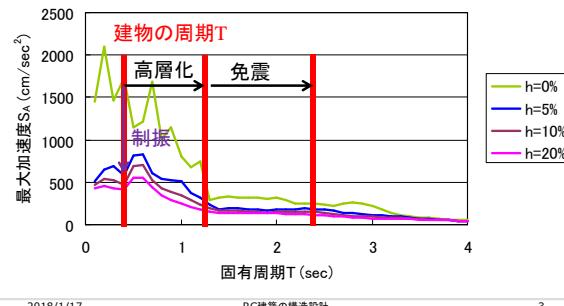


最近のRC造建築物の構造設計

耐震, 免震, 制振の原理

地震応答スペクトル: El Centro NS成分(1940年 Imperial Valley 地震)



2018/1/17

RC建築の構造設計

3

建物を地震に対して強くする技術

□ 耐震構造

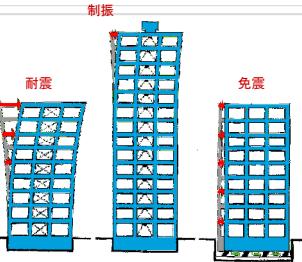
地震の揺れに耐えるよう
な強い建物を作る。

□ 制振構造

地震のエネルギーを吸収
するような装置(ダン
パー)を建物に設置し、建
物自身の振動を抑える。

□ 免震構造

建物に免震層を設けて長
周期化することによって、
地震の力を受け流し、地
震のエネルギーは免震層
で吸収する。



2018/1/17

RC建築の構造設計

2

免震・制振構造

□ 建物に入る地震の力を小さくする方法(免震)



□ 地震のエネルギーを吸収する装置を付加する方法(制振)



2018/1/17

RC建築の構造設計

4

RC系建築物の最新の技術

□ より高層、より大スパンを実現するため
に様々な構造システムや技術が開発さ
れている

- 材料の高強度化
- チューブ架構、コア壁架構
- 免震、制振

2018/1/17

RC建築の構造設計

5

高層化に伴って生じる問題

$$M = P \cdot H = \text{転倒モーメント}$$

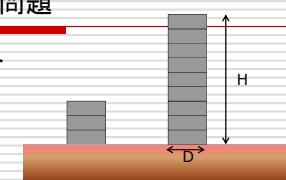
$$T \cdot D = P \cdot H$$

$$T = \frac{H}{D} \times P$$

アスペクト比が大きくなると、
柱の軸力(引張／圧縮)が大
きくなる

$$\text{アスペクト比} = \frac{H}{D}$$

一般的に4以下が推奨されて
いる

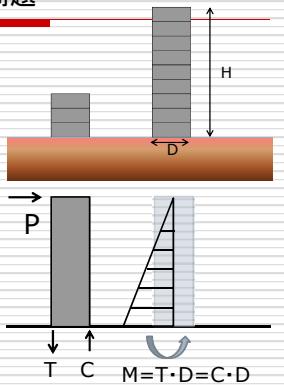


2018/1/17

RC建築の構造設計

6

高層化に伴って生じる問題



構造設計

7

高層RCの実現に向けた技術開発

外側の柱に生じる大きな変動軸力(引張／圧縮)が発生

→柱の断面積を大きくする／材料を強くする

□ 高強度コンクリートの開発

~Fc36:普通コン、~Fc60:高強度

Fc60以上:超高強度(Fc200クラスも開発されている)

□ 高強度鉄筋

SD295, SD345, SD390: 普通

SD490, SD590: 高強度主筋

SD785: 高強度せん断補強筋(1000N/mm²クラスも)

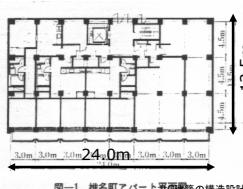
2018/1/17

RC建築の構造設計

8

鹿島建設椎名町アパート

- 1973年評定取得 1974年竣工
- わが国初の高層RC建物
- 地上18階(計画20階)最高高さ53.57m
- 純ラーメン、スパン3m × 4.5m
- 外壁はPCaカーテンウォール
- 戸境はコンクリートブロック



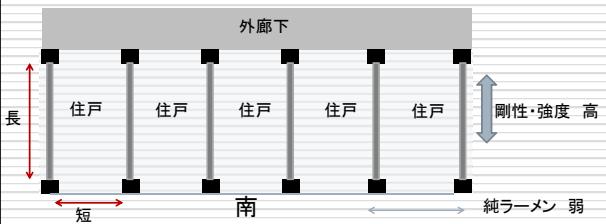
2018/1/17

図-1 椎名町アパート



9

集合住宅の典型的な平面

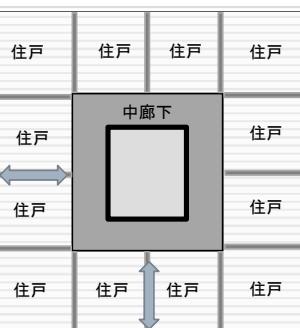


2018/1/17

RC建築の構造設計

10

高層住宅に見られる平面



2018/1/17

RC建築の構造設計

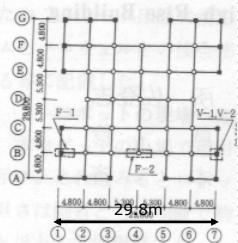
11

パークシティ新川崎(三井不動産)

□ 1987年竣工

□ Fc42:RC規準の枠(Fc36)を超えた高強度

□ 地上30階、最高高さ87.2m



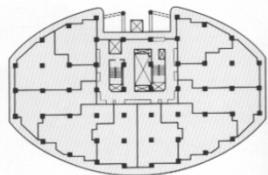
2018/1/17

RC建築の構造設計

12

ザ・シーン城北(名古屋)

- 1996年竣工
- 地上45階、最高高さ160m
- わが国最高(～2002)の超高層RC
- 建設省総プロNewRCプロジェクト(‘88～‘92)に先駆ける
- 高強度材料(Fc60、SD490)初使用



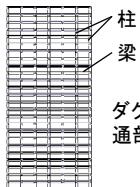
2018/1/17

RC建築の構造設計

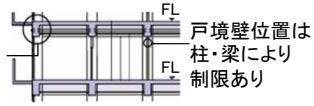


13

一般的なラーメン構造の問題



柱
梁
ダクト梁貫
通部に制限



柱・梁のある従来の架構

柱・梁のある住戸空間

2018/1/17

RC建築の構造設計

14

最近の高層RC造建物の構造計画

柱梁のない空間ができれば

- 快適な空間
- 自由な間取り
- ライフサイクルへの対応が可能。ストック型社会への対応
- 設備機器の取替え
間取りの変更
- 事務所ビルにも使える
↓
- コア壁架構
- チューブ架構

2018/1/17

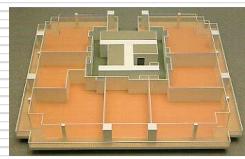
RC建築の構造設計

15

自由な平面計画を実現するための構造システム



ラーメン構造



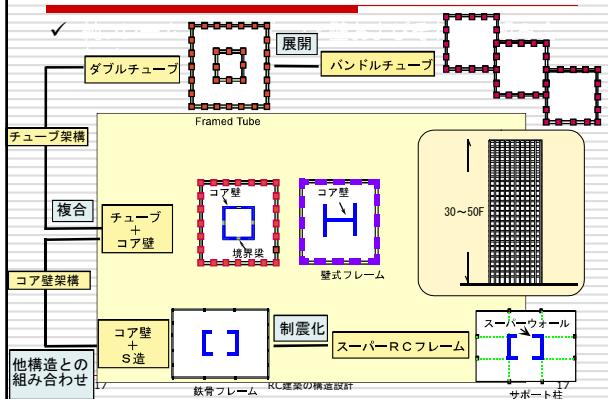
コア壁+周辺フレーム架構

2018/1/17

RC建築の構造設計

16

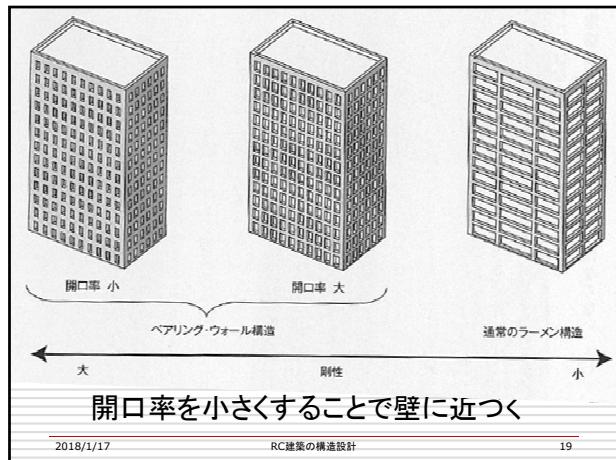
最近の高層RC造建物の構造計画



17

RC建築の構造設計

17



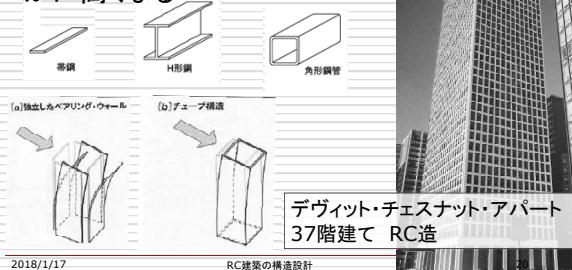
2018/1/17

RC建築の構造設計

19

チューブ構造の原理

- 一枚の平鋼よりもH型鋼や角型鋼管の方が剛性がはるかに高くなる

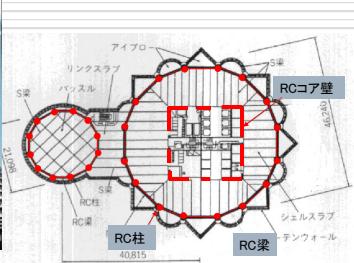


2018/1/17

RC建築の構造設計

チューブ構造

ペトロナスツインタワー
88階建 451m



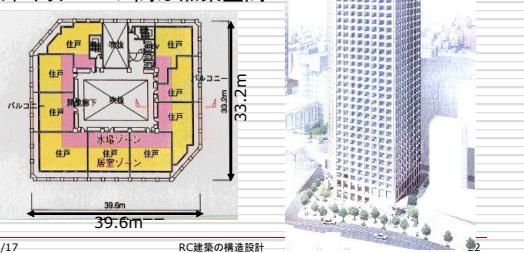
2018/1/17

RC建築の構造設計

21

ディアマークタワー(鹿島)

- 2000年竣工
- 地上35階、最高高さ108.5m
- ダブルチューブ構造→外・内チューブ間は無梁空間

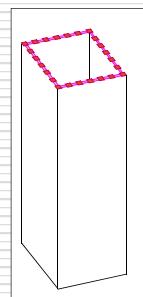
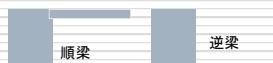


2018/1/17

RC建築の構造設計

ディアマークタワー

- 「ダブルチューブ構造」: 外周に柱を狭い間隔(3.2m)で並べる
- 逆梁→眺望を良くする
- 短スパン→X形配筋梁
- PCa
- Fc60、SD490



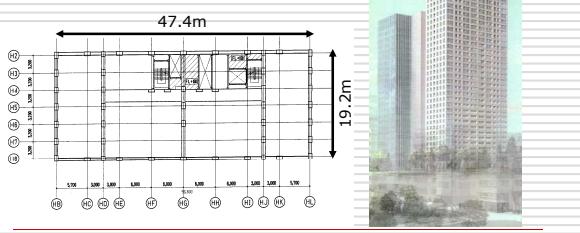
2018/1/17

RC建築の構造設計

23

虎ノ門タワーレジデンス(鹿島)

- 2006年竣工
- 41階、高さ147m、アスペクト比7.6
- 「チェーンドチューブ」



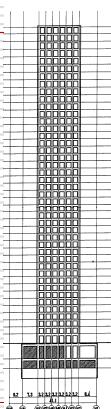
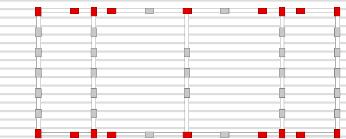
2018/1/17

RC建築の構造設計

24

虎ノ門タワーレジデンス

- 高アスペクト比 → 転倒モーメントで高軸力
- 1階の一部の柱にFc100を使用

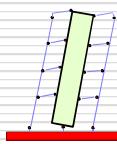


2018/1/17

RC建築の構造設計

コア壁

- コア部分に柱を集めて耐震壁を配置して、集中的に地震力を負担させる
- 終局時に降伏許容→韌性が求められる
→せん断破壊させない。圧縮応力が厳しい端部や隅角部を横筋で拘束



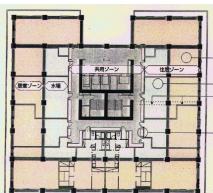
2018/1/17

RC建築の構造設計

27

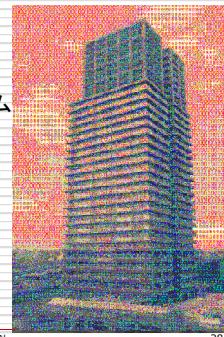
南千住4丁目住宅(東京都住宅供給公社)

- 1999年竣工
- 地上33階、地下1階、最高高さ103.7m
- コア壁(内部は階段、エレベーター)と二重のフレーム



2018/1/17

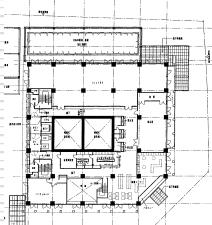
RC建築の構造設計



28

JR難波駅前住宅(近鉄不動産)

- 地上28階、高さ91m
- 「日」の字型のコア壁
(内部は立体駐車場)



2018/1/17

RC建築の構造設計

29

さらに柱・梁を減らし、自由度を高める構造システム

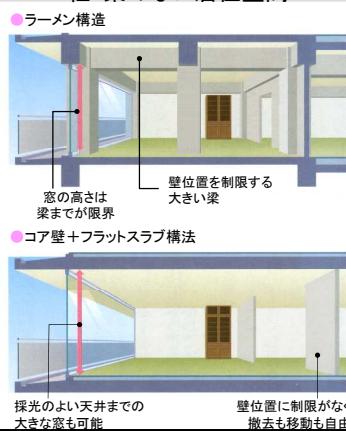
- コア壁だけを水平抵抗要素としたら
 - 外周梁がなくなる→よりよい眺望
 - 任意の高さにスラブをつける
→ 階の概念がなくなる
- ↓
- コア壁+フラットスラブ**

2018/1/17

RC建築の構造設計

30

柱・梁のない居住空間

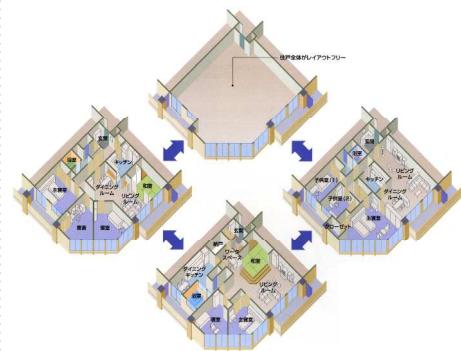


2018/1/17

RC建築の構造設計

31

自由な間仕切りの配置→ライフサイクルへの対応



2018/1/17

RC建築の構造設計

32

立面計画の自由度向上

- 中二階やロフトで空間をタテに活かす
- 超高層メゾネット住宅

2018/1/17 RC建築の構造設計 33

コア壁+フラットスラブの耐震性

柱・梁の無い空間

2018/1/17 RC建築の構造設計 34

ハットビーム+制振

2018/1/17 RC建築の構造設計 35

クロスタワー大阪ベイ

- 2006年竣工
- 高さ200m、54階建

2018/1/17 RC建築の構造設計

北浜タワー

- 2009年竣工
- 高さ209m、54階建

2018/1/17 RC建築の構造設計 38

大成建設札幌支店

- 耐震要素:
 - 外周壁 (脚部に制振ダンパー)
 - 平面中央 ロングスパン梁の採用で無柱空間
 - プレキャスト(PCa)・プレストレストコンクリート(PC)梁

2018/1/17 RC建築の構造設計 39