



# 窩底部からの一括充填を可能にする グレースフィルバルクフローの粘度特性

Viscosity property of GRACEFIL BulkFlo enabling  
bulk filling from the bottom of cavity to the occlusal surface

○森俊樹, 上野貴之, 熊谷知弘  
Mori T, Ueno T, Kumagai T

株式会社ジーシー  
R&D Department, GC Corporation, Tokyo, Japan



## 1 INTRODUCTION

### Introduction

近年、大型窩洞への一括充填が可能なバルクフィルコンポジットレジン（以下バルクフィルCR）が開発され、臨床応用されている。しかしながら多くの製品ではフロアブライナーと咬合面に適応できるバルクフィルCRの併用か、高壁への馴染みがよいフロアブライナータイプのバルクフィルCRと咬合面に適応可能な従来型CRの併用が必要となる。

弊社の新製品グレースフィルバルクフロー（Fig.1）は咬合面に適用可能な強度を確保しつつ、適度な流動性と賦形性を両立したペースト性状を実現し、窩底部から咬合面までの一括充填が可能な設計となっている。本研究では剪断負荷をかけた際の粘度の変化挙動を測定することでグレースフィルバルクフローのチキソトロピー性を評価した。



Fig.1 GRACEFIL BulkFlo

## 2 MATERIALS & METHODS

### Materials

Table 1. Samples

Product	code	Manufacture	Lot No.
GRACEFIL BulkFlo	GBF	GC	1904051
MI-Fil	MI-Fil	GC	180972
MI-Flo II	MI-Flo II	GC	1904231

### Methods

#### 粘度測定

レオメーター (Modular Compact Rheometer MCR102 / Anton Paar) によって行った。φ25 [mm] の回転式プレート間に厚さ 0.5 [mm] となるように CR ペーストを充填し、25 [°C] で経時的に剪断速度を変化させながら粘度の測定を行った。（Fig.2 参照）

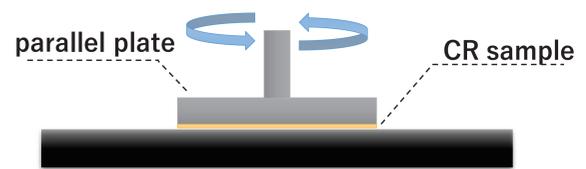


Fig.2 Viscosity measurement with Rheometer

条件：剪断速度 0.001-10 [s<sup>-1</sup>] 対数傾斜 / データポイント 0.01-1 [s] 対数傾斜

## 3 RESULTS

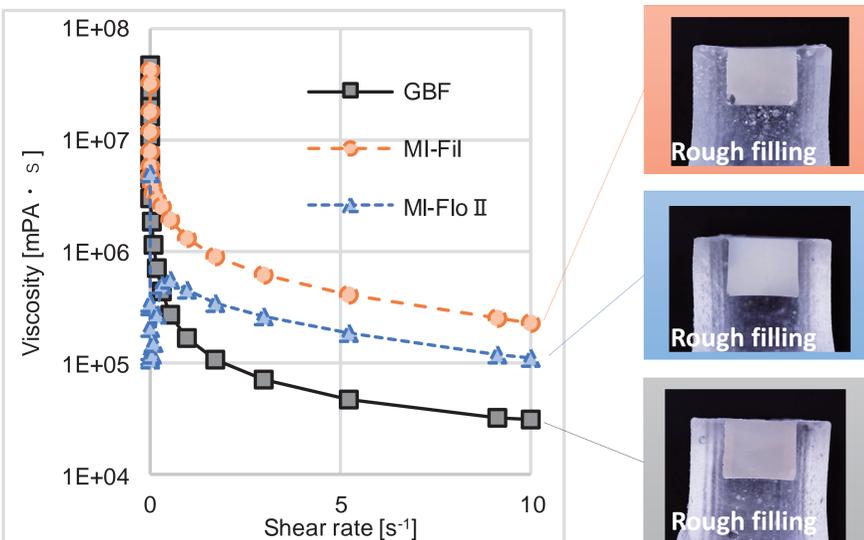


Fig.3 Viscosity lowering by shear load in CR

Fig.3 にせん断応力によるCRの粘度低下を示した。Shear rate 0.001 [s<sup>-1</sup>] の定常状態においては、GBFとMI-Filの粘度は同程度であるが、Shear rate を 10 [s<sup>-1</sup>] に増加させることでGBFの粘度はライナー用途にも使用されるMI-Flo II よりも低値を示した。これはシリンジからの流れ出し時・インスツルメントによる刺激時において粘度低下を引き起こし、高壁の細部まで充填が可能であるということを示している。実際に1級窩洞を模した模型への充填（かなりラフに充填を行った）においても空隙なく充填できることを確認している。

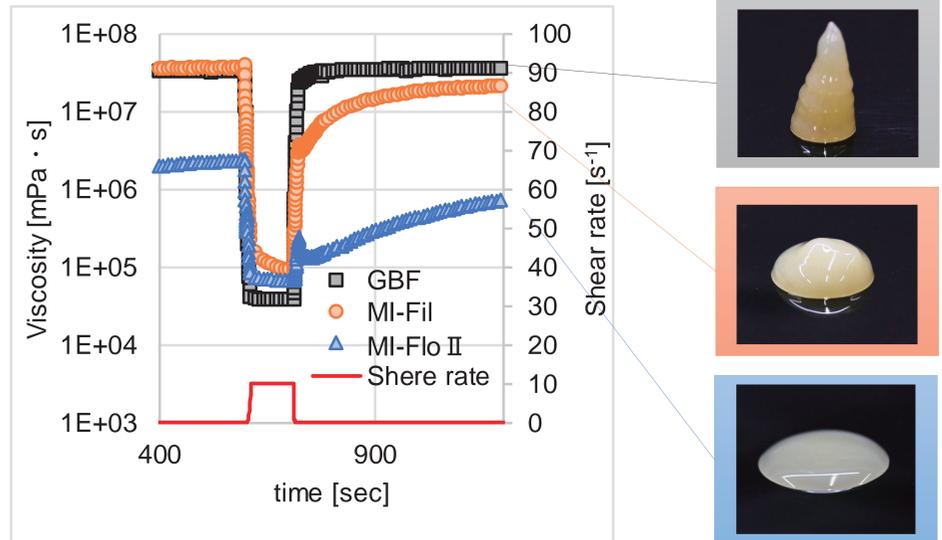


Fig.4 Observation of viscosity by three interval thixotropy tests

Fig.4 に3区間時間試験による粘度回復を示した。この測定で示される回復後の粘度が賦形性を示す指標となる。回復後のGBFの粘度はMI-Filと同等以上であり、MI-Fil, MI-Flo II と比べて優れた賦形性を有していることが示された。

また、Shear rate を 10 [s<sup>-1</sup>] から 0.001 [s<sup>-1</sup>] に戻すと同時にほぼ 100% 粘度が回復しており、速やかな粘度回復が確認される。この粘度回復の速度はチキソトロピー性の高さの指標となっており、GBFは高いチキソトロピー性を有していることが示唆される。また、この迅速な粘度回復もGBFに優れた賦形性を与える因子の一つである。

## 4 DISCUSSION

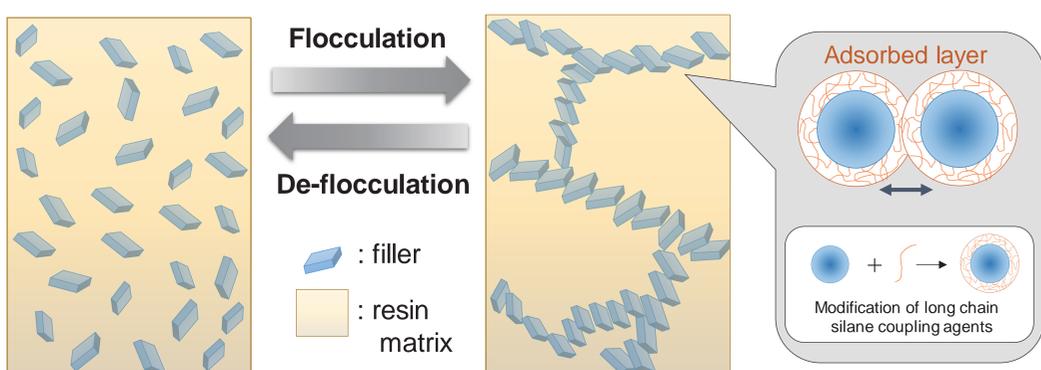


Fig.5 Expression of thixotropy in composite materials

Fig.5にチキソトロピー性を有する複合材料の分散状態について例示した。マトリックスに対して粒子が分散している場合、粒子はブラウン運動によって絶えず衝突しあっている。この時の粒子間の相互作用によって分散の安定性が決まる。

相互作用により分子同士がやや安定したフロキュレーションを形成した際、粘度上昇として複合材料全体に作用する。一方でこの疑似的な凝集は非常に弱い結合力でつながっているため物理的な刺激で容易に再分散する。この可逆的な凝集によってチキソトロピー性は発現する。

GBFにおいてはフィラー表面のシラン処理に長鎖を有するシランカップリング材を用いている。このため、フィラー表面に結合したシランカップリング材が吸着層として働き、フィラー同士の相互作用を高めることで高いチキソトロピー性を発現していると考えられる。

## 5 CONCLUSION

本試験結果より、グレースフィルバルクフローはせん断刺激によって著しい粘度低下を示すことが確認された。また静止時には100%の粘度回復を示し、その回復速度から高いチキソトロピー性を持つことが確認された。グレースフィルバルクフローはこの高いチキソトロピー性によって窩洞底面を隙間なく充填できる流動性と咬頭形成を可能とする賦形性を併せ持つ特徴的な製品となっている。