

アーチの構造と強度

東京都立戸山高等学校 SS物理 2年 鈴木海渡

背景

階段や足場など、質量を支えるための「板」があるが、その板を「アーチ構造」に変えれば、より少ない材料でより高い強度を確保できるのではと考えた。

そこで、アーチ構造そのものの強度を調べるために、アーチ橋の強度について調べようと考えた。研究結果を階段や足場等にも応用できるように、アーチ構造が全て桁より下にある上路アーチ橋について今回研究する。

実験

以下のような上路アーチを作成する。



この上路アーチの上面中央から下向きに加えられた力に対する耐久力を強度として実験を行う。

また、構造と強度の関係を調べるために、アーチライズ比（アーチの長さ/高さの値）を変え、比が10、6、4、2の4つの構造で、強度の違いを測定する。

実験方法

I. 強度の測定

アーチの上面中央に錘を乗せ、アーチ構造が破損するまで錘を加え続ける。破損した時点での錘の総重量を記録する。

II. 構造と強度の関係の調査

アーチの両端にあるL字金具の位置を変え、アーチライズ比を変えて、同様の実験を行う。

実験後、データを以下3つのグラフにまとめ考察する。

- ① 錘の総重量と、アーチライズ比の関係
- ② 錘の総重量と、アーチに使用した木材の質量の関係
- ③ 錘の総重量 / 木材の質量 の値と、アーチライズ比の関係

実験結果

アーチライズ比10の上路アーチに錘を乗せた結果、計25.4kgの錘を乗せた後にアーチは崩壊した。



崩壊する直前の様子

現時点では、他のライズ比の上路アーチはまだ強度の計測ができていない。

今後の展望

実験後、割れた木材を観察すると、アーチの桁と土台を固定する釘を打った部分から裂けるように割れていたことが分かった。また、上路アーチの崩壊中の写真から、実際にその部分が裂けたことで崩壊が起きたことも読み取れた。



正面左側



正面右側

このことから、釘での固定部分に多くの負荷がかかって崩壊したことが分かった。

この他にも特徴的な割れ方をしている部分があった。

実験後の割れた木材の観察・

分析をすることでアーチに加わった力について調べ、崩壊に至った経緯を詳しく解明できれば、より強度の高い構造の研究に大きく役立つだろう。そのため、研究当初の計画を変更し、割れた木材を分析して崩壊のメカニズムについて研究することを現在検討している。

[参考文献]

アーチ橋とは？-橋梁の種類その1
<https://bonperson-civil.com/bridge1-arch/>

既設鋼上路式アーチ橋における構造パラメータの調査
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejseee/67/2/67_2_320/_pdf/-char/ja



崩壊の様子