

## 1. はじめに

建設現場などに使用される金属管やワイヤーを用いて、打楽器として音を鳴らすこともできるテンセグリティ・オブジェ（以下本オブジェ）を制作する。テンセグリティの構造と特徴をモチーフとし、さらに金属管の長さを変えることで音程を変えてビブラフォンのような楽器要素を持たせる。一般にマイナスなイメージを持たれがちな建設現場だが、そこにある素材、そして形状と音に隠れた規則性の面白さを組み合わせて、構造と音楽とが融合した表現を試みる。

## 2. テンセグリティとは

テンセグリティとは、Tension（張力）と Integrity（統合）を組み合わせた造語で、圧縮材と引張材で構成され、かつ圧縮材が非接触状態でも自立する構造体をいう。彫刻家のケネス・スネルソンが取り組んでいたオブジェに対し、思想家のR・バックミンスター・フラーがこの造語を発案した。この「圧縮材は非接触で構造が成り立つ」という特徴が、本オブジェに打楽器の要素を持たせるために重要となる。

## 3. 概要

設置する敷地は体育館とテニスコートの間の遊歩道で、そこに本学の調整池から撤去される予定であった浮橋を転用・設置してステージとし、本オブジェを配置する。必要な要素は下記の通りである。

- ・テンセグリティの特徴である、圧縮材が非接触の構造を持っていること

- ・1オクターブ（12音）以上の音階を持つこと

## 4. テンセグリティと音の関係

本オブジェのデザインを決定するにあたりテンセグリティと音を関連付けるため、形状と音の関連性に着目した。まず音程は最初に数学者ピタゴラスのピタゴラス音階によって定義づけられた（図1）。そして高さの異なる3音以上の音の組み合わせを「和音」といい、その組み合わせには数学的な規則性が

隠れている。これを可視化するため、図2に示すように和音を図形に当てはめていく。今回デザインに用いる四和音は4つの音で構成された和音で、その構成音を頂点とする四角形を作り、これを各音程分の7セット作る。さらにそれぞれ共通の頂点を重ねて四角形を組み合わせていくと、内と外に規則的な音程の変化量を持った二重七角形を形成する（図2）。このモチーフを取り入れ、二重七角柱の回転対象テンセグリティを本オブジェの基本デザインとした。また圧縮材である金属管が楽器の音程を作るため、金属管の長さをそれぞれ対応する音階の長さに調整する。各頂点に1本圧縮材が配置されることになるので、本オブジェの構成音の総数は14音となる。

## 5. 加工工程

まずアルミパイプの音程を作るため、気柱の固有振動の式を用いて長さを決定する（表1）。グラインダーカッターでパイプを切断し、チューナーで音程を確認しながら適宜調整する（図3-1）。ここで3DCADを用いて全体のプロポーションを決定し、そこからワイヤーの長さを求める（図3-2）。次にパイプ端部から40mmの3箇所 $\Phi 9.1$ mmの穴を開け（図3-3）、エビナットでかshめて補強する（図3-4）。エビナットにワイヤーを通し、全体のバランスを取って調節しながらパイプの内側でステン六角ナットとワイヤーをロウ付けして固定していき（図3-5）、クリアニス吹き付けて完成となる（図4）。

## 6. おわりに

制作の中で一番気を使ったのは音程をできる限り近づける事だった。少しずつ長さの調整を繰り返して最後には満足いく出来になった。工期の短縮、パイプ表面や端部の傷の処理や、塗装の改善などが今後の課題といえる。

### 【参考文献】

カスパー・シュワーペ、石黒敦彦 著『ジオメトリック・アート』工作舎 2006。  
根上生也 編『数学活用』啓林社 2012。

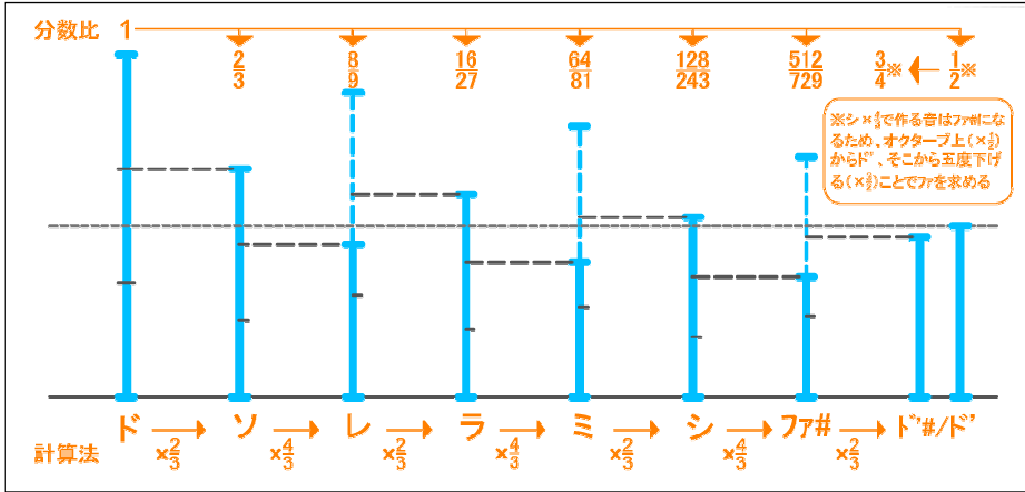
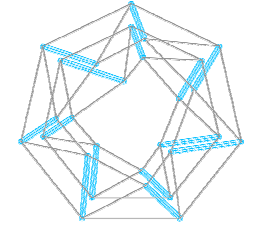


図1：ピタゴラス音階



3-1：パイプを切断する  
グラインダーカッターで切断、その後鉄工用ヤスリと400番紙ヤスリで研磨する。



3-2：3DCADに入力する  
プロポーションと各部ボリュームを決定し、そこからCAD内でワイヤー長を測る。



3-3：ドリルで穴開け  
万力で固定しハンドドリルで穴を開ける。治具を作ってポンチで先に位置を決めておく。



3-4：ナッターでかしめる  
下穴にエビナットをはめてハンドナッターでかしめる。ナットが斜めにならないよう注意する。



3-5：ロウ付けする  
ワイヤーと六角ナット、六角ナットとエビナットをそれぞれロウ付けする。

図3：加工工程

表1：周波数と各パイプ長さ

音程	周波数f(Hz)	管長L(mm)
ファ	349.2	1,947.3
ソ <sup>b</sup>	370.0	1,837.8
ソ	392.0	1,734.7
ラ <sup>b</sup>	415.3	1,637.4
ラ	440.0	1,545.5
シ <sup>b</sup>	466.2	1,458.6
シ	493.9	1,376.8
ド	523.3	1,299.4
レ <sup>b</sup>	554.4	1,226.6
レ	587.3	1,157.8
ミ <sup>b</sup>	622.3	1,092.7
ミ	659.3	1,031.4
ファ	698.5	973.5
ソ <sup>b</sup>	740.0	918.9

※気柱（開口端）の固有振動式  
 $L=2V/f-(0.6r)$

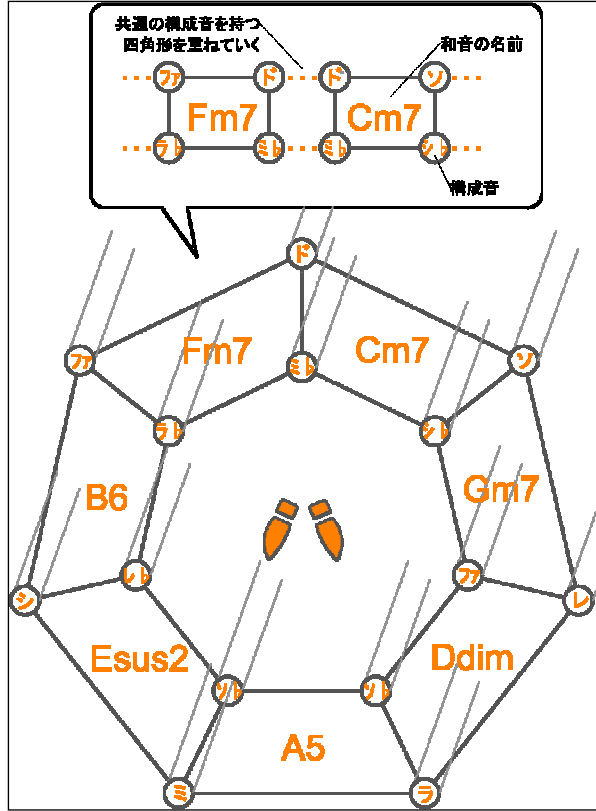


図2：二重七角形とテンセグリティ

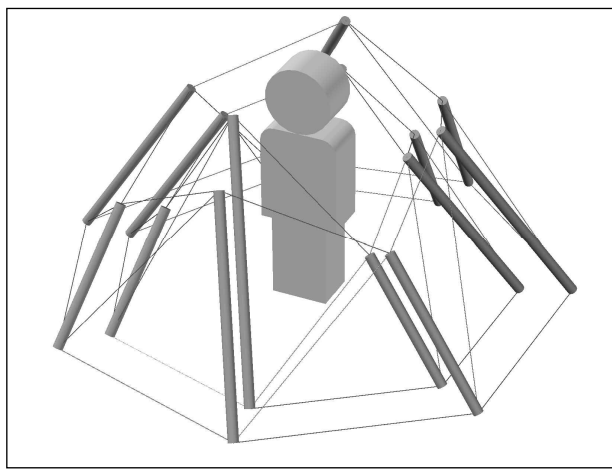


図4：完成図

