

橋の形と強度の関係の研究

～ 橋の形は見た目だけじゃなかった～

立校年
月
稲城山小学
6学
吉田夏

動機

○僕は鉄道が大好きです。鉄道橋にも興味があったので、図書館で橋の本を借りて調べました。

隅田川には橋が多く、「橋の博物館」とも呼ばれているのを知っていたため、東京スカイツリーより下流の橋をめぐる船「ホタルナ」に乗って実際に橋たちを見に行きました。いろいろな種類の橋があったので、どんな構造の橋が強いのかを調べてみたくなりました。

橋の調査(稲城と隅田川)

○稲城周辺の橋と隅田川の橋の種類を実際に調べました。いろいろな種類の構造の橋がありました。

<p>稲城周辺の橋</p> <p>是政橋 吊り橋(ハープ橋) 吊ることで力を分散</p> <p>南武線多摩川橋梁 ガーター橋 下から支えて橋脚に力を分散</p> <p>武蔵野[貨物]線 多摩川橋梁 コンクリートアーチ橋 コンクリートで作った アーチで力を分散</p>	<p>隅田川の橋</p> <p>中央大橋 斜張橋 吊ることで力を分散</p> <p>永代橋 ランガー橋 アーチで力を分散 重要文化財</p> <p>隅田川大橋 二重ガーター橋 下から支えることで力を分散</p> <p>清洲橋 鉄製斜張橋 吊ることで力を分散 重要文化財</p>
<p>隅田川の橋</p> <p>レインボーブリッジ 吊り橋 吊ることで力を分散</p> <p>築地大橋 ランガー橋 アーチで支えることにより力を分散</p> <p>勝鬨橋 ランガー・跳開橋 アーチで支えることにより力を分散</p> <p>佃大橋 アーチ橋 下側のアーチで力を分散</p>	<p>隅田川の橋</p> <p>厩(うまや)橋 3連ランガー橋 アーチで力を分散</p> <p>駒形橋 ランガー橋 アーチで力を分散</p> <p>吾妻(あずま)橋 アーチ橋 アーチで力を分散</p> <p>東武鉄道 隅田川橋梁 トラス橋 三角形で力を分散</p>

橋の部位

参考 小野田 茂「橋とトンネル 鉄道探究読本 河出書房」

実験1 紙で作った橋(3種類)の強度の比較

?紙の橋は、両端を折り曲げると強度が変わるのか。

予想

○紙の両端を折り曲げるほど強度が高くなると思う。

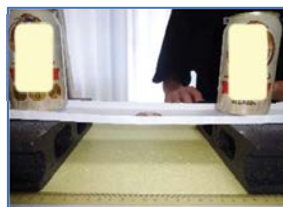
計画

○調べる条件

【橋A:1枚の紙の橋】

【橋B:両端を1cm折り曲げた橋】

【橋C:両端を1cm2回折り曲げた橋】



○そろえる条件 橋の幅:7cm、橋長:42cm、径間:20cm 橋の中央に10円玉をのせて、橋がくずれたときの10円玉の枚数で比べる。

結果 橋がくずれたときの10円玉の枚数

	橋A:1枚の紙の橋	橋B:両端を1cm折り曲げた橋	橋C:両端を1cm2回折り曲げた橋
1回目	23枚	31枚	35枚
2回目	27枚	33枚	37枚
3回目	29枚	26枚	32枚
平均	26.3枚	30枚	34.6枚

考察・わかったこと

○橋の両側を折らなかつた時は、平均26.3枚だった。1回折ると平均30枚だった。2回折ったら平均34.6枚であることが分かった。
折れば折るほど橋の強度は高くなっていくことが考えられる。

実験2 トラス橋の強度の比較

○色々な橋があるが、アーチ橋は曲線を作るのが、吊り橋はワイヤーを張るのが難しそうだったので、今回の実験は、比較的作りやすく、デザインが美しいと感じるトラス橋について、紙のストローで作り強度を比較した。

?トラス橋は、トラスの角度やトラスの高さで強度が変わるのか。

予想

○角度を変えても橋の強度は変わらないと思う。
○一方、トラスの高さを高くすると橋の強度は変わると思う。

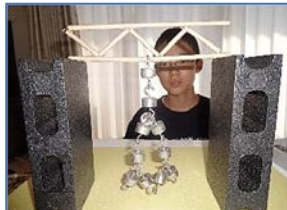
計画 紙のストローでトラスを作る。

○調べる条件(角度)

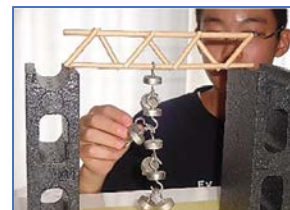
【D:ストローのみ】



【E:トラスの角度45°】



【F:トラスの角度55°】



○調べる条件(高さ)



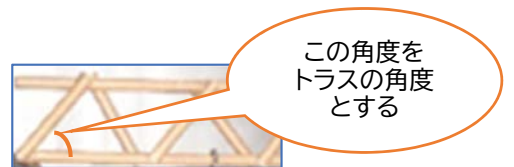
【G:トラスの高さ3cm】



【H:トラスの高さ6cm】



○そろえる条件 橋長 20cm 橋の中央におもりをつけてくずれたときのおもりのおもさで比べる。



結果

D:ストローのみ	E:トラス角度45°	F:トラス角度55°	G:トラス高さ3cm	H:トラス高さ6cm
310g	510g	480g	540g	380g

考察・わかったこと

○予想とは異なり、45°の方が橋の強度が強くなることがわかった。
○6cmの方が強くなると思ったが、実験中に揺れに耐えきれず横に倒れてしまったので、予想は確かめきれなかった。

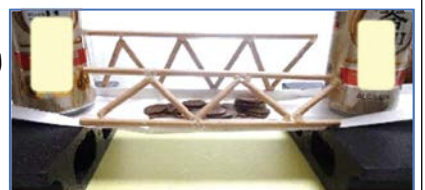
まとめ・もっと調べたいこと

○橋は両端を頑丈にすることや、トラスを作ることで橋の強度が高まることわかりました。

○紙の橋にトラスをつけて実験1をしてみたところ、なんと10円玉47枚と340gのおもりを載せられました。トラスは橋の強度を高めることがわかりました。

○今回は平面のトラスで調べましたが、次は立体にして調べてみたいと思います。

また、南多摩駅のランガー橋や、スパンドレルブレーストバランストアーチ橋も作って調べてみたいと思いました。



参考にした本

・小野田 滋「橋とトンネル 鉄道探究読本」河出書房 2022年
・小野田 滋「鉄道構造物を探る」講談社 2015年

・依田 照彦「トコトンやさしい橋の本」日刊工業新聞社 2016年
・板倉 聖宜「アーチの力学」仮説社 2004年