

3. 研究報告

3.1 震災時における建物の機能保持に関する研究開発

3.1.1 実規模実験の実施

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

大地震時における救急救命、被災後の生命維持の拠点となる医療施設、および被災状況等の情報発信の拠点となる情報通信施設など重要施設の機能保持および耐震性向上を目的として、医療業界および建築業界の民間企業や学協会等と連携し、機能保持を目指した重要施設の地震対策指標と具体的な対策手法を取りまとめ、既存および新規施設の耐震対策として普及を促すガイドラインを示す。

(b) 平成22年度業務目的

- ・耐震構造と免震構造では、地震動の特性により揺れおよびそれによる被害の様相が異なるため、各構造のEーディフェンス実規模実験を実施する。耐震構造実験においては、直下型地震時の地震動における医療施設の機能低下を防止する対策を施し、災害医療を可能とする機能保持性能の向上を目指した検証・確認実験を行う。
- ・免震構造実験においては、海溝型地震時の地震動におけるキャスター付き機器等の可動・移動による被害低減のための対策を施し、災害医療を可能とする機能保持性能の向上を目指した検証・確認実験を行う。
- ・実験において、機能を保持するための方策が適切かつ有効に評価できるようパラメーターを設定するとともに、試験体や機器等の揺れによる応答量に関するデータ、機能保持性評価に利用する室内被害・機器被害状況に関するデータ、地震により揺れている最中の室内外の映像等を取得する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
独立行政法人防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター	主任研究員	佐藤 栄児	eiji@bosai.go.jp
	センター長	中島 正愛	naka@bosai.go.jp
	企画室長	井上 貴仁	dinoue@bosai.go.jp
	研究員	酒井 久伸	saki@bosai.go.jp
	客員研究員	福山 國夫	fuku-ku@bosai.go.jp
国立保健医療科学院	施設科学部長	笥 淳夫	takehi@niph.go.jp
	主任研究官	小林 健一	kenken@niph.go.jp
	研究員	小菅 瑠香	kosuge@niph.go.jp

(2) 平成22年度の成果

(a) 業務の要約

- ・ 地震動の特性による揺れおよびそれによる被害の様相を再現する耐震構造と免震構造でのE-ディフェンス実規模実験を実施した。耐震構造実験においては、直下型地震時の地震動における医療施設の機能低下を防止するための、機器の移動転倒抑制対策および物品散乱対策など各種地震対策を施し、機能保持性能の向上性について検証した。
- ・ 免震構造実験においては、海溝型地震時による免震構造の共振を考慮し、キャスター付き機器等の固定を中心とした対策を施し、機能保持性能の向上性について検証した。
- ・ 実験において、機能を保持するための方策が適切かつ有効に評価できるよう入力地震動等をパラメーターとし、試験体や機器等の揺れによる応答量に関するデータ、機能保持性評価に利用する室内被害・機器被害状況に関するデータ、地震により揺れている最中の室内外の映像等を取得した。

(b) 業務の成果

1) 試験体

a) 試験体概要

試験体は、一般的な医療施設を模した階用途構成とし、実大のスパン、階高を有する鉄筋コンクリート（以下、RC と略す）造4階建とした。また構造形式として、上部構造と震動台をボルトで緊結した場合の耐震構造、及びそれらの中に免震装置を介在させた場合の免震構造の2種類の試験体を採用した。試験体の主な仕様を表1に、試験体全景を図1に示す。

表1 試験体の主な仕様

項目	仕様
構造、階数	RC造 4階建
質量	760t
高さ	16.55m（耐震）、17.115m（免震）
床面積	10m×8m（1階あたり）



図1 試験体

本試験体は、繰り返しの振動実験に耐えられること、地震直後においても機能保持が求められる病院建築であるということ、および官庁施設の総合耐震計画基準¹⁾などを考慮し、現行の耐震基準における標準せん断力係数 0.2 を 1.5 倍した 0.3 として設計した。試験体の軸組図および床伏図を図 2 に、部材断面リストを表 2 に示す。試験体の総質量は 760t で、スパンは短辺方向 (X方向) 8m×1 スパン、長辺方向 (Y方向) 5m×2 スパン、階高は 1、3 階を 3900mm、2、4 階を 3400mmとした。3 階の階高が大きいのは、この階に設ける手術室に必要な天井高を確保するためである。柱については、建物 4 隅に 600mm×600mmの角柱、各隅柱の間には 2100mm×300mmの壁柱を配置した構造としており、この壁柱により局所階の崩壊を防ぎ耐震性能を高めている。

設計した試験体の荷重増分解析の結果を図 3 に示す。図には最大層間変形角 1/100 で定義した場合の保有水平耐力もあわせて示しているが、このときの層せん断力係数は 0.74～0.83 となる。これは、建築基準法で定める最低限の強度である保有水平耐力時の層せん断力係数 0.30～0.55 を上回るが、既存 RC 造建物の耐震診断資料等によれば、内外壁を有する低層の RC 造建物においてほぼ一般的な値である。

耐震構造の実験では、試験体の基礎梁と震動台を、PC 鋼棒 48 本のプレストレス力により接合する。試験体の設計時の 1 次固有周期は短辺方向 0.23 秒、長辺方向 0.24 秒である。

既存の免震支承として積層ゴム支承や滑り支承などがあるが、本試験体の免震構造では、現在の普及率などを考慮し、以下に示す 2 種類の免震システムを採用した。

1 つ目の免震システム (以下、「免震 1」という。) は、天然ゴム系積層ゴムと鋼製ダンパーを組み合わせた免震システムである。天然ゴム系積層ゴムは、免震支承として最も普及率が高く約 30%強を占めている。天然ゴム系積層ゴムとの組み合わせで用いる減衰装置としては、履歴型ダンパーが最も用いられており、ここでは代表例として鋼製ダンパーを採用した。装置の配置は、天然ゴム系積層ゴムを隅柱直下となる位置に 4 基、鋼製ダンパーを試験体中央部に 1 基とした。

2 つ目の免震システム (以下、「免震 2」という。) は、高減衰積層ゴムによる免震シス

テムである。高減衰積層ゴムはダンパー機能が積層ゴムと一体となっているため、省スペースで実現できる。同様のダンパー一体型の積層ゴムとして鉛プラグ入りがあり、普及率は、鉛プラグ入りが30%程度、高減衰が20%程度となっている。ダンパー一体型の積層ゴムの代表として、環境性も考慮し高減衰積層ゴムを採用した。高減衰積層ゴムの配置は、免震1の積層ゴムと同じ位置に4基とする。

各システムに用いた免震装置の仕様を表3に示す。なお、変位量30cmでの免震周期は、免震1で2.56秒、免震2で2.41秒である。これは、免震構造が建設された初期の免震周期が約2秒で、現状での免震周期が約3～5秒であるため、既存の免震構造の周期と同程度となっている。また、鉛直方向の固有周波数は、免震1が17.1Hz、免震2が20.3Hzである。

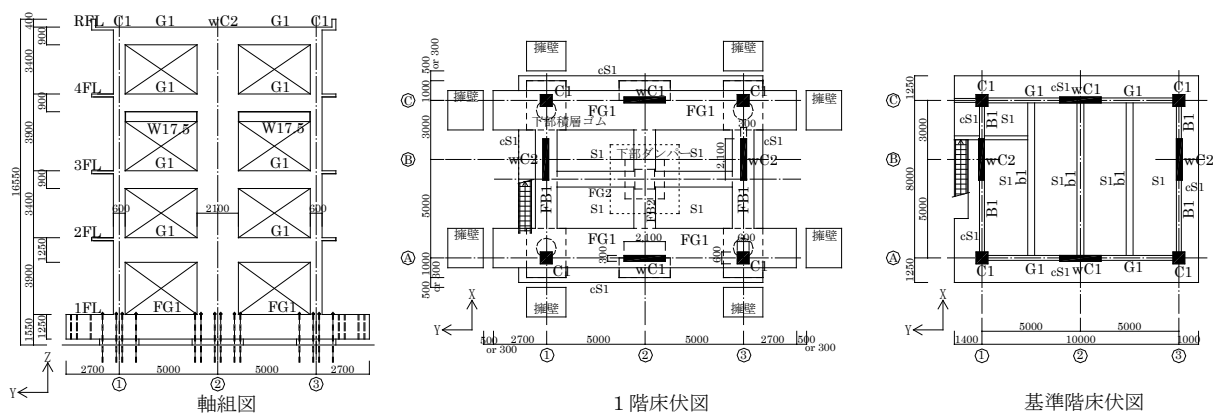
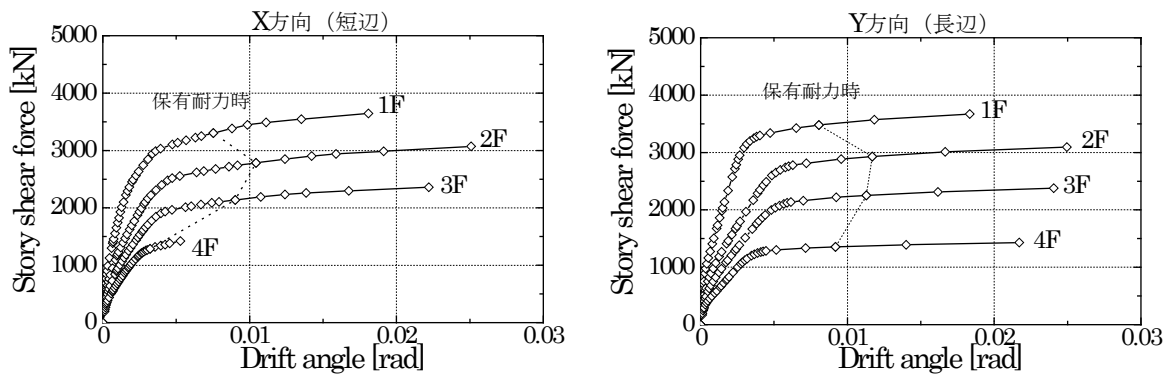


図2 試験体の軸組図および床伏図

表2 部材断面リスト

部材	寸法 [mm]
C1	600×600
wC1	2100×300
wC2	300×2100
G1,B1	(2F)250×1250,(3～RF)250×900
FG1,FB1,FB2	2000×1250
FG2	1250×1250
b1	300×750
S1,cS1	150



(a) X方向（短辺方向） (b) Y方向（長辺方向）

図3 荷重増分解析結果

表3 免震装置仕様

項目		仕様	
免震1	天然 ゴム系 積層ゴム	呼称（形式）	R30-1000
		ゴム外径[mm]	1,000
		ゴム総厚[mm]	285
		水平バネ定数[kN/m]	810
		鉛直バネ定数[kN/m]	2200×10^3
		鋼製 ダンパー	呼称（形式）
		ダンパー本数	6
		ダンパー板厚[mm]	40
		降伏せん断力[kN]	348
		初期剛性[kN/m]	12,500
		2次剛性[kN/m]	216
免震2	高減衰 積層ゴム	呼称（形式）	HH075X6
		ゴム外径[mm]	750
		ゴム総厚[mm]	200
		等価水平剛性*[kN/m]	1,370
		等価減衰定数*	0.24
	鉛直剛性[kN/m]	3090×10^3	

d) 試験体室内状況

試験体内の各階の部屋の配置を図4に、主な機器・設備等を図5に示す。1階に撮影室、情報通信室、2階に診察室、スタッフステーション、透析室、3階に集中治療室(ICU)室、手術室、4階に病室、情報通信室を設けた。一般の医療施設では重量がある医療機器を低層階に配置し、また滅菌の関係から手術室やICU室を中層階に配置することが多い。そのため、本試験体の縦方向の部屋の配置は、通常の医療施設と同様にしている。

各部屋の内部には稼働可能な医療機器も含め、実際の医療機器を多数設置した。

給排水設備として配管、消火設備としてスプリンクラー、消火栓も設置した。各配管には所定の水压をかけた。また医療ガス配管も設置した。

1階と4階に設置した情報通信室は、近年の医療施設では患者のデータ管理のためのサーバー類も普及していることを考慮している。

なお、高圧酸素治療装置、人工透析装置、情報通信機器、気送管装置に関しては実際に稼働させながら加振実験を行った。それ以外の撮影装置などは、設置上の問題や様々な制約により稼働させることが困難であるため、地震動による機器類の挙動観察および様々な被害調査を行い、施設の機能保持性能を評価する。

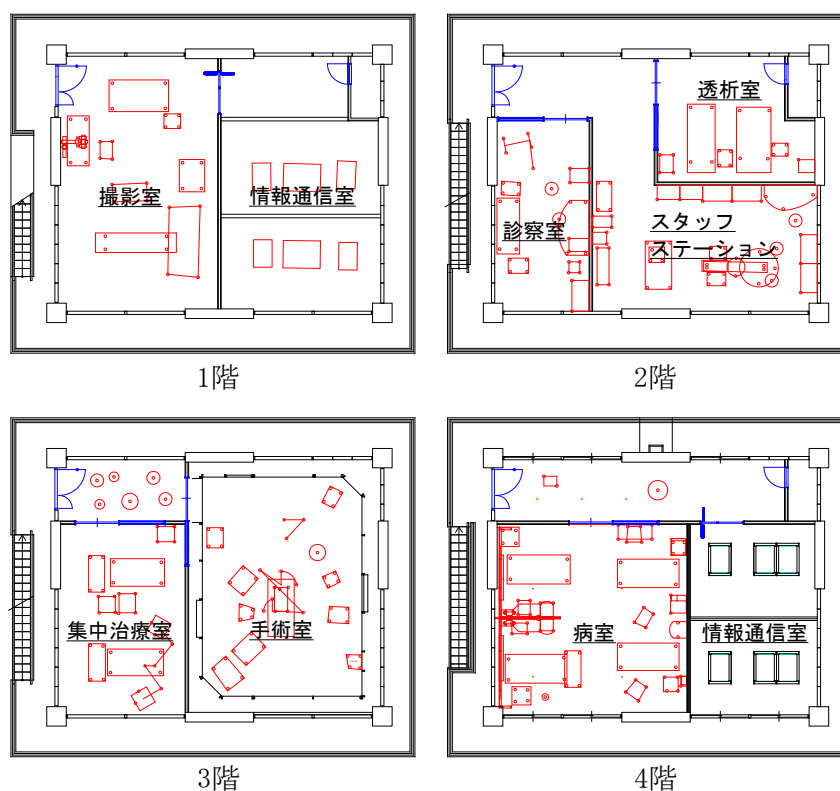


図4 部屋配置図



(a) CT スキャン



(b) デスク、医療品棚、ワゴン



(c) 手術台、手術機器



(d) 診察デスク等



(e) ICU 機器、ICU ベッド



(f) 病室ベッド、テーブル



(g) 人工透析装置



(h) 高圧酸素治療器



(i) 新生児ベッド、NICU



(j) サーバー



(k) スライド式扉



(l) 給排水管

図5 主な機器・設備

免震構造での一部および耐震構造での機能保持性能を向上させる目的で、実験用試験体の屋上階に免震床部屋を設けた。免震床部屋は、2次元免震部屋と3次元次元免震部屋とした。免震構造（高減衰ゴムを用いた場合）の時には、水平方向の床免震機構は固定し、3次元床免震の鉛直方向の免震のみ機能させ、耐震構造の時は、2次元および3次元の床免震が機能するように実施した。屋上階に免震床部屋を設けるため、現状屋上階にある高架水槽およびその基礎等の撤去を行った。免震床部屋の断面を図6～7に示す。

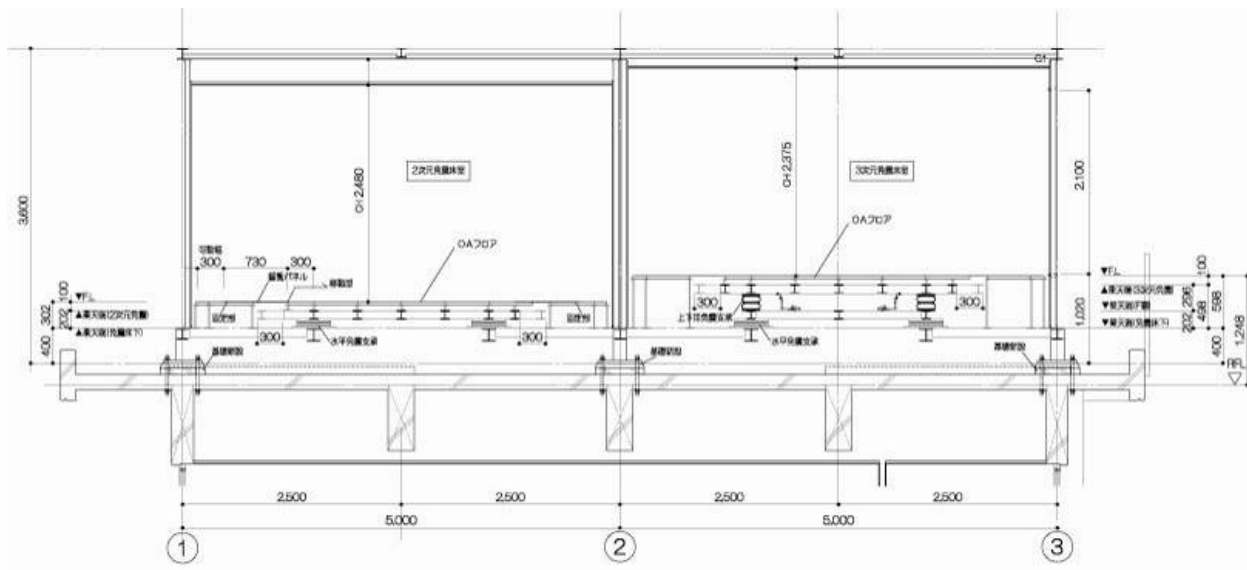


図6 免震床部屋立面図

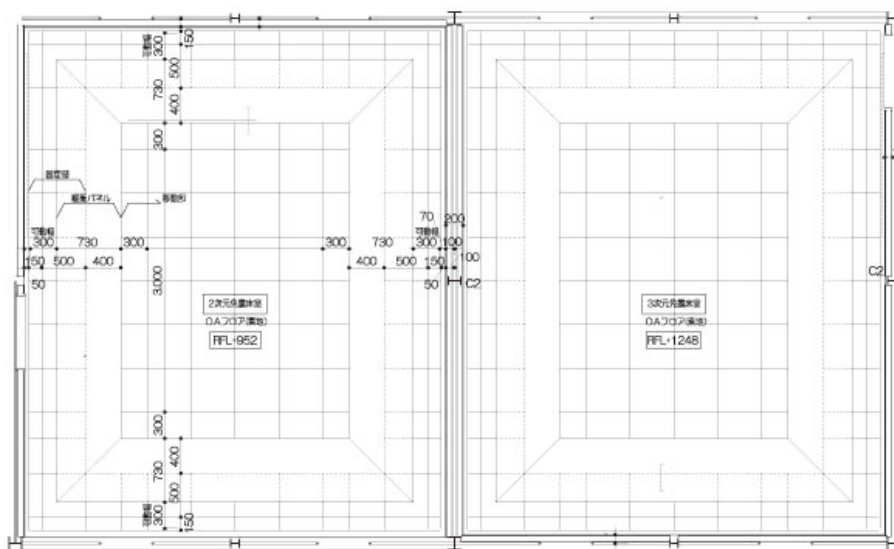


図7 免震床部屋平面図

免震床のクライテリアを表4に示す通りとし、上記のスペクトルによる解析結果より、2次元、3次元床免震の仕様を表5と決定した。

表4 免震床の設計条件

項目		2次元免震	3次元免震
性能		多頻度設計	高パフォーマンス設計
水平	目標応答加速度	200cm/s ² 以下	150cm/s ² 以下
	目標応答変位	30cm以下	30cm以下
鉛直	目標応答加速度	—	300cm/s ² 以下
	目標応答変位	—	4cm以下

表5 免震床の仕様

項目		2次元免震	3次元免震
水平	可動範囲	±30cm	±30cm
	周期	4秒	5秒
	減衰	35%	40%
	方式	転がり支承	転がり支承
鉛直	可動範囲	—	±4cm
	周期	—	0.6秒
	減衰	—	20%
	方式	—	空気ばね

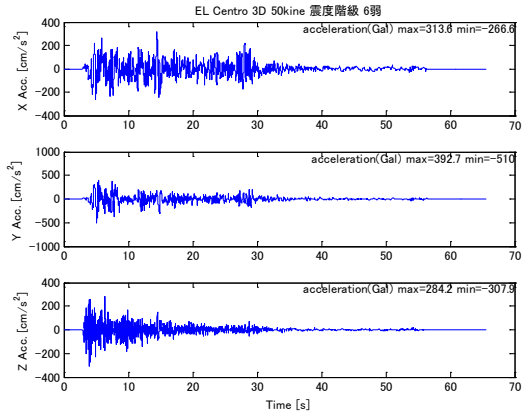
2) 地震動の設定

実験で用いた入力波は、エルセントロ波(1940、Imperial Valley Earthquake)50cm/s、JMA神戸波²⁾(1995、兵庫県南部地震)を用いる。また、長周期地震動として三の丸波(想定新東海地震)原波³⁾を用いた。また、首都直下というプロジェクトの対象地域を考慮し、横浜波(推定関東地震)原波⁴⁾を用いた。

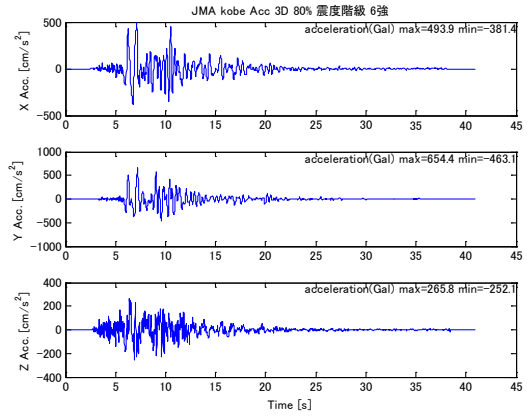
さらに、首都直下地震防災・減災特別プロジェクト①首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等(研究代表者:東京大学地震研究所教授平田直)より、MeSO-netで観測した地震(2010.07.23千葉県北部、M5.0)をM7.3に増幅させた時の西新宿(以下、PJ1西新宿波)および成田市の三里塚小学校(以下PJ1三里塚波)も用いた。図8に時刻歴波形を示す。

それぞれの地震動のスペクトルを図9に示す。

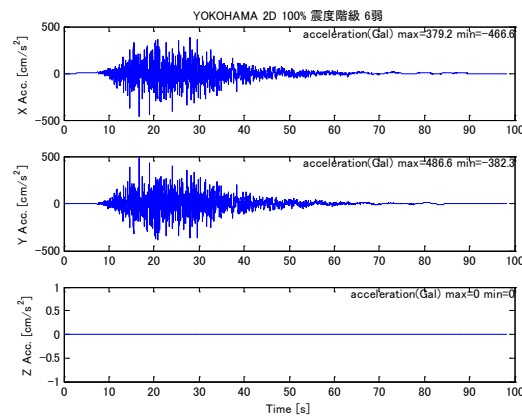
入力方向は、エルセントロ波、JMA神戸波では水平2方向のみと鉛直を加えた3方向、三の丸波、横浜波は水平2方向のみ、それら以外の波は3方向とした。



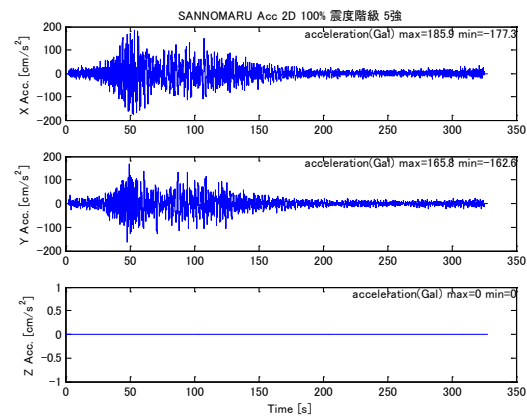
(a) エルセントロ波 50cm/s



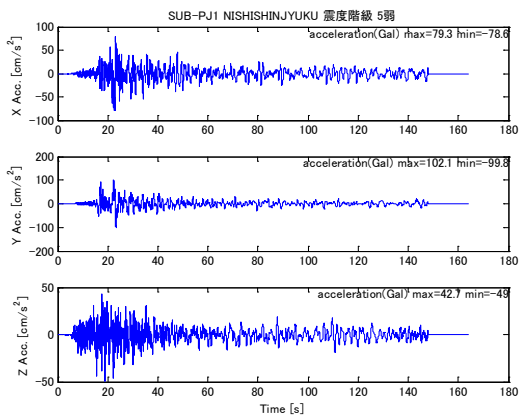
(b) JMA 神戸波 80%



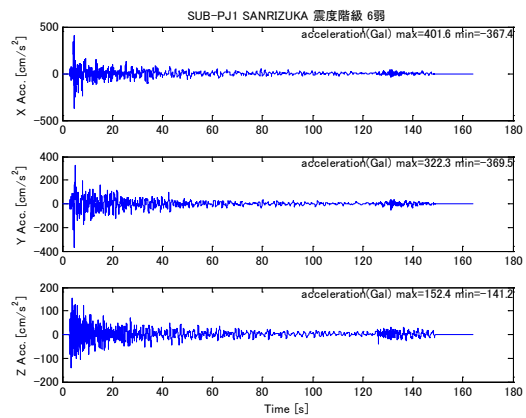
(c) 横浜波



(d) 三の丸波



(c) PJ1 西新宿波



(d) PJ1 三里塚

図8 目標入力地震波時刻歴波形

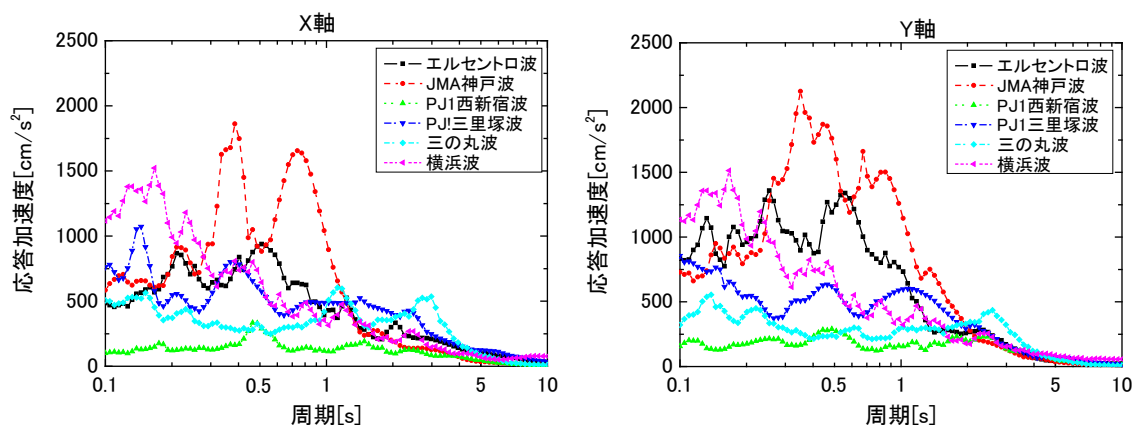


図9 目標入力地震波加速度応答スペクトル

3) 地震対策方法

a) 対策概要

これまで、耐震構造の医療施設では、物品の落下・散乱、ドアの脱落などの被害に加えて、施設内にある無固定のほぼすべての機器が移動する被害が確認された。CTをはじめとする高度な医療精密機器の移動や転倒、物品の散乱は大規模災害時にすぐさま必要となる災害医療の実施はおろか、高度な医療行為すら実施できない状況であり、病院の機能を著しく低下させることが明らかになった。

一方、免震構造は、短周期地震動に対しては非常に効果的に働き、医療施設の機能を十分保持できることが確認できた。しかし、免震構造に長周期地震動が遭遇したとき、ロックされていないキャスター付き医療機器の移動による衝突が引き起こす被害が顕著であり、なかでも衝突により手術室の壁の破損がみられ医療施設特有の衛生保持機能が低下する深刻な被害が確認された。免震構造においても場合によっては十分な機能保持性能は実現できないことが明らかとなった。

これら被害の対策として、機器類の確実な固定が最も有効な対策となるが、一方で患者の様々な状態に対応するため機器類が機能的に配置されることや、衛生状態の保持のため頻繁な清掃・消毒作業が発生することから、恒久的な機器類の固定の実施は現実的でないと考えられる。

そこで、次の4点を基軸に地震対策を検討した。

< 建築側での対策 >

- 1) 機器の壁面等への簡易固定対策
- 2) 衝突対策のための壁面の防護
- 3) 免震床・機器免震による対策

< 機器側での対策 >

- 4) キャスター機器の簡便・高度な固定対策

これらの対策を複合的に実施することで、より機能保持性能の向上が見込まれる。以下にこれらの地震対策について示す。

b) 建築側での機能向上技術

i) 機器の壁面等への簡易固定対策

既存キャスター機器類のすべてを改良し何らかの地震対策を施すことは困難である。そこでキャスター機器類を建物の壁面や床に簡易に固定する対策案として以下を実施することを考えた。

- ① 連結器などを壁面などに設置し、それに機器を連結する方法で機器を固定する壁面などに固定方式
- ② 壁面の手すりに機器をベルト等で固定するためのアンカーを設け固定する方法
- ③ 比較的長期移動しないものは、固定用器具等で機器を固定する。

これらの具体的な実施案を図10～図19に示す。



図10 壁固定金物



図11 壁・床固定金物



図12 壁固定金物（レールタイプ）



図13 バックル



図14 安全ワンタッチバックル



図15 マグネットホルダー



図16 壁固定用バンド（ゲル）

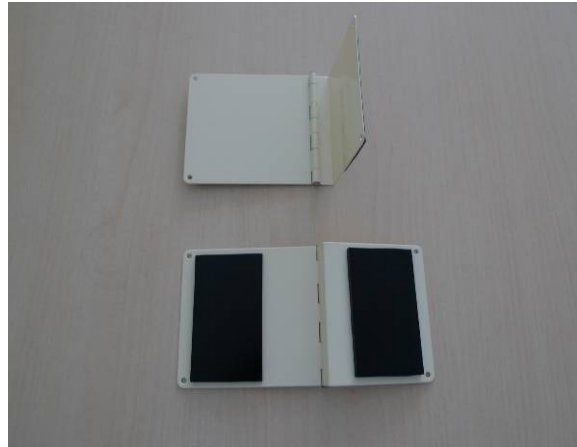


図17 ゲルシート



図18 壁固定用バンド（ゲル）



図19 ゲルシート（耐震マット）

ii) 衝突緩衝装置による壁面防護

キャスター機器の対策や、i) に示すキャスター機器の簡易固定対策を施しても、運用上必ずしも固定動作が実施されない可能性も考えられる。その場合、手術室をはじめ壁面の被害を防ぐ必要がある。そのため、壁面に機器が直接壁面に衝突することを防ぐ保護具を全周に設置することで被害軽減が可能と考えられる。この保護具を手すりや機器の固定具と併用させることで、その他の利点も考えられる。施工例を図20～図25に示す。



図 2 0 施工例



図 2 1 手すり



図 2 2 ステンレスフラットバー

コーナーガード、手すり ガード兼用（機器固定応用） 手すり。ガード機器固定兼用



図 2 3 施工例 ガード等



図 2 4 ステンレスパネル施工例



図 2 5 ステンレスパネル(壁面下部)施工例

iii) 免震床・機器免震による対策

これまでの実験結果から、病院建物に免震を導入することは、災害時の病院機能の維持にきわめて有効であることが示された。しかしながら、既存の多くの病院は耐震構造であるため、レトロフィットなどの手法もあるが、建替えなければ免震の恩恵をうけることができない。病院の内部を部屋単位で見渡すと、病室や、スタッフステーションと言った運用の工夫で比較的地震に対して耐性を高められる部屋と、地震の揺れで機器そのものが不具合を起こすような精密機器が多数存在する検査分析室や、患者情報を格納したサーバー類が設置されるサーバー室など、他の部屋と比較しより重要度が高い部屋や地震に対して脆弱な部屋がある。これらの部屋及びその中の機器類に対して、床免震・機器免震技術の導入は、地震による一時的な病院の機能停止に至ったとしても致命的なダメージを回避できるという点で有効と考える。免震床の施工例、機器免震の一例を図26、図27に示す。

本実験では、2次元床免震および3次元床免震を導入した部屋を屋上階に設置し、その有効性を検討する。免震床の詳細な計画は前述したとおりである。また、床免震・機器免震は、建物全体の免震と比較すると免震周期などを自由に設計できる利点もある。



図26 免震床施工例



図27 機器免震

b) 機器側での機能向上技術

i) キャスター機器の簡便・高度な固定対策

病院内には、ベッドのような大きな物品から、日常の看護業務で使用するワゴンに至るまで大小さまざまな機器にキャスターがつけられている。それらのキャスターは、基本的に、ロックをすることにより固定するタイプであるが、ロックすることで機動性等が損なわれるためロックが存在しないものもある。

そこで、対策技術として以下の対策案を検討している。

- ① キャスターが常にロックがかかる状態に改め、移動時にロックを解除する動作を行ない移動させる方法（フェールセーフ）
 - ② 緊急地震速報など外部信号から無線操作により、キャスターがロックされる方法
 - ③ キャスターが周辺の壁など障害物に接触すると、ロックされる自己ロック方式
- キャスターロックの対策機構の一案を組み込んだ機器を図28、図29に示す。

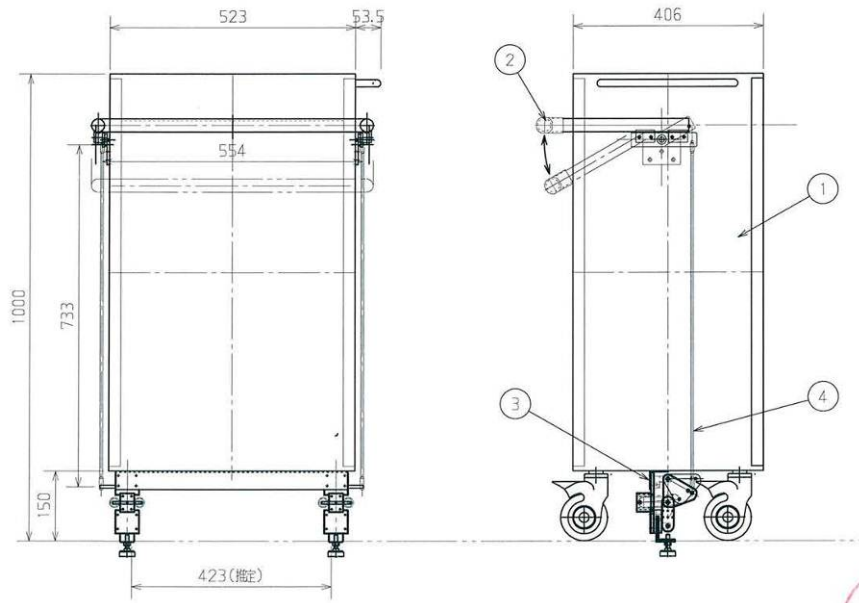


図 28 フェールセーフタイプロック

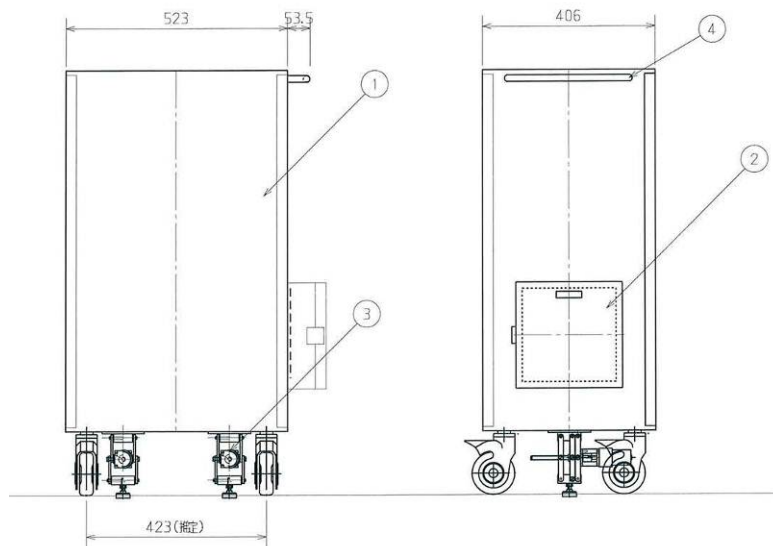
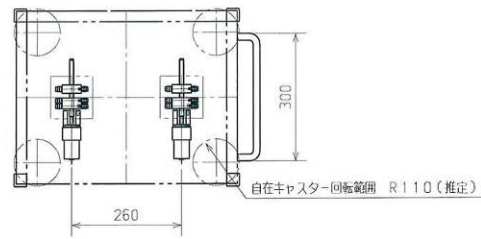


図 29 外部信号タイプロック

4) 計測

試験体並びに内部設備・機器の挙動確認のため約 800 点のセンサーの設置し計測を行う予定である。計測点の内訳は、試験体が約 250 点、内部機器が約 550 点である。なお内部機器の計測はほとんどが加速度である。また、挙動の映像収録を目的に、約 50 台のビデオカメラを設置し、加振中の室内状況の観測を行った。また、実験後に各機器等の被害状況を観察記録するため、チェックリストによる実験後目視観察を行うとともに、機器の残留変位計測も行った。

a) 震動台加速度および試験体応答加速度計測計画

震動台加速度および試験体の 1 階～R 階の各応答加速度の計測は、サーボ型加速度計を用い、図 3 0～図 3 6 に示すセンサー配置により計測を行った。図の赤で示した点が加速度計の配置で、矢印が加速度計の方向を表している。矢印が記載されていないものは鉛直方向の加速度のみを計測した。

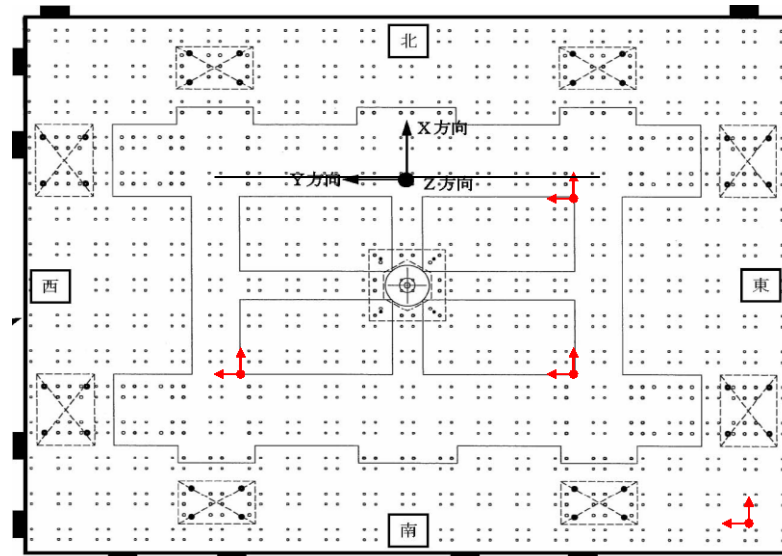


図 3 0 震動台加速度

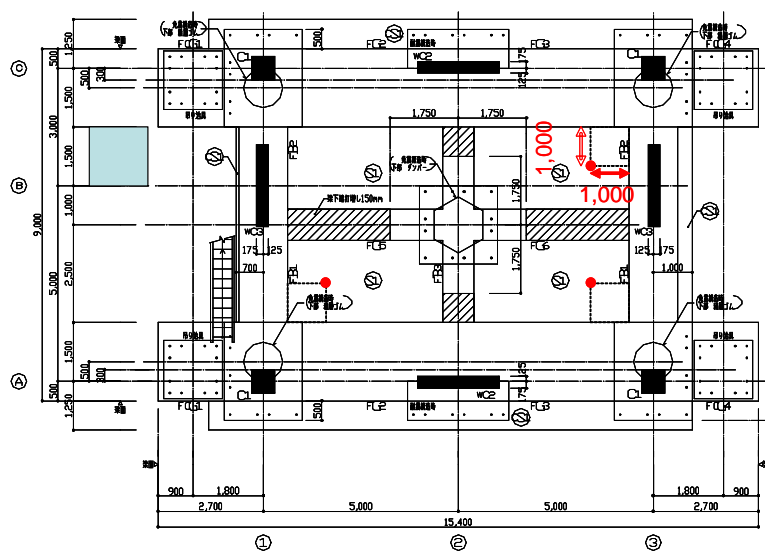


図 3 1 基礎下加速度

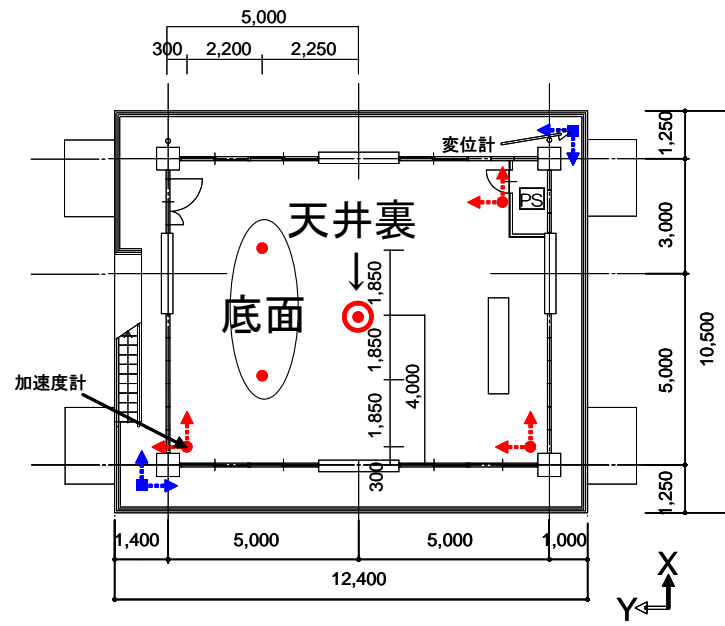


図 3 2 1 階加速度

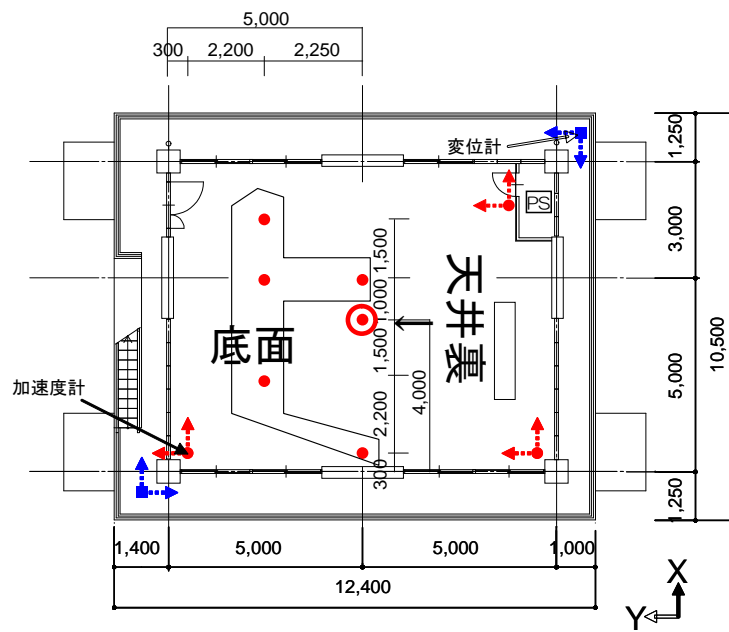


図 3 3 2 階加速度

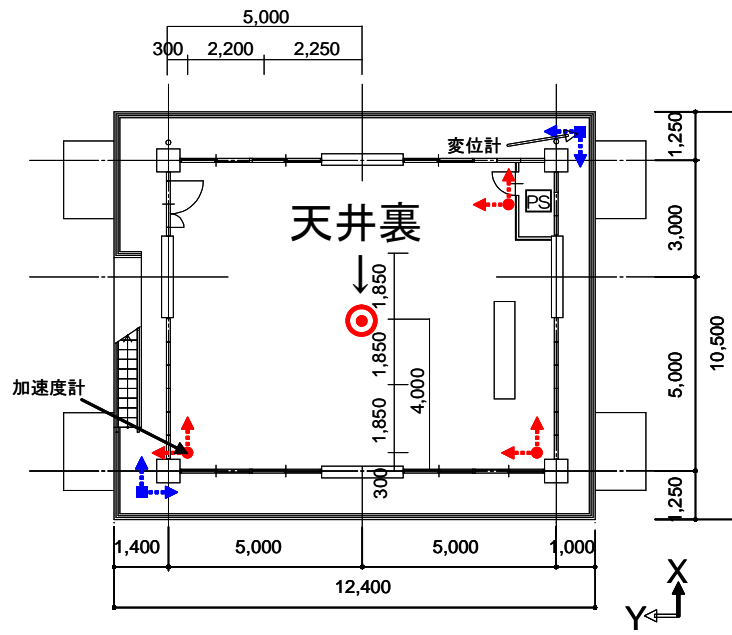


図 3 4 3 階加速度

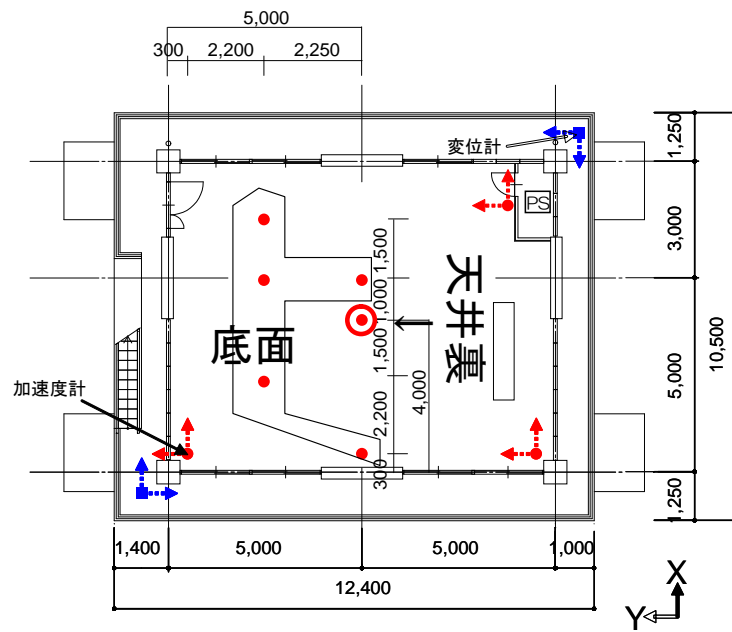


図 3 5 4 階加速度

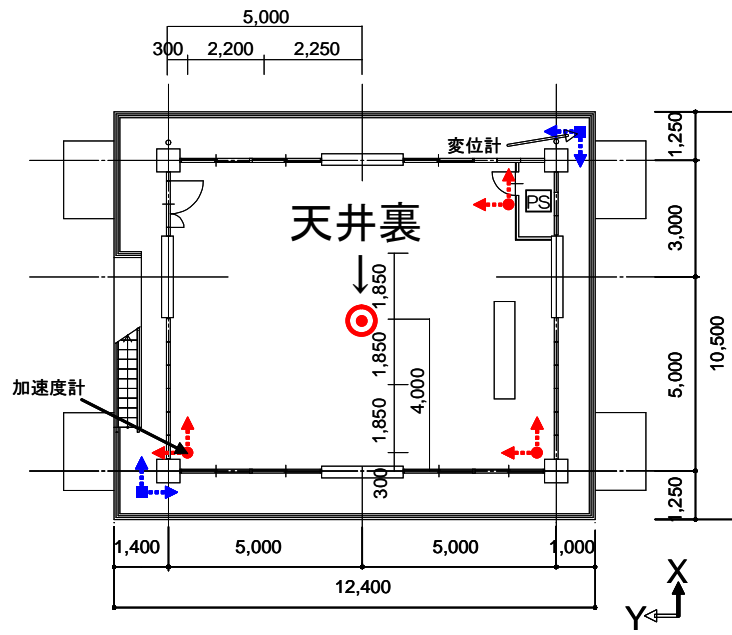


図 3 4 3 階加速度

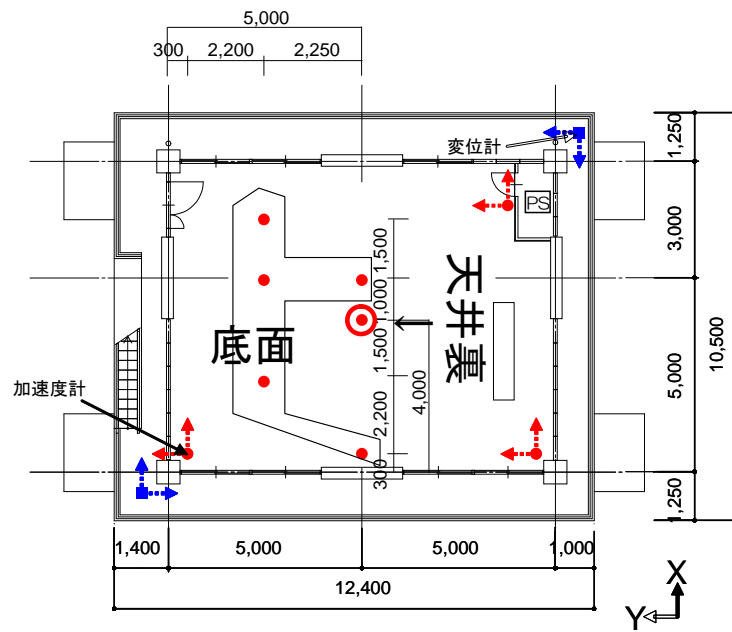


図 3 5 4 階加速度

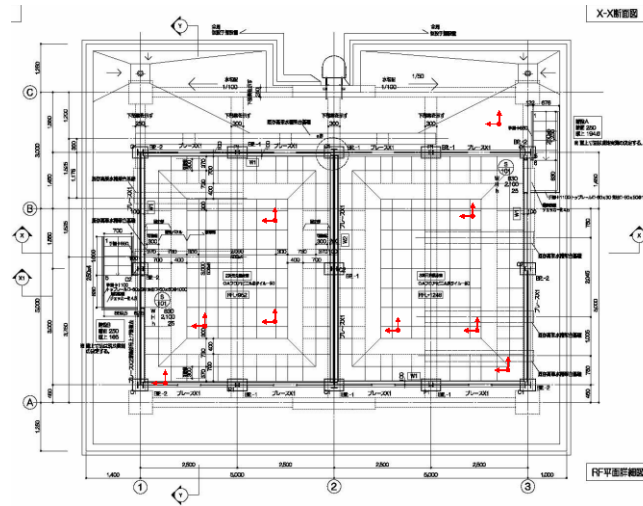


図 3 6 R 階加速度（免震床も含む）

b) 試験体応答変位計測計画

試験体の免震層変位および各階の層間変位の計測をワイヤー式変位計、レーザー式変位計およびロッド式変位計を用いて、図 3 7 示すセンサー配置により計測を行う。また、柱頭柱脚および梁端の変形を、ワイヤー変位計を用い図 3 8 に示すセンサー配置により計測を行った。

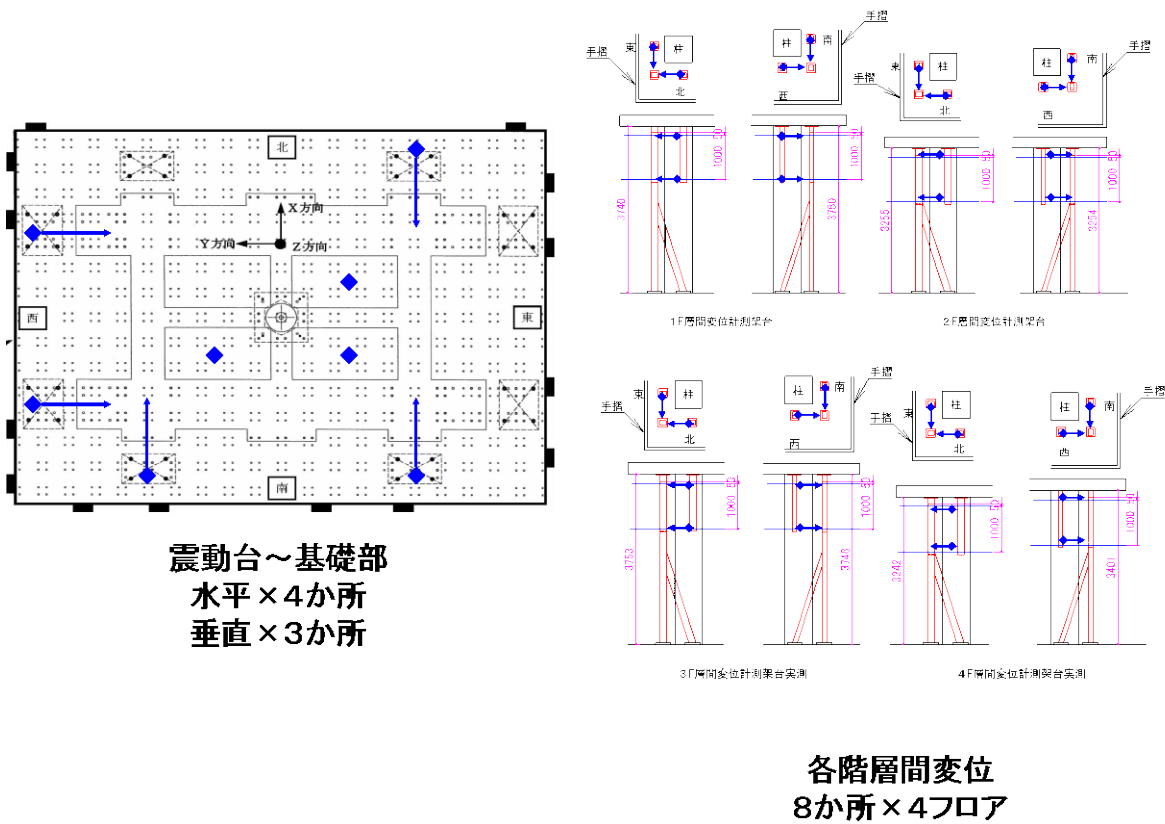


図 3 7 免震層変位および各階の層間変位の計測

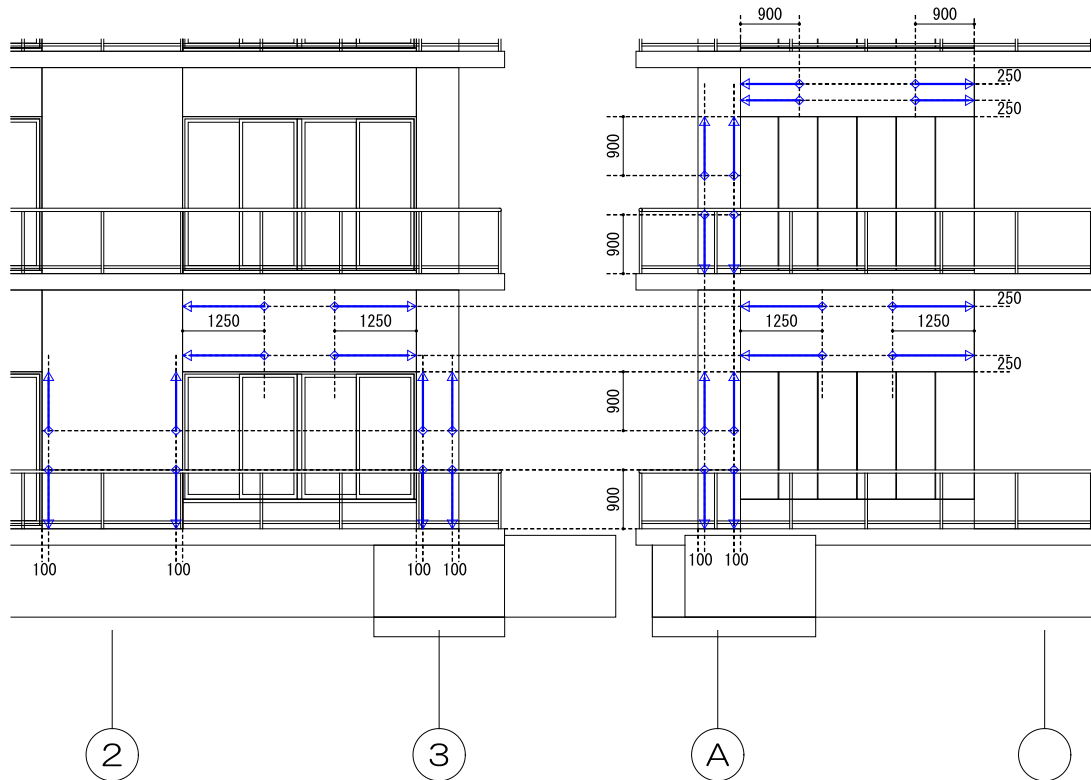


図 3 8 柱頭柱脚および梁端の変形計測

c) 鉄筋歪み計測計画

試験体の鉄筋歪み計測を図 3 9～図 4 1 示すセンサー配置により計測を行う。鉄筋歪みの計測は、センサーチャンネル数の制約上、1 階 2 階の一部の主要な箇所での計測とした。

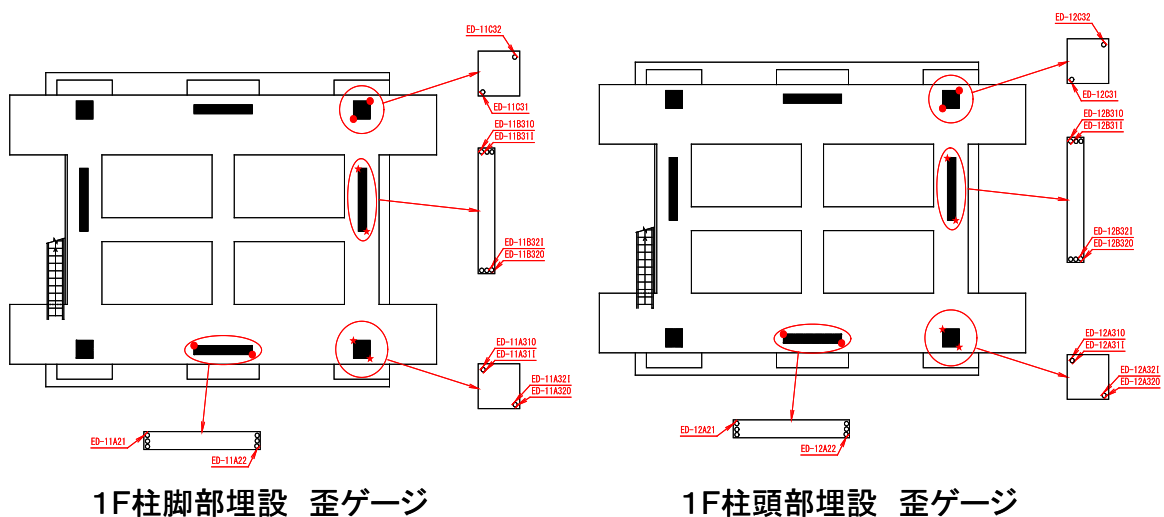
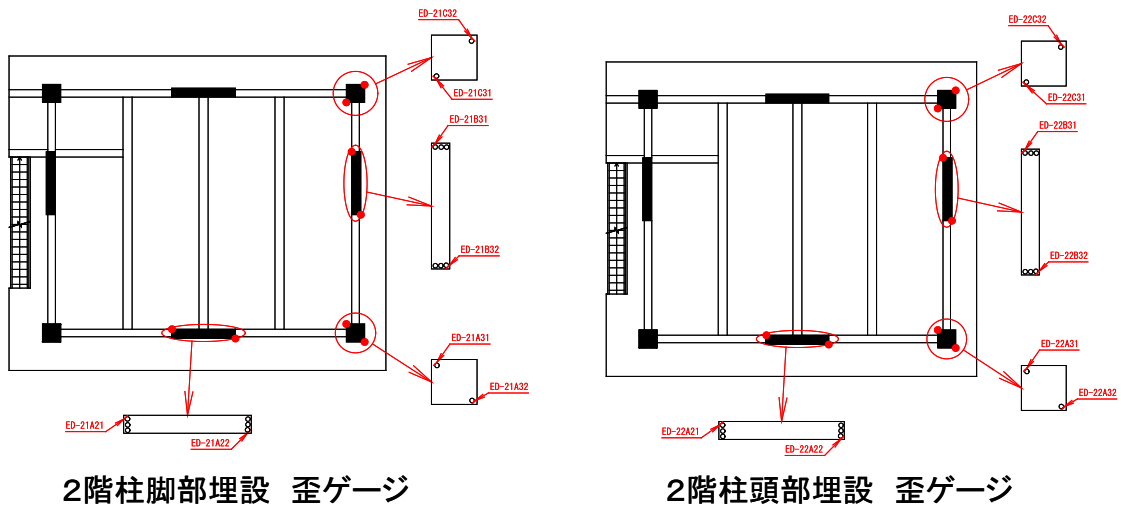


図 3 9 柱鉄筋歪み計測計画 1 階



2階柱脚部埋設 歪ゲージ

2階柱頭部埋設 歪ゲージ

図 4 0 柱鉄筋歪み計測計画 2階



梁部埋設 歪ゲージ

図 4 1 梁鉄筋歪み計測計画

d) 室内機器応答計測計画

室内機器の応答計測計画については図 4 2 に示すセンサー配置計画により、主要な機器の応答計測を行った。

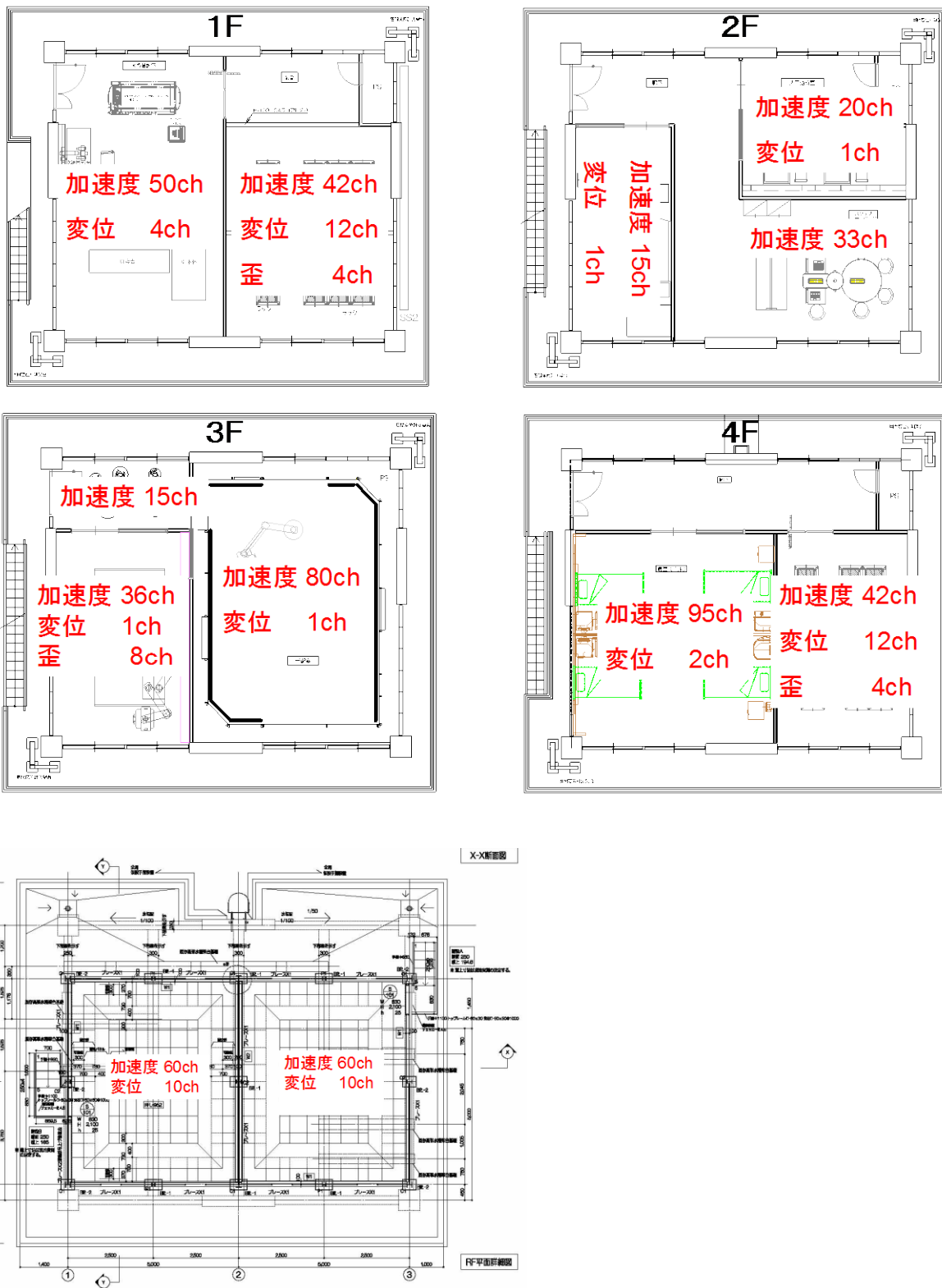
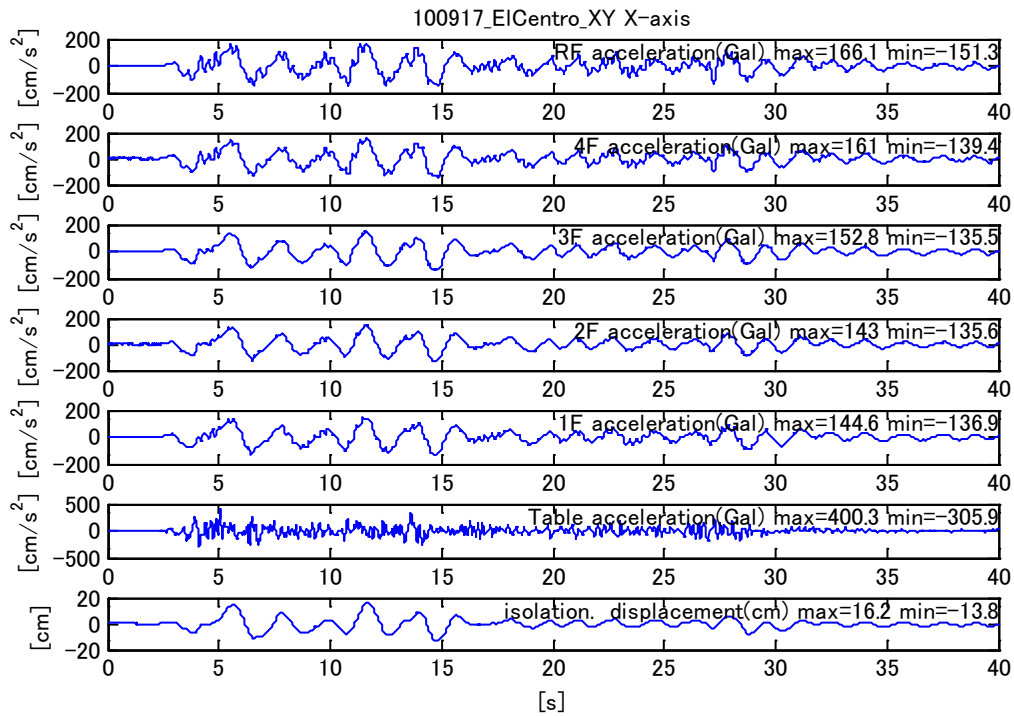


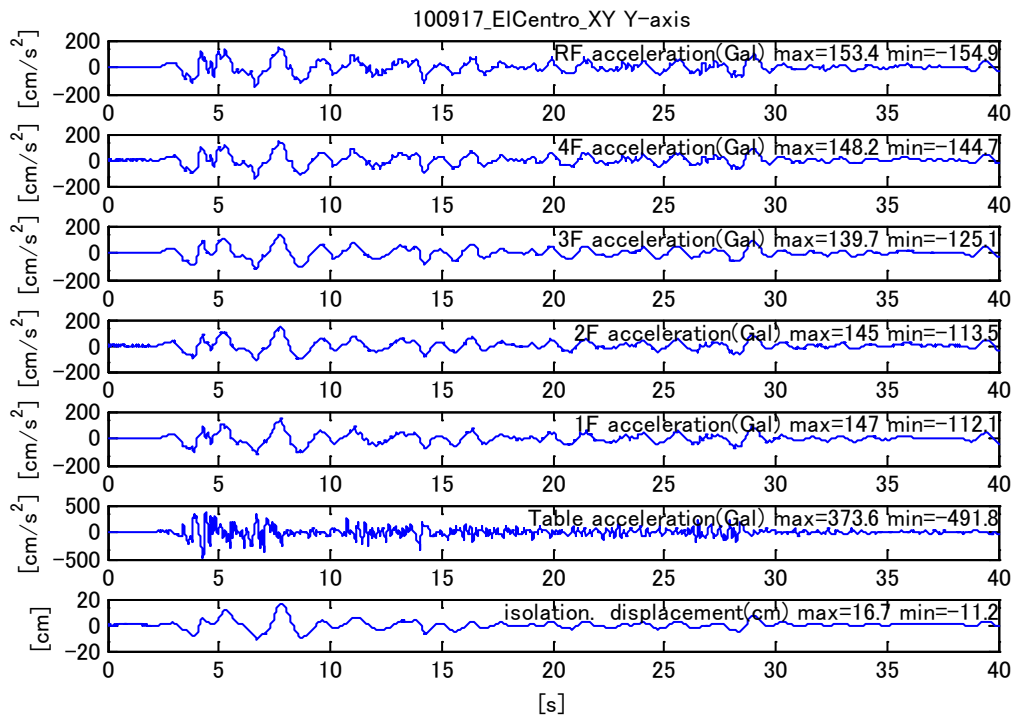
図 4 2 室内機器センサー配置計画

4) 実験結果

振動実験結果として、図 4 3 ~ 図 5 4 に各階の応答加速度の時刻歴波形を示す。

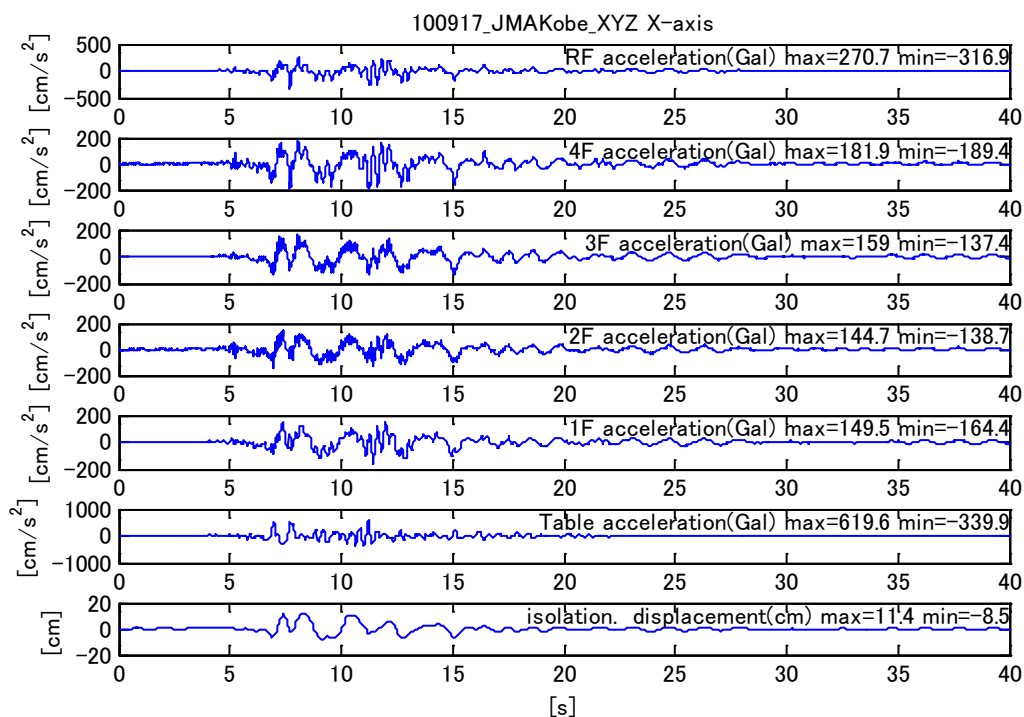


(a) X 方向

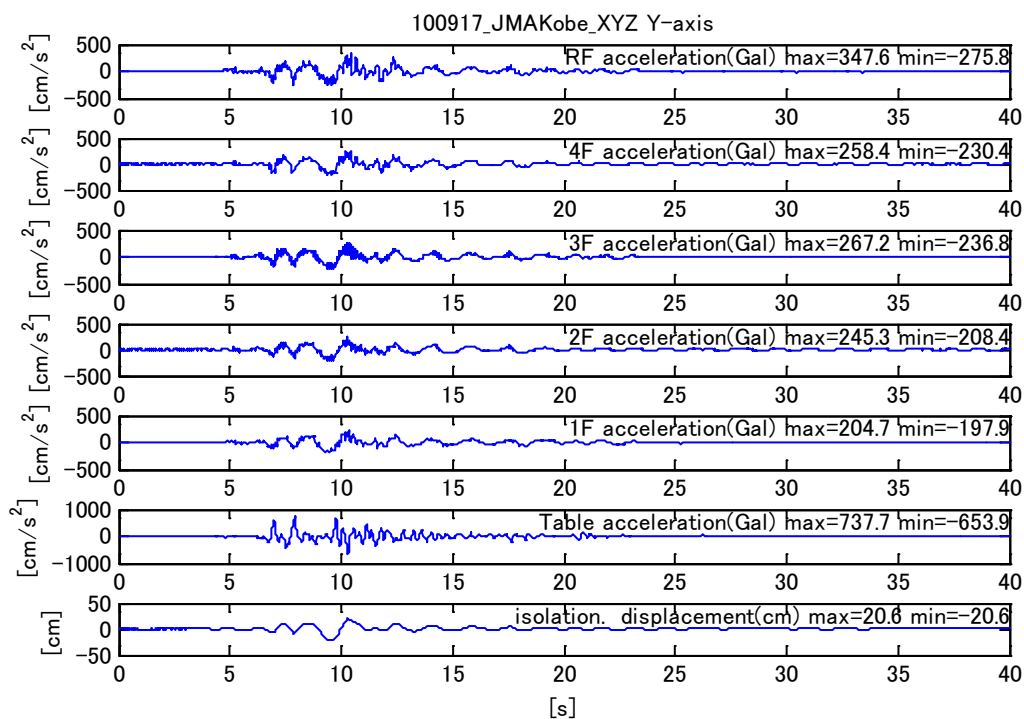


(b) Y 方向

図 4 3 免震構造 エルセントロ波

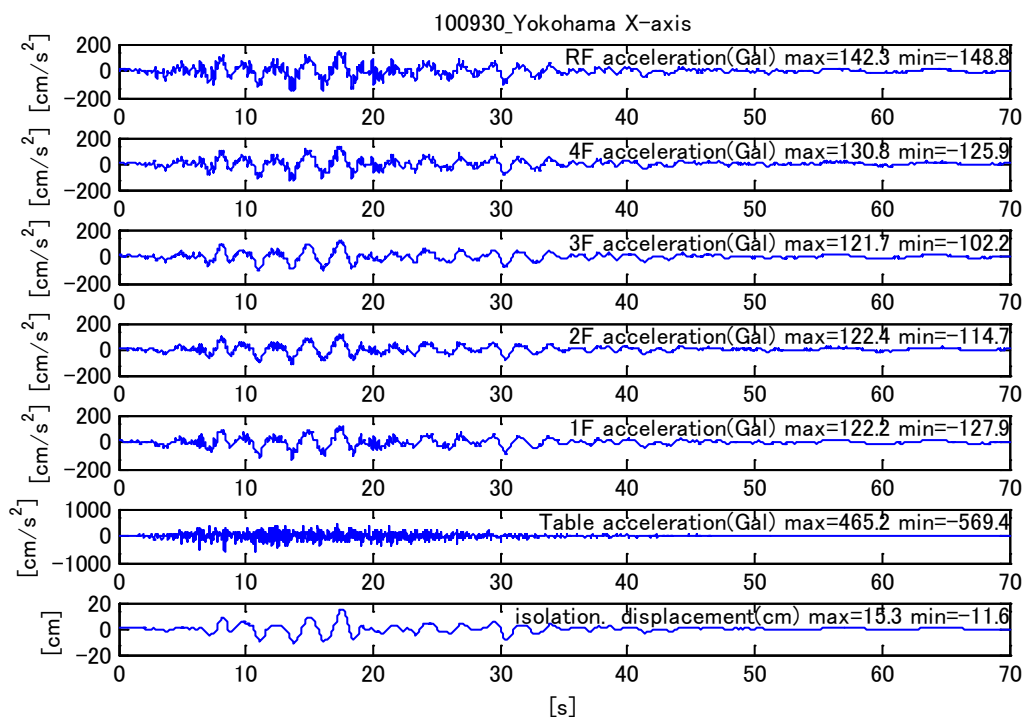


(a) X 方向

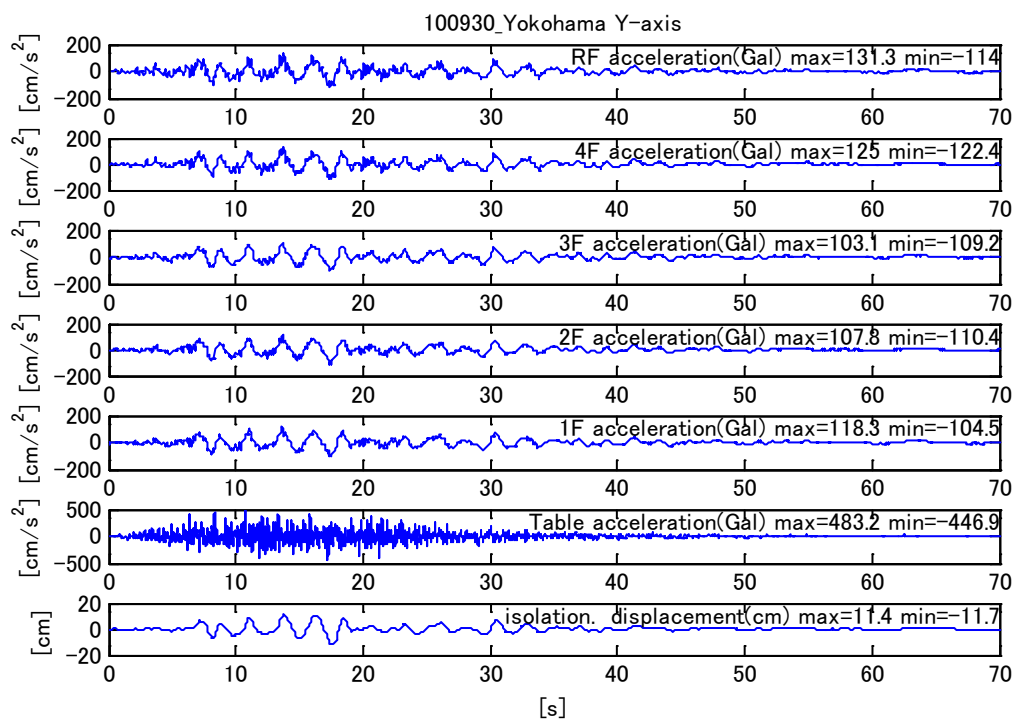


(b) Y 方向

図 4 4 免震構造 JMA 神戸波

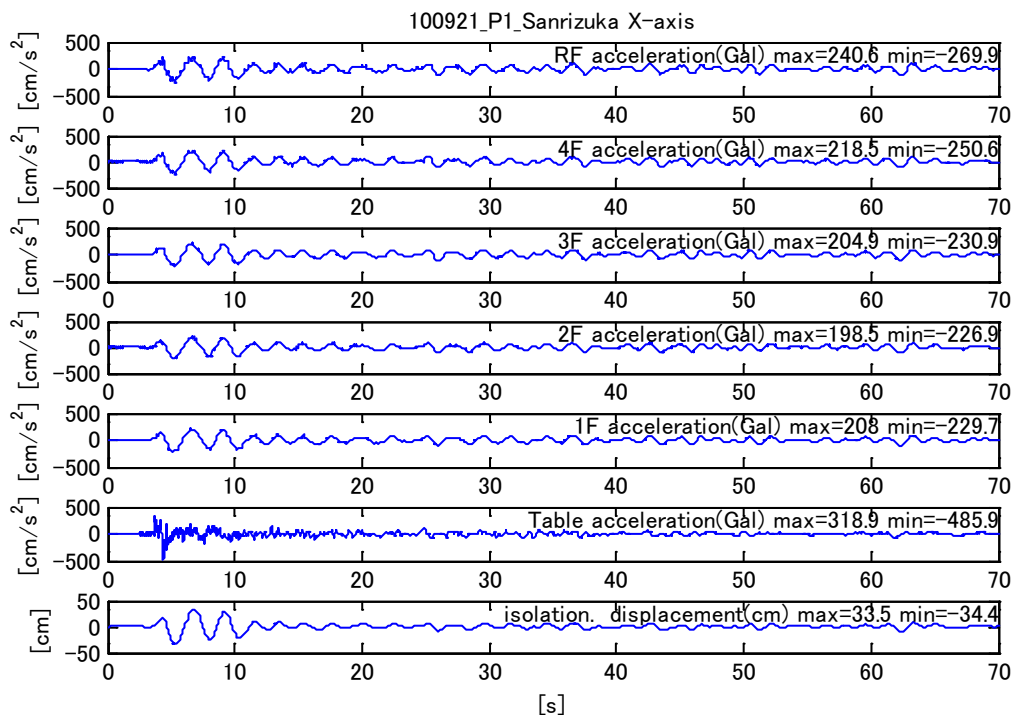


(a) X 方向

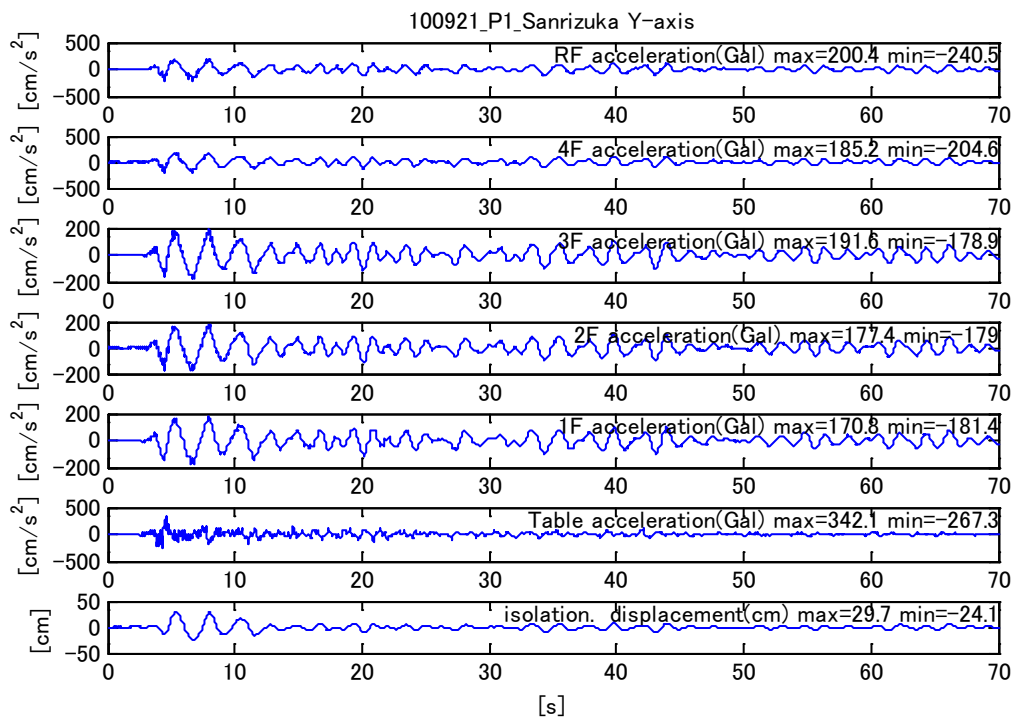


(b) Y 方向

図 4 5 免震構造 横浜波

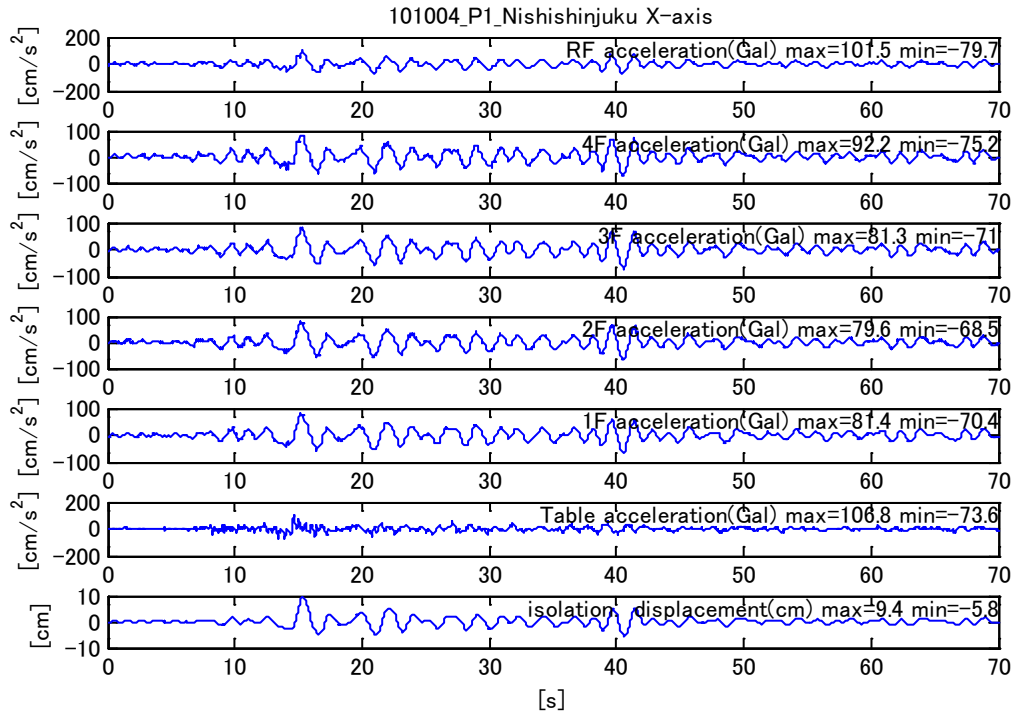


(a) X 方向

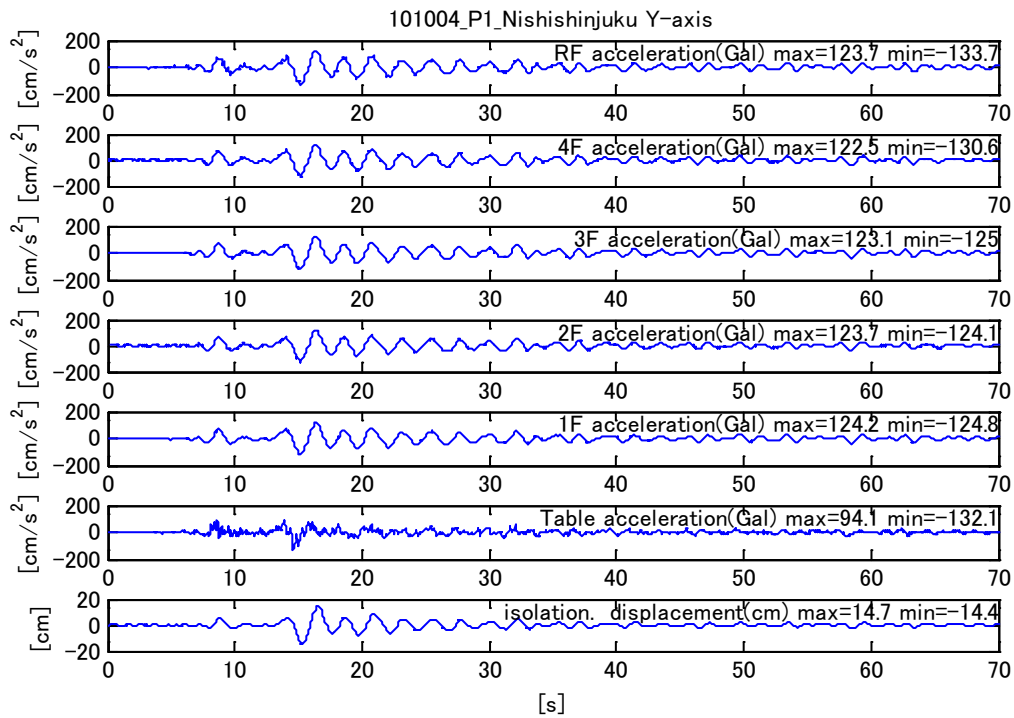


(b) Y 方向

图 4 6 免震構造 PJ1 三里塚波

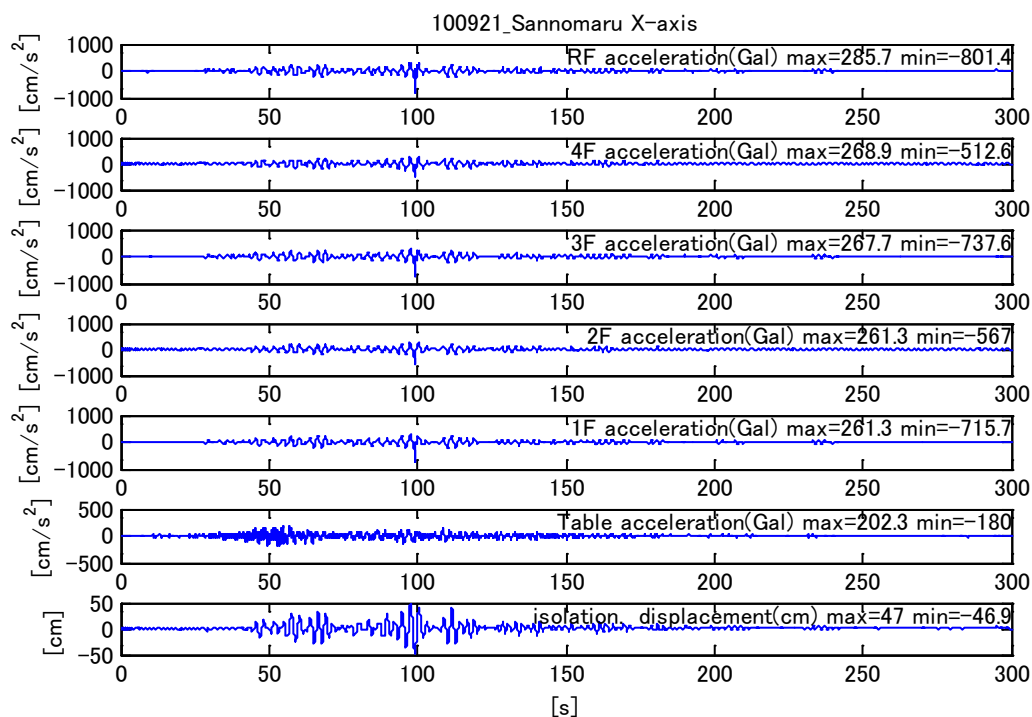


(a) X 方向

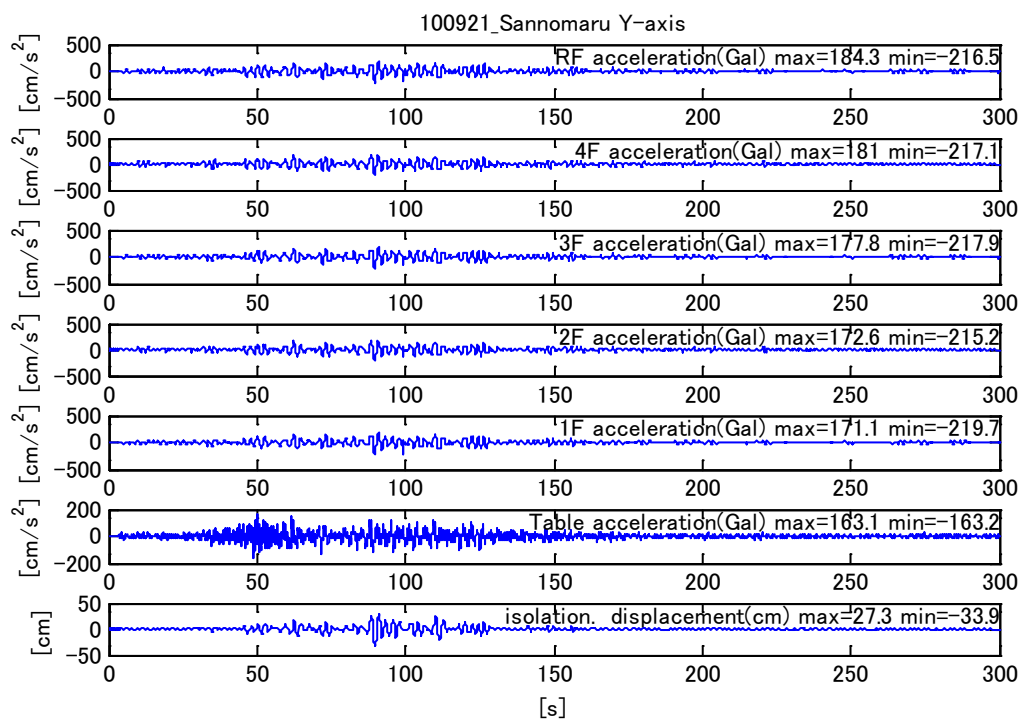


(b) Y 方向

図 4 7 免震構造 PJ1 西新宿波

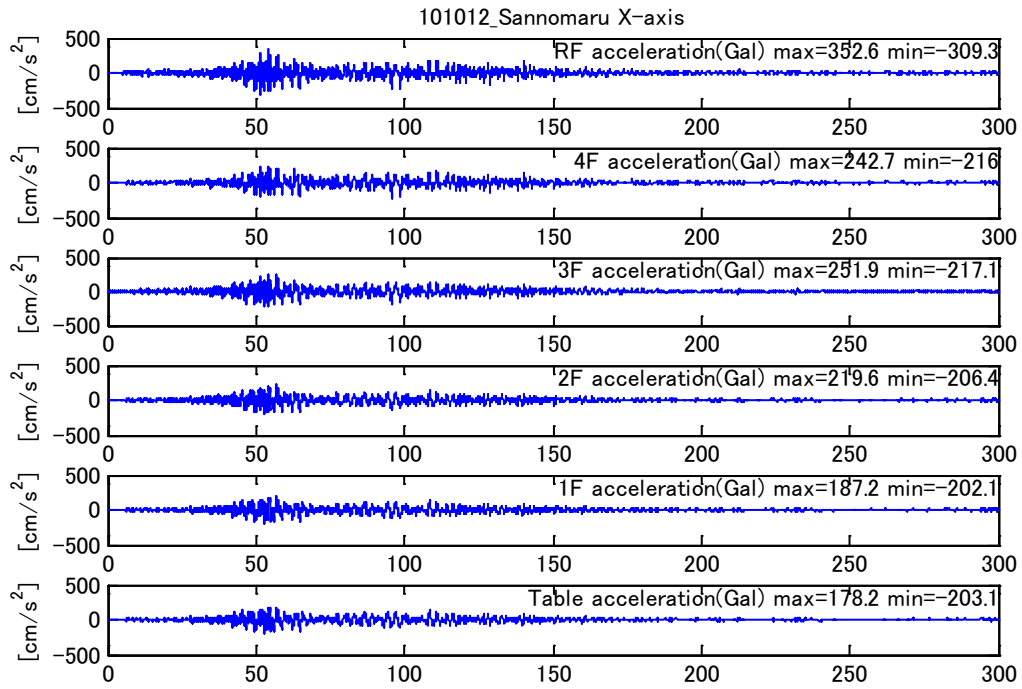


(a) X 方向

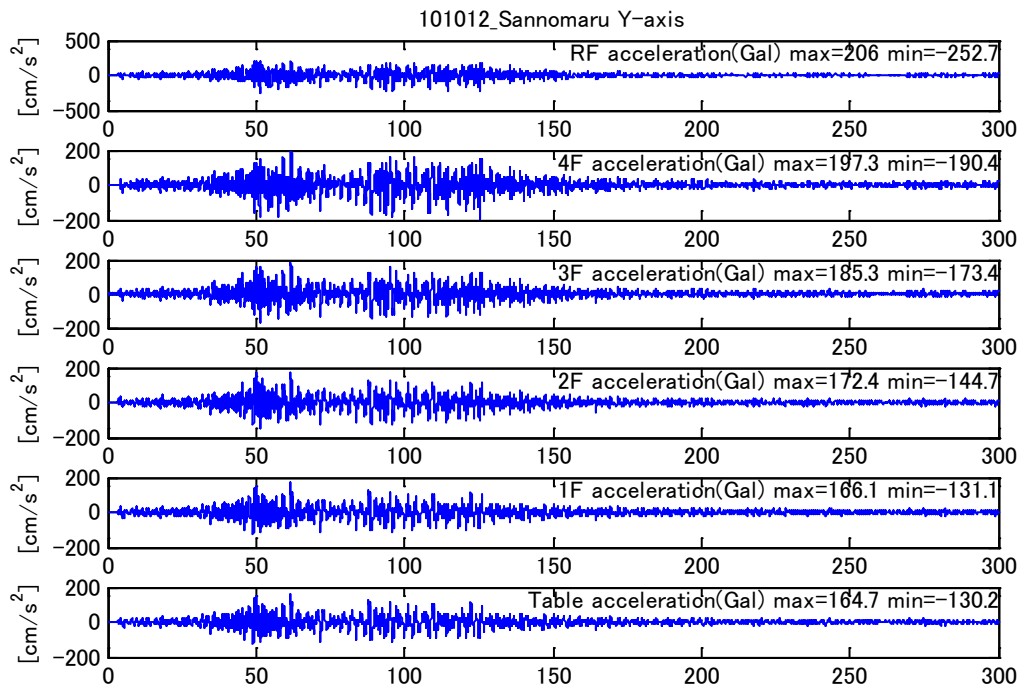


(b) Y 方向

図 4 8 免震構造 三の丸波

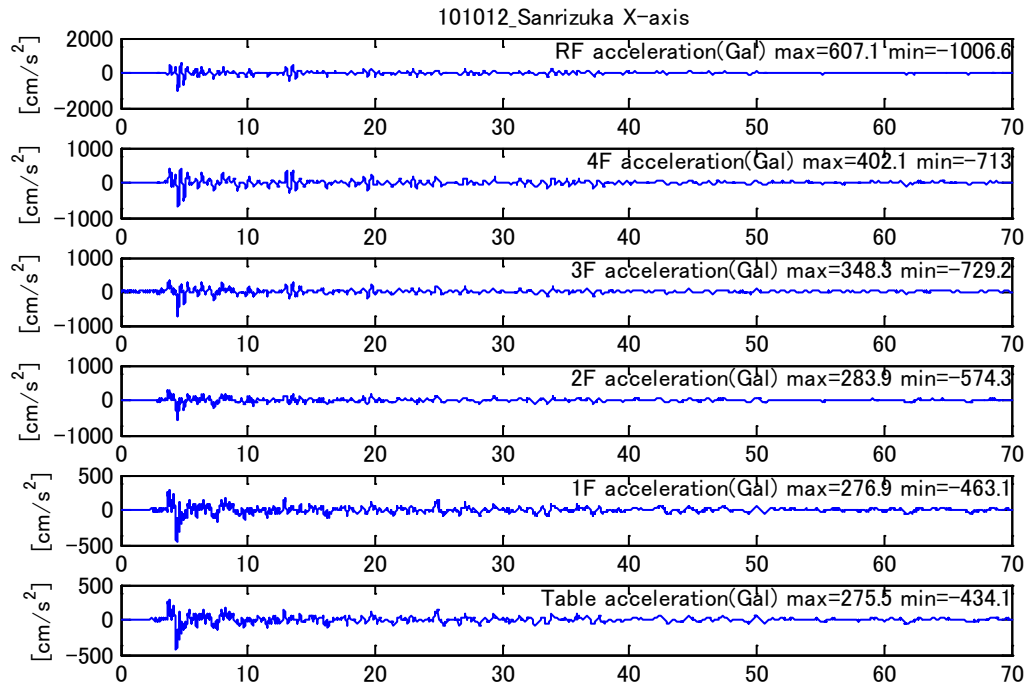


(a) X 方向

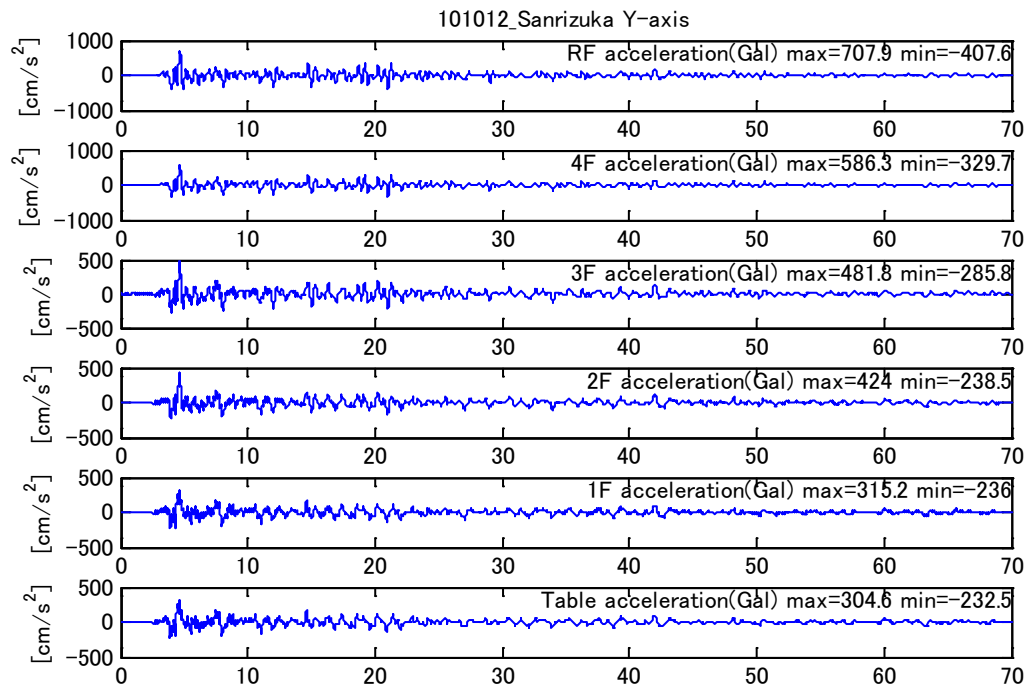


(b) Y 方向

図 4 9 耐震構造 三の丸波

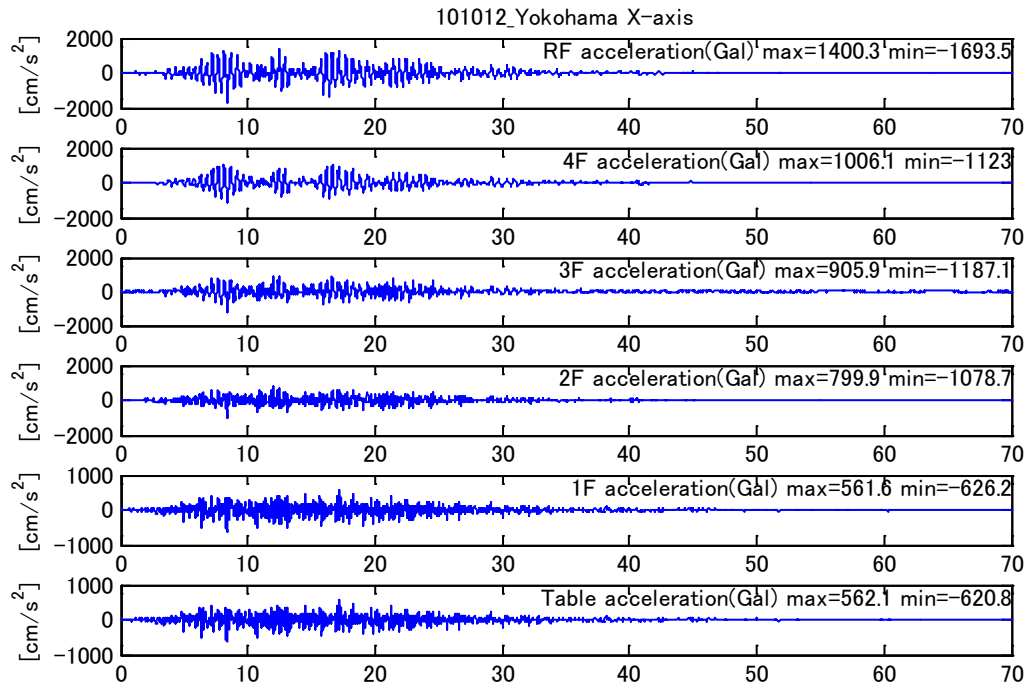


(a) X 方向

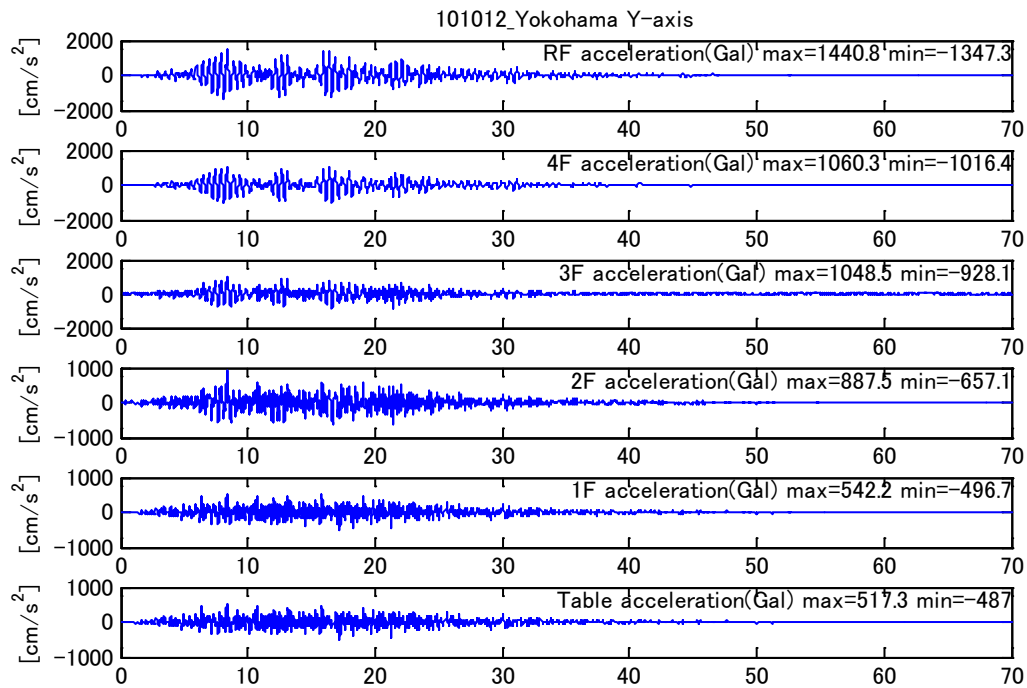


(b) Y 方向

図 5 0 耐震構造 PJ1 三里塚波

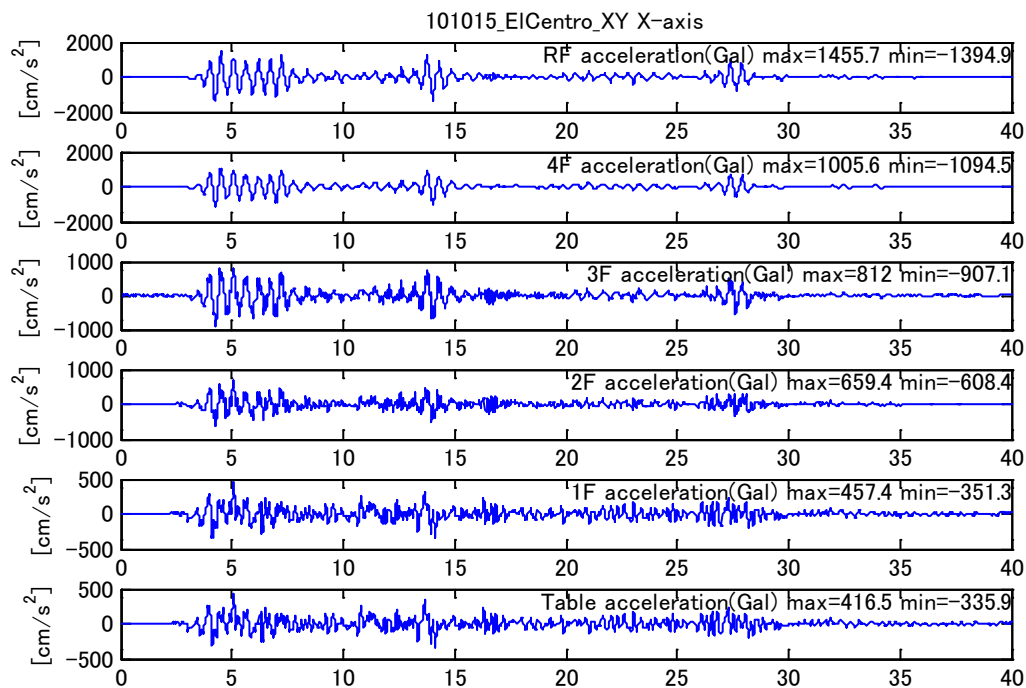


(a) X 方向

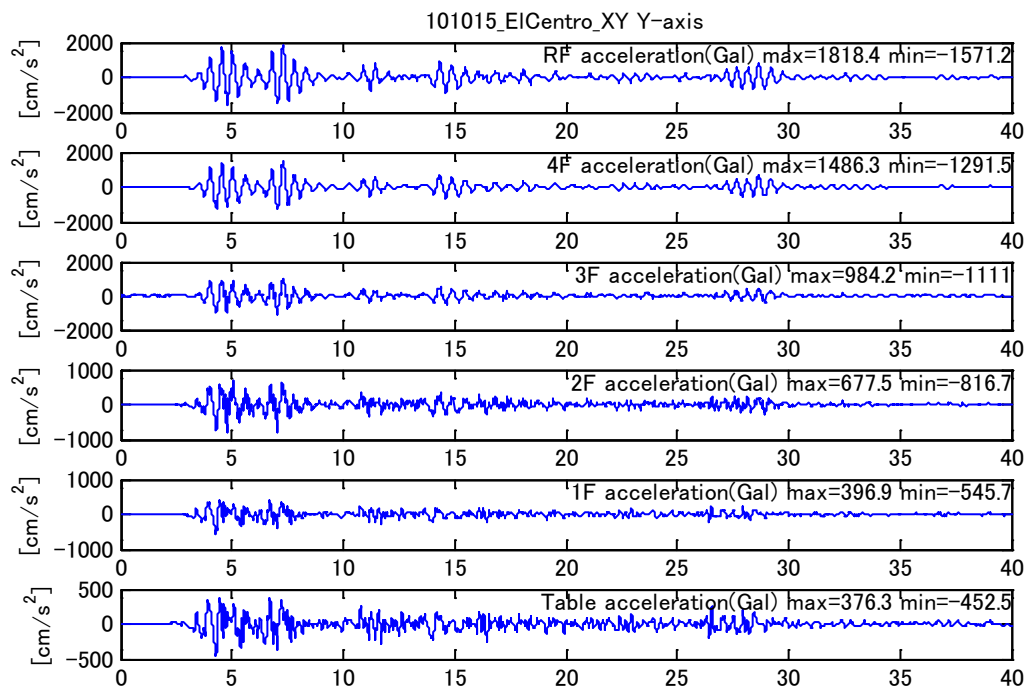


(b) Y 方向

図 5 1 耐震構造 横浜波

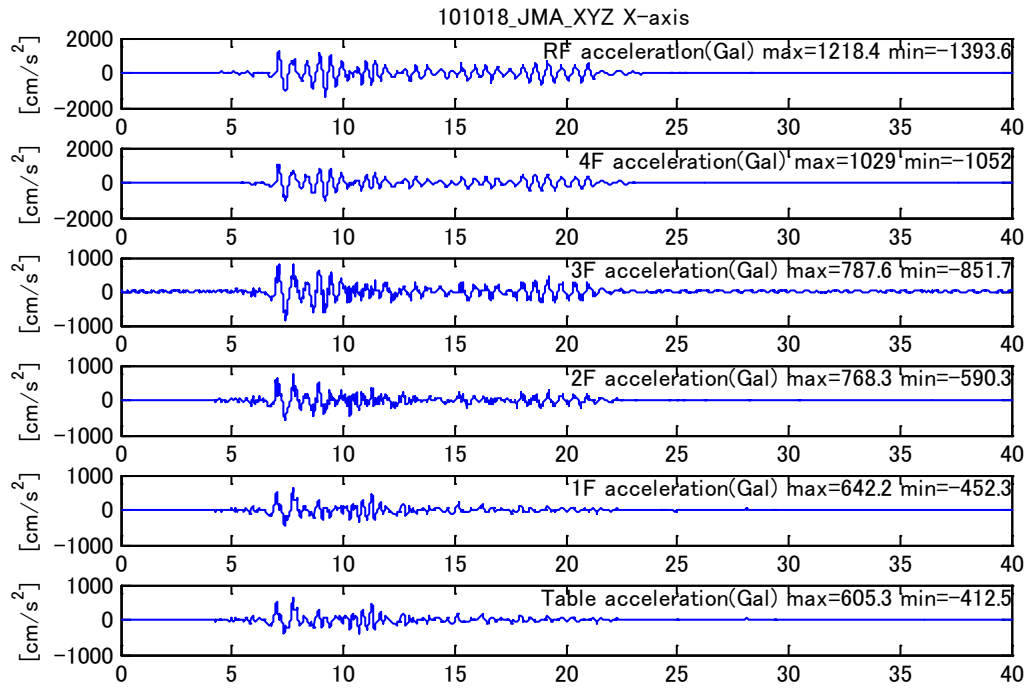


(a) X 方向

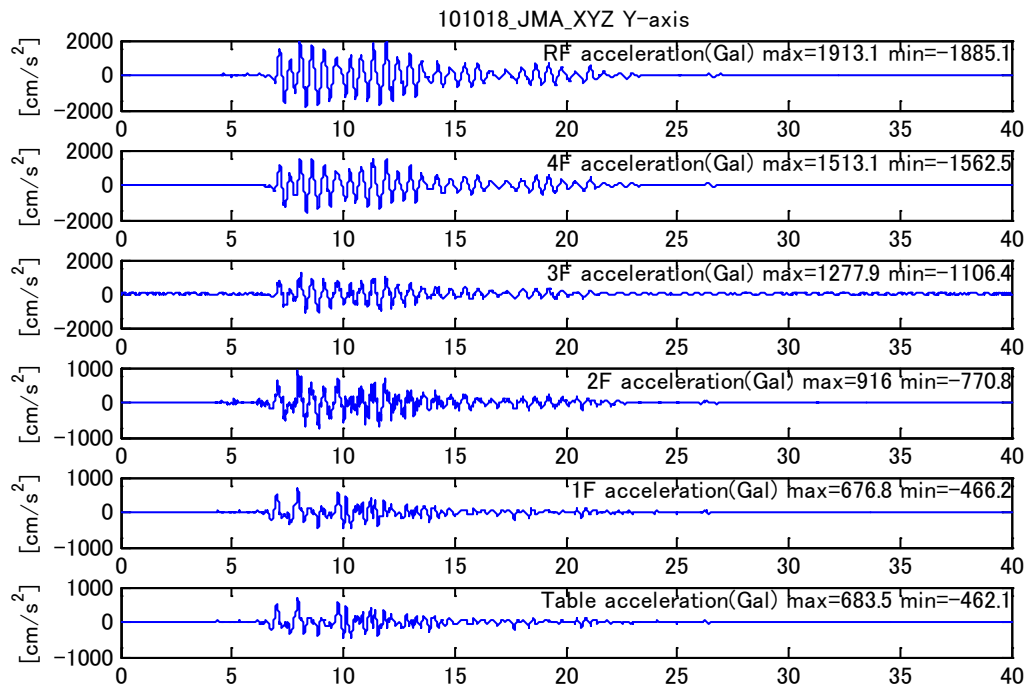


(b) Y 方向

図 5 2 耐震構造 エルセントロ波

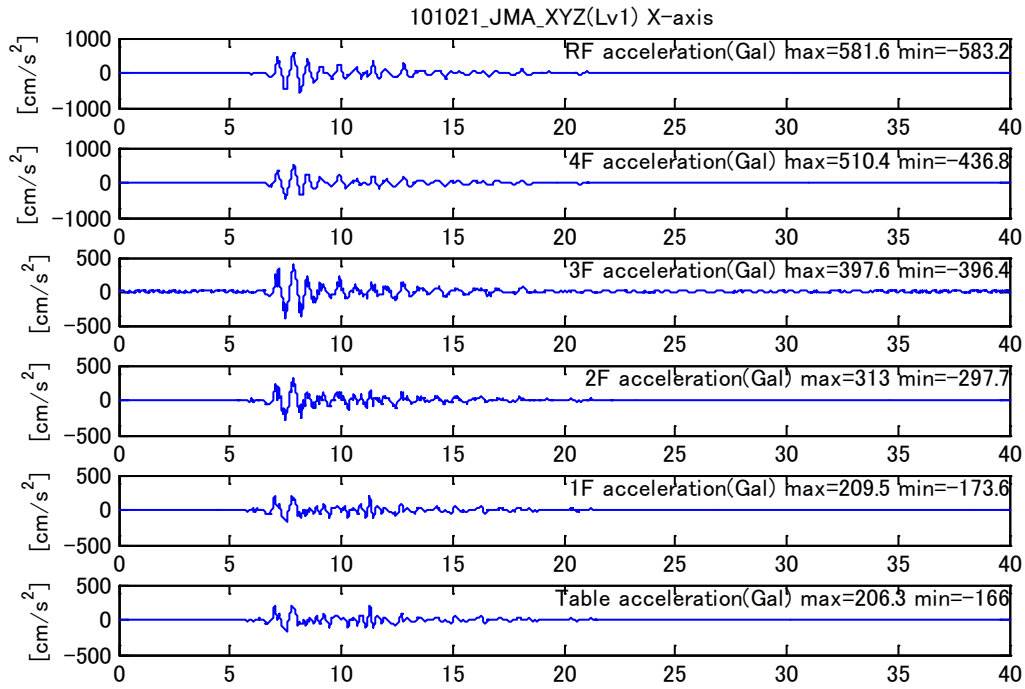


(a) X 方向

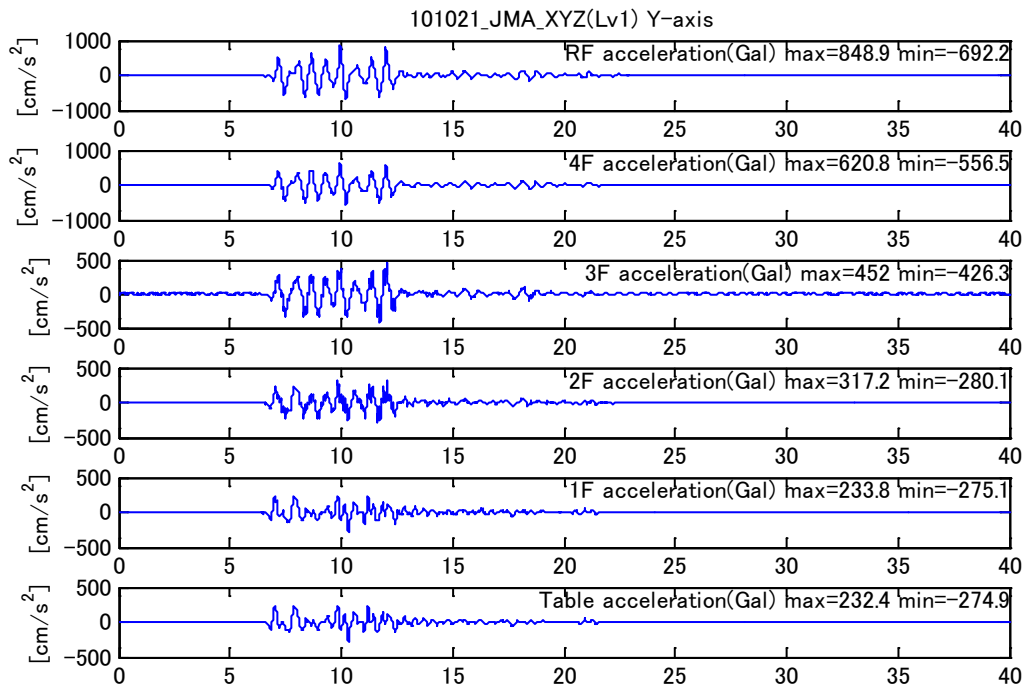


(b) Y 方向

図 5 3 耐震構造 JMA 神戸波



(a) X 方向



(b) Y 方向

図 5 4 耐震構造 JMA 神戸波 Lv2

(c) 結論ならびに今後の課題

ここでは、耐震構造と免震構造のそれぞれの構造において、災害医療を可能とする機能保持性能の向上を目指した地震対策を施したEーディフェンスによる実大実験を実施し検証・確認実験を行った。耐震構造に関しては、直下型地震時の地震動における医療施設の機能低下を防止する対策を施し、また、免震構造に関しては、海溝型地震時の地震動におけるキャスター付き機器等の可動・移動による被害低減のための対策を施し実施した。両構造による実験において、室内被害および機器被害に関する各種データおよび映像を取得した。これらの評価は次節以降に述べることとし、ここでは、将来ガイドライン作成のために実施した実験と取得したデータについて示した。

今後は、ここで得た評価内容をガイドラインへと展開していく予定である。

(d) 引用文献

- 1) 国土交通省：官庁施設の総合耐震計画基準、1996
- 2) 気象庁：87型電磁式強震計波形データ（1993年～1997年3月）、（財）気象業務支援センター、2002
- 3) 愛知県設計用入力地震動研究協議会：愛知県設計用入力地震動の作成—想定地震による強震動予測—改訂版、2005
- 4) 佐藤俊明、壇一男：関東地震による首都圏の広帯域強震予測、免震構造設計指針、日本建築学会、pp.263-274、2001

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
震動大実験での医療機器（医療用のベッド）の応答について —地震災害時における医療施設の機能保持評価のための震動台実験（その17）— 口頭発表	佐藤 栄児 酒井 久伸 井上 貴仁 古川 幸 小林 健一 笥 淳夫 中島 正愛	平成22年度 日本建築学会大会（北陸）学術講演会	2010.9	国内
耐震構造での解析と実験結果の相違点の要因分析 —地震災害時における医療施設の機能保持評価のための震動台実験（その18）— 口頭発表	池田 周英 島野 幸弘 鹿島 孝 石川 祐次 佐藤 栄児 長江 拓也 古川 幸 福山 國夫	平成22年度 日本建築学会大会（北陸）学術講演会	2010.9	国内

地震災害時における医療施設の機能保持性能向上のための震動台実験計画 －地震災害時における医療施設の機能保持評価のための震動台実験（その19）－ 口頭発表	井上 貴仁 佐藤 栄児 酒井 久伸 福山 國夫 中島 正愛 古川 幸 小林 健一 笥 淳夫	平成22年度 日本建築学会大会（北陸）学術講演会	2010.9	国内
地震災害時における情報通信設備の機能保持性能向上のための震動台実験計画 －震災時における建物の機能保持に関する研究開発（その20）－ 口頭発表	酒井 久伸 佐藤 栄児 井上 貴仁 福山 國夫 中島 正愛 小林 健一 笥 淳夫 鎌田 崇義	平成22年度 日本建築学会大会（北陸）学術講演会	2010.9	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
医療施設の機能保持性能を検証するための実大震動台実験－震災時における都市施設の安全性・機能性評価－	佐藤 栄児 酒井 久伸 井上 貴仁 古川 幸 小林 健一 笥 淳夫 中島 正愛	日本建築学会構造系論文集	2010.4	国内
Full-scale shaking table test for examination of safety and functionality of base-isolated medical facilities	Eiji Sato, Sachi Furukawa, Atsuo Kakehi, Masayoshi Nakashima	EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL DYNAMICS	2011.1	国際

マスコミ等における報道・掲載

- ・医療機器固定で地震の被害軽減 読売新聞 2011.9.22

- ・病院想定建物で大地震再現実験 産経新聞 2011.9.22
- ・免震病院でも機器固定が威力 朝日新聞 2011.9.28
- ・医療機器震災から守れ 読売新聞 2011.10.11
- ・実験の映像DVDに 神戸新聞 2011.7.14

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成23年度業務計画案

課題終了のため計画なし。

