

柏崎刈羽原子力発電所7号機
建物・構築物の耐震安全性評価について

(第23/24回構造WGでの指摘事項に関する回答)

平成20年12月15日

東京電力株式会社

コメント内容

排気筒の応答は、ダンパーをつけることによって、どの程度かわったのか。
 (平成 20 年 11 月 28 日 耐震・構造設計小委員会構造 WG(第 23 回))

回答

ダンパー設置前後の構造について、代表として基準地震動 S_s-1 に基づく地震応答解析を実施し、最大応答加速度について比較した結果を図 - 1 に示す。
 その結果、応答値の増幅する排気筒上部で、ダンパー設置後の応答結果は、ダンパー設置前の応答と比較して、概ね 50% 程度に低減した結果となる。

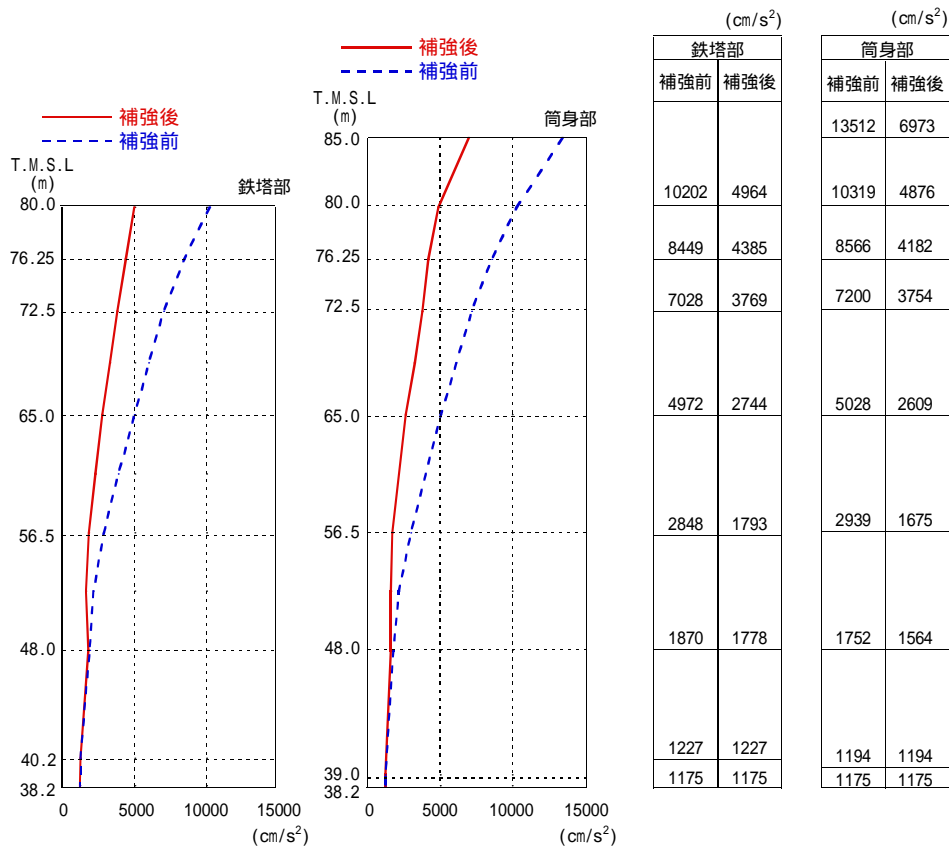


図 - 1 補強前後の最大応答加速度比較 (S_s-1)

コメント内容

排気筒のオイルダンパーは東西、南北のそれぞれの方向に効くように設置されているが、地震力が一方向のみに作用した場合、地震力と直交する方向のダンパーがたわむように思われる。たわみによって発生する応力は考えていないのか。

(平成 20 年 11 月 28 日 耐震・構造設計小委員会構造 WG(第 23 回))

回答

オイルダンパーの構造を図 - 1 に示す。

オイルダンパーの両端はボールジョイント構造となっており、軸方向のみに変形する構造である。したがって、地震力が一方向にかかった場合に、地震力と直交するダンパーはたわむことは無く、鉄塔部と筒身部の相対変位に応じてダンパーの伸縮が生ずることになる。(図 - 2 参照)

なお、解析モデルについても上記特性を示す軸方向のみの特性をもつばねとダッシュポットでモデル化している。

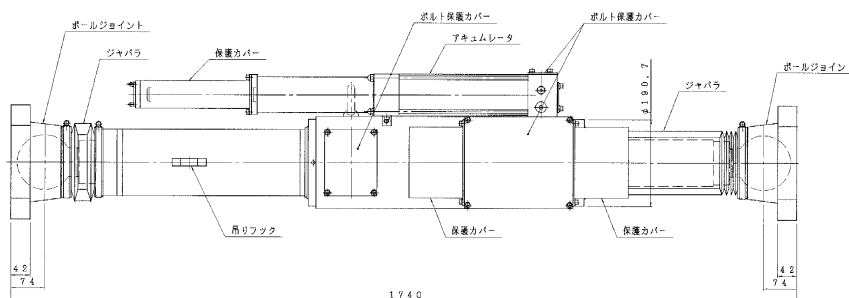


図 - 1 オイルダンパー詳細図

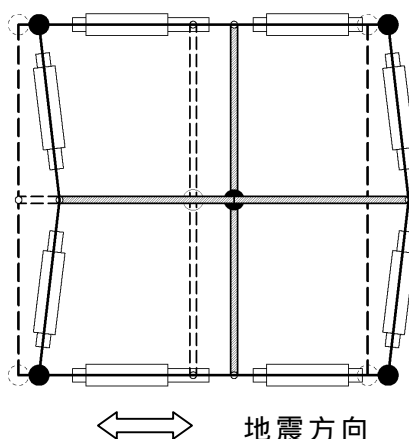


図 - 2 オイルダンパー変形状態イメージ

コメント内容

排気筒に対しては斜め 45 度入力をしていてその最大値を記載しているのか。
(平成 20 年 11 月 28 日 耐震・構造設計小委員会構造 WG(第 23 回))

回答

排気筒に対する斜め 45 度入力について、代表として基準地震動 S_s-1 に基づく建屋応答波を排気筒の解析モデルへ斜め 45 度方向に入力した結果を表 - 1 に示す。

斜め 45 度方向に入力した場合には、入力方向に沿った対角の支柱材の応答値が大きくなる傾向にあり、支柱材の応答比が最大で 0.86 となっている。

それに対して、 $S_s-1 \sim S_s-5$ の応答比の最大値は 0.88 (S_s-2 による応答結果) であり、傾向が大きく異なるものではない。

表 - 1 基準地震動 S_s に対する評価結果と斜め 45 度入力の比較

基準地震動 S_s (2008.11.28 構造 WG 資料より)											NS 入力 (S_s-1)		45 度入力 (S_s-1)	
箇所	部材	N	M	A	Z	c	b	fc	fb	c + b	fc + fb	fc	fb	fc + fb
		(kN)	(kN・m)	(cm ²)	(cm ³)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	fc				
鉄塔	支柱材	2546	146	124.1	1530	205.2	95.5	339	357	0.88	0.62	0.86		
	斜材	644	-	29.94	-	215.1	-	255	-	0.85	0.85	0.61		
	水平材	296	-	58.91	-	50.3	-	216	-	0.24	0.18	0.23		
筒身	-	305	4196	454	27200	6.8	154.3	198	211	0.77	0.76	0.77		

○コメント内容

コンクリート強度として実強度を使用しているが、設定方針について説明すること。(平成 20 年 11 月 28 日 耐震・構造設計小委員会構造 WG(第 23 回))

○回答

コンクリート強度については、建設時に日本建築学会『建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事』の規定に基づいて品質管理計画を立案し、コンクリート圧縮強度試験(材齢 91 日、中間管理として 28 日)を実施しており、7 号機建設時に実施した圧縮強度試験結果について整理を行った。対象とした総試験体数(7 号機分)は 1548 本で、それらの平均圧縮強度は 440kg/cm^2 (43.1N/mm^2)、最低値は 365kg/cm^2 (35.8N/mm^2)、最高値は 496kg/cm^2 (48.6N/mm^2) である。

一方、耐震安全性評価においては、中越沖地震に対する健全性評価時と同様の値を用いている。これは社内の建築設備点検時に採取したコンクリートコアの圧縮強度試験結果に基づいて設定したものである。(表 1)

建築設備点検時に採取されたコアの圧縮強度は、建設時のものと比較して、やや大きな数値となっているが、これは建設時から 10 年以上を経過して強度発現が進んだものであると推定される。

表 1. コンクリートコア圧縮強度試験結果および解析採用値

号機	部位	設計基準強度 (kg/cm^2) (N/mm^2)	実強度 (kg/cm^2)	解析採用値 (kg/cm^2) (N/mm^2)
3 号機	外壁	330 (32.3)	560	500 (49.0)
	内壁		473	
4 号機	外壁		513	
	内壁		501	
6 号機	外壁		677	
	内壁		516	
7 号機	外壁		613	
	内壁		572	

建築設備点検調査時のコア圧縮強度試験結果に基づく値

○コメント内容

応力図を見ると圧縮になっている要素の隣が引張になっているところが存在する。
この理由を説明すること。

(平成 20 年 12 月 9 日 耐震・構造設計小委員会構造 WG(第 24 回))

○回答

(1) トップスラブ部

トップスラブについては、図 - 1 に示すようにプールガード及びウエル壁が面外方向に取り付いている。プールガードを介して地震力がトップスラブに作用した場合、図 - 2 に示すようにプールの内と外では面外せん断力等の符号が逆転するため、応力は不連続であるように見える。面外せん断力その他、面内せん断力等にもこの傾向が見られる。

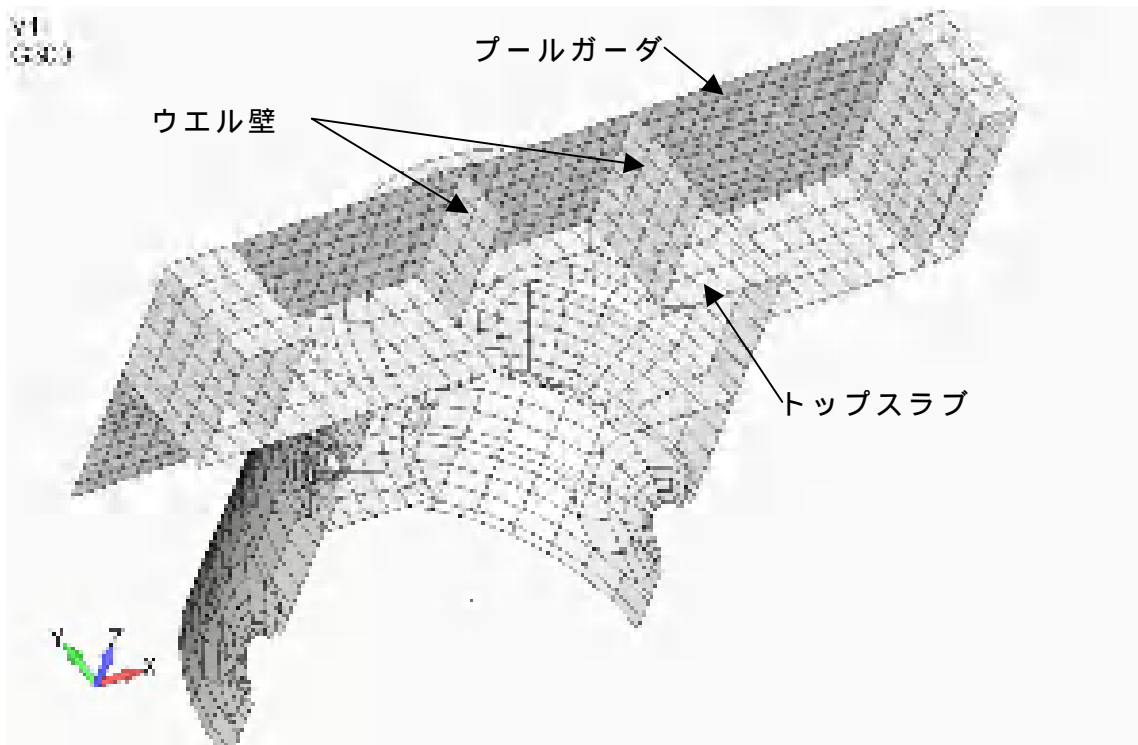


図 - 1 トップスラブ周辺の解析モデル状況 (0 ~ 180 °)

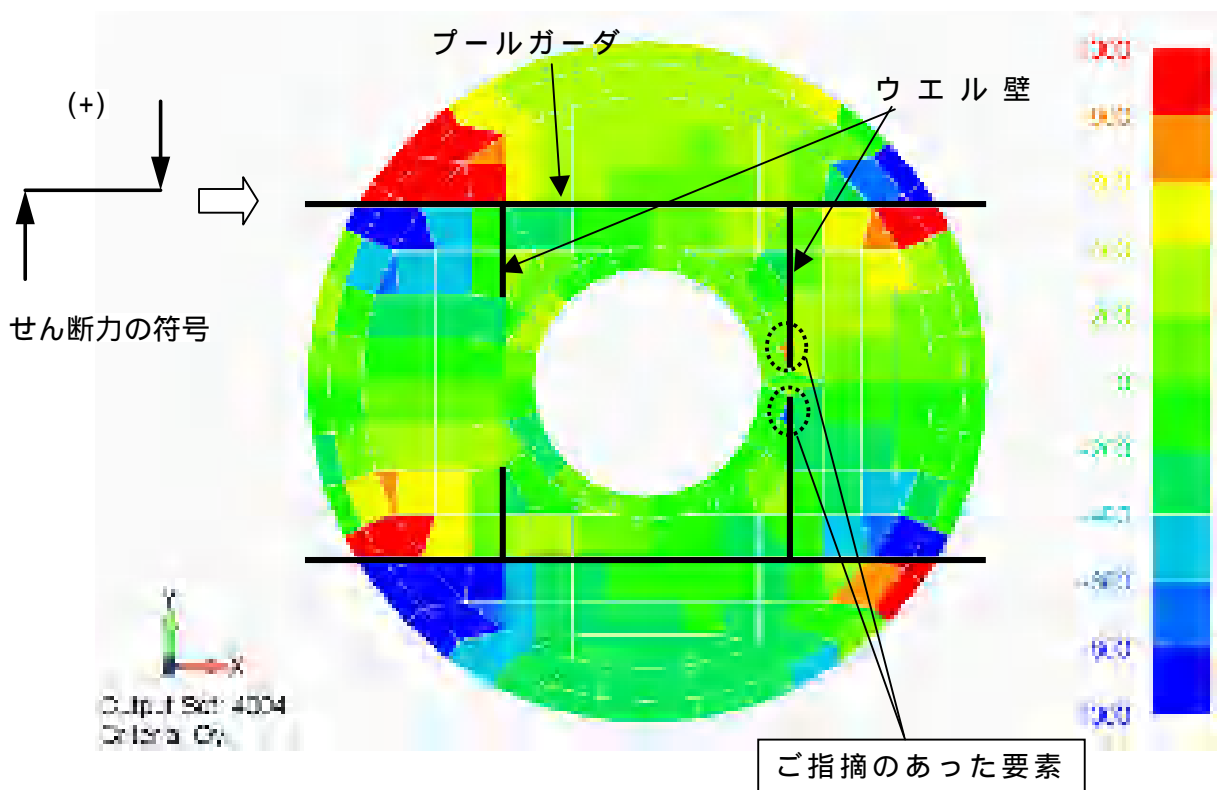
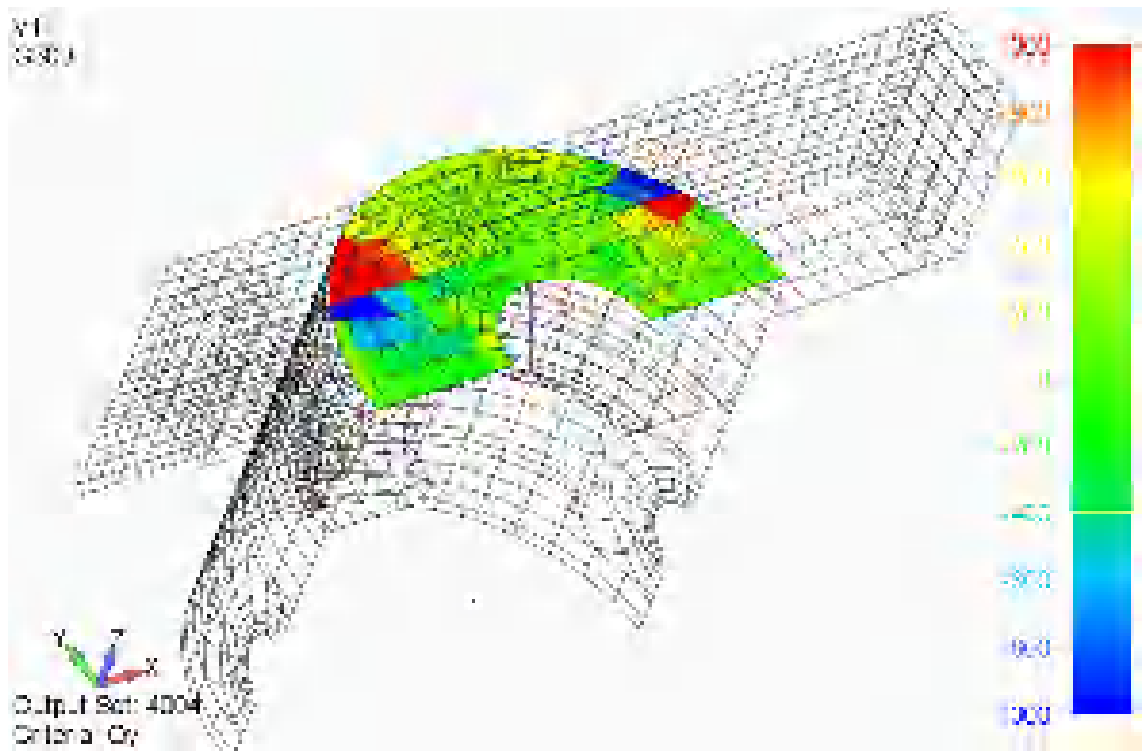


図 - 2 他部材の接合状況とトップスラブの面外せん断力 (Q_y)

(2)シェル部貫通部周辺

シェル部貫通部周辺の設計は、CCV規格のCVE-3531に規定された「貫通部の応力は開口の縁から開口の直径の3/4倍またはシェル厚の3/4倍のいずれか大きいほうを超えない範囲の平均応力を用いることが出来る。」に準じている。これは、鉄筋コンクリート構造の場合、開口近傍において応力集中による比較的大きな応力が生じたとしても、ひびわれの発生等による応力の再配分が行われるため、開口部周辺は構造体としての健全性を保持し得るという考えに基づくものである。現在のRCCVのモデルでは直径の3/4倍の範囲を3分割しており、平均化応力算定用としては、十分と思われる。

シェル部貫通部には、一般部の荷重の他に局所荷重としてペネトレーション反力が作用しており、部分的に応力が不連続である状況も生じている。

○コメント内容

RCCV底部とシェル脚部の反力のやり取りについて説明すること。
(平成20年12月9日 耐震・構造設計小委員会構造WG(第24回))

○回答

RCCVの脚部において、基礎スラブから伝達される力としては温度荷重のみを考慮しており、その他の荷重条件下では固定境界としている。これは、温度荷重以外では、基礎が剛であるためにRCCVに影響するほどの変形を生じないためである。

基礎スラブに対しては、RCCVの他RPVペデスタル、ボックス壁、中間壁位置でそれぞれの部材から伝達される荷重を考慮している。代表的な例として、地震荷重時と圧力荷重時にRCCVから伝達される力として考慮している荷重の模式図を図-1および2に示す。

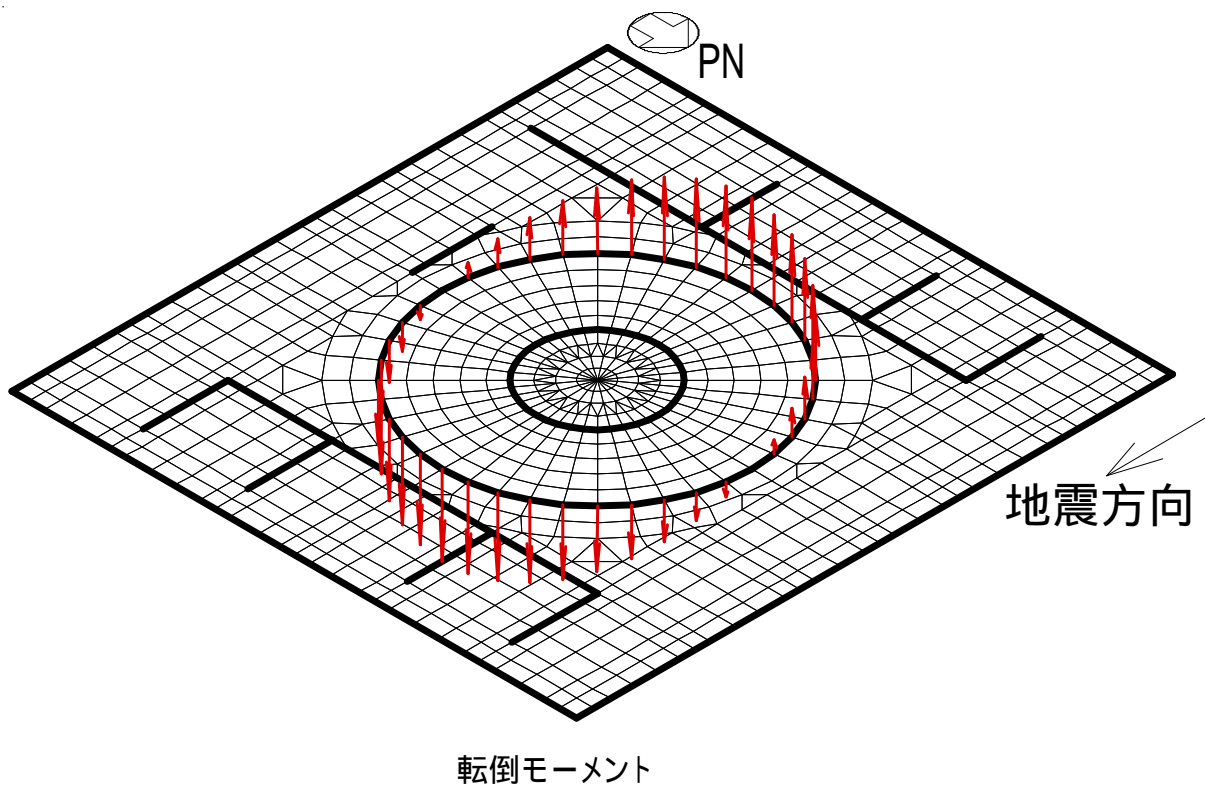
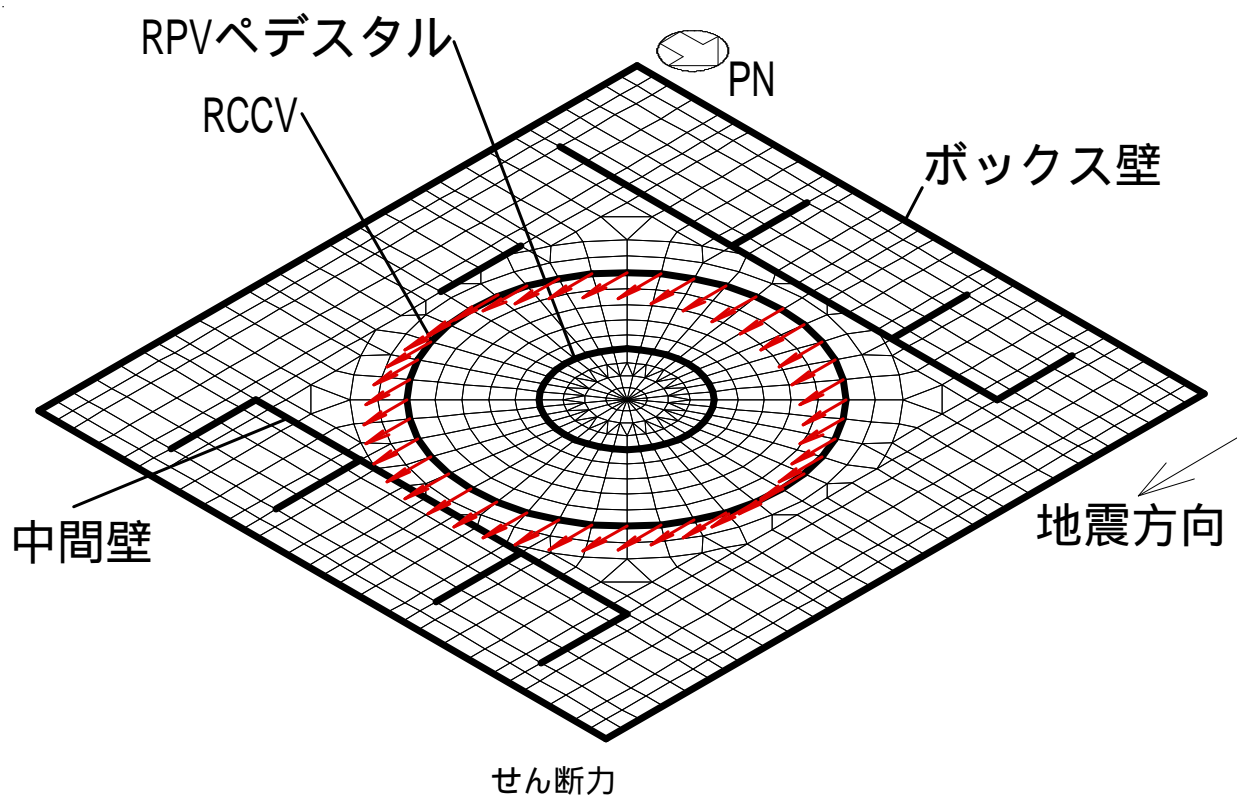
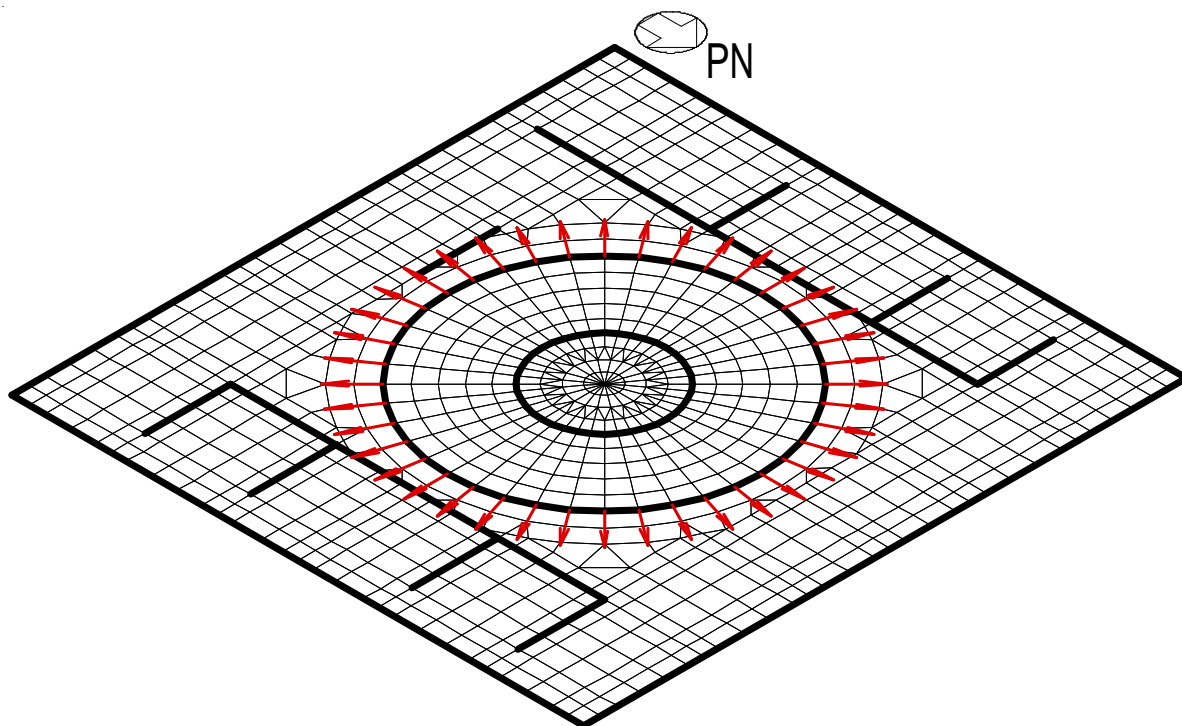
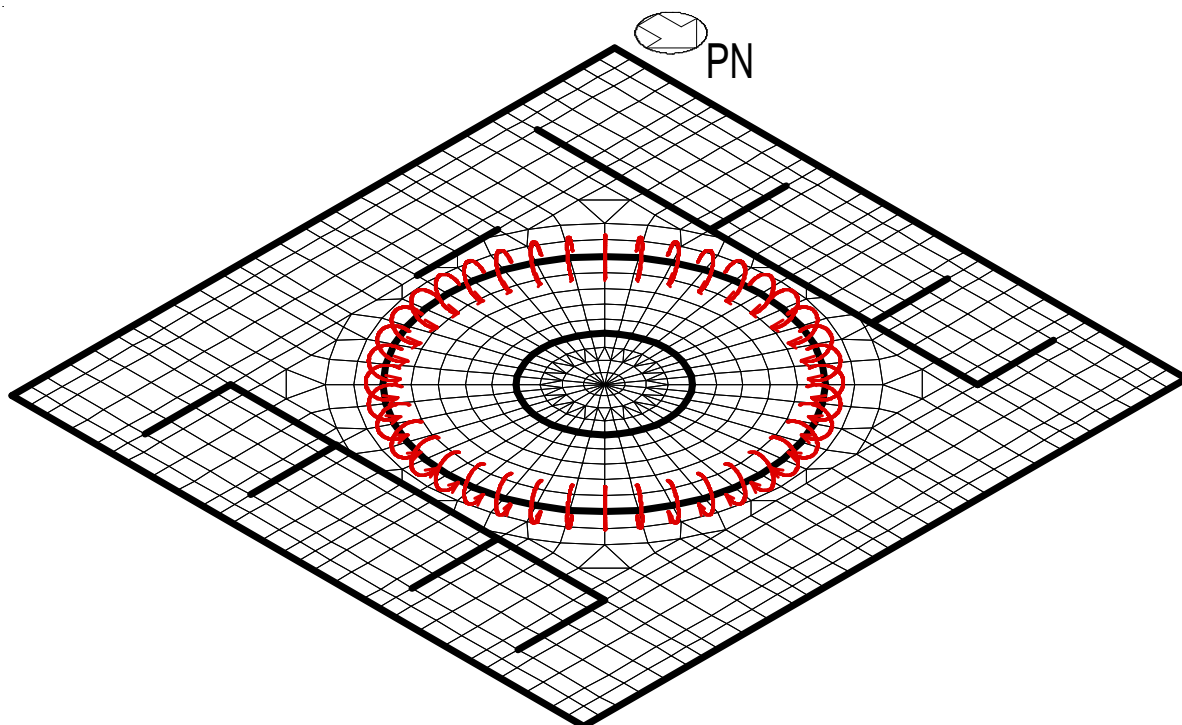


図 - 1 RCCV から基礎スラブに伝達される地震荷重



放射方向力



脚部個材曲げモーメント

図 - 2 RCCV から基礎スラブに伝達される圧力荷重