


2013年10月14日

Eディフェンスにおける構造物の破壊・倒壊研究

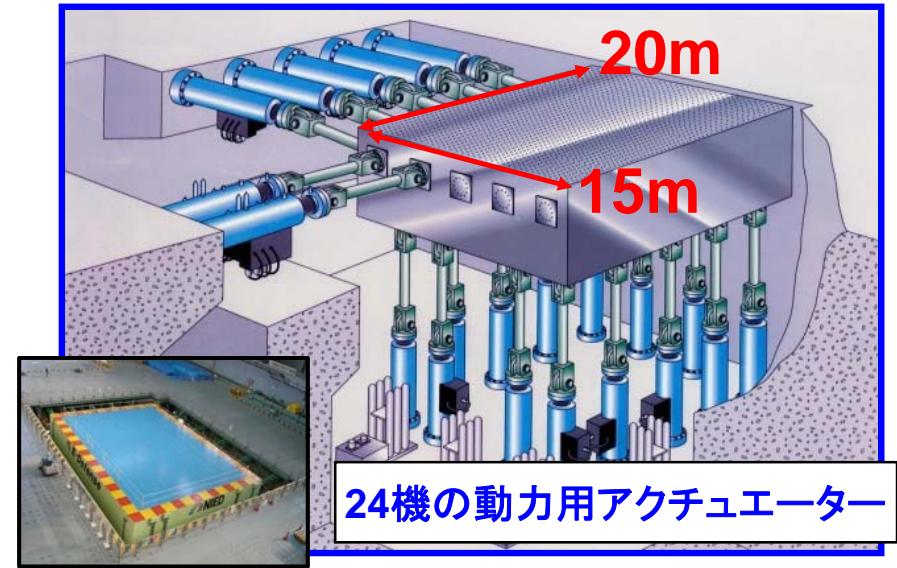
大型振動実験による調査研究, 開発研究

南海トラフ巨大地震時の中高層建物被害と向上

 **NIED 50th** 独立行政法人 防災科学技術研究所

減災実験研究領域 兵庫耐震工学研究センター  
主任研究員・長江拓也

## 実験のための土台: 振動台



完成後  
2005年より  
各種建物

兵庫県南部地震で問題視された  
被害と対策に関する実験




兵庫県南部地震  
の記録波



## 海溝型巨大地震を対象とした動き


海溝型巨大地震による長周期地震動と  
土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言

 一般社団法人  
日本建築学会

 公益社団法人 土木学会

2006年11月

「長周期・長時間振動への対策の必要性を訴え」

 学会資料も出版：長周期地震動と建築物の耐震性  
2007年12月, 日本建築学会  
「解析データの分析が主体」



Eディフェンスの活用による調査研究  
「具体的な被害様相, 対策の効果を  
明らかにする実験資料の蓄積」

# 共振しやすい重要構造物

## 長周期地震動



建設は続く

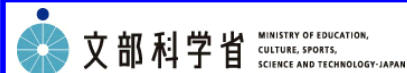
超高層建物群

上場企業

日本社会の中核機能



官庁など



首都直下プロジェクト2007年～2011年

# 超高層骨組の耐震性に関する実験

耐震改修への根拠と目処を醸成する手段として

# 実際に近い条件で骨組を施工

2008



# 社会の反応

2009. 1 毎日新聞



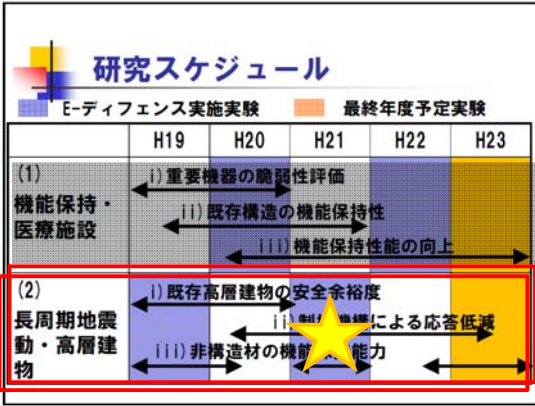
2009. 1 朝日新聞





# 対策に関する実験

2009



現場溶接接合部

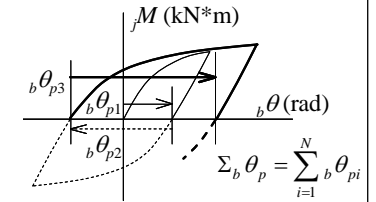


補強方法を提案(弱点を効率的に)

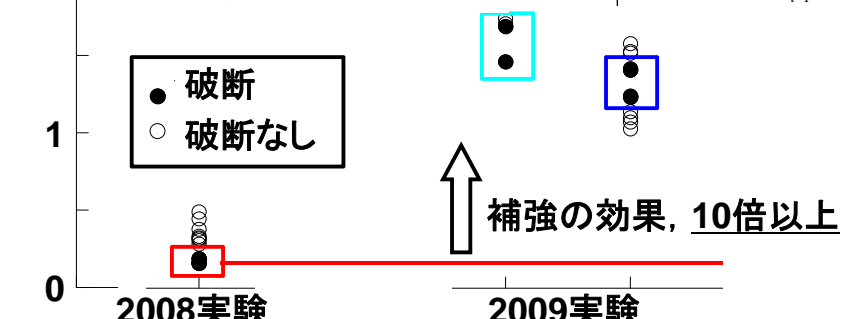
# 保有性能の定量評価

$$\sum_b \theta_p$$

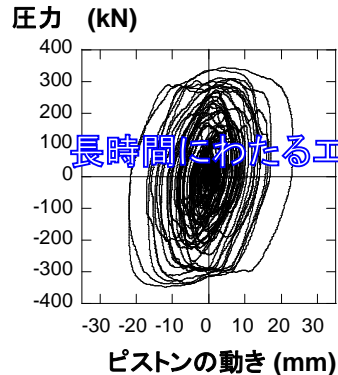
鉄骨造骨組としては  
限界に近い能力



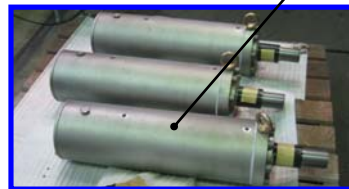
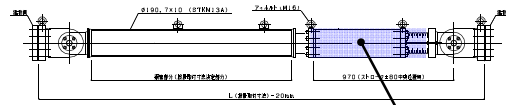
● 破断  
○ 破断なし



# ダンパー(制振装置)による耐震改修



長時間にわたるエネルギー入力がダンパーに転嫁



# 建築学会の防災・減災学術書の骨子

応急危険度判定:  
2人1組1日1棟

建設会社, 組織設計事務所,  
大学研究者 240人

一般社団法人  
日本建築学会

長周期建

## 損傷モニタリング技術の検証

最新学術書へ更新



2008



被害者、家族  
交通安全教育



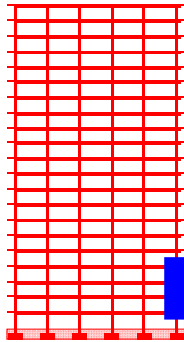
防災啓発



防災施策

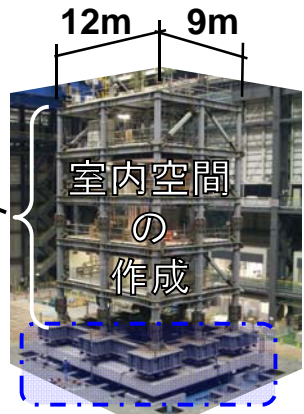


防災教育

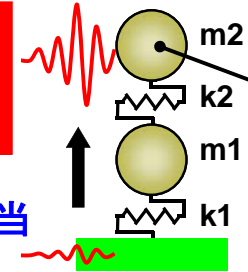


ダウンロード

### 長時間、大振幅で共振

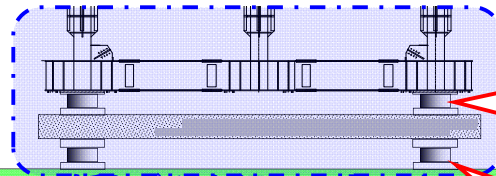


複数の広い居室  
左右前後3m  
3分間の揺れ



x 10 に相当

二段



逆解析入力波 実験装置  
鍾とゴムを組み合わせた

D=1.0 m



### 兵庫県 建築士会

家庭 介護 子供や老人



### 室内被害と対策に特化した実験



対策なし

対策あり



# オフィス



# その後



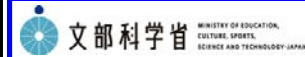
関係者が普段の防災活動で活用



さらに、都府県共同研究会  
兵庫県、東京都、新潟県、  
静岡県、愛知県、大阪府、

# ポスト首都直下プロジェクト

2012年～2016年



文部科学省  
都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト  
(H24-H28)

1. 首都直下地震の地震ハザード・リスク予測のための調査研究
2. 都市機能の維持・回復のための調査・研究
3. 都市災害における災害対応力の向上方策に関する調査・研究

監視委員会  
(日本建築学会)

2. 都市機能の維持・回復のための調査・研究  
「研究本部」

- ・京都大学 防災研究所(研究代表)
- ・(独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター
- ・(株)小堀録二研究所

- ①-1: 鉄骨造高層余裕度 (H25, E-ディフェンス実験)  
代表機関: 鹿島建設  
協働機関: 清水建設、小堀研、京都大学、防災科技研
- ①-2: 鉄筋コンクリート造余裕度 (H26, E-ディフェンス実験)  
代表機関: 大林組  
協働機関: 清水建設、京都大学、防災科技研
- ②-1: モニタリング上部  
代表機関: 清水建設  
協働機関: 鹿島、大林組、名古屋大学、京都大学、防災科技研
- ②-2: モニタリング地盤 (H27, E-ディフェンス実験)  
代表機関: 大成建設  
協働機関: 小堀研、京都大学、防災科技研
- ②-3: モニタリング連成システム (H28, E-ディフェンス実験)  
代表機関: 小堀研  
協働機関: 京都大学、清水建設、大成建設、竹中工務店、横浜国立大学、防災科技研
- ③: MeSO-net観測  
代表機関: 竹中工務店  
協働機関: 東京大学地震研究所、京都大学、防災科技研

# 日米共同研究を通じた技術開発

準備ミーティング NEES/E-Defense cooperation

2009, September

2009, October

2010, March

2010, September

2010, December

2010

Project 02: New Materials and New Technologies

Topic: Development of new structural systems able to resist 1.5 times of design seismic motions by using 1. Current standard, 2. New structural system

4-story specimens Design inputs

Preliminary analyses Instrumentation inputs

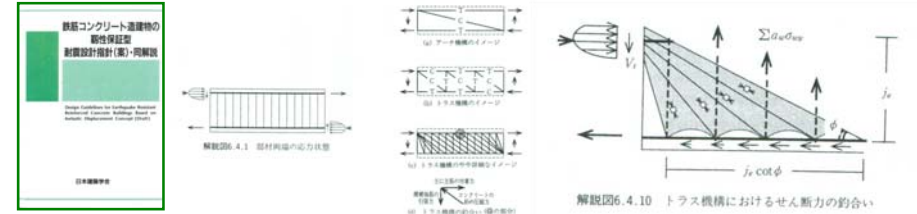
# 4層骨組を用いた基本実験



現行設計による骨組の損傷過程の調査研究  
新構法の開発研究



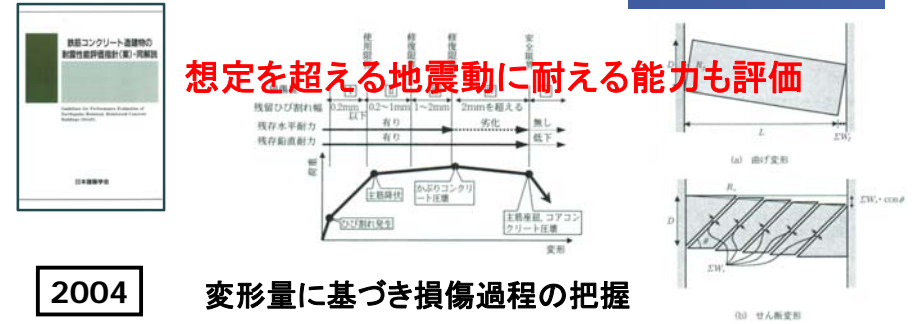
# 骨組変形の評価が設計規範の中心へ



1997 変形能力の確保

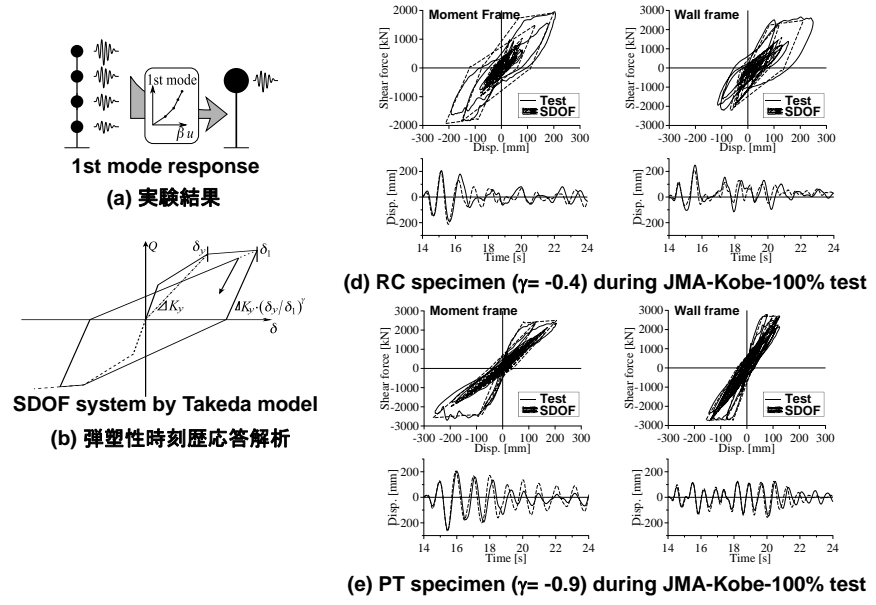


想定を超える地震動に耐える能力も評価

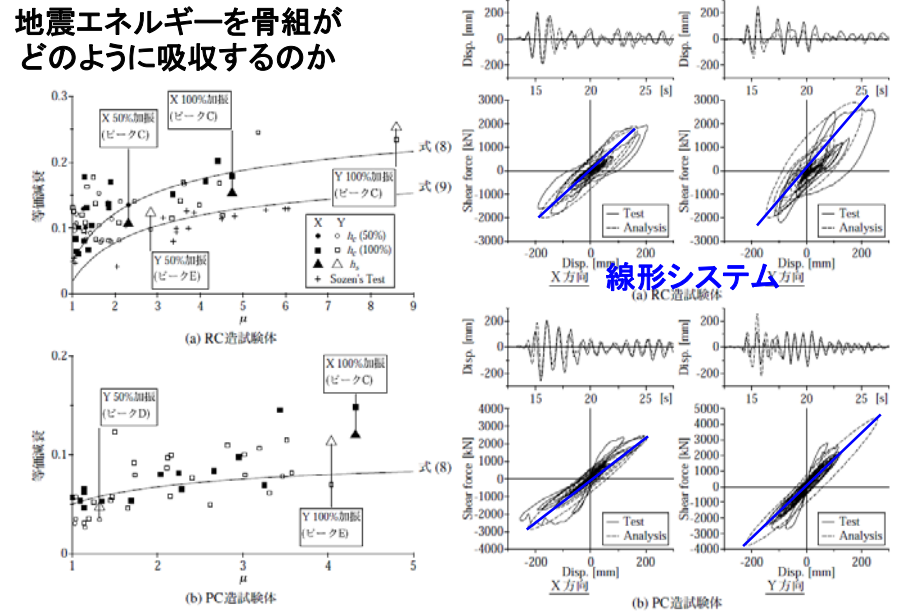


2004 変形量に基づき損傷過程の把握

# 時刻歴応答解析の評価精度は相当なレベル

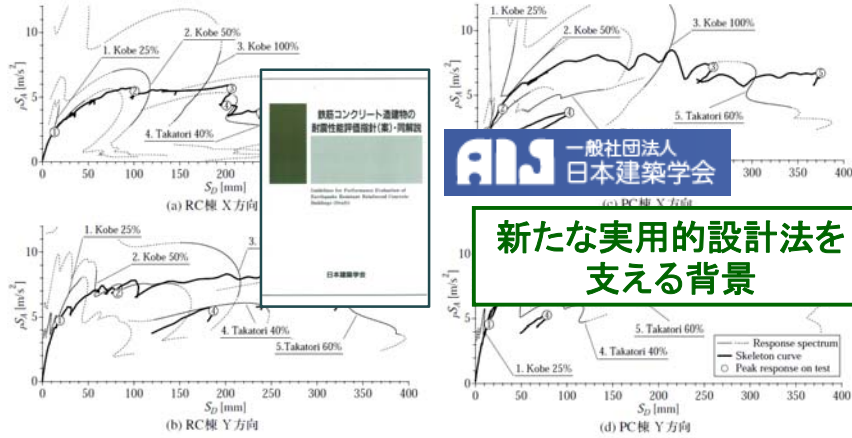


# エネルギー吸収特性と等価線形化法





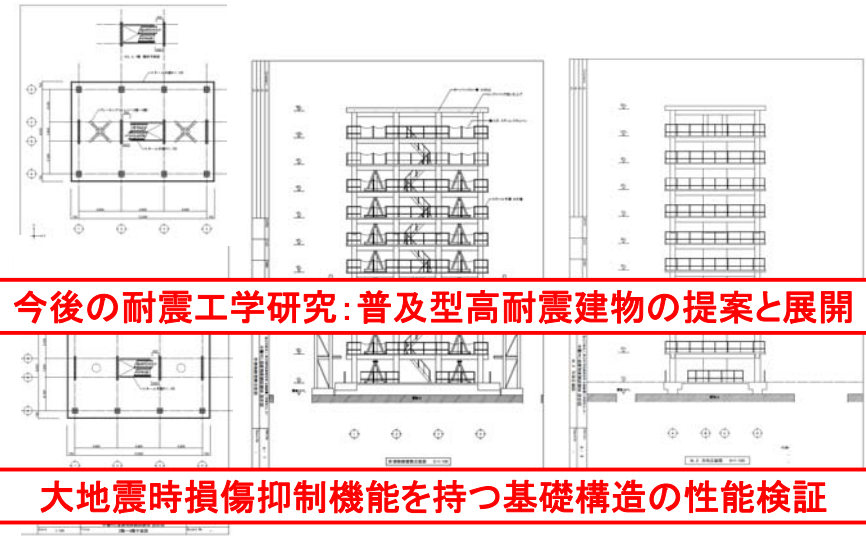
# 応答スペクトル法による応答変形評価



各都市において  
 南海トラフ地震時に予測される地震動に対する  
 骨組最大変形に基づく建物群被害想定への展開

# H26試験体準備工事入札図書

2014

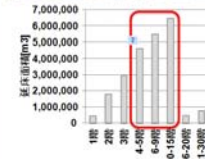


# まとめ

## 都市防災力の向上をめざす開発研究



建物耐用年数は30-50年  
 建物群の耐震性向上  
 >>30年後の都市防災力向上



5階-15階の鉄筋コンクリート造建物  
 延べ床面積 >> 住人の数  
 >> 社会的な影響度大

2011年鉄筋コンクリート造  
 建物の着工延床面積  
 (政府統計より)

わが国では、高度経済成長期に建設された  
 膨大な数の建物が更新期を迎えつつある

## 東海、東南海、南海地震の影響を受ける都市

60m以上の超高層建物約2500棟、80%が集中

