

建築構造デザイン
第1回 建築構造のしくみと構造計画

都市・建築学専攻
教授 前田匡樹

2018/10/2

建築構造デザイン

1

講義の概要

◆目的

- 良い建物を実現させるためには、建築構造デザインが重要
- 基本的な構造デザインに関する知識を学ぶ
- 各種の構造システムを用いた特徴的な実際の建物を例として、建築材料、力学、構造設計、研究、施工などに関連しながら多角的な面から解説
- 構造関連講義で学習する知識が実際の建物にどのように役立っているかを理解する

2018/10/2

建築構造デザイン

2

成績の評価

◆出席(40%)

- 出席確認用の用紙を終了時に提出
- その日の講義の感想を書く

◆レポート(60%)

- 自分の好きな建築構造物を取り上げて、構造計画、構造システム、材料・工法・構法、構造設計、構造解析などの特徴について説明する。図表・写真を使いできるだけ分かりやすく資料を作成すること。
- PowerPoint、MS-Word、または、PDF形式の電子ファイルを、前田宛てメールにて(sd@rcl.archi.tohoku.ac.jp)

2018/10/2

建築構造デザイン

3

参考図書

- 金箱温春、「構造計画の原理と実践」、建築技術
- 日本建築構造技術者協会編、「日本の構造技術を変えた建築100選」、彰国社
- 日本建築学会、「建築の構造設計 そのあるべき姿」、丸善
- 川口衛ほか、「建築構造のしくみ 力の流れとかたち」、彰国社
- 建築構造システム研究会編、「図解テキスト 建築構造 一構造システムを理解する一」、彰国社
- 日本建築学会編、「はじめて学ぶ ちからとかたち」、日本建築学会
- 神田順編集、「ヴィジュアル版建築入門3 建築の構造」、彰国社

その他、「建築雑誌」、「日経アーキテクチャー」、「建築技術」、「ディテール」などの雑誌も参考になる

2018/10/2

建築構造デザイン

4

出雲大社



2018/10/2

建築構造デザイン

5

ロンドン・ビッグベン



2018/10/2

建築構造デザイン

6

シカゴの高層ビル群



2018/10/2

建築構造デザイン

7

上海の高層ビル群



20

8

ワールド・フィナンシャル・センター(上海)



2018/10/2

建築構造デザイン

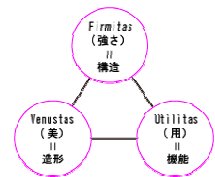
9



建築と構造

◆ 建築の3要素

- 用美強



◆ 建築計画と構造計画

構造デザインとは、

- 空間の質を満たすように
- 最も効率的な架構を
- 最適な材料で構成すること

2018/10/2

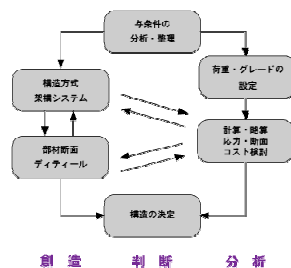
建築構造デザイン

10

構造設計と構造計画

◆ 与条件(目標性能)

- ✓ 造形性
 - ✓ 機能性
 - ✓ 敷地特性
 - ✓ 安全性
 - ✓ 耐久性
 - ✓ 施工性
 - ✓ 経済性
- これらが矛盾することも



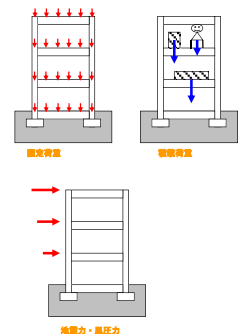
2018/10/2

建築構造デザイン

11

建築物に働く力

- ◆ 固定荷重
- ◆ 積載荷重
- ◆ 積雪荷重
- ◆ 風荷重(風圧力)
- ◆ 地震荷重(地震力)
- ◆ 土圧、水圧、etc



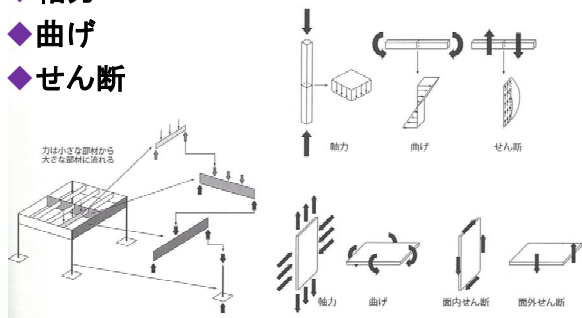
2018/10/2

建築構造デザイン

12

力の種類と力の流れ

- ◆ 軸力
- ◆ 曲げ
- ◆ せん断



2018/10/2

建築構造デザイン

13

各種の建築構造システム

- ◆ 直線材による構造
 - 柱と梁
 - トラス構造
 - ヒンジフレーム構造
 - 剛節構造(ラーメン構造)
- ◆ 平面材による構造
 - 平板構造
 - 耐力壁構造
- ◆ 曲面構成による構造
 - アーチ
 - シェル
 - 折板構造
- ケーブル構造
 - 吊り屋根、吊り床構造
- 膜構造
 - テント構造
 - 空気膜構造
- 新しい構造
 - 制振構造
 - 免震構造

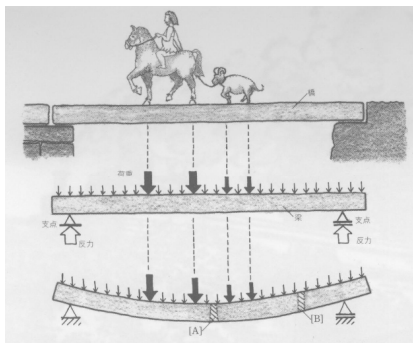
2018/10/2

建築構造デザイン

14

はりの力と変形

「曲げ」により鉛直荷重を水平方向(横)に伝える

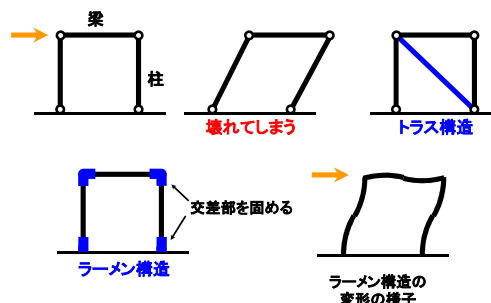


2018/10/2

建築構造デザイン

15

トラスとラーメン



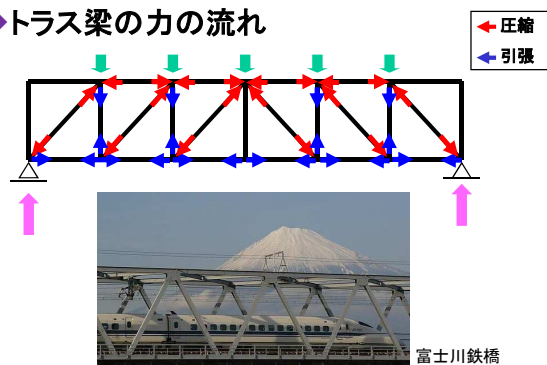
2018/10/2

建築構造デザイン

16

トラス梁

- ◆ トラス梁の力の流れ



2018/10/2

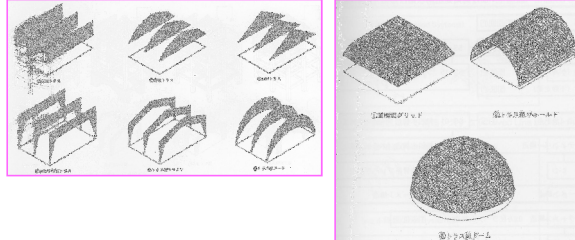
建築構造デザイン

富士川鉄橋

17

各種のトラス

- ◆ 平面トラス
- 立体トラス

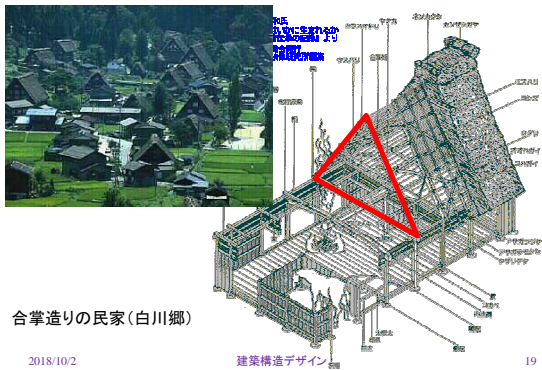


2018/10/2

建築構造デザイン

18

トラス構造



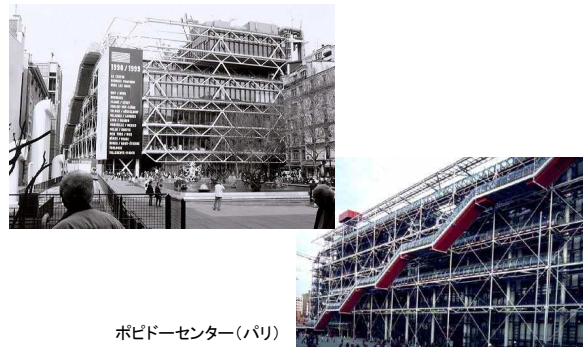
合掌造りの民家(白川郷)

2018/10/2

建築構造デザイン

19

トラス構造



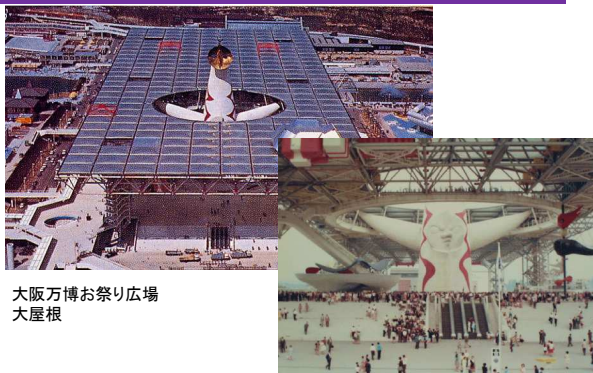
ポピドーセンター(パリ)

2018/10/2

建築構造デザイン

20

立体トラス構造(スペースフレーム)



大阪万博お祭り広場
大屋根

2018/10/2

建築構造デザイン

21

メガトラス

ジョン・ハンコック・センター トランプ・インターナショナル・タワー



2018/10/2

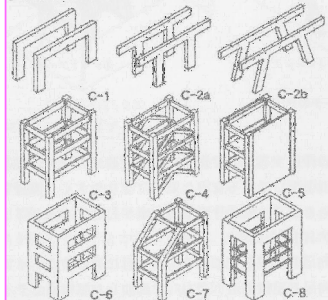
建築構造デザイン

22

ラーメン構造

◆中高層建築物で最も一般的な構造形式

【C】剛節構造 (Rigid-Frame Systems)

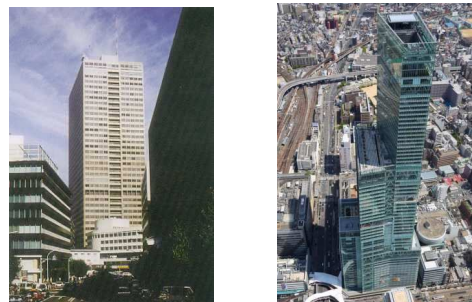


2018/10/2

建築構造デザイン

23

ラーメン構造



霞ヶ関ビル 1968年
36階建 地上147m

2018/10/2

建築構造デザイン

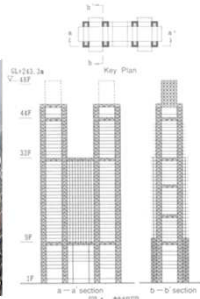
あべのハルカス 2014竣工予定
60階建 地上300m

24

スーパーラーメン



東京都庁舎

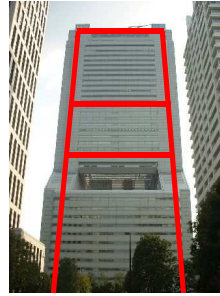


2018/10/2

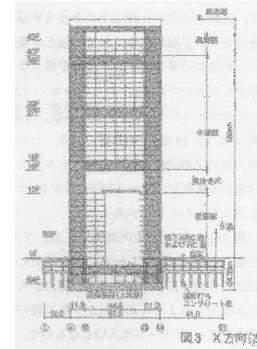
建築構造デザイン

25

スーパーラーメン



NEC本社ビル



2018/10/2

建築構造デザイン

26

PCスーパーラーメン



テッド・デファンス(新凱旋門)



2018/10/2

建築構造デザイン

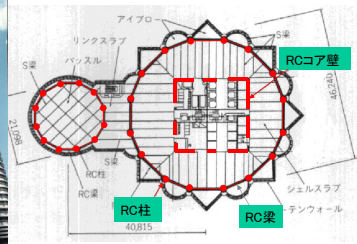
27

チューブ構造



ペトロナスツインタワー

88階建 451m



2018/10/2

建築構造デザイン

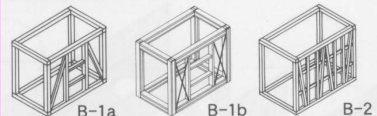
28

ヒンジフレーム構造

◆ 木造に多い構造形式

- 柱と梁の接合部分は、完全には固定されていないが、ある程度の強度は有り、ラーメン的。
- 最近の木造建築では、筋かい(ブレース)を入れて、強度・剛性を確保する。

[B] 滑節構造 (Hinged-Frame Systems)

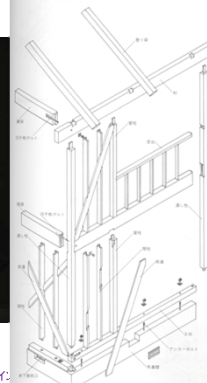


2018/10/2

建築構造デザイン

29

軸組木構造(木造在来工法)



2018/10/2

建築構造デザイン

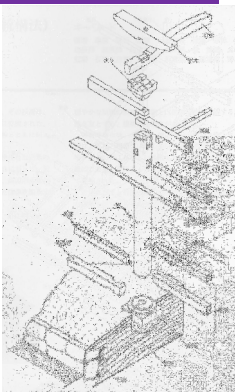
軸組木構造(木造伝統工法)

清水寺 本堂・舞台



2018/10/2

建築構造デザイン



アーチ、シェル

[G] アーチ構造 (Arch Systems)



[H] シェル構造 (Shell Systems)



2018/10/2

建築構造デザイン

32

アーチ



ノートルダム寺院(パリ)

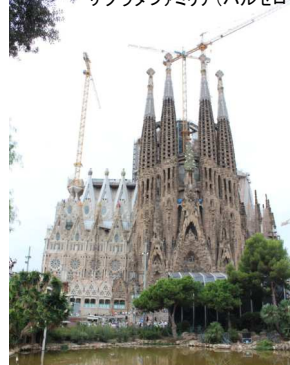
2018/10/2

建築構造デザイン

33

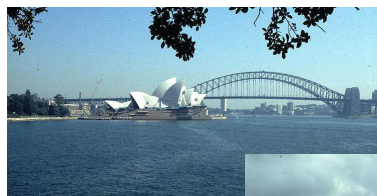
アーチ

サグラダファミリア(バルセロナ)



2018/10/2

シェル構造の建築



シドニー オペラハウス



サグラダファミリアの模型

紐に錘をぶら下げて自然なアーチの形を再現している



2018/10/2

建築構造デザイン

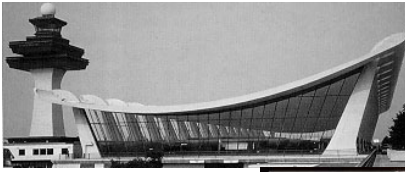


2018/10/2

建築構造デザイン

36

シェル構造の建築



ワシントン・ダレス国際空港

東京カテドラル聖マリア大聖堂 (HPシェル)

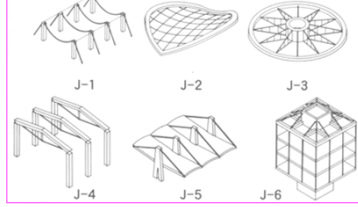


2018/10/2

建

ケーブル構造、吊り構造

[J] 吊り屋根・吊り床構造
(Hanging Roof & Floors Systems)



J-1

J-2

J-3

J-4

J-5

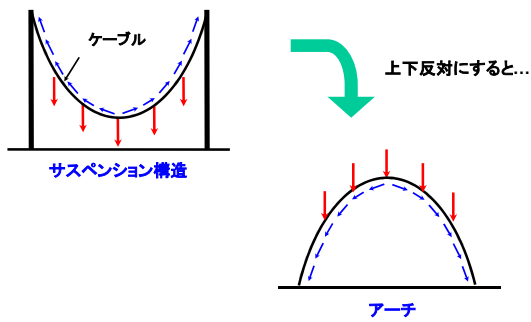
J-6

2018/10/2

建築構造デザイン

38

基本的な構造のしくみ(アーチとケーブル構造)



2018/10/2

建築構造デザイン

39

吊り構造の建築



ミネアポリス連邦準備銀行



香港上海銀行

2018/10/2

建築構造デザイン

40

吊り構造の建築

清水建設技術研究所 安全安震館

世界で初めて吊頂免震構造を採用した建物



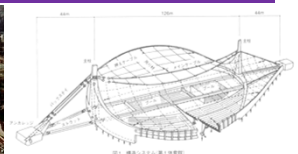
構造種別: 吊頂免震構造
コア壁(鉄筋コンクリート造)
外周吊フレーム(鉄筋造)
基礎形式: P H C 既製杭(800φ×4本)
構造階数: 1階4.15m2-4階3.0m
吊部総重量: 約180ton(積載時重量含む)

2018

ケーブル構造



国立代々木体育館



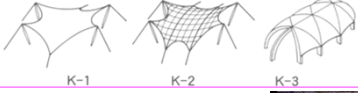
2018/10/2

建築構造デザイン

42

膜構造(テント構造)

[K] テント構造 (Tent Systems)



ミュンヘンオリンピックスタジアム

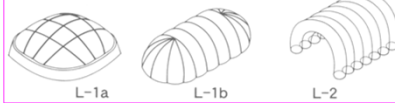
2018/10/2

建築構造デザイン

43

膜構造(空気膜)

[L] 空気膜構造 (Pneumatic Systems)



東京ドーム

2018/10/2

建築構造デザイン

44

建物を地震に対して強くする技術

◆ 耐震構造

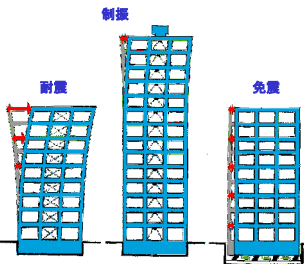
地震の揺れに耐えるような強い建物を作る。

◆ 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。



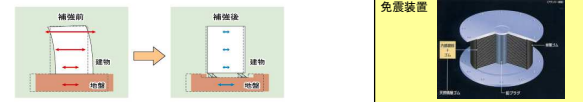
2018/10/2

建築構造デザイン

45

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)



2018/10/2

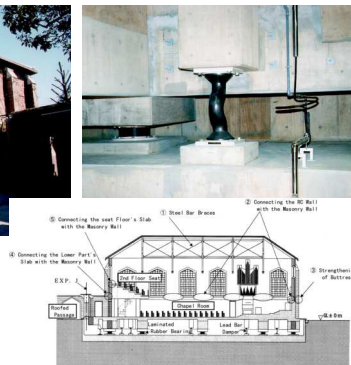
建築構造デザイン

46

免震構造



立教大学 礼拝堂



2018/10/2

東京駅・赤レンガ駅舎

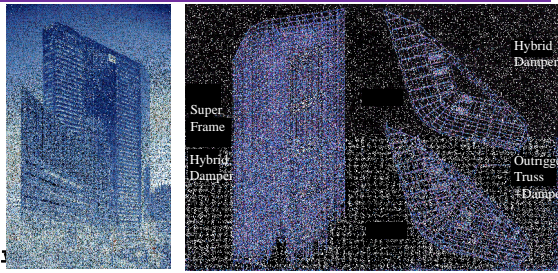


2018/10/2

建築構造デザイン

48

制振構造



電通本社ビル(汐留)

2018/10/2

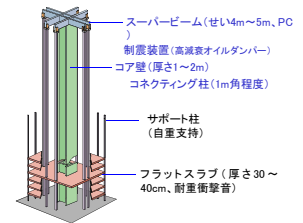
建築構造デザイン

49

頂部制振構造「スーパーRCフレーム工法」(鹿島建設)



北浜タワー(大阪)
集合住宅 209m, 54階建



2018/10/2

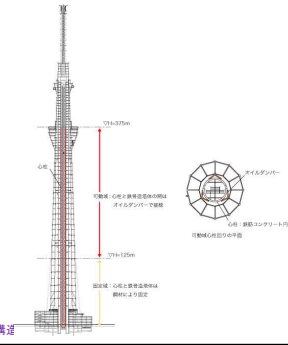
建築構造デザイン

50

東京スカイツリー

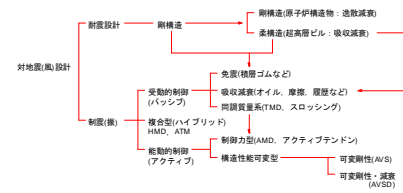


立体トラスのチューブと心柱をオイルダンパーで接続



建築構造

耐震と制振の種類



2018/10/2

建築構造デザイン

52

調査について

◆ 建築構造など対象を選ぶ

調査対象の選び方の例

- ひとつの建物について、その構造システムを調べる
- ある構造システム(ex.シェル、制振構造...)について、それらの類型、それぞれの構造的特徴や実例を調べる。

◆ その特徴(構造、その他)を調べる

- 設計の考え方
- 使用材料、構造(RC、鉄骨、木造、ハイブリッドetc)
- 施工/工事

2018/10/2

建築構造デザイン

53

モード学園の建物

スパイラルタワーズ



ラグーンタワー



東北大学の建物

インテグレーション研究棟



エコラボ



建築構造デザイン

55

仙台メディアテーク



2018/10/2

建築構造デザイン

56

ホキ美術館



2018/10/2

建築構造デザイン

国際教養大学図書館



2018/10/2

58

CLT建築

チューリッヒ動物園・象舎



歴史的建物の保存・復元

日本工業倶楽部会館



三菱1号館



2018/10/2

建築構造デザイン

60