

公開講座

ちからと建築デザイン

東京大学 生産技術研究所

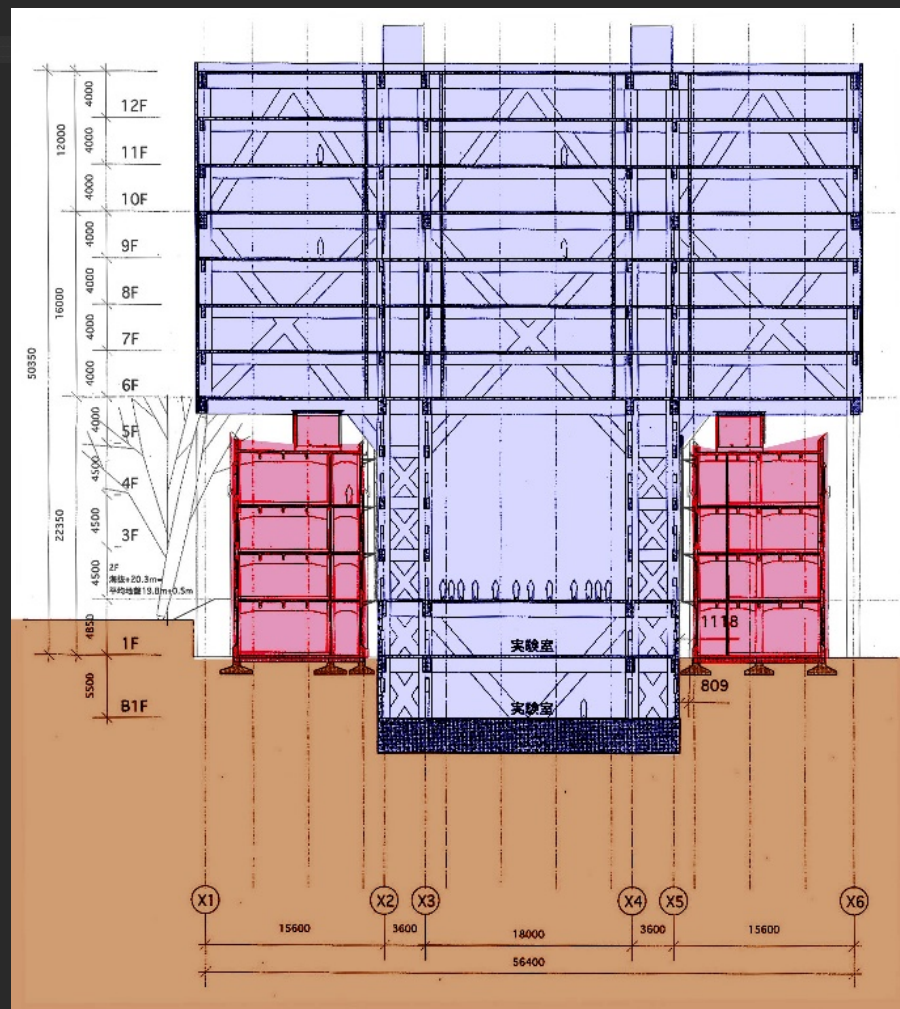
川口健一

東京大学 工学部2号館



K. Kawaguchi

東京大学 工学部2号館



意匠計画: 岸田省吾研究室

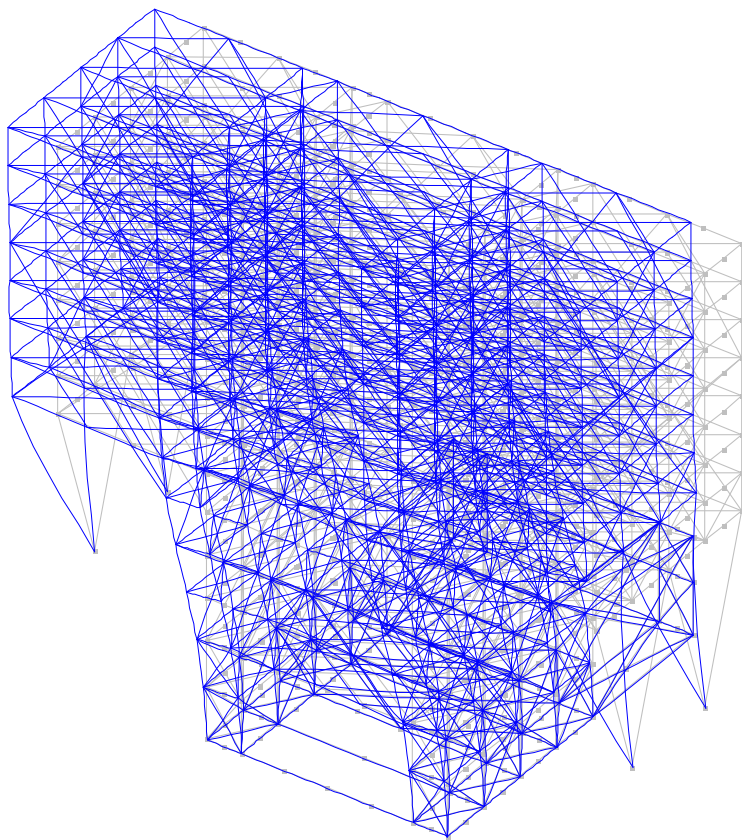
K. Kawaguchi

東京大学 工学部2号館

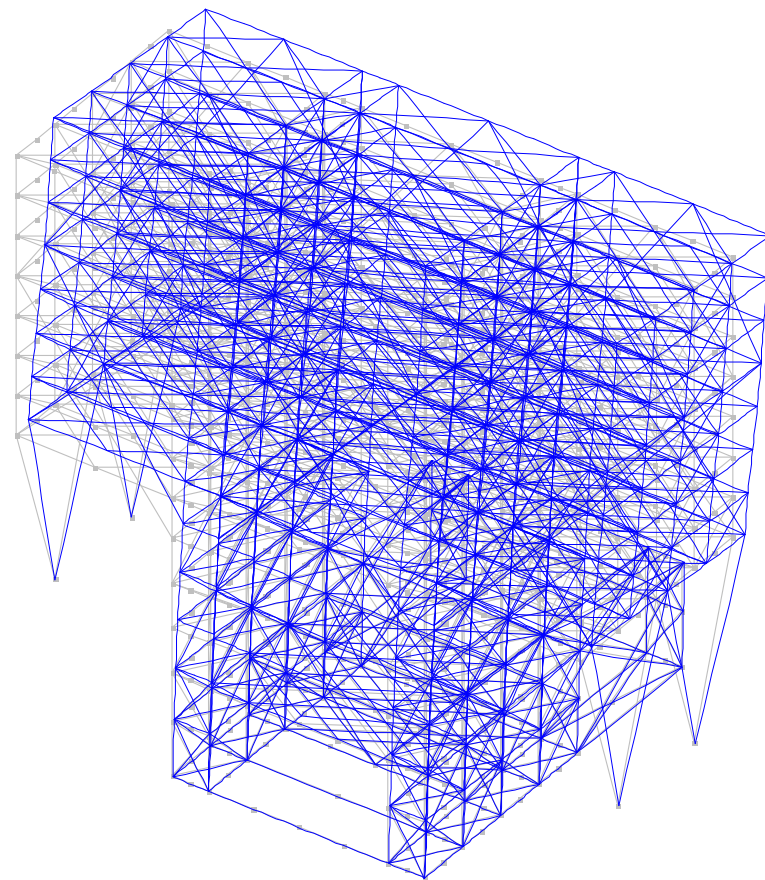


K. Kawaguchi

構造解析の結果（振動モード）



モーダル解析 荷重条件: モード次数 1 周波数 0.811 Hz 周期 1.233 秒



モーダル解析 荷重条件: モード次数 2 周波数 1.151 Hz 周期 0.869 秒

K. Kawaguchi

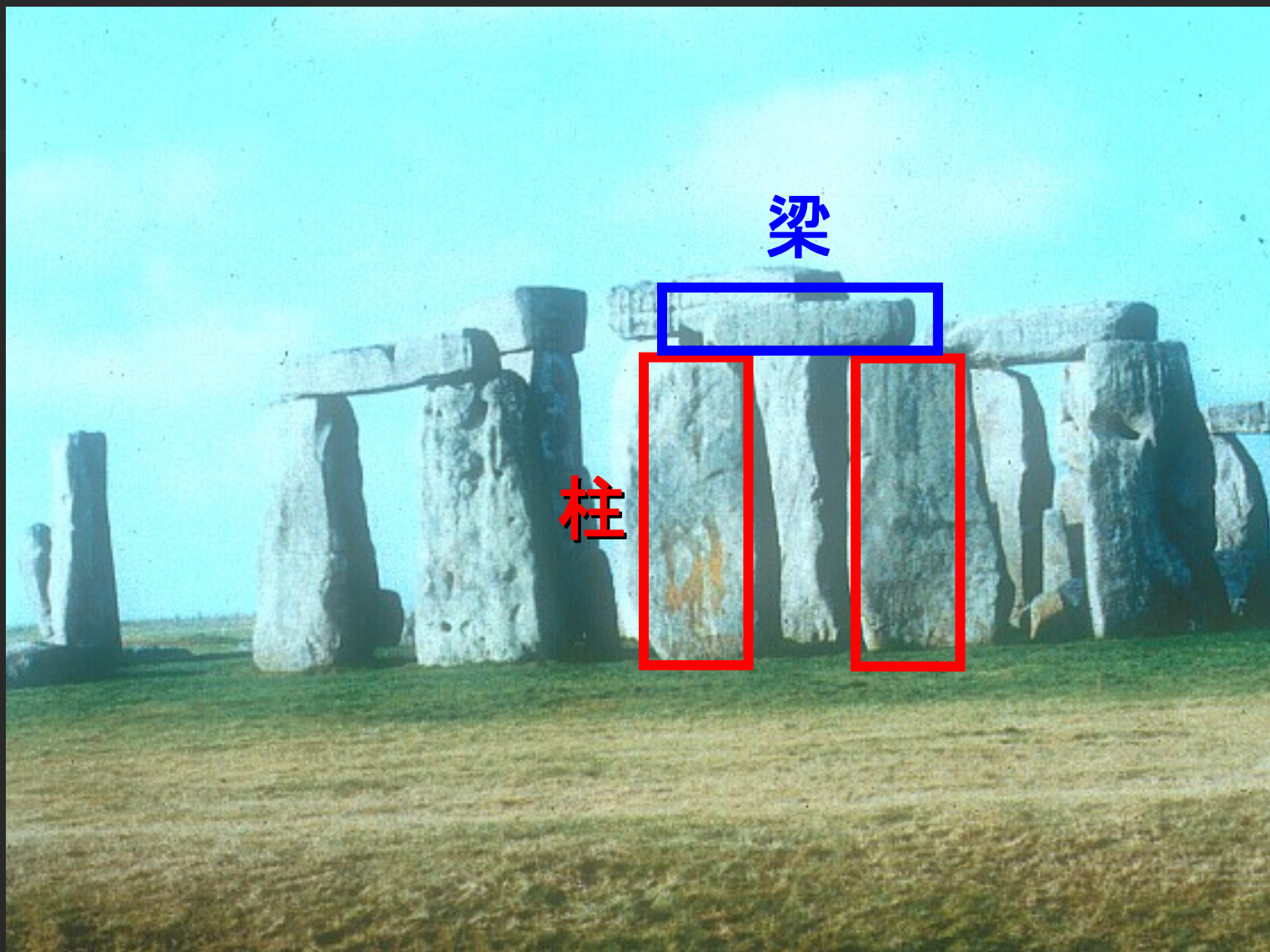
ちからと建築デザイン

重力とアーチ構造

自然の力(地震積雪風力)

これからの建築構造デザイン

初期の楯(まぐさ)構造



アクロポリス・パルテノン神殿



K. Kawaguchi

デザインされた柱



太くて邪魔な柱を
如何に美しく好印象に
見せるか。

K. Kawaguchi

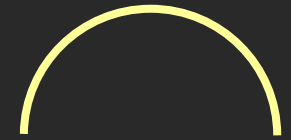
エレクトيون神殿



石積みの重たい印象の解消

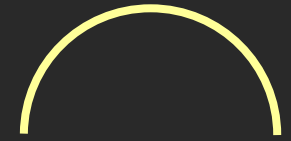
K. Kawaguchi

ローマ時代のアーチ



小さな楔形の石で軽々と大空間を掛け渡す メリダの凱旋門(絵葉書より)

ローマ時代のアーチ



Pont du Gard

K. Kawaguchi

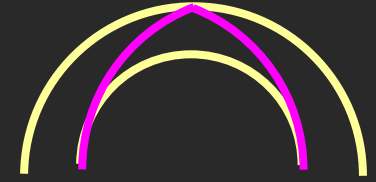
パンテオン廟 128年

スパン43.3m , ローマ



K. Kawaguchi

ゴシックの尖塔アーチ



より自由度の高いアーチ
石積みの陰鬱で重たい
デザインからの解放

K. Kawaguchi

デザインとしての柱



バッキンガム宮殿



K. Kawaguchi

デザインとしてのアーチ



K. Kawaguchi

ケンブリッジ大学のゴシック建築



K. Kawaguchi

東大構内のゴシックアーチ



鉄筋コンクリート

K. Kawaguchi

(1635-1703)



アーチの形状決定問題

ロバート・フックの字謎

私は本当のアーチ建築の形を見つけた。その解は

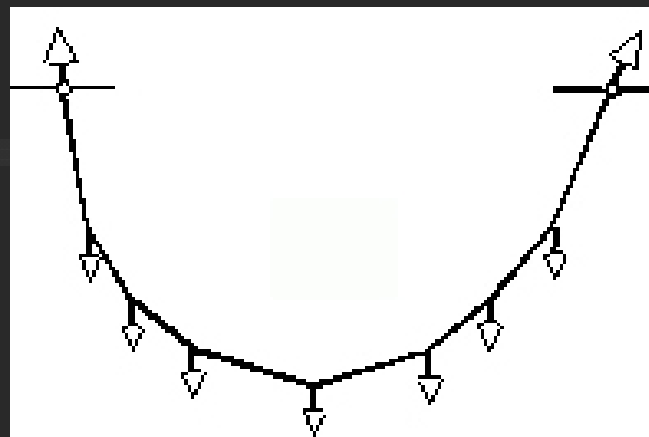
"Ut pendet continuum flexile, sic stabit contiguum rigidum inversum. "

しなやかなケーブルを、その形のまま反転すればアーチとして成立する。

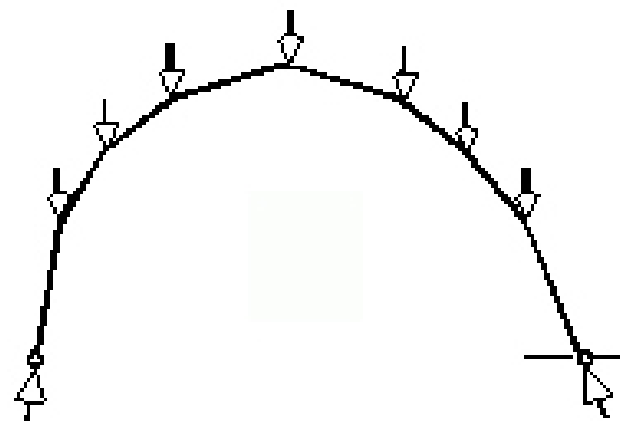
答えはフックの死後になって遺言執行人によって明らかにされた(1705年)。

著書 "*Description of Helioscopes*(太陽観察望遠鏡)" より

懸垂線理論



(a) 懸垂線



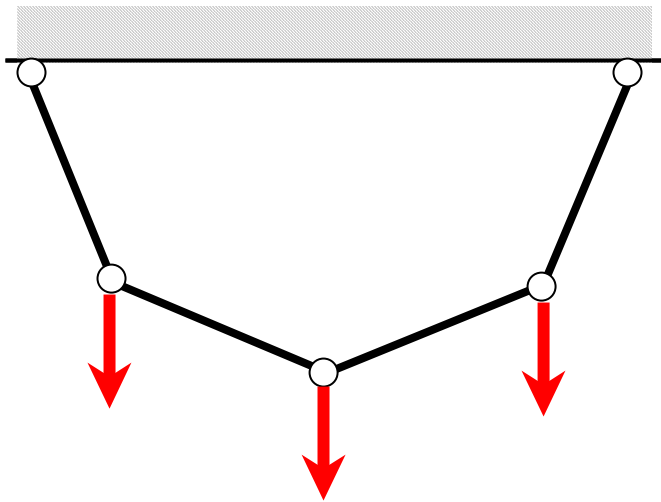
(b) アーチ

懸垂線の力の正負を逆にすると
純圧縮のアーチの形が得られる

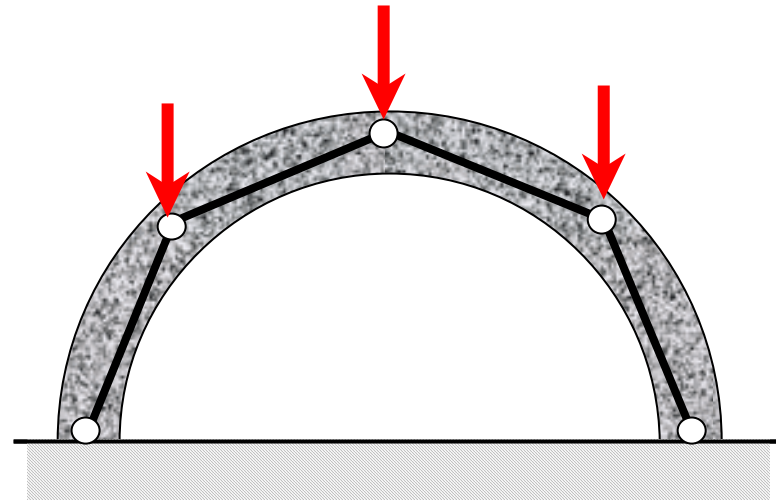
懸垂線: 1961年(ヨハンベルヌーイ, ライプニッツ等)

懸垂線理論

懸垂線の力の正負を逆にすると
純圧縮のアーチの形が得られる



(a) 懸垂線



(b) アーチ

懸垂線: 1691年(ヨハンベルヌーイ, ライプニッツ等)

懸垂線理論によるアーチ設計

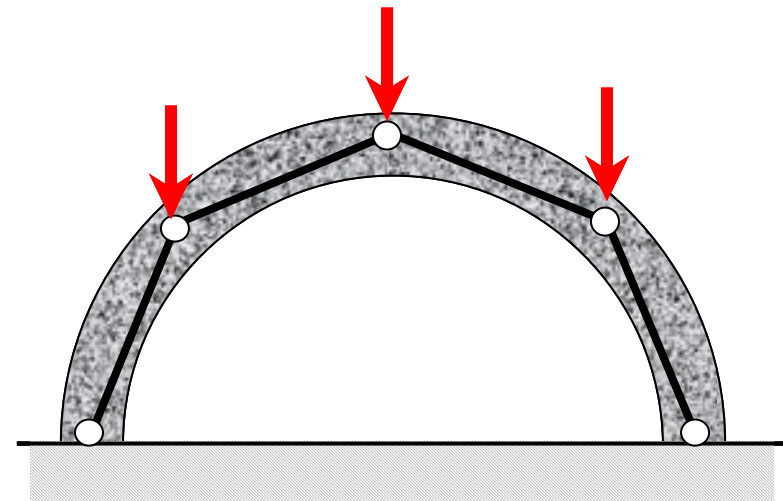


K. Kawaguchi

懸垂線とアーチの違い

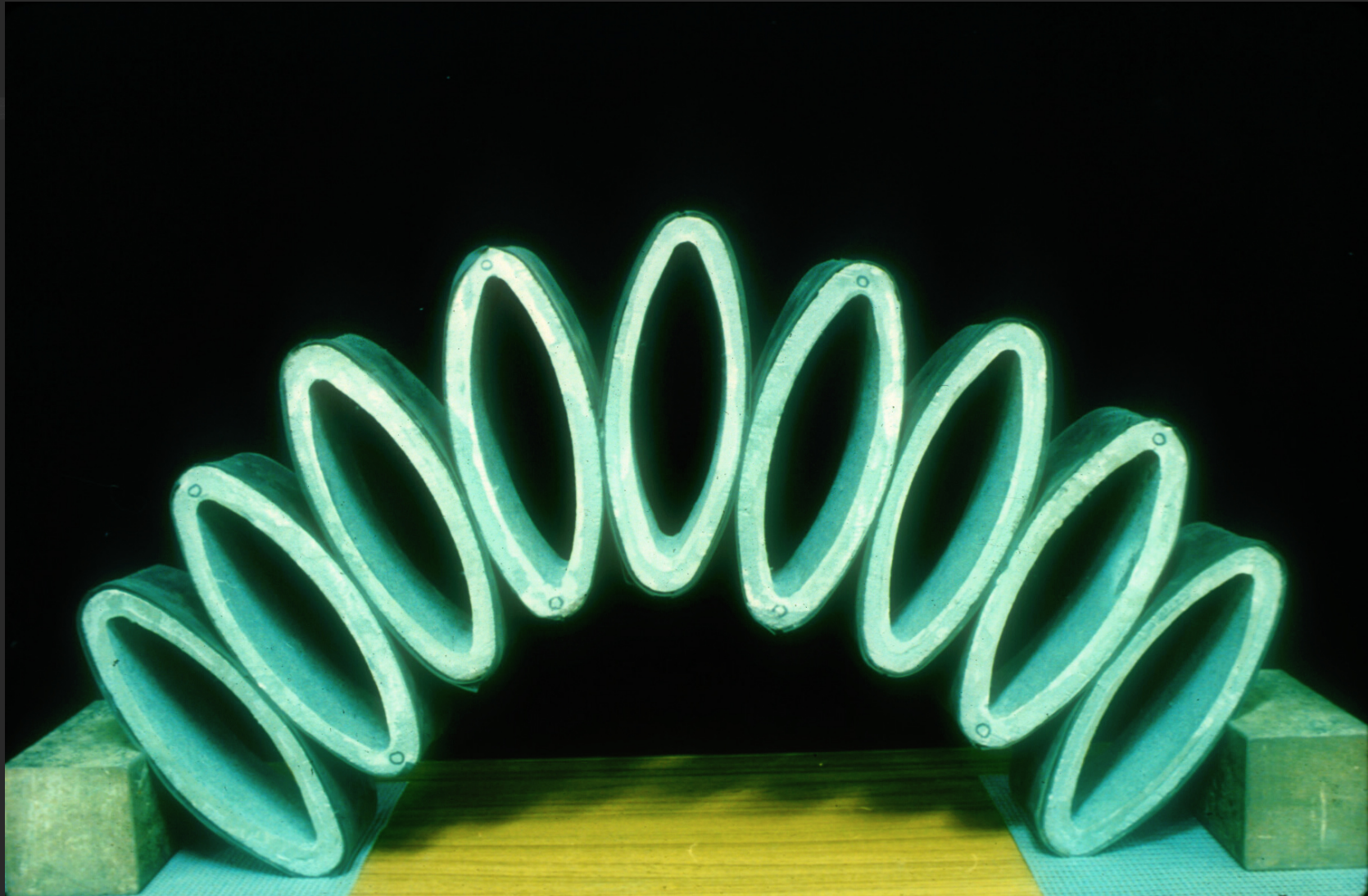


懸垂線



石を積んだアーチ

不安定アーチ



K. Kawaguchi

鉄とガラスの建築



石積みの陰鬱で重たい
デザインからの解放

K. Kawaguchi

鉄とガラスの建築

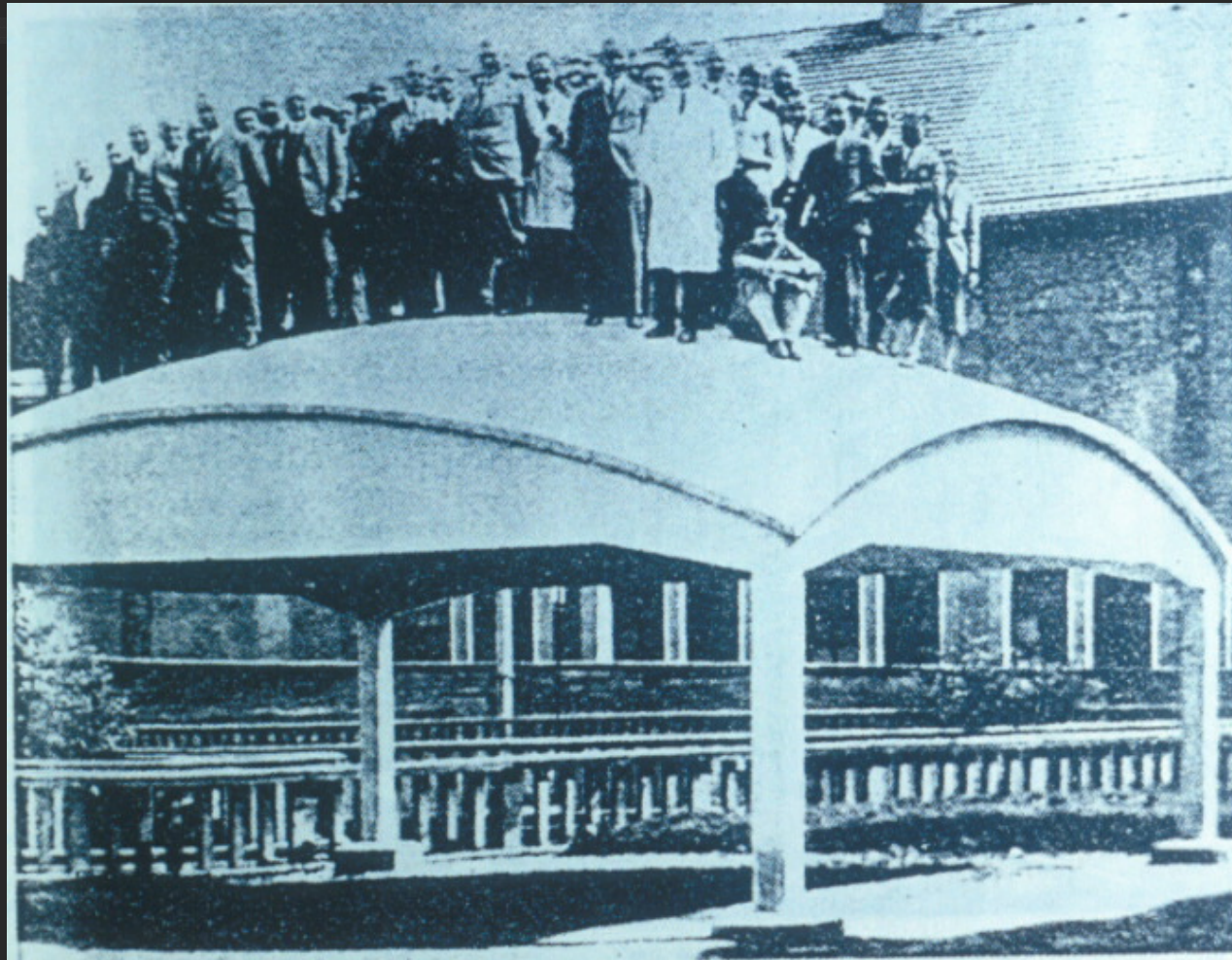


石積みの陰鬱で重たいデザインからの解放

K. Kawaguchi

鉄筋コンクリートシェルの黎明期

カールツァイスとデヴィダック社での実験 1920年頃



より軽くて強い材料と構造の探求

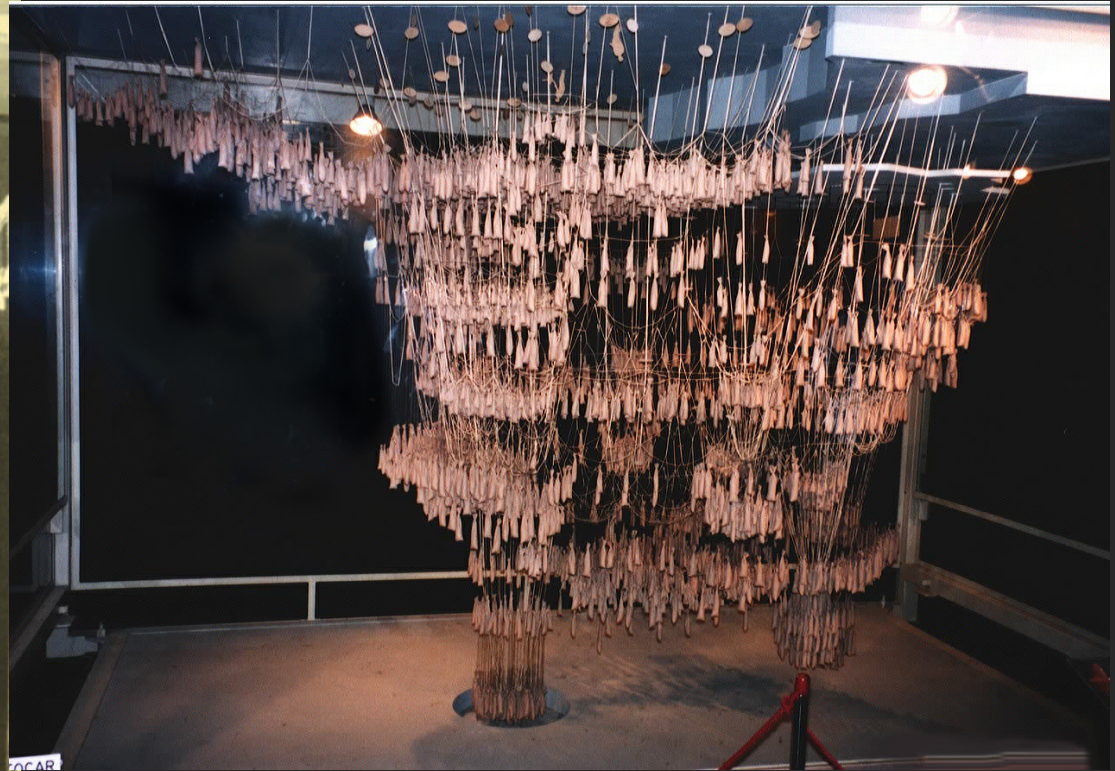
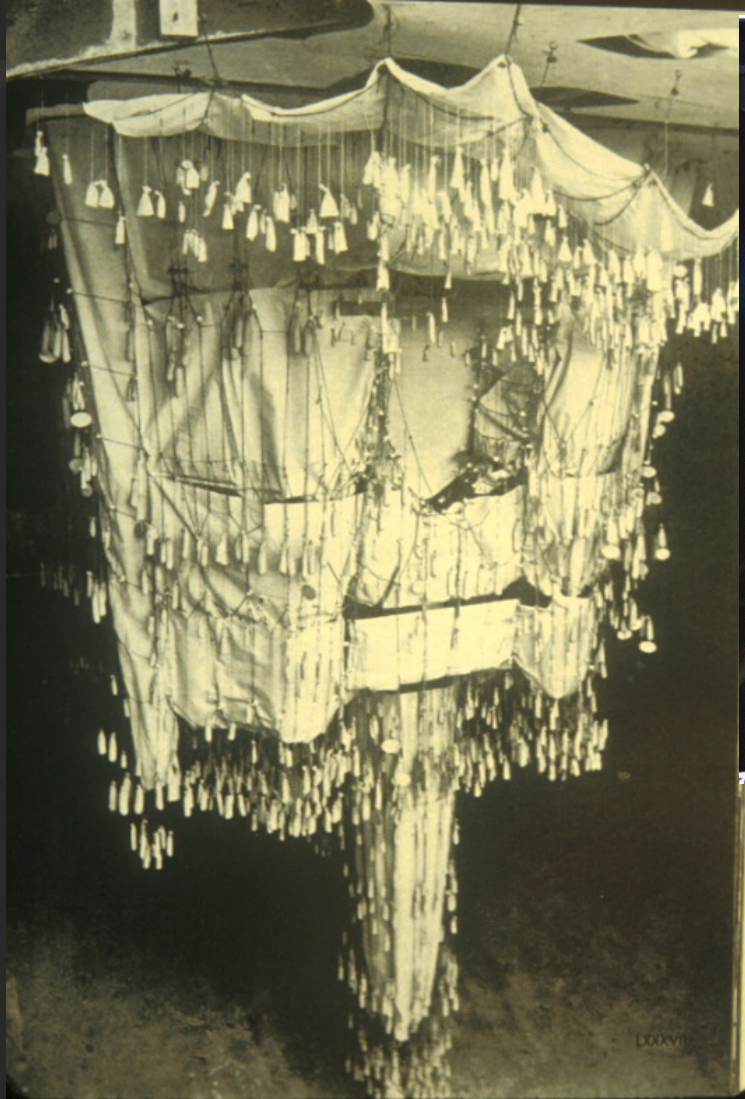
サグラダ・ファミリア1884～



バルセロナ・スペイン (アントニオ・ガウディ 1852～1926)

K. Kawaguchi

ガウディの逆さ吊り実験



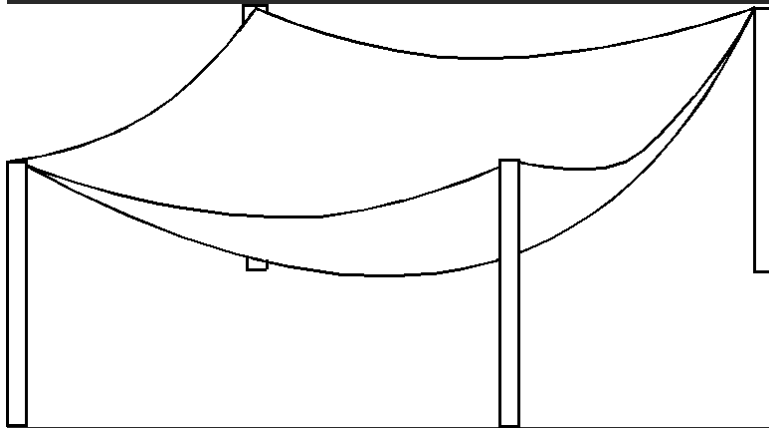
コンクリートにふさわしい形
の模索(1900年頃)

K. Kawaguchi

イスラーのシェル建築



イスラーのシェル建築



布の逆さ吊りによる
形状決定



イスラーのシェル

張力構造の応用



ミュンヘン・オリンピックスタジアム

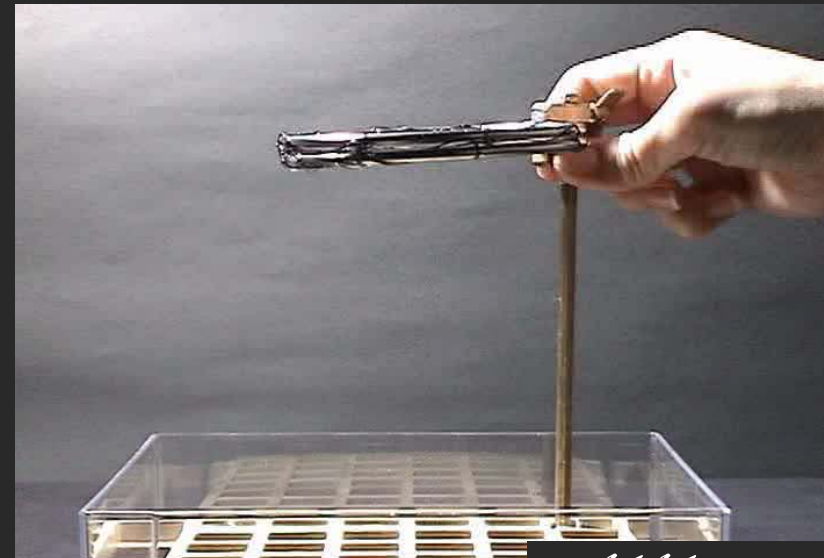
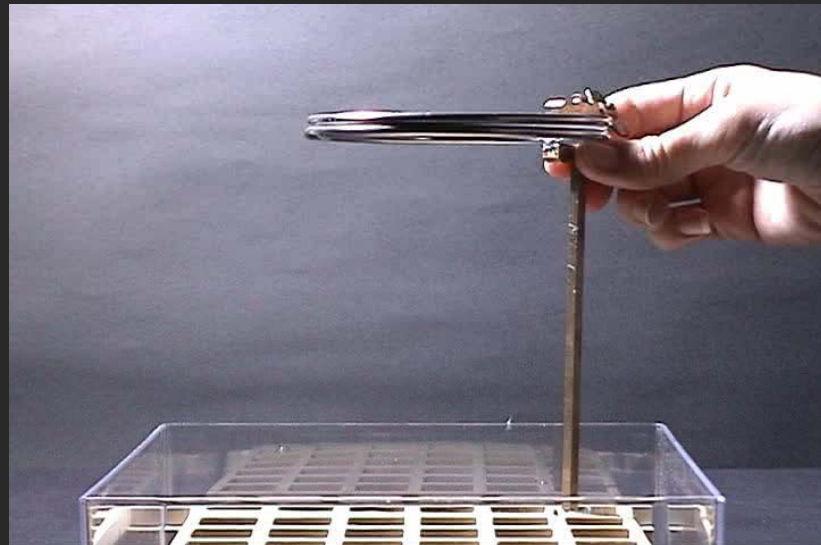
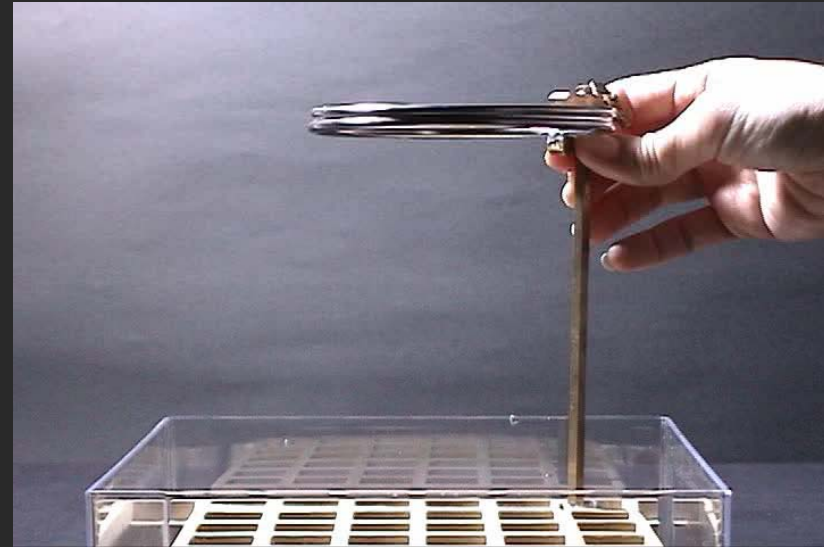
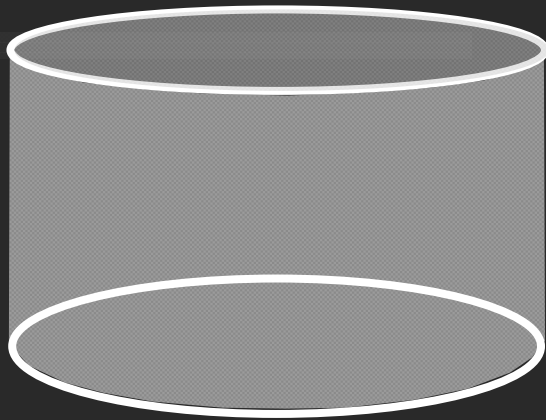
K. Kawaguchi

膜構造とその形状



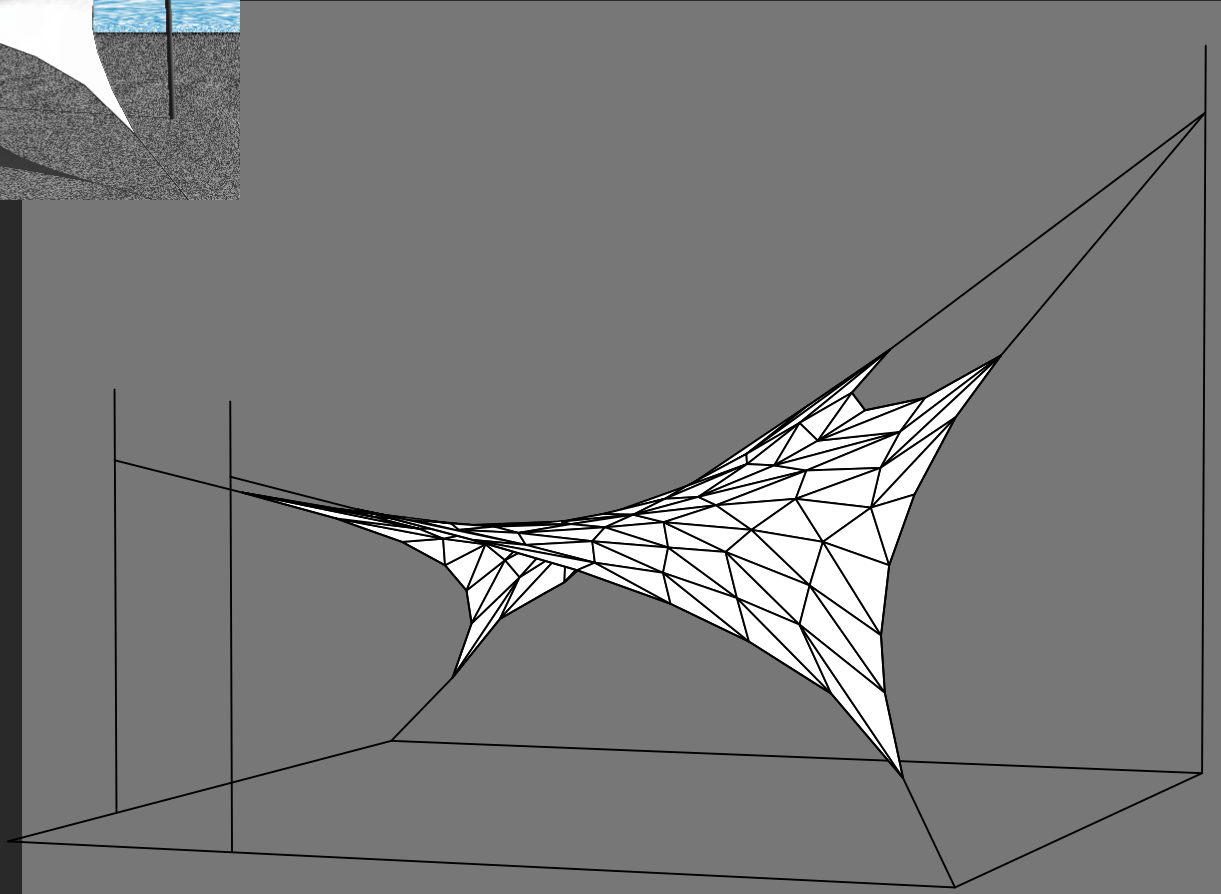
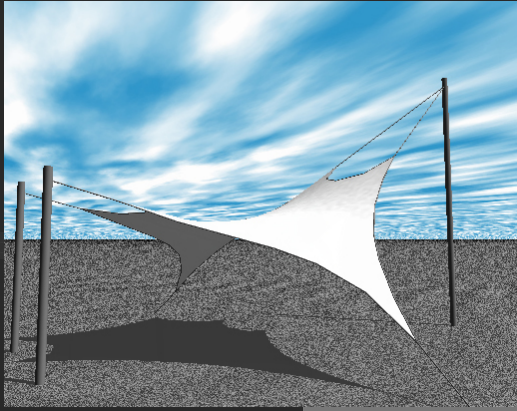
K. Kawaguchi

等張力曲面の石鹼膜実験



K. Kawaguchi

膜構造の形状決定

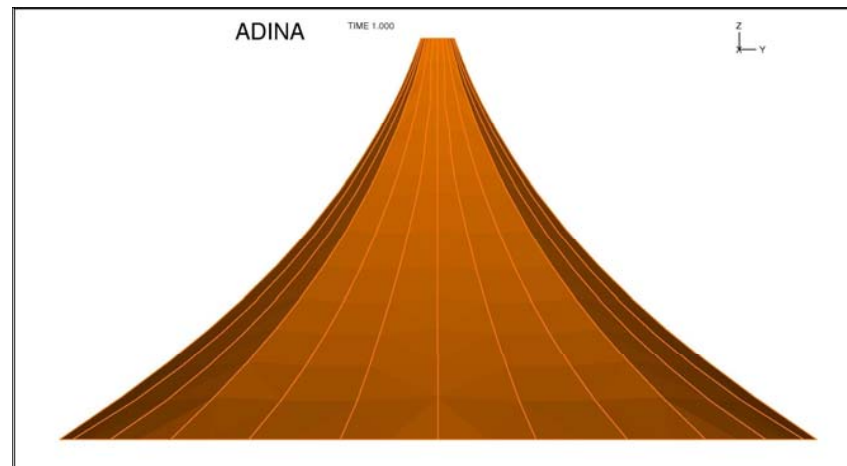
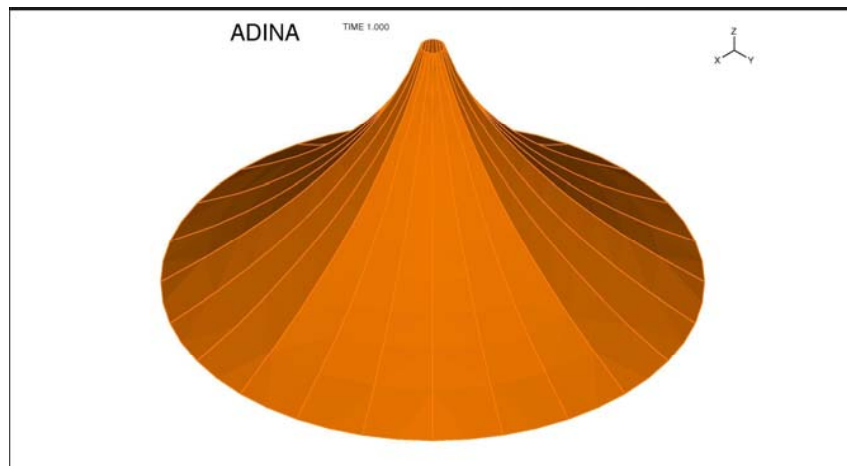


近年は計算機による
計算が可能となった

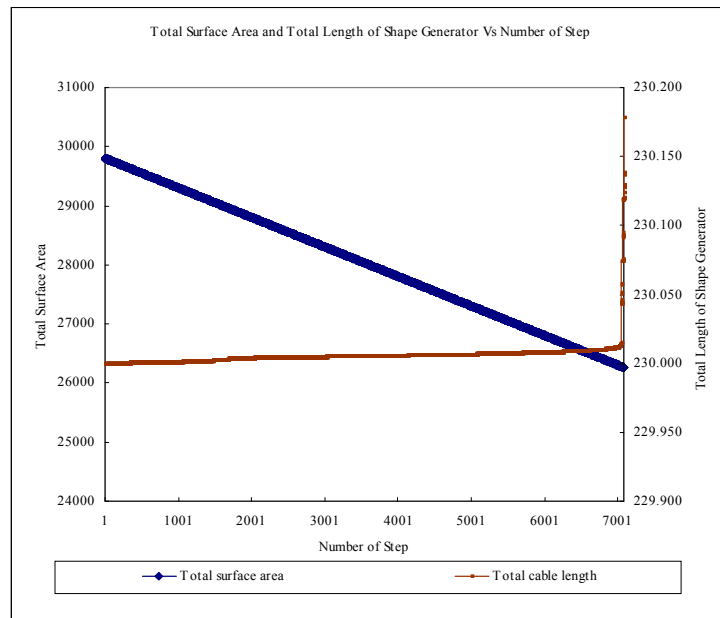
K. Kawaguchi

膜構造の形状決定

拘束条件付問題の最大勾配法による解法



膜構造モデルの試作



K. Kawaguchi

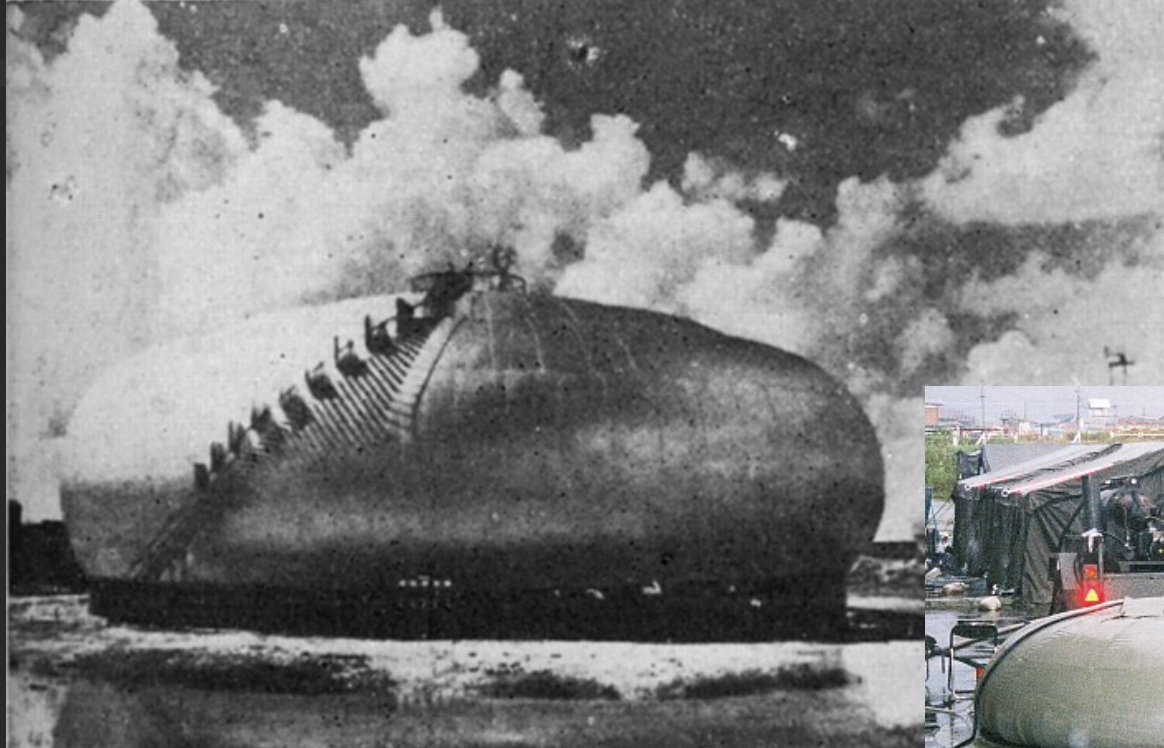
膜構造の屋根



セビリア万博パビリオン(1992年)

K. Kawaguchi

タンクの等張力問題（滴状タンク）



K. Kawaguchi

ちからと建築デザイン

重力とアーチ構造

自然の力(地震積雪風力)

これからの建築構造デザイン

桂離宮



桂離宮の写真(宮内庁ホームページより)



自然と共存していく生き方

阪神大震災の鉄筋コンクリート建築



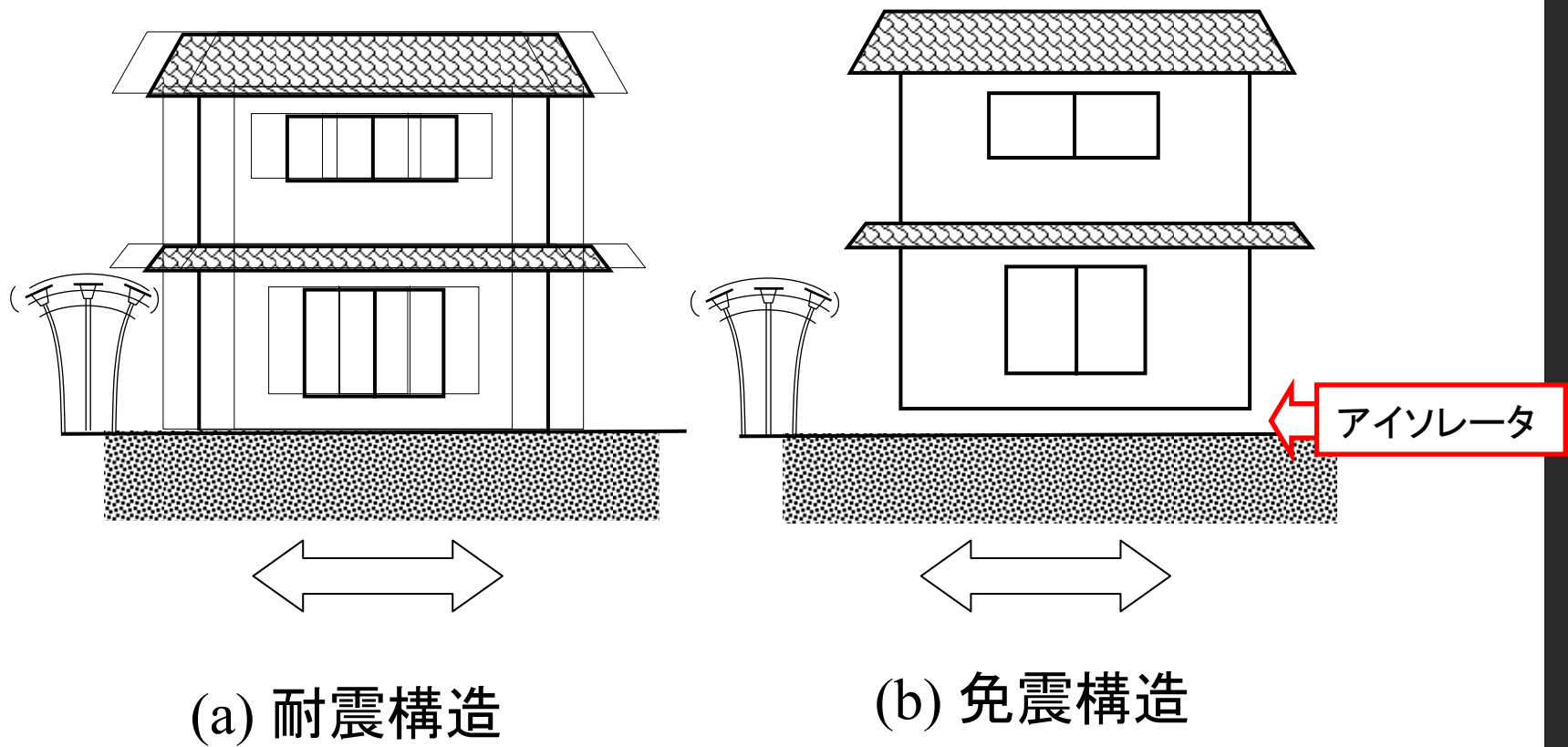
K. Kawaguchi

耐震補強

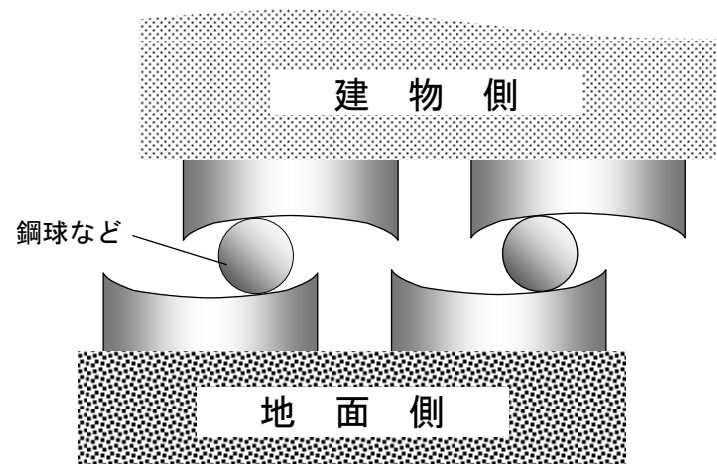


K. Kawaguchi

免震構造と耐震構造



ゲージ振り子の原理



典型的な転がり系免震装置



実大振動大実験 (耐震構造)

小千谷 2005 (100%)



実大振動大実験 (免震構造)

神戸 1995 (100%)



実大振動大実験 (内部の様子)

神戸 1995 (100%)

耐震構造



免震構造



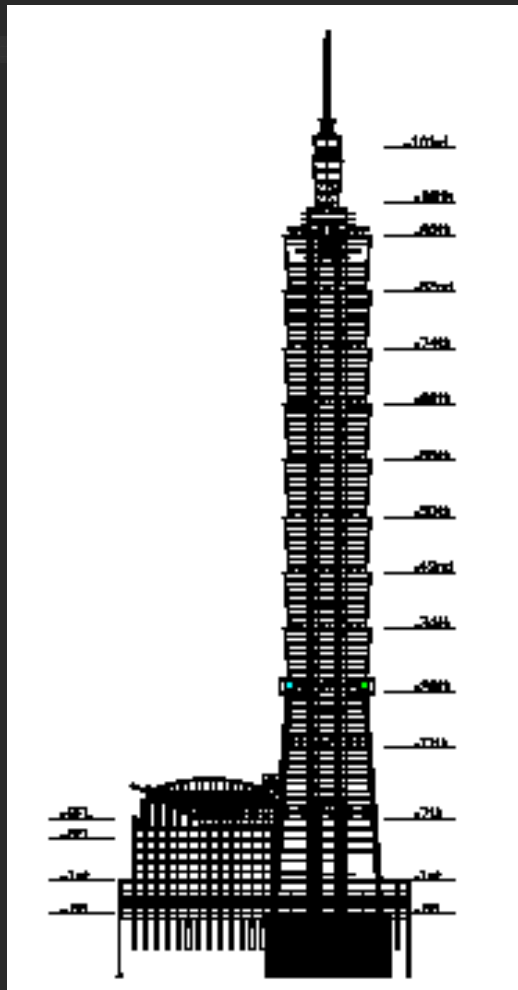
ちからと建築デザイン

重力とアーチ構造

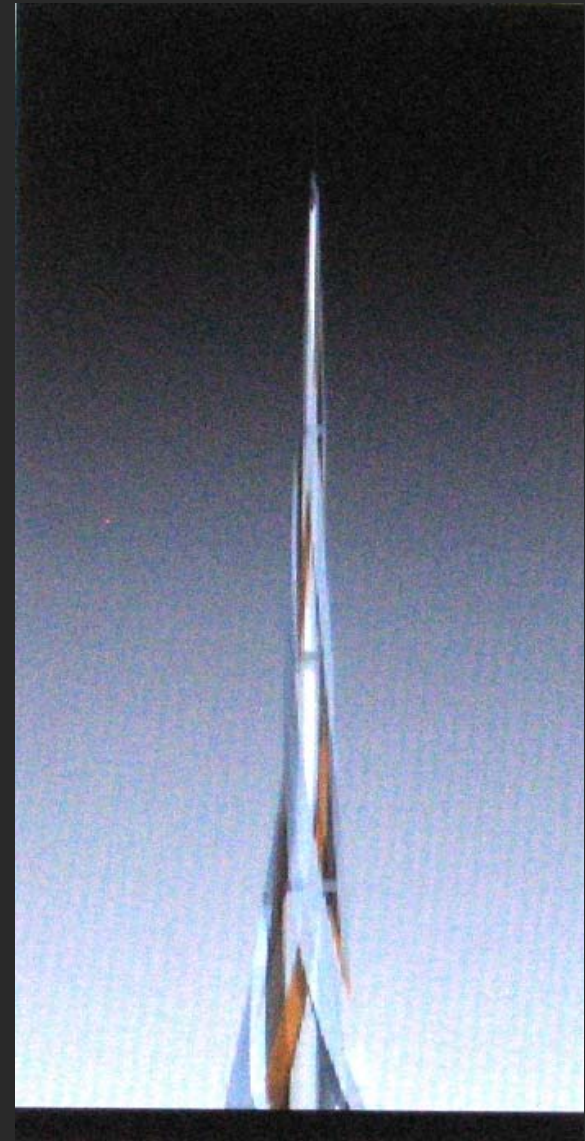
自然の力(地震積雪風力)

これからの建築構造デザイン

台北101ビルとブルジュ・ドバイ

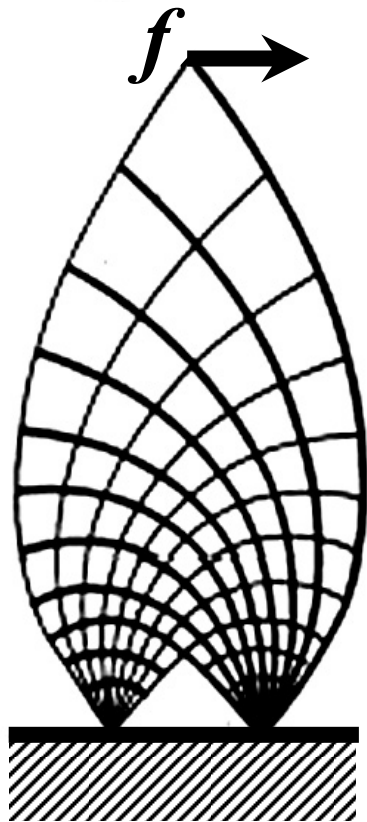


WTCとロバートソン

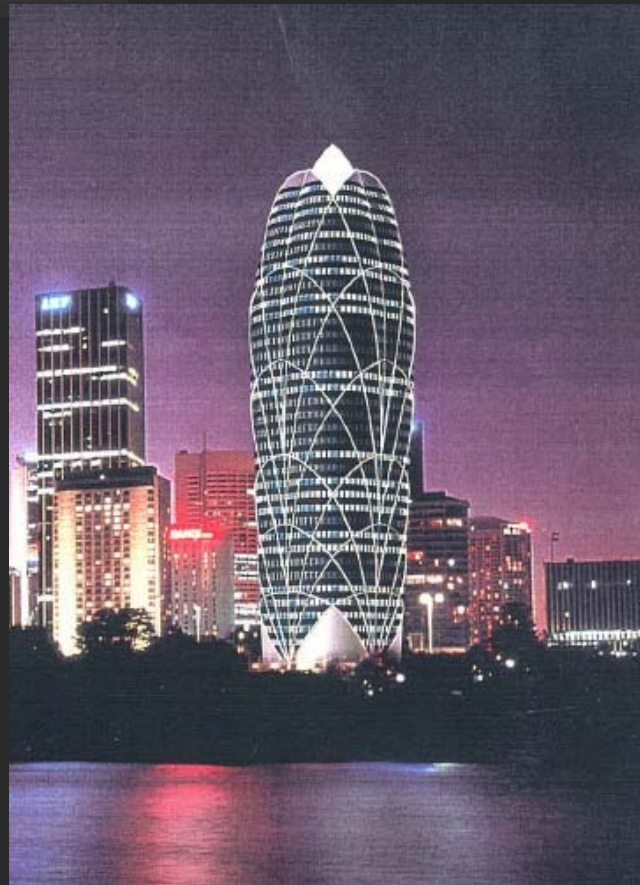


K. Kawaguchi

ミシェルトラス と新しい高層ビル



ミシェル・トラス



ザボウツキー等



フォスター

K. Kawaguchi

ナゴヤドームとセントメアリーズアクス



名古屋ドーム (1997)
(Wikipediaより)



30セントメアリーズアクス (2004)

K. Kawaguchi

ちからと建築デザイン

重力とアーチ構造

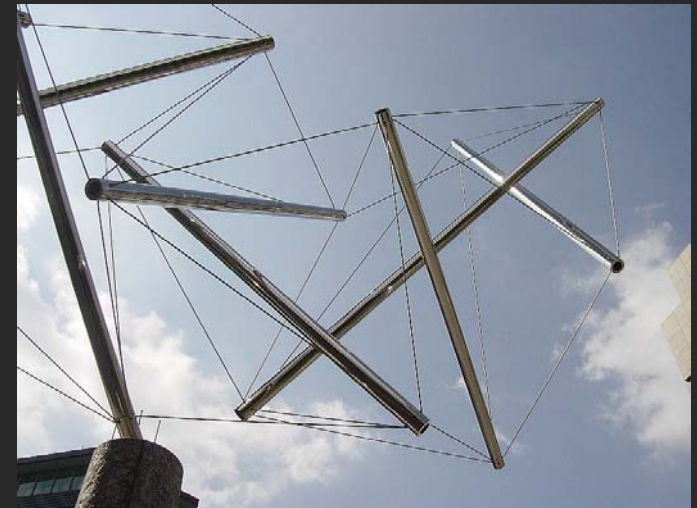
自然の力(地震積雪風力)

これからの建築構造デザイン

テンセグリティ構造



K.Snelson のストリートアート



ちからの釣り合いが
見えない骨組み

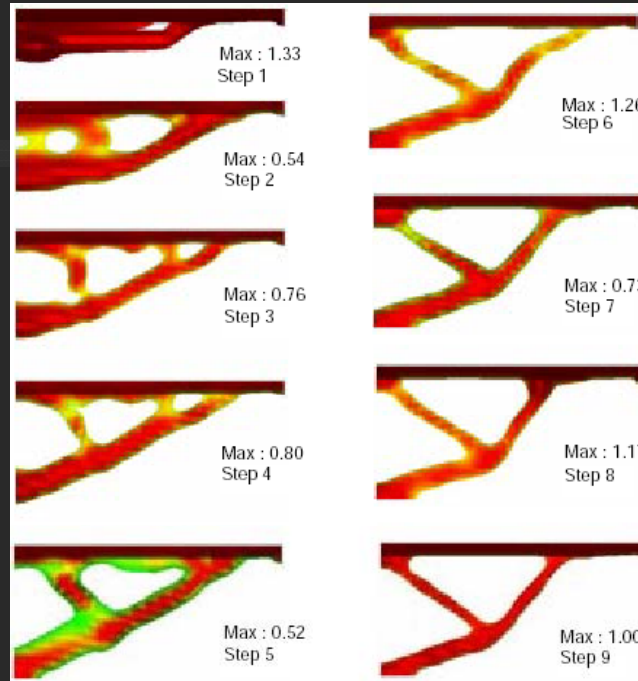
世界初のテンセグリティ建築



意匠計画 藤井明研究室

K. Kawaguchi

形態解析とオーガニックな建築デザイン



計算機と計算方法の
発達が後押しする
オーガニックな
建築デザイン

名大・大森博司等による
拡張ESO法形態創生



ぐりんぐりん 伊東豊雄・佐々木睦朗

K. Kawaguchi

膜屋根構造と開閉式ドーム



東京ドーム
(空気膜構造)
屋根重量 **570** ton



福岡ドーム
(重量鉄骨構造)
屋根重量 **12,000** ton

吊り橋の美しさ

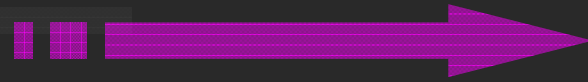


力の釣り合いに基づく静的な緊張感

K. Kawaguchi

21世紀の工学の行方

20世紀



21世紀

船舶工学

機械工学

建築

土木工学

航空工学

バイオロジー...

K. Kawaguchi

**Thank you for your
attention.**



K. Kawaguchi

軽量張力構造の開発



川口健一

東京大学生産技術研究所

K. Kawaguchi

太鼓橋



Walking City (Ron Herron, Archigram 1964)

K. Kawaguchi

太鼓橋



Walking City (Ron Herron, Archigram 1964)

K. Kawaguchi

デザインとしての流線形



K. Kawaguchi

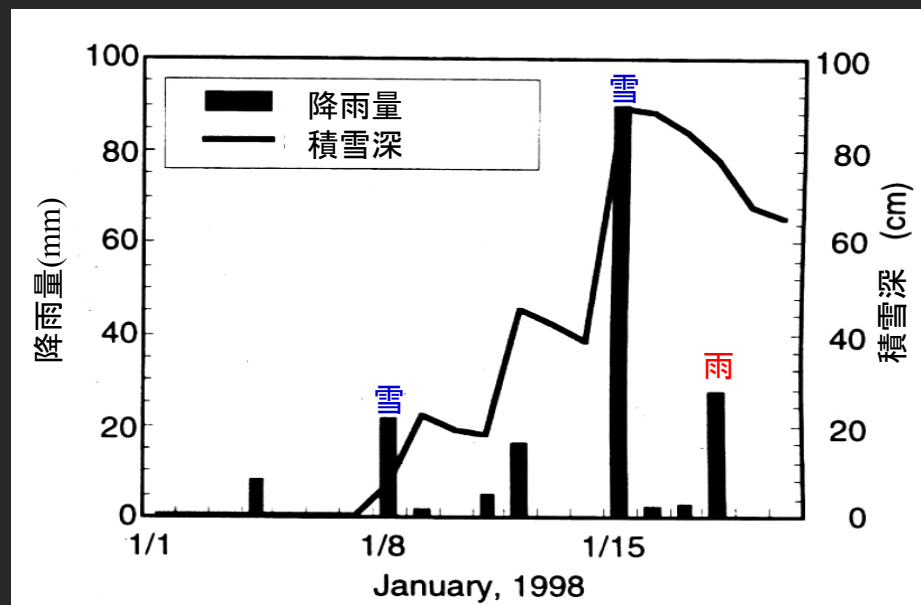
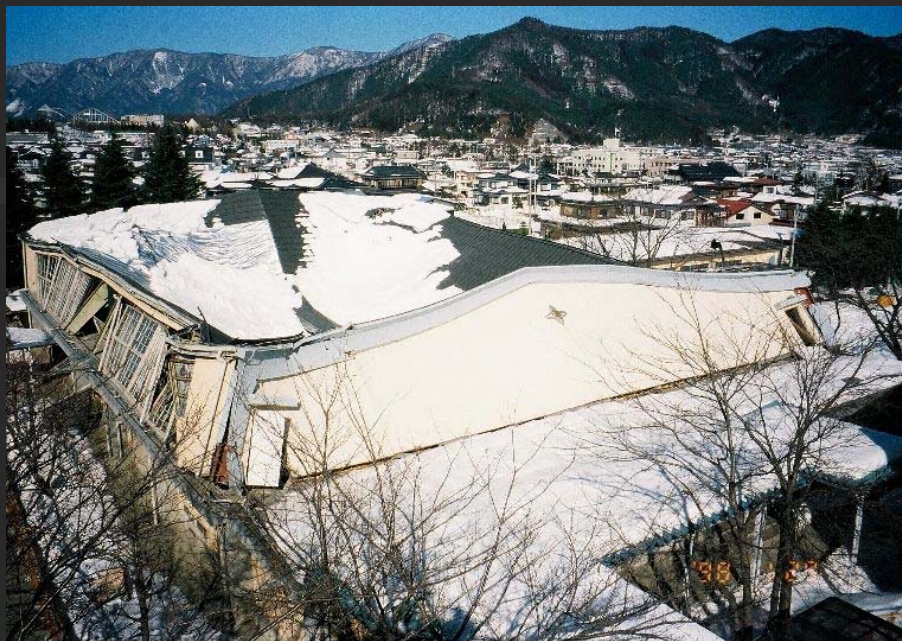
1998年の豪雪



設計荷重の1.5倍の積雪深

K. Kawaguchi

1998年の豪雪



K. Kawaguchi