

建築構造デザイン
第6回 超高層建築

都市・建築学専攻
 教授 前田匡樹

2014/12/11 建築構造デザイン 1

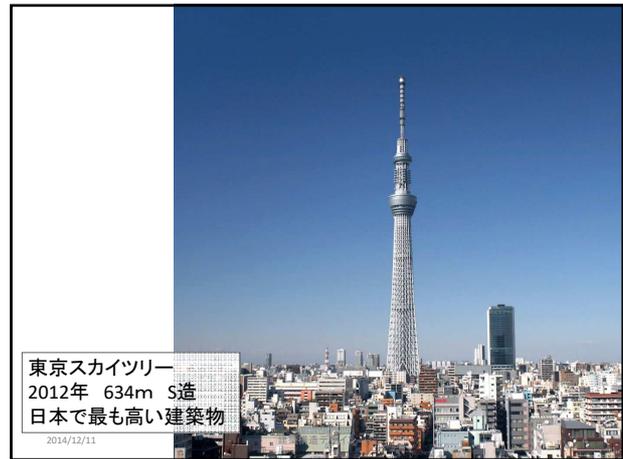
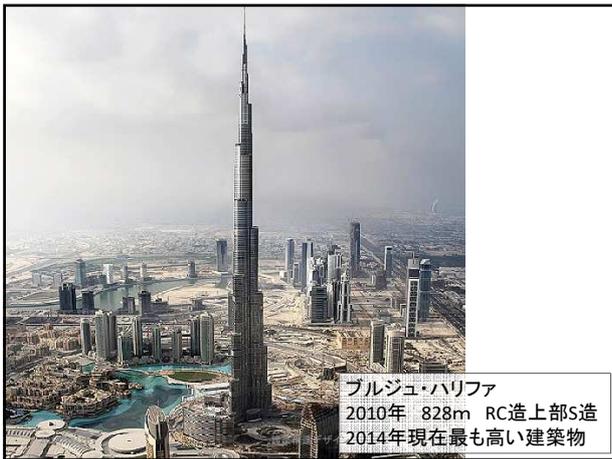
超高層建築物とは

- 日本の建築基準法においては60m以上のものを超高層建築物と定義しており、構造設計の方法も異なる。

[スタート]

時刻歴応答解析など

2014/12/11 建築構造デザイン 2



高層建物の構造設計での問題

- ◆ 建物重量が大 → 柱の軸力が大
 ✓ 軽量で強い鉄骨構造の技術開発・発展
- ◆ 風荷重: 高くなるほど大 → 居住性のために水平剛性の確保が課題
- ◆ 地震荷重: 建物重量に比例して大 → 水平剛性・耐力の確保

2014/12/11 建築構造デザイン 5

鉄骨構造

鉄骨構造の構造形式は基本的にトラス構造 or ラーメン構造

ラーメン構造 トラス構造 ~~壁式構造~~

2014/12/11 建築構造デザイン 6

鋼材

- 鉄骨構造に用いられる鋼材の性質は主に**軟鋼**であるが、設計・施工技術の進歩、高層建築物の普及などにより、鋼材の品質に対する要求が高まり、引張強さの大きい高張力鋼も用いられるようになった。

2014/12/11 建築構造デザイン 7

H型鋼

- 建物の梁によく使われる
- 断面効率が良い。

2014/12/11 建築構造デザイン 8

接合方法

- 鉄骨構造は、形鋼や鋼板を接合して構成する構造であるから、接合方法はきわめて大切である。
- 接合は、工場接合と現場接合とがあり、現場接合は、接合場所が高所で足場の悪いことが多く、大型機械なども使用できないなど、工場接合より難しい点が多い。
- 接合には主に**ボルト接合**、**溶接接合**の二つ。

2014/12/11 建築構造デザイン

ボルト接合と溶接接合

2014/12/11 建築構造デザイン 10

初期の高層建築 (19世紀末～20世紀初頭 アメリカ東海岸)

- シカゴ、ニューヨークにて高層建物が数多く建てられる
- 地震はほとんど発生せず、支配的な外力は風荷重となる
- 風により有害な変形や振動を生じないように剛性を高くする必要がある

ウエイライト・ビル 1890年 S造

2014/12/11 建築構造デザイン

耐力壁付ラーメン構造

- 鉄骨造の柱梁フレームにレンガや石の組積造による耐力壁(ベアリングウォール)を設けることで剛性を確保
- 手間と時間がかかる
- 今でも海外では多い

▶ 施工の様子
鉄骨造フレームに耐力壁が付加される

2014/12/11

カーテンウォール工法の登場

- 従来の荷重を担う壁ではなく建物の外装としての壁
- より開放的な空間、より軽い構造へ
- 洗練されたデザインと建築計画の自由度の高さにより、当然ながら需要が高まる



- しかしレンガの壁がガラスやパネルに置き換わることで剛性が圧倒的に低下してしまう

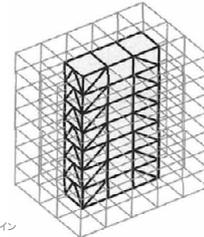
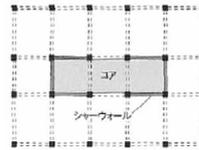
2014/12/11

建築構造デザイン

13

コア壁構造

- コア(階段やエレベーター、水回り)をプランの一角所に集中させ、その周囲を構造的な壁やブレースで囲うことで水平剛性を確保する



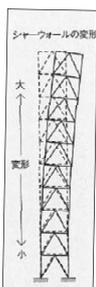
2014/12/11

建築構造デザイン

14

コア壁構造の弱点

- シアーウォールの幅に対して高さが伸びすぎると上層階での変形が大きくなる(片持ち柱の変形 $\delta = PL^3/3EI$ と同じ)
- 有効な高さはせいぜい100m程度



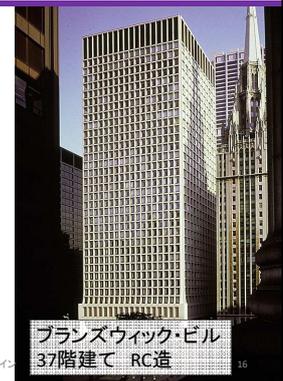
チェイス・マンハッタンビル
60階建150mもの高さだが変形を抑えるため部材が大断面

2014/12/11

建築構造デザイン

チューブ架構+コア壁

- 外壁面に2.8m間隔で柱を配することで柱梁による格子壁を形成し、耐力壁としている
- 同時にセンターコアに耐力壁(シアーウォール)を配置



ブルズウィックビル
37階建て RC造

2014/12/11

建築構造デザイン

15

開口率 小 開口率 大 通常のラーメン構造

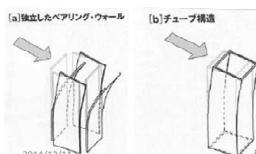
ペアリング・ウォール構造 剛性 大 小

開口率を小さくすることで壁に近づく

2014/12/11 建築構造デザイン 17

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ははるかに高くなるのと同じ考え方



デヴィット・チェスナット・アパート
37階建て RC造

2014/12/11

建築構造デザイン

シアーウォール(耐力壁)

ラーメンの変形 シアーウォールの変形 上層階はラーメンが助ける

小 大 大 小

変形 変形

2014/12/11 建築構造デザイン 下層階はシアーウォールが助ける

最近の超高層建物の構造計画

ダブルチューブ バンドルチューブ 展開

チューブ架構 複合 チューブ + コア壁 コア壁 コア壁 + S造 他構造との組み合わせ

制震化 スーパーRCフレーム スーパーウォール サポート柱

2014/12/11 建築構造デザイン 20

ハット・トラス構造

• 三角形平面のセンターコア構造

68.6メートル オフィス空間 13.9メートル 外柱 スパンボレル梁

USスチールビルディング
1971年 S造
78階建て 255.7m

2014/12/11 建築構造デザイン 21

ハット・トラス構造

• コア周りのシアーウォールの場合
上層で曲げ変形が卓越する

• 頂部に剛強なトラス梁を設けそれを外柱とつなぐことで曲げ戻し効果を付加できる

2014/12/11 建築構造デザイン 22

トラス・チューブ構造

ジョンハンコックセンター
100階建て 332m

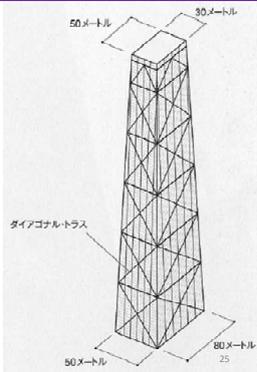
2014/12/11 建築構造デザイン 23

ジョンハンコックセンター

2014/12/11 建築構造デザイン 24

トラス・チューブ構造

- 外周に巨大なブレースを配することでトラス・チューブ構造としている
- 少ない鋼材量で高い剛性を実現している



2014/12/11

建築構造デザイン

バンドル・チューブ構造

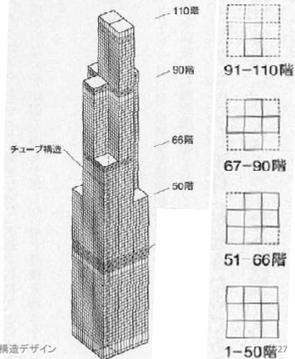
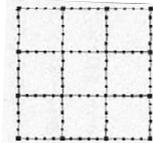


2014/12/11

建築構造デザイン

バンドル・チューブ構造

- 長さの異なるチューブを9本束ねたような構造



2014/12/11

建築構造デザイン

シカゴの高層ビル群



2014/12/11

シカゴの高層ビル群



F.L.ライトの建築(シカゴ)

