

ファインセラミックスの成形 (II)

まえがき

平成2年度に行ったアルミナ粉末およびジルコニア粉末の混合割合による基礎データ^{1),2)}(諸特性値, 評価試験)をもとに自転車部品を作製し, 実走行試験を行ったので報告する。

1. 実験方法

平成2年度に行った鑄込成形法と, 今回新たに外部へ依頼してCIP成形法(冷間等方圧加圧法)によりフレーム小物部品を作製した。CIP成形法とは水などの液体を圧力媒体として通常 1000kgf/cm^2 以上の高い等方圧力を粉体に加えて種々な形状に成形することであり, 密度が均一で密な成形体が作製できる。

1・1 泥漿の調製

鑄込成形で使用したアルミナ粉末とジルコニア粉末の配合割合, 泥漿濃度および使用した分散剤, 結合剤の濃

表1 鑄込成形による原料粉末の調製 (%)

配合割合		分散剤	結合剤	泥漿濃度
アルミナ	ジルコニア			
80	20	0.5	1～3	75～80
90	10			
0	100			

度を表1に示す。また, CIP成形で使用した粉末はアルミナ, ジルコニアともCIP成形用に調製された粉末で表2にその諸特性値を示す。

1・2 成形体の作製

鑄込成形用に調製された泥漿を筒状石膏型へ流し込み, 外径 $\phi 26 \times 160\text{mm}$, 外径 $\phi 60 \times 50\text{mm}$ の成形体を作製した。また, 成形体の強度を高めるためバインダの添加量

を1%, 2%, 3%に変えて作製を行った。CIP成形は、外径 $\phi 55 \times 100\text{mm}$ の成形体を作製した。

1・3 自転車部品の作製

鑄込成形およびCIP成形で作製した棒状成形体からヘッドセット、ハンガセット部品の作製を行った。また、研磨工程を少なくするため、一次機械加工を行い各部品寸法より研磨代、収縮代分だけ大きくしたものを作製した。その後、常温で乾燥し、脱バインダ処理を行った後、1550~1600℃で焼結した。次に研磨加工を行い、写真1に示す上わん、下わん、上玉押し、下玉押しのヘッドセット、および写真2に示す右わん、左わん、クランク軸、写真3に示す金属とセラミックスの複合体で構成されたハンガセットを作製した。

1・4 実走行試験

作製された各部品の一つ一つを様々な条件で試験を行うのが理想と思われるが、今回の実験では、部品の数が少ないこと、時間的に制限があること、また、セラミックス部品としての試験方法が確立されていないなどの理由で、市販の26インチ製自転車に各部品を組付けて実走行試験を行った。ヘッド部品のフレーム本体への組付けは、上玉押しを除いて接着剤で固定し、ハンガセットはハンガラグにねじこみ固定した。写真4にヘッド部の組立てを、また写真5にハンガ部の組立てを示す。

2. 実験結果

2・1 鑄込成形およびCIP成形

鑄込成形法について2年間実験を行った結果、鑄込成形法は特別高価な装置を必要とせず多孔質の石膏型を用

表2 CIP成形法で使用したアルミナおよびジルコニア粉末の諸特性

品質項目	アルミナ	ジルコニア	
	US-3061C	HSY-3.0B	
化学組成	L.O.I (%)	4.63	
	SiO ₂ (%)	0.030	
	Fe ₂ O ₃ (%)	0.011	
	Na ₂ O (%)	0.01	0.01
	MgO (%)	0.052	
	CaO (%)		0.02
	Y ₂ O ₃ (%)		5.39
	ZrO ₂ (%)		93.23
	Al ₂ O ₃ (%)	94.43	
平均粒子径(μm)	10	0.4	

いて大形品とか、複雑形状品の成形が容易にできる。従って、自転車部品(小物部品)の多くは成形体の作製が可能であろう。しかし、成形体の形状にもよるが同じ強度の成形体の作製は困難と思われる。CIP成形の実験データは少なく今後調査する必要があるが、設備費、型代など高くつく反面、加圧することによりち密な成形体が得られ、しかも寸法精度も良く、量産性にも適していると思われる。

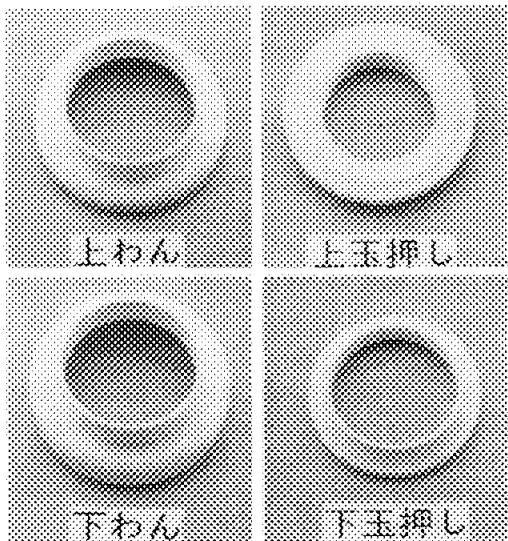


写真1 ヘッドセット

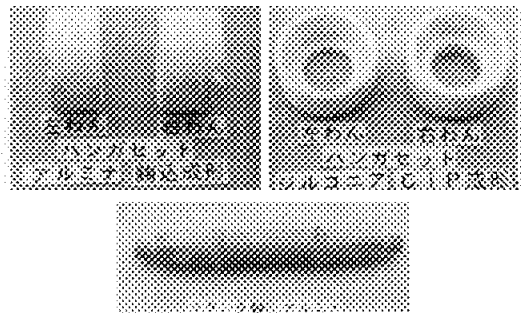


写真2 ハンガセット(左わん、右わん、クランク軸)

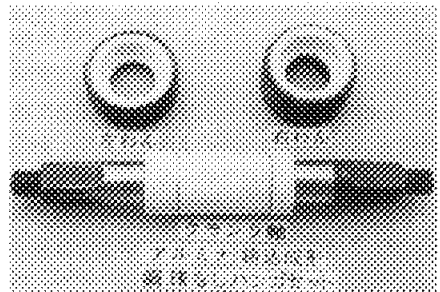


写真3 ハンガセット(金属とセラミックスの複合体)

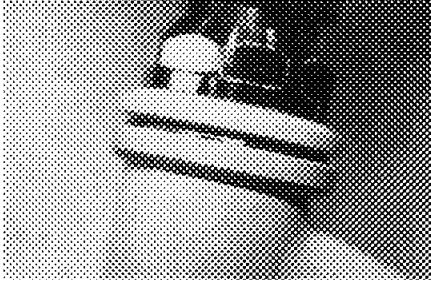


写真4 ヘッド部組立

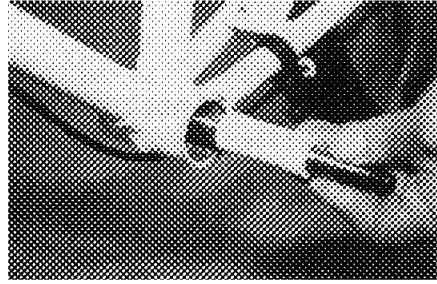


写真5 ハンガ部組立

2・2 セラミックス自転車部品

従来の鉄鋼部品をセラミックスに変えた場合、表3に示すようにアルミナ約45%、ジルコニア約23%軽量化され、耐摩耗性、耐食性にも優れている。しかし、脆いという大きな欠点がある。この試験では定量的に表すことのできる測定を行っていないため、実走行した感想を実験結果としたい。

自転車部品の上わん、下わんは実走行した場合、衝撃の少ない平坦なところでは耐えられると思われるが、段差がありショックの大きいところでは壊れてしまった。同じように左わん、右わん、クランク軸も強い衝撃とね

じれにより破壊された。特にねじ部は問題点が多い。上玉押し、下玉押しについては、衝撃荷重の大小に大きく影響されると思われるが、焼結体の肉厚が大きいため、現時点では壊れていない。また、安全面での考慮と従来形状にとらわれずに作製したボールレスハンガセット（金属とセラミックスの複合体）は、セラミックスを外部から金属で覆っているため多少の衝撃には耐えられると思われ、また、耐食性、耐摩耗性が良く摩擦係数も小さいためスムーズな回転が得られた。

3. まとめ

- ① 鑄込成形法、CIP成形法とも多くの自転車部品の成形が可能である。
- ② 現在使用されている金属部品をセラミックスに置き換えて使った場合、脆さに問題があり、現時点では自転車部品として試験に合格するところまできていない。
- ③ 鉄の部品に比べてアルミナで約45%、ジルコニアで約23%の軽量化が図られた。（大阪支所 機械加工課）

参考文献

- 1) 技研ニュース No.128
- 2) 自転車技術情報 No.52

表3 鉄およびセラミックス自転車部品の重量

品名	材質	鉄 (g)	アルミナ (g)	ジルコニア (g)	鉄に対する軽量化 (%)
上わん		23.34	14.08	—	アルミナ 40
下わん		28.77	17.97	—	アルミナ 38
上玉押し		—	18.79	—	—
下玉押し		18.45	9.51	—	アルミナ 48
左わん		41.87	21.99	34.68	アルミナ 47
					ジルコニア 19
右わん		69.31	30.36	47.38	アルミナ 53
					ジルコニア 26