

構造方法による木材料のコスト比較

簡単なモデルで、代表的な構造形式の壁構造とラーメン構造の耐震要素の木材料のコスト比較を行った。なお、人工、接合金物等のコストは無視している。

§ 想定建物

図 1 に示す建物を想定。基本諸量は表 1 のとおり仮定する。

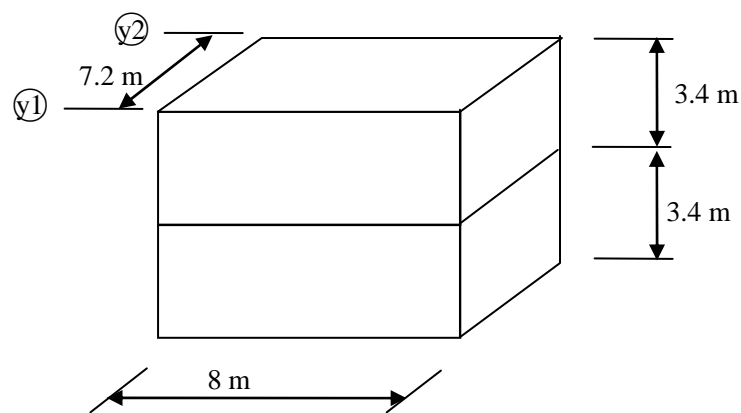


図 1 想定建物

表 1 基本諸量

桁行寸法	8m
梁間寸法	7.2m
階数	2 階
階高	1, 2 階とも 3.4m
屋根重量	1,000 N/m ² (重い屋根)
床重量	550N/m ²
壁重量	550N/m ² (単位床面積あたり)
積載荷重	2100N/m ² (大梁計算用) 1100N/m ² (地震力算定用)
積雪荷重	一般地

§ 地震力の算定

層せん断力係数を 1 階 0.2, 2 階 0.25 とする。

表 2 地震力

階数	各階重量 W_i	ΣW_i	地震力
2	屋根重量: $1,000 \text{ N/m}^2$ 床重量: 550 N/m^2 壁重量: $550 \text{ N/m}^2 \times 0.5$ 小計 $1,825 \text{ N/m}^2 \times 7.2\text{m} \times 8\text{m} = 105,000 \text{ N}$	105,000 N	26,300 N
1	床重量: 550 N/m^2 壁重量: 550 N/m^2 積載荷重: $1,100 \text{ N/m}^2$ 小計 $2,200 \text{ N/m}^2 \times 7.2\text{m} \times 8\text{m} = 127,000 \text{ N}$	232,000 N	46,400 N

§ 地震力に対する必要耐力要素

桁行き方向について試算する。なお、想定建物は 2 階建てであるが、試算は 1 階のみについて実施する。耐力要素は、 y_1 通りと y_2 通りに均等に配置するものとする。

(1) 耐力壁仕様の場合

土台 120×120 断面、梁 120×180 断面、柱 120×120 断面で構成される軸組みに構造用合板を外側、内側から張った耐力壁を挿入するものとする。

1) 構造設計

(a) 仕様規定

建築基準法施行令第 46 条による。単位床面積あたりに必要壁量は表 3 のとおり。

表 3 必要壁量 (重い屋根)

1 階	2 階
33cm	21cm

仮定した耐力壁の壁倍率 $= 2.5 + 2.5 = 5.0$ 。よって、1 階 y_1 、 y_2 各構面に必要な耐力壁の長さはそれぞれ以下のとおり。

$$33 \times 8\text{m} \times 7.2\text{m} \div 2 \div 5 = 1.9\text{m} \quad \text{耐力壁の幅を } 1\text{m} \text{ とすれば、} 1.9 \text{ 枚必要である。}$$

(b) 許容応力度計算

壁倍率 5 の耐力壁 1 枚の許容せん断耐力は、耐力壁の幅を 1m とすれば、 $1,960 \text{ N/m} \times 5 \times 1\text{m} = 9,800 \text{ N}$ よって、1 階 y_1 、 y_2 各構面に必要な壁の枚数は、それぞれ $46,400 \text{ N} \div 2 \div 9,800 = 2.36$ 枚

(2) ラーメン仕様の場合

図 2 に示すラーメン構造を想定する。柱と梁間の接合部が実態としてピンに近いことを考え、ピン接合とする。柱は 1,2 階通し、柱脚固定とする。

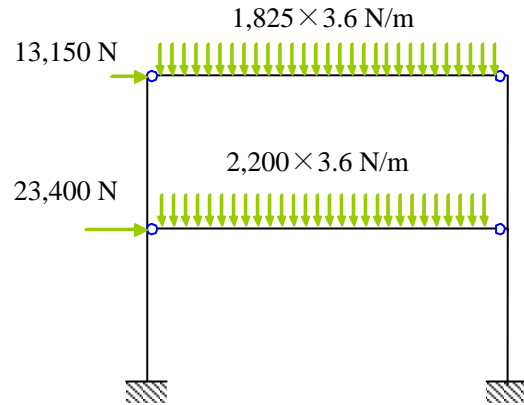


図2 y1、y2 通りのラーメンのモデル

(a) 仕様規定

構造耐力上主要な柱、横架材の品質が昭和 62 年建設省告示第 1898 号に適合していれば、下記の構造計算によればよい。そうでない場合には、上記耐力壁仕様の場合の仕様規定で求められた壁が必要となる。

昭和 62 年建設省告示第 1898 号に適合する品質とは、

日本農林規格に規定する構造用集成材、化粧ばり構造用集成材、構造用単板積層材、国土交通大臣が基準強度を指定した集成材、国土交通大臣の認定を受け、許容応力度等が指定された材、針葉樹の農林規格目視等級区分製材又は機械等級区分製材のうちで含水率が 15%以下のもの、国土交通大臣が基準強度を指定した材のうちで含水率が 15%以下のものとなっている。

ここでは、日本農林規格に規定する構造用集成材のスギ集成材 (E75-F240) 柱、梁とも断面寸法は $120 \times 300 \text{ mm}$ とする。

(b) 許容応力度計算

曲げモーメント、せん断力分布は図 2 のようになる。

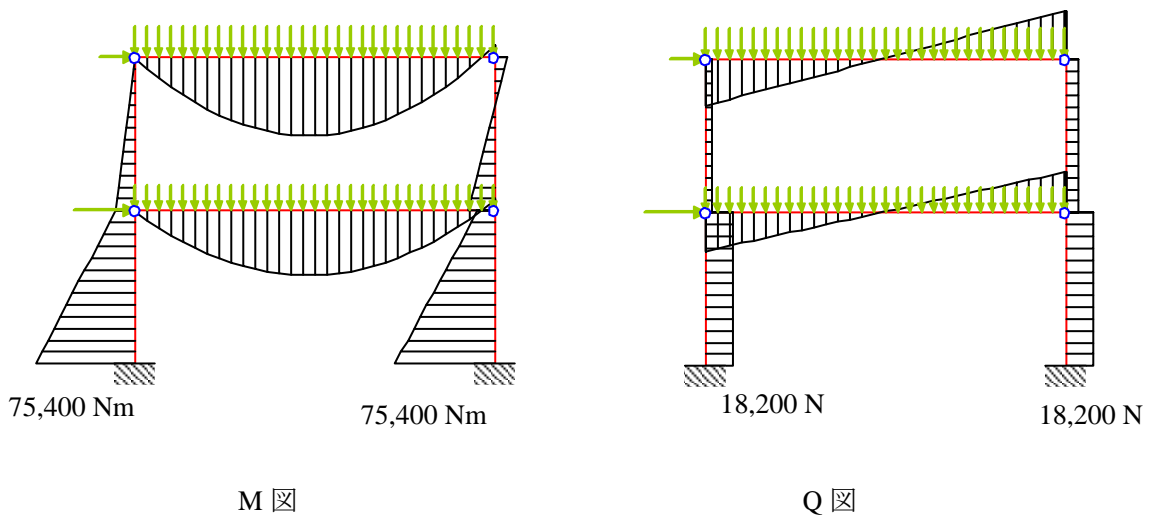


図2 応力図

仮定した構造用集成材の短期許容応力度等は以下のとおり。

表4 柱、梁の基準強度、短期許容応力度

	曲げ応力度	せん断応力度
基準強度	$F_b = 24 \text{ N/mm}^2$	$F_s = 2.7 \text{ N/mm}^2$
短期許容応力度	$sfb = 2/3 F_b = 16 \text{ N/mm}^2$	$sfs = 2/3 F_s = 1.8 \text{ N/mm}^2$

断面積、断面係数は次のとおり。

$$A = 120 \times 300 = 36,000 \text{ mm}^2 \quad , \quad Z = 120 \times 300^2 / 6 = 1,800,000 \text{ mm}^3$$

1階の必要柱本数を算定する。

$$\text{曲げ応力度より、} n = 75,400,000 \times 2 \div 1,800,000 \div 16 = 5.2 \text{ 本}$$

$$\text{せん断応力度より、} n = 18,200 \times 2 \div 36,000 \times 1.5 \div 1.8 = 0.84 \text{ 本}$$

§ 構造用材の単価

構造用木材料として、柱、梁、壁に使用する材の単価を、最新の積算資料、建設物価で調べた。その結果を表5に示す。

表5 建設物価より

正角材 スギ 特1等	105×105×3,000	1,000 円程度/本
	120×120×3,000	1,800 円程度/本
構造用合板 9mm厚	900×1800	600 円程度/枚
構造用集成材	正角材相当以外、記載なし	

ここで想定した断面の構造用集成材については、記載がなかったので、インターネットで検索した。その結果、愛媛県林業振興会議 平成21年4月の資料より、下記の標準単価表を得た。

表6 スギの構造用製材と集成材の標準単価表

構造用製材 (目視2級)	120×120×3,000	65,000 円/m ³
	120×180×4,000	80,000 円/m ³
構造用集成材 (E75-F240)	120×300×3,000	160,000 円/m ³

以上の資料から、ここでは、以下のように木材料のコストを仮定する。

表7 コスト計算用木材料の仮定単価

軸組用柱、土台	65,000 円/m ³
軸組用梁	80,000 円/m ³
構造用合板 900×1800	600 円/枚
ラーメン用梁、柱	160,000 円/m ³

1階、y1通り分で比較する。なお、壁の枚数、柱の本数は実際には整数になるが、以下の計算では算定された必要枚数の端数も含んだ数で計算をする。

(a) 耐力壁仕様の場合

規模によっては仕様規定だけを満足していれば良いが、ここでは許容応力度計算に基づく壁枚数で試算する。

$$\text{土台 } 8\text{m} : 65,000 \text{ 円/m}^3 \times (0.12 \times 0.12 \times 8) = 7,488 \text{ 円}$$

$$\text{梁 } 8\text{m} : 80,000 \text{ 円/m}^3 \times (0.12 \times 0.18 \times 8) = 13,824 \text{ 円}$$

$$\text{壁 } 2.6 \text{ 枚} : 7978 \text{ 円/枚} \times 2.6 \text{ 枚} = 20,743 \text{ 円}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{壁 } 1 \text{ 枚} : \text{柱 } 65,000 \text{ 円} \times (0.12 \times 0.12 \times 3.3) \times 2 \text{ 本} = 6,178 \text{ 円} \\ \text{構造用合板 } 600 \text{ 円} \times 3 \text{ 枚} = 1,800 \text{ 円} \end{array} \right)$$

$$\text{合計} \underline{\hspace{15em}} 42,055 \text{ 円}$$

(b) ラーメン仕様

柱、梁は昭和 62 年建設省告示第 1898 号を満足しているため、仕様規定も満足しているとして許容応力度計算に基づく柱本数で試算する。

$$\text{柱 } 160,000 \text{ 円/m}^3 \times 0.12 \times 0.3 \times 3.2 \times 5.2 \text{ 本} = 95,846 \text{ 円}$$

$$\text{梁 } 160,000 \text{ 円/m}^3 \times 0.12 \times 0.3 \times 8 = 46,080 \text{ 円}$$

$$\text{合計} \underline{\hspace{15em}} 141,926 \text{ 円}$$