

## — 東日本大震災への対応状況 —

- ・ 速報 (2011/5) 以降の検討
- ・ 津波避難ビル基準関連

建築研究部



国土交通省

国土技術政策総合研究所

NILIM National Institute for Land and Infrastructure Management

## 1. 震災調査・分析等

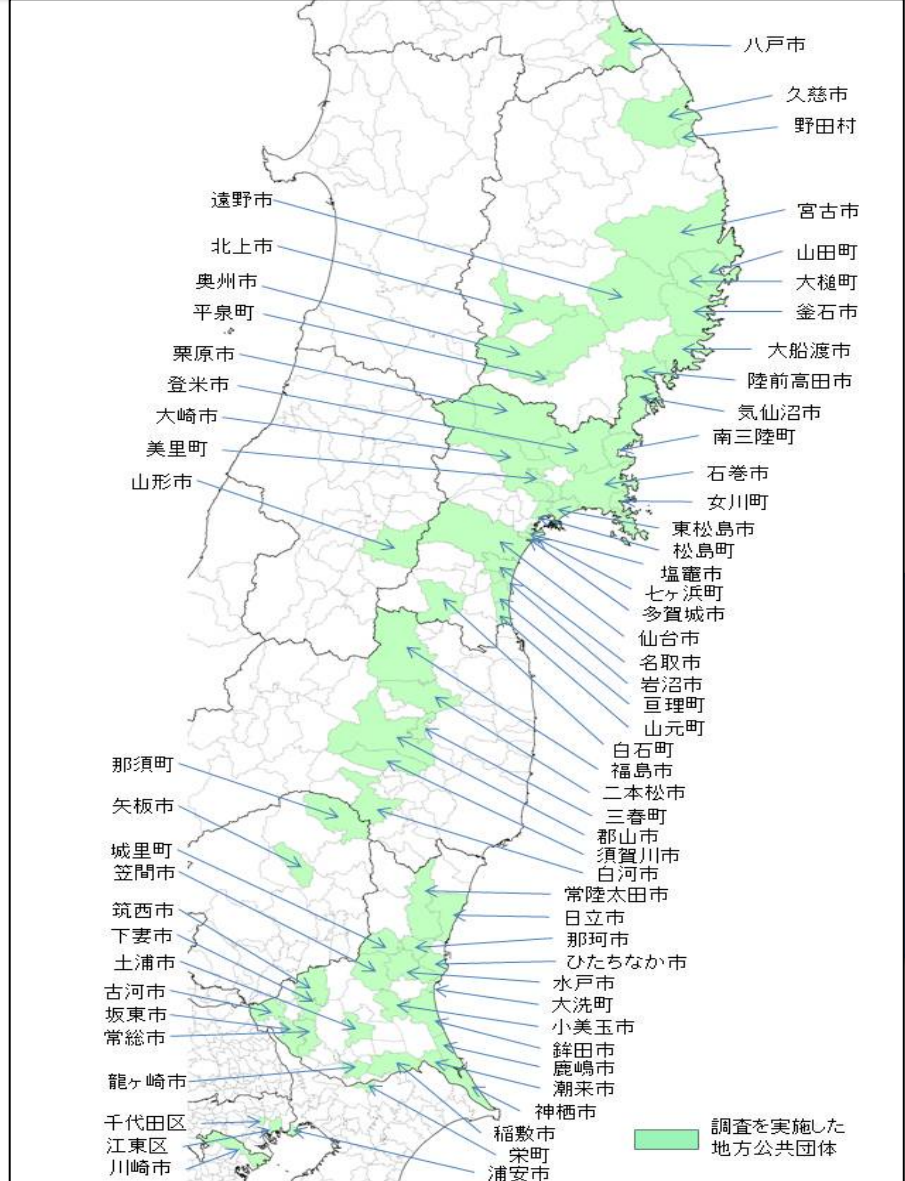
- ・2011/5 震災調査速報公開・発刊  
---- 2011/8/18 第2回建築構造基準委員会 ----(震災調査)
- ・2011/9 震災調査速報(英語版)公開・発刊  
---- 2011/10/13 第3回建築構造基準委員会 ----(津波指針案)
- ・2012/3 震災調査報告 公開(7月 発刊予定)

## 2. 津波避難ビル等の構造上の要件に関する技術基準

- ・2011/11 H23国住指2570号(追加的指針(技術的助言))
- ・2011/12 H23国交告第1318号(津波に対して安全な構造)
- ・2012/2～基準解説及び設計例に関する講習会(主催 性能協)を各地で実施

# 1. 震災調査・分析等(速報以降)

## ■建築物の被害状況に関する現地調査の実施



- ・発災翌日から調査開始
- ・発災後1ヶ月間で、のべ65名（建研・国総研計）を調査派遣、約140名を調査派遣。



■「平成23年東北地方太平洋沖地震調査研究」((独)建築研究所と共同)  
 :「速報」を公表(H23.5)  
 :「(最終報告)」を公表(H24.3)  
 \* 以上はHPで公開

# (2)最終報告書での検討項目 (第3章 被害の概要 抜粋)

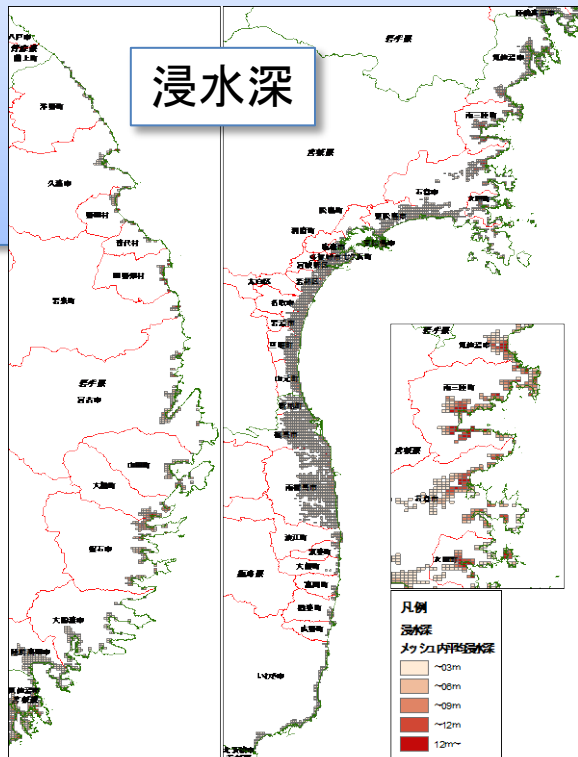


■地震概要 震源：三陸沖、深さ24km、モーメントマグニチュード：9.0

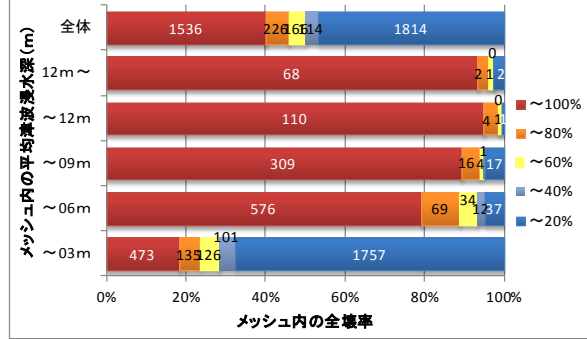
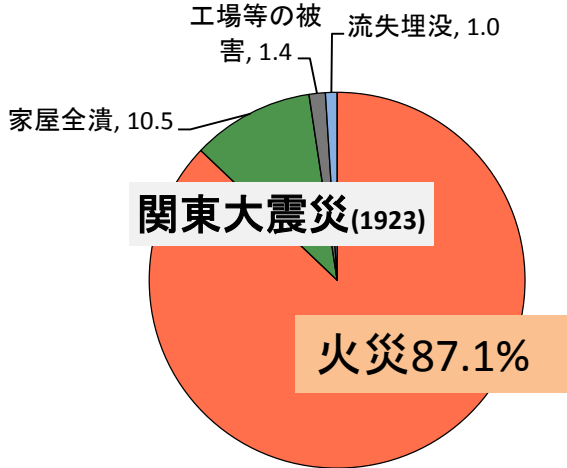
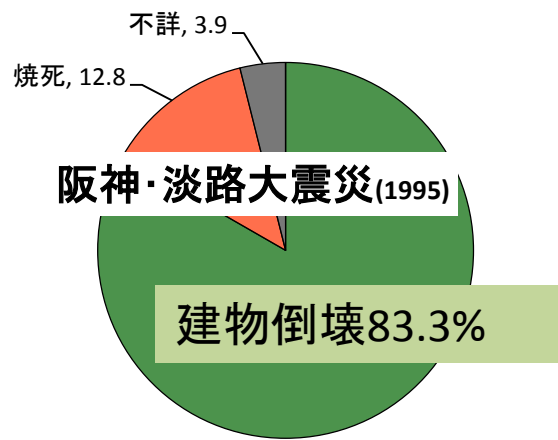
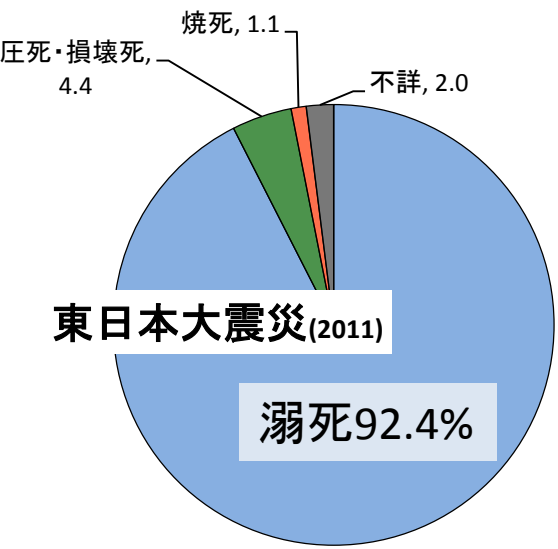
■被害概要 (警察庁：平成24年7月4日付け)

○人的被害：死者15,866人、行方不明2,946人

○建物被害：全壊130,443戸、半壊263,099戸



死因の比較



出典  
『『日本地震工学学会論文集Vol.4.No.4September 2004』、  
関東地震(1923年9月1日)による被害要因別死者数の推定、  
諸井孝文・武村雅之』、「神戸市内における検死統計  
(兵庫県監察医、平成7年)」、警察庁資料より内閣府作成  
(平成23年4月11日現在の東日本大震災における死因(岩  
手県・宮城県・福島県))

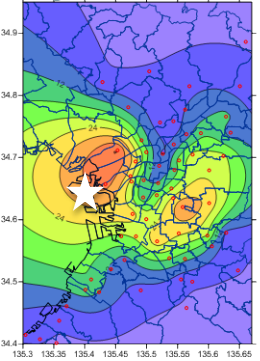
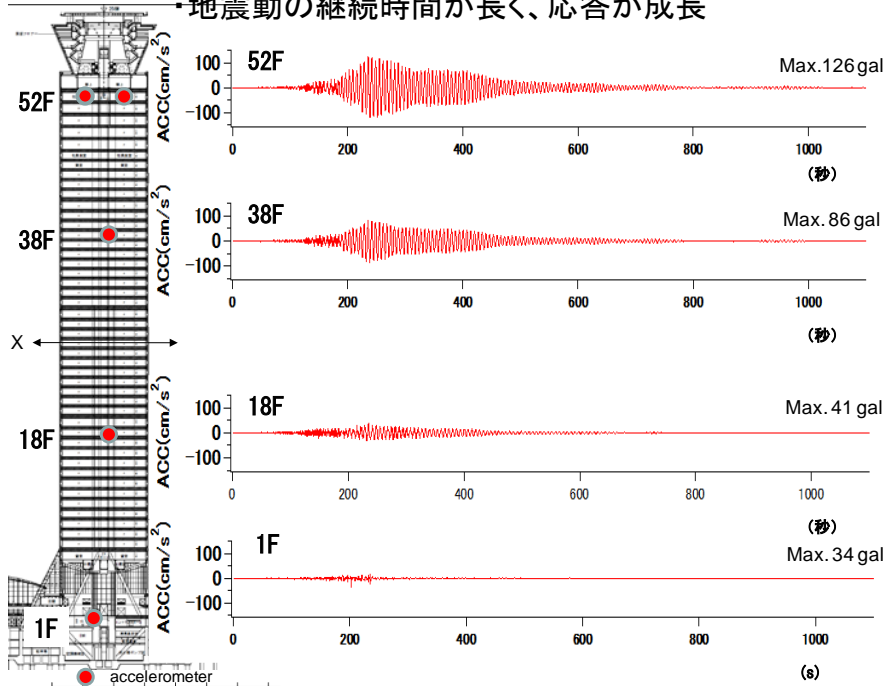
都市局調査によるメッシュデータを用いた分析 (建物被災状況、全壊率、浸水深) 5

# (3)最終報告書での検討項目 (第4章 強震観測等 抜粋)

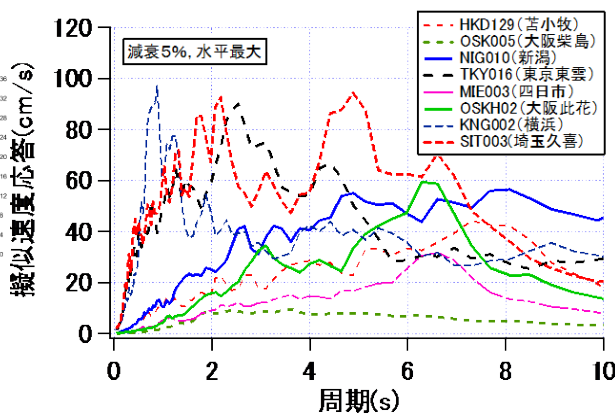
## ■長周期地震動に関する評価

震源から770km(大阪)に立地するh=256mの超高層庁舎

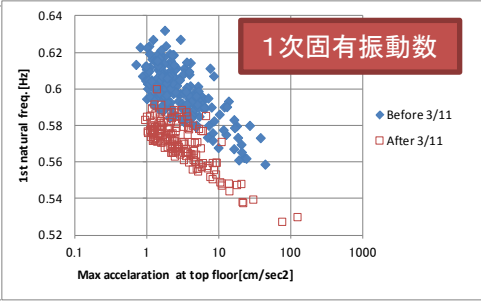
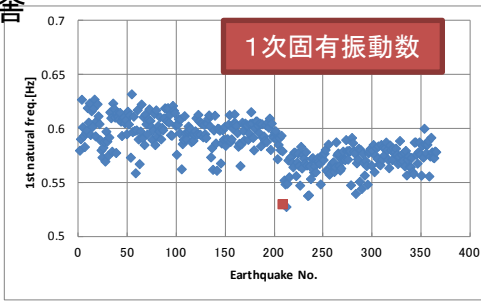
- ・地盤の周期と建物周期が近接
- ・地震動の継続時間が長く、応答が成長



周期6.4秒におけるpSv(h=5%)  
☆地点で約30cm/s

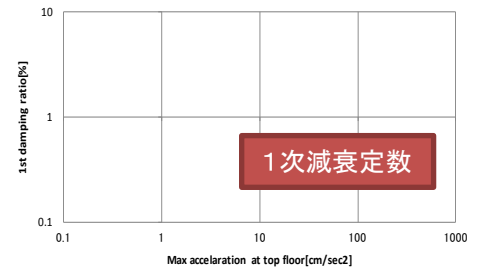


## ■観測記録に基づく建物応答の分析

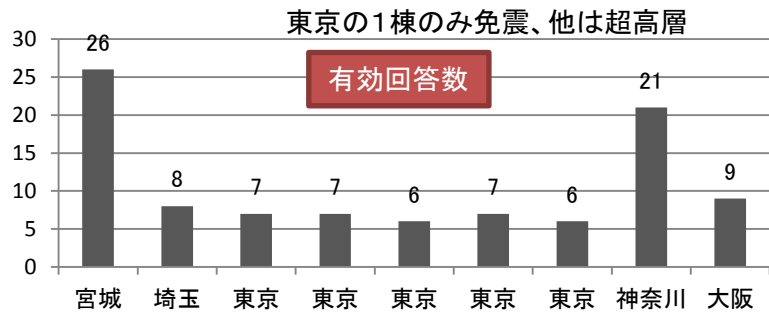


地上21F/塔屋1F(S造・東京都)  
履歴型・粘性ダンパー設置

- ・本震前後で固有周期、減衰等が変動
- ・上部構造の応答に応じ、数値やばらつきが変化



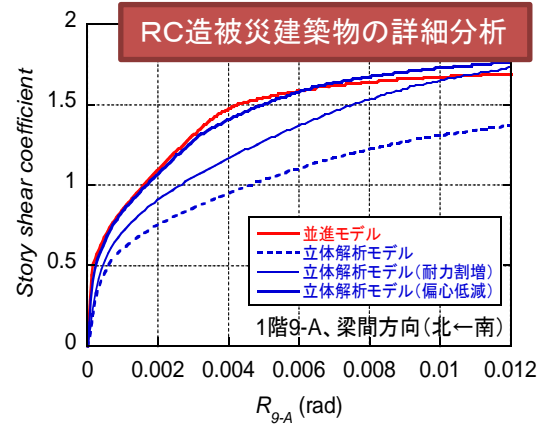
## ■建物管理者・使用者へのアンケート調査



- 管理者向け質問: 構造体、非構造部材、ライフラインの被害  
BCP対応、避難、点検等の対応
- 使用者向け質問: 行動、揺れの体感、恐怖感、不安感  
吊り下げ物、食器、家具等の挙動 など

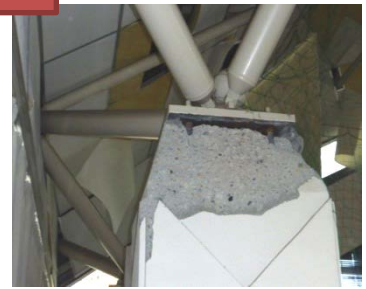
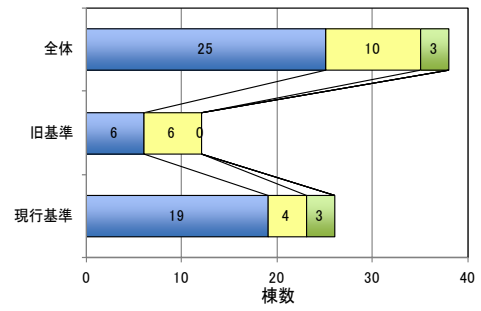
# (4)最終報告書での検討項目 (第5章 各種構造の地震被害 抜粋)

- RC造: 兵庫県南部地震との被害形態の比較  
被災建築物の詳細解析(補強想定)
- S造: 体育館被害と $I_s$ 、設計基準と相関分析
- 木造: 個別18物件の詳細図面に基づく分析
- 免震: 入力動と免震層の応答性状の検討
- 地盤: 液状化判定式の適用性の検討

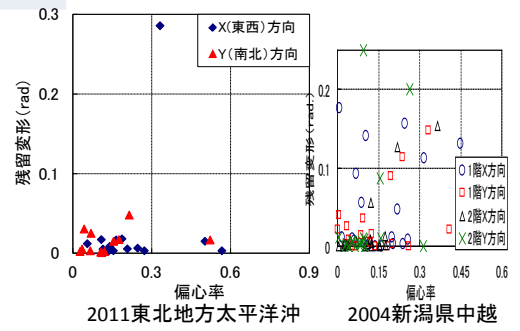


1995年兵庫県南部地震で見られたRC造建築物の被害の分類 (架構レベルの破壊)	被害の有無	
	阪神大震災	東日本大震災
ピロティ階の崩壊または大破	◎	○
壁の偏在に起因するねじれ応答による隅柱等の破壊	○	○
低層建築物での中間の特定階の崩壊または大破	○	○
中高層建築物での中間の特定階の崩壊または大破	○	—
セットバックの影響による層崩壊	○	—
建築物全体の転倒	○	—
パンケーキ状の崩壊	○	—
隣接建物との衝突	○	—
異種構造間での破壊	◎	—
ペントハウスの傾斜、転倒、落下	○	○
プレキャストコンクリート屋根の落下	○	—

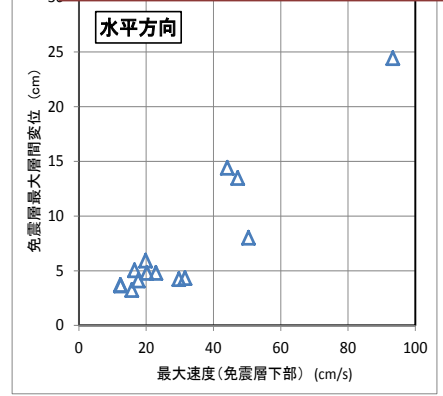
## 鉄骨造屋根支承部の被害分析



## 木造偏心率と残留変形



## 入力最大速度と免震層変位



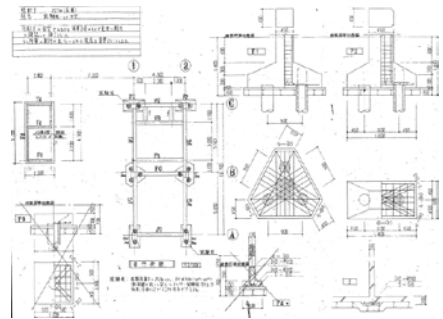
- 構造部材に関しては、過去の被害地震における傾向の範囲内(レベルは小さい) → 現行基準の妥当性確認
- 天井落下等非構造部材の被害について引き続き検討の必要



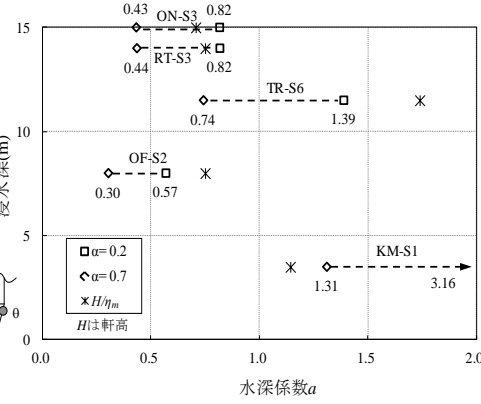
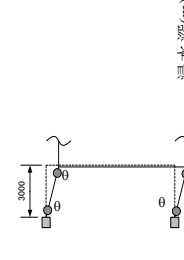
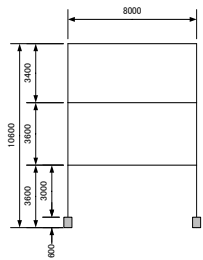
# (5)最終報告書での検討項目 (第6章 各種構造の津波被害 抜粋)

- RC造: 建築物転倒の解析的検証  
液状化時の杭の引抜耐力の検討
- S造: 開口による波力低減効果の検証
- 木造: 木造住宅の耐え得る浸水深の検討  
及び設計法の提案

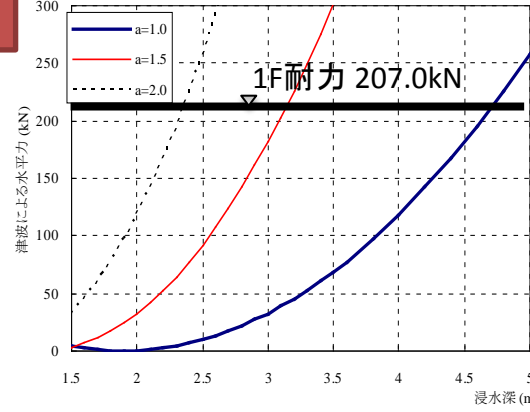
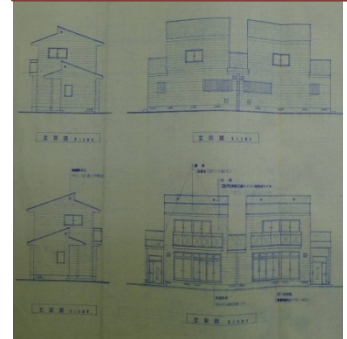
## RC造転倒建築物の詳細検討



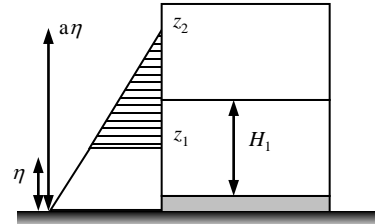
## 鉄骨造の骨組耐力と開口を考慮した水深係数の検討



## 木造建築物の耐力と波力



- 転倒、滑動等の現象や、開口の影響について検証
  - 構造設計法についての提案
- (これらは別途作成した設計例に活用)



建物仕様 津波荷重	開口低減無し			
	壁量計算		品確法等級3	
水深係数	6P×6P	8P×8P	6P×6P	8P×8P
a= 3.0	0.9m	1.0m	1.0m	1.1m
a= 2.0	1.4m	1.5m	1.6m	1.7m
a= 1.5	1.9m	2.0m	2.1m	2.2m



### 今後の研究等において取り組むべき課題（建築分野）

1. 地震動、建築物の地震応答の評価のための強震観測の充実とデータの蓄積  
: 引き続き観測体制の充実
2. 建築物の機能維持の観点からの更なる検討  
: 天井落下防止のための更なる検討 等
3. 長周期地震動に対する更なる検討  
: 対策試案で提示した観測データに基づく手法の検証・精度向上
4. 宅地の液状化対策のあり方についての検討  
: 簡易な調査・判定法の確立についての研究
5. 津波避難ビル等の指針合理化のための検討  
: 津波避難ビル等の構造上の要件に係る指針、技術基準告示（津波防災地域づくり法）に反映  
: 開口部の影響の反映方法の合理化等の検討

等

## 2. 津波避難ビルの構造上の要件 に関する技術基準 等について



津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針  
 : 住宅局及び国総研によりとりまとめ。(H23.11.17住宅局通知)  
 津波防災地域づくり法に基づく技術基準告示 (H23.12.27)

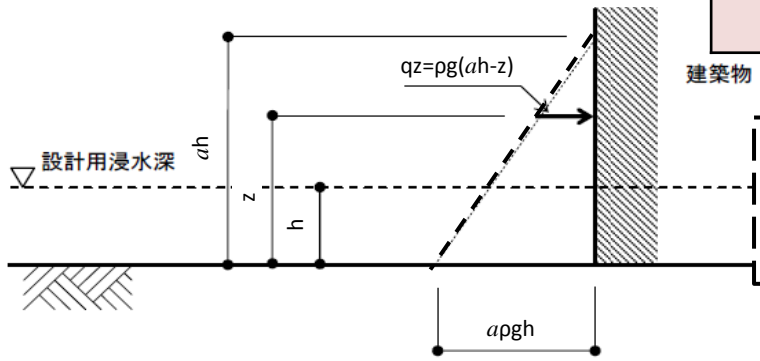
## 主な見直し

### ●津波荷重の設定の合理化

従来のガイドライン  
 (実験に基づき設定)  
 一律、浸水深の**3.0倍**  
 の静水圧



① 堤防や前面の建築物等による軽減効果が見込まれる場合	2.0倍
② ①のうち、海岸等からの距離が離れている場合 (500m以遠)	1.5倍
③ ①、②に該当しない場合	3.0倍



併せて、荷重算定にあたって、以下のことを明示  
 ①開口部 (窓等) への流入による波力低減が可能  
 ②ピロティの開放部分は荷重算定の対象から除外

※上記の他、浮力による転倒に関する検討、洗掘への設計上の配慮、漂流物の衝突への設計上の配慮について 明確化

## (5)技術基準の普及 (①設計例の作成・提示)

主要な構造について、実務者支援のため基準の解説の作成及び複数の設計例を関係機関の協力を得て作成、講習会<sup>注)</sup>を実施 (H24.2.29～)。具体の計算プロセスを提示。

### 1. 鉄筋コンクリート造

6階建て共同住宅(浸水深10m、水深係数2.0)

8階建て共同住宅(浸水深15m、水深係数2.0)

10階建て事務所(浸水深10m、水深係数2.0および1.5)

### 2. 鉄骨造

10階建て事務所(浸水深8m、水深係数2.0)

10階建て事務所(一部柱CFT造)(浸水深10m、水深係数2.0)

### 3. 木造

集成材を用いた3階建て事務所(浸水深4m、水深係数1.5)

木造3階建て住宅(浸水深3m、水深係数1.5) \*

木造2階建て住宅(浸水深2m、水深係数1.5) \*

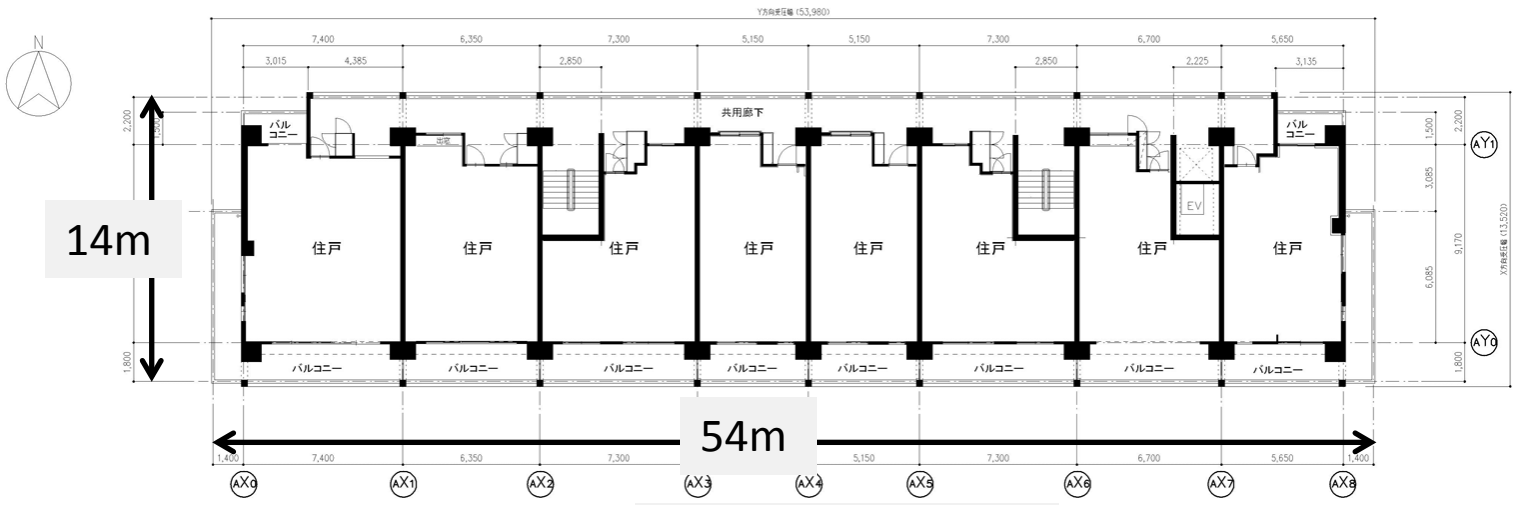
付録 混構造住宅における設計上の留意事項

注) \* は避難ビルではなく、参考例として掲載。

注)本省補助を受けた一般社団法人 建築性能基準推進協会主催により実施

# (5)技術基準の普及 (②設計例：RC造共同住宅6階建て)

鉄筋コンクリート造の共同住宅(6階建て)について、設計用浸水深**10m**、水深係数 **$a=2.0$** 対応(静水压換算**20m**)の設計例を作成



基準階平面図

地上6階建て



立面図

# (5)技術基準の普及 (②設計例：RC造共同住宅6階建て)

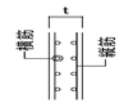
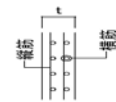
## ○水平耐力確保

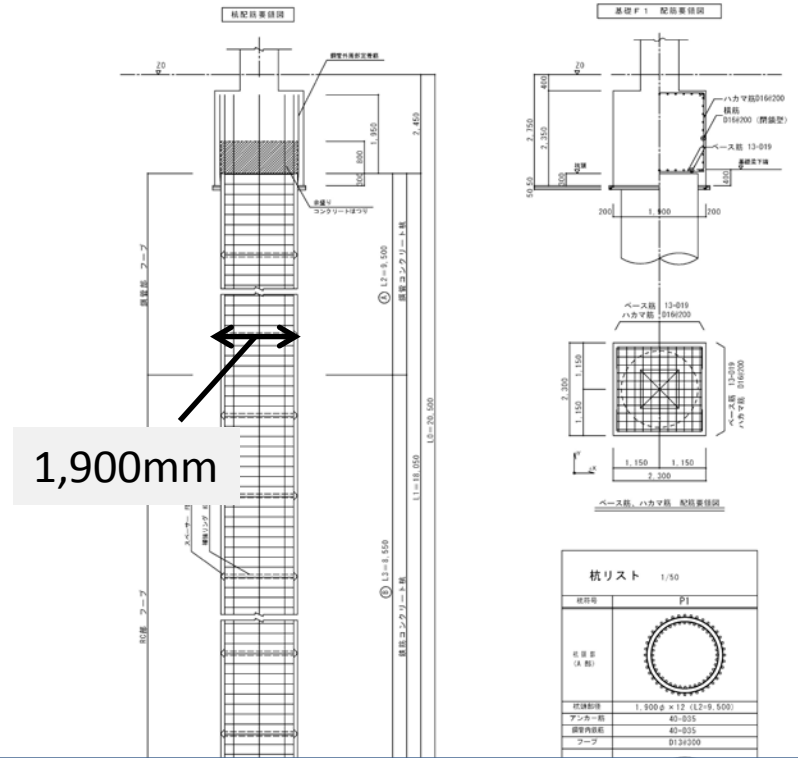
耐力壁：厚さ(1階)原設計230mm→(津波避難ビル)350mm が必要

## ○転倒耐力の確保

鋼管コンクリートくい：原設計φ1300mm→(津波避難ビル)φ1900mm が必要

耐力壁リスト S=1:30

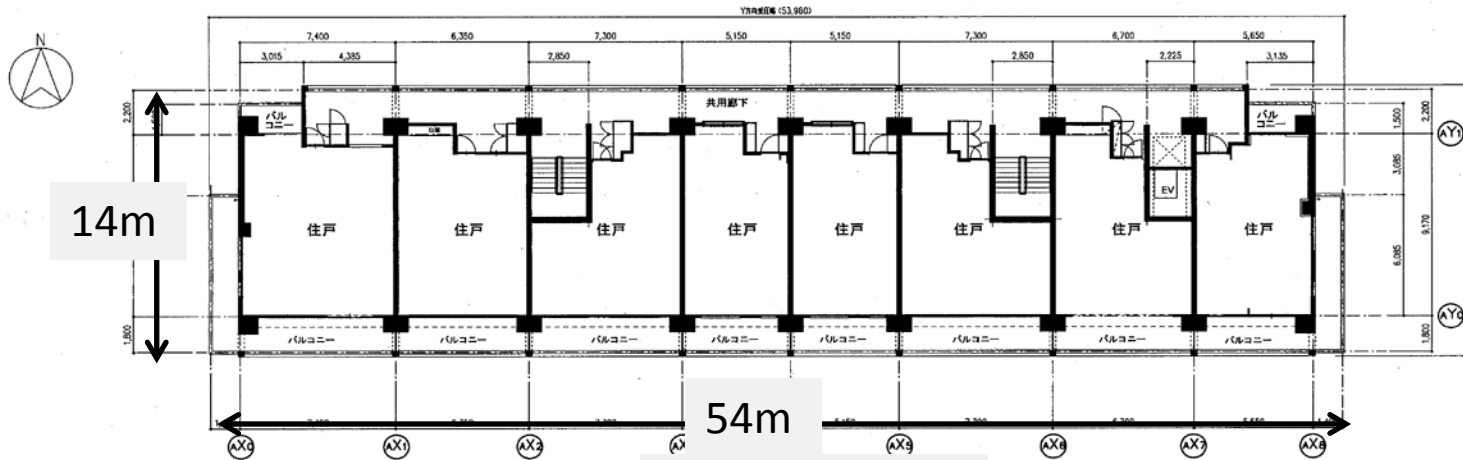
通り名	AX0, AX8	AX1～AX7
縦断面要領図		
6階	No. EW25 壁厚(t) 250 縦筋 D13@150(D) 横筋 D13@200(D)	No. EW18 壁厚(t) 180 縦筋 D10@150(D) 横筋 D10@150(D)
5階	No. EW25A 壁厚(t) 250 縦筋 D13@150(D) 横筋 D13@150(D)	No. EW18 壁厚(t) 180 縦筋 D10@150(D) 横筋 D10@150(D)
4階	No. EW30 壁厚(t) 300 縦筋 D16@150(D) 横筋 D13@200(D)	No. EW20 壁厚(t) 200 縦筋 D13@200(D) 横筋 D13@200(D)
3階	No. EW30A 壁厚(t) 300 縦筋 D16@150(D) 横筋 D13@150(D)	No. EW20 壁厚(t) 200 縦筋 D13@200(D) 横筋 D13@200(D)
2階	No. EW35 壁厚(t) 350 縦筋 D19@150(D) 横筋 D16@200(D)	No. EW23 壁厚(t) 230 縦筋 D13@150(D) 横筋 D13@150(D)
1階	No. EW25A 壁厚(t) 350 縦筋 D19@150(D) 横筋 D16@150(D)	No. EW23 壁厚(t) 230 縦筋 D13@150(D) 横筋 D13@150(D)



これらにより津波に対する耐力を確保、耐震設計上の必要保有水平耐力の1.6倍 (X方向：張り間) 2.4倍 (Y方向：けた行)

# (5)技術基準の普及 (③設計例：RC造共同住宅8階建て)

鉄筋コンクリート造の共同住宅(8階建て)について、設計用浸水深15m、水深係数 $a=2.0$ 対応(静水圧換算30m)の設計例作成



基準階平面図

地上8階建て



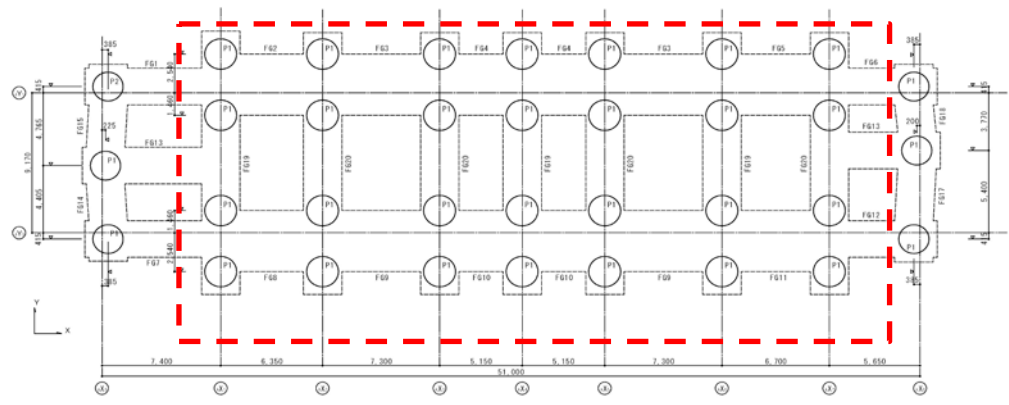
立面図

# (5)技術基準の普及 (③設計例：RC造共同住宅8階建て)

- 水平耐力確保  
耐力壁(1階)の壁厚:500mm
- 転倒耐力確保  
鋼管コンクリートかい:2本1組にして設置(原設計(\*6階建避難ビル)20本→34本)、φ2,000mm

耐力壁リスト S=1:30

通り名	AX0, AX8			AX1~AX7		
縦断面要領図						
	壁符号	壁厚(t)	配筋	壁符号	壁厚(t)	配筋
8階	EW25	250	縦筋 D13@100(D) 横筋 D13@100(D)	EW20	200	縦筋 D13@200(D) 横筋 D13@200(D)
7階	EW30	300	縦筋 D13@100(D) 横筋 D13@100(D)	EW20	200	縦筋 D13@200(D) 横筋 D13@200(D)
6階	EW30A	300	縦筋 D13D16@100(D) 横筋 D13@100(D)	EW25A	250	縦筋 D13@100(D) 横筋 D13@100(D)
5階	EW35	350	縦筋 D13D16@100(D) 横筋 D13@100(D)	EW25A	250	縦筋 D13@100(D) 横筋 D13@100(D)
4階	EW35	350	縦筋 D13D16@100(D) 横筋 D13@100(D)	EW35A	350	縦筋 D13@100(D) 横筋 D13@100(D)
3階	EW40	400	縦筋 D16@100(D) 横筋 D13@100(D)	EW35A	350	縦筋 D13@100(D) 横筋 D13@100(D)
2階	EW45	450	縦筋 D16@100(D) 横筋 D16@100(D)	EW45A	450	縦筋 D16@100(D) 横筋 D16@100(D)
1階	EW50	500	縦筋 D16D19@100(D) 横筋 D19@100(D)	EW50A	500	縦筋 D19@100(D) 横筋 D19@100(D)



くい伏図

これらにより津波に対する水平耐力を確保、  
耐震設計上の必要保有水平耐力の1.3倍 (X方向：張り間)  
2.6倍 (Y方向：けた行)



### 3. 東日本大震災を踏まえた技術基準等の検討状況（概要）



#### 津波避難ビルの構造上の要件等の基準の整備

H23.11.17 指針公表・通知(国住指第2570号)

H24.12.26,27 津波防災地域づくり法省令・技術基準告示制定

H24.2.29～ 技術資料(「津波避難ビル等の構造上の要件の解説、約500頁)を整備し、各地で講習会を実施。

#### 天井落下防止のための基準の整備

: 脱落被害を踏まえ、耐震対策のための仕様、計算方法等の技術基準を検討中。

#### エスカレーターの落下防止のための基準の整備

: 商業施設において脱落被害、脱落防止のための技術基準を検討中。

#### 地盤の液状化への対応

: 戸建て住宅を中心に情報提供方策等を念頭に検討中。(平成24年度建築基準整備促進事業において小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法について調査検討。)

#### 長周期地震動への対応

: 専門のWG(長周期地震動対策検討WG)を国総研建築構造基準委員会に設置(H23.6)、中央防災会議、地震調査研究推進本部の動き等を踏まえつつ検討中。