

*** 構造検討 ***

●準備計算

- 柱：桧 断面寸法120*240
- 桧の基準強度F値を無等級材やE90程度と仮定
- 終局時曲げ強度 (F_b または σ_u) を30N/mm²と仮定
 - 塑性断面係数Z_p $Z_p = b D^2/4 = 120*240^2/4 = 1728000\text{mm}^3$
 - 全塑性モーメントM_p $M_p = Z_p * \sigma_u = 1728000 * 30 = 51.8\text{KN.m}$ ∴ 5.2トン.mまで柱は折れない。
 - 水平保有耐力O_u $O_u = M_p/h = 51.8/3.0 = 17.3\text{KN}$ 1.73トン/本 ∴ 1.73トンの剪断力に耐える
 - 金物の耐力Q_{oint} $Q_{oint} = 30\text{KN.m}/3.0\text{m} = 10.0\text{KN}$ (1トン) ∴ 1トンに耐える金物

※金物の終局耐力は 概ね30KN.m、階高3Mとして

■スラストの検討

単位荷重1.7KN (金属屋根 (0.6KN) + 天井・設備・トラス自重 (0.5KN) + 積雪 (0.6KN))

・W (総重量) : トラス1フレームが支える屋根荷重 $1.7 * 1.82 * 13.65 = 42.23\text{KN}$

・L (スパン) 13.65M

・f (ライズ) : アーチ頂点の柱頭からの盛り上り6.2M

$$\text{スラスト } S = W * L / 8 * f = (42.23 * 13.65) / (8 * 6.2) = 1146.6 / 49.6 = 11.6\text{KN}$$

：基礎梁耐力

断面：300*1200 主筋6-D25 (D25 : 507mm² 許容引張応力度(長期)195N/mm²)

D25の総断面積 $507 * 6 = 3042\text{mm}^2$

$$T = 3042 * 195 = 593190\text{N} = 593\text{KN} > 11.6\text{KN} \text{ OK}$$

：べた基礎耐力

長手方向の引張に対し、鉄筋D13 : 127mm²、1mあたりの本数(@250) : 4本、許容引張応力度 : 195N/mm²

$$T = 127 * 4 * 195 = 99060\text{N} = 99\text{KN} > 11.6\text{KN} \text{ OK}$$

■地震力検討

：X方向 (トラス方向) : 1フレームで考える (荷重W=42.2KN)

1. 【中地震時】 (損傷限界 C0=0.2)

- 地震力Q $Q = W * C_0 = 42.2 * 0.2 = 8.44\text{KN}$
- 柱1本あたりの負担 = 4.22KN
- 柱の短期許容耐力 (降伏前) 10.0KN (金物耐力)

判定 : 10.0KN > 4.22KN OK

2. 【大地震時】 (安全限界 C0=1.0, Z=0.8)

- 必要弾性応答せん断力 $Q_{ud} = 0.8 * 1.0 * 42.2 = 33.76\text{kN}$
- トラス保有水平耐力 (実力) $Qu = 20.0 \text{ kN}$ (金物降伏耐力 10.0kN * 2)
- 安全性検証 (要求Ds値の確認) : 要求される構造特性係数 $Ds \leq Qu / Q_{ud} = 20.0 / 33.76 = 0.59$

見解 : 金物降伏先行型の粘り強い架構 (木造ラーメン特性) であるため、要求性能 $Ds \leq 0.59$ を満足し、倒壊しないと思われる。

：Y方向 (桁行方向) : 全体荷重 W = 506.4kN (42.23KN*12通り)

1. 【中地震時】 (損傷限界 C0=0.2)

- 地震力 Q = $506.4 * 0.2 = 101.3\text{kN}$
- 必要壁長さ (壁倍率4倍 : $1.96 * 4 = 7.84 \text{ kN/m}$) $L = 101.3 / 7.84 = 12.9 \text{ m}$

判定 : 壁倍率4倍の壁が 13m以上 あれば OK

2. 【大地震時】 (安全限界 C0=1.0, Z=0.8)

- ・必要弾性応答せん断力 $Q_{ud} = 0.8 * 1.0 * 506.4 = 405.1 \text{ kN}$
- ・必要保有水平耐力 Q_{un} ($D_s=0.4$ 構造用合板耐力壁として) : $Q_{un} = Q_{ud} * 0.4 = 405.1 * 0.4 = 162.0 \text{ kN}$
- ・安全性検証: 終局時における壁の耐力を確保する。倍率4倍壁の終局耐力を許容耐力の1.5倍以上と見込むと ($7.84 * 1.5 = 11.8 \text{ kN/m}$) 、 必要壁長 $L = 162.0 / 11.8 = 13.7 \text{ m}$

見解: 中地震時に必要な壁量(約13m)に加え、若干の余裕を持たせた14m程度の耐力壁を配置することで、必要保有水平耐力 Q_{un} を満たし、倒壊しない。

■引抜きの検討

- ・トラス総重量 W : 42.2KN
- ・地震力 Q : 8.44KN
- ・重心高さ H : 4m
- ・回転中心までの距離 $L/2 = 13.65/2 = 6.8 \text{ m}$

: 転倒モーメント M_t

$$M_t = Q * H = 0.84t * 4.0m = 3.36 \text{ t}$$

: 安定モーメント M_a

$$M_a = W * (L/2) = 4.2 \text{ t} * 6.8 \text{ m} = 28.56 \text{ t} > 3.36 \text{ t} \quad \text{OK}$$

■屋根面を剛とする

: 構造用合板12mm以上をCN50@150以内 屋根全体を1枚の硬い板にする。

■石場建ての検討(不採用の検証)

: 材料強度 M_p になる前(柱が折れる前)に滑り、エネルギーを逃がす。「免振的効果」

・軸力(屋根の重さ) $42.2/2 = 21.1 \text{ KN/本}$

・摩擦係数0.5 (コンクリートと木)

: 滑り耐力 O_{slip} $O_{slip} = N(\text{軸力}) * \mu$ (摩擦係数) = $21.1 \text{ KN} * 0.5 = 10.55 \text{ KN}$

10.55KN (1トンの横力がかかると滑る。スラストで常時1.2トンかかっている。)

∴スラストにより常時滑るため採用不可→アンカーボルト固定とする