

橋梁工学の魅力をも模型製作で探る

社会環境工学科 4年 太田光
担当教員 葛西昭

1. はじめに

橋梁は、人や物を迅速かつ快適に移動させる社会基盤の一つである。吊り橋や斜張橋といった長大橋からアーチ橋、ラーメン橋、トラス橋などと数多くあり多岐に渡る。私たち熊本大学生が住む熊本にも通潤橋や天草五橋などの数多くの種類の橋梁があり、人や物の交通を手助けするとともに熊本に人を集客する観光物になっている。

橋梁工学を学ぶ者にとって橋梁を知り理解するには実際に現場での教育というものが不可欠である。しかし、現状の教育では実際に現場での教育というものは難しい状況にある。構造力学、構造工学で橋梁を学ぶ機会はそれらが実社会でどのように役立つのか分からない状況にもある。そこで、今回本助成金への申請及び日本鋼橋模型製作コンペティション(Japan Steel Bridge Competition(JSBC))2013という学生がチームとなり橋梁模型の設計、製作と架設を行い、模型を架設、構造、美観、総合の4部門により評価し競い合う大会の開催があったので以下のこと、

- 実際に製作して橋梁を学ぶ
- 問題解決力及び工学的知識の応用力を養う
- ものづくりの真の楽しさを経験する
- 学生の協調性、チームとしての力を育む

これらを目的とした。

Japan Steel Bridge Competitionは2010年より開催されており昨年度で第4回大会を迎えます。今回はこのJSBC2013に学部2、3年生の有志を集めて構造力学メンバーを中心としてチームを作った。

2. チームの編成

4月より勧誘ポスター(図1)を貼り、参加人数を増やし全国大会に向けてチームを結成した。図2に今回のプロジェクトの計画図をのせる。チーム名は、参加することを決めたメンバーの中で話し合い、「進撃の橋人」とし、チームでオリジナルのポロシャツを作り団結力を高めた。



- 橋梁が好き
- ものづくりや設計に興味がある
- 解析してみたい
- 夏休みを有意義なものにしたい
- 研究室の雰囲気味わってみたい
- 他大学の学生と交流したい... etc

この競技大会と一緒に参加しませんか?!

Presented by 熊本大学 構造力学研究室
参加希望者は4月12日(金)5限@A428(1号館4階)に集まってください! 詳細を説明します。
http://www111.kumamoto-u.ac.jp/jsbc/

図1. 勧誘ポスター



図2. 今回のプロジェクトの計画図

3. 模型の設計と製作及び載荷試験

3.1. 模型のデザイン

まず、今回のJSBC2013の大会概要を簡単に述べると

- 模型のスケール スパン 4m, 高さ 0.3m, 幅 0.5m
- 架設人数 最大 6名
- 審査項目 架設時間, たわみ(6.6mmを目標値)
美観, プレゼンテーション, 重量

デザイン案選定シート

3:良い 2:ふつう 1:悪い

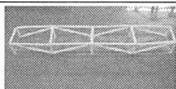
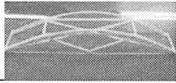
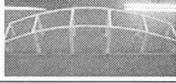
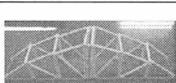
デザイン案	概要	作りやすさ	重さ(部材数)	美観	コンセプトの分かりやすさ	総合
	部材数:48 節点数:20 結節点最大部材数:6					
	部材数:38 節点数:26 結節点最大部材数:5					
	部材数:44 節点数:24 結節点最大部材数:4					
	部材数:60 節点数:24 結節点最大部材数:6					
	部材数:56 節点数:28 結節点最大部材数:5					

図 3. 学生から集めた案

このようになっており、これらのルールをもとに橋梁をデザインしていった。今回の橋梁模型のデザインは学生からアイデアを集めてその中から作りやすさ、重さ(部材数)、美観、コンセプトの分かりやすさを考量して取捨選択した。図3に学生から集めた案の選定シートを示す。選定シートは、実社会では、デザインコンペと呼ばれるもので、最近では、市民参加型のデザインコンペもあると聞く。我々も少しこのあたりを意識して、選定シートを作成し、全員で議論するための材料とした。

3.2. 模型の製作

デザイン、設計が終了した後はものクリ工房の場を借りて橋梁模型の製作に取りかかった。模型の断面は作業をしやすくするために形鋼を使用した。また、プレートの一部加工して利用した。すべての工程を学生自らがものクリ工房の機械をお借りして製作した。穴あけから切断、溶接まで普段の講義では味わえない経験が出来た。図4に学生作業風景を示すこととする。

なお、ものクリ工房を使うにあたっては、まず、安全講習を受け、工具の使い方をしっかりと習い、安全を確認しながら作業を行った。実社会では、毎日、指さし確認で安全点検を行っているらしい。我々も意識を高く持つべきだと考えた。毎日の確認がで

きたかは、やや疑わしく、次年度への反省材料である。



図 4. 作業風景

3.3. 架設作業

模型製作終了後、JSBC の評価項目の1つである架設作業に取り掛かった。架設作業は架設時間とペナルティの数で評価されるので、模型製作後からは架設作業6人というチームで架設時間短縮に努めた。図5はその架設風景である。



図 5. 架設作業

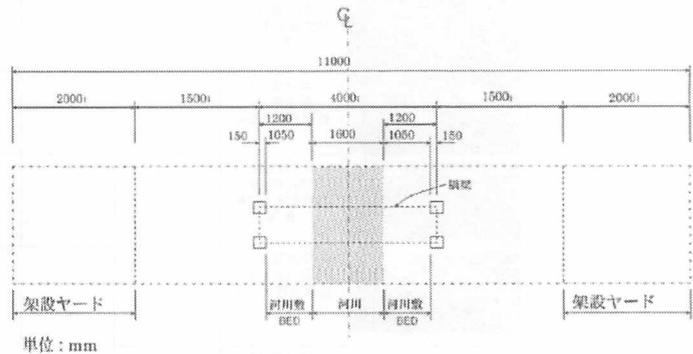


図 6. 架設現場の平面図

ここで、架設作業時のペナルティについて述べると、図5を見ると中央にブルーシートで覆われている部分があるが、ここは模擬的な河川を表しており、この河川の中に入ったり、仮設作業中に工具やボルトなどを落としたりするとペナルティが科せられ架設ポイントから減点される。図6は、その架設現場を示す平面図である。

さて、今回架設練習をやってきた中で熊本県民テレビから取材を受けることがあった。取材では熊本大学の JSBC への意気込みや橋梁のデザイン、実際に架設練習を撮られたりもした。図7に架設リーダー取材時の写真を示す。テレビの取材を受けるのは、初めての体験で有り、このような場にも遭遇できたことは、非常に有り難い経験であった。

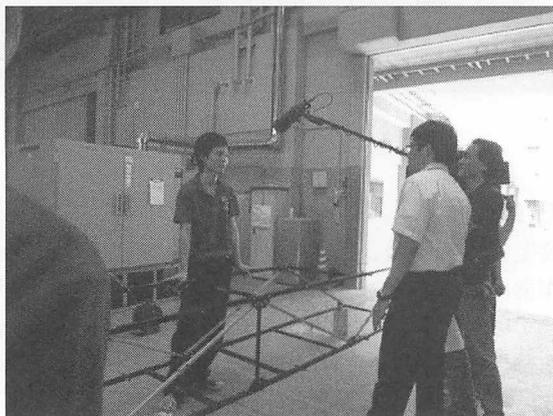


図 7. 取材風景

3.4. 載荷試験

架設作業終了後、完成した橋梁模型を載荷試験が行われる実験棟まで運び、載荷試験を行った。載荷方法は図8に示す。載荷後、橋梁模型がどのくらい

たわんでいるのか計測し、目標値 6.6mm を目指す。目標値から ±1mm 以内に収まれば減点されず、私たちは 7.1mm という結果で、橋梁模型が破断し壊れる大学も多い中、構造部門では高い評価が得られた。

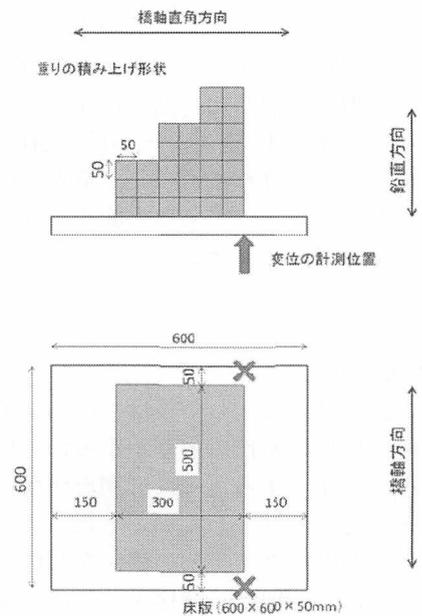


図 8. おもり載荷方法

3.5 プレゼンテーション

プレゼンテーションでは各大学がそれぞれの橋梁模型の構造やデザイン、コンセプトなどを審査員の前でパネルを使い発表した。図9に使用したパネルと橋梁模型の解析結果を載せる。

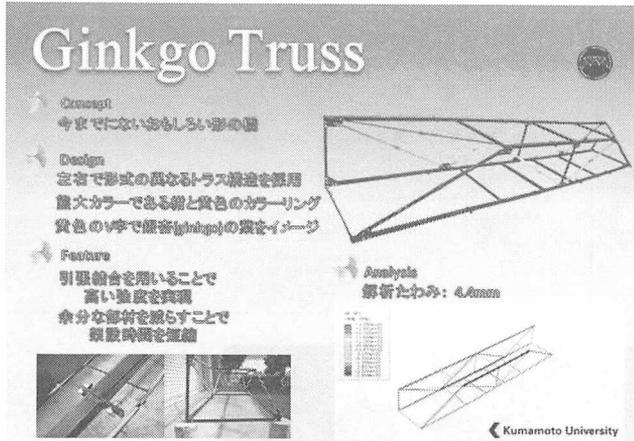


図9 プレゼンテーション用パネル

ちなみに、私たちの橋梁模型は Ginkgo Truss といって、Ginkgo は日本語で銀杏という意味で熊本大学の校章にも入っている銀杏をイメージして作成しました。コンセプトは今までにない面白い形の橋で、デザインは左右で異なるトラス構造を採用しており、熊大カラーである紺と黄色でカラーリングした。特徴としては引張結合を用いることで高い強度を実現した。また、余分な部材を減らすことで架設時間を短縮できるようにした。

4. ブリッジコンペティション参加の意義

Japan Steel Bridge Competition では学生が設計から製作、架設までを行いものづくりの真の楽しさを体験するとともに、工学的な知識、問題解決力を学ぶ最高の場であった。学生同士がチームで動くことにより協調性、コミュニケーション力が養えるなど学生として学ぶものが多かった。また、JSBC では総勢 150 名、19 チームの大学、高専が全国から参加していたのでお互いの大学の橋梁模型の強み、意気込みなどを語り合い学生同士が交流できる良い機会であった。

以下に他大学の印象に残った作品をいくつか載せる事とする(図 11)。

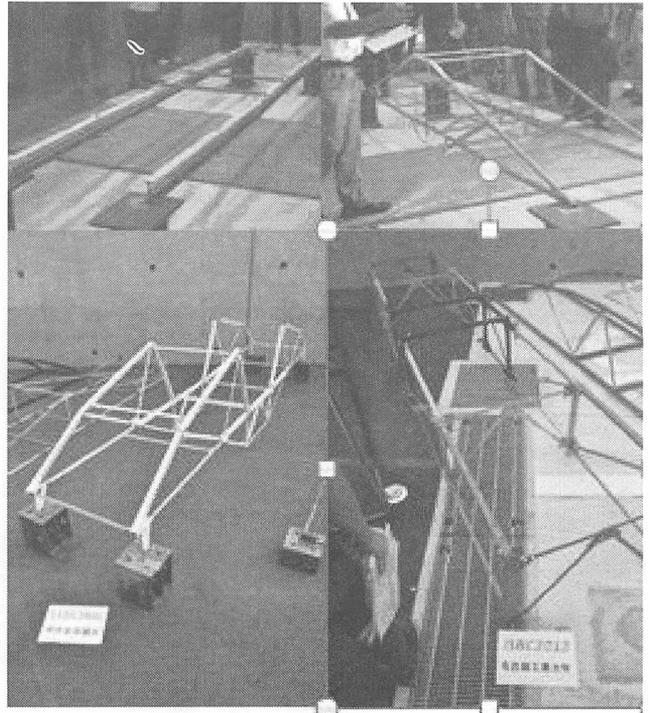


図 11. 他大学の作品



名古屋工業大学	愛知工業大学
長岡高専	摂南大学
熊本大学	東京工業大学
熊本高専	名古屋大学
名城大学	鳥取大学
横浜国立大学	関東学院大学
富岡工業大学	広島大学
大阪市立大学	岐阜大学
岩手大学	京都大学
東京都市大学	京都市立大学

図 10. 全チーム集合写真

5. 大会結果



図 12. 賞状と橋梁模型、集合写真

大会結果は架設部門、構造部門、美観部門、総合部門で表彰されるのだが、今回私たちの橋梁模型は構造部門で2位、総合部門で3位と JSBC2012 の結果を大きく上回った。今回、賞が取れた要因は多々あるが、やはり一番大きかった因子はチームとしての力であった。去年度までは、学部3年以上の学生しか参加していなかったが、今年度は学部3年に加え、学部2年が2人も参加してくれた。多くの学年から参加すればその分多くの良い案、良いデザインが決まるということである。また、去年度、賞が取れなかったこともあり、よりチームが一丸となり1つの目標に向かって1人1人が一生懸命努力したことが今回入賞できた結果である。そして、構造部門2位、総合部門3位という結果は熊本日日新聞に取り上げられた。(図 13)以下に JSBC2013 の賞状と橋梁模型と熊本大学チームの集合写真を載せる。

6. 工学部夢科学探検への参加

工学部夢科学探検に来場された方に橋梁について興味を持ってもらうために、橋梁模型を再度、架設し、見学してもらった。実際に橋梁に乗ってもらい、記念写真を撮ってプレゼントした。来場された方には子供連れの方が多く、多くの子供たちに橋梁に親しんでもらった。また、熊本大学OBの方も何人か来

図 13. 熊本日日新聞記事

場しており、学生時代の思い出を思い出すことができたのではなかろうか。図 14 に、夢科学探検の時の写真を載せる。

夢科学探検では、多くの子供達が来場する。この子供達に橋のことをちょっとでも分かってもらい、ゆくゆくは熊本大学に入学してもらうには、おもしろい企画を立てる必要があります、まだまだ反省点がいっぱいである。来年度は、ここにも力を注ぎ込みたい。



図 14. 夢科学探検来場者

7. 今後の大会に向けて

今後の計画としましては、JSBC2013 で製作した模型を再検討し、反省する必要があります。また他大学との交流から様々なことを学べたので来年度の橋梁模型に活かすとともに、今年度の強みを取り入れながら来年度はさらに順位を上げ、優勝できるよう頑張っていきたい。

8. プロジェクトの達成度評価

今回のプロジェクトは「学生が実際に設計、数値解析、製作及び架設を行い、橋梁の現場で実施されていることの模擬的なことを経験する。実社会になるべく即した行為を通じて、ものづくりの必要性や真の楽しさを学ぶ、また JSBC に参加して他大学の学生と競い合うことで、より高いものづくり精神を磨きチーム

丸となって目標を達成する」ということだった。今回、私たちは、一人ひとりがチームとしての役割を確認し、自分の役割をこなし、お互いにサポートしました。さらに、実際に橋梁を作る過程の模擬的なものだったのでものづくりの必要性や真の楽しさを感じ一人ひとりが自分を高めることが出来た。

9. まとめ

今回、学生が設計から数値解析、製作及び架設を学生自身が行い、学生自らの自由な発想によって橋梁模型を造った。橋梁は人を橋の向こうまで渡すことを目的としており、安全性、デザイン性、持続可能性などを含む地域住民が長い間、安全で快適に渡ることができ、かつ利用率が高い橋梁にすることを念頭におき、橋梁模型を作製した。そして、学生の成長できる場として Japan Steel Bridge Competition2013 に参加し問題解決力及び工学的知識の応用力を養えた、また、設計から架設まで学生自らが行ったので、完成した後の達成感、ものづくりの真の楽しさを経験できた。JSBC ではチームとして大会に望んだので学生の協調性、チームとしての力を養うことができた。さらに JSBC では他大学、高専から多くの学生が参加していたのでお互いに橋梁に関しての知識を共有したり強みなどを語り合ったりできた。

