

トグル制震構法 技術情報シート

 株式会社 **E&CS**

2020年4月

目次

Part 1 総則

- Vol. 1 本技術情報シートの目的と対象
- Vol. 2 技術情報シートの構成
- Vol. 3 装置の適用範囲の確認1
- Vol. 4 装置の適用範囲の確認2
- Vol. 5 トグル制震構法の設計のフロー

Part 2 装置及びその仕様

- Vol. 6 装置と周辺部材の範囲
- Vol. 7 トグル制震装置の構成部材
- Vol. 8 装置の種類
- Vol. 9 腕A・腕B, 腕1・腕2
- Vol. 10 構成部材の仕様 (油圧ダンパー)
- Vol. 11 構成部材の仕様 (腕鋼管)
- Vol. 12 構成部材の仕様 (P1クレビス)
- Vol. 13 構成部材の仕様 (P3クレビス)
- Vol. 14 構成部材の仕様 (ピンシャフト, 球面軸受け)
- Vol. 15 構成部材の仕様 (ガセットプレート (腕端部))
- Vol. 16 構成部材の仕様 (ガセットプレート (ダンパー端部))

Part 3 用語の定義及び適切な装置要求性能の設定において留意する特有の性質

- Vol. 17 増幅倍率とトグル機構の減衰力
- Vol. 18 装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力と設計用装置最大変位
- Vol. 19 装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力の設定
- Vol. 20 周辺部材設計用荷重
- Vol. 21 装置と周辺部材の設計におけるトグル機構の幅と高さによる傾向
- Vol. 22 ダンパーの製造のバラツキ
- Vol. 23 取り付け時の組み立て誤差による倍率変動
- Vol. 24 トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動
- Vol. 25 1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差
- Vol. 26 応答解析プログラムと幾何学的非線形応力計算のモデルの違い

Part 4-1 装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重

Vol. 27 装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数の表の見方

Vol. 28~51 装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p

	周辺鉄骨柱を介して 設置する場合		鉄骨フレームにGPLを介して 直接設置する場合	
	500kN	850kN	500kN	850kN
δ_D	500kN	850kN	500kN	850kN
$H/250$	Vol. 28	Vol. 34	Vol. 40	Vol. 46
$H/200$	Vol. 29	Vol. 35	Vol. 41	Vol. 47
$H/150$	Vol. 30	Vol. 36	Vol. 42	Vol. 48
$H/125$	Vol. 31	Vol. 37	Vol. 43	Vol. 49
$H/100$	Vol. 32	Vol. 38	Vol. 44	Vol. 50
$H/75$	Vol. 33	Vol. 39	Vol. 45	Vol. 51

Vol. 52 装置の設計及び周辺部材設計用荷重算定の仮定条件

Part 4-2 1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差

Vol. 53 1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分の表の見方

Vol. 54~77 1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dv}

	周辺鉄骨柱を介して 設置する場合		鉄骨フレームにGPLを介して 直接設置する場合	
	500kN	850kN	500kN	850kN
δ_D	500kN	850kN	500kN	850kN
$H/250$	Vol. 54	Vol. 60	Vol. 66	Vol. 72
$H/200$	Vol. 55	Vol. 61	Vol. 67	Vol. 73
$H/150$	Vol. 56	Vol. 62	Vol. 68	Vol. 74
$H/125$	Vol. 57	Vol. 63	Vol. 69	Vol. 75
$H/100$	Vol. 58	Vol. 64	Vol. 70	Vol. 76
$H/75$	Vol. 59	Vol. 65	Vol. 71	Vol. 77

Part 5 応答解析プログラムへの入力時に必要な値

Vol. 78 下限減衰力モデルのための取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{\min}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合)Vol. 79 下限減衰力モデルのための取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{\min}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合)

Vol. 80 装置の重量とGPLの寸法 (周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN)

Vol. 81 装置の重量とGPLの寸法 (周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN)

Vol. 82 装置の重量とGPLの寸法 (鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN)

Vol. 83 装置の重量とGPLの寸法 (鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN)

Vol. 84 装置の重量とガセットプレート(GPL)の寸法の仮定条件

Part 6 算定例

- Vol. 85 算定例1 (周辺部材設計用荷重 F_H, F_V)
- Vol. 86 算定例1 (1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} , 取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{\min} , 装置の重量)
- Vol. 87 算定例2 (周辺部材設計用荷重 F_H, F_V)
- Vol. 88 算定例2 (1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} , 取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{\min} , 装置の重量)

付録 トグル機構の性質と幾何学的非線形性

- Vol. 89 原始的なトグル機構の倍率設定と幾何学的非線形性
- Vol. 90 原始的なトグル機構と建物の層間に設置するトグル機構の違い
- Vol. 91 点I点Lの移動方向がずれる原始的なトグル機構の倍率設定と幾何学的非線形性
- Vol. 92 腕と油圧ダンパーの位置関係 (凸型・凹型) による増幅機構の働き方の違い
- Vol. 93 ダンパーが上に付く場合の増幅機構の働き
- Vol. 94 横長で凹型の場合の増幅機構の働き
- Vol. 95 トグル機構の幾何学的非線形性の現れ方のまとめと増幅倍率の設定計画
- Vol. 96 取り付け時の組み立て誤差による倍率変動の例($\Delta L_{PI}=+5\text{mm}$)
- Vol. 97 トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動の例($\delta_{\max}=H/100$)
- Vol. 98 油圧ダンパーとトグル機構の減衰力-変位関係
- Vol. 99 トグル機構の減衰力-変位関係と幾何学的非線形応力計算
- Vol. 100 油圧ダンパーの減衰力-速度関係
- Vol. 101 幾何学的非線形応力計算における角振動数の仮定

Part 1 総則

本技術情報シートの目的と対象

トグル制震ブレースは、建築物に減衰を付加し耐震性能を向上させることができる制震装置であるとして、一般社団法人 建築研究振興協会において「技術（性能）評価書，BRP-1002004-000，平成22年2月25日」を取得しています。また「技術（性能）評価書，BRP-R1802011-0ST，平成31年2月28日」では、狭小な場所に対応する油圧ダンパー(TGK500C, TGK850C)の追加等を行っています。

本技術情報シート*1は、市販の応答解析プログラム*2を用いてトグル制震ブレースを組み込んだ建物の設計を行う設計者に対して、適切な要求性能の設定を支援する目的で、装置の適用範囲やトグル機構特有の性質である幾何学的非線形性などについてまとめています。ここで「適切な要求性能」とは、装置や周辺部材の設計が可能である性能を示します。

本技術情報シートは、地震応答解析の前に装置や周辺部材の設計に関する情報を与えるための資料であるため、地震応答解析（モデル化や応答値の評価を含む）に関する内容については対象外となります。

*1 最新版は(株)E&CSのホームページ(http://www.kk-ecs.co.jp/engineering_sheets/)に掲載しています。本技術情報シートは予告なく更新する場合がありますが、更新した場合は同ページでお知らせします。

*2 市販の応答解析プログラムには減衰力種別300kNの油圧ダンパーが組み込まれていますが、300kNの油圧ダンパーは上記「技術（性能）評価」の対象に含まれていません。また本技術情報シートにおいても、構成部材の仕様や装置設計の可否などを示していません。減衰力種別300kNの油圧ダンパーを用いる際は、「技術（性能）評価」の対象外であること、他の減衰力種別(500kN, 850kN)の装置と比べて納期を要し、またコストが割高となることをご了解いただき、構成部材の仕様や装置設計の可否などは(株)E&CSへ別途お問い合わせください。

技術情報シートの構成

Part 1 総則 Vol. 1~5

市販の応答解析プログラムを用いてトグル制震ブレースを組み込んだ建物の設計をする際に設計者が行う作業や確認事項について示します。

Part 2 装置及びその仕様 Vol. 6~16

トグル制震装置の範囲、装置の構成部材、装置の種類、構成部材の仕様を示します。

Part 3 用語の定義及び適切な装置要求性能の設定において留意する特有の性質 Vol. 17~26

装置の設計や周辺部材の設計に関する用語の説明と、装置や周辺部材の設計が可能となる装置要求性能の設定において留意する必要があるトグル機構特有の性質を示します。

Part 4-1 装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重 Vol. 27~52

地震応答解析が済んでから装置の設計や周辺部材の設計が不可であることが判明することがないように、事前に建物への取り付け形式、油圧ダンパーの減衰力種別、設計用装置最大変位、トグル機構の幅・高さ、腕と油圧ダンパーの位置関係、増幅倍率をパラメータとして、装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の表を示します。

Part 4-2 1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差 Vol. 53~77

1構面2基タイプのトグル制震装置では、一般的なK形ブレースと異なり、幾何学的非線形性により左右のトグル機構の腕軸力に差が生じます。したがって、左のトグル機構の右の腕と右のトグル機構の左の腕が交わる梁中央部腕交点においては、この腕軸力差の鉛直方向成分が接合部や周辺架構に対して鉛直荷重として作用します。地震応答解析が済んでから周辺部材の設計が不可であることが判明することがないように、腕軸力差の鉛直方向成分の表を示します。

Part 5 応答解析プログラムへの入力時に必要な値 Vol. 78~84

応答解析プログラムではトグル制震ブレースの性能を設定しますが、直接的には性能ではないものの応答解析プログラムへ入力する必要がある値(装置の重量、ガセットプレートの寸法)を示します。また取り付け時の組み立て誤差によって生じる最小の増幅倍率を示します。

Part 6 算定例 Vol. 85~88

トグル制震装置の計画例による、周辺部材設計用荷重(Part 4-1)、1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分(Part 4-2)、取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率及び装置の重量(Part 5)の算定例を示します。

付録 トグル機構の性質と幾何学的非線形性 Vol. 89~101

より詳しく知りたい設計者向けに、トグル制震ブレースの基本的な原理である増幅機構の働きや幾何学的非線形性による倍率変動、減衰力が速度に比例する油圧ダンパーが増幅機構の先に取り付いたトグル制震ブレースの機構減衰力と層間変位の関係を示します。

装置の適用範囲の確認1

トグル制震ブレースを組み込んだ建物の設計を行うに当たり、設計者は以下について確認する必要があります。

1) 対象建物の固有周期の確認

対象建物の1次固有周期が、油圧ダンパーの標準品であるT GK500とT GK850は0.2秒以下、狭小な場所に対応するT GK500CとT GK850Cは0.25秒以下である場合は適用範囲外です。

2) 製品の確認

装置は既製の部材を組み合わせて構成されているため、設計者が指定すればどんな性能のものでも作れるというものではありません。装置は(株)E&CSが提供可能な製品を用いる必要があります。提供可能な製品（の構成部材）をPart 2に示します。トグル制震ブレースの計算機能が組み込まれている市販の応答解析プログラムでは、提供可能な製品のみが入力可能です。

3) 応答解析プログラムへの入力値の確認

応答解析プログラムへ入力する必要があるのはトグル制震ブレースの性能だけではありません。トグル制震ブレースの設置により考慮すべき重量や剛域に関わる値を確認してください。またダンパーの製造バラツキと取り付け時の組み立て誤差による倍率変動に起因する減衰力変動を考慮した下限減衰力モデルでも応答解析も行う必要があります。応答解析プログラムへの入力時に必要な値はPart 5に示します。

4) ダンパー限界値の確認

地震応答解析によるダンパーの最大応答値（減衰力、速度、エネルギー吸収後の温度）が各限界値以下であることを確認する必要があります。各限界値はPart 2に示します。

5) 装置の設計

装置の構成部材が、装置設計用荷重に対し短期許容応力度以下であることを確認する必要があります。装置の設計は(株)E&CSが行いますが、設計者が設定した装置要求性能に基づいて行うため、設計者はこれを(株)E&CSに伝える必要があります。装置の設計の段階になって初めて過大な装置要求性能を設定していることが判明することがないように、適切な要求性能の設定を支援する目的で作成したPart 4-1の装置の設計の可否を事前に確認してください。また設計者は(株)E&CSが提出する装置の構造計算書を確認する必要があります。

6) 周辺部材の設計

周辺部材が、周辺部材設計用荷重に対し設計者が定めるクライテリア内であることを確認する必要があります。周辺部材の設計は設計者が行いますが、周辺部材設計用荷重の算定は(株)E&CSが行います。装置の設計と同様に、周辺部材の設計の段階になって初めて過大な装置要求性能を設定していることが判明することがないように、適切な要求性能の設定を支援する目的で作成したPart 4-1の周辺部材の設計のための割り増し係数や、1構面2基タイプの場合はPart 4-2の腕軸力差の鉛直方向成分を事前に確認してください。

装置の適用範囲の確認2

トグル制震ブレースの計算機能が組み込まれている市販の応答解析プログラムを用いれば、トグル制震ブレースを組み込んだ建物の応答解析はできてしまいます。しかしながら、応答解析プログラムに値を入力できることや応答解析が正常に終了したこともって装置の適用範囲内であることを確認したことにはなりません。装置の適用範囲の確認は別途行う必要があります。

「装置の適用範囲を確認する」と言った場合、1つには「装置が提供可能な製品として存在するのかを確認する」という意味があります。装置は、既製の部品（ある程度の選択の幅はある）を組み合わせて構成されているため、設計者が指定すればどんな性能のものでも作れるというものではありません。ですが、提供可能でない製品の値は応答解析プログラムに値を入力できないため、この意味においては、応答解析プログラムに値を入力できることをもって適用範囲を確認したことになります。

2つめには「装置が設計として成り立つのかを確認する」という意味があります。トグル制震構法の設計では、以下の3つを確認する必要があります。

1) ダンパー限界値の確認

地震応答解析によるダンパーの最大応答値が各限界値以下であることを確認する。

⇒設計者が行います（本技術情報シートの内容の対象外）。

2) 装置の設計

装置の構成部材が、装置設計用荷重に対し短期許容応力度以下であることを確認する。

⇒設計者が設定した装置要求性能に基づき(株)E&CSが行います。

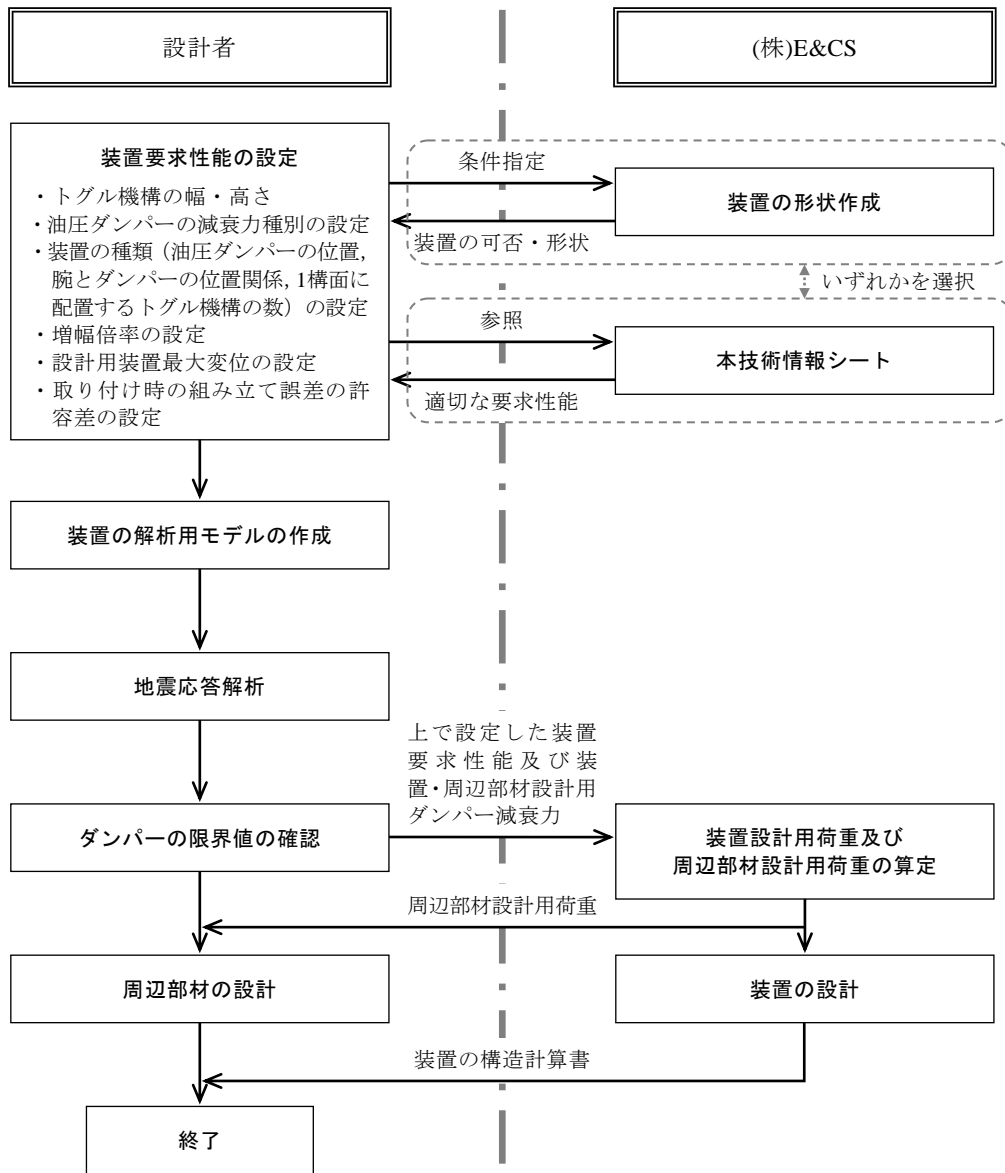
3) 周辺部材の設計

周辺部材が、周辺部材設計用荷重に対し設計者が定めるクライテリア内であることを確認する。

⇒設計者が行います。

トグル制震構法の設計のフロー

トグル制震構法の設計は、設計者と(株)E&CSが以下のフローに従って協同で行います。



トグル制震構法の設計に際し、初めに設計者が装置要求性能を設定し、それを(株)E&CSに伝え、適切な要求性能であれば(株)E&CSがトグル制震装置の形状を設定して設計者に返します。設計者がトグル制震装置に対して過大な要求性能を設定していた場合は、(株)E&CSから装置の形状を返す際に、その旨が設計者に伝えられます。それによって設計者が装置に対して過大な要求性能を設定することを防止することができます。

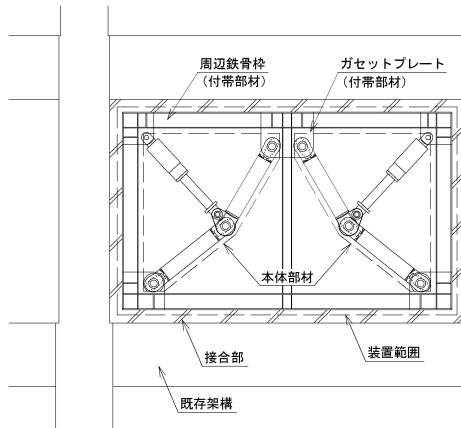
一方で昨今の市販の応答解析プログラムに組み込まれているトグル制震ブレースの計算機能は、必ずしも(株)E&CSがトグル制震装置の形状を設定しなくても入力が可能であり、また建物の応答値の確認としてはそれで十分なものになっています。そのため、本技術情報シートを参照して設計者自身が適切な要求性能を設定することにより、設計者と(株)E&CSのやり取りを省略することも可能なフローとしています。

どちらを選択しても、設計フロー後半での設計者と(株)E&CSの協同は必要となります。

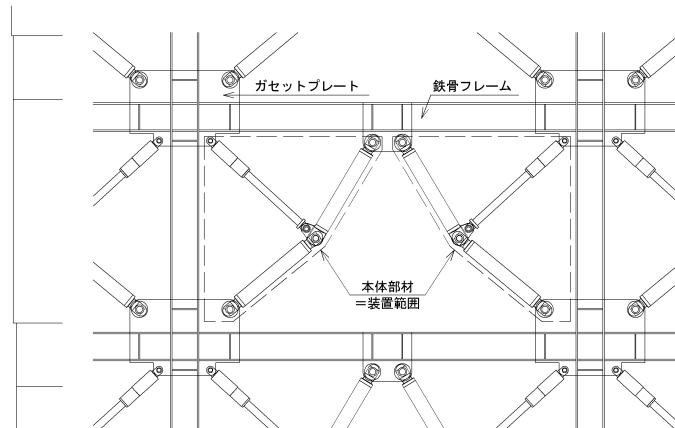
Part 2 装置及びその仕様

装置と周辺部材の範囲

トグル制震装置の範囲は、周辺鉄骨柱を介して建物に設置する場合と鉄骨フレームにガセットプレートを通じて直接設置する場合とで異なります。



周辺鉄骨柱を介して設置する場合



鉄骨フレームにガセットプレートを通じて直接設置する場合

周辺鉄骨柱を介して建物に設置する場合は、周辺鉄骨柱までが装置となり、接合部や既存架構は周辺部材となります。装置はさらに本体部材と付帯部材に分けられます。鉄骨フレームにガセットプレートを通じて直接設置する場合は、ガセットプレートと周辺架構（鉄骨フレーム）は周辺部材となります。装置は本体部材のみです。

装置の設計は(株)E&CSが、周辺部材の設計は設計者が行います。ただし、ガセットプレートに関しては、装置を取り付けるための仕様（プレート板厚、ピンシャフト径、及び穴周りのプレート形状など）を定めていることから、鉄骨フレームにガセットプレートを通じて直接設置する場合においても、装置設計用荷重に対する設計は(株)E&CSが行います(*1)。

周辺鉄骨柱を介して設置

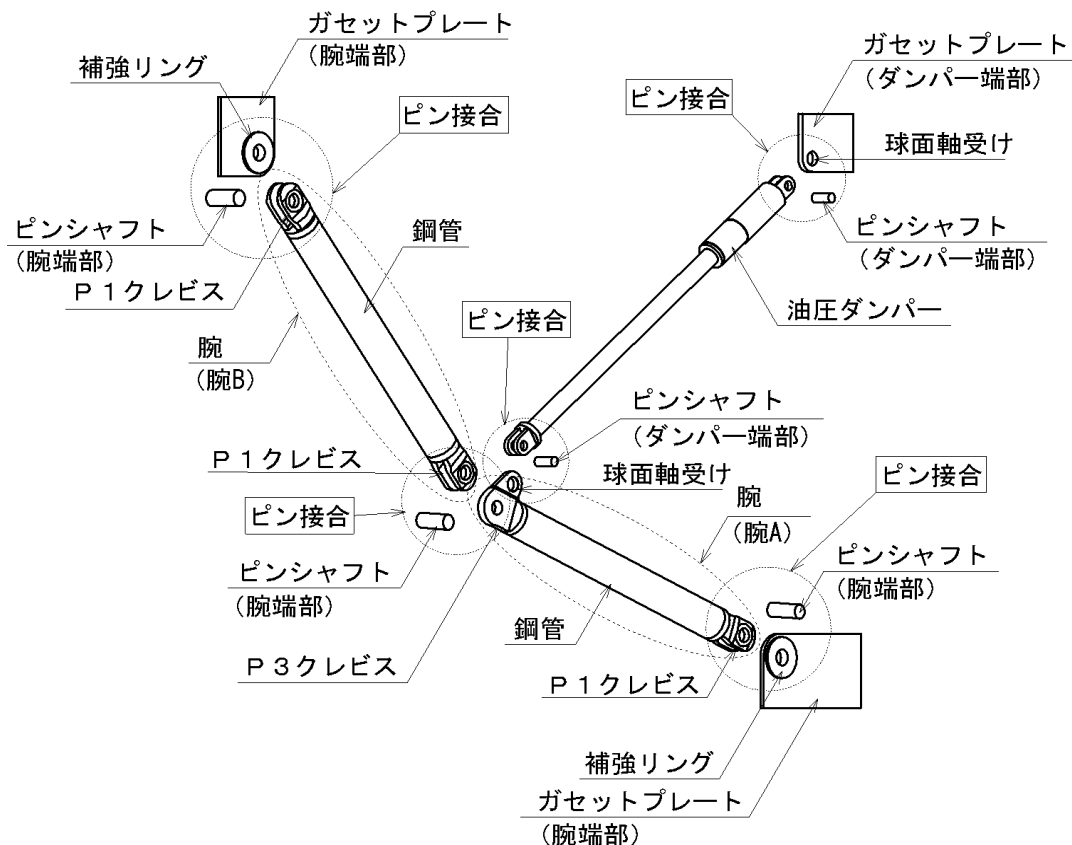
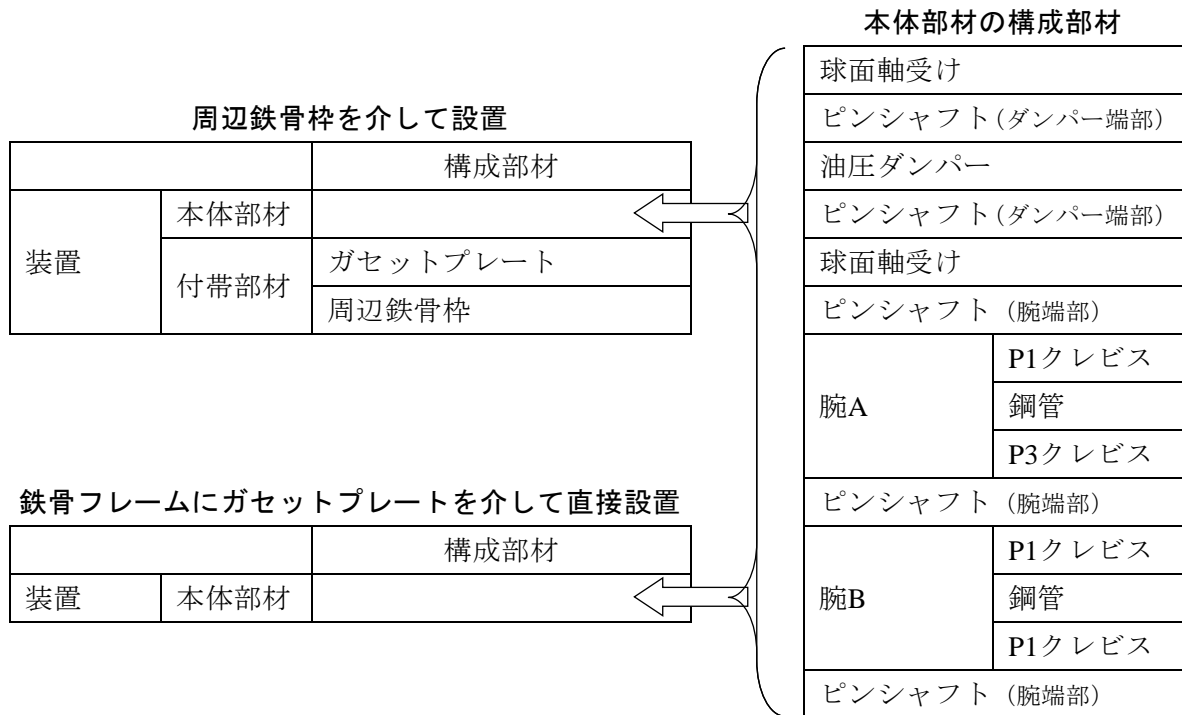
		構成部材	責任区分
装置	本体部材	(本体部材の構成部材)	(株)E&CS
	付帯部材	ガセットプレート	
		周辺鉄骨柱	
周辺部材		接合部 既存架構	設計者

鉄骨フレームにガセットプレートを通じて直接設置

		構成部材	責任区分
装置	本体部材	(本体部材の構成部材)	(株)E&CS
周辺部材		ガセットプレート	設計者*1
		周辺架構（鉄骨フレーム）	設計者

トグル制震装置の構成部材

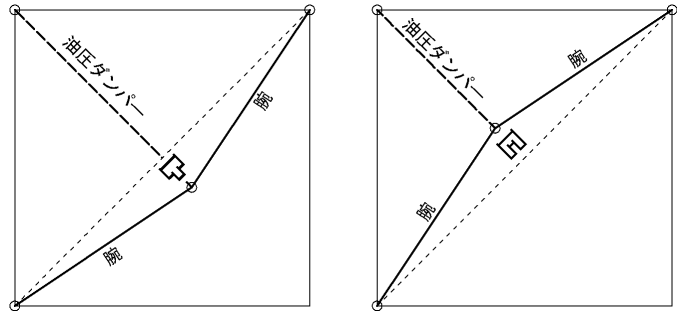
トグル制震装置は、周辺鉄骨枠を介して建物に設置する場合、本体部材と付帯部材に分けられます。鉄骨フレームにガセットプレートを通じて直接設置する場合は、装置は本体部材のみです。どちらの方法で設置する場合でも、本体部材は、油圧ダンパー、腕、ピンシャフト、球面軸受けから構成されます。腕は鋼管とクレビスから構成されます。



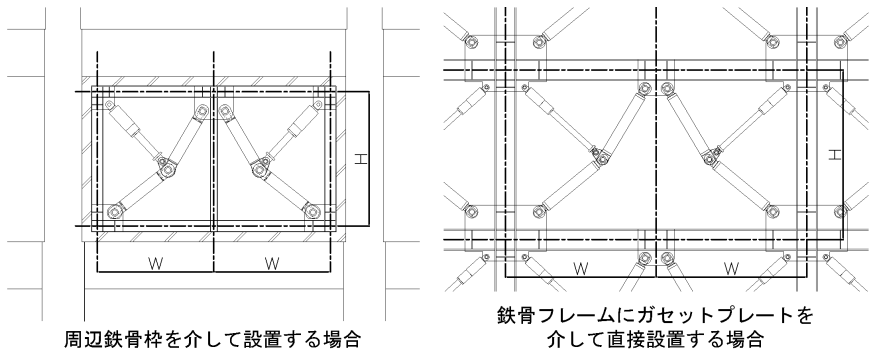
装置の種類

トグル制震装置の種類は、油圧ダンパーの位置（右下・左上・左下・右上）、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）、1構面に配置するトグル機構の数（1基・2基）の組み合わせで分類されます。

腕と油圧ダンパーの位置関係は、トグル機構の幅と高さからなる長方形において2本の腕が取り付く頂点を結ぶ対角線を考え、油圧ダンパーが対角線を横切るように配置されている場合を凸型、対角線を横切らないように配置されている場合を凹型と定義します。



一般的にトグル機構の幅 W と高さ H は、周辺鉄骨枠を介して設置する場合は鉄骨枠の枠心に、鉄骨フレームにガセットプレートを通じて直接設置は鉄骨フレームの部材心に取ります。1構面2基タイプの装置の場合、幅 W はトグル機構1基分の幅とします。



1構面に配置するトグル機構の数、油圧ダンパーの位置、腕と油圧ダンパーの位置関係について組み合わせを挙げると16種類となります。1構面2基の配置は、油圧ダンパーの位置や腕と油圧ダンパーの位置関係を左右で任意に選ぶことはできず、必ず左右対称とします。

		1構面1基		1構面2基	
		左	右	左 (左のトグル機構)	右 (左のトグル機構)
凸型	油圧ダンパーの位置				
	上				
凹型	上				
	下				

腕A・腕B, 腕1・腕2

トグル制震装置の種類は、油圧ダンパーの位置（右下・左上・左下・右上）、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）、1構面に配置するトグル機構の数（1基・2基）の組み合わせで16種類あります。ここではトグル機構1基分の、油圧ダンパーの位置、腕と油圧ダンパーの位置関係、また加えて腕A・腕Bと腕1・腕2についてまとめます。

腕Aは、腕の一端にP3クレビスが付き他端にP1クレビスが付きます。腕Bは、腕の両端にP1クレビスが付きます。腕1は、油圧ダンパーが上に取り付いていれば下の腕、下に取り付いていれば上の腕を表します。腕2は、油圧ダンパーが上に取り付いていれば上の腕、下に取り付いていれば下の腕を表します。腕Aが腕1となることもあれば腕2となることもあります。凸型の場合、一般的に横長であれば腕Aが腕1、縦長であれば腕Aが腕2になります。

また油圧ダンパーは、位置（右下・左上・左下・右上）に関係なく、太い方（ロッド側）が上になります。

	油圧ダンパーの位置	左		右	
		腕Aが腕1	腕Aが腕2	腕Aが腕1	腕Aが腕2
凸型	上				
	下				
凹型	上				
	下				

構成部材の仕様（油圧ダンパー）

トグル制震装置は、周辺鉄骨枠を介して建物に設置する場合、本体部材と付帯部材に分けられます。鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合は、装置は本体部材のみです。どちらの方法で設置する場合でも、本体部材は、油圧ダンパー、腕、ピンシャフト、球面軸受けから構成されます。腕は鋼管とクレビスから構成されます。

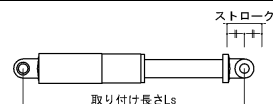
油圧ダンパーはTGK500とTGK850を標準品としますが、狭小な場所に対応する製品としてTGK500CとTGK850Cがあります（Cはコンパクトの頭文字）。またTGK500とTGK850には寒冷地に対応する製品（寒冷地仕様）があります。

油圧ダンパー

減衰力種別		500kN				850kN			
名称		TGK500		TGK500C*		TGK850		TGK850C*	
ストローク（両振幅）(mm)		220	160*	220	160	220	160*	220	160
シリンダー外径(mm)		182		185		240		250	
最小取り付け長さ ^{*1} (mm)	標準仕様	1,400	1,200	1,100	974	1,500	1,350	1,390	1,185
	寒冷地仕様*	1,550	1,350	—		1,650	1,450	—	
リリース減衰力 F_r (kN)		150~350（25刻み）				450~650（25刻み）			
減衰係数 (kNs/mm)	復元力特性	逆行型バイリニア							
	C_1	3.0*,4.0*,5.0				5.0*,6.0*,7.0*,8.0*,9.0*,10.0			
	C_2	0.40				0.45			
作動油		精製鉱物油							
作動油量(ml)		2,700	2,100	2,700	2,100	4,300	3,300	4,300	3,300
内部剛性(kN/mm)		120	150	120	150	190	290	190	290
設計用限界減衰力 F_u (kN)		500				850			
設計用限界速度 V_u (mm/s)		600							
設計用限界温度 T_u (°C)		90							
環境温度	標準仕様	-10°C以上							
	寒冷地仕様*	-30°C以上	—		-30°C以上		—		
製作誤差	ストローク	±4mm（両振幅）							
	リリース減衰力・減衰係数	±10%							
重量(kN)	計算式(L_s : 取り付け長さ ^{*1} (m))	$a+b(L_s-c)$							
	a	1.35		1.30		2.65		2.61	
	b	0.56		0.49		0.93		0.93	
	c	1.2		1.1		1.38		1.39	
適用範囲外とする建物1次固有周期		0.2秒以下		0.25秒以下		0.2秒以下		0.25秒以下	

*は標準外品を示す。

*1 取り付け長さ L_s はストローク中心位置でのピン穴間距離とする。



構成部材の仕様（腕鋼管）

腕鋼管は500kNでは○-216.3x25を850kNでは○-232.0x40を標準品としますが、より断面積の大きい、500kNでは○-216.3x30や○-216.3x35、850kNでは○-232.0x45や○-232.0x50にも対応できます。

腕鋼管

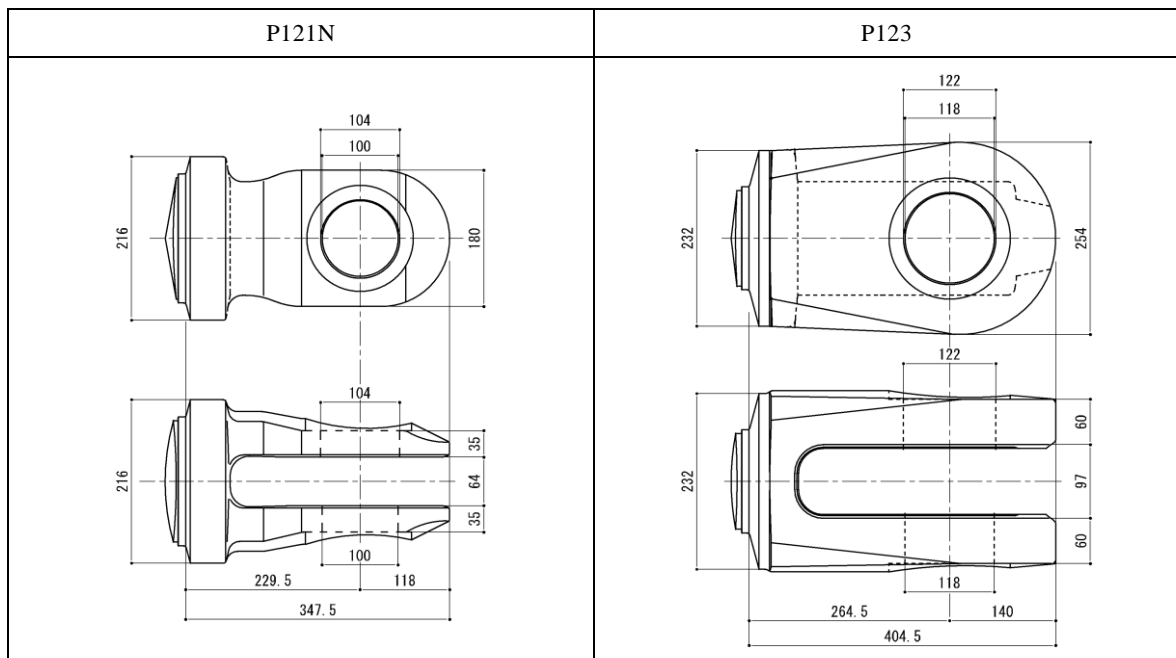
油圧ダンパーの減衰力種別		500kN			850kN		
外径(mm)		216.3			232.0		
厚さ(mm)		25	30*	35*	40	45*	50*
規格		JIS G 3445					
材質		STKM13A					
基準強度 $F(N/mm^2)$		215					
鋼材の短期許容 応力度 (N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	215					
	せん断	124					
溶接部の短期許 容応力度 (N/mm^2)	突合せ	引張・圧縮・曲げ	215				
		せん断	124				
	突合せ 以外	引張・圧縮・曲げ	124				
		せん断	124				
質量(kg/m)		118	138	156	189	208	224

*は標準外品を示す。

構成部材の仕様 (P1クレビス)

P1クレビス

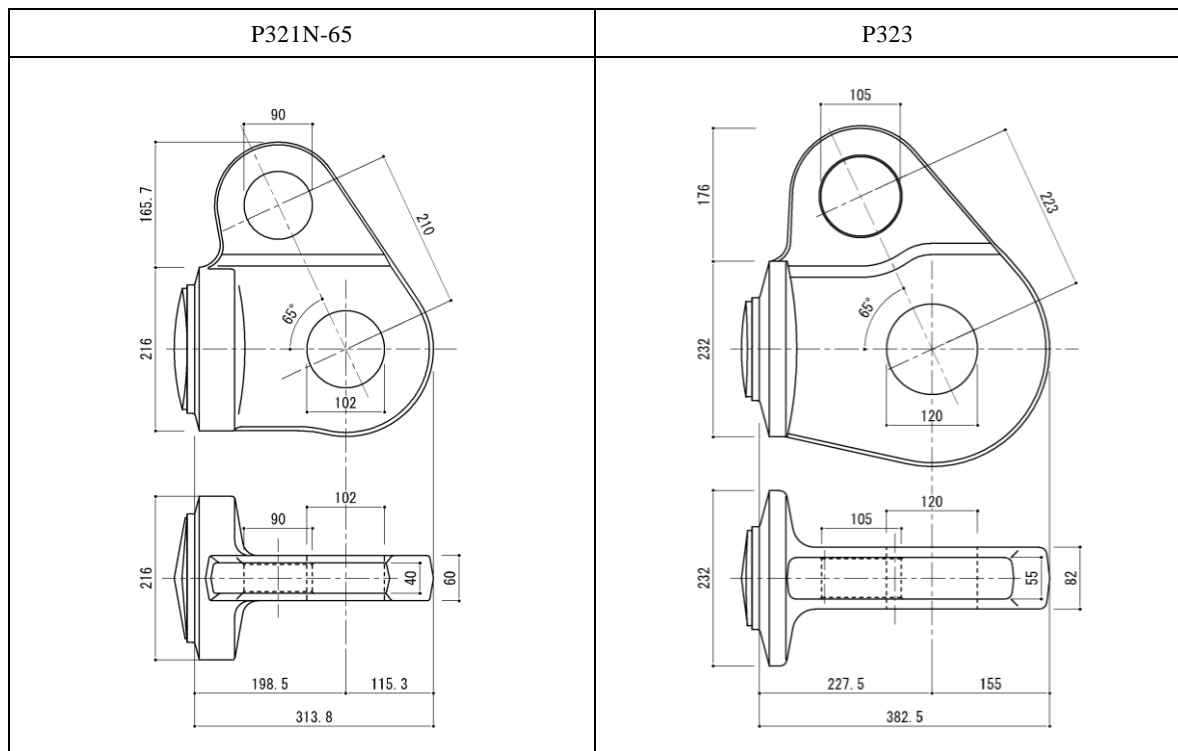
油圧ダンパーの減衰力種別		500kN	850kN
名称		P121N	P123
規格		MSTL-0190 (大臣認定) MSTL-0274 (大臣認定)	MSTL-0274 (大臣認定)
材質		TGL80M TGL80MY	TGL80MY
基準強度 $F(N/mm^2)$	鋼材	520	
	溶接部	500	
鋼材の短期許容 応力度(N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	520	
	せん断	300	
	支圧	709	
溶接部の短期許 容応力度(N/mm^2)	突合せ	引張・圧縮・曲げ	500
		せん断	288
	突合せ 以外	引張・圧縮・曲げ	288
		せん断	288
ピン穴径(mm)		100, 104	118, 122
質量(kg)		60	116.5



構成部材の仕様 (P3クレビス)

P3クレビス

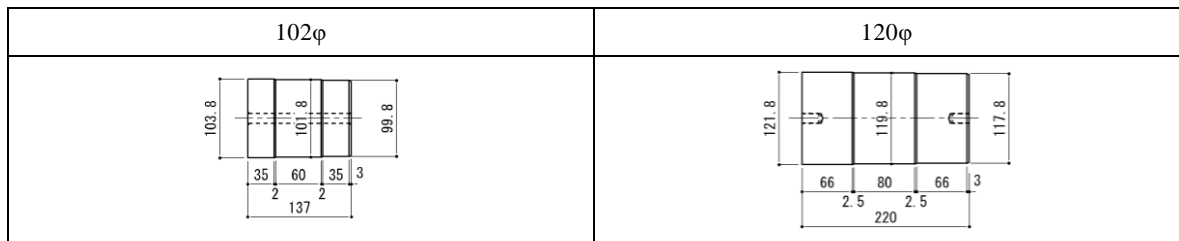
油圧ダンパーの減衰力種別		500kN			850kN
名称		P321N -65	P321N -75	P321N (90°)	P323
規格		MSTL-0190 (大臣認定) MSTL-0310 (大臣認定)			MSTL-0275 (大臣認定)
材質		TGL80M TGL80MYII			TGL80ML
基準強度 $F(N/mm^2)$	鋼材	520			
	溶接部	500			
鋼材の短期許容 応力度(N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	520			
	せん断	300			
	支圧	709			
溶接部の短期許 容応力度(N/mm^2)	突合せ	引張・圧縮・曲げ	500		
		せん断	288		
	突合せ 以外	引張・圧縮・曲げ	288		
		せん断	288		
ピン穴径(mm)		102			120
球面軸受け穴径(mm)		90			105
質量(kg)		54	56	52	84



構成部材の仕様 (ピンシャフト, 球面軸受け)

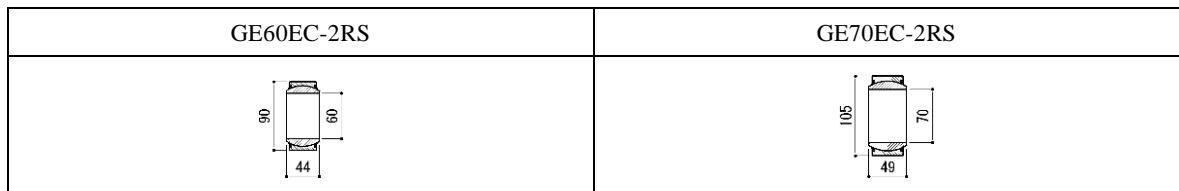
ピンシャフト

油圧ダンパーの減衰力種別	500kN		850kN	
使用位置	腕端部	ダンパー端部	腕端部	ダンパー端部
名称	102φ	60φ	120φ	70φ
直径(mm)	99.8~101.8~ 103.8 (段付)	60	117.8~119.8~ 121.8 (段付)	70
規格	JIS G 4053			
材質	SCM435			
基準強度 $F(N/mm^2)$	590			
鋼材の短期許容 応力度 (N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	590		
	せん断	340		
	支圧	804		
質量 (止板2枚込み) (kg)	10	3.1	21	4.5



球面軸受け

油圧ダンパーの減衰力種別	500kN	850kN
名称	GE60EC-2RS	GE70EC-2RS
外径(mm)	90	105
内径(mm)	60	70
静負荷容量(kN)	706	902
質量(kg)	1.1	1.5



構成部材の仕様（ガセットプレート（腕端部））

ガセットプレートは、周辺鉄骨枠を介して建物に設置する場合は付帯部材、鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合は装置外になりますが、クレビスやピンシャフトの形状に合わせた加工などの本体部材を取り付けるため仕様を定めています。

ガセットプレート（腕端部）は、ピン穴部分に補強リングを溶接したプレートを用います。500kNの標準品はPL-16+28+16としていますが、鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合にはガセットプレートが他の装置と共用する場合は、プレートの厚さが同一（PL-40）となるガセットプレート*1にする必要があります。また、より大きな応力に対応して550kN級(TMCP385B)のプレートを用いることもできます。

ガセットプレート（腕端部）

油圧ダンパーの減衰力種別		500kN		850kN		
名称		PL-16(SM490A) +28(SM490A) +16(SM490A)	PL-9(SM490A) +40(TMCP385B) +9(SM490A)*	PL-19(SM490A) +40(SM490A) +19(SM490A)	PL-19(SM490A) +40(TMCP385B) +19(SM490A)*	
プレート	厚さ	28	40	40		
	へりあき	150		175		
	規格	JIS G 3106	大臣認定	JIS G 3106	大臣認定	
	材質	SM490A	TMCP385B	SM490A	TMCP385B	
	基準強度 $F(N/mm^2)$	325	385	325	385	
	短期許容 応力度 (N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	325	385	325	385
		せん断 支圧	188 443	222 525	188 423	222 525
補強 リング	厚さ	16	9	19		
	へりあき	130	140	157.5		
	規格	JIS G 3106				
	材質	SM490A				
	基準強度 $F(N/mm^2)$	325				
	短期許容 応力度 (N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	325			
		せん断 支圧	188 443			
合計厚さ(mm)		60	58	78		
ピン穴径(mm)		102		120		
許容引張応力(kN)		1,989	2,362	3,117	3,435	
許容支圧応力(kN)		2,712	2,956	4,148	4,541	

*は標準外品を示す。

*1 PL-9(SM490A)+40(SM490A)+9(SM490A)で、標準品となります。

構成部材の仕様（ガセットプレート（ダンパー端部））

ガセットプレート（ダンパー端部）の標準品は850kNではPL-55としていますが、鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合のようにガセットプレートが他の装置と共用する場合は、プレートの厚さが同一(PL-40)となるガセットプレートにする必要があります。

ガセットプレート（ダンパー端部）

油圧ダンパーの減衰力種別		500kN	850kN		
名称		PL-40	PL-55	PL-6+40+6*	
プレート	厚さ	40	55	40	
	へりあき	85	110		
	規格	JIS G 3106			
	材質	SM490A			
	基準強度 $F(N/mm^2)$	325	295	325	
	短期許容 応力度 (N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	325	295	325
		せん断	188	170	188
支圧		443	402	443	
補強リング	厚さ	—	—	6	
	へりあき	—	—	100	
	規格	—	—	JIS G 3106	
	材質	—	—	SM490A	
	基準強度 $F(N/mm^2)$	—	—	325	
	短期許容 応力度 (N/mm^2)	引張・圧縮・曲げ	—	—	325
		せん断	—	—	188
支圧		—	—	423	
合計厚さ(mm)		40	55	52	
球面軸受け穴径(mm)		90	105		
許容引張応力(kN)		600	1,077	1,077	
許容支圧応力(kN)		1,595	2,323	2,420	

*は標準外品を示す。

**Part 3 用語の定義及び適切な装置要求性能の設定
において留意する特有の性質**

増幅倍率とトグル機構の減衰力

トグル制震装置は、てこの原理を応用したトグル機構を介して建物に生じる層間変位を増幅してダンパーに作用させることにより、地震エネルギーを効率よく吸収します。

トグル機構の増幅倍率 β は、層間変位 $\delta=0$ において、ダンパーに入力される変位 Δd を層間変位 $\Delta\delta$ で除した以下の式で定義します。

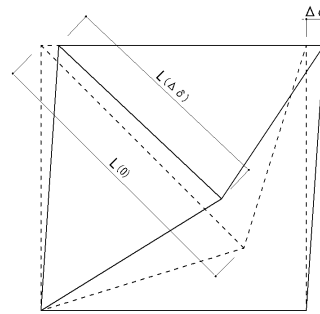
$$\beta = \Delta d / \Delta\delta$$

ただし、

β : 増幅倍率

Δd : ダンパー変位

$\Delta\delta$: 層間変位



ダンパー変位 Δd

$$\Delta d = |L(0) - L(\Delta\delta)|$$

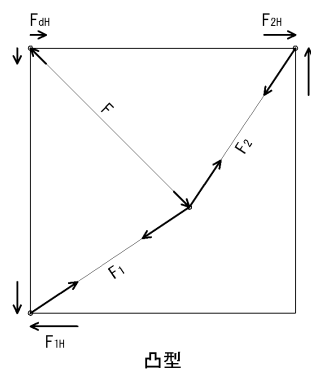
トグル機構の減衰力 Q は、増幅倍率 β にダンパーが発揮する減衰力 F を乗じた以下の式で定義します。

$$Q = \beta * F$$

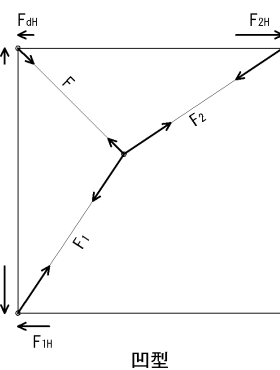
ただし、

Q : トグル機構の減衰力 (以下、機構減衰力と略す。)

F : ダンパー減衰力



凸型



凹型

機構減衰力 Q

凸型

$$Q = F_{1H} = F_{2H} + F_{dH}$$

凹型

$$Q = F_{1H} = F_{2H} - F_{dH}$$

上図より、凸型では腕2軸力の水平成分 F_{2H} とダンパー減衰力の水平成分 F_{dH} が同じ方向を向くのに対し、凹型では腕2軸力の水平成分 F_{2H} とダンパー減衰力の水平成分 F_{dH} が逆を向きます。よって2本の腕の交差角度が等しい凸型と凹型の機構減衰力 $Q(=F_{1H})$ は等しくなりません ($\beta=Q/F$ において F が等しいのに Q が等しくないため β も等しくない)。凹型が凸型と同じ機構減衰力 $Q(=F_{1H})$ (=増幅倍率 β) を得るには、2本の腕の交差角度を浅くして、腕1・腕2軸力(F_1, F_2)を大きくしなければなりません、それはつまり装置や周辺部材の設計用荷重が増大することになります。したがって凹型のトグル制震装置は装置や周辺部材の設計において不利な形となります。

ここではダンパー減衰力と機構減衰力に着目しましたが、層間変位とダンパー変位に着目した腕と油圧ダンパーの位置関係 (凸型・凹型) による増幅機構の働き方の違いをVol. 92に示しています。

装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力と設計用装置最大変位

周辺部材の設計は設計者が、装置の設計は(株)E&CSが行いますが、設計用荷重はいずれも(株)E&CSが算定します。設計用荷重の算定に先立ち、トグル制震装置の種類及び増幅倍率、装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力 F_D と装置・周辺部材設計用装置最大変位 δ_D 、取り付け時の組み立て誤差の許容差を設計者が指定します。装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力 F_D と装置・周辺部材設計用装置最大変位 δ_D は下式の範囲とします。

$$F_{\max} \leq F_D \leq F_u$$

$$\delta_D \geq (\text{当該階の}) \text{建物の設計目標層間変形角} \times (\text{当該階の}) \text{階高}$$

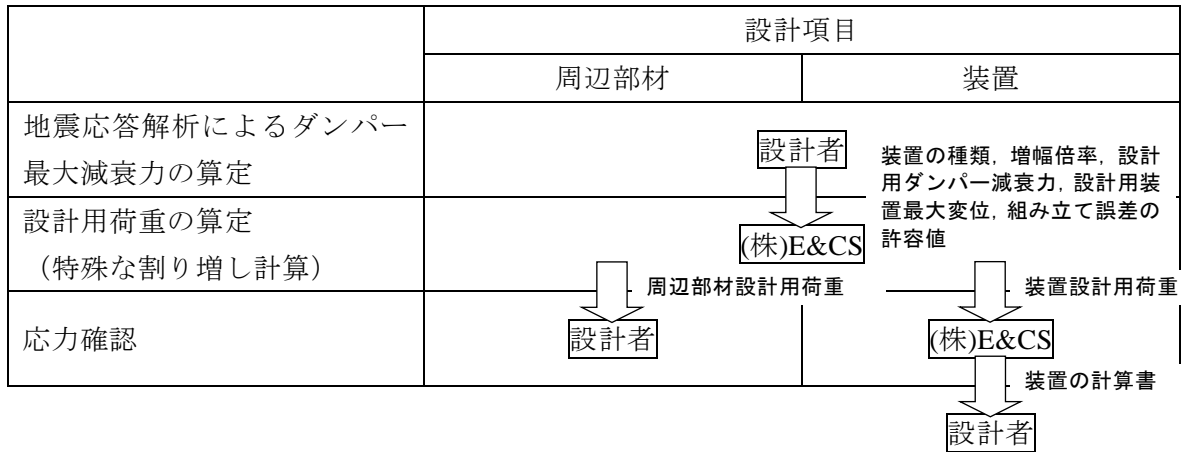
ただし、

F_D : 装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力 (以下、設計用ダンパー減衰力と略す。)

F_{\max} : 地震応答解析によるダンパー最大減衰力

F_u : 油圧ダンパーの設計用限界減衰力

δ_D : 装置・周辺部材設計用装置最大変位 (以下、設計用装置最大変位と略す。)



装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力の設定

装置・周辺部材設計用ダンパー減衰力 F_D は下式の範囲で設計者が指定しますが、地震応答解析を終えていない段階では地震応答解析によるダンパー最大減衰力 F_{max} を決定できないため、油圧ダンパーの設計用限界減衰力 F_u を採用することしかできません。

$$F_{max} \leq F_D \leq F_u$$

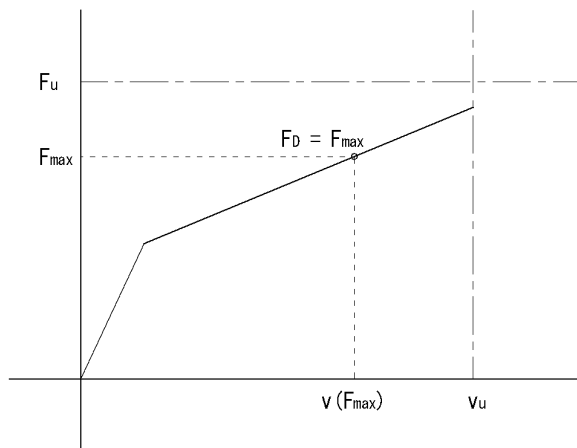
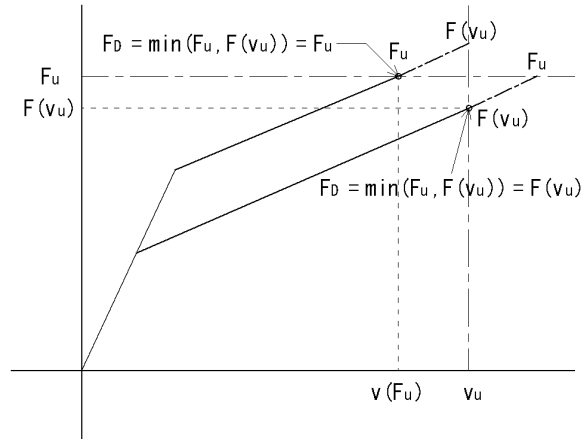
しかし、油圧ダンパーの減衰力-速度関係によっては、設計用ダンパー減衰力 F_D として油圧ダンパーの設計用限界減衰力 F_u 以下の値を採用することができます。油圧ダンパーの減衰力-速度関係において、設計用限界減衰力 F_u に達するよりも前に設計用限界速度 v_u に達する場合は、設計用限界速度 v_u における減衰力 $F(v_u)$ を設計用ダンパー減衰力 F_D とすることができます。

設計用限界減衰力 F_u と設計用限界速度 v_u は、採用する油圧ダンパーにより、以下の表の値が設定されています。

減衰力種別	500kN	850kN
設計用限界減衰力 F_u (kN)	500	850(820)*1
設計用限界速度 v_u (mm/s)	600	600

設計用ダンパー減衰力 F_D におけるダンパー速度を設計速度 v_D と呼ぶことにすると、設計速度 $v_D=v(F_D)$ となります。

地震応答解析によるダンパー最大減衰力 F_{max} が得られた場合は、設計用ダンパー減衰力 $F_D=F_{max}$ 、設計速度 $v_D=v(F_{max})$ とすることができます。ただし、装置・周辺部材設計用装置最大変位 δ_D は、地震応答解析による最大層間変位を用いることはできず、目標層間変位以上の値としなければなりません。



*1 減衰力種別850kNの油圧ダンパーにおいて一般的に用いられている無給油式球面軸受け(GE70EC-2RS)の静負荷容量が902kN(Vol. 14)であり、油圧ダンパーの製造のバラツキ10%を考慮すると、油圧ダンパーの設計用限界減衰力 F_u (850kN)よりも先に油圧ダンパーの両端に配置する球面軸受けが限界値(820kN)に達します。

周辺部材設計用荷重

割り増し等を考慮する前の周辺部材設計用荷重のうち水平方向 F_H' については、機構減衰力 Q の定義に従い、増幅倍率 β と設計用ダンパー減衰力 F_D から求めることができます。また鉛直方向 F_V' についても、装置設計用荷重とは異なりダンパーや腕の角度が既知でなくても*1トグル機構の幅 W と高さ H のみが既知であれば、求めることができます。

$$F_H' = nQ = n\beta F_D$$

$$F_V' = (H/W)*Q$$

ただし、

F_H' : 割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重 (水平方向)

F_V' : 割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重 (鉛直方向)

n : 1構面に配置するトグル機構の数(1 or 2)

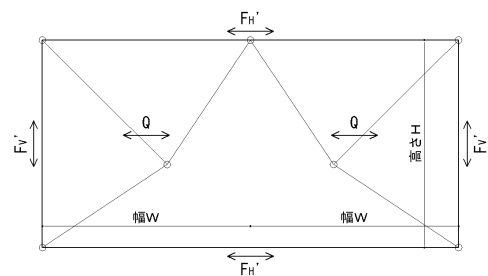
Q : 機構減衰力

β : 増幅倍率

F_D : 設計用ダンパー減衰力

W : トグル機構の幅

H : トグル機構の高さ



周辺部材設計用荷重は、上記で求めた割り増し等を考慮する前の周辺部材設計用荷重に以下の要因 (減衰力変動) を考慮して割り増した値を用いる必要があります。

- 1) ダンパーの製造のバラツキ
- 2) 取り付け時の組み立て誤差による倍率変動
- 3) トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動 (幾何学的非線形応力計算)

減衰力変動

周辺部材設計用荷重 (水平方向 F_H) 及び (鉛直方向 F_V) は以下の式で算定します。

$$F_H = pF_H'$$

$$F_V = pF_V'$$

特殊な割り

増し計算

ただし、

F_H : 周辺部材設計用荷重 (水平方向)

F_V : 周辺部材設計用荷重 (鉛直方向)

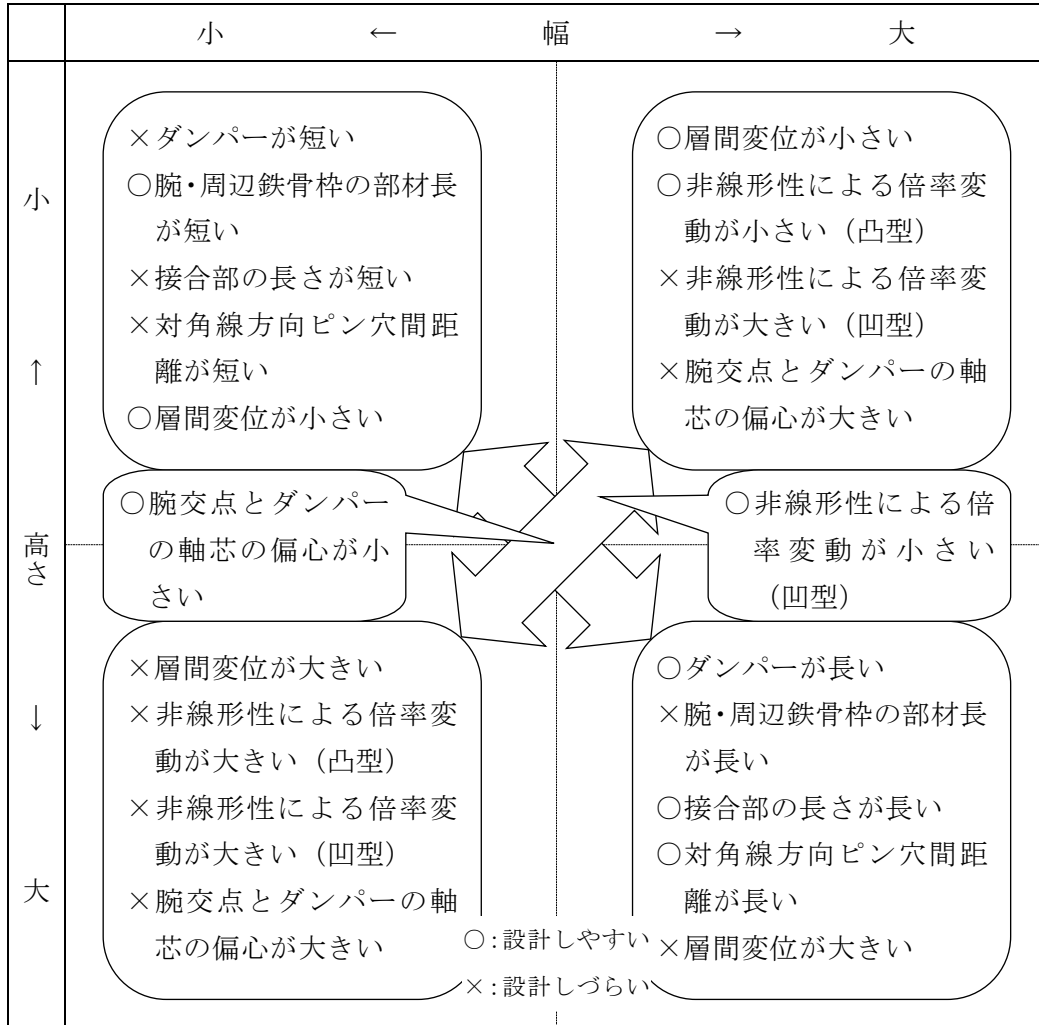
p : 減衰力変動による割り増し係数

減衰力変動による割り増し係数 p は特殊な割り増し計算により算定します。概算値をPart 4-1に示していますが、設計図書に用いる周辺部材設計用荷重 (精算値) は(株)E&CSが算定して設計者に返します。

*1 鉄骨フレームにガセットプレートを紹介して直接設置する場合のガセットプレートは周辺部材として扱います(Vol. 6)が、ガセットプレートを設計するための荷重はダンパーや腕の角度が既知である必要があります。本技術情報シートからは算定できません。したがって本技術情報シートに示す周辺部材設計用荷重 (の概算値) は、ガセットプレートを除く接合部、既存架構、周辺架構を設計するための荷重です。ガセットプレートを設計するための荷重は、周辺部材設計用荷重の精算値とともに設計者に返します。

装置と周辺部材の設計におけるトグル機構の幅と高さによる傾向

装置や周辺部材を設計する際に、トグル機構の幅と高さによって一定の傾向があります。図の左上がトグル機構の幅と高さが小さい場合、右下が幅と高さが大きい場合、右上が幅が大きく高さが小さい横長な場合、左下が幅が小さく高さが大きい縦長な場合を表します。



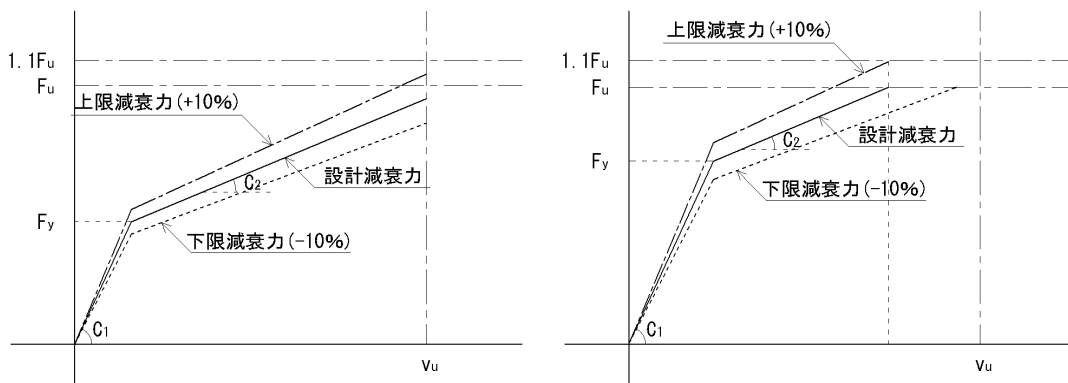
×が付いた項目について、どこで設計しづらくなるのかを示します。

- ・ダンパー長さが短い → ストロークが小さくなる。
作動油量が少なく内部温度が上昇しやすくなる。
- ・腕・周辺鉄骨枠の部材長が長い → 腕・周辺鉄骨枠の座屈長さが長くなる。
- ・接合部の長さが短い → 溶接・あと施工アンカーなどの数量が少なくなる。
- ・対角線方向ピン穴間距離が短い → 組み立て誤差による倍率変動が大きくなる。
- ・層間変位が大きい → ダンパー変位が大きくなる。
- ・幾何学的非線形性による倍率変動が大きい → 装置設計用荷重・周辺部材設計用荷重が大きくなる。
- ・腕交点と油圧ダンパー軸芯の偏心が大きい → 腕Aに作用するせん断力と曲げモーメントが大きくなる。

×印に関連する装置の構成部材や周辺部材は過大な要求となりがちなため、設計フローの前半で並行して確認をしておくことが望ましいと言えます。

ダンパーの製造のバラツキ

油圧ダンパーは、製造における品質管理の限界値として±10%の減衰力のバラツキがあります。設計減衰力に対して+10%を上限減衰力、-10%を下限減衰力として、それらの減衰力-速度関係を示します。リリース減衰力 F_y が十分に小さい場合には+10%した上限減衰力も設計用限界速度 v_u まで設計用限界減衰力 F_u を超えませんが、ある程度リリース減衰力 F_y が大きい場合（左図）には上限減衰力は設計用限界減衰力 F_u を超えることになります。しかしこれは製造のバラツキによって油圧ダンパーが F_u を超える減衰力を発揮してしまう場合の減衰力-速度関係であるため、設計用限界減衰力も+10%($1.1F_u$)であると考える必要があります、設計用限界速度 v_u に達するまで減衰力が上昇することになります。一方、さらにリリース減衰力 F_y が大きい場合（右図）には、設計用限界速度 v_u に達する前に $1.1F_u$ に達します。下限減衰力は減衰力-速度関係が-10%であるものの、 F_u まで減衰力が上昇します。



装置設計用荷重及び周辺部材設計用荷重の算定で用いる特殊な割り増し計算では上限減衰力を用います。一方地震応答解析は、設計減衰力による解析の他、下限減衰力についてもモデル化し、設計目標値以内となることを確認します。

	装置・周辺部材 設計用荷重	応答解析モデルへの入力値	
モデル	特殊な割り増し計算	設計減衰力モデル	下限減衰力モデル
減衰力-速度関係	上限減衰力	設計減衰力	下限減衰力
1次減衰係数	$1.1C_1$	C_1	$0.9C_1$
2次減衰係数	$1.1C_2$	C_2	$0.9C_2$
リリース減衰力	$1.1F_y$	F_y	$0.9F_y$
設計用限界減衰力	$1.1F_u^{*1}$	F_u^{*1}	F_u^{*2}
設計用限界速度	v_u	v_u	v_u

■は直接的に用いる値ではないが参考値として示す。

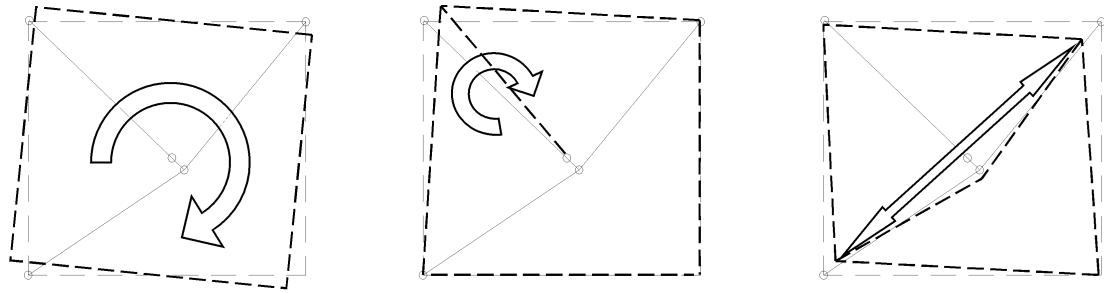
*1 減衰力種別850kNの油圧ダンパーにおいては、油圧ダンパーの設計用限界減衰力 F_u よりも先に油圧ダンパーの両端に配置する球面軸受けが限界値に達するため、球面軸受けの限界値(820kN)とします(Vol. 19)。

*2 減衰力種別850kNの油圧ダンパーにおいても、油圧ダンパーの設計用限界減衰力(850kN)とします。下限減衰力モデルの F_u (=850kN)が設計減衰力モデルの F_u (=820kN)を上回るようになりますが、これは設計減衰力モデルがプラス側のバラツキを見込んで小さく設定する必要があるのに対し、下限減衰力モデルではバラツキが既知でありプラス側のバラツキを見込む必要がないために生じるものです。

取り付け時の組み立て誤差による倍率変動

装置の組み立て誤差による倍率変動は主に3つの要因に分けることができます。

- (a)全体の回転
- (b)ダンパーの回転（腕に対するダンパーの取り付け角度）
- (c)対角線方向ピン穴間距離（2本の腕の交差角度）

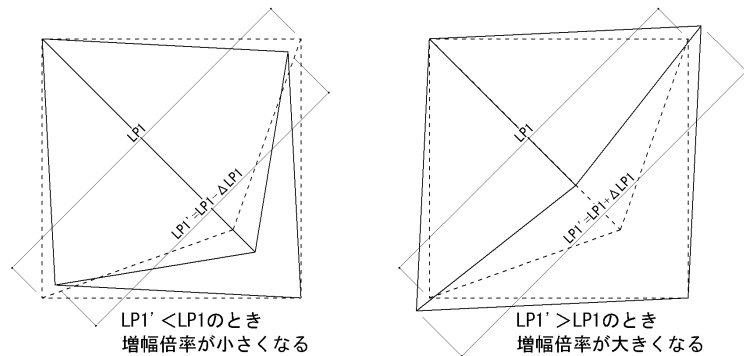


(a) 全体回転 (b) ダンパー回転 (c) 対角線方向ピン穴間距離

この中でも対角線方向ピン穴間距離の変化が、倍率を変動させる要因として影響が大きいことがわかっています。そのため、装置の組み立て時の精度管理項目として「対角線方向ピン穴間距離 L_{P1} 」を取り上げ、その許容差 ΔL_{P1} を定めています。

管理項目	許容差 ΔL_{P1}	
対角線方向ピン穴間距離 L_{P1}	工場組み立ての場合（枠付きタイプの場合）	±2mm以下
	鉄骨フレームに現場で組み込む場合	±5mm以下を原則とする

取り付け時の組み立て誤差により対角線方向ピン穴間距離 L_{P1} が小さくなると、2本の腕の交差角度が深くなり増幅倍率は小さくなり、逆に大きくなると、増幅倍率は大きくなります。



装置設計用荷重及び周辺部材設計用荷重の算定で用いる特殊な割り増し計算では、増幅倍率が最も大きくなる対角線方向ピン穴間距離 $L_{P1} + \Delta L_{P1}$ を用います。一方地震応答解析は、設定倍率による解析の他、対角線方向ピン穴間距離 L_{P1} が最も小さくなることを想定した最小の増幅倍率 β_{min}^{*1} についてもモデル化し、設計目標値以内となることを確認します。

	装置・周辺部材設計用荷重	応答解析モデルへの入力値	
モデル	特殊な割り増し計算	設計減衰力モデル	下限減衰力モデル
増幅倍率	最大値	設定値 β	最小値 β_{min}^{*1}
対角線方向ピン穴間距離 L_{P1}	$L_{P1} + \Delta L_{P1}$	L_{P1}	$L_{P1} - \Delta L_{P1}$

■は直接的に用いる値ではないが参考値として示す。

*1 下限減衰力モデルのための取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{min} をVol. 78, 79に示す。

トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動

トグル機構の増幅倍率 β は、幾何学的非線形性のため層間変位 δ の進展とともに増減します。増幅倍率は主に2本の腕の交差角度により決まり、図に示すように、架構に変形が生じ腕の交差角度が浅くなると倍率は増加し、逆に角度が深くなると倍率は低下します（これを幾何学的非線形性による倍率変動といいます）。

増幅倍率 β は層間変位 δ の関数 $\beta(\delta)$ で表され、各変形段階における微小変位増分に対して成立することになります。

$$\beta(\delta) = (L(\delta) - L(\delta + \Delta\delta)) / \Delta\delta$$

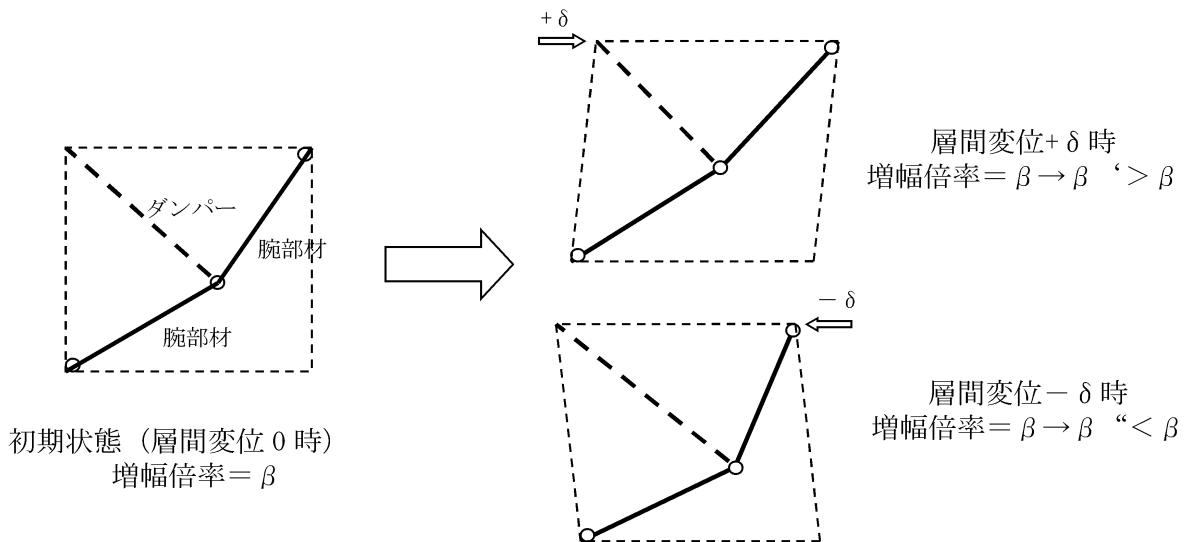
ただし、

$\beta(\delta)$: 層間変位 δ 時の増幅倍率

$L(\delta)$: 層間変位 δ 時のダンパー長さ

$\Delta\delta$: 層間変位の増分

$L(\delta) - L(\delta + \Delta\delta)$: 層間変位の増分 $\Delta\delta$ に対するダンパー長さの増分



装置設計用荷重及び周辺部材設計用荷重は、幾何学的非線形性による倍率変動（割り増し）を考慮して算定します。一方で、市販の応答解析プログラムはトグル機構の幾何学的非線形性を考慮することができません。下限減衰力モデルに最も小さい増幅倍率（上図において負側の装置最大変位 $-\delta_{max}$ ときの β'' ）を与えることは可能ですが、取り付け時の組み立て誤差による倍率変動とは異なり、時々刻々の倍率変動において瞬間的に取る増幅倍率であるため、そこまでは求めていません。また幾何学的非線形性を考慮しないモデルは、時々刻々の倍率変動における平均的よりは増幅倍率を小さく設定しています(Vol. 26)。

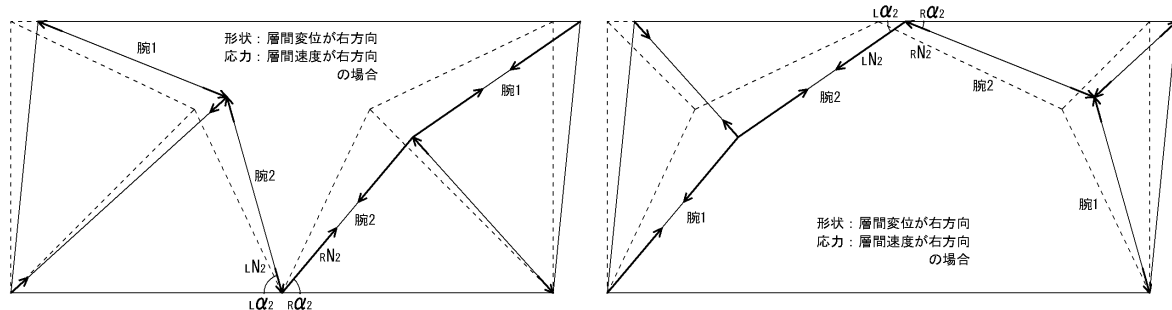
	装置・周辺部材 設計用荷重	応答解析モデルへの入力値	
モデル	特殊な割り増し計算	設計減衰力モデル	下限減衰力モデル
幾何学的非線形性	考慮する	考慮しない（できない）	

特殊な割り増し計算では、ダンパーの製造のバラツキの値=上限減衰力、取り付け時の組み立て誤差= $+\Delta L_{PI}$ を与えて幾何学的非線形応力計算を行います。

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差

1構面2基タイプのトグル制震装置に層間変位が生じると、左図では左のトグル機構の腕の交差角度が深くなり、右のトグル機構の腕の交差角度は浅くなります。右図では左のトグル機構の腕の交差角度が浅くなり、右のトグル機構の腕の交差角度は深くなります。また層間変位が左方向に生じると腕の交差角度の浅い深いが左右で逆になります。2本の腕の交差角度によって増幅倍率が決まることから、層間変位が生じた状態では左右のトグル機構の増幅倍率が異なることになります。したがって左右のトグル機構の腕の軸力には差が生じます。

一般的なK形ブレースに層間変位が生じる場合には、左右のブレースに符号が逆転した同じ大きさの軸力が生じることから、ブレースの交点では力の鉛直方向成分は相殺されます。しかしトグル制震ブレースでは腕の軸力差があり($L N_2 \neq R N_2$)、また層間変位によってわずかながら梁中央部に取り付く左右のトグル機構の腕の角度が変わる($L \alpha_2 \neq R \alpha_2$)ことから、1構面2基タイプ梁中央部腕交点において腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dV} が相殺されません($L N_2 \sin L \alpha_2 + R N_2 \sin R \alpha_2 \neq 0$)。



梁中央部で腕が交差するのは、装置の種類により腕1の場合と腕2の場合があり、一般的に以下のように表すことができます。

$$F_{dV} = L N_i \sin L \alpha_i + R N_i \sin R \alpha_i (\neq 0)$$

ただし、

F_{dV} : 梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分

$L N_i$: 左のトグル機構の腕 i の軸力($i = 1$ or 2)

$R N_i$: 右のトグル機構の腕 i の軸力($i = 1$ or 2)

$L \alpha_i$: 左のトグル機構の腕 i の梁に対するなす角($i = 1$ or 2)

$R \alpha_i$: 右のトグル機構の腕 i の梁に対するなす角($i = 1$ or 2)

この腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dV} は接合部や周辺架構に対して鉛直荷重として作用し、また地震時に層間変位が交番的であると同様に、装置から外へ押す向きの力と内へ引く向きの力のどちらも生じます。

なおこの1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差は幾何学的非線形性によって生じるため、微小変形解析による応答解析プログラムにおいては現れることはありません。

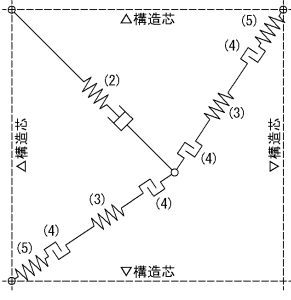
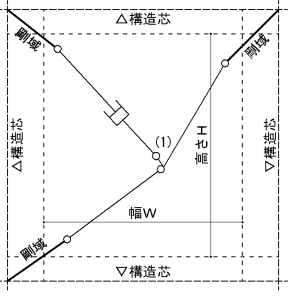
応答解析プログラムと幾何学的非線形応力計算のモデルの違い

応答解析プログラムと特殊な割り増し計算で用いる幾何学的非線形応力計算はその目的が異なるため、それらで用いるモデルにはいくつかの違いがあります。

応答解析プログラムのモデルは形状が実形状通りではありませんが、形状を正確に反映するためにはモデルに節点を追加していく必要があります、そのために要する手間や計算時間と目的とを秤にかけると、そこまでの必要性は認められません。したがって応答解析プログラムのモデルは、構造芯で囲まれる幅と高さの中で建物への制震効果が同等（実形状と同一の増幅倍率）となるよう簡略化したモデルとしています。一方幾何学的非線形応力計算は、装置設計用荷重・周辺部材設計用荷重を算定することが目的ですので、増幅倍率のみならず形状も実形状通りにモデル化します。

油圧ダンパーの内部剛性、腕の軸剛性、ピン接合部のクリアランスによる変位ロス、ガセットプレート（剛性）の剛性は、いずれも制震効果を低減する要因であるため、制震効果の確認（地震応答解析）においてはモデルに考慮します。一方幾何学的非線形応力計算では、これらの制震効果を低減する要因は考慮しないことが安全側のモデル化となります。

市販の応答解析プログラムは、トグル機構の幾何学的非線形性を考慮することができません。トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動は、層間変位の正負により倍率が增大する変動と減少する変動とがありますが、必ず増大する方が大きな変動となるため、幾何学的非線形性を考慮しないモデルは平均的には増幅倍率を小さく設定したことに相当します。一方特殊な割り増し計算では、応力を増大させる要因である幾何学的非線形性を考慮します。

		応答解析プログラム	幾何学的非線形応力計算
目的		トグル制震装置を設置した建物の応答の確認	装置設計用荷重・周辺部材設計用荷重の算定
モデル			
形状	幅・高さ	構造芯	実形状通り
	ピン接合部の位置	構造芯	実形状通り
	P3クレビス ⁽¹⁾	考慮なし	実形状通り
増幅倍率		実形状通り	実形状通り
油圧ダンパーの内部剛性 ⁽²⁾		考慮あり	剛
腕の軸剛性 ⁽³⁾		考慮あり	剛
ピン接合部のクリアランスによる変位ロス ⁽⁴⁾		考慮あり	考慮なし
ガセットプレートの剛性 ⁽⁵⁾		考慮あり	剛
幾何学的非線形性		考慮なし	考慮あり

Part 4-1 装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数の表の見方

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数の表は、パラメータとして取り付け形式が周辺鉄骨柱を介して設置する場合と鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合の2つ、油圧ダンパーの減衰力種別が500kNと850kNの2つ、設計用装置最大変位 δ_D がH/250, H/200, H/150, H/125, H/100, H/75*1の6つがあり、全部で24枚あります。

δ_D	周辺鉄骨柱を介して設置する場合		鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合	
	500kN	850kN	500kN	850kN
H/250	Vol. 28	Vol. 34	Vol. 40	Vol. 46
H/200	Vol. 29	Vol. 35	Vol. 41	Vol. 47
H/150	Vol. 30	Vol. 36	Vol. 42	Vol. 48
H/125	Vol. 31	Vol. 37	Vol. 43	Vol. 49
H/100	Vol. 32	Vol. 38	Vol. 44	Vol. 50
H/75	Vol. 33	Vol. 39	Vol. 45	Vol. 51

各表は幅W、高さH、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）、増幅倍率 β をパラメータとした構成となっています。「装置」の列は本体部材（油圧ダンパー、鋼管、ピンシャフト、P3クレビス、P1クレビス）とガセットプレートの設計の可否を示します。適用範囲外（×）である装置は、(株)E&CSから提供できない場合があります。「周辺」の列は減衰力変動による割り増し係数pを表します。周辺部材設計用荷重（水平方向 F_H ）及び（鉛直方向 F_V ）は以下の式で算定します。

$$F_H = pF_H'$$

$$F_V = pF_V'$$

ただし、

p : 減衰力変動による割り増し係数

F_H' : 割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重（水平方向）（ $= nQ = n\beta F_D$ ）

F_V' : 割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重（鉛直方向）（ $= (H/W)*Q$ ）

2500	凹型	1.2	×	-	△	1.14	△	1.12	△	1.13	△	1.14	○	1.15
		1.4	×	-	△	1.16	△	1.16	△	1.15	△	1.15	○	1.15
		1.6	△	1.17	△	1.16	△	1.16	△	1.16	○	1.16	○	1.18
		1.8	△	1.21	△	1.19	△	1.17	△	1.18	○	1.17	○	1.19
	凸型	1.8	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.2	○	1.15	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.4	○	1.16	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.13

*1 このHはトグル制震装置の高さであり構造階高ではありません。

*2 ○は全て標準品を用いて設計が可能な場合、△は1つでも標準外品を用いなければ設計できない場合、×は標準外品を用いても設計できない場合を表します。また装置が×の場合、周辺は-とします。

*3 設計用ダンパー減衰力 F_D =設計用限界減衰力 F_u （ただしTGK850,TGK850Cのとき820kN）としたときの可否を示しています。地震応答解析によるダンパー最大減衰力 F_{max} が得られた場合は $F_D=F_{max}$ とすることができ、可否が変わる（×→△○, △→○となる）場合があります。

*4 寒冷地仕様の油圧ダンパーには対応していません。寒冷地仕様は別途お問い合わせください。

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/250$)

1/250		W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.31
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.36
	凸型	1.8	△	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.15
		2.0	△	1.14	○	1.13	○	1.15	○	1.17	○	1.17	○	1.18
		2.2	△	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.15	○	1.16	○	1.17
		2.4	△	1.15	○	1.17	○	1.15	○	1.17	○	1.18	△	1.18
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.16	△	1.15	△	1.17
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.17	△	1.17	△	1.19
		1.6	×	-	×	-	△	1.17	△	1.18	△	1.21	△	1.19
		1.8	×	-	×	-	△	1.19	△	1.20	△	1.22	○	1.21
	凸型	1.8	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.4	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.14
2500	凹型	1.2	×	-	△	1.14	△	1.12	△	1.13	△	1.14	○	1.15
		1.4	×	-	△	1.16	△	1.16	△	1.15	△	1.15	○	1.15
		1.6	△	1.17	△	1.16	△	1.16	△	1.16	○	1.16	○	1.18
		1.8	△	1.21	△	1.19	△	1.17	△	1.18	○	1.17	○	1.19
	凸型	1.8	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.2	○	1.15	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.4	○	1.16	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.13
3000	凹型	1.2	△	1.14	△	1.14	△	1.12	△	1.13	○	1.13	○	1.12
		1.4	△	1.17	△	1.16	△	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.14
		1.6	△	1.18	△	1.18	△	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		1.8	△	1.21	△	1.21	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.15
	凸型	1.8	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.14	○	1.13	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.2	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.12
		2.4	△	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.12
3500	凹型	1.2	△	1.17	△	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		1.4	△	1.21	△	1.15	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		1.6	△	1.24	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.15
		1.8	×	-	△	1.22	○	1.17	○	1.17	○	1.15	△	1.15
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.2	△	1.17	○	1.15	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.4	×	-	○	1.17	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
4000	凹型	1.2	△	1.21	○	1.16	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		1.4	△	1.21	○	1.18	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		1.6	△	1.25	△	1.19	○	1.16	○	1.16	○	1.14	○	1.14
		1.8	×	-	△	1.23	△	1.18	△	1.17	△	1.17	△	1.14
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.13	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	△	1.19	○	1.15	○	1.13	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.2	△	1.19	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.4	×	-	△	1.18	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/200$)

1/200		W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.37
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.44
	凸型	1.8	△	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.15
		2.0	△	1.15	○	1.13	○	1.15	○	1.17	○	1.17	○	1.19
		2.2	△	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.16	○	1.16	○	1.17
		2.4	△	1.15	○	1.17	○	1.16	○	1.17	○	1.19	△	1.19
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.17	△	1.16	△	1.18
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.18	△	1.18	△	1.21
		1.6	×	-	×	-	△	1.19	△	1.20	△	1.23	△	1.21
		1.8	×	-	×	-	△	1.21	△	1.22	△	1.25	○	1.24
	凸型	1.8	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.4	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.14
2500	凹型	1.2	×	-	△	1.15	△	1.13	△	1.14	△	1.15	○	1.16
		1.4	×	-	△	1.17	△	1.17	△	1.16	△	1.16	○	1.16
		1.6	△	1.20	△	1.17	△	1.17	△	1.17	○	1.17	○	1.20
		1.8	△	1.24	△	1.21	△	1.19	△	1.20	○	1.20	○	1.22
	凸型	1.8	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.2	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.4	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
3000	凹型	1.2	△	1.16	△	1.15	△	1.13	△	1.13	○	1.14	○	1.13
		1.4	△	1.18	△	1.18	△	1.16	○	1.15	○	1.16	○	1.15
		1.6	△	1.21	△	1.20	△	1.16	○	1.17	○	1.16	○	1.16
		1.8	△	1.24	△	1.24	○	1.20	○	1.17	○	1.17	○	1.17
	凸型	1.8	○	1.12	○	1.11	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.15	○	1.13	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.2	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.12
		2.4	△	1.19	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12
3500	凹型	1.2	△	1.18	△	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		1.4	△	1.24	△	1.16	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		1.6	△	1.28	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.16	○	1.16
		1.8	×	-	△	1.26	○	1.20	○	1.19	○	1.17	△	1.17
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.13	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.17	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.2	△	1.19	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.4	×	-	○	1.18	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
4000	凹型	1.2	△	1.24	○	1.17	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		1.4	△	1.25	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		1.6	×	-	△	1.22	○	1.18	○	1.17	○	1.15	△	1.16
		1.8	×	-	△	1.28	△	1.21	△	1.20	△	1.19	△	1.16
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	△	1.22	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.2	×	-	○	1.18	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.11
		2.4	×	-	△	1.21	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.12

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/150$)

H	凹凸	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
			装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.49
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.61
	凸型	1.8	△	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.13	○	1.15	○	1.16
		2.0	△	1.15	○	1.14	○	1.16	○	1.17	○	1.18	○	1.19
		2.2	△	1.16	○	1.15	○	1.16	○	1.16	○	1.17	○	1.18
		2.4	△	1.16	○	1.18	○	1.17	○	1.18	○	1.20	△	1.20
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.19	△	1.19	△	1.22
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.21	△	1.22	△	1.25
		1.6	×	-	×	-	△	1.22	△	1.24	△	1.28	△	1.27
		1.8	×	-	×	-	△	1.26	△	1.28	△	1.31	○	1.32
	凸型	1.8	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.13
		2.0	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.14	○	1.13	○	1.14
		2.4	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.15
2500	凹型	1.2	×	-	△	1.17	△	1.14	△	1.15	△	1.17	○	1.18
		1.4	×	-	△	1.19	△	1.19	△	1.18	△	1.19	○	1.19
		1.6	△	1.24	△	1.21	△	1.20	△	1.20	○	1.20	○	1.24
		1.8	△	1.31	△	1.26	△	1.23	△	1.24	○	1.24	○	1.27
	凸型	1.8	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.2	○	1.17	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.13
		2.4	○	1.20	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14
3000	凹型	1.2	△	1.18	△	1.17	△	1.14	△	1.15	○	1.15	○	1.15
		1.4	△	1.23	△	1.21	△	1.18	○	1.17	○	1.18	○	1.17
		1.6	△	1.27	△	1.24	△	1.19	○	1.19	○	1.19	○	1.19
		1.8	△	1.33	△	1.31	○	1.24	○	1.21	○	1.21	○	1.21
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.17	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.2	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.4	△	1.24	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.13
3500	凹型	1.2	△	1.22	△	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		1.4	△	1.31	△	1.20	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.16
		1.6	△	1.38	○	1.26	○	1.20	○	1.18	○	1.18	○	1.19
		1.8	×	-	△	1.33	○	1.25	○	1.24	○	1.20	△	1.21
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.20	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.2	△	1.25	○	1.18	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.4	×	-	△	1.22	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
4000	凹型	1.2	△	1.30	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.14
		1.4	△	1.34	○	1.25	○	1.18	○	1.18	○	1.16	○	1.15
		1.6	×	-	△	1.30	○	1.22	○	1.21	○	1.18	△	1.18
		1.8	×	-	×	-	△	1.27	△	1.25	△	1.23	△	1.19
	凸型	1.8	○	1.20	○	1.15	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	△	1.28	○	1.18	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.2	×	-	△	1.22	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.4	×	-	△	1.27	○	1.20	○	1.16	○	1.14	○	1.13

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/125$)

H	凹凸	1/125	W	2500		3000		3500		4000		4500		5000		
				装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	-	
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	-	
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△ 1.62	
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△ 1.82	
	凸型	1.8	△	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.16	○	1.16
		2.0	△	1.16	○	1.14	○	1.17	○	1.18	○	1.18	○	1.18	○	1.19
		2.2	△	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.17	○	1.18	○	1.18	○	1.18
		2.4	△	1.17	○	1.20	○	1.18	○	1.19	○	1.21	○	1.21	△	1.21
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.21	△	1.21	△	1.25	△ 1.25	
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.24	△	1.25	△	1.30	△ 1.30	
		1.6	×	-	×	-	△	1.26	△	1.28	△	1.33	△	1.33	△ 1.33	
		1.8	×	-	×	-	△	1.31	△	1.34	△	1.38	△	1.39	△ 1.39	
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.2	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.4	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.16
2500	凹型	1.2	×	-	△	1.18	△	1.16	△	1.17	△	1.19	○	1.20	○ 1.20	
		1.4	×	-	△	1.22	△	1.21	△	1.20	△	1.21	○	1.21	○ 1.21	
		1.6	△	1.29	△	1.24	△	1.23	△	1.23	○	1.24	○	1.28	○ 1.28	
		1.8	△	1.39	△	1.31	△	1.28	△	1.28	○	1.29	○	1.32	○ 1.32	
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.12	○	1.11	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.2	○	1.19	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.4	○	1.23	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14
3000	凹型	1.2	△	1.21	△	1.19	△	1.16	△	1.16	○	1.16	○	1.16	○ 1.16	
		1.4	△	1.27	△	1.24	△	1.20	○	1.19	○	1.20	○	1.19	○ 1.19	
		1.6	△	1.33	△	1.29	△	1.23	○	1.22	○	1.21	○	1.22	○ 1.22	
		1.8	△	1.42	△	1.38	○	1.28	○	1.25	○	1.25	○	1.25	○ 1.25	
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○ 1.11	
		2.0	○	1.19	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○ 1.12	
		2.2	○	1.21	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.12	○	1.13	○ 1.13	
		2.4	△	1.29	○	1.20	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○ 1.14	
3500	凹型	1.2	△	1.26	△	1.21	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.16	○ 1.16	
		1.4	△	1.38	△	1.23	○	1.21	○	1.19	○	1.17	○	1.17	○ 1.17	
		1.6	×	-	○	1.31	○	1.24	○	1.21	○	1.21	○	1.22	○ 1.22	
		1.8	×	-	△	1.42	△	1.31	○	1.28	△	1.24	△	1.24	△ 1.24	
	凸型	1.8	○	1.18	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○ 1.11	
		2.0	○	1.23	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○ 1.12	
		2.2	△	1.31	○	1.20	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○ 1.13	
		2.4	×	-	△	1.27	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○ 1.14	
4000	凹型	1.2	△	1.36	○	1.23	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○ 1.15	
		1.4	△	1.43	○	1.30	○	1.22	○	1.20	○	1.18	○	1.17	○ 1.17	
		1.6	×	-	△	1.37	○	1.27	○	1.25	○	1.21	△	1.21	△ 1.21	
		1.8	×	-	×	-	△	1.34	△	1.30	△	1.27	×	-	-	
	凸型	1.8	○	1.23	○	1.16	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○ 1.11	
		2.0	×	-	○	1.20	○	1.16	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○ 1.12	
		2.2	×	-	△	1.26	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○ 1.13	
		2.4	×	-	×	-	△	1.23	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○ 1.14	

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/100$)

1/100	W	2500		3000		3500		4000		4500		5000		
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.90
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.14	○	1.16	○	1.18
		2.0	△	1.17	○	1.16	○	1.18	○	1.19	○	1.19	○	1.20
		2.2	△	1.18	○	1.17	○	1.18	○	1.18	○	1.19	○	1.20
		2.4	△	1.20	○	1.22	○	1.20	○	1.21	○	1.24	△	1.24
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.25	△	1.25	△	1.30
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.30	△	1.32	△	1.38
		1.6	×	-	×	-	△	1.33	△	1.36	△	1.43	△	1.43
		1.8	×	-	×	-	△	1.42	△	1.46	△	1.52	△	1.55
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.13
		2.0	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.15
		2.2	○	1.19	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.4	○	1.24	○	1.19	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.18
2500	凹型	1.2	×	-	△	1.21	△	1.18	△	1.20	△	1.22	○	1.24
		1.4	×	-	△	1.26	△	1.25	△	1.24	△	1.26	○	1.26
		1.6	△	1.39	△	1.30	△	1.29	△	1.29	○	1.30	○	1.35
		1.8	△	1.55	△	1.40	△	1.36	△	1.36	○	1.38	△	1.43
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.2	○	1.23	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.4	○	1.30	○	1.21	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.16
3000	凹型	1.2	△	1.26	△	1.23	△	1.19	△	1.18	○	1.19	○	1.19
		1.4	△	1.34	△	1.30	△	1.24	○	1.22	○	1.23	○	1.22
		1.6	△	1.45	△	1.37	△	1.28	○	1.27	○	1.26	○	1.27
		1.8	×	-	△	1.52	○	1.37	○	1.32	○	1.32	△	1.33
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.12
		2.0	○	1.22	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.2	○	1.27	○	1.21	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.14
		2.4	×	-	○	1.26	○	1.20	○	1.18	○	1.16	○	1.15
3500	凹型	1.2	△	1.34	△	1.25	○	1.21	○	1.18	○	1.18	○	1.18
		1.4	△	1.51	△	1.30	○	1.26	○	1.23	○	1.21	○	1.21
		1.6	×	-	△	1.41	○	1.31	○	1.26	○	1.26	○	1.27
		1.8	×	-	×	-	△	1.42	△	1.36	△	1.30	△	1.31
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	△	1.30	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	○	1.25	○	1.18	○	1.15	○	1.15	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	○	1.23	○	1.19	○	1.17	○	1.16
4000	凹型	1.2	△	1.49	○	1.29	○	1.22	○	1.20	○	1.18	○	1.18
		1.4	×	-	△	1.39	○	1.27	○	1.25	○	1.22	○	1.20
		1.6	×	-	×	-	△	1.36	△	1.31	△	1.26	△	1.25
		1.8	×	-	×	-	△	1.47	△	1.40	△	1.35	×	-
	凸型	1.8	△	1.30	○	1.19	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	×	-	○	1.25	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.2	×	-	×	-	○	1.22	○	1.18	○	1.15	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/75$)

1/75	W	2500		3000		3500		4000		4500		5000		
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.16	○	1.15	○	1.16	○	1.16	○	1.19	○	1.21
		2.0	△	1.20	○	1.18	○	1.22	○	1.20	○	1.20	○	1.22
		2.2	△	1.21	○	1.19	○	1.20	○	1.21	○	1.22	○	1.23
		2.4	△	1.25	○	1.27	○	1.24	○	1.26	△	1.30	△	1.30
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.34	△	1.35	△	1.42
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.42	△	1.46	△	1.56
		1.6	×	-	×	-	△	1.49	△	1.55	△	1.67	△	1.70
		1.8	×	-	×	-	△	1.68	△	1.76	△	1.91	×	-
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.14	○	1.13	○	1.14
		2.0	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.16	○	1.17
		2.2	○	1.24	○	1.19	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.17
		2.4	○	1.34	○	1.25	○	1.21	○	1.20	○	1.20	○	1.21
2500	凹型	1.2	×	-	△	1.28	△	1.24	△	1.26	△	1.29	○	1.32
		1.4	×	-	△	1.36	△	1.35	△	1.33	△	1.36	○	1.37
		1.6	△	1.64	△	1.45	△	1.42	△	1.42	○	1.44	○	1.53
		1.8	×	-	△	1.65	×	-	×	-	△	1.60	△	1.70
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.13
		2.0	○	1.21	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.2	○	1.33	○	1.20	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.16
		2.4	△	1.48	○	1.30	○	1.22	○	1.20	○	1.19	○	1.19
3000	凹型	1.2	△	1.37	△	1.31	△	1.24	△	1.24	○	1.24	○	1.24
		1.4	△	1.53	△	1.43	△	1.33	○	1.30	○	1.31	○	1.31
		1.6	×	-	×	-	×	-	○	1.39	○	1.38	○	1.40
		1.8	×	-	×	-	△	1.59	△	1.49	△	1.49	△	1.51
	凸型	1.8	○	1.20	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.31	○	1.21	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.2	×	-	×	-	○	1.21	○	1.18	○	1.16	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
3500	凹型	1.2	△	1.52	△	1.35	○	1.28	○	1.24	○	1.22	○	1.23
		1.4	×	-	×	-	○	1.38	○	1.32	○	1.28	○	1.28
		1.6	×	-	×	-	△	1.49	○	1.39	○	1.37	△	1.38
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.30	○	1.19	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.0	×	-	×	-	×	-	○	1.16	○	1.15	○	1.14
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4000	凹型	1.2	×	-	○	1.42	○	1.30	○	1.27	○	1.24	○	1.23
		1.4	×	-	△	1.62	○	1.40	○	1.35	○	1.30	○	1.27
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/250$)

1/250		W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.15	○	1.17	○	1.19	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	△	1.17	○	1.18	○	1.19	○	1.21	○	1.20
		2.2	×	-	△	1.17	○	1.18	○	1.19	×	-	×	-
		2.4	×	-	△	1.17	○	1.19	×	-	×	-	×	-
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.23
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.25
	凸型	1.8	△	1.11	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15
		2.0	△	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15
		2.2	△	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.13	○	1.15	○	1.14
		2.4	△	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.15
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.15	△	1.15
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.15	△	1.16	△	1.17
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.16	△	1.18	△	1.16
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.19	△	1.19	○	1.19
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.11	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.13
		2.0	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.2	○	1.16	○	1.12	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.13
		2.4	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.13
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.15	△	1.14	△	1.13	○	1.13
		1.4	×	-	×	-	△	1.16	△	1.15	△	1.16	○	1.15
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.18	○	1.16	○	1.16
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.19	○	1.17	○	1.18
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.15	○	1.14	○	1.11	○	1.11	○	1.12	○	1.11
		2.2	○	1.18	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.4	△	1.19	○	1.16	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.12
3500	凹型	1.2	×	-	△	1.15	×	-	○	1.14	○	1.14	○	1.13
		1.4	△	1.23	×	-	×	-	○	1.16	○	1.15	○	1.14
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.15	○	1.16
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.16	○	1.16
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.15	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.2	×	-	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.4	×	-	△	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12
4000	凹型	1.2	△	1.19	△	1.17	○	1.15	×	-	○	1.13	○	1.13
		1.4	△	1.25	△	1.20	×	-	×	-	△	1.14	○	1.14
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.15
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.17
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	△	1.18	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.2	×	-	△	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.12	○	1.12
		2.4	×	-	×	-	△	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/200$)

1/200		W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.16	○	1.17	○	1.19	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	△	1.18	○	1.19	○	1.20	○	1.21	○	1.21
		2.2	×	-	△	1.17	○	1.19	○	1.19	×	-	×	-
		2.4	×	-	△	1.18	○	1.20	×	-	×	-	×	-
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.27
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.30
	凸型	1.8	△	1.12	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15
		2.0	△	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15
		2.2	△	1.14	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.15
		2.4	△	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.15
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.16	△	1.16
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.17	△	1.17	△	1.19
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.18	△	1.20	△	1.18
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.21	△	1.21	○	1.22
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.13
		2.0	○	1.15	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.12
		2.2	○	1.17	○	1.13	○	1.14	○	1.12	○	1.13	○	1.13
		2.4	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14
3000	凹型	1.2	×	-	△	1.17	×	-	○	1.15	○	1.15	○	1.14
		1.4	×	-	×	-	×	-	○	1.17	○	1.16	○	1.15
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.16	○	1.17
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.19	○	1.18
	凸型	1.8	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.16	○	1.14	○	1.12	○	1.11	○	1.12	○	1.11
		2.2	○	1.20	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.4	△	1.22	○	1.18	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.12
3500	凹型	1.2	×	-	△	1.17	×	-	○	1.15	○	1.15	○	1.14
		1.4	×	-	×	-	×	-	○	1.17	○	1.16	○	1.15
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.16	○	1.17
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.19	○	1.18
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.2	×	-	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.4	×	-	△	1.21	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13
4000	凹型	1.2	△	1.23	△	1.19	○	1.16	×	-	○	1.14	○	1.14
		1.4	×	-	△	1.23	×	-	×	-	△	1.16	○	1.15
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.17
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.19	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	×	-	○	1.16	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.2	×	-	△	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.4	×	-	×	-	△	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.13

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/150$)

1/150		W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.16	○	1.18	○	1.19	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	△	1.18	○	1.19	○	1.20	○	1.21	○	1.21
		2.2	×	-	△	1.18	○	1.20	○	1.20	×	-	×	-
		2.4	×	-	△	1.20	○	1.21	×	-	×	-	×	-
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.34
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.40
	凸型	1.8	△	1.12	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.15	○	1.15
		2.0	△	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.15
		2.2	△	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.14	○	1.16	○	1.15
		2.4	△	1.18	○	1.16	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.16
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.18	△	1.18
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.19	△	1.20	△	1.22
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.22	△	1.24	△	1.23
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.27	△	1.27	○	1.28
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.17	○	1.13	○	1.12	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.2	○	1.20	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.14
		2.4	×	-	○	1.19	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.18	△	1.16	△	1.16	○	1.16
		1.4	×	-	×	-	△	1.21	△	1.19	△	1.19	○	1.19
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.23	○	1.21	○	1.22
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.27	○	1.24	○	1.25
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.13	○	1.11	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	○	1.19	○	1.16	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.2	△	1.24	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.4	×	-	○	1.22	○	1.16	○	1.16	○	1.15	○	1.13
3500	凹型	1.2	×	-	△	1.20	×	-	○	1.17	○	1.16	○	1.15
		1.4	×	-	×	-	×	-	○	1.20	○	1.18	○	1.18
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.20	○	1.20
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.22
	凸型	1.8	○	1.18	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	△	1.21	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.2	×	-	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13
		2.4	×	-	×	-	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14
4000	凹型	1.2	△	1.30	△	1.24	○	1.19	×	-	○	1.16	○	1.16
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.19	○	1.17
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.20
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.23	○	1.16	○	1.13	○	1.13	○	1.11	○	1.11
		2.0	×	-	○	1.19	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	△	1.23	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.13
		2.4	×	-	×	-	△	1.23	○	1.19	○	1.16	○	1.15

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/125$)

H	凹凸	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
			装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.16	○	1.18	○	1.19	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	△	1.19	○	1.20	○	1.21	○	1.22	○	1.22
		2.2	×	-	△	1.19	○	1.21	○	1.21	×	-	×	-
		2.4	×	-	△	1.21	○	1.23	×	-	×	-	×	-
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.41
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.16
		2.0	△	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.15	○	1.16
		2.2	△	1.17	○	1.15	○	1.16	○	1.15	○	1.16	○	1.16
		2.4	△	1.21	○	1.18	○	1.18	○	1.17	○	1.17	○	1.18
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.20	△	1.20
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.22	△	1.23	△	1.25
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.25	△	1.28	△	1.27
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.32	△	1.33	○	1.34
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.19	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.23	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	○	1.21	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.16
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.21	△	1.18	△	1.17	○	1.18
		1.4	×	-	×	-	△	1.24	△	1.22	△	1.22	○	1.22
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.27	○	1.25	○	1.25
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.29	○	1.30
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.22	○	1.17	○	1.13	○	1.12	○	1.13	○	1.12
		2.2	△	1.29	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13
		2.4	×	-	×	-	○	1.19	○	1.17	○	1.16	○	1.14
3500	凹型	1.2	×	-	△	1.24	×	-	○	1.19	○	1.18	○	1.17
		1.4	×	-	×	-	×	-	○	1.23	○	1.21	○	1.20
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.23	○	1.24
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.27
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.11	○	1.11
		2.0	△	1.25	○	1.19	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	○	1.22	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	○	1.24	○	1.19	○	1.16	○	1.15
4000	凹型	1.2	△	1.38	△	1.28	○	1.22	×	-	○	1.18	○	1.18
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.21	○	1.20
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.24
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.28	○	1.18	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.11
		2.0	×	-	○	1.22	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.12
		2.2	×	-	×	-	○	1.21	○	1.18	○	1.15	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	×	-	○	1.22	○	1.18	○	1.16

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/100$)

1/100		W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.17	○	1.18	○	1.20	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	△	1.20	○	1.21	○	1.22	○	1.23	○	1.23
		2.2	×	-	△	1.21	○	1.23	○	1.23	×	-	×	-
		2.4	×	-	△	1.24	×	-	×	-	×	-	×	-
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.55
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.15	○	1.16
		2.0	△	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.16	○	1.16	○	1.16
		2.2	△	1.20	○	1.17	○	1.18	○	1.16	○	1.18	○	1.17
		2.4	△	1.26	○	1.21	○	1.21	○	1.19	○	1.20	○	1.20
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.24	△	1.25
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.27	△	1.29	△	1.31
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.33	△	1.36	△	1.35
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.43	△	1.44	○	1.46
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.22	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.13
		2.2	○	1.30	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.4	×	-	○	1.26	○	1.21	○	1.19	○	1.18	○	1.18
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.25	△	1.21	△	1.21	○	1.21
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.27	△	1.27	○	1.26
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.35	○	1.31	○	1.32
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.38	○	1.40
	凸型	1.8	○	1.19	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.27	○	1.20	○	1.15	○	1.13	○	1.14	○	1.13
		2.2	×	-	○	1.24	○	1.19	○	1.16	○	1.15	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	○	1.23	○	1.20	○	1.18	○	1.16
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	○	1.23	○	1.21	○	1.20
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.26	○	1.25
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.30	○	1.30
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.35
	凸型	1.8	○	1.26	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	×	-	○	1.23	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.2	×	-	△	1.29	○	1.23	○	1.18	○	1.16	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	×	-	○	1.24	○	1.19	○	1.18
4000	凹型	1.2	△	1.52	△	1.36	×	-	×	-	○	1.21	○	1.21
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.24
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.30
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	○	1.21	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.12
		2.0	×	-	△	1.28	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.14
		2.2	×	-	×	-	△	1.27	○	1.22	○	1.18	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/75$)

1/75	W	2500		3000		3500		4000		4500		5000		
		H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
1500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.18	○	1.20	○	1.21	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	△	1.22	○	1.23	○	1.24	○	1.26	×	-
		2.2	×	-	△	1.25	○	1.27	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	△	1.32	×	-	×	-	×	-	×	-
2000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.16	○	1.17
		2.0	△	1.20	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.18	○	1.18
		2.2	△	1.27	○	1.21	○	1.21	○	1.19	○	1.21	○	1.21
		2.4	×	-	○	1.29	○	1.27	○	1.24	○	1.25	×	-
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.32	△	1.33
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.38	△	1.40	△	1.45
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.49	△	1.54	△	1.54
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.0	○	1.31	○	1.19	○	1.16	○	1.16	○	1.16	○	1.15
		2.2	×	-	○	1.25	○	1.21	○	1.18	○	1.18	○	1.18
		2.4	×	-	△	1.39	○	1.29	○	1.25	○	1.22	○	1.22
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.34	△	1.29	△	1.27	○	1.28
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.38	△	1.37	○	1.37
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.46	○	1.47
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.62
	凸型	1.8	○	1.25	○	1.19	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.0	△	1.41	○	1.27	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.14
		2.2	×	-	×	-	○	1.26	○	1.21	○	1.18	○	1.17
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	○	1.31	○	1.28	○	1.26
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.36	○	1.34
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.44
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.38	○	1.22	○	1.18	○	1.15	○	1.13	○	1.13
		2.0	×	-	×	-	×	-	○	1.18	○	1.16	○	1.15
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.29	○	1.27
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.34
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.14	○	1.13
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN , $\delta_D=H/250$)

1/250		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.26	△	1.28
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.27	△	1.29
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.14
		2.0	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.15	○	1.15
		2.2	○	1.18	○	1.16	○	1.16	○	1.16	○	1.16	○	1.16
		2.4	○	1.20	○	1.18	○	1.17	○	1.18	○	1.17	○	1.18
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.16	△	1.16	△	1.16
		1.4	×	-	△	1.21	△	1.18	△	1.19	△	1.19	△	1.17
		1.6	×	-	△	1.24	△	1.20	△	1.20	△	1.20	△	1.22
		1.8	△	1.34	△	1.25	△	1.23	△	1.25	△	1.22	△	1.23
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.0	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.19	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.15
		2.4	○	1.22	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.16	○	1.15
3500	凹型	1.2	△	1.19	△	1.17	△	1.17	△	1.15	△	1.15	△	1.15
		1.4	△	1.25	△	1.20	△	1.19	△	1.17	△	1.16	○	1.18
		1.6	△	1.28	△	1.22	△	1.19	△	1.19	○	1.18	○	1.18
		1.8	△	1.33	△	1.28	△	1.23	○	1.22	○	1.22	○	1.20
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.18	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.2	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.4	△	1.22	○	1.18	○	1.16	○	1.16	○	1.14	○	1.14
4000	凹型	1.2	△	1.20	△	1.17	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.15
		1.4	△	1.28	○	1.21	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.16
		1.6	△	1.34	○	1.23	○	1.21	○	1.19	○	1.17	○	1.17
		1.8	×	-	△	1.28	○	1.25	○	1.20	○	1.19	△	1.19
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.20	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.2	△	1.23	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.13
		2.4	×	-	○	1.20	○	1.17	○	1.16	○	1.14	○	1.14
4500	凹型	1.2	△	1.22	○	1.19	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.14
		1.4	△	1.30	○	1.21	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.16
		1.6	△	1.38	△	1.25	○	1.21	○	1.20	○	1.17	○	1.17
		1.8	×	-	△	1.34	△	1.25	△	1.22	△	1.20	△	1.18
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.11
		2.0	△	1.23	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.12	○	1.12
		2.2	△	1.26	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.4	×	-	△	1.22	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.14
5000	凹型	1.2	○	1.25	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		1.4	△	1.36	△	1.24	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.16
		1.6	×	-	△	1.29	△	1.21	△	1.20	△	1.18	×	-
		1.8	×	-	×	-	△	1.26	△	1.23	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.19	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	△	1.27	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	△	1.22	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.4	×	-	×	-	△	1.20	△	1.18	○	1.16	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN , $\delta_D=H/200$)

1/200		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.30	△	1.31
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.32	△	1.33
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.14	○	1.14
		2.0	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.15
		2.2	○	1.19	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.16	○	1.16
		2.4	○	1.22	○	1.19	○	1.18	○	1.19	○	1.18	○	1.18
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.17	△	1.17	△	1.17
		1.4	×	-	△	1.23	△	1.19	△	1.20	△	1.21	△	1.19
		1.6	×	-	△	1.27	△	1.22	△	1.22	△	1.22	△	1.25
		1.8	△	1.40	△	1.28	△	1.26	△	1.28	△	1.25	△	1.27
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.0	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.2	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.14	○	1.15
		2.4	○	1.24	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.16
3500	凹型	1.2	△	1.21	△	1.18	△	1.18	△	1.16	△	1.16	△	1.16
		1.4	△	1.28	△	1.22	△	1.20	△	1.18	△	1.17	○	1.19
		1.6	△	1.32	△	1.25	△	1.21	△	1.21	○	1.19	○	1.19
		1.8	△	1.39	△	1.32	△	1.26	○	1.24	○	1.24	○	1.22
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.19	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.20	○	1.17	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.13
		2.4	△	1.25	○	1.19	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.15
4000	凹型	1.2	△	1.23	△	1.18	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.15
		1.4	△	1.32	○	1.23	○	1.20	○	1.19	○	1.17	○	1.17
		1.6	△	1.40	○	1.26	○	1.24	○	1.21	○	1.18	○	1.18
		1.8	×	-	△	1.33	○	1.28	○	1.23	○	1.22	△	1.21
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.21	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.2	△	1.26	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	△	1.22	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.14
4500	凹型	1.2	△	1.26	○	1.21	○	1.19	○	1.17	○	1.16	○	1.15
		1.4	△	1.35	○	1.23	○	1.20	○	1.19	○	1.17	○	1.17
		1.6	×	-	△	1.30	○	1.24	○	1.22	○	1.18	○	1.18
		1.8	×	-	×	-	△	1.29	△	1.25	△	1.22	△	1.20
	凸型	1.8	○	1.18	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	△	1.26	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	△	1.25	○	1.20	○	1.17	○	1.16	○	1.15
5000	凹型	1.2	○	1.29	○	1.22	○	1.19	○	1.16	○	1.15	○	1.15
		1.4	△	1.44	△	1.28	○	1.21	○	1.19	○	1.17	×	-
		1.6	×	-	△	1.35	△	1.25	△	1.22	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.27	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	△	1.29	○	1.20	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	△	1.25	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.13
		2.4	×	-	×	-	△	1.23	△	1.19	○	1.17	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN , $\delta_D=H/150$)

1/150		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.36	△	1.39
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.41	△	1.44
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.0	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.16	○	1.16
		2.2	○	1.21	○	1.18	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.17
		2.4	○	1.26	○	1.21	○	1.20	○	1.21	○	1.20	○	1.20
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.19	△	1.19	△	1.20
		1.4	×	-	△	1.27	△	1.22	△	1.23	△	1.24	△	1.22
		1.6	×	-	△	1.32	△	1.27	△	1.26	△	1.26	△	1.30
		1.8	△	1.54	△	1.36	△	1.33	△	1.35	△	1.31	△	1.34
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.0	○	1.19	○	1.15	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.2	○	1.23	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.15	○	1.16
		2.4	○	1.30	○	1.21	○	1.19	○	1.18	○	1.18	○	1.17
3500	凹型	1.2	△	1.25	△	1.21	△	1.20	△	1.17	△	1.18	△	1.18
		1.4	△	1.35	△	1.26	△	1.24	△	1.21	△	1.20	○	1.21
		1.6	△	1.42	△	1.32	△	1.26	△	1.25	○	1.23	○	1.23
		1.8	×	-	△	1.43	△	1.32	○	1.30	○	1.30	○	1.28
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.21	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.24	○	1.19	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.14
		2.4	△	1.33	○	1.23	○	1.20	○	1.18	○	1.16	○	1.16
4000	凹型	1.2	△	1.27	△	1.22	○	1.21	○	1.18	○	1.16	○	1.17
		1.4	△	1.42	○	1.28	○	1.23	○	1.22	○	1.19	○	1.19
		1.6	×	-	○	1.33	○	1.29	○	1.25	○	1.22	○	1.21
		1.8	×	-	△	1.44	△	1.36	○	1.29	△	1.27	△	1.25
	凸型	1.8	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.26	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.2	△	1.34	○	1.21	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.14
		2.4	×	-	△	1.28	○	1.22	○	1.19	○	1.17	○	1.16
4500	凹型	1.2	△	1.32	○	1.25	○	1.21	○	1.19	○	1.17	○	1.16
		1.4	△	1.48	○	1.29	○	1.24	○	1.22	○	1.20	○	1.19
		1.6	×	-	△	1.39	△	1.30	○	1.27	○	1.22	△	1.21
		1.8	×	-	×	-	△	1.39	△	1.32	△	1.28	△	1.25
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.0	△	1.33	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13
		2.2	×	-	△	1.25	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	△	1.25	○	1.20	○	1.18	○	1.17
5000	凹型	1.2	△	1.39	○	1.27	○	1.22	○	1.19	○	1.17	○	1.17
		1.4	×	-	△	1.36	△	1.26	○	1.22	○	1.20	×	-
		1.6	×	-	×	-	△	1.32	△	1.28	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.26	○	1.18	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.0	×	-	○	1.24	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13
		2.2	×	-	×	-	△	1.23	○	1.19	○	1.17	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	×	-	△	1.23	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN , $\delta_D=H/125$)

1/125		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.44	△	1.47
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.51	△	1.55
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.15
		2.0	○	1.18	○	1.16	○	1.16	○	1.16	○	1.17	○	1.17
		2.2	○	1.23	○	1.20	○	1.18	○	1.18	○	1.18	○	1.18
		2.4	○	1.30	○	1.24	○	1.22	○	1.22	○	1.21	○	1.22
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.20	△	1.21	△	1.22
		1.4	×	-	△	1.31	△	1.25	△	1.27	△	1.27	△	1.25
		1.6	×	-	△	1.38	△	1.31	△	1.30	△	1.31	△	1.35
		1.8	×	-	△	1.45	△	1.40	△	1.42	△	1.38	△	1.41
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.2	○	1.26	○	1.19	○	1.17	○	1.17	○	1.16	○	1.17
		2.4	△	1.36	○	1.23	○	1.21	○	1.20	○	1.19	○	1.19
3500	凹型	1.2	△	1.29	△	1.24	△	1.22	△	1.19	△	1.20	△	1.19
		1.4	△	1.41	△	1.31	△	1.27	△	1.23	△	1.22	○	1.24
		1.6	△	1.53	△	1.41	△	1.30	△	1.29	○	1.26	○	1.27
		1.8	×	-	×	-	×	-	○	1.36	○	1.36	○	1.33
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.13
		2.0	○	1.24	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.2	○	1.29	○	1.22	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.15
		2.4	×	-	○	1.27	○	1.22	○	1.20	○	1.18	○	1.18
4000	凹型	1.2	△	1.32	△	1.25	○	1.23	○	1.20	○	1.18	○	1.18
		1.4	△	1.52	○	1.33	○	1.27	○	1.25	○	1.22	○	1.21
		1.6	×	-	△	1.41	○	1.35	○	1.29	○	1.25	○	1.25
		1.8	×	-	×	-	△	1.45	△	1.35	△	1.32	△	1.30
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.30	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		2.2	×	-	○	1.24	○	1.20	○	1.17	○	1.16	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	○	1.26	○	1.21	○	1.18	○	1.17
4500	凹型	1.2	△	1.40	○	1.29	○	1.24	○	1.22	○	1.19	○	1.18
		1.4	×	-	○	1.36	○	1.28	○	1.26	○	1.23	○	1.21
		1.6	×	-	△	1.50	△	1.36	△	1.32	△	1.26	△	1.25
		1.8	×	-	×	-	△	1.49	△	1.40	△	1.34	△	1.29
	凸型	1.8	○	1.25	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.0	×	-	○	1.23	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14
		2.2	×	-	×	-	○	1.22	○	1.18	○	1.16	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
5000	凹型	1.2	△	1.49	○	1.33	○	1.25	○	1.21	○	1.19	○	1.19
		1.4	×	-	△	1.45	△	1.31	○	1.26	○	1.23	×	-
		1.6	×	-	×	-	△	1.40	△	1.33	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.32	○	1.21	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.0	×	-	×	-	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN , $\delta_D=H/100$)

1/100		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.58	△	1.62
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.73	△	1.79
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.16
		2.0	○	1.20	○	1.18	○	1.18	○	1.17	○	1.19	○	1.19
		2.2	○	1.28	○	1.23	○	1.21	○	1.20	○	1.20	○	1.20
		2.4	△	1.39	○	1.30	○	1.27	○	1.26	○	1.25	○	1.25
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.24	△	1.24	△	1.26
		1.4	×	-	△	1.38	△	1.30	△	1.32	△	1.33	△	1.31
		1.6	×	-	△	1.50	△	1.40	△	1.39	△	1.39	△	1.45
		1.8	×	-	×	-	△	1.53	△	1.57	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.13
		2.0	○	1.24	○	1.19	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.16
		2.2	○	1.33	○	1.22	○	1.19	○	1.19	○	1.18	○	1.18
		2.4	×	-	○	1.29	○	1.25	○	1.23	○	1.22	○	1.21
3500	凹型	1.2	△	1.37	△	1.29	△	1.27	△	1.22	△	1.23	△	1.23
		1.4	△	1.55	△	1.39	△	1.33	△	1.28	△	1.27	○	1.29
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.33	○	1.34
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.47	△	1.48	△	1.44
	凸型	1.8	○	1.20	○	1.17	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.29	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.2	×	-	○	1.27	○	1.20	○	1.19	○	1.17	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.21	○	1.20
4000	凹型	1.2	△	1.42	△	1.31	○	1.28	○	1.23	○	1.21	○	1.21
		1.4	×	-	○	1.43	○	1.34	○	1.30	○	1.26	○	1.25
		1.6	×	-	△	1.57	○	1.46	○	1.37	○	1.32	○	1.31
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.47	△	1.42	△	1.39
	凸型	1.8	○	1.25	○	1.19	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.0	×	-	○	1.23	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.15
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.17
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4500	凹型	1.2	×	-	○	1.37	○	1.30	○	1.26	○	1.23	○	1.21
		1.4	×	-	△	1.48	○	1.36	○	1.32	○	1.28	○	1.25
		1.6	×	-	×	-	△	1.49	△	1.41	△	1.33	△	1.31
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	○	1.22	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.15
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
5000	凹型	1.2	△	1.69	○	1.43	○	1.32	○	1.26	○	1.22	○	1.22
		1.4	×	-	×	-	△	1.41	△	1.33	△	1.28	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.14	○	1.13
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN , $\delta_D=H/75$)

1/75		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.20	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.18
		2.0	○	1.26	○	1.22	○	1.21	○	1.21	○	1.23	○	1.23
		2.2	○	1.41	○	1.30	○	1.26	○	1.25	○	1.24	○	1.24
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.34	○	1.34
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.31	△	1.32	△	1.34
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.45	△	1.46	×	
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.60	×	-	×	
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	
	凸型	1.8	○	1.22	○	1.18	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.0	×	-	○	1.23	○	1.20	○	1.19	○	1.19	○	1.19
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
3500	凹型	1.2	×	-	△	1.40	×	-	△	1.30	△	1.29	△	1.30
		1.4	×	-	△	1.59	×	-	×	-	×	-	○	1.40
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.48	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4000	凹型	1.2	×	-	×	-	○	1.38	○	1.31	○	1.27	○	1.27
		1.4	×	-	×	-	×	-	○	1.43	○	1.36	○	1.35
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4500	凹型	1.2	×	-	○	1.55	○	1.41	○	1.35	○	1.30	○	1.27
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
5000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.30	○	1.29
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/250$)

1/250		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.16	○	1.16	○	1.17
		2.0	△	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.16	○	1.17	○	1.16
		2.2	△	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.17	○	1.18
		2.4	△	1.21	○	1.19	○	1.19	○	1.19	○	1.18	○	1.18
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.19
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.21	△	1.22
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.27	△	1.27	△	1.27
	凸型	1.8	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.14	○	1.13
		2.2	○	1.21	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.4	○	1.24	○	1.19	○	1.18	○	1.16	○	1.17	○	1.17
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.20	△	1.18	△	1.16	△	1.17
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.20	△	1.18	△	1.18
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.23	△	1.19	○	1.21
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.23	○	1.22
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.2	○	1.22	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.14
		2.4	×	-	○	1.22	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.14
4000	凹型	1.2	△	1.25	△	1.20	△	1.17	○	1.18	○	1.17	○	1.15
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.18	○	1.17
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.19	○	1.19
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.22
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.13
		2.2	△	1.23	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.13
		2.4	×	-	△	1.22	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.14
4500	凹型	1.2	△	1.26	○	1.20	○	1.17	△	1.16	△	1.16	○	1.15
		1.4	△	1.34	○	1.25	×	-	×	-	×	-	△	1.17
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.19	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	△	1.23	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	△	1.20	○	1.18	○	1.15	○	1.13	○	1.13
		2.4	×	-	×	-	△	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.15
5000	凹型	1.2	△	1.30	○	1.22	○	1.19	○	1.16	×	-	×	-
		1.4	×	-	△	1.26	△	1.22	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.22	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	×	-	△	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.2	×	-	×	-	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	×	-	○	1.19	○	1.16	○	1.16

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/200$)

1/200		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.16	○	1.16	○	1.17
		2.0	△	1.17	○	1.17	○	1.15	○	1.16	○	1.17	○	1.17
		2.2	△	1.19	○	1.18	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.18
		2.4	△	1.23	○	1.20	○	1.20	○	1.20	○	1.19	○	1.19
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.21
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.24	△	1.24
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.31	△	1.31	△	1.31
	凸型	1.8	○	1.15	○	1.13	○	1.14	○	1.14	○	1.13	○	1.14
		2.0	○	1.17	○	1.15	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.2	○	1.23	○	1.17	○	1.15	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.4	×	-	○	1.21	○	1.19	○	1.16	○	1.18	○	1.18
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.22	△	1.20	△	1.17	△	1.18
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.22	△	1.19	△	1.19
		1.6	×	-	×	-	×	-	△	1.25	△	1.22	○	1.23
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.27	○	1.26
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.12	○	1.13
		2.0	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.13	○	1.14	○	1.13
		2.2	○	1.25	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	○	1.24	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.15
4000	凹型	1.2	△	1.29	△	1.22	×	-	○	1.19	○	1.18	○	1.16
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.20	○	1.18
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.21	○	1.21
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.25
	凸型	1.8	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.12	○	1.12	○	1.12
		2.0	○	1.21	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.2	×	-	○	1.22	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	○	1.22	○	1.18	○	1.16	○	1.15
4500	凹型	1.2	△	1.30	○	1.22	○	1.19	×	-	△	1.17	○	1.16
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.18
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	×	-	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.2	×	-	△	1.23	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	△	1.23	○	1.18	○	1.17	○	1.16
5000	凹型	1.2	△	1.36	○	1.25	○	1.21	△	1.18	×	-	×	-
		1.4	×	-	△	1.30	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.25	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.12	○	1.12
		2.0	×	-	△	1.22	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.2	×	-	×	-	△	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14
		2.4	×	-	×	-	×	-	△	1.21	○	1.18	○	1.17

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/150$)

1/150		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.15	○	1.16	○	1.16	○	1.16	○	1.17
		2.0	△	1.19	○	1.18	○	1.16	○	1.17	○	1.18	○	1.17
		2.2	△	1.22	○	1.19	○	1.18	○	1.18	○	1.19	○	1.20
		2.4	△	1.28	○	1.24	○	1.23	○	1.22	○	1.22	○	1.21
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.25
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.29	△	1.30
		1.8	×	-	×	-	×	-	△	1.39	△	1.39	△	1.40
	凸型	1.8	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.0	○	1.20	○	1.16	○	1.15	○	1.14	○	1.15	○	1.14
		2.2	○	1.28	○	1.19	○	1.17	○	1.17	○	1.16	○	1.16
		2.4	×	-	○	1.25	○	1.22	○	1.18	○	1.20	○	1.19
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.25	△	1.22	△	1.19	△	1.20
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.26	△	1.23	△	1.22
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.26	○	1.28
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.34	○	1.32
	凸型	1.8	○	1.19	○	1.15	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.23	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.2	△	1.32	○	1.22	○	1.19	○	1.17	○	1.15	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	○	1.21	○	1.20	○	1.18	○	1.17
4000	凹型	1.2	△	1.36	△	1.27	×	-	○	1.22	○	1.20	○	1.18
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.23	○	1.21
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.25
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.31
	凸型	1.8	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.0	△	1.26	○	1.20	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.2	×	-	○	1.26	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	×	-	○	1.21	○	1.18	○	1.17
4500	凹型	1.2	△	1.39	○	1.28	○	1.23	×	-	△	1.20	○	1.18
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.21
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.25	○	1.18	○	1.15	○	1.13	○	1.13	○	1.12
		2.0	×	-	○	1.22	○	1.18	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.2	×	-	×	-	○	1.23	○	1.19	○	1.16	○	1.15
		2.4	×	-	×	-	×	-	○	1.22	○	1.19	○	1.18
5000	凹型	1.2	△	1.48	○	1.31	○	1.26	△	1.21	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	○	1.20	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.0	×	-	△	1.27	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.14
		2.2	×	-	×	-	△	1.25	○	1.20	○	1.17	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.21	○	1.19

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/125$)

1/125		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.17	○	1.16	○	1.16	○	1.17	○	1.17	○	1.18
		2.0	△	1.21	○	1.19	○	1.17	○	1.18	○	1.18	○	1.18
		2.2	△	1.25	○	1.21	○	1.20	○	1.19	○	1.20	○	1.21
		2.4	△	1.34	○	1.27	○	1.25	○	1.25	○	1.24	○	1.23
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.29
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.35	△	1.36
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.48	△	1.49
	凸型	1.8	○	1.18	○	1.15	○	1.15	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.0	○	1.22	○	1.17	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.2	○	1.33	○	1.22	○	1.18	○	1.18	○	1.17	○	1.18
		2.4	×	-	○	1.30	○	1.25	○	1.21	○	1.22	○	1.21
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	△	1.28	△	1.25	△	1.22	△	1.22
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.30	△	1.26	△	1.26
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.31	○	1.33
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.39
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.17	○	1.14	○	1.13	○	1.13	○	1.13
		2.0	○	1.27	○	1.20	○	1.17	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.2	×	-	○	1.25	○	1.21	○	1.18	○	1.16	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	○	1.25	○	1.22	○	1.20	○	1.18
4000	凹型	1.2	△	1.43	△	1.31	×	-	○	1.24	○	1.22	○	1.20
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.26	○	1.24
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.30
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.23	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.12
		2.0	△	1.31	○	1.23	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.14
		2.2	×	-	△	1.31	○	1.22	○	1.19	○	1.17	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	×	-	○	1.24	○	1.20	○	1.18
4500	凹型	1.2	△	1.49	○	1.33	○	1.27	×	-	△	1.22	○	1.20
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	△	1.30	○	1.20	○	1.16	○	1.14	○	1.13	○	1.13
		2.0	×	-	○	1.26	○	1.21	○	1.17	○	1.15	○	1.14
		2.2	×	-	×	-	○	1.27	○	1.21	○	1.17	○	1.16
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
5000	凹型	1.2	×	-	○	1.38	○	1.30	△	1.24	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	○	1.23	○	1.18	○	1.16	○	1.14	○	1.13
		2.0	×	-	×	-	○	1.23	○	1.19	○	1.16	○	1.15
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/100$)

1/100		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.19	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.17	○	1.19
		2.0	△	1.24	○	1.21	○	1.19	○	1.19	○	1.20	○	1.20
		2.2	△	1.31	○	1.25	○	1.23	○	1.22	○	1.23	○	1.24
		2.4	×	-	○	1.35	○	1.31	○	1.30	○	1.29	○	1.28
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.36
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.45	△	1.47
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.20	○	1.16	○	1.16	○	1.15	○	1.15	○	1.15
		2.0	○	1.28	○	1.20	○	1.18	○	1.16	○	1.16	○	1.16
		2.2	×	-	○	1.26	○	1.21	○	1.20	○	1.20	○	1.20
		2.4	×	-	△	1.39	○	1.31	○	1.25	○	1.26	○	1.25
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	△	1.29	△	1.25	△	1.26
		1.4	×	-	×	-	×	-	△	1.37	△	1.32	△	1.31
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.42
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.53
	凸型	1.8	○	1.25	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.14	○	1.14
		2.0	○	1.35	○	1.24	○	1.19	○	1.16	○	1.16	○	1.16
		2.2	×	-	○	1.33	○	1.25	○	1.21	○	1.18	○	1.18
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.24	○	1.21
4000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.26	○	1.23
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.33	○	1.30
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.38
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.29	○	1.21	○	1.17	○	1.15	○	1.14	○	1.13
		2.0	×	-	○	1.28	○	1.21	○	1.18	○	1.16	○	1.15
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.18
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4500	凹型	1.2	×	-	○	1.43	×	-	×	-	△	1.27	○	1.24
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	○	1.25	○	1.19	○	1.16	○	1.14	○	1.14
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.16
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
5000	凹型	1.2	×	-	△	1.50	○	1.38	△	1.30	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.15	○	1.14
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/75$)

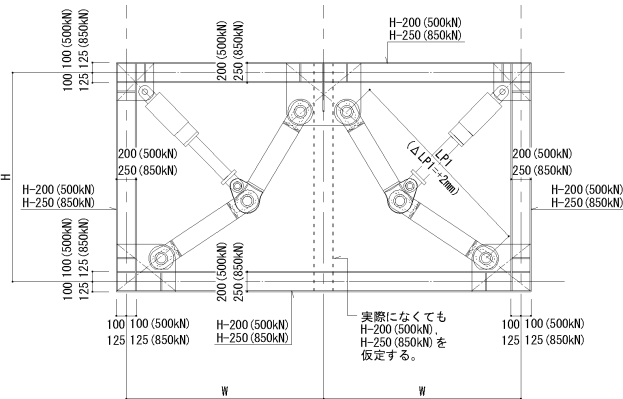
1/75		W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺	装置	周辺
2500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.23	○	1.20	○	1.19	○	1.19	○	1.19	○	1.20
		2.0	×	-	○	1.26	○	1.23	○	1.23	○	1.23	○	1.23
		2.2	×	-	○	1.35	○	1.30	○	1.28	○	1.29	○	1.30
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
3000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.27	○	1.20	○	1.18	○	1.17	○	1.16	○	1.16
		2.0	×	-	○	1.26	○	1.22	○	1.19	○	1.19	○	1.18
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
3500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.34	△	1.35
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	○	1.24	○	1.19	○	1.16	○	1.15	○	1.15
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.35	○	1.31
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	○	1.42
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
4500	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	△	1.32
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
5000	凹型	1.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.6	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
	凸型	1.8	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.0	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.2	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
		2.4	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-

装置の設計及び周辺部材設計用荷重算定の仮定条件

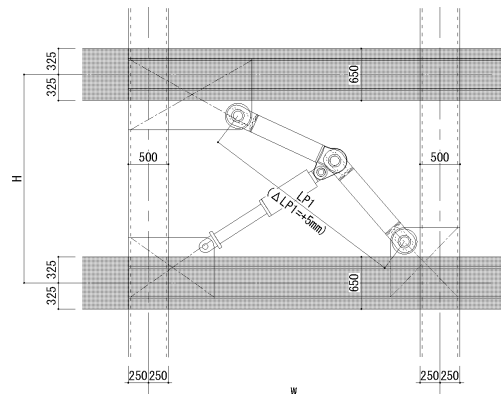
設計用装置最大変位 $\delta_D=H/250, H/200, H/150, H/125, H/100, H/75^{*1}$ の6つの場合について、幅 W 、高さ H 、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）、増幅倍率 β をパラメータとしたときの、装置の設計の可否を示します。

装置の構成部材の仕様はダンパー種別によって異なり、取り付け形式によって構成部材の長さや重量が変化するため、上記のパラメータ以外に、2つのダンパー種別（減衰力種別が500kNと850kNの油圧ダンパー）と2つの取り付け形式（周辺鉄骨枠を介して設置する場合と鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合）についてもパラメータとします。

1つめの取り付け形式である周辺鉄骨枠を介して設置する場合は、過去に行われた装置の設計の結果として、減衰力種別が500kNの油圧ダンパーを用いる場合はH-200、減衰力種別が850kNの油圧ダンパーを用いる場合はH-250が多く用いられることから、それぞれこれらの周辺鉄骨枠が用いられているものとして構成部材の長さや重量を仮定します。また取り付け時の組み立て誤差（対角線方向ピン穴間距離 L_{PI} の許容差） $\Delta L_{PI}=+2mm$ を仮定します。



2つめの取り付け形式である鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合は設置する架構の柱や梁のせいを仮定しなければなりません。外側架構による耐震補強で過去に行われた周辺架構の設計の結果として平均的に用いられる柱(S)せい $D=500mm$ 、梁(SRC)せい $D=650mm^{*1}$ を仮定します。これは新築の鉄骨造建物であれば5~8階建て程度の部材せい *2 に相当します。また取り付け時の組み立て誤差（対角線方向ピン穴間距離 L_{PI} の許容差） $\Delta L_{PI}=+5mm$ を仮定します。



構成部材のうち、油圧ダンパー、腕に用いる鋼管、ガセットプレートは標準品と標準外品があります。全て標準品を用いて設計が可能な場合は○、1つでも標準外品を用いなければ設計できない場合は△、標準外品を用いても設計できない場合は×を示します。

*1 周辺架構の柱または梁がSの場合の納まりとSRC(RC)の場合の納まりが異なるため、構成部材の長さや重量はSRCで $D=650mm$ のときとSで $D=700mm$ のときで同等となります。

*2 日本建築学会関東支部，鉄骨構造の設計—学びやすい構造設計—，2009年1月，6.設計例-1やJSCA編，S建築構造の設計（第2版），2018年3月，第4章の設計例

Part 4-2 1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる

腕軸力差

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分の表の見方

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分の表は、パラメータとして取り付け形式が周辺鉄骨柱を介して設置する場合と鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合の2つ、油圧ダンパーの減衰力種別が500kNと850kNの2つ、設計用装置最大変位 δ_D が $H/250, H/200, H/150, H/125, H/100, H/75^{*1}$ の6つがあり、全部で24枚あります。

	周辺鉄骨柱を介して 設置する場合		鉄骨フレームにGPLを介して 直接設置する場合	
	500kN	850kN	500kN	850kN
δ_D	500kN	850kN	500kN	850kN
$H/250$	Vol. 54	Vol. 60	Vol. 66	Vol. 72
$H/200$	Vol. 55	Vol. 61	Vol. 67	Vol. 73
$H/150$	Vol. 56	Vol. 62	Vol. 68	Vol. 74
$H/125$	Vol. 57	Vol. 63	Vol. 69	Vol. 75
$H/100$	Vol. 58	Vol. 64	Vol. 70	Vol. 76
$H/75$	Vol. 59	Vol. 65	Vol. 71	Vol. 77

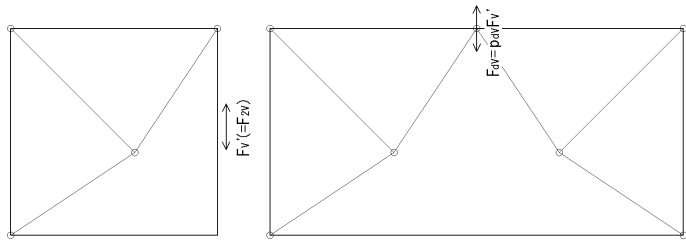
各表は幅 W 、高さ H 、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）、増幅倍率 β をパラメータとした構成となっています。「装置」の列は「装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数(Vol. 28~Vol. 51)」と同じです。「軸力差鉛直」の列は、梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{av} (Vol. 25)の、割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重（鉛直方向） F_V' に対する比 p_{av} を表します。梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{av} は以下の式で算定します。

$$F_{av} = p_{av} F_V'$$

ただし、

p_{av} : 梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{av} の、割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重（鉛直方向） F_V' に対する比

F_V' : 割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重（鉛直方向）（= $(H/W)*\beta F_D$ ）



1構面2基タイプにおいて梁中央部に取り付く腕として、左のトグル機構のダンパーの位置が右の場合は「腕1」の列、左のトグル機構のダンパーの位置が左の場合は「腕2」の列の値を用います(Vol. 9)。

H	凹凸	W	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000						
				装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直			
					腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		
2500	凹型	1.2	×	-	-	△	0.14	0.10	△	0.13	0.10	△	0.14	0.10	△	0.15	0.11	○	0.16	0.12
		1.4	×	-	-	△	0.16	0.13	△	0.16	0.12	△	0.16	0.12	△	0.18	0.13	○	0.19	0.14
		1.6	△	0.23	0.19	△	0.19	0.15	△	0.19	0.15	△	0.19	0.15	○	0.20	0.16	○	0.23	0.18
		1.8	△	0.27	0.23	△	0.23	0.19	△	0.22	0.18	△	0.22	0.18	○	0.24	0.19	○	0.25	0.20
	凸型	1.8	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.03	0.04	○	0.03	0.03	○	0.03	0.03	○	0.03	0.03
		2.0	○	0.07	0.08	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.04
		2.2	○	0.09	0.11	○	0.07	0.08	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05
		2.4	○	0.12	0.14	○	0.09	0.10	○	0.07	0.09	○	0.07	0.08	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/150$)

H	凹凸	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000				
			装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣				
				腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2			
1500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	-	-	
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.77	0.62
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.93	0.77
	凸型	1.8	△	0.07	0.08	○	0.07	0.08	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09	○	0.10	0.11
		2.0	△	0.10	0.11	○	0.10	0.11	○	0.11	0.13	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09
		2.2	△	0.10	0.12	○	0.09	0.11	○	0.10	0.11	○	0.10	0.11	○	0.10	0.11
		2.4	△	0.14	0.16	○	0.14	0.16	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15	○	0.15	0.17
2000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	△	0.30	0.21	△	0.32	0.23	△	0.37	0.27
		1.4	×	-	-	×	-	-	△	0.35	0.26	△	0.38	0.29	△	0.42	0.32
		1.6	×	-	-	×	-	-	△	0.38	0.30	△	0.40	0.32	△	0.45	0.36
		1.8	×	-	-	×	-	-	△	0.44	0.36	△	0.48	0.39	△	0.53	0.43
	凸型	1.8	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06
		2.0	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09
		2.2	○	0.13	0.15	○	0.10	0.12	○	0.09	0.10	○	0.09	0.10	○	0.08	0.10
		2.4	○	0.18	0.20	○	0.14	0.16	○	0.12	0.14	○	0.11	0.13	○	0.11	0.13
2500	凹型	1.2	×	-	-	△	0.24	0.18	△	0.22	0.17	△	0.24	0.18	△	0.27	0.19
		1.4	×	-	-	△	0.28	0.22	△	0.28	0.22	△	0.27	0.21	△	0.30	0.23
		1.6	△	0.40	0.33	△	0.33	0.27	△	0.33	0.26	△	0.33	0.26	○	0.35	0.28
		1.8	△	0.50	0.43	△	0.40	0.33	△	0.38	0.31	△	0.38	0.31	○	0.41	0.33
	凸型	1.8	○	0.08	0.10	○	0.06	0.08	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06
		2.0	○	0.12	0.14	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08
		2.2	○	0.17	0.20	○	0.11	0.14	○	0.09	0.11	○	0.09	0.10	○	0.08	0.10
		2.4	○	0.23	0.26	○	0.16	0.19	○	0.13	0.15	○	0.11	0.13	○	0.11	0.13
3000	凹型	1.2	△	0.29	0.23	△	0.25	0.20	△	0.22	0.17	△	0.22	0.16	○	0.23	0.17
		1.4	△	0.36	0.30	△	0.32	0.26	△	0.26	0.21	○	0.25	0.20	○	0.26	0.20
		1.6	△	0.45	0.38	△	0.37	0.31	△	0.32	0.26	○	0.30	0.24	○	0.30	0.24
		1.8	△	0.54	0.47	△	0.48	0.41	○	0.37	0.32	○	0.35	0.29	○	0.36	0.30
	凸型	1.8	○	0.11	0.13	○	0.08	0.10	○	0.06	0.08	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06
		2.0	○	0.16	0.19	○	0.11	0.14	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.07	0.08
		2.2	○	0.21	0.25	○	0.16	0.19	○	0.11	0.14	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10
		2.4	△	0.30	0.34	○	0.20	0.23	○	0.16	0.18	○	0.13	0.16	○	0.11	0.14
3500	凹型	1.2	△	0.35	0.29	△	0.27	0.21	○	0.24	0.19	○	0.22	0.16	○	0.21	0.16
		1.4	△	0.48	0.40	△	0.33	0.27	○	0.29	0.24	○	0.25	0.20	○	0.24	0.19
		1.6	△	0.60	0.52	○	0.41	0.35	○	0.35	0.29	○	0.30	0.25	○	0.29	0.23
		1.8	×	-	-	△	0.51	0.44	○	0.42	0.36	○	0.37	0.31	○	0.34	0.29
	凸型	1.8	○	0.16	0.19	○	0.10	0.12	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.05	0.07
		2.0	○	0.23	0.27	○	0.14	0.17	○	0.10	0.13	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09
		2.2	△	0.32	0.36	○	0.19	0.22	○	0.14	0.17	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12
		2.4	×	-	-	△	0.27	0.30	○	0.18	0.22	○	0.15	0.18	○	0.13	0.15
4000	凹型	1.2	△	0.46	0.39	○	0.31	0.25	○	0.25	0.19	○	0.24	0.18	○	0.21	0.15
		1.4	△	0.56	0.48	○	0.38	0.32	○	0.31	0.25	○	0.28	0.22	○	0.24	0.19
		1.6	×	-	-	△	0.48	0.42	○	0.37	0.31	○	0.35	0.29	○	0.30	0.24
		1.8	×	-	-	×	-	-	△	0.46	0.40	△	0.41	0.35	△	0.36	0.31
	凸型	1.8	○	0.22	0.26	○	0.14	0.16	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08
		2.0	△	0.34	0.39	○	0.19	0.22	○	0.13	0.16	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10
		2.2	×	-	-	△	0.27	0.30	○	0.17	0.20	○	0.14	0.16	○	0.11	0.13
		2.4	×	-	-	△	0.36	0.41	○	0.24	0.28	○	0.18	0.21	○	0.15	0.18

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
 (周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/75$)

H	1/75	W	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000						
				装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣			
					腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		
1500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	△	0.15	0.18	○	0.15	0.18	○	0.17	0.20	○	0.19	0.21	○	0.21	0.24	○	0.25	0.27
		2.0	△	0.23	0.27	○	0.23	0.26	○	0.28	0.32	○	0.17	0.19	○	0.18	0.20	○	0.19	0.22
		2.2	△	0.25	0.29	○	0.22	0.25	○	0.22	0.25	○	0.22	0.25	○	0.24	0.27	○	0.26	0.29
		2.4	△	0.34	0.40	○	0.34	0.38	○	0.30	0.34	○	0.33	0.37	△	0.38	0.42	△	0.40	0.44
2000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.64	0.48	△	0.71	0.53	△	0.79	0.59
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.77	0.60	△	0.86	0.67	△	0.96	0.76
		1.6	x	-	-	x	-	-	△	0.87	0.71	△	0.94	0.77	△	1.10	0.90	△	1.16	0.95
		1.8	x	-	-	x	-	-	△	1.10	0.93	△	1.22	1.03	△	1.38	1.17	x	-	-
	凸型	1.8	○	0.14	0.18	○	0.12	0.15	○	0.11	0.14	○	0.11	0.14	○	0.11	0.14	○	0.12	0.15
		2.0	○	0.21	0.26	○	0.18	0.21	○	0.17	0.20	○	0.17	0.20	○	0.18	0.21	○	0.19	0.21
		2.2	○	0.31	0.36	○	0.23	0.28	○	0.20	0.23	○	0.19	0.22	○	0.18	0.21	○	0.19	0.21
		2.4	○	0.47	0.53	○	0.33	0.39	○	0.27	0.32	○	0.26	0.31	○	0.26	0.30	○	0.27	0.31
2500	凹型	1.2	x	-	-	△	0.51	0.40	△	0.47	0.35	△	0.51	0.38	△	0.56	0.42	○	0.60	0.45
		1.4	x	-	-	△	0.65	0.52	△	0.63	0.50	△	0.61	0.48	△	0.68	0.53	○	0.71	0.55
		1.6	△	1.00	0.87	△	0.78	0.65	△	0.75	0.62	△	0.75	0.61	○	0.82	0.66	○	0.89	0.73
		1.8	x	-	-	△	1.02	0.88	x	-	-	x	-	-	△	1.02	0.85	△	1.13	0.95
	凸型	1.8	○	0.18	0.23	○	0.14	0.18	○	0.11	0.14	○	0.10	0.13	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12
		2.0	○	0.27	0.33	○	0.19	0.24	○	0.16	0.20	○	0.15	0.19	○	0.15	0.18	○	0.14	0.17
		2.2	○	0.44	0.51	○	0.27	0.31	○	0.22	0.27	○	0.19	0.23	○	0.18	0.21	○	0.17	0.20
		2.4	△	0.64	0.73	○	0.40	0.46	○	0.31	0.36	○	0.27	0.31	○	0.25	0.30	○	0.24	0.29
3000	凹型	1.2	△	0.64	0.52	△	0.56	0.44	△	0.48	0.37	△	0.45	0.34	○	0.48	0.36	○	0.49	0.37
		1.4	△	0.86	0.73	△	0.73	0.60	△	0.60	0.49	○	0.54	0.43	○	0.57	0.45	○	0.59	0.46
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.67	0.56	○	0.68	0.56	○	0.71	0.58
		1.8	x	-	-	x	-	-	△	0.96	0.83	△	0.83	0.71	△	0.84	0.71	△	0.89	0.75
	凸型	1.8	○	0.25	0.30	○	0.17	0.21	○	0.14	0.18	○	0.11	0.14	○	0.10	0.12	○	0.09	0.12
		2.0	○	0.41	0.48	○	0.26	0.31	○	0.19	0.23	○	0.16	0.19	○	0.15	0.18	○	0.14	0.17
		2.2	x	-	-	x	-	-	○	0.27	0.31	○	0.23	0.28	○	0.19	0.23	○	0.17	0.21
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
3500	凹型	1.2	△	0.83	0.70	△	0.62	0.50	○	0.52	0.41	○	0.46	0.36	○	0.43	0.33	○	0.45	0.34
		1.4	x	-	-	x	-	-	○	0.66	0.54	○	0.58	0.47	○	0.52	0.42	○	0.53	0.42
		1.6	x	-	-	x	-	-	△	0.81	0.70	○	0.69	0.58	○	0.66	0.54	△	0.67	0.55
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
	凸型	1.8	○	0.40	0.47	○	0.23	0.28	○	0.16	0.20	○	0.13	0.17	○	0.11	0.14	○	0.10	0.12
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.18	0.23	○	0.16	0.19	○	0.14	0.18
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
4000	凹型	1.2	x	-	-	○	0.71	0.58	○	0.55	0.44	○	0.50	0.39	○	0.45	0.35	○	0.43	0.33
		1.4	x	-	-	△	0.97	0.83	○	0.71	0.59	○	0.63	0.52	○	0.55	0.44	○	0.51	0.41
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.16	0.20	○	0.13	0.17	○	0.11	0.14
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-

1 構面 2 基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/200$)

H	1/200	W	凹凸	β	2500				3000				3500				4000				4500				5000			
					装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣	
						腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2
1500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
	凸型	1.8	△	0.05	0.06	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
		2.0	×	-	-	△	0.07	0.08	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09					
		2.2	×	-	-	△	0.09	0.11	○	0.10	0.11	○	0.10	0.11	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
		2.4	×	-	-	△	0.12	0.14	○	0.13	0.14	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
2000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.44	0.35					
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.49	0.39					
	凸型	1.8	△	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05					
		2.0	△	0.08	0.10	○	0.07	0.08	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07					
		2.2	△	0.11	0.13	○	0.09	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09					
		2.4	△	0.15	0.18	○	0.12	0.14	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12					
2500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.23	0.17	△	0.25	0.18	△	0.25	0.18					
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.26	0.19	△	0.27	0.20	△	0.29	0.22	△	0.29	0.22					
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.28	0.22	△	0.30	0.24	△	0.31	0.24	△	0.31	0.24					
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.35	0.28	△	0.36	0.29	○	0.38	0.30	○	0.38	0.30					
	凸型	1.8	○	0.08	0.10	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05					
		2.0	○	0.11	0.14	○	0.08	0.10	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06					
		2.2	○	0.16	0.19	○	0.10	0.12	○	0.09	0.10	○	0.08	0.09	○	0.07	0.09	○	0.07	0.09	○	0.07	0.09					
		2.4	○	0.20	0.23	○	0.15	0.17	○	0.12	0.14	○	0.10	0.12	○	0.09	0.11	○	0.09	0.11	○	0.09	0.11					
3000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	△	0.23	0.17	△	0.21	0.15	△	0.20	0.15	○	0.21	0.15	○	0.21	0.15					
		1.4	×	-	-	×	-	-	△	0.27	0.21	△	0.25	0.19	△	0.24	0.19	○	0.25	0.19	○	0.25	0.19					
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.28	0.23	○	0.27	0.22	○	0.28	0.22	○	0.28	0.22					
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.34	0.28	○	0.31	0.25	○	0.32	0.26	○	0.32	0.26					
	凸型	1.8	○	0.10	0.12	○	0.07	0.09	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05					
		2.0	○	0.15	0.18	○	0.10	0.13	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06					
		2.2	○	0.20	0.23	○	0.14	0.17	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09	○	0.07	0.09					
		2.4	△	0.27	0.30	○	0.19	0.22	○	0.13	0.16	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12	○	0.09	0.10					
3500	凹型	1.2	×	-	-	△	0.26	0.21	×	-	-	○	0.21	0.16	○	0.20	0.15	○	0.19	0.14	○	0.19	0.14					
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.26	0.20	○	0.24	0.18	○	0.23	0.17	○	0.23	0.17					
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.26	0.21	○	0.26	0.21	○	0.26	0.21					
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.31	0.26	○	0.30	0.24	○	0.30	0.24					
	凸型	1.8	○	0.14	0.17	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.05	0.07	○	0.04	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05					
		2.0	○	0.18	0.21	○	0.13	0.15	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07					
		2.2	×	-	-	○	0.17	0.20	○	0.13	0.15	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09					
		2.4	×	-	-	△	0.24	0.27	○	0.18	0.21	○	0.14	0.16	○	0.11	0.13	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12					
4000	凹型	1.2	△	0.39	0.32	△	0.28	0.23	○	0.25	0.20	×	-	-	○	0.20	0.15	○	0.19	0.14	○	0.19	0.14					
		1.4	×	-	-	△	0.36	0.30	×	-	-	×	-	-	△	0.24	0.19	○	0.22	0.17	○	0.22	0.17					
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.26	0.21	△	0.26	0.21					
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-					
	凸型	1.8	○	0.19	0.22	○	0.12	0.14	○	0.08	0.10	○	0.07	0.08	○	0.05	0.07	○	0.04	0.06	○	0.04	0.06					
		2.0	×	-	-	○	0.16	0.19	○	0.11	0.13	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08					
		2.2	×	-	-	△	0.21	0.24	○	0.16	0.19	○	0.12	0.15	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10					
		2.4	×	-	-	×	-	-	△	0.21	0.24	○	0.17	0.20	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15	○	0.11	0.13					

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/150$)

H	1/150	W	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000				
				装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣	
					腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2
1500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
	凸型	1.8	△	0.07	0.09	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08	x	-	-	x	-	-	
		2.0	x	-	-	△	0.09	0.11	○	0.10	0.11	○	0.10	0.11	○	0.11	0.12	
		2.2	x	-	-	△	0.13	0.15	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15	x	-	-	
		2.4	x	-	-	△	0.18	0.20	○	0.18	0.21	x	-	-	x	-	-	
2000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.61	0.48	
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.69	0.56	
	凸型	1.8	△	0.08	0.10	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	
		2.0	△	0.11	0.14	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	
		2.2	△	0.16	0.19	○	0.12	0.14	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12	
		2.4	△	0.21	0.24	○	0.17	0.20	○	0.15	0.18	○	0.14	0.16	○	0.14	0.16	
2500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.31	0.22	△	0.32	0.23	
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.34	0.26	△	0.36	0.27	
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.41	0.32	△	0.43	0.34	
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.47	0.39	△	0.49	0.40	
	凸型	1.8	○	0.11	0.14	○	0.07	0.10	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.05	0.07	
		2.0	○	0.16	0.20	○	0.10	0.13	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	
		2.2	○	0.22	0.27	○	0.15	0.18	○	0.12	0.15	○	0.10	0.12	○	0.10	0.11	
		2.4	x	-	-	○	0.20	0.24	○	0.17	0.20	○	0.14	0.17	○	0.13	0.15	
3000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	△	0.30	0.23	△	0.28	0.21	△	0.28	0.21	
		1.4	x	-	-	x	-	-	△	0.37	0.29	△	0.33	0.25	△	0.32	0.25	
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.41	0.33	○	0.38	0.30	
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.46	0.38	○	0.43	0.35	
	凸型	1.8	○	0.14	0.17	○	0.10	0.12	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.05	0.07	
		2.0	○	0.21	0.24	○	0.15	0.18	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	
		2.2	△	0.30	0.34	○	0.19	0.22	○	0.15	0.18	○	0.12	0.14	○	0.10	0.12	
		2.4	x	-	-	○	0.27	0.32	○	0.19	0.22	○	0.16	0.19	○	0.14	0.17	
3500	凹型	1.2	x	-	-	△	0.36	0.29	x	-	-	○	0.28	0.21	○	0.27	0.20	
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.34	0.27	○	0.31	0.24	
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.37	0.30	
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
	凸型	1.8	○	0.19	0.23	○	0.13	0.15	○	0.09	0.12	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	
		2.0	△	0.27	0.32	○	0.18	0.21	○	0.13	0.16	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	
		2.2	x	-	-	○	0.24	0.28	○	0.18	0.21	○	0.14	0.17	○	0.12	0.14	
		2.4	x	-	-	x	-	-	○	0.25	0.29	○	0.19	0.22	○	0.16	0.19	
4000	凹型	1.2	△	0.54	0.45	△	0.40	0.33	○	0.33	0.26	x	-	-	○	0.27	0.21	
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.32	0.26	
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	
	凸型	1.8	△	0.28	0.33	○	0.17	0.20	○	0.11	0.14	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	
		2.0	x	-	-	○	0.22	0.26	○	0.16	0.19	○	0.12	0.15	○	0.10	0.12	
		2.2	x	-	-	△	0.30	0.34	○	0.22	0.26	○	0.17	0.21	○	0.14	0.16	
		2.4	x	-	-	x	-	-	△	0.30	0.35	○	0.23	0.27	○	0.18	0.21	

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/125$)

H	1/125	W	β	2500				3000				3500				4000				4500				5000			
				装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣				
					腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2			
1500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
	凸型	1.8	△	0.08	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
		2.0	x	-	-	△	0.11	0.13	○	0.11	0.13	○	0.12	0.13	○	0.13	0.14	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15				
		2.2	x	-	-	△	0.16	0.19	○	0.16	0.19	○	0.17	0.19	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
		2.4	x	-	-	△	0.21	0.24	○	0.22	0.25	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
2000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.74	0.59				
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
	凸型	1.8	△	0.09	0.12	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08				
		2.0	△	0.14	0.17	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12	○	0.09	0.11	○	0.09	0.11	○	0.10	0.11	○	0.10	0.11				
		2.2	△	0.19	0.22	○	0.15	0.18	○	0.14	0.17	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15				
		2.4	△	0.27	0.32	○	0.20	0.23	○	0.19	0.22	○	0.18	0.21	○	0.18	0.21	○	0.18	0.21	○	0.18	0.21				
2500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.38	0.27	△	0.40	0.29	△	0.40	0.29				
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.43	0.33	△	0.45	0.34	△	0.47	0.36	△	0.47	0.36				
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.49	0.38	△	0.52	0.42	△	0.54	0.43	△	0.54	0.43				
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.60	0.49	△	0.61	0.50	○	0.63	0.52	○	0.63	0.52				
	凸型	1.8	○	0.14	0.18	○	0.09	0.12	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.06	0.08	○	0.06	0.08				
		2.0	○	0.20	0.24	○	0.13	0.16	○	0.10	0.13	○	0.09	0.11	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10				
		2.2	○	0.29	0.34	○	0.18	0.21	○	0.15	0.18	○	0.13	0.15	○	0.12	0.14	○	0.12	0.14	○	0.12	0.14				
		2.4	x	-	-	○	0.26	0.31	○	0.20	0.23	○	0.18	0.21	○	0.16	0.19	○	0.16	0.19	○	0.16	0.19				
3000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	△	0.38	0.29	△	0.34	0.25	△	0.33	0.24	○	0.33	0.24	○	0.33	0.24				
		1.4	x	-	-	x	-	-	△	0.44	0.35	△	0.42	0.32	△	0.40	0.31	○	0.41	0.31	○	0.41	0.31				
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.49	0.39	○	0.45	0.36	○	0.46	0.37	○	0.46	0.37				
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.55	0.45	○	0.57	0.47	○	0.57	0.47				
	凸型	1.8	○	0.17	0.21	○	0.12	0.15	○	0.09	0.11	○	0.07	0.10	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.06	0.08				
		2.0	○	0.27	0.32	○	0.18	0.22	○	0.13	0.16	○	0.10	0.13	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10				
		2.2	△	0.39	0.44	○	0.24	0.29	○	0.18	0.21	○	0.15	0.18	○	0.12	0.15	○	0.12	0.14	○	0.12	0.14				
		2.4	x	-	-	x	-	-	○	0.23	0.28	○	0.19	0.23	○	0.18	0.21	○	0.16	0.19	○	0.16	0.19				
3500	凹型	1.2	x	-	-	△	0.42	0.34	x	-	-	○	0.35	0.26	○	0.32	0.24	○	0.31	0.23	○	0.31	0.23				
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.42	0.34	○	0.39	0.31	○	0.38	0.29	○	0.38	0.29				
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.44	0.36	○	0.43	0.35	○	0.43	0.35				
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.52	0.43	○	0.52	0.43				
	凸型	1.8	○	0.25	0.29	○	0.16	0.19	○	0.11	0.14	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.07	0.09	○	0.07	0.09				
		2.0	△	0.34	0.39	○	0.22	0.26	○	0.16	0.20	○	0.12	0.15	○	0.10	0.13	○	0.09	0.11	○	0.09	0.11				
		2.2	x	-	-	○	0.30	0.34	○	0.23	0.27	○	0.17	0.21	○	0.14	0.18	○	0.13	0.15	○	0.13	0.15				
		2.4	x	-	-	x	-	-	○	0.31	0.35	○	0.24	0.28	○	0.19	0.22	○	0.17	0.21	○	0.17	0.21				
4000	凹型	1.2	△	0.67	0.57	△	0.49	0.40	○	0.40	0.32	x	-	-	○	0.33	0.25	○	0.31	0.23	○	0.31	0.23				
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.41	0.32	○	0.37	0.29	○	0.37	0.29				
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.43	0.35	○	0.43	0.35				
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-				
	凸型	1.8	△	0.35	0.41	○	0.20	0.24	○	0.14	0.17	○	0.11	0.14	○	0.08	0.11	○	0.07	0.09	○	0.07	0.09				
		2.0	x	-	-	○	0.28	0.33	○	0.19	0.23	○	0.15	0.19	○	0.12	0.15	○	0.10	0.13	○	0.10	0.13				
		2.2	x	-	-	x	-	-	○	0.28	0.33	○	0.21	0.25	○	0.17	0.21	○	0.14	0.18	○	0.14	0.18				
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.29	0.34	○	0.22	0.26	○	0.19	0.22	○	0.19	0.22				

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/100$)

1/100	W	凹凸	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000				
				装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣	
					腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2
1500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
	凸型	1.8	△	0.11	0.13	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12	×	-	-	×	-	-	
		2.0	×	-	-	△	0.15	0.18	○	0.15	0.17	○	0.16	0.18	○	0.17	0.19	
		2.2	×	-	-	△	0.21	0.24	○	0.21	0.24	○	0.22	0.24	×	-	-	
		2.4	×	-	-	△	0.29	0.33	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
2000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	1.00	0.80	
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
	凸型	1.8	△	0.12	0.16	○	0.10	0.12	○	0.09	0.11	○	0.09	0.10	○	0.09	0.11	
		2.0	△	0.18	0.22	○	0.14	0.17	○	0.13	0.15	○	0.12	0.15	○	0.12	0.14	
		2.2	△	0.26	0.31	○	0.19	0.23	○	0.18	0.22	○	0.17	0.20	○	0.17	0.20	
		2.4	△	0.36	0.42	○	0.28	0.32	○	0.25	0.29	○	0.23	0.26	○	0.23	0.26	
2500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.48	0.35	△	0.50	0.36	
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.54	0.42	△	0.62	0.48	
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.62	0.50	△	0.70	0.56	
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.79	0.66	△	0.84	0.70	
	凸型	1.8	○	0.17	0.22	○	0.12	0.15	○	0.09	0.12	○	0.08	0.11	○	0.08	0.10	
		2.0	○	0.27	0.33	○	0.17	0.21	○	0.14	0.17	○	0.12	0.15	○	0.11	0.14	
		2.2	○	0.40	0.47	○	0.24	0.29	○	0.19	0.23	○	0.17	0.20	○	0.16	0.19	
		2.4	×	-	-	○	0.35	0.40	○	0.28	0.32	○	0.23	0.27	○	0.21	0.24	
3000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	△	0.48	0.36	△	0.44	0.33	△	0.43	0.32	
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.52	0.41	△	0.51	0.39	
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.63	0.51	○	0.60	0.48	
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.73	0.61	○	0.75	0.62	
	凸型	1.8	○	0.23	0.28	○	0.16	0.20	○	0.11	0.15	○	0.09	0.12	○	0.08	0.10	
		2.0	○	0.36	0.42	○	0.24	0.29	○	0.16	0.20	○	0.13	0.17	○	0.12	0.15	
		2.2	×	-	-	○	0.32	0.38	○	0.24	0.28	○	0.19	0.22	○	0.17	0.20	
		2.4	×	-	-	×	-	-	○	0.31	0.36	○	0.27	0.31	○	0.22	0.26	
3500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.44	0.34	○	0.43	0.32	
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.49	0.39	○	0.47	0.37	
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.58	0.48	○	0.58	0.47	
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.68	0.57	
	凸型	1.8	○	0.33	0.39	○	0.20	0.24	○	0.15	0.19	○	0.11	0.14	○	0.09	0.12	
		2.0	×	-	-	○	0.29	0.34	○	0.21	0.25	○	0.16	0.20	○	0.14	0.17	
		2.2	×	-	-	△	0.41	0.47	○	0.30	0.35	○	0.23	0.27	○	0.18	0.22	
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.31	0.36	○	0.26	0.30	
4000	凹型	1.2	△	0.90	0.76	△	0.64	0.53	×	-	-	×	-	-	○	0.42	0.32	
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.47	0.37	
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.58	0.47	
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	
	凸型	1.8	×	-	-	○	0.27	0.32	○	0.18	0.22	○	0.14	0.18	○	0.11	0.14	
		2.0	×	-	-	△	0.39	0.45	○	0.26	0.31	○	0.20	0.24	○	0.16	0.20	
		2.2	×	-	-	×	-	-	△	0.39	0.45	○	0.29	0.34	○	0.22	0.26	
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/75$)

H	凹凸	β	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
			装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣	
				腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2
1500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
	凸型	1.8	△	0.16	0.19	○	0.14	0.17	○	0.14	0.17	×	-	-
		2.0	×	-	-	△	0.21	0.24	○	0.21	0.24	○	0.22	0.25
		2.2	×	-	-	△	0.31	0.35	○	0.32	0.36	×	-	-
		2.4	×	-	-	△	0.44	0.50	×	-	-	×	-	-
2000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
	凸型	1.8	△	0.17	0.22	○	0.14	0.18	○	0.12	0.15	○	0.12	0.14
		2.0	△	0.26	0.32	○	0.20	0.24	○	0.18	0.22	○	0.17	0.21
		2.2	△	0.38	0.46	○	0.29	0.34	○	0.26	0.31	○	0.24	0.28
		2.4	×	-	-	○	0.41	0.48	○	0.37	0.43	○	0.33	0.38
2500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.66	0.49
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.81	0.63
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	1.00	0.82
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
	凸型	1.8	○	0.26	0.33	○	0.17	0.21	○	0.14	0.17	○	0.11	0.14
		2.0	○	0.40	0.48	○	0.25	0.30	○	0.19	0.23	○	0.16	0.20
		2.2	×	-	-	○	0.35	0.42	○	0.29	0.34	○	0.22	0.26
		2.4	×	-	-	△	0.55	0.63	○	0.41	0.48	○	0.31	0.36
3000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	△	0.67	0.52	△	0.61	0.46
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.76	0.60
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.87	0.71
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
	凸型	1.8	○	0.34	0.41	○	0.23	0.28	○	0.16	0.20	○	0.13	0.17
		2.0	△	0.56	0.64	○	0.36	0.43	○	0.23	0.29	○	0.18	0.23
		2.2	×	-	-	×	-	-	○	0.35	0.42	○	0.28	0.33
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
3500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	○	0.61	0.47	○	0.59	0.44
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.71	0.56
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
	凸型	1.8	△	0.52	0.60	○	0.29	0.35	○	0.21	0.26	○	0.16	0.20
		2.0	×	-	-	×	-	-	○	0.23	0.29	○	0.19	0.23
		2.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
4000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.59	0.46
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
	凸型	1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.16	0.20
		2.0	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		2.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/250$)

H	凹凸	β	1/250	3000		3500		4000		4500		5000		5500			
			W	1柱2基不釣		1柱2基不釣		1柱2基不釣		1柱2基不釣		1柱2基不釣		1柱2基不釣			
			装置	腕1	腕2	装置	腕1	腕2	装置	腕1	腕2	装置	腕1	腕2	装置	腕1	腕2
2500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.31	0.24
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.36	0.29
	凸型	1.8	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05
		2.0	○	0.08	0.09	○	0.07	0.08	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.07	0.08
		2.2	○	0.11	0.12	○	0.09	0.10	○	0.08	0.09	○	0.07	0.09	○	0.07	0.08
		2.4	○	0.15	0.17	○	0.12	0.13	○	0.10	0.12	○	0.10	0.11	○	0.10	0.11
3000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.16	0.11	△	0.17	0.12
		1.4	×	-	-	△	0.22	0.17	△	0.19	0.15	△	0.20	0.15	△	0.21	0.16
		1.6	×	-	-	△	0.26	0.21	△	0.23	0.19	△	0.24	0.19	△	0.24	0.19
		1.8	△	0.39	0.34	△	0.30	0.25	△	0.27	0.22	△	0.29	0.23	△	0.27	0.22
	凸型	1.8	○	0.06	0.08	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05
		2.0	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06
		2.2	○	0.13	0.15	○	0.09	0.10	○	0.08	0.09	○	0.07	0.08	○	0.07	0.08
		2.4	○	0.18	0.20	○	0.12	0.14	○	0.10	0.12	○	0.09	0.11	○	0.09	0.10
3500	凹型	1.2	△	0.21	0.17	△	0.18	0.14	△	0.16	0.12	△	0.15	0.11	△	0.14	0.11
		1.4	△	0.27	0.22	△	0.23	0.18	△	0.20	0.16	△	0.18	0.14	△	0.17	0.13
		1.6	△	0.33	0.28	△	0.26	0.22	△	0.23	0.19	△	0.22	0.17	○	0.20	0.16
		1.8	△	0.40	0.35	△	0.34	0.29	△	0.27	0.23	○	0.25	0.21	○	0.26	0.21
	凸型	1.8	○	0.08	0.09	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.03	0.04
		2.0	○	0.11	0.13	○	0.08	0.10	○	0.06	0.08	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06
		2.2	○	0.15	0.17	○	0.11	0.13	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.07	0.08
		2.4	△	0.20	0.22	○	0.14	0.17	○	0.11	0.13	○	0.10	0.11	○	0.09	0.10
4000	凹型	1.2	△	0.24	0.19	△	0.19	0.15	○	0.17	0.13	○	0.15	0.11	○	0.14	0.10
		1.4	△	0.32	0.27	○	0.24	0.19	○	0.20	0.16	○	0.18	0.14	○	0.17	0.13
		1.6	△	0.40	0.34	○	0.28	0.23	○	0.25	0.20	○	0.22	0.18	○	0.20	0.16
		1.8	×	-	-	△	0.36	0.31	○	0.30	0.25	○	0.25	0.21	○	0.24	0.20
	凸型	1.8	○	0.10	0.12	○	0.07	0.08	○	0.05	0.07	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05
		2.0	○	0.15	0.17	○	0.09	0.11	○	0.08	0.09	○	0.06	0.08	○	0.05	0.06
		2.2	△	0.20	0.23	○	0.13	0.15	○	0.10	0.11	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09
		2.4	×	-	-	○	0.17	0.20	○	0.13	0.15	○	0.11	0.12	○	0.09	0.11
4500	凹型	1.2	△	0.27	0.22	○	0.21	0.17	○	0.18	0.14	○	0.16	0.12	○	0.14	0.11
		1.4	△	0.36	0.31	○	0.25	0.20	○	0.21	0.17	○	0.19	0.15	○	0.17	0.14
		1.6	△	0.48	0.42	△	0.32	0.27	○	0.25	0.21	○	0.23	0.19	○	0.20	0.17
		1.8	×	-	-	△	0.43	0.37	△	0.32	0.27	△	0.27	0.23	△	0.24	0.20
	凸型	1.8	○	0.12	0.15	○	0.08	0.10	○	0.06	0.08	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05
		2.0	△	0.19	0.22	○	0.12	0.14	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.06	0.07
		2.2	△	0.26	0.30	○	0.16	0.19	○	0.11	0.13	○	0.09	0.11	○	0.08	0.09
		2.4	×	-	-	△	0.22	0.24	○	0.16	0.18	○	0.12	0.14	○	0.10	0.12
5000	凹型	1.2	○	0.32	0.27	○	0.24	0.19	○	0.19	0.15	○	0.16	0.13	○	0.15	0.11
		1.4	△	0.45	0.39	△	0.30	0.25	○	0.23	0.19	○	0.20	0.16	○	0.18	0.14
		1.6	×	-	-	△	0.37	0.32	△	0.28	0.23	△	0.24	0.20	△	0.22	0.18
		1.8	×	-	-	×	-	-	△	0.35	0.30	△	0.30	0.25	×	-	-
	凸型	1.8	○	0.16	0.19	○	0.10	0.12	○	0.07	0.09	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06
		2.0	△	0.26	0.29	○	0.15	0.17	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.07	0.08
		2.2	×	-	-	△	0.20	0.23	○	0.14	0.17	○	0.11	0.13	○	0.09	0.10
		2.4	×	-	-	×	-	-	△	0.19	0.21	△	0.15	0.17	○	0.12	0.14

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, $500kN$, $\delta_D=H/100$)

1/100	W	β	3000				3500				4000				4500				5000			
			装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直		装置	軸力差鉛直			
				腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		
2500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.93	0.74	△	0.98	0.79		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	1.13	0.94	△	1.21	1.01		
	凸型	1.8	○	0.16	0.19	○	0.13	0.16	○	0.12	0.14	○	0.12	0.14	○	0.12	0.14	○	0.13	0.15		
		2.0	○	0.23	0.27	○	0.19	0.22	○	0.18	0.21	○	0.18	0.21	○	0.19	0.22	○	0.20	0.22		
		2.2	○	0.34	0.39	○	0.26	0.31	○	0.22	0.26	○	0.21	0.24	○	0.20	0.23	○	0.20	0.23		
		2.4	△	0.51	0.57	○	0.38	0.43	○	0.32	0.37	○	0.30	0.35	○	0.29	0.33	○	0.29	0.33		
3000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.42	0.31	△	0.44	0.32	△	0.47	0.34		
		1.4	×	-	-	△	0.62	0.50	△	0.53	0.42	△	0.56	0.43	△	0.56	0.44	△	0.57	0.43		
		1.6	×	-	-	△	0.79	0.66	△	0.67	0.55	△	0.68	0.55	△	0.69	0.55	△	0.74	0.60		
		1.8	×	-	-	×	-	-	△	0.85	0.72	△	0.89	0.76	×	-	-	×	-	-		
	凸型	1.8	○	0.18	0.22	○	0.14	0.17	○	0.11	0.14	○	0.10	0.13	○	0.10	0.12	○	0.10	0.12		
		2.0	○	0.27	0.32	○	0.20	0.24	○	0.17	0.20	○	0.16	0.19	○	0.15	0.18	○	0.15	0.18		
		2.2	○	0.41	0.47	○	0.27	0.31	○	0.22	0.27	○	0.20	0.24	○	0.18	0.21	○	0.18	0.21		
		2.4	×	-	-	○	0.39	0.44	○	0.32	0.37	○	0.28	0.32	○	0.27	0.31	○	0.25	0.29		
3500	凹型	1.2	△	0.60	0.48	△	0.50	0.39	△	0.44	0.34	△	0.40	0.30	△	0.40	0.30	△	0.41	0.30		
		1.4	△	0.83	0.70	△	0.65	0.53	△	0.54	0.44	△	0.49	0.39	△	0.47	0.37	○	0.52	0.40		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.57	0.46	○	0.60	0.48		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.77	0.65	△	0.79	0.66	△	0.74	0.62		
	凸型	1.8	○	0.22	0.27	○	0.16	0.19	○	0.13	0.16	○	0.10	0.13	○	0.09	0.12	○	0.09	0.11		
		2.0	○	0.35	0.41	○	0.23	0.28	○	0.18	0.22	○	0.15	0.19	○	0.14	0.17	○	0.13	0.16		
		2.2	×	-	-	○	0.34	0.40	○	0.25	0.29	○	0.21	0.25	○	0.18	0.22	○	0.17	0.20		
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.26	0.30	○	0.24	0.28		
4000	凹型	1.2	△	0.66	0.55	△	0.51	0.41	○	0.46	0.36	○	0.40	0.31	○	0.38	0.29	○	0.38	0.28		
		1.4	×	-	-	○	0.67	0.57	○	0.56	0.46	○	0.51	0.41	○	0.46	0.36	○	0.44	0.35		
		1.6	×	-	-	△	0.87	0.75	○	0.74	0.63	○	0.64	0.53	○	0.55	0.45	○	0.53	0.43		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.78	0.67	△	0.69	0.58	△	0.66	0.56		
	凸型	1.8	○	0.30	0.36	○	0.19	0.23	○	0.15	0.18	○	0.12	0.15	○	0.10	0.13	○	0.09	0.11		
		2.0	×	-	-	○	0.28	0.33	○	0.22	0.26	○	0.17	0.20	○	0.15	0.18	○	0.13	0.16		
		2.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.18	0.21		
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
4500	凹型	1.2	×	-	-	○	0.60	0.49	○	0.50	0.40	○	0.43	0.33	○	0.39	0.30	○	0.37	0.28		
		1.4	×	-	-	△	0.77	0.65	○	0.61	0.50	○	0.52	0.43	○	0.49	0.39	○	0.44	0.35		
		1.6	×	-	-	×	-	-	△	0.79	0.68	△	0.67	0.56	△	0.58	0.48	△	0.52	0.43		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
	凸型	1.8	×	-	-	○	0.25	0.30	○	0.17	0.20	○	0.14	0.17	○	0.12	0.15	○	0.10	0.12		
		2.0	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.14	0.18		
		2.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
5000	凹型	1.2	△	1.00	0.87	○	0.68	0.57	○	0.51	0.42	○	0.45	0.35	○	0.39	0.30	○	0.38	0.29		
		1.4	×	-	-	×	-	-	△	0.65	0.55	△	0.55	0.46	△	0.50	0.40	×	-	-		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
	凸型	1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.13	0.16	○	0.11	0.14		
		2.0	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		2.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 500kN, $\delta_D=H/75$)

1/75		W	3000				3500				4000				4500				5000				5500			
H	凹凸	β	装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣				
				腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2			
2500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	o	0.22	0.27	o	0.18	0.22	o	0.17	0.20	o	0.18	0.21	o	0.18	0.21	o	0.19	0.22	o	0.19	0.22			
		2.0	o	0.34	0.41	o	0.28	0.32	o	0.27	0.31	o	0.27	0.31	o	0.29	0.33	o	0.29	0.33	o	0.29	0.33			
		2.2	o	0.53	0.61	o	0.39	0.45	o	0.34	0.39	o	0.31	0.36	o	0.30	0.34	o	0.30	0.33	o	0.30	0.33			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	o	0.45	0.51	o	0.45	0.51	o	0.45	0.51			
3000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.58	0.43	△	0.62	0.46	△	0.66	0.48	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.80	0.63	△	0.81	0.63	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	1.02	0.84	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	o	0.26	0.31	o	0.19	0.24	o	0.16	0.20	o	0.15	0.18	o	0.14	0.17	o	0.14	0.17	o	0.14	0.17			
		2.0	x	-	-	o	0.29	0.34	o	0.25	0.29	o	0.22	0.26	o	0.22	0.25	o	0.21	0.25	o	0.21	0.25			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
3500	凹型	1.2	x	-	-	△	0.69	0.55	x	-	-	△	0.55	0.42	△	0.55	0.41	△	0.57	0.42	x	-	-			
		1.4	x	-	-	△	0.95	0.79	x	-	-	x	-	-	x	-	-	o	0.72	0.56	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	o	0.84	0.69	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	o	0.23	0.29	o	0.17	0.22	o	0.15	0.19	o	0.13	0.16	o	0.13	0.16	o	0.13	0.16			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
4000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	o	0.66	0.52	o	0.56	0.43	o	0.53	0.40	o	0.52	0.39	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	o	0.72	0.58	o	0.66	0.53	o	0.64	0.50	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
4500	凹型	1.2	x	-	-	o	0.85	0.71	o	0.68	0.55	o	0.61	0.48	o	0.53	0.42	o	0.51	0.39	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
5000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	o	0.55	0.43	o	0.52	0.40	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, $850kN$, $\delta_D=H/250$)

1/250		W	3000				3500				4000				4500				5000				5500			
H	凹凸	β	装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣				
				腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2						
2500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
	凸型	1.8	○	0.07	0.09	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05						
		2.0	△	0.09	0.11	○	0.08	0.09	○	0.07	0.08	○	0.06	0.08	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07						
		2.2	△	0.13	0.15	○	0.10	0.12	○	0.09	0.10	○	0.09	0.10	○	0.09	0.10	○	0.09	0.10						
		2.4	△	0.18	0.21	○	0.14	0.16	○	0.12	0.14	○	0.12	0.14	○	0.11	0.13	○	0.11	0.13						
3000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.25	0.19						
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.29	0.22	△	0.29	0.23						
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.35	0.29	△	0.35	0.28	△	0.36	0.29						
	凸型	1.8	○	0.08	0.10	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05						
		2.0	○	0.11	0.13	○	0.08	0.10	○	0.07	0.08	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06						
		2.2	○	0.17	0.19	○	0.11	0.13	○	0.09	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	○	0.08	0.09						
		2.4	○	0.22	0.25	○	0.15	0.18	○	0.13	0.15	○	0.11	0.12	○	0.10	0.12	○	0.10	0.11						
3500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	△	0.23	0.17	△	0.20	0.15	△	0.18	0.13	△	0.19	0.13						
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.24	0.18	△	0.22	0.17	△	0.22	0.17						
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.28	0.23	△	0.26	0.21	○	0.27	0.21						
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.31	0.25	○	0.30	0.24						
	凸型	1.8	○	0.10	0.12	○	0.07	0.09	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05	○	0.04	0.05						
		2.0	○	0.14	0.16	○	0.10	0.12	○	0.08	0.09	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07	○	0.05	0.07						
		2.2	○	0.20	0.22	○	0.13	0.16	○	0.10	0.12	○	0.09	0.10	○	0.08	0.09	○	0.07	0.09						
		2.4	×	-	-	○	0.19	0.22	○	0.13	0.16	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12	○	0.09	0.11						
4000	凹型	1.2	△	0.30	0.25	△	0.25	0.20	△	0.21	0.16	○	0.20	0.15	○	0.18	0.13	○	0.17	0.12						
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.22	0.17	○	0.21	0.16						
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.26	0.21	○	0.25	0.20						
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.29	0.23						
	凸型	1.8	○	0.12	0.14	○	0.08	0.10	○	0.06	0.08	○	0.05	0.06	○	0.04	0.06	○	0.04	0.05						
		2.0	○	0.17	0.19	○	0.12	0.14	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.06	0.07						
		2.2	△	0.23	0.26	○	0.17	0.19	○	0.12	0.14	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09						
		2.4	×	-	-	△	0.21	0.24	○	0.17	0.20	○	0.13	0.15	○	0.11	0.13	○	0.09	0.11						
4500	凹型	1.2	△	0.34	0.28	○	0.26	0.21	○	0.22	0.17	△	0.20	0.15	△	0.19	0.14	○	0.17	0.12						
		1.4	△	0.43	0.37	○	0.32	0.27	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.20	0.16						
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
	凸型	1.8	○	0.15	0.18	○	0.10	0.12	○	0.08	0.09	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.04	0.05						
		2.0	△	0.21	0.24	○	0.14	0.16	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.06	0.07						
		2.2	×	-	-	△	0.19	0.22	○	0.15	0.17	○	0.11	0.13	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10						
		2.4	×	-	-	×	-	-	△	0.19	0.22	○	0.15	0.17	○	0.12	0.14	○	0.10	0.12						
5000	凹型	1.2	△	0.40	0.34	○	0.28	0.23	○	0.24	0.19	○	0.20	0.16	×	-	-	×	-	-						
		1.4	×	-	-	△	0.36	0.30	△	0.28	0.24	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-						
	凸型	1.8	△	0.19	0.22	○	0.12	0.14	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06						
		2.0	×	-	-	△	0.18	0.21	○	0.12	0.14	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.07	0.08						
		2.2	×	-	-	×	-	-	○	0.17	0.20	○	0.13	0.15	○	0.10	0.12	○	0.09	0.10						
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.18	0.20	○	0.14	0.16	○	0.12	0.14						

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
 (鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN, $\delta_D=H/200$)

1/200		W	3000				3500				4000				4500				5000			
H	凹凸	β	装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣			
				腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		
2500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
	凸型	1.8	○	0.08	0.10	○	0.07	0.08	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07	○	0.06	0.07		
		2.0	△	0.12	0.15	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09		
		2.2	△	0.17	0.20	○	0.13	0.15	○	0.11	0.13	○	0.11	0.12	○	0.11	0.12	○	0.11	0.13		
		2.4	△	0.22	0.26	○	0.19	0.22	○	0.16	0.19	○	0.15	0.18	○	0.15	0.17	○	0.14	0.16		
3000	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.31	0.23		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.36	0.28	△	0.38	0.29		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.45	0.37	△	0.45	0.37	△	0.46	0.37		
	凸型	1.8	○	0.10	0.12	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.05	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06		
		2.0	○	0.14	0.17	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	○	0.07	0.09	○	0.07	0.08		
		2.2	○	0.21	0.24	○	0.14	0.17	○	0.11	0.14	○	0.10	0.12	○	0.10	0.11	○	0.09	0.11		
		2.4	×	-	-	○	0.20	0.23	○	0.17	0.20	○	0.14	0.16	○	0.13	0.16	○	0.13	0.15		
3500	凹型	1.2	×	-	-	×	-	-	△	0.29	0.22	△	0.26	0.19	△	0.24	0.17	△	0.24	0.17		
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.29	0.23	△	0.28	0.21	△	0.28	0.21		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.36	0.29	△	0.33	0.26	○	0.33	0.26		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.41	0.34	○	0.40	0.32		
	凸型	1.8	○	0.13	0.15	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06	○	0.05	0.06		
		2.0	○	0.18	0.21	○	0.13	0.15	○	0.09	0.12	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09	○	0.07	0.08		
		2.2	○	0.26	0.30	○	0.18	0.21	○	0.13	0.16	○	0.11	0.13	○	0.09	0.11	○	0.09	0.11		
		2.4	×	-	-	○	0.25	0.29	○	0.18	0.21	○	0.15	0.18	○	0.13	0.15	○	0.12	0.14		
4000	凹型	1.2	△	0.40	0.33	△	0.31	0.24	×	-	-	○	0.26	0.20	○	0.23	0.17	○	0.22	0.16		
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.28	0.21	○	0.27	0.20		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.32	0.25	○	0.30	0.24		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	○	0.38	0.31		
	凸型	1.8	○	0.15	0.18	○	0.11	0.13	○	0.08	0.10	○	0.07	0.08	○	0.06	0.07	○	0.05	0.06		
		2.0	○	0.21	0.24	○	0.15	0.18	○	0.11	0.13	○	0.09	0.11	○	0.08	0.09	○	0.07	0.09		
		2.2	×	-	-	○	0.21	0.24	○	0.16	0.19	○	0.12	0.15	○	0.10	0.12	○	0.09	0.11		
		2.4	×	-	-	×	-	-	○	0.21	0.25	○	0.17	0.20	○	0.14	0.17	○	0.12	0.15		
4500	凹型	1.2	△	0.42	0.35	○	0.32	0.26	○	0.27	0.21	×	-	-	△	0.24	0.18	○	0.22	0.16		
		1.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.26	0.20		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
	凸型	1.8	○	0.19	0.23	○	0.13	0.15	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08	○	0.05	0.07		
		2.0	×	-	-	○	0.18	0.21	○	0.14	0.16	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09		
		2.2	×	-	-	△	0.25	0.29	○	0.19	0.22	○	0.15	0.17	○	0.11	0.14	○	0.10	0.12		
		2.4	×	-	-	×	-	-	△	0.26	0.29	○	0.19	0.22	○	0.16	0.19	○	0.14	0.16		
5000	凹型	1.2	△	0.51	0.43	○	0.37	0.30	○	0.29	0.23	△	0.26	0.20	×	-	-	×	-	-		
		1.4	×	-	-	△	0.45	0.38	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.6	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
		1.8	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-		
	凸型	1.8	△	0.26	0.31	○	0.16	0.19	○	0.11	0.13	○	0.09	0.11	○	0.07	0.09	○	0.06	0.08		
		2.0	×	-	-	△	0.23	0.26	○	0.16	0.19	○	0.12	0.15	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10		
		2.2	×	-	-	×	-	-	△	0.21	0.24	○	0.17	0.20	○	0.14	0.16	○	0.11	0.13		
		2.4	×	-	-	×	-	-	×	-	-	△	0.23	0.26	○	0.18	0.21	○	0.16	0.18		

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/150$)

H	凹凸	1/150	W	β	3000		3500		4000		4500		5000		5500				
					装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣	
						腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2
2500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	○	0.12	0.15	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09		
		2.0	△	0.17	0.21	○	0.13	0.16	○	0.11	0.14	○	0.11	0.13	○	0.11	0.12		
		2.2	△	0.23	0.27	○	0.19	0.22	○	0.16	0.19	○	0.15	0.18	○	0.15	0.18		
		2.4	△	0.33	0.37	○	0.26	0.30	○	0.23	0.26	○	0.21	0.24	○	0.21	0.23		
3000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.44	0.33		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.50	0.39	△	0.51	0.40		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.63	0.52	△	0.64	0.53		
	凸型	1.8	○	0.14	0.17	○	0.10	0.12	○	0.08	0.10	○	0.08	0.09	○	0.07	0.08		
		2.0	○	0.20	0.24	○	0.14	0.17	○	0.12	0.14	○	0.10	0.12	○	0.09	0.11		
		2.2	○	0.31	0.36	○	0.20	0.23	○	0.16	0.19	○	0.15	0.17	○	0.14	0.16		
		2.4	x	-	-	○	0.29	0.34	○	0.23	0.27	○	0.19	0.22	○	0.19	0.22		
3500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	△	0.39	0.30	△	0.34	0.25	△	0.31	0.23		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.42	0.33	△	0.38	0.29		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.45	0.36	○	0.46	0.37		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.58	0.47	○	0.55	0.45		
	凸型	1.8	○	0.18	0.21	○	0.12	0.15	○	0.09	0.12	○	0.08	0.10	○	0.07	0.09		
		2.0	○	0.26	0.30	○	0.18	0.21	○	0.13	0.16	○	0.11	0.13	○	0.10	0.12		
		2.2	△	0.38	0.43	○	0.25	0.29	○	0.19	0.22	○	0.16	0.19	○	0.13	0.16		
		2.4	x	-	-	x	-	-	○	0.25	0.29	○	0.21	0.24	○	0.19	0.22		
4000	凹型	1.2	△	0.56	0.46	△	0.42	0.34	x	-	-	○	0.35	0.26	○	0.31	0.23		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.38	0.29	○	0.35	0.27		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.43	0.35		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.53	0.43		
	凸型	1.8	○	0.21	0.25	○	0.15	0.18	○	0.11	0.14	○	0.09	0.11	○	0.08	0.10		
		2.0	△	0.30	0.35	○	0.21	0.25	○	0.16	0.19	○	0.12	0.15	○	0.10	0.13		
		2.2	x	-	-	○	0.31	0.35	○	0.21	0.25	○	0.18	0.21	○	0.15	0.17		
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.23	0.27	○	0.19	0.22		
4500	凹型	1.2	△	0.59	0.50	○	0.44	0.36	○	0.38	0.30	x	-	-	△	0.32	0.24		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.35	0.27		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	○	0.29	0.33	○	0.18	0.21	○	0.13	0.16	○	0.10	0.13	○	0.08	0.10		
		2.0	x	-	-	○	0.26	0.30	○	0.19	0.22	○	0.15	0.18	○	0.12	0.15		
		2.2	x	-	-	x	-	-	○	0.27	0.31	○	0.20	0.23	○	0.16	0.20		
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.27	0.32	○	0.22	0.25		
5000	凹型	1.2	△	0.74	0.63	○	0.51	0.42	○	0.41	0.33	△	0.35	0.27	x	-	-		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	x	-	-	○	0.22	0.26	○	0.16	0.19	○	0.12	0.15	○	0.10	0.12		
		2.0	x	-	-	△	0.32	0.37	○	0.22	0.26	○	0.17	0.21	○	0.14	0.17		
		2.2	x	-	-	x	-	-	△	0.31	0.35	○	0.24	0.28	○	0.19	0.22		
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.26	0.30		

1 構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/100$)

H	凹凸	1/100	W	β	3000		3500		4000		4500		5000		5500				
					装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣	
						腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2
2500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	○	0.19	0.23	○	0.15	0.18	○	0.13	0.16	○	0.12	0.15	○	0.12	0.14		
		2.0	△	0.29	0.34	○	0.21	0.26	○	0.19	0.22	○	0.18	0.22	○	0.18	0.21		
		2.2	△	0.41	0.48	○	0.31	0.36	○	0.27	0.32	○	0.25	0.29	○	0.25	0.28		
		2.4	x	-	-	○	0.45	0.52	○	0.40	0.46	○	0.37	0.42	○	0.35	0.39		
3000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.68	0.52		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.83	0.66		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	○	0.23	0.28	○	0.16	0.20	○	0.13	0.17	○	0.11	0.14	○	0.10	0.13		
		2.0	○	0.34	0.41	○	0.23	0.28	○	0.19	0.22	○	0.17	0.20	○	0.16	0.19		
		2.2	x	-	-	○	0.34	0.39	○	0.27	0.32	○	0.24	0.28	○	0.22	0.26		
		2.4	x	-	-	△	0.52	0.59	○	0.41	0.47	○	0.32	0.37	○	0.32	0.36		
3500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.53	0.40	△	0.48	0.36		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.64	0.51	△	0.61	0.48		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.77	0.62		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.93	0.78		
	凸型	1.8	○	0.29	0.34	○	0.19	0.24	○	0.15	0.19	○	0.12	0.15	○	0.11	0.13		
		2.0	○	0.44	0.51	○	0.29	0.35	○	0.22	0.26	○	0.18	0.21	○	0.16	0.20		
		2.2	x	-	-	○	0.43	0.50	○	0.31	0.36	○	0.26	0.30	○	0.21	0.26		
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.31	0.36		
4000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.48	0.36	○	0.46	0.34		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.60	0.48	○	0.57	0.44		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.69	0.56		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	○	0.37	0.43	○	0.25	0.30	○	0.18	0.22	○	0.14	0.18	○	0.12	0.15		
		2.0	x	-	-	○	0.37	0.43	○	0.26	0.31	○	0.20	0.24	○	0.17	0.21		
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.21	0.25		
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
4500	凹型	1.2	x	-	-	○	0.74	0.61	x	-	-	x	-	-	△	0.50	0.38		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	x	-	-	○	0.30	0.35	○	0.21	0.26	○	0.16	0.20	○	0.13	0.17		
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.17	0.21		
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
5000	凹型	1.2	x	-	-	△	0.83	0.70	○	0.66	0.54	△	0.56	0.45	x	-	-		
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.16	0.20		
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-		

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 p_{dV}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合, 850kN , $\delta_D=H/75$)

1/75		W	3000				3500				4000				4500				5000				5500			
H	凹凸	β	装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣		装置	1柱2基不釣				
				腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2		腕1	腕2						
2500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	○	0.28	0.34	○	0.20	0.25	○	0.18	0.22	○	0.18	0.21	○	0.17	0.20	○	0.17	0.20	○	0.17	0.20			
		2.0	x	-	-	○	0.31	0.37	○	0.27	0.32	○	0.26	0.30	○	0.25	0.29	○	0.25	0.28	○	0.25	0.28			
		2.2	x	-	-	○	0.46	0.54	○	0.41	0.47	○	0.37	0.42	○	0.36	0.41	○	0.37	0.42	○	0.37	0.42			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
3000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	○	0.33	0.41	○	0.23	0.29	○	0.18	0.23	○	0.17	0.20	○	0.15	0.18	○	0.14	0.17	○	0.14	0.17			
		2.0	x	-	-	○	0.34	0.41	○	0.28	0.34	○	0.23	0.28	○	0.22	0.26	○	0.20	0.24	○	0.20	0.24			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
3500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.67	0.50	△	0.68	0.51	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	○	0.28	0.35	○	0.21	0.26	○	0.17	0.21	○	0.15	0.19	○	0.14	0.17	○	0.14	0.17			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
4000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.67	0.51	○	0.63	0.48	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	○	0.80	0.63	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
4500	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	△	0.63	0.48			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
5000	凹型	1.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.6	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
	凸型	1.8	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.0	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.2	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			
		2.4	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-			

Part 5 応答解析プログラムへの入力時に必要な値

下限減衰力モデルのための取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{min}
(周辺鉄骨柱を介して設置する場合)

H	凹凸	W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
			500kN	850kN	500kN	850kN	500kN	850kN	500kN	850kN	500kN	850kN	500kN	850kN
1500	凹型	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.51	-
		1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.69	-
	凸型	1.8	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.79	1.78	-	1.78	-	1.78	-
		2.0	1.97	-	1.97	1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
		2.2	2.17	-	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	-	2.17	-
		2.4	2.35	-	2.36	2.35	2.36	2.36	2.36	-	2.36	-	2.36	-
2000	凹型	1.2	-	-	-	-	-	-	1.17	-	1.17	-	1.17	-
		1.4	-	-	-	-	-	-	1.37	-	1.36	-	1.36	-
		1.6	-	-	-	-	1.56	-	1.55	-	1.55	-	1.55	1.55
		1.8	-	-	-	-	1.74	-	1.74	-	1.74	-	1.73	1.73
	凸型	1.8	1.78	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
		2.0	1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.98	1.99
		2.2	2.17	2.16	2.17	2.17	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
		2.4	2.35	2.35	2.36	2.36	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2500	凹型	1.2	-	-	1.18	-	1.18	-	1.18	-	1.18	1.18	1.18	1.18
		1.4	-	-	1.37	-	1.37	-	1.38	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
		1.6	1.55	-	1.56	-	1.57	-	1.57	1.56	1.57	1.56	1.56	1.56
		1.8	1.74	-	1.75	-	1.76	-	1.76	1.75	1.76	1.75	1.75	1.75
	凸型	1.8	1.78	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
		2.0	1.97	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
		2.2	2.16	2.16	2.17	2.17	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
		2.4	2.35	2.34	2.36	2.36	2.37	2.37	2.37	2.37	2.38	2.38	2.38	2.38
3000	凹型	1.2	1.18	-	1.18	-	1.18	1.18	1.19	1.18	1.19	1.18	1.19	1.18
		1.4	1.37	-	1.37	-	1.38	1.37	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
		1.6	1.55	-	1.56	-	1.57	-	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
		1.8	1.74	-	1.75	-	1.76	-	1.76	1.76	1.77	1.76	1.76	1.76
	凸型	1.8	1.78	1.78	1.79	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
		2.0	1.97	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
		2.2	2.16	2.15	2.17	2.17	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.19	2.18
		2.4	2.34	2.34	2.36	2.36	2.37	2.37	2.37	2.37	2.38	2.38	2.38	2.38
3500	凹型	1.2	1.17	-	1.18	1.18	1.18	-	1.19	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19
		1.4	1.36	1.36	1.37	-	1.38	-	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
		1.6	1.55	-	1.56	-	1.57	-	1.57	-	1.58	1.57	1.58	1.58
		1.8	-	-	1.75	-	1.76	-	1.77	-	1.77	1.77	1.77	1.77
	凸型	1.8	1.77	1.77	1.78	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
		2.0	1.96	1.96	1.98	1.97	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
		2.2	2.15	-	2.17	2.16	2.18	2.17	2.18	2.18	2.18	2.18	2.19	2.18
		2.4	-	-	2.36	2.35	2.37	2.36	2.37	2.37	2.38	2.38	2.38	2.38
4000	凹型	1.2	1.17	1.17	1.18	1.18	1.18	1.18	1.19	-	1.19	1.19	1.19	1.19
		1.4	1.36	1.35	1.37	1.37	1.38	-	1.38	-	1.38	1.38	1.38	1.38
		1.6	1.54	-	1.56	-	1.57	-	1.57	-	1.58	-	1.58	1.58
		1.8	-	-	1.75	-	1.76	-	1.77	-	1.77	-	1.77	1.77
	凸型	1.8	1.77	1.77	1.78	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
		2.0	1.96	1.95	1.97	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99	1.99
		2.2	2.14	-	2.16	2.16	2.17	2.17	2.18	2.18	2.18	2.18	2.19	2.18
		2.4	-	-	2.35	-	2.36	2.36	2.37	2.37	2.38	2.38	2.38	2.38

下限減衰力モデルのための取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{min}
(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合)

H	凹凸	W	3000		3500		4000		4500		5000		5500	
			β	500kN	850kN	500kN	850kN	500kN	850kN	500kN	850kN	500kN	850kN	500kN
2500	凹型	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50	-	1.49	-
		1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	1.67	-	1.67	-
	凸型	1.8	1.76	1.75	1.77	1.76	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
		2.0	1.94	1.94	1.95	1.95	1.95	1.96	1.95	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
		2.2	2.12	2.11	2.13	2.13	2.14	2.14	2.14	2.14	2.15	2.15	2.15	2.15
		2.4	2.29	2.28	2.31	2.30	2.32	2.31	2.32	2.32	2.33	2.33	2.33	2.33
3000	凹型	1.2	-	-	-	-	-	-	1.16	-	1.16	-	1.16	-
		1.4	-	-	1.33	-	1.34	-	1.34	-	1.34	-	1.34	1.34
		1.6	-	-	1.51	-	1.52	-	1.52	-	1.52	1.52	1.52	1.52
		1.8	1.66	-	1.68	-	1.70	-	1.70	1.69	1.70	1.70	1.70	1.70
	凸型	1.8	1.76	1.75	1.77	1.76	1.77	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
		2.0	1.94	1.93	1.95	1.95	1.96	1.96	1.96	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97
		2.2	2.11	2.11	2.13	2.13	2.14	2.14	2.15	2.15	2.15	2.15	2.16	2.16
		2.4	2.28	2.27	2.31	2.31	2.32	2.32	2.33	2.33	2.34	2.34	2.34	2.34
3500	凹型	1.2	1.14	-	1.15	-	1.16	1.15	1.16	1.16	1.17	1.16	1.17	1.16
		1.4	1.32	-	1.33	-	1.34	-	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
		1.6	1.49	-	1.51	-	1.53	-	1.53	1.53	1.54	1.53	1.54	1.53
		1.8	1.66	-	1.69	-	1.70	-	1.71	-	1.72	1.71	1.72	1.71
	凸型	1.8	1.75	1.75	1.76	1.76	1.77	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
		2.0	1.93	1.93	1.95	1.95	1.96	1.96	1.97	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97
		2.2	2.11	2.10	2.13	2.12	2.14	2.14	2.15	2.15	2.16	2.16	2.16	2.16
		2.4	2.28	-	2.31	2.30	2.33	2.32	2.34	2.33	2.34	2.34	2.35	2.35
4000	凹型	1.2	1.14	1.13	1.15	1.15	1.16	1.16	1.17	1.16	1.17	1.17	1.17	1.17
		1.4	1.31	-	1.34	-	1.35	-	1.35	-	1.36	1.35	1.36	1.36
		1.6	1.48	-	1.51	-	1.53	-	1.54	-	1.54	1.54	1.55	1.54
		1.8	-	-	1.69	-	1.71	-	1.72	-	1.73	-	1.73	1.72
	凸型	1.8	1.74	1.74	1.76	1.76	1.77	1.77	1.78	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78
		2.0	1.92	1.92	1.94	1.94	1.96	1.95	1.96	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97
		2.2	2.09	2.09	2.12	2.12	2.14	2.14	2.15	2.15	2.16	2.16	2.16	2.16
		2.4	-	-	2.30	2.29	2.32	2.32	2.34	2.33	2.34	2.34	2.35	2.35
4500	凹型	1.2	1.13	1.13	1.15	1.15	1.16	1.16	1.17	1.16	1.17	1.17	1.17	1.17
		1.4	1.31	1.30	1.33	1.33	1.35	-	1.35	-	1.36	-	1.36	1.36
		1.6	1.47	-	1.51	-	1.53	-	1.54	-	1.55	-	1.55	-
		1.8	-	-	1.68	-	1.70	-	1.72	-	1.73	-	1.74	-
	凸型	1.8	1.74	1.73	1.76	1.75	1.77	1.77	1.77	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78
		2.0	1.91	1.91	1.94	1.94	1.95	1.95	1.96	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97
		2.2	2.08	-	2.11	2.11	2.14	2.13	2.15	2.15	2.16	2.16	2.16	2.16
		2.4	-	-	2.29	-	2.32	2.31	2.33	2.33	2.34	2.34	2.35	2.35
5000	凹型	1.2	1.13	1.12	1.15	1.14	1.16	1.16	1.17	1.16	1.17	-	1.17	-
		1.4	1.30	-	1.33	1.32	1.34	1.34	1.35	-	1.36	-	1.36	-
		1.6	-	-	1.50	-	1.52	-	1.54	-	1.55	-	-	-
		1.8	-	-	-	-	1.70	-	1.72	-	-	-	-	-
	凸型	1.8	1.73	1.72	1.75	1.75	1.76	1.76	1.77	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78
		2.0	1.90	-	1.93	1.93	1.95	1.95	1.96	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97
		2.2	-	-	2.10	-	2.13	2.13	2.15	2.14	2.16	2.15	2.16	2.16
		2.4	-	-	-	-	2.31	-	2.33	2.32	2.34	2.34	-	2.35

装置の重量とGPLの寸法（周辺鉄骨枠を介して設置する場合，500kN）

H	W		2500		3000		3500		4000		4500		5000	
	凹凸		凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型
1500	w(kN)	t25	-	5.3	-	5.8	-	6.2	-	6.6	-	7.1	6.8	7.5
		t35	-	5.7	-	6.3	-	6.8	-	7.3	-	7.8	7.8	8.4
	GP1	X(mm)	-	810	-	970	-	1135	-	1350	-	1530	640	1710
		Y(mm)	-	385	-	385	-	385	-	385	-	385	385	385
	GP2	X(mm)	-	390	-	425	-	465	-	495	-	535	1475	575
		Y(mm)	-	395	-	385	-	385	-	385	-	385	385	385
	GPD	X(mm)	-	440	-	510	-	580	-	650	-	720	995	785
		Y(mm)	-	280	-	280	-	280	-	280	-	280	285	280
2000	w(kN)	t25	-	5.9	-	6.5	6.5	7.0	6.9	7.4	7.3	7.9	7.8	8.4
		t35	-	6.5	-	7.1	7.3	7.8	7.8	8.4	8.4	8.9	8.9	9.5
	GP1	X(mm)	-	625	-	745	415	875	450	1005	490	1145	530	1280
		Y(mm)	-	385	-	385	385	385	385	385	385	385	385	385
	GP2	X(mm)	-	385	-	385	810	395	915	425	1020	455	1125	485
		Y(mm)	-	455	-	410	385	390	385	385	385	385	385	385
	GPD	X(mm)	-	330	-	380	455	430	530	475	625	520	715	560
		Y(mm)	-	280	-	280	285	280	280	280	280	280	280	280
2500	w(kN)	t25	6.1	6.5	6.6	7.0	7.1	7.6	7.5	8.1	8.0	8.6	8.4	9.1
		t35	6.8	7.2	7.4	7.9	8.0	8.5	8.6	9.2	9.2	9.8	9.8	10.5
	GP1	X(mm)	385	505	385	600	385	705	395	805	425	915	455	1030
		Y(mm)	495	385	445	385	405	385	385	385	385	385	385	385
	GP2	X(mm)	495	385	580	385	665	385	750	390	830	405	915	425
		Y(mm)	385	505	385	460	385	425	385	400	385	390	385	385
	GPD	X(mm)	285	280	330	315	370	355	430	390	485	425	555	455
		Y(mm)	295	285	285	280	285	280	285	280	285	280	285	280
3000	w(kN)	t25	6.6	7.0	7.1	7.6	7.6	8.1	8.0	8.7	8.6	9.2	9.0	9.8
		t35	7.5	7.8	8.1	8.5	8.7	9.2	9.3	9.9	9.9	10.6	10.6	11.3
	GP1	X(mm)	385	435	385	505	385	585	385	670	390	760	405	850
		Y(mm)	555	385	495	385	455	385	420	385	390	385	385	385
	GP2	X(mm)	430	385	495	385	570	385	640	385	710	385	780	390
		Y(mm)	385	560	385	505	385	470	385	435	385	410	385	395
	GPD	X(mm)	280	280	285	280	325	305	370	335	405	365	460	390
		Y(mm)	325	320	295	285	285	280	285	280	285	280	285	280
3500	w(kN)	t25	7.1	7.5	7.6	8.1	8.1	8.7	8.6	9.2	9.0	9.7	9.6	10.3
		t35	8.1	8.5	8.7	9.2	9.3	9.9	9.9	10.6	10.6	11.3	11.2	12.0
	GP1	X(mm)	385	390	385	445	385	505	385	575	385	650	385	725
		Y(mm)	610	390	545	385	495	385	460	385	430	385	400	385
	GP2	X(mm)	390	385	440	385	495	385	560	385	620	385	680	385
		Y(mm)	390	610	385	555	385	505	385	475	385	445	385	420
	GPD	X(mm)	285	280	285	280	285	285	320	305	355	330	390	350
		Y(mm)	365	355	325	310	295	285	285	280	280	285	285	285
4000	w(kN)	t25	7.6	8.0	8.1	8.6	8.6	9.2	9.1	9.7	9.6	10.3	10.0	10.8
		t35	8.7	9.1	9.4	9.8	10.0	10.5	10.6	11.2	11.2	11.9	11.8	12.6
	GP1	X(mm)	385	385	385	395	385	450	385	505	385	565	385	630
		Y(mm)	665	430	595	385	540	385	495	385	465	385	435	385
	GP2	X(mm)	385	385	400	385	445	385	495	385	550	385	605	385
		Y(mm)	430	665	385	595	385	550	385	505	385	475	385	450
	GPD	X(mm)	285	280	285	280	285	280	285	280	310	300	350	320
		Y(mm)	425	395	360	340	315	305	290	285	285	280	285	285

*1 w：トグル機構1基分の本体部材の重量（t25：○-216.3x25，t35：○-216.3x35）、GP1X，GP1Y，GP2X，GP2Y，GPDX，GPDY：Vol. 84による。

装置の重量とGPLの寸法（周辺鉄骨枠を介して設置する場合，850kN）

H	W		2500		3000		3500		4000		4500		5000	
	凹凸		凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型
1500	w(kN)	t40	-	8.6	-	9.3	-	10.0	-	9.1	-	9.5	-	10.0
		t50	-	8.9	-	9.6	-	10.4	-	9.3	-	9.8	-	10.4
	GP1	X(mm)	-	1010	-	1225	-	1450	-	1250	-	1415	-	1575
		Y(mm)	-	465	-	465	-	465	-	395	-	395	-	395
	GP2	X(mm)	-	470	-	495	-	530	-	490	-	520	-	555
		Y(mm)	-	490	-	470	-	465	-	395	-	395	-	395
	GPD	X(mm)	-	555	-	650	-	745	-	650	-	715	-	785
		Y(mm)	-	340	-	340	-	340	-	285	-	285	-	285
2000	w(kN)	t40	-	9.7	-	10.6	-	11.3	-	12.1	-	12.8	12.3	13.5
		t50	-	10.1	-	11.1	-	11.9	-	12.8	-	13.6	13.3	14.4
	GP1	X(mm)	-	755	-	915	-	1080	-	1250	-	1430	630	1615
		Y(mm)	-	465	-	465	-	465	-	465	-	465	465	465
	GP2	X(mm)	-	465	-	465	-	475	-	500	-	530	1375	565
		Y(mm)	-	550	-	505	-	480	-	470	-	465	465	465
	GPD	X(mm)	-	405	-	475	-	540	-	600	-	655	810	710
		Y(mm)	-	340	-	345	-	340	-	340	-	340	345	340
2500	w(kN)	t40	-	10.7	-	11.5	-	12.4	12.2	13.2	12.9	14.0	13.6	14.8
		t50	-	11.2	-	12.2	-	13.1	13.1	14.1	13.9	15.0	14.7	15.9
	GP1	X(mm)	-	605	-	730	-	855	480	990	510	1130	550	1275
		Y(mm)	-	465	-	465	-	465	470	465	465	465	465	465
	GP2	X(mm)	-	465	-	465	-	465	905	470	1010	480	1120	505
		Y(mm)	-	610	-	560	-	520	465	490	465	475	465	465
	GPD	X(mm)	-	340	-	385	-	435	480	485	560	525	640	565
		Y(mm)	-	355	-	340	-	340	340	340	345	340	345	340
3000	w(kN)	t40	-	11.5	-	12.4	12.4	13.3	13.2	14.1	14.0	15.0	14.7	15.9
		t50	-	12.2	-	13.2	13.3	14.2	14.2	15.2	15.1	16.2	15.9	17.1
	GP1	X(mm)	-	525	-	610	465	710	465	815	470	925	490	1045
		Y(mm)	-	465	-	465	540	465	505	465	475	465	465	465
	GP2	X(mm)	-	465	-	465	675	465	765	465	855	465	945	475
		Y(mm)	-	675	-	610	465	565	465	530	465	500	465	480
	GPD	X(mm)	-	340	-	340	360	375	405	415	460	450	520	485
		Y(mm)	-	380	-	350	345	345	345	345	345	340	345	340
3500	w(kN)	t40	11.7	12.3	12.5	13.2	-	14.1	14.1	15.0	14.8	15.9	15.6	16.8
		t50	12.4	13.1	13.4	14.1	-	15.2	15.2	16.2	16.1	17.2	17.0	18.2
	GP1	X(mm)	465	470	465	535	-	610	465	695	465	785	465	885
		Y(mm)	735	470	655	465	-	465	550	465	515	465	485	465
	GP2	X(mm)	470	465	525	465	-	465	670	465	745	465	820	465
		Y(mm)	475	740	465	670	-	610	465	570	465	540	465	510
	GPD	X(mm)	345	345	345	340	-	340	355	365	400	395	445	430
		Y(mm)	415	440	355	375	-	350	345	340	345	340	345	345
4000	w(kN)	t40	12.4	13.1	13.3	14.1	14.1	15.0	-	15.9	15.7	16.8	16.4	17.7
		t50	13.3	14.0	14.4	15.1	15.3	16.1	-	17.1	17.1	18.2	17.9	19.2
	GP1	X(mm)	465	465	465	480	465	545	-	610	465	685	465	765
		Y(mm)	805	520	715	465	650	465	-	465	555	465	520	465
	GP2	X(mm)	465	465	480	465	535	465	-	465	660	465	725	465
		Y(mm)	520	805	465	720	465	660	-	615	465	575	465	545
	GPD	X(mm)	345	340	345	340	345	345	-	340	355	365	395	390
		Y(mm)	485	485	405	415	355	370	-	350	345	345	345	345

*1 w：トグル機構1基分の本体部材の重量（t40：○-232.0x40，t50：○-232.0x50）、GP1X，GP1Y，GP2X，GP2Y，GPDX，GPDY：Vol. 84による。

装置の重量とGPLの寸法（鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合，500kN）

H	W		3000		3500		4000		4500		5000		5500	
	凹凸		凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型
2500	w(kN)	t25	-	5.9	-	6.3	-	6.7	-	7.1	6.7	7.4	7.0	7.8
		t35	-	6.4	-	6.9	-	7.4	-	7.9	7.6	8.3	8.0	8.8
	GP1	X(mm)	-	1050	-	1230	-	1420	-	1610	745	1805	805	2000
		Y(mm)	-	635	-	635	-	635	-	635	635	635	635	635
	GP2	X(mm)	-	535	-	560	-	605	-	655	1705	705	1880	755
		Y(mm)	-	675	-	640	-	635	-	635	635	635	635	635
	GPD	X(mm)	-	675	-	780	-	875	-	970	935	1060	1065	1155
		Y(mm)	-	530	-	535	-	530	-	530	530	530	535	530
3000	w(kN)	t25	6.1	6.5	6.5	7.0	6.9	7.4	7.2	7.9	7.6	8.3	7.9	8.7
		t35	6.8	7.2	7.3	7.8	7.8	8.4	8.2	8.9	8.7	9.4	9.1	9.9
	GP1	X(mm)	535	875	535	1025	565	1180	610	1345	660	1510	705	1680
		Y(mm)	725	635	660	635	635	635	635	635	635	635	635	635
	GP2	X(mm)	855	535	990	535	1140	550	1280	585	1430	625	1575	665
		Y(mm)	635	745	635	680	635	645	635	635	635	635	635	635
	GPD	X(mm)	510	560	545	645	635	720	715	800	810	870	910	940
		Y(mm)	535	535	535	535	535	530	535	535	530	530	535	530
3500	w(kN)	t25	6.7	7.1	7.1	7.6	7.5	8.1	7.9	8.6	8.2	9.0	8.6	9.5
		t35	7.5	8.0	8.1	8.6	8.6	9.2	9.1	9.8	9.6	10.3	10.1	10.9
	GP1	X(mm)	535	750	535	875	535	1005	555	1145	590	1285	635	1435
		Y(mm)	805	635	725	635	665	635	640	635	635	635	635	635
	GP2	X(mm)	745	535	855	535	975	535	1100	545	1230	570	1350	605
		Y(mm)	635	820	635	745	635	690	635	655	635	640	635	635
	GPD	X(mm)	445	485	510	555	545	620	625	685	710	745	780	805
		Y(mm)	535	530	535	530	535	530	535	530	535	530	535	535
4000	w(kN)	t25	7.2	7.7	7.6	8.2	8.1	8.7	8.5	9.2	8.9	9.7	9.3	10.2
		t35	8.2	8.7	8.8	9.3	9.3	9.9	9.9	10.5	10.4	11.2	10.9	11.7
	GP1	X(mm)	535	660	535	765	535	875	535	995	550	1115	580	1240
		Y(mm)	875	635	795	635	725	635	670	635	640	635	635	635
	GP2	X(mm)	655	535	760	535	855	535	960	535	1075	540	1185	560
		Y(mm)	635	880	635	805	635	745	635	695	635	660	635	640
	GPD	X(mm)	435	430	450	495	515	550	550	610	615	665	700	710
		Y(mm)	570	530	535	535	535	530	535	530	535	535	535	530
4500	w(kN)	t25	7.7	8.2	8.2	8.7	8.6	9.2	9.1	9.8	9.5	10.3	9.9	10.8
		t35	8.9	9.3	9.4	10.0	10.0	10.6	10.6	11.3	11.1	11.9	11.7	12.5
	GP1	X(mm)	535	590	535	680	535	780	535	880	535	985	545	1090
		Y(mm)	950	635	860	635	785	635	725	635	675	635	645	635
	GP2	X(mm)	595	535	680	535	770	535	860	535	950	535	1050	540
		Y(mm)	635	950	635	865	635	800	635	745	635	700	635	660
	GPD	X(mm)	435	430	435	450	460	500	515	550	550	600	610	645
		Y(mm)	630	595	570	535	535	535	535	535	535	530	535	530
5000	w(kN)	t25	8.3	8.7	8.7	9.3	9.2	9.8	9.6	10.3	10.0	10.8	10.5	11.4
		t35	9.5	10.0	10.1	10.7	10.7	11.3	11.3	12.0	11.8	12.6	12.4	13.3
	GP1	X(mm)	535	545	535	615	535	700	535	790	535	880	535	975
		Y(mm)	1020	640	920	635	845	635	780	635	725	635	680	635
	GP2	X(mm)	545	535	615	535	700	535	780	535	860	535	945	535
		Y(mm)	640	1015	635	920	635	850	635	790	635	740	635	700
	GPD	X(mm)	435	430	435	430	430	460	465	505	520	545	550	595
		Y(mm)	685	665	610	560	555	535	535	530	535	530	535	535

*1 w：トグル機構1基分の本体部材の重量（t25：○-216.3x25，t35：○-216.3x35）、GP1X，GP1Y，GP2X，GP2Y，GPDX，GPDY：Vol. 84による。

装置の重量とGPLの寸法（鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合，850kN）

H	W		3000		3500		4000		4500		5000		5500	
	凹凸		凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型
2500	w(kN)	t40	-	9.9	-	10.6	-	11.2	-	11.8	-	12.4	-	12.9
		t50	-	10.3	-	11.1	-	11.8	-	12.4	-	13.1	-	13.7
	GP1	X(mm)	-	1125	-	1330	-	1540	-	1760	-	1985	-	2210
		Y(mm)	-	690	-	690	-	690	-	690	-	690	-	690
	GP2	X(mm)	-	590	-	610	-	645	-	690	-	740	-	785
		Y(mm)	-	740	-	705	-	690	-	690	-	690	-	690
	GPD	X(mm)	-	715	-	835	-	940	-	1040	-	1145	-	1245
		Y(mm)	-	565	-	565	-	565	-	565	-	565	-	565
3000	w(kN)	t40	-	10.9	-	11.7	-	12.4	12.0	13.1	12.5	13.8	13.0	14.4
		t50	-	11.5	-	12.4	-	13.2	12.8	14.0	13.4	14.7	14.0	15.4
	GP1	X(mm)	-	935	-	1100	-	1270	670	1450	715	1640	765	1830
		Y(mm)	-	690	-	690	-	690	690	690	690	690	690	690
	GP2	X(mm)	-	590	-	590	-	605	1360	630	1520	670	1675	710
		Y(mm)	-	810	-	745	-	710	690	695	690	690	690	690
	GPD	X(mm)	-	580	-	680	-	770	710	855	810	930	915	1005
		Y(mm)	-	565	-	565	-	565	570	565	565	565	570	565
3500	w(kN)	t40	-	11.9	-	12.7	12.6	13.5	13.2	14.2	13.7	15.0	14.3	15.7
		t50	-	12.6	-	13.5	13.5	14.4	14.2	15.3	14.9	16.1	15.5	16.9
	GP1	X(mm)	-	810	-	940	590	1080	610	1230	650	1385	690	1545
		Y(mm)	-	690	-	690	720	690	695	690	690	690	690	690
	GP2	X(mm)	-	590	-	590	1030	590	1165	600	1300	620	1435	650
		Y(mm)	-	885	-	810	690	755	690	715	690	700	690	690
	GPD	X(mm)	-	530	-	575	540	655	610	725	695	795	785	860
		Y(mm)	-	565	-	565	570	565	570	565	565	565	570	565
4000	w(kN)	t40	12.0	12.8	12.8	13.6	13.5	14.4	14.2	15.2	14.8	16.0	15.4	16.8
		t50	12.9	13.6	13.7	14.5	14.5	15.5	15.4	16.4	16.1	17.3	16.8	18.2
	GP1	X(mm)	590	715	590	825	590	940	590	1065	605	1195	635	1335
		Y(mm)	950	690	855	690	780	690	725	690	695	690	690	690
	GP2	X(mm)	710	590	810	590	910	590	1020	590	1135	595	1255	610
		Y(mm)	690	960	690	875	690	810	690	760	690	720	690	700
	GPD	X(mm)	470	465	525	535	590	575	545	645	610	705	685	760
		Y(mm)	575	570	570	565	570	565	570	570	570	570	570	565
4500	w(kN)	t40	12.9	13.6	13.7	14.5	14.4	15.3	15.1	16.1	15.8	17.0	16.5	17.8
		t50	13.8	14.6	14.7	15.6	15.5	16.5	16.4	17.4	17.2	18.4	18.0	19.3
	GP1	X(mm)	590	645	590	740	590	840	590	940	590	1055	600	1170
		Y(mm)	1030	690	930	690	850	690	785	690	730	690	700	690
	GP2	X(mm)	645	590	730	590	825	590	915	590	1015	590	1115	595
		Y(mm)	690	1035	690	940	690	870	690	810	690	765	690	725
	GPD	X(mm)	470	465	470	480	530	540	585	575	550	630	605	685
		Y(mm)	640	640	570	565	570	565	570	570	570	570	570	565
5000	w(kN)	t40	13.7	14.5	14.5	15.4	15.3	16.2	16.0	17.0	-	17.9	-	18.7
		t50	14.8	15.6	15.7	16.6	16.6	17.5	17.4	18.5	-	19.4	-	20.4
	GP1	X(mm)	590	595	590	670	590	760	590	850	-	945	-	1045
		Y(mm)	1110	700	1000	690	910	690	840	690	-	690	-	690
	GP2	X(mm)	600	590	670	590	750	590	835	590	-	590	-	590
		Y(mm)	700	1105	690	1005	690	925	690	860	-	810	-	765
	GPD	X(mm)	470	465	470	465	480	495	530	550	-	575	-	620
		Y(mm)	710	710	625	605	570	570	570	565	-	565	-	565

*1 w：トグル機構1基分の本体部材の重量（t40：○-232.0x40，t50：○-232.0x50）、GP1X，GP1Y，GP2X，GP2Y，GPDX，GPDY：Vol.84による。

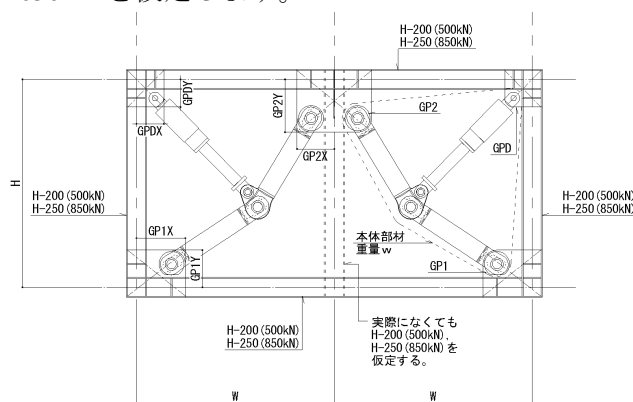
装置の重量とガセットプレート(GPL)の寸法の仮定条件

設計者が応答解析プログラムに入力するトグル制震ブレースに関する値として、油圧ダンパーの減衰力種別や増幅倍率などがありますが、それ以外に装置の重量も必要です。また取り付け形式が鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合は、設計者の判断で周辺架構に剛域を設定する場合があります。この場合はガセットプレートの大きさが必要になります。そのため幅 W 、高さ H 、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）をパラメータとしたときの装置の重量*1*2とガセットプレートの寸法*2を示します。

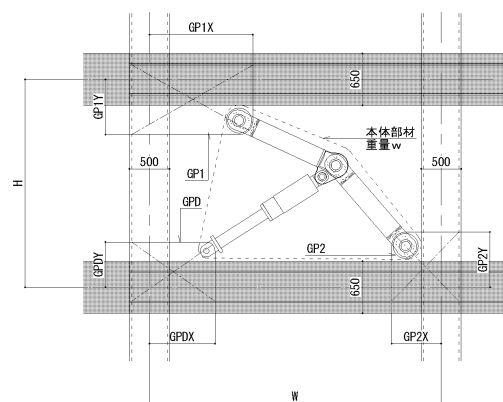
装置の構成部材の仕様はダンパー種別によって異なり、取り付け形式によって構成部材の長さや重量が変化するため、上記のパラメータ以外に、2つのダンパー種別（減衰力種別が500kNと850kNの油圧ダンパー）と2つの取り付け形式（周辺鉄骨枠を介して設置する場合と鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合）についてもパラメータとします。

1つめの取り付け形式である周辺鉄骨枠を介して設置する場合は、過去に行われた装置の設計の結果として、減衰力種別が500kNの油圧ダンパーを用いる場合はH-200、減衰力種別が850kNの油圧ダンパーを用いる場合はH-250が多く用いられることから、それぞれこれらの周辺鉄骨枠が用いられているものとして構成部材の長さや重量を仮定します。

2つめの取り付け形式である鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合は設置する架構の柱や梁のせいを仮定しなければなりません。外側架構による耐震補強で過去に行われた周辺架構の設計の結果として平均的に用いられる柱(S)せい $D=500\text{mm}$ 、梁(SRC)せい $D=650\text{mm}$ を仮定します。



周辺鉄骨枠を介して設置する場合



鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する場合

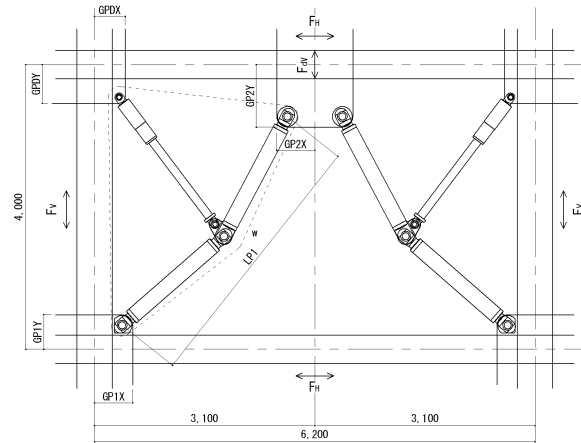
- *1 装置の重量として示している値は、トグル機構1基分の本体部材（油圧ダンパーと2本の腕とそれらを接続するピンシャフトなど）のみであり、付帯部材であるガセットプレート及び周辺鉄骨枠、周辺部材である接合部などは含みません。ただしガセットプレートの重量はガセットプレートの寸法から算出することができます。
- *2 装置（本体部材）の重量及びガセットプレートの寸法の算出に当たっては、凹型では増幅倍率 $\beta=1.2, 1.4, 1.6, 1.8$ 、凸型では増幅倍率 $\beta=1.8, 2.0, 2.2, 2.4$ （凸型）としたときの値の平均値としています。ガセットプレートの寸法はさらにその平均値を5mm単位で丸めています。

Part 6 算定例

算定例1 (周辺部材設計用荷重 F_H, F_V)

構造スパン6,200mm、構造階高4,000mmの鉄骨フレームにガセットプレートを介して直接設置する形で1構面2基のトグル制震装置を計画します。このときトグル機構1基の幅 $W=3,100$ mm、高さ $H=4,000$ mmとなります。ここに減衰力種別500kNの油圧ダンパーを用いて、凸型で増幅倍率 $\beta=1.9$ のトグル制震装置を計画します。

取り付け時の組み立て誤差として、鉄骨フレームに現場で取り付ける場合の対角線方向ピン穴間距離 L_{PI} の許容差である $\Delta L_{PI}=+5$ mmを設定します(Vol. 23)。この階の目標層間変形角が1/150とすると、設計用装置最大変位 $\delta_D=1/150*4,000=26.7$ mm以上とする必要がありますが、ここでは割り増しを考えて $\delta_D=32$ mmとします。 $\delta_D/H=32/4,000=1/125$ となるため、設計用装置最大変位 δ_D は装置高さ H に対して変形角1/125となります。



設計用ダンパー減衰力 F_D は、地震応答解析によるダンパー最大減衰力 F_{max} に関係なく、ここでは油圧ダンパーの設計用限界減衰力 $F_u=500$ kNを用いて、 $F_D=500$ kNとします。ダンパー減衰力が F であるトグル機構の減衰力は $Q=\beta F$ で表され(Vol. 17)、 $Q=1.9*500=950$ kNとなります。割り増し係数を考慮する前の水平方向周辺部材設計用荷重は $F_H'=nQ$ で表され(Vol. 19)、 $F_H'=2*950=1,900$ kN、鉛直方向は $F_V'=(H/W)*Q$ で表され(Vol. 19)、 $F_V'=(4,000/3,100)*950=1,226$ kNとなります。

ここからが特殊な割り増し計算。装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p (鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合、500kN、 $\delta_D=H/125$)の表(Vol. 43)から、 $W=3,100$ mm、 $H=4,000$ mm、凸型、 $\beta=1.9$ を探しますが、 $W=3,100$ mm、 $\beta=1.9$ はないため、 $W=3,000$ mmと $W=3,500$ mm、 $\beta=1.8$ と $\beta=2.0$ の4ヶ所を眺めます。まず装置の設計が4ヶ所とも可(○または△)であることを確認します。続いて4ヶ所の周辺部材設計用荷重の割り増し係数(1.21,1.30,1.17,1.20)を線形補間し、減衰力変動による割り増し係数 $p=1.24$ が得られます。

1/125		W	3000		3500	
H	凹凸	β	装置	周辺	装置	周辺
4000	凹型	1.2	△	1.32	△	1.25
		1.4	△	1.52	○	1.33
		1.6	×	-	△	1.41
		1.8	×	-	×	-
	凸型	1.8	○	1.21	○	1.17
		2.0	○	1.30	○	1.20
		2.2	×	-	○	1.24
		2.4	×	-	×	-

周辺部材(接合部や既存架構)設計用荷重は、割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重(水平方向 F_H' 及び鉛直方向 F_V')に、減衰力変動による割り増し係数 $p=1.24$ を乗じて、水平方向が $F_H=pF_H'=1.24*1,900=2,356$ kN、鉛直方向が $F_V=pF_V'=1.24*1,226=1,520$ kNと算定されます(Vol. 20)。

線形補間

1/125		W	3000	3100	3500
H	凹凸	β	周辺	周辺	周辺
4000	凸型	1.8	1.21	1.20	1.17
		1.9	1.26	1.24	1.19
		2.0	1.30	1.28	1.20

線形補間により算定した減衰力変動による割り増し係数は $p=1.24$ でしたが、精算値は $p=1.22$ となります。一般的に減衰力変動による割り増し係数 p は下に凸の変化をしますので、線形補間による算定は精算値より大きめ(安全側)の値を返します。

精算

1/125		W	3000	3100	3500
H	凹凸	β	周辺	周辺	周辺
4000	凸型	1.8	1.21	1.20	1.17
		1.9	1.25	1.22	1.18
		2.0	1.30	1.26	1.20

仮に計画する増幅倍率が $\beta=2.1$ である場合、眺める4ヶ所の装置の設計は○×○○となります。1つでも×がある場合はその設定を行わないことが無難ですが、どうしてもその設定を行う必要がある場合は、(株)E&CSに精算を依頼してください。

算定例1 (1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} , 取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{min} , 装置の重量)

Vol. 85で計画した幅 $W=3,100\text{mm}$ 、高さ $H=4,000\text{mm}$ 、凸型、増幅倍率 $\beta=1.9$ 、1構面2基のトグル制震装置について、1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} 、取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{min} 、装置の重量を算定します。

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合、 500kN , $\delta_D=H/125$)の表(Vol. 69)から、 $W=3,100\text{mm}$ 、 $H=4,000\text{mm}$ 、凸型、 $\beta=1.9$ を探しますが、 $W=3,100\text{mm}$ 、 $\beta=1.9$ はないため、 $W=3,000\text{mm}$ と $W=3,500\text{mm}$ 、 $\beta=1.8$ と $\beta=2.0$ の4ヶ所を眺めます。梁中央部で交わる腕は腕2になります(Vol. 9)。4ヶ所の $p_{dv}(0.27,0.41,0.18,0.25)$ を線形補間し、 $p_{dv}=0.32$ が得られます。

H	凹凸	β	3000				3500	
			軸力差鉛直		軸力差鉛直		軸力差鉛直	
			装置腕1	腕2	装置腕1	腕2	装置腕1	腕2
4000	凹型	1.2	△	0.50	0.41	△	0.39	0.31
		1.4	△	0.75	0.65	○	0.51	0.43
		1.6	×	-	-	△	0.64	0.55
		1.8	×	-	-	×	-	-
	凸型	1.8	○	0.23	0.27	○	0.15	0.18
		2.0	○	0.36	0.41	○	0.21	0.25
		2.2	×	-	-	○	0.29	0.34
		2.4	×	-	-	×	-	-

梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} は $F_{dv}=p_{dv}F_V'$ で表されます(Vol. 53)。割り増し係数を考慮する前の鉛直方向周辺部材設計用荷重は $F_V'=1,226\text{kN}$ でしたので、 $F_{dv}=0.32*1,226=392\text{kN}$ となります。

H	凹凸	β	3000	3100	3500
			腕2	腕2	腕2
4000	凸型	1.8	0.27	0.25	0.18
		1.9	0.34	0.32	0.22
		2.0	0.41	0.38	0.25

続いて対角線方向ピン穴間距離 L_{P1} が最も小さくなることを想定した最小の増幅倍率 β_{min} を算定します。下限減衰力モデルのための取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合)の表(Vol. 79)から、 $W=3,100\text{mm}$ 、 $H=4,000\text{mm}$ 、凸型、 500kN 、 $\beta=1.9$ を探しますが、 $W=3,100\text{mm}$ 、 $\beta=1.9$ はないため、 $W=3,000\text{mm}$ と $W=3,500\text{mm}$ 、 $\beta=1.8$ と $\beta=2.0$ の4ヶ所を眺めます。4ヶ所の値(1.74,1.92,1.76,1.94)を線形補間し、 $\beta_{min}=1.83$ が得られます。

最小の増幅倍率						
H	凹凸	β	3000		3500	
			500kN	850kN	500kN	850kN
4000	凹型	1.2	1.14	1.13	1.15	1.15
		1.4	1.31	-	1.34	-
		1.6	1.48	-	1.51	-
		1.8	-	-	1.69	-
	凸型	1.8	1.74	1.74	1.76	1.76
		2.0	1.92	1.92	1.94	1.94
		2.2	2.09	2.09	2.12	2.12
		2.4	-	-	2.30	2.29

装置の重量とGPLの寸法(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合、 500kN)の表(Vol. 82)から、 $W=3,100\text{mm}$ 、 $H=4,000\text{mm}$ 、凸型を探しますが、 $W=3,100\text{mm}$ はないため、 $W=3,000\text{mm}$ と $W=3,500\text{mm}$ の2ヶ所を眺めます。腕鋼管を $\text{O}-216.3 \times 25$ とすると、2ヶ所の値(7.7,8.2)を線形補間し、トグル機構1基分の本体部材の重量 $w=7.8\text{kN}$ が得られます。GPLの寸法もそれぞれ線形補間し、 $GP1X=681\text{mm}$ 、 $GP1Y=635\text{mm}$ 、 $GP2X=535\text{mm}$ 、 $GP2Y=865\text{mm}$ 、 $GPDX=443\text{mm}$ 、 $GPDY=531\text{mm}$ が得られます。

H	凹凸	β	3000	3100	3500
			周辺	周辺	周辺
4000	凸型	1.8	1.74	1.74	1.76
		1.9	1.83	1.83	1.85
		2.0	1.92	1.92	1.94

装置(トグル機構1基分の本体部材)の重量とGPLの寸法

ここではGPLが他の装置と共用するとして、ガセットプレート(腕端部)はPL-9+40+9を用います(Vol. 15)。ガセットプレート(ダンパー端部)はPL-40です。GPLの重量*1は、腕1が取り付けくGPLが2枚で $(0.040*0.681*0.635*77)*2=2.66\text{kN}$ 、腕2が取り付けくGPLが $0.040*(0.535*2)*0.865*77=2.85\text{kN}$ 、ダンパーが取り付けくGPLが2枚で $(0.040*0.443*0.531*77)*2=1.45\text{kN}$ となります。以上より、装置(鉄骨フレームにGPLを介して直接設置する場合は本体部材のみ(Vol. 6))の重量 $7.8*2=15.6\text{kN}$ 、GPLの重量*1 $2.66+2.85+1.45=7.0\text{kN}$ が得られます。

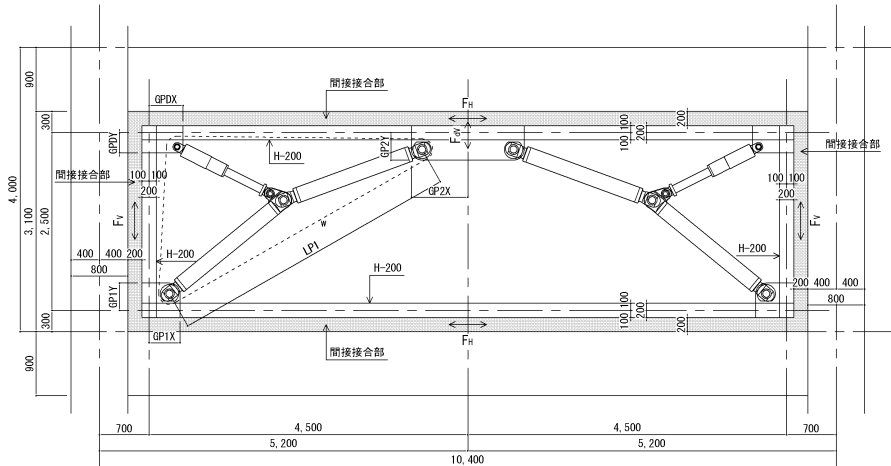
H	凹凸	β	3000		3500	
			凹型	凸型	凹型	凸型
4000	w(kN)	t25	7.2	7.7	7.6	8.2
		t35	8.2	8.7	8.8	9.3
	GP1	X(mm)	535	660	535	765
		Y(mm)	875	635	795	635
	GP2	X(mm)	655	535	760	535
		Y(mm)	635	880	635	805
	GPD	X(mm)	435	430	450	495
		Y(mm)	570	530	535	535

*1 GPLの重量は、補強リングは無視し、周辺架構(鉄骨フレーム)の部材芯までの値を示す。

算定例2 (周辺部材設計用荷重 F_H, F_V)

構造スパン10,400mm、構造階高4,000mm、柱幅800mm、梁せい900mmの構面内に、全周にせい200mmの間接接合部を介して、H-200の周辺鉄骨枠の中に1枠2基のトグル制震装置を計画します。このときトグル機構1基の幅 $W=4,500\text{mm}$ 、高さ $H=2,500\text{mm}$ となります。ここに減衰力種別500kNの油圧ダンパーを用いて、凹型で増幅倍率 $\beta=1.7$ のトグル制震装置を計画します。

取り付け時の組み立て誤差として、鉄骨枠付きの場合の対角線方向ピン穴間距離 L_{PI} の許容差である $\Delta L_{PI}=+2\text{mm}$ を設定します(Vol. 23)。この階の目標層間変形角が1/150とすると、設計用装置最大変位 $\delta_D=1/150*4,000=26.7\text{mm}$ 以上



とする必要がありますが、ここでは特に割り増しを考えないものとして $\delta_D=26.7\text{mm}$ とします。 $\delta_D/H=26.7/2,500=1/93.75$ となるため、設計用装置最大変位 δ_D は装置高さ H に対して変形角1/93.75となります。

設計用ダンパー減衰力 F_D は、地震応答解析によるダンパー最大減衰力 $F_{max}=420\text{kN}$ であるとして、ここでは $F_D=450\text{kN}$ とします(Vol. 18)。ダンパー減衰力が F であるトグル機構の減衰力は $Q=\beta F$ で表され(Vol. 17)、 $Q=1.7*450=765\text{kN}$ となります。割り増し係数を考慮する前の水平方向周辺部材設計用荷重は $F_H'=nQ$ で表され(Vol. 19)、 $F_H'=2*765=1,530\text{kN}$ 、鉛直方向は $F_V'=(H/W)*Q$ で表され(Vol. 19)、 $F_V'=(2,500/4,500)*765=425\text{kN}$ となります。

ここからが特殊な割り増し計算。装置の設計の可否と周辺部材設計用荷重の割り増し係数 p (周辺鉄骨枠を介して設置する場合、500kN) ですが、 $\delta_D=H/93.75$ の表はないため $\delta_D=H/100$ (Vol. 32)と $\delta_D=H/75$ (Vol. 33)の2つの表を並べます。 $W=4,500\text{mm}$ 、 $H=2,500\text{mm}$ 、凹型、 $\beta=1.7$ を探しますが、 $\beta=1.7$ はないため $\beta=1.6$ と $\beta=1.8$ 、 $\delta_D=H/100$ と $\delta_D=H/75$ の4ヶ所を眺めます。まず装置の設計が4ヶ所とも可(○または△)であることを確認します。続いて4ヶ所の周辺部材設計用荷重の割り増し係数(1.30,1.38,1.44,1.60)を線形補間し、減衰力変動による割り増し係数 $p=1.39$ が得られます。

周辺部材(接合部や既存架構)設計用荷重は、割り増し係数を考慮する前の周辺部材設計用荷重(水平方向 F_H' 及び鉛直方向 F_V')に、減衰力変動による割り増し係数 $p=1.39$ を乗じて、水平方向が $F_H=pF_H'=1.39*1,530=2,127\text{kN}$ 、鉛直方向が $F_V=pF_V'=1.39*425=591\text{kN}$ と算定されます(Vol. 20)。

		1/100	W	4500	
H	凹凸	β	装置	周辺	
2500	凹型	1.2	△	1.22	
		1.4	△	1.26	
		1.6	○	1.30	
		1.8	○	1.38	
	凸型	1.8	○	1.12	
		2.0	○	1.13	
		2.2	○	1.14	
		2.4	○	1.16	

		1/75	W	4500	
H	凹凸	β	装置	周辺	
2500	凹型	1.2	△	1.29	
		1.4	△	1.36	
		1.6	○	1.44	
		1.8	△	1.60	
	凸型	1.8	○	1.12	
		2.0	○	1.14	
		2.2	○	1.16	
		2.4	○	1.19	

		W	4500		
		δ_D/H	1/100	1/93.75	1/75
H	凹凸	β	周辺	周辺	周辺
2500	凹型	1.6	1.30	1.34	1.44
		1.7	1.34	1.39	1.52
		1.8	1.38	1.44	1.60

算定例2 (1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} , 取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{min} , 装置の重量)

Vol. 87で計画した幅 $W=4,500\text{mm}$ 、高さ $H=2,500\text{mm}$ 、凹型、増幅倍率 $\beta=1.7$ 、1構面2基のトグル制震装置について、1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} 、取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率 β_{min} 、装置の重量を算定します。

1構面2基タイプ梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分(周辺鉄骨枠を介して設置する場合、500kN)ですが、 $\delta_D=H/93.75$ の表はないため $\delta_D=H/100$ (Vol. 58)と $\delta_D=H/75$ (Vol. 59)の2つの表を並べます。 $W=4,500\text{mm}$ 、 $H=2,500\text{mm}$ 、凹型、 $\beta=1.7$ を探しますが、 $\beta=1.7$ はないため $\beta=1.6$ と $\beta=1.8$ 、 $\delta_D=H/100$ と $\delta_D=H/75$ の4ヶ所を眺めます。梁中央部で交わる腕は腕2になります(Vol. 9)。4ヶ所の $p_{dv}(0.44, 0.56, 0.66, 0.85)$ を線形補間し、 $p_{dv}=0.56$ が得られます。

梁中央部腕交点に生じる腕軸力差の鉛直方向成分 F_{dv} は $F_{dv}=p_{dv}F_v'$ で表されます(Vol. 53)。割り増し係数を考慮する前の鉛直方向周辺部材設計用荷重は $F_v'=425\text{kN}$ でしたので、 $F_{dv}=0.56*425=238\text{kN}$ となります。

続いて対角線方向ピン穴間距離 L_{PI} が最も小さくなることを想定した最小の増幅倍率 β_{min} を算定します。下限減衰力モデルのための取り付け時の組み立て誤差による最小の増幅倍率(周辺鉄骨枠を介して設置する場合)の表(Vol. 78)から、 $W=4,500\text{mm}$ 、 $H=2,500\text{mm}$ 、凹型、500kN、 $\beta=1.7$ を探しますが、 $\beta=1.7$ はないため、 $\beta=1.6$ と $\beta=1.8$ の2ヶ所を眺めます。2ヶ所の値(1.57, 1.76)を線形補間し、 $\beta_{min}=1.66$ が得られます。

装置の重量とGPLの寸法(周辺鉄骨枠を介して設置する場合、500kN)の表(Vol. 80)から、 $W=4,500\text{mm}$ 、 $H=2,500\text{mm}$ 、凹型を探し、腕鋼管を○-216.3x25とすると、トグル機構1基分の本体部材の重量 $w=8.0\text{kN}$ が得られます。GPLの寸法もそれぞれ、 $G_{PI}X=425\text{mm}$ 、 $G_{PI}Y=385\text{mm}$ 、 $G_{P2}X=830\text{mm}$ 、 $G_{P2}Y=385\text{mm}$ 、 $G_{PD}X=485\text{mm}$ 、 $G_{PD}Y=285\text{mm}$ が得られます。

GPLは他の装置と共用しませんので、ガセットプレート(腕端部)はPL-16+28+16を用います(Vol. 15)。ガセットプレート(ダンパー端部)はPL-40です。するとGPLの重量*1は、腕1が取り付くGPLが2枚で $(0.028*(0.425+0.1)*(0.385+0.1)*77)*2=1.10\text{kN}$ 、腕2が取り付くGPLが $0.028*(0.830*2)*(0.385+0.1)*77=1.74\text{kN}$ 、ダンパーが取り付くGPLが2枚で $(0.040*(0.485+0.1)*(0.285+0.1)*77)*2=1.39\text{kN}$ となり、合わせて $1.10+1.74+1.39=4.2\text{kN}$ となります。

周辺鉄骨枠がH-200x200x8x12($w=49.9\text{kg/m}$)として、 $49.9*\{4.5*2*2+2.5*2\}*g/1,000=11.3\text{kN}$ となります。以上より、装置(周辺鉄骨枠を介して設置する場合は周辺鉄骨枠まで(Vol. 6))の重量 $8.0*2+4.2+11.3=31.5\text{kN}$ が得られます。また間接接合部は、幅200mmせい200mmとして $0.2*0.2*\{(4.5+0.2)*2*2+(2.5+0.2)*2\}*24=23.2\text{kN}$ となります。

*1 GPLの重量は、補強リングは無視し、周辺鉄骨枠の外表面までの値を示す。

1/100		W	4500		
H	凹凸	β	装置	軸力差鉛直	
				腕1	腕2
2500	凹型	1.2	△	0.41	0.30
		1.4	△	0.48	0.37
		1.6	○	0.55	0.44
		1.8	○	0.67	0.56
	凸型	1.8	○	0.07	0.09
		2.0	○	0.10	0.12
		2.2	○	0.13	0.15
		2.4	○	0.17	0.20

1/75		W	4500		
H	凹凸	β	装置	軸力差鉛直	
				腕1	腕2
2500	凹型	1.2	△	0.56	0.42
		1.4	△	0.68	0.53
		1.6	○	0.82	0.66
		1.8	△	1.02	0.85
	凸型	1.8	○	0.10	0.12
		2.0	○	0.15	0.18
		2.2	○	0.18	0.21
		2.4	○	0.25	0.30

		W	4500		
		δ_D/H	1/100	1/93.75	1/75
H	凹凸	β	腕2	腕2	腕2
2500	凹型	1.6	0.44	0.50	0.66
		1.7	0.50	0.56	0.76
		1.8	0.56	0.63	0.85

最小の増幅倍率

		W	4500	
H	凹凸	β	500kN	850kN
2500	凹型	1.2	1.18	1.18
		1.4	1.37	1.37
		1.6	1.57	1.56
		1.8	1.76	1.75
	凸型	1.8	1.79	1.79
		2.0	1.99	1.99
		2.2	2.18	2.18
		2.4	2.38	2.38

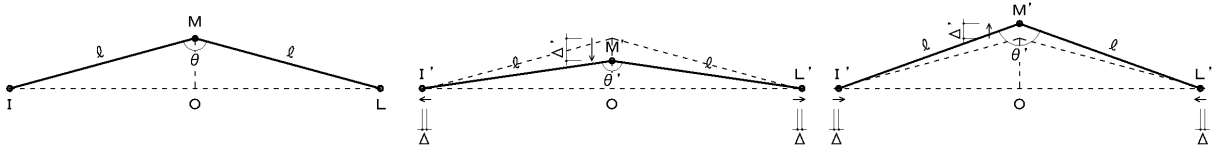
装置(トグル機構1基分の本体部材)の重量とGPLの寸法

		W	4500	
H	凹凸		凹型	凸型
2500	w(kN)	t25	8.0	8.6
		t35	9.2	9.8
	GP1	X(mm)	425	915
		Y(mm)	385	385
	GP2	X(mm)	830	405
		Y(mm)	385	390
	GPD	X(mm)	485	425
		Y(mm)	285	280

付録 トグル機構の性質と幾何学的非線形性

原始的なトグル機構の倍率設定と幾何学的非線形性

長さ l の2本の棒を用意して先端をピンで接合します。2本の棒の交点を点 M 、一方の棒の基端を点 I 、もう一方の棒の基端を点 L とし、線分 IL が水平で、2本の棒のなす角 IML が鈍角 θ になるよう山形に2本の棒を置きます。点 I と点 L の中点を点 O とします。点 I と点 L を同時に点 O から遠ざけると点 M は下に移動します。逆に点 I と点 L を同時に点 O に近づけると点 M は上に移動します。 θ が大きい場合、点 I と点 L の水平移動量 2Δ よりも点 M の鉛直移動量 Δ' が大きくなり、増幅機構(増幅倍率 $\beta=\Delta'/(2\Delta)$)が構成されています。この形を「原始的なトグル機構」と呼ぶことにします。



原始的なトグル機構の増幅倍率 β は以下の式で表され、 θ のみで決まります。

$$\beta = 1/2 * \tan(\theta/2) \quad (1)$$

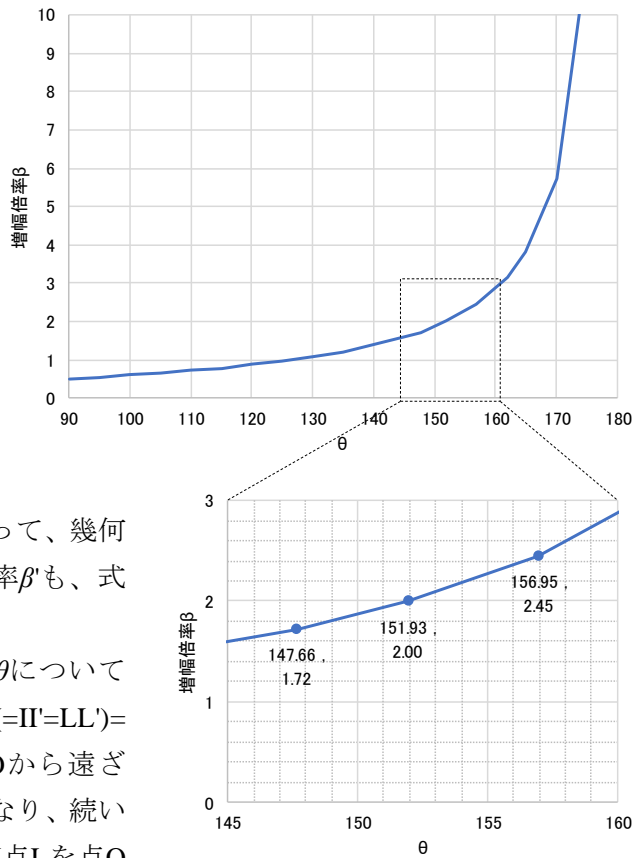
また IML の点 I と点 L に水平移動 Δ が生じて $I'M'L'$ となったときの角 $I'M'L'$ ($=\theta'$)は、以下の式で表すことができます。

$$\theta' = 2 \sin^{-1} \{ \sin(\theta/2) + \Delta/l \} \quad (2)$$

Δ の符号は遠ざける時に正、近づける時に負

原始的なトグル機構では、 θ の状態から Δ が生じて θ' の状態になった場合でも、あるいは元から θ' の状態だったとしても、これらは全く同じ状態になります。したがって、幾何学的非線形性が生じて変動した後の増幅倍率 β' も、式(1)がそのまま適用できます。

設定したい増幅倍率を $\beta=2$ として式(1)を θ について解くと、 $\theta=151.9^\circ$ となります。また $\Delta(=I'I=LL')=1/100 * OI(=OL=l \sin(\theta/2))$ として点 I 点 L を点 O から遠ざけると、これを式(2)に代入して $\theta'=157.0^\circ$ となり、続いて式(1)に代入して $\beta'=2.45$ が得られます。点 I 点 L を点 O に近づける場合は同様に $\theta=147.7^\circ$ と $\beta=1.72$ が得られます。非線形性による倍率変動は $\gamma=\beta'/\beta=2.45/2=1.23$ となります。そして図から理解できるように、増幅倍率 β が大きいほど非線形性による倍率変動が大きい、また基点(点 I 点 L)の移動量 Δ が大きいほど非線形性による倍率変動が大きいということになります。



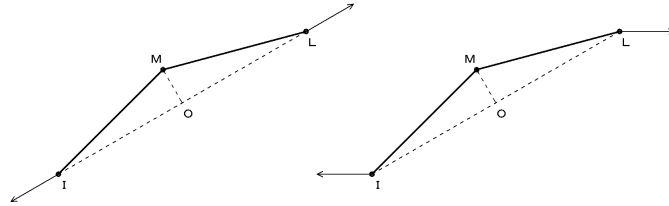
以上のように、原始的なトグル機構では、増幅倍率の設定、幾何学的非線形性ともに簡単な式から算出することができます。

ダンパーが、点 M の上に付いていれば凹型、下に付いていれば凸型の配置となりますが、原始的なトグル機構では、凹型と凸型で増幅倍率の設定や幾何学的非線形性に差異はありません。

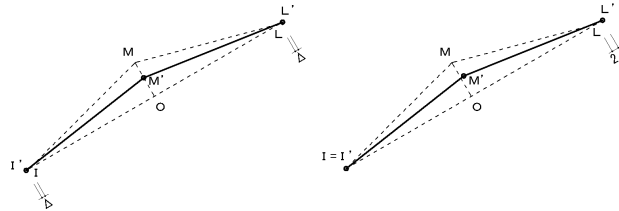
原始的なトグル機構と建物の層間に設置するトグル機構の違い

原始的なトグル機構と建物の層間に設置するトグル機構の違いについて考えます。原始的なトグル機構の点Iと点Lを斜めに置くと、建物の層間に設置するトグル機構のような形になります。しかし建物の層間に設置するトグル機構は、斜めに置いた原始的なトグル機構と1)~5)のような違いがあります。これらは、増幅機構への入力効率 (1))、点Mの増幅機構と関係のない移動 (2),3))、ダンパーが取り付く点Nの位置 (4),5)) に分類することができます。

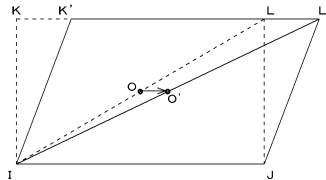
1) 点Iと点Lの移動方向が直線ILの方向ではなく、水平方向である。



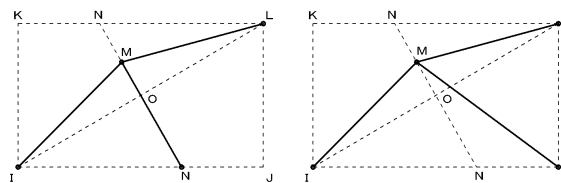
2) 点Iが移動しないことにより、点Mの直線IL方向への移動がある。



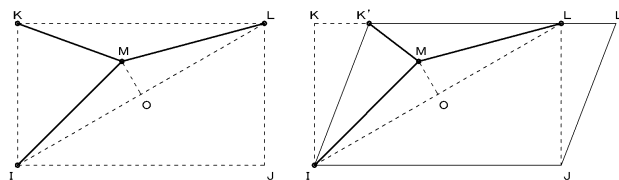
3) 四角形IJKLが平行四辺形IJK'L'になることに伴い、点M (点O) が水平移動をする。



4) ダンパーが付く点 (点Jまたは点K) が直線OM上にあるとは限らない。



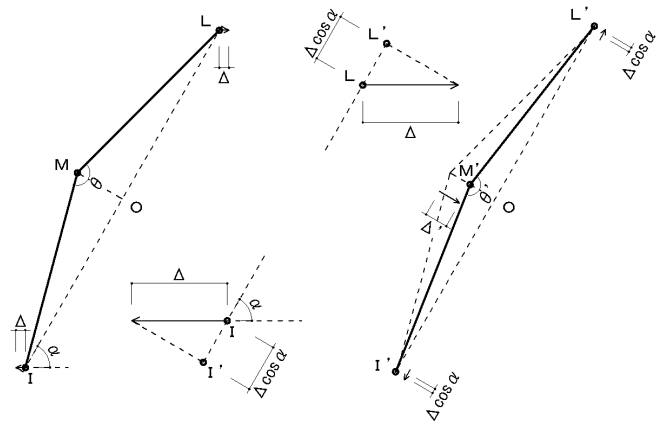
5) ダンパーが付く点が点Kの場合、点Kが水平移動をする。



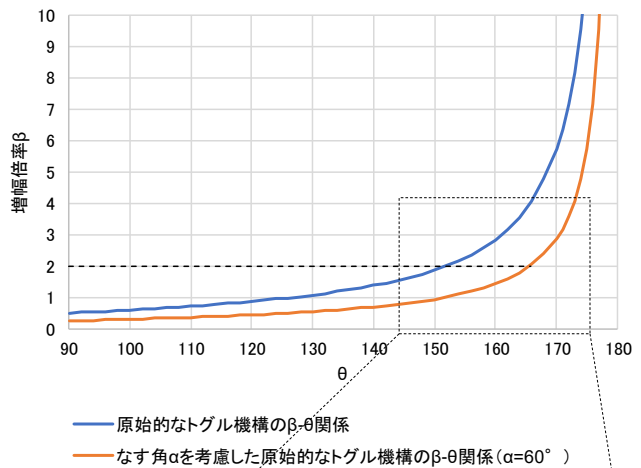
これらの要因が組み合わさることにより、建物の層間に設置するトグル機構については、増幅倍率の設定、幾何学的非線形性ともに簡単な式から算出することができません。

点I点Lの移動方向がずれる原始的なトグル機構の倍率設定と幾何学的非線形性

建物の層間に設置するトグル機構のように、点Iと点Lが水平方向に対してなす角 α となるように位置し、点Iと点Lの移動方向が水平方向であるような原始的なトグル機構を考えます。点Iと点Lが直線ILの方向に同時にそれぞれ Δ 移動すると原始的なトグル機構そのものになりますが、点Iと点Lの移動方向が水平方向である場合は、直線ILの方向の移動量は $2\Delta\cos\alpha$ となります。

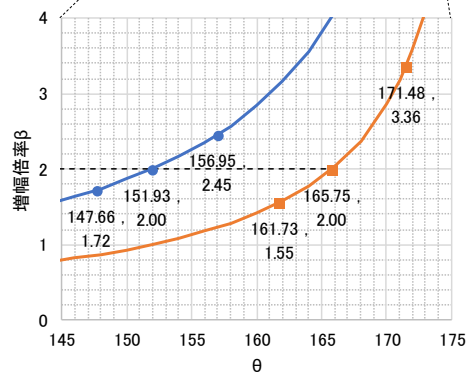


ここで $\alpha=60^\circ$ とすると $2\Delta\cos\alpha=\Delta$ となり、元々の原始的なトグル機構に増幅倍率 $\beta=2$ が設定されていたとすると、点Mの直線OM方向の移動量は $\Delta'=\beta\Delta=2\Delta$ となります。点Iと点Lの移動量は 2Δ ですので、点Iと点Lの水平方向の移動に対する増幅倍率は $\beta=2\Delta/2\Delta=1$ となってしまいます。つまり原始的なトグル機構の増幅倍率 β を表す式は、 α を考慮すると以下のように書き換えられます。



$$\beta = 1/2 * \tan(\theta/2) * \cos\alpha \quad (1)$$

$\alpha=60^\circ$ の場合に増幅倍率 $\beta=2$ を確保しようとする、この式を解いて $\theta=165.8^\circ$ となります。またIMLの点Iと点Lが直線IL方向に $\Delta\cos\alpha$ 移動してI'M'L'となったときの角I'M'L'(= θ')は、以下の式に書き換えられます。



$$\theta' = 2\sin^{-1}\{\sin(\theta/2) + \Delta\cos\alpha/l\} \quad (2)$$

Δ の符号は遠ざける時に正、近づける時に負

点I点Lを水平方向に $\Delta=1/100 * l \sin(\theta/2)$ 遠ざけると、これを式(2)に代入して $\theta'=171.5^\circ$ となり、続いて式(1)に代入して $\beta=3.36$ が得られます。点I点Lを点Oに近づける場合は同様に $\theta'=161.7^\circ$ と $\beta=1.55$ が得られます。非線形性による倍率変動は $\gamma=\beta'/\beta=3.36/2=1.68$ となります。

点I点Lの移動方向が直線ILの方向からずれる場合を原始的なトグル機構と比較すると、増幅機構への入力効率が悪く、したがって同じ増幅倍率を確保するのに角IML(= θ)を大きくする必要があります。そして角IMLを大きくしたことに伴い、非線形性が增大してしまいます。点I点Lの移動方向と直線ILの方向のずれは、トグル機構の幅高さ比(H/W)が大きくなるほど大きくなるため、縦長なトグル機構は非線形性による倍率変動が大きいということになります。

腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）による増幅機構の働き方の違い

点Mが直線ILに対して対称な位置にある凸型と凹型の2つのトグル機構について考えます*1。原始的なトグル機構では、点Mのどちら側にダンパーが付いているかによりダンパーが伸びるか縮むかの違いはあるものの、増幅倍率の設定や幾何学的非線形性に差異はありません。

凸型・凹型の2つのトグル機構IMLは、どちらも原始的なトグル機構として考えたときの増幅倍率 $\beta=2.5$ とします。直線ILの水平方向に対するなす角 $\alpha=45^\circ$ 、点Mの高さ方向の位置は線分JLの長さに対して下から0.6または0.4とします。

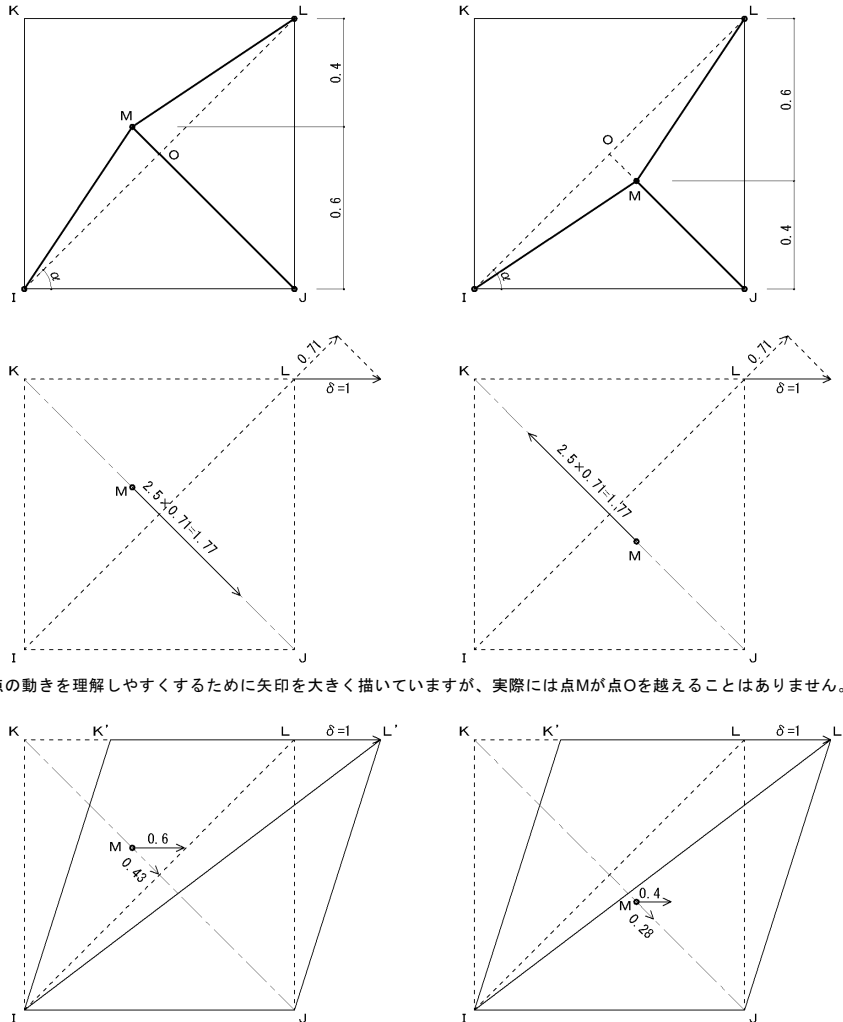
2つのトグル機構は、右向きの層間変位 $\delta=1$ に対して、点Lは直線IL方向に $\delta\cos\alpha$ 移動します。点Mの直線MJ方向の移動量は、 $\delta\cos\alpha$ に増幅倍率 β を乗じて $2.5*1*0.71=1.77$ となります。これは凸型・凹型とも同じです。ただし移動の向きが異なり、凸型では点Jに近づき、凹型では点Jから遠ざかります。

また2つのトグル機構は、層間変位 $\delta=1$ によって四角形IJKLが平行四辺形IJK'L'になります。凸型の点Mは高さ0.6にあるため、右向きに $0.6\delta=0.6$ 移動します。点Mはこの移動により $0.6\cos\alpha=0.43$ だけ点Jに近づくこととなります。一方凹型の点Mは高さ0.4にあるため、右向きに $0.4\delta=0.4$ 移動します。点Mはこの移動により $0.4\cos\alpha=0.28$ だけ点Jに近づくこととなります。

これら2つの動きを合わせると、凸型ではダンパーの縮み量 $\Delta d=1.77+0.43=2.20$ となり、増幅倍率 $\beta=\Delta d/\delta=2.20/1=2.20$ となります。凹型ではダンパーの伸び量 $\Delta d=1.77-0.28=1.49$ となり、増幅倍率 $\beta=\Delta d/\delta=1.49/1=1.49$ となります。

以上より、四角形IJKLが平行四辺形IJK'L'になることに伴う点Mの増幅機構と関係のない移動が、凸型では増幅機構と同じ向きに生じるのに対し、凹型では逆向きに生じてしまうことが解ります。凹型は増幅機構の働きの効率が悪く、したがって同じ増幅倍率を確保するのに角IML($=\theta$)を大きくする必要があります。そして角IMLを大きくすると非線形性が增大してしまうため、凹型のトグル機構は非線形性による倍率変動が大きいということになります。

*1ここで示した以外の要因もあるため、このシートで示している数値は厳密なものではありません。



点の動きを理解しやすくするために矢印を大きく描いていますが、実際には点Mが点Oを越えることはありません。

ダンパーが上に付く場合の増幅機構の働き

ダンパーが上に付く場合は、ダンパーが付く点も層間変位によって水平方向へ移動します。この場合の凸型と凹型の2つのトグル機構について考えます*1。

凸型・凹型の2つのトグル機構IMLは、どちらも原始的なトグル機構として考えたときの増幅倍率 $\beta=2.5$ とします。直線ILの水平方向に対するなす角 $\alpha=45^\circ$ 、点Mの高さ方向の位置は線分JLの長さに対して下から0.4または0.6とします。

増幅機構による点Mの移動はダンパーが下に付く場合と同じです。

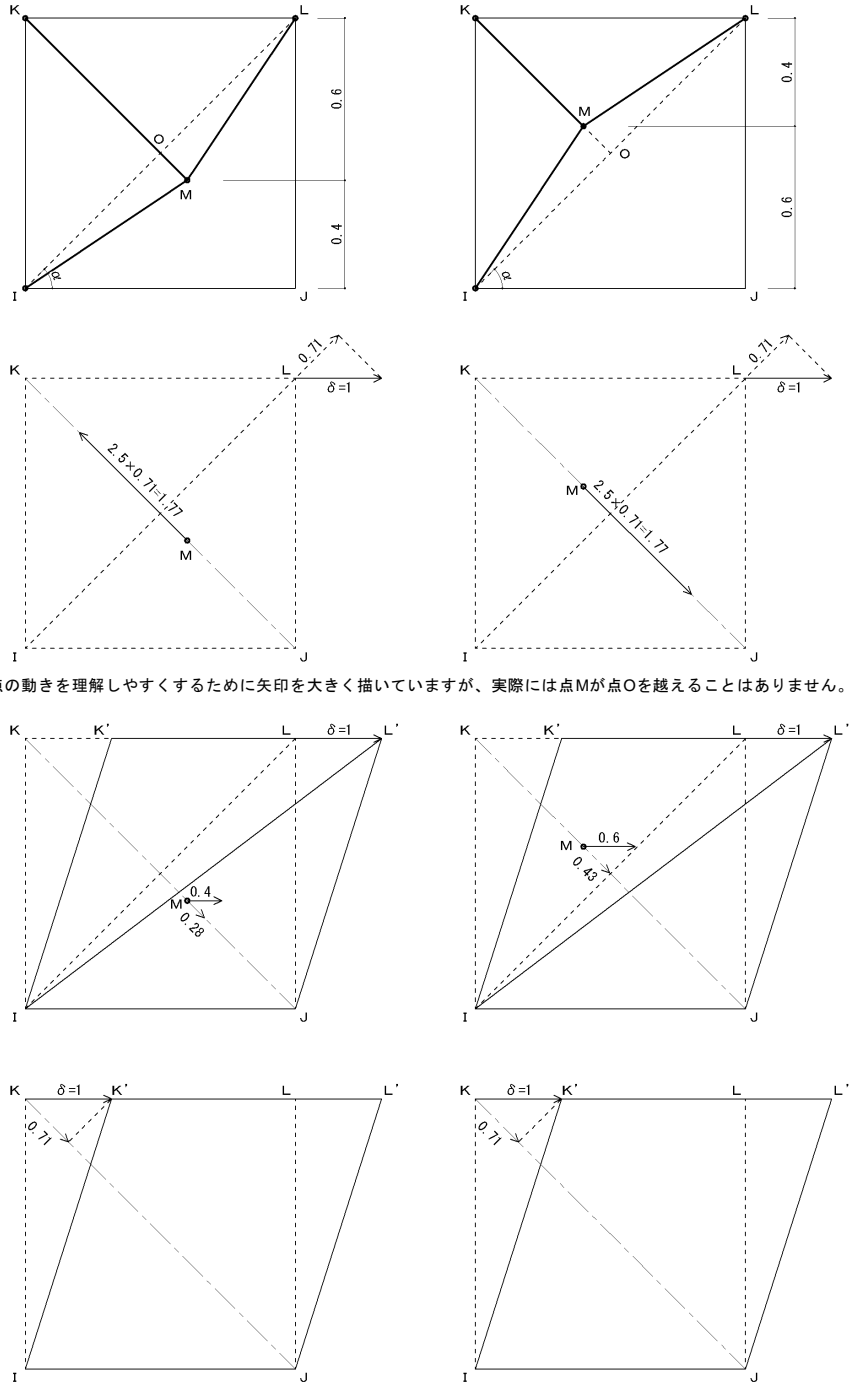
層間変位によって四角形IJKLが平行四辺形IJK'L'になることに伴う点Mの移動は、凸型では増幅機構による移動とは逆向きで点Kに近づきます。一方凹型では、増幅機構による移動と同じ向きに移動します。

さらに凸型・凹型とも、層間変位 $\delta=1$ によって点Kは直線KM方向に $\delta\cos\alpha$ 移動するため、 $1*0.71=0.71$ だけ点Mに近づきます。

これら3つの動きを合わせると、凸型のトグル機構ではダンパーの縮み量 $\Delta d=1.77-0.28+0.71=2.20$ となり、増幅倍率 $\beta=\Delta d/\delta=2.20/1=2.20$ となります。凹型のトグル機構ではダンパーの伸び量 $\Delta d=1.77+0.43-0.71=1.49$ となり、増幅倍率 $\beta=\Delta d/\delta=1.49/1=1.49$ となります。

以上より、ダンパーが上に付く場合もダンパーが下に付く場合と同じ増幅倍率が得られることがわかります。

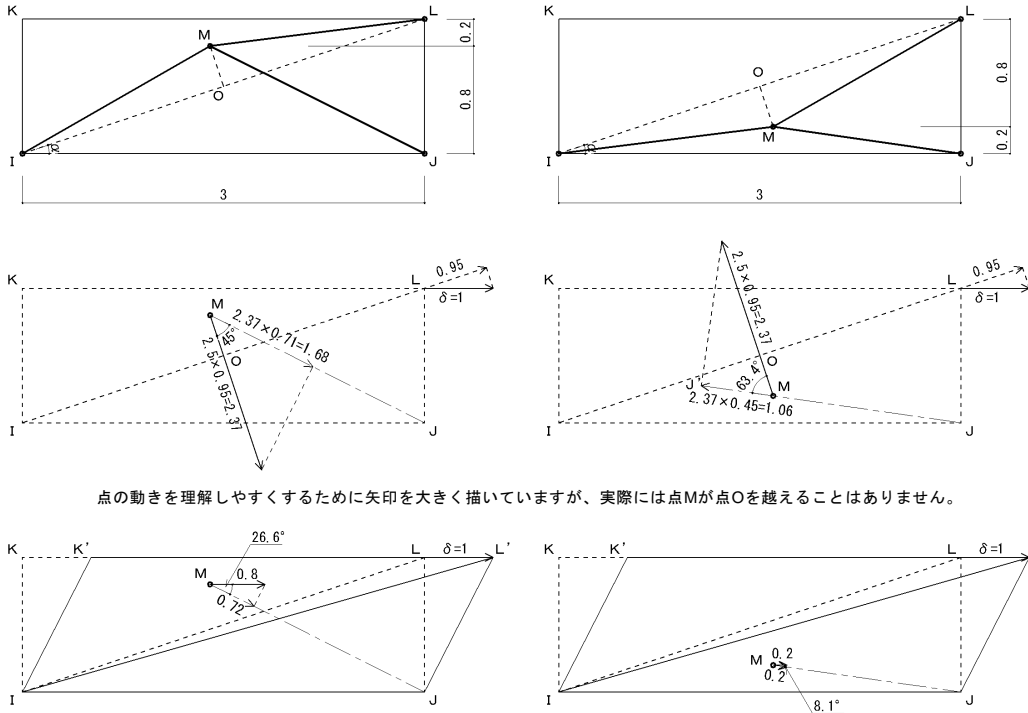
*1 ここで示した以外の要因もあるため、このシートで示している数値は厳密なものではありません。



横長で凹型の場合の増幅機構の働き

一般的に幅高さ比 H/W が小さい横長の場合は、同じ増幅倍率を確保するのに腕の交差角度 θ が小さくて済み、非線形性による倍率変動 γ が小さくなります。しかし極端に横長でかつ凹型の場合は逆の傾向が現れます。

幅高さ比 $H/W=1/3$ の極端に横長な場合を考えます。凸型・凹型の2つのトグル機構IMLは、どちらも原始的なトグル機構として考えたときの増幅倍率 $\beta=2.5$ とすると、点Mの高さ方向の位置は線分JLの長さに対して下から0.8または0.2となります。



2つのトグル機構は凸型・凹型とも、層間変位 $\delta=1$ に対する点Mの直線MO方向の移動量は2.37となります。しかしダンパーは直線OM上にはなく点Jに付いているため、点Mの直線MJ方向の移動量はそれぞれ角OMJ(OMJ')を考慮して、凸型では1.68だけ点Jに近づき、凹型では1.06だけ点Jから遠ざかります。

また2つのトグル機構は、層間変位 $\delta=1$ によって四角形IJKLが平行四辺形IJK'L'になります。この動きにより凸型の点Mは0.72だけ点Jに近づき、凹型の点Mも0.2だけ点Jに近づきます。

これら2つの動きを合わせると、凸型ではダンパーの縮み量 $\Delta d=1.68+0.72=2.40$ となり、増幅倍率 $\beta=2.40$ となります。凹型ではダンパーの伸び量 $\Delta d=1.06-0.20=0.86$ となり、増幅倍率 $\beta=0.86$ となります。

ここで、原始的なトグル機構として考えたときの増幅倍率 $\beta=2.5$ で、幅高さ比 $H/W=1$ のトグル機構の増幅倍率（凸型 $\beta=2.20$ 、凹型 $\beta=1.49$ ）と比較すると、凹型では大幅に小さくなっています。凹型では角OMJが大きく、点Mの移動方向(MO)とダンパーの方向(MJ)のずれが大きいため、増幅機構からダンパーへの出力効率が悪く、したがって同じ増幅倍率を確保するのに腕の交差角度 θ を大きくする必要があり、非線形性による倍率変動 γ が大きくなります。一方凸型では増幅倍率 β が大きくなっており、凹型のような現象は起こりません。

*1 ここで示した以外の要因もあるため、このシートで示している数値は厳密なものではありません。

トグル機構の幾何学的非線形性の現れ方のまとめと増幅倍率の設定計画

トグル機構の増幅倍率 β 、(トグル機構の)幅高さ比 H/W 、腕と油圧ダンパーの位置関係(凸型・凹型)によって、腕の交差角度 θ と非線形性がどのように変化するのかをまとめました。

一般的に、腕の交差角度 θ が大きくなると非線形性による倍率変動 γ が大きくなります。腕の交差角度 θ が大きくなる理由として、増幅倍率 β が大きい、基点の移動量 Δ (層間変位 δ)が大きい、幅高さ比 H/W が大きい(縦長)、腕と油圧ダンパーの位置関係が凹型、が挙げられます。縦長や凹型は効率が悪いため、同じ増幅倍率を確保するのに腕の交差角度 θ を大きくする必要があります。

増幅倍率 β	小さい	大きい
基点の移動量 Δ (層間変位 δ)	小さい	大きい
幅高さ比 H/W	小さい(横長)	大きい(縦長)
腕と油圧ダンパーの位置関係	凸型	凹型
	↓	↓
腕の交差角度 θ	小さい	大きい
	↓	↓
非線形性による倍率変動 γ	小さい	大きい

非線形性による倍率変動 γ が大きくなると、装置設計用荷重・周辺部材設計用荷重が大きくなります。トグル制震構法の設計において、地震応答解析によるダンパーの最大応答値が各限界値以下であることが確認できたとしても、装置設計用荷重・周辺部材設計用荷重が大きくなり過ぎると装置や周辺部材が設計できないということが起こります。

増幅倍率 β 、基点の移動量 Δ (層間変位 δ)、幅高さ比 H/W 、腕と油圧ダンパーの位置関係はそれぞれ独立の変数で、非線形性への影響が独立に現れます。したがって、増幅倍率 β と層間変位 δ が大きいかつ縦長でかつ凹型のようなトグル機構は四重苦とも言うべきで、装置や周辺部材の設計が非常に厳しくなることを認識しておく必要があります。幅高さ比 H/W は、設置する構面のスパンと階高に関係するため一般的に任意に選択できませんが、仮に縦長になるのであれば、凸型を選択し、かつ増幅倍率 β を小さく設定することが望ましい計画と言えます。

取り付け時の組み立て誤差による倍率変動の例($\Delta L_{PI}=+5\text{mm}$)

取り付け時の組み立て誤差（対角線方向ピン穴間距離 L_{PI} の許容差） ΔL_{PI} を+5mmに固定し、幅 W 、高さ H 、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）、増幅倍率 β をパラメータとしたときの組み立て誤差による倍率変動 β_i/β を示します。

表より、増幅倍率 β が大きいほど、また凸型よりも凹型の方が、組み立て誤差による倍率変動 β_i/β が大きくなることを確認できます。また幅高さ比 H/W については、凸型では横長になると組み立て誤差による倍率変動 β_i/β が小さくなりますが、凹型では縦長になっても横長になっても組み立て誤差による倍率変動 β_i/β が大きくなることを確認できます。組み立て誤差の許容差 ΔL_{PI} は幅 W や高さ H に関係なく一定値（ここでは+5mm）のため、同じ幅高さ比 H/W ならば幅 W や高さ H が大きい方が組み立て誤差による倍率変動 β_i/β が小さくなります。

組み立て誤差を考慮した後の増幅倍率 β_i は、考慮する前の増幅倍率 β に表の値を乗じます。

H	W	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
		β	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型
1500	1.6	1.01	1.08	1.01	1.09	1.01	1.10	1.01	1.12	1.01	1.13	-*1	1.15
	1.8	1.02	1.10	1.01	1.11	1.01	1.12	1.01	1.14	1.01	1.15	1.01	1.17
	2.0	1.02	1.11	1.02	1.13	1.02	1.14	1.02	1.16	1.02	1.17	1.02	1.19
	2.2	1.03	1.13	1.03	1.14	1.02	1.16	1.02	1.18	1.02	1.20	1.02	1.22
	2.4	1.04	1.15	1.03	1.16	1.03	1.18	1.03	1.20	1.03	1.23	1.03	1.25
2000	1.6	1.01	1.06	1.01	1.06	1.01	1.06	1.01	1.07	1.01	1.07	1.01	1.08
	1.8	1.02	1.07	1.01	1.07	1.01	1.07	1.01	1.08	1.01	1.09	1.01	1.09
	2.0	1.02	1.09	1.02	1.08	1.02	1.09	1.01	1.09	1.01	1.10	1.01	1.11
	2.2	1.03	1.10	1.02	1.10	1.02	1.10	1.02	1.10	1.02	1.11	1.02	1.12
	2.4	1.04	1.12	1.03	1.11	1.03	1.11	1.02	1.12	1.02	1.13	1.02	1.14
2500	1.6	1.02	1.06	1.01	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05
	1.8	1.02	1.07	1.02	1.06	1.01	1.06	1.01	1.06	1.01	1.06	1.01	1.06
	2.0	1.03	1.08	1.02	1.07	1.02	1.06	1.01	1.06	1.01	1.07	1.01	1.07
	2.2	1.04	1.10	1.03	1.08	1.02	1.08	1.02	1.07	1.02	1.08	1.02	1.08
	2.4	1.04	1.12	1.03	1.09	1.03	1.09	1.02	1.09	1.02	1.09	1.02	1.09
3000	1.6	1.02	1.06	1.01	1.05	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
	1.8	1.03	1.08	1.02	1.06	1.01	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05
	2.0	1.03	1.09	1.02	1.07	1.02	1.06	1.01	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05
	2.2	1.04	1.11	1.03	1.08	1.02	1.07	1.02	1.06	1.02	1.06	1.01	1.06
	2.4	1.05	1.13	1.04	1.09	1.03	1.08	1.02	1.07	1.02	1.07	1.02	1.07
3500	1.6	1.02	1.08	1.01	1.05	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.03	1.01	1.03
	1.8	1.03	1.09	1.02	1.06	1.01	1.05	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
	2.0	1.04	1.11	1.03	1.07	1.02	1.06	1.02	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05
	2.2	1.05	1.13	1.03	1.09	1.02	1.07	1.02	1.06	1.02	1.05	1.01	1.05
	2.4	1.07	1.16	1.04	1.10	1.03	1.08	1.03	1.07	1.02	1.06	1.02	1.06
4000	1.6	1.03	1.10	1.02	1.06	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.03	1.01	1.03
	1.8	1.04	1.12	1.02	1.07	1.02	1.05	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.03
	2.0	1.05	1.14	1.03	1.09	1.02	1.06	1.02	1.05	1.01	1.04	1.01	1.04
	2.2	1.07	1.17	1.04	1.10	1.03	1.07	1.02	1.06	1.02	1.05	1.02	1.05
	2.4	1.08	1.20	1.05	1.12	1.04	1.09	1.03	1.07	1.02	1.06	1.02	1.05

*1 腕交点が幅 W 、高さ H の外側に位置するため、この仕様のトグル制震装置は作ることができません。

トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動の例($\delta_{\max}=H/100$)

装置最大変位 $\delta_{\max}=H/100^{*1}$ に固定し、幅 W 、高さ H 、腕と油圧ダンパーの位置関係（凸型・凹型）、増幅倍率 β をパラメータとしたときの非線形性による倍率変動 γ を示します。

表より、増幅倍率 β が大きいほど、また凸型よりも凹型の方が、非線形性による倍率変動 γ が大きくなることが確認できます。また幅高さ比 H/W については、凸型では横長になると非線形性による倍率変動 γ が小さくなりますが、凹型では縦長になっても横長になっても非線形性による倍率変動 γ が大きくなることが確認できます。層間変位 δ は高さ H に比例した値（ここでは $H/100$ ）のため、同じ幅高さ比 H/W であれば非線形性による倍率変動 γ も同じ値になります。

H	W β^{*2}	2500		3000		3500		4000		4500		5000	
		凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型	凸型	凹型
1500	1.6	1.03	1.26	1.03	1.30	1.03	1.36	1.02	1.42	1.02	1.50	— ^{*3}	1.59
	1.8	1.05	1.31	1.04	1.37	1.04	1.44	1.03	1.52	1.03	1.62	1.03	1.74
	2.0	1.06	1.38	1.06	1.45	1.05	1.54	1.05	1.65	1.05	1.78	1.05	1.95
	2.2	1.09	1.47	1.08	1.55	1.07	1.67	1.07	1.82	1.07	2.02	1.07	2.29
	2.4	1.11	1.58	1.10	1.69	1.09	1.85	1.09	2.08	1.09	2.41	1.09	2.93
2000	1.6	1.04	1.23	1.04	1.24	1.03	1.27	1.03	1.30	1.03	1.34	1.02	1.39
	1.8	1.06	1.29	1.05	1.30	1.04	1.32	1.04	1.37	1.04	1.42	1.04	1.48
	2.0	1.09	1.36	1.07	1.36	1.06	1.40	1.06	1.45	1.05	1.51	1.05	1.59
	2.2	1.11	1.44	1.09	1.45	1.08	1.49	1.08	1.55	1.07	1.64	1.07	1.74
	2.4	1.15	1.56	1.12	1.56	1.11	1.61	1.10	1.69	1.10	1.80	1.09	1.95
2500	1.6	1.06	1.26	1.05	1.23	1.04	1.23	1.03	1.25	1.03	1.27	1.03	1.30
	1.8	1.09	1.33	1.07	1.29	1.06	1.29	1.05	1.31	1.04	1.33	1.04	1.37
	2.0	1.12	1.42	1.09	1.36	1.08	1.36	1.07	1.37	1.06	1.41	1.06	1.45
	2.2	1.15	1.54	1.12	1.45	1.10	1.44	1.09	1.46	1.08	1.50	1.08	1.55
	2.4	1.20	1.71	1.16	1.57	1.13	1.55	1.12	1.57	1.11	1.62	1.10	1.69
3000	1.6	1.08	1.34	1.06	1.26	1.05	1.24	1.04	1.23	1.04	1.24	1.03	1.26
	1.8	1.12	1.44	1.09	1.33	1.07	1.29	1.06	1.29	1.05	1.30	1.05	1.31
	2.0	1.16	1.58	1.12	1.42	1.09	1.37	1.08	1.35	1.07	1.36	1.06	1.38
	2.2	1.22	1.79	1.15	1.54	1.12	1.46	1.11	1.44	1.09	1.45	1.09	1.47
	2.4	1.29	2.15	1.20	1.71	1.16	1.58	1.14	1.55	1.12	1.56	1.11	1.58
3500	1.6	1.11	1.47	1.08	1.32	1.06	1.26	1.05	1.24	1.04	1.23	1.04	1.24
	1.8	1.16	1.65	1.11	1.42	1.09	1.33	1.07	1.30	1.06	1.29	1.05	1.29
	2.0	1.22	1.93	1.15	1.55	1.12	1.42	1.10	1.37	1.08	1.35	1.07	1.36
	2.2	1.31	2.49	1.20	1.73	1.15	1.54	1.13	1.47	1.11	1.44	1.10	1.44
	2.4	1.44	4.44	1.27	2.03	1.20	1.71	1.17	1.59	1.14	1.55	1.13	1.55
4000	1.6	1.15	1.71	1.10	1.42	1.08	1.31	1.06	1.26	1.05	1.24	1.04	1.23
	1.8	1.22	2.09	1.14	1.56	1.11	1.40	1.09	1.33	1.07	1.30	1.06	1.29
	2.0	1.32	3.02	1.20	1.78	1.15	1.52	1.12	1.42	1.10	1.37	1.09	1.36
	2.2	1.48	— ^{*4}	1.27	2.16	1.20	1.70	1.15	1.54	1.13	1.47	1.11	1.44
	2.4	1.74	— ^{*4}	1.38	3.02	1.26	1.97	1.20	1.71	1.17	1.60	1.15	1.56

*1 この H はトグル制震装置の高さであり構造階高ではありません。

*2 取り付け時の組み立て誤差による倍率変動と幾何学的非線形性による倍率変動を同時に考慮する場合は、組み立て誤差を考慮した後の増幅倍率 β_i を用いる必要があります。

*3 腕交点が幅 W 、高さ H の外側に位置するため、この仕様のトグル制震装置は作ることができません。

*4 装置最大変位 δ_{\max} が2本の腕が一直線となる層間変位を超えるため、この仕様のトグル制震装置は作ることができません。

油圧ダンパーとトグル機構の減衰力-変位関係

油圧ダンパーは一般的に速度に応じた減衰力を発揮します。減衰力が速度に比例する油圧ダンパーに正弦波振動する速度が作用した場合、減衰力-変位関係図上では楕円を描きます。

油圧ダンパーが変位振幅 $d_{max}=30\text{mm}$ で正弦波振動して最大減衰力 $F_{max}=200\text{kN}$ を発揮したとすると、減衰力-変位関係は灰色線のように表されます。

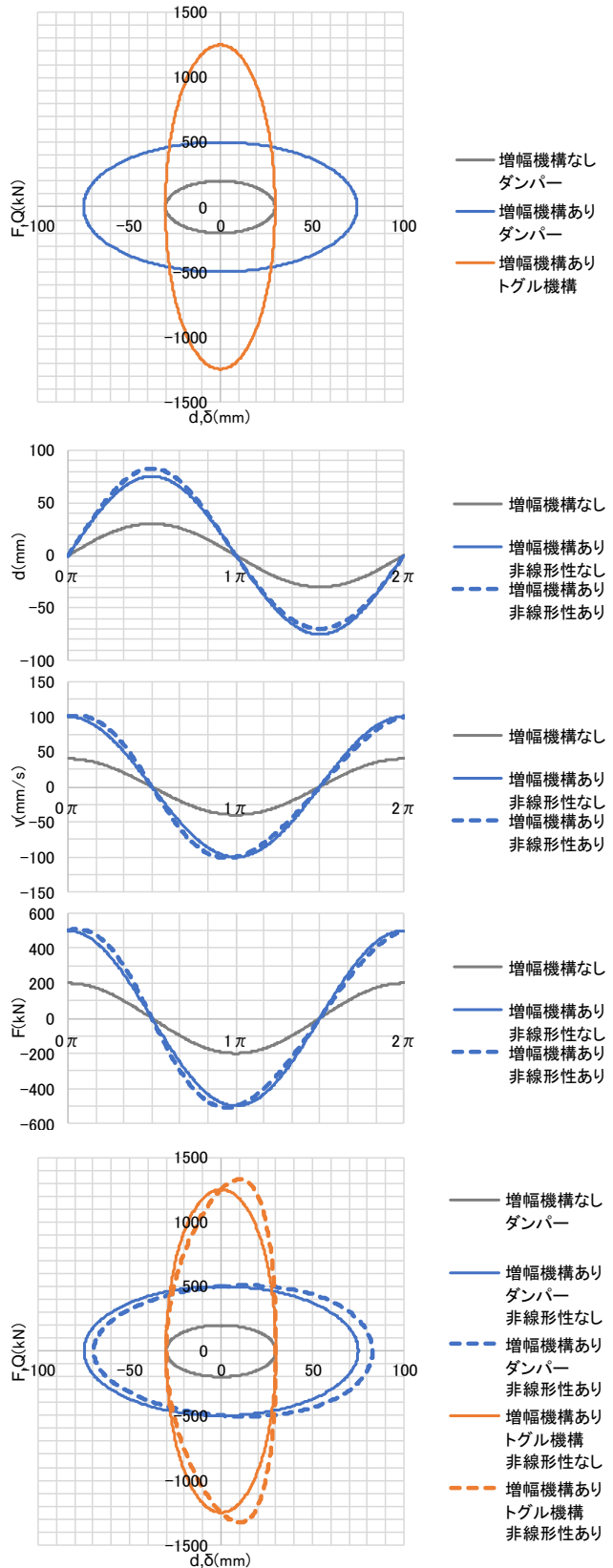
一方、増幅倍率 $\beta=2.5$ のトグル機構が層間変位振幅 $\delta_{max}=30\text{mm}$ で正弦波振動すると、ダンパー変位 $d=\beta\delta$ より、ダンパーは変位振幅 $d_{max}=75\text{mm}$ で正弦波振動することになります。正弦波振動では変位が β 倍されると速度も同じく β 倍され、また減衰力は速度に比例することから減衰力も β 倍され、最大減衰力 $F_{max}=500\text{kN}$ となります。したがって、油圧ダンパーの減衰力-変位関係は青実線のように表されます。

ダンパー減衰力が F であるトグル機構の減衰力 Q は、 $Q=\beta F$ より最大機構減衰力 $Q_{max}=1,250\text{kN}$ となります。機構減衰力-層間変位関係は橙実線で表されます。

トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動を考慮した時刻歴図は、正弦波からわずかにずれが生じます。この青実線と青破線のずれ(比)が非線形性に相当します。

幾何学的非線形性を考慮した減衰力-変位関係図は、きれいな楕円を描かず、非線形性により増幅倍率が增大する側は引き伸ばされ、減少する側はつぶれた形となります。青破線は青実線に対して、横軸方向に変位の非線形性、縦軸方向に減衰力の非線形性が乗じられており、さらに橙破線は青破線に対して縦軸方向に速度の非線形性(と増幅倍率)が乗じられています。

ダンパー(青線)として、あるいはトグル機構(橙線)として、どちらの関係で考えてもエネルギー吸収量は同じですので、青実線と橙実線、青破線と橙破線で囲まれる面積はそれぞれ等しくなります。



トグル機構の減衰力－変位関係と幾何学的非線形応力計算

減衰力が速度に比例する油圧ダンパーの減衰力－変位関係とトグル機構の減衰力－層間変位関係を示します。非線形性がない場合、トグル機構の減衰力 Q は、増幅機構に組み込まれていない油圧ダンパーの減衰力 F （灰色線）に増幅倍率 β の2乗を乗じた $Q=\beta^2F$ となります（橙実線）。非線形性がある場合は、 $Q=\gamma_v\beta*\gamma_F\beta*F$ となります（橙破線）。ここで γ_v は速度の非線形性、 γ_F は減衰力の非線形性を示します。

γ_v 、 γ_F 及び変位の非線形性 γ_d は、それぞれトグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動を考慮した速度、減衰力及び変位時刻歴図における正弦波からのずれ（比）(Vol. 98)に相当します。

幾何学的非線形性を考慮した減衰力－変位関係図 (Vol. 98最下図) の非線形性あり（青・橙破線）の縦軸と横軸は、 γ_d 、 γ_v 、 γ_F を用いて表のように表されます。また γ_v 、 γ_d は以下の式で表されます。なお減衰力が速度に比例する油圧ダンパーでは、 γ_F は γ_v に等しくなります。

$$\gamma_v(\delta) = \beta(\delta)/\beta = 1/\beta*|{L(\delta)-L(\delta+\Delta\delta)}/\Delta\delta| (= \gamma_F(\delta))$$

$$\gamma_d(\delta) = 1/\beta*|{L(\delta)-L(0)}/\delta|$$

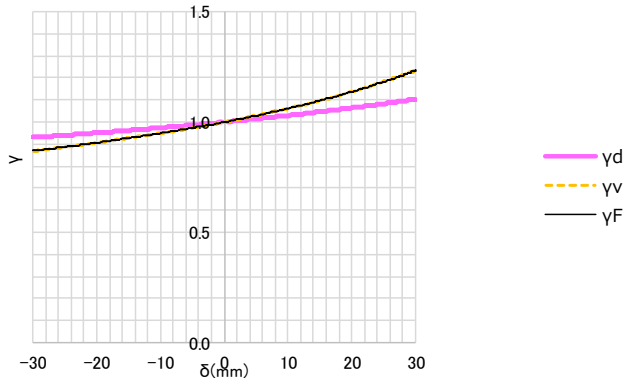
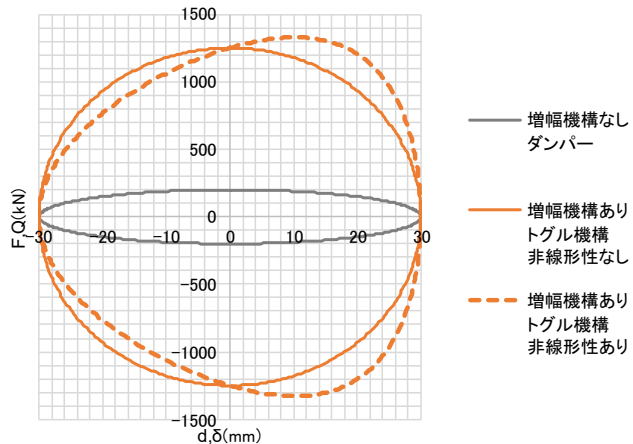
ただし、

$$\beta(\delta) : \text{増幅倍率の一般式} (= |{L(\delta)-L(\delta+\Delta\delta)}/\Delta\delta|)$$

$$\beta : \text{増幅倍率}(\delta=0) (= \beta(0) = |{L(0)-L(\Delta\delta)}/\Delta\delta|) \text{ (Vol. 17)}$$

もう一度減衰力－変位関係に戻り、幾何学的非線形性を考慮したトグル機構の減衰力－層間変位関係において、機構減衰力が最大値を示すのは、ダンパー減衰力 F が最大値を示す時刻($\delta=0\text{mm}$)ではなく、非線形性が最大値を示す時刻($\delta=30\text{mm}$)でもなく、その中間の時刻（この例では δ =約10mm）となります。

したがって、装置設計用荷重または周辺部材設計用荷重を算定する際に、割り増し計算を行う前の装置設計用荷重または周辺部材設計用荷重に、トグル機構の幾何学的非線形性による倍率変動 γ の表(Vol. 97)の値を乗じるのは、 $\delta=0$ の減衰力に $\delta=\delta_{\text{max}}$ の非線形性を乗じることになり、過大な設計となります。適切な値を求めるためには、図に示しているようにトグル機構が取りうる全ての状態を考えて、それぞれの状態において値を求めた上で最大値を見つける必要があります。これが幾何学的非線形応力計算の正体になります。



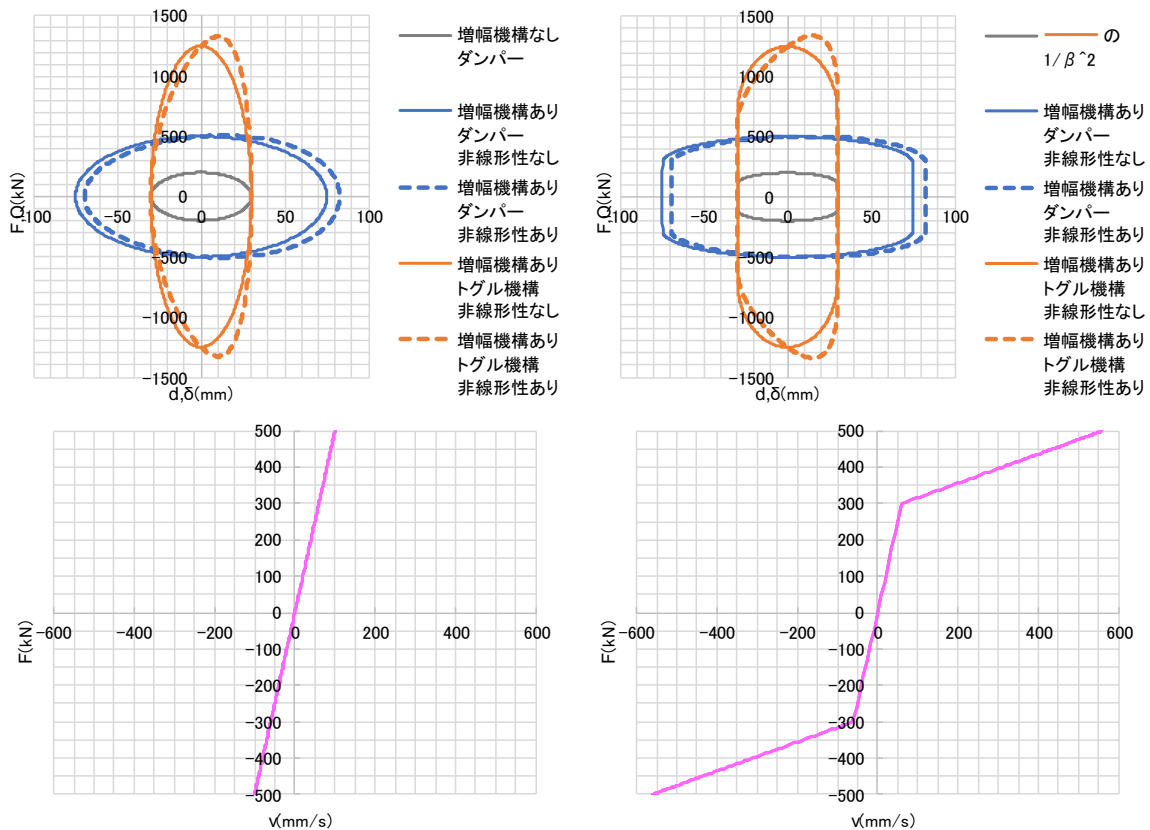
非線形性	増幅機構なし		増幅機構あり			
	ダンパー		ダンパー		トグル機構	
	横軸	縦軸	横軸	縦軸	横軸	縦軸
なし	δ	$F(\delta)$	$d(=\beta\delta)$	$F(d)$	δ	$Q(\delta)(=\beta^2F(\delta))$
あり	灰色線	青実線	青破線	青破線	橙実線	橙破線

油圧ダンパーの減衰力－速度関係

減衰力が速度に比例する油圧ダンパーにおいて、減衰力/速度で表される比例定数 C を減衰係数と言います。減衰係数 C の油圧ダンパーが変位振幅 d_{max} で角振動数 ω の正弦波振動をすると、油圧ダンパーの速度振幅 $v_{max}=\omega d_{max}$ 、最大減衰力 $F_{max}=Cv_{max}=C\omega d_{max}$ となります。一方、増幅倍率 β のトグル機構が層間変位振幅 δ_{max} で角振動数 ω の正弦波振動をすると、ダンパーの変位振幅 $d_{max}=\beta\delta_{max}$ 、速度振幅 $v_{max}=\omega d_{max}=\omega\beta\delta_{max}$ 、最大減衰力 $F_{max}=Cv_{max}=C\omega\beta\delta_{max}$ となります。

よってトグル機構に組み込まれた油圧ダンパーは、油圧ダンパー単体と比較して、変位が β 倍、減衰力が β 倍され、減衰力－変位関係において横軸にも縦軸にも β 倍されることから履歴面積は β^2 倍となります（左上図青実線）。これだけでもトグル機構によって油圧ダンパーによるエネルギー吸収量を大きくしていることが解りますが、その上さらに履歴面積を増やすために、減衰力が速度に比例する油圧ダンパーでは最大変位 d_{max} 、最大減衰力 F_{max} の楕円で描かれている減衰力－変位関係を、最大変位 d_{max} 、最大減衰力 F_{max} の四角形に近づけます（右上図青実線）。

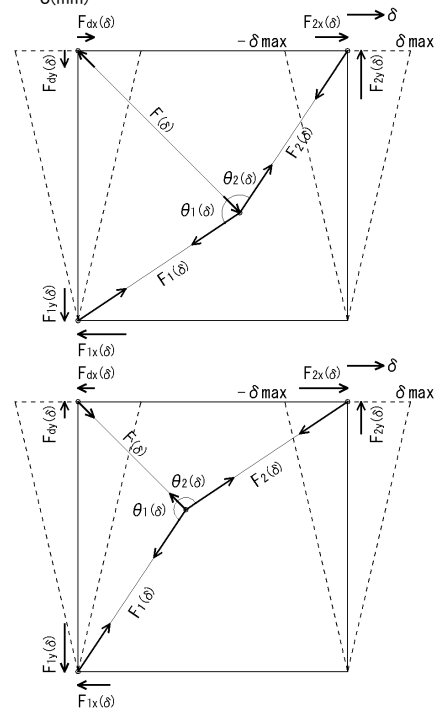
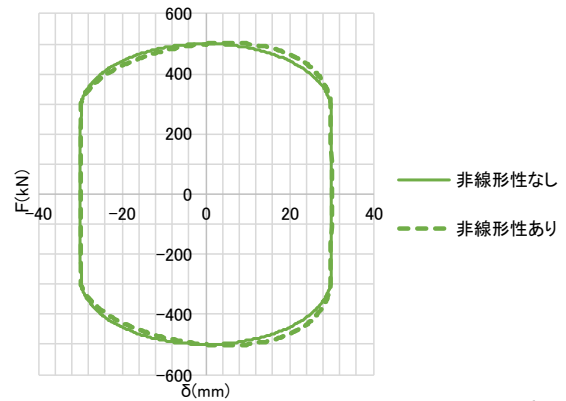
油圧ダンパーの減衰力－変位関係を四角形に近づけるためには油圧ダンパーの減衰力－速度関係が完全剛塑性になれば理想的ですが、実際には勾配 C_1, C_2 、降伏点 F_y を持ったバイリニアとします（右下図）。



トグル制震構法で実際に用いられている、減衰力－速度関係がバイリニアである油圧ダンパーが組み込まれているトグル機構の減衰力－層間変位関係を示します（右上図橙線）。非線形性がある場合の機構減衰力が最大値を示す時刻は、減衰力－速度関係がリニアである場合と比較して変位の大きい側にずれており、機構減衰力の値も若干大きくなります。したがって、装置設計用荷重または周辺部材設計用荷重を算定する際の幾何学的非線形応力計算では、油圧ダンパーの減衰力－速度関係(C_1, C_2, F_y)も織り込まなければなりません。

幾何学的非線形応力計算における角振動数の仮定

減衰力-変位関係は、層間変位 δ とダンパー減衰力 F の関係についても描くことができるため、ダンパー減衰力 F は変数を層間変位 δ とした関数として表すことができます。また2本の腕それぞれのダンパーとのなす角 θ_1, θ_2 も層間変位 δ の関数になります。ここで腕交点での釣り合いを解くことにより2本の腕それぞれの軸力を求めることができ、続けて2本の腕及びダンパーによる水平方向及び鉛直方向の機構減衰力を求めることができます。これらの軸力、機構減衰力とも全て層間変位 δ の関数になります。したがって幾何学的非線形応力計算を行う際の層間変位 δ は、トグル機構が取りうる全ての状態として0から始まり→層間変位振幅 δ_{max} →0→ $-\delta_{max}$ →0で終わる一周について考える必要があります。



仮に層間変位 $\delta = \delta_{max} \sin \omega t$ の正弦波振動を考えると、角振動数 ω を与えなければなりません。角振動数 ω としては建物の1次固有角振動数とすることが考えられますが、地震時の応答には高次振動も含まれるため、建物の1次固有角振動数を用いることが危険側になる場合があります。一方、油圧ダンパーの減衰力-速度関係は既知であり、設計用限界減衰力と設計用限界速度も規定されていることから、油圧ダンパーの性能から定まる速度振幅 v_{max} が得られます。そこで正弦波振動の角振動数 ω として v_{max}/d_{max} （ダンパーの変位振幅 $d_{max} = \beta \delta_{max}$ ）を仮定します。角振動数 $\omega = v_{max}/d_{max}$ を仮定することにより、正弦波振動は層間変位振幅 δ_{max} （変位振幅 d_{max} ）かつ速度振幅 v_{max} となり、変位と速度のどちらも想定しうる最大値を取ります。むしろ変位と速度のどちらもが想定しうる最大値を取るようにならざるを得ないのが、角振動数 $\omega = v_{max}/d_{max}$ であると言えます。

$$\delta = \delta_{max} \sin \omega t = \delta_{max} \sin(v_{max}/d_{max})t$$

$$d = \beta \delta = \beta \delta_{max} \sin(v_{max}/d_{max})t = d_{max} \sin(v_{max}/d_{max})t$$

$$v = d' = (v_{max}/d_{max})d_{max} \cos(v_{max}/d_{max})t = v_{max} \cos(v_{max}/d_{max})t$$

層間変位及び速度の最大応答値が目標層間変位及び（油圧ダンパーの）設計用限界速度以下であることが地震応答解析によって担保されていることから、角振動数 $\omega = v_{max}/d_{max}$ の仮定は常に安全側であり、角振動数 ω が建物の1次固有角振動数と大きく異なるほど、層間変位または速度の最大応答値が δ_{max} または v_{max} を下回る度合いが大きくなります。

油圧ダンパーの減衰力-速度関係は既知であり、減衰力が決まればすなわち速度が決まることから、幾何学的非線形応力計算に層間変位振幅 δ_{max} と速度振幅 v_{max} を与える代わりに層間変位振幅 δ_{max} と最大減衰力 F_{max} を与えることもできます。

更新履歴

2020年4月

Vol. 99	・表と式を追加して説明を補った。
---------	------------------

2019年10月

Vol. 10	・油圧ダンパーの重量を表すa,b,cの値がTGK500CとTGK850で逆になっていたのを訂正した。
Vol. 12, 13	・シートを追加し、クレビスをP1クレビスとP3クレビスに分け、P1クレビスとP3クレビスの図を追加した。 ・表にピン穴径と球面軸受け穴径（Vol. 13のみ）を追加した。
Vol. 14	・Vol. 13が追加されたことにより、以後のシートのVol.を1後ろにずらした。 ・ピンシャフトと球面軸受けの図を追加した。
Vol. 28~51 Vol. 54~77 Vol. 78~79	・表の値を訂正した。
Vol. 80~83	・表の値を訂正した。 ・標準外品の鋼管（○-216.3x35, ○-232.0x50）を用いた場合の重量を追加した。
Vol. 85,86	・Vol. 28~51, 54~77, 78~79, 80~83の値の変更に伴い、設計条件と値を変更した。
Vol. 87	・Vol. 28~51, 54~77, 78~79, 80~83の値の変更に伴い、値を変更した。
Vol. 88	・Vol. 28~51, 54~77, 78~79, 80~83の値の変更に伴い、値を変更した。 ・間接接合部の重量を求める式を訂正した。
Vol. 99	・第1段落に説明を補った。

2019年4月

Vol. 1~100	・新規
------------	-----

