平成 19 年度　構造力学実験

実験 A　Tokyo Tech Steel Bridge Competition 2008

A-1　材料試験

A-2　構造デザイン・設計

A-3　製作

A-4　Steel Bridge Competition

学籍番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

平成 19 年度　構造力学実験予定表

日付	１班	２班	３班	４班	５班	６班
10/4	ガイダンス					
10/11	水	A2	A1	A2	A2	A2
10/18	水	水	B1	B1	A1	A1
10/25	水	水	水	A1	B1	B1
11/1	A1	水	水	水	A3	水
11/8	A2	A1	水	水	水	水
11/15	B1	B1	A2	水	水	水
11/29	水	B2	B2	B2	水	水
12/6	水	A3	水	A3	A3	水
12/13	水	水	水	A3	水	水
12/20	ペットボトルコンテスト					
1/10	A3	水	水	水	水	A3
1/17	A3	水	A3	水	水	A3
1/24	B2	A3	A3	水	B2	B2
2/?	Steel Bridge Competition					

凡例	A1	引張試験
	A2	構造デザイン･設計
	A3	製作
	A4	Bridge Competition
	B1	座屈(川島先生)
	B2	振動(川島先生)

2007 年 10 月 18 日(木) 6 班間違集成

目的

構造物に用いられる主たる材料のひとつである，鋼材の材料特性を理解した上で，実際に，鋼橋モデルを対象に，構造デザイン・設計，製作，架設，供用に至る過程をすべて経験することにより，橋梁に関する理解を深める．構造デザイン・設計に際しては，橋梁に要求される性能や設計条件のもと，重量・最大寸法等の制約基準を考慮して，材料，構造，橋梁に関する知識を活用し，よりよい構造とはどういうものかについて議論する．

１．実験手順

本実験は，以下のような 5 つの段階で構成されている．

Ⅰ　材料試験

Ⅱ　構造デザイン

Ⅲ　設計

Ⅳ　製作

Ⅴ　Steel Bridge Competition（プレゼンテーションを含む）

以下，各段階における手順を述べる．**なお，本実験では，Ⅰ　材料試験のみ，前・後試問を実施する．**

Ⅰ　材料試験

構造物を設計する際には，使用する材料の機械的性質などの特性を理解しておくことが不可欠である．本実験では，鋼材の引張試験を行い，ヤング率，ポアソン比，応力―ひずみ関係などの重要な材料特性を把握することを目的とする．実験手順，内容などについては，**資料-1** に示すとおりであり，事前に精読のこと．実験で得られたデータは，**各人が個別に**処理，整理をし，**資料-1** に示す報告事項を，個別にレポートとして提出する．提出期限は，3．に示すように実験日の 1 週間後とする．

Ⅱ　構造デザイン

構造デザイン」については，**各人が個別に**行う．与えられた立地条件やスパンなどの諸条件に対し，形状や景観性を考慮して，適切な橋梁形式を選択し，パースあるいは 3 次元描画ソフトを用いて**橋梁を表現する．**構造デザインにあたっては，事前に各班で橋梁の構造形式等について各種文献をもとに調査しておくこと．

各人が行った構造デザインを持ち寄り，製作方法，製作時間等を考慮して，最終的に製作する橋梁を決定する．その際には，素早く製作可能か，確実に架設可能かの確認が重要である．特に，コンテストの評価方法については理解しておくこと．

提出物は，描画した絵を印刷し，適当な大きさに切り，A3 の画用紙に貼りつけたものと

する（**資料-2** 参照のこと）．その用途から提出期限は構造デザイン・設計の開始前とする．

Ⅲ 設計

Ⅱの構造デザインにて決定した橋梁に対して，断面力分布等を作成し，必要な断面諸元(断面積や，断面 2 次モーメント)の計算を行う．照査には，講義「鋼構造物の設計」の内容が直接的に関係しているため，講義内容をよく整理し，理解しておくこと．

実際に与えられた設計条件および重量やデザイン等の評価基準と，**資料-2** に示す使用可能な材料，設計条件等を考慮して断面を設計する．その断面に対して，断面計算，継手設計，座屈等の照査を行い，断面を決定する．そして，設計条件，断面力分布，設計図面，材料表をまとめ，設計計算書を作成する．

提出物は，設計計算書とする．提出期限は 1 週間後とする．設計計算書の提出が無い場合，材料を手配できないため，製作に遅れが発生することになる．

提出後，各班での議論の結果，万一，部材の数などに変更が生じた場合は，設計計算を再度行い，要求性能を満足するかどうかを確認すること．その後更新した設計計算書を持参して変更の依頼をすること．二度手間にならないように，製作可能，架設可能かどうかを想定しつつ，構造デザイン，設計を行うことが望ましい．設計が不適切なために製作に多大な時間を要し，他の授業に影響するケースが多く見られる．設計段階から，製作がスムーズに行えるように心がけること．

Ⅳ　製作

各班で１つの橋梁を製作する．設計で決定した部材長や接合方法に従い，材料を切断，研磨，穴あけ等することにより加工し，橋梁の部材を製作する．製作は，工具等の制約上，2 班ずつ行うこととする．製作にあたっては，**資料-4** のような工具を用意するが，数に限りがあり，時間も限られていることから，効率的に作業を行わなければ，完成にたどり着けない恐れがある．そのため，事前に作業の効率性を考慮して，設計図面を参考に切断位置あるいは穴あけ位置をペン入れする，作業の分担を決めて各人が仕事を熟知しておく等の工夫をしておくこと．製作の開始時には，安全と工具等の使用方法に関するガイダンスを実施する．このガイダンスに出席していない場合，作業は許可しない．

Ⅴ　Steel Bridge Competition

Steel Bridge Competition では，架設時間計測，重量測定のほか，載荷試験を実施し，変位計によりたわみを計測する．また，デザインについても評価する．全ての計測終了後，プレゼンテーションを各班実施し，全ての結果を踏まえて，評価カテゴリーごとに順位を発表する．（**資料-5**）

プレゼンテーションの内容は，コンセプト，構造形式選定理由，設計詳細，その他の留意点等であり，10 分程度の内容で事前に作成しておくものとする．PowerPoint で作成し，

USB メモリや CD に保存し持参すること．最終順位は，総合的な性能点（Best Overall）に，デザインおよびプレゼンテーションの点を加えて 100 点満点で算定し決定する．

なお，Steel Bridge Competition では，プレゼンテーション用 Powerpoint ファイルに，競技結果や感想を追加し再修正したものを提出物とする．提出期限は，3. を参照．

２．提出物

実験 A Tokyo Tech Steel Bridge Competition 2005 における提出物をまとめると以下のようになる．ただし，A-2 と A-3 は同日に実施するので，注意すること．

A-1： 実験レポート（各個人）　　提出期限：実験日の 1 週間後

A-2： パースあるいは 3 次元描画による構造デザイン（各個人）
提出期限：A-2 の受講日講義開始時

A-2： 設計計算書（各グループ）　　提出期限：A-2 の受講日の翌週

A-3： 橋梁　　提出期限：Competition 当日

A-4： プレゼンテーション用 PowerPoint ファイル
提出期限：A-4（Competition）開催後の翌水曜

4. 参考資料

資料-1　引張試験
資料-3　構造デザイン
資料-2　設計
資料-4　製作
資料-5　Steel bridge competition in Tokyo Tech

【参考文献例】

1)　日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編，1996.
2)　日本規格協会：JIS ハンドブック鉄鋼，1988.
3)　三木千壽：鋼構造，共立出版，2000.
4)　中井博，北田俊行：例題で学ぶ橋梁工学，共立出版，1997.
5)　橋善雄著，中井博，北田俊行改訂：橋梁工学，第 5 版，共立出版，2000.
6)　藤井大地：パソコンで解く構造デザイン，丸善，2002.

LMS(講義支援システムについて)

ブリッジコンテストに関する情報(説明スライドの PDF など)は東京工業大学の講義支援システムにて公開している．Tokyo Tech Portal (http://portal.titech.ac.jp/)から利用可能．授業登録に必要なコードは「AK2E!7H$$$$$$」(2006 年 10 月末まで有効)．使用法等の詳細については，ログイン後右上の？マークもしくは http://www.e-learning.titech.ac.jp/lms.html を参照．

資料-1（材料試験）

１．目的

鋼材の引張試験を行いその機械的性質について理解する．

２．予習

添付の資料を読み，予習チェック項目を利用して実験の意義，内容をよく理解しておくこと．

３．実験手順

JIS１A 号試験片を用いて引張試験を行い，鋼材の機械的性質を調べる．

準備：

① 試験片を引張試験機に取り付ける際，試験片のどちらの側を上（下），表（裏）とするか決定し，試験終了後にも分かるよう記録しておく．

② ひずみゲージ貼付位置をディスクグラインダで研磨して黒皮を除去し，150 番から 240 番の紙ヤスリで方向性が無いように研磨して仕上げを行う．ゲージは試験体両面に貼付する．位置は図 1 に示す通り．

③ 標点間(200mm)を 20 等分し，10mm 間隔でポンチを打つ．（片面のみ，図 1 参照）

④ 試験片寸法（板厚，板幅）およびポンチの間隔をノギスで測定する．測定は途中で交代せず，同じ人間が担当する(個人誤差があるため)．また，試験体寸法の測定は三箇所の断面で行いその平均値を用いる．

⑤ ゲージ貼り付け位置にけがき針で十字のけがき線を入れ，ヤスリで軽く磨いてバリを取る．ゲージ貼り付け部の汚れ(油分等)はアセトンでふき取る．

⑥ けがき線にあわせ，専用の接着剤でひずみゲージを貼り付ける．

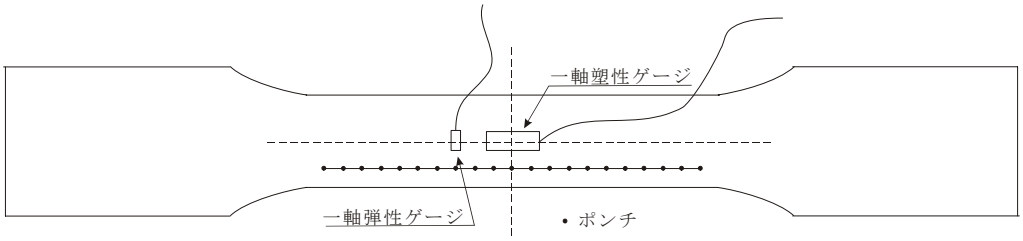


図１：JIS1A号試験片

載荷：

① 試験片を試験機に取り付け，ひずみゲージのリード線をデータロガーに結線する．

② 引張載荷する．その際，所定の荷重ごとにひずみを測定する．

③ ひずみがおよそ 10000 μ に達した後一旦除荷し，その際の荷重とひずみの関係

を記録する．

④　再び載荷を行い，試験片が破断するまで続行する．この間もひずみの測定は行う．

⑤　破断後は試験片を試験機から取り外し，破断部の面積おおよび標点間距離を測定する．（測定は準備④と同じ人が担当する）

※　試験中は，試験片の状況をよく観察すること．

４．報告事項および問題（レポートの書き方）

１．次項の書式に従いデータシートを作成せよ．

２．本試験に用いた鋼材の種類を推定せよ．

３．破断に至るまでの公称応力－公称ひずみ，真応力－真ひずみ関係のグラフを作成せよ．

４．弾性域と除荷域の真応力－真ひずみ関係を比較せよ．（ヤング率，ポアソン比）

５．弾性ひずみと塑性ひずみのポアソン比を比較せよ．

６．体積を一定とした場合のポアソン比を求め，５．で求めたそれらと比較，考察せよ．

７．加工硬化指数を求めよ．

８．破断後の試験片のひずみ分布をポンチの間隔から求め図示せよ．

９．加工硬化指数と一様伸びの関係について考察せよ．

１０．感想

５．データシート

引張試験	
試験日　　年　　月　　日	
試験片の種類：　JIS１A 号試験片	標点間距離：　　mm
試験片の断面寸法	幅　　mm　　板厚　　mm
試験片の原断面積	mm^2
破断位置	
破断部の断面積	
伸び	%
しぼり	%
上降伏点	MPa
下降伏点	MPa
引張強さ	MPa
真の破断強さ	MPa

６．予習チェック項目

1. 鋼材の機械的性質を列挙し，それらの意味を説明せよ．
2. SS400，SS490，SS540 材を用いたとき，予想される降伏荷重および最大荷重（トン）を計算せよ．ただし，試験体平行部の断面は 12mm×40mm とする．
3. 軟鋼の公称応力―公称ひずみ関係を図示せよ．ただし，降伏応力や降伏ひずみ等の特徴的な点に関してはスケールが分かるよう適宜数値を記すこと．
4. 軟鋼の引張試験を行うと，大きな塑性変形を伴う領域では荷重が減少しているにもかかわらず，ひずみが増加する現象が見られる．この理由について説明せよ．
5. 引張試験体のうち，最終的には破断する位置を a，破断しないがくびれが生じる部位を b，それ以外のくびれを生じない位置を c とする．実験手順にあるように，載荷→除荷→載荷→破断の順に引張試験を進めると，これら 3 点は応力－ひずみ曲線上でどのような履歴をたどるか.
6. JIS１A 号試験片は図１に示したように，つかみ部の幅が平行部より広く，それらは適当な大きさの R をつけた肩部を介して結ばれている．引張試験片にはなぜこのような形状のものが用いられるか答えよ．
7. 鋼材の建設材料としての利点，欠点をコンクリートとの比較の上で述べよ．
8. 鋼構造物あるいは構造部材の破壊の様式にはどのようなものがあるか列挙し，それらについて説明せよ．

７．参考資料

①‘テキストシリーズ　土木工学１０　鋼構造’，三木千壽著，共立出版，第 3 章鋼材の力学的性質（pp27-38）

②JIS　Z2201　金属材料引張試験片（抜粋）

③JIS　Z2241　金属材料引張試験方法

④JIS　Z3101,Z3106（抜粋）

資料-2　(構造デザイン**)**

パースあるいは 3 次元グラフィックソフトを用いた橋梁デザインの３次元的な描画を課題とする．景観だけでなく，力学的に理にかなったデザインとすること．

提出期限・提出物

○提出期限は A-2 受講日講義開始時とする．

○提出物は，描画した絵を印刷し，適当な大きさに切り，A3 の画用紙に貼りつける．

画用紙にはタイトルおよび氏名を明記すること．但し，これらのレイアウトは自由．なお，3 次元グラフィックソフトを用いた場合は，提出物はレンダリングしたものを必ず１枚はつけることとし，ワイヤーフレームだけでは提出しないこと．レンダリングしたものとワイヤーフレームのものを両方提出してもよい．また提出物には２枚以上の絵を貼りつけても構わないが煩雑とならないように注意すること．わかりやすくスタイリッシュであることが望ましい．

レイアウト例

ベイサイドブリッジ

班

学籍番号

氏名

作図条件

① 使用する 3 次元グラフィックソフト：各自が利用しているもの等，何を用いても構わない．

代表的なソフト　：　MiniCAD (VectorWorks)
FormZ
Shade
3ds max
metalight
Metasequoia（フリーソフト）等

② 背景のデザインは自由であるが，河川環境を基本とする．

③ 着色も各自の感覚で自由に行うこと．

資料-3（設計）

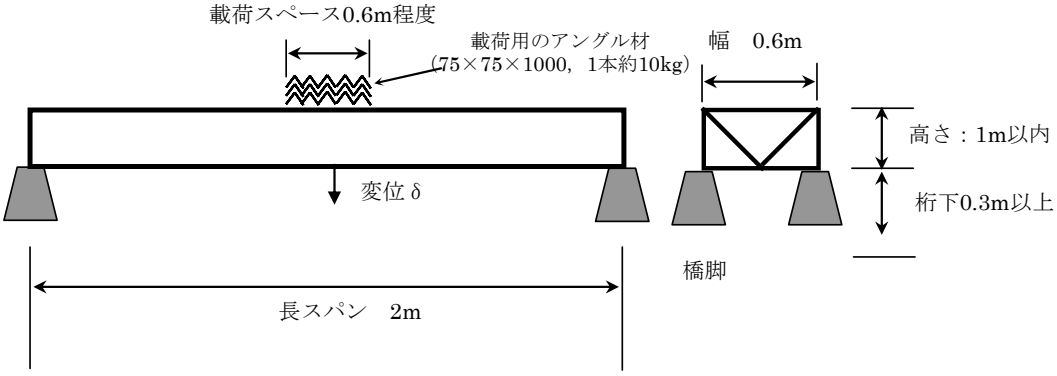
１．設計条件

A)　構造形式

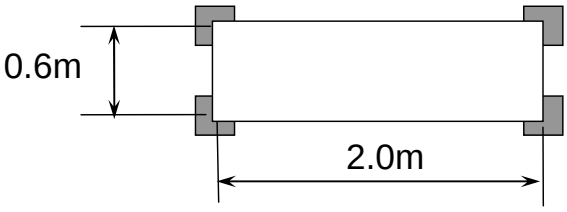
橋梁の形式については，基本的に自由であるが，橋脚は台を用意するので，その橋脚に乗せる形式とする．当然，使用できる材料(資料-6 参照)の範囲で製作可能なものでなければならない．なお，載荷スペースを十分に考慮すること．

スパン等は以下のように定める．

- スパン(川幅)　2m
- 幅　0.6m
- 桁下 0.3m
- 載荷スペース　長スパン中央付近 0.6m 程度
- 高さ　1m 以内
- 鋼重　50kg 以下



立面図　　断面図



平面図

B)　使用材料

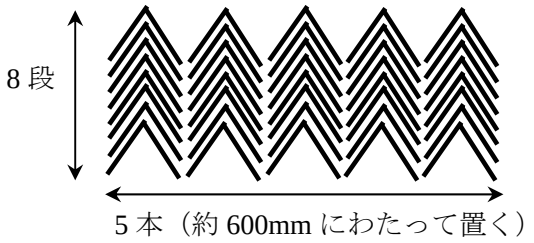
基本的に，材料は，穴開きのアングル材，軽量型鋼と鋼板など，全て鋼材とする．使用可能な材料は**材料表(資料-6)**に示すものとする．なお，設計に用いるヤング率はE=200GPa とし，鋼種は SS400 とする．

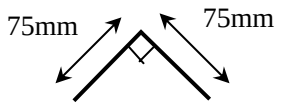
なお，形鋼として，丸鋼の使用を検討している場合，溶接上の問題があるので，あらかじめ相談すること．

C)　設計荷重および許容最大たわみ量

設計荷重は，載荷用のアングル材を以下のように 40 本積載した約 400kgf（3920N）とし，その際の長スパン中央変位δ（上図参照）がスパン L の 500 分の 1 以下，すなわち，2000mm/500=4mm 以下になるように設計すること．

また，安全のために，部材の応力度が SS400 の許容応力度(引張部材で 140MPa)以下であることについても照査しておくこと．特に圧縮力が作用する部材では座屈により極端に応力度が低下する危険があるので十分な注意を払うこと．(座屈の照査については，道路橋示方書の圧縮部材の照査の項を参照)．なお，接合部に使用するボルトについても，照査しておくこと．





載荷用のアングル材

（75×75×1000，1 本約 10kg）

D)　架設

構造形式や外見がどれほどよく，耐力が高くとも，架設出来ない橋梁は無意味である．また，架設が困難であると，架設に時間がかかり，結果としてトータルのコストに悪影響を与える結果となる．したがって，容易に架設が可能かどうかに注意すること．

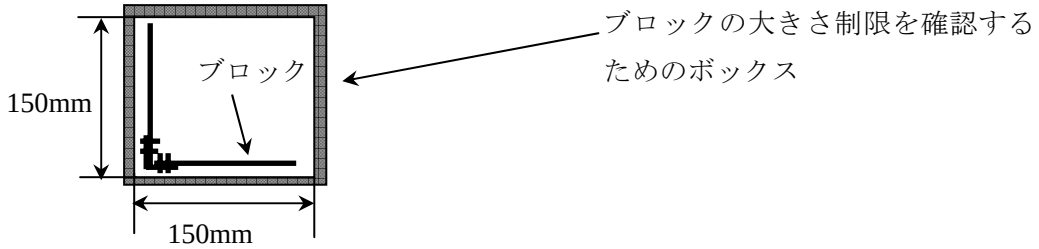
なお Bridge Competition においては，ボルトで接合された部材は，2 名以上で運搬すること．(昨年からルール変更)

２．設計手順

A)　断面算定・部材長決定

橋梁形式を決定した後，設計荷重等から断面力を算出し，許容応力度以下かつ許容最大たわみ量以下になるように，部材断面を決定する．断面決定方法は，構造力学等の知識を活用して，班員全員で検討すること．なるべく実験の時間より先に相談しておくほうが望ましい．

また，実橋では，輸送できる大きさ・重さに制限がある．本実験では，輸送を想定して，1 部材は 150mm×150mm×800mm のボックスに入る大きさまでとする．また，各部材が 5kg 以下という重さの制限を設ける．



B)　座屈照査

断面算定後，その断面や構造で座屈が生じないかどうかを照査する．もしも，座屈の危険性がある場合には，補強部材を増設する，場合によっては，断面算定をやりなおす等の対処が必要である．座屈照査方法についても，各班で調査すること．

参考文献：

日本道路協会：「道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編」

三木千壽：「鋼構造」の 7 章柱部材の弾性座屈

C)　継手

継手部は基本的に，現場継手はボルト接合，その他はすべて溶接接合とする．現場継手以外をボルト接合としたい場合には，事前に相談すること．継手部の構造はたわみ量などにかなり大きい影響を与える為，十分な検討と工夫が必要となるためである．また，現場継手と区別するため，現場継手以外のボルト・ナットは色を塗っておくこと．

３．評価基準

Steel Bridge Competition での評価基準（カテゴリー）は，以下のような 7 つであり，それぞれ採点し，順位付をする．評価基準は設計の段階から知っておくべきであると考えここに示しておく．

A)　建設速度 Construction Speed

このカテゴリーでは，最も短い時間で橋梁を建設した班が優勝である．時間のみが判断基準である．

B)　軽さ Lightness

このカテゴリーでは，最も軽い橋梁を製作した班が優勝である．重さのみが判断基準となる．

C)　剛性 Stiffness

設計荷重載荷時に，最も小さいスパン中央変位を示した橋梁を製作した班が優勝となる．スパン中央では，幅の両端で箇所のたわみを測定し，そのうち，最も大きい値を示したたわみを判断基準とする．

D)　建設費用 Construction Economy

このカテゴリーでは，以下のように計算される建設費用（Ｃｃ）が最も小さくなった班が優勝である．

Cc[千円]＝建設時間（min）×建設に参加した人数（人）×5000（千円/人/min）
+ 3000 (千円) × バージの数

建設に参加した人数とは，建設時間を計測している間に，建設現場領域に入っていた全ての人の数.

E)　構造効率性 Structural Efficiency

このカテゴリーでは，以下のように計算される構造コスト（Cs）が最も小さくなった班が優勝である．

Cs[千円]＝W (kg) × 600 (千円/kg) + 2500 (千円/mm) × δ (mm)

ここで，W=総重量 (kg)と 15[kg]の大きい方の数値

δ=最大たわみ量(mm)

F)　総合コストパフォーマンス Overall Cost Performance

総合コストパフォーマンス Co は，建設費用 Cc と構造コスト Cs との和（Ｃｃ＋Ｃｓ）で評価し，その値が最小であった班を優勝とする．

G)　デザインおよびプレゼンテーション Design & Presentation

構造的なデザインやコンセプトについて，採点者（担当研究室の任意参加者）が 20 点満点で採点し，その合計 S が最も大きかった班を優勝とする．

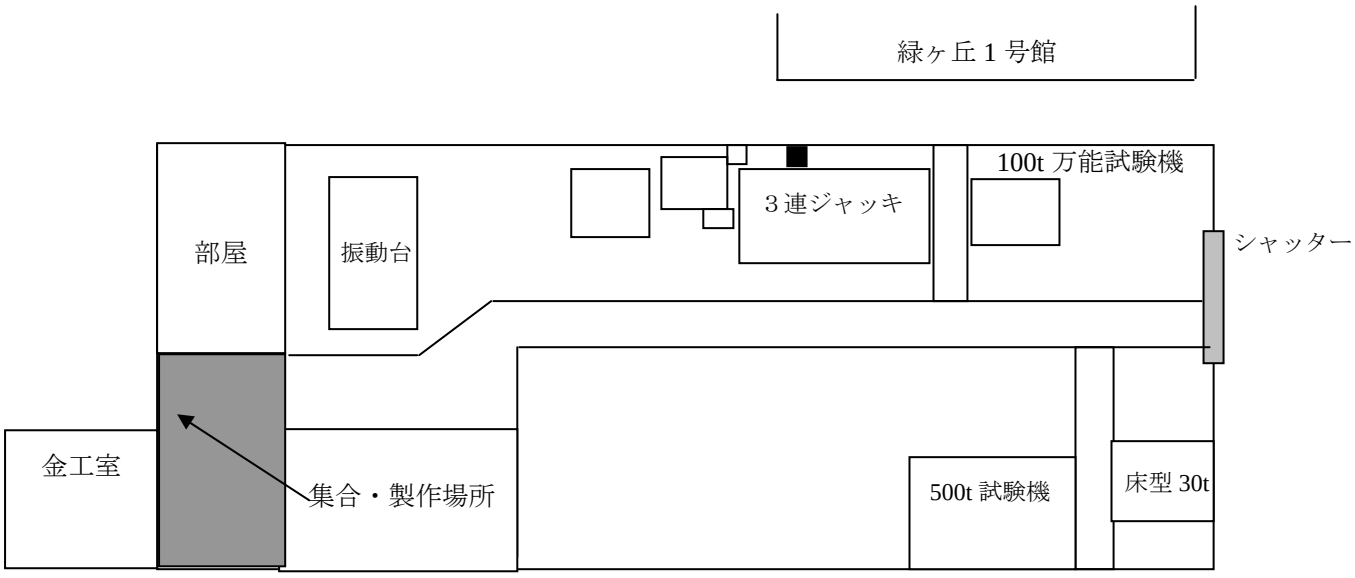
最後に，以下のようにカテゴリーF（総合的なコストパフォーマンス）とカテゴリーG（デザインおよびプレゼンテーション）の結果をもとに総合点を算出し，総合優勝を決める．

カテゴリーF	（60 点）	（最小班の Co）/（各班の Co）×60
カテゴリーG	（40 点）	（各班の S）/（最大班の S）×40
総合点	（100 点）	上記の 2 つの点数の合計

資料-4（製作）

１．集合・製作場所

随時，そのときの実験室の状況により，多少の変更を伴う可能性があるが，基本的に，緑ヶ丘 2 号館（実験工場）の金工室付近で集合し，製作を行う．



２．使用できる工具等

A. 切断

コンターマシン，高速カッター，帯鋸盤

コンターマシン

高速カッター

B. 研削，表面処理

研磨盤，ディスクグラインダ，ハンドグラインダ（ペン型），サンドペーパー

C. 穴あけ

ボール盤（次ページ写真右）

研磨盤

ボール盤

D. ボルトなど継手部

ドライバー，六角レンチなど

E. 溶接

溶接用具一式

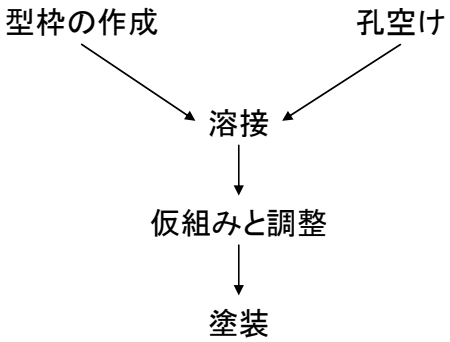
(溶接機，溶接棒，面，エプロン，防護柵，スラグ除去用ハンマとブラシ)

F. その他

ハンマ，鋸，けがき針など

3. 製作のフロー

製作の基本的な流れは，以下の様になる．ただし，型枠と孔空け，溶接は実際には並行作業となるはずである．



３．注意事項

１．最初の作業時に，工具の使用方法についてのガイダンスを実施する．最初の作業時は全員が参加すること．ガイダンスを受けるまでは作業禁止．

２．製作においては，危険な工具を使うことがあるため，インストラクターの指示に従い，安全には十分に注意すること．特に溶接は，安全教育受講者(田辺)の立ち合いの元でのみ作業を許可する．

３．工具等には数に限りがある為，メインで作業できる班は同時に 2 班となる．一緒に作業を行っている班と協力して，効率的に作業できるように心がけること．放課後に作業する場合の作業時間は予約制とする．予約は同時には 1 つまでとし，作業終了時に次回の予約を受け付ける．

４．手袋（軍手）と革手袋は用途に応じて使い分けること．

手袋（軍手）：運搬

皮手袋：回転系機械（コンターマシン，カッター，グラインダーなど），溶接

※ 回転系機械に軍手が巻き込まれ，手がズタボロになる危険があるため．

５．服装には十分に注意すること．サンダル等での作業は許可せず，欠席として扱う．毛のセータや化繊のフリース等は切断や溶接時の火花で炎上する危険があるため着用しないこと．なるべく厚手の綿の服(作業着が理想)を着用するように．

６．ゴーグルの着用

コンターマシンやグラインダー等による機械加工を行う際には、必ずゴーグルを着用し，飛散する金属破片等から眼を保護する．

７．機材使用時の注意

前節に挙げたもの以外の工具を使用したい場合は，理由を説明し許可を得て使用すること．

８．溶接時のアーク光の防御について

溶接時には極めて強い光が発生する．この光を注視すると，視力の低下・失明の危険がある．したがって，溶接作業時は防護面を使用するほか，周囲を考慮して防護用のカーテンで囲った作業区域を作成し，そこで作業すること．

９．溶接時のスパッタ付着防止について

溶接作業は主に金工室で実施するが，このとき，スパッタが工作機械に付着することない様に，耐溶接のシートで工作機械を防護すること．

資料-5（Steel Bridge Competition）

１．実施場所

A.　架設，重量計測，載荷試験　：

緑ヶ丘 1 号館前広場を予定．後日掲示する．

B.　プレゼンテーション　：

製図室

２．コンテスト当日の流れ

1)　部材のレギュレーションチェック
2)　建設速度の計測
3)　重量の計測
4)　デザインの採点
5)　載荷試験
6)　プレゼンテーション
7)　結果発表

３．架設環境条件

河川環境を架設現場として想定する．川と河川敷があり，橋梁はそれを越える形で架設される．架設現場として空間的に確保されているのは，図-1 のように細長い空間であり，その空間内ですべての作業を行わなければならない．

【架設における注意事項】

1)　架設に際しては，参加者全員がヘルメットと防護用のゴーグルを着用すること．
2)　架設中は，橋梁に寄掛ったり，他の参加者に支えてもらったりして，バランスを取ることはしてはならない．
3)　架設に際して，作業者は川および河川敷には侵入できない．ただし，川・河川敷に進入すると，建設時間にペナルティを付加する．
4)　作業者から最大 2 名までバージとなることができる．バージは河の中を移動できるが，陸や河川敷に入るとペナルティとなる．またバージとなることにより追加のコストが発生する．
5)　架設中, 建設者は, 川をジャンプ等の如何なる方法によっても横断してはならない．
6)　部材を接合して運ぶ場合は，2 名以上で運ばなければならない．
7)　開始前に予め部材を接触させておいてはならない．
8)　物を投げてはならない．

４．載荷手順とたわみ測定位置

載荷試験は，荷重として用いるアングル材を数本ずつ載せていき，随時変位計による数値で状況を監視しながら慎重に進める．変位計は，長スパンの中央位置に，**図-2** のように 2 点で配置し，鉛直方向のたわみとねじれの状況を把握する．400kg 載荷することを目標とするが，著しい変位が生じた場合など，状況に応じて中断する場合がある．400kg の時点で，たわみ量を計測し，結果とする．ただし，たわみ量の増大が激しく，危険と判断される場合は載荷を中止し，失格とする．

５．プレゼンテーション

前述のように，プレゼンテーションは，各班 10 分とし，PowerPoint によりプロジェクターを用いて行う．PowerPoint ファイルは事前に作成しておくこと．内容は，デザインコンセプト，工夫した点などである．実験結果を踏まえた感想（予想通りだったか，よりよい構造とする為にはどのような点に注意すべきかなど）を適宜加えてもよい．そのため，当日の編集を許可する．当日の〆切は載荷試験終了後に通達する(基本的にプレゼンテーション開始まで).

６．その他，注意事項

1) 架設や載荷試験は危険を伴う為，インストラクターの指示に従って，十分注意して行動すること．
2) コンテストが効率的に進行するように，積極的に参加・協力すること．

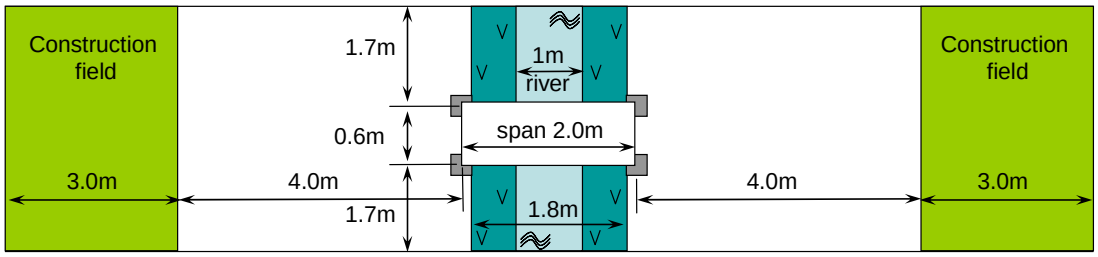


図-1 架設現場

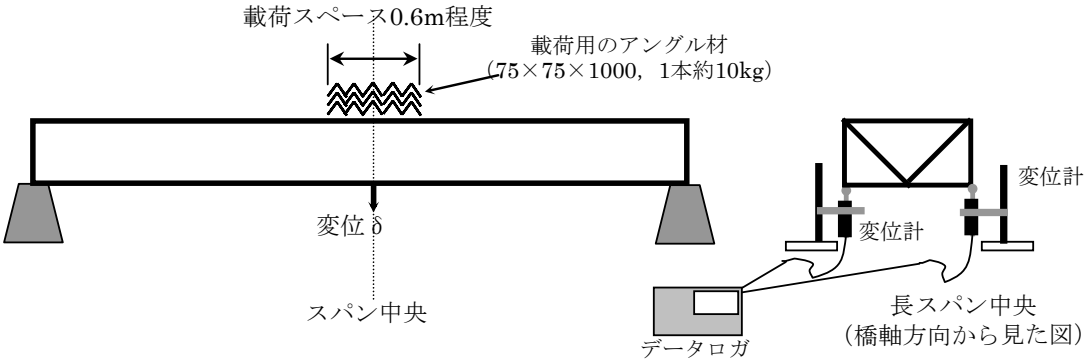


図-2 変位計測状況

架設時のルールについての Q&A

Q：製作の際のペナルティは？
A：下記のリストに従い，架設時間が追加になります.

違反行為　　ペナルティ
橋が自立していないのに手を離した(転倒した)　　60 秒
部材，ツール，ナット，ボルトを投げる　　60 秒
船役(バージ)以外の人が川や河川敷に触れる　　30 秒
船役(バージ)の人がバンク，陸や河川敷に触れる　　30 秒
部材がステージングヤード外の地面や川に触れる　　20 秒
ツール，ボルト，ナット，ワッシャ，ヘルメット等が
ステージングヤード外の地面や川に触れる　10 秒
　　ただし，1 回のエラーごとに最大で 60 秒とする
建設現場の境界線を越える　　10 秒
(外から中に入った場合はその人も作業者としてカウントされる)
架設終了後の手直し　　手直しの作業時間分※

※製作に 10 分かかり手直しに 10 秒かけた場合は，10 分+(10 秒×2)=10 分 20 秒となる

Q：橋によりかかって(体重をかけて)もよいか？
A：片膝あるいは両膝ついているか，立っていて，つま先もかかとも付いているなら寄りかかってもよい．但し，橋は自立していること.

Q：部材を足で踏んで安定させて良いか？
A：だめです．手で支えてください.

Q：コンストラクションエリアであらかじめ組合せておいて，ボルトを締めるだけにしておいてよいか？
A：だめです．開始前は部材同士が接触しないようにしてください.

Q：組み立ての精度を出すために添接部材を溶接ではなく，ボルトで接合したい
A：明確な理由がある場合は許可します．ただし，溶接の代替であるので，架設時に締め直す等の処理は禁止です．また，どちらが架設時に締めたボルトか分る様にボルトの上から塗装を行うこと.

Q：運んできた部材を橋や橋脚の上に仮置きしてよいか？
A：手を離さなければ OK です.

Q：ワッシャを使用して良いか
A：かまいません．ただし，落下に注意(落すとペナルティ)

Q：ボルトにあらかじめワッシャを取付けておいて良いか？
A：だめです．これもバラバラにしてください

Q：部材に隙間があいているので，板を差し込んで固定したい
A：差し込む板も 1 部材となるので，本体とボルトで接合していれば OK です.

Q：隙間を埋めるためにワッシャを使用して良いか？
A：どの隙間かは不明ですが，中をボルトが通り，ナットでしめるなら，何枚使用しても OK です．ただし，部材間の隙間に埋める場合は，部材として扱いますので，運搬制限に注意してください．その際，接合用のワッシャとの区別のため，色を塗っておくこと.

Q：架設終了後に橋の上に載っても良いか？
A：デザイン評価の場所にならばかまいません．落ちたり，橋を壊してしまったり，傷をつけてしまったりしないように注意してください．ただし，載荷場所に持ってきてからは，周囲に測定器具等があり危険なため禁止します．また，プレロードを架けてから変位計のイニシャルを取りますので，締めるのはさほど意味がないはずです.
(デザインの採点の際に剛性を見るために力をかけるので，禁止する意味がないです)

Q：遠いところのボルトを締めるために別の人に支えてもらってよいか？
A：だめです.

Q：橋脚の上に置いた部材は何人で支えるのか？
A:架設予定の位置(5cm 以内のずれ)に置いた部材は Portion(橋の一部)として扱われるので，1 人で支えておいて良い.

Q：架設にハンマは使用できるか
A：可能です.

Q：ナットを回すときに軍手を外しても良いか？

A：駄目です.

Q：部材をもって走ってよいか？
A：OK です．こけない様に.

Q：(あぐらを組んでいる場合などで)足の上にボルト・ナット等が落ちた場合はペナルティになるのか？
A：判断が難しいので，地面に触れなければセーフにします.

Q：他の班が架設しているときに練習して良いか？
A：OK ですが，道具はありませんよ.