

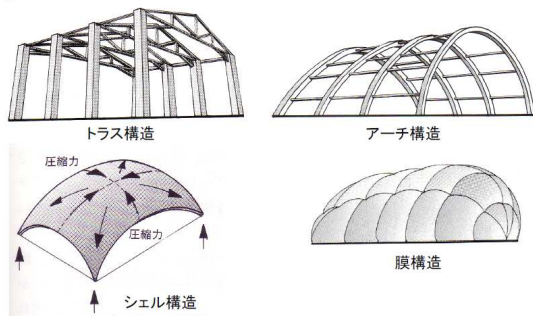
建築構造デザイン
第8回 大空間・大スパン建築

大空間・大スパンを実現させるポイント

屋根の鉛直荷重を梁のせん断・曲げから柱の軸力に
どう伝えるか

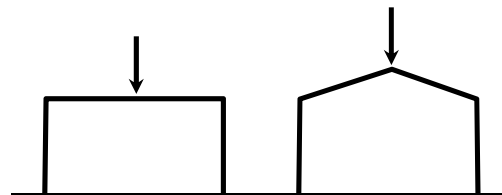
- ・曲げモーメントを軸力や面内力に変換する
⇒・トラス構造・アーチ構造・シェル構造・膜構造
- ・最大曲げモーメントを小さくする
⇒・ラーメン構造・テンション構造

せん断力・曲げモーメントを軸力や面内力に変換



山形ラーメン

- 屋根(梁)を傾斜させることで、曲げモーメントを減らし、軸力で鉛直荷重を伝達させる。



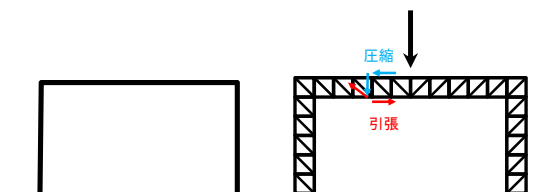
一般的な体育館



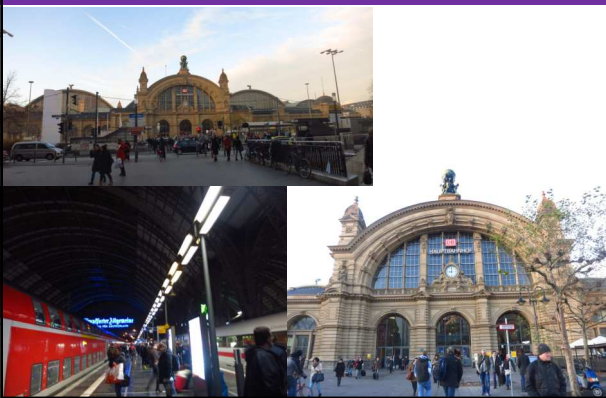
- 梁間方向: 山形ラーメン
- 桁行方向: プレース構造
体育館や工場などで一般的

トラスラーメン

- 曲げモーメント・せん断力を軸力で伝達



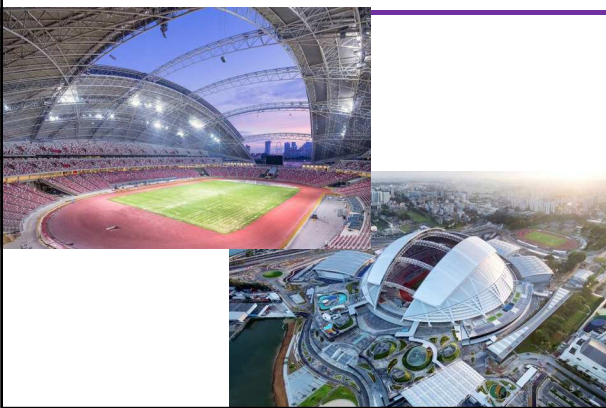
フランクフルト中央駅



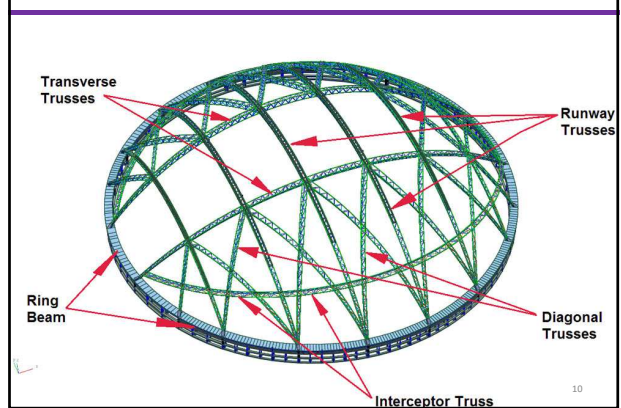
フランクフルト中央駅



シンガポールスタジアム



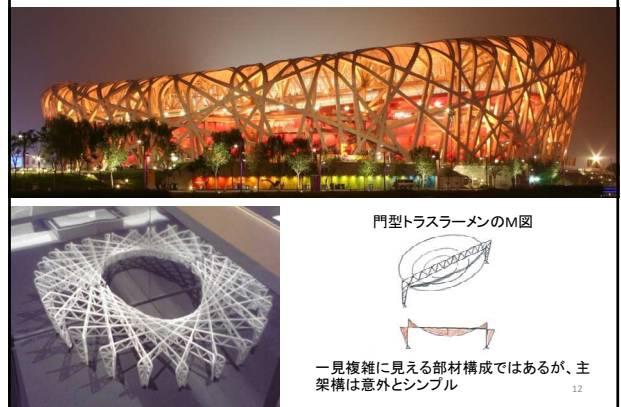
シンガポールスタジアム



北京オリンピックスタジアム 鳥の巣



北京オリンピックスタジアム 鳥の巣



シェル構造

曲面状の形態をもつ貝の殻 (シェル) や卵の殻が比較的薄い構造にもかかわらず、外力に対し強く、こわれにくい性質をもっていることに着目



14

東京カテドラル聖マリア大聖堂



合計8枚のRC造のHPシェルを立て掛けるようにして縦使いに用い、梁によって中心部と端部の5力所で連結されている。

シェルの剛性を高めるために、外側に2mピッチで縦横にリブが設けられている。底部においては脚部を開かせてスラスト荷重に対抗する引張り材として、頂部中心にある十字状の繋ぎ梁と同様の梁が地下に設けられている。



15

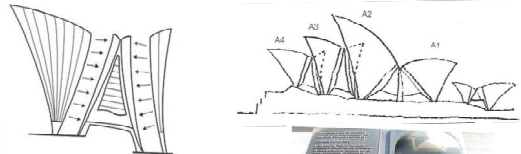
シドニーオペラハウス

設計: ヨーン・ウツソン
構造設計: オブ・アラップ

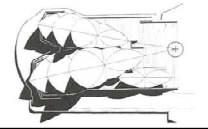


16

シドニーオペラハウス



- ・全体を3つのブロックに分割し、サイドシェルによって安定化を計る。
- ・三角形のリブアーチの集合体を同一曲率のプレキャスト曲面で構成。
- ・プレストレスコンクリートにより連続体のシェルとする。



17

吊り屋根構造(サスペンション構造)

引張材(張力)によって屋根を支えることで大空間・大スパンを実現する。
その際その張力を圧縮材へと伝えることで構造を成り立たせている。

18

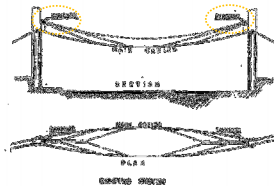
東京オリンピック(1964年)・国立代々木競技場



構造設計: 丹下健三研究室
建築設計: 丹下健三研究室・都市・建築設計研究所

19

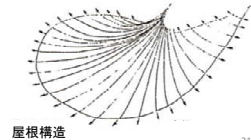
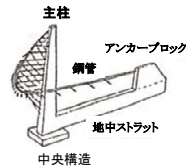
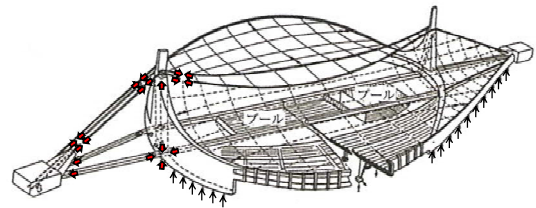
東京オリンピック(1964年)・国立代々木競技場



吊り構造をとることで大空間かつ豊かな曲面をもつ象徴的な建物。
 曲面の局所的な荷重の集中や、過大な変形を抑える。
 →オイルダンパーなど

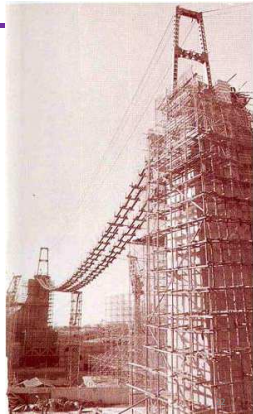
20

代々木競技場 構造システム図



21

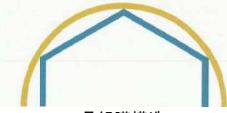
第一体育館 設計風景



膜構造の骨格を支える構造形式

骨組膜構造

鉄骨等で骨組をつくり、膜を被せる構造で、一般的に用いられる構法。一定の張力をかけてピンと張った状態で骨組に取り付けられる。
 例) 北京水泳センター



骨組膜構造

サスペンション構造

高い柱を何本か立て、頂点からケーブルを張り、それに膜を取り付ける構造
 例) ミュンヘンオリンピックアシュタディオン
 デンバー国際空港



サスペンション膜構造

空気膜構造

建物内部の空気圧を高くし、膜構造の屋根を押し上げる方式と、膨らませたチューブで半円形を作り、奥行き方向に並べる形式がある。
 梁・柱のない広大な空間が創り出せる
 例) 東京ドーム

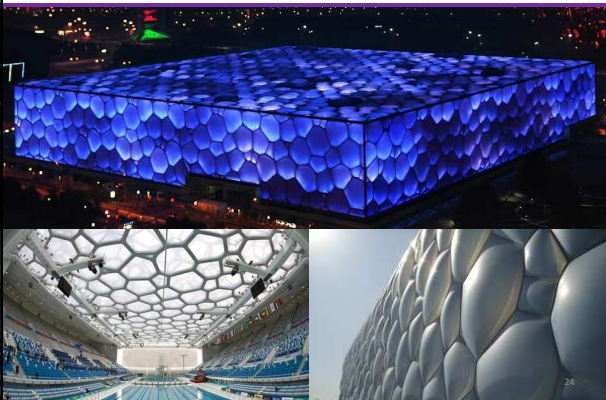


空気膜構造

22

北京国家水泳センター

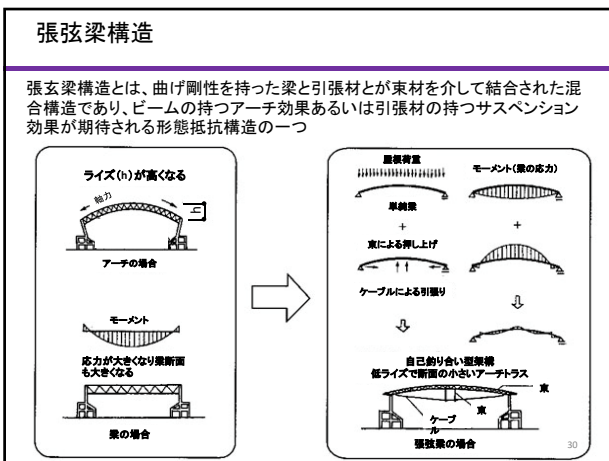
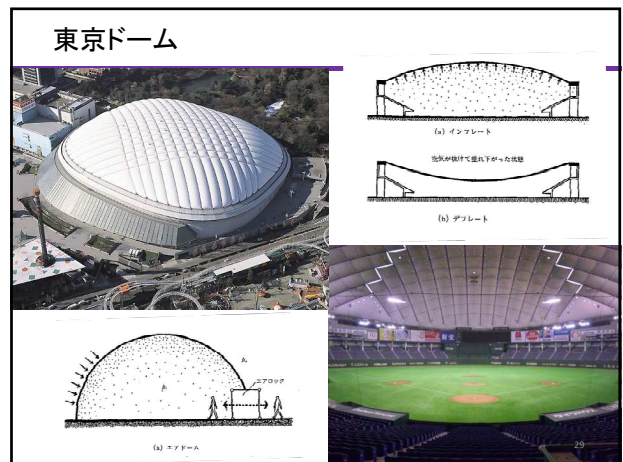
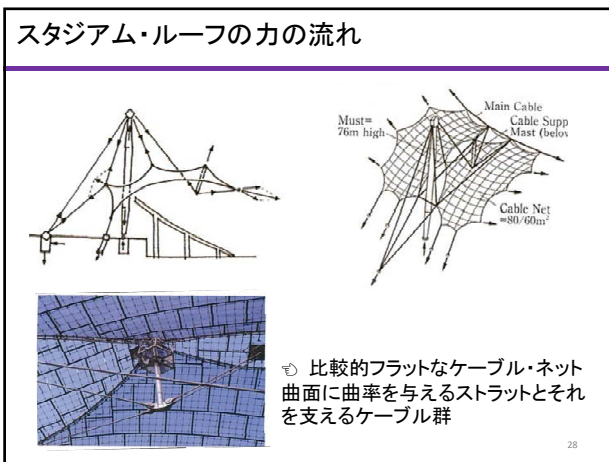
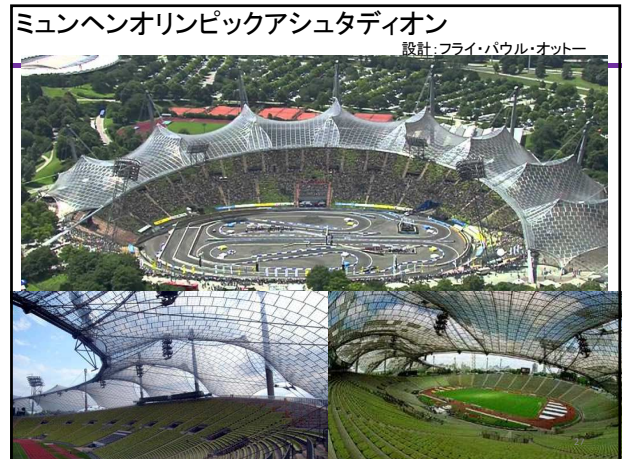
設計: ロブ・レスリ・カーター



アリアンツアリーナ

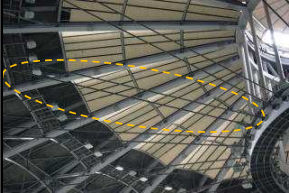
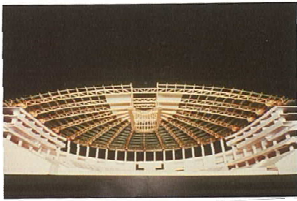
設計: ヘルツォーク&ド・ムーロン





グリーンドーム前橋

張弦梁構造の建物としては最大級

直径80mm前後のワイヤーを中央のリングから放射状に出し屋根を支えている。

32

出雲ドーム


設計: 鹿島建設



木造の大規模ドーム。
構造上の特徴は、木とテフロン膜にスチールを組み合わせたハイブリッドな張弦梁構造。

33

出雲ドーム



集成材のアーチ

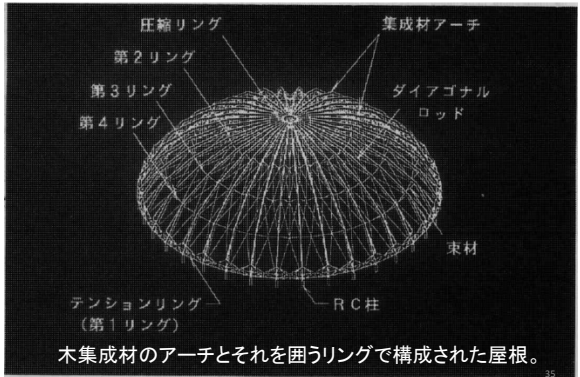
リングとアーチを結ぶ斜材はブレース的な役割を担う

リング

木集成材のアーチとそれを囲うリングで構成された屋根。リングの引張力によりアーチが外側へ広がるのを抑え、アーチにしっかりと圧縮力を伝えさせる。

34

出雲ドーム



圧縮リング

集成材アーチ

第2リング

第3リング

第4リング

ダイヤゴナルロッド

束材

テンションリング (第1リング)

R/C柱

木集成材のアーチとそれを囲うリングで構成された屋根。

35

BMW Welt (コープ・ヒンメルブラウ)



- BMW本社とショールーム
- 竣工2007年
- RC造+鉄骨造
- 地上4階+地下4階