

カーボン繊維強化プラスチックを用いた軽量高剛性競技用自転車の開発

071149 宮川 千尋

071079 小松 龍一

1. はじめに

環境に優しく、健康志向から近年、スポーツや趣味等のさまざまな分野の内外で自転車のニーズがますます高まっている。そこで本研究では、バイクトライアル競技用のカーボン繊維複合材(以下「CFRP」と略す)を用いた新しい軽量高剛性の自転車の開発を行った。

2. CFRP 製競技用試作自転車の開発

CFRP を使用した自転車の開発にあたり、CFRP を用いたフレームの設計、CFRP 材の加工、接合等、製作上の問題点を調べるために、まず従来のアルミニウム合金材(以下「アルミ材」と略す)によるフレームを製作した。そして製作の容易性から CFRP を使用する部位を定め、主構造を CFRP 材とし、接合部をアルミ材とした CFRP-アルミのハイブリッド試作フレームを製作した(図1)。ここでは構造十分な強度を持たせるため競技中の動画からライダーに加わる加速度を算出し、それをもとに荷重条件を設定して有限要素構造解析プログラム ASA¹⁾による構造解析を行った。そしてその結果から主構造の CFRP パイプの板厚等を決めた。図1の試作フレームの中央部分(黒い部分)に CFRP 材が使用されていることがわかる。

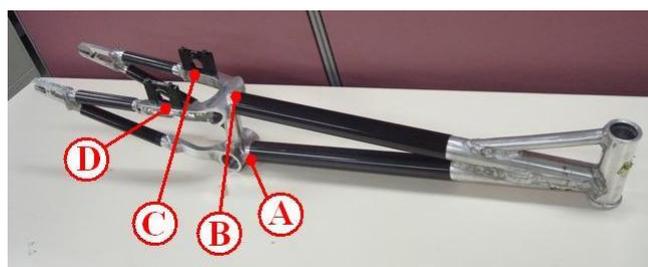


図1 CFRP 製試作フレーム

2.1 試作自転車にたいする荷重試験

表1はCFRP製競技用試作自転車のフレームにたいして行った高さ100cmからの落下試験と、有限要素解析においてこれとほぼ等価なライダーの自重の1.3倍の静荷重を負荷した場合の計算結果との比較を行ったものである。各部A、B、C、D点(図1)での応力を実験と有限要素静解析で比較したものであるが、両者は良好に一致していることがわかる。

表1 自重の1.3倍の静荷重にたいする

測定点	A	B	C	D
計算結果[MPa]	-6.80	6.78	2.25	1.99
実験結果[MPa]	-6.82	6.83	2.25	2.02

応力の実験と計算結果の比較

CFRP 製競技用実用自転車の開発

CFRP-アルミのハイブリッド試作車を用いて様々な走行試験と実際のバイクトライアル競技で使用した結果、試作車のねじり剛性が低いことが判明した。そこでねじり荷重に対しても ASA による構造解析を行い、それをもとに十分な曲げおよびねじり剛性を有する構造設計を行い、CFRP-アルミのハイブリッド実用車の製作を行った(図2)。



図2 CFRP 製競技用実用自転車

3. 試験結果

図3はCFRP製競技用実用自転車について100cm落下とほぼ等価な静荷重にたいし、最大応力が生じるフレーム基部(図2のE点)での応力についてASAによる静解析結果と実験結果を比較したものであるが、最大応力はほぼ良好に一致していることがわかる。

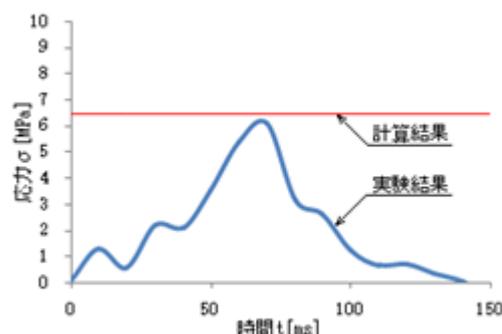


図3 CFRP 製実用自転車におけるフレーム基部E点(図2)での応力の実験値と計算値の比較

この結果から、本研究で製作したCFRP製競技用自転車は、所定の強度と剛性を有していることが知られた。

4. おわりに

本研究によりバイクトライアル競技で考えられる荷重に耐える十分な曲げ及びねじり剛性を有する、CFRP-アルミのハイブリッド競技用実用自転車を開発することができた。ここでは有限要素構造解析による構造設計とCFRP材の使用により、従来のアルミ材自転車に比し150gの軽量化を達成することができた。この軽量化により、バイクトライアル競技での高所からの落下衝撃にたいし衝撃荷重を軽減し、またライダーによる走行試験から、CFRP-アルミのハイブリッド自転車は「しなやかさ」を有し、ライダーへの衝撃荷重を軽減することが知られた。今後はこの衝撃特性をシミュレーション等により数値的に明らかにすることにより、この競技用自転車の最適設計につなげることができよう。

参考文献

- 1) Tanabe, M. software architecture for effective Finite element structural analysis on microcomputer ASME vol.177,99-104, 1989

(指導教員 田辺 誠 教授)