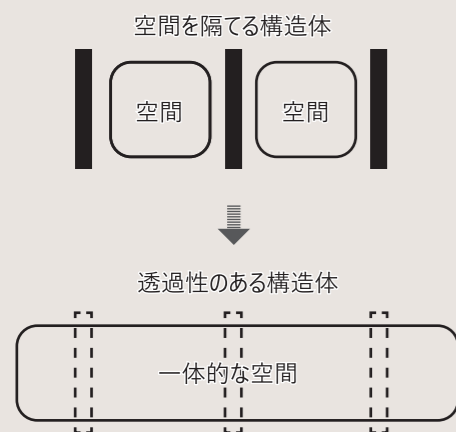


～双曲面レシプロカル構造による空間デザイン～ 曲率の反転



■ シェアの解釈



自重や外力に抵抗する「柱」は一般的に密実であるため、構造体が意匠的な空間を分断する存在となっている。

一つの大空間を構造と意匠でシェアするために、「透過性の高い構造体」を提案する。そして、その場にいる人々が、体験や思い出を「シェア」しやすい空間を創出する。

■ レシプロカル構造

「透過性の高い構造体」として、小さな部材同士が力をシェアすることで成立する「レシプロカル構造」を採用した。「レシプロカル構造」の特性を活かし、構造体がデザインに溶け込んだ意匠性の高い空間を創出する。



運搬性



意匠性

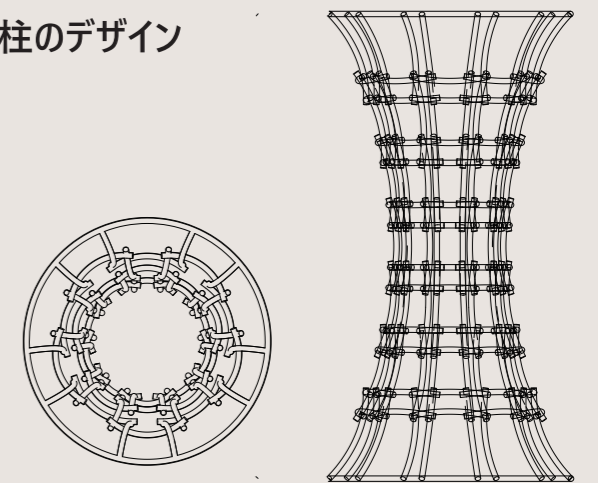


大空間



透過性

■ 柱のデザイン

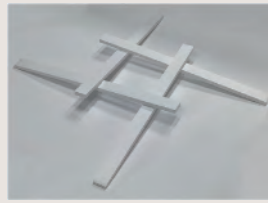


柱部 平面形状 / 立面形状

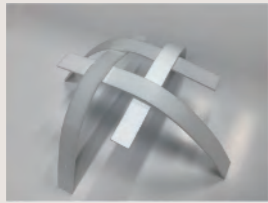
I 双曲面レシプロカル構造の仕組み

従来のレシプロカル構造

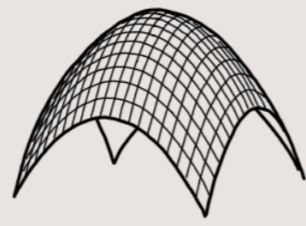
材の中間部が他の材端部を支える



重力のみで成立する



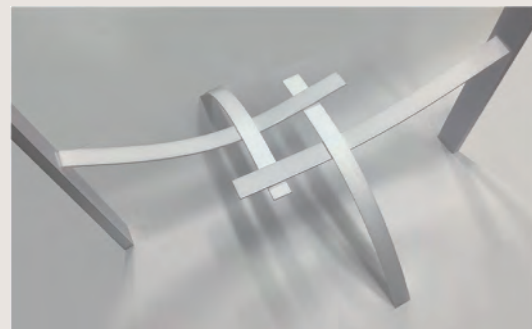
材の曲げにより材間圧縮力が発生することで成立する



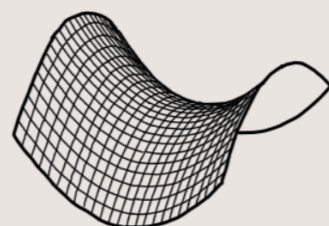
形状のイメージ
ガウス曲率が正

提案するレシプロカル構造 (双曲面レシプロカル構造)

材端部が他の材端部を支える

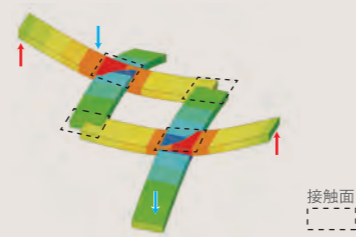


反力の向きを反転させることで新たな形態を創生する

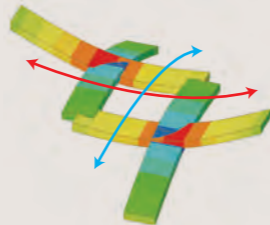


形状のイメージ
ガウス曲率が負

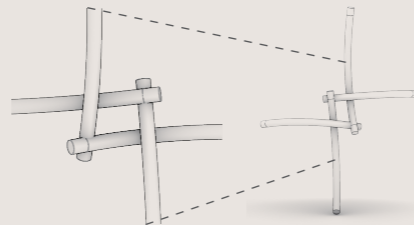
II 構造の特徴



主方向と直交方向とで反力の向きが反転している。材同士の接触面には材間圧縮力が生じる。

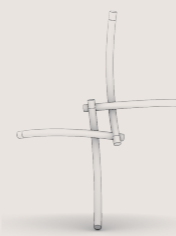


主方向と直交方向の曲率が逆であるため、ガウス曲率が負となる曲面に適用できる。



III 形態創生

基本ユニット



1 ユニット

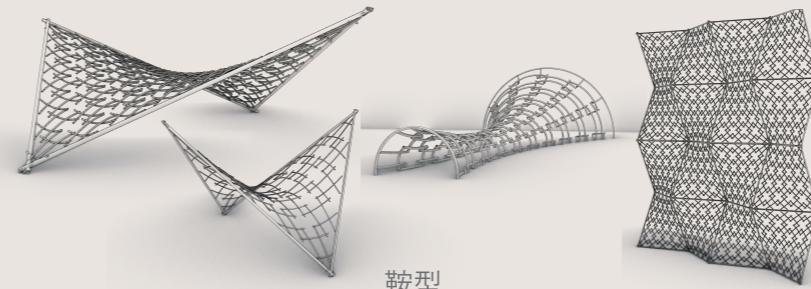


FRONT

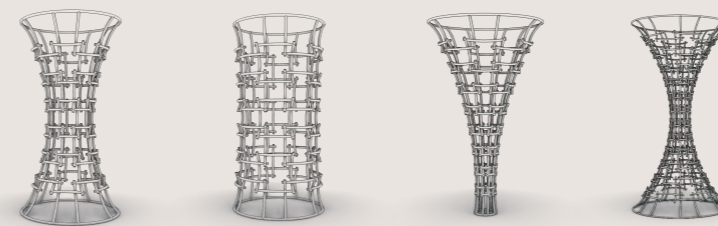
SIDE

4 ユニット

形状バリエーション



鞍型

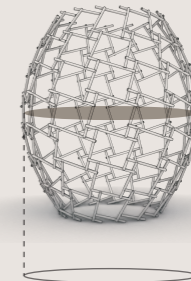


柱型

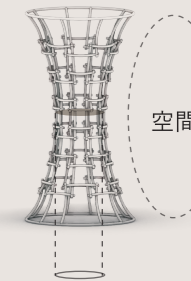
IV 柱を構成する

1. 提案する組み方を柱に適応することで空間利用を妨げずに、意匠性の高いレシプロカル構造の柱を成立させることができる。

従来の組み方



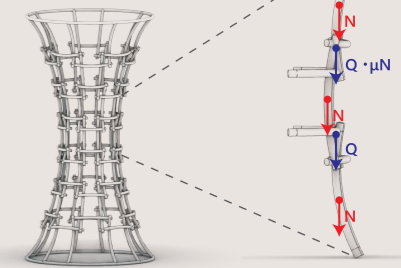
提案の組み方



空間

部材量減

2. 柱に生じる軸力を材同士の接触面の摩擦抵抗によって伝達する。



V 双曲面レシプロカル柱の解析

① モデル作成手法

■解析モデル

断面：10 mm × 40 mm

材料：木材 (E=10,000 N/mm²)

境界条件：上部 剛床

下部 固定

荷重条件：自重 + 床荷重

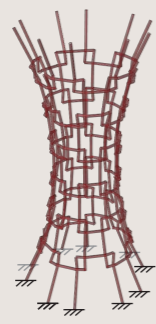
■接触面のモデル化

各部材間の接触面のモデル化は、摩擦によってずれが生じないと仮定し、境界条件は面内回転のみ自由とする。この節点間に生じる軸力が材間圧縮力、せん断力が材間摩擦力に相当する。

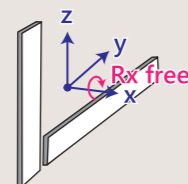
■導入材間軸力算出方法

組立時に部材を曲げることで材間接触面に生じる圧縮力を、導入材間軸力として考慮する。導入材間軸力は、部材の強制変位 δ により生じる応力から以下の式より算出する。

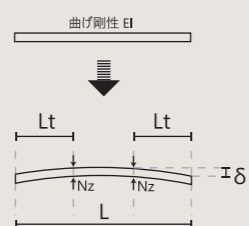
$$N_z = \frac{6EI\delta}{L^3 t^2 (3-4t)}$$



解析モデル



接触面の境界条件



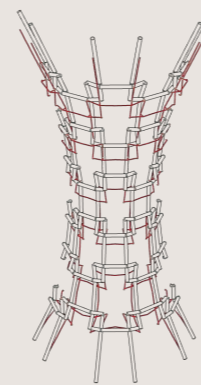
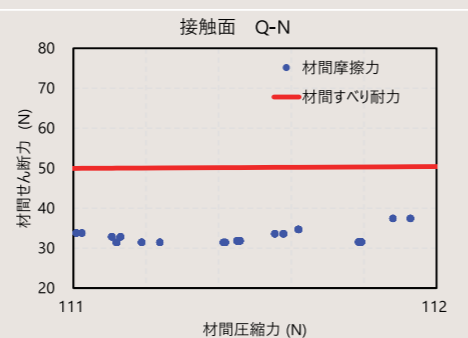
② 構造架構としての実現性

柱に生じる軸力を、材間摩擦抵抗により伝達できることを確認する。

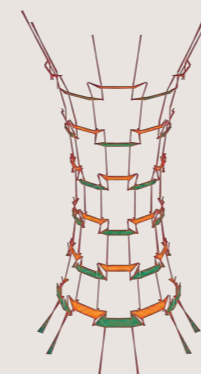
下図に示すように、全ての材間において、材間摩擦力が材間すべり耐力以下であり、すべりが生じないことを確認した。

接合部すべり耐力 Q_a は
材間圧縮力 N_z に
摩擦係数 μ を乗じたものとする。

$$Q_a = \mu N_z$$



変形図



曲げモーメント図

③ 形状変化による柱耐力への影響

■検討内容

柱の耐力を決定する要因として、接合部と部材の2つがある。同一平面内に存在する縦材の数を「縦材数」とし、縦材数が以下①②の検定に及ばず影響を検証する。その結果から、形状が柱耐力に及ぼす影響を考察する。

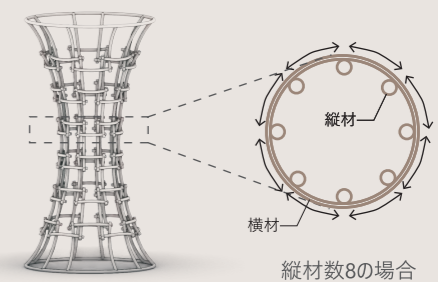
- ① 接合部検定比
材間摩擦力の、材間すべり耐力に対する割合
- ② 部材検定比
導入材間圧縮力に生じる部材応力の、部材耐力に対する割合

■検討結果

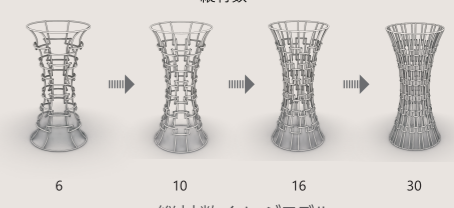
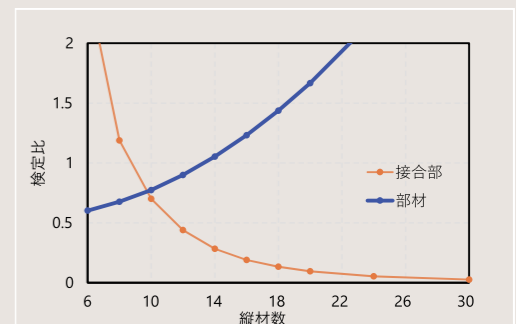
縦材数が増えると、材間圧縮力が増える傾向となる。その結果、材間すべり耐力が増加し、接合部検定比は減少する。

一方で、部材に生じる曲げ応力が増加するため、部材検定比は増加する。

接合部検定比と部材検定比は負の相関関係にあり、縦材数は、求める透過性に対して、断面や材料を選定する必要がある。



縦材数8の場合



縦材数イメージモデル

※各検定比は最大となる接合部および部材のものを示す。