

研究論文

芯鞘型複合繊維を使用した意匠性のある立体成形品の開発

山内宏城^{*1}、伊藤靖天^{*2}、岡野勤^{*3}

Development of Designed 3-D Molding Using Sheath-core Conjugated Fiber

Hiroki YAMAUCHI^{*1}, Yasutaka ITO^{*2} and Tsutomu OKANO^{*3}Owari Textile Research Center^{*1*2} Maruman-sangyou Co.,Ltd.^{*3}

熱可塑性の芯鞘型複合繊維を編成したニットを基材とする繊維強化樹脂(FRP)について、編組織や成形条件の違いが成形品の外観や物性に及ぼす影響を板状成形品において調査した。編目を移して透かし目を作る目移し編では、平編と比較して成形品の破裂強さが低下した。成形時の加圧力を上げることで、両面編を用いた成形品の破裂強さやウェール方向の曲げ反発性は低下する傾向にあったが、コース方向の曲げ反発性は概ね向上する傾向にあった。編組織と色糸の使用により、意匠性のある立体成形品を作製した。

1. はじめに

織物や編物(ニット)、組紐などテキスタイル製品を基材としたテキスタイルコンポジットの活用への取り組みが繊維業界で進んでいる。テキスタイルコンポジットはテキスタイルが持つ優れた機能を付加でき、自動化に適する、賦形性に優れるなどの利点がある^{1),2)}。

当センターはこれまでにニットを基材とした繊維強化樹脂(FRP)の開発に取り組んできた^{3)~5)}。近年は熱可塑性の芯鞘型複合繊維を使用し、軽量で一定強度を持ちながら、柔軟かつ易加工性のニット基材 FRP の開発に取り組んでいる。柔軟性と賦形性を両立させながら、これまでにシートクッションやボンネットを作製した^{6),7)}。

ニットを構成する編目(ループ)は、編針の上下動に伴い糸を屈曲させて作る。よこ編では表目、裏目のニットループから成る基本の編み方(編組織)である平編、ゴム編、パール編の三原組織のほか、タックやウェルト(ミス)を導入しながら様々な変化組織を作ることができる。これまでに三原組織や種々の変化組織を用い、編組織の違いが成形品の物性に及ぼす影響を調査した⁸⁾。

横編機のニット作製では、針床の移動(ラッキング)によりループを別の編針に移すこと(目移し)ができる。目移しをすることによってニットに透孔(透かし目)を作ることができる(図 1)、意匠設計の幅は広がるが、透かし目の形成による成形品強度の低下といった懸念がある。よって、その影響を確認しておく必要がある。

成形品の意匠性や物性に影響を及ぼす要因としては、成形時の温度や加圧力、時間といった成形条件も挙げられる。成形条件の違いによる成形品の外観や物性への影響についても確認しておく必要がある。

本研究では、目移し編と両面編(スムーズ編)で作製した芯鞘型複合繊維のニットを用いて、編組織や成形条件の違いが成形品の外観や物性(機械的性質)に及ぼす影響を板状成形品において調査した。また、編組織と色糸の使用により、意匠性のある立体成形品を作製した。

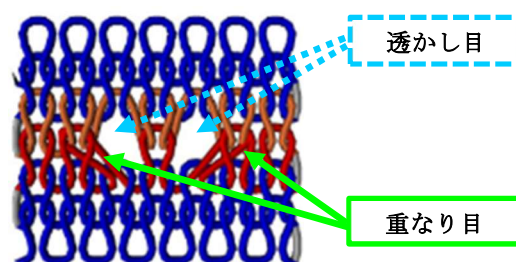


図 1 目移し編

2. 実験方法

2.1 芯鞘型複合繊維の編成

芯鞘型複合繊維には MELSET®280T48(ユニチカ(株)製)(以下、芯鞘糸①)、Bellcouple®84/24LHD(KB セーレン(株)製)(以下、芯鞘糸②)、MELSET®560T48(ユニチカ(株)製)(以下、芯鞘糸③)を使用した。芯鞘糸①は 4 本、芯鞘糸②は 14 本、芯鞘糸③は 2 本を引き揃えて用いた。編成には無縫製横編機 MACH2S 12G((株)島精機製作所製)を用いた。

2.1.1 板状成形向けニット

編組織は目移し編(表 1)及び両面編(スムーズ編)とし、ループ長は 8.0mm とした。

2.1.2 立体成形向けニット

編組織と使用糸は表 2 に示すとおりとし、主に成形品に意匠を付与するための表層用ニットを 2 種類、強度や

^{*1} 尾張繊維技術センター 素材開発室 ^{*2} 尾張繊維技術センター 素材開発室 (現機能加工室) ^{*3} 丸満産業株式会社

曲げ反発性など性能を補うための下地用ニットを1種類編成した。ループ長は8.0mmとした。

表1 編成した目移し編ニット

編組織	編成内容
目移し編①	前ニット+左寄せ
目移し編②	後ニット+左寄せ
目移し編③	前ニット+目移し(左寄せ)
目移し編④	後ニット+目移し(左寄せ)

表2 編成した立体成形用ニット

項目	表層用①	表層用②	下地用
編組織	目移し編	目移し編	インレイ編
使用糸①	糸	芯鞘糸③	芯鞘糸①
	色	赤	黒
	織度(dtex)	1120	1120
使用糸②	糸	芯鞘糸①	芯鞘糸②
	色	黒	白
	織度(dtex)	1120	1142
			1120

2.2 FRPの成形

2.2.1 板状成形品

成形には、熱プレス機 mini TEST PRESS-10((株)東洋精機製作所製)を使用した。目移し編の成形は、加熱温度 180℃または 190℃で 1 分間保持した後、加圧力 5MPa、保持時間 5 分で板状とした。両面編(スムーズ編)の成形は、加熱温度 180℃または 190℃で 1 分間保持した後、加圧力を 1MPa 以下、1MPa、3MPa、5MPa、8MPa のいずれかとし、保持時間 5 分で板状とした。

2.2.2 立体成形品

成形には、ドライヤーFV310-81(白光(株)製)を使用した。下地用ニットを型に沿わせながら、設定温度 230℃で熱風を当てながら成形した。次に下地用ニットの上に表層用ニットを被覆し、同様に熱風を当てて成形した。

2.3 板状成形品の性能評価

板状成形品の強度、曲げ変形に対する剛軟性について調べるため、破裂強さ、曲げ反発性を評価した。

破裂強さは精密万能試験機 AG-10kNIS((株)島津製作所製)を用い、JIS L 1096 B 法(定速伸長形法)に従って評価した。測定は3回実施した。

曲げ反発性は、ガーレー剛軟度試験機 GAS-10((株)大栄科学精器製作所製)を用いて JIS L 1096 A 法(ガーレー法)に従い評価した。但し、試料サイズは試料長 89mm、試料幅 25mm とした。測定は3回実施した。

3. 実験結果及び考察

3.1 ニット基材 FRPの作製

編成したニット(目移し編)の一部を図2に示す。

熱プレスを用いて、図2の編組織で編成した芯鞘糸を加熱温度 180℃で成形した結果を図3に示す。

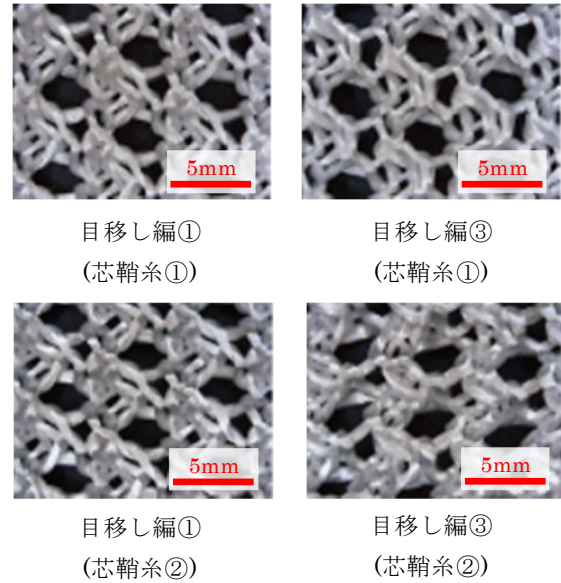


図2 熱プレス前のニット

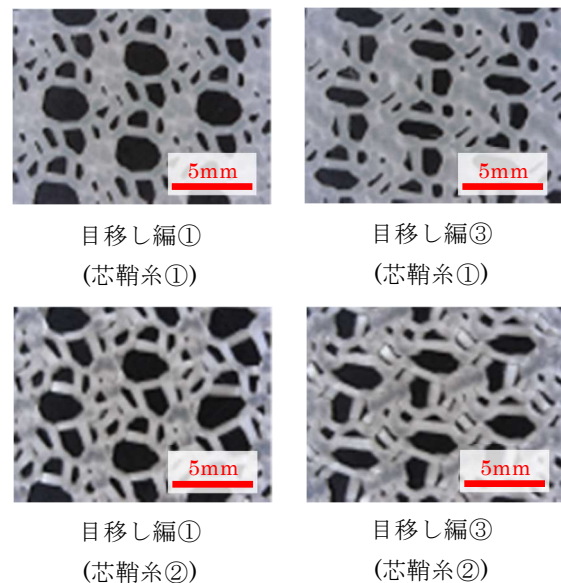


図3 熱プレス後のニット
(成形温度 180℃)

3.2 目移し編ニット板状成形品の性能評価

ニットを板状に成形した FRP について、目移し編組織が成形品の強度に及ぼす影響を確認した。目移し編組織が板状成形品の破裂強さに及ぼす影響を図4に示す。比較のため、図中には最も基本的な編組織である平編の結果を一緒に示した。

目移し編は①から④のいずれも平編と比較して成形品の破裂強さが低下した。芯鞘糸①の目移し編では、平編と比較して成形温度 180℃では 51~56%、190℃では 52~56%低下していた。芯鞘糸②の目移し編では、平編と比較して成形温度 180℃では 40~57%、190℃では

56~63%低下していた。このことから透かし目の形成は成形品の強度に対して不利となることが確認された。

次に、目移し編①から④の間で成形品の破裂強さを比較すると、芯鞘糸①では成形温度 180℃と 190℃のどちらにおいても①から④の間で破裂強さに大差はなかった。一方、芯鞘糸②では成形温度 180℃において目移し編①の破裂強さが最も大きく、次に②、③、④の順となった。目移し編③と比較して①では破裂強さが 32%向上し、④と比較して②では 22%向上した。成形温度を 190℃にすると、目移し編①と③では破裂強さに大差がなかったが、②は④と比較して 21%向上していた。目移し編①と②に対して、③と④では編成中に目移しを入れることで重なり目のループの重ね方を変えている。芯鞘糸②の結果からは成形品の破裂強さに対して概ね不利に働くとも考えられるが、さらに検証が必要である。

続いて成形温度の違いが成形品の破裂強さに及ぼす影響について確認すると、芯鞘糸①ではどの編組織においても成形温度を 180℃から 190℃に上げることで成形品の破裂強さが概ね向上した。目移し編③が最大で 15%、平編でも 12%向上した。一方、芯鞘糸②ではどの編組織においても成形温度を 180℃から 190℃に上げることで成形品の破裂強さが低下した。目移し編①が最大で 38%、平編でも 12%低下していた。これは芯鞘糸に使用されている材料の違いによる影響が大きいと考えられ、各々の芯鞘糸が持つ特性を正確に把握した上で使用する必要があることを示唆している。

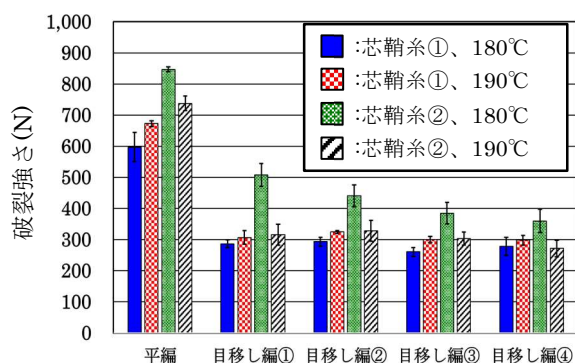


図 4 板状成形品の破裂強さ

3.3 両面編ニット板状成形品の性能評価

芯鞘糸①を使用した両面編(スムーズ編)のニットを板状に成形した FRP について、成形時の加圧力が成形品の強度や曲げ変形に対する剛軟性に及ぼす影響を確認した。成形時の加圧力が板状成形品の破裂強さに及ぼす影響を図 5 に示す。

成形時の加圧力を 1MPa 以下から 8MPa へと上げていくと、成形品の破裂強さは低下する傾向にあった。加圧力 1MPa 以下と比較して 8MPa では、成形温度 180℃

において 20%、190℃において 32%低下していた。成形時の加圧力を上げることで芯鞘糸同士が密に溶着され、成形品の強度が向上するのではないかと考えたがそのような結果とはならなかった。成形時の加圧力を上げることによって成形品の厚さが薄くなることや熱劣化の影響などが考えられるが、さらに検証が必要である。

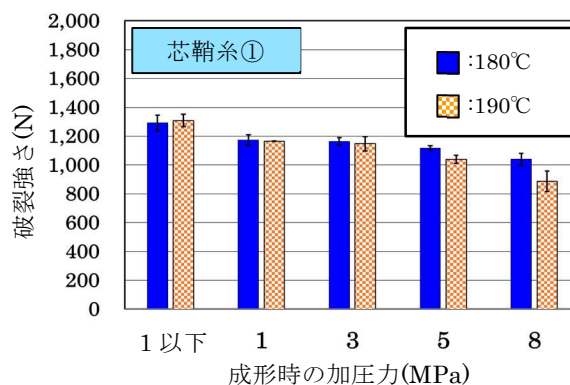


図 5 両面編ニット板状成形品の破裂強さ

成形時の加圧力が板状成形品の曲げ反発性に及ぼす影響を図 6 に示す。

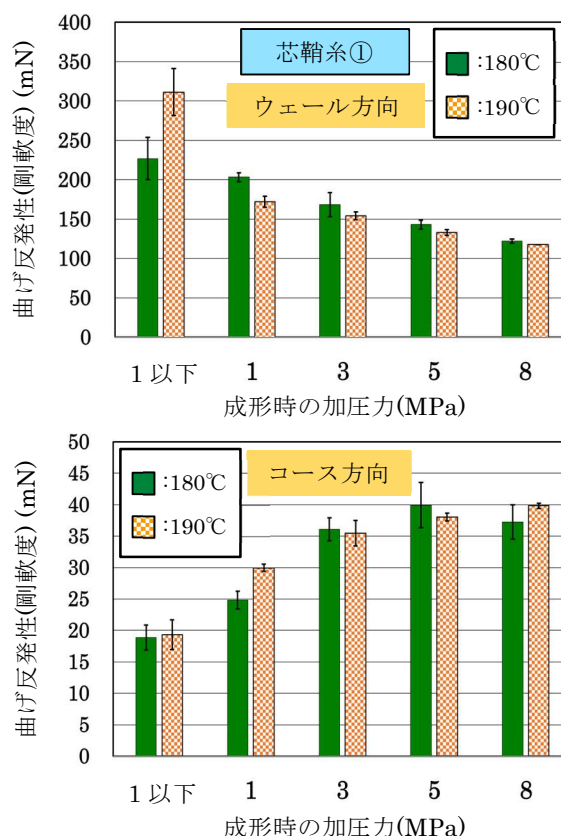


図 6 両面編ニット板状成形品の曲げ反発性

成形時の加圧力を 1MPa 以下から 8MPa へと上げていくと、成形品のウェール方向の曲げ反発性は低下する傾向にある一方、コース方向の曲げ反発性は概ね向上する傾向にあった。ウェール方向では、加圧力 1MPa 以下と比較して、成形温度 180℃においては 8MPa で 46%、

190℃においては 8MPa で 62%曲げ反発性が低下した。これは破裂強さの場合と同様に成形品の厚さが薄くなることや、芯鞘糸のウェール方向の溶着状態の変化による影響などが考えられるが、さらなる検証が必要である。一方、コース方向では、加圧力 1MPa 以下と比較して、成形温度 180℃においては 5MPa で 111%、190℃においては 8MPa で 106%曲げ反発性が向上した。成形時の加圧力を上げることで、熔融した鞘部が芯鞘糸のコース方向の隙間を埋めて溶着されたため(図 7:成形温度 190℃)と考えられるが、さらに検証が必要である。

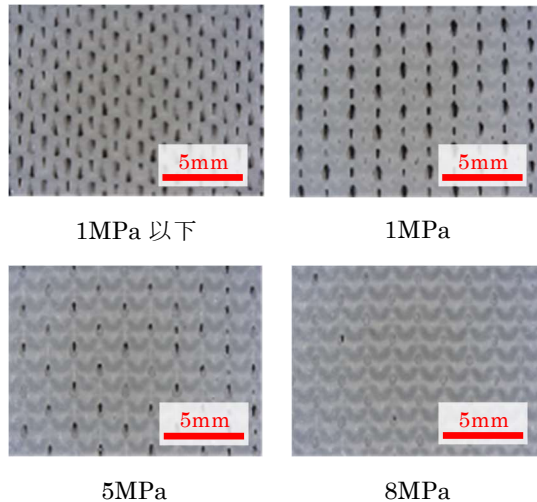


図 7 熱プレス後のニット

3.4 意匠性のある立体成形品の作製

芯鞘型複合繊維を用いたニットを基材とする FRP の実用化に向けて、意匠性のある立体成形品を試作した。

試作には表層用と下地用のニットを各々用意し、積層して成形品とした。表層用ニットは主に成形品に意匠を付与するためのもので、2 色の芯鞘糸(赤と黒、または赤と白)を用いて目移し編組織で編成した。下地用ニットは主に成形品の物性を補うためのものであり、先の検討^{6),7)}における結果を参考としながらインレイ編組織で編成した。表層の意匠を目立たせるようにと芯鞘糸の色は地糸(芯鞘糸①)、挿入糸(芯鞘糸③)ともに黒とした。

試作用に作製した型を図 8 に示す。

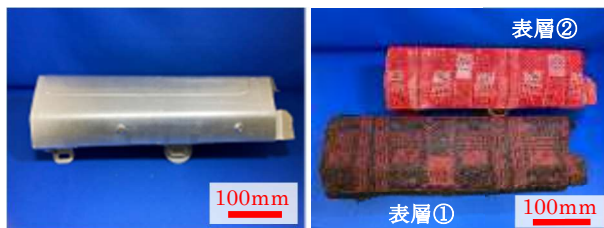


図 8 作製した型



図 9 立体成形品

この型を用いて編成したニットを型の形状に沿わせながらドライヤーで加熱して成形した。作製した立体成形品を図 9 に示す。成形品は型の複雑な立体形状を表現できており、賦形性があることを確認した。

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 熱可塑性の芯鞘型複合繊維を用いたニット基材 FRP について、編組織や成形条件の違いが成形品の外観や物性に及ぼす影響を板状成形品で確認した。編目を移して透かし目を作る目移し編では、平編と比較して成形品の破裂強さが低下した。成形時の加圧力を上げることで、両面編を用いた成形品の破裂強さやウェール方向の曲げ反発性が低下する一方、コース方向の曲げ反発性は概ね向上する傾向にあった。
- (2) 編組織と糸糸を使用して、意匠性のある立体成形品を作製した。型に追従して複雑な立体形状を表現できており、賦形性があることを確認した。
- (3) 編組織設計や成形加工条件が成形品の外観や物性に及ぼす影響については引き続き慎重に検証を重ねる必要がある。さらに、編成条件、使用する糸の設計やその加工条件を含めて検討の継続が必要である。本技術の実用化を目指して引き続き検討を進める。

文献

- 1) 飯塚健治: 染色研究, **55**(1), 8-15(2011)
- 2) 濱田泰似, 仲井朝美, 杉本健一: 繊維と工業, **60**(6), 78(2004)
- 3) 茶谷悦司, 福田ゆか, 池口達治: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **1**, 90(2012)
- 4) 田中利幸: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **3**, 88(2014)
- 5) 田中利幸, 堀公子, 坂崎克秋, 佐々木敏哉, 佐々木哲哉: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **5**, 138(2016)
- 6) 山内宏城, 福田ゆか, 馬場元太, 坪内正志, 大西功二: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **7**, 56(2018)
- 7) 山内宏城, 加藤良典, 福田ゆか, 馬場元太, 坪内正志, 大西功二: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **8**, 72(2019)
- 8) 山内宏城, 加藤良典, 馬場元太, 岡野勤: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **10**, 112(2021)