

講座「新聞紙に乗ろう！橋の話と実験」

鈴木森晶 先生

1 目的

- ・ 基本的な土木の橋について学ぶ。
- ・ 物を作るためには働く力を考える必要がある。
- ・ 主な力の種類について知る。(つぶす(圧縮), 曲げる(曲げ), 裂く(せん断))
- ・ 橋は主に曲げる力と裂く力に対して抵抗するように作られている。
- ・ 細部に目を向けると, 圧縮や引張りの力にも抵抗している。
- ・ 新聞紙(段ボール)を加工して, 橋の模型を作ります。
- ・ 目に見えない力を理解するには, 何か模型を作ってみてそれを壊してみるのが良い。
- ・ 身近なもの(新聞や段ボール)で, 橋の模型をつくり, それを実際に壊してみる。
- ・ 他人と競争することで, より一層良いものが出来上がる。
- ・ 次こそはもっと良い物をもっと思ってくれたらしめたもの。物づくりの基本はここにある。

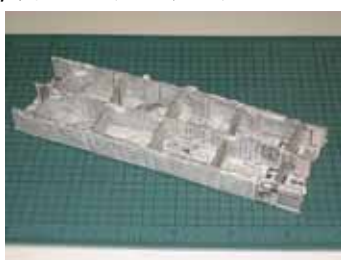
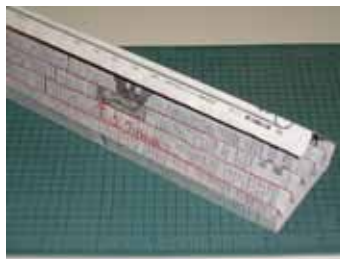
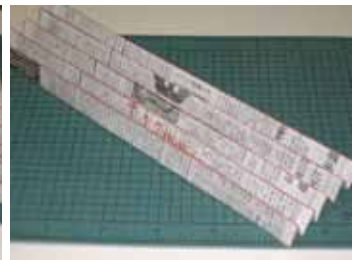
2 方法

- ・ 新聞紙は1枚では弱いので, 木工用ボンドなどを10倍程度に水で薄めて, ハケで新聞紙がしっとりするまで塗る。霧吹きなどを用いても良いが, この時は目詰まりに注意が必要。
- ・ 塗り終わったら貼り付けて乾燥させる。乾燥させる際には, ドライヤー, アイロンなどが利用できる。一枚の板の様にするにはアイロンが有効だが, 橋の形にしていく段階ではドライヤーが有効である。
- ・ この貼り合わせ作業は新聞紙が大きすぎるとうまくいかない。適度な大きさがよ。今回は新聞紙1/4の大きさ(40cmX27cm)に仕上げていきます。また, カラーの全面広告のようなページはインクが多すぎるので, 接着には余り適していません。貼り付け作業には意外とテクニックが必要なので, 何枚か試しに作って練習しておくとい良いでしょう。
- ・ 貼り付ける枚数は何枚でも良いが, 2枚だと余りパリッとした仕上がりにならない。



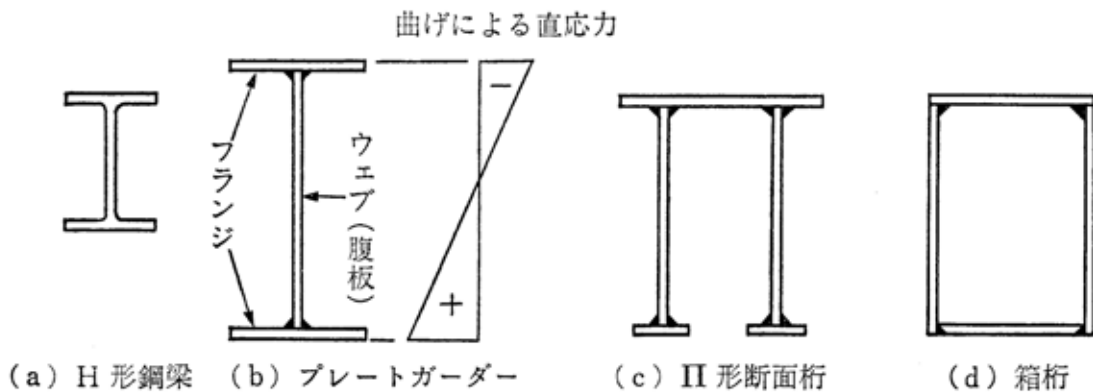
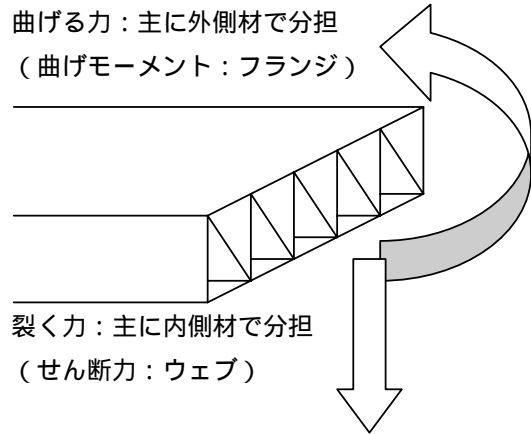
4枚度貼り合わせるとかなり丈夫になる。8枚だとさらに丈夫になるが、今度は加工が難しくなる。今回は8枚貼り合わせたものを時間の都合で予め用意しておきました。

- 手っ取り早く行うには段ボールを利用してもよいですが、しかし、段ボールではやはり作業がつまらないです。材料を製作することも重要な作業です。
- 模型はあまり大きすぎても加工が難しいので、長さ 30cm ~ 50cm 程度が無難。今回は大学の講義で行っているものと同様に長さを 30 cm とします。また、一番標準的な模型を作ってみます。
- 貼り合わせた 1/4 新聞紙を 2 枚用意します(1/2 新聞紙なら 1 枚)。これに、折り目をつけるために、ボールペン等で筋をつけるように、写真のような寸法で強めに線を引きます。外側材 A は 25mm, 100mm, 25mm, 100mm, 25mm。内側材 B は 27mm 間隔で端から端まで。
- 外側材 A は四角い筒状になるように折り曲げ、内側材 B は山谷を交互に折る。A の中に B を入れて A と B がずれないようにしっかり接着し、ドライヤーで乾かす。乾いた後は両端を 5cm ほど切り落として、30cm の長さにする。
- 今回は典型的な例を示しましたが、実際の橋を見てみるともっといろいろな形をしています。あとは、強いと思われる断面形状を考えながら、模型を作成していきます。参考までに、大学生が考えた、模型の例を示します。丸い筒や、小さな筒をたくさん遣うなどしている例も有ります。変り種としては、真ん中と両サイドにのみ材料を配置し、軽量化を図った例も有ります。結果は・・・、実際に作ってみてください。その差を比較するだけでも楽しいです。
- 十分に乾燥できたら、計量して、力をかけてみます。



3 背景

- ・ 普段何気なく生活している中で、目に見えない力を理解するのは非常に難しい。力を見える形として利用しているものには、例えば、体重計やバネばかり等があります。
- ・ はかりも実は力を変形に置き換えて(フックの法則)見せているだけであるのだが、その事を理解するにはそれなりの知識と時間が必要。
- ・ [大きな力]/[小さな力],[重い]/[軽い],[強い]/[弱い],[変形が小さい]/[変形が大きい]などを関連させ、目に見えない力について考えられるようになればよい。
- ・ 今回作成した模型は橋に働く主な力のうち、曲げる力(曲げモーメント)は外側材A(フランジ)で分担し、裂く力(せん断力)は内側材B(ウェブ)で受け持っています。また、外側材Aと内側材Bをしっかり接着しておかないと、両方がまったく機能しなくなるので、最後の外側材Aと内側材Bを接着するとき丁寧な作業をする必要が有ります。下に実際の橋でよく使われる代表的な断面の例を示しておきます。今回の模型と同様に受け持つ力が決まっています。



4 教材

- ・ 新聞紙,段ボールなど。新聞紙の場合は,そのままでは弱いので,何枚か貼り合わせたものが用意できると良い。段ボールはスーパーやコンビニで容易に手に入る。今回は新聞紙を用いる。
- ・ 接着剤を塗るための,はけ,糊(木工用ボンド),皿,小バケツ,霧吹きがあると糊付けがはかどることも。ただし,目詰まりに注意。
- ・ 接着剤を早く乾かせるためのドライヤー,アイロン。火傷に注意が必要。
- ・ 定規,カッティングマット,カッターナイフ,テープ,ボールペンなど一般的な工作道具。
- ・ 中学生なら,技術の時間に木材を用いても可。より本格的に取り組めます。



5 進め方

- ・ 小中の授業なら，2 コマ分くらいを使用する．
- ・ 1 コマ目には，簡単な説明と，どんな模型を作るかを考える．
- ・ 基本となる形の材料を予め用意しておいて，それを与えることも可．
- ・ 次回までの宿題として，模型を制作する．
- ・ 2 コマ目に実際に壊してみる．
- ・ 同じ重さの錘を乗せて，どれだけ変形したかを測定する．
- ・ 小さな変形でも大きく表示する工夫が必要．
- ・ 変形量の小さいものほど強いことになるので，その部分で競わせる．
- ・ 模型の寸法や重さなどの制限値を予め決めておき，軽くて強いものを目指す．
- ・ 長さ 30cm，重さ 100g の新聞紙模型で，50kg 程度に耐えた例もあり．(大学の講義で)

6 対象・構成

学年：小学校高学年～中学 科目：理科，技術 技能：構造物への構造的理解、橋の観察能力，模型製作 学習時間：30 分（材料の調達をさせない場合）～数時間（材料調達・加工～模型製作） 対象人数：10～40 名 学習場所：教室，工作室 キーワード：構造、力、橋，材料の選定・作成・模型の製作など，必要に応じて

7 資料（写真や図）

大学の講義で行ったブリッジコンテストの様子を紹介します。毎年 24 チームがエントリーしている。各チームデザイン部門と，強度部門に模型をひとつずつ制作する。

デザイン部門は，持ち時間 1 分間のアピールタイムで，如何に自分たちの模型がすばらしいものかを説明する。後に全員で投票を行う。

強度部門は，決められた範囲（重量や寸法など）で模型を制作し，荷重計を用いてその強度を競い合う。過去に長さ 30cm，重さ 100g の新聞紙模型で，50kg 程度に耐えた例もあった。段ボールを用いる年もある。



強度 1 位の班の模型



強度 22 位の模型



強度部門で力をかけている所



自分たちの模型の説明



デザイン部門での投票