学生実験

A-2～5 Steel Bridge Competition 2007

目的

✧「ものづくり」の経験を得る

✧構造物の設計・製作の理解を深める

✧創造性を高める

多々羅大橋

豊浜大橋

夢舞大橋

荒川河口橋

橋梁の製作の基本的な流れ

1. 設計条件の確認
   - ✧ 目的・地形・制約条件等
2. 構造形式等の決定
3. 構造設計(全体の設計)
4. 詳細設計(継手等細部の設計)
5. 製作
6. 架設
7. 供用

II.構造デザイン

III.設計

IV.製作

V. Competition

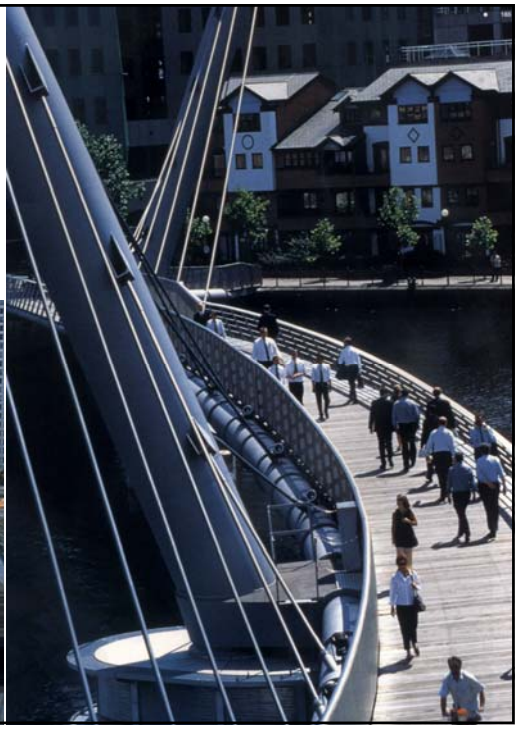
制約条件
要求性能

構造デザイン・設計

製作

架設

供用



評価基準

A. 建設速度　Construction Speed
B. 軽さ　Lightness
C. 剛性　Stiffness
D. 建設費用 Construction Cost
E. 構造効率性　Structural Efficiency
F. 総合的コストパフォーマンス　Overall Cost Performance
G. デザイン　Design (Aesthetics)
H. プレゼンテーション　Presentation

8つのCategoryについてそれぞれ順位付け

Tokyo Tech Local Rules
Overall Performance (100) = F(60) + G(20)+ H(20)

1. 設計条件の整理

✧目的

- 河川を横断する鋼製道路橋

✧環境

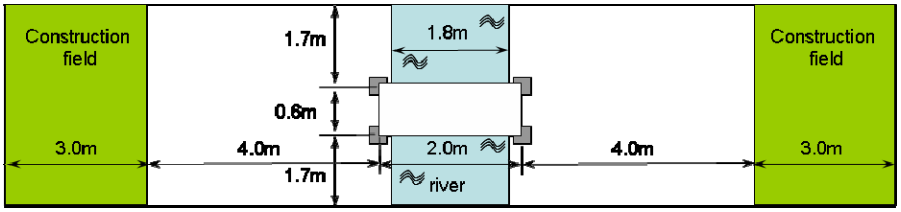
- 任意

✧制約条件

- 幅:0. 6m
- 川幅(支間) :2m
- 桁下:0. 3m確保
- 設計荷重: 0.4t (3920kN)
- 許容たわみ:L/500 = 4mm

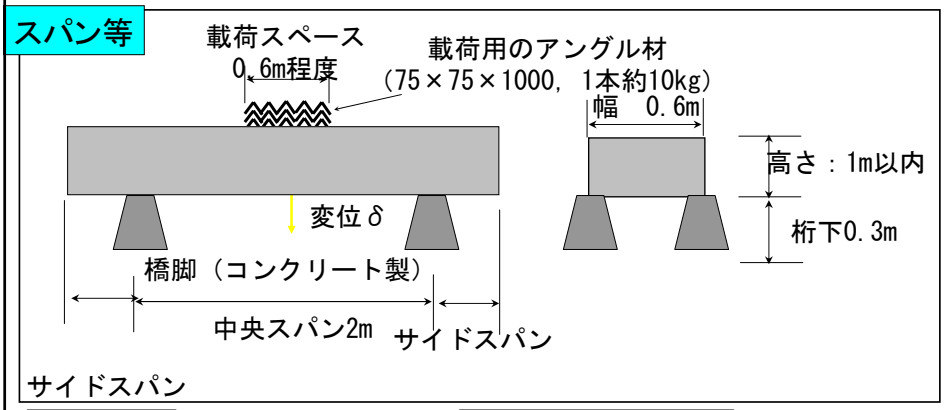
環境

河川環境
川の中での作業には費用が嵩む



II 設計 設計条件

スパン等



設計荷重

400kgf（アングル材40本）

許容最大たわみ量

中央スパンの1/500=4mm

これを満たしてなかったら、返品
(製作コストが3倍になるペナルティ)

構造形式等の決定

✧橋梁形式の選定

制約条件
要求性能

構造デザイン

構造デザイン・設計

コンセプトの決定

何にこだわるか？
どの評価カテゴリーを重視するか？

橋梁形式の決定

設計条件を満たすか？
架設可能か？

形状・寸法の決定

使用材料はどうするか？
たわみ制限など要求性能を満たすか？
製作可能か？

最重要項目： 構造物が<u>安全</u>であること.

構造設計の基本的な流れ

現行の設計法

✧設計荷重の算出

今回はgiven

↓

✧断面力分布の算出

最大曲げモーメント図など

↓

✧断面の仮定

NG

↓

✧断面の照査

許容応力度の照査

OK

↓

✧決定

断面の照査

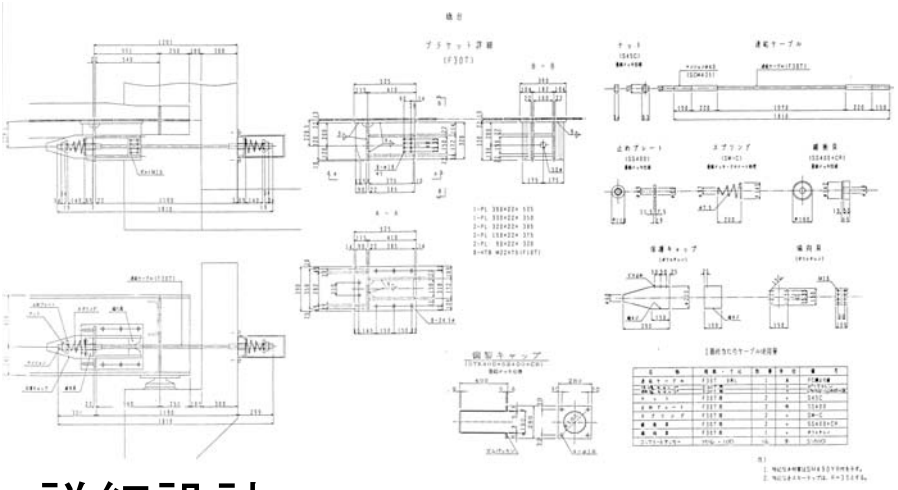
✧許容応力度設計法 (現行の道示):

- 公称応力が，部材の許容応力度以下であることを確認する.

✧LRFD(荷重-抵抗係数設計法)(米国):

- 断面が持つ耐力(許容曲げモーメントや軸力)が，安全係数含めた外力以上になる事を確認する.

LRFD: Load and Resistance Factor Design



詳細設計

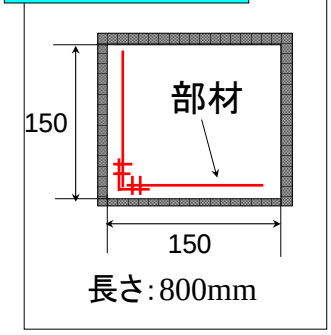
部材の定義と寸法制限

部材は150×150×800のBOXに入ること！

(運搬の制限をシミュレート)

(昨年度のルールから変更)

部材の寸法制限



部材は**剛体**とする
(ヒンジなどを用いた,
折り畳み構造は，不可．)

使用可能材料

材料

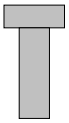
軽量型鋼　(丸鋼) 角鋼　鋼板

丸パイプ　角パイプ

など

接合方法

溶接　or
ボルト接合（六角ボルトφ10, 75mm以下）



Φ10

max.
75mm
通常
30mm

丸鋼は溶接作業性から非推奨

詳細設計 - 部材接合部の設計など

✧溶接接合

- どこを溶接するか
- 溶接のための下準備はなにか
- 溶接変形をどう抑えるか
  - 型枠の作成

✧ボルト接合

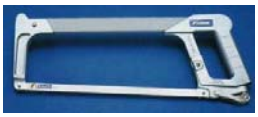
- どこは孔を空けても安全か
- 接合でずれないか
- 組み立てやすい孔位置か

製作

ブリコンでの製作の流れ

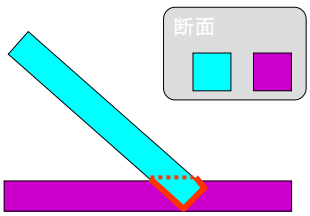
1. 加工内容を把握し分担
2. 作業の準備 (寸法の把握型枠作成等)
3. 使用する工具を選定
4. 加工
5. 部材接合
6. 橋梁全体を仮組みしてチェック
7. 塗装

III 製作　道具

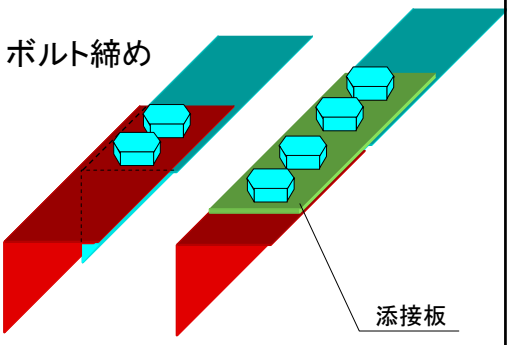


III 製作　接合方法

溶接



ボルト締め



・溶接するもの同士は面で接する
　　→管は潰して扁平にする
・板厚が薄いと，溶接で孔があく
・溶接変形

・ボルト孔が必要
・添接板が必要な場合あり
・ボルト間隔注意
　　→そのボルトは締められる？

III 製作　材料加工

III 製作　部材製作・溶接

注意事項

✧**整理整頓**を心掛ける

- ●工具等は使用後きちんと片付ける

✧安全には十分に注意する

- ● 工具の使用法を理解してから使用する
- ● 回転工具の使用時には軍手を使用しない
- ● 溶接時には難燃性の衣類を着用する
- ● 周囲に注意し，怪我をさせないように
- ● 作業中に何かおかしいと思ったら即座に相談する

など

✧効率良く作成する

- ● 時間外の作業は授業に影響しないように

Bridge Competition (架設)

✧当日の流れ (目安)

9:30-10:00 ルール説明
10:10-12:10 架設・重量測定
13:30-16:30 デザイン性評価・載荷試験
16:30-17:30 プレゼンテーション
17:30- 結果発表

（1）架設・重量測定

順番はくじで決定！

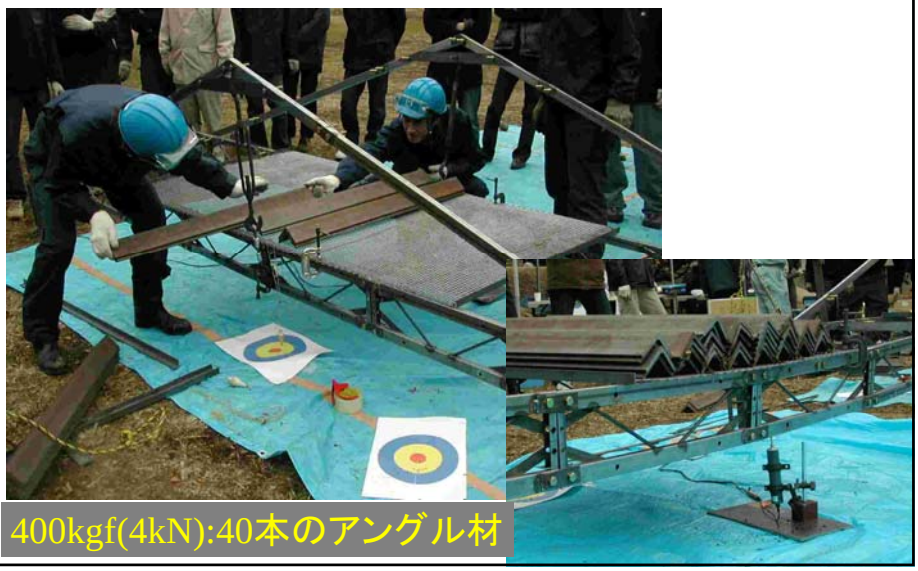
架設時間の測定

↓

重量測定

（2）載荷試験

（2）載荷試験



400kgf(4kN):40本のアングル材

（3）デザイン性評価

観客(主に三木研究室関係者)が20点満点で
採点して，その平均点を評点とします．

(4)プレゼンテーション

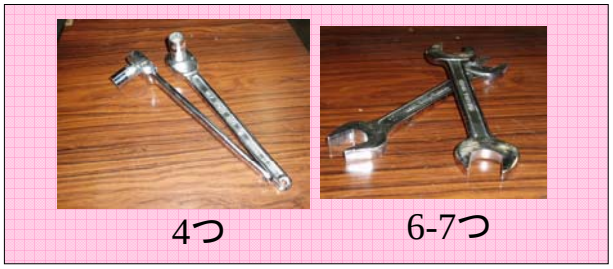
順番はくじで決めます！

10分程度の発表とする.
内容:
設計のコンセプト
工夫した点
結果に対する感想など

Powerpointファイルを用意しておくこと.
それを提出してもらいます.

発表の前に載荷試験結果等を反映するための
時間をもうけます.

架設の際の格好・使用ツール



電動工具は数がないため，今回は使用しない.

架設の際のルール①

1. **怪我をしない！**（最重要）
2. 現場溶接，外部電源が必要な器具は使用不可
3. ゴーグル，ヘルメット，軍手着用
4. いかなるものも**投げてはならない**
5. 橋梁およびその一部に**乗らない**.
   例外：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.
6. 誰かを支えてその人のバランスを保持するのは禁止.

架設の際のルール②

7. 川を渡ってはならない.
   例外：川に入れる船の役目の人を1人まで追加してよい
   ただし，制作費の計算では2人分として換算する
8. 部材を4つ以上つなげて運搬してはならない.
   部材・ボルト・工具がステージングヤード以外の地面に
   接触してはならない. (ペナルティ)
   架設中はボルトを完全に締めていなくてもよい
9. 運搬には繋いだ部材数と同等の人数が必要
   3つの部材を繋いで運ぶときには，3人で運ぶ.
10. 部材は架設現場に自立できるように
    なるまで，1人以上で支えていなければならない.

架設の際のタイムペナルティ

1. 船役以外の人が川に触れる
   30秒ペナルティ
2. 船役の人がバンク，陸に触れる
   30秒ペナルティ
3. 船役のひとが陸やバンクをジャンプなどで横切る
   20秒ペナルティ
4. 部材がステージングヤード外の地面や川に触れる
   20秒ペナルティ
5. 使用しているツール，ボルト，ナット，ヘルメットが
   ステージングヤード外の地面や川に触れる
   10秒ペナルティ
6. 建設現場の境界線を越える
   10秒ペナルティ
7. 架設終了後の手直し
   手直しの作業時間分 (実質二倍)

総合的コストパフォーマンスC

$$C = Cc + Cs \rightarrow 最小$$

建設費用Cc

Cc[千円]＝建設時間（min）×
建設に参加した人数（人）×1000（千円/人/min）

構造効率性Cs

Cs[千円]＝W×Δ×D

ここで，W=総重量 (kg)と25[kg]の大きい方の数値
Δ=最大たわみ量(mm)と許容最大たわみ量（6mm）との比
D＝橋梁の最大高さ[mm]－桁下高さ[300mm]

総合的コストパフォーマンスC

$$C = Cc + Cs \rightarrow 最小$$

建設費用Cc

Cc[千円]＝建設時間（min）×
建設に参加した人数（人）×1000（千円/人/min）

許容たわみを満たさないとCを3倍（撤去、作り直し）

構造効率

Cs[千円]＝W×Δ×D

ここで，W=総重量 (kg)と25[kg]の大きい方の数値
Δ=最大たわみ量(mm)と許容最大たわみ量（6mm）との比
D＝橋梁の最大高さ[mm]－桁下高さ[300mm]