



第10回

科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技②

「海峡運搬チャレンジ」

⌘ 解説 ⌘

科学の甲子園ジュニア 解説

今年度の課題は、「海峡運搬チャレンジ」と題して、紙のみを使って海峡（深さ 25 cm×幅 200 cm）を渡る橋を製作し、台車に乗せた水入りペットボトルを運搬する競技でした。

昨年度の問題と同様に紙のみで構造物を製作しました。紙は細かな木の繊維を組み合わせ薄く作られています。折り曲げたり切ったりすることが簡単にできることから、弱くてもろいものだと思ってしまうかもしれませんが、折り曲げ方を工夫して構造物にすると、予想以上に丈夫なものを作ることができます。

今回の競技では、台車を含めて 600 g を超える物体を、限られた橋脚設置エリアに設置した橋脚で支える橋を製作しなければなりません。力の合成や分解などの知識や正確に製作するための技能を活用して、少しでも重いものを、より多く運搬するための構造物を設計し、実験で検証しながら、その結果に応じた様々な創意工夫をして課題に取り組んだ様子が見られました。

1. スタート台について

幅 2 m の海峡を横断するため、台車にはある程度の速さが求められます。しかも、その台車には最大 500 mL の水が入ったペットボトルを固定しています。いかに効率よく台車が海峡を渡りきるための速さを与えることができるか、創意工夫が必要となります。今回の大会では、大きく 3 つに分類することができました。

(1) スロープ型（自由落下タイプ）

スロープを利用して、台車を落下させて滑らかに橋へと台車を移動させるタイプです。台車の速さを調節するためにスロープの傾斜を変えたり、正確に橋へ導くためのガイドを用いたりするなどの工夫が見られ、正確性や再現性が高くなっていました。しかし、高さによっては、台車が橋を渡りきるための速さが不足してしまうことがありました。



(2) 平坦型（手押しタイプ）

台車を手で押すことにより、スロープタイプよりも台車に大きな速さを持たせることができます。しかし、人の感覚に頼る部分があり、正確性や再現性が乏しく、まっすぐに橋へと移動させることが難しくなります。その中で、正確性や再現性を増すためにガイドを設置する工夫が見られました。



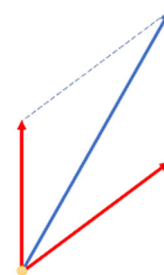
(3) 坂道型（自由落下タイプ）

緩やかで直線的な坂道を利用して加速させ、さらに橋そのものも坂道になるように工夫されました。この構造では、台車の速さを大きくする必要がなく、ゴールまで緩やかな坂道を自然に走行させることが可能になっています。そのため、正確性や再現性が高くなります。ただ、坂道と橋をスムーズに連結させるため、橋の端をスタートブロックよりも高くすることが必要となり、橋との連結部分の正確さや強度を確保するための工夫が必要でした。



2. 橋の構造について

橋には橋桁と橋脚があり、これらで橋の上の物体を支えなければなりません。重力は鉛直下向きにかかるため、橋脚と橋脚の間の橋桁をいかに強くするかと考えがちです。しかし、物体と接している橋桁にかかる力を、橋桁のみで支えるのではなく、どのように分解し、橋桁と橋脚一体で支える構造にするかがポイントでした。今回の競技で見られた構造をいくつか紹介します。



(1) ラーメン橋

橋桁と橋脚の接点を多くして、橋桁にかかる力を橋脚が分散して支えることで、橋全体の強度を上げています。構造が簡単で製作しやすい反面、橋桁の強度が不足しがちになるので、さらなる工夫が必要となりました。



(2) アーチ橋

橋桁にかかる力がアーチ状の部分で圧縮する方向の力となるため、紙の特徴（紙の構造物は引張や圧縮に強い）を生かすことができます。構造物の設計が複雑にならないような工夫と工作スキルが求められました。



(3) トラス橋

最も一般的な構造です。トラス（三角形）で力を分解するため、橋桁の強度を上げることができます。使用するパーツが多くなるため、トラス構造全体の大きさやそれを構成するパーツのサイズ、作り方などを工夫する必要がありました。



(4) 吊り橋・斜張橋

橋脚を大きく上に伸ばして、そこから橋桁を吊るすことで橋脚が橋桁を支える構造になっています。そのため、橋脚にかかる負担が大きくなる分、橋桁の強度は少なくて済みます。しかし、橋桁そのものの強度を上げなくてもよい反面、橋桁のたわみによって、さらに橋脚にかかる負担を解消するための工夫が必要となりました。



3. その他

スタート台や橋の構造にばかり目が行きがちですが、スタート台と橋の接点、橋とゴールブロックの接点をいかに滑らかに台車が移動できるかも1つのポイントでした。走路面と合わせて、重いものをスムーズに運ぶことができる工夫と製作精度が大切でした。

4. 終わりに

今回の競技では、重い荷物を何度も繰り返して運搬することに成功したチームが多くありました。いずれも、設計段階から明確なビジョンがあり、しっかりとした試行実験を行い、強度を高める工夫を試行錯誤してチャレンジしたことがうかがわれました。また、同じ競技にチャレンジし、レポートを交換したり、完成した橋を見あったりすることで刺激を受けたことでしょう。



本州四国連絡高速道路(株) 提供

新たな課題への一步となることを期待しています。