

新規材料 NCF を FRP に適用するための基礎知識

(要約版)

第二回 NCF 誕生の歴史¹⁾

NCF は経編機（経編：ループと呼ばれる編目が経方向に形成される編物）により編成された材料であり、その技術の発祥はヨーロッパである。経編の材料は 1950 年代初期から LIBA 社、MALIMO 社、KARL MAYER 社などの経編機を利用して製造されていた。

最初のころは、合成繊維を用いた材料であったが、1980 年代にはいると複合材料の補強材用途でガラスロービングを用いたものや、高機能繊維（アラミド繊維、炭素繊維など）を用いた補強材の開発が盛んになってきた。

強化繊維をヨコ方向に挿入できるヨコ糸挿入機により、編み組織の中にタテ方向とヨコ方向の強化繊維を挿入した 0/90 配向の材料が作られ、その後、斜め方向にも強化繊維を挿入して 4 方向に強化繊維を配向させた形態の材料（図 1）²⁾が開発された。これらの材料は強化繊維のクリンプはなく、現在製造されている NCF の先行材料であった。これらの材料は強化繊維を 1 本ずつ編み組織内に挿入するため生産性が悪かった。編み組織を編成する前に複数本の強化繊維を同時に引きそろえておき、それを経編で編成すると同時にタテ糸を挿入することで 0/90 配向の材料を製造できるようにした Parallel Weft Insertion³⁾の機構も開発され、NCF の生産性を向上させた。

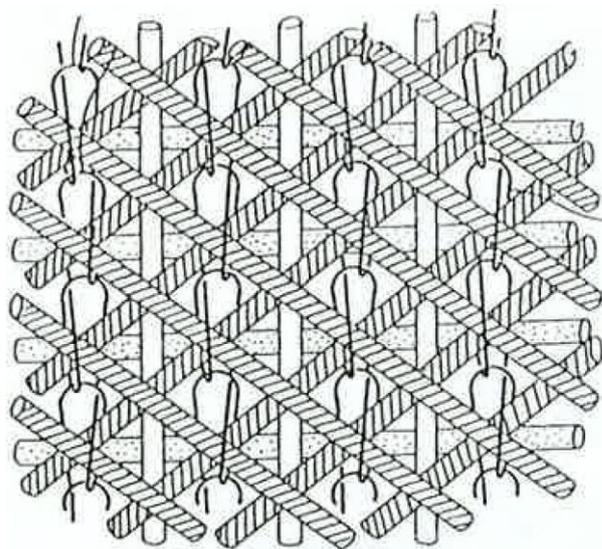


図 1. 編み組織内に強化繊維を配向させた材料の構成図一例

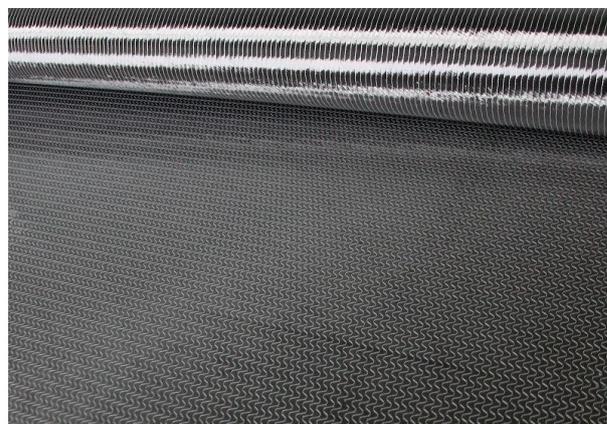


図 2. 現在の多軸挿入機で製造した NCF の外観

この機構においては、強化繊維は編み組織の中に挿入された形態ではなく、引きそろえられたヨコ方向とタテ方向の強化繊維からなるシートの積層体をステッチ機構（ステッチ：層間方向への固定のための編技術）で一体化された形態となっている。その後、擬似等方向への補強の要求からタテ方向、ヨコ方向だけでなく斜め方向にも強化繊維を複数本引きそろえて挿入した現行の多軸挿入機の原型が誕生した。（現行の NCF 製造方法については第三回の連載で紹介する。）2000 年代以降も設備の改良が進み、品質の安定した NCF 製造技術を確立させた。（図 2：現在の多軸挿入機で製造した NCF の外観）

NCF は多方向に強化繊維が配向されていることから積層工程の省力化が可能であり、船舶の構造材をはじめとし、風力発電のローターブレードや、インフラの補修補強用の材料として適用されていった。同時に NCF 製造技術においてはより効率化、高品質化を目指して発展していった。

もともと機械的な制御であった多軸挿入機は 1990 年代後半の Windows の登場と相まってコンピューターによる制御化が進み、より高品質で低コストの NCF を製造できるようになった。また、多軸挿入機は比較的高目付（目付：単位面積当たりの重量）な材料を製造することが得意であり、低目付の材料においては強化繊維同士の隙間（ギャップ）が発生するなど品質に課題があったが、この課題に対しても強化繊維を挿入する機構に開織ユニット（開織：繊維を広げること）を組み込むことや強化繊維の挿入方法を改善することで、比較的低目付（1 層あたり 200g/m² 以下）であってもギャップ発生頻度を低減することに成功した。

多軸挿入機はもともと高目付のシートをクリンプなく製造することが得意な設備であるため、時間当たりの重量生産性が不利な低目付材料であっても従来の高目付材料と比較して劣らない生産性を目指して開発が進むものと思われる。

【参考文献】

- 1) Raymond J. Palmer : LOW COST FABRICATION USING MULTI-AXIAL NON-CRIMP FABRIC AND VARTM PROCESSING、p.1~p.5
- 2) 日本マイヤー株式会社：多軸挿入ラッシュェル機 RS2DS 多軸多層構造物リーフレット
- 3) MALIMO GmbH : Type Malimo with parallel Weft Insertion Model 14022/P2-2S Leaflet

【著者】

笠川 英寿

株式会社 SHINDO IM カンパニー 開発部リーダー

URL : <https://www.shindo.com/jp/material/>