

27-1 長周期地震動を受ける 鉄筋コンクリート造建築物の 安全性検証方法に関する検討

平成24年4月11日

株式会社大林組

鹿島建設株式会社

株式会社小堀鐸二研究所

清水建設株式会社

大成建設株式会社

株式会社竹中工務店

はじめに

【研究目的と項目】

長周期地震動に対する超高層鉄筋コンクリート造建物の安全性検証における、モデル化手法の妥当性を実験的・解析的に検討する。

(イ) 構造実験

立体架構を対象として、静的載荷実験

H24年度建物実験用20層試験体の分割製作

(ロ) 応答評価

H24年度建物実験用20層試験体モデルの応答解析

(ハ) 建物地震観測

(ニ) 観測記録の分析

2011.03.11地震時等の観測記録に対する個別検討

はじめに

【研究体制】

RC建物長周期検討委員会

事業者

大林組
鹿島建設
小堀鐸研
清水建設
大成建設
竹中工務店

建築研究所

共同研究

委員長 塩原等(東京大学)
委員 壁谷澤寿海(東京大学)
楠浩一(横浜国立大学)
倉本洋(大阪大学)
河野進(京都大学)
田才晃(横浜国立大学)
勅使川原正臣(名古屋大学)
前田匡樹(東北大学)

(敬称略・五十音順)

報告内容

【報告書該当部分】

1. 縮小20層RC建物実験
 - 1.1. 試験体製作 【第2章】
 - 1.2. 試験体の応答解析 【第3章】
2. 柱梁接合部の2方向加力実験 【第2章】
3. 地震観測結果の解析
 - 3.1. 建物Bの解析 【第6章】
 - 3.2. 建物Aの解析 【第5章】
4. 既存観測建物の観測結果の分析 【第7章】
5. まとめ

1.1. 縮小20層RC建物実験(試験体製作①)

【計画概要】

1/4スケール, 20層(高さ約16m)

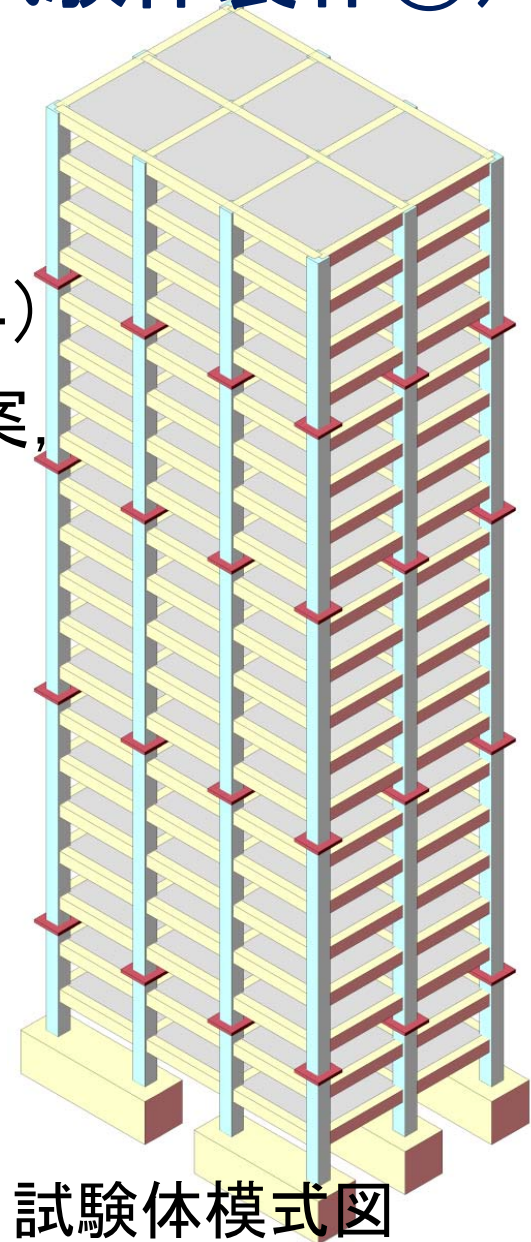
E-Defenseにて震動実験予定(H24)

短工期化, 事業期間(2年)等を勘案,

5ブロックの分割製作とした。



分割施工



試験体模式図

1.1. 縮小20層RC建物実験(試験体製作②)

【試験体製作状況】



床・梁配筋



柱梁接合部



コンクリート打設



階高750mm

梁断面150×200

打設完了階



柱断面225×225

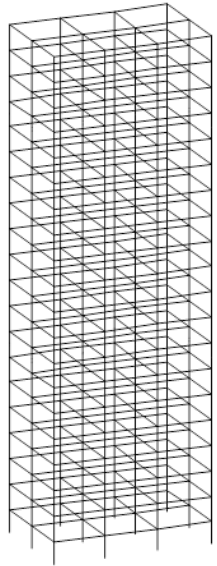
打設完了階



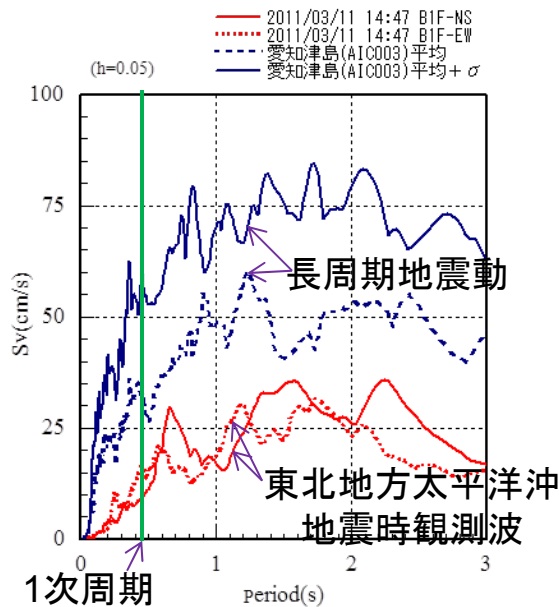
コンクリート打設時下階

1.2. 縮小20層試験体の地震応答解析

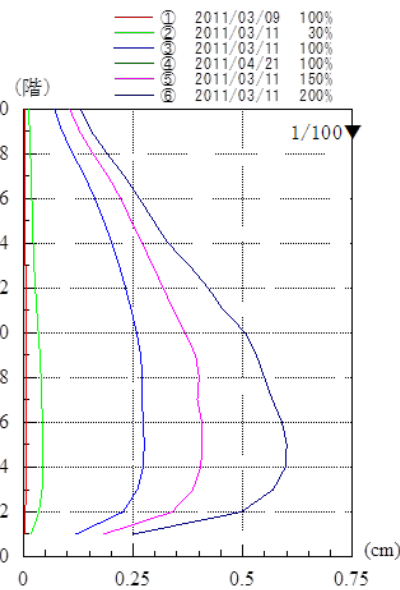
【内容と目的】震動台実験で用いる入力地震動の検討



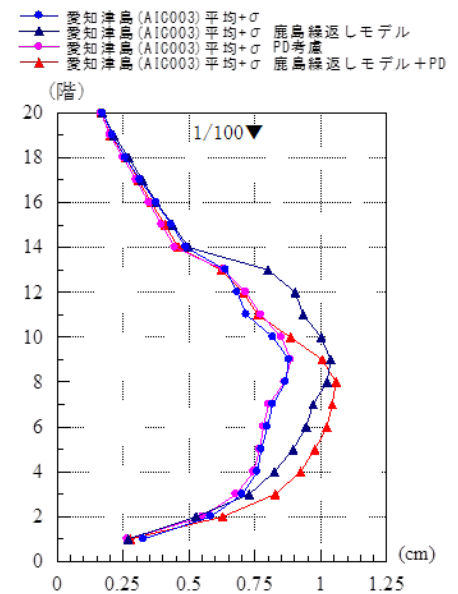
20層試験体
解析モデル



想定入力地震動の
スペクトル



東北地方太平洋沖地震時
観測波(係数倍)入力



長周期地震動入力
(繰返し劣化考慮、P-Δ考慮)

国交省作成の**長周期地震動**及び**東北地方太平洋沖地震時の(東京)観測記録**を用いて解析実施

最大層間変形角**1/70**程度の応答が想定される

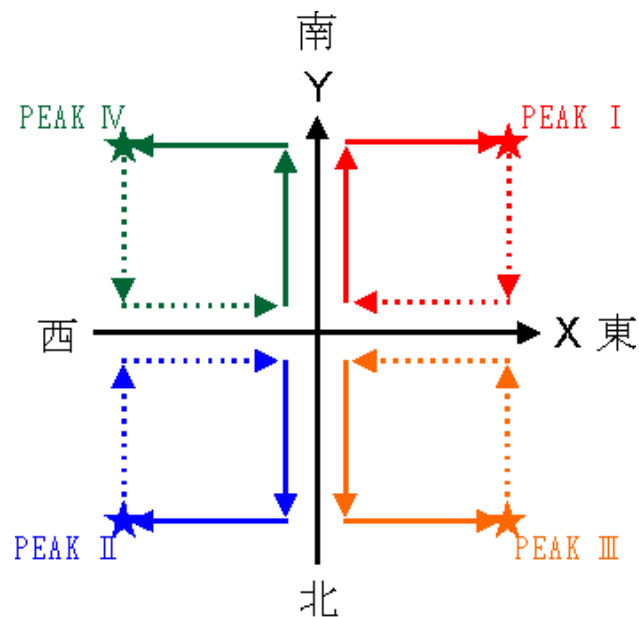
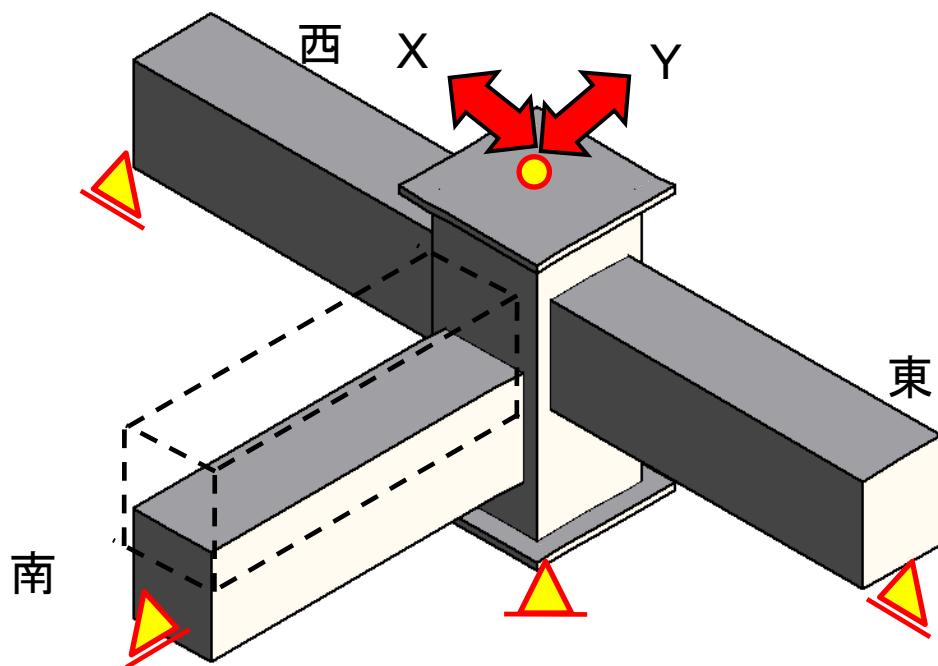
2. 柱梁接合部を含む部分架構実験①

【実験目的】

立体接合部における，2方向外力や逆梁構法の影響を評価する

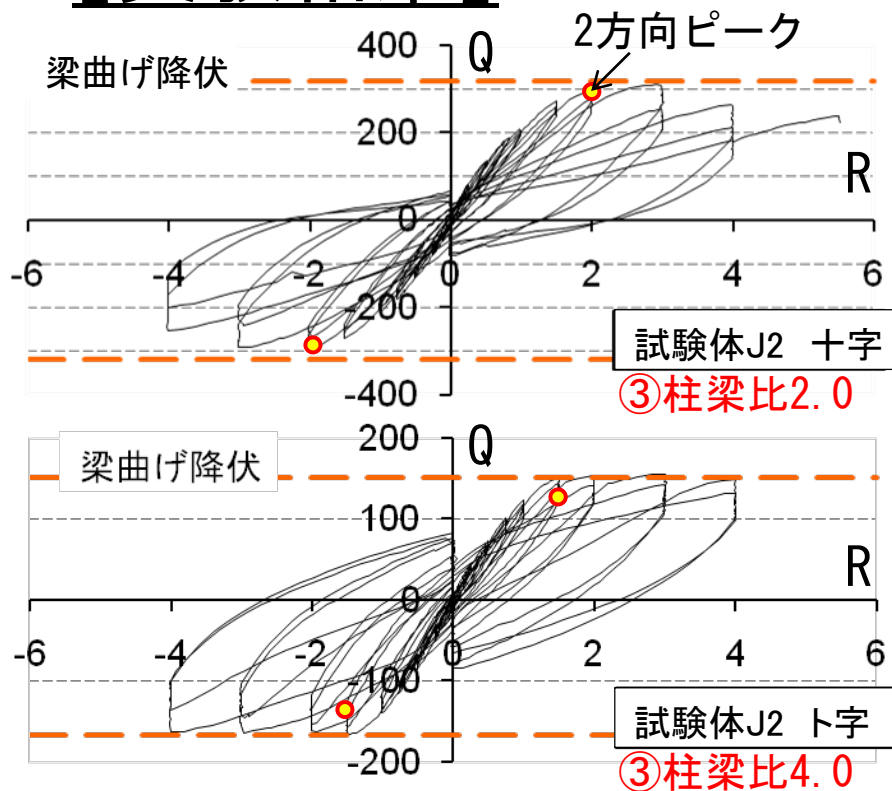
【試験体・実験変数】 1.5～2.0(2方向考慮時:1.1～1.6)

①2方向外力 ②逆梁 ③柱梁曲げ耐力比



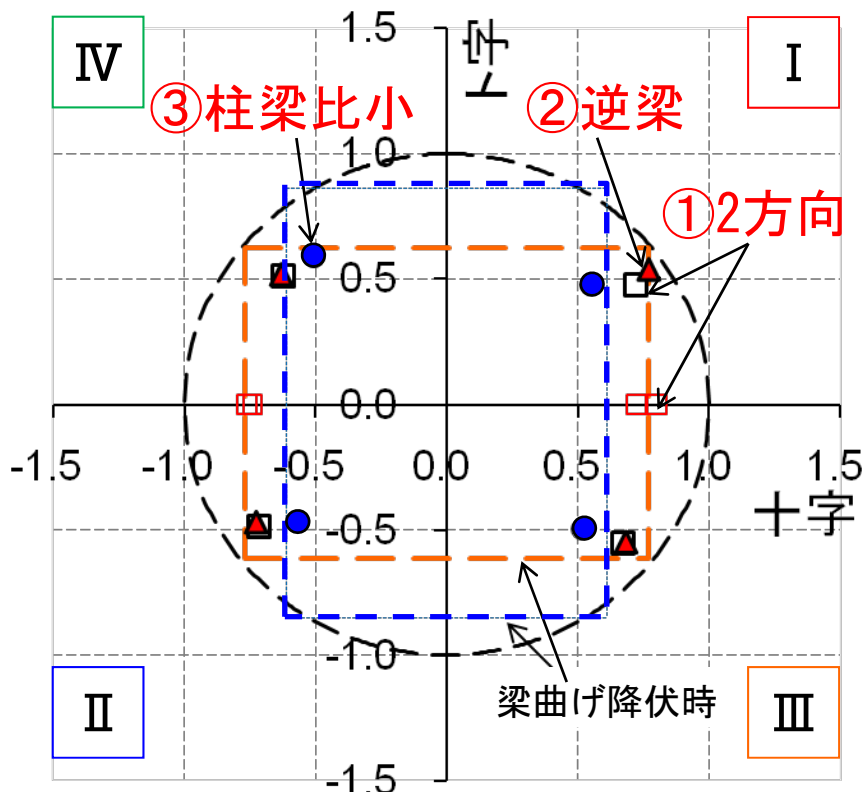
2. 柱梁接合部を含む部分架構実験②

【実験結果】



層せん断力Q－層間変形角R関係(例)

- ・ 梁曲げ降伏先行破壊
- ・ R=2%前後で最大荷重



最大荷重/接合部耐力

2方向外力下では梁曲げ降伏強度に到達しない場合あり(要検討)

3. 地震観測結果の解析

【実施目的】

RC造建築物の長周期地震動に対する安全性検証用資料を得ることを目的として地震観測を行う。

【観測対象の選定】

建物A: 江東区, SRC造, 地上32階

建物B: 名古屋市, RC造, 地上25階

【観測状況】

～2010年12月 観測準備

2011年3月～ 観測開始

3.1. 地震観測データの解析 【建物B】 (1)

【実施目的】

- ・RC造建築物の地震観測データによる応答解析
- ・設計法の妥当性検証

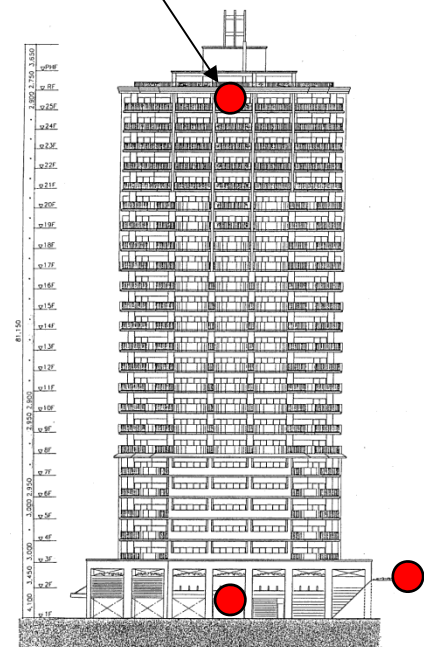
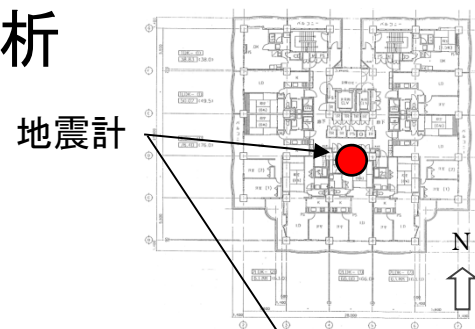
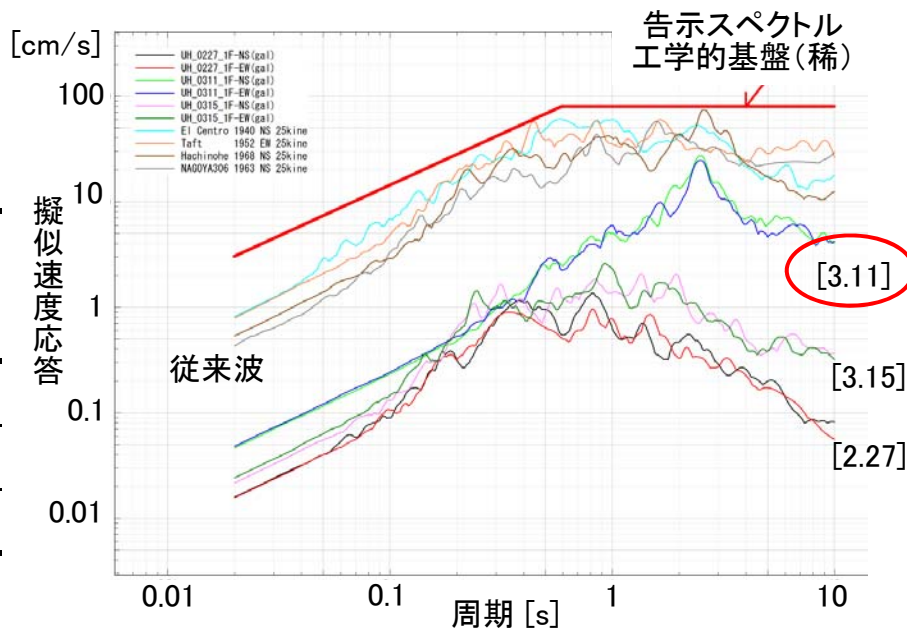
【観測対象】

建物B: 名古屋市, RC造, 地上25階

【観測結果】

[2011.3.11本震記録より]

最大 加速度 cm/s ²	NS	EW	UD
25階	-40.9	49.2	7.4
1階	14.5	15.1	6.7
地盤	14.8	15.6	-7.6



平面図および立面図

擬似速度応答スペクトル(レベル1:25kineと1階観測結果の関係)

3.1. 地震観測データの解析 【建物B】 (2)

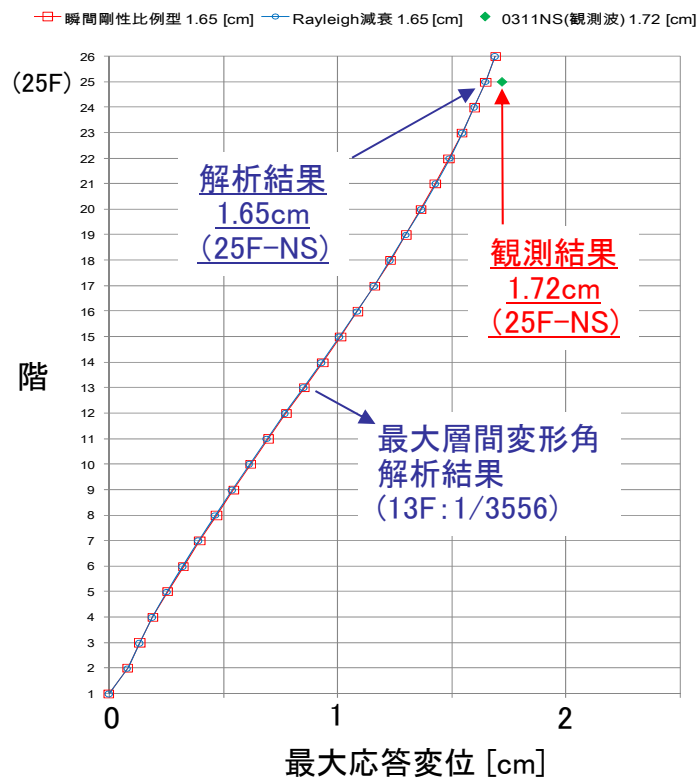
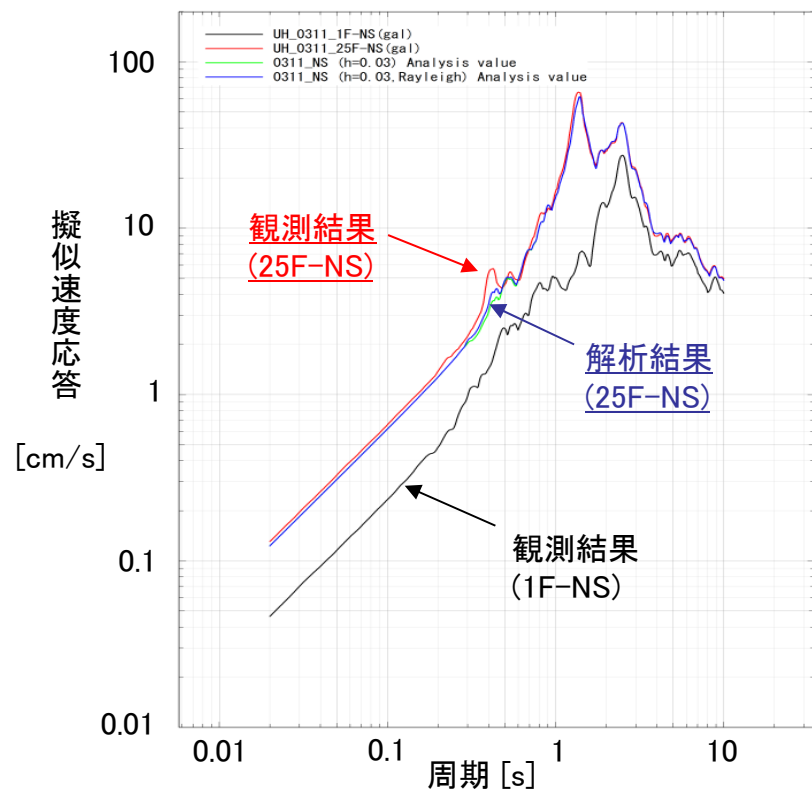
【3.11観測データによる応答解析】

解析モデル : 25質点系等価曲げせん断モデル(質量, 剛性:設計値)

復元力モデル : Degrading Tri-Linear

減衰定数 : レーリー減衰(3%[1次], 6%[2次])

【解析結果】 各方向の設計時1次・2次固有周期および応答結果(弾性範囲)とほぼ一致 ⇒ 設計法の妥当性を確認



3.2. 地震観測データの解析 【建物A】 (1)

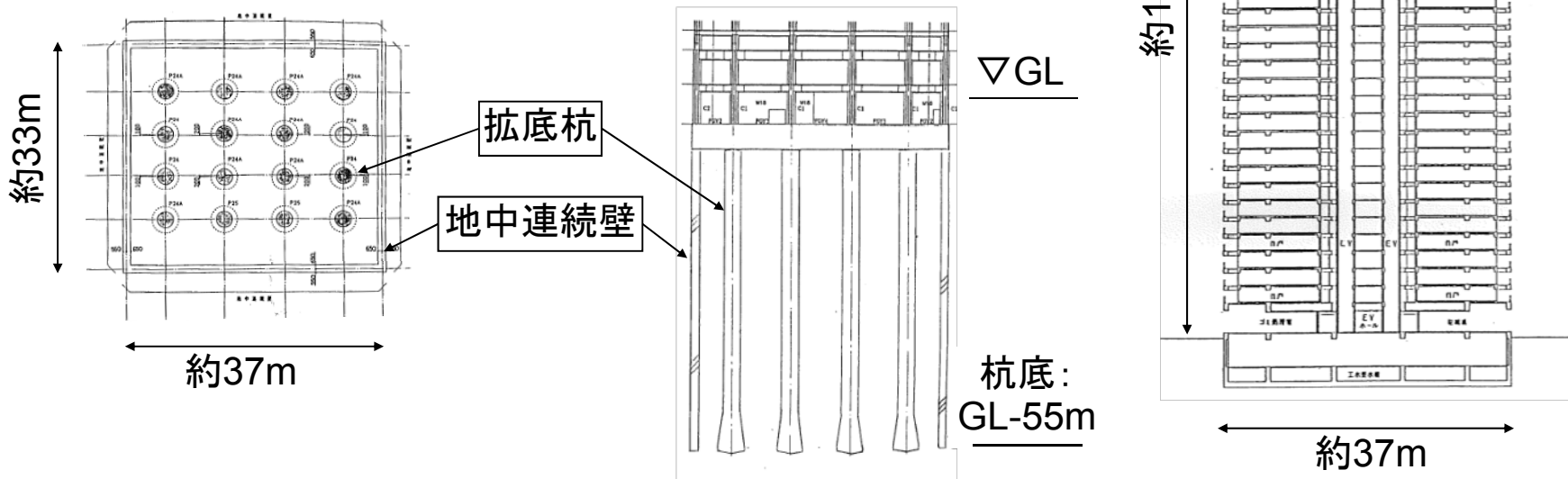
【実施目的】

RC造建築物に関して、現行の設計手法による地震応答の精度について検討する。

【観測対象】

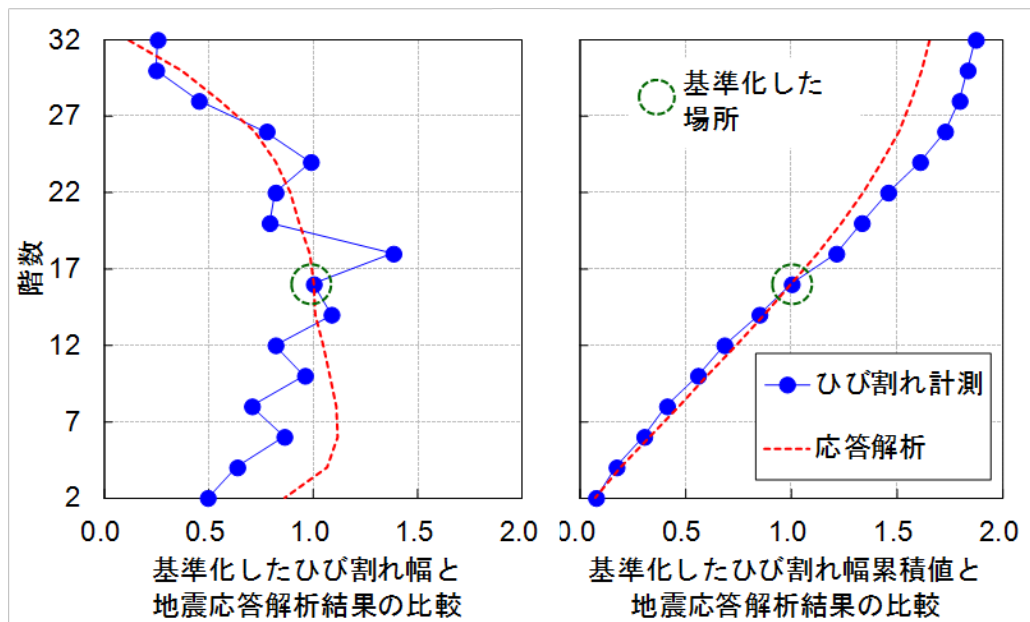
江東区, SRC造, 地上32階

基礎: 地中連続壁 + 拡底杭



3.2. 地震観測データの解析 【建物A】 (2)

【建物のひび割れ計測】

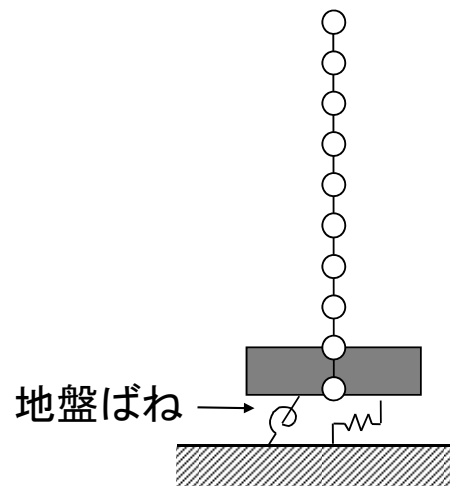


→ひび割れ計測の結果は応答値と良好に対応した。

【地震応答解析】

質点系SRモデル

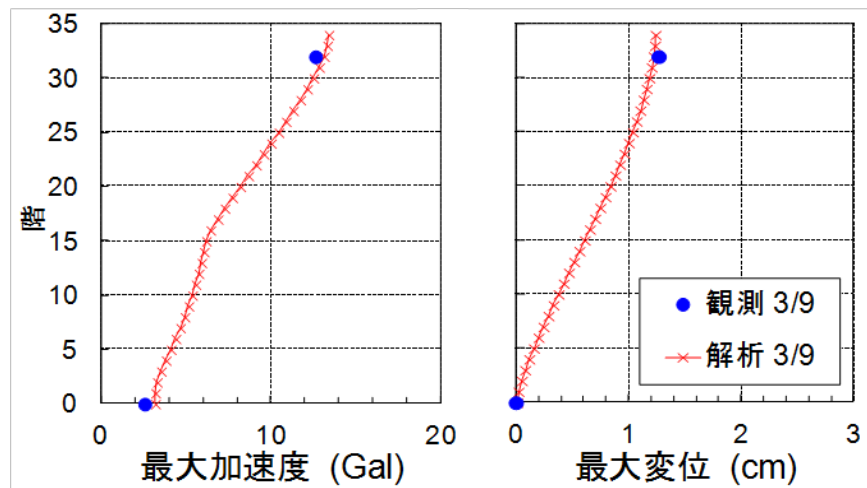
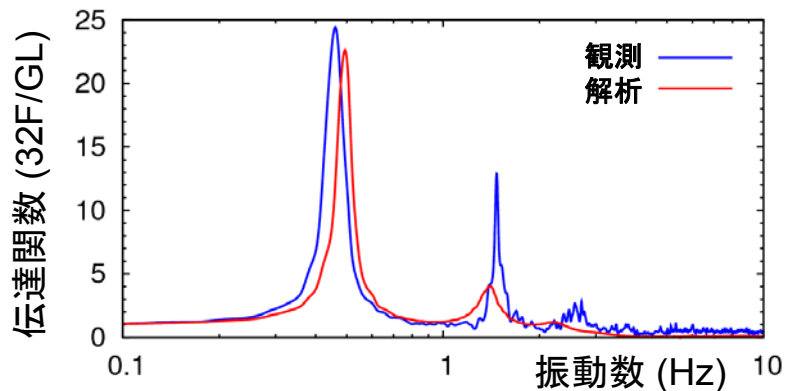
- ・地盤ばね：軸対称FEMで算定
- ・建物非線形：武田モデル
- ・減衰：瞬間剛性比例型2%



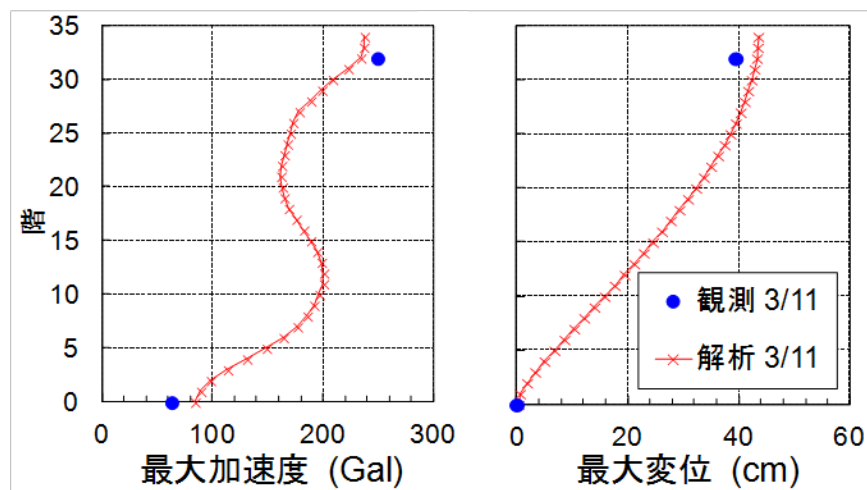
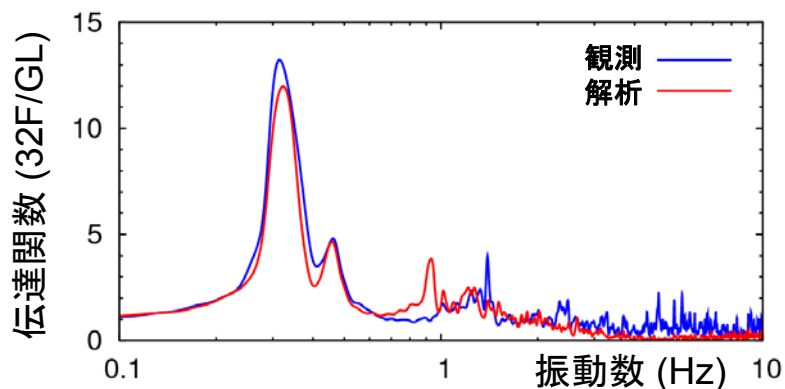
3.2. 地震観測データの解析 【建物A】 (3)

以下に、NS方向の伝達関数と最大応答値を示す。

【3月9日：三陸沖 M7.2】



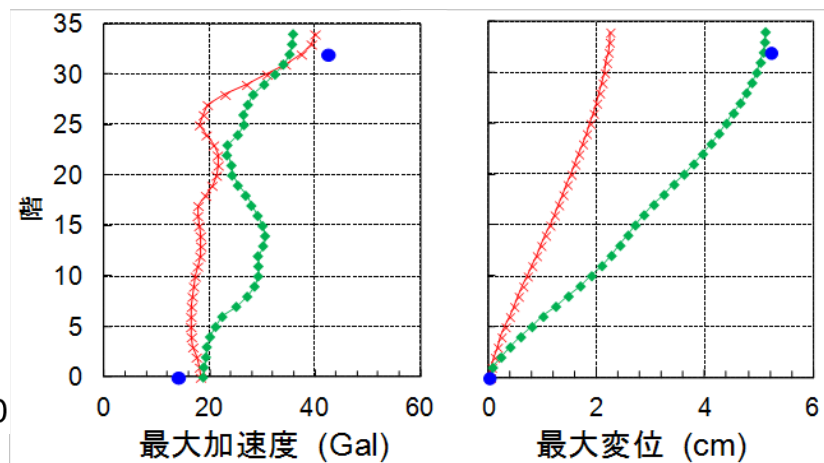
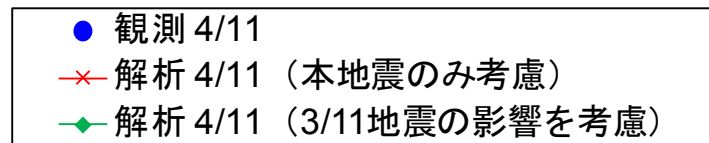
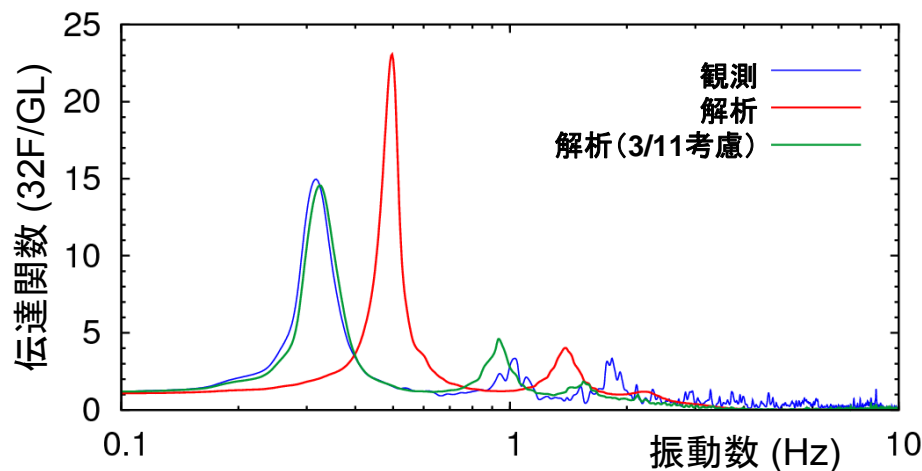
【3月11日：三陸沖 M9.0】



→ 応答値は観測値と良好に対応した。

3.2. 地震観測データの解析 【建物A】 (4)

【4月11日:福島県浜通り M7.0】



→本震の影響を考慮すると良好に対応した。

【まとめ】

- ・本検討では、応答値は観測値と概ね良好に対応した。
- ・ひび割れ計測の結果は応答値と良好に対応した。

4. 既存観測建物の分析 (1)

【実施目的】

RC造建築物の伝達関数等から，入力地震動の特性と，構造物の応答特性を検討

【観測対象】

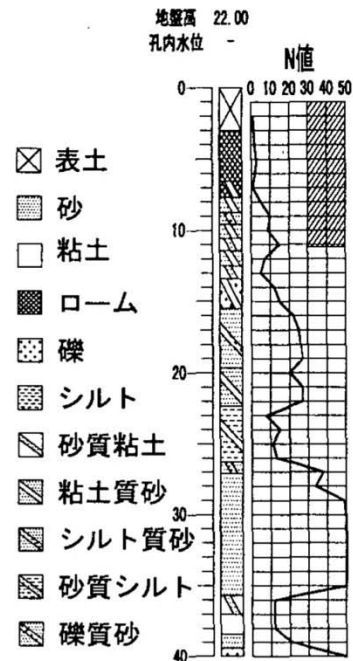
RC造，地上9階地下2階，築44年，2005年耐震改修済

被災程度：無被害



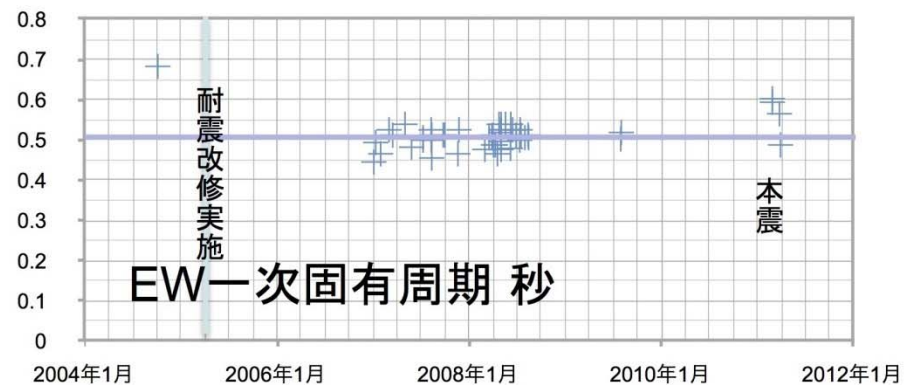
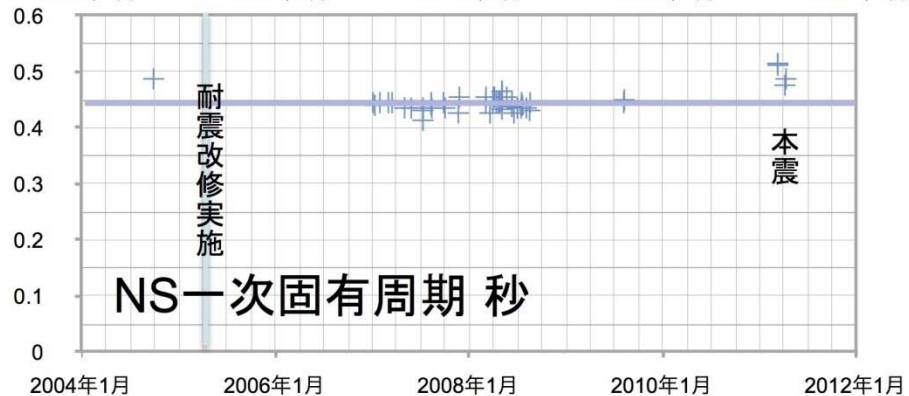
表 本震の計測値

観測位置	計測震度	最大加速度 cm/sec ²			最大速度 cm/sec			
		NS	EW	UD	NS	EW	UD	
東京大学工学部11号館	7FL北	4.8	181	212	58	20.0	22.2	6.8
	7FL南	5.7	201	360	160	21.3	38.5	10.8
	1FL	4.6	73	151	49	13.5	12.8	6.6
	地表面	4.8	197	218	79	15.0	12.1	6.4
東京大学地震研究所(参考)	地表面	4.8	165	176	105	14.0	15.7	6.6

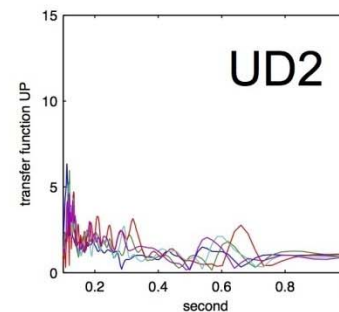
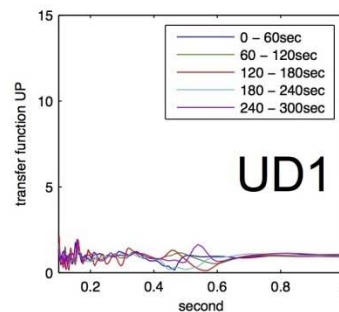
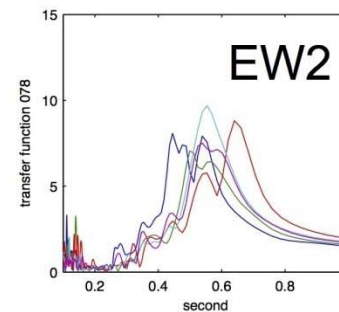
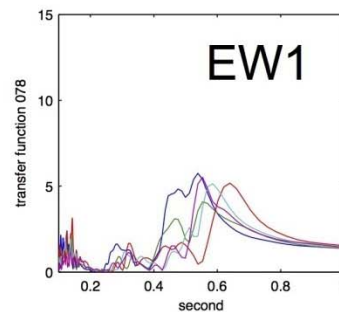
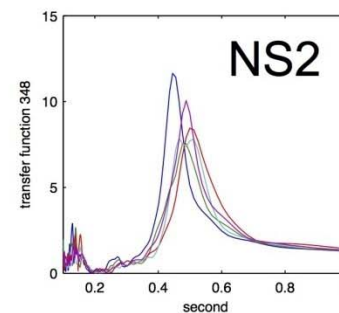
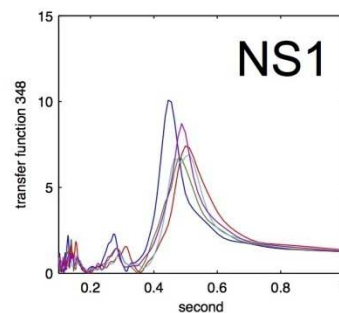


4. 既存観測建物の分析 (2)

【観測結果】



伝達関数 (7FL/1FL) 本震
300秒間を60秒ずつに区切り計算



5. まとめ (1)

【本年度事業の成果】

(イ) 構造実験

- ・H22実験(柱梁接合部)を基準とした立体部分架構試験体により, 2方向載荷実験を実施し, 2方向外力による影響について検討した.
- ・建物実験について, 1/4スケール20層モデル試験体を分割製作し, 計画通り5ブロックが完成した.

(ロ) 応答評価

- ・建物実験試験体モデルによる応答解析を実施し, 実験用入力地震波について検討した.

5. まとめ (2)

【本年度事業の成果】

(ハ) 地震観測

- 地震観測を継続し、記録を蓄積した。
- 本事業で観測を続けている建物について、2011.03.11地震時の観測記録を分析し、設計当時のモデルによる評価精度を検証した。

(二) 観測記録の分析

- 既存観測建物を対象とし、東北地方太平洋沖地震等の際に観測された記録を分析した。