

女川原子力発電所2号炉 緊急時対策所の建屋構造変更について

平成30年3月6日
東北電力株式会社

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22)(1/10)

【指摘事項】

緊急時対策所を免震構造から耐震構造に方針を変更しているが、その経緯を提示すること。

【回答】(主な経緯について別紙1に示す)

1. 当初計画の概要

女川原子力発電所の緊急時対策所は、適合性審査申請時には、3号炉建屋内に設置した後、将来的に設置する免震重要棟に移設する計画としていた。免震重要棟は当初考慮していた基準地震動に対して耐震性を確保できる設計としていた。

2. 審査の進捗に伴う設備の見直し

(1) 設備の仕様変更・追加に伴う重量増加

① 空調設備, 通信連絡設備, プラント状態監視設備, 電源設備の耐震化

・当初, 免震重要棟に設置する機器については一般汎用品を使用することとしていたが, 機器の耐震性を示すためにより頑強に支持された耐震性を有する設備又は設置方法に変更。

② 建物内の加圧用ポンベ追加

・当初, 被ばく評価を保守的に行うために短時間(1時間)放出を志向していたが, 長時間(10時間)放出へ対応するためにポンベ容量を増加。

③ 竜巻対策の変更

・当初, 空調設備については修復性で対応することとしていたが, 更なる対策強化のために竜巻防護壁を追加設置。

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (2/10)

④ 遮蔽強化

- ・当初、申請号炉のみの発災を考慮していたが、将来的に停止号炉が稼働したときの場合も想定し、壁厚を増加。

(2) 基準地震動の増大・追加

先行プラントの基準地震動の策定に係る審査において、断層モデル波の追加や応答スペクトル波のかさ上げ等、申請時の基準地震動が大きく見直されており、女川においても同様の見直しが想定された。

3. 建屋の構造設計の見直し

設備・建物の仕様変更に伴う重量増加、および基準地震動の増大・追加に対して免震装置の設計見直しが必要となった。

また、将来の新知見に基づく追加要件にも対応していくためには、適切な構造上の設計余裕を確保する必要があると認識していた。

そのため、免震構造から耐震構造への変更を含めて、建屋の構造設計の見直しを行うこととした。

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (3/10)

4. 構造成立性の検討 (別紙2, 3, 4参照)

免震／耐震構造の特徴, 先行プラントの課題を踏まえ, 構造成立性について整理した。

(1) 免震構造の成立性

免震構造は、以下の課題があり、リスクになる。

- 先行プラントの審査において基準地震動の追加及び増大となる状況であり, 女川においても基準地震動が上ぶれした場合には, 支持構造の新規設計や性能実証が必須となることが考えられ, 十分な設計裕度を確保できない可能性がある。

(2) 耐震構造の成立性

耐震構造は、以下の対応を行うことにより基準地震動が上ぶれした場合でも, 耐震性を確保し, 機能を維持できる。

また, 将来的に従来の設計経験に基づく改造も可能である。

- 換気設備, 電源設備等の常設設備については, 原子炉施設で十分な実績のある強固な耐震構造とする。また, 通信連絡設備, 可搬型設備等で用いる汎用機器については, 加振試験による実証試験を行い, 耐震性を確認したものを配備する。
- 居住性については, 機器の適切な固定や固縛, 什器の転倒防止措置等により人への保護対策を十分配慮した設計とする。
- 免震構造の上部建物と同等以上の耐震性能を確保する観点から, 発生応力が短期許容応力度以下となる設計とする。

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (4/10)

5. まとめ

女川原子力発電所の緊急時対策所については、先行プラントの審査状況を踏まえた設計条件の変更や、将来の新知見への対応を考慮して、適切な構造上の設計余裕を確保するためには、免震構造から耐震構造へ設計を見直すことが必要と判断。

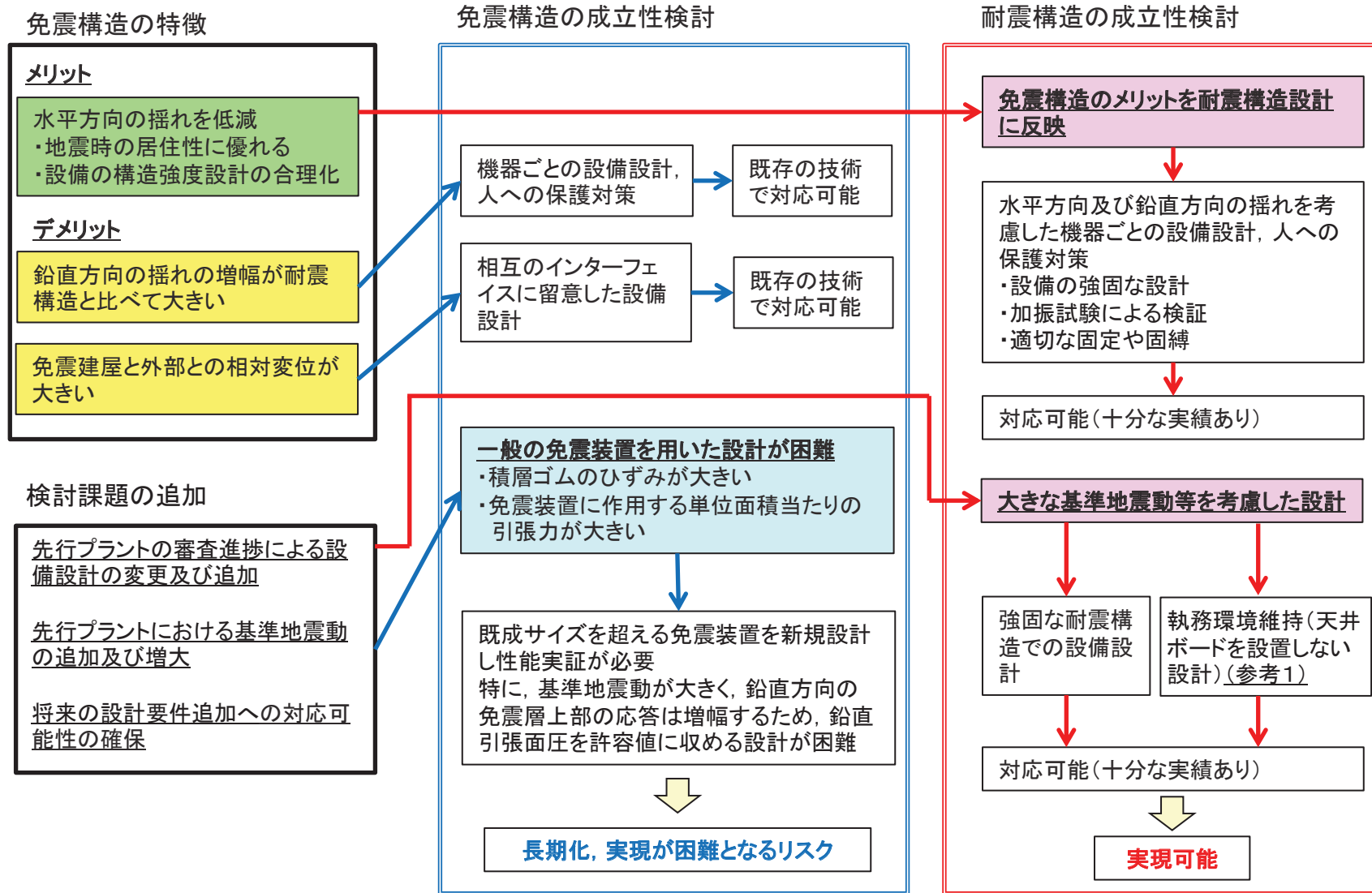
なお、免震構造の知見については今後もさらに収集を行っていく。

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (5/10) (別紙1)

緊急時対策所に係る主な経緯

時期	経緯
平成25年12月	女川原子力発電所2号炉の設置変更許可を申請 ・緊急時対策所を3号炉建屋内に設置 ・将来的に高台設置予定の免震重要棟に移設
平成27年2月	審査会合(当初申請内容の説明)
平成27年9月	3号炉建屋への設置を取り止め, 将来設置としていた高台の重要棟に一本化するとともに, 建屋を免震構造から耐震構造に変更する方針を社内決定
平成28年3月	プレート間地震による基準地震動を追加
平成28年3月	3号炉建屋内の設置を取り止め, 将来設置としていた高台の重要棟に一本化することを審査会合にて説明
平成28年4月	免震構造から耐震構造に変更することを審査会合にて説明
平成28年4月	基準地震動Ss-N1(震源を特定せず策定する地震動)を追加
平成28年12月	基準地震動Ss-D2(海洋プレート内地震)の見直し, Ss-F1,F2(プレート間地震),D3(海洋プレート内地震)を追加
平成29年8月	基準地震動Ss-D1(プレート間地震)の見直し, 基準地震動Ss-F3(プレート間地震)を追加

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (6/10) (別紙2)



免震構造と耐震構造の成立性検討

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (7/10) (別紙3)

免震構造の成立性

○ 先行プラントの審査において基準地震動の追加及び増大となる状況であり、女川においても基準地震動が上ぶれした場合、十分な裕度を確保できない可能性が考えられた。

・基準地震動の上ぶれや重量増による影響を試算すると、既製品として最大径の免震装置を採用しても許容値を超過。



既成サイズを超える免震装置を新規設計し性能実証が必要となる。

・耐震構造の場合は耐震壁の厚さや鉄筋量の変更により成立性を確保可能。



免震構造の上部建物と同じ耐震性能(発生応力 ≤ 短期許容応力度)とする。

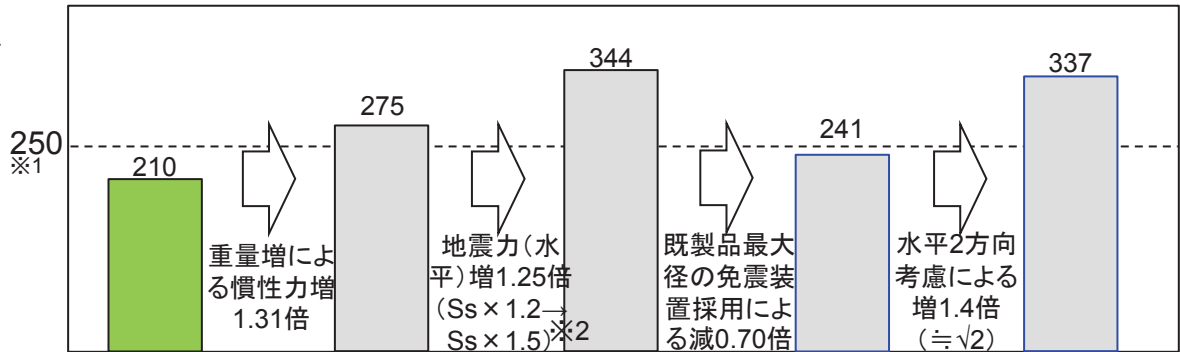
※1: 免震構造の試評価及び試設計例((独)JNES, 2014)における設計目標

※2: 免震層の固有周期帯における加速度応答スペクトルの、当初申請時Ssに対する見直し後Ssのおおよその比率に相当。

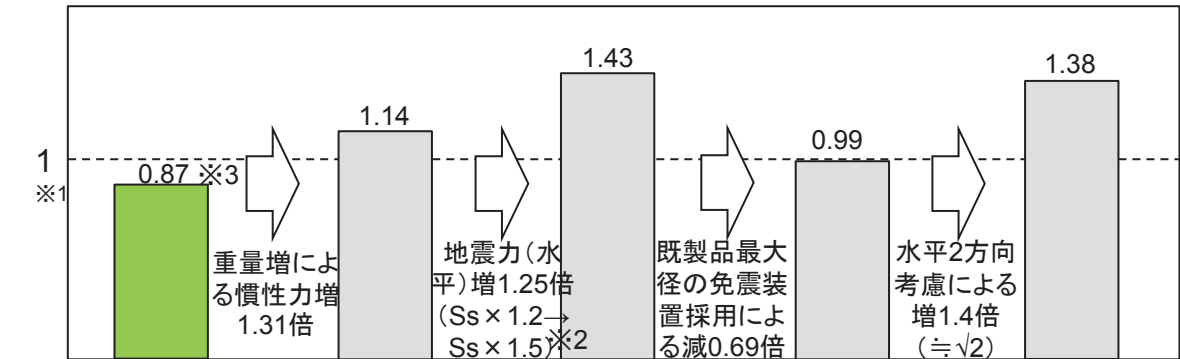
※3: 当初検討の鉛直引張面圧の最大時は、上向きに約1Gの鉛直加速度が発生しており、自重による面圧を打ち消していることから、鉛直引張面圧は水平動によるロッキングによるものと想定。

※4: 試算は当初検討と同じ免震装置の配置を前提とした。

水平せん断ひずみ(%)



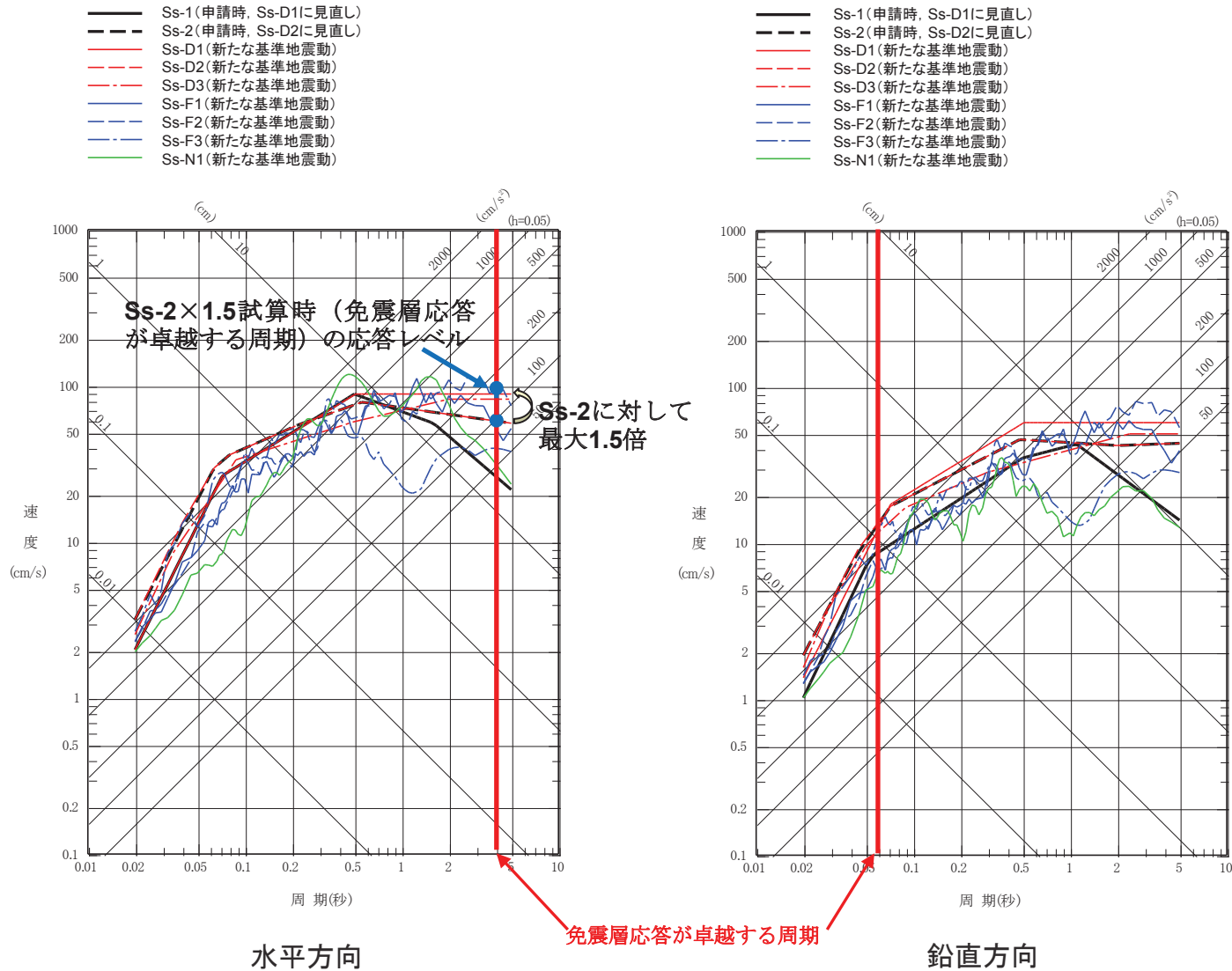
鉛直引張面圧(N/mm²)



上部重量:
入力地震動:
免震装置径:
多方向組合せ:

上部重量:
入力地震動:
免震装置径:
多方向組合せ:

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (8/10) (別紙4)



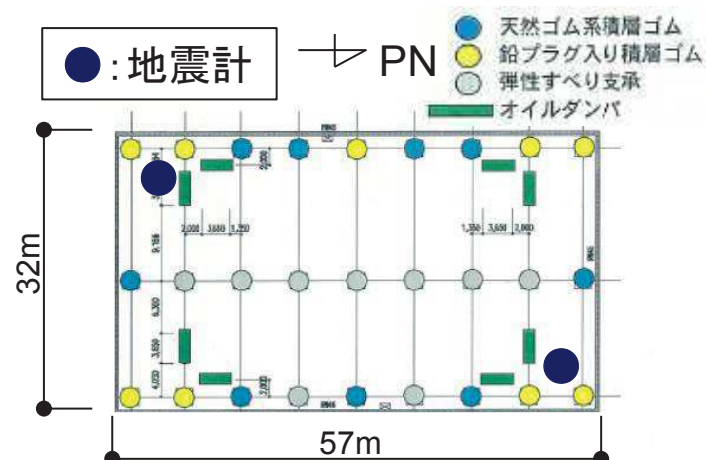
審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (9/10) (参考1)

地震時における免震構造と耐震構造の状況比較

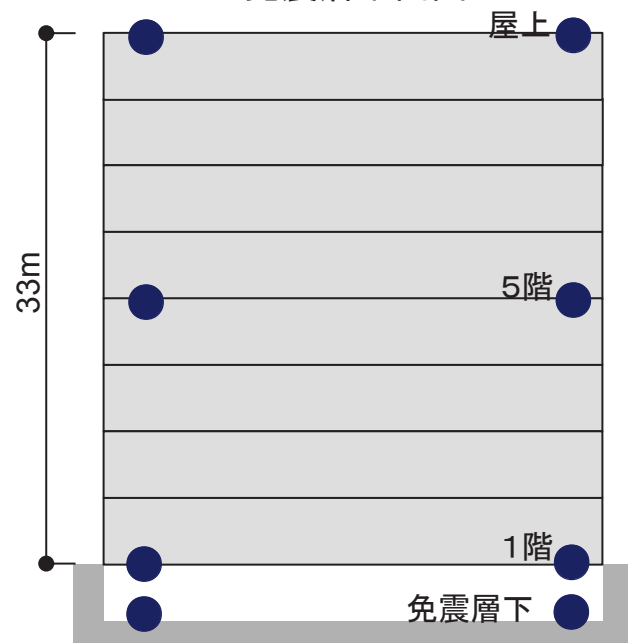
	地震時の状況※		設計への反映状況
	免震構造	耐震構造	耐震構造
	事務新館※参考2 (上部鉄骨造) 【震災当時, 建設中】	事務本館・別館※参考2 (鉄筋コンクリート造, 鉄骨鉄筋コンクリート造, 鉄骨ブレース補強)	緊急時対策所 (鉄骨鉄筋コンクリート造・ 一部鉄骨造)
構造	<ul style="list-style-type: none"> ・建屋に目視で確認できる残留変形は無かった ・基礎や梁, 接合部等の損傷は無かった →大きな被害なし (参考)免震層の水平せん断ひずみ250%以下・鉛直引張面圧1N/mm²以下を満足する設計 (参考) ・設計時:免震層下580Gal, 1階184Gal ・2013年8月4日宮城県沖の地震における観測記録(南側): (水平)免震層下144Gal, 1階63Gal (鉛直)免震層下43Gal, 1階70Gal 	<ul style="list-style-type: none"> ・建屋に目視で確認できる残留変形は無かった ・コンクリートの剥落や鉄筋の露出等は無かった →大きな被害なし (参考)保有水平耐力/必要保有水平耐力≥ 1.5として補強設計 	発生応力 \leq 短期許容応力度とする
意匠・設備	内装ボードの軽微な欠け (平成23年東北地方太平洋沖地震)	食堂天井ボードの一部落下 (平成23年4月7日宮城県沖の地震)	天井ボードは設置しない設計としている
執務設備	— (震災当時, 什器は未設置)	什器は固定により転倒無し	什器は固定による転倒防止措置を採用
備考	・震災当時, 地震計は未設置であり地震観測記録なし(現在は設置済)	・地震計は設置していないため地震観測記録なし	—

※被害状況は関係者に聞き取り

審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.22) (10/10) (参考2)

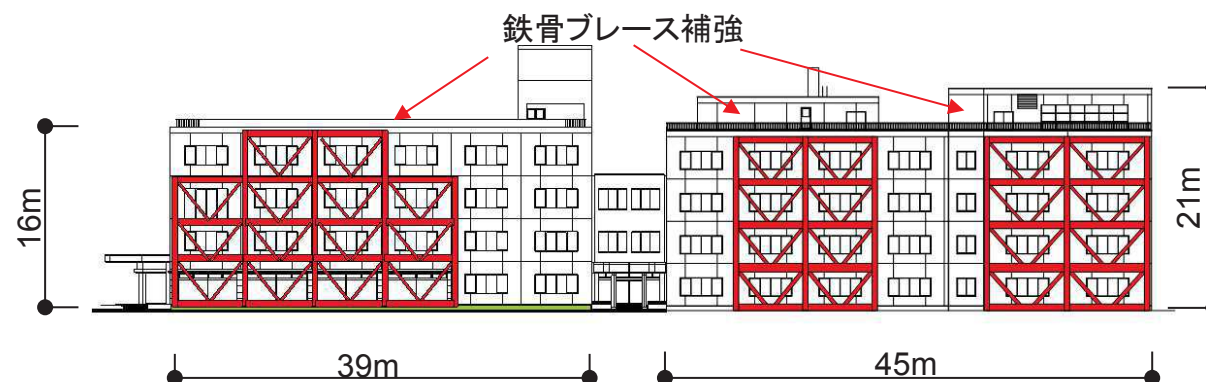


免震層平面図



断面図(南北方向)

事務新館 地震計配置



事務本館・別館立面図(東面)