

壁無双 450

設計マニュアル Vol.2.0

2022年3月

株式会社 スクリムテックジャパン

※本書掲載事項(本文・図表・イラスト・写真等)の無断転写、複製、転載、一部利用を禁止します。



# 目次

1. 壁無双 450 接合金物概要 .....	1
1.1 タフネスコネクタとは .....	1
1.2 タフネスコネクタ形状 .....	1
1.3 タフネスコネクタ特徴 .....	1
1.4 壁無双 450 使用イメージ .....	2
1.5 タフネスコネクタ単体の性能 .....	4
1.6 無双壁 450 耐力と性能 .....	5
1.7 タフネスコネクタ回転剛性 .....	6
2. 用語の定義 .....	7
3. 壁無双 450 仕様図 .....	8
4. 仕様ルール .....	11
4.1 適用範囲 .....	11
4.2 構造設計における適用条件 .....	12
5. 構造検討 .....	16
5.1 設計フロー .....	16
5.1.1 在来耐力壁と併用する場合 .....	16
5.1.2 ラーメンフレームの一部として利用 .....	17
5.2 許容応力度計算(鉛直構面の検定)の流れ .....	18
5.3 準備計算 .....	20
5.3.1 壁無双 450 の換算壁倍率・設計用せん断剛性の算出 .....	20
5.4 許容応力度計算 .....	22
5.4.1 換算壁倍率の許容応力度計算ソフトへの入力 .....	22
5.4.2 層間変形角の確認(令第 82 条の 2) .....	22
5.4.3 偏心率(令第 82 条の 6 第 1 項 第二号ロ, 昭 55 年建告第 1792 号第 7) .....	22
5.4.4 剛性率(令第 82 条の 6 第 1 項 第二号イ, 昭 55 年建告第 1792 号第 7) .....	22
5.4.5 耐力壁の負担水平力・負担軸力の算出 .....	22
5.4.6 床面の負担せん断力の算出 .....	22
5.5 壁無双 450 耐力の補正・検定 .....	23
5.5.1 壁無双 450 の負担割合 .....	23
5.5.2 軸力補正係数の算出 .....	23
5.5.3 壁無双 450 の短期許容せん断耐力 ( $Q_{ad}$ ) の算出 .....	24
5.5.4 壁無双 450 のせん断力の検定 .....	24
5.5.5 壁無双 450 の母材の検定 .....	24
5.6 基礎の設計に関して .....	26



## 1. 壁無双 450 接合金物概要

### 1.1 タフネスコネクターとは

近年、木造建築は、高層化や大規模化が試みられるようになってきている。これに伴い、木材の接合部には、これまででは考えられないような大きな応力を負担する必要性が生じてきている。更に、接合部には、単純に強度だけを求められるのでは無く、高い剛性と靱性性能も求められている。

タフネスコネクターは、これからの木造建築に求められる、高強度・高剛性・高靱性を高次元で実現した新世代の接合金物です。

### 1.2 タフネスコネクター形状

タフネスコネクターは、接着剤と棒鋼を併用し木材を接合する GIR (グールド・イン・ロッド) の一種で、中空パイプに木材定着及び柱脚金物との取り合いを行う転造ネジ部と、金物の伸びを確保する靱性担保部及び、金物の破断強度をコントロールする切断用くびれ部を有するロッド状の金物です。

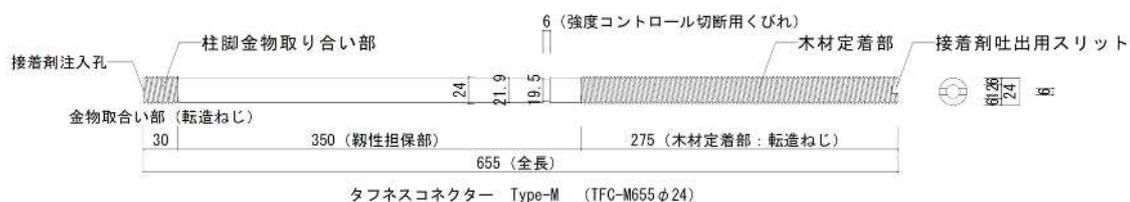


図 1-1 タフネスコネクター形状図

### 1.3 タフネスコネクター特徴

強度	高強度・高剛性・高靱性。複数本使用の場合、接合耐力・剛性共に使用本数に比例。終局はスチール側の破断。木材の材料強度に依存せず安定した接合耐力が確保出来る。
構造計算	半剛接として、ラーメン構造の設計が可能。靱性性能が高く、標準せん断力係数 $C_0 = 0.2$ での設計が可能。また、限界耐力計算など高度な設計にも対応。
意匠性	金物の露出は一切無し。木材現し部分への使用可。高い意匠性を実現。
耐火性能	金物及び接着剤は全て木材内部に埋設。燃え代内部に金物配置する事で高い耐火性能を発揮。
耐久性	接合金物が木材内部に収納されると共に、エポキシで完全コーティングされるため、耐腐食性に優れる。

### 1.4 壁無双 450 使用イメージ

壁無双 450 の使用イメージを挙げます。なお、壁無双 450 の柱頭仕様及び 2F 柱の柱脚仕様は、あくまでも一事例です。ホゾパイプ等、他の接合方式での施工も可能です。

#### ■ 単層の例

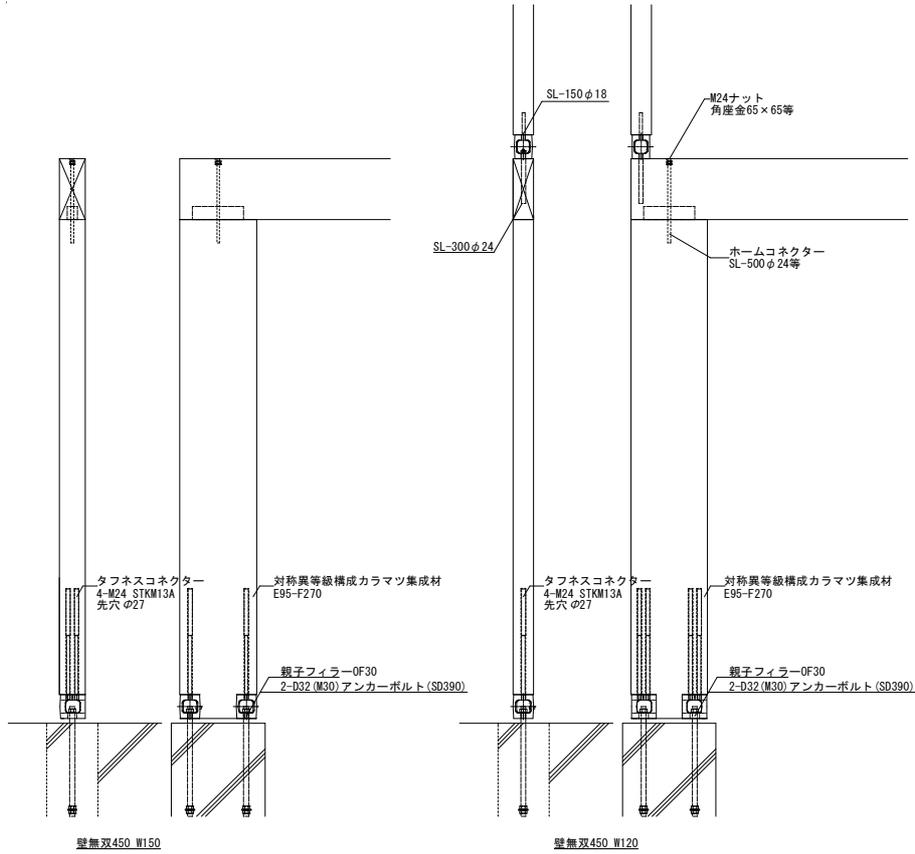


図 1-2 壁無双 450 使用イメージ図(1層耐力壁)

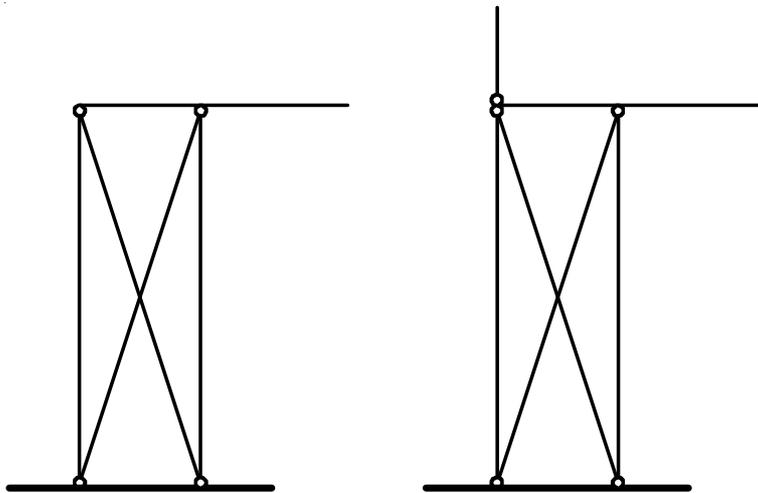


図 1-3 壁無双 450 モデル図(1層耐力壁)

■2 連層の例

※接合部剛性より、以下のモデルで算出

(ただし、モデル化の手法や接合部仕様によってそれぞれの接合部で負担する応力に違いが生じるため、フレームモデルにより算出することとします)

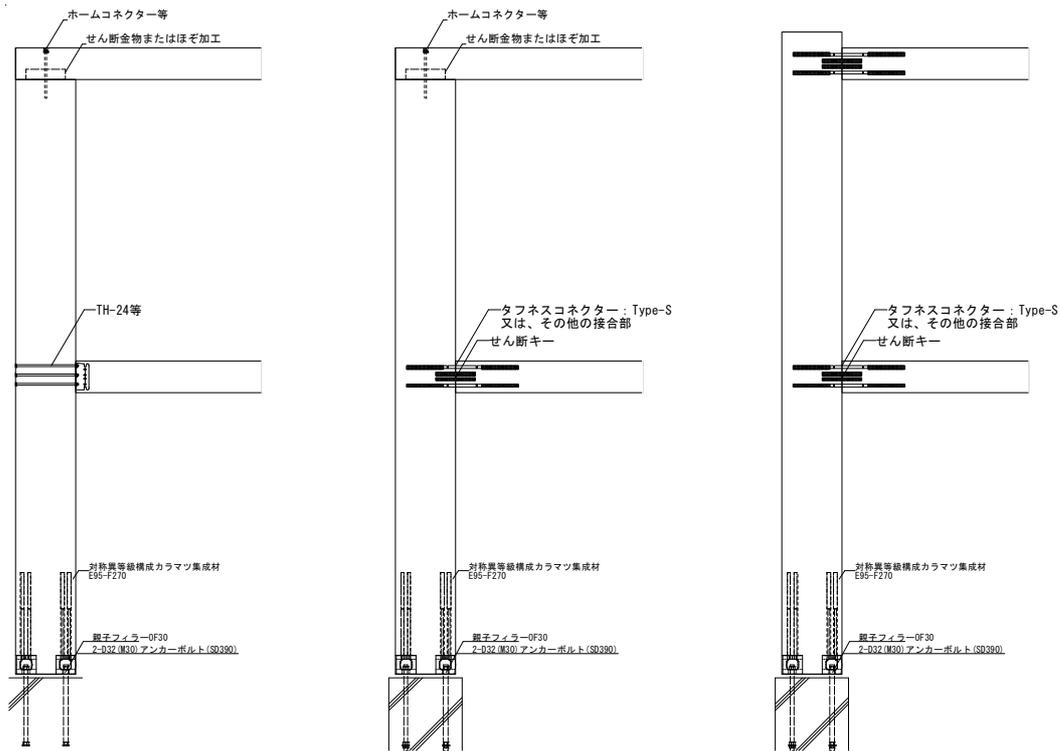


図 1-4 壁無双 450 使用イメージ図(連層耐力壁)

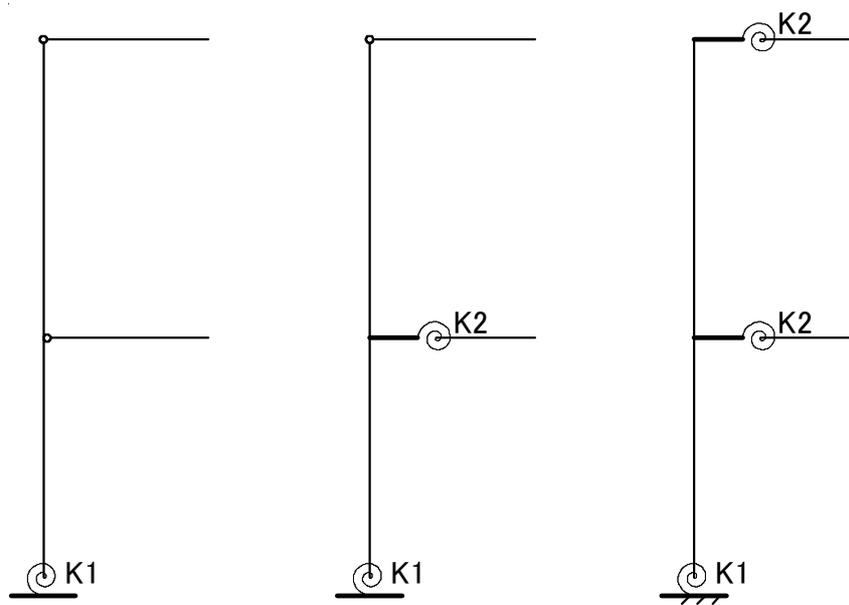


図 1-5 壁無双 450 モデル図(連層耐力壁)

### 1.5 タフネスコネクタ単体の性能

表 1-1 接合耐力

長期引張耐力(kN)	短期引張耐力(kN)	初期剛性(kN/mm)		伸び量(mm)
		繊維平行方向	繊維直交方向	
34.54	62.80	61.00	60.00	18.00

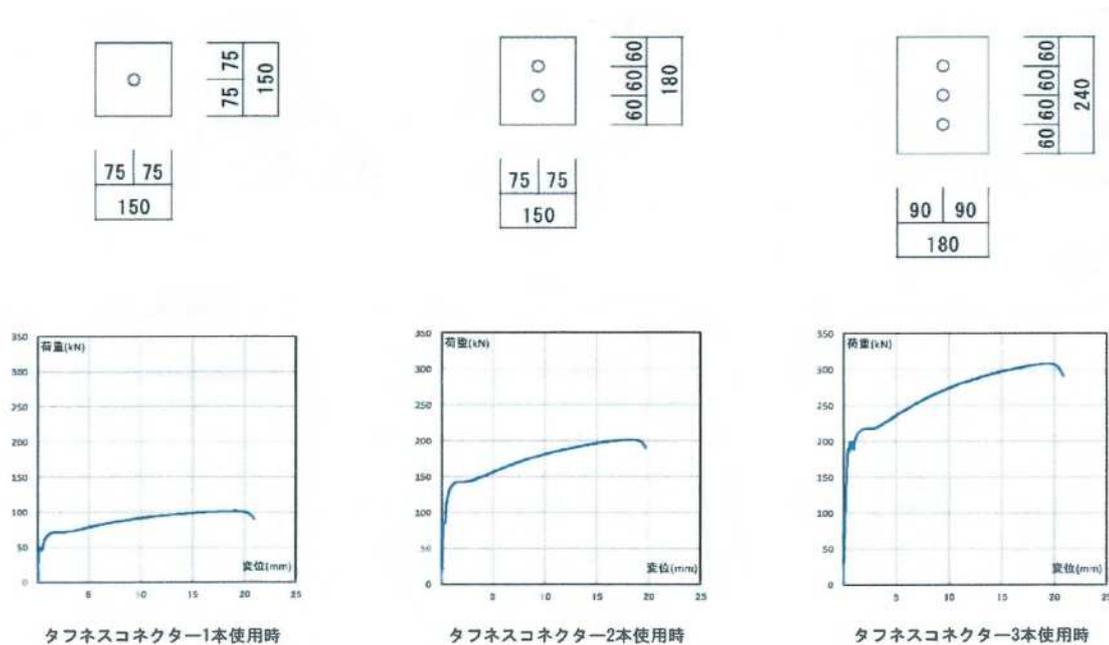


図 1-6 荷重変位図

1.6 無双壁 450 耐力と性能

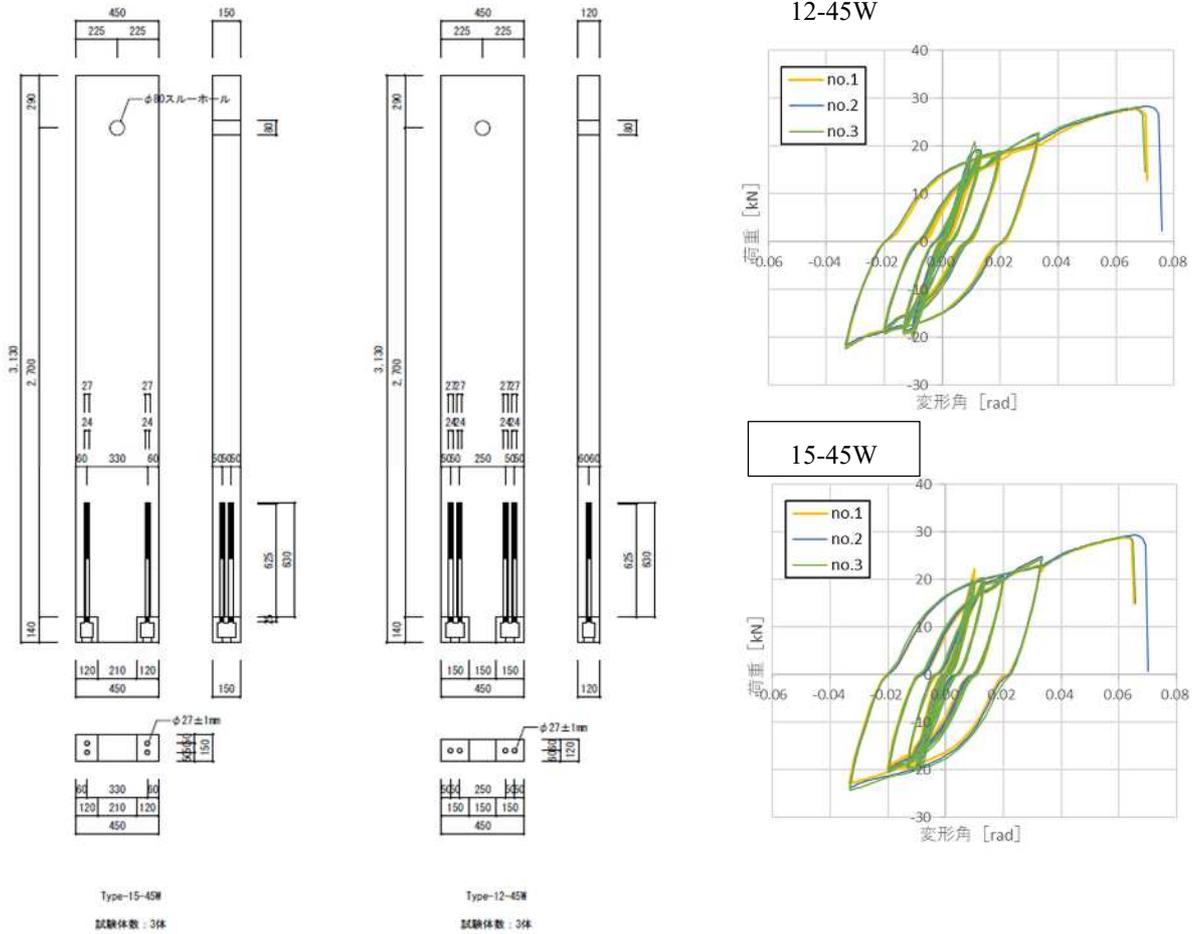


図 1-7 試験体図

表 1-2 試験結果特性値一覧

試験体		元モデル			完全弾塑性モデル				
記号	番号	降伏耐力 Py (kN)	降伏変形角 $\gamma_y$ ( $\times 10^{-3}$ rad)	初期剛性 K ( $\times 10^3$ kN/rad)	終局変形角 $\gamma_u$ ( $\times 10^{-3}$ rad)	降伏点変形角 $\gamma_v$ ( $\times 10^{-3}$ rad)	終局耐力 Pu (kN)	塑性率 $\mu$	構造特性 係数 Ds
12-45W	1	17.8	11.69	1.52	66.67	14.86	22.6	4.49	0.35
	2	18.7	10.77	1.74	66.67	13.47	23.4	4.95	0.34
	3	20.6	10.14	2.06	66.67	11.39	23.5	5.85	0.31
	ave	19.1	10.87	1.77	66.67	13.24	23.2	5.10	0.33
15-45W	1	22.0	8.24	2.67	63.22	9.24	24.6	6.84	0.30
	2	19.7	7.58	2.6	66.67	9.65	25.0	6.91	0.28
	3	19.4	8.62	2.25	64.42	10.89	24.5	5.92	0.30
	ave	20.4	8.15	2.51	64.77	9.93	24.7	6.56	0.29

## 1.7 タフネスコネクター回転剛性

試験結果より、回転剛性及び短期許容モーメントを評価すると下記となる。

表 1-3 STW12-45L (120×450) 接合部回転剛性

	接合部短期基準M		初期剛性
	My	2/3Mmax	K
	kNm	kNm	kNm/rad
1	50.6	52.5	4324
2	53.1	53.1	4931
3	59.4	52.8	5854
ave	54.34	52.82	5036
標準偏差	3.70	0.23	628.74
変動係数	0.07	0.00	0.12
n	3	3	3
k	3.152	3.152	0.471
ばらつき係数	0.79	0.99	0.94
下限値	42.68	52.09	4740
短期基準M	42.68		

表 1-4 STW15-45L (150×450) 接合部回転剛性

	接合部短期基準M		初期剛性
	My	2/3Mmax	K
	kNm	kNm	kNm/rad
1	62.5	54.5	7583
2	55.9	55.4	7381
3	55.1	54.8	6392
ave	57.84	54.91	7118
標準偏差	3.30	0.35	520.43
変動係数	0.06	0.01	0.07
n	3	3	3
k	3.152	3.152	0.471
ばらつき係数	0.82	0.98	0.97
下限値	47.44	53.79	6873
短期基準M	47.44		

## 2. 用語の定義

---

- ・壁無双 450 壁幅 120,150mm×壁長さ 450mm の集成材と靱性を確保した柱脚金物(タフネスコネクタール:GIR 接合金物)を利用した壁柱(耐力要素)
- ・告示耐力壁 建築基準法令 46 条及び平 12 年建国第 1100 号に記載のある耐力壁
- ・構造用集成材 集成材の日本農林規格に準拠した構造用集成材
- ・使用環境 I 直接外気にさらされるなどして常時湿潤状態となるおそれのある環境
- ・使用環境 II 屋外に面する部分(防水紙その他これに類するもので有効に防水されている部分を除く。)における環境、または、湿潤状態となるおそれのある環境(常時湿潤状態となる恐れのある環境を除く。)
- ・使用環境 III ①,②以外の部分における環境
- ・基準せん断剛性 壁無双 450 が負担する水平力の算出に用いるせん断剛性
- ・設計用短期許容せん断耐力 壁無双 450 が負担する軸力と壁高さを考慮した短期許容せん断耐力

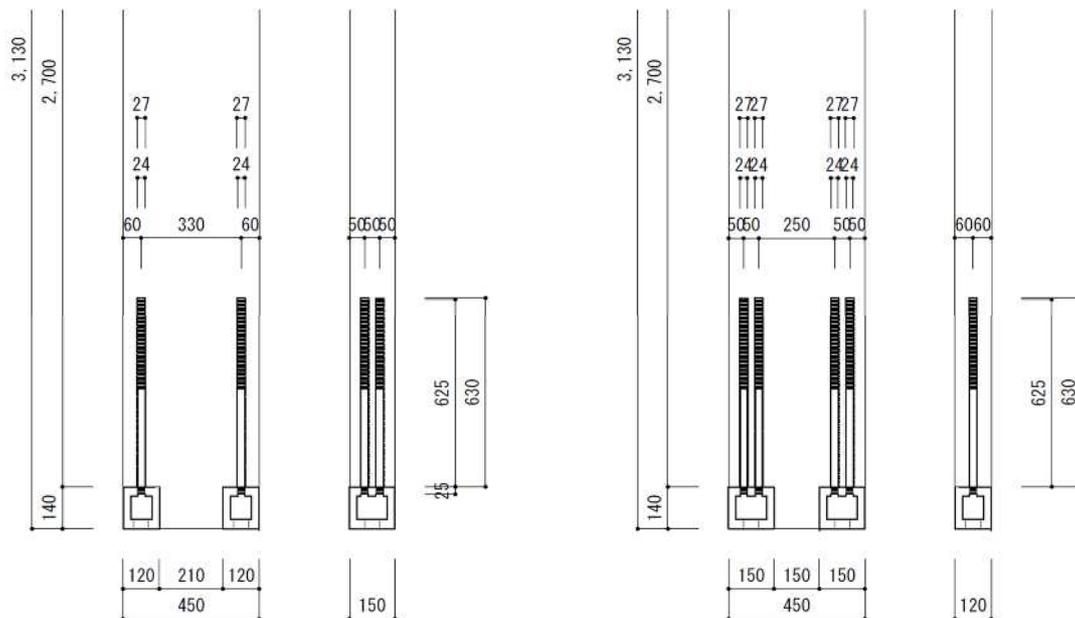
### 3. 壁無双 450 仕様図

壁無双 450 の構成は下表及び下図になります。なお、柱頭接合部については、ピン接合に近くなるように、必要に応じて設計をしてください。

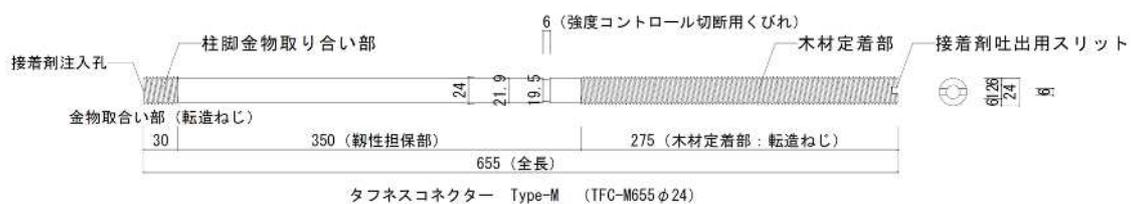
表 3-1 壁柱耐力一覧

部位	名称	仕様	備考
壁柱 (耐力要素)	カラマツ集成材 又は同等以上の強度を持つ集成材	対称異等級構成 E95-F270 以上 ①120×450×2~6m ②150×450×2~6m	
接合金物	タフネスコネクター	Type-M φ24-630	
箱金物	キューブコネクター	①W120用 ②W150用	
座金	親子フィラー	OF30 特寸(株式会社構造工学研究所製)	
基礎接合	アンカーボルト等	M30 アンカーボルト全ねじ、座金、ナット	

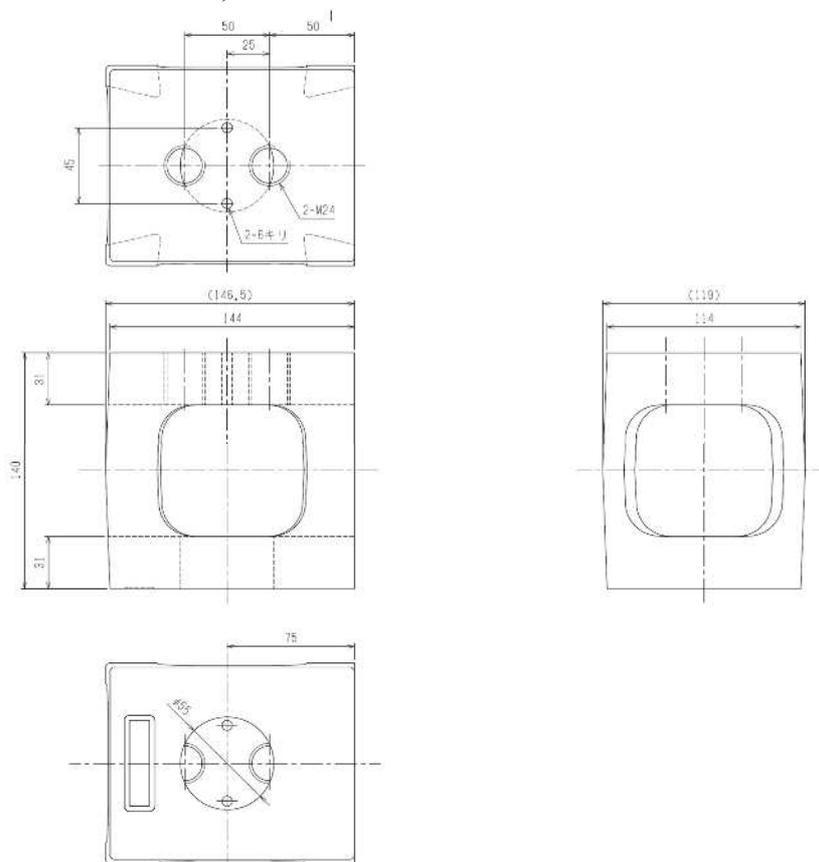
#### ▽ 金物図



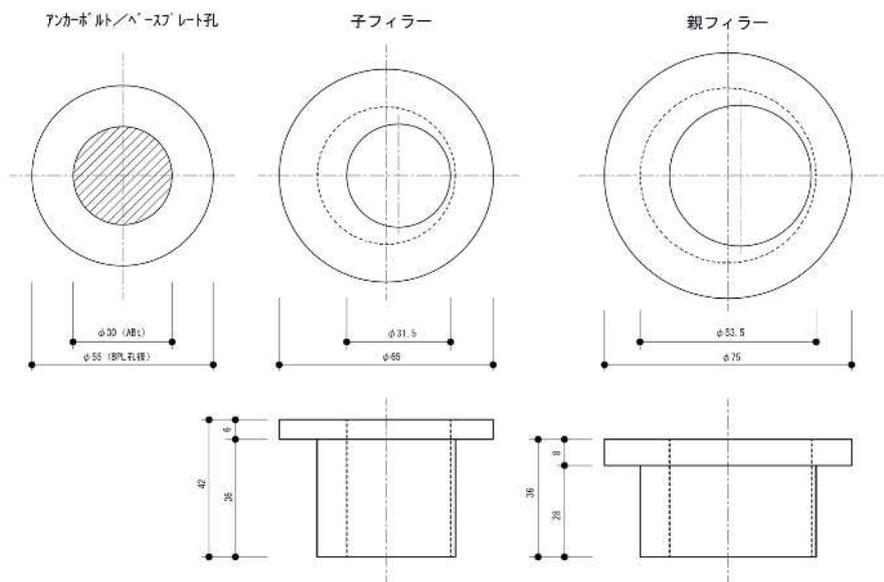
#### ▽ 接合金具図



▽ 柱脚金物・付属部品・接合具  
柱脚金物(W120用,W150用共通)



親子フィラー

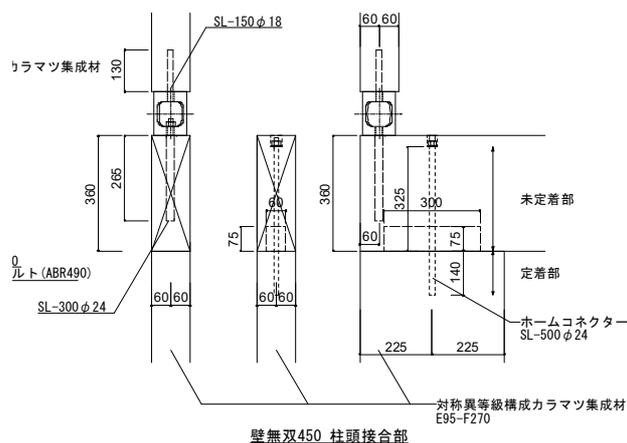


親子フィラー (特) OF-L30 (Fb=28)

株式会社構造工学研究所

柱頭接合部の例として以下の仕様を示します。以下の仕様で設計される場合、柱頭接合部の座金は下表の仕様と同等以上のめり込み性能を保持する断面とする必要があります。

上部に柱を配置する場合



上部に柱がない場合

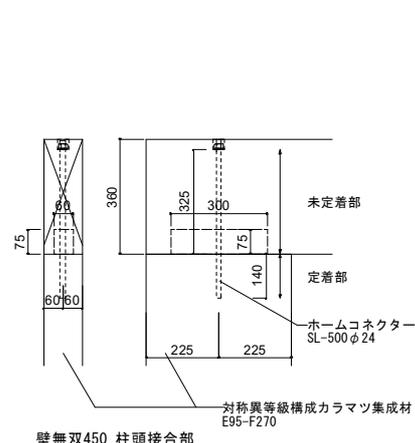


表 3-2 柱頭接合部丸座金必要面積

壁無双 寸法 mm	壁高さ H mm	短期せん断 Qa kN	短期引抜 Ta kN	抑込み低減 0.5Ta kN	めり込み短期 sfcv N/mm <sup>2</sup>	必要座金 A mm <sup>2</sup>	半径 r mm
120 × 450	2000	10.2	90.7	45.3	5.2	8718	54.3
	2300	10.2	104.3	52.1		10026	58.0
	2600	10.2	117.9	58.9		11333	61.5
	2840	10.2	128.7	64.4		12379	64.1
	3200	7.7	109.3	54.7		10511	59.3
	3600	6.1	97.3	48.6		9355	56.1
	4000	4.8	85.6	42.8		8231	52.8
120 × 450	2000	12.9	114.7	57.3		11026	60.7
	2300	12.9	131.9	65.9		12679	64.8
	2600	12.9	149.1	74.5		14333	68.8
	2840	12.9	162.8	81.4		15656	71.8
	3200	9.9	141.5	70.7		13605	67.1
	3600	7.7	123.4	61.7		11866	62.8
	4000	6.1	108.9	54.4		10471	59.2

→本検討は、カラマツ集成材の場合、穴 26mm 外径 72mm 以上または、必要面積を満たす座金を用いる。なお、その他の樹種で用いる場合は樹種に合わせためり込み強度にて座金の計算を行ってください。

## 4. 仕様ルール

### 4.1 適用範囲

#### (1) 利用関係者の資格等

表 4-1 利用者の資格等

設計事務所 及び設計者	1級建築士または2級建築士（建物の用途、規模による）の資格を有する者
組立加工業者	資格は不要

#### (2) 建物の適用範囲

表 4-2 建物の適用範囲

建設地	制限なし(全国)	
構造種別	木造（在来軸組工法）、併用構造	
使用環境	使用環境Ⅲ(通常の使用環境)、使用環境Ⅱ(断続的に湿潤状態)	
用途	住宅、共同住宅（店舗併用を含む）、事務所、宿泊施設、店舗等、文教施設、福祉施設、作業所、倉庫等	
壁体有効高さ (壁体下端木口から水平力 入力位置までの高さ)	2.0m以上、6.0m以下（木材長さ） (1層の場合は4.0mまでとする。ただし、2連層の場合及び1層で接合部ばねを用いて計算する場合はこの限りではない。)	
木造の 場合の 適用 範囲	構造計算ルート	ルート1、ルート2
	振動特性係数 (Rt)	昭和55年建告第1793号第2による
	層間変形角の制限	通常の建物： 1/200（変形により著しい損傷が生じる恐れのない場合は1/120、準耐火建築物の場合は1/150）
	剛性率の制限	0.6以上（ルート2の場合に限る）
	偏心率の制限	0.15以下とし、0.15をこえ0.3以下の場合は $F_e$ による割増またはねじれ補正を行う。
	塔状比	4以下
	地震地域係数	建築基準法施行令第88条または建設地の自治体の定める条例による
	速度圧	$V_0=46\text{m/s}$ 以下、地表面粗度区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ
	積雪荷重（垂直積雪 量および単位荷重）	一般地域（垂直積雪量1.0m未満）・・・20 N/cm/m <sup>2</sup> 多雪地域（垂直積雪量1.0m以上）・・・30 N/cm/m <sup>2</sup>
	積載荷重	建築基準法施行令第85条による
	地盤の長期耐力	20kN/m <sup>2</sup> 以上（これ以下の場合は必要な処置を施す）
	最高軒高	9.0m以下（9.0mを超える場合はルート2の構造計算を適用）
	最高高さ	13.0m以下（13.0mを超え、31.0mを超えない場合はルート2の構造計算を適用）

## 4.2 構造設計における適用条件

---

### (1) 使用する木材の規格

表 4-3 木材の規格

適用部材	柱
樹種・等級	樹種：カラマツ又は同等以上の樹種群 等級：E95-F270 以上
規格	農林水産省告示第 683 号（平成 30 年時点）
寸法	120×450 又は 150×450

### (2) 基礎の規定

- ・鉄筋コンクリート基礎または鉄筋コンクリート躯体にアンカーボルト(D32 SD390 以上かつ M30 のタップ)を用いて本柱脚金物を直接緊結させます。
- ・アンカーボルトはフープ筋で閉鎖型に拘束された鉄筋コンクリート柱型、もしくはスターラップ筋で閉鎖型に拘束された鉄筋コンクリート梁に定着させます。
- ・設置されるコンクリート基礎、またはコンクリート躯体は耐力壁の反力を安全に処理できる計画とし、構造計算によって安全性をご確認ください。
- ・基礎の検定は、以下の要件を満たすこと。

■引き抜き力： 支点反力とする

また、短期及び最大耐力を担保するために下記引抜き力を満足するよう設計する。

- ・ 短期時引抜(付着又はそれに加算できる耐力要素): 138.4kN
- ・ 最大耐力時引抜(基礎コーン状破壊短期及び鉄筋降伏): 244.7kN

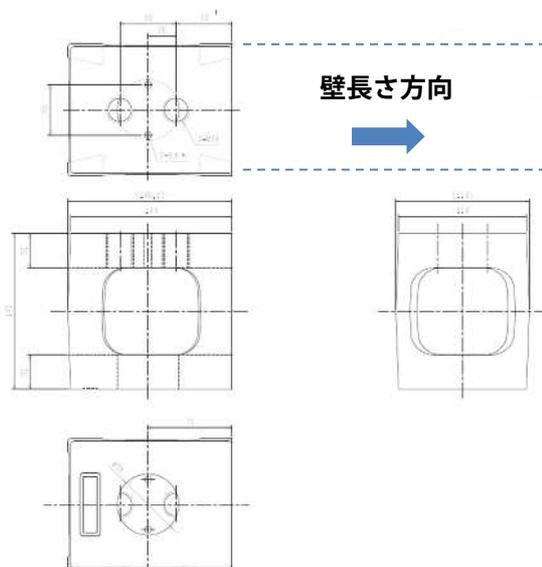
■せん断力： 壁無双 450 の負担せん断力/2

2 連層壁無双 450 の柱の負担せん断力/2

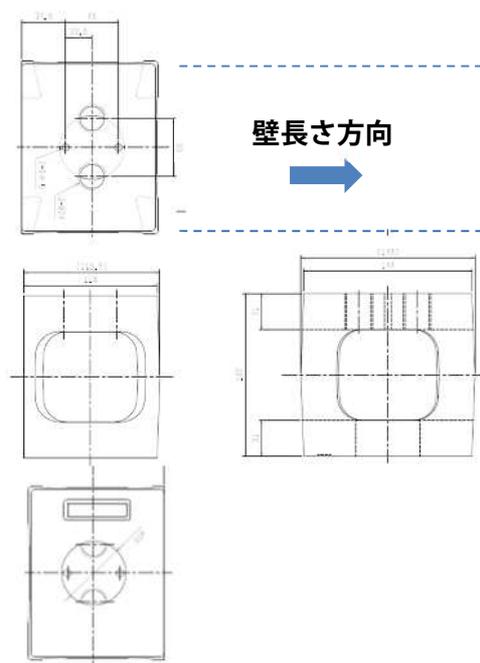
### (3) タフネスコネクター用柱脚金物の図面

・本マニュアルでは、指定の柱脚金物を利用する場合を対象としています。専用の金物を利用してください。

#### 120mm 幅の場合



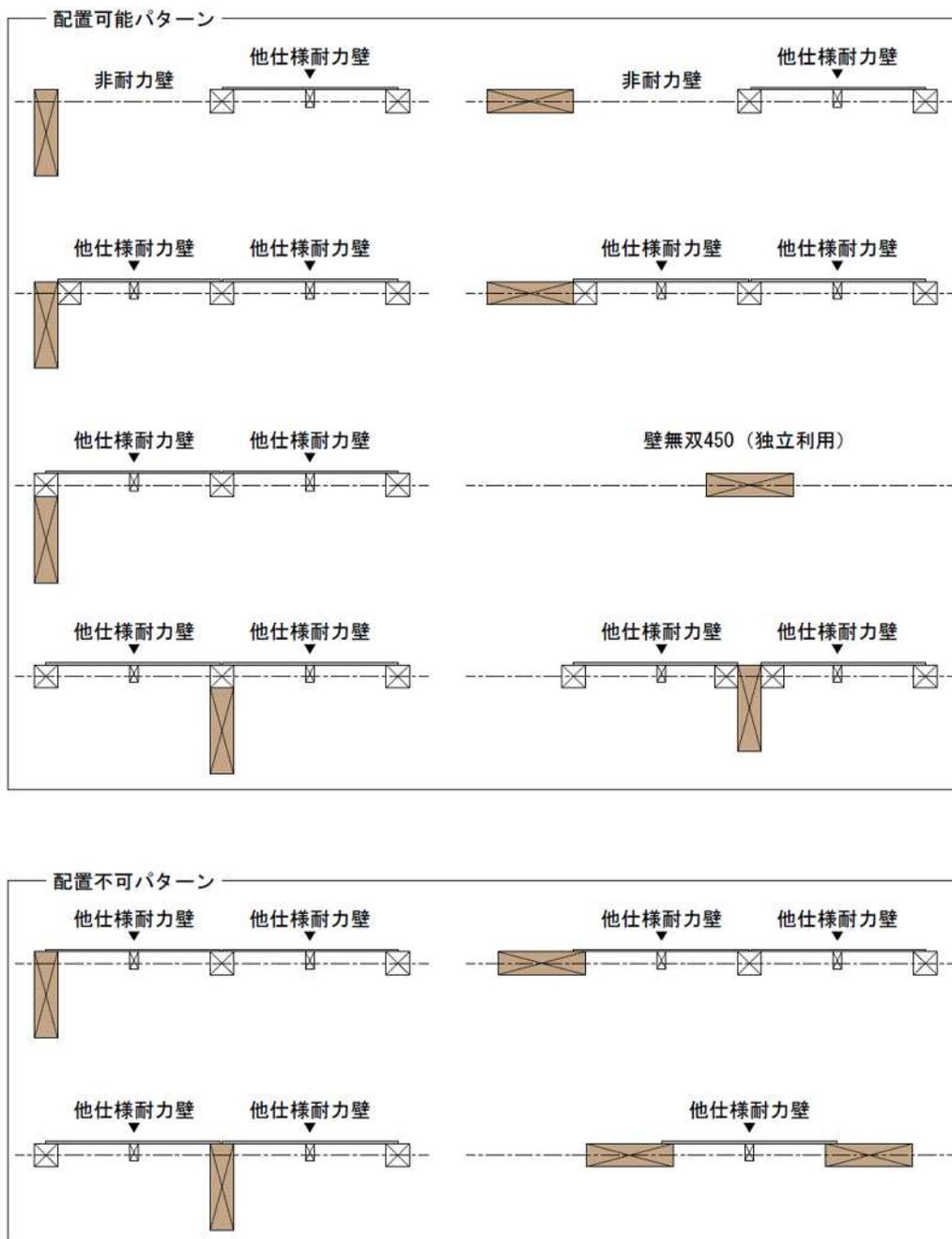
#### 150mm 幅の場合



(4) 壁無双 450 と他仕様耐力壁との併用規定

壁無双 450 と他仕様耐力壁を併用する場合は、他仕様耐力壁で生じる軸力(引張)が壁無双 450 に伝達されない配置として下さい。

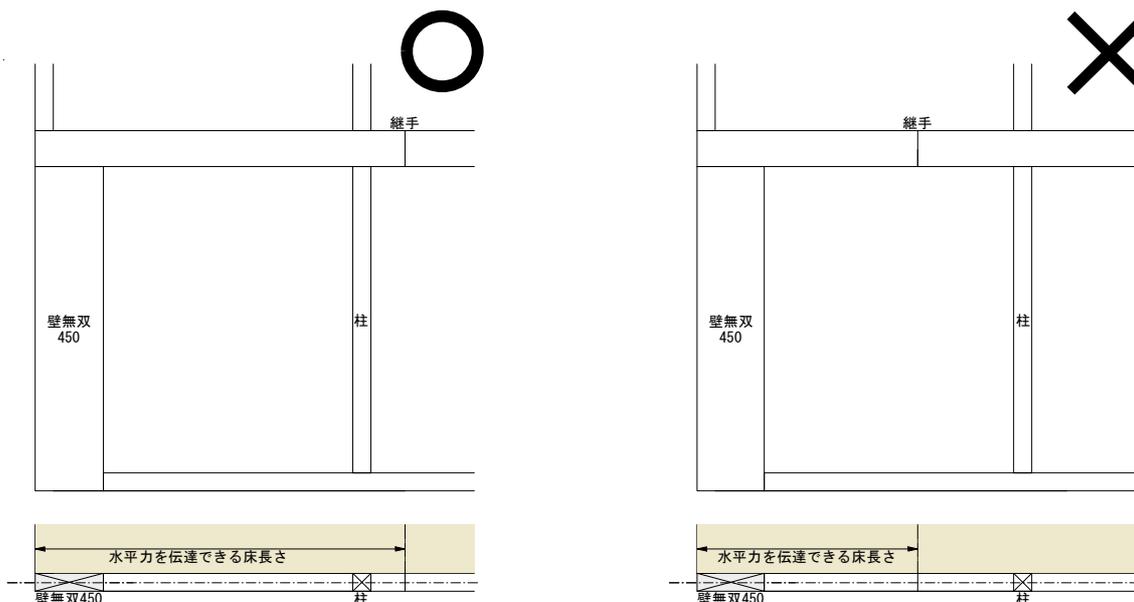
配置パターンは、下図を参照して下さい



### (5) 横架材の継手位置と水平構面の検討

原則として、壁無双 450 にかかる横架材の継手位置は、次の柱までの間には設けないでください。また、横架材の継手位置までの床面で、壁無双 450 のせん断力を伝達できるように設計してください。

なお、やむを得ず、次の柱までの間に継手を設ける場合は、GIR などを用いて継手に生じる曲げ応力を負担出来る仕様として下さい。



### (6) 使用環境の制限

壁無双 450 は、原則として、使用環境Ⅲの個所に利用してください。使用環境Ⅱの個所に利用する場合は、腐朽が起こらないよう適切な処置を行ってください。また、防耐火建築物等に利用する場合は、接合部に適切な被覆を施し、耐力低下するような温度上昇を起こさないようにしてください。なお、使用環境Ⅱで利用する場合は、適切な低減係数を考慮した性能として検定を行ってください。

## 5. 構造検討

---

### 5.1 設計フロー

---

壁無双 450 の設計フローを示します。壁無双 450 以外の部分については関係法令、各種規準に準じて適切に構造設計を行って下さい。

#### 5.1.1 在来耐力壁と併用する場合

壁柱(耐力要素)を在来耐力壁(面材耐力壁等)と併用してとして利用することを想定したフローを示します。



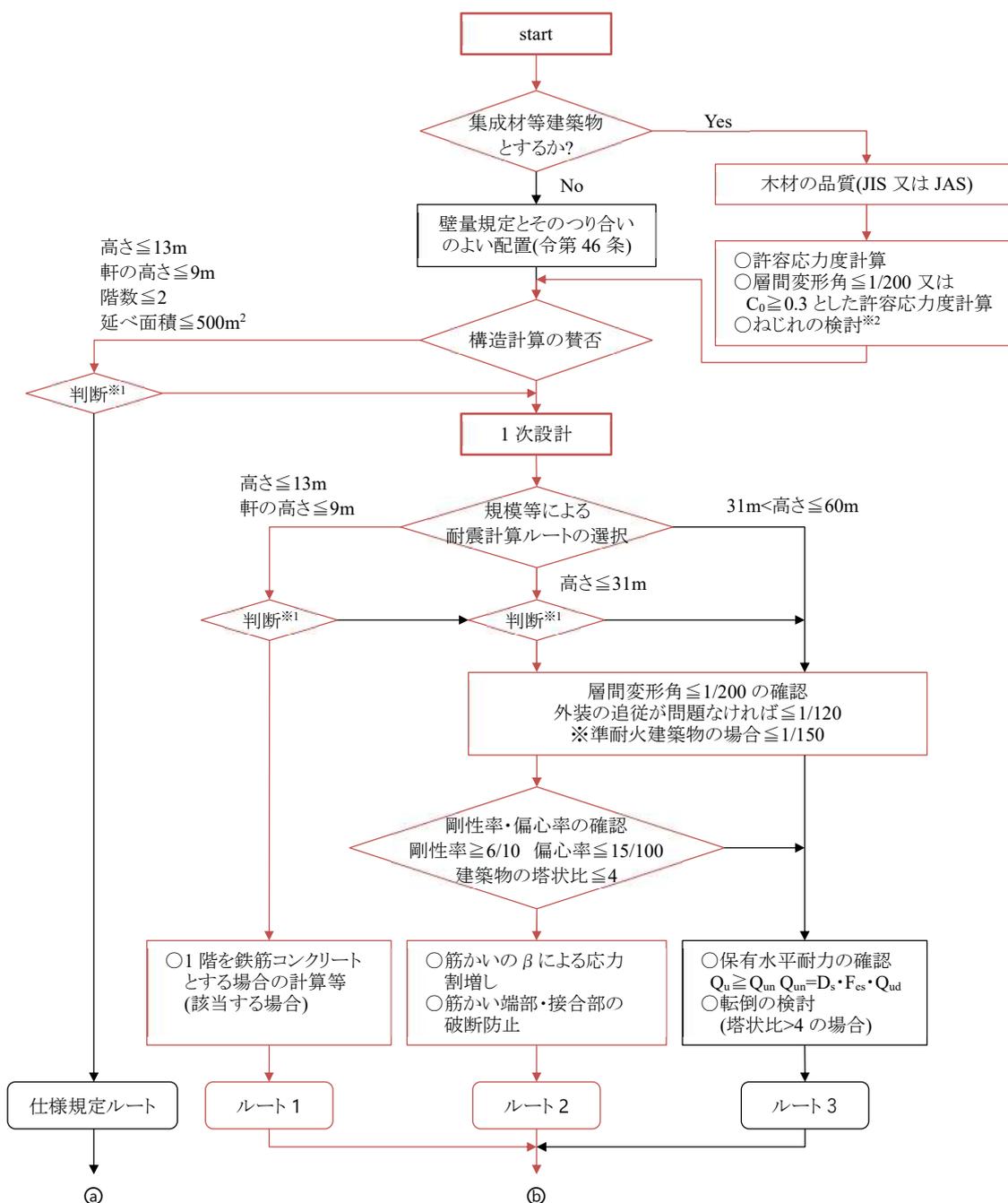
### 5.1.2 ラーメンフレームの一部として利用

ラーメンフレームの一部として利用する場合は、接合部を回転ばねとして設計する必要があります。本マニュアルでは扱いません。



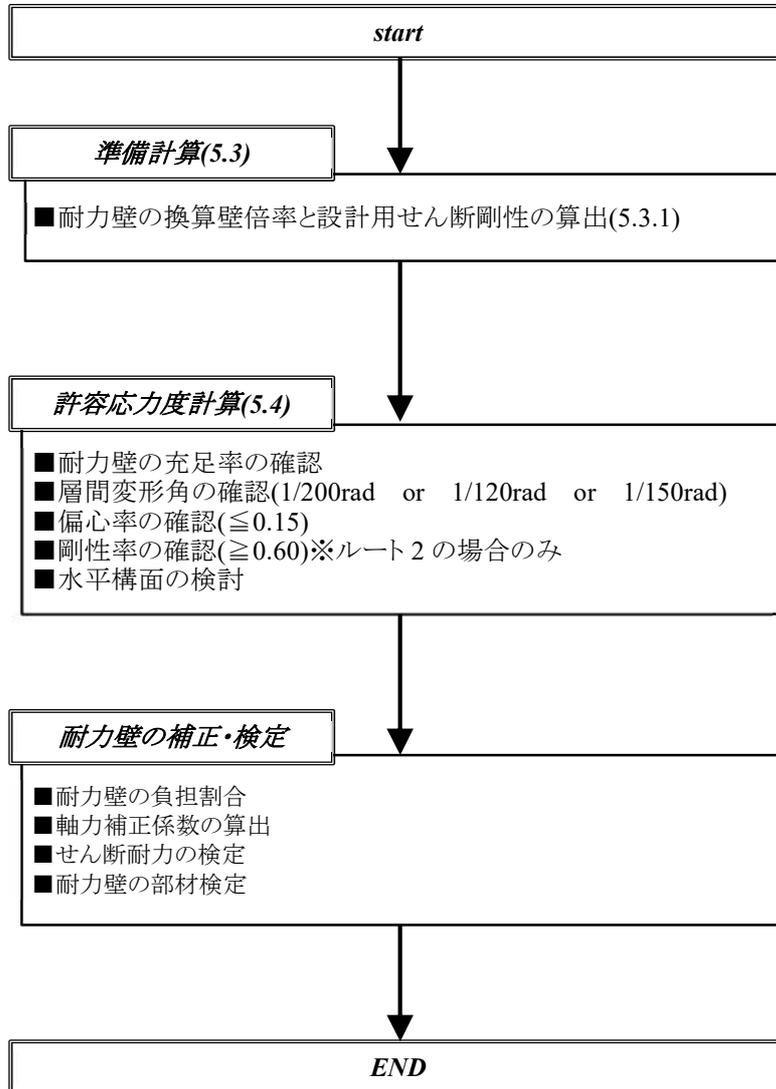
## 5.2 許容応力度計算(鉛直構面の検定)の流れ

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)」に準拠した許容応力度計算ソフトを用いて、許容応力度計算(鉛直構面の検定)を行います。



※1 判断とは設計者の設計方針に基づく判断のことである。例えば、高さ31m以下の建築物であっても、より詳細な検討を行う設計法であるルート3を選択する判断等のことを示している。

※2 偏心率が0.3を超える場合は保有水平耐力の確認を、また、偏心率が0.15を超え0.3以下の場合、 $F_e$ による外力割増し、ねじれ補正又は保有水平耐力の確認のいずれかを行う。



### 5.3 準備計算

#### 5.3.1 壁無双 450 の換算壁倍率・設計用せん断剛性の算出

壁無双 450 は、基準高さ 2840mm の試験結果をもとに、許容応力度計算ソフトの入力に合わせて、入力値を設定しています。試験結果をまとめると以下となります。ここで、短期基準耐力、剛性の評価結果は信頼水準 75%における 50%下側許容限界値で求めるものとし、係数  $k$  は信頼水準 75%における 50%下側許容限界値を求めるための係数としています。また、施工誤差等による低減係数として  $\alpha = 0.95$  を乗じて短期基準耐力および換算壁倍率の試験最終結果を示しています。なお、以下結果より次ページの検討を実施したうえで耐力・剛性を評価します。

※なお、剛性(kN/m)は、降伏荷重  $P_y$ /(降伏変形角  $\theta_y \times$  壁高さ  $H$ )にて算出しています。

#### 120×450 耐力壁

表 5-1 120mm×450mm 耐力壁試験結果まとめ

	短期基準耐力				初期剛性
	$P_y$	0.2Pu/Ds	2/3Pmax	P150	K
	kN	kN	kN	kN	kN/m
1	17.8	12.8	18.5	9.5	0.536
2	18.7	14.0	18.7	12.8	0.611
3	20.9	15.4	18.6	12.2	0.726
ave	19.13	14.03	18.60	11.50	0.624
標準偏差	1.59	1.31	0.10	1.73	0.08
変動係数	0.083	0.093	0.005	0.150	0.12
n	3	3	3	3	3
k	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471
ばらつき係数	0.96	0.96	1.00	0.93	0.94
下限値	18.38	13.42	18.55	10.68	0.588
短期基準値	10.7kN	$\times \alpha$	$\Rightarrow$	10.2kN	
壁倍率	16.5倍	$\times \alpha$	$\Rightarrow$	15.7倍	

#### 150×450 耐力壁

表 5-2 150 mm×450mm 耐力壁試験結果まとめ

	短期基準耐力				初期剛性
	$P_y$	0.2Pu/Ds	2/3Pmax	P150	K
	kN	kN	kN	kN	kN/mm
1	22.0	17.5	19.2	14.4	0.940
2	19.7	17.9	19.5	13.5	0.915
3	19.4	16.1	19.3	13.6	0.792
ave	20.37	17.18	19.33	13.82	0.883
標準偏差	1.42	0.93	0.15	0.48	0.06
変動係数	0.070	0.054	0.008	0.035	0.07
n	3	3	3	3	3
k	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471
ばらつき係数	0.97	0.97	1.00	0.98	0.97
下限値	19.70	16.74	19.26	13.59	0.852
短期基準値	13.6kN	$\times \alpha$	$\Rightarrow$	12.9kN	
壁倍率	23.1倍	$\times \alpha$	$\Rightarrow$	22.0倍	

標準仕様(壁高さ 2840mm)の短期許容せん断耐力及びせん断剛性は以下となる。

表 5-3 短期許容せん断耐力  $Q_a$

壁厚	壁高 2840 超 4000 以下 及び剛性算出時	壁高 2000 以上 2840 以下
120mm	16X-7.0	10.2kN
150mm	21.5X-9.5	12.9kN

※X=基準壁高さ  $H_0(2840)$ /当該壁高さ  $H$

表 5-4 せん断剛性  $K_a$

壁厚	短期せん断剛性 $K_a$	H=2.84m 時の $K_a$ (算出例)
120mm	$Q_a/(1/150)$ kN/rad または $Q_a/(H \times 1/150)$ kN/m	1350kN/rad または 475kN/m
150mm	$Q_a/(1/150)$ kN/rad または $Q_a/(H \times 1/150)$ kN/m	1800kN/rad または 633kN/m

※せん断剛性の算出を行う際の  $Q_a$  は、高さに係わらず、16X-7.0,21.5X-9.5 の算出式より算出された数値をご使用下さい。

■換算壁倍率及びせん断剛性の算出

層間変形角の計算及び応力分担を考慮して、許容力度計算を行う際の換算壁倍率を算出してください。

※換算壁倍率とは、1/150rad 時の耐力より算出した壁倍率です。告示仕様の耐力壁では、壁倍率から剛性を算出する場合には 1/150rad 時として算出することになっており、ソフト入力の際に、壁倍率と同様に入力できるよう算出手法を示しています。

$$a = \frac{Q_a}{1.96 \times l'}$$

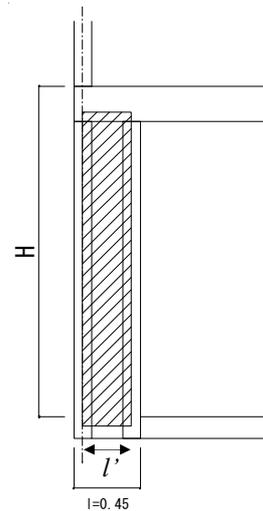
$a$  : 換算壁倍率(倍)

$H$  : 横架材天端間距離(m)

$l' = (450 - b)$  : 柱芯間距離 (m)

表 5-5 壁長さ  $b$

耐力壁厚( $b$ )	壁長さ ( $l'$ )
0.12m	0.33m
0.15m	0.30m



$$K_{tc} = K_a \times K_m$$

$K_{tc}$  : 基準せん断剛性(kN/m/m)

$K_m$  : 含水率による影響係数

使用環境Ⅲ: 1.0

使用環境Ⅱ: 0.8

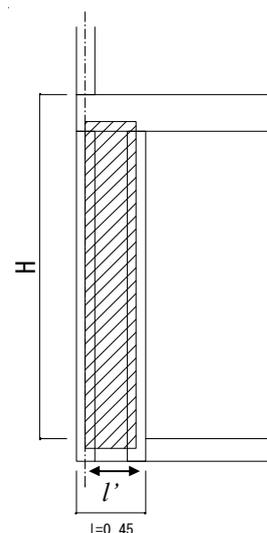
## 5.4 許容応力度計算

### 5.4.1 換算壁倍率の許容応力度計算ソフトへの入力

本耐力壁は、「換算壁倍率」または「せん断剛性」として入力してください。

表 5-6 せん断剛性用柱芯間距離 ( $l'$ )

耐力壁厚( $b$ )	柱芯間距離
0.12m	0.33m
0.15m	0.30m



### 5.4.2 層間変形角の確認(令第 82 条の 2)

各層の層間変形角を確認してください。層間変形角の制限は以下の 3 種類のうち該当するものとなります。

- ・ 一般 1/200rad
- ・ 著しい損傷が生じる恐れがない場合 1/120rad
- ・ 準耐火建築物 1/150rad

### 5.4.3 偏心率(令第 82 条の 6 第 1 項 第二号ロ, 昭 55 年建告第 1792 号第 7)

偏心率を確認してください。

Re	0.3 以下(0.15~0.30 の場合は、Fe により外力割増またはねじれ補正してください)
・Re ≤ 0.15 の場合	Fe=1.0
・0.15 < Re < 0.30 の場合	Fe=1.0 と 1.5 を直線補間した数値
・0.30 ≤ Re	Fe=1.5

### 5.4.4 剛性率(令第 82 条の 6 第 1 項 第二号イ, 昭 55 年建告第 1792 号第 7)

ルート 2 の場合のみ検定を行ってください。

Rs	0.6 以上
Rs ≥ 0.6 の場合	Fs=1.0

### 5.4.5 耐力壁の負担水平力・負担軸力の算出

負担水平力は構面の剛性比率により算出  $Q(\text{kN})$   
 負担軸力は N 値法または応力解析より算出 長期:  $N_L(\text{kN})$  短期:  $N_S(\text{kN})$

### 5.4.6 床面の負担せん断力の算出

耐力壁通り間の床面負担せん断力は上下階の耐力壁の負担せん断力の差  $Q_{下} - Q_{上}(\text{kN})$

壁無双 450 を含む耐力壁通り間の床面負担せん断力(梁継ぎ手まで)は壁無双 450 の負担せん断力で追加検定  $Q_{壁無双 450}(\text{kN})$

## 5.5 壁無双 450 耐力の補正・検定

### 5.5.1 壁無双 450 の負担割合

全体の水平抵抗要素(耐力壁)のうち、本耐力壁による負担割合を算出します。

- ・ 本耐力壁の負担割合は、100%若しくは 50%以下(他仕様の耐力壁と併用の場合)として下さい。
- ・ 他仕様の耐力壁と併用で壁無双 450 の負担率が 50%を超える場合は、本マニュアルの対象外とし、接合部を回転バネとして解析を行ってください。

### 5.5.2 軸力補正係数の算出

・ 柱に生じる軸力による短期許容せん断耐力の補正係数を算出します。

$$\beta = 1 - \frac{|T_1 - T_2| \times l'}{Q_a \times H}$$

$\beta$  : 柱軸力による補正係数

$T_1, T_2$  : 柱に生じる軸力

$l'$  : 柱芯間距離 (m) (表 5-6)

$H$  : 横架材天端間距離(m)

$Q_a$  : 短期許容せん断耐力(kN)

表 5-7 短期許容せん断耐力  $Q_a$

耐力壁厚 $b$	壁高 2840 超 4000 以下 及び剛性算出時	壁高 2000 以上 2840 以下
0.12m	16X-7.0	10.2kN
0.15m	21.5X-9.5	12.9kN

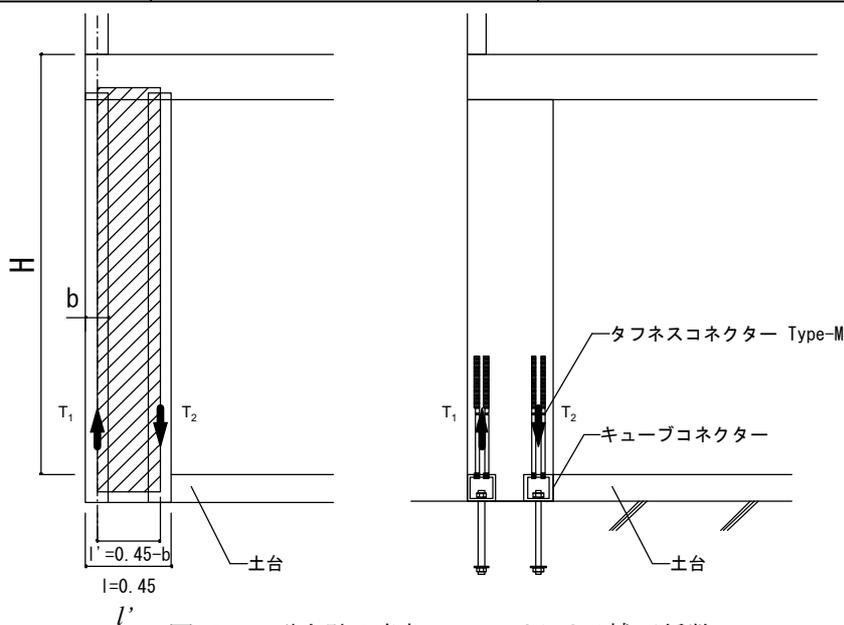


図 5-1 耐力壁の負担モーメントによる補正係数

### 5.5.3 壁無双 450 の短期許容せん断耐力 ( $Q_{ad}$ ) の算出

真の短期許容せん断耐力  $Q_{ad}$  は、5.5.2 章で得た低減係数を考慮して算出します。

表 5-8 軸力による補正係数を考慮した短期許容せん断耐力  $Q_a$

壁幅	壁高 2840 超 4000 以下 及び剛性算出時	壁高 2000 以上 2840 以下
0.12m	$(16X - 7.0) \times \beta$	$10.2 \times \beta$
0.15m	$(21.5X - 9.5) \times \beta$	$12.9 \times \beta$

### 5.5.4 壁無双 450 のせん断力の検定

5.4.5 章にて求めた負担せん断力  $Q$  (kN) と 5.5.3 章にて求めた短期許容せん断耐力  $Q_{ad}$  (kN) より検定を行います。

$$\frac{Q}{Q_{ad}} \leq 1.0$$

### 5.5.5 壁無双 450 の母材の検定

許容応力度計算にて抽出した軸力、負担せん断力からモーメントを算出し、断面検定を行います。

#### ■ 長期荷重時に圧縮となる場合の検定

圧縮軸力  $N$  のみの検定を行う。

$$\left( \frac{N}{A_e \eta f_c} \right) \leq 1.0$$

ここで、  $N$  : 設計用圧縮軸力(N)

$A_e$  : 圧縮用有効断面積(mm<sup>2</sup>)

$\eta$  : 座屈低減係数

$$\begin{cases} \lambda \leq 30 \text{ のとき } \eta = 1 \\ 30 < \lambda \leq 100 \text{ のとき } \eta = 1.3 - 0.01\lambda \\ 100 < \lambda \text{ のとき } \eta = \frac{3000}{\lambda^2} \end{cases}$$

$$\lambda = l_k / i$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{h}{3.46}$$

$l_k$  : 横架材間の距離(mm)

$i$  : 座屈方向の断面 2 次半径(mm)

$I$  : 座屈方向の断面 2 次モーメント(mm<sup>4</sup>)

$A$  : 断面積(mm<sup>2</sup>)

$h$  : 座屈方向の材せい(mm)

$f_c$  : 許容圧縮応力度(N/mm<sup>2</sup>)

■短期荷重時に圧縮となる場合の検定

曲げモーメント  $M$  と圧縮軸力  $N$  の複合応力の検定を行う。

$$\left(\frac{N}{A_e \eta f_c}\right) + \left(\frac{M}{Z_e f_b}\right) \leq 1.0$$

ここで、  
 $N$  : 設計用圧縮軸力(N)  
 $A_e$  : 圧縮用有効断面積(mm<sup>2</sup>)  
 $\eta$  : 座屈低減係数  
 $f_c$  : 許容圧縮応力度(N/mm<sup>2</sup>)  
 $M$  : 設計用曲げモーメント(Nmm)  
 $M =$  分担水平力  $\times$  壁内法高さ  
 $Z_e$  : 有効断面係数  
 $f_b$  : 許容曲げ応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$$f_b = F_b \times K_d \times K_z \times K_s \times K_m$$

$K_d$  : 荷重継続時間の影響係数

長期 1.10, 中長期 1.43, 中短期 1.60, 短期 2.00

$K_z$  : 寸法調整係数

300mm 以下 1.00, 300mm 超え 450mm 以下 0.96

$K_s$  : システム係数(=1.00)

$K_m$  : 含水率の影響係数

使用環境Ⅰ (常時湿潤状態) 0.70

使用環境Ⅱ (断続湿潤状態) 0.80

使用環境Ⅲ (使用環境Ⅰ,Ⅱ以外) 1.00

$h$  : 座屈方向の材せい(mm)

■短期荷重時に引張軸力となる場合の検定

曲げモーメント  $M$  と引張軸力  $N$  の複合応力の検定を行う。

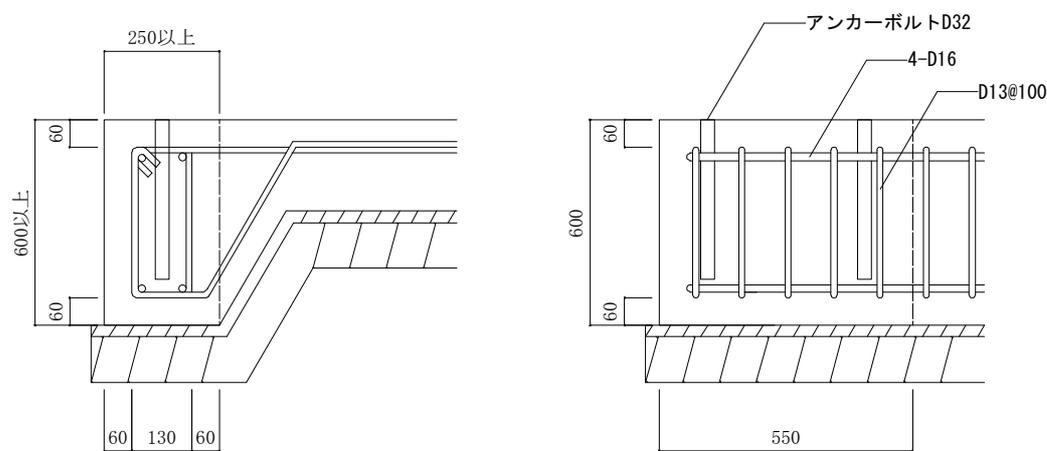
$$\left(\frac{N}{A_e \eta f_t}\right) + \left(\frac{M}{Z_e f_b}\right) \leq 1.0$$

ここで、  
 $N$  : 設計用引張軸力(N)  
 $A_e$  : 引張用有効断面積(mm<sup>2</sup>)  
 $f_t$  : 許容引張応力度(N/mm<sup>2</sup>)  
 $M$  : 設計用曲げモーメント(Nmm)  
 $M =$  分担水平力  $\times$  壁内法高さ  
 $Z_e$  : 有効断面係数  
 $f_b$  : 許容曲げ応力度(N/mm<sup>2</sup>)

## 5.6 基礎の設計に関して

標準的な基礎の設計例を以下に示します。参考とし実況に合わせて設計してください。また、アンカーボルトの性能としては、4.2(2)を満足するものとしてください。

例)壁幅  $W=120\text{mm}$  壁高さ  $H=2840\text{mm}$ 、コンクリート設計基準強度  $F_c=24\text{N/mm}^2$  で耐力壁の引抜力のみが作用する場合



※ $W=150\text{mm}$  の場合は、主筋を 4-D19 とする。

### ・材料性能

#### 鋼棒

E	2050	kN/mm <sup>2</sup>	d	30	mm
Ft	295.0	N/mm <sup>2</sup>	As	594	mm <sup>2</sup>
Fs	170.3	N/mm <sup>2</sup>	Z	2651	mm <sup>3</sup>
Fb	295.0	N/mm <sup>2</sup>			

#### 基礎

E <sub>c</sub>	22668.9	N/mm <sup>2</sup>
F <sub>c</sub>	24.0	N/mm <sup>2</sup>
b	300.0	mm 基礎幅

### ・スターラップ

#### W=120 の場合

2-D16	at	199	mm <sup>2</sup>
SD295A	ft	295	N/mm <sup>2</sup>
D13@100	at	127	mm <sup>2</sup>
	ft	295	N/mm <sup>2</sup>

#### W=150 の場合

2-D19	at	287	mm <sup>2</sup>
SD295A	ft	295	N/mm <sup>2</sup>
D13@100	at	127	mm <sup>2</sup>
	ft	295	N/mm <sup>2</sup>

■基礎に生じる力の算出

W=120

耐力壁による断面力の算出

短せん断	Qa	=	10.2 kN
壁高さ	H	=	2840 mm
柱脚	M	=	28.968 kNm
有効幅	B	=	525 mm
基礎せん断	Q	=	55.2 kN
引抜力	Tu	=	82.8 kN

W=150

耐力壁による断面力の算出

短せん断	Qa	=	12.9 kN
壁高さ	H	=	2840 mm
柱脚	M	=	36.636 kNm
有効幅	B	=	525 mm
基礎せん断	Q	=	69.8 kN
引抜力	Tu	=	104.7 kN

■基礎梁の許容せん断耐力及び許容モーメントの算出

・短期許容せん断耐力の算定式

$$sQ_a = bj \left( s\alpha \cdot s f_s + 0.5 s f_{wt} (p_w - 0.002) \right)$$

・短期許容曲げモーメントの算定式

$$sM_a = a_t \cdot s f_t \cdot j = a_t \cdot s f_t \cdot \frac{7}{8} (D - 0.07)$$

W=120

許容せん断耐力の算出

Qa	238.7 kN	b	300 mm
		j	472.5 mm
		d	540 mm
		$\alpha$	1
		fs	0.73 N/mm <sup>2</sup>
		fwt	295 N/mm <sup>2</sup>
		pw	0.008467
		aw	254 mm <sup>2</sup>
		x	100 mm

W=150

許容せん断耐力の算出

Qa	238.7 kN	b	300 mm
		j	472.5 mm
		d	540 mm
		$\alpha$	1
		fs	0.73 N/mm <sup>2</sup>
		fwt	295 N/mm <sup>2</sup>
		pw	0.008467
		aw	254 mm <sup>2</sup>
		x	100 mm

許容モーメントの算出

M	55.5 kNm	at	398 mm <sup>2</sup>
		ft	295 N/mm <sup>2</sup>
		j	472.5 mm
		d	540 mm

許容モーメントの算出

M	80.0 kNm	at	574 mm <sup>2</sup>
		ft	295 N/mm <sup>2</sup>
		j	472.5 mm
		d	540 mm

→断面力を上回った。…ok

## ■アンカーボルトの検定

### ■仕様

□アンカーボルト	D32	SD390	
軸部の直径	d =	27.51	mm
頭部の直径	D =	46	mm
周長	$\psi$ =	99.9	mm
ネジ部断面積(M30)	$s_c a$ =	561	mm <sup>2</sup>
規格降伏点強度	$s \sigma_y$ =	390	N/mm <sup>2</sup>
引張強度			
	$s \sigma_{pa} = \alpha_{yu} \cdot s \sigma_y =$	487.5	N/mm <sup>2</sup>
終局状態係数	$\alpha_{yu} =$	1.25	
埋込長さ	$l_{ce} = l_c =$	420	mm
支圧面積	$A_0 = \pi (D^2 - d^2) / 4 =$	1067.51	mm <sup>2</sup>
長期付着許容応力度			
	$f_a = 1.35 + F_c / 25 =$	2.31	N/mm <sup>2</sup>

□コンクリート

圧縮基準強度  $F_c = 24$  N/mm<sup>2</sup>

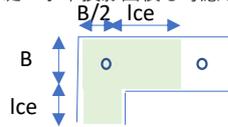
コーン破壊に対する引張強度

$c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c} = 1.519$  N/mm<sup>2</sup>

コーン状破壊面の有効水平投影面積

$A_c = B \cdot (B/2 + l_{ce}) + B \cdot (l_{ce} - B/2) = 252000$  mm<sup>2</sup>

⇒  $A_c$  は基礎の水平投影面積も考慮した面積とした。



最低基礎幅  $B = 300$  mm

支圧強度

$f_n = \sqrt{A_c / A_0} \cdot F_c = 368.7$  N/mm<sup>2</sup>

### ■各種短期引張耐力の算出

付着耐力	:	$p_{aa} = 1.5 \cdot f_a \cdot \psi \cdot l_{ce}$	=	145.4	kN
鉄筋降伏	:	$p_{as} = s \sigma_{pa} \cdot s_c a$	=	273.5	kN
コーン状破壊	:	$p_{ac} = 2/3 \cdot c \sigma_t \cdot A_c$	=	255.1	kN

支圧耐力の検定 :  $A_0 / p_n = 256.191$  N/mm<sup>2</sup> <  $f_n$

### ■検定

#### ①耐力壁の短期許容せん断力時のアンカーボルトの検定

付着耐力 :  $p_{aa} = 145.4$  kN > 107.36 kN ⇒ ok

#### ①'耐力壁の短期許容せん断力時のアンカーボルトの検定(実耐力)

付着耐力 :  $p_{aa} = 145.4$  kN > 139.32 kN ⇒ ok

#### ②耐力壁の最大耐力時のアンカーボルトの検定

鉄筋降伏 :  $p_{as} = 273.5$  kN > 244.68 kN ⇒ ok

コーン状破壊 :  $p_{ac} = 255.1$  kN > 244.68 kN ⇒ ok