

研究論文

芯鞘型複合繊維の編組織が成形品の物性に及ぼす影響

山内宏城^{*1}、加藤良典^{*2}、馬場元太^{*3}、岡野勤^{*3}

Effect of Structure of Knit Using Sheath-core Conjugated Fiber on the Physical Characteristics of Molding

Hiroki YAMAUCHI^{*1}, Yoshinori KATO^{*2}, Genta BABA^{*3} 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 FRP について、編組織の違いが成形品の物性に及ぼす影響を調査した。編組織はよこ編の三原組織と種々の変化組織を用いた。ゴム編(1×1)よりもゴム編(2×2)が破裂強さや曲げ反発性において優位となったが、両面編はゴム編(2×2)を重ねたエイトロックよりもゴム編(1×1)を重ねたスムーズ編が優位であった。編組織にウエルト(ミス)を導入した変化組織は破裂強さや曲げ反発性で優位となる一方、タックの導入は概ね不利に働く傾向にあることを確認した。

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利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)}。

当センターで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)}。近年では熱可塑性の芯鞘型複合繊維を使用し、軽量で一定の強度を持ちながら、柔軟かつ易加工性のニット基材 FRP の開発に取り組み、柔軟性と保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ることで作られる。編針の動作を制御することで、よこ編ではニット、タック、ウエルト(ミス)の3種類のループ(図1)が作られる。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、タックやウエルト(ミス)を導入しながら様々な変化組織を作ることが可能である。

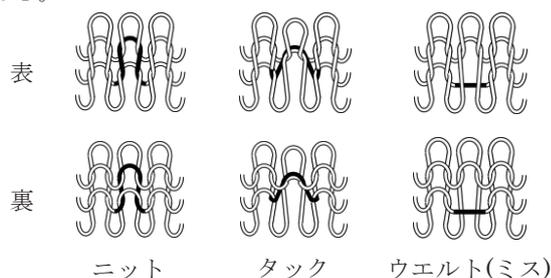


図1 よこ編の基本ループ

編組織が異なればその外観(意匠性)や性能も変化するため、基材となるニットを設計する上で編組織の違いがそれらに及ぼす影響を確認しておく必要がある。本研究では、三原組織及び様々な変化組織で作製した芯鞘型複合繊維のニットを用いて、編組織の違いが成形品の物性(機械的性質)に及ぼす影響を板状成形品で確認した。

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)4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。編組織は表1に示す三原組織及び変化組織とし、ループ長は8.0mmとした。

2.2 FRPの成形

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。芯鞘型複合繊維の芯部と鞘部の融点を考慮して加熱温度は180℃とし、予熱のために1分間保持した後、加圧力5MPa、保持時間5分として板状に成形した。

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。

表 1 編成したニット

| 試料名 | 編組織への導入 | |
|-------------|---------|----------|
| | タック | ウエルト(ミス) |
| 平編 | — | — |
| ゴム編(1×1) | — | — |
| ゴム編(2×2) | — | — |
| パール編(1×1) | — | — |
| パール編(2×2) | — | — |
| 両面編(スムーズ編) | — | — |
| 両面編(エイトロック) | — | — |
| 並鹿の子編 | ● | — |
| 表鹿の子編 | ● | — |
| 総鹿の子編 | ● | — |
| 並浮き編 | — | ● |
| 表浮き編 | — | ● |
| 総浮き編 | — | ● |
| 片畦編 | ● | — |
| オーバーニット | — | ● |
| シングルピケ | ● | — |
| テクシーピケ | ● | — |
| ボンチローマ | ● | — |
| タックリップル | ● | — |
| ウエルトリップル | — | ● |
| 三段両面編 | — | ● |

3. 実験結果及び考察

3.1 ニット基材 FRP の作製

編成したニットの一部を図 2 に示す。平編、ゴム編、両面編をベースとして、タック、ウエルト(ミス)を導入することで種々の変化組織を作製した。

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

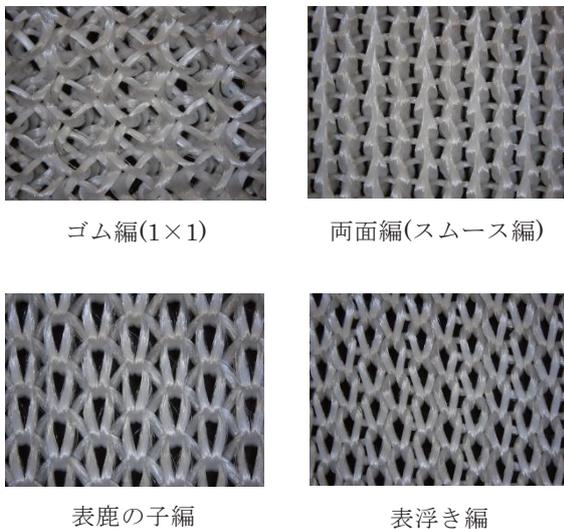


図 2 熱プレス前のニット

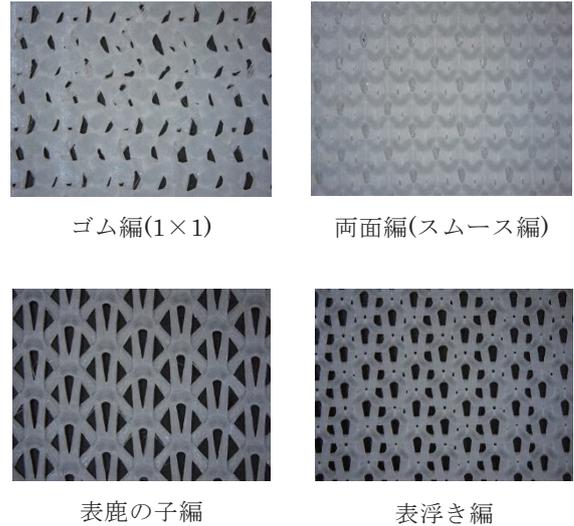


図 3 熱プレス後のニット

3.2 板状成形品の破裂強さ

ニットを板状に成形した FRP について、編組織の違いが成形品の強度に及ぼす影響を確認した。三原組織及びゴム編の変化組織である両面編について、編組織の違いが成形品の破裂強さに及ぼす影響を図 4 に示す。

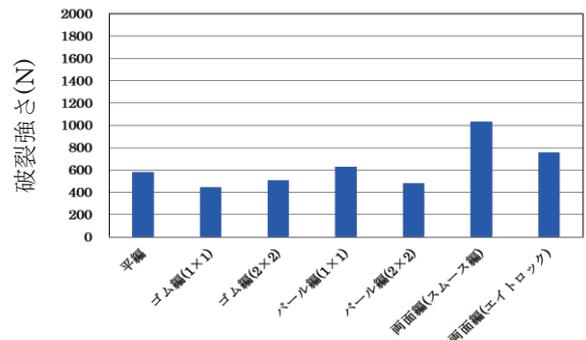


図 4 破裂強さ(三原組織及び両面編)

三原組織では、表目(または裏目)のみから成る平編と比較して、コース方向に表目と裏目を交互に連ねるゴム編(1×1)では破裂強さが 23%低下した。コース方向に交互に連ねる表目と裏目の数を 1 目(ゴム編(1×1))から 2 目(ゴム編(2×2))に増やすと破裂強さは 14%向上した。コース方向に表目と裏目を繋ぐシンカーープ(糸の渡り)(図 5)が強度低下に影響したと考えられ、ゴム編(1×1)より比較的糸の渡りの少ないゴム編(2×2)が優位になったと考える。

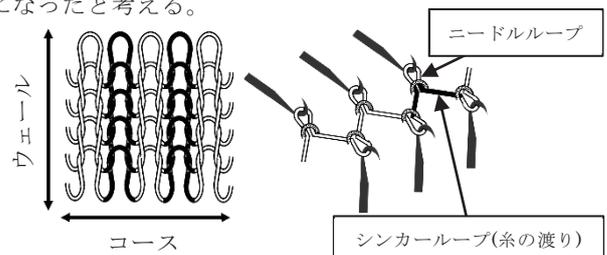


図 5 ゴム編(1×1)と糸の渡り

一方、ウェール方向に表目と裏目を交互に連ねるパール編では、表目と裏目の数を1目(パール編(1×1))から2目(パール編(2×2))に増やすと破裂強さが24%低下した。これは表目と裏目のニードルループが形成する編組織の立体的構造に起因すると考えられる。両面編では、2つのゴム編(2×2)を重ねたエイトロックよりもゴム編(1×1)を重ねたスムーズ編で破裂強さが37%向上した。ゴム編を重ねることで糸の渡り部分が交差し、比較的糸の渡りの多いスムーズ編ではエイトロックよりも密に溶着されたことが強度向上へと繋がったと考えられる。

平編の変化組織について、編組織の違いが成形品の破裂強さに及ぼす影響を図6に示す。

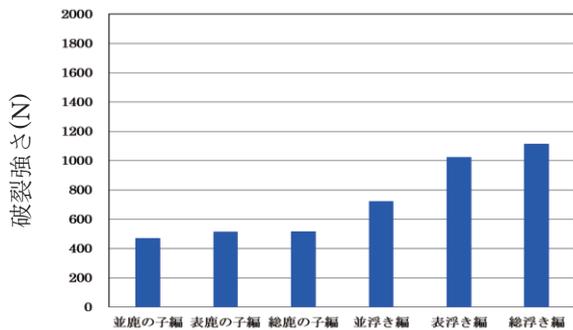


図6 破裂強さ(平編変化組織)

平編にタックを導入した並鹿の子編では、平編と比較して破裂強さが19%低下した。タックはウェール方向に編地を圧縮するような形となり、編地には隆起や空隙が形成されて成形品の強度にも影響を及ぼすと考えられる。一方、平編にウエルト(ミス)を導入した並浮き編では、平編と比較して破裂強さは25%向上した。浮き編の間で比較すると、比較的ウエルト(ミス)の多い表浮き編、総浮き編が並浮き編と比較して破裂強さはそれぞれ42%、54%向上した。ウエルト(ミス)の導入によりコース方向に通じる糸が成形品の強度向上に有利に働いているものと考えられる。

ゴム編及び両面編の変化組織について、編組織の違いが成形品の破裂強さに及ぼす影響を図7に示す。

ゴム編(1×1)と比較して、ウエルト(ミス)を導入したオーバーニットでは破裂強さが90%向上した。両面編(スムーズ編)と比較して、タックを導入したシングルピケ、タックリップルは破裂強さがそれぞれ17%、12%低下し、ウエルト(ミス)を導入したウエルトリップル、三段両面編では破裂強さがそれぞれ15%、53%向上した。今回の検討結果から、編組織へのタックの導入は成形品の強度に対して概ね不利となり、ウエルト(ミス)の導入は有利となることが確認された。しかし、変化組織は多様であり、編組織に目移しのある場合など引き続き慎重に検証を重ねていく必要がある。

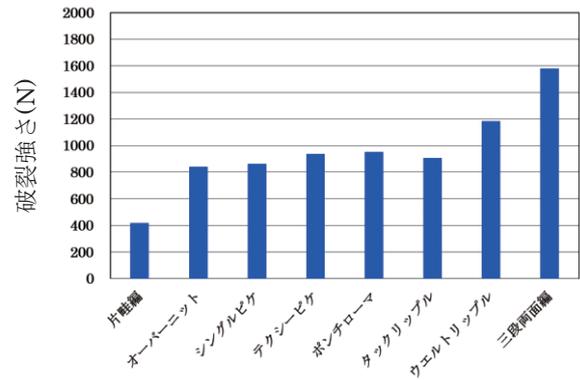


図7 破裂強さ(ゴム編及び両面編変化組織)

3.3 板状成形品の曲げ反発性

ニットを板状に成形したFRPについて、編組織の違いが成形品の剛軟度に及ぼす影響を確認した。三原組織及び両面編について、編組織の違いが成形品のウェール方向の曲げ反発性に及ぼす影響を図8に示す。

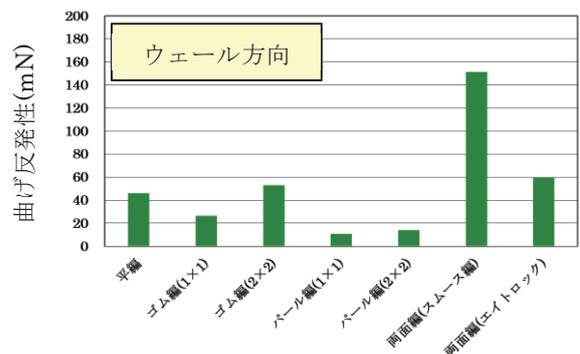


図8 曲げ反発性(三原組織及び両面編)

ゴム編では、ゴム編(1×1)と比較してゴム編(2×2)の曲げ反発性が100%向上した。一方、パール編は曲げ反発性が低く、パール編(1×1)、パール編(2×2)の間に大差はなかった。ウェール方向の曲げ反発性には編針で糸を屈曲させて形成するニードルループが大きく影響すると考えるが、ゴム編ではコース方向に連なる表目、裏目のループ構造も大きく影響していると考えられる。パール編ではウェール方向に連なる表目と裏目の構造上のバランスにより曲げ反発性は大きく低下し、パール編(1×1)とパール編(2×2)の間においても曲げ反発性に大差がなかったと考えられる。両面編では、エイトロックよりもスムーズ編で曲げ反発性が156%向上した。表目と裏目が形成する編組織の立体的構造や、ゴム編を重ねることで交差する糸の渡り部分の密な溶着が影響していると考えられるが、推測の域でありさらなる検証が必要である。

平編の変化組織について、編組織の違いが成形品のウェール方向の曲げ反発性に及ぼす影響を図9に示す。

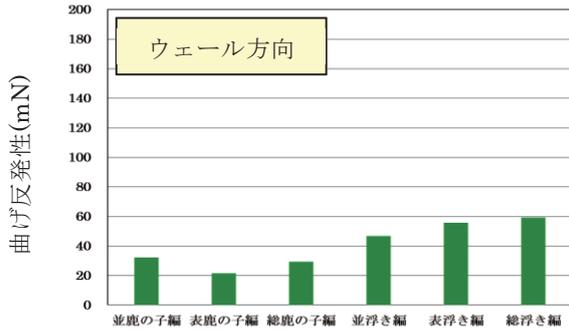


図 9 曲げ反発性(平編変化組織)

タックを導入した並鹿の子編、表鹿の子編、総鹿の子編では、平編と比較して曲げ反発性はそれぞれ 30%、53%、36%低下した。一方、ウエルト(ミス)を導入した浮き編では、並浮き編と比較してウエルト(ミス)の多い表浮き編、総浮き編で平編よりも曲げ反発性がそれぞれ 21%、28%向上した。先の検討^{6),7)}における結果を踏まえてタックの導入がウェール方向の曲げ反発性の向上に寄与する可能性を考えたが、そのような結果とはならなかった。一方で、ウエルト(ミス)の導入によりコース方向に通じる糸が成形品のウェール方向の曲げ反発性の向上に概ね有利となることが確認された。

ゴム編及び両面編の変化組織について、編組織の違いが成形品のウェール方向の曲げ反発性に及ぼす影響を図 10 に示す。

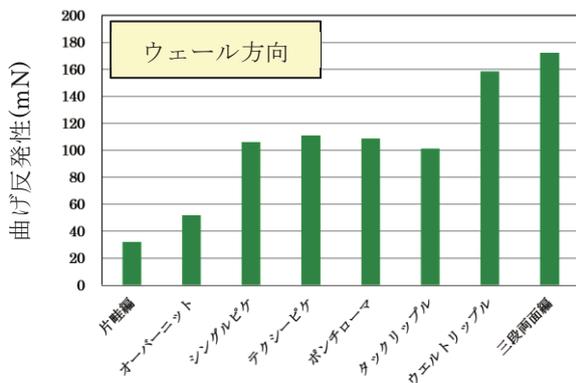


図 10 曲げ反発性(ゴム編及び両面編変化組織)

ゴム編(1×1)と比較して、タックを導入した片畦編では曲げ反発性が 20%向上し、ウエルト(ミス)を導入したオーバーニットでも曲げ反発性は 95%向上した。両面編(スムース編)では、タックを導入したシングルピケ、タックリップルは曲げ反発性がそれぞれ 30%、33%低下し、ウエルト(ミス)を導入した三段両面編では曲げ反発性が 14%向上した。鹿の子編の結果から、片畦編でもタックの導入によって曲げ反発性が低下すると考えたが、

そのような結果にはならなかった。これはタックとゴム編組織の構造に起因すると考えるが、さらなる検証が必要である。今回の検討により、編組織へのタック導入は成形品の曲げ反発性に対して概ね不利となる傾向にあり、ウエルト(ミス)導入は有利となることが確認された。

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、編組織の違いが成形品の物性に及ぼす影響を板状成形品で確認した。よこ編の三原組織では、ゴム編(1×1)よりもゴム編(2×2)が破裂強さや曲げ反発性において優位であった。一方で両面編では、2つのゴム編(2×2)を重ねたエイトロックよりもゴム編(1×1)を2つ重ねたスムース編が破裂強さや曲げ反発性において優位であった。
 - (2) 編組織にタックやウエルト(ミス)を導入した変化組織では、タックの導入が成形品の破裂強さや曲げ反発性においては概ね不利に働く傾向にある一方、ウエルト(ミス)の導入は有利となった。
 - (3) 変化組織は多様であり、編組織設計と成形品物性の検証を引き続き慎重に重ねる必要がある。さらに、編成条件、成形加工法とその条件、使用する糸の設計やその加工条件を含めて検討が必要である。
- 本技術の実用化を目指して引き続き検討を進めたい。

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)