

平成10年度 農林水産省補助事業
低コスト住宅資材供給体制整備事業

住宅資材標準化推進審査事業報告書

(木造住宅の基礎設計・施工マニュアル)

33

平成11年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

はじめに

低コスト住宅資材標準化事業の趣旨は、国産材の需要の拡大を図る観点から、国産材の主要な需要先である地域工務店側と国産材供給側とのネットワークシステムを組むことによって木造住宅建築の低コスト化を実現しようとするものである。こうしたシステムを構築するには、各種の技術資料の整備を図ることが必要である。

本解説書は、このような観点から、基礎の設計・施工手法について、地域工務店にとって使いやすい内容の実務的なマニュアルを作成しようとするものである。

基礎は住宅を支える重要な構造物であるから、その設計施工は誤りのないようにしなければならない。それには、地盤調査に基づき地盤の状況を把握し、それに応じた構造とすることが基本である。本書は住宅の基礎を設計し、施工するための方法を分かり易く簡潔にまとめたものである。

要 約

基礎の設計に際しては、しっかりした地盤調査が行われ、その結果を適切に評価し、構造物との関係を考慮して基礎設計をするのが基本である。

この基礎の設計・施工のために必要な次の事項について、大工等の現場職員がなじみやすくなるようわかりやすく簡明に記述した。

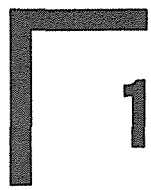
- ①土の種類、地質、液状化等地盤の基礎知識
- ②許容地耐力を推定するための試験法と地耐力の判定
- ③建物の不同沈下を防止し、敷地の安全を確保するための地盤改良
- ④布基礎、ベタ基礎等の基礎設計
- ⑤基礎の防湿対策と断熱対策

キーワード

地盤、沖積層、洪積層、震害、共振作用、砂地盤、液状化、接地圧、地耐力、地盤調査、SS試験、不同沈下、変形角、地盤改良、布基礎、ベタ基礎、偏心布基礎、地中梁、配筋検査

目 次

1	地盤の基礎知識	1
1.1	土の種類	2
1.2	沖積層と洪積層	3
1.3	震害と地盤	5
1.4	砂地盤の液状化	7
1.5	接地圧と地耐力	8
2	地盤調査と地耐力の判定	11
2.1	必要な地耐力の目安	12
2.2	地盤調査のフロー	13
2.3	既存資料調査と現地調査	14
2.4	スエーデン式サウンディング試験	15
2.5	平板裁荷試験と標準貫入試験	20
3	敷地の安全性確保	21
3.1	建物の不同沈下	22
3.2	地盤改良	25
4	基礎の設計	27
4.1	基礎の役割	28
4.2	布基礎	29
4.3	ベタ基礎・Aタイプ	30
4.4	ベタ基礎・Bタイプ	32
4.5	偏心布基礎	33
4.6	地中梁の配筋	34
4.7	配筋検査と留意事項	35
5	基礎の防湿対策と断熱対策	37
5.1	防湿対策	38
5.2	断熱対策	39
付録		41
付.1	基礎の構造計算書	41



地盤の基礎知識

1-1 土の種類

土はそれが存在した場所やその深さなどによって土の粒の大きさや形、色、集まり方などいろいろな違いがある。

土は岩石が長い年月をかけて自然の力によって細かく破碎、分解されたものである。その粒子の大きさにはいろいろあり、肉眼で粒子の形の違いがわかるほどあらい粒のものもあれば、虫眼鏡でも見分けのつかない非常に微細な粒子もある。

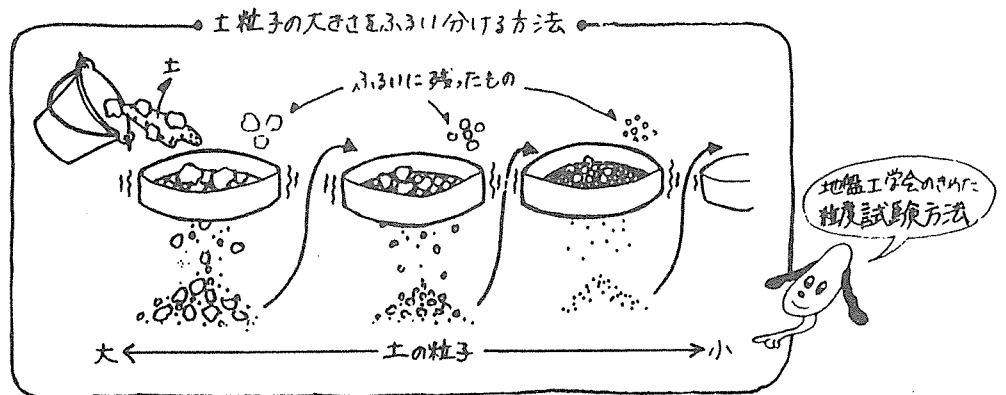
次の表のように粒子の直径の大きいものから順に礫、砂、シルト、粘土、さらに小さいものをコロイドと分類している。

土粒子の大きさによる分類

呼び名	石	礫		砂		シルト	粘土	コロイド
		礫	細礫	粗砂	細砂			
粒 径 (mm)	75以上	75～ 4.76	4.76～ 2.0	2.0～ 0.42	0.42～ 0.074	0.074～ 0.005	0.005～ 0.001	0.001 以下

粒子の大きい砂や礫は、水の浸透性が良いが、粒径によっては地震時に液状化現象をおこぶ可能性がある。

シルトや粘土は水の浸透性は悪く、長時間に渡り圧、密沈下が進行する。



1-2 沖積層と洪積層

我々の身近にある岩・岩盤とか土・地盤とかは地質学的に見ると、いろいろな時代に形成され、さまざまな変遷を経てきている。今から約200万年以前といわれている第三紀といった地質時代に形成されたものが一般に岩あるいは岩盤と呼ばれている。

第三紀以後から現在に至るまでが第四紀であるが、そのほとんどの部分つまり今からほぼ一万年くらい前までの地質時代が洪積世で、洪積世に堆積した地層が洪積層である。一万年前から現在までが沖積世で、この間に堆積し、また現在も堆積しつつある地層が沖積層である。

第四紀の堆積物、つまり洪積層と沖積層が第三紀の岩盤に対して土とか地盤とか呼ばれているものである。

いずれにしても、45億年といわれる地球の歴史の最後のひとこまで形成されている。

地質時代の区分と名称（年数は対数目盛り）

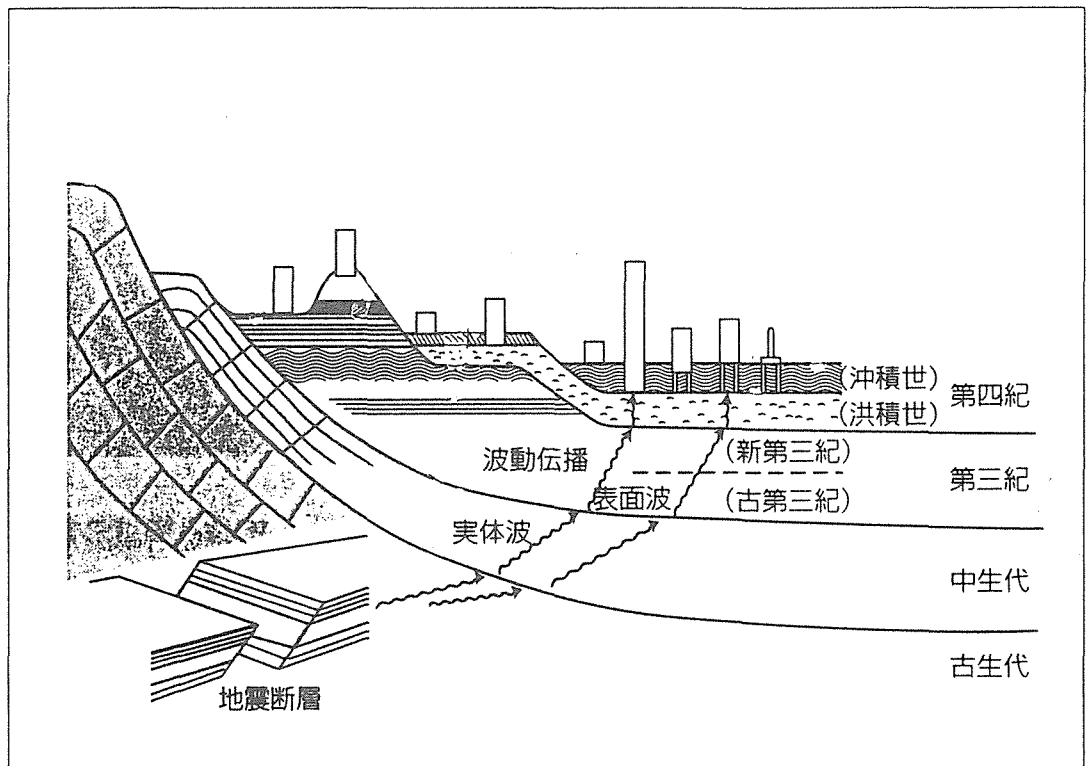
年数	地質時代の名称				
1000 年前	新生代	第四紀	沖積世		
5000 年			洪積世	最終氷期 (ヴェルム氷期)	
1 万年				最終間氷期	
5 万年				氷期と間氷期の繰返し	
10 万年					
50 万年			第三紀	新第三紀	鮮新世
100 万年					中新世
500 万年				古第三紀	
1 億年			中生世		
5 億年			古生代		
10 億年	先カンブリア時代				
45 億年					

平野や低地はほとんど沖積地盤に、また台地や段丘はほとんど洪積地盤にそれぞれ相当し、沖積層が軟弱で洪積層が良質というのはほぼ当たっている。地盤としてのキャリアが違うからである。

洪積層や沖積層つまり地盤は第三紀以前の岩盤に比べるとずっと柔らかい。その中でも沖積層はできたての土なので洪積層よりも格段に軟らかい。だいたい地殻の厚さは最も厚いところで120km、平均すると60kmぐらいで地球の半径の約1%に過ぎない。

沖積層の厚さはそのまた0.1%程度で、日本では100mを越えるところはない。このように沖積層は地殻の最表層を覆う薄い膜にすぎないのだが、我々はその上に住み、建物もその上に建っている。だから震害に与える地盤の影響は大きく、震害の大小を決定的に支配する。

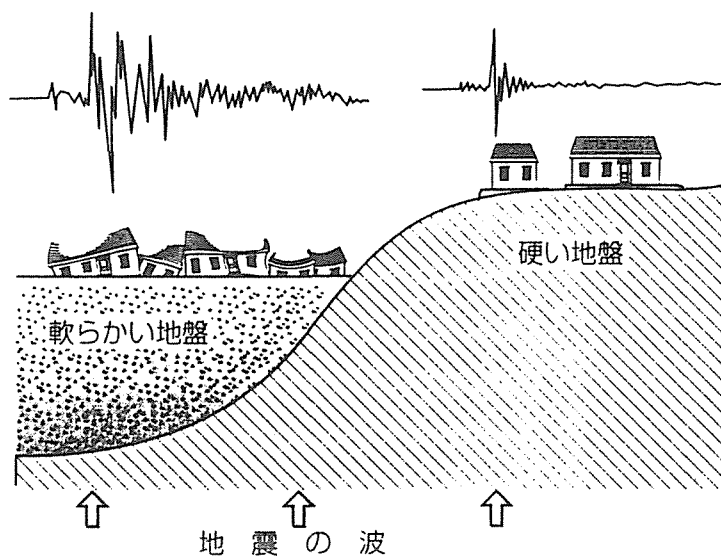
沖積層がないかあるいは薄い場所は地盤がよく、沖積層が厚いところは地盤が悪いと考えるのはきわめて一般的なことである。



1-3 震害と地盤

a 地盤の増幅作用

地震動は地下の基盤の震源から基盤上に堆積された地層を通して地表面に伝達される。過去の地震記録より地震動は基盤では小さいが地表面では大きく増幅されることがわかっている。これを地盤の増幅作用という。増幅作用は一般的には地盤が軟らかいほど、また軟らかい地盤が厚いほど大きくなり、建物に対して不利側に作用する。

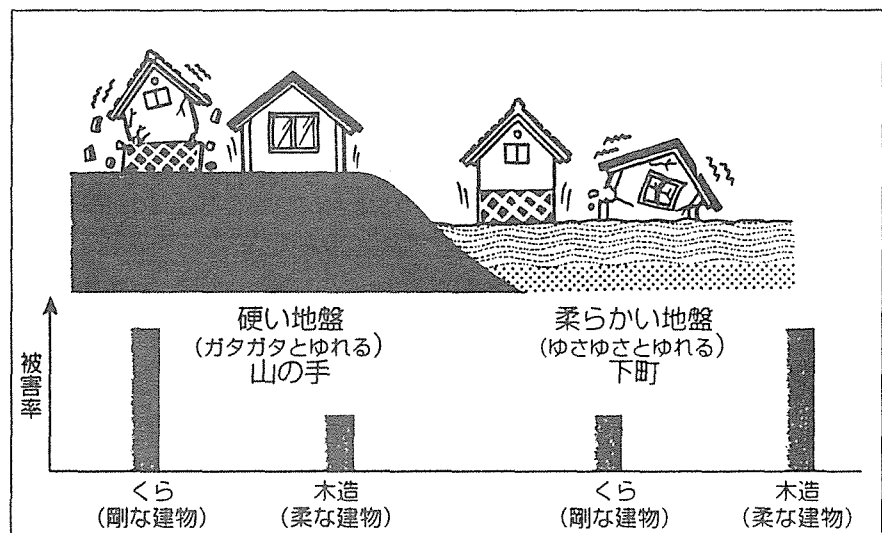


b 地盤と建物の共振作用

建物はそれ自体に固有な固有周期がある。地盤にもやはり自然にゆれるときの固有の周期があり、これを地盤の卓越周期という。

釣鐘でもブランコでもよいが、その自然のゆれ方、つまり固有周期に等しい周期を持った力を繰り返し加えてやると、振幅がしだいに大きくなっていく。これが共振作用である。

建物もその固有周期に等しい周期の成分を持った地震動を受けると共振作用が生じて建物に大きい力が加わることになる。



関東大震災における建物の被害状況を例にとると、固有周期の短い土蔵（剛な建物）は、硬い地盤の分布する山の手で被害が多く、固有周期の長い瓦屋根の一般住宅（柔な建物）は軟弱地盤が分布する下町で被害が大きかったという調査結果がある。

1-4 砂地盤の液状化

a 液状化

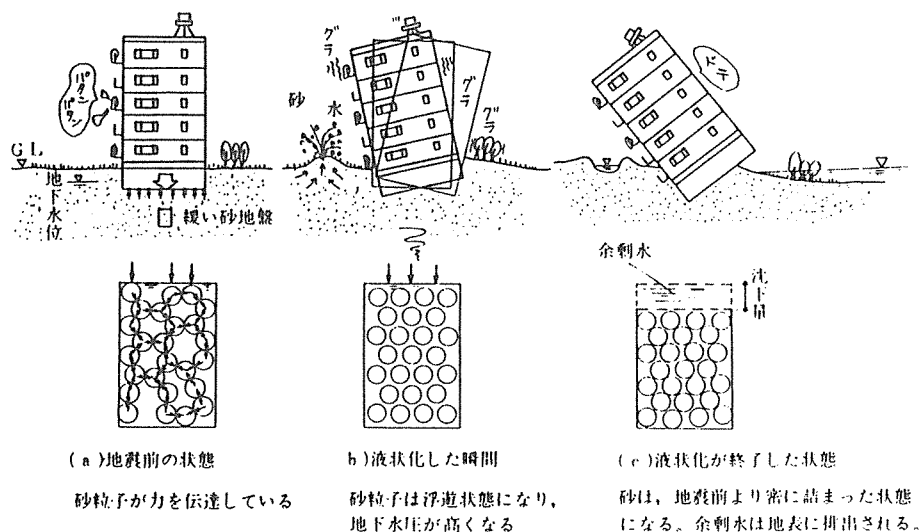
固かった地面から突然泥水や砂が吹き出して当たり一面泥海のようになって建物が沈下したり傾いてしまう。こんな現象が阪神の地震のときに神戸ポートアイランドや芦屋浜などで見られた。これが砂の液状化と呼ばれる現象である。

b 液状化の3つのポイント

「地下水」、「ゆるい砂」、「強い地震」が液状化の3つのポイントである。

地下水位が高いところでは地下の砂粒のすきまは水で満たされている（ゆるく締まった砂）。ここで、強い地震が起きると砂粒は下に向かって密に締まろうとする。しかし急な揺れのためすきまにある水は空気のように簡単に外に抜けることができない。そのため、砂の上にある土の重さなどを水が瞬間的に支えることになり、大きな水圧が発生する。そして砂粒は水の中に浮いたような状態で流動しやすくなる。

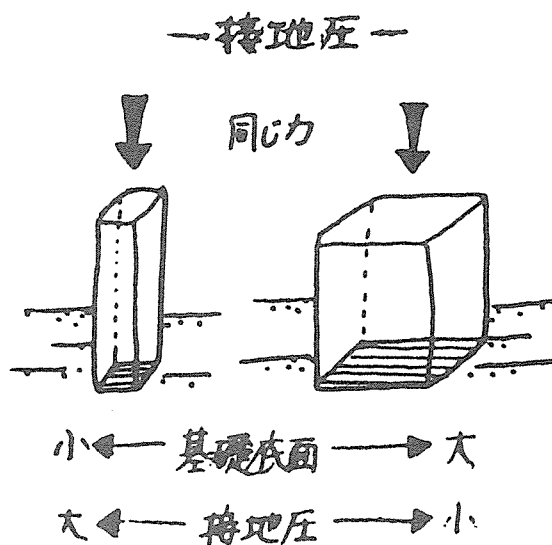
このとき液状化した砂と水が、地盤の弱いところなどを通して地表面に吹き出してくる。これが液状化現象である。



1-5 接地圧と地耐力

a 接地圧

地盤の上に建物を建てる時、その建物重量は基礎を通じて地盤に伝えられる。このとき建物の基礎面がその下の地盤に及ぼす圧力を接地圧という。(接地圧の単位は通常 t/m^2 である)



b 地耐力

地盤の地耐力というのは支持力と沈下から決定される。すなわち基礎に作用する上部構造からの荷重によって地盤が破壊を起こさないか(地盤の強さ)、あるいは基礎の沈下量が許容値をこえないか(地盤の変形)、この両者を一緒に考えたときの能力を地耐力という(地耐力の単位も通常 t/m^2 である)。

住宅の設計はその地盤の地耐力がどの程度あるのか判断するところから始まる。なお、建築基準法施行令第93条では地盤の種類に応じて許容地耐力の値を規定している。

建築基準法施行令第93条による地盤の許容地耐力

地 盤	長期応力に対する 許容応力度	短期応力に対する 許容応力度
	単位：1平方メートル につきトン	単位：1平方メートル につきトン
岩盤	100	長期応力に対する 許容応力度の それぞれの数値の 2倍とする
固結した砂	50	
土丹盤	30	
密実な礫層	30	
密実な砂質地盤	20	
砂質地盤	5	
堅い粘土質地盤	10	
粘土質地盤	2	
堅いローム層	10	
ローム層	5	

2

地盤調査と地耐力の判定

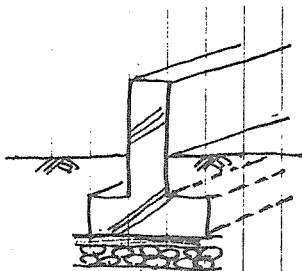
2-1 必要な地耐力の目安

木造住宅は2～3階建程度であるから荷重は小さい。だからあまり大きい地耐力を必要とはしないが、ここでは、基礎形式に応じたおおまかな必要地耐力の目安を示す。

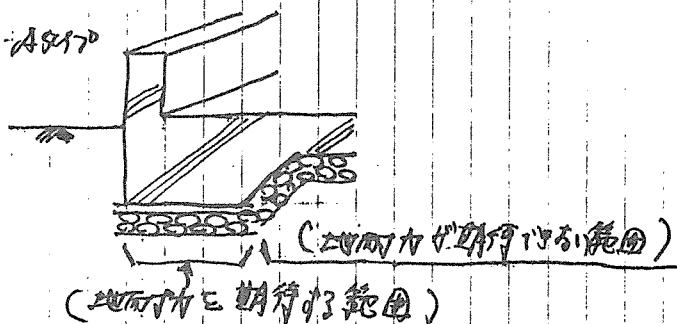
		平 屋	2階建	3階建
布基礎		3 t/m ² 以上	3 t/m ² 以上	4 t/m ² 以上
ベタ基礎	Aタイプ (盛土等)	3 t/m ² 以上	3 t/m ² 以上	4 t/m ² 以上
	Bタイプ (切土等)	2 t/m ² 以上	2 t/m ² 以上	3 t/m ² 以上

※許容地耐力とは十分な強度があり、かつ有害な沈下が生じない直接基礎の接地圧力の限度値をいう。

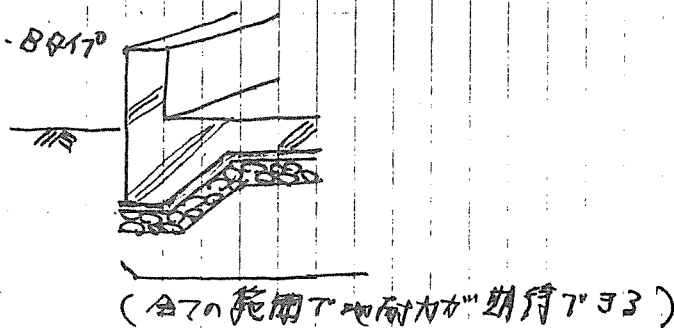
布基礎



ベタ基礎-Aタイプ

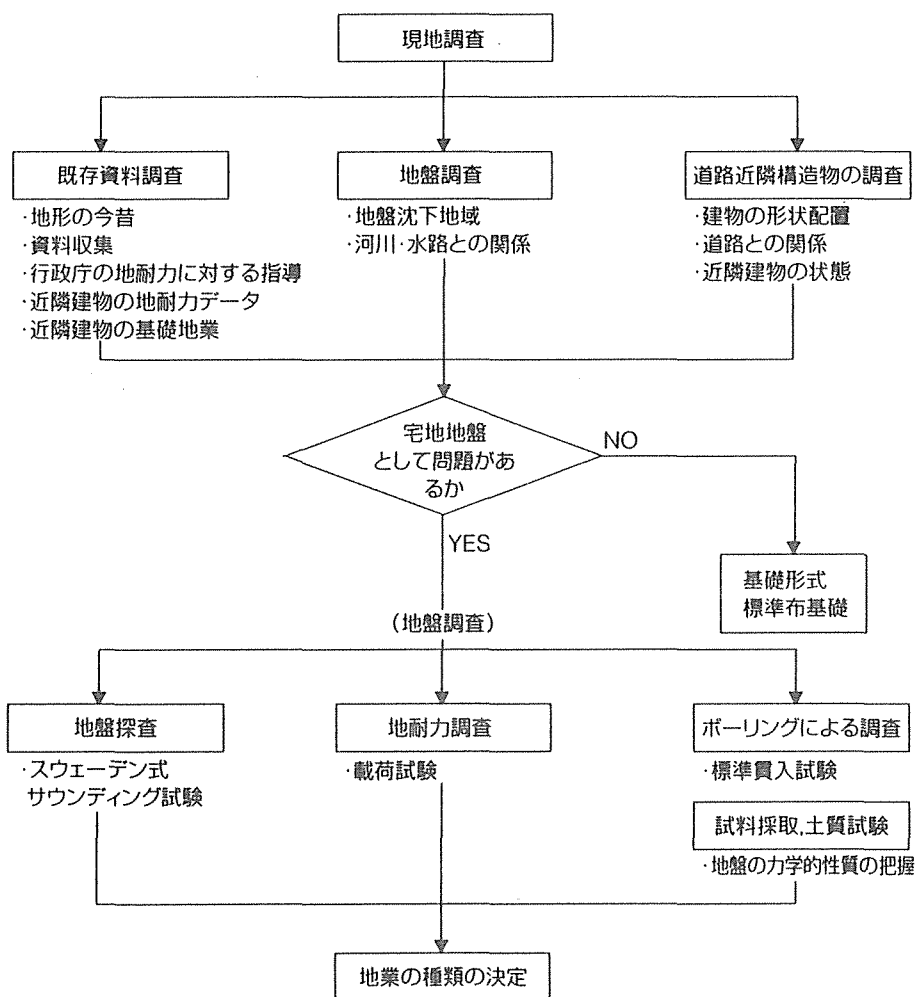


ベタ基礎-Bタイプ



2-2 地盤調査のフロー

木造住宅の地盤調査は、建物規模および工事費などから簡易な調査方法が一般に採用され、その結果によって、地盤の地耐力を推定する方法が一般的である。幸い木造住宅の荷重は軽量なので基礎直下の地盤支持力はこのようなおおざっぱな推定方法でことが足りていると考えられる。しかし、不同沈下等が発生する可能性のある地盤の場合は、機械式ボーリングによる地盤調査などの本格的な地盤調査を実施すべきである。以下に地盤調査のフローを示す。



2-3 既存資料調査と現地調査

a 既存資料調査

既存資料調査のうち、最も重要なことは敷地の地形的な位置付けを行うことである。それには、日本地図センター発行の「土地条件図S=1/25000」によって分類するのが最も望ましい。

さらに下の表に示す資料を入手することが望ましい。

●資料の入手先一覧

種 類	入手先	TEL
古地図	書店、図書館	
地質図、地形図	東京地学協会	03-3261-0809
	日本地質学会	03-3252-7242
	内外地図	03-3291-0338
	都道府県商工課、図書館	
土地条件図、航空写真	日本地図センター	03-3485-5415
都市地盤図による地盤情報	書店、図書館	
敷地付近既存ボーリング資料	地盤調査会社、市町村の建築指導課での閲覧もある	
造成前地形測量図	大規模造成地の場合はその事業主体	
盛土動態観測記録	大規模造成地の場合はその事業主体	
広域地盤沈下記録	都道府県環境部での販売または閲覧	

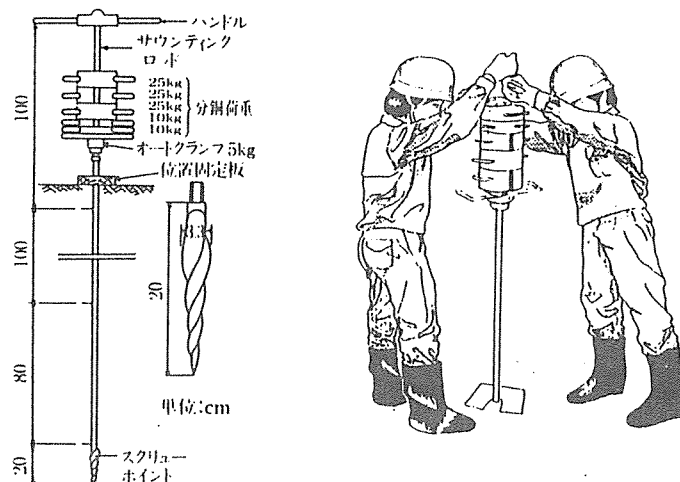
b 現地調査

現地調査で道路の不陸、擁壁の変状、既存住宅の障害の程度などを確認する。

2-4 スウェーデン式サウンディング試験

既存の住宅がある期間その場所に沈下等の不具合が生じることなく存在していたならば、その地盤は安定しているものと考えてもよい。しかしそうでない場合はその地盤がどのような性状を持つかは見ただけではわからない。よってここでは特別な場合を除き、最低でもスウェーデン式サウンディング試験を行い、許容地耐力を推定し基礎の設計を行うものとする。

a スウェーデン式サウンディング試験（SS試験）



- ①先端にスクリーポイントを取り付けたロッドの頭部に、100kgまでの荷重を加えて貫入量を測る。
- ②貫入が止まったらハンドルに回転を加えて地中にねじ込み、1mねじ込むのに必要な半回転数 N_{sw} (180° の回転を1回と数える) を測定する。
- ③試験時にロッドを伝わってくる音や貫入抵抗から、砂質土と粘土質土の判別を行う。柔らかい地層では、深さ10m程度までの調査が可能である。

さほど難しい試験方法ではないので、少し練習すればだれにでもできるのが利点である。なお試験方法がJIS規格により決められている。

SS試験の結果をもとに次の表より許容値耐力を推定する。

その場合、その土地での常用地耐力と付近の建築物の実態を見て推定するのがよい。

●長期許容地耐力表

地盤	長期許容地耐力*4 (t/m ²)	備考	
		N値	Nsw値
土丹盤	30	30以上	
礫層	密実なもの	50以上	
	密実でないもの	30以上	
砂質地盤	密なもの	30～50	400以上
	中位	20～30	250～400
		10	125～250
	ゆるい*1	5～10	50～125
	非常にゆるい*1	3以下	50以下
粘土質地盤	非常に硬い	15～30	250以上
	堅い	8～15	100～250
	中位	4～8	40～100
	軟らかい*2	2～4	0～40
	非常に軟らかい*2	2以下	Wsw100以下
関東ローム	硬い	5以上	50以上
	やや硬い	3～5	0～50
	軟らかい*3	3以下	Wsw100以下

[注] *1 液状化の検討を要す。

*2 過大な沈下に注意を要す。

*3 2次たい積土では長期許容値耐力2t/m²以下のこともある。

*4 短期許容値耐力は長期の1.5～2.0倍をとることができる。

b 試験堀等による地盤の簡易判別法

SS試験を行う前、あるいは行ってからでも直接掘ってみて地盤の性状をみるのも一つの方法である。

直接自分の親指で押したり、スコップやつるはしを用いて硬さや抵抗の具合から、その地層のおおよその強さを知ることができる。

次に簡易判別方を示す。SS試験結果と比較するとよい。

試験掘り等による地盤の簡易判別法(数値については目安に過ぎないので過信しないこと)

項目		根切底	手掘り	オーガーボーリング	推定 N値	スウェーデン式 サウンディング (Nsw)	長期許容 地耐力度 (t/m ²)
							
粘性土	非常に軟らかい(極軟)	にぎりこぶしが10cmくらい容易に貫入する	鉄筋を留意に押し込むことができる	孔壁が土圧でつぶれ、掘りにくい	0~2	100以下	0
	軟らかい(軟)	親指が10cmくらい容易に貫入する	スコップで容易に掘れる	容易に掘れる	2~4	0~40	3
	普通の(中くらい)	中位の力で親指が10cmくらい貫入する	スコップに力を入れて掘れる	力を入れて掘れる	4~8	40~100	5
	硬い(硬)	親指でへこみ、貫入に力がある	スコップを強く踏んでようやく掘れる	力いっぱいまわしてようやく掘れる	8~15	100~250	10
	非常に硬い(極硬)	鋤で除去できる	つるはしが必要	掘進不能	15~30	250~	20
	固結した(堅固)	除去するのにつるはしを要する	つるはしでもやや困難		30以上		
砂質土	非常に緩い	13φ鉄筋が手で容易に貫入する	孔壁ができやすく深い足跡ができる	孔壁がくずれやすく試料が落ちる	0~4	50以下	0
	緩い	ショベルで掘削できる	スコップで容易に掘れる	容易に掘れる	4~10	10~125	5
	普通の(中くらい)	13φ鉄筋を2.3kgのハンマーで容易に打ち込める	スコップに力を入れて掘れる	力を入れて掘れる	10~20	125~250	10
	普通の(中くらい)	13φ鉄筋を2.3kgのハンマーで容易に打ち込める	スコップを強く踏んでようやく掘れる	力いっぱいまわしてようやく掘れる	20~30	250~400	20
	密な	同上で、30cmくらいはいる			30~50	400以上	30
	非常に密な	同上で、5~6cmしかはまらない。掘削につるはしを要し、打ち込む時鈍い音を発する。	つるはしが必要	掘進不能	50以上		

地質工学会編「土質調査法」その他による

c スウェーデン式サウンディング試験（SS試験）の長所と短所

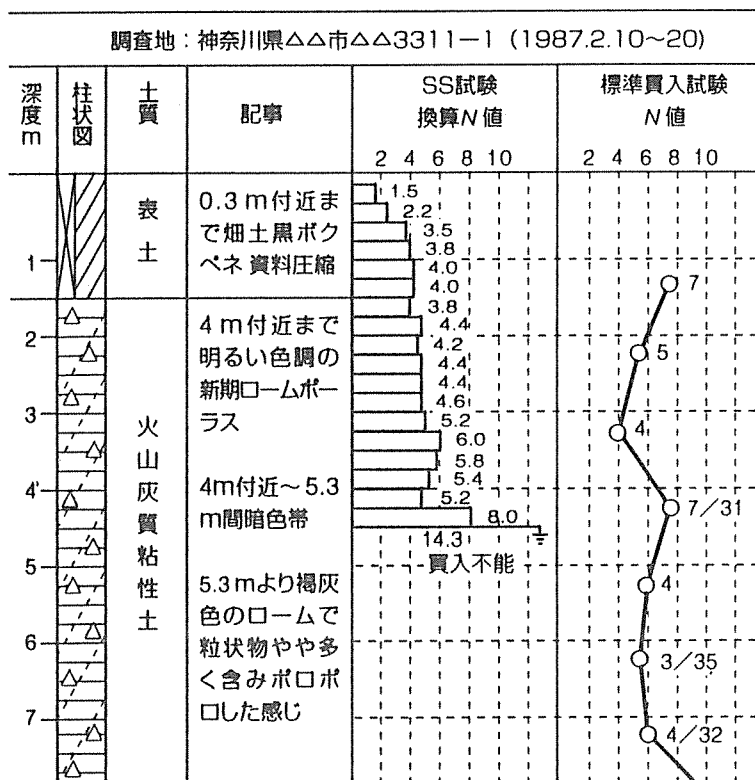
長所	短所	短所をできるだけ少なくするための工夫
<p>①体が入っていくぐらいのスペースがあれば相当狭い場所でもできる。</p> <p>②傾斜地や階段でも道具を運べる。 器具類がボーリングに比べて軽くて量が少ない。</p> <p>③調査時間が短い。 費用が安い。</p>	<p>①土が採取できないので、正確な土質の判定ができない。</p>	<p>●土を見るために、サウンディング途中でもロッドを引き抜いてスクリュウポイントの付着土を調べる。黒ボクとロームの境界を見るのには非常に有効である。</p> <p>●サウンディング孔を利用してサンプリングする。深さ7～8mまでの軟弱粘土のサンプリングは可能。ピートか普通の粘土かを判定できる。</p> <p>●手回しの感触で粘性土、砂質土、レキの区別がある程度はできる。</p>
<p>④地盤のかたさ、締まり方の細かな変化がわかる。</p> <p>⑤慣れてくると、また場所によってはかなり詳しく土質を判定することができる。</p>	<p>②盛土に大きなレキやガラがあると貫通できず、その下の地盤の調査ができない。</p>	<p>●各種の打ち抜き方法により、レキ・ガラの下の地盤の調査ができる場合がある。</p>
<p>⑥ポイント数を多くとれるので地盤の変化をよくとらえられる。</p>	<p>③かたい～締まった地盤に達すると貫入困難または不能となり、厚さを確認できない。すなわち杭の支持層の確認はできない。</p>	<p>●N値10以上のかたい～締まった土層を厚さ1m以上確認することは、スウェーデン式サウンディングでは不可能である。地盤図などの参考資料で、ある程度の想定はできても、最終的にはボーリング調査となる。</p>
	<p>④運搬、貫入、回転など、人力で行うとかなりの肉体労働となり疲れる。若い人はやりたがらない。</p>	<p>●キャタ（クローラー）による運搬、電気モーターによる回転などである程度は楽になるかもしれない。</p>

d スウェーデン式サウンディング試験（SS試験）の例

下図は、1mの間隔でSS試験と標準貫入試験を実施した例である。ここでは、N値7で貫入不能となっている。

このように軟らかい地盤の調査に適しているSS試験は、土質によってはN値10を超えるとかたすぎて空転を繰り返す。

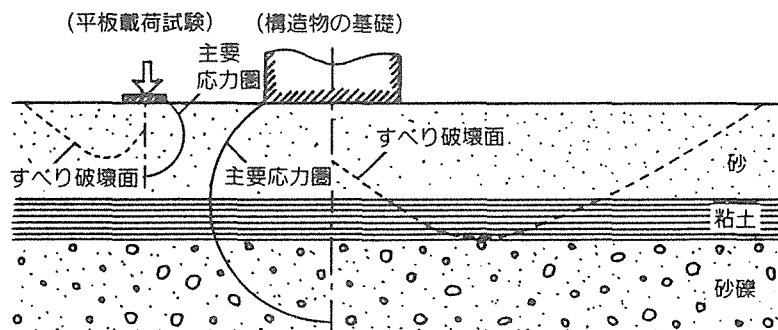
すなわちN値10以上の値は評価できない。



2-5 平板載荷試験と標準貫入試験

a 平板載荷試験

平板載荷試験は、許容支持力を求めるには最も精度のある試験であるが載荷試験による地盤の評価は載荷板面直下1m以内の地盤の評価であるため、他の調査方法でより深い地盤の状態を確認しておく必要がある。

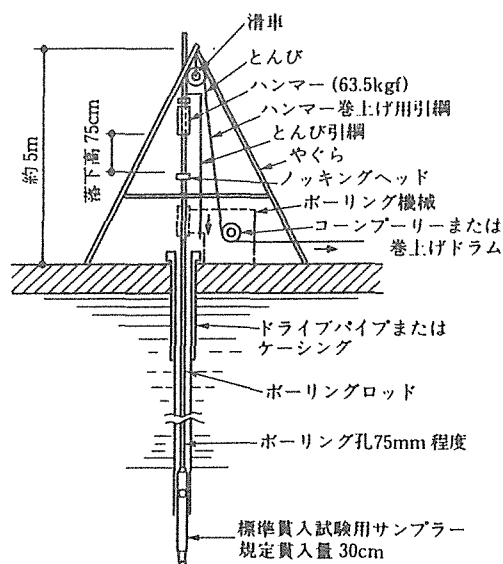


b 標準貫入試験

標準貫入試験は、砂質土の密実度（締め固まり度合い）や粘性土の強さを知ると同時に土試料を採取できる試験法である。

標準貫入試験は、63.5kgのハンマーを高さ75cmから自由落下させて30cm貫入されるのに要する打撃数をもってN値を定めている。

大きく沈下すると予想される軟弱地盤がある場合は採取した試料で土質試験を行う必要がある。



3

基礎の安全性確保

3-1 建物の不同沈下

a 不同沈下

戸建住宅において発生する不同沈下を大別すると、次の2つである。

- ①建物の重さが、地盤の支持力より大きいため建物が沈下する。
- ②建物を支えている地盤自体が、沈下・変形し、建物が沈下する。

住宅の敷地は、水田や山の斜面に盛土して造成されたり、新しく擁壁がつくられたりすることが多い。この盛土や乱された土が時間の経過とともに体積が減り、建物がこれに追随して沈下する。この現象が前記②であり、戸建住宅では圧倒的に多い。

戸建住宅における不同沈下の分類と形態を次頁に示す。

これによると、地盤のトラブルの原因は、建物荷重による地盤の支持力不足または建物荷重による沈下よりも、むしろ盛土の厚さの相違による不同沈下、盛土の下部地盤の軟弱層の状態による不同沈下、盛土後の経過年月の違いによる不同沈下、あるいは住宅建設前の地下に有機物などの異物が埋設されていて、それがもとで地盤が不同沈下することなどがあり、その原因は多種多様である。これらのトラブルを未然に防止するには、地盤調査（既存資料の収集、現場踏査、現場での間込み調査、現場地盤調査）をもとに、あらゆる角度から検討する必要がある。

●戸建住宅における不動沈下の分類と形態

地盤自体の沈下・変形による不同沈下	
追隨型沈下による不同沈下	
地盤の中から水が減少する	
地盤の中から土粒子が減少する	
<p>建物荷重による不同沈下</p> <p>めりこみ型沈下による不同沈下</p> <p>建物荷重による地盤のせん断変形・沈下</p> <p>↓</p> <p>地盤の支持力($q_a, t/m$)が建物荷重より小さいとき</p>	<p>盛土荷重による軟らかい地盤からの脱水(圧密現象)</p> <p>近隣の影響を受けての不同沈下</p> <p>(j) 隣地に盛土されたとき、あるいは大きな建物が建てられたとき</p> <p>(k) 隣地が掘削され(下水、地下室工事 etc) 排水されたとき</p>
<p>地盤の中から空気が減少する</p> <p>(c) 盛土厚さが大きく異なるとき</p> <p>(d) 切盛り宅地のとき</p> <p>(e) 土質が大きく異なるとき、あるいは不良埋設物があるとき</p> <p>(f) 盛土の時期が大きく異なるとき</p> <p>(g) 構造物背面の埋戻し土が締まっていないとき(擁壁、車庫 etc)</p>	<p>(h) ごく軟らかい地盤へ盛土されたとき</p> <p>(i) 盛土の一部がごく軟らかい地盤にかかったとき</p>
<p>地盤の中から土粒子が減少する</p> <p>(l) 擁壁、土留めの変状、倒壊があったとき</p> <p>(m) 水路の水による洗掘があったとき</p>	<p>(l) 擁壁、土留めの変状、倒壊があったとき</p> <p>(m) 水路の水による洗掘があったとき</p>
<p>原因</p>	<p>形態略図</p> <p>(a) 建物の重い方へ不同沈下する</p> <p>↓</p> <p>ごく軟らかい地盤</p> <p>(b) 長い建物の場合は中央がたわむ</p>
<p>(c) 旧地盤(地山)</p> <p>(d) 盛土</p> <p>(e) 砂礫土の結晶土? 古くからの盛土ではない盛土</p> <p>(f) 旧地盤(地山)</p> <p>(g) 埋戻し土</p>	<p>(h) 軟らかい地盤</p> <p>(i) 地割れ</p> <p>盛土</p> <p>軟らかい地盤</p>
<p>(j) 隣地に盛土されたとき、あるいは大きな建物が建てられたとき</p> <p>(k) 隣地が掘削され(下水、地下室工事 etc) 排水されたとき</p>	<p>(j) 隣地に盛土されたとき、あるいは大きな建物が建てられたとき</p> <p>(k) 隣地が掘削され(下水、地下室工事 etc) 排水されたとき</p> <p>地下水位</p>

戸建住宅における不同沈下の分類と形態

b 不同沈下障害と変形角

不同沈下(傾斜を含む)による木造住宅の障害は不同沈下量の増大に伴い、次の表のように進行する。

●木造住宅の変形角(傾斜)と障害程度

段階	木造住宅	変形角(傾斜角)の程度
初期	モルタル外壁・コンクリート犬走りに亀裂発生	1 / 1,000
第1期	束立床に不陸を生じ、布基礎・土間コンクリートに亀裂発生	3 / 1,000
第2期	構造材・窓出入口枠材の接合部に隙間を生じ、壁に亀裂発生	5 / 1,000
第3期	柱が傾き、建具の開閉不良 床が傾斜して支障をきたす	10 / 1,000
最終	柱の傾斜著しく倒壊の危険あり 床の傾斜の生理的限界	15 / 1,000

1 / 1000とは、長さ10mの住宅で1cmの沈下となる。

なお、人間の傾斜感覚は、次のようである。

- ・ 5 / 1,000 敏感な人は感じる
- ・ 10 / 1,000 多くの人が感じる
- ・ 15 / 1,000 体に不調を感じる

また、木造住宅の許容沈下量は次のようにいわれている。

●木造住宅の許容沈下量 単位(cm)

沈下の種別	即時沈下		圧密沈下
	布基礎	布基礎	べた基礎
標準値	1.5	2.5	2.5 ~ (5.0)
最大値	2.5	5.0	5.0 ~ (10.0)

注) *1 () は剛性の高いべた基礎の値

*2 全体の傾斜は、標準値で1.5 / 1,000、最大値で3 / 1,000以下

3-2 地盤改良

最近戸建住宅における地盤改良の施工がごく当たり前になってきた。これは、建物の不同沈下による事故が増加してきたからであろう。最近の宅地は、水田や山の斜面に盛土して造成することが多い。この盛土や乱された土が時間の経過とともに体積が減少し、建物がこれに追隨して沈下を起こす。この不同沈下対策として地盤改良工法がある。

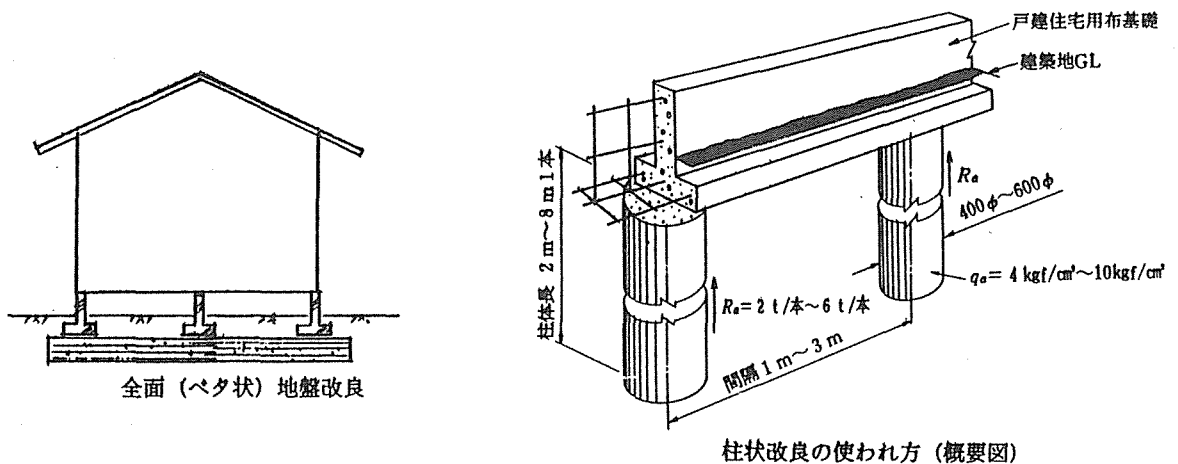
- ①表層地盤改良工法
- ②柱状地盤改良工法

①表層地盤改良工法

表層改良は、根掘り底が軟弱でそのまま基礎工事をするのが困難な場合に有効である。軟弱な地盤に直接セメント系固化材を投入し、土と混合攪拌するもので基礎直下の支持力を向上させるものである。

②柱状地盤改良工法

柱状改良は直接基礎では沈下に問題がある場合に使用する現場の土とセメント系固化材を混合攪拌して400φ～600φの硬い土コンクリートの柱を造成する工法であり、支持杭のような使い方をする。



4

基礎の設計

4-1 基礎の役割

建築基準法施行令42条においては、現在でも特別の場合を除けば、無筋コンクリートの布基礎でもよいことになっている。しかし住宅金融公庫の調査によると最近では98%の住宅が「鉄筋入りコンクリート」になっているとのこと。「鉄筋入り」というのは、公庫仕様にもとづいた最低鉄筋と思われる。本来は鉄筋コンクリート造として構造計算により決定すべきものと思う。

3-2～3-6に「標準的」な2階建ての各種基礎の配筋を示し、その構造計算書を参考資料として添付する。

(注) 3階建は個別に構造計算を行うものとする。

●基礎の役割

- (1) 常時荷重に対し沈下を小さく抑え、なおかつ沈下が不均等にならないようにする。
- (2) 地震や地滑り等による地盤の崩壊、液状化等に対し建物の足元を一体化しておき上部構造の破壊を防ぐ。
- (3) 水平力を受けたときの柱の浮沈に対し抵抗させる。

地中梁の幅としてアンカーボルト、場合によってはホールダウン金物専用アンカーボルトを埋め込むことを考慮して、本マニュアルにおいては150mmを標準とする。

4-2 布基礎

布基礎は前項の「基礎の役割」より、上部からの固定荷重を支持する柱の直下及び耐力壁線直下に設けなければならない。

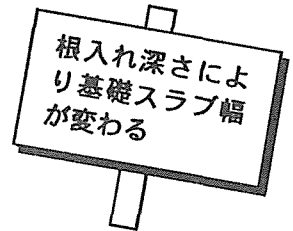
設置位置は

- ① 建物外周部
- ② 建物内部の耐力壁線の直下
- ③ 浴室まわり

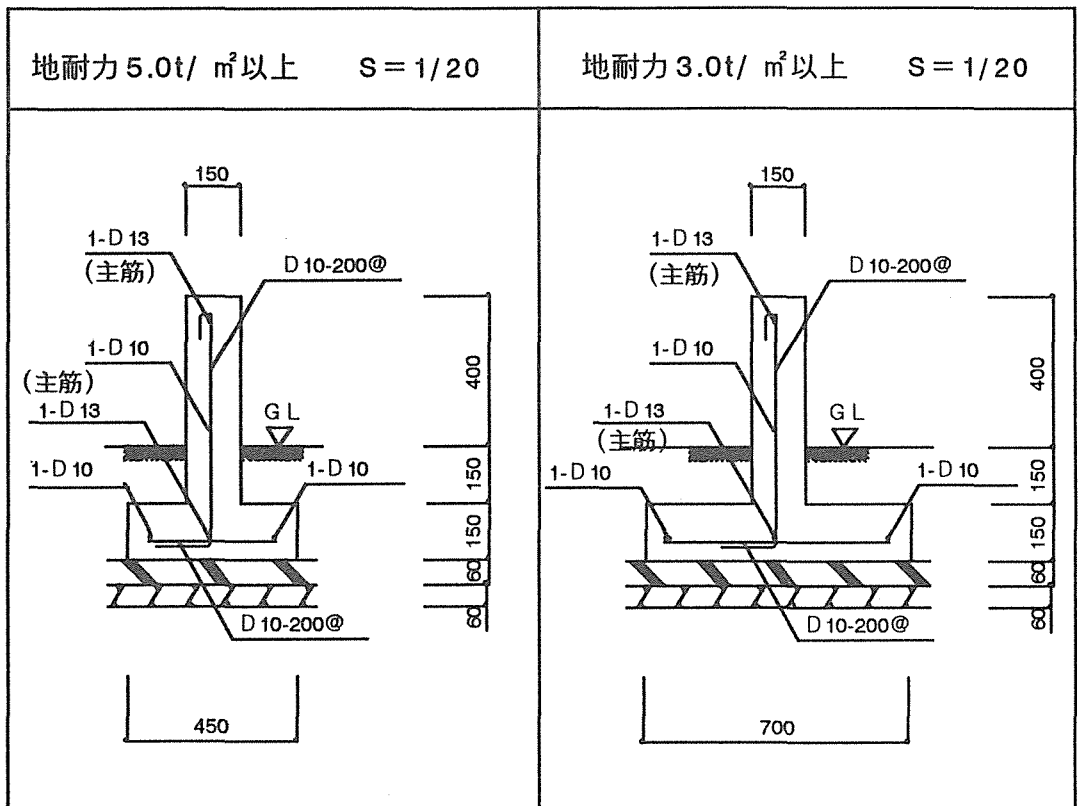
等である。

建物内部の布基礎は直交する布基礎まで延長し、布基礎で囲まれる区画を矩形とする。

次に標準的な布基礎を示す。標準は根入れ深さを30cmとしている。根入れ深さによって基礎スラブ幅が変化してくるので注意がいる。



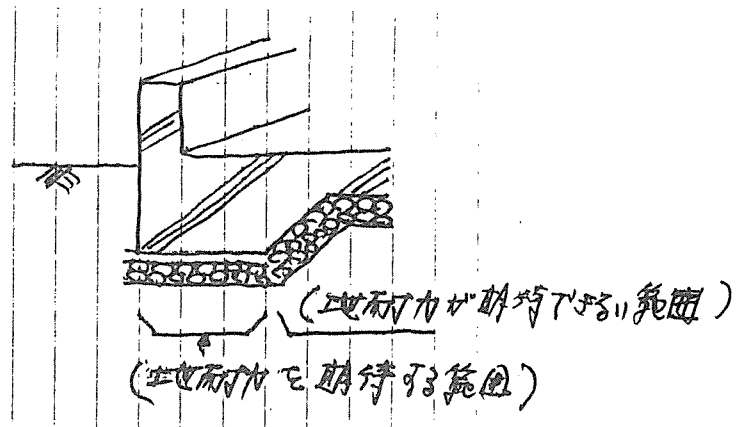
●布基礎配筋詳細図



※地中梁の上下主筋は柱スパンによる (4-6 地中梁の配筋 参照)

4-3 ベタ基礎・Aタイプ

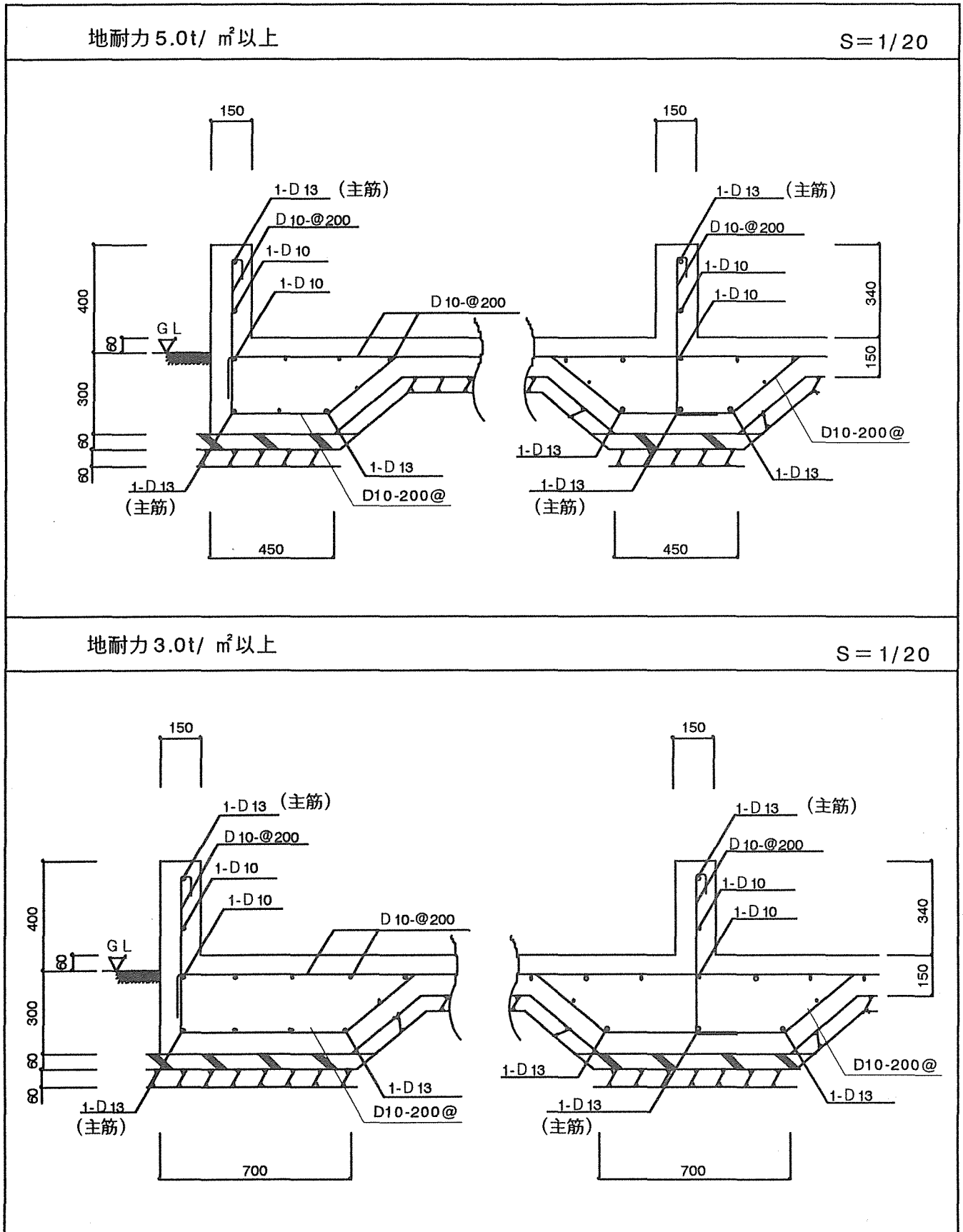
ここでいうベタ基礎・Aタイプは、図のように基礎の立上り直下しか地耐力が期待できないタイプである。



盛土・埋土等のため地耐力が期待できない床下部分にもコンクリートスラブを打設し、一体のベタ基礎とする。

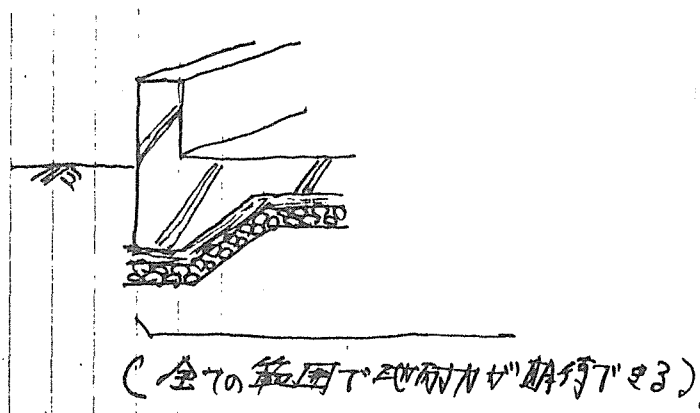
次に標準的なベタ基礎・Aタイプを示す。標準は根入れ深さを30cmとしている。根入れ深さによって基礎スラブ幅が変化してくるので注意がいる。

●ベタ基礎 A タイプ配筋詳細図



4-4 ベタ基礎・Bタイプ

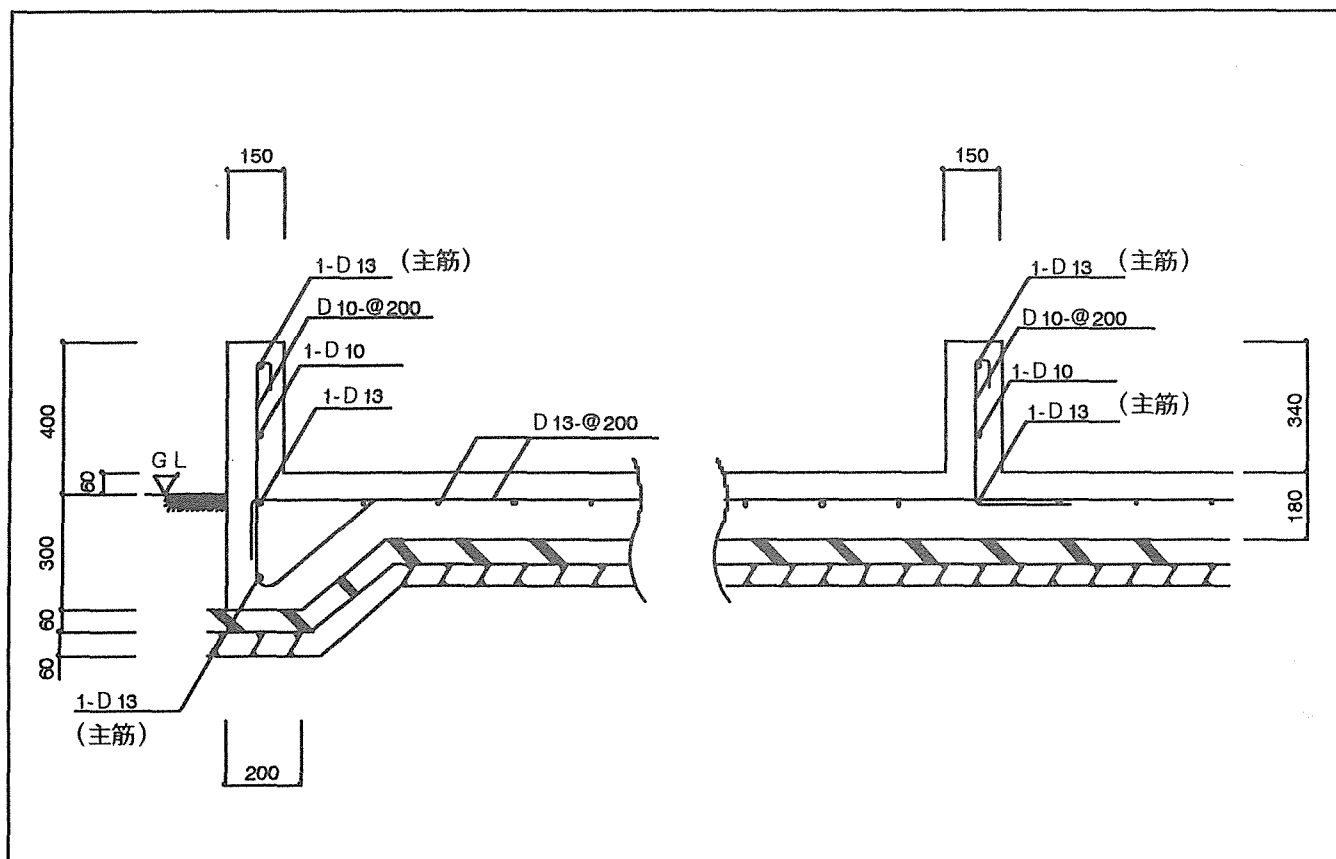
ここでいうベタ基礎・Bタイプは、図のようにすべての範囲で地耐力が期待できる基礎である。



地盤の条件としては、切土あるいは表層の地盤改良を行ったところがこれにあたる。

次に標準的なベタ基礎・Bタイプを示す。

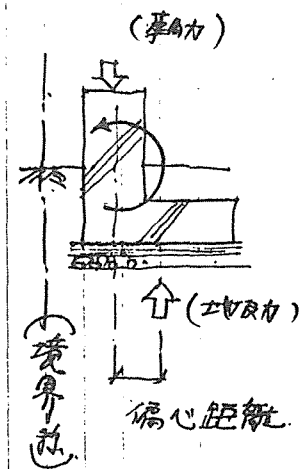
●ベタ基礎Bタイプ配筋詳細図



※地中梁の上下主筋は柱スパンによる (4-6 地中梁の配筋 参照)

4-5 偏心布基礎

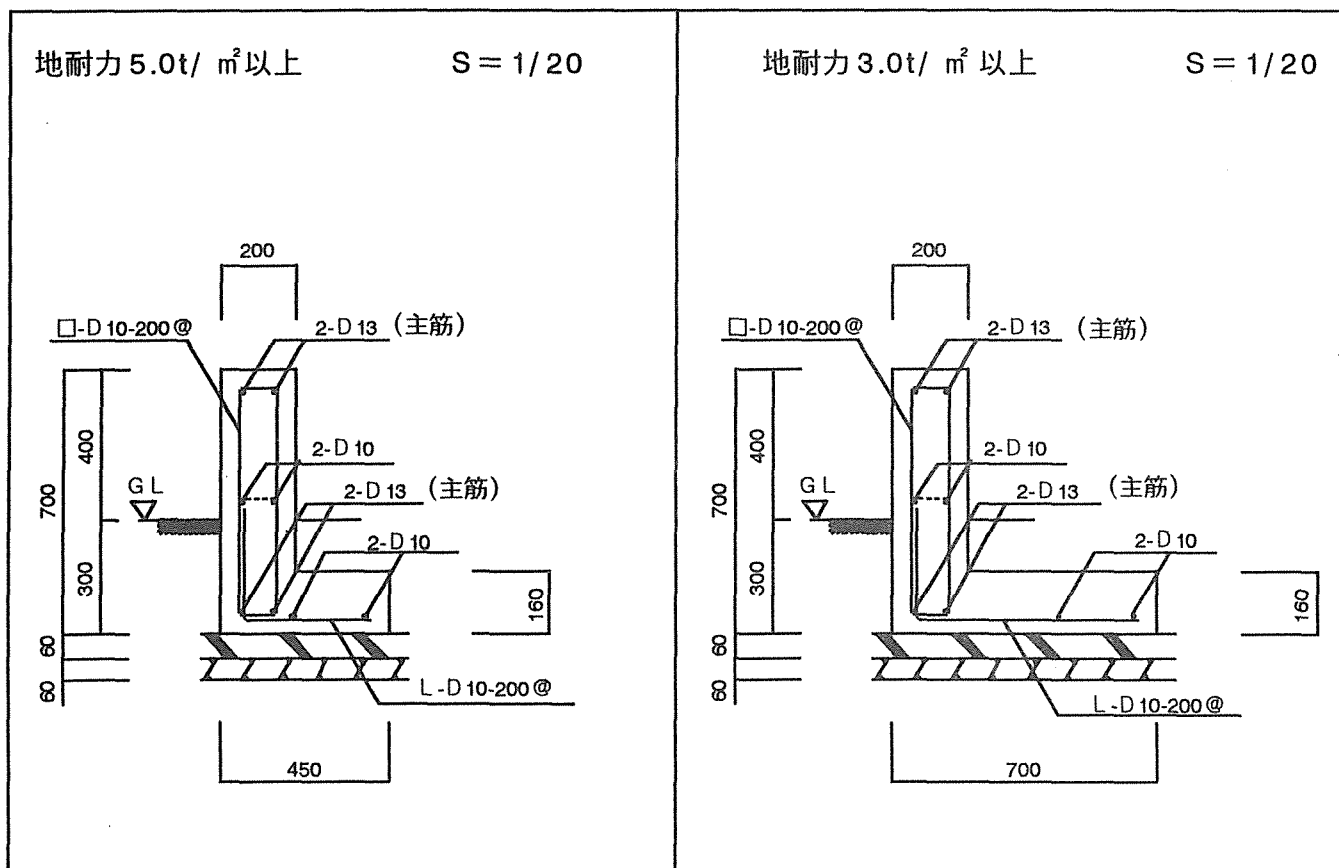
敷地境界線に接し、もしくはきわめて近接して建築する場合には、図のような偏心布基礎とする必要がある。



この場合ねじりモーメントが作用するのでこれに耐えるための配筋が必要になる。

次に標準的な偏心布基礎を示す。標準は根入れ深さを30cmとしている。根入れ深さによって基礎スラブ幅が変化してくるので注意がいる。

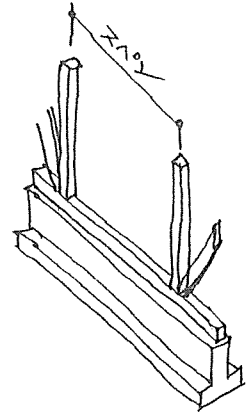
●偏心布基礎配筋詳細図



※地中梁の上下主筋は柱スパンによる (4-6 地中梁の配筋 参照)

4-6 地中梁の配筋

1階に開口等があり、柱スパンが大きくなると地反力による地中梁の曲げモーメントが大きくなり主筋による補強が必要となる。



次の表は、地中梁のせいと柱のスパンによる地中梁の上・下主筋の配筋を示す。

梁せい	柱スパン		
	1.82m以下	2.73m以下	3.64m以下
500以下	1-D13	2-D13	2-D16
700以下	1-D13	2-D13	2-D13
900以下	1-D13	2-D13	2-D13
1100以下	1-D13	1-D13	2-D13

4-5 偏心布基礎の場合は以下による

梁せい	柱スパン		
	1.82m以下	2.73m以下	3.64m以下
700以下	2-D13	2-D16	2-D16
900以下	2-D13	2-D16	2-D16
1100以下	2-D13	2-D16	2-D16

4-7 配筋検査と留意事項

a 配筋検査

鉄筋コンクリートの基礎において、強度と耐久性を考えると、最も重要なことは、鉄筋に対するコンクリートのかぶり確保とコンクリートの打継ぎ部の処理である。

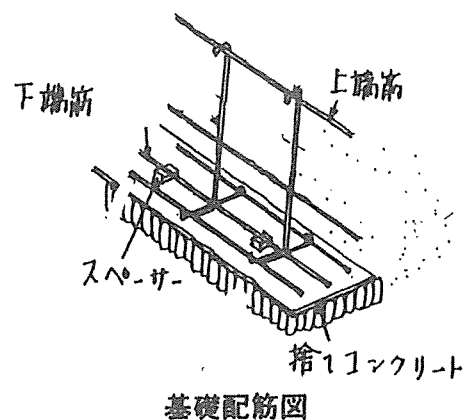
(1) 鉄筋のかぶり厚さは、建築基準法で決まっており、基礎の立ち上がり部分は4 cm以上、その他の部分は6 cm以上必要。特に注意をしたいのが布基礎のフーチングの底とベタ基礎の底のかぶりである。

捨てコンクリートの上に直に鉄筋を置いて配筋しないこと、またスペーサー不足で垂れ下がらないようにすること。

(2) フーチングと基礎の立上り部分の打継ぎ面は、ワイヤブラシ等でレイタンス及びぜい弱なコンクリートを取り除き、健全なコンクリートを露出させる。

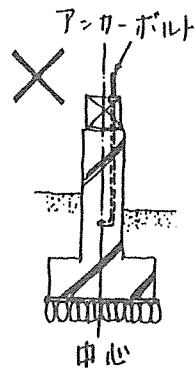
●鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さ

基礎	布基礎の立上り部分	4 cm 以上
	その他の部分	6 cm 以上 (捨コン部分を除く)

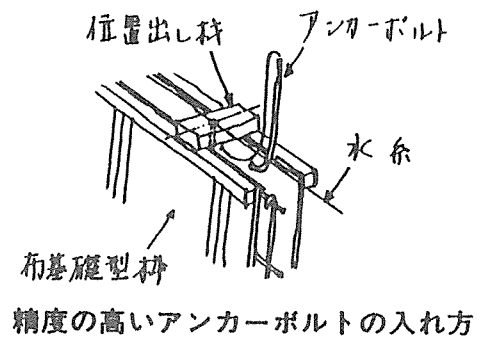


b 留意事項

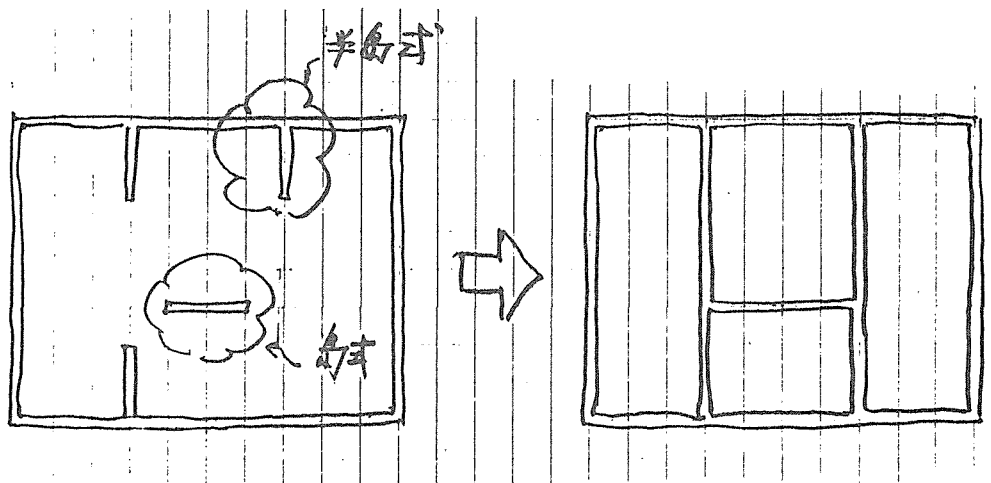
- (1) アンカーボルト：アンカーボルトは、土台が地震力や風圧力を受けることによって基礎から外れたり、浮き上がったたりしないように土台を基礎に緊結させる重要な役割があるので、土台の中心にしっかりと入れること。



アンカーボルトの入れ方（悪い例）



- (2) 基礎の連続：基礎の立上りは半島式や島式とせず、連続とし、不同沈下防止のためにも、あるいは地震時の複雑な挙動に対して抵抗させるためにも、基礎の剛性と強度を高め、一体性を確保すること。

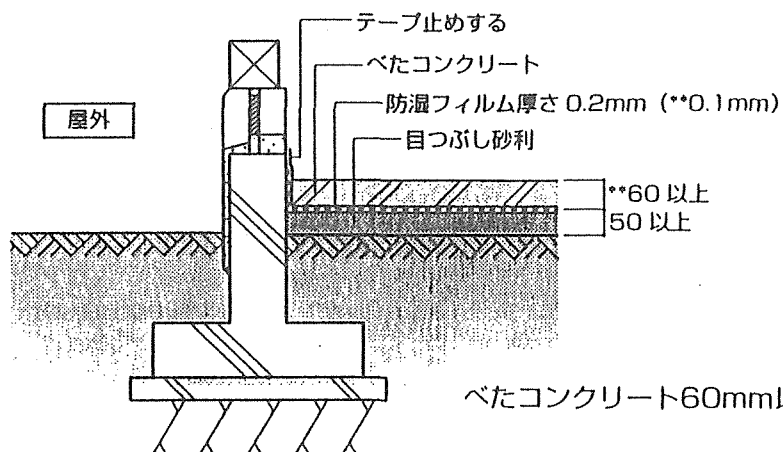


5

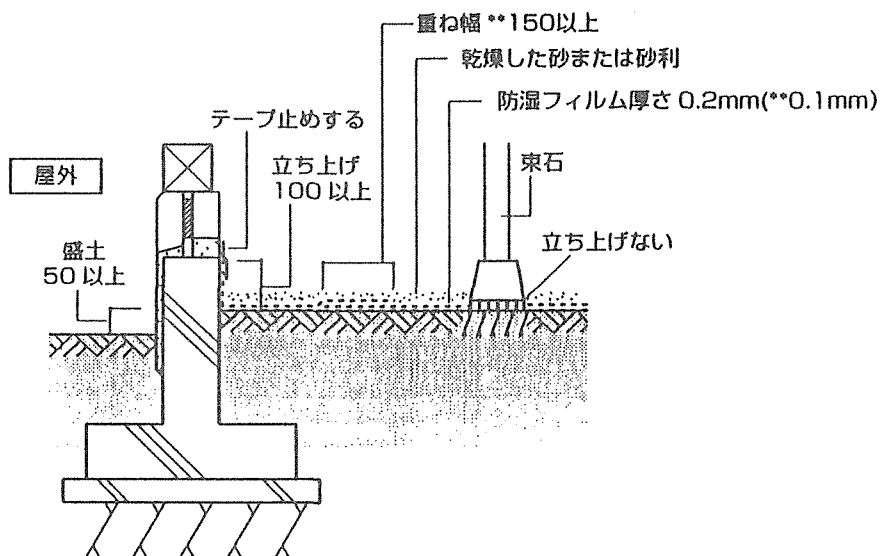
基礎の防湿対策と断熱

5-1 防湿対策

床下防湿



べたコンクリート60mm以上を打つのが望ましい。



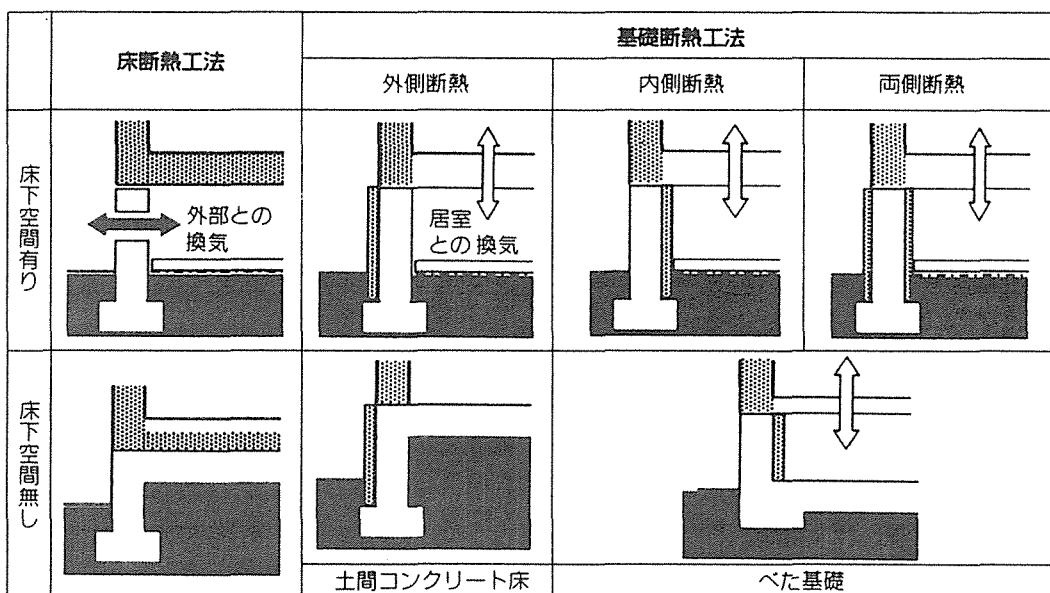
- 防湿フィルムは厚さ0.2mmが望ましい。
- 布基礎の際は立ち上げ、テープ止めする。
- 束石の際は立ち上げない
- 重ね幅は十分にとる。

**金融公庫の標準仕様

*べた基礎とした場合は、1階床の防蟻、防蟻及び防湿に効果がある。

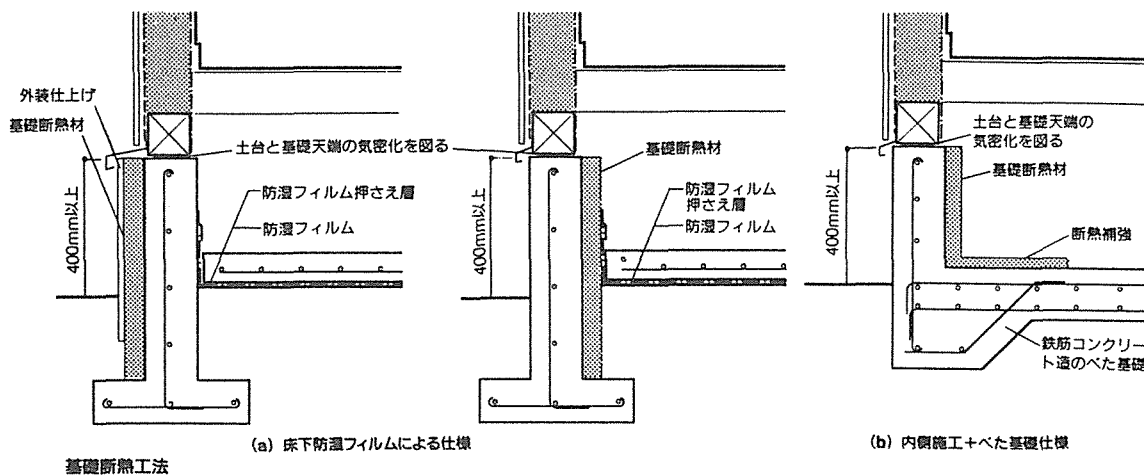
5-2 断熱対策

基礎断熱工法は、床断熱に替わる断熱技術として、主に地下空間利用のための断熱技術として諸外国で生まれ、北海道で一般の床下をもつ住宅への試行・検証がなされ、寒冷地の汎用技術として確立してきた。床断熱の考え方と大きく異なる点は床下換気口を持たず、基礎に断熱区画を設ける(基礎より内側を室内側と考える)という点である。現在普及している基礎断熱工法を次に示す。



基礎断熱工法のバリエーション

また、主な工法の詳細を次に示す。



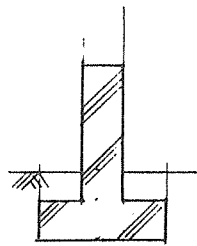
付 録

付 1 基礎の構造計算書

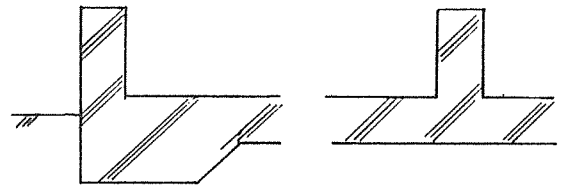
§ -1 設計概要

ここでは、2階建て木造住宅の基礎の設計を行う。

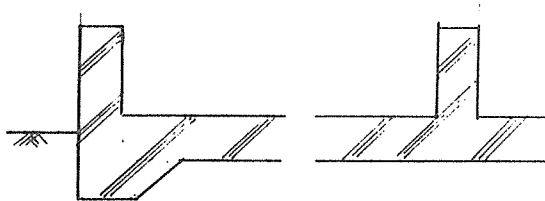
布基礎とベタ基礎Aタイプ、ベタ基礎Bタイプおよび偏心布基礎について、標準となる断面の設計を行う。条件が変われば、個々に設計をしていただきたい。2階建て木造住宅は総2階建ての標準的な住宅を想定し基礎設計用の荷重を算出する。地耐力は 5.0t/m^2 と 3.0t/m^2 の場合について設計をする。



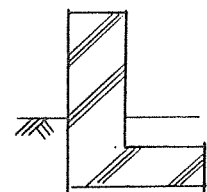
布基礎



ベタ基礎・Aタイプ



ベタ基礎・Bタイプ



偏心布基礎

S -2 仮定荷重

a 固定荷重

屋根 :	仕上、野地板	40	<hr/>	75kg/ m ²	水平面につき90kg/ m ²
	垂木、小屋組	25			
	天井	10			
<hr/>					
2階床 :	仕上、下地	35	<hr/>	70kg/ m ²	
	床組	25			
	天井	10			
<hr/>					
1階床 :	仕上、下地	35	<hr/>	60kg/ m ²	
	床組	25			
<hr/>					
外壁 :	外部仕上、下地	60	<hr/>	90kg/ m ²	
	軸組	15			
	内部仕上	15			
<hr/>					
内壁 :	仕上	15	<hr/>	40kg/ m ²	
	軸組	15			
	内部仕上	15			

b 床荷重表

(単位 : kg/ m²)

	屋根	2階床		
	T.L	D.L	L.L	T.L
床用	90	70	180	250
梁、柱、基礎用	90	70	130	200
地震力用	90	70	60	130
		1階床		
		D.L	L.L	T.L
床用		60	180	240
梁、柱、基礎用		60	130	190
地震力用		60	60	120

S -3 使用材料および材料の許容応力度

a 使用材料

鉄筋 SD295A
 コンクリート 普通コンクリート $F_c = 18\text{N/mm}^2$

b 材料の許容応力度

鉄筋およびコンクリート

(単位 : kg/cm^2)

種類 材質	長期					短期				
	圧縮 Ff_c f_c	引張り f_t	せん断 f_s	付着 f_a		圧縮 Ff_c f_c	引張り f_t	せん断 f_s	付着 f_a	
				曲げ材 上端	一般				曲げ材 上端	一般
鉄筋	2000	2000	2000			3000	3000	3000		
コンクリート	60		6.0	12.0	18.0	120		9.0	18.0	27.0

§ -4 布基礎の設計

a 条件

- ・長期許容地耐力度

$$LFe' = 5.0t/m^2、3.0t/m^2$$

- ・基礎コンクリートと埋戻土の平均単位体積重量

$$r' = 2.0t/m^3$$

- ・有効地耐力度

$$LFe' = LFe' - 2.0 \times Df \text{ (深さ)}$$

$$LFe' = 5.0 - 2.0 \times 0.30t/m^2 = 4.40t/m^2$$

$$(LFe' = 3.0 - 2.0 \times 0.30 = 2.40t/m^2)$$

b 布基礎幅の決め方

- ①建物の総重量 ΣW を、布基礎の延べ長さ ΣL に有効地耐力度 LFe' を乗じたもので割り、ばらつき係数（集中係数） $\alpha = 1.5$ を考慮して決める。

$$reqB1 = (\Sigma W / \Sigma L \cdot LFe') \times \alpha \dots (1)$$

- ②最大の柱軸力 N を、その柱の支配する布基礎長さ L に有効地耐力度 LFe' を乗じたもので割って決める。

$$reqB2 = N/L \cdot LFe' \dots (2)$$

∴布基礎幅は $B1$ 、 $B2$ の大きいほうとする。

c 建物総重量より布基礎幅を決める場合

ここでは、単位面積（1m²）当たりについて建物重量を算出する。
 建物は重量的に最も重くなる総2階建とする。

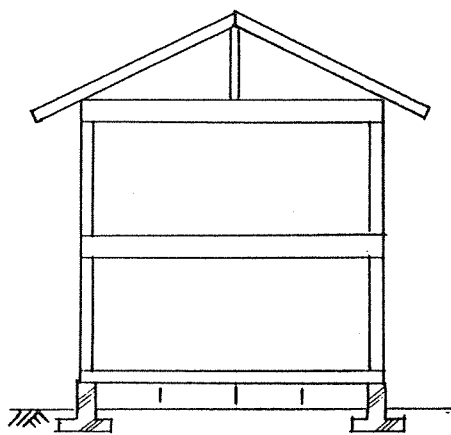
屋根	90kg/ m ² × 1.3 ^{*1}	=	117kg/ m ²	
2階外壁	90kg/ m ² × 1.5 ^{*3}	=	135kg/ m ²	} 284 ↓ 300kg/ m ²
2階内壁	40kg/ m ² × 0.8 ^{*3}	=	32kg/ m ²	
2階床				
2階床	200kg/ m ² × 1.1 ^{*2}	=	220kg/ m ²	} 387 ↓ 400kg/ m ²
1階外壁	90kg/ m ² × 1.5 ^{*3}	=	135kg/ m ²	
1階内壁	40kg/ m ² × 0.8 ^{*3}	=	32kg/ m ²	
Σ W = 700kg/ m ²				

- (注) *1 屋根の係数1.3は軒の出等を考慮
 *2 2階床の係数1.1はバルコニー等を考慮
 *3 外壁、内壁については各階床面積に均しての係数であり、それぞれ実情に合わせて1.5、0.8とする。

一方建築面積（A^m）に対する布基礎の延べ長さ（ΣL^m）は通常の場合
 ΣL = (1.0 ~ 1.2) A^mと表される。

ここでは、ΣL = 1.0A^mとする。よって布基礎1m当たりの1階柱脚部までの重量は最大で

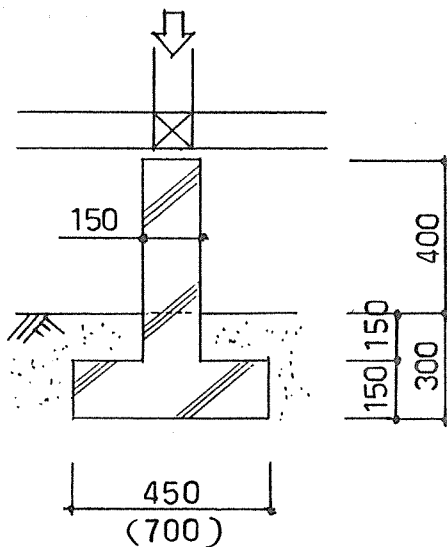
$$w = \Sigma W / \Sigma L = 700 \times A / 1.0 \times A = 700\text{kg/m} \text{ となる。}$$



屋根・2階壁均し荷重 $300\text{kg}/\text{m}^2$

2階床・1階壁均し荷重 $400\text{kg}/\text{m}^2$

建物モデル図



・1階柱脚部までの重量 $700\text{kg}/\text{m}$

・1階床 (支配幅 0.91m)

$$190\text{kg}/\text{m}^2 \times 0.91\text{m} = 173\text{kg}/\text{m}$$

・布基礎立上り部分 (GL + 0.40m)

$$2400\text{kg}/\text{m}^2 \times 0.15\text{m} \times 0.40\text{m} = 144\text{kg}/\text{m}$$

基礎廻り詳細図

よってGLより上部の布基礎長さ1mあたりの重量は、1階柱脚部までに重量にばらつき係数 (集中係数) $\alpha = 1.5$ を考慮して

$$W = 700\text{kg}/\text{m} \times 1.5 + 173\text{kg}/\text{m} + 144\text{kg}/\text{m} = 1367\text{kg}/\text{m} = 1.37\text{t}/\text{m}$$

必要布基礎幅は次のようになる。

$$\text{req}B1 = W/LF_e' = 1.37/4.40 = 0.31\text{m} \rightarrow 45\text{cm} \text{ (} 5.0\text{t}/\text{m}^2 \text{ 対応)}$$

$$1.37/2.40 = 0.57\text{m} \rightarrow 70\text{cm} \text{ (} 3.0\text{t}/\text{m}^2 \text{ 対応)}$$

d 最大の柱軸力より布基礎幅を決める場合

柱軸力の最大は通常の場合2.0t/本程度である。

また、柱の間隔は標準で1.82m（1間）である。

よって、布基礎幅1mあたりの1階柱脚部までの重量は最大で

$$W = N \text{ max}/1.82 = 2,000/1.82 = 1,100\text{kg}/\text{m}$$

となる。

(c)と同じ容量で必要布基礎幅を計算すると次のようになる。

GLより上部の布基礎長さ1m当たりの重量は

$$W = 1,100\text{kg}/\text{m} + 173\text{kg}/\text{m} + 157\text{kg}/\text{m} = 1,430\text{kg}/\text{m} = 1.43\text{t}/\text{m}$$

必要布基礎幅は

$$\text{reqB1} = W/Lf_{e'} = 1.43/4.40 = 0.33\text{ m} \rightarrow 45\text{cm} \text{ (} 5.0\text{t}/\text{m}^2 \text{対応)}$$

$$1.43/2.40 = 0.60\text{ m} \rightarrow 70\text{cm} \text{ (} 3.0\text{t}/\text{m}^2 \text{対応)}$$

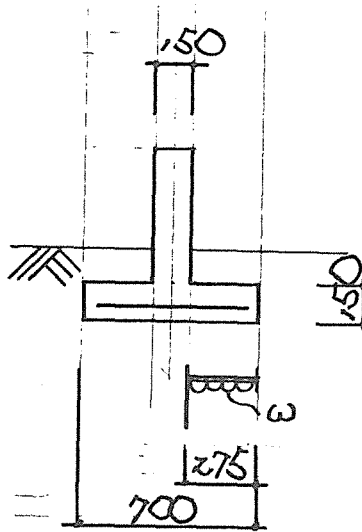
以上の検討結果より長期許容地耐力度が $Lf_{e'} = 5.0\text{t}/\text{m}^2$ の場合、布基礎幅は45cmとし、 $Lf_{e'} = 3.0\text{t}/\text{m}^2$ の時は70cmとする。

e 基礎スラブの設計

(不利な条件である地耐力 3.0t/m² 対応の基礎について検討を行う)

地中梁面を固定端とする片持梁として設計する。

(布基礎長さ 1m について検討する)



・基礎スラブ設計用接地圧

$$w = 2.40 \text{ t/m}^2$$

・応力の算定

$$M = 1/2 \cdot w \cdot l^2 = 1/2 \times 2.40 \times 0.275^2 = 0.091 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$= 9.1 \text{ t} \cdot \text{cm}$$

$$Q = w \cdot l = 2.40 \times 0.275 = 0.66 \text{ t} = 660 \text{ kg}$$

・断面設計

$$(D = 15.0 \text{ cm}, d = 8.0 \text{ cm}, j = 7.0 \text{ cm})$$

$$a_t = M / (f_t \times j) = 9.1 / (2.0 \times 7.0) = 0.65$$

$$\tau = Q / (b \times j) = 660 / (100 \times 7.0) = 0.94 \text{ kg/}$$

$$< 6.0 \text{ kg/} \quad \therefore \text{OK}$$

$$\psi = Q / (f_a \times j) = 660 / (18.7 \times 7.0) = 5.24 \text{ cm}$$

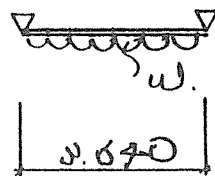
配筋は D10—200 @ とする。(a_t = 3.57 、 ψ = 15.0 cm)

f 地中梁の設計

柱の位置を支点として設計を行う。

- ・ 長期の接地圧による検討 (2間スパンとする)
- ・ 地中梁設計用接地圧 (布基礎幅の検討より)

$$w = 1.10\text{t/m}$$



- ・ 応力の算定 (単純梁として)

$$\begin{aligned} ML &= 1/8 \cdot w \cdot l^2 = 1/8 \cdot 1.10 \cdot 3.64^2 \\ &= 1.82\text{t} \cdot \text{m} = 182\text{t} \cdot \text{cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QL &= 1/2 \cdot w \cdot l = 1/2 \cdot 1.10 \cdot 3.64 \\ &= 2.00\text{t} = 2,000\text{kg} \end{aligned}$$

- ・ 断面設計

$$(b \times D = 15\text{ cm} \times 70\text{ cm}, d = 60\text{ cm}, j = 52.5\text{ cm})$$

$$a_t = ML / (f_t \cdot j) = 182 / (2.0 \cdot 52.5) = 1.79$$

$$\tau = Q / (b \cdot j) = 2.000 / (15.0 \cdot 52.5) = 2.54\text{kg/}$$

$$< 6.0\text{kg/} \quad \therefore \text{OK}$$

$$\psi = Q / (f_a \cdot j) = 2.000 / (12.0 \cdot 52.5) = 3.17\text{ cm}$$

配筋 ・ 主筋 2 - D13 ($a_t = 2.54$ 、 $\psi = 8.0\text{ cm}$)

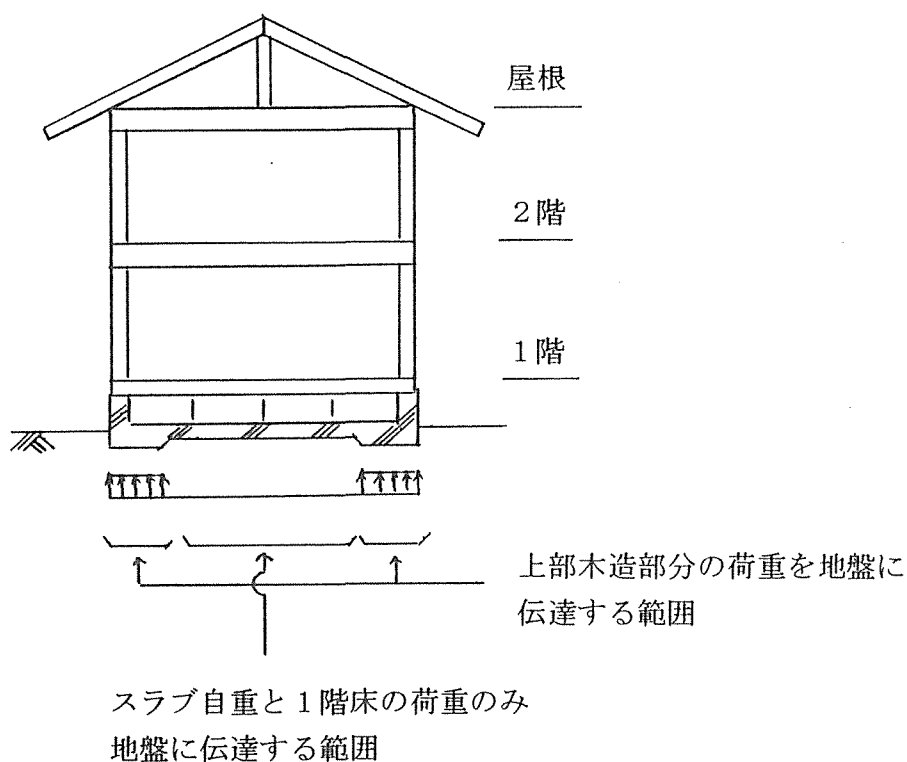
・ S.T D10 - 200 @ ($p_w = 0.24\%$)

§ -5 ベタ基礎 A タイプの設計

a ベタ基礎 A タイプの考え方

ベタ基礎 A タイプは、図に示すように型式としてはいわゆるベタ基礎型式であるが、上部木造部分の荷重をスラブ全面で受けるのではなく立上り基礎の周辺の基礎から地盤に伝達されるものと考えられる。

その荷重伝達範囲は地耐力に応じて有効幅を算定する。またその他の範囲のスラブは基礎スラブ自重と 1 階床の荷重を直接地盤に伝達するものとする。



b 条件

- ・長期許容地耐力度

$$L_{fe} = 5.0t/m^2 \quad (3.0t/m^2)$$

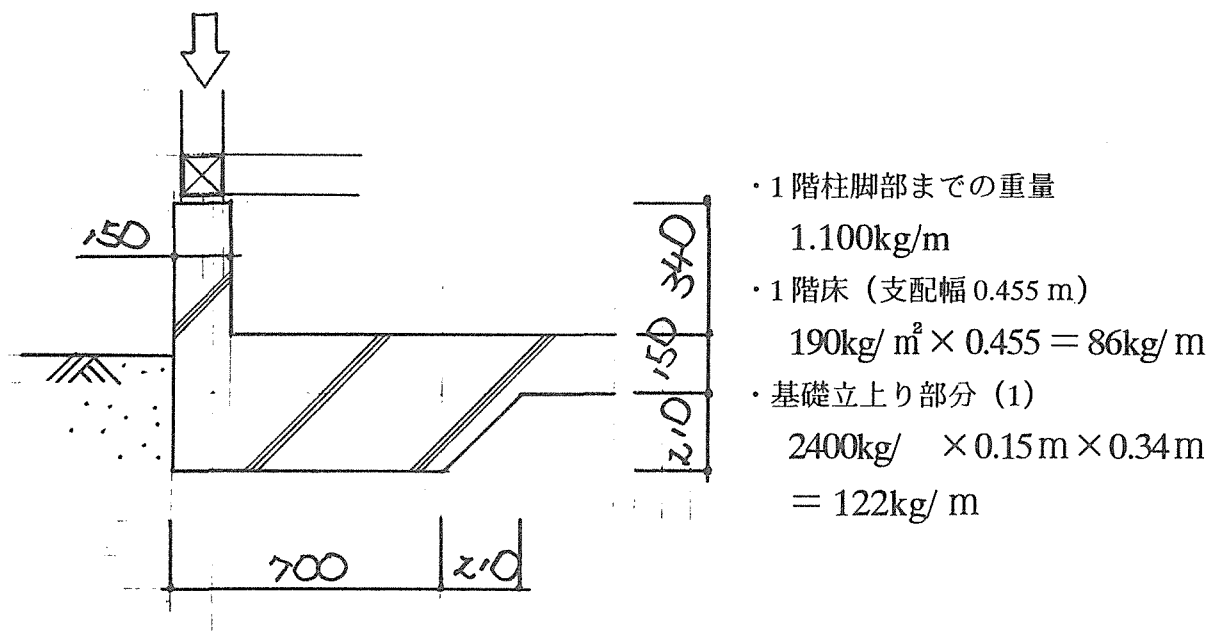
- ・有効地耐力度

$$L_{fe}' = 5.0 - 2.4 \times 0.36 = 4.14t/m^2$$

$$(L_{fe}' = 3.0 - 2.4 \times 0.36 = 2.14t/m^2)$$

c 基礎スラブ有効幅の算定

前項の布基礎幅の算定を参考にすると、最大の柱軸力より決まる幅の方が建物総重量より決まる幅より大きいので、それにならって基礎スラブの有効幅を算定する。



よって基礎長さ1mあたりの重量は

$$W_1 = 1.100kg/m + 86kg/m + 122kg/m = 1,308kg/m = 1.31t/m$$

基礎スラブ有効幅は

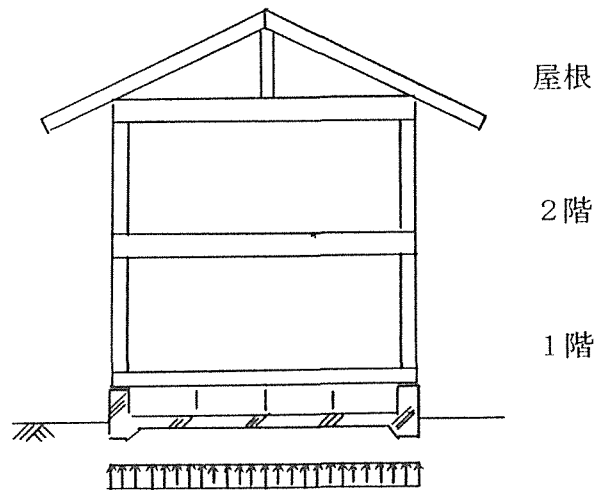
$$B_1 = W_1/L_{fe}' = 1.31/4.14 = 0.32m \rightarrow 45cm \quad (5.0t/m^2)$$

$$1.31/2.14 = 0.61m \rightarrow 70cm \quad (3.0t/m^2)$$

S -6 ベタ基礎Bタイプの設計

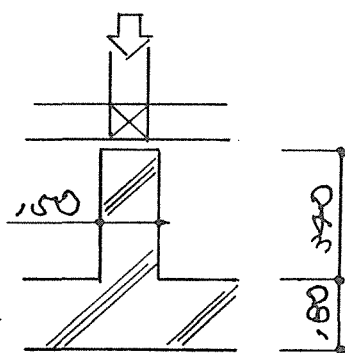
a ベタ基礎Bタイプの考え方

ベタ基礎Bタイプは、図に示すように耐圧版全体で上部木造部分を支持する型式である。



建物モデル図

b 接地圧の算定



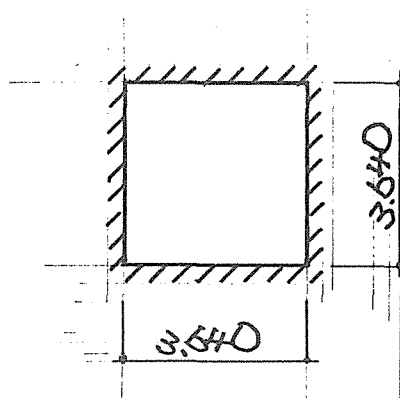
- ・1階柱脚部の重量
700kg/ m²
- ・1階床
190kg/ m²
- ・基礎立上り部分
2400kg/ m² × 0.15 m × 0.34 m
= 122kg/m
- ・耐圧版
2400kg/ m² × 0.18 m = 432kg/ m

ここで基礎長さ (Σ L_m) と建築面積 (A m²) との関係を Σ L_m = A^m とする。

$$\text{接地圧} = 700 + 190 + 122 + 432 = 1444 \text{ kg/ m}^2$$

c 耐圧版の設計

中梁に囲まれた耐圧版の大きさを図のように3.64m × 3.64mとする。
四辺固定スラブと考えた場合と四辺支持スラブと考えた場合の2ケースについて検討を行う。



・耐圧版設計用地耐力

$$w = 700\text{kg/m}^2 = 0.70\text{t/m}^2$$

・四辺固定の場合

$$M1 = 0.042 \times 0.70 \times 3.64^2 = 0.39\text{t} \cdot \text{m} = 39\text{t} \cdot \text{m}$$

$$M2 = 0.028 \times 0.70 \times 3.64^2 = 0.26\text{t} \cdot \text{m} = 26\text{t} \cdot \text{m}$$

$$Q1 = 0.44 \times 0.70 \times 3.64 = 1.12\text{t} \cdot \text{m} = 1120\text{kg}$$

・四辺支持の場合

$$M2 = 0.038 \times 0.70 \times 3.64^2 = 0.35\text{t} \cdot \text{m} = 35\text{t} \cdot \text{m}$$

$$Q1 = 0.46 \times 0.70 \times 3.64 = 1.17\text{t} \cdot \text{m} = 1170\text{kg}$$

・断面設計

$$(D = 18.0\text{cm}, d = 9.0\text{cm}, j = 7.8\text{cm})$$

$$at = M / (ft \times j) = 39 / (2.0 \times 7.8) = 2.5$$

$$\tau = Q / (b \times j) = 1170 / (100 \times 7.8) = 1.5\text{kg/cm}^2 < 6.0\text{kg/cm}^2 \quad \therefore \text{OK}$$

$$\psi = Q / (fa \times j) = 1170 / (18.7 \times 7.8) = 8.3\text{cm}$$

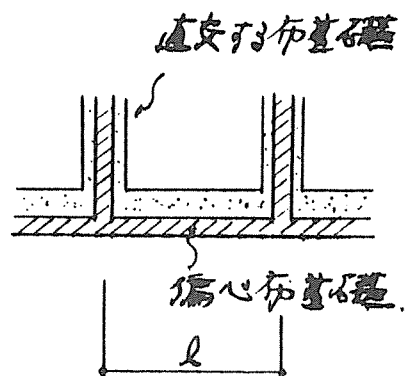
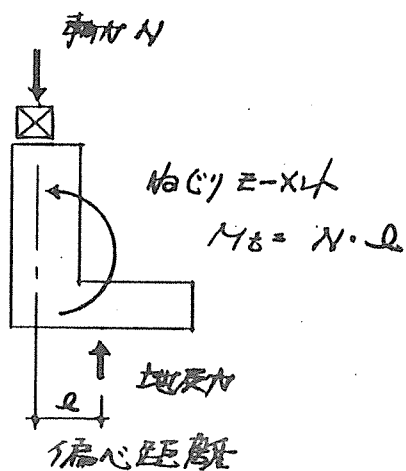
・配筋は D13—200@とする。

$$(at = 6.35, \psi = 20\text{cm})$$

S -7 偏心布基礎の設計

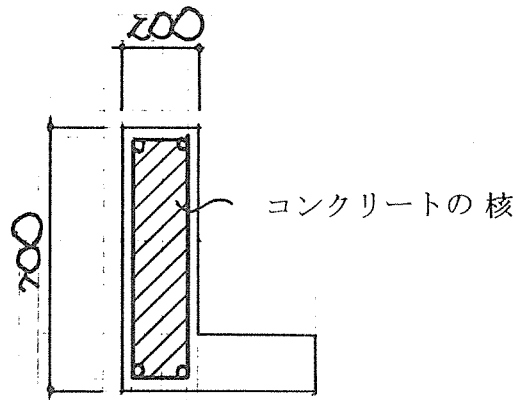
a 概要

- ・隣接境界線いっばいに基礎を設計する場合、偏心布基礎となる。
- ・偏心布基礎は、図1に示すように立上り部分にねじりモーメント M_t が作用するのでそれに抵抗するために補強筋が必要となる。
- ・また直交する布基礎部分にも偏心布基礎による曲げモーメントが作用するので補強筋が必要となる。
- ・ねじり応力に対する検討を学会の「鉄筋コンクリート構造計算基準」および「小規模建築物基礎設計の手引き」にもとづき行う。



- ・条件として直交する布基礎スパンは2間 (3.64m) までとし、地耐力は $5.0t/m^2$ と $3.0t/m^2$ とする。

b 地中梁のねじり抵抗モーメント



- ・軸方向筋によるねじり抵抗モーメント

$$M \tau_1 = (2 \times a_t \times f_t \times A_o) / \psi$$

- ・あばら筋によるねじり抵抗モーメント

$$M \tau_2 = (2 \times a_1 \times f_t \times A_o) / x$$

a_t : 軸方向筋の全断面積 ($a_t = 5.24$)

a_1 : 1本のあばら筋の断面積 ($a_1 = 0.71$)

f_t : 鉄筋の許容引張応力度 ($f_t = 2.0t/cm^2$)

ψ 、 A_o : あばら筋で囲まれたコンクリートの核の
周長および断面積

$$\psi = (10 + 10) \times 2 = 140 \text{ cm}$$

$$A_o = 10 \times 60 = 600$$

x : あばら筋のピッチ ($x = 20 \text{ cm}$)

$$M \tau_1 = (2 \times 5.24 \times 2.0 \times 600) / 140 = 89.8t \cdot \text{cm}$$

$$M \tau_2 = (2 \times 0.71 \times 2.0 \times 600) / 20 = 85.2t \cdot \text{cm}$$

- ・よってこの地中梁のねじり抵抗モーメントは

$$M_t = 85.2t \cdot \text{cm} \text{である。}$$

