

ペーパーブリッジを一定の負荷で座屈させる構造とは？

熊本県立宇土高等学校

要旨

本研究は、コントロールの難しい紙でも必要な強度を備えた橋を作れるのか調べる。その際、科学的な根拠を元に最適な縦方向の構造やねじれ防止の構造を選定する。また、橋が崩壊するときは真ん中から座屈することを目指す。同時に重量も抑えたいと考えている。

1. 目的

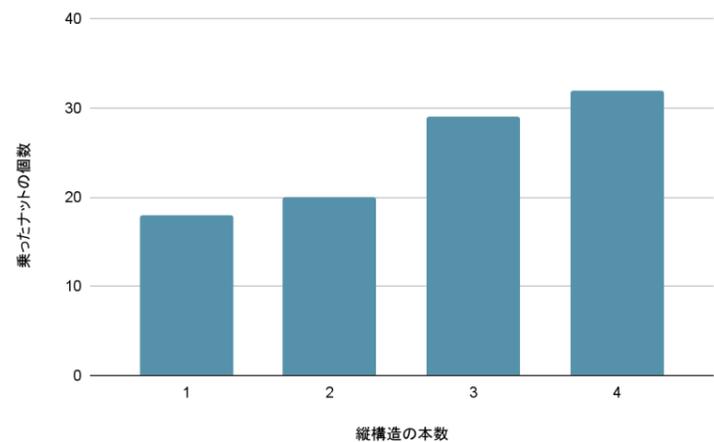
中学生の時点では、コストを考えたり科学的な根拠を元に構造を考えたりすることができていなかったため、今回は実験を行い、必要な耐久性を保ちながら最低限のコストでペーパーブリッジを完成させることが目的である。具体的には、ペーパーブリッジコンテストの規定に従い、ナットが17~20個の範囲で橋が真ん中から座屈するのが理想とする。また、今回は縦軸の構造を中心に研究を進める。



	長さ (mm)	幅 (mm)	重さ (g)	耐えたナットの個数
A	200	20	3.6	12
B	250	20	4.5	16
C	300	20	5.6	18
D	350	20	6.4	20
a	200	23	3.2	9
b	250	23	4.1	13
c	300	23	4.8	16

実験①：縦軸の構造

※ナット一個の重さは122.8g、高さは全て20mm



実験②：柱の本数

2. 方法

- 1) 構造分析(実験)
- 2) 縦軸の基本構造の選定
- 3) 縦軸の組み込み方についての仮説を立てる
- 4) 仮説を元に縦軸の基本構造の選定(実験①)を行いデータを取る
- 5) 縦軸の組み込み方を検討する
- 6) 縦軸の本数の選定(実験②)を行いデータを取る
- 7) 適した柱の本数を検討する
- 8) 実際の大きさと耐荷実験(実験③)を行う
- 9) 必要な場合構造分析を含めて横軸(ねじれ防止)の形態検討
- 10) 橋を完成させる
- 11) 考察、まとめを行う

3. 仮説

三角形は2つの点で支えていることによって、1つの重さや力を2つに分散することができるため、三角形を組み合わせてできるトラス構造が一番強いと考えた。また、去年の宇土・玉名・八代中学校の「架け橋プロジェクト」研究データから着地点に近い個数で座屈した橋の構造に三角形が使われているものが多いことが見られた。このことから、縦構造は三角形が強いのではないかと仮説を立てた。

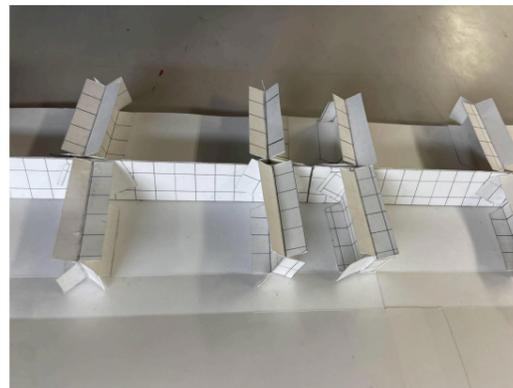
4. 結果

実験①、②右表参照。

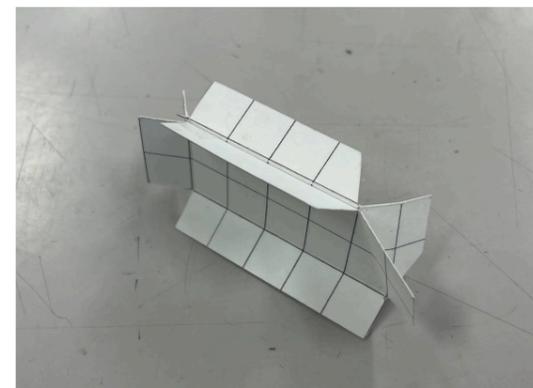
実験③：ナット16個で座屈した。

5. 考察

縦軸の基本構造である三角形は頂点にかかった力を2方向に分散できるので強いと考えられる。また、写真②の構造を横軸に組み込むことで、ねじれ防止と接着面増加で強度向上が見られたのではないかと考えられる。



写真①：完成した橋の内部構造



写真②：横軸の構造

6. 今後の計画

- ・ 実際、大会で使う大きさの橋を作成し実験を行う。
- ・ 必要なら補強を行う。
- ・ まとめを行う。

7. 参考文献

去年の宇土・玉名・八代中学校の「架け橋プロジェクト」研究データ