



WRC 一貫構造計算プログラム [ビルディング・エディタ/W]

Building Editor/W Ver.2

ユーザーズマニュアル

Structure

株式会社 ストラクチャー

目 次

1. プログラムの概要	
1.1 このプログラムで行っている構造計算	1
1.2 このプログラムの基本的な考え方	
(1) 耐力壁の認識	1
(2) 壁梁の認識	2
(3) 下階の壁抜け	3
1.3 建築物の制限	5
1.4 「ビルディング・エディタ」との違い	6
1.5 使用できる材料	7
1.6 取り扱える荷重	7
1.7 準拠する規準類	7
2. 構造計算の方法	
2.1 建物のモデル化	
2.1.1 用語の定義	8
2.1.2 建物のモデル化	9
2.2 準備計算	
2.2.1 荷重計算の概要	11
2.2.2 部材の重量	11
2.2.3 設計地震力	15
2.2.4 積雪荷重	16
2.2.5 剛性計算	17
2.2.6 壁量	18
2.2.7 基礎反力の計算	20
2.3 応力計算	
2.3.1 常時および積雪時の応力	22
2.3.2 地震荷重時の応力	22
2.3.3 建物の偏心を考慮した地震時応力の補正	23
2.4 断面計算	
2.4.1 耐力壁	25
2.4.2 壁梁	27
付録. エコープリントの仕様	29

1. プログラムの概要

1.1 このプログラムで行っている構造計算

このプログラムは「壁式鉄筋コンクリート造」の構造計算を行うものです。

ここで対象としているのは、いわゆる「計算ルート 1」に該当する構造計算（準備計算・応力計算・断面計算）で、層間変形角や保有水平耐力の計算は行っていません。そのための条件として、対象となる建築物が平成 13 年国土交通省告示第 1026 号に定める以下の条件を満足している必要があります。これらの条件が満たされていない場合は警告メッセージが出力されます。

- ・ 建物の地上階の階数が 5 以内であること
- ・ 階高が 3.5m 以内であること
- ・ 壁量(単位面積あたりの壁長さ)が規定値以上であること
- ・ ルート 1 の壁量を満足していること
- ・ 壁厚や配筋量が規定値以上であること

対象としている荷重条件は「常時」「積雪時」「地震時」の 3 つで、応力計算は、現在もっとも一般的に行われている以下のような方法を採用しています。

- ・ 常時・積雪時の応力：梁の荷重項をそのまま設計応力とする
- ・ 地震時の応力：平均せん断応力度法

断面計算の方法は日本建築学会の「壁式構造関係設計規準集・同解説」(2003)ならびに「壁式鉄筋コンクリート造設計・計算規準」(2015) に準拠しています。

ここで行う断面計算は耐力壁と壁梁を対象としたものになりますが、この他、製品に付属する二次部材の設計用プログラムにより、「スラブ」「小梁」「連続基礎」の断面計算を行うことも可能です。

大臣認定の取扱いについて

プログラムは大臣認定は取得していませんが、行政側から大臣認定構造計算プログラムを用いた構造計算書の構成についていくつかの文書が公開されていますので、構造計算書の目次、あるいは計算書の各ページに出力するヘッダーの内容等については、それらにしたがい、大臣認定プログラムに準じた仕様の構造計算書になるように設計されています。

1.2 このプログラムの基本的な考え方

(1) 耐力壁の認識

ラーメン構造の場合、鉛直荷重は「柱」により支持され、基礎に伝達されますが、壁式構造でその役割を果たしているのが「耐力壁」です。「耐力壁」とは、建物を構成している壁のうちのある一定の条件を満たしているものを指します。

ユーザーはプログラム内でたんに「壁」を配置するだけで、それが「耐力壁」になるかどうかの判定はプログラム内で自動的に行われます(ただしユーザーが強制的に「耐力壁」または「非耐力壁」と指定することも可)。

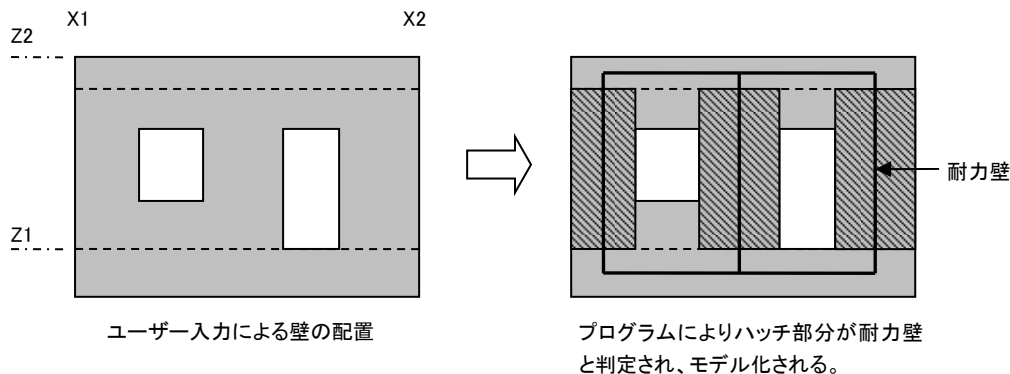


図 1.2-1 耐力壁の判定

建物の各階の床荷重は梁に伝達され、その梁の荷重は耐力壁に伝達されます(床荷重の一部は直接耐力壁に伝達される)。耐力壁に伝達された軸力は、その下に接続される下階の耐力壁に順次伝達され、最終的に最下階の「基礎」に到達します。

(2) 壁梁の認識

大梁についてはユーザーが断面リストを定義し、それを建物の軸上に配置していきますが、その大梁と、実際の応力計算に使用される梁の認識は必ずしも一致しません。プログラム内で前項のようにして耐力壁が認識されると同時に、耐力壁周辺の梁の配置も自動的に決定されるからです。

以下、両者を区別するために、ユーザーが配置したものを「大梁」、プログラム内で自動的に配置されたものを「壁梁」と呼ぶことにします。

壁梁は以下のような部分に配置されます。

- ・ 下階の壁の開口の上部
- ・ 下階に壁がないか、もしくは耐力壁にならない壁がある場合の、その上部

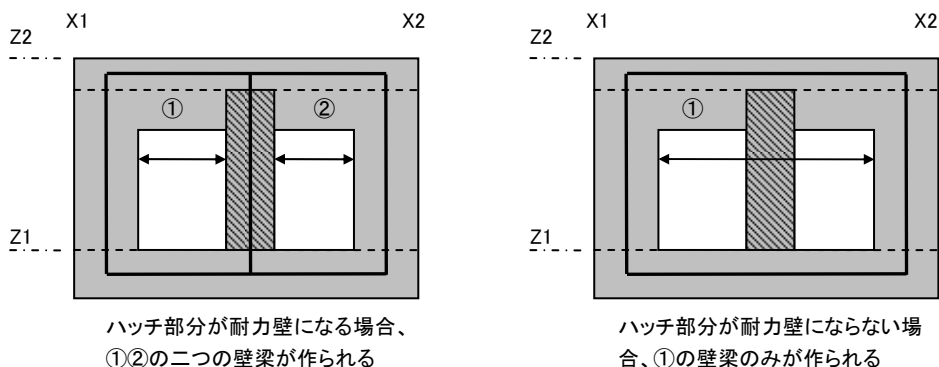


図 1.2-2 壁梁の配置

壁梁の荷重の伝達

前項で「梁に伝達された荷重は耐力壁に伝達される」と述べましたが、図 1.2-2 にあるのは、その梁が存在する面内に明確に耐力壁が存在する場合です。

しかし建物によっては、梁端の下部に耐力壁が存在しないケースもあり得ます。そのような場合、プログラムでは梁端の下部に存在する「直交方向の耐力壁」を検索します。それが存在する場合は、梁端部の荷重をその壁に伝達させることにします。もし直交方向にも有効な耐力壁が存在しない場合は、直交方向の梁に荷重を伝達させます。この場合、梁の荷重は直接耐力壁に伝達されず、直交方向の梁を経由して伝達されることになります（壁式構造としてはややイレギュラーな形式になりますので、「梁の下部に接続する有効な耐力壁がないため荷重を直交梁に伝達します」という警告メッセージが出力されます）。

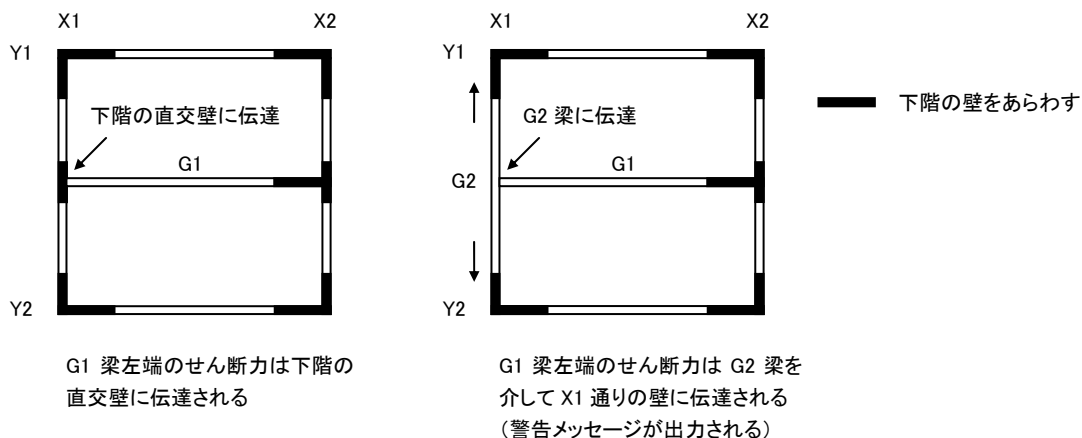


図 1.2-3 直交する壁または梁への荷重の伝達

壁梁の範囲

壁梁の配置は、「その梁の下部に接続する壁」の存在により決定され、「その梁の上部に接続する壁」には影響されません。したがって、壁梁の有効長さ(スパン長)は「下部に接続する耐力壁の間隔」になります(ただし最下階の梁については「上

部]を「下部」と読み替える)。図 1.2-4 を参照してください。

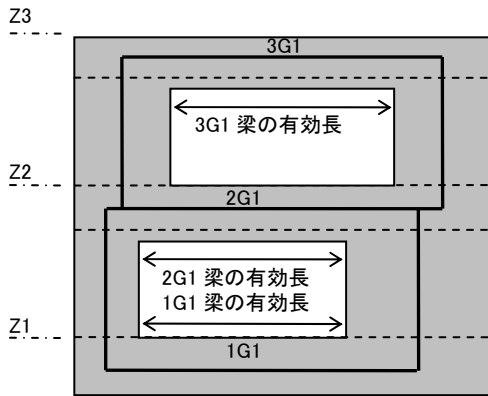


図 1.2-4 壁梁の有効スパン

壁梁にならない大梁

このプログラムでは、壁は必ず大梁の上に配置されます。また、壁の上部にも必ず大梁が存在しなければなりません。これは、大梁は壁の境界になるとともに床組の境界にもなるからです。

しかし、開口または壁に隣接する架構をもたない図 1.2-5 左のような耐力壁の場合、壁の上下に配置された大梁は壁梁としては認識されません。また、実際の設計においても、このような場合は耐力壁の上下にともに梁を設けない(基礎梁を除く)ことがあります。

このような、「データ作成上は必要だが実際には配置されていない大梁」を設ける場合は、大梁の断面リストの作成時に「伏図・軸組・断面リストに印刷しない」と指定することにより、印刷時には図 1.2-5 右のように表示されます(ただし画面上にはつねに表示されます)。

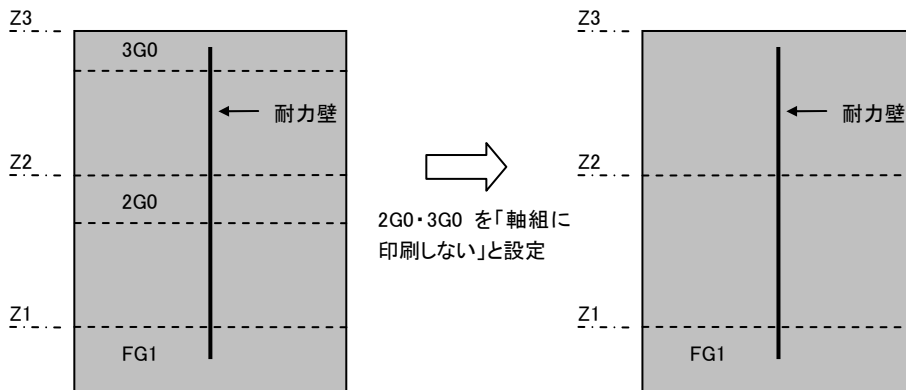
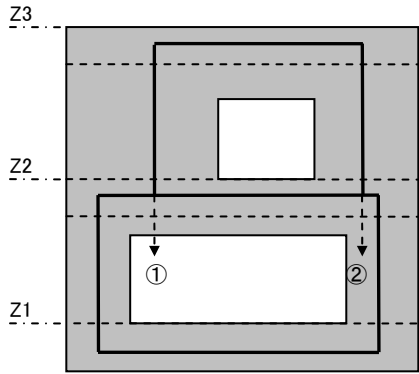


図 1.2-5 壁梁にならない大梁

(3) 下階の壁抜け

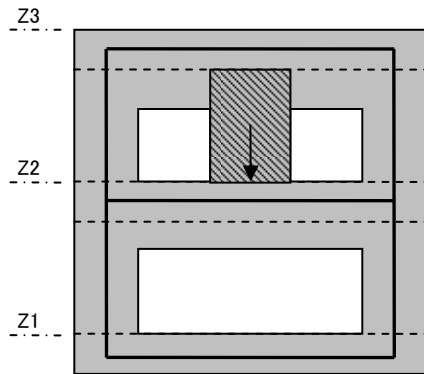
前述のとおり、壁式構造における荷重の伝達は、壁梁をかいして耐力壁に伝達されます。そして、耐力壁に伝達された荷重は、その下部に接続する耐力壁に順次伝達されて最終的に基礎に到達します。しかし、耐力壁の下に、その荷重を伝達する適切な耐力壁が存在しないケースがあります。いわゆる「下階の壁抜け」と言われるような状態ですが、このプログラムでは、「下階の壁抜け」の定義を、図 1.2-6 に示すように、「上階の耐力壁の断面の中心線が下階の耐力壁の断面内にはない場合」としています。



- ①上階柱の断面の中心線が下階柱の断面外になるので「下階の壁抜け」とみなす。
- ②上階柱の断面の中心線が下階柱の断面内なので「下階の壁抜け」とみなさない。

図 1.2-6 下階の壁抜けの定義

このプログラムの初期設定では、「下階の壁抜け」状態のものでも通常の耐力壁として扱うようになっていますが、これを「耐力壁として扱わない」とすることもできます。この場合は、通常の非耐力壁と同様、壁の荷重のみが下の梁に伝達されます(図 1.2-7)。



ハッチ部分は耐力壁の要件を満たしているが、「下階の壁抜け」状態になるため、これを耐力壁とはせず、たんに荷重のみを下に伝達させる。

図 1.2-7 「下階の壁抜け」を非耐力壁として扱うケース

「下階の壁抜け」を耐力壁とした場合・非耐力壁とした場合の応力状態の違いを図 1.2-8 にしめします。

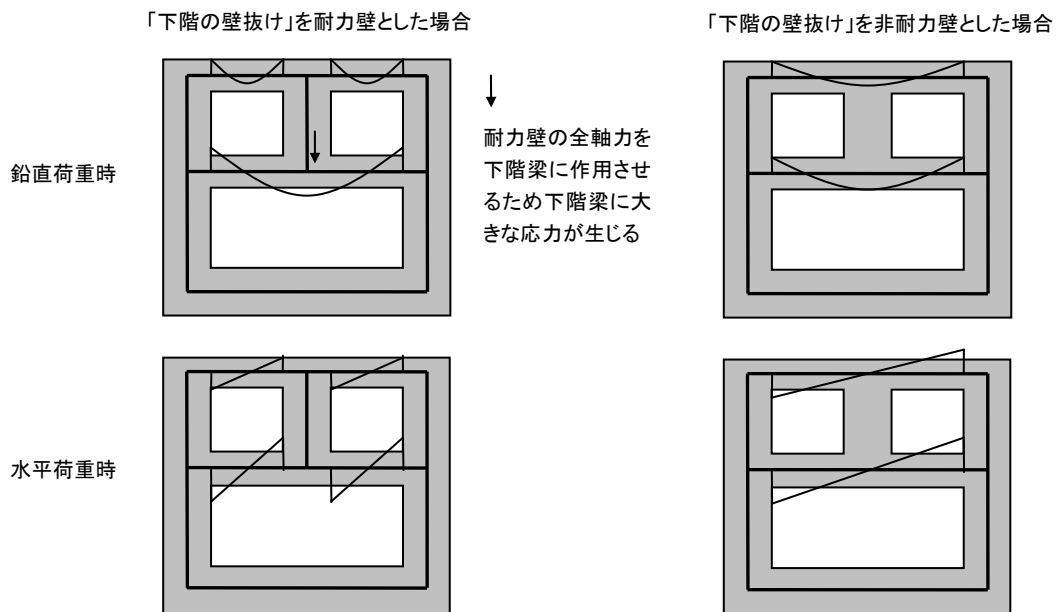


図 1.2-8 「下階の壁抜け」の取扱いによる応力状態の違い

耐力壁とする・しないのどちらの仮定を採用するかは周辺架構の状態にもよりますので一概にいうことはできません。また、いずれの場合にも、何らかの別途の検討を要する場合がありますので、このような壁があった場合、プログラムから以下のような警告メッセージが出力されます。

耐力壁とした場合

「耐力壁の下部に接続する耐力壁がないため荷重を壁梁に伝達します。」

非耐力壁とした場合

「壁の下部に接続する耐力壁がありません。指定により非耐力壁とします。」

許容されない「下階壁抜け」

このプログラムでは、以下のような「下階壁抜け」は許容していません。

- ・ 耐力壁の下部の壁梁の荷重が面内または直交方向の耐力壁に伝達されない(直交梁に伝達される)
- ・ 一つの壁梁の上部に複数の耐力壁が存在する

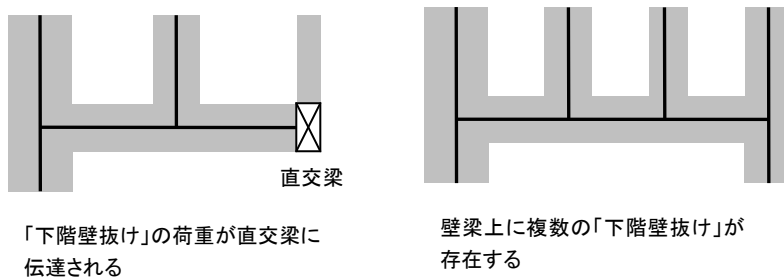


図 1.2-9 許容されない「下階の壁抜け」

1.3 建築物の制限

プログラムで取り扱いが可能な建物の規模は以下のとおりです。

X および Y 方向のスパン数 ≤ 50

地下階を含めた建物の全階数 ≤ 8

一つの階あるいは一つのフレーム内に存在する大梁の数 ≤ 300

以下、このプログラムで取り扱えない建物の形状について列挙します。

鉛直面内でない耐力壁

このプログラムでは、図 1.3-1 に示すような「鉛直面内でない耐力壁」を入力することはできません。これは、プログラムで採用している「平均せん断応力度法」という簡便な計算法では、このような壁の剛性を正しく評価するのが難しいためです。

このような建物をプログラムで取り扱うには、鉛直面内にあるものとして入力し、何らかの方法で補正計算を行って安全であることを証明するしかありません。

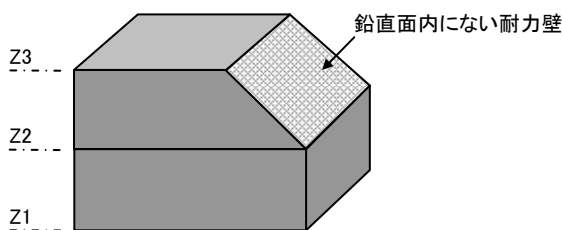


図 1.3-1 鉛直面内でない耐力壁

部分地下、あるいは傾斜地に建つ建築物

このプログラムでは、建築物の全重量は、最終的に最下階にある基礎に伝達されるものとしているため、図 1.3-2 に示すような「最下階以外に基礎がある建築物」に対して使用することはできません。

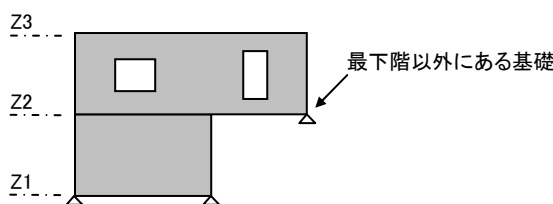


図 1.3-2 最下階以外にある基礎

軸の傾斜が大きな建築物

このプログラムでは、下図に示すように、建築物の平面軸が基準軸に対して傾斜している場合でも、応力計算を行う時はこれを単一平面上に展開したモデルを用いています(ただし準備計算は形状のまま行われます)。

このようなモデル化による計算の誤差は軸の傾斜に比例して大きくなりますが、一般に、この傾斜角が 15 度以内であれば、工学的に問題になるような大きな誤差は生じないとされています。

このため、プログラムでは、傾斜角が 15 度を超える場合はその旨の警告メッセージを出力して注意を喚起するようにしています。

この場合でも計算は最後まで行いますが、通常は、計算結果に対する何らかの考察あるいは補正が必要になります。

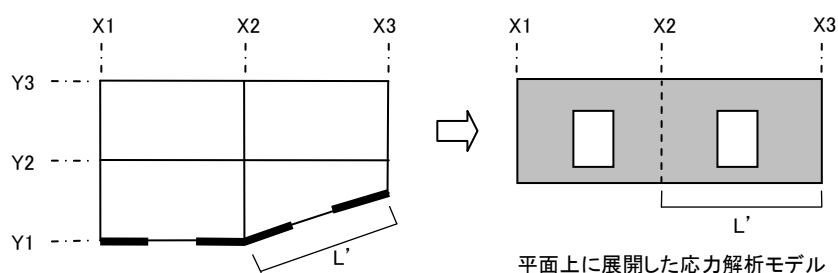


図 1.3-3 傾斜した軸の取扱い

1.4 「ビルディング・エディタ」との違い

このプログラムの基本的な操作と機能は、ラーメン構造を対象とした弊社製の構造計算プログラム「ビルディング・エディタ Ver.5~6」と同じです。

ただし、壁式構造としての特殊性、および応力計算の方法が簡便化されているため、「ビルディング・エディタ」とはいくつかの点で異なります。ここでは、その違いについて概説します。

① 「柱」という概念がない

当然ながら、壁式構造に「柱」はないため、柱を配置する機能はありません。「大梁」と「大梁の上にある壁」を配置していくこととなります。

② 「節点重量」「節点荷重」という概念がない

ラーメン構造の場合、鉛直荷重を支持する「柱」は必ず「節点」(平面上での軸と軸の交点)の位置にありますので、いったん節点位置で建築物の荷重を集計し、それを柱に伝える、という方法がとられます。

壁式構造で「柱」に対応するものは「耐力壁」ですが、この断面中心は必ずしも節点位置にあるわけではありません(多くの場合は節点からずれた位置にあります)。したがって、「節点位置で集計された荷重」あるいは「節点位置に作用する荷重」というような考え方はありません。

③ 節点の平面上での移動はつねに全階に適用される

「ビルディング・エディタ」では、特定の階の節点を平面図上で移動させて「傾斜柱」を作ることができますが、このプログラムでは「鉛直面内でない耐力壁」を適用外としているため、平面図上の節点移動はつねにすべての階に適用されます。また、「ビルディング・エディタ」にある「節点の同一化」機能はありません。

- ④ 一つの階の平面はつねに剛床上にあるものとしている
「ビルディング・エディタ」では、特定の節点を剛床仮定から除外する、ということができませんが、このプログラムにはそのような機能はなく、すべて剛床上にあるものとしています。もし、特定の階に大きな吹き抜けがあり、その階のすべての耐力壁を壁量に算入することが不適切と考えられるような場合は、その壁を意図的に「非耐力壁」として入力する等の方法をとってください。
- ⑤ 支点はつねに自動生成される
このプログラムでは、最下階の耐力壁の下部は「ピン支点」になっていて鉛直方向の変位が拘束されている、という前提のもとに計算を行っています。この条件を変更したり、あるいは支点バネを設けたりすることはできません。

1.5 使用できる材料

このプログラムで使用できる材料は以下のとおりです。

コンクリート 普通コンクリート Fc18 ~ Fc36, 1種軽量コンクリート Fc18 ~ Fc27
鉄筋 SD295, SD345, SD390

1.6 取り扱える荷重

このプログラムで取り扱える荷重は以下のとおりです(風荷重は取り扱えません)。

一般の区域(多雪区域以外)

長期 : $G + P$

短期(地震時) : $G + P + K$

短期(積雪時) : $G + P + S$

多雪区域

長期 : $G + P + 0.7S$ (係数 0.7 はユーザー指定により変更可)

短期(地震+積雪時) : $G + P + K + 0.35S$ (係数 0.35 はユーザー指定により変更可)

短期(積雪時) : $G + P + S$

G : 建築基準法施行令第 84 条に規定する固定荷重による応力
P : 建築基準法施行令第 85 条に規定する積載荷重による応力
K : 建築基準法施行令第 88 条に規定する地震力による応力
S : 建築基準法施行令第 88 条に規定する積雪荷重による応力

1.7 準拠する規準類

このプログラムで行っている構造計算は平成 13 年国土交通省告示第 1026 号に準拠するものです。告示本文にない部分については、同告示の解説書である「壁式鉄筋コンクリート造設計施工指針(平 15)」を参照しています。

ただし、断面計算の具体的な方法についてはこれらに記載がないため、日本建築学会「壁式鉄筋コンクリート造計算規準(2003)」にしたがっています。

2. 構造計算の方法

2.1 建物のモデル化

2.1.1 用語の定義

建物

計算の対象となる建物は、図 2.1.1-1 に示すような XYZ の三次元座標上で、各基準軸に平行な複数のグリッド線により定義づけられます。

XY 平面上の、X 軸及び Y 軸に平行なグリッド線を軸または通りと呼びます。各グリッド線の間隔を(X 方向または Y 方向の)スパン長と呼びます。Z 軸方向のグリッド線を階、その間隔を階高と呼びます。ただし、「階」という呼び方をした場合、単に特定の XY 平面を指し示すだけでなく、その平面から直上にある XY 平面までの範囲を指し示す場合があります。

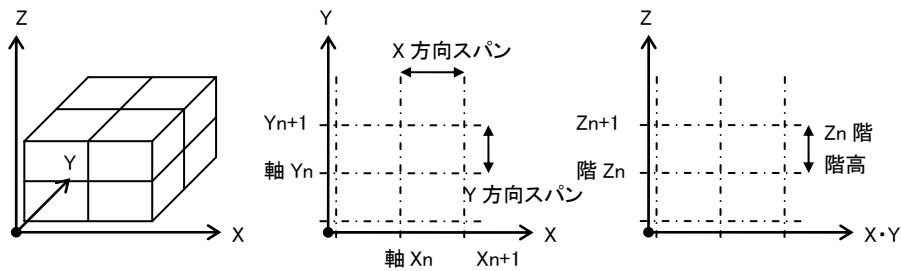


図 2.1.1-1 建物・軸・階

節点

上記の XYZ 軸に平行なグリッド線の各交点を節点と呼びます。節点は、部材を定義するための境界点になります。節点は、XY 平面上で最初に定義された位置(XY グリッド線の交点)から任意の位置に移動させることができます。ただし各節点はつねに最初に定義された位置の属性を持っており、例えば最初の定義位置が X_n 軸であれば、移動後の位置に関わりなく、それは X_n 軸上の節点と呼ばれます。

大梁

XY 平面上で、同一軸上にある隣り合う節点を結んだものを大梁と呼びます。ただし、図 2.1.1-2 に示すように、ユーザーが特定の節点を「無効化」することにより、その節点を部材の境界としないことができます。

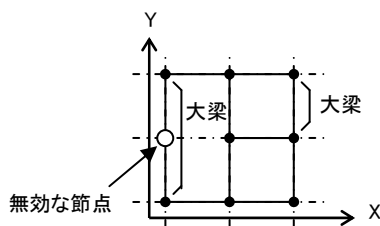


図 2.1.1-2 節点の無効化

床組・小梁・スラブ

四周を大梁によって囲まれた区画を床組と呼びます。各辺の大梁の個数は必ずしも 1 つとは限りませんが、4 つの辺は必ず直線になっている必要があります。

床組の特殊なケースとして、床組を構成する大梁の一部が片持ち梁になっている場合があります。この場合には、片持ち梁に直交する辺には大梁が存在してなくても床組とみなされます。

床組の構造を定義するために、床組の内部にサブグリッドを設けることが出来ます。このサブグリッド線の交点、ないしはサブグリッド線と周辺大梁の交点に二次的な節点を設けます。同一軸上で、これらの節点を結んだものが小梁になります。小梁の両端にはその直交方向に大梁または別の小梁が存在していなければなりません、周辺に片持ち梁がある床組では小梁の一方の端部にのみ大梁が存在するような小梁(片持ち小梁)を指定することができます(図 2.1.1-3)。

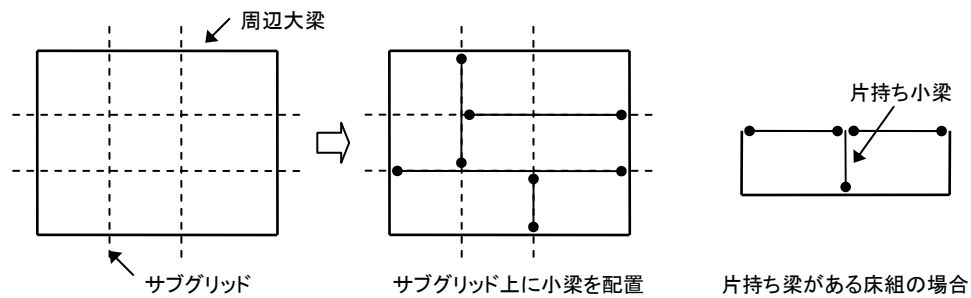


図 2.1.1-3 サブグリッドと小梁の配置

このようにしてサブグリッドにもとづいた小梁を作成して行くと、一つの床組内には、小梁または大梁によって区切られた複数の四辺形が出来上がりますが、その一つ一つに平面要素を配置することが出来ます。これを**スラブ**と呼びます。

壁

壁は大梁の上部に存在する面要素で、存在する範囲は、ある階の床から一つ上の階の床までになります。

2.1.2 建物のモデル化

(1) 耐力壁と壁梁

大梁上に配置された壁のうち、その開口を除いた部分が一定の条件を満たしている時、それを**耐力壁**と呼びます。

耐力壁は、建物の重量を支え、それを基礎まで伝達させる機能を持ちます。

耐力壁の上下には必ず大梁が存在しますが、この結果、大梁には「その下部に耐力壁がある部分」と「その下部に耐力壁がない部分」に分類されることになります。後者は「梁に変形が生じる可撓部分」ということになります、この部分をとくに**壁梁**と呼びます。

なお、一般階においては大梁の「下部」に接する壁の情報により壁梁の配置が決定されますが、最下階の梁(基礎梁)についてはこれを「上部」と読み替えます。

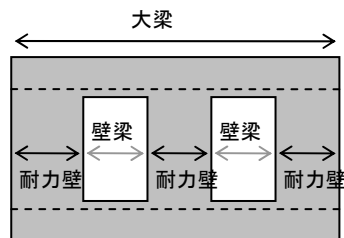


図 2.1.2-1 耐力壁と壁梁

耐力壁となる条件は以下の通りです。

- ・ 長さが 450mm であること
- ・ 長さが、同一長さを有する部分の高さの 30%以上であること

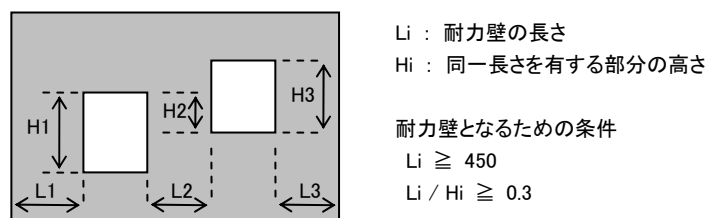


図 2.1.2-2 耐力壁となるための条件

(2) 地震時応力計算用のモデル

地震時応力計算用の建物モデルは、図 2.1.2-3 に太線で示したような、「耐力壁と壁梁を、その断面中心軸を通る線材に置換して相互に結んだもの」です。

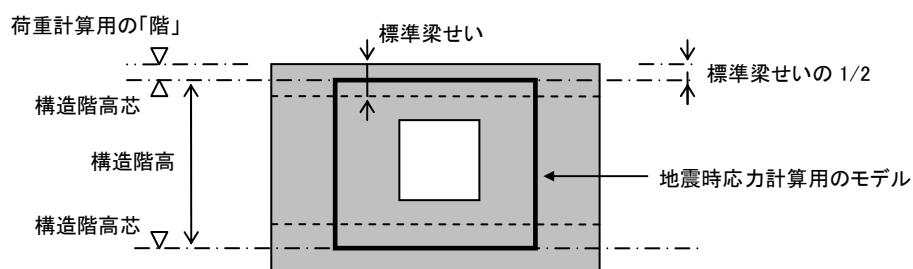


図 2.1.2-3 応力計算用モデル

この応力計算モデルの梁のレベルは、荷重計算用の階のレベルから梁せいの $1/2$ 離れた距離にあることとなりますが、プログラムでは、ユーザーが各階ごとの標準梁せいを指定出来るようにし、荷重計算用の階レベルから、この標準梁せいの $1/2$ だけ下がった位置を応力計算用の階レベルとさだめています。このレベルを構造階高芯、上下の構造階高芯間の距離を構造階高と呼びます。一般に、この標準梁せいは、その階の平均的な梁せいの値を入力します。

2.2 準備計算

2.2.1 荷重計算の概要

このプログラムで行っている建物の荷重計算の内容は以下のように分類されます。

- ① 床組の重量を計算し、大梁または耐力壁に伝達する。
- ② 大梁と壁の部材重量を計算し、大梁または耐力壁に伝達する。
- ③ 建物全体の重量を各階ごとに集計する(建物重量)。

上記の①および②の荷重は、大梁の荷重項または耐力壁の軸力として常時の応力になります。

③の値は地震力の計算に用いられますが、この「各階ごとに集計される建物重量」とは、 Z_n 階の床位置から Z_{n+1} 階の床位置までの距離の $1/2$ の点と、 Z_n 階の床位置から Z_{n-1} 階の床位置までの距離の $1/2$ の点の範囲内にある荷重を Z_n 階の床位置に集計したものに なります(図 2.2.1-1)。

個々の部材の荷重計算においては、これらのケースで異なる部分はありませんが、ただし、床組の荷重計算時の積載荷重の値として、①の場合には「大梁用」、③の場合は「地震力用」の値が使われます。

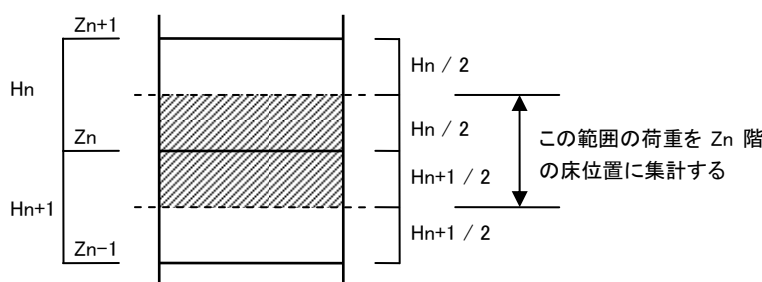


図 2.2.1-1 建物重量の集計範囲

2.2.2 部材の重量

(1) 床スラブの重量

床スラブの重量は固定荷重と積載荷重の和になります。固定荷重・積載荷重はユーザー指定値ですが、積載荷重については、常時の計算時には「大梁用」、建物重量の計算時には「地震力用」の値が使われます。

床スラブの荷重は、周辺の大梁または小梁に伝達されます。小梁に伝達された荷重は、さらにそれが取り付く大梁に伝達されますので、最終的にはすべての荷重が大梁に伝達されることになります。

スラブ全体の荷重が周辺の梁にどのような割合で配分されるのかを決定するために、プログラムでは、まず、スラブを小さな四辺形要素に分割します(この時の分割長は、各四辺形要素の一辺の長さが100mm以内になるように自動的に決定とします)。次に、図 2.2.2-2 に示すように、その四辺形要素の重心位置から、周辺の各梁に垂線を下します。そして、その垂線の長さの最も小さくなる梁にその要素の全荷重が伝達されるものとします(①)。この垂線の長さが等しくなる梁が 2 つある場合には、要素の全荷重の $1/2$ を(②)、垂線の長さが等しくなる梁が 3 つある場合には要素の前荷重の $1/3$ を(③)、垂線の長さが等しくなる梁が 4 つある場合には要素の前荷重の $1/4$ を(④)各々の梁に分配します。

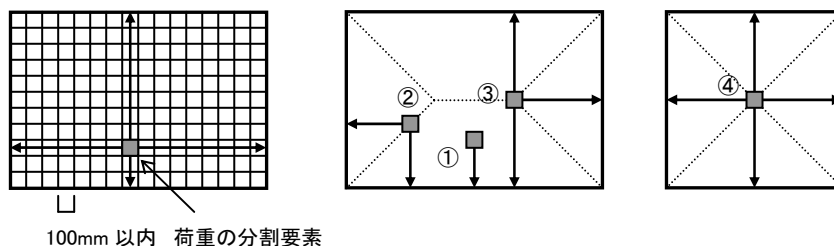


図 2.2.2-2 スラブの荷重伝達

上に述べたのは、スラブの荷重が XY の「両方向に伝達される」とした場合ですが、ユーザーの指定により、荷重の伝達方向を「X 方向のみ」あるいは「Y 方向のみ」とすることもできます。

これを「X 方向にのみ伝達」とした場合には、各要素の荷重は対向する Y 方向の梁、「Y 方向にのみ伝達」とした場合には、各要素の荷重は対向する X 方向の梁にのみ伝達されます。この場合でも基本的な考え方は上と同様で、これらの 2 つの梁に下ろした垂線の長さの短い方の梁に要素の荷重が伝達されます。

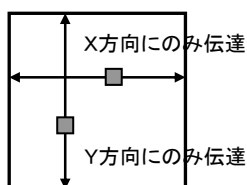


図 2.2.2-3 一方向スラブの荷重伝達

大梁は、その下部に直接耐力壁が接しているか、あるいは耐力壁に接していない「壁梁」になるか、そのいずれかの状態をとります。

耐力壁に接している部分に作用する荷重はそのまま下部の耐力壁の軸力になります。壁梁になる部分に作用する荷重は、その壁梁の荷重項になります。その荷重項のうちの Q_0 (単純梁のせん断力) は両端に取付く耐力壁の軸力として加算されますので、最終的には、すべての床荷重は耐力壁の軸力になります。

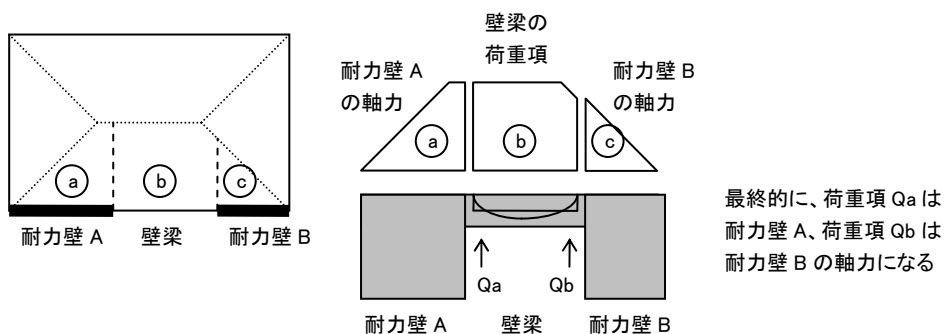


図 2.2.2-4 大梁に作用する床荷重の伝達

片持ちスラブ

片持ちスラブは、その支持辺を取り付く大梁にのみ持つ特殊なスラブです。スラブの荷重の伝達方向 (XY 方向・X 方向・Y 方向) にかかわらず、片持ちスラブの全荷重は、それが取り付く大梁に等分布荷重として作用します。

片持ちスラブは、1つの大梁に対し、それが取り付く方向と出の長さによって定義されます (図 2.2.2-5)。片持ちスラブの全体形状はつねに長方形になります。大梁に作用している荷重が耐力壁の軸力または壁梁の荷重項となる仕組みは前項と同様です。

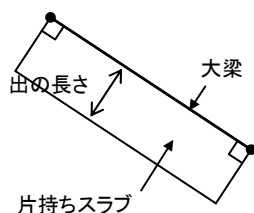


図 2.2.2-5 片持ちスラブ

(2) 梁の重量

梁 (大梁・小梁) の単位長さ当りの重量は、下式で計算される部材自重に仕上げ材の重量を加えたものになります。

$$\text{部材自重 (kN/m)} = \text{部材の断面積 (m}^2\text{)} \times \text{材料の単位重量 (kN/m}^3\text{)}$$

鉄筋コンクリートの単位重量は各階ごとにユーザーが指定しますが、初期設定は $24(\text{kN/m}^3)$ になっています。

仕上げ材の重量はユーザーが指定した単位面積あたりの仕上げ重量 (kN/m^2) にもとづいて計算します。単位面積あたりの仕上げ重量は各階ごとに値を変えることができますが、個々の梁で変えることはできませんので、特定の梁の仕上げ

重量だけが異なる場合は別途追加荷重などとして入力する必要があります。

仕上げ形式は図 2.2.2-6 に示すとおりです。

部材断面積は、その梁の上部に何らかのスラブが取り付けられている場合には、自重算出時の梁せいとして、そのスラブ厚分を差し引いたものを用います。これは、そのスラブ厚分の荷重はスラブの荷重として算入されるためです。このスラブ厚は、各階毎にユーザーが標準スラブ厚として指定した値が用いられます(図 2.2.2-7)。

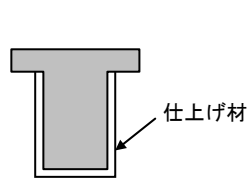


図 2.2.2-6 梁の仕上げ形式

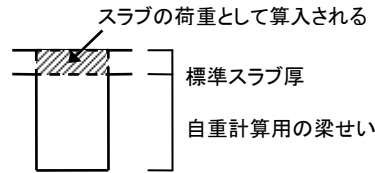


図 2.2.2-7 自重計算用の梁せい

梁の全自重は、前記の単位長さ当りの重量に梁の全長を乗じたものになります。梁の全長は、梁が存在する始端軸と終端軸の間隔、つまりスパン長そのものです。

大梁の自重は、下部に接する耐力壁の軸力または壁梁の荷重項になりますが、その仕組みは前項の床スラブの荷重伝達と同様です。

(3) 壁の重量

壁の単位面積当たりの重量は、部材自重と仕上げ重量の和になります。部材自重は、壁の厚さに鉄筋コンクリートの単位重量を乗じたものです。仕上げ重量は、個別の壁毎のユーザー指定値です。

壁の重量として算入されるのは、下階の梁の上端から上階の梁の下端までの範囲です。

それが耐力壁である場合は、その範囲の全荷重が耐力壁の常時の軸力になります。非耐力壁である場合は、その荷重を下階の大梁に作用させます。また、開口の上下にある壁は、それぞれの荷重を上階または下階の大梁に作用させます。大梁に作用している荷重が耐力壁の軸力または壁梁の荷重項となる仕組みは「(1)床スラブ」と同様です。

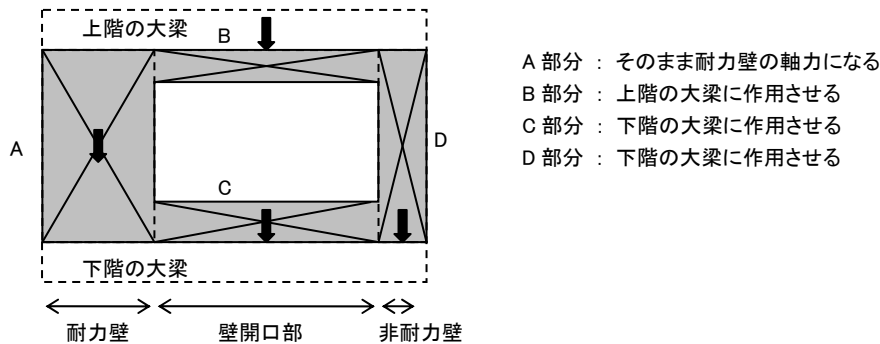
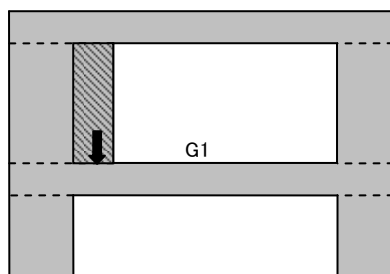


図 2.2.2-8 壁の重量の伝達

耐力壁の長さがその下部に接続する耐力の長さよりも大きく、その一部が下階の梁に直接接するような場合は、その範囲の壁重量を下階の梁に直接作用させます。



耐力壁の長さが、下部に取付く下階の耐力壁より長い場合は、その幅(左図ハッチ部分)の壁の重量を下階の梁(左図 G1)に伝達する。

図 2.2.2-9 耐力壁の長さが下階の耐力壁の長さよりも長い場合

地震力算定のための建物重量を計算する場合は、階高の 1/2 の点で壁を上下に切断し、それぞれの形状に相当する荷重を上下の階の床位置における重量として算入します。

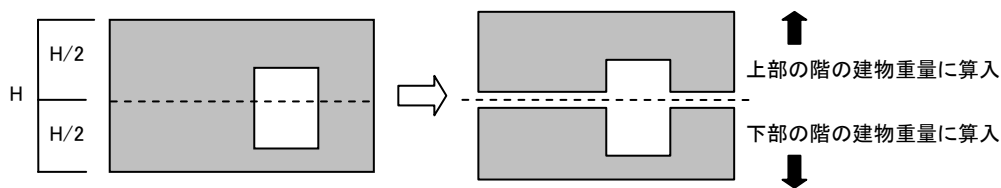


図 2.2.2-10 壁の建物重量への算入

(4) 追加部材荷重

プログラム内で定義・配置する床組や壁ではあらわすことのできない特殊な形状の荷重(屋根階の梁に作用するパラペットの重量等)を**追加部材荷重**として別途定義し、大梁に作用させることができます。この荷重はすべて固定荷重とみなされます。

この荷重は、その作用位置によって耐力壁の軸力または壁梁の荷重項になりますが、その仕組みは「(1)床スラブ」と同様です。入力出来る荷重の形状は図 2.2.2-11 にある 7 種類です。

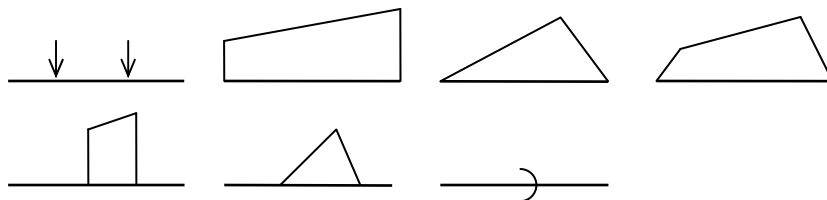


図 2.2.2-11 入力できる追加部材荷重

(5) 追加節点荷重

節点位置に直接何らかの荷重を作用させることが出来ます。これはすべて固定荷重とみなされ、その節点の直下に存在する耐力壁の軸力になります。直下に存在する XY 両方向の耐力壁がある場合は、入力された荷重の 1/2 がそれぞれの耐力壁の軸力になります(図 2.2.2-12)。

なお、直下に一つの耐力壁もない場合は荷重の指定は無視されます。

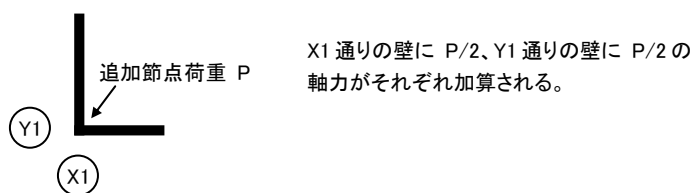


図 2.2.2-12 追加節点荷重

2.2.3 設計地震力

前項までに述べた方法によって得られた建物重量をもとに、施行令 88 条及び昭 56 建告第 1101 号に基づいて設計地震力を計算します。以下にその基本式を記しますが、これによらず、ユーザーが層せん断力または層せん断力係数を直接入力する事もできます。

地上部分

$$Q_i = C_i \cdot \Sigma W_i$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

振動特性係数 R_t 及び一次固有周期 T は、施行令に定める方法により下式で求めます（一次固有周期はユーザーが直接入力することもできます）。

$$\begin{aligned} R_t &= 1.0 && : T < T_c \\ R_t &= 1.0 - 0.2 (T / T_c - 1.0)^2 && : T_c \leq T < 2T_c \\ R_t &= 1.6 T_c / T && : 2T_c \leq T \end{aligned}$$

T : 建物の設計用一次固有周期 $T=0.02 \cdot h$

T_c : 地盤の固有周期(sec)

h : 建物の高さ(m)

層せん断力係数の分布係数 A_i は下式により算出します。

$$A_i = 1 + (1 / \sqrt{\alpha_i - \alpha_i}) \cdot \{2T / (1 + 3T)\}$$

α_i : i 層より上の建物重量の地上部分の建物重量の合計に対する比

地下部分

$$P = K \cdot W$$

$$K = 0.1 \cdot (1.0 - H / 40) \cdot Z$$

P : 床位置に作用する地震力

K : 震度

W : 地下階の重量

H : 地下階床の地盤面からの深さ(m, ただし上限は 20)

塔屋部分

$$P = K \cdot W$$

$$K = 1.0 \cdot Z$$

P : 床位置に作用する地震力

K : 震度

W : 塔屋階の重量

Z : 地域係数

2.2.4 積雪荷重

単位面積あたりの積雪荷重 $S(\text{N/m}^2)$ は施行令 86 条にもとづいて下式によりもとめます。垂直積雪量と積雪の単位重量、および多雪区域かどうかは、特定行政庁の指定にもとづいてユーザーが入力します。

$$S = d \cdot \rho$$

d : 垂直積雪量 (cm)

ρ : 積雪の単位重量 (N/cm/m^2) (ただし $\rho \geq 20$)

積雪荷重が指定されたスラブが水平面に対して傾斜している場合は、上でもとめた積雪荷重に以下の低減係数 μ を乗じます (ただし、この低減を行うかどうかはユーザーの指定によります)。

$$\mu = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$$

β : 屋根の勾配 (度)

2.2.5 剛性計算

このプログラムでは、地震時の応力計算に「平均せん断応力度法」と呼ばれる方法を用いています。詳細については後述しますが、この計算方法が前提としているのは「部材の剛性はその断面積に比例する」という考え方です。

したがって、耐力壁の剛性はその「断面積」によってあらわされます。(もちろん、これが剛性そのものをあらわしているわけではありませんが、このプログラムで扱っている構造計算では建物の変位量を求めることを要求されませんので、剛性そのものの値は必要ありません。)

ただし、耐力壁に生じた曲げモーメントを左右の梁に伝達させる際に、それを「梁の剛比に応じて振り分ける」という方法をとっていますので、以下、梁の剛比の計算について概説します。

梁の剛比 k は以下により計算します。(下式であらわされる値は、実際には「剛比」ではなく「剛度」で、剛比とはこれを基準化してあらわしたものになります。プログラムでは、この値が 1 から 10 程度の範囲におさまるように基準化して表示しています。)

$$k = I / L$$

I : 梁の断面 2 次モーメント

L : 梁の長さ

断面 2 次モーメント I は、下式に示すとおり、原断面の断面二次モーメント I_0 に剛性増大率 ϕ を乗じたものになります。

$$I = \phi \cdot I_0$$

剛性増大率 ϕ は、梁の上下に取り付く壁の効果による増大率 ϕ_1 と、上部に取り付くスラブの効果による増大率 ϕ_2 から、下式によりもとめます。

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 - 1$$

前述のような「部材剛性はその断面積に比例する」という考え方にしたがって、壁による増大率 ϕ_1 は下式により求めます。

$$\phi_1 = A / A_0$$

A : こし壁・たれ壁部分を含めた梁の断面積

A_0 : こし壁・たれ壁部分を含めない梁の原断面の断面積

スラブの効果による増大率 ϕ_2 については、慣用的な設計法にしたがって、「片側にのみスラブが取付く場合は 1.5、両側にスラブが取付く場合は 2.0」とします。

2.2.6 壁量

(1) 壁厚の検証

平成 13 年国土交通省告示第 1026 号第 6 にある規定にしたがい、各階の耐力壁の壁厚が表 2.2.6-1 の値以上になっているかどうかを検証します。この値を下回る壁がある場合は警告メッセージが出力されます。
(なお、下表に掲げる値の単位が告示本文では cm になっていますが、これを mm に書き改めています。)

表 2.2.6-1 耐力壁の厚さ

階		耐力壁の厚さ (mm)	
地上階	地階を除く階数が 1 の建築物	120	
	地階を除く階数が 2 の建築物	150	
	地階を除く階数が 3 以上の建築物	最上階	150
		その他の階	180
地階		180	

また、「壁式鉄筋コンクリート造設計施工指針(平 15)」の記述(P.42)にしたがい、上の表の値が下に掲げる値を下回っている場合は、それを耐力壁の必要厚さに読み替えます(h は各階の階高をあらわす)。

平屋建の建築物の地上階 $h / 25$
 2 階建以上の建築物の地上階 $h / 22$
 地下階 $h / 18$

(2) 壁量の検証(壁の「長さ」によるもの)

平成 13 年国土交通省告示第 1026 号第 6 にある規定にしたがい、各階各方向の壁量を以下の式により検証します。

$$L_w \geq L_{w0} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot Z \quad \text{かつ} \quad L_w \geq L_{w0} \cdot 50$$

L_w : 各階各方向の耐力壁の総長さを、その耐力壁が支持している直上階の床面積で除した値 (mm/m²)。

L_{w0} : 表 2.2.6-2 にある必要壁量の値 (mm/m²)。

α : 耐力壁の厚さを表 2.2.6-1 に掲げる値以上にした場合の低減係数で、下式により計算される。

$$\alpha = t_0 \cdot \sum l_w / \sum (t \cdot l_w)$$

t_0 : 表 2.2.6-1 に定める耐力壁の厚さ (mm)

l_w : 耐力壁の長さ (mm)

t : 耐力壁の厚さ (mm)

β : 耐力壁のコンクリート強度 F_c (N/mm²)により下式で定められる値。

$$\beta = \sqrt{(18 / F_c)} \quad \text{ただし} \quad \geq 1 / \sqrt{2}$$

Z : 地域係数

壁量の分母となる「床面積」の値は自動計算または直接入力によります。

「壁式鉄筋コンクリート造設計施工指針(平 15)」の記述(P.40)によれば、「バルコニーや連続的に長く設けられた庇等がある場合には、その面積の 1/2 以上を加算する」とあるため、プログラムの自動計算では、大梁に接続する「片持ちスラブ」についてはその面積を 1/2 にして床面積に算入しています。

耐力壁が基準軸に対して傾斜している場合は、実際の壁長に $\cos^2 \theta$ (θ は基準軸に対する傾斜角)を乗じた値を壁量計算のための壁長とします。

必要壁量 L_{w0} の値は告示に定められていますが、表 2.2.6-2 のとおりです(告示本文では単位が cm になっていますが、これを mm に書き改めています)。

表 2.2.6-2 必要壁量

階		必要壁量 (mm/m ²)
地上階	最上階から数えた階数が 4 及び 5 の階	150
	その他の階	120
地階		200

(3) 壁量の検証(壁の「断面積」によるもの)

平成 13 年国土交通省告示第 1026 号第 6 にある規定にしたがい、各階各方向の壁量を以下の式により検証します。

$$\Sigma A_w \geq Z \cdot W \cdot A_i \cdot \beta$$

A_w : 各階各方向の耐力壁の断面積(mm²)。

W : その階を含め、その階より上部の階の建物重量の和 (N)。

A_i : 層せん断力の分布係数

β : 耐力壁のコンクリート強度により下式で定められる値(前項の説明を参照)。

Z : 地域係数

耐力壁が基準軸に対して傾斜している場合は、実際の断面積に $\cos^2 \theta$ (θ は基準軸に対する傾斜角) を乗じた値を壁量計算のための断面積とします。

2.2.7 基礎反力の計算

プログラムでは、基礎形式として「連続基礎(布基礎)」または「べた基礎」が指定された場合は、その地反力により生じる基礎梁の応力を計算します。以下、その各々のケースにおける地反力の計算方法を述べます。

(1) 連続基礎

この場合、最下階に存在するすべての耐力壁と壁梁の下に一定の幅をもつ基礎が配置されているものと仮定します。

まず、常時荷重により各々の耐力壁に生じている軸力(kN)をその支配長さ(m)で割ることにより、「耐力壁の単位長さあたりに作用している地反力(kN/m)」を計算します。

「支配長さ」とは、耐力壁の長さに隣接する壁梁の長さの 1/2 を加えたものです。



図 2.2.7-1 耐力壁の荷重支配長さ

このようにして各耐力壁の「単位長さあたりの地反力」をもとめた後、下式により「壁梁に作用している地反力(kN/m)」を計算します。

$$w = (w_1 + w_2) / 2$$

上式において、 w_1 および w_2 は、それぞれ、壁梁左右の上部に存在している耐力壁の単位長さあたりの地反力です。左右の一方にしか耐力壁が存在しない場合は、その耐力壁の地反力そのものの値とします。

上式から得られる等分布荷重が上向きに作用しているものとして壁梁の荷重項をもとめます。

(2) ベタ基礎

べた基礎に生じている接地圧の計算方法として以下の 2 つの方法があります。

全体の平均的な接地圧による

単位面積あたりの地反力 σ (kN/m²) を下式で計算します。

$$\sigma = \Sigma N / \Sigma A$$

ΣN : 最下階の耐力壁の基礎用軸力の総和 (kN)

ΣA : 底版の全面積 (m²)

この地反力が底版に上向きに作用しているものとして壁梁の荷重項をもとめます。その具体的な方法は通常の床スラブの場合と同様です。

負担面積により計算する

最下階の各耐力壁の単位面積あたりの地反力 σ を下式で計算します。

$$\sigma = N / A$$

N : 耐力壁の基礎用軸力 (kN)

A : 耐力壁の荷重支配面積 (m²)

耐力壁の荷重支配面積をもとめるために、べた基礎の底版に単位荷重 (1kN/m²) を作用させ、通常の床スラブの場合と同様にして「耐力壁に生じる軸力」をもとめます。この値をそのまま「耐力壁の支配面積」に読み替えます。

この時、同時に「単位荷重によって生じる壁梁の荷重項」の値も得られますが、この値に、下式から得られる係数を乗じたものを「地反力によって壁梁に生じている荷重項」とします。

$$(\sigma_1 + \sigma_2) / 2$$

上式において、 σ_1 および σ_2 は、それぞれ、壁梁左右の上部に存在している耐力壁の単位面積あたりの地反力です。左右の一方にしか耐力壁が存在しない場合は、その耐力壁の地反力そのものの値とします。

2.3 応力計算

2.3.1 常時および積雪時の応力

常時ならびに積雪時の壁梁の応力は、両端固定とし、両端の曲げモーメントは(荷重項として計算された)固定端モーメントをそのまま用います。

ただし、その一端あるいは両端が下部にある面内の耐力壁に接続していない場合は端部の固定度が低下するため、以下の値を端部の曲げモーメントとします(C はそれぞれの側における固定端モーメントをあらわす)。

一端のみが耐力壁に接する場合

耐力壁に接していない側の端部曲げ : 0.6C

耐力壁に接している側の端部曲げ : 1.2C

両端が耐力壁に接していない場合 : 0.6C

中央部の曲げモーメントは、上記の端部曲げモーメントと、荷重項として計算済みの M_0 (単純梁の中央曲げ)の値からもとめます。

左右端のせん断力は、荷重項として計算済みの Q_0 (単純梁のせん断力)の値をそのまま用います。

耐力壁の軸力は、「2.2 準備計算」の各項で計算された各階の値を順次上の階から加算していくことによりもとめます。

耐力壁の曲げモーメント・せん断力についてはとくに計算しません。

2.3.2 地震荷重時の応力

地震荷重時の応力計算は「平均せん断応力度」にもとづいていますが、以下、その手順にしたがって記します。

① 平均せん断応力度の計算

各階・各方向ごとに、下式により平均せん断応力度 τ_{av} (kN/mm²)をもとめる。

$$\tau_{av} = Q / \Sigma A_w$$

Q : その階・方向の設計地震力 (kN)

ΣA_w : その階・方向の耐力壁の断面積の総和 (mm²)。壁量計算の場合と同様、基準軸に対して傾斜しているものについては断面積に $\cos^2\theta$ (θ は傾斜角)を乗じる。

② 耐力壁の負担せん断力の計算

各耐力壁ごとに、前項で得られた τ_{av} から下式により負担せん断力 Q_E (kN)をもとめる。

$$Q_E = \tau_{av} \cdot A_w$$

A_w : 耐力壁の断面積(mm²)。基準軸に対して傾斜しているものについては断面積に $\cos^2\theta$ (θ は傾斜角)を乗じる。

③ 耐力壁の曲げモーメントの計算

前項で得られた Q_E から下式により曲げモーメント M_E (kN・m)をもとめる。

$$\text{壁の脚部 } M_E = Q_E \cdot h \cdot y_0$$

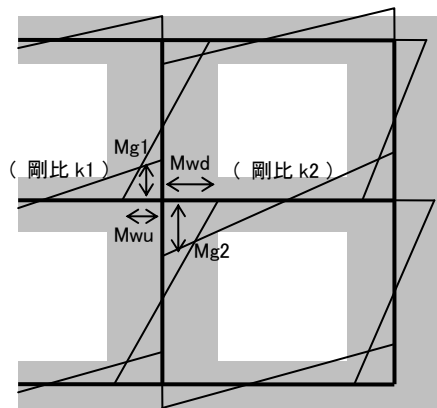
$$\text{壁の頂部 } M_E = Q_E \cdot h \cdot (1 - y_0)$$

h : 構造階高(m)

y_0 : 反曲点高比。各階・各方向ごとに指定することが出来るが、初期値はすべて 0.5 になっている。

④ 壁梁の曲げモーメントの計算

耐力壁の脚部および頂部の曲げモーメントを、その耐力壁に接続する梁に剛比に応じて分配する(図 2.3.2-1)。



梁の曲げモーメント

$$Mg1 = (Mwd + Mwud) \cdot k1 / (k1 + k2)$$

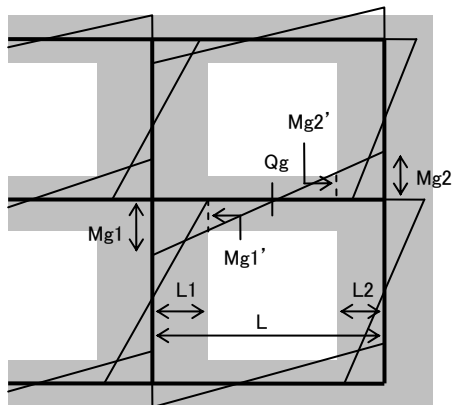
$$Mg2 = (Mwd + Mwud) \cdot k2 / (k1 + k2)$$

図 2.3.2-1 壁梁の曲げモーメント

⑤ 壁梁のせん断力・耐力壁の軸力の計算

前項で得られた梁両端の曲げモーメントの和をスパン長(耐力壁の軸芯間の距離)で除することにより梁のせん断力が得られる。さらに、これを耐力壁に作用させたもの(および上階からの累計)が耐力壁の軸力になる。

また、前項で得られた梁の曲げモーメントは耐力壁の軸芯位置におけるものなので、これを耐力壁のフェース位置の値に幾何学的に変換し、これを壁梁の地震時曲げモーメントとする(図 2.3.2-2)。



梁のせん断力

$$Qg = (M1 + M2) / L$$

耐力壁フェース位置の梁の曲げモーメント

$$Mg1' = Mg1 - Qg \cdot L1$$

$$Mg2' = Mg2 - Qg \cdot L2$$

図 2.3.2-2 壁梁のせん断力

2.3.3 建物の偏心を考慮した地震荷重時応力の補正

このプログラムで行っている地震荷重時の応力計算は、建物を構成する各通りを個別に取り出して計算する、いわゆる「平面応力」です。したがって、剛性要素の平面的な偏在(偏心)による影響を考慮した補正係数を以下の手順で求め、断面計算時には、地震時応力にこの補正係数を乗じたものをもちます(ただしユーザーの指定により補正を行わないこともできる)。

① 重心位置の計算

各階の重心位置の X 座標 g_x と Y 座標 g_y をもとめる。

$$g_x = \Sigma(N_L \cdot x) / \Sigma N_L$$

$$g_y = \Sigma(N_L \cdot y) / \Sigma N_L$$

N_L : 耐力壁の常時の軸力

x, y : 耐力壁の断面中心の原点位置からの X および Y 方向の距離

② 剛心位置の計算

各階の剛心位置の X 座標 l_x と Y 座標 l_y をもとめる。なお、前述のとおり、ここでは「耐力壁の剛性はその断面積に比

例する」という仮定に基づいているため、以下にある「耐力壁の剛性」はすべて「耐力壁の断面積(基準軸に対して傾斜している場合はそれを考慮したもの)」と読み替える。

$$l_x = \Sigma (K_y \cdot x) / \Sigma K_y$$

$$l_y = \Sigma (K_x \cdot y) / \Sigma K_x$$

K_x : X方向の耐力壁の剛性

K_y : Y方向の耐力壁の剛性

③ 剛心回りのねじり剛性の計算

各階の剛心回りのねじり剛性の計算 K_R をもとめる。

$$K_R = \Sigma (K_y \cdot (x - l_x)^2) + \Sigma (K_x \cdot (y - l_y)^2)$$

④ 補正係数の計算

X方向の各耐力壁の補正係数 α_x とY方向の各耐力壁の補正係数 α_y が下式により得られる。

$$\alpha_x = 1 + \Sigma K_x \cdot (l_y - g_y) \cdot (l_y - y) / K_R$$

$$\alpha_y = 1 + \Sigma K_y \cdot (l_x - g_x) \cdot (l_x - x) / K_R$$

2.4 断面計算

2.4.1 耐力壁

耐力壁は、地震時の曲げモーメントとせん断力に関する短期の検定を行います(常時の応力に対する長期の検定は行いません)。

いずれの場合も、設計応力を許容耐力で除した値(検定比)が 1.0 以下になるかどうかにより適否を判断しています。

(1) 設計曲げモーメント

耐力壁の地震時の曲げモーメントは各階の構造階高芯位置で計算され、通常はこの値をそのまま設計曲げモーメントとしますが、ユーザーの指定により、これを壁梁のフェース位置の値とすることもできます。

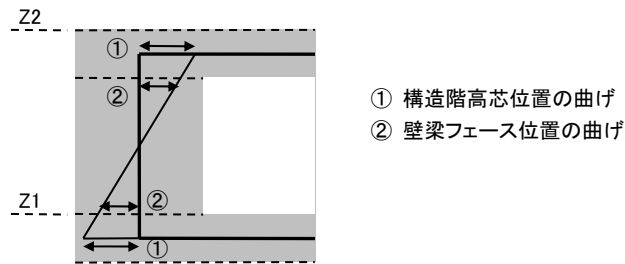


図 2.4.1-1 耐力壁の設計曲げモーメント

(2) 曲げモーメントに関する検定

壁の脚部および頂部に関してそれぞれ検定します。

許容曲げモーメント M_A (N・mm)は、日本建築学会の規準にしたがい、下式によりもとめます。

$$M_A = \min(C_1, C_2) \cdot t \cdot l^2$$

$$C_1 = \{ (40/3) \cdot (1 - 1.2 \cdot N_s \cdot p_t / (t \cdot l \cdot f_c)) + (1/15) \cdot (1 + 1.2 \cdot N_s / (t \cdot l \cdot f_c)) \} \cdot f_c$$

$$C_2 = \{ 0.8 \cdot p_t + 0.37 \cdot N_s / (t \cdot l \cdot f_t) \} \cdot f_t$$

t : 耐力壁の厚さ (mm)

l : 耐力壁の長さ (mm)

p_t : 引張鉄筋比(曲げ補強筋の全断面積を耐力壁の断面積で除した値)

N_s : 短期の軸力(N)

f_c : コンクリートの短期許容圧縮応力度(N/mm²)

f_t : 鉄筋の短期許容引張応力度(N/mm²)

ただし、前記の規準によれば、上式が適用できるのは軸力が一定の範囲内にある場合に限る、とされていますので、以下の制限を満足しない場合は警告メッセージを出力します。

$$N_s / (t \cdot l \cdot f_c) < 0.4$$

(3) せん断力に関する検定

設計せん断力 Q_D (N)は、地震時せん断力の割増しにより、下式でもとめます。

割増率の値は、日本建築学会の規準により 2.0 を標準とします。ユーザーがこれを変更することはできますが、その値が 2.0 を下回る場合は警告メッセージを出力します。

$$Q_D = n \cdot Q_E$$

Q_E : 地震時せん断力 (N)

n : 割増率

許容せん断力 Q_A (N)は、日本建築学会の規準にしたがい、下式によりとめます。

$$Q_A = t \cdot j \cdot f_s$$

t : 耐力壁の厚さ (mm)

j : 耐力壁の応力中心間距離(mm)で、下式による。

$$j = 0.9 \cdot l \cdot (7/8) \quad l \text{ (mm)は耐力壁の長さ}$$

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度(N/mm²)

(4) 計算外規定

平成 13 年国土交通省告示第 1026 号第 6 にある規定にしたがい、各階の耐力壁のせん断補強筋比が表 2.4.1-1 の値以上になっているかどうかを検証します。この値を下回る壁がある場合は警告メッセージを出力します。

表 2.4.1-1 耐力壁のせん断補強筋比

階		鉄筋比 (%)	
地上階	地階を除く階数が 1 の建築物	0.15	
	地階を除く階数が 2 以上の建築物	最上階	0.15
		最上階から数えた階数が 2 の階	0.20
		その他の階	0.25
地階		0.25	

「壁式鉄筋コンクリート造設計施工指針」にある記述 (P.44) にしたがって、各階の耐力壁の曲げ補強筋の量(鉄筋の全断面積)が表 2.4.1-2 の値以上になっているかどうかを検証します。この値を下回る壁がある場合は警告メッセージを出力します。

表 2.4.1-2 耐力壁の曲げ補強筋

階	曲げ補強筋	
	$h_0 \leq 1\text{m}$	$h_0 > 1\text{m}$
平屋建	1-D13	1-D13
2 階建の各階	1-D13	2-D13
3, 4, 5 階建の最上階		
3, 4, 5 階建の最上階から数えて 2 つ目の階	2-D13	2-D13
平屋建, 2 階建の地下階	2-D13	2-D16
3 階建の 1 階および地下階		
4 階建の 2 階, 1 階および地下階		
5 階建の 3 階および 2 階		
5 階建の 1 階および地下階	2-D16	2-D19

h_0 : 耐力壁に接している開口部の高さ

2.4.2 壁梁

壁梁については、常時の曲げモーメント・せん断力に関する長期の検定、および積雪時と地震時の曲げモーメント・せん断力に関する短期の検定を行います。

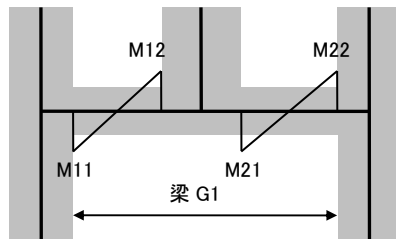
いずれの場合も、設計応力を許容耐力で除した値(検定比)が 1.0 以下になるかどうかにより適否を判断しています。

(1) 設計曲げモーメント

壁梁の設計位置は耐力壁のフェースになります。

地震時の曲げモーメントは耐力壁の断面中心で計算していますが、これを壁フェース位置の値に変換します。その具体的な方法については「2.3.2 地震荷重時応力」を参照してください。

また、「下階壁抜け」の耐力壁の直下にある壁梁の地震時応力は、図 2.4.2-1 に示すように、上階の耐力壁の左右に発生する応力の大きい方の値をそれぞれ壁梁の「左端」「右端」の設計応力とします。



梁 G1 の左端の設計曲げ $\max(M11, M12)$
 梁 G1 の右端の設計曲げ $\max(M21, M22)$

図 2.4.2-1 「下階の壁抜け」がある場合の設計曲げモーメント

(2) 曲げモーメントに関する検定

両端部と中央部の計 3 箇所について検定します。

長期および短期の許容曲げモーメント M_A (N・mm)は、日本建築学会の規準にしたがい、下式によりとめます。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j$$

a_t : 引張鉄筋の全断面積 (mm²)

f_t : 鉄筋の長期または短期許容引張応力度(N/mm²)

j : 応力中心間距離 (mm)

$$j = (7/8) d \quad d \text{ (mm)は壁梁の有効せい}$$

なお、上式における梁の有効せい d の値は、鉄筋のかぶり厚・スタラップの径・主筋径の値から精算にて求めています。

(3) せん断力に関する検定

部材の両端部の計 2 箇所について検定します。

地震時の設計せん断力 Q_D (N)は、地震時せん断力の割増しにより、下式でもとめます。

割増率の値は、日本建築学会の規準により 2.0 を標準とします。ユーザーがこれを変更することはできますが、その値が 2.0 を下回る場合は警告メッセージを出力します。

$$Q_D = Q_L + n \cdot Q_E$$

Q_L : 常時のせん断力 (N)

Q_E : 地震時せん断力 (N)

n : 割増率

長期の許容せん断力 Q_{AL} および短期の許容せん断力 Q_{AS} (N)は、日本建築学会の規準にしたがい、下式によりとめます。

$$Q_{AL} = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

$$Q_{AL} = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

$$Q_{AS} = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w_{ft} (p_w - 0.002) \}$$

b : 壁梁の幅 (mm)

j : 壁梁の応力中心間距離(mm)。前項参照

f_s : コンクリートの長期または短期許容せん断応力度(N/mm²)

w_{ft} : せん断補強筋のせん断補強用の短期許容引張応力度(N/mm²)

p_w : せん断補強筋の鉄筋比で、0.002を下回る場合は0.002とする

α : 下式による値。ただし 1 ≤ α ≤ 2

$$\alpha = 4 / (M / Q \cdot d) + 1$$

M(N・mm)は梁に生じている曲げモーメント、Q(N)はせん断力、dは有効せい(mm)

(4) たわみの計算

建設省告示「平 12 第 1459 号」にもとづき、梁の中央部(片持ち梁の場合は先端)の長期たわみ量が以下の式を満足することを確認します。

$$\alpha \cdot \delta / L \leq 1/250$$

α : 変形増大係数で 8 とします

δ : 梁中央部の長期たわみ量

L : 梁のスパン

梁の中央部の長期たわみ量 δ は、梁に作用する全荷重を等分布荷重にならし、以下の式によりもとめます(下式右辺の第一項は単純梁のたわみ量、第二項は両端曲げによる曲げ戻しのたわみ量をあらわします)。

$$\delta = 5 \cdot w \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot I) - (M_1 + M_2) \cdot L^2 / (16 \cdot E \cdot I)$$

w : = (Q₁+Q₂) / L 梁に作用する等分布荷重

L : スパン長

M₁, M₂ : 左および右端の長期設計モーメント

Q₁, Q₂ : 左および右端の長期設計せん断力

E : ヤング係数

I : 梁(長方形断面)の断面 2 次モーメント

片持ち梁の先端の長期たわみ量 δ は、梁に作用する全荷重を先端に作用する集中荷重におきかえ、以下の式によりもとめます。

$$\delta = P \cdot L^3 / (3 \cdot E \cdot I)$$

P : 先端に作用する集中荷重(片持ち梁に作用する全荷重)

(5) 計算外規定

平成 13 年国土交通省告示第 1026 号第 6 にある規定にしたがい、下記の条件を満たしていないものについては警告メッセージを出力します。

- ・ 梁せいが 450mm 以上であること
- ・ 主筋径が D13 以上、かつ本数が 2 以上であること

付録. エコープリントの仕様

エコープリントとは、ユーザーが入力したすべてのデータをダンプしてテキスト形式で書き出したリストのことを指します(ここに計算結果は含まれません)。

エコープリントは、データの内容に応じて適宜グループ分けされ、それぞれのグループに「タグ」が付けられます。タグの名称は <> で囲まれており、<タグ名称>で開始して</タグ名称>で終了します。

これらのタグ内に含まれるデータは複数の「行」により構成され、1 行の行末には「;(セミコロン)」が付されます。さらに、その中に複数のデータが「,(カンマ)」で区切られて配置されます。

つまり、全体として以下のような構成になります。

```
<開始タグ>
  データ 1, データ 2, データ 3, … ; (1 行目)
  データ 1, データ 2, データ 3, … ; (2 行目)
  …
  …
</終了タグ>
```

以下、各タグの名称とそこに含まれる個々のデータの内容について説明します。

<BuildingEditor_W> ルートタグ

<Building> 建物形状に関する情報

1 行目

- (1) X 方向スパン数
- (2) Y 方向スパン数
- (3) 階数

2 行目

X 方向の軸名称 (左から)

3 行目

Y 方向の軸名称 (下から)

4 行目

階名称(下から)

5 行目

X 方向のスパン長(mm) (左から)

6 行目

Y 方向のスパン長(mm) (下から)

7 行目

階高(mm) (下から)

8 行目

階の種別 (下から) = 0: 地下階, 1: 一般階, 2: 塔屋階

9 行目

階の標準梁せい(mm) (下から)

</Building>

<Load> 設計荷重に関する情報

1 行目

- (1) GL から1階床までの距離(mm)
- (2) パラペットの高さ(mm)
- (3) 地震力の計算 = 0: 自動, 1: Ci を直接入力, 2: Qi を直接入力
- (4) 固有周期の計算 = 0: 自動, 1: 直接入力
- (5) X 方向固有周期の直接入力値 (sec)
- (6) Y 方向固有周期の直接入力値 (sec)

(7) 地盤種別 = 0: 1 種, 1: 2 種, 2: 3 種

(8) 地域係数

(9) X 方向のベースシヤール係数

(10) Y 方向ベースシヤール係数

(11) = 1: Rt をつねに 1 にする

2 行目

直接入力による X 方向の Ci (下から)

3 行目

直接入力による Y 方向の Ci (下から)

4 行目

直接入力による X 方向の Qi(kN) (下から)

5 行目

直接入力による Y 方向の Qi(kN) (下から)

6 行目

(1) = 0: 積雪を考慮しない, 1: 考慮する(一般区域), 2: 考慮する(多雪区域)

(2) 単位重量(N/m²)

(3) 積雪量(cm)

(4) = 1: 勾配による低減を行う

7 行目

(1) = 0: 基礎反力を計算しない, 1: 連続基礎の反力を計算する, 2: べた基礎の反力を計算する

(2) べた基礎の場合 = 0: 全体の平均接地圧をもちいる, 1: 各耐力壁ごとの接地圧をもちいる

(3) べた基礎外周部の X 方向の出し長さ(mm)

(4) べた基礎外周部の Y 方向の出し長さ(mm)

</Load>

<Material> 使用材料に関する情報

1 行目

(1) 鉄筋 D10 の使用材料 = 0: SD295, 1: SD345, 2: SD390

(2) 鉄筋 D13 の使用材料

(3) 鉄筋 D16 の使用材料

(4) 鉄筋 D19 の使用材料

(5) 鉄筋 D22 の使用材料

(6) 鉄筋 D25 の使用材料

(7) 鉄筋 D29 の使用材料

(8) 鉄筋 D32 の使用材料

(9) 鉄筋 D35 の使用材料

(10) 鉄筋 D38 の使用材料

(11) 鉄筋 D41 の使用材料

(12) 一般部材の鉄筋のかぶり厚の標準値(mm)

(13) 地中梁の鉄筋のかぶり厚の標準値(mm)

</Material>

<Design> 設計に関する情報

1 行目

(1) 梁のスラブによる剛性増大 = 0: 無視, 1: 考慮

(2) 耐力壁の断面計算時の地震時応力の採用位置 = 0: 軸芯, 1: 梁端

(3) 耐力壁の断面計算時の地震時せん断力の割増し率

(4) 壁梁の断面計算時の地震時せん断力の割増し率

</Design>

<SlabList> 床荷重リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

(1) データの Index

(2) 室名

(3) 1 番目のスラブ符号の Index (= -1 : 未使用)

(4) 2 番目のスラブ符号の Index

(5) 3 番目のスラブ符号の Index

(6) 1 番目の固定荷重の名前

(7) 2 番目の固定荷重の名前

(8) 3 番目の固定荷重の名前

(9) 4 番目の固定荷重の名前

(10) 5 番目の固定荷重の名前

(11) 6 番目の固定荷重の名前

(12) 7 番目の固定荷重の名前

(13) 1 番目の固定荷重の値の 1 番目の項目の値

(14) 1 番目の固定荷重の値の 2 番目の項目の値

(15) 2 番目の固定荷重の値の 1 番目の項目の値

(16) 2 番目の固定荷重の値の 2 番目の項目の値

(17) 3 番目の固定荷重の値の 1 番目の項目の値

(18) 3 番目の固定荷重の値の 2 番目の項目の値

(19) 4 番目の固定荷重の値の 1 番目の項目の値

(20) 4 番目の固定荷重の値の 2 番目の項目の値

(21) 5 番目の固定荷重の値の 1 番目の項目の値

(22) 5 番目の固定荷重の値の 2 番目の項目の値

(23) 6 番目の固定荷重の値の 1 番目の項目の値

(24) 6 番目の固定荷重の値の 2 番目の項目の値

(25) 7 番目の固定荷重の値の 1 番目の項目の値

(26) 7 番目の固定荷重の値の 2 番目の項目の値

(27) 床用の積載荷重の値(kN)

(28) 小梁用の積載荷重の値(kN)

(29) 大梁用の積載荷重の値(kN)

(30) 地震力用の積載荷重の値(kN)

(31) 固定荷重の合計値(kN)

(32) 床用の合計荷重(kN)

(33) 小梁用の合計荷重(kN)

(34) 大梁用の合計荷重(kN)

(35) 地震力用の合計荷重(kN)

(36) 荷重の伝達方向 = 0 : XY, 1 : X, 2 : Y, 3 : 短辺方向

(37) = 1 : 積雪荷重がある

</SlabList>

<SlabName> スラブ符号リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

(1) データの Index

(2) スラブ符号

(3) この符号を使用している SlabList の Index

</SlabName>

<SubBeamList> 小梁リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

(1) データの Index

(2) 梁幅(mm)

(3) 梁せい(mm)

(4) = 1 : ベタ基礎の地反力を受ける

</SubBeamList>

<SubBeamName> 小梁符号リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

- (1) データの Index
- (2) 小梁符号
- (3) この符号を使用している SubBeamList の Index

</SubBeamName>

<WallList1> 壁配筋の標準値リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

- (1) データの Index
- (2) 壁厚(mm)
- (3) 縦筋径
- (4) 縦筋ピッチ(mm)
- (5) 横筋径
- (6) 横筋ピッチ(mm)
- (7) 曲げ補強筋の本数
- (8) 曲げ補強筋の径

壁筋の径 = 0 : D10, 1 : D10D13, 2 : D13, 3 : D13D16, 4 : D16, 5 : D16D19, 6 : D19, 7 : D22, 8 : D25

曲げ補強筋の径 = 0 : D10, 1 : D13, 2 : D16, 3 : D19, 4 : D22, 5 : D25, 6 : D29, 7 : D32, 8 : D35, 9 : D38, 10 : D41

</WallList1>

<WallList2> 壁配筋リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

- (1) データの Index
- (2) = 1 : 有効なデータをあらわす
- (3) 縦筋径
- (4) 縦筋ピッチ(mm)
- (5) 横筋径
- (6) 横筋ピッチ(mm)
- (7) 曲げ補強筋の本数
- (8) 曲げ補強筋の径

</WallList2>

<Story> 階ごとの情報. 属性 Order は階の番号(下から 1,2...)をしめす

<Basic>

- (1) 標準梁せい(mm)
- (2) 標準スラブ厚(mm)
- (3) コンクリート強度(N/mm²)
- (4) = 1 : 軽量コンクリート
- (5) コンクリート大梁の単位重量(kN/m³)
- (6) コンクリート小梁の単位重量(kN/m³)
- (7) コンクリート壁の単位重量(kN/m³)
- (8) コンクリート梁の仕上げ重量(N/m²)
- (9) X 方向の地震力の割増し率
- (10) Y 方向の地震力の割増し率
- (11) X 方向の追加地震力(kN)
- (12) Y 方向の追加地震力(kN)

</Basic>

<BeamList> 大梁リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

- (1) データの Index
- (2) 幅(mm)
- (3) せい(mm)
- (4) 主筋径番号
- (5) ST 径番号
- (6) 左側上端筋本数(二段筋がある場合は「一段筋本数/二段筋本数」)
- (7) 左側下端筋本数

- (8) 中央上端筋本数
- (9) 中央下端筋本数
- (10) 右側上端筋本数
- (11) 右側下端筋本数
- (12) 左側 ST 本数
- (13) 左側 ST ピッチ(mm)
- (14) 中央 ST 本数
- (15) 中央 ST ピッチ(mm)
- (16) 右側 ST 本数
- (17) 右側 ST ピッチ(mm)
- (18) 端部指標. = 0: 左端・中央・右端, 1: 両端・中央, 2: 全端
- (19) 鉄筋のかぶり厚(mm). 0 の場合は標準値
- (20) = 1: 伏図・軸組図に表示しない

</BeamList>

<BeamName> 大梁符号リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

- (1) データの Index
- (2) 大梁符号
- (3) この符号を使用している BeamList の Index

</BeamName>

<MemberLoad> 追加部材荷重リスト. 属性 Count はリストの数(データの行数)をあらわす

- (1) データの Index
- (2) 追加部材荷重リスト番号. = 0: 未使用
- (3) コメント
- (4) 等分布荷重(kN/m)
- (5) 集中荷重の数
- (6) 集中荷重(kN)
- (7) 1 番目の荷重形の荷重形番号. = 0: 指定なし
- (8) 2 番目の荷重形の荷重形番号
- (9) 3 番目の荷重形の荷重形番号
- (10) 4 番目の荷重形の荷重形番号
- (11) 5 番目の荷重形の荷重形番号
- (12) 1 番目の荷重形の存在指標. = 1: 両側
- (13) 2 番目の荷重形の存在指標
- (14) 3 番目の荷重形の存在指標
- (15) 4 番目の荷重形の存在指標
- (16) 5 番目の荷重形の存在指標
- (17) 1 番目の荷重形の 1 番目のパラメータ(m, kN, kN/m²)
- (18) 1 番目の荷重形の 2 番目のパラメータ
- (19) 1 番目の荷重形の 3 番目のパラメータ
- (20) 1 番目の荷重形の 4 番目のパラメータ
- (21) 1 番目の荷重形の 5 番目のパラメータ
- (22)-(26) 2 番目の荷重形のパラメータ
- (27)-(31) 3 番目の荷重形のパラメータ
- (32)-(36) 4 番目の荷重形のパラメータ
- (37)-(41) 5 番目の荷重形のパラメータ

</MemberLoad>

<NodeInformation> 節点の情報. 節点の総数(X 軸数×Y 軸数)分のデータが存在する

- (1) 節点の X 軸の番号(左から 0,1,2...)
- (2) 節点の Y 軸の番号(下から 0,1,2...)

- (3) 点の右側に存在する X 方向大梁の番号 (BeamInformation の Index)
- (4) 節点の上側に存在する Y 方向大梁の番号 (BeamInformation の Index)
- (5) 節点の右上に存在する床組の番号 (SlabInformation の Index)
- (6) 節点の状態 = 0 : 有効, -1 : 無効
- (7) 節点の X 方向の移動量(mm)
- (8) 節点の Y 方向の移動量(mm)
- (9) 節点の Z 方向の移動量(mm)
- (10) 節点の移動方向 = 0 : なし, 1 : 上, 2 : 右上, 3 : 右, 4 : 右下, 5 : 下, 6 : 左下, 7 : 左, 8 : 左上
- (11) > 0 : 上側の梁に断面計算の出力指定あり
- (13) > 0 : 右側の耐力壁に断面計算の出力指定あり
- (14) > 0 : 上側の耐力壁に断面計算の出力指定あり

</NodeInformation>

<BeamInformation> 大梁の情報. 属性 Count はデータの行数をあらわす

- (1) データの Index
- (2) BeamName の Index. = -1 : 未使用
- (3) 有効なスパン数(無効節点を考慮したもの)
- (4) 上部にある壁のタイプ = -1 : なし, 0 : 無開口, 1 : 1 開口壁, 2 : 2 開口壁, 3 : コシ・タレ壁, 4 : 方立て壁
- (5) 壁の厚さ(mm)
- (6) 壁の仕上げ重量(N/mm²)
- (7) 1 番目の壁開口の A 寸法(mm)
- (8) 1 番目の壁開口の B 寸法(mm)
- (9) 1 番目の壁開口の C 寸法(mm)
- (10) 1 番目の壁開口の D 寸法(mm)
- (11) 2 番目の壁開口の A 寸法(mm)
- (12) 2 番目の壁開口の B 寸法(mm)
- (13) 2 番目の壁開口の C 寸法(mm)
- (14) 2 番目の壁開口の D 寸法(mm)
- (15) 壁の配筋リスト番号 (WallList2 の Index)
- (16) = 1 : 非耐力壁, = 2 : 耐力壁
- (17) 自重の割増し率
- (18) 追加部材荷重の番号 (MemberLoad の Index)
- (19) 片持スラブの取り付け = 0 : なし, 1 : 下または左, 2 : 上または右
- (20) 片持スラブの床荷重の番号 (SlabList の Index)
- (21) 片持スラブの出の長さ(mm)
- (22) 梁始端から片持スラブ始端までの距離(mm)
- (23) 梁終端から片持スラブ終端までの距離(mm)
- (24) 片持床の先端荷重(kN/m)

</BeamInformation>

<SlabInformation> 床組の情報. 1 つの床組に対して 1 つの要素が存在する

- (1) データの Index
- (2) X 方向スパンの分割方法. = 0 : 等分割, 1 : 不等分割(長さで入力), 2 : 不等分割(比で入力)
- (3) Y 方向スパンの分割方法
- (4) X 方向スパン数
- (5) Y 方向スパン数
- (6) 不等分割の時の X 方向分割長の入力順 = 0 : 左から右, 1 : 右から左
- (7) 不等分割の時の Y 方向分割長の入力順 = 0 : 左から右, 1 : 右から左
- (8)-(15) 不等分割時の X 方向分割長(mm)または分割比
- (16)-(23) 不等分割の時の Y 方向分割長(mm)または分割比
- (24) 小梁の数

(25) スラブの数

<SubBeam> 小梁の情報

- (1) 始端のグリッド番号(グリッド番号は床組の左下を 0 とし, 順次右上に向けてふられる)
- (2) 終端のグリッド番号
- (3) SubBeamName の Index. = -1: 未使用
- (4) 梁上の壁の存在指標. = 0: なし, 1: 壁が存在する, 2: 壁が梁の全長にわたって存在
- (5) 壁厚(mm)
- (6) 壁の仕上げ重量(N/mm²)
- (7) 梁始端から壁始端の距離 (mm)
- (8) 壁の長さ(mm)
- (9) 追加荷重リスト番号(MemberLoad の Index). = -1: なし
- (10) 片持梁の指標. = 1: 始端が支持端の片持梁, 2: 終端が支持端の片持梁

</SubBeam>

<Slab> スラブの情報

各グリッドの右上に配置される SlabName の Index (グリッド番号の小さい順から). = -1: スラブなし

</Slab>

</SlabInformation>

</Story>

</BuildingEditor_W>