

建築構造デザイン
第2回 伝統建築 - 海外編 -

都市・建築学専攻
教授 前田匡樹

海外の伝統建築

- イグルー(雪造) ~イヌイット
- パオ(ゲル) ~モンゴル遊牧民
- 木造建築 ~ヨーロッパなど
- 泥(アドベ)建築 ~中東、アフリカ、中南米など
- レンガ造、石造 ~世界中

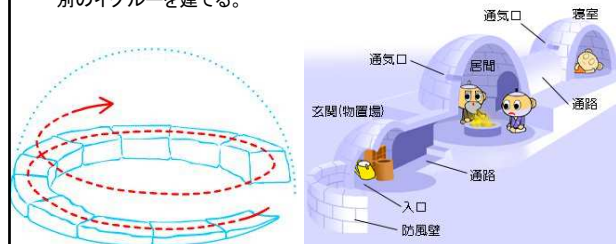
イグルー



- アラスカに住む先住民族イヌイットが作る、雪や氷のブロックを積み上げて、ドーム上にした住居。
- 彼らは、身近に大量にある雪を建材にして家を建て、狩猟をしながら、移動して暮らしていた。

雪と氷の住居

- 構造はドーム構造になっており風に強いのがイグルーの優れた特徴。(石造のドームと基本的には同じ構造)
- 反面、湿度が高く長期居住には適さない。そのため、圧雪ブロックのイグルーでの居住は一時的で移動してまた別のイグルーを建てる。



ゲル(パオ)

- ゲルは、主にモンゴル高原に住む遊牧民が使用している、伝統的な移動式住居のこと。
- パオは中国語



- ゲルは円形で中心の柱(2本)によって支えられた骨組み。
- 屋根部分には中心から放射状に梁が渡される。これにヒツジの毛でつくったフェルトで膜を作る。
- 壁の外周部分の骨格は木組みで、菱格子に組み接合部はピン構造。
- 木材は圧縮力、膜は引張力を負担
 - 頂点部は換気や採光のため開閉可能な天窗になっており、ストーブの煙突を出すことが可能。
 - 内部は、直径4~6mほどの空間。
 - 移動のたびに分解してラクダの背やトラックに乗せて運ぶ。分解や組み立ては数十分から1時間。

木造建築



木造においては森林資源の豊富なヨーロッパ、アメリカで主に発展。12世紀頃に生まれ、初期は倉庫として立てられた。



レンガ積みに見えるが、木で作られた枠組みの間にレンガで埋めただけで、構造的にはあくまで木で構成。

ヨーロッパ



方杖 (ほうづえ)

イギリス

日本の伝統木造とは異なり、天井はトラスを組んで支えている。

フランス

石造同様に彫刻が描かれているものが多い。

ノルウェー スターヴ(木造)教会
12世紀から14世紀に建設された
北欧最古の教会

ポーランド
センコヴァ・使徒聖ヨハネ・聖フィリップ教会

スイス ゴステリ邸

ルーマニア
スルデシティ、聖天使教会

ロシア キジ島
プレオブラジェンスカヤ教会

南米ガイアナ
 聖ジョージ カテドラル
 1894年、高さ43.5m

世界最大の木造建築？



日干しレンガ(泥、アドベ)建築

- 泥状のものを日干しすることで日干しレンガを作る。
 固まったものを並べて泥状の土を入れながら積み重ねて建物を建てる。
- 日本は木造建築が多いが世界的には森林が豊かな国は多くなく、土壁、レンガ造、石造の建築が一般的。

アドベのモスク



アフリカ マリ共和国
 イスラム寺院 世界遺産
 高さ20mの尖塔(ミナレット)

アドベの教会

アメリカ サンタフェ
 サンフランシスコ・デアシス教会



泥を継ぎ足して補修することで丸みを帯びた壁を作ることができる。

アドベの要塞都市

アルゲ・バム(イラン バム)
 世界遺産



日干しレンガ造の特徴

- 個々のレンガの強度は低い(特に引張に弱い)
 →アーチ構造
 →地震などの外力に弱い
- 構造体(壁や屋根)は厚くなる
 →重たいので、崩壊する人的被害が深刻



石造

- 主要構造部が石で造られる建築物。組積式構造の一種。古代エジプト時代にはすでに存在し、古代ギリシアにおいては、神殿、劇場をはじめ、主要な建築のほとんどが石造であった。

マチュピチュ



タージマハル

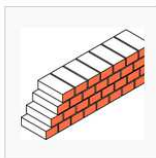


レンガ造

- 煉瓦を基本材料として構築する建築。前 5000年代からみられ、メソポタミア文明の建築形態として大きな展開をとげ、ヨーロッパに受継がれて、ローマ時代と特に 16世紀以降のヨーロッパ建築の一主流をなした。
- 一般的な特徴・・・
構造材として使うには強度が低く地震に弱い。
火には強い

組積造

- レンガ造や石造は組積造で作られてきた。
- 積み方は主に3種類



小口積み



イギリス積み

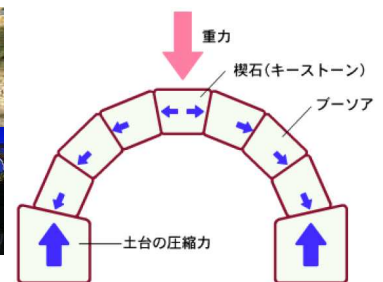


フランドル積み

組積造におけるアーチ構造の原理



ローマ橋
ポン・デュ・ガール(フランス)



鉛直荷重は安定して支持できるが、水平力を受けると引張が作用するので壊れてしまう

ゴシック建築の構造的変遷

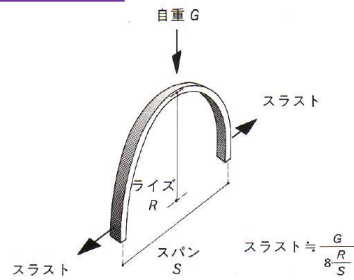


サンクト・バンターレオン聖堂

建築技術の発達から教会堂における
“より高く、より光を”
という動きが高まった。

→ 高い壁の安定が課題に

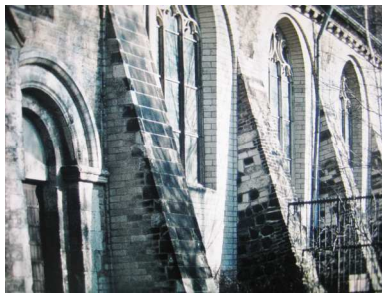
スラストとライズ



$$\text{スラスト} \approx \frac{G}{8} \frac{R}{S}$$

アーチは支持点に大きなスラスト(水平力)と呼ばれる、広がる力が発生する。アーチを上手に創るためには、このスラストをどうやって処理するのが最も重要な問題。

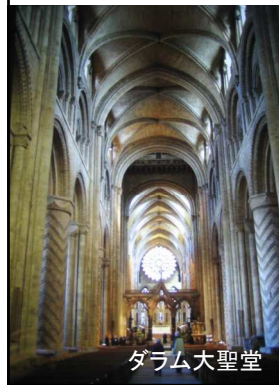
「控壁」の設置



これで高くなった側廊の壁に架けられた半円アーチの水平に開こうとする動き(スラスト)を抑えている。

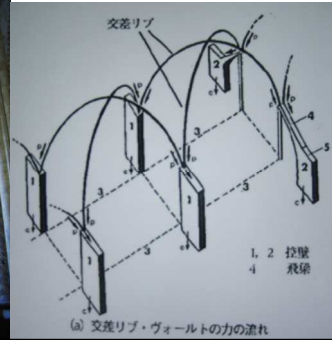
.....このように外壁から突き出した「控壁」を付けるのが、高い壁を安定させるためのゴシック建築初期の最も一般的な方法。

交差リブ・ヴォールトの登場



ダラム大聖堂

天井にアーチをかけることが可能になり、構造的により強くなった。



(a) 交差リブ・ヴォールトの力の流れ

フライングバットレスの完成



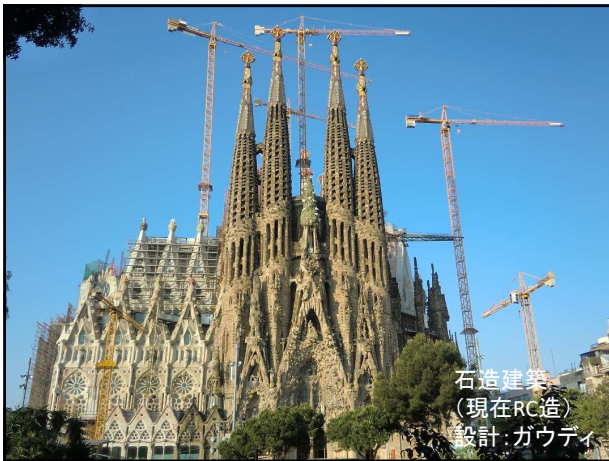
ストラスブル大聖堂



尖塔の高さが142mまで高くなった。

ノートルダム大聖堂





構造形式

ロープに重りをつけ、重力の形を可視化したカテナリー曲線。重力を引張のみで抵抗している。逆さにすれば圧縮のみで抵抗することができ、重力に対して理想的なアーチ構造ができる。

カテナリー曲線

標準的なモデルは

$$y = a \cosh\left(\frac{x}{a}\right) = a \left(\frac{e^{x/a} + e^{-x/a}}{2} \right)$$

これは双曲線関数 $y = \cosh(x)$ と相似する。またこのモデルは、y 軸を対称の軸とし、この軸と頂点 $(0, a)$ で直交する。

ゲートウェイアーチ

エーロ・サーリネン 1965年
鉄筋コンクリートの壁式構造

アメリカ セントルイス
最大高さ:192m 最大幅:192m
構造:RC造
(外壁にステンレス鋼板、炭素鋼板)
断面は正三角形