

初等教育支援の教材開発に関する高大連携教育の活用

足利工業大学 正 会 員 ○ 末武 義崇

1. まえがき

近年、大学の工学教育において、「高大連携」に取り組む機会が多くなってきている。こうした傾向には、若者の理系離れに歯止めをかけたいという、社会的な要請が大きな背景となっている。また、進路指導の一環として役立てようとする高校側のニーズと、志願者の獲得につなげようとする大学側のニーズが、うまくかみ合っていることも大きな要因となっていると考えられる。筆者が所属する足利工業大学（以下「本学」）は、平成19年度から近隣の足利工業高校との間で高大連携教育プログラム¹⁾をスタートさせている。筆者も、この教育プログラムの指導教員の一人として、プログラムの開始当初から受講生を受け入れている。

一方、筆者は、教育企画・人材育成委員会のキッズプロジェクト検討小委員会（旧・生涯学習小委員会）に所属しており、約10年間に亘って総合学習支援などの初等教育支援の現場に関与してきた。そうした流れの中で、筆者自身もアーチ橋を題材とした小学校での出前授業を行う機会に恵まれた。その際、アクリルブロックと砂を用いたアーチ橋模型のセットを作成し、体験型の授業教材として活用したわけだが、このアーチ橋模型の改良・更新が、前述の高大連携教育プログラムにおける指導テーマになっている。

このように、小学校における学習支援に端を発した高大連携教育プログラムであるが、本報告では、両者の教材として活用しているアーチ橋模型の改良をテーマとした、これまでの高大連携教育を総括すると共に、得られた成果を小学校における学習支援にフィードバックする上での課題について検討を行うことにする。

2. アーチ橋模型の変遷

筆者が小学校における出前授業の教材として作成した最初のアーチ橋模型は、図1に示したようなアクリルブロックと砂を用いたものであった。木製の台にアクリル板を嵌め込み、アーチ状になったアクリル板上にアクリルブロックを並べ、ブロックの隙間に砂を充填した後アクリル板を抜き取ると、アクリルブロックと砂のアーチ橋が完成する。平成19年2月に日光市立落合東小学校で実施した出前授業で用いた教材であり、体験型の授業を行うために活用した。受講した小学生の反応や小学校の先生方の評価を総合すると、小学生用の学習教材としては一定の成果が得られたものと考えている。



図1. ブロックと砂を用いたアーチ橋模型

一方で、砂を使用するため準備と後片付けに手間がかかり、この点に教材としての改善の余地が残されていた。そこで筆者は、砂を使わないアクリルブロックのみの模型作成を目指し、折からスタートした本学と足利工業高校との高大連携教育プログラムの指導テーマとして活用することとした。



図2. 放物線近似によるアーチ橋の模型

図1に示した模型のように、砂を使用する場合、アクリルブロックの形状は単純な直方体であれば良い。しかしながら、“砂を使わない”ことにすると、ブロックの寸法を計算によって決定する必要がある。ブロック側面の形状を台形として寸法を計算するためには、ブロックがどのような曲線上に並んでアーチを形成するか、あらかじめ仮定しなければならない。

一昨年度までの3年間は、ブロックが形成するアーチ曲線を放物線で近似して寸法の計算を行ってきた。その際、近似曲線の接線と法線を計算によって割り出し、ブロック側面の寸法を決定した。ところが、この方法は微分演算を伴うため、高校生にとって必ずしも理解が容易ではなく、計算を簡略化するためにさらなる仮定の導入を余

キーワード：高大連携，工業高校，初等教育支援，教材開発，アーチ橋

〒326-8558 足利市大前町268-1 足利工業大学 都市環境工学科(末武) TEL: 0284-62-0605 FAX: 0284-64-1061

儀なくされてしまった。その結果、複雑な計算を組み合わせた割には適切な台形の寸法を割り出すことができず、図2に示したように、ブロックの一部が簡単にずれてしまう、あるいは間隔がきつ過ぎて全てのブロックを並べることができないなどの問題点が生じてしまった。

そこで昨年度は、図3のように、ブロックが円弧上に並ぶことを仮定し、微分演算を伴わない簡単な計算からブロックの寸法を決定することにした。実際には、内側の円弧長 L と台の留め木の角度 $\phi = \theta/2$ (θ は円弧の中心角)をあらかじめ計算しやすい数値に設定し、内側の円の半径 R およびブロックの下底 a を次式で算定した。

$$R = \frac{L}{\theta}, \quad a = 2R \tan \frac{\theta}{2n} \quad (1), (2)$$

ここに、 n はブロックの個数であり今回は $n=15$ とした。ブロックの上底 b は、ブロックの高さ h を与えれば、扇形の相似によって簡単に算定することができる。

決定したブロックの寸法は、有効数字4桁にまとめているため、単純に $n(=15)$ 個のブロックを並べたのでは、アーチは完成しない。そこで、アーチクラウンに位置するブロックを“キーストーン(要石)”として寸法を変え、全体の調整を図ることにした。さらに、昨年度は、アーチ形状を安定させるために、ブロックの端面にやすりをかけ、留め木に輪ゴムを巻くなどして、ブロック間やブロックと留め木の間の摩擦を増加させた。結果的に、図4に示した極めて安定性の良いアーチ橋模型を作成することができた。

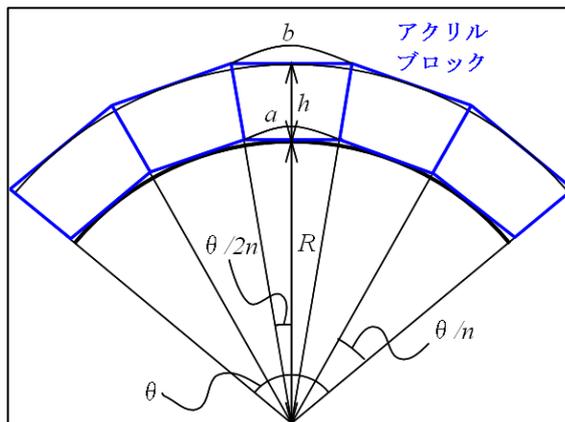


図3. 円弧近似によるブロック形状の決定



図4. 円弧近似によるアーチ橋の模型

3. 教材活用上の課題

前節で述べたように、砂を使わずにアクリルブロックのみでアーチ橋模型を作成するという当初の目的は、4年間の高大連携教育プログラムを通じて概ね達成することができた。今後は、このアーチ橋模型を学習支援に教材としてどのように活かしていくかが課題になる。その場合、大きく2つの問題点が存在する。一つは、アクリルブロックが必ずしも安価ではないこと、もう一つは具体的な単元との結びつきの問題である。

一つ目の問題点については、出前授業を実施する側(学会・大学など)が準備することで、受入側(小学校)の負担を少なくすることが考えられる。一方で、より安価な材料を用いたアーチ橋模型を開発し、誰もが容易に実施できる授業を目指していくことも忘れてはならない。

今一つの問題点は、学習支援を実現する上で極めて重要なポイントになる。具体的な単元と結びつかない出前授業は、小学校側として受入が困難だからである。小学校理科の単元を調べてみると、アーチ橋に直接結びつく単元はない。唯一、力学につながる単元として「てことつりあい」が5年生に設定されているだけである。一方、小学校4年生の国語の教科書に「アーチ橋の仕組み」²⁾と題する文章が取り上げられている例が見られる。単元としては「読む・書く」に対応しており、「すじ道を立てて考えよう」という目標が示されている。“アーチ橋”イコール“理科教材”と短絡的に結びつけるのではなく、説明文を書くための学習に活用する、簡単な実験教材の提供という視点も必要である。

4. まとめ

アーチ橋の模型作成は、高校生が自分の力で課題を解決していくという意味では、比較的取り組みやすい題材である。一方で、高校生のアイデアを小学校の学習支援教材の開発に役立てるという発想は、いろいろな意味で有意義であると感じている。こうした活動の成果を積み重ねていくことで、より安価で簡単に作成できる学習支援教材を考案し、出前授業に活用していきたいと考えている。

参考文献 1)末武義崇：高大連携教育に関する事例報告，土木学会第64回年次学術講演会。2)教育出版：平成17年度版『ひろがる言葉 小学校国語』（4年生下）。