

鋼橋の設計と製作にチャレンジ

—2010 スチールブリッジコンペティションを目指して—

社会環境工学科 4年 浜崎 洵平 担当教員：山尾敏孝

1. はじめに

鋼橋は、長大橋と呼ばれる長いスパンの橋梁から、一般的な都市高速などで見られる高架橋の類まで幅広く利用されている。今回は、スチールブリッジコンペティションに参加することもあり、競技ルールに従って鋼橋の形式等を検討した。部材の継手形式や橋の軽量化を図り、架設技術や載荷試験による橋の性能チェックを行うなど、橋梁の構造美、製作コストの縮減、架設技術の重要性を習得することが主目的である。

鋼橋模型(スパン 3m, 幅員 0.6m)を設計から取組み、解析、製作した後、架設作業についても学生自身が習熟することが特徴である。この一連の作業から構造工学等で学んだ基礎的技術を応用する力を身につけ、過程で生じた問題に対して解決する手法を学ぶ。また、ブリッジコンペティションには、研究室の学生を中心にチームを作って参加した。つまり、協調性や専門知識の確認と応用力や問題解決力の養成、更に大学間での学生交流を図ることが可能となる。ブリッジコンペティションに参加して、他大学の作品に触れることで様々な橋の構造や架設方法等の理解を深めることができた。最後に、工学部の夢科学探検にも出展し、設計、製作および製作過程を展示し説明した。

2. 模型の設計と製作および載荷試験

(1) 模型のデザイン

ブリッジコンペティションに参加するという目的があるので、競技ルールに則った模型のデザインを検討した。主なルールは以下のようなものである。

- ・鋼橋の大きさ：橋長 3m, 高さ 60cm, 幅 60cm 以内
- ・チーム構成：4-6 名
- ・審査項目：架設時間 (30 分以内)、美観、プレゼンテーション、たわみ (6 mm以内)、総重量等

全国大会に出場ということで、より熊本らしさを出すためのコンセプトを考えた。

デザインコンセプトは、九州の中央部にそびえたつ火山である阿蘇山をイメージした。阿蘇山は世界最大級のカルデラであり、熊本のランドマークのひとつである。それゆえ、阿蘇山の麓に位置する熊本は火の国といわれることから、赤を基調とした色合いと



写真-1 デザインの検討風景

し、阿蘇の山をイメージして、図-1 に示すようなバスケットハンドルタイプの橋梁形式をデザインした。4方向どこからみても山のような形をしていることもデザインの特徴である。

写真-1 は研究室で行ったデザイン案に関する検討風景である。

(2) 模型の製作

製作した模型は、軽量でありかつ模型のスパン中央部に荷重 400 kg を載荷した時の鉛直変位ができるだけ小さくなることが要求された。そこで、解析により必要な断面を算定した結果、軽量部材として形鋼の中からみぞ形鋼部材を選定して材料とした。その他、角型鋼や丸棒、プレートなど利用した。製作にあたっては、ものくり工房を利用して、部材の切断、ボール盤による穴あけ、部材同士の溶接、グラインダーによる仕上げなどの作業を手分けして行った。作業では慣れない作業であることから最初は技術職員の支援をもらったが、慣れてくると溶接作業等はほとんど上手になった。

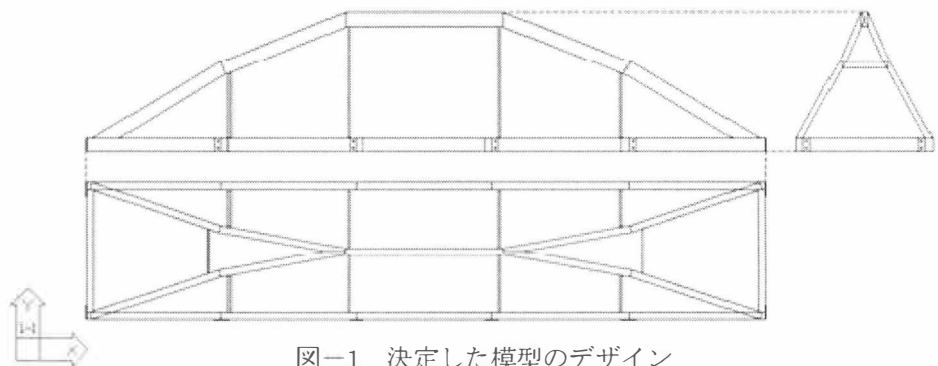


図-1 決定した模型のデザイン

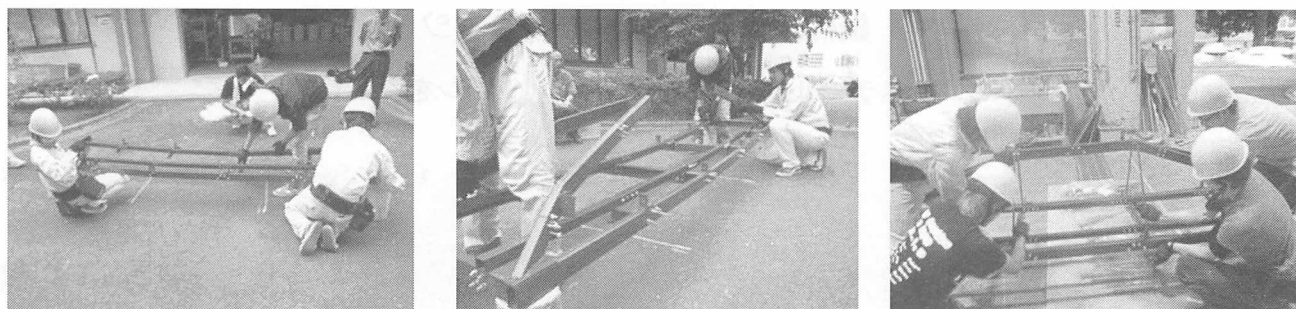


写真-2 架設作業の様子

なお、1つの部材が150mm×150mm×800mmに収まる条件があることから、ボルトを通すための穴をあける作業が多くなった。

(3) 架設作業

通常の場合は模型を一度製作すれば終了であるが、今回はブリッジコンペティションに参加するため、ルールに沿った架設作業の競争の準備が必要であった。そこで、模型の製作後にどのような手順で作業を行えば手際よく架設作業が行えるかを検討した。写真-2はその作業の一風景であるが、試行錯誤を繰り返しながら手順の検討を行った。架設手順としては、橋台に乗せる前3つの部材をボルトで組み合わせる。次に、橋台に乗せて主桁から組み、最後にアーチ部材と桁を吊り材で繋いで完成となる。なお、架設に際しては、架設中はボルトや工具を落としてはいけないし、川と想定された120cmの区間に侵入してはいけないなどのルールがある制限がある。

(4) 荷重試験

荷重試験では、写真-3に示すようにスパン中央部に60cm幅で、最大400kgfまで載せて鉛直変位を測定した。図-2は、最大荷重時までの荷重とスパン中央部の左右の平均の鉛直変位の関係である。最大鉛直変位は、1回目で3.26mmであり、2回目で3.73mmであった。

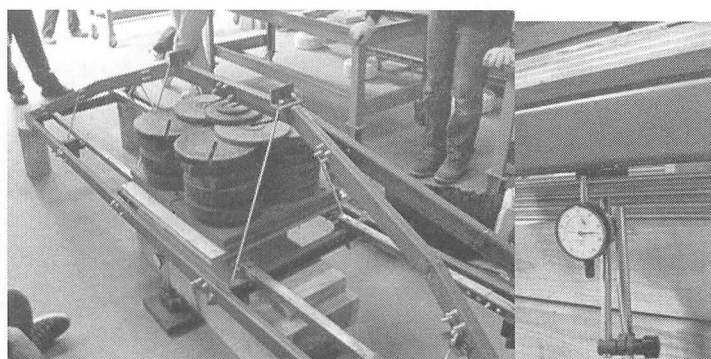


写真-3 荷重状況と変位計

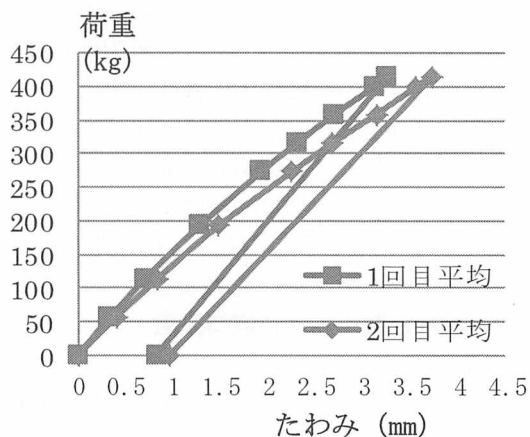


図-2 作用荷重と鉛直変位の関係

3. ブリッジコンペティションへの参加

(1) ブリッジコンペティションとは

ブリッジコンペティションは、日本で開催された最初の学生の橋模型の製作競技である。このコンペティションでは、学生自身が橋梁の設計、製作と架設を行い、ものづくりの真の楽しさを体験するものである。図-3はブリッジコンペティションのポスターである。

ブリッジコンペティションの目的は、以下の通りである。

- ・大学の学生や参加者の国際レベルの協調性を養うこと。
- ・ブリッジコンペティションで大学の学生や参加者の基本的な工学知識の応用力を培うこと。
- ・ブリッジコンペティションを通じて大学の学生や



図-3 ブリッジコンペティションポスター



図-4 ブリッジコンペティションの様子

参加者の問題解決能力を培うこと。

- ・大学間の学生や参加者間の交流を図り，設計・製作技術や多くの知識を習得すること。

(2) 大会で競技実施状況

ブリッジコンペティション 9月10日に名古屋の愛知工業大学で行われた。この大会には13大学から15チームが参加して、それぞれ独自の橋模型の性能を競った。橋梁形式はトラス，単純桁それにアーチなどであった。熊本大学は初出場だったが，競技では架設時間22.8分，重量48.2kg，載荷時のたわみが5.44mmであった。この結果は，全体の成績では，架設部門で7位，構造部門で6位，プレゼンテーション部門が4位そして美観部門が1位となり，総合で5位という輝かしい結果を残すことができた。(図-4参照)

大会としては今回が第1回であったが，前年にプレ大会が行われており，それに参加した大学はその経験が活かされていたようであった。熊本大学はどの部門においても特別視しておらず，参加することに意義があった。また，大会出場者の中で3年生は少なく，多くの大学が4年生や大学院生のチーム構成であった。競技において3年生がよく頑張ってくれたことは，出場した意義があったと思われる。また，他大学の橋模型，チームワークやプレゼンテーション等を見ることができ，自分たちが考えることのない橋のデザインや架設方法を知ることができたことはよい学びの場になった。架設時間も練習より本番時はタイムが短くなり，練習するたびに架設作業も早くなった。ブリッジコンペティションを通して，単に橋構造についての知識や理解が深まっただけでなく，長期間の製作活動や大会参加を通して，さまざまな人との親睦も深まった。

4. 工学部夢科学探検への参加

製作した鋼模型再度組み立てて展示した。ただ展示するだけでなく，400kgの載荷に鋼橋が耐えられたことを証明するために来場者の方々に乗ってもらった。また，鋼模型の製作過程やブリッジコンペティションの成績等のポスターを作成し，ブリッジコンペティション当日に使用したポスターや賞状，楯，これまでの活動状況のスライドショーとともに展示した。

工学部夢科学探検の当日の来場者は子供が多く，乗った後ジャンプをするなど危ない乗り方をする子供がいたので，補助者をつけるなど，万が一の場合を想定して子供にもわかるような注意書きを添えるべきであった。また，ポスターの説明をする際に，ブリッジコンペティションに参加していた他大学の優秀な鋼橋について聞かれた際に，口頭で説明する以外にも他大学の鋼模型の写真等を用意しておけば，もう少しわかりやすい説明ができたと思われる。また，一般人から橋に関する多くの質問があったが十分な回答ができなかったため，知識を増やそうと鋼橋の専門知識向上や勉強意欲が今まで以上に高まった。

4. まとめ

ブリッジコンペティションに出場するという計画のもとで取り組んだが，初めての参加ということで当初予定も大幅に遅れてしまった。これは，慣れない作業である部材の加工に時間を食ってしまったことが要因である。この反省から，鋼模型の部材をもっと少なくすることや加工の時間短縮することが必要であると感じた。今回，鋼橋の製作と設計の実施，ブリッジコンペティションと夢科学探検に参加してみて，構造工学などの授業で学んだ基礎的な技術の必要性を学んだ。一連の作業で様々な問題が生じた場合，話し合いにより解決していくことで自分の未熟な部分や知識の少なさを補うことができた。また，座学では学べないような設計・製作技術や多くの知識を習得することができた。今後は，この学んだ経験を卒業研究や修士での研究あるいは就職等に生かすと共に後輩へと伝えたい。さらに，次の大会では，部門ごとの精度を高くするという目標を持って臨みたいと思う。また，他大学のチームを見て学んだことや自分たちの反省を活かしてよりよい模型を作りたいと思う。