資料-3（設計）

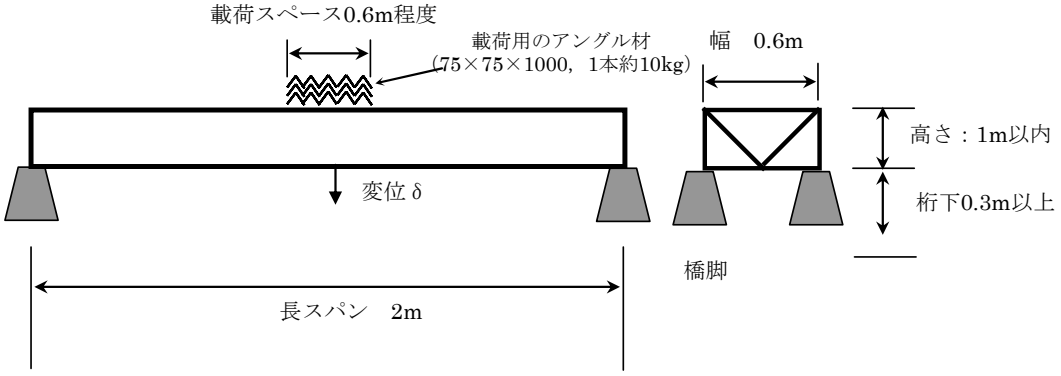
１．設計条件

A)　構造形式

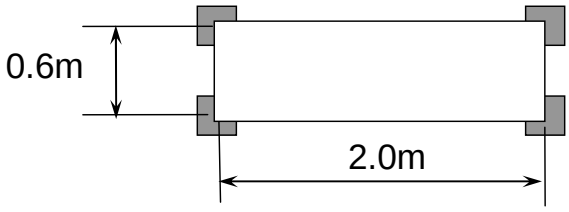
橋梁の形式については，基本的に自由であるが，橋脚は台を用意するので，その橋脚に乗せる形式とする．当然，使用できる材料(資料-6 参照)の範囲で製作可能なものでなければならない．なお，載荷スペースを十分に考慮すること．

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

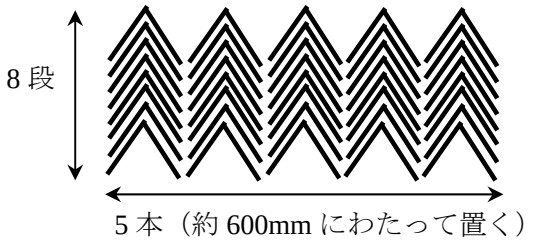
基本的に，材料は，穴開きのアングル材，軽量型鋼と鋼板など，全て鋼材とする．使用可能な材料は**材料表(資料-6)**に示すものとする．なお，設計に用いるヤング率はE=200GPa とし，鋼種は SS400 とする．

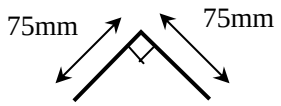
なお，形鋼として，丸鋼の使用を検討している場合，溶接上の問題があるので，あらかじめ相談すること．

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（3920kN）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．

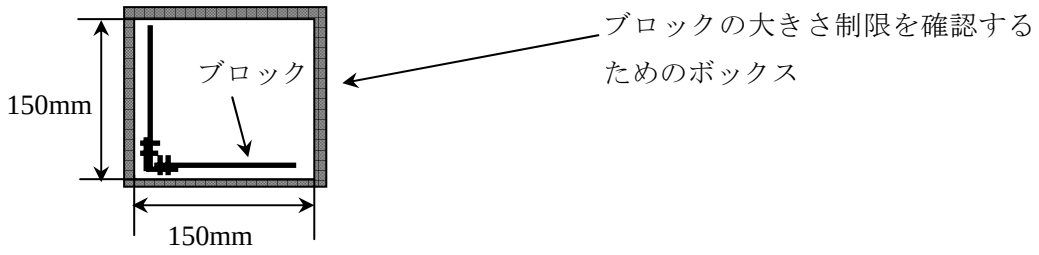
なお Bridge Competition においては，ボルトで接合された部材は，接合前の部材数と同等以上の人間によってのみ輸送可能というルールがある事に注意すること．例えば，部材 A,B の 2 部材を結合したら 2 名で，部材 A,B,C を結合したら 3 名で運ぶ必要がある．

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．

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．ボルト接合としたい場合には，そのコンセプトなどを事前に説明し了解を得ること．継手部の構造が，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．

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する予定であるが，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）×1000（千円/人/min）

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×Δ×300 [千円/kg]

ここで，W=総重量 (kg)と 20[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

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