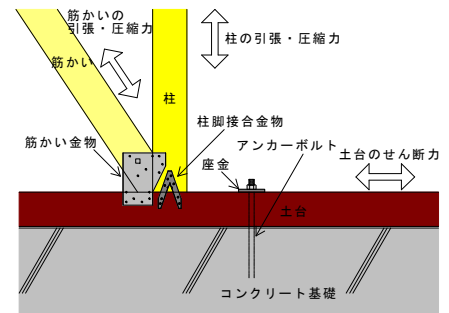


10. LVG土台の構造設計

◆ 建物に加わる外力は、地震力や風圧力などの水平方向の力と、積雪や積載荷重などの鉛直荷重があります。これらの外力は、各階の耐力要素を伝わって土台に達し、さらに基礎として地盤へと流れます。したがって、安全な建物を設計するためには、土台の耐力や柱・筋かいとの接合部の性能を確認する必要があります。ここでは、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2008年版）」（財団法人日本住宅・木材技術センター、以下グレー本）に準じた土台に関わる構造設計法を紹介します。



土台に作用する力

柱脚の引抜力による土台の曲げ（グレー本p.93）

柱脚と土台の接合部に引張力が作用すると、土台には曲げモーメントが生じます。このときの土台の曲げ応力度が、土台材の短期許容曲げ応力度を超えないことを以下の式で確認します。

$$T_a \cdot L_d / Z_d \leq_s f_b$$

ここで、

T_a : 柱脚と土台の接合仕様における短期許容引張耐力 (kN)

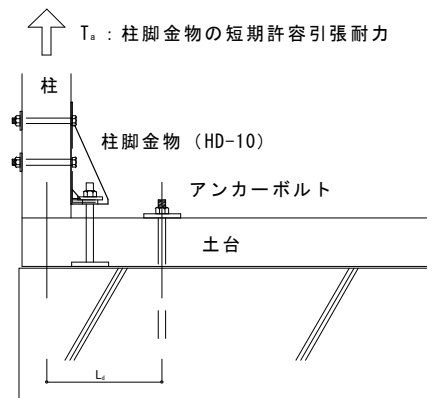
L_d : 柱心からアンカーボルトまでの距離 (mm)

Z_d : アンカーボルト部分の土台の断面係数 (mm³)

f_b : 土台材の短期許容曲げ応力度 (kN/mm²)

耐力が15kN以上のホールダウン金物は、アンカーボルトと直結する必要があるため、土台に曲げは加わりません。ここでは土台に曲げが加わる最大の引張耐力を有する10kN用ホールダウン金物を用いた接合仕様を対象として試算しました。

$Z_d = (105 - 14) \times 105^2 / 6 = 167212.5 \text{ mm}^3$, $f_b = 31.0 \times 2/3 = 20.6 \text{ N/mm}^2$, これより $Z_d \times_s f_b = 3444 \text{ kN}$ となります。したがって、 $L_d \leq Z_d \times_s f_b / T_a = 3444 / 10 = 344 \text{ mm}$ となり、柱心からアンカーボルトまでの距離 L_d は344mm以下にする必要があると計算されます。



柱脚の引抜力による土台の曲げ応力

アンカーボルトの引張耐力（グレー本p.94）

アンカーボルトを土台に定着する座金の短期許容めり込み耐力 N_{cv} が、最寄りの柱脚と土台の接合仕様における短期許容引張耐力 T_a を上回ることを確認します。

$$T_a \leq N_{cv} \quad , \quad N_{cv} = A_{座金} \cdot f_{cv}$$

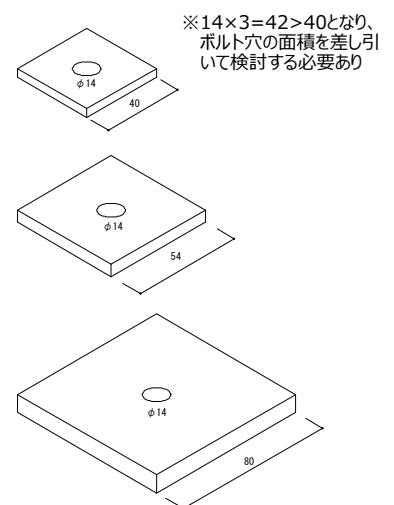
ここで、

$A_{座金}$: 座金のめり込み面積 (mm²) (※ただし、座金の短辺または径がボルト穴の3倍以上あるときはボルト穴の面積を引かなくてもよい)

f_{cv} : 土台材の短期許容めり込み応力度 (N/mm²)

先ほどと同じ接合部仕様で試算すると、 $A_{座金} = 80^2 = 6400 \text{ mm}^2$, $f_{cv} = 11.0 \times 2/3 = 7.3 \text{ N/mm}^2$ より、 $N_{cv} = 6400 \times 7.3 = 46720 \text{ N} = 46.7 \text{ kN}$ となります。したがって、 $46.7 > T_a = 10 \rightarrow \text{OK}$ 。

逆に、例えば座金を40mm角のものにした場合に許容出来る引張力は、 $A_{座金} = 40^2 - 14^2 / 4 \times \pi = 1446 \text{ mm}^2$ より $T_a \leq N_{cv} = 1446 \times 7.3 = 10555 \text{ N} = 10.5 \text{ kN}$ となります。



座金の仕様

アンカーボルトのせん断耐力の検定 (グレー本p.95)

1階の鉛直構面ごとに、通り上に存在するアンカーボルトの短期許容せん断耐力の和が、鉛直構面の短期許容せん断耐力以上であることを、下式によって確認します。

$$M_{12}P_a \times n_j + M_{16}P_a \times m_j \geq Q_{aj}$$

ここで、

$M_{12}P_a$: M12アンカーボルトの短期許容せん断耐力 (kN)

$M_{16}P_a$: M16アンカーボルトの短期許容せん断耐力 (kN)

n_j : j通り土台上に存在するM12アンカーボルトの本数

m_j : j通り土台上に存在するM16アンカーボルトの本数

Q_{aj} : j通り鉛直構面の短期許容せん断耐力 (kN)



土台とアンカーボルト

アンカーボルトの短期許容せん断耐力

土台の樹種	アンカーボルト	短期許容せん断耐力(kN)
ヒバ、ヒノキ、広葉樹、その他の圧縮強さが23.4N/mm ² 以上の樹種	M12	8.72
	M16	15.5
ベイツガ、スギ、その他の圧縮強さが18.0N/mm ² 以上の樹種	M12	7.65
	M16	13.6

柱軸力による土台のめり込みの検定 (グレー本p.113)

柱の圧縮力による土台のめり込み応力の検定は、長期荷重に対して行います。長期荷重時の柱の圧縮力による土台のめり込み応力の検定は、下式で行います。

$${}_L N / A_e \leq {}_L f_{cv}$$

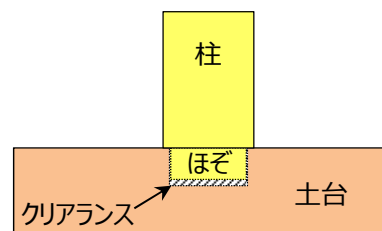
ここで、

${}_L N$: 長期荷重時の柱の圧縮力 (kN)

A_e : 柱の圧縮力が土台に伝達される部分の断面積 (mm²)

${}_L f_{cv}$: 土台の長期許容めり込み応力度 (N/mm²、平成13年国交省告示により、 ${}_L f_{cv} = 1.5/3 \times F_{cv}$ とする)

A_e は、ほぞの先端とほぞ穴底面とのクリアランスが極めて小さい場合は、ほぞ穴面積を差し引く必要はありませんが、クリアランスが大きい場合は差し引く必要があります。その場合、ほぞ寸法が30×90mmであれば、 $A_e = 105 \times 105 - 30 \times 90 = 8325$ (mm²)、 ${}_L f_{cv} = 1.5/3 \times 11 = 5.5$ (N/mm²)より、 ${}_L A_e \times {}_L f_{cv} = 45787$ (N)となります。したがって、許容出来る長期荷重時の柱の圧縮力は45.7 (kN)となります。



柱と土台の接合部

Zマーク金物による接合耐力の確認 (グレー本p.72)

Zマーク金物である山形プレート金物を用いた接合部の許容耐力は、スギ・エゾマツの場合で3.92kNですが、実際の運用上は、これを1.5倍した値が用いられます。これは、「降伏耐力後も荷重の上昇が相当あり、かつ韌性に富むことから降伏耐力を許容耐力としても十分に余裕があり、概ね弾性域として大差ないため」です。

先に示した実験結果をみると、荷重と変形の関係は韌性に富み、製材と同等以上の性能があることが認められます。したがって、LVGを使用した場合も、1.5倍の割り増しが適用できると考えられます。