

木造検討の事例

鶴岡市立朝日中学校の架構の検討過程を示す。これを参考に自身の設計で検討を繰り返しながら経験を積み構造の勘を養い意匠設計に活かしていただきたい。



講師 山辺豊彦(山辺構造設計事務所)



講義日 2012年11月27日(火)



事業者 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. 検討手法

鶴岡市立朝日中学校の架構の検討過程を例に検討手法を示す。なお、これは検討過程の一部であり実際には異なる架構に決定することもあることに注意する。

検討に際して、設計条件(仕様材料・荷重条件)を仮定し、基本フレームのモデルをいくつか考案する(図1左)。

まず、基本フレームの長期荷重に対する検討を行う。検討では、「CASE」番号を与えた「モデル図」とその「変形図」「応力図」を横並びに示し、考察欄にその構造的な特徴を記す(図1)。

次に基本フレームの長期荷重に対する検討のうち最も妥当なモデル図(この場合4A)を選択し、張り間方向フレームの水平荷重に対する検討を行う。当架構では水平力を軸組だけで無く耐力壁により負担することを検討しており、水平力をどの程度軸組に負担させるかを検討する(この段階ではH3(負担水平力40%)が妥当であると結論づけた。)(図2)。

最後に桁行方向フレームの水平荷重に対する検討を行う。これも水平力をどの程度軸組に負担させるかを検討する(この段階ではK3が妥当であると結論づけた。)(図3)。

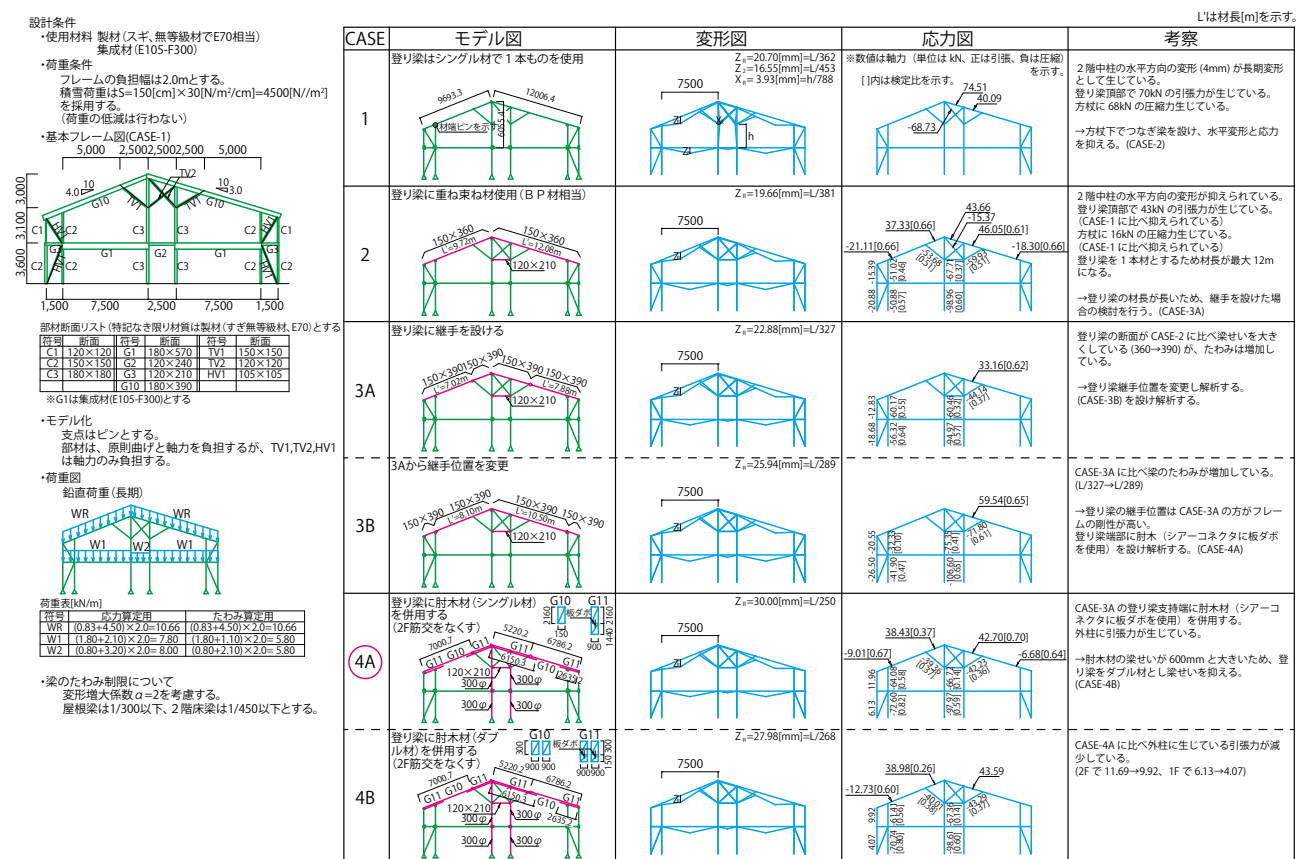


図1 鶴岡市立朝日中学校 基本フレームの長期荷重に対する検討

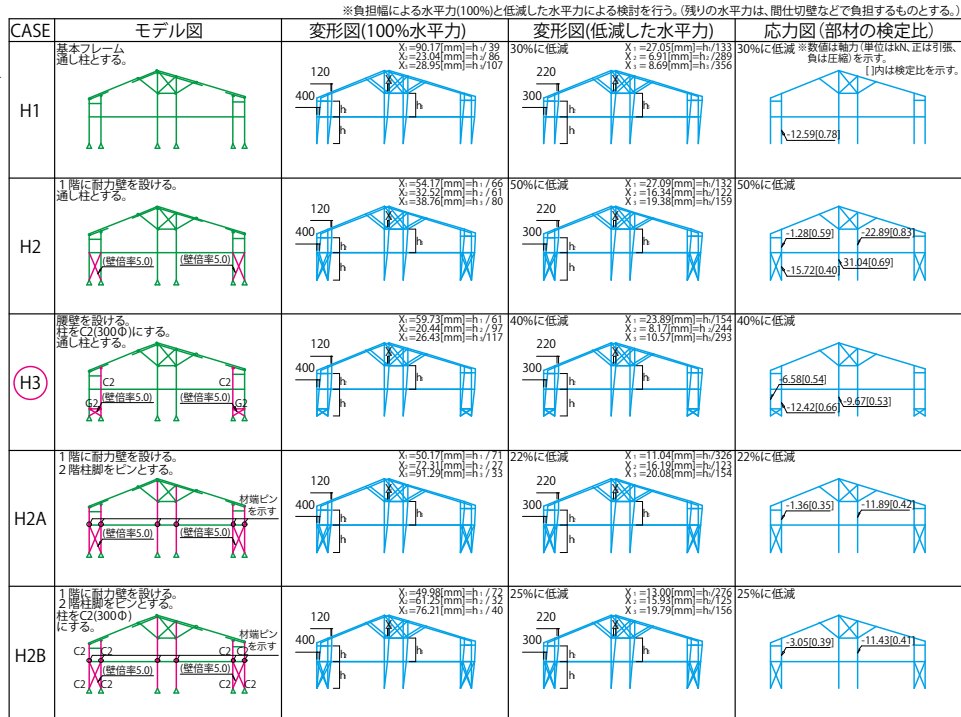
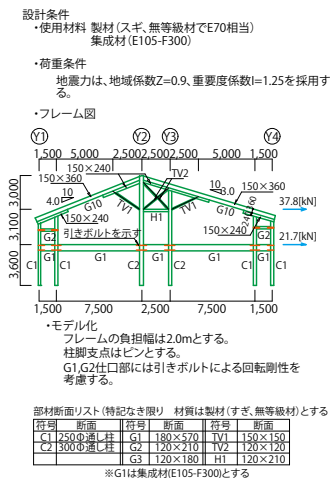


図2 同 張間方向フレームの水平荷重に対する検討

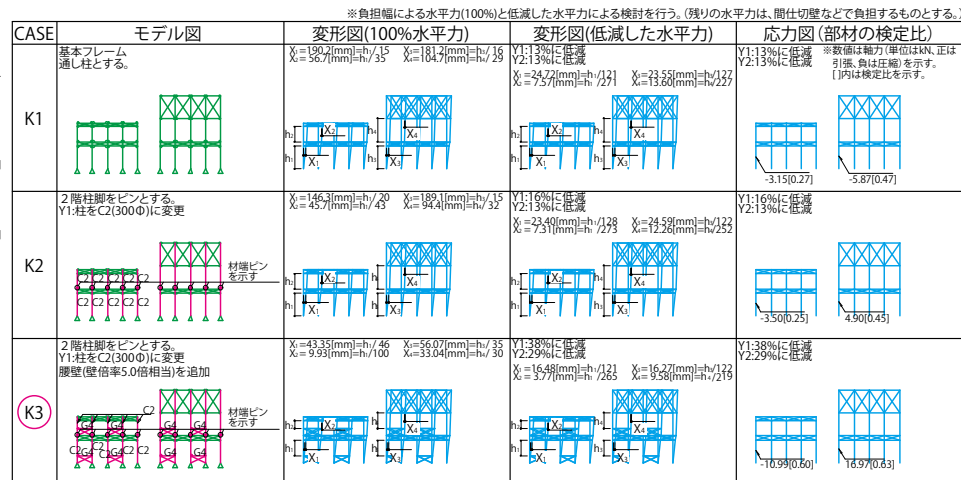
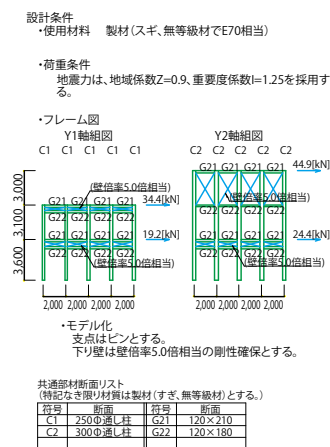
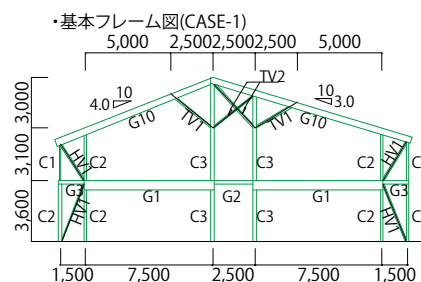
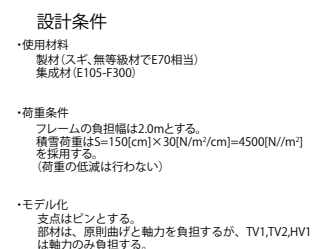


図3 同 桁行方向フレームの水平荷重に対する検討

2. 長期荷重に対する検討例

1.で示した検討手法のうち長期荷重に対する検討課程の例を示す。

設計条件(仕様材料・荷重条件)を仮定し、基本フレーム図をモデル化する。



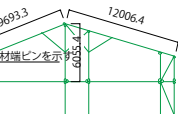
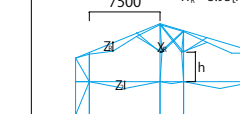
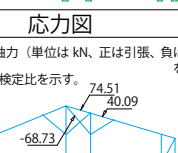
主に使用する部材断面を符号化しておく。

部材断面リスト(特記なき限り材質は製材(スギ、無等級材、E70)とする)

符号	断面	符号	断面	符号	断面
C1	120×120	G1	180×570	TV1	150×150
C2	150×150	G2	120×240	TV2	120×120
C3	180×180	G3	120×210	HV1	105×105
		G10	180×390		

※G1は集成材(E105-F300)とする

【CASE-1】登り梁をシングル材で9.72mと12.08mを使用する。

CASE	モデル図	変形図
1	<p>登り梁はシングル材で1本ものを使用</p> 	<p> $Z_x = 20.70[\text{mm}] = L/362$ $Z_y = 16.55[\text{mm}] = L/453$ $X_g = 3.93[\text{mm}] = h/788$ </p> 
	<p>応力図</p> <p>※数値は軸力（単位は kN、正は引張、負は圧縮） []内は検定比を示す。</p> 	

考察：2階中柱の水平方向の変形(4mm)が長期変形として生じている。
登り梁頂部で70kNの引張力が生じている。
方杖に68kNの圧縮力生じている。

判断：方杖下でつなぎ梁を設け、水平変形と応力を抑える。(CASE-2)

【CASE-2】登り梁に重ね束ね材使用（BP材相当）

CASE	モデル図	変形図
	<p>登り梁に重ねね材使用 (B P 材相当)</p>	<p>$Z_n=19.66[\text{mm}]=L/381$</p>
2	<p>応力図</p>	

考察：2階中柱の水平方向の変形が抑えられている。
登り梁頂部で43kNの引張力が生じている。(CASE-1に比べ抑えられている)
方杖に16kNの圧縮力生じている。(CASE-1に比べ抑えられている)
登り梁を1本材とするため材長が最大12mになる

判断: 登り梁の材長が長いため、継手を設けた場合の検討を行う。(CASE-3A)

【CASE-3A】登り梁に継手を設ける

[illegible]

考察: CASE-2に比べ登り梁の梁せいを大きくしている
(360→390)が、たわみは増加している。

判断：登り梁継手位置を変更し解析する。(CASE-3B)を設け解析する。


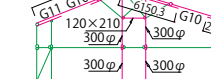

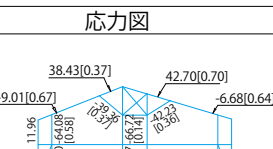
【CASE-3B】3Aから継手位置を変更

CASE	モデル図	変形図
3B	<p>3Aから継手位置を変更</p>	
	<p>応力図</p>	

考察: CASE-3Aに比べ梁のたわみが増加している。(L/327→L/289)

判断: 登り梁の継手位置はCASE-3Aの方がフレームの剛性が高い。
登り梁端部に肘木(シアコネクタに板ダボを使用)を設け解析する。
(CASE-4A)

【CASE-4A】登り梁に肘木材(シングル材)を併用する(2F筋交をなくす)

CASE	モデル図 登り梁に肘木材(シングル材)を併用する (2F筋交いをなくす)	G10 G11  Z _r =30.0[mm]=L/250
4A		
	応力図 	

考察：CASE-3Aの登り梁支持端に肘木材（シアークネクタに板ダボを使用）を併用する。

判断: 肘木材の梁せいが600mmと大きいため、登り梁をダブル材とし梁せいを抑える。(CASE-4B)

【CASE-4B】登り梁に肘木材(ダブル材)を併用する(2F筋交をなくす)

CASE	モデル図	変形図
4B	<p>登り梁に肘木材(ダブル材)を併用する (ZF筋交いをなくす)</p>	<p>Z_e=27.98[mm]=L/268</p>
	応力図	

考察: CASE-4Aに比べ外柱に生じている引張力が減少している。
(2Fで11.69→9.92, 1Fで6.13→4.07)

総合判断

- ・長期応力に対して／4Aは登り梁をシングル材、4Bは登り梁をダブル材としているが、コストに配慮し4Aを採用した。
- ・水平荷重時に対して／ 多雪区域であることに加え、建物の用途係数もかかるため、荷重条件が厳しいことから、どの方向も耐力壁＋ラーメン架構形式を採用している。
梁間方向フレームは柱材長さ6m以下を想定し、骨組み架構効率からH3を採用した。
桁方向フレームは柱材、垂れ壁、腰壁を活用したラーメン架構からK3を採用した。
なお柱脚半固定によって多少ラーメン架構の負担率を高めることも可能である。