

地域貢献活動としての「第十三回 夏休みものづくり体験セミナー」

参加への取り組み

三重大学工学部・工学研究科技術部 設計・計測グループ

吉田俊一

yoshida@eng.mie-u.ac.jp

1. はじめに

令和4年8月に開催された第十三回 夏休みものづくり・体験セミナーに「自転車の揺れを吸い取る？ アクティブダンパー製作と実験」というテーマで参加・実施した。同セミナーは技術部の地域貢献の一つとして実施されているもので、県内の小中学生を対象としている。科学・工学への興味を持ってもらえるよう、各参加者が工夫を凝らすなかで新たにテーマを考案し、実施に至った。その様子について報告する。

2. セミナー・テーマの設定

新たにテーマを設定するにあたり、次のような事柄を目標として設定した。

- ・工学的テーマと関連し、小中学校の理科教育中で学習する事柄と関連づける。
- ・身近なものに関連付けることで興味を持ってもらえるよう工夫する。
- ・ものづくりを体験し、自宅に持って帰れるものとする。
- ・製作から使用にあたり、安全であること。

以上のような事柄に留意した上で、自転車が走行するときに発生する振動を抑制するダンパー製作を題材として選定した。また自転車を題材に選んだことにより、自転車に乗れる体格であることと、安全に乗れることが必要であるので中学生を対象とすることとした。

工学的な視点からは、振動学は機械や建築などで主要なテーマであり、応用例も多いので説明しやすい。また理科のなかで小学校では「振り子の運動」、中学校では「力学的エネルギーの保存」を学ぶため、その理解の一助となることを期待した。

またものづくり教育という観点からは、自転車は小学生・中学生にとっては主要な移動手段であり、身近な機械装置である。それに取り付ける部品で、効果を体感できるというところで興味を喚起できると考えた。身近な機械に対して部品を製作して取り付けるという、ものづくりへの興味と経験を積んでもらえることが期待できる。

そして製作にあたり危険性のある加工装置をしないことや、火傷などのおそれがないこと。製作物の使用にあたり怪我や周囲への危険が無いことなどを検討の要件としていた。

3. 製作したダンパーについて

今回製作したアクティブダンパー(図1, 図2)は、元来はスポーツ自転車の振動を抑制し、長距離走行する時の疲労を軽減するために考案されたものであり、工学的には動吸振器(ダイナミックダンパー・マスダンパー)と呼ばれる機構に属する。

海外の競技用自転車メーカーの中に、この機構を車体に内蔵する製品があり、それを参考にした。



図1 製作したダンパー



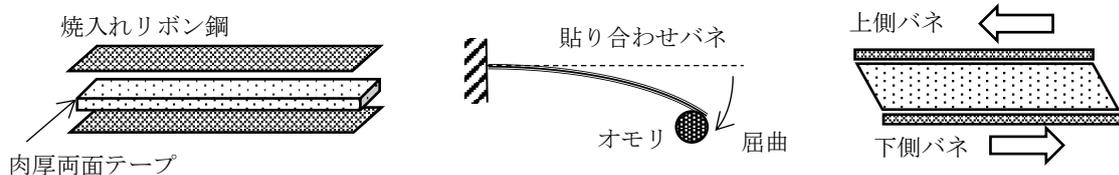
図2 ダンパーの使用例

動吸振器は振動を抑えたい大質量物体に、スプリングを介して小さな質量体を接続し、共振現象を用いて大質量体の振動を抑制する。

スプリングとしては、図3(a)のように板バネ（焼入れリボン鋼）2枚を厚手の両面テープで張り合わせて使用する。張り合わせたスプリングの先端にオモリを固定する。これが屈曲するように振動する（図3(b)）今回はオモリとして入手しやすい鉄製M16ナットを使用した。

両面テープとしては肉厚(1mm厚)の超強力両面テープを使用した。この両面テープが剪断変形することで運動エネルギーを吸収して減衰効果をもたらす。（図3(c)）本当であれば振動吸収効果の高い防振ゲルシートを使用したかったが価格が高く、また興味を持った参加者が同様のダンパーを製作する場合を考えると手軽に入手できるものを選択したほうが良いだろうという判断である。

また、これを自転車の車体に固定するためのホルダを3Dプリンタで製作した。



(a)貼り合わせバネの構造 (b)振動したときのダンパーの屈曲 (c)両面テープのせん断変形

図3 振動吸収機能を持たせた 貼り合わせバネ の構造

使用する工具はハサミとニッパー、プラスドライバー、素材の組み立てにはボルト・ナットと結束バンド、両面テープで完結するように、組み立ての容易さと安全性を考えて設計を行った。（図4,図5）バネの長さ・厚さ、オモリの個数などは試作を繰り返して適切なものを選択した。



図4 用意した部品と工具



図5 設計上の工夫（スリットと結束バンドによる締結）

4. 講義の様子

新規テーマということで心配もあったが、中学生5人が参加してくれた（6人募集，1名当日欠席）。

セミナーは前半後半に分け，前半はパワーポイントを用いた講義を45分ほどとし，後半を1時間から1時間半ほどをかけてダンパーの製作と，実際の自転車に取り付けての体験実験をすることと想定した。間には15分ほどの休憩時間を設けた。

講義に用いるスライド(図6)は，写真や図を多くすることとし，動画配信サイトにあるタコマ橋崩壊の様子や，他機関が公開している振り子の映像を見ながら説明することで小学校や中学校の理科で学習する事柄から，大学で学ぶバネ・ダンパー系減衰振動のイメージを持てるように作成した。

また振り子運動を観測するための実験装置や，ダンパー効果を体験してもらうためのネオジム磁石実験器を用意した。振り子実験装置はオモリを吊り下げる紐の長さを変えることで周期の変更が可能であるので，休憩時間に実際に触れてもらって教科書に書いてあったことを実感してもらうことができた。ネオジム磁石によるダンパー効果体験は，強力なネオジム磁石をアルミ板の上で動かすと渦電流が生じて運動を阻害する現象を体験してもらった。速く動かすと抵抗力が大きくなる，というダンパーの作用を直感的に理解してもらえたと考えている。

まずは「理科」からおさらいしてみよう

小学校の5年生のときに「振り子の運動」を勉強したと思います。

【学んだこと】
 ・振り子は、往復する時間が、いつも同じ
 ・往復する時間は、紐の長さで変わる

円周率 π

$$[\text{周期}] = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{[\text{紐の長さ}] \text{メートル}}{9.81 \text{ 重力加速度}}}$$

ルート（平方根）

中学校の理科では「エネルギー」を学びます

$[\text{質量}] \times [\text{重力加速度}] \times [\text{高さ}]$

$[\text{質量}] \times [\text{速度}]^2 \div 2$

高いところにあるモノは「位置エネルギー」を持つ

動いているモノは「運動エネルギー」を持つ

エネルギー

熱

運動

位置

「エネルギー」って考え方をするといろいろ便利に使えるよということ学びます

「振り子の共振」で大惨事になった例

タコマ橋崩壊事故
1940年11月、強風の影響で共振現象を起こして崩壊

結束バンドは一度締めると緩めることができません。

真ん中の穴に結束バンドを通して、ナットが抜けないようにしてあげます。

図6 セミナーで使用したスライドの例

これらの工夫により、45分の説明時間中、興味を持って聞いてもらうことができた。
休憩時間中は前半の講義に対する質疑を受け付けたりした。

後半のものづくり体験は、もともと工作に興味がある子供たちが多かったこともあり順調に進んだ。それでも、結束バンドの使い方やニッパでの切断方法などに指導が必要ではあった。ここでは行うべき作業をスライドに図解して解説していった。人数が6名と少ないこともあり、待ち時間も少なく進めることができた。

全員がダンパーを完成させたのを確認した後に、用意しておいた自転車に取り付けて走行してもらい、効果が実感できるか試走を行った。

このとき使用した自転車は、私が所有する小径自転車1台と、学生にお願いして貸していただいた普通自転車1台であった。(図7) 反省点としては、中学生の体格では普通自転車に乗ることが困難であり、小径車でもハンドルが高いため、そちらのほうが大変になってしまった。ただ、普通自転車に取り付けて走行した受講生からは振動吸収効果を感じられたという答えを返して頂いた。最後に、夏休みの自由研究に使うなら、どこに取り付けたら効果が最大になるか？などの提示を行って参考としてもらった。

(図8)

試走を30分ぐらい試してもらったところで、セミナーを終了とした。



図7 試走に用いた自転車



図8 夏休みの自由研究で使用するときの提案

5. まとめ

セミナー実施後にとったアンケートの結果を拝見すると、楽しめたという回答が5人中5人、ちょうどよいという回答が5人中3人となった。また「ものすごく分かりやすかったし、聞き取りやすかったし、工作は好きなので楽しすぎて、時間が『後20分位』と言われた時、「うそ!？」とびっくりしました」との回答もあり、初回のテーマとしては望外の好評を得られたと考えている。

反面、用意した自転車が中学生の体格に合わない、体感実験では結果がわかりにくい、などの反省点もある。近年は大学に地域貢献活動を求められることが多い。そのなかでこのような体験セミナーを開催することは大きな意義があると考えている。次年度以降も積極的に参加していきたいと考えているが、今回の反省点を活かし次回につなげるか、再び新規のテーマを模索するのは現在検討中である。

最後になりましたが、本セミナーの企画・実施に御尽力されました技術部地域貢献推進委員会の皆様に御礼申し上げます。