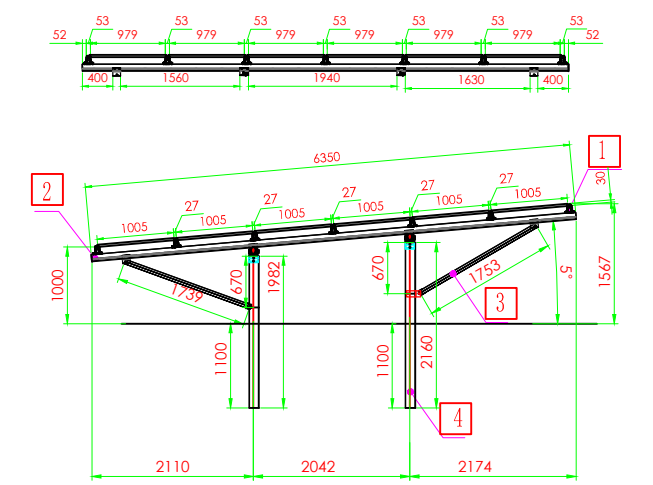
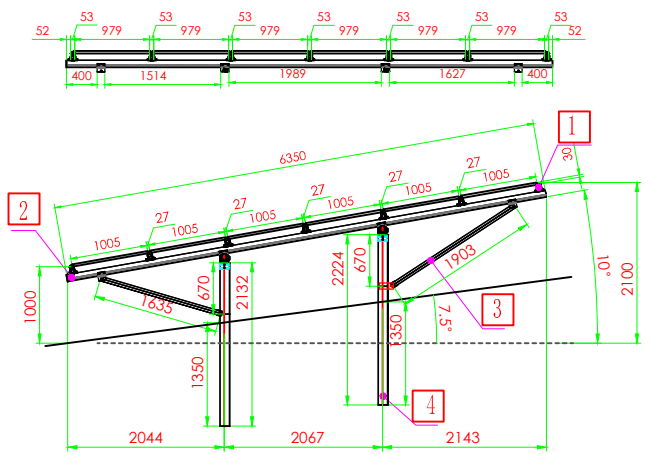


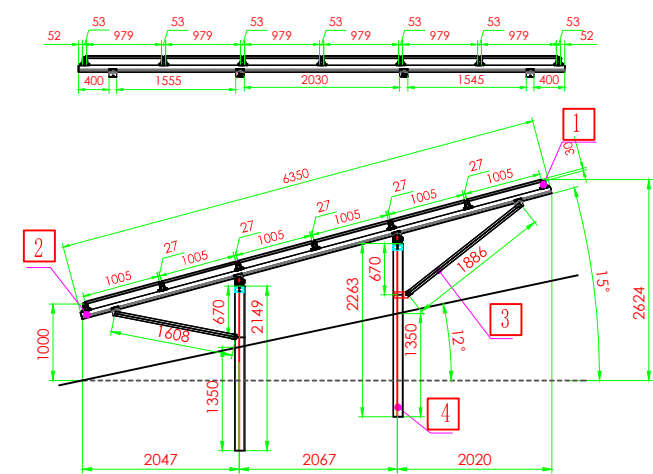
横6段3列 12基 (5基+6基+1基) 東西傾斜なし



傾斜0度

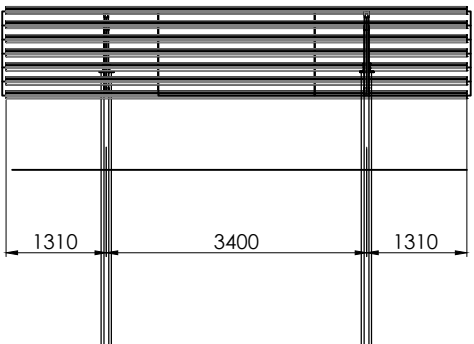


南傾斜7.5度

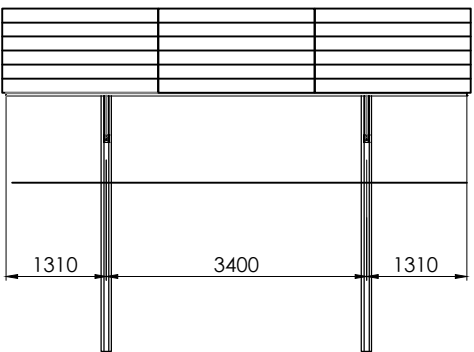


南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (背面図)



太陽光発電設備 (正面図)

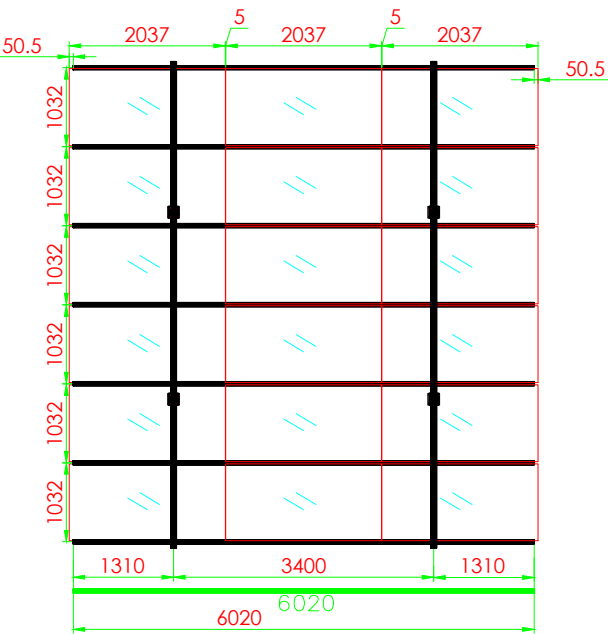
標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	Ⅱ
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	18枚
容量	7.38KW (410W X 18枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	477KG (26.5KG X 18枚)



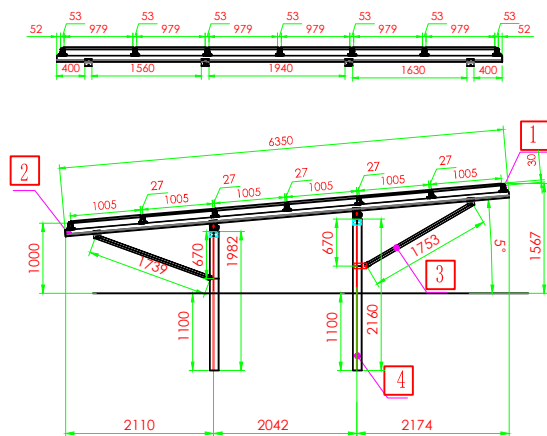
太陽光発電設備 (平面図)

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

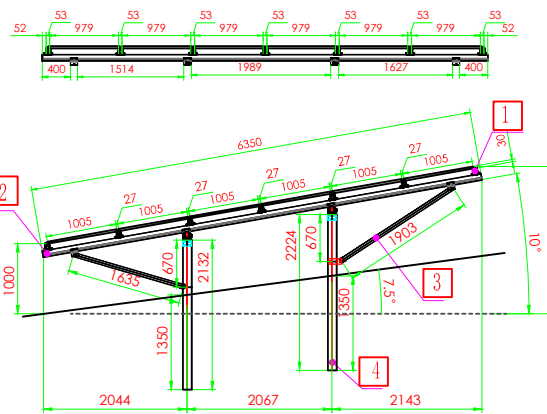
4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦棧	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*53mm
NO.	部品名称	材質	規格

 XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD			
案件名: Project name:	和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所	横6段3列架台図面	
見積番号: Project No.:	BSL-202104084	図面番号: Dwg No.:	
設計 Design	製図 Drawn	チェック Chk'D	承認 Appv'D
比率/Scale:	日付 Time	2022. 02. 21	A3
1 ページ目		総 4 ページ	A

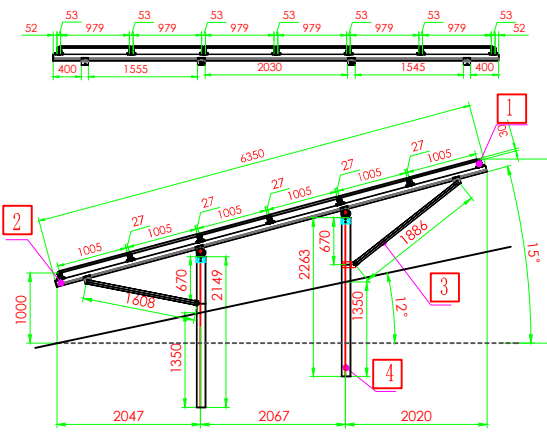
横6段6列 10基 (3基+5基+2基) 東西傾斜なし



傾斜0度

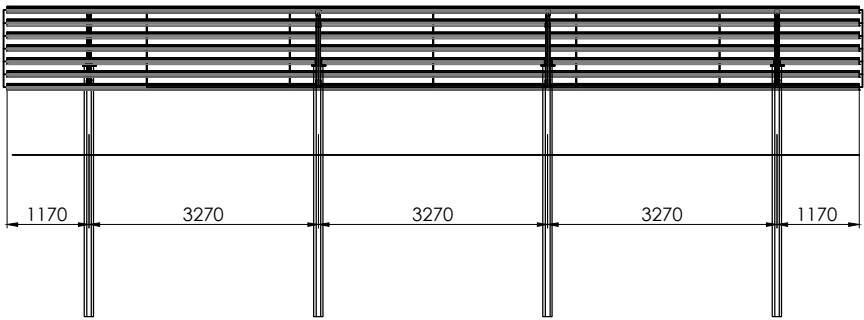


南傾斜7.5度

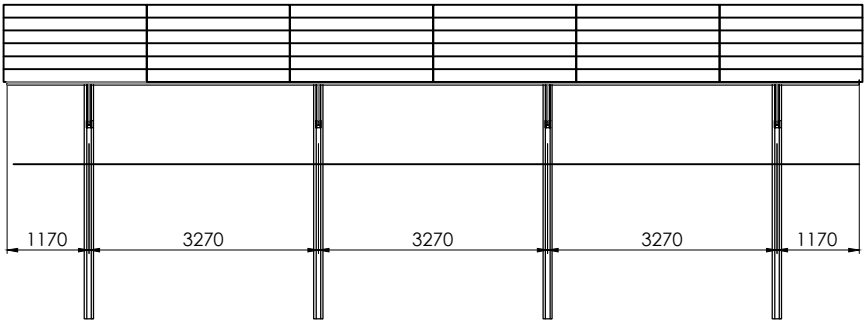


南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

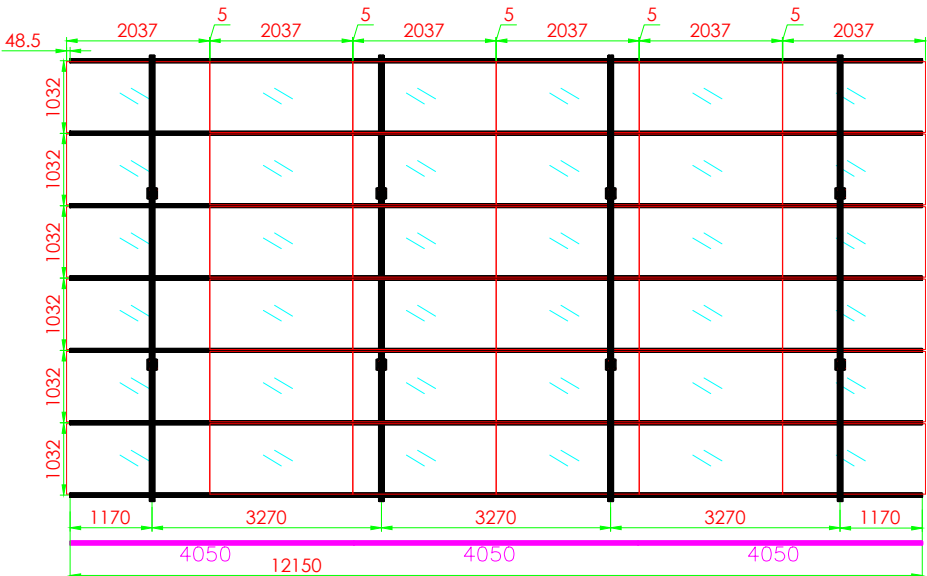
※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (背面図)



太陽光発電設備 (正面図)



太陽光発電設備 (平面図)

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	36枚
容量	14.76KW (410W X 36枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	954KG (26.5KG X 36枚)

標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

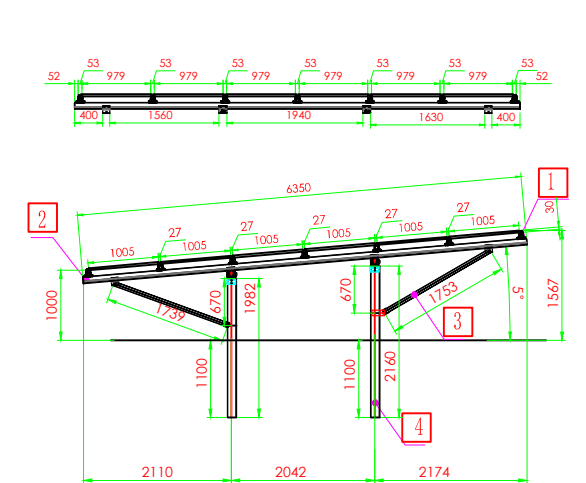
表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦材	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*53mm
NO.	部品名称	材質	規格

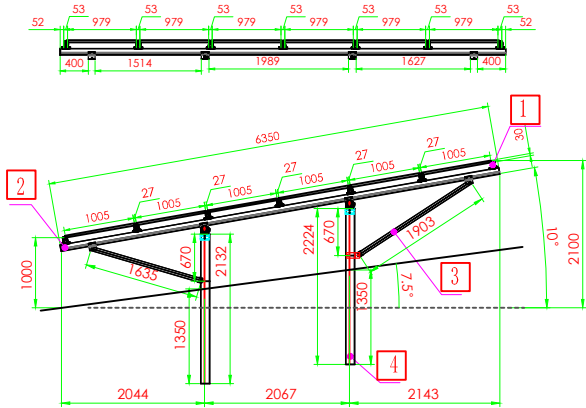


案件名: Project name:	和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所	横6段6列架台図面		
見積番号: Project No.:	BSL-202104084	図面番号: Dwg No.:		REVISION
設計 Design	製図 Drawn	チェック Chk'D	承認 Appv'D	チン シケン
比率/Scale:	日付 Time	2022.02.21	A3	2 ページ目 総 4 ページ A

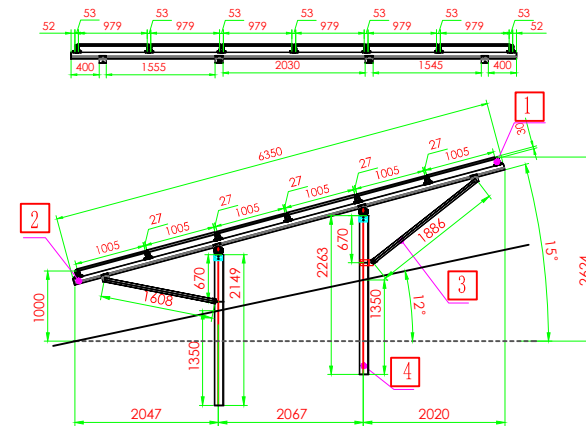
横6段9列 9基 (6基+1基+2基) 東西傾斜なし



傾斜0度

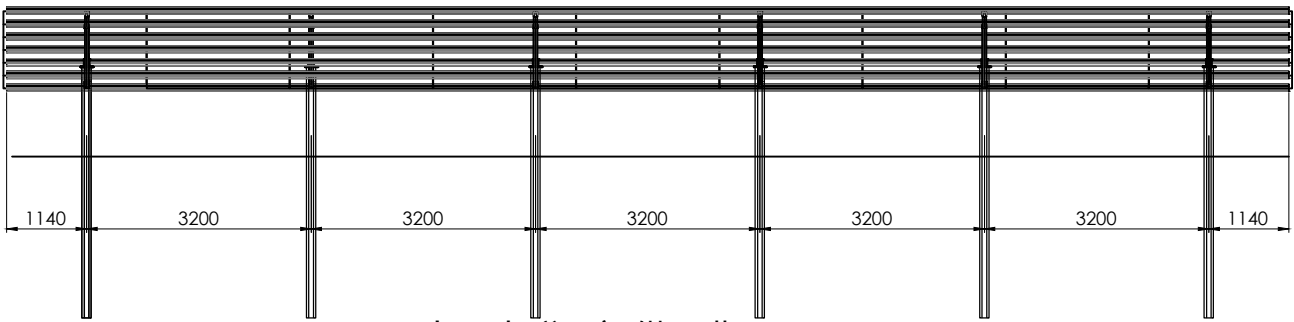


南傾斜7.5度

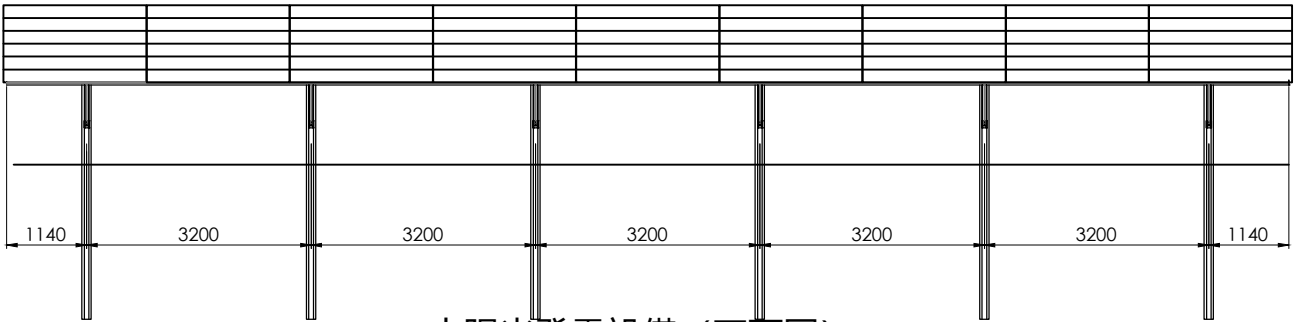


南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

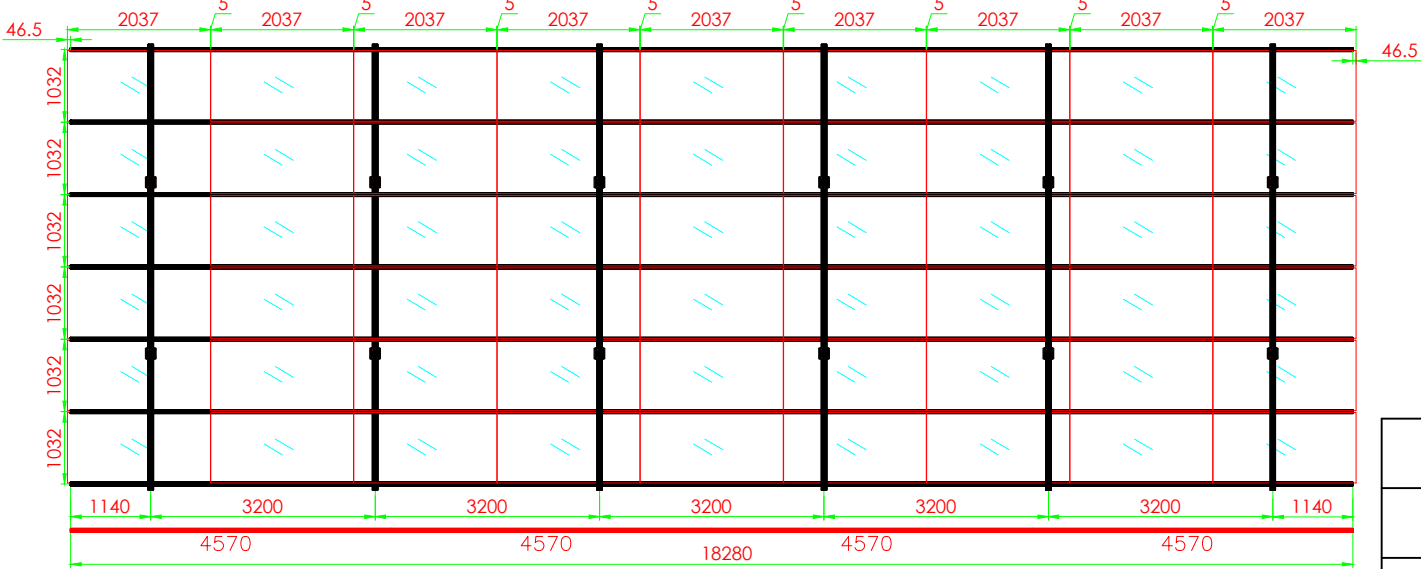
※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (背面図)



太陽光発電設備 (正面図)



太陽光発電設備 (平面図)

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	54枚
容量	22.14KW (410W X 54枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	1431KG (26.5KG X 54枚)

標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

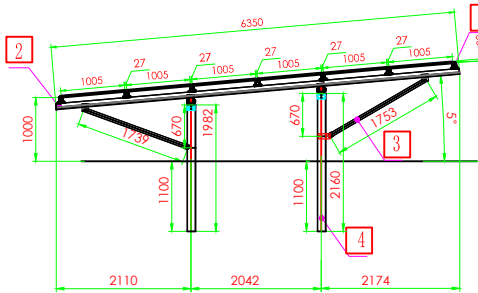
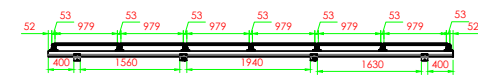
4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦棧	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*53mm
NO.	部品名称	材質	規格



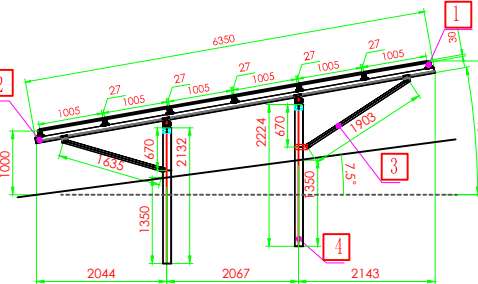
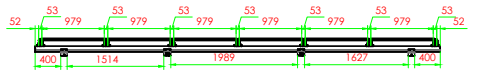
案件名: Project name:	和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所	横6段9列架台図面	
見積番号: Project No.:	BSL-202104084	図面番号: Dwg No.:	
設計 Design	製図 Drawn	校閲 Chk'D	承認 Appv'D
比率/Scale:	日付 Time	2022.02.21	A3
		3 ページ目	総 4 ページ

REVISION

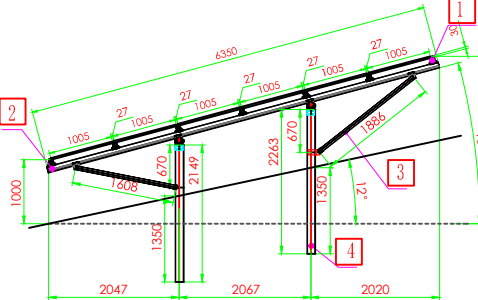
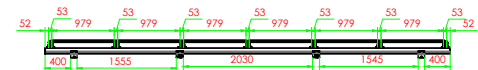
横6段12列 19基 (12基+6基+1基) 東西傾斜なし



傾斜0度



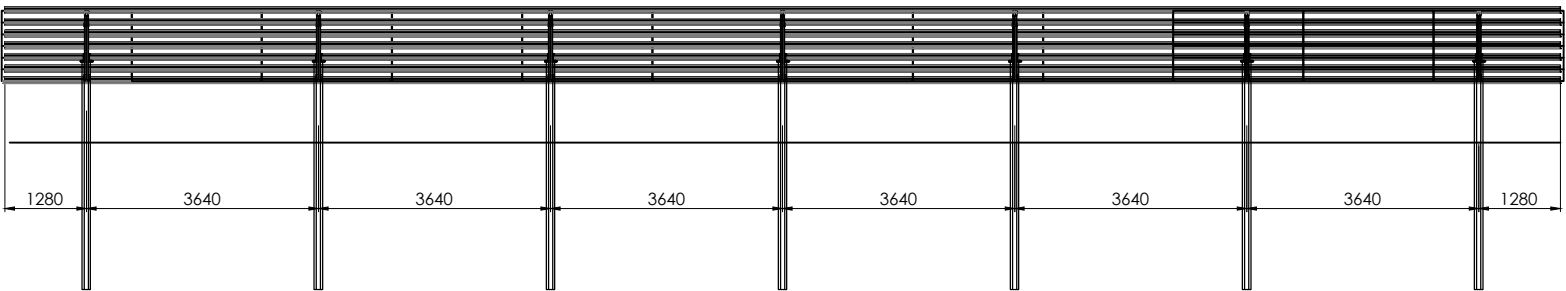
南傾斜7.5度



南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

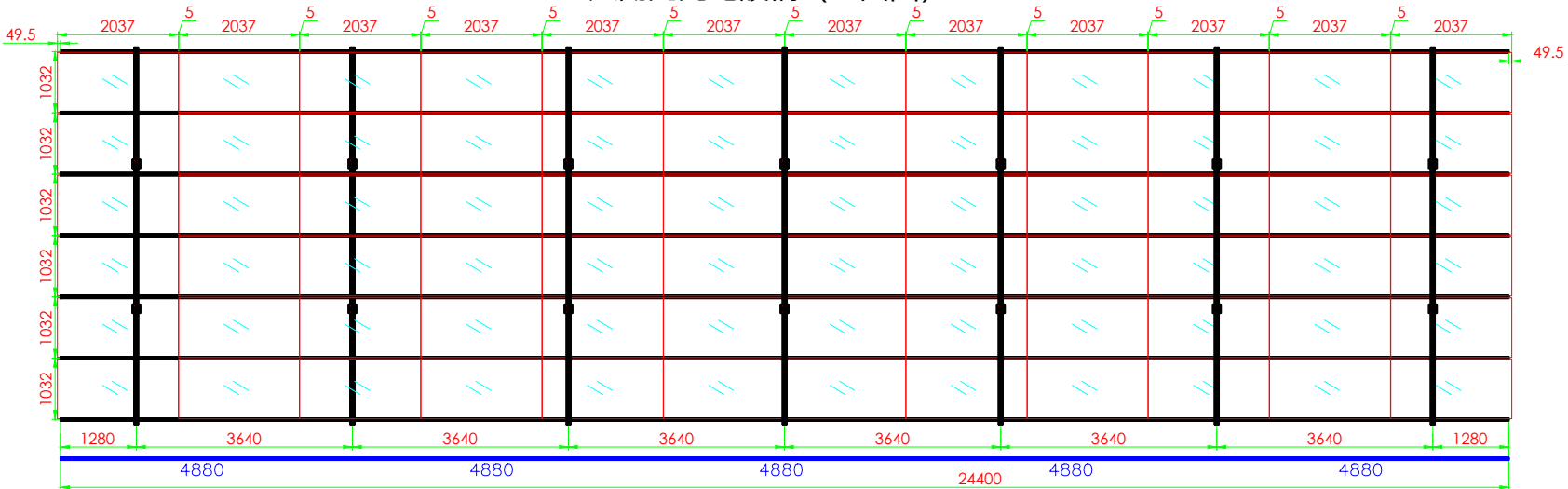
※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (背面図)



太陽光発電設備 (正面図)



太陽光発電設備 (平面図)

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	72枚
容量	29.52KW (410W X 72枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	1908KG (26.5KG X 72枚)

	杭	4	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材		A6N01-T5	60*60mm
2	縦材		A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール		A6N01-T5	105*53mm
NO.	部品名称		材質	規格



XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD

案件名: Project name:		和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所		横6段12列架台図面					
見積番号: Project No.:		BSL-202104084		図面番号: Dwg No.:				REVISION	
設計 Design		製図 Drawn	チョウ セイイ		検図 Chk'D		承認 Apprv'D		チン シクン
比率/Scale:		日付 Time	2022.02.21	A3	4 ページ目				総 4 ページ

和歌山県伊都郡九度山町太陽光発電所新設工事

構 造 計 算 書

6段12列5度 地盤傾斜0度
パイル杭

令和4年 2月

はじめに

この計算書で扱う架台の図面は3章に掲載します。

6段3列、6段6列、6段9列、6段12列の4タイプの架台があり、
杭スパンがもっとも長い6段12列の架台を計算対象とします。

柱スパン、レール端部長さが1番長い架台を検討することで、
各部材に生じる応力が最大となるため、
6段12列の結果を他の架台に対しても採用し、他の架台の検討を省略します。

また、南北地盤傾斜角度0度～12度のうち、
杭根入れ長さが最も短くなる、地盤傾斜0度を採用します。

目 次

§ 1. 一般事項	1
§ 2. 荷重	7
§ 3. 概要図	16
§ 4. 応力解析	20
§ 5. 断面算定	94
添付資料. 地盤調査報告書	128

§ 1. 一般事項

1-1 適用基準

本計算書は、和歌山県伊都郡九度山町太陽光発電所新設工事の構造計算に適用する。

(所在地:和歌山県伊都郡九度山町216-4)

1-2 適用法規、適用指針

本計算書中、特に規定のない事項については、下記の法規及び指針を適用する。

(1)発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令(令和3年経済産業省令第29号)・同解釈(2021)

(2)鋼構造設計規準 SI単位版(日本建築学会)

(3)太陽電池アレイ用支持物設計標準(JIS C8955 2017)

(4)アルミニウム建築構造設計規準・同解説

1-3 設計方針

- ・ 計算方法は許容応力度設計とする。
- ・ モデル化は実状の形状に基づき線材にて3次元モデルを作成する。
- ・ 応力解析は立体フレーム解析とする。
- ・ 鋼材自重はGPL等を考慮し、1.1倍とする。
- ・ 柱脚は柱を地盤に埋め込むため固定とする。

1-4 使用電算プログラム

・MIDAS iGen (MIDAS IT)

→任意形状立体フレームの弾性応力解析、部材断面計算プログラム

1-5 各種定数

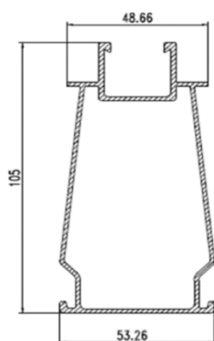
単位体積重量

材 料	重 量
AL6005-T5	27 kN/m ³
Q235	76.98 kN/m ³

1-6. 使用材料及び材料の許容応力度

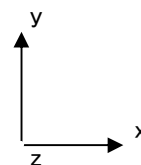
a) レール 横棧

材質: AL6005-T5 $\sigma_s = 200 \text{ N/mm}^2$ $E = 70000 \text{ N/mm}^2$



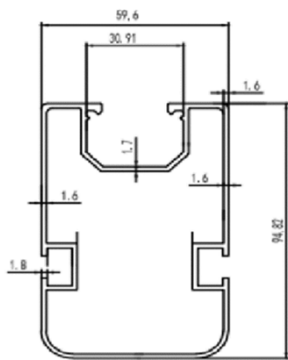
截面几何参数表

A	515.3469	I _p	877260.8083
I _x	694190.7853	I _y	183070.0230
i _x	36.7020	i _y	18.8477
W _x (上)	12836.4207	W _y (左)	6861.3847
W _x (下)	14532.9097	W _y (右)	6861.3847
绕X轴面积矩	8621.0430	绕Y轴面积矩	4552.6459
形心离左边缘距离	26.6812	形心离右边缘距离	26.6812
形心离上边缘距离	54.0798	形心离下边缘距离	50.9202
主矩I1	694190.785	主矩1方向	(1.000,0.000)
主矩I2	183070.023	主矩2方向	(0.000,1.000)



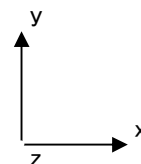
b) 主材 縦棧

材質: AL6005-T5 $\sigma_s = 200 \text{ N/mm}^2$ $E = 70000 \text{ N/mm}^2$



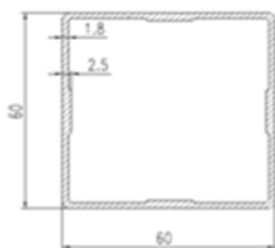
截面几何参数表

A	666.6531	I _p	1036899.0870
I _x	687389.6252	I _y	349509.4618
i _x	32.1108	i _y	22.8970
W _x (上)	15761.9125	W _y (左)	11728.5054
W _x (下)	13423.1370	W _y (右)	11728.5054
绕X轴面积矩	9547.1253	绕Y轴面积矩	7148.3773
形心离左边缘距离	29.8000	形心离右边缘距离	29.8000
形心离上边缘距离	43.6108	形心离下边缘距离	51.2093
主矩I1	687389.625	主矩1方向	(1.000,0.000)
主矩I2	349509.462	主矩2方向	(0.000,1.000)



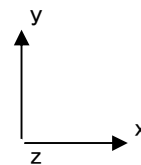
c) 斜材

材質: AL6005-T5 $\sigma_s = 200 \text{ N/mm}^2$ $E = 70000 \text{ N/mm}^2$



断面幾何学パラメータ (mm)

A	453	I _p	498263
I _x	249132	I _y	249132
i _x	23.44	i _y	23.44
Z _x (上)	8304	Z _y (左)	8304
Z _x (下)	8304	Z _y (右)	8304
中心から左縁までの距離	30	中心から右縁までの距離	30
中心から上縁までの距離	30	中心から下縁までの距離	30

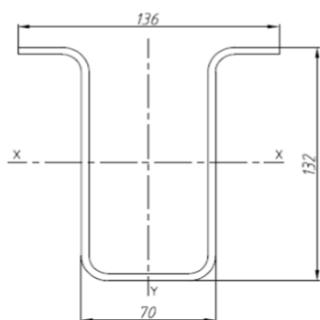


d) 柱・杭 几型パイル

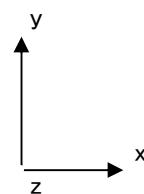
材質: Q235

$\sigma_s = 235 \text{ N/mm}^2$

$E = 205000 \text{ N/mm}^2$



断面幾何学パラメータ (mm)			
A	1568	I _p	5544581
I _x	3588061	I _y	1956520
i _x	47.83	i _y	35.32
Z _x (上)	54907	Z _y (左)	28772
Z _x (下)	53831	Z _y (右)	28772
図心から左縁までの距離	68	図心から右縁までの距離	68
図心から上縁までの距離	65.3	図心から下縁までの距離	66.6



架構材料の許容応力度

(N/mm²)

鋼 材	長期許容応力度				短期許容応力度			
	引張 f _t	せん断 f _s	圧縮 f _c	曲げ f _b	引張 f _t	せん断 f _s	圧縮 f _c	曲げ f _b
AL6005-T5	133	76.9	規準式による		200	115.4	長期 × 1.5	
Q235	156	90.4			235	135.6		

ボルトの許容応力度

(N/mm²)

鋼 材	長期許容応力度		短期許容応力度	
	引張 f _t	せん断 f _s	引張 f _t	せん断 f _s
SUS304	300	173.2	450	259.8

1. 鋼材の化学成分

表1、表2 中国規格 GB/T-700-2006 より抜粋

表 1

牌号	统一数字 代号 ^a	等级	厚度(或直径) /mm	脱氧方法	化学成分(质量分数)/%, 不大于				
					C	Si	Mn	P	S
Q195	U11952	—	—	F、Z	0.12	0.30	0.50	0.035	0.040
Q215	U12152	A	—	F、Z	0.15	0.35	1.20	0.045	0.050
	U12155	B							0.045
Q235	U12352	A	—	F、Z	0.22	0.35	1.40	0.045	0.050
	U12355	B			0.20 ^b				0.045
	U12358	C		Z	0.17			0.040	0.040
	U12359	D		TZ				0.035	0.035
Q275	U12752	A	—	F、Z	0.24	0.35	1.50	0.045	0.050
	U12755	B	≤40	Z	0.21			0.045	0.045
			>40		0.22				
	U12758	C	—	Z	0.20			0.040	0.040
	U12759	D	—	TZ				0.035	0.035

表 2

牌号	等级	屈服强度 ^a $R_{eH}/(N/mm^2)$, 不小于						抗拉强度 ^b $R_m/(N/mm^2)$	断后伸长率 A/% , 不小于					冲击试验(V型缺口)	
		厚度(或直径)/mm							厚度(或直径)/mm					温度/ ℃	冲击吸收功 (纵向)/J 不小于
		≤16	>16~ 40	>40~ 60	>60~ 100	>100~ 150	>150~ 200		≤40	>40~ 60	>60~ 100	>100~ 150	>150~ 200		
Q195	—	195	185	—	—	—	—	315~430	33	—	—	—	—	—	—
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335~450	31	30	29	27	26	—	—
	B													+20	27
Q235	A													—	—
	B													+20	27 ^c
	C	235	225	215	215	195	185	370~500	26	25	24	22	21	0	
	D													-20	
Q275	A													—	—
	B													+20	27
	C	275	265	255	245	225	215	410~540	22	21	20	18	17	0	
	D													-20	

^a Q195 的屈服强度值仅供参考, 不作交货条件。

^b 厚度大于 100 mm 的钢材, 抗拉强度下限允许降低 20 N/mm²。宽带钢(包括剪切钢板)抗拉强度上限不作交货条件。

^c 厚度小于 25 mm 的 Q235B 级钢材, 如供方能保证冲击吸收功值合格, 经需方同意, 可不作检验。

表 J I S 規格 JIS G 3101:2010 より抜粋

■一般構造用圧延鋼材(SS)

種類の 記 号	化 学 成 分 ⁽¹⁾ %				機 械 的 性 質				引張強さ MPa
	C Mn P S				降伏点又は耐力 MPa				
					鋼材の厚さ ⁽²⁾ mm				
					16 以下	16 を超え 40 以下	40 を超え 100 以下	100 を超 えるもの	
SS330	—	—	≦ 0.050	≦ 0.050	≧ 205	≧ 195	≧ 175	≧ 165	330 ～ 430
SS400	—	—	≦ 0.050	≦ 0.050	≧ 245	≧ 235	≧ 215	≧ 205	400 ～ 510

Q235B, SS400の引張強さ、板厚による降伏耐力は異なるが、設計上降伏耐力は16mm以下の場合でも235N/mm²としているため問題ない。

2. アルミニウムの化学成分

2-1 アルミニウム(6005)の化学成分 (中国 GB3190-2008 基準より抜粋)

序号	牌号	化学成分(质量分数)/%													
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn		Ti	Zr	其他		Al
													单个	合计	
105	6101A	0.30~0.7	0.40	0.05	—	0.40~0.9	—	—	—	—	—	—	0.03	0.10	余量
106	6101B	0.30~0.6	0.10~0.30	0.05	0.05	0.35~0.6	—	—	0.10	—	—	—	0.03	0.10	余量
107	6201	0.50~0.9	0.50	0.10	0.03	0.6~0.9	0.03	—	0.10	0.06 B	—	—	0.03	0.10	余量
108	6005	0.6~0.9	0.35	0.10	0.10	0.40~0.6	0.10	—	0.10	—	0.10	—	0.05	0.15	余量
109	6005A	0.50~0.9	0.35	0.30	0.50	0.40~0.7	0.30	—	0.20	0.12~0.50 Mn+Cr	0.10	—	0.05	0.15	余量

2-2 JISの化学成分表

(JIS H4100:2015)

6005A	0.50~0.9	0.35 以下	0.30 以下	0.50 以下	0.40~0.7	0.30 以下	0.20 以下	Mn+Cr 0.12~0.50	0.10 以下	0.05 以下	0.15 以下	残部
6005C (6N01)	0.40~0.9	0.35 以下	0.35 以下	0.50 以下	0.40~0.8	0.30 以下	0.25 以下	Mn+Cr 0.50 以下	0.10 以下	0.05 以下	0.15 以下	残部

表2-1と表2-2から中国規格AL6005はJIS規格のAL6005Aの化学成分を十分に満たしていることから、GB規格AL6005はJIS規格AL6005A相当する。

表3—押出材の機械的性質 (続き)

(JIS H4100:2015)

合金番号	質別 ^{a)}	引張試験					
		試験箇所肉厚 mm	断面積 cm ²	引張強さ N/mm ²	耐力 N/mm ²	伸び ^{b)} %	
						A _{50mm}	A
6005A	T4 ^{c)}	25 以下	—	180 以上	90 以上	13 以上	15 以上
	T5	8 以下	—	250 以上	200 以上	—	8 以上
	T6 ^{d)}	5 以下	—	270 以上	225 以上	6 以上	8 以上
		5 を超え 10 以下	—	260 以上	215 以上	6 以上	8 以上
		10 を超え 25 以下	—	250 以上	200 以上	6 以上	8 以上

※AL6005 T5 と T6 の違い

形成した後に行う熱処理が違います。

T 5 :

形成された後に冷却を行います。冷却工程を通してアルミは更に強度を増やします。このように冷却工程を経た熱処理が T5 です。

T 6 :

形成された後、T5 と違って瞬間冷却されますので、T5 よりも強い強度を得ることができます。瞬間冷却の際に歪みが生じやすいため、高度なアルミ生成技術が求められます。

1-7. 検討結果一覧

検討箇所	検討ケース	応力度 (N/mm ²)		許容応力度 (N/mm ²)	検定率	判定
レール材	長期	σ_{bx}	14.81	105.80	0.168	OK
		σ_{by}	2.92	105.80		
	短期	σ_{bx}	112.19	158.70	0.735	OK
		σ_{by}	4.38	158.70		
主材	長期	σ_{bx}	14.16	101.20	0.140	OK
		σ_{by}	0.00	101.20		
	短期	σ_{bx}	90.89	151.80	0.605	OK
		σ_{by}	0.86	151.80		
短辺 ブレース1	長期	σ	3.89	55.36	0.071	OK
	短期	σ	20.93	83.04	0.253	OK
短辺 ブレース2	長期	σ	3.47	54.69	0.064	OK
	短期	σ	17.86	82.03	0.218	OK
前杭	長期	σ_{bx}	6.39	156.00	0.051	OK
		σ_{by}	0.00	156.00		
		σ_c	1.27	132.80		
	短期	σ_{bx}	64.01	235.00	0.309	OK
		σ_{by}	0.00	235.00		
		σ_c	8.27	235.00		
後杭	長期	σ_{bx}	8.43	156.00	0.066	OK
		σ_{by}	0.00	156.00		
		σ_c	1.36	124.10		
	短期	σ_{bx}	36.25	235.00	0.187	OK
		σ_{by}	0.00	235.00		
		σ_c	5.94	186.15		

検討箇所	検討ケース	応力 (kN)		耐力 (kN)	検定率	判定
短い 柱・杭	長期	押込	1.99	29.95	0.067	OK
	短期	押込	10.53	60.02	0.176	OK
	短期	引張	12.94	22.26	0.582	OK
	短期	水平	3.45	3.95	0.874	OK
長い 柱・杭	長期	押込	2.12	29.95	0.071	OK
	短期	押込	11.46	60.02	0.191	OK
	短期	引張	14.11	22.26	0.634	OK
	短期	水平	1.67	3.61	0.463	OK

たわみの検討結果

検討箇所	検討ケース	たわみ量 部材長		許容 範囲	検定率	判定
レール材	長期	一般	1/1677	1/300	0.179	OK
		端部	1/4413	1/250	0.057	OK
	積雪時	一般	1/352	1/200	0.568	OK
		端部	1/914	1/150	0.164	OK
主材	長期	一般	1/3002	1/300	0.100	OK
		端部	1/923	1/250	0.271	OK
	積雪時	一般	1/662	1/200	0.302	OK
		端部	1/252	1/150	0.595	OK

§ 2. 荷重

2-1 設計荷重

a) 鋼材自重(DL1)

b) 固定荷重(DL2)

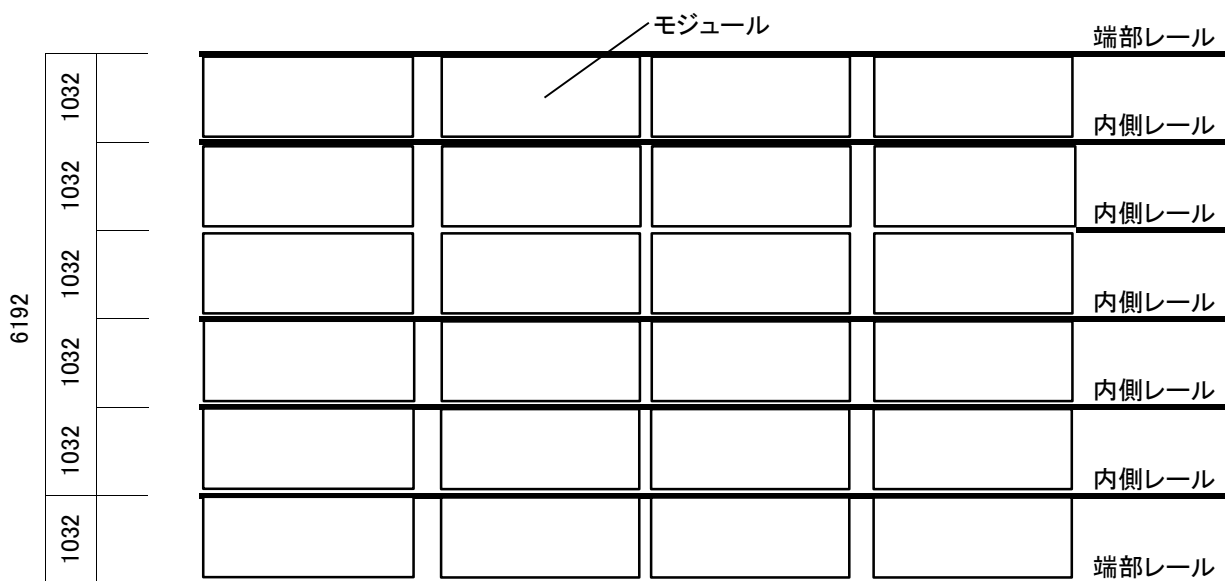
モジュール1枚の大きさ 2.037 m x 1.005 m = 2.047 m²

モジュール1枚あたり 26.5 kg 合計 36 枚

モジュール負担面積 12.150 m x 6.192 m = 75.2 m²

モジュール受け材等考慮1.1倍

26.5 x 36 ÷ 75.2 x 9.8 x 1.1 = 137 N/m²



端部レールの負担幅: (0 + 1032) ÷ 2 ÷ 1000 = 0.516 m

内側レールの負担幅: (1032 + 1032) ÷ 2 ÷ 1000 = 1.032 m

入力荷重

端部レール... 137 x 0.516 = 70.692 N/m → **-0.08 kN/m**

内側レール... 137 x 1.032 = 141.384 N/m → **-0.15 kN/m**

c) 風荷重(WLX+,WLX-)

風圧力の算定

$$w = C_a \times q$$

w : 面積1m²当たりの風圧力(N/m²)

C_a : 風力係数

q : 速度圧(N/m²)

$$q = 0.6 \times E \times V_0^2 \times I$$

E : 国土交通大臣が定める方法で算出した数値

V₀ : 基準風速(m/s)

I : 用途係数

$$E = E_r^2 \times Gf$$

E_r : 平均風速の高さ方向の分布を表す係数

Gf : ガスト影響係数

地表面粗度区分	Ⅱ	Z _b = 5.00 m	Z _G = 350 m	α = 0.15
架台高さ	地上からの高さ =	1.567 m	H =	1.567 m
H ≤ Z _b の場合	E _r = 1.7(Z _b /Z _G) ^α	←採用		
H > Z _b の場合	E _r = 1.7(H/Z _G) ^α			
∴ E _r = 1.7 × (5.00/350) ^{0.15} =		0.899		
H ≤ 10 の場合	Gf = 2.200	←採用		
10 < H < 40 の場合	Gf = 2.257			
H ≥ 40 の場合	Gf = 2.000			
∴ E = 0.899 ² × 2.2 =		1.777		
基準風速V ₀	和歌山県伊都郡九度山町より	→ V ₀ = 34.0 m/s		
∴ q = 0.6 × 1.77742 × 34 ² × 1.0 =		1232.82 N/m ² →	1240 N/m ²	
		θ = 5 °		

太陽光発電システムの用途	用途係数
極めて重要な太陽光発電システム	1.32
通常の太陽光発電システム	1.0
注記 通常の太陽光発電システムの風速の設計用再現期間を 50 年とし、これが用途係数の 1.0 に相当する。	

←採用

5.3.1 アレイ面の風力係数

アレイ面の風力係数は、風洞実験によって定める。ただし、表 6 に示す設置形態の場合は、次によって算出してもよい。

地上設置で順風（正圧）の場合、端部アレイ、中央部アレイとも式(6)による。中央部アレイは、表 6 に示す係数を適用してもよい。

$$C_a = 0.35 + 0.055\theta - 0.0005\theta^2 \dots\dots\dots (6)$$

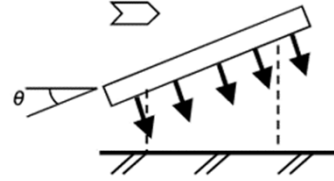
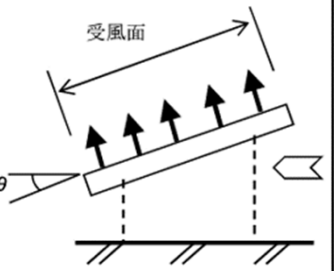
ただし、5 度 ≤ θ ≤ 60 度

地上設置で逆風（負圧）の場合、端部アレイ、中央部アレイとも式(7)による。中央部アレイは、表 6 に示す係数を適用してもよい。

$$C_a = 0.85 + 0.048\theta - 0.0005\theta^2 \dots\dots\dots (7)$$

ただし、5 度 ≤ θ ≤ 60 度

表 6—アレイ面の風力係数の適用

設置形態	風力係数 (C _a)		適用
	順風（正圧）	逆風（負圧）	
地上設置			図 2 に定義する中央部アレイでは、近似式の値を 0.6 倍して使用してもよい。
注記 ➤ は風向、➡ は風圧力の方角を表す。			

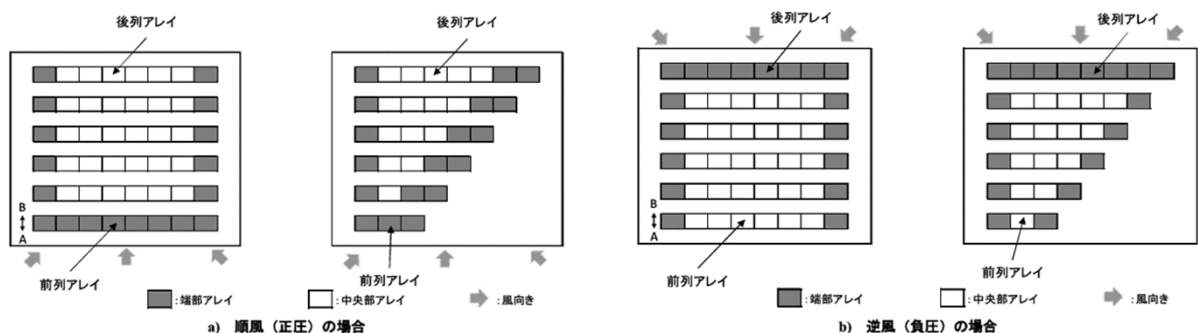


図 2—地上設置形アレイの端部アレイ及び中央部アレイ

$$C_a = 0.35 + 0.055\theta - 0.0005\theta^2$$

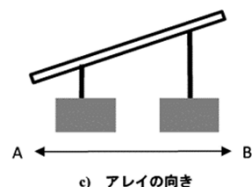
順風の場合

$$C_a = 0.61$$

$$C_a = 0.85 + 0.048\theta - 0.0005\theta^2$$

逆風の場合

$$C_a = 1.08$$



$$\begin{aligned}
 \text{順風の場合} \quad w &= C_a \times q = 0.61 \times 1240 = 756.4 \text{ N/m}^2 \rightarrow \mathbf{0.76 \text{ kN/m}^2} \\
 \text{逆風の場合} \quad w &= C_a \times q = 1.08 \times 1240 = 1339.2 \text{ N/m}^2 \rightarrow \mathbf{1.34 \text{ kN/m}^2}
 \end{aligned}$$

水平方向風圧力

$$\begin{aligned}
 \text{順風の場合} \quad W_{LX+} &= 0.76 \times \sin \theta = \mathbf{0.07 \text{ kN/m}^2} \\
 \text{逆風の場合} \quad W_{LX-} &= 1.34 \times \sin \theta = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}^2} \quad \leftarrow \text{※電算入力値は負値とする。}
 \end{aligned}$$

鉛直方向風圧力

$$\begin{aligned}
 \text{順風の場合} \quad W_{LX+} &= 0.76 \times \cos \theta = \mathbf{0.76 \text{ kN/m}^2} \quad \leftarrow \text{※電算入力値は負値とする。} \\
 \text{逆風の場合} \quad W_{LX-} &= 1.34 \times \cos \theta = \mathbf{1.33 \text{ kN/m}^2}
 \end{aligned}$$

端部レールの負担幅: 0.516 m

内側レールの負担幅: 1.032 m

電算入力荷重

順風	端部レール・・・	0.07	x	0.5160	=	0.03612 kN/m	→	0.04 kN/m	水平方向
	端部レール・・・	-0.76	x	0.5160	=	-0.3922 kN/m	→	-0.40 kN/m	鉛直方向
	内側レール・・・	0.07	x	1.032	=	0.07224 kN/m	→	0.08 kN/m	水平方向
	内側レール・・・	-0.76	x	1.032	=	-0.7843 kN/m	→	-0.79 kN/m	鉛直方向
逆風	端部レール・・・	-0.12	x	0.5160	=	-0.0619 kN/m	→	-0.07 kN/m	水平方向
	端部レール・・・	1.33	x	0.5160	=	0.68628 kN/m	→	0.69 kN/m	鉛直方向
	内側レール・・・	-0.12	x	1.032	=	-0.1238 kN/m	→	-0.13 kN/m	水平方向
	内側レール・・・	1.33	x	1.032	=	1.37256 kN/m	→	1.38 kN/m	鉛直方向

柱の風力係数

表 7—単体部材の風力係数

断面形状		風力係数	断面形状		風力係数
→ ○	円形断面	1.20 (0.75) ^{a)}	→ T	T形断面 辺長比約 1 : 2	1.80
→ □	四角断面 風向に正対	2.00	→ —	T形断面 辺長比約 1 : 2	2.00
→ ◇	四角断面 風向に 45° 傾斜	1.50	→ —	T形断面 辺長比約 1 : 2	1.50
→ □ _r	四角断面 <i>r</i> 付 <i>r/d</i> =0.2 以上	1.20	→ I	H形断面 辺長比約 1 : 2	2.20
→ 六	六角断面	1.40	→ H	H形断面 辺長比約 1 : 2	1.90
→ △	三角形断面	1.30	→]	溝形断面 辺長比約 1 : 2	2.10
→ ▴	三角形断面	2.00	→ [	溝形断面 辺長比約 1 : 2	1.80
→ L	等辺山形鋼	2.00	→ U	溝形断面 辺長比約 1 : 2	1.40
→ L	等辺山形鋼	1.80	→ +	十字断面	1.80
→ L	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.60	→)	半円形	2.30
→ L	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.70	→ (	半円形	1.20
→ L	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	2.00	→	平鋼 細長いもの	2.00
→ L	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.90	→	平鋼 (プレート) 正方形に近いもの	1.20

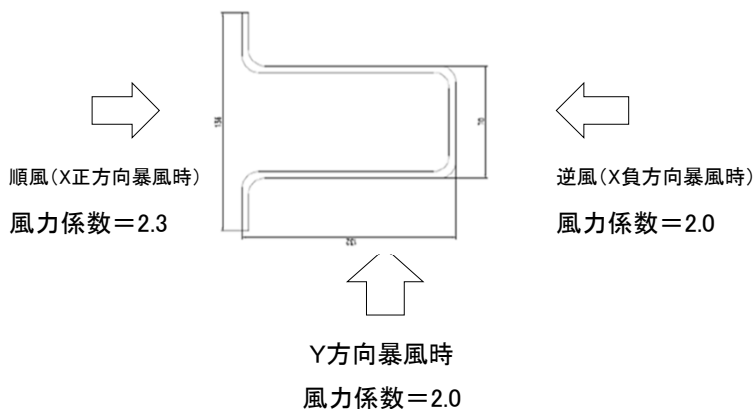
注記 1 地上設置形アレイ及び屋根設置形アレイの基礎の風力係数は、1.2 とする。

注記 2 表中の→は、風向を示す。

注 a) 括弧内の数値は、設計風速 ($V_0 \times E_z$) が、次の計算式によって求められる風速 V ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) を超える場合を示す。

$$V = 5.84/d$$

ここに、 d は、部材の外形寸法 (m)



柱・杭が受ける風荷重の算出

柱の幅 0.136 m (強軸方向)
 0.133 m (弱軸方向)

柱が受ける風荷重

$$\begin{aligned} 1240 \times 2.3 \times 0.136 &= 387.87 \text{ N/m} \rightarrow \mathbf{0.39 \text{ kN/m}} \quad \text{順風(X正方向暴風時)} \\ 1240 \times 2.0 \times 0.136 &= 337.28 \text{ N/m} \rightarrow \mathbf{-0.34 \text{ kN/m}} \quad \text{逆風(X負方向暴風時)} \end{aligned}$$

アレイ面に対して直行方向の風荷重に対する検討の省略について

モジュール側面30mm×6.162m

モジュール側面	0.19	m ²
主材	0.60	m ²
斜材	0.21	m ²
合計	1.00	m ²

上記にかかる風力係数は 2.0

柱	0.26	m ²
---	------	----------------

上記にかかる風力係数は 2.0

よって、直行方向の風荷重は下記となる

$$\begin{aligned} 1240 \times 2.0 \times 1.00 &= 2480.30 \text{ N} \\ 1240 \times 2.0 \times 0.26 &= 640.55 \text{ N} \\ 2480.30 + 640.55 &= 3120.85 \text{ N} \end{aligned}$$

$\rightarrow \mathbf{3.13 \text{ kN}}$

杭一本当たりの風荷重は $\mathbf{1.57 \text{ kN}}$

Y方向地震時の杭のせん断力と比較して

$$1.57 > 1.39 \text{ となり、}$$

$$k = 1.13 \text{ 倍}$$

Y方向地震時の杭の検定値 0.159

$$0.159 \times 1.13 = \mathbf{0.179}$$

杭のY地震時検定値に係数k倍しても検定値が小さいため、
 Y方向暴風時検討を省略する

d) 積雪荷重 (SL)

設計用積雪荷重は、式(8)によって算出する。

$$S_p = C_s \times P \times Z_s \times A_s \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

ここに、
 S_p : 積雪荷重 (N)
 C_s : こう配係数
 P : 雪の平均単位荷重 (積雪 1m 当たり N/m²)
 Z_s : 地上垂直積雪量 (m)
 A_s : 積雪面積 (アレイ面の水平投影面積) (m) ← レール負担幅とする。

a) こう配係数 こう配係数 C_s は、1.0 とする。ただし、アレイ面の積雪の滑落を確実に保証できる場合には、式(9)あるいは式(10)によって算出することができる。

$$C_s = \sqrt{\cos(1.5\theta)} \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 θ : アレイ面の傾斜角度 (度)

ただし、 $0 < \theta \leq 60$

$$C_s = 0 \dots\dots\dots (10)$$

ただし、 $\theta > 60$

$$C_s = \sqrt{\cos(1.5\theta)} = 1 \rightarrow 1.0$$

b) 雪の平均単位荷重 式(8)において、雪の平均単位荷重(P)は、積雪 1 cm ごとに 1m²につき一般の地方では 20N 以上、多雪区域では 30N 以上とする。

c) 積雪量 アレイ面の設計用積雪量は地上における垂直積雪量(Z_s)とし、式(9)によって計算した積雪量に当該区域における局所的地形要因による影響を考慮する。ただし、特定行政庁が、当該区域又はその近傍の区域の気象観測地点における、地上積雪深の観測資料に基づき、統計処理を行うなどの手法によって、当該区域における 50 年再現期待値を求めることができる場合には、当該手法による値を用いることができる。

$$Z_s = \alpha \times I_s + \beta \times rs + r \dots\dots\dots (9)$$

ここに、
 I_s : 区域の標準的な標高 (m)
 rs : 区域の標準的な海率 [区域に応じて JIS C 8955:2017 の表 8 に示す R の欄に掲げる半径 (km)の円の面積に対する当該円内の海その他これに類するものの面積の割合]
 α, β, r : 各区域の積雪量を表すパラメータは省略 (JIS C 8955:2017 の表 8 参照)

本設計において積雪量は上式によらず、和歌山県 建築基準法施行細則より、

$$Z_s = 30 \text{ cm} \rightarrow 0.3 \text{ m} \text{ とする。}$$

$$\begin{aligned} S_p &= C_s \times P \times Z_s \times A_s \times \cos \theta = 1.0 \times 20 \times 30 \times A_s \times 1 \\ &= 600 \times A_s \end{aligned}$$

端部レールの負担幅: 0.516 m 内側レールの負担幅: 1.032 m

電算入力荷重

端部レール・・・	600	x	0.516	=	309.6	N/m	→	-0.31 kN/m
内側レール・・・	600	x	1.032	=	619.2	N/m	→	-0.62 kN/m

e) 地震荷重(K)

設計用地震荷重は、一般の地方では式(17)、多雪区域では式(18)によって算出する。

$$K_p = k_p \times (DL1 + DL2) \quad (17)$$

$$K_p = k_p \times (DL1 + DL2 + 0.35 \times SL) \quad (18)$$

ここに、 K_p : 設計用地震荷重
 k_p : 設計用水平震度

設計用水平震度

モジュールと支持物で構成される架構部分及び基礎部分の設計用水平震度は、式(29)によって算出する。

$$k_p = k_H \times Z \times I_k \quad (29)$$

ここに、 k_H : 各部に生じる水平震度であり、表 4-7 に掲げる数値
 Z : 地震地域係数
 I_k : 用途係数

表 4-7 各部に生じる設計用水平震度 k_H

	地上設置
架構部分	0.3 以上
基礎部分	0.3 以上
水平力に対して有効に土が抵抗できる土中にある基礎部分	0.1 以上

地震地域係数

地震地域係数は省略 (JIS C 8955:2017 の表 10 参照)

用途係数

用途係数は表 4-8 による。

表 4-8 用途係数 I_k

太陽光発電システムの用途	用途係数
極めて重要な太陽光発電システム	1.5
通常設置する太陽光発電システム	1.0

架構・・・ $k_p \geq 0.3 \times Z \times I$

$$k_p = 0.3 \times 1.0 \times 1.0 = 0.30 \rightarrow 0.3$$

2-2 荷重ケース一覧

a) 荷重

- ① 固定荷重 (G) : モジュールの質量(G_M)と支持物などの質量(G_R)による荷重の総和。
- ② 風圧荷重 (W) : モジュールに加わる風圧力(W_M)と支持物に加わる風圧力(W_R)の総和 (ベクトル和)。
- ③ 積雪荷重 (S) : モジュール面の垂直積雪荷重。
- ④ 地震荷重 (K) : 支持物に加わる水平地震力。

荷重条件と荷重の組合せ

荷重条件		一般の地方	多雪区域
長期	常時	G	G
	積雪時		$G + 0.7S$
短期	積雪時	$G + S$	$G + S$
	暴風時	$G + W$	$G + W$
			$G + 0.35S + W$
	地震時	$G + K$	$G + 0.35S + K$

なお、多雪区域とは、次の条件のいずれかとする。

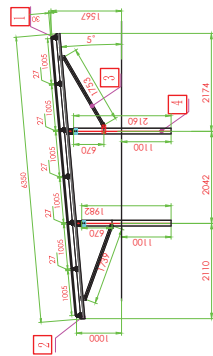
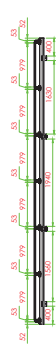
- ・ 4.3 e) による垂直積雪量が 1m 以上の区域
- ・ 積雪の初終間日数 (当該区域中の積雪部分の割合が $1/2$ を超える状態が継続する期間の日数をいう。) 平均値が 30 日以上の区域。

- DL1 : 固定荷重 (鋼材自重)
- DL1X+ : 鋼材自重に対するX正方向地震荷重
- DL1X- : 鋼材自重に対するX負方向地震荷重
- DL1Y : 鋼材自重に対するY正方向地震荷重
- DL2 : 固定荷重 (モジュール荷重)
- DL2X+ : モジュール荷重に対するX正方向地震荷重
- DL2X- : モジュール荷重に対するX負方向地震荷重
- DL2Y : モジュール荷重に対するY正方向地震荷重
- WLX+ : X正方向風荷重
- WLX- : X負方向風荷重
- SL2 : 短期時の積雪荷重

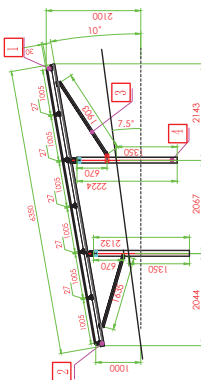
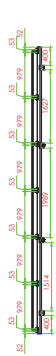
- (注) 1 DL1は自重を1.1倍に割増した荷重とする。
- 2 地震荷重は、各荷重(DL1X±, DL1Y, DL2X±, DL2Y)をプログラム内で、水平震度0.3を乗じて地震力に変換し算出する。

b) 荷重の組合せ

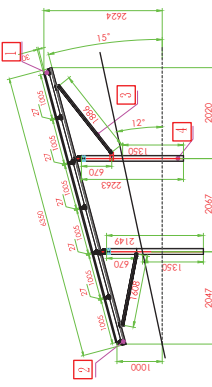
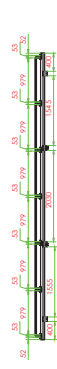
組合せ番号 (LCB)	組合せケース 名称	組合せ内訳
1	X正方向地震力(KX+)	$0.3X[(DL1X+) + (DL2X+)]$
2	X負方向地震力(KX-)	$0.3X[(DL1X-) + (DL2X-)]$
3	Y正方向地震力(KY)	$0.3Y[(DL1Y) + (DL2Y)]$
↓ 検討ケース ↓		
4	長期	$(DL1) + (DL2)$
5	短期 (積雪時)	$(DL1) + (DL2) + (SL2)$
6	短期 (X正方向暴風時)	$(DL1) + (DL2) + (WLX+)$
7	短期 (X負方向暴風時)	$(DL1) + (DL2) + (WLX-)$
8	短期 (X正方向地震時)	$(DL1) + (DL2) + (KX+)$
9	短期 (X負方向地震時)	$(DL1) + (DL2) + (KX-)$
10	短期 (Y正方向地震時)	$(DL1) + (DL2) + (KY)$



傾斜0度



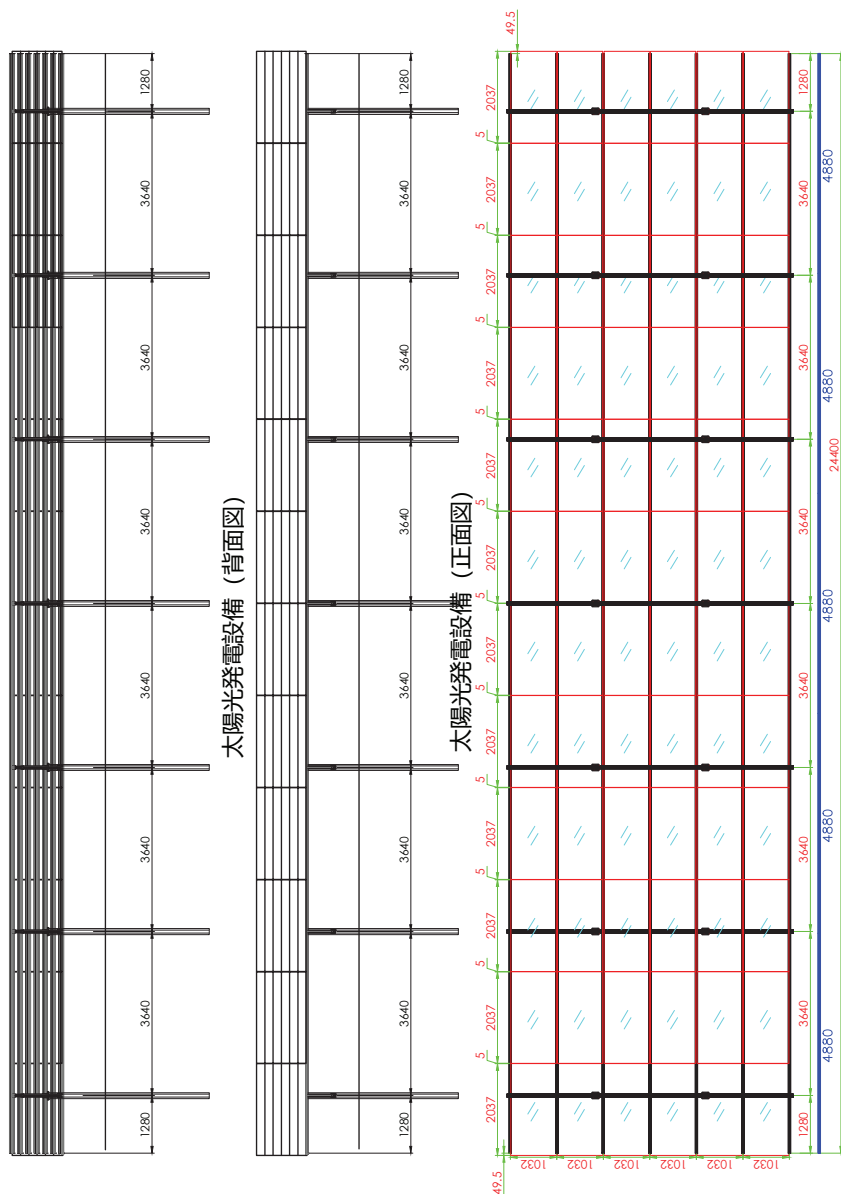
南傾斜7.5度



南傾斜12度
太陽光発電設備（側面図）

標準根入れ長さ	傾斜0度：1100mm、 傾斜7.5度・12度：1350mm
最低根入れ長さ	傾斜0度：1050mm、 傾斜7.5度・12度：1300mm

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (平面図)

表面処理: 架台 : GB8005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

	杭	4	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材		A6V01-T5	60*60mm
2	縦椽		A6V01-T5	59.6*95mm
1	横レール		A6V01-T5	105*53mm
N0.	部品名称		材質	規格

△ 記 △

＜設計条件＞

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面相度区分	Ⅱ
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪（一般・地方）	30cm

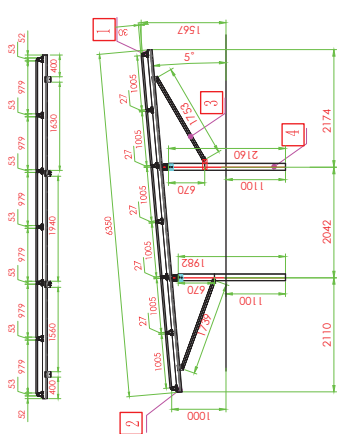
太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	72枚
容量	29.52KW (410W X 72枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	1908KG (26.5KG X 72枚)



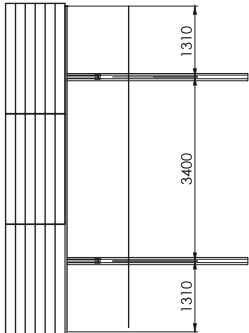
BSL
XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD

案件名 Project name	横6段12列架台図面		図面番号: Drawing No.		承認 Appr.		シテ シテ		A
	和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所		BSL-202104084		検印 Chk		チン シン		
見積番号: Project No.	設計 Design		製図 Draw	チェック Check	セイ Sei	A3		4 ページ	総 ページ
北率:Scale:			日付 Date	2022.02.21					

横6段3列 12基 (5基+6基+1基) 東西傾斜なし

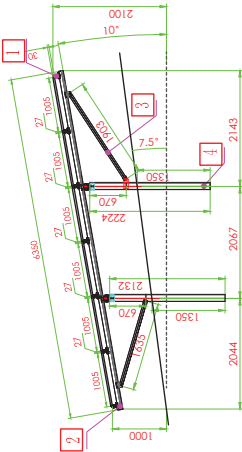


太陽光発電設備 (背面図)

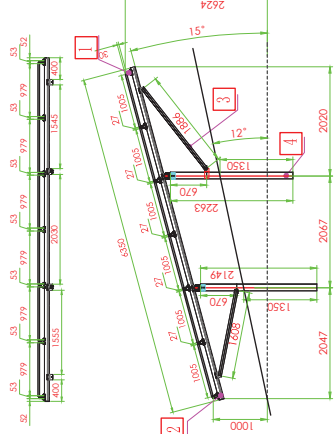


太陽光発電設備 (正面図)

傾斜0度

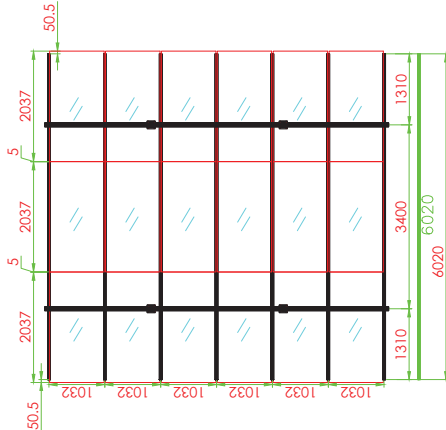


南傾斜7.5度



南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (平面図)

表面処理: 架台 : GB6005-T5(A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	18枚
容量	7.38KW (410W X 18枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	477KG (26.5KG X 18枚)

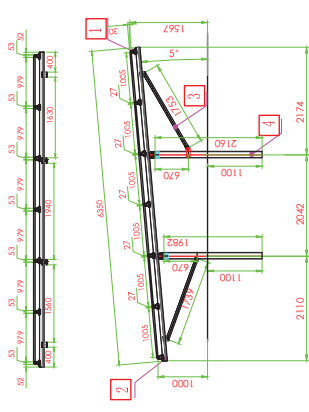
4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦椋	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*63mm
N0.	部品名称	材質	規格



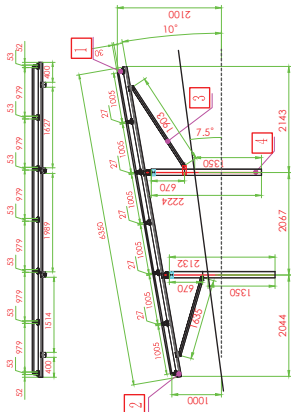
XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD

案件名:	和歌山県伊都郡山辺町 太陽光発電所	横6段3列架台図面
Project name:		
図面番号:	BSL-202104084	
Project No.:		
設計	制図	承認
Design	Drawn	Appr
比例	Scale:	
日付	2022.02.21	
ページ目	A3	
総ページ	4	
REVISION		

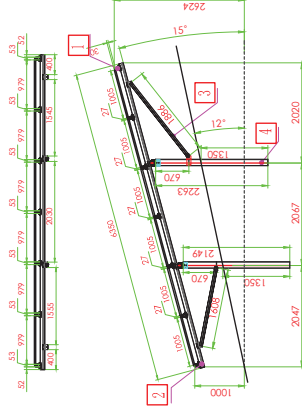
横6段6列 10基 (3基+5基+2基) 東西傾斜なし



傾斜0度

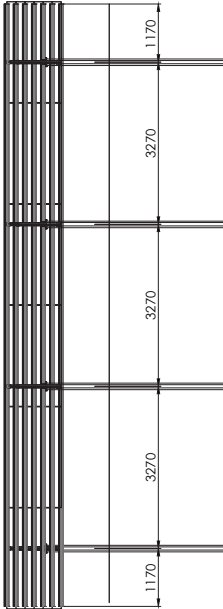


南傾斜7.5度

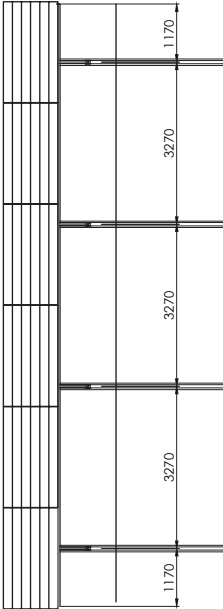


南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

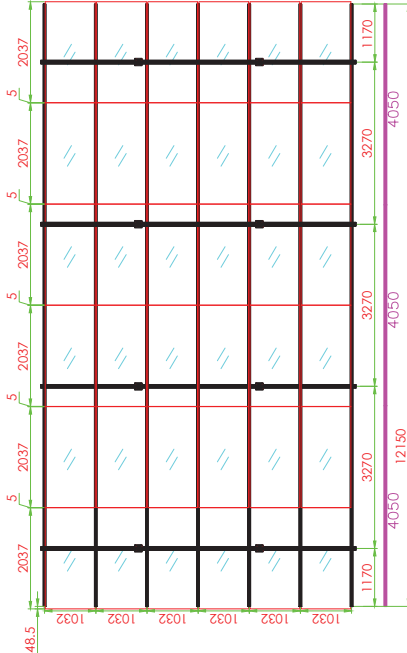
※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (背面図)



太陽光発電設備 (正面図)



太陽光発電設備 (平面図)

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	36枚
容量	14.76kW (410W X 36枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	95kgG (26.5kg X 36枚)

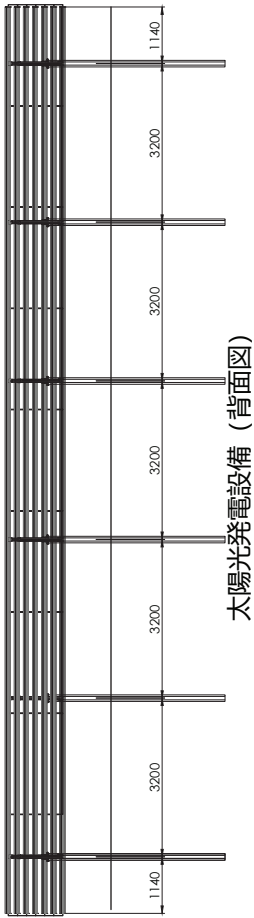
標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

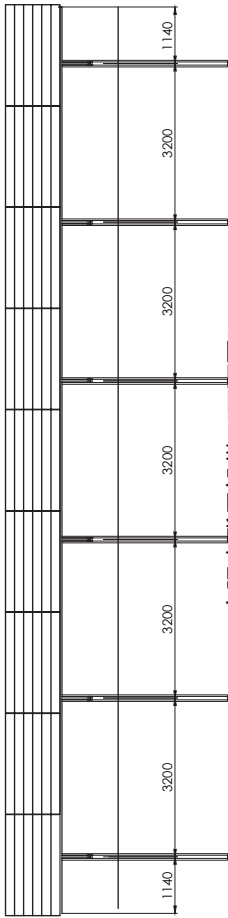
4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦材	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*63mm
N0.	部品名称	材質	規格

XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD			
案件名:	和歌山県伊都郡九度山町	横6段6列架台図面	
Project name:	太陽光発電所		
見積番号:	BSL-202104084	図面番号:	
Project No.:		図面 No.:	
設計	制図	チェック	承認
Design	Drawn	Check	Appr
日付	2022.02.21	2ページ目	総 4 ページ
Time			

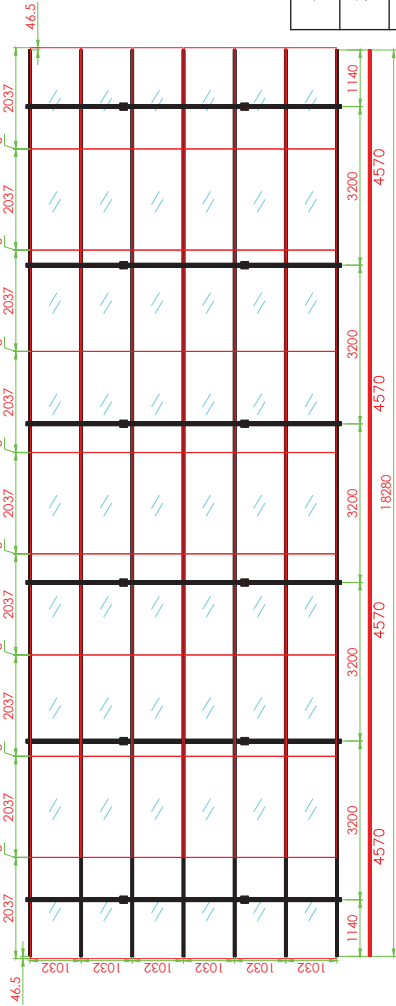
横6段9列 9基 (6基+1基+2基) 東西傾斜なし



太陽光発電設備 (背面図)



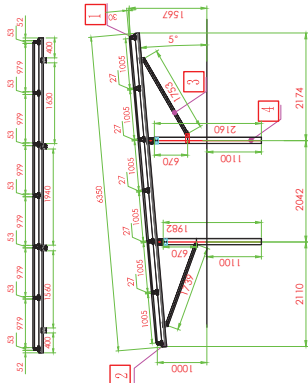
太陽光発電設備 (正面図)



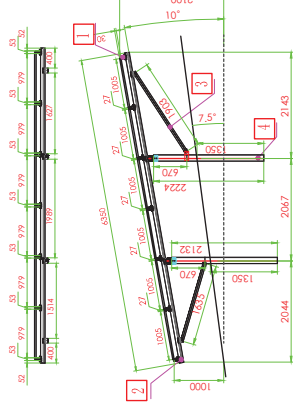
太陽光発電設備 (平面図)

<設計条件> <注記>

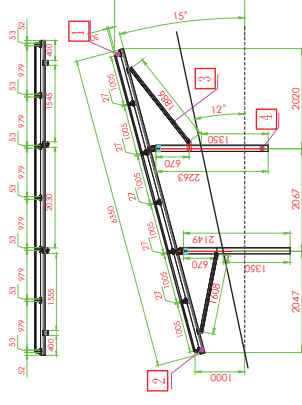
設計風速	34m/s	太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
アレイの地上高	1000mm	数量	54枚
地表面粗度区分	II	容量	22.14kW (410W X 54枚)
用途係数	1	傾斜角度	5度/10度/15度
地震荷重設計用水平震度	0.3	太陽電池モジュール重量	1431kg (26.5kg X 54枚)
地震地域係数	1		
積雪 (一般・地方)	30cm		



傾斜0度



南傾斜7.5度



南傾斜12度

太陽光発電設備 (側面図)

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする

標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦材	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*63mm
N0.	部品名称	材質	規格

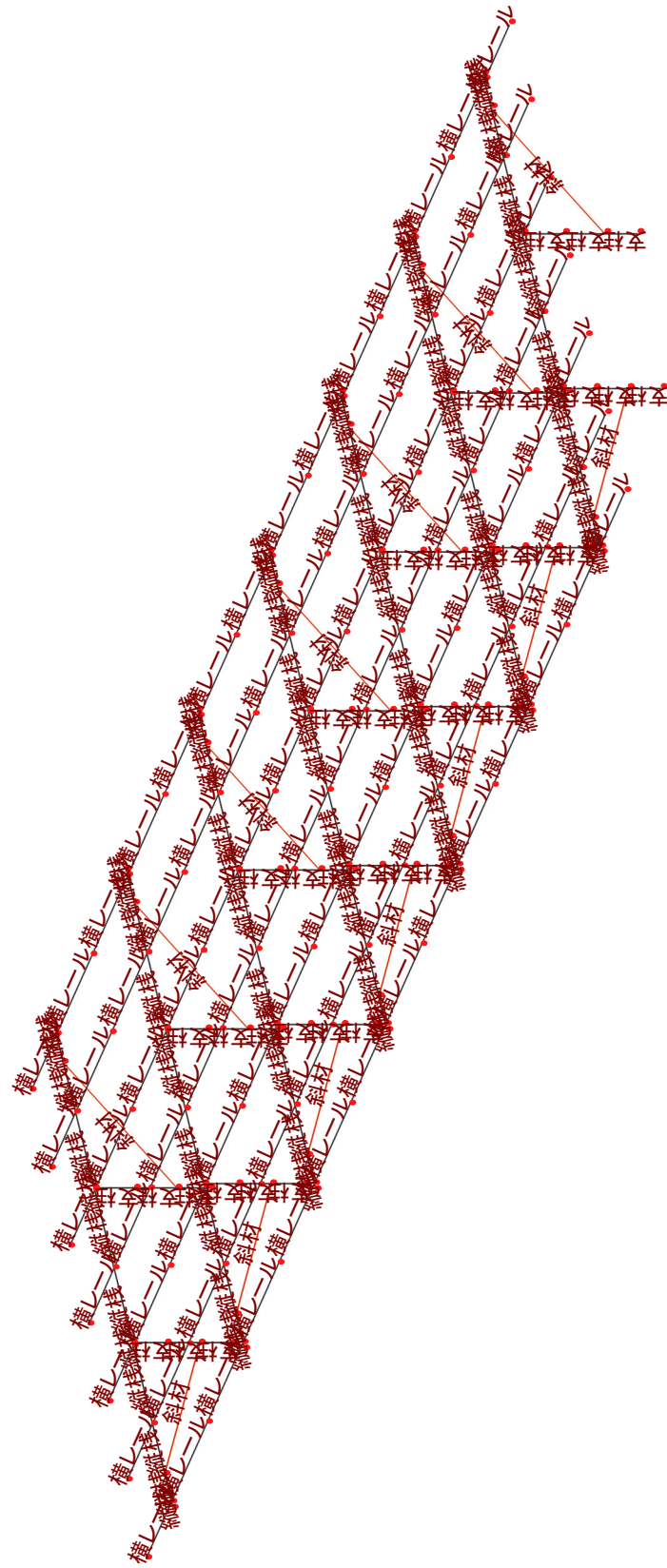
XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD

案件名: Project Name	和歌山県伊都郡土佐山町 太陽光発電所	横6段9列架台図面						
		図面番号: Project No.		図面 No.				
見積番号: Project No.	BSI-202104084		設計 Design	制図 Draw	チェック Check	承認 Appr	シム Shn	シム Shn
比率/Scale	日付 Time	2022.02.21	A3	3 ページ目			総 4 ページ	
			REVISION			A		

S4 応力解析

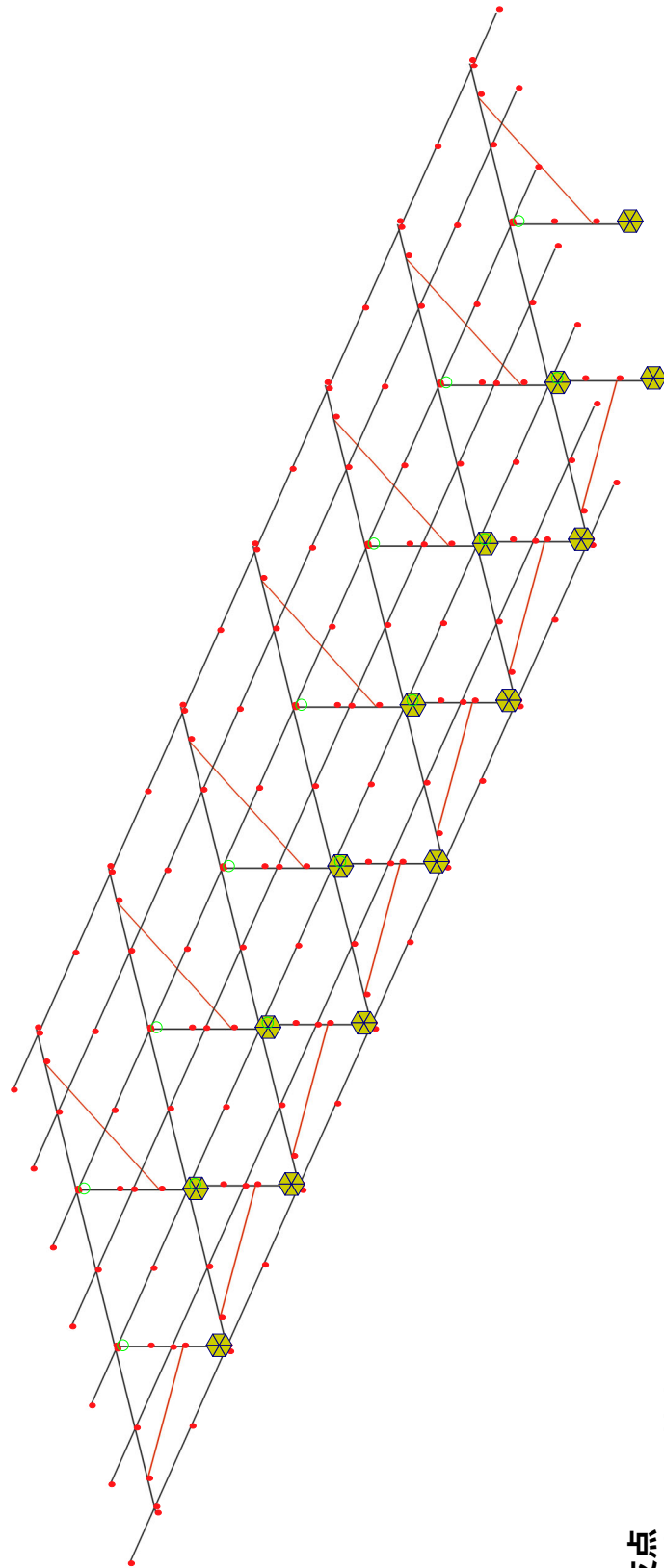
モデル図

全体図



モデル図

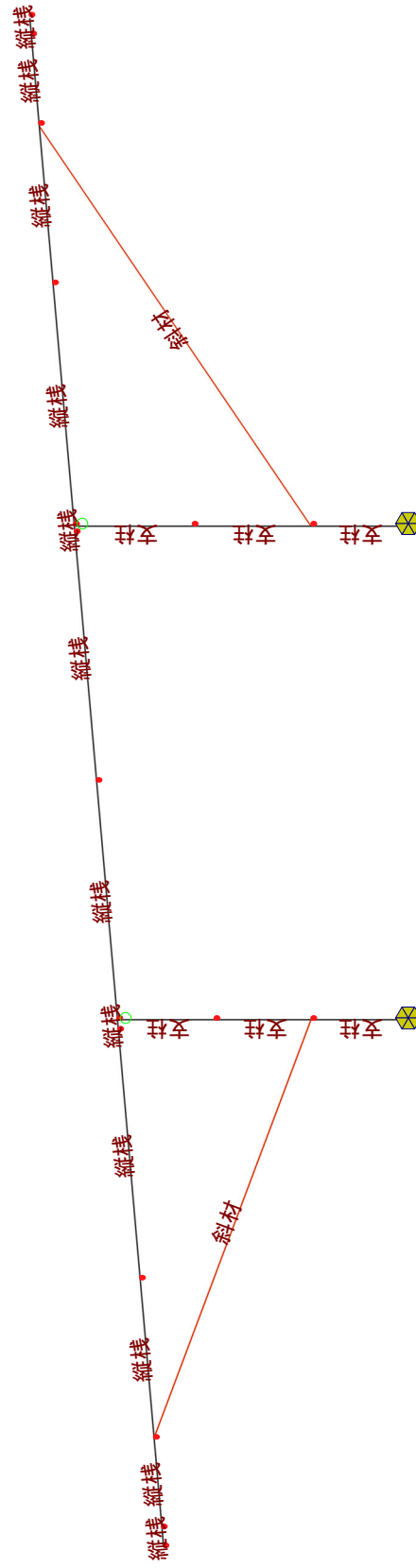
支持条件図



固定支点
柱の上端はピン接合
短辺方向ブレースは圧縮・引張ブレース

モデル図

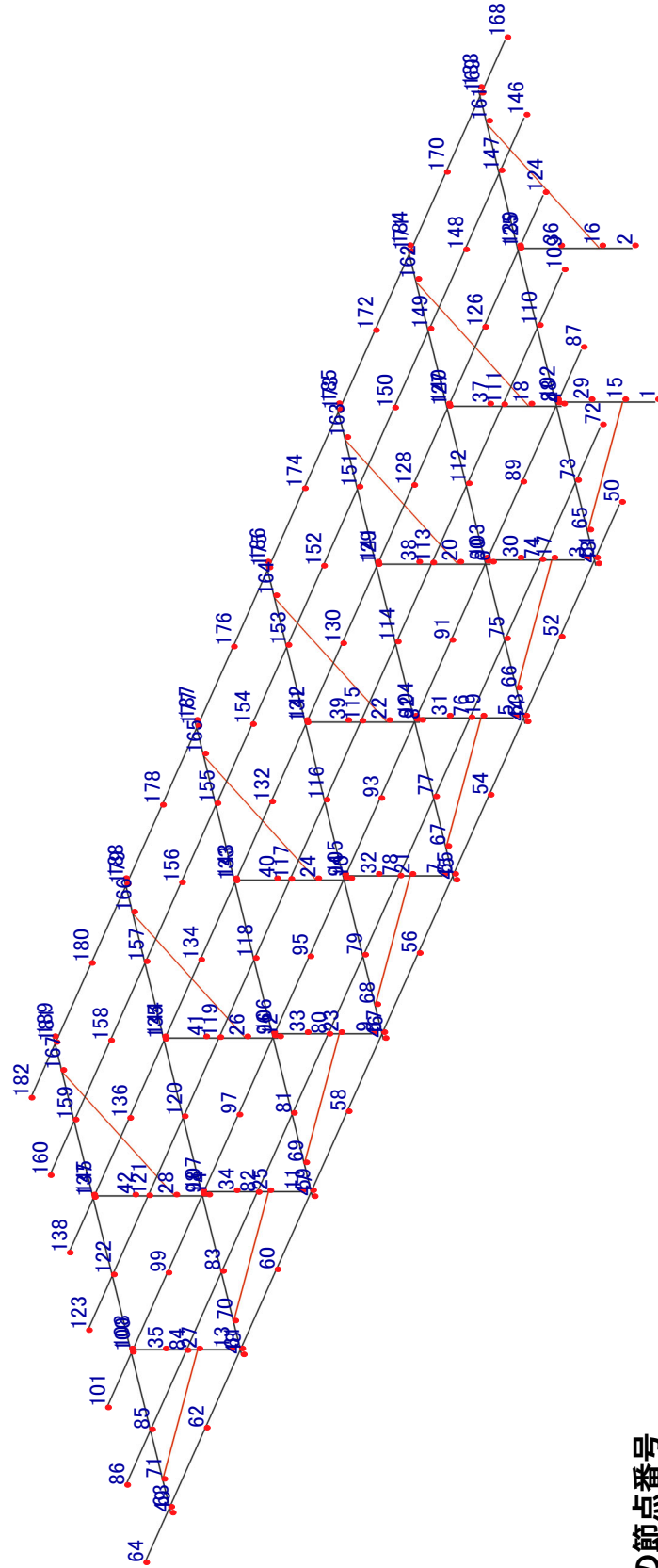
支持条件図



固定支点
柱の下端はピン接合
短辺方向ブレースは圧縮・引張ブレース

モデル図

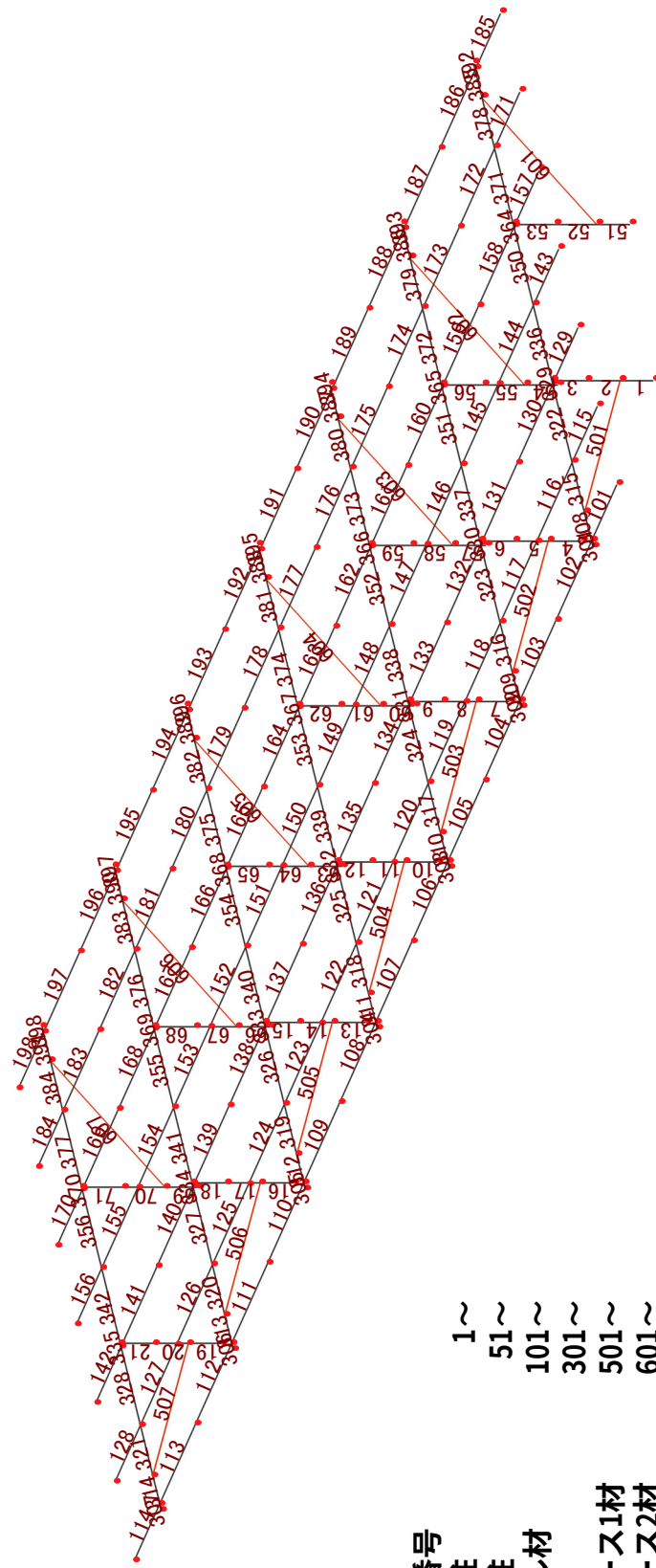
節点番号図



支点の節点番号
 前柱側：奇数1～13
 後柱側：偶数2～14

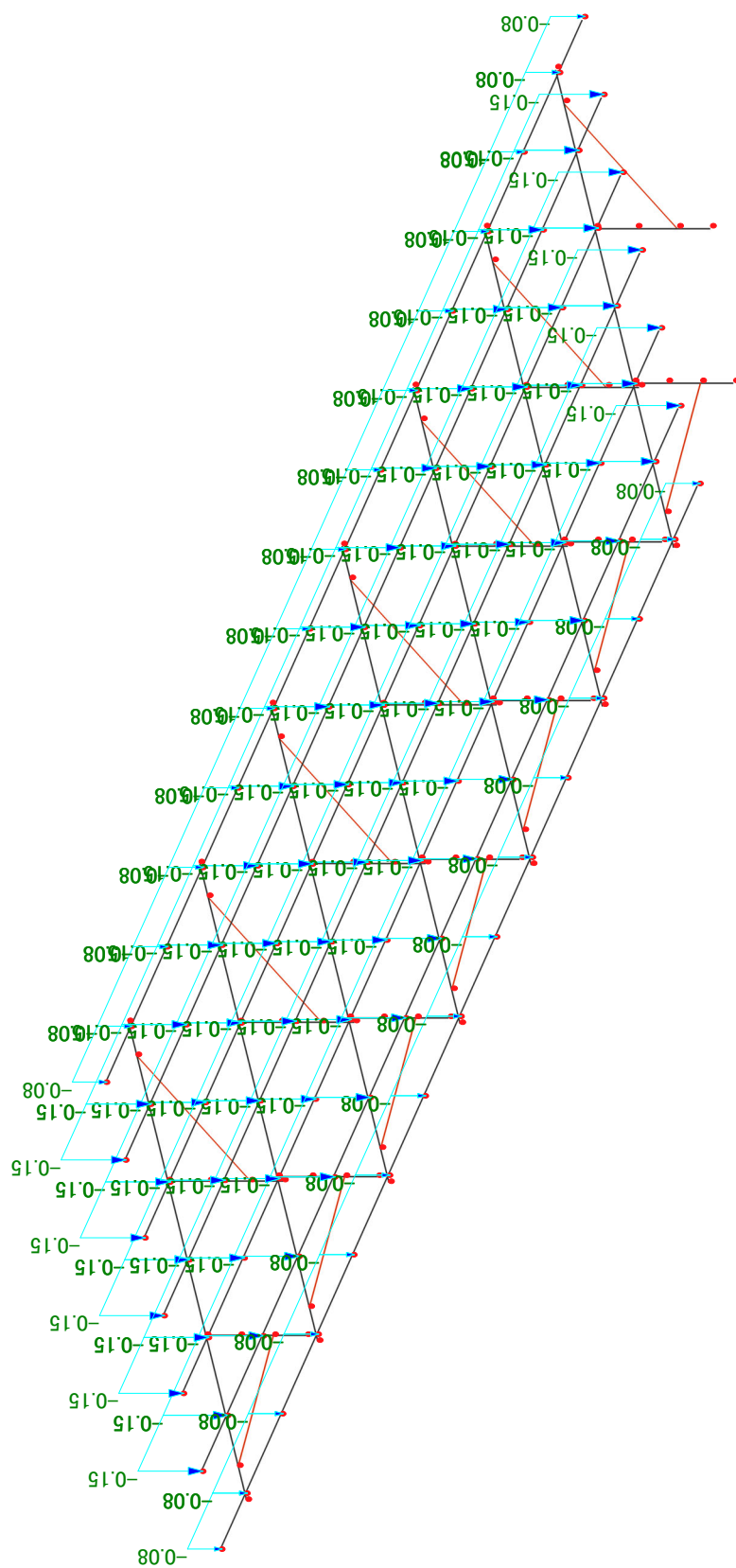
モデル図

要素番号図



荷重図

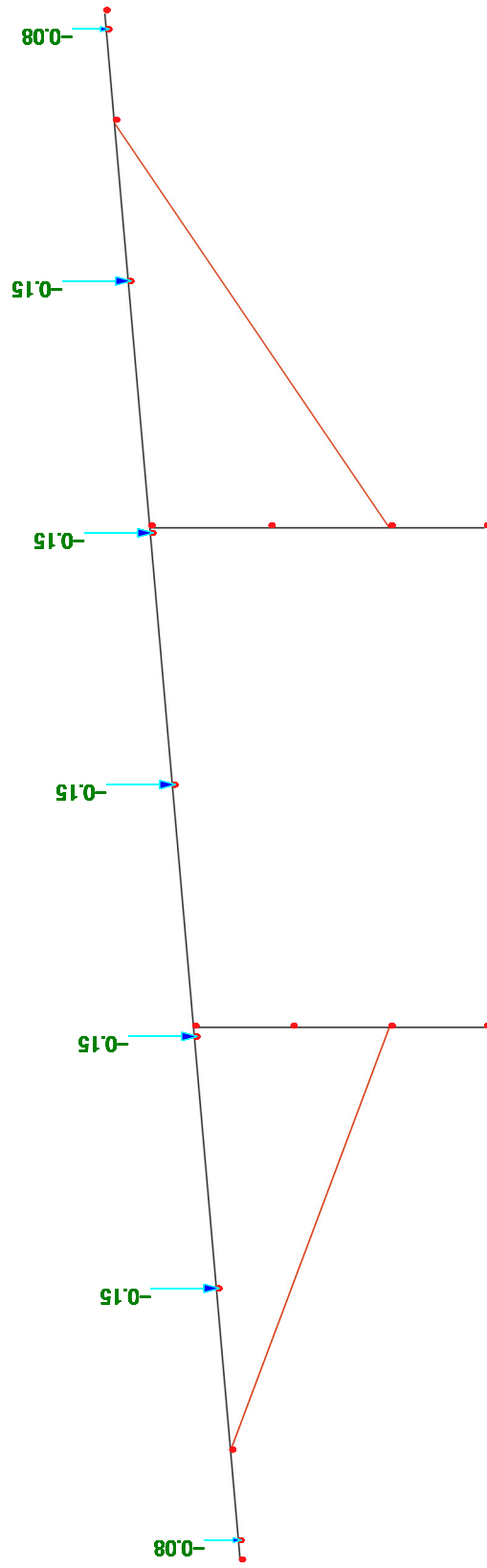
ケース：DL2



単位：kN/m

荷重図

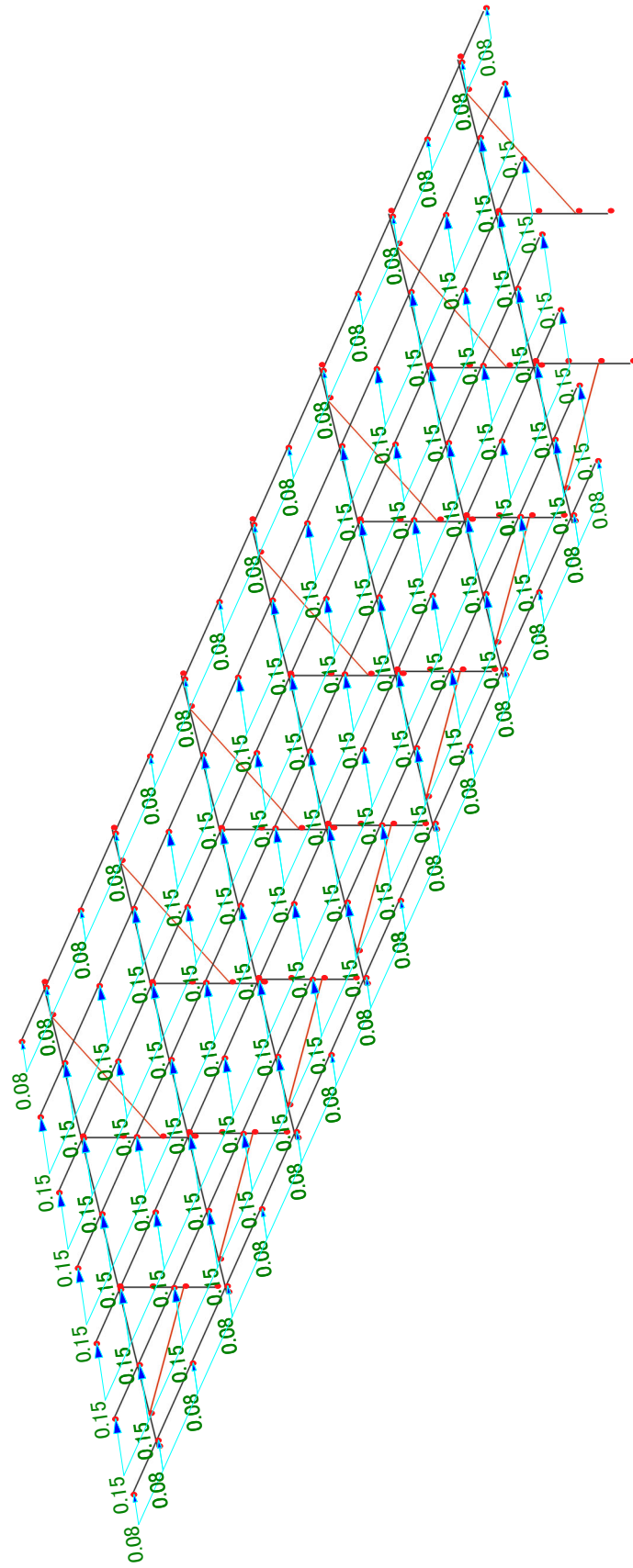
ケース：DL2



単位：kN/m

荷重図

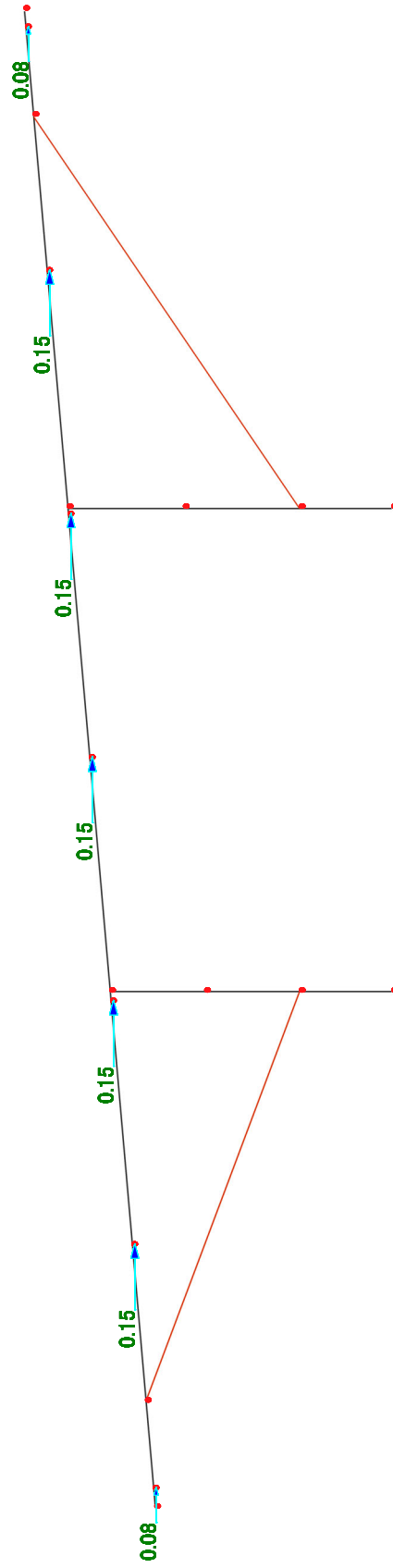
ケース：DL2X+



単位：kN/m

荷重図

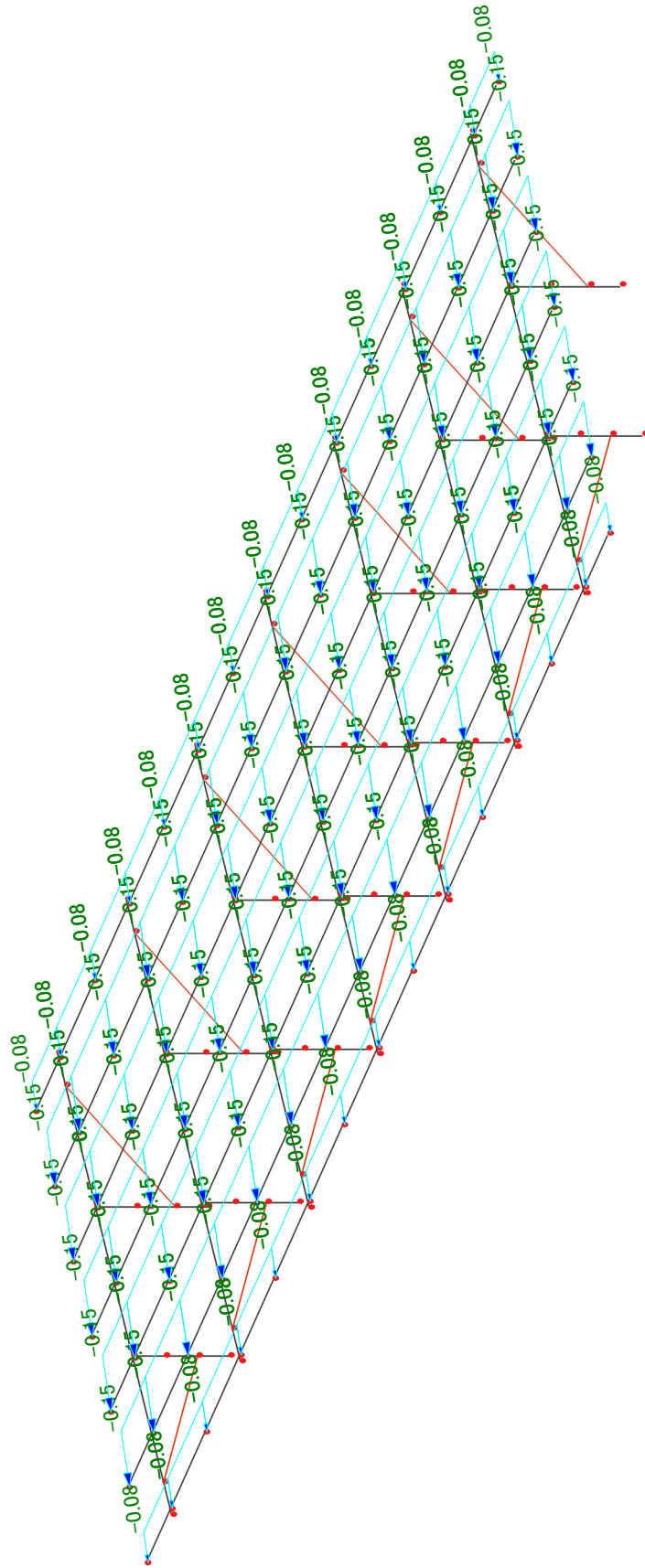
ケース：DL2X+



単位：kN/m

荷重図

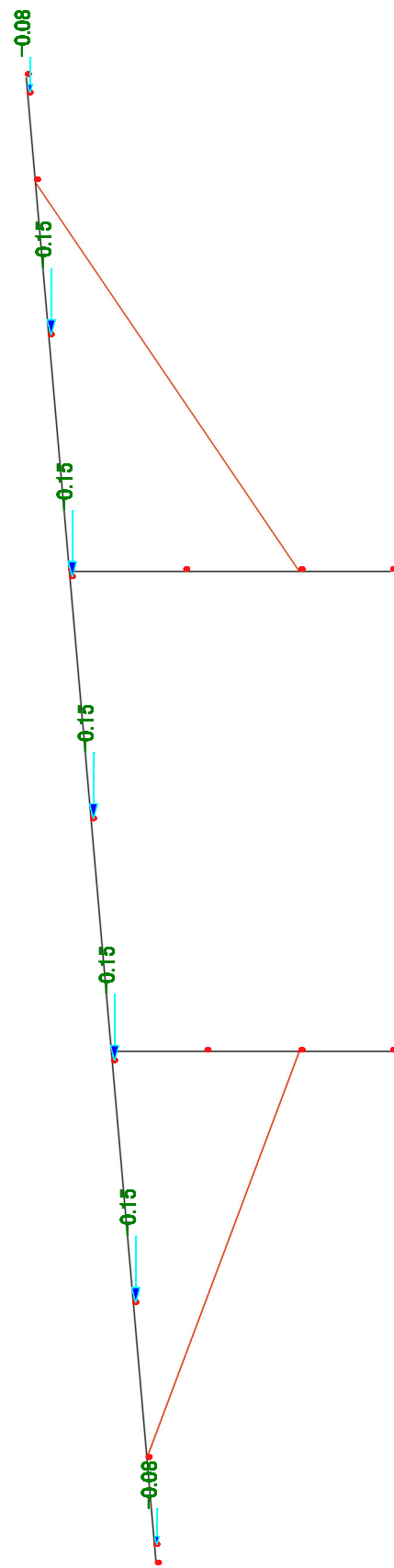
ケース：DL2X-



単位：kN/m

荷重図

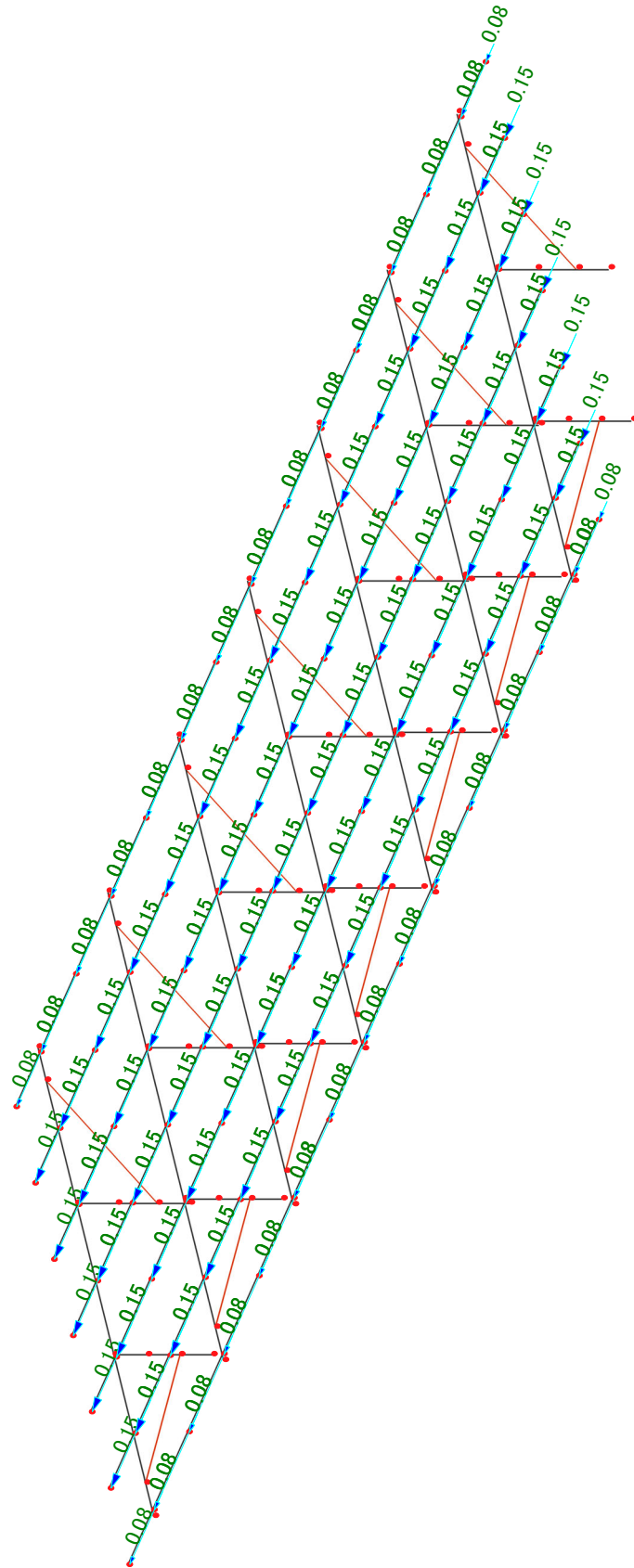
ケース：DL2X-



単位：kN/m

荷重図

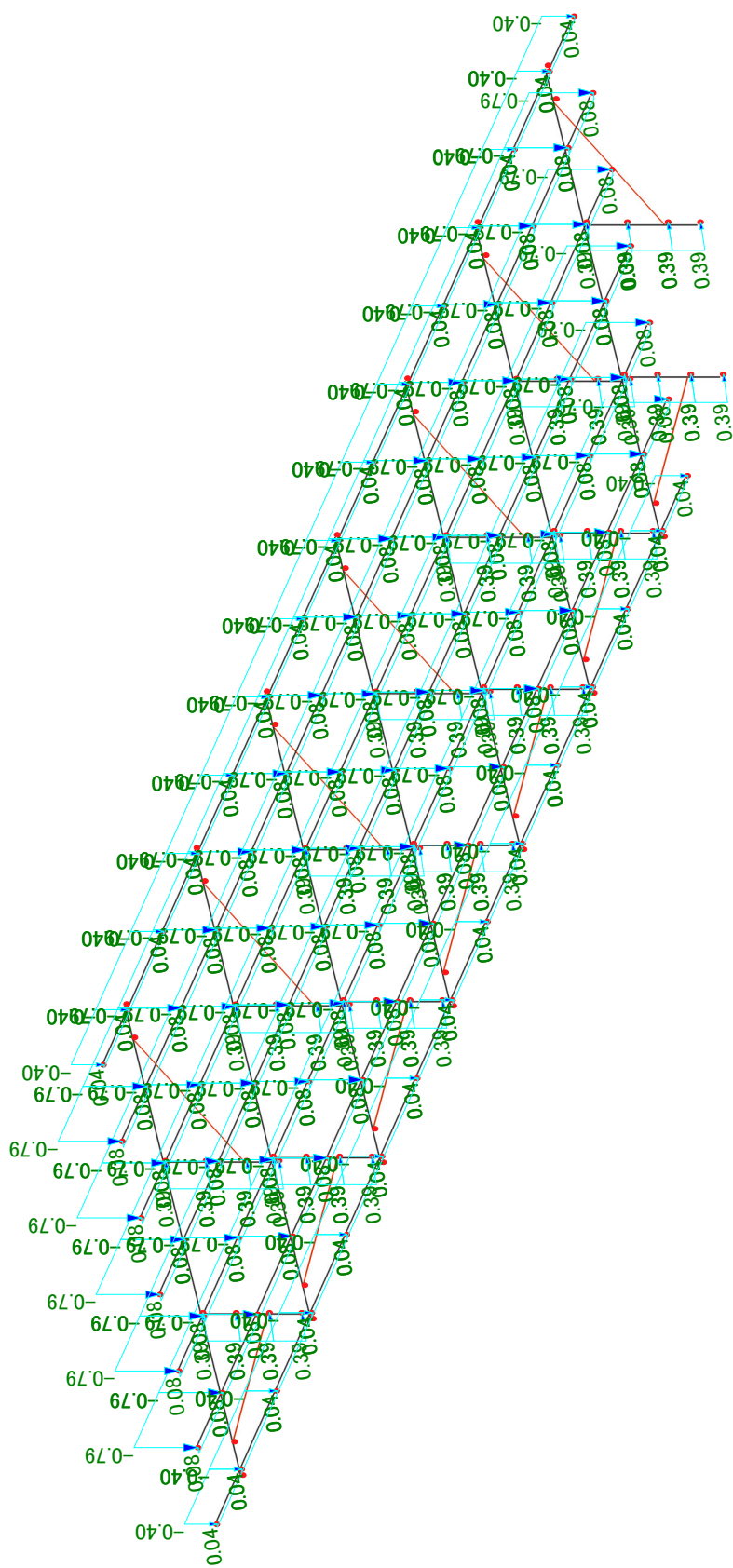
ケース : DL2Y



単位 : kN/m

荷重図

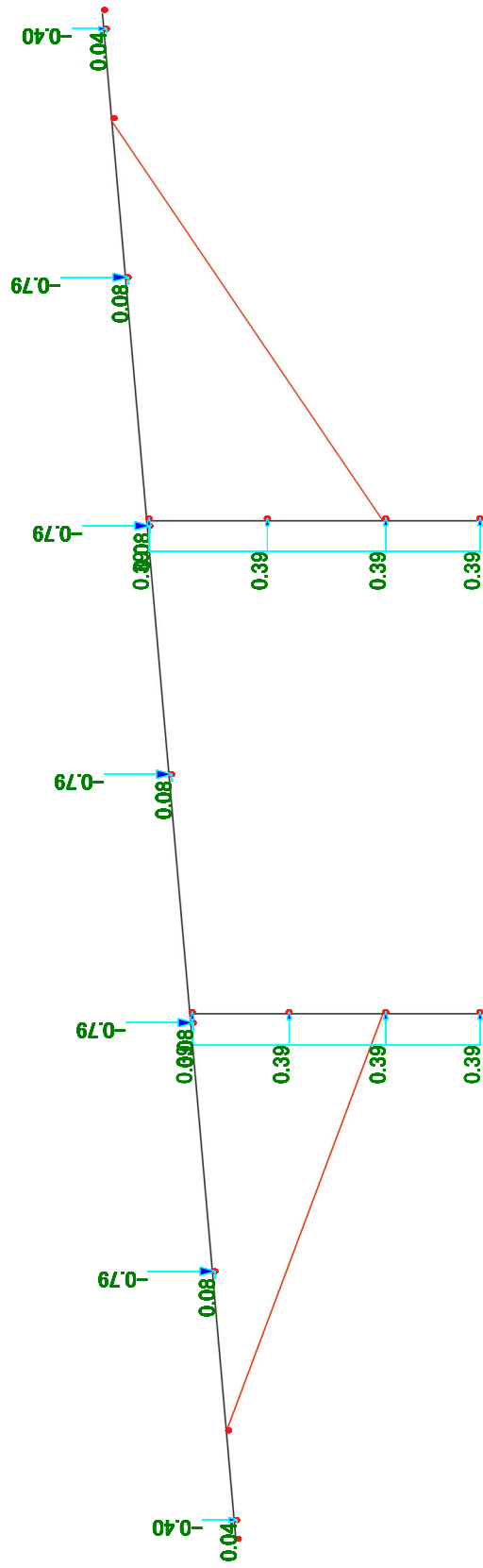
ケース：WLX+



単位：kN/m

荷重図

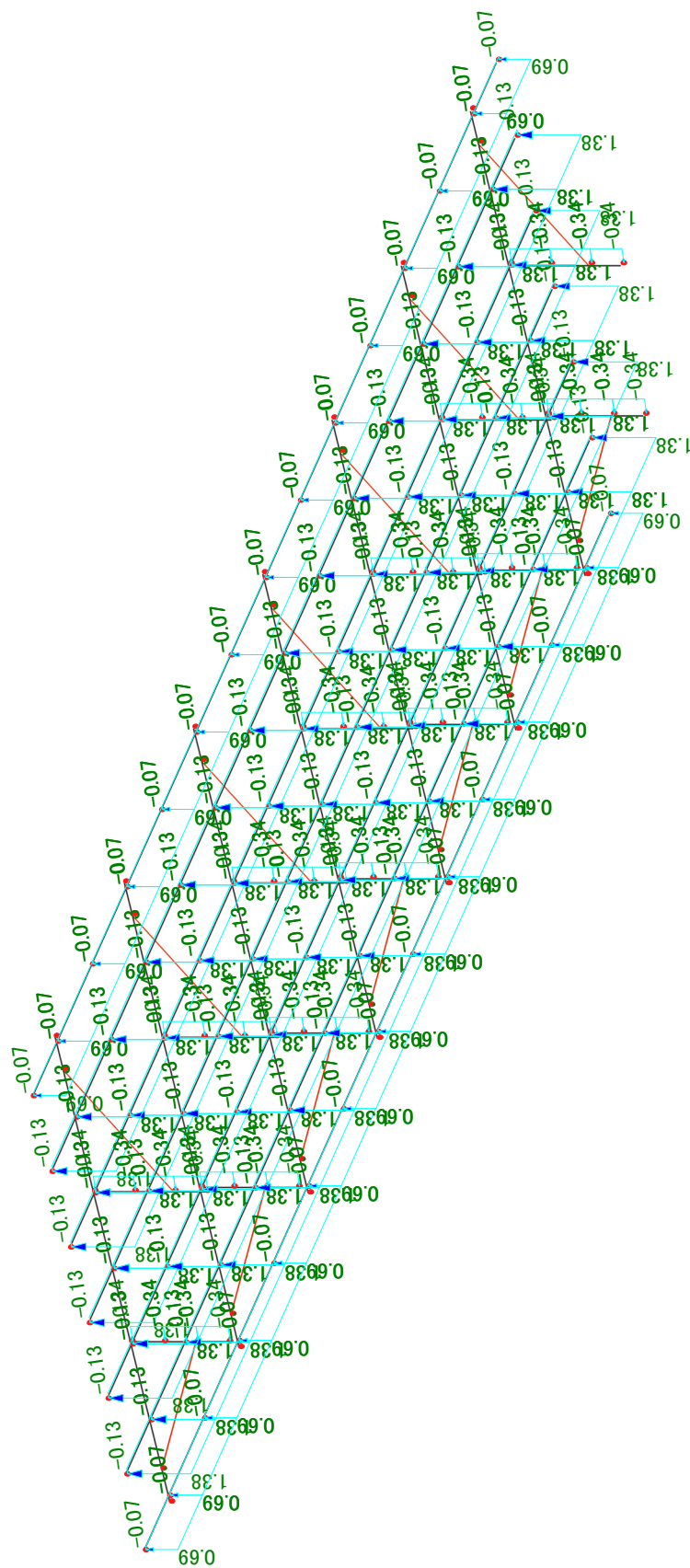
ケース：WLX+



単位：kN/m

荷重図

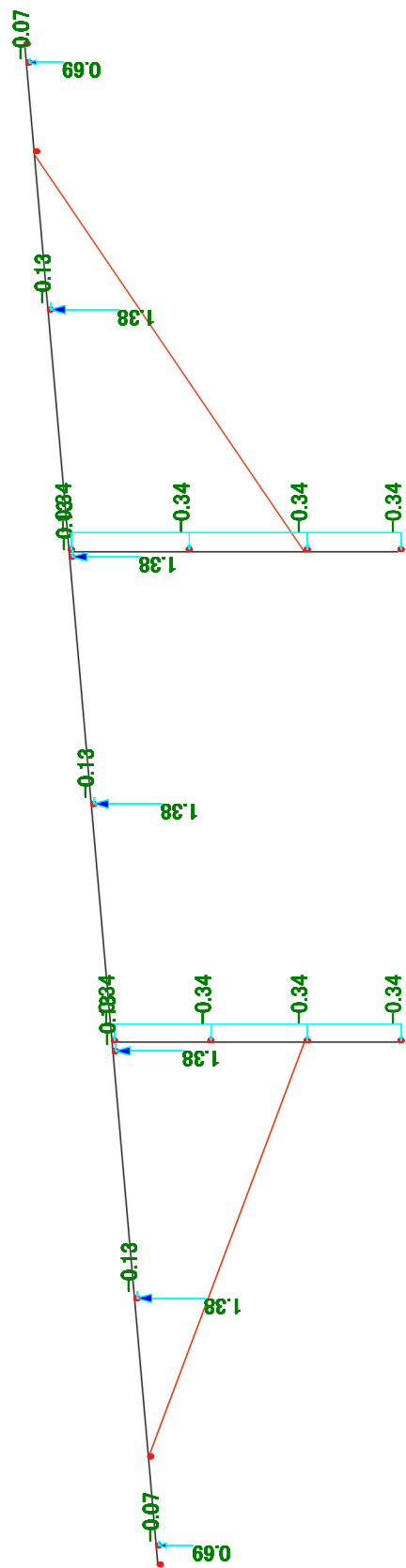
ケース：WLX-



単位：kN/m

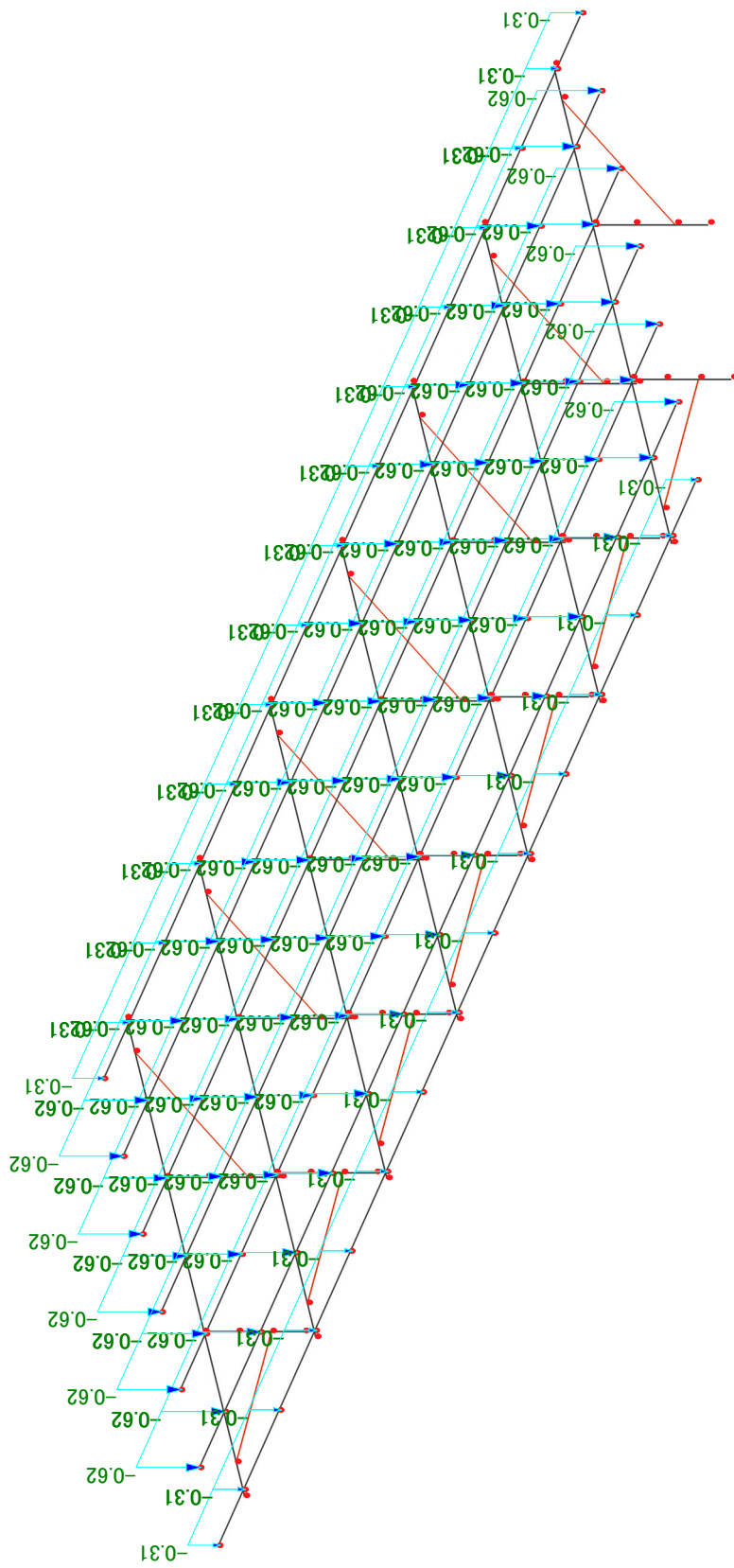
荷重図

ケース：WLX-



荷重図

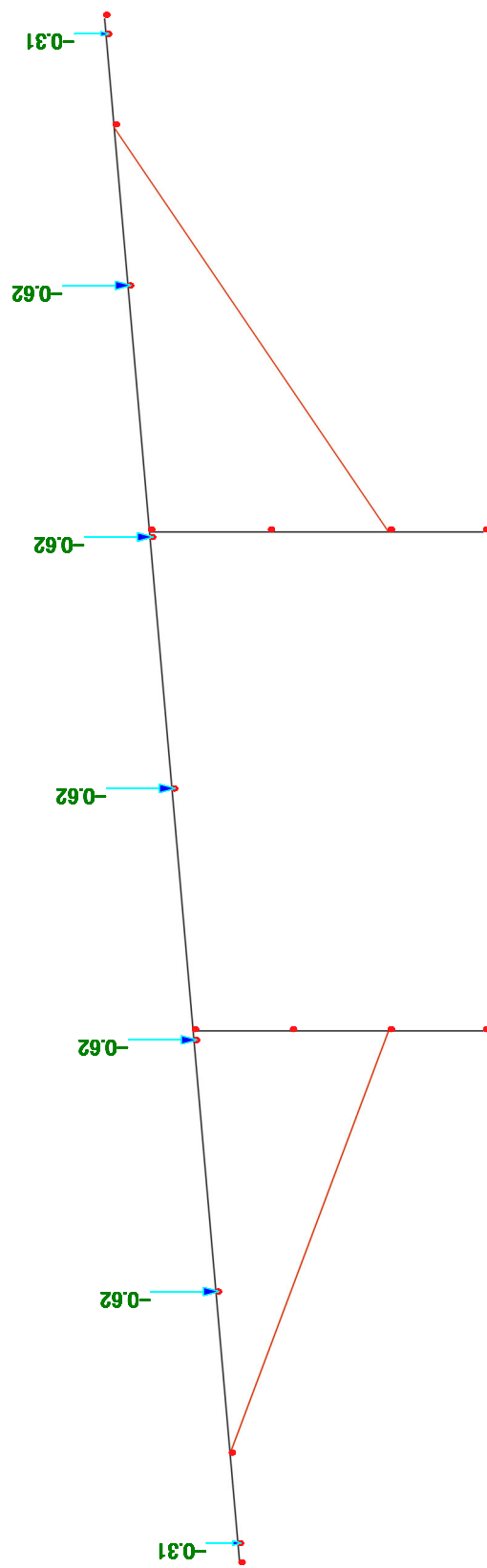
ケース：SL2



単位：kN/m

荷重図

ケース：SL2



単位：kN/m

強軸曲げモーメント



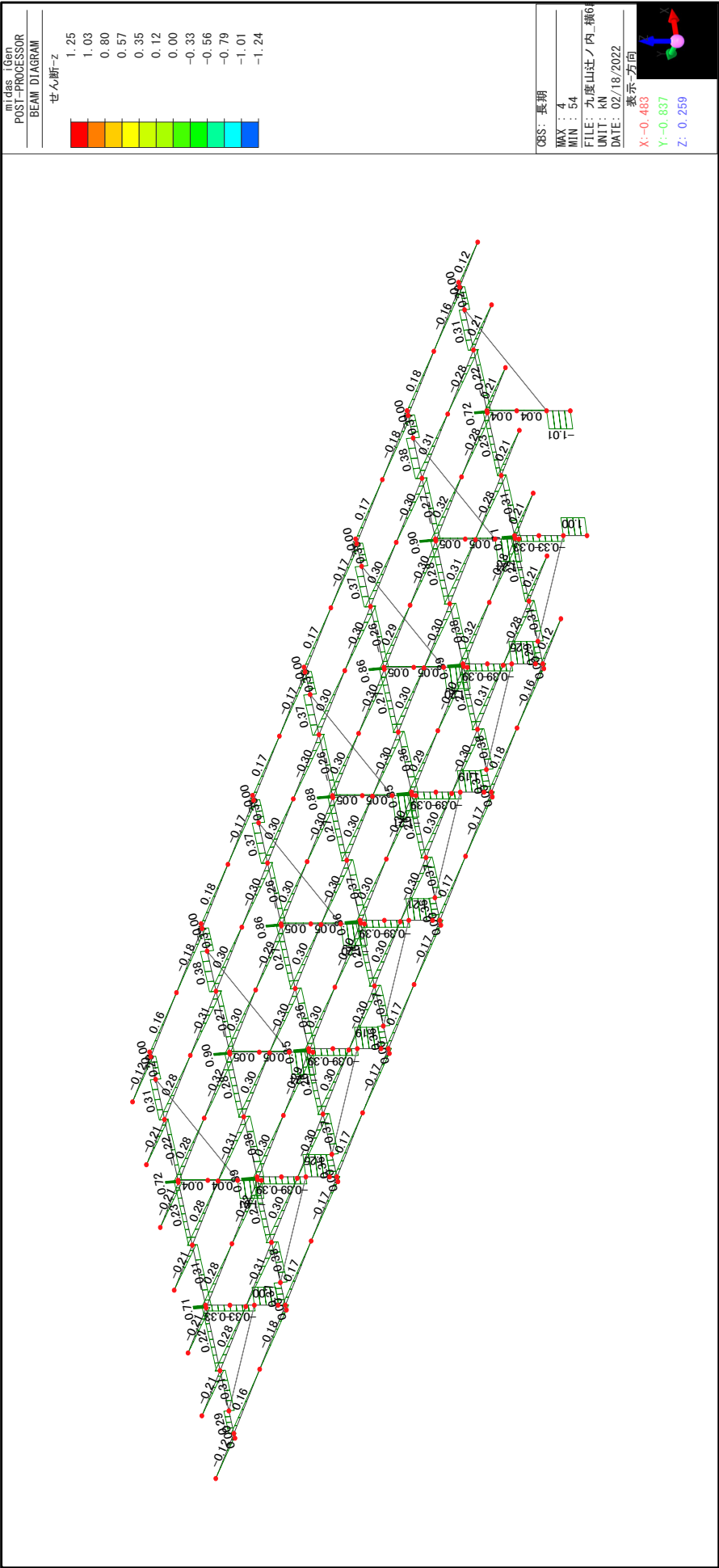
弱軸曲げモーメント

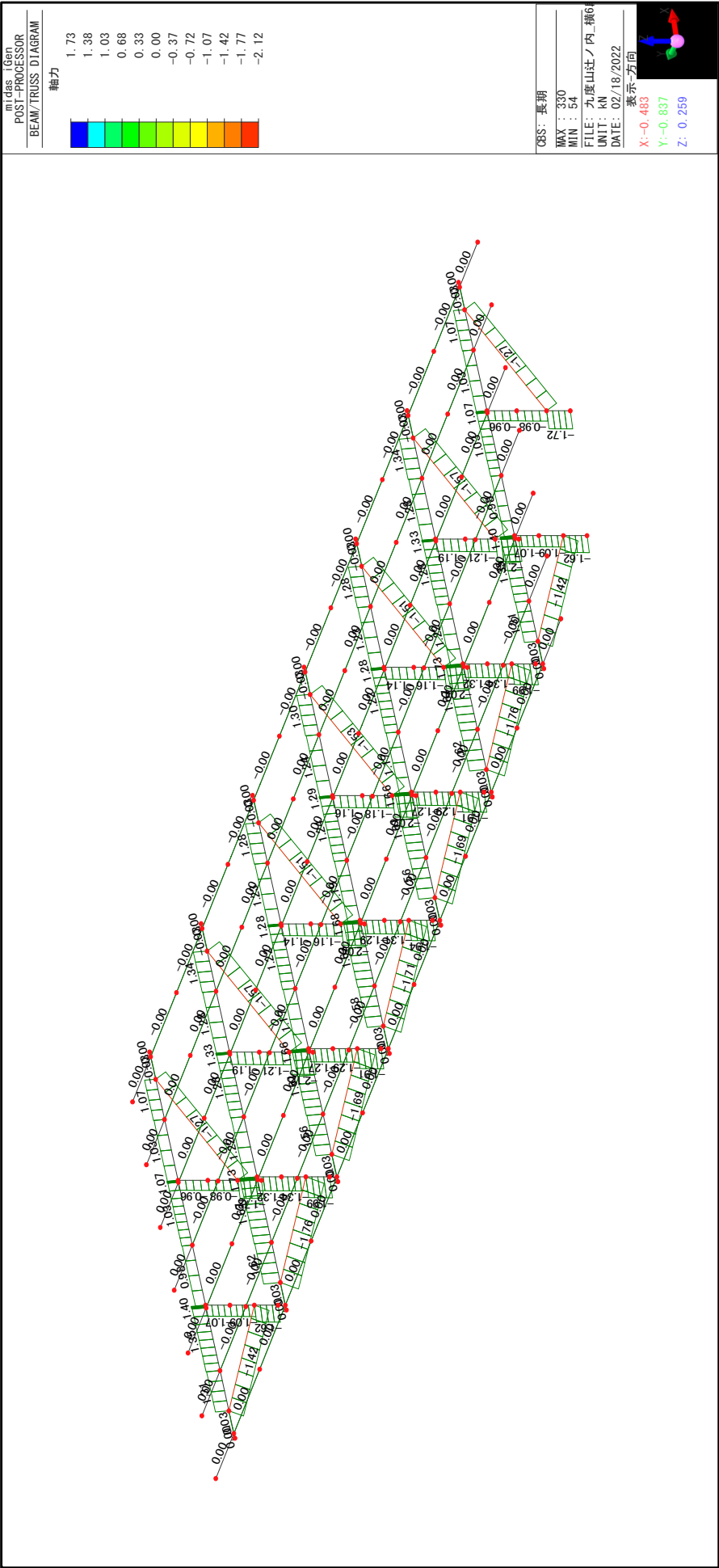


弱軸せん断

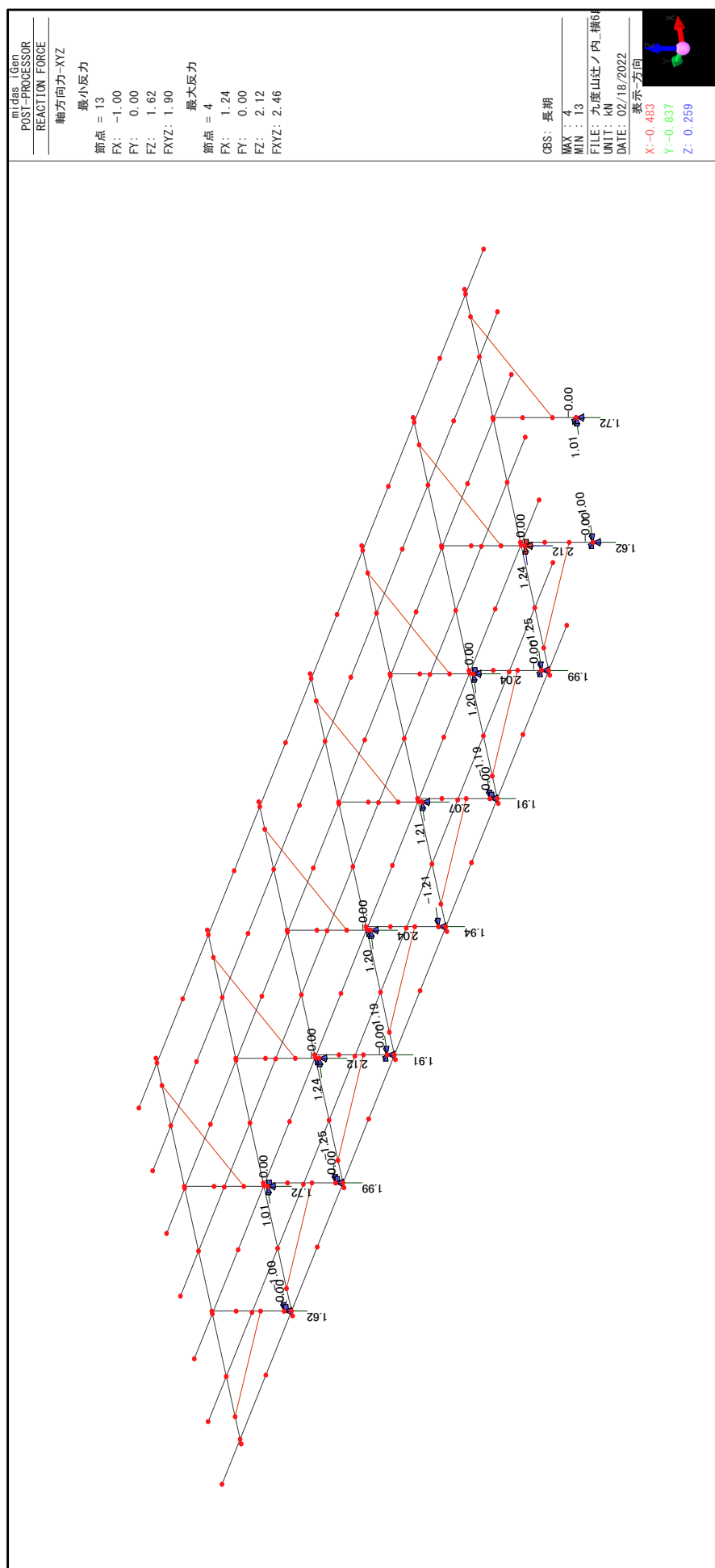


応力図
長期
強軸せん断

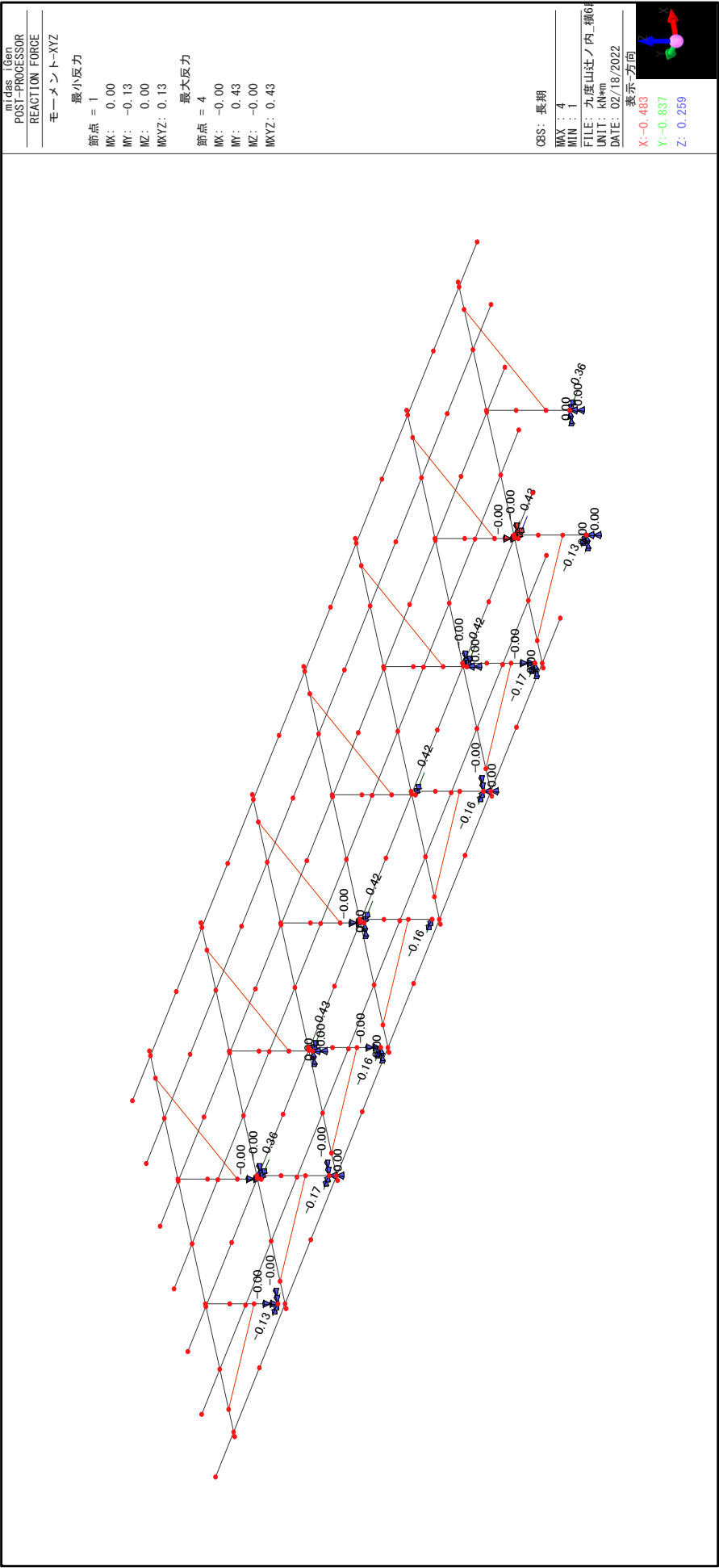




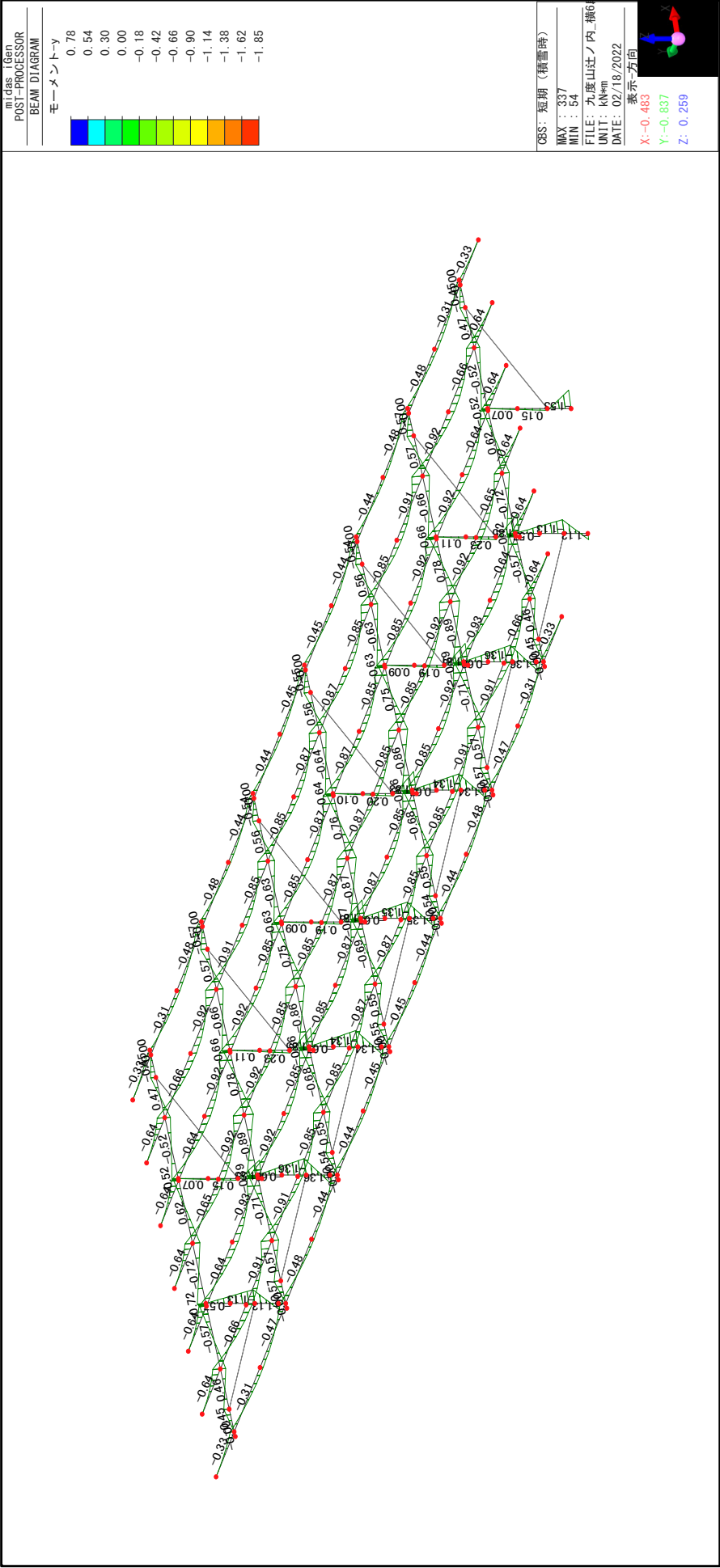
応力図
長期
支点反力



応力図
長期
支点曲げ反力



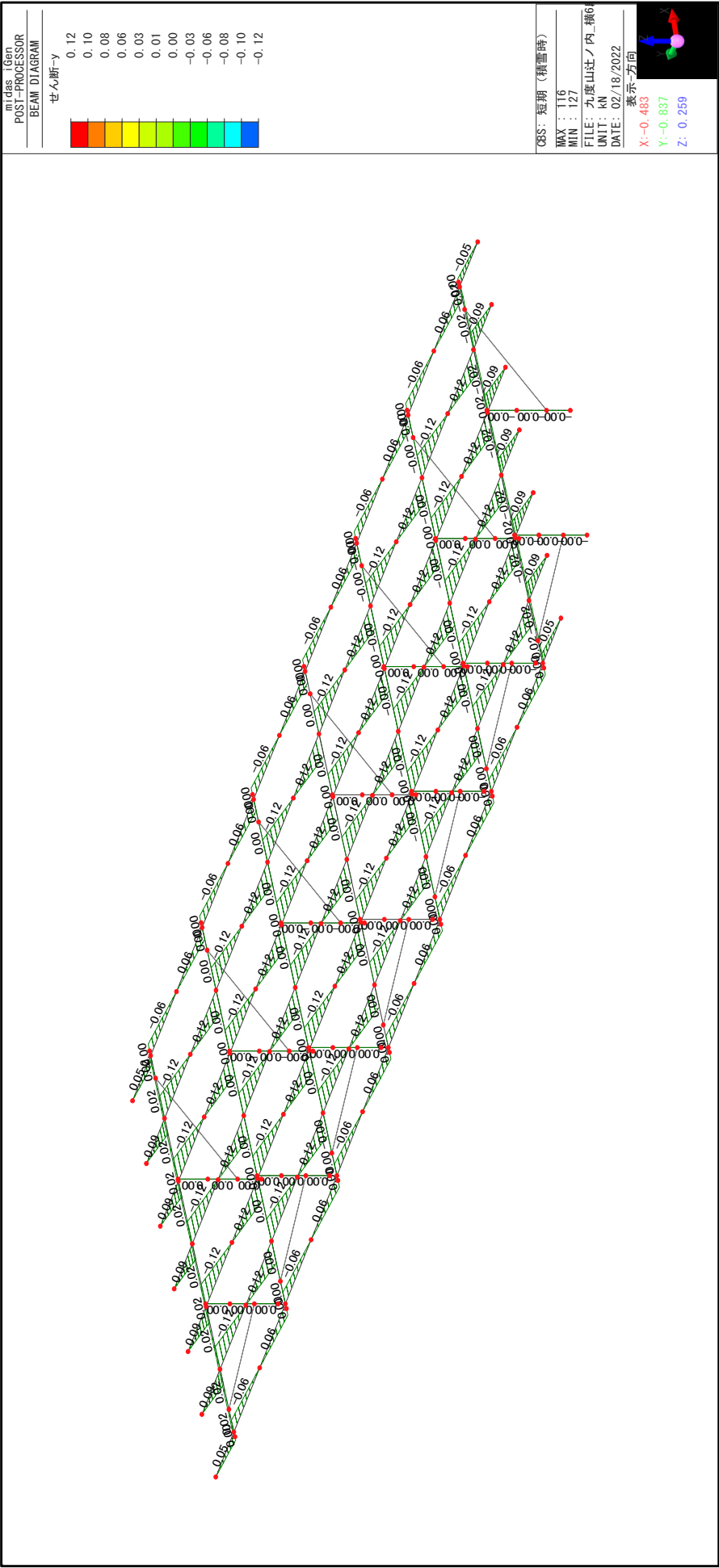
応力図
短期（積雪時）
強軸曲げモーメント



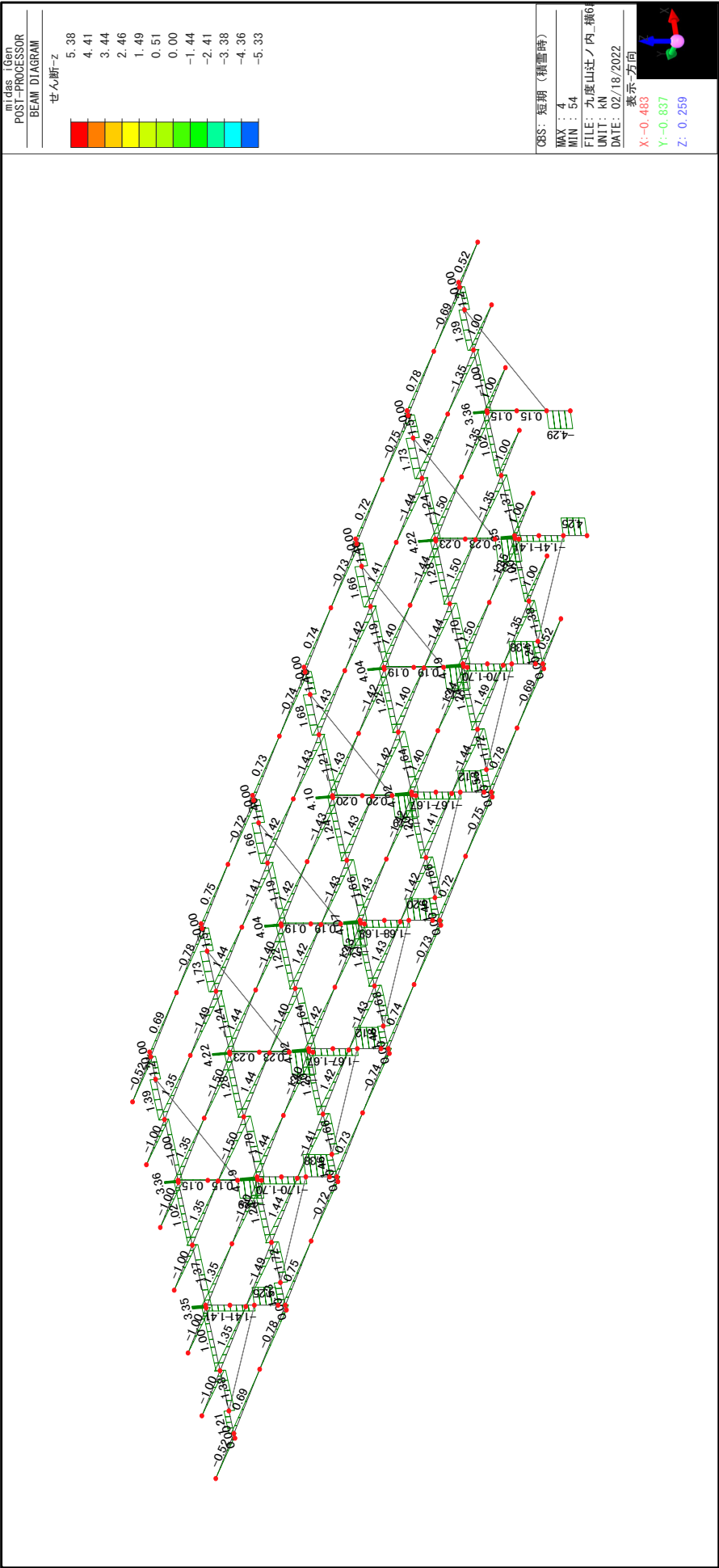
弱軸曲げモーメント



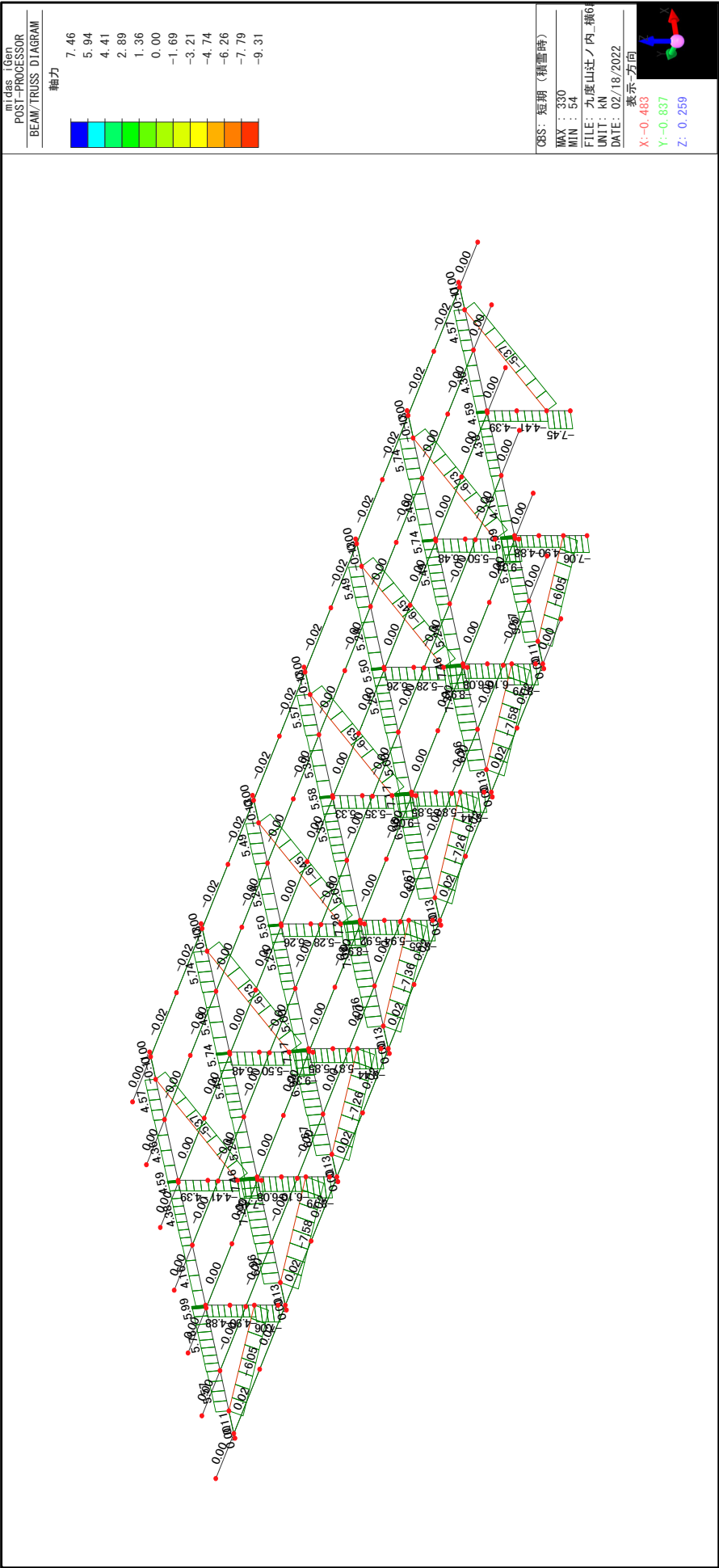
応力図
短期（積雪時）
弱軸せん断



応力図
短期（積雪時）
強軸せん断



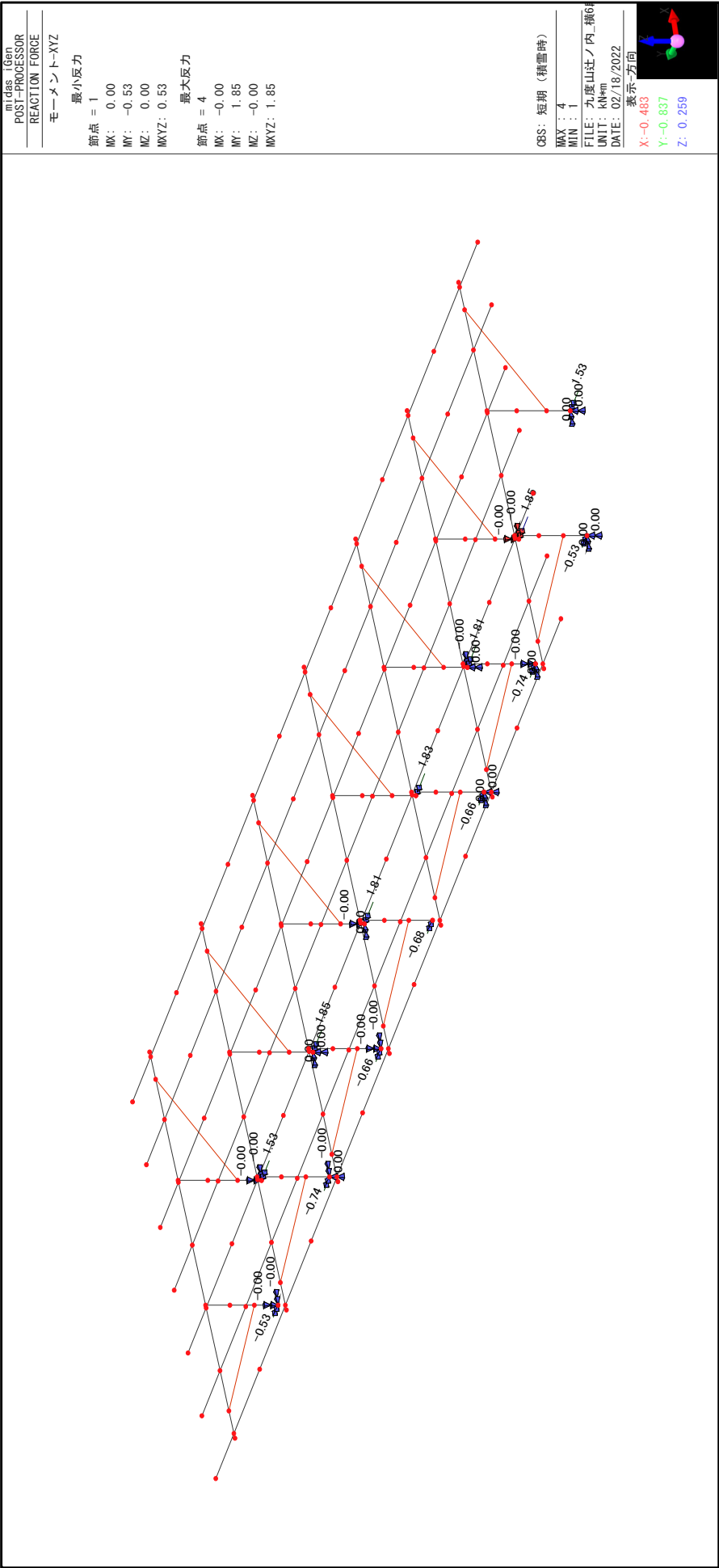
応力図
短期（積雪時）
軸力



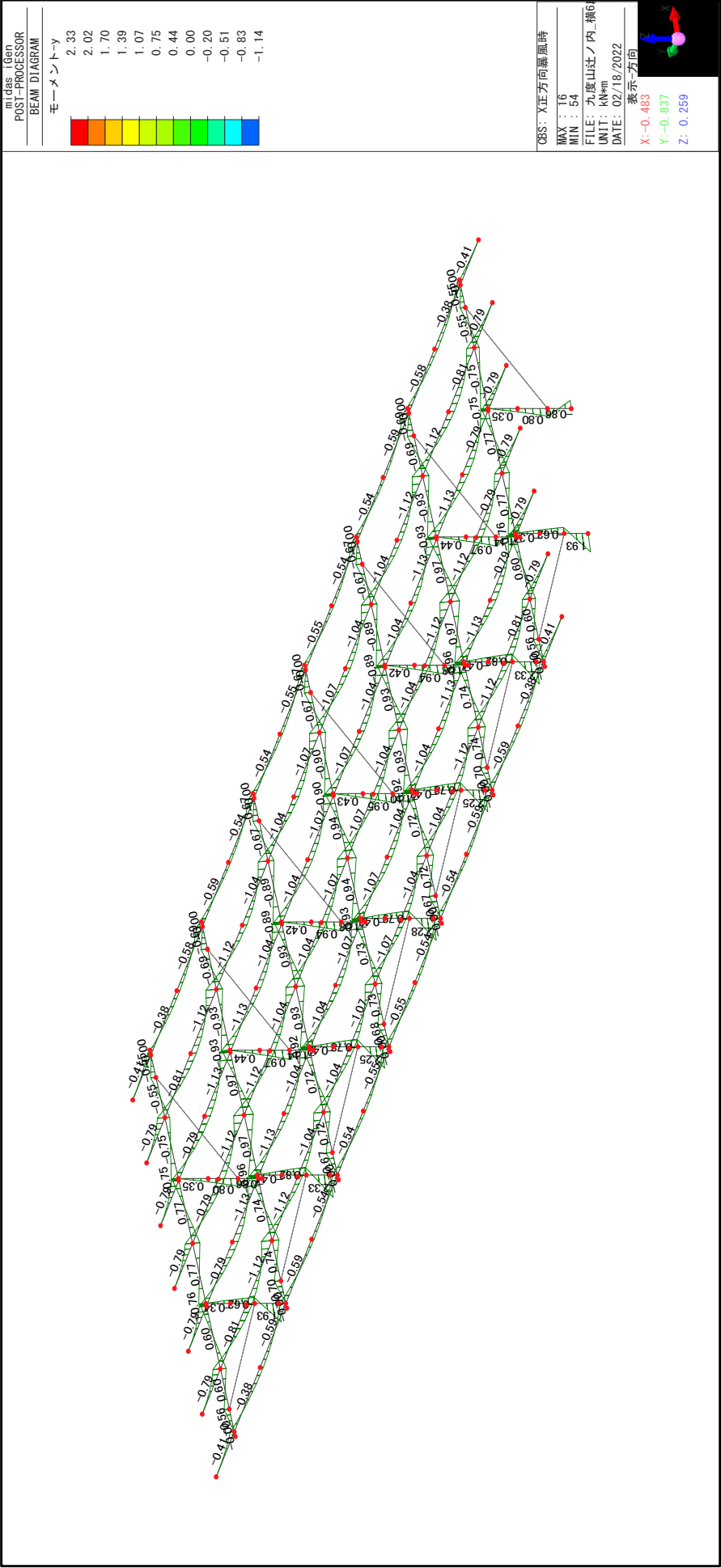
支点反力



応力図
短期（積雪時）
支点曲げ反力



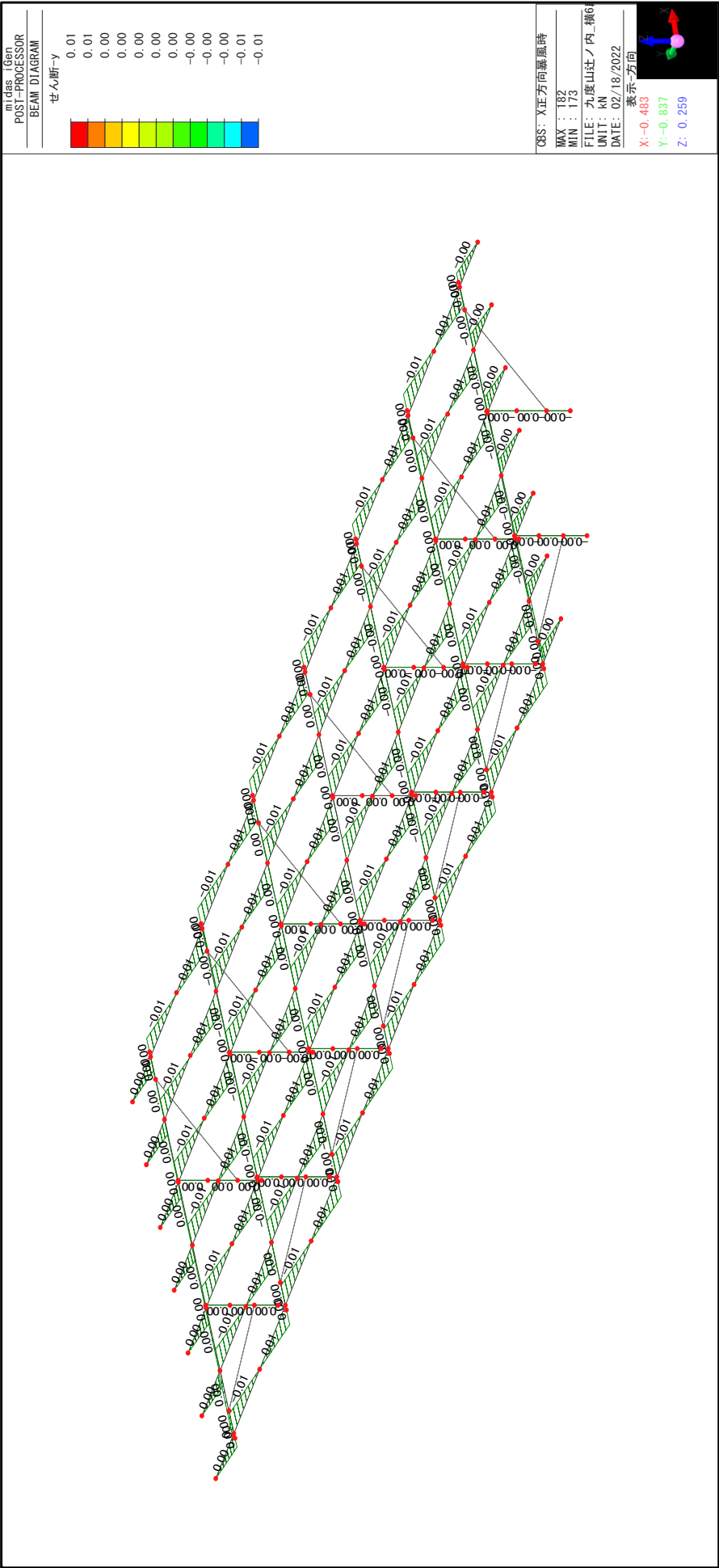
応力図
X正方向暴風時
強軸曲げモーメント



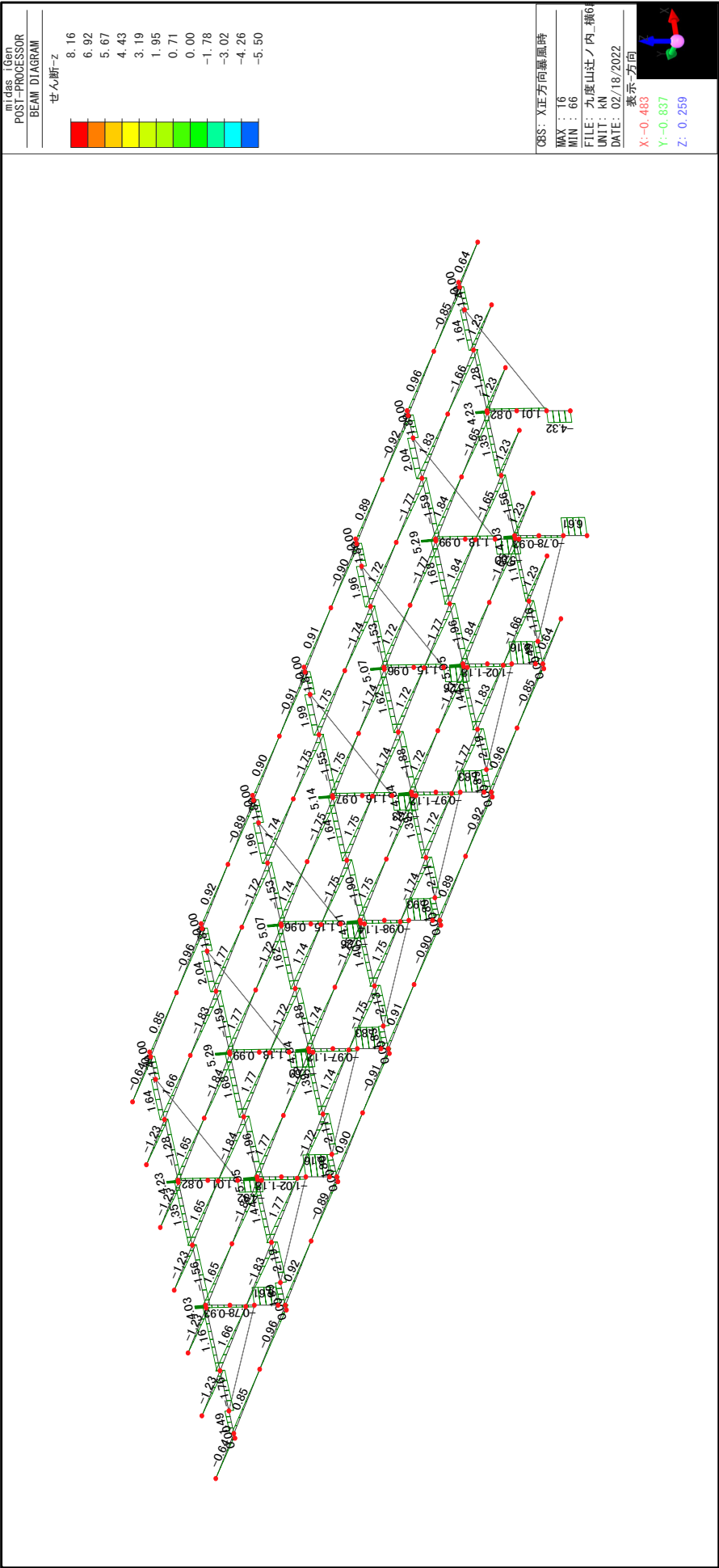
弱軸曲げモーメント



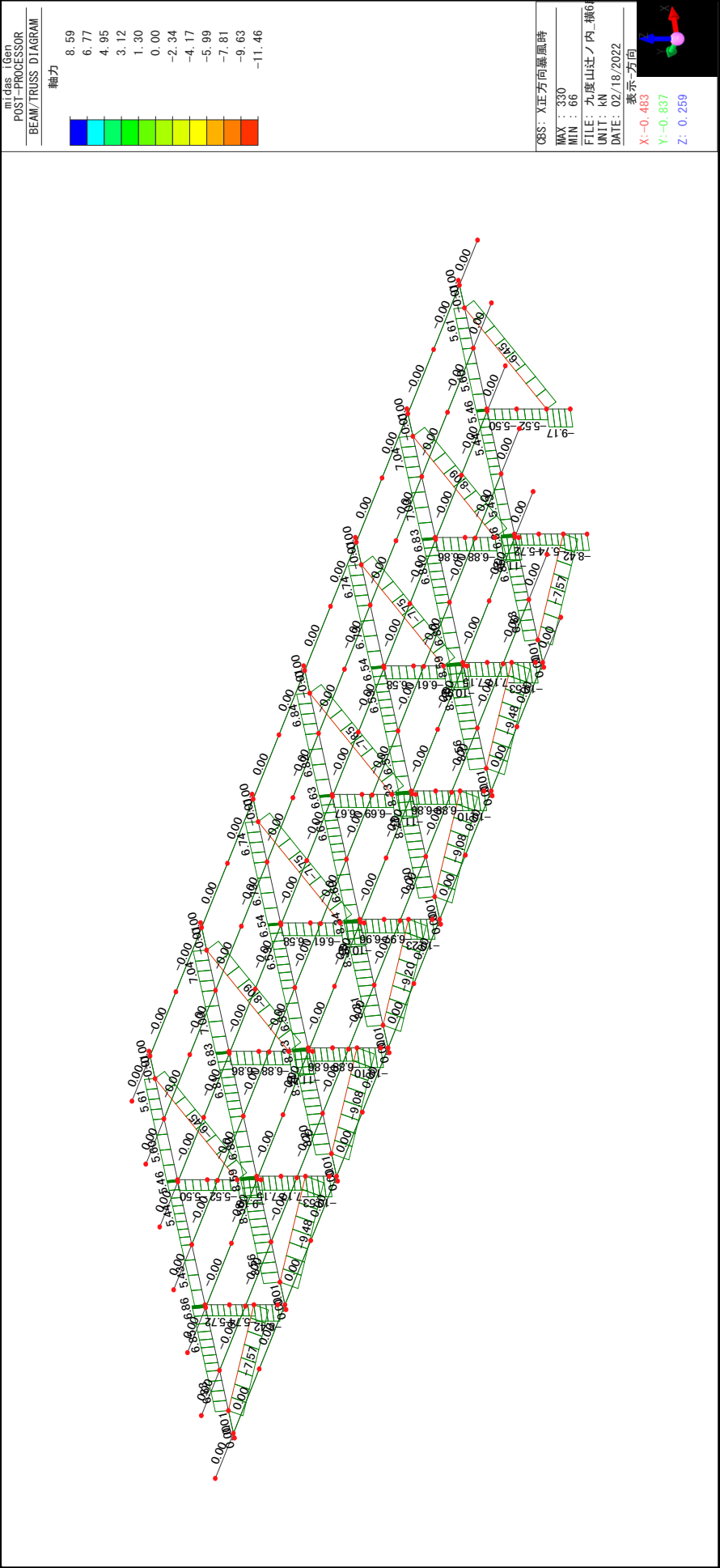
応力図
X正方向暴風時
弱軸せん断



応力図
X正方向暴風時
強軸せん断



応力図
X正方向暴風時
軸力



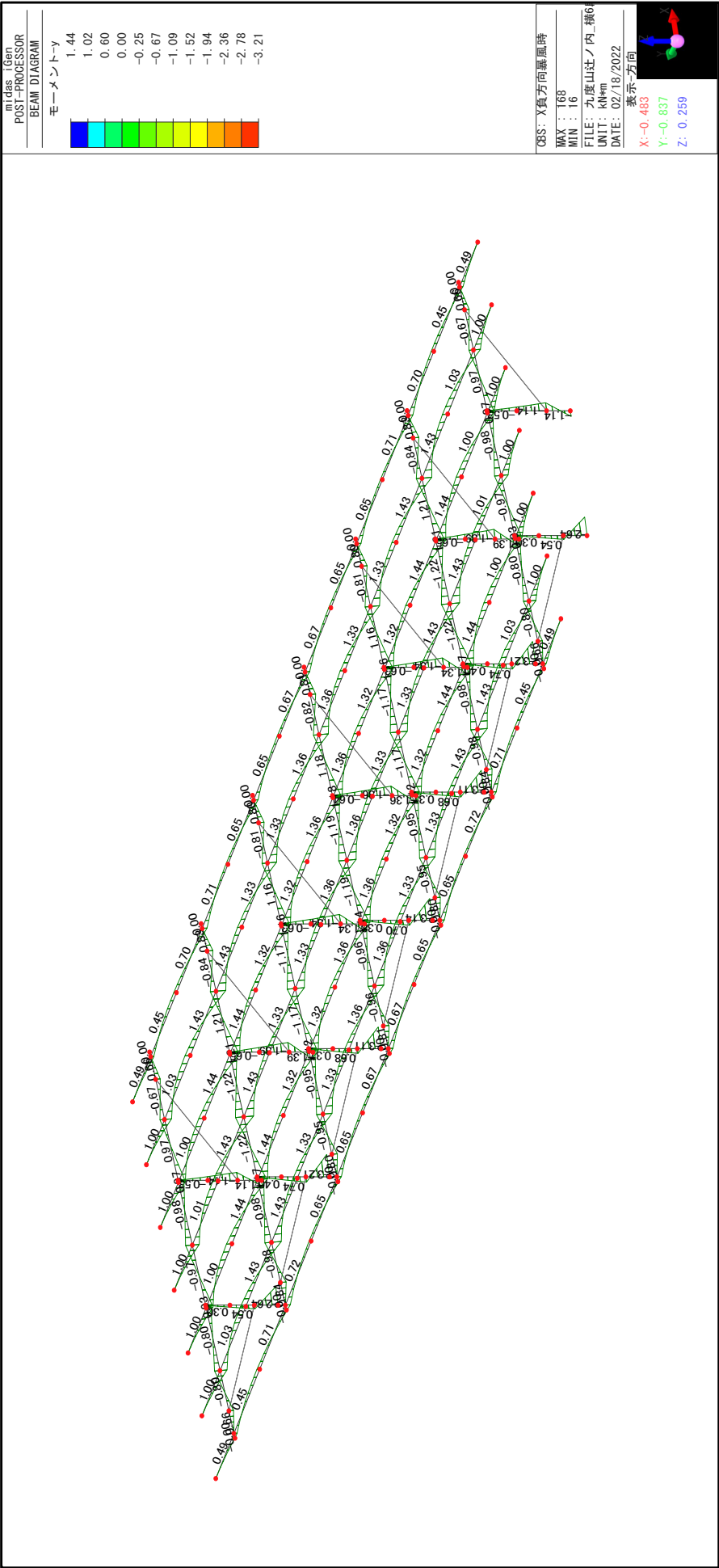
支点反力



支点曲げ反力



応力図
X負方向暴風時
強軸曲げモーメント



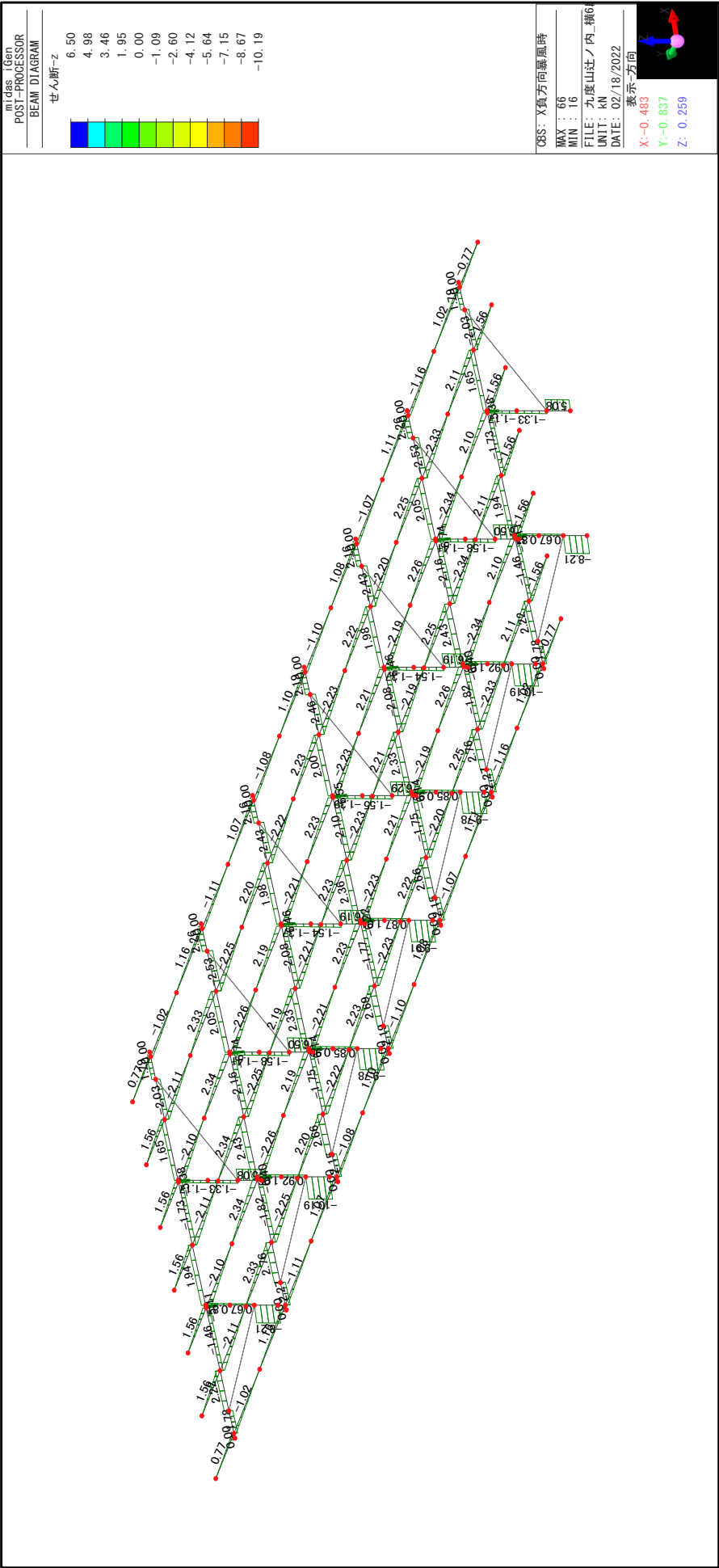
弱軸曲げモーメント



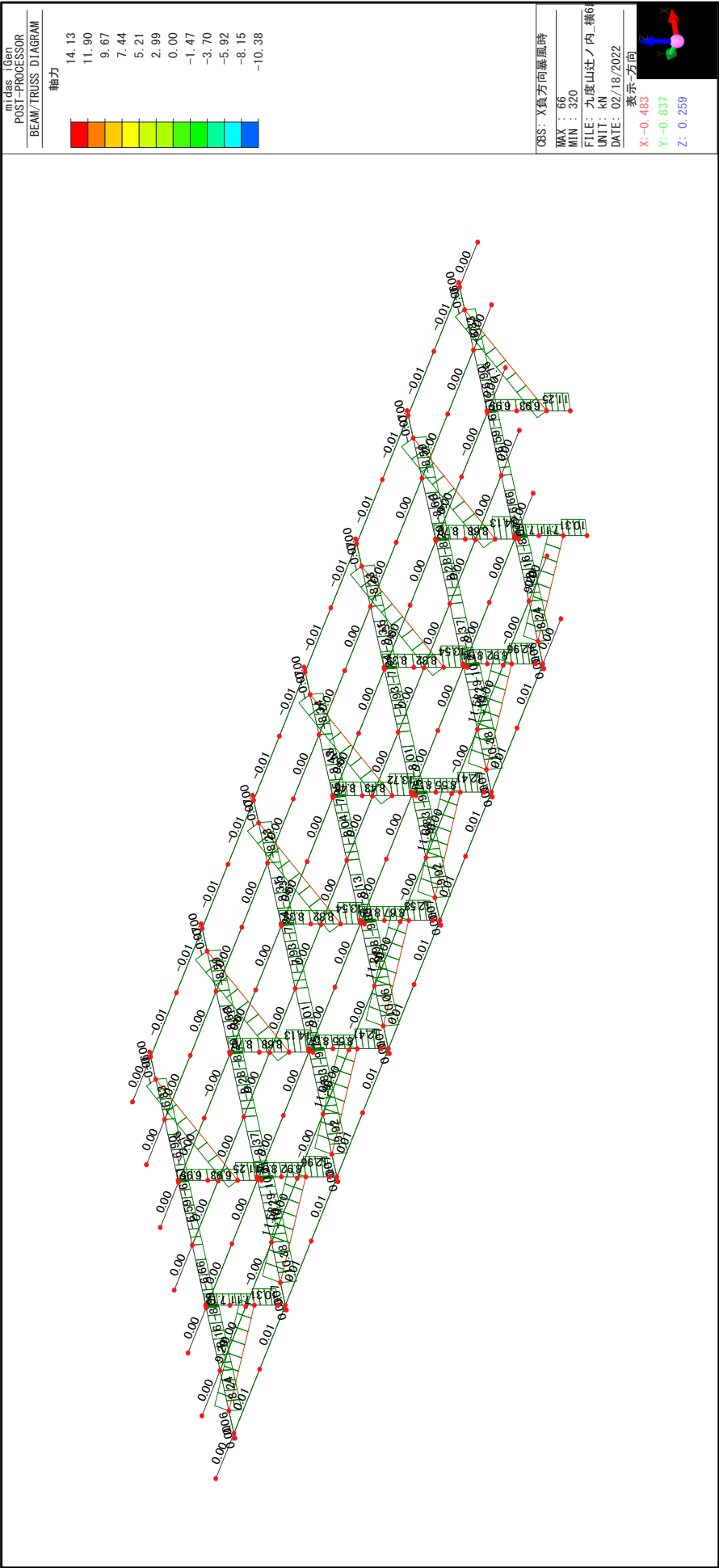
弱軸せん断



応力図
X負方向暴風時
強軸せん断



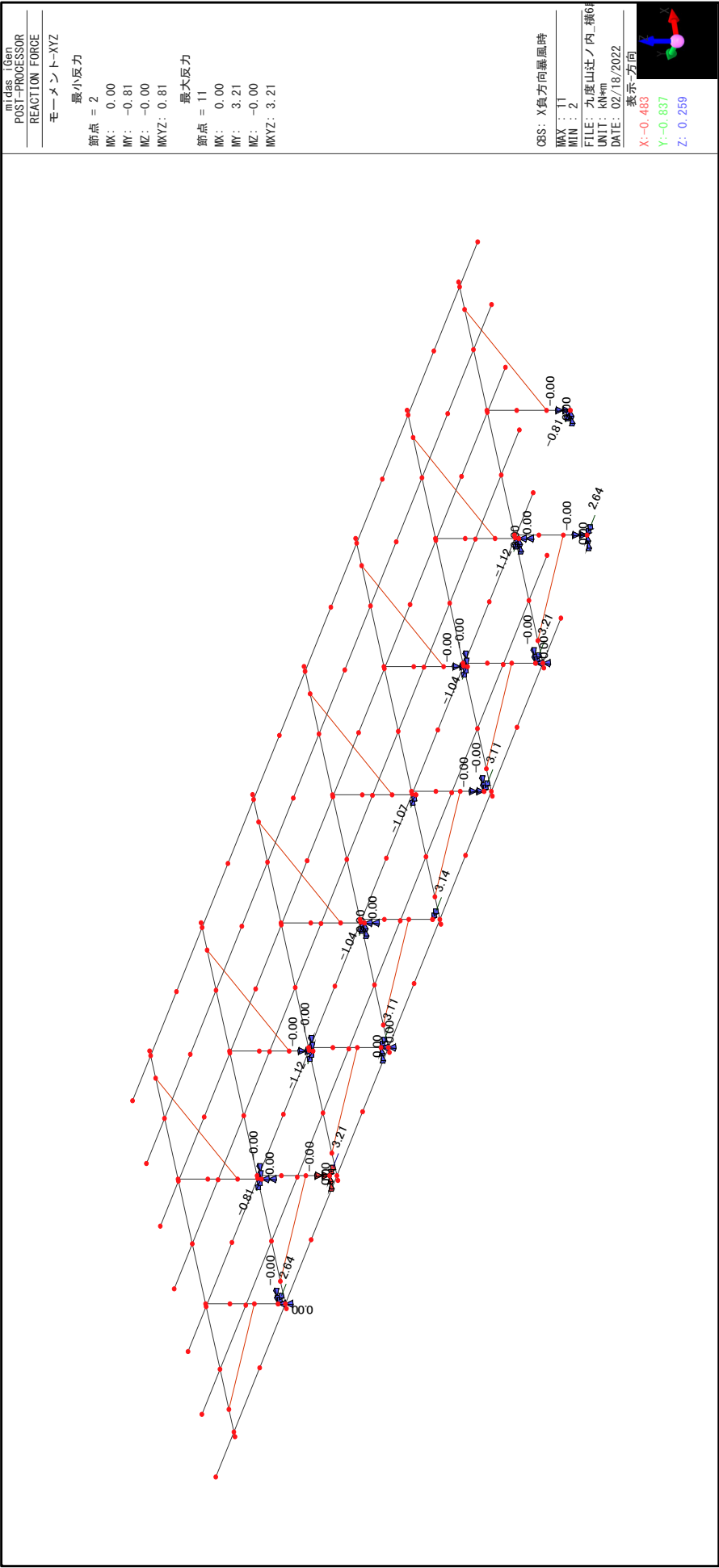
応力図
X負方向暴風時
軸力



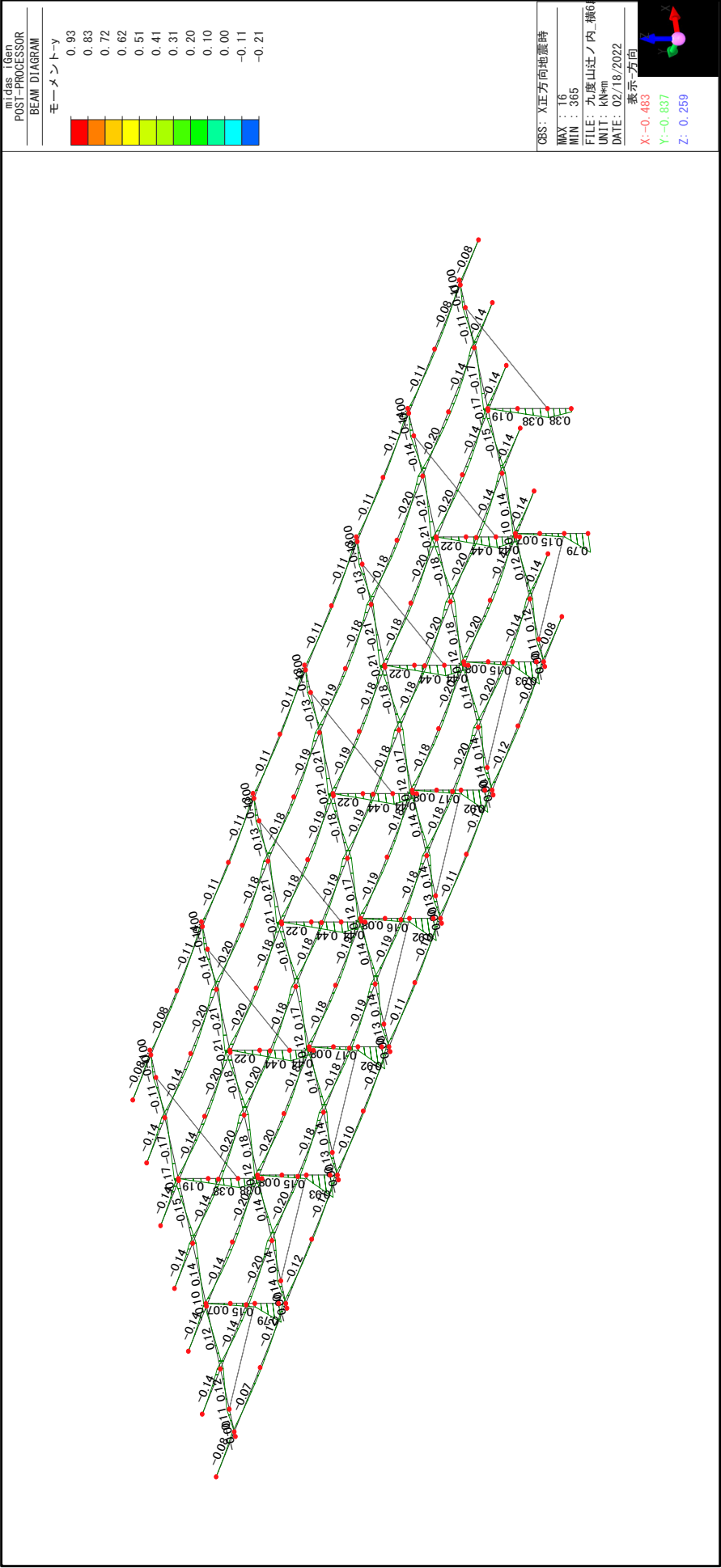
支点反力



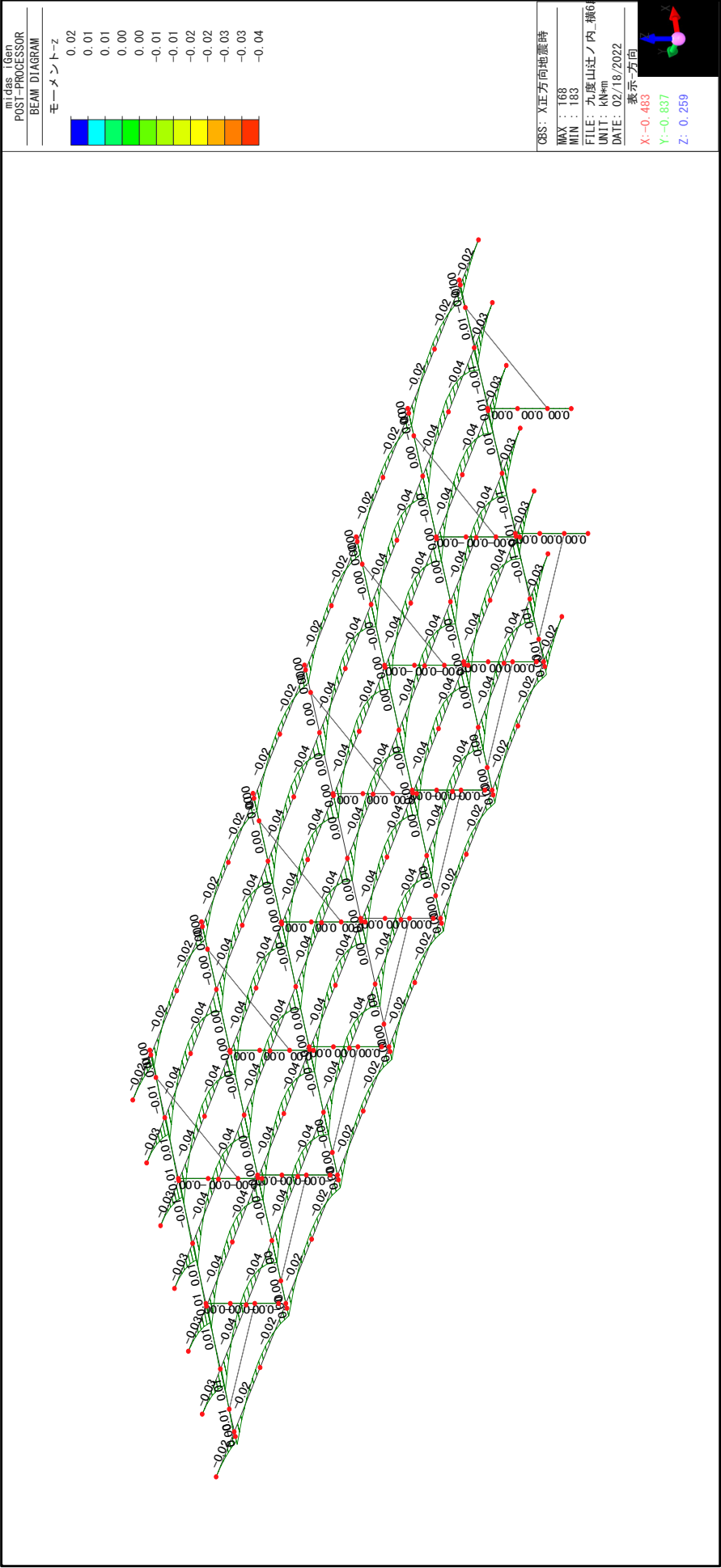
応力図
X負方向暴風時
支点曲げ反力



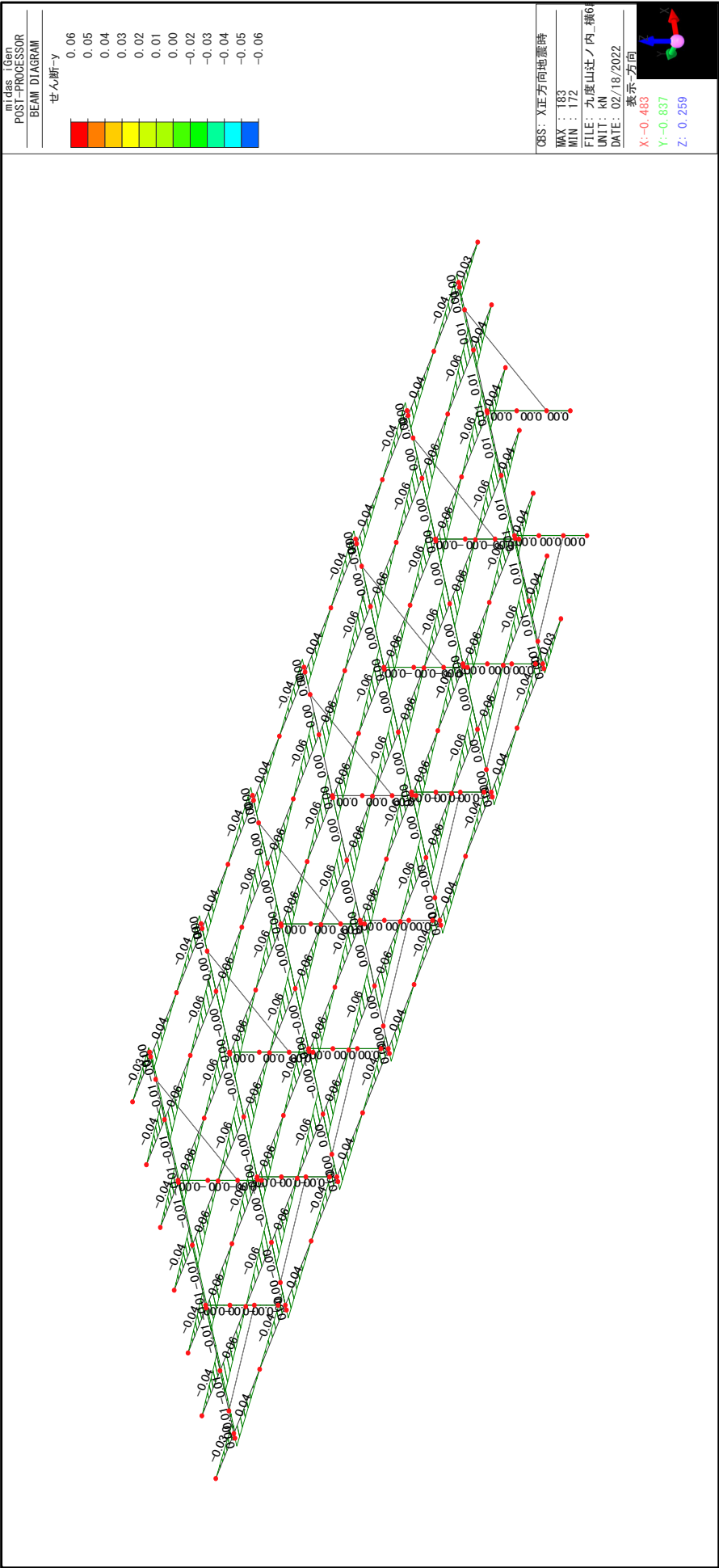
応力図
X正方向地震時
強軸曲げモーメント



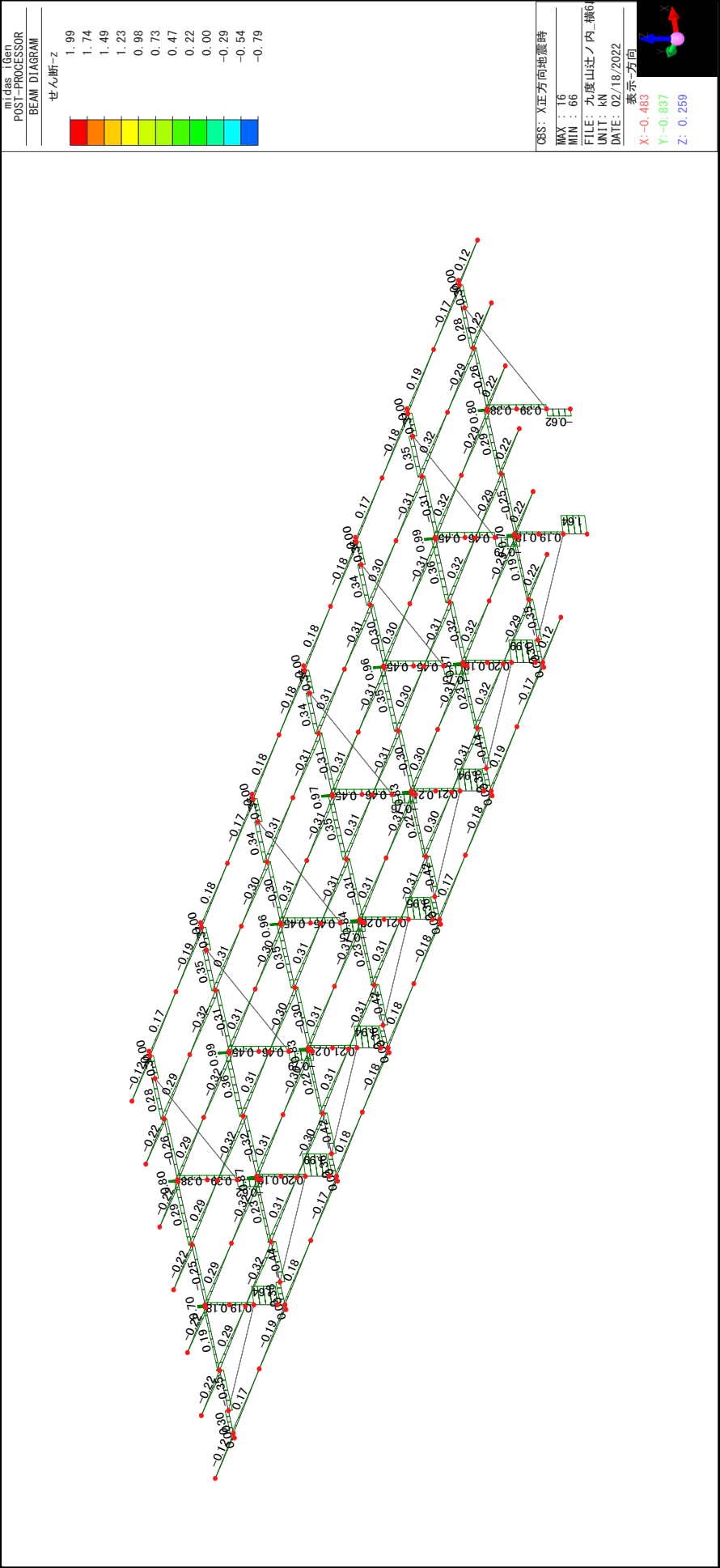
応力図
X正方向地震時
弱軸曲げモーメント



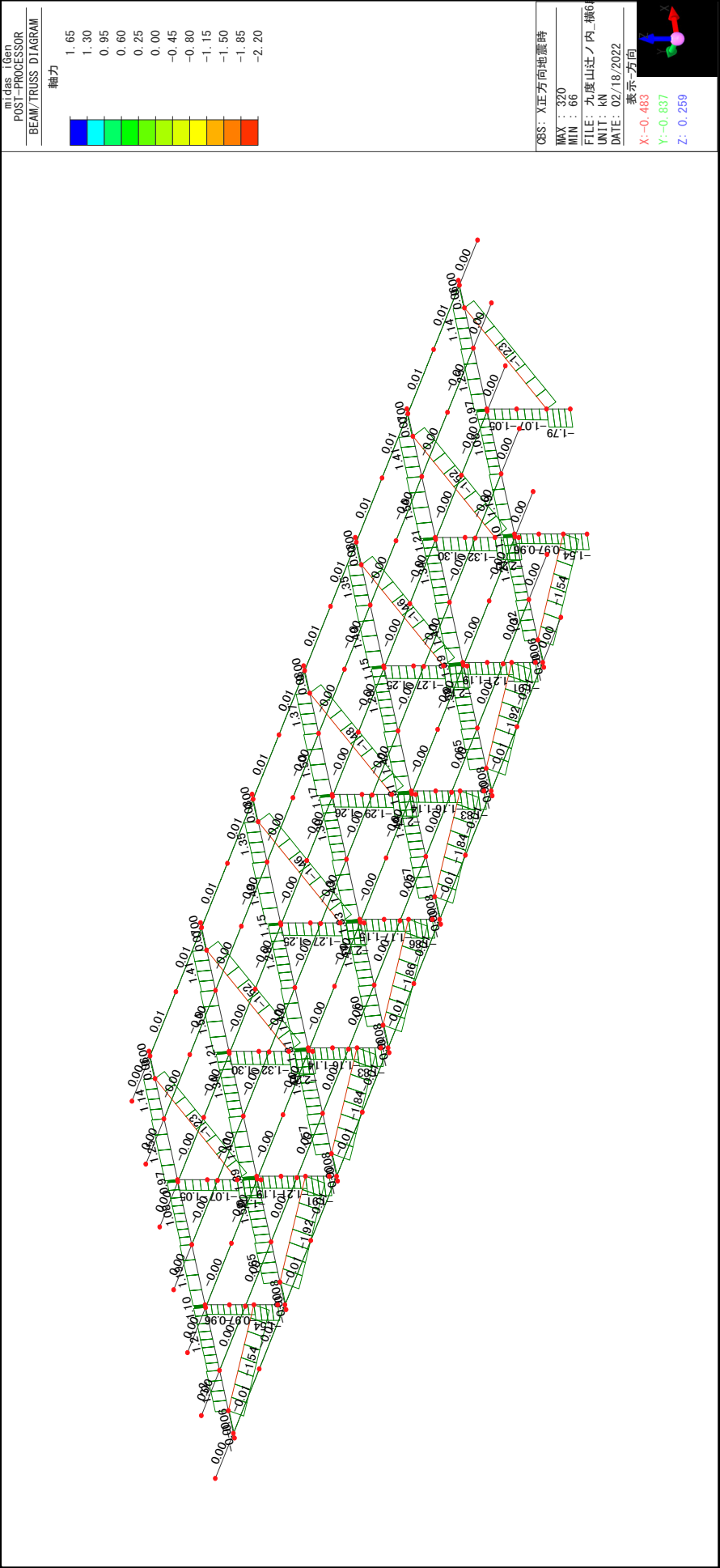
応力図
X正方向地震時
弱軸せん断



応力図
X正方向地震時
強軸せん断



応力図
X正方向地震時
軸力



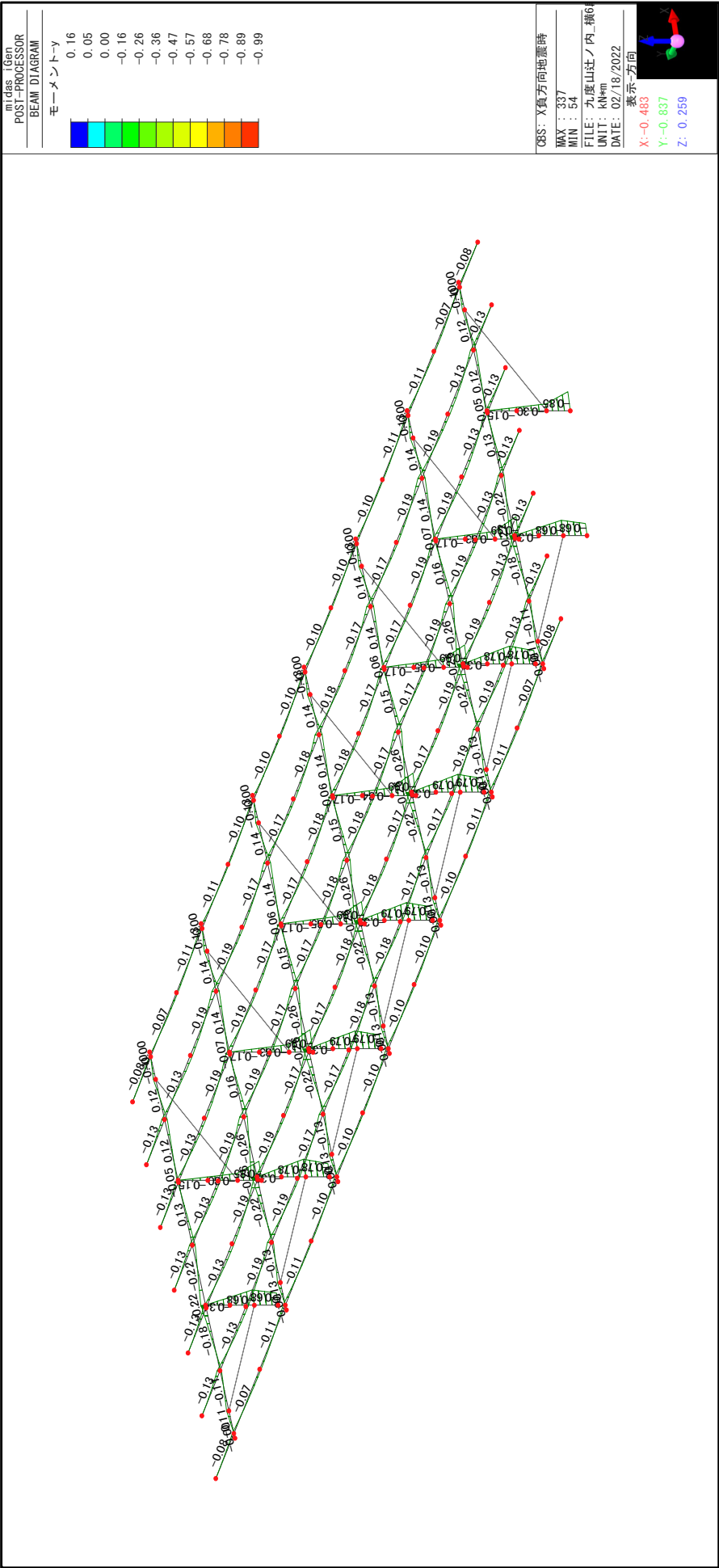
支点反力



支点曲げ反力



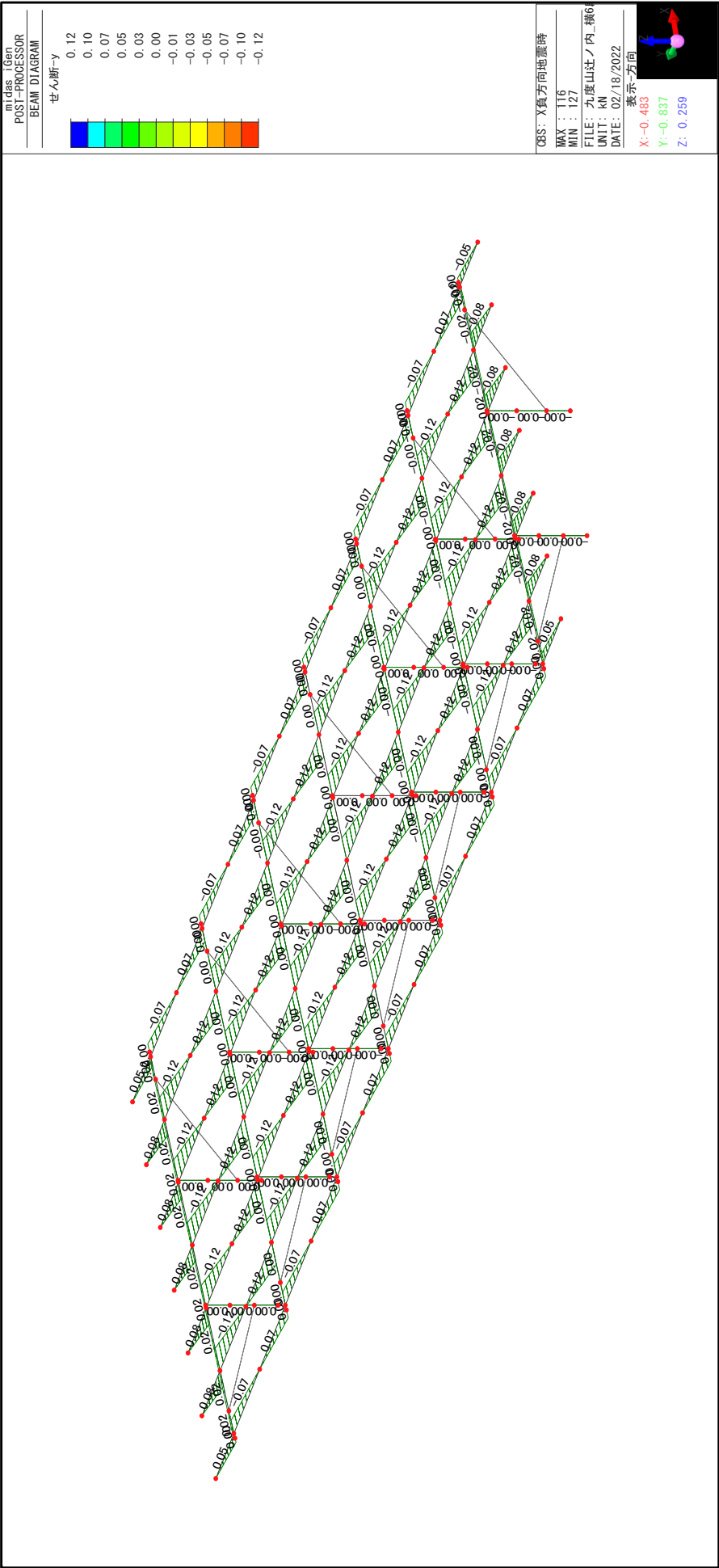
応力図
X負方向地震時
強軸曲げモーメント



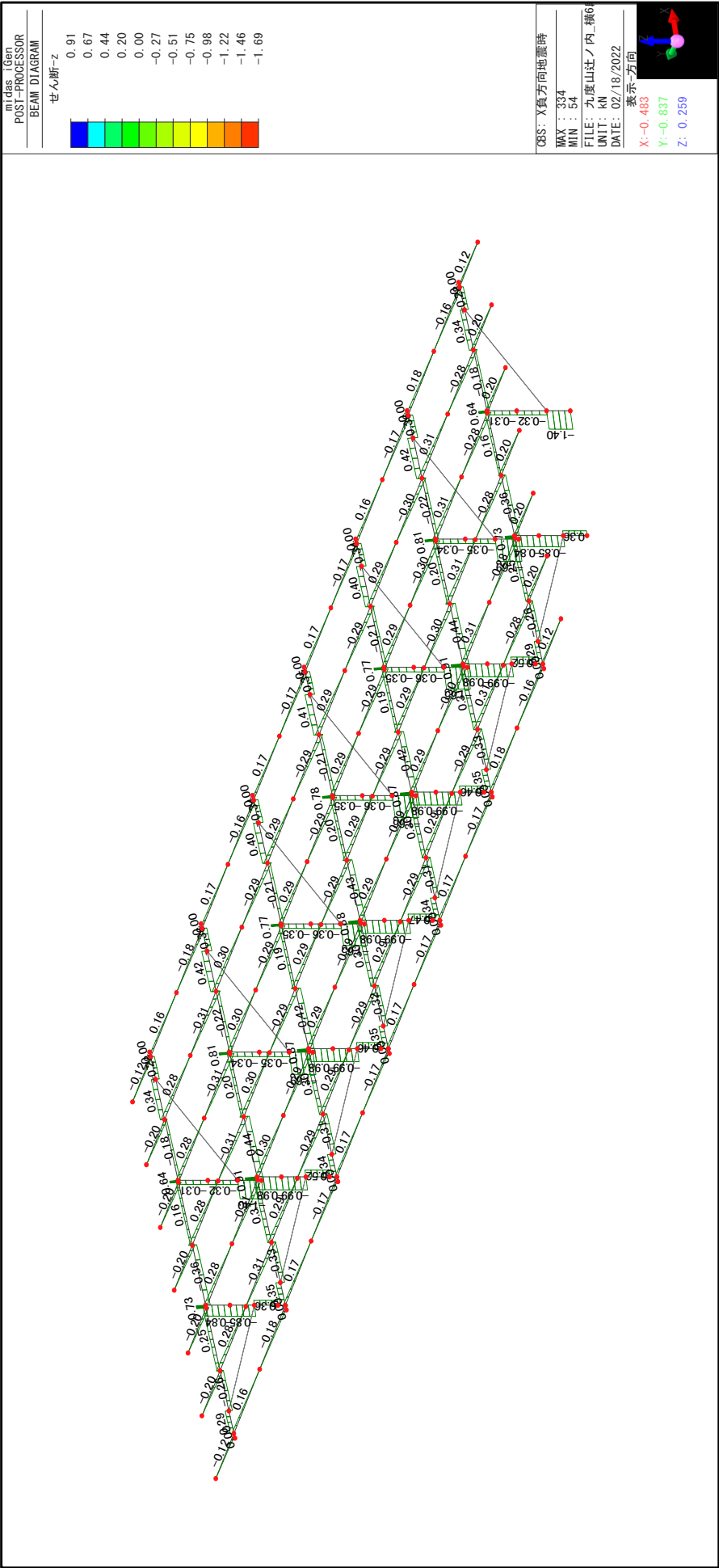
弱軸曲げモーメント



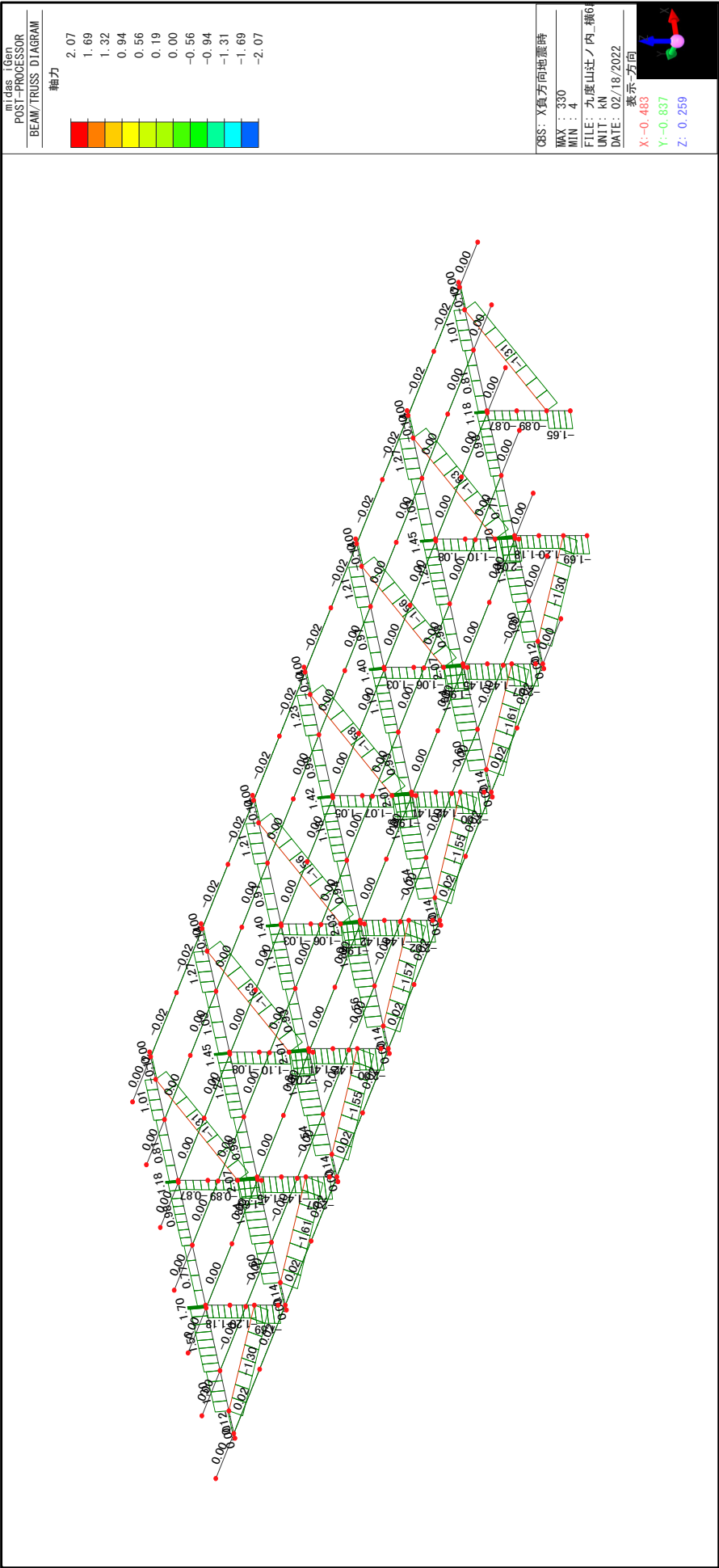
応力図
X負方向地震時
弱軸せん断



応力図
X負方向地震時
強軸せん断



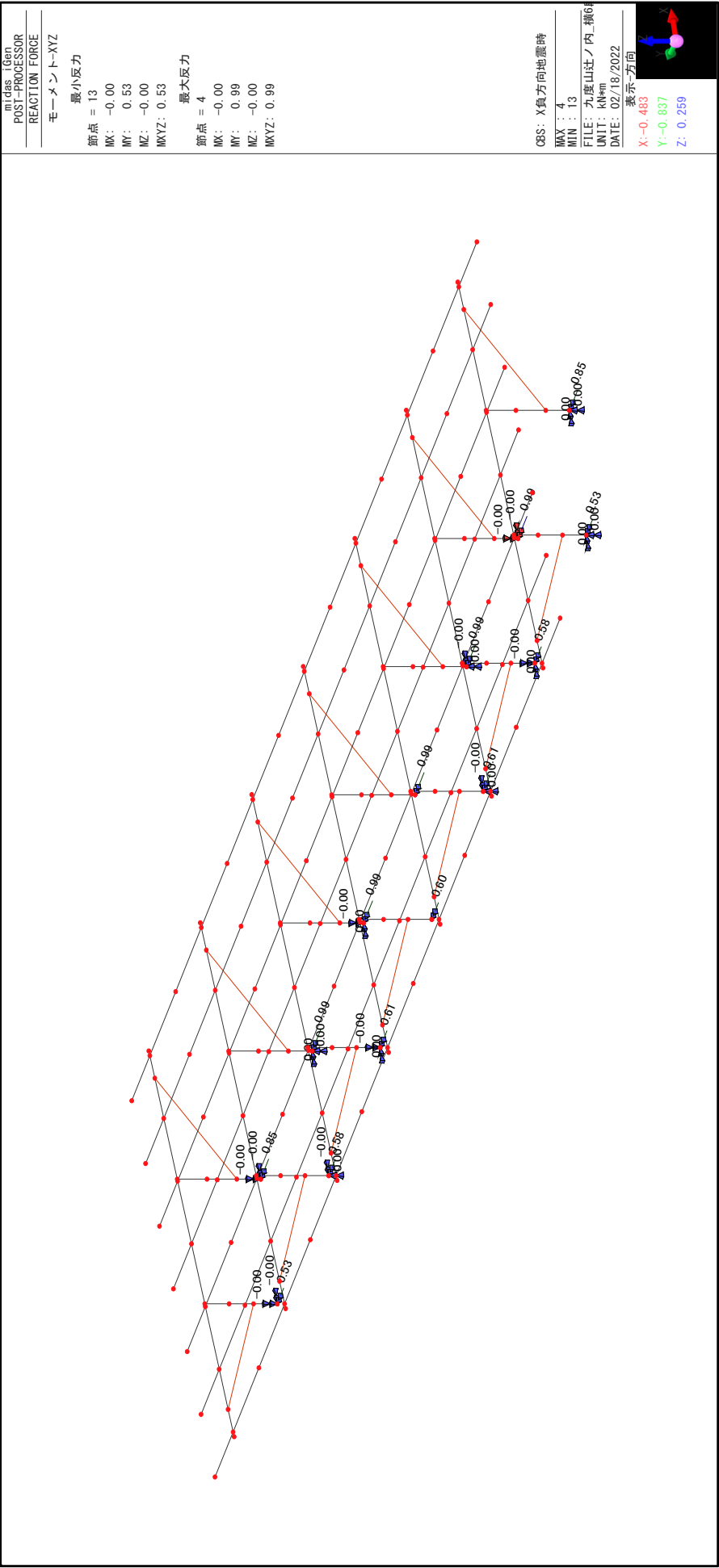
応力図
X負方向地震時
軸力



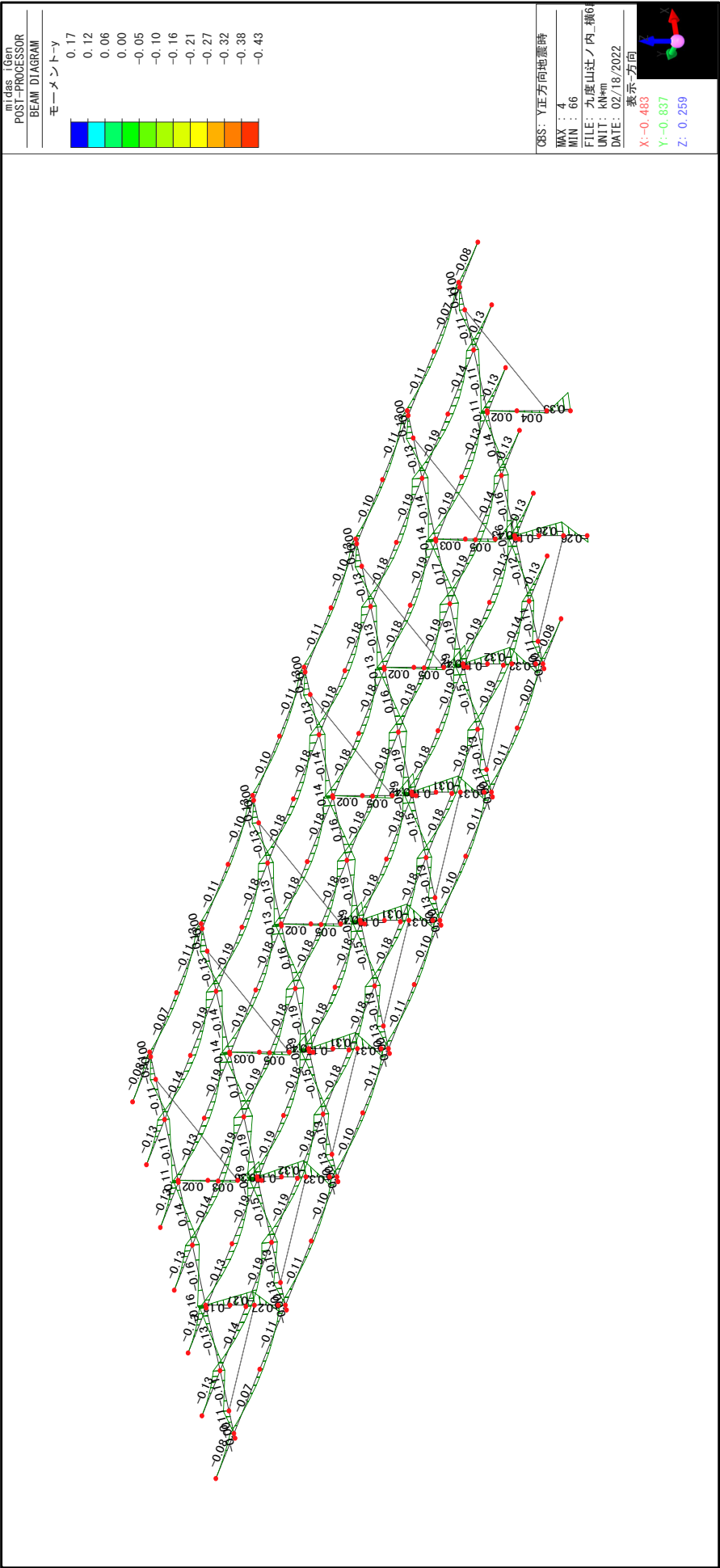
支点反力



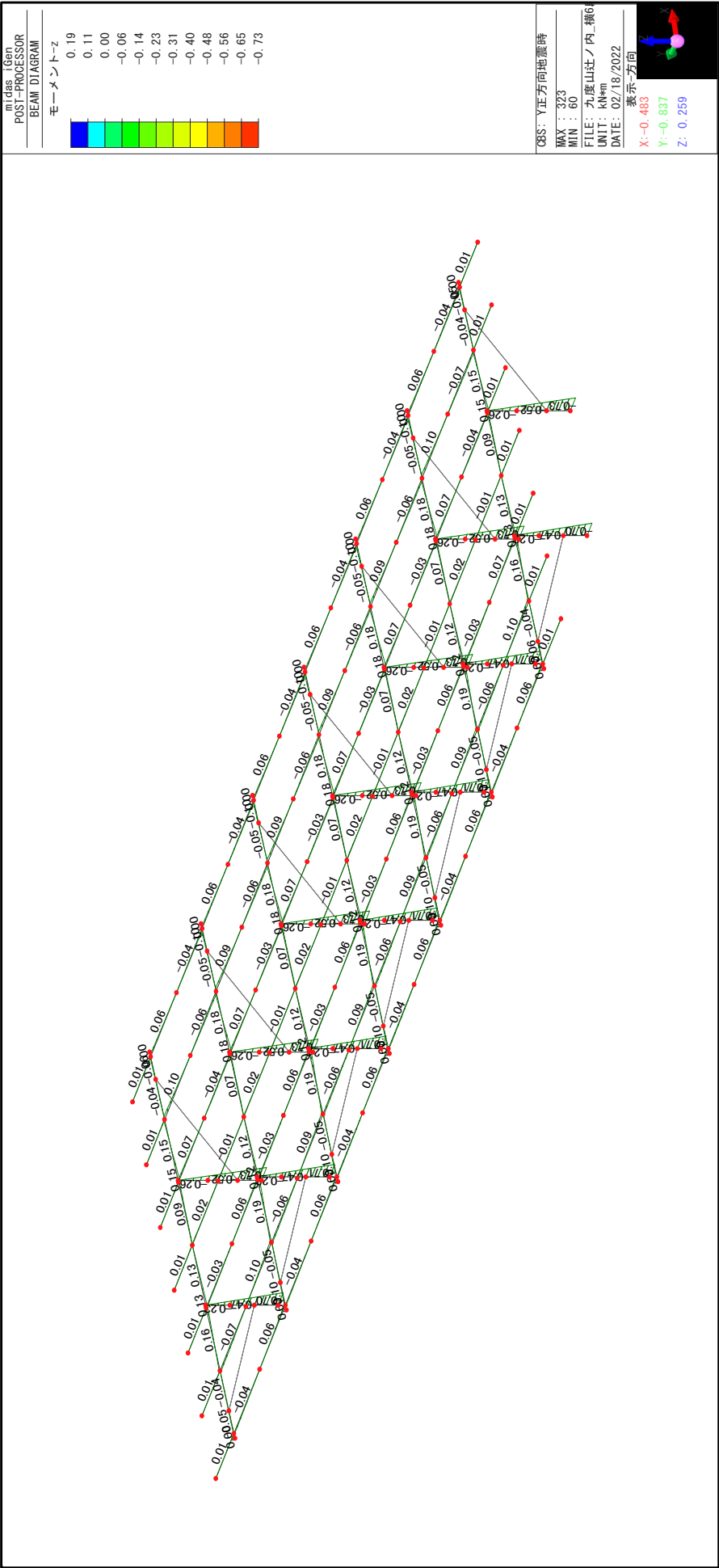
応力図
X負方向地震時
支点曲げ反力



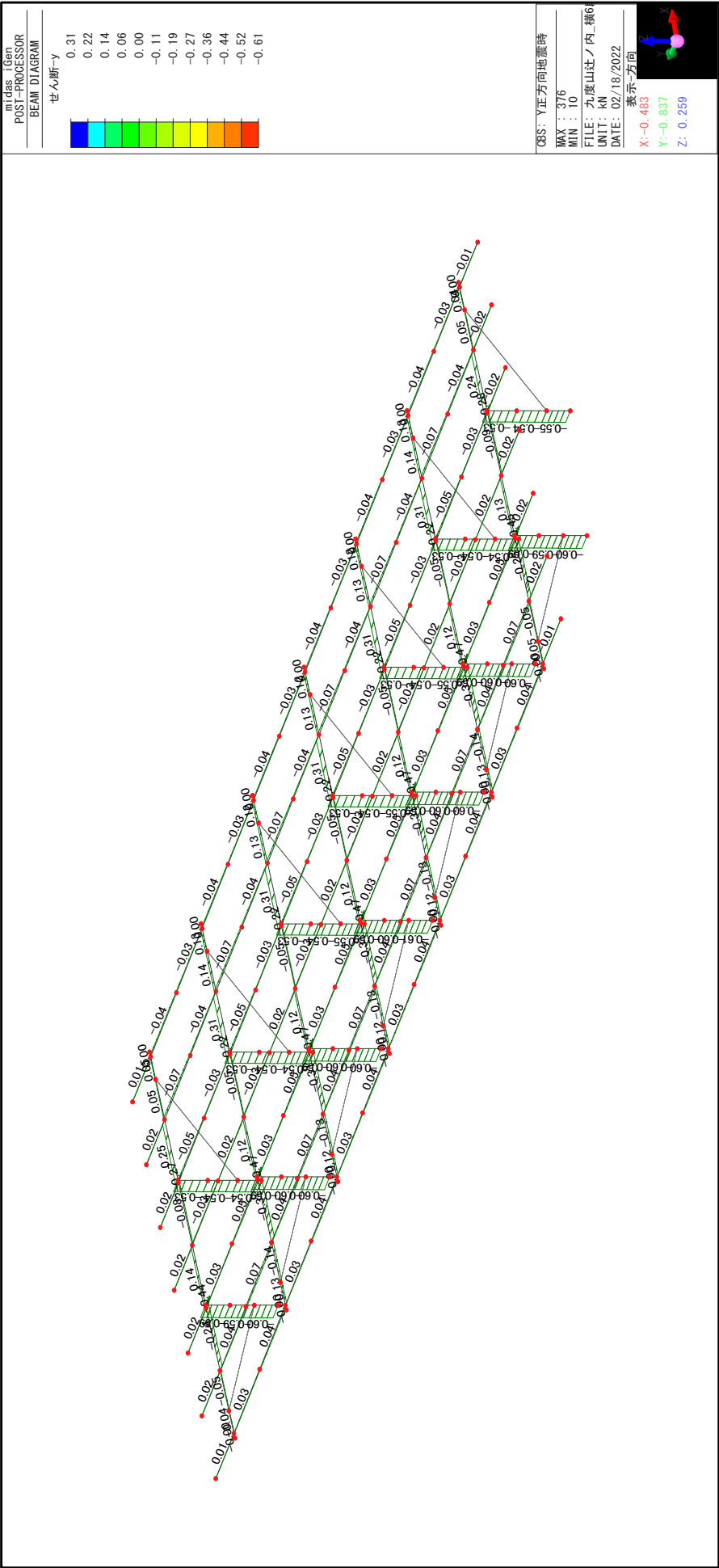
応力図
Y正方向地震時
強軸曲げモーメント



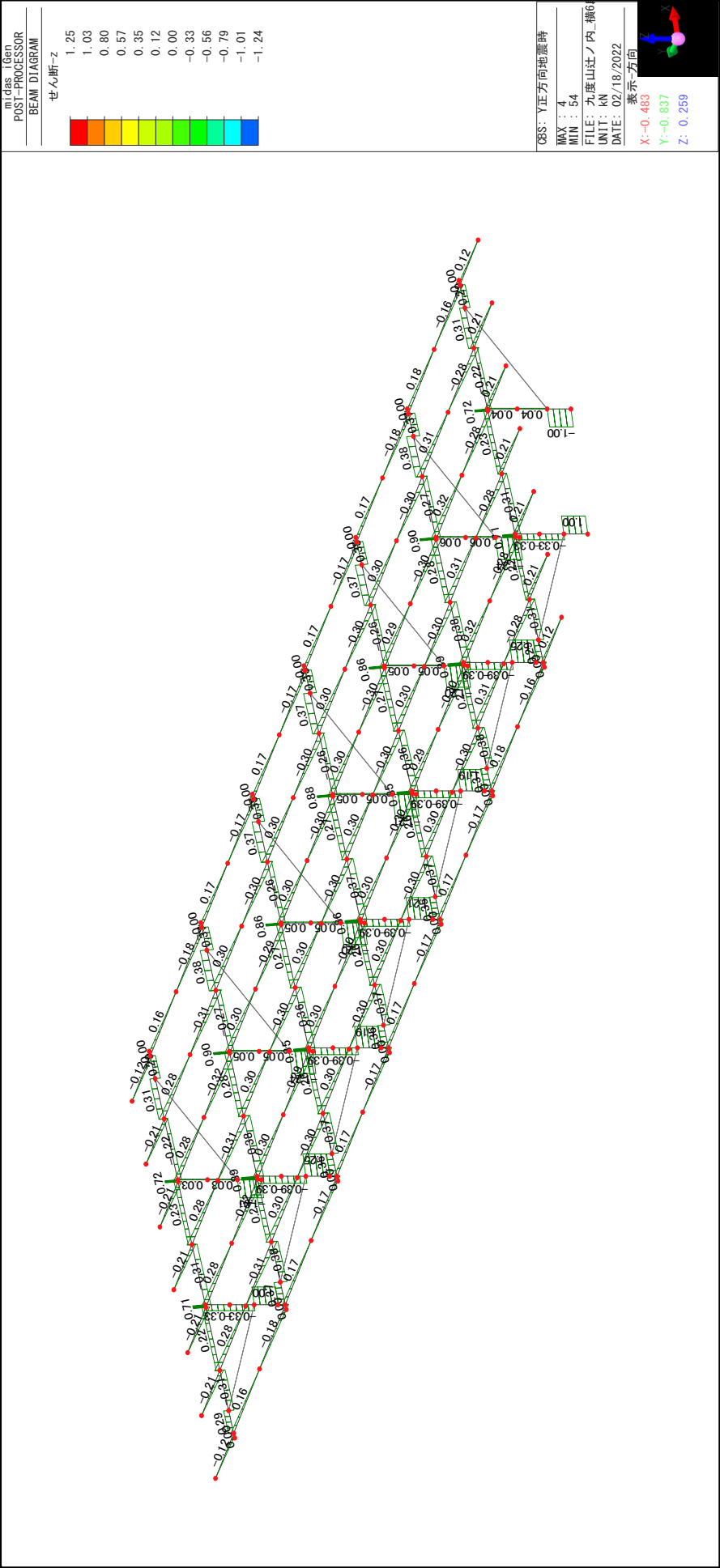
応力図
Y正方向地震時
弱軸曲げモーメント



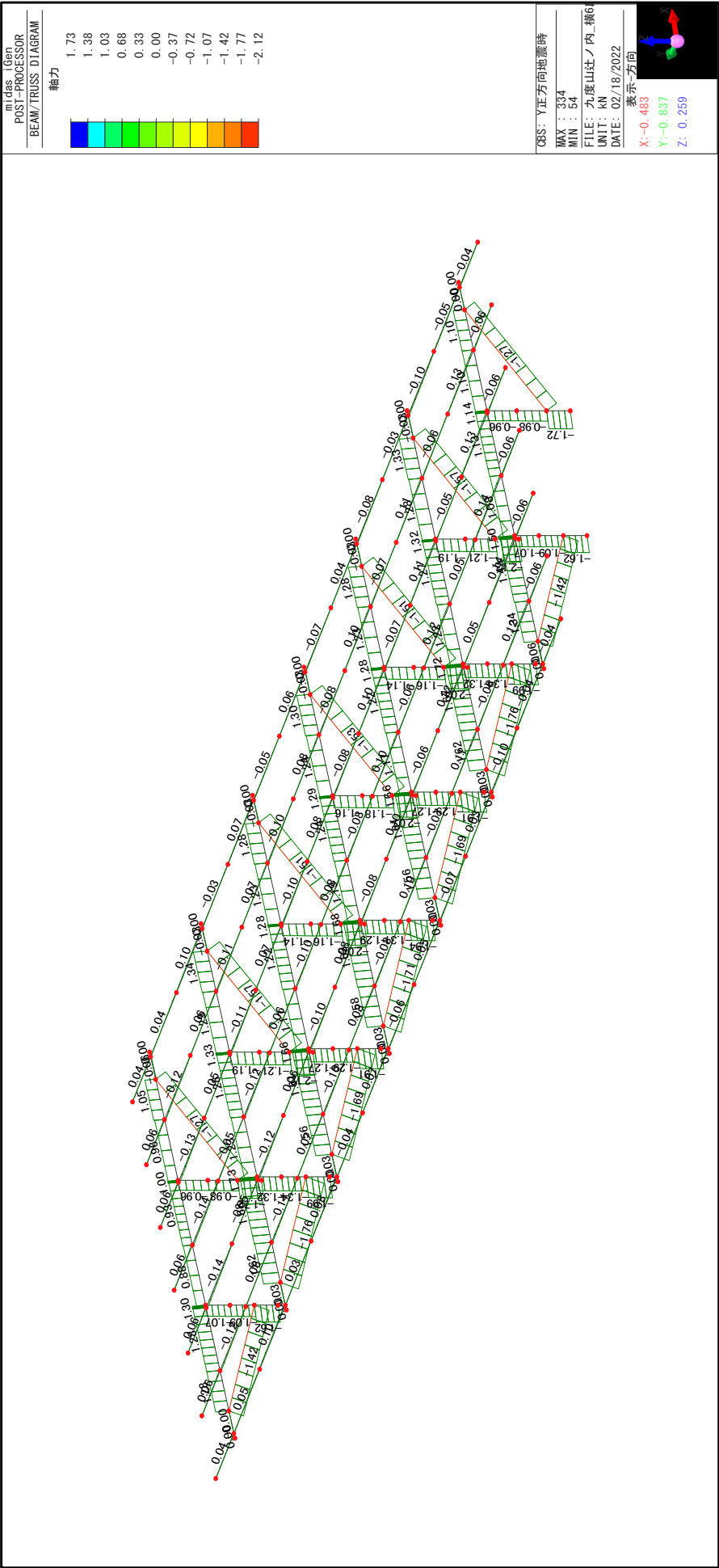
応力図
Y正方向地震時
弱軸せん断



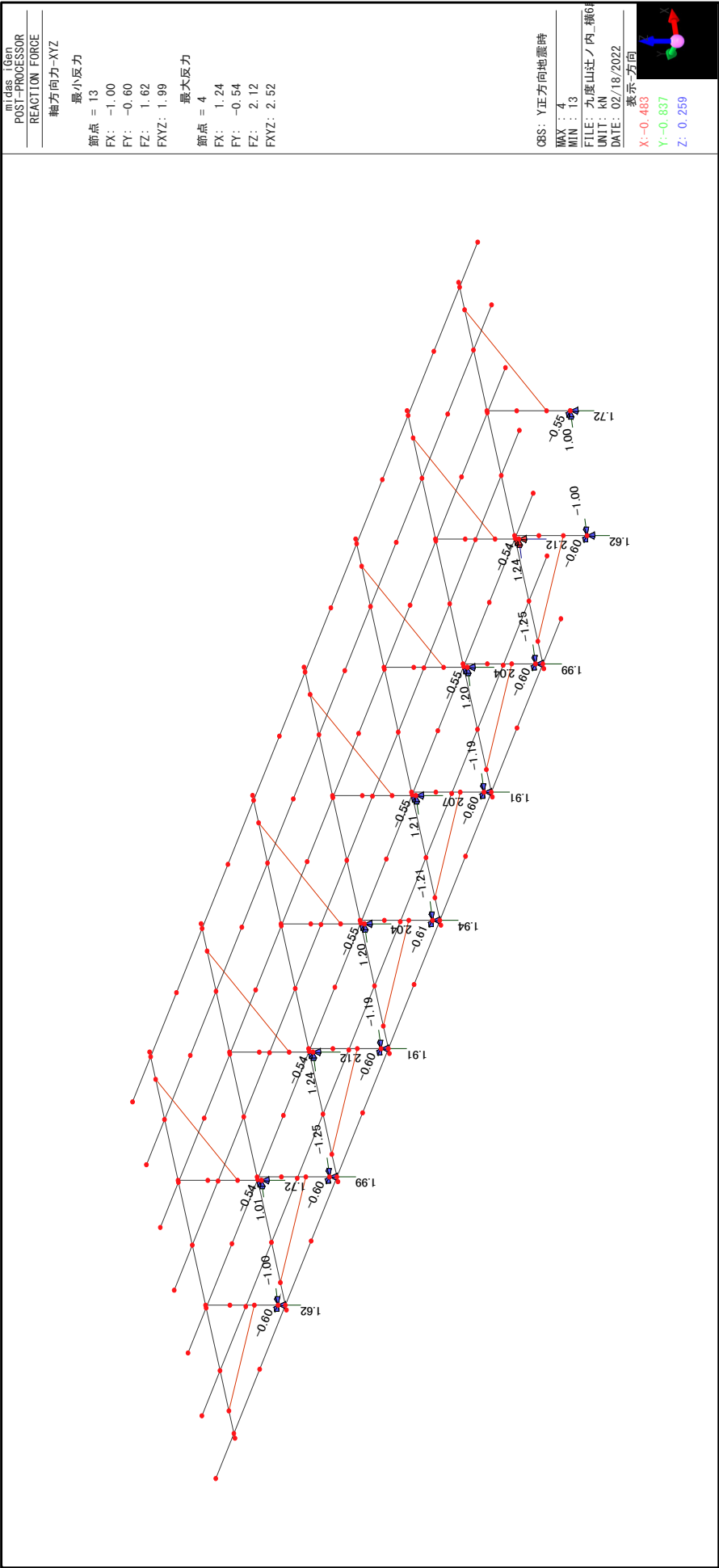
応力図
Y正方向地震時
強軸せん断



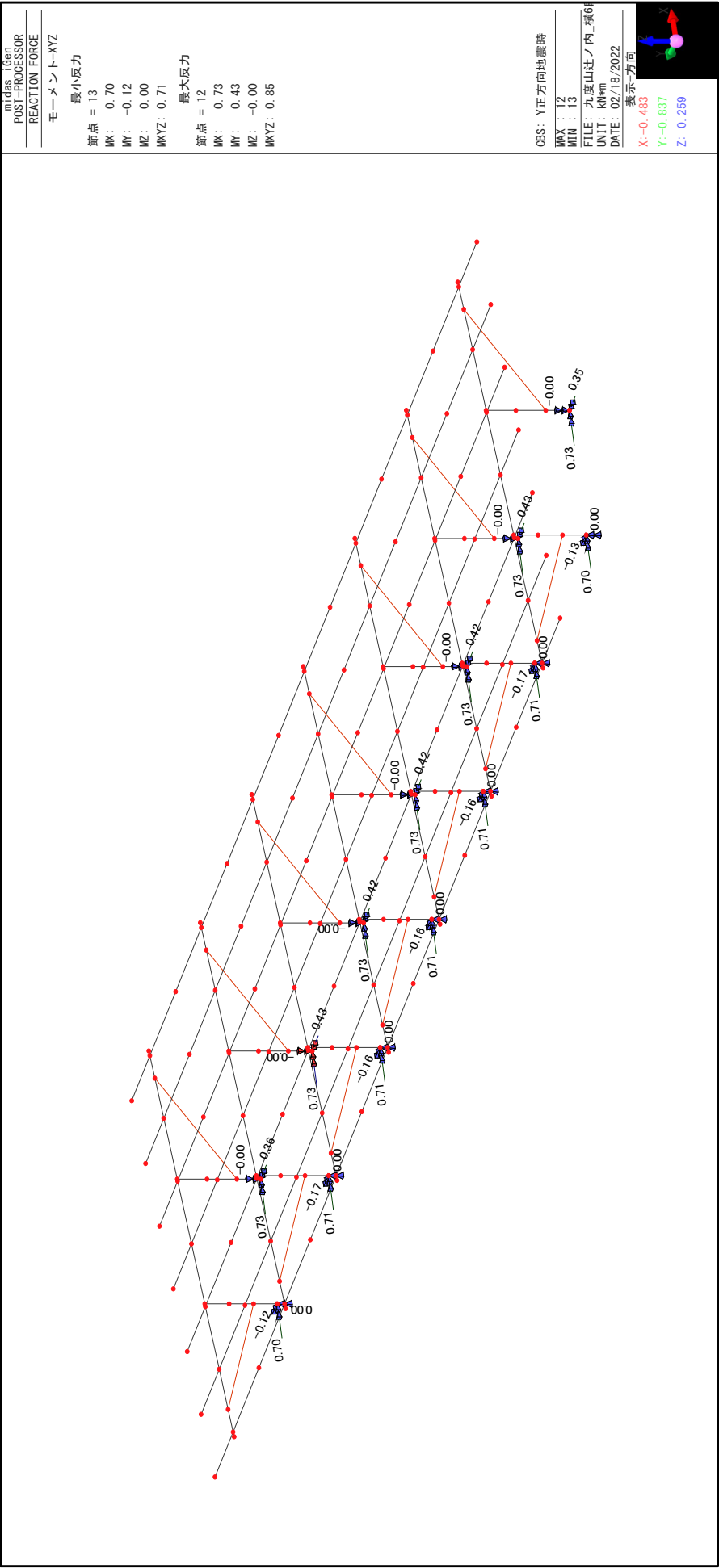
応力図
Y正方向地震時
軸力



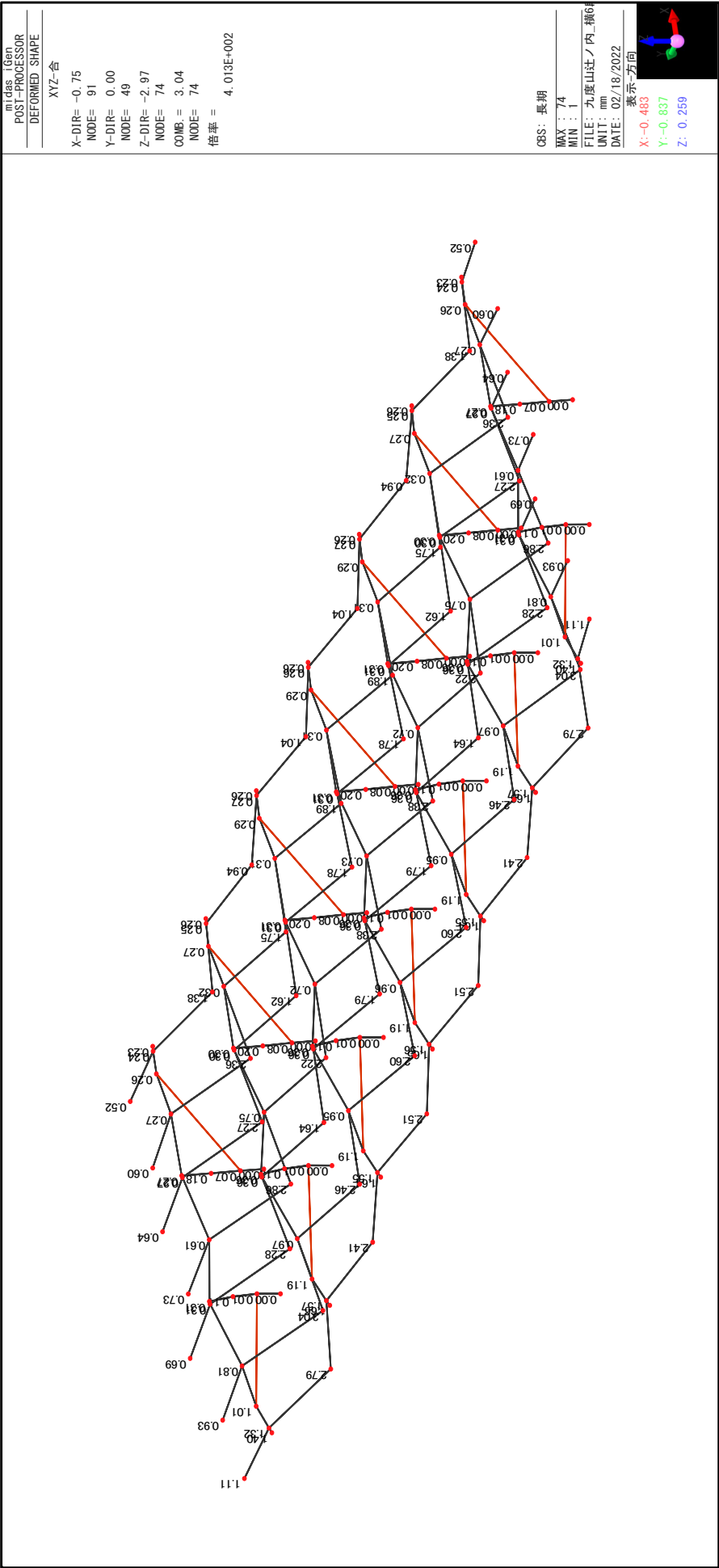
応力図
Y正方向地震時
支点反力



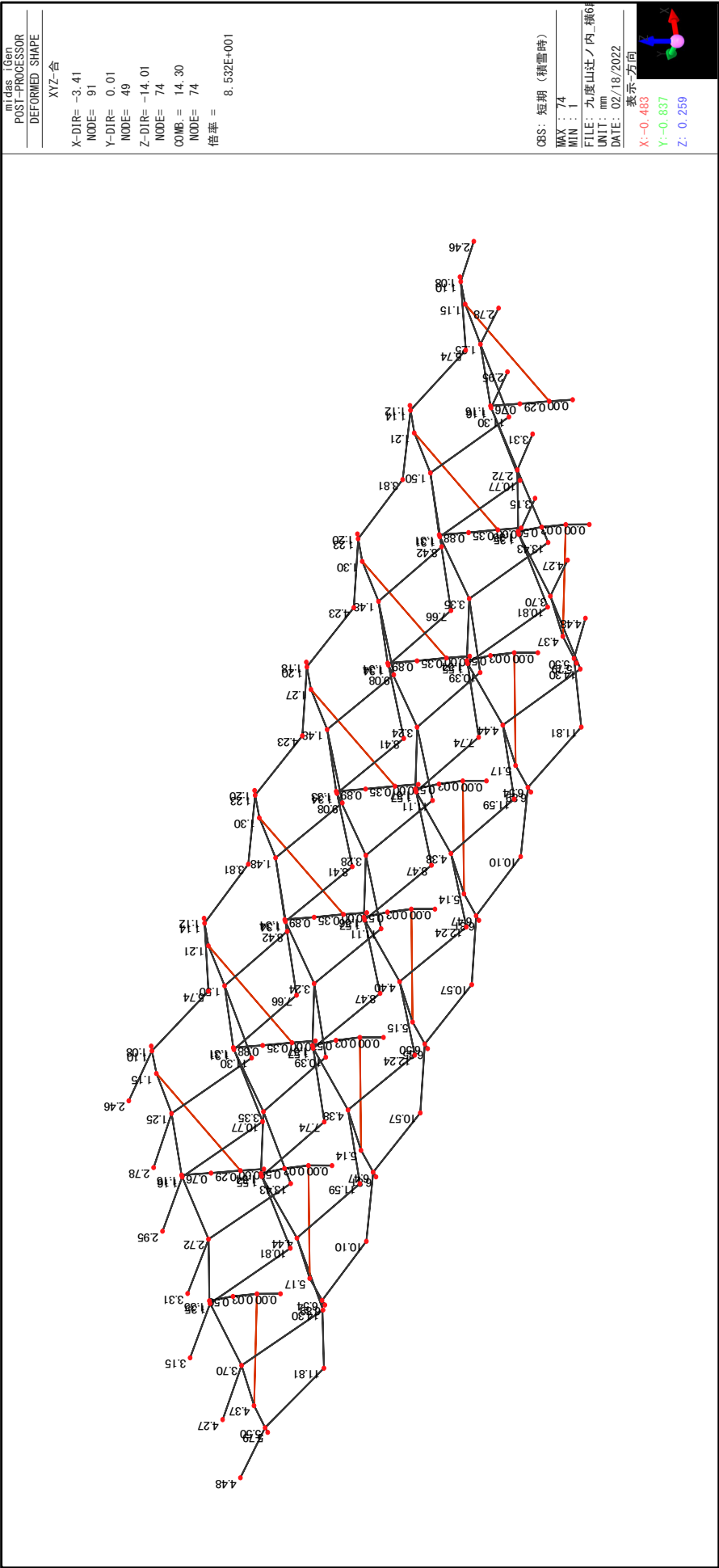
応力図
Y正方向地震時
支点曲げ反力



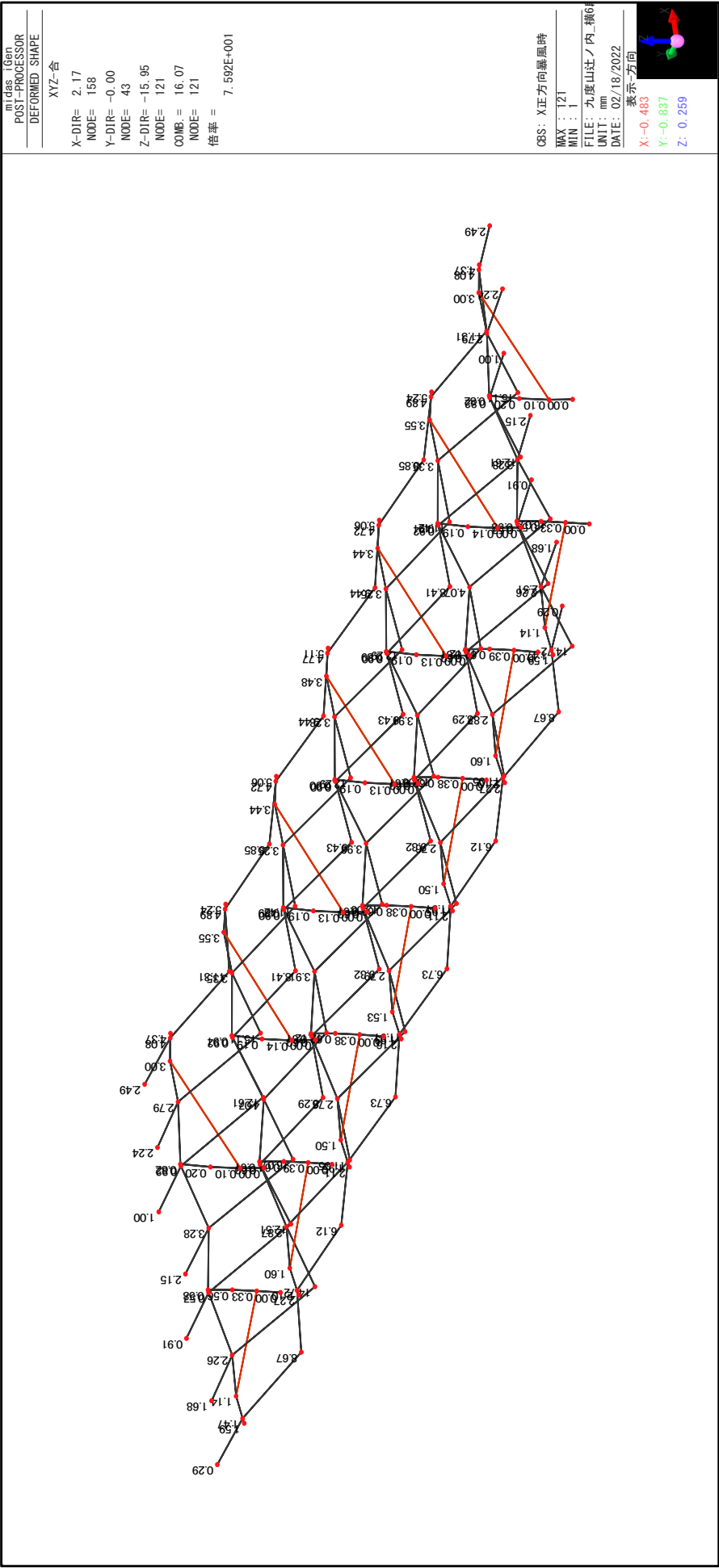
変位図
長期
変位



変位図
短期（積雪時）
変位



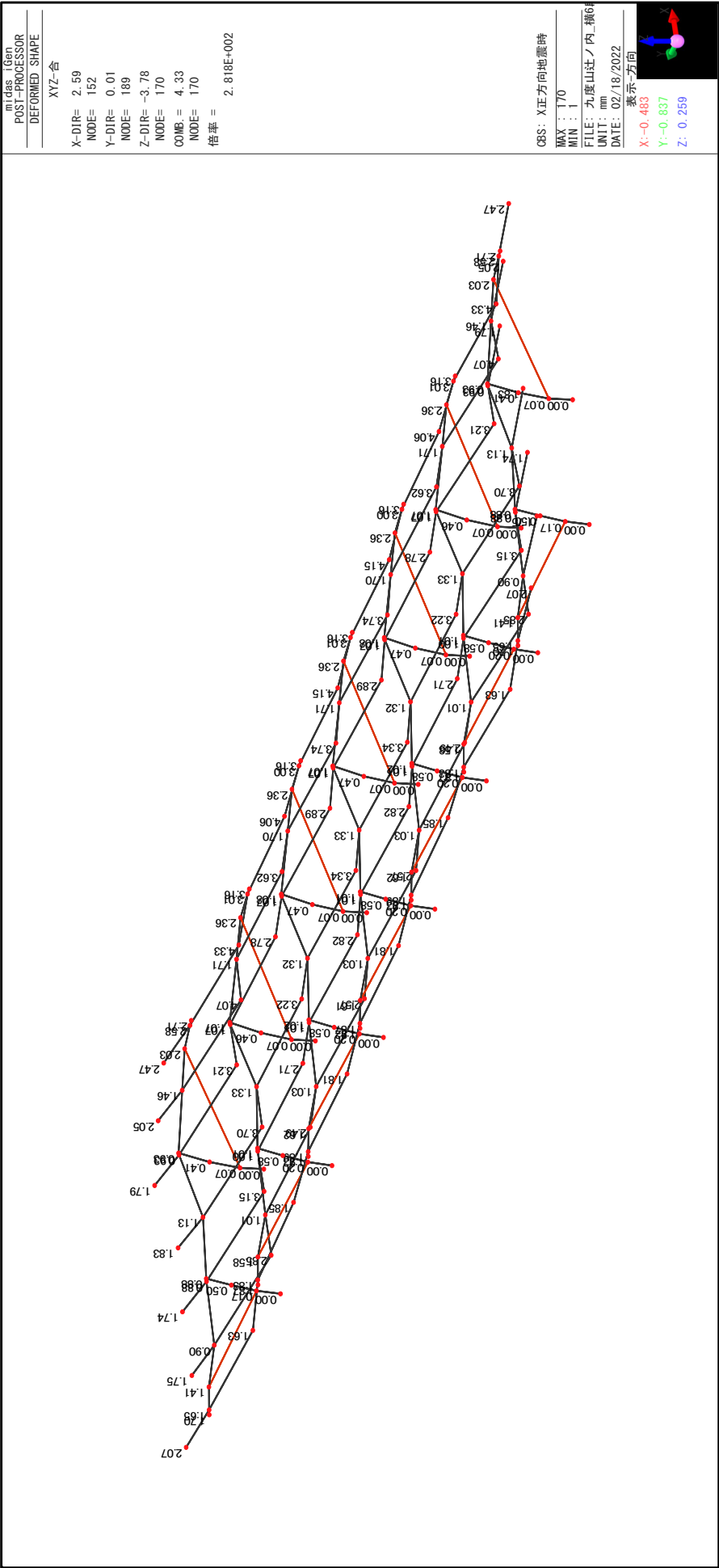
変位図
X正方向暴風時
変位



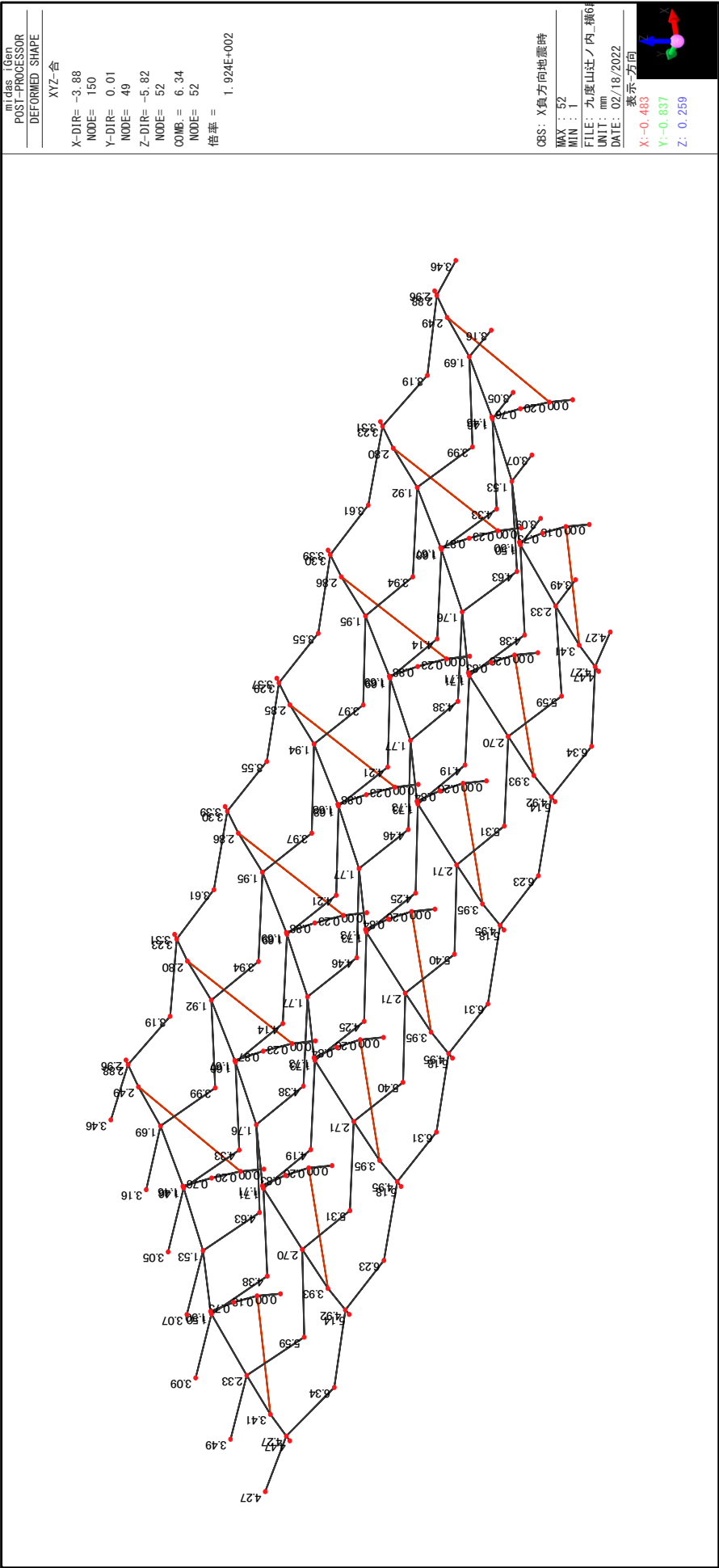
变位



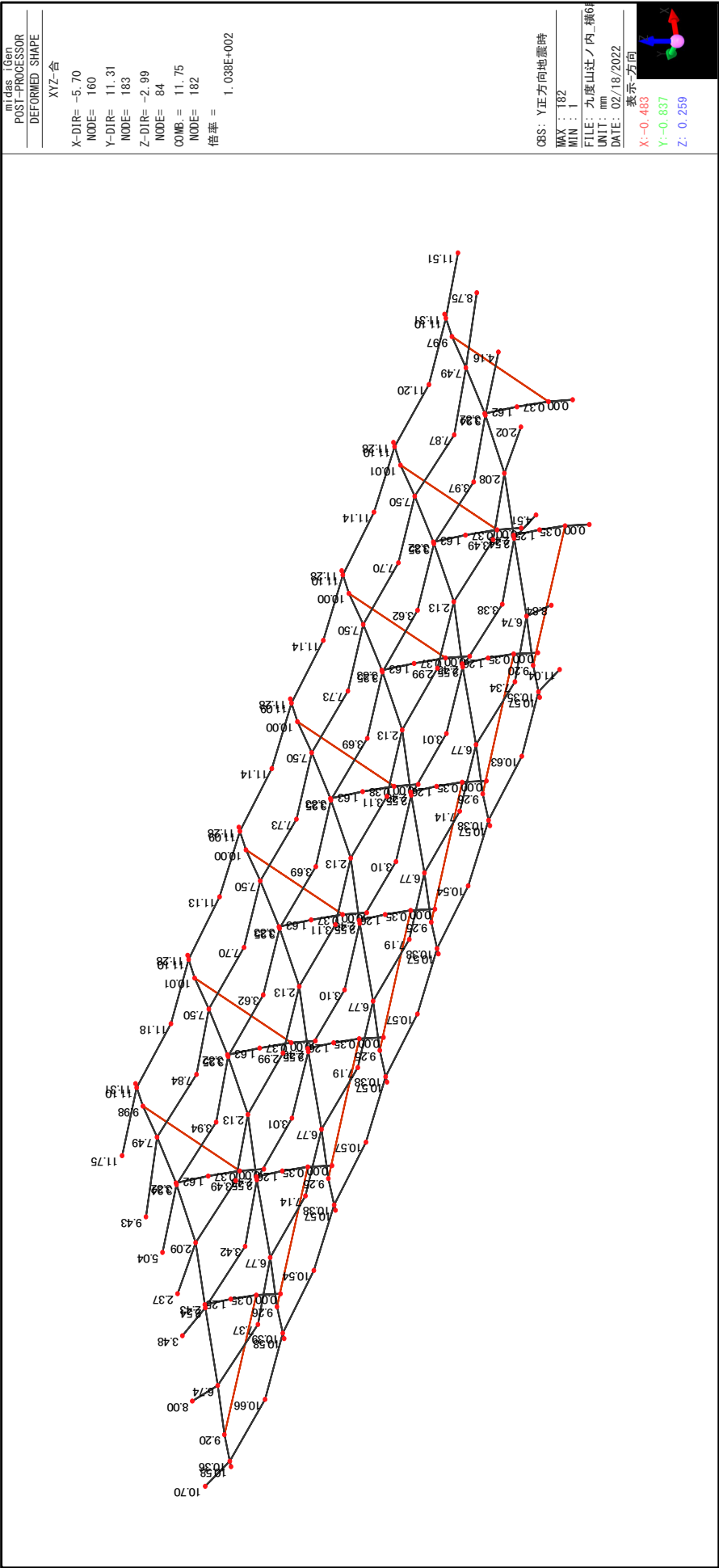
変位図
X正方向地震時
変位



変位図
X負方向地震時
変位



変位図
Y正方向地震時
変位



§ 5. 断面算定

部材名称

use レール材: 105 x 48.66

A =	515 mm ²	E =	70,000 N/mm ²	G =	27,000 N/mm ²
I _x =	694,191 mm ⁴	Z _x =	12,836 mm ³	J =	397,752 mm ⁴
I _y =	183,070 mm ⁴	Z _y =	6,861 mm ³	H = d =	96.00 mm
F =	200 N/mm ²	i _y =	18.8 mm	B = b =	53.26 mm
t1 =	1.4 mm	t2 =	1.5 mm	(H,Bは換算幅)	

一般 L = 3640 mm = lb
端部 L = 1280 mm

長期許容曲げ応力度

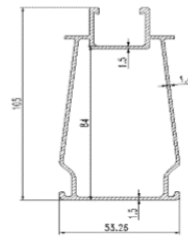
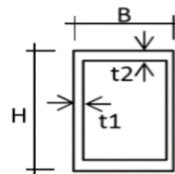
f_{bx} = 105.80 N/mm²
f_{by} = 105.80 N/mm²

短期許容曲げ応力度

f_{bx} = 158.70 N/mm²
f_{by} = 158.70 N/mm²

仮定断面寸法

せい	H	84
幅	B	53.26
板厚	t1	1.4
	t2	1.5



$$J = \frac{2 \times t1 \times t2 \times (B - t1)^2 \times (H - t2)^2}{B \times t2 + H \times t1 - 2 \times t1 \times t2} = 397752.4$$

i) 強軸

① 曲げ材の横座屈に対する許容応力度

$$b\lambda = \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \quad M_y = F \cdot Z = 2,567,200 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad M_e = C_b \sqrt{\frac{\pi^2 E I_y G J}{\ell_b^2}}$$

C_b : モーメント係数 = $1.75 + 1.05(M_2/M_1) + 0.30(M_2/M_1)^2$

M_2/M_1 : 材両端あるいは横座屈補剛端の曲げモーメント比、 $|M_1| \geq |M_2|$ かつ M_2/M_1 は複曲率曲げのときを正とする。

$$1 \leq C_b \leq 2.3$$

$$M_2/M_1 = -1 \\ C_b = 1.0$$

$$b\lambda = 0.50354 \quad M_e = 10,124,984 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$b\lambda_e = \frac{1}{\sqrt{0.5\beta_2}} = 1.41421 \quad \beta_2 = 1.0 \quad b\lambda_p = 0.6 + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) = 0.3$$

$$\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{b\lambda}{b\lambda_e} \right)^2 \quad \text{かつ} \quad \nu \leq 2.17 \quad \nu = 1.58452$$

$$a) \quad b\lambda \leq b\lambda_p : f_b = \beta_2 \frac{F}{\nu}$$

$$a) \quad f_{b1} = 126.22 \text{ N/mm}^2$$

$$b) \quad b\lambda_p < b\lambda \leq b\lambda_e : f_b = \beta_2 \left(1.0 - 0.5 \frac{b\lambda - b\lambda_p}{b\lambda_e - b\lambda_p} \right) \frac{F}{\nu}$$

$$b) \quad f_{b1} = 114.69 \text{ N/mm}^2$$

$$c) \quad b\lambda_e < b\lambda : f_b = \frac{1}{b\lambda^2} \frac{F}{\nu}$$

$$c) \quad f_{b1} = 497.81 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b1} = 114.69 \text{ N/mm}^2$$

② 曲げ材の局部座屈に対する許容応力度

$$\Gamma_b = \frac{b}{t} \sqrt{F/E} = 1.90$$

$$\Gamma_d = \frac{d}{t} \sqrt{F/E} = 3.67$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 1.34 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 3.29 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$b) \quad 1.34 < \Gamma_b \leq 2.69 \rightarrow f_{b2} = F - 0.248 \cdot F \cdot \Gamma_b$$

$$b) \quad 3.29 < \Gamma_b \leq 6.57 \rightarrow f_{b2} = F - 0.101 \cdot F \cdot \Gamma_d$$

$$c) \quad 2.69 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 2.41 \cdot F / \Gamma_b^2$$

$$c) \quad 6.57 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 14.4 \cdot F / \Gamma_d^2$$

$$\therefore f_{b2} = 105.86 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b3} = 125.96 \text{ N/mm}^2$$

強軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(f_{b1}, f_{b2}, f_{b3}) = 105.8 \text{ N/mm}^2$$

弱軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(F/1.5, f_{b2}, f_{b3}) = 105.8 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける曲げモーメントの最大値を下記に示す。

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.19	0.02
短期(積雪時)	0.93	0.08
X正方向暴風時	1.13	0.00
X負方向暴風時	1.44	0.03
X正方向地震時	0.20	0.04
X負方向地震時	0.19	0.07
Y正方向地震時	0.19	0.10

断面算定

長期曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.19}{12836} \times 10^6 = 14.81 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{14.81}{105.80} = 0.140 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.02}{6861} \times 10^6 = 2.92 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{2.92}{105.80} = 0.028 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

長期組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.168 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

短期(積雪時)曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.93}{12836} \times 10^6 = 72.46 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{72.46}{158.70} = 0.457 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.08}{6861} \times 10^6 = 11.67 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{11.67}{158.70} = 0.074 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

短期(積雪時)組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.531 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

X正方向暴風時曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{1.13}{12836} \times 10^6 = 88.04 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{88.04}{158.70} = 0.555 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.00}{6861} \times 10^6 = 0.00 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{0.00}{158.70} = 0 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

X正方向暴風時組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.555 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

X負方向暴風時曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{1.44}{12836} \times 10^6 = 112.19 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{112.19}{158.70} = 0.707 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.03}{6861} \times 10^6 = 4.38 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{4.38}{158.70} = 0.028 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

X負方向暴風時組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.735 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

X正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.20$	$/$	12836	$\times 10^6 = 15.59$	N/mm^2	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 15.59$	$/$	158.70	$= 0.099$	< 1.0	→ OK

$\sigma_{by} = 0.04$	$/$	6861	$\times 10^6 = 5.84$	N/mm^2	
$\sigma_{by}/f_{by} = 5.84$	$/$	158.70	$= 0.037$	< 1.0	→ OK

X正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	<u>0.136</u>	< 1.0	→ OK
------------	---	--------------	---------	------

X負方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.19$	$/$	12836	$\times 10^6 = 14.81$	N/mm^2	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 14.81$	$/$	158.70	$= 0.094$	< 1.0	→ OK

$\sigma_{by} = 0.07$	$/$	6861	$\times 10^6 = 10.21$	N/mm^2	
$\sigma_{by}/f_{by} = 10.21$	$/$	158.70	$= 0.065$	< 1.0	→ OK

X負方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	<u>0.159</u>	< 1.0	→ OK
------------	---	--------------	---------	------

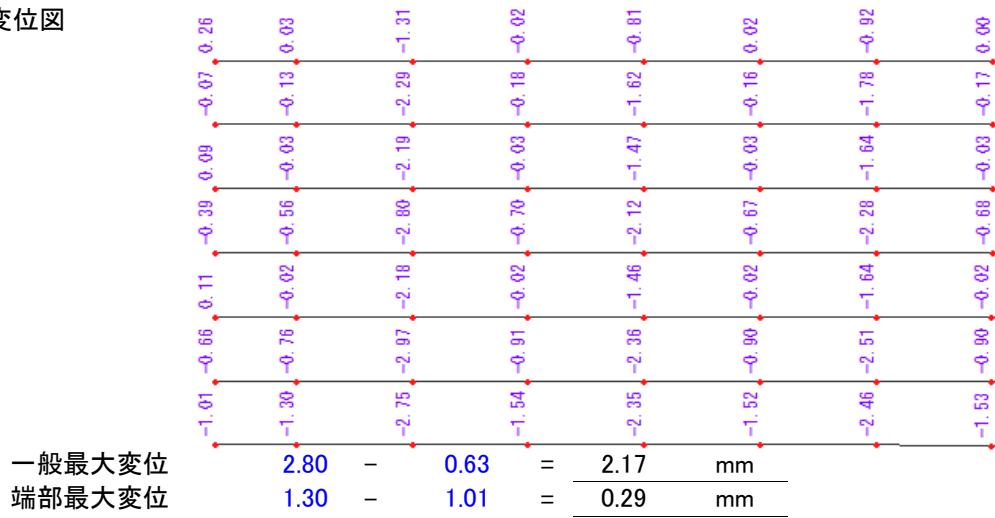
Y正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.19$	$/$	12836	$\times 10^6 = 14.81$	N/mm^2	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 14.81$	$/$	158.70	$= 0.094$	< 1.0	→ OK

$\sigma_{by} = 0.10$	$/$	6861	$\times 10^6 = 14.58$	N/mm^2	
$\sigma_{by}/f_{by} = 14.58$	$/$	158.70	$= 0.092$	< 1.0	→ OK

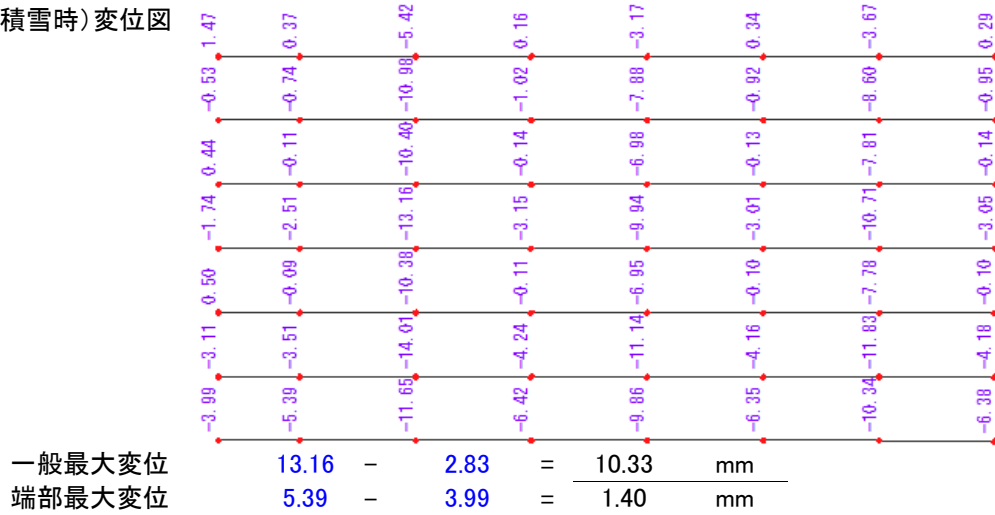
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	<u>0.186</u>	< 1.0	→ OK
------------	---	--------------	---------	------

変位算定

長期変位図



短期(積雪時)変位図



長期たわみ

一般 $\delta_{x/L} = \frac{2.17}{3640} = \frac{1}{1677} < \frac{1}{300} \rightarrow \text{OK}$

端部 $\delta_{x/L} = \frac{0.29}{1280} = \frac{1}{4413} < \frac{1}{250} \rightarrow \text{OK}$

積雪時たわみ

一般 $\delta_{x/L} = \frac{10.33}{3640} = \frac{1}{352} < \frac{1}{200} \rightarrow \text{OK}$

端部 $\delta_{x/L} = \frac{1.40}{1280} = \frac{1}{914} < \frac{1}{150} \rightarrow \text{OK}$

部材名称

use

1-M8

材質:SUS304

モジュールと横棧の接合部に対する検討

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 4^2 \times 0.75 = 37.69 \text{ mm}^2$$

$$\text{短期許容引張応力度} f_t = 450.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度} f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$1\text{m}^2\text{あたりの当たりの風圧力(逆風時)} \quad w = 1.34 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{クランプボルト1本当たりの負担面積} \quad S = 3.76 \text{ m}^2$$

$$N = w \times S = 5.03 \text{ kN}$$

短期ボルト引張応力度	$\sigma_t = \frac{N}{A_s} = \frac{5030}{37.69} = 133.46 \text{ N/mm}^2$	$\rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_t / f_t = \frac{133.46}{450.00} = \underline{0.3} < 1.0$	

以上の検討より、風を受けたときボルトは十分安全である。

部材名称

use 主材: □-95x59.6

A =	667	mm ²	E =	70,000	N/mm ²	G =	27,000	N/mm ²
I _x =	687,390	mm ⁴	Z _x =	13,423	mm ³	J =	409,696	N/mm ²
I _y =	349,509	mm ⁴	Z _y =	11,729	mm ³	H = d =	71.32	mm
F =	200	N/mm ²	i _y =	22.9	mm	B = b =	59.60	mm
t ₁ =	1.6	mm	t ₂ =	1.6	mm	(H,Bは換算幅)		

一般 L = 2042 mm = lb
端部 L = 453 mm

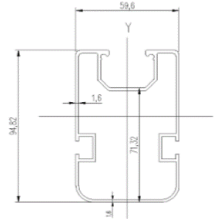
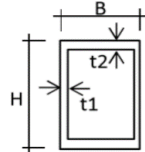
長期許容曲げ応力度
fbx = 101.20 N/mm²
fby = 101.20 N/mm²

短期許容曲げ応力度
fbx = 151.80 N/mm²
fby = 151.80 N/mm²

縦横

仮定断面寸法

せい	H	71.32
幅	B	59.6
板厚	t ₁	1.6
	t ₂	1.6



$$J = \frac{2 \times t_1 \times t_2 \times (B - t_1) \times (H - t_2)^2}{B \times t_2 + H \times t_1 - 2 \times t_1 \times t_2} = 409696$$

i) 強軸

①曲げ材の横座屈に対する許容応力度

$$b \lambda = \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \quad M_y = F \cdot Z = 2,684,627 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad M_e = C_b \sqrt{\left(\frac{\pi^2 E I_y G J}{\ell_b^2} \right)}$$

C_b : モーメント係数 $= 1.75 + 1.05(M_2/M_1) + 0.30(M_2/M_1)^2$

M_2/M_1 : 材両端あるいは横座屈補剛端の曲げモーメント比、 $|M_1| \geq |M_2|$ かつ M_2/M_1 は複曲率曲げのときを正とする。

$$1 \leq C_b \leq 2.3$$

$$M_2/M_1 = -1 \\ C_b = 1.0$$

$$b \lambda = 0.32569 \quad M_e = 25,309,605 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$b \lambda_e = \frac{1}{\sqrt{0.5 \beta_2}} = 1.41421 \quad \beta_2 = 1.0 \quad b \lambda_p = 0.6 + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) = 0.3$$

$$\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{b \lambda}{b \lambda_e} \right)^2 \quad \text{かつ} \quad \nu \leq 2.17 \quad \nu = 1.53536$$

$$a) \quad b \lambda \leq b \lambda_p : f_b = \beta_2 \frac{F}{\nu}$$

$$a) \quad f_{b1} = 130.26 \text{ N/mm}^2$$

$$b) \quad b \lambda_p < b \lambda \leq b \lambda_e : f_b = \beta_2 \left(1.0 - 0.5 \frac{b \lambda - b \lambda_p}{b \lambda_e - b \lambda_p} \right) \frac{F}{\nu}$$

$$b) \quad f_{b1} = 128.76 \text{ N/mm}^2$$

$$c) \quad b \lambda_e < b \lambda : f_b = \frac{1}{b \lambda^2} \frac{F}{\nu}$$

$$c) \quad f_{b1} = 1228.07 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b1} = 128.76 \text{ N/mm}^2$$

②曲げ材の局部座屈に対する許容応力度

$$\Gamma_b = \frac{b}{t} \sqrt{F/E} = 1.99$$

$$\Gamma_d = \frac{d}{t} \sqrt{F/E} = 2.38$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 1.34 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 3.29 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$b) \quad 1.34 < \Gamma_b \leq 2.69 \rightarrow f_{b2} = F - 0.248 * F * \Gamma_b$$

$$b) \quad 3.29 < \Gamma_b \leq 6.57 \rightarrow f_{b2} = F - 0.101 * F * \Gamma_d$$

$$c) \quad 2.69 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 2.41 * F / \Gamma_b^2$$

$$c) \quad 6.57 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 14.4 * F / \Gamma_d^2$$

$$\therefore f_{b2} = 101.24 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b3} = 133.33 \text{ N/mm}^2$$

強軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(f_{b1}, f_{b2}, f_{b3}) = 101.2 \text{ N/mm}^2$$

弱軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(F/1.5, f_{b2}, f_{b3}) = 101.2 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける曲げモーメントの最大値を下記に示す。

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.19	0.00
短期(積雪時)	0.89	0.01
X正方向暴風時	0.97	0.00
X負方向暴風時	1.22	0.01
X正方向地震時	0.21	0.01
X負方向地震時	0.26	0.01
Y正方向地震時	0.19	0.19

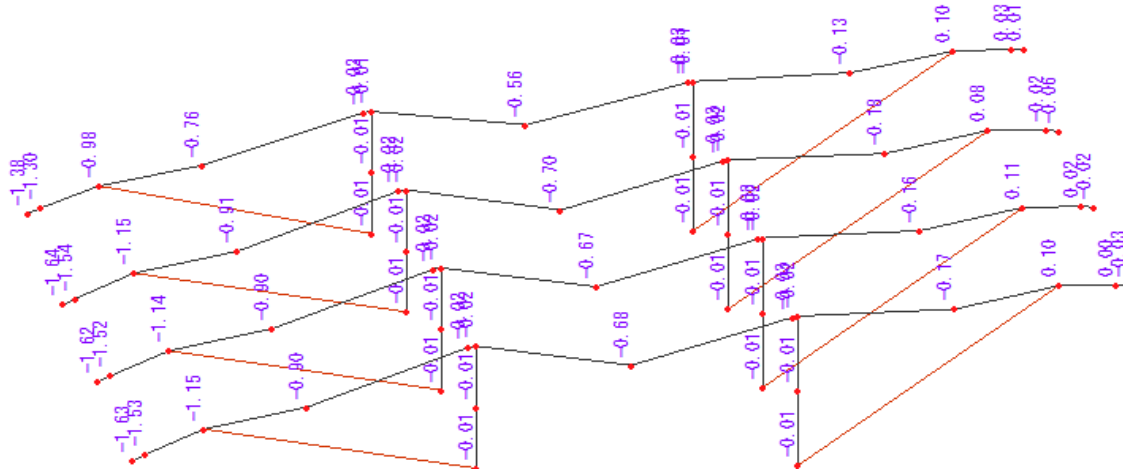
断面算定

長期曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.19}{13423} \times 10^6 = 14.16 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{14.16}{101.20} = 0.14 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.00}{11729} \times 10^6 = 0.00 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.00}{101.20} = 0 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.140 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	
短期(積雪時)曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.89}{13423} \times 10^6 = 66.31 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{66.31}{151.80} = 0.437 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.01}{11729} \times 10^6 = 0.86 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.86}{151.80} = 0.006 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.443 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	
X正方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.97}{13423} \times 10^6 = 72.27 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{72.27}{151.80} = 0.477 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.00}{11729} \times 10^6 = 0.00 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.00}{151.80} = 0 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.477 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	
X正方向暴風時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.477 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	

X負方向暴風時曲げ	$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{1.22}{13423} \times 10^6 = 90.89 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{90.89}{151.80} = 0.599 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
	$\begin{aligned} \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.01}{11729} \times 10^6 = 0.86 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{0.86}{151.80} = 0.006 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
X負方向暴風時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.605 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向地震時曲げ	$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.21}{13423} \times 10^6 = 15.65 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{15.65}{151.80} = 0.104 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
	$\begin{aligned} \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.01}{11729} \times 10^6 = 0.86 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{0.86}{151.80} = 0.006 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
X正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.11 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向地震時曲げ	$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.26}{13423} \times 10^6 = 19.37 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{19.37}{151.80} = 0.128 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
	$\begin{aligned} \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.01}{11729} \times 10^6 = 0.86 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{0.86}{151.80} = 0.006 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
X負方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.134 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
Y正方向地震時曲げ	$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.19}{13423} \times 10^6 = 14.16 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{14.16}{151.80} = 0.094 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
	$\begin{aligned} \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.19}{11729} \times 10^6 = 16.20 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{16.20}{151.80} = 0.107 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.201 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

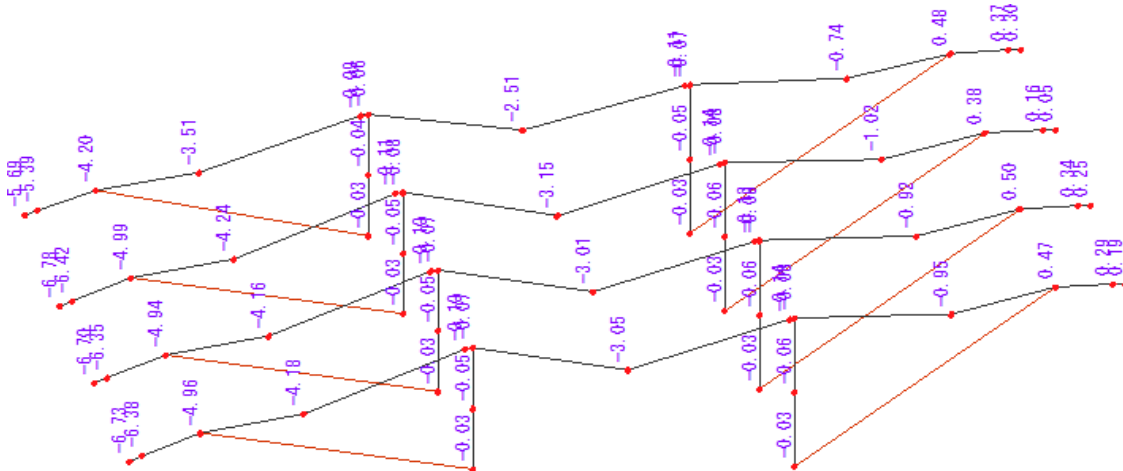
変位算定

長期変位図



一般最大変位	0.70	-	0.02	=	0.68	mm
端部最大変位	1.64	-	1.15	=	0.49	mm

短期(積雪時)変位図



一般最大変位	3.15	-	0.07	=	3.08	mm
端部最大変位	6.78	-	4.99	=	1.79	mm

長期たわみ	一般	$\delta_{x/L} = \frac{0.68}{2042} = \frac{1}{3002}$	<	$\frac{1}{300}$	→ OK
	端部	$\delta_{x/L} = \frac{0.49}{453} = \frac{1}{923}$	<	$\frac{1}{250}$	→ OK
積雪時たわみ	一般	$\delta_{x/L} = \frac{3.08}{2042} = \frac{1}{662}$	<	$\frac{1}{200}$	→ OK
	端部	$\delta_{x/L} = \frac{1.79}{453} = \frac{1}{252}$	<	$\frac{1}{150}$	→ OK

部材名称

use ブレース材: □-60 x 60 x 1.8 (前柱側)

$$\begin{aligned}
 A &= 453 \text{ mm}^2 & E &= 70,000 \text{ N/mm}^2 \\
 I_x &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_x &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 I_y &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_y &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 F &= 200 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 23.4 \text{ mm} & \text{長さ } L &= 1739 \text{ mm} \\
 t &= 1.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

座屈長さ

$$l_k = 1 \times L = 1739$$

長期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 55.36 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 133.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

短期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 83.04 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 200.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

□許容圧縮応力度の算定

① 曲げ座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 N_y &= F \cdot A = 90600 \text{ N} & (\text{降伏限界耐力}) \\
 N_e &= \pi^2 EI_y / l_k^2 = 56915 \text{ N} & (\text{弾性曲げ座屈耐力}) \\
 \beta_2 &= 1.0 & (\text{溶接による強度低下係数}) \\
 {}_c\lambda &= \sqrt{N_y / N_e} = 1.26 & (\text{一般化有効細長比}) \\
 {}_c\lambda_e &= 1 / \sqrt{0.5 \beta_2} = 1.41 & (\text{弾性限界細長比}) \\
 {}_c\lambda_p &= 0.20 & (\text{塑性限界細長比}) \\
 v &= 3/2 + 2/3 \times ({}_c\lambda / {}_c\lambda_e)^2 = 2.03 & (\text{安全率 Max 2.17}) \\
 a) \quad {}_c\lambda &\leq {}_c\lambda_p & \beta_2 \cdot F / v \\
 b) \quad {}_c\lambda_p &\leq {}_c\lambda \leq {}_c\lambda_e & \beta_2 \cdot (1.0 - 0.5 \cdot ({}_c\lambda - {}_c\lambda_p) / ({}_c\lambda_e - {}_c\lambda_p)) \cdot F / v \quad \leftarrow \text{採用} \\
 c) \quad {}_c\lambda_e &\leq {}_c\lambda & 1 / {}_c\lambda^2 \cdot F / v
 \end{aligned}$$

$$f_{c1} = 55.36 \text{ N/mm}^2$$

② 局部座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 \Gamma_d &= d / t \cdot \sqrt{F / E} = 1.78 \\
 d &= 60 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a) \quad \Gamma_d &\leq 1.34 & F / 1.5 \\
 b) \quad 1.34 < \Gamma_d &\leq 2.69 & F - 0.248 \cdot F \cdot \Gamma_d & \leftarrow \text{採用} \\
 c) \quad 2.69 < \Gamma_d & & 2.41 \cdot F / \Gamma_d^2
 \end{aligned}$$

$$f_{c2} = 111.71 \text{ N/mm}^2$$

$$f_c = \text{MIN} (f_{c1}, f_{c2}) = 55.36 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容圧縮応力度 } f_c \times 1.5 = 83.04 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力の最大値を下記に示す。

検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	1.76	
短期(積雪時)	7.58	
X正方向暴風時	9.48	
X負方向暴風時		11.58
X正方向地震時	1.92	
X負方向地震時	1.61	
Y正方向地震時	1.76	

kN

断面算定

長期圧縮	$\sigma = 1.76$	/	453	$\times 10^3 = 3.89$	N/mm ²	$\sigma/f = 3.89$	/	55.36	$= \underline{0.071} < 1.0 \rightarrow$	OK
短期(積雪時)圧縮	$\sigma = 7.58$	/	453	$\times 10^3 = 16.74$	N/mm ²	$\sigma/f = 16.74$	/	83.04	$= \underline{0.202} < 1.0 \rightarrow$	OK
X正方向暴風時圧縮	$\sigma = 9.48$	/	453	$\times 10^3 = 20.93$	N/mm ²	$\sigma/f = 20.93$	/	83.04	$= \underline{0.253} < 1.0 \rightarrow$	OK
X負方向暴風時引張	$\sigma = 11.58$	/	453	$\times 10^3 = 25.57$	N/mm ²	$\sigma/f = 25.57$	/	200.00	$= \underline{0.128} < 1.0 \rightarrow$	OK
X正方向地震時圧縮	$\sigma = 1.92$	/	453	$\times 10^3 = 4.24$	N/mm ²	$\sigma/f = 4.24$	/	83.04	$= \underline{0.052} < 1.0 \rightarrow$	OK
X負方向地震時圧縮	$\sigma = 1.61$	/	453	$\times 10^3 = 3.56$	N/mm ²	$\sigma/f = 3.56$	/	83.04	$= \underline{0.043} < 1.0 \rightarrow$	OK
Y正方向地震時圧縮	$\sigma = 1.76$	/	453	$\times 10^3 = 3.89$	N/mm ²	$\sigma/f = 3.89$	/	83.04	$= \underline{0.047} < 1.0 \rightarrow$	OK

部材名称

use

1-M12

材質:SUS304

接合ボルトのせん断に対する検討を行います。

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度 } f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度 } f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大軸力} \quad C = 1.76 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大軸力} \quad C = 11.58 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{l} \text{長期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 1760 / 169.6 = 10.4 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 10.40 / 173.20 = \underline{0.061} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{短期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 11580 / 169.6 = 68.3 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 68.30 / 259.80 = \underline{0.263} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

接合金具の検討 ……省略

斜材は、接合金具で縦横および柱に取り付けられています。
接合金具の最小板厚は母材より厚く、かつボルトの接合方法も、2面せん断のため部材に生じる応力を安全に伝え得ると考え、ここでは数値による検証は省略いたします。

部材名称

use ブレース材: □-60 x 60 x 1.8 (後柱側)

$$\begin{aligned}
 A &= 453 \text{ mm}^2 & E &= 70,000 \text{ N/mm}^2 \\
 I_x &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_x &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 I_y &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_y &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 F &= 200 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 23.4 \text{ mm} & \text{長さ } L &= 1753 \text{ mm} \\
 t &= 1.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

座屈長さ

$$l_k = 1 \times L = 1753$$

長期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 54.69 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 133.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

短期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 82.03 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 200.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

□許容圧縮応力度の算定

① 曲げ座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 N_y &= F \cdot A = 90600 \text{ N} & (\text{降伏限界耐力}) \\
 N_e &= \pi^2 EI_y / l_k^2 = 56010 \text{ N} & (\text{弾性曲げ座屈耐力}) \\
 \beta_2 &= 1.0 & (\text{溶接による強度低下係数}) \\
 {}_c\lambda &= \sqrt{N_y / N_e} = 1.27 & (\text{一般化有効細長比}) \\
 {}_c\lambda_e &= 1 / \sqrt{0.5 \beta_2} = 1.41 & (\text{弾性限界細長比}) \\
 {}_c\lambda_p &= 0.20 & (\text{塑性限界細長比}) \\
 v &= 3/2 + 2/3 \times ({}_c\lambda / {}_c\lambda_e)^2 = 2.04 & (\text{安全率 Max 2.17})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } {}_c\lambda &\leq {}_c\lambda_p & \beta_2 \cdot F / v \\
 \text{b) } {}_c\lambda_p &\leq {}_c\lambda \leq {}_c\lambda_e & \beta_2 \cdot (1.0 - 0.5 \cdot ({}_c\lambda - {}_c\lambda_p) / ({}_c\lambda_e - {}_c\lambda_p)) \cdot F / v \leftarrow \text{採用} \\
 \text{c) } {}_c\lambda_e &\leq {}_c\lambda & 1 / {}_c\lambda^2 \cdot F / v
 \end{aligned}$$

$$f_{c1} = 54.69 \text{ N/mm}^2$$

② 局部座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 \Gamma_d &= d / t \cdot \sqrt{F / E} = 1.78 \\
 d &= 60 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \Gamma_d &\leq 1.34 & F / 1.5 \\
 \text{b) } 1.34 < \Gamma_d &\leq 2.69 & F - 0.248 \cdot F \cdot \Gamma_d \leftarrow \text{採用} \\
 \text{c) } 2.69 < \Gamma_d & & 2.41 \cdot F / \Gamma_d^2
 \end{aligned}$$

$$f_{c2} = 111.71 \text{ N/mm}^2$$

$$f_c = \text{MIN} (f_{c1}, f_{c2}) = 54.69 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容圧縮応力度 } f_c \times 1.5 = 82.03 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力の最大値を下記に示す。

検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	1.57	
短期(積雪時)	6.73	
X正方向暴風時	8.09	
X負方向暴風時		9.77
X正方向地震時	1.52	
X負方向地震時	1.63	
Y正方向地震時	1.57	

kN

断面算定

長期圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.57}{453} \times 10^3 = 3.47 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{3.47}{54.69} = 0.064 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
短期(積雪時)圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{6.73}{453} \times 10^3 = 14.86 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{14.86}{82.03} = 0.182 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向暴風時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{8.09}{453} \times 10^3 = 17.86 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{17.86}{82.03} = 0.218 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時引張	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{9.77}{453} \times 10^3 = 21.57 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{21.57}{200.00} = 0.108 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.52}{453} \times 10^3 = 3.36 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{3.36}{82.03} = 0.041 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.63}{453} \times 10^3 = 3.60 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{3.60}{82.03} = 0.044 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
Y正方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.57}{453} \times 10^3 = 3.47 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{3.47}{82.03} = 0.043 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

部材名称

use

1-M12

材質:SUS304

接合ボルトのせん断に対する検討を行います。

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度 } f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度 } f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大軸力} \quad C = 1.57 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大軸力} \quad C = 9.77 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{l} \text{長期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 1570 / 169.6 = 9.3 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 9.30 / 173.20 = \underline{0.054} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{短期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 9770 / 169.6 = 57.6 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 57.60 / 259.80 = \underline{0.222} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

接合金具の検討 ……省略

斜材は、接合用金物で縦桟および柱に取り付けられています。
接合金具の最小板厚は母材より厚く、かつボルトの接合方法も、2面せん断のため部材に生じる応力を安全に伝え得ると考え、ここでは数値による検証は省略いたします。

部材名称

use 柱・杭:136x132x4

$$\begin{aligned} A &= 1568 \text{ mm}^2 & E &= 205,000 \text{ N/mm}^2 \\ I_x &= 3,588,061 \text{ mm}^4 & Z_x &= 53,831 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 1,956,520 \text{ mm}^4 & Z_y &= 28,772 \text{ mm}^3 \\ F &= 235 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 35.3 \text{ mm} \end{aligned}$$

細長比の制限

$$\begin{aligned} \text{長さ } L &= 932 \text{ mm} \\ l_k &= 2 \times L = 1864 \\ \lambda &= l_k / i_y = 53 \leq 200 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

限界細長比

$$\Lambda = \sqrt{\pi^2 \cdot E / (0.6 \cdot F)} = 119.79$$

許容圧縮応力度 f_c

$\lambda \leq \Lambda$ の場合

$$f_c = \frac{1 - \frac{2}{5} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2}{\frac{3}{2} + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F$$

$\lambda > \Lambda$ の場合

$$f_c = \frac{\frac{18}{65}}{\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F$$

$$\therefore f_c = 132.8$$

長期許容圧縮応力度

$$f_c = 132.80 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 156.67 \text{ N/mm}^2$$

長期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容圧縮応力度

$$f_c = 199.20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力と曲げモーメントの最大値を下記に示す。

kN		
検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	1.99	
短期(積雪時)	8.79	
X正方向暴風時	10.53	
X負方向暴風時		12.96
X正方向地震時	1.91	
X負方向地震時	2.07	
Y正方向地震時	1.99	

kN・m		
検討ケース	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.32	0.00
短期(積雪時)	1.36	0.00
X正方向暴風時	2.33	0.00
X負方向暴風時	3.21	0.00
X正方向地震時	0.93	0.00
X負方向地震時	0.79	0.00
Y正方向地震時	0.32	0.71

杭頭ピンの場合に発生する地中部最大モーメントを算出する

$$k_{h0} = \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot \bar{B}^{-3/4} \quad (6.6.4)$$

記号 k_{h0} : 基準水平地盤反力係数 (kN/m³)

α : 評価法によって決まる定数 (m⁻¹)

ξ : 群杭の影響を考慮した係数で (6.6.9) および (6.6.10) 式による。単杭の場合は、 $\xi = 1.0$ とする。

E_0 : 変形係数 (kN/m²)

$\bar{B}$: 無次元化杭径 (杭径を cm で表した無次元数値 ; 例えば、杭径 50 cm は 50 とする。)

- i) ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
砂質土 $\alpha = 80$
- ii) 一軸または三軸圧縮試験から求めた地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
- iii) 対象土層の平均 N 値より $E_0 = 700 \cdot N$ で推定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 60$
砂質土 $\alpha = 80$

土質: 砂質土 $N = 20$ 杭径 = 13.60 cm

$$K_{h0} = 80 \times 1 \times 700 \times 20 \times 13.60^{-3/4} = 158148.1 \text{ kN/m}^3$$

杭の地盤変位量が 10mm 以下のため安全側として
 $K_h = K_{h0}$ とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{K_h D_p}{4EI}}$$

K_h : 水平地盤反力係数 (kN/m³)

D_p : 杭径 (m)

EI : 杭の曲げ剛性 (kNm²)

$$\beta = \left(\frac{158148.1 \times 0.136 \times 10^9}{4 \times 205,000 \times 3,588,061} \right)^{0.25} = 1.64 \text{ m}^{-1}$$

地中部最大曲げモーメントの算出

$$M_{\max} = -\frac{H}{2\beta} \sqrt{(1+2\beta h)^2 + 1} \exp \left[-\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h} \right]$$

$$H = \text{電算曲げモーメント} \div L \quad (h=L) \quad L = 0.932 \text{ m}$$

検討ケース	kN	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.34	0.00
短期(積雪時)	1.46	0.00
X正方向暴風時	2.50	0.00
X負方向暴風時	3.44	0.00
X正方向地震時	1.00	0.00
X負方向地震時	0.85	0.00
Y正方向地震時	0.34	0.76

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.34	0.00
短期(積雪時)	1.46	0.00
X正方向暴風時	2.50	0.00
X負方向暴風時	3.45	0.00
X正方向地震時	1.00	0.00
X負方向地震時	0.85	0.00
Y正方向地震時	0.34	0.76

断面算定

長期圧縮	$\sigma_c =$	1.99	/	1568	$\times 10^3 =$	1.27	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c =$	1.27	/	132.80	$=$	0.01	< 1.0	→ OK
長期曲げ	$\sigma_{bx} =$	0.34	/	53831	$\times 10^6 =$	6.39	N/mm ²	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	6.39	/	156.00	$=$	0.041	< 1.0	→ OK
	$\sigma_{by} =$	0.00	/	28772	$\times 10^6 =$	0.00	N/mm ²	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	0.00	/	156.00	$=$	0	< 1.0	→ OK
長期組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	0.051			<	1.0	→ OK	
短期(積雪時)圧縮	$\sigma_c =$	8.79	/	1568	$\times 10^3 =$	5.61	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c =$	5.61	/	199.20	$=$	0.029	< 1.0	→ OK
短期(積雪時)曲げ	$\sigma_{bx} =$	1.46	/	53831	$\times 10^6 =$	27.12	N/mm ²	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	27.12	/	235.00	$=$	0.116	< 1.0	→ OK
	$\sigma_{by} =$	0.00	/	28772	$\times 10^6 =$	0.00	N/mm ²	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	0.00	/	235.00	$=$	0	< 1.0	→ OK
短期(積雪時)組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	0.145			<	1.0	→ OK	
X正方向暴風時圧縮	$\sigma_c =$	10.53	/	1568	$\times 10^3 =$	6.72	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c =$	6.72	/	199.20	$=$	0.034	< 1.0	→ OK
X正方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} =$	2.50	/	53831	$\times 10^6 =$	46.47	N/mm ²	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	46.47	/	235.00	$=$	0.198	< 1.0	→ OK
	$\sigma_{by} =$	0.00	/	28772	$\times 10^6 =$	0.00	N/mm ²	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	0.00	/	235.00	$=$	0	< 1.0	→ OK
X正方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	0.232			<	1.0	→ OK	
X負方向暴風時引張	$\sigma_c =$	12.96	/	1568	$\times 10^3 =$	8.27	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c =$	8.27	/	235.00	$=$	0.036	< 1.0	→ OK
X負方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} =$	3.45	/	53831	$\times 10^6 =$	64.01	N/mm ²	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	64.01	/	235.00	$=$	0.273	< 1.0	→ OK
	$\sigma_{by} =$	0.00	/	28772	$\times 10^6 =$	0.00	N/mm ²	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	0.00	/	235.00	$=$	0	< 1.0	→ OK
X負方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	0.309			<	1.0	→ OK	

X正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 1.91$	/	$\frac{W}{A} = 1568$	$\times 10^3 = 1.22$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_c/f_c = 1.22$	/	199.20	=	0.007	< 1.0	→	OK	
X正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 1.00$	/	$\frac{W_x}{Z_x} = 53831$	$\times 10^6 = 18.55$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 18.55$	/	235.00	=	0.079	< 1.0	→	OK	
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	$\frac{W_y}{Z_y} = 28772$	$\times 10^6 = 0.00$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	=	0	< 1.0	→	OK	
X正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.086 < 1.0 \rightarrow OK$								
X負方向地震時圧縮	$\sigma_c = 2.07$	/	$\frac{W}{A} = 1568$	$\times 10^3 = 1.33$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_c/f_c = 1.33$	/	199.20	=	0.007	< 1.0	→	OK	
X負方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.85$	/	$\frac{W_x}{Z_x} = 53831$	$\times 10^6 = 15.76$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 15.76$	/	235.00	=	0.068	< 1.0	→	OK	
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	$\frac{W_y}{Z_y} = 28772$	$\times 10^6 = 0.00$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	=	0	< 1.0	→	OK	
X負方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.075 < 1.0 \rightarrow OK$								
Y正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 1.99$	/	$\frac{W}{A} = 1568$	$\times 10^3 = 1.27$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_c/f_c = 1.27$	/	199.20	=	0.007	< 1.0	→	OK	
Y正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.34$	/	$\frac{W_x}{Z_x} = 53831$	$\times 10^6 = 6.39$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 6.39$	/	235.00	=	0.028	< 1.0	→	OK	
	$\sigma_{by} = 0.76$	/	$\frac{W_y}{Z_y} = 28772$	$\times 10^6 = 26.49$	$\frac{N}{mm^2}$				
	$\sigma_{by}/f_{by} = 26.49$	/	235.00	=	0.113	< 1.0	→	OK	
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.148 < 1.0 \rightarrow OK$								

接合ボルトの引張とせん断に対する検討を行います。

(応力はボルト1本にかかるものとする。)

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容引張応力度} \quad f_s = 300.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容引張応力度} \quad f_s = 450.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度} \quad f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度} \quad f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大引張軸力} \quad C = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大引張軸力} \quad C = 12.96 \text{ kN}$$

$$\text{長期最大せん断力} \quad Q = 0.34 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大せん断力} \quad Q = 3.44 \text{ kN}$$

長期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 0.00$	/	169.6	$\times 10^3 =$	0.00	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c = 0.00$	/	300.00	$=$	0		< 1.0 → OK

長期ボルトせん断応力度	$\tau = 0.34$	/	169.6	$\times 10^3 =$	2	N/mm ²	
	$\tau/f_s = 2.00$	/	173.20	$=$	0.012		< 1.0 → OK

組合せ	$((\sigma_c/f_c)^2 + (\tau/f_s)^2)^{0.5} =$	0.012	< 1.0 → OK
-----	---	-------	------------

短期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 12.96$	/	169.6	$\times 10^3 =$	76.42	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c = 76.42$	/	450.00	$=$	0.17		< 1.0 → OK

短期ボルトせん断応力度	$\tau = 3.44$	/	169.60	$\times 10^3 =$	20.3	N/mm ²	
	$\tau/f_s = 20.30$	/	259.80	$=$	0.079		< 1.0 → OK

組合せ	$((\sigma_c/f_c)^2 + (\tau/f_s)^2)^{0.5} =$	0.187	< 1.0 → OK
-----	---	-------	------------

接合金具の検討 …省略

ベースプレートは、柱、ブレースをスクリー杭と接合している金具です。ベースプレート自体の試験結果より十分耐力があるため検討を省略します。

部材名称

use 柱・杭:136x132x4 (後柱)

$$\begin{aligned} A &= 1568 \text{ mm}^2 & E &= 205,000 \text{ N/mm}^2 \\ I_x &= 3,588,061 \text{ mm}^4 & Z_x &= 53,831 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 1,956,520 \text{ mm}^4 & Z_y &= 28,772 \text{ mm}^3 \\ F &= 235 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 35.3 \text{ mm} \end{aligned}$$

細長比の制限

$$\begin{aligned} \text{長さ } L &= 1110 \text{ mm} \\ l_k &= 2 \times L = 2220 \\ \lambda &= l_k / i_y = 63 \leq 200 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

限界細長比

$$\Lambda = \sqrt{\pi^2 \cdot E / (0.6 \cdot F)} = 119.79$$

許容圧縮応力度 f_c

$\lambda \leq \Lambda$ の場合

$$f_c = \frac{1 - \frac{2}{5} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2}{\frac{3}{2} + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F$$

$\lambda > \Lambda$ の場合

$$f_c = \frac{\frac{18}{65}}{\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F$$

$$\therefore f_c = 124.1$$

長期許容圧縮応力度

$$f_c = 124.10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 156.67 \text{ N/mm}^2$$

長期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容圧縮応力度

$$f_c = 186.15 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力と曲げモーメントの最大値を下記に示す。

kN		
検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	2.12	
短期(積雪時)	9.31	
X正方向暴風時	11.46	
X負方向暴風時		14.13
X正方向地震時	2.20	
X負方向地震時	2.04	
Y正方向地震時	2.12	

kN・m		
検討ケース	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.43	0.00
短期(積雪時)	1.85	0.00
X正方向暴風時	1.14	0.00
X負方向暴風時	1.39	0.00
X正方向地震時	0.44	0.00
X負方向地震時	0.99	0.00
Y正方向地震時	0.43	0.73

杭頭ピンの場合に発生する地中部最大モーメントを算出する

$$k_{h0} = \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot \bar{B}^{-3/4} \quad (6.6.4)$$

記号 k_{h0} : 基準水平地盤反力係数 (kN/m³)

α : 評価法によって決まる定数 (m⁻¹)

ξ : 群杭の影響を考慮した係数で (6.6.9) および (6.6.10) 式による。単杭の場合は、 $\xi = 1.0$ とする。

E_0 : 変形係数 (kN/m²)

$\bar{B}$: 無次元化杭径 (杭径を cm で表した無次元数値 ; 例えば、杭径 50 cm は 50 とする。)

- i) ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
砂質土 $\alpha = 80$
- ii) 一軸または三軸圧縮試験から求めた地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
- iii) 対象土層の平均 N 値より $E_0 = 700 \cdot N$ で推定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 60$
砂質土 $\alpha = 80$

土質: 砂質土 $N = 20$ 杭径 = 13.60 cm

$$K_{h0} = 80 \times 1 \times 700 \times 20 \times 13.60^{-3/4} = 158148.1 \text{ kN/m}^3$$

杭の地盤変位量が 10mm 以下のため安全側として
 $K_h = K_{h0}$ とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{K_h D_p}{4EI}}$$

K_h : 水平地盤反力係数 (kN/m³)

D_p : 杭径 (m)

EI : 杭の曲げ剛性 (kNm²)

$$\beta = \left(\frac{158148.1 \times 0.136 \times 10^9}{4 \times 205,000 \times 3,588,061} \right)^{0.25} = 1.64 \text{ m}^{-1}$$

地中部最大曲げモーメントの算出

$$M_{\max} = -\frac{H}{2\beta} \sqrt{(1+2\beta h)^2 + 1} \exp \left[-\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h} \right]$$

$$H = \text{電算曲げモーメント} \div L \quad (h=L) \quad L = 1.11 \text{ m}$$

検討ケース	kN	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.39	0.00
短期(積雪時)	1.67	0.00
X正方向暴風時	1.03	0.00
X負方向暴風時	1.25	0.00
X正方向地震時	0.40	0.00
X負方向地震時	0.89	0.00
Y正方向地震時	0.39	0.66

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.45	0.00
短期(積雪時)	1.95	0.00
X正方向暴風時	1.20	0.00
X負方向暴風時	1.47	0.00
X正方向地震時	0.46	0.00
X負方向地震時	1.04	0.00
Y正方向地震時	0.45	0.77

断面算定

長期圧縮	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{1.36}{0.011} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{2.12}{124.10}$	$=$	1.36	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
長期曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{8.43}{0.055} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{0.45}{156.00}$	$=$	8.43	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{156.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
長期組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.066} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				
短期(積雪時)圧縮	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{5.94}{0.032} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{9.31}{186.15}$	$=$	5.94	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
短期(積雪時)曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{36.25}{0.155} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{1.95}{235.00}$	$=$	36.25	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{235.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
短期(積雪時)組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.187} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				
X正方向暴風時圧縮	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{7.31}{0.04} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{11.46}{186.15}$	$=$	7.31	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{22.34}{0.096} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{1.20}{235.00}$	$=$	22.34	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{235.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.136} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				
X負方向暴風時引張	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{9.02}{0.039} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{14.13}{235.00}$	$=$	9.02	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{27.24}{0.116} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{1.47}{235.00}$	$=$	27.24	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{235.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.155} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				

X正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 2.20$	/	1568	$\times 10^3 = 1.41$	N/mm ²			
	$\sigma_c/f_c = 1.41$	/	186.15	$= 0.008$	< 1.0	→	OK	
X正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.46$	/	53831	$\times 10^6 = 8.62$	N/mm ²			
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 8.62$	/	235.00	$= 0.037$	< 1.0	→	OK	
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²			
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	$= 0$	< 1.0	→	OK	
X正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.045 < 1.0 \rightarrow OK$							
X負方向地震時圧縮	$\sigma_c = 2.04$	/	1568	$\times 10^3 = 1.31$	N/mm ²			
	$\sigma_c/f_c = 1.31$	/	186.15	$= 0.008$	< 1.0	→	OK	
X負方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 1.04$	/	53831	$\times 10^6 = 19.40$	N/mm ²			
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 19.40$	/	235.00	$= 0.083$	< 1.0	→	OK	
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²			
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	$= 0$	< 1.0	→	OK	
X負方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.091 < 1.0 \rightarrow OK$							
Y正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 2.12$	/	1568	$\times 10^3 = 1.36$	N/mm ²			
	$\sigma_c/f_c = 1.36$	/	186.15	$= 0.008$	< 1.0	→	OK	
Y正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.45$	/	53831	$\times 10^6 = 8.43$	N/mm ²			
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 8.43$	/	235.00	$= 0.036$	< 1.0	→	OK	
	$\sigma_{by} = 0.77$	/	28772	$\times 10^6 = 26.76$	N/mm ²			
	$\sigma_{by}/f_{by} = 26.76$	/	235.00	$= 0.114$	< 1.0	→	OK	
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.158 < 1.0 \rightarrow OK$							

接合ボルトの引張とせん断に対する検討を行います。

(応力はボルト1本にかかるものとする。)

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容引張応力度} \quad f_s = 300.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容引張応力度} \quad f_s = 450.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度} \quad f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度} \quad f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大引張軸力} \quad C = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大引張軸力} \quad C = 14.13 \text{ kN}$$

$$\text{長期最大せん断力} \quad Q = 0.39 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大せん断力} \quad Q = 1.67 \text{ kN}$$

長期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 0.00$	/	169.6	$\times 10^3 =$	0.00	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c = 0.00$	/	300.00	$=$	0		< 1.0 → OK

長期ボルトせん断応力度	$\tau = 0.39$	/	169.6	$\times 10^3 =$	2.3	N/mm ²	
	$\tau/f_s = 2.30$	/	173.20	$=$	0.014		< 1.0 → OK

組合せ	$((\sigma_c/f_c)^2 + (\tau/f_s)^2)^{0.5} =$	0.014	< 1.0 → OK
-----	---	-------	------------

短期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 14.13$	/	169.6	$\times 10^3 =$	83.32	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c = 83.32$	/	450.00	$=$	0.186		< 1.0 → OK

短期ボルトせん断応力度	$\tau = 1.67$	/	169.60	$\times 10^3 =$	9.8	N/mm ²	
	$\tau/f_s = 9.80$	/	259.80	$=$	0.038		< 1.0 → OK

組合せ	$((\sigma_c/f_c)^2 + (\tau/f_s)^2)^{0.5} =$	0.190	< 1.0 → OK
-----	---	-------	------------

接合金具の検討 …省略

ベースプレートは、柱、ブレースをスクリー杭と接合している金具です。ベースプレート自体の試験結果より十分耐力があるため検討を省略します。

5-2 支点反力表(短い柱側)

※FZが負値は引抜力

節点	荷重	FX (kN)	FY (kN)	合成せん断 (kN)	FZ (kN)	MX (kN.m)	MY (kN.m)	MZ (kN.m)
1	長期	1.00	0.00	1.00	1.62	0.00	-0.13	0.00
3	長期	1.25	0.00	1.25	1.99	0.00	-0.17	0.00
5	長期	1.19	0.00	1.19	1.91	0.00	-0.16	0.00
7	長期	1.21	0.00	1.21	1.94	0.00	-0.16	0.00
9	長期	1.19	0.00	1.19	1.91	0.00	-0.16	0.00
11	長期	1.25	0.00	1.25	1.99	0.00	-0.17	0.00
13	長期	1.00	0.00	1.00	1.62	0.00	-0.13	0.00
1	短期(積雪時)	4.25	0.00	4.25	7.06	0.00	-0.53	0.00
3	短期(積雪時)	5.38	0.00	5.38	8.79	0.00	-0.74	0.00
5	短期(積雪時)	5.12	0.00	5.12	8.44	0.00	-0.66	0.00
7	短期(積雪時)	5.20	0.00	5.20	8.55	0.00	-0.68	0.00
9	短期(積雪時)	5.12	0.00	5.12	8.44	0.00	-0.66	0.00
11	短期(積雪時)	5.38	0.00	5.38	8.79	0.00	-0.74	0.00
13	短期(積雪時)	4.25	0.00	4.25	7.06	0.00	-0.53	0.00
1	X正方向暴風時	6.61	0.00	6.61	8.42	0.00	-1.93	0.00
3	X正方向暴風時	8.16	0.00	8.16	10.53	0.00	-2.33	0.00
5	X正方向暴風時	7.83	0.00	7.83	10.10	0.00	-2.25	0.00
7	X正方向暴風時	7.93	0.00	7.93	10.23	0.00	-2.28	0.00
9	X正方向暴風時	7.83	0.00	7.83	10.10	0.00	-2.25	0.00
11	X正方向暴風時	8.16	0.00	8.16	10.53	0.00	-2.33	0.00
13	X正方向暴風時	6.61	0.00	6.61	8.42	0.00	-1.93	0.00

1	X負方向暴風時	-8.21	0.00	8.21	-10.29	0.00	2.64	0.00
3	X負方向暴風時	-10.19	0.00	10.19	-12.94	0.00	3.21	0.00
5	X負方向暴風時	-9.78	0.00	9.78	-12.39	0.00	3.11	0.00
7	X負方向暴風時	-9.91	0.00	9.91	-12.57	0.00	3.14	0.00
9	X負方向暴風時	-9.78	0.00	9.78	-12.39	0.00	3.11	0.00
11	X負方向暴風時	-10.19	0.00	10.19	-12.94	0.00	3.21	0.00
13	X負方向暴風時	-8.21	0.00	8.21	-10.29	0.00	2.64	0.00
1	X正方向地震時	1.64	0.00	1.64	1.54	0.00	-0.79	0.00
3	X正方向地震時	1.99	0.00	1.99	1.91	0.00	-0.93	0.00
5	X正方向地震時	1.94	0.00	1.94	1.83	0.00	-0.92	0.00
7	X正方向地震時	1.95	0.00	1.95	1.86	0.00	-0.92	0.00
9	X正方向地震時	1.94	0.00	1.94	1.83	0.00	-0.92	0.00
11	X正方向地震時	1.99	0.00	1.99	1.91	0.00	-0.93	0.00
13	X正方向地震時	1.64	0.00	1.64	1.54	0.00	-0.79	0.00
1	X負方向地震時	0.36	0.00	0.36	1.69	0.00	0.53	0.00
3	X負方向地震時	0.51	0.00	0.51	2.07	0.00	0.58	0.00
5	X負方向地震時	0.45	0.00	0.45	2.00	0.00	0.61	0.00
7	X負方向地震時	0.47	0.00	0.47	2.02	0.00	0.60	0.00
9	X負方向地震時	0.45	0.00	0.45	2.00	0.00	0.61	0.00
11	X負方向地震時	0.51	0.00	0.51	2.07	0.00	0.58	0.00
13	X負方向地震時	0.36	0.00	0.36	1.69	0.00	0.53	0.00
1	Y正方向地震時	1.00	0.60	1.17	1.62	0.70	-0.13	0.00
3	Y正方向地震時	1.25	0.60	1.39	1.99	0.71	-0.17	0.00
5	Y正方向地震時	1.19	0.60	1.34	1.91	0.71	-0.16	0.00
7	Y正方向地震時	1.21	0.61	1.35	1.94	0.71	-0.16	0.00
9	Y正方向地震時	1.19	0.60	1.34	1.91	0.71	-0.16	0.00
11	Y正方向地震時	1.25	0.60	1.39	1.99	0.71	-0.17	0.00
13	Y正方向地震時	1.00	0.60	1.16	1.62	0.70	-0.12	0.00

5-2 支点反力表(長い柱側)

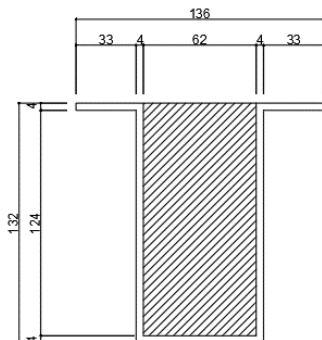
※FZが負値は引抜力

節点	荷重	FX (kN)	FY (kN)	合成せん断 (kN)	FZ (kN)	MX (kN.m)	MY (kN.m)	MZ (kN.m)
2	長期	-1.01	0.00	1.01	1.72	0.00	0.36	0.00
4	長期	-1.24	0.00	1.24	2.12	0.00	0.43	0.00
6	長期	-1.20	0.00	1.20	2.04	0.00	0.42	0.00
8	長期	-1.21	0.00	1.21	2.07	0.00	0.42	0.00
10	長期	-1.20	0.00	1.20	2.04	0.00	0.42	0.00
12	長期	-1.24	0.00	1.24	2.12	0.00	0.43	0.00
14	長期	-1.01	0.00	1.01	1.72	0.00	0.36	0.00
2	短期(積雪時)	-4.29	0.00	4.29	7.45	0.00	1.53	0.00
4	短期(積雪時)	-5.33	0.00	5.33	9.31	0.00	1.85	0.00
6	短期(積雪時)	-5.13	0.00	5.13	8.93	0.00	1.81	0.00
8	短期(積雪時)	-5.19	0.00	5.19	9.05	0.00	1.83	0.00
10	短期(積雪時)	-5.13	0.00	5.13	8.93	0.00	1.81	0.00
12	短期(積雪時)	-5.33	0.00	5.33	9.31	0.00	1.85	0.00
14	短期(積雪時)	-4.29	0.00	4.29	7.45	0.00	1.53	0.00
2	X正方向暴風時	-4.17	0.00	4.17	9.17	0.00	0.86	0.00
4	X正方向暴風時	-5.35	0.00	5.35	11.46	0.00	1.14	0.00
6	X正方向暴風時	-5.10	0.00	5.10	10.99	0.00	1.08	0.00
8	X正方向暴風時	-5.18	0.00	5.18	11.13	0.00	1.10	0.00
10	X正方向暴風時	-5.10	0.00	5.10	10.99	0.00	1.08	0.00
12	X正方向暴風時	-5.35	0.00	5.35	11.46	0.00	1.14	0.00
14	X正方向暴風時	-4.17	0.00	4.17	9.17	0.00	0.86	0.00

2	X負方向暴風時	4.95	0.00	4.95	-11.23	0.00	-0.81	0.00
4	X負方向暴風時	6.37	0.00	6.37	-14.11	0.00	-1.12	0.00
6	X負方向暴風時	6.06	0.00	6.06	-13.52	0.00	-1.04	0.00
8	X負方向暴風時	6.15	0.00	6.15	-13.70	0.00	-1.07	0.00
10	X負方向暴風時	6.06	0.00	6.06	-13.52	0.00	-1.04	0.00
12	X負方向暴風時	6.37	0.00	6.37	-14.11	0.00	-1.12	0.00
14	X負方向暴風時	4.95	0.00	4.95	-11.23	0.00	-0.81	0.00
2	X正方向地震時	-0.61	0.00	0.61	1.79	0.00	-0.13	0.00
4	X正方向地震時	-0.79	0.00	0.79	2.20	0.00	-0.13	0.00
6	X正方向地震時	-0.74	0.00	0.74	2.12	0.00	-0.15	0.00
8	X正方向地震時	-0.76	0.00	0.76	2.15	0.00	-0.14	0.00
10	X正方向地震時	-0.74	0.00	0.74	2.12	0.00	-0.15	0.00
12	X正方向地震時	-0.79	0.00	0.79	2.20	0.00	-0.13	0.00
14	X正方向地震時	-0.61	0.00	0.61	1.79	0.00	-0.13	0.00
2	X負方向地震時	-1.40	0.00	1.40	1.65	0.00	0.85	0.00
4	X負方向地震時	-1.69	0.00	1.69	2.04	0.00	0.99	0.00
6	X負方向地震時	-1.65	0.00	1.65	1.96	0.00	0.99	0.00
8	X負方向地震時	-1.66	0.00	1.66	1.98	0.00	0.99	0.00
10	X負方向地震時	-1.65	0.00	1.65	1.96	0.00	0.99	0.00
12	X負方向地震時	-1.69	0.00	1.69	2.04	0.00	0.99	0.00
14	X負方向地震時	-1.40	0.00	1.40	1.65	0.00	0.85	0.00
2	Y正方向地震時	-1.00	0.55	1.14	1.72	0.73	0.35	0.00
4	Y正方向地震時	-1.24	0.54	1.36	2.12	0.73	0.43	0.00
6	Y正方向地震時	-1.20	0.55	1.32	2.04	0.73	0.42	0.00
8	Y正方向地震時	-1.21	0.55	1.33	2.07	0.73	0.42	0.00
10	Y正方向地震時	-1.20	0.55	1.32	2.04	0.73	0.42	0.00
12	Y正方向地震時	-1.24	0.54	1.36	2.12	0.73	0.43	0.00
14	Y正方向地震時	-1.01	0.54	1.15	1.72	0.73	0.36	0.00

5-3 杭の検討

採用N値 N = 20 地中部杭長 L = 1050 mm
土質 砂質土 凍結深度 0 mm



杭先端面積 $A_p = 0.009504 \text{ m}^2$
(ハッチ部も含む)
杭周長 $\psi = 0.474 \text{ m}$

1. 押込み力の検討

押込み耐力 $L_R a$ 、 $s_R a$ の算出

$$L_R a = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p}$$

ここに q_p : 基礎杭の先端の地盤の許容応力度 (kN/m^2)
 A_p : 杭先端の有効断面積 (m^2)
 R_f : 杭と杭周面土の摩擦力 (kN)
 W_p : 土中杭自重

a) 杭先端の地盤の許容応力度の計算

$$q_p = \frac{300}{3} \times N = 2000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) 杭周面摩擦力の計算

$$R_f = 3.3 \times N_s \times L_s \times \psi$$

ここに N_s : 砂質地盤の平均N値
 L_s : 杭が砂質地盤に接する長さの合計 (m)
 ψ : 杭の周囲の長さ (m)

$$L_s = 1.05 \text{ (m)}$$

$$R_f = 3.3 \times 20 \times 1.05 \times 0.474 = 33.2 \text{ (kN)}$$

c) 土中杭自重の計算

$$W_p = 0.115 \times 1.1 = 0.127 \text{ (kN)}$$

押込み耐力 $L_R a$ 、 $s_R a$ の算出

$$L_R a = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p} = \frac{29.95}{60.02} \text{ (kN)}$$

応力算定

長期最大押込み力 $C = 1.99 \text{ kN}$
 短期最大押込み力 $C = 10.53 \text{ kN}$

断面算定

長期押込み力の検討 $1.99 / 29.95 = \underline{0.067} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

短期押込み力の検討 $10.53 / 60.02 = \underline{0.176} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

2. 引抜き力の検討

引抜き耐力の tRa の算出

$$tRa = 2 / 3 \times Rf + Wp = \underline{22.26 \text{ (kN)}}$$

応力算定

短期最大引抜き力 $T = -12.94 \text{ kN}$

断面算定

短期引抜き力の検討 $12.94 / 22.26 = \underline{0.582} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

3. 水平力に対する検討

水平耐力の hRa の算出

$$hRa = 2 / 3 \times Qu$$

ここに Qu : 砂質土の極限水平方向抵抗力(kN)

(日本建築学会「基礎構造設計指針」Bromsの式より)

$$Qu = 0.5 \times Kp \times \gamma \times B \times L^2 \times (L / h + 1)$$

ここに Kp : 受動土圧係数で、下式による。

B : 杭の幅(m) $B = 0.076 \text{ m}$

L : 杭の地中部分長さ(m) $L = 1.05 \text{ m}$

h : 杭の突出長さ(m) $h = 0.932 \text{ m}$

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$Kp = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

ϕ : 内部摩擦角 $\phi = (20 \text{ N})^{0.5} + 15$ (大崎式より)

$$hRa = 2 / 3 \times Qu = \underline{3.95 \text{ (kN)}}$$

応力算定

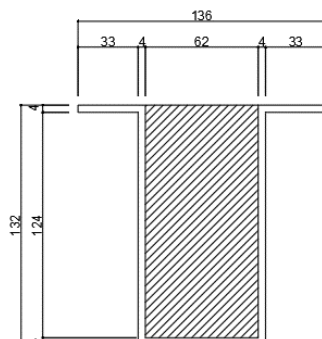
$$\begin{aligned} H &= M / h \\ &= 3.21 / 0.932 = 3.45 \text{ kN} \end{aligned}$$

断面算定

短期水平力の検討 $3.45 / 3.95 = \underline{0.874} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

5-3 杭の検討

採用N値 N = 20 地中部杭長 L = 1050 mm
土質 砂質土 凍結深度 0 mm



杭先端面積 $A_p = 0.009504 \text{ m}^2$
(ハッチ部も含む)
杭周長 $\psi = 0.474 \text{ m}$

1. 押込み力の検討

押込み耐力 L_Ra 、 s_Ra の算出

$$L_Ra = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p}$$

ここに q_p : 基礎杭の先端の地盤の許容応力度 (kN/m^2)
 A_p : 杭先端の有効断面積 (m^2)
 R_f : 杭と杭周面土の摩擦力 (kN)
 W_p : 土中杭自重

a) 杭先端の地盤の許容応力度の計算

$$q_p = \frac{300}{3} \times N = 2000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) 杭周面摩擦力の計算

$$R_f = 3.3 \times N_s \times L_s \times \psi$$

ここに N_s : 砂質地盤の平均N値
 L_s : 杭が砂質地盤に接する長さの合計 (m)
 ψ : 杭の周囲の長さ (m)

$$L_s = 1.05 \text{ (m)}$$

$$R_f = 3.3 \times 20 \times 1.05 \times 0.474 = 33.2 \text{ (kN)}$$

c) 土中杭自重の計算

$$W_p = 0.115 \times 1.1 = 0.127 \text{ (kN)}$$

押込み耐力 L_Ra 、 s_Ra の算出

$$L_Ra = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p} = \frac{29.95}{60.02} \text{ (kN)}$$

応力算定

長期最大押込み力 $C = 2.12 \text{ kN}$
短期最大押込み力 $C = 11.46 \text{ kN}$

断面算定

長期押込み力の検討 $2.12 / 29.95 = \underline{0.071} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

短期押込み力の検討 $11.46 / 60.02 = \underline{0.191} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

2. 引抜き力の検討

引抜き耐力の tRa の算出

$$tRa = 2 / 3 \times Rf + Wp = \underline{22.26 \text{ (kN)}}$$

応力算定

短期最大引抜き力 $T = -14.11 \text{ kN}$

断面算定

短期引抜き力の検討 $14.11 / 22.26 = \underline{0.634} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

3. 水平力に対する検討

水平耐力の hRa の算出

$$hRa = 2 / 3 \times Qu$$

ここに Qu : 砂質土の極限水平方向抵抗力(kN)

(日本建築学会「基礎構造設計指針」Bromsの式より)

$$Qu = 0.5 \times Kp \times \gamma \times B \times L^2 \times (L / h + 1)$$

ここに Kp : 受動土圧係数で、下式による。

B : 杭の幅(m) $B = 0.076 \text{ m}$

L : 杭の地中部分長さ(m) $L = 1.05 \text{ m}$

h : 杭の突出長さ(m) $h = 1.11 \text{ m}$

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$Kp = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

ϕ : 内部摩擦角 $\phi = (20^\circ)^{0.5} + 15$ (大崎式より)

$$hRa = 2 / 3 \times Qu = \underline{3.61 \text{ (kN)}}$$

応力算定

$$\begin{aligned} H &= M / h \\ &= 1.85 / 1.11 = 1.67 \text{ kN} \end{aligned}$$

断面算定

短期水平力の検討 $1.67 / 3.61 = \underline{0.463} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

5-4 N値の算定

地盤調査報告書に基づく各側点の平均換算N値表

杭先端深さ: 1100 mm

杭幅(d): 136 mm

※評価対象は杭先端深さを考慮し地表面下0.5mまでとしました。

※評価対象はSS試験結果以深となっており、試験結果以深につきましては平均N値と同等以上とします。

※斜体で記した数値は、貫入不能のためN=20としました。

深さ(m)	測点番号													
	1	2												
0.25	20.0	20.0												
0.50	20.0													
0.75														
1.00														
1.25														
1.50														
1.75														
2.00														
2.25														
2.50														
2.75														
3.00														
平均N値	20.00	20.00												

N = 20 を採用します。

土質: 砂質土

理由: 上記平均換算N値表で記したように、すべての点で平均N値が20を超えている。

※ 実際の工事では、最大引抜き力以上の引抜き耐力が出ることを引抜試験で確認し、想定通りの性質を持つ土壌であることを確かめ、暴風時における太陽光架台の飛散防止に対する安全を確保すること。

地盤調査報告書

GPSSホールディングス

和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事



国土交通大臣許可(般-27)第21635号

住まいの安全を
足元から支える

地盤力



地盤調査報告書

GPSSホールディングス

和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

2018年 11月

安心の価値空間を創る

株式会社サムシング

国土交通大臣許可(般-27)第21635号

はじめに

このたびは地盤調査のご依頼ありがとうございました。

ここに調査結果が出来上がりましたので、ご報告させていただきます。

この報告書は①資料調査結果②現地踏査結果③現地計測結果から最適な基礎仕様、地盤補強方法をご提案させて頂いております。

住まい・構造物づくりのお役にたてれば幸いです。

また、今後ともご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

物件名称 和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

物件住所 和歌山県伊都郡九度山町大字河根字辻ノ内216-4

工 期 2018年 11月 10日

INDEX

はじめに

■1.調査概要

■2.調査方法

■3.調査結果

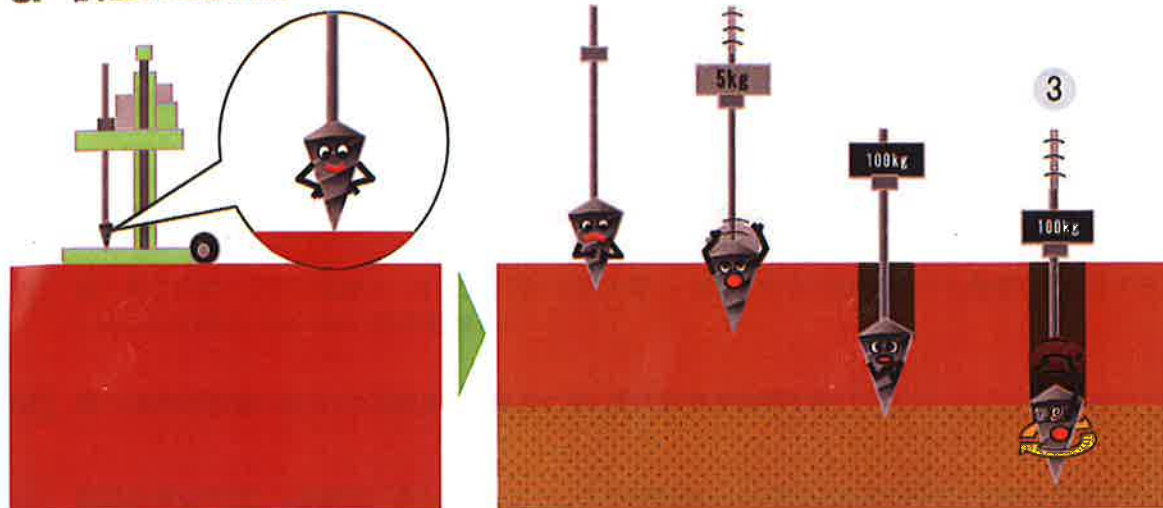
- ・チェックリスト
- ・調査位置図
- ・スウェーデン式サウンディング試験結果

■4.調査写真

■5.巻末資料

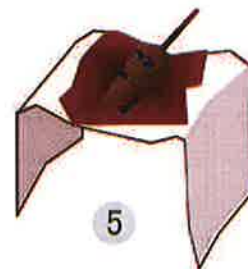
調査方法

a 調査方法解説



調査機:ジオカルテ(日東精工株式会社)

- 1 ロッドの先端にスクリーポイントを取り付け、調査ポイントに鉛直に設置します。
- 2 ロッドに5kgの荷重を掛け、スクリーポイントが地盤に沈むか確認します。沈まない場合、更に徐々に荷重を増やしていきます(5kg⇒15kg⇒25kg⇒50kg⇒75kg⇒100kg)。沈んだときの荷重と貫入した距離を記録します。
- 3 100kgでも貫入しない場合は、荷重は100kgのままロッドを右回りに回転させ、25cm貫入させるのに要する半回転数を測定し記録します。
- 4 測定中はロッドから伝わる音や感触も記録します。
- 5 測定終了後、ロッドを引き抜き、付着している土の状態や異常の有無を調べます。

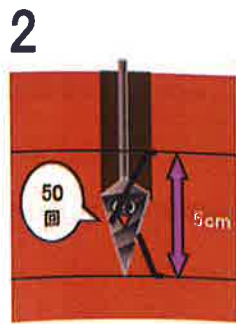


b 試験終了条件

以下の条件を満たした場合は、その深度で試験を終了します。



貫入深度が10mに達した場合



貫入5cmあたりの半回転数が50回転以上となった場合



固い地層に達し、回転時の反発が著しく大きな場合



大きな石などの障害物に当たった場合

調査方法

C 試験結果の記録と整理

- 1 荷重によって貫入が進む場合には、荷重の大きさ(W_{sw})とスクリーポイント先端の地表面からの貫入深さ(D)を記録し、そのときの貫入量を求める。
- 2 荷重1kNで、回転によって貫入が進む場合には、半回転数(N_a)に対応する貫入後のスクリーポイント先端の地表面から貫入深さを記録し、そのときの貫入量(L)を記録する。
- 3 貫入量に対応する半回転数は、次の式を用いて貫入量1m 当たりの半回転数(N_{sw})に換算して記録する。
($L=25\text{cm}$ の場合) $N_{sw}=4N_a$ (半回転数1m)
- 4 貫入速度が急激に増大したり減少する場合には、貫入状況を記録する。
- 5 試験結果は荷重、半回転数、貫入量1m 当たりの半回転数および試験状況に関する記事を記録する。

d 結果の整理

1 N値の算定(換算N値)

推定土質により下記式にてN値を算定する。

砂質土・礫質土	$N = 2W_{sw} + 0.067N_{sw}$	} 稲田式(「地盤調査の方法と解説」:地盤工学会)
粘性土	$N = 3W_{sw} + 0.050N_{sw}$	
W_{sw} : 載荷荷重(kN)		
N_{sw} : SWS試験における1.00mあたりの半回転数(回)		

2 長期許容支持力度の算定

$$q_a = 30W_{sw} + 0.6N_{sw} \cdots \text{建築物の構造関係技術基準解説書:国土交通省住宅局他監修}$$

q_a 長期許容支持力度(kN/m^2)

N_{sw} : 基礎下2.00mの範囲の平均 N_{sw} ※150を超える場合は150とする。

W_{sw} : 基礎下2.00mの範囲の平均 W_{sw}

推定土質力が複数になる場合は、各土質の層厚において N_{sw} を算定。算定した N_{sw} の内、最小値を採用する。

現地調査 (敷地内調査)



既存資料	周辺調査データ	SWSデータ	☐ あり ☒ なし	ボーリングデータ	☐ あり ☒ なし
	地図データ	地形図	☒ あり ☐ なし	旧地形図	☒ あり ☐ なし
	地形・地質データ	地形分類図	☒ あり ☐ なし	表層地質図	☒ あり ☐ なし

地形観察	周辺地形	地形区分	☐ 丘陵地 ☐ 台地 ☐ 段丘 ☐ 平坦化地 ☐ 崖錘 ☐ 扇状地 ☐ 扇状地性低地 ☐ 自然堤防 ☐ 砂州 ☐ 砂丘 ☐ 後背湿地 ☐ 谷底低地 ☐ 氾濫平野 ☐ 旧河道 ☐ 三角州 ☐ 湿地 ☐ 海岸平野 ☐ 干拓地 ☐ 盛土地 ☐ 埋立地 ☐ 浅い谷 ☒ 斜面 ☐ 人工地盤 ☒ その他
	地形位置		☐ 頂上部 ☒ 中腹部 ☐ 傾斜部 ☐ 裾部 ☐ 平坦部
	水路・河川		☒ 水路・河川なし ☐ 水路・河川あり(調査地より0m付近に幅0mの河川・水路)

敷地内観察	敷地履歴	現状	☐ 整地 ☐ 既成宅地 ☒ 不整地の原野 ☐ 水田 ☐ 畑 ☐ 山林 ☐ 雑木林 ☐ 造成地 ☐ 解体後の更地 ☐ 解体中 ☒ 造成中 ☐ 駐車場 ☐ その他
		前歴	☐ 既成宅地 ☐ 原野 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 山林 ☐ 雑木林 ☐ 崖地 ☐ 河川敷 ☐ 河川 ☐ 池沼 ☐ 工場 ☐ 駐車場 ☒ その他
	造成状況	盛土の有無	☒ 盛土なし ☐ 盛土あり(☐ 1m未満 ☐ 1m以上 ☐ 2m以上 ☐ 切土・盛土が混在)
		切土の有無	☒ 切土なし ☐ 切土あり(☐ 全面切土 ☐ 切土・盛土が混在)
		擁壁の有無	☒ 擁壁なし ☐ 擁壁あり (☐ -2m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +2m以上 ☐ その他)
		盛土経過年数	☒ 盛土なし ☐ 盛土あり (☐ 1年未満 ☐ 1年~3年未満 ☐ 3年~5年未満 ☐ 5年以上 ☐ 10年以上 ☐ 不明)
		新規盛土の予定	☒ なし ☐ あり(☐ 1m未満 ☐ 1~2m未満 ☐ 2m以上)
		地表面の起伏	☒ 平坦 ☒ 起伏 ☒ 傾斜 ☒ その他
		地表面の状況	☒ 更地 ☐ 雑草 ☐ コンクリート敷 ☒ 砂利敷 ☐ 芝生 ☒ アスファルト ☐ 田んぼ ☐ 畑 ☐ その他
		表土状態	☐ 乾 ☐ 湿 ☒ 硬 ☐ 軟 ☐ 極軟 ☐ その他
	既存建物状況	既存建物	☒ なし ☐ あり(築年数 年)
		既存地下車庫	☒ なし ☐ あり(☐ 壁面亀裂 ☐ スラブ亀裂 ☐ その他)
		建物構造	☐ なし ☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他
		階数	☐ なし ☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他
		建物基礎の亀裂	☒ 亀裂なし ☐ 亀裂あり(☐ 少ない ☐ 多い)
		建物外壁の亀裂	☒ 亀裂なし ☐ 亀裂あり(☐ 少ない ☐ 多い)
		建物の異常	☒ 異常なし ☐ 異常あり

施 工	施工支援	搬入障害	☒ なし ☐ あり(☐ 道路幅狭い ☐ カーブきつい ☐ クレーン必要 ☐ その他)
		表層地盤状況	☒ 異常なし ☐ 異常あり(☐ 表層軟弱 ☐ 雨天時は注意 ☐ その他)
		現場内高低差	☒ なし ☐ あり (☐ -2m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m以内 ☐ -0.5m以内 ☐ +0.5m以内 ☐ +1m以内 ☐ +1m以上 ☐ +2m以上 ☐ その他)
		電線の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 部分的に障害になる ☐ 敷地内全体に障害になる)
		スペース	☒ なし ☐ あり(☐ ヤード狭い ☐ 構造物あり ☐ 駐車スペースなし ☐ その他)
		その他	☒ 現調不要 ☐ 現調必要 ☐ その他

備 考	
-----	--

2018/11/10 12:47:21.0 N(3416.23319) E(13534.65403) 	2018/11/10 12:47:26.0 N(3416.2329) E(13534.65409) 
東側状況1	東側状況2
N3416.2332 E13534.5540 (N34° 16' 13.99" E135° 34' 33.24")	N3416.2329 E13534.5541 (N34° 16' 13.97" E135° 34' 33.25")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり (☐ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☒ +5m以上)
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ プロッタ ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり (☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他)
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり (☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり (☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり (☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員 (m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:47:32.0 N(3416.23213) E(13534.55348) 	2018/11/10 12:47:37.0 N(3416.23261) E(13534.55259) 
西側状況1 N3416.2321 E13534.5535 (N34° 16' 13.93" E135° 34' 33.21")	西側状況2 N3416.2326 E13534.5526 (N34° 16' 13.96" E135° 34' 33.16")

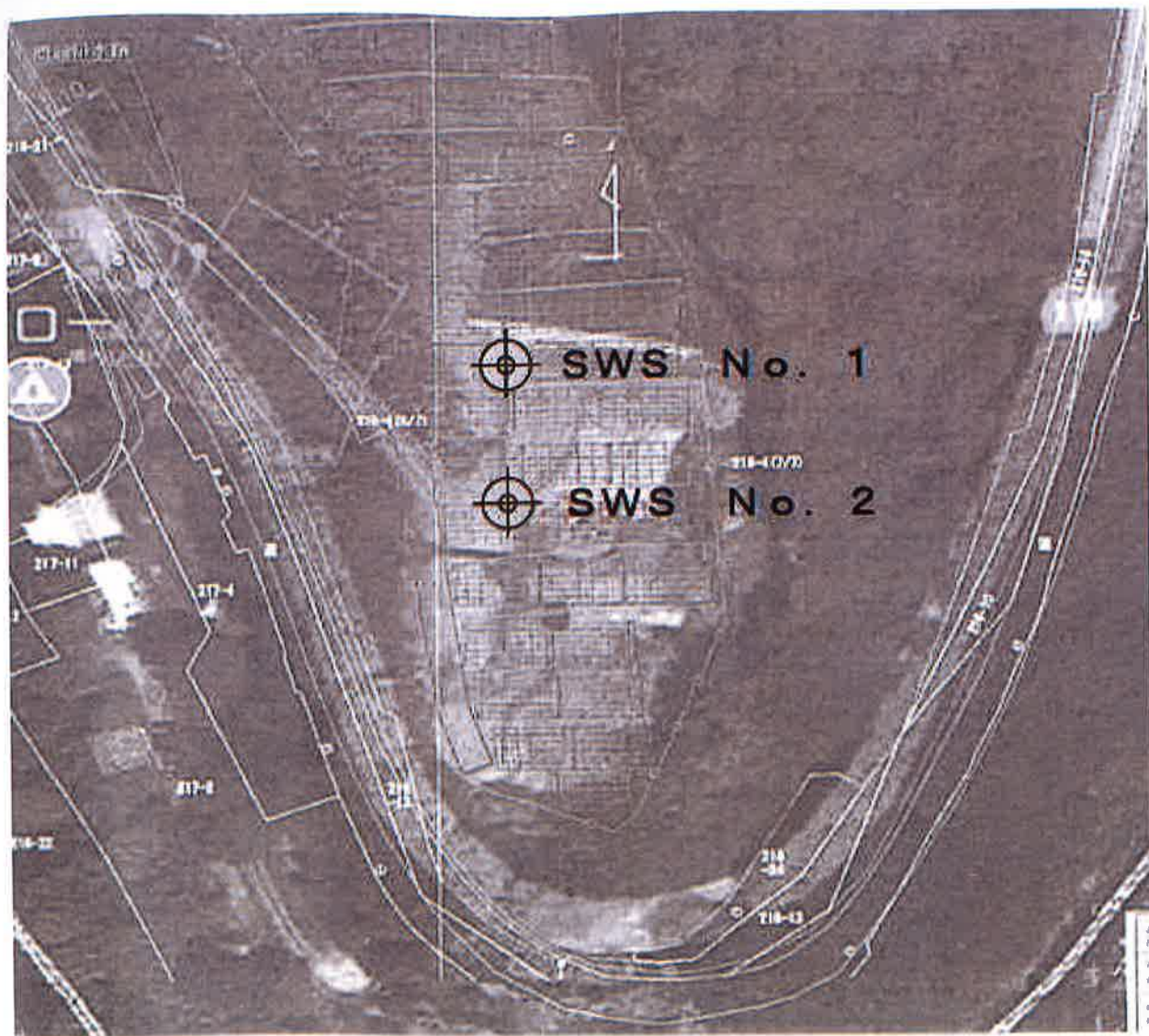
隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり (☒ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☐ +5m以上)
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☒ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり (☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他)
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり (☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり (☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☐ なし ☒ あり
	道路の種類	☐ なし ☒ あり (☒ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員 (5 m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:47:44.0 N(3416.23058) E(13534.55268) 	2018/11/10 12:47:48.0 N(3416.22982) E(13534.55315) 
南側状況1 N3416.2306 E13534.5527 (N34° 16' 13.84" E135° 34' 33.16")	南側状況2 N3416.2298 E13534.5531 (N34° 16' 13.79" E135° 34' 33.19")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり ☒ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☐ +5m以上
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり ☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり(☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり(☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員(m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:49:13.0 N(3416.24665) E(13534.56235) 	2018/11/10 12:49:17.0 N(3416.24635) E(13534.56206) 
北側状況1	北側状況2
N3416.2467 E13534.5624 (N34° 16' 14.8" E135° 34' 33.74")	N3416.2463 E13534.5621 (N34° 16' 14.78" E135° 34' 33.73")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり (☐ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☒ +5m以上)
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり (☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他)
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり (☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり (☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり (☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員 (m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		



和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

所調査位置地現状観察に際して
多少のズレがあるものとしてお考え下さい。



GeoSign

礫質土

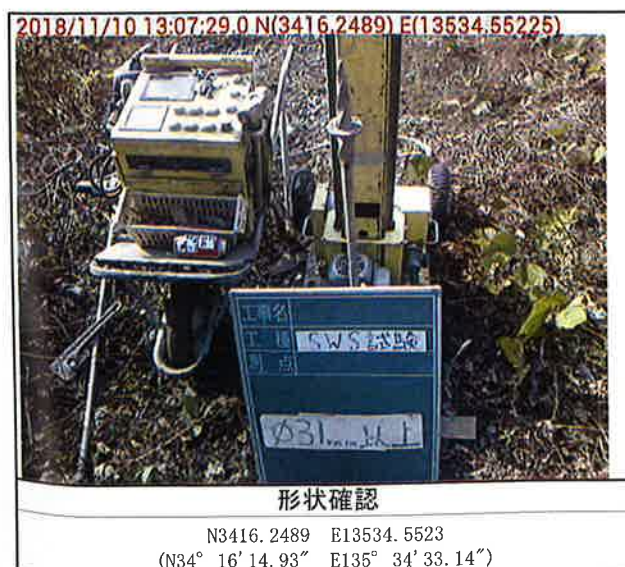
- ◻ 回 轉 層
- ◻ 自 沈 層

GeoSign

P. 141

調査状況及びその他1

Soil Investigation is Certificated By GeoSign Corporation
 ここをクリックすると電子認証の有効性を確認できます。
 エラーの場合は最新のPDFをダウンロードして下さい。





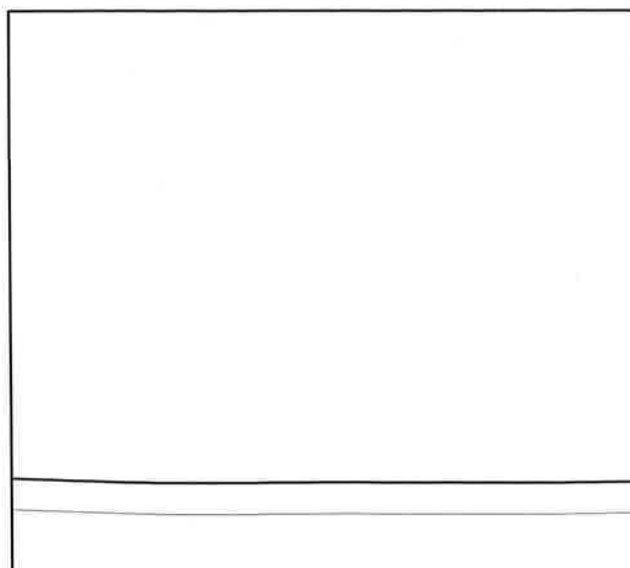
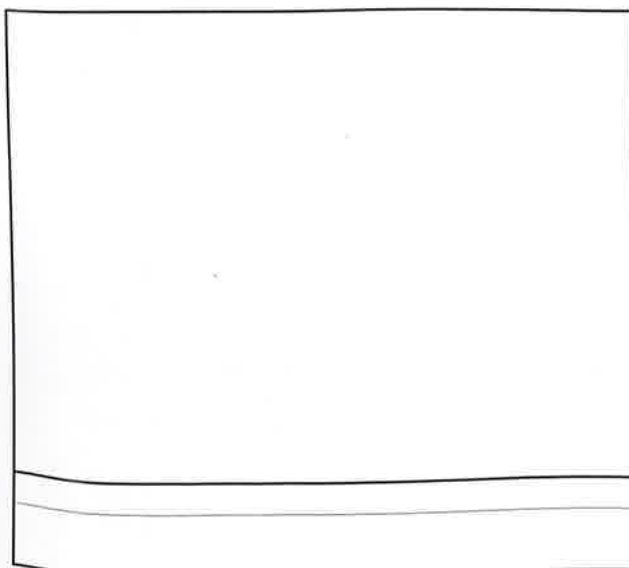
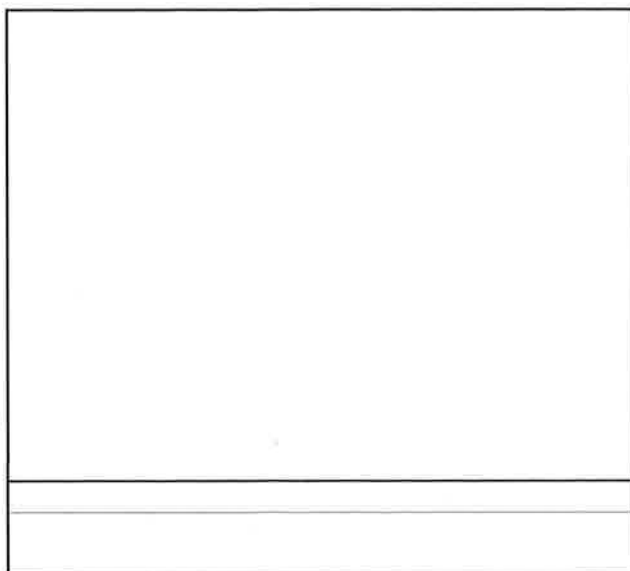
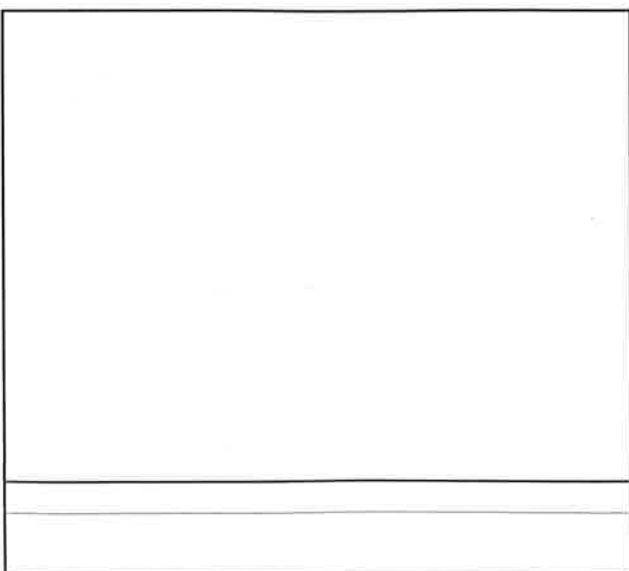
測点2

N3416.2364 E13534.5546
(N34° 16' 14.18" E135° 34' 33.28")



土質確認

N3416.2488 E13534.5541
(N34° 16' 14.93" E135° 34' 33.25")



安心と信頼をもたらす新時代の地盤調査 GeoSign

この度、地盤調査をご依頼いただきまして、誠にありがとうございました。

「G-web system」は「電子認証」をキーワードとし、全自動地盤調査機・GPS・タイムスタンプを最大限に使用した地盤調査の明確で正しい基準の標準化を目指します。

今までと何が違うの？

実際にこの場所で試験した調査データで間違いはない？

- ・G-Webシステムは業界では無かったGPS機能を搭載しました。試験機にGPSを搭載する事により、地盤調査位置及び写真撮影を行った位置(緯度、経度)、日時を衛星により捕捉し、正しく記録します。

試験データの移動はすべて無線通信で行います。

- ・試験データ及び写真データの入力、出力は無線通信でG-Webサーバーに送られる為、データの出力ミスや改ざん等が無く、安心してデータ移動が行えます。

調査データ、写真データは認証されます。

- ・調査データや写真データは全てジオサイン(株)による電子認証がなされ第三者によるデータの改ざん性、存在性をきちんと証明致します。

試験データはしっかり保存されていますか？

- ・5年10年前のデータは現在、再発行すると無い物が多いと思われそうですが、G-Webシステムのデータは電子媒体で長期保存が可能な為、5年10年の保存が可能になりました。



『G-Web system』は、GPS(位置情報)・タイムスタンプ(調査時刻)・地盤調査データなどをインターネットを活用し、リアルタイムで『電子認証』を行い、不正な入力や改竄を防止できるシステムです。一般地盤調査はもちろんの事、2009年10月から施行の瑕疵担保履行法による保険にも幅広く活用できます。

和歌山県伊都郡九度山町太陽光発電所新設工事

構 造 計 算 書

6段12列15度 地盤傾斜12度
パイル杭

令和4年 2月

はじめに

この計算書で扱う架台の図面は3章に掲載します。

6段3列、6段6列、6段9列、6段12列の4タイプの架台があり、
杭スパンがもっとも長い6段12列の架台を計算対象とします。

柱スパン、レール端部長さが1番長い架台を検討することで、
各部材に生じる応力が最大となるため、
6段12列の結果を他の架台に対しても採用し、他の架台の検討を省略します。

また、南北地盤傾斜角度0度～12度のうち、7.5度・12度では
地盤傾斜により風荷重が割り増されることで風荷重が最大となる12度を採用します。

目 次

§ 1. 一般事項	1
§ 2. 荷重	7
§ 3. 概要図	16
§ 4. 応力解析	20
§ 5. 断面算定	94
添付資料. 地盤調査報告書	128

§ 1. 一般事項

1-1 適用基準

本計算書は、和歌山県伊都郡九度山町太陽光発電所新設工事の構造計算に適用する。

(所在地:和歌山県伊都郡九度山町216-4)

1-2 適用法規、適用指針

本計算書中、特に規定のない事項については、下記の法規及び指針を適用する。

- (1)発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令(令和3年経済産業省令第29号)・同解釈(2021)
- (2)鋼構造設計規準 SI単位版(日本建築学会)
- (3)太陽電池アレイ用支持物設計標準(JIS C8955 2017)
- (4)アルミニウム建築構造設計規準・同解説

1-3 設計方針

- ・ 計算方法は許容応力度設計とする。
- ・ モデル化は実状の形状に基づき線材にて3次元モデルを作成する。
- ・ 応力解析は立体フレーム解析とする。
- ・ 鋼材自重はGPL等を考慮し、1.1倍とする。
- ・ 柱脚は柱を地盤に埋め込むため固定とする。

1-4 使用電算プログラム

・MIDAS iGen (MIDAS IT)

→任意形状立体フレームの弾性応力解析、部材断面計算プログラム

1-5 各種定数

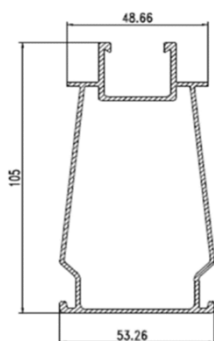
単位体積重量

材 料	重 量
AL6005-T5	27 kN/m ³
Q235	76.98 kN/m ³

1-6. 使用材料及び材料の許容応力度

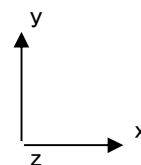
a) レール 横棧

材質: AL6005-T5 $\sigma_s = 200 \text{ N/mm}^2$ $E = 70000 \text{ N/mm}^2$



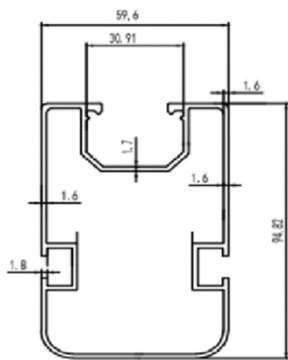
截面几何参数表

A	515.3469	I _p	877260.8083
I _x	694190.7853	I _y	183070.0230
i _x	36.7020	i _y	18.8477
W _x (上)	12836.4207	W _y (左)	6861.3847
W _x (下)	14532.9097	W _y (右)	6861.3847
绕X轴面积矩	8621.0430	绕Y轴面积矩	4552.6459
形心离左边缘距离	26.6812	形心离右边缘距离	26.6812
形心离上边缘距离	54.0798	形心离下边缘距离	50.9202
主矩I1	694190.785	主矩1方向	(1.000,0.000)
主矩I2	183070.023	主矩2方向	(0.000,1.000)



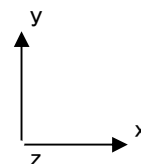
b) 主材 縦棧

材質: AL6005-T5 $\sigma_s = 200 \text{ N/mm}^2$ $E = 70000 \text{ N/mm}^2$



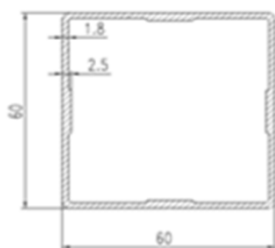
截面几何参数表

A	666.6531	I _p	1036899.0870
I _x	687389.6252	I _y	349509.4618
i _x	32.1108	i _y	22.8970
W _x (上)	15761.9125	W _y (左)	11728.5054
W _x (下)	13423.1370	W _y (右)	11728.5054
绕X轴面积矩	9547.1253	绕Y轴面积矩	7148.3773
形心离左边缘距离	29.8000	形心离右边缘距离	29.8000
形心离上边缘距离	43.6108	形心离下边缘距离	51.2093
主矩I1	687389.625	主矩1方向	(1.000,0.000)
主矩I2	349509.462	主矩2方向	(0.000,1.000)



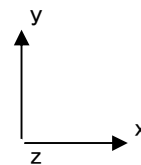
c) 斜材

材質: AL6005-T5 $\sigma_s = 200 \text{ N/mm}^2$ $E = 70000 \text{ N/mm}^2$



断面幾何学パラメータ (mm)

A	453	I _p	498263
I _x	249132	I _y	249132
i _x	23.44	i _y	23.44
Z _x (上)	8304	Z _y (左)	8304
Z _x (下)	8304	Z _y (右)	8304
中心から左縁までの距離	30	中心から右縁までの距離	30
中心から上縁までの距離	30	中心から下縁までの距離	30

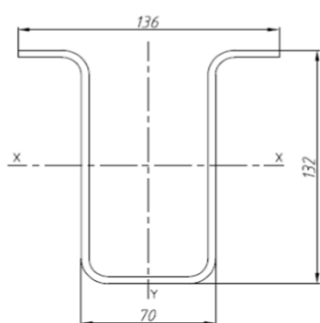


d) 柱・杭 几型パイル

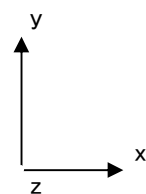
材質: Q235

$\sigma_s = 235 \text{ N/mm}^2$

$E = 205000 \text{ N/mm}^2$



断面幾何学パラメータ (mm)			
A	1568	I _p	5544581
I _x	3588061	I _y	1956520
i _x	47.83	i _y	35.32
Z _x (上)	54907	Z _y (左)	28772
Z _x (下)	53831	Z _y (右)	28772
図心から左縁までの距離	68	図心から右縁までの距離	68
図心から上縁までの距離	65.3	図心から下縁までの距離	66.6



架構材料の許容応力度

(N/mm²)

鋼 材	長期許容応力度				短期許容応力度			
	引張 f _t	せん断 f _s	圧縮 f _c	曲げ f _b	引張 f _t	せん断 f _s	圧縮 f _c	曲げ f _b
AL6005-T5	133	76.9	規準式による		200	115.4	長期 × 1.5	
Q235	156	90.4			235	135.6		

ボルトの許容応力度

(N/mm²)

鋼 材	長期許容応力度		短期許容応力度	
	引張 f _t	せん断 f _s	引張 f _t	せん断 f _s
SUS304	300	173.2	450	259.8

1. 鋼材の化学成分

表1、表2 中国規格 GB/T-700-2006 より抜粋

表 1

牌号	统一数字代号 ^a	等级	厚度(或直径) /mm	脱氧方法	化学成分(质量分数)/%, 不大于				
					C	Si	Mn	P	S
Q195	U11952	—	—	F, Z	0.12	0.30	0.50	0.035	0.040
Q215	U12152	A	—	F, Z	0.15	0.35	1.20	0.045	0.050
	U12155	B							0.045
Q235	U12352	A	—	F, Z	0.22	0.35	1.40	0.045	0.050
	U12355	B			0.20 ^b				0.045
	U12358	C		Z	0.17			0.040	0.040
	U12359	D		TZ				0.035	0.035
Q275	U12752	A	—	F, Z	0.24	0.35	1.50	0.045	0.050
	U12755	B	≤40	Z	0.21			0.045	0.045
			>40		0.22				
	U12758	C	—	Z	0.20			0.040	0.040
	U12759	D	—	TZ				0.035	0.035

表 2

牌号	等级	屈服强度 ^a $R_{eH}/(N/mm^2)$, 不小于						抗拉强度 ^b $R_m/(N/mm^2)$	断后伸长率 A/% , 不小于					冲击试验(V型缺口)	
		厚度(或直径)/mm							厚度(或直径)/mm					温度/ ℃	冲击吸收功 (纵向)/J 不小于
		≤16	>16~ 40	>40~ 60	>60~ 100	>100~ 150	>150~ 200		≤40	>40~ 60	>60~ 100	>100~ 150	>150~ 200		
Q195	—	195	185	—	—	—	—	315~430	33	—	—	—	—	—	—
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335~450	31	30	29	27	26	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+20	27
Q235	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	235	225	215	215	195	185	370~500	26	25	24	22	21	+20	27 ^c
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	
	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-20	
Q275	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	275	265	255	245	225	215	410~540	22	21	20	18	17	+20	27
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	
	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-20	

^a Q195 的屈服强度值仅供参考, 不作交货条件。

^b 厚度大于 100 mm 的钢材, 抗拉强度下限允许降低 20 N/mm²。宽带钢(包括剪切钢板)抗拉强度上限不作交货条件。

^c 厚度小于 25 mm 的 Q235B 级钢材, 如供方能保证冲击吸收功值合格, 经需方同意, 可不作检验。

表 J I S 規格 JIS G 3101:2010 より抜粋

■一般構造用圧延鋼材(SS)

種類の 記 号	化 学 成 分 ⁽¹⁾ %				機 械 的 性 質				引張強さ MPa
	C Mn P S				降伏点又は耐力 MPa				
					鋼材の厚さ ⁽²⁾ mm				
					16 以下	16 を超え 40 以下	40 を超え 100 以下	100 を超 えるもの	
SS330	—	—	≦ 0.050	≦ 0.050	≧ 205	≧ 195	≧ 175	≧ 165	330 ～ 430
SS400	—	—	≦ 0.050	≦ 0.050	≧ 245	≧ 235	≧ 215	≧ 205	400 ～ 510

Q235B, SS400の引張強さ、板厚による降伏耐力は異なるが、設計上降伏耐力は16mm以下の場合でも235N/mm²としているため問題ない。

2. アルミニウムの化学成分

2-1 アルミニウム(6005)の化学成分 (中国 GB3190-2008 基準より抜粋)

序号	牌号	化学成分(质量分数)/%													
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn		Ti	Zr	其他		Al
													单个	合计	
105	6101A	0.30~0.7	0.40	0.05	—	0.40~0.9	—	—	—	—	—	—	0.03	0.10	余量
106	6101B	0.30~0.6	0.10~0.30	0.05	0.05	0.35~0.6	—	—	0.10	—	—	—	0.03	0.10	余量
107	6201	0.50~0.9	0.50	0.10	0.03	0.6~0.9	0.03	—	0.10	0.06 B	—	—	0.03	0.10	余量
108	6005	0.6~0.9	0.35	0.10	0.10	0.40~0.6	0.10	—	0.10	—	0.10	—	0.05	0.15	余量
109	6005A	0.50~0.9	0.35	0.30	0.50	0.40~0.7	0.30	—	0.20	0.12~0.50 Mn+Cr	0.10	—	0.05	0.15	余量

2-2 JISの化学成分表

(JIS H4100:2015)

6005A	0.50~0.9	0.35 以下	0.30 以下	0.50 以下	0.40~0.7	0.30 以下	0.20 以下	Mn+Cr 0.12~0.50	0.10 以下	0.05 以下	0.15 以下	残部
6005C (6N01)	0.40~0.9	0.35 以下	0.35 以下	0.50 以下	0.40~0.8	0.30 以下	0.25 以下	Mn+Cr 0.50 以下	0.10 以下	0.05 以下	0.15 以下	残部

表2-1と表2-2から中国規格AL6005はJIS規格のAL6005Aの化学成分を十分に満たしていることから、GB規格AL6005はJIS規格AL6005A相当する。

表3—押出型材の機械的性質 (続き)

(JIS H4100:2015)

合金番号	質別 ^{a)}	引張試験					
		試験箇所の内厚 mm	断面積 cm ²	引張強さ N/mm ²	耐力 N/mm ²	伸び ^{b)} %	
						A _{50mm}	A
6005A	T4 ^{c)}	25 以下	—	180 以上	90 以上	13 以上	15 以上
	T5	8 以下	—	250 以上	200 以上	—	8 以上
	T6 ^{c)}	5 以下	—	270 以上	225 以上	6 以上	8 以上
		5 を超え 10 以下	—	260 以上	215 以上	6 以上	8 以上
		10 を超え 25 以下	—	250 以上	200 以上	6 以上	8 以上

※AL6005 T5 と T6 の違い

形成した後に行う熱処理が違います。

T 5 :

形成された後に冷却を行います。冷却工程を通してアルミは更に強度を増やします。このように冷却工程を経た熱処理が T5 です。

T 6 :

形成された後、T5 と違って瞬間冷却されますので、T5 よりも強い強度を得ることができます。瞬間冷却の際に歪みが生じやすいため、高度なアルミ生成技術が求められます。

1-7. 検討結果一覧

検討箇所	検討ケース	応力度 (N/mm ²)		許容応力度 (N/mm ²)	検定率	判定
レール材	長期	σ_{bx}	14.81	105.80	0.209	OK
		σ_{by}	7.29	105.80		
	短期	σ_{bx}	132.45	158.70	0.872	OK
		σ_{by}	5.84	158.70		
主材	長期	σ_{bx}	13.41	101.20	0.142	OK
		σ_{by}	0.86	101.20		
	短期	σ_{bx}	143.79	151.80	0.948	OK
		σ_{by}	0.00	151.80		
短辺 ブレース1	長期	σ	3.21	61.14	0.053	OK
	短期	σ	26.96	91.71	0.294	OK
短辺 ブレース2	長期	σ	3.60	48.50	0.075	OK
	短期	σ	27.40	72.75	0.377	OK
前杭	長期	σ_{bx}	3.23	156.00	0.030	OK
		σ_{by}	0.00	156.00		
		σ_c	1.10	136.80		
	短期	σ_{bx}	117.59	235.00	0.541	OK
		σ_{by}	0.00	235.00		
		σ_c	8.20	205.20		
後杭	長期	σ_{bx}	5.17	156.00	0.046	OK
		σ_{by}	0.00	156.00		
		σ_c	1.52	131.20		
	短期	σ_{bx}	64.57	235.00	0.337	OK
		σ_{by}	0.00	235.00		
		σ_c	12.15	196.80		

検討箇所	検討ケース	応力 (kN)		耐力 (kN)	検定率	判定
短い 柱・杭	長期	押込	1.72	32.55	0.053	OK
	短期	押込	12.85	65.26	0.197	OK
	短期	引張	10.42	27.56	0.379	OK
	短期	水平	6.87	7.20	0.955	OK
長い 柱・杭	長期	押込	2.38	32.55	0.074	OK
	短期	押込	19.05	65.26	0.292	OK
	短期	引張	15.75	27.56	0.572	OK
	短期	水平	2.42	6.68	0.363	OK

たわみの検討結果

検討箇所	検討ケース	たわみ量 部材長		許容 範囲	検定率	判定
レール材	長期	一般	1/1513	1/300	0.198	OK
		端部	1/6736	1/250	0.037	OK
	積雪時	一般	1/318	1/200	0.629	OK
		端部	1/1333	1/150	0.113	OK
主材	長期	一般	1/3131	1/300	0.096	OK
		端部	1/1190	1/250	0.210	OK
	積雪時	一般	1/546	1/200	0.366	OK
		端部	1/320	1/150	0.469	OK

§ 2. 荷重

2-1 設計荷重

a) 鋼材自重(DL1)

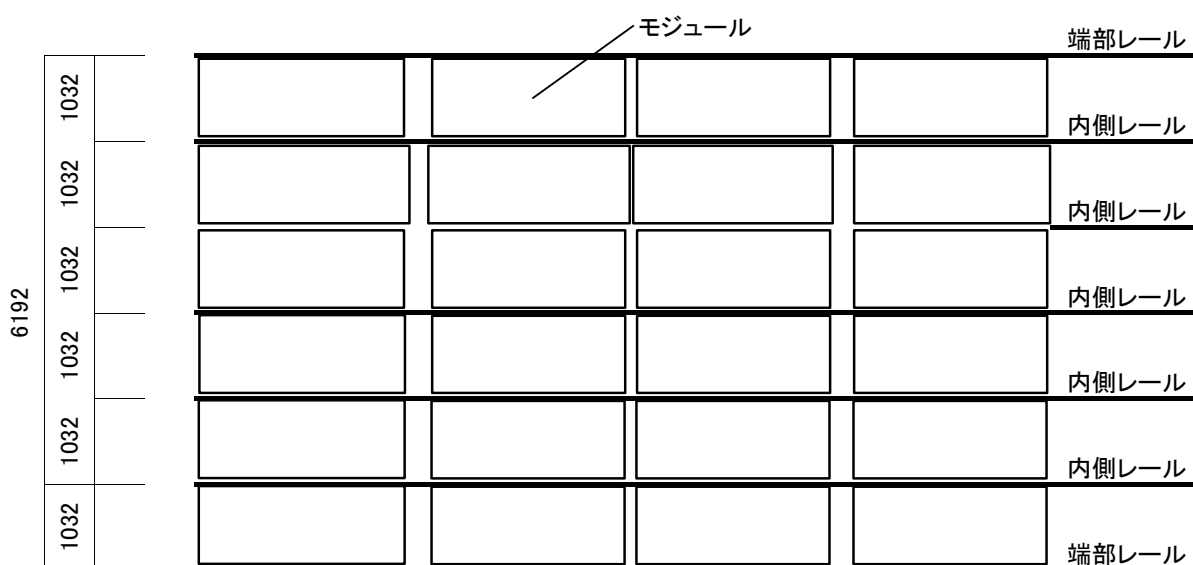
b) 固定荷重(DL2)

モジュール1枚の大きさ 2.037 m x 1.005 m = 2.047 m²

モジュール1枚あたり 26.5 kg 合計 72 枚

モジュール負担面積 24.400 m x 6.192 m = 151.1 m²

モジュール受け材等考慮1.1倍
 $26.5 \times 72 \div 151.1 \times 9.8 \times 1.1 = 136 \text{ N/m}^2$



端部レールの負担幅: $(0 + 1032) \div 2 \div 1000 = 0.516 \text{ m}$

内側レールの負担幅: $(1032 + 1032) \div 2 \div 1000 = 1.032 \text{ m}$

入力荷重

端部レール... 136 x 0.516 = 70.176 N/m → **-0.08 kN/m**

内側レール... 136 x 1.032 = 140.352 N/m → **-0.15 kN/m**

c) 風荷重(WLX+,WLX-)

風圧力の算定

$$w = C_a \times q$$

w: 面積1m²当たりの風圧力(N/m²)

C_a: 風力係数

q: 速度圧(N/m²)

$$q = 0.6 \times E \times V_0^2 \times I$$

E: 国土交通大臣が定める方法で算出した数値

V₀: 基準風速(m/s)

I: 用途係数

$$E = (E_r \times E_g)^2 \times Gf$$

E_r: 平均風速の高さ方向の分布を表す係数

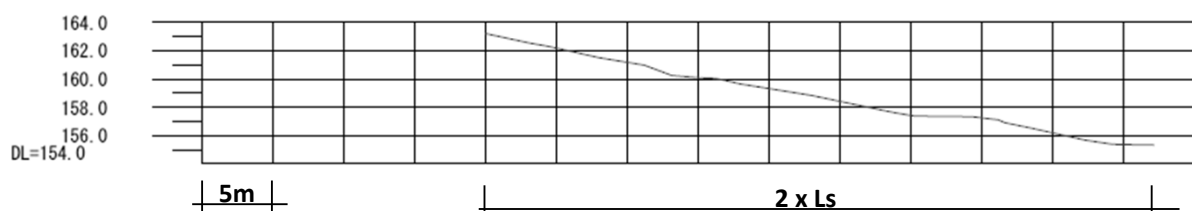
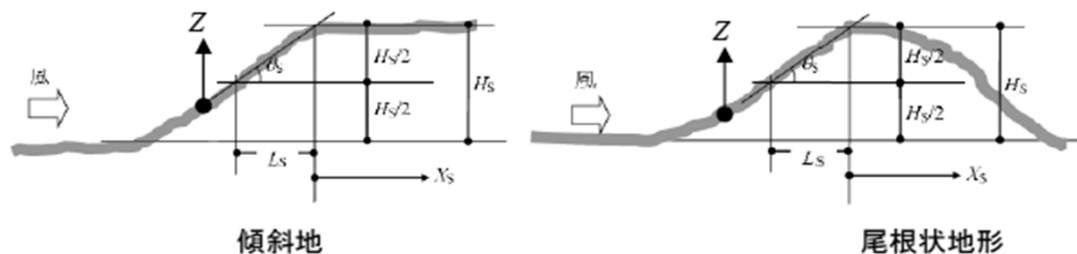
E_g: 地形による風速の割り増し係数

Gf: ガスト影響係数

地表面粗度区分	Ⅱ	$Z_b = 5.00 \text{ m}$	$Z_G = 350 \text{ m}$	$\alpha = 0.15$
架台高さ	地上からの高さ =	1.784	m	H = 1.784 m
$H \leq Z_b$ の場合	$Er = 1.7(Z_b/Z_G)^\alpha$	←採用		
$H > Z_b$ の場合	$Er = 1.7(H/Z_G)^\alpha$			
∴		$Er = 1.7 \times (5.00/350)^{0.15} =$	0.899	

南傾斜の場合の順風 $E_g = (C1 - 1) \{ C2 (Z/H_s - C3) + 1 \} \exp \{ -C2 (Z/H_s - C3) \} + 1$ 、かつ1以上

南傾斜の場合の逆風 $E_g = 1$



地形: 傾斜地	12° >	θ _s = 6.7°	C1 = 1.90	C2 = 0.92	C3 = -2.00
L _s = 34.0 m	X _s = 0.0 m	Z = Z _b = 5.00 m	H _s = 8.0 m	E _g = 1.275	
H ≤ 10 の場合	Gf = 2.200	←採用			
10 < H < 40 の場合	Gf = 2.255				
H ≥ 40 の場合	Gf = 2.000				

順風の場合 ∴ E = (0.899 × 1.275)² × 2.2 = 2.889

逆風の場合 ∴ E = (0.899 × 1)² × 2.2 = 1.777

基準風速V₀

和歌山県伊都郡九度山町より

→ V₀ = 34.0 m/s

順風の場合 ∴ q = 0.6 × 2.88943 × 34² × 1.0 = 2004.11 N/m² → 2010 N/m²

逆風の場合 ∴ q = 0.6 × 1.77742 × 34² × 1.0 = 1232.82 N/m² → 1240 N/m²

パネル角度-地盤傾斜(min 5度)θ = 5° パネル傾斜θ' = 15°

太陽光発電システムの用途	用途係数
極めて重要な太陽光発電システム	1.32
通常の太陽光発電システム	1.0
注記 通常の太陽光発電システムの風速の設計用再現期間を 50 年とし、これが用途係数の 1.0 に相当する。	

←採用

5.3.1 アレイ面の風力係数

アレイ面の風力係数は、風洞実験によって定める。ただし、表 6 に示す設置形態の場合は、次によって算出してもよい。

地上設置で順風（正圧）の場合、端部アレイ、中央部アレイとも式(6)による。中央部アレイは、表 6 に示す係数を適用してもよい。

$$C_a = 0.35 + 0.055\theta - 0.0005\theta^2 \dots\dots\dots (6)$$

ただし、 $5 \text{ 度} \leq \theta \leq 60 \text{ 度}$

地上設置で逆風（負圧）の場合、端部アレイ、中央部アレイとも式(7)による。中央部アレイは、表 6 に示す係数を適用してもよい。

$$C_a = 0.85 + 0.048\theta - 0.0005\theta^2 \dots\dots\dots (7)$$

ただし、 $5 \text{ 度} \leq \theta \leq 60 \text{ 度}$

表 6—アレイ面の風力係数の適用

設置形態	風力係数 (C_a)		適用
	順風（正圧）	逆風（負圧）	
地上設置			図 2 に定義する中央部アレイでは、近似式の値を 0.6 倍して使用してもよい。
注記 $\Rightarrow$ は風向、 $\rightarrow$ は風圧力の方をを表す。			

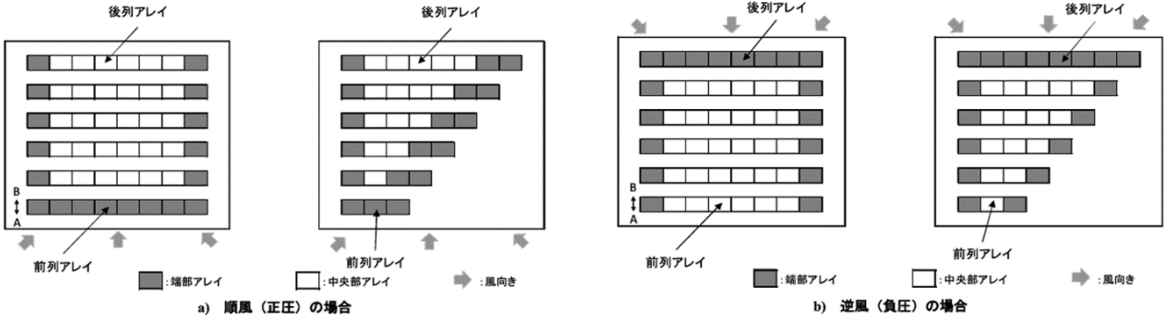
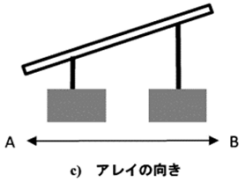


図 2—地上設置形アレイの端部アレイ及び中央部アレイ

$$\begin{aligned}
 & \text{順風の場合} \quad C_a = 0.35 + 0.055\theta - 0.0005\theta^2 \\
 & \text{逆風の場合} \quad C_a = 0.85 + 0.048\theta - 0.0005\theta^2
 \end{aligned}$$



順風の場合 $w = C_a \times q = 0.61 \times 2010 = 1226.1 \text{ N/m}^2 \rightarrow 1.23 \text{ kN/m}^2$
 逆風の場合 $w = C_a \times q = 1.08 \times 1240 = 1339.2 \text{ N/m}^2 \rightarrow 1.34 \text{ kN/m}^2$

水平方向風圧力

順風の場合 $WLX+ = 1.23 \times \sin \theta' = 0.32 \text{ kN/m}^2$

逆風の場合 $WLX- = 1.34 \times \sin \theta' = 0.35 \text{ kN/m}^2 \leftarrow \text{※電算入力値は負値とする。}$

鉛直方向風圧力

順風の場合 $WLX+ = 1.23 \times \cos \theta' = 1.19 \text{ kN/m}^2 \leftarrow \text{※電算入力値は負値とする。}$

逆風の場合 $WLX- = 1.34 \times \cos \theta' = 1.29 \text{ kN/m}^2$

端部レールの負担幅: 0.516 m

内側レールの負担幅: 1.032 m

電算入力荷重

順風	端部レール...	0.32	x	0.5160	=	0.16512 kN/m	→	0.17 kN/m	水平方向
	端部レール...	-1.19	x	0.5160	=	-0.614 kN/m	→	-0.62 kN/m	鉛直方向
	内側レール...	0.32	x	1.032	=	0.33024 kN/m	→	0.34 kN/m	水平方向
	内側レール...	-1.19	x	1.032	=	-1.2281 kN/m	→	-1.23 kN/m	鉛直方向
逆風	端部レール...	-0.35	x	0.5160	=	-0.1806 kN/m	→	-0.19 kN/m	水平方向
	端部レール...	1.29	x	0.5160	=	0.66564 kN/m	→	0.67 kN/m	鉛直方向
	内側レール...	-0.35	x	1.032	=	-0.3612 kN/m	→	-0.37 kN/m	水平方向
	内側レール...	1.29	x	1.032	=	1.33128 kN/m	→	1.34 kN/m	鉛直方向

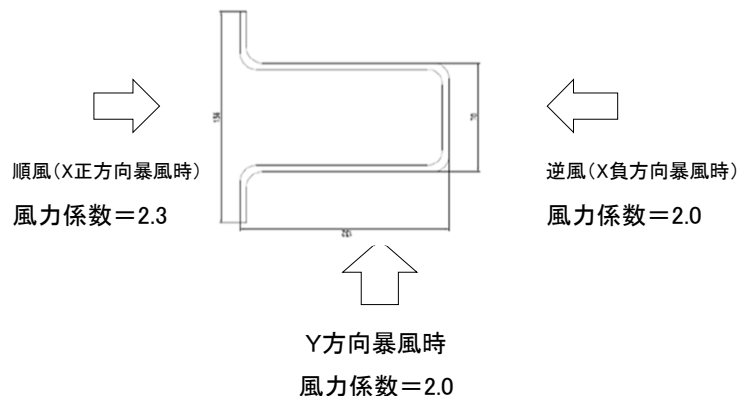
柱の風力係数

表 7—単体部材の風力係数

断面形状	風力係数	断面形状	風力係数
 円形断面	1.20 (0.75) ^{a)}	 T形断面 辺長比約 1 : 2	1.80
 四角断面 風向に正対	2.00	 T形断面 辺長比約 1 : 2	2.00
 四角断面 風向に 45° 傾斜	1.50	 T形断面 辺長比約 1 : 2	1.50
 四角断面 r 付 $r/d=0.2$ 以上	1.20	 H形断面 辺長比約 1 : 2	2.20
 六角断面	1.40	 H形断面 辺長比約 1 : 2	1.90
 三角形断面	1.30	 溝形断面 辺長比約 1 : 2	2.10
 三角形断面	2.00	 溝形断面 辺長比約 1 : 2	1.80
 等辺山形鋼	2.00	 溝形断面 辺長比約 1 : 2	1.40
 等辺山形鋼	1.80	 十字断面	1.80
 不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.60	 半円形	2.30
 不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.70	 半円形	1.20
 不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	2.00	 平鋼 細長いもの	2.00
 不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.90	 平鋼 (プレート) 正方形に近いもの	1.20

注記 1 地上設置形アレイ及び屋根設置形アレイの基礎の風力係数は、1.2 とする。
注記 2 表中の→は、風向を示す。
注 ^{a)} 括弧内の数値は、設計風速 ($V_0 \times E_z$) が、次の計算式によって求められる風速 V ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) を超える場合を示す。

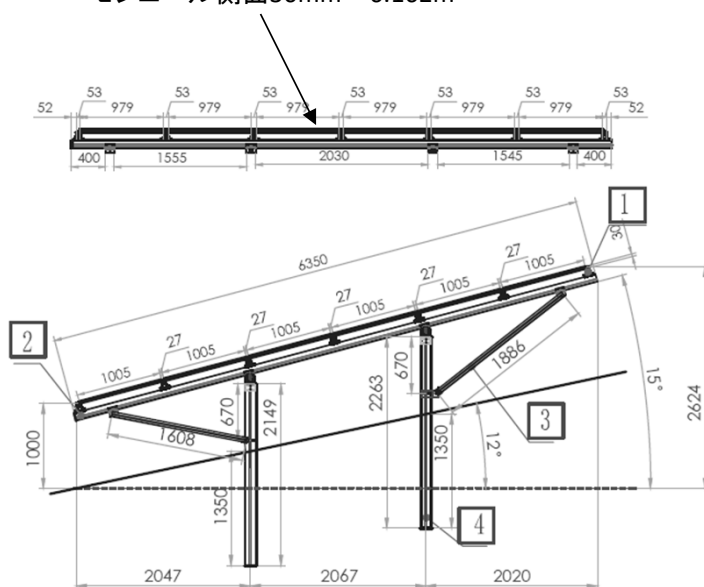
$$V = 5.84/d$$
ここに、 d は、部材の外形寸法 (m)



柱の幅 0.136 m (強軸方向)
 0.133 m (弱軸方向)

2010	x	2.3	x	0.136	=	628.73 N/m	→	0.63 kN/m	順風(X正方向暴風時)
1240	x	2.0	x	0.136	=	337.28 N/m	→	-0.34 kN/m	逆風(X負方向暴風時)

モジュール側面30mm×6.162m



モジュール側面	0.19	m ²
主材	0.60	m ²
斜材	0.21	m ²

上記にかかる風力係数は 2.0

上記にかかる風力係数は 2.0

→ **3.05 kN**

$$0.134 \times 1.12 = 0.150$$

P. 12

d) 積雪荷重(SL)

設計用積雪荷重は、式(8)によって算出する。

$$S_p = C_s \times P \times Z_s \times A_s \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

ここに、
 S_p : 積雪荷重 (N)
 C_s : こう配係数
 P : 雪の平均単位荷重 (積雪 1m 当たり N/m²)
 Z_s : 地上垂直積雪量 (m)
 A_s : 積雪面積 (アレイ面の水平投影面積) (m) ← レール負担幅とする。

a) こう配係数 こう配係数 C_s は、1.0 とする。ただし、アレイ面の積雪の滑落を確実に保証できる場合には、式(9)あるいは式(10)によって算出することができる。

$$C_s = \sqrt{\cos(1.5\theta)} \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 θ : アレイ面の傾斜角度 (度)

ただし、 $0 < \theta \leq 60$

$$C_s = 0 \dots\dots\dots (10)$$

ただし、 $\theta > 60$

$$C_s = \sqrt{\cos(1.5\theta')} = 0.96 \rightarrow 1.0$$

b) 雪の平均単位荷重 式(8)において、雪の平均単位荷重(P)は、積雪 1 cm ごとに 1m²につき一般の地方では 20N 以上、多雪区域では 30N 以上とする。

c) 積雪量 アレイ面の設計用積雪量は地上における垂直積雪量(Z_s)とし、式(9)によって計算した積雪量に当該区域における局所的地形要因による影響を考慮する。ただし、特定行政庁が、当該区域又はその近傍の区域の気象観測地点における、地上積雪深の観測資料に基づき、統計処理を行うなどの手法によって、当該区域における 50 年再現期待値を求めることができる場合には、当該手法による値を用いることができる。

$$Z_s = \alpha \times I_s + \beta \times rs + r \dots\dots\dots (9)$$

ここに、
 I_s : 区域の標準的な標高 (m)
 rs : 区域の標準的な海率 [区域に応じて JIS C 8955:2017 の表 8 に示す R の欄に掲げる半径 (km)の円の面積に対する当該円内の海その他これに類するものの面積の割合]
 α, β, r : 各区域の積雪量を表すパラメータは省略 (JIS C 8955:2017 の表 8 参照)

本設計において積雪量は上式によらず、和歌山県 建築基準法施行細則より、

$$Z_s = 30 \text{ cm} \rightarrow 0.3 \text{ m} \text{ とする。}$$

$$S_p = C_s \times P \times Z_s \times A_s \times \cos \theta' = 1.0 \times 20 \times 30 \times A_s \times 0.97 = 582 \times A_s$$

端部レールの負担幅: 0.516 m 内側レールの負担幅: 1.032 m

電算入力荷重

端部レール・・・	582	x	0.516	=	300.312 N/m	→	-0.31 kN/m
内側レール・・・	582	x	1.032	=	600.624 N/m	→	-0.61 kN/m

e) 地震荷重(K)

設計用地震荷重は、一般の地方では式(17)、多雪区域では式(18)によって算出する。

$$K_p = k_p \times (DL1 + DL2) \quad (17)$$

$$K_p = k_p \times (DL1 + DL2 + 0.35 \times SL) \quad (18)$$

ここに、 K_p : 設計用地震荷重
 k_p : 設計用水平震度

設計用水平震度

モジュールと支持物で構成される架構部分及び基礎部分の設計用水平震度は、式(29)によって算出する。

$$k_p = k_H \times Z \times I_k \quad (29)$$

ここに、 k_H : 各部に生じる水平震度であり、表 4-7 に掲げる数値
 Z : 地震地域係数
 I_k : 用途係数

表 4-7 各部に生じる設計用水平震度 k_H

	地上設置
架構部分	0.3 以上
基礎部分	0.3 以上
水平力に対して有効に土が抵抗できる土中にある基礎部分	0.1 以上

地震地域係数

地震地域係数は省略 (JIS C 8955:2017 の表 10 参照)

用途係数

用途係数は表 4-8 による。

表 4-8 用途係数 I_k

太陽光発電システムの用途	用途係数
極めて重要な太陽光発電システム	1.5
通常設置する太陽光発電システム	1.0

架構・・・ $k_p \geq 0.3 \times Z \times I$

$$k_p = 0.3 \times 1.0 \times 1.0 = 0.30 \rightarrow 0.3$$

2-2 荷重ケース一覧

a) 荷重

- ① 固定荷重 (G) : モジュールの質量(G_M)と支持物などの質量(G_R)による荷重の総和。
- ② 風圧荷重 (W) : モジュールに加わる風圧力(W_M)と支持物に加わる風圧力(W_R)の総和 (ベクトル和)。
- ③ 積雪荷重 (S) : モジュール面の垂直積雪荷重。
- ④ 地震荷重 (K) : 支持物に加わる水平地震力。

荷重条件と荷重の組合せ

荷重条件		一般の地方	多雪区域
長期	常時	G	G
	積雪時		$G + 0.7S$
短期	積雪時	$G + S$	$G + S$
	暴風時	$G + W$	$G + W$
			$G + 0.35S + W$
	地震時	$G + K$	$G + 0.35S + K$

なお、多雪区域とは、次の条件のいずれかとする。

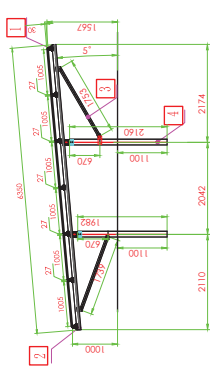
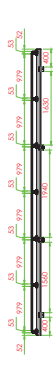
- ・ 4.3 e) による垂直積雪量が 1m 以上の区域
- ・ 積雪の初終間日数 (当該区域中の積雪部分の割合が $1/2$ を超える状態が継続する期間の日数をいう。) 平均値が 30 日以上区域。

- DL1 : 固定荷重 (鋼材自重)
- DL1X+ : 鋼材自重に対するX正方向地震荷重
- DL1X- : 鋼材自重に対するX負方向地震荷重
- DL1Y : 鋼材自重に対するY正方向地震荷重
- DL2 : 固定荷重 (モジュール荷重)
- DL2X+ : モジュール荷重に対するX正方向地震荷重
- DL2X- : モジュール荷重に対するX負方向地震荷重
- DL2Y : モジュール荷重に対するY正方向地震荷重
- WLX+ : X正方向風荷重
- WLX- : X負方向風荷重
- SL2 : 短期時の積雪荷重

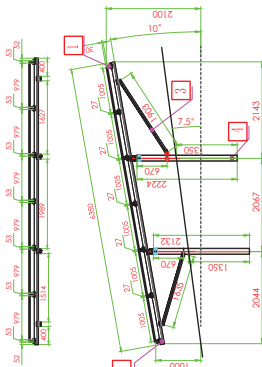
- (注) 1 DL1は自重を1.1倍に割増した荷重とする。
- 2 地震荷重は、各荷重(DL1X±, DL1Y, DL2X±, DL2Y)をプログラム内で、水平震度0.3を乗じて地震力に変換し算出する。

b) 荷重の組合せ

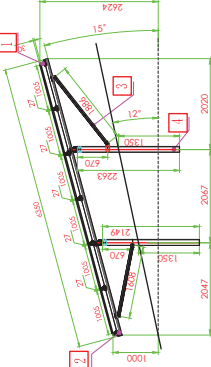
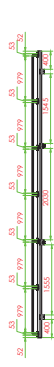
組合せ番号 (LCB)	組合せケース 名称	組合せ内訳
1	X正方向地震力(KX+)	$0.3X[(DL1X+) + (DL2X+)]$
2	X負方向地震力(KX-)	$0.3X[(DL1X-) + (DL2X-)]$
3	Y正方向地震力(KY)	$0.3Y[(DL1Y) + (DL2Y)]$
↓ 検討ケース ↓		
4	長期	$(DL1) + (DL2)$
5	短期 (積雪時)	$(DL1) + (DL2) + (SL2)$
6	短期 (X正方向暴風時)	$(DL1) + (DL2) + (WLX+)$
7	短期 (X負方向暴風時)	$(DL1) + (DL2) + (WLX-)$
8	短期 (X正方向地震時)	$(DL1) + (DL2) + (KX+)$
9	短期 (X負方向地震時)	$(DL1) + (DL2) + (KX-)$
10	短期 (Y正方向地震時)	$(DL1) + (DL2) + (KY)$



傾斜0度



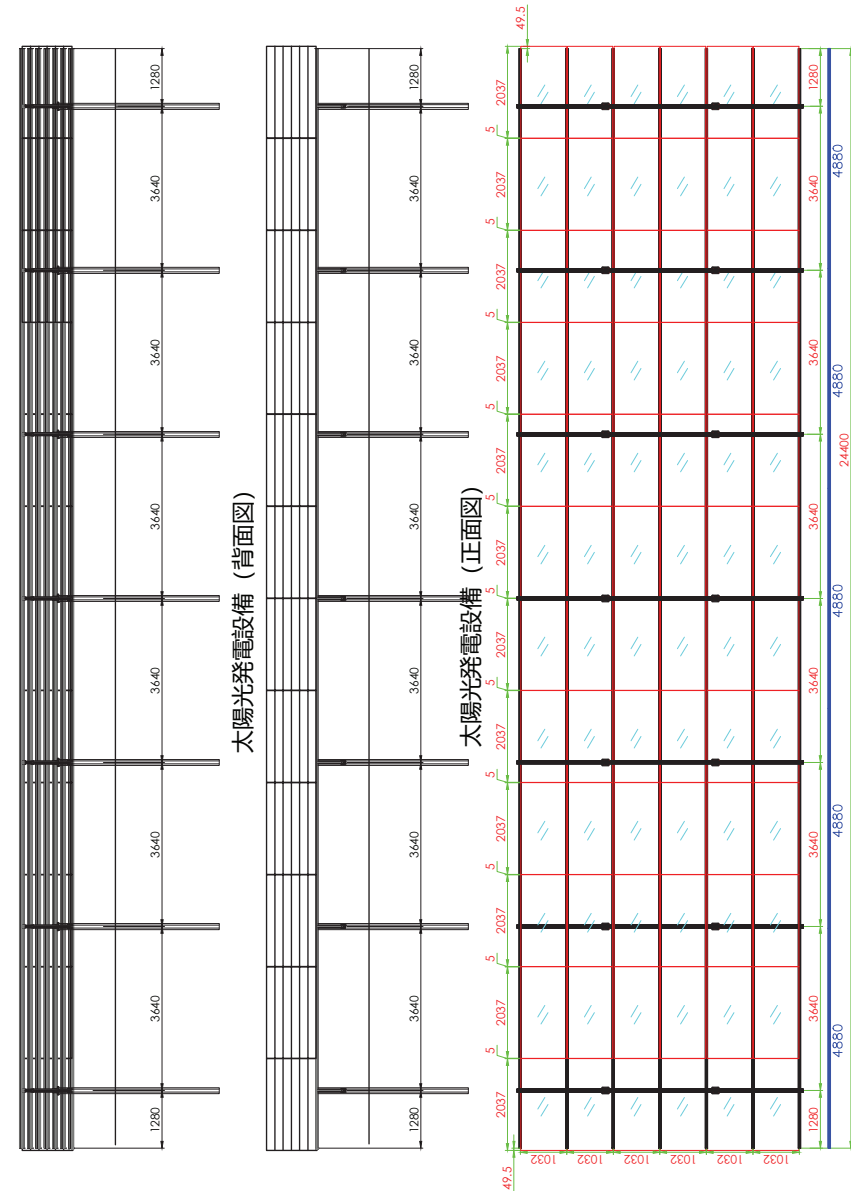
南傾斜7.5度



南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

- 標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、傾斜7.5度・12度: 1350mm
- 最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、傾斜7.5度・12度: 1300mm

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (正面図)

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

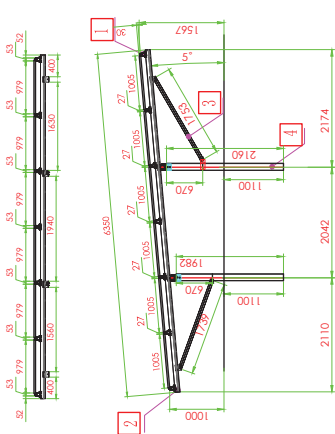
太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	72枚
容量	29.52kW (410W X 72枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	1908kg (26.5kg X 72枚)

杭	4	Q235B	136*133*4.0mm
斜材		A6N01-T5	60*60mm
縦材		A6N01-T5	59.6*95mm
横レール		A6N01-T5	105*63mm
部品名称		材質	規格

BSL
XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD

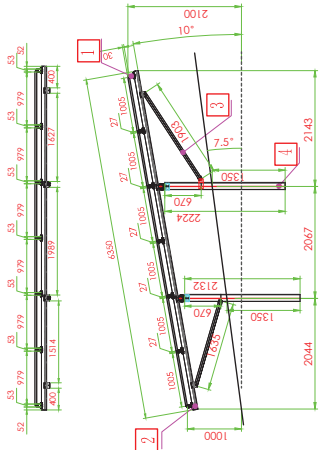
案件名: Project Name	和歌山県伊都郡土佐山町 太陽光発電所	横6段12列架台図面
見積番号: Project No.	BS-202104084	図面番号: Dwg No.
設計 Design	制図 Draw	承認 Appr
日付 Date	2022.02.21	承認 Appr
比率 Scale		承認 Appr
ページ目	4	総ページ
ページ	A3	ページ

横6段3列 12基 (5基+6基+1基) 東西傾斜なし



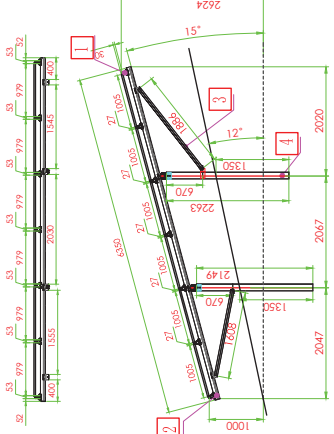
太陽光発電設備 (背面図)

傾斜0度



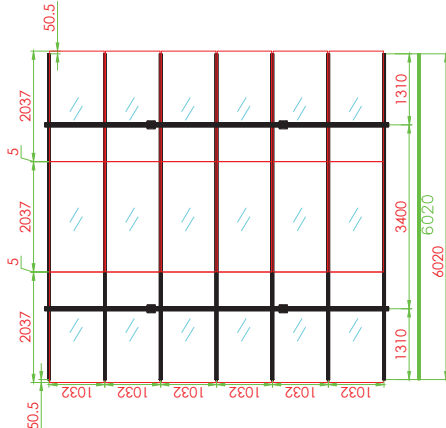
太陽光発電設備 (正面図)

南傾斜7.5度



南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (平面図)

表面処理: 架台 : GB6005-T5(A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	18枚
容量	7.38kW (410W X 18枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	477kg (26.5kg X 18枚)

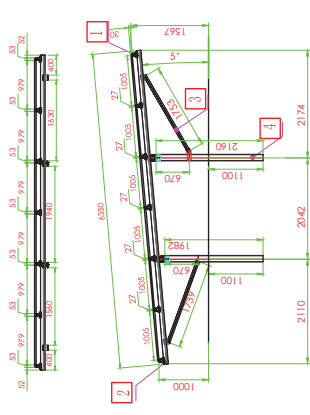
4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦椋	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*63mm
N0.	部品名称	材質	規格



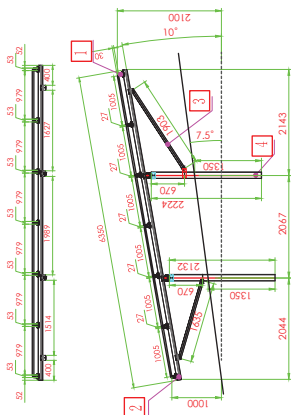
XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD

案件名:	和歌山県伊都郡山辺山町 太陽光発電所	横6段3列架台図面	
Project name:		図面番号:	
見積番号:	BSL-202104084	Design No.:	
設計	制図	チェック	承認
日付	2022.02.21	サイン	
比例 Scale:		ページ目	総 4 ページ A

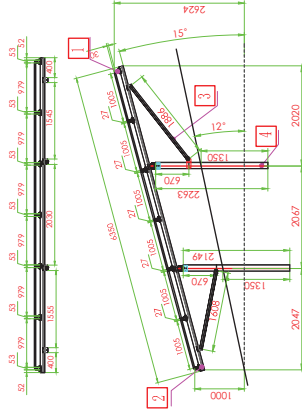
横6段6列 10基 (3基+5基+2基) 東西傾斜なし



傾斜0度

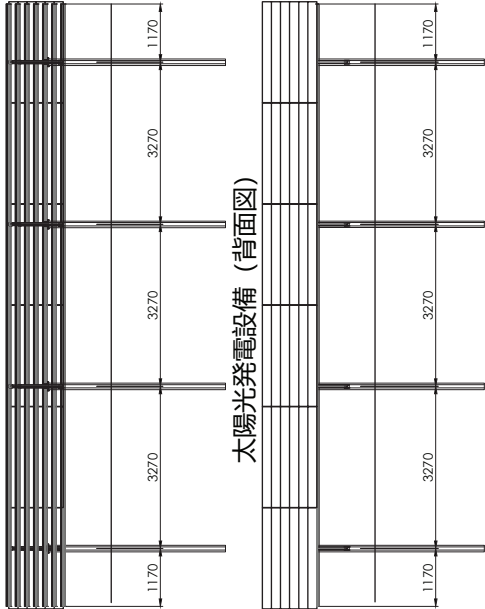


南傾斜7.5度

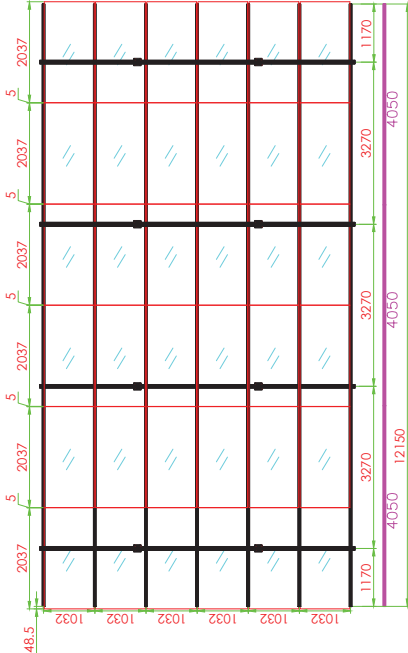


南傾斜12度
太陽光発電設備 (側面図)

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする



太陽光発電設備 (正面図)



太陽光発電設備 (平面図)

<設計条件>

設計風速	34m/s
アレイの地上高	1000mm
地表面粗度区分	II
用途係数	1
地震荷重設計用水平震度	0.3
地震地域係数	1
積雪 (一般・地方)	30cm

<注記>

太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
数量	36枚
容量	14.76kW (410W X 36枚)
傾斜角度	5度/10度/15度
太陽電池モジュール重量	95kgG (26.5kg X 36枚)

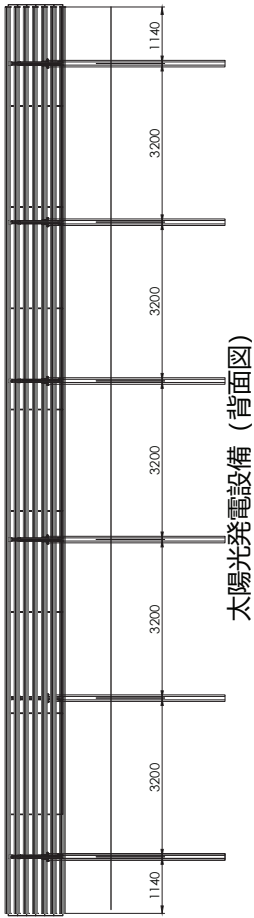
標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

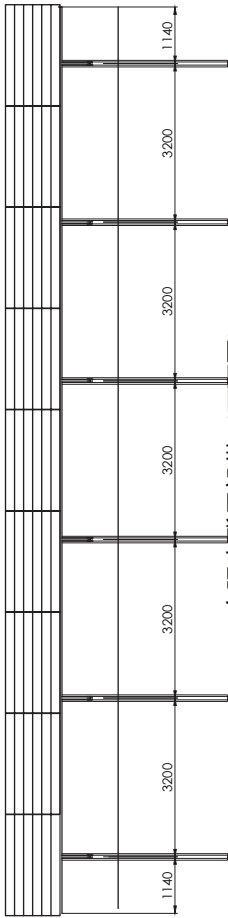
4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦材	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*63mm
N0.	部品名称	材質	規格

XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD			
案件名:	和歌山県伊都郡九度山町	横6段6列架台図面	
Project name:	太陽光発電所		
見積番号:	BSL-202104084	図面番号:	
Project No.:		図面 No.:	
設計	制図	チェック	承認
Design	Drawn	Check	Appr
日付	2022.02.21	2ページ目	総 4 ページ
Time			

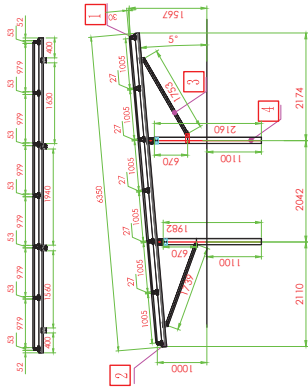
横6段9列 9基 (6基+1基+2基) 東西傾斜なし



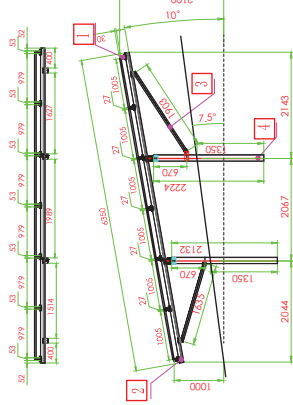
太陽光発電設備 (背面図)



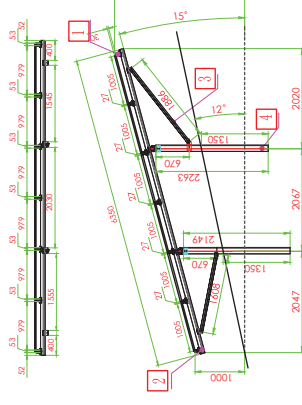
太陽光発電設備 (正面図)



傾斜0度



南傾斜7.5度



南傾斜12度

太陽光発電設備 (側面図)

標準根入れ長さ 傾斜0度: 1100mm、
傾斜7.5度・12度: 1350mm
最低根入れ長さ 傾斜0度: 1050mm、
傾斜7.5度・12度: 1300mm

表面処理: 架台 : GB6005-T5 (A6N01-T5同等品)
(アルマイト JIS H8601相当)
杭 : Q235B
ボルト類: A2-70 (JIS B1054-1)

4	杭	Q235B	136*133*4.0mm
3	斜材	A6N01-T5	60*60mm
2	縦椋	A6N01-T5	59.6*95mm
1	横レール	A6N01-T5	105*63mm
N0.	部品名称	材質	規格



XIAMEN BSL ECO TECHNOLOGY CO., LTD

案件名:		和歌山県伊都郡土佐山町		横6段9列架台図面	
Project name:		太陽光発電所			
見積番号:		BSL-202104084		図面番号:	
Project No.:				図面 No.:	
設計 Design	制図	チェック	セイイ	検図	承認
	Drawn	Check	Sei	CHK	Appr
日付 Time	2022.02.21		A3	3 ページ目	
				総 4 ページ	
比率/Scale	A				

太陽光発電設備 (平面図)

<設計条件>

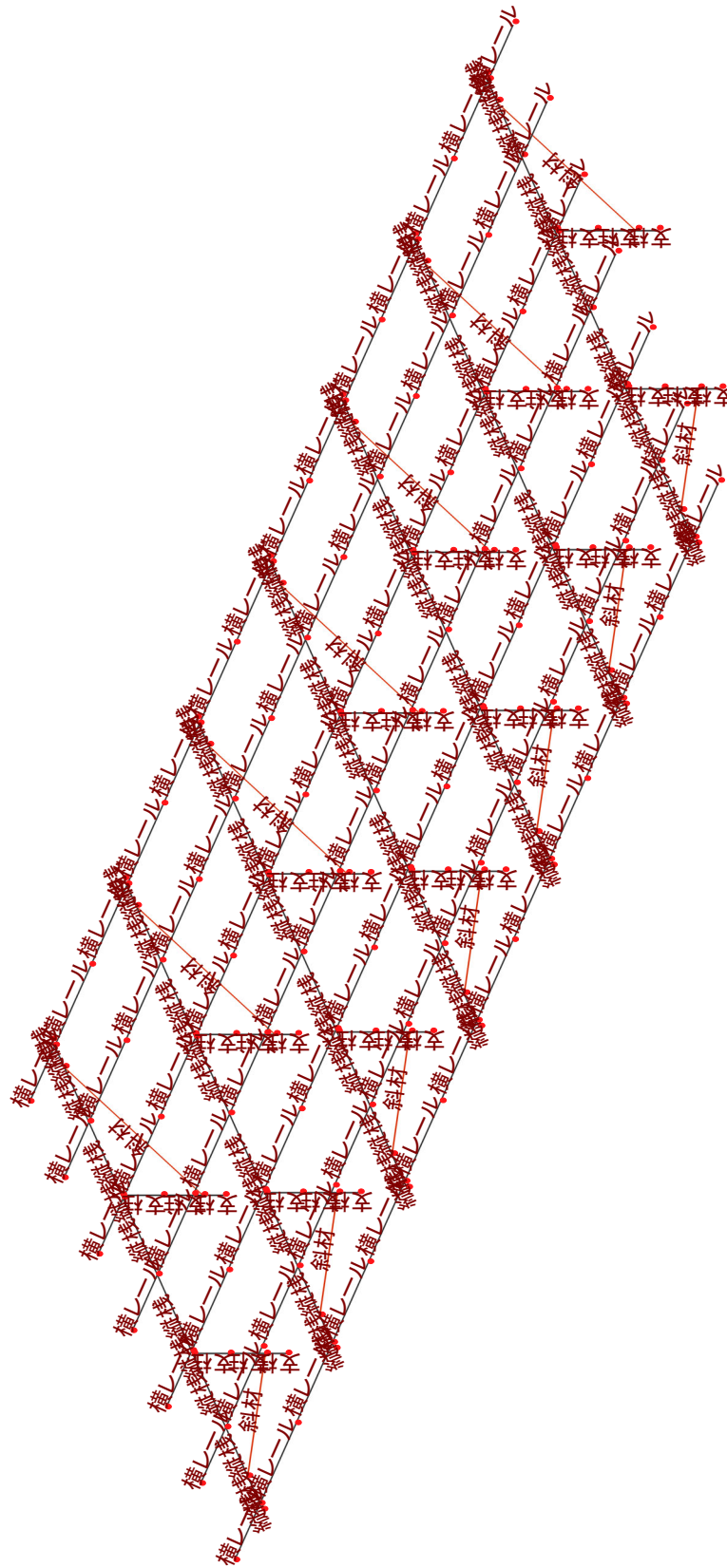
設計風速	34m/s	太陽電池モジュール	2037*1005*30mm
アレイの地上高	1000mm	数量	54枚
地表面粗度区分	II	容量	22.14kW (410W X 54枚)
用途係数	1	傾斜角度	5度/10度/15度
地震荷重設計用水平震度	0.3	太陽電池モジュール重量	1431kg (26.5kg X 54枚)
地震地域係数	1		
積雪 (一般・地方)	30cm		

※接続箱、集電箱等の周辺機器の架台
取付はないものとする

S4 応力解析

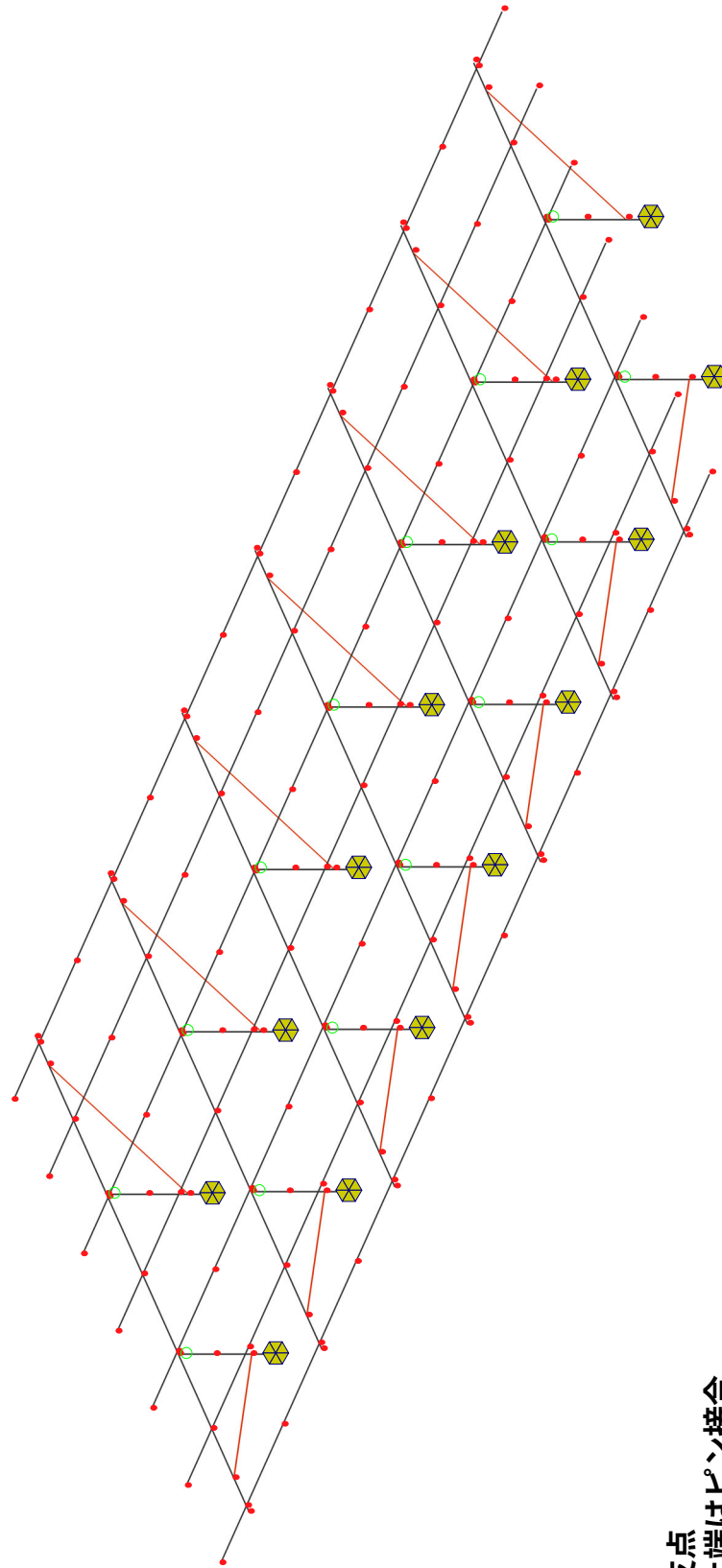
モデル図

全体図



モデル図

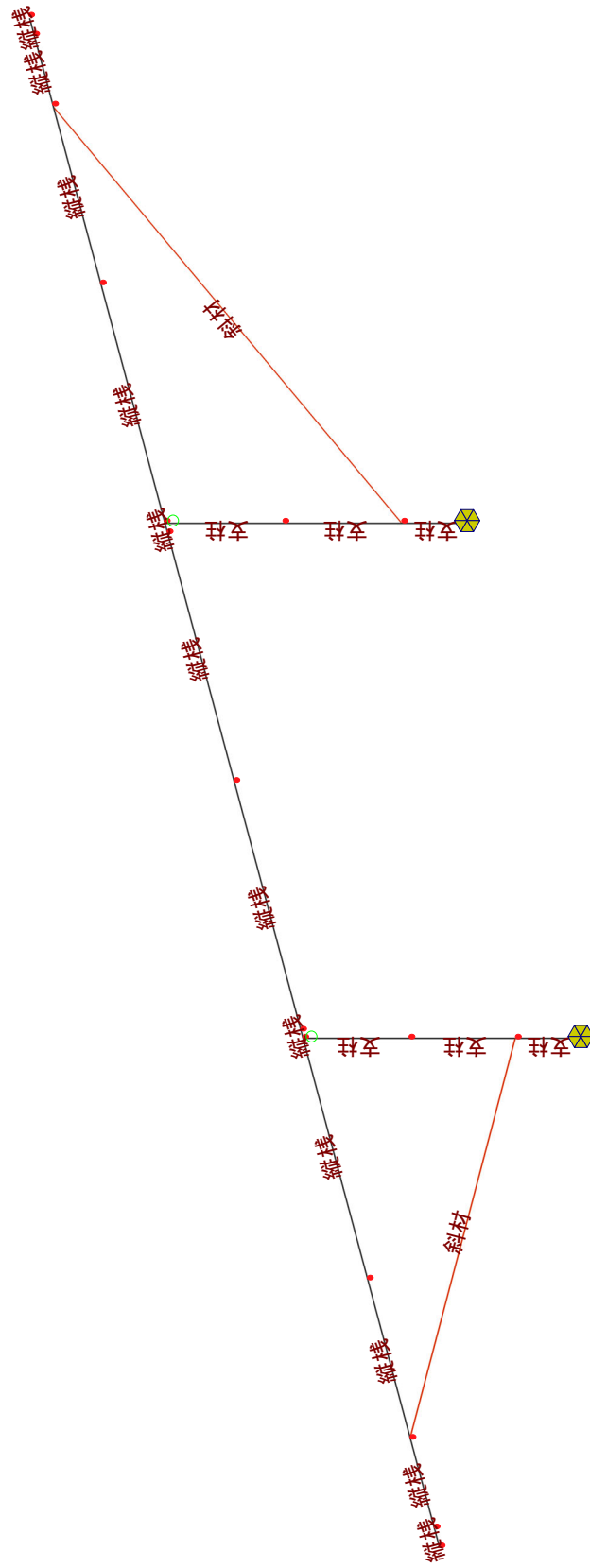
支持条件図



固定支点
柱の上端はピン接合
短辺方向ブレースは圧縮・引張ブレース

モデル図

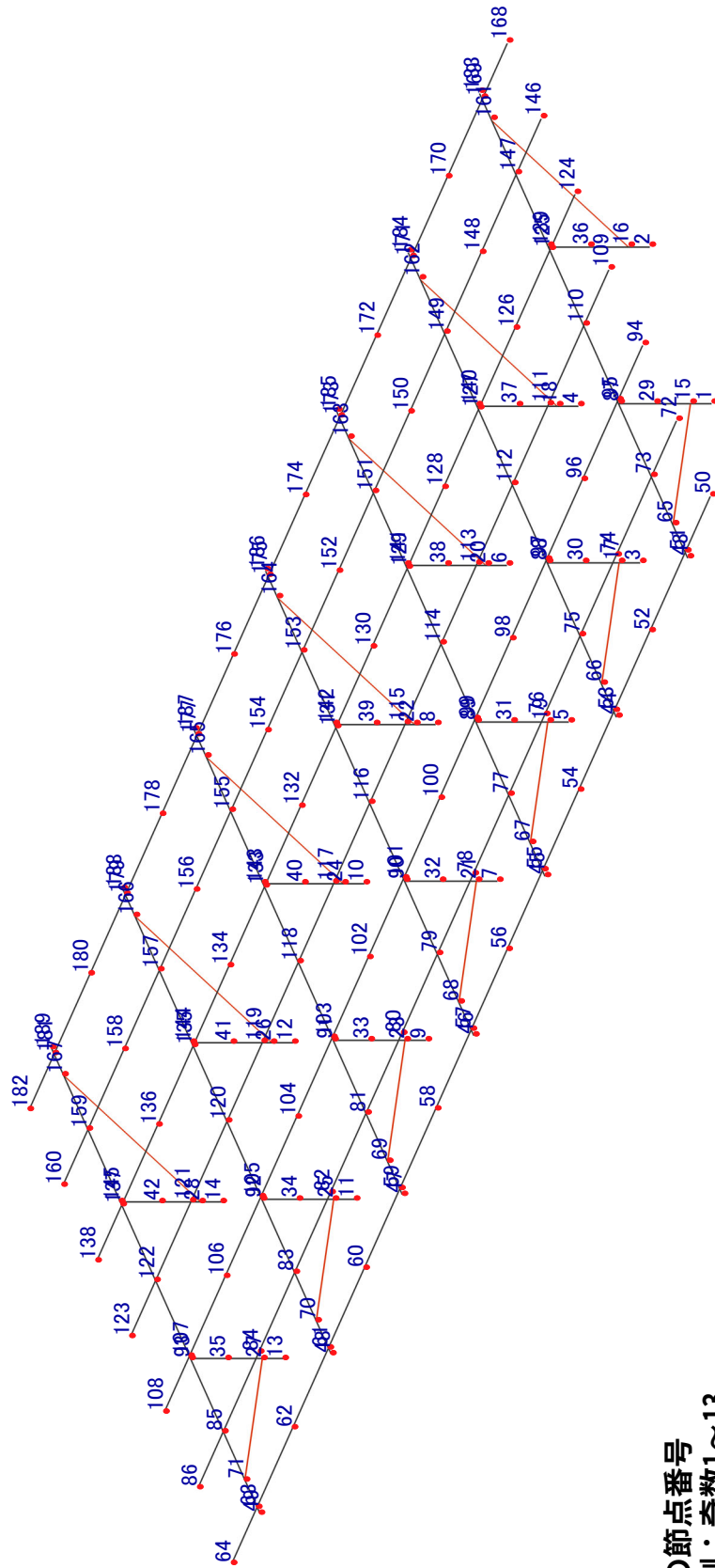
支持条件図



固定支点
柱の下端はピン接合
短辺方向ブレースは圧縮・引張ブレース

モデル図

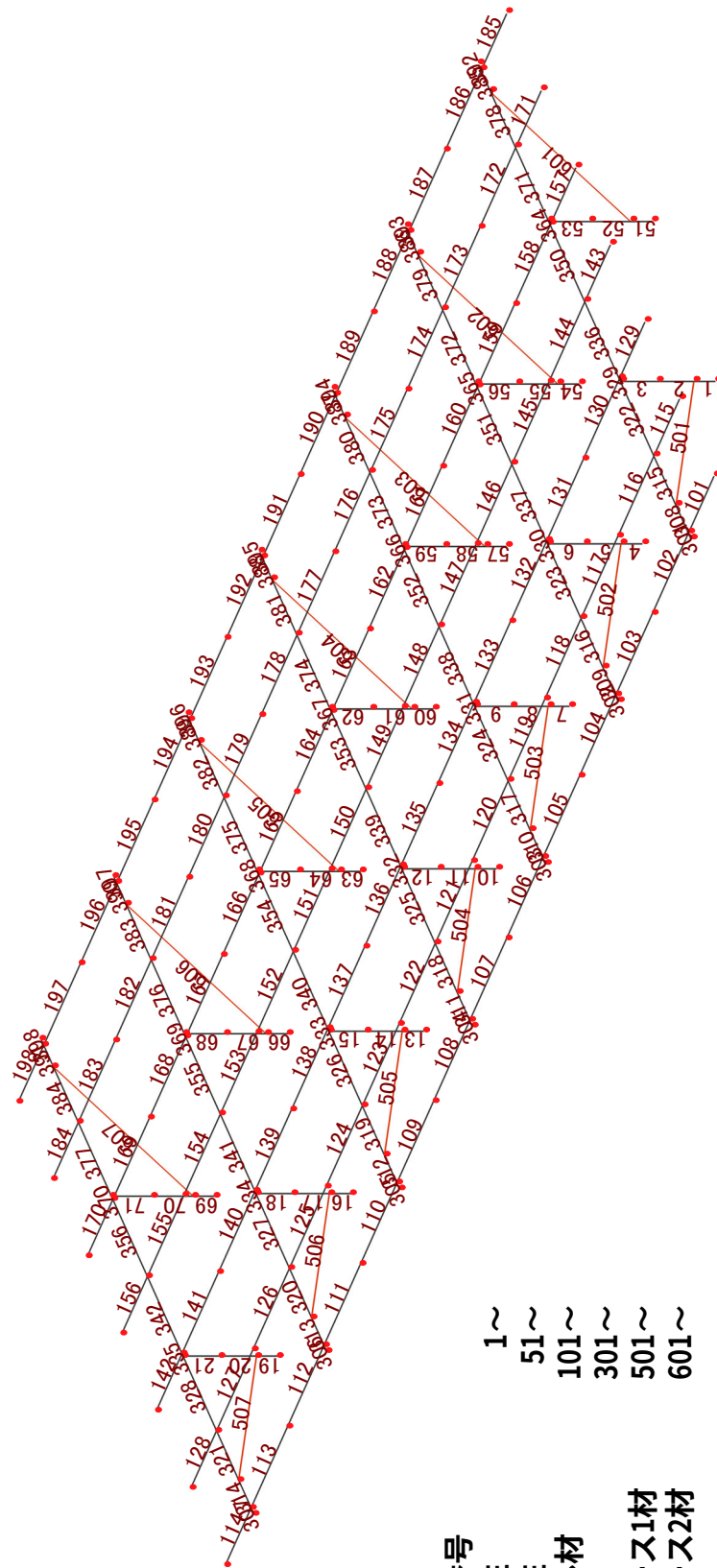
節点番号図



支点の節点番号
 前柱側：奇数1～13
 後柱側：偶数2～14

モデル図

要素番号図



要素番号

前側柱

後側柱

レール材

主材

ブレース1材

ブレース2材

1 ~

51 ~

101 ~

301 ~

501 ~

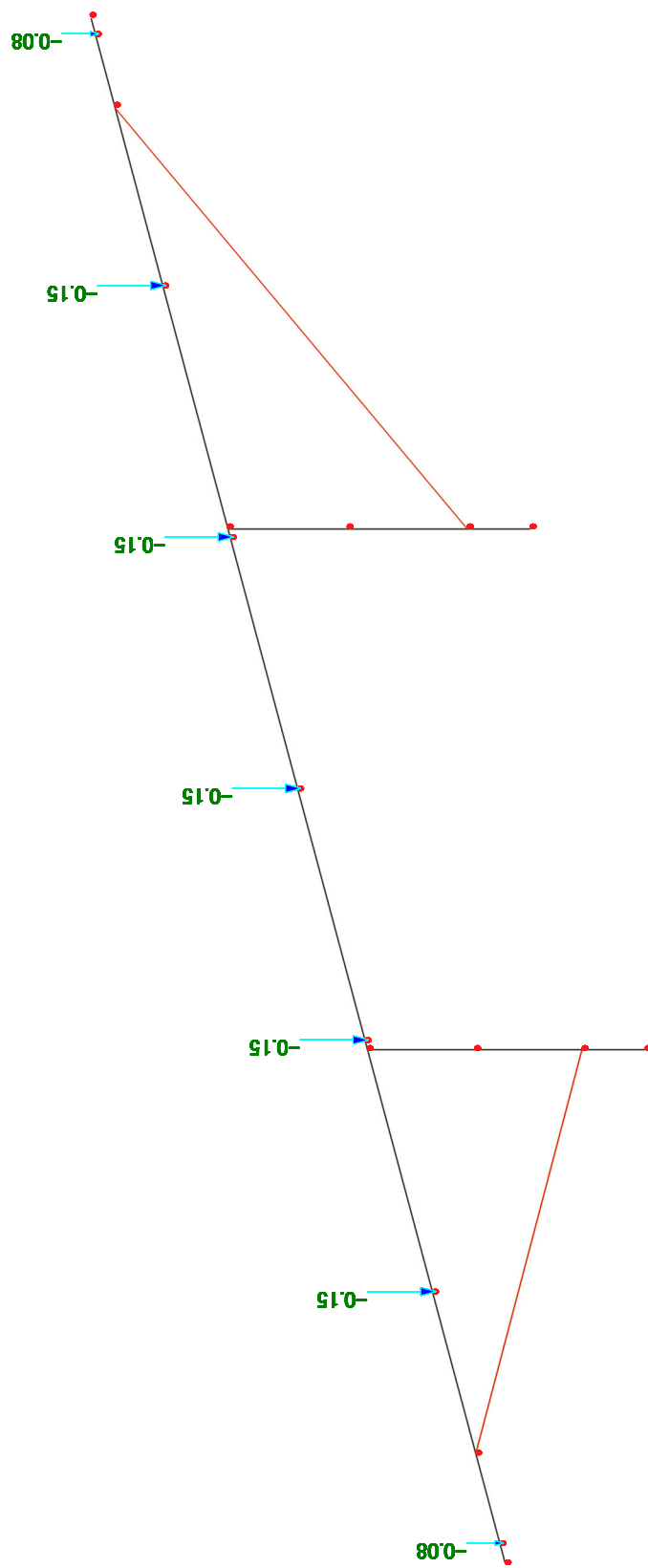
601 ~

ケース：DL2



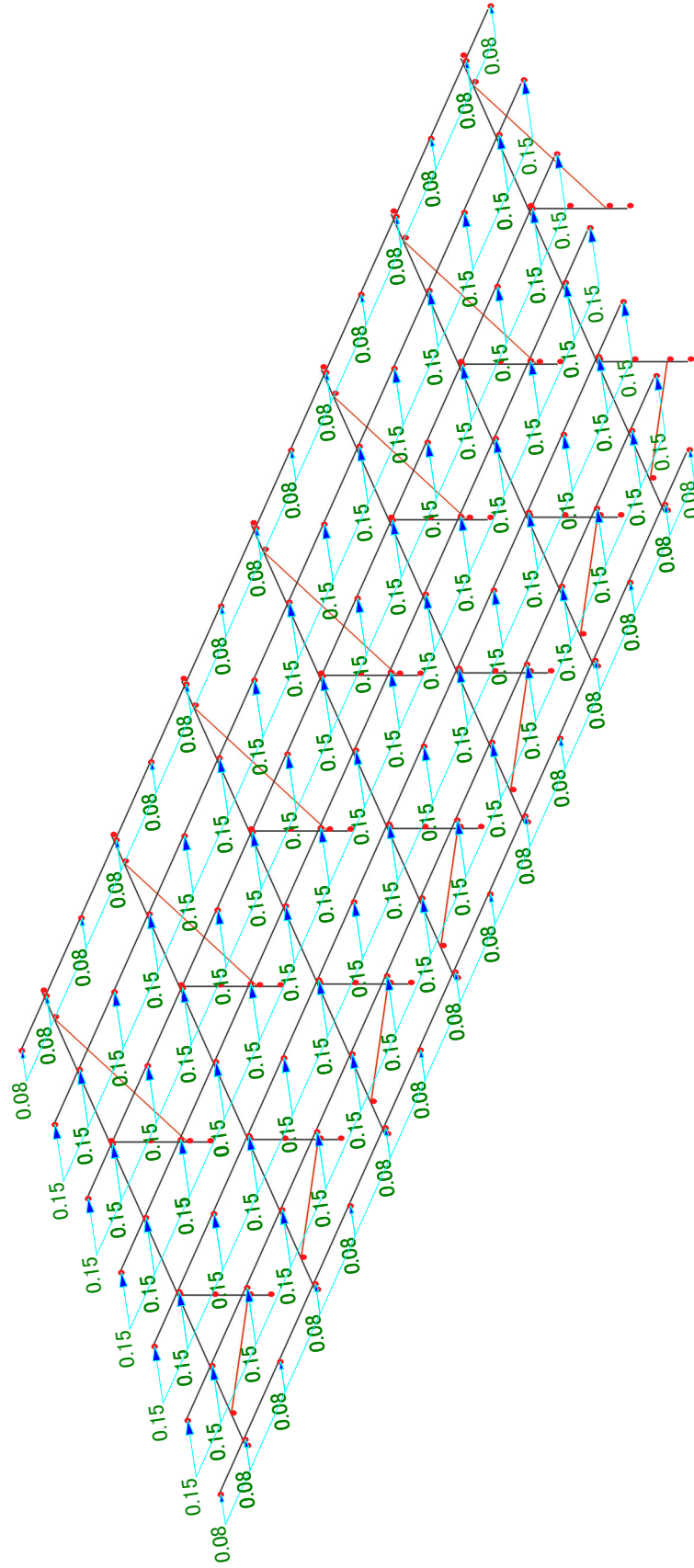
荷重図

ケース：DL2



荷重図

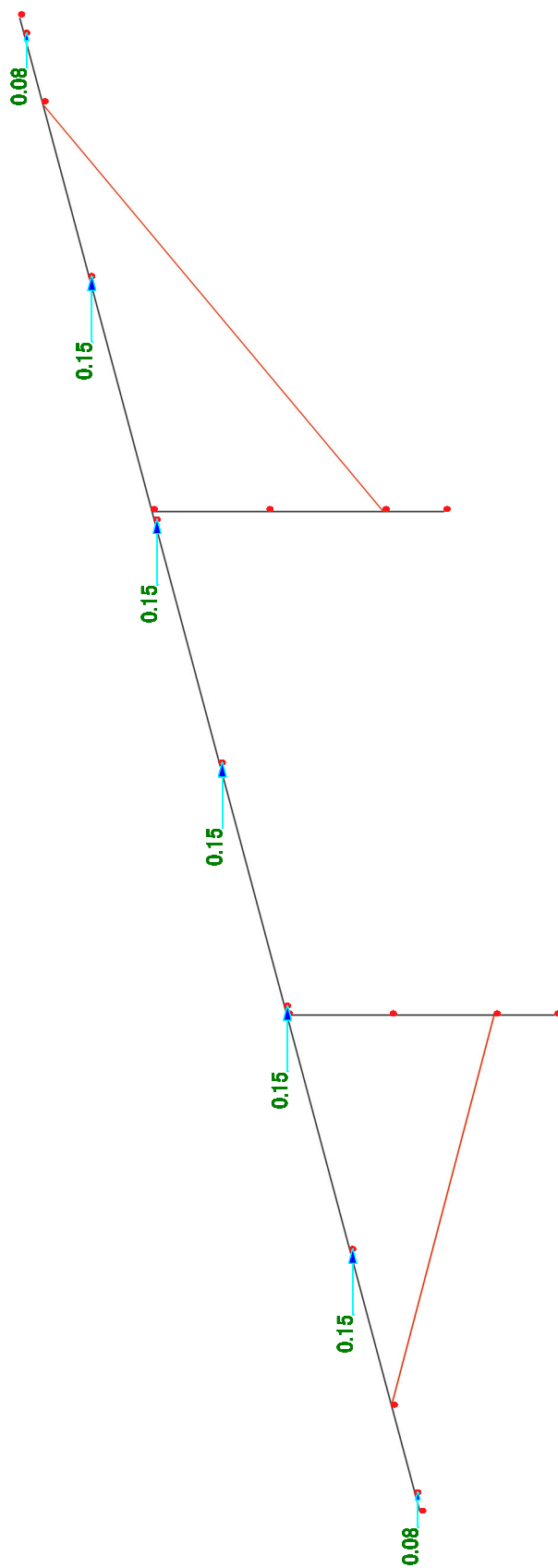
ケース：DL2X+



単位：kN/m

荷重図

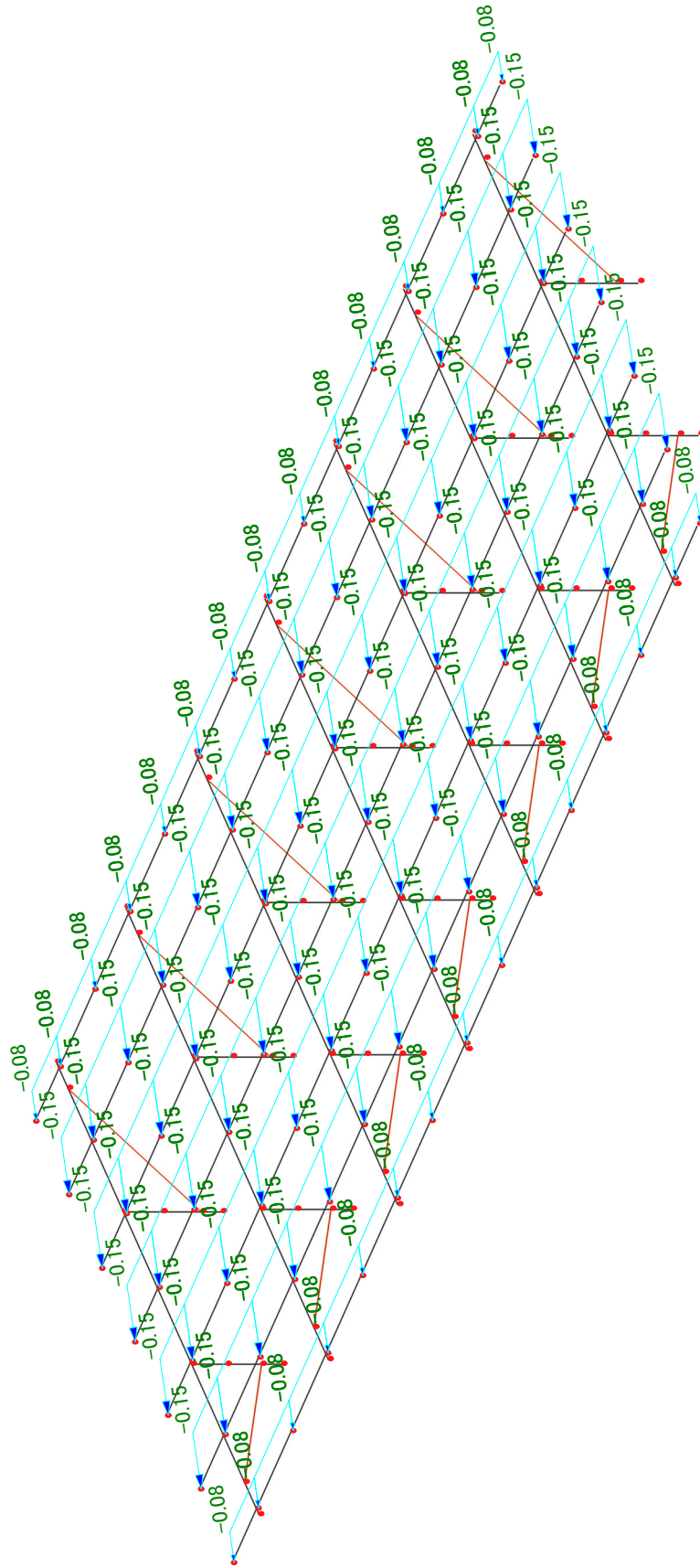
ケース：DL2X+



単位：kN/m

荷重図

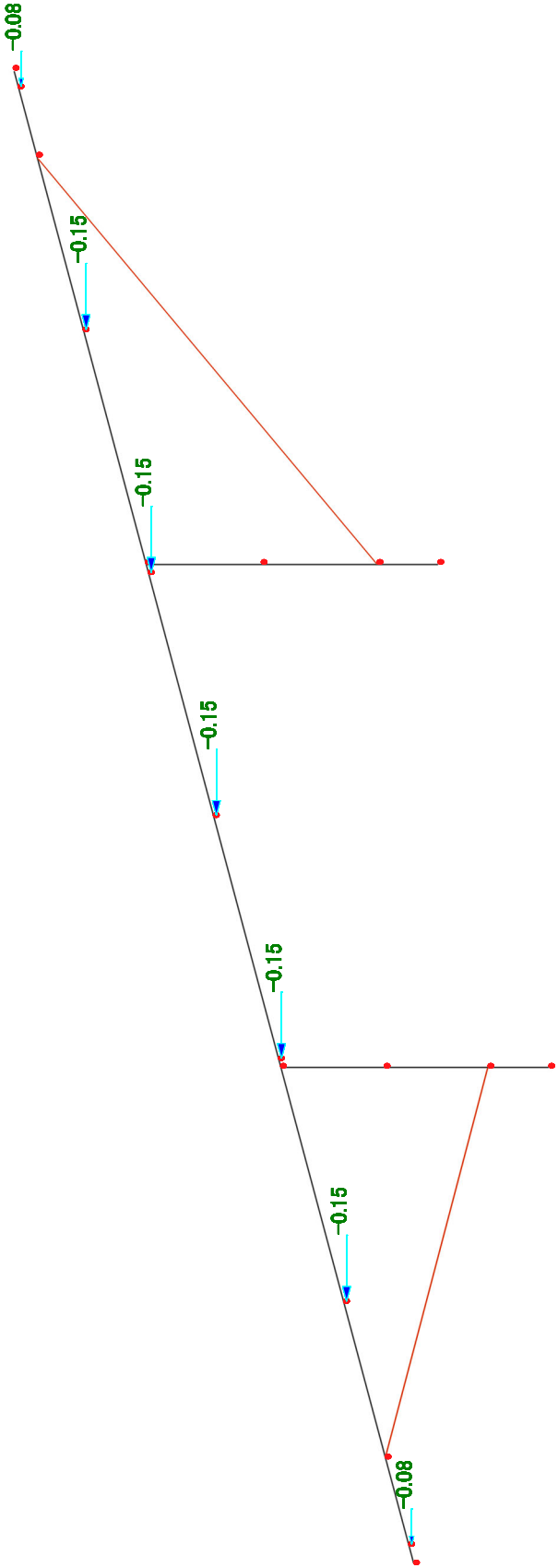
ケース：DL2X-



単位：kN/m

荷重図

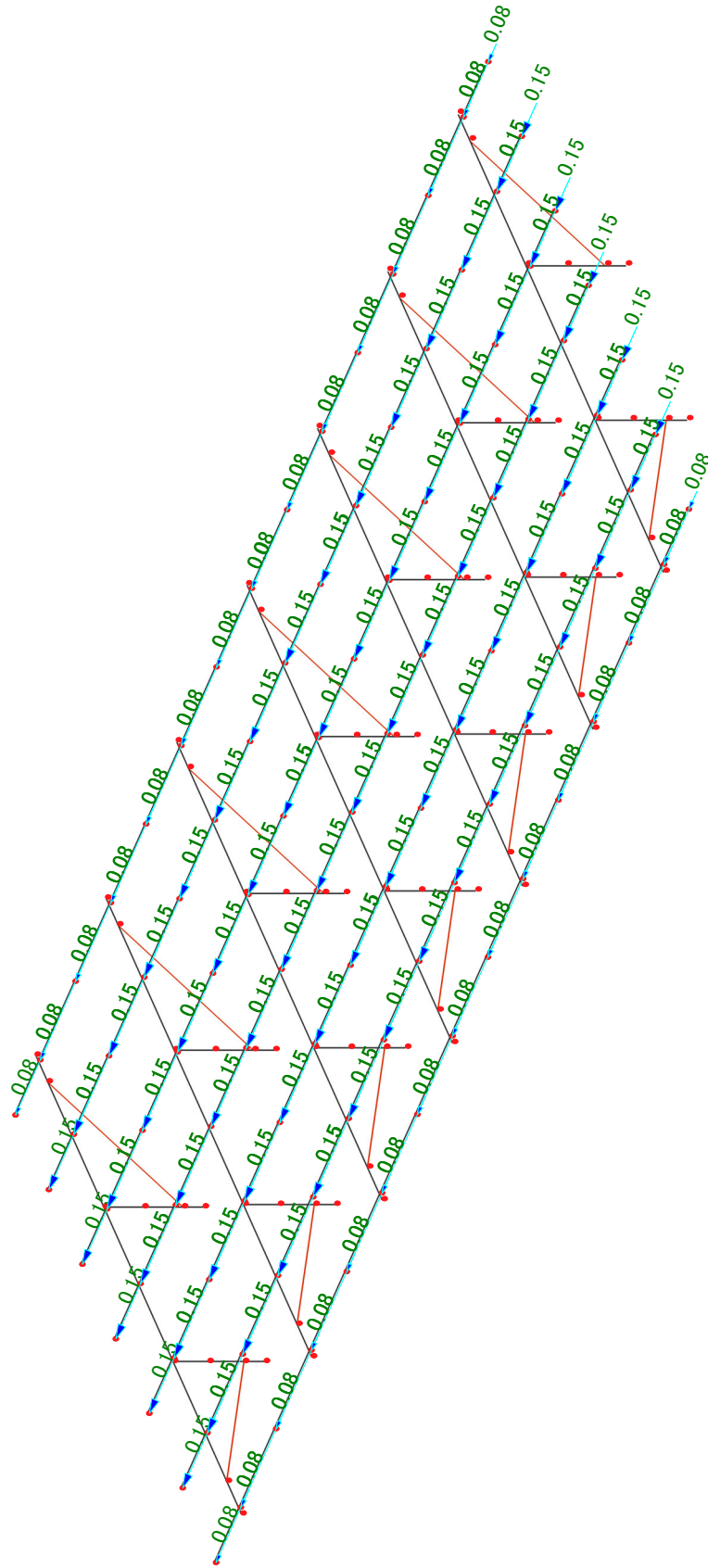
ケース：DL2X-



単位：kN/m

荷重図

ケース：DL2Y



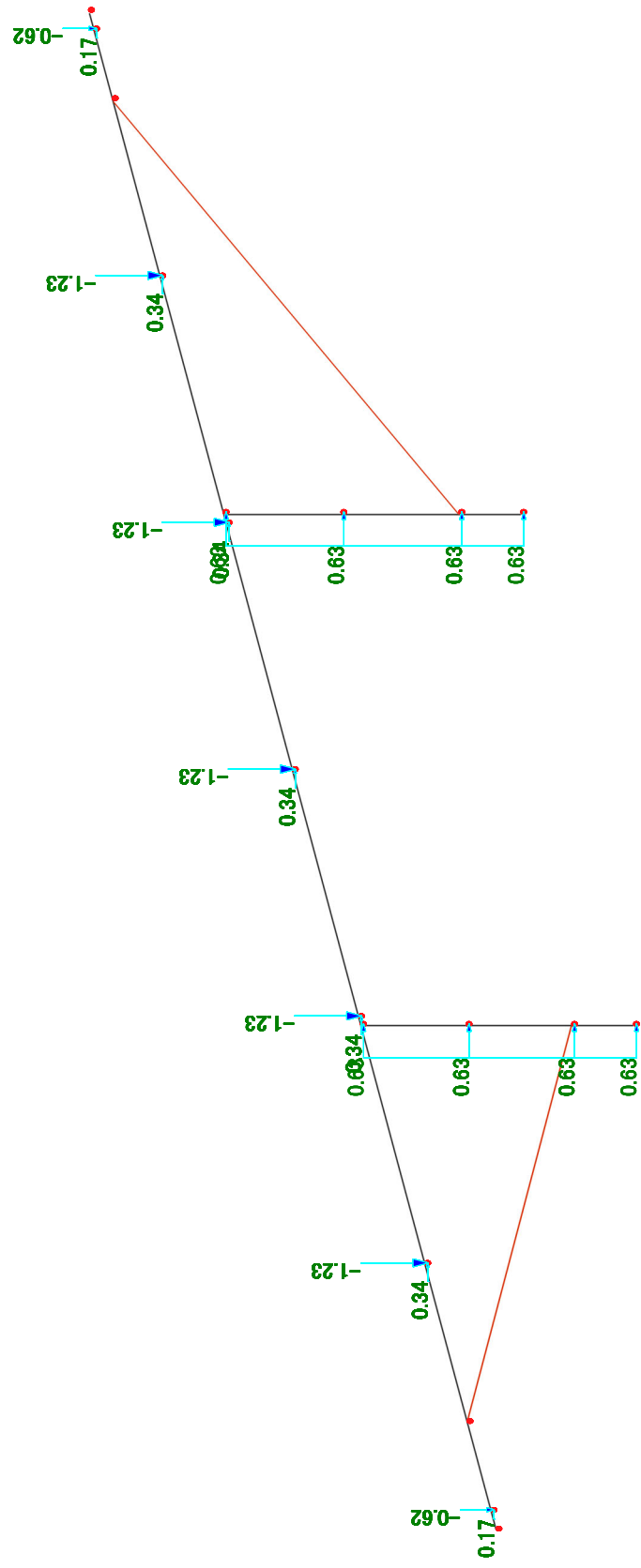
単位：kN/m

ケース：WLX+



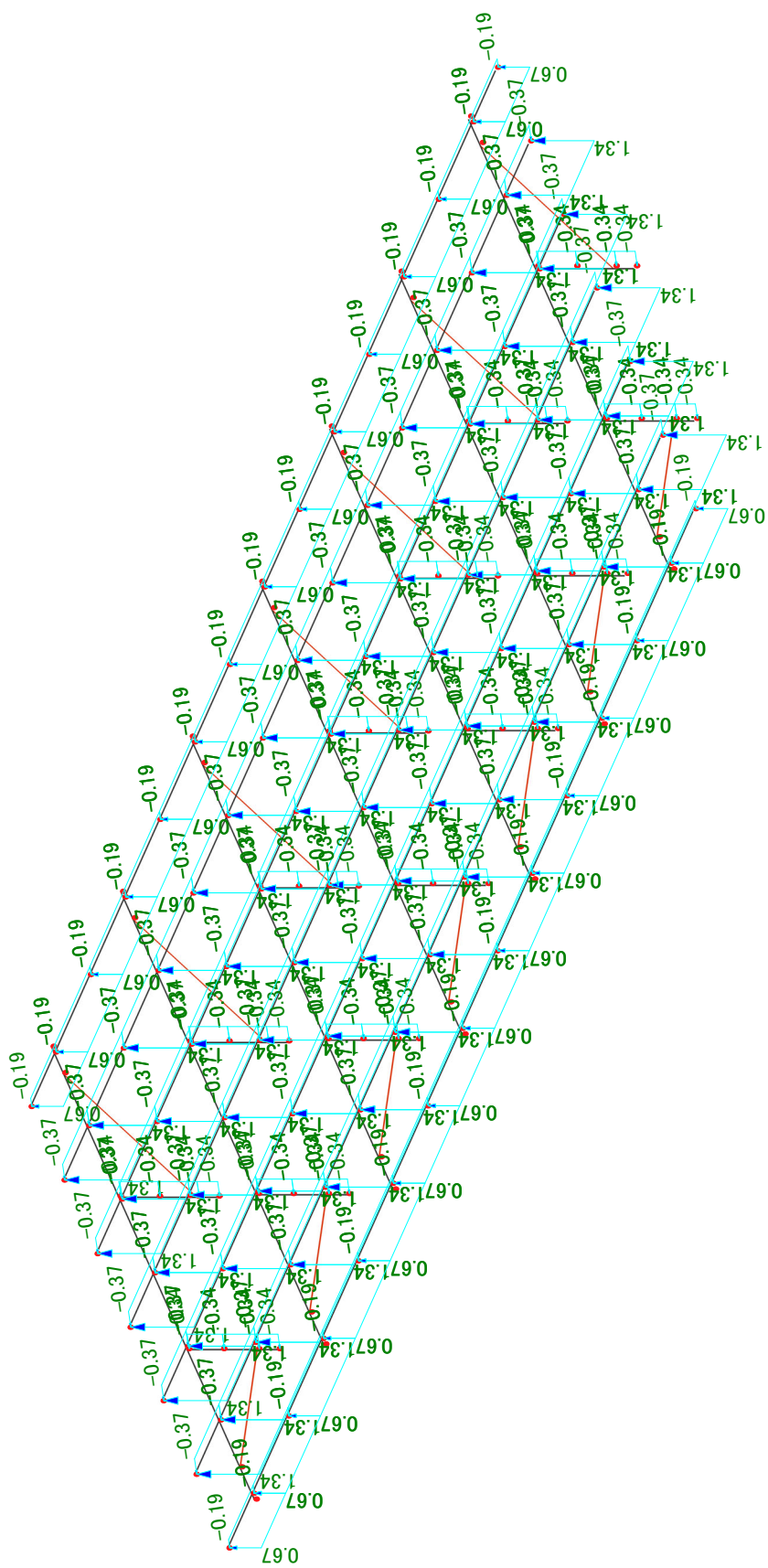
荷重図

ケース：WLX+



単位：kN/m

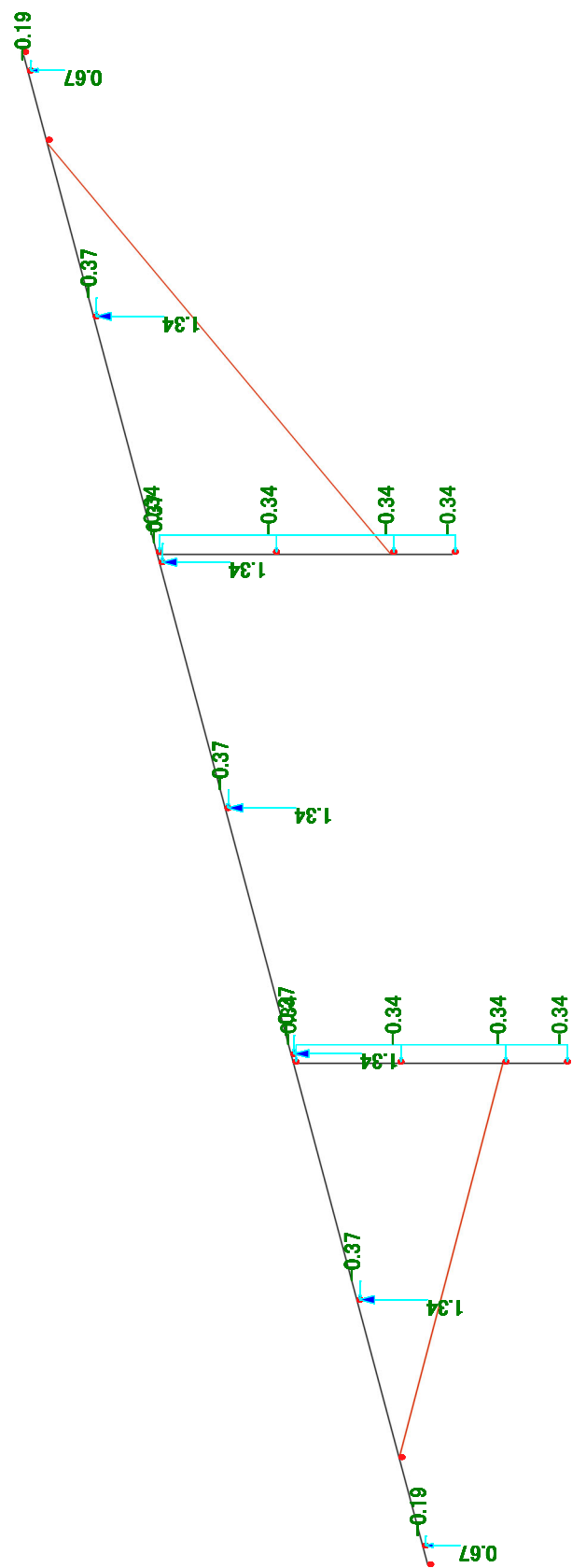
ケース：WLX-



単位：kN/m

荷重図

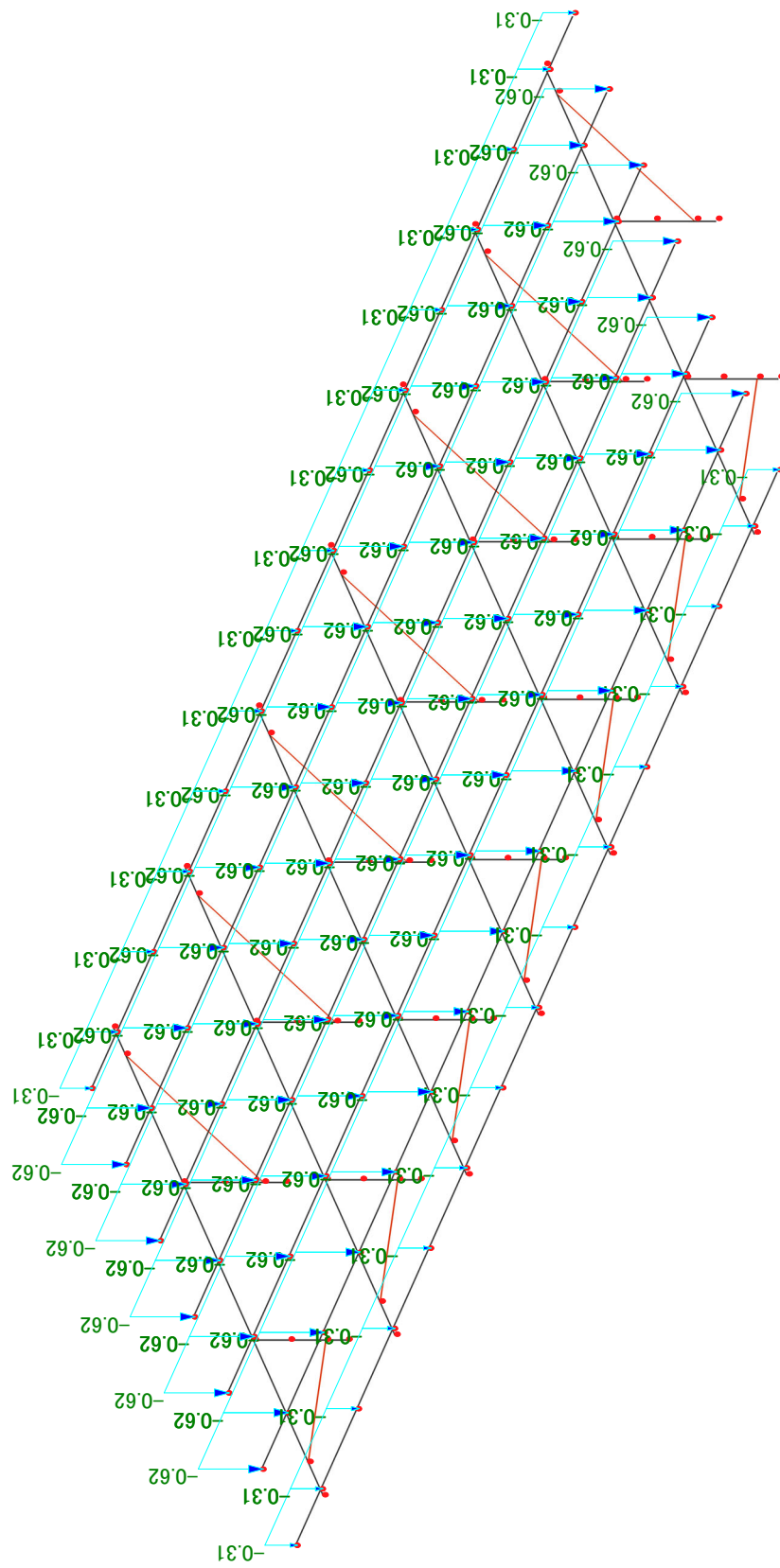
ケース：WLX-



単位：kN/m

荷重図

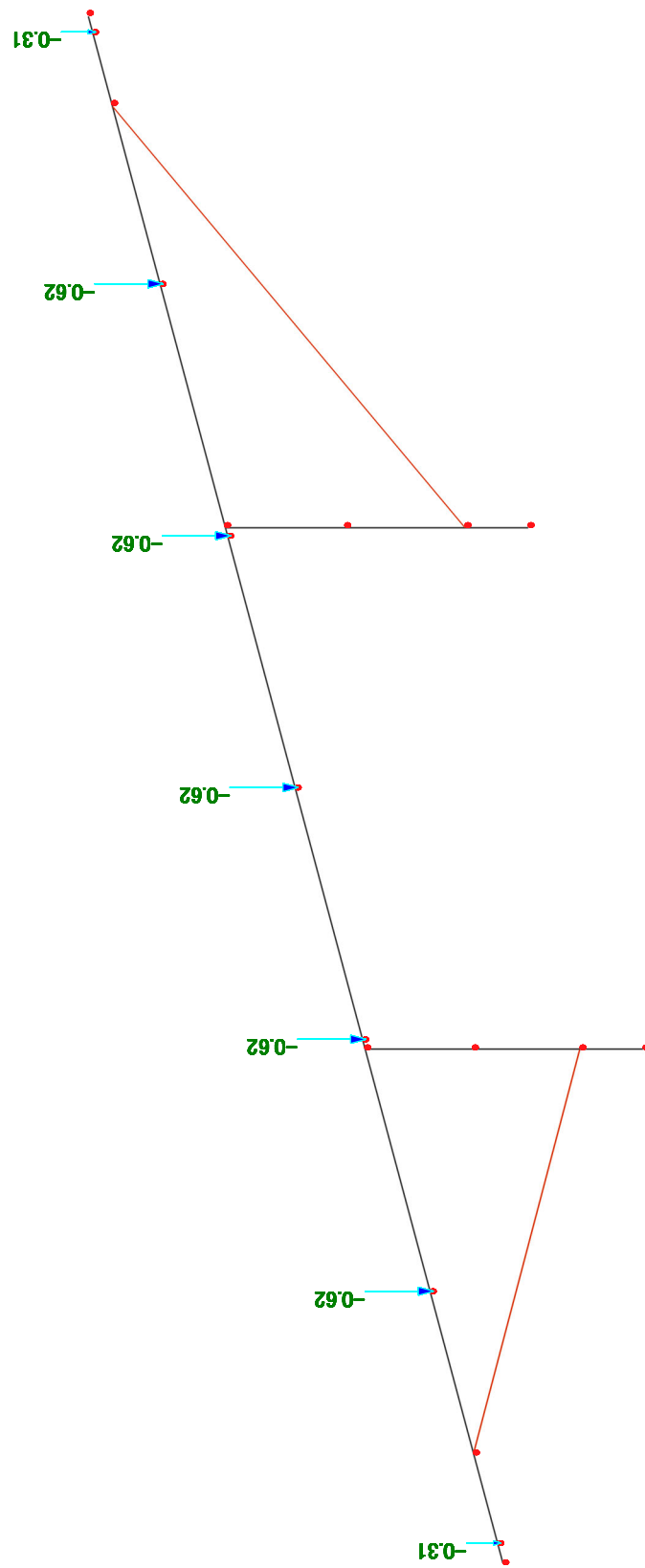
ケース：SL2



単位：kN/m

荷重図

ケース：SL2

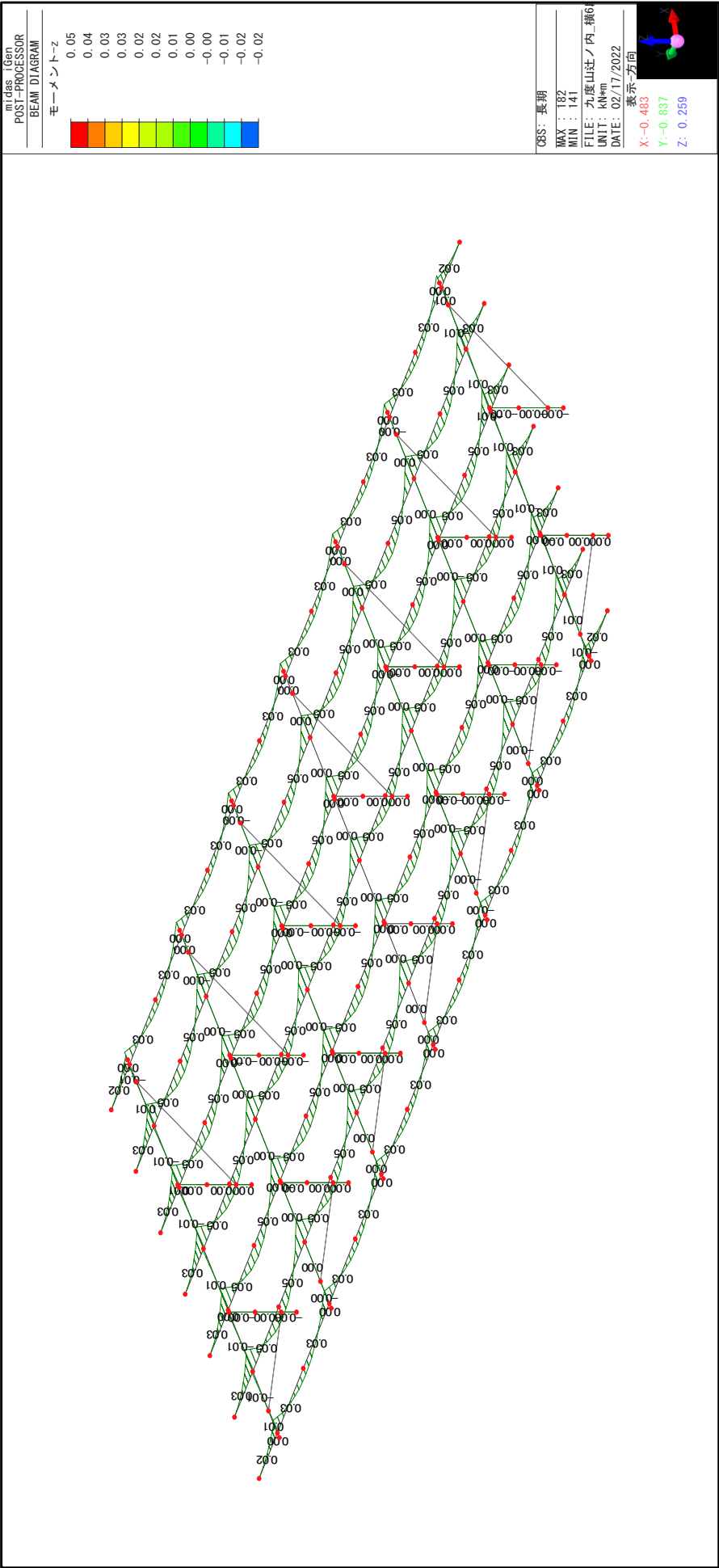


単位：kN/m

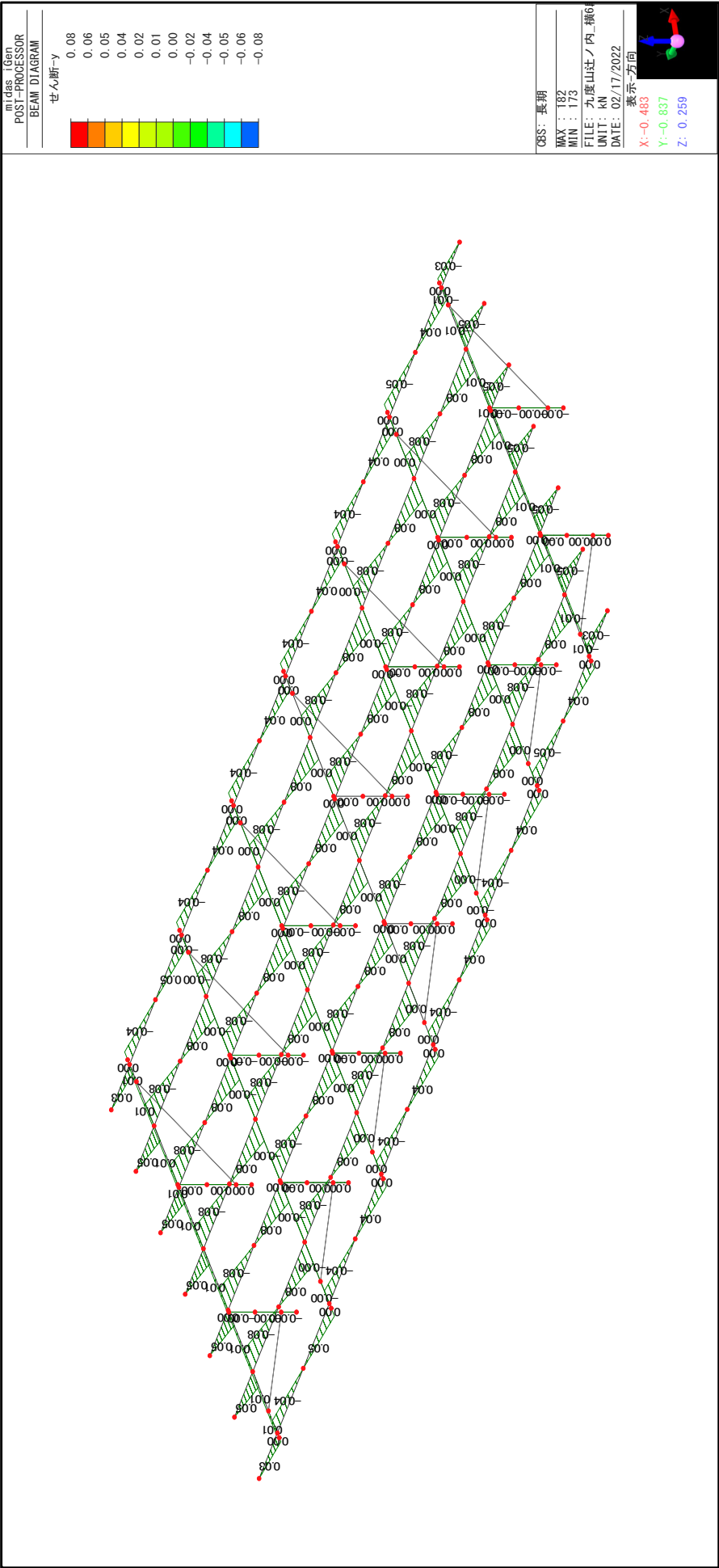
強軸曲げモーメント



応力図
長期
弱軸曲げモーメント



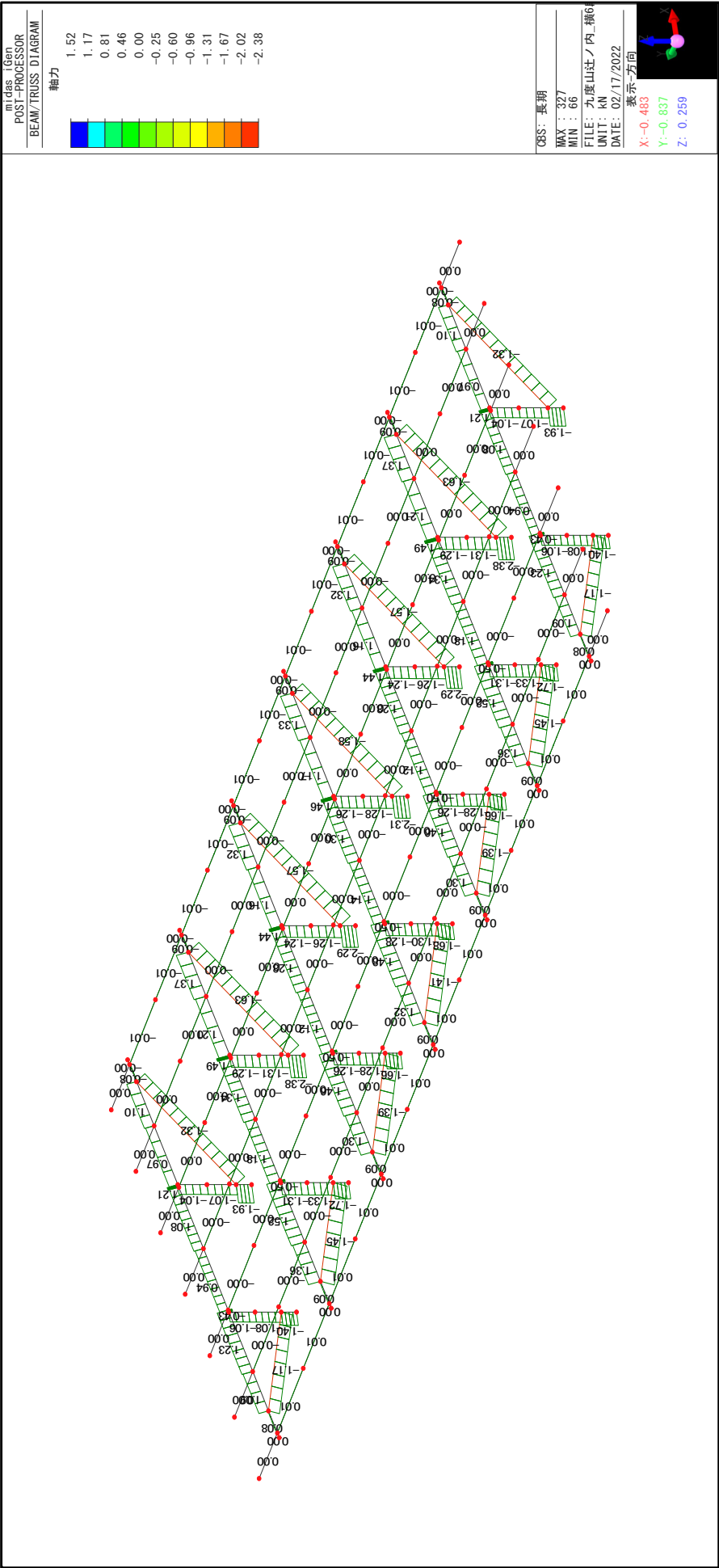
応力図
長期
弱軸せん断



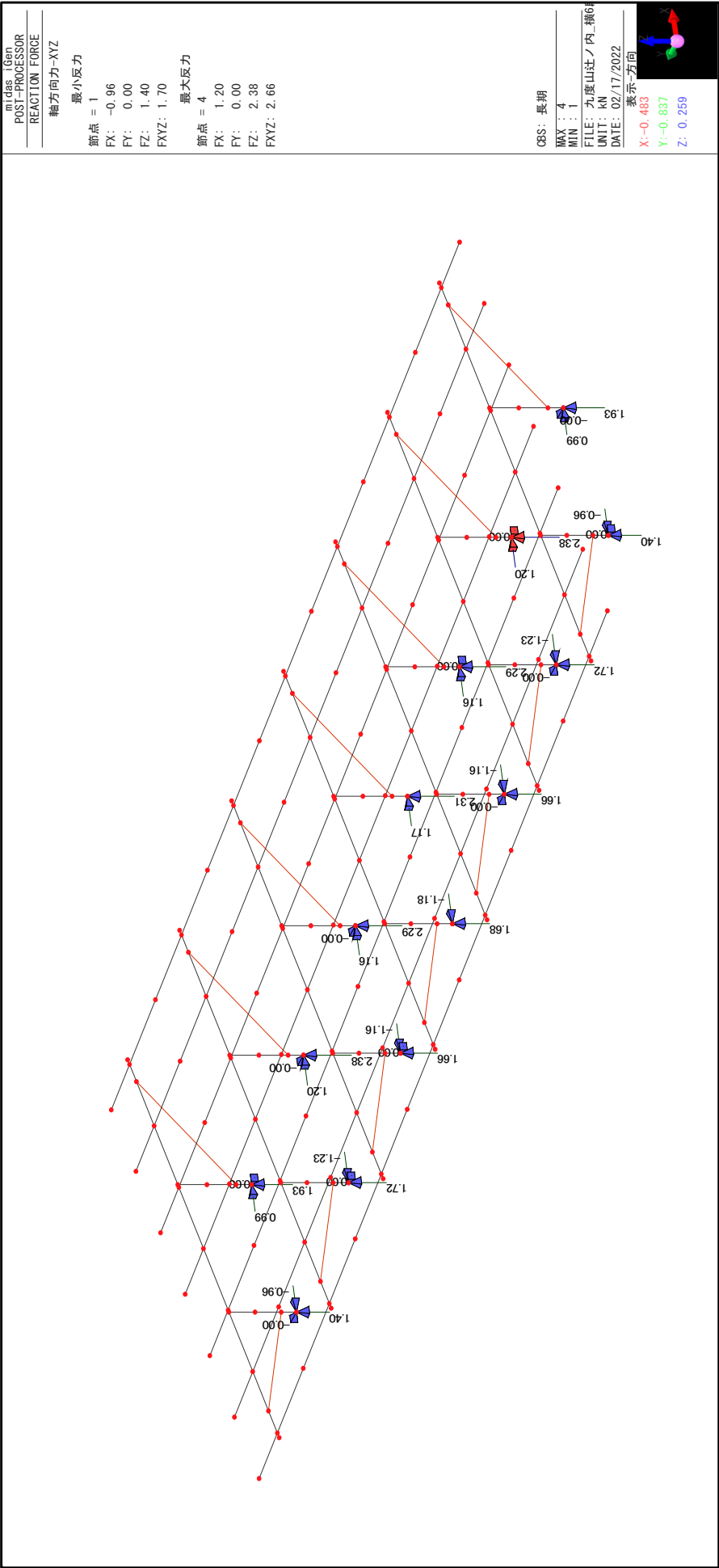
強軸せん断



応力図
長期
軸力



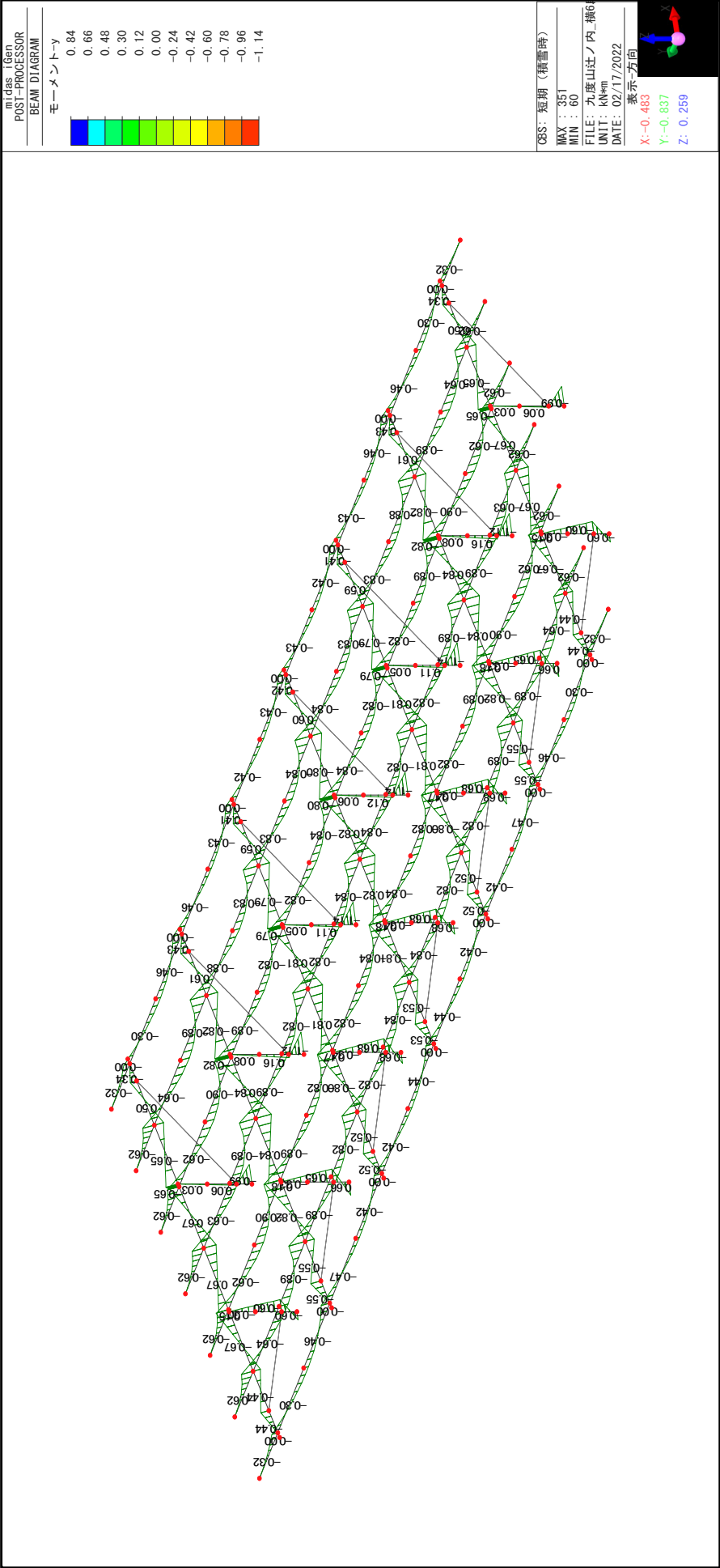
応力図
長期
支点反力



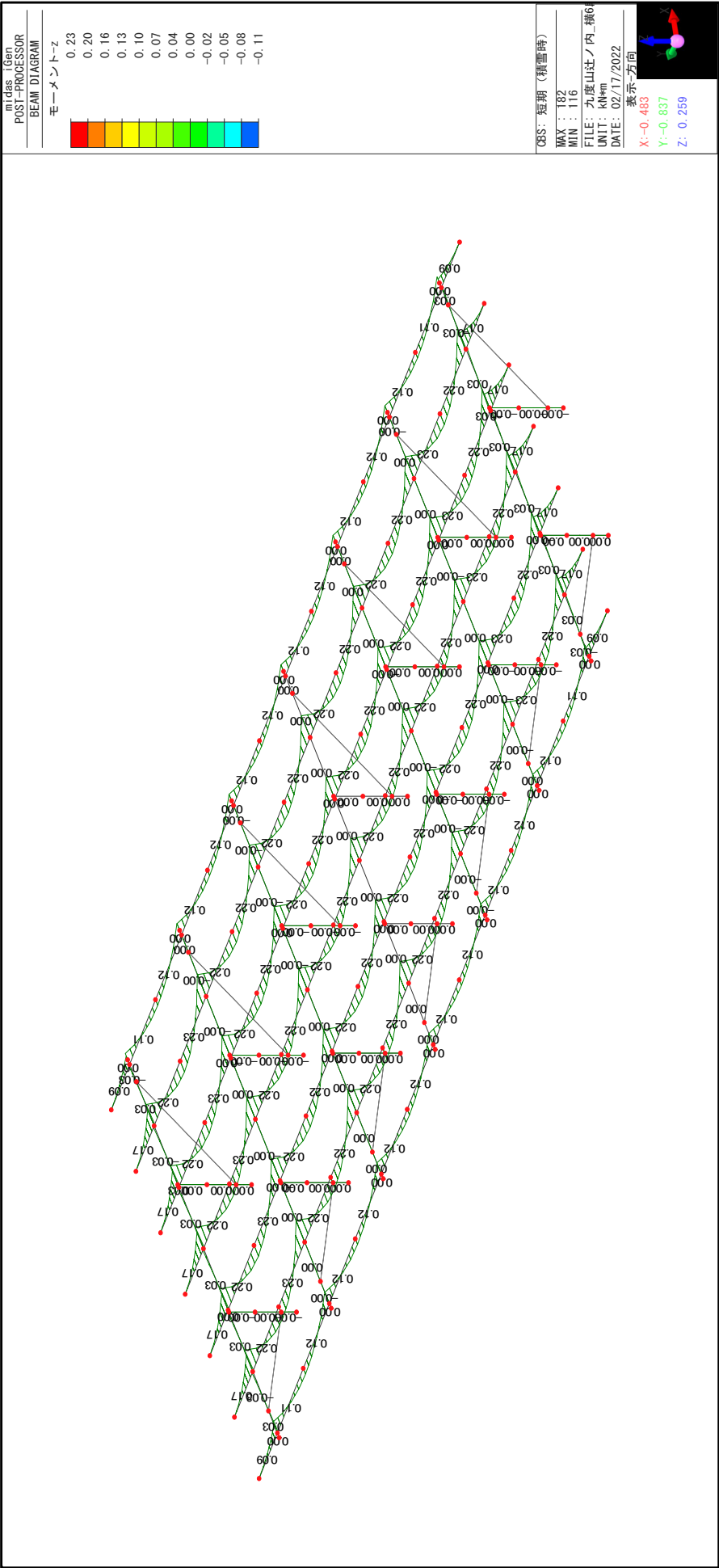
支点曲げ反力



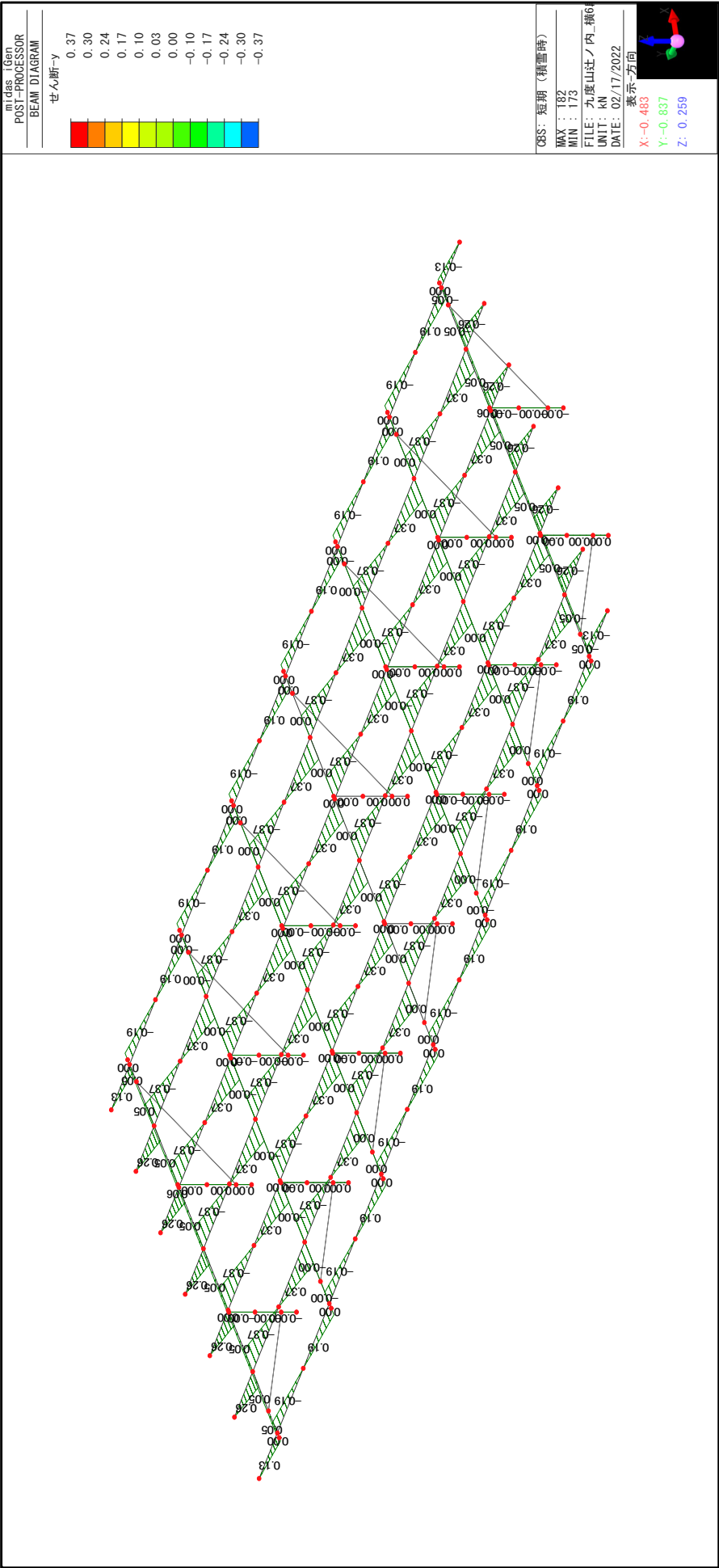
応力図
 短期（積雪時）
 強軸曲げモーメント



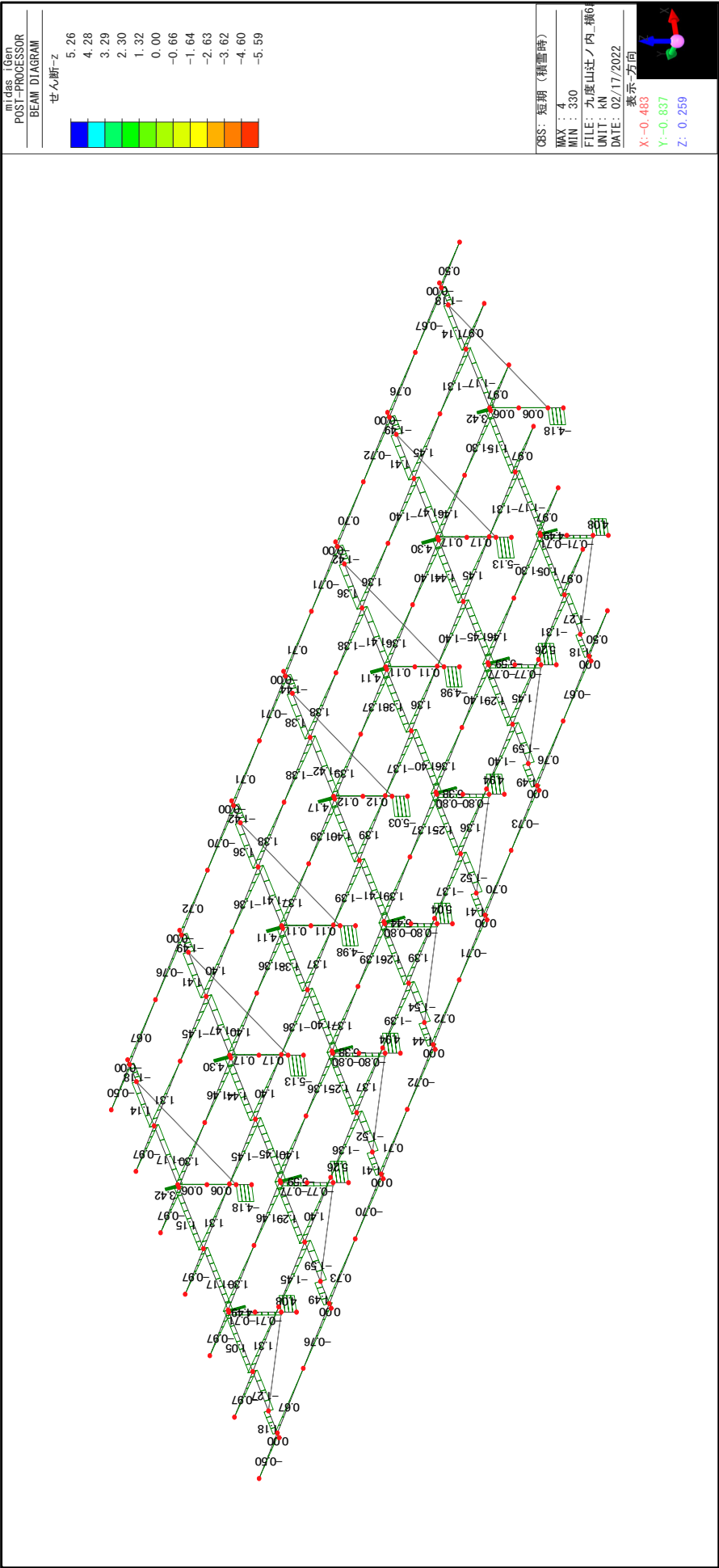
応力図
短期（積雪時）
弱軸曲げモーメント



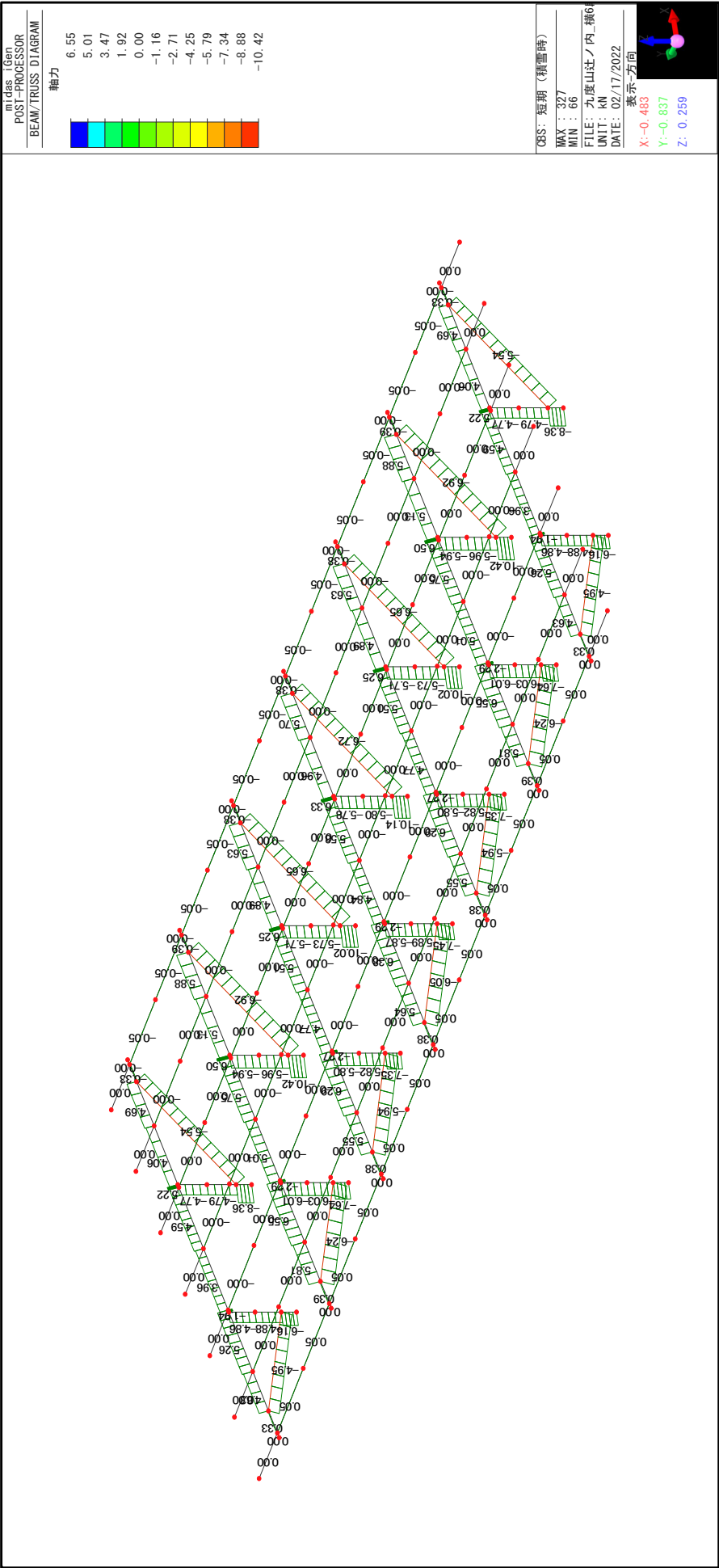
応力図
短期（積雪時）
弱軸せん断



応力図
短期（積雪時）
強軸せん断



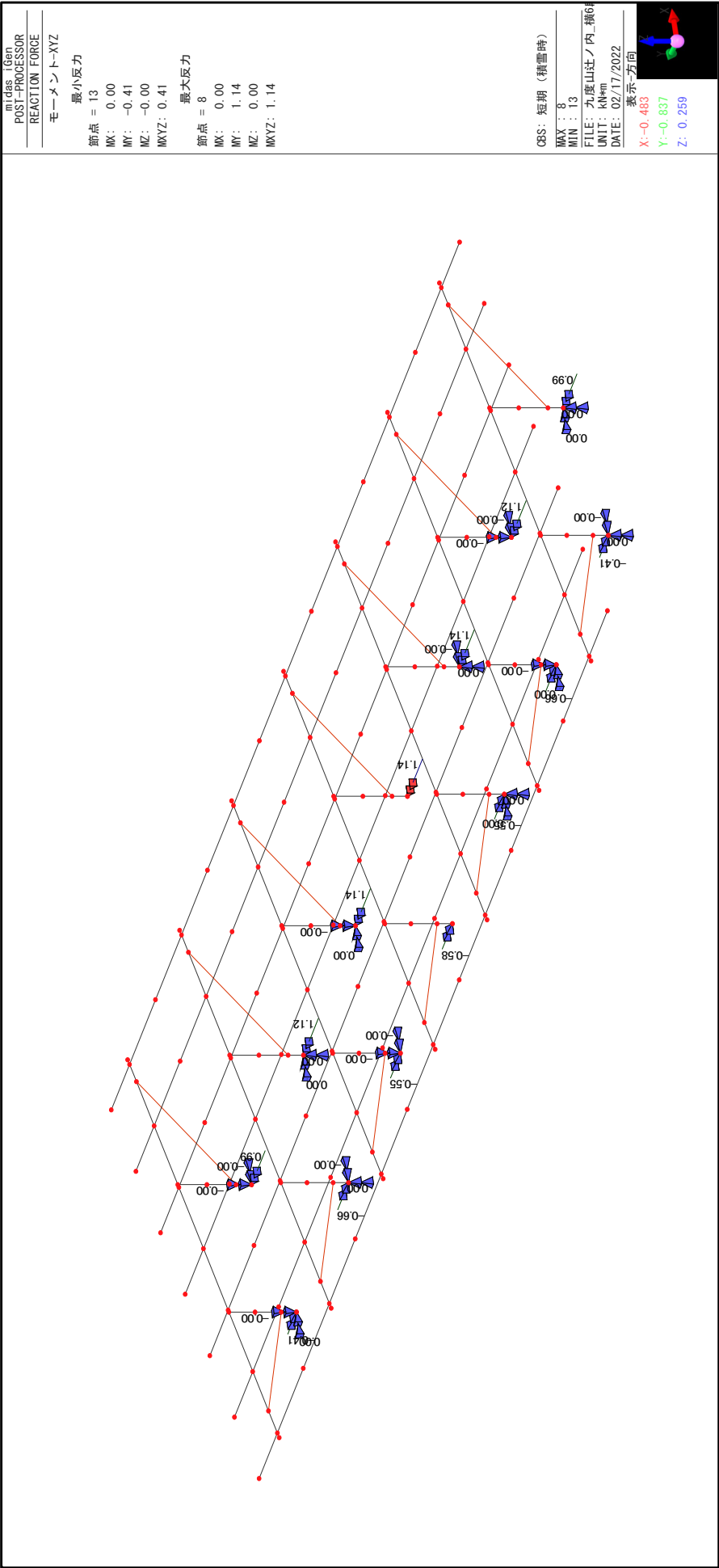
応力図
短期（積雪時）
軸力



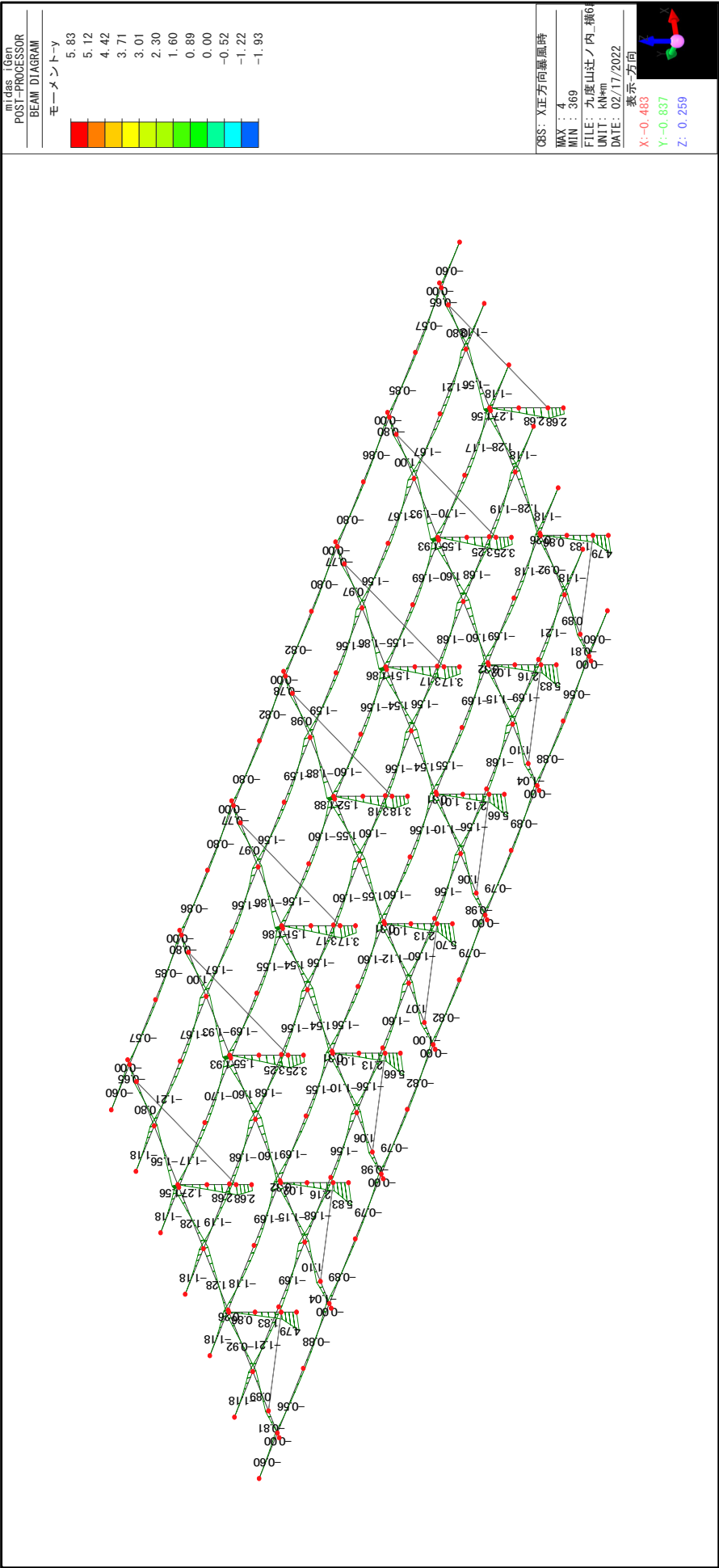
支点反力



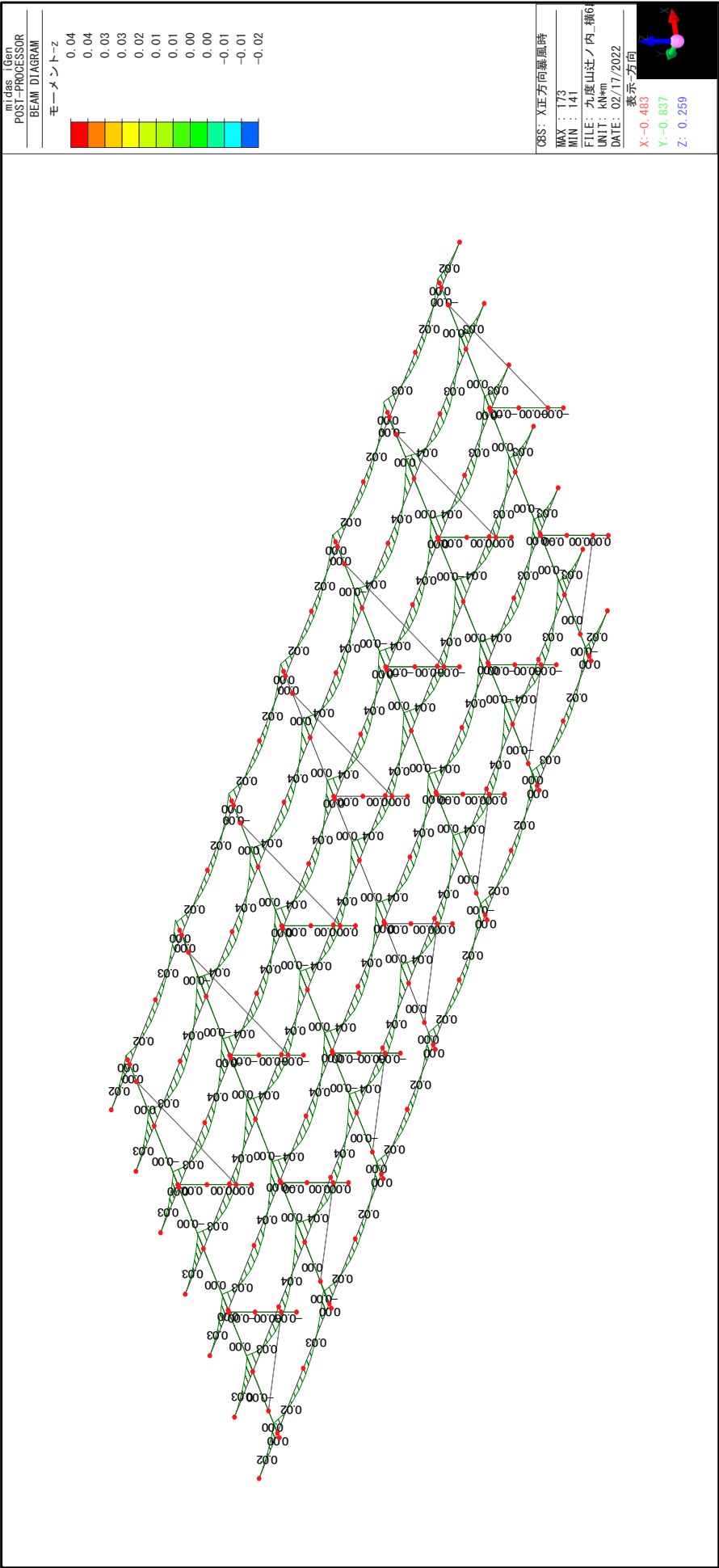
応力図
短期（積雪時）
支点曲げ反力



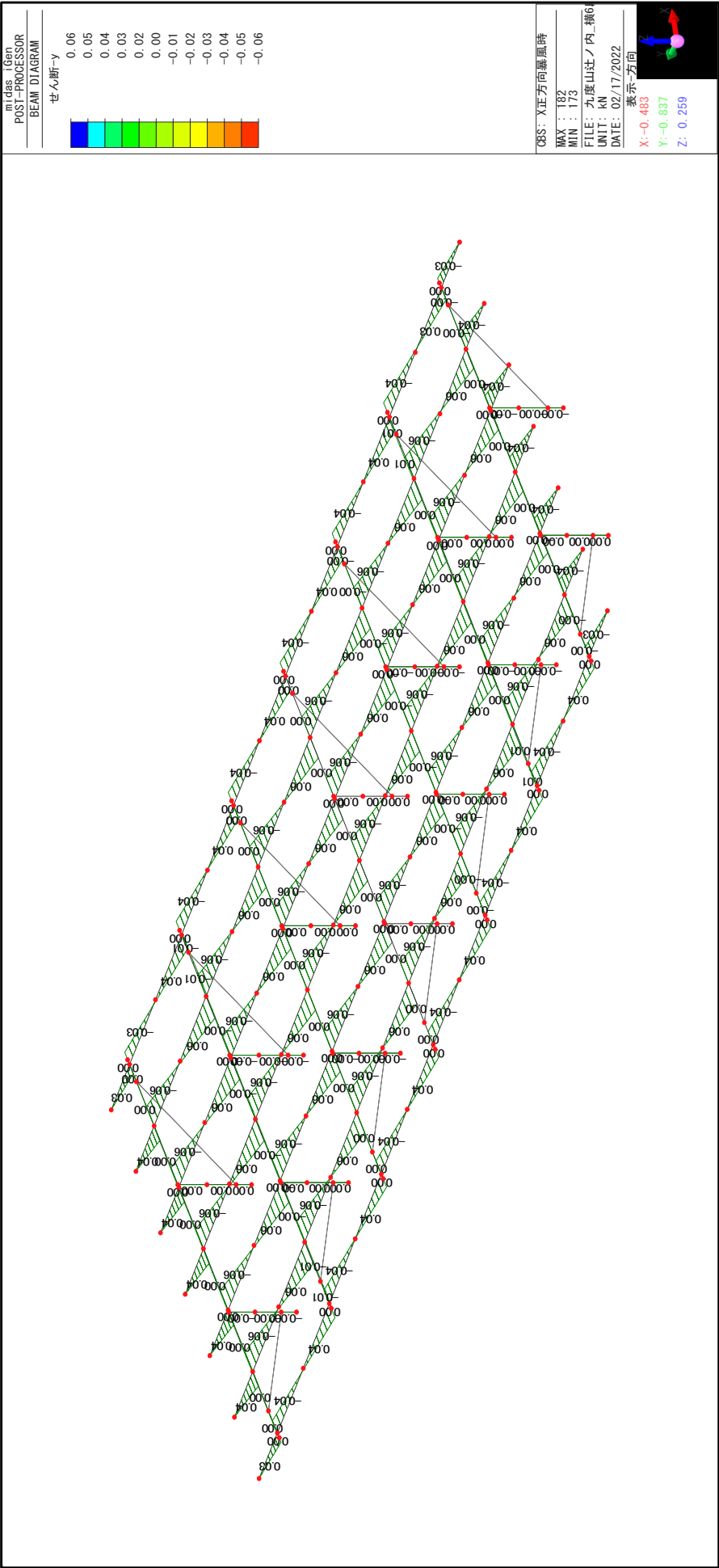
応力図
X正方向暴風時
強軸曲げモーメント



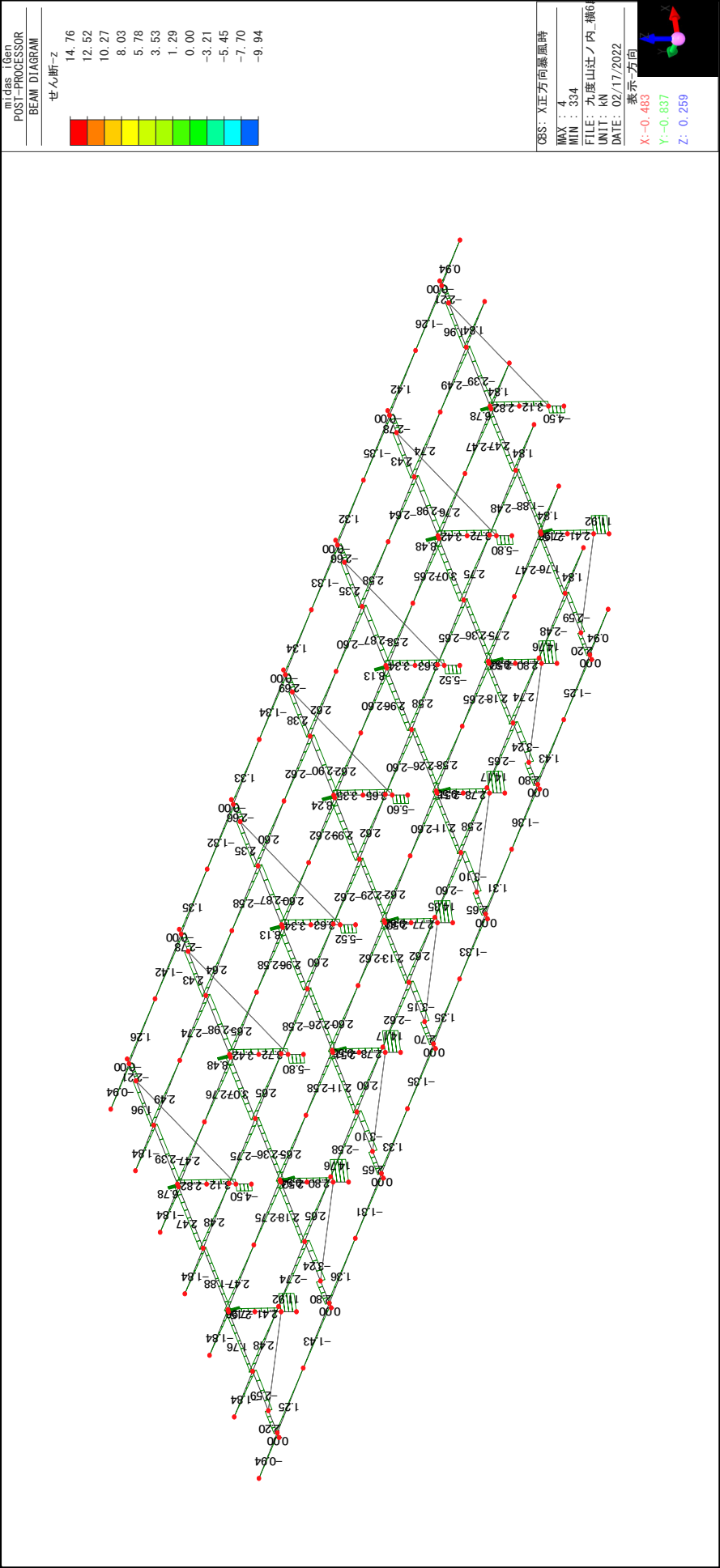
応力図
X正方向暴風時
弱軸曲げモーメント



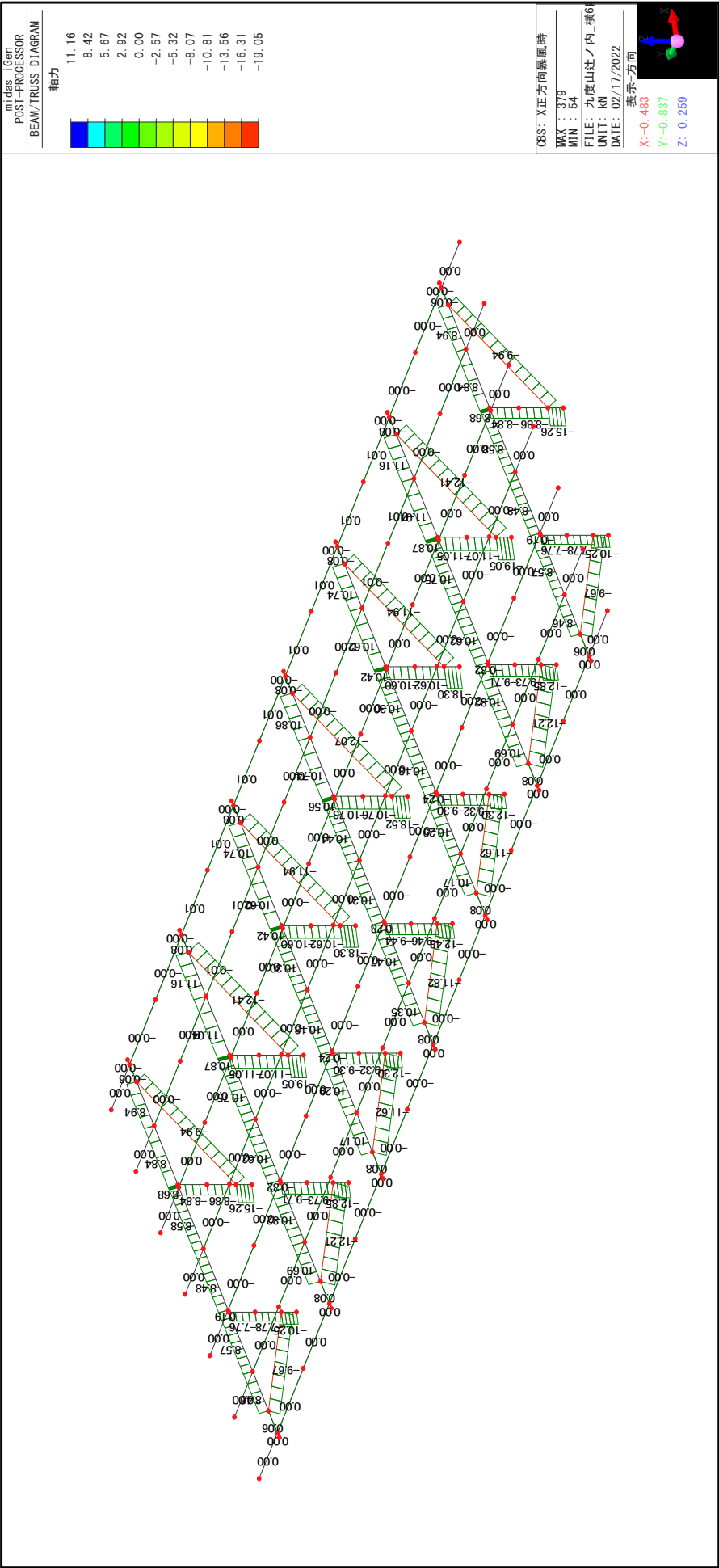
応力図
X正方向暴風時
弱軸せん断



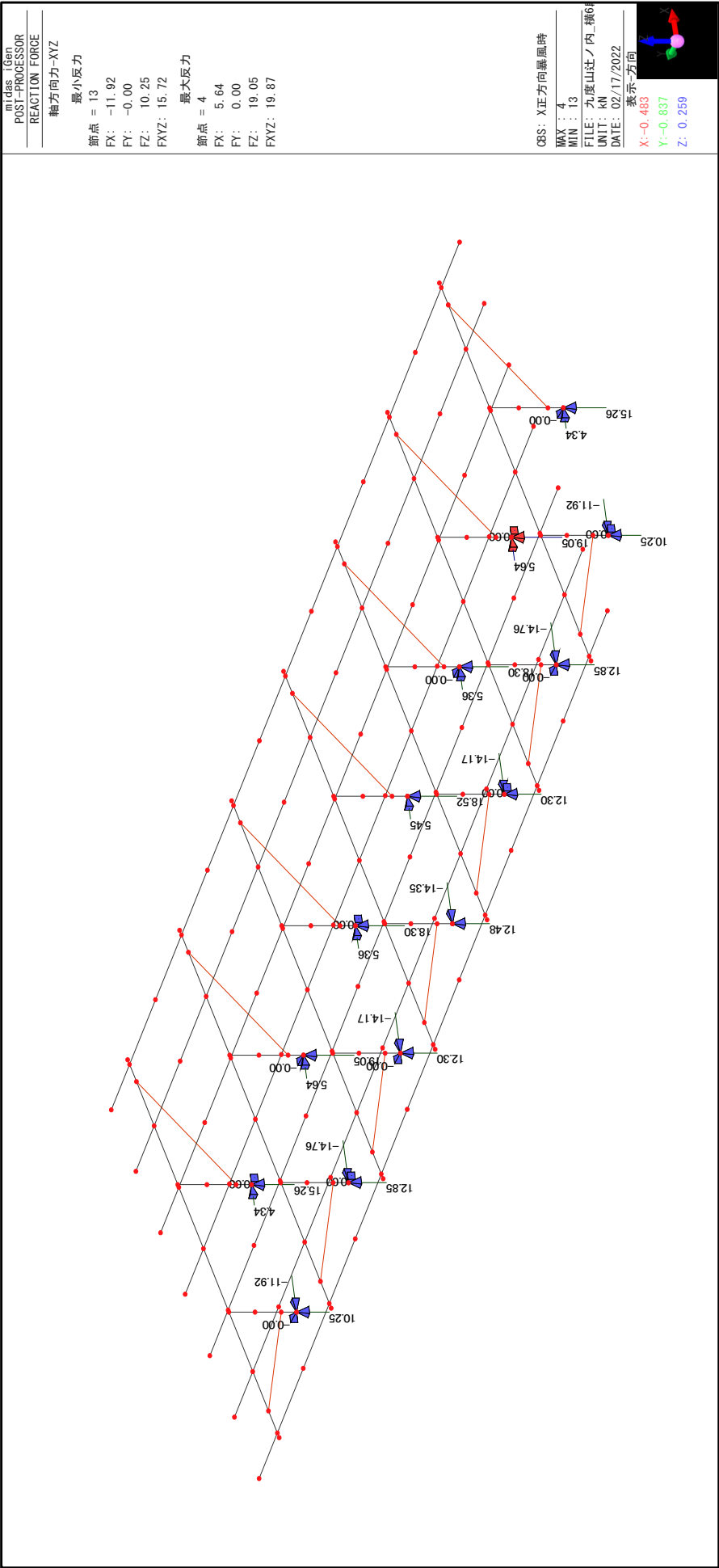
応力図
X正方向暴風時
強軸せん断



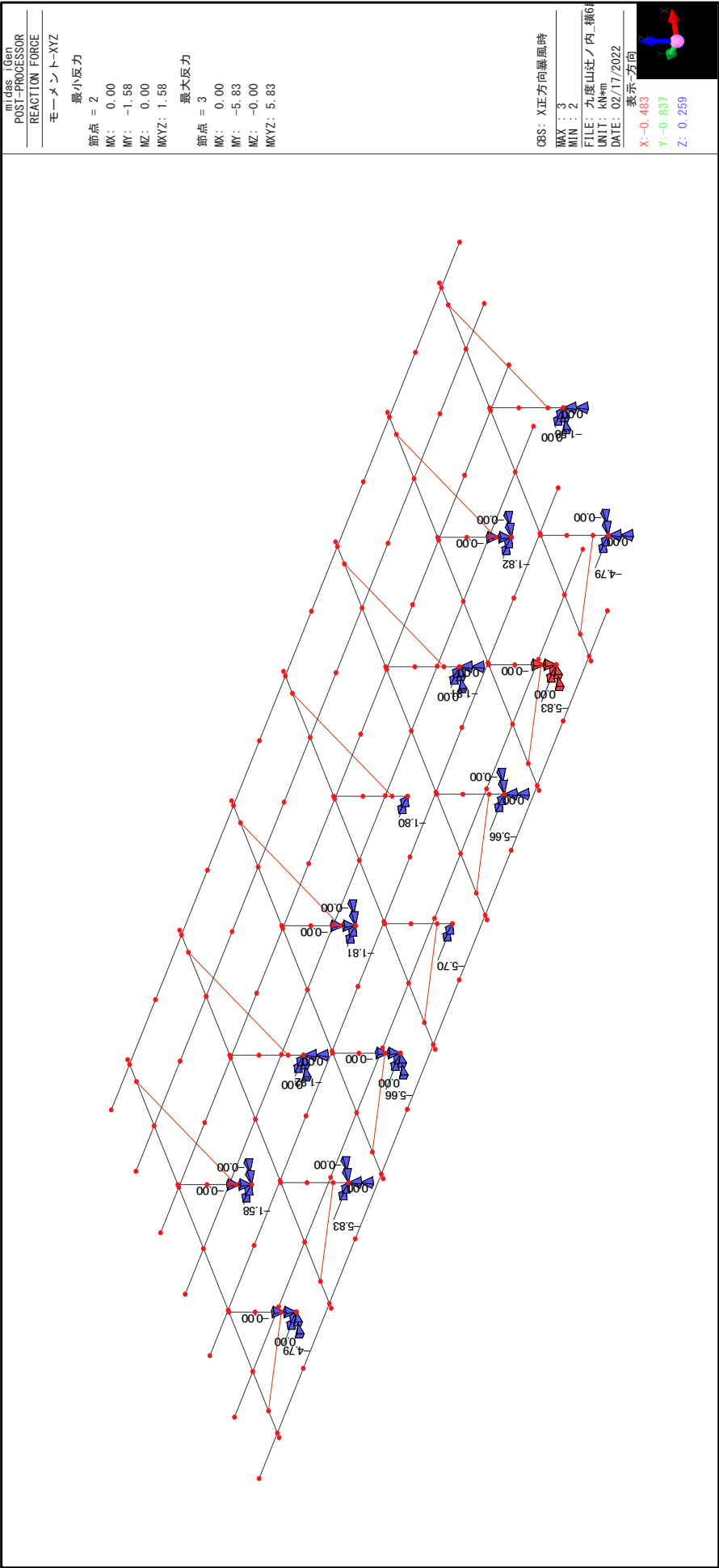
応力図
X正方向暴風時
軸力



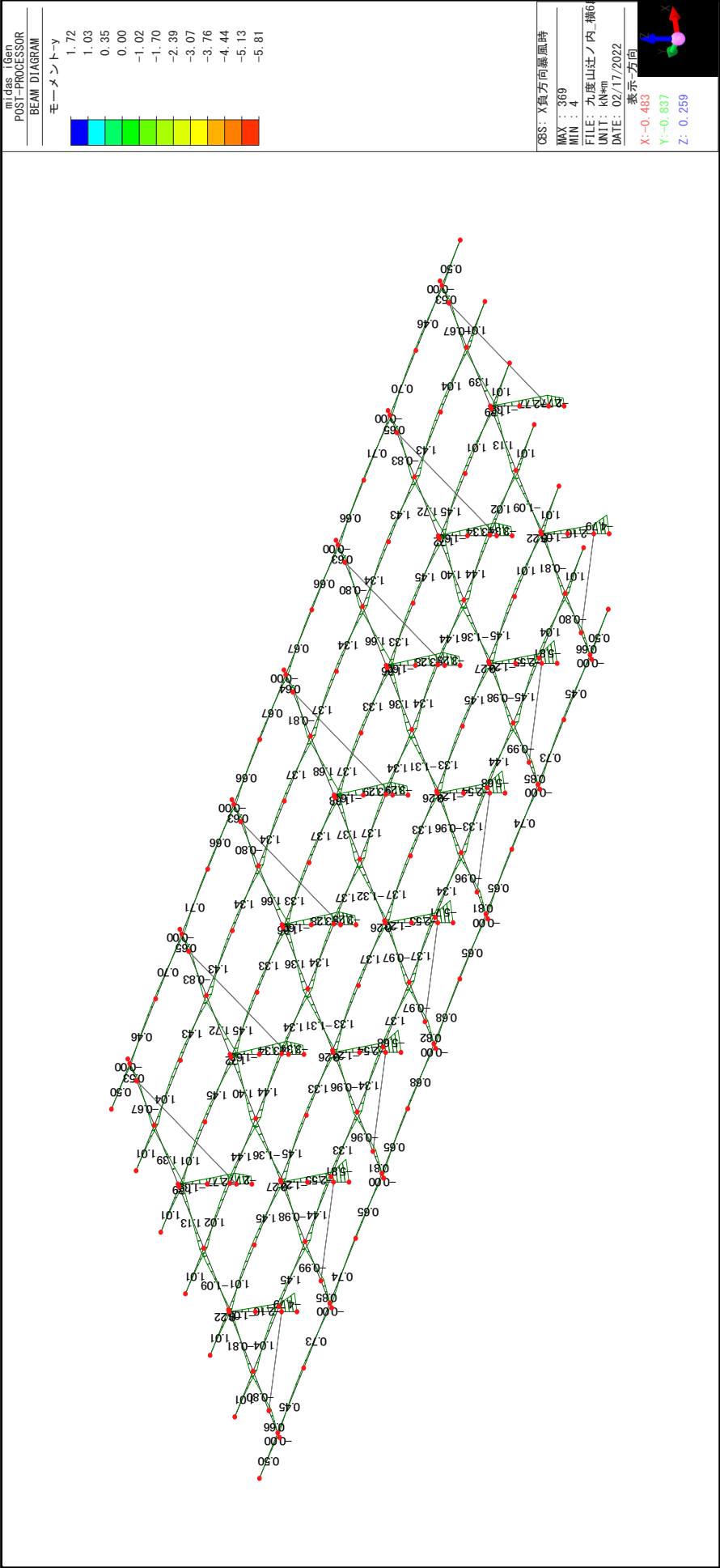
応力図
X正方向暴風時
支点反力



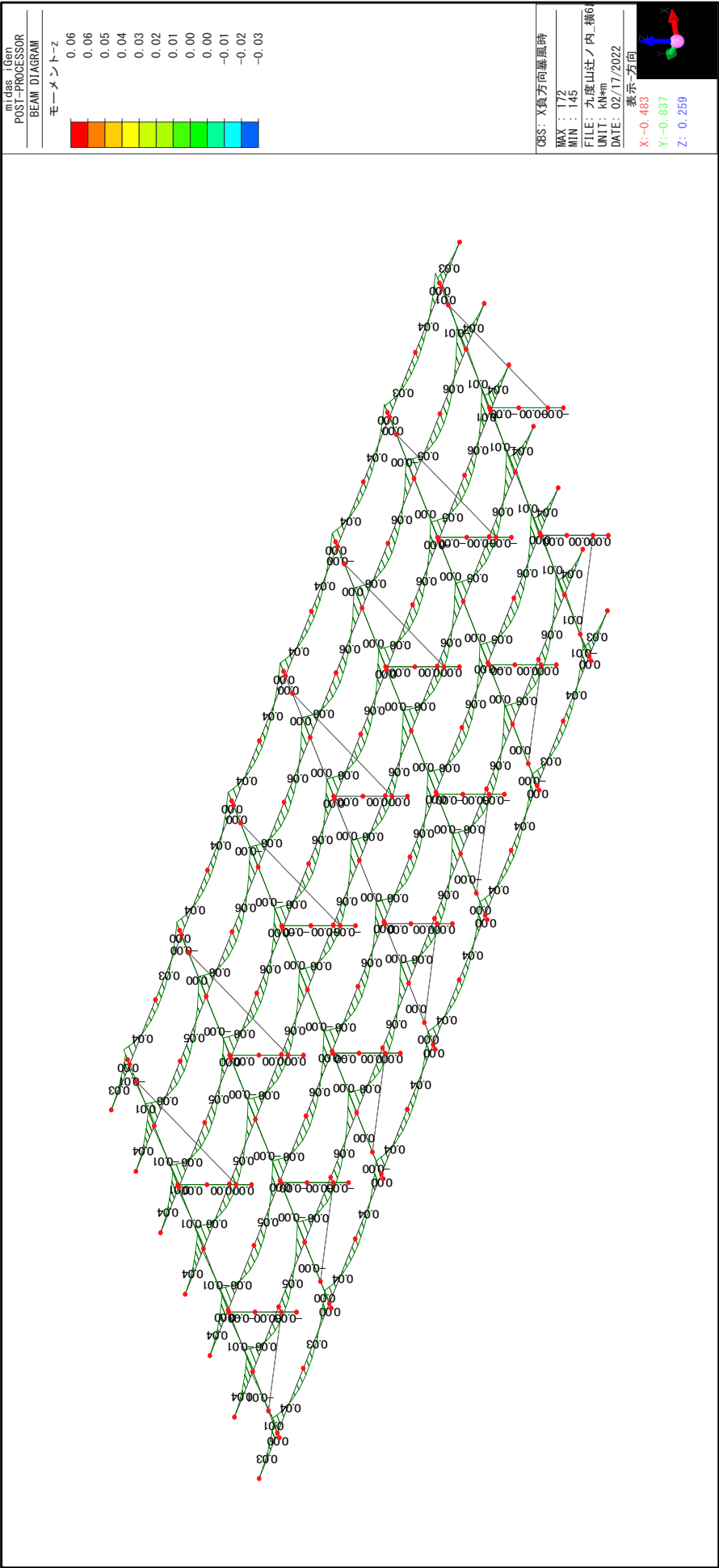
応力図
X正方向暴風時
支点曲げ反力



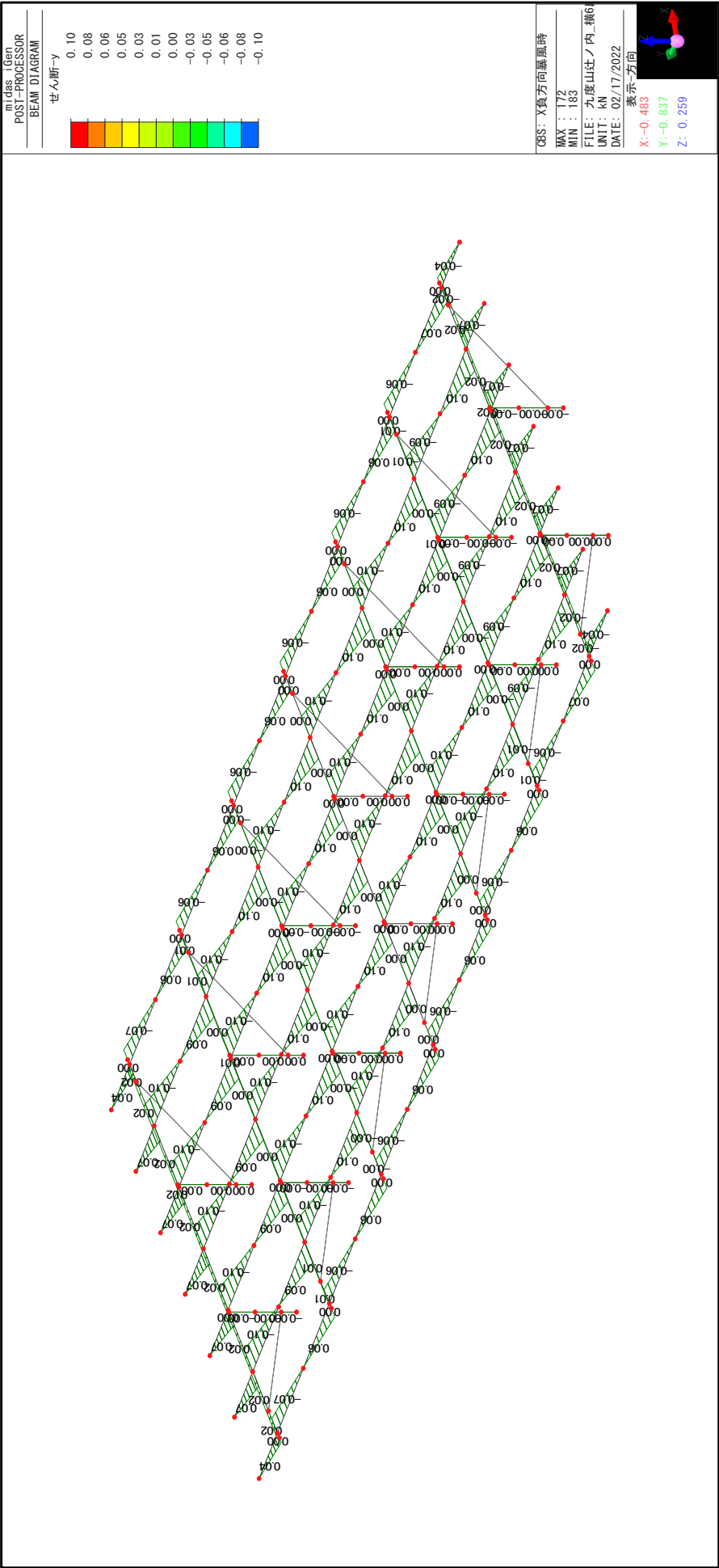
応力図
X負方向暴風時
強軸曲げモーメント



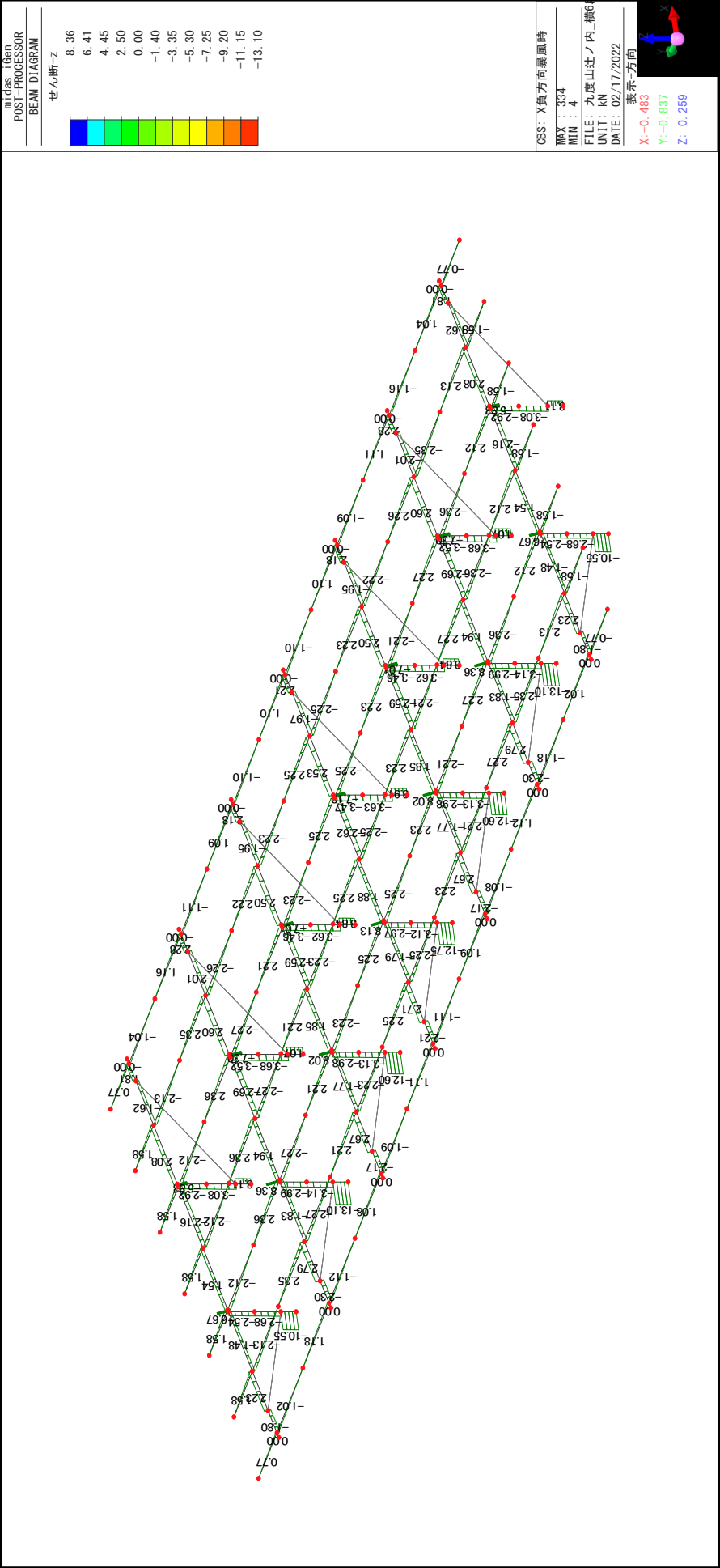
応力図
X負方向暴風時
弱軸曲げモーメント



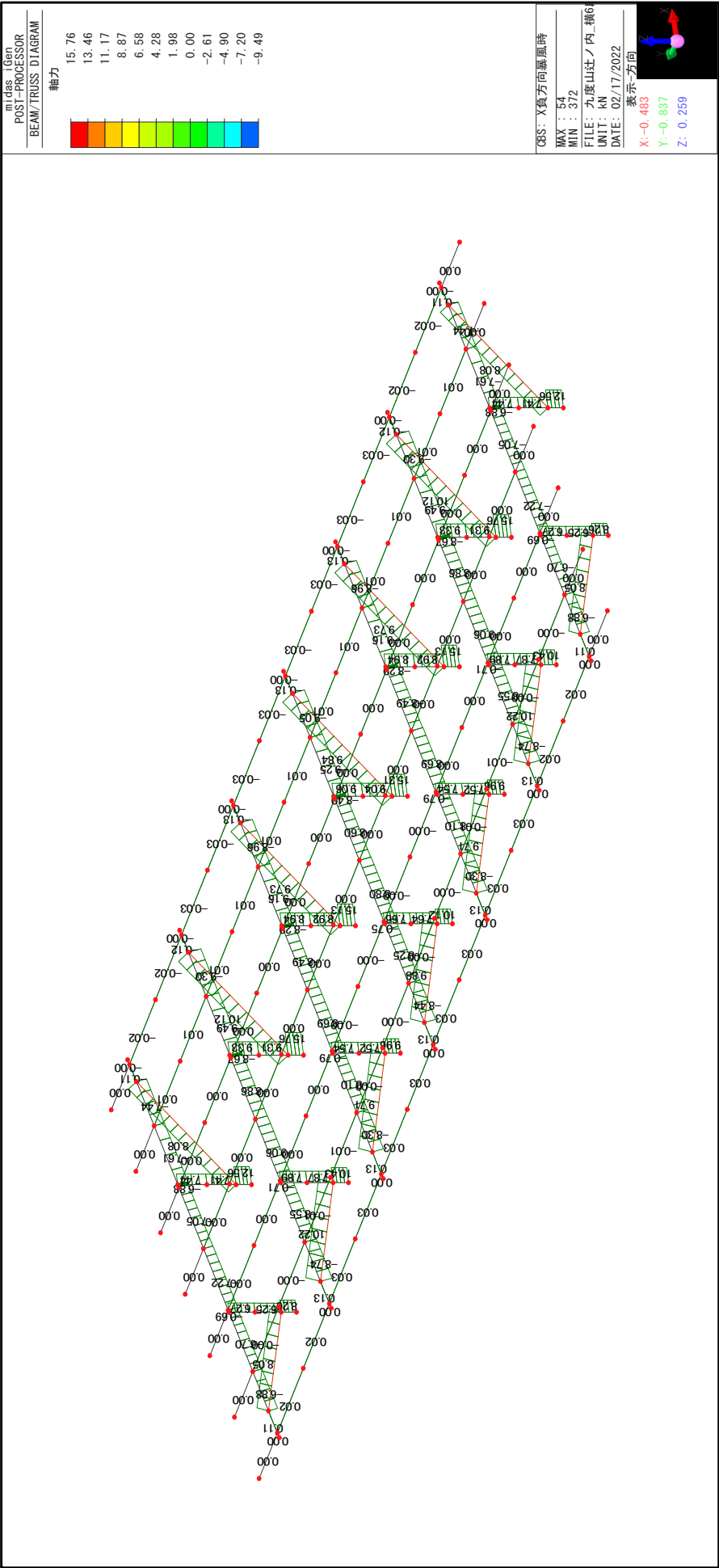
応力図
X負方向暴風時
弱軸せん断



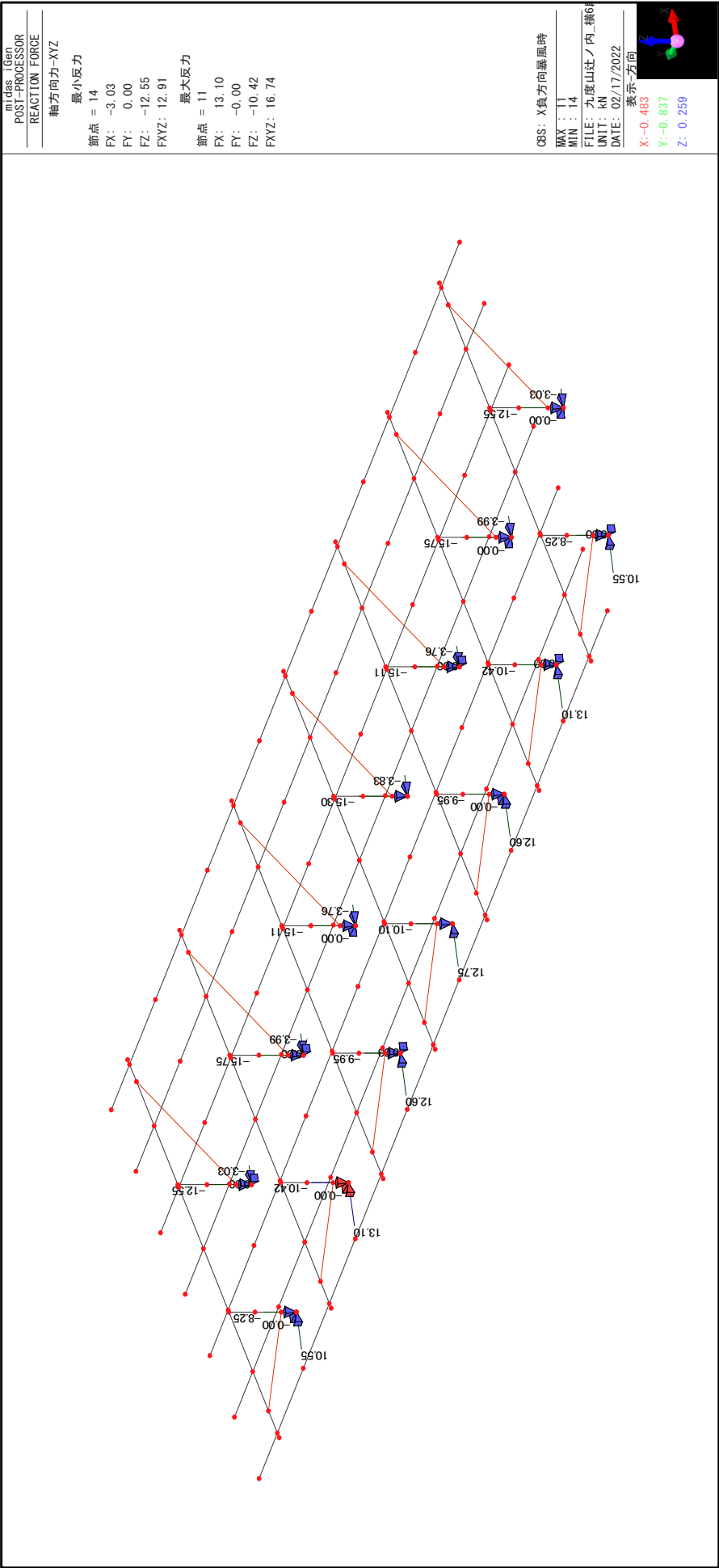
応力図
X負方向暴風時
強軸せん断



応力図
X負方向暴風時
軸力



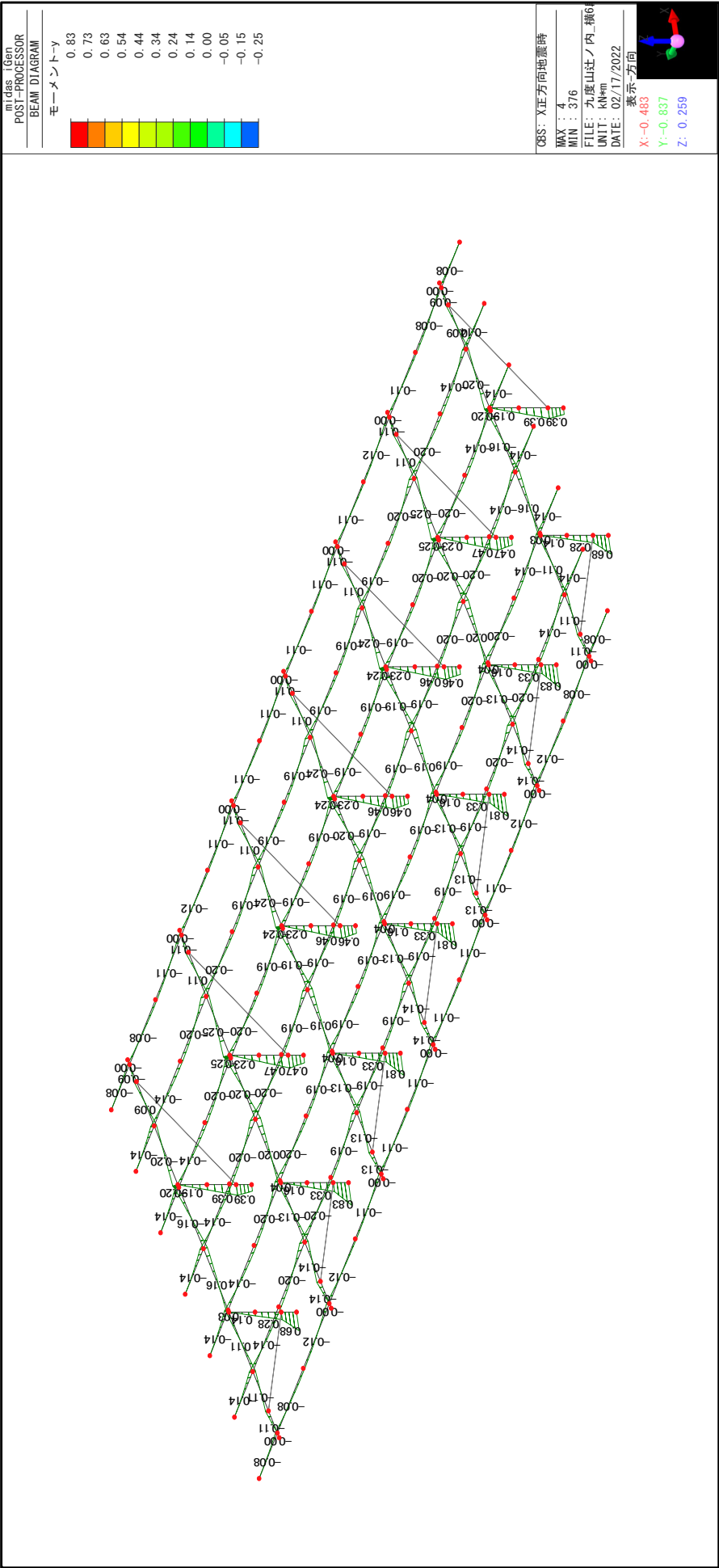
応力図
X負方向暴風時
支点反力



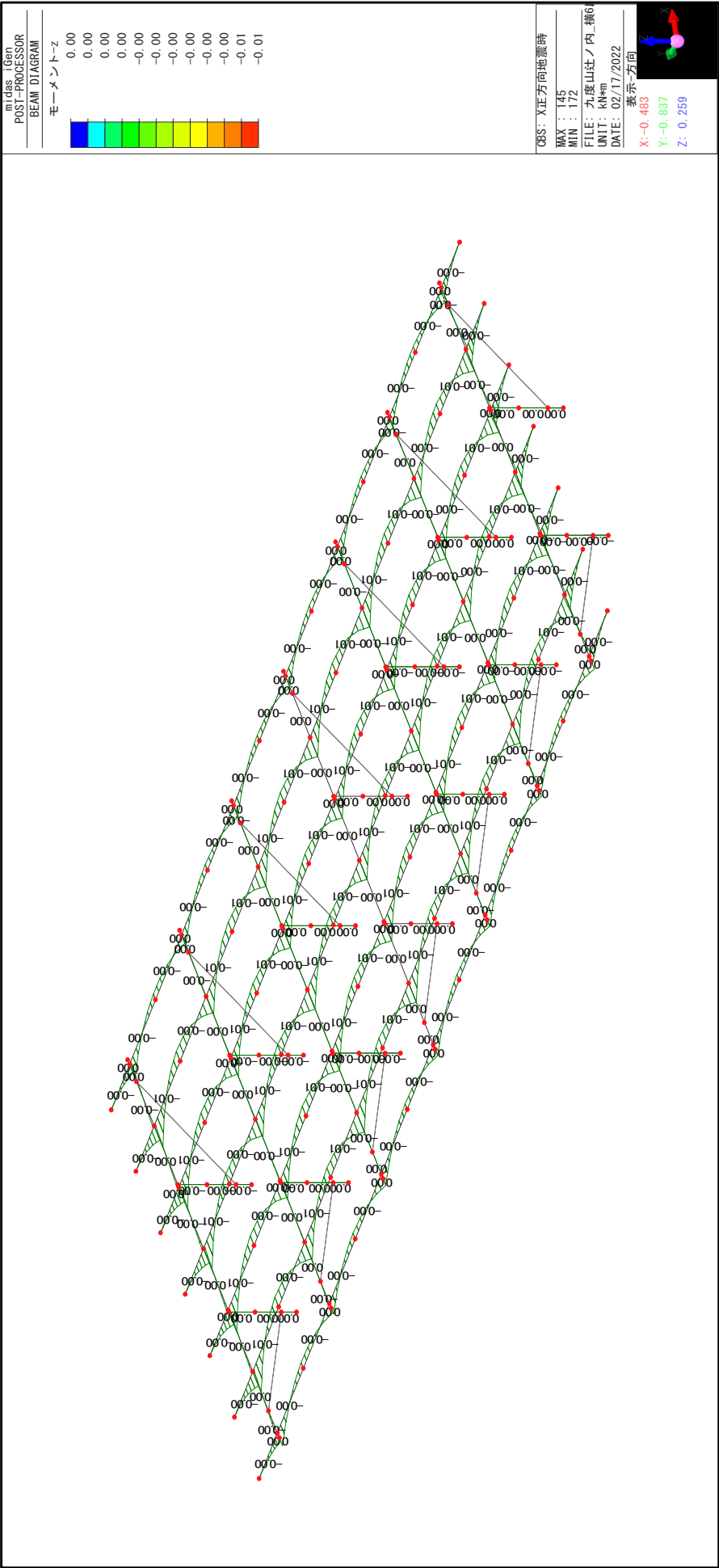
支点曲げ反力



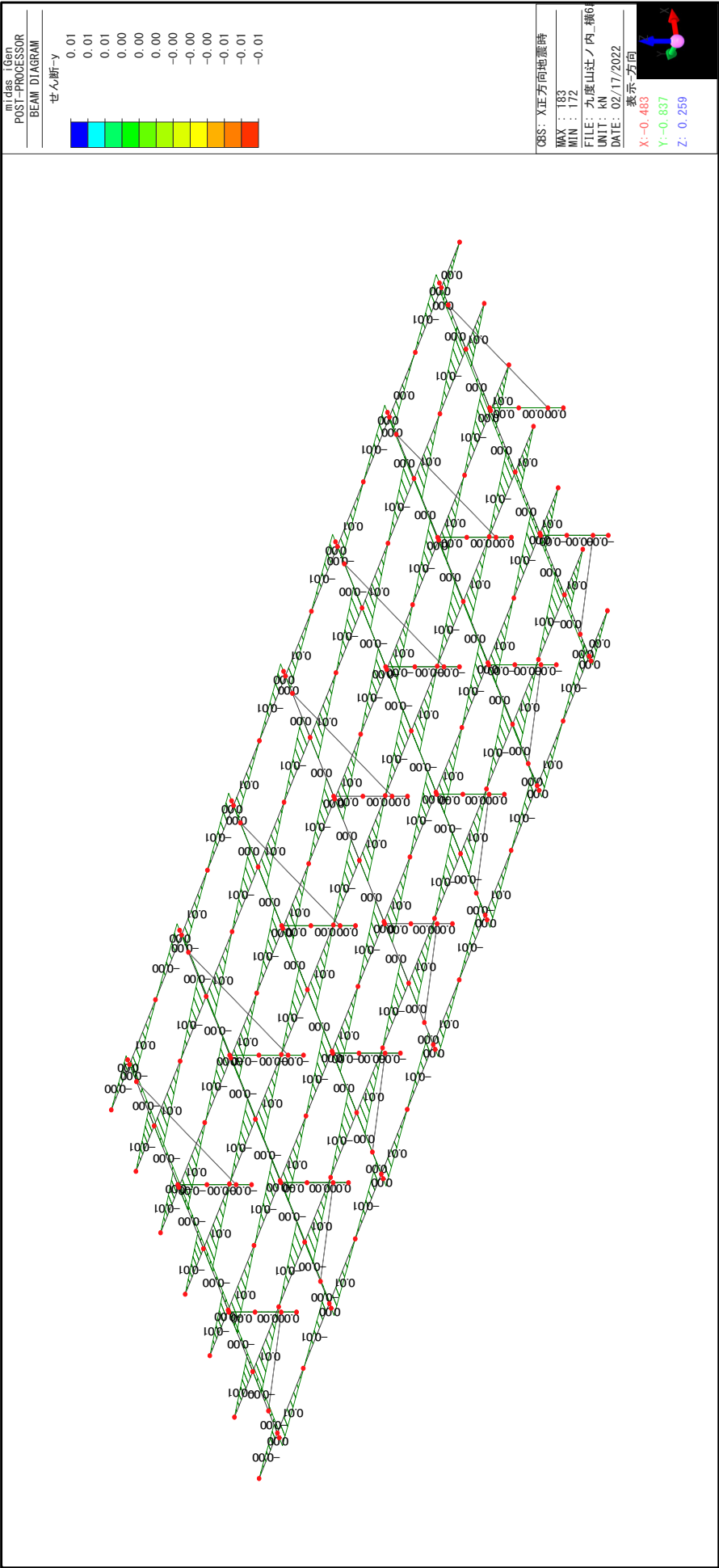
応力図
X正方向地震時
強軸曲げモーメント



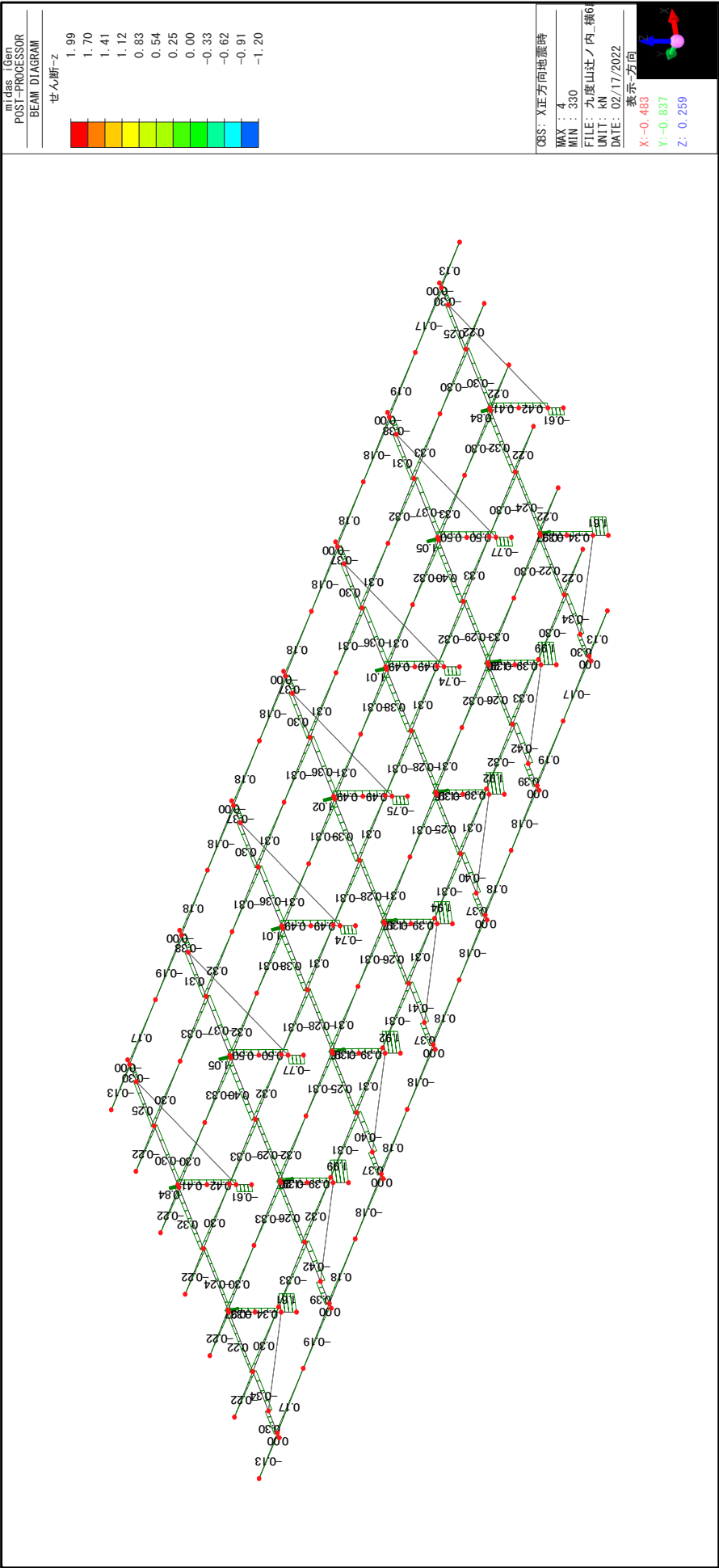
応力図
X正方向地震時
弱軸曲げモーメント



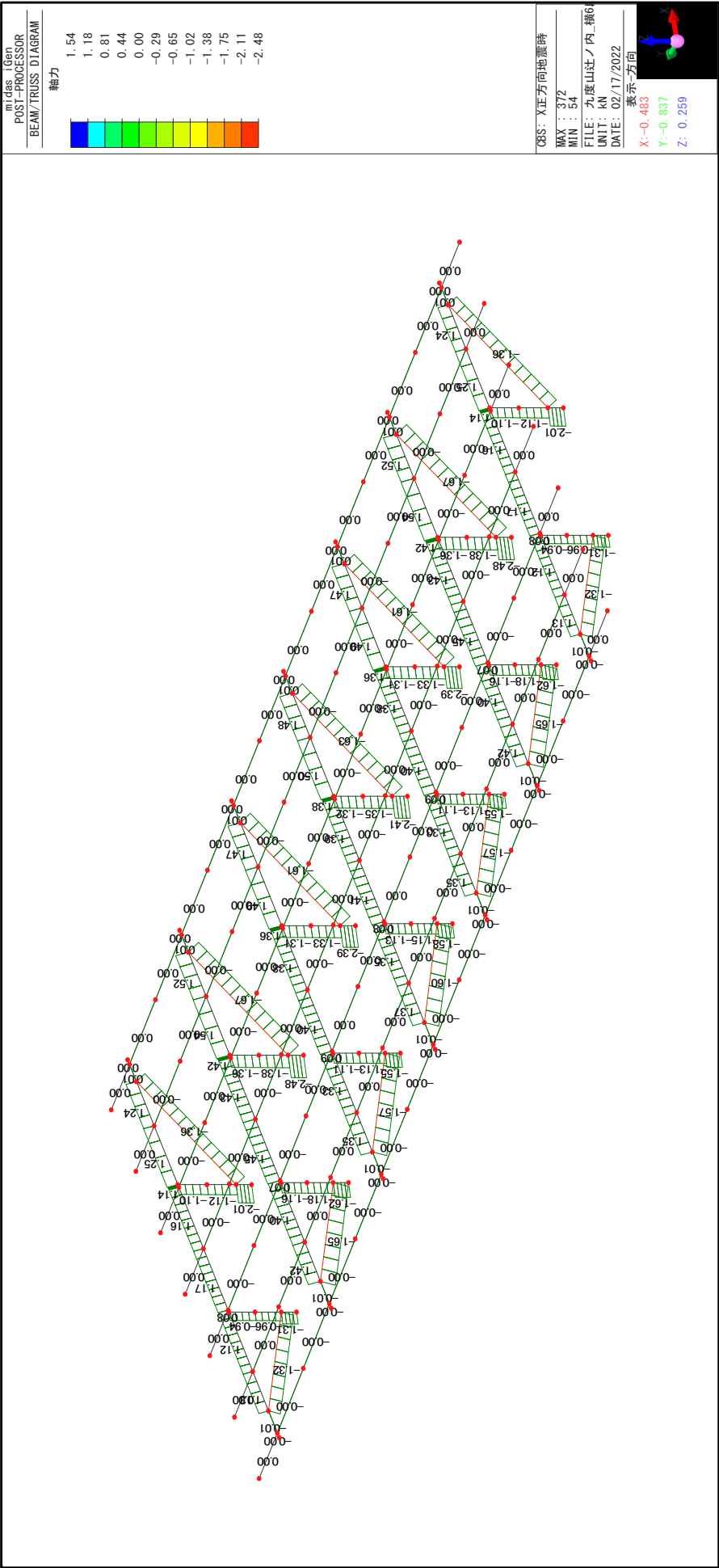
応力図
X正方向地震時
弱軸せん断



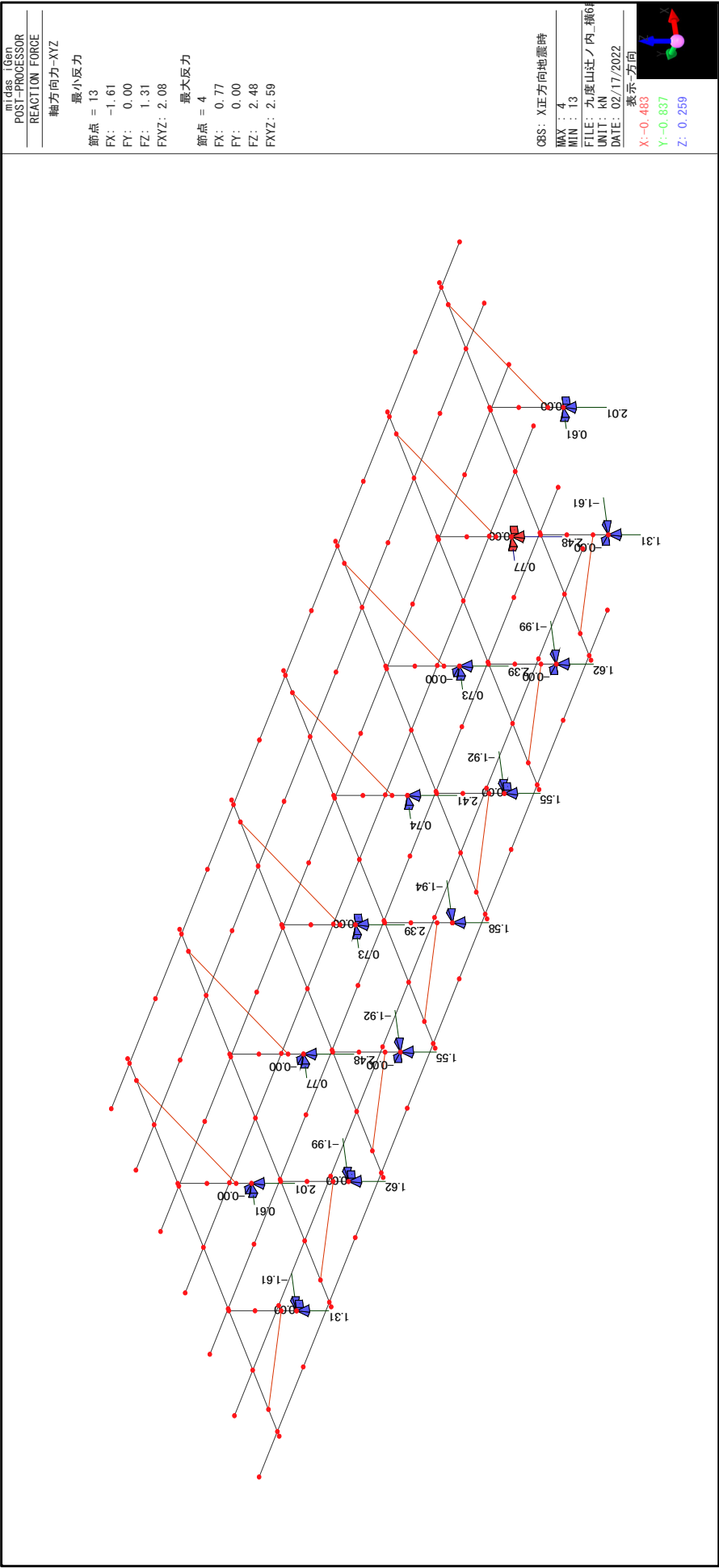
応力図
X正方向地震時
強軸せん断



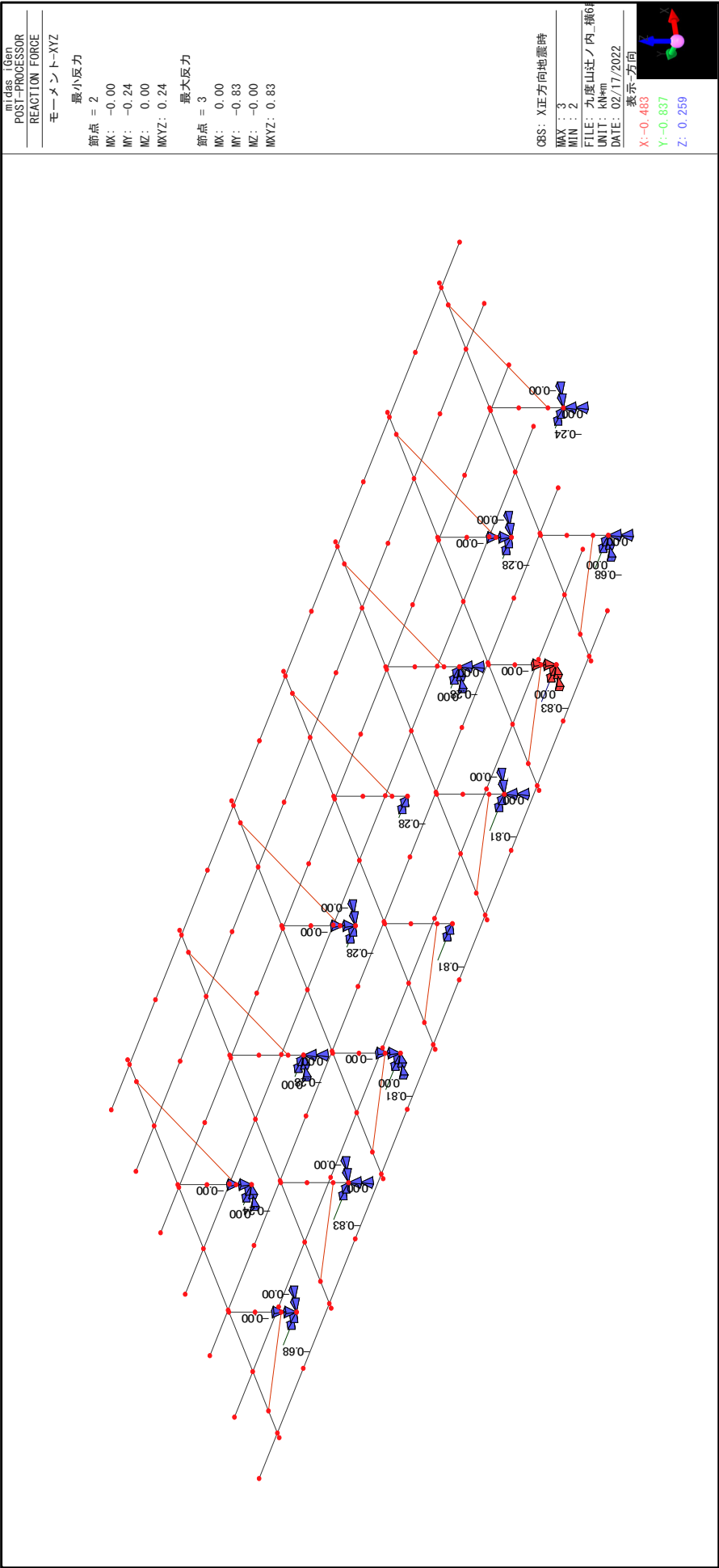
応力図
X正方向地震時
軸力



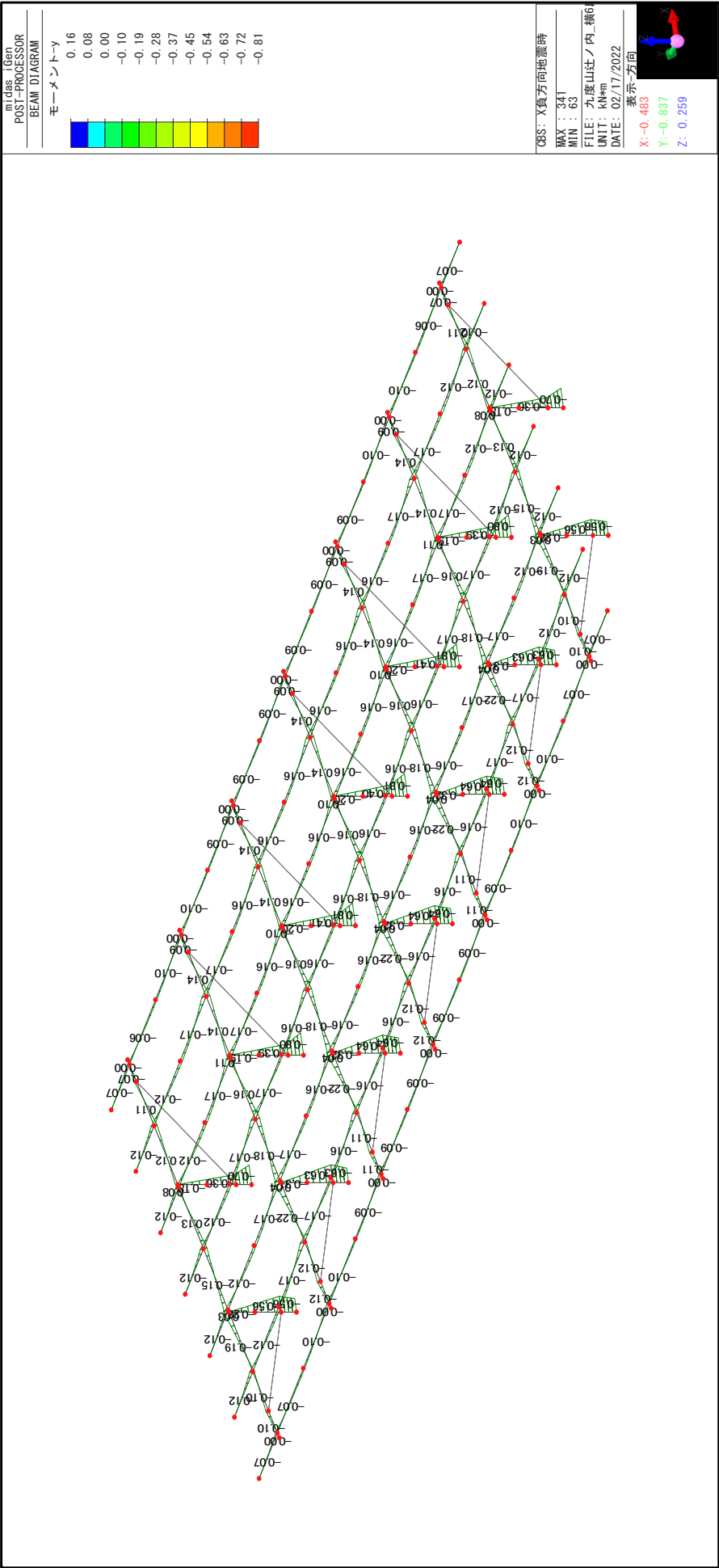
応力図
X正方向地震時
支点反力



応力図
X正方向地震時
支点曲げ反力

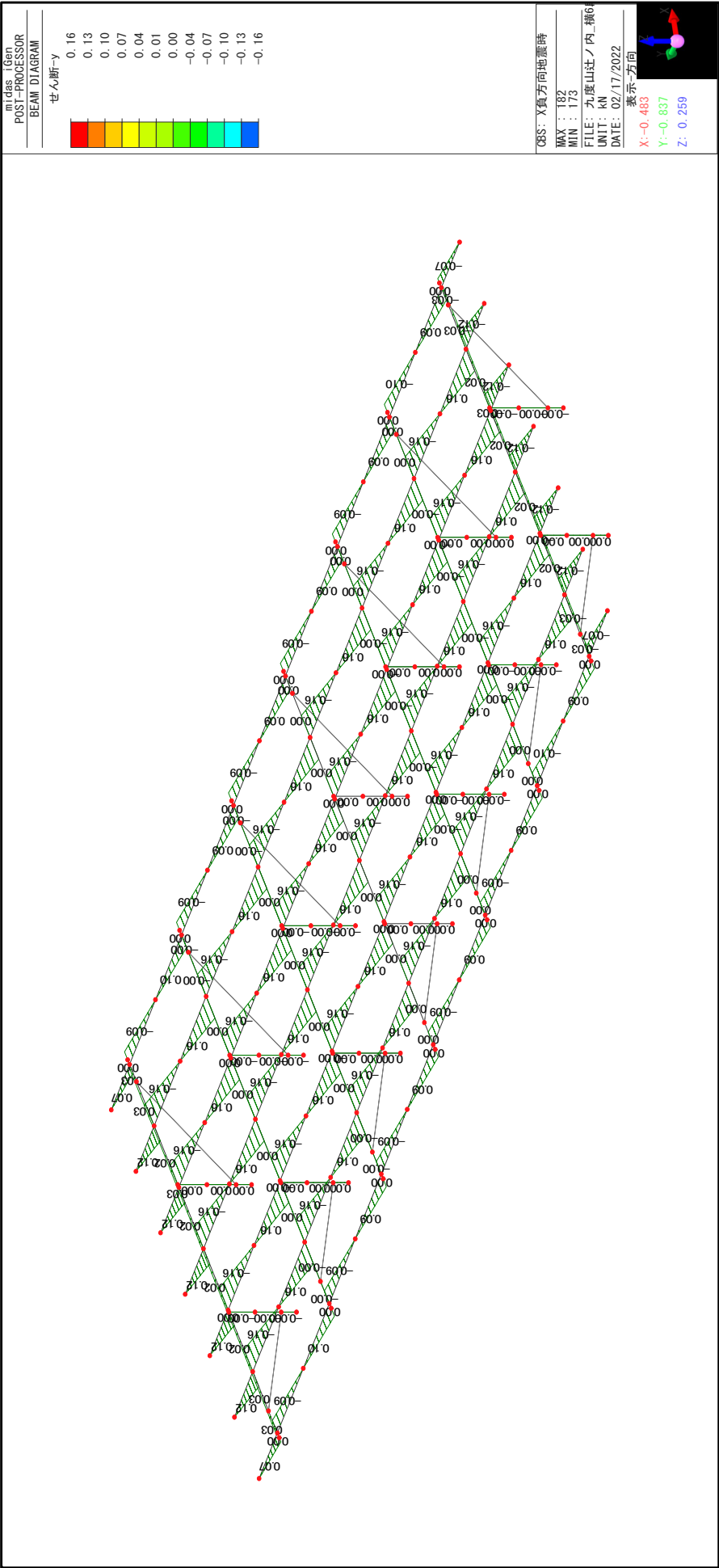


応力図
X負方向地震時
強軸曲げモーメント

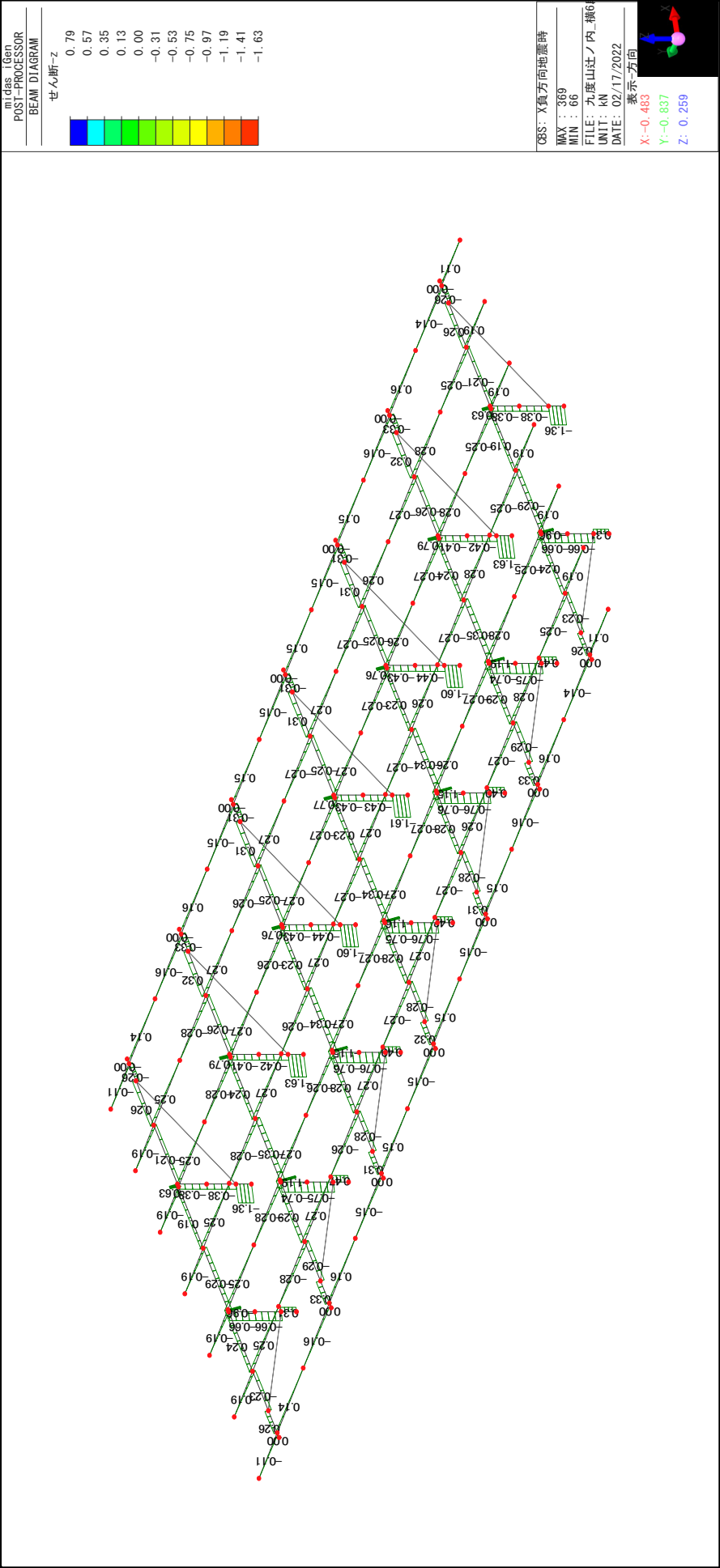


X負方向地震時

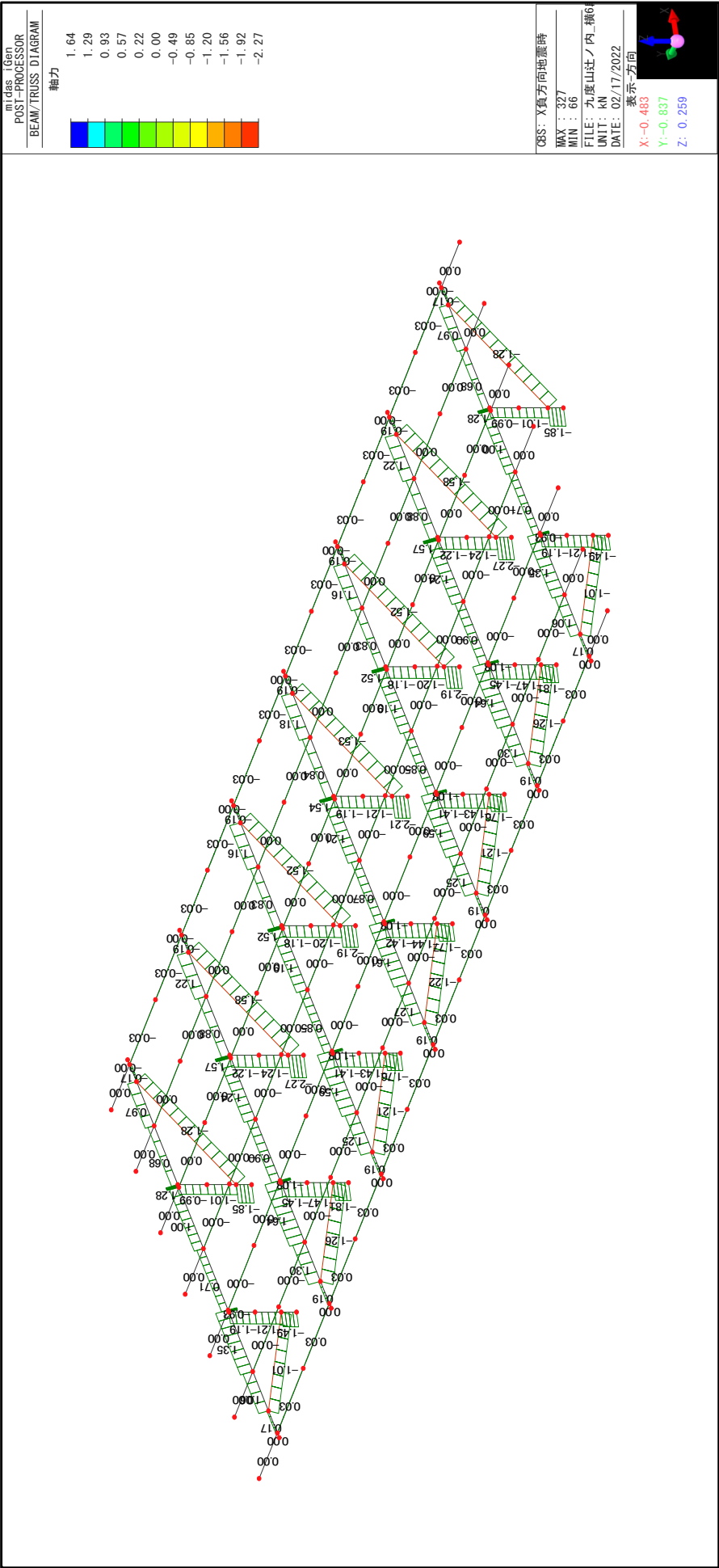
応力図
X負方向地震時
弱軸せん断



応力図
X負方向地震時
強軸せん断



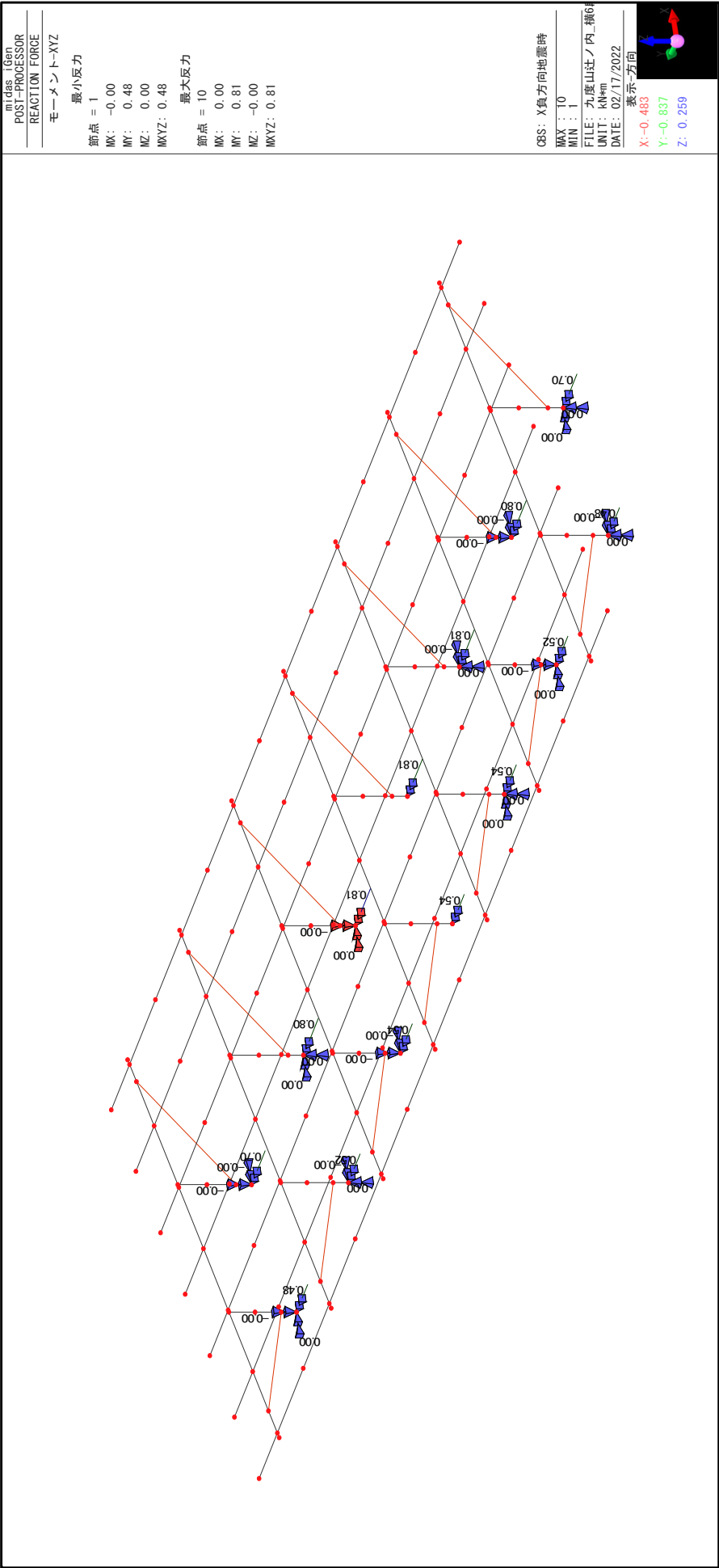
応力図
X負方向地震時
軸力



支点反力



応力図
X負方向地震時
支点曲げ反力



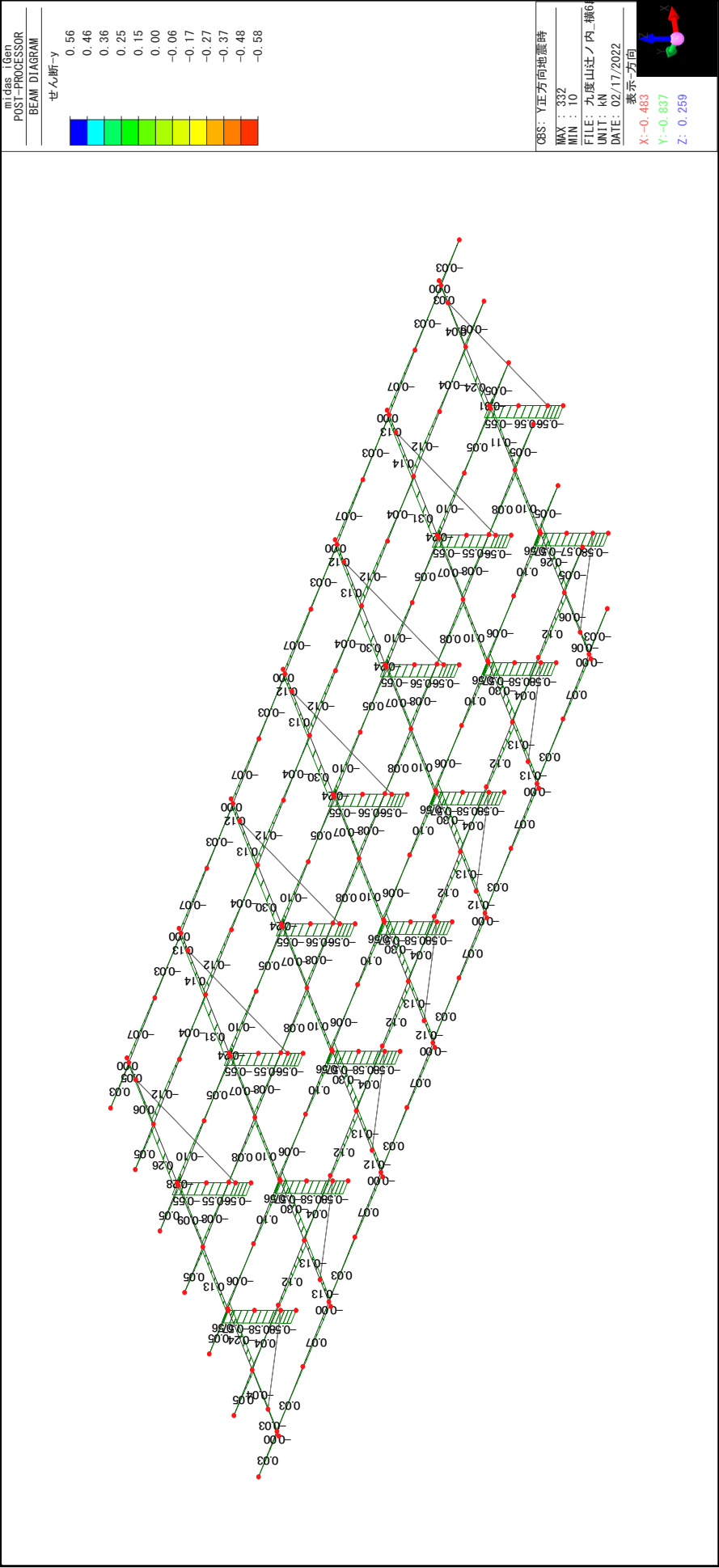
強軸曲げモーメント



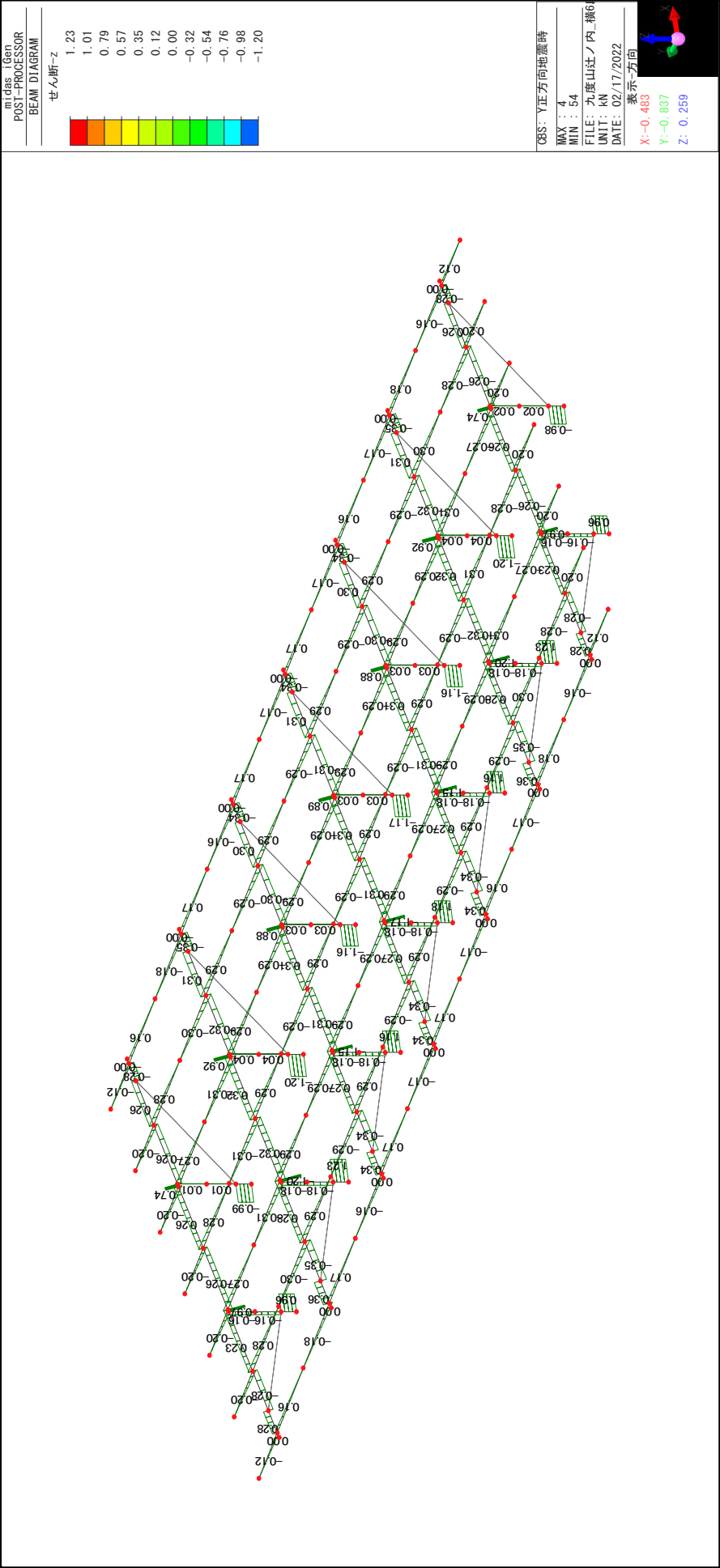
弱軸曲げモーメント



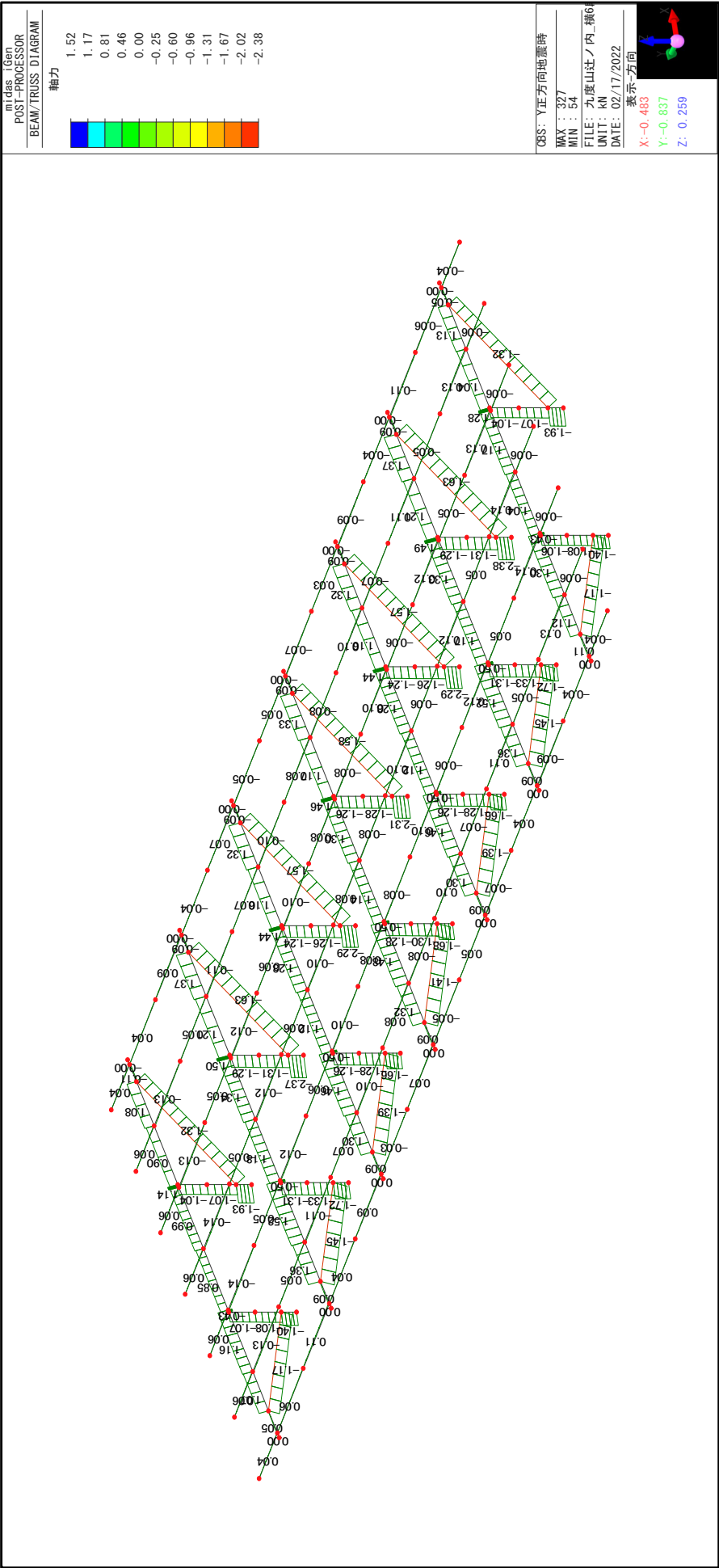
応力図
Y正方向地震時
弱軸せん断



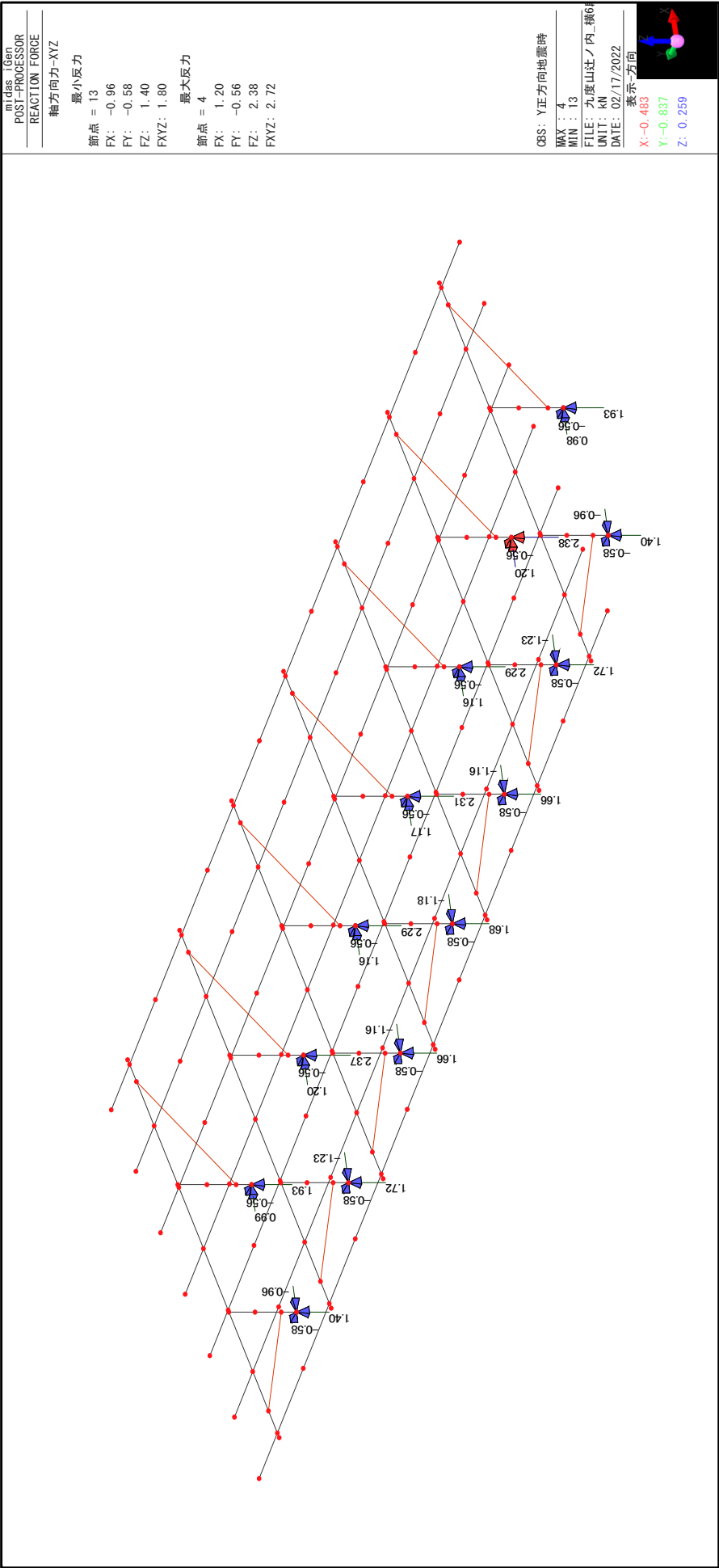
応力図
Y正方向地震時
強軸せん断



応力図
Y正方向地震時
軸力



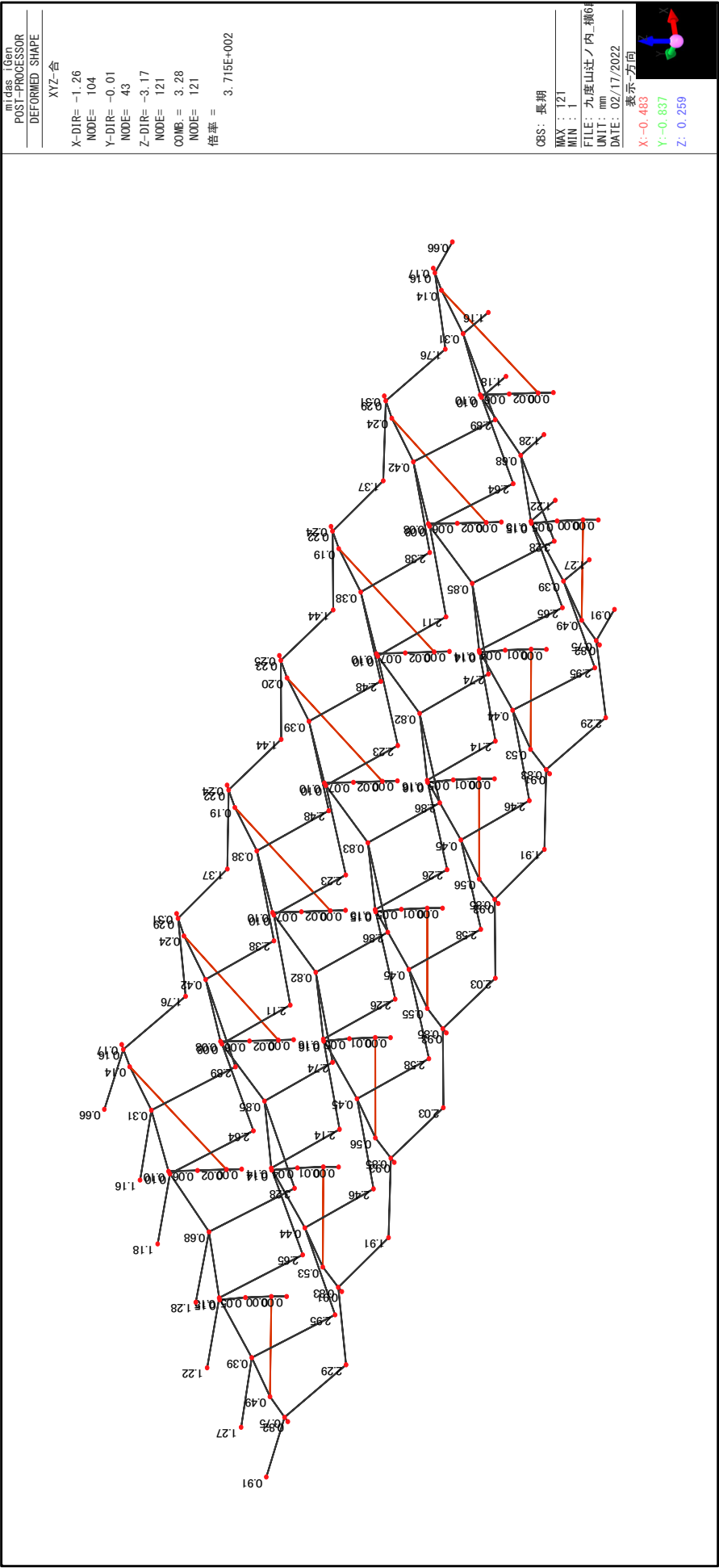
応力図
Y正方向地震時
支点反力



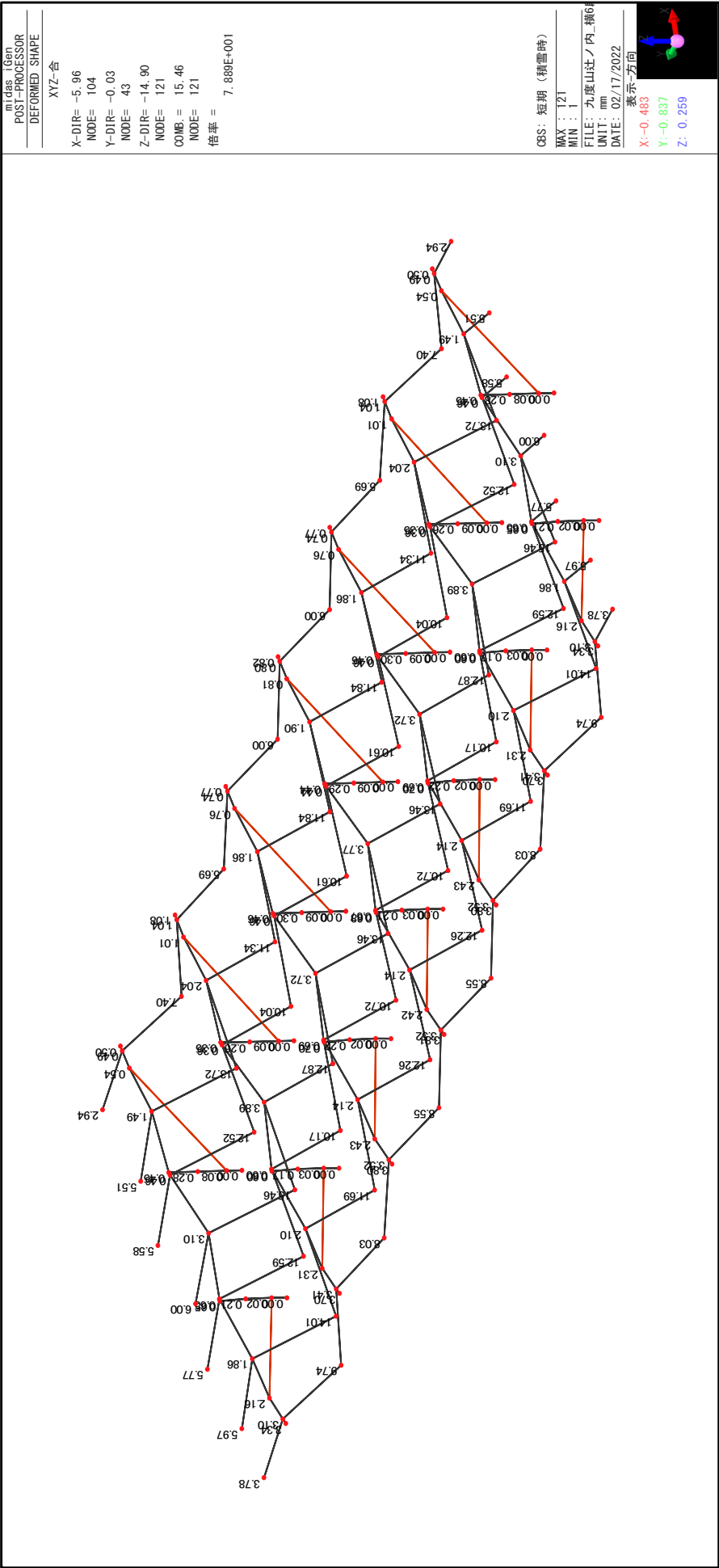
支点曲げ反力



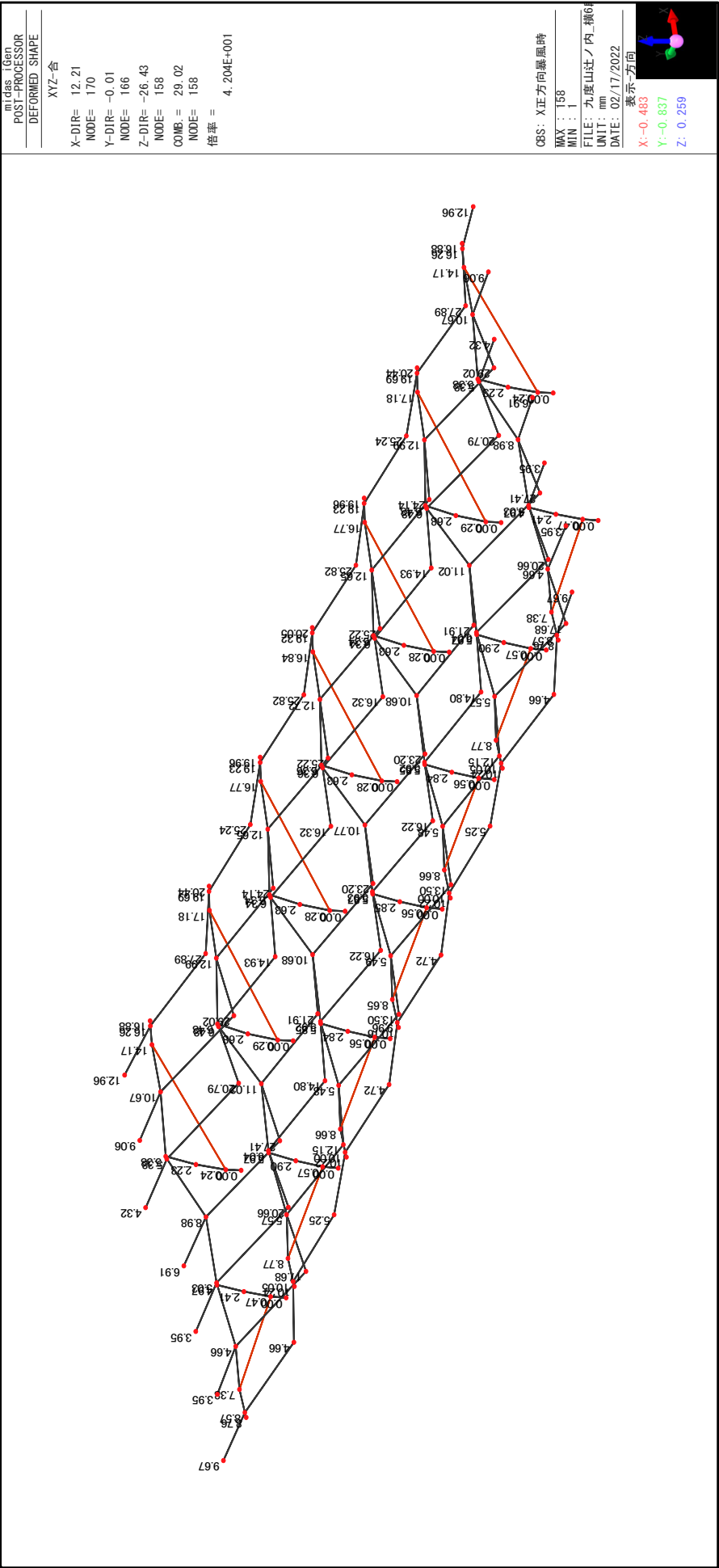
変位図
長期
変位



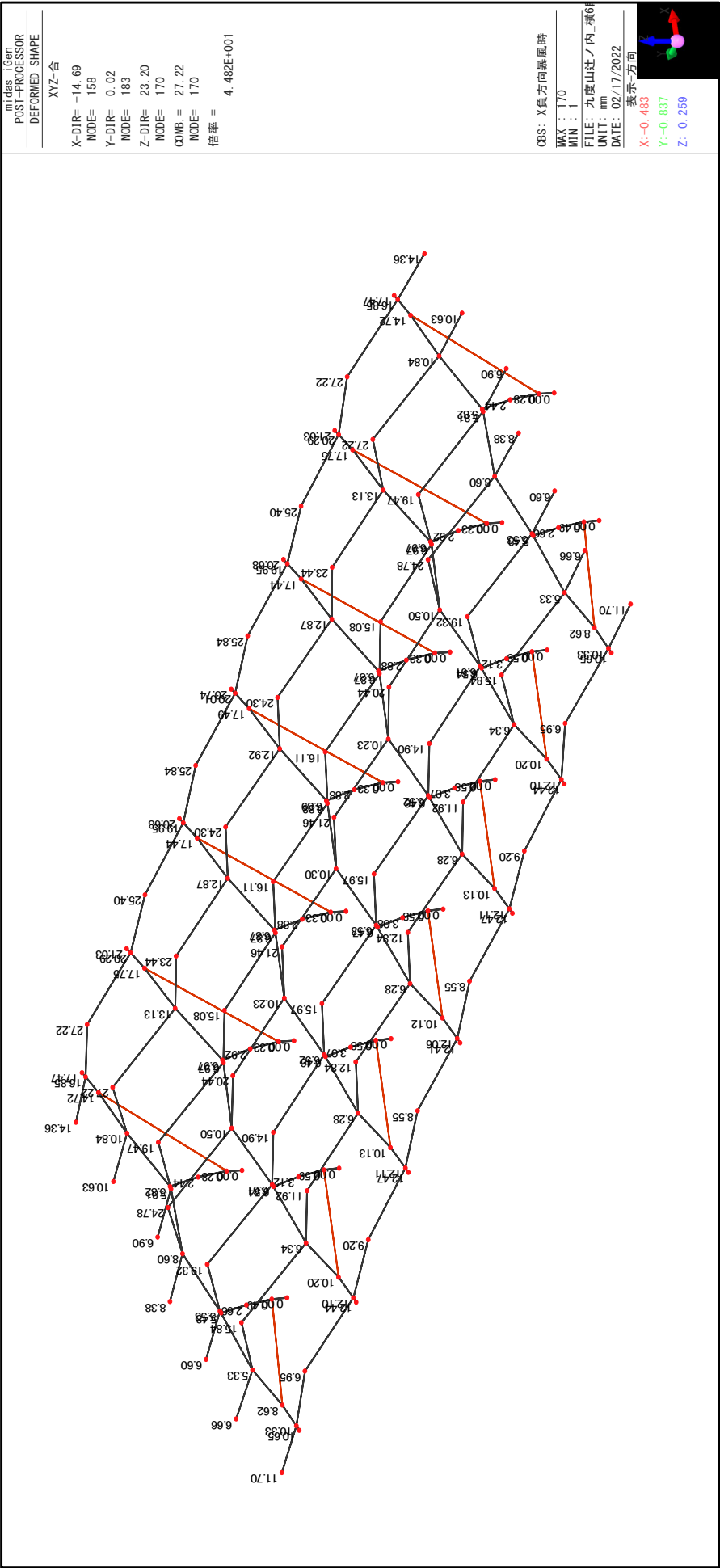
変位図
短期（積雪時）
変位



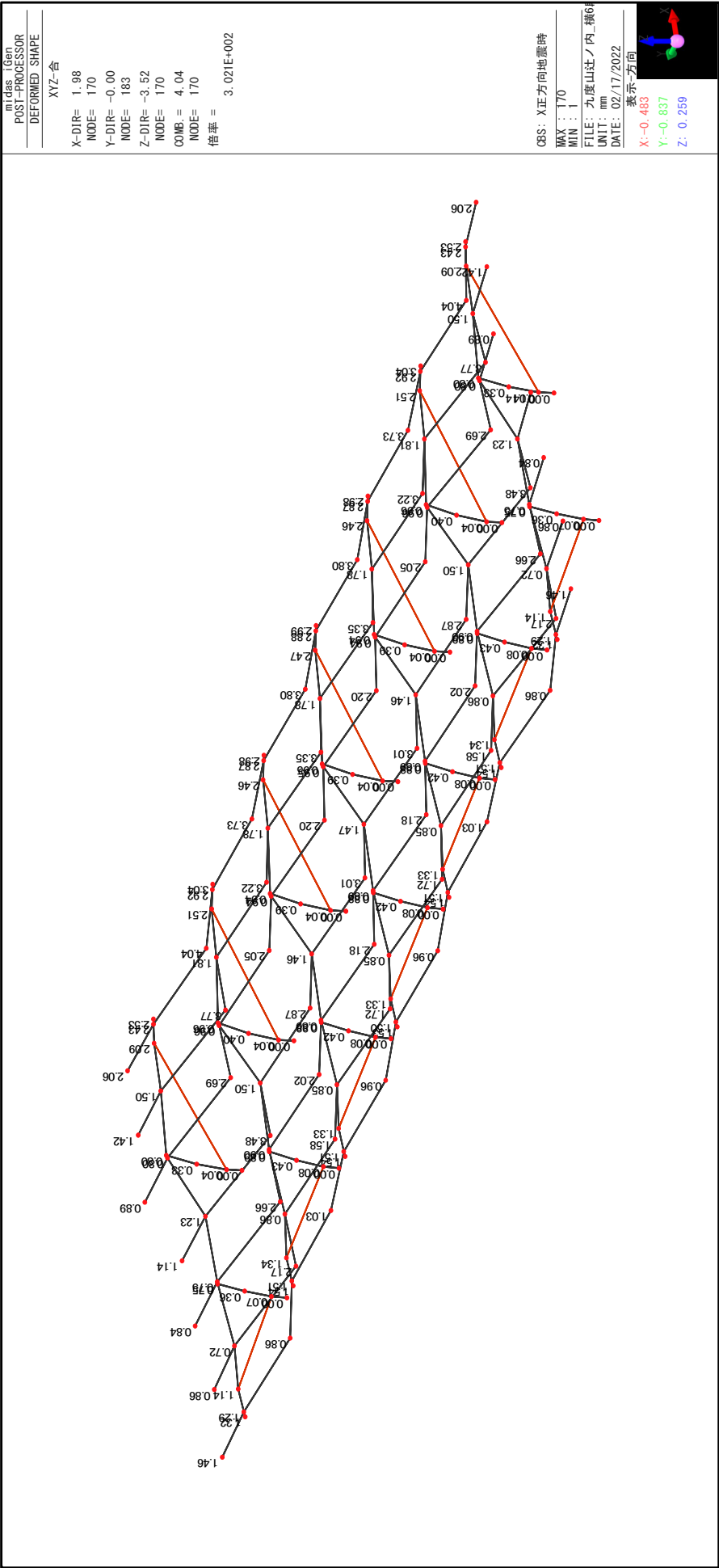
変位図
X正方向暴風時
変位



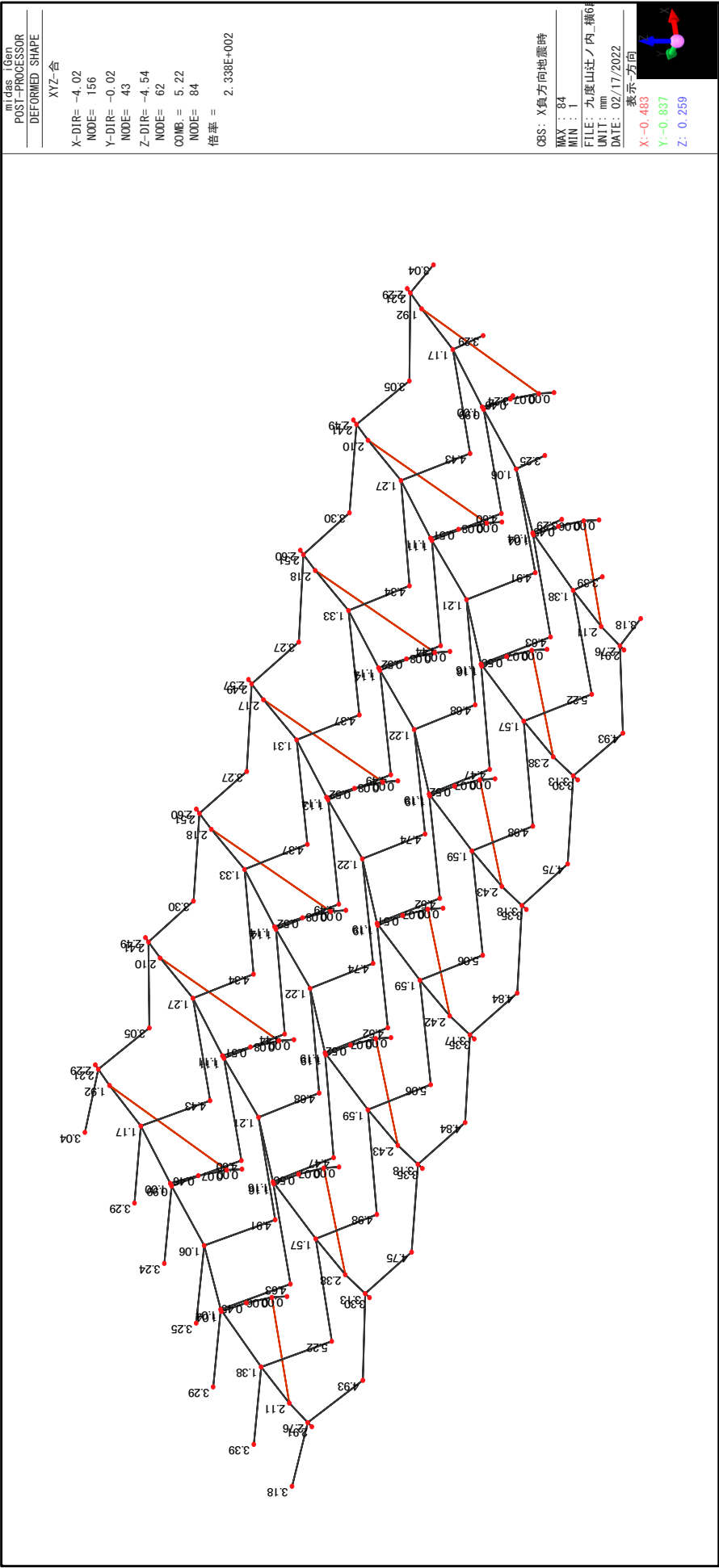
変位図
X負方向暴風時
変位



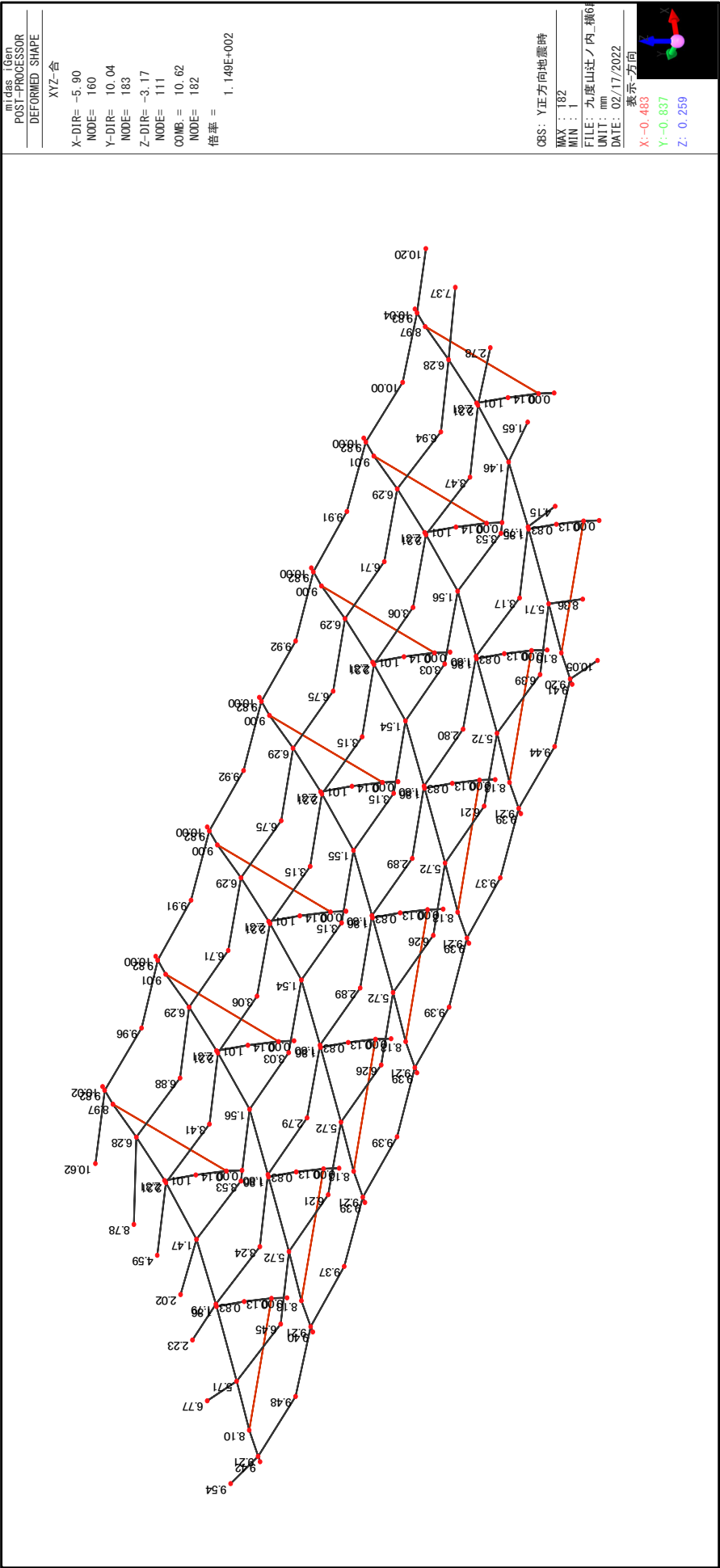
変位図
X正方向地震時
変位



変位図
X負方向地震時
変位



変位図
Y正方向地震時
変位



§ 5. 断面算定

部材名称

use レール材: 105 x 48.66

A =	515 mm ²	E =	70,000 N/mm ²	G =	27,000 N/mm ²
I _x =	694,191 mm ⁴	Z _x =	12,836 mm ³	J =	397,752 mm ⁴
I _y =	183,070 mm ⁴	Z _y =	6,861 mm ³	H = d =	96.00 mm
F =	200 N/mm ²	i _y =	18.8 mm	B = b =	53.26 mm
t ₁ =	1.4 mm	t ₂ =	1.5 mm	(H,Bは換算幅)	

一般 L = 3640 mm = lb
端部 L = 1280 mm

長期許容曲げ応力度

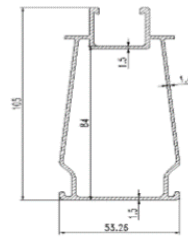
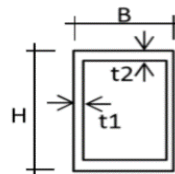
f_{bx} = 105.80 N/mm²
f_{by} = 105.80 N/mm²

短期許容曲げ応力度

f_{bx} = 158.70 N/mm²
f_{by} = 158.70 N/mm²

仮定断面寸法

せい	H	84
幅	B	53.26
板厚	t ₁	1.4
	t ₂	1.5



$$J = \frac{2 \times t_1 \times t_2 \times (B - t_1)^2 \times (H - t_2)^2}{B \times t_2 + H \times t_1 - 2 \times t_1 \times t_2} = 397752.4$$

i) 強軸

①曲げ材の横座屈に対する許容応力度

$$b \lambda = \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \quad M_y = F \cdot Z = 2,567,200 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad M_e = C_b \sqrt{\frac{\pi^2 E I_y G J}{\ell_b^2}}$$

C_b : モーメント係数 = $1.75 + 1.05(M_2/M_1) + 0.30(M_2/M_1)^2$

M_2/M_1 : 材両端あるいは横座屈補剛端の曲げモーメント比、 $|M_1| \geq |M_2|$ かつ M_2/M_1 は複曲率曲げのときを正とする。

$$1 \leq C_b \leq 2.3$$

$$M_2/M_1 = -1 \\ C_b = 1.0$$

$$b \lambda = 0.50354 \quad M_e = 10,124,984 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$b \lambda_e = \frac{1}{\sqrt{0.5 \beta_2}} = 1.41421 \quad \beta_2 = 1.0 \quad b \lambda_p = 0.6 + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) = 0.3$$

$$\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{b \lambda}{b \lambda_e} \right)^2 \quad \text{かつ} \quad \nu \leq 2.17 \quad \nu = 1.58452$$

$$a) \quad b \lambda \leq b \lambda_p : f_b = \beta_2 \frac{F}{\nu}$$

$$a) \quad f_{b1} = 126.22 \text{ N/mm}^2$$

$$b) \quad b \lambda_p < b \lambda \leq b \lambda_e : f_b = \beta_2 \left(1.0 - 0.5 \frac{b \lambda - b \lambda_p}{b \lambda_e - b \lambda_p} \right) \frac{F}{\nu}$$

$$b) \quad f_{b1} = 114.69 \text{ N/mm}^2$$

$$c) \quad b \lambda_e < b \lambda : f_b = \frac{1}{b \lambda^2} \frac{F}{\nu}$$

$$c) \quad f_{b1} = 497.81 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b1} = 114.69 \text{ N/mm}^2$$

②曲げ材の局部座屈に対する許容応力度

$$\Gamma_b = \frac{b}{t} \sqrt{F/E} = 1.90$$

$$\Gamma_d = \frac{d}{t} \sqrt{F/E} = 3.67$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 1.34 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 3.29 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$b) \quad 1.34 < \Gamma_b \leq 2.69 \rightarrow f_{b2} = F - 0.248 * F * \Gamma_b$$

$$b) \quad 3.29 < \Gamma_b \leq 6.57 \rightarrow f_{b2} = F - 0.101 * F * \Gamma_d$$

$$c) \quad 2.69 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 2.41 * F / \Gamma_b^2$$

$$c) \quad 6.57 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 14.4 * F / \Gamma_d^2$$

$$\therefore f_{b2} = 105.86 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b3} = 125.96 \text{ N/mm}^2$$

強軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(f_{b1}, f_{b2}, f_{b3}) = 105.8 \text{ N/mm}^2$$

弱軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(F/1.5, f_{b2}, f_{b3}) = 105.8 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける曲げモーメントの最大値を下記に示す。

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.19	0.05
短期(積雪時)	0.90	0.23
X正方向暴風時	1.70	0.04
X負方向暴風時	1.45	0.06
X正方向地震時	0.20	0.01
X負方向地震時	0.17	0.10
Y正方向地震時	0.19	0.13

断面算定

長期曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.19}{12836} \times 10^6 = 14.81 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{14.81}{105.80} = 0.140 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.05}{6861} \times 10^6 = 7.29 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{7.29}{105.80} = 0.069 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

長期組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.209 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

短期(積雪時)曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.90}{12836} \times 10^6 = 70.12 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{70.12}{158.70} = 0.442 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.23}{6861} \times 10^6 = 33.53 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{33.53}{158.70} = 0.212 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

短期(積雪時)組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.654 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

X正方向暴風時曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{1.70}{12836} \times 10^6 = 132.45 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{132.45}{158.70} = 0.835 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.04}{6861} \times 10^6 = 5.84 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{5.84}{158.70} = 0.037 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

X正方向暴風時組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.872 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

X負方向暴風時曲げ

$$\begin{aligned} \sigma_{bx} &= \frac{W_x}{Z_x} = \frac{1.45}{12836} \times 10^6 = 112.97 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{bx}/f_{bx} &= \frac{112.97}{158.70} = 0.712 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \\ \sigma_{by} &= \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.06}{6861} \times 10^6 = 8.75 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{by}/f_{by} &= \frac{8.75}{158.70} = 0.056 < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

X負方向暴風時組合せ

$$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.768 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$

X正方向地震時曲げ	W_x	Z_x			
	$\sigma_{bx} = 0.20$	/	12836	$\times 10^6 =$	15.59 N/mm ²
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 15.59$	/	158.70	$=$	0.099 < 1.0 → OK

W_y	Z_y			
$\sigma_{by} = 0.01$	/	6861	$\times 10^6 =$	1.46 N/mm ²
$\sigma_{by}/f_{by} = 1.46$	/	158.70	$=$	0.01 < 1.0 → OK

X正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	<u>0.109</u>	< 1.0	→ OK
------------	---	--------------	-------	------

X負方向地震時曲げ	W_x	Z_x			
	$\sigma_{bx} = 0.17$	/	12836	$\times 10^6 =$	13.25 N/mm ²
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 13.25$	/	158.70	$=$	0.084 < 1.0 → OK

W_y	Z_y			
$\sigma_{by} = 0.10$	/	6861	$\times 10^6 =$	14.58 N/mm ²
$\sigma_{by}/f_{by} = 14.58$	/	158.70	$=$	0.092 < 1.0 → OK

X負方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	<u>0.176</u>	< 1.0	→ OK
------------	---	--------------	-------	------

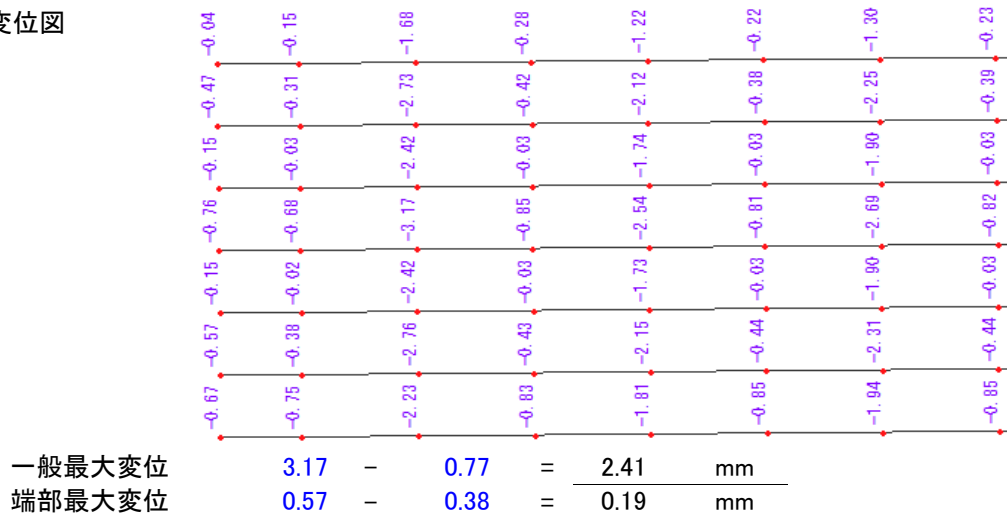
Y正方向地震時曲げ	W_x	Z_x			
	$\sigma_{bx} = 0.19$	/	12836	$\times 10^6 =$	14.81 N/mm ²
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 14.81$	/	158.70	$=$	0.094 < 1.0 → OK

W_y	Z_y			
$\sigma_{by} = 0.13$	/	6861	$\times 10^6 =$	18.95 N/mm ²
$\sigma_{by}/f_{by} = 18.95$	/	158.70	$=$	0.12 < 1.0 → OK

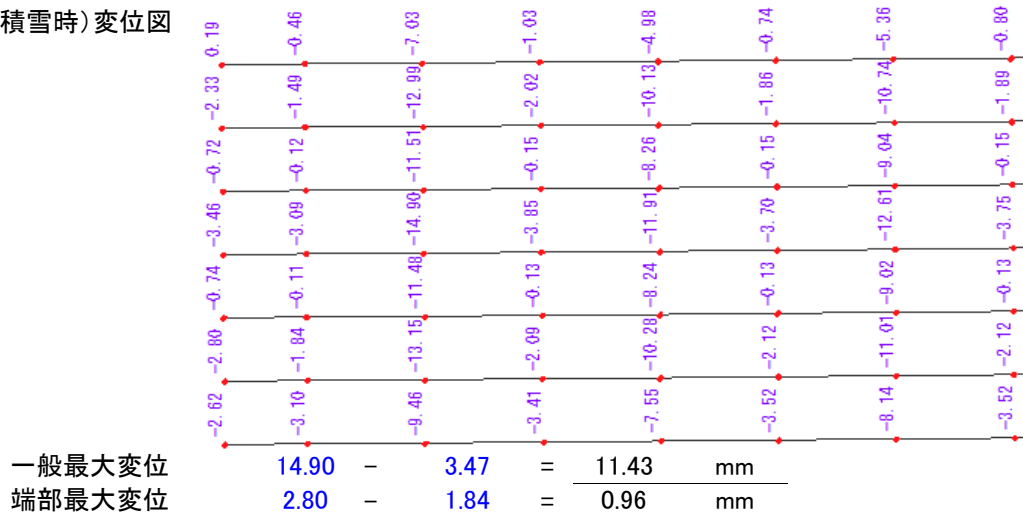
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$	<u>0.214</u>	< 1.0	→ OK
------------	---	--------------	-------	------

変位算定

長期変位図



短期(積雪時)変位図



長期たわみ

一般 $\delta_{x/L} = \frac{2.41}{3640} = \frac{1}{1513} < \frac{1}{300} \rightarrow \text{OK}$

端部 $\delta_{x/L} = \frac{0.19}{1280} = \frac{1}{6736} < \frac{1}{250} \rightarrow \text{OK}$

積雪時たわみ

一般 $\delta_{x/L} = \frac{11.43}{3640} = \frac{1}{318} < \frac{1}{200} \rightarrow \text{OK}$

端部 $\delta_{x/L} = \frac{0.96}{1280} = \frac{1}{1333} < \frac{1}{150} \rightarrow \text{OK}$

部材名称

use

1-M8

材質:SUS304

モジュールと横棧の接合部に対する検討

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 4^2 \times 0.75 = 37.69 \text{ mm}^2$$

$$\text{短期許容引張応力度} f_t = 450.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度} f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$1\text{m}^2\text{あたりの当たりの風圧力(逆風時)} \quad w = 1.34 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{クランプボルト1本当たりの負担面積} \quad S = 3.76 \text{ m}^2$$

$$N = w \times S = 5.03 \text{ kN}$$

短期ボルト引張応力度	$\sigma_t = \frac{N}{A_s} = \frac{5030}{37.69} = 133.46 \text{ N/mm}^2$	$\rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_t / f_t = \frac{133.46}{450.00} = \underline{0.3} < 1.0$	

以上の検討より、風を受けたときボルトは十分安全である。

部材名称

use 主材: □-95x59.6

A =	667	mm ²	E =	70,000	N/mm ²	G =	27,000	N/mm ²
I _x =	687,390	mm ⁴	Z _x =	13,423	mm ³	J =	409,696	N/mm ²
I _y =	349,509	mm ⁴	Z _y =	11,729	mm ³	H = d =	71.32	mm
F =	200	N/mm ²	i _y =	22.9	mm	B = b =	59.60	mm
t ₁ =	1.6	mm	t ₂ =	1.6	mm	(H,Bは換算幅)		

一般 L = 2067 mm = lb
端部 L = 453 mm

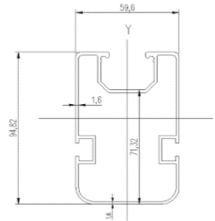
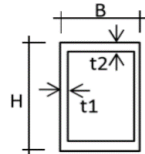
長期許容曲げ応力度
fbx = 101.20 N/mm²
fby = 101.20 N/mm²

短期許容曲げ応力度
fbx = 151.80 N/mm²
fby = 151.80 N/mm²

縦横

仮定断面寸法

せい	H	71.32
幅	B	59.6
板厚	t ₁	1.6
	t ₂	1.6



$$J = \frac{2 \times t_1 \times t_2 \times (B - t_1) \times (H - t_2)^2}{B \times t_2 + H \times t_1 - 2 \times t_1 \times t_2} = 409696$$

i) 強軸

①曲げ材の横座屈に対する許容応力度

$$b \lambda = \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \quad M_y = F \cdot Z = 2,684,627 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad M_e = C_b \sqrt{\left(\frac{\pi^2 E I_y G J}{\ell_b^2} \right)}$$

C_b : モーメント係数 $= 1.75 + 1.05(M_2/M_1) + 0.30(M_2/M_1)^2$

M_2/M_1 : 材両端あるいは横座屈補剛端の曲げモーメント比、 $|M_1| \geq |M_2|$ かつ M_2/M_1 は複曲率曲げのときを正とする。

$$1 \leq C_b \leq 2.3$$

$$M_2/M_1 = -1 \\ C_b = 1.0$$

$$b \lambda = 0.32767 \quad M_e = 25,003,489 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$b \lambda_e = \frac{1}{\sqrt{0.5 \beta_2}} = 1.41421 \quad \beta_2 = 1.0 \quad b \lambda_p = 0.6 + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) = 0.3$$

$$\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{b \lambda}{b \lambda_e} \right)^2 \quad \text{かつ} \quad \nu \leq 2.17 \quad \nu = 1.53579$$

$$a) \quad b \lambda \leq b \lambda_p : f_b = \beta_2 \frac{F}{\nu}$$

$$a) \quad f_{b1} = 130.23 \text{ N/mm}^2$$

$$b) \quad b \lambda_p < b \lambda \leq b \lambda_e : f_b = \beta_2 \left(1.0 - 0.5 \frac{b \lambda - b \lambda_p}{b \lambda_e - b \lambda_p} \right) \frac{F}{\nu}$$

$$b) \quad f_{b1} = 128.61 \text{ N/mm}^2$$

$$c) \quad b \lambda_e < b \lambda : f_b = \frac{1}{b \lambda^2} \frac{F}{\nu}$$

$$c) \quad f_{b1} = 1212.87 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b1} = 128.61 \text{ N/mm}^2$$

②曲げ材の局部座屈に対する許容応力度

$$\Gamma_b = \frac{b}{t} \sqrt{F/E} = 1.99$$

$$\Gamma_d = \frac{d}{t} \sqrt{F/E} = 2.38$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 1.34 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$a) \quad \Gamma_b \leq 3.29 \rightarrow f_{b2} = F/1.5$$

$$b) \quad 1.34 < \Gamma_b \leq 2.69 \rightarrow f_{b2} = F - 0.248 * F * \Gamma_b$$

$$b) \quad 3.29 < \Gamma_b \leq 6.57 \rightarrow f_{b2} = F - 0.101 * F * \Gamma_d$$

$$c) \quad 2.69 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 2.41 * F / \Gamma_b^2$$

$$c) \quad 6.57 < \Gamma_b \rightarrow f_{b2} = 14.4 * F / \Gamma_d^2$$

$$\therefore f_{b2} = 101.24 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_{b3} = 133.33 \text{ N/mm}^2$$

強軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(f_{b1}, f_{b2}, f_{b3}) = 101.2 \text{ N/mm}^2$$

弱軸の長期許容曲げ応力度

$$\text{MIN}(F/1.5, f_{b2}, f_{b3}) = 101.2 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける曲げモーメントの最大値を下記に示す。

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.18	0.01
短期(積雪時)	0.84	0.03
X正方向暴風時	1.93	0.00
X負方向暴風時	1.72	0.01
X正方向地震時	0.25	0.00
X負方向地震時	0.22	0.01
Y正方向地震時	0.18	0.20

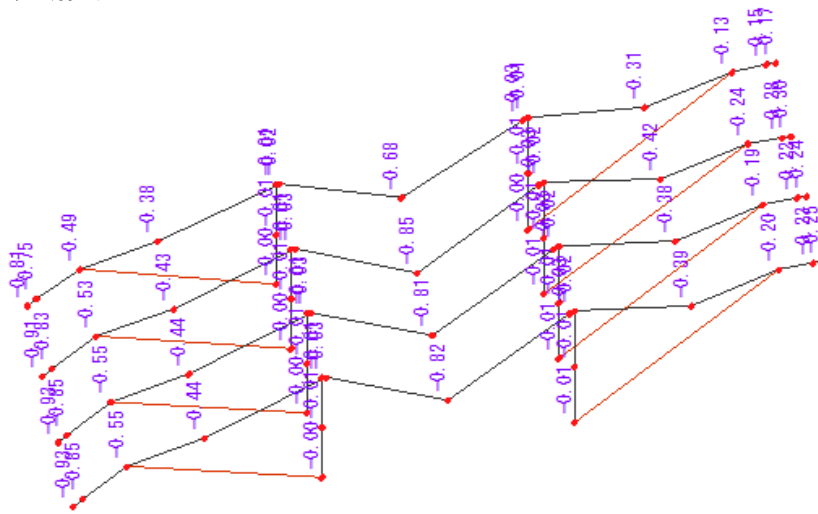
断面算定

長期曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.18}{13423} \times 10^6 = 13.41 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{13.41}{101.20} = 0.133 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.01}{11729} \times 10^6 = 0.86 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.86}{101.20} = 0.009 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.142 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	
短期(積雪時)曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.84}{13423} \times 10^6 = 62.58 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{62.58}{151.80} = 0.413 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.03}{11729} \times 10^6 = 2.56 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{by}/f_{by} = \frac{2.56}{151.80} = 0.017 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.43 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	
X正方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{1.93}{13423} \times 10^6 = 143.79 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{143.79}{151.80} = 0.948 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.00}{11729} \times 10^6 = 0.00 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.00}{151.80} = 0 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.948 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	
X正方向暴風時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.948 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$	

X負方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{1.72}{13423} \times 10^6 = 128.14 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{128.14}{151.80} = 0.845 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.01}{11729} \times 10^6 = 0.86 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.86}{151.80} = 0.006 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.851 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.25}{13423} \times 10^6 = 18.63 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{18.63}{151.80} = 0.123 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.00}{11729} \times 10^6 = 0.00 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.00}{151.80} = 0 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.123 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.22}{13423} \times 10^6 = 16.39 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{16.39}{151.80} = 0.108 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.01}{11729} \times 10^6 = 0.86 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{by}/f_{by} = \frac{0.86}{151.80} = 0.006 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.114 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
Y正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = \frac{W_x}{Z_x} = \frac{0.18}{13423} \times 10^6 = 13.41 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{bx}/f_{bx} = \frac{13.41}{151.80} = 0.089 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} = \frac{W_y}{Z_y} = \frac{0.20}{11729} \times 10^6 = 17.06 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{by}/f_{by} = \frac{17.06}{151.80} = 0.113 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.202 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

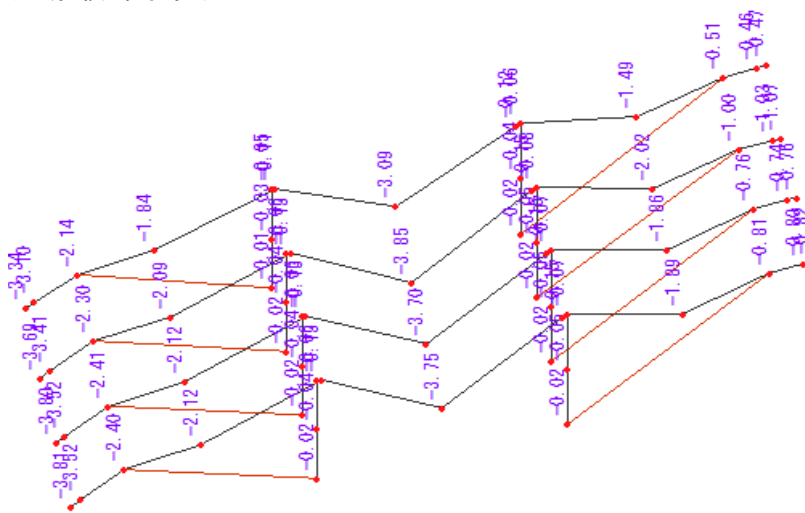
変位算定

長期変位図



一般最大変位	0.68	-	0.02	=	0.66	mm
端部最大変位	1.23	-	0.85	=	0.38	mm

短期(積雪時)変位図



一般最大変位	3.85	-	0.07	=	3.79	mm
端部最大変位	3.81	-	2.40	=	1.41	mm

長期たわみ

一般

$$\delta_{x/L} = \frac{0.66}{2067} = \frac{1}{3131} < \frac{1}{300} \rightarrow \text{OK}$$

端部

$$\delta_{x/L} = \frac{0.38}{453} = \frac{1}{1190} < \frac{1}{250} \rightarrow \text{OK}$$

積雪時たわみ

一般

$$\delta_{x/L} = \frac{3.79}{2067} = \frac{1}{546} < \frac{1}{200} \rightarrow \text{OK}$$

端部

$$\delta_{x/L} = \frac{1.41}{453} = \frac{1}{320} < \frac{1}{150} \rightarrow \text{OK}$$

部材名称

use ブレース材: □-60 x 60 x 1.8 (前柱側)

$$\begin{aligned}
 A &= 453 \text{ mm}^2 & E &= 70,000 \text{ N/mm}^2 \\
 I_x &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_x &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 I_y &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_y &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 F &= 200 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 23.4 \text{ mm} & \text{長さ } L &= 1608 \text{ mm} \\
 t &= 1.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

座屈長さ

$$l_k = 1 \times L = 1608$$

長期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 61.14 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 133.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

短期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 91.71 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 200.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

□許容圧縮応力度の算定

① 曲げ座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 N_y &= F \cdot A = 90600 \text{ N} & (\text{降伏限界耐力}) \\
 N_e &= \pi^2 EI_y / l_k^2 = 66566 \text{ N} & (\text{弾性曲げ座屈耐力}) \\
 \beta_2 &= 1.0 & (\text{溶接による強度低下係数}) \\
 {}_c\lambda &= \sqrt{N_y / N_e} = 1.17 & (\text{一般化有効細長比}) \\
 {}_c\lambda_e &= 1 / \sqrt{0.5 \beta_2} = 1.41 & (\text{弾性限界細長比}) \\
 {}_c\lambda_p &= 0.20 & (\text{塑性限界細長比}) \\
 v &= 3/2 + 2/3 \times ({}_c\lambda / {}_c\lambda_e)^2 = 1.96 & (\text{安全率 Max 2.17})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } {}_c\lambda &\leq {}_c\lambda_p & \beta_2 \cdot F / v \\
 \text{b) } {}_c\lambda_p &\leq {}_c\lambda \leq {}_c\lambda_e & \beta_2 \cdot (1.0 - 0.5 \cdot ({}_c\lambda - {}_c\lambda_p) / ({}_c\lambda_e - {}_c\lambda_p)) \cdot F / v \leftarrow \text{採用} \\
 \text{c) } {}_c\lambda_e &\leq {}_c\lambda & 1 / {}_c\lambda^2 \cdot F / v
 \end{aligned}$$

$$f_{c1} = 61.14 \text{ N/mm}^2$$

② 局部座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 \Gamma_d &= d / t \cdot \sqrt{F / E} = 1.78 \\
 d &= 60 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \Gamma_d &\leq 1.34 & F / 1.5 \\
 \text{b) } 1.34 < \Gamma_d &\leq 2.69 & F - 0.248 \cdot F \cdot \Gamma_d \leftarrow \text{採用} \\
 \text{c) } 2.69 < \Gamma_d & & 2.41 \cdot F / \Gamma_d^2
 \end{aligned}$$

$$f_{c2} = 111.71 \text{ N/mm}^2$$

$$f_c = \text{MIN} (f_{c1}, f_{c2}) = 61.14 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容圧縮応力度 } f_c \times 1.5 = 91.71 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力の最大値を下記に示す。

検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	1.45	
短期(積雪時)	6.24	
X正方向暴風時	12.21	
X負方向暴風時		10.22
X正方向地震時	1.65	
X負方向地震時	1.26	
Y正方向地震時	1.45	

kN

断面算定

長期圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.45}{453} \times 10^3 = 3.21 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{3.21}{61.14} = 0.053 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
短期(積雪時)圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{6.24}{453} \times 10^3 = 13.78 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{13.78}{91.71} = 0.151 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向暴風時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{12.21}{453} \times 10^3 = 26.96 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{26.96}{91.71} = 0.294 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時引張	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{10.22}{453} \times 10^3 = 22.57 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{22.57}{200.00} = 0.113 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.65}{453} \times 10^3 = 3.65 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{3.65}{91.71} = 0.040 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.26}{453} \times 10^3 = 2.79 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{2.79}{91.71} = 0.031 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
Y正方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.45}{453} \times 10^3 = 3.21 \text{ N/mm}^2$	$\sigma/f = \frac{3.21}{91.71} = 0.036 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

部材名称

use

1-M12

材質:SUS304

接合ボルトのせん断に対する検討を行います。

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度 } f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度 } f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大軸力} \quad C = 1.45 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大軸力} \quad C = 12.21 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{l} \text{長期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 1450 / 169.6 = 8.5 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 8.50 / 173.20 = \underline{0.05} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{短期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 12210 / 169.6 = 72 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 72.00 / 259.80 = \underline{0.278} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

接合金具の検討 …省略

斜材は、接合金物で縦桟および柱に取り付けられています。
接合金具の最小板厚は母材より厚く、かつボルトの接合方法も、2面せん断のため部材に生じる応力を安全に伝え得ると考え、ここでは数値による検証は省略いたします。

部材名称

use ブレース材: □-60 x 60 x 1.8 (後柱側)

$$\begin{aligned}
 A &= 453 \text{ mm}^2 & E &= 70,000 \text{ N/mm}^2 \\
 I_x &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_x &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 I_y &= 249,132 \text{ mm}^4 & Z_y &= 8,304 \text{ mm}^3 \\
 F &= 200 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 23.4 \text{ mm} & \text{長さ } L &= 1886 \text{ mm} \\
 t &= 1.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

座屈長さ

$$l_k = 1 \times L = 1886$$

長期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 48.50 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 133.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

短期許容圧縮応力度

$$\begin{aligned}
 f_c &= 72.75 \text{ N/mm}^2 \\
 f_t &= 200.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

□許容圧縮応力度の算定

① 曲げ座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 N_y &= F \cdot A = 90600 \text{ N} & (\text{降伏限界耐力}) \\
 N_e &= \pi^2 EI_y / l_k^2 = 48389 \text{ N} & (\text{弾性曲げ座屈耐力}) \\
 \beta_2 &= 1.0 & (\text{溶接による強度低下係数}) \\
 {}_c\lambda &= \sqrt{N_y / N_e} = 1.37 & (\text{一般化有効細長比}) \\
 {}_c\lambda_e &= 1 / \sqrt{0.5 \beta_2} = 1.41 & (\text{弾性限界細長比}) \\
 {}_c\lambda_p &= 0.20 & (\text{塑性限界細長比}) \\
 v &= 3/2 + 2/3 \times ({}_c\lambda / {}_c\lambda_e)^2 = 2.13 & (\text{安全率 Max 2.17})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } {}_c\lambda &\leq {}_c\lambda_p & \beta_2 \cdot F / v \\
 \text{b) } {}_c\lambda_p &\leq {}_c\lambda \leq {}_c\lambda_e & \beta_2 \cdot (1.0 - 0.5 \cdot ({}_c\lambda - {}_c\lambda_p) / ({}_c\lambda_e - {}_c\lambda_p)) \cdot F / v \leftarrow \text{採用} \\
 \text{c) } {}_c\lambda_e &\leq {}_c\lambda & 1 / {}_c\lambda^2 \cdot F / v
 \end{aligned}$$

$$f_{c1} = 48.50 \text{ N/mm}^2$$

② 局部座屈に対する許容応力度

$$\begin{aligned}
 \Gamma_d &= d / t \cdot \sqrt{F / E} = 1.78 \\
 d &= 60 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \Gamma_d &\leq 1.34 & F / 1.5 \\
 \text{b) } 1.34 < \Gamma_d &\leq 2.69 & F - 0.248 \cdot F \cdot \Gamma_d \leftarrow \text{採用} \\
 \text{c) } 2.69 < \Gamma_d & & 2.41 \cdot F / \Gamma_d^2
 \end{aligned}$$

$$f_{c2} = 111.71 \text{ N/mm}^2$$

$$f_c = \text{MIN} (f_{c1}, f_{c2}) = 48.50 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容圧縮応力度 } f_c \times 1.5 = 72.75 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力の最大値を下記に示す。

検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	1.63	
短期(積雪時)	6.92	
X正方向暴風時	12.41	
X負方向暴風時		10.12
X正方向地震時	1.67	
X負方向地震時	1.58	
Y正方向地震時	1.63	

kN

断面算定

長期圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.63}{453} \times 10^3 = 3.60 \text{ N/mm}^2$ $\sigma/f = \frac{3.60}{48.50} = 0.075 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
短期(積雪時)圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{6.92}{453} \times 10^3 = 15.28 \text{ N/mm}^2$ $\sigma/f = \frac{15.28}{72.75} = 0.211 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向暴風時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{12.41}{453} \times 10^3 = 27.40 \text{ N/mm}^2$ $\sigma/f = \frac{27.40}{72.75} = 0.377 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時引張	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{10.12}{453} \times 10^3 = 22.34 \text{ N/mm}^2$ $\sigma/f = \frac{22.34}{200.00} = 0.112 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.67}{453} \times 10^3 = 3.69 \text{ N/mm}^2$ $\sigma/f = \frac{3.69}{72.75} = 0.051 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.58}{453} \times 10^3 = 3.49 \text{ N/mm}^2$ $\sigma/f = \frac{3.49}{72.75} = 0.048 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
Y正方向地震時圧縮	$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{1.63}{453} \times 10^3 = 3.60 \text{ N/mm}^2$ $\sigma/f = \frac{3.60}{72.75} = 0.050 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

部材名称

use

1-M12

材質:SUS304

接合ボルトのせん断に対する検討を行います。

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度 } f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度 } f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大軸力} \quad C = 1.63 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大軸力} \quad C = 12.41 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{l} \text{長期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 1630 / 169.6 = 9.6 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 9.60 / 173.20 = \underline{0.056} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{短期ボルトせん断応力度} \quad \tau = C / A_s = 12410 / 169.6 = 73.2 \text{ N/mm}^2 \\ \tau / f_s = 73.20 / 259.80 = \underline{0.282} < 1.0 \rightarrow \text{OK} \end{array}$$

接合金具の検討 ……省略

斜材は、接合金物で縦桟および柱に取り付けられています。
接合金具の最小板厚は母材より厚く、かつボルトの接合方法も、2面せん断のため部材に生じる応力を安全に伝え得ると考え、ここでは数値による検証は省略いたします。

部材名称

use 柱・杭:136x132x4

$$\begin{aligned} A &= 1568 \text{ mm}^2 & E &= 205,000 \text{ N/mm}^2 \\ I_x &= 3,588,061 \text{ mm}^4 & Z_x &= 53,831 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 1,956,520 \text{ mm}^4 & Z_y &= 28,772 \text{ mm}^3 \\ F &= 235 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 35.3 \text{ mm} \end{aligned}$$

細長比の制限

$$\begin{aligned} \text{長さ } L &= 849 \text{ mm} \\ l_k &= 2 \times L = 1698 \\ \lambda &= l_k / i_y = 48 \leq 200 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

限界細長比

$$\Lambda = \sqrt{\pi^2 \cdot E / (0.6 \cdot F)} = 119.79$$

許容圧縮応力度 f_c

$\lambda \leq \Lambda$ の場合

$$f_c = \frac{1 - \frac{2}{5} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2}{\frac{3}{2} + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F$$

$\lambda > \Lambda$ の場合

$$f_c = \frac{\frac{18}{65}}{\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F$$

$$\therefore f_c = 136.8$$

長期許容圧縮応力度

$$f_c = 136.80 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 156.67 \text{ N/mm}^2$$

長期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容圧縮応力度

$$f_c = 205.20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力と曲げモーメントの最大値を下記に示す。

kN		
検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	1.72	
短期(積雪時)	7.64	
X正方向暴風時	12.85	
X負方向暴風時		10.43
X正方向地震時	1.62	
X負方向地震時	1.81	
Y正方向地震時	1.72	

kN・m		
検討ケース	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.16	0.00
短期(積雪時)	0.68	0.00
X正方向暴風時	5.83	0.00
X負方向暴風時	5.81	0.00
X正方向地震時	0.83	0.00
X負方向地震時	0.64	0.00
Y正方向地震時	0.16	0.63

杭頭ピンの場合に発生する地中部最大モーメントを算出する

$$k_{h0} = \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot \bar{B}^{-3/4} \quad (6.6.4)$$

記号 k_{h0} : 基準水平地盤反力係数 (kN/m³)

α : 評価法によって決まる定数 (m⁻¹)

ξ : 群杭の影響を考慮した係数で (6.6.9) および (6.6.10) 式による。単杭の場合は、 $\xi = 1.0$ とする。

E_0 : 変形係数 (kN/m²)

$\bar{B}$: 無次元化杭径 (杭径を cm で表した無次元数値 ; 例えば、杭径 50 cm は 50 とする。)

- i) ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
砂質土 $\alpha = 80$
- ii) 一軸または三軸圧縮試験から求めた地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
- iii) 対象土層の平均 N 値より $E_0 = 700 \cdot N$ で推定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 60$
砂質土 $\alpha = 80$

土質: 砂質土 $N = 20$ 杭径 = 13.60 cm

$$K_{h0} = 80 \times 1 \times 700 \times 20 \times 13.60^{-3/4} = 158148.1 \text{ kN/m}^3$$

杭の地盤変位量が 10mm 以下のため安全側として
 $K_h = K_{h0}$ とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{K_h D_p}{4EI}}$$

K_h : 水平地盤反力係数 (kN/m³)

D_p : 杭径 (m)

EI : 杭の曲げ剛性 (kNm²)

$$\beta = \left(\frac{158148.1 \times 0.136 \times 10^9}{4 \times 205,000 \times 3,588,061} \right)^{0.25} = 1.64 \text{ m}^{-1}$$

地中部最大曲げモーメントの算出

$$M_{\max} = -\frac{H}{2\beta} \sqrt{(1+2\beta h)^2 + 1} \exp \left[-\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h} \right]$$

$H =$ 電算曲げモーメント $\div L$ ($h=L$) $L = 0.849 \text{ m}$

検討ケース	kN	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.19	0.00
短期(積雪時)	0.80	0.00
X正方向暴風時	6.87	0.00
X負方向暴風時	6.84	0.00
X正方向地震時	0.98	0.00
X負方向地震時	0.75	0.00
Y正方向地震時	0.19	0.74

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.17	0.00
短期(積雪時)	0.74	0.00
X正方向暴風時	6.33	0.00
X負方向暴風時	6.31	0.00
X正方向地震時	0.90	0.00
X負方向地震時	0.69	0.00
Y正方向地震時	0.17	0.68

断面算定

長期圧縮	$\sigma_c = 1.72$	/	1568	$\times 10^3 = 1.10$	N/mm ²		
	$\sigma_c/f_c = 1.10$	/	136.80	= 0.009	< 1.0	→	OK
長期曲げ	$\sigma_{bx} = 0.17$	/	53831	$\times 10^6 = 3.23$	N/mm ²		
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 3.23$	/	156.00	= 0.021	< 1.0	→	OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²		
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	156.00	= 0	< 1.0	→	OK
長期組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.030 < 1.0 \rightarrow$						
短期(積雪時)圧縮	$\sigma_c = 7.64$	/	1568	$\times 10^3 = 4.88$	N/mm ²		
	$\sigma_c/f_c = 4.88$	/	205.20	= 0.024	< 1.0	→	OK
短期(積雪時)曲げ	$\sigma_{bx} = 0.74$	/	53831	$\times 10^6 = 13.72$	N/mm ²		
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 13.72$	/	235.00	= 0.059	< 1.0	→	OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²		
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	= 0	< 1.0	→	OK
短期(積雪時)組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.083 < 1.0 \rightarrow$						
X正方向暴風時圧縮	$\sigma_c = 12.85$	/	1568	$\times 10^3 = 8.20$	N/mm ²		
	$\sigma_c/f_c = 8.20$	/	205.20	= 0.04	< 1.0	→	OK
X正方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} = 6.33$	/	53831	$\times 10^6 = 117.59$	N/mm ²		
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 117.59$	/	235.00	= 0.501	< 1.0	→	OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²		
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	= 0	< 1.0	→	OK
X正方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.541 < 1.0 \rightarrow$						
X負方向暴風時引張	$\sigma_c = 10.43$	/	1568	$\times 10^3 = 6.66$	N/mm ²		
	$\sigma_c/f_c = 6.66$	/	235.00	= 0.029	< 1.0	→	OK
X負方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} = 6.31$	/	53831	$\times 10^6 = 117.19$	N/mm ²		
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 117.19$	/	235.00	= 0.499	< 1.0	→	OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²		
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	= 0	< 1.0	→	OK
X負方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.528 < 1.0 \rightarrow$						

X正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 1.62$	$/$	1568	$\times 10^3 = 1.04$	N/mm^2	
	$\sigma_c/f_c = 1.04$	$/$	205.20	$= 0.006$	< 1.0	→ OK
X正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.90$	$/$	53831	$\times 10^6 = 16.75$	N/mm^2	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 16.75$	$/$	235.00	$= 0.072$	< 1.0	→ OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	$/$	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm^2	
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	$/$	235.00	$= 0$	< 1.0	→ OK
X正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$			0.078	< 1.0	→ OK
X負方向地震時圧縮	$\sigma_c = 1.81$	$/$	1568	$\times 10^3 = 1.16$	N/mm^2	
	$\sigma_c/f_c = 1.16$	$/$	205.20	$= 0.006$	< 1.0	→ OK
X負方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.69$	$/$	53831	$\times 10^6 = 12.91$	N/mm^2	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 12.91$	$/$	235.00	$= 0.055$	< 1.0	→ OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	$/$	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm^2	
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	$/$	235.00	$= 0$	< 1.0	→ OK
X負方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$			0.061	< 1.0	→ OK
Y正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 1.72$	$/$	1568	$\times 10^3 = 1.10$	N/mm^2	
	$\sigma_c/f_c = 1.10$	$/$	205.20	$= 0.006$	< 1.0	→ OK
Y正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.17$	$/$	53831	$\times 10^6 = 3.23$	N/mm^2	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 3.23$	$/$	235.00	$= 0.014$	< 1.0	→ OK
	$\sigma_{by} = 0.68$	$/$	28772	$\times 10^6 = 23.78$	N/mm^2	
	$\sigma_{by}/f_{by} = 23.78$	$/$	235.00	$= 0.102$	< 1.0	→ OK
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} =$			0.122	< 1.0	→ OK

接合ボルトの引張とせん断に対する検討を行います。

(応力はボルト1本にかかるものとする。)

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容引張応力度} \quad f_s = 300.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容引張応力度} \quad f_s = 450.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度} \quad f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度} \quad f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大引張軸力} \quad C = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大引張軸力} \quad C = 10.43 \text{ kN}$$

$$\text{長期最大せん断力} \quad Q = 0.19 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大せん断力} \quad Q = 6.87 \text{ kN}$$

長期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 0.00$	/	169.6	$\times 10^3 =$	0.00	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c = 0.00$	/	300.00	$=$	0		< 1.0 → OK
長期ボルトせん断応力度	$\tau = 0.19$	/	169.6	$\times 10^3 =$	1.1	N/mm ²	
	$\tau/f_s = 1.10$	/	173.20	$=$	0.007		< 1.0 → OK

組合せ	$((\sigma_c/f_c)^2 + (\tau/f_s)^2)^{0.5} =$	0.007	< 1.0 → OK
-----	---	-------	------------

短期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 10.43$	/	169.6	$\times 10^3 =$	61.50	N/mm ²	
	$\sigma_c/f_c = 61.50$	/	450.00	$=$	0.137		< 1.0 → OK
短期ボルトせん断応力度	$\tau = 6.87$	/	169.60	$\times 10^3 =$	40.5	N/mm ²	
	$\tau/f_s = 40.50$	/	259.80	$=$	0.156		< 1.0 → OK

組合せ	$((\sigma_c/f_c)^2 + (\tau/f_s)^2)^{0.5} =$	0.208	< 1.0 → OK
-----	---	-------	------------

接合金具の検討 …省略

ベースプレートは、柱、ブレースをスクリー杭と接合している金具です。ベースプレート自体の試験結果より十分耐力があるため検討を省略します。

部材名称 use 柱・杭:136x132x4 (後柱)

$$\begin{aligned} A &= 1568 \text{ mm}^2 & E &= 205,000 \text{ N/mm}^2 \\ I_x &= 3,588,061 \text{ mm}^4 & Z_x &= 53,831 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 1,956,520 \text{ mm}^4 & Z_y &= 28,772 \text{ mm}^3 \\ F &= 235 \text{ N/mm}^2 & i_y &= 35.3 \text{ mm} \end{aligned}$$

細長比の制限

$$\begin{aligned} \text{長さ } L &= 963 \text{ mm} \\ l_k &= 2 \times L = 1926 \\ \lambda &= l_k / i_y = 55 \leq 200 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

限界細長比

$$\Lambda = \sqrt{\pi^2 \cdot E / (0.6 \cdot F)} = 119.79$$

許容圧縮応力度 f_c

$$\begin{aligned} \lambda \leq \Lambda \text{ の場合} & \quad \lambda > \Lambda \text{ の場合} \\ f_c = \frac{1 - \frac{2}{5} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2}{\frac{3}{2} + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F & \quad f_c = \frac{\frac{18}{65}}{\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \cdot F \end{aligned}$$

$$\therefore f_c = 131.2$$

長期許容圧縮応力度

$$f_c = 131.20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 156.67 \text{ N/mm}^2$$

長期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 156.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容圧縮応力度

$$f_c = 196.80 \text{ N/mm}^2$$

$$f_t = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

短期許容曲げ応力度

$$f_{bx} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{by} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

応力算定

各検討ケースにおける軸力と曲げモーメントの最大値を下記に示す。

kN		
検討ケース	最大圧縮軸力	最大引張軸力
長期	2.38	
短期(積雪時)	10.42	
X正方向暴風時	19.05	
X負方向暴風時		15.76
X正方向地震時	2.48	
X負方向地震時	2.27	
Y正方向地震時	2.38	

kN・m		
検討ケース	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.26	0.00
短期(積雪時)	1.14	0.00
X正方向暴風時	3.25	0.00
X負方向暴風時	3.34	0.00
X正方向地震時	0.47	0.00
X負方向地震時	0.81	0.00
Y正方向地震時	0.26	0.66

杭頭ピンの場合に発生する地中部最大モーメントを算出する

$$k_{h0} = \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot \bar{B}^{-3/4} \quad (6.6.4)$$

記号 k_{h0} : 基準水平地盤反力係数 (kN/m³)

α : 評価法によって決まる定数 (m⁻¹)

ξ : 群杭の影響を考慮した係数で (6.6.9) および (6.6.10) 式による。単杭の場合は、 $\xi = 1.0$ とする。

E_0 : 変形係数 (kN/m²)

$\bar{B}$: 無次元化杭径 (杭径を cm で表した無次元数値 ; 例えば、杭径 50 cm は 50 とする。)

- i) ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
砂質土 $\alpha = 80$
- ii) 一軸または三軸圧縮試験から求めた地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 80$
- iii) 対象土層の平均 N 値より $E_0 = 700 \cdot N$ で推定した地盤の変形係数 : 粘性土 $\alpha = 60$
砂質土 $\alpha = 80$

土質: 砂質土 $N = 20$ 杭径 = 13.60 cm

$$K_{h0} = 80 \times 1 \times 700 \times 20 \times 13.60^{-3/4} = 158148.1 \text{ kN/m}^3$$

杭の地盤変位量が 10mm 以下のため安全側として
 $K_h = K_{h0}$ とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{K_h D_p}{4EI}}$$

K_h : 水平地盤反力係数 (kN/m³)

D_p : 杭径 (m)

EI : 杭の曲げ剛性 (kNm²)

$$\beta = \left(\frac{158148.1 \times 0.136 \times 10^9}{4 \times 205,000 \times 3,588,061} \right)^{0.25} = 1.64 \text{ m}^{-1}$$

地中部最大曲げモーメントの算出

$$M_{\max} = -\frac{H}{2\beta} \sqrt{(1+2\beta h)^2 + 1} \exp \left[-\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h} \right]$$

$$H = \text{電算曲げモーメント} \div L \quad (h=L) \quad L = 0.963 \text{ m}$$

検討ケース	kN	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.27	0.00
短期(積雪時)	1.18	0.00
X正方向暴風時	3.37	0.00
X負方向暴風時	3.47	0.00
X正方向地震時	0.49	0.00
X負方向地震時	0.84	0.00
Y正方向地震時	0.27	0.69

検討ケース	kN・m	
	強軸曲げモーメント	弱軸曲げモーメント
長期	0.28	0.00
短期(積雪時)	1.22	0.00
X正方向暴風時	3.48	0.00
X負方向暴風時	3.57	0.00
X正方向地震時	0.50	0.00
X負方向地震時	0.87	0.00
Y正方向地震時	0.28	0.71

断面算定

長期圧縮	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{1.52}{0.012} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{2.38}{131.20}$	$=$	1.52	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
長期曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{5.17}{0.034} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{0.28}{156.00}$	$=$	5.17	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{156.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
長期組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.046} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				
短期(積雪時)圧縮	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{6.65}{0.034} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{10.42}{196.80}$	$=$	6.65	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
短期(積雪時)曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{22.65}{0.097} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{1.22}{235.00}$	$=$	22.65	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{235.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
短期(積雪時)組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.131} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				
X正方向暴風時圧縮	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{12.15}{0.062} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{19.05}{196.80}$	$=$	12.15	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{64.57}{0.275} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{3.48}{235.00}$	$=$	64.57	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{235.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X正方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.337} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				
X負方向暴風時引張	$\sigma_c =$	$\frac{W}{A}$	$\times 10^3 =$	$\frac{10.06}{0.043} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_c/f_c =$	$\frac{15.76}{235.00}$	$=$	10.06	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時曲げ	$\sigma_{bx} =$	$\frac{W_x}{Z_x}$	$\times 10^6 =$	$\frac{66.36}{0.283} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{bx}/f_{bx} =$	$\frac{3.57}{235.00}$	$=$	66.36	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
	$\sigma_{by} =$	$\frac{W_y}{Z_y}$	$\times 10^6 =$	$\frac{0.00}{0} \text{ N/mm}^2$	
	$\sigma_{by}/f_{by} =$	$\frac{0.00}{235.00}$	$=$	0.00	$< 1.0 \rightarrow \text{OK}$
X負方向暴風時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = \underline{0.326} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$				

X正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 2.48$	/	1568	$\times 10^3 = 1.59$	N/mm ²		
	$\sigma_c/f_c = 1.59$	/	196.80	$= 0.009$	< 1.0	→	OK
X正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.50$	/	53831	$\times 10^6 = 9.34$	N/mm ²		
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 9.34$	/	235.00	$= 0.04$	< 1.0	→	OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²		
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	$= 0$	< 1.0	→	OK
X正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.049 < 1.0 \rightarrow$						
							OK
X負方向地震時圧縮	$\sigma_c = 2.27$	/	1568	$\times 10^3 = 1.45$	N/mm ²		
	$\sigma_c/f_c = 1.45$	/	196.80	$= 0.008$	< 1.0	→	OK
X負方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.87$	/	53831	$\times 10^6 = 16.10$	N/mm ²		
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 16.10$	/	235.00	$= 0.069$	< 1.0	→	OK
	$\sigma_{by} = 0.00$	/	28772	$\times 10^6 = 0.00$	N/mm ²		
	$\sigma_{by}/f_{by} = 0.00$	/	235.00	$= 0$	< 1.0	→	OK
X負方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.077 < 1.0 \rightarrow$						
							OK
Y正方向地震時圧縮	$\sigma_c = 2.38$	/	1568	$\times 10^3 = 1.52$	N/mm ²		
	$\sigma_c/f_c = 1.52$	/	196.80	$= 0.008$	< 1.0	→	OK
Y正方向地震時曲げ	$\sigma_{bx} = 0.28$	/	53831	$\times 10^6 = 5.17$	N/mm ²		
	$\sigma_{bx}/f_{bx} = 5.17$	/	235.00	$= 0.022$	< 1.0	→	OK
	$\sigma_{by} = 0.71$	/	28772	$\times 10^6 = 24.54$	N/mm ²		
	$\sigma_{by}/f_{by} = 24.54$	/	235.00	$= 0.105$	< 1.0	→	OK
Y正方向地震時組合せ	$\sigma_c/f_c + \sigma_{bx}/f_{bx} + \sigma_{by}/f_{by} = 0.135 < 1.0 \rightarrow$						
							OK

接合ボルトの引張とせん断に対する検討を行います。

(応力はボルト1本にかかるものとする。)

$$\text{有効断面積} \quad A_s = \pi \times 6^2 \times 2 \times 0.75 = 169.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{長期許容引張応力度} \quad f_s = 300.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容引張応力度} \quad f_s = 450.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期許容せん断応力度} \quad f_s = 173.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{短期許容せん断応力度} \quad f_s = 259.80 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{長期最大引張軸力} \quad C = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大引張軸力} \quad C = 15.76 \text{ kN}$$

$$\text{長期最大せん断力} \quad Q = 0.27 \text{ kN}$$

$$\text{短期最大せん断力} \quad Q = 3.47 \text{ kN}$$

長期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 0.00 / 169.6 \times 10^3 = 0.00 \text{ N/mm}^2$
	$\sigma_c / f_c = 0.00 / 300.00 = 0 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

長期ボルトせん断応力度	$\tau = 0.27 / 169.6 \times 10^3 = 1.6 \text{ N/mm}^2$
	$\tau / f_s = 1.60 / 173.20 = 0.01 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

組合せ	$((\sigma_c / f_c)^2 + (\tau / f_s)^2)^{0.5} = 0.010 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
-----	---

短期ボルト引張応力度	$\sigma_c = 15.76 / 169.6 \times 10^3 = 92.93 \text{ N/mm}^2$
	$\sigma_c / f_c = 92.93 / 450.00 = 0.207 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

短期ボルトせん断応力度	$\tau = 3.47 / 169.60 \times 10^3 = 20.5 \text{ N/mm}^2$
	$\tau / f_s = 20.50 / 259.80 = 0.079 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

組合せ	$((\sigma_c / f_c)^2 + (\tau / f_s)^2)^{0.5} = 0.222 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$
-----	---

接合金具の検討 …省略

ベースプレートは、柱、ブレースをスクリー杭と接合している金具です。ベースプレート自体の試験結果より十分耐力があるため検討を省略します。

5-2 支点反力表(短い柱側)

※FZが負値は引抜力

節点	荷重	FX (kN)	FY (kN)	合成せん断 (kN)	FZ (kN)	MX (kN.m)	MY (kN.m)	MZ (kN.m)
1	長期	0.96	0.00	0.96	1.40	0.00	-0.10	0.00
3	長期	1.23	0.00	1.23	1.72	0.00	-0.16	0.00
5	長期	1.16	0.00	1.16	1.66	0.00	-0.13	0.00
7	長期	1.18	0.00	1.18	1.68	0.00	-0.14	0.00
9	長期	1.16	0.00	1.16	1.66	0.00	-0.13	0.00
11	長期	1.23	0.00	1.23	1.72	0.00	-0.16	0.00
13	長期	0.96	0.00	0.96	1.40	0.00	-0.10	0.00
1	短期(積雪時)	4.08	0.00	4.08	6.16	0.00	-0.41	0.00
3	短期(積雪時)	5.26	0.00	5.26	7.64	0.00	-0.66	0.00
5	短期(積雪時)	4.94	0.00	4.94	7.35	0.00	-0.55	0.00
7	短期(積雪時)	5.04	0.00	5.04	7.45	0.00	-0.58	0.00
9	短期(積雪時)	4.94	0.00	4.94	7.35	0.00	-0.55	0.00
11	短期(積雪時)	5.26	0.00	5.26	7.64	0.00	-0.66	0.00
13	短期(積雪時)	4.08	0.00	4.08	6.16	0.00	-0.41	0.00
1	X正方向暴風時	11.92	0.00	11.92	10.25	0.00	-4.79	0.00
3	X正方向暴風時	14.76	0.00	14.76	12.85	0.00	-5.83	0.00
5	X正方向暴風時	14.17	0.00	14.17	12.30	0.00	-5.66	0.00
7	X正方向暴風時	14.35	0.00	14.35	12.48	0.00	-5.70	0.00
9	X正方向暴風時	14.17	0.00	14.17	12.30	0.00	-5.66	0.00
11	X正方向暴風時	14.76	0.00	14.76	12.85	0.00	-5.83	0.00
13	X正方向暴風時	11.92	0.00	11.92	10.25	0.00	-4.79	0.00

1	X負方向暴風時	-10.55	0.00	10.55	-8.25	0.00	4.79	0.00
3	X負方向暴風時	-13.10	0.00	13.10	-10.42	0.00	5.81	0.00
5	X負方向暴風時	-12.60	0.00	12.60	-9.95	0.00	5.68	0.00
7	X負方向暴風時	-12.75	0.00	12.75	-10.10	0.00	5.71	0.00
9	X負方向暴風時	-12.60	0.00	12.60	-9.95	0.00	5.68	0.00
11	X負方向暴風時	-13.10	0.00	13.10	-10.42	0.00	5.81	0.00
13	X負方向暴風時	-10.55	0.00	10.55	-8.25	0.00	4.79	0.00
1	X正方向地震時	1.61	0.00	1.61	1.31	0.00	-0.68	0.00
3	X正方向地震時	1.99	0.00	1.99	1.62	0.00	-0.83	0.00
5	X正方向地震時	1.92	0.00	1.92	1.55	0.00	-0.81	0.00
7	X正方向地震時	1.94	0.00	1.94	1.58	0.00	-0.81	0.00
9	X正方向地震時	1.92	0.00	1.92	1.55	0.00	-0.81	0.00
11	X正方向地震時	1.99	0.00	1.99	1.62	0.00	-0.83	0.00
13	X正方向地震時	1.61	0.00	1.61	1.31	0.00	-0.68	0.00
1	X負方向地震時	0.31	0.00	0.31	1.49	0.00	0.48	0.00
3	X負方向地震時	0.46	0.00	0.46	1.81	0.00	0.52	0.00
5	X負方向地震時	0.40	0.00	0.40	1.76	0.00	0.54	0.00
7	X負方向地震時	0.42	0.00	0.42	1.77	0.00	0.54	0.00
9	X負方向地震時	0.40	0.00	0.40	1.76	0.00	0.54	0.00
11	X負方向地震時	0.46	0.00	0.46	1.81	0.00	0.52	0.00
13	X負方向地震時	0.31	0.00	0.31	1.49	0.00	0.48	0.00
1	Y正方向地震時	0.96	0.58	1.13	1.40	0.63	-0.10	0.00
3	Y正方向地震時	1.23	0.58	1.36	1.72	0.63	-0.16	0.00
5	Y正方向地震時	1.16	0.58	1.30	1.66	0.63	-0.13	0.00
7	Y正方向地震時	1.18	0.58	1.32	1.68	0.63	-0.14	0.00
9	Y正方向地震時	1.16	0.58	1.30	1.66	0.63	-0.13	0.00
11	Y正方向地震時	1.23	0.58	1.36	1.72	0.63	-0.16	0.00
13	Y正方向地震時	0.96	0.58	1.12	1.40	0.63	-0.10	0.00

5-2 支点反力表(長い柱側)

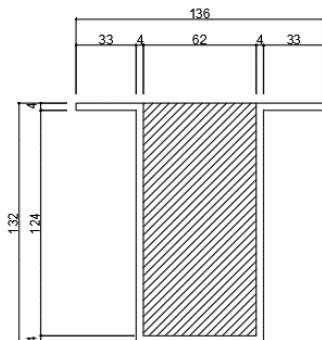
※FZが負値は引抜力

節点	荷重	FX (kN)	FY (kN)	合成せん断 (kN)	FZ (kN)	MX (kN.m)	MY (kN.m)	MZ (kN.m)
2	長期	-0.99	0.00	0.99	1.93	0.00	0.23	0.00
4	長期	-1.20	0.00	1.20	2.38	0.00	0.26	0.00
6	長期	-1.16	0.00	1.16	2.29	0.00	0.26	0.00
8	長期	-1.17	0.00	1.17	2.31	0.00	0.26	0.00
10	長期	-1.16	0.00	1.16	2.29	0.00	0.26	0.00
12	長期	-1.20	0.00	1.20	2.38	0.00	0.26	0.00
14	長期	-0.99	0.00	0.99	1.93	0.00	0.23	0.00
2	短期(積雪時)	-4.18	0.00	4.18	8.36	0.00	0.99	0.00
4	短期(積雪時)	-5.13	0.00	5.13	10.42	0.00	1.12	0.00
6	短期(積雪時)	-4.98	0.00	4.98	10.02	0.00	1.14	0.00
8	短期(積雪時)	-5.03	0.00	5.03	10.14	0.00	1.14	0.00
10	短期(積雪時)	-4.98	0.00	4.98	10.02	0.00	1.14	0.00
12	短期(積雪時)	-5.13	0.00	5.13	10.42	0.00	1.12	0.00
14	短期(積雪時)	-4.18	0.00	4.18	8.36	0.00	0.99	0.00
2	X正方向暴風時	-4.34	0.00	4.34	15.26	0.00	-1.58	0.00
4	X正方向暴風時	-5.64	0.00	5.64	19.05	0.00	-1.82	0.00
6	X正方向暴風時	-5.36	0.00	5.36	18.30	0.00	-1.81	0.00
8	X正方向暴風時	-5.45	0.00	5.45	18.52	0.00	-1.80	0.00
10	X正方向暴風時	-5.36	0.00	5.36	18.30	0.00	-1.81	0.00
12	X正方向暴風時	-5.64	0.00	5.64	19.05	0.00	-1.82	0.00
14	X正方向暴風時	-4.34	0.00	4.34	15.26	0.00	-1.58	0.00

2	X負方向暴風時	3.03	0.00	3.03	-12.55	0.00	2.01	0.00
4	X負方向暴風時	3.99	0.00	3.99	-15.75	0.00	2.33	0.00
6	X負方向暴風時	3.76	0.00	3.76	-15.11	0.00	2.33	0.00
8	X負方向暴風時	3.83	0.00	3.83	-15.30	0.00	2.33	0.00
10	X負方向暴風時	3.76	0.00	3.76	-15.11	0.00	2.33	0.00
12	X負方向暴風時	3.99	0.00	3.99	-15.75	0.00	2.33	0.00
14	X負方向暴風時	3.03	0.00	3.03	-12.55	0.00	2.01	0.00
2	X正方向地震時	-0.61	0.00	0.61	2.01	0.00	-0.24	0.00
4	X正方向地震時	-0.77	0.00	0.77	2.48	0.00	-0.28	0.00
6	X正方向地震時	-0.73	0.00	0.73	2.39	0.00	-0.28	0.00
8	X正方向地震時	-0.74	0.00	0.74	2.41	0.00	-0.28	0.00
10	X正方向地震時	-0.73	0.00	0.73	2.39	0.00	-0.28	0.00
12	X正方向地震時	-0.77	0.00	0.77	2.48	0.00	-0.28	0.00
14	X正方向地震時	-0.61	0.00	0.61	2.01	0.00	-0.24	0.00
2	X負方向地震時	-1.36	0.00	1.36	1.85	0.00	0.70	0.00
4	X負方向地震時	-1.63	0.00	1.63	2.27	0.00	0.80	0.00
6	X負方向地震時	-1.60	0.00	1.60	2.19	0.00	0.81	0.00
8	X負方向地震時	-1.61	0.00	1.61	2.21	0.00	0.81	0.00
10	X負方向地震時	-1.60	0.00	1.60	2.19	0.00	0.81	0.00
12	X負方向地震時	-1.63	0.00	1.63	2.27	0.00	0.80	0.00
14	X負方向地震時	-1.36	0.00	1.36	1.85	0.00	0.70	0.00
2	Y正方向地震時	-0.98	0.56	1.13	1.93	0.66	0.23	0.00
4	Y正方向地震時	-1.20	0.56	1.32	2.38	0.66	0.26	0.00
6	Y正方向地震時	-1.16	0.56	1.29	2.29	0.66	0.26	0.00
8	Y正方向地震時	-1.17	0.56	1.30	2.31	0.66	0.26	0.00
10	Y正方向地震時	-1.16	0.56	1.29	2.29	0.66	0.26	0.00
12	Y正方向地震時	-1.20	0.56	1.32	2.37	0.66	0.26	0.00
14	Y正方向地震時	-0.99	0.56	1.14	1.93	0.66	0.23	0.00

5-3 杭の検討

採用N値 N = 20 地中部杭長 L = 1300 mm
土質 砂質土 凍結深度 0 mm



杭先端面積 $A_p = 0.009504 \text{ m}^2$
(ハッチ部も含む)
杭周長 $\psi = 0.474 \text{ m}$

1. 押込み力の検討

押込み耐力 $L_R a$ 、 $s_R a$ の算出

$$L_R a = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p}$$

ここに q_p : 基礎杭の先端の地盤の許容応力度 (kN/m^2)
 A_p : 杭先端の有効断面積 (m^2)
 R_f : 杭と杭周面土の摩擦力 (kN)
 W_p : 土中杭自重

a) 杭先端の地盤の許容応力度の計算

$$q_p = \frac{300}{3} \times N = 2000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) 杭周面摩擦力の計算

$$R_f = 3.3 \times N_s \times L_s \times \psi$$

ここに N_s : 砂質地盤の平均N値
 L_s : 杭が砂質地盤に接する長さの合計 (m)
 ψ : 杭の周囲の長さ (m)

$$L_s = 1.3 \text{ (m)}$$

$$R_f = 3.3 \times 20 \times 1.3 \times 0.474 = 41.1 \text{ (kN)}$$

c) 土中杭自重の計算

$$W_p = 0.115 \times 1.35 = 0.155 \text{ (kN)}$$

押込み耐力 $L_R a$ 、 $s_R a$ の算出

$$L_R a = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p} = \frac{32.55}{65.26} \text{ (kN)}$$

応力算定

長期最大押込み力 $C = 1.72 \text{ kN}$
短期最大押込み力 $C = 12.85 \text{ kN}$

断面算定

長期押込み力の検討 $1.72 / 32.55 = \underline{0.053} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

短期押込み力の検討 $12.85 / 65.26 = \underline{0.197} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

2. 引抜き力の検討

引抜き耐力の tRa の算出

$$tRa = 2 / 3 \times Rf + Wp = \underline{27.56 \text{ (kN)}}$$

応力算定

短期最大引抜き力 $T = -10.42 \text{ kN}$

断面算定

短期引抜き力の検討 $10.42 / 27.56 = \underline{0.379} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

3. 水平力に対する検討

水平耐力の hRa の算出

$$hRa = 2 / 3 \times Qu$$

ここに Qu : 砂質土の極限水平方向抵抗力(kN)

(日本建築学会「基礎構造設計指針」Bromsの式より)

$$Qu = 0.5 \times Kp \times \gamma \times B \times L^2 \times (L / h + 1)$$

ここに Kp : 受動土圧係数で、下式による。

B : 杭の幅(m) $B = 0.076 \text{ m}$

L : 杭の地中部分長さ(m) $L = 1.3 \text{ m}$

h : 杭の突出長さ(m) $h = 0.849 \text{ m}$

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$Kp = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

ϕ : 内部摩擦角 $\phi = (20 \text{ N})^{0.5} + 15$ (大崎式より)

$$hRa = 2 / 3 \times Qu = \underline{7.2 \text{ (kN)}}$$

応力算定

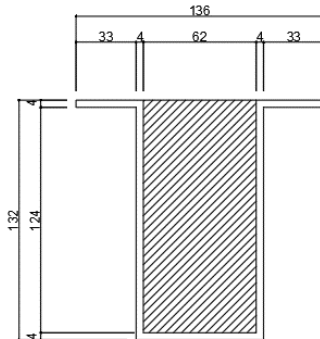
$$\begin{aligned} H &= M / h \\ &= 5.83 / 0.849 = 6.87 \text{ kN} \end{aligned}$$

断面算定

短期水平力の検討 $6.87 / 7.20 = \underline{0.955} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

5-3 杭の検討

採用N値 N = 20 地中部杭長 L = 1300 mm
土質 砂質土 凍結深度 0 mm



杭先端面積 $A_p = 0.009504 \text{ m}^2$
(ハッチ部も含む)
杭周長 $\psi = 0.474 \text{ m}$

1. 押込み力の検討

押込み耐力 $L_R a$ 、 $s_R a$ の算出

$$L_R a = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p}$$

ここに q_p : 基礎杭の先端の地盤の許容応力度 (kN/m^2)
 A_p : 杭先端の有効断面積 (m^2)
 R_f : 杭と杭周面土の摩擦力 (kN)
 W_p : 土中杭自重

a) 杭先端の地盤の許容応力度の計算

$$q_p = \frac{300}{3} \times N = 2000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) 杭周面摩擦力の計算

$$R_f = 3.3 \times N_s \times L_s \times \psi$$

ここに N_s : 砂質地盤の平均N値
 L_s : 杭が砂質地盤に接する長さの合計 (m)
 ψ : 杭の周囲の長さ (m)

$$L_s = 1.3 \text{ (m)}$$

$$R_f = 3.3 \times 20 \times 1.3 \times 0.474 = 41.1 \text{ (kN)}$$

c) 土中杭自重の計算

$$W_p = 0.115 \times 1.35 = 0.155 \text{ (kN)}$$

押込み耐力 $L_R a$ 、 $s_R a$ の算出

$$L_R a = \frac{q_p \times A_p + \frac{1}{3} \times R_f - W_p}{2 \times q_p \times A_p + \frac{2}{3} \times R_f - W_p} = \frac{32.55}{65.26} \text{ (kN)}$$

応力算定

長期最大押込み力 $C = 2.38 \text{ kN}$
 短期最大押込み力 $C = 19.05 \text{ kN}$

断面算定

長期押込み力の検討 $2.38 / 32.55 = \underline{0.074} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

短期押込み力の検討 $19.05 / 65.26 = \underline{0.292} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

2. 引抜き力の検討

引抜き耐力の tRa の算出

$$tRa = 2 / 3 \times Rf + Wp = \underline{27.56 \text{ (kN)}}$$

応力算定

短期最大引抜き力 $T = -15.75 \text{ kN}$

断面算定

短期引抜き力の検討 $15.75 / 27.56 = \underline{0.572} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

3. 水平力に対する検討

水平耐力の hRa の算出

$$hRa = 2 / 3 \times Qu$$

ここに Qu : 砂質土の極限水平方向抵抗力(kN)

(日本建築学会「基礎構造設計指針」Bromsの式より)

$$Qu = 0.5 \times Kp \times \gamma \times B \times L^2 \times (L / h + 1)$$

ここに Kp : 受動土圧係数で、下式による。

B : 杭の幅(m) $B = 0.076 \text{ m}$

L : 杭の地中部分長さ(m) $L = 1.3 \text{ m}$

h : 杭の突出長さ(m) $h = 0.963 \text{ m}$

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$Kp = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

ϕ : 内部摩擦角 $\phi = (20^\circ)^{0.5} + 15$ (大崎式より)

$$hRa = 2 / 3 \times Qu = \underline{6.68 \text{ (kN)}}$$

応力算定

短期最大水平力 $H = M / h = 2.33 / 0.963 = 2.42 \text{ kN}$

断面算定

短期水平力の検討 $2.42 / 6.68 = \underline{0.363} < 1.0 \rightarrow \text{OK}$

5-4 N値の算定

地盤調査報告書に基づく各側点の平均換算N値表

杭先端深さ: 1350 mm
杭幅(d): 136 mm
※評価対象は杭先端深さを考慮し地表面下0.5mまでとしました。
※評価対象はSS試験結果以深となっており、試験結果以深につきましては平均N値と同等以上とします。
※斜体で記した数値は、貫入不能のためN=20としました。

深さ(m)	測点番号													
	1	2												
0.25	20.0	20.0												
0.50	20.0													
0.75														
1.00														
1.25														
1.50														
1.75														
2.00														
2.25														
2.50														
2.75														
3.00														
平均N値	20.00	20.00												

N = 20 を採用します。 土質: 砂質土

理由: 上記平均換算N値表で記したように、すべての点で平均N値が20を超えている。

※ 実際の工事では、最大引抜き力以上の引抜き耐力が出ることを引抜試験で確認し、想定通りの性質を持つ土壌であることを確かめ、暴風時における太陽光架台の飛散防止に対する安全を確保すること。

地盤調査報告書

GPSSホールディングス

和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事



国土交通大臣許可(般-27)第21635号

住まいの安全を
足元から支える

地盤力



地盤調査報告書

GPSSホールディングス

和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

2018年 11月

安心の価値空間を創る

株式会社サムシング

国土交通大臣許可(般-27)第21635号

はじめに

このたびは地盤調査のご依頼ありがとうございました。

ここに調査結果が出来上がりましたので、ご報告させていただきます。

この報告書は①資料調査結果②現地踏査結果③現地計測結果から最適な基礎仕様、地盤補強方法をご提案させて頂いております。

住まい・構造物づくりのお役にたてれば幸いです。

また、今後ともご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

物件名称 和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

物件住所 和歌山県伊都郡九度山町大字河根字辻ノ内216-4

工 期 2018年 11月 10日

INDEX

はじめに

■1.調査概要

■2.調査方法

■3.調査結果

・チェックリスト

・調査位置図

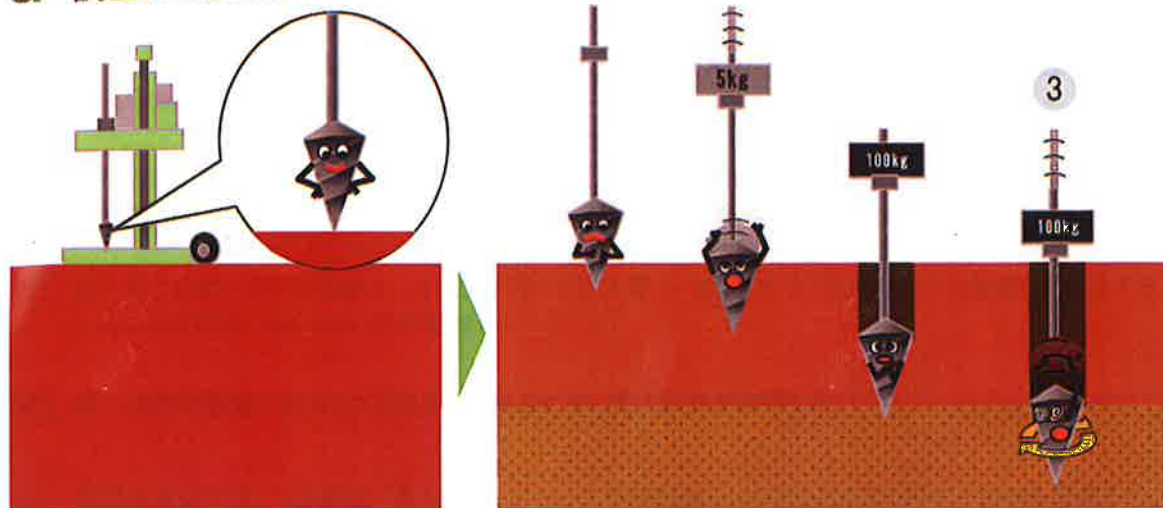
・スウェーデン式サウンディング試験結果

■4.調査写真

■5.巻末資料

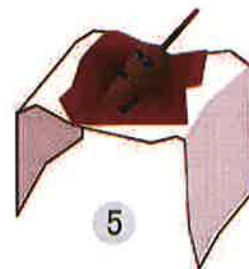
調査方法

a 調査方法解説



調査機:ジオカルテ(日東精工株式会社)

- 1 ロッドの先端にスクリーポイントを取り付け、調査ポイントに鉛直に設置します。
- 2 ロッドに5kgの荷重を掛け、スクリーポイントが地盤に沈むか確認します。沈まない場合、更に徐々に荷重を増やしていきます(5kg⇒15kg⇒25kg⇒50kg⇒75kg⇒100kg)。沈んだときの荷重と貫入した距離を記録します。
- 3 100kgでも貫入しない場合は、荷重は100kgのままロッドを右回りに回転させ、25cm貫入させるのに要する半回転数を測定し記録します。
- 4 測定中はロッドから伝わる音や感触も記録します。
- 5 測定終了後、ロッドを引き抜き、付着している土の状態や異常の有無を調べます。

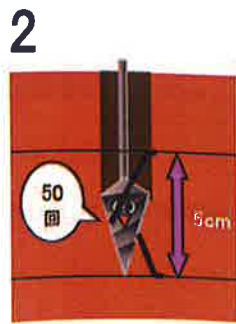


b 試験終了条件

以下の条件を満たした場合は、その深度で試験を終了します。



貫入深度が10mに達した場合



貫入5cmあたりの半回転数が50回転以上となった場合



固い地層に達し、回転時の反発が著しく大きな場合



大きな石などの障害物に当たった場合

調査方法

C 試験結果の記録と整理

- 1 荷重によって貫入が進む場合には、荷重の大きさ(W_{sw})とスクリーポイント先端の地表面からの貫入深さ(D)を記録し、そのときの貫入量を求める。
- 2 荷重1kNで、回転によって貫入が進む場合には、半回転数(N_a)に対応する貫入後のスクリーポイント先端の地表面から貫入深さを記録し、そのときの貫入量(L)を記録する。
- 3 貫入量に対応する半回転数は、次の式を用いて貫入量1m 当たりの半回転数(N_{sw})に換算して記録する。
($L=25\text{cm}$ の場合) $N_{sw}=4N_a$ (半回転数1m)
- 4 貫入速度が急激に増大したり減少する場合には、貫入状況を記録する。
- 5 試験結果は荷重、半回転数、貫入量1m 当たりの半回転数および試験状況に関する記事を記録する。

d 結果の整理

1 N値の算定(換算N値)

推定土質により下記式にてN値を算定する。

砂質土・礫質土	$N = 2W_{sw} + 0.067N_{sw}$	} 稲田式(「地盤調査の方法と解説」:地盤工学会)
粘性土	$N = 3W_{sw} + 0.050N_{sw}$	
W_{sw} : 載荷荷重(kN)		
N_{sw} : SWS試験における1.00mあたりの半回転数(回)		

2 長期許容支持力度の算定

$$q_a = 30W_{sw} + 0.6N_{sw} \cdots \text{建築物の構造関係技術基準解説書:国土交通省住宅局他監修}$$

q_a 長期許容支持力度(kN/m ²)
N_{sw} : 基礎下2.00mの範囲の平均 N_{sw} ※150を超える場合は150とする。
W_{sw} : 基礎下2.00mの範囲の平均 W_{sw}

推定土質力が複数になる場合は、各土質の層厚において N_{sw} を算定。算定した N_{sw} の内、最小値を採用する。

現地調査 (敷地内調査)



既存資料	周辺調査データ	SWSデータ	☐ あり	☒ なし	ボーリングデータ	☐ あり	☒ なし
	地図データ	地形図	☒ あり	☐ なし	旧地形図	☒ あり	☐ なし
	地形・地質データ	地形分類図	☒ あり	☐ なし	表層地質図	☒ あり	☐ なし

地形観察	周辺地形	地形区分	☐ 丘陵地 ☐ 台地 ☐ 段丘 ☐ 平坦化地 ☐ 崖錘 ☐ 扇状地 ☐ 扇状地性低地 ☐ 自然堤防 ☐ 砂州 ☐ 砂丘 ☐ 後背湿地 ☐ 谷底低地 ☐ 氾濫平野 ☐ 旧河道 ☐ 三角州 ☐ 湿地 ☐ 海岸平野 ☐ 干拓地 ☐ 盛土地 ☐ 埋立地 ☐ 浅い谷 ☒ 斜面 ☐ 人工地盤 ☒ その他
	地形位置		☐ 頂上部 ☒ 中腹部 ☐ 傾斜部 ☐ 裾部 ☐ 平坦部
	水路・河川		☒ 水路・河川なし ☐ 水路・河川あり(調査地より0m付近に幅0mの河川・水路)

敷地内観察	敷地履歴	現状	☐ 整地 ☐ 既成宅地 ☒ 不整地の原野 ☐ 水田 ☐ 畑 ☐ 山林 ☐ 雑木林 ☐ 造成地 ☐ 解体後の更地 ☐ 解体中 ☒ 造成中 ☐ 駐車場 ☐ その他
		前歴	☐ 既成宅地 ☐ 原野 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 山林 ☐ 雑木林 ☐ 崖地 ☐ 河川敷 ☐ 河川 ☐ 池沼 ☐ 工場 ☐ 駐車場 ☒ その他
	造成状況	盛土の有無	☒ 盛土なし ☐ 盛土あり(☐ 1m未満 ☐ 1m以上 ☐ 2m以上 ☐ 切土・盛土が混在)
		切土の有無	☒ 切土なし ☐ 切土あり(☐ 全面切土 ☐ 切土・盛土が混在)
		擁壁の有無	☒ 擁壁なし ☐ 擁壁あり (☐ -2m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +2m以上 ☐ その他)
		盛土経過年数	☒ 盛土なし ☐ 盛土あり (☐ 1年未満 ☐ 1年~3年未満 ☐ 3年~5年未満 ☐ 5年以上 ☐ 10年以上 ☐ 不明)
		新規盛土の予定	☒ なし ☐ あり(☐ 1m未満 ☐ 1~2m未満 ☐ 2m以上)
		地表面の起伏	☒ 平坦 ☒ 起伏 ☒ 傾斜 ☒ その他
		地表面の状況	☒ 更地 ☐ 雑草 ☐ コンクリート敷 ☒ 砂利敷 ☐ 芝生 ☒ アスファルト ☐ 田んぼ ☐ 畑 ☐ その他
		表土状態	☐ 乾 ☐ 湿 ☒ 硬 ☐ 軟 ☐ 極軟 ☐ その他
	既存建物状況	既存建物	☒ なし ☐ あり(築年数 年)
		既存地下車庫	☒ なし ☐ あり(☐ 壁面亀裂 ☐ スラブ亀裂 ☐ その他)
		建物構造	☐ なし ☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他
		階数	☐ なし ☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他
		建物基礎の亀裂	☒ 亀裂なし ☐ 亀裂あり(☐ 少ない ☐ 多い)
		建物外壁の亀裂	☒ 亀裂なし ☐ 亀裂あり(☐ 少ない ☐ 多い)
		建物の異常	☒ 異常なし ☐ 異常あり

施 工	施工支援	搬入障害	☒ なし ☐ あり(☐ 道路幅狭い ☐ カーブきつい ☐ クレーン必要 ☐ その他)
		表層地盤状況	☒ 異常なし ☐ 異常あり(☐ 表層軟弱 ☐ 雨天時は注意 ☐ その他)
		現場内高低差	☒ なし ☐ あり (☐ -2m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m以内 ☐ -0.5m以内 ☐ +0.5m以内 ☐ +1m以内 ☐ +1m以上 ☐ +2m以上 ☐ その他)
		電線の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 部分的に障害になる ☐ 敷地内全体に障害になる)
		スペース	☒ なし ☐ あり(☐ ヤード狭い ☐ 構造物あり ☐ 駐車スペースなし ☐ その他)
		その他	☒ 現調不要 ☐ 現調必要 ☐ その他

備 考	
-----	--

2018/11/10 12:47:21.0 N(3416.23319) E(13534.65403) 	2018/11/10 12:47:26.0 N(3416.2329) E(13534.65409) 
東側状況1	東側状況2
N3416.2332 E13534.6540 (N34° 16' 13.99" E135° 34' 33.24")	N3416.2329 E13534.6541 (N34° 16' 13.97" E135° 34' 33.25")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり (☐ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☒ +5m以上)
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ プロッタ ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり (☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他)
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり (☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり (☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり (☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員 (m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:47:32.0 N(3416.23213) E(13534.55348) 	2018/11/10 12:47:37.0 N(3416.23261) E(13534.55259) 
西側状況1 N3416.2321 E13534.5535 (N34° 16' 13.93" E135° 34' 33.21")	西側状況2 N3416.2326 E13534.5526 (N34° 16' 13.96" E135° 34' 33.16")

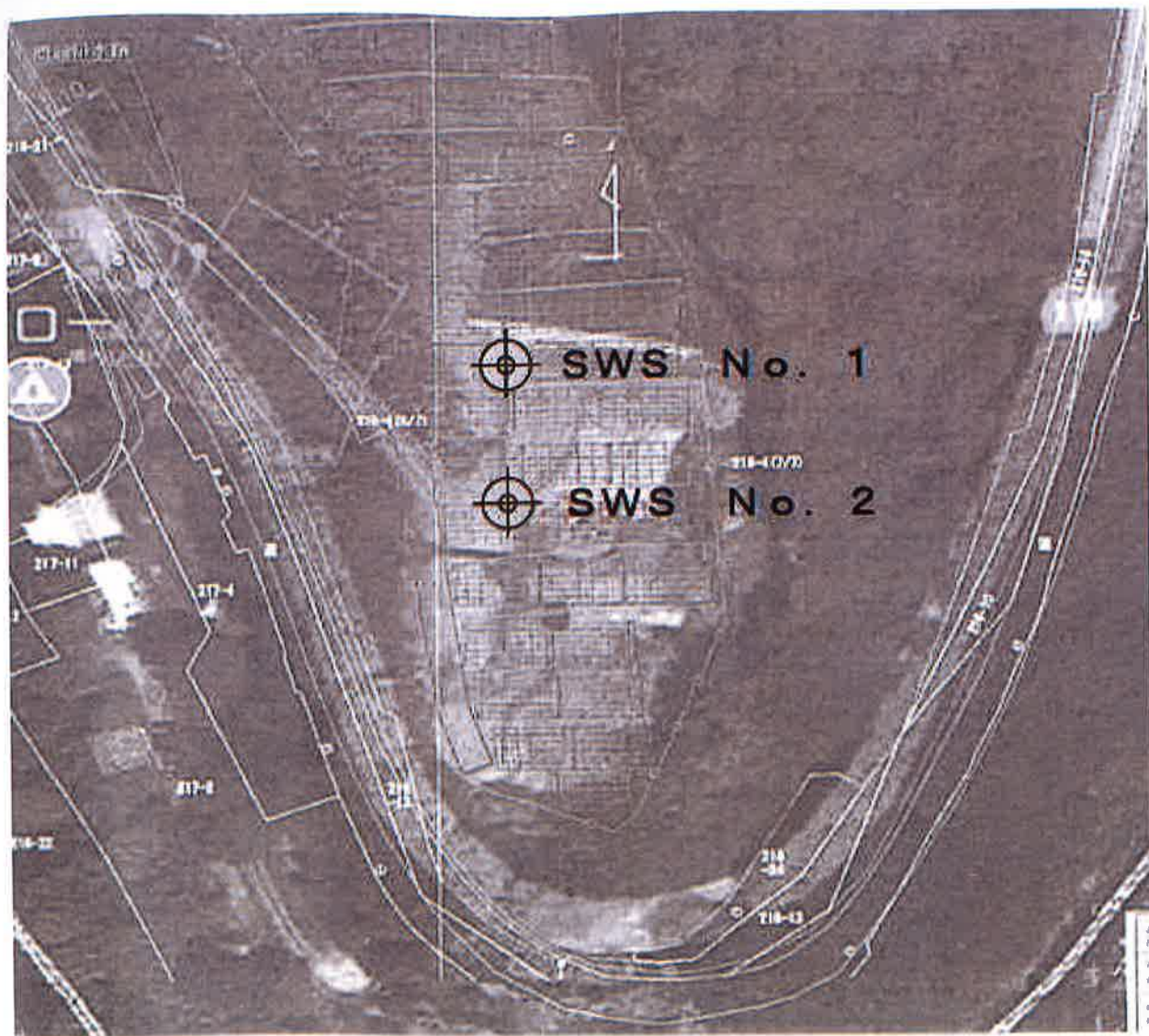
隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり (☒ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☐ +5m以上)
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☒ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり (☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他)
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり (☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり (☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☐ なし ☒ あり
	道路の種類	☐ なし ☒ あり (☒ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員 (5 m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:47:44.0 N(3416.23058) E(13534.55268) 	2018/11/10 12:47:48.0 N(3416.22982) E(13534.55315) 
南側状況1 N3416.2306 E13534.5527 (N34° 16' 13.84" E135° 34' 33.16")	南側状況2 N3416.2298 E13534.5531 (N34° 16' 13.79" E135° 34' 33.19")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり ☒ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☐ +5m以上
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり ☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり(☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり(☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員(m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:49:13.0 N(3416.24665) E(13534.56235) 	2018/11/10 12:49:17.0 N(3416.24635) E(13534.56206) 
北側状況1	北側状況2
N3416.2467 E13534.5624 (N34° 16' 14.8" E135° 34' 33.74")	N3416.2463 E13534.5621 (N34° 16' 14.78" E135° 34' 33.73")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり ☐ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☒ +5m以上
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり ☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり(☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり(☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員(m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		



和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

所調査位置地現状を以て
多少のズレがあるものとしてお考え下さい。



GeoSign

礫質土

- ◻ 回 轉 層
- ◻ 自 沈 層

調査状況及びその他1

Soil Investigation is Certificated By GeoSign Corporation
 ここをクリックすると電子認証の有効性を確認できます。
 エラーの場合は最新のPDFをダウンロードして下さい。





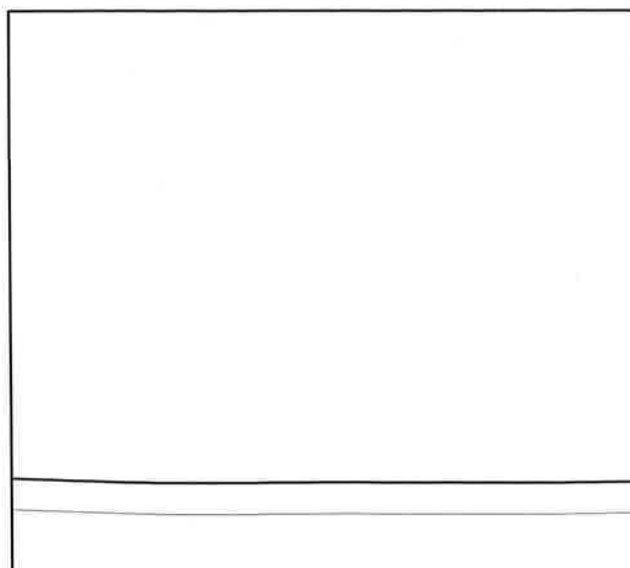
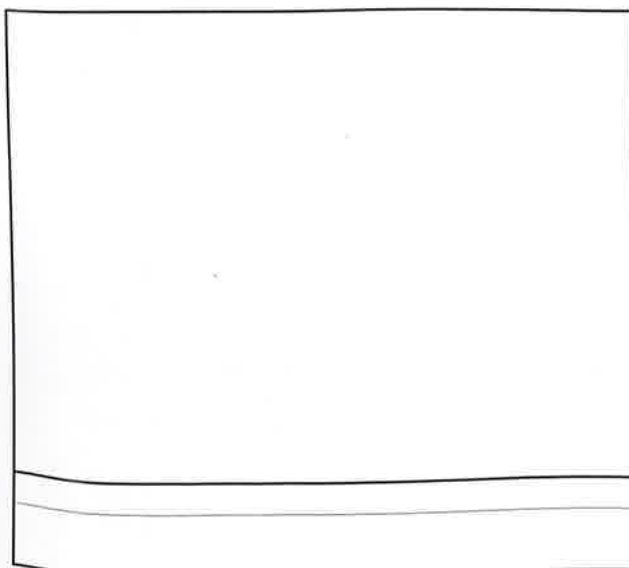
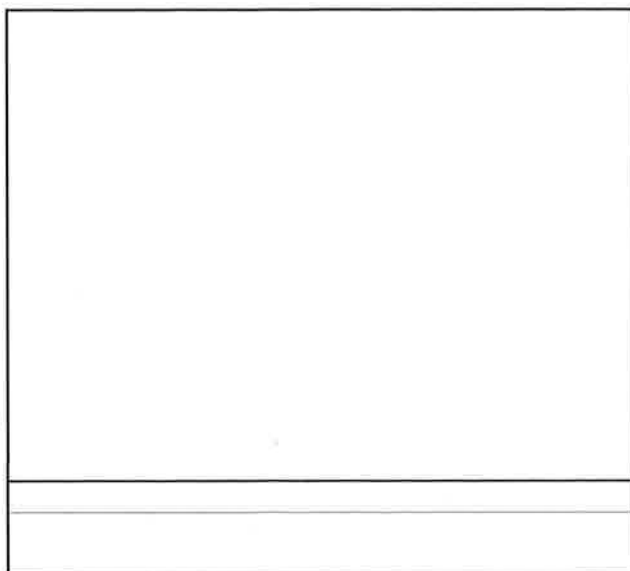
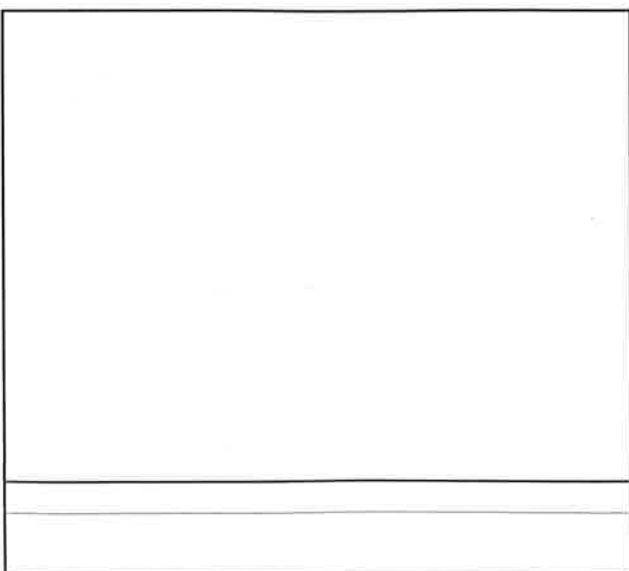
測点2

N3416.2364 E13534.5546
(N34° 16' 14.18" E135° 34' 33.28")



土質確認

N3416.2488 E13534.5541
(N34° 16' 14.93" E135° 34' 33.25")



安心と信頼をもたらす新時代の地盤調査 GeoSign

この度、地盤調査をご依頼いただきまして、誠にありがとうございました。

「G-web system」は「電子認証」をキーワードとし、全自動地盤調査機・GPS・タイムスタンプを最大限に使用した地盤調査の明確で正しい基準の標準化を目指します。

今までと何が違うの？

実際にこの場所で試験した調査データで間違いはない？

- ・G-Webシステムは業界では無かったGPS機能を搭載しました。試験機にGPSを搭載する事により、地盤調査位置及び写真撮影を行った位置(緯度、経度)、日時を衛星により捕捉し、正しく記録します。

試験データの移動はすべて無線通信で行います。

- ・試験データ及び写真データの入力、出力は無線通信でG-Webサーバーに送られる為、データの出力ミスや改ざん等が無く、安心してデータ移動が行えます。

調査データ、写真データは認証されます。

- ・調査データや写真データは全てジオサイン(株)による電子認証がなされ第三者によるデータの改ざん性、存在性をきちんと証明致します。

試験データはしっかり保存されていますか？

- ・5年10年前のデータは現在、再発行すると無い物が多いと思われそうですが、G-Webシステムのデータは電子媒体で長期保存が可能な為、5年10年の保存が可能になりました。



『G-Web system』は、GPS(位置情報)・タイムスタンプ(調査時刻)・地盤調査データなどをインターネットを活用し、リアルタイムで『電子認証』を行い、不正な入力や改竄を防止できるシステムです。一般地盤調査はもちろんの事、2009年10月から施行の瑕疵担保履行法による保険にも幅広く活用できます。

地盤調査報告書

GPSSホールディングス

和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事



国土交通大臣許可(般-27)第21635号

住まいの安全を
足元から支える

地盤力



地盤調査報告書

GPSSホールディングス

和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

2018年 11月

安心の価値空間を創る

株式会社サムシング

国土交通大臣許可(般-27)第21635号

はじめに

このたびは地盤調査のご依頼ありがとうございました。

ここに調査結果が出来上がりましたので、ご報告させていただきます。

この報告書は①資料調査結果②現地踏査結果③現地計測結果から最適な基礎仕様、地盤補強方法をご提案させて頂いております。

住まい・構造物づくりのお役にたてれば幸いです。

また、今後ともご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

物件名称 和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

物件住所 和歌山県伊都郡九度山町大字河根字辻ノ内216-4

工 期 2018年 11月 10日

INDEX

はじめに

■1.調査概要

■2.調査方法

■3.調査結果

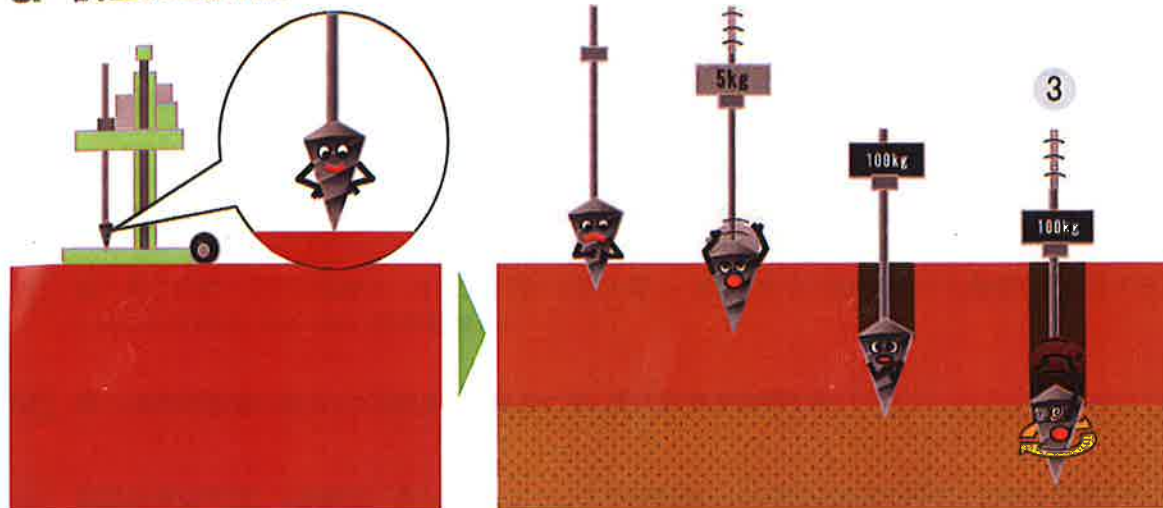
- ・チェックリスト
- ・調査位置図
- ・スウェーデン式サウンディング試験結果

■4.調査写真

■5.巻末資料

調査方法

a 調査方法解説



調査機:ジオカルテ(日東精工株式会社)

- 1 ロッドの先端にスクリーポイントを取り付け、調査ポイントに鉛直に設置します。
- 2 ロッドに5kgの荷重を掛け、スクリーポイントが地盤に沈むか確認します。沈まない場合、更に徐々に荷重を増やしていきます(5kg⇒15kg⇒25kg⇒50kg⇒75kg⇒100kg)。沈んだときの荷重と貫入した距離を記録します。
- 3 100kgでも貫入しない場合は、荷重は100kgのままロッドを右回りに回転させ、25cm貫入させるのに要する半回転数を測定し記録します。
- 4 測定中はロッドから伝わる音や感触も記録します。
- 5 測定終了後、ロッドを引き抜き、付着している土の状態や異常の有無を調べます。

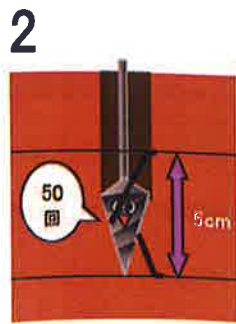


b 試験終了条件

以下の条件を満たした場合は、その深度で試験を終了します。



貫入深度が10mに達した場合



貫入5cmあたりの半回転数が50回転以上となった場合



固い地層に達し、回転時の反発が著しく大きな場合



大きな石などの障害物に当たった場合

調査方法

C 試験結果の記録と整理

- 1 荷重によって貫入が進む場合には、荷重の大きさ(W_{sw})とスクリーポイント先端の地表面からの貫入深さ(D)を記録し、そのときの貫入量を求める。
- 2 荷重1kNで、回転によって貫入が進む場合には、半回転数(N_a)に対応する貫入後のスクリーポイント先端の地表面から貫入深さを記録し、そのときの貫入量(L)を記録する。
- 3 貫入量に対応する半回転数は、次の式を用いて貫入量1m 当たりの半回転数(N_{sw})に換算して記録する。
($L=25\text{cm}$ の場合) $N_{sw}=4N_a$ (半回転数1m)
- 4 貫入速度が急激に増大したり減少する場合には、貫入状況を記録する。
- 5 試験結果は荷重、半回転数、貫入量1m 当たりの半回転数および試験状況に関する記事を記録する。

d 結果の整理

1 N値の算定(換算N値)

推定土質により下記式にてN値を算定する。

砂質土・礫質土	$N = 2W_{sw} + 0.067N_{sw}$	} 稲田式(「地盤調査の方法と解説」:地盤工学会)
粘性土	$N = 3W_{sw} + 0.050N_{sw}$	
W_{sw} : 載荷荷重(kN)		
N_{sw} : SWS試験における1.00mあたりの半回転数(回)		

2 長期許容支持力度の算定

$$q_a = 30W_{sw} + 0.6N_{sw} \dots \text{建築物の構造関係技術基準解説書:国土交通省住宅局他監修}$$

q_a 長期許容支持力度(kN/m^2)
N_{sw} : 基礎下2.00mの範囲の平均 N_{sw} ※150を超える場合は150とする。
W_{sw} : 基礎下2.00mの範囲の平均 W_{sw}

推定土質力が複数になる場合は、各土質の層厚において N_{sw} を算定。算定した N_{sw} の内、最小値を採用する。

現地調査 (敷地内調査)



既存資料	周辺調査データ	SWSデータ	☐ あり	☒ なし	ボーリングデータ	☐ あり	☒ なし
	地図データ	地形図	☒ あり	☐ なし	旧地形図	☒ あり	☐ なし
	地形・地質データ	地形分類図	☒ あり	☐ なし	表層地質図	☒ あり	☐ なし

地形観察	周辺地形	地形区分	☐ 丘陵地 ☐ 台地 ☐ 段丘 ☐ 平坦化地 ☐ 崖錘 ☐ 扇状地 ☐ 扇状地性低地 ☐ 自然堤防 ☐ 砂州 ☐ 砂丘 ☐ 後背湿地 ☐ 谷底低地 ☐ 氾濫平野 ☐ 旧河道 ☐ 三角州 ☐ 湿地 ☐ 海岸平野 ☐ 干拓地 ☐ 盛土地 ☐ 埋立地 ☐ 浅い谷 ☒ 斜面 ☐ 人工地盤 ☒ その他
	地形位置		☐ 頂上部 ☒ 中腹部 ☐ 傾斜部 ☐ 裾部 ☐ 平坦部
	水路・河川		☒ 水路・河川なし ☐ 水路・河川あり(調査地より0m付近に幅0mの河川・水路)

敷地内観察	敷地履歴	現状	☐ 整地 ☐ 既成宅地 ☒ 不整地の原野 ☐ 水田 ☐ 畑 ☐ 山林 ☐ 雑木林 ☐ 造成地 ☐ 解体後の更地 ☐ 解体中 ☒ 造成中 ☐ 駐車場 ☐ その他
		前歴	☐ 既成宅地 ☐ 原野 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 山林 ☐ 雑木林 ☐ 崖地 ☐ 河川敷 ☐ 河川 ☐ 池沼 ☐ 工場 ☐ 駐車場 ☒ その他
	造成状況	盛土の有無	☒ 盛土なし ☐ 盛土あり(☐ 1m未満 ☐ 1m以上 ☐ 2m以上 ☐ 切土・盛土が混在)
		切土の有無	☒ 切土なし ☐ 切土あり(☐ 全面切土 ☐ 切土・盛土が混在)
		擁壁の有無	☒ 擁壁なし ☐ 擁壁あり (☐ -2m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +2m以上 ☐ その他)
		盛土経過年数	☒ 盛土なし ☐ 盛土あり (☐ 1年未満 ☐ 1年～3年未満 ☐ 3年～5年未満 ☐ 5年以上 ☐ 10年以上 ☐ 不明)
		新規盛土の予定	☒ なし ☐ あり(☐ 1m未満 ☐ 1～2m未満 ☐ 2m以上)
		地表面の起伏	☒ 平坦 ☒ 起伏 ☒ 傾斜 ☒ その他
		地表面の状況	☒ 更地 ☐ 雑草 ☐ コンクリート敷 ☒ 砂利敷 ☐ 芝生 ☒ アスファルト ☐ 田んぼ ☐ 畑 ☐ その他
		表土状態	☐ 乾 ☐ 湿 ☒ 硬 ☐ 軟 ☐ 極軟 ☐ その他
	既存建物状況	既存建物	☒ なし ☐ あり(築年数 年)
		既存地下車庫	☒ なし ☐ あり(☐ 壁面亀裂 ☐ スラブ亀裂 ☐ その他)
		建物構造	☐ なし ☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他
		階数	☐ なし ☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他
		建物基礎の亀裂	☒ 亀裂なし ☐ 亀裂あり(☐ 少ない ☐ 多い)
		建物外壁の亀裂	☒ 亀裂なし ☐ 亀裂あり(☐ 少ない ☐ 多い)
		建物の異常	☒ 異常なし ☐ 異常あり

施 工	施工支援	搬入障害	☒ なし ☐ あり(☐ 道路幅狭い ☐ カーブきつい ☐ クレーン必要 ☐ その他)
		表層地盤状況	☒ 異常なし ☐ 異常あり(☐ 表層軟弱 ☐ 雨天時は注意 ☐ その他)
		現場内高低差	☒ なし ☐ あり (☐ -2m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m以内 ☐ -0.5m以内 ☐ +0.5m以内 ☐ +1m以内 ☐ +1m以上 ☐ +2m以上 ☐ その他)
		電線の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 部分的に障害になる ☐ 敷地内全体に障害になる)
		スペース	☒ なし ☐ あり(☐ ヤード狭い ☐ 構造物あり ☐ 駐車スペースなし ☐ その他)
		その他	☒ 現調不要 ☐ 現調必要 ☐ その他

備 考	
-----	--

2018/11/10 12:47:21.0 N(3416.23319) E(13534.65403) 	2018/11/10 12:47:26.0 N(3416.2329) E(13534.65409) 
東側状況1	東側状況2
N3416.2332 E13534.6540 (N34° 16' 13.99" E135° 34' 33.24")	N3416.2329 E13534.6541 (N34° 16' 13.97" E135° 34' 33.25")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり (☐ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☒ +5m以上)
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ プロッタ ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり (☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他)
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり (☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり (☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり (☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員(m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:47:32.0 N(3416.23213) E(13534.55348) 	2018/11/10 12:47:37.0 N(3416.23261) E(13534.55259) 
西側状況1 N3416.2321 E13534.5535 (N34° 16' 13.93" E135° 34' 33.21")	西側状況2 N3416.2326 E13534.5526 (N34° 16' 13.96" E135° 34' 33.16")

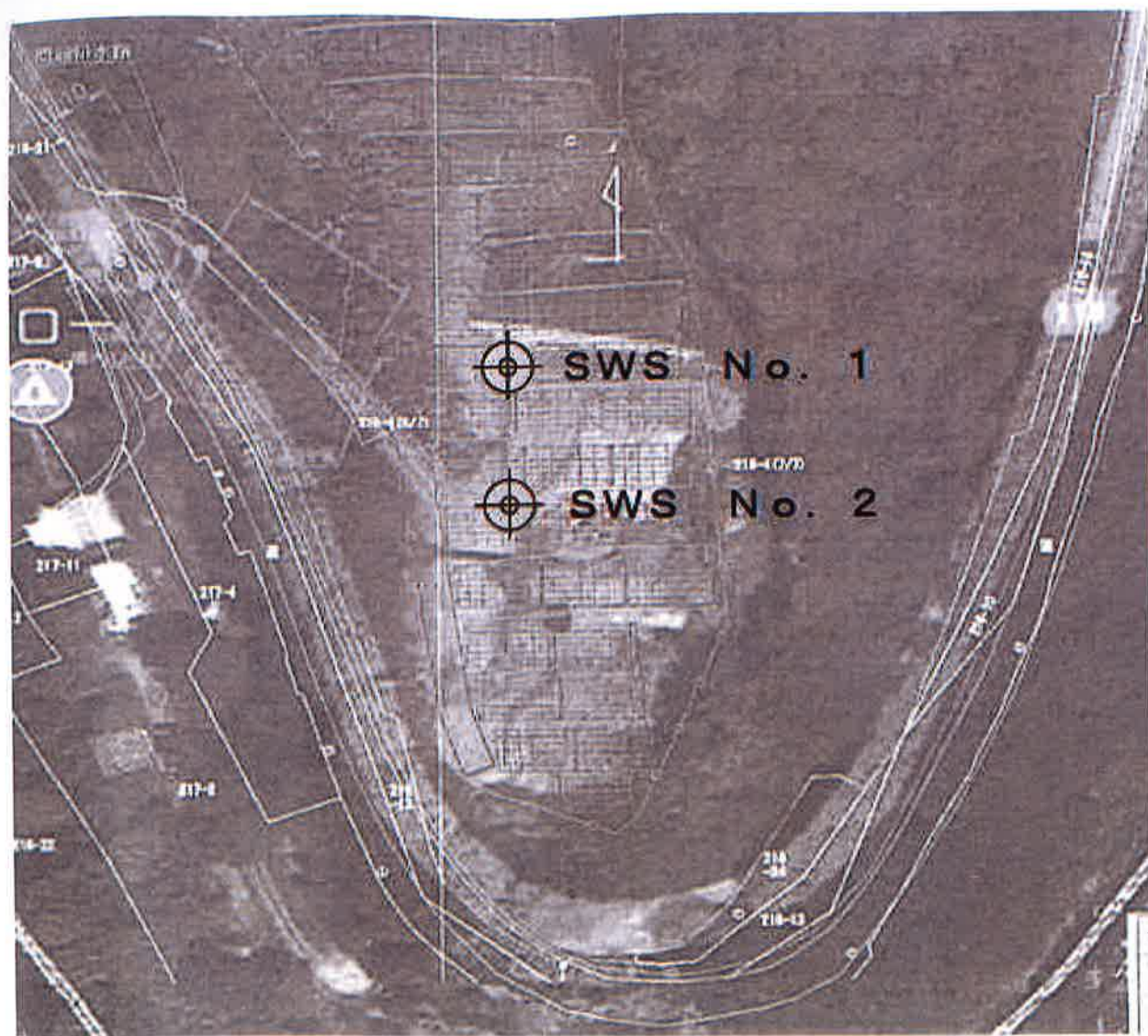
隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり (☒ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☐ +5m以上)
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☒ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり (☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他)
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり (☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり (☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☐ なし ☒ あり
	道路の種類	☐ なし ☒ あり (☒ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員 (5 m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり (☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:47:44.0 N(3416.23058) E(13534.55268) 	2018/11/10 12:47:48.0 N(3416.22982) E(13534.55315) 
南側状況1 N3416.2306 E13534.5527 (N34° 16' 13.84" E135° 34' 33.16")	南側状況2 N3416.2298 E13534.5531 (N34° 16' 13.79" E135° 34' 33.19")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり ☒ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☐ +5m以上
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり ☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり(☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり(☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員(m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		

2018/11/10 12:49:13.0 N(3416.24665) E(13534.56235) 	2018/11/10 12:49:17.0 N(3416.24635) E(13534.56206) 
北側状況1	北側状況2
N3416.2467 E13534.5624 (N34° 16' 14.8" E135° 34' 33.74")	N3416.2463 E13534.5621 (N34° 16' 14.78" E135° 34' 33.73")

隣接地状況	高低差	☐ なし ☒ あり ☐ -5m以上 ☐ -2m以上 ☐ -1.5m以上 ☐ -1m以上 ☐ -1m未満 ☐ +1m未満 ☐ +1m以上 ☐ +1.5m以上 ☐ +2m以上 ☒ +5m以上
	境界	☐ なし ☐ 法面 ☐ 擁壁 ☐ ブロック ☐ 金網 ☐ 生垣 ☐ U字溝 ☐ L型側溝 ☐ 歩道 ☐ 境界杭 ☒ その他
	隣地種別	☐ 宅地 ☐ 店舗 ☐ 既存建物 ☐ 更地 ☐ 駐車場 ☐ 道路 ☐ 水田 ☐ 畑 ☒ 雑木林 ☐ 果樹園 ☐ 河川 ☐ 水路 ☐ 池沼 ☐ 原野 ☐ 造成地 ☒ その他
擁壁状況	擁壁の種類	☒ なし ☐ あり ☐ RC造 ☐ PC造 ☐ CB造 ☐ 間知ブロック ☐ 間知石 ☐ 大谷石 ☐ 玉石 ☐ 増積 ☐ 万年塀 ☐ その他
	擁壁の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ クラック ☐ 膨み ☐ 染み出し ☐ 水抜き孔 ☐ その他)
	水抜き孔	☒ なし ☐ あり
建物状況	建物の有無	☒ なし ☐ あり(☐ 木造 ☐ 鉄骨造 ☐ RC造 ☐ その他)
	建物の階数	☒ なし ☐ あり(☐ 平屋 ☐ 2階建て ☐ 3階建て ☐ その他)
	建物の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 沈下 ☐ 傾斜 ☐ 基礎クラック ☐ 外壁クラック ☐ 建具不良 ☐ その他)
道路状況	道路の有無	☒ なし ☐ あり
	道路の種類	☒ なし ☐ あり(☐ 舗装 ☐ 未舗装) 有効道路幅員(m)
	道路の異常	☒ なし ☐ あり(☐ 亀裂 ☐ 凹凸 ☐ 段差 ☐ その他)
備考		



和歌山県伊都郡九度山町 太陽光発電所新設工事

所調査位置地現状を以て
多少のズレがあるものとしてお考え下さい。



GeoSign

※ 太枠内のデータが電子認証対象となります。

GeoSign

※ 太枠内のデータが電子認証対象となります。

調査状況及びその他1

Soil Investigation is Certificated By GeoSign Corporation
 ここをクリックすると電子認証の有効性を確認できます。
 エラーの場合は最新のPDFをダウンロードして下さい。



調査地全景1

N3416.2594 E13534.5119
 (N34° 16' 15.56" E135° 34' 30.71")



調査地全景2

N3416.2275 E13534.5592
 (N34° 16' 13.65" E135° 34' 33.55")



前面道路1

N3416.2548 E13534.5171
 (N34° 16' 15.29" E135° 34' 31.03")



前面道路2

N3416.2305 E13534.5545
 (N34° 16' 13.83" E135° 34' 33.27")



形状確認

N3416.2489 E13534.5523
 (N34° 16' 14.93" E135° 34' 33.14")



測点1

N3416.2481 E13534.5555
 (N34° 16' 14.89" E135° 34' 33.33")



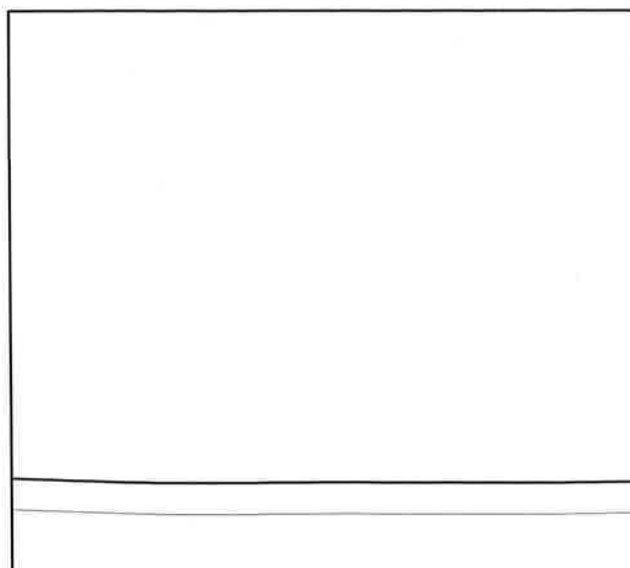
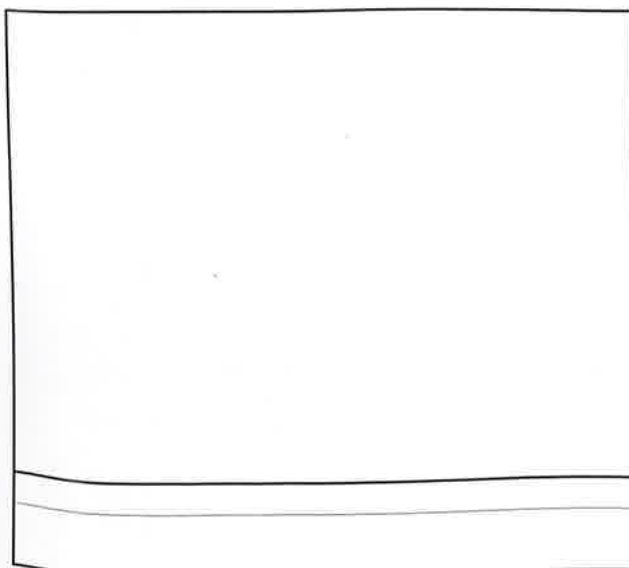
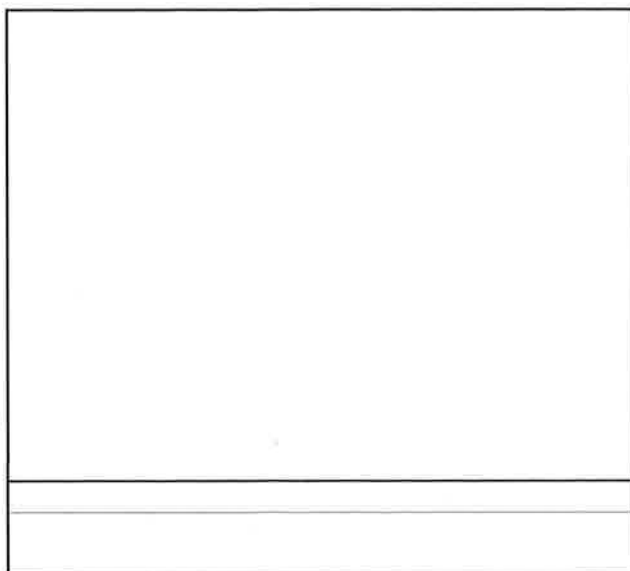
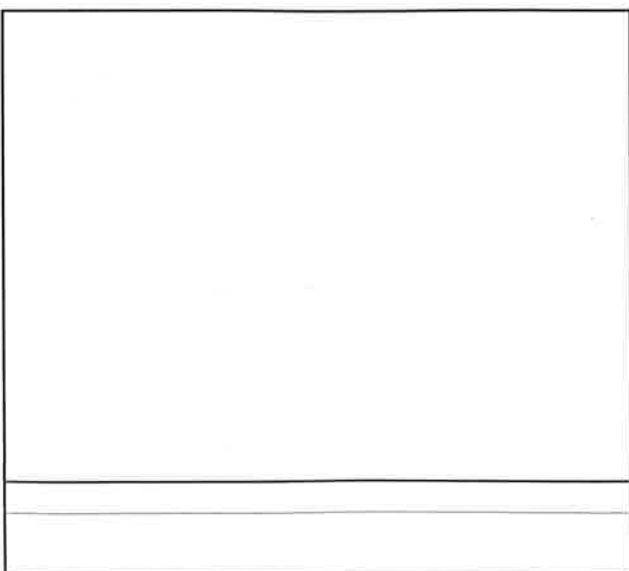
測点2

N3416.2364 E13534.5546
(N34° 16' 14.18" E135° 34' 33.28")



土質確認

N3416.2488 E13534.5541
(N34° 16' 14.93" E135° 34' 33.25")



安心と信頼をもたらす新時代の地盤調査 GeoSign

この度、地盤調査をご依頼いただきまして、誠にありがとうございました。

「G-web system」は「電子認証」をキーワードとし、全自動地盤調査機・GPS・タイムスタンプを最大限に使用した地盤調査の明確で正しい基準の標準化を目指します。

今までと何が違うの？

実際にこの場所で試験した調査データで間違いない？

- ・G-Webシステムは業界では無かったGPS機能を搭載しました。試験機にGPSを搭載する事により、地盤調査位置及び写真撮影を行った位置(緯度、経度)、日時を衛星により捕捉し、正しく記録します。

試験データの移動はすべて無線通信で行います。

- ・試験データ及び写真データの入力、出力は無線通信でG-Webサーバーに送られる為、データの出力ミスや改ざん等が無く、安心してデータ移動が行えます。

調査データ、写真データは認証されます。

- ・調査データや写真データは全てジオサイン(株)による電子認証がなされ第三者によるデータの改ざん性、存在性をきちんと証明致します。

試験データはしっかり保存されていますか？

- ・5年10年前のデータは現在、再発行すると無い物が多いと思われそうですが、G-Webシステムのデータは電子媒体で長期保存が可能な為、5年10年の保存が可能になりました。



『G-Web system』は、GPS(位置情報)・タイムスタンプ(調査時刻)・地盤調査データなどをインターネットを活用し、リアルタイムで『電子認証』を行い、不正な入力や改竄を防止できるシステムです。一般地盤調査はもちろんの事、2009年10月から施行の瑕疵担保履行法による保険にも幅広く活用できます。