

しなる建築

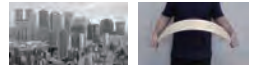
早稲田大学大学院 木村寧生



1. 序

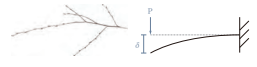
1-1. 堅すぎる建築

現代の建築は堅すぎるのではない。建築の中にいる人間はやわらかく動的であり、また建築が置かれている地球環境も同様に動的である。衣服のようにやわらかく動的で、身体や周辺環境とインタラクティブな建築を考えてみる。



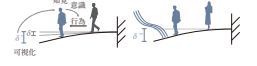
1-2. 力を可視化する「しなり」

ここで「しなり」という物理現象に注目する。しなりとは、あるモノが外力によって反るように変形することである。例えば、公園で木の小枝に触れたとき、小枝は押す力の大きさに応じてグラデーション的にしなり、しなりはその力を可視化している。



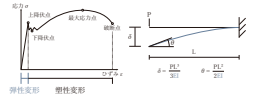
1-3. 身体感覚を刺激する「しなる建築」

この「しなり」の性質を適用した「しなる建築」は、訪問者の身体行為に反応してしなることで、その行為を可視化する建築となる。さらに「しなり」によって身体行為が可視化され、知覚認識可能となることで、身体感覚は刺激される。これまで、たわみと叫ばれネガティブに捉えられてきた「しなり」をポジティブに捉え直すことで、物質を介して身体と空間がインタラクティブな関係性を持つ建築を計画する。この「しなる建築」はこどもの知能発達や大人の健康寿命にもよい影響を及ぼさだろう。

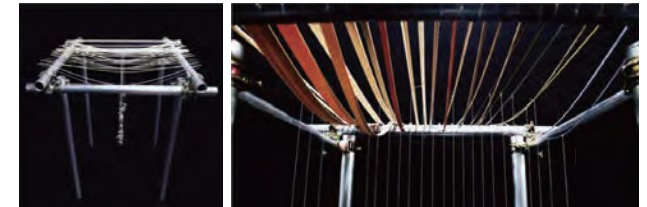


1-4. しなりの物理学的性質

物理学的にしなりを見ると、しなりとは、あるモノが外力によって反るように弾性変形することである。また断面二次モーメント、ヤング係数に反比例する。そこで模型を作成し、同じヤング係数（材料）で異なる断面二次モーメント（断面形状）の材料の比較と同じ断面二次モーメント（断面形状）で異なるヤング係数（材料）の材料の比較を行った。



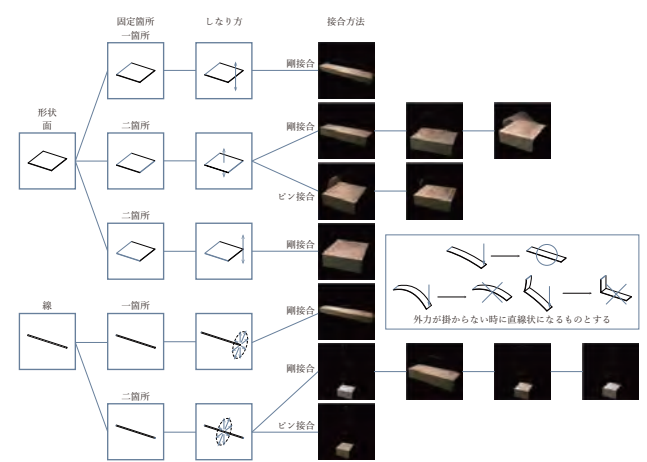
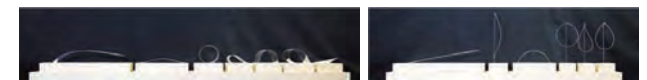
E: ヤング係数 1: 断面二次モーメント



ヤング係数（材料） Dの長さ 変化
断面二次モーメント（断面形状） 変化 φ=3mm

2. 基本形態モデル

しなる材の形状、固定箇所、しなり方、接合方法によって整理することで基本形態モデルを作成した。

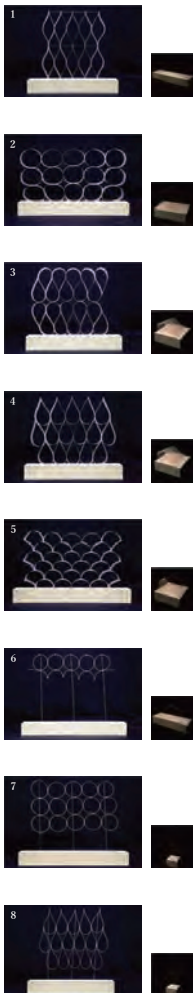




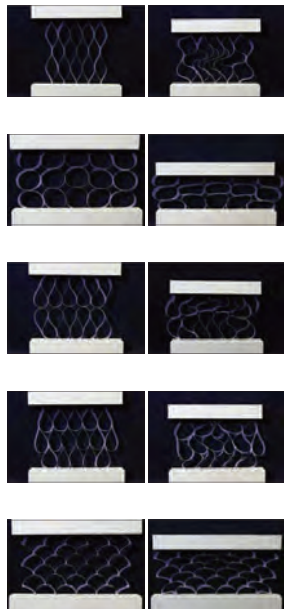
3. 反復形態モデル

先の基本形態モデルを面的に反復させることによって8個の反復形態モデルを作成し、しなりの分析を行った。分析を基にマテリアルを与え家具スケールでの提案を行った。

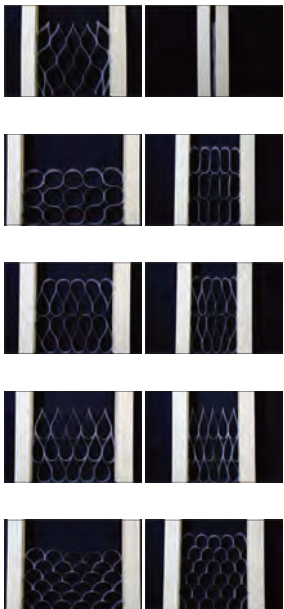
反復形態モデル



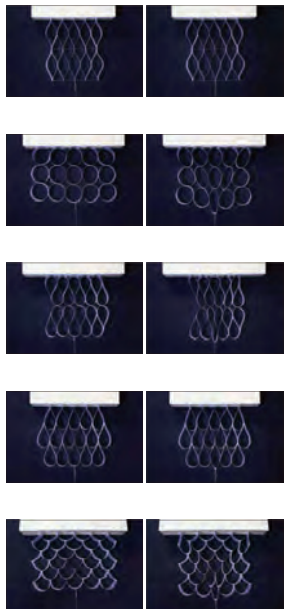
しなりの分析 上下に押す



左右に押す



下に引く



しなりの分析結果

1. 複曲率のモデル (1,3,4) は、部材のしなる方向が二者択一となり、全体としても左右非対称に示なる。

2. 単曲率のモデル (2,5) は、部材は左右対称にしなり、全体としても左右対称に示なる。

3. 部材も全体も対称に示なる。

4. モデル 1 は、部材の厚みまで潰れる。

5. 単曲率のモデル (2,5) の方がモデル 1 以外の複曲率のモデル (3,4) よりもしなりが大きい。

6. モデル 1 は、しならない。

7. 三角形に引張力がかかり、その辺の直線と変形前の長さの差異が大きいほどしなりが大きくなる。

家具スケールでの提案

A. 装飾的な柵

分析 上から押す 1. 複曲率のモデル (1,3,4) は、部材のしなる方向が二者択一となり、全体としても左右非対称に示なる。
材料 板ゴム



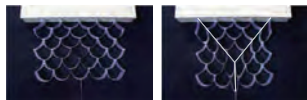
B. 間仕切り壁

分析 左右から押す 3. 部材も全体も対称に示なる。
材料 突き板



C. 吊り椅子

分析 下に引く 7. 三角形に引張力がかかり、その辺の直線と変形前の長さの差異が大きいほどしなりが大きくなる。
材料 ABS 樹脂



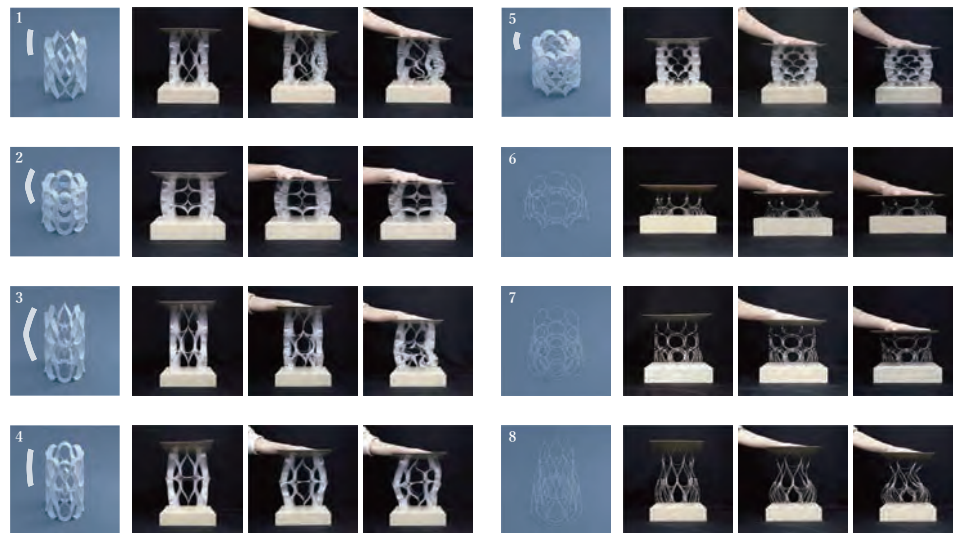
4. 立体構造モデル

先の反復形態モデルから8つの立体構造モデルを作成し、しなり方を分析した。これらの立体構造モデルを使うことしなる建築を作ることができる。



部材が面からなるモデルは、そのまま丸めると反りかえってしまう。

したがって直線状に積みあがるように計算し、部材の形状をあらかじめ湾曲させた。



1. 複曲率のモデル (1,3,4,8) は、部材のしなる方向が二者択一となり、全体としても左右非対称に示なる。

2. 単曲率のモデル (2,5,6,7) は、部材は左右対称にしなり、全体としても左右対称に示なる。

3. 複曲率のモデル (1,3,4,8) は、単曲率のモデル (2,5,6,7) よりも変位が大きい。

4. 部材が面状のモデル (1,2,3,4,5) は、接線方向での変形が主である。

5. 部材が織状のモデル (6,7,8) は、接線方向、法線方向ともに変形する。

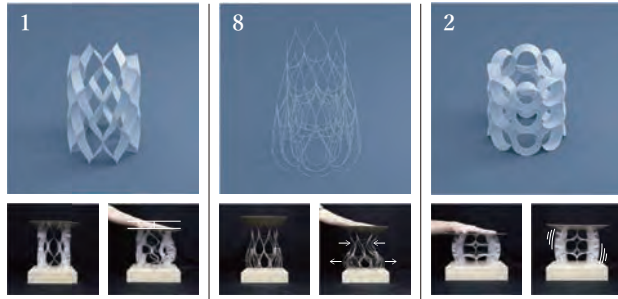
6. 部材が面状で単曲率、かつ層に分割できるモデル (2,5) は、外側にむくやすい。

7. モデル 1 以外の部材が面状のモデル (2,3,4,5) はしなりが連続し揺れやすい。

5. しなる建築計画

まず、立体構造モデルの分析に基づき3つの建築を考える。その後特にモデル2(リング型)を選定し、計画を進め、5層の建築を計画した。

立体構造モデルから建築へ



分析 3. 複曲面のモデル(1.3,4,8)は、単曲面のモデル(2.5,6,7)よりも変位が大きい。

分析 5. 部材が線状のモデル(6,7,8)は、接線方向、法線方向ともに変形する。

分析 7. モデル1以外の部材が面状のモデル(2,3,4,5)は、しなりが連続し揺れやすい。



モデル1はしりの変位が大きく、身体や位置や人数の多さ、その分布などに特に反応してしなる建築となる。

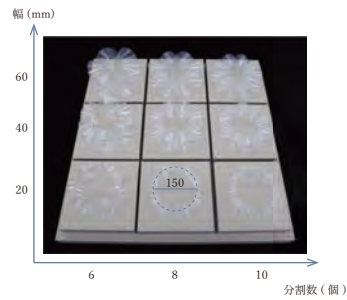


モデル8は法線方向にもしなるため、寄り掛かる、押す、引く、ぶら下がるなどの行為に特に反応してしなる建築となる。



モデル2は揺れやすいため、走る、跳ぶなどの行為や、風が吹くなど、突発的な力の変化に特に反応してしなる建築となる。本計画では、このモデルを選定しさらに計画を進めた。

リング型の分割数、幅の分析



幅 (mm)	6	6	10	10
強度	20	60	20	60
分割数 (個)	基準	強い	強い	最も強い
分析	(特に内側の) 曲率が大きくなる	径が小さくなる		最も曲率が大きく、径が小さい

$$x = 2a - (a\pi - 2a)1/2 = (3 - 1/2\pi)a$$

リングの内径と幅が一定であることから、変位が計算できる

展望室 9分割 12000 1500

吹き抜け 8分割 1800

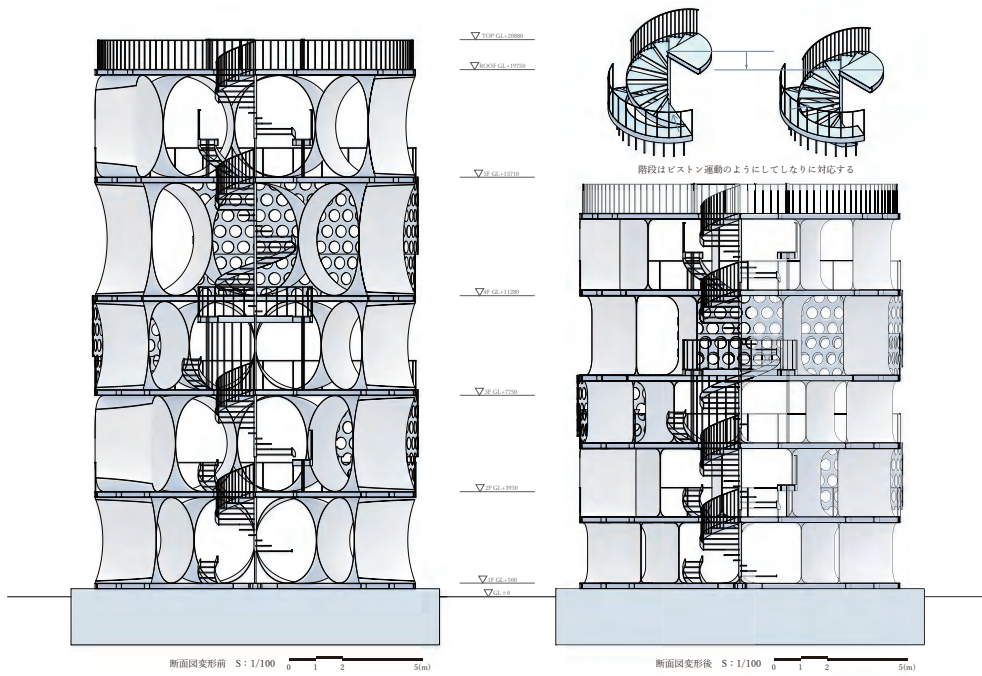
資料室 10分割 1800

資料室 9分割 2100

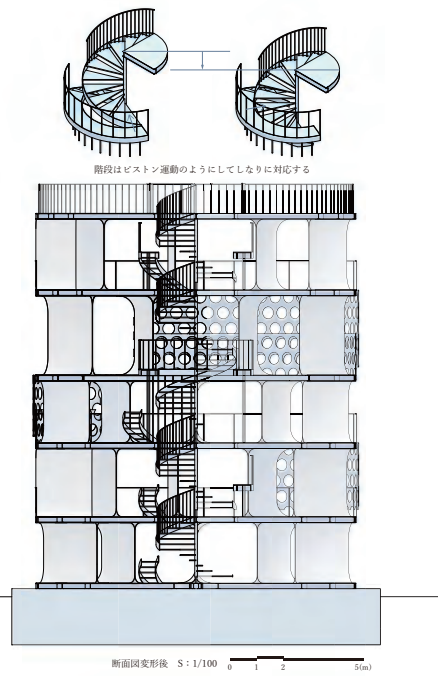
休憩室 10分割 2100

2330 < 2490

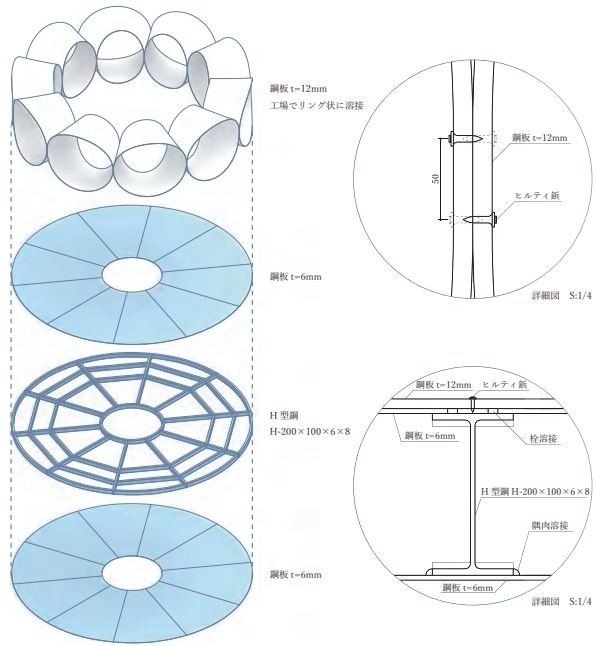
トラックで搬送できる寸法



断面図変形前 S: 1/100 0 1 2 5(m)

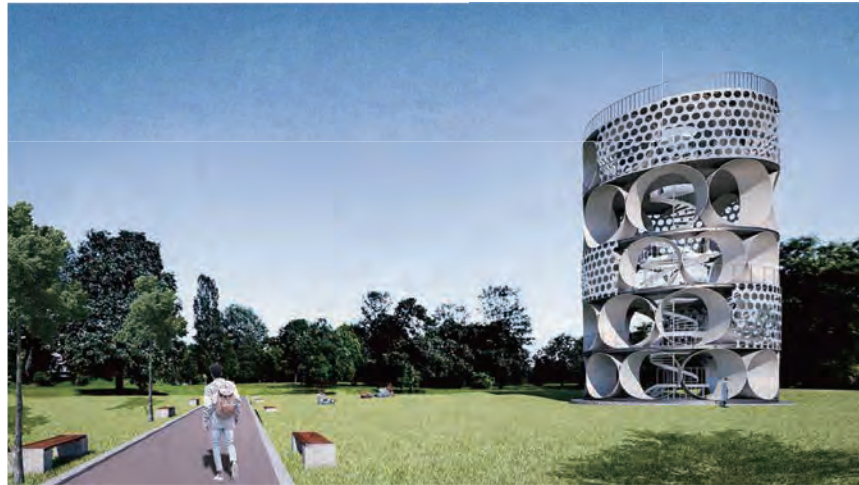


断面図変形後 S: 1/100 0 1 2 5(m)



詳細図 S:1/4

詳細図 S:1/4



身体感覚を刺激するしなる建築



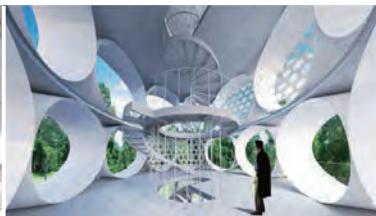
こどもが跳ねると建築がゆっくりと揺れる



日曜日、公園は賑わっている



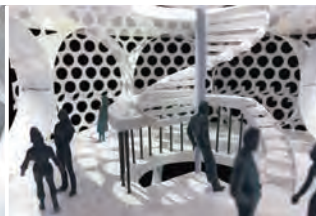
鉄のリングをくくり抜いて建築に入る



移動するとスタブが数センチ傾き、足の感覚が意識される



螺旋階段をのぼって上にある



パンチングメタルの重なりが変化し、差し込んだ光が揺らめく



風に揺られて建築が揺れると、風の強さと自分の重さを相対化できる



スタブ自体もしなるものやアーチ、ドーム型など様々な発展可能性を持つ