

(一社) 日本画像医療システム工業会規格

J E S R A T R - 0 0 3 1 * A - 2 0 2 6

制定 2009年7月23日

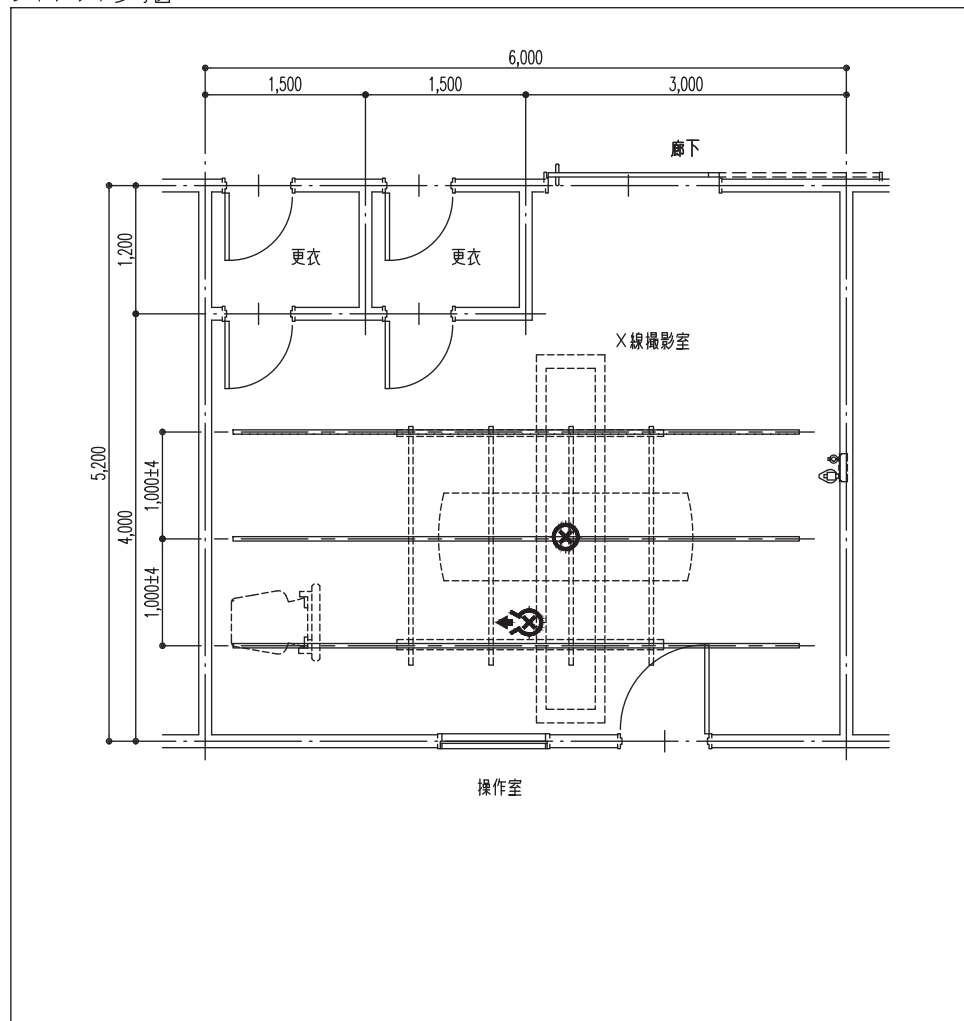
改正 2026年1月15日

天井走行式X線管保持装置用 天井下地工事標準化マニュアル 参考資料

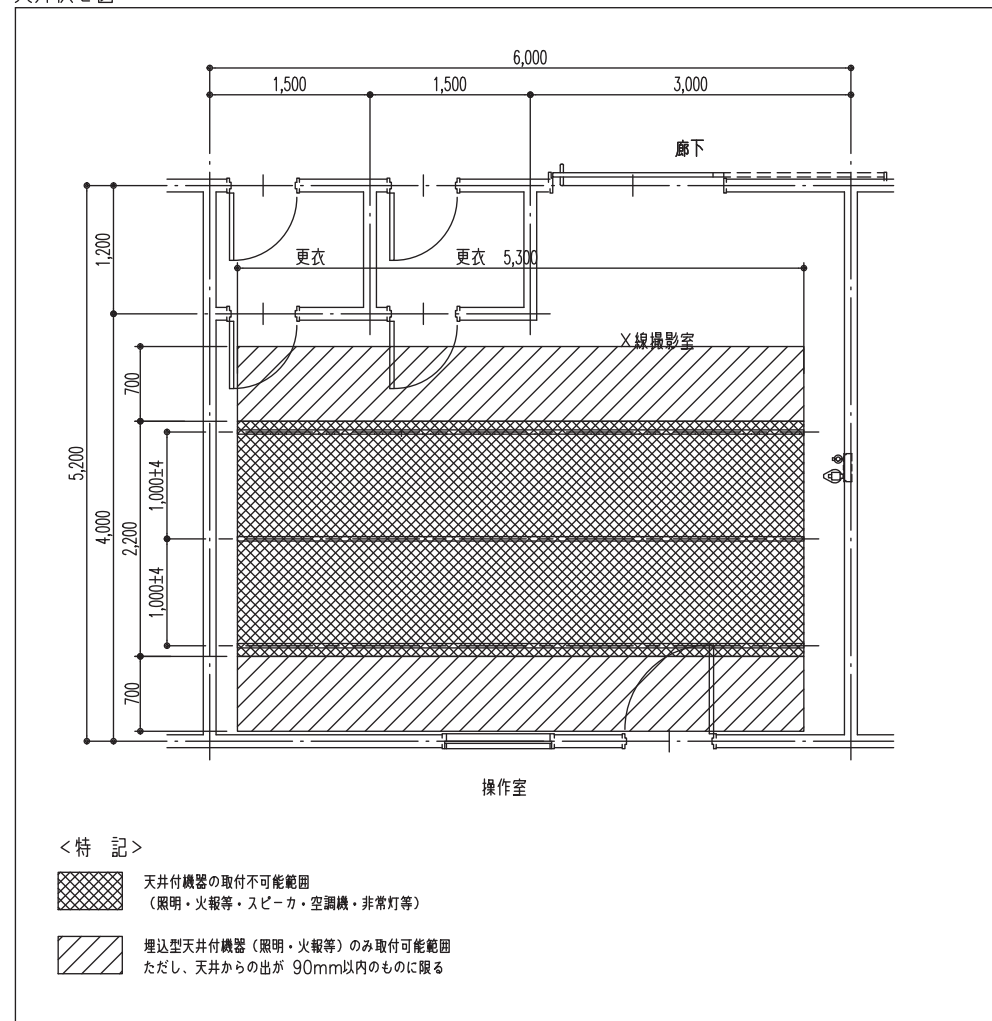
- ・天井下地工事参考図（天井下地工事標準化モジュールパターン 1、パターン 3）、施工要領
- ・天井走行式X線管保持装置用天井下地工事 鉄骨支持架構の標準化工法の構造検討書
（一例として添付する）
- ・ネグストラッド強度計算書

1. 天井下地工事 参考図 ① 標準化モジュール パターン 1


レイアウト参考図



天井伏せ図

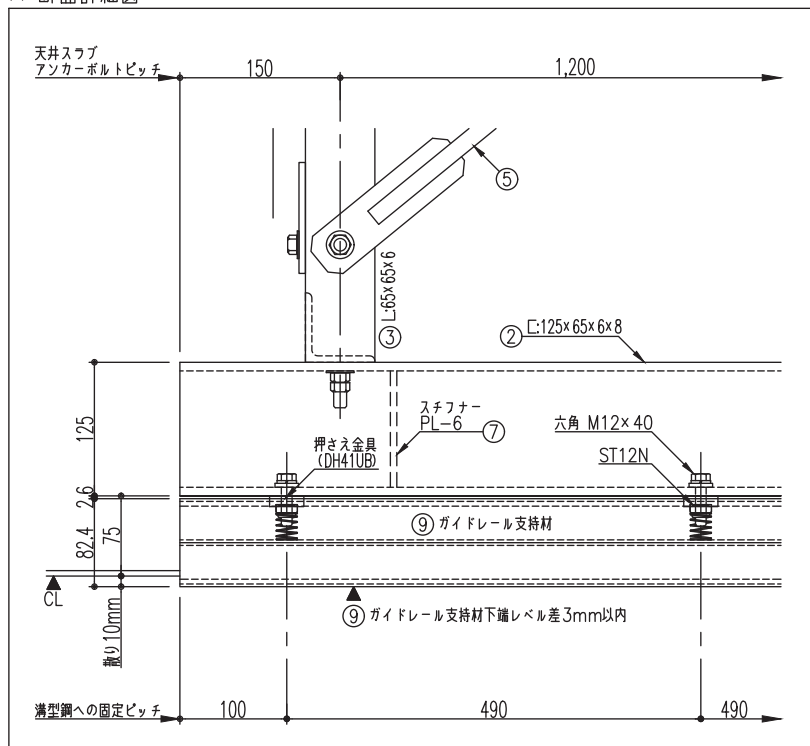


[illegible][illegible]

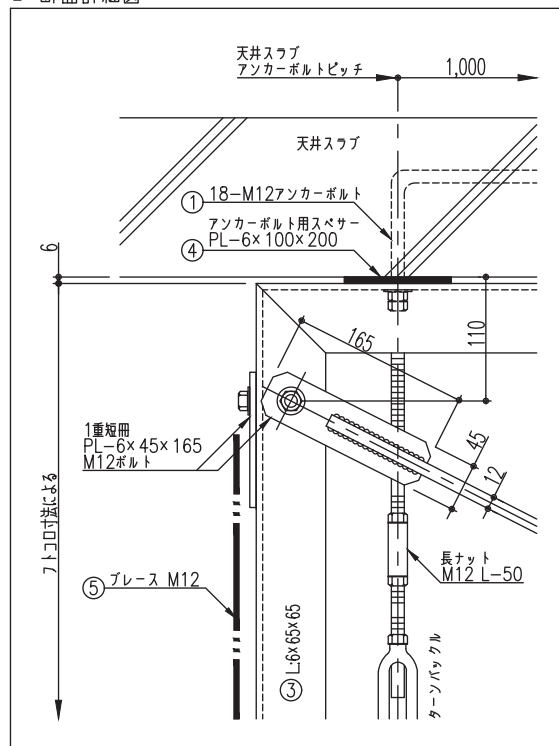
記号	記 事	工事区分
① 	18-M12アンカーボルト（全ネジ）（ターンバックルにて溝形鋼まで） （スラブ埋込長さ240mm（20×ボルト径）以上）	建築工事
②	C :125×65×6×8（溝型鋼）	建築工事
③	L :65×65×6（アングル鋼）	建築工事
④	アンカーボルト用スペーサー PL-6×100×200	建築工事
⑤	ブレース 1-M12（ターンバックル）	建築工事
⑥	G-PL-6 固定 1-M12	建築工事
⑦	スチフナー	建築工事
⑧	ジョイント用 PL-6×59×200	建築工事
⑨	ガイドレール 支持材 D41-300W（メラミン樹脂焼付塗装）（ネグロス電工（株））同等品	建築工事
⑩	ガイドレール D41-300（メラミン樹脂焼付塗装）（ネグロス電工（株））同等品	メーカー側

[illegible]

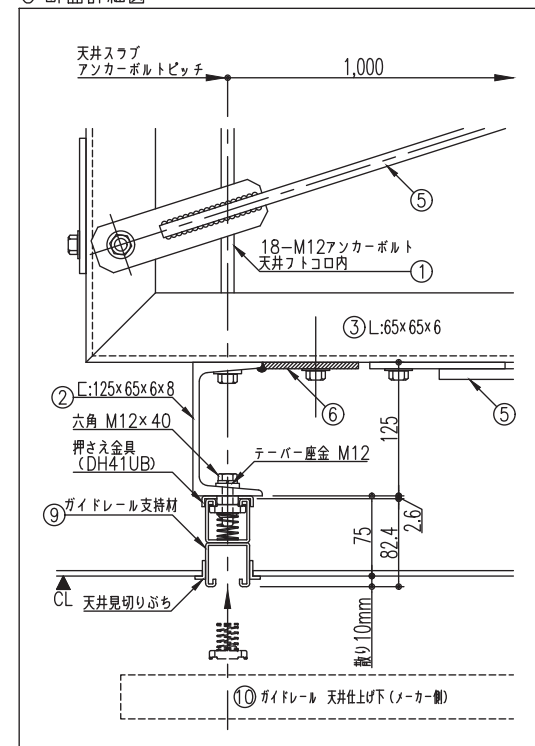
A 断面詳細図



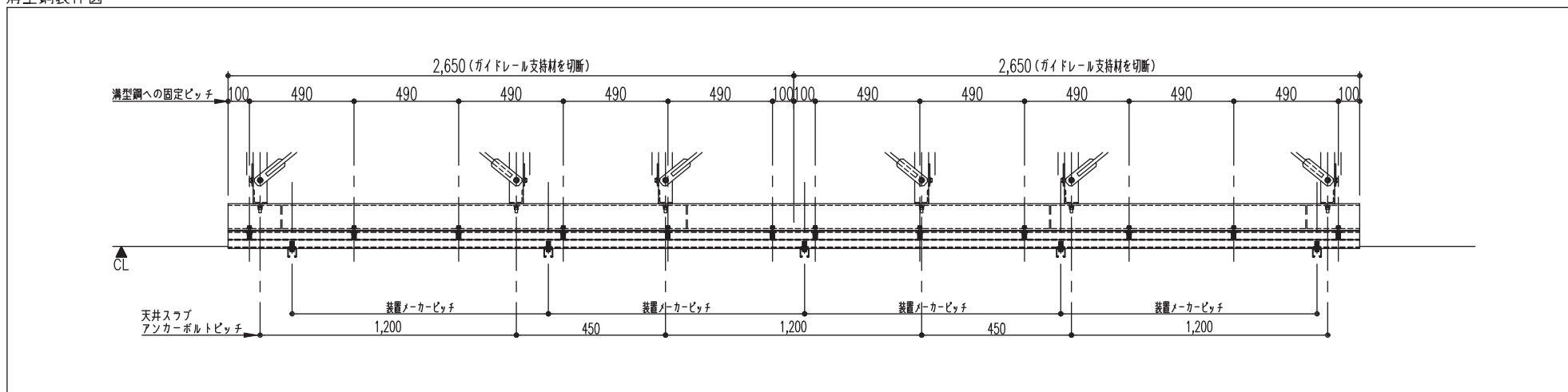
B 断面詳細図



C 断面詳細図



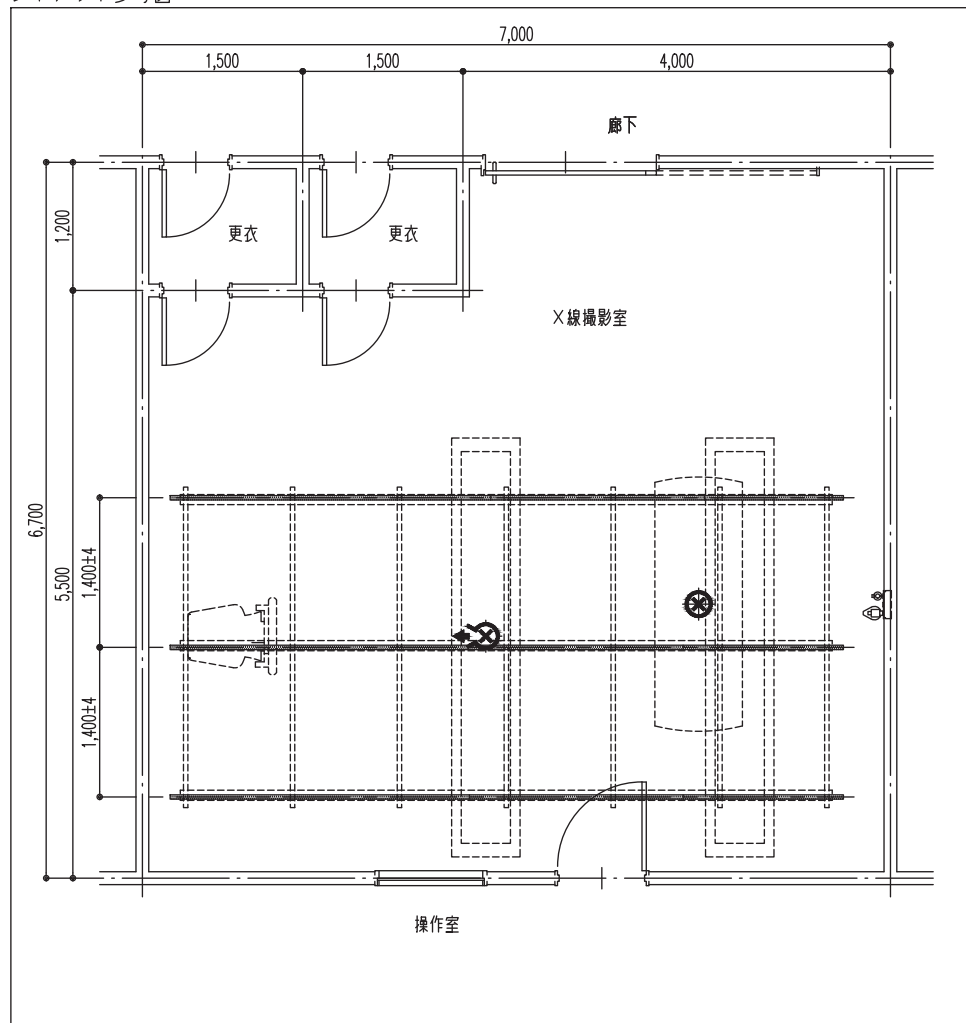
溝型鋼製作図



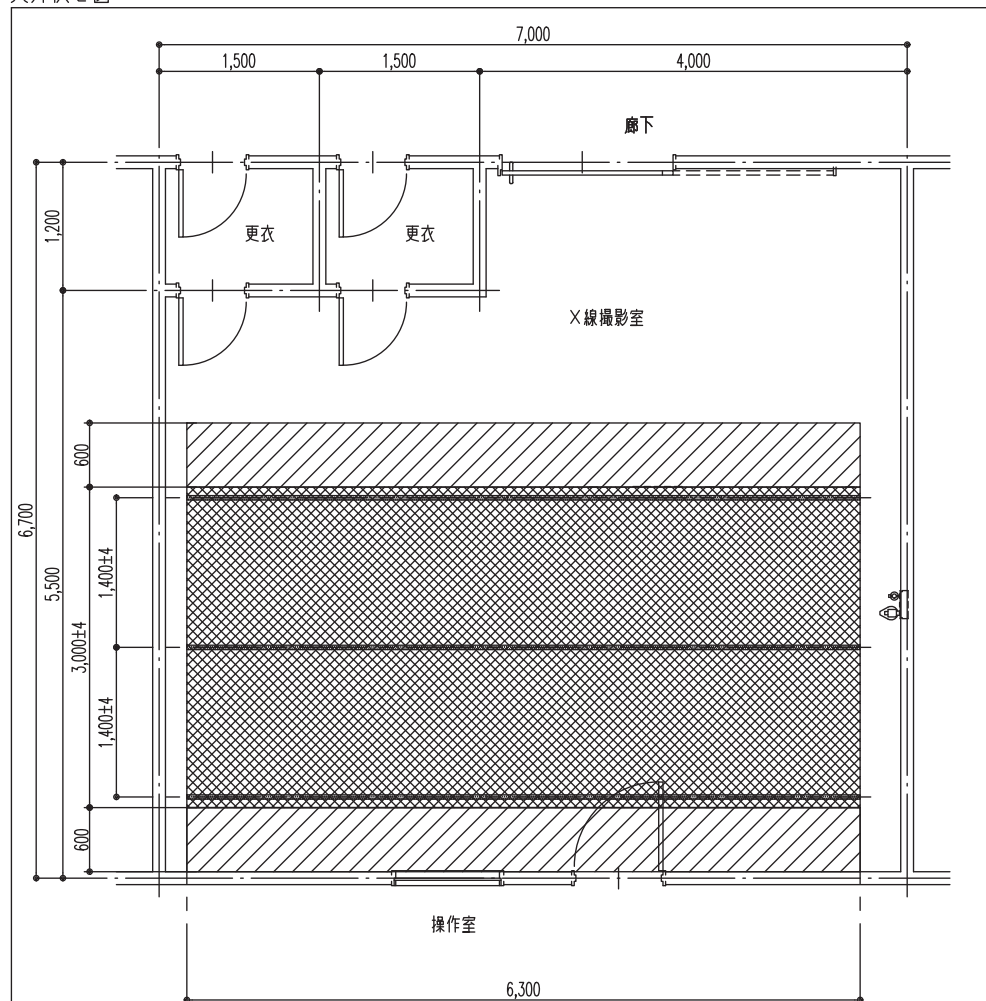
2. 天井下地工事 参考図②

標準化モジュール パターン3

レイアウト参考図



天井伏せ図



< 特 記 >



天井付機器の取付不可能範囲
(照明・火報等・スピーカ・空調機・非常灯等)



埋込型天井付機器(照明・火報等)のみ取付可能範囲
ただし、天井からの出が 90mm以内のものに限る

Technical drawing of a ceiling structure (天井構造) showing a cross-section and plan view. The drawing includes dimensions, material specifications, and component labels.

Dimensions:


- Overall width: 6,300
- Spacing between anchor bolts: 1,200
- End spacing: 150
- Guide rail height: 125
- Ceiling height: 75
- Total height: 85

Labels and Components:

- 天井スラブ (Ceiling Slab)
- アンカーボルトピッチ (Anchor Bolt Pitch)
- 天井フットコロ内 (Inside Ceiling Foot Core)
- スチフナー (Stiffener)
- ガイドレール (Guide Rail)
- ガイドレール支持材 (Guide Rail Support Material)
- 天井仕上り (Ceiling Finish)
- 天井高さ (Ceiling Height)
- 天井構造 (Ceiling Structure)
- 天井スラブ (Ceiling Slab)

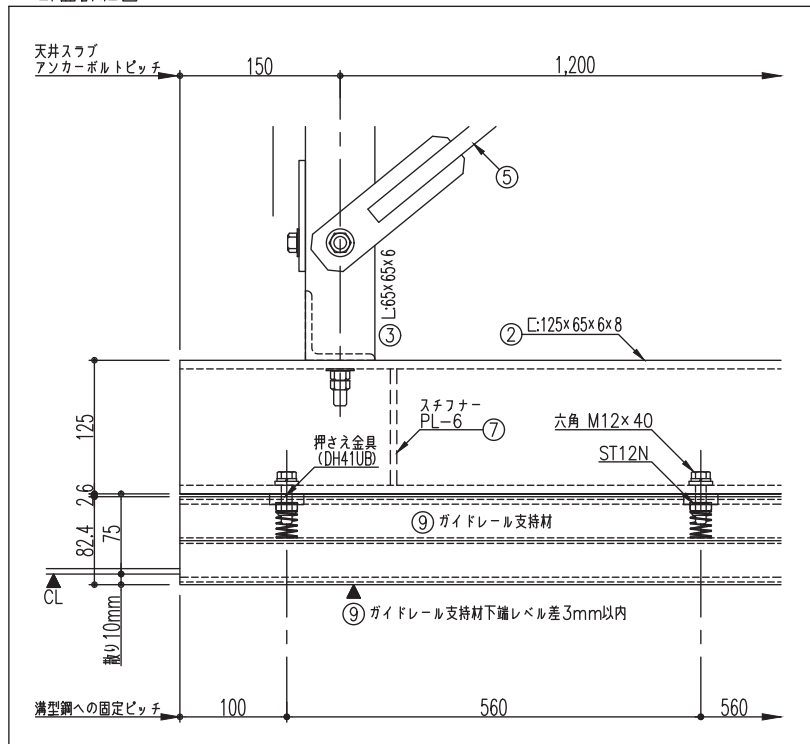
Material Specifications:

- 18-M12アンカーボルト (18-M12 Anchor Bolt)
- C:125x65x6x8 天井フットコロ内 (C:125x65x6x8 Inside Ceiling Foot Core)
- L65x65x6 天井フットコロ内 (L65x65x6 Inside Ceiling Foot Core)

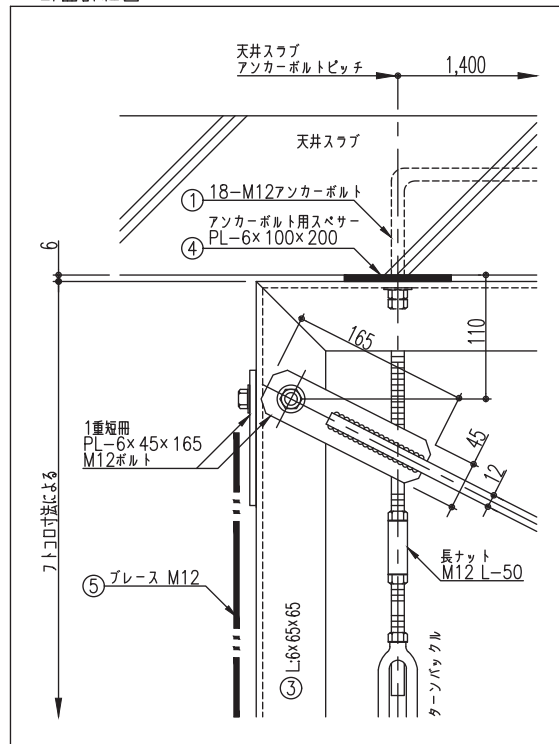
記号	記 事	工事区分
① 	18-M12アンカーボルト（全ネジ）（ターンバックルにて溝形鋼まで） （スラブ埋込長さ240mm（20×ボルト径）以上）	建築工事
②	□ :125×65×6×8（溝型鋼）	建築工事
③	⊏ :65×65×6（アングル鋼）	建築工事
④	アンカーボルト用スペーサー PL-6×100×200	建築工事
⑤	ブレース 1-M12（ターンバックル）	建築工事
⑥	G-PL-6 固定 1-M12	建築工事
⑦	スチフナー	建築工事
⑧	ジョイント用 PL-6×59×200	建築工事
⑨	ガイドレール 支持材 D41-300W（メラミン樹脂焼付塗装）（ネグロス電工（株））同等品	建築工事
⑩	ガイドレール D41-300（メラミン樹脂焼付塗装）（ネグロス電工（株））同等品	メーカー側

[illegible]

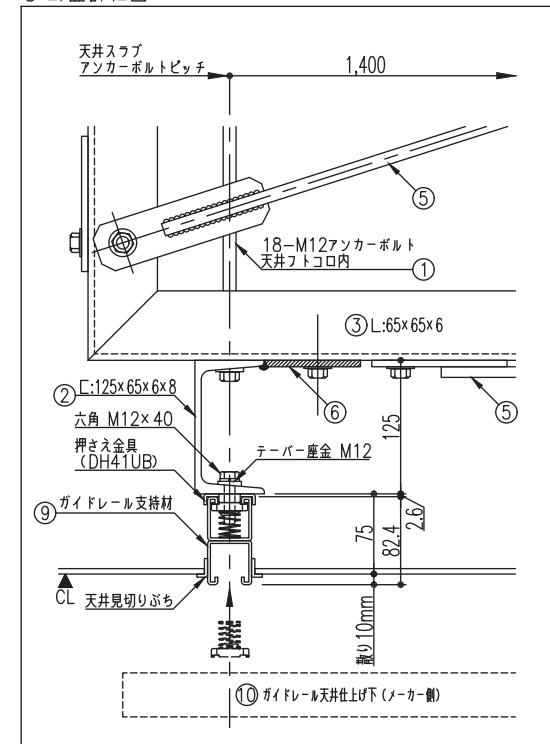
A 断面詳細図



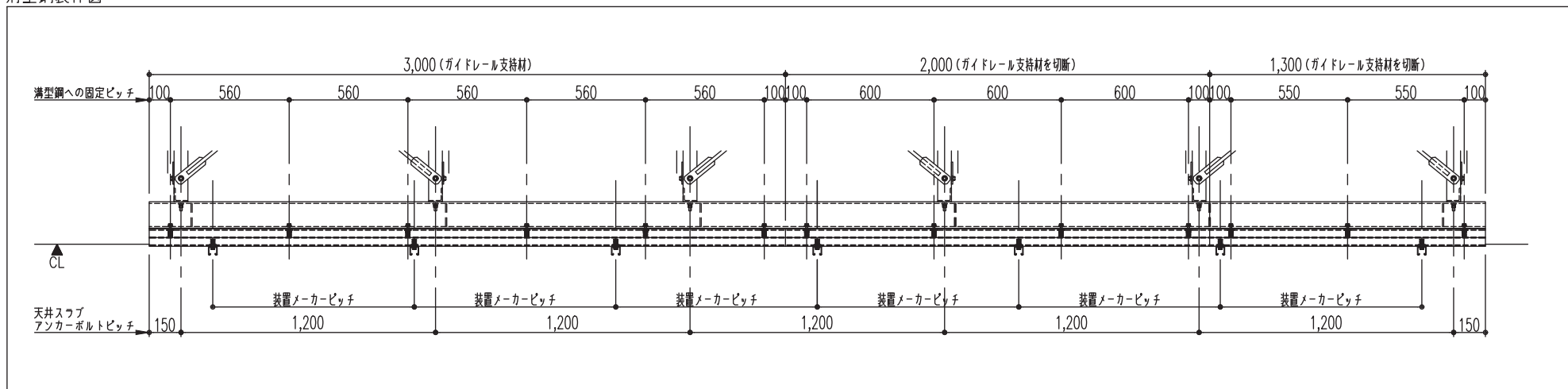
B 断面詳細図



C 断面詳細図

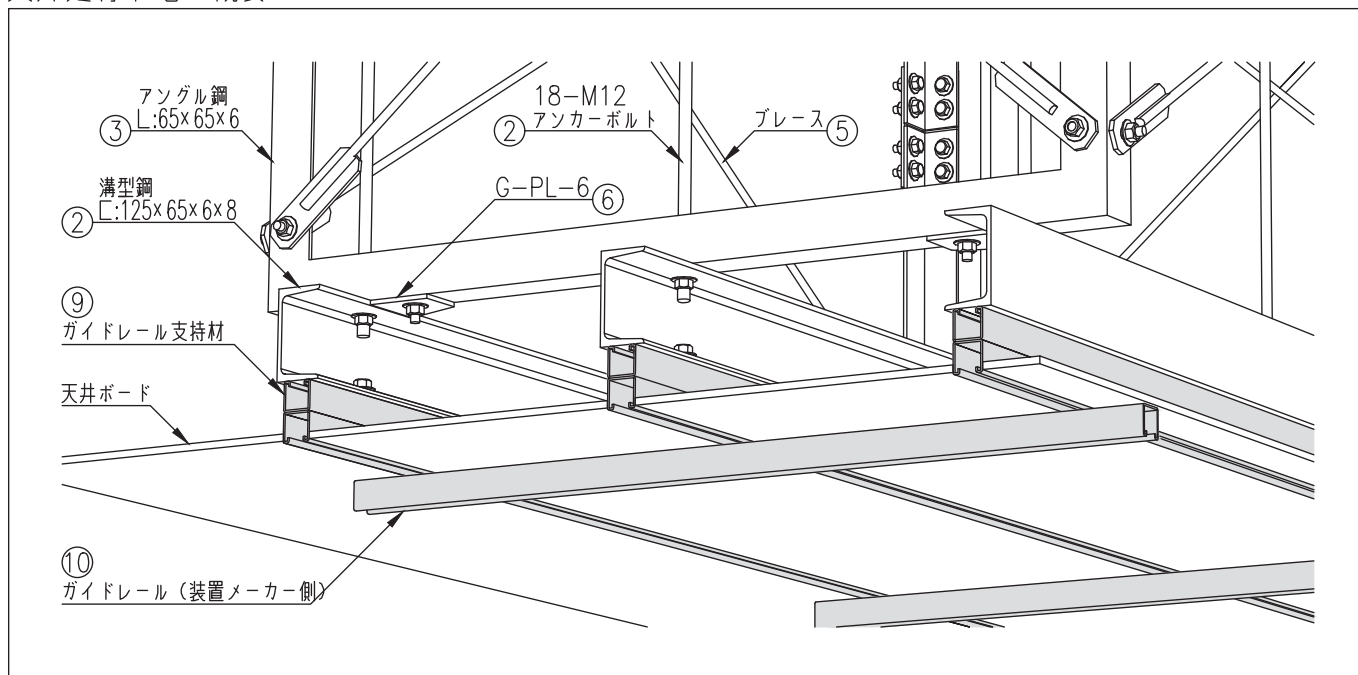


溝型鋼製作図



3. 天井下地工事 施工要領

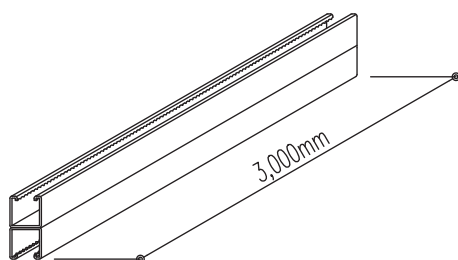
天井走行下地の概要



部材

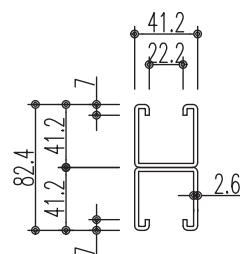
・ガイドレール支持材及びガイドレール（表面処理：メラミン樹脂焼付塗装）

※ 高速切断機等で必要寸法に現場加工できます。



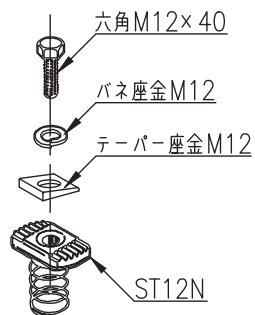
※ 最大3000mmまで。指定寸法製作可能

⑨ ガイドレール支持材 D41-300W（ネグロス）同等品

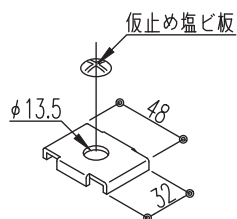


⑨ ガイドレール支持材 断面図

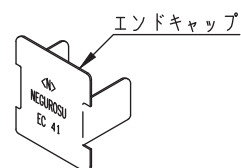
・ボルト・ナット類



ST1240（セット品名）
（表面処理：電気亜鉛めっき）



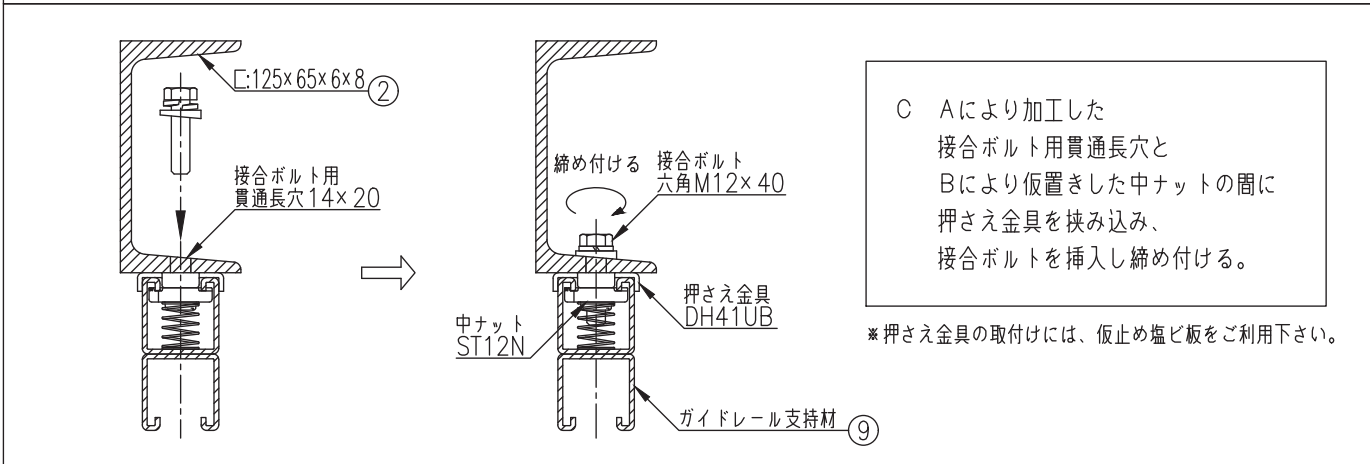
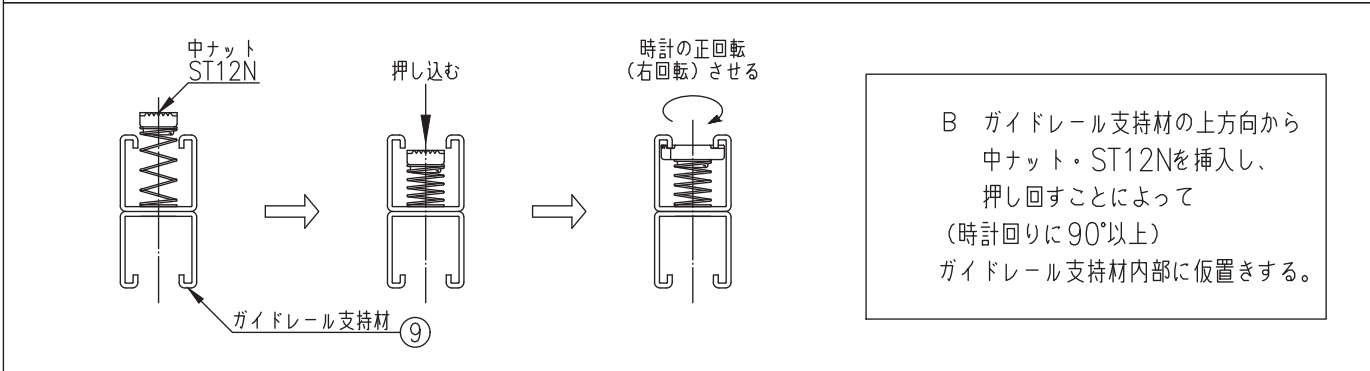
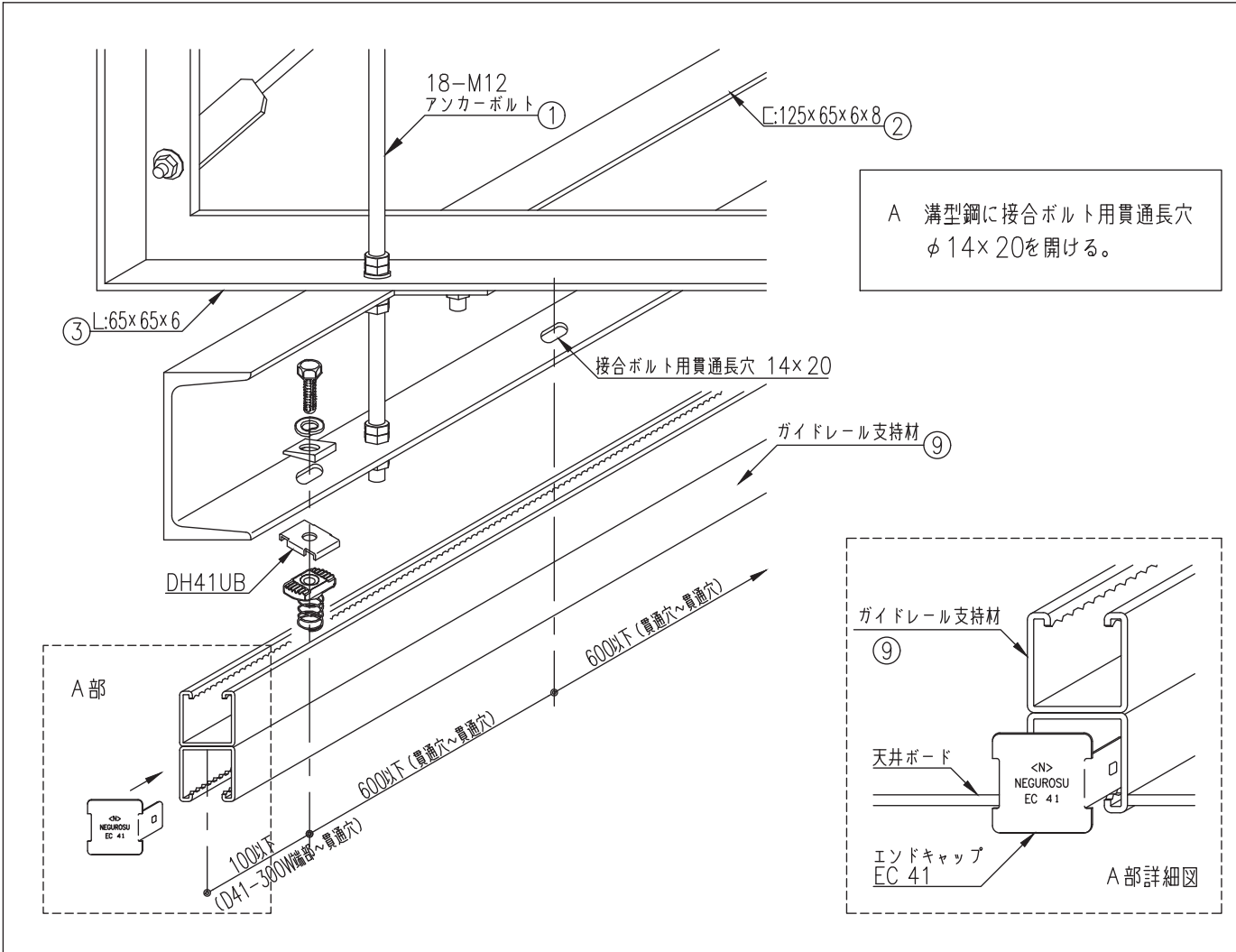
DH41UB
（表面処理：溶融亜鉛めっき）



EC 41
（ステンレス鋼）

※ ネグロス電工（株）製の部品名を記載しておりますが、同等品であればメーカーは問いません

施工要領



天井走行式X線管保持装置用天井下地工事 鉄骨支持架構の標準化工法の構造検討

構造検討書

鉄骨造

2024.03.25

構造検討

一級建築士事務所

S O

株式会社 スタジオ 創

一級建築士 第238934号

構造設計一級建築士 第790号 高橋和夫

〒336-0015

埼玉県さいたま市南区太田窪2483-1

TEL 048-871-0583 FAX 048-871-0589

本書は天井走行式X線管保持装置を支持する鉄骨支持架構の標準化工法の構造検討を行い各部材の適正断面を定める事を旨とした構造検討書である。

尚、検討に当たっては、日本画像医療システム工業会より提供された、装置関係図面及び関連資料に基づき行うものとする。

目次

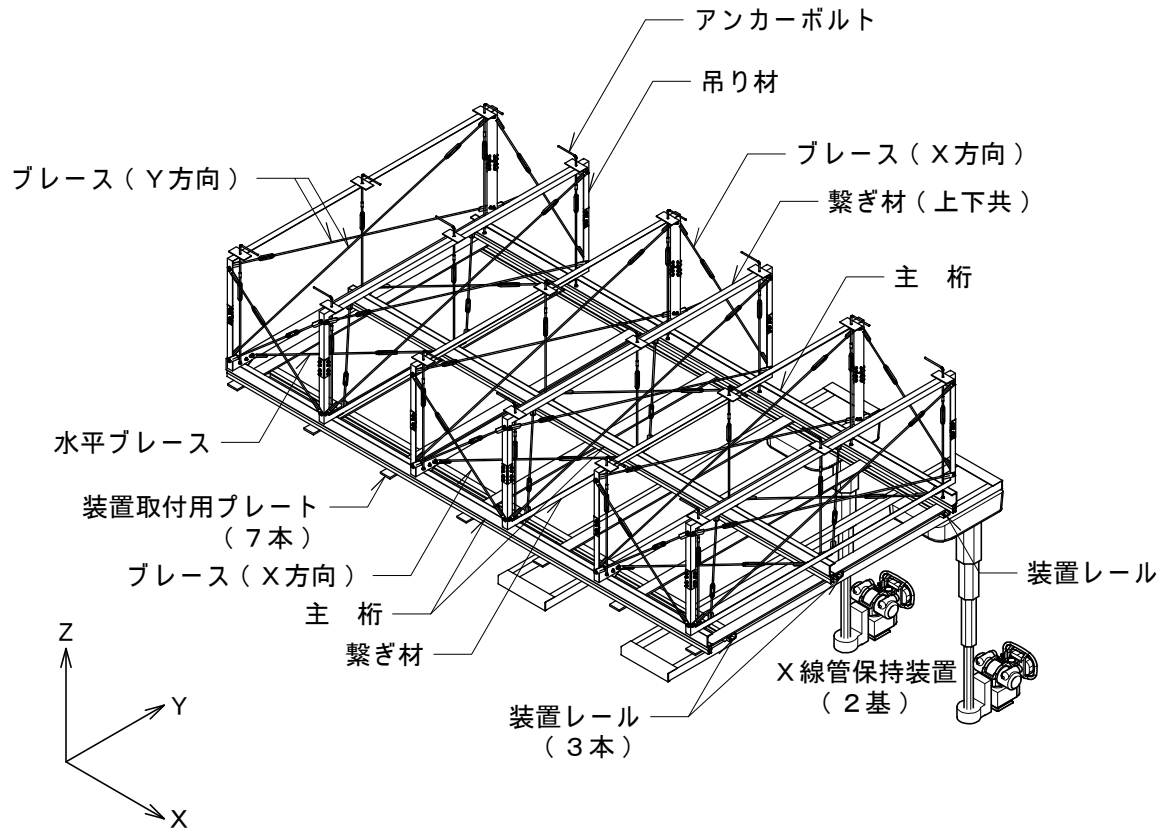
1. 概 要	
1. 1 概要図	1
1. 2 伏図・軸組図	2
1. 3 構造検討方針	3
2. 使用材料の強度及び材質	5
3. 設計用荷重	
3. 1 各部材重量	7
3. 2 装置固定位置に掛かる最大反力の算定	8
4. 鉄骨支持架構の検討	
4. 1 主桁の検討	11
4. 2 ブレースの検討	15
4. 3 繋ぎ材の検討	18
4. 4 吊り材の検討	19
END	21

添付資料

- ・装置関係図

1. 概 要

1.1 概要図



鉄骨支持架構の構成

主 桁 : [-125x65x 6x 8 (SS400) x 3本

繋ぎ材 : L-65x65x6 (SS400) 上下 x 6 = 12本

吊り材 : L-65x65x6 (SS400) 2 x 6 = 12本

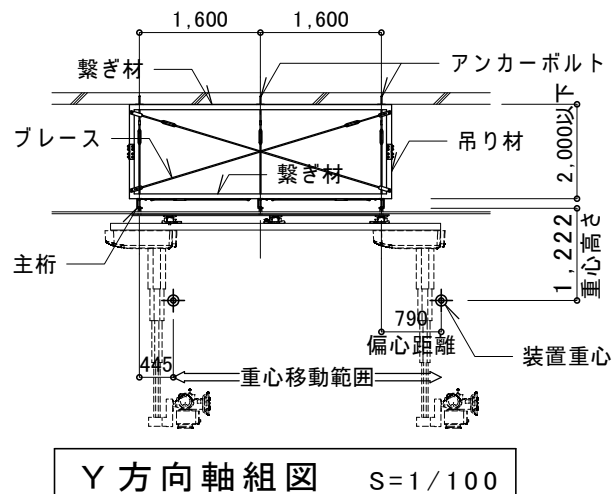
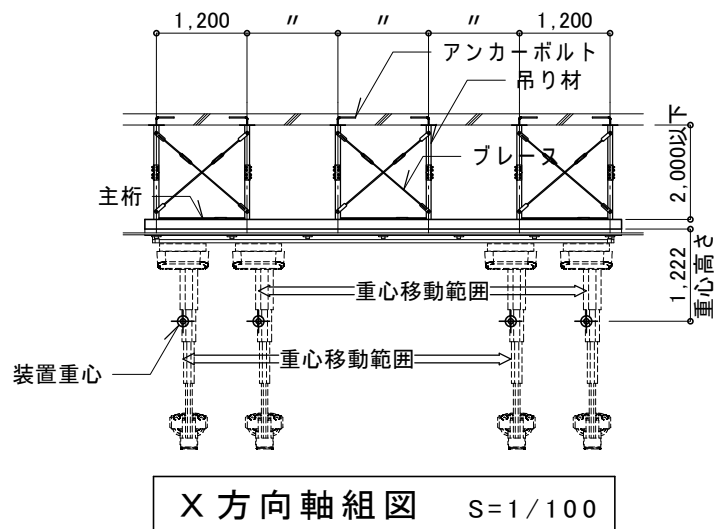
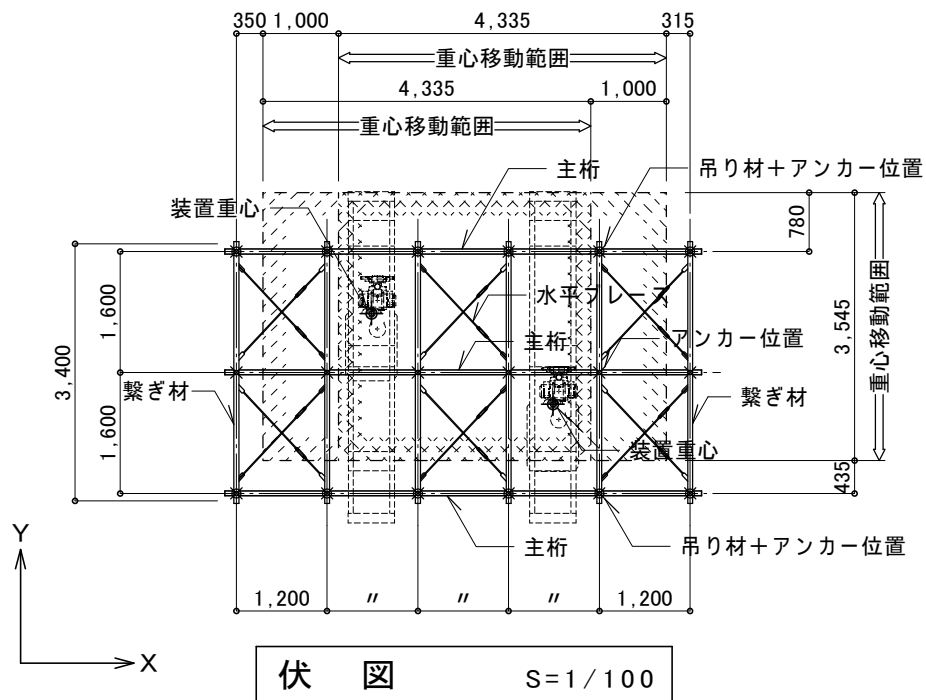
ブレース : 1-M12 (SS400) X方向 : 3 x 2 = 6面

Y方向 : 6面

水 平 : 3 x 2 = 6面

アンカーボルト : 1-M16 6 x 3 = 18箇所

1.2 伏図・軸組図



1. 3 構造検討方針

天井走行式X線管保持装置を支持する鉄骨支持架構の標準化工法の構造検討に当たり、適用する医療装置及び鉄骨支持架構は、各医療機器メーカーの仕様により以下とする。

- ・ 最大総重量：1,256kg
- ・ 最大装置本体重量：371kg/基
- ・ 重心の最大偏心距離：790mm
- ・ 2システムの場合の重心位置の最小離れ距離：1,000mm
- ・ 重心の最大高さ（主桁下端から）：1,222mm
- ・ 天井フトコロの最大高さ（主桁上端から）：2,000mm

天井走行式X線管保持装置は3本の平行した装置レールにボルトにより取り付けられ、レール上を走行すると共に直行方向へも移動可能で、前項の1.概要に示す「重心移動範囲」内を移動するものである。

構造計算を行い鉄骨支持架構及びアンカーボルトの構造安全性を確認するものである。

各部材の断面検討に当たっては、長期及び短期とも最大応力にて許容応力度計算を行い所要の強度及び剛性を有していることを確認する。

計算に当たっては、現行の建築基準法・同施行令並びに関係法令及び大臣認定、日本建築センター評定等に適合している事を確認する。

以下に構造検討方針を記す。

(1) 使用材料

各使用材料は建築工事に於いて広く一般に用いられるものとし以下とする。

- ・ コンクリート： $F_c=21\text{N/mm}^2$
- ・ 鉄 骨：SS400：主桁他、鉄骨支持架構部材
SR235：あと施工アンカーボルト
F10T：接合ボルト

(2) 荷重の取り扱い

- a) 設計用標準水平震度： $K_s=1.5$ （耐震クラスSの中間階及び耐震クラスAの最上階）
- b) 地域係数： $Z=1.0$
- c) 衝撃荷重 装置重量は駆動するため20%の割増しをして用いる。

(3) 単位系

旧単位系（t, kg）で提示を受けている装置重量等（t, kg）は、必要に応じて国際単位系（SI）に換算して（1.0kg → 9.8N）用いる。

(4) 構造安全性の確認

a) 鉄骨支持架構の検討

設計荷重は装置重量の他、鉄骨自重等支配荷重を加えたものとし、長期鉛直力及び短期地震時水平力に対して、許容応力度計算により各部材が所要の強度及び剛性を有していることを確認する。

尚、移動式の装置であることから、装置荷重の100%を考慮するなど想定される最大応力にて断面検討を行う。

b) 変形制限

長期最大荷重に対する主桁の撓みの制限値は、走行式医療装置に付きスパンの1/1200以下とする。

c) 適用除外

既存建物の構造安全性に対する検討・評価は本検討の対象外とする他、装置取付ボルトや装置レールなど本鉄骨支持架構以外は全て対象外とする。

(5) 準拠規準等

計算に当たっては建築基準法・同施行令による他、以下の各種規準、指針によった。

- ・ 建築物の構造関係技術基準解説書2015年版 …………… 日本建築センター
- ・ 鉄筋コンクリート構造設計規準・同解説 …………… 日本建築学会
- ・ 鋼構造設計規準・同解説 …………… 日本建築学会
- ・ 各種合成構造設計指針 …………… 日本建築学会
- ・ あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針……… 国土交通省
- ・ 医用画像診断装置の耐震設計指針 …………… 日本画像医療システム工業会
- ・ その他関係する各種規準・指針等

２．使用材料の強度 及び 材質

１）鋼材の許容応力度

(N/mm^2)

採用	材 料	厚さ (mm)	応力種別	長 期							短 期
				圧 縮	引 張	曲 げ	せん断	支承圧	接触圧	支 圧	
●	400級 (SS41)	$t \leq 40$		155	155	155	90	445	290	210	長期の値の 1.5倍
		$t > 40$		140	140	140	80	405	265	195	
	490級 (SM50)	$t \leq 40$		215	215	215	125	615	405	295	
		$t > 40$		195	195	195	110	560	365	265	
	BCR295			195	195	195	110	-	-	-	
●	ボルト(400級)			-	120	-	70	-	-	-	
	デッキプレート(SDP1)			135	135	135	75	-	-	-	

注) ボルトの許容応力度は、軸断面に対してのものである。

２）アーク溶接継目の許容応力度

(N/mm^2)

採用	応力種別			長期					短期
	材 料	作業の方法	母材の厚さ (mm)	突 合 せ				す み 肉	
				圧 縮	引 張	曲 げ	せん断		
●	4 0 0級 (SS41)	(1)	t ≤ 4 0	1 5 5	1 5 5	1 5 5	9 0	9 0	長期の値の 1.5倍
			t > 4 0	1 4 0	1 4 0	1 4 0	8 0	8 0	
		(2)	t ≤ 4 0	1 4 0	1 4 0	1 4 0	8 0	8 0	
			t > 4 0	1 2 5	1 2 5	1 2 5	7 4	7 4	
	4 9 0級 (SM50)	(1)	t ≤ 4 0	2 1 5	2 1 5	2 1 5	1 2 5	1 2 5	
			t > 4 0	1 9 5	1 9 5	1 9 5	1 1 0	1 1 0	
		(2)	t ≤ 4 0	1 9 5	1 9 5	1 9 5	1 2 5	1 2 5	
			t > 4 0	1 7 5	1 7 5	1 7 5	1 0 0	1 0 0	
	B C R 2 9 5	(1)	-	1 9 5	1 9 5	1 9 5	1 1 0	1 1 0	
		(2)	-	1 1 0	1 1 0	1 1 0	1 1 0	1 1 0	

注) 作業の方法 ・ (1) は、回転ジクポジショナーなどを用い常に下向きで作業できる場合。

・ (2) は、(1) 以外の場合。

３）高力ボルトの許容耐力 ($u = 0.45$)

採用	種 別	呼 び 径	断 面 積 (cm ²)	設計張力 (kN)	長 期			短 期
					許容せん断力 ^(kN)		許容引張力 (kN)	
					1 面	2 面		
	F8T	M12	1 . 13	4 5 . 8	1 3 . 5	2 7 . 1	2 8 . 2	長期の値の 1 . 5倍
		M16	2 . 01	8 5 . 2	2 4 . 1	4 8 . 2	5 0 . 3	
		M20	3 . 14	1 3 3 . 0	3 7 . 7	7 5 . 4	7 8 . 5	
		M22	3 . 80	1 6 5 . 0	4 5 . 6	9 1 . 2	9 5 . 0	
		M24	4 . 52	1 9 2 . 0	5 4 . 2	1 0 8 . 0	1 1 3 . 0	
●	F10T	M12	1 . 13	5 6 . 9	1 6 . 9	3 3 . 9	3 5 . 0	
●		M16	2 . 01	1 0 6 . 0	3 0 . 2	6 0 . 3	6 2 . 3	
		M20	3 . 14	1 6 5 . 0	4 7 . 1	9 4 . 2	9 7 . 3	
		M22	3 . 80	2 0 5 . 0	5 7 . 0	1 1 4 . 0	1 1 8 . 0	
		M24	4 . 52	2 3 8 . 0	6 7 . 8	1 3 6 . 0	1 4 0 . 0	

4) コンクリート及び鉄筋の許容応力度

(N/mm²)

採用	応力種別 材 料			長 期				短 期			
				圧 縮	引 張	せん断	せん断 補 強	圧 縮	引 張	せん断	せん断 補 強
	コン ク リ ー ト	普 通	FC = 1 8	6	-	0 . 6 0	-	1 2	-	0 . 9 0	-
			FC = 2 1	7	-	0 . 7 0	-	1 4	-	1 . 0 5	-
			FC = 2 4	8	-	0 . 7 3	-	1 6	-	1 . 1 0	-
			FC = 2 7	9	-	0 . 7 6	-	1 8	-	1 . 1 4	-
			FC = 3 0	1 0	-	0 . 7 9	-	2 0	-	1 . 1 9	-
			FC = 3 3	1 1	-	0 . 8 2	-	2 2	-	1 . 2 3	-
			FC = 3 6	1 2	-	0 . 8 5	-	2 4	-	1 . 2 7	-
		軽 1 量 種	FC = 1 8	6	-	0 . 5 4	-	1 2	-	0 . 8 1	-
			FC = 2 1	7	-	0 . 6 3	-	1 4	-	0 . 9 4	-
	鉄 筋	SD 2 9 5 A , B		1 9 5	1 9 5	-	1 9 5	2 9 5	2 9 5	-	2 9 5
		SD 3 4 5		2 1 5	2 1 5	-	1 9 5	3 4 5	3 4 5	-	2 9 5
		SD 3 9 0		2 1 5	2 1 5	-	1 9 5	3 9 0	3 9 0	-	2 9 5
		SR 2 3 5		1 5 5	1 5 5	-	1 5 5	2 3 5	2 3 5	-	2 3 5
	溶 接 金 網			-	1 9 5	-	1 9 5	-	2 9 5	-	2 9 5

5) 鉄筋及び鋼材のコンクリートに対する許容付着応力度

(N/mm²)

採用	鋼 材 種 別	丸 鋼		異形鉄筋		形鋼, 鋼板		短 期
		長 期		長 期		長 期		
		上端筋	その他	上端筋	その他	上端筋	その他	
	FC = 18	0.72	1.08	1.20	1.80	0.36	0.54	長期の値の 1.5倍
●	FC = 21 以上	0.84	1.26	1.40	2.10	0.42	0.63	

注) ・上端筋とは、曲げ材にあってその鉄筋の下に30cm以上のコンクリートで打込まれる場合の水平鉄筋をいう。

6) 地盤の許容地耐力

(kN/m²)

場 所	地 盤 の 種 類	長 期	短 期
GL-*.**m以深	***層	**	***

7) 杭及び台柱の許容耐力

(kN/本)

杭の種類	径	長 さ	その他	長 期	短 期
****杭 (****工法)	*** }	**. *m		**	**

3 .設計用荷重

3.1 各部の重量

(1) 鉄骨支持架構部材

主 桁 : [-125x65x 6x 8 $W = 13.4\text{kg/m} \rightarrow 0.15 \text{ kN/m}$

繋ぎ材 : L-65x65x6 $W = 5.91 \text{ " } \rightarrow 0.10 \text{ "}$

吊り材 : L-65x65x6 $W = 5.91 \text{ " } \rightarrow 0.10 \text{ "}$

その他、ブレース、取付ボルト等は、各部設計時に予備荷重として見込むものとする。

(2) 装置関連重量

天井式X線管保持装置

DST-2000A $W = 371\text{kg} \rightarrow 3.7 \text{ kN/基}$

装置レール等

装置レール $W = 150 / (6.00 \times 3) = 8.33\text{kg/m} \rightarrow 0.10 \text{ kN/m}$

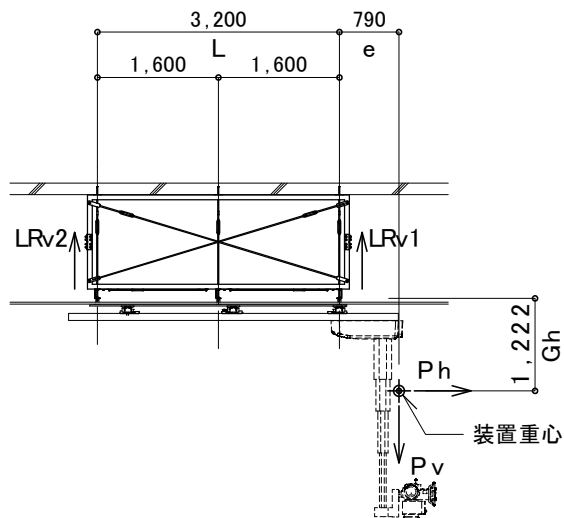
装置取付用プレート $W = 364 / (3.40 \times 7) = 15.3\text{kg/m} \rightarrow 0.15 \text{ "}$

3.2 装置固定位置に掛かる最大反力の算定

装置重心に全装置重量が集中荷重として作用するものとし、長期及び短期それぞれ装置固定位置に掛かる反力が最大となる装置位置にて算定する。

(1) 長期最大反力の算定

装置が主桁の外側に位置する場合を想定する



・設計用鉛直力： $P_v = W_m \cdot \phi$

ここで W_m ：天井式X線管保持装置 $W_m = 3.7\text{kN}$

ϕ ：衝撃割増し係数 $\phi = 1.2$

∴ 設計用鉛直力： $P_v = 3.7 \times 1.2 = 4.44\text{kN}$

・装置固定位置に掛かる長期最大反力： LR_v

$$\therefore LR_{v1} = \frac{P_v \cdot (L + e)}{L} = \frac{4.44 \times (3.20 + 0.79)}{3.20} = 5.54\text{kN}$$

$$LR_{v2} = \frac{P_v \cdot (-e)}{L} = \frac{4.44 \times (-0.79)}{3.20} = -1.10\text{kN}$$

(2) 短期地震時最大反力の算定

・設計用水平地震力： $P_h = K_h \cdot W_m \cdot \phi$

・設計用鉛直地震力： $F_v = 1/2 \cdot F_h$

ここで K_h ：設計用水平震度 $K_h = Z \cdot K_s$ $K_h = 1.0 \times 1.5 = 1.5$

W_m ：天井式X線管保持装置 $W_m = 3.7\text{kN}$

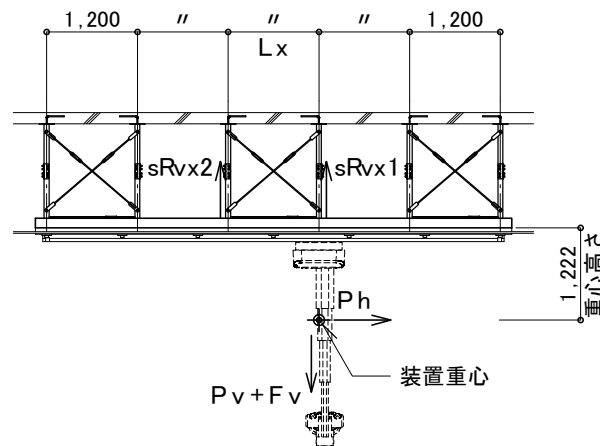
ϕ ：衝撃割増し係数 $\phi = 1.2$

∴ 設計用水平地震力： $P_h = 1.5 \times 3.7 \times 1.2 = 6.66\text{kN}$

設計用鉛直地震力： $F_v = 1/2 \times 6.66 = 3.33\text{kN}$

a) X方向地震時最大反力の算定

装置が吊り材の直下に位置する場合を想定する



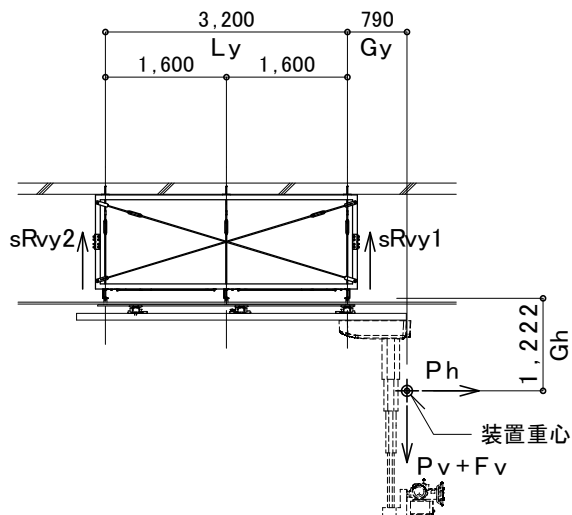
・装置固定位置に掛かるX方向短期地震時最大反力： sR_{vx}

$$\begin{aligned} \therefore sR_{vx1} &= \frac{P_h \cdot G_h}{L_y} + P_v + F_v \\ &= \frac{6.66 \times 1.222}{1.20} + 4.44 + 3.33 = 14.6\text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} sR_{vx2} &= \frac{-P_h \cdot G_h}{L_y} \\ &= \frac{-6.66 \times 1.222}{1.20} = -6.78\text{kN} \end{aligned}$$

b) Y 方向地震時最大反力の算定

装置が主桁の外側に位置する場合を想定する



・装置固定位置に掛かるY方向短期地震時最大反力： sR_{vy}

$$\begin{aligned} \therefore sR_{vy1} &= \frac{Ph \cdot Gh + (Pv + Fv) \cdot (Ly + Gy)}{Ly} \\ &= \frac{6.66 \times 1.222 + (4.44 + 3.33) \times (3.20 + 0.79)}{3.20} = 12.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} sR_{vy2} &= \frac{-Ph \cdot Gh + (Pv + Fv) \cdot (-Gy)}{Ly} \\ &= \frac{-6.66 \times 1.222 + (4.44 + 3.33) \times (-0.79)}{3.20} = -4.46 \text{ kN} \end{aligned}$$

4. 支持鉄骨架構の検討

各部材の設計荷重は、装置重量の他、鉄骨自重等支配荷重を加えたものとし、長期鉛直荷重及び地震時水平力に対して断面検討を行うものとする。

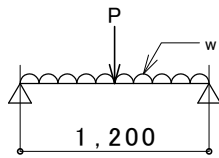
移動式の装置であることから、各部材は部位毎に装置荷重の組み合わせなどを考慮し最大応力にて設計を行う。

4.1 主桁の検討

検討に当たっては、主桁の支持スパン長を最大吊り材位置間距離とし前項の各最大反力が集中荷重として作用するものとし、最大応力となる荷重状態を想定して許容応力度計算を行い所要の強度及び剛性を確保していることを確認する。

(1) スパン中央に1システムの荷重が作用する場合

a) 長期鉛直力に対する検討



$$P = 5.54 + 0.15 \times 1.0 = 5.69 \text{ kN}$$

(長期最大反力：LRv1相当+装置取付用プレート重量)

$$W = 0.15 + 0.10 = 0.25 \text{ kN/m (自重+装置レール重量)}$$

$$M = 1/4 \times 5.69 \times 1.20 + 1/8 \times 0.25 \times 1.20^2 = 1.75 \text{ kNm}$$

$$Q = 5.69 + 1/2 \times 0.25 \times 1.20 = 5.84 \text{ kN}$$

(装置重量：Pが端部に架るものとして)

使用材：[-125x65x 6x 8 (SS400級)]

$$Z = 67.8 \text{ cm}^3$$

$$I = 424 \text{ cm}^4$$

$$\therefore \sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{1.75 \times 10^6}{67.8 \times 10^3} = 25.8 \text{ N/mm}^2 < f_b = 155 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

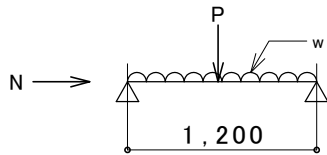
$$\sigma_b / f_b = 25.8 / 155 = 0.17 < 1.00 \quad \text{OK}$$

$$\tau = \frac{Q}{t \times h} = \frac{5.84 \times 10^3}{6 \times 100} = 9.73 \text{ N/mm}^2 < f_s = 90 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\tau / f_s = 9.73 / 90 = 0.11 < 1.00 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{P \cdot l^3}{48 E \cdot I} + \frac{5 w \cdot l^3}{384 E \cdot I} \\ &= \frac{5.69 \times 10^3 \times 1200^3}{48 \times 2.05 \times 10^5 \times 424 \times 10^4} + \frac{5 \times 0.25 \times 1200^4}{384 \times 2.05 \times 10^5 \times 424 \times 10^4} = 0.24 \text{ mm} \\ \frac{\delta}{l} &= \frac{0.24}{1200} = 1/5000 < 1/1200 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

b) 短期地震時の検討



$N = 25.0 \text{ kN}$ (X 方向設計用水平地震力相当)

* 次項「4.2 プレースの設計 a) X 方向地震時」による

$P = 14.6 + 0.15 \times 1.0 = 14.8 \text{ kN}$

(短期最大反力 : sR_{vx1} 相当 + 装置取付用プレート重量)

$W = 0.25 \text{ kN/m}$ (自重 + 装置レール重量)

$M = 1/4 \times 14.8 \times 1.20 + 1/8 \times 0.25 \times 1.20^2 = 4.49 \text{ kNm}$

$Q = 14.8 + 1/2 \times 0.25 \times 1.20 = 15.0 \text{ kN}$

(装置重量等 : P が端部に架るものとして)

使用材 : $[-125 \times 65 \times 6 \times 8$ (SS400 級) $A = 17.1 \text{ cm}^2$

$I_k = 120 \text{ cm}^4$ $i_y = 1.90 \text{ cm}$ $\lambda_c = 63.2$

$\therefore f_c = 123 \text{ N/mm}^2$

$$\therefore s\sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{25.0 \times 10^3}{17.1 \times 10^2} = 14.6 \text{ N/mm}^2 < s f_c = 1.5 \times 123 = 184 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_c / s f_c = 14.6 / 184 = 0.08 < 1.00 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{4.49 \times 10^6}{67.8 \times 10^3} = 66.2 \text{ N/mm}^2 < s f_b = 235 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_b / s f_b = 66.2 / 235 = 0.28 < 1.00 \quad \text{OK}$$

軸方向力を考慮して

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} = 0.08 + 0.28 = 0.36 < 1.00 \quad \text{OK}$$

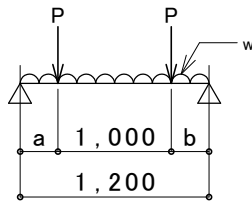
$$\tau = \frac{Q}{t \times h} = \frac{15.0 \times 10^3}{6 \times 100} = 25.0 \text{ N/mm}^2 < s f_s = 135 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\tau / s f_s = 25.0 / 135 = 0.19 < 1.00 \quad \text{OK}$$

以上、天井走行式 X 線管保持装置の鉄骨支持架構の主桁は、スパン中央に 1 システムの荷重が作用する場合、長期応力及び短期地震時応力に対して溝形鋼 : $[-125 \times 65 \times 6 \times 8$ (SS400 級) で十分な強度及び剛性を有していることが確認された。

(2) スパンに 2 システムの荷重が作用する場合

a) 長期鉛直力に対する検討



$$P = 5.54 + 0.15 \times 1.0 = 5.69 \text{ kN}$$

(長期最大反力 : LRv1相当+装置取付用プレート重量)

$$W = 0.15 + 0.10 = 0.25 \text{ kN/m (自重+装置レール重量)}$$

$$M = 0.20 \times 5.69 + 1/8 \times 0.25 \times 1.20^2 = 1.18 \text{ kNm}$$

$$Q = 5.69 + 5.69 \times 0.20 / 1.20 + 1/2 \times 0.25 \times 1.20 = 6.79 \text{ kN}$$

使用材 : [-125x65x 6x 8 (SS400級)

$$Z = 67.8 \text{ cm}^3$$

$$I = 424 \text{ cm}^4$$

$$\therefore \sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{1.18 \times 10^6}{67.8 \times 10^3} = 17.4 \text{ N/mm}^2 < f_b = 155 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_b / f_b = 17.4 / 155 = 0.11 < 1.00 \quad \text{OK}$$

$$\tau = \frac{Q}{t \times h} = \frac{6.79 \times 10^3}{6 \times 100} = 11.3 \text{ N/mm}^2 < f_s = 90 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

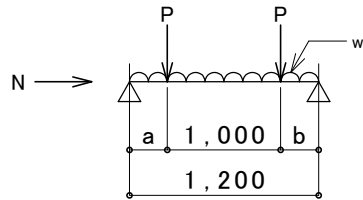
$$\tau / f_s = 11.3 / 90 = 0.13 < 1.00 \quad \text{OK}$$

$$\delta = \frac{\alpha \cdot P \cdot l^3}{48 E \cdot I} + \frac{5 w \cdot l^3}{384 E \cdot I}$$

$$= \frac{0.48 \times 5.69 \times 10^3 \times 1200^3}{48 \times 2.05 \times 10^5 \times 424 \times 10^4} + \frac{5 \times 0.25 \times 1200^4}{384 \times 2.05 \times 10^5 \times 424 \times 10^4} = 0.12 \text{ mm}$$

$$\frac{\delta}{l} = \frac{0.12}{1200} = 1/10000 < 1/1200 \quad \text{OK}$$

b) 短期地震時の設計



$N = 25.0\text{kN}$ (X 方向設計用水平地震力相当)

* 次項「4.2 プレースの設計 a) X 方向地震時」による

$P = 14.6 + 0.15 \times 1.0 = 14.8\text{kN}$

(短期最大反力 : $sR_v \times 1$ 相当 + 装置取付用プレート重量)

$W = 0.25\text{kN/m}$ (自重 + 装置レール重量)

$M = 0.20 \times 14.8 + 1/8 \times 0.25 \times 1.20^2 = 3.01\text{kNm}$

$Q = 14.8 + 14.8 \times 0.20 / 1.20 + 1/2 \times 0.25 \times 1.20$
 $= 17.4\text{kN}$

使用材 : $[-125 \times 65 \times 6 \times 8$ (SS400 級) $A = 17.1\text{cm}^2$

$I_k = 120\text{cm}^4$ $i_y = 1.90\text{cm}$ $\lambda_c = 63.2$

$\therefore f_c = 123\text{N/mm}^2$

$\therefore s\sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{25.0 \times 10^3}{17.1 \times 10^2} = 14.6\text{N/mm}^2 < s f_c = 1.5 \times 123 = 184\text{N/mm}^2$ OK

$s\sigma_c / s f_c = 14.6 / 184 = 0.08 < 1.00$ OK

$s\sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{3.01 \times 10^6}{67.8 \times 10^3} = 44.4\text{N/mm}^2 < s f_b = 235\text{N/mm}^2$ OK

$s\sigma_b / s f_b = 44.4 / 235 = 0.19 < 1.00$ OK

軸方向力を考慮して

$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} = 0.08 + 0.19 = 0.27 < 1.00$ OK

$\tau = \frac{Q}{t \times h} = \frac{17.4 \times 10^3}{6 \times 100} = 29.0\text{N/mm}^2 < s f_s = 135\text{N/mm}^2$ OK

$\tau / s f_s = 29.0 / 135 = 0.21 < 1.00$ OK

以上、天井走行式 X 線管保持装置の鉄骨支持架構の主桁は、スパンに 2 システムの荷重が作用する場合、長期応力及び短期地震時応力に対して溝形鋼 : $[-125 \times 65 \times 6 \times 8$ (SS400 級) で十分な強度及び剛性を有していることが確認された。

4.2 ブレースの検討

方向別に想定される最大の設計用水平地震力に対して検討を行う。

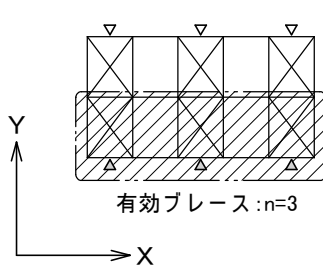
a) X方向ブレースの検討

装置全重量+鉄骨等の重量×1/2相当による地震力を3組のブレースで負担する。

設計用水平地震力の算定

・設計用水平地震力： $Q = K_h \cdot (W_m \cdot \phi + W_o)$

ここで W_m ：装置全重量 $W_m = 3.7 \times 2 = 7.40 \text{ kN}$

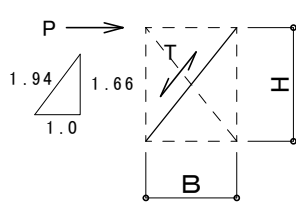
	W_o ：鉄骨等の負担荷重	主桁	$0.15 \times (6.00 \times 3) \times 1/2$	$= 1.35 \text{ kN}$
		繋ぎ材	$0.10 \times (3.20 \times 2 \times 6) \times 1/2$	$= 1.92 \text{ ''}$
		吊り材	$0.10 \times (2.00 \times 2 \times 6) \times 1/2$	$= 1.20 \text{ ''}$
		装置レール	$9.8 \times 0.15 \times 1/2$	$= 0.74 \text{ ''}$
		装置取付用プレート	$9.8 \times 0.364 \times 1/2$	$= 1.78 \text{ ''}$
		合計 W_o	$= 7.50 \text{ N}$	$\leftarrow = 6.99 \text{ kN}$

ϕ ：衝撃割増し係数 $\phi = 1.2$

$$\therefore Q = 1.5 \times (7.40 \times 1.2 + 7.50) = 24.57 \rightarrow 25.0 \text{ kN}$$

応力算定及び断面検討

・地震力による引張力： $T = P \cdot L / B$



ここで P ：1組当たりの負担地震時水平力

$$P = Q / n = 25.0 / 3 = 8.34 \text{ kN}$$

H ：高さ $H = 2.00 \text{ m}$

B ：スパン長 $B = 1.20 \text{ m}$

L ：ブレース長 $L = 2.33 \text{ m}$

$$\therefore T = 8.34 \times 2.33 / 1.20 = 16.2 \text{ kN}$$

・断面設計

使用材：1-M12 (SS400級) $A = 113 \text{ mm}^2$

$$A_e = 0.75 A = 0.75 \times 113 = 84.7 \text{ mm}^2$$

$$\therefore s\sigma_t = \frac{T}{A_e} = \frac{16.2 \times 10^3}{84.7} = 191.3 \text{ N/mm}^2 < sft = 235 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_t / sft = 191.3 / 235 = 0.81 < 1.00 \quad \text{OK}$$

接合ボルト：1-M12 (H.T.B)

$$Q_a = 1.5 \times 16.9 = 25.3 \text{ kN} > T = 16.2 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

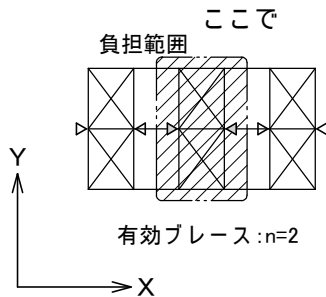
以上、天井走行式X線管保持装置の鉄骨支持架構面内に設置するX方向（長手方向）ブレースは地震時水平力に対して、丸鋼：1-M12 (SS400級) で十分な強度を有していることが確認された。

b) Y方向ブレースの検討

装置全重量+鉄骨等の負担重量による地震力を2組のブレースで負担する。

設計用水平地震力の算定

・設計用水平地震力： $Q = K_h \cdot (W_m \cdot \phi + W_o)$



ここで W_m : 装置全重量 $W_m = 3.7 \times 2 = 7.40 \text{ kN}$

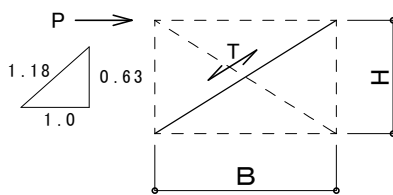
W_o : 鉄骨等の負担荷重	主桁	$0.15 \times (2.40 \times 3)$	$= 1.08 \text{ kN}$
	繋ぎ材	$0.10 \times (3.20 \times 2 \times 2)$	$= 1.28 \text{ ''}$
	吊り材	$0.10 \times (2.00 \times 2 \times 2)$	$= 0.80 \text{ ''}$
	装置レール	$9.8 \times 0.15 \times 1/2$	$= 0.74 \text{ ''}$
	装置取付用プレート	$9.8 \times 0.364 \times 1/2$	$= 1.78 \text{ ''}$
	合計	$W_o = 6.00 \text{ N}$	$\leftarrow = 5.68 \text{ kN}$

ϕ : 衝撃割増し係数 $\phi = 1.2$

$$\therefore Q = 1.5 \times (7.40 \times 1.2 + 6.00) = 22.32 \rightarrow 24.0 \text{ kN}$$

応力算定及び断面検討

・地震力による引張力： $T = P \cdot L / B$



ここで P : 1組当たりの負担地震時水平力

$$P = Q / n = 24.0 / 2 = 12.0 \text{ kN}$$

H : 高さ $H = 2.00 \text{ m}$

B : スパン長 $B = 3.20 \text{ m}$

L : ブレース長 $L = 3.77 \text{ m}$

$$\therefore T = 12.0 \times 3.77 / 3.20 = 14.2 \text{ kN}$$

・断面設計

使用材 : 1-M12 (SS400級) $A = 113 \text{ mm}^2$

$$A_e = 0.75 A = 0.75 \times 113 = 84.7 \text{ mm}^2$$

$$\therefore s\sigma_t = \frac{T}{A_e} = \frac{14.2 \times 10^3}{84.7} = 1167.7 \text{ N/mm}^2 < sft = 235 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_t / sft = 1167.7 / 235 = 0.71 < 1.00 \quad \text{OK}$$

接合ボルト : 1-M12 (H.T.B)

$$Q_a = 1.5 \times 16.9 = 25.3 \text{ kN} > T = 14.2 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

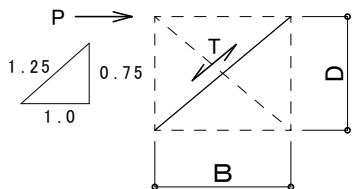
以上、天井走行式X線管保持装置の鉄骨支持架構面内に設置するY方向(短手方向)ブレースは地震時水平力に対して、丸鋼 : 1-M12 (SS400級) で十分な強度を有していることが確認された。

c) 水平ブレースの検討

Y方向ブレースの1組当たりの負担地震時水平力に対し検討する。

応力算定及び断面検討

・地震力による引張力： $T = P \cdot L / B$



ここで P：1組当たりの負担地震時水平力

$$P = Q/n = 12.0/2 = 6.00 \text{ kN}$$

W：巾 $W = 1.20 \text{ m}$

B：スパン長 $B = 1.60 \text{ m}$

L：ブレース長 $L = 2.00 \text{ m}$

$$\therefore T = 6.00 \times 2.00 / 1.60 = 7.50 \text{ kN}$$

・断面設計

使用材：1-M12 (SS400級) $A = 113 \text{ mm}^2$

$$A_e = 0.75A = 0.75 \times 113 = 84.7 \text{ mm}^2$$

$$\therefore s\sigma_t = \frac{T}{A_e} = \frac{7.50 \times 10^3}{84.7} = 88.5 \text{ N/mm}^2 < sft = 235 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_t / sft = 88.5 / 235 = 0.38 < 1.00 \quad \text{OK}$$

接合ボルト：1-M12 (H.T.B)

$$Q_a = 1.5 \times 16.9 = 25.3 \text{ kN} > T = 7.50 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

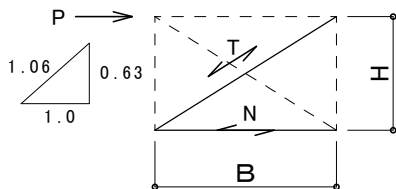
以上、天井走行式X線管保持装置の鉄骨支持架構面内に設置する水平ブレースは地震時水平力に対して、丸鋼：1-M12 (SS400級) で十分な強度を有していることが確認された。

4.3 繋ぎ材の検討

Y方向ブレース反力を軸方向力として設計を行う

応力算定及び断面検討

・地震力による軸方向力： $N = T \cdot B / L$



ここで T : 地震力によるブレースの引張力

$$T = 14.2 \text{ kN}$$

H : 高さ $H = 2.00 \text{ m}$

B : スパン長 $B = 3.20 \text{ m}$

L : ブレース長 $L = 3.77 \text{ m}$

$$\therefore N = 14.2 \times 3.20 / 3.77 = 12.0 \text{ kN}$$

・断面設計

使用材：L-65x65x6 (SS400級) $A = 752 \text{ mm}^2$

$I_k = 160 \text{ cm}^4$ $i_y = 1.98 \text{ cm}$ $\lambda_c = 80.8$

$$\therefore f_c = 106 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{12.0 \times 10^3}{752} = 16.0 \text{ N/mm}^2 < s f_c = 1.5 \times 106 = 159 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s \sigma_c / s f_c = 16.0 / 159 = 0.10 < 1.00 \quad \text{OK}$$

以上、天井走行式X線管保持装置の鉄骨支持架構の繋ぎ材は、短期地震時応力に対して、等辺山形鋼：L-65x65x6 (SS400級) で十分な強度を有していることが確認された。

4.4 吊り材の検討

長期及び短期とも最大応力となる荷重状態を想定して許容応力度計算を行い所要の強度を確保していることを確認する。

a) 長期鉛直力に対する検討

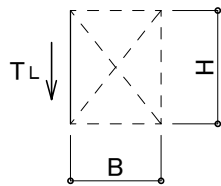
設計応力の算定

- 設計用長期軸方向力： $T_L = W_m + W_o$

ここで W_m ：装置重量等最大荷重

$$W_m = 6.79 \text{ kN}$$

(主桁の長期最大せん断力とする)



W_o ：その他の鉄骨等負担荷重

つなぎ梁	$0.10 \times 1.60 = 0.16 \text{ kN}$
吊り材	$0.10 \times 2.00 = 0.20 \text{ kN}$
合 計	$W_o = 0.36 \text{ kN}$

$$\therefore T_L = 6.79 + 0.36 = 7.15 \text{ kN}$$

断面検討

- 使用材：L-65x65x6 (SS400級) $A = 752 \text{ mm}^2$

$$\therefore \sigma_t = \frac{T_L}{A} = \frac{7.15 \times 10^3}{752} = 9.51 \text{ N/mm}^2 < f_t = 155 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_t / f_t = 9.51 / 155 = 0.06 < 1.00 \quad \text{OK}$$

b) 短期地震力に対する検討

i) X方地震時

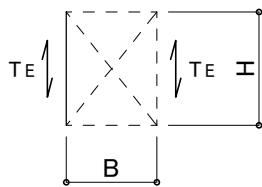
- ・ 短期最大軸方向力 : $T_{so} = sW_m + W_o$

ここで sW_m : 装置重量等最大荷重 $sW_m = 17.4\text{kN}$
 (主桁の長期最大せん断力とする)

W_o : その他の鉄骨等負担荷重 $W_o = 0.36\text{kN}$

$$\therefore T_{so} = 17.4 + 0.36 = 17.8\text{kN}$$

- ・ 地震時ブレース反力による軸方向力 : $T_E = Q \cdot H / L$



ここで Q : 負担地震時水平力
 $Q = 8.34\text{kN}$ (X方向ブレースの検討より)

H : 高さ $H = 2.00\text{m}$

B : スパン長 $B = 1.20\text{m}$

$$\therefore T_E = 8.34 \times 2.00 / 1.20 = 13.9\text{kN}$$

- ・ 設計引張力 : T_s に対する断面検討

$$T_s = T_{so} + T_E = 17.8 + 13.9 = 31.7\text{kN}$$

$$\therefore s\sigma_t = \frac{T_s}{A} = \frac{31.7 \times 10^3}{752} = 42.2\text{N/mm}^2 < sft = 235\text{N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_t / sft = 42.2 / 235 = 0.18 < 1.00 \quad \text{OK}$$

- ・ 設計圧縮力 : N_s に対する断面検討

装置反力+ブレース反力による軸方向力を設計圧縮力として断面検討を行う

$$N_s = N_{so} + T_E$$

ここで N_{so} : 装置反力 $N_{so} = 6.78\text{kN}$ (= $sR_v \times 2$)

T_E : ブレース反力による軸方向力 $T_E = 13.9\text{kN}$

$$\therefore N_s = 6.78 + 13.9 = 20.7\text{kN}$$

$$I_k = H = 200\text{cm} \quad i_y = 1.98\text{cm} \quad \lambda_c = 101$$

$$\therefore f_c = 85\text{N/mm}^2$$

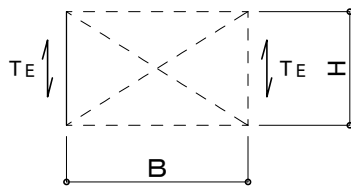
$$\therefore s\sigma_c = \frac{N_s}{A} = \frac{20.7 \times 10^3}{752} = 27.5\text{N/mm}^2 < sfc = 1.5 \times 85 = 127\text{N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_c / sfc = 27.5 / 127 = 0.22 < 1.00 \quad \text{OK}$$

ii) Y方地震時

・短期最大軸方向力： $T_{s0} = sW_m + W_o = 17.8\text{kN}$

・地震時ブレース反力による軸方向力： $T_E = Q \cdot H / L$



ここで Q ：地震時設計せん断力

$Q = 12.0\text{kN}$ (Y方向ブレースの検討より)

H ：高さ $H = 2.00\text{m}$

B ：スパン長 $B = 3.20\text{m}$

$$\therefore T_E = 12.0 \times 2.00 / 3.20 = 7.50\text{kN}$$

・引設計張力： T_s に対する断面検討

$$T_s = T_{s0} + T_E = 17.8 + 7.50 = 25.3\text{kN}$$

$$\therefore s\sigma_t = \frac{T_s}{A} = \frac{25.3 \times 10^3}{752} = 33.6\text{N/mm}^2 < sft = 235\text{N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_t / sft = 33.6 / 235 = 0.14 < 1.00 \quad \text{OK}$$

・設計圧縮力： N_s に対する断面検討

装置反力+ブレース反力による軸方向力を設計圧縮力として断面検討を行う

$$N_s = N_{s0} + T_E$$

ここで N_{s0} ：装置反力 $N_{s0} = 4.46\text{kN}$ (= $sR_{vy}2$)

T_E ：地震時ブレース反力による軸方向力 $T_E = 7.50\text{kN}$

$$\therefore N_s = 4.46 + 7.50 = 12.0\text{kN}$$

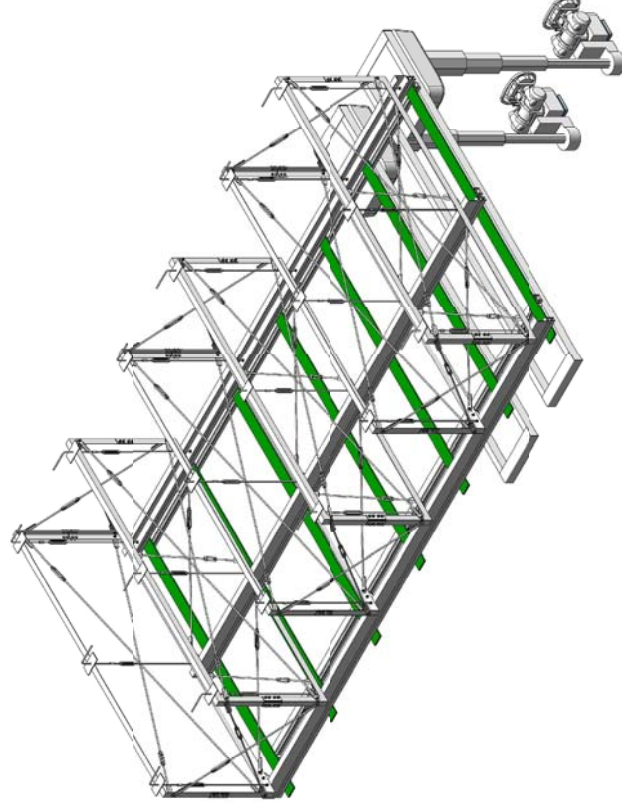
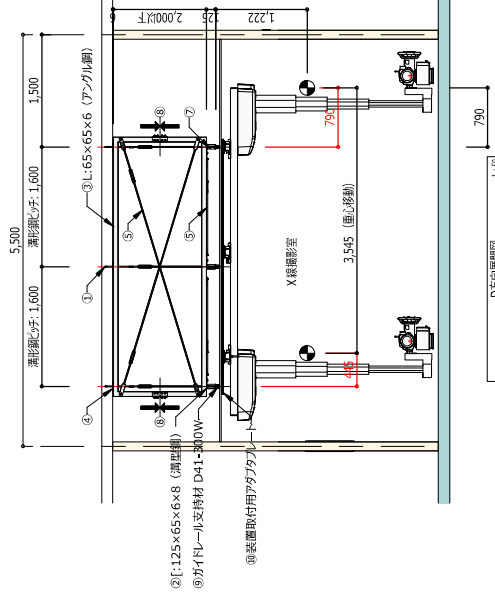
$$lk = H = 200\text{cm} \quad i_y = 1.98\text{cm} \quad \lambda_c = 101$$

$$\therefore f_c = 85\text{N/mm}^2$$

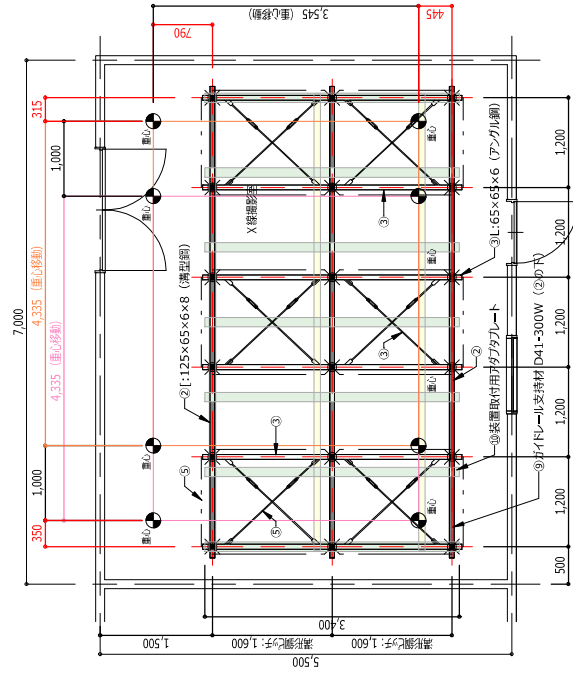
$$\therefore s\sigma_c = \frac{N_s}{A} = \frac{12.0 \times 10^3}{752} = 16.0\text{N/mm}^2 < sfc = 1.5 \times 85 = 127\text{N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$s\sigma_c / sfc = 16.0 / 127 = 0.13 < 1.00 \quad \text{OK}$$

以上、天井走行式X線管保持装置の鉄骨支持架構の吊り材は、長期応力及び短期地震時応力に対して、等辺山形鋼：L-65x65x6 (SS400級) で十分な強度を有していることが確認された。



記号	記 事	工事区分
①	18-M12アノカポルト (全タマ) (タマ(ワッフル)にて薄形鋼板で スワッチ型長240mm (20×ポルト径) 以上)	建築工事
②	☒ 125×65×6×8 (薄形鋼板)	建築工事
③	☒ 155×65×6 (アノカポルト)	建築工事
④	アノカポルト用スベークー P-6×100×200	建築工事
⑤	プレーズ 1-M12 (9-シロワッフル)	建築工事
⑥	G-P-6 断面 1-M12	建築工事
⑦	スチーナ	建築工事
⑧	ワイロ用 PL-6×59×200	建築工事
⑨	ガイフレール支柱材 D41-300W (5.5寸鋼筋袖付塗装) (タタリ鋼工 (株))	建築工事
⑩	鉄道取付用7797アプレート W125 L=3,400 t=16	タタリ鋼工




強度計算書

名 称：ネグストラット
品 番：D41-300W,Z-D41-300W
項 目：等分布荷重・中央集中荷重
支点間距離 L=30cm～120cm
作 成 年 月 日：2018年9月3日

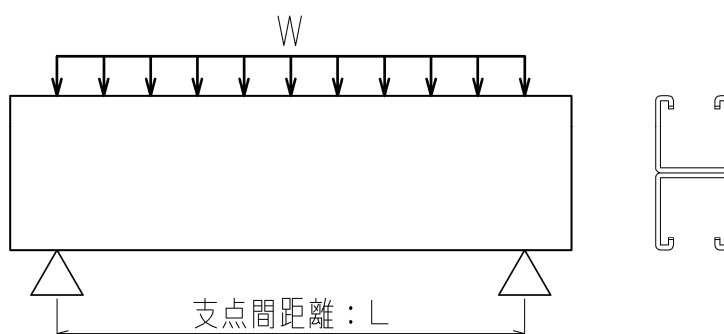
ネグロス電工株式会社

技 術 部

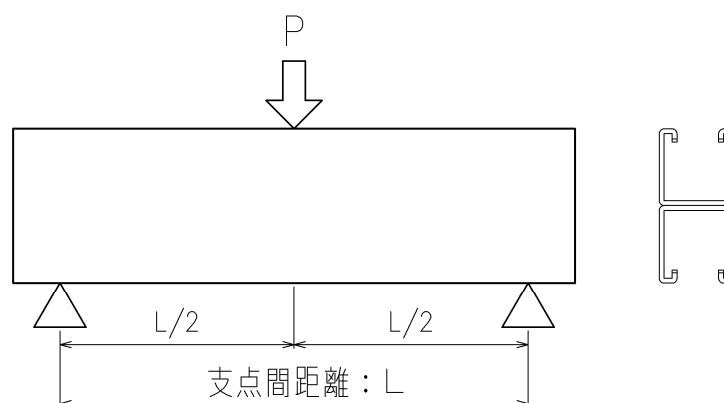
承認	担当
	

1. 概要

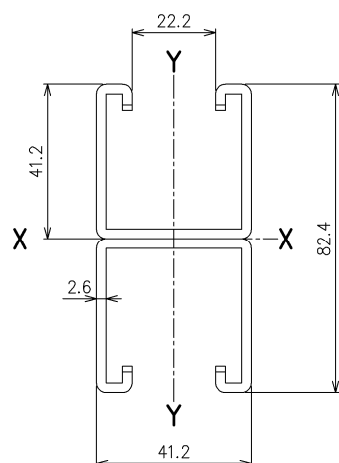
・ 等分布荷重



・ 中央集中荷重



2. D 4 1 - 3 0 0 Wの断面特性



断面二次モーメント I_x (cm ⁴)	断面係数 Z_x (cm ³)	質量 (kg/m)
38.02	9.22	5.56

3. 材料の許容応力度及び定数

材 料	長期許容曲げ応力度 f b (N/cm ²)	ヤング係数 E (N/cm ²)
熱間圧延軟鋼板 溶融亜鉛めっき鋼板	15600	2.05×10^7

4. 等分布荷重による強度

4-1. 支点間距離 $L=30$ cm

・許容曲げ応力度より

$$\sigma_b = f_b = \frac{M_{\max}}{Z} = \frac{W_1 \cdot L}{8 \cdot Z_x} \text{ より}$$

$$W_1 = \frac{8 \cdot Z_x \cdot f_b}{L} = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{30} \div 38355 \text{ (N)}$$

・許容たわみより ($\delta = 30/300 = 0.1$ cm)

$$\delta = \frac{5 \cdot W_2 \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I_x} \text{ より}$$

$$W_2 = \frac{384 \cdot E \cdot I_x \cdot \delta}{5 \cdot L^3}$$

$$= \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.1}{5 \times 30^3} \div 221698 \text{ (N)}$$

・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 38355 - (5.56 \times 0.3 \times 9.80665) = 38338 \text{ (N)}$$

4-2. 支点間距離 $L=40$ cm

・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{40} \div 28766 \text{ (N)}$$

・許容たわみより ($\delta = 40/300 \div 0.13$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.13}{5 \times 40^3} \div 121587 \text{ (N)}$$

・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 28766 - (5.56 \times 0.4 \times 9.80665) = 28744 \text{ (N)}$$

4－3．支点間距離 $L=50$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{50} \div 23013 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 50 / 300 \div 0.16$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.16}{5 \times 50^3} \div 76619 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 23013 - (5.56 \times 0.5 \times 9.80665) = 22985 \text{ (N)}$$

4－4．支点間距離 $L=60$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{60} \div 19177 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 60 / 300 = 0.2$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.2}{5 \times 60^3} \div 55424 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 19177 - (5.56 \times 0.6 \times 9.80665) = 19144 \text{ (N)}$$

4－5．支点間距離 $L=70$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{70} \div 16437 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 70 / 300 \div 0.23$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.23}{5 \times 70^3} \div 40138 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 16437 - (5.56 \times 0.7 \times 9.80665) = 16398 \text{ (N)}$$

4－6．支点間距離 $L=80$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{80} \div 14383 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 80 / 300 \div 0.26$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.26}{5 \times 80^3} \div 30396 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 14383 - (5.56 \times 0.8 \times 9.80665) = 14339 \text{ (N)}$$

4－7．支点間距離 $L=90$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{90} \div 12785 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 90 / 300 = 0.3$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.3}{5 \times 90^3} \div 24633 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 12785 - (5.56 \times 0.9 \times 9.80665) = 12735 \text{ (N)}$$

4－8．支点間距離 $L=100$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{100} \div 11506 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 100 / 300 \div 0.33$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.33}{5 \times 100^3} \div 19753 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 11506 - (5.56 \times 1.0 \times 9.80665) = 11451 \text{ (N)}$$

4－9．支点間距離 $L=110$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{110} \div 10460 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 110/300 \div 0.36$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.36}{5 \times 110^3} \div 16190 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 10460 - (5.56 \times 1.1 \times 9.80665) = 10400 \text{ (N)}$$

4－10．支点間距離 $L=120$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$W_1 = \frac{8 \times 9.22 \times 15600}{120} \div 9588 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 120/300 = 0.4$ cm)

$$W_2 = \frac{384 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.4}{5 \times 120^3} \div 13856 \text{ (N)}$$

- ・ W_1 と W_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$W = 9588 - (5.56 \times 1.2 \times 9.80665) = 9522 \text{ (N)}$$

5．中央集中荷重による強度

5－1．支点間距離 $L=30$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$\sigma_b = f_b = \frac{M_{\max}}{Z} = \frac{P_1 \cdot L}{4 \cdot Z_x} \text{ より}$$

$$P_1 = \frac{4 \cdot Z_x \cdot f_b}{L} = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{30} \div 19177 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 30/300 = 0.1$ cm)

$$\delta = \frac{P_2 \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \text{ より}$$

$$P_2 = \frac{48 \cdot E \cdot I_x \cdot \delta}{L^3}$$

$$= \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.1}{30^3} \div 138561 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 19177 - (5.56 \times 0.3 \times 9.80665) = 19160 \text{ (N)}$$

5-2. 支点間距離 $L=40$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{40} \div 14383 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 40 / 300 \div 0.13$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.13}{40^3} \div 75992 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 14383 - (5.56 \times 0.4 \times 9.80665) = 14361 \text{ (N)}$$

5-3. 支点間距離 $L=50$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{50} \div 11506 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 50 / 300 \div 0.16$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.16}{50^3} \div 47886 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 11506 - (5.56 \times 0.5 \times 9.80665) = 11478 \text{ (N)}$$

5-4. 支点間距離 $L=60$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{60} \div 9588 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 60 / 300 = 0.2$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.2}{60^3} \div 34640 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 9588 - (5.56 \times 0.6 \times 9.80665) = 9555 \text{ (N)}$$

5－5．支点間距離 $L = 70$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{70} \div 8218 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 70 / 300 \div 0.23$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.23}{70^3} \div 25086 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 8218 - (5.56 \times 0.7 \times 9.80665) = 8179 \text{ (N)}$$

5－6．支点間距離 $L = 80$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{80} \div 7191 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 80 / 300 \div 0.26$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.26}{80^3} \div 18998 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 7191 - (5.56 \times 0.8 \times 9.80665) = 7147 \text{ (N)}$$

5－7．支点間距離 $L = 90$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{90} \div 6392 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 90 / 300 = 0.3$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.3}{90^3} \div 15395 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 6392 - (5.56 \times 0.9 \times 9.80665) = 6342 \text{ (N)}$$

5－8．支点間距離 $L = 100$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{100} \div 5753 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 100 / 300 = 0.33$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.33}{100^3} \div 12345 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 5753 - (5.56 \times 1.0 \times 9.80665) = 5698 \text{ (N)}$$

5－9．支点間距離 $L = 110$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{110} \div 5230 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 110 / 300 \div 0.36$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.36}{110^3} \div 10118 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 5230 - (5.56 \times 1.1 \times 9.80665) = 5170 \text{ (N)}$$

5－10．支点間距離 $L = 120$ cm

- ・許容曲げ応力度より

$$P_1 = \frac{4 \times 9.22 \times 15600}{120} \div 4794 \text{ (N)}$$

- ・許容たわみより ($\delta = 120 / 300 = 0.4$ cm)

$$P_2 = \frac{48 \times 2.05 \times 10^7 \times 38.02 \times 0.4}{120^3} \div 8660 \text{ (N)}$$

- ・ P_1 と P_2 を比較し、小さい方の値から自重を引いた値を許容静荷重とする。

$$P = 4794 - (5.56 \times 1.2 \times 9.80665) = 4728 \text{ (N)}$$

6. 結果（許容静荷重）

・ 等分布荷重

品 番	許 容 静 荷 重 (N)									
	支点間距離 L (cm)									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
D41-300W Z-D41-300W	38338	28744	22985	19144	16398	14339	12735	11451	10400	9522

・ 中央集中荷重

品 番	許 容 静 荷 重 (N)									
	支点間距離 L (cm)									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
D41-300W Z-D41-300W	19160	14361	11478	9555	8179	7147	6342	5698	5170	4728

参考資料

参考として下記に,従来単位(重力単位)による許容静荷重を示します。

1. 許容静荷重

・ 等分布荷重

品 番	許 容 静 荷 重 (kgf)									
	支点間距離 L (cm)									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
D41-300W Z-D41-300W	3909	2931	2343	1952	1672	1462	1298	1167	1060	970

・ 中央集中荷重

品 番	許 容 静 荷 重 (kgf)									
	支点間距離 L (cm)									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
D41-300W Z-D41-300W	1953	1464	1170	974	834	728	646	581	527	482