

SAMPE 2019 Student Bridge Contest 参加に向けての作業報告

表題の件につきまして、下記の通りご報告いたします。

記

1. 製作メンバー 白幡 幸宏(csyu18022@g.hihon-u.ac.jp)
大窪 聖也(csms18009@g.nihon-u.ac.jp)
西郷 誠也(csse19017@g.nihon-u.ac.jp)
後藤 悠 (csyu16062@g.nihon-u.ac.jp)
森田 子竜(cssh16148@g.nihon-u.ac.jp)
山本 脩介(cssh16155@g.nihon-u.ac.jp)
2. 作業期間 平成 29 年 3 月 29 日～令和元年 5 月 19 日
3. 作業場所 名称：日本大学理工学部 機械工学科実験室
住所：東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 (SB103 室)
4. 作業目的 2019 SAMPE Student Bridge Contest 参加のため

要旨

SAMPE 2019 Student Bridge Contest 参加に向けたブリッジの製作の作業過程の詳細を報告致します。私共は学生が手作業で積層する作業があることから、ブリッジの強度が成型精度に大きく依存することに注目しました。そのため、積層の際には炭素繊維シートを一度に中子に何度も巻き付けることで複数積層する方法を考案致しました。試作の試験時の耐荷重は 57.8kN と規定荷重を十分に耐えうるものでした。

所感

余分な樹脂が見られず、角部が大きく立つなどの成型不整も見られることが無かったため、過去の製作経験の中では一番の精度に見えました。次回の大会でも利用できる積層方法であると思います。

1. ブリッジ仕様

1-1. 寸法

製作ブリッジの寸法を以下の図 1 に示します。長さについては SAMPE Japan 学生ブリッジコンテストの際ご助言をいただいた通り、630mm から 660mm に伸ばし、治具に接する部分に応力が分散する余裕を作りました。さらに、日本大会の方では圧子と接する点からクラックが生じたため、治具と接する部分を中心に両端 50mm の範囲には一方向材を巻き付け補強しました。

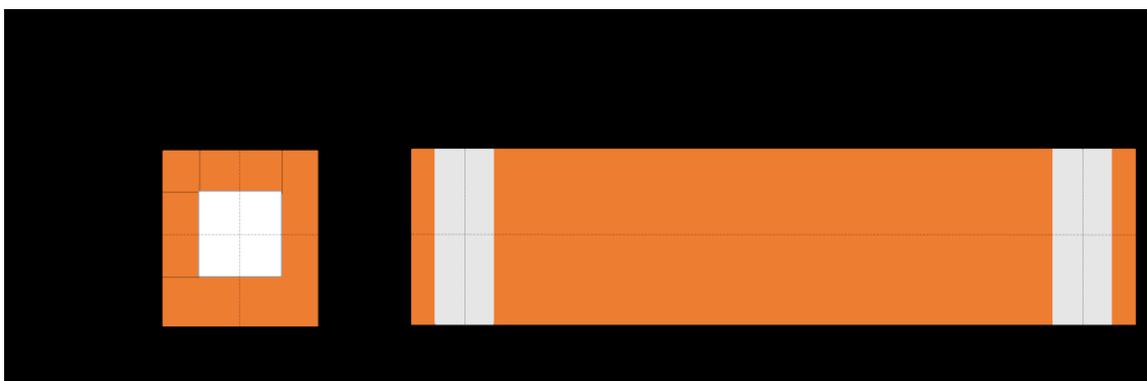


図 1 ブリッジ寸法

1-2. 積層構成

積層構成を以下の図 2 に示します。日本大会で製作したブリッジは強度が至らなかったため、(0°/90°)層を増やしました。積層作業の際は各層ごとではなく、複数層分の大きなシートを切り出し、中子に巻き付けることで複数層積層したとみなしました。詳細は製作手順にて後述します。

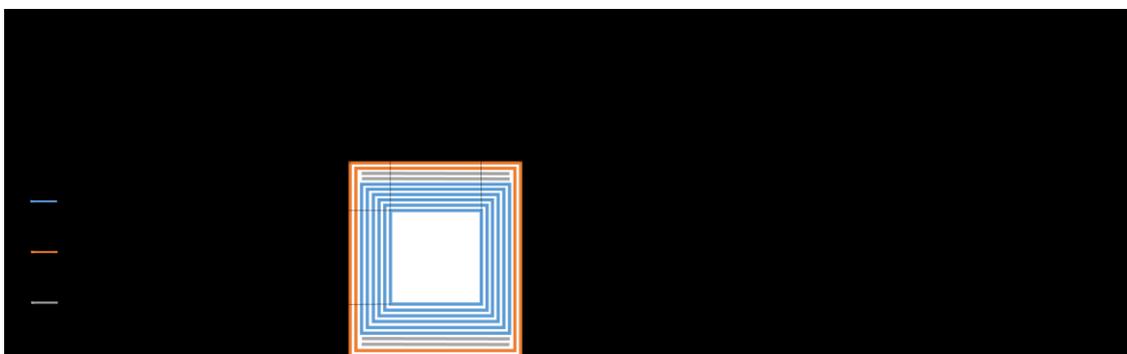


図 2 積層構成

2. 製作手順

2-1. 繊維の切り出し

材料から切り出した寸法について以下の表 1 にまとめます。VaRTM の手作業による材料の積層の際は作業者の技量によるものが大きく、各層ごとに細かく切り出すよりも一度に大きなシートを切り出した方がシート端部のほつれや繊維のヨレが減り、さらには角部に樹脂のみの部分が生じることを防げると考えました。

表 1 材料の切り出し寸法一覧

		織物材(0°/90°)	一方向材(0°)	織物材(±45°)
幅	W	1600(6層分)	60	550(2層分)
長さ	L	680	680	680

2-2. 積層

積層中の写真を図 3 に示します。切り出したシートを敷き、シートの端と中子をスプレーのりで接着した後、メンバー全員で均等に中子に圧力をかけながら巻き付けました。巻き付け中は角部が徐々に丸みを帯び、表面に膨らみができてしまいます。そのため、1 層分の材料を巻き付けたら各表面に木材を押し当て手巻きずしのように圧力をかけ、その後スプレーのりで接着することで材料を張らせました。図 2 の積層構成の通りに積層したのちに、補強のため治具との設置点から両幅 50mm の位置にわたって一方向材を梁の長さ方向と直交する方向に巻き付けました。



図 3 積層作業風景

2-3. 樹脂の配合

主剤 50g と硬化剤 17g を合わせ、金属棒で数分攪拌した後脱泡したものを容器 5 つ分、計 335g 用意しました。

2-4. VaRTM 準備

VaRTM の概要図を図 4 に示します。減圧した際、中子の角やスパイラルチューブの尖りによりフィルムが破れる事を防ぐため、フィルムは2重にして使用し、スパイラルチューブとフィルムの間にはブリーザーファブリックを挟みました。

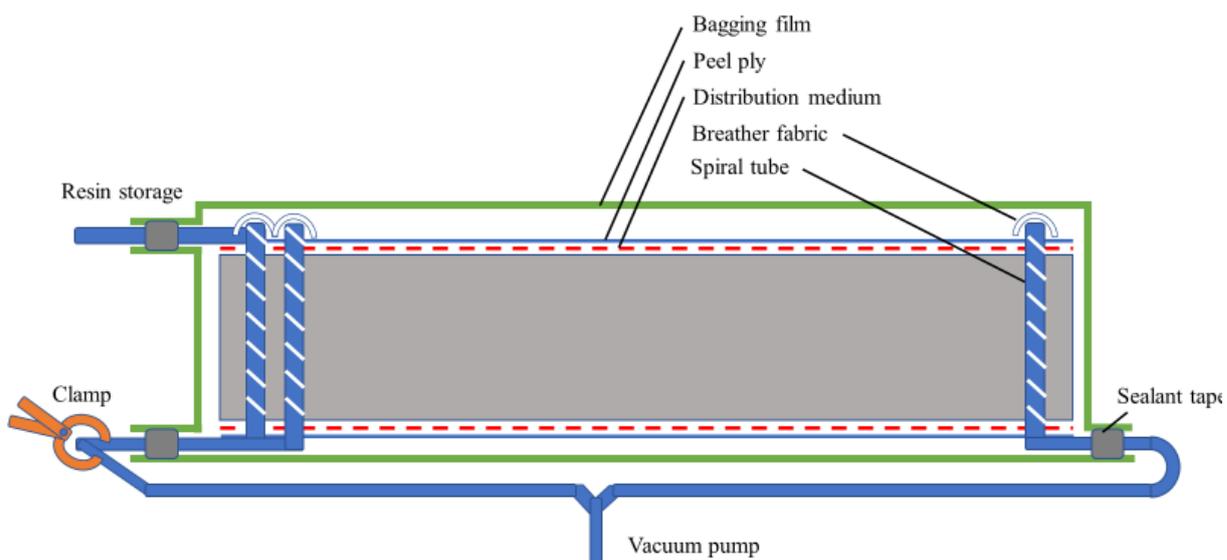


図 4 VaRTM 概要図



図 5 VaRTM 作業風景

2-5. 樹脂の含侵・樹脂引き

樹脂の含侵と樹脂引きの過程を図 6 に示します. VaRTM には樹脂流し入れように 1 本, 樹脂引き用に 2 本のチューブをブリッジの両端に用意し, 樹脂引き用のチューブは, 三つ又のアダプタによって両チューブとも真空チャンバーへ接続されています. ブリッジの両端から引くことで十分に圧をかけ, 余分な樹脂を除こうと考えました.

図 6(a)のように, 樹脂の流し入れの際には, ブリッジの反対側のチューブから吸気し, 樹脂を含侵させました. ブリッジに樹脂が行きわたる様子とチューブを流れる樹脂の移動を観察し, 樹脂の移動が見られなくなったら, 図 6(b)のようにもう一つの樹脂引き用チューブを開放し樹脂を引きました.

樹脂が引けなくなったらチューブを全てクランプし, 24 時間, 常温硬化させました. 硬化中は図 7 のように木型で覆いクランプし, 重りを乗せることで形を整えました.

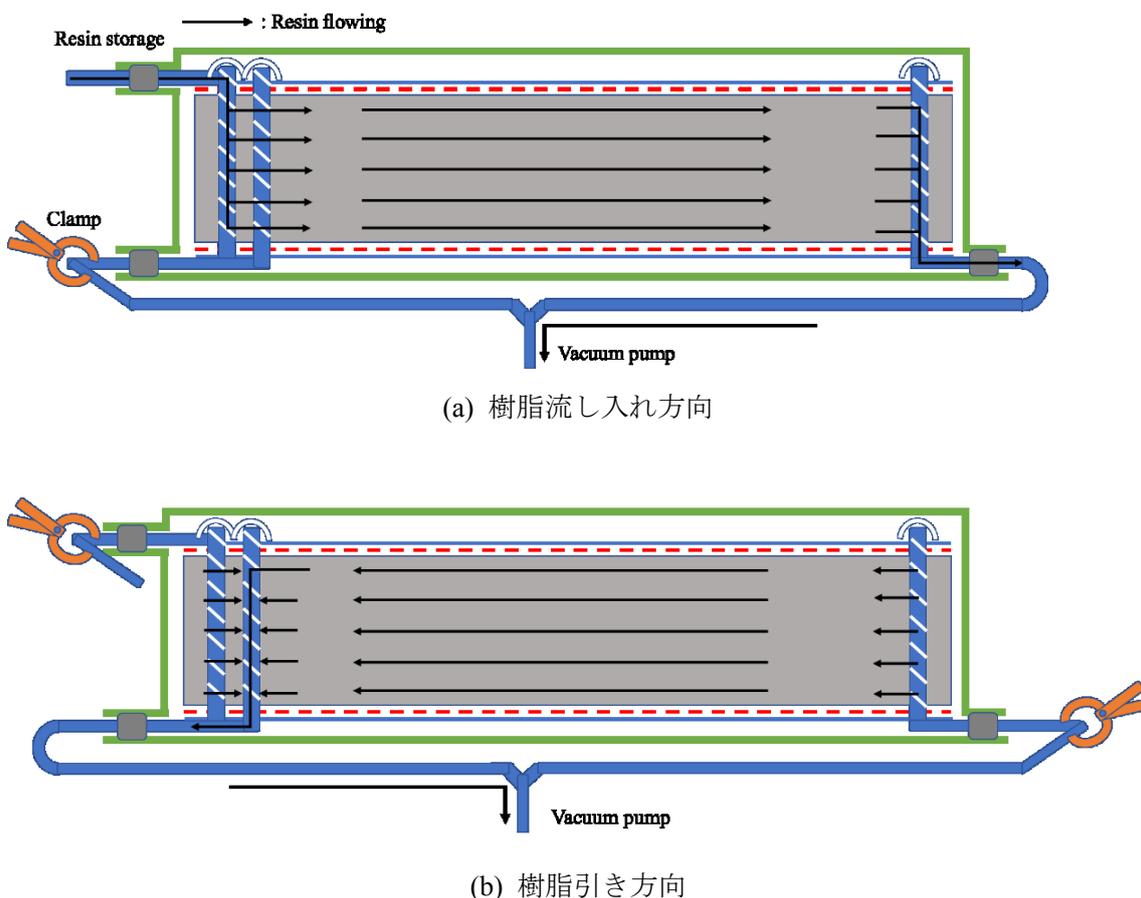


図 6 VaRTM 樹脂引きの手順



図7 硬化中風景

2-6. 型抜き・ポストキュア

硬化が完了したらブリッジからメディアとピールプライを剥がし、中子を外しました。その後、ブリッジは炉に入れ80℃、16時間でポストキュアを施しました。

2-7. 仕上げ

ポストキュアの完了したブリッジは両端をダイヤモンドカッターで切断し、所定の寸法に仕上げました。さらに、圧子と接する点付近の面はやすり掛けをすることで平滑にしました。

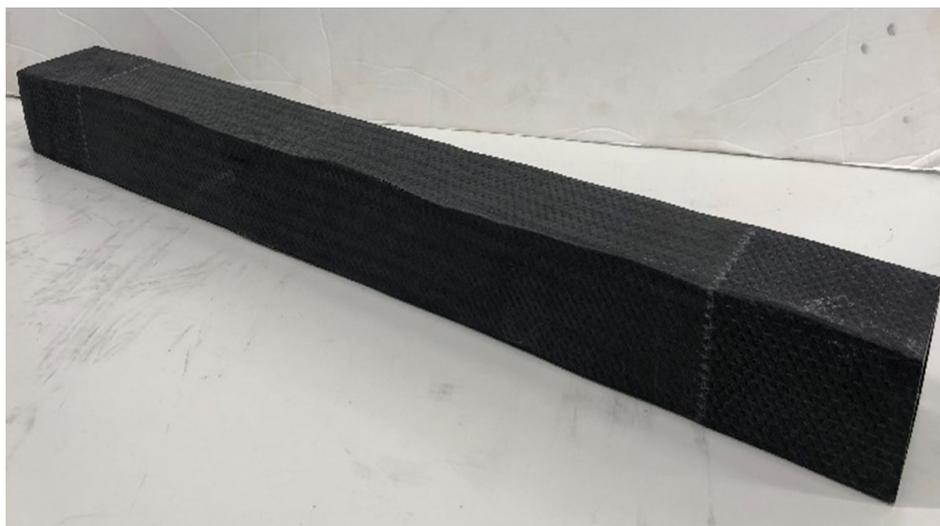


図8 ブリッジ完成図

3. 試作テスト

上記の製作手順で試作した結果について記述します。積層構成は、図9の通りです。また、試作品を圧縮試験した際の試験結果の荷重—変位線図を図10に示します。試作ブリッジは57.8kN(=13010lbf)と、規定荷重の9000lbfを大きく超え耐えることができたので、本製作ブリッジは図2のように(0°/90°)層を2層減らし軽量化に挑戦いたしました。

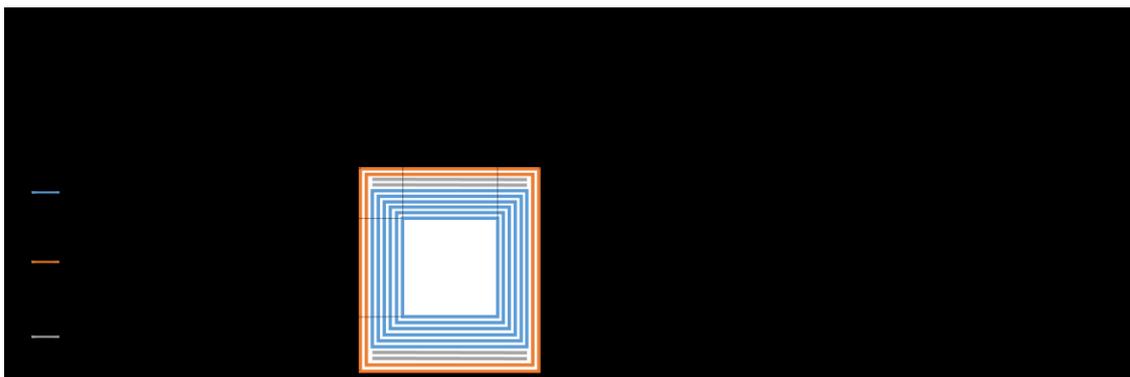


図9 試作ブリッジの積層構成

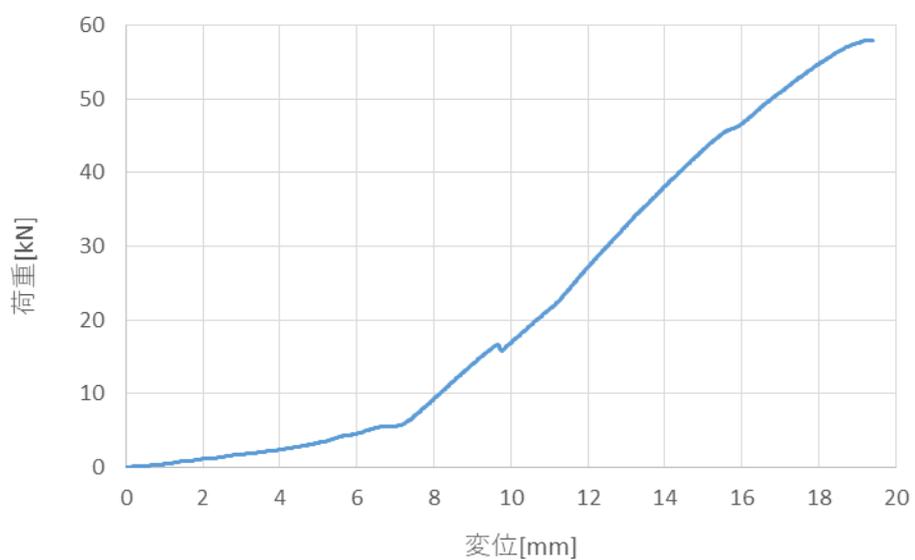


図10 試作ブリッジ圧縮試験時の荷重—変位線図

以上