

たて桝上下端の必要接合部倍率 簡易計算法 (新計算法)

品確法の性能表示制度において、耐震等級 2、耐震等級 3、耐風等級 2 を、仕様規定(壁量計算)によって表示する場合は、平成 13 年国土交通省告示第 1540 号に定める規定のほかに、たて桝上下端の接合部の確認と、基礎及び横架材の確認が、新たな規定として加わります。これらは、簡単な壁量計算で、倒壊等に至るまでの性能評価を行うための付帯条件になっています。

たて桝上下端の接合部については、その周囲の耐力壁の種類や配置を考慮した上で必要とされる引張力が、その接合の引張耐力を超えていないことを確認する必要があります。

この計算法は、以下の条件の建築物について、適用することができます。

本計算法の適用対象

構造方法	枠組壁工法の建築物	
性能表示する等級	耐震等級(構造躯体の倒壊等防止)	等級 2、等級 3
	耐震等級(構造躯体の損傷防止)	等級 2、等級 3
	耐風等級(構造躯体の倒壊等防止及び損傷防止)	等級 2
該当する告示条文	平成 13 年国土交通省告示第 1347 号(評価方法基準) ・「第 5 の 1-1(3)へ① b(i)」における、「たて桝上下端の接合部に必要とされる引張力」の確認 ・「第 5 の 1-2(3)へ」における「1-1(3)へ① b(i)」の適合 ・「第 5 の 1-4(3)へ① b)」における「1-1(3)へ① b(i)」の適合	

※ 各等級 1 においても、適用することは望ましい。

本計算法の適用条件

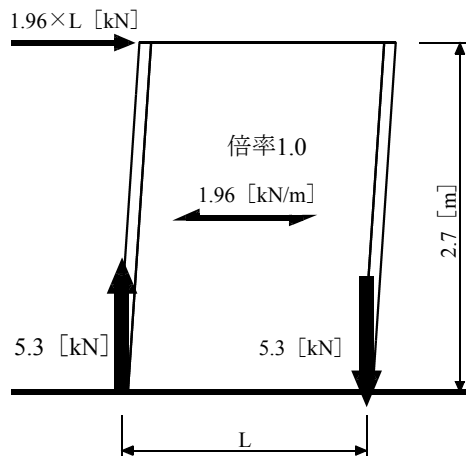
各部仕様	平成 13 年国土交通省告示第 1540 号 第 2～第 8 に適合 (仕様規定にすべて適合して壁量計算を行うもの)	
階数	平屋建て、2 階建て	
階高	3,300mm 以下	
特殊な構造形態等	オーバーハング	○ 適用可
	セットバック	○ 適用可 (2m を超えるセットバックは直下にたて桝が必須)
	両面開口(告示第 5 第七号)	○ 適用可
	同一壁線上の異なる「倍率」	○ 適用可
	スキップフロア	× 適用不可
	通したて桝	× 適用不可

この計算法では、各々のたて枠接合部に必要な「必要接合部倍率」が導かれます。

「必要接合部倍率 1.0」とは、その接合部に、5.3 [kN] (約 540kgf) の引き抜き力が生ずる可能性があることを意味しています。

耐力壁に地震、風等の水平力が加わったとき、耐力壁の端のたて枠には圧縮力または引張力が発生します。

「必要接合部倍率 1.0」は、高さ 2.7 [m] で「倍率 1.0」の耐力壁が単独である場合(反曲点高比 1.0)に、たて枠脚部に発生する最大の軸力(圧縮力、引張力)に該当します。



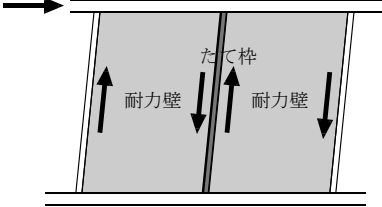
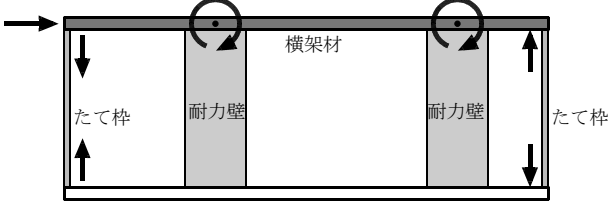
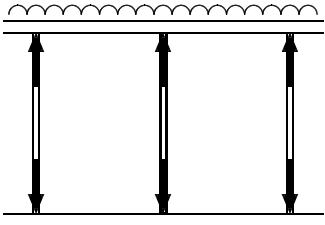
耐力壁の倍率 1.0 は、1.96 [kN/m]

$$1.96 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \times \frac{2.7 \text{ [m]}}{L \text{ [m]}} = 5.3 \text{ [kN]} \quad \rightarrow \text{必要接合部倍率 1.0}$$

また、この計算法の結果は、引張力に読み替えることで、基礎ばりの構造計算に適用することもできます。

たて枠上下端の必要接合部倍率 N [倍] は、下式によって求めます。

$$N = | N_A + \alpha N_M | - N_w \quad \dots (1)$$

<p>N_A</p> <p>頭部用 : N_{AU} 脚部用 : N_{AD}</p>	<p>たて枠左右の耐力壁の負担モーメントによる接合部倍率</p>  <p>耐力壁の転倒モーメントによって生ずる軸力です。 たて枠の左右に耐力壁があれば圧縮力と引張力が相殺されます。左右で同一の場合は0です。</p> <p>→ 1 .</p>
<p>αN_M</p>	<p>横架材に生ずる曲げモーメントによる接合部倍率</p>  <p>耐力壁より伝達されるモーメントにより、上下の横架材(側根太、端根太)には曲げモーメントが生じ、併せてせん断力が発生します。本計算法では、このせん断力を、建物端部のたて枠が軸力として負担するものと考えます。</p> <p>α : N_M の分配比</p> <p>→ 2 .</p>
<p>N_w</p> <p>頭部用 : N_{wu} 脚部用 : N_{wd}</p>	<p>たて枠が負担する鉛直力による接合部倍率</p>  <p>建物の固定荷重(自重)と積載荷重はたて枠によって支えられています。たて枠の引張力を打ち消す方向に働きます。</p> <p>→ 3 .</p>

(1)式において、 $| |$ は絶対値 (absolute value) を意味します。

N の計算結果がマイナスの場合、たて枠に引き抜き力が生じないことを意味します。

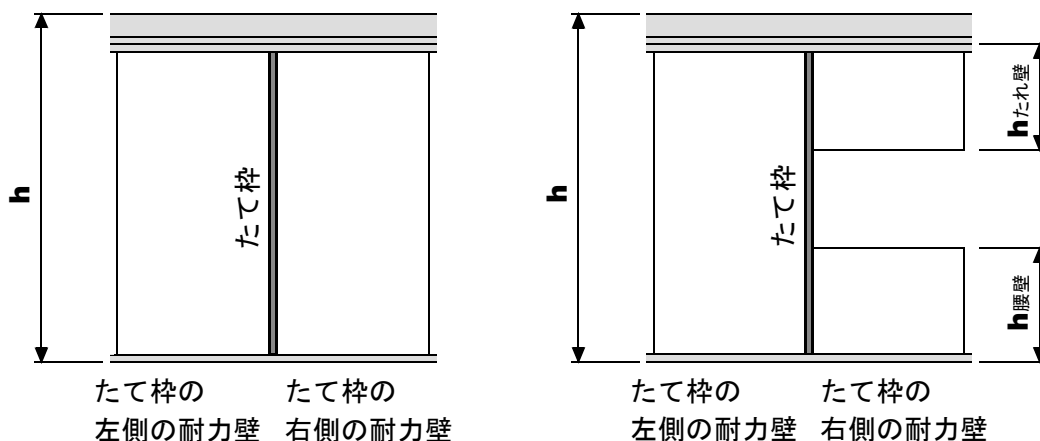
1. N_A の計算

N_A : たて枠左右の耐力壁の負担モーメントによる接合部倍率

耐力壁の転倒モーメントによって生ずる軸力です。

たて枠の頭部に生ずる軸力 N_{AU} と、たて枠の脚部に生ずる軸力 N_{AD} は、それぞれ異なる計算式で算出します。

たて枠の左右に耐力壁があれば圧縮力と引張力が相殺されます。左右の耐力壁の仕様が同一である場合は、 $N_{AU} = N_{AD} = 0$ となります。



■ たて枠の頭部に生ずる軸力

$$N_{AU} = | A_L \times (1 - B_L) - A_R \times (1 - B_R) | \times \frac{h}{2.7} \dots\dots (2)$$

■ たて枠の脚部に生ずる軸力

$$N_{AD} = | A_L \times B_L - A_R \times B_R | \times \frac{h}{2.7} \dots\dots\dots (3)$$

【記号等の凡例】

- | | : 絶対値 (absolute value) を意味します。
- A_L : 当該たて枠の左側の耐力壁の「倍率」(耐力壁線の左端では 0)
- A_R : 当該たて枠の右側の耐力壁の「倍率」(耐力壁線の右端では 0)
- B_L : 当該たて枠の左側の耐力壁の反曲点高比
- B_R : 当該たて枠の右側の耐力壁の反曲点高比
- h : 階高 [m] (たて枠の左右で階高が異なる場合は大きいほう)
- $h_{たれ壁}$: たれ壁の高さ [m] (上枠の上端までの高さ)
- $h_{腰壁}$: 腰壁の高さ [m] (下枠の下端までの高さ)

たれ壁、腰壁がある場合、 A_L 及び A_R は、下式によって低減した「倍率」を有する耐力壁とみなして計算します。

$$\text{たれ壁の「倍率」} = \text{同仕様の耐力壁の「倍率」} \times 0.5 \times \frac{h_{\text{たれ壁}}}{h}$$

$$\text{腰壁の「倍率」} = \text{同仕様の耐力壁の「倍率」} \times 0.5 \times \frac{h_{\text{腰壁}}}{h}$$

※たれ壁、腰壁の合板等の張り方について

本計算法は、たれ壁部、腰壁部の合板等が耐力壁部とつながっていない「いも張り」の場合を前提としています。「掛け張り」とした場合は、より安全側の結果となることが、実験により確認されています。

■反曲点高比 B_L 、 B_R

(2)式、(3)式で、反曲点高比 B_L 、 B_R の値は、以下の数値を用います。

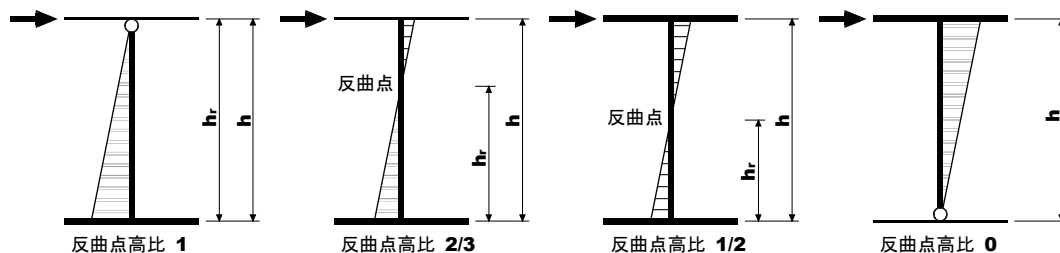
- ・ 最上階の耐力壁 : **2/3**
(上部に頭つなぎしかない耐力壁)
- ・ 下階の耐力壁 : **1/2**
(上部に連続した横架材のある耐力壁)
- ・ たれ壁 : **0**
- ・ 腰壁 : **1**

ただし、最上階のたて枠の頭部に引き抜き力を生じさせたくない場合は、最上階の耐力壁の反曲点高比及び最上階のたれ壁の反曲点高比をともに **1** とすることができます。

その結果、最上階のたて枠頭部は $N \leq 0$ となりますが、そのぶん脚部の引き抜き力が大きくなります。

※反曲点高比とは

耐力壁に水平力が作用すると、せん断抵抗すると同時に、曲げ応力が発生しています。通常、耐力壁の上部と下部では逆向きの曲げモーメントが生じていますが、その間に曲げモーメントが0となる点があります。この点が「反曲点」です。反曲点の高さ h_r の、階高 h に対する比率を、「反曲点高比」といいます。



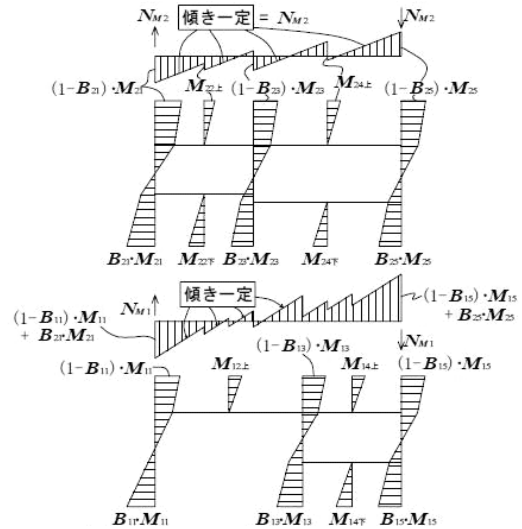
2. αN_M の計算

N_M : 横架材に生ずる曲げモーメントによる接合部倍率
 α : **N_M** の分配比

耐力壁より伝達されるモーメントにより、耐力壁上下の横架材(側根太、端根太、一部の頭つなぎ等)には曲げモーメントが発生します。

このとき、横架材には同時にせん断力が生じます。

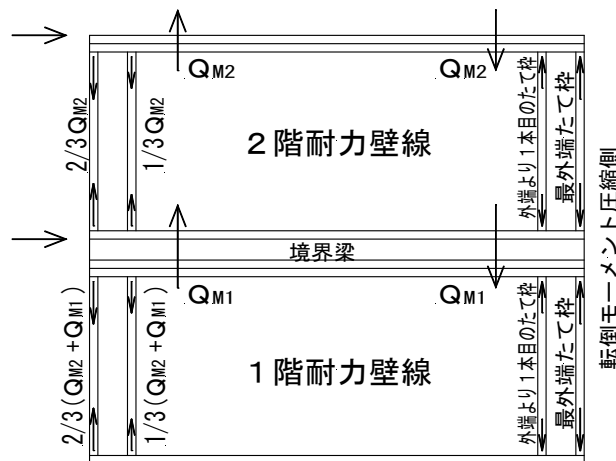
本計算法では、このせん断力が横架材の端部に集中するものと考え、建物の端部近くにあるたて枠が軸力 **N_M** を負担するものとして必要接合部倍率に算入します。



■ N_M の一般式

$$N_{Mi} = \frac{i\text{階より上階の横架材のモーメントの総和}}{i\text{階の耐力壁線の長さ}} \dots\dots\dots (4)$$

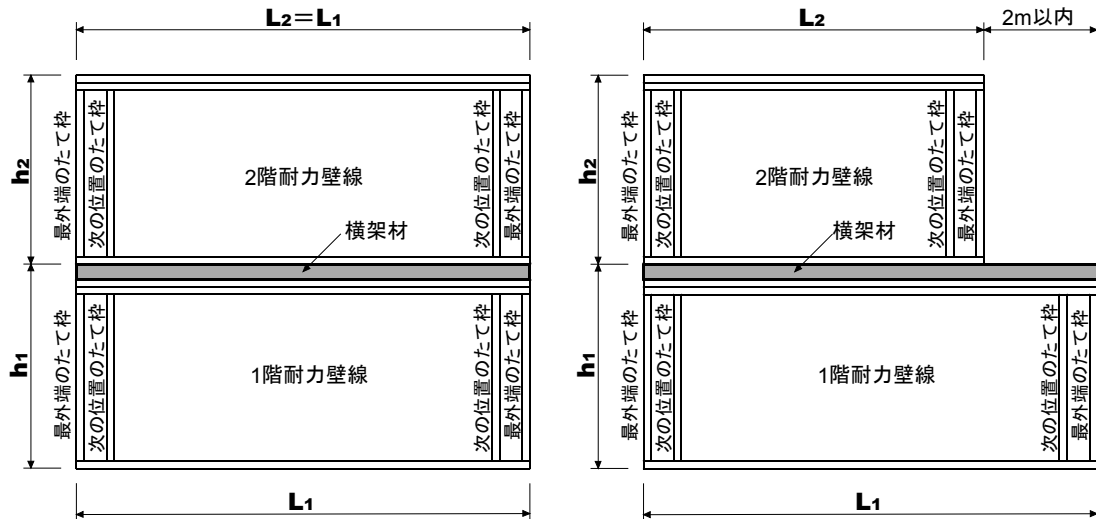
本計算法は壁量計算に併せて用いることを前提としていますので、モーメントの算出は行いません。したがって実際には、2階建て以下の建物において、以下の式(5)～式(8)を用いて計算します。



N_M は、耐力壁線の端部近くのたて枠が負担し、中間部のたて枠には負担させません。このとき、通常は、上図のように、最外端のたて枠と、その次の位置が分担して負担すると考えます。 **N_M** の分配比を **α** で表します。

(1) N_M の運用式 1

- ・ 平屋建ての場合
- ・ 総 2 階の場合
- ・ 2 階が 2m 以内でセットバックしており、1 階耐力壁線の上の横架材(端根太、側根太)が、1 階耐力壁線の外端まで通っている場合



総 2 階の場合

セットバック(2m 以内):1 階耐力壁線の
外端まで横架材が通っている場合

$$N_{M2} = \frac{2 \text{ 階の耐力壁の壁量} \times (1 - B_2) + 2 \text{ 階のたれ壁の壁量}}{L_2} \times \frac{h_2}{2.7} \dots (5)$$

$$N_{M1} = \frac{2 \text{ 階の耐力壁の壁量} + 2 \text{ 階のたれ壁及び腰壁の壁量}}{L_1 \times \beta} \times \frac{h_2}{2.7} + \frac{1 \text{ 階の耐力壁の壁量} \times (1 - B_1) + 1 \text{ 階のたれ壁の壁量}}{L_1} \times \frac{h_1}{2.7} \dots (6)$$

【記号等の凡例】

 N_{M2} : 2 階の N_M N_{M1} : 1 階の N_M 耐力壁の壁量 = Σ (耐力壁の「倍率」 × 当該耐力壁の長さ [m])たれ壁の壁量 = 同仕様の耐力壁の壁量 × 0.5 × $\frac{h_{\text{たれ壁}}}{h_{\text{壁}}}$ 腰壁の壁量 = 同仕様の耐力壁の壁量 × 0.5 × $\frac{h_{\text{腰壁}}}{h_{\text{壁}}}$

- B₂** : 2階の耐力壁の反曲点高比 **2/3**
B₁ : 1階の耐力壁の反曲点高比(最上階の場合 **2/3**、下階の場合 **1/2**)
L₂ : 2階の耐力壁線の長さ [m]
L₁ : 1階の耐力壁線の長さ [m]
h₂ : 2階の階高 [m]
h₁ : 1階の階高 [m]
 (各階で異なる階高が併用されている場合、最も大きい値)
β : 余裕率比

$$\beta = \frac{\text{2階の壁量充足率}}{\text{1階の壁量充足率}} = \frac{\frac{\text{2階の設計壁量}}{\text{2階の必要壁量}}}{\frac{\text{1階の設計壁量}}{\text{1階の必要壁量}}}$$

※ 設計壁量、必要壁量は、性能表示する等級(耐震等級 2、3、耐風等級 2)に対応する値を用います。

※ 地震に対する **β** の値、風に対する **β** の値をそれぞれ計算して、小さいほうの値を用います。

なお、「1. **N_A** の計算」において、最上階の耐力壁及びたれ壁の反曲点高比を **1** として計算した場合は、**N_M** を計算する場合も、**B₁**(最上階の場合)及び **B₂** を **1** とします。

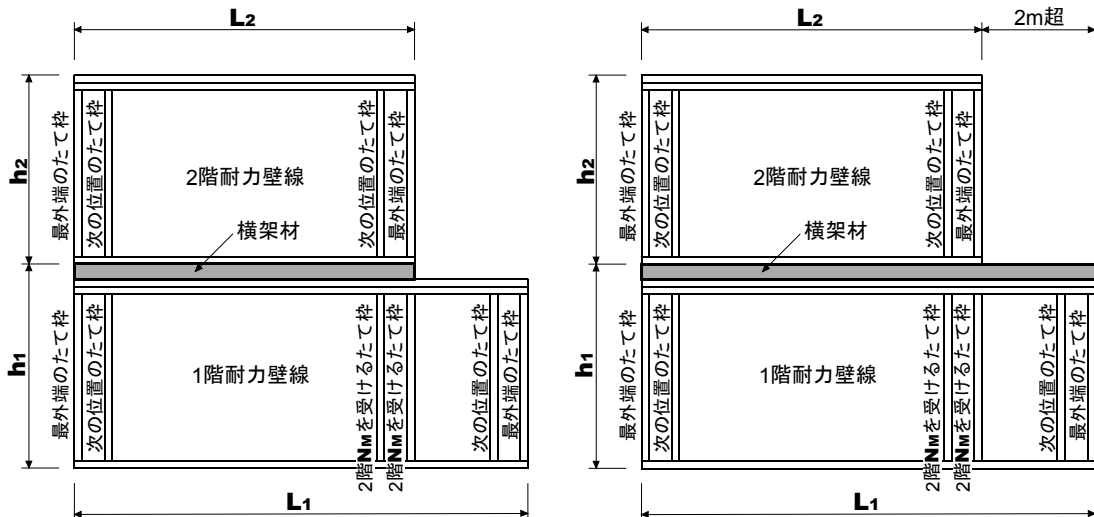
(6)式第1項の分母は、本来 **L₂** が入るところが **L₁** になっています。これは、セットバックしている場合を想定して、**L₂/L₁** の値を乗じた補正をすませたかたちの式としているためです。総2階の場合は **L₁ = L₂** ですから、(6)式をそのまま用いることができます。

平屋建ての場合は、(5)式のみ用い、2階を1階に読み替えて運用します。

$$N_{M1} = \frac{\text{1階の耐力壁の壁量} \times (1 - B_1) + \text{1階のたれ壁の壁量}}{L_1} \times \frac{h_1}{2.7} \dots (7)$$

(2) N_M の運用式 2

- ・ 2階がセットバックしており、1階耐力壁線の上の横架材(端根太、側根太)が、2階耐力壁線外端で止まっている場合(頭つなぎのみ1階耐力壁線外端まで通っている場合)
- ・ 2階がセットバックしており、1階耐力壁線の上の横架材(端根太、側根太)が、1階耐力壁線の外端まで通っているが、セットバックが2mを超える場合



セットバック:横架材が2階耐力壁線の
外端で止まっている場合
(総2階+下屋の場合)

セットバック(2mを超える):
1階耐力壁線の
外端まで横架材が通っている場合

■ 2階最外端のたて枠

$$N_{M2} = \frac{2 \text{階の耐力壁の壁量} \times (1 - B_2) + 2 \text{階のたれ壁の壁量}}{L_2} \times \frac{h_2}{2.7} \dots (5)$$

■ 総2階部分の最外端の1階たて枠(上図では左端)

$$N_{M1} = \frac{2 \text{階の耐力壁の壁量} + 2 \text{階のたれ壁及び腰壁の壁量}}{L_2 \times \beta} \times \frac{h_2}{2.7} + \frac{1 \text{階の耐力壁の壁量} \times (1 - B_1) + 1 \text{階のたれ壁の壁量}}{L_1} \times \frac{h_1}{2.7} \dots (8)$$

■ 下屋部分の最外端の1階たて枠(上図では右端)

$$N_{M1} = \frac{1 \text{階の耐力壁の壁量} \times (1 - B_1) + 1 \text{階のたれ壁の壁量}}{L_1} \times \frac{h_1}{2.7} \dots (7)$$

(平屋建ての場合と同じ式)

■ 2階セットバック最外端の直下の1階たて桝(中間部のたて桝)

$$N_{M1} = \frac{\text{2階の耐力壁の壁量} + \text{2階のたれ壁及び腰壁の壁量}}{L_2 \times \beta} \times \frac{h_2}{2.7} \dots (9)$$

【記号等の凡例】(1) 運用式1の場合と同じ

これらの場合、図に示すように、2階最外端の直下に、2階 N_M を負担することのできる中間部たて桝を、最低1本設ける必要があります。

2階のたて桝に生ずる軸力 N_{M2} については、運用式1と同じです((5)式)。

2階部分の耐力壁によって横架材に生じるモーメントは、下屋部分(図では右端)まで伝達されないものと考えます。そして、2階のセットバックしている最外端に生ずる軸力は、直下のたて桝にそのまま伝達されると考えます。このとき、1階の中間部のたて桝にも例外的に N_M が生じます。

したがって、1階のたて桝に生ずる軸力 N_{M1} は、たて桝位置(2階との関係)によって、(7)式～(9)式を使い分ける必要があります。

(3) α による N_M の分配

最外端の次の たて枠の位置		たて枠頭部の α	たて枠脚部の α
500mm 以内	最外端のたて枠	- 2/3	2/3
	最外端の次の位置のたて枠	- 1/3	1/3
500mm 超 (開口のある場合 等)	最外端のたて枠	- 1	1
	最外端の次の位置のたて枠	0	0
2 階セットバック外端部の 直下の 1 階たて枠		直上の 2 階たて枠の α	
その他のたて枠		0	0

横架材に生ずる曲げモーメントによる接合部倍率 N_M は、建物端部近くにあるたて枠が負担し、中間部のたて枠は負担しません(前項の(9)式の場合を除きます)。

耐力壁線最外端のたて枠と、その次の位置のたて枠の間隔が 500mm 以内の場合は、2 箇所のだて枠に 2:1 の割合で N_M を負担させます。

間隔が 500mm を超える場合、最外端のたて枠がすべての N_M を負担します。基本モジュールの関係等でたて枠間隔が大きい場合ばかりでなく、建物外端部に開口がある場合も該当します。

たて枠頭部の N_M は、 N_A と相殺されるため、その差分が引き抜き力になります。したがって、たて枠頭部の α は負数となっており、(1)式において $N_A - \alpha N_M$ の絶対値を用いることで接合部倍率が算出されます。

なお、前項(9)式において 2 階たて枠の N_M を直接負担する 1 階たて枠については、2 階の α で分配した値をそのまま負担するものとし、頭部は負数、脚部は正数として αN_M の値とします。

3. N_w の計算

N_w : たて枠が負担する鉛直力による接合部倍率

建物の固定荷重(自重)と積載荷重はたて枠によって支えられています。たて枠には圧縮力として作用しますので、引張力を打ち消す働きをします。

たて枠の間隔が 400 [mm] ~ 500 [mm] の場合、均し荷重による概算により、以下の値を用いることができます。

通常はこの値を用いて差し支えありません。

N_w の標準値 (たて枠間隔 400mm ~ 500mm)

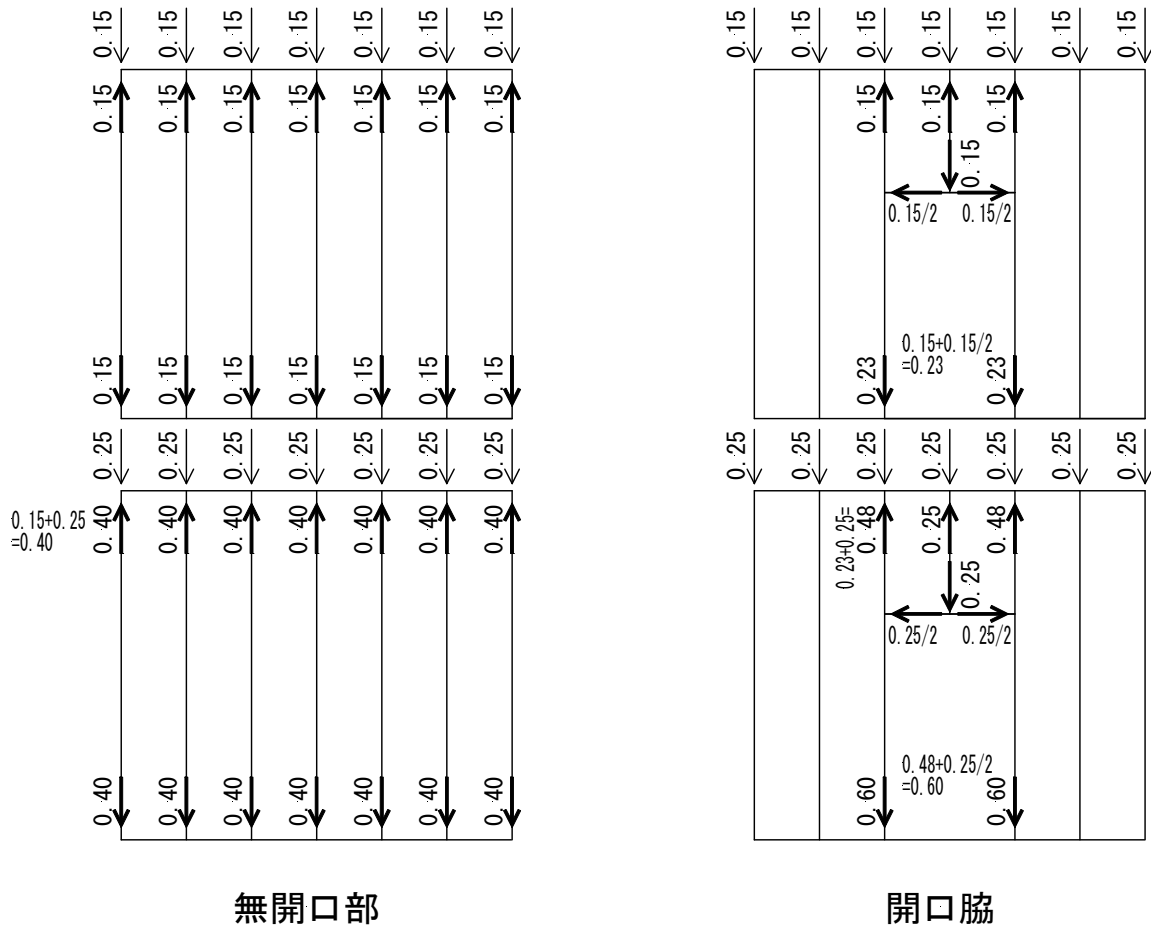
最上階のたて枠の N_w	0.15
下階のたて枠の N_w	0.40

開口の脇のたて枠は、必然的に N_A の値が大きくなってしまいますが、負担している鉛直荷重も大きいため、 N_w を大きく見積もることによって、 N の値の増加が抑えられます。

多少煩雑になりますが、下表のオプションにより、開口上部のたれ壁のたて枠が負担している N_w を、開口両脇のたて枠に分配することができます。このとき、たて枠の頭部に生ずる軸力 N_{wu} と、たて枠の脚部に生ずる軸力 N_{wd} を、それぞれ算出します。

オプション : 開口部の N_w の分配 (たて枠間隔 400mm ~ 500mm の場合)

最上階の たて枠	頭部の軸力 N_{wu}		0.15
	脚部の軸力 N_{wd}	たて枠に接する 開口なし	0.15
		たて枠に接する 開口あり	0.15 + 開口上部のたれ壁たて枠の N_{wu} の当該たて枠側分を負担
下階の たて枠	頭部の軸力 N_{wu}		0.25 + 直上の N_{wd}
	脚部の軸力 N_{wd}	たて枠に接する 開口なし	当該階の N_{wu} と同じ
		たて枠に接する 開口あり	当該階の N_{wu} + 開口上部のたれ壁たて枠の N_{wu} の当該たて枠側分を負担



たて枠の N_w の算定例

表の値を用いない場合は、たて枠の負担鉛直力を精算します。

このとき、

$$N_w = \text{当該たて枠の負担鉛直力 [kN]} \div 5.3 \text{ [kN]}$$

とします。

必要接合部倍率 N の算出において、 N_w の値は小さいほうが安全側の評価ですので、算定が複雑になる場合は、 N_w が小さくなるよう簡略化しても、あるいは $N_w = 0$ としても差し支えありません。

通常の場合、精算したほうが、 N_w の値を大きく取ることができます。

注意事項

- 耐力壁線の交差部にあるたて枠は、X 方向、Y 方向それぞれの必要接合部倍率を算定し、大きいほうの値を必要接合部倍率とします。両方向の値を加算する必要はありません。
- 耐力壁線が雁行している場合、それぞれ別の耐力壁線として扱います。
- 1 階と 2 階で耐力壁線のずれがある場合、それぞれ別の枠組面とみなします。通りごとに枠組図を作成して必要接合部倍率 **N** を算定します。
例えば、2 階のみに耐力壁があって、1 階に耐力壁のない枠組もあり得ます。このとき、1 階最外端のたて枠では、**N_A** は生じませんが、**N_M** が生じるようになります。

- したがって、耐力壁の存在しているすべての通りについて、枠組図を作成して、**N** を算定することになります。

- 図に示すように、ひとつの枠組面において、1 階の最外端が開口部で、たて枠がない場合もあり得ます。このとき、1 階に発生する **N_M** は、1 階開口部上の横架材やまぐさを介して、開口部の脇のたて枠に適切に分配する必要があります。

