

Reverse Roll Coating 공정의 불안정성에 대한 유변학적 연구

김도연(학), 현재천(정)
고려대학교 화학공학과

A Rheological Study on Instabilities of Reverse Roll Coating Process

Do Youn Kim and Jae Chun Hyun
Dept. of Chem. Eng., Korea Univ.

I. 서론

Coating 공정은 지지체(web) 위에 액막(liquid film)을 만드는 공정으로서 원하는 도포량과 조성으로 액막을 지지체 위에 균일하게 형성하며 불량을 최소화하는 동시에 가능한 한 가장 높은 속도로 운전하는 것을 목적으로 한다.

특히 reverse roll coating 공정은 서로 역방향으로 회전하고 있는 두개의 rolls 사이의 gap에서 지지체에 coating 용액을 전이시키는 방식으로써 지지체 위에 coating 용액을 원하는 양으로 정확하게 도포시키고 높은 속도로 운전이 가능한 장점 때문에 magnetic media, 접착 tape, paperboard 등의 제품을 만드는데 널리 사용되고 있다.

그리고 Reverse roll coating 공정에서는 대표적인 불안정성 두 가지가 아래의 그림과 같이 나타나는데 하나는 지지체의 진행방향을 따라서 나타나는 ribbing과 가로질러서 나타나는 cascade이다.

따라서 본 연구에서는 reverse roll coating 공정에서 일어날 수 있는 대표적인 불안정성인 ribbing과 cascade를 두 rolls 사이의 gap을 통과하여 형성되는 metered film을 관찰하여 이들 불안정성이 나타나지 않고 균일한 coating 표면을 형성하도록 coater의 공정변수를 변화시켜 보고 또 이들 불안정성을 유변학적 물성인 전단점도, 신장점도를 측정하여 이에 대한 상관관계를 살펴봄으로써 측정되어지는 유변학적 물성으로부터 reverse roll coating 공정에서 나타나는 불안정성을 예측하여 보고자 하였다.

II. 실험

PMMA(poly-methylmethacrylate)를 MEK(methyl ethyl ketone)에 여러 가지 농도로 녹인 용액들을 사용하여 pilot coater에서 공정변수들을 변화시키면서 불안정성이 나타나지 않는 영역을 찾아보았다.

그리고 이들 불안정성이 유변학적 물성인 전단점도와 신장점도에 따라 어떤 영향을 받는지를 알아보기 위하여 coating 용액의 전단점도와 신장점도를 측정하였다. 특히 용액의 신장점도는 용액 방사 장치를 제작하여 측정하였다. 그러나 PMMA용액의 신장점도가 작아 용액 방사 장치로 측정할 수 없기 때문에, 신장점도의 영향을 알아보기 위해서 작은 농도로 큰 신장점도를 나타내는 PAA(polyacrylamide)를 사용하여 실험하였다. 이때 용액들은 모두 비슷한 전단점도를 갖도록 제조하였다.

III. 결과

Reverse roll coating 공정에서 두 rolls 사이의 표면 속도의 비 [(metering roll speed, V_m)/(applicator roll speed, V_a)], gap의 크기, 그리고 점성력에 대한 표면장력의 비로 나타나는 capillary number [$Ca = \mu V_a / \sigma$]를 조절함으로써 이

세 변수들이 coating 공정의 목표인 불안정성이 나타나지 않는 균일한 film 표면을 갖도록 운전할 수 있는 중요한 변수가 됨을 확인하였다.

전단점도와 신장점도가 클수록 공정에서 불안정성의 영향이 크게 나타나고 특히 신장점도는 두 rolls 사이의 gap에서 흐름을 불안정하게 하는 중요한 변수가 됨이 확인되었다.

참고문헌

1. D. J. Coyle, C. W. Macosko, and L. E. Scriven, *AIChE J.*, **36**(2), 161 (1990).
2. D. J. Coyle, C. W. Macosko, and L. E. Scriven, *J. Rheol.*, **34**(5), 615 (1990).
3. D. A. Soules, R. H. Fernando, and J. E. Glass, *J. Rheol.*, **32**(2), 181 (1988).

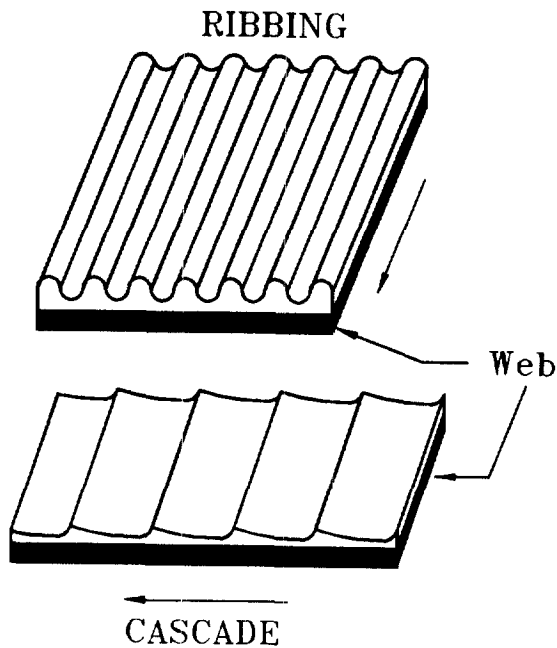
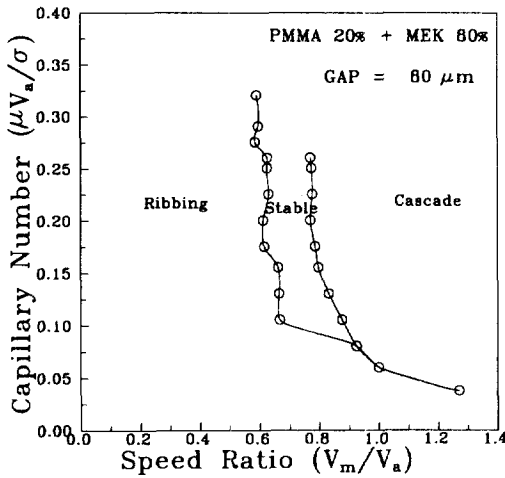
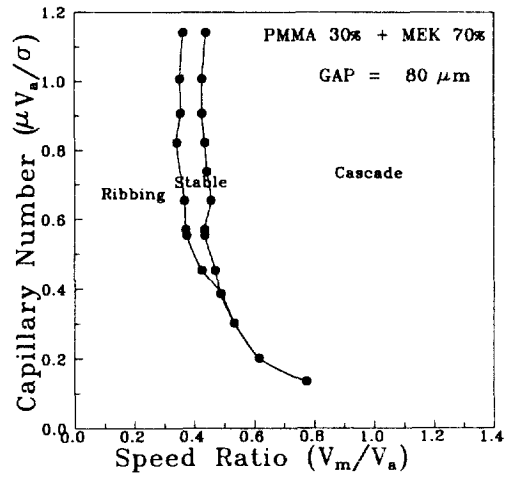


Fig. . Schematic diagram for ribbing and cascade instabilities.

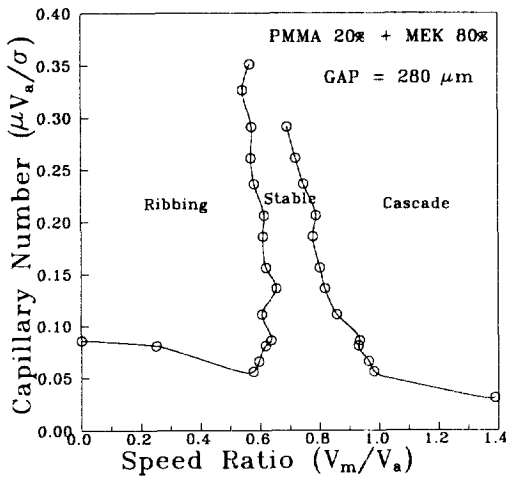


(a)

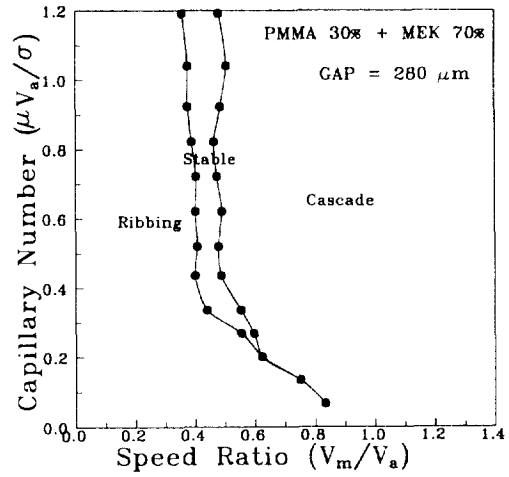


(b)

Fig. . Experimental stability diagram for metering gap flow at gap = 80 μm, (a) for PMMA 20% solution, (b) for 30% solution.



(a)



(b)

Fig. . Experimental stability diagram for metering gap flow at gap = 280 μm, (a) for PMMA 20% solution, (b) for 30% solution.

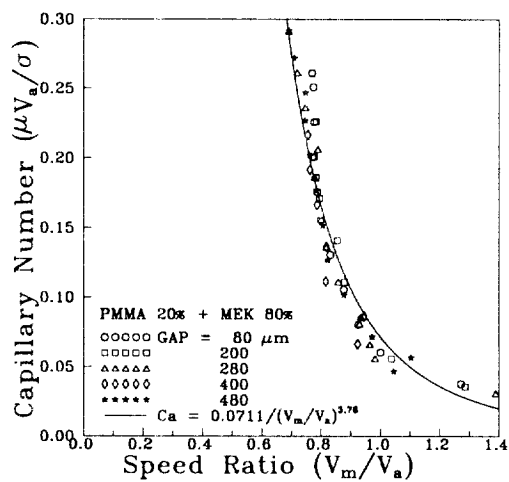


Fig. . Experimental onset of cascade at various gap size for PMMA 20% solution.