建物形状と構造計画

建物形状と構造計画は密接に関係しており、また関係がある方が美しくイニシャルコストが安く済む傾向にある。設計者の好む意匠（L字型の立面と平面・吹き抜け空間・スキップフロア・登り梁）で計画する場合の構造上の注意点がある。また、構造計画によっては大工の施工性の向上にもつながる。

講師　山辺豊彦（山辺構造設計事務所）

講義日	事業者
2012年10月29日（月）	富山県建築設計監理協同組合
2012年11月27日（火）	山形県鶴岡市
2013年1月29日（火）	山形県鶴岡市

参考文献　＊1　山辺豊彦：「ヤマベの木構造」、株式会社エクスナレッジ、2009年4月

1. 意匠とその構造上の注意点

意匠と構造が一体となって計画されている建物は美しい傾向にある。設計者は合理的で美しい建物を計画するようにしたい。その際に重要なのが図1に示す各要素のバランスである。例えば、梁勝ちの場合など軸組が柔らかい場合には剛性の低い耐力壁をまんべんなく配置するため水平剛性も柔でよいが、スパンを飛ばして壁を少なくする場合には壁倍率と床倍率を高める必要がある。特に壁倍率と床倍率・接合部は連動することを感覚的に理解できるようになるとよい。

以下の（1）～（4）に建物の形状と構造上の注意点を示す。

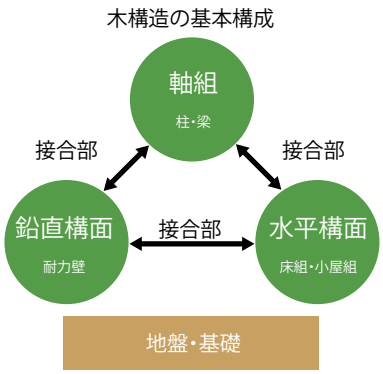


図1　木構造の基本構成（構造④図1を再掲）＊1 p.25

（1）L字型平面・立面の場合

L字型平面・立面の場合は全体の壁量の配置バランスのみでなく、ゾーニングを行いそれぞれのゾーン毎に壁量の配置バランスを確認する。それぞれのゾーンで構造を成り立たせる必要があるのは、水平構面をよほど堅くしない限り建物全体に力が伝わらないためである。

なお、軸の振れた平面の場合は力をX軸とY軸に分解して壁量を計算する。

コラム

X軸・Y軸で考え初歩的な間違いをなくす＊1 p.24

設計者が、耐力壁の配置についてX軸とY軸で混乱することがある。これは、耐力壁の効く方向を勘違いしやすいからである。そこで、水平力の向きとそれに対抗する軸の向きを対応させて考えると間違いを起こしにくい（図2）。

また、梁行き・桁行きと記すことも間違いを起こしやすいためX軸Y軸に統一することが望ましい。

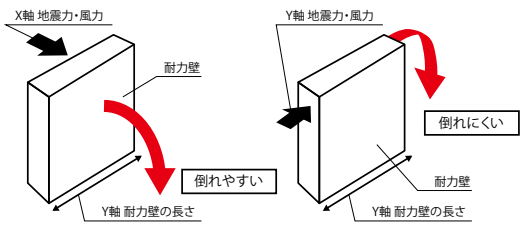


図2　Y軸方向の力にはY軸方向の耐力壁の長さが、X軸方向の力にはX軸方向の耐力壁の長さが影響する。

コラム

壁倍率の考え方 *1 p.97

壁倍率が1の壁とは、長さ1mの壁に1.96kN（200kg）の水平力が作用した場合に、層間変形角が1／120となる壁をいう（図3）。

壁倍率が1倍とは、頂部の変形量が階高の1/120のときの耐力が、壁長さ1m当たり1.96kNであることを意味する

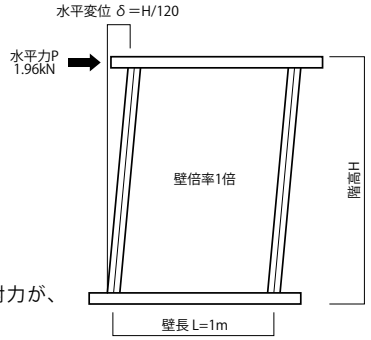


図3　壁倍率 *1 p.98

（2）吹き抜けを設ける場合

図4のように吹き抜けによって建物を分断する場合は、それぞれをゾーニングして考える。これは、（1）で記したように水平構面によって力が伝わらないためそれぞれのゾーンで構造を成り立たせるためである。

図5のように吹き抜けを配置した場合には、隣接する床の倍率を上げるなど工夫する必要がある。

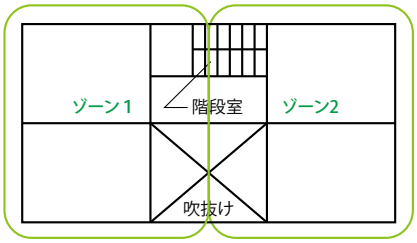


図4　ゾーニング

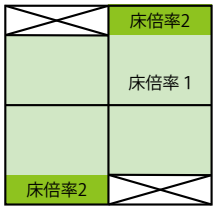


図5　床倍率

コラム

壁量計算に使用する床面積

*1 p.97、pp.204～207、p.322

壁量計算に使用する床面積の値は、建物の荷重を仮定するために使用するためのものである。そのため、より安全を見込んだ建物の荷重を仮定するには吹き抜け部分やセットバック部分の床面積を入れる必要がある。バルコニーなどの場合は出の半分程度を床面積に加えるなどの配慮が必要である。住宅性能表示制度で用いられる床面積は、セットバックなどの重量の変化にも対応できるように天井伏せで考えるように規定している。

（3）スキップフロア *1 p.47

スキップフロアは水平構面の連続性に問題が起きる場合がある。図6で段差部分に壁がない場合を想定しスキップフロア部分を広げてみると、水平構面が分断されていることがわかる（図6右）。図7のように段差の垂直面は水平構面の延長と考え、床倍率と同等の倍率で連続させるとよい。

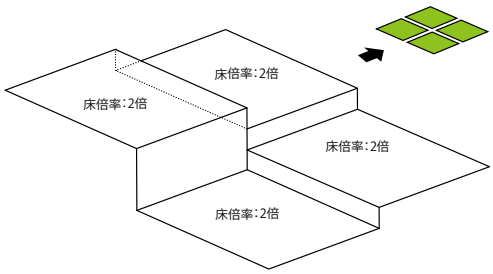


図6　スキップフロアの段差部分が開口の場合、力が分断され変形しやすい

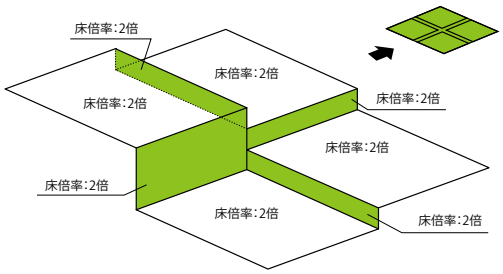


図7　スキップフロアの段差部分の壁倍率を床倍率と揃える

(4) 登り梁の場合

小屋裏を見せるデザインとした場合に登り梁を選択する設計者は多い。そこで気をつけたいのが棟木のたわみと桁のスラスト(水平方向に広がろうとする力)の発生である(図8)。

これを防止するために計画上で注意する点は以下の4点である。

①棟木の成や強度を大きくする。

②登り梁の成や強度を大きくする。

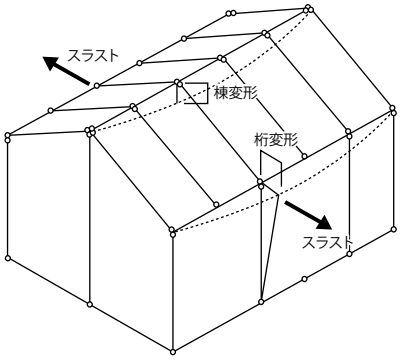
③耐力壁は屋根面まで延長する。

④屋根面の剛性を高くする。

スラストの他に注意すべき点としては、妻面は風圧力に対抗できるよう、柱断面を大きくするか、小屋梁を設けるといった配慮も必要である。

屋根面の剛性を高くする方法として写真1のように斜め板張りにするなどの手法がある。屋根面の剛性は床と同じ仕様で考え、床倍率の高い仕様を用いるとよい。地域の林業試験センターなどでは地域材を用いた床倍率の試験を行っている可能性があり、問い合わせてみるとよい。

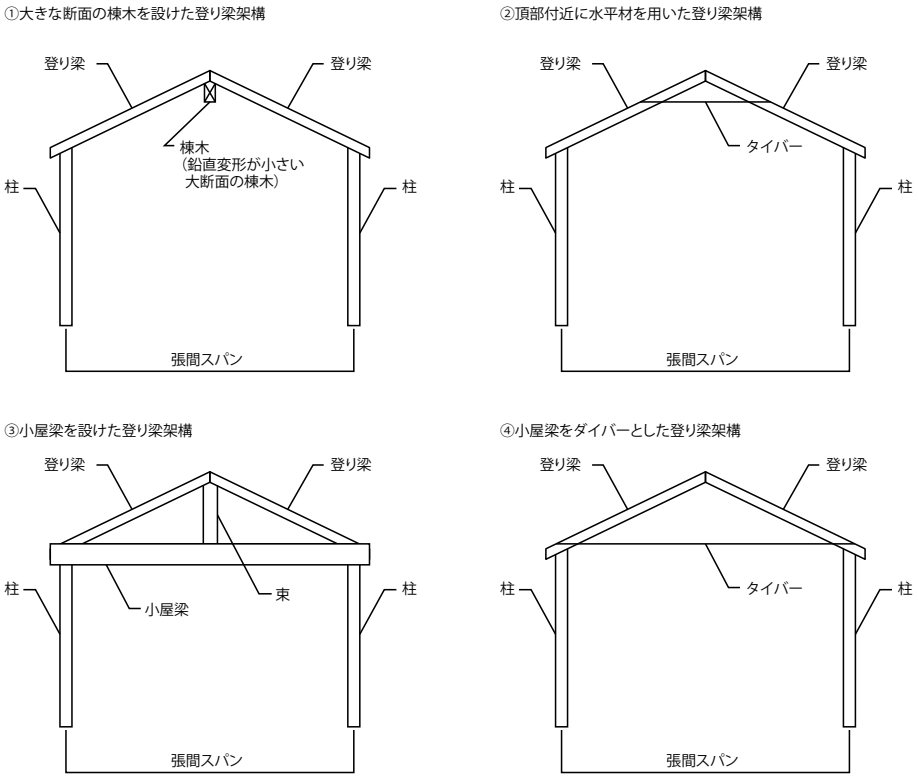
また、スラストを抑えるため、登り梁の場合であっても2間間隔程度で小屋梁(図9)を設けることを推奨する。



・棟木がたわむと桁が水平方向に広がろうとする。
その広がろうとする力をスラストという。
・登り梁の変形、屋根面の水平剛性も併せて注意する。

図8　棟木のたわみとスラスト*1 p.119

写真1　つくば市立東小学校　屋内運動場



タイバーは、鉛直荷重時に働く。ただし、水平荷重時や偏荷重時には、タイバーに圧縮力が作用するため効果がないことに注意する必要がある。

図9　スラストの処理方法*1 p.121

2. 構造計画によってディテールを共通化し大工の施工性を向上する

七沢希望の丘初等学校（図10、11）では、地域の大工仕事の継承を考えており、大工の施工性に考慮した構造計画を採用した。複雑な平面形と立面形となっているが、同じ架構形態（写真2）で、中央側の柱は300φの丸太、壁側の柱は150角の製材から成っている。それを連続して配置することによって同じ継ぎ手仕口を繰り返し加工することになる。複雑な形状でも施工性を高めることを意識した計画の好例である。

その他の工夫点は以下の通りである。

・加工する際には含水率を測定し25％以下に下がるまで待ってから加工した。これは、25％以上だと木材が暴れるためである。
・屋根面の水平剛性の確保および桁方向の偏心率の制御を図るため、方杖をX状に配置し立体的な水平ブレースになるように計画した。
・庇を片持ち庇とするには大きな梁成が必要となるため、60φの丸鉄鋼を採用した。
・接合部は引き寄せ金物による接合（アフタイト接合（写真3））とし金物が見えないように工夫した。
・光を取り入れるためにポリカーボネートを用いた耐力壁を採用した。

図10　七沢希望の丘初等学校　平面図

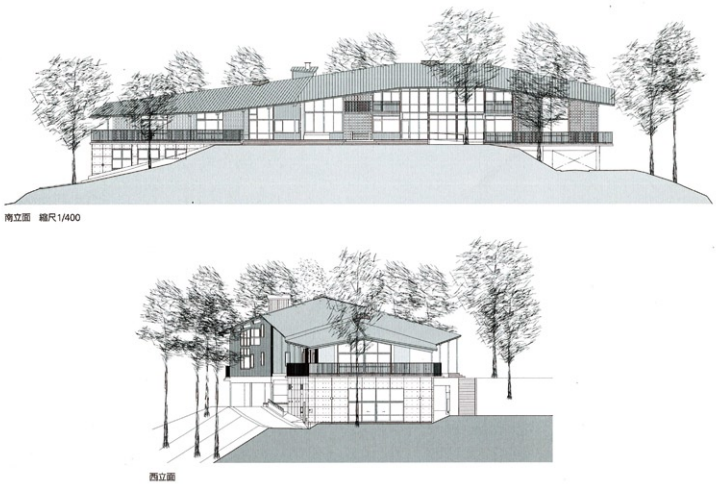


図11　七沢希望の丘初等学校　立面図

写真2　同一架構形態の連続

写真3　アフタイト接合（カタログより転載）

表1　七沢希望の丘初等学校　諸元

名称	学校法人　内田学園 七沢希望の丘初等学校
場所	神奈川県厚木市七沢
設計者	中村勉総合計画事務所
構造設計者	山辺構造設計事務所
木材の産地	神奈川県産材
用途	小学校
規模	建築面積736.53㎡、 延べ面積1,229.72㎡、 最高高さ10.92m、軒高さ8.87m、 地下1階、地上2階
構造計算ルート	ルート1