

● 静的荷重増分解析により免震支承材の引き抜き検討を行いたい

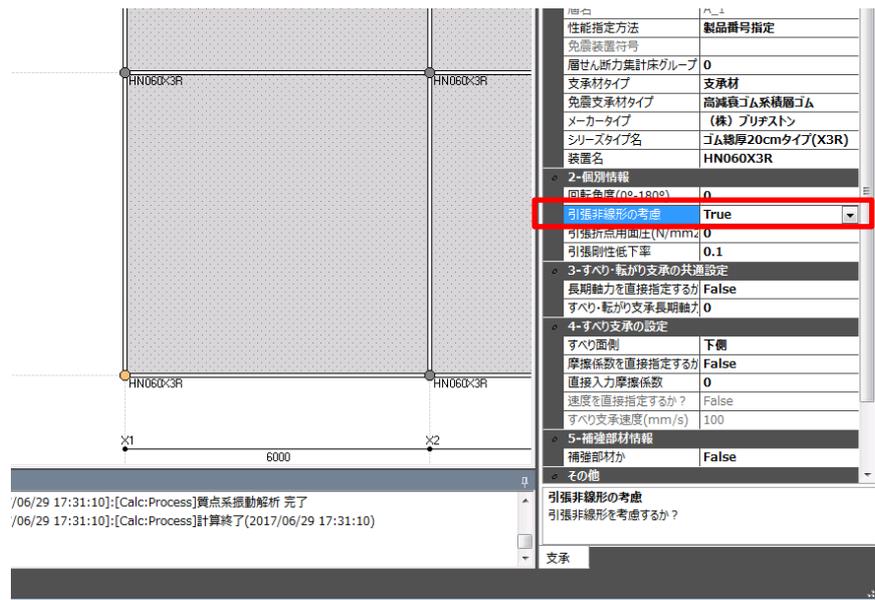
免震支承材の引き抜き検討を行う場合、質点系振動解析による設計を行っている場合には軸力の検討において静的荷重増分解析結果を用いることとなります。その際、引き抜きが厳しい支承材については引張非線形を考慮して支承材に作用する引張力を低減させたい場合があります。通常の引き抜き検討においては水平動と上下動による軸力を応力重ね合わせすることで検討を行いますが、引張非線形を考慮する場合には単純な応力重ね合わせで評価を行うことができません。本資料では静的荷重増分解析を用いて面圧検討する場合に、上下動係数による影響を加味して評価する方法を示します。

【ステップ】

1. 免震建物モデルを作成し、引張非線形を設定します。
2. 応力計算条件を設定します。
3. 静的荷重増分解析条件で初期応力の荷重倍率を設定します。
4. 免震設計条件で上下動係数を設定します。
5. 質点系振動解析を行います。
6. 免震設計計算書を出力します。

1. 免震建物モデルを作成し、引張非線形を設定します。

免震建物モデルを作成し、引張非線形を設定します。引張非線形は引張非線形の考慮を「True」にしたうえで、剛性低下開始面圧、剛性低下率を設定します。



2. 応力計算条件を設定します。

「応力計算条件」→「応力条件1」→「許容応力度計算時の応力解析方法」で「弾塑性解析応力結果」にチェックを入れます。後述する設定により、免震支承材の検討を「質点系振動解析結果を用いる」とした場合には、支承材の軸力については許容応力度設計時の短期軸力をベースにします。そのため、引張非線形を考慮するためには許容応力度設計を弾塑性解析で行っておく必要がありますので、この設定が必要になります。

応力計算条件

応力条件1 応力条件2 応力条件3 応力条件4

水平外力

X方向外力の作用角度 θ (度)

※外力の作用角度 θ は反時計回りを正とします。Y方向外力は $\theta+90^\circ$ とします。

採用する水平荷重

地震荷重
 風荷重

※応力図に表示、または、断面算定時に検討する水平荷重を選択します

許容応力度計算時の応力解析方法

弾性解析応力結果 杭一体解析結果
 弾塑性解析応力結果

柱の軸変形

鉛直・水平で考慮
 水平のみ考慮する
 水平のみ考慮する (免震層のみ鉛直・水平共に考慮する)

長期応力の解析方法

通常解析
 施工時解析

* 施工時解析を選択した場合、柱の軸変形は鉛直・水平共に考慮されます

OK Cancel

3. 静的荷重増分解析条件で初期応力の荷重倍率を設定します。

「静的増分解析条件」→「増分解析条件2」→「長期荷重による初期応力の考慮」で1.0から上下動係数を差し引いた値を設定します。これにより、鉛直荷重について上下動係数分をあらかじめ低減させた状態から静的荷重増分解析を開始できます。ここでは、上下動係数0.3Gを仮定して「0.7」を設定します。この設定については免震層設計条件の上下動係数と関連しますので、後述します。

※本指定は静的荷重増分解析に関する設定ですので、設定する場合には必要に応じて通常のモデルと別モデルとして管理するなど行ってください。

静的増分解析条件

履歴出力指定

増分解析条件1 増分解析条件2

架構設計変形時の設定

架構設計変形時を計算する

基準点の設定

	X方向	Y方向
<input type="radio"/> 変位(m)	0.5	0.5
<input checked="" type="radio"/> せん断力(kN)	10000	10000

目標点の設定

面積倍率 2

長期荷重による初期応力の考慮

長期荷重に対する倍率

初期応力を考慮する

初期応力は柱軸力のみ考慮する

等価1自由度系の計算

等価減衰定数 等価変位・等価加速度

段階的耐力喪失解析の設定

段階的耐力喪失解析を行う

外力分布

一定分布 MAP法 DB-MAP法

耐力喪失変形角

	下限	上限
柱	1/160	1/150
大梁	1/160	1/150
壁	1/160	1/150

※柱・大梁の耐力喪失を考慮する場合、柱および大梁のせん断破壊を「考慮する」にしておく必要があります。

Q-δ曲線の層間変位計算用節点位置

重心位置

剛心位置

反復計算

反復計算を行う

OK Cancel

4. 免震設計条件で上下動係数を設定します。

「免震層設計条件」→「免震層設計条件1」→「上下同係数の設定」で上下動係数の数値に実際に考慮したい上下動係数に対して2倍の数値を設定します。さらに、「引張側」のチェックをはずして圧縮側だけ上下動係数による軸力の加算を行うように設定します。

免震層設計条件

免震層設計条件1 | 免震層設計条件2

偏心率、固有周期計算用免震層想定変形

想定ケース数 3

No.	ケース名	免震層変形(mm)
1	微小変形時	20
2	レベル1変形時	200
3	レベル2変形時	450
4		
5		

振動解析結果を用いた検討

立体振動解析結果を用いる 質点系振動解析結果を用いる

上下動係数の設定

上下動係数 0.6 引張側 圧縮側

P- δ , Q-h付加応力算定に使用 免震部材面圧検定に使用

OTM低減係数の設定

OTM低減係数 X方向 1 Y方向 1

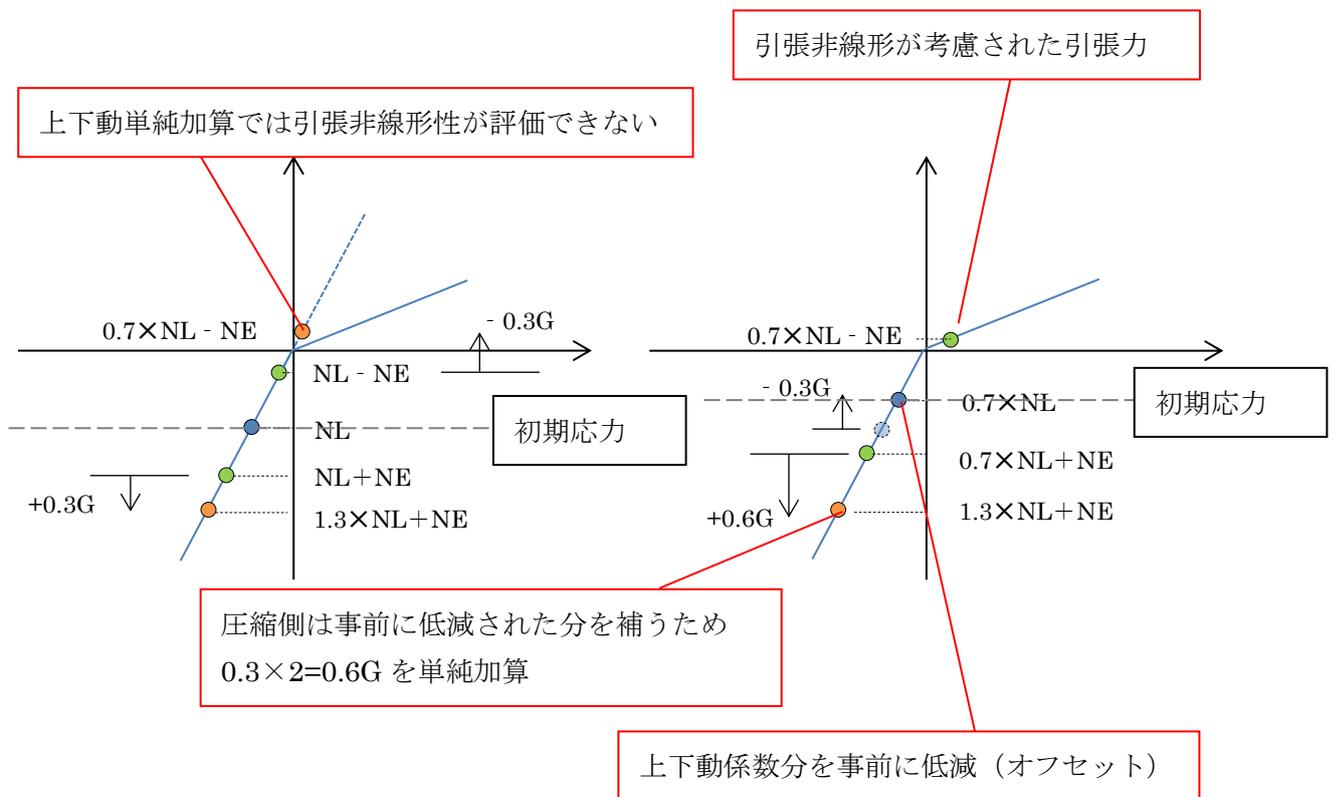
※P- δ 付加応力および質点系振動解析結果による面圧検定に使用されます。

免震層上下大梁設計時のP- δ , Q-hによる付加曲げモーメント

P- δ , Q-h付加曲げ計算用層間変位 450 mm

OK Cancel

この設定は、引張非線形による軸力の移行を考慮するための設定となります。上下動係数を支承材に生じる短期軸力に対して単純に加算する方法だと、引張非線形で剛性低下したことによる軸力の移行が考慮できません。そこで、あらかじめ長期軸力を低減しておき、そのうえで水平荷重による荷重増分解析を行います。その場合、あとで引張側に上下動係数を加算する必要がなくなるため引張非線形の効果が考慮できます。一方、圧縮側は長期軸力が低減された解析結果が求まるため、低減した分と圧縮側の上下動係数をあとで加算することで調整します。

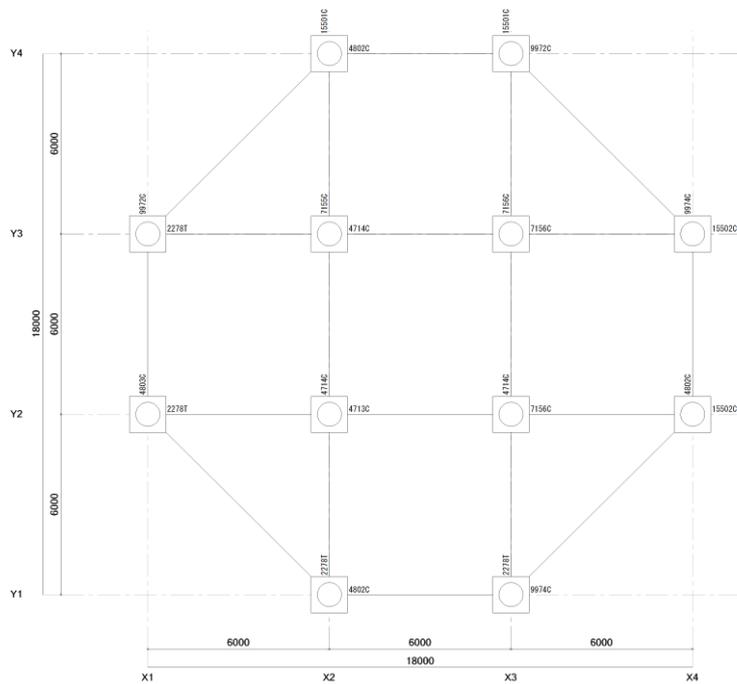


5. 質点系振動解析を行います。

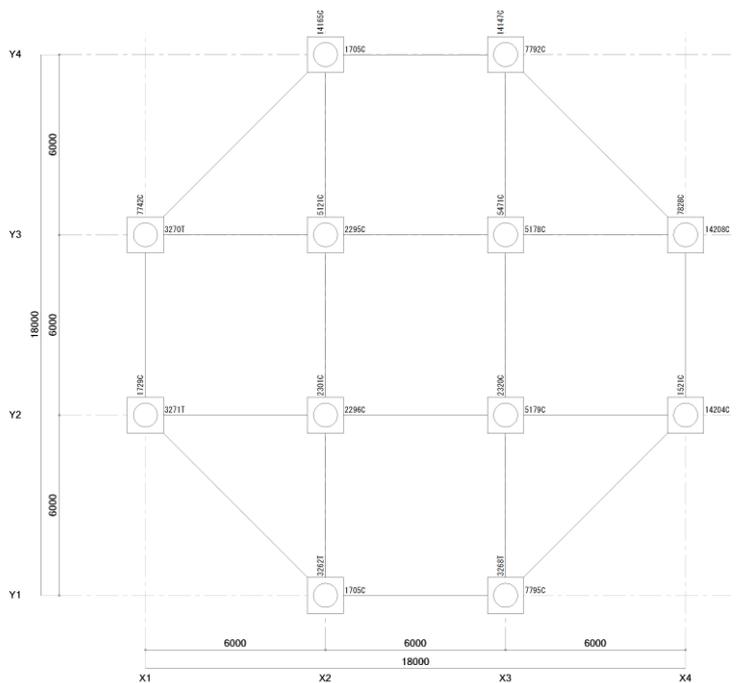
「計算・出力」→「計算実行」から質点系振動解析を実行します（層の復元力特性設定により質点系モデル骨格曲線が適切に設定されていることを前提とします）。

6. 免震設計計算書を出力します。

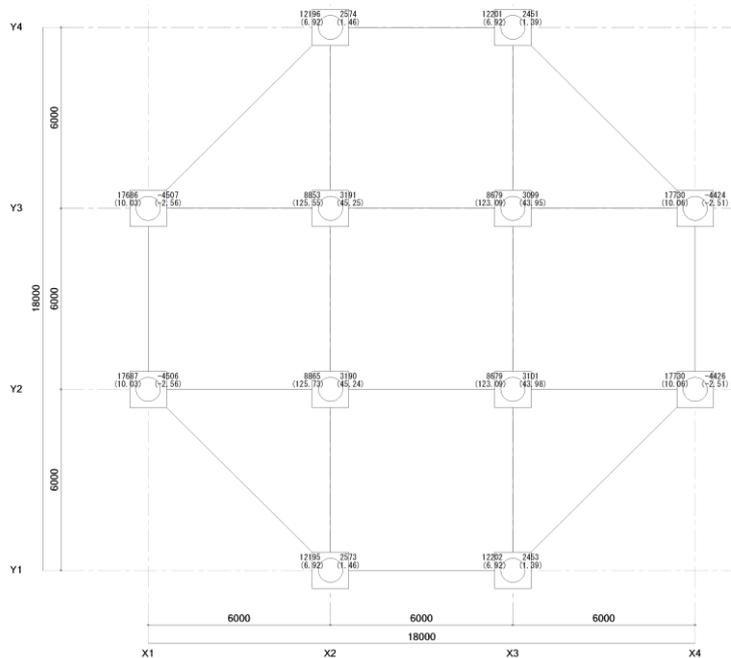
「計算・出力」→「免震設計計算書」から計算書出力を行います。引張非線形を考慮せず上下動係数を単純加算した結果と引張非線形を考慮して上下動係数を引張側にオフセットして解析した結果を比較します。結果として、圧縮側はほぼ同等、引張側は引張非線形を考慮したほうが引き抜き力を小さく評価できていることが確認できます。



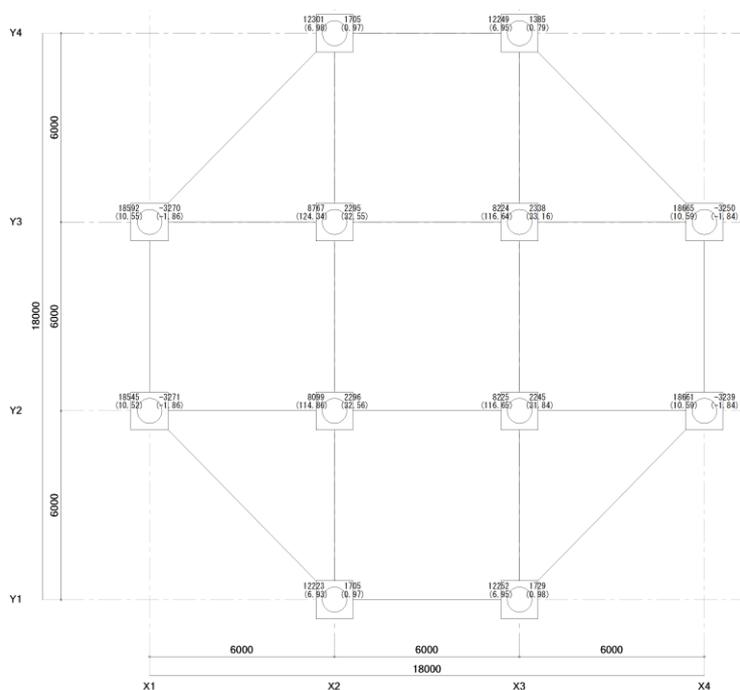
長期オフセットなし、上下動非考慮



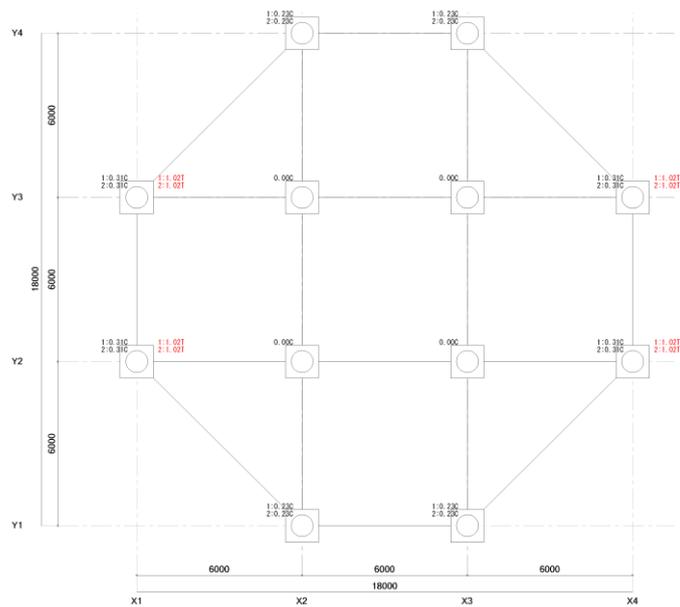
長期オフセットあり、上下動非考慮



長期オフセットなし、上下動考慮

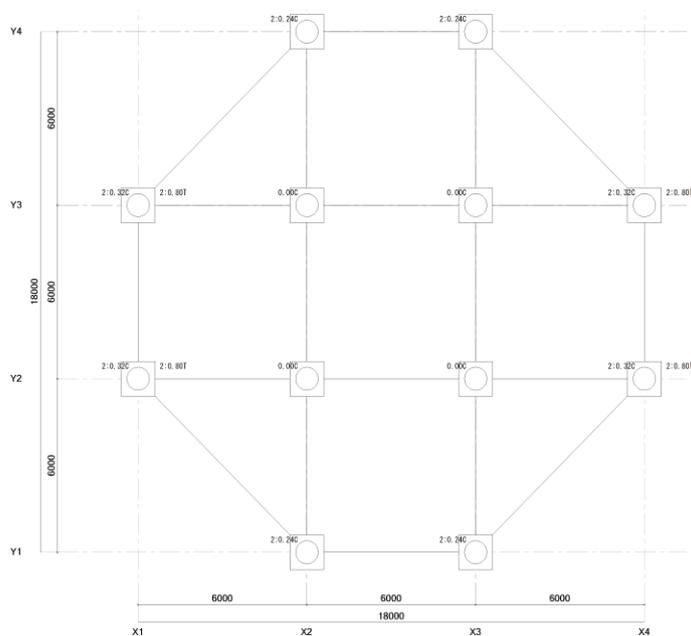


長期オフセットあり、上下動考慮



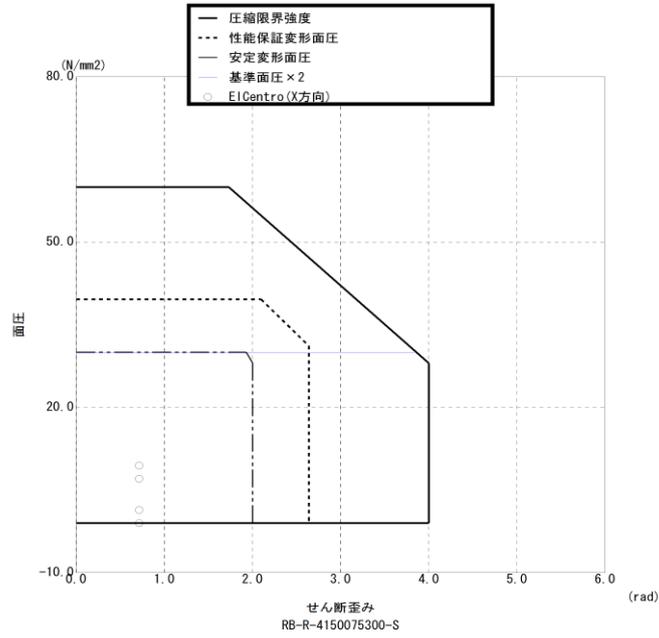
A_1 - 免震部材軸力検定値図 EICentro(X方向)

引張非線形考慮なし、上下動係数単純加算検定値

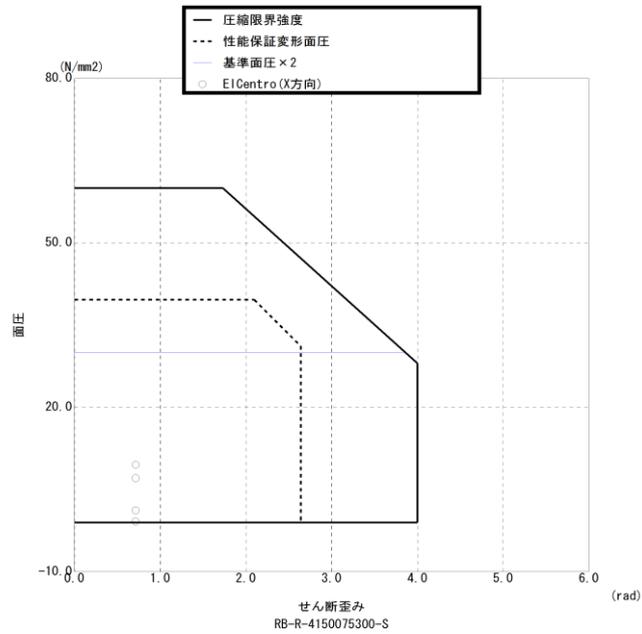


A_1 - 免震部材軸力検定値図 EICentro(X方向)

引張非線形考慮あり、上下動係数引張側オフセット検定値



引張非線形考慮なし、上下動係数単純加算



引張非線形考慮あり、上下動係数引張側オフセット

【まとめ】

- ✓ 引張非線形を考慮した軸力で支承材の面圧検討を行う場合、許容応力度設計時の応力解析を弾塑性解析としておく必要がある。
- ✓ 上下動係数を考慮した上で引張非線形の評価を行う場合には、単純加算だと引張側に対しては厳しすぎる評価になる場合がある。
- ✓ あらかじめ引張側の上下動係数を長期荷重から低減しておいた上で水平荷重を行えば、上下動係数の影響を考慮した上で引張非線形による引き抜きの評価が行える。