

3.2.10 E-ディフェンスによる実大鉄筋コンクリート建物の三次元震動破壊実験

目 次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5ヵ年の年次実施計画
- (e) 平成16年度業務目的

(2) 平成16年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の成果
 - 1) 試験体の詳細設計
 - 2) 実施工程
 - 3) 計測計画
- (c) 結論ならびに今後の課題
- (d) 引用文献
- (e) 成果の論文発表・口頭発表等
- (f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

(3) 平成17年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 E-ディフェンスによる実大鉄筋コンクリート建物の三次元震動破壊実験

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
独立行政法人 防災科学技術研究所 (東京大学地震研究所)	客員研究員 (教授)	壁谷澤 寿海
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	研究員	松森 泰造
	研究員	加藤 敦
	特別研究員	陳 少華
(株)大林組 技術研究所	主任研究員	勝俣 英雄
	研究員	白井 和貴

(c) 業務の目的

E-ディフェンスによる実大鉄筋コンクリート建築物の三次元震動破壊実験の基本計画、実施計画を策定する。

(d) 5カ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成14年度：

E-ディフェンスにおいて平成17～18年度の2カ年間に行う実大鉄筋コンクリート建物の三次元震動破壊実験の研究の目的と実験の実現性について検討した。

2) 平成15年度：

E-ディフェンスにおいて平成17～18年度の2カ年間に行う実大鉄筋コンクリート建物の三次元震動破壊実験の基本計画を作成した。まず、実大実験における検討項目を整理し、実験パラメータの選定を行った。さらに、試験体の基本設計を行い、実験実施上の問題点を整理・把握した。

3) 平成16年度：

- ① 平成17年度の実験実施計画を策定する。
- ② 平成17年度の試験体の詳細設計を行う。
- ③ 実大実験における計測計画を策定する。

4) 平成17年度：

- ① 実大実験を実施し、実験結果をまとめる。
- ② 平成18年度の試験体の詳細設計を行う。

5) 平成18年度：

- ① 実大試験体を実施し、実験結果をまとめる。

② 5カ年間の成果をまとめる。

(e) 平成16年度業務目的

Eーディフェンスにおいて平成17年度に行う実大鉄筋コンクリート建物の三次元震動破壊実験の実施計画を作成する。平成16年度に行った試験体の基本設計にもとづき、試験体の詳細設計を行うとともに、計測計画を策定する。

(2) 平成16年度の成果

(a) 業務の要約

Eーディフェンスにおいて平成17年度に行う実大鉄筋コンクリート建物の三次元震動破壊実験の実施計画を作成した。試験体の詳細設計を行い、計測計画を策定した。

(b) 業務の成果

1) 試験体の詳細設計

平成17年度のEーディフェンスによる実大鉄筋コンクリート建物の震動実験に用いる試験体の詳細設計を実施した。試験体は、平成15年度において基本設計を行った2体のうちの一方とする。すなわち、1970年代建設を想定した試験体である。

試験体の一般事項を以下のとおりである。

用途：共同住宅を想定

階数：6階

高さ：階高2.5m、軒高16.0m（基礎部を含む）

平面：2×3スパン、1スパンの長さ5.0m

重量：各階約125 tonf、総重量約950 tonf

柱断面：全層全柱とも500mm×500mm

試験体のイメージ図を図1に、基準階伏図を図2に、基礎平面図を図3に、軸組図を図4～8に、代表的な部材断面を図9に、仕上げ概要を図10に示す。

平成15年度に策定した基本計画からの変更点は以下のとおりである。

・当初、試験体は2体とすることを計画していたが、予算とスケジュールを鑑み、試験体は1体とし、既存建物の耐震補強が重要な検討課題であるため、1970年代建設を想定した試験体を選択した。

・震動台テーブルの座標に合わせ、試験体の短辺方向をX軸、長辺方向をY軸とする。

・天井クレーンにより吊り上げについては、試験体に損傷を与えずに吊り上げることは困難であると判断し断念した。これにより、試験体の重量を800tf以内に抑えるという制約が無くなり、より現実的な床重量設定に変更した。

・柱梁の外構のひび割れ観察を容易にする目的から、スラブを通り芯より1m張り出させた。さらに、安全対策として、張り出させたベランダの外周には手すりを設ける。また、

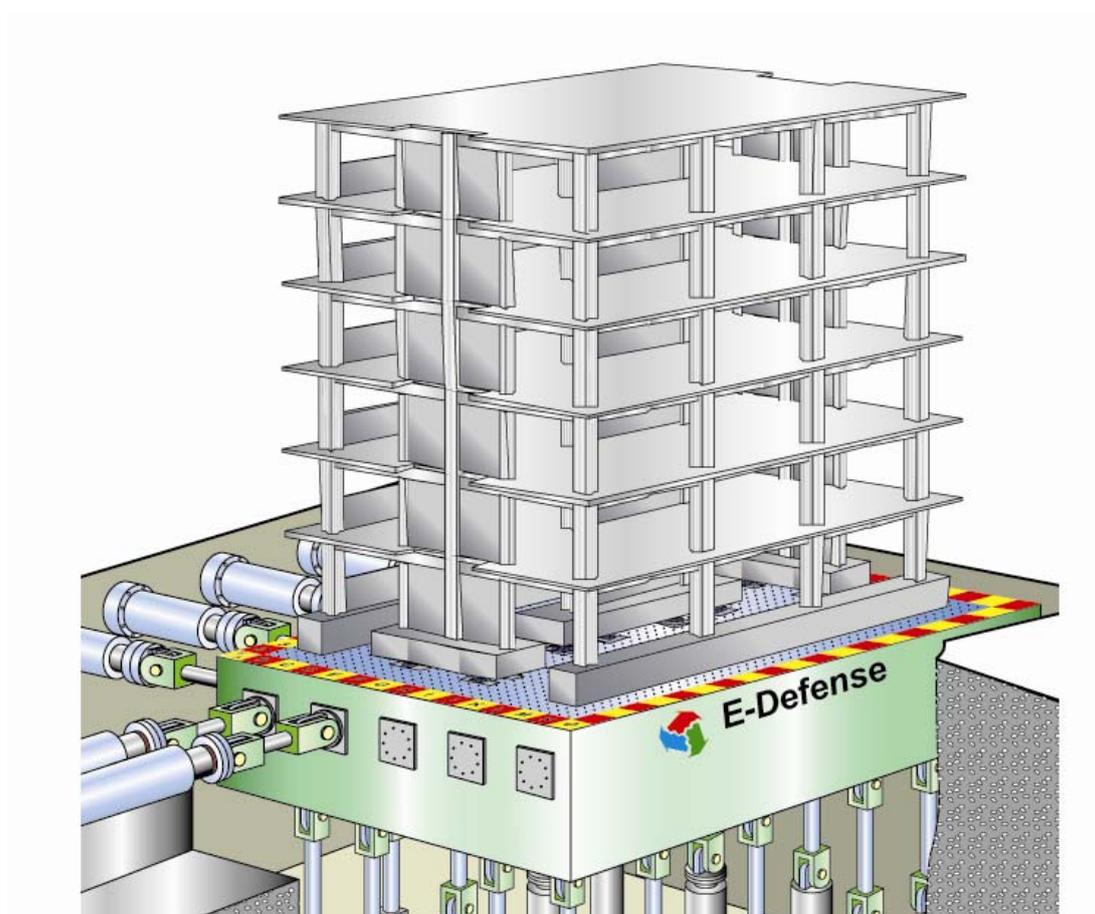
スラブに切り欠きを設け、昇降のため仮設の階段を設置する。

・連層耐震壁および袖壁付き柱の基礎下に分力計を設置し、それぞれに作用する力の計測を行うことにした。これに伴い、基礎梁については、連層耐震壁および袖壁付き柱の下部は他と分離する配置とした。

・袖壁付き柱については、袖壁は片側のみであったが、両側に袖壁を設ける。

・2層と5層の1区画に仕上げを施し、各種仕上げの比較を行う。

・配筋については、平成17年度に行う非線形解析による再検討により、最終調整を行う予定である。



これに、一部仕上げ、階段、手すりなどが加わる。

図1 震動実験のイメージ図

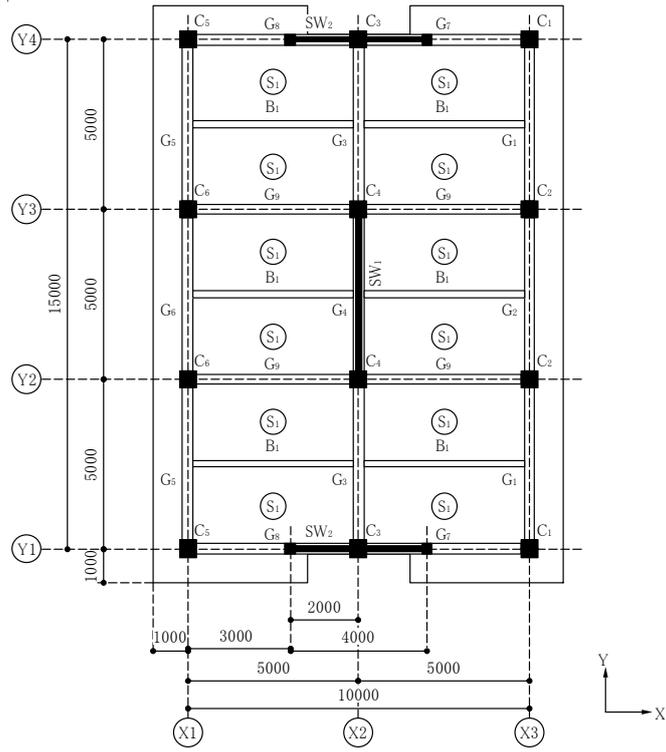


图 2 基準階伏図

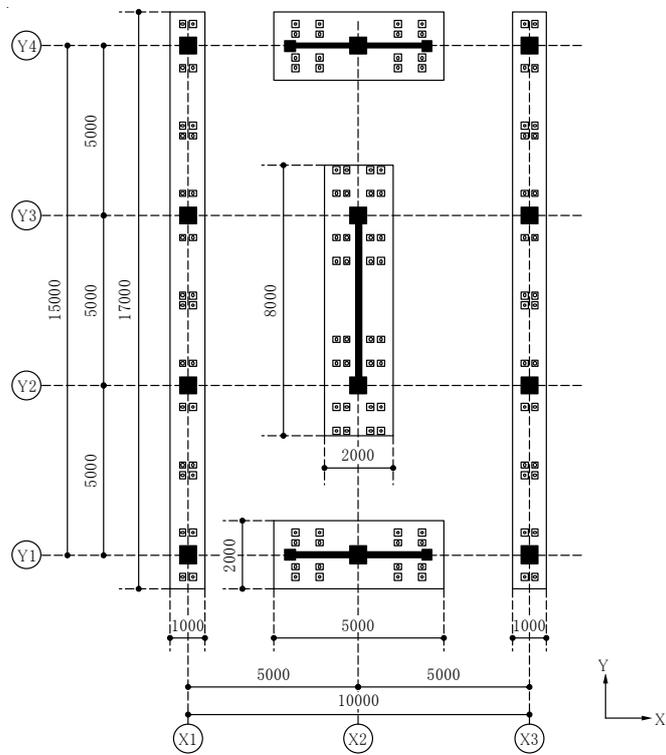


图 3 基礎平面図

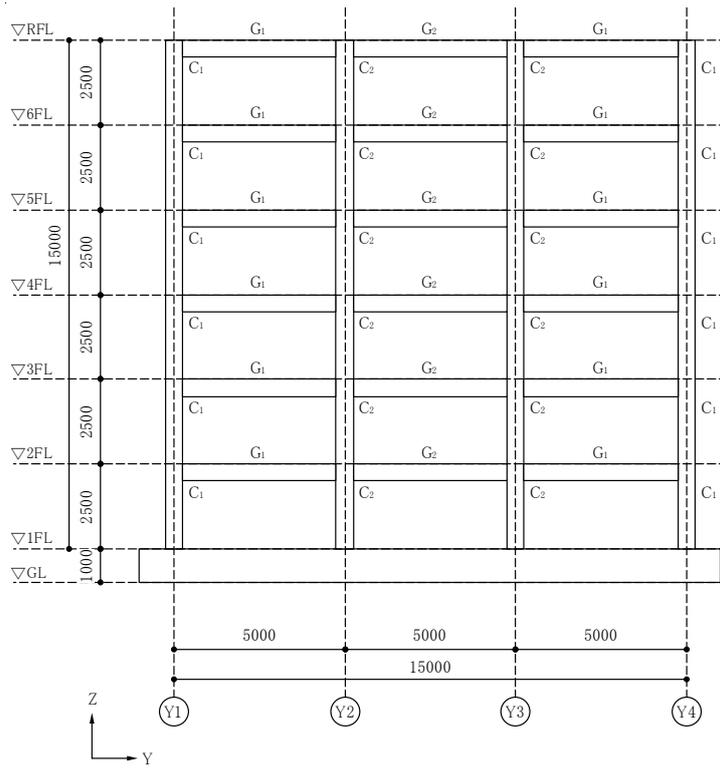


図 6 X3 通り軸組図

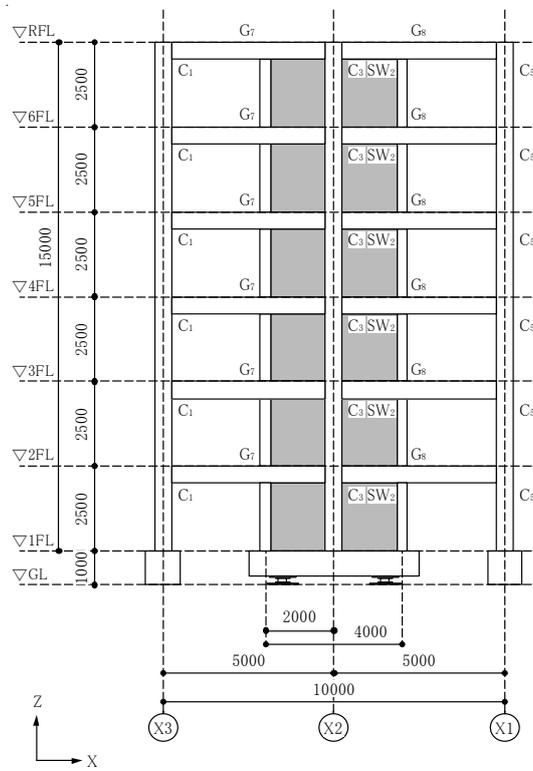


図 7 Y1, Y4 通り軸組図

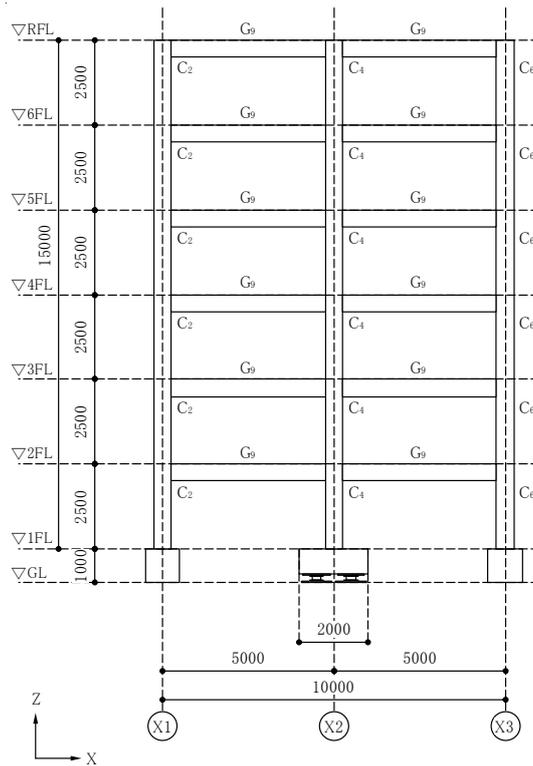


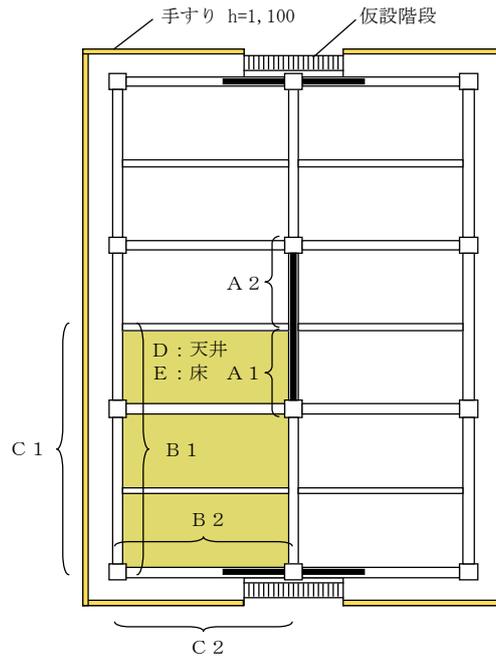
図8 Y2,Y3通り軸組図

柱		梁	
位置	全階全柱	階	4～R階
断面	500×500mm	符号	G ₁ ,G ₂
主筋	8-D19	断面	300×500mm
帯筋	□-D10@100	上端筋	2-D19
		下端筋	2-D19
			あばら筋

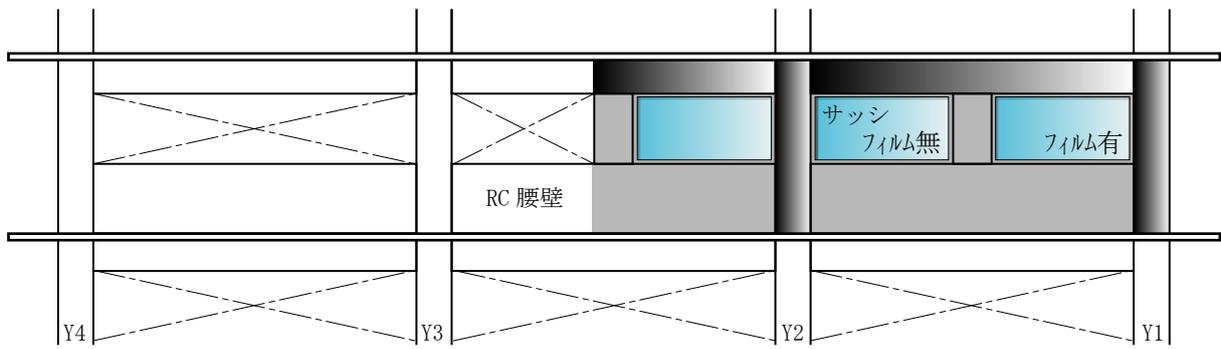
連層耐震壁

階・符号	厚さ (mm)	配筋
全階・SW ₁	150	D10@300 ダブル

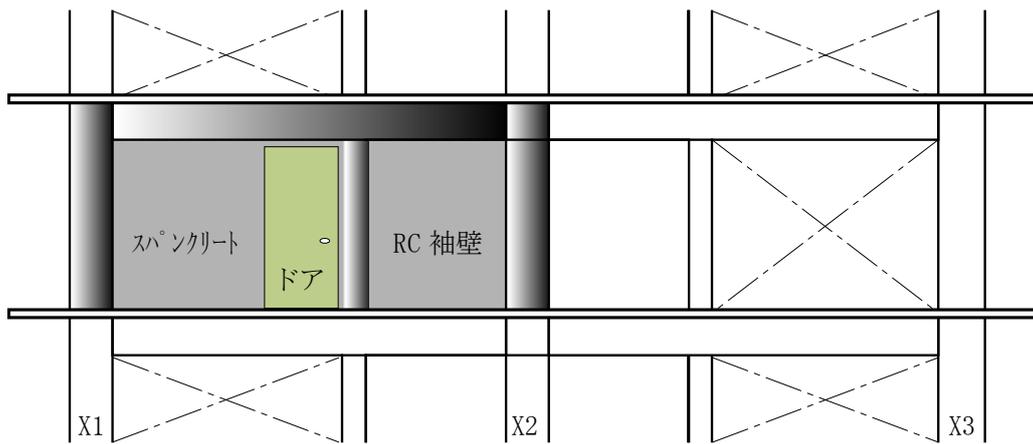
図9 代表的な部材断面



(1) 仕上げ施工箇所



(2) X1 通り 2, 5 階外壁 (C 1)



(3) Y1 通り 2, 5 階外壁 (C 2)

図 10 仕上げ概要図

2) 実施工程

試験体の製作から運搬・設置までと震動台利用可能期間を鑑み、平成17年度に行う実大震動実験の概略工程は表1とした。

表1 概略工程

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
手配・準備	■								
試験体の製作		■				■			
						11/4: 躯体製作完了			
試験体の運搬・設置						■			
							12/16: 震動台へ設置完了		
加振実験								■	
試験体の撤去・解体									■
									2/28: 撤去完了
震動台利用期間							■		
屋外製作解体ヤード利用可能期間	■								

3) 計測計画

実大実験における計測に関する概略計画を策定した。計測点数の内訳は表2のとおりである。

試験体各部位の絶対変位、あるいは震動台テーブルに対する相対変位は重要な計測項目であるが、従来のように試験体の横に計測フレームを設置して計測する方法は実大実験では困難であり、今回の計測計画ではこれらを含んでいない。別途、画像による三次元変位計測を計画している。

表2 計測点数 (内訳)

項目	数量
絶対変位	なし
テーブルからの2階床変位	32ch
層間変位 (2~6層)	60ch
部材の変形	約 120ch
絶対加速度	約 150ch
鉄筋のひずみ	約 320ch
3分力計 (16台)	48ch
計	約 730ch

a) テーブルからの2階床変位

震動台テーブルまたは基礎梁に計測フレームを設置し、2階床の変位を計測する(図11)。使用する変位センサーは、インダクタンズ式、レーザー式、磁歪式の併用とする。計測点は8カ所とし、3方向の変位を計測する。測定点の一部では、バックアップも兼ね、

異なるセンサーにより 2 重に計測を行う。

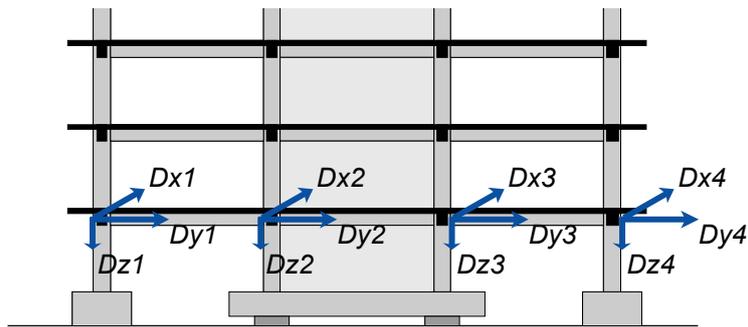


図 1 1 テーブルからの 2 階床変位の計測

b) 層間変位 (2~6 層) の計測

各層 4 カ所に計測フレームを設け、層間の相対変位を計測する (図 1 2)。使用する変位センサーは、インダクタンズ式とする。計測点は各層 4 カ所、3 方向であり、5 層で合計 60 チャンネルである。

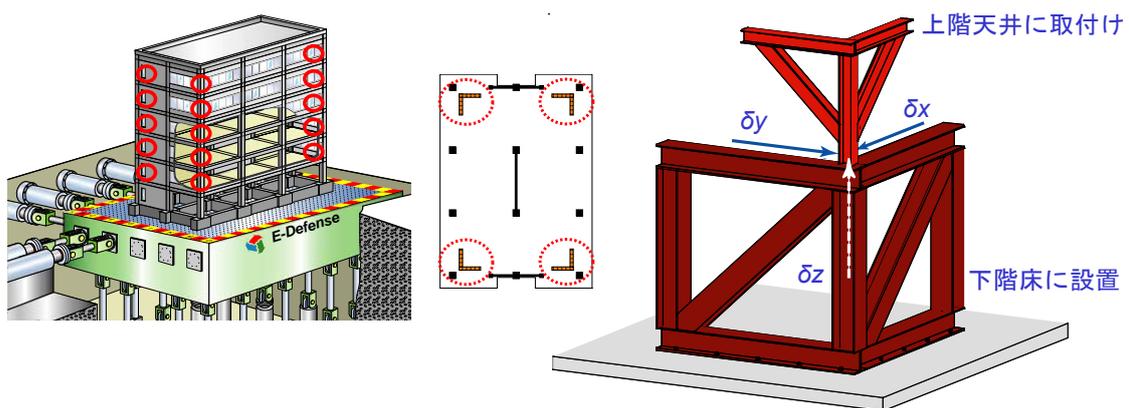


図 1 2 層間変位の計測

c) 部材の変形の計測

耐震壁の 2 次元変形、柱、梁の軸方向変形および端部の曲率、ひび割れ幅、短柱のせん断変形、腰壁端部の開きや衝突などを、インダクタンズ式変位計またはひずみ式変位変換器を用い、合計約 1 2 0 チャンネル計測する。

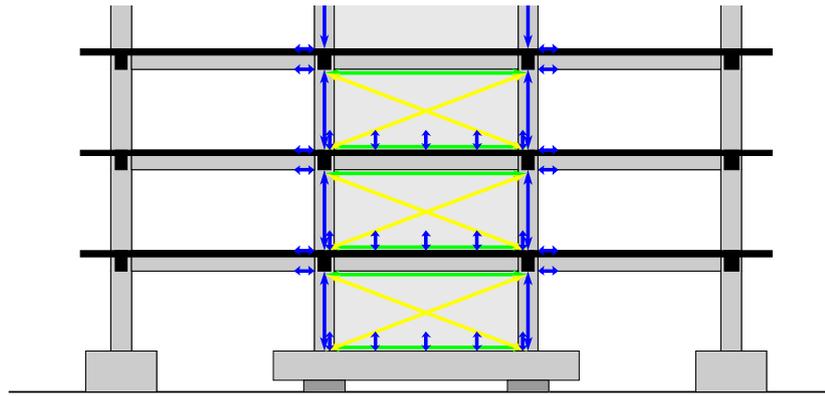


図 1 3 部材の変形の計測

d) 絶対加速度の計測

各部位の加速度を、サーボ型加速度計またはひずみ型加速度計を用いて計測する。各階 1 3 成分、6 階の合計 7 8 チャンネルとし、その他に、治具、家具、基礎梁の応答の計測やバックアップの計測も行い、合計約 1 5 0 チャンネルとする。

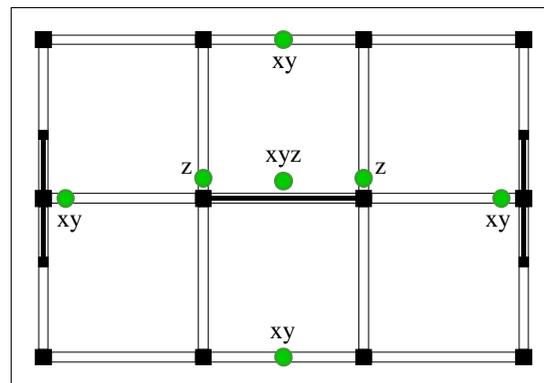


図 1 4 絶対加速度の計測

e) 鉄筋のひずみの計測

部材の降伏の確認、主筋の付着性状、スラブの協力幅、鉄筋のひずみ速度の検討などのために、主筋、せん断補強筋、壁筋、スラブ筋のひずみの計測を行う。D 1 9 以上の鉄筋にはゲージ長 5 m m の箔ひずみゲージを用い、D 1 3 以下の鉄筋ではゲージ長 3 m m の箔ひずみゲージを用いる。いずれも 3 線式とし、リード線の長さは 5 m とする。壁筋に 4 0 枚、柱主筋に 8 0 枚、柱帯筋に 4 0 枚、梁主筋に 1 2 0 枚、スラブ筋に 4 0 枚、合計 3 2 0 チャンネルとする。

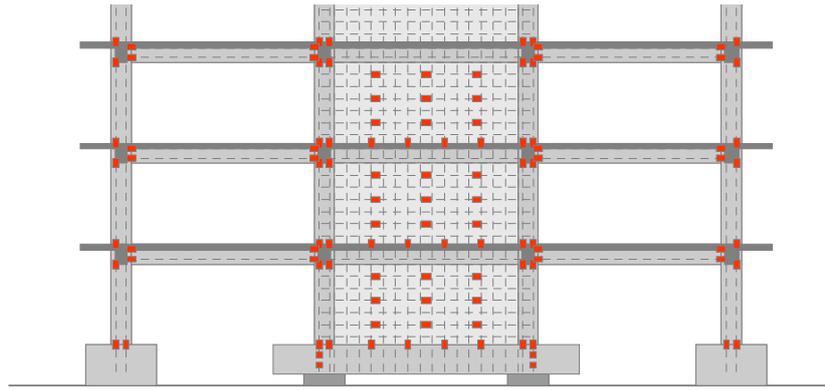
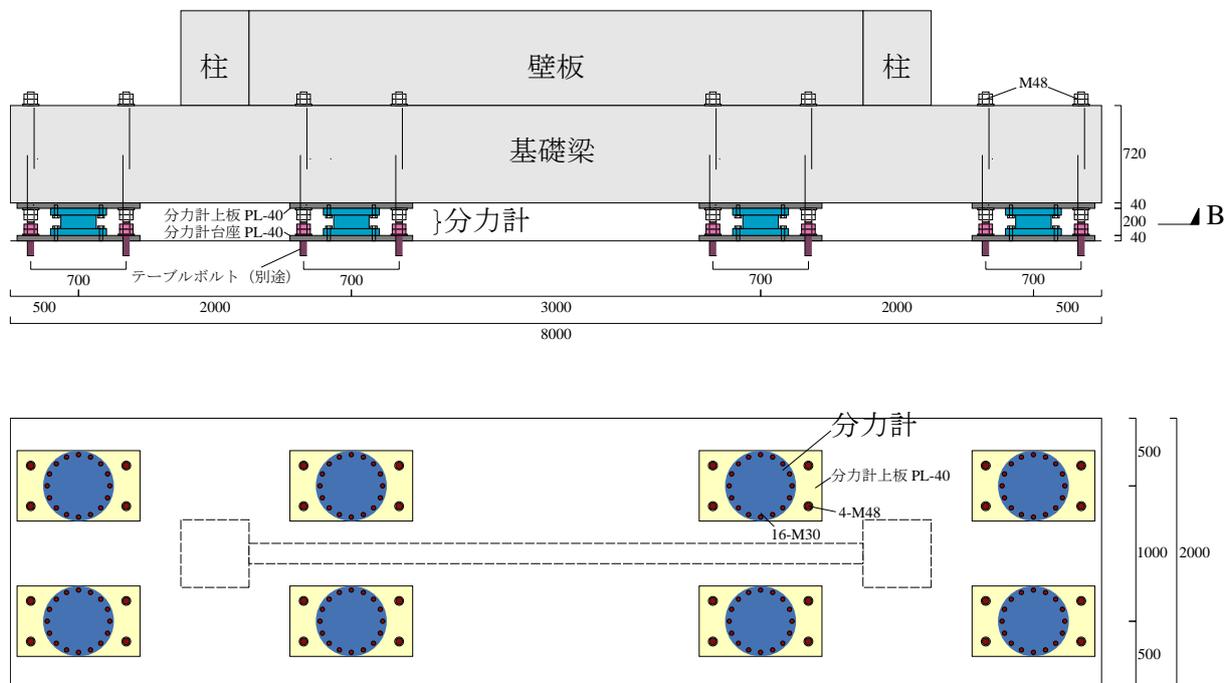


図 1 5 鉄筋のひずみの計測

f) 分力計による力の計測

基礎下に 16 台の 3 分力計を設置して、各部材が負担するせん断力を検出する。連層耐震壁の下に 8 台、2 本の袖壁付き柱の下に 4 台ずつ、合計 16 台である。連層耐震壁下の 3 分力計の設置概要図を図 1 6 に示す。モーメント作用下においては 3 分力計の精度が著しく低下するため、1 台の分力計に作用する曲げモーメントが極力小さくなるよう、連層耐震壁の下では 2 列 4 行の配置とし、袖壁付き柱の下では 2 列 2 行の配置とする。3 分力計の容量は、連層耐震壁の下に設置する 8 台は、鉛直方向 2MN、水平方向 1MN とし、袖壁付き柱に設置する 8 台は、鉛直方向 1MN、水平方向 500kN とする。



B : 基礎梁底面見上げ

図 1 6 連層耐震壁下の 3 分力計設置概要図

(d) 結論ならびに今後の課題

Eーディフェンスにおいて平成17年度に行う実大鉄筋コンクリート建物の三次元震動破壊実験の実施計画を作成した。試験体の配筋については、非線形解析による予備解析により最終調整を行う必要がある。計測に関しては、準備可能なセンサーの数により、測定点数を調整する必要がある。また、測定に必要な計測治具等の設計の必要がある。

(e) 引用文献

なし

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

なし

(g) 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17年度業務計画案

Eーディフェンスによる実大実験を実施し、実験結果をまとめる。実験の目的は、鉄筋コンクリート建物の三次元動的挙動と破壊メカニズムの解明、既存建築物の耐震補強方法の確立、現行耐震設計法の検証と耐震性能評価手法の高度化およびシミュレーション解析のためのデータ取得である。平成16年度に策定した計画をもとに、詳細をさらに詰めつつ実験を実施する。並行して、平成18年度に行う予定の試験体の詳細設計を行う。