

パネルフレームの試作研究

はじめに

軽量で、高機能の新素材が自転車用の素材として種々使用され始めているが、接着工法を用いる例が多い。そのために特殊なラグ類を用い、そのラグ類が各メーカーのオリジナルであるため市場に出回らず、その結果、接着工法による新素材自転車の普及を妨げている。そこで本研究は、制約の多いラグ類を使用せず、簡便に作製可能な新素材を使用した自転車の製作方法を開発し、普及促進の一助とする。

1. 目的

近年、自転車フレーム素材として、アルミ、チタン、CFRP等の新しい材料が用いられているが、アルミの溶接を除けば、特殊な設備や特別なラグを用いる必要があり、これらが新素材の自転車普及を妨げる一因と考えられる。

また、現在供給されている新素材自転車は、ほとんどの場合レディメイドであり、クロモリフレームで従来から行われている既製品に対して、数割アップから2倍程度の価格で供給されているオーダのシステムは皆無に等しい。

本研究は、特別な設備なしに、極論すれば素人レベルでも作れる新素材自転車を開発し、その啓蒙、普及の一助としたい。

2. 方法

フレームの作製には、CFハニカムパネルを使用し、接合部はネジを併用した接着によった。構成として、通常部品の取付上、ダイヤモンドフレームのヘッドパイプ、立パイプ相当品をパネルで挟み込み、前三角相当品を作製し、さらに後三角を増築するという方法を取った。ここで使用するパイプは、ヘッドパイプと立パイプのみで、

前三角および後三角は、ハニカムパネルだけで構成される。(写真1)

材料として、パイプ類はCFRP製とし、パネルはA1合金ハニカム、CFクロススキンという構成で、ネジ部の必要なRエンドおよびハンガは、A1合金製とした。接着剤としては、高温でのハニカムパネルの破損を避けるため、常温硬化型の2液混合エポキシ系接着剤を使用した。今回は硬化時間を短縮するため80℃前後まで加熱した。

フレームサイズは、530mmのロードレーサを想定し、立パイプの外径は、Fディレーラの取付の関係から32mm、Rエンド幅は130mmとし、そのためパネルの厚みを16mmとした。

形状としては、「十字型」に近いもの考えた。立パイプ下部にハンガを有し、その中央部からヘッドパイプ側にパネルが、その外側からRエンドへ別のパネルがあるというものである。

3. 部材の試作

1) パイプ

十字型という形から、ハンガとパネルまでの立パイプは、曲げと同時に振りの力を受けるため、基材構成として0°方向のUD材と±45°方向のクロス材を使用した。当初、T300で作製したが、曲げ、振り両方に強度不足であり、0°および±45°をM40のUD材に変更し、最内、外層のみT300クロス材を使用した。

2) ハニカムパネル

A: 3/16—5052材—CFスキン厚0.2 (0°, 90°)

B: 3/16—5052材—CFスキン厚0.4 (0°, 90°)

C: 3/16—5052材—CFスキン厚0.2 (0°, 90°

& 0.4 (0°, 90°& ±45°)

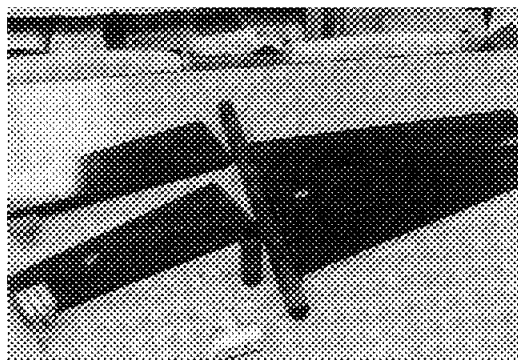


写真1 構成部材

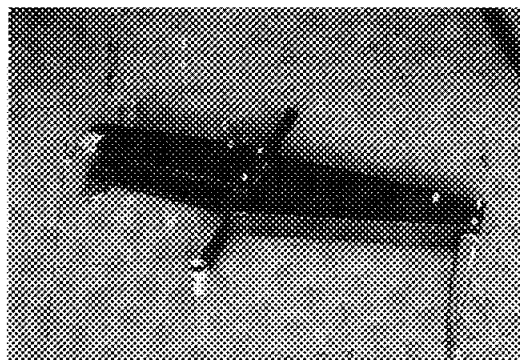


写真2 完成フレーム

4. フレームの試作

所定の寸法に切断した各部材に、接着剤を塗布し、接合をすれば終了であるが、工程的には、①Rエンドとエンド幅を稼ぐための小パネルの接着、②ヘッドならびに立パイプを前三角パイプで挟んで接着、③後三角パネルと前述小パネルの接着、④前三角と後三角パネルの接着、⑤小物類の接着という手順になる。

接着に際して、特別なジグは使用していないが、パネル表面が非常にキレイな平面のため、接着剤が硬化中に流動化した時の、位置ズレを防止するためのクランプ金具や、左右のRエンド間隔を決めるための、ホルト等は使用した。(写真2)

5. 改良

試験の結果を表に記載する。

・パイプとパネルの接合部は、当初そのまま接合をしたが、パイプに対するパネル接合部の振り強度が不足しており、最終的には接着補助金具を使用した。また前三角パネル2枚の間に、直角に別のパネルを張った場合、多少振り強度向上に効果がみられた。

・各接合部は、当初接着のみであったが、各部材同志の位置決めを兼ね、ネジを併用した。

・フレーム振動試験で、ダイヤモンド形状のフレーム用の、もっともきびしい条件(75kgf; 2G)で実施した結果、23.4万回で左右パネル共に、ヘッドパイプとパネルの取り付けボルト周辺の、ハニカムが座屈を起こした。

・パネルのカット面は、試作段階では未処理であったが、商品としては通用せず、また強度メンバとしての期待からCF板をカット面に張ったが、手間の割に強度的効果が少なかった。

・完成車としてのトラブルは、踏込み時の小パネル破損が挙げられる。対策として、小パネル周辺をCF板や、チャンネルで補強しているが、抜本的対策には至っていない。

・わずかの試乗であるが、ハンガウィップが著しく、一方乗り心地としては、A1前ホークを組み合わせたにもかかわらず、前後、上下に対して異常に硬く、全体的にはバランスの欠けたフレームである。

・対策として、前三角パネルを大型化したものは、横剛性試験のみであるが、ヘッド部の変位量で、それまでの形の物に比べて30%近く減少した。

あるいは、ダイヤモンド形状の上下パイプ相当部分に「H」型断面にハニカムパネルを配し

たフレームは、横剛性試験のヘッド部の変位量は、約40%減少しており、試乗した結果、違和感がかなり少なくなったが、従来品とは違った乗り心地である。

6. まとめ

・現段階の試作品に関しては、いろいろと問題も多いが、ハニカムパネルを使用しての自転車は、十分その可能性があり、その特徴を活かせば従来にない可能性を持った自転車の製造が可能である。

・最大の問題点は、ハニカムパネルのコストであるが、現状ではMIL規格品を使用したがる、その必要性は余り考えられず、MIL規格にかかわらないCFパネル、あるいはA1パネルを使用すれば、かなりのコスト低下が期待できる。

・試作品の重量は、1.1~1.3kgであるが、もう少し補強が必要であり、実用レベルでは1.5kg程度になろう。

(品質構造研究部)

表 横剛性試験結果

・10kg負荷時の各部の変位量(mm)

フレーム	ヘッド	立パイプ	Rエンド	パネル	補強
1	10.6 (5kg)	2.2	3.7 (5kg)	A	
2	10.6 (5kg)	2.2	3.5 (5kg)	B	
1-2	13.2	2.2	4.5	A	パイプ前後にパネル
2-2	11.6	2.2	5.3	B	前三角下部にパネル
2-3	9.8	2.2	5.2	B	前三角下部 パイプ前後にパネル
3	10.7	1.6	3.5	A	立パイプM40改良品 2-3同等の補強
4	15.5	1.8	3.5	A	立パイプM40改良品 補強金具使用
4-2	10.0	1.8	3.3	A	上記+前三角上下部に パネル:試乗品
5	6.2	1.9	2.7	C	立パイプM40改良品 前三角下部にパネル 補強金具使用
5-2	5.8	1.7	2.5	C	上記+ハンガ補強 試乗品
6	6.5	1.9	3.1	B	5に同じ
6-2	5.8	1.6	3.0	B	上記+ハンガ補強 JIS試験実施
7	4.4	1.6	3.4	A	前三角大型化
8	3.4	2.3	3.2		H型断面