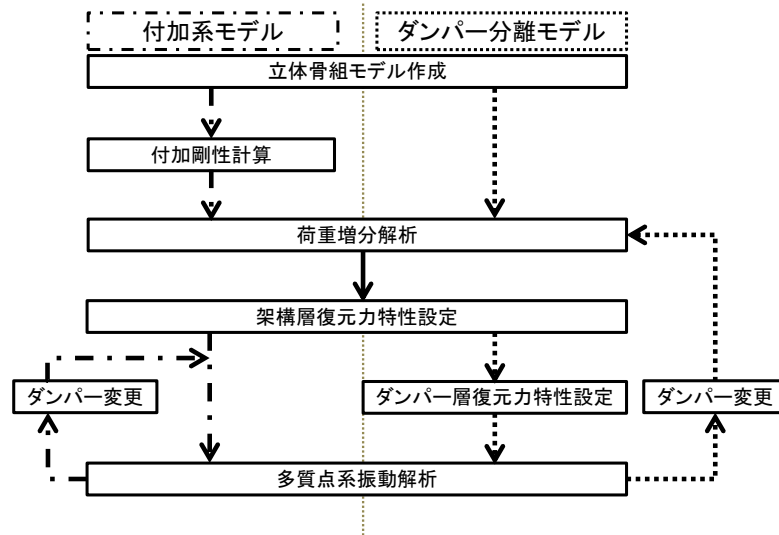


● 付加系質点系モデル*を作成したい

*パッシブ制振構造設計施工マニュアル

間柱ダンパーのようなダンパー部材は支持柱や周辺の大梁の剛性によりダンパーの実効変形が左右されるため、周辺部材の影響を適切に考慮しないとダンパーの効果を過大評価する危険性があります。立体モデルではこの影響は常に評価されますが、質点系モデルでこれらの影響を評価する方法としては主に2つの方法が挙げられます。1つ目は架構部分とダンパー部分のせん断力を分離し、2つの並列ばねにより質点系を構成するモデル（以下、ダンパー分離モデル）です。2つ目の方法が、「パッシブ制振構造設計施工マニュアル」に記載されている「付加系モデル」と呼ばれるモデルです。付加系モデルでは、周辺部材の影響を付加ばねという形で表現します。ダンパー分離モデルではダンパーを変更するたびに荷重増分解析を行う必要がありますが、付加系モデルでは架構自体を変更しない限りは質点系振動モデルだけでパラメトリックスタディを行うことができるというメリットがあります。ただし、付加ばねは弾性を前提としているため、周辺部材がRCの場合や弾性範囲内を超える応力が発生する場合には取扱いに注意が必要です。なお、本来の付加系モデルはダンパーごとに付加剛性を算出しますが、RESP-Dにおいては簡単のため各層ごとの付加剛性として集約した値を算出します。



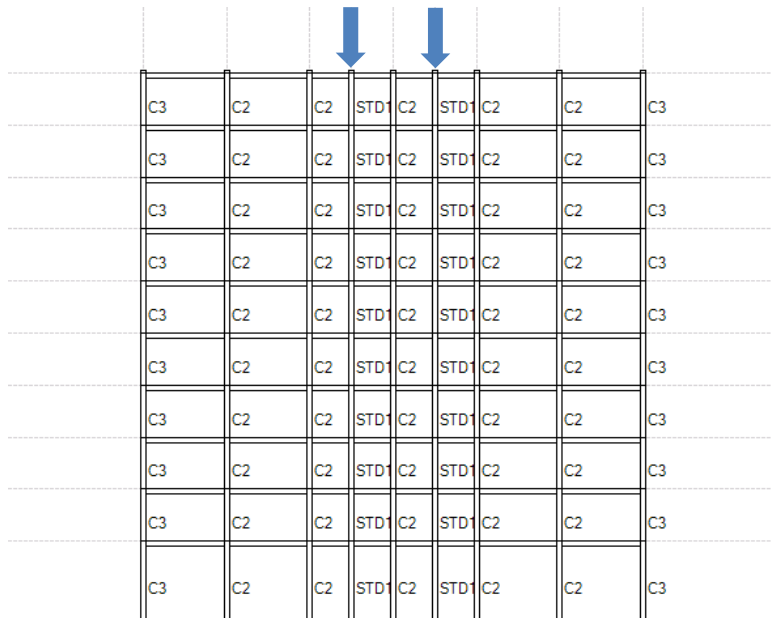
【ステップ】

1. 間柱ダンパーを配置したモデルを作成する。
2. 「応力計算条件」-「応力条件4」-「間柱ダンパーの取り付け剛性計算」
において、「状態N、状態R解析を行う」を指定する。
3. 「質点系振動解析条件」-「共通条件2」-「間柱型ダンパーのモデル化」
で「間柱ダンパーを付加ばねを介して質点間に接続する」を指定する。
4. 「層復元力特性設定」-「基本設定」の「間柱ダンパ保有付加剛性」を
入力する。

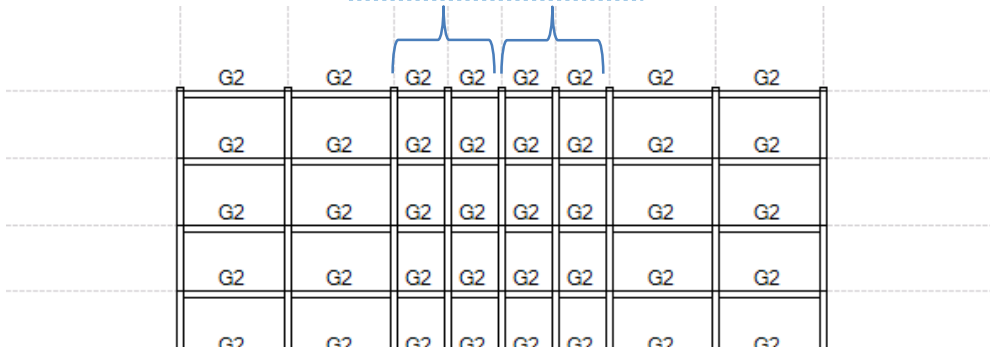
1. 間柱ダンパーを配置したモデルを作成する。

今回の例では、間柱型鋼材ダンパーを用います。「部材リスト」「免震・制振ダンパー」「間柱型鋼材ダンパー」を選択して間柱ダンパーを定義し、操作対象「柱」から配置します。もし軸を追加して間柱ダンパーを配置する場合は、大梁を分割して再配置する必要があることに注意してください。

No	符号	骨格曲線タイプ	第1折点 Q (kN)	α_2	降伏荷重 Q (kN)	α_3	ダンパー長さ H (mm)	せん断断面積 A_s (mm ²)	軸断面積 A_n (mm ²)	断面二次モーメント I (mm ⁴)	方向 (X or Y)	支持柱符号
1	STD1	バイリニア			150	0.001	750	6000	6000	1.000E12	X	C2

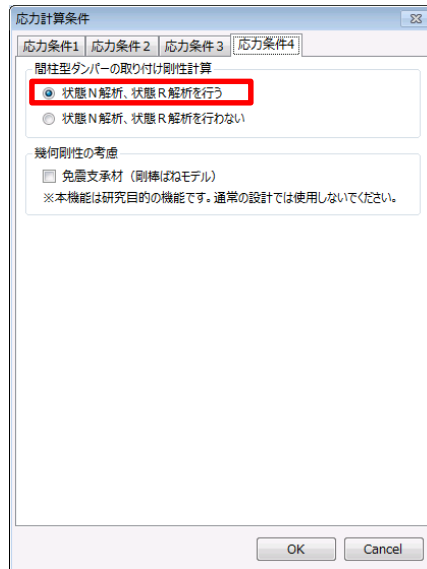


大梁を分割



2. 「応力計算条件」-「応力条件4」-「間柱ダンパーの取り付け剛性計算」

において、「状態 N、状態 R 解析を行う」を指定して、応力解析を行う。



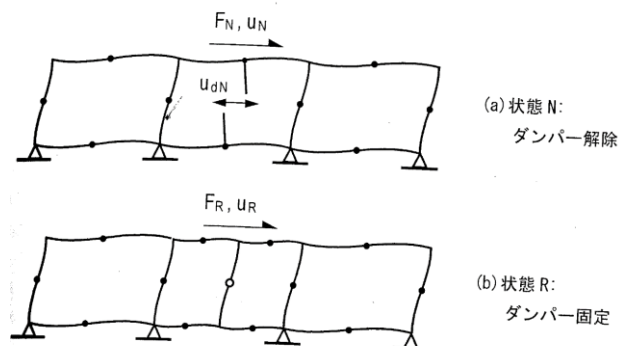
上記指定を行うと、応力解析時に間柱ダンパーのダンパー部を剛性 0 としたモデル (No-Damper, 状態 N) とダンパー部を剛としたモデル (Rigid-Damper, 状態 R) の静的線形解析を行います。結果より、以下の式で保有付加剛性を算出します。なお、RESP-D では保有付加剛性は各層で一つの保有付加剛性を仮定します。したがって、ダンパーが同じ階内でも配置箇所によりダンパーの実効変形が著しく異なると考えられる場合には注意が必要です。

$$K' = Q \times (1/\delta_N - 1/\delta_R)$$

Q : 層せん断力

δ_N : 状態 N による層間変位

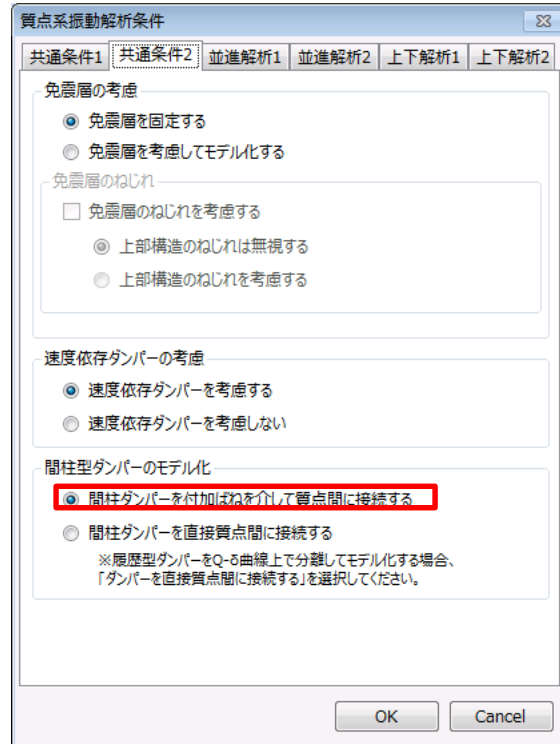
δ_R : 状態 R による層間変位



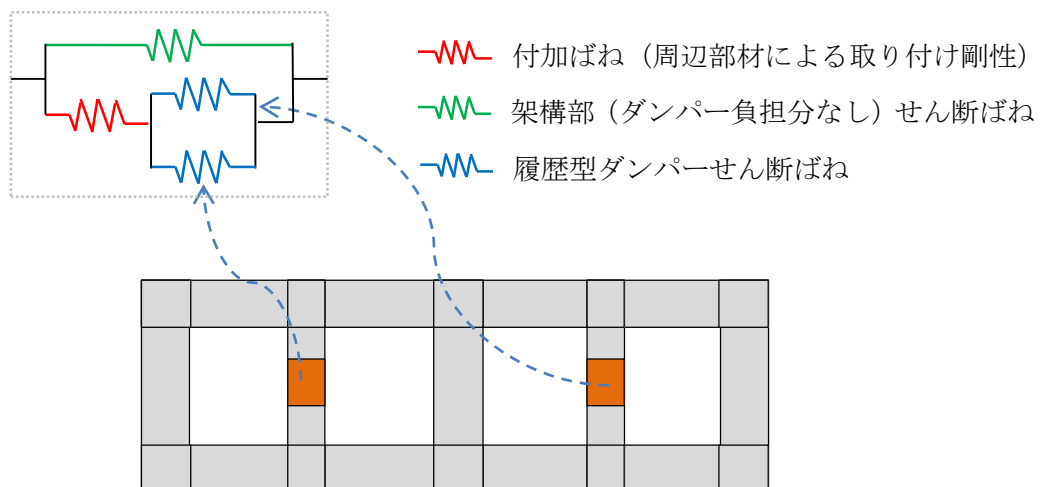
図はパッシブ制振構造設計・施工マニュアルより抜粋

3. 「質点系振動解析条件」-「共通条件2」-「間柱型ダンパーのモデル化」

で「間柱ダンパーを付加ばねを介して質点間に接続する」を指定する。



上記指定を行うと、間柱型ダンパーが付加ばねと直列に接続する以下のようなモデルが作成されます。



4. 「層復元力特性設定」-「基本設定」の「間柱ダンパ保有付加剛性」を入力する。

状態N, Rの解析指定を行ったのちに応力計算を実行すると、RESP-Dのデータが保存されているディレクトリ配下に下記ファイルが作成されます。

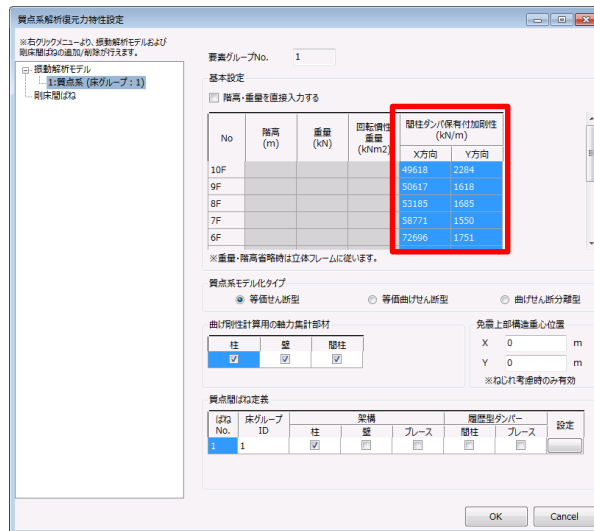
“<データ名>¥弾性解析¥<データ名>_studstiff.csv”

このファイルには、各層の付加ばね剛性が出力されます。

出力されている値を、「間柱ダンパ保有付加剛性」の欄に入力します。



床グループID	階	X+(kN/m)	Y+(kN/m)	X-(kN/m)	Y-(kN/m)
110F		49618	2284	49618	2284
19F		50617	1618	50617	1618
18F		53185	1685	53185	1685
17F		58771	1550	58771	1550
16F		72696	1751	72696	1751
15F		76495	1486	76495	1486
14F		80758	1219	80758	1219
13F		100219	1125	100219	1125
12F		98423	683	98423	683
11F		60041	209	60041	209



※右クリックメニューより、振動解析モデルおよび剛床制ばねの追加/削除が行えます。

振動解析モデル
1 剛床系 (床グループ: 1)
別床制ばね

対象グループNo. 1

基本設定
 階高・重量を連携入力する

No	階高 (m)	重量 (kN)	回転慣性 質量 (kNm ²)	間柱ダンパ保有付加剛性 (kN/m)	
				X方向	Y方向
10F				49618	2284
9F				50617	1618
8F				53185	1685
7F				58771	1550
6F				72696	1751

※重量・階高省略時は立体フレームに依ります。

質点系モデルタイプ
 等価せん断型 等価曲げせん断型 曲げせん断分離型

曲げ剛性計算用の軸力集計部材
柱 壁 間柱

質量上部構造重心位置
X 0 m
Y 0 m
※なしは考慮時のみ有効

質点制ばね定義

ばね No.	床グループ ID	架構	梁	ブレース	階層型ダンパー	ブレース	設定
1	1	柱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OK Cancel

間柱ダンパーの保有付加剛性の違いによる影響を確認するため、極めて剛に近い保有付加剛性を設定した場合と比較しました。エネルギー収支では履歴制振のエネルギー比率が37%と80%と大きく差が生じ、それが最大応答値にも表れています。

履歴制振の質点系モデル化についてはこのほかにも架構部と履歴ダンパーを並列ばねとして定義する「ダンパー分離モデル」もよく用いられます。各モデルの比較については、下記の論文でも検討を行っていますのでより詳しく調べたい場合はご参照ください。

間柱型制振構造物の多質点系振動モデル化に対する適用性の検討

履歴ダンパー解析・評価(1), 構造 II, 2014年度日本建築学会大会(近畿) 学術講演会・建築デザイン発表会

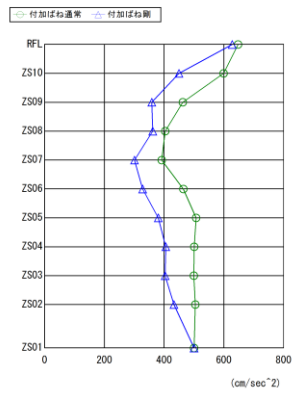
その1 ダンパー性能変動による適用性の検討

その2 ダンパー配置の不均一さと適合限界に対する検証

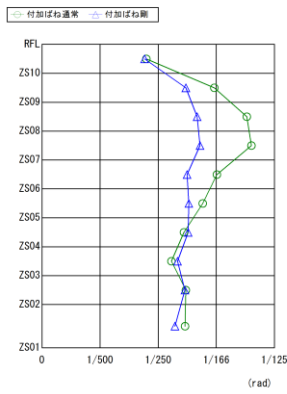
上：付加ばね通常 下：付加ばね剛

	最終エネルギー収支					
	運動	粘性減衰	粘性制振	履歴制振	ひずみ	入力
105						
106	9.311E+04	9.653E+05	0.000E+00	6.664E+05	3.228E+04	1.757E+06
108	(5.3005%)	(54.9476%)	(0.0000%)	(37.9345%)	(1.8374%)	(sum: 100.0201%)

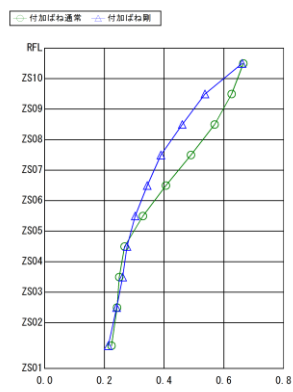
	最終エネルギー収支					
	運動	粘性減衰	粘性制振	履歴制振	ひずみ	入力
105						
106	5.571E+03	4.105E+05	0.000E+00	1.710E+06	5.100E+03	2.131E+06
108	(0.2614%)	(19.2650%)	(0.0000%)	(80.2305%)	(0.2393%)	(sum: 99.9962%)



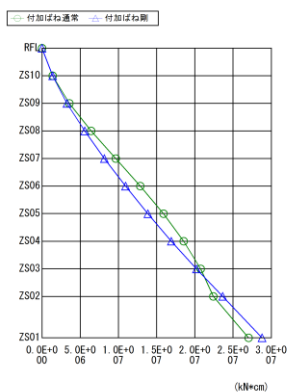
重心の最大応答絶対加速度 (cm/sec²)



重心の最大応答層間変形角 (rad)



重心の最大応答層せん断力係数



重心の最大応答転倒モーメント (kN*cm)