

アーチ構造におけるブロックの個数・縦横の比と強度の関係

物理班： 中村安孝 中岡颯汰
畑中茂樹 濱田裕太

1. はじめに

アーチ橋の中で、橋によってブロックの個数と縦と横の比に違いがあることから耐久性に違いがあると考えたから。

2. 実験方法 1

紙粘土で作成したブロックを組み合わせてアーチ橋を造る。頂点に鉛直下向きに力を加えていき、橋が崩れる瞬間の力の大きさの値を読み取る。橋はブロックの個数を4個、10個、20個と変えていく。このときの縦と横の比は1 : 1で行う。

3. 結果 1

ブロックの個数 (個)	耐えられた力 (N)
4	9 5
1 0	8 4
2 0	8 2

表より、ブロック数の少ない方が耐久性が高いことがわかるが、大きな差はない。

4. 実験方法 2

ブロックの個数を10個に固定して、縦：横を1 : 1、0.5 : 1、縦が0と変えていく。

5. 結果 2

縦と横の比	耐えられた力 (N)
1 : 1	8 4
0.5 : 1	2 4 5
縦が0	3 8

表より、縦：横が0.5 : 1の時に最も耐久性が高くなることが分かった。

6. 考察 1

実験1と2を比べると、縦横の比、つまり橋の形の違いのほうが耐久性に影響しやすいことが分かった。

表の結果から、縦横の比が0.5 : 1のときに耐久性が最大となることから、橋がなだらかになるにつれて耐久性が高くなることが分かる。また縦が0の時に耐久性が最小であることから傾斜が0になってしまうと耐久性が低くなってしまふので、その間に耐久性が最大となる縦横の比が存在することが分かった。

7. 考察2

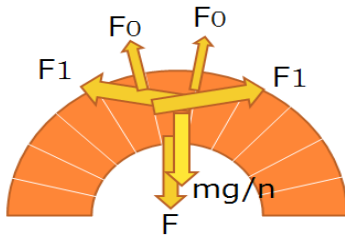
さらにブロックの個数が耐久性に大きくは影響しないことを証明するために、ブロックの個数と耐久性の関係を厳密に式に表そうと試みた。

- ・垂直抗力・・・ F_1
- ・最大摩擦力・・・ F_0
- ・くわえた力・・・ F
- ・重力・・・ mg
- ・中心角・・・ θ

$$F_0 = \mu F \quad F = kF_1 (k \text{は定数})$$

$$mg = 4.9(N) \quad m = 0.5kg$$

$$\theta = \frac{\pi}{n}$$



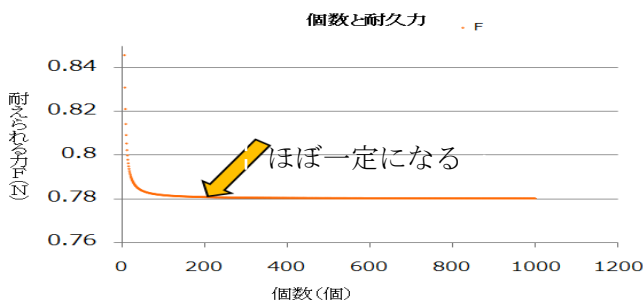
左図より、鉛直方向の力のつり合いの式を立てて、上の値をそれぞれ代入

して F についてまとめると、

$$F = \frac{4.9}{n \left\{ 2k \left(\sin \frac{\pi}{n} + \cos \frac{\pi}{2n} \right) - 1 \right\}}$$

左のグラフは、上の計算式をグラフ化したものである。

計算結果



グラフより、ブロックの個数が少ないときは耐えられる力に差があるが、個数が増えると次第に一定になり、ブロックの個数と橋の耐久性には関係性がなくなっていくことがわかった。

縦と横の比と耐久力の関係性についても調べようと思ったが、一年間では結論は出せなかった。

8. 今後の課題

- ・縦横の比を計算によって求める。
- ・より正確な値を出すために実験材料をより本物に近づけて実験する。

9. 参考文献ならびに参考Webページ

ウィキペディア - アーチ橋

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%83%BC%E3%83%81%E6%A9%8B>