

建設分野への複合材料の適用拡大を目指した革新的成形技術のとりくみ

[講師] 金沢工業大学革新複合材料研究開発センター 所長 鶴澤 潔 氏

建設分野への複合材料適用拡大をどのように進めてゆくかを、成型技術の部分に焦点を当てて話をしたい。今どのような分野で FRP が使われているかを適用技術の流れで紹介し、その中から取り組むべき課題を考えたい。



● FRP の概要・FRP の市場動向

複合材料 (GFRP) は世界市場で 1000 万トンほどのまだニッチな材料だが高い伸び率を示している。この 10 年間で先進国では欧州・米国で 5%ほどの伸びを示しているが、日本では成長がみられない。欧米では乗り物用及び建設分野で約 50%、日本は住宅分野が半分以上だがこれ以外は減少傾向で、欧米で成長している新規分野が取り込めていない。

炭素繊維 (CF) は日本 3 社が世界の 6 割の糸を生産しているが、最終生産品になるのは 8%程度。この 10 年世界で 2 倍以上の伸びを示している中、日本のみは微増に留まる。CF が伸びているのは欧州、北米、中国などで、日本では糸の売り上げのみ延びているといえる。欧州は風力発電のブレードから自動車分野がこの 10 年で大きな市場を作った。航空機は欧州、北米でも 1/3 程度で、風力発電は欧州で成長したものが北米や中国に浸透してきている。日本も航空機の成長がみられるが大きな伸びは見られない。残念なことは CFRP の世界でも欧米、中国の成長の陰で日本は一人負けの状況といえる。

●各分野での生産技術の特徴

○航空機分野では、

部材が大型化してロボットで製造するようになり複雑な形でも成型できるようになっている。機体の製造速度を倍増させてゆくかが技術課題であり、その中で自動化ロボットの高速度化が技術開発の観点となっていた。

○圧力容器分野では、

米国の圧力容器は圧縮天然ガスの輸送に使うものが主体でこの分野は成長している。日本では小型のタンクが主流。糸を巻き付けるのに時間がかかるので製造技術がカギ。日本が先行して水素タンクを進めてきたが、今後、欧州、米国に市場が動こうとしている。

○風力発電分野では、

欧州では洋上で拡大しており、昨年公表されたものでは最大で 12MW、107m 長の羽まで大型化している。GF が主な材料であるが 3MW を超えて長さが 30m を超えると剛性確保のため CF を部分的に使うので CF の使用が増えた。大型風車が米国や中国で作られるようになって CFRP が米国・中国に拡大した。真空圧を利用して樹脂を型の中にしみこませてゆく VaRTM 成型法などの技術革新があり飛躍的に拡大したといえる。近年の大型化の中で、引き抜き成形法において高速で固まる新しい樹脂（スナップキュア）の開発によって成形速度が飛躍的に上げられている。またトンネルの中で覆いを引き抜き成形で作ってそれを現場で施工するという大型化も進んでいる。低コストで大きなものを作るという特徴は建設分野でも利用され始めている。

○自動車の分野では、

欧州で拡大したのは量産化の製造技術がカギになる。スナップキュアといわれる数分で固まる樹脂を金型の中に押し込み、ボンネットクラスで 3～5 分で 1 パーツ製造できる。このようなハイサイクル製造技術が確立して欧州に広がった。風力発電で開発された織物の技術、樹脂の技術、特殊なポンプにより 200 気圧くらいで注入する（HPRTM）装置技術など、最初に開発されたドイツでは異分野企業が集まって共同で開発する体制があった。

最近ではマルチマテリアルで、CF はまだ高価なので重要安全部品である A ピラー B ピラーなど少量部分的に効果的に CFRP を使う発想になる。小さい部品に使うと製造効率もあがり年間 5 万台の車にも使われるようになってきている。さらに量産を目指して、含侵が課題だが成形サイクルが短くなる熱可塑性樹脂を使う期待がある。従来の射出成型とか、コールドプレス、スタンプ成形法などが車適用に開発が進められている。CFRP の今後に期待するところ大きいのではないか。

○土木、建築関係分野では、

中国で伸びているのは上水道管、アジアでは大型パイプなど。建築では昔からデザインを再現する外壁など非構造分野で、アルミ CW や金型プレス技術がなかった時代に FRP では型があれば小さいパーツをつないだりしてなんでも大きなものが作れた。

CFRP でモニュメントのような構造物一体で作る技術が進んでいる。一品生産でも複雑なものは CAD で設計されたものは機械で型を作り成型できるようになっている。中東の例など複雑な外壁意匠を FRP を使って実現している。FRP の大型製造技術は風力発電やボートなどの大型化技術が使われている。CF が身近になると屋根を軽量にした建物など大型構造物が実現してゆく。一品ものに対しても FRP の活用により構造物を要領よく低コストで実現する。中国や米国などでは低コストでハンドレイアップを作るが、日本は補修など付加価値が高いものには可能だが建築部材を作るにはコストが合わない。日本はどうしてゆくのかわからないところ。



土木分野ではさらにコストが課題だが、歩道橋床など軽量化するなどの付加価値が目的で使われてきている。CFRP の価格あたり強度・性能を考えると、ロッドなどのほか、耐震補強、斜張橋のケーブル等、軽量の CFRP 利用はこれからではないか。補修の世界では塩害や腐食しない FRP 鉄筋に注目したい。

●日本型建設分野への FRP 適用拡大に向けて／金沢工大の取り組み

建設分野に FRP の適用を拡大するには航空機や車レベルに比べると、さらに大きなものを作る必要がある。一品生産で大型製品を作るのではなく、多用途に使える構造部材パイプなどを量産化するという道筋がある。部材レベルで扱いやすいものを提供すれば FRP になじみがなくても利用度が高まるのではないかと考えている。さらに二次加工できる熱可塑性樹脂の特徴を生かして連続成形して大きな構造物に適用できるのではないかのアイデアで文科省の研究プロジェクトに現在取り組んでいる。

具体的には、毎分 1 m の速度で厚さ 6 ミリの板の製造や、複雑な形に成形できる不織布のようなシートの製造に成功している。また平らな板に熱を加えて断面加工するなど、皆さんに使いやすいような一時構造部材を提供する方向を試行している。ロッドに関しては、現場で反応する熱可塑性樹脂等を使って、毎秒 1 m の超高速でロッドを成形する。

熱可塑性樹脂の板は熱を加えると曲げられる、溶接できる、パテを使って貼り付けることも可能など有用性が高い。CFRP の板を現場にもってきて補強する部材に熱を加えて折り曲げて取り付けるとか、パテで取り付けなどができるようになる。

設計技術が課題というものに対しては、一次構造部材の提供が可能ということになると FRP になじまない方々も使い方の窓口になり広げることができるのではないかと考えている。扱い慣れてゆく中で最適性とか FRP の良さを開発してゆくことができるのではないかと考えている。

●終わりに

車や飛行機に、釣り竿やゴルフシャフトに使われている CFRP ではあるが、これからは地上人工物レベルで、さびない軽くて強い CFRP はもっともっと使って行ける、ニーズが口を開けて待っている。僕らがそこに答えを出していないだけではないだろうか。ニーズはあるんだということを記憶にとどめていただければ幸いです。

【講師紹介】

・金沢工業大学 革新複合材料研究開発センター所長・教授 鶴澤潔

研究分野：複合材料、船舶工学、軽量構造、成形技術等

・金沢工業大学 革新複合材料研究開発センター（略称 ICC : Innovative Composite materials research and development Center）は、平成 25 年より文部科学省の下で全国 12 か所で進められている革新的イノベーション創出プログラム（COI : Center Of

Innovation) のうちの一つのプログラムの中核拠点ともなっています。持続可能で安全安心な社会システムを実現するための革新複合材料創出拠点として、平成 26 年に開所され、鵜沢教授は、この COI プロジェクトの研究リーダーとして、また ICC の所長としてご活躍されておられます。

また、現在、先端材料技術協会 (SAMPE Japan) 副会長にご就任されているほか、2021 年に開催延期されましたが、パリで開催される先端材料に関する頂上会議 “SAMPE EUROPE-SUMMIT CONFERENCE PARIS 2021” にも「複合材料で世界をリードする一人」として、講演者として登壇される予定です。

以上