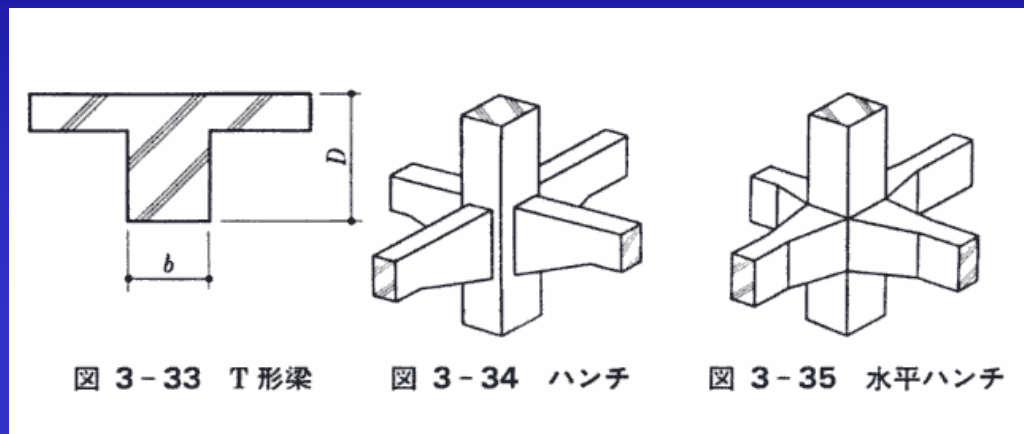


# 梁

- 1 . 梁の断面形
- 2 . 梁の主筋
- 3 . あばら筋（スターラップ）
- 4 . 配筋上の注意

梁には、荷重によって主として**曲げモーメント**および**せん断力**が生じる。これに十分に耐え、かつ、経済的に設計しなければならない。状況に応じて梁の各部分で**断面形**や**配筋**を変えることによって、経済的な設計ができる。

# 梁の断面形

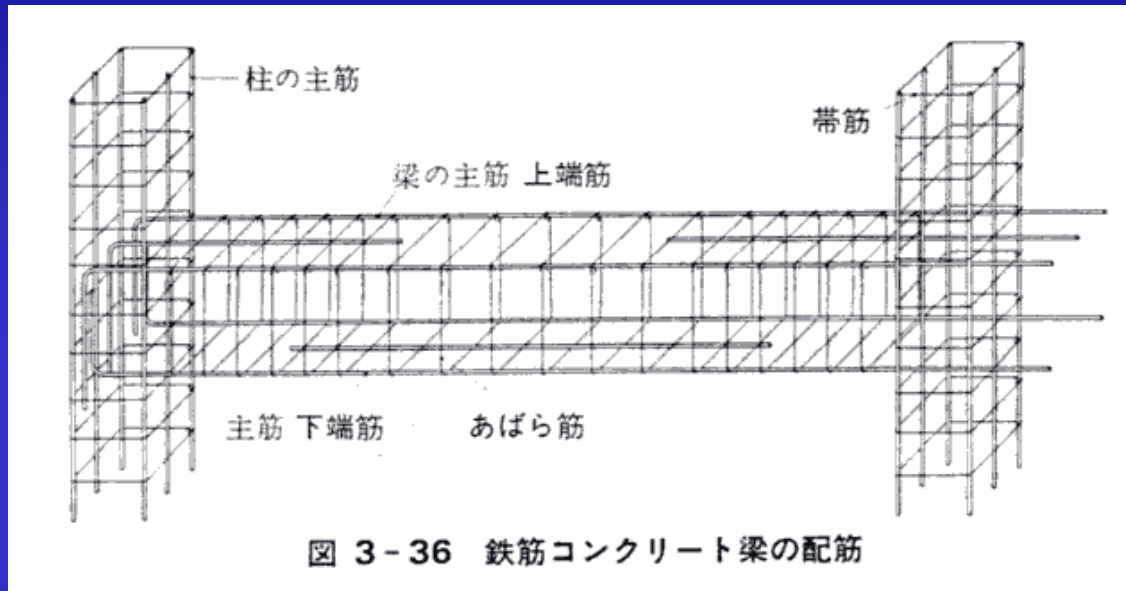


形状は一般に長方形断面またはT形断面を用いる。

梁せい $D$ は、**梁スパンの $1/12 \sim 1/10$ 程度**、幅 $b$ は、**せいの $1/2$ 程度**とすることが多い。RC梁は床スラブと一体に構成されるため、長期荷重で曲げモーメントを受けると中央部の上端部は圧縮となり、スラブも抵抗するため、T形となる。端部は上端で引張となるため、長方形断面となる。

端部の曲げモーメントが大きくなるので、ハンチ・水平ハンチを設ける場合もある。

# 梁の主筋

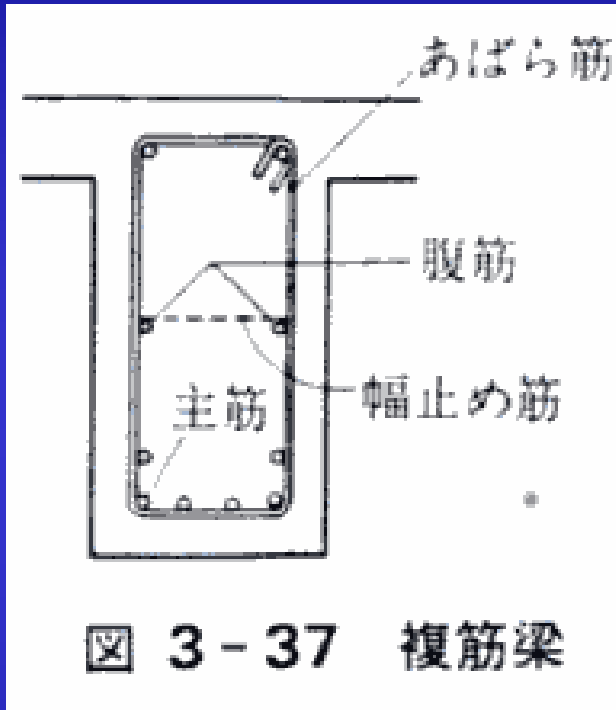


長期荷重による曲げモーメントによって、梁の中央部では下側、端部では上側に引張応力が生じる。この引張応力を負担する側にのみ主筋を配置するはりを**単筋梁**といい、圧縮側にも主筋を配置する梁を**複筋梁**という。

短期荷重による曲げモーメントは、**端部の上もしくは下側に引張応力が生じる。**

構造耐力上、**主要な梁は複筋梁**としなければならない。  
端部と中央部では主筋量は異なってくる。

# あばら筋 (スターラップ)



梁には、曲げモーメントと共にせん断力が生じる。コンクリートはせん断力はある程度耐えるが、普通、あばら筋を入れて補強する。

あばら筋の間隔は、梁の全長にわたって等間隔に入れることもあるが、梁のせん断力は一般に両端に近いほど大きいから、両端の間隔を狭くする。

あばら筋は**末端部のフックを $135^\circ$ 以上折り曲げて**内部のコンクリートに十分に定着させるか、**末端どうしを溶接する**。梁せいが高い場合は、あばら筋の振れ止めとして、**腹筋**を入れる。

# 配筋上の注意

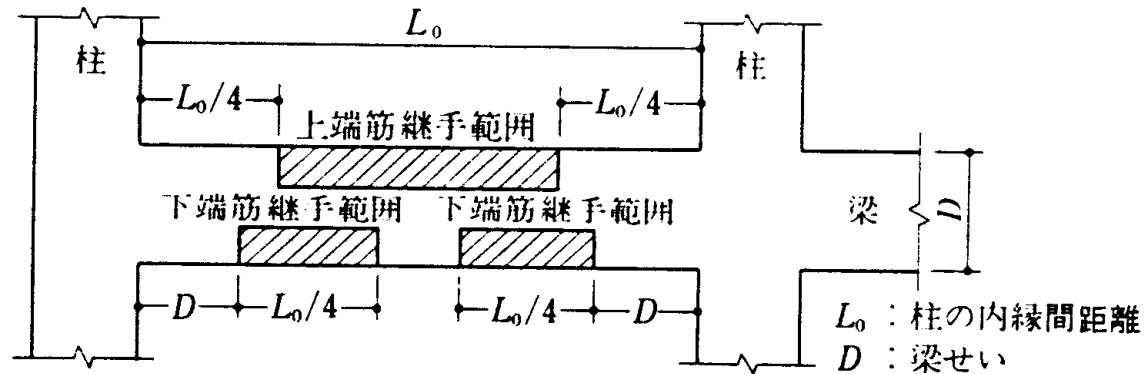


図 3-38 継手の位置

- 1) 主筋径は、D13以上、13以上とし、特別な場合を除き2段以下とする。
- 2) あばら筋間隔は、D10または9を用いる場合、梁せい  
の1/2以下かつ25cm以下とする。

- 3) あばら筋比（1組のあばら筋断面積を間隔と梁幅の積で割った値）は0.2%以上とする。
- 4) 主筋の継手は図に示す範囲
- 5) 鉄筋の継手は先に示したとおりであり、鉄筋の空きと被り厚さも先に示した表による。

# 柱

- 1 . 柱の断面形
- 2 . 柱の主筋
- 3 . 帯筋（フープ）
- 4 . 配筋上の注意

柱は、梁とともにラーメン構造の骨組を構成する。柱は鉛直荷重・水平荷重により、軸方向の圧縮力と曲げモーメント、及びせん断力が生じる。これに十分に耐えられるように、しかも経済的に設計することが大切である。

# 柱の断面形

柱の断面形状は、対称軸を有する**正方形・長方形・円形**などを用いることが多い。

柱の最小径は、主要な支点間距離の $1/15$ 以上とする。

柱は、梁と同様に下階に行くほど応力がおおきくなるので、断面も大きくする。

一般に、階高4mで、梁スパン6m前後では、最上階で、50cmm角の断面とすることが多い。

# 柱の主筋

地震力に抵抗するため、一般に主筋は重心軸に対し対称に配置する。

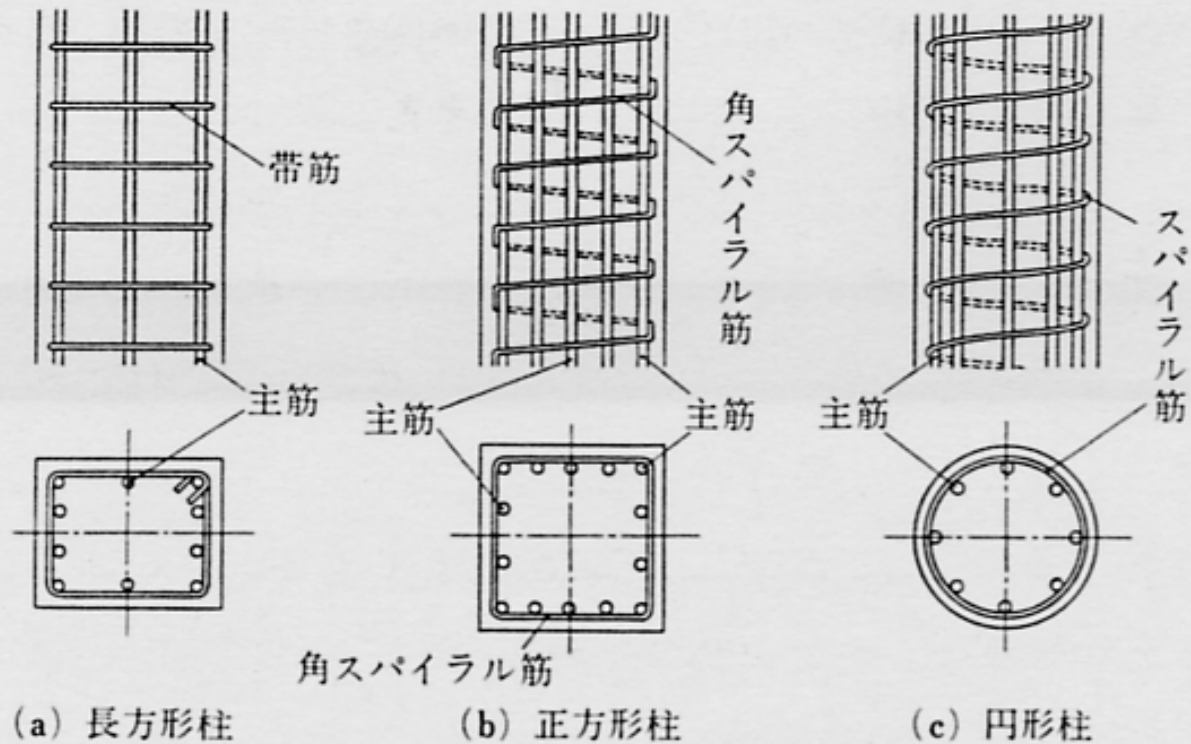
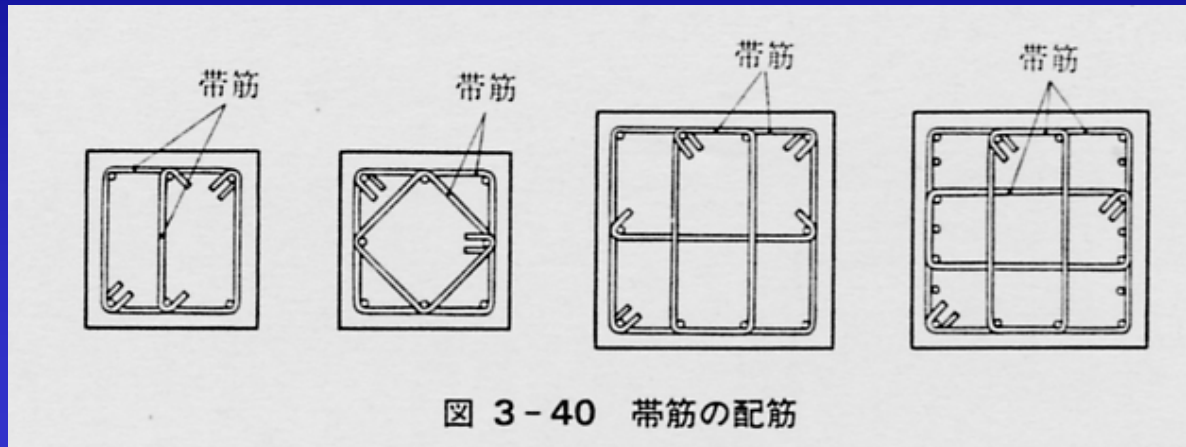


図 3-39 柱の配筋



# 帯筋 (フープ)



帯筋はせん断力に対する補強とともに、主筋の位置を固定し、圧縮のために主筋がはらみ出すのを防ぐものである。

帯筋末端部のフックは $135^\circ$ 以上折り曲げてコンクリートに十分に定着させるか、末端どうしを溶接する。

腰壁やそで壁がある場合、柱の剛性が高くなり、せん断力が集中するので、特に注意が必要となる。

帯筋の代わりに、長い鉄筋をらせん状に巻きつけることがある。これをスパイラル筋といい、帯筋より効果がある。

# 配筋上の注意

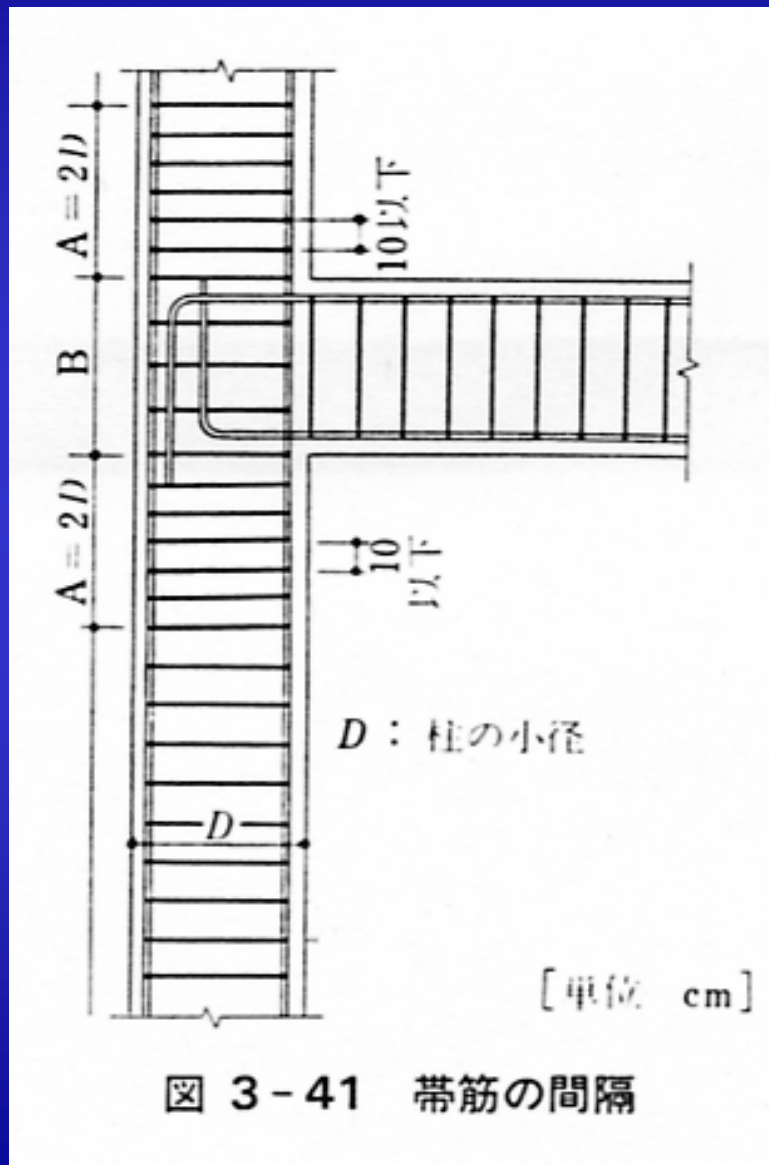
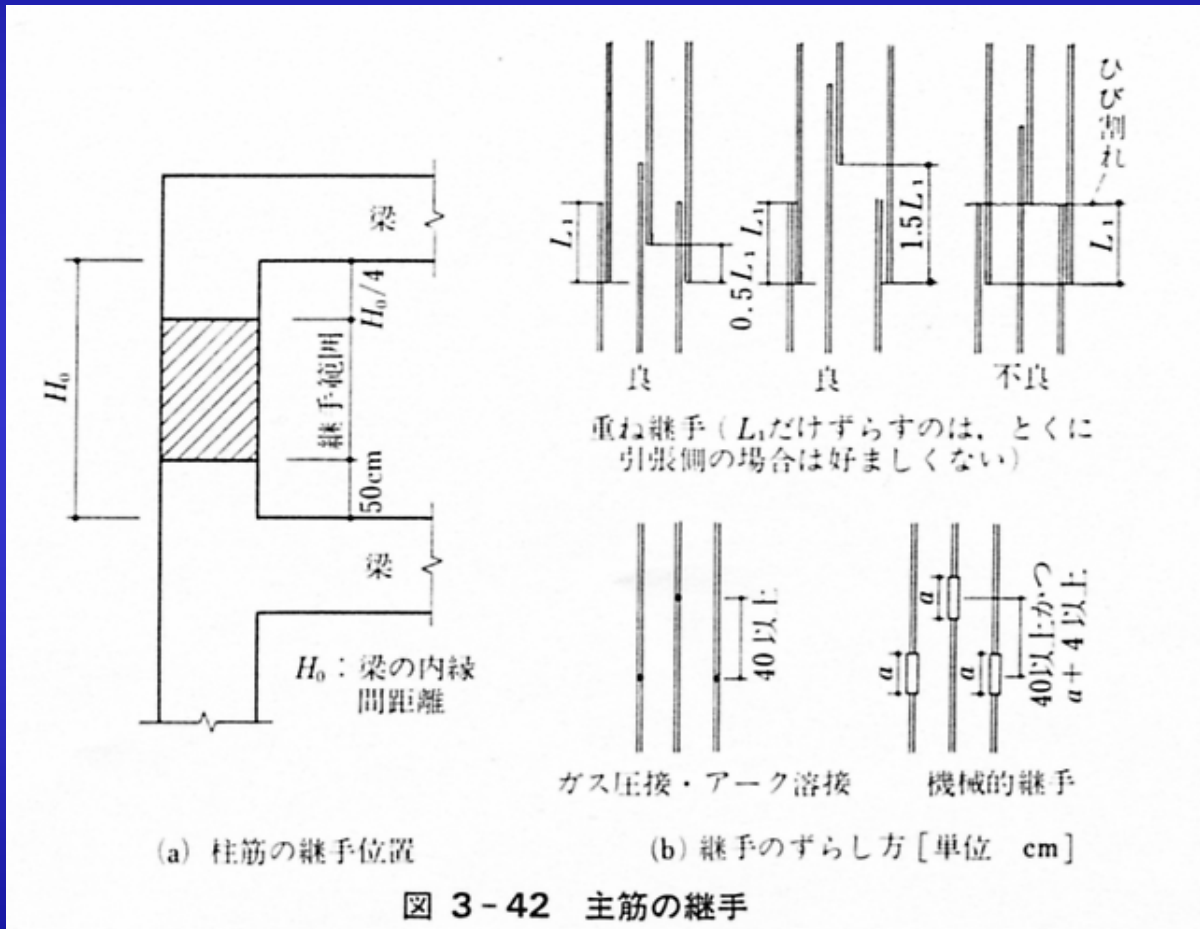


図 3-41 帯筋の間隔

- 1) 主筋径はD13以上、 13以上かつ4本以上とし、帯筋と緊結する。
- 2) 主筋断面積はコンクリート断面積の0.8%以上とする。
- 3) 帯筋間隔は、D10または 9を用いる場合、A部（柱に接着する壁・梁その他の横架材の上下端）は10cm以下とし、B部その他は15cm以下とする。

# 配筋上の注意その2



- 4) 帯筋比は0.2%以上とする。
- 5) 継手位置は下階の梁の上端から $3/4H$ 以内に、分散する。
- 6) 鉄筋の継手、空き、被り厚などは先に示したとおりである。

# 鉄筋コンクリートその2まとめ

- 1 . **基礎** : 土の種類と地盤、標準貫入試験とN値、基礎の形式 ( 直接基礎、フーチング基礎、べた基礎、杭基礎 )
- 2 . **構造計画** : 建築物の形状、柱・梁・耐震壁の配置、
- 3 . **配筋の要点** : 付着、定着、継手、被り厚
- 4 . **梁** : 断面形状、主筋、あばら筋 ( スターラップ )
- 5 . **柱** : 断面形状、主筋、帯筋 ( フープ )