

V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について

目 次

1.	概要	1
2.	配管系及び支持構造物の設計手順	1
3.	配管系の設計	2
3.1	基本方針	2
3.1.1	重要度別による設計方針	2
3.1.2	配管系の設計において考慮すべき事項	4
3.2	3次元はりモデルによる解析	5
3.3	応力を基準とした標準支持間隔法	5
3.3.1	直管部の支持間隔	5
3.3.2	曲がり部の支持間隔	9
3.3.3	集中質量部の支持間隔	12
3.3.4	分岐部の支持間隔	14
3.3.5	支持点の設定方法	16
3.3.6	支持点を設定する上での考慮事項	21
3.3.7	設計上の処置方法	22
3.3.8	標準支持間隔	24
3.4	振動数を基準とした標準支持間隔法	25
4.	支持構造物の設計	26
4.1	概要	26
4.2	基本原則	26
4.2.1	支持構造物の設計において考慮すべき事項	26
4.2.2	支持構造物の設計荷重	26
4.3	支持装置の設計	27
4.3.1	概要	27
4.3.2	支持装置の選定	27
4.3.3	支持装置の使用材料	42
4.3.4	支持装置の強度及び耐震評価方法	42
4.4	支持架構及び付属部品の設計	108
4.4.1	概要	108
4.4.2	支持架構及び付属部品の選定	110
4.4.3	支持架構及び付属部品の使用材料	113
4.4.4	支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法	113
4.5	埋込金物の設計	121
4.5.1	概要	121
4.5.2	埋込金物の選定	122
4.5.3	埋込金物の強度及び耐震評価方法	124
5.	耐震評価結果	128
5.1	支持構造物の耐震評価結果	128

5.1.1	概要.....	128
5.1.2	支持構造物の耐震評価結果.....	128
5.2	代表的な支持構造物の耐震計算例.....	210
5.2.1	支持構造物の耐震計算例.....	210
5.2.2	個別の処置方法.....	210

1. 概要

本方針は、添付書類「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」及び添付書類「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、配管系及びその支持構造物について、耐震設計上十分安全であるように考慮すべき事項を定めたものである。

2. 配管系及び支持構造物の設計手順

配管経路は建屋形状、機器配置計画とともに系統の運転条件、機器等への接近性、保守点検性の確保を考慮した上、配管系の熱による変位の吸収、耐震設計上の重要度分類に応じた耐震性の確保に関し最適設計となるよう配置を決定する。また、この際、配管内にドレンが溜まったり、エアポケットが生じたりしないようにするとともに、水撃現象の生じる可能性のあるものについては十分に配慮するものとする。地震による建屋間等相対変位を考慮する必要がある場所に配置されるものについては、その変位による変形に対して十分耐えられるようにし、また、ポンプ、容器等のノズルに対する配管反力が過大とならないよう併せて考慮する。

以上を考慮の上決定された配管経路について、多質点系モデル（3次元はりモデル）による解析又は標準支持間隔法により配管系及び支持構造物の設計を行う。

3. 配管系の設計

3.1 基本方針

3.1.1 重要度別による設計方針

配管系は設備の重要度，呼び径及び通常運転温度により，表 3-1 のように分類して設計を行う。ただし，表 3-1 以外の確認方法についても，その妥当性が確認できる範囲において採用するものとする。また，工事計画の申請範囲における解析法の適用範囲を表 3-2 に示す。

表 3-1 設備の重要度による解析法

耐震 クラス	分類		3次元はりモデルによる解析 ^{*1}			^{*3} 標準支持 間隔法
	呼び径	通常運転 温度	地震	自重	熱	
S ^{*4}	65A 以上	121℃以上	○	○	○	—
		121℃未満	○	○	○	—
	50A 以下	121℃以上	○ ^{*2}	○ ^{*2}	○ ^{*2}	—
		121℃未満	—	—	—	○
B ^{*5}	65A 以上	121℃以上	○	○	○	—
		121℃未満	—	—	—	○
	50A 以下	121℃以上	○ ^{*2}	○ ^{*2}	○ ^{*2}	—
		121℃未満	—	—	—	○
C	65A 以上	121℃以上	○	○	○	—
		121℃未満	—	—	—	○
	50A 以下	121℃以上	○ ^{*2}	○ ^{*2}	○ ^{*2}	—
		121℃未満	—	—	—	○

注記 *1：耐震クラス S 及び B の配管で 3次元はりモデルによる解析を行い，配管系の 1次固有周期が 0.05 秒を超えた場合は，動的解析及び静的解析を実施する。

*2：複数の配管が近接して配置され，配管の仕様条件が同等の場合には，代表計算にて確認を行うことができる。

*3：標準支持間隔法は，3次元はりモデルによる解析にて代行することができる。

*4：常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備を含む。

*5：重大事故等時に耐震 B クラス設備の機能を代替する常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備を含む。

表 3-2 解析法の適用範囲

	3次元はりモデル による解析	標準支持間隔法
燃料プール冷却浄化系	○	—
代替燃料プール注水系	○	—
代替燃料プール冷却系	○	—
原子炉冷却材再循環系	○	—
主蒸気系	○	—
復水給水系	○	—
主蒸気隔離弁漏えい抑制系	○	—
残留熱除去系	○	—
耐圧強化ベント系	○	—
高压炉心スプレイ系	○	—
低压炉心スプレイ系	○	—
原子炉隔離時冷却系	○	—
高压代替注水系	○	—
低压代替注水系	○	—
代替循環冷却系	○	—
残留熱除去系海水系	○	—
緊急用海水系	○	—
原子炉冷却材浄化系	○	—
制御棒駆動水压系	○	—
ほう酸水注入系	○	—
窒素供給系	○	—
非常用窒素供給系	○	—
非常用逃がし安全弁駆動系	○	—
代替格納容器スプレイ冷却系	○	—
代替循環冷却系	○	—
格納容器下部注水系	○	—
ペDESTAL排水系	○	—
原子炉建屋ガス処理系 非常用ガス再循環系	○	—
可燃性ガス濃度制御系	○	—
窒素ガス代替注入系	○	—
不活性ガス系	○	—
格納容器圧力逃がし装置	○	—
非常用ディーゼル発電装置	○	—
高压炉心スプレイ系ディーゼル発電装置	○	—
常設代替高压電源装置制御盤	○	—
緊急時対策所用代替電源設備	—	○ (応力基準)

3.1.2 配管系の設計において考慮すべき事項

(1) 配管の分岐部

大口径配管からの分岐管については、なるべく大口径配管の近傍を支持するようにする。ただし、大口径配管の熱及び地震による変位が大きい場合には、分岐部及び分岐管に過大な応力を発生させないようにフレキシビリティを持たせた支持をする。

(2) 配管と機器の接続部

機器管台に加わる配管からの反力が許容反力以内となるように配管経路及び支持方法を決定する。

(3) 異なる建屋、構築物間を結ぶ配管系

異なる建屋、構築物間を結ぶ配管系については、建屋、構築物間の相対変位を吸収できるように、配管にフレキシビリティを持たせた構造とするか、または、フレキシブルジョイントを設けるなどの配慮を行い、過大な応力を発生させないようにする。

(4) 弁

配管の途中に弁等の集中質量がかかる部分については、この集中質量部にできる限り近い部分を支持し、特に駆動装置付きの弁は偏心質量を考慮して、必要に応じて弁本体を支持することにより過大な応力が生じないようにする。弁は、配管よりも厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。

(5) 屋外配管

主要な配管は岩盤で支持したダクト構造内に配置され、建屋内配管と同様の耐震設計をする。

(6) 振動

配管系の支持方法及び支持点は、回転機器等の振動あるいは内部流体の乱れによる配管振動を生じないように考慮して決定する。

3.2 3次元はりモデルによる解析

3次元はりモデルによる解析では、原則として固定点から固定点までを独立した1つのブロックとして、地震荷重、自重、熱荷重等により配管に生じる応力が許容応力以下となるように配管経路及び支持方法を定める。

その具体例を示すと以下のようになる。

まず、仮のアンカ、レストレイント位置を定めて熱応力解析を行い、必要に応じてアンカ、レストレイント位置、個数等の変更あるいは配管経路の見直しを行い、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。加えて、自重応力解析を行い、ハンガを追加することにより配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。次に、地震応力解析を行い、必要に応じてレストレイント位置、個数等の変更あるいはスナップの追加により、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。

3.3 応力を基準とした標準支持間隔法

標準支持間隔法による配管の耐震計算は、配管を直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部の各要素に分類し、要素ごとに許容値を満足する最大の支持間隔を算出する。標準支持間隔法の適用範囲は表3-2に基づくこととし緊急時対策所用代替電源設備の条件で算定を行う。

直管部については、各建屋における地震時の応答解析結果に基づき、配管に生ずる応力が許容応力以下となるように最大の支持間隔を求め、これを直管部に対する標準支持間隔とする。配管の直管部は、この標準支持間隔以内で支持することにより耐震性が確保できる。

なお、直管部の標準支持間隔算出に当たっては、配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数ごとに、解析条件を満足する支持間隔をそれぞれ計算し求める。

配管の曲がり部、集中質量部及び分岐部については、直管部と同等以上の耐震性を有するように、それぞれ直管部の標準支持間隔に対する支持間隔比を求め、各要素の支持間隔を算出する。配管の曲がり部、集中質量部及び分岐部については、各要素の支持間隔以内で支持することにより耐震性が確保できる。なお、3次元はりモデル解析では、これらの部位に対しては応力係数を考慮しているが、標準支持間隔法では支持間隔比を考慮することにより、3次元はりモデルより保守的な評価となるようにする。また、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で、最も短いものを適用して評価を行う。

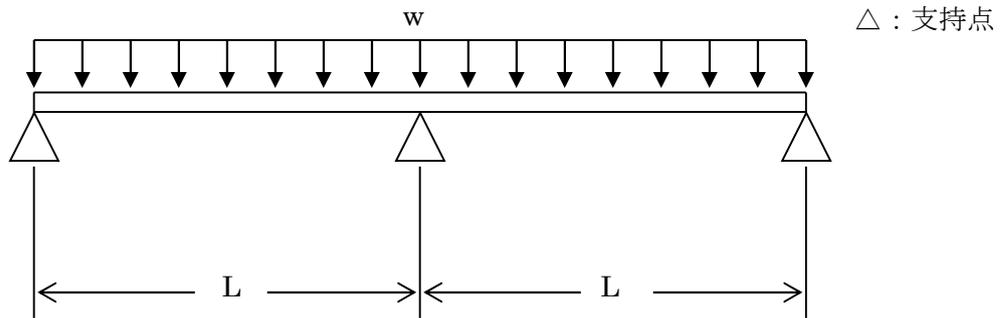
本章では、上記により求めた直管部標準支持間隔、曲がり部、集中質量部及び分岐部の支持間隔を基に配管に支持点を設定する場合の例を示す。その他、標準支持間隔法により配管を設計する場合の考慮事項及び標準支持間隔法で設計することが困難な場合の処置方法についても示す。

3.3.1 直管部の支持間隔

3.3.1.1 解析モデル

配管を下図のように支持間隔Lで3点支持した等分布質量連続はりにモデル化する。

支持点の拘束方向は軸直角方向のみとし、軸方向及び回転に対しては自由とする。



L : 直管部標準支持間隔

w : 単位長さ当たりの質量

3.3.1.2 解析方法

配管について、設計用地震力による応力を算定するとともに、内圧及び自重の影響を考慮して、解析コード「SPAN2000」を用いて直管部の標準支持間隔を求める。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-56 計算機プログラム（解析コード）の概要・SPAN2000」に示す。

3.3.1.3 解析条件

(1) 設計用地震力

重大事故等対処施設の配管については、添付書類「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」に示している設計用地震力を用いて評価を行う。設計用地震力は添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す設備評価用床応答曲線を用いる。使用する基準地震動 S_s の設備評価用床応答曲線は、安全側に谷埋め及びピーク保持を行うこととする。

(2) 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる設計用減衰定数は、添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に示している設計用減衰定数のうち、表3-3に示す設計用減衰定数を適用する。

なお、適用に当たり配管系の支持点間の間隔は以下の条件を満たすこととする。



表3-3 設計用減衰定数

配管区分		減衰定数 ^(注1) (%)	
		保温材無	保温材有
IV	配管区分 I ~ III に属さないもの	0.5	—

(注1) 水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用

(3) 床区分

解析に当たっては、配管が設置される建物・構築物の床面毎の設備評価用床応答曲線を使用して各床面の直管部標準支持間隔を求めるものとする。床区分を、表3-4「床応答曲線区分」に示す。

(4) 配管質量

配管の質量は、配管自体の質量と内部流体の質量を合計した値とする。なお、内部流体については、自重が重くなるように実際の内部流体に係わらず液体にしている。

直管部標準支持間隔を算出する配管の単位長さ当たりの質量を、表3-5「配管仕様」に示す。

(5) 配管応力

配管に生ずる応力は、J E A G 4 6 0 1-1987 の計算式に基づき地震による応力の他に内圧及び自重による応力を求め、添付書類「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」に基づき応力評価を行うものとする。

許容応力については、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき算定する。

(6) 配管系の振動数

支持構造物を含めた配管系の固有振動数は、水平方向及び鉛直方向について、それぞれの建屋床面ピークの固有振動数領域を避けることを原則とする。

配管系の固有振動数は、支持構造物を含めて算出する。配管系、支持構造物の固有振動数は、表3-4「床応答曲線区分」に示す値以上となるように設計する。

表 3-4 床応答曲線区分（緊急時対策所用代替電源設備）

建 屋	床応答曲線高さ E. L (m)	制限振動数 (Hz)	支持構造物の 固有振動数(Hz)
緊急時対策所建屋			
緊急時対策所用発電機 燃料油貯蔵タンク基礎			

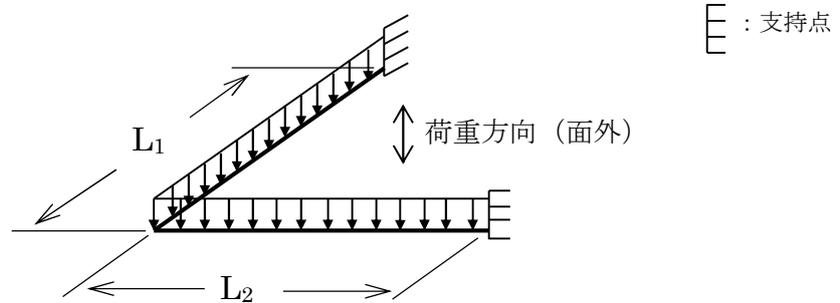
表 3-5 配管仕様 (緊急時対策所用代替電源設備)

番 号	配管仕様	単位長さ当たりの重量 (kg/m)		内 圧 (MPa)
	口径(mm) / 板厚(mm)	保温材無	保温材有	
1	60.5 / 3.9			
2	60.5 / 3.9			
3	48.6 / 3.7			
4	48.6 / 3.7			
5	27.2 / 2.9			

3.3.2 曲がり部の支持間隔

3.3.2.1 解析モデル

配管の曲がり部は、次に示すようにピン結合両端固定の等分布質量の連続はりにモデル化する。



L_1, L_2 : 曲がり部から支持点までの長さ

L_E : 曲がり部支持間隔 ($L_E = L_1 + L_2$)

w : 単位長さ当たりの質量

荷重方向 : 耐震性の評価方向

面外 : 配管で構成される面に対して直角方向

3.3.2.2 解析条件及び解析方法

- ① 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- ② 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- ③ 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

- ④ ①, ②, ③項の各条件を満足する理論解を $\left(\frac{L_1}{L_E}\right)$ の関数として $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$ の最大値 $\left(\frac{L_E'}{L_0}\right)$ を

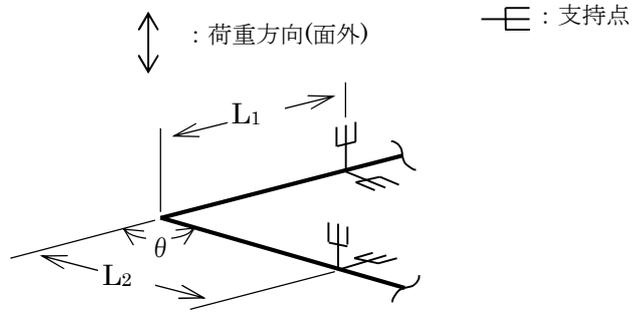
求める。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_1, L_E は「3.3.2.1 解析モデル」、 L_E' は「3.3.2.3 解析結果及び支持方針」参照。

- ⑤ 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さを実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

3.3.2.3 解析結果及び支持方針

解析結果を図 3-1「曲がり部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、曲がり部をはさむ支持構造物間距離を直管部標準支持間隔に対する比として示すものであり、次に示すとおり、図 3-1 の許容領域内に配管を支持するものとする。



$$L_1 + L_2 \leq L_E'$$

L_E' は、 L_0 (直管部標準支持間隔) に、

図 3-1「曲がり部支持間隔グラフ」より求まる

$\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$ の最大値 $\left(\frac{L_E'}{L_0}\right)$ を乗じた長さ。

また、配管系及び支持構造物の設計上、 L_1 又は L_2 あるいはその両方を長くする必要がある場合は、面外振動を拘束する支持構造物を設け、次式を同時に満足すること。

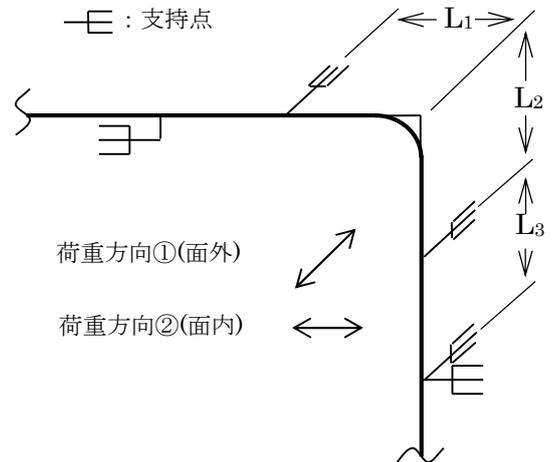
荷重方向①(面外)に対して

$$L_1 + L_2 \leq L_E'$$

荷重方向②(面内)に対して

$$L_2 + L_3 \leq L_0$$

面内：配管で構成される面に対して平行な方向



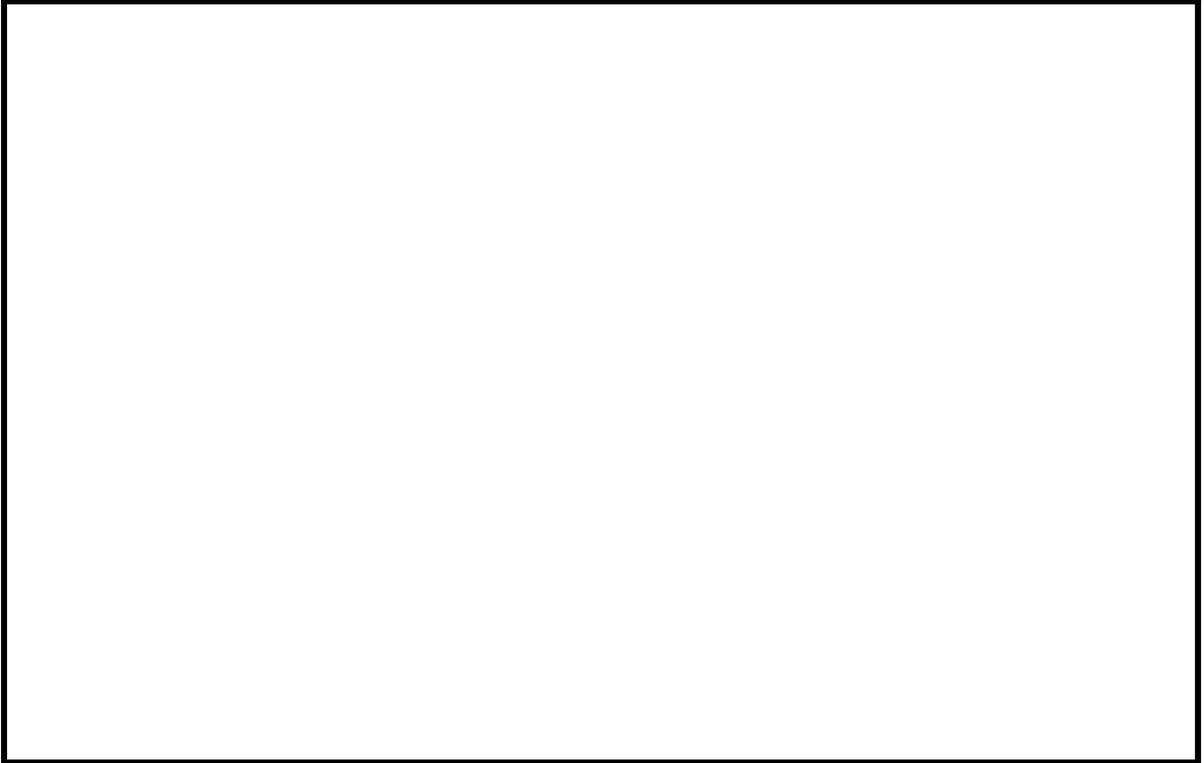
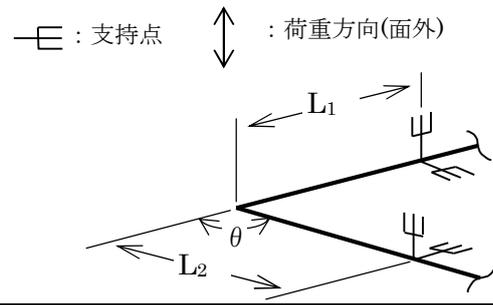
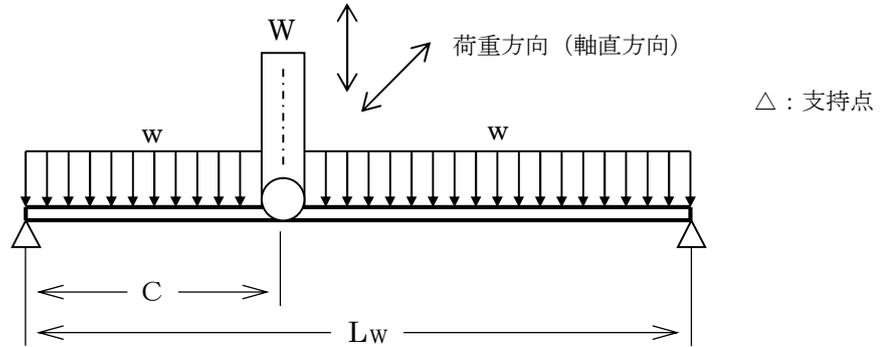


図 3-1 曲がり部支持間隔グラフ

3.3.3 集中質量部の支持間隔

3.3.3.1 解析モデル

配管に弁等の重量物が設置される集中質量部は、次のように任意の位置に集中質量を有する両端支持の連続はりにモデル化する。



- L_w : 集中質量部支持間隔
- C : 支持端から集中質量点までの長さ
- w : 単位長さ当たりの質量
- W : 集中質量
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向

3.3.3.2 解析条件及び解析方法

- ① 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- ② 水平地震力が加わった場合の集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- ③ 自重及び鉛直地震力による集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントよりも小さいこと。
- ④ ①, ②, ③項の各条件を満足する理論解を各々 $\left(\frac{C}{L_w}\right)$ をパラメータとし、 $\left(\frac{W}{w \cdot L_0}\right)$ の関数として $\left(\frac{L_w}{L_0}\right)$ の最大値を求める。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_w 、 C 、 w 、 W は「3.3.3.1 解析モデル」参照。

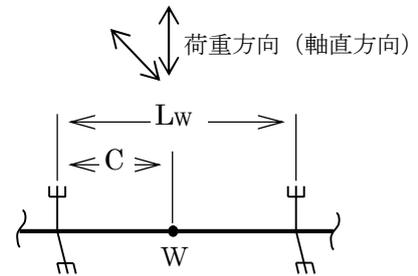
- ⑤ 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

3.3.3.3 解析結果及び支持方針

解析結果を図3-2「集中質量部支持間隔グラフ」に示す。図3-2は、弁等の重量物が設置された場合の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、低温配管中の電動弁、空気作動弁については、配管系及び弁自体の剛性を適切

に評価し、弁駆動部の偏心荷重によって過大な荷重が配管に生じないように配管並びに必要な応じ、弁上部を支持する。



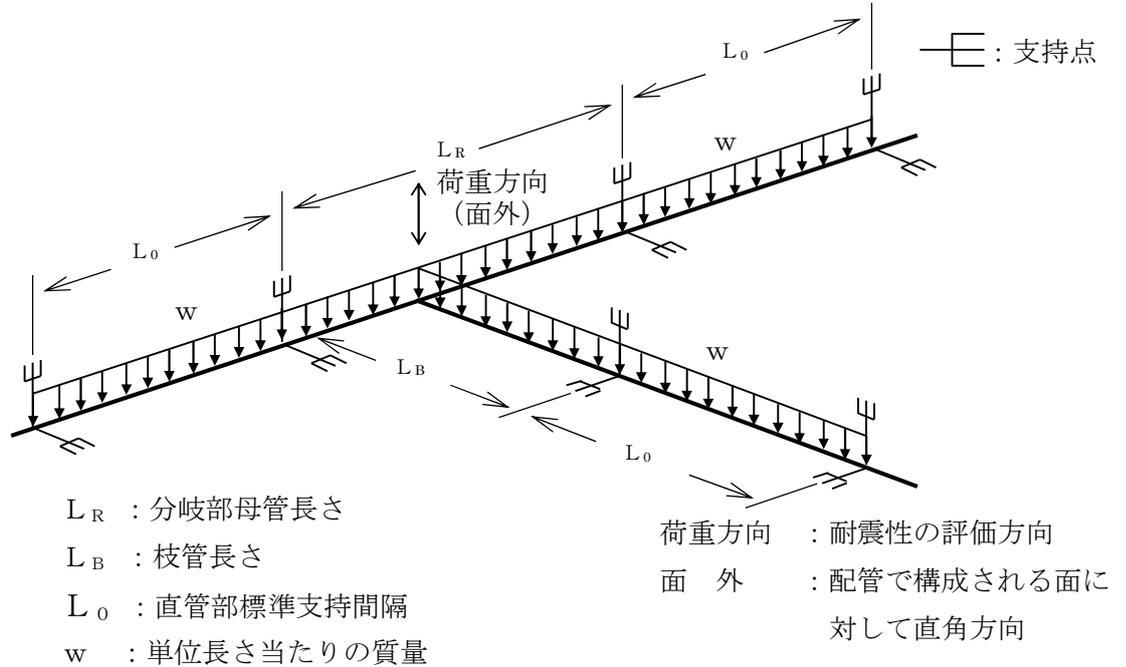
NT2 補① V-2-1-12-1 R1

図 3-2 集中質量部支持間隔グラフ

3.3.4 分岐部の支持間隔

3.3.4.1 解析モデル

配管の分岐部は、次に示すように分岐部の支持端を単純支持はりとする等分布質量の連続はりにモデル化する。分岐管はピン結合とする。



3.3.4.2 解析条件及び解析方法

- ① 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- ② 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- ③ 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。
- ④ ①, ②, ③項の各条件を満足する分岐部支持間隔比 $\left(\frac{L_R}{L_0}\right)$ の最大値を, $\left(\frac{L_B}{L_0}\right)$ の関数として求める。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_R , L_B は「3.3.4.1 解析モデル」参照。

- ⑤ 支持点間の標準支持間隔比より求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

3.3.4.3 解析結果及び支持方針

解析結果を図3-3「分岐部支持間隔グラフ」に示す。図3-3は、分岐部の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径分岐の場合は、各口径に対応する標準支持間隔のうち最短のものを選定し

て分岐部支持間隔を求める。

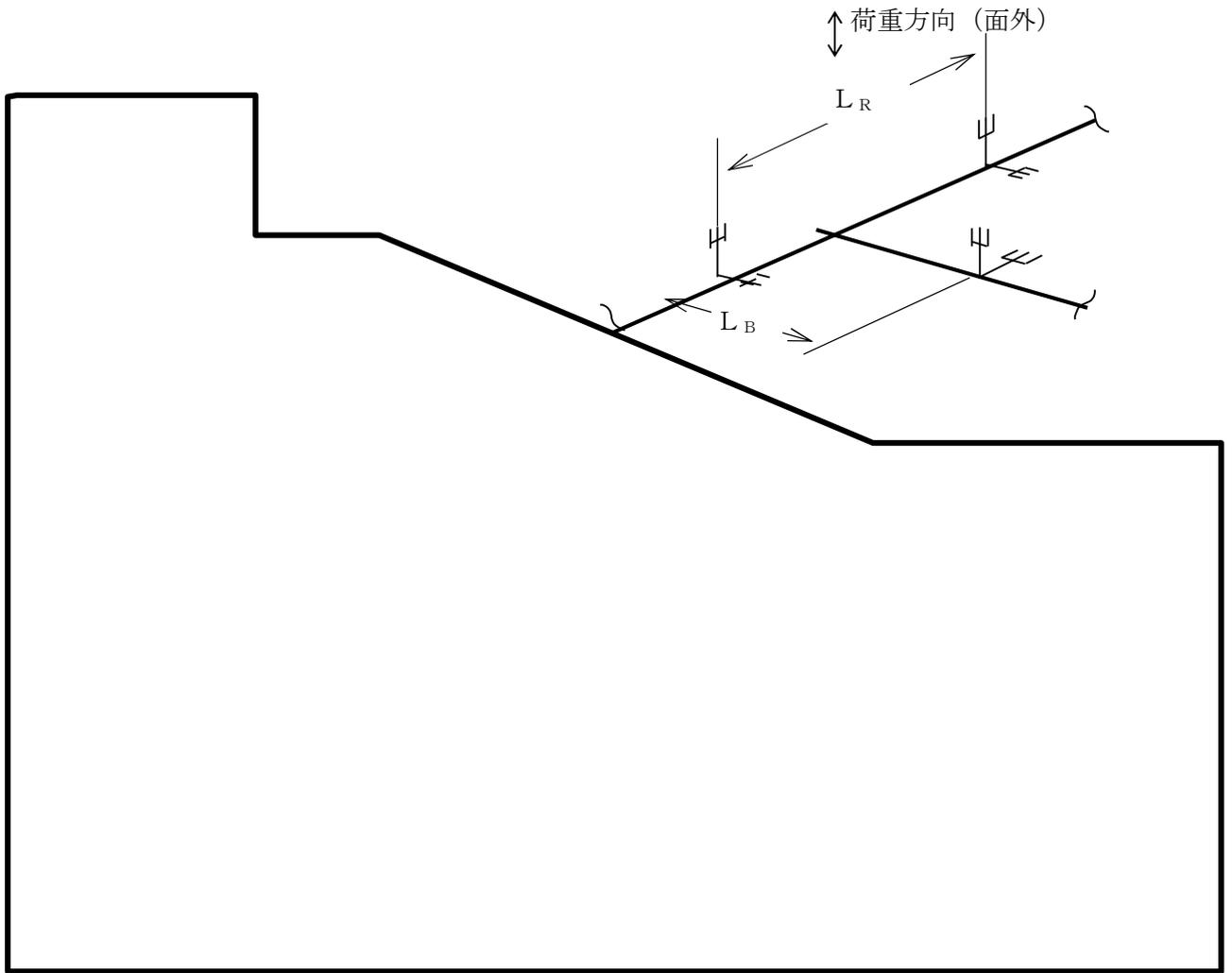


図 3-3 分岐部支持間隔グラフ

3.3.5 支持点の設定方法

標準支持間隔法を適用して配管に支持点を設ける場合の手順は、対象とする配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数に基づき、直管部標準支持間隔を選定し、この直管部標準支持間隔をもとに各要素（直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部）の支持間隔を定めるとともに、各要素の評価方向が拘束されるように支持点の設定を行う。

3.3.5.1 直管部標準支持間隔の選定と各要素の支持間隔

直管部標準支持間隔は、配管仕様（材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体、単位長さ当たりの質量）、建屋、床区分及び減衰定数別に算出していることから、設計する配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数に応じて選定する。直管部については、この直管部標準支持間隔以内で支持し、また、曲がり部、集中質量部及び分岐部については、各々の支持間隔比に直管部標準支持間隔を乗じた支持間隔以内で支持する。

3.3.5.2 各要素の評価方向

配管の各要素（直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部）は、これらの形状が持つ特性から、同程度の荷重が負荷されても方向により各要素の応力又は固有振動数への影響が異なるため、最も影響が大きい方向を評価（荷重）方向と特定して、支持間隔を定めている。支持点の設定に当たっては、次に示す各要素の評価方向が拘束されるようにする。

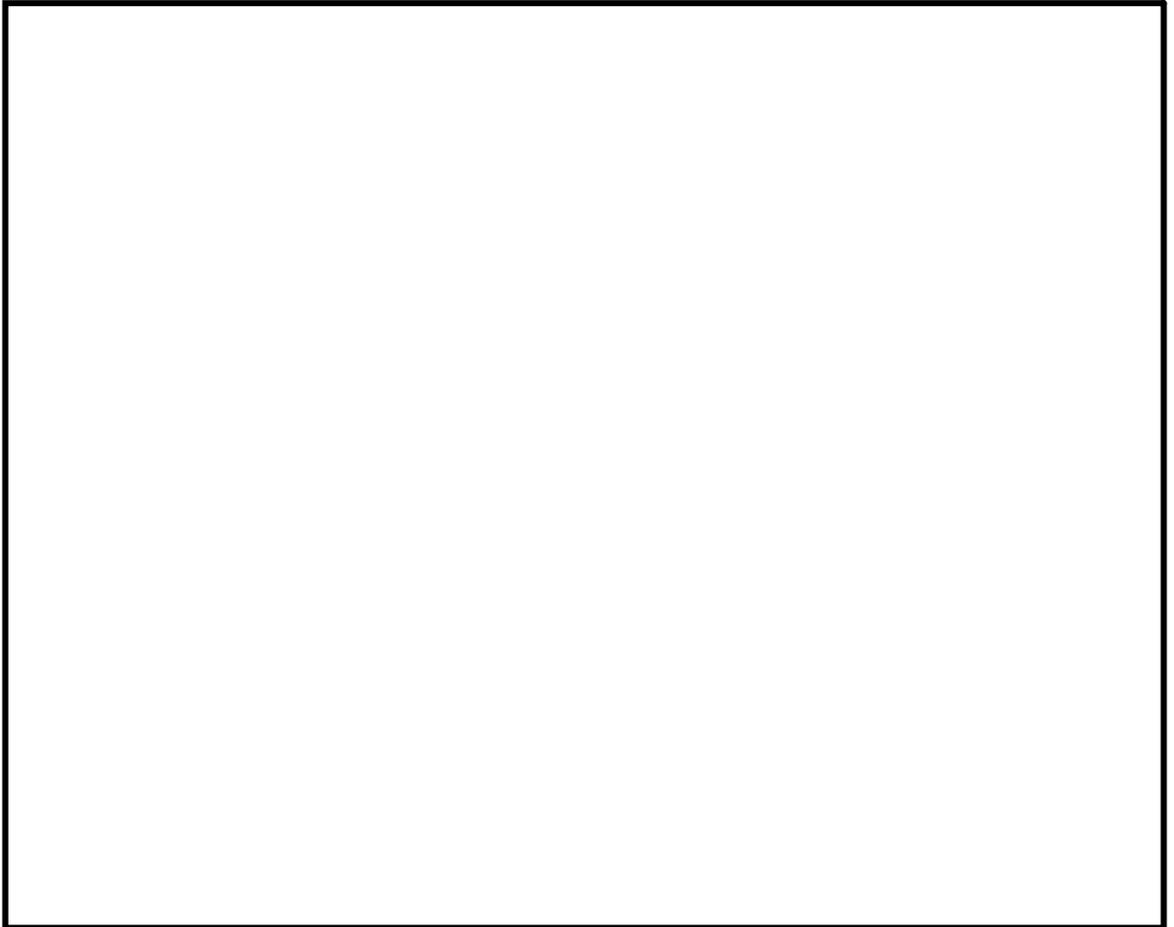
- (1) 直管部及び集中質量部の支持間隔は、配管軸直 2 方向
- (2) 曲がり部の支持間隔は、曲がり部をはさむ両辺で作る面の面外方向
- (3) 分岐部の支持間隔は、母管と分岐管が作る面の面外方向

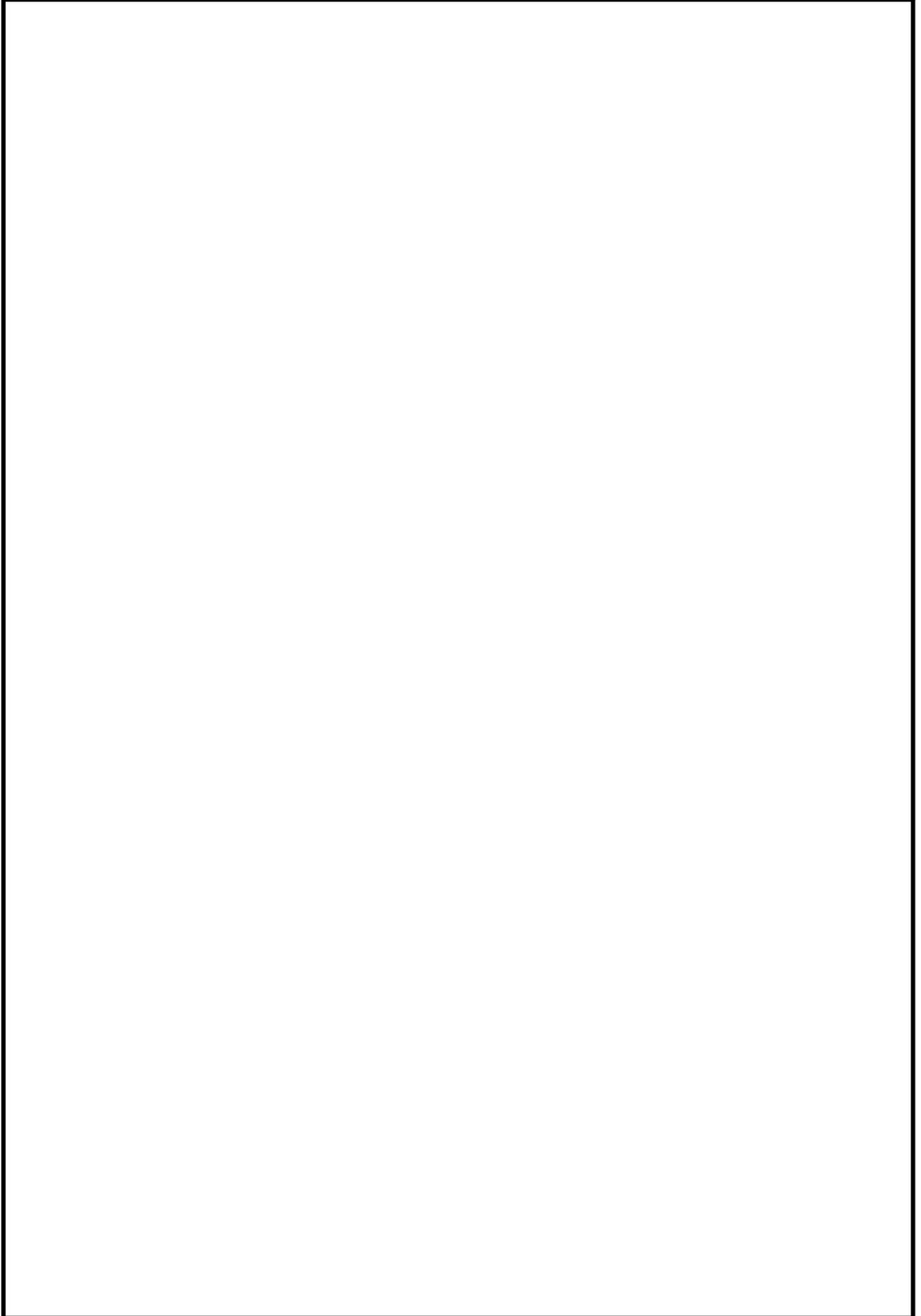
なお、配管軸方向の評価は、配管軸方向の配管質量を集中質量とみなし、それに直交する配管上の支持点で評価することとして、集中質量部の支持間隔を用いる。

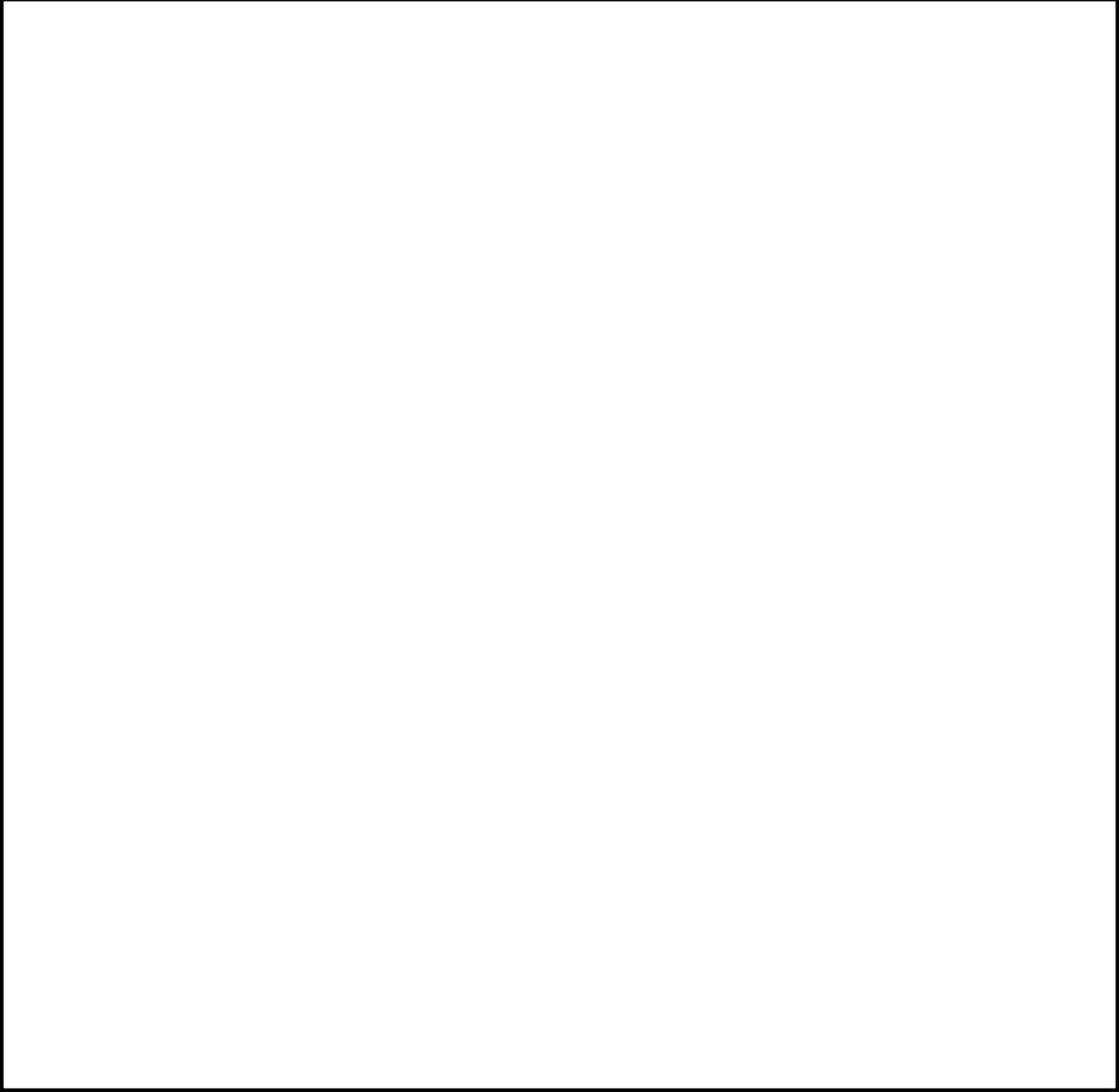
以上を考慮するとともに、各要素の方向（配管軸直と軸方向の 3 方向）ごとに拘束されていない方向がないようにする。

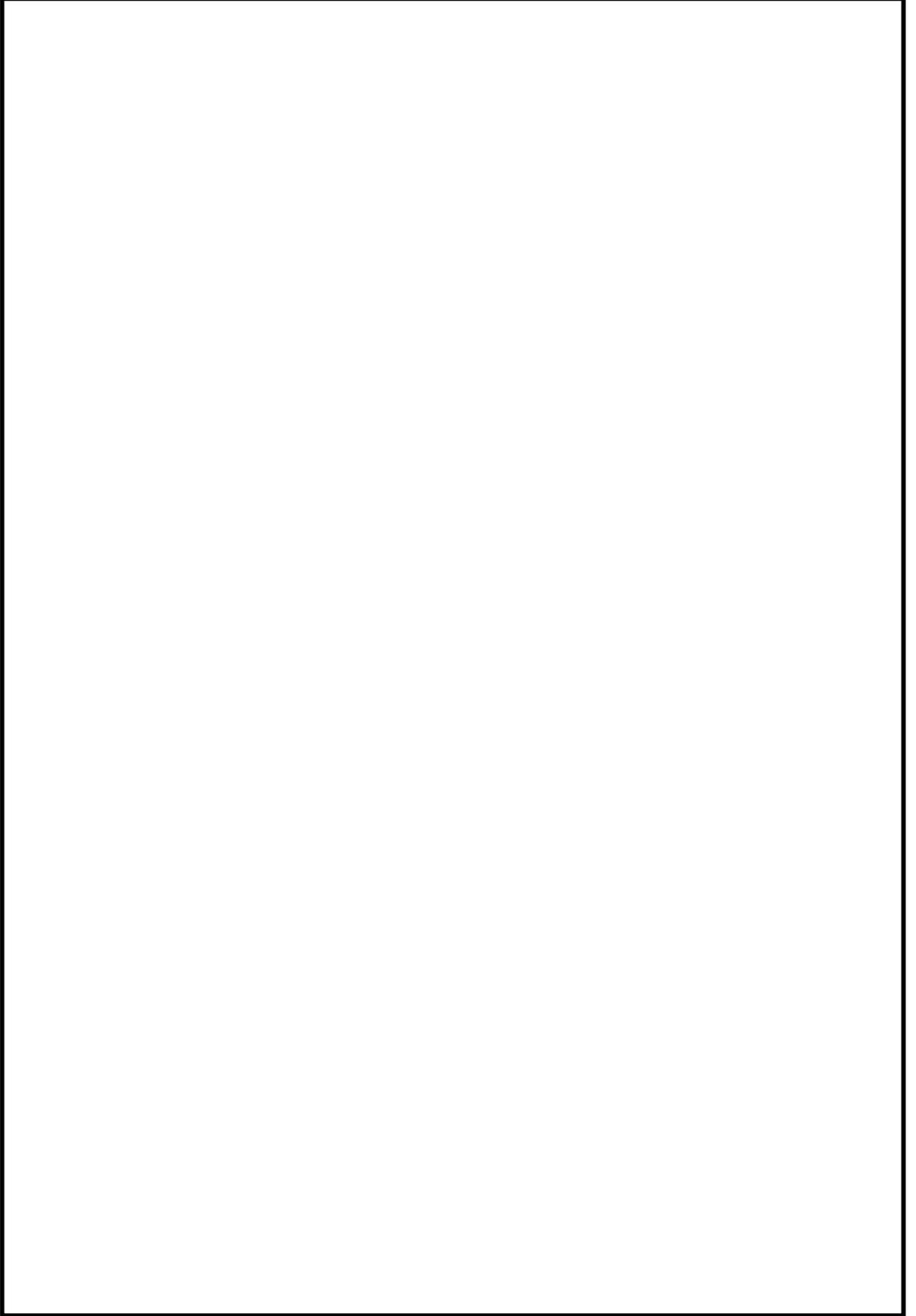
3.3.5.3 支持点の設定方法及び手順

下記の配管を例に，具体的な支持点の設定方法及び手順を(1)～(9)項に示す。







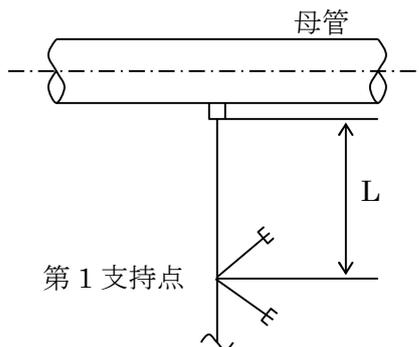


3.3.6 支持点を設定する上での考慮事項

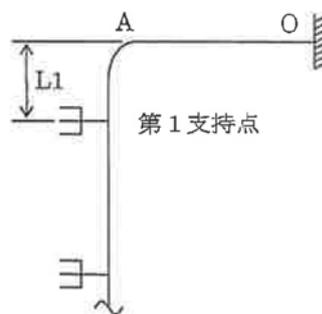
配管の各要素に対応した支持間隔を満足するとともに、次の事項も考慮して設計する。

3.3.6.1 分岐部

配管の分岐部で母管に熱膨張又は地震による変位がある場合は、分岐部から第1支持点までの長さ L を、これらの変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



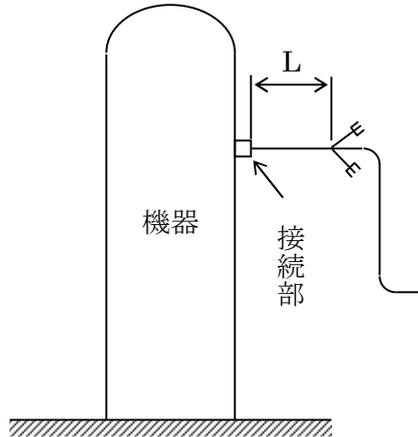
また右図のような曲げ部でA O間の熱膨張変位がある場合は、曲げ部から第1支持点までの長さ L_1 を、これらの変位により発生する応力が許容応力以下となるように定める。



3.3.6.2 機器との接続部

機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位による発生応力が大きい場合は、接続部（固定点）近傍で支持することができない場合がある。

この場合のLは、「3.4.6.1 分岐部」と同様に機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



3.3.6.3 建物・構築物の相対変位

建物・構築物間に渡って設置される配管については、地震時の建物・構築物間の相対変位による発生応力を加味して、配管の設計及び支持方法を定める。

3.3.6.4 弁

配管に弁が設置される場合は、図3-2「集中質量部支持間隔グラフ」に基づき前後の支持点が決める。

弁は、配管より厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。一方、集中質量部の支持間隔を求める際には、弁も配管と同一仕様としたうえで、弁質量を負荷することで安全側の評価を行っている。このため、弁の評価は配管の評価で包絡される。

なお、地震時に動的機能維持が要求される弁に対しては、必要に応じて3次元はりモデルを用いた評価を行い、「弁駆動部の機能維持確認済加速度」を超える場合は、駆動部を支持する。

3.3.6.5 建屋階層

支持間隔は床区分ごとに設定されているため、当該配管を敷設する床区分に応じて、上下階層の支持間隔を比較し、短い方の支持間隔を運用して評価を行う。なお、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で最も短いものを適用して評価を行う。

3.3.7 設計上の処置方法

標準支持間隔法による配管の耐震設計においては、各要素の支持間隔又は各要素の支持間隔を組み合わせた支持間隔を用いる。標準支持間隔法によることが困難な場合は、次のいずれかの方法で対処する。

- (1) 配管系を3次元はりモデルとして解析を行い、配管の設計及び支持方法を定める。
実際の配管条件に基づいた直管部標準支持間隔法を算出し、配管間隔を設定する。
- (2) 当該配管が121℃未満かつ口径50A以下であることを確認した上で、直管部標準支持間隔を算出する解析モデルを、当該配管固有の設計条件（制限振動数、適用床区分、適用減衰定数、解析ブロック範囲、配管系内最小必要支持点数、圧力、温度、支持構造物の固有振動数、設計用床応答曲線、材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体及び単位長さ当たりの質量）に応じて設定する。

3.3.8 標準支持間隔

本章を踏まえて定めた緊急時対策所用代替電源設備の配管における基準地震動 S_0 に対する直管部標準支持間隔，固有振動数及び発生応力を表3-7「直管部標準支持間隔」に示す。

各要素（曲がり部，集中質量部及び分岐部）の支持間隔は，表番リスト以降に示す直管部標準支持間隔に，図3-1「曲がり部支持間隔グラフ」，図3-2「集中質量部支持間隔グラフ」及び図3-3「分岐部支持間隔グラフ」を適用することで算出する。

表3-7 直管部標準支持間隔(減衰定数0.5%)

建屋	E L. (m)	材料	外径 (mm)	保温材の有無	単位長さ当たりの質量 (kg/m)	解析結果				番号
						支持間隔 (m)	固有振動数 (Hz)	一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	23.3	STPT370	60.5	無	7.27	4.0	10.0	148	331	1
緊急時対策所建屋	23.3		60.5	無	7.27	4.0	10.0	148	331	1
			60.5	無	7.27	3.9	10.3	101	331	2
緊急時対策所建屋	30.3	STPT370	48.6	無	5.21	3.6	10.1	147	331	4
			48.6	無	5.21	3.5	10.4	103	331	3
			48.6	無	5.21	3.6	10.1	147	331	4
緊急時対策所建屋	30.3	STPT370	48.6	無	5.21	3.5	10.4	104	331	4
緊急時対策所建屋	30.3	STPT370	27.2	無	2.04	2.7	10.1	147	331	5

3.4 振動数を基準とした標準支持間隔法

配管系を剛（20Hz 以上）にし，地震による過渡の振動がないようにするために，配管系の各支持区間について，あらかじめ基準振動数をベースに定められた基準区間長以下となるように支持する。

(1) 直管部分

a. 配管軸直角方向の支持

両端単純支持と仮定した場合の配管径と長さの関係を 1 次固有振動数が基準振動数となるように定めておく。

b. 配管軸方向の支持

直管部分が長く，配管軸方向の動きが拘束されていない場合は軸方向の支持を行う。

(2) 曲り部分

曲り部分は曲面と直角な方向（面外方向：曲り部分前後の直管部分により構成される平面に垂直な方向）の振動数が低下する。このため曲り部分の近くで面外振動を抑えるよう支持を行い，支持区間の長さを直管部分の基準長さより縮小した値とし，曲げ部分についても 1 次固有振動数が基準振動数を下回ることはないようにする。

(3) 集中質量部

配管に弁等の集中質量がかかる場合，直管部と比較して剛性が低くなり 1 次固有振動数が低下する。このため，原則として集中質量部自体又は近傍を支持するものとする。

(4) 分岐部

配管の分岐部は主管に分岐管の質量が加わるため，直管部と比較して主管側の剛性が低くなり 1 次固有振動数が低下する。このため，分岐管側の質量の影響を受けないよう支持を行う。

4. 支持構造物の設計

4.1 概要

支持構造物は、配管系の地震荷重、自重、熱荷重等に対して十分な強度を持たせる必要がある。

支持構造物の設計に当たっては、支持構造物の型式ごとの定格荷重、最大使用荷重と配管系の支持点荷重を比較する荷重評価、又は配管系の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力を比較する応力評価を行う。

本章では、支持装置、支持架構及び付属部品から構成される支持構造物並びに埋込金物の設計の基本原則、選定方針、強度及び耐震評価の方法等を示す。

4.2 基本原則

4.2.1 支持構造物の設計において考慮すべき事項

支持構造物は、以下の点を考慮して設計する。

- (1) 支持装置及び付属部品は、配管系の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重が、使用される支持装置の定格荷重又は付属部品の最大使用荷重以下となるよう選定する。
- (2) 支持架構は、配管系の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重から求まる支持架構に生じる応力が、許容応力以下となるよう構造を決定する。
- (3) アンカ及びレストレイントとなる支持構造物は、建屋と共振しないように十分な剛性を持たせるものとする。
- (4) 支持構造物は点検の容易な構造とする。
- (5) 原則として、支持構造物は、埋込金物より建屋側へ荷重を伝える構造とする。
- (6) 支持構造物の設計に当たっては、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む）） J S M E S N C 1 -2005/2007）（日本機械学会 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）に従い熱荷重、自重等に対して十分な強度を持たせるとともに、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年9月、昭和62年8月及び平成3年6月）（以下「指針」という。）に従い、地震荷重に対して十分な強度を持たせるものとする。

4.2.2 支持構造物の設計荷重

支持構造物の設計に用いる支持点荷重は、耐震設計上の重要度分類に基づく設計用地震力を条件とした配管系の3次元はりモデルによる解析、又は標準支持間隔法により得られる支持点荷重を支持構造物の種別に応じて適切に組み合わせて求める。

支持構造物の設計に当たり荷重評価を行う場合は、配管系の支持点荷重と定格荷重又は最大使用荷重との比較を行う。

4.3 支持装置の設計

4.3.1 概要

支持装置は、型式ごとに基本形状が決まっており、配管系の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重と型式ごとに設定される定格荷重の比較による荷重評価によって選定できる。

4.3.2 支持装置の選定

支持装置は、以下の条件により選定する。

- (1) ロッドレストレイント
支持点荷重に基づき、定格荷重で選定する。
- (2) オイルスナップ、メカニカルスナップ
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。
- (3) スプリングハンガ、コンスタントハンガ及びリジットハンガ
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。

各支持装置の定格荷重及び主要寸法を表 4-1～表 4-7 に示す。

なお、本表に示す型式及び定格荷重は代表的な支持装置を示したものであり、記載のない型式であっても、同様に設定されている定格荷重により選定を行う。

表 4-1 ロッドレストレイントの定格荷重及び主要寸法

本体 型式	定格 荷重 (kN)	主要寸法 (mm)			
		L		D	d
		最小	最大		
06	9				
1	15				
3	45				
6	90				
10	150				
16	240				
25	375				
60	900				



表 4-2 オイルスナップの定格荷重及び主要寸法

本体 型式	定格 荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法(mm)		
			L	D	d
03	3				
05	5				
06	6				
1	10				
3	30				
5	50				
6	60				
10	100				
16	160				
20	200				
25	250				
30	300				
40	400				
50	500				
60	600				
100	1000				



表 4-3 メカニカルスナップの定格荷重及び主要寸法

本体型式	定格荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法 (mm)	
			L	D
01	1	[Large empty box for stroke and dimensions]		
03	3			
06	6			
1	10			
2	20			
3	30			
5	50			
6	60			
6	60			
8	80			
10	100			
16	160			
25	250			



表 4-4 (1/2) スプリングハンガ (その 1) の定格荷重

本体 型式	荷重範囲 (kN)				
	トラベルシリーズ				
	30	60	120	80	160
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

表 4-4 (2/2) スプリングハンガ (その 2) の定格荷重

本体 型式	荷重範囲 (kN)				
	トラベルシリーズ				
	30	60	120	85	170
0					
1					
2					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

表 4-5(1/4) スプリングハンガ (その 1) の主要寸法 (吊り型)

本体 型式	主要寸法 (mm)					C
	A	B				
		トラベルシリーズ				
		30	60	120	80	
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

表 4-5(2/4) スプリングハンガ (その 2) の主要寸法 (吊り型)

本体 型式	主要寸法(mm)				
	A	B			C
		トラベルシリーズ			
		30	60	120	
0					
1					
2					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

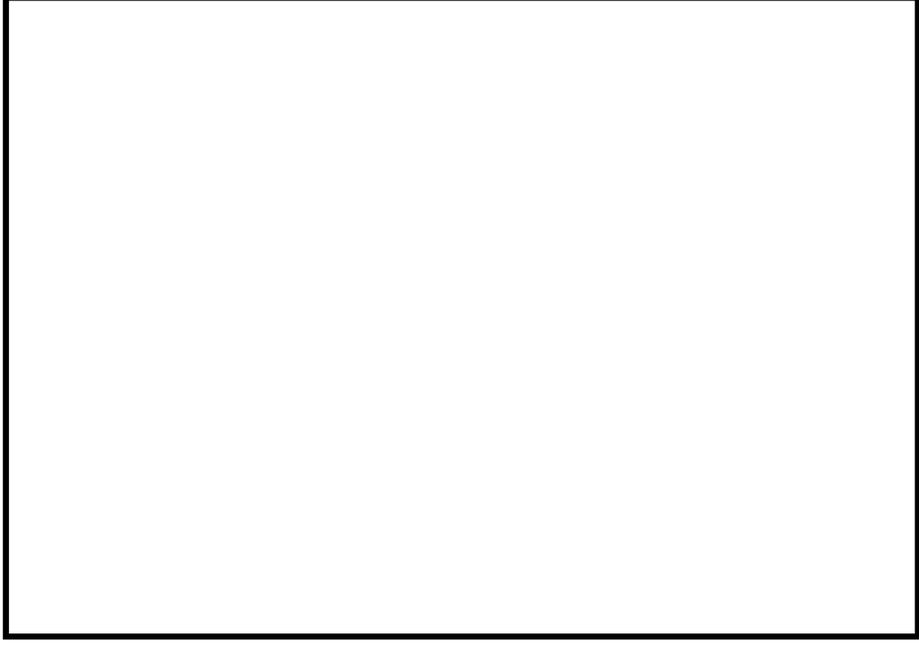


表 4-5(3/4) スプリングハンガ (その 1) の主要寸法 (置き型)

本体 型式	主要寸法 (mm)					
	A	B				C
		トラベルシリーズ				
		30	60	120	80	
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

表 4-5(4/4) スプリングハンガ (その 2) の主要寸法 (置き型)

本体 型式	主要寸法 (mm)					
	A	B				C
		トラベルシリーズ				
		30	60	120	85	
0						
1						
2						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

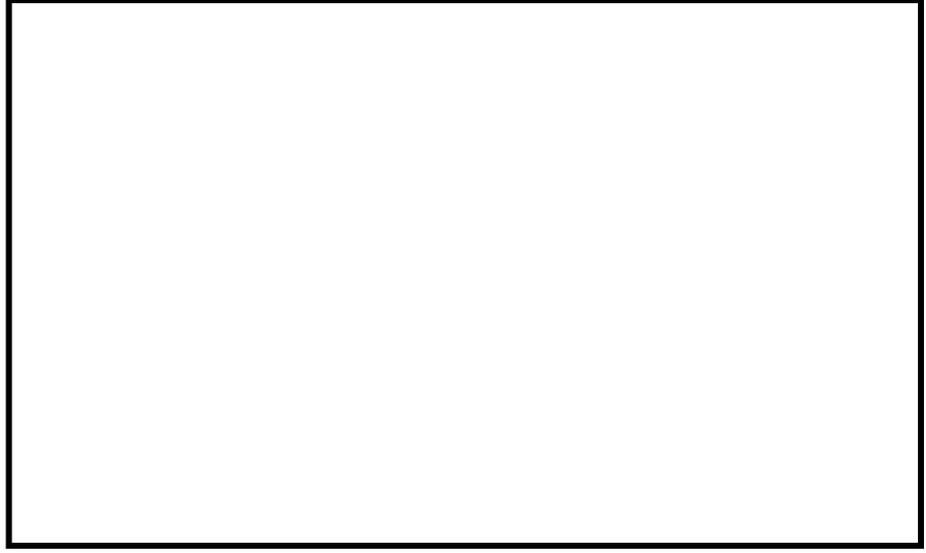


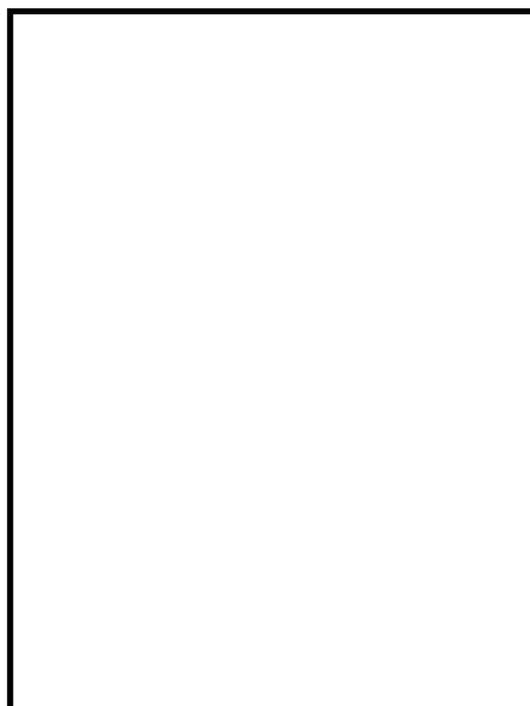
表 4-6 コンスタントハンガの定格荷重及び主要寸法

本体型式	荷重範囲 (kN)	主要寸法(mm)		
		A	B	C
01				
02				
03				
04				
05				
06				
09				
10				
13				
16				
18				
19				
20				
21				
24				
25				
28				
32				
33				
35				
36				
37				
40				
49				
50				
56				
59				
60				



表 4-7 リジットハンガの定格荷重

本体型式(ロッド径) (mm) d	定格荷重 (kN)
10	
12	
16	
20	
24	
30	
36	
42	
48	
56	
64	
72	
80	



4.3.3 支持装置の使用材料

設計・建設規格の適用を受ける箇所に使用する材料は、設計・建設規格 付録材料図表 Part1 に従うものとする。

4.3.4 支持装置の強度及び耐震評価方法

支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 定格荷重

支持装置の定格荷重は、設計・建設規格及び指針を満足するよう設定されたものであり、支持点荷重を上回る定格荷重が設定されている支持装置を選定することで、十分な強度及び耐震性が確保される。

(2) 支持装置の強度計算式

a. 記号の定義

支持装置の強度計算式に使用する記号は、下記のとおりとする。

(a) ロッドレストレイント

記号	定義	単位
A_c	圧縮応力計算に用いる断面積	mm^2
A_p	支圧応力計算に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
A_t	引張応力計算に用いる断面積	mm^2
B	ブラケットせん断断面寸法	mm
	クランプせん断断面寸法	
	スヘリカルアイボルト穴部せん断断面寸法	
C	ブラケット引張断面寸法	mm
	クランプ引張断面寸法	
D	ブラケット穴径	mm
	クランプ穴径	
	スヘリカルアイボルト穴径	
	パイプ外径	
d	ピン径	mm
	スヘリカルアイボルト穴部の軸径	
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
F_c	圧縮応力	MPa
F_p	支圧応力	MPa
F_s	せん断応力	MPa
F_t	引張応力	MPa

記号	定義	単位
f_c	許容圧縮応力	MPa
I	断面二次モーメント	mm^4
i	断面二次半径	mm
L	ピン間長さ	mm
l_k	座屈長さ	mm
M	スヘリカルアイボルト外径	mm
P	定格荷重	N
R	スヘリカルアイボルト半径	mm
T	ブラケット板厚	mm
	クランプ板厚	
t	パイプ板厚	mm
	スヘリカルアイボルト穴部板厚	
Λ	限界細長比	—
λ	有効細長比	—

(b) オイルスナッパ

記号	定義	単位
A_c	圧縮応力計算に用いる断面積	mm^2
A_p	支圧応力計算に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
A_t	引張応力計算に用いる断面積	mm^2
B	イーヤ穴部せん断断面寸法	mm
	クランプ穴部せん断断面寸法	
	ブラケット穴部せん断断面寸法	
	ロッドエンド穴部せん断断面寸法	
C	イーヤ引張断面寸法	mm
	クランプ引張断面寸法	
	ブラケット引張断面寸法	
	ロッドエンド引張断面寸法	
D	イーヤ穴径	mm
	クランプ穴径	
	ブラケット穴径	
	ロッドエンド穴径	
	シリンダカバー内径	
	コネクティングパイプ外径	
	ピストンロッド外径	

記号	定義	単位
D_1	アダプタ外径	mm
D_2	アダプタ内径	mm
d	ピン径	mm
	ピストンロッド最小断面部の径	
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
F_c	圧縮応力	MPa
F_p	支圧応力	MPa
F_s	せん断応力	MPa
F_t	引張応力	MPa
	内圧による引張応力	
f_c	許容圧縮応力	MPa
h	すみ肉溶接部脚長	mm
h_1	アダプタすみ肉溶接部脚長	mm
h_2	アダプタすみ肉溶接部脚長	mm
I	断面二次モーメント	mm ⁴
i	断面二次半径	mm
K	シリンダチューブ内圧	MPa
L	コネクティングパイプ長さ	mm
l_k	座屈長さ	mm
M	六角ボルトの呼び径	mm
	タイロッドのねじ部呼び径	
n	六角ボルトの本数	本
	タイロッドの本数	
P	定格荷重	N
r_1	シリンダチューブの内半径	mm
r_2	シリンダチューブの外半径	mm
T	クランプ板厚	mm
	イーヤ板厚	
	ブラケット板厚	
t	イーヤ穴部板厚	mm
	シリンダカバー板厚	
	コネクティングパイプ板厚	
	ロッドエンド板厚	
Λ	限界細長比	—
λ	有効細長比	—

(c) メカニカルスナップ

記号	定義	単位
A_c	圧縮応力計算に用いる断面積	mm^2
A_p	支圧応力計算に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
A_t	引張応力計算に用いる断面積	mm^2
B	イーヤせん断断面寸法	mm
	コネクティングチューブイーヤ部せん断断面寸法	
	ユニバーサルブラケット穴部せん断断面寸法	
	クランプ穴部せん断断面寸法	
	ブラケット穴部せん断断面寸法	
	ユニバーサルボックス穴部せん断断面寸法	
C	イーヤ引張断面寸法	mm
	クランプ引張断面寸法	
	コネクティングチューブイーヤ部引張断面寸法	
	ユニバーサルブラケット引張断面寸法	
	ブラケット引張断面寸法	
C_1	ユニバーサルボックス引張断面寸法	mm
C_2	ユニバーサルボックス引張断面寸法	mm
D	イーヤ穴径	mm
	クランプ穴径	
	ブラケット穴径	
	コネクティングチューブ外径	
	コネクティングチューブイーヤ部穴径	
	ユニバーサルブラケット穴径	
	ユニバーサルボックス穴径	
D_1	ロードコラム外径	mm
	ケースの支圧強度面内径	
	ベアリング押えの支圧強度面内径	
	ジャンクションコラムアダプタ外径	
D_2	ロードコラム内径	mm
	ケースのせん断強度面の径	
	ケースの支圧強度面外径	
	ベアリング押えのせん断強度面の径	
	ベアリング押えの支圧強度面外径	
	ジャンクションコラムアダプタ内径	

記号	定義	単位
D_3	ケースの引張強度面内径	mm
D_4	ケースの引張強度面外径	mm
d	ピン径	mm
	イーヤ穴部の軸径	
	ユニバーサルボックス穴部の軸径	
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
F_c	圧縮応力	MPa
F_p	支圧応力	MPa
F_s	せん断応力	MPa
F_t	引張応力	MPa
f_c	許容圧縮応力	MPa
h	すみ肉溶接部脚長	mm
I	断面二次モーメント	mm ⁴
i	断面二次半径	mm
L	コネクティングチューブの長さ	mm
l_k	座屈長さ	mm
M	六角ボルトの呼び径	mm
n	六角ボルトの本数	本
P	定格荷重	N
T	クランプ板厚	mm
	コネクティングチューブイーヤ部板厚	
	ユニバーサルブラケット板厚	
	イーヤ板厚	
	ブラケット板厚	
	ベアリング押え板厚	
	ケースの支圧強度面板厚	
t	コネクティングチューブ板厚	mm
T_1	ユニバーサルボックス板厚	mm
T_2	ユニバーサルボックス板厚	mm
Λ	限界細長比	—
λ	有効細長比	—

(d) スプリングハンガ

記号	定義	単位
A_c	圧縮応力計算に用いる断面積	mm^2
A_p	支圧応力計算に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
A_t	引張応力計算に用いる断面積	mm^2
a	上ブタ円板外径	mm
	下ブタ円板外径	
B	イーヤせん断断面寸法	mm
	クレビス穴部せん断断面寸法	
b	ばね平均径	mm
	上ブタイーヤ円面積変換径	
C	イーヤ引張断面寸法	mm
	クレビス引張断面寸法	
D	イーヤ穴径	mm
	ケース内径	
	クレビス穴径	
D_1	ばね平均径	mm
	ロードコラム外径	
D_2	ばね座外輪内径	mm
	ロードコラム内径	
D_3	ばね座内輪外径	mm
D_4	ばね座内輪内径	mm
d	ピン径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
F_b	曲げ応力	MPa
F_c	圧縮応力	MPa
F_m	組合せ応力	MPa
F_p	支圧応力	MPa
F_s	せん断応力	MPa
F_t	引張応力	MPa
f_c	許容圧縮応力	MPa
G	ターンバックルの内幅	mm
h	すみ肉溶接部脚長	mm
h_1	クレビス溶接部脚長	mm
h_2	クレビス溶接部脚長	mm

記号	定義	単位
I	断面二次モーメント	mm ⁴
i	断面二次半径	mm
J	ケース切り欠き部の幅	mm
K _d	ターンバックル外径	mm
K _t	ターンバックルの厚さ	mm
L	クレビスの板と板の距離	mm
	ロードコラムからばね座までの距離	
ℓ _k	座屈長さ	mm
M	ハンガロッドのねじ部呼び径	mm
	ロッドのねじ部呼び径	
M ₀	作用モーメント	N・mm
P	定格荷重	N
T	イーヤ板厚	mm
	ケース板厚	
	下ブタ板厚	
	クレビス板厚	
T ₁	ばね座外輪板厚	mm
	上ブタ板厚	
	ばね座板厚	
T ₂	ばね座内輪板厚	mm
	ばね座板厚	
T ₃	ばね座板厚	mm
T ₄	ばね座板厚	mm
Z	断面係数	mm ³
Λ	限界細長比	—
λ	有効細長比	—
β ₈	応力係数(機械工学便覧 材料力学第5章図82による)	—
β ₉	応力係数(機械工学便覧 材料力学第5章図84による)	—
β ₁₀	応力係数(機械工学便覧 材料力学第5章図84による)	—

(e) コンスタントハンガ

記号	定義	単位
A	ばね平均径	mm
A_p	支圧応力計算に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
A_t	引張応力計算に用いる断面積	mm^2
B	テンションロッド穴部せん断断面寸法	mm
	リンクプレート穴部せん断断面寸法	
	回転アーム穴部せん断断面寸法	
	イーヤ穴部せん断断面寸法	
	フレーム穴部せん断断面寸法	
C	イーヤ引張断面寸法	mm
C_1	アッパープレートの寸法	mm
D	イーヤ穴径	mm
	ばね座内径	
	テンションロッド穴径	
	回転アーム穴径	
	リンクプレート穴径	
d	ピン径	mm
F	ばね荷重	N
F A	ばね座にかかる荷重	N
F_b	曲げ応力	MPa
F_m	組合せ応力	MPa
F_p	支圧応力	MPa
F_s	せん断応力	MPa
F_t	引張応力	MPa
G	ターンバックルの内幅	mm
	ロードブロックの寸法	
H	溶接部のど厚	mm
h	すみ肉溶接部脚長	mm
h_1	アッパープレートのすみ肉溶接部脚長	mm
K_d	ターンバックル外径	mm
K_t	ターンバックルの厚さ	mm
L	リンクプレートの板と板の距離	mm
	イーヤの板と板の距離	
	テンションロッド溶接長さ	

記号	定義	単位
M	ハンガロッドのねじ部呼び径	mm
	テンションロッドのねじ部呼び径	
M_0	作用モーメント	$N \cdot mm$
P	定格荷重	N
P F	メインピンにかかる荷重	N
R	リンクプレート半径	mm
	テンションロッド穴部半径	
	回転アーム穴部半径	
	イーヤ半径	
S	回転アームの板と板の距離	mm
S_1	フレームの板と板の距離	mm
T	リンクプレート板厚	mm
	回転アーム板厚	
	イーヤ板厚	
	フレーム板厚	
	ばね座板厚	
T_1	アッパープレート板厚	mm
	テンションロッド穴部板厚	
Z	断面係数	mm^3
β_9	応力係数(機械工学便覧 材料力学第5章図84による)	—

(f) リジットハンガ

記号	定義	単位
A_p	支圧応力計算に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
A_t	引張応力計算に用いる断面積	mm^2
B	クレビスブラケットせん断断面寸法	mm
	クランプせん断断面寸法	
	アイボルト穴部せん断断面寸法	
	アイボルト穴部引張断面寸法	
C	クレビスブラケット引張断面寸法	mm
	クランプ引張断面寸法	
D	クレビスブラケット穴径	mm
	クランプ穴径	
d	ピン径	mm

記号	定義	単位
F_b	曲げ応力	MPa
F_m	組合せ応力	MPa
F_p	支圧応力	MPa
F_s	せん断応力	MPa
F_t	引張応力	MPa
h	すみ肉溶接部脚長	mm
L	クレビスブラケットの板と板の距離	mm
	クランプの板と板の距離	
T	クレビスブラケット板厚	mm
	クランプ板厚	
	アイボルト穴部板厚	
M	アイボルトのねじ部呼び径	mm
M_0	作用モーメント	N・mm
P	定格荷重	N
Z	断面係数	mm ³

b. 強度計算式

支持装置の強度計算式を以下に示す。

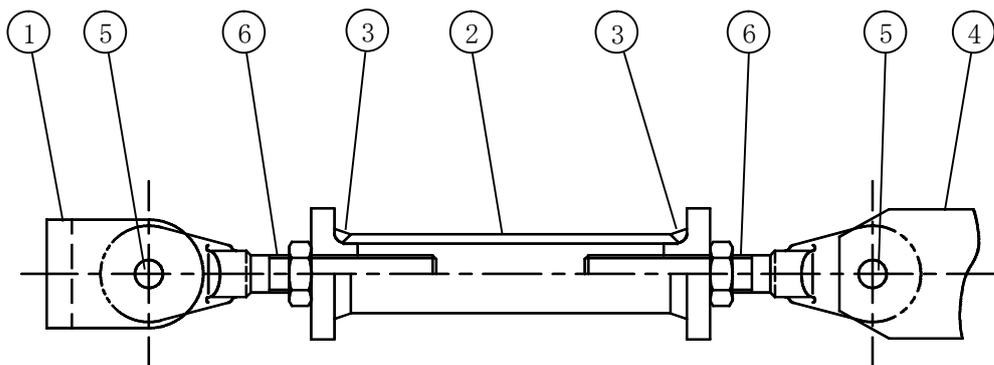
なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算できる。

(a) ロッドレストレイント

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生する引張応力（又は圧縮応力）、せん断応力及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①ブラケット、②パイプ、③アジャストナット溶接部、④クランプ、
- ⑤ピン、⑥スヘリカルアイボルト



ロ. 各部材の計算式

(イ) ブラケット (①) 及びクランプ (④)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

①ブラケット

④クランプ

(ロ) パイプ (②)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。

許容圧縮応力

(ハ) アジャストナット溶接部 (③)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ニ) ピン (⑤)

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(ホ) スペリカルアイボルト (⑥)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii ボルト部

(i) 引張応力評価

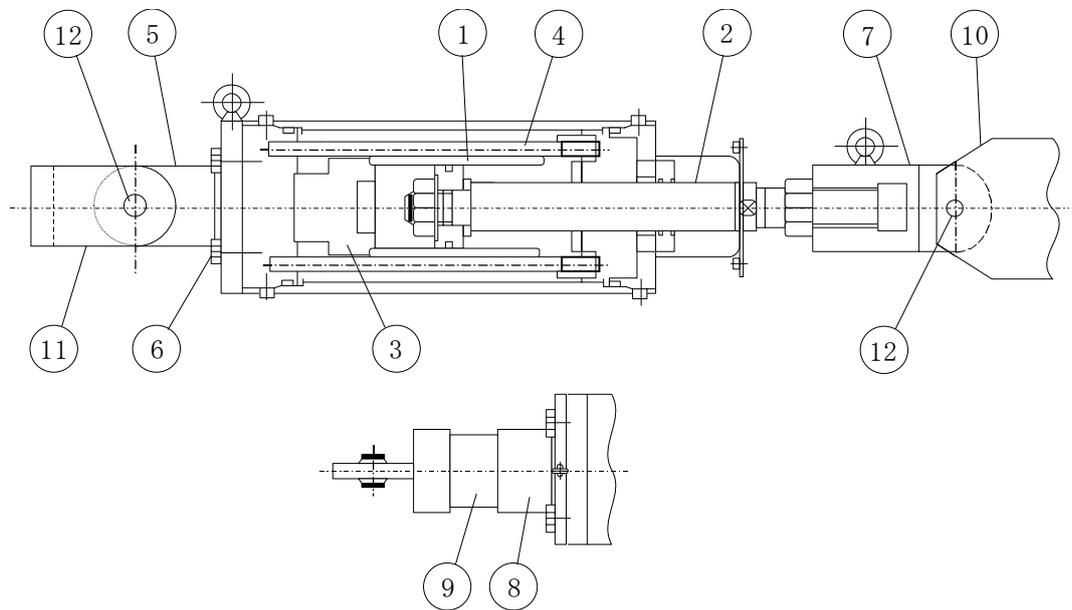
引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(b) オイルスナッパ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①シリンダチューブ, ②ピストンロッド, ③シリンダカバー,
- ④タイロッド, ⑤イーヤ, ⑥六角ボルト, ⑦ロッドエンド,
- ⑧アダプタ, ⑨コネクティングパイプ, ⑩クランプ, ⑪ブラケット,
- ⑫ピン



ロ. 各部材の計算式

(イ) シリンダチューブ(①)

i 引張応力評価

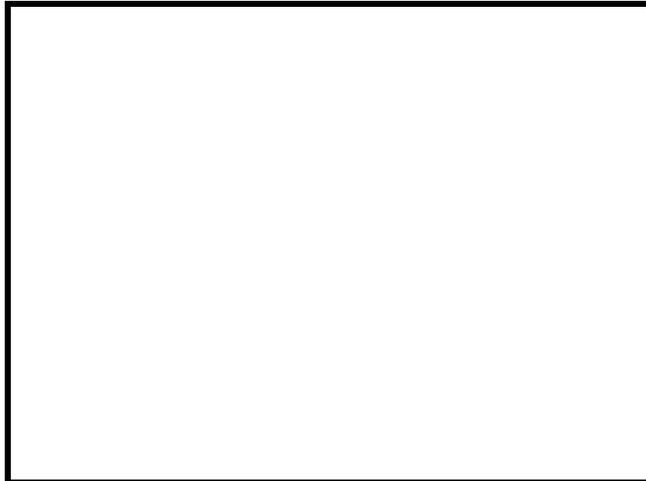
内圧により生ずる引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ロ) ピストンロッド(②)

i 引張応力評価

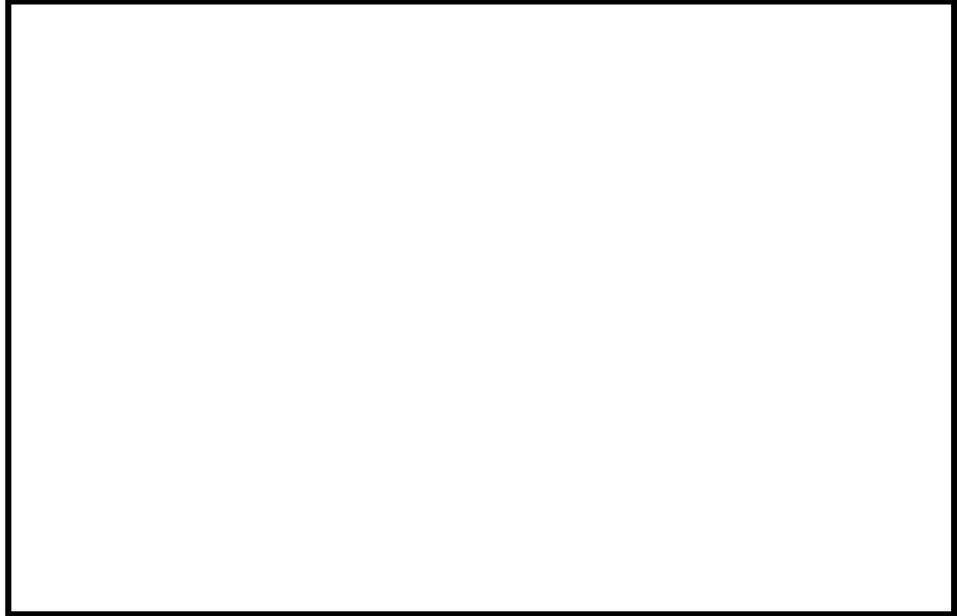
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ハ) シリンダカバー(③)

i せん断応力評価

内圧により生ずるせん断応力が,許容せん断応力以下であることを確認する。



(ニ) タイロッド(④)

i 引張応力評価

引張応力が,許容引張応力以下であることを確認する。



(ホ) イーヤ(⑤)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(へ) 六角ボルト(⑥)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ト) ロッドエンド(⑦)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



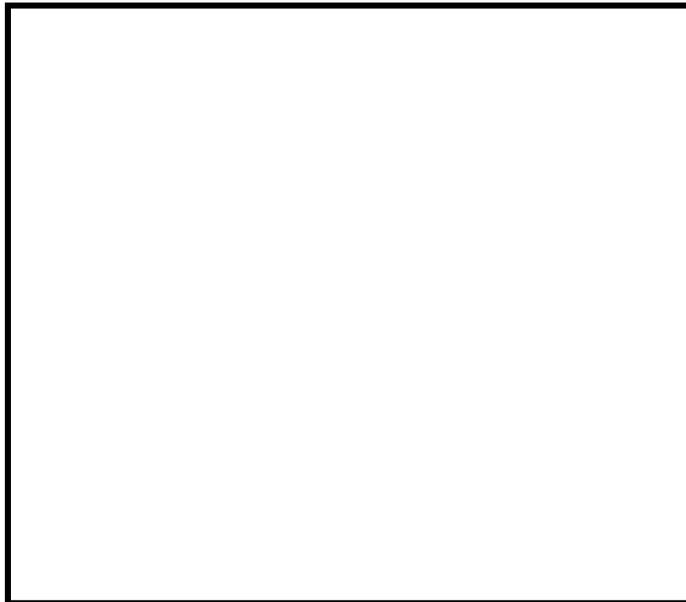
ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



(チ) アダプタ(⑧)

i 本体

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

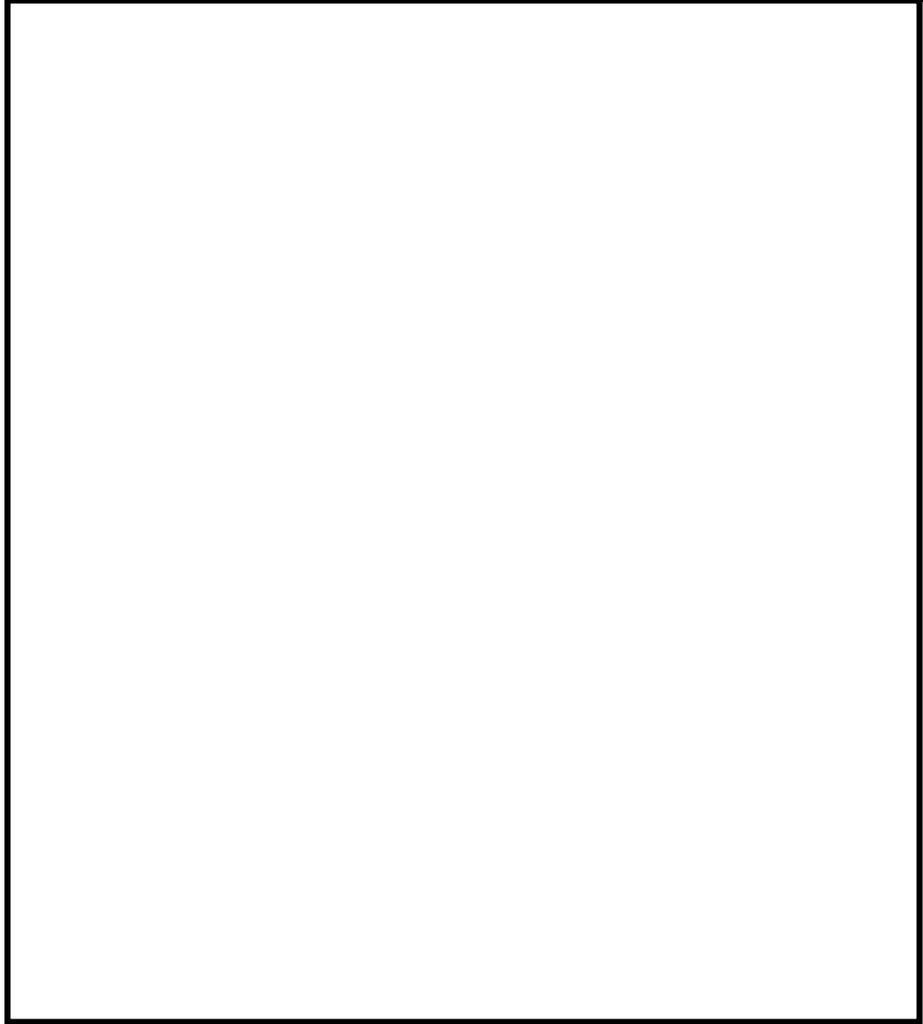
(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(リ) コネクティングパイプ(⑨)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



(ヌ) クランプ(⑩)及びブラケット(⑪)

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

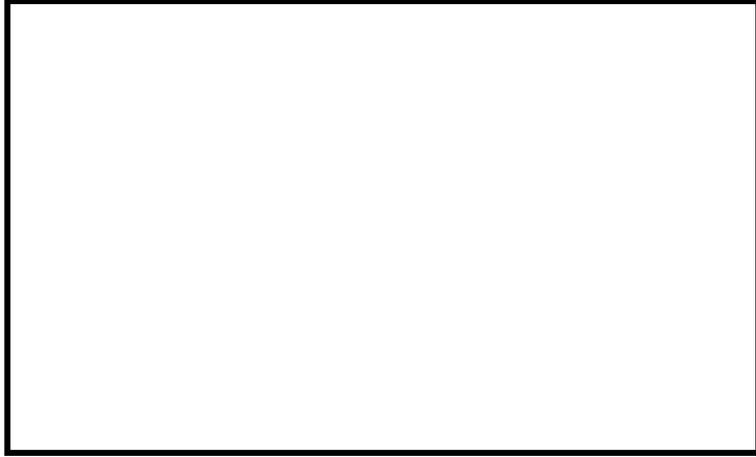
iii 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(ル) ピン(12)

i セン断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

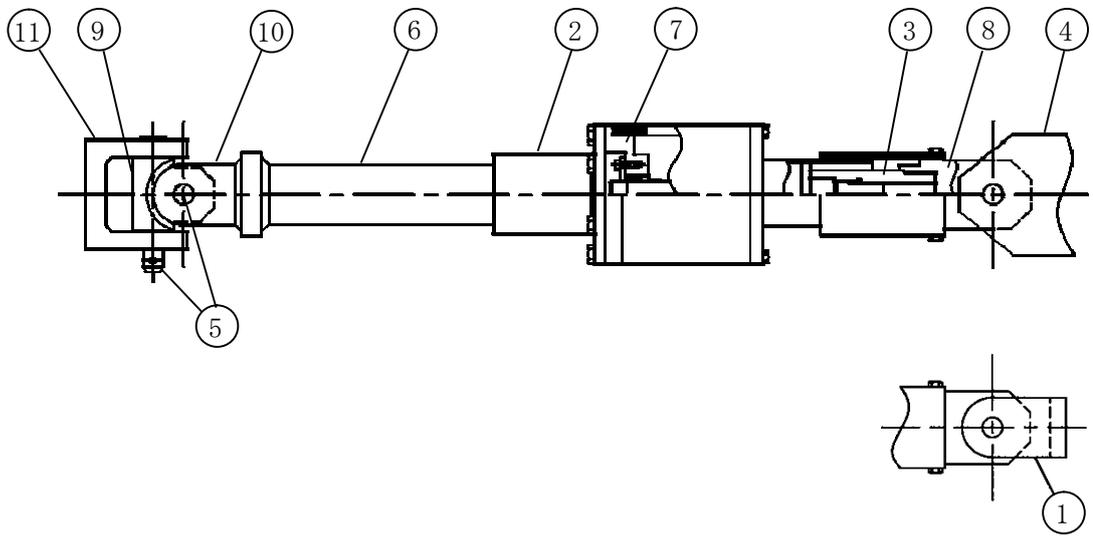


(c) メカニカルスナップ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生する引張応力（又は圧縮応力）、せん断応力及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①ブラケット、②ジャンクションコラムアダプタ、③ロードコラム、
- ④クランプ、⑤ピン、⑥コネクティングチューブ、
- ⑦ケース、ベアリング押え及び六角ボルト、⑧イーヤ、
- ⑨ユニバーサルボックス、⑩コネクティングチューブイーヤ部、
- ⑪ユニバーサルブラケット



ロ. 各部材の計算式

(イ) ブラケット(①), クランプ(④), コネクティングチューブイーヤ部(⑩)
及びユニバーサルブラケット(⑪)

i 引張応力評価

引張応力が, 許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が, 許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が, 許容支圧応力以下であることを確認する。

(ロ) ジャンクションコラムアダプタ (②)

i 六角ボルト

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価 (本体型式 06 及び 1)

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(ii) 引張応力評価 (本体型式 3～25)

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ハ) ロードコラム (③)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ニ) ピン(⑤)

i せん断応力評価

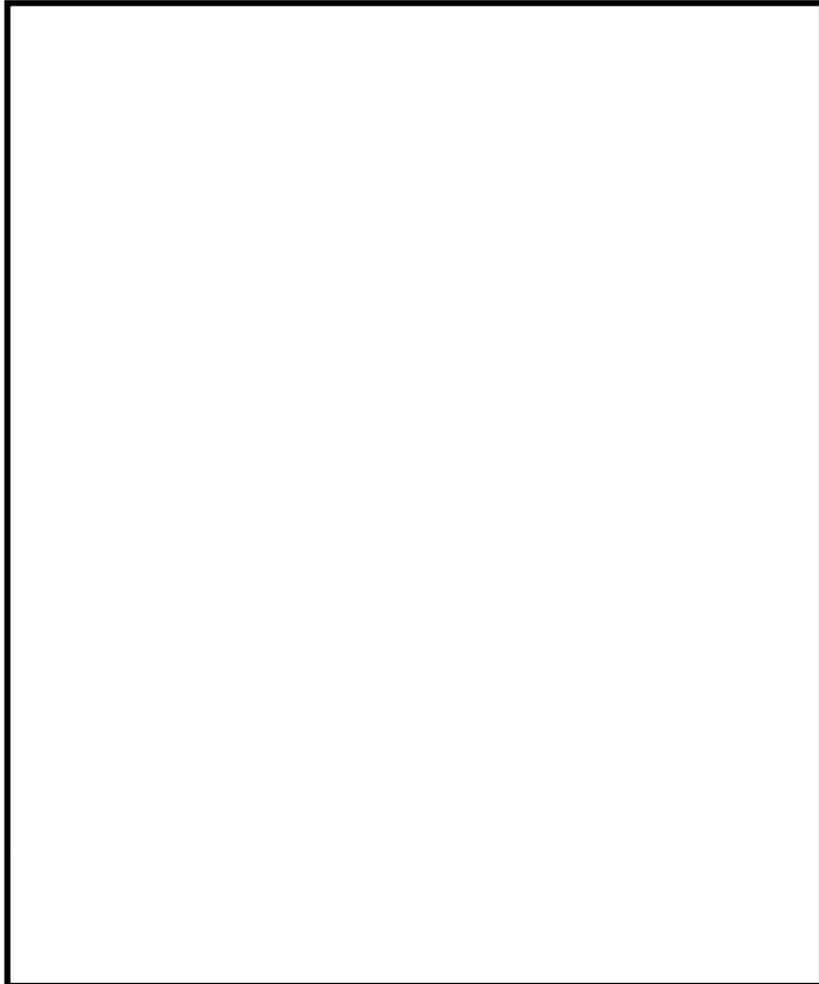
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(ホ) コネクティングチューブ(⑥)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



(へ) ケース, ベアリング押え及び六角ボルト (⑦)

i ケース

(i) 引張応力評価

引張応力が, 許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が, 許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が, 許容支圧応力以下であることを確認する。

ii ベアリング押え

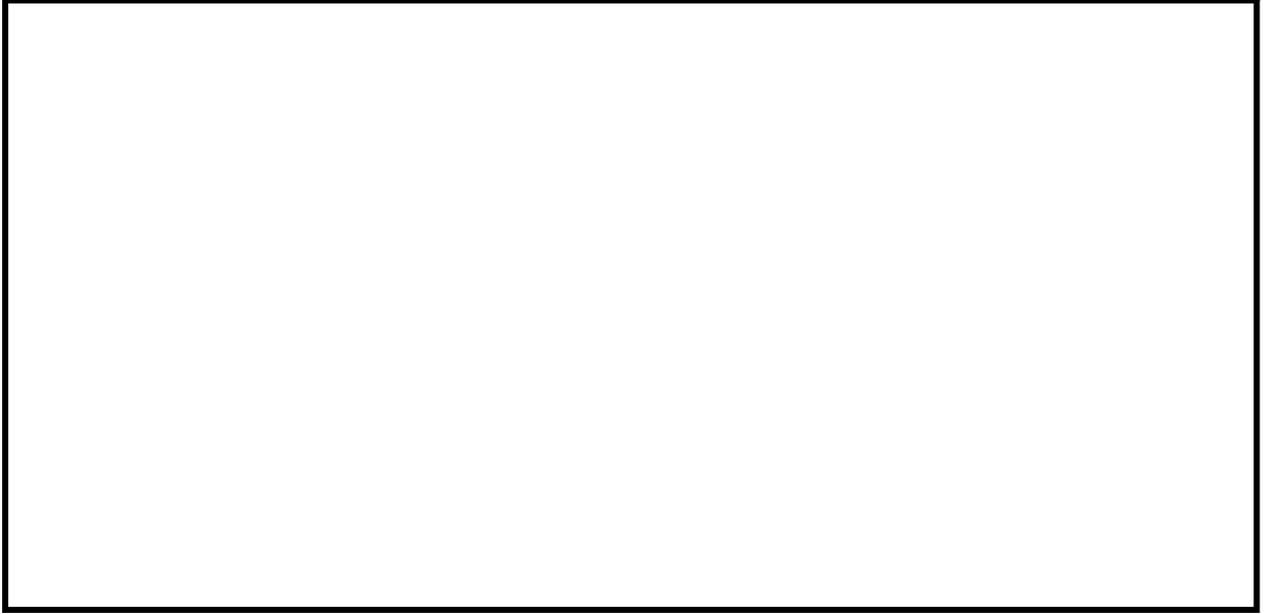
(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(ii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



iii 六角ボルト

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ト) イーヤ(⑧)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

(チ) ユニバーサルボックス (⑨)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

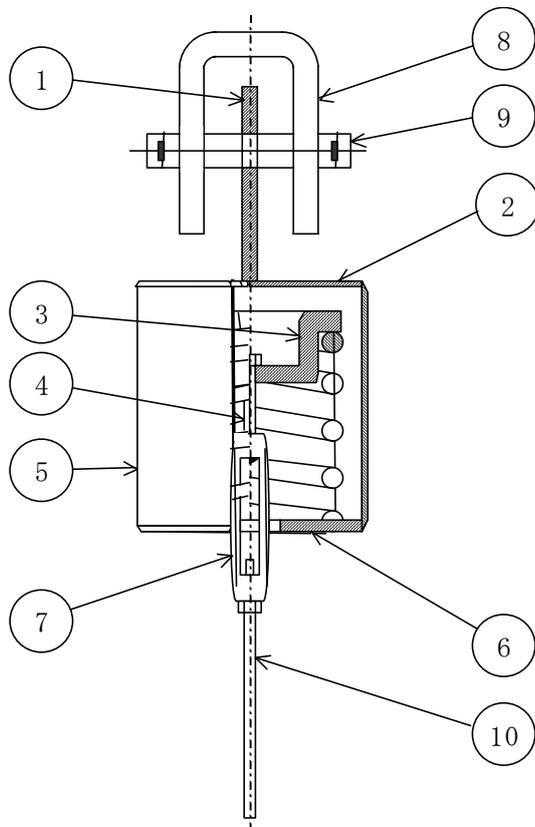
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

(d) スプリングハンガ

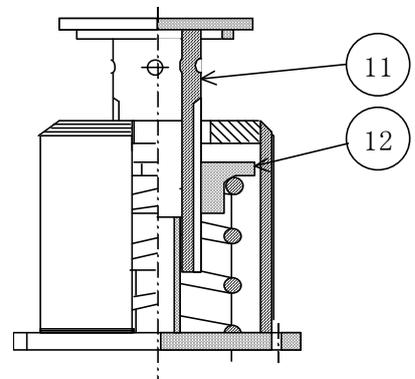
応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力（又は圧縮応力）及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①イーヤ、②上ブタ、③ばね座（吊り型）、④ハンガロッド、⑤ケース、
- ⑥下ブタ、⑦ターンバックル、⑧クレビス、⑨ピン、⑩ロッド、
- ⑪ロードコラム、⑫ばね座（置き型）



吊り型



置き型

ロ. 各部材の評価式

(イ) イーヤ(①)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

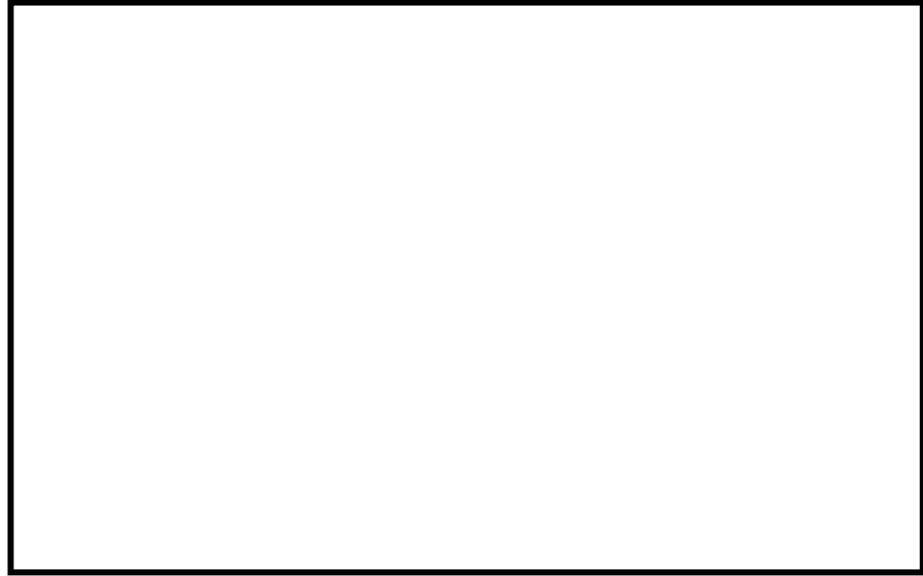
(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

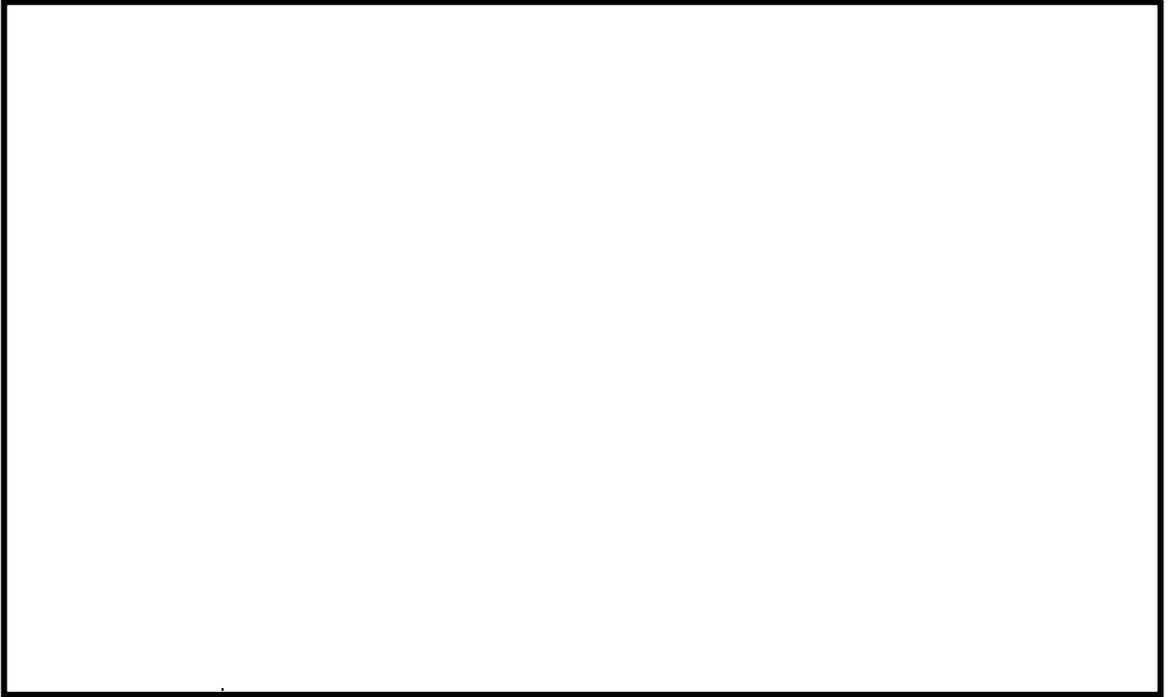


(ロ) 上ブタ(②)

i 本体

上部カバーに発生する曲げ応力を算出し,算出結果が許容曲げ応力値以下であることを確認する。

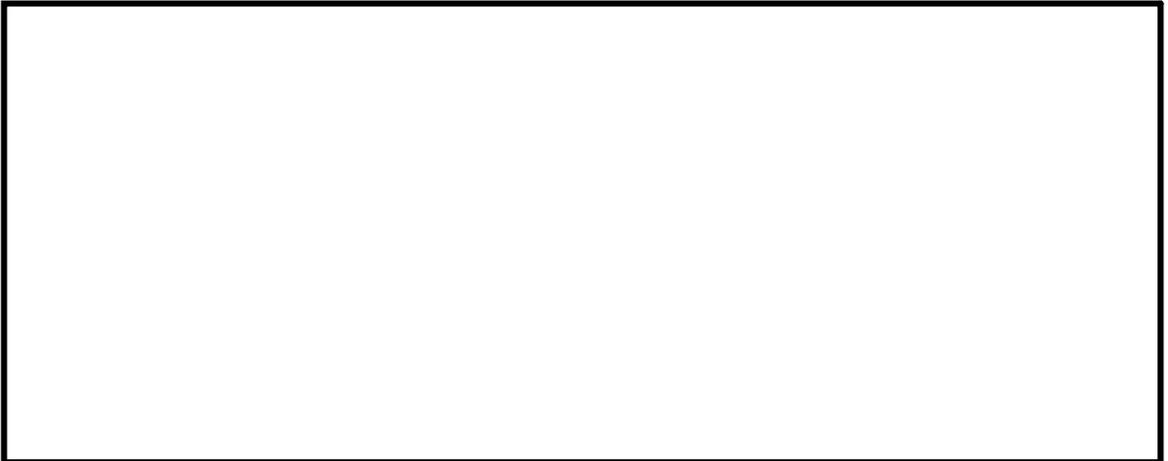
(i) 曲げ応力評価



ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が,許容せん断応力以下であることを確認する。



(ハ) ばね座(③)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



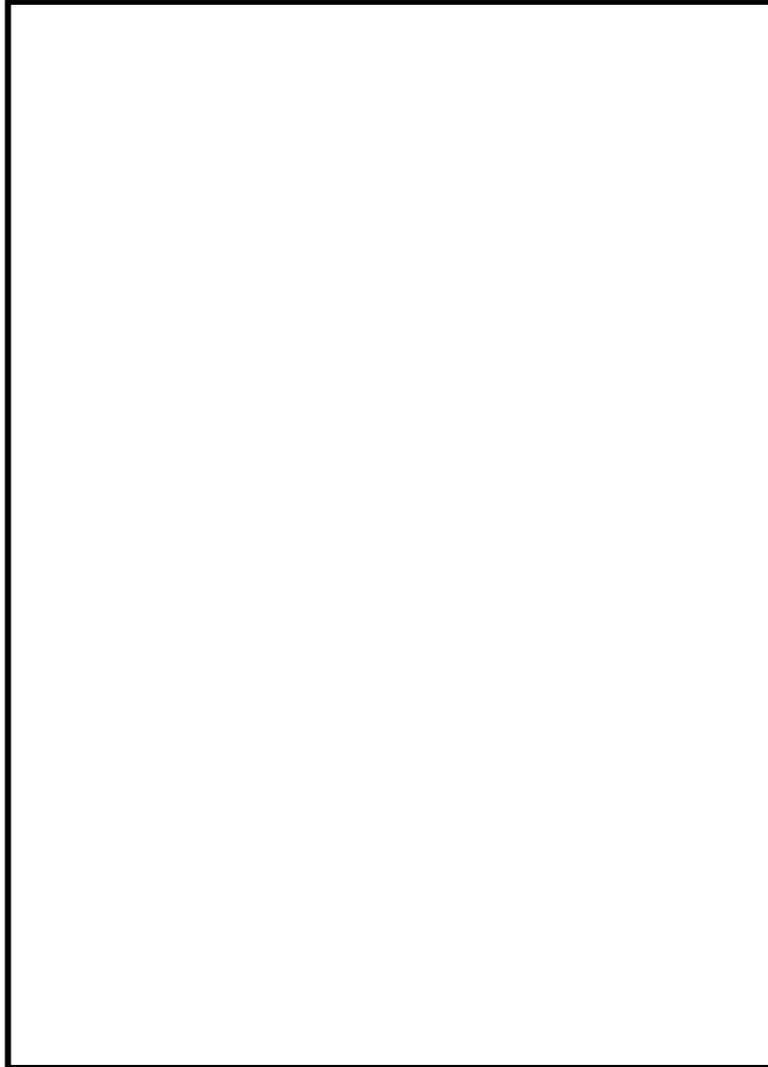
ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 引張応力評価

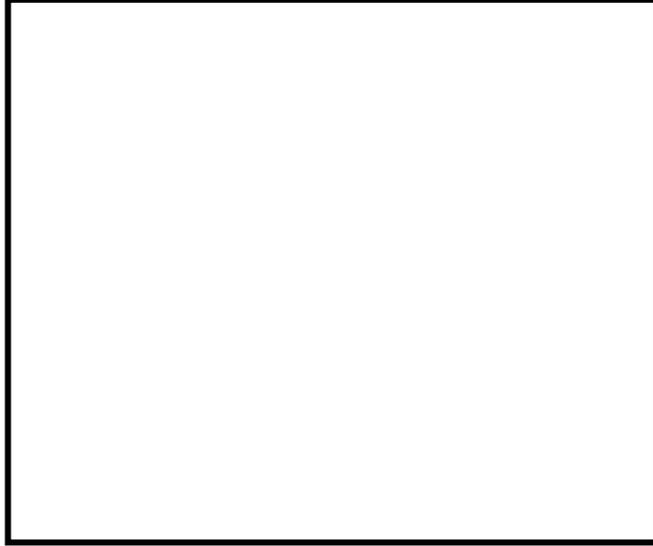
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ニ) ハンガロッド(④)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ホ) ケース(⑤)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(へ) 下ブタ(⑥)

i 本体

(i) 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(ト) ターンバックル(⑦)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(チ) クレビス(⑧)

i 本体

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(リ) ピン(⑨)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

(ヌ) ロッド(⑩)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ル) ロードコラム(Ⅱ)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。

許容圧縮応力

(ヲ) ばね座(12)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

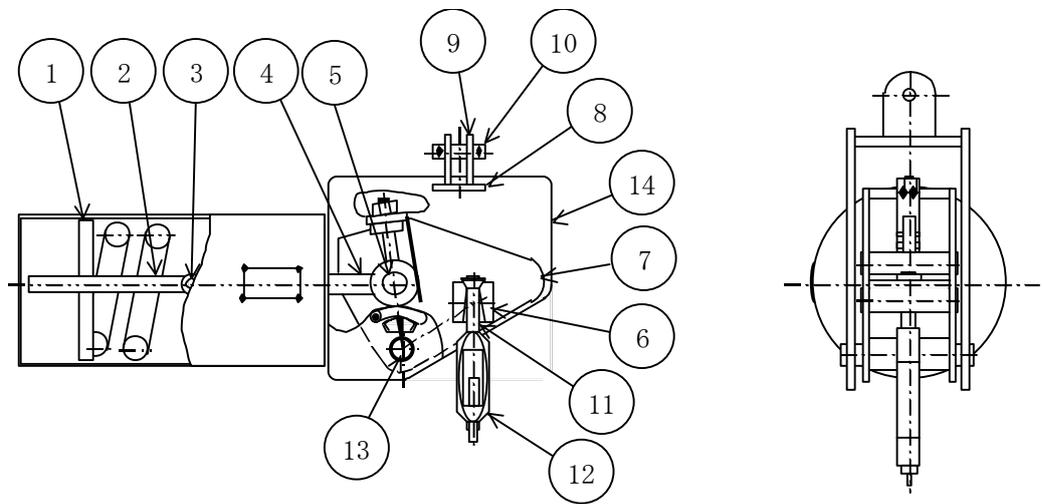
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(e) コンスタントハンガ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力（又は圧縮応力）及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①ばね座, ②テンションロッド, ③テンションロッドピン,
- ④リンクプレート, ⑤アジャストピン, ⑥ロードブロックピン,
- ⑦回転アーム, ⑧アッパープレート, ⑨イーヤ, ⑩ピン,
- ⑪ハンガロッド, ⑫ターンバックル, ⑬メインピン, ⑭フレーム



ロ. 各部材の評価式

(イ) ばね座(①)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



(ロ) テンションロッド(②)

i 本体

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



ii 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

iii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(ハ) テンションロッドピン(③)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

(ニ) リンクプレート(④)

i テンションロッド側穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii アジャストピン側穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(ホ) アジャストピン(⑤)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。



(へ) ロードブロックピン(⑥)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



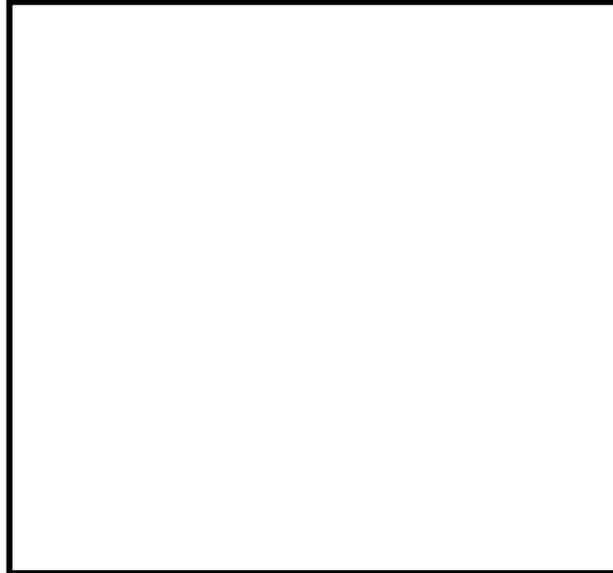
ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。



(ト) 回転アーム(⑦)

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(チ) アッププレート(⑧)

i 本体

(i) 曲げ応力評価

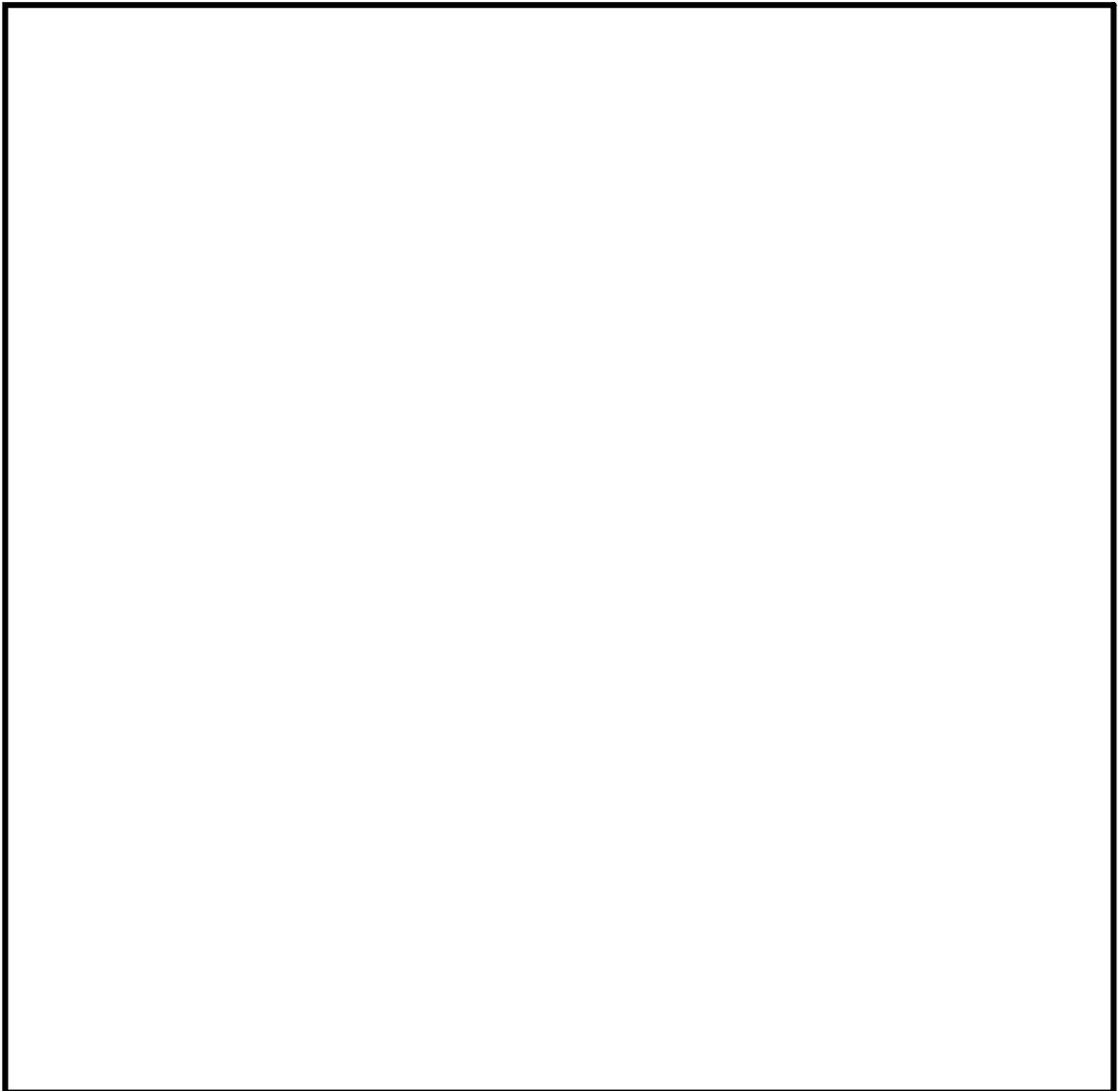
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(リ) イーヤ(⑨)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(ヌ) ピン(⑩)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



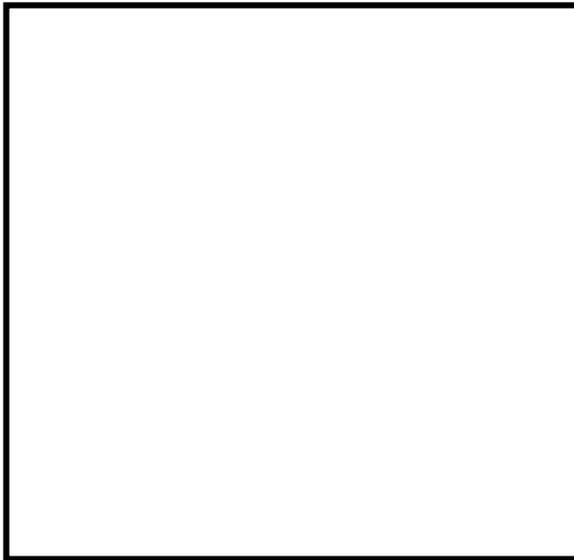
ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 組合せ応力評価

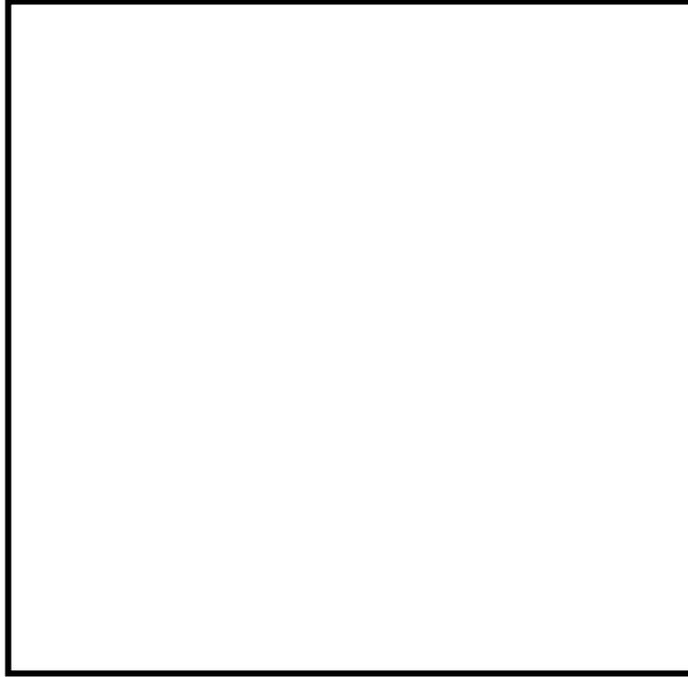
組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。



(ル) ハンガロッド(㊱)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ヲ) ターンバックル(⑫)

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



(ワ) メインピン(⑬)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 組合せ応力評価

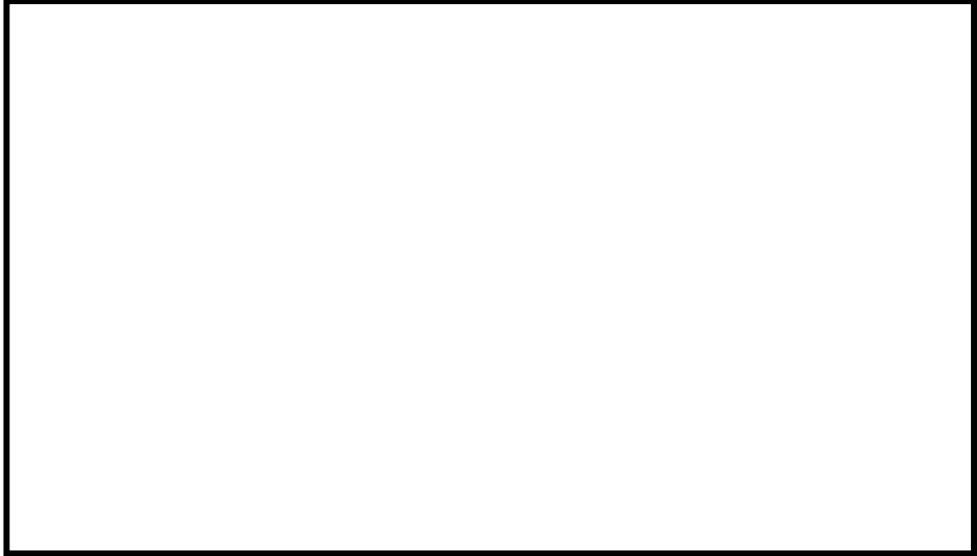
組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。



(カ) フレーム(14)

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

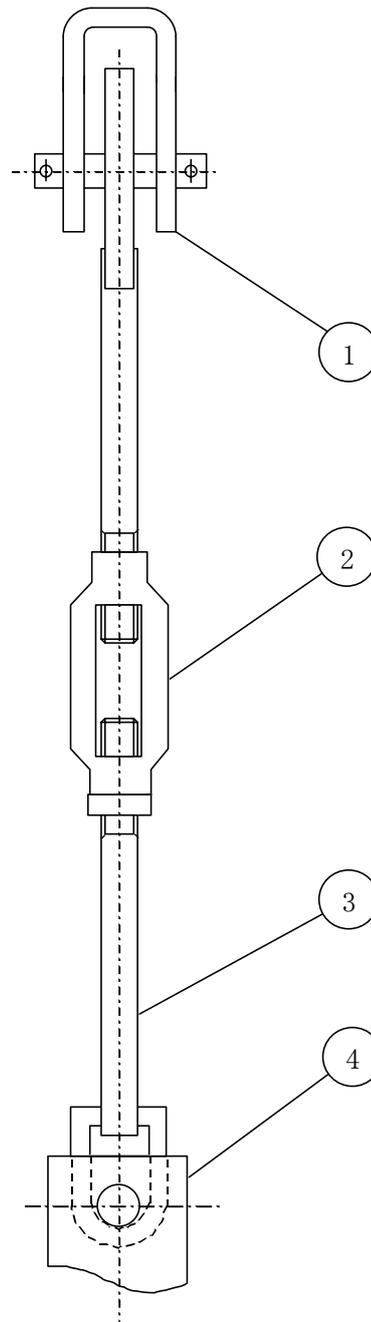


(f) リジットハンガ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力（又は圧縮応力）及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①クレビスブラケット, ②ターンバックル, ③アイボルト, ④クランプ



ロ. 各部材の評価式

(イ) クレビスブラケット(①)及びクランプ(④)

i 本体

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

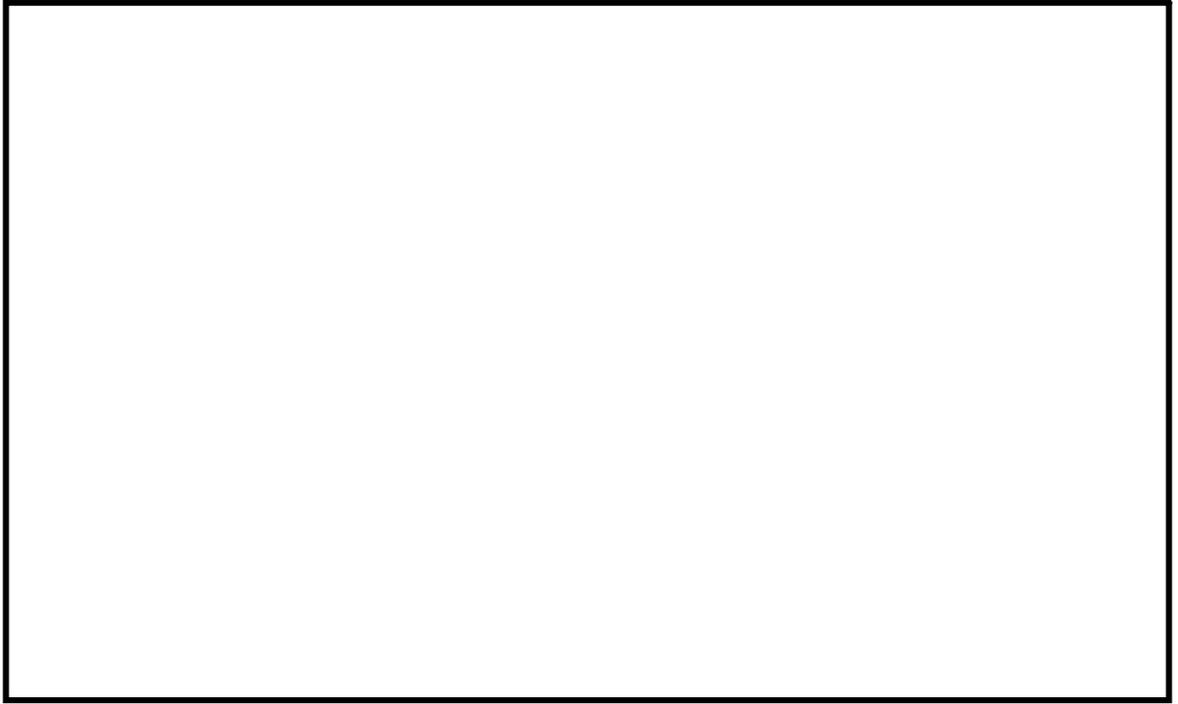
(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii ピン

(i) 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

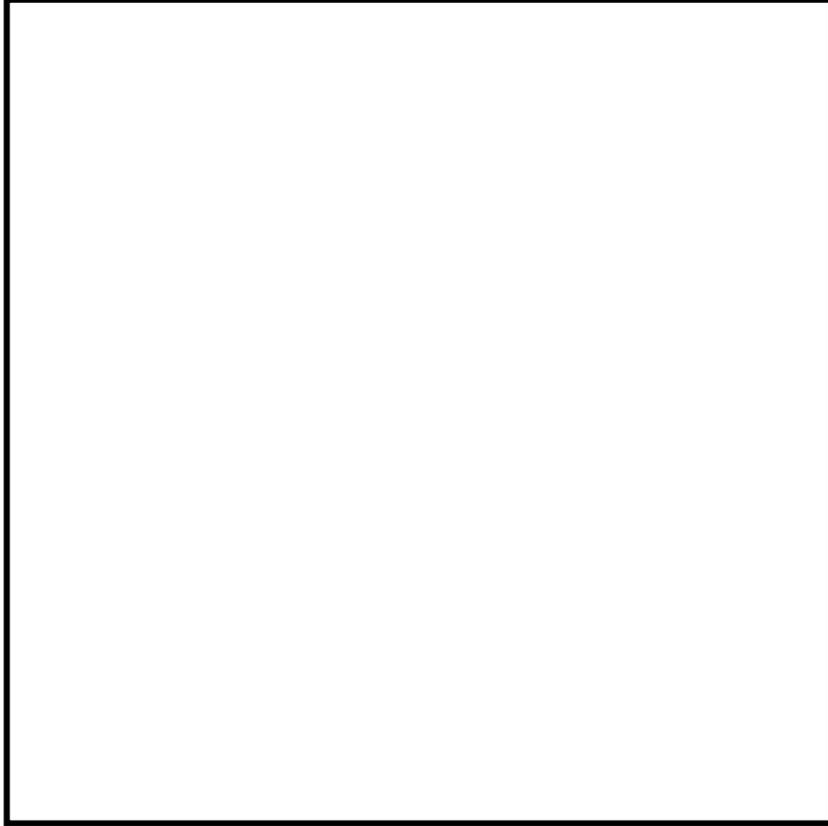
(iii) 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

(ロ) ターンバックル(②)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(ハ) アイボルト(③)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii ボルト部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

4.4 支持架構及び付属部品の設計

4.4.1 概要

配管系の支持架構及び付属部品（ラグ、Uボルト等）は、配管系の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価、又は、最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。

支持架構は、上記応力評価によるほか、特に機器配置、保守点検上の配慮などを考慮して設計する必要があるため、その形状は多種多様である。支持架構の代表構造例を図4-1に示す。

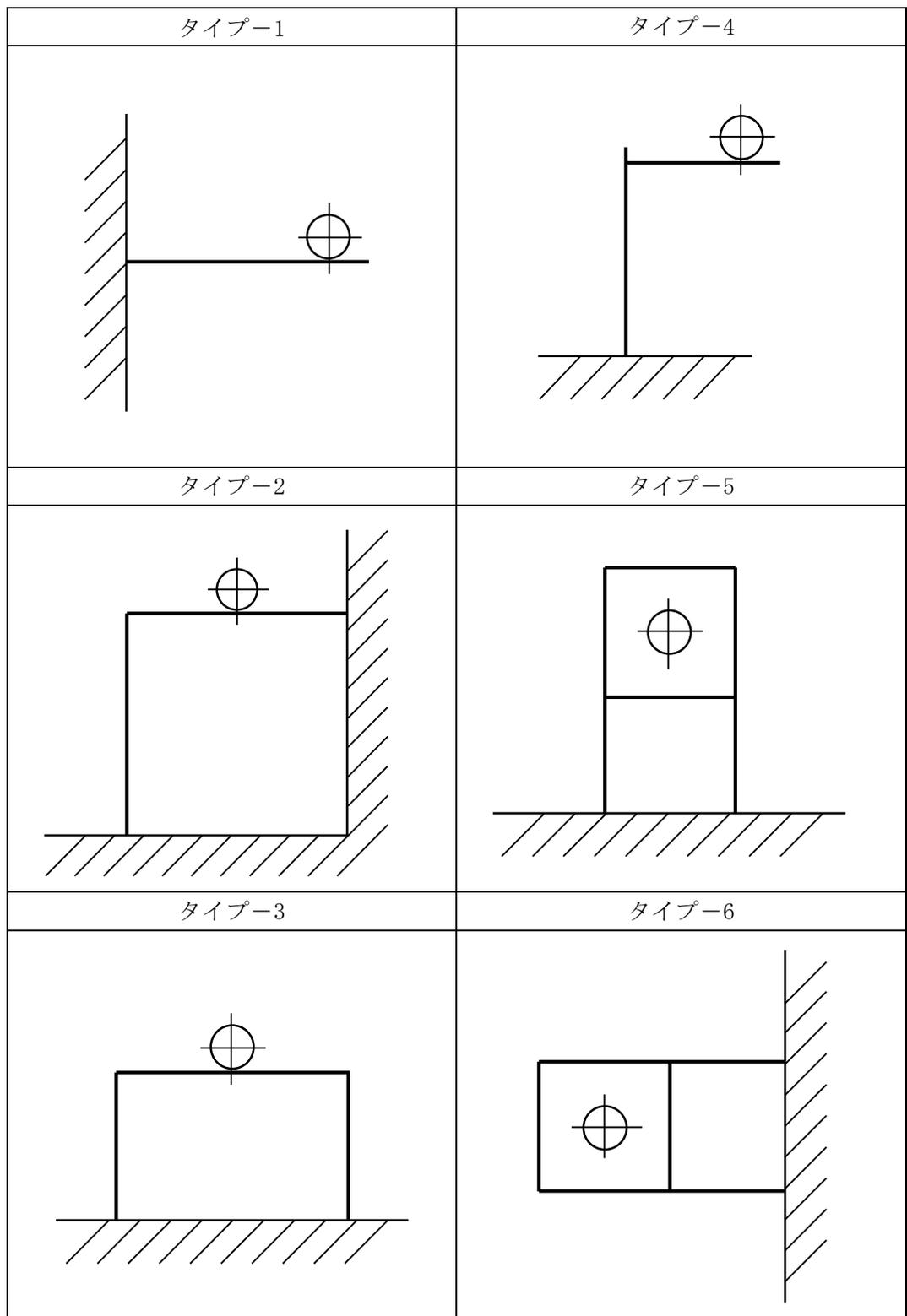


図 4-1 支持架構の代表構造例

4.4.2 支持架構及び付属部品の選定

支持架構については、支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材（山形鋼，溝形鋼，H形鋼，角形鋼，鋼管等）を決定する。

付属部品については、支持点荷重が最大使用荷重を超えないように使用する付属部品を選定する。

標準的に使用する鋼材及び付属部品の仕様を表4-8～表4-12に示す。

なお、付属部品については、最大使用荷重を超える場合であっても個別の評価により健全性の確認を行うことが可能である。

表 4-8 支持架構の標準鋼材仕様

鋼材名称	材 質	鋼材サイズ
山形鋼		
溝形鋼		
H形鋼		
角形鋼		
鋼管		

表 4-9 標準ラグの選定表

型式番号	最大使用荷重(N)	
	F _x	F _y
LU-100		
LU-150		
LU-250		
LU-450		
LU-600		
LU-800		
LU-1000		
LU-1350		

表 4-10 標準ラグの主要寸法 (mm)

型式番号*	W	L	H	t
LU-100				
LU-150				
LU-250				
LU-450				
LU-600				
LU-800				
LU-1000				
LU-1350				

注記* : 材料は, を使用

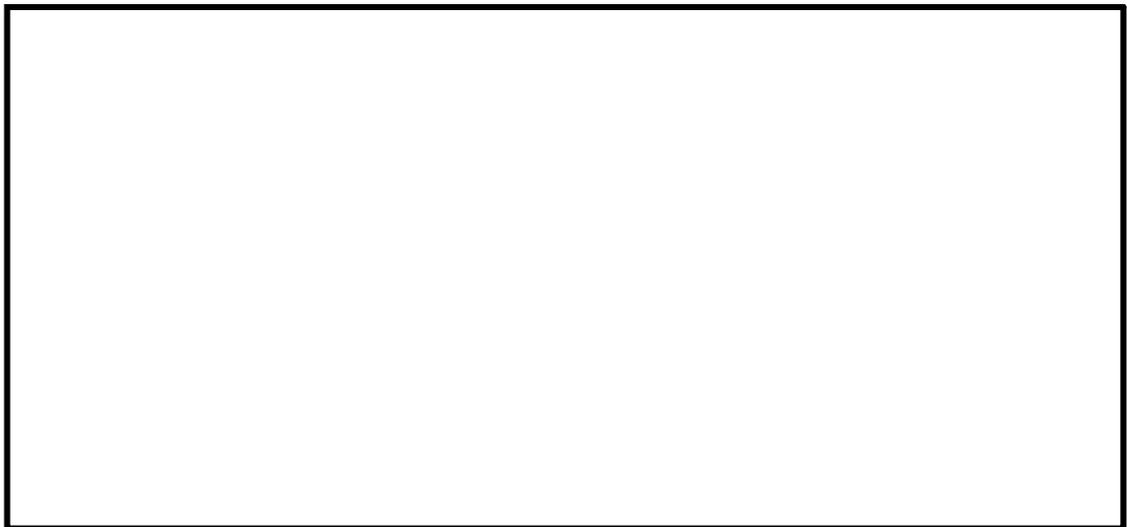


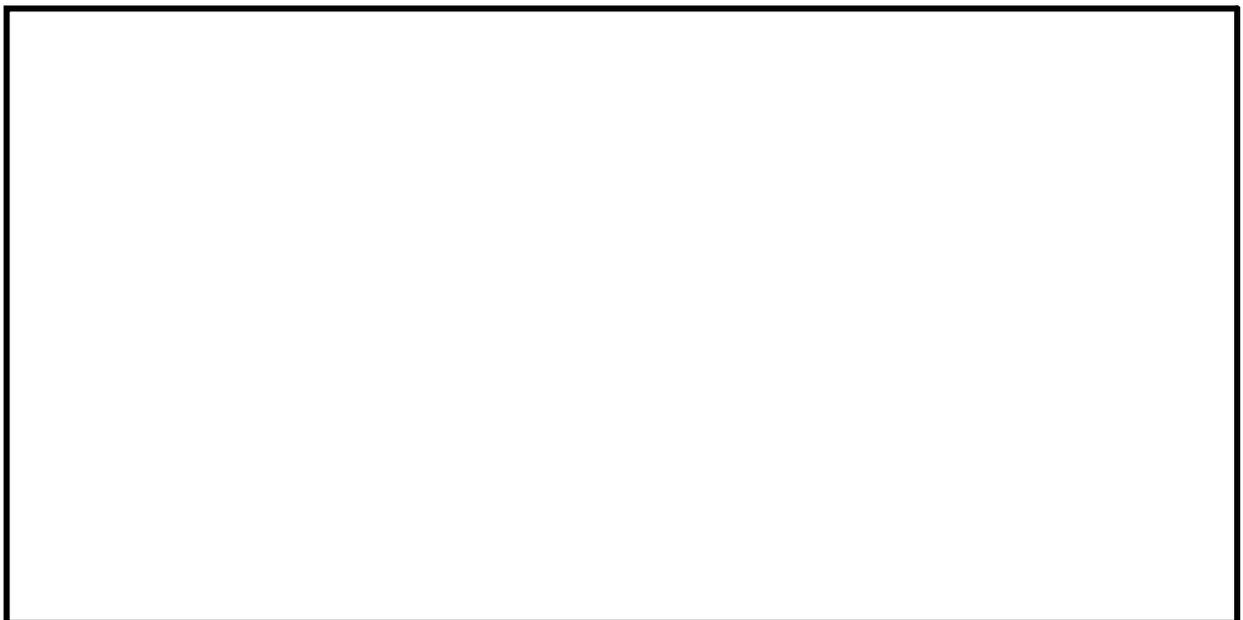
表 4-11 標準Uボルトの選定表

型式番号	呼び径	ボルト サイズ	最大使用荷重(N)	
			P _V	P _H
UN-80	80A			
UN-90	90A			
UN-100	100A			
UN-125	125A			
UN-150	150A			
UN-200	200A			
UN-250	250A			

表 4-12 標準Uボルト主要寸法 (mm)

型式番号*	タイプ	B	W	d	h	t	t _f	t _w
UN-80	I							
UN-90	I							
UN-100	I							
UN-125	I							
UN-150	II							
UN-200	II							
UN-250	II							

注記* : 材料は, (ボルト部, タイプIIサドル部) , (タイプIサドル部) を使用



4.4.3 支持架構及び付属部品の使用材料

設計・建設規格の適用を受ける箇所に使用する材料は、設計・建設規格 付録材料図表 Part1 に従うものとする。ただし、ラグの材料は当該配管に適用する材料とする。

4.4.4 支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法

支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力

許容応力は、設計・建設規格及び指針に基づくものとする。

供用状態及び許容応力状態に対する許容応力を表 4-13 に示す。

表 4-13 供用状態及び許容応力状態の許容応力^{*7 *8}

供用状態 許容応力 状態	一次応力						一次+二次応力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	^{*5} 組合せ	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈
A, B	f_t	f_s	f_c	f_b	f_p	f_t	$3 \cdot f_t$	^{*1} $3 \cdot f_s$	$3 \cdot f_b$	^{*3} $1.5 \cdot f_p$	^{*3} $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$
III _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_t$	^{*6} $3 \cdot f_t$	^{*1 *6} $3 \cdot f_s$	^{*2 *6} $3 \cdot f_b$	^{*4} $1.5 \cdot f_p$	^{*2 *4} $1.5 \cdot f_b$ $1.5 \cdot f_s$
IV _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	$1.5 \cdot f_t^*$				^{*4} $1.5 \cdot f_p^*$	$1.5 \cdot f_c$

- 注記 *1：すみ肉溶接部にあつては、最大応力に対して $1.5 \cdot f_s$ とする。
 *2：設計・建設規格 SSB-3121.1(4)a. により求めた f_b とする。
 *3：応力の最大圧縮値について評価する。
 *4：自重、熱等により常時作用する荷重に、地震による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。
 *5：組合せ応力の許容応力は、設計・建設規格に基づく値とする。
 *6：地震動のみによる応力振幅について評価する。

*7: 材料の許容応力を決定する場合の基準値 F は、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値又は表9に定める値の0.7倍のいずれか小さい方の値とする。ただし、使用温度が40度を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.35倍の値、表9に定める0.7倍の値又は室温における表8に定める値のいずれか小さい値とする。

8: f_t^ , f_s^* , f_c^* , f_b^* , f_p^* は、 f_t , f_s , f_c , f_b , f_p の値を算出する際に設計・建設規格 SSB-3121.1(1)本文中「付録材料図表 Part5 表8に定める値」とあるのを「付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて計算した値とする。

記号の説明

f_t	: 許容引張応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(1)により規定される値 ボルト等に対しては設計・建設規格 SSB-3131(1)により規定される値
f_s	: 許容せん断応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(2)により規定される値 ボルト等に対しては設計・建設規格 SSB-3131(2)により規定される値
f_c	: 許容圧縮応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(3)により規定される値
f_b	: 許容曲げ応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により規定される値
f_p	: 許容支圧応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(5)により規定される値

(2) 支持架構及び付属部品の強度計算式

a. 記号の定義

支持架構及び付属部品の強度計算に使用する記号は、下記のとおりとする。

(a) 支持架構

記号	定義	単位
f_t	許容引張応力	MPa
σ_t	引張（圧縮）応力	MPa
σ_b	曲げ応力	MPa
τ	せん断応力	MPa
σ	組合せ応力	MPa
A	引張（圧縮）に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
Z	曲げ応力計算に用いる断面係数	mm^3
N	引張（圧縮）方向荷重	N
Q	せん断方向荷重	N
M_o	曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$

(b) ラグ

記号	定義	単位
σ_c	圧縮応力	MPa
τ	せん断応力	MPa
σ_b	曲げ応力	MPa
σ	組合せ応力	MPa
f_t	許容引張応力	MPa
A_c	圧縮応力計算に用いる断面積	mm^2
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm^2
Z	曲げ応力計算に用いる断面係数	mm^3
F_x	ラグに作用する荷重	N
F_y	ラグに作用する荷重	N
M_o	ラグに作用する曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
L	ラグの長さ	mm
t	ラグの板厚	mm

(c) Uボルト

記号	定義	単位
σ_t	引張応力	MPa
σ_c	圧縮応力	MPa
σ_b	曲げ応力	MPa
τ	せん断応力	MPa
σ	組合せ応力	MPa
ρ_c	溶接部圧縮応力	MPa
ρ_b	溶接部曲げ応力	MPa
ρ_s	溶接部せん断応力	MPa
ρ	溶接部組合せ応力	MPa
f_t	許容引張応力	MPa
$W f_t$	溶接部許容引張応力	MPa
P_v, P_v'	Uボルトに作用する荷重	N
P_H	Uボルトに作用する荷重	N
h	鋼材取合い面からサドルと配管の接触面までの距離	mm
A_t	引張応力計算に用いる断面積	mm ²
A_c	圧縮応力計算に用いる断面積	mm ²
A_s	せん断応力計算に用いる断面積	mm ²
Z	曲げ応力計算に用いる断面係数	mm ³
$W A_c$	圧縮応力計算に用いる溶接部断面積	mm ²
$W A_s$	せん断応力計算に用いる溶接部断面積	mm ²
$W Z$	曲げ応力計算に用いる溶接部断面係数	mm ³

b. 強度計算式

支持架構及び付属部品の強度計算式を以下に示す。

なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算できる。また、許容応力は、許容応力状態Ⅲ_ASにおける一次応力評価（組合せ）を例として記載したものであり、許容応力状態及び応力種別に応じて適切な許容応力を用いる。

(a) 支持架構

支持架構の引張（圧縮）・せん断・曲げ応力を生じる構造部分の応力は、次の計算式で計算できる。

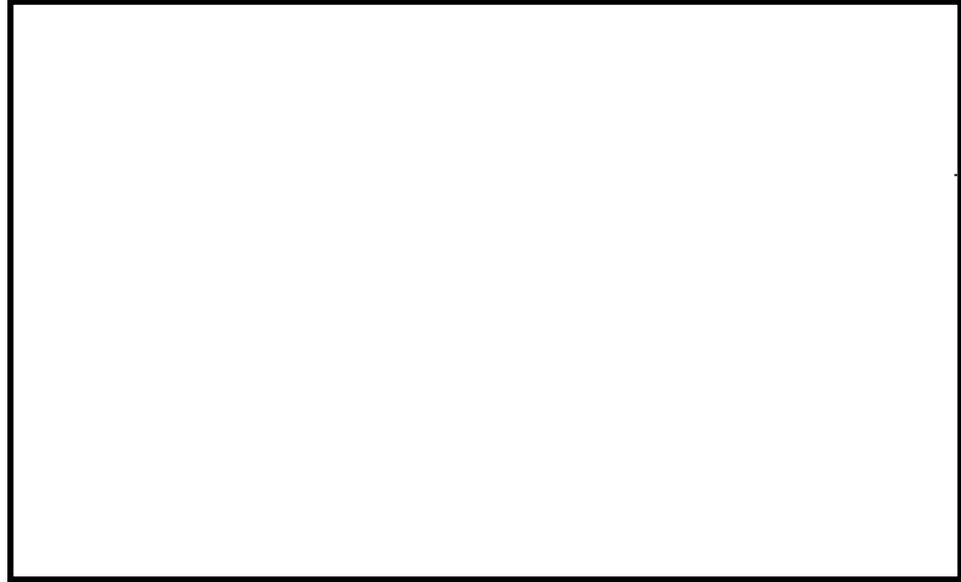


したがって、



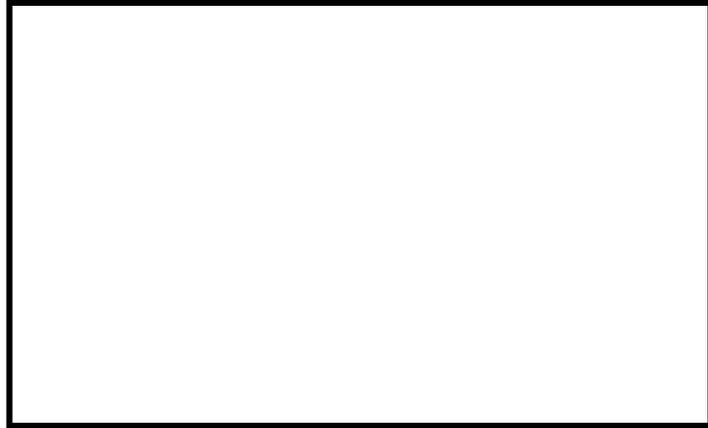
(b) ラグ

ラグ本体の圧縮・せん断・曲げ応力を算出し、算出結果が許容応力以内であることを確認する。

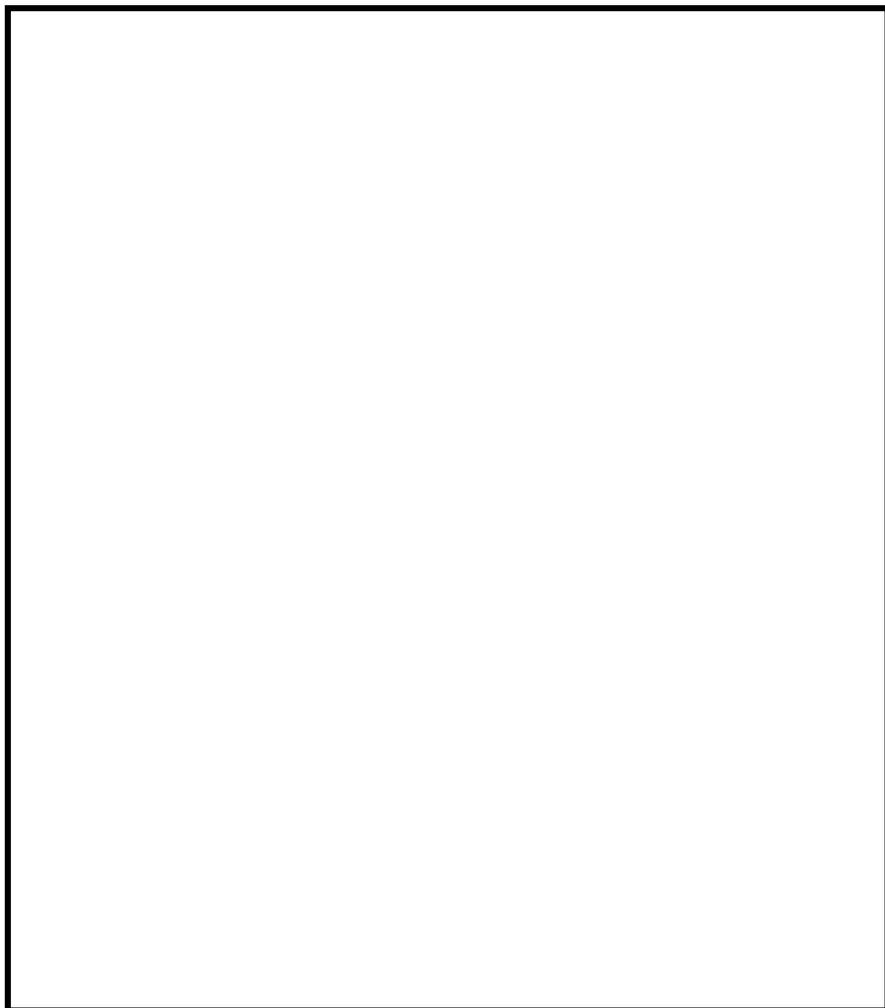


(c) Uボルト

Uボルトには P_H と $P_V(P_V')$ が作用する。 P_V の場合はボルト部に引張力が生じ、 P_V' の場合はサドルに圧縮力が生じる。



P_H によりサドルに曲げモーメントとせん断力が生じ、また、A点におけるモーメントの釣合い式よりボルト部に引張力が生じる。これらの各荷重により発生する応力についてまとめると次式のようなになる。





4.5 埋込金物の設計

4.5.1 概要

埋込金物は、支持装置あるいは支持架構を建屋側に取り付けるためのもので、コンクリート打設前に埋め込まれるものとコンクリート打設後に設置されるものがある。

埋込金物の概略図、埋込金物の代表形状を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

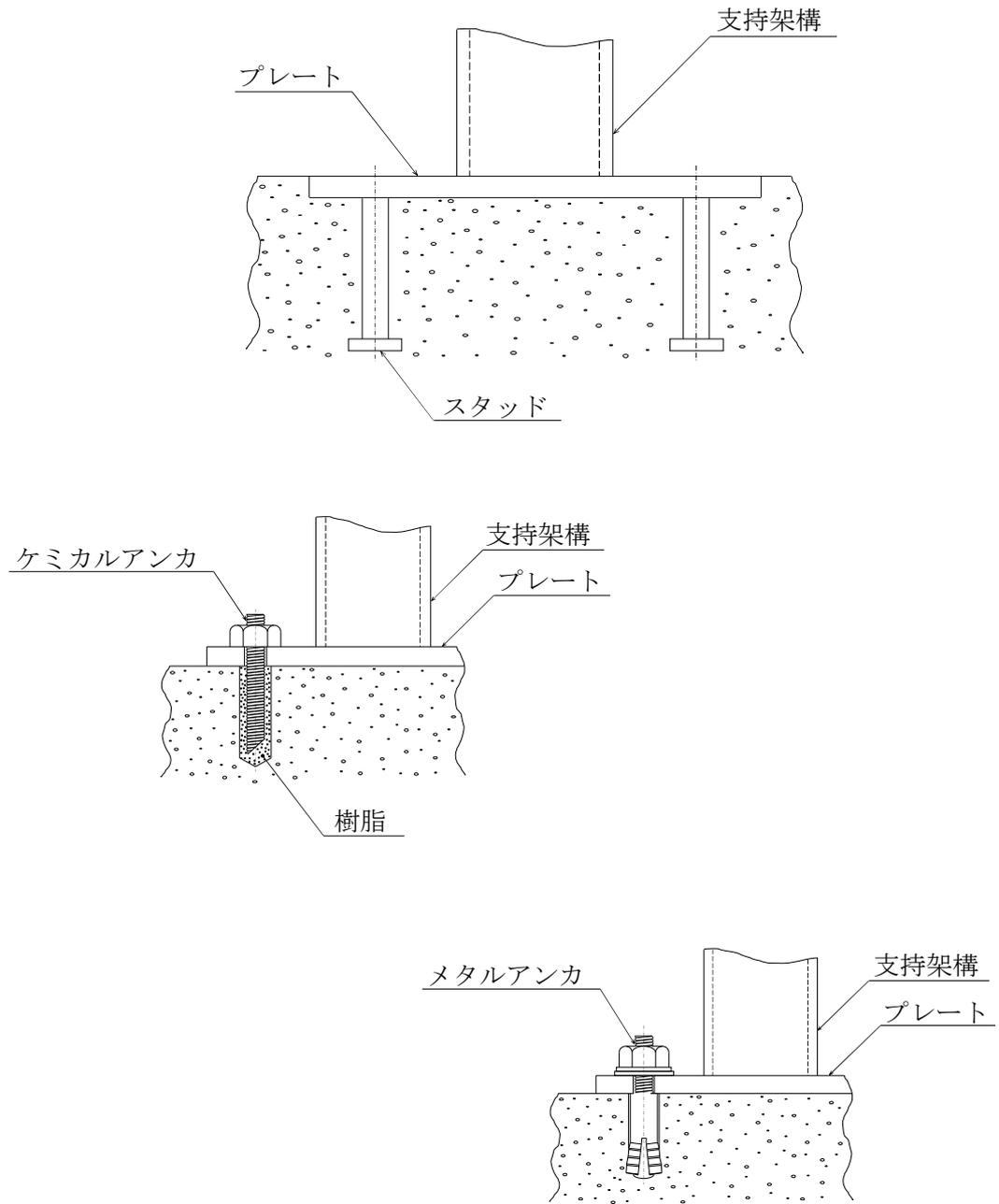


図 4-2 埋込金物の概略図

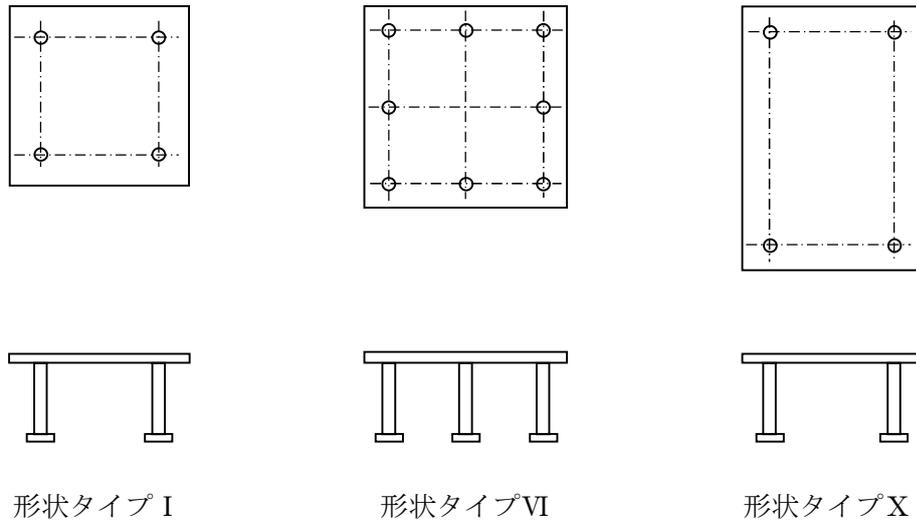


図 4-3 埋込金物の代表形状

4.5.2 埋込金物の選定

埋込金物は、発生する荷重に基づき、タイプごとに定められた最大使用荷重を超えない範囲でタイプを選定する。

なお、最大使用荷重を超える場合であっても発生する荷重の作用状態による個別の強度評価により健全性の確認を行うことが可能である。

標準的な埋込金物の最大使用荷重及び主要寸法を表 4-14、表 4-15 に示す。

また、ケミカルアンカ及びメタルアンカを用いる場合には、使用箇所に発生する荷重を許容できるものをカタログから選定する。

表 4-14 標準埋込金物の最大使用荷重

タイプ	最大使用荷重 (kN)	
	引張荷重	せん断荷重
I		
VI		
X		

表 4-15 標準埋込金物の主要寸法

タイプ*	プレート			スタッド				
	長辺側の長さ B (mm)	短辺側の長さ W (mm)	板厚 t (mm)	外径		長さ L (mm)	本数 N	スタッドの間隔 c 長辺方向 (mm) × 短辺方向 (mm)
				d (mm)	D (mm)			
I								
VI								
X								

注記 * : 材料は, (プレート) , (スタッド) を使用

4.5.3 埋込金物の強度及び耐震評価方法

埋込金物の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力及び許容荷重

許容応力及び許容荷重は、指針に基づくものとする。

埋込金物における供用状態及び許容応力状態に対する許容応力及び許容荷重を表 4-16 に示す。

表 4-16 埋込金物における供用状態及び許容応力状態の許容応力及び許容荷重

供用状態 許容応力 状態	プレート	スタッド	コンクリート		
	曲げ・せん断 共存の応力	引張応力	引張荷重		せん断荷重
			シアコーン	支圧	
A, B	f_t	$2/3 \cdot S_y$	$(0.3 \cdot A_c \cdot F_c^{1/2})$	$(1/3 \cdot \alpha \cdot A_0 \cdot F_c)$	$(0.4 \cdot 0.5 \cdot A_b \cdot (E_c \cdot F_c)^{1/2})$
III _A S	$1.5 \cdot f_{t^*}$	S_y	$(0.45 \cdot A_c \cdot F_c^{1/2})$	$(2/3 \cdot \alpha \cdot A_0 \cdot F_c)$	$(0.6 \cdot 0.5 \cdot A_b \cdot (E_c \cdot F_c)^{1/2})$
IV _A S	$1.5 \cdot f_{t^*}$	$1.2 \cdot S_y$	$(0.6 \cdot A_c \cdot F_c^{1/2})$	$(0.75 \cdot \alpha \cdot A_0 \cdot F_c)$	$(0.8 \cdot 0.5 \cdot A_b \cdot (E_c \cdot F_c)^{1/2})$

注 1：コンクリートの圧縮応力が支配的の場合は圧縮応力について評価する。

2：コンクリートの許容荷重は単位系の換算係数を用いて評価する。

3：許容値を算出する設計温度は常温を使用するものとする。

4：埋込金物の最大使用荷重は、プレート、スタッド及びコンクリートの評価のうち最も厳しい部位で決定する。

5： f_t は、 f_t の値を算出する際に設計・建設規格 SSB-3121.1(1)本文中「付録材料図表 Part5 表 8 に定める値」とあるのを「付録材料図表 Part5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて計算した値とする。

記号の説明

f_t : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(1)により規定される値

S_y : 設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

$F_c, A_c, \alpha, A_0, E_c, A_b$: (2)項の記号の定義による

(2) 強度計算式

a. 記号の定義

埋込金物の強度計算に使用する記号は、下記のとおりとする。

記号	定義	単位
P	発生荷重	N
b	プレート幅	mm
t	プレート厚さ	mm
A	プレートの断面積	mm ²
Z	プレートの断面係数	mm ³
c	スタッドの間隔	mm
σ	プレートの曲げ・せん断共存時の応力	MPa
f_t	許容引張応力	MPa
N	スタッドの本数	—
d	スタッド軸部の径	mm
A _b	スタッド軸部の断面積	mm ²
σ_t	スタッドの引張応力	MPa
S _y	スタッド鋼材の降伏点	MPa
q _a	スタッドとスタッド周辺のコンクリートが圧壊（複合破壊）する場合の埋込金物 1 枚当たりの許容せん断荷重	N
E _c	コンクリートのヤング係数	MPa
γ	コンクリートの気乾単位体積重量	kN/m ³
F _c	コンクリートの設計基準強度	MPa
p _{a1}	コンクリートの躯体がコーン破壊する場合の埋込金物 1 枚当たりの許容引張荷重	N
A _c	コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積	mm ²
p _{a2}	スタッド頭部のコンクリート部が支圧破壊する場合の埋込金物 1 枚当たりの許容引張荷重	N
D	スタッド頭部の径	mm
A _o	スタッド頭部の支圧面積	mm ²
α	支圧面積と有効投影面積から定まる係数	—

b. 強度計算式

埋込金物の強度計算式を以下に示す。

なお、以下に示す許容応力及び許容荷重は、許容応力状態Ⅲ_{AS}における評価を例として記載したものであり、各評価部位の供用状態に応じて適切な許容応力及び許容荷重を用いる。

(a) プレートの計算式

(b) スタッドの計算式(引張応力)

(c) コンクリートの計算式(せん断荷重)

(d) コンクリートの計算式（引張荷重を受ける場合のシアコーン）



(e) コンクリートの計算式（引張荷重を受ける場合の支圧）



5. 耐震評価結果

5.1 支持構造物の耐震評価結果

5.1.1 概要

各支持構造物について、定められた評価荷重に対して十分な耐震強度を有することを確認した結果を以下に示す。

5.1.2 支持構造物の耐震評価結果

支持構造物における評価結果の纏め表を表 5-1 に示す。

表 5-1 支持構造物の評価結果纏め表

No.	種 別	評価荷重	供用状態 許容応力状態	設計温度	評価結果の表番号	
1	ロッドレストレイント	定格荷重	Ⅲ _A S		表 5-2	
2	オイルスナッパ	定格荷重	Ⅲ _A S		表 5-3	
3	メカニカルスナッパ	定格荷重	Ⅲ _A S		表 5-4	
4	スプリングハンガ	定格荷重	A, B		表 5-5	
5	コンスタントハンガ	定格荷重	A, B		表 5-6	
6	リジットハンガ	定格荷重	A, B		表 5-7	
7	レスト レイント	ラグ	最大使用荷重		Ⅲ _A S	表 5-8
8		Uボルト	最大使用荷重		Ⅲ _A S	表 5-9
9		支持架構	設定荷重		Ⅲ _A S	表 5-10-1～表 5-10-14
10		埋込金物	最大使用荷重		Ⅲ _A S	表 5-11-1～表 5-11-3

注：各評価において最大使用荷重を超えた場合でも実際に使用される当該温度による個別の評価により、健全性の確認を行うことが可能である。

表 5-2(1/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：①ブラケット（材料：）

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
06	9									27	252	21	145	54	345	○
1	15									18	252	14	145	42	345	○
3	45									38	252	29	145	95	345	○
6	90									45	252	33	145	90	345	○
10	150									50	252	36	145	99	345	○
16	240									56	252	38	145	97	345	○
25	375									52	252	37	145	99	345	○

強度部材：②パイプ（本体型式06～6 材料： 本体型式10～25 材料：）

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様						圧縮応力		評価
		D (mm)	t (mm)	L (mm)	A _c (mm ²)	E (MPa)	F (MPa)	発生 応力	許容 応力	
								F _c (MPa)	f _c (MPa)	
06	9							22	45	○
1	15							26	57	○
3	45							48	84	○
6	90							60	100	○
10	150							56	108	○
16	240							57	123	○
25	375							61	133	○

表 5-2(2/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：③アジャストナット溶接部（本体型式06～6 材料： 本体型式10～25 材料：）

本体型式	定格荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生応力	許容応力	
	P (kN)	D (mm)	t (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
06	9				22	189	○
1	15				26	189	○
3	45				48	189	○
6	90				60	189	○
10	150				56	198	○
16	240				57	198	○
25	375				61	198	○

強度部材：④クランプ（材料 ）

本体型式	定格荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
06	9									20	234	19	135	63	318	○
1	15									18	234	17	135	56	318	○
3	45									25	234	27	135	111	318	○
6	90									36	234	36	135	113	318	○
10	150									40	225	40	129	132	306	○
16	240									29	225	32	129	94	306	○
25	375									28	225	32	129	94	306	○

表 5-2(3/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：⑤ピン (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		せん断応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	d (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
06	9			40	259	○
1	15			43	259	○
3	45			100	259	○
6	90			92	259	○
10	150			107	259	○
16	240			96	190	○
25	375			96	190	○

表 5-2(4/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：⑥スヘリカルアイボルト (材料)

穴 部

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価	
		P (kN)	B (mm)	D (mm)	d (mm)	t (mm)	R (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力		許容 応力
											F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)		f _p (MPa)
06	9									74	252	35	145	40	345	○	
1	15									73	252	35	145	38	345	○	
3	45									105	252	57	145	85	345	○	
6	90									176	252	85	145	105	345	○	
10	150									165	252	91	145	135	345	○	
16	240									165	252	91	145	138	345	○	
25	375									173	252	87	145	115	345	○	

ボルト部

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		引張応力		評価
		M (mm)	A _t (mm ²)	発生 応力	許容 応力	
				F _t (MPa)	f _t (MPa)	
06	9			29	189	○
1	15			48	189	○
3	45			64	189	○
6	90			89	189	○
10	150			109	189	○
16	240			98	189	○
25	375			117	189	○

表 5-3(1/8) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材 : ①シリンダチューブ(材料:)

本体 型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様				引張応力		評価
		D (mm)	K (MPa)	r ₁ (mm)	r ₂ (mm)	発生応力	許容応力	
						F _t (MPa)	f _t (MPa)	
03	3					26	126	○
06	6					38	126	○
1	10					47	126	○
3	30					75	126	○
6	60					85	126	○
10	100					99	126	○
16	160					98	126	○
25	250					98	126	○

強度部材 : ②ピストンロッド(材料:)

本体 型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評価
		d (mm)	A _t (mm ²)	発生応力	許容応力	
				F _t (MPa)	f _t (MPa)	
03	3			55	301	○
06	6			75	301	○
1	10			92	301	○
3	30			128	301	○
6	60			112	220	○
10	100			127	220	○
16	160			149	220	○
25	250			147	220	○

表 5-3(2/8) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材 : ③シリンダカバー(材料)

本体 型式	定格荷重	強度部材仕様			せん断応力		評価
					発生応力	許容応力	
	P (kN)	D (mm)	t (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
03	3				2	79	○
06	6				3	79	○
1	10				4	79	○
3	30				6	79	○
6	60				7	79	○
10	100				9	79	○
16	160				10	79	○
25	250				12	79	○

強度部材 : ④タイロッド(本体型式03~1 材料 : 本体型式3~25 材料 :)

本体 型式	定格荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生応力	許容応力	
	P (kN)	M (mm)	n (本)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
03	3				27	226	○
06	6				54	226	○
1	10				50	226	○
3	30				96	303	○
6	60				133	303	○
10	100				125	303	○
16	160				133	303	○
25	250				133	303	○

表 5-3(3/8) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑤イーヤ(材料)
穴部

本体型式	定格荷重	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
									発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
		P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	t (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	
03	3								29	156	14	90	14	212	○
06	6								58	156	27	90	27	212	○
1	10								48	156	23	90	25	212	○
3	30								70	156	38	90	57	212	○
6	60								118	150	57	86	70	204	○
10	100								110	150	61	86	90	204	○
16	160								110	150	61	86	92	204	○
25	250								115	150	58	86	77	204	○

溶接部

本体型式	定格荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生応力	許容応力	
		P (kN)	C (mm)	T (mm)	h (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	
03	3					15	40*	○
06	6					29	40*	○
1	10					27	40*	○
3	30					53	90	○
6	60					63	86	○
10	100					65	86	○
16	160					68	86	○
25	250					72	86	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-3(4/8) オイルスナツバ 強度評価結果
 強度部材：⑥六角ボルト(材料：)

本体 型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様			引張応力		評価
		M (mm)	n (本)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
03	3				27	303	○
06	6				54	303	○
1	10				50	303	○
3	30				96	303	○
6	60				133	303	○
10	100				125	303	○
16	160				133	303	○
25	250				133	303	○

表 5-3(5/8) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑦ロッドエンド(本体型式03～10 材料 本体型式16及び25 材料)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価	
									発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力		
									F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)		
03	3									42	150	17	86	13	204	○
06	6									56	150	26	86	26	204	○
1	10									62	137	25	79	25	187	○
3	30									80	137	42	79	56	187	○
6	60									99	137	51	79	70	187	○
10	100									96	137	55	79	89	187	○
16	160									115	168	62	97	93	230	○
25	250									135	168	64	97	77	230	○

表 5-3(6/8) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑧アダプタ(材料)
 本体

本体 型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 D ₁ (mm) D ₂ (mm) A _t (mm ²)			引張応力		評価
					発生応力 F _t (MPa)	許容応力 f _t (MPa)	
03	3				11	126	○
06	6				15	126	○
1	10				14	126	○
3	30				26	126	○
6	60				42	126	○
10	100				34	126	○
16	160				49	126	○
25	250				50	126	○

溶接部

本体 型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 D ₁ (mm) D ₂ (mm) h ₁ (mm) h ₂ (mm) A _s (mm ²)					せん断応力		評価
							発生応力 F _s (MPa)	許容応力 f _s (MPa)	
03	3						14	32*	○
06	6						22	32*	○
1	10						28	72	○
3	30						47	72	○
6	60						51	72	○
10	100						59	72	○
16	160						55	72	○
25	250						58	72	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-3(7/8) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑨コネクティングパイプ(本体型式：03～6 材料 本体型式10～25 材料)

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様						圧縮応力		評価
		D (mm)	t (mm)	L (mm)	E (MPa)	A _c (mm ²)	F (MPa)	F _c (MPa)	f _c (MPa)	
03	3							11	41	○
06	6							15	36	○
1	10							18	33	○
3	30							32	61	○
6	60							40	62	○
10	100							37	61	○
16	160							38	69	○
25	250							41	85	○

強度部材：⑩クランプ(材料)

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
03	3									7	156	7	90	21	212	○
06	6									14	156	13	90	42	212	○
1	10									12	156	12	90	38	212	○
3	30									17	156	18	90	74	212	○
6	60									24	156	24	90	75	212	○
10	100									27	150	27	86	88	204	○
16	160									19	150	21	86	63	204	○
25	250									19	150	21	86	63	204	○

表 5-3(8/8) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑪ブラケット(本体型式：03～6 材料 本体型式10～25 材料)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
		P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	
03	3	<input type="text"/>								9	168	7	97	18	230	○
06	6									18	168	14	97	36	230	○
1	10									12	168	10	97	28	230	○
3	30									25	168	20	97	64	230	○
6	60									30	168	22	97	60	230	○
10	100									28	137	20	79	55	187	○
16	160									32	137	22	79	56	187	○
25	250									29	137	21	79	55	187	○

強度部材：⑫ピン(材料)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様		せん断応力		評価
				発生応力	許容応力	
		P (kN)	d (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	
03	3	<input type="text"/>		14	173	○
06	6			27	173	○
1	10			29	173	○
3	30			67	173	○
6	60			62	173	○
10	100			71	173	○
16	160			64	127	○
25	250			64	127	○

表 5-4(1/12) メカニカルスナップ 強度評価結果

強度部材：①ブラケット (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1									3	168	3	97	6	230	○
03	3									9	168	7	97	18	230	○
06	6									18	168	14	97	36	230	○
1	10									12	168	10	97	28	230	○
3	30									25	168	20	97	64	230	○
6	60									30	168	22	97	60	230	○
10	100									33	168	24	97	66	230	○
16	160									37	168	26	97	65	230	○
25	250									35	168	25	97	66	230	○

表 5-4(2/12) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：②ジャンクションコラムアダプタ (六角ボルト 材料： パイプ 材料：
六角ボルト

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	M (mm)	n (本)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	1				9	303	○
03	3				27	303	○
06	6				36	303	○
1	10				34	303	○
3	30				64	303	○
6	60				89	303	○
10	100				83	303	○
16	160				85	303	○
25	250				93	303	○

溶接部

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	h (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
01	1						—	—	4	72	○
03	3						—	—	12	72	○
06	6						—	—	11	72	○
1	10						—	—	16	72	○
3	30						12	126	—	—	○
6	60						16	126	—	—	○
10	100						21	126	—	—	○
16	160						23	126	—	—	○
25	250						27	126	—	—	○

表 5-4(3/12) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：③ロードコラム（本体型式01～6 材料 本体型式10～25

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	1				6	301	○
03	3				18	301	○
06	6				35	301	○
1	10				16	220	○
3	30				48	220	○
6	60				69	220	○
10	100				82	404	○
16	160				89	404	○
25	250				83	404	○

表 5-4(4/12) メカニカルスナップ 強度評価結果

強度部材：④クランプ (材料)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1									3	156	3	90	7	212	○
03	3									7	156	7	90	21	212	○
06	6									14	156	13	90	42	212	○
1	10									12	156	12	90	38	212	○
3	30									17	156	18	90	74	212	○
6	60									24	156	24	90	75	212	○
10	100									27	150	27	86	88	204	○
16	160									19	150	21	86	63	204	○
25	250									19	150	21	86	63	204	○

表 5-4(5/12) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑤ピン (材料:)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		せん断応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	d (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
01	1			5	173	○
03	3			14	173	○
06	6			27	173	○
1	10			29	173	○
3	30			67	173	○
6	60			62	173	○
10	100			71	173	○
16	160			64	127	○
25	250			64	127	○

表 5-4(6/12) メカニカルスナップ 強度評価結果

強度部材：⑥コネクティングチューブ（本体型式01～6 材料 本体型式10～25 ）

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様						圧縮応力		評価
		D (mm)	t (mm)	L (mm)	E (MPa)	A _c (mm ²)	F (MPa)	F _c (MPa)	f _c (MPa)	
01	1							4	48	○
03	3							11	48	○
06	6							15	41	○
1	10							18	34	○
3	30							32	63	○
6	60							40	63	○
10	100							37	62	○
16	160							38	70	○
25	250							41	88	○

表 5-4(7/12) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑦ケース，ベアリング押さえ及び六角ボルト（ケース，ベアリング押さえ 材料： 六角ボルト 材料： (1/2)
ケース

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	D ₄ (mm)	T (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1									1	301	3	173	4	410	○
03	3									2	301	9	173	12	410	○
06	6									2	301	14	173	24	410	○
1	10									2	220	11	127	21	300	○
3	30									4	220	32	127	63	300	○
6	60									6	220	38	127	83	300	○
10	100									9	220	36	127	118	300	○
16	160									8	220	40	127	120	300	○
25	250									11	220	41	127	101	300	○

ベアリング押さえ

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様					せん断応力		圧縮応力		評価
		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	T (mm)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
							F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1						3	127	4	300	○
03	3						8	127	12	300	○
06	6						16	127	24	300	○
1	10						10	127	21	300	○
3	30						29	127	63	300	○
6	60						35	173	83	410	○
10	100						37	173	118	410	○
16	160						41	173	120	410	○
25	250						42	173	101	410	○

表 5-4(8/12) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑦ケース，ベアリング押さえ及び六角ボルト（ケース，ベアリング押さえ 材料 六角ボルト 材料 ）
六角ボルト (2/2)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	M (mm)	n (本)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	1				28	303	○
03	3				82	303	○
06	6				72	303	○
1	10				60	303	○
3	30				133	303	○
6	60				150	303	○
10	100				111	303	○
16	160				133	303	○
25	250				139	303	○

表 5-4(9/12) メカニカルスナップ 強度評価結果

強度部材：⑧イーヤ (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1									4	220	3	127	5	300	○
03	3									12	220	7	127	13	300	○
06	6									23	220	14	127	26	300	○
1	10									19	220	14	127	24	300	○
3	30									52	220	31	127	56	300	○
6	60									80	220	37	127	70	300	○
10	100									114	220	48	127	89	300	○
16	160									103	220	54	127	93	300	○
25	250									104	220	43	127	77	300	○

表 5-4(10/12) メカニカルスナップ 強度評価結果

強度部材：⑨ユニバーサルボックス (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様										引張応力		せん断応力		支圧応力		評価	
		P (kN)	B (mm)	C ₁ (mm)	C ₂ (mm)	D (mm)	d (mm)	T ₁ (mm)	T ₂ (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力		許容 応力
													F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)		f _p (MPa)
01	1											3	150	2	86	4	204	○	
03	3											8	150	5	86	12	204	○	
06	6											16	150	10	86	24	204	○	
1	10											16	150	10	86	27	204	○	
3	30											31	150	18	86	59	204	○	
6	60											43	150	26	86	73	204	○	
10	100											55	137	31	79	91	187	○	
16	160											50	137	29	79	87	187	○	
25	250											42	137	27	79	75	187	○	

表 5-4(11/12) メカニカルスナップ 強度評価結果

強度部材：⑩コネクティングチューブイーヤ部 (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1									3	168	3	97	6	230	○
03	3									9	168	7	97	18	230	○
06	6									18	168	14	97	36	230	○
1	10									12	168	10	97	28	230	○
3	30									25	168	20	97	64	230	○
6	60									30	168	22	97	60	230	○
10	100									33	168	24	97	66	230	○
16	160									37	168	26	97	65	230	○
25	250									35	168	25	97	66	230	○

表 5-4(12/12) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑩ユニバーサルブラケット (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1									4	168	3	97	7	230	○
03	3									11	168	8	97	21	230	○
06	6									21	168	16	97	42	230	○
1	10									16	168	13	97	38	230	○
3	30									30	168	23	97	74	230	○
6	60									38	168	27	97	75	230	○
10	100									29	168	22	97	67	230	○
16	160									30	168	22	97	67	230	○
25	250									32	168	23	97	63	230	○

表 5-5(1/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：①イーヤ (材料) (1/2)
 穴部

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		d (mm)	D (mm)	T (mm)	C (mm)	B (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	0.381									2	156	2	90	4	212	○
02	0.541									3	156	3	90	6	212	○
03	0.701									4	156	4	90	8	212	○
04	0.906									5	156	5	90	10	212	○
05	1.230									7	156	7	90	13	212	○
06	1.640									9	156	9	90	18	212	○
07	2.190									14	156	14	90	19	204	○
08	2.920									18	156	18	90	25	204	○
09	3.920									24	156	24	90	33	204	○
10	5.230									16	156	16	90	25	204	○
11	6.780									20	156	20	90	32	204	○
12	8.770									14	156	14	90	25	204	○
13	11.69									18	156	18	90	33	204	○
14	15.78									27	156	27	90	37	204	○
15	20.75									35	156	35	90	49	204	○
16	28.05									47	156	47	90	65	204	○
17	39.16									39	156	40	90	59	187	○
18	52.31									59	156	59	90	69	187	○
19	69.55									59	150	60	86	66	187	○
20	92.06									53	150	53	86	66	187	○
21	122.74									49	150	49	86	66	187	○
22	163.65									40	150	40	86	57	187	○
23	216.26									41	150	41	86	71	187	○

表 5-5(2/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：①イーヤ (材料) (2/2)
溶接部

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生 応力	許容* 応力	
	P (kN)	C (mm)	T (mm)	h (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
01	0.381					2	40	○
02	0.541					2	40	○
03	0.701					3	40	○
04	0.906					3	40	○
05	1.230					4	40	○
06	1.640					6	40	○
07	2.190					7	40	○
08	2.920					10	40	○
09	3.920					13	40	○
10	5.230					10	40	○
11	6.780					13	40	○
12	8.770					13	40	○
13	11.69					17	40	○
14	15.78					22	40	○
15	20.75					29	40	○
16	28.05					28	40	○
17	39.16					28	40	○
18	52.31					30	40	○
19	69.55					29	38	○
20	92.06					30	38	○
21	122.74					29	38	○
22	163.65					29	38	○
23	216.26					30	38	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-5(3/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：②上ブタ（材料 ）(1/2)
 本体

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様							曲げ応力		評価
									発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	T ₁ (mm)	a (mm)	T (mm)	C (mm)	b (mm)	b/a	β _s	F _b (MPa)	f _b (MPa)	
01	0.381								7	180	○
02	0.541								10	180	○
03	0.701								13	180	○
04	0.906								22	180	○
05	1.230								30	180	○
06	1.640								40	180	○
07	2.190								53	180	○
08	2.920								70	180	○
09	3.920								94	180	○
10	5.230								50	180	○
11	6.780								64	180	○
12	8.770								46	180	○
13	11.69								61	180	○
14	15.78								83	180	○
15	20.75								109	180	○
16	28.05								97	180	○
17	39.16								112	180	○
18	52.31								150	180	○
19	69.55								108	173	○
20	92.06								124	173	○
21	122.74								110	173	○
22	163.65								103	173	○
23	216.26								122	173	○

表 5-5(4/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：②上ブタ (材料： (2/2)
溶接部

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様 J (mm) a (mm) h (mm) A _s (mm ²)				せん断応力		評価
						発生 応力 F _s (MPa)	許容* 応力 f _s (MPa)	
						01	0.381	
02	0.541					1	40	○
03	0.701					2	40	○
04	0.906					2	40	○
05	1.230					2	40	○
06	1.640					2	40	○
07	2.190					3	40	○
08	2.920					4	40	○
09	3.920					5	40	○
10	5.230					6	40	○
11	6.780					8	40	○
12	8.770					8	40	○
13	11.69					10	40	○
14	15.78					13	40	○
15	20.75					17	40	○
16	28.05					18	40	○
17	39.16					26	40	○
18	52.31					30	40	○
19	69.55					27	38	○
20	92.06					32	38	○
21	122.74					29	38	○
22	163.65					35	38	○
23	216.26					35	38	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-5 (5/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：③ばね座（本体型式 01～18 材料 本体型式 19～23 プレート材料 パイプ材料

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様													外輪 曲げ応力		内輪 曲げ応力		外輪せん断 応力		内輪せん断 応力		引張 応力		評価		
		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	外輪 β _g	内輪 β _g	外輪 A _s (mm ²)	内輪 A _s (mm ²)	A _t (mm ²)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _t (MPa)	f _t (MPa)			
		(mm)																									
01	0.381														12	194	19	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
02	0.541														17	194	27	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
03	0.701														22	194	35	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
04	0.906														22	194	29	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
05	1.230														29	194	39	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
06	1.640														40	194	52	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
07	2.190														54	194	61	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
08	2.920														72	194	81	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
09	3.920														93	194	108	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
10	5.230														73	194	92	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
11	6.780														94	194	118	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
12	8.770														48	194	58	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
13	11.69														65	194	77	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
14	15.78														88	194	92	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
15	20.75														117	194	121	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
16	28.05														64	194	78	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
17	39.16														90	194	98	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
18	52.31														122	194	121	194	-	-	-	-	-	-	-	-	○
19	69.55														106	173	143	173	19	72	17	72	20	126	20	126	○
20	92.06														108	173	138	173	24	72	22	72	26	126	26	126	○
21	122.74														116	173	136	173	32	72	29	72	34	126	34	126	○
22	163.65														101	158	111	158	35	72	26	72	45	126	45	126	○
23	216.26														109	158	112	158	45	72	34	72	60	126	60	126	○

表 5-5(6/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：④ハンガロッド (材料:)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		引張応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	M (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.381			4	117	○
02	0.541			5	117	○
03	0.701			7	117	○
04	0.906			9	117	○
05	1.230			11	117	○
06	1.640			15	117	○
07	2.190			11	117	○
08	2.920			15	117	○
09	3.920			20	117	○
10	5.230			17	112	○
11	6.780			22	112	○
12	8.770			20	112	○
13	11.69			26	112	○
14	15.78			23	112	○
15	20.75			30	112	○
16	28.05			40	112	○
17	39.16			39	112	○
18	52.31			38	103	○
19	69.55			39	103	○
20	92.06			38	103	○
21	122.74			39	103	○
22	163.65			41	103	○
23	216.26			44	103	○

表 5-5 (7/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑤ケース (材料:)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				引張応力		評価
						発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	T (mm)	D (mm)	J (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.381					1	156	○
02	0.541					1	156	○
03	0.701					1	156	○
04	0.906					1	156	○
05	1.230					1	156	○
06	1.640					2	156	○
07	2.190					2	156	○
08	2.920					3	156	○
09	3.920					3	156	○
10	5.230					4	156	○
11	6.780					5	156	○
12	8.770					5	156	○
13	11.69					6	156	○
14	15.78					8	156	○
15	20.75					11	156	○
16	28.05					12	156	○
17	39.16					16	156	○
18	52.31					22	156	○
19	69.55					17	156	○
20	92.06					23	156	○
21	122.74					20	156	○
22	163.65					25	156	○
23	216.26					25	156	○

表 5-5(8/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑥下ブタ（材料 ）（1/2）
 本体

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様					曲げ応力		評価
							発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	a (mm)	b (mm)	T (mm)	b / a	β_{10}	F _b (MPa)	f _b (MPa)	
01	0.381						2	180	○
02	0.541						3	180	○
03	0.701						4	180	○
04	0.906						5	180	○
05	1.230						9	180	○
06	1.640						9	180	○
07	2.190						11	180	○
08	2.920						14	180	○
09	3.920						23	180	○
10	5.230						32	180	○
11	6.780						42	180	○
12	8.770						26	180	○
13	11.69						34	180	○
14	15.78						43	180	○
15	20.75						54	180	○
16	28.05						49	180	○
17	39.16						66	180	○
18	52.31						84	180	○
19	69.55						74	180	○
20	92.06						94	180	○
21	122.74						120	180	○
22	163.65						141	173	○
23	216.26						130	173	○

表 5-5(9/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑥下ブタ（材料 ）(2/2)

溶接部

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様				せん断応力		評価
		J (mm)	a (mm)	h (mm)	A _s (mm ²)	発生 応力 F _s (MPa)	許容* 応力 f _s (MPa)	
01	0.381					1	40	○
02	0.541					1	40	○
03	0.701					2	40	○
04	0.906					2	40	○
05	1.230					2	40	○
06	1.640					2	40	○
07	2.190					3	40	○
08	2.920					4	40	○
09	3.920					5	40	○
10	5.230					6	40	○
11	6.780					8	40	○
12	8.770					8	40	○
13	11.690					10	40	○
14	15.780					13	40	○
15	20.750					17	40	○
16	28.050					18	40	○
17	39.160					26	40	○
18	52.310					30	40	○
19	69.550					27	40	○
20	92.060					32	40	○
21	122.74					29	40	○
22	163.65					35	38	○
23	216.26					35	38	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-5(10/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑦ターンバックル (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				引張応力		評価
						発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	K _t (mm)	K _d (mm)	G (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.381					2	168	○
02	0.541					2	168	○
03	0.701					3	168	○
04	0.906					3	168	○
05	1.230					4	168	○
06	1.640					5	168	○
07	2.190					4	168	○
08	2.920					5	168	○
09	3.920					6	168	○
10	5.230					8	168	○
11	6.780					10	168	○
12	8.770					9	168	○
13	11.69					12	168	○
14	15.78					10	168	○
15	20.75					13	168	○
16	28.05					18	168	○
17	39.16					21	137	○
18	52.31					25	137	○
19	69.55					26	137	○
20	92.06					33	137	○
21	122.74					41	137	○
22	163.65					52	137	○
23	216.26					43	137	○

表 5-5(11/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑧クレビス (材料)
 本体

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		B (mm)	C (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01~06	1.640									5	156	5	90	9	212	○
07~09	3.920									12	156	12	90	17	204	○
10~11	6.780									10	156	12	90	16	204	○
12~13	11.69									12	156	11	90	17	204	○
14~16	28.05									15	156	15	90	25	204	○
17	39.16									14	150	13	86	25	187	○
18	52.31									20	150	17	86	29	187	○
19	69.55									20	150	19	86	33	187	○
20	92.06									29	150	23	86	38	187	○
21	122.74									44	150	30	86	44	187	○
22	163.65									75	156	45	90	64	187	○
23	216.26									76	156	63	90	80	187	○

溶接部

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様				せん断応力		評価
		C (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	A _s (mm ²)	発生 応力	許容* 応力	
						F _s (MPa)	f _s (MPa)	
22	163.65					22	38	○
23	216.26					25	38	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-5(12/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑨ピン (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
						発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	L (mm)	d (mm)	Z (mm ³)	A _s (mm ²)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)	f _t (MPa)	
01~06	1.640					31	212	5	90	33	156	○
07~09	3.920					38	204	7	86	40	150	○
10~11	6.780					57	204	8	86	59	150	○
12~13	11.69					61	204	9	86	63	150	○
14~16	28.05					100	204	14	86	103	150	○
17	39.16					101	187	15	79	105	137	○
18	52.31					115	187	15	79	118	137	○
19	69.55					96	187	15	79	100	137	○
20	92.06					90	187	15	79	94	137	○
21	122.74					86	187	14	79	90	137	○
22	163.65					82	187	17	79	88	137	○
23	216.26					90	187	20	79	97	137	○

表 5-5(13/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑩ロッド (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		引張応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	M (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.381			4	117	○
02	0.541			5	117	○
03	0.701			7	117	○
04	0.906			9	117	○
05	1.230			11	117	○
06	1.640			15	117	○
07	2.190			11	117	○
08	2.920			15	117	○
09	3.920			20	117	○
10	5.230			17	112	○
11	6.780			22	112	○
12	8.770			20	112	○
13	11.69			26	112	○
14	15.78			23	112	○
15	20.75			30	112	○
16	28.05			40	112	○
17	39.16			39	112	○
18	52.31			38	103	○
19	69.55			39	103	○
20	92.06			38	103	○
21	122.74			39	103	○
22	163.65			41	103	○
23	216.26			44	103	○

表 5-5(14/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：①ロードコラム（本体型式 01～18 材料 本体型式19～23 材料

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様						圧縮応力		評価
		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	L (mm)	E (MPa)	A _c (mm ²)	F (MPa)	F _c (MPa)	f _c (MPa)	
01	0.381							1	122	○
02	0.541							2	122	○
03	0.701							2	122	○
04	0.906							2	124	○
05	1.230							2	124	○
06	1.640							3	124	○
07	2.190							4	124	○
08	2.920							5	124	○
09	3.920							6	124	○
10	5.230							6	124	○
11	6.780							7	124	○
12	8.770							6	125	○
13	11.69							8	125	○
14	15.78							10	125	○
15	20.75							13	125	○
16	28.05							21	125	○
17	39.16							29	125	○
18	52.31							39	125	○
19	69.55							25	125	○
20	92.06							33	125	○
21	122.74							43	125	○
22	163.65							58	125	○
23	216.26							76	125	○

表 5-5(15/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑫ばね座（本体型式01～18 材料 本体型式19～23 プレート材料 パイプ材：

本体型式	定格荷重	強度部材仕様						曲げ応力		せん断応力		評価
								発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	T ₁ (mm)	T ₂ (mm)	β_9	A _s (mm ²)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
01	0.381							12	194	-	-	○
02	0.541							17	194	-	-	○
03	0.701							22	194	-	-	○
04	0.906							22	194	-	-	○
05	1.230							29	194	-	-	○
06	1.640							40	194	-	-	○
07	2.190							54	194	-	-	○
08	2.920							72	194	-	-	○
09	3.920							93	194	-	-	○
10	5.230							73	194	-	-	○
11	6.780							94	194	-	-	○
12	8.770							48	194	-	-	○
13	11.69							65	194	-	-	○
14	15.78							88	194	-	-	○
15	20.75							117	194	-	-	○
16	28.05							64	194	-	-	○
17	39.16							90	194	-	-	○
18	52.31							122	194	-	-	○
19	69.55							106	173	19	72	○
20	92.06							108	173	24	72	○
21	122.74							116	173	32	72	○
22	163.65							101	158	35	72	○
23	216.26							109	158	45	72	○

表 5-6(1/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：①ばね座 (材料)

本体 型式	ばね座 にかかる 荷重	強度部材仕様				曲げ応力		評価	
		F A (kN)	A (mm)	D (mm)	T (mm)	β_9	発生 応力		許容 応力
							F _b (MPa)		f _b (MPa)
01	0.898						74	180	○
02	1.038						85	180	○
03	1.235						101	180	○
04	2.223						84	180	○
05	2.659						100	180	○
06	3.129						118	180	○

表 5-6(2/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：②テンションロッド（材料： (1/3)
 本体

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様		引張応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	F (kN)	M (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.898	<input type="text"/>		8	117	○
02	1.038			10	117	○
03	1.235			11	117	○
04	2.223			20	117	○
05	2.659			24	117	○
06	3.129			28	117	○

表 5-6(3/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：②テンションロッド（材料 ）(2/3)
穴部

本体 型式	ばね 荷重 F (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		R	B	T ₁	d	D	A _t	A _s	A _p	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	発生 応力 F _s (MPa)	許容 応力 f _s (MPa)	発生 応力 F _p (MPa)	許容 応力 f _p (MPa)	
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)							
01	0.898									5	156	5	90	15	212	○
02	1.038									6	156	6	90	18	212	○
03	1.235									7	156	7	90	21	212	○
04	2.223									14	156	14	90	24	212	○
05	2.659									16	156	16	90	28	212	○
06	3.129									19	156	19	90	33	212	○

表 5-6(4/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：②テンションロッド（材料： (3/3)
溶接部

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様			せん断応力		評価
					発生 応力	許容* 応力	
	F (kN)	H (mm)	L (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
01	0.898				4	40	○
02	1.038				4	40	○
03	1.235				5	40	○
04	2.223				9	40	○
05	2.659				11	40	○
06	3.129				12	40	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-6(5/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：③テンションロッドピン (材料)

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様					曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	F (kN)	L (mm)	T ₁ (mm)	d (mm)	Z (mm ³)	A _s (mm ²)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.898						88	212	6	90	89	156	○
02	1.038						101	212	7	90	102	156	○
03	1.235						120	212	8	90	121	156	○
04	2.223						53	212	6	90	55	156	○
05	2.659						63	212	7	90	65	156	○
06	3.129						74	212	8	90	76	156	○

表 5-6(6/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：④リンクプレート（材料：）(1/2)
 テンションロッド側穴部

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
		F (kN)	R (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	B (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	
01	0.898									6	156	7	90	8	212	○
02	1.038									7	156	8	90	9	212	○
03	1.235									8	156	9	90	11	212	○
04	2.223									14	156	16	90	12	212	○
05	2.659									17	156	19	90	14	212	○
06	3.129									20	156	22	90	17	212	○

表 5-6(7/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：④リンクプレート（材料 ）(2/2)
 アジャストピン側穴部

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	F (kN)	R (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	B (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	0.898									8	156	8	90	7	212	○
02	1.038									9	156	9	90	8	212	○
03	1.235									11	156	11	90	9	212	○
04	2.223									16	156	16	90	12	212	○
05	2.659									19	156	19	90	14	212	○
06	3.129									22	156	22	90	17	212	○

表 5-6(8/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑤アジャストピン (材料)

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様						曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
								発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	F (kN)	S (mm)	L (mm)	T (mm)	d (mm)	Z (mm ³)	A _s (mm ²)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.898							11	204	4	86	13	150	○
02	1.038							13	204	5	86	16	150	○
03	1.235							15	204	6	86	19	150	○
04	2.223							12	204	6	86	16	150	○
05	2.659							14	204	7	86	19	150	○
06	3.129							16	204	8	86	22	150	○

表 5-6(9/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑥ロードブロックピン (材料:)

本体 型式	定格* 荷重 P (kN)	強度部材仕様					曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
		S (mm)	G (mm)	d (mm)	Z (mm ³)	A _s (mm ²)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.638						4	204	2	86	6	150	○
02	0.864						6	204	3	86	8	150	○
03	1.155						8	204	3	86	10	150	○
04	1.617						11	204	5	86	14	150	○
05	2.211						14	204	6	86	18	150	○
06	2.981						19	204	8	86	24	150	○

注記*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を1.1倍した値を使用。

表 5-6(10/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑦回転アーム (材料)

本体 型式	定格* 荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		R (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	B (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	0.638									2	156	2	90	4	212	○
02	0.864									3	156	3	90	5	212	○
03	1.155									4	156	4	90	7	212	○
04	1.617									5	156	5	90	9	212	○
05	2.211									6	156	6	90	12	212	○
06	2.981									8	156	8	90	16	212	○

注記*：荷重調整範囲の最大値として，定格荷重を1.1倍した値を使用。

表 5-6(11/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑧アッパープレート（材料 ）（1/2）
 本体

本体 型式	定格* 荷重 P (kN)	強度部材仕様					曲げ応力		評価
		S ₁ (mm)	T ₁ (mm)	C (mm)	C ₁ (mm)	Z (mm ³)	発生 応力 F _b (MPa)	許容 応力 f _b (MPa)	
01	0.638						20	180	○
02	0.864						26	180	○
03	1.155						35	180	○
04	1.617						49	180	○
05	2.211						67	180	○
06	2.981						90	180	○

注記*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を1.1倍した値を使用。

表 5-6(12/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑧アッパープレート（材料 ）(2/2)
溶接部

本体 型式	定格*1 荷重	強度部材仕様			せん断応力		評価
	P (kN)	C ₁ (mm)	h ₁ (mm)	A _s (mm ²)	発生 応力	許容 応力	
					F _s (MPa)	f _s *2 (MPa)	
01	0.638				3	40	○
02	0.864				4	40	○
03	1.155				5	40	○
04	1.617				6	40	○
05	2.211				8	40	○
06	2.981				11	40	○

注記*1：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を1.1倍した値を使用。

注記*2：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-6(13/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑨イーヤ (材料) (1/2)
 穴部

本体 型式	定格* 荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		d (mm)	D (mm)	T (mm)	R (mm)	B (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	0.638									2	156	2	90	4	212	○
02	0.864									3	156	3	90	5	212	○
03	1.155									4	156	4	90	7	212	○
04	1.617									5	156	5	90	9	212	○
05	2.211									6	156	6	90	12	212	○
06	2.981									8	156	8	90	16	212	○

注記*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を1.1倍した値を使用。

表 5-6(14/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑨イーヤ（材料 ）(2/2)
溶接部

本体 型式	定格*1 荷重 P (kN)	強度部材仕様				せん断応力		評価
		C (mm)	T (mm)	h (mm)	A _s (mm ²)	発生 応力 F _s (MPa)	許容*2 応力 f _s (MPa)	
01	0.638					2	40	○
02	0.864					2	40	○
03	1.155					2	40	○
04	1.617					3	40	○
05	2.211					4	40	○
06	2.981					5	40	○

注記*1：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を1.1倍した値を使用。

注記*2：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-6(15/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑩ピン（材料 ）

本体 型式	定格* 荷重	強度部材仕様					曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	L (mm)	B (mm)	d (mm)	Z (mm ³)	A _s (mm ²)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.638						3	212	2	90	5	156	○
02	0.864						4	212	3	90	7	156	○
03	1.155						5	212	3	90	8	156	○
04	1.617						7	212	5	90	12	156	○
05	2.211						9	212	6	90	14	156	○
06	2.981						12	212	8	90	19	156	○

注記*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を1.1倍した値を使用。

表 5-6(16/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑪ハンガロッド（材料：）

本体 型式	定格* 荷重	強度部材仕様		引張応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	M (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.638	<input type="text"/>		6	117	○
02	0.864			8	117	○
03	1.155			11	117	○
04	1.617			15	117	○
05	2.211			20	117	○
06	2.981			27	117	○

注記*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を1.1倍した値を使用。

表 5-6(17/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑫ターンバックル（材料 ）

本体 型式	定格* 荷重 P (kN)	強度部材仕様				引張応力		評価
		K _t (mm)	K _d (mm)	G (mm)	A _t (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
01	0.638					2	168	○
02	0.864					3	168	○
03	1.155					4	168	○
04	1.617					5	168	○
05	2.211					7	168	○
06	2.981					9	168	○

注記*：荷重調整範囲の最大値として，定格荷重を1.1倍した値を使用。

表 5-6(18/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑬メインピン (材料：)

本体 型式	メインピンにかか る荷重	強度部材仕様						曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価	
		P F (kN)	S ₁ (mm)	S (mm)	T (mm)	d (mm)	Z (mm ³)	A _s (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力		許容 応力
									F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)		f _t (MPa)
01	1.074							39	212	7	90	41	156	○	
02	1.315							47	212	9	90	50	156	○	
03	1.646							59	212	11	90	62	156	○	
04	2.679							56	212	12	90	60	156	○	
05	3.368							70	212	15	90	75	156	○	
06	4.207							88	212	19	90	94	156	○	

表 5-6(19/19) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑭フレーム (材料)

本体 型式	メインピ ンにかか る荷重 P F (kN)	強度部材仕様			せん断応力		評価
		B (mm)	T (mm)	A _s (mm ²)	発生 応力	許容 応力	
					F _s (MPa)	f _s (MPa)	
01	1.074				2	90	○
02	1.315				2	90	○
03	1.646				3	90	○
04	2.679				4	90	○
05	3.368				5	90	○
06	4.207				6	90	○

表 5-7(1/7) リジットハンガ 強度評価結果

強度部材：① クレビスブラケット（材料 ）(1/3)
 本体

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価	
		P (kN)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力		許容 応力
											F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)		f _p (MPa)
10	3.43									4	156	6	90	16	212	○	
12	5.00									5	156	9	90	18	212	○	
16	9.41									10	156	19	90	27	212	○	
20	14.7									13	156	17	90	26	212	○	
24	21.1									10	156	12	90	22	212	○	
30	33.8									13	156	18	90	30	212	○	
36	49.5									13	150	16	86	32	204	○	
42	61.0									17	150	19	86	33	204	○	
48	80.4									25	150	22	86	36	204	○	
56	110.0									28	150	20	86	34	204	○	
64	147.0									41	150	29	86	40	204	○	
72	190.0									34	150	34	86	48	204	○	
80	239.0									46	150	34	86	54	204	○	

表 5-7(2/7) リジットハンガ 強度評価結果

強度部材：① クレビスブラケット（材料 ）（2/3）
溶接部

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			せん断応力		評価
					発生 応力	許容* 応力	
	P (kN)	C (mm)	h (mm)	A _s (mm ²)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
56	110.0				22	38	○
64	147.0				29	38	○
72	190.0				24	38	○
80	239.0				31	38	○

注記*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格SSB-3121.1(1)bを適用する。

表 5-7(3/7) リジットハンガ 強度評価結果

強度部材：① クレビスブラケット（材料 ）（3/3）
ピン

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
						発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	L (mm)	d (mm)	A _s (mm ²)	Z (mm ³)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)	f _t (MPa)	
10	3.43					152	212	16	90	154	156	○
12	5.00					94	212	13	90	96	156	○
16	9.41					90	204	15	86	94	150	○
20	14.7					136	204	17	86	139	150	○
24	21.1					120	204	15	86	123	150	○
30	33.8					120	204	17	86	124	150	○
36	49.5					128	187	18	79	132	137	○
42	61.0					119	187	16	79	122	137	○
48	80.4					91	187	15	79	94	137	○
56	110.0					102	187	17	79	106	137	○
64	147.0					89	187	17	79	94	137	○
72	190.0					114	187	19	79	119	137	○
80	239.0					101	187	19	79	106	137	○

表 5-7(4/7) リジットハンガ 強度評価結果

強度部材：② ターンバックル（本体型式 10～48 材料 , 本体型式 56～80 材料)

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 A _t (mm ²)	引張応力		評価
			発生応力 F _t (MPa)	許容応力 f _t (MPa)	
10	3.43		22	168	○
12	5.00		32	168	○
16	9.41		35	168	○
20	14.7		54	168	○
24	21.1		54	168	○
30	33.8		63	168	○
36	49.5		66	168	○
42	61.0		56	168	○
48	80.4		56	168	○
56	110.0		30	137	○
64	147.0		36	137	○
72	190.0		34	137	○
80	239.0		39	137	○

表 5-7(5/7) リジットハンガ 強度評価結果

強度部材：③ アイボルト (材料) (1/2)
 穴部

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様						引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		B	T	d	A _t	A _s	A _p	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	T (mm)	d (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
10	3.43							23	156	23	90	32	212	○
12	5.00							33	156	33	90	35	212	○
16	9.41							35	156	35	90	53	212	○
20	14.7							23	156	23	90	39	212	○
24	21.1							33	156	33	90	44	212	○
30	33.8							31	150	31	86	50	204	○
36	49.5							45	150	45	86	63	204	○
42	61.0							47	150	47	86	56	204	○
48	80.4							46	150	46	86	54	204	○
56	110.0							41	150	41	86	53	204	○
64	147.0							46	150	46	86	49	204	○
72	190.0							48	150	48	86	60	204	○
80	239.0							50	150	50	86	67	204	○

表 5-7(6/7) リジットハンガ 強度評価結果

強度部材：③ アイボルト (材料) (2/2)
ボルト部

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評価
		M (mm)	A _t (mm ²)	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
10	3.43			44	117	○
12	5.00			45	117	○
16	9.41			47	117	○
20	14.7			47	112	○
24	21.1			47	112	○
30	33.8			48	112	○
36	49.5			49	112	○
42	61.0			45	103	○
48	80.4			45	103	○
56	110.0			45	103	○
64	147.0			46	103	○
72	190.0			47	103	○
80	239.0			48	103	○

表 5-7(7/7) リジットハンガ 強度評価結果

強度部材：④ クランプ (材料)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	A _t (mm ²)	A _s (mm ²)	A _p (mm ²)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
10	3.43									16	156	8	90	24	212	○
12	5.00									5	156	9	90	18	212	○
16	9.41									10	156	19	90	27	212	○
20	14.7									13	156	17	90	26	212	○
24	21.1									10	156	12	90	22	212	○
30	33.8									13	156	18	90	30	212	○
36	49.5									13	150	16	86	32	204	○
42	61.0									17	150	19	86	33	204	○
48	80.4									25	150	22	86	36	204	○
56	110.0									28	150	20	86	34	204	○
64	147.0									41	150	29	86	40	204	○
72	190.0									34	150	34	86	48	204	○
80	239.0									46	150	34	86	54	204	○

表 5-8 標準ラグの耐震計算結果

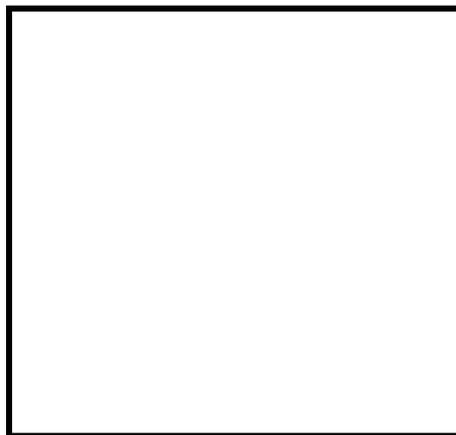
型式番号	最大使用荷重(N)		組合せ応力(MPa)		評価
	F _x	F _y	発生応力	許容応力	
LU-100			51	168	○
LU-150			61	168	○
LU-250			77	168	○
LU-450			78	168	○
LU-600			60	168	○
LU-800			61	168	○
LU-1000			71	168	○
LU-1350			58	168	○

表 5-9 標準Uボルトの耐震計算結果

型式番号	最大使用荷重(N)		ボルト部		サドル部		サドルと鋼材溶接部		評価
			引張応力(MPa)		組合せ応力(MPa)		組合せ応力(MPa)		
	P _v	P _H	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
UN-80			163	214	118	214	88	123	○
UN-90			163	214	98	214	75	123	○
UN-100			110	214	120	214	91	123	○
UN-125			146	214	102	214	80	123	○
UN-150			117	205	117	214	82	123	○
UN-200			186	205	114	214	77	123	○
UN-250			186	205	74	214	55	123	○

表 5-10-1 支持架構の耐震計算結果

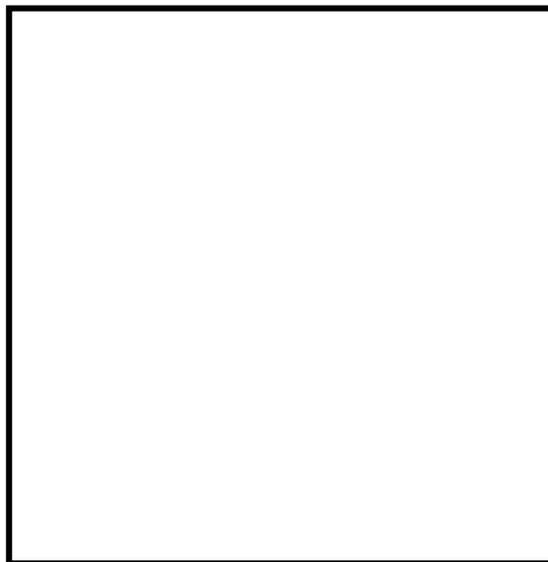
支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-50×50×6	88	234	○
				L-100×100×10	66	234	○
				L-100×100×10	131	234	○
				□125×125×6	108	216	○
				□175×175×6	117	216	○
				L-50×50×6	144	234	○
				L-100×100×10	107	234	○
				□100×100×6	88	216	○
				□150×150×6	114	216	○
				□200×200×9	93	216	○
				L-65×65×6	115	234	○
				L-100×100×10	148	234	○
				□100×100×6	120	216	○
				□175×175×6	111	216	○
				□200×200×9	121	216	○



基本形状：タイプ-1

表 5-10-2 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-50×50×6	17	234	○
				L-50×50×6	82	234	○
				L-50×50×6	162	234	○
				L-100×100×10	86	234	○
				L-100×100×10	169	234	○
				L-50×50×6	25	234	○
				L-50×50×6	121	234	○
				L-65×65×6	142	234	○
				L-100×100×10	117	234	○
				□100×100×6	121	216	○
				L-50×50×6	33	234	○
				L-50×50×6	159	234	○
				L-75×75×6	138	234	○
				L-100×100×10	149	234	○
				□125×125×6	96	216	○



基本形状：タイプ-2

表 5-10-3 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-50×50×6	18	234	○
				L-50×50×6	84	234	○
				L-50×50×6	168	234	○
				L-100×100×10	89	234	○
				L-100×100×10	175	234	○
				L-50×50×6	26	234	○
				L-50×50×6	125	234	○
				L-65×65×6	146	234	○
				L-100×100×10	120	234	○
				□100×100×6	125	216	○
				L-50×50×6	34	234	○
				L-50×50×6	165	234	○
				L-75×75×6	143	234	○
				L-100×100×10	154	234	○
□125×125×6	98	216	○				



基本形状：タイプ-2

表 5-10-4 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-50×50×6	18	234	○
				L-50×50×6	87	234	○
				L-50×50×6	173	234	○
				L-100×100×10	93	234	○
				□100×100×6	112	216	○
				L-50×50×6	27	234	○
				L-50×50×6	129	234	○
				L-65×65×6	151	234	○
				L-100×100×10	125	234	○
				□100×100×6	131	216	○
				L-50×50×6	35	234	○
				L-50×50×6	171	234	○
				L-75×75×6	148	234	○
				L-100×100×10	159	234	○
□125×125×6	103	216	○				



基本形状：タイプ-2

表 5-10-5 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-50×50×6	46	234	○
				L-65×65×6	130	234	○
				□75×75×4.5	72	216	○
				□100×100×6	99	216	○
				□150×150×6	94	216	○
				L-50×50×6	50	234	○
				L-65×65×6	139	234	○
				L-100×100×10	74	234	○
				□100×100×6	99	216	○
				□125×125×6	128	216	○
				L-50×50×6	61	234	○
				L-65×65×6	169	234	○
				L-100×100×10	87	234	○
				□100×100×6	111	216	○
				□150×150×6	97	216	○



基本形状：タイプ-3

表 5-10-6 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-50×50×6	60	234	○
				L-75×75×6	130	234	○
				L-100×100×10	94	234	○
				□125×125×6	85	216	○
				□150×150×6	121	216	○
				L-50×50×6	63	234	○
				L-75×75×6	135	234	○
				L-100×100×10	96	234	○
				□100×100×6	126	216	○
				□150×150×6	116	216	○
				L-50×50×6	75	234	○
				L-75×75×6	156	234	○
				L-100×100×10	109	234	○
				□125×125×6	87	216	○
				□150×150×6	120	216	○



基本形状：タイプ-3

表 5-10-7 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-50×50×6	82	234	○
				L-100×100×10	66	234	○
				L-100×100×10	129	234	○
				□125×125×6	112	216	○
				□175×175×6	124	216	○
				L-50×50×6	85	234	○
				L-100×100×10	65	234	○
				L-100×100×10	129	234	○
				□125×125×6	106	216	○
				□175×175×6	114	216	○
				L-50×50×6	96	234	○
				L-100×100×10	72	234	○
				L-100×100×10	141	234	○
				□125×125×6	110	216	○
□175×175×6	113	216	○				



基本形状：タイプ-3

表 5-10-8 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-65×65×6	131	234	○
				□100×100×6	69	216	○
				□125×125×6	84	216	○
				□175×175×6	125	216	○
				□200×200×9	135	216	○
				L-65×65×6	162	234	○
				□100×100×6	85	216	○
				□125×125×6	104	216	○
				□200×200×9	84	216	○
				□250×250×12	84	216	○
				L-75×75×6	144	234	○
				□100×100×6	101	216	○
				□125×125×6	122	216	○
				□200×200×9	98	216	○
				□250×250×12	97	216	○



基本形状：タイプ-4

表 5-10-9 支持架構の耐震計算結果

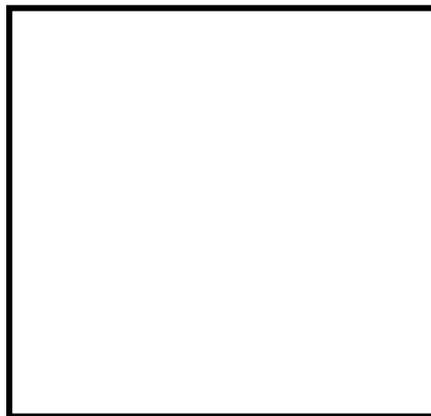
支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-65×65×6	162	234	○
				□100×100×6	85	216	○
				□125×125×6	104	216	○
				□200×200×9	84	216	○
				□250×250×12	84	216	○
				L-75×75×6	144	234	○
				□100×100×6	101	216	○
				□125×125×6	122	216	○
				□200×200×9	98	216	○
				□250×250×12	97	216	○
				L-75×75×6	168	234	○
				□100×100×6	117	216	○
				□150×150×6	96	216	○
				□200×200×9	113	216	○
				□250×250×12	112	216	○



基本形状：タイプ-4

表 5-10-10 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				L-75×75×6	156	234	○
				□100×100×6	109	216	○
				□150×150×6	89	216	○
				□200×200×9	105	216	○
				□250×250×12	105	216	○
				L-100×100×10	63	234	○
				□100×100×6	125	216	○
				□150×150×6	103	216	○
				□200×200×9	120	216	○
				□250×250×12	119	216	○
				L-100×100×10	71	234	○
				□125×125×6	86	216	○
				□150×150×6	116	216	○
				□200×200×9	135	216	○
				□300×300×12	91	216	○



基本形状：タイプ-4

表 5-10-11 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				□75×75×4.5	8	216	○
				□75×75×4.5	34	216	○
				□75×75×4.5	67	216	○
				□100×100×6	89	216	○
				□125×125×6	121	216	○
				□75×75×4.5	13	216	○
				□75×75×4.5	59	216	○
				□100×100×6	54	216	○
				□125×125×6	108	216	○
				□175×175×6	121	216	○
				□75×75×4.5	18	216	○
				□75×75×4.5	87	216	○
				□100×100×6	80	216	○
				□150×150×6	114	216	○
□200×200×9	97	216	○				



基本形状：タイプ-5

表 5-10-12 支持架構の耐震計算結果

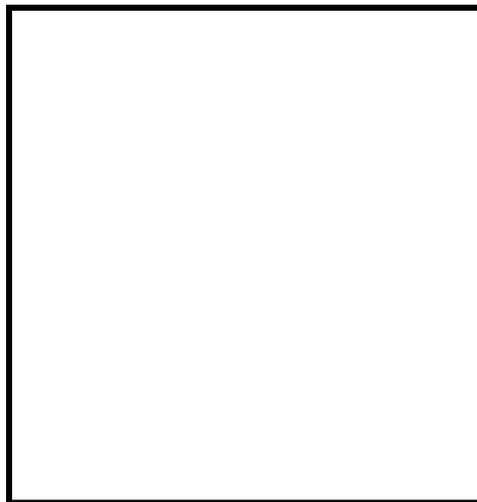
支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				□75×75×4.5	9	216	○
				□75×75×4.5	34	216	○
				□75×75×4.5	67	216	○
				□100×100×6	91	216	○
				□125×125×6	116	216	○
				□75×75×4.5	13	216	○
				□75×75×4.5	58	216	○
				□100×100×6	52	216	○
				□125×125×6	102	216	○
				□175×175×6	114	216	○
				□75×75×4.5	17	216	○
				□75×75×4.5	83	216	○
				□100×100×6	77	216	○
				□150×150×6	108	216	○
				□200×200×9	92	216	○



基本形状：タイプ-5

表 5-10-13 支持架構の耐震計算結果

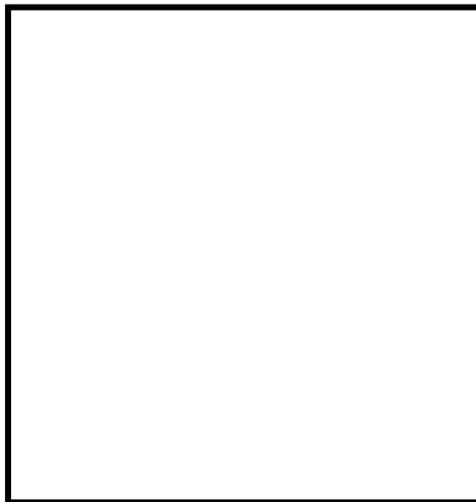
支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				□75×75×4.5	8	216	○
				□75×75×4.5	32	216	○
				□75×75×4.5	62	216	○
				□100×100×6	88	216	○
				□125×125×6	119	216	○
				□75×75×4.5	13	216	○
				□75×75×4.5	59	216	○
				□100×100×6	54	216	○
				□125×125×6	107	216	○
				□175×175×6	120	216	○
				□75×75×4.5	18	216	○
				□75×75×4.5	87	216	○
				□100×100×6	80	216	○
				□150×150×6	114	216	○
				□200×200×9	97	216	○



基本形状：タイプ-6

表 5-10-14 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)		評価
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生 応力	許容 応力	
				□75×75×4.5	8	216	○
				□75×75×4.5	30	216	○
				□75×75×4.5	60	216	○
				□100×100×6	84	216	○
				□125×125×6	114	216	○
				□75×75×4.5	13	216	○
				□75×75×4.5	56	216	○
				□100×100×6	52	216	○
				□125×125×6	102	216	○
				□175×175×6	114	216	○
				□75×75×4.5	17	216	○
				□75×75×4.5	83	216	○
				□100×100×6	77	216	○
				□150×150×6	108	216	○
				□200×200×9	92	216	○



基本形状：タイプ-6

表 5-11-1 埋込金物の耐震計算結果 (プレート)

タイプ	最大使用荷重 (kN)		曲げ・せん断 共存時の応力 (MPa)		評価
	引張荷重	せん断荷重	発生応力	許容応力	
I			235	235	○
VI			235	235	○
X			245	245	○

表 5-11-2 埋込金物の耐震計算結果 (スタッド)

タイプ	最大使用荷重 (kN)		引張応力 (MPa)		評価
	引張荷重	せん断荷重	発生応力	許容応力	
I			83	235	○
VI			49	235	○
X			26	245	○

表 5-11-3 埋込金物の耐震計算結果 (コンクリート)

タイプ	最大使用荷重 (kN)		引張荷重 (kN)				せん断荷重 (kN)		評価
			シアコーン		支圧		発生荷重	許容荷重	
	引張荷重	せん断荷重	発生荷重	許容荷重	発生荷重	許容荷重			
I			93.6	157.4	93.6	437.9	240.7	299.4	○
VI			146.4	624.9	146.4	1002.5	780.4	802.8	○
X			20.8	81.4	20.8	295.8	205.2	212.3	○

5.2 代表的な支持構造物の耐震計算例

5.2.1 支持構造物の耐震計算例

代表的な支持構造物を表 5-12 に、耐震計算例を表 5-13-1～表 5-13-10 に示す。

なお、本項における耐震計算結果は、代表的な支持構造物の例を示したものであり、本項に記載のない支持構造物についても同様な評価を行う。

5.2.2 個別の処置方法

支持構造物の評価において、支持点荷重が定格荷重又は最大使用荷重を超えた場合には、標準支持間隔法であれば支持間隔の短縮化等による支持点荷重低減、3次元はりモデル解析であれば使用鋼材又は構造の見直し等により強度向上を図るものとする。

表 5-12 代表的な支持構造物

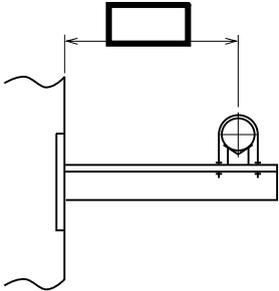
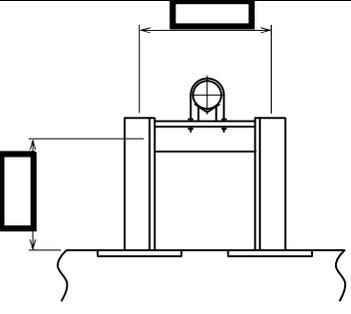
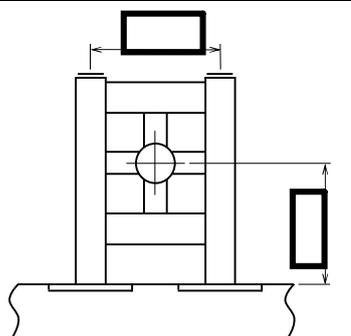
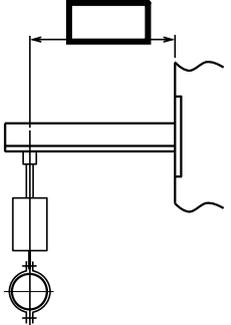
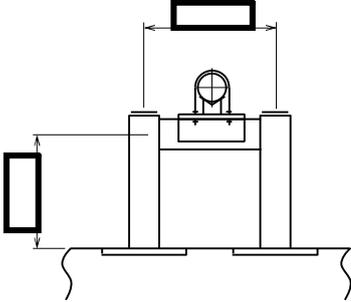
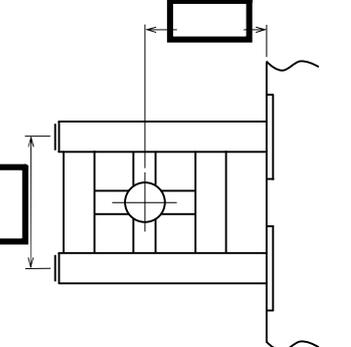
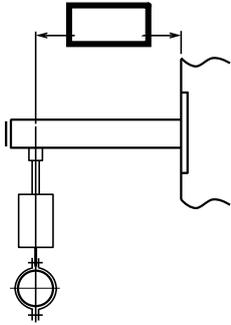
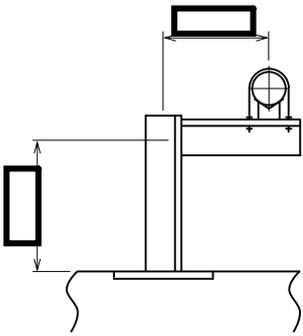
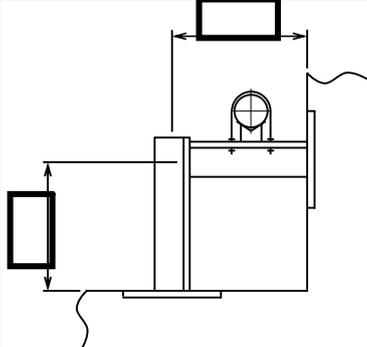
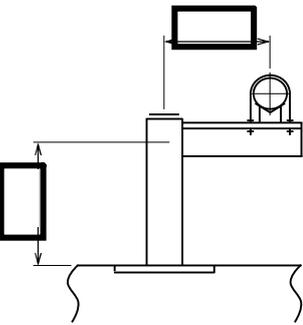
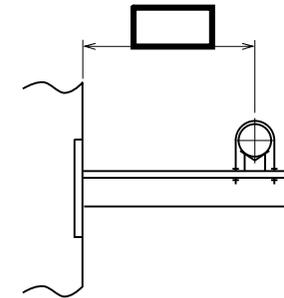
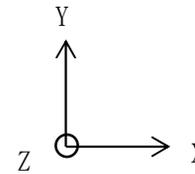
<p>タイプ-1-1</p> 	<p>タイプ-3-1</p> 	<p>タイプ-5</p> 
<p>タイプ-1-2</p> 	<p>タイプ-3-2</p> 	<p>タイプ-6</p> 
<p>タイプ-1-3</p> 	<p>タイプ-4-1</p> 	
<p>タイプ-2</p> 	<p>タイプ-4-2</p> 	

表 5-13-1 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ1-1)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
5000	5000	-



支持構造物計画形状図

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	107	234

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		最大使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	UN-100	5000	5000	12000	12000

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-1 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
34500	5000

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	34500	5000	93600	240700

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-2 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

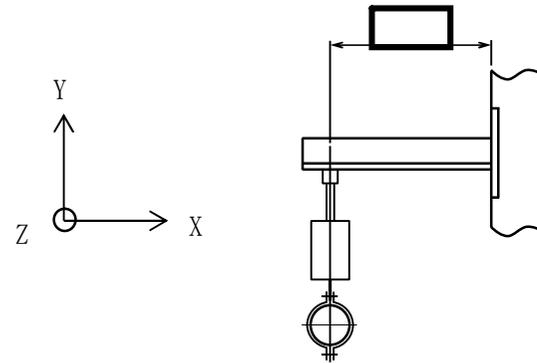
支持構造物評価 (タイプ1-2)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
—	5000	—

(2) 支持装置

支持装置名称	型式番号	定格荷重 (kN)
オイルスナップ	06	6



支持構造物計画形状図

評価	以上より、当該オイルスナップに作用する支持点荷重は、定格荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

(3) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	104	234

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-2 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
29500	5000

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	29500	5000	93600	240700

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-3 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

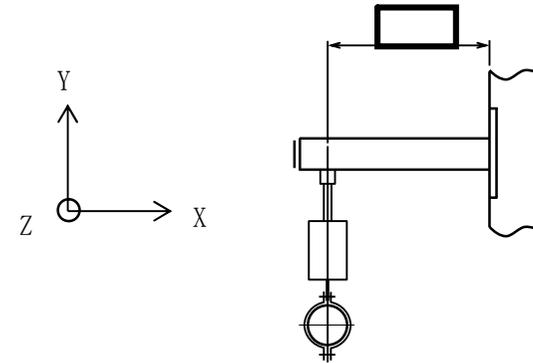
支持構造物評価 (タイプ1-3)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
—	10000	—

(2) 支持装置

支持装置名称	型式番号	定格荷重 (kN)
メカニカルスナッパ	1	10



支持構造物計画形状図

評価	以上より、当該メカニカルスナッパに作用する支持点荷重は、定格荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

(3) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	84	216

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-3 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
59000	10000

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	59000	10000	93600	240700

③ 評価結果

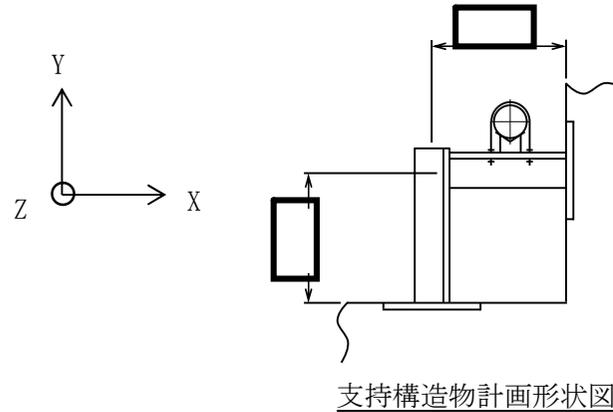
評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-4 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ-2)

(1) 支持点荷重 (N)

F_x	F_y	F_z
10000	10000	-



(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	148	234

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重 (N)		最大使用荷重 (N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	UN-100	10000	10000	12000	12000

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-4 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
22804	6100

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	22804	6100	93600	240700

③ 評価結果

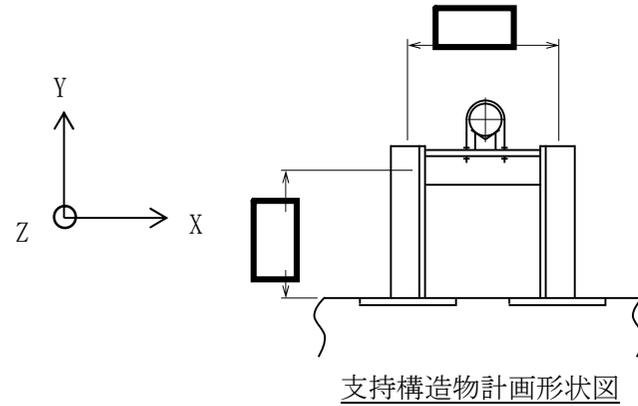
評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-5 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ-3-1)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
10000	10000	-



(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	141	234

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		最大使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	UN-100	10000	10000	12000	12000

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-5 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
47848	6212

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	47848	6212	93600	240700

③ 評価結果

評価	以上より，当該埋込金物に作用する発生荷重は，選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-6 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ-3-2)

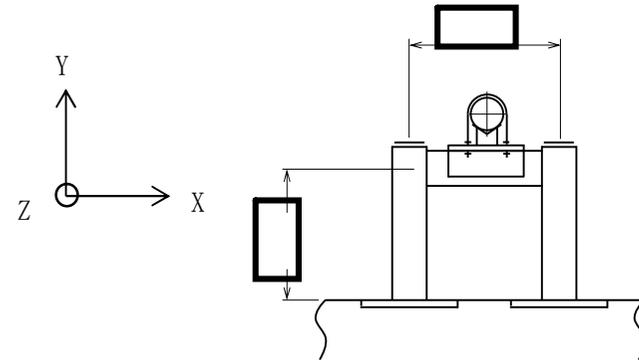
(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
30000	30000	-

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	123	216



支持構造物計画形状図

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		最大使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	UN-200	30000	30000	32000	32000

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-6 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
93608	20496

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
VI	93608	20496	146400	780400

③ 評価結果

評価	以上より，当該埋込金物に作用する発生荷重は，選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-7 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ4-1)

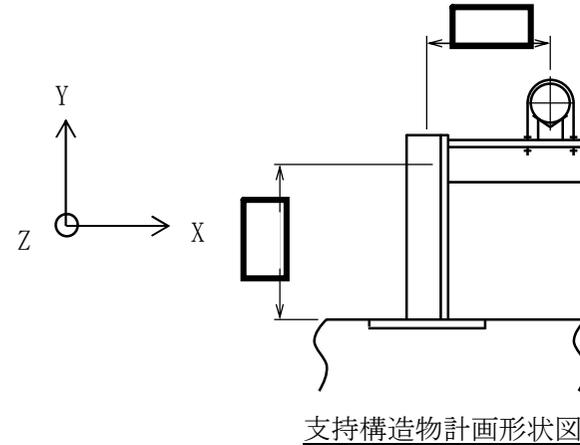
(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
1000	1000	-

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	71	234



② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		最大使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	UN-100	1000	1000	12000	12000

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-7 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
21060	1000

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	21060	1000	93600	240700

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-8 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ4-2)

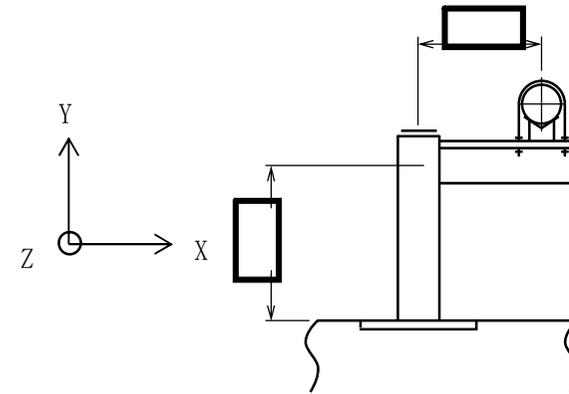
(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
5000	5000	—

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	109	216



支持構造物計画形状図

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		最大使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	UN-100	5000	5000	12000	12000

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-8 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
81700	5000

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	81700	5000	93600	240700

③ 評価結果

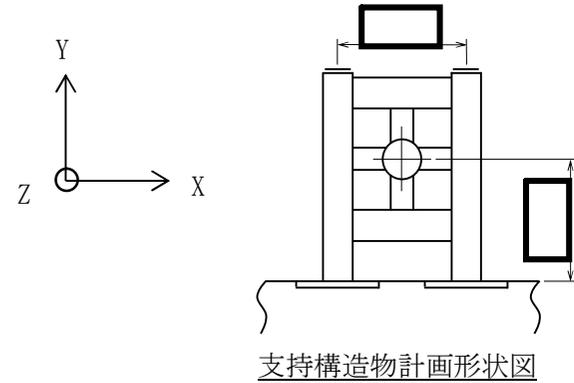
評価	以上より，当該埋込金物に作用する発生荷重は，選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-9 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ5)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
5000	5000	-



(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	58	216

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		最大使用荷重(N)	
		圧縮荷重方向	せん断荷重方向	圧縮荷重方向	せん断荷重方向
ラグ	LU-100	5000	5000	9570	9570

② 評価結果

評価	以上より、当該ラグに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-9 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
24884	2540

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	24884	2540	93600	240700

③ 評価結果

評価	以上より，当該埋込金物に作用する発生荷重は，選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

表 5-13-10 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価 (タイプ6)

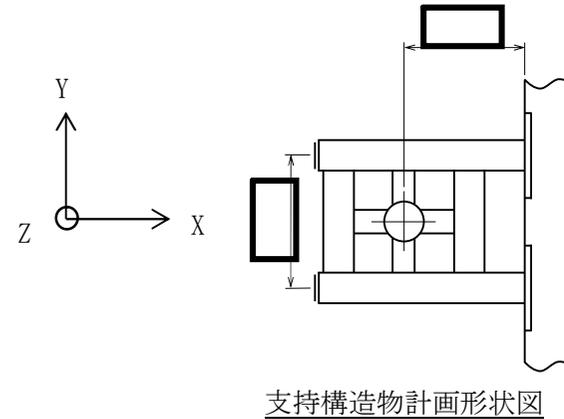
(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
5000	5000	—

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	56	216



② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		最大使用荷重(N)	
		圧縮荷重方向	せん断荷重方向	圧縮荷重方向	せん断荷重方向
ラグ	LU-100	5000	5000	9570	9570

② 評価結果

評価	以上より、当該ラグに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-13-10 支持構造物の強度及び耐震計算結果(2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り(N)	せん断(N)
24848	2536

② 発生荷重及び最大使用荷重

タイプ	発生荷重(N)		最大使用荷重(N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
I	24848	2536	93600	240700

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	--