

# スパゲッティの橋？ つり橋 = 逆さアーチ？

～ 橋のいろいろ ～

土木環境工学科 基礎工学研究室

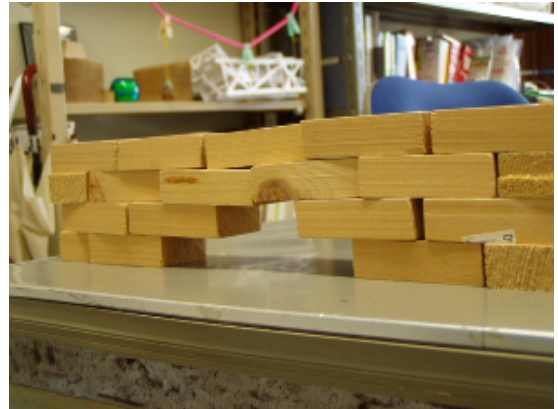
文責：後藤 (<http://www.str.ce.akita-u.ac.jp/~gotou/>)

## 1 けた橋 (プレートガーダー)

スパン：20～150m



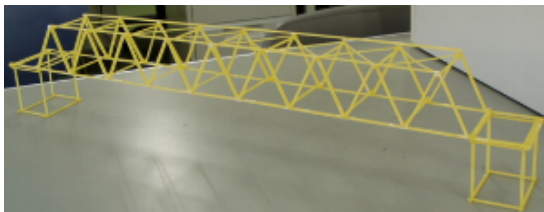
うすい板を横にして橋をわたすと曲がりやすいけど、たてると曲がりにくくなる。



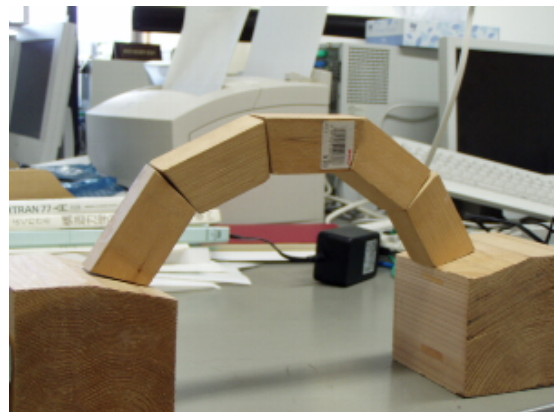
が、これは力学的には「アーチ」にはなっておらず、疑似アーチと呼ばれる（つまり「アーチもどき」ということ）。建物の屋根とかに使われていたようだけど、あまり重いものを支えることはできない。

## 2 トラス

スパン：40～500m



曲げられることに弱い材料でも、棒状にして（三角形を組み合わせた）骨組みにしてやると曲げられる力があまり作用しなくなる。主に圧縮される力が作用している棒と、引っ張られる力が作用している棒とがある。



最初に力学的なアーチが登場するのは、紀元前 600 年代頃から。ローマ帝国の植民地だったヨーロッパ各地に、石でできたアーチの水道橋が残っている。フランスのガール水道橋とかが有名。石とかをアーチ状に積むことで、主に圧縮によって重さを支えるようにすることができる。石とかの材料は、曲げられたり引っ張られたりする力に対してはあまり強くないけど、圧縮される力に対しては強いので、石はアーチにすると有利。

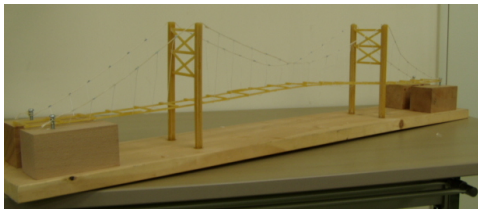
## 3 アーチ

スパン：50～500m

アーチ状の構造物が最初に作られ始めるのは、紀元前 3500 年頃のメソポタミアとかの古代文明のレンガの建物で、レンガを少しずつずらして積み上げたような（あるいは、ふつうに積み上げてからくりぬいたのかも知れないが）コルベルアーチというのがある。

## 4 つり橋 ( は逆さアーチ？ )

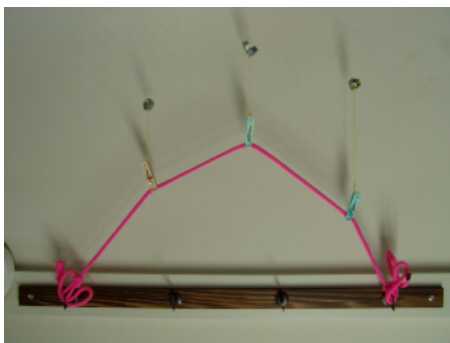
スパン：300～1900m



つり橋というのは、長い橋げたをケーブルでつりあげて  
る橋。ひもやケーブルというのは、引っ張られるとピン  
とのびて(それ以上のびないように)力に抵抗するが、圧縮  
されたり曲げられたりしても、ぐにゃぐにゃと曲がって力  
に抵抗しない。つまり、ひもやケーブルには張力しか作用  
しないのだ。つり橋は、ケーブルの張力で橋を支えている  
ということになる。



さて、今、ひもの両端を固定して、ひもの適当なところ  
に、重りをいくつかぶらさげてみる。そうすると、ひもは折  
れ線になってつりあう。このとき、(ひもには張力しか作用  
していないので)ひもは、重りを張力だけで支えていること  
になる。



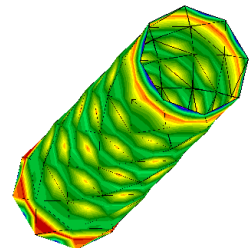
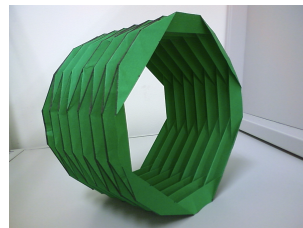
ということは、この折れ線の形をそのまま逆さにしてアー  
チにしてやれば、そのアーチは、これらの重りを圧縮力だけ  
で支えるアーチの形ということになる。つまり、アーチと  
いうのは、力学的にはつり橋を逆さまにしたような構造に  
なっている(まあ、実際のアーチ橋の場合は圧縮力の他に曲  
げとかも作用してるけど)。

## 5 ブリッジコンテスト



国内外の大学・高専のチームがロボットを製作して競技  
する「ロボコン」は有名だけど、国内外の大学・高専などの  
内輪でスパゲッティや紙などで橋を製作して強度を競う  
ブリコン(ブリッジコンテスト)も細々と行われている。土  
木環境工学科では、学科3年生の「創造工房実習」という  
授業で、なにか「ものづくり」をやらせなくてはならないの  
で、2004年度～2007年度の後藤担当の班ではスパゲッティ  
のブリコンを行った。

### 折り紙工学



ここからは橋の話とは変わって、「折り紙工学」のお話。  
折り紙には、工学的に利用できる様々な可能性が秘められ  
ている。例えば、円筒のような薄い構造物に適切な折り目  
を付けることで、薄くて丈夫にすることができる(缶ジュ  
ースや缶酎ハイでも利用されている)。一方、折り目の付け方  
を変えると、円筒のような立体的な構造を小さく折りたた  
むこともできる。すると、例えば大ホールの屋根のような  
大きな曲面構造を小さく折りたたんで建設現場まで運んだ  
り、宇宙ステーションや太陽電池パネルのような宇宙構造  
物を小さく折りたたんでロケットに積んだりといった利用  
可能性も出てくる。こうした薄い板を組み合わせたような  
構造物は、有限要素法という数値シミュレーションによっ  
て、強度や挙動などをある程度 予測できる(かなと思って  
いろいろ計算してる)。

もう少し詳しいことは.....橋の話など、もうちょっと詳し  
い説明は、以下のウェブページにも書いた。

<http://www.str.ce.akita-u.ac.jp/~gotou/souzou/ooapun.html>