紹介

こんなところに複合材料 ——エネルギー関連用途と CFRP——

樋口 徹 憲

1. はじめに

炭素繊維強化プラスチック (CFRP) は比強度・比弾性率が高く、化学的に安定で、熱的・電気的特性に優れるという特長を活かし、航空・宇宙、スポーツ、産業用途等で幅広く使用されている。

CFRP が使用される用途をさらに分類し、成長率をまとめたのが表 1 であるが、特に産業用途アイテムの伸びが著しいことがわかる。また、航空・宇宙やスポーツ (ゴルフ、ラケット、釣り) はこれまで CFRP の拡大に寄与してきた分野であり、将来的にも安定した成長が見込まれている。

本シリーズ「こんなところに複合材料」の中では既に「土木・建築分野でのピッチ系高弾性炭素繊維の利用¹⁾」、「自動車用途での CFRP²⁾」、「釣竿における複合材料³⁾」等で CFRP が取り上げられている。

今回はさらなる高成長が期待される産業用途から、「クリーン」と「効率化」をキーワードにエネルギー用途に関連する CFRP を取り上げることにする。

以下、用途展開について詳細を記す。

2. エネルギー関連の用途展開

2.1 CNG (Compressed natural gas) タンク

CNG タンクについては既に「自動車用途での CFRP」にも取り上げられているが、ここでは少し詳細に説明を加える。

CNG とは圧縮天然ガスのことであり、図 1 に CNG 自動車の構造を示したが、自動車用燃料を従来のガソリンから CNG に代える場合、自動車後部にガソリンタンクに代わる高压容器、すなわち CNG タンクを設置する必要がある。

現在、無公害車のエネルギー源として電気も有力であ

るが、ガソリンを CNG に代替することにより、CO や SO_x, NO_x が大幅減少するため、CNG はクリーンな低公害燃料として位置付けられる (図 2)。

CNG 自動車に関する米国ピックスリーの動向は表 2 のとおりである。また、昨年ホンダ車で CFRP を用いたプラスチック製 CNG タンクが実用化された⁴⁾。

この CNG タンクを材料別に重量を比較すると表 3 のように鋼製タンクに対して、アルミニウム製ライナーを GFRP で補強したタンクで重量が削減できるが、さらにプラスチック製ライナーを CFRP で補強したタンクはさらに重量を大幅に削減できる。価格は GFRP (ガラス繊維強化プラスチック) を補強したタンクよりやや高くなるものの、重量減による燃費向上を含めたトータルコストダウンという意味で有利である。

なお、CFRP の補強としては図 3 に示したようにヘリカル巻きとフープ巻きという方式がある。

2.2 フライホイール (Fly wheel)

フライホイールとは円盤形状のエネルギー蓄積体で、エネルギーを回転体の運動エネルギーとして蓄積する。主として電気エネルギーを蓄える目的で使用され、最近注目されている。

フライホイールバッテリーとは図 4 のような構造であり、ロータ部のみを取り出した写真も併せて示した。エネルギー密度の式 (図 4 中) から理解できるように、エネルギー密度を大きくするのは高強度かつ低密度材料である。CFRP は格好といえる。

ロータ部を CFRP 化することによってスチール製の実に約 3.8 倍のエネルギー貯蔵ができる。

フライホイールが実際使用される具体例として、バックアップ電源用バッテリー、夜間電力貯蔵・電力平準化用の発電所用途、自動車用途などを想定している。

2.3 風車ブレード (Wind blade)

最近、原子力エネルギーについて議論されることが多いが、将来のクリーンなエネルギー源の一つとして有望なのが風力発電である。立地条件が限定される問題があ

Tetsunori HIGUCHI: 東レ(株)複合材料研究所 (791-3120 愛媛県伊予郡松前町大字筒井 1515)

表 1 用途別の成長率

用途	アイテム	使用例	成長率 (%/年)		
			10	20	30
産業	高圧容器	CNG タンク, 空気呼吸器			
	土木建築	橋脚補強, 建築材料			
	輸送機器	ボート, トラック, 自動車, 列車			
	エネルギー	フライホイール, 風車			
	機械部品等	ロール, パイプ, コンテナ			
	その他	コンパウンド, 医療機器等			
スポーツ	ゴルフ	カーボンシャフト比率 60%→90% 日・米市場は成熟 アジア諸国では拡大			
	ラケット				
	釣り				
航空・宇宙	航空機	ボーイング 777			
		通信衛星			

表 2 米国ビッグスリーの動向

車種		モデル (年)		備考
フォード クライスラー	乗用車	Crown Victoria	('96)	警察, タクシー
	バン	—	(現行車)	実験車
	小型バン	—	(現行車)	実験車
	乗用車	Intrepid	(現行車)	ハイブリッド燃料車
GM	小型トラック	T300/Dakota	('95)	
	小型トラック	—	(現行車)	実験車
	バン	—	(現行車)	実験車

図 1 CNG 自動車の構造

るが、無尽蔵とも言える風力を利用した発電システムは魅力的である。

図 5 はプロペラ型風車による発電システムをモデル化して示したものであり、現在、風車ブレードは 3 枚ブレードが振動も少なく、安定性が良好なため主流となっている。

このブレード材は軽量で耐久性のあることが要求され、現在 GFRP が主で CFRP が一部使用されているが、将来さらに効率的にエネルギーを発生させるにはブ

図 2 排ガス比較

レードを大型化していく必要があり、比剛性と比強度に優れた CFRP が主流となると予想されている。

3. 今後の展望

CFRP はその優れた特性によって、今回取り上げた

表 3 CNG タンク：容器材料比較

材 料		容器 (l)	重量 (kg)	価格 (\$)
鋼		76	110	400
Al ライナー	GFRP	74	70	800
プラスチック	GFRP	70	50	400
ライナー	CFRP	70	20	600

図 3 FRP 容器の補強方式

フライホイールバッテリー

CFRP 製ロータ

図 4 フライホイール

エネルギー関連を支える用途を含め、今後ますます重要な材料として位置付けられると予想している。

産業用途では、特に CFRP で従来材料に置き換える

図 5 風車発電システム

CFRP 製ロータの特徴

・高い重量エネルギー密度

$$e = K_s \frac{\sigma_a}{\rho} \left(\frac{\text{破断強度}}{\text{密度}} \right)$$

材料	e (WH/kg)
スチール	39
GFRP (Eガラス)	32
CFRP	150

ことがコスト的に難しいというイメージをなかなか払拭しきれなかった。しかし阪神・淡路大震災以降のCFの耐震補強工法の躍進以降はイメージが大きく変わった。

今後、炭素繊維およびその加工プロセスの低コスト化を進めることはもちろんであるが、設計の標準化、ユーザーの認知・協力、周辺技術のレベルアップ、環境問題の実証等の課題を解決し、さらなる用途展開を行っていく必要がある。

参 考 文 献

- 1) 林田道弥：日本複合材料学会誌，25，1（1999），30-37.
- 2) 魚谷真一郎，柳澤正良，伊藤京一：日本複合材料学会誌，25，6（1999），236-239.
- 3) 黒川智弘：日本複合材料学会誌，25，3（1999），122-126.
- 4) ホンダ技研工業，“シビック GV” 資料（1998）.