

廃FRP粉末の機能性材料としての利用

—廃FRP粉末の親水化と油の吸着—

佐藤 壱

工業化学部

Utilization of disposal FRP as functionalized material hydrophilicization of FRP and sektive oil adsorption from oil-water emulsion

Atsushi SATO

Industrial Chemical Division

要 旨

本研究では廃棄処理が難しい繊維強化プラスチック (FRP) を粉砕し、激しく攪拌して親水化処理を行ったところ、有機溶剤等を使用せず水だけで親水化ができた。

また親水化したFRP粉末はコンプレッサから排出されるエマルジョン化した油を吸着することが分かった。エマルジョン化した油は攪拌法とカラム通過法いずれも良く吸着した。

1. はじめに

本県には、プラスチック製品製造企業が50社以上あり、リサイクルが困難な熱硬化性樹脂製品製造の企業が多く、その処理対策には大変苦慮している。

特にFRPの再利用技術はプラスチックの中で最も処理が困難であり、企業にとって解決すべき重要な課題であり早急な対応策が望まれている。一般にFRP船に用いられるFRPの主材料は、ガラス繊維と不飽和ポリエステル樹脂であり、これらの材料は多種多様な種類がある。一例として組成で分類すると、オルソフタル酸系とイソフタル酸系樹脂がある。不飽和ポリエステル樹脂生成のための縮合反応には、無水マレイン酸や無水フタル酸、エチレングリコールやプロピレングリコールがよく使用される。

本研究では、粉砕した廃FRPの親水化を試み成功した。コンプレッサから排出される、エマルジョン化したドレン水は白濁しているが、長期間(約1週間)経過しないと油膜をはらぎが見えない。ドレン水の油水分離は非常に困難である。種々の分離装置が製造販売されているが高価である。そこで親水化したFRPを用いて、ドレン水の油水分離を行った。その結果非常に容易に油水分離ができたので報告する。

2. 実験方法と結果

2.1 FRPの親水化

今回使用したFRP粉末は造船所からの廃棄物を粉砕後、ふるいで分級し75~150 μ m(粉末-Aと言う)及び150~300 μ m(粉末-Bと言う)の2種類の粉末を用いて試験した。

ガラス繊維含有率は下記のとおりであった。

粉末-A 40.3 (Wt%)

粉末-B 33.5 (Wt%)

粉末の電子顕微鏡はFig1~2とおりであった。

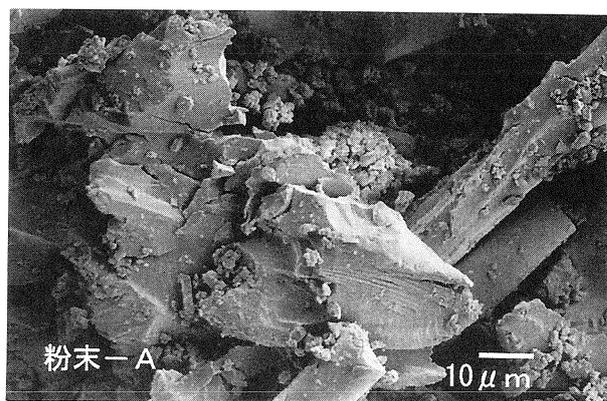


Fig.1 粉末-AのSEM写真

粉末-Aはガラス繊維が多く、ふるいで60分間篩ったが大きな樹脂には75 μ m以下の粒子が付着していた。

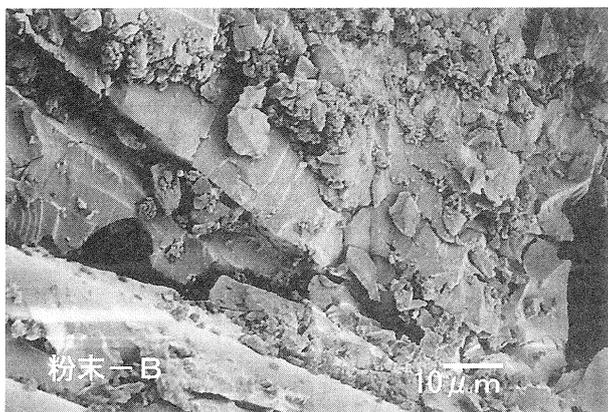


Fig.2 粉末-BのSEM写真

粉末Bも大きな樹脂に非常に小さな樹脂が付着していた。

親水化処理は容器（バケツ）に水を約7リットルを入れ、攪拌しながら、粉碎したFRPを少しずつ100g加え60分激しく攪拌を行った後、ブナローで濾過した。

水分は下記のとおりであった。

粉末-A 33.7 (Wt%)

粉末-B 46.4 (Wt%)

乾燥後のガラス繊維含有率は下記のとおりであった

粉末-A 40.8 (Wt%)

粉末-B 33.6 (Wt%)

親水化処理した粉末を再び乾燥すると親水性から撥水性へと変化したため、親水化後は湿った状態で保存した。

親水化処理した粉末のレーザー顕微鏡写真はFig.3～4のとおりであった。



Fig.3 粉末-Aを親水処理したレーザー顕微鏡写真



Fig.4 粉末-Bを親水処理したレーザー顕微鏡写真

レーザー顕微鏡では粒子間の水が確認された。（表面張力で丸く細い線に見えた）小さな粒子は水で覆われ、凝集状態となっていた。

粉末-Bの方が粉末-Aに比べ水が多く見えた。

親水処理後乾燥した粉末のSEM写真はFig5～6のとおりであった。

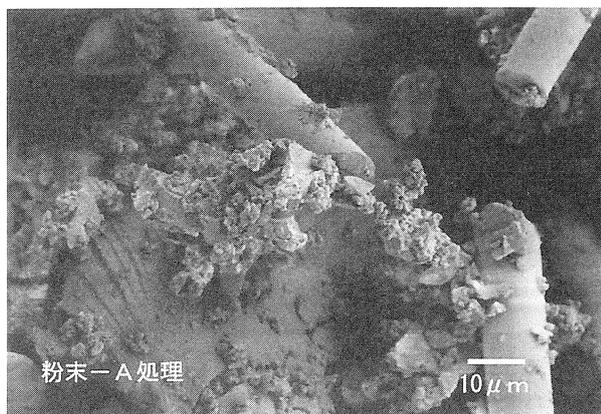


Fig.5 粉末-Aの親水処理後のSEM写真

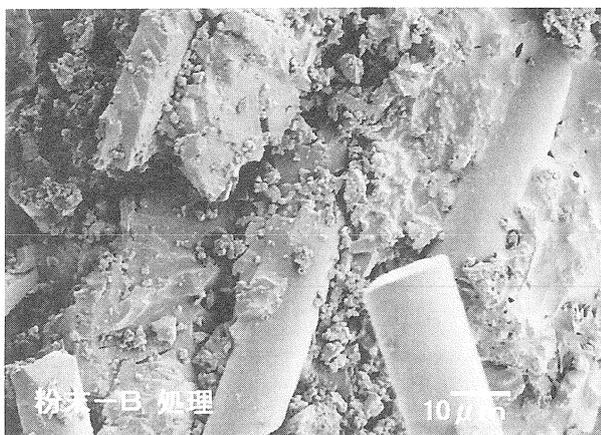


Fig.6 粉末-Bの親水処理後のSEM写真

Fig.6 の親水化後乾燥した状態の写真では小さな粒子が凝集している様に見えた。また大きな粒子の表面が平滑化されていた。

親水性の評価方法として、水との濡れ性を測定した。濡れ性と沈降速度の関係は、濡れ性が良いほど沈降速度は速くなるため、沈降速度を測定して濡れ性の評価を行った。沈降速度を測定中の状態はFig.7~8の写真のとおりであった。

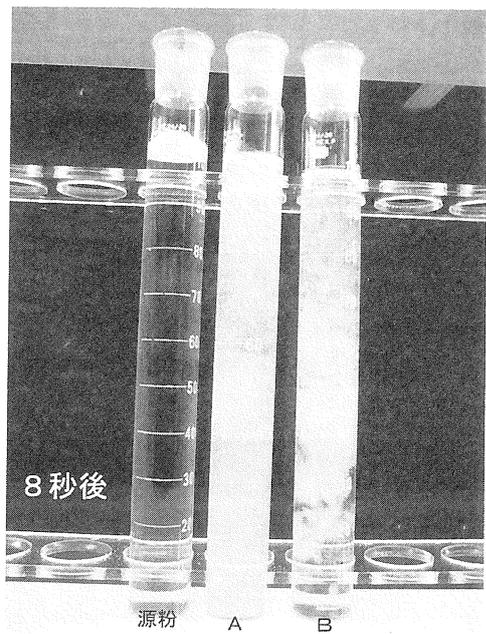


Fig.7 沈降開始8秒後の写真

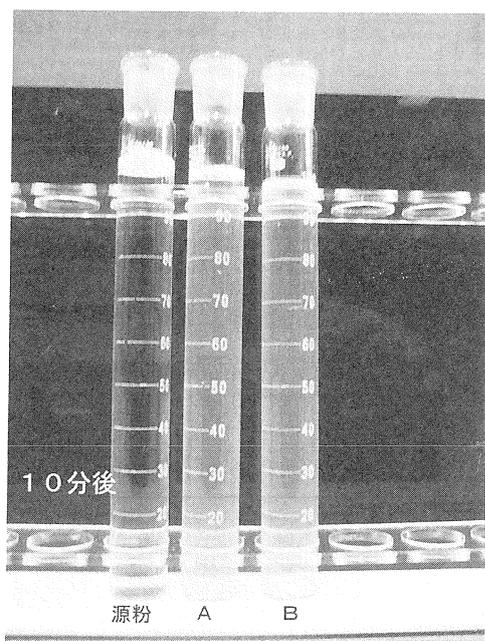


Fig.8 沈降開始10分後の写真

親水処理を行っていないFRP粉末は10分後でも全く

沈降せず、撥水性の粉末であることが分かった。

親水化処理した粉末の沈降速度は非常に速く、粉末-Aは20cmを6秒で、粉末-Bは8秒で沈降した。10分後には全てが沈降した。

以上結果からFRP粉末を水中で攪拌することにより、親水化が可能であることが分かった。

2.2 エマルジョン化した油の吸着

今回実験に使用したエマルジョン化したドレン水は日立製作所製スクリーコンプレッサー OSP-75DAL1から排出されたドレン水で、使用しているオイルはコスモスクリー32を使用していた。

2.2.1 バッチ法による吸着試験

分液ロート(500ml)にドレン水400mlを採取し、粉末-Aに乾燥ベースで1.0, 2.0g加えた後、振とう機で30分間振とう後ろ過した。粉末-Bも粉末-Aと同様に1.0, 2.0, 3.0g加えた後、振とう機で30分間振とう後ろ過した。

ろ液の油分(n-ヘキサン抽出物質)を測定した。

結果はTable1~2のとおりであった。

Table.1 粉末-Aの吸着量

粉末-A		
ドレン水の油分(mg/l)	180	
FRP量(g)	1.0	2.0
ドレン水量(ml)	400	400
処理水の油分(mg/l)	1以下	1
除去率(%)	99	99

Table.2 粉末-Bの吸着量

粉末-B			
ドレン水の油分(mg/l)	180		
FRP量(g)	1.0	2.0	3.0
ドレン水量(ml)	400	400	400
処理水の油分(mg/l)	2	1以下	5
除去率(%)	99	99	97

バッチ法での吸着試験結果では97%以上であった。

吸着量で換算すると、180(mg/l)のドレン水400mlには油量は180mg/l×0.4l=72mgの油が含まれている。粉末-A粉末-Bとも1g当たり71mg以上の吸着能力があることがわかった。

3. 考察

2.2.2 クロマト法による吸着試験

直径2cmのクロマト管に親水処理した粉末-A、及び粉末-Bを50mm詰めしごきポンプでドレン水を送入した。実験の様子はFig9のとおりである。

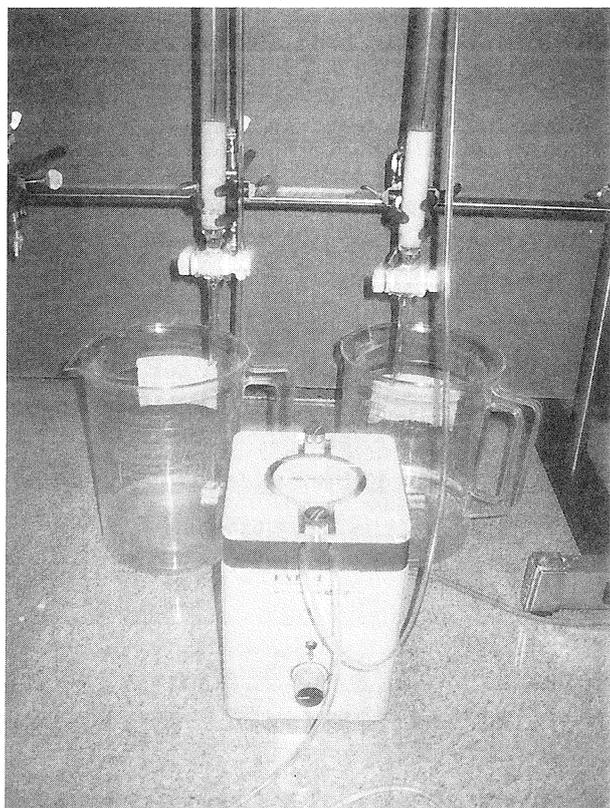


Fig.9 クロマト法による吸着試験

通過した液の油分（n-ヘキサン抽出物質）を測定した。結果はTable.3のとおりであった。

Table.3 粉末-A, Bの吸着量

	粉末-A	粉末-B
源液の油分(mg/l)	180	180
実験時間(分)	195	195
処理量(ml)	760	655
処理速度(ml/分)	3.9	3.4
処理水の油分(mg/l)	2	2
除去率(%)	99	99

クロマト法においても油分の除去率は非常に良かった。

3.1 FRPの親水化

FRPの親水化は粉碎されたFRPが水と激しく攪拌されることで、Fig.1, Fig.2の写真で分かるように粉末化したFRPは微細な空洞が有りその微細構造に水が入り空気が無くなったと考えられる。表面の化学的、物理的な表面改質ではなく、粉末に含まれていた空気が水と置換し、見掛け比重が大きくなったと考えられる。

3.2 エマルジョン化した油の吸着

表面処理した粉末-A, 粉末-BはFig.3, Fig.4のレーザー顕微鏡で分かるよう樹脂やガラス及び空間に水が存在していた。疎水性の樹脂に水が付着しているためエマルジョンの油が親水性の樹脂と接触し樹脂に油が吸着したと考えられる。

4. 終わりに

現在の実験結果ではエマルジョン化した油の吸着機構については不明な部分が残されている。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり、貴重なご助言を頂きました大分大学の滝田祐作教授、東京理科大学の小石真純教授、群馬工業高等学校の小島昭教授に心より感謝の意を表します。