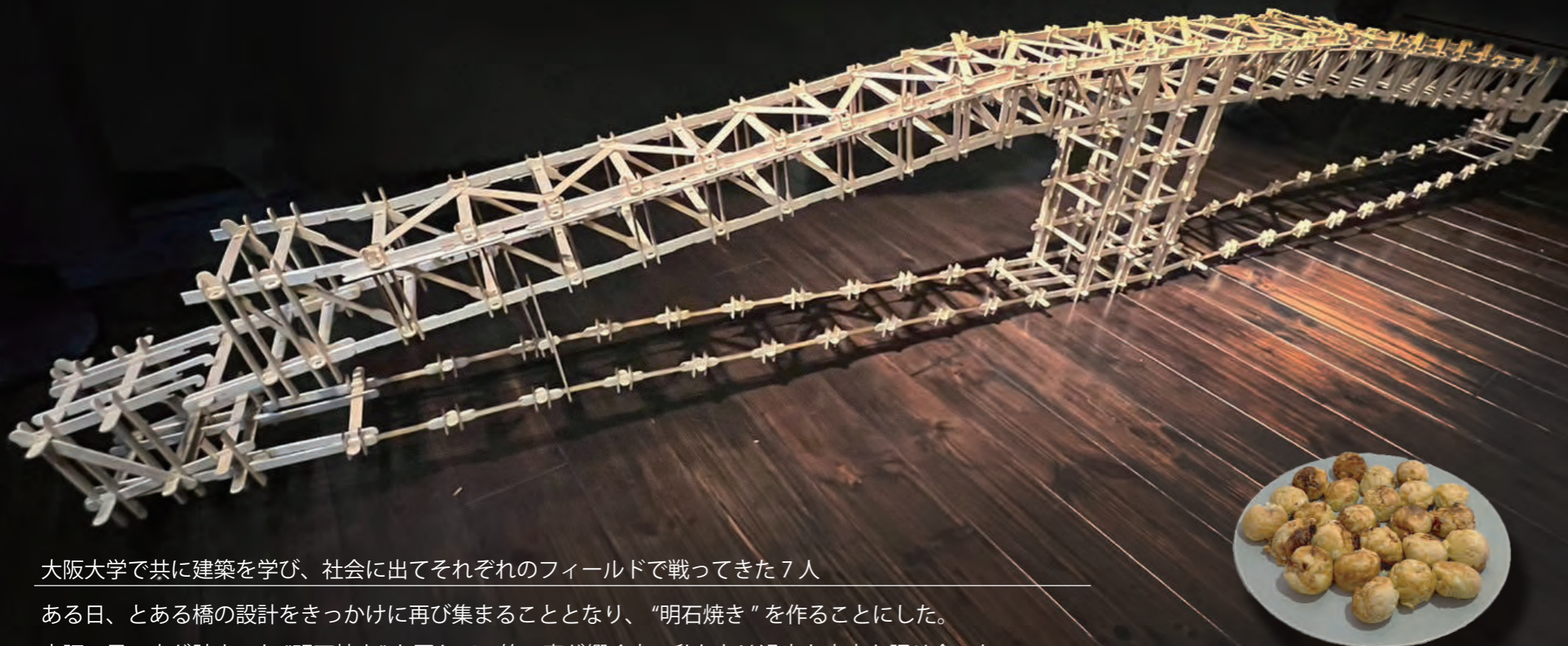


エントリーNo 1	作品タイトル 東京と大阪をつなぐ大橋	チーム名 明石焼きズ	メンバー ◎神鳥拓也(三菱地所設計) ◎小里謙一(清水建設) ◎中川顕輔(清水建設) 増田湧志(清水建設) ◎片山遥(竹中工務店) 鈴木克治(大成建設) 竹内慎(高砂熟学工業)	アイス棒本数 800本	カテゴリー 1
--------------	-----------------------	---------------	---	----------------	------------



大阪大学で共に建築を学び、社会に出てそれぞれのフィールドで戦ってきた7人ある日、とある橋の設計をきっかけに再び集まることとなり、“明石焼き”を作ることにした。大阪の思い出が詰まった“明石焼き”を囲んで、笑い声が響く中、私たちは過去と未来を語り合った。互いの意見をぶつけ合い、失敗を繰り返しながら、少しずつ橋が形になっていく。1本1本のアイス棒は弱くとも、それぞれが固く結びつくことで頑丈な橋になった。まるで私たちのように。この橋は、きっと簡単には壊れない。そして、私たちの関係も。来年は、“たこ焼き”でもつくろうか。

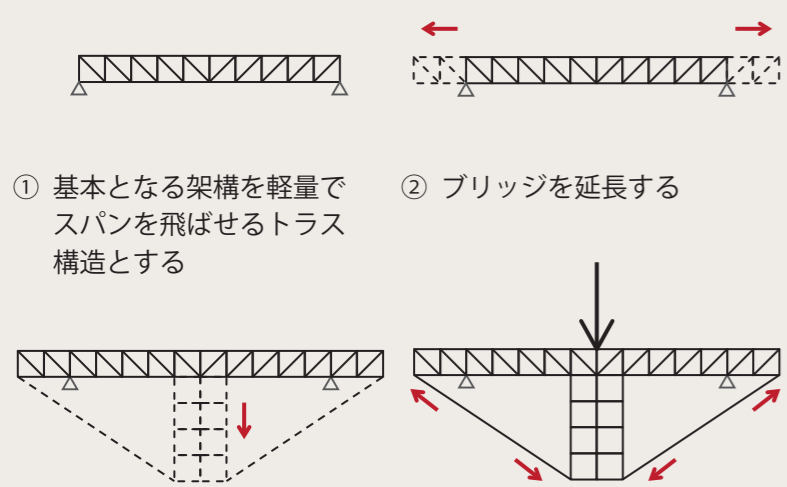


01 今回の架構に至るまでの経緯

02 架構コンセプト

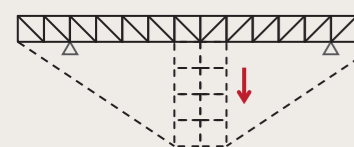
03 設置における工夫

04 トラス架構の構成



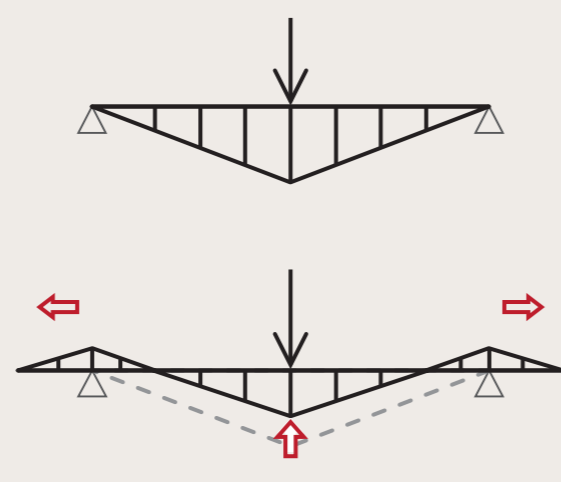
① 基本となる架構を軽量でスパンを飛ばせるトラス構造とする

② ブリッジを延長する



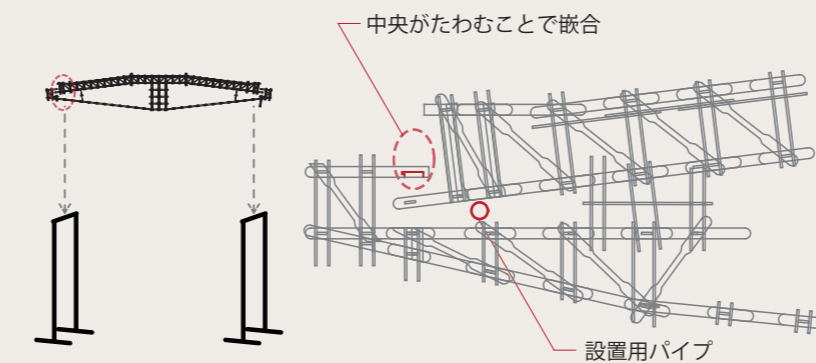
③ ブリッジ端部に支点に設けるためトラス架構でブリッジ下方にも延長し、張弦材を追加する

④ 荷重をかけるとブリッジ中央の架構を介して張弦材に引張力が生じ、ブリッジ端部の支点となる

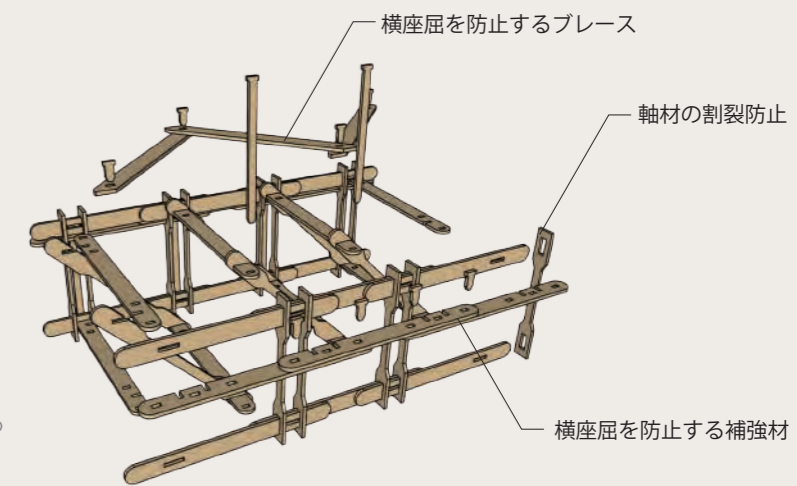


ブリッジ長さを伸ばし、端部にも支点を設けることで、端部の固定度を上げるとともに、ブリッジ中央にかかる応力の低減を図る

張弦材を設けているため、架構が組み上がっていると架台に設置できない。そのため、ブリッジ本体と張弦材の接合はフリーとし設置時、張弦材が設置用のパイプに干渉しない納まりとした。



ブリッジに荷重がかかることでブリッジ本体側と張弦材が嵌合により接合され、引張力が伝達できる機構となる。



上弦材と下弦材は貫接合とする。トラスの縦材は貫接合部の割裂補強も兼ねており、より大きな圧縮力と引張力に抵抗することができる。トラスの斜材は上下弦材を接合している貫に嵌合させている。同様の構成を繰り返すことで、生産効率を向上させる。

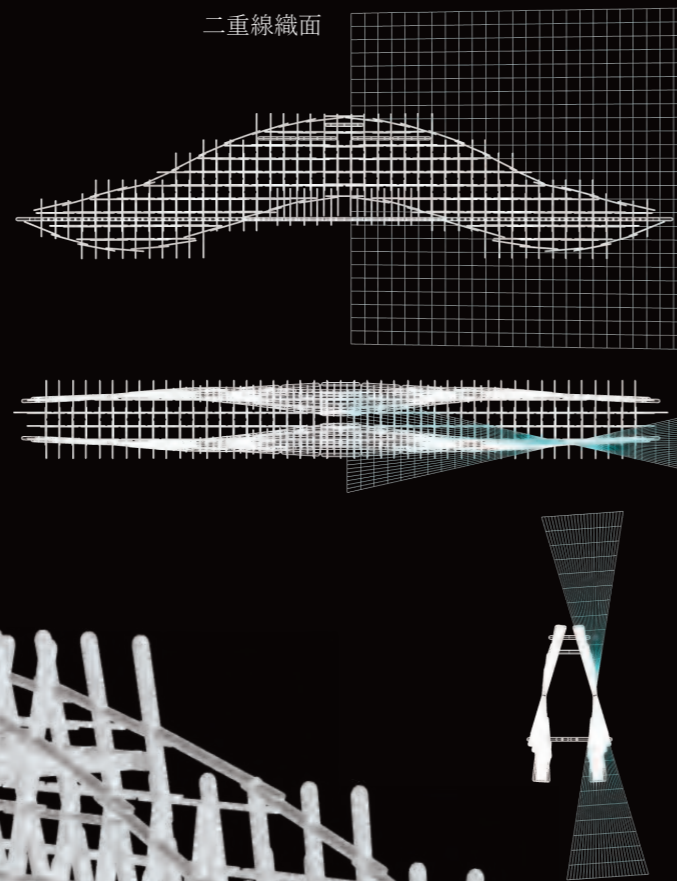
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
2	くちどけなめらかセレナーデ	Y BRIDGE BUILDERS	◎森田麻友(株式会社山下設計) ◎橋本直央(同左) ◎本多航(同左) ◎永瀨飛鳥(株式会社山下設計) ◎伊縫旺真(同左) ◎鈴木彩音(同左) ◎秋澤貴哉(株式会社山下設計) ◎笹原大樹(同左) ◎吉田遥夏(同左)	992本	1

デザインのコンセプト

エミリオは人々に音楽のすばらしさを伝えたい。橋を架けて多くの人々に音楽のすばらしさを伝えよう！と思い立った。音楽＝波であると考え、湖の上にアイス棒で美しい曲線の橋を造った。湖面に映るなめらかなカーブはまるで音楽を奏でるかのように美しく、見る人の心を豊かにする。

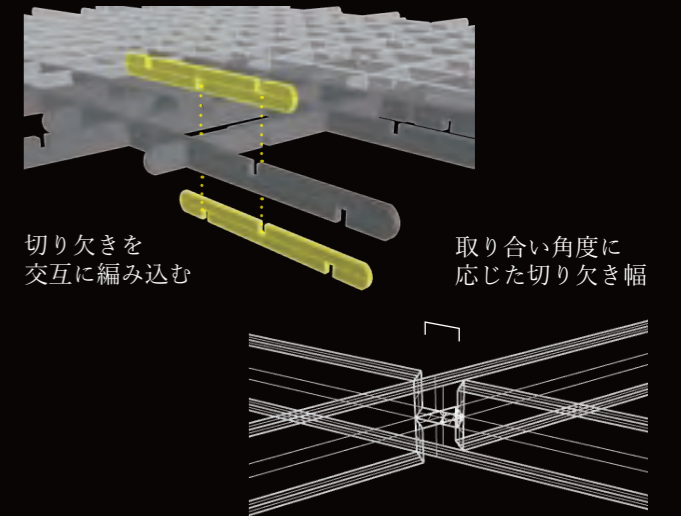
「強さ」と「なめらかさ」を両立する曲面格子

- 長さ114mmのアイス棒を格子状に編み込み、一体化した面材を橋の主要構造とすることで1.82mのロングスパンを実現した。
- 直線的な印象の強い格子フレームを用いて、デザインコンセプトであるなめらかさを表現するために、二重線織面をsinカーブで切り出すことによって得られる曲面格子を採用した。
- 曲面格子は橋の中央に近づくにつれ内側に傾斜し、橋の断面形状は構造的に有利な三角形に近づく。



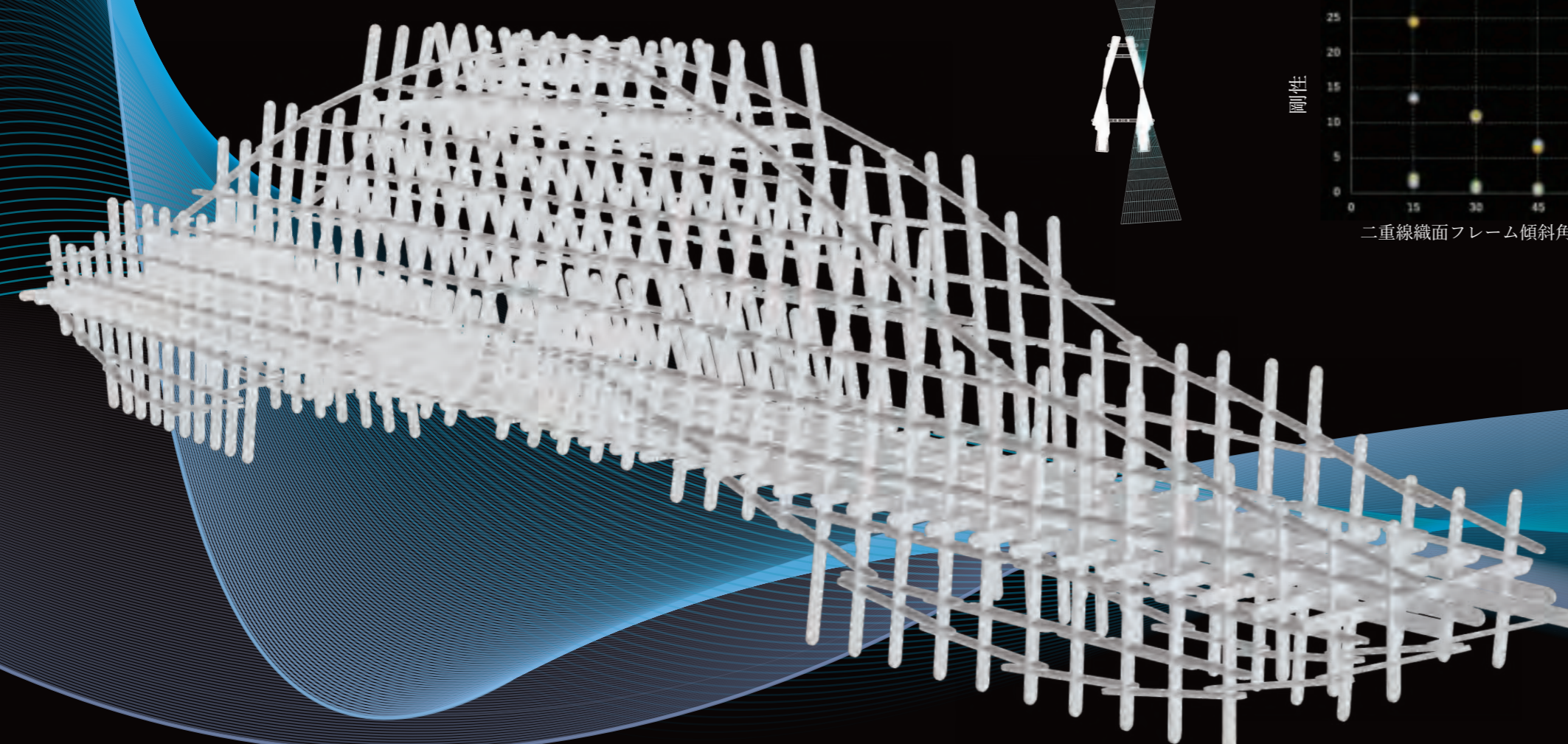
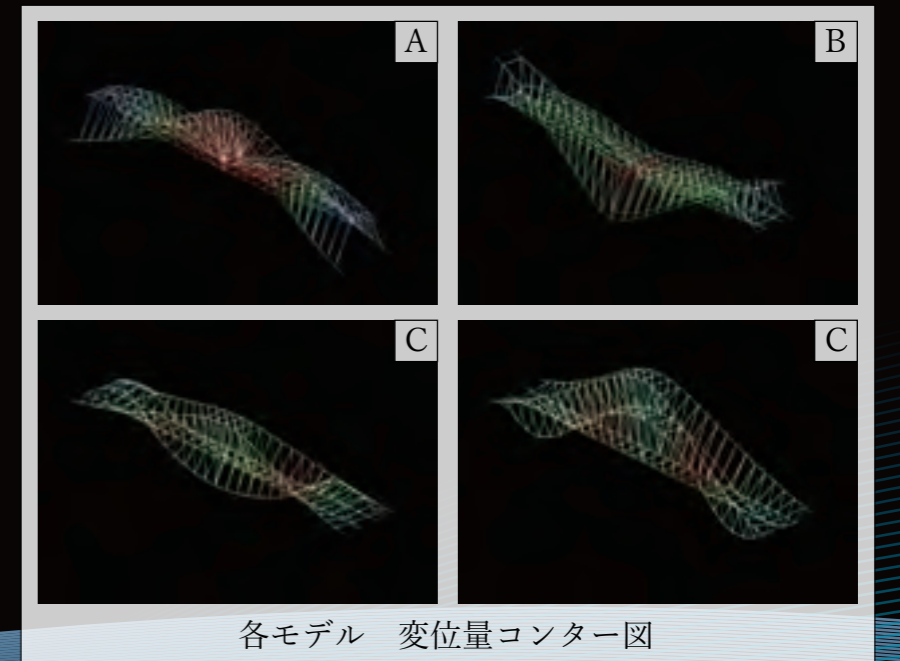
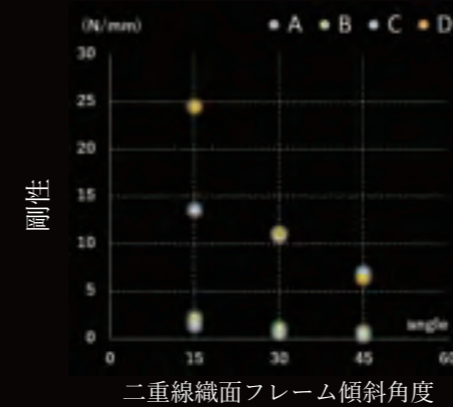
施工性と剛性を両立した接合部

- 格子状の嵌合フレームを構成する部材の切り欠きパターンを1種類に統一することで施工性を高めるとともに、部材同士を織り込むような構成にすることで格子フレームの面外応力に対して部材が外れにくくした。
- 部材の取り合い角度を90°に近づけることで嵌合部のあそびを小さくし、交差する部材間で曲げ応力を伝達しやすくした。

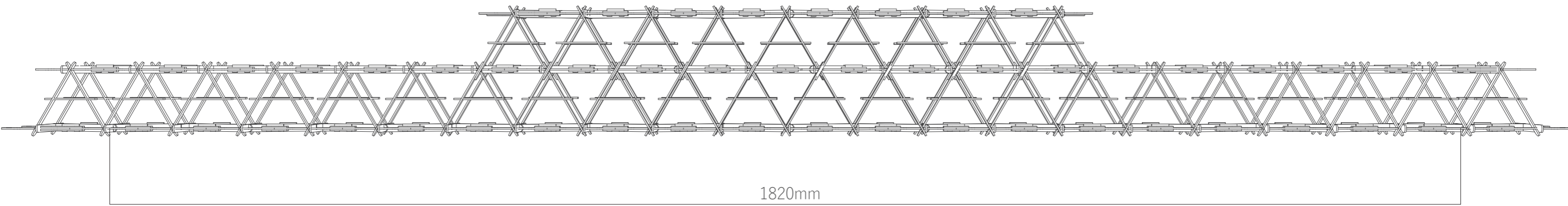


最適な形状を求める力学検討

橋の主要フレームとなる曲面の形状について、デザイン及び力学的観点から有望と思われる4つのモデルを用意した。各モデルの橋全体での剛性を比較検討し、大まかな橋の形状を選定した。



No 3	作品タイトル ただの橋	チーム名 千葉工業大学	メンバー ◎倉澤莉歩(千葉工業大学多田研究室) ○古口真捷(同左) ○桑原祐太(同左) ○能登和希(同左)	アイス棒本数 393 本	カテゴリー 1
---------	----------------	----------------	---	-----------------	------------

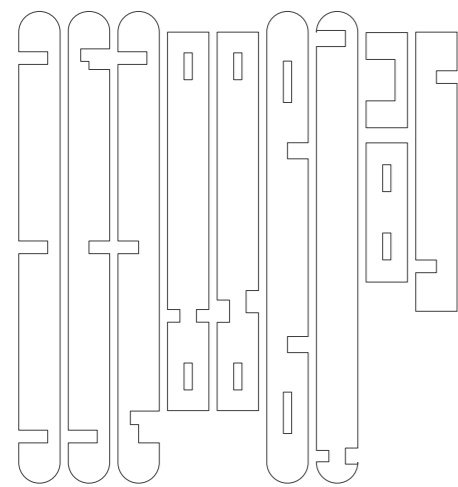


01. Overview

“アイス棒という短い部材” “切り欠きを組み合わせの施工”
“3時間という時間制限”
これらの制限において複雑な形状のブリッジであればあるほど、切り欠きパターンが多く施工の複雑化になり、時間がかかる。

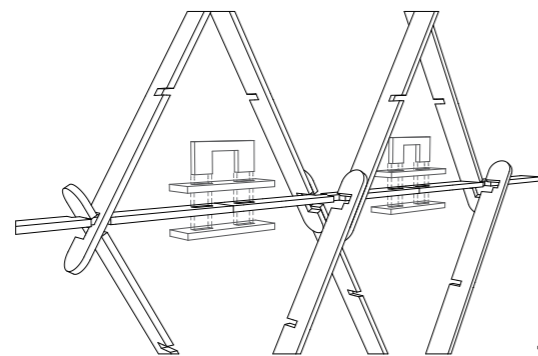
そこで切り欠きパターンを少なくし、全体を同じ組み方の架構とすることとした。
それにより施工が単純になり、4人という少ない人数で作業を分担して、施工時間の短縮を図ることができる。

02. Pattern



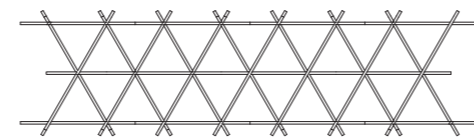
トラス材 桁材 妻材

03. Construction

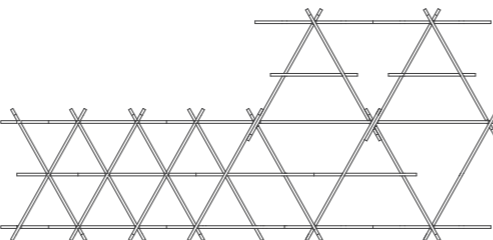


中央部の施工
桁材に挟み込むように組むことで角度が決まり、固く接合される

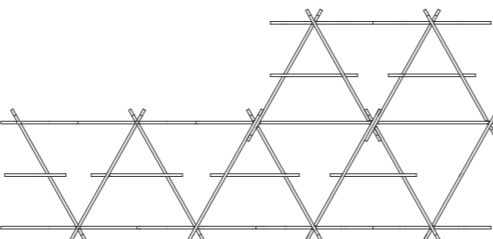
04. Form



一間という長スパンを飛ばすため、高強度のダブルワーレントラスを採用



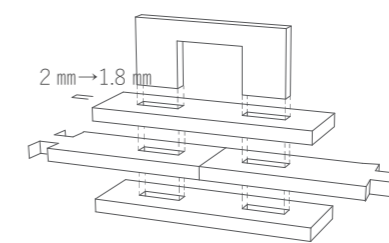
曲げに強くするため、スパン中央部の梁せいを高くする



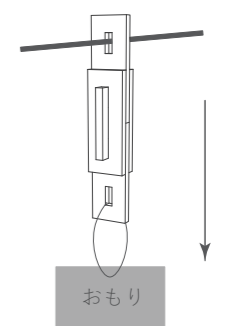
軽量化を図るため、端部もワーレンにする



05. Joint

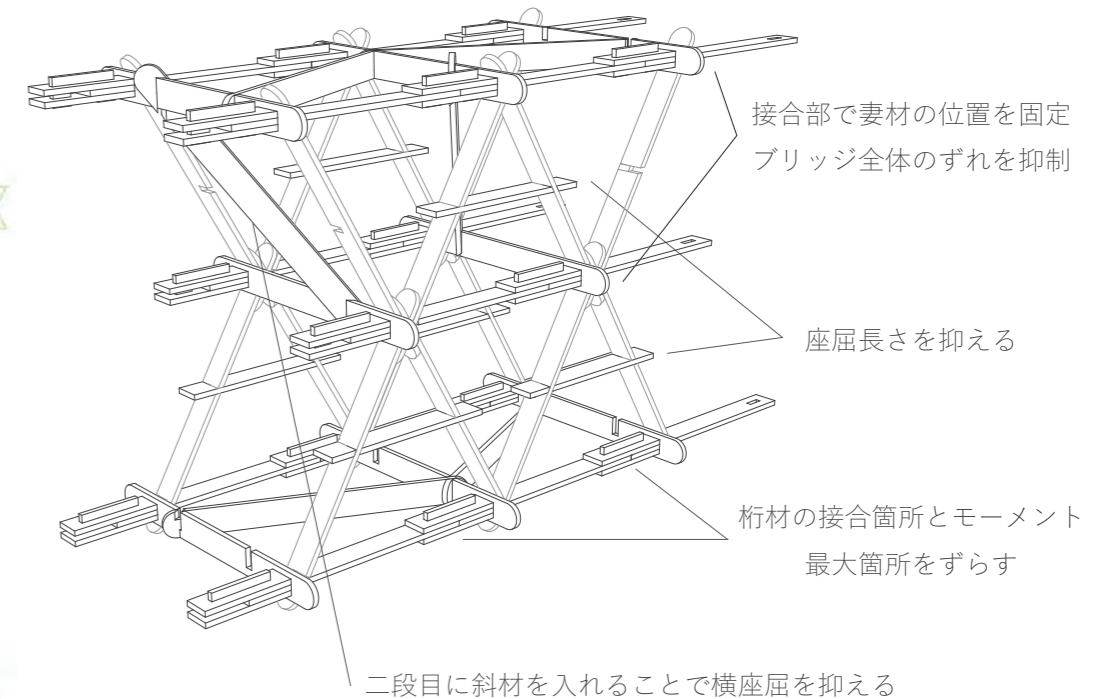


二面せん断抵抗で引張りにより離れる二つの部材を止める

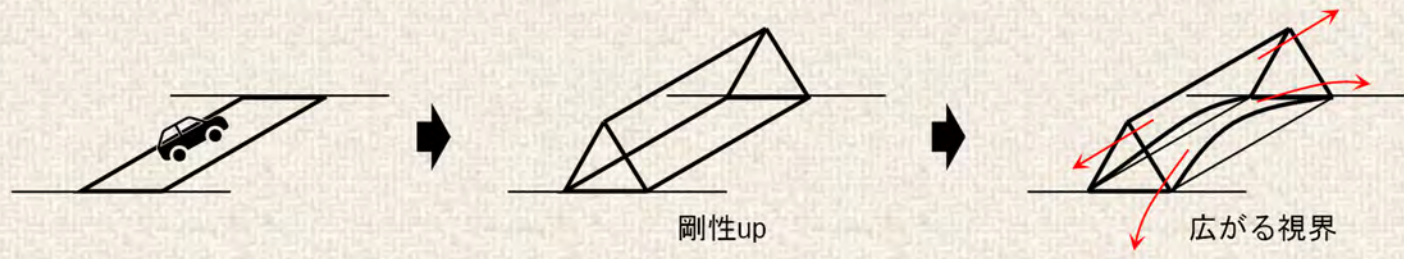


接合部におけるせん断実験：17kg

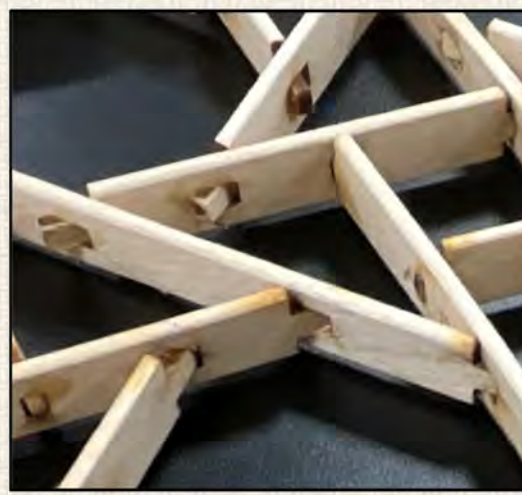
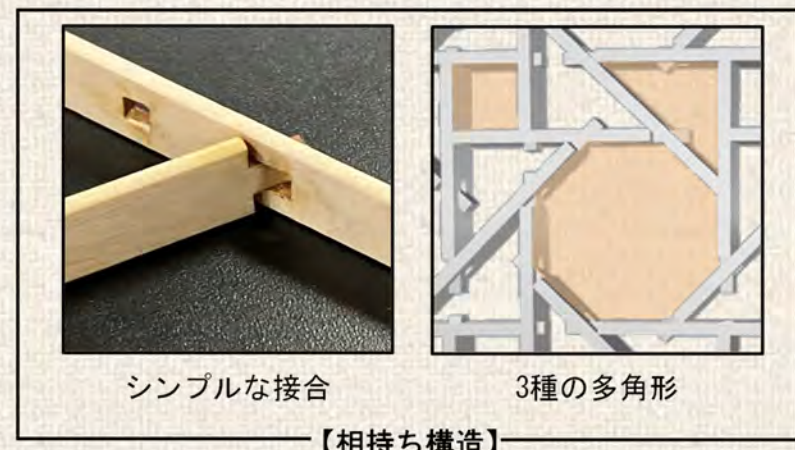
06. Structure



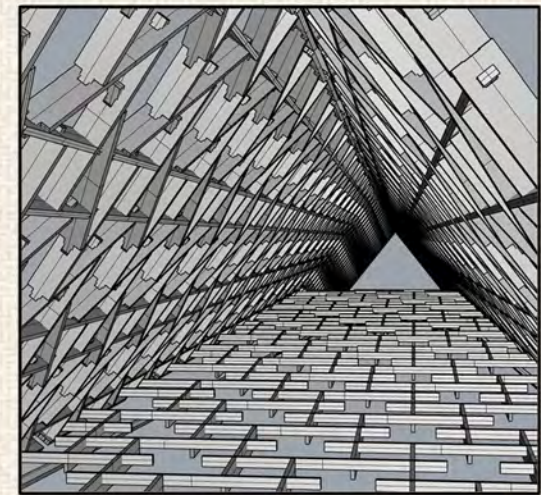
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
4	weaving bridge ~多角形が織りなす相持ち構造~	team 名古屋	◎上段 聖也 ○進藤 正基 ○金子 直人 ○林 拓朗 (竹中工務店)	800 本	1



小さい
大量の部材



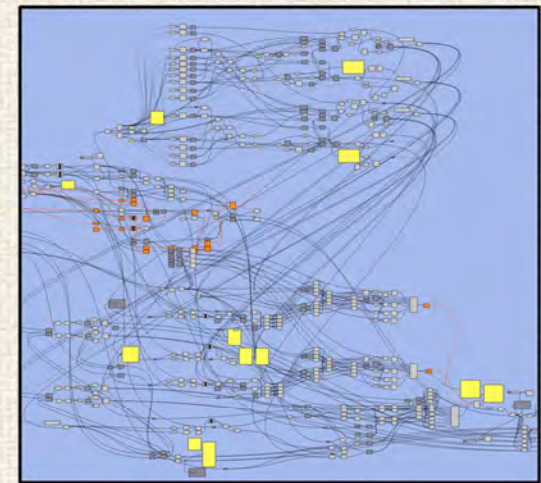
【接合部】
弱点となる接合部は部材の集中を避け、断面欠損が最小となるように、挿しこむだけの簡単なディテールとした。



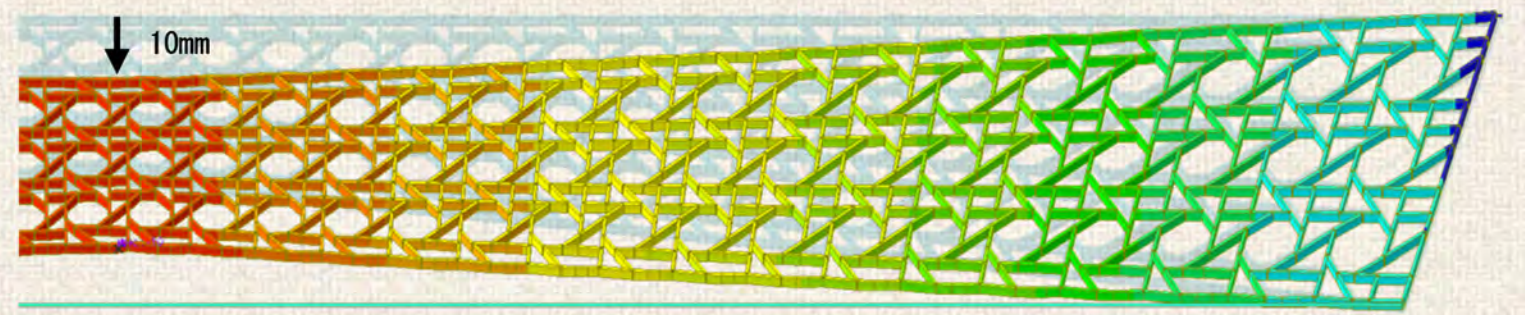
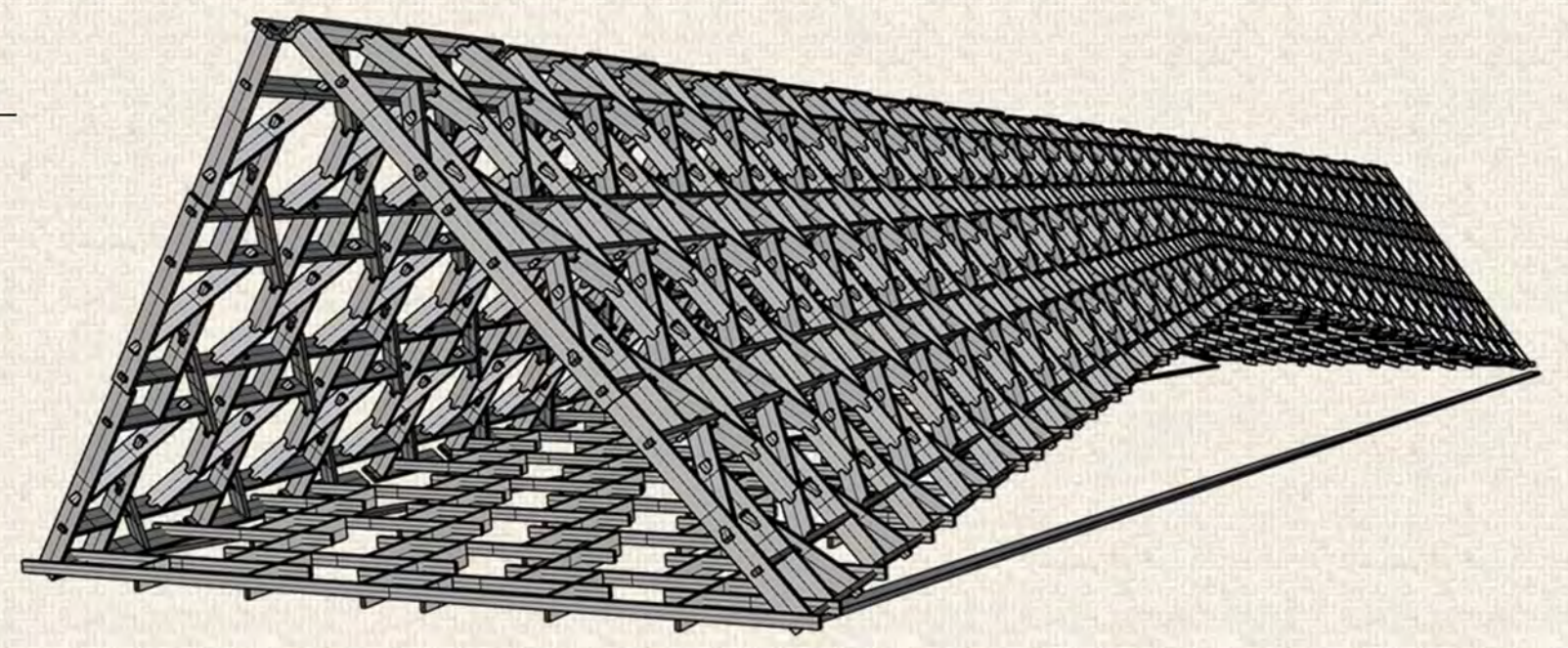
【内観】
橋の内部は中央から端部への空間の広がりとともに、部材の密度も変化させることで、通行者がより広がる視界の臨場感を味わえるデザインとした。



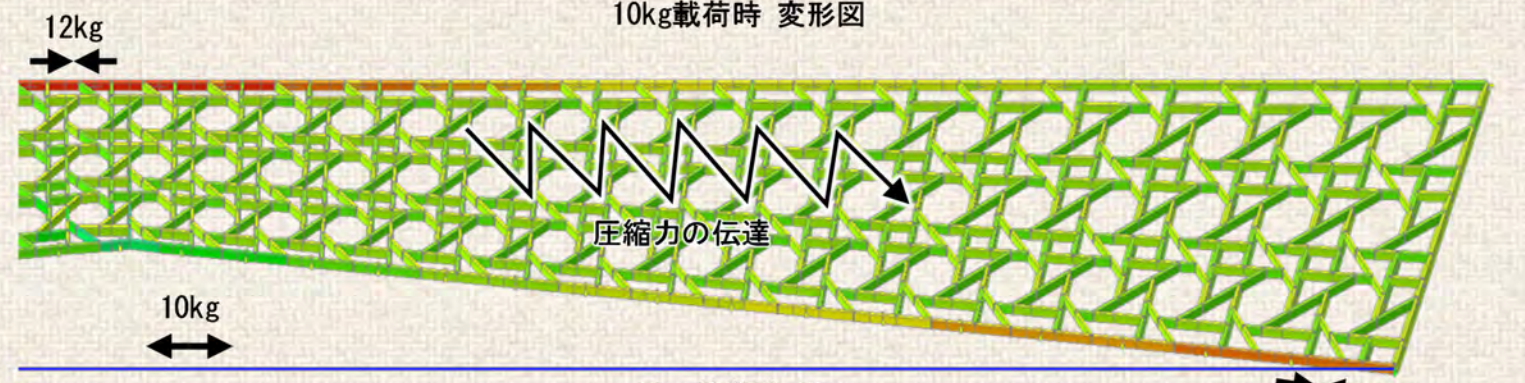
【タイバー】
張力を負担することに特化した合理的かつ軽量の形状とし、同一形状の断面を噛合わせるだけの、シンプルで施工性の高いディテールとした。



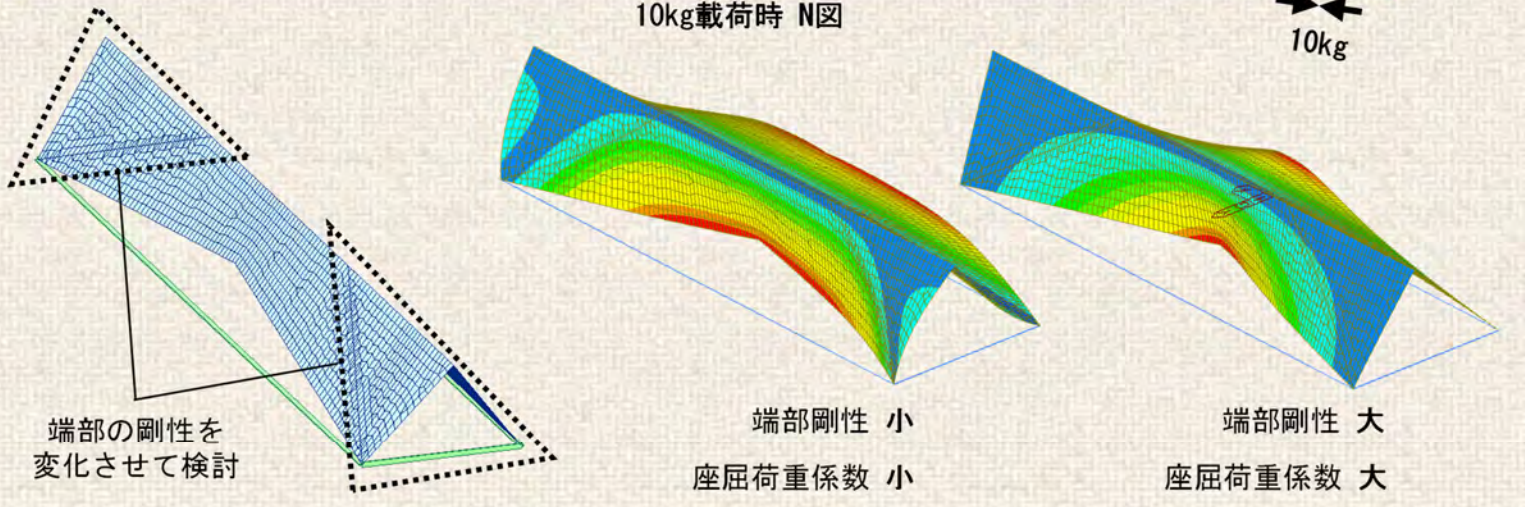
【製作】
グラスホッパーを用いて一つ一つ異なる長さ・孔の位置を有する部材データを作成することで部材精度を確保した。



10kg載荷時 変形図



10kg載荷時 N図



座屈解析結果

端部の剛性を
変化させて検討

エントリーNo 5	作品タイトル <h1>ククルカンブリッジ</h1>	チーム名 ものづくり大学 MATO Lab	メンバー ◎星野雅陽（ものづくり大学） ○原航太○原慎一郎○井上周平	アイス棒本数 約160本	カテゴリー 1
--------------	------------------------------	--------------------------	--	-----------------	------------

CONCEPT

波打っているデザインの橋とかインパクトとデザイン性がある面白そう！と思ったのが初めのきっかけでした。私は橋を遠目から見てもシンプルであるが安全を徹底したことによる外観だと思っています。今回は、アイス棒を用いて橋を作ることなので強度のことを考えつつ、少しでも見た目に美観を求めてみようと思い制作してみました。構造の考え方としては、トラス構造の橋となっておりワーレントラス構造となっています。理由として、トラスは三角が基本でありその他の四角形・五角形などの多角形と比較して、一番強い形になっているからです。しかしこれだけでは面白くないと思い、そこで、アイス棒をアーチ状に曲げる事で、直線部材より曲げ抵抗に強くて美しいデザインとしてみました。また部材数が多いので接合部はなるべく単純になるように組み方まで考慮したデザインを行いました。アーチ状に曲げたアイス棒を組見合わせる事で波状のラインを生み出し、载荷した際に曲げたアイス棒が戻ろうとする事で荷重に抵抗できるデザインとなっています。また、ブリッジ中心だけを3段にし、さらに底面に補強をあえて付けない事で、アーチ状の抵抗力とブリッジの端側の補強とでバランスの取れた橋にしました。



【作品タイトルのククルカンの理由】

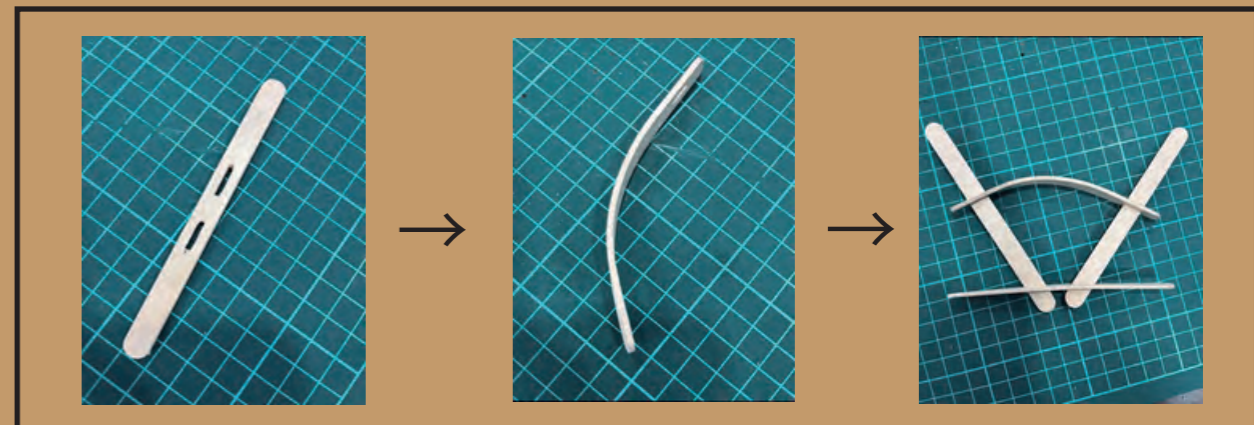
今回のデザインで波状も特徴的であるが、繋がっているナミナミ状の形状から波、WAVEを思ったが、それを蛇に連想できた。そこで蛇に関する事柄を調べてみるとマヤ文明に関する面白いものを発見した。太陽の影で蛇の身体を表しており、身体の一部がナミナミで突き出た台形の部分を羽根の様に見立てるこの遺跡の現象の名前を、そしてその蛇の名が「ククルカン」と呼ぶ。

【マヤ文明の春分・秋分の日々の奇跡、ピラミッドに現れるククルカン】



詳細については、競技要領に記載されるカテゴリー1の嵌合のみ、アイス棒以外の材料は使用不可、接着ボンド不可であります。棒同士の接合については、幅10mm, 厚さ2mm程度の穴を開け、そこにアイス棒を差し込んでいき繋いでいく。一般的な木材に比べると非常に小さいため繊細な加工が要求されました。ですが、ものづくり大学で学んだ加工の技術力を発揮できると思いつつ材数が多いので接合部はなるべく単純になるような組み方を行いました。なので、カテゴリー1を選びました。

・試技順 NO.5 ククルカンブリッジ ものづくり大学 MATO Lab.



No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
6	Trapezoid BSS	LSS-1	◎島田郁晴(日本大学大学院) ◎沖田空(同左) ◎川崎翔太(日本大学) ◎中井浩人(同左)・山内健史・井手健人・高野敦士・村上佳菜子	481 本	1

作品概要説明書

Trapezoid BSS

01. Concept

トラス構造+張弦梁

載荷方法が中央集中載荷であることから、
 集中載荷に強い張弦梁を採用した。張弦梁に作用する
 荷重を合理的に分散し、より大きな荷重に耐えるように
 梁部分にトラスを採用した。



02. Cross Section



断面は、縦材に横材を差し込むかたちで作成した。
 断面がただの四角形のトラスでは横倒れの可能性があるため、
 台形にすることで断面積を大きくし横倒れの対策を行った。
 下の横材は2本を中央で繋げるのではなく、
 1本の両側に半分に切ったアイス棒を継いだ。

03. Bundle & String



束材は圧縮力を負担するため、
 1本ではなく2本とした。
 弦材は引張により相欠き部分が引き抜かれないように
 短部材を継ぎ目に差し込むかたちとした。

No 7	作品タイトル ダブルアーチ・トラス・ブリッジ	チーム名 明治大学 構造力学研究室 B	メンバー ◎大隅理央(明治大学 構造力学研究室) ○小池広輝(明治大学 構造力学研究室) ○須藤圭祐(明治大学 構造力学研究室) ○成田堯央(明治大学 構造力学研究室)	アイス棒本数 432本	カテゴリー 1
---------	---------------------------	------------------------	--	----------------	------------

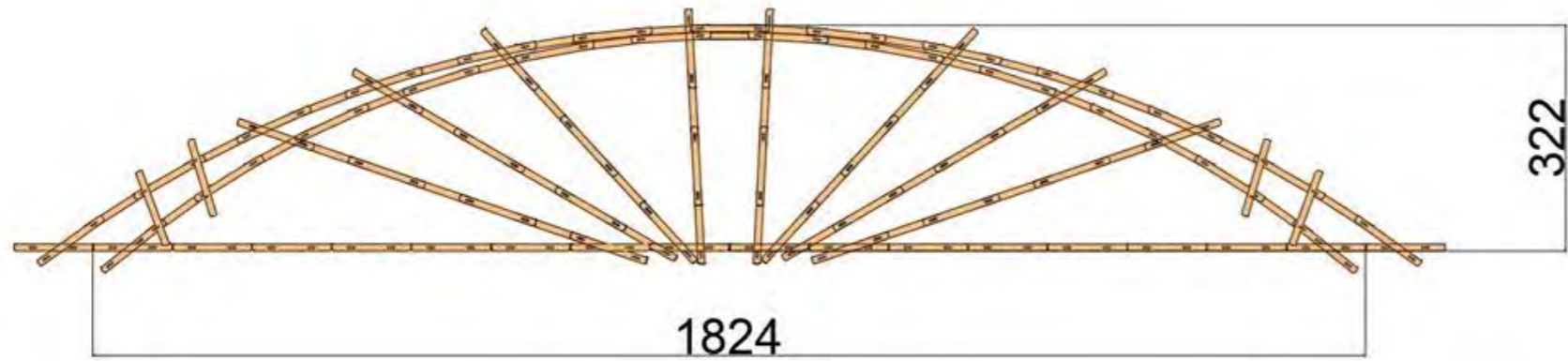


図1. アイス棒ブリッジの全体像

1. コンセプト

アイス棒という短小な材料を用いて、**長大なブリッジ**を構成したいことから上部構造部はアーチにすることとした。さらに、直線的な材料を組み合わせ、**曲線**を描くことでコントラストを表現した。また、**アーチを二重**にすることで形状を補正すると共に、アーチを強調している。

これらを実現させるためにユニークな材料への理解を進めながら**実験的**に作業を繰り返すことで、寸法や部材配置を決定した。

2. 構造概要 —力の流れ—

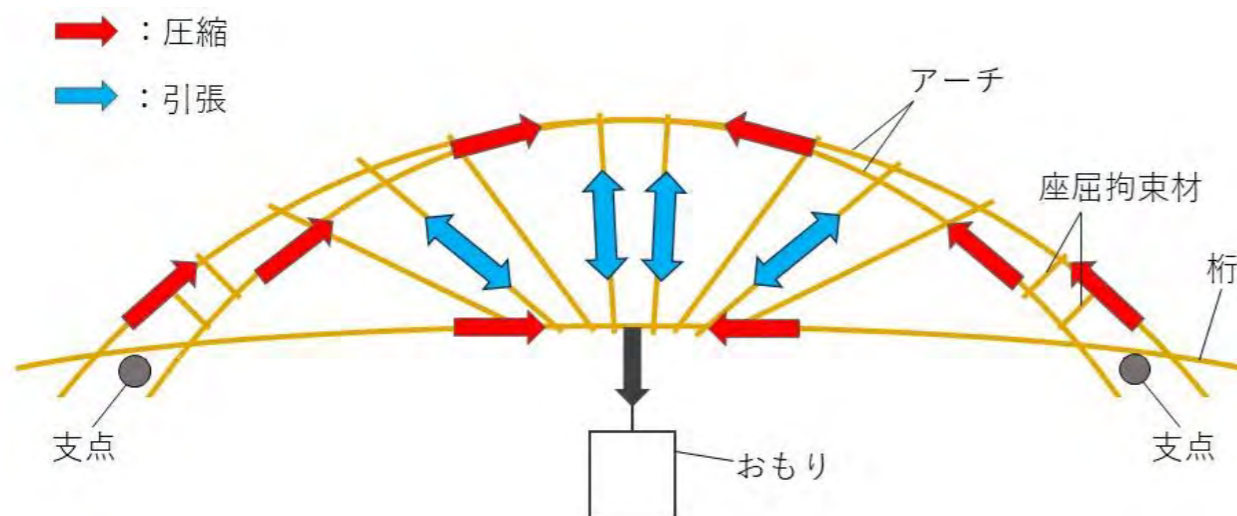


図2. 構造概要 —力の流れ—

- ・おもりで载荷を行うことで、アーチに圧縮力が働き、**桁を吊り上げる**
- ・**アーチの座屈長さを短く**するために、斜材を設けて、引張力を作用させている
- ・アーチの両端は桁に組み込むことで、**スラストに抵抗する**
- ・桁を初期状態からアーチのように上向きにカーブさせることで、橋を架けたときにずり落ちるのを防ぐとともに、おもりによる下向きの力に対して**圧縮力を働かせ、抵抗する**
- ・アーチ端部は角度が大きいことから斜材を配置することは困難であるため、**座屈拘束材**を設けることでアーチの変形を抑えている

3. 部材の組み方

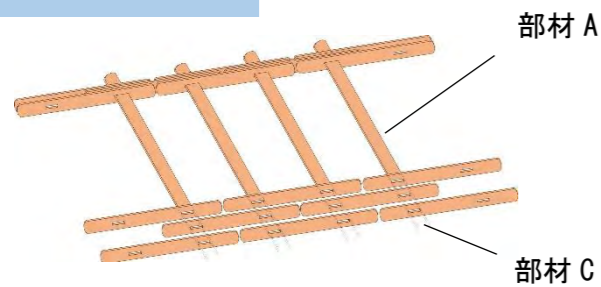


図3. 桁部分の組み方

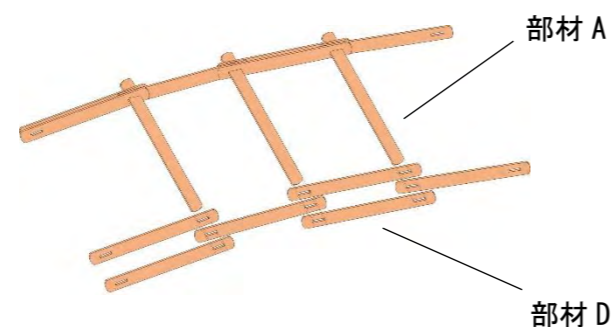


図4. アーチ部分の組み方

貫接合を用いることで、接合部の外れることがないようにしている。また、部材の約32%には加工を行わず、再利用可能なものとしている。

4. 構成部材

部材 A 部材 B 部材 C 部材 D 部材 E 部材 F 部材 G

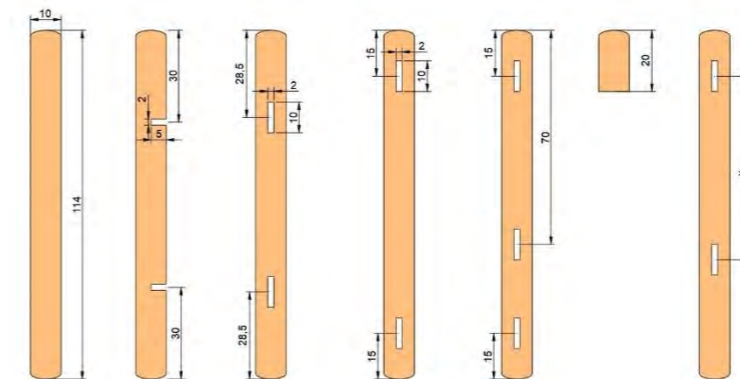


図5. 構成部材

貫接合を主としたため部材 A は解体後の再構築や再利用を意識して、**部材 A は一切の加工**を行っていない。部材 B は 2 層のアーチを接合する部材として用いている。部材 C は桁部分を構成しており、部材 D はアーチ部分および引張材を構成している。ブリッジの構成のために**距離が必要な部分や曲線を構成する部分には部材 D**を用いている。また、**部材 E はアーチの高さを保つ**ことが可能であり、アーチ端部のやわみを抑制する。部材 G は各斜材の調整に用いるものであり、施工誤差などを考慮した固有のものである。

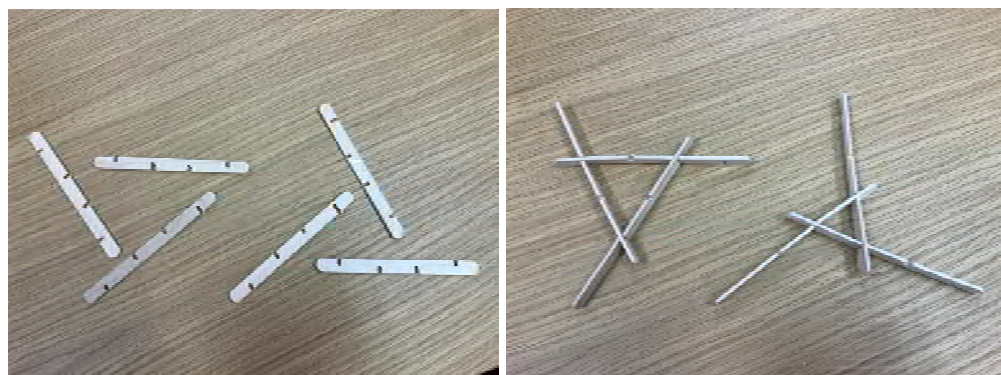
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
8	Stick Timber -Bridge	One-Ishimoto TeamA	◎佐野由宇*1 ○長岡寛之*1 ○高瀬淑也*2 ○澤侑弥*2 長谷川純*3 (*1 石本建築事務所大阪オフィス *2 同名古屋オフィス *3 同札幌オフィス)	350 本	1

コンセプト Concept



六角形と三角形の連続による幾何学的な構成と、単純化した切り欠き形状により、単純さと揺らぎを併せ持つ繰り返しパターンが出現する。繰り返しパターンがStick-TimberをBridgeに変換していく。

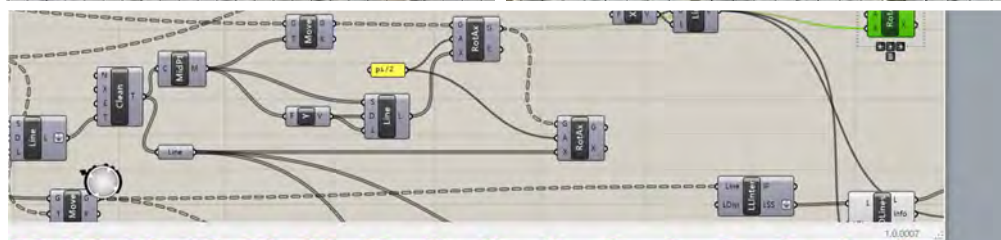
パーツ構成 Parts Composition



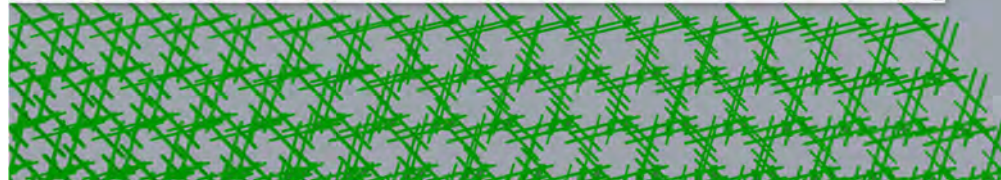
3本のアイス棒が切り欠きにより剛接合に近い状態で一体化される。



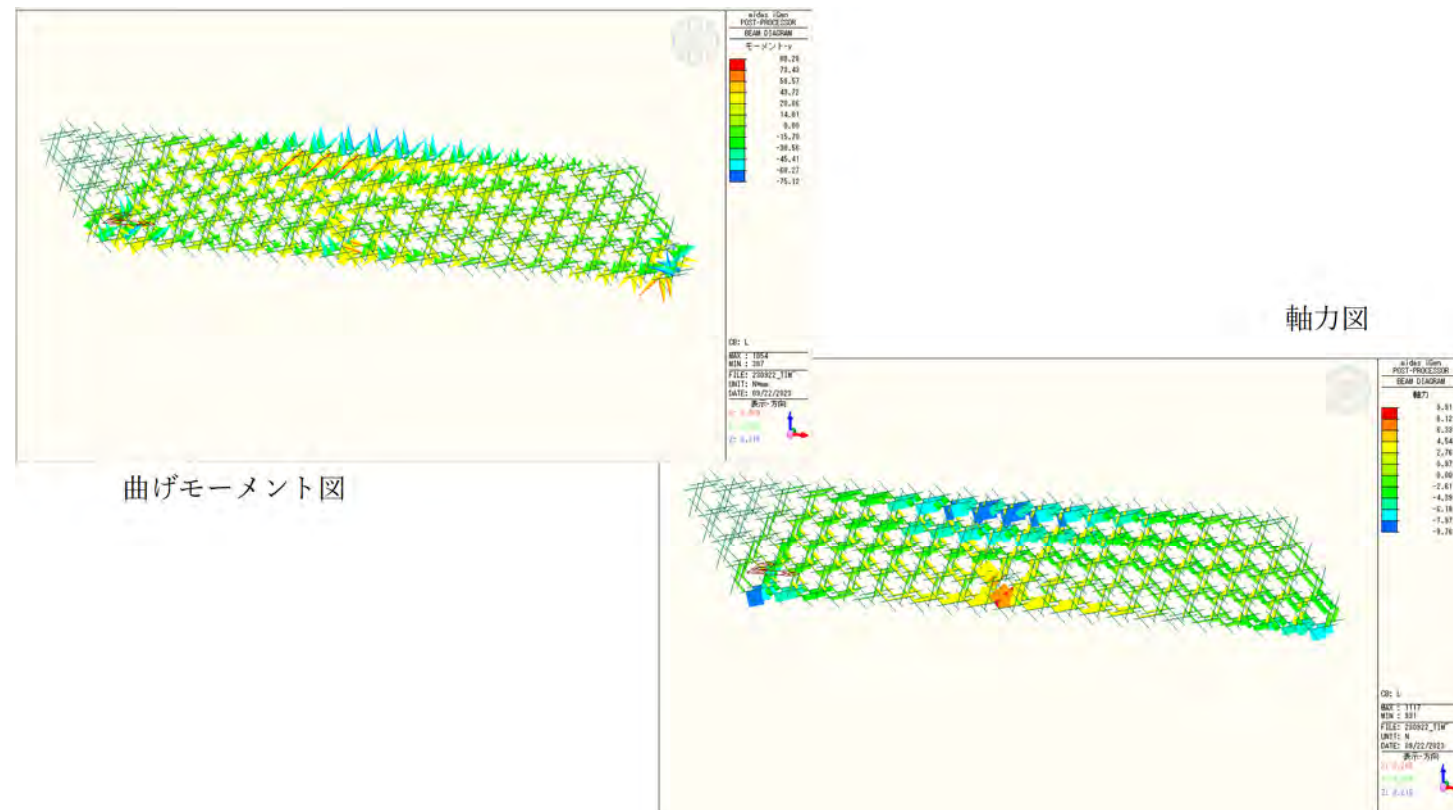
3本組のアイス棒を回転させながら並べていくと六角形が構成される



同一形状の繰り返しという単純な構成ながら、有機的な揺らぎを併せ持つ形状が創出される。



構造的性質 Structural properties

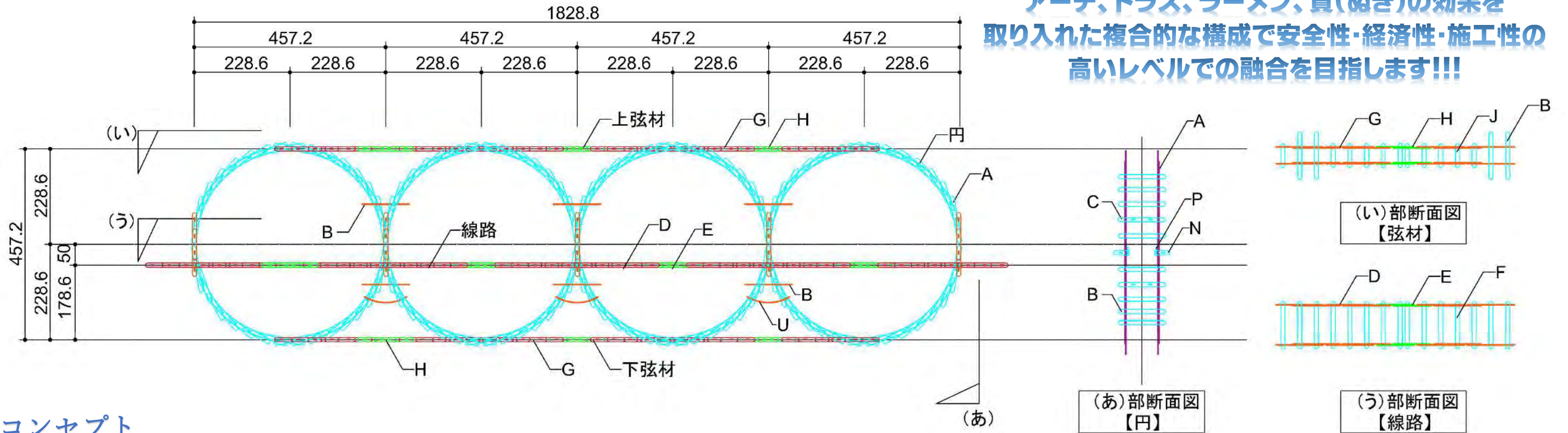


Computation Design も取り入れた構造検証や、加工や接合方法の改善を繰り返して月日が流れ、ついに Stick-Timber Bridge が湖岸と森をつなぎました。その姿は、幾何学による単純な構成でありながら、揺らぎのある有機的な形態として、風景の一部に溶け込み、エミリオたちの町の誇りとなったようです。

to be continued...

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
9	フォーリングスブリッジ	チーム NANA(なな)	◎新田繁(たつき設計) ◎有山康夫(有山工務店) ◎中村圭雄(たつき設計) ◎山田聖子(たつき設計) ◎新田優樹(高校生) ◎渡辺美樹(第一生命保険株式会社)	991 本	1

アーチ、トラス、ラーメン、貫(ぬき)の効果を取り入れた複合的な構成で安全性・経済性・施工性の高いレベルでの融合を目指します!!!



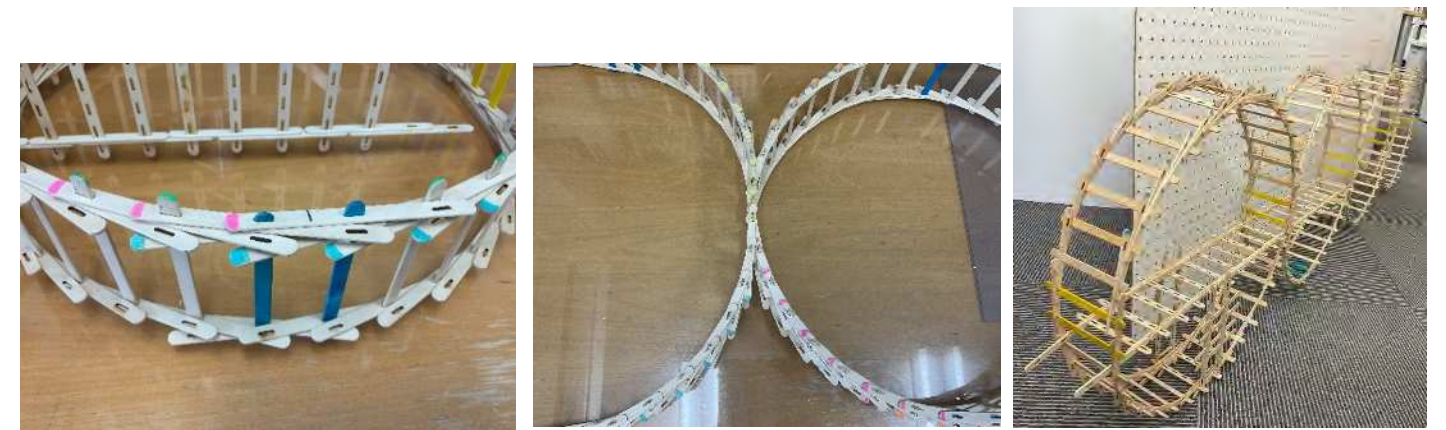
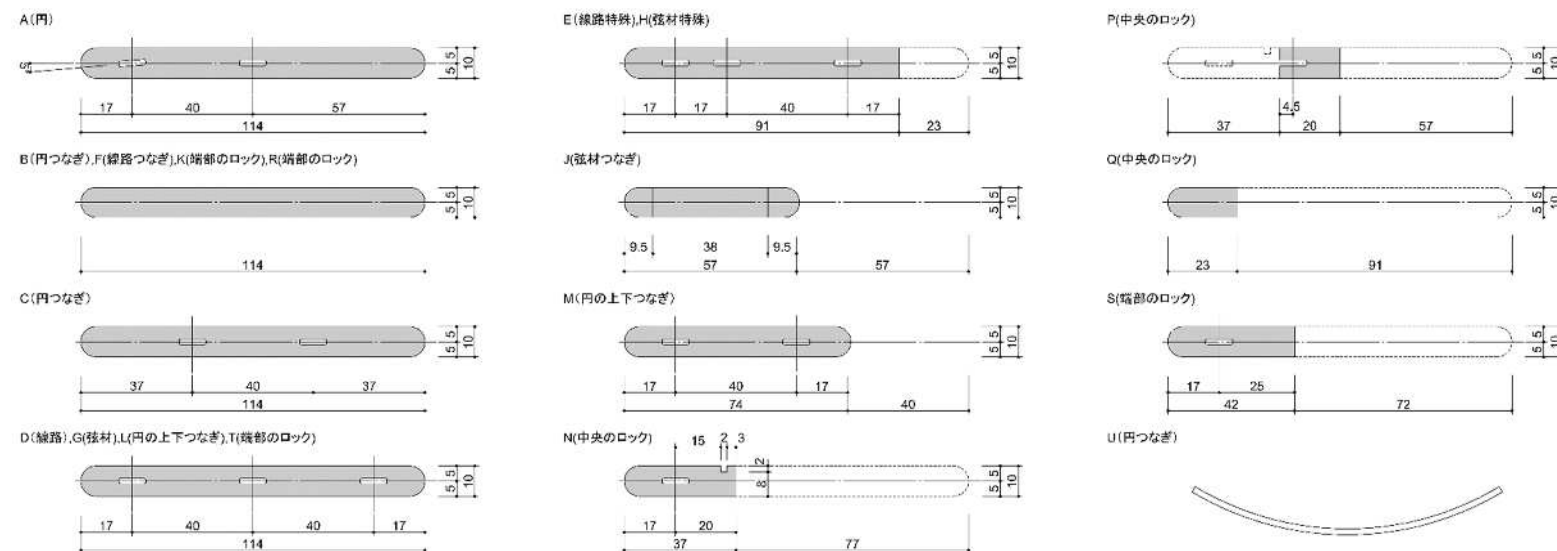
コンセプト

ザハ・ハディド氏による幻の新国立競技場に着想を得て、曲率の小さい円の一部をブリッジに用いる事を考えました。しかし、結果としてローライズの大きな円は強度が出そうにもなく、4つの円の連結に方向転換を行いました。

アンビルドの女王と呼ばれるザハが渡りたくなるような、世の中に存在しないユニークで美しい形態で挑戦します。メンバーの高校生が試作した強度の高い円を4つ並べます。10~60代の混成チームなので世代間の架け橋にもなっています。

構造の考え方や詳細について

1. シンプルな、円・弦材からなる部材構成で、面外を拘束するためにつなぎ材を使用します。基本的には同一部材の繰り返しとして**施工性**を高めています。
2. アイスの棒の原形を保ちロスが少ない材料の使用で**経済性**にも配慮しています。
3. はじめに、構造的には円としての**アーチ**の効果に期待します。
4. つぎに、円の頭部を上弦材、円の底部に下弦材、円が斜材の役割で、ワーレントラスが隠れている骨組となっています。
5. さらに、部材は持送りで結合することで剛接合に準ずる応力伝達となり、**ラーメン**材としての靱性能にも期待しているほか、円の構成にはダ・ヴィンチの橋の発想も取り入れています。
6. また、嵌合接合する穴の形状は微妙な工夫(穴の寸法と角度)を施していて、剛接合に準ずる**貫(ぬき)**の効果にも期待しています。



No 10	作品タイトル TT ブリッジ	チーム名 富徹建設	メンバー 井上幹太 堀口真成 武田文 原碧波	アイス棒本数 975本	カテゴリ 1
----------	-------------------	--------------	------------------------------	----------------	-----------

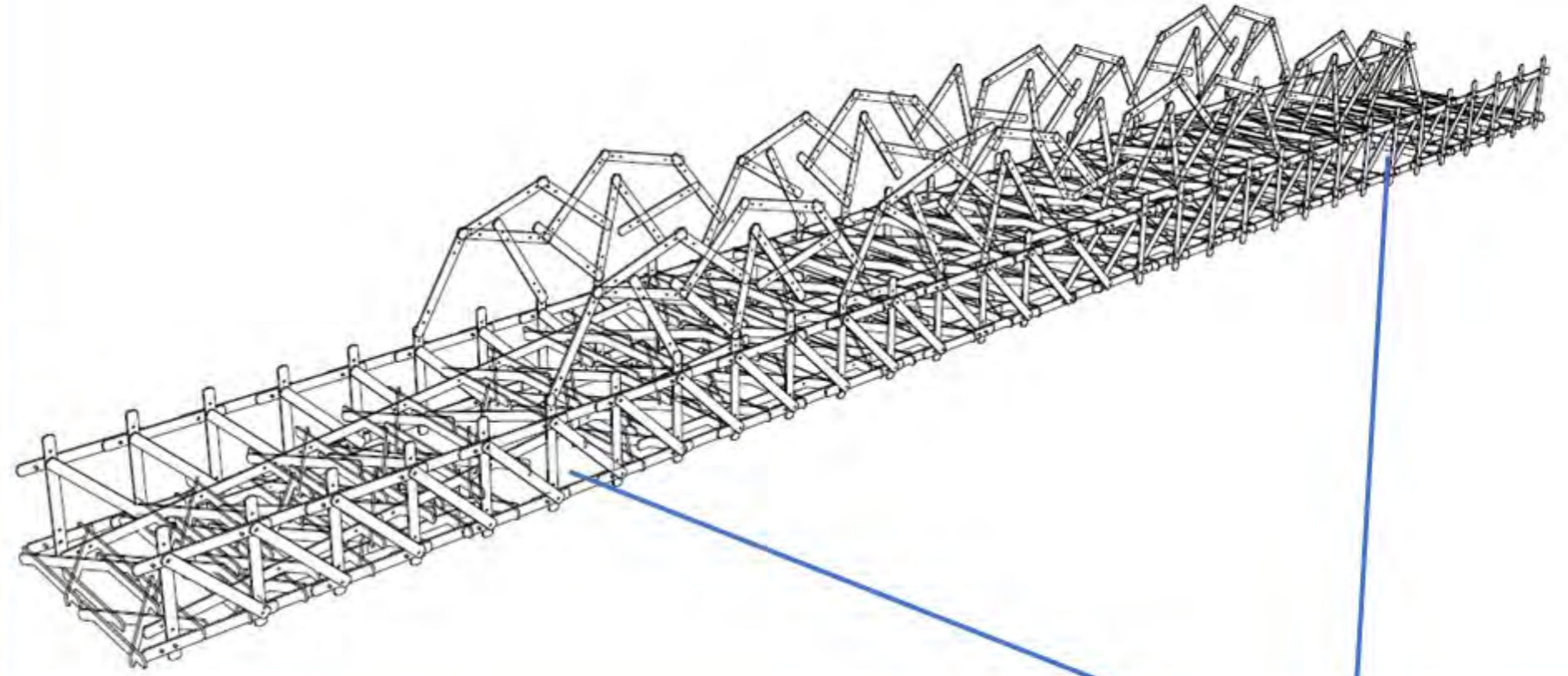
丁・丁ブリッジ

-コンセプト-

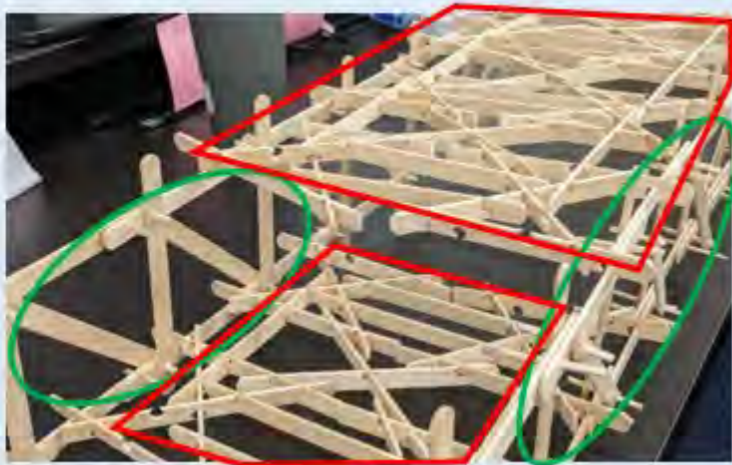
生産効率の良い二種の円形孔嵌合接合部を活用した橋

まず第一に生産性の観点から、手軽な工具を用いて効率的に構成部材を量産できる方法はないか思考を巡らせた。

そこで使用したのは簡易な電動ドリルと穴あけパンチにより穿たれる円形孔を活用した接合方法である。これら二種の円形孔接合部を活用した部分的な構成ユニットを着想し、その構成ユニットを力学的合理性や施工の利便性を手掛かりとして統合することで全体を構成した。



-荷重に対する抵抗メカニズム-



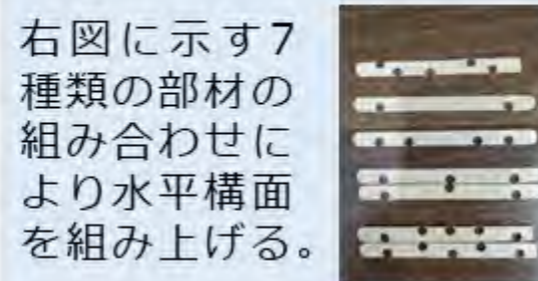
中央走路面の載荷荷重に対しては基本的に両脇のダボ接合により組まれた立面トラスが抵抗要素となる。また、載荷により立面トラスで構成する桁材に作用することが予想される、スラストに対しては、桁材間にかげ渡される水平構面により抵抗する。

-二種の円形孔-

○ダボ接合



○穴あけパンチ孔の接合



右図に示す7種類の部材の組み合わせにより水平構面を組み上げる。

-水平構面ユニット-



穴あけパンチにより生産する7種の部材を組み上げていくことで上図のような連続的な水平構面を構成し、桁材のスラストを拘束する役割を担う。また、円形孔の寸法により、一定の施工誤差吸収性能を有している。

-施工的工夫-

施工初期の段階で立面トラス下弦材同士の端部を一部水平構面ユニットで結合することで形状を維持し、施工性の向上を図った。

-上部構造-

二種の円形孔は材同士の取り付け位置の自由が効き、穴あけパンチ孔では材同士の取り付け角度も任意である。上部構造はその自由さを大いに活用し、コンテスト当日に自由に組み上げる。

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
11	WOW! Bridge	NS OSAKA	◎佐々木隆允(株式会社日建設計) ○山田祥平(同左) ○白井尚太郎(株式会社日建設計) ○井上桂輔(同左)	460 本	1

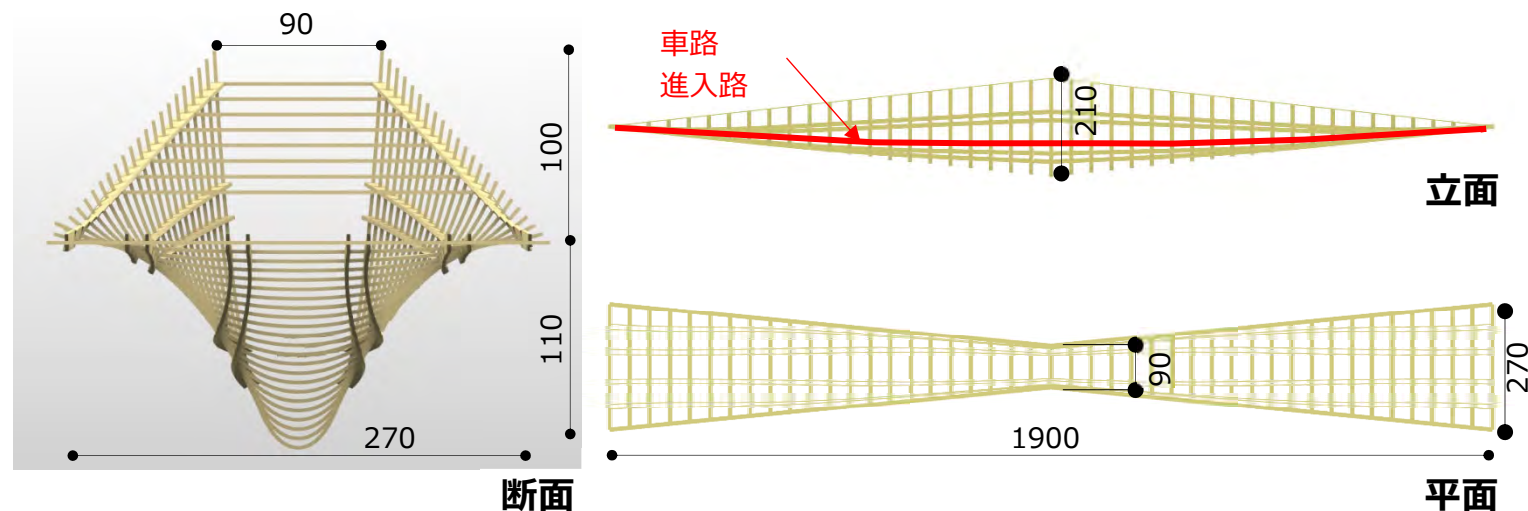
モノづくりの力で未来をつくる

地方創生が叫ばれる昨今、観光によるまちづくりは地域産業の競争力強化の一つとして注目されている。今回私達が計画した橋は、単なる移動のためのインフラとしての橋ではなく、**橋そのものがこの地域の新しい観光の目玉**となることを目指した。また、ただ「観る」だけでなく、「触れ合い、学び、体験」と「感動」を与えることで、**子供達が未来のエンジニアを目指すきっかけ**となれば、嬉しいかぎりである。



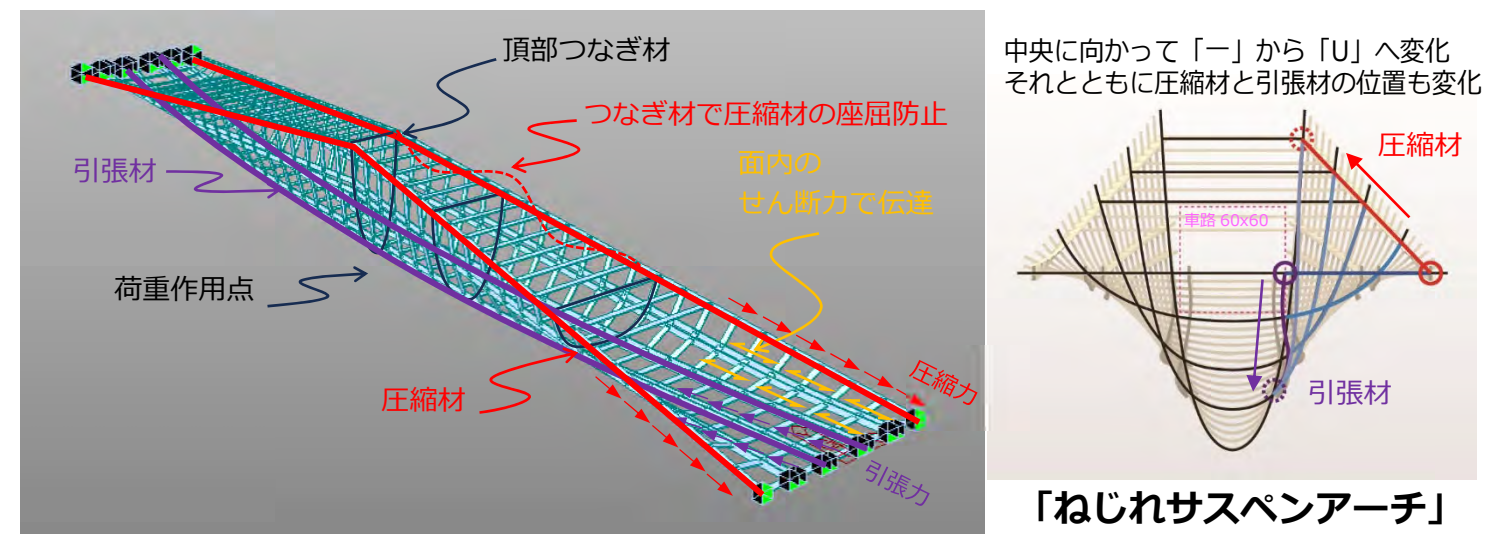
連続的な変化で形をつくる ~ワクワク感とやわらかな包まれるイメージを込めて~

少しずつ**変化させた断面の連続体**により全体の形をつくることで、橋全体に動きをもたせることを目指した。外から見ても、中を通っても**ワクワクする、思わず「WOW!」と口にしてしまうような躍動感のある橋**を目指した。中央に向かって道幅を絞り、**平面・立面・断面を連動して変化させていく**ことで、橋に包まれていくワクワク感と対岸への**期待感**を引き出すように仕掛けている。また、連続的に変化する形と曲線で全体を構成することで、橋の断面は花びらが開くような、鳥が羽ばたくような**やわらかな印象を与える橋**を目指した。



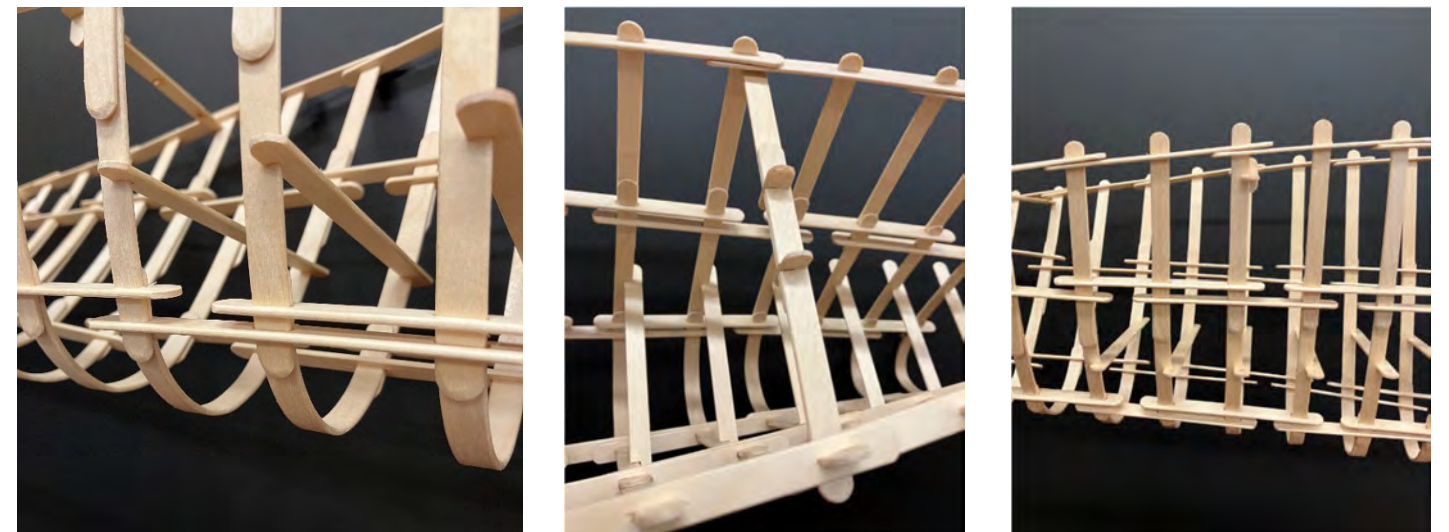
構造概要：連続的な変化の中に力の流れをつくる「ねじれサスペンアーチ」

構造システムは、「ねじれサスペンアーチ」と名付けた。**上部側の圧縮材と下部側の引張材**は、橋中央でせいが最も大きくなるようにほぼ鉛直な束材（縦材）で結び、橋のたもとに向けて縦材を寝かしていくことでせいは小さくなる。一方で、平面的には幅が広がっていく。**圧縮材と引張材が橋の端部で位置がずれているために偶力が生じる。その偶力を面内で処理**するため、特に橋のたもと部分には**十分な面内耐力と剛性を確保**する。断面的には頂部をつなぎ、**各断面で自碇させつつ**、全体として閉断面に近い形状とすることで**全体座屈に強い形**とした。圧縮材と引張材の位置関係を連続的に変化させつつ、その偶力を処理することで、**既視感のない躍動感のあるデザインの中に力の流れを構築**した。



部材の構成と接合部のディテール

接合部を含めて、合計約 450 本のアイス棒のみで構成している。特徴的な部材としては、**最下端のアイス棒を曲げることで、橋全体にやわらかなイメージをもたせている**。アイス棒の持つしなやかさを活かしたデザインを考えた。部材接合部は全て**嵌合接合**としている。



No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
12	遊び心の誘い橋	LSS-2	◎瀬戸謙汰 ○多田このみ ○川口真琴 ○木内裕也 鮎沢康太 印南千尋 奥平康祐 山中洋輝	730 本	1

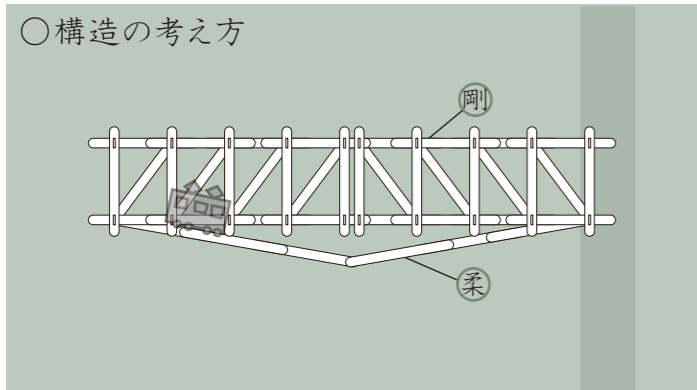
作品概要説明書

overview manual

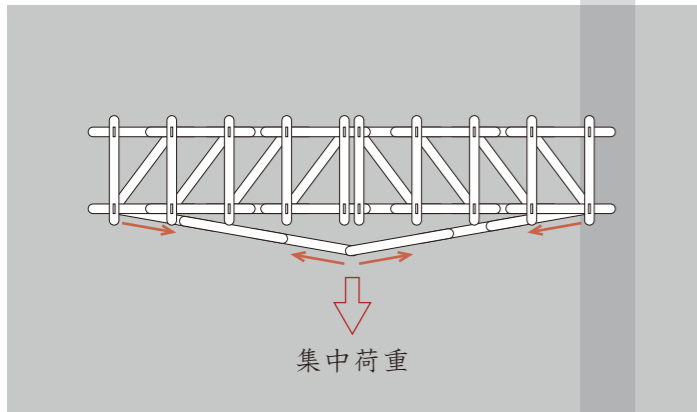
LSS-2

幼心が感じられる橋

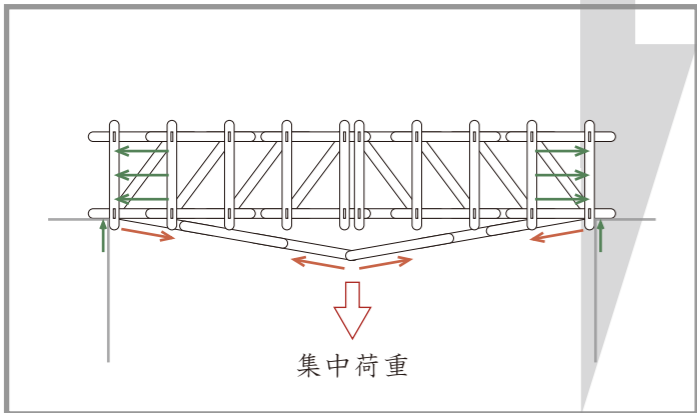
橋を渡るとき、橋にはあまりグラグラせずに安定してほしいもの。けれど、好奇心旺盛な人なら多少不安定でも渡りたいと思える。渡ろうとするはず... 私たちはあえて”剛じゃない”ところに電車を走らせる橋をつくります。



1 本の梁にある程度の柔らかさをもたせた吊り材を組み合わせる



集中荷重をかけると吊り材には引張力がかかる



(ブリッジを支持台にのせる)
理論上曲げなどは発生せず、梁への圧縮力のみで負担している

○詳細 材料諸元：アイス棒 白樺 114×10×2 [mm]

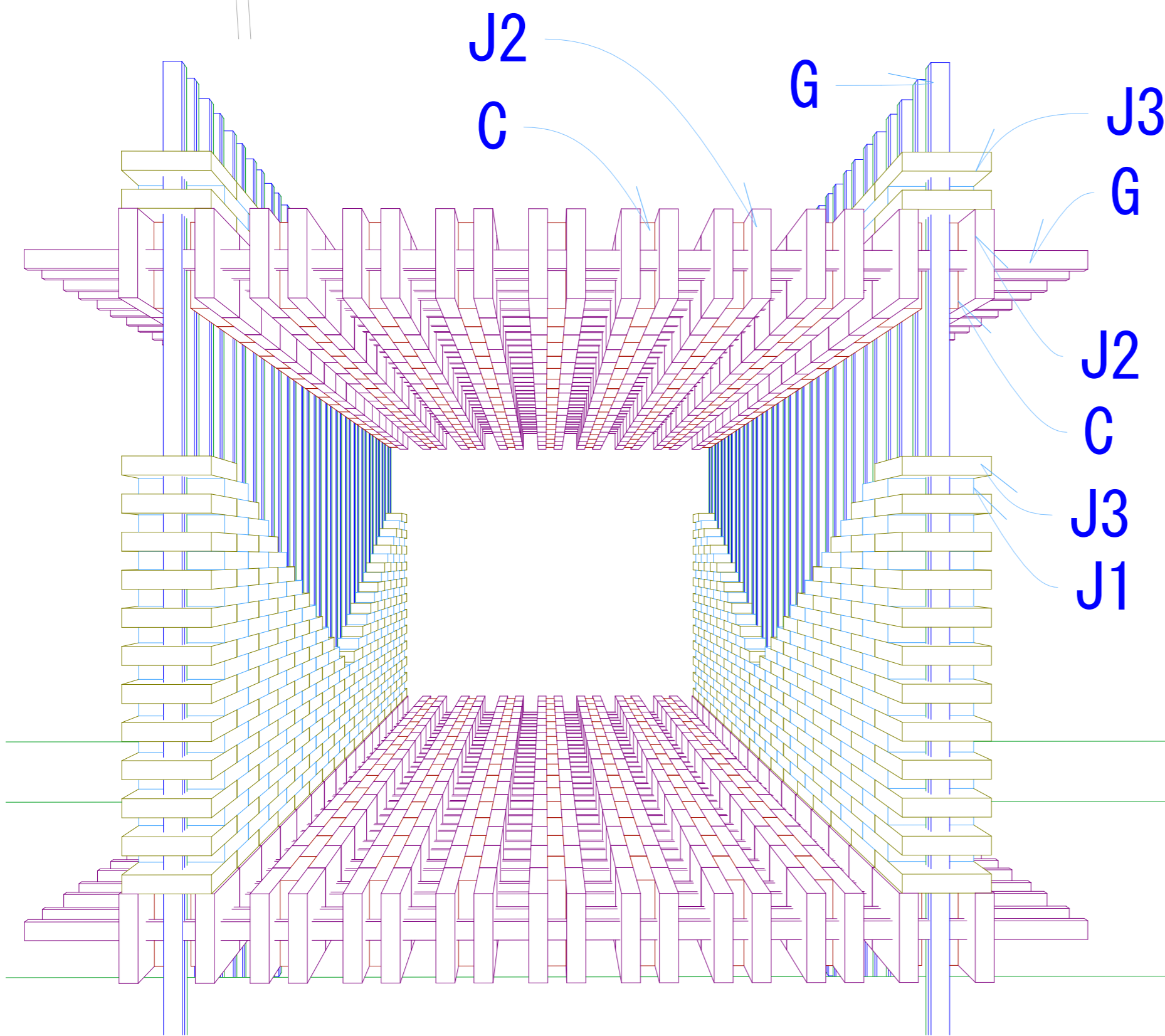
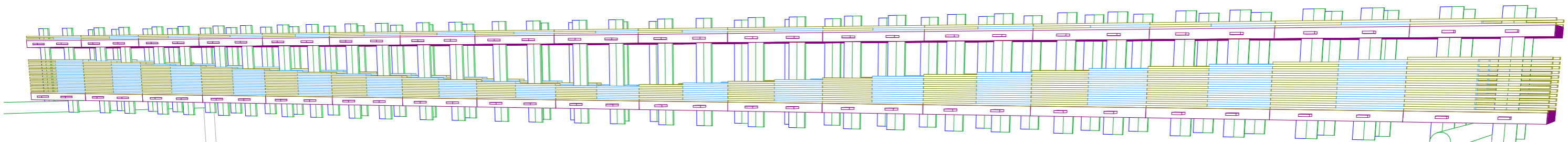
①アイス棒を加工する ②かたちを組む ③相欠きにはめ込みユニット作成

アイス棒に切り欠きをつくり、相欠きとはめ込みによってユニットを作成。作業の単純化を図るためにユニットは全て同じかたちに。「施工誤差ほぼなし」な状態になるよう切り欠きの検討を行い、最適なものを見出しました。

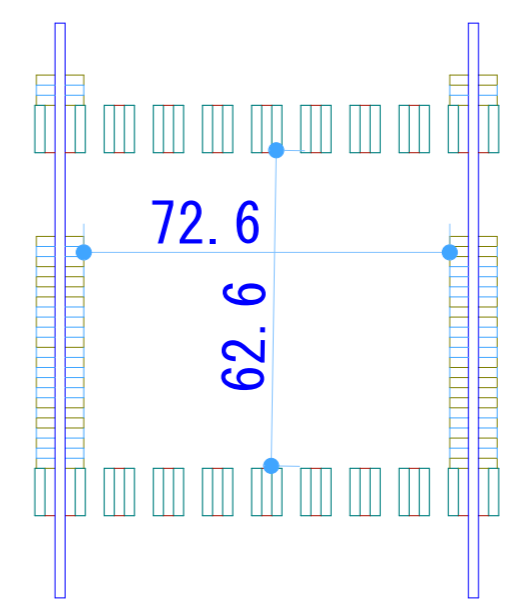
立面図
勾配: 1/9
90, 114, 204
1970

平面図
200

エントリーNo 13	作品タイトル SmarT-Bridge	チーム名 株式会社 じゃが加 Chiba	メンバー ◎阿部 裕太郎 (JSCA千葉), ◎向後 章夫 (同左), ◎向後 智弘 (同左), ◎古川 聖和 (同左), ◎大倉 慧 (同左), ◎小林 直樹 (同左), 坂東 秀人 (同左)	アイス棒本数 1788 本	カテゴリ 1
---------------	------------------------	-------------------------	--	------------------	-----------

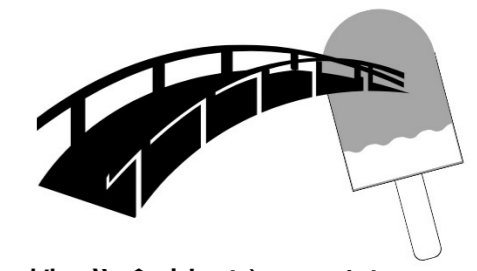


<設計方針>
 前回のアイス棒タワーを横に寝かせたモデルをベースとし、
 4本の組柱を主材に、接合部は組柱に設けたほぞ穴に貫を通して
 フレームを構成する。
 フレーム自体は柔構造で粘りがあり靱性に富むが、
 変形を生じやすいため、屋根面・床面・壁面に圧縮を負担する
 軸材を嵌め込み、ブリッジ全体の剛性を高くして変形を抑える
 こととした。
 また、壁面材の本数を増減することで、ブリッジの剛性とたわみを
 調整することが可能となる。



断面

アイス棒一覧	
名称	数量
C	352
G	204
J1	272
J2	612
J3	348
合計	1788



株式会社 じゃが加
Chiba

No 14	作品タイトル スポークフレームブリッジ	チーム名 Digi-Log Bridge A	メンバー ◎富澤啓(日本設計) ○佐々木賢太(同左) ○玉木智大(同左) ○藤本奈美(同左) ○前島淳平(同上)	アイス棒本数 2000本	カテゴリ 1
----------	------------------------	---------------------------	--	-----------------	-----------

■テーマ:瀬戸内しまなみ海道サイクリングロードを盛り上げる

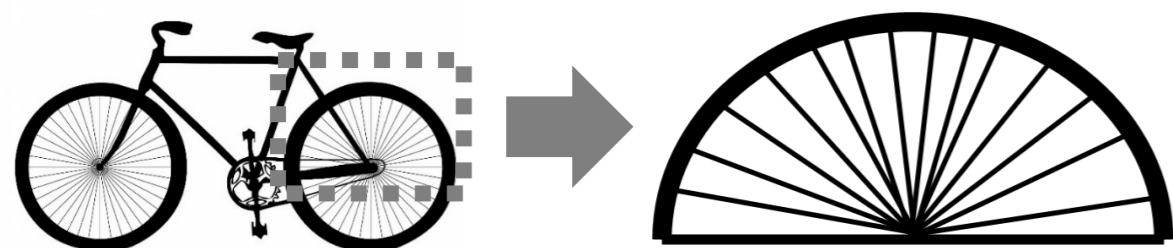
瀬戸内しまなみ海道は、広島県尾道市と愛媛県今治市間の瀬戸内海に浮かぶ島々を9つの橋でつなぐルートで、「サイクリストの聖地」として楽しまれています。

現在、サイクリングの北のスタート地点となる尾道駅前から向島までは、自転車・歩行者用の橋がないため、自転車を積み込んだフェリーで渡航するところからサイクリングがスタートします。本プロジェクトは、「瀬戸内しまなみ海道サイクリングロードを盛り上げる」ことをテーマに、尾道駅前から向島へサイクリングのスタートにふさわしい自転車・歩行者用の橋を架け渡します。



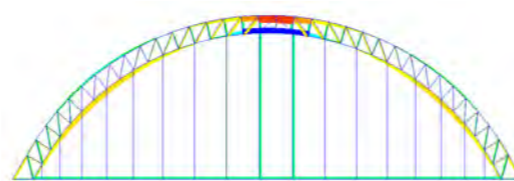
■構造コンセプト:スポークフレームブリッジ

自転車のタイヤの強固なフレームをモチーフとした、「スポークフレームブリッジ」を提案します。

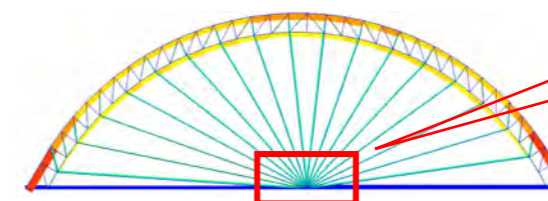


軸力図(※桁以外はトラス材として簡略化)

①タイドアーチ
→アーチ中央に荷重集中×
接合部の位置は分散○

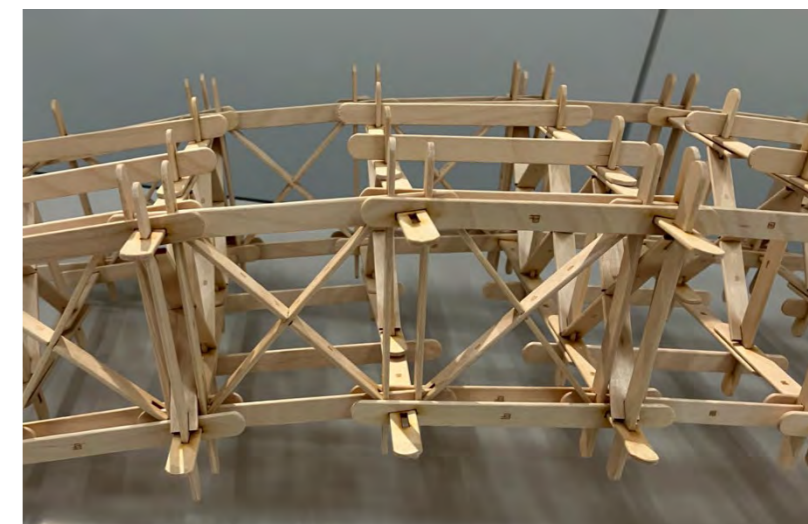
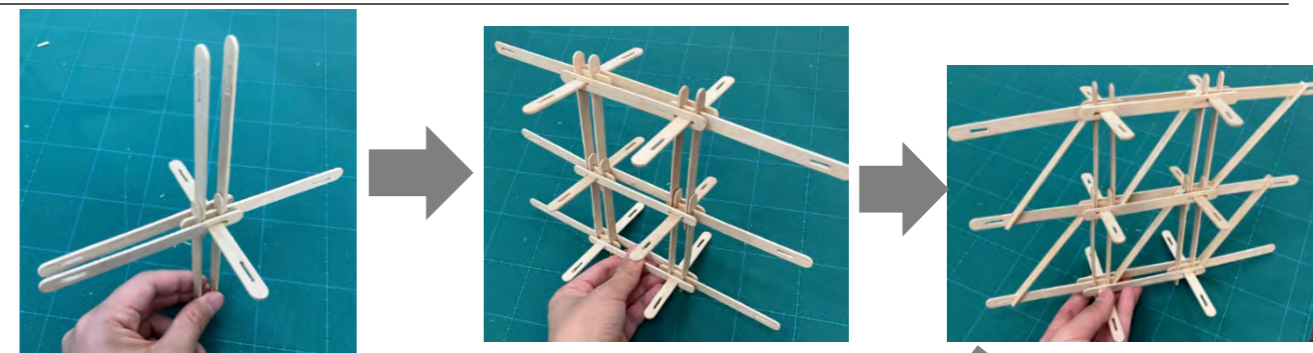
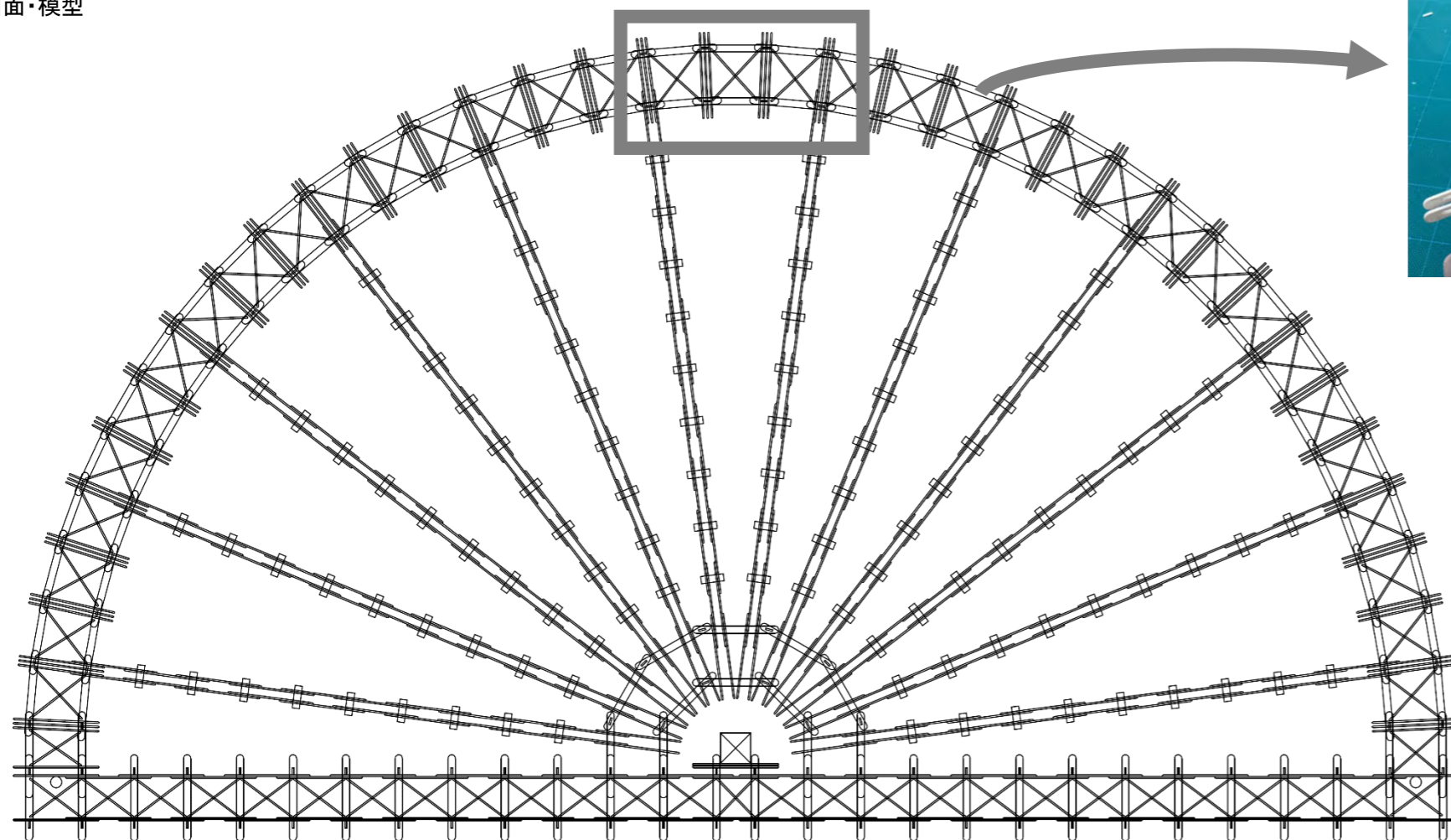


②ラジアル組※自転車の車輪のスポークの組み方
→アーチの応力は均される◎
接合部の位置が集中△



接合部が集中するため、小さなアーチを作成し、接合部位置を分散

■図面・模型



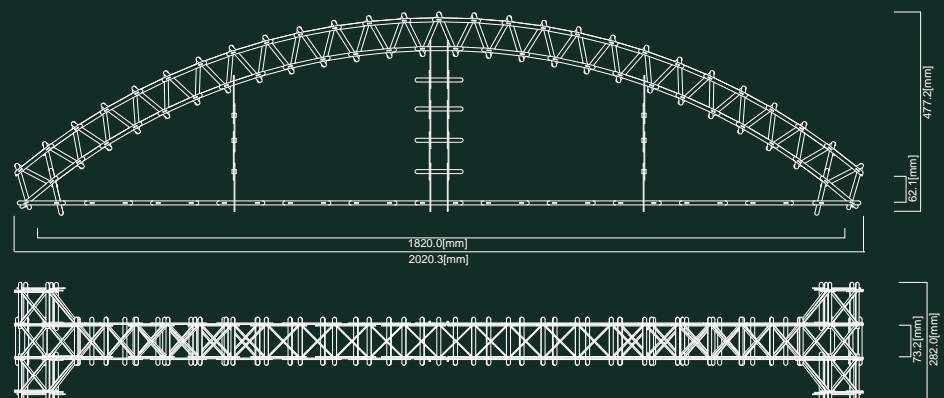
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
15	D-Bridge	京都工芸繊維大学 構造研究室	加芝亮 神村実来 中西海斗 松林悠子 宮田快	535 本	1

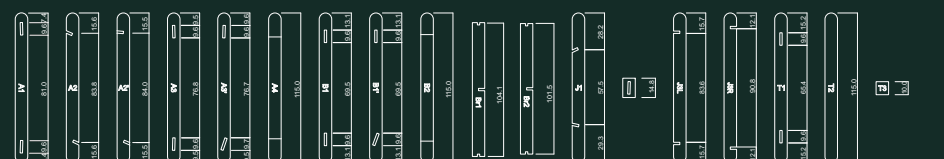
D-Bridge

Dynamic Shape
Digital fabrication
Detail Design
Double layer




Concept 京都・嵐山の保津峡を走る「嵯峨野トロッコ列車」から着想を得て、雄大な自然の中を走る観光列車の鉄道橋を目指し設計を行った。

Plan


Members


Design Process

トラスユニットを考案 → トラス橋を試作 → 載荷実験 → アーチトラス橋に改良 ← 載荷実験



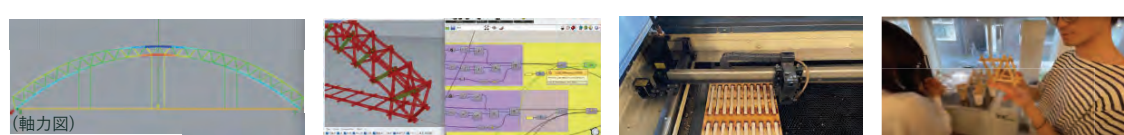
Digital Fabrication

一連の制作にRhincerosとGrasshopper、レーザーカッターを使用して作業工程の省力化を図った。

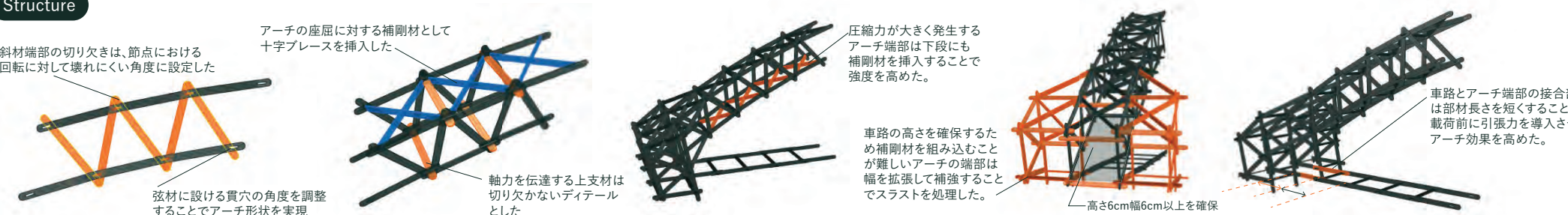
2Dで形を検査 → 3Dに拡張 → 図面化 → レーザーカッターで切り出し → 組み立て

構造解析(OpenSees for GH) → 接合部の検討 → CADデータ生成 → 各部材の切り欠きの加工精度の確保と制作時間の短縮 → 載荷実験

アーチのサイズの調整 → 切り欠きの決定 → 補強位置の検討



Structure

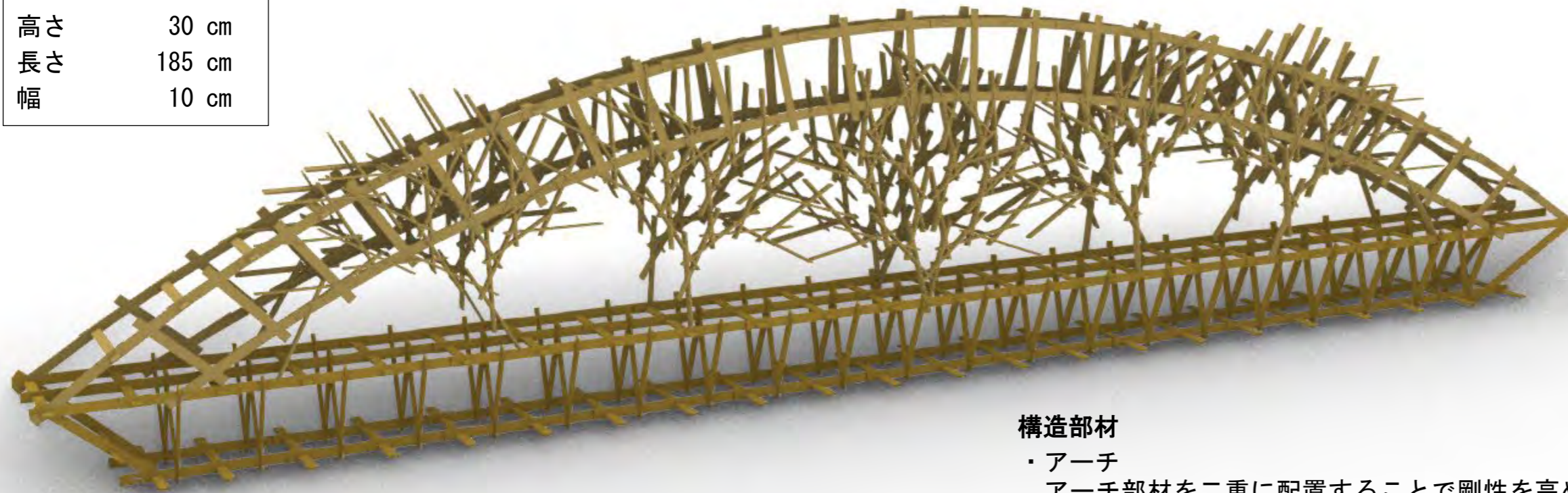


- 斜材端部の切り欠きは、節点における回転に対して壊れにくい角度に設定した
- 弦材に設ける貫穴の角度を調整することでアーチ形状を実現
- アーチの座屈に対する補剛材として十字ブレースを挿入した
- 軸力を伝達する上支材は切り欠かないディテールとした
- 圧縮力が大きく発生するアーチ端部は下段にも補剛材を挿入することで強度を高めた。
- 車路の高さを確保するため補剛材を組み込むことが難しいアーチの端部は幅を拡張して補強することでスラストを処理した。
- 高さ6cm幅6cm以上を確保
- 車路とアーチ端部の接合部は部材長さを短くすることで載荷前に引張力を導入させアーチ効果を高めた。

No 16	作品タイトル bar-bar-bridge	チーム名 (棒)氷架設計	メンバー ◎山崎海斗(日本設計) ◎秋田飛菈(日本設計) ◎高橋慶太(同左) ◎松山礼佳(同左)	アイス棒本数 650 本	カテゴリー 1
----------	--------------------------	-----------------	---	-----------------	------------

概要

高さ	30 cm
長さ	185 cm
幅	10 cm



断面図

構造コンセプト

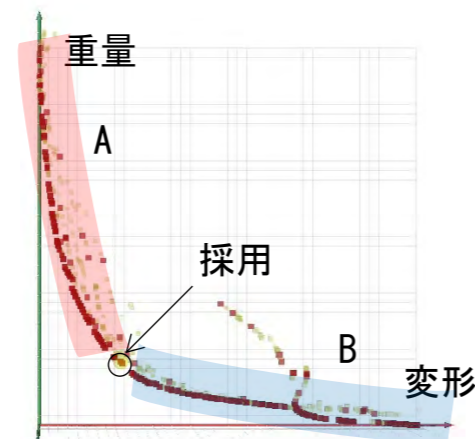
アーチリブを直線部材で構成し軸力のみを負担させ、アイス棒を橋桁から樹状に広がるよう配置し構成した面を引張材として用いる。周りの樹々に溶け込むような有機的なデザインとした。

最適化

Grasshopper の最適化プラグイン Octopus を用いてアーチせいと重量の多目的最適化を行なった。

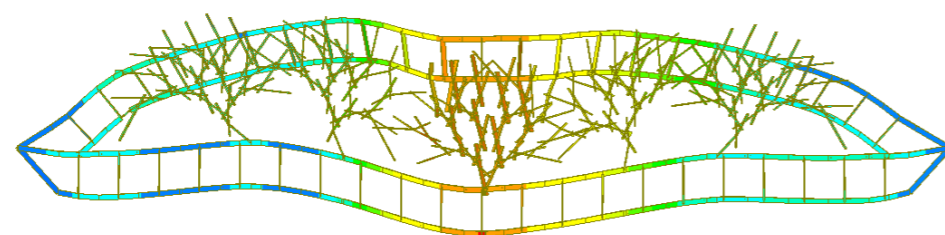
A : アーチせい高 ←→ B : アーチせい低

重量と変形だけでなく、当日の制限時間やアーチの面外剛性を考慮しアーチせいは 300mm に決定。



解析

midas を用いて解析
 載荷荷重 : 1kg
 支持条件 : ピンローラー



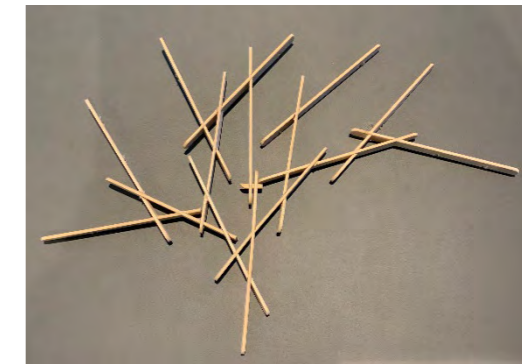
最大たわみ量 3.5cm

構造部材

・アーチ
 アーチ部材を二重に配置することで剛性を高めた上で、両面を内傾させることで面外方向の剛性の向上を図った。

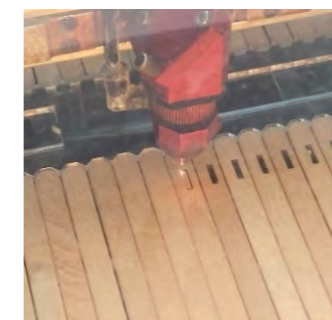
・橋桁
 桁方向に部材を3本配置することで面内剛性を大きくし、面を二重にしたうえで W 形断面の部材で固定することで橋桁全体の剛性を高めた。

・面材
 斜めの切り欠きを施した2パターンの部材を組み合わせ樹状構造の面材を構成することで、構造要素を橋の意匠要素としても利用できるデザインとした。

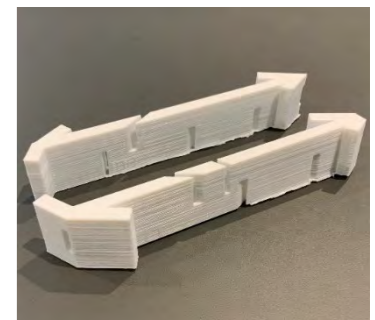


製作

・レーザーカッター
 部材同士を貫で接合する箇所については、レーザーカッターを用いて孔をあけることで正確性と効率化を確保した。



・3D プリンター
 面材の相欠き部は、3D プリンターで治具を製作し、電動のこぎりで削ることで同一部材の作成を行えるようにした。



No 17	作品タイトル 人と呼吸する道	チーム名 竹の子	メンバー ◎金子亮太(東京工業大学大学院) ◎児玉征士(法政大学大学院) ◎谷口真寛(日本大学大学院) ◎羽原佳孝(明治大学大学院)	アイス棒本数 950 本	カテゴリー 2
----------	-------------------	-------------	--	-----------------	------------

人と呼吸する道

人が動けば、橋も動く

人が渡ることによって不完全であった橋が初めて完成する

歩くことで床面にかかる荷重が側面に取り付けられた部材へと伝達される

橋は人に呼応し、波形を描くようにして動き出す

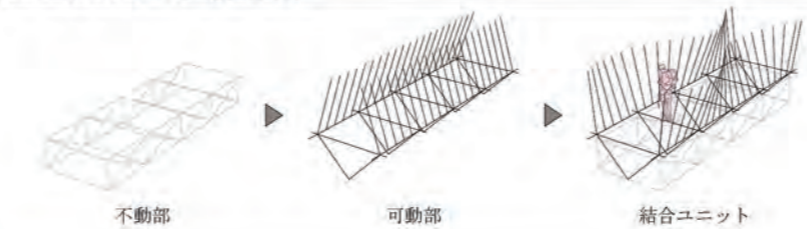
あたかも橋と一緒に渡っているかのようだ

01. CONCEPT: 植物 × 橋

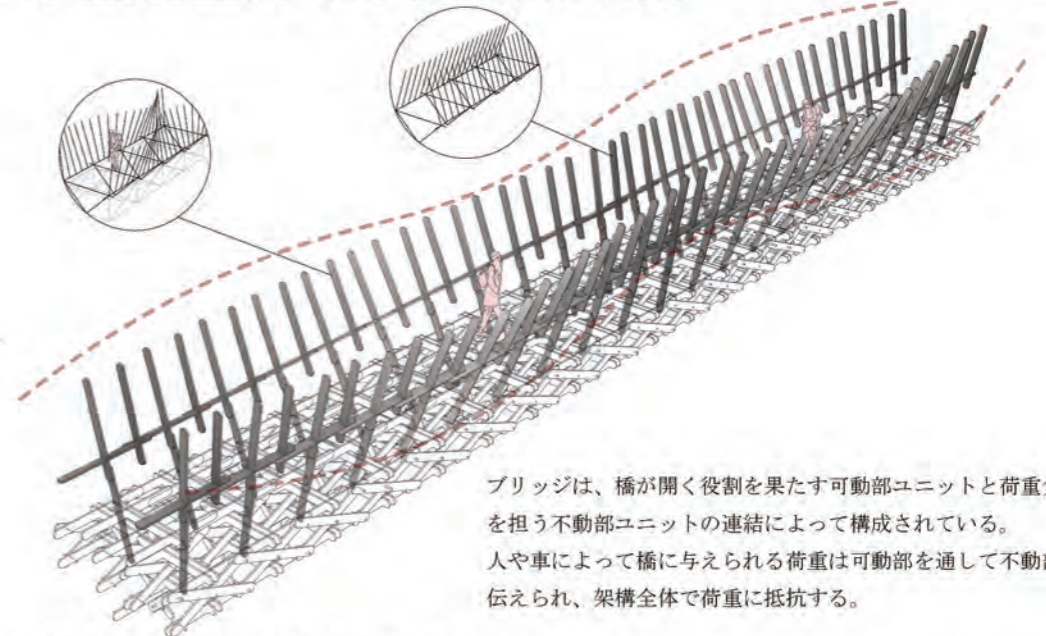


植物の『オジギソウ』はその名の通り葉に触れるとお辞儀をする不思議な植物である。オジギソウが動き出すと私たちはつつい何度も触ってしまう。そこで人と呼応するようにして呼吸し、動き出す橋を提案する。

02. DIAGRAM: 静と動



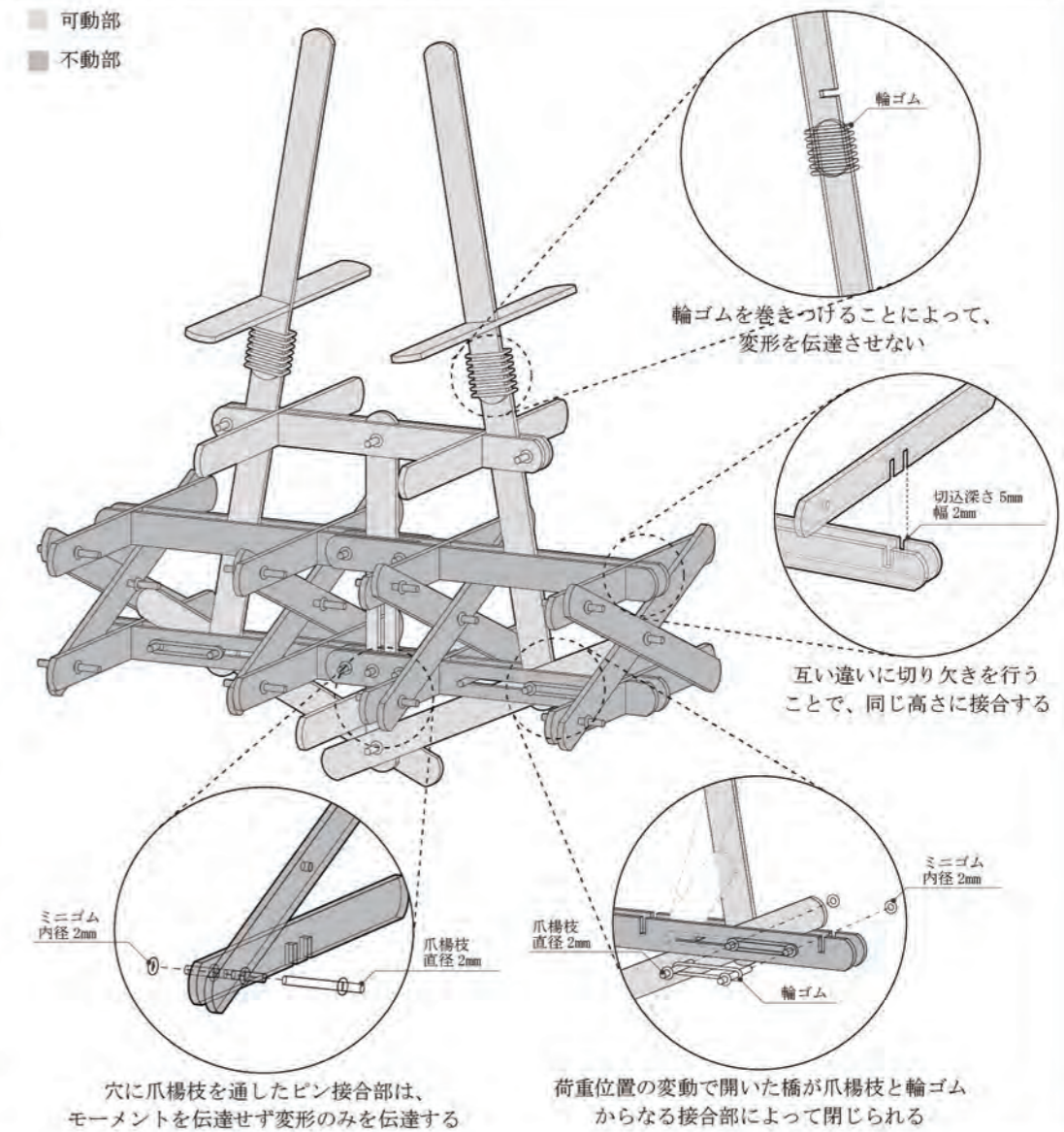
03. PERSPECTIVE: 荷重によって作られる波形



ブリッジは、橋が開く役割を果たす可動部ユニットと荷重負担を担う不動部ユニットの連結によって構成されている。人や車によって橋に与えられる荷重は可動部を通して不動部に伝えられ、架構全体で荷重に抵抗する。

04. UNIT: 可動部と不動部の接合部

- 可動部
- 不動部



アイス棒 924
爪楊枝 533
輪ゴム 63
ミニゴム 151

エントリー No 18	作品タイトル 部材形状を一種類のみのパーツで構成した橋	チーム名 Suzuki (2)	アイス棒本数 217
		◎ 鈴木 保治 鈴木保治建築設計事務所	本

プロローグ

昔々、ある処に、アイスクリームで有名な町がありました。この町の近くには『美しい湖』と『広大な森』と『澄んだ空』が広がっており、これらの自然が町の自慢でした。

ある夏の日、エミリオと町の人たちは、アイスクリームの棒を使って湖を渡るための橋を作ることになりました。

しかし、エミリオと町の人たちは橋を作るための特別な技術を持っていません。加えて、自慢の美しい自然の中に「武骨な構造体」を作ることには躊躇していました。そこで、地元の子供たちも製作に参加することができ、その上で、構造体が視界を妨げない橋のデザインを考えることになりました。

エピソード

地元の子供たちも含めて、町の人たち自身で製作するためには単純な構造であること、また、自慢の美しい自然景観を阻害しないためには、橋の構造体が視界を妨げないようにしなければならないと考えました。

そこで、①橋を構成する部材の形状は一種類とする、②部材の接合は一動作で終わりとする、③構造体は地盤面よりも下に設けることとすると決めました。そして

- ① 部材に切り詰めや切り欠きを行わない（孔あけのみとする）
- ② 接合部には結束バンドを用いる（一動作で締め付ける）
- ③ 構造体を地盤面より下に設ける（自然景観を阻害しない）

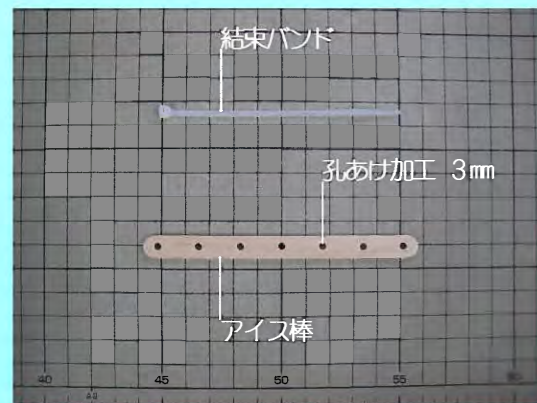
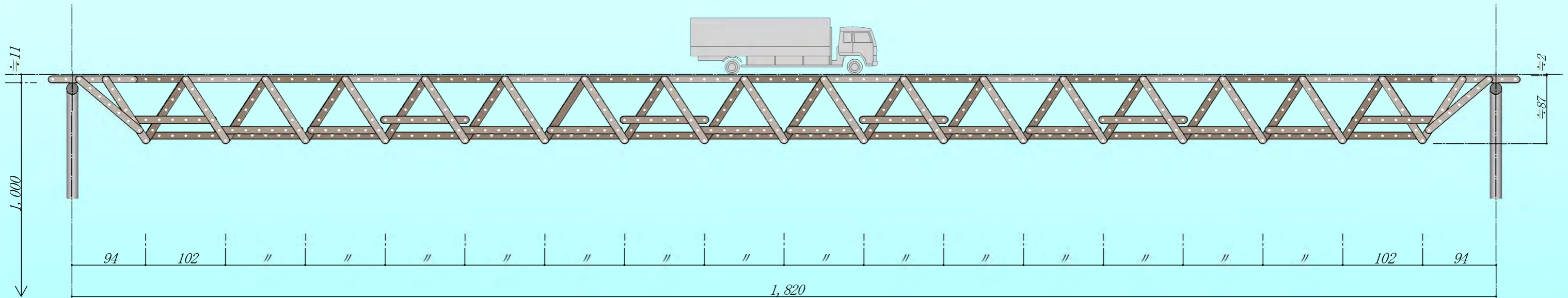
ことを考慮した『一種類のみのパーツで構成した橋』が完成しました。

エピローグ

橋を構成する部材の形状を統一（一種類のみの）した橋が完成しました。ところで、橋の構造体は地盤面よりも下にあるため、町の人たちは常に「橋の構造体」を意識することはありませんでした。しかし、湖岸に降りてこの橋を見上げた時、初めてその全容を理解し、単純な構造体でありながら、頑丈で安定していることを実感しました。

常に、その存在を主張することなく、橋を渡る人々の安全を担っているこの橋のことをエミリオと町の人たちは誇りに思いました。

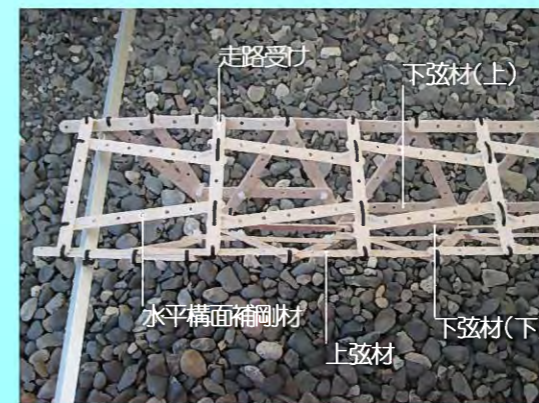
今日も、各地から人々が集まり、アイスクリームを食べながら、アイスクリームの棒でできた橋を渡り、美しい自然を楽しんでいます。



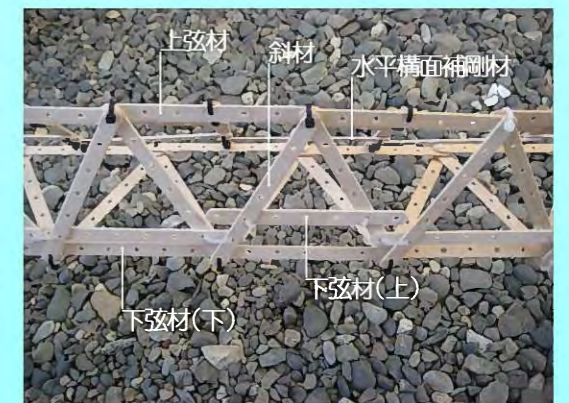
(写真 1) 構成部材



(写真 2) 正面



(写真 3) 上面



(写真 4) 側面



S=1/5

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
19	Crystal Truss Bridge	LSS-3	◎小倉聖矢(日本大学) ◎江黒皓介(同左) ◎冲山広樹(同左) ◎林航平(同左) ◎瀧口和也(同左) ◎攝待光海(同左) ◎森澤進太郎(同左)	323 本	2

Crystal Truss Bridge

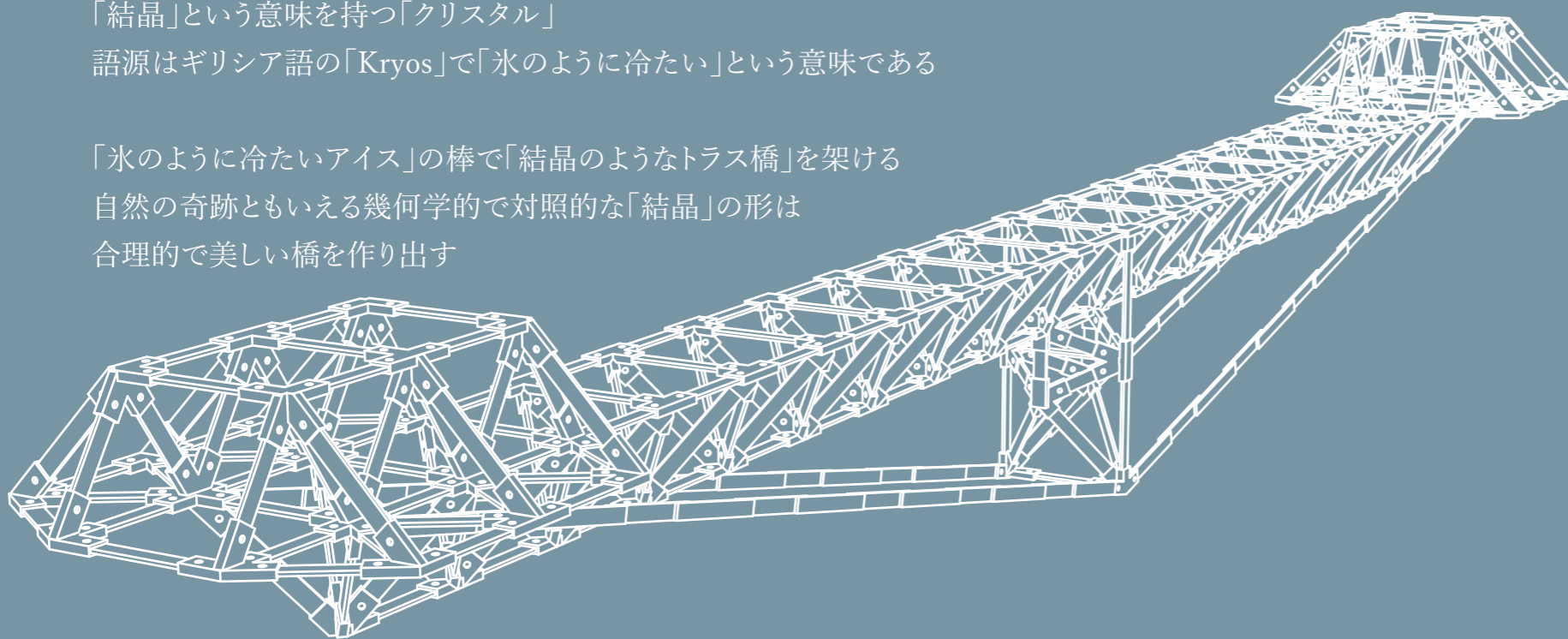
「結晶」という意味を持つ「クリスタル」

語源はギリシア語の「Kryos」で「氷のように冷たい」という意味である

「氷のように冷たいアイス」の棒で「結晶のようなトラス橋」を架ける

自然の奇跡ともいえる幾何学的で対照的な「結晶」の形は

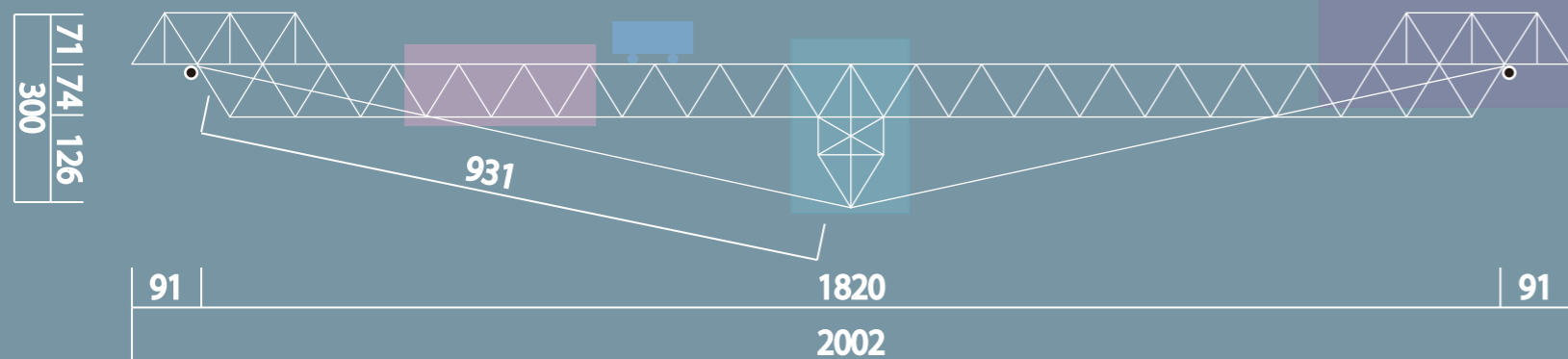
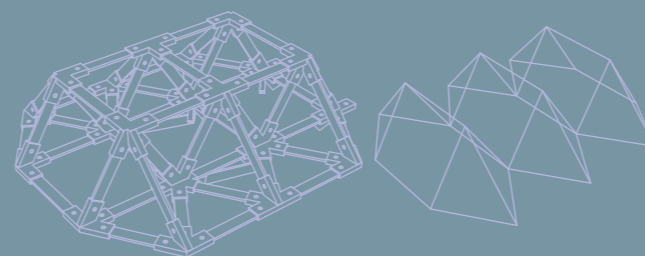
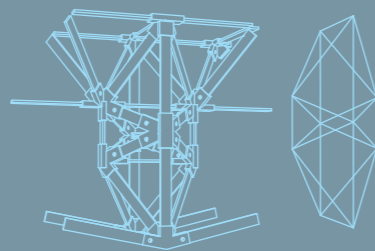
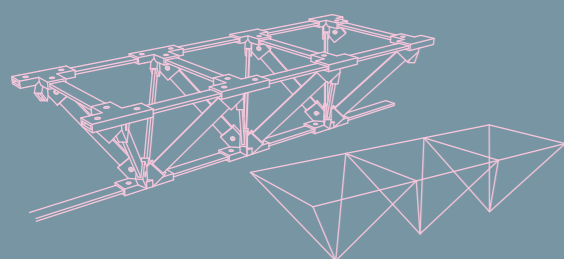
合理的で美しい橋を作り出す



梁詳細

束詳細

脚部詳細



立面図

System

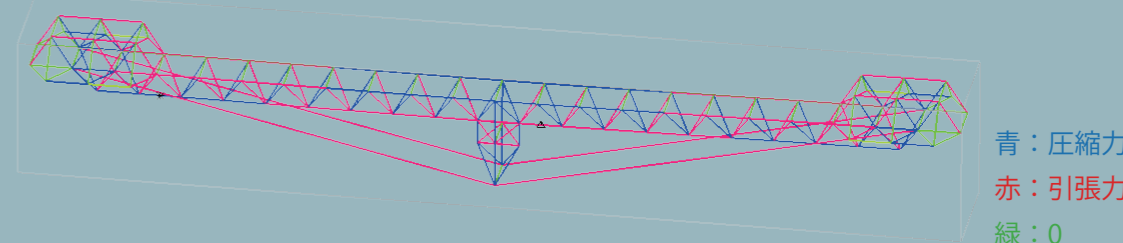
張弦梁 × 立体トラス梁

今回のコンテストでは支持点にスラストを負担させることができないため自碇式の構造が求められる

その中で、中央集中載荷に効率よく抵抗するため、張弦梁構造を採用した

また、梁は自由な角度で接合ができる3Dプリンターによる接合部を活かし、立体トラスを採用することで、少ない部材数で軽量かつ高強度な橋を目指した

Analysis



解析によって各部材にかかる応力を把握した

引張力がかかる接合部にはボルトを使用し、引き抜けを防ぐ

Scale

橋全長：2002mm

支点間距離：1820mm

サグ：200mm

通路：幅 100mm × 高さ 71mm

Materials

アイス棒：323 本

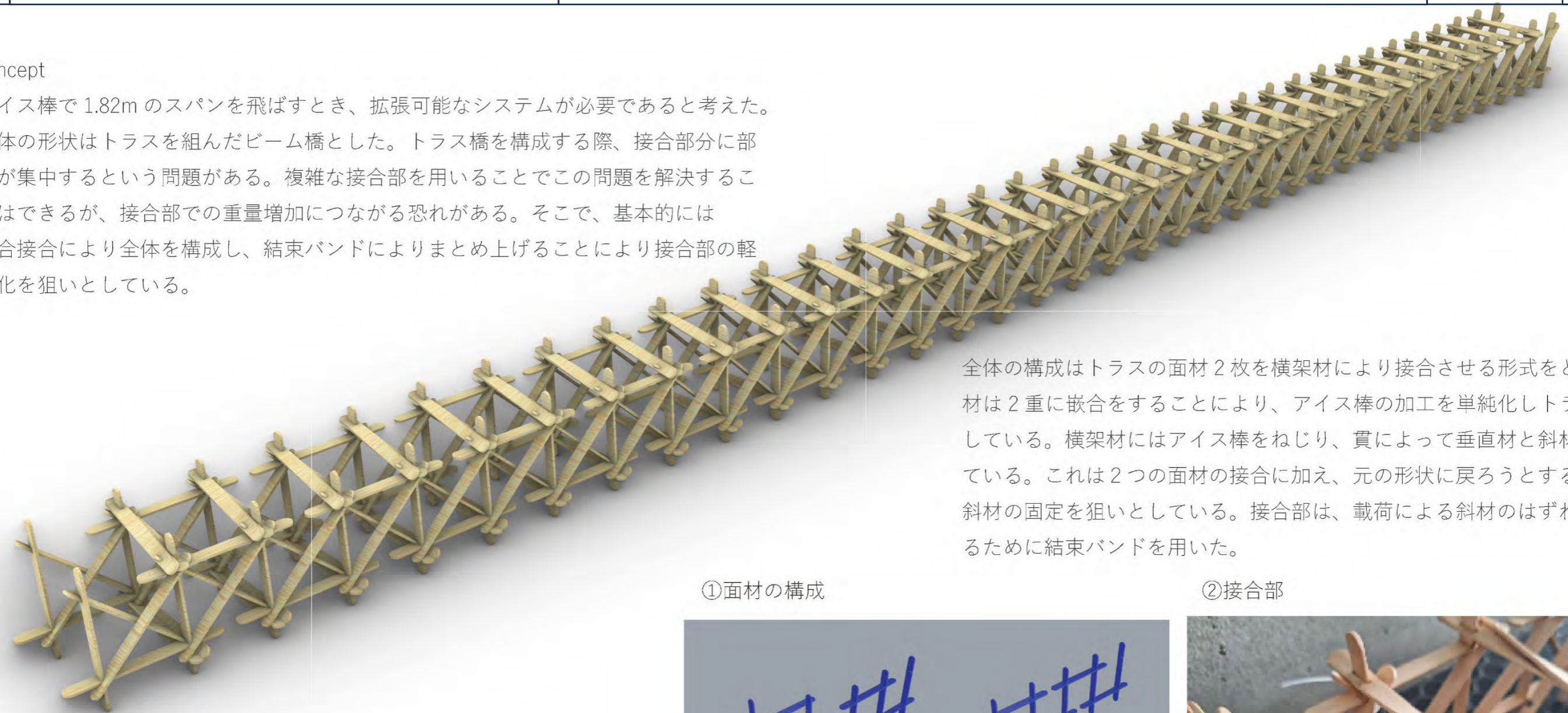
接合部：ABS 樹脂

樹脂ボルト

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
20	嵌合トラス橋	TCU 落合 Lab	◎荒井空良人 ◎北原花奈 ○尾崎文哉 ○根岸拓海	420 本	2

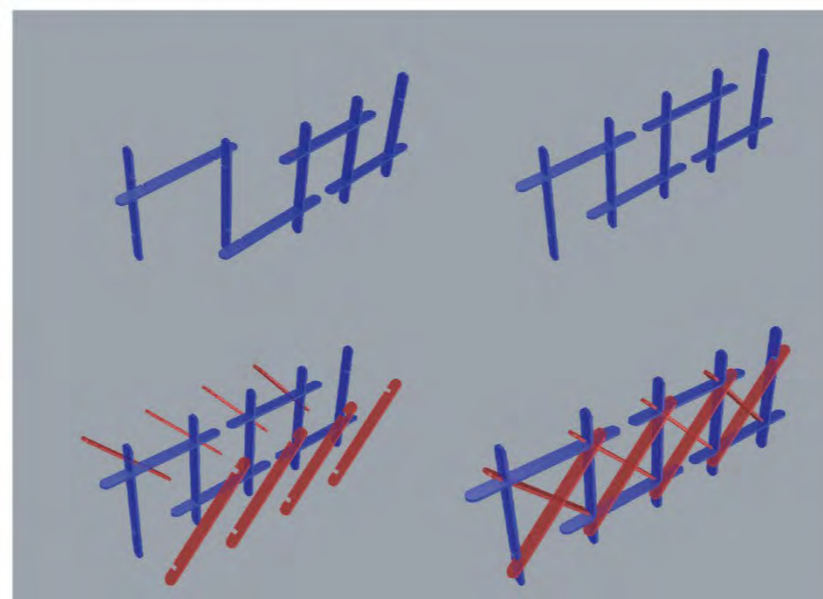
concept

アイス棒で 1.82m のスパンを飛ばすとき、拡張可能なシステムが必要であると考えた。全体の形状はトラスを組んだビーム橋とした。トラス橋を構成する際、接合部分に部材が集中するという問題がある。複雑な接合部を用いることでこの問題を解決することはできるが、接合部での重量増加につながる恐れがある。そこで、基本的には嵌合接合により全体を構成し、結束バンドによりまとめ上げることにより接合部の軽量化を狙いとしている。

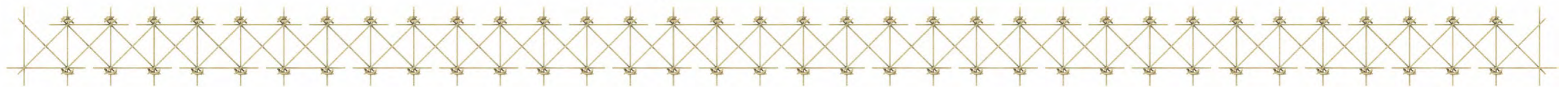
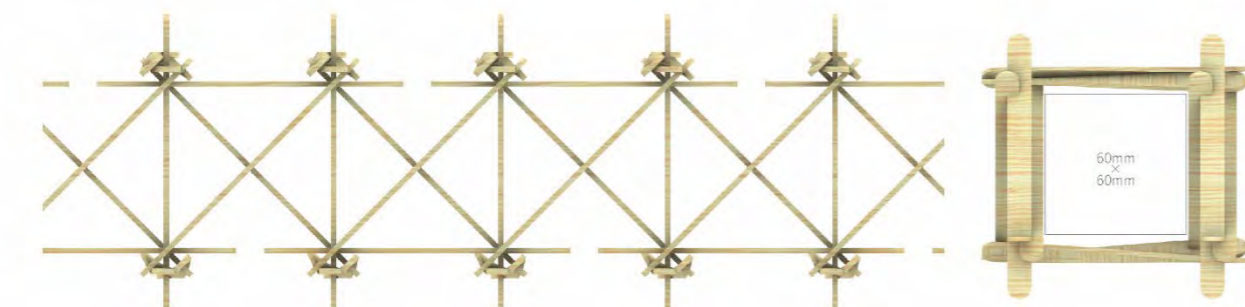


全体の構成はトラスの面材 2 枚を横架材により接合させる形式をとった。面材は 2 重に嵌合をすることにより、アイス棒の加工を単純化しトラスを構成している。横架材にはアイス棒をねじり、貫によって垂直材と斜材をつなげている。これは 2 つの面材の接合に加え、元の形状に戻ろうとする力による斜材の固定を狙いとしている。接合部は、載荷による斜材のはずれを押さえるために結束バンドを用いた。

①面材の構成

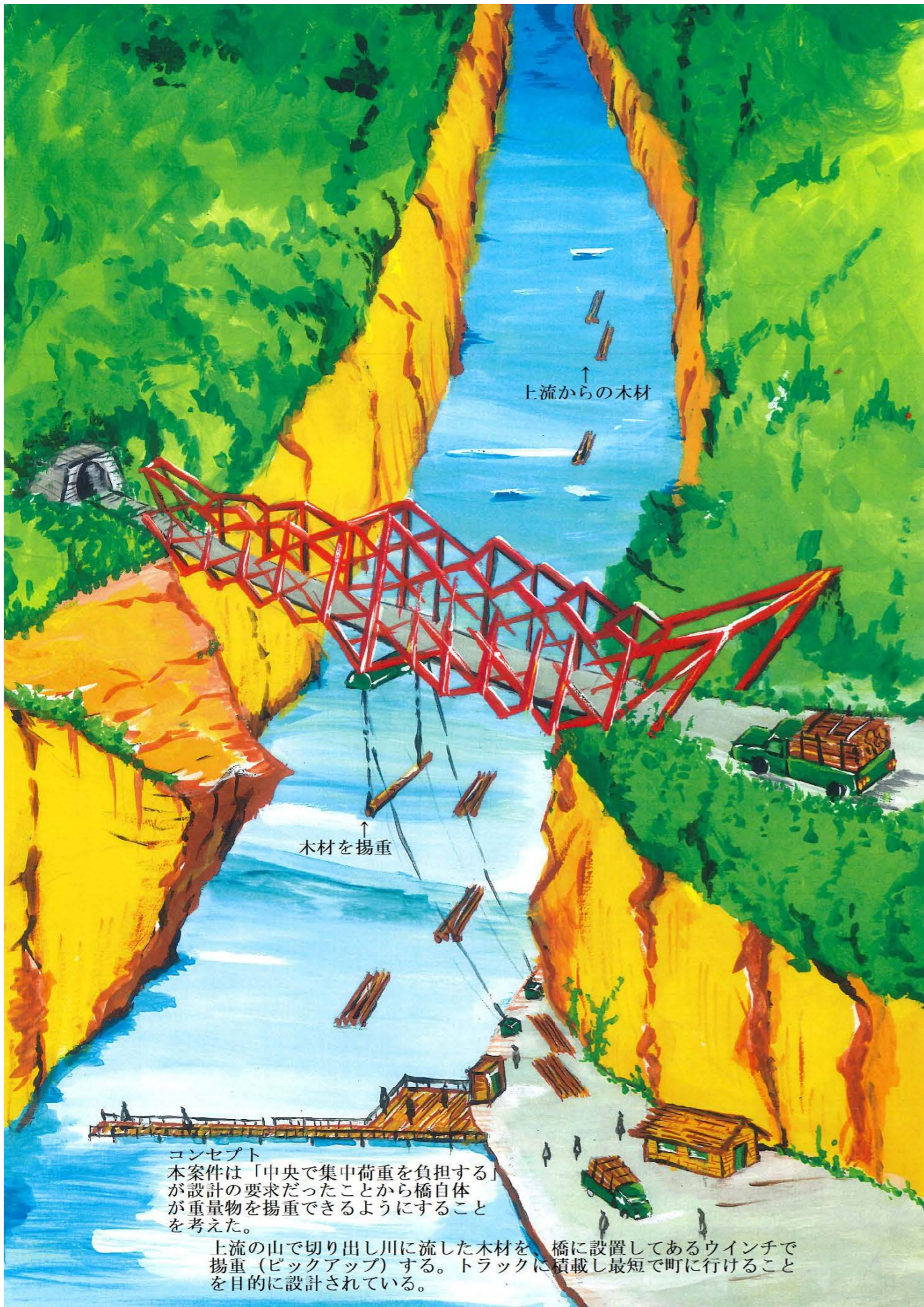


②接合部



1820mm

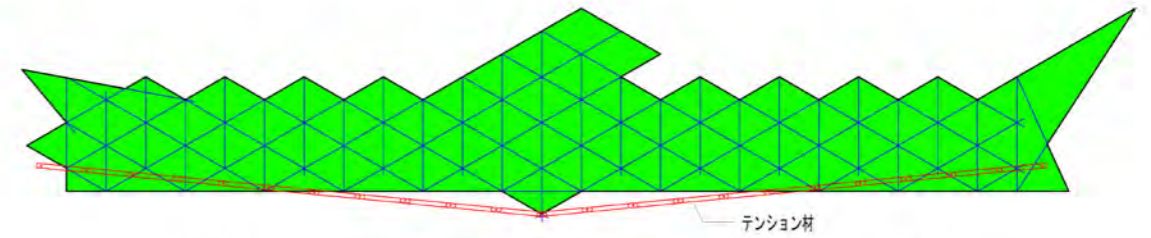
No 21	作品タイトル 大岩魚(おおいわな)	チーム名 ジャスト	メンバー ◎森田修平 ◎北村健悟 ◎北村悠 ◎佐藤太一 ◎土谷史生 ◎松下千紗 ◎室川貴弘 ◎山根英人 横山守 (全員 株式会社ジャスト所属)	アイス棒本数 850 本	カテゴリー 2
----------	----------------------	--------------	---	-----------------	------------



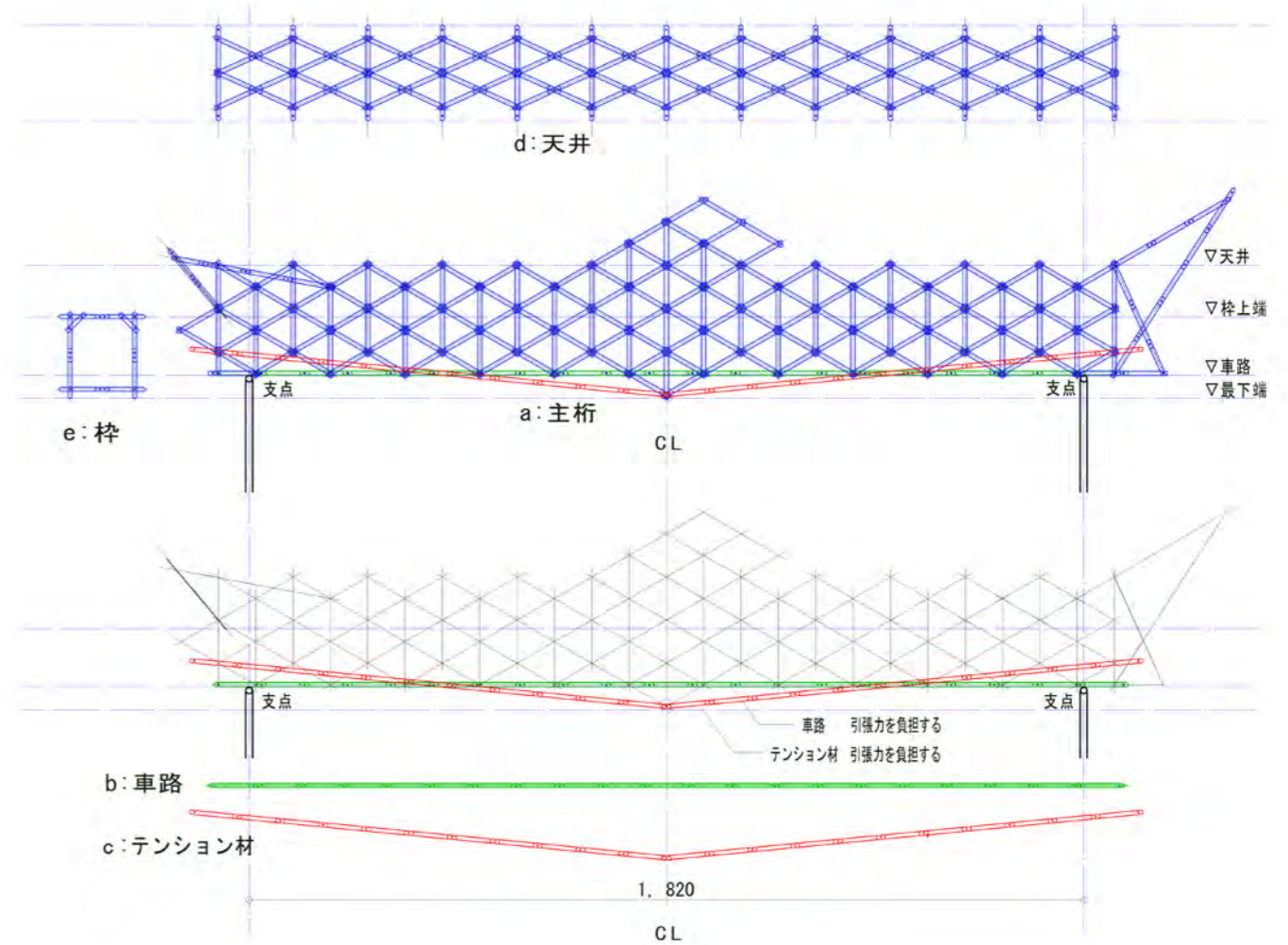
コンセプト

本案件は「中央で集中荷重を負担する」が設計の要求だったことから橋自体が重量物を揚重できるようにすることを考えた。

上流の山で切り出し川に流した木材を、橋に設置してあるウインチで揚重(ピックアップ)する。トラックに積載し最短で町に行けることを目的に設計されている。



デザインイメージ 溪流の主、跳ねる → テンション材で「跳ねる」を表現



設計方針 「主桁」の上端に生じる圧縮力による縮みを、下端にある車路とテンション材を引張ることにより抑える。
「主桁」のトラスは座屈長さが最小となるアイス棒1本で構成した。
「主桁」のトラスは組立ての制限時間を考慮し、単純な正三角形の連続とした。
接合はM2ねじを使用。

組立て手順 a, b, c, d, e をそれぞれに作成し、最後にテンション材を引張ながら組立。

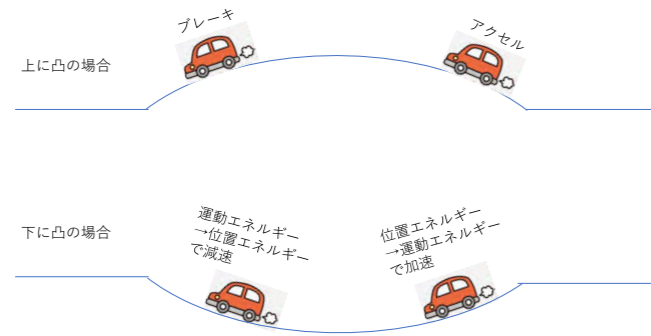
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
22	ecoridge	甘党	◎松下健太郎(日本設計) ◎杉浦良和(同左) ◎佐藤慶太(同左) ◎扇野智弘(同左)	300 本	2

■コンセプト 「省エネ」

CO2などの温暖化ガスによる地球温暖化、働き方改革による労働時間の短縮化、脱スクラップアンドビルドなどの近年の傾向に対して橋づくりの観点から着目し、橋としての機能は確保しつつも省エネをコンセプトに設計を行った。

・橋を渡るエネルギー

→下に凸のカーブで橋を作ること、位置エネルギーを利用して少ないエネルギーで橋を渡ることができ、CO2の削減に貢献



・橋を作るエネルギー

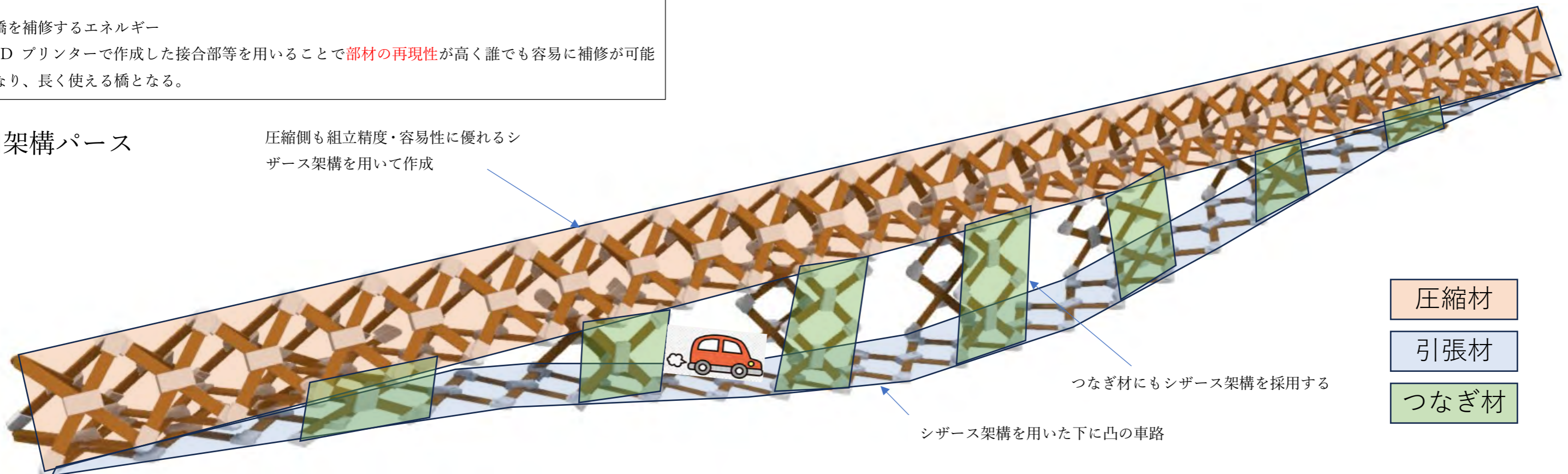
→アイス棒には加工をせず、接合部に差し込むだけでブリッジを作成することで誰でも簡単に短時間で橋を作ることができる。

・橋を補修するエネルギー

→3Dプリンターで作成した接合部等を用いることで部材の再現性が高く誰でも容易に補修が可能となり、長く使える橋となる。

■架構パース

圧縮側も組立精度・容易性に優れるシザース架構を用いて作成



つなぎ材にもシザース架構を採用する

シザース架構を用いた下に凸の車路

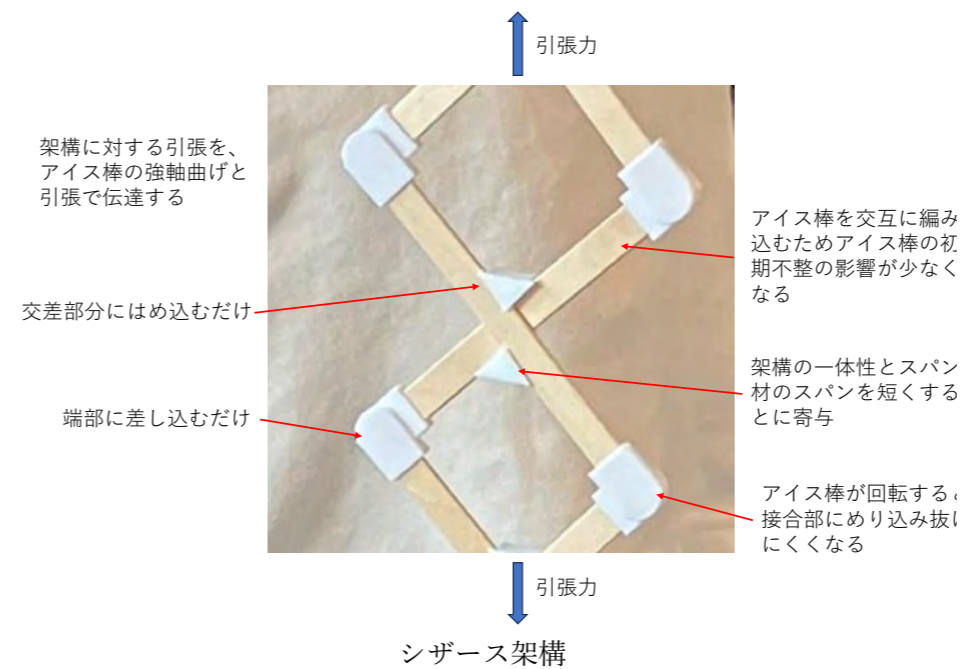
圧縮材

引張材

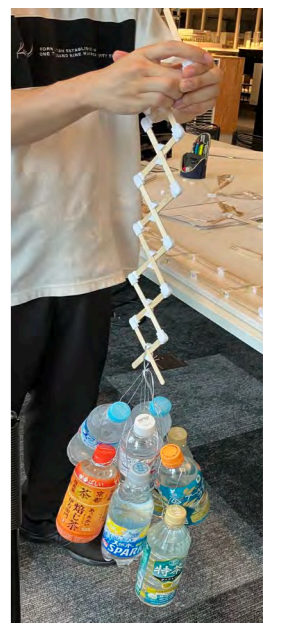
つなぎ材

■構造的な工夫

・アイス棒を加工せずに、接合部材に差し込むだけでは摩擦力のみで引張力を伝達する必要がある。この課題に対する解決策として軸力に強く、組立精度・容易性にも優れるシザース架構を採用する。

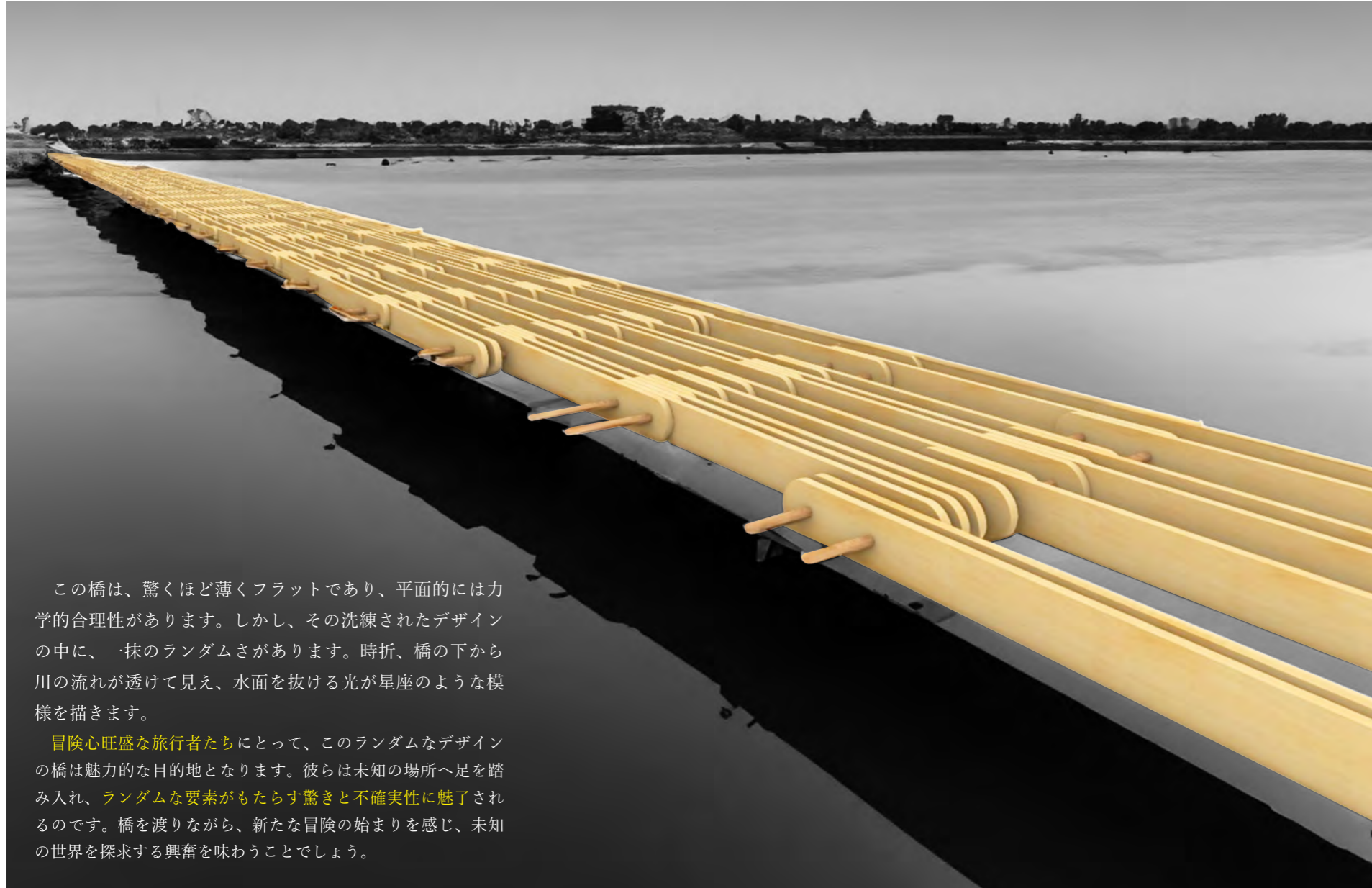


初期案 (差し込みのみ)
耐荷重 500g



シザース架構
耐荷重 4000g 以上

エントリーNo	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
	1/182 の 冒険	Team MHS	◎築館 明智 ○松本 一帆 ○高橋 宏武 ○太田 駿 ○飛田 剛太 ・小林 直樹 (松田平田設計)	565 本	2



この橋は、驚くほど薄くフラットであり、平面的には力学的合理性があります。しかし、その洗練されたデザインの中に、一抹のランダムさがあります。時折、橋の下から川の流れが透けて見え、水面を抜ける光が星座のような模様を描きます。

冒険心旺盛な旅行者たちにとって、このランダムなデザインの橋は魅力的な目的地となります。彼らは未知の場所へ足を踏み入れ、ランダムな要素がもたらす驚きと不確実性に魅了されるのです。橋を渡りながら、新たな冒険の始まりを感じ、未知の世界を探求する興奮を味わうことでしょう。

01 CONCEPT

橋を最も単純に架け渡す構造形式として“桁橋”がある。桁橋は通常、部材のせい方向に断面を稼ぐとより経済的に曲げモーメントに抵抗できる。一方、アイス棒という材料の断面せいは、部材の強軸方向でわずか10mmである。もし、たったの10mmで橋を架けたとき、どのような景色だろうか。

●立面

部材せいの10mmで1間を飛ばす、薄くフラットなプロポーション

●平面

幅を広げて断面性能を上げ、車両通行幅も確保(60mm以上)

曲げ応力分布なりに部材数の粗密をつけて、必要最小限となるよう経済性に配慮

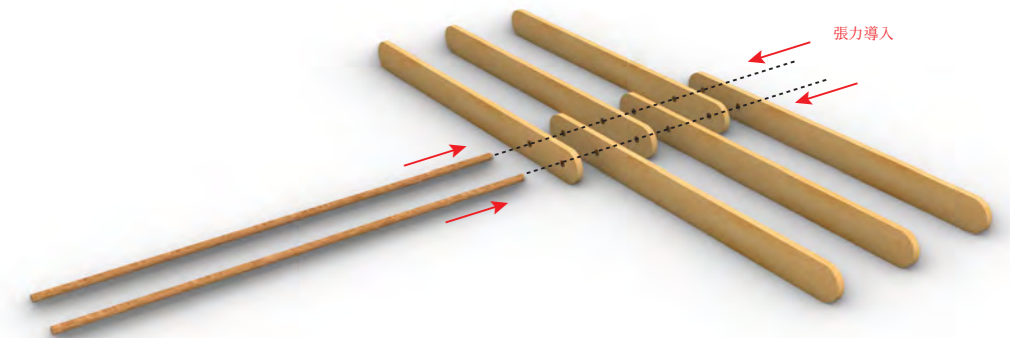
02 MATERIAL

・アイス棒(幅10mm,長さ114mm,厚さ2mm)・・・565本

・全ねじボルト(径2mm,長さ120mm程度)・・・56本

・ナット(径2mm)・・・112個

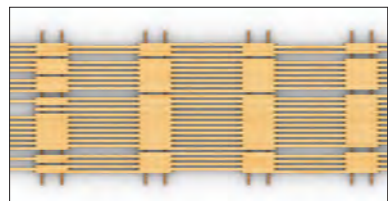
03 JOINT DETAIL



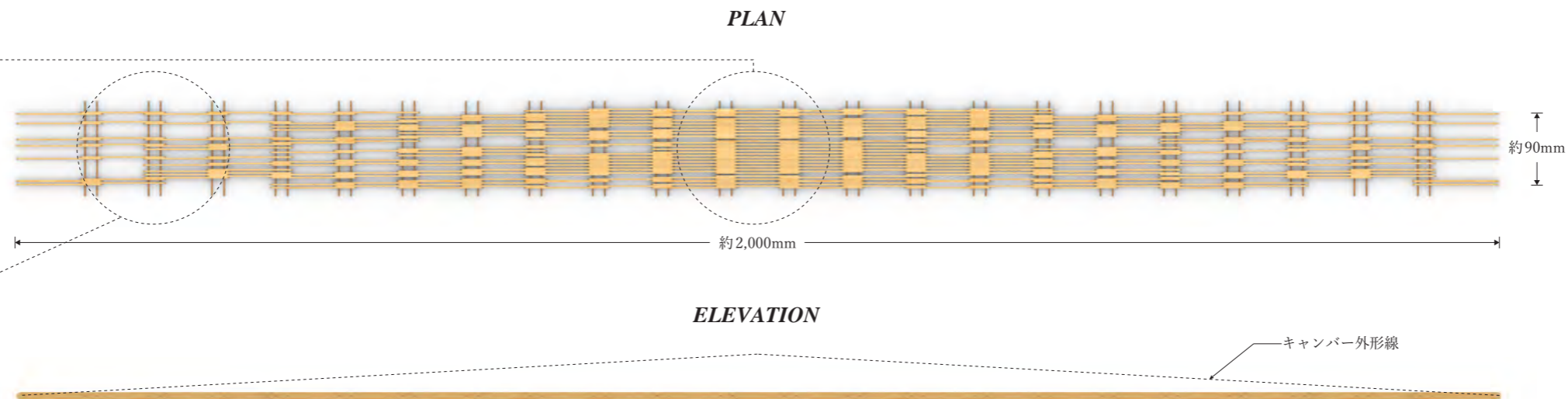
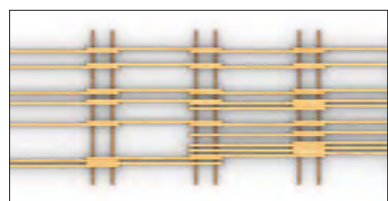
継手は、アイス棒の端部に2つの孔を空け、全ねじボルトを引き通し、ナットで締め付けるシンプルなディテールとしている。高力ボルト接合同様に、初期は摩擦抵抗で応力を伝達し、高い剛性を確保している。摩擦が切れた後は2本のボルトのスタンスによって応力伝達する。

孔あけは、治具を用いてドリルで精度良く行う。部材配置も容易に調整可能であり、接合部材数も限定されない。また、解体後も再構築可能でありサステナビリティに配慮した。

中央部平面拡大図(密)

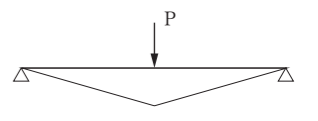


端部平面拡大図(粗)



平面に現れるデザインは、単純梁の曲げモーメント分布に従って、部材数の粗密をランダムに配置した。立面は、わずか10mmせいで1820mmスパンを飛ばし、 $d/L = 1/182$ を実現する。

また、たわみが過大にならないよう、カンバーを中央部で100mm程度設ける設計とした。



応力分布と粗密のイメージ

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
24	エミリオと仲間たちの軽やかな木造橋	One-Ishimoto TeamB	◎星山和輝(株式会社石本建築事務所東京オフィス) ◎宇津野早紀(同左) ◎松村康司(同左) ◎木口泰輝(同左) ◎高橋周吾(同左) ◎長谷川純(同左札幌オフィス) ◎高瀬淑也(同左名古屋オフィス) ◎澤侑弥(同左) ◎長岡寛之(同左大阪オフィス) ◎佐野由宇(同左)	150 本	2



1kgに耐えうる最小重量で構成するブリッジ

接合部の軽量化, 部材の加工及び形状の最適化を行うことで, 最小重量で1kgに挑むブリッジの軽やかで美しい曲線形状を成立させている加工部材(曲げ・ねじり部材)は適正な部分で用いることで構造・製作的にも有効に機能している

波打つような橋桁と上部でクロスする上弦材, 束材により思わず吸い込まれてしまいそうな内部空間

接合方法：ステープラの芯

十分な強度を発揮し, かつ軽量であるステープラの芯を採用ブリッジの軽量化を図る
作業の簡易化及び時間の短縮も実現



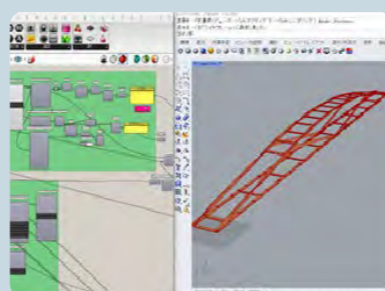
部材：ねじり・曲げ

アイス棒に90度のねじり, 曲げを加えた部材を取り入れる
左右上下材の接合の合理化を図るとともに, 耐力の向上も期待する
「ねじり部材」 アイス棒の主軸方向を曖昧にし, 座屈強度を向上
「曲げ部材」 载荷時の上弦材の左右への膨らみを拘束



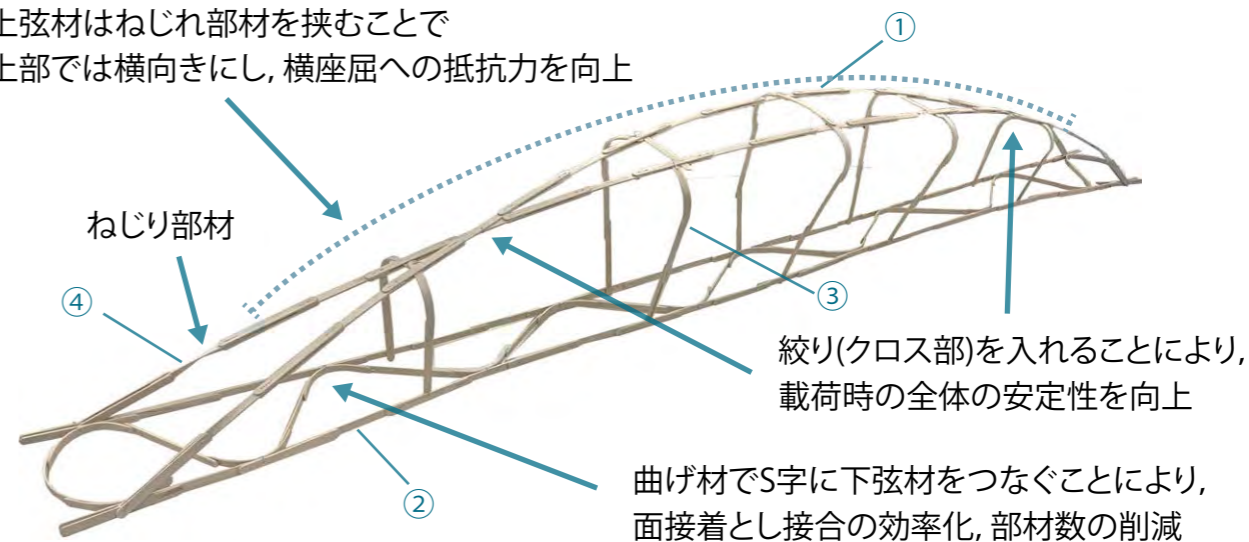
形状検討：Grasshopper+最適化

Grasshopperによるパラメトリックな検討と最適化手法
形状及び部材構成のスタディをGrasshopperで行い作業の効率化
全体的な形状および, 変形・力の流れの確認等初期検討を行った



● 全体形状・構成

上弦材はねじれ部材を挟むことで
上部では横向きにし, 横座屈への抵抗力を向上



③ 絞り(クロス部)を入れることにより, 载荷時の全体の安定性を向上

② 曲げ材でS字に下弦材をつなぐことにより, 面接着とし接合の効率化, 部材数の削減

- ① 上弦材(圧縮材) 1→2→1本の構成 座屈への抵抗のため 強度を持たせる
- ② 下弦材(引張材) 1本ずつで構成 引張部は座屈の恐れがないため本数を削減
- ③ 束材 曲げ部材を上部に使用. 上弦材の左右への膨らみを拘束
- ④ 上弦材脚部 ねじれ材により, 弦材同士の接合合理化と強度向上を同時に実現



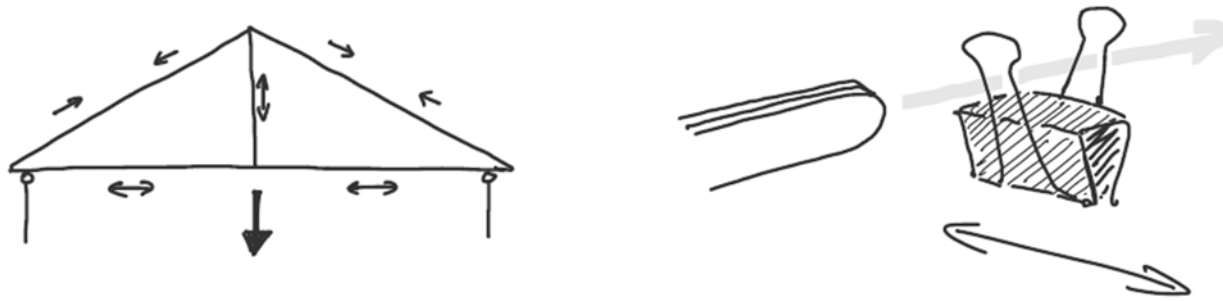
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
25	△▽	TCD チーム Y	◎児山陽平(大成建設、以下同じ) ◎村上勇樹 ◎土本真人 ◎丸山理香子 ◎宮澤宏輝	約400本	2

■コンセプト

容易に入手できるアイス棒を身近なクリップを使って接合し、美しい橋を創作します。
クリップはダブルクリップとゼムクリップを利用し、クリップのサイズも適材適所となるよう選定します。

■構造架構

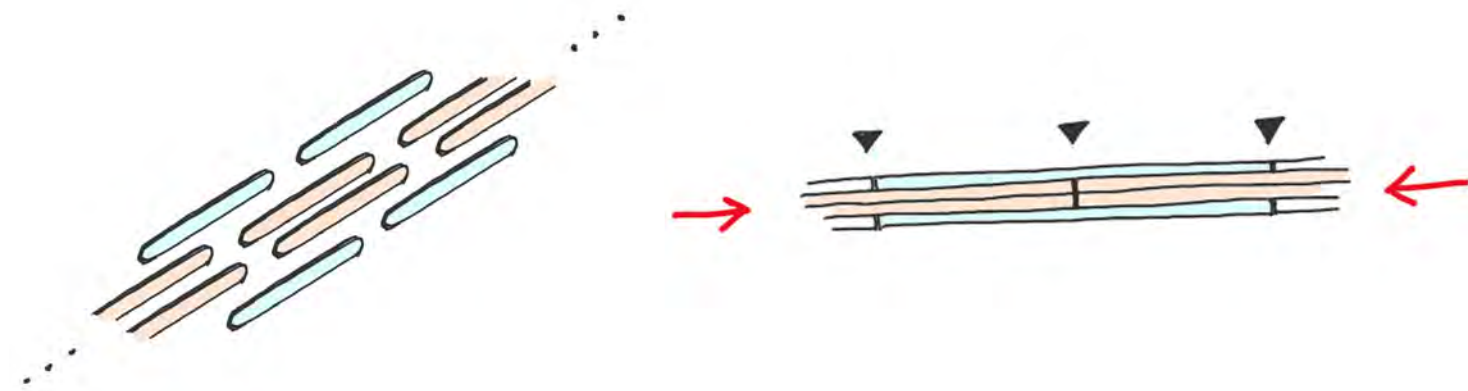
集中荷重に対してもっとも合理的なトラス架構とし、シンプルで美しい架構を目指します。
面外方向に並べる2つのトラスをクリップの持ち手を利用して繋がります。



■圧縮部材と接合部

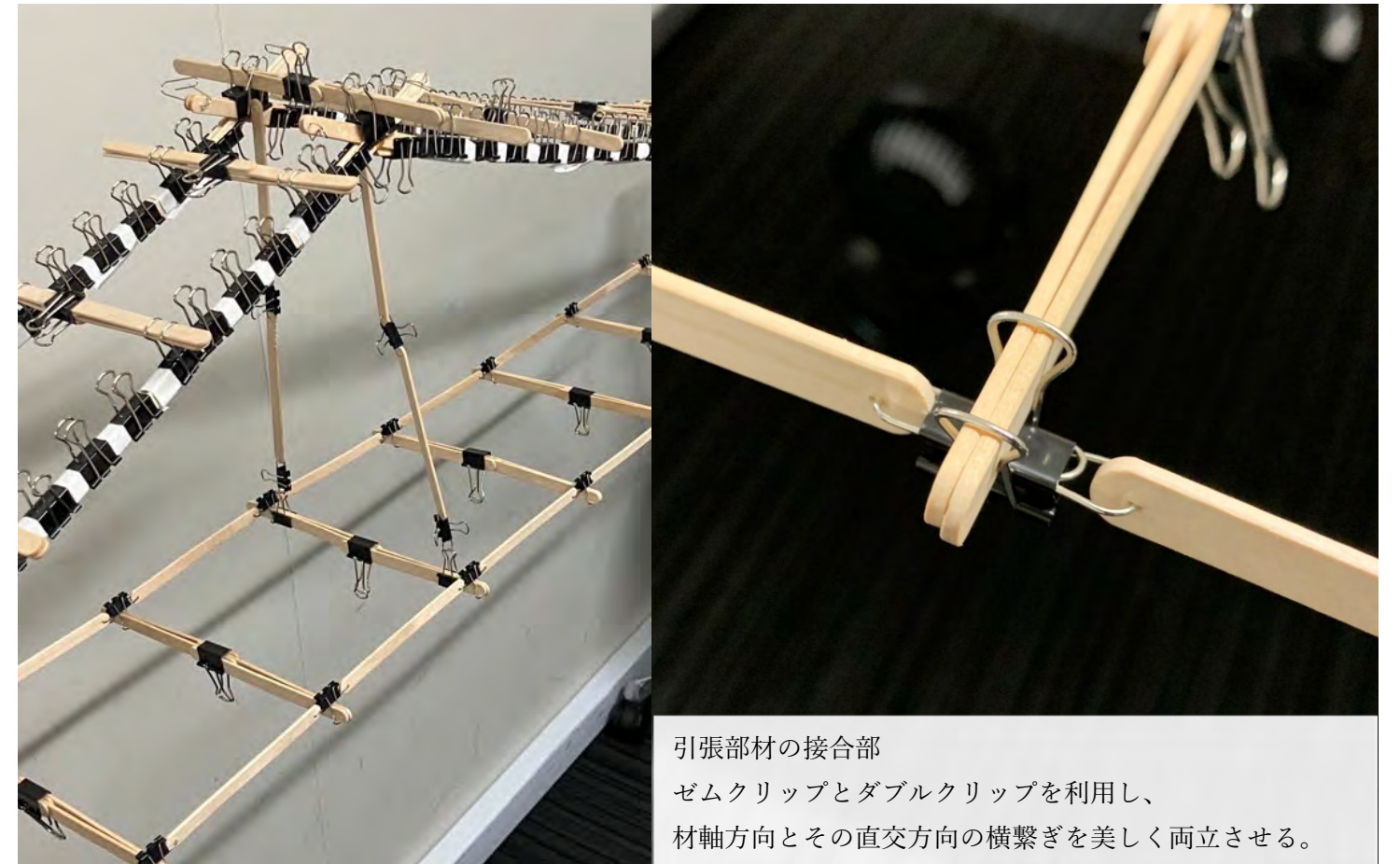
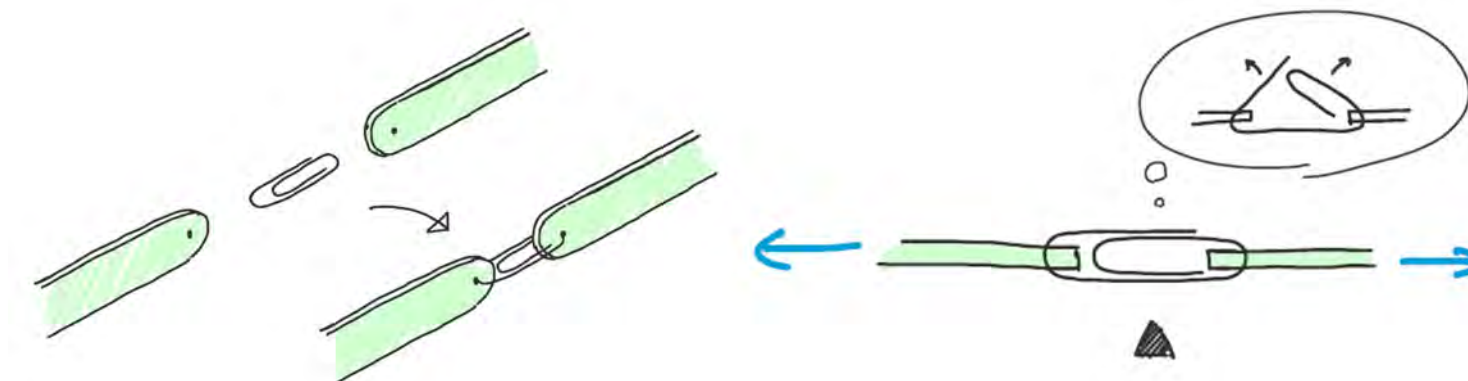
アイス棒（橙）を材軸方向に連続に並べ、面接触させて力の伝達をさせる機構とします。
補剛効果を期待しつつ、面接触位置がずれないようにアイス棒（青）で挟みます。

▼位置で曲げ剛性の増大を見込むため紙を巻き、最後にダブルクリップで留めます。



■引張部材と接合部

あらかじめアイス棒の両端部に穴を開けておき、ゼムクリップを通して引張力を伝達させます。
引張力が生じる際にゼムクリップが広がってしまうのを防ぐため、▲位置にダブルクリップで留める。
なお、そのダブルクリップを利用して横繋ぎをします。



引張部材の接合部
ゼムクリップとダブルクリップを利用し、
材軸方向とその直交方向の横繋ぎを美しく両立させる。



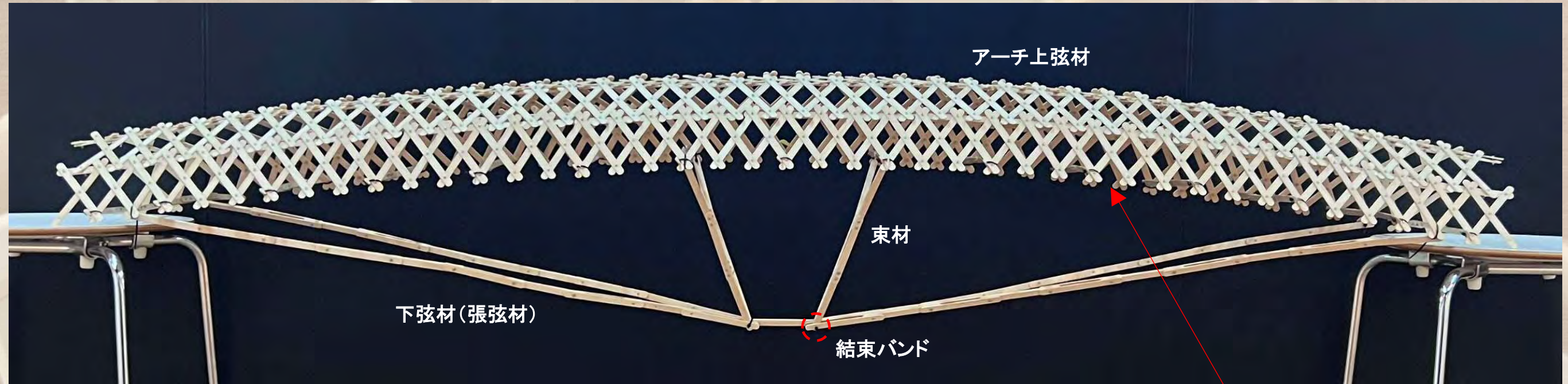
横倒れ防止のため、アイス棒を継ぎ、
構面間の距離を確保。

圧縮部材
アイス棒4本分の厚さ（8mm）が採用した
ダブルクリップのサイズと相性がいい。

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
26	F-bridge	通称エヌエフ	◎岸本直也 (NTTファシリティーズ) ○菊池健人 (同左) ○井上晴貴 (同左) ○太田 匠 (同左) ○鈴木滉哉 (同左) ○岡野孝洋 (同左) 近藤佑樹 (同左)	427 本	2

■コンセプト 「織る」

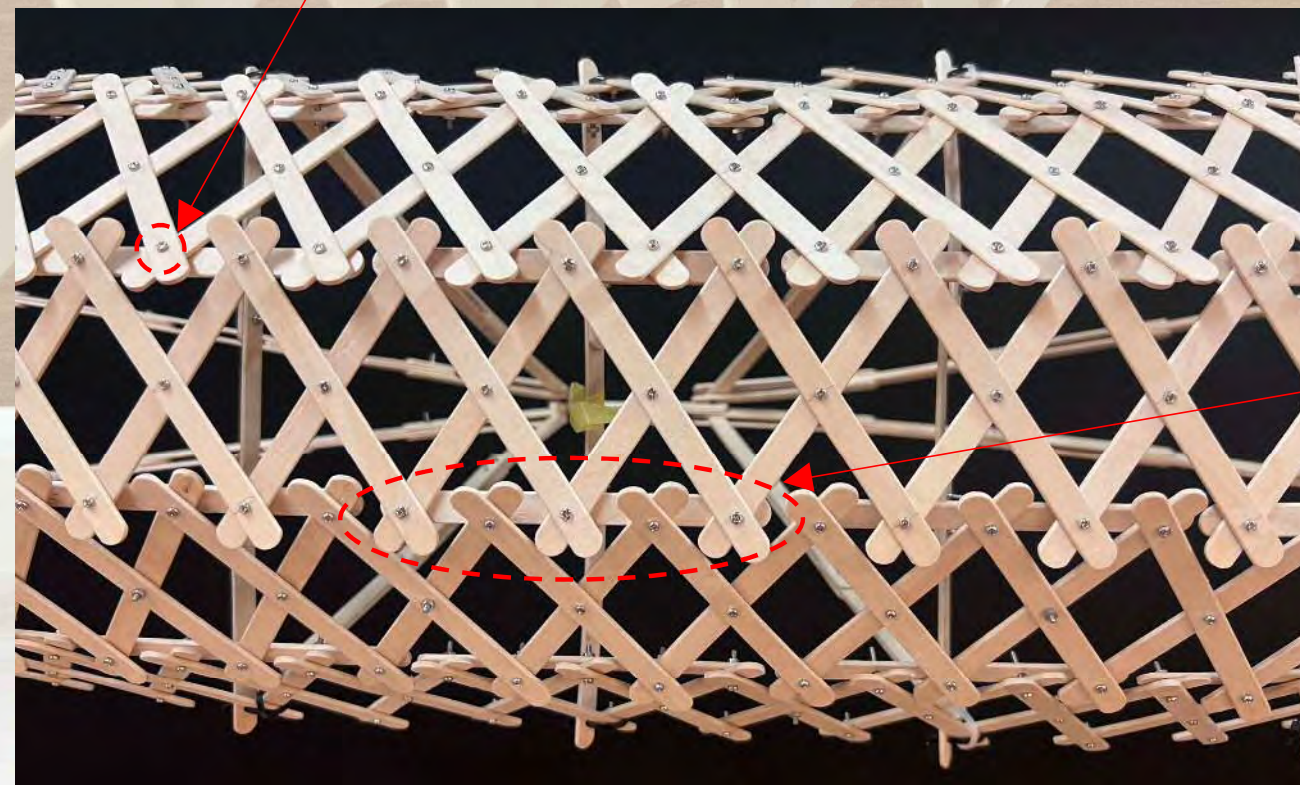
部材同士を織物のパターンのように組んだ平面を短辺方向にアーチを組み、スパン方向を張弦梁構造のアーチ形状とすることにより、橋の外観デザインと構造体が一体となった、しなやかに荷重に抵抗する美しい橋を作成



橋全景

短辺方向にアーチを組むことによって、曲げによる横座屈に対し、抵抗する

接合部:M2ボルト+ナット

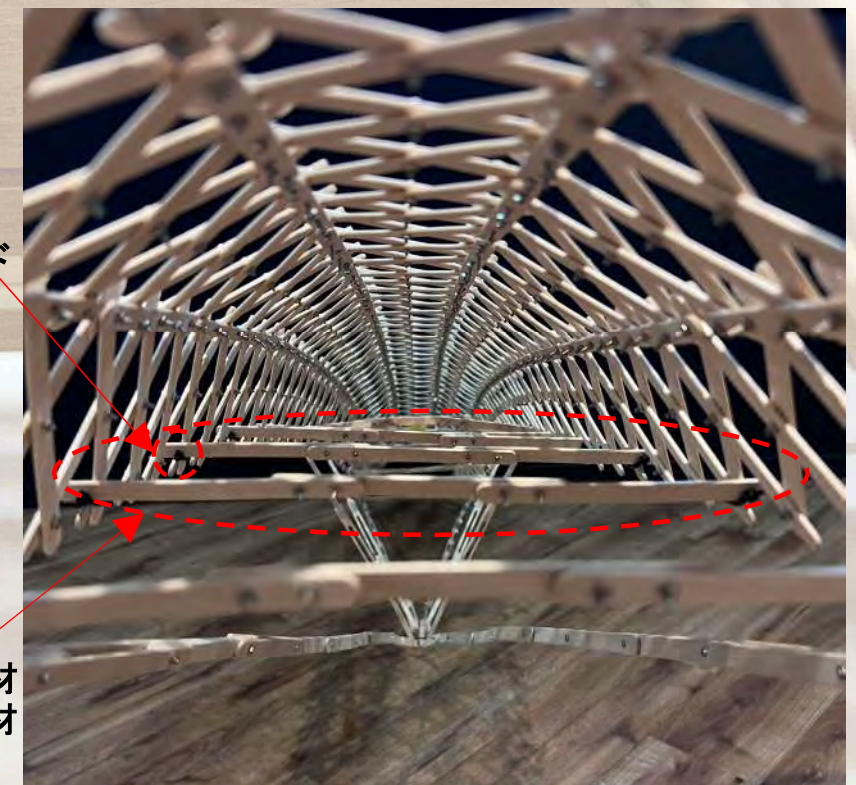


部分拡大図①

橋車路横架材接合部:結束バンド

ルーズ孔を設けた横つなぎ材
でトラス部材同士を接合させる

短辺方向のアーチのスラスト処理部材
兼、橋車路横架材



部分拡大図②

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
27	自然に馴染む美しい橋	北海アイスボーン(Ⅱ)	◎渡辺梨沙(さくら構造株) ○上野稜真(同左) ○房田雅矢(同左) ○砂田壘(同左)	490 本	2

●コンセプト 強く、美しく。

強い橋にはどんなイメージを抱くだろうか。
どっしり構えていて安心感や安定感があり、利用者は橋を使うことに不安を覚えないだろう。
しかし、強い橋は人間本位のものであることから、どこか閉塞感が漂い大きな感動も得られない。

美しい橋にはどんなイメージを抱くだろうか。
"美しい"の定義は人それぞれであるが、私自身のイメージを例に挙げるならば
細く、しなやかな形状である。

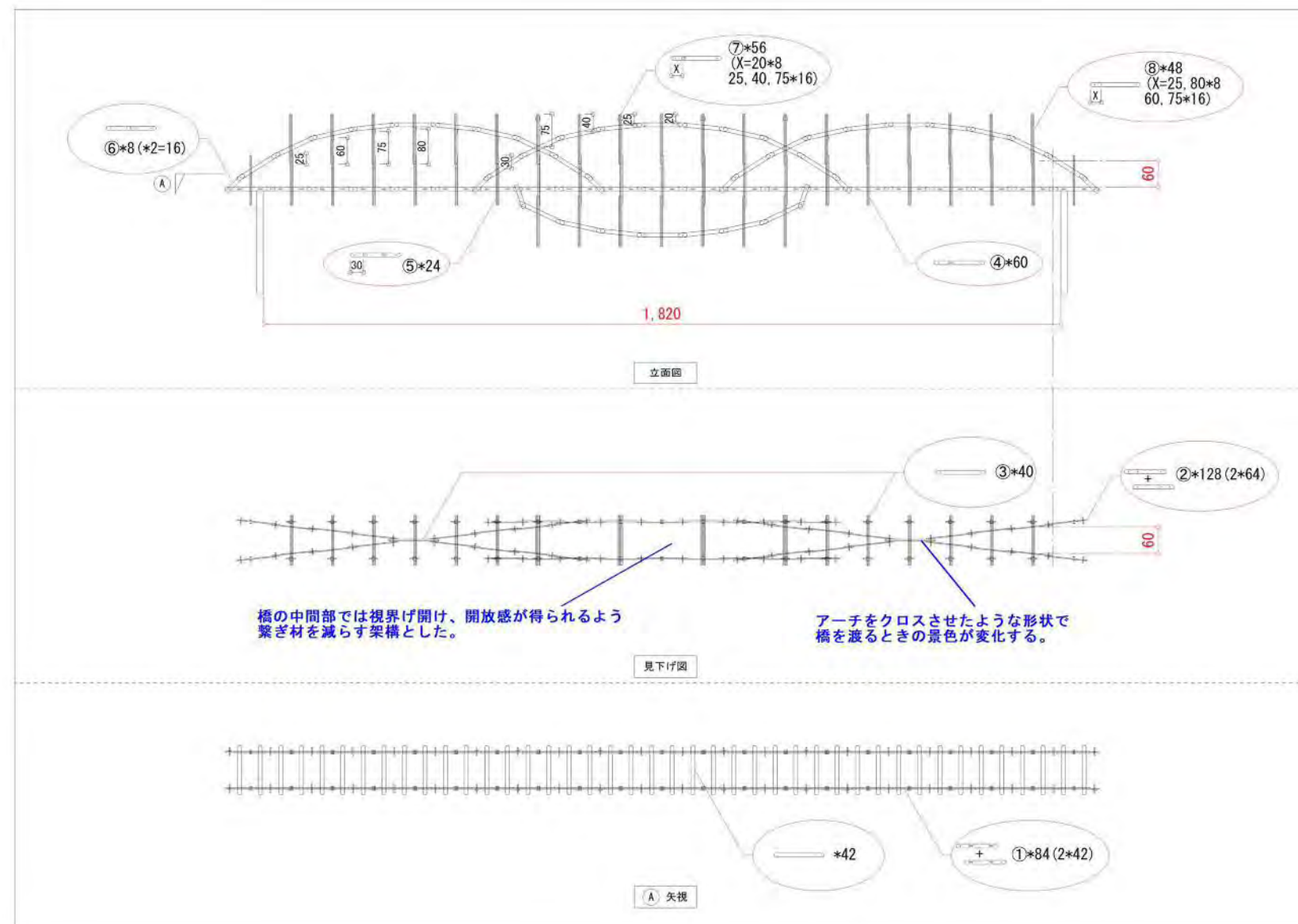
同じ橋でも、"強い橋"と"美しい橋"のイメージにはこれだけの乖離があることが分かる。

では、"強い"と"美しい" 2つのアプローチから設計された橋はどんなものになるのだろうか。
どちらにも長所、短所がある。RC造のように、短所を互いが補えあえば・・・
そんな橋を提案します。

●構造上の特徴

“自然に馴染む”を実現するために、部材および接合部材は全て木材を採用。
架構は主架構をアーチ形状、平面的にはアーチ架構を上部でクロスさせる形態とすることで
鉛直抵抗および水平抵抗を確保する計画とした。

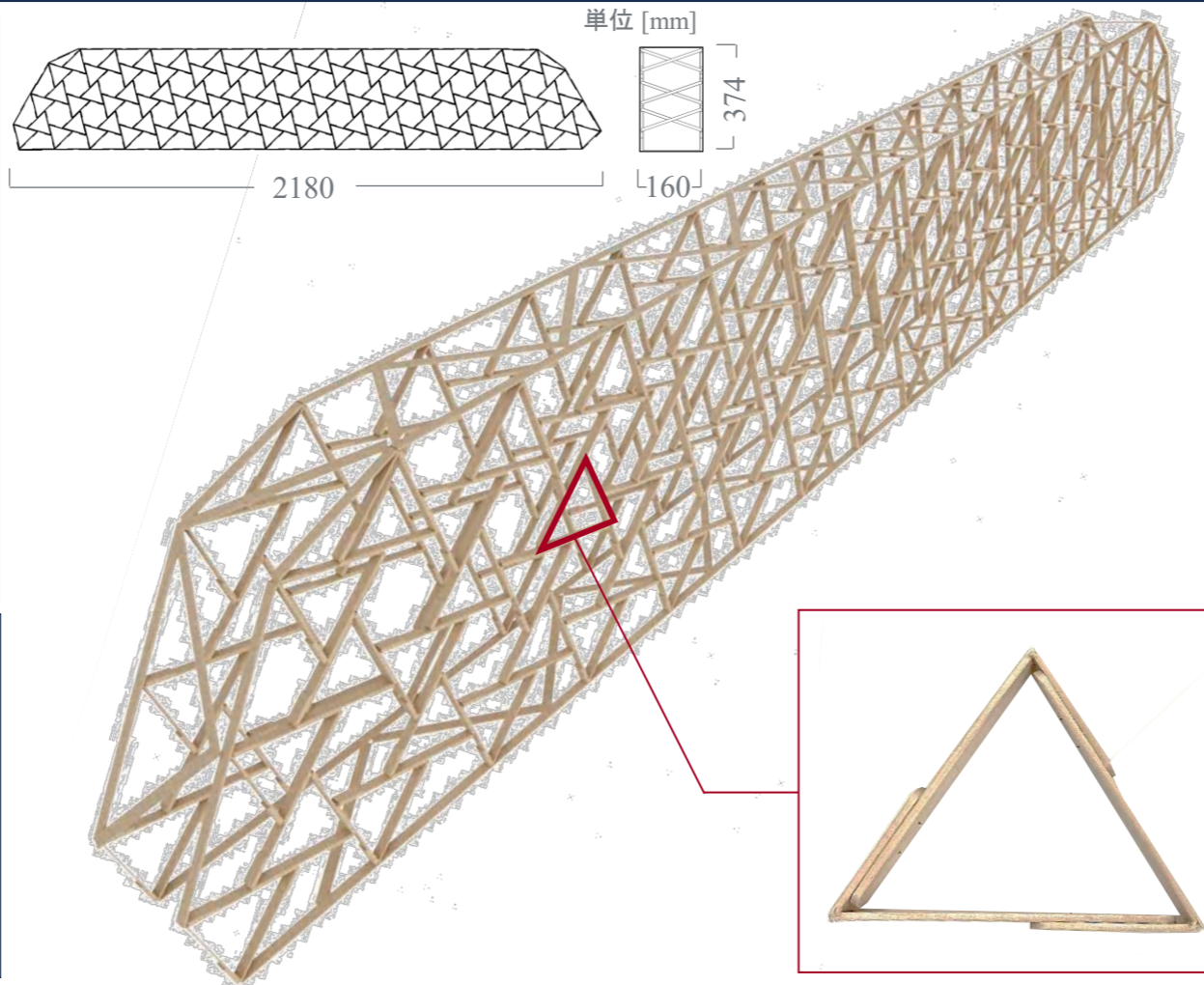
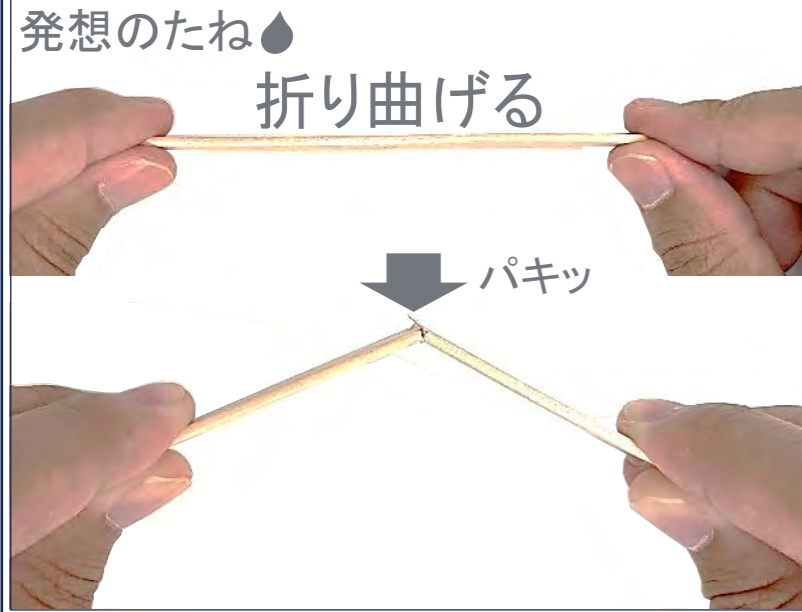
自然との調和を意識する上で、橋の主張が強くなりすぎないように、アーチのライズを小さくした。
アーチのライズを低く抑えるため、アーチを分割し抵抗させる。
アーチ材の接合では、荷重によって橋がたわむにつれて、中央上のアーチを形成するアイス棒が動き、
接合部材である爪楊枝との間に摩擦力が発生し、接合部が強くなり安定する。



No 28	作品タイトル lori-dge (ヒトオリッジ)	チーム名 クラフトAXS	メンバー ◎古谷慶(佐藤総合計画) ◎蓮池恒(同左) ◎宮内隼(同左) ◎伊藤耀(同上) ◎平賀圭悟(同左) ◎森下詢太(同左)	アイス棒本数 902 本	カテゴリー 2
-----------------	------------------------------------	------------------------	--	------------------------	-------------------

1

基本計画



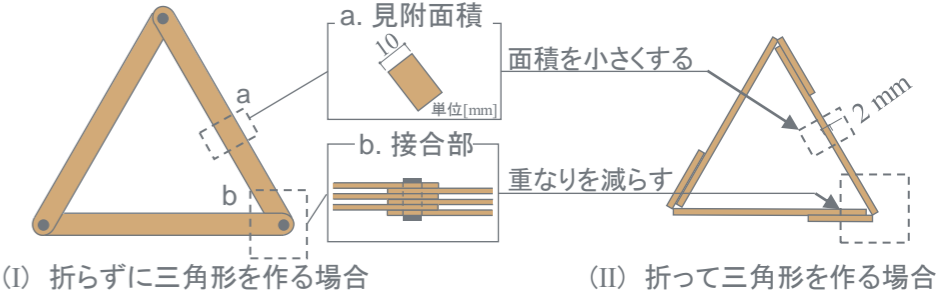
—コンセプト— 壊れた部材から成る丈夫な橋

- [1] アイス棒を折り曲げた場合の架構の可能性
- [2] 折り曲げ部材で構成するスリムな三角ユニット (2-A・B. アイス棒を折る利点、3. 実験的検討)
- [3] 重なり幅で応力調整をした六角ユニットの形成 (2-C. 棒→三角形→六芒星の形成方法、4. 効率的な設計検討)

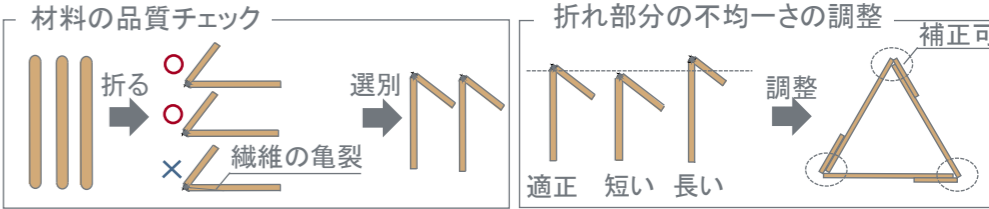
2

構造的な考え方

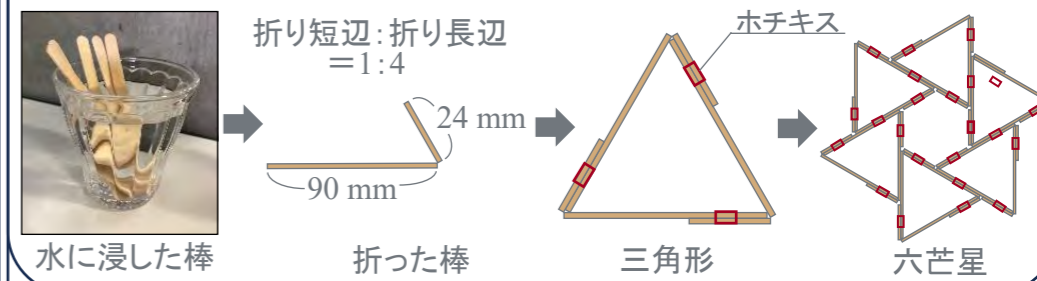
A. アイス棒を折る利点①



B. アイス棒を折る利点②



C. 棒→三角形→六芒星の形成方法

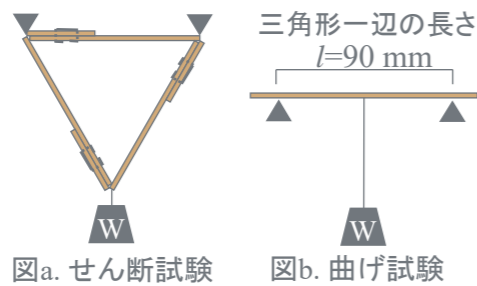


3

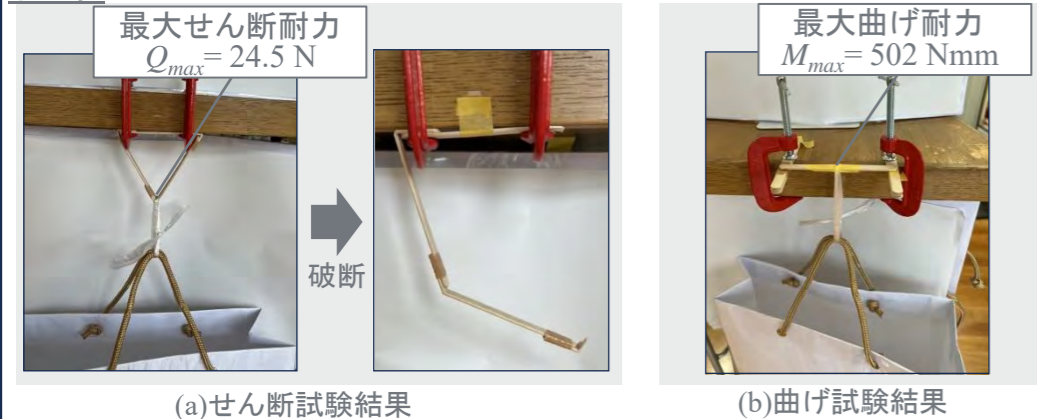
実験的検討

目的

- ① 三角形の折り部分におけるせん断耐力 Q の確認 (→図a試験)
- ② アイス棒一本における曲げ耐力 M の把握 (→図b試験)

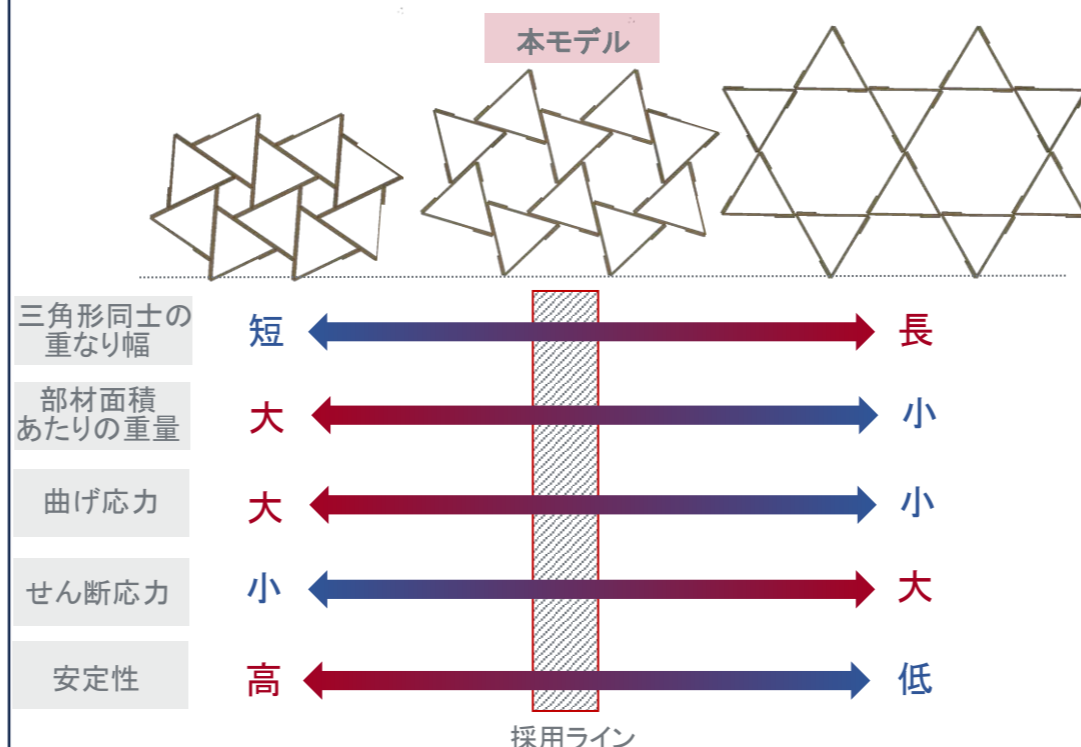


結果



4

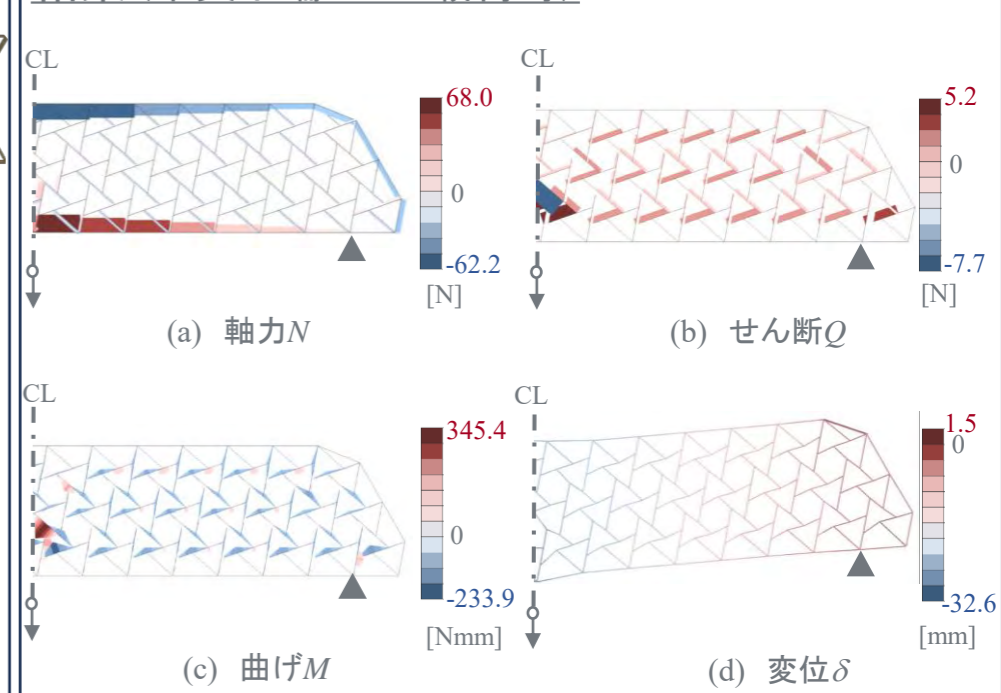
形態に対する設計



5

解析的検討

結果 (中央下端 100N 載荷時)



No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
29	Triangle accumulation	LSS-4	◎野口明穂(日本大学大学院) ◎伊藤拓海(同左) ◎菊池舞(同左) ◎松田章吾(同左) ◎小櫃汐音(同左) ◎内山乃衣(日本大学) ◎南部雄生(同左) ODONG MIAO(同左)	276 本	2

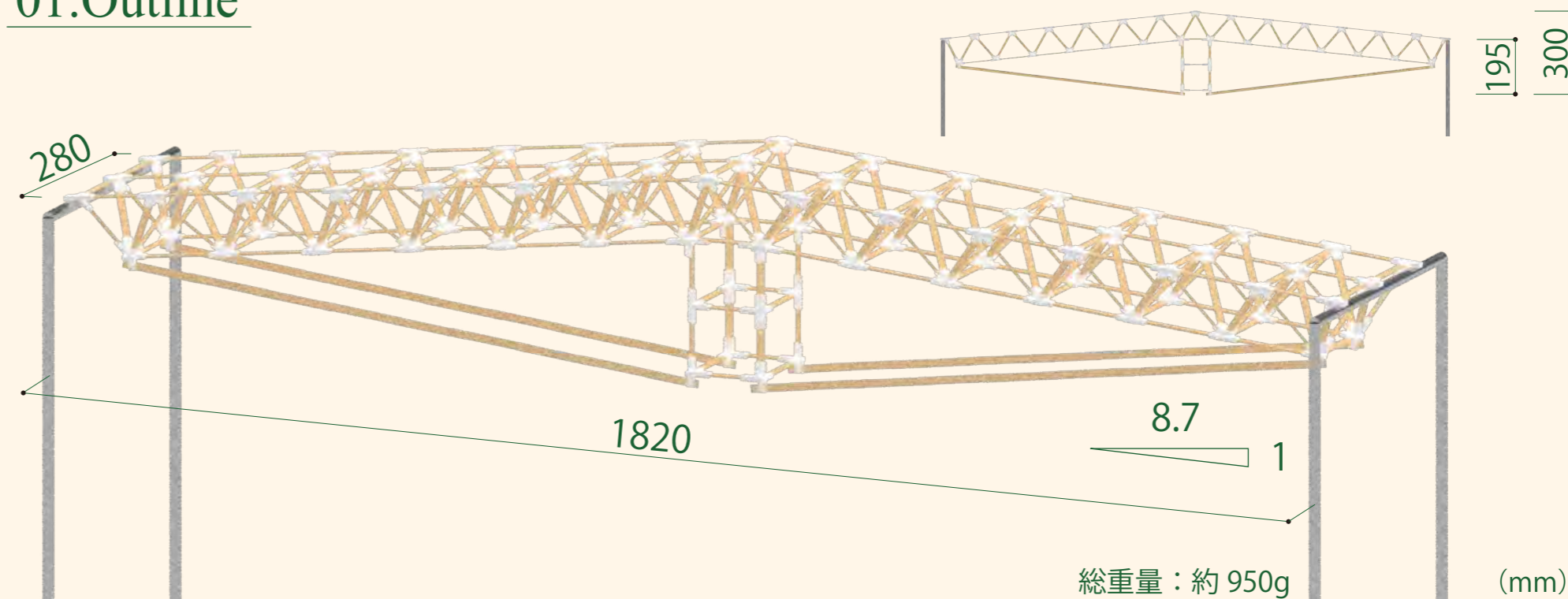
Triangle accumulation

○Concept

山型立体トラス
+
張弦梁構造

山型と張弦梁構造を
組み合わせることで
集中載荷に強い橋に

01.Outline



02.Detail

○接合部詳細

材料

- ・ABS樹脂 (3Dプリンター)
- ・プラスチック製ねじ M3

○アイス棒詳細

長さ

- ・114mm 248本
- ・104mm 8本
- ・85mm 14本
- ・80mm 6本

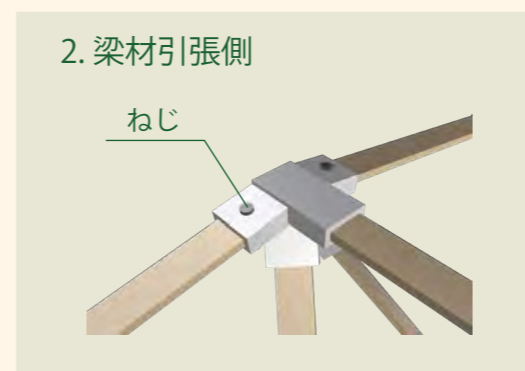
アイス棒はあまり加工せず、
組立て手順も単純に



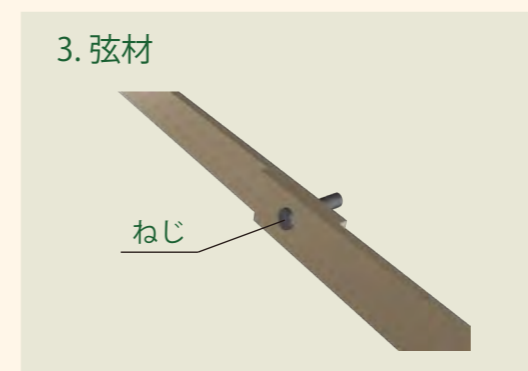
良好な施工性を確保



ABS樹脂のみ

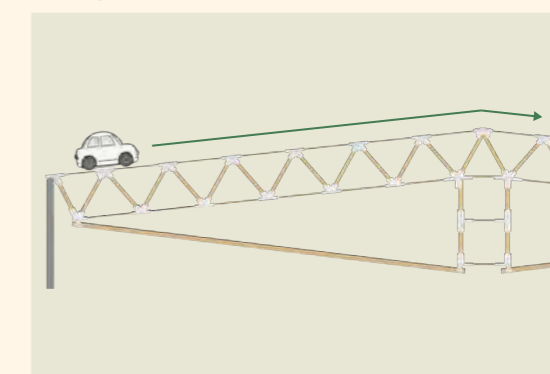


ABS樹脂+ねじ



ねじのみ

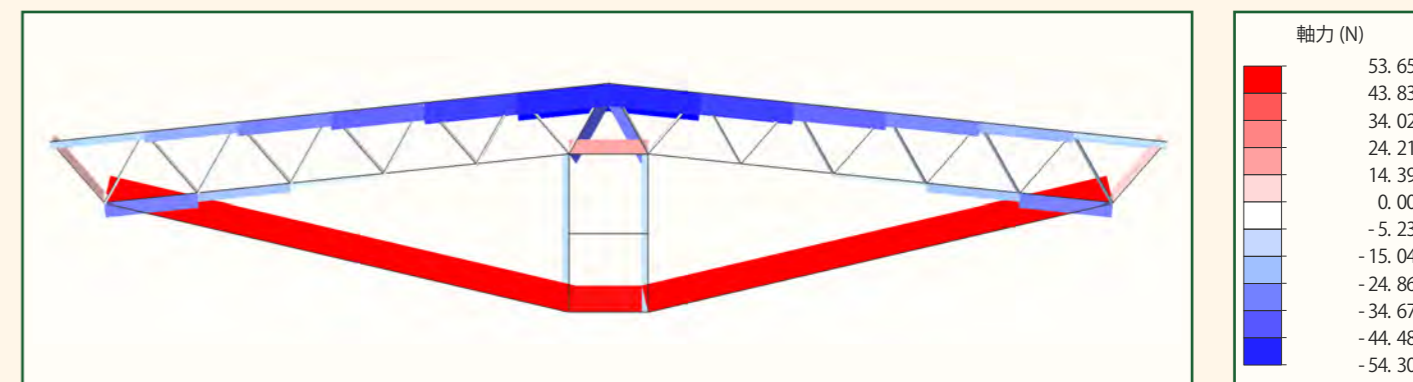
○通路スペース



立体トラスの上側を通す

03.Analysis

- ・荷重条件：頂点部に 100 N
- ・境界条件：ピン・ローラー
- ・ヤング係数：7000 N/mm²
- ・部材サイズ：114×10×2 mm
- ・破断荷重 (引張試験より)：
アイス棒 1本 1505 N (弦材 230 N)



解析結果から接合部の形状をそれぞれ決定

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
30	スリルを楽しむ橋	チームJSCA	◎渡井悠介(鹿島建設)	350 本	1

<コンセプト>

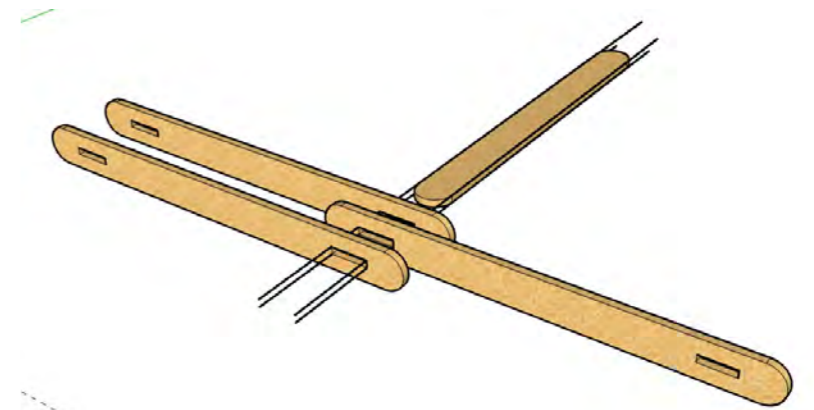
常に吊り橋効果を狙える橋。

吊り橋は風を受けると左右に揺れ、歩行者が不安に感じることがあります。また、複数の歩行者の関係によっては、この不安と恋愛感情の誤認、いわゆる"吊り橋効果"を起こすこともあり得ます。ただし、無風状態では左右に大きく揺れることは少なく、この効果を常に期待できるとは言えません。

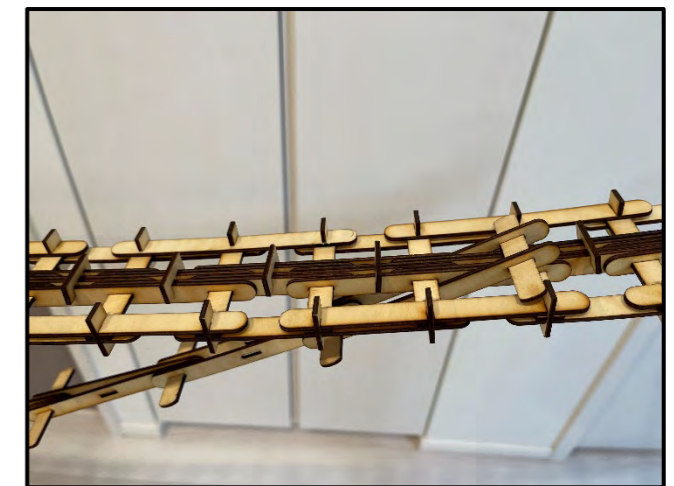
この橋は中央部に張弦梁を配置しているものの、支点付近は単純梁構造となっています。

よって、風など周りの環境に関係なく、歩行者が橋を渡れば確実に上下に揺れ、吊り橋効果を起こしながらも、過剰な変形は抑えることができます。

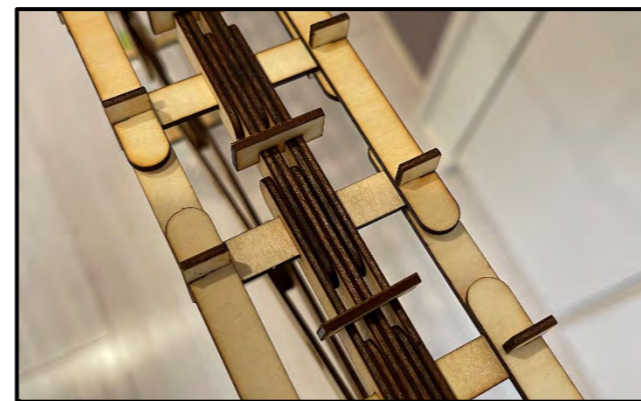
湖畔から橋が架かったことにより観光地となった森に、"森につながる橋を2人で渡ると結ばれる。" という噂が立ち、一層人気が出ることを期待しています。



単純梁の接合方法イメージ



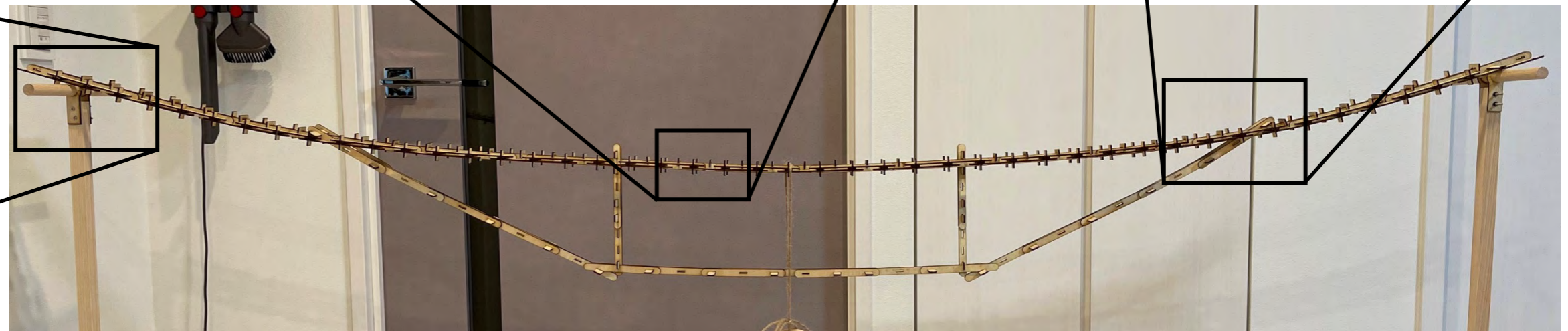
引張材接合部



走路



支点付近



試作品(材料:航空ベニヤ t=2.0mm)

No.	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
31	Assembridge	MJD	◎山田風人, 水野紘貴, 吉澤克仁, ○谷口洵, ○柳田崇貴, 伊東準史, 藤島美穂, 岸澤竜之介, ○大野拓也, 羽場允哉, ○伊原拓哉, ○中野友貴 (三菱地所設計)	2500 本	1

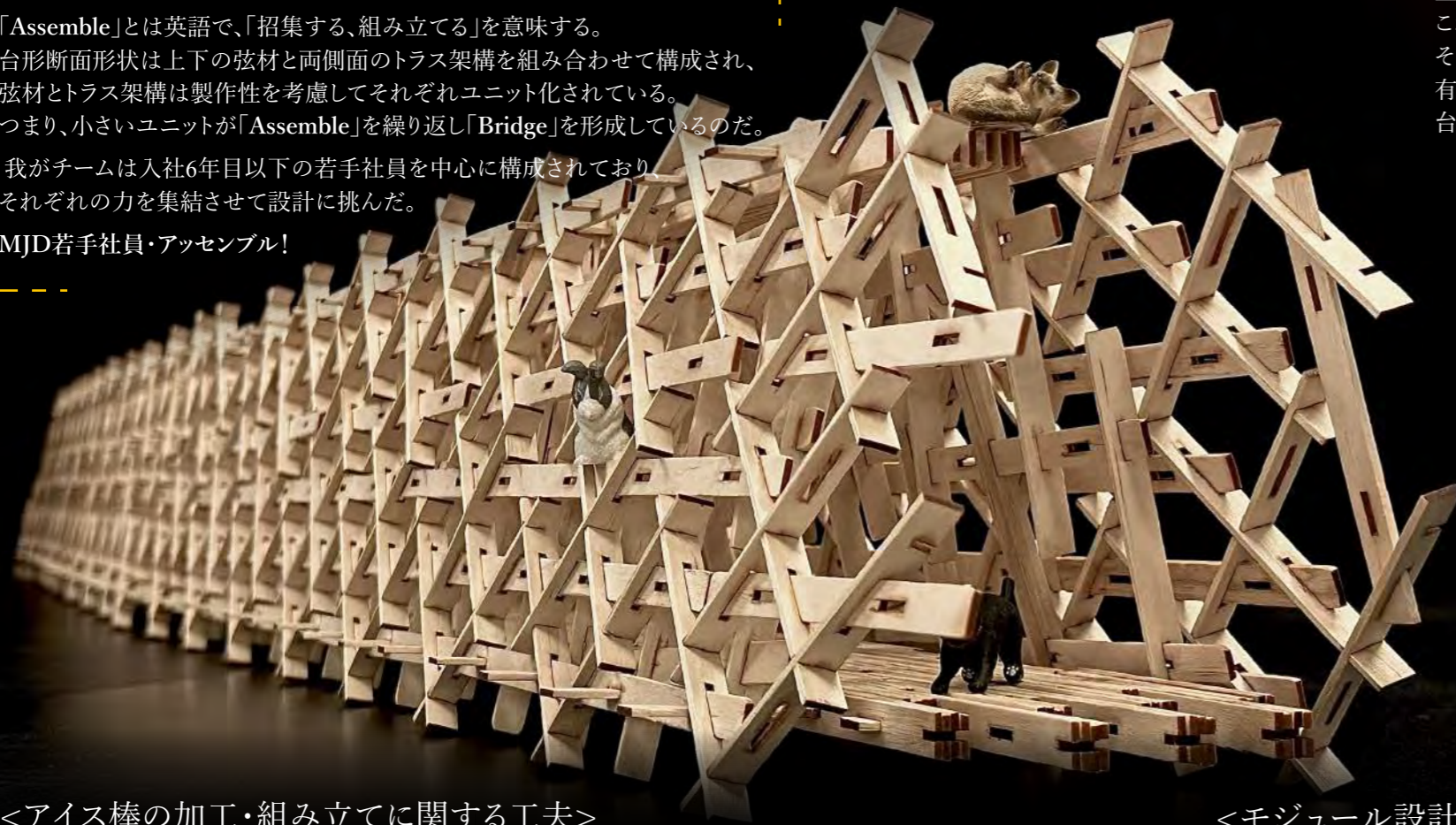
<Concept>

コンセプトは「Assemble」な「Bridge」

「Assemble」とは英語で、「招集する、組み立てる」を意味する。台形断面形状は上下の弦材と両側面のトラス架構を組み合わせて構成され、弦材とトラス架構は製作性を考慮してそれぞれユニット化されている。つまり、小さいユニットが「Assemble」を繰り返し「Bridge」を形成しているのだ。

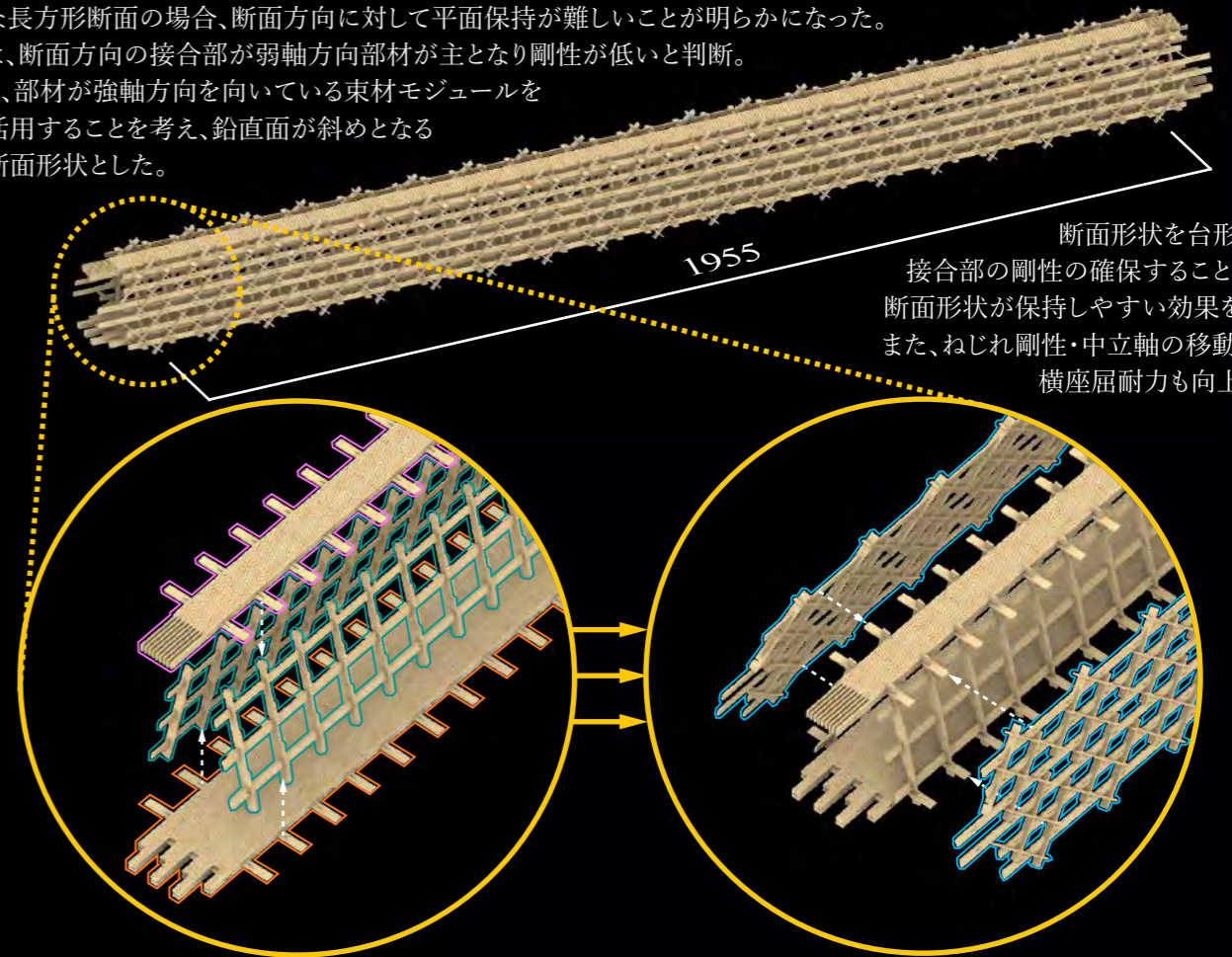
我がチームは入社6年目以下の若手社員を中心に構成されており、それぞれの力を集結させて設計に挑んだ。

MJD若手社員・アッセンブル!



<全体フレーム設計>

ラーメン架構を基本構成に、トラスを付与する架構形式とした。施工手順は下記の通りである。整形な長方形断面の場合、断面方向に対して平面保持が難しいことが明らかになった。これは、断面方向の接合部が弱軸方向部材が主となり剛性が低いと判断。そこで、部材が強軸方向を向いている束材モジュールを有効活用することを考え、鉛直面が斜めとなる台形断面形状とした。



<アイス棒の加工・組み立てに関する工夫>

○モデリング

Rhincerosによるモデリングを行い、3次元的に収まりを確認した。構成要素を「上弦面」・「下弦面」・「束材」・「トラス材」として、各要素をモジュール化。切欠き・穴開けの種類を考慮し、それぞれに対して部材種を抑えた。

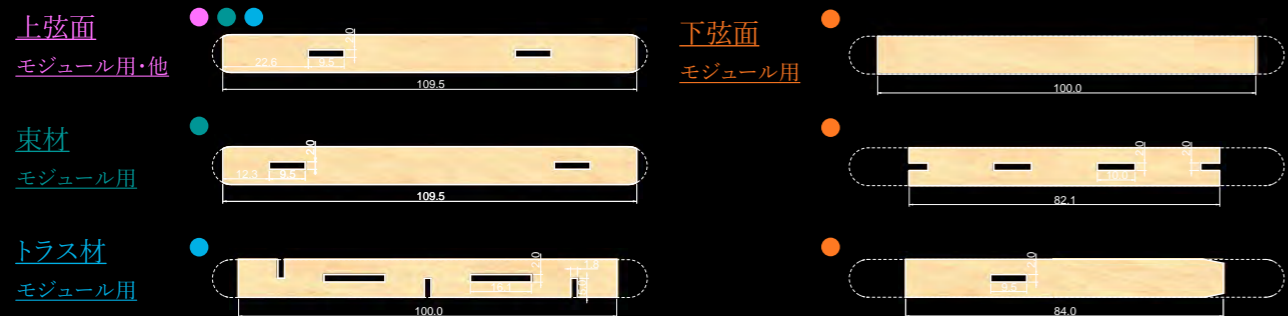
○部材の切り出し

手作業による加工では、加工者の技量による部材形状のバラつきが表れ、想定する構造システムと実情が乖離するため、レーザーカッターを用いた精度の高い加工を行う。この際、構成要素のモジュール化による「図面作成の省力化」と「大量生産のしやすさ」というメリットを最大限享受できた。

○組み立て

各モジュールを別々に製作し、完成したモジュールを組み合わせることで完成する施工フローを考えた。1モジュールあたりに使用する部材種を限定することも組み立て容易化に寄与している。

<部材要素>



アイス棒加工図 Scale : 1/2

<モジュール設計>

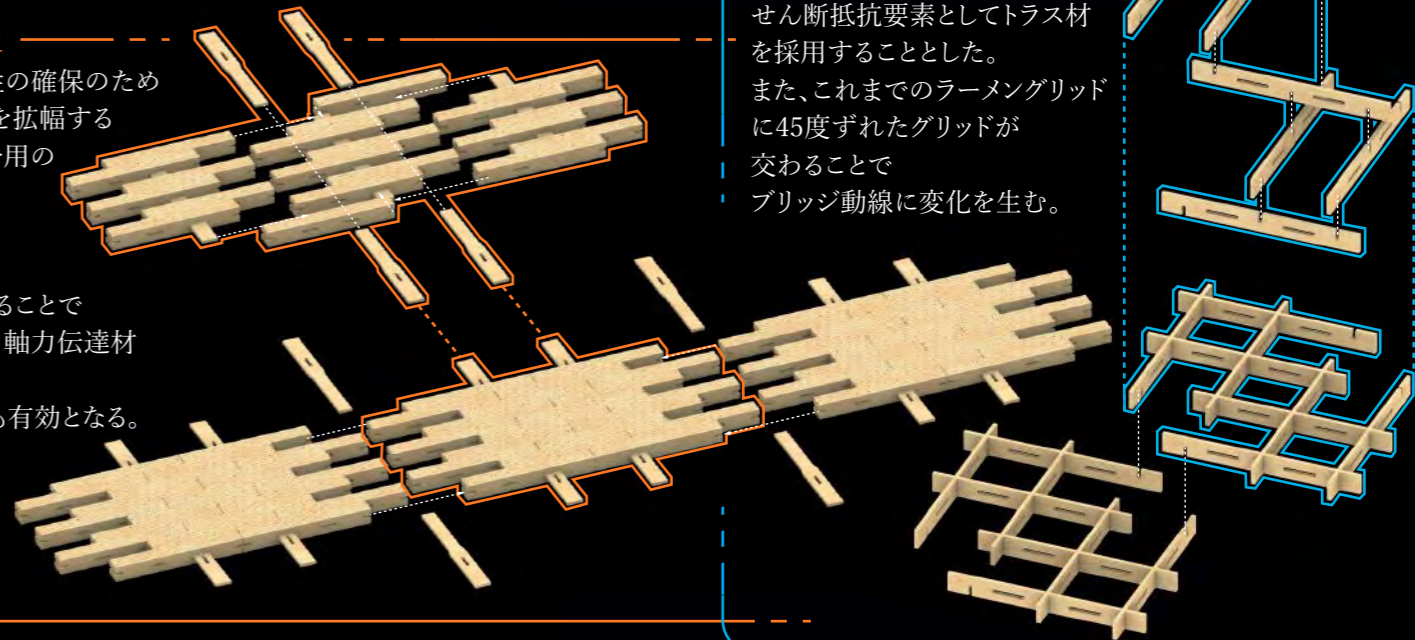
・上弦面モジュール / 束材モジュール

下弦面に比べて幅を要さない上弦面や鉛直力伝達のみ期待する束材は
・シンプル
・堅固
をテーマに構成した。



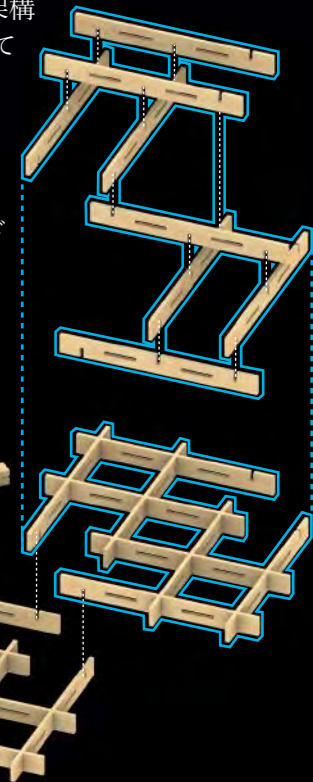
・下弦面モジュール

車路幅・ねじれ剛性の確保のため下弦材モジュールを拡幅する必要があった。接合用のアイス棒を止めるための摩擦力が必要となるが、下弦材を積層することで実現している。また、軸力伝達材が増えるため、曲げ剛性に対しても有効となる。



・トラス材モジュール

上弦面・下弦面を接続する束材モジュールは引張圧縮力に対して効率的な架構である反面、せん断変形に対して剛性が小さい。本ブリッジは曲げ変形破壊を目指すため、せん断抵抗要素としてトラス材を採用することとした。また、これまでのラーメングリッドに45度ずれたグリッドが交わることでブリッジ動線に変化を生む。



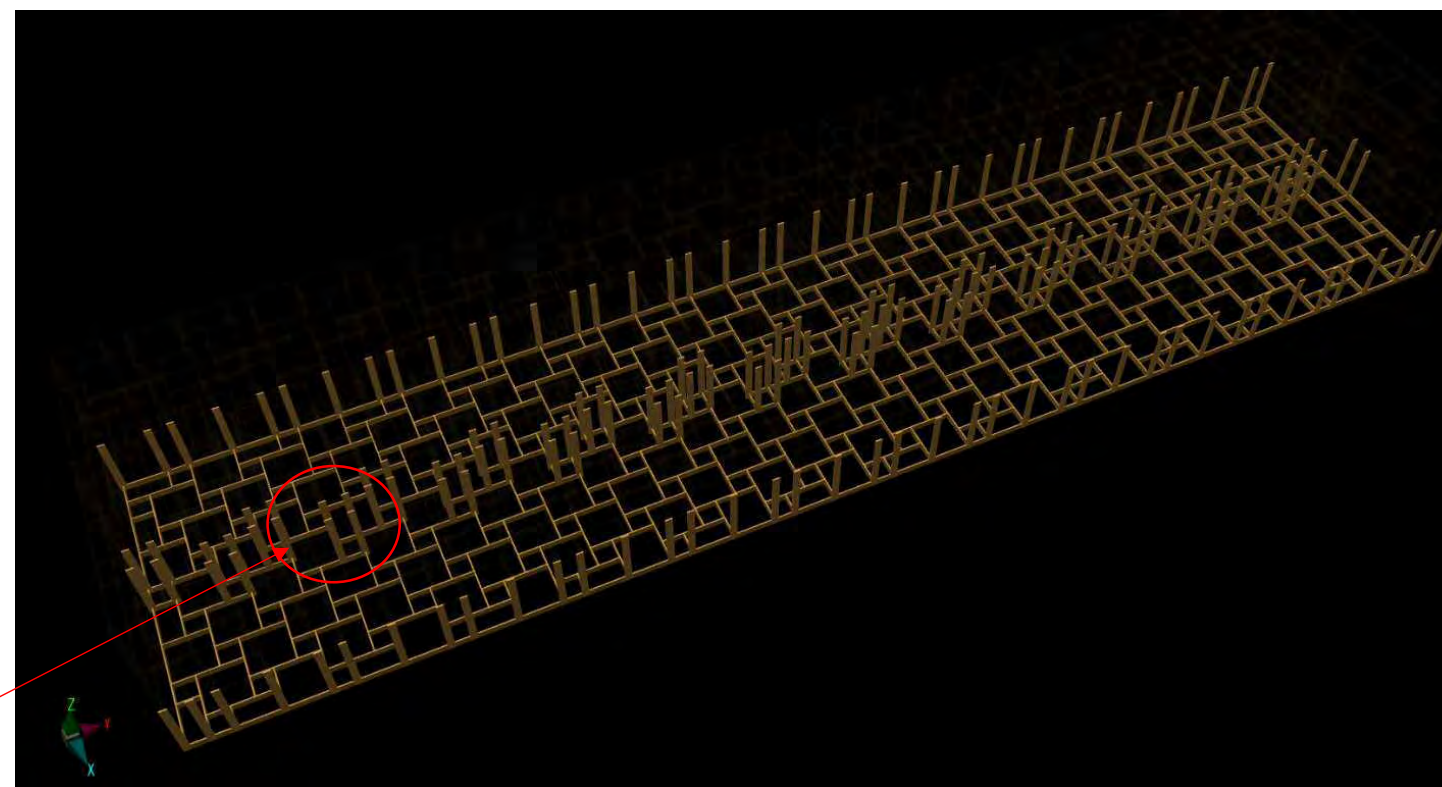
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
32	古代と現代を繋ぐ橋	北海アイスボーン(I)	◎山田将寛(さくら構造株) ○古賀智明(同左) ○柴田航太郎(同左) ○橋本俊和(同上)	1800本	1

昔から、何かを造ろうとしたとき近くで手に入る自然素材を使う。これは合理的でとても自然な行為だ。もちろん、建築や土木においても同じであった。木は木材に、粘土はレンガ材に、石は石材…etc
時は流れ、産業革命を経て建築材料の主役は工業製品である鉄、コンクリート、ガラスになった。これらの材料は、どこでも大量に同品質のものを提供できるメリットがあるからだろう。
「大量に同品質のものを」という革命の勢いはすさまじくすぐに人々に広まり、現在に至る。

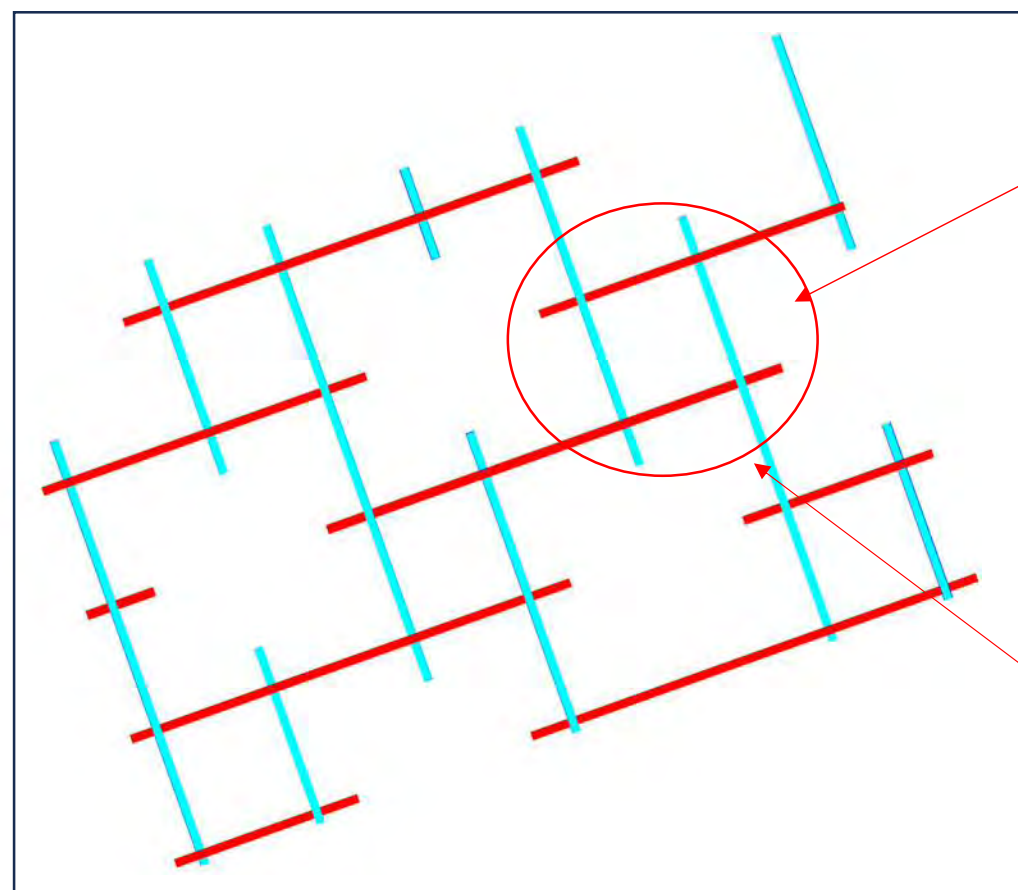
コンセプト

この橋は、アイス棒という自然素材による工業的な既成品を、嵌合という昔ながらの方法で接合し一つの架構として造り上げる。
空間的には、これまでの橋の形式を踏襲しながらも、平面的な広がりのある空間とし、面を積層し3層の空間を形成させる。各空間には、上から動物、人間、車の順で通行できる場所を造り分離しながらも同じ橋を渡るといふ空間を目指す。

また、要求スパンを自重のみで成立させるユニット（本数）があり、ユニットの組み換えることで経済性や環境に配慮することができ状況(用途や荷重)によって最適な形状にすることが可能である。架けて終わりではない。
木という自然素材を使うことから、材自体の劣化にも配慮するため、簡素な接合とし、ある程度の循環性も考慮する。



最下層の面材と垂直連結材のイメージ図



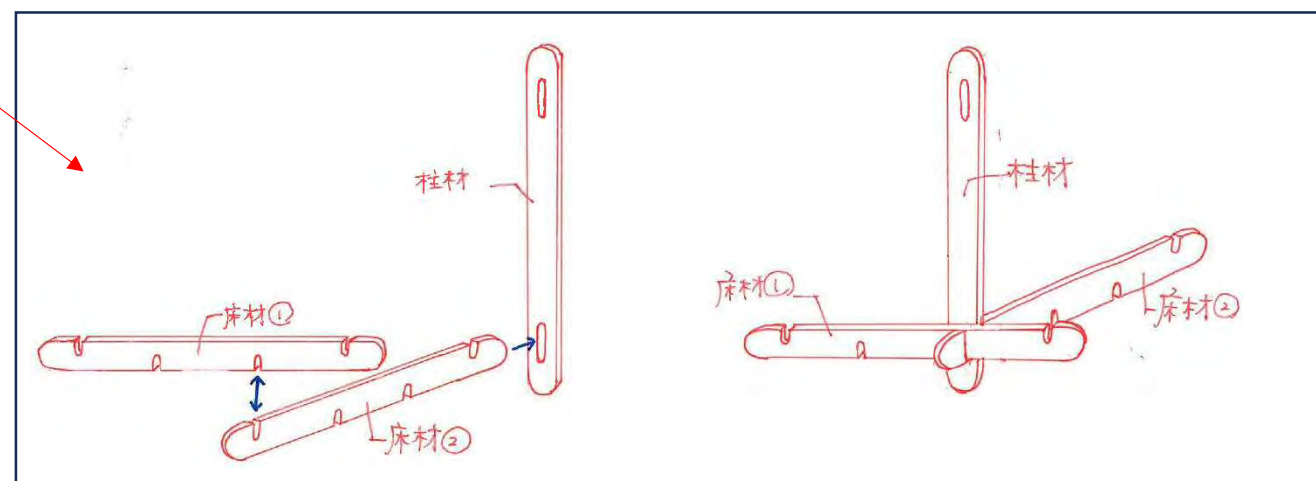
床面のレシプロカル構面 イメージ図

構造上の特徴

上記のコンセプトから、条件の整理を行う。

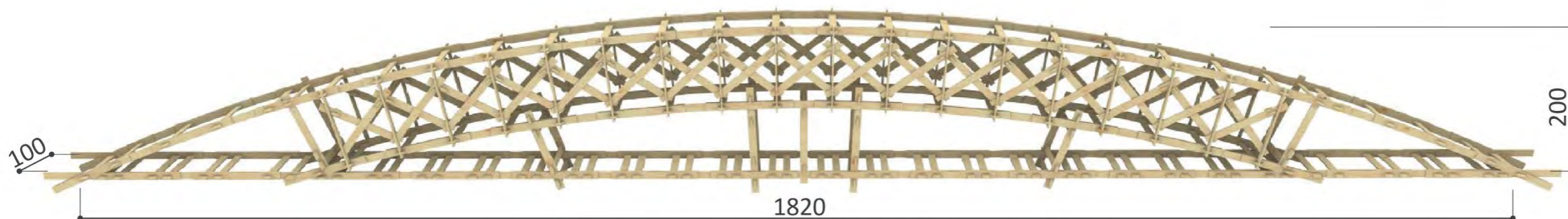
- ・対岸までの距離、1820mm → ここに橋を架け、渡れるようにしたい。
- ・制約条件 使用材料は木材のみ
1本の断面寸法は、厚さt=2mm、断面幅b=9mm、材長さL=114mm → 接合代を考えるとさらに短い接合部は嵌合のみ → 接続部材の数によっては複雑化する恐れあり

これらの条件から、材長の短い部材を効率よく使えること、1つの接合部に3方向から集まってくる交点は造らないこと（接合部の簡素化）を考慮して歩行空間となる面材は、荷重分散力のあるレシプロカル構造による構成とする。3枚の面材は、垂直連結材及び斜材でつなぐことで積層し大きなヴォリュームへと変化させ、鉛直抵抗性を高めることで集中荷重に対応する計画とした。



個材の接合部 イメージ図

No 33	作品タイトル TAISEIブリッジ S	チーム名 TCD チームS	メンバー ◎山本将(大成建設) ◎西田智康(以下同左) ◎栗原大樹 ◎田上功也 ◎柿田哲志 鈴木直人、 栗田大樹、田村直樹、佐藤耕平、小平柊、森拓也、國府田有加、吉田紘太郎、坂出潤弥、濱上結樹、	アイス棒本数 580 本	カテゴリ 1
----------	------------------------	------------------	---	-----------------	-----------



トラスアーチブリッジ

アイス棒による架構は接合部まわりの割裂破壊で決まりやすいため、接合部には無駄な応力を生じさせないことに注力して設計した。

Point 1

〈ユニットの組み合わせで作る架構〉

■トラスアーチ架構

車両を通すトラス架構はユニット単位で制作し、それらを連結させ緩勾配アーチを形成する。

※走路の勾配は1/8以下となる計画



■タイバー架構



人が通るタイバー部分は、各接合部の直交材を2本にすることで回転挙動を抑え、剛性を高める。

〈施工における工夫①〉



アイス棒への孔あけは最小限とし、極力同じ加工とすることで、施工性を向上させた。

滝に架かる橋

Concept

人類未踏の地に、美しく広大な滝が新たに誕生した。

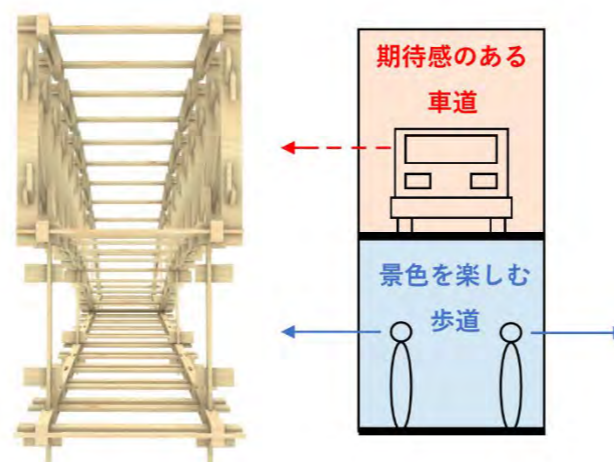
そこで、周辺環境は守りつつ、一体となって景観を創る構造物が求められた。滝の全景を眺められるように架けられた橋、その背後には無限に続く自然の水脈を臨む。

車などの乗り物はトラスアーチ内を通す。隙間から覗く力強い滝の様子に、期待を高める。

フラットな面を、展望の道とする。視界を遮る物はなく、景色を存分に楽しめる。

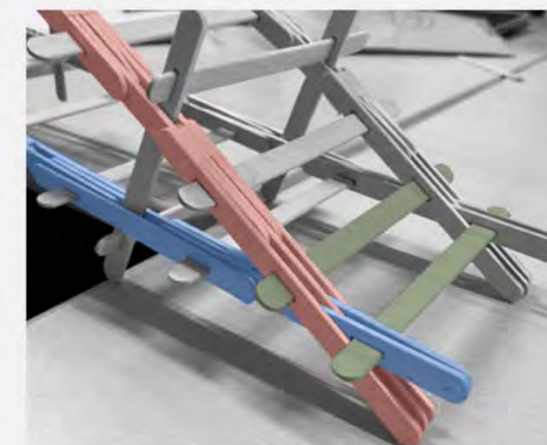
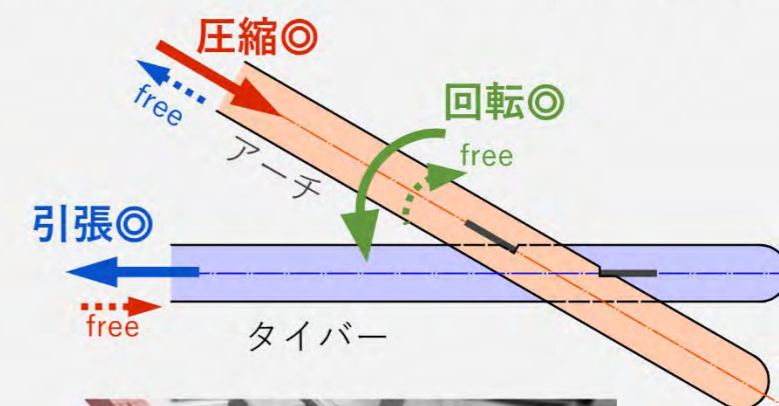
滝と、橋と、虹と。

新たな名所が、人を自然を盛り上げていく。



Point 2

〈想定した力の方向にのみ抵抗する接合部〉



※走行車両と干渉する部材は切断する計画

〈施工における工夫②〉



トラスアーチとタイバー部分は、別々で作った後に組み合わせられる架構とすることで、施工時間の短縮が可能。

No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	アイス棒本数	カテゴリ
34	ど根性トラス	掛けよう夢のはC チーム	©外山寛太郎、福本勇斗、有木彩乃 (竹中工務店)	247本	1

施工性に優れたワーレントラス橋

限られた資源の中で比強度の高い橋を実現したい

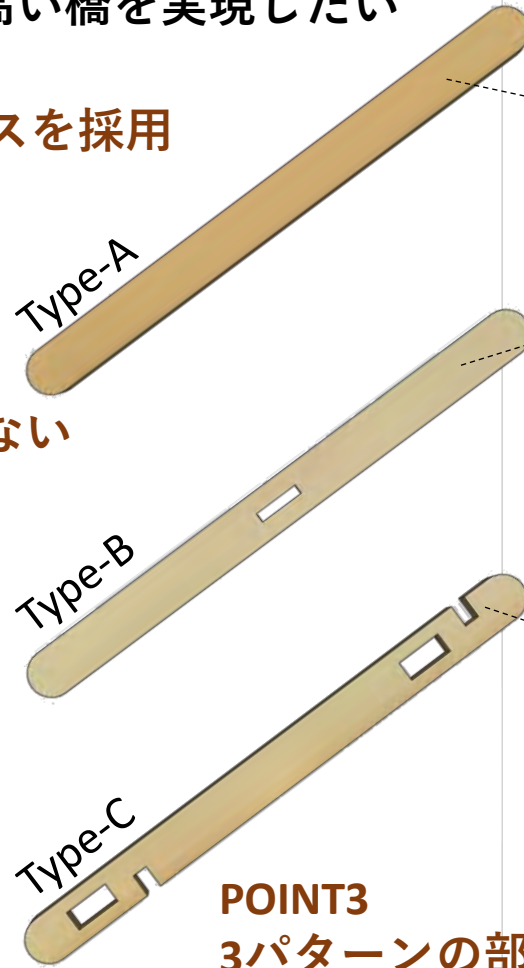
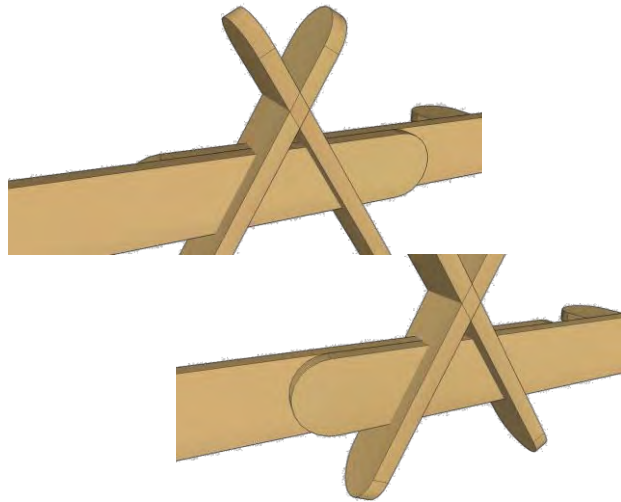
POINT1

部材数の少ないワーレントラスを採用

POINT2

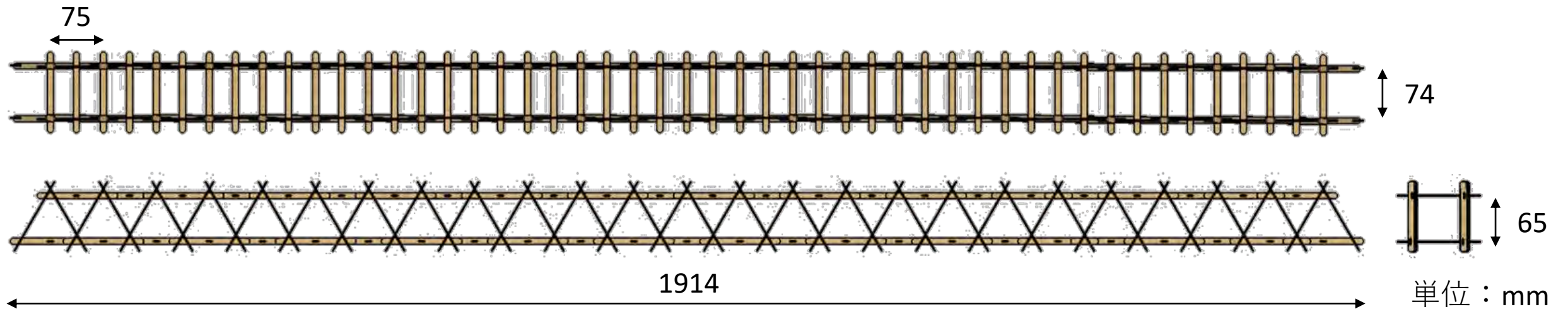
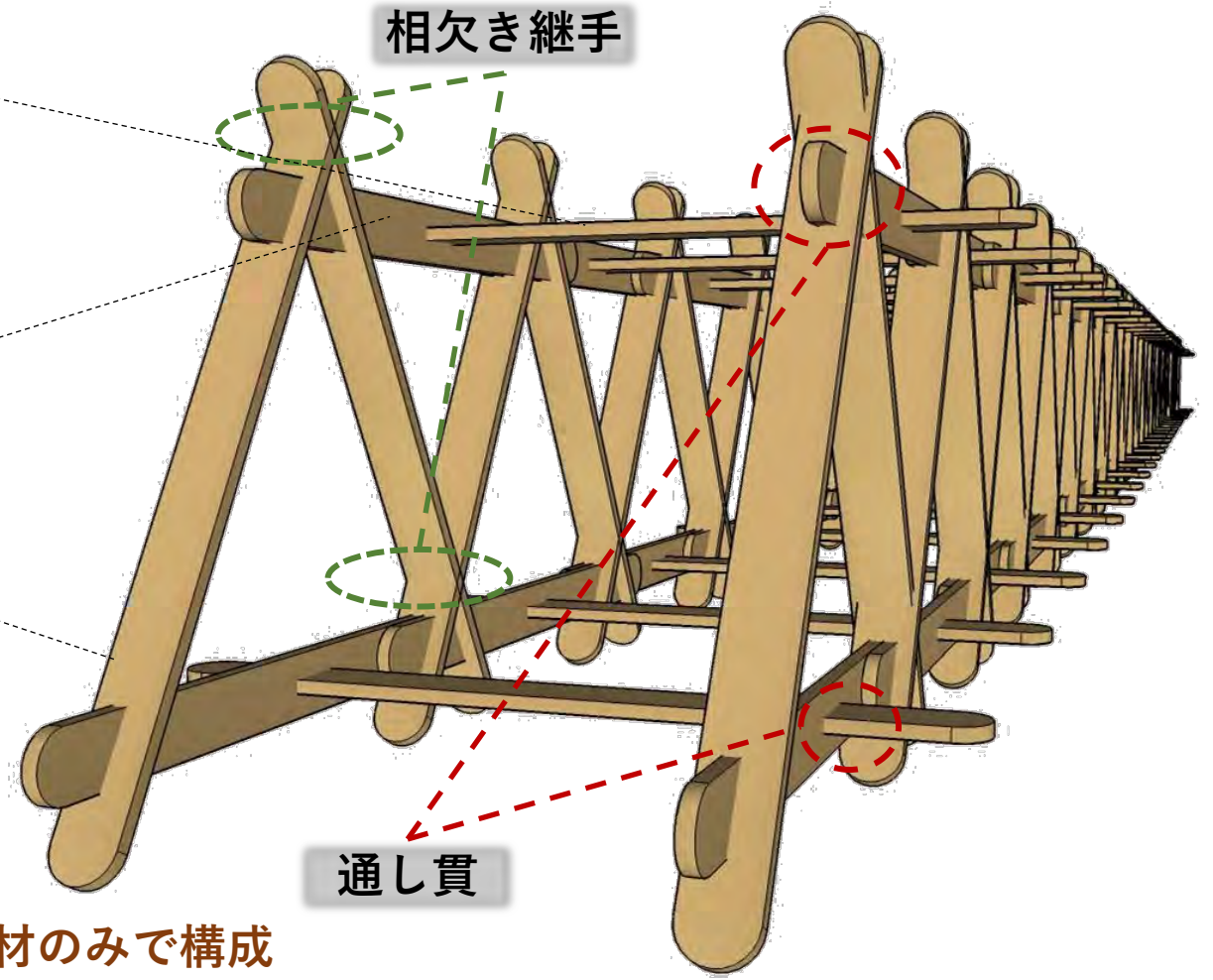
2種類の接合部を採用

1つの接合部に部材を集中させない

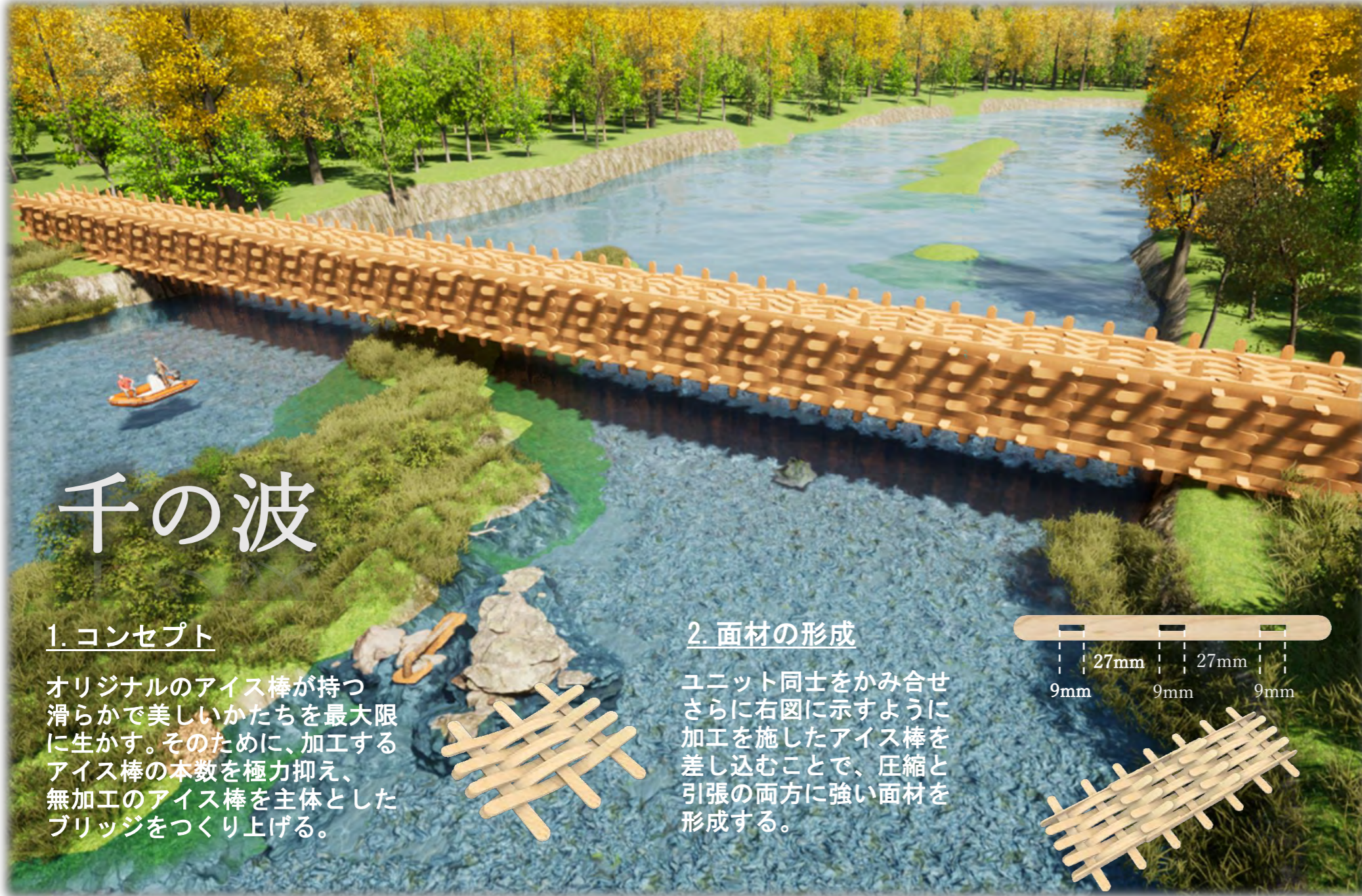


POINT3

3パターンの部材のみで構成



No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
35	千の波	明治大学 構造力学研究室 A	◎足立将章 ○川上凌平 ○ソ セイ ○山口裕人 (明治大学 構造力学研究室)	1420 本	1



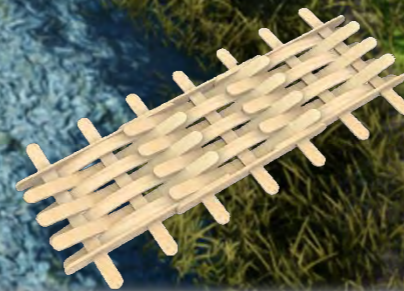
千の波

1. コンセプト

オリジナルのアイス棒が持つ滑らかで美しいかたちを最大限に生かす。そのために、加工するアイス棒の本数を極力抑え、無加工のアイス棒を主体としたブリッジをつくり上げる。

2. 面材の形成

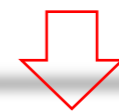
ユニット同士をかみ合せさらに右図に示すように加工を施したアイス棒を差し込むことで、圧縮と引張の両方に強い面材を形成する。



4. ブリッジの概要

- ・全長：2.2m
- ・重さ：1730g
- ・部材数：1420本
(加工あり 372本、加工無し 1048本)

加工無しアイス棒の使用率

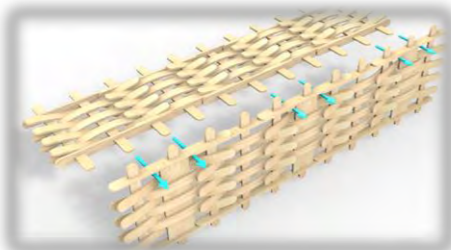
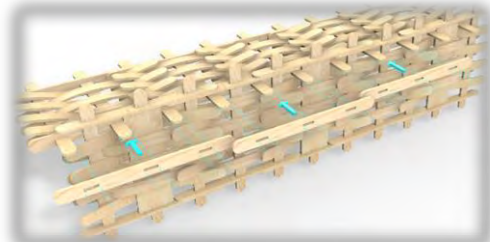


74%!!!



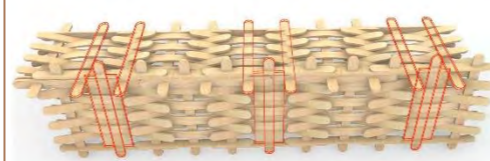
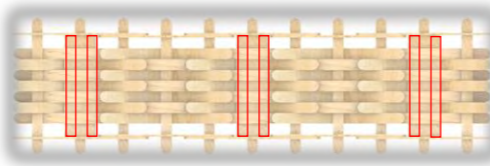
3. 面材同士の固定

穴を開けた補強材を出っ張りに差し込むことで面材同士を強く固定する。



桁と天井部に用いる面材を側面の面材に差し込み、曲げに抵抗する強い箱形のブリッジを形成する。

側面に用いる面材には全長が85mmとなるようにアイス棒の両端を切断したものを追加で差し込む。



横方向に組まれたアイス棒の間に、縦方向に組まれた三本のアイス棒がぴったりはまることで強く固定される。

No 36	作品タイトル 栄光の架橋	チーム名 愛スティック	メンバー ◎大房千夏 ◎井上日南子 ◎松田穂乃佳 ◎小向井紫帆 ◎赤堀莉衣 菜 ◎長谷川大樹 ◎西方航太 ◎成田隼作 ◎小谷駿斗	アイス棒本数 738 本	カテゴリー 1
----------	-----------------	----------------	--	-----------------	------------

【コンセプト】

なぜ我々が橋をかけるのか。このエントリーシートを書いている昨夜に、阪神タイガースがアレをした。選手たちの姿、そして阪神甲子園球場でのゆずの『栄光の架橋』の大合唱は我々関西人に大きな勇気と感動を与えた。そんな感動と勇気を我々なりの方法で皆さんに与えたい。この橋が1キロの荷重に耐え、そし車両を導く果敢な姿を見て、感動していただきたい。そんな思いで我々はこの橋を製作した。そしてこの橋を栄光の架橋と名付けた。昨夜のように莫大な数の阪神ファンがここに集ったとしても、過激な阪神ファンがここから飛び降りたとしても、しっかりと立ち続ける橋を目指した。以下にチャットGPTによる我々の栄光の架橋にまつわるストーリーを載せる。

昔々、尼崎市に住む少年、太郎は大の阪神タイガースのファンでした。太郎の夢は、阪神タイガースの試合を生で観戦することでした。しかし、彼の尼崎市には試合を観るための橋がなく、武庫川を渡るには大変な困難が伴いました。

ある年、阪神タイガースは優勝に向けて順調に勝ち進んでいました。太郎は毎試合、新聞やラジオで結果を追い、チームの進捗を心待ちにしていました。そして、優勝の瞬間を現地で体験することを夢見ていました。しかし、太郎の尼崎市は大きな武庫川を渡らなければならず、試合の日には渡るのが難しく、多くのファンが船に乗り合わせ、渋滞が起きていました。太郎は試合当日、船に乗り遅れてしまい、優勝の瞬間を見逃すのではないかと心配しました。

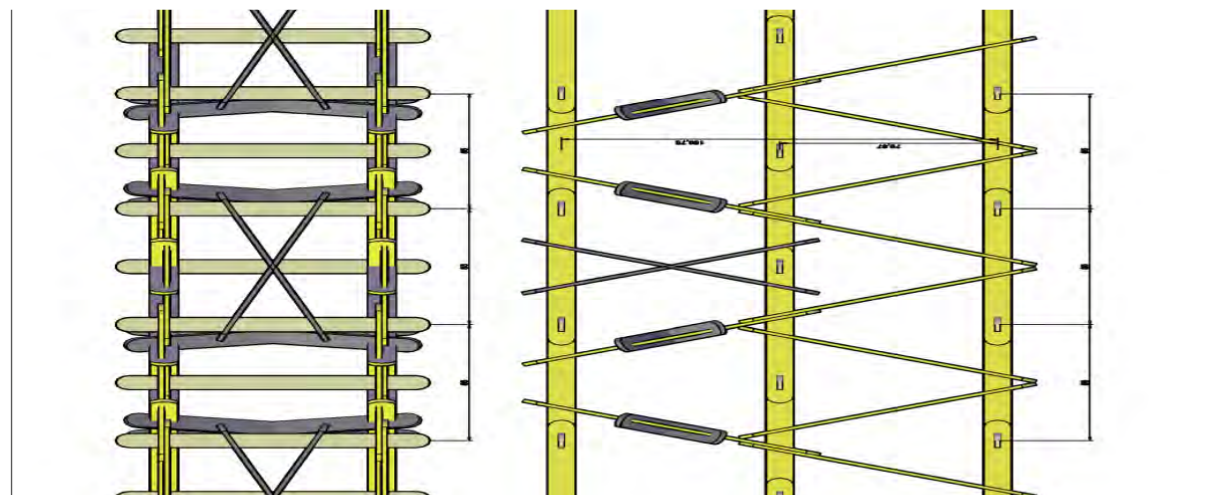
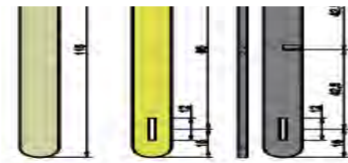
太郎は友達とともに悩みながら、ふとアイス棒のアイデアが浮かびました。彼らはアイス棒を使って橋をかけることを決意しました。地元のアイスクリーム屋さんから廃棄されたアイス棒を集め、武庫川の上に橋を作り始めました。試合が進行する中、太郎と仲間たちはアイス棒を互いに重ね、巧妙に組み立てました。アイス棒同士の間隙を埋め、互いに支え合う方法を見つけ、頑丈な橋を構築しました。力を合わせ、アイス棒の構造を計算し、滑らかな歩道を作りました。

そして、最後のアイス棒を置いた瞬間、阪神タイガースは優勝しました。歓声が川岸に響き渡り、ファンたちはアイス棒の橋を渡りながら優勝を祝いました。

このアイス棒の橋は「栄光の架橋」と名付けられました。その名前は、優勝の瞬間にファンたちがアイス棒の橋の上で阪神タイガースの登場曲「栄光の架橋」を熱唱したことに由来しています。この名前は、阪神ファンの情熱と団結、そして太郎と仲間たちの創造力を称えるものとして、町の歴史に刻まれました。

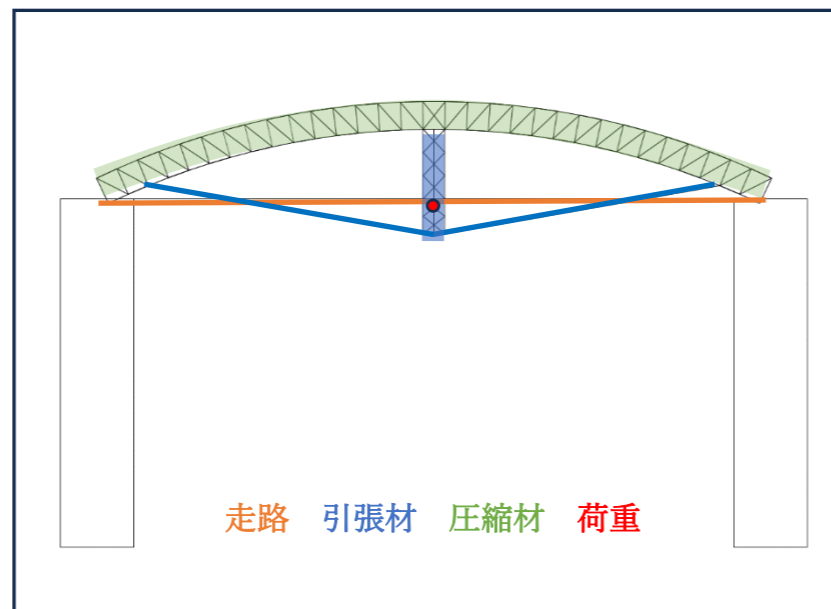
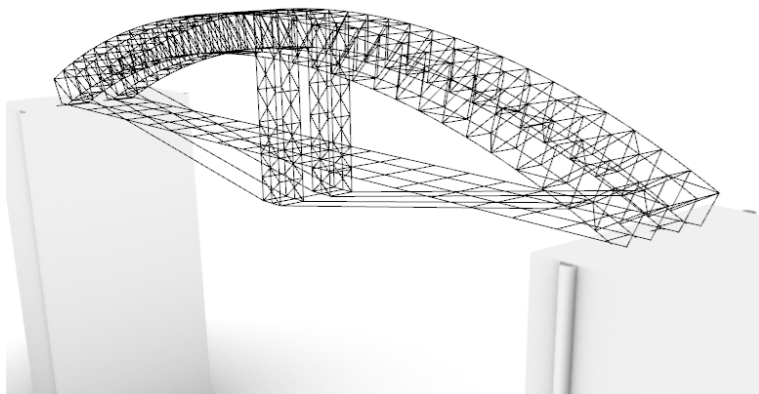
【構造的な特徴】

- ・視点部分を含ませることによって、横座屈を抑制する構造を目指した
- ・斜材を増やし、トラスを組むことで変形のない橋を目指した



No 37	作品タイトル ハイブリッジ	チーム名 高柳ブリッジ	メンバー ◎宮澤佑典(明治大学) ○永井薫哉 ○加藤慎之祐 ○北原眞生 矢部隆太郎 高柳優希 高橋恵介 松尾安紘 小泉建人	アイス棒本数 1024 本	カテゴリー 1
-----------------	-------------------------	-----------------------	---	-------------------------	-------------------

1:デザイン



- ◆ 張弦梁構造を利用したデザイン、シンプルで軽い印象を与える。
- ◆ アーチおよび走路のたわみを引張材によって抑え、アーチの部分に圧縮力がかかるように力を流す。
- ◆ 走路は引張材としての役割も果たし、アーチ端部の横方向への変位を拘束する。
- ◆ アーチの部分は圧縮力に耐えるためトラスによる構造を採用し、引張材はアイス棒を繋ぎ線材とすることで無駄な材料を削減した。

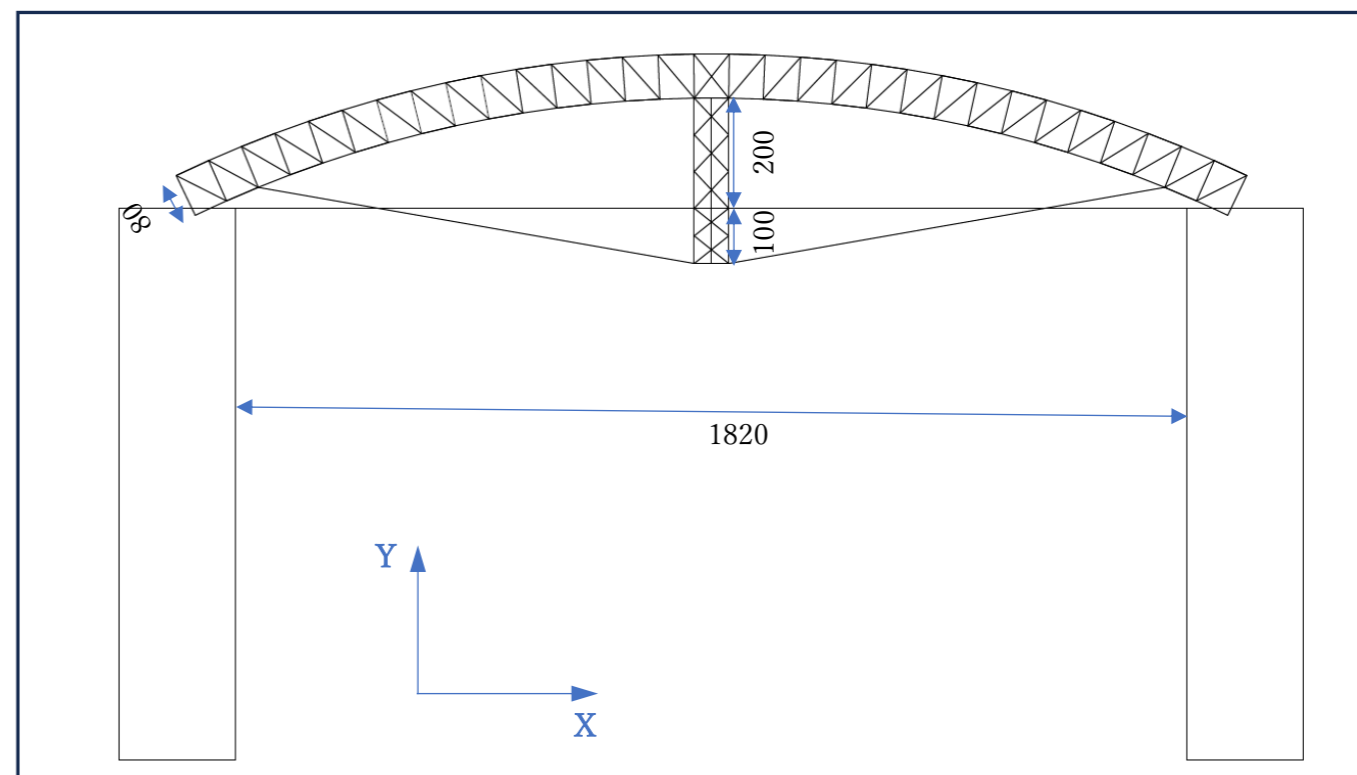
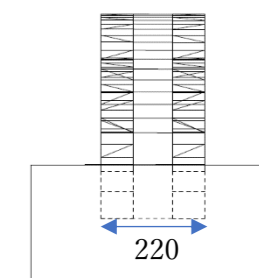
2:ディテール

- ◆ 接合部は全てアイス棒に穴を開け、そこに細く削ったアイス棒を刺し込んで固定する。そのままではピン接合で柔らかいため、トラスを用いて変形を抑制する。
- ◆ 固定には2種類の杭を用いる。
 - ①節点を固定するための短い杭
 - ②梁としても扱うことのできる長い杭



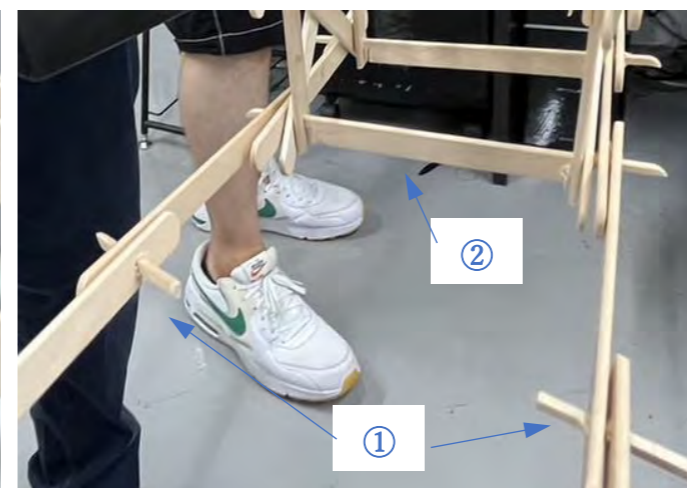
3:寸法

寸法 最高高さ（支持点からの高さ）：280 [mm]
 最下点：-100 [mm]（床からの高さ：900 [mm]）
 アーチ部分厚さ：80 [mm]
 橋横幅：220 [mm]
 支持点距離：1820 [mm]
 荷重位置：X=910 [mm] Y=0 [mm]



4:今後の展望

接合部分をとめている杭の太さによって、接合部の強度が変化してしまいます。
 施工精度を重視し、粘り強い作品に仕上げられることを願います！

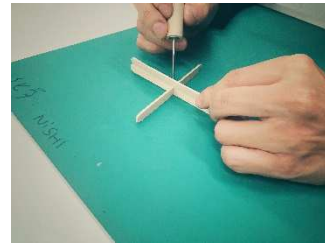


No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
38	剛橋～あたり付き～	仕事をたしなむ会	◎野村侑紀(大林組) 長屋圭一 ○木村寛之 ○福見祐司 ○吉田昇平 ○渡辺隆寛	500 本	1

協働により<結束>を剛強に



あつまって



しるしをつけて



きって



きって



けずって



けずって



ちょうせいして



くみだてる

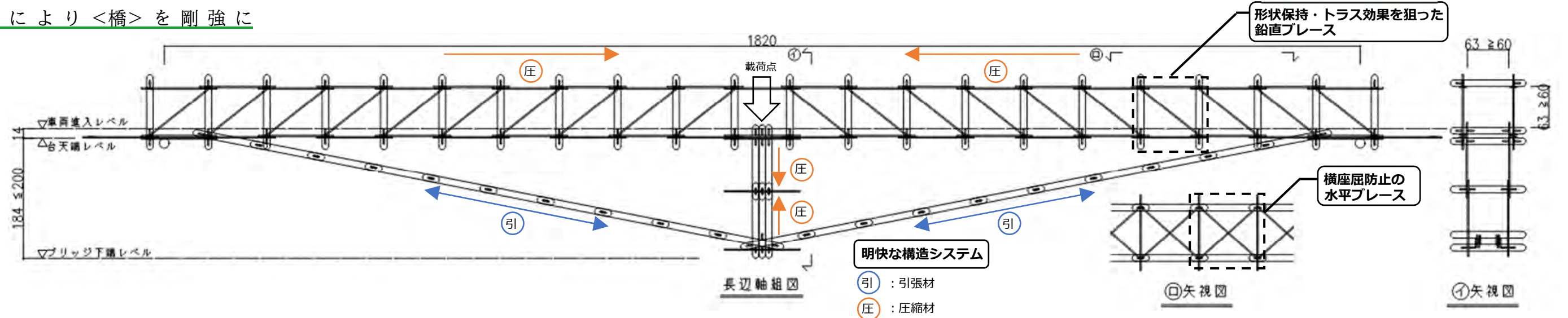
剛橋～あたり付き～

エミリオと仲間たちのように
共創・協働することで
チームの<橋>と<結束>を剛強なものにした

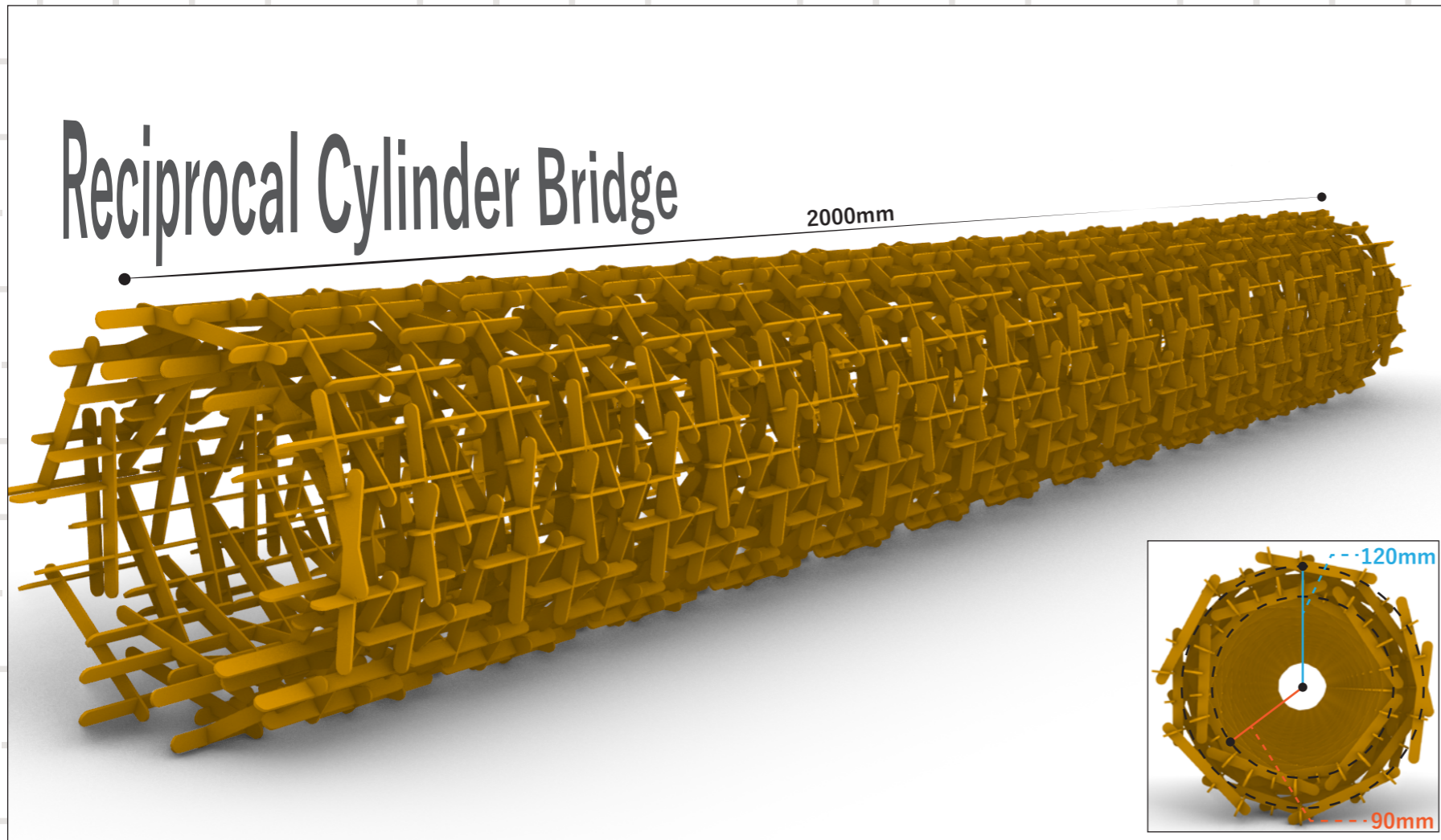


あたりが入っているよ!

共創により<橋>を剛強に



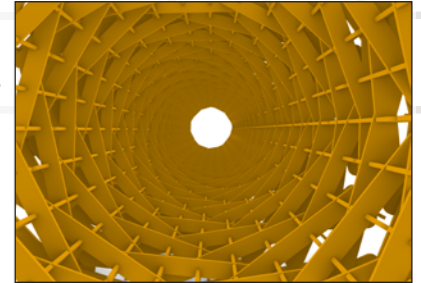
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
39	レシプロカル構造でつくる円筒ブリッジ	あずみよんず	◎松岡章吾(株式会社梓設計) ○大阪直也(同左) ○小林開路(同左) ○松岡直(同上)	1700本	1



CONCEPT

◇ワープしていく通り抜け体験

“ワープホール”を彷彿させる、同心円状模様のトンネル。ワープするように、あるいは催眠術にかかったかのような、少し不思議な感覚を得る通り抜け体験を味わえます。

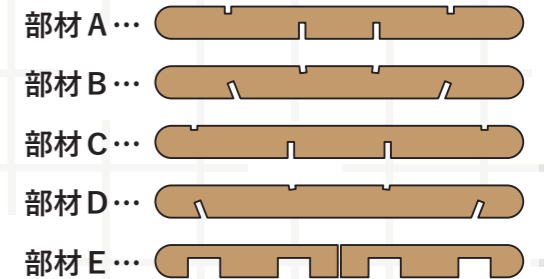


◇レシプロカル構造を用いた曲面架構

“レシプロカル構造”とは、接合部の集中を避けた部材同士が互いに支え合い、立体的な釣り合いを実現する構造です。本提案では5つの部材を組み合わせて、緩やかな曲面を成す構成単位を連続させた、円筒状の曲面架構を採用しました。

◇5種のみ部材と単純な組み立て

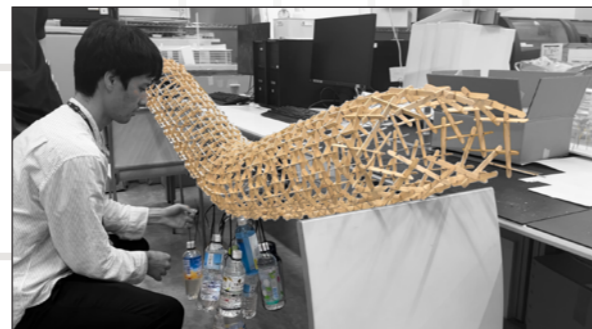
“少ない部材数の組み合わせで大きな形を成す”というレシプロカル構造の利点を活かしつつ、小さな構成単位が連続していく分かりやすい組み立て方を編み出し、加工面・施工面における、“単純さ”に拘りました。



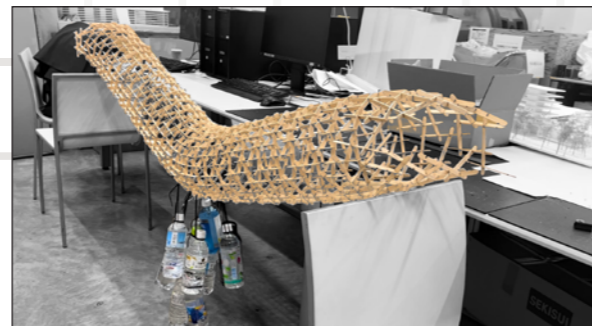
◆構造計算による性能検証

木材の基準許容応力度 f_t	= 11 [N/mm ²]
アイス棒の断面積 A	= 20 [mm ²]
円筒半径 (大) r_1	= 120 [mm]
円筒半径 (小) r_2	= 90 [mm]
円周に配置されるアイス棒	= 16 [本]
断面極二次モーメント I_p	= $\sum r^2 \times A = 16 \times (120^2 \times 20 + 90^2 \times 20)$ = 7.2×10^6 [mm ⁴]
断面二次モーメント I	= $I_p / 2 = 3.6 \times 10^6$ [mm ⁴]
断面係数 Z	= $I / r_1 = 3.0 \times 10^4$ [mm ³]
許容終局曲げ応力度 M	= $Z \times f_t = 330$ [N·m]
1kg 載荷時の曲げ応力度 M_t	= $PL/4 = 10 \times 1.8/4 = 4.5 < 330$ [N·m]

◆載荷試験による性能検証



載荷試験中の様子



崩壊前の最大たわみ時の様子

一重円筒スタディモデルにて、実測による架構の性能を検証しました。

◎円形(多面形)断面により応力が分散。
▶局所的な破壊を生じにくい。

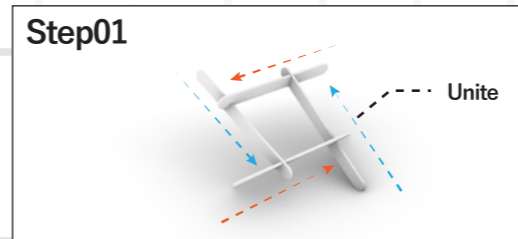
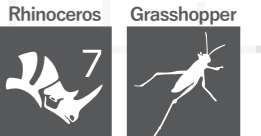
◎緩い接合部が載荷により緊結化。
▶組み立て時を考慮して、余裕を持った切り欠きを施す。

◎中央部で大きなたわみが発生。
▶二重円筒案を採用することで、変形を抑制する。

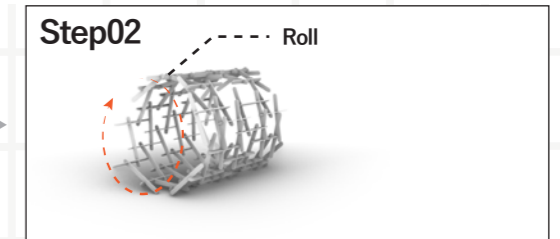
といった知見や改善案が得られました。

◆組み立て手順

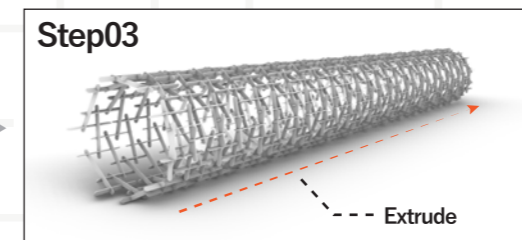
パラメトリックなモデルのため、Rhino + Grasshopper を用いて、変数を操作し、形を検討しました。



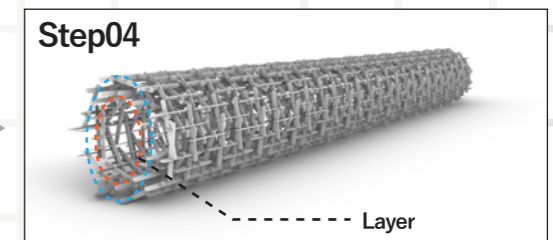
構成単位を作成



円周方向に連続させて、円環を作成



円筒方向に連続させ、橋型を作成

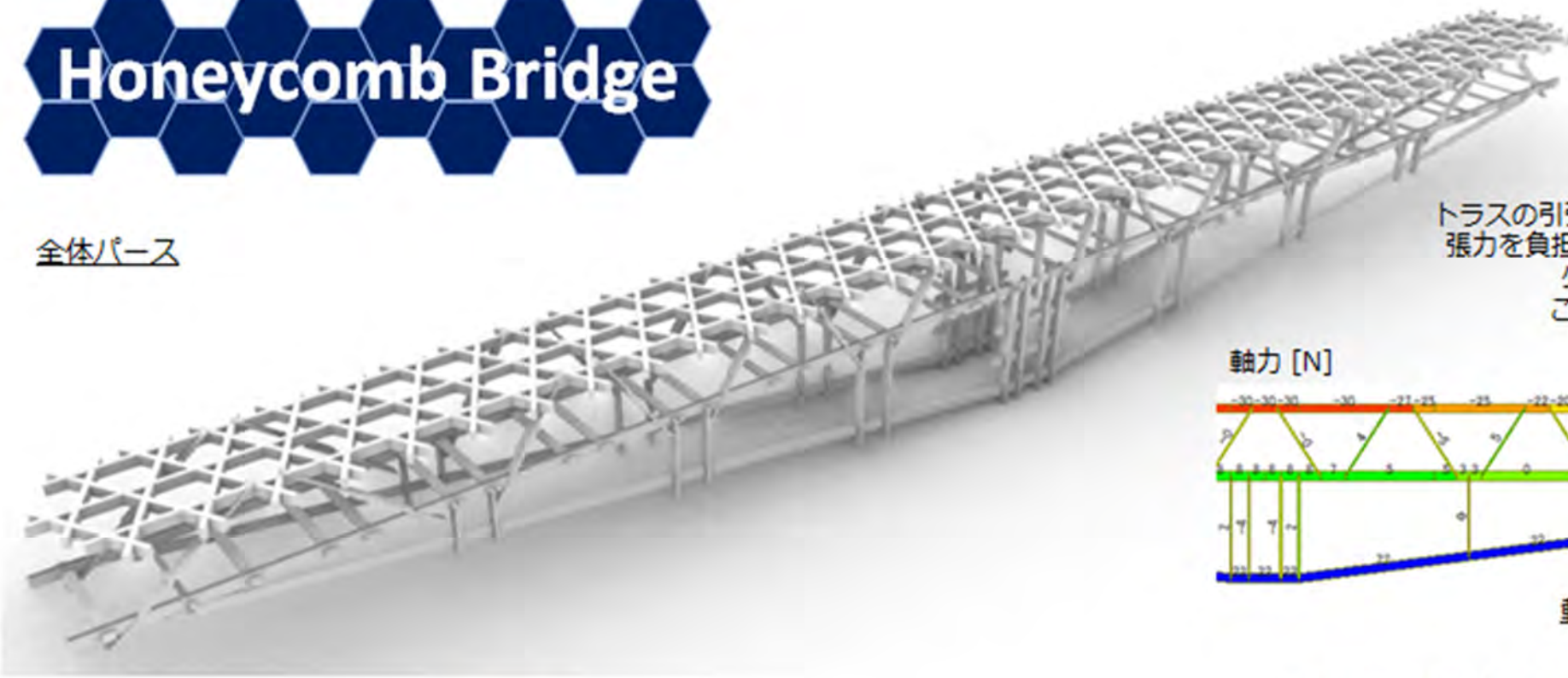


二重の円筒とし、断面性能を確保

No 40	作品タイトル Honeycomb Bridge	チーム名 おもしろ建築構造研究会	メンバー ◎服部恭典(鹿島建設) ◎林智之(同左) ◎高田雅文(同左) ◎日比野惇(同左) ◎福原健人(同左) 斉藤圭太(同上) 姚至謙(同上) 皆川宥子(同上)	アイス棒本数 701 本	カテゴリ 1
----------	----------------------------	---------------------	---	-----------------	-----------

Honeycomb Bridge

全体パース



Story

エミリオは森に渡る橋をアイス棒で作る事を決意しました。

そこで、まずは村はずれの橋を参考に見に行きました。
橋はロープで出来ているので、材料は少なくて済みますがとても揺れます。
「みんなが安心して渡れる橋を作りたい！」

しかし、簡単には良い案が思いつきません。
ある日の事、いつものようにアイスクリーム工場で働いていると
ふとあるものに目が止まりました。
それはいつも使っているはちみつです。

「これだ!!!」

たっぷりとはちみつが入っている、六角形のハチの巣の形はとても美しく、
またハチたちが嵐の中でも安心して住めるくらい丈夫な構造です。

「この六角形とロープ橋のいい所を組み合わせてみよう!!!」

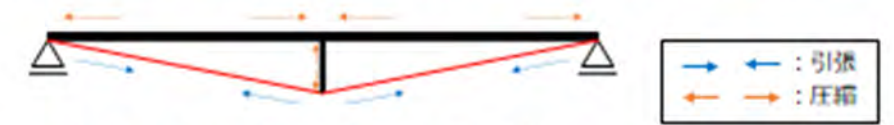
そうして試行錯誤を繰り返して出来た橋は

「Honeycomb Bridge」

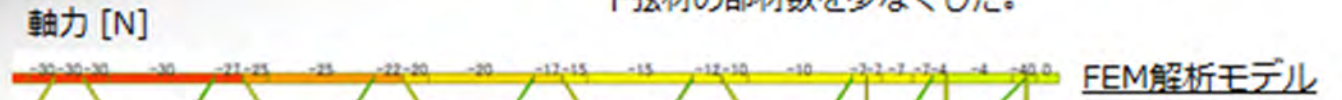


人々は広大な森に安心して渡る事が出来、森の美しさを満喫するだけでなく、
森の中にあるはちみつで更においしいアイスクリームを食べれるようになりました。

基本の架構 張弦梁 -Suspended Beam-



トラスの引張側は座屈の心配がない。この特性を利用し、ロープのような部材で
張力を負担することによってシンプルな架構を実現させたのが張弦梁である。
少ない部材で大きな荷重に耐えられるという特徴をもつ。
これを参考にして貫によりアイス棒を繋ぎ合わせることで、
下弦材の部材数を少なくした。



FEM解析モデル

圧縮側の対応

FEM解析を実施すると圧縮側の設計が
クリティカルとなっている事が分かる。

載荷実験の様子



横座屈への対応

実大載荷実験では、個材の座屈と同時に
上弦材全体の横座屈の抑制が重要となる事が分かった。

Honeycomb Trussによる上弦材の補強

Honeycomb Truss



2種類の部材のみで3方向から交差するアイス棒同士を
強く繋いでトラスを形成することで、
同一のトラス形状を2次元的に自由に延伸させられる特徴を有する。



部材形状

接合方法

このトラスにより形成された“ハチの巣形状”は、
外力に強く、かつ自然と融合するデザインとなる。

Honeycomb Bridge

張弦梁を参考とし、下弦材は少ない部材で引張力を負担しつつ、圧縮力に対しては
Honeycomb Trussによって個材の座屈を防ぎながら、トラス全体の横座屈も防いでいる。
強度・デザイン・施工性に優れたハイブリッド構造の橋となっている

No 41	作品タイトル 三連水車の橋	チーム名 心材8期生	メンバー ◎中島蓮太(九州大学) ○江田颯斗(同左) ○澤田泰地(同左) ○橋田虎之介(同左)	アイス棒本数 927 本	カテゴリー 1
----------	------------------	---------------	--	-----------------	------------

三連水車の橋

CONCEPT

さびれた農村部の町おこしの目玉として、また、そこに住まう人々や観光客が渡りたくするような橋として、「三連水車の橋」を設計した。三連水車は地元福岡県朝倉市にある日本最古の水車であり、九州北部豪雨などで被害を生じた際も、復興のシンボルとして人々に活力を与えてきた。しかし、近年維持管理の問題により三連水車は存続の危機にある。そこで今回、三連水車を模した橋を作ることにより、水ではなく人を運ぶ架け橋となり、後世に三連水車を残していきたい。

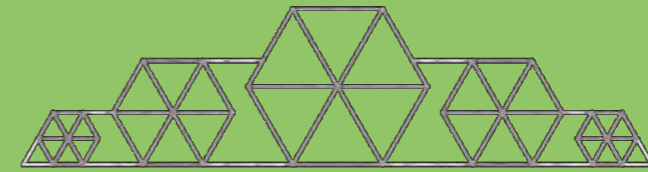
EXPLANATION



三連水車

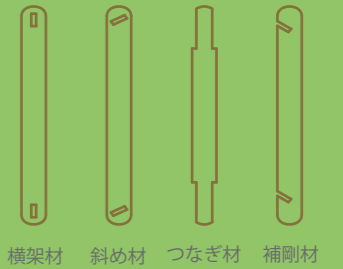
福岡県朝倉市にある三連水車。それは、川面よりも高い位置にある農地へ水を届けるために登場した水車であり、水流を利用して水を運んでいるが、一つの水車では一度に運べる水の量に限界がある。そこで、三つ連なった水車が生まれた。また、大きさが大中小と異なることで、物理的に動きやすい構成となっている。

STRATEGY



架構

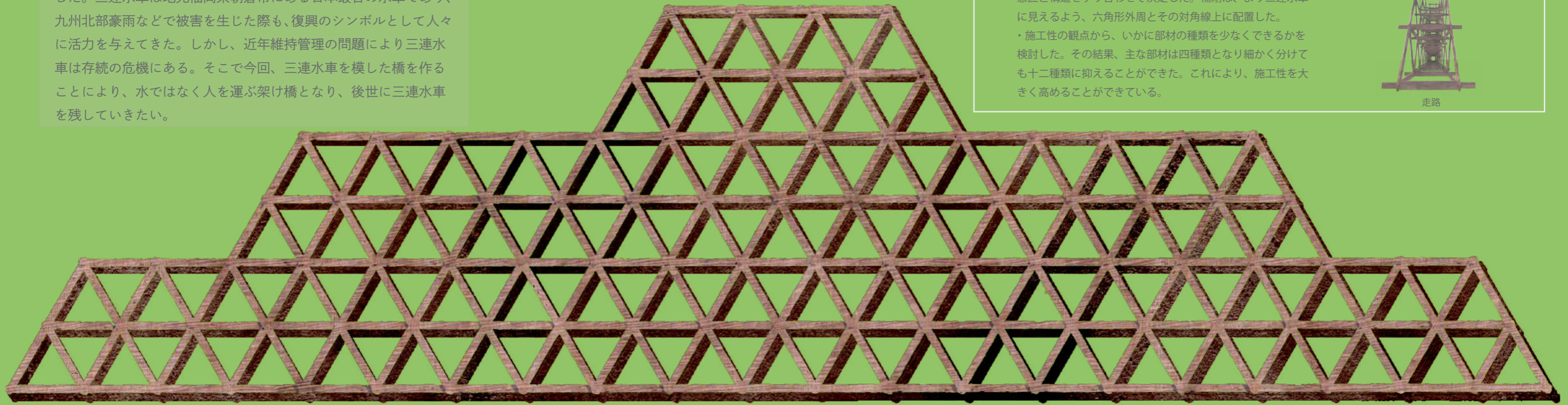
- ・架構は三連水車をイメージしながらも、力が分散するように意匠と構造をすり合わせて決定した。補剛は、より三連水車に見えるよう、六角形外周とその対角線上に配置した。
- ・施工性の観点から、いかに部材の種類を少なくできるかを検討した。その結果、主な部材は四種類となり細かく分けても十二種類に抑えることができた。これにより、施工性を大きく高めることができています。



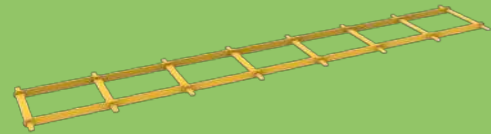
横架材 斜め材 つなぎ材 補剛材



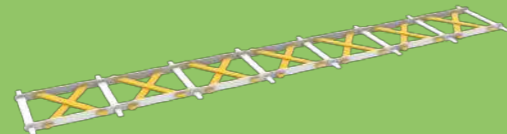
走路



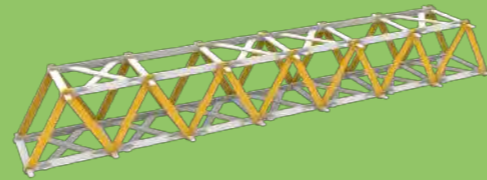
ASSEMBLY



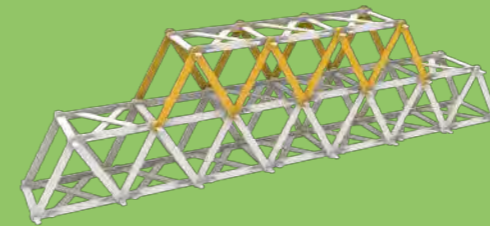
1. 桁行方向のアイス棒（横架材）を全てのつなぎ材に差し込んでいく。



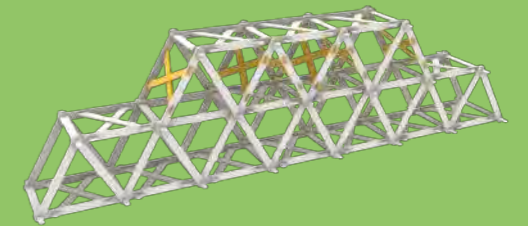
2. 横架材に対して補剛材を差し込んでいく。



3. 2で作成した奇数段(1,3,5 段目)に斜め材を差し込んだのち、偶数段を取り付ける。

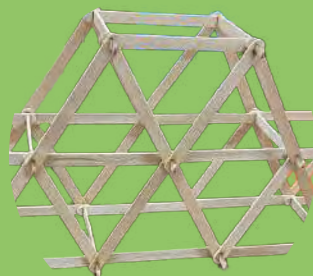


4. 偶数段(2,4,6 段目)に斜め材を差し込んでいく。



5. 斜め材に対して補剛材を差し込んでいく。

STRUCTURE



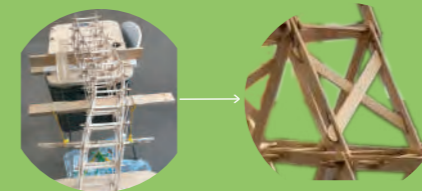
構造として、トラス構造を採用した。これは、トラス構造は空隙部分が大きいので、少ない部材数でも断面せいが確保しやすく、比強度を競う今回のアイス棒の橋と相性の良い構造だと考えたためである。また、注意点として本来のトラス構造であれば接合部がピンであり、部材には軸力しか働かないが、アイス棒ではピン接合を作ることが困難であるため、部材を強軸方向につなぐことにより曲げに対しても抵抗できるようにしている。

JOINING



この構造物では節点にアイス棒が6本集まる部分が多数存在する。また、会場での製作時間に制限があるため、施工性も確保しなければならない。そのため、接合部におけるアイス棒のおさまりに対しても様々な検討を行った。今回は橋の梁間方向をつなぐ部材の両端をやや細く削り、そこにアイス棒を差し込んでいくという接合方法を採用した。この接合手法により施工性と納まりの両方を確保することができた。

STIFFENING



この橋の課題点として梁間方向に対して強軸として機能する部材が存在していないため、面外方向に変形する現象が起きやすくなっている。また、アイス棒をつなぎ材に差し込むという構造の性質上、アイス棒がつなぎ材から抜け出してしまうリスクもはらんでいる。これらの課題を確保するとともに、コンセプトである三連水車のフォルムを強化するため、たすき掛けの補剛材を追加した。また、1段目には補剛材を入れられないため、斜め材を追加することで、面外変形を抑えた。

No 42	作品タイトル つな 絆ぐ橋	チーム名 あかみそ	メンバー ◎苅谷 碧斗(名城大学)、○牟田 翔一(名城大学)、 ○木村 直哉(会社員)、○増田 顕(名城大学)	アイス棒本数 535 本	カテゴリー 1
----------	---------------------	--------------	---	-----------------	------------

◆コンセプト

私たちの橋には、その部材単体では構造的に成立しないが、他の部材と協力し、また他の部材と支え合って成立している部材がある。それらの部材同士には**堅い絆**(高い剛性)が生まれ、一つの橋として成立している。

絆は「絆ぐ」と書いて「つなぐ」という読み方がある。部材たちの堅い絆が強い力となり、私たちは対岸へ橋を絆ぐことができた。

◆形状と美観

図1に私たちの橋を、図2に部材名称を示す。「絆ぐ橋」の形状は、整然と並んだ水平材、逆三角形、ブレースと水平ブレースで構成されたシンプルな形状で、軽快に1.84mを渡る「桁橋」である。断面をのぞき込むと、三角形の幾何学世界に迷い込んだような、美しくも不思議な景色が広がっている。また橋の上に立って見ると、橋の先まで美しく規則的に整列しているX型の水平ブレースが見える。これらの形と配置は構造工学に基づいて決められたディテールである。

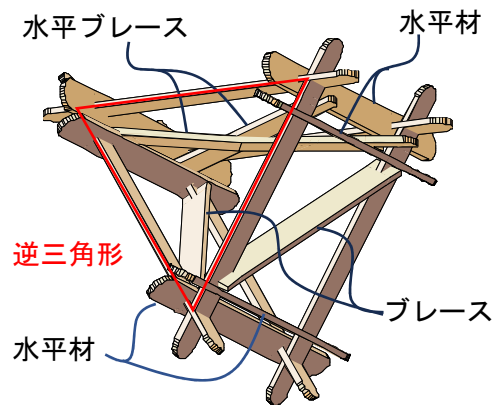


図2 部材名称

◆構造の考え方・接合部

水平材：桁橋の曲げ応力は水平材が負担する。つまり図3のように、橋を横から見たとき、下部の水平材は引張、上部の水平材は圧縮に抵抗する役割を果たす。そして、中央部になるにつれて水平材の本数を増加させている。

逆三角形：一般的に引張側は安定性が高く、圧縮側は局部座屈が生じるが、逆三角形とすれば、引張側よりも圧縮側に水平材を多く配置できるため、圧縮側に起き得る局部座屈に対し耐力を高めることができる。また、逆三角形の接合部については、図4のように相欠きを採用した。相欠きは、単体でははめ込んだ方向と反対側に簡単に脱落してしまう。そこで、図5のように隣り合う2つの逆三角形について注目する。その2つの逆三角形は水平材で接合されており、このとき2つの逆三角形の相欠きは脱落方向が同じだと、2つの逆三角形は相欠き部と一緒に脱落してしまう。しかし、2つの逆三角形の相欠きは脱落する方向を向かい合わせにすることで、隣同士の逆三角形は**堅い絆を持つ**(拘束し合う)ようになる。

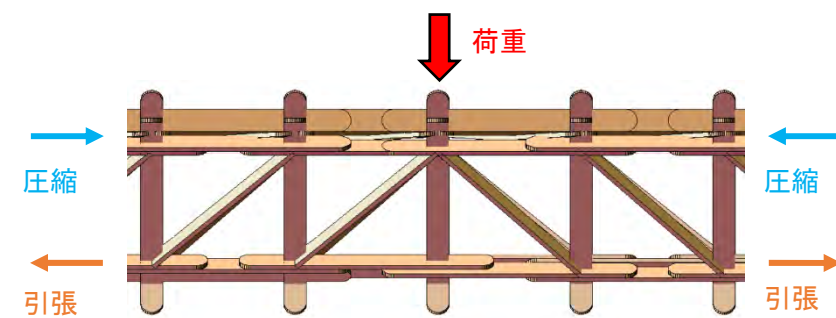


図3 水平材

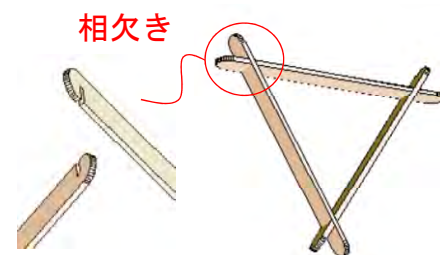


図4 逆三角形

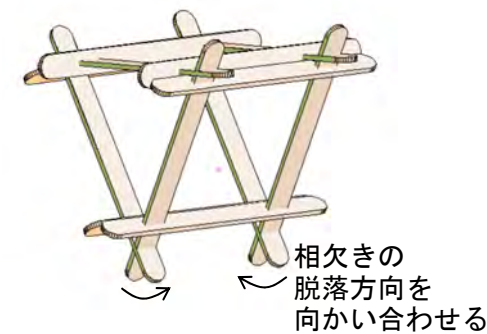


図5 隣り合う逆三角形

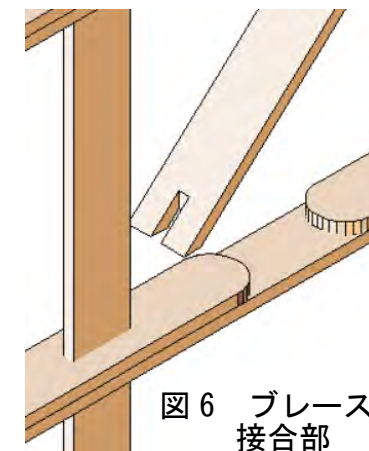


図6 ブレースの接合部

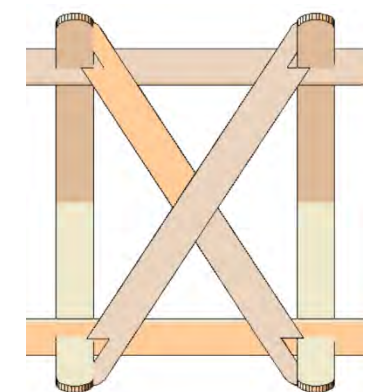


図7 水平ブレースの接合部

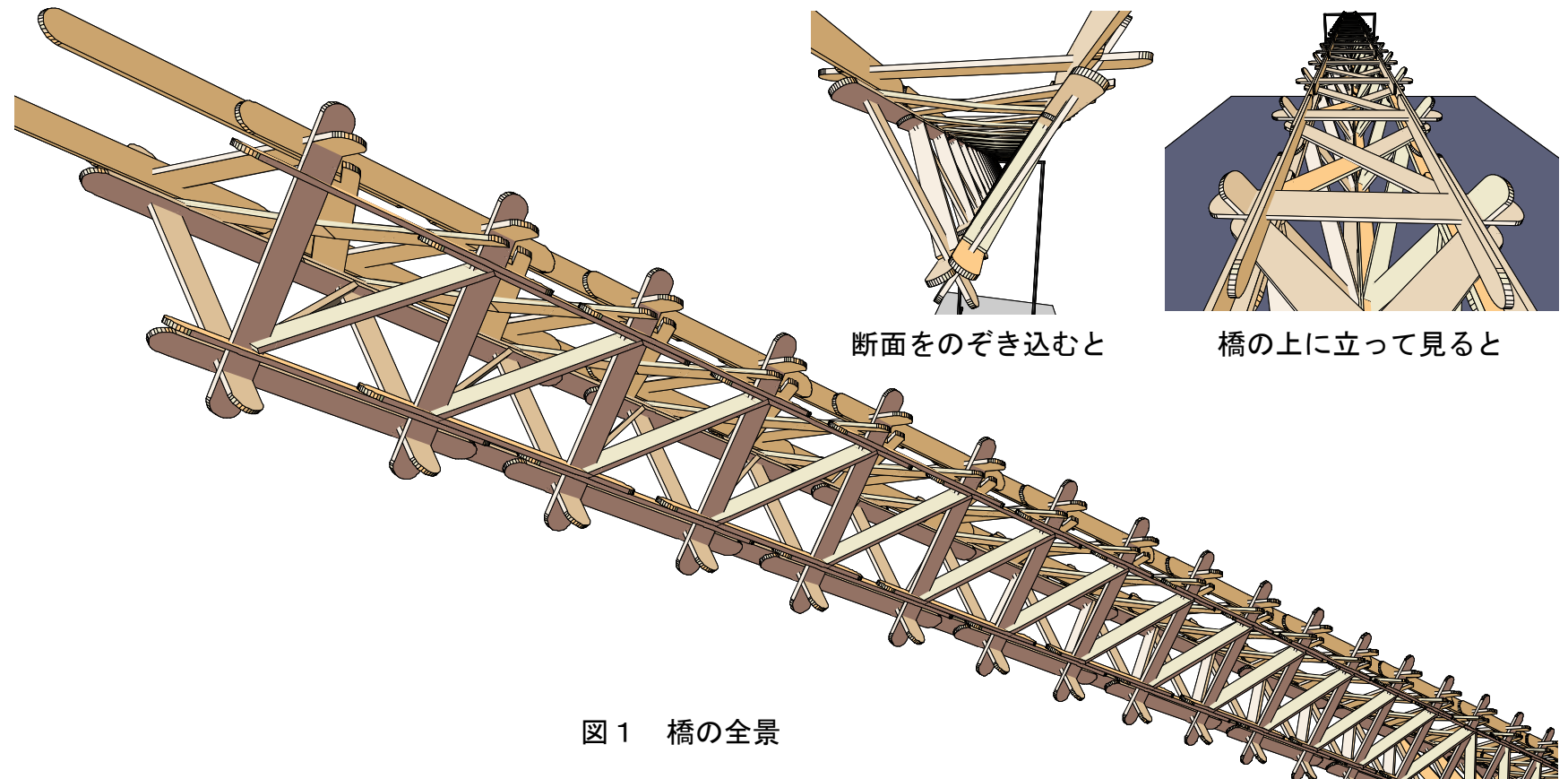


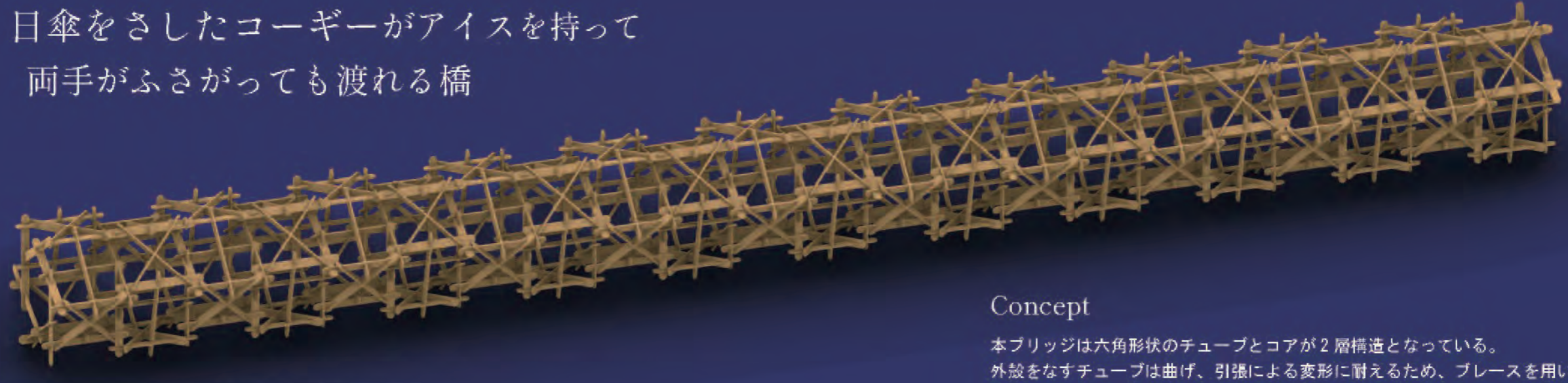
図1 橋の全景

ブレース：アイス棒の貫接合部はほとんど曲げモーメントに抵抗しないので、橋全体はせん断変形が生じやすい。そこで橋全体の变形を低減するため、ブレースを設けた。ブレースは圧縮が発生する図3の位置にはめ込んだだけとした。ブレースの接合部は図6のように、ブレースに溝を掘って貫材にはめ込んでいる。また斜めに切り欠いて、貫材と水平材との接地面積を増やし、接合部のめりこみ剛性を高めている。一方で水平材の話に戻るが、上の水平材は支えてくれる部材がないため、摩擦がなくなったら単体では滑り落ちてしまう。曲げ応力を効率的に負担するためには水平材は落ちない方がよいが、このとき**ブレースは突っ張ることで、水平材が滑り落ちないように支えてくれている**。

水平ブレース：アイス棒の貫接合部はほとんど曲げモーメントを抵抗しないため、横座屈やねじれも生じやすい。そこで横座屈やねじれを抑制するため、橋上部の水平構面には水平ブレースをX型で配置した。また、水平ブレースの接合部については、図7のように切り欠き、水平ブレースは貫材と貫材の間にはめ込んでいるだけである。そのため圧縮に効くが引張には効かず、水平ブレース一本では簡単に脱落してしまう。しかし、少し長めに水平ブレースを作成し、X型で少々強引にねじ込んで配置することで、お互いに高め合い(プレストレスが導入され)、水平構面に**堅い絆を**(高い剛性)を持つようになっている。

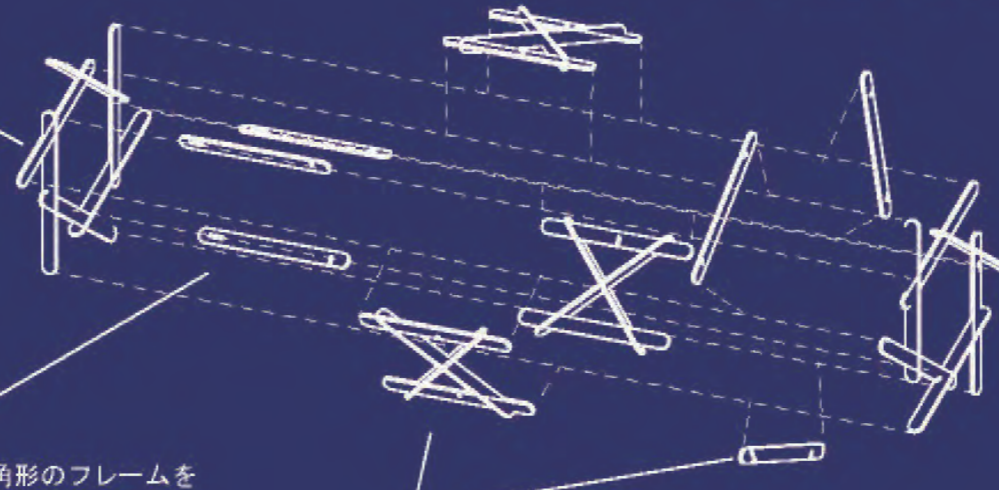
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
43	日傘をさしたコーギーがアイスを持って両手がふさがっても渡れる橋	日傘をさしたコーギー	◎浅野瑞晃(早稲田大学) 柏田 波希(同左) ○木樽 実季(同左)○田尻 萌々子(同左)土屋 奏太(同左) 根本 隼輔(同左)○野口 玲奈(同左)	510 本	1

日傘をさしたコーギーがアイスを持って 両手がふさがっても渡れる橋



Structure Diagram

アイス棒を60度ずつ傾け、2つの大きさが異なる六角形を形成する。内と外が1種類のアイス棒から成るため、接合部の簡略化を可能にした。

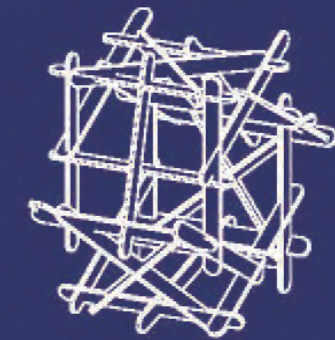


中央にはそれぞれの六角形のフレームを接続するコアを配置する。それぞれが外殻チューブの曲げや引張変形に対応させるため、外殻とは独立させたしなやかな接続を行なう。

中央のコアに対してブレースの面が絡みつく。六角形の奇数面にブレース、偶数面にはそれぞれのブレースを保持するための接続材を設ける。

Concept

本ブリッジは六角形状のチューブとコアが2層構造となっている。外殻をなすチューブは曲げ、引張による変形に耐えるため、ブレースを用いて剛に構成する。一方で、中央のコア部分は外殻の変化を抑え、破壊を防ぐようにしなやかに変化する。



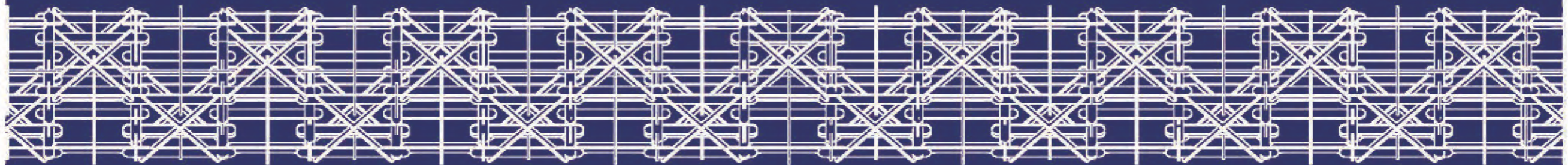
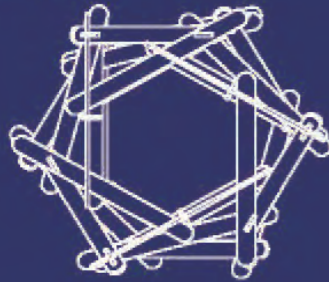
Units

ユニットが連なることでひとつの橋をなす。内部分と外殻の結合位置をずらすことで破壊を防ぐ。

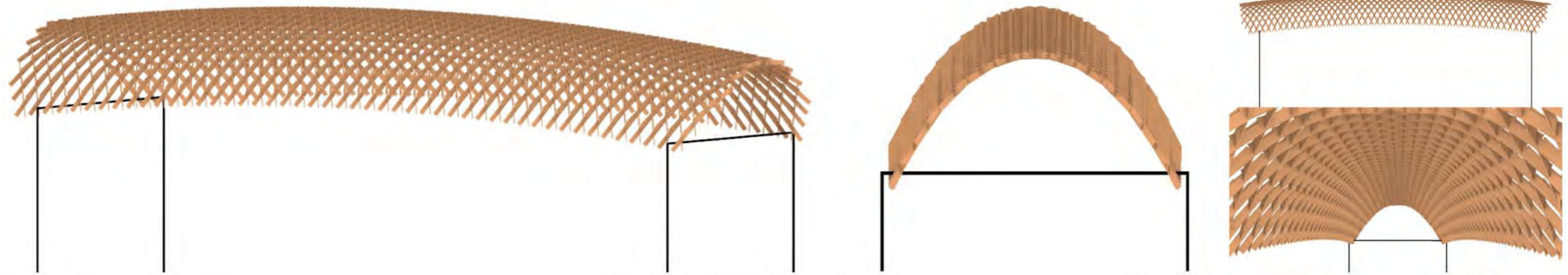
Data

全長:1.82m
合計アイス棒使用本数:510本

Elevation



No 44	作品タイトル 木製ワッフルブリッジ	チーム名 team フラミンゴ	メンバー ◎高嶋勇太(竹中工務店) ○泉和輝(同左) ○赤木拓真(同左)、青木麻緒(同左)	アイス棒本数 630 本	カテゴリ 1
----------	----------------------	--------------------	--	-----------------	-----------



技術概要説明書

01. コンセプト

- 丘のような橋を作る -

エミリオのお話では、人々は橋を渡って湖を越え、広大な森の自然を楽しみます。そこで、丘のような橋を作り、橋を通りながら丘の上でピクニックをしているような体験を生み出したいと考えました。



丘のような橋のイメージ
(画像生成 AI で作成)

02. 構造の考え方

02-1. ワッフル構造 + 継手

丘のような橋を作るためには、トラス等による上部構造を持たずに、面剛性で鉛直力を支える必要があります。また、アイス棒という短い材しか使えません。そこで、アーチによる二次曲面形状を基に、直行方向に棒同士を組むワッフル構造と、同時に棒を継手する構造を組み合わせ、橋を構築します。



2方向から2本ずつ、計4本のアイス棒がかみ合う

03. 形状の合理化

少ない部材で強い橋を作るために、形状を合理化しました。アイス棒の接合部は引張より圧縮に強いと考えたため、長辺・短辺どちらもカタナリーとなる曲面を作成しました。また、カタナリーのライズは、各制約条件を基に計算し、最適解を導きました。

03-1. 長辺方向の形状合理化

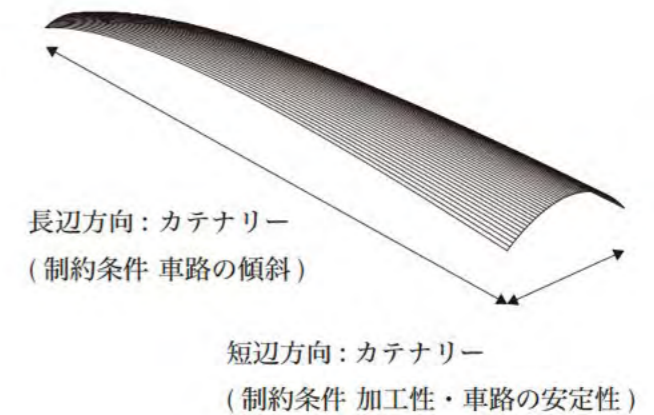
長辺方向 カタナリー長さ	ライズ (mm)	最大傾斜 倍
1.0006	30	1/17
1.0027	63.7	1/8
1.0043	80	1/6.3

長辺方向のライズは車路の傾斜角に影響する。最大傾斜 1/8 以下となる最大のライズ高さを求めた。

03-2. 短辺方向の形状合理化

短辺方向 カタナリー長さ	DX		DY		DZ	
	(mm)	倍	(mm)	倍	(mm)	倍
1.1	0.00481		0.005968		-0.02614	
1.25	0.008027	1.668468	0.00292	0.489444	-0.01177	0.450178
1.4	0.010612	2.205778	0.002104	0.352547	-0.00826	0.315993

短辺方向のライズは施工性と車路の安定性に影響する。構造とのバランスを考慮してライズ高さを決めた。



1.0006 : ライズが低く弱い

1.0027 : 勾配が基準以下で、ライズが最大

1.0043 : ライズが高いが急勾配過ぎる

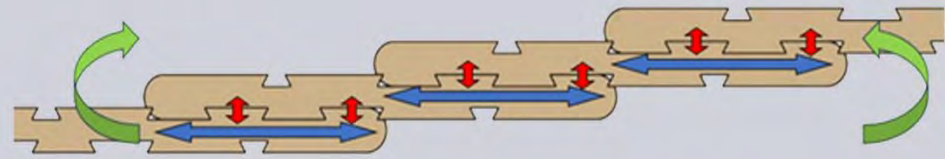
1.1 : ライズが低く弱い

1.25 : ライズがある程度あり、車路も安定する

1.4 : 構造的に強いが、車路が不安定

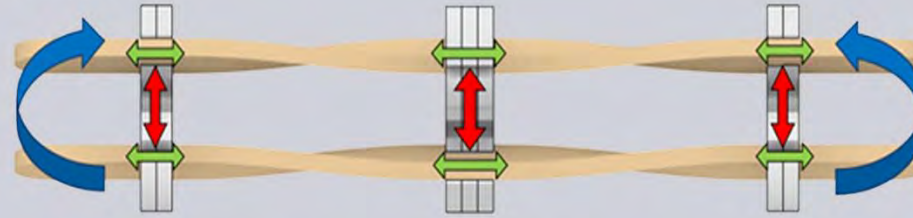
No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリー
45	ノコギリ橋	TCU 落合 LABO	◎山口勘太 ◎三樹昌和 ◎荒井空良人 ◎井之村早紀	750本	1

①ノコギリ材



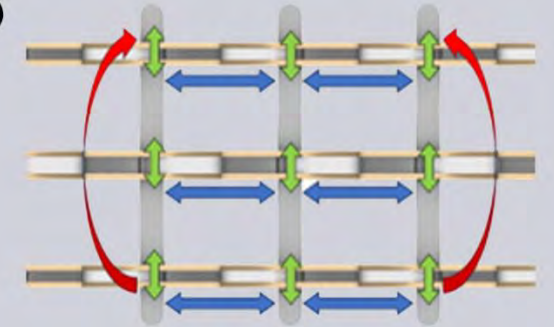
刃が噛み合うことでスパンの延長を可能にし、嵌合によって曲げに抵抗する

②ねじり貫

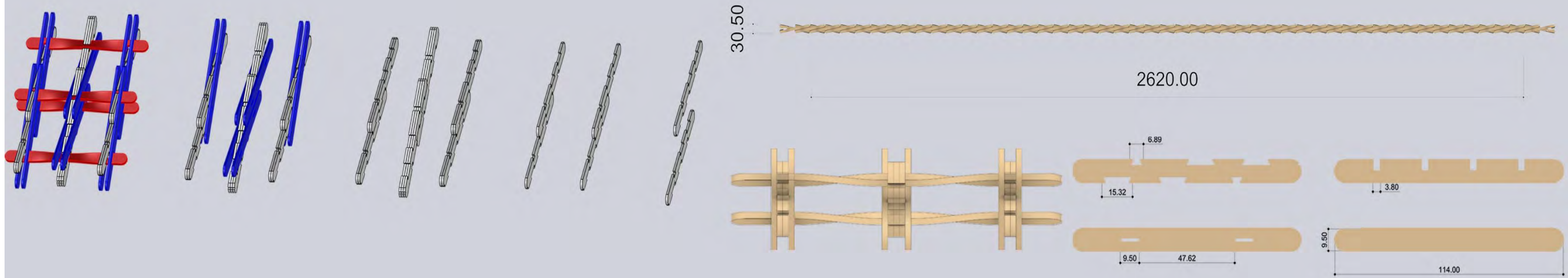
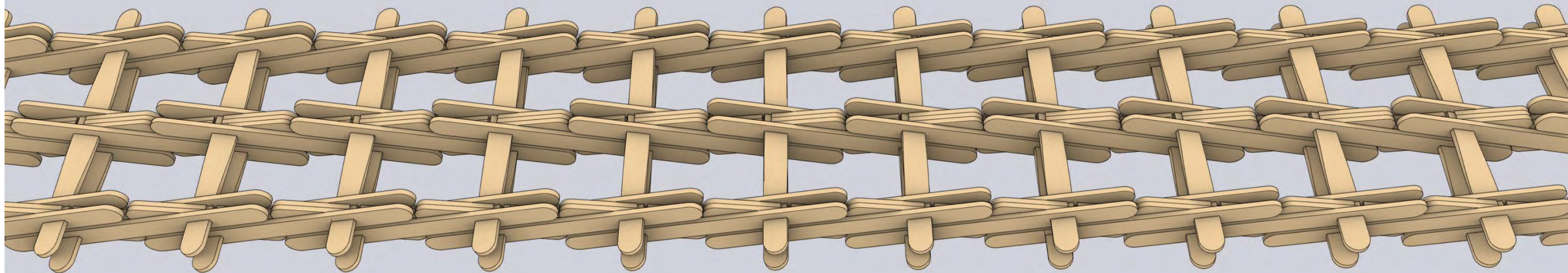


貫をねじりながら挿入し3本の軸が編みこむように一体化させる。

③振れ止め

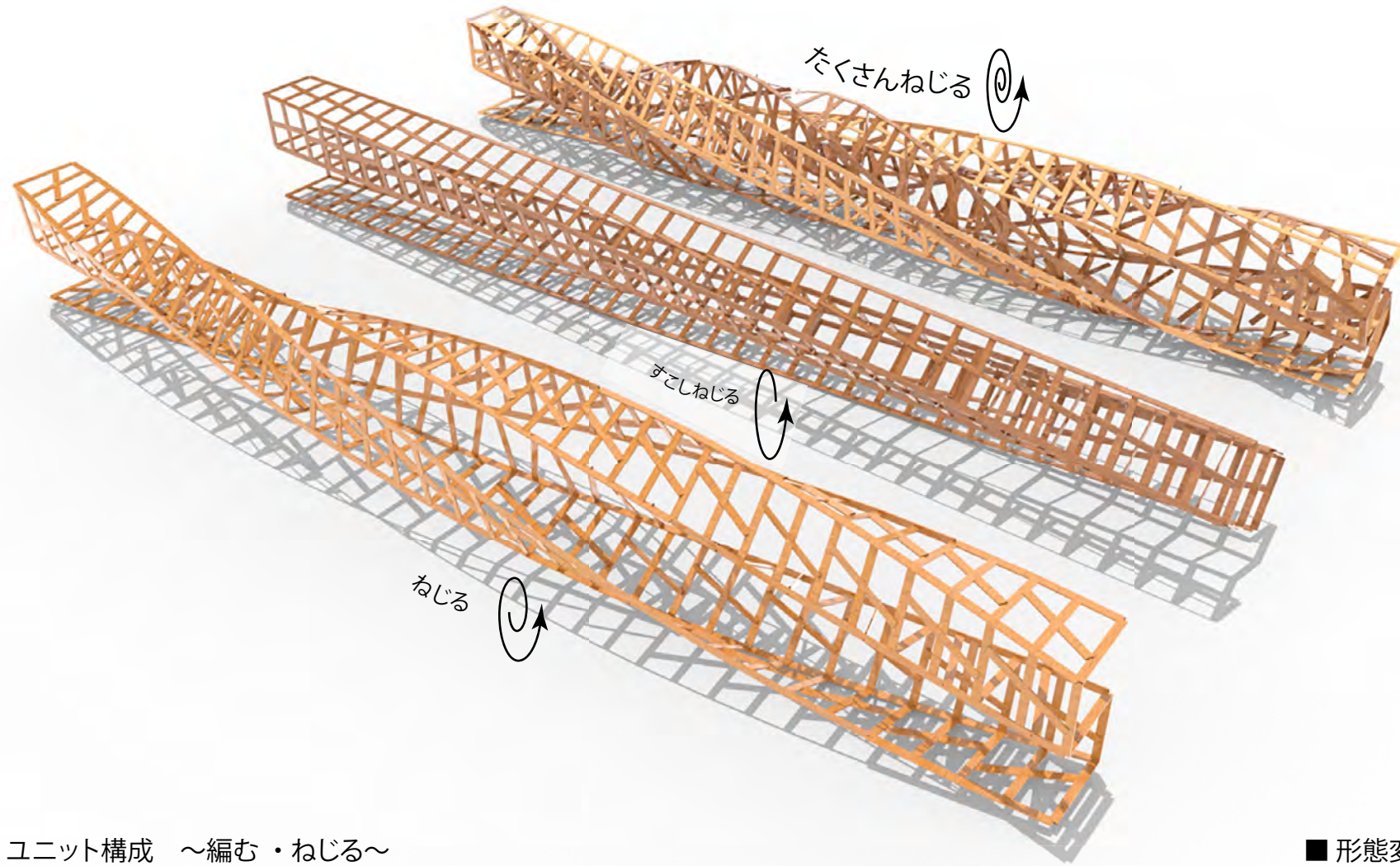


ノコギリ材の横ずれを抑制する。
ねじり貫とめり込むことで曲げに抵抗する。



エントリーNo 46	作品タイトル エミリオは思ったのでした。 橋は作ったままの形でそこにあり続けていいのだろうか。	チーム名 権九郎	所属 (株)久米設計 構造設計室 メンバー ◎伊藤央 ◎吉田康祐 ◎前田理沙 ◎田村直大 ◎猿田佳奈子 ◎越智健太郎	アイス棒本数 602 本	カテゴリ 1
----------------------	---	--------------------	---	------------------------	------------------

エミリオは考えました。
アイスクリームの棒を使って、形を変える橋を作ろうと。
人々が形を変えることのできる橋を作ろうと。



■ 形態変化 ~Front View~



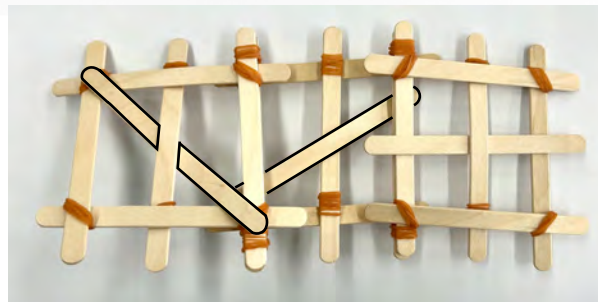
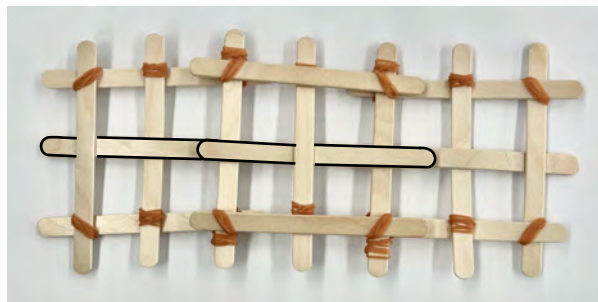
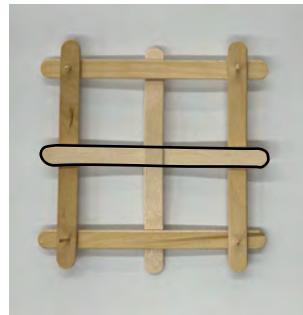
■ 形態変化 ~Top View~



1820

螺旋構造を有しているため、形状だけでなく渡る場所も"変化し続ける"橋となる。

■ ユニット構成 ~編む・ねじる~



Step1

棒を田の形に編む
四周はピン接合

Step2

横材を回転させ、平面
から曲面に変化させる



※今回は、接合部を輪ゴムで代用

■ 形態変化 ~Perspective View~

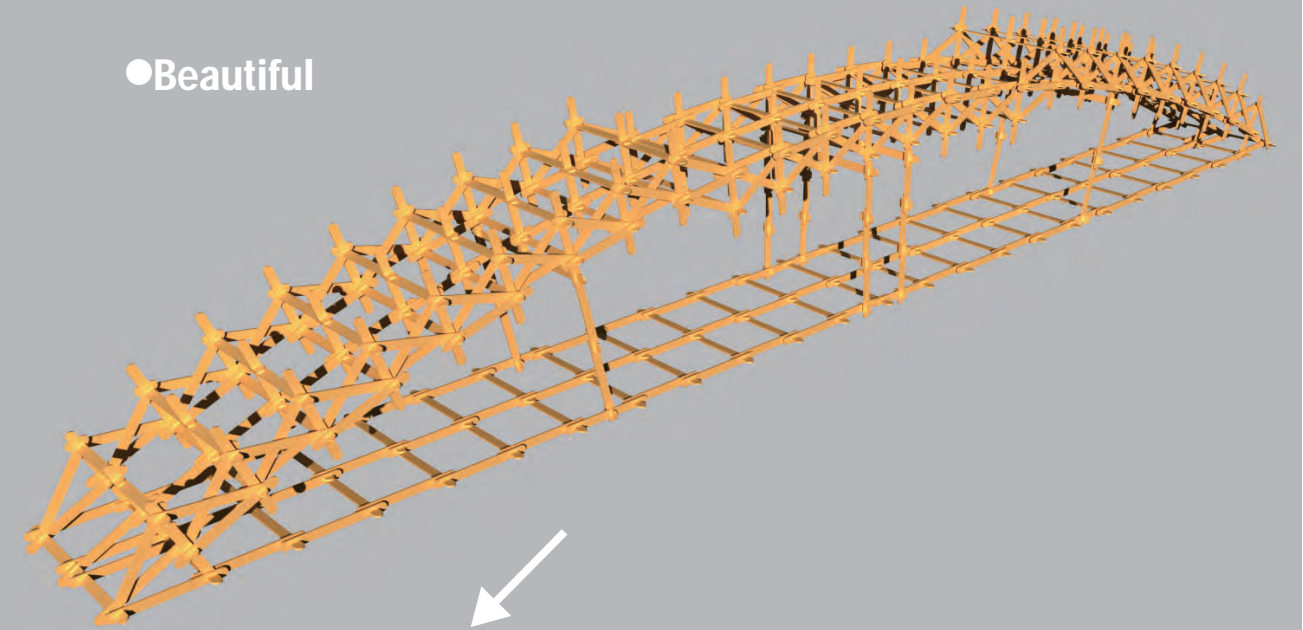
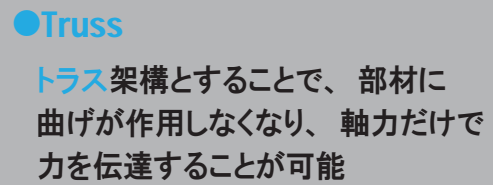
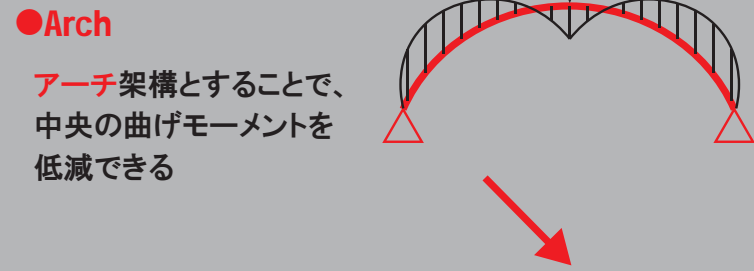


0°

max

横材の回す角度によって、平面の曲率が変わり橋の全体系が変化する

No	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
47	FINK ARCH	TCDチームH	◎一宮弘昂 ◎矢ヶ崎拓人 ◎小室智優 ◎門積直宏 片岡卓也 原淳一郎 隈部敦史 齋藤瞭 加藤礼央 坂口航平 中澤遥 島津由貴 布施虎太郎 梅村幸央 米原空 所属:大成建設株式会社	550 本	1



FINK ARCH

●Elevation

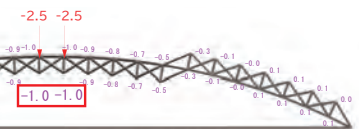


元来の橋は「向こうに渡る」という目的さえ達成できればよかったのだろう。いつしか人類の発展に伴って橋にも様々な要求が生まれた。この橋もただ渡るだけでなく、湖の周辺に憩いの場を生み出すだろう。或る者は語らい、或る者は湖の景色とともに眺め、或る者は永遠の愛を誓う。人々の歩みが変わる場所。橋はつむぐ...

●Analysis

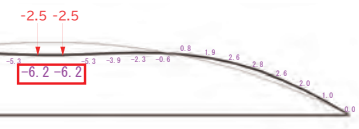
・鉛直変位 [mm]

フィンクアーチ



橋中央に荷重をかけた際の鉛直変位をアーチ、トラス、今回のフィンクアーチで比較を行った
フィンクアーチ架構の変位がアーチ、トラスより小さいことを確認した

アーチ

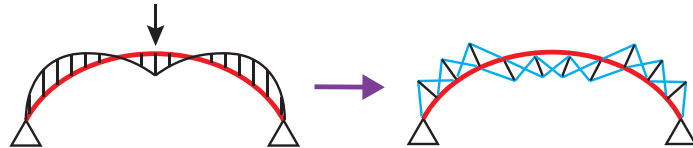


トラス



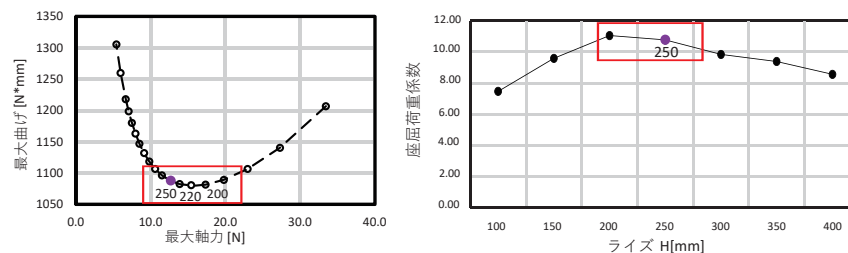
・トラスの取りつく向き

作用する曲げモーメントの分布に合わせてトラスを配置することで、部材にかかる軸力を均一化する



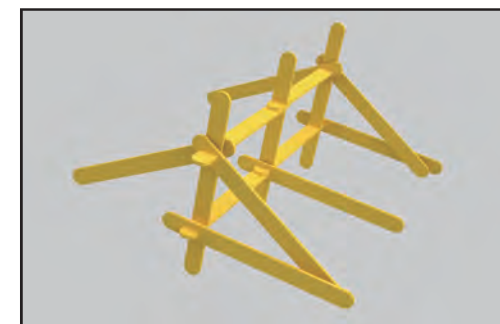
・ライズ

中央に作用する曲げモーメントが小さくなる、かつ全体架構の座屈耐力が大きくなる ライズ=250[mm]とした

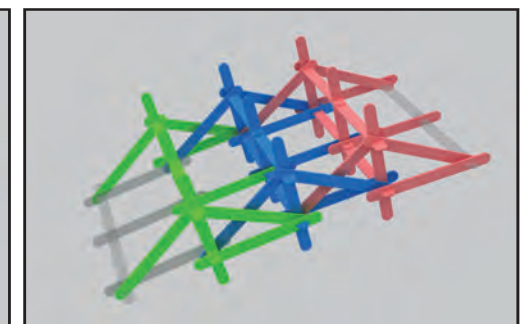


●Unit

三角形のユニットを作成し、それらを組み合わせていくことにより素早く施工可能
また、ユニットが、斜材、束材、横架材、アーチ材の四部材のみで構成されていて、ユニットを組むことが簡単となる



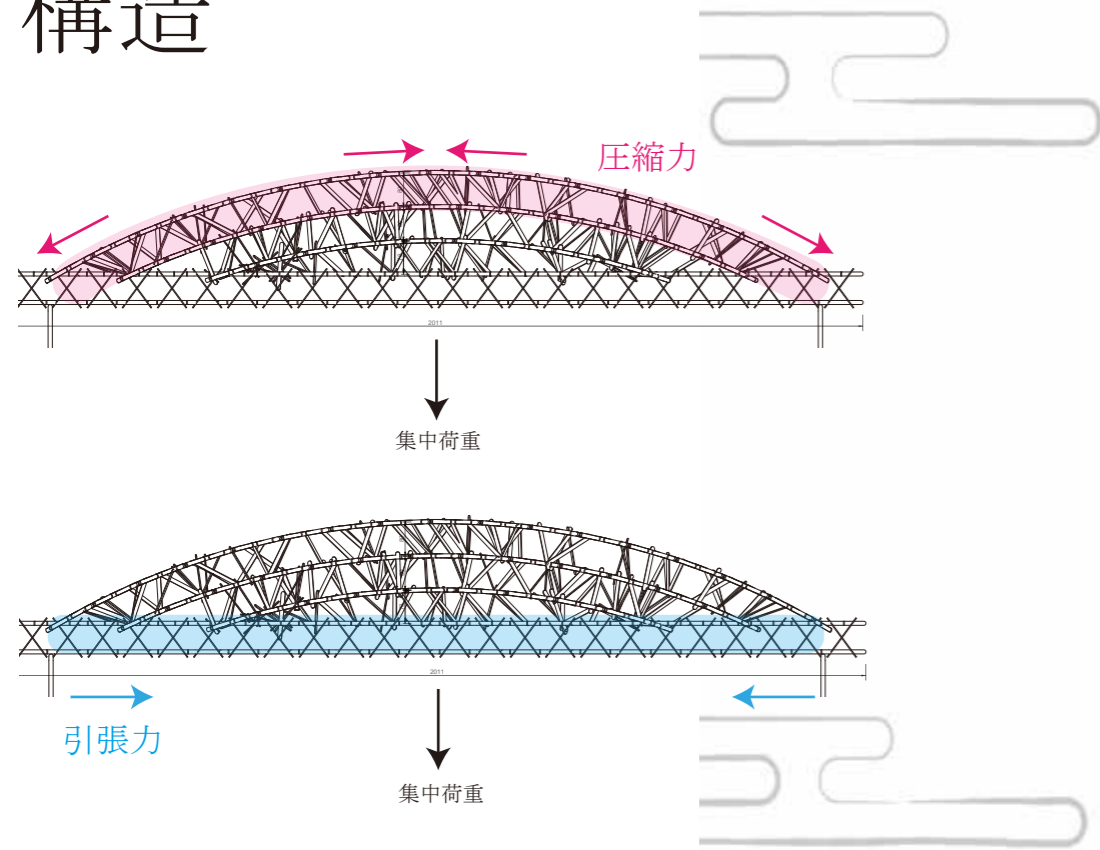
・ユニット



・ユニット組立

No 48	作品タイトル 狭霧	チーム名 JunSatoLab.	メンバー ◎内田智也(東京大学) ◎新枝幸晟(同左) ◎佐藤和泉(同左) ◎中山亘(同左) ◎平林一成(同左)	アイス棒本数 1500本	カテゴリー 1
----------	--------------	---------------------	---	-----------------	------------

構造

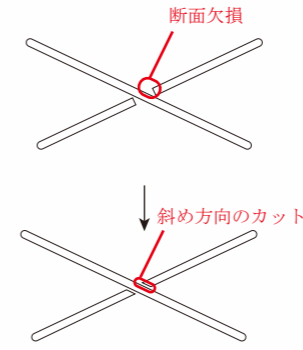


アイス棒をランダムに配置しアーチを構成する。アーチのスラストをトラスで組んだ車路の引張力と釣り合わせることで自己釣合形状とする。3層のアーチと車路を結ぶ斜め材により、鉛直荷重に対して橋全体で抵抗することができる。

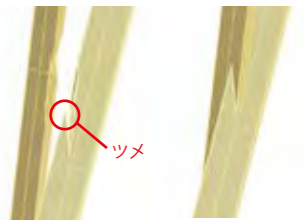
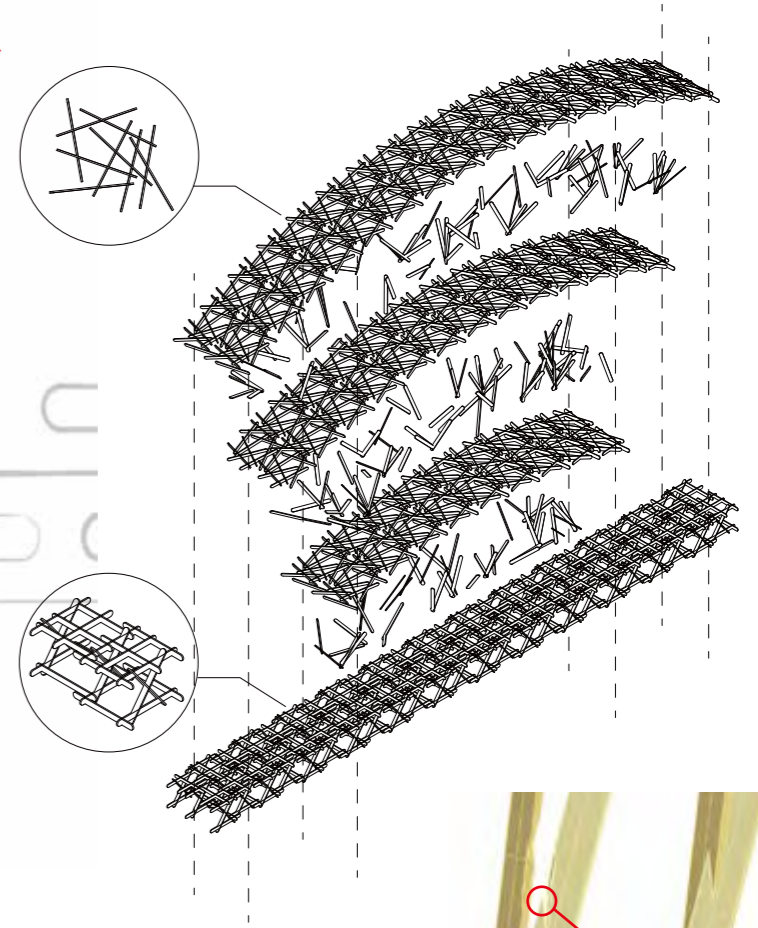
自然環境に溶け込む構築物。
それは、人間が日々固執する合理性・対称性を崩すことから始まる。
三軸に二つの回転軸を加えた五つの軸を操り、アイス棒の不規則な交叉を生み出す。
入り乱れたアイス棒が纏まりをもって橋となる時、それはまさに深い森の中に立ち込める狭霧となる。

狭霧

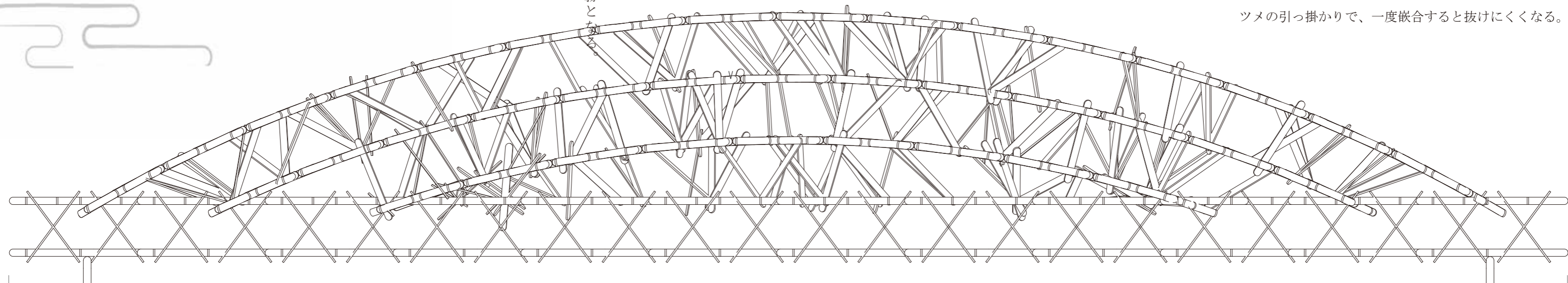
加工



5軸加工機を使いカットする。斜め方向のカットにより相欠きの断面欠損を減らし、ブリッジの接合部強度を向上させる。



小刀による切削で、厚さ2mmのアイス棒にツメを残す。ツメの引っ掛かりで、一度嵌合すると抜けにくくなる。



No 49	作品タイトル ダ・ヴィンチ・ロード	チーム名 DigiLog Bridge B	メンバー ◎藤原光太(株式会社日本設計) ○渡邊大地(〃) ○小山雄太(〃) ○内田弥能(〃)	アイス棒本数 約 1300 本	カテゴリー 1
-----------------	-----------------------------	---------------------------------	--	---------------------------	-------------------

■コンセプト

フランス中部の都市アンボワーズに位置し、レオナルド・ダヴィンチが晩年を過ごしたクロ・リュセ城の近くには、フランス最長の川であるロワール川が流れている。もし、ダヴィンチが生前にロワール川に架かる橋を設計していたら…?



庭園では現在彼の手記に記された作品が展示されている

■スタディ

今回は、ダヴィンチが考案したとされる木製組積構造橋、通称「**ダヴィンチの橋(サルバティーコ橋)**」を採用する。

●メリット

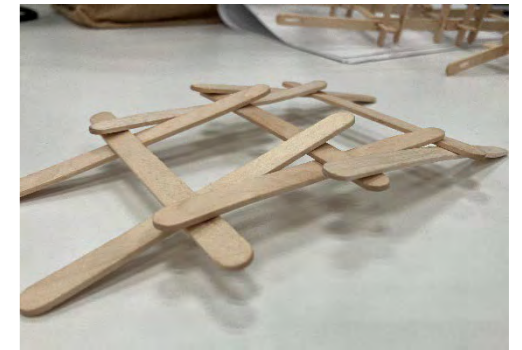
- ・ライズを生み出すための**アール形状が容易**
(角度のついた溝や穴といった複雑な加工が不要)
- ・**重力方向に力がかかることによって安定**するため、車両の通行やおもりの载荷に対して有効
- ・**嵌合がないため、分解が容易**

●デメリット

- ・アイス棒が太短いため組みにくく不安定
- ・材同士の角度が急になるため1.8mをとばすことができない

→**アイス棒をつなげて伸ばす**ことで角度と施工性、安定性を確保する。

ただただ伸ばすだけでは剛性の低下や座屈が懸念されるため、**材をユニット化する**。



ダヴィンチの橋(サルバティーコ橋)

■架構イメージ(案)

ユニット：フィーレンディール架構
★方針：模型によるスタディとモンテカルロ法による網羅的な解析検討を併用し、総部材数、ライズ、たわみが最適となる**1ユニット当たりの長さ、パターン**を検討する。

★検討結果：
・横方向転倒防止のため、**ライズは高くしすぎない**

・架構全体のたわみを抑制するには**端部のユニットを短くして剛性を確保**することが有効

・水平に近いユニットを長くして**スパンを確保**する方が部材数の低減に有効

⇒ユニット長さを調整して下図のような**楕円形状**とする。

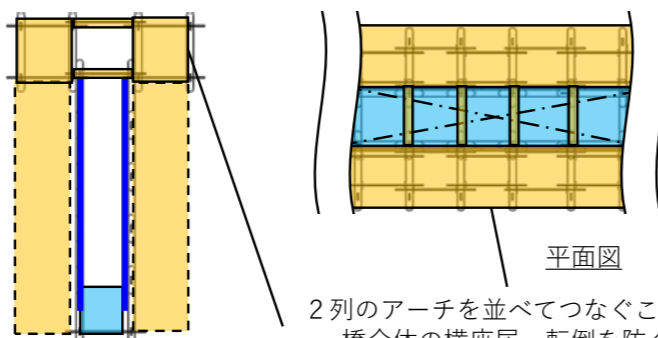
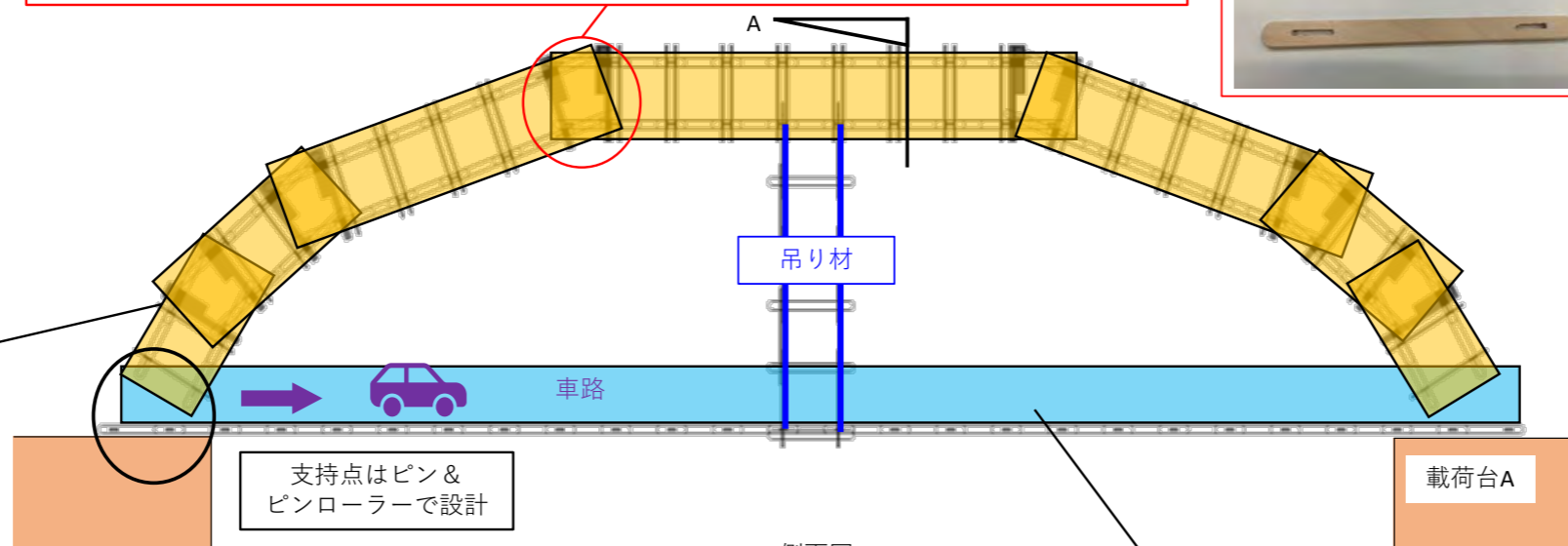
※スパンが長く载荷時に集中荷重を受けるユニットにはスパン方向の材を二重にする等の補強を施す。



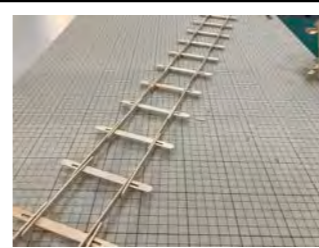
ダヴィンチの橋のつなぎ方
・自然に角度を持たせながら、自重およびおもりによる曲げ応力を確実に伝達できる接合部
・接合部の横材が移動し、**接合部の角度が必要以上に浅くならない**よう、アイス棒(ワッシャー)を重ねて位置決め材とした



アイス棒同士の接合方法
・**長穴に棒を通す手法で統一**し、部材の種類を**極限まで減らす**ことで、加工手間を削減しながら施工性を向上



車路
・軽量化のため最小限部材数のシンプルな架構とし、端部、中央の3点で支持する
・車路とアーチは**つながらず、スラストは負担させない**



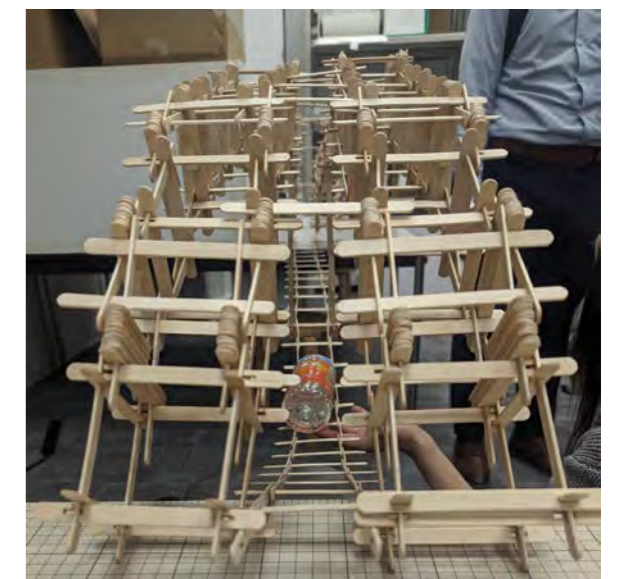
■モックアップの様子

・アーチのみの全体像



※3kgのおもりを载荷してみたが、まだ余裕あり

・車両進入口



NO.	作品タイトル	チーム名	メンバー	アイス棒本数	カテゴリ
50	剛こそ柔を制す	ケツイの会	◎佐々木大輔 ○山口春樹 ○松谷悟詞 ○廣澤大輔 浦本義幸 久米設計札幌支社一同	800	1



イメージベース

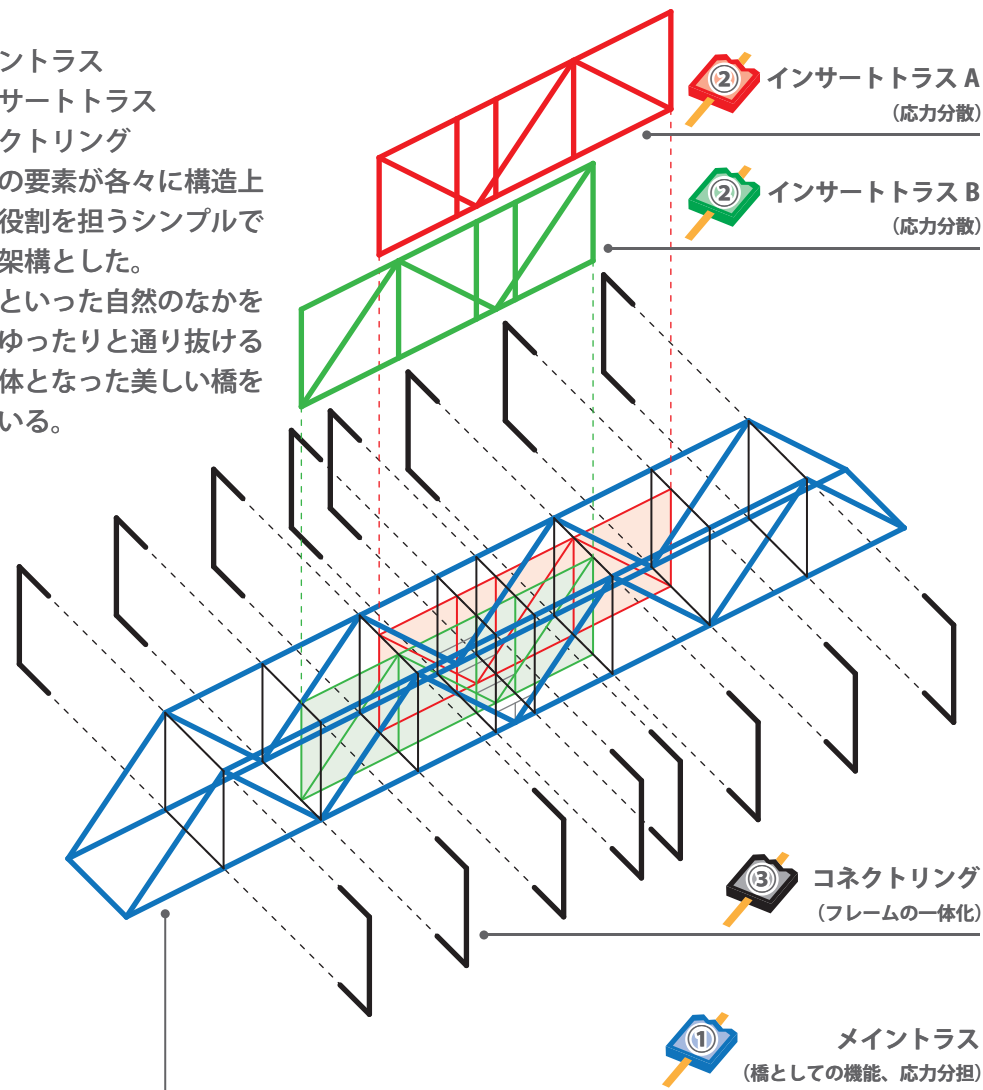
架構の構成

本架構は

- ①メイントラス
- ②インサートトラス
- ③コネクトリング

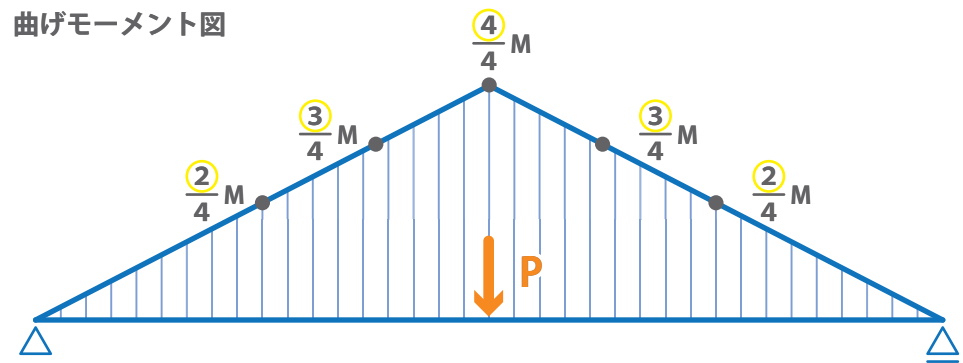
上記3つの要素が各々に構造上の明確な役割を担うシンプルで合理的な架構とした。

川や枝葉といった自然のなかを人や車がゆったりと通り抜ける風景と一体となった美しい橋をめざしている。

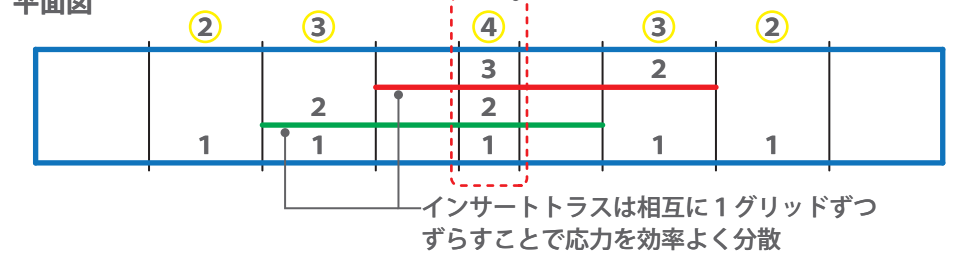


架構の概念

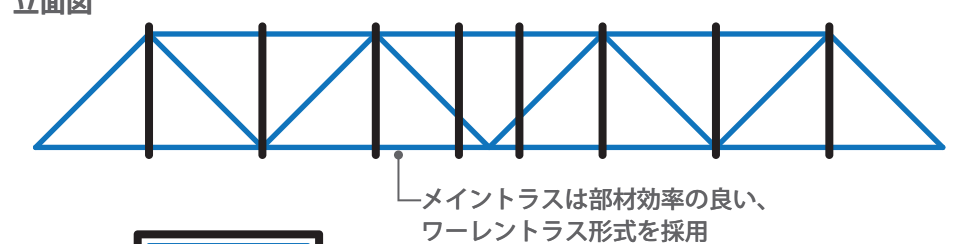
曲げモーメント図



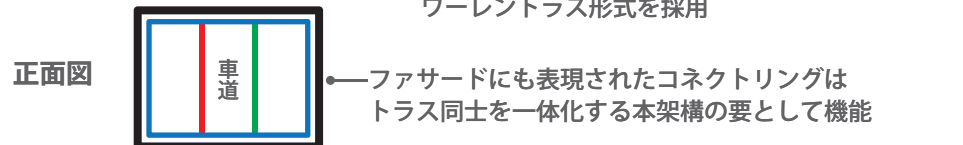
平面図



立面図

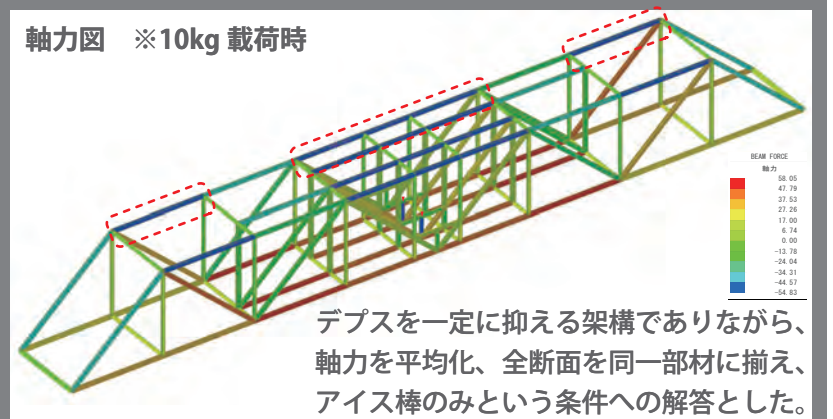


正面図



架構の応力

軸力図 ※10kg 荷重時



架構の詳細

