

Screen Blade Turbine Impeller에 依한 液體混合 第 1 報

金 容 翊* 申 建 容** 姜 雄 基***

A Study of Liquid Mixing on Screen Blade Turbine Impeller (I)

Yong Eak Kim*, Kun Yong Shin**, Woong Ki Kang***

*,**Atomic Energy Research Institute

***Research Institute of Mining and Metallurgy

The effect of the screen blade turbine impeller on mixing was investigated by the droplet size measurements. The droplet size was measured by using the photographic method.

A dilute solution of sebacyl chloride in carbon tetrachloride was dispersed in water by stirring in a baffled mixing tank. After stirring for a few minutes to achieve dispersion, a small quantity of aqueous (70%) hexamethylene diamine was quickly added to the water phase.

Agitation was continued for a short time (less than a minute) and then terminated. Discrete droplets (Nylon 6—10) settled to the bottom. A photograph of a random sample of encapsulated drops was made.

Discrete droplets were not formed below 200 r. p. m (impeller rotational speed). The diameter of the droplet formed for the screen blade turbine was less than that for the flat blade turbine. In other words, the mixing effect of the screen blade turbine was superior to that of the flat blade turbine. The droplet size was ranged from 0.3mm to 3.6mm. The minimum droplet diameter was 0.3mm when the impeller rotational speed was 800 r. p. m. In unbaffled tank, the diameter range of droplets was from 0.56mm to 3.60mm for the 6—flat blade turbine and 0.45mm to 2.50mm to the 6—screen blade turbine. In 4—baffled tank, it was from 0.32mm to 3.25mm for the 6—flat blade turbine and 0.30mm to 2.45mm for the 6—screen blade turbine. The fine screen blade turbine was similar to the rough screen blade turbine in both the power requirements and the droplet size.

1. 序 論

서로 잘 섞이지 않는 液體들을 混合시키는 stirred system 에 對한 研究는 많은 사람들에 依하여 進行되어 왔지만 dispersed phase 의 drop size distribution 에 關한 것은 아직 잘 알려지지 않았다. 다만 最近 Shinnar 는 이 問題에 關한 information 을 提供해 주고 있다. 原理는 hot water 內에서 stirring 시키면서 molten

wax 를 分散시킨 다음 protective colloid 를 첨가하여 stabilize 시킨다. 分散시킨 sample 약간량을 siphon 으로 뽑아내어 wax droplets 를 固化시키기 爲하여 即時 冷却시킨 다음 macroscopic examination 方法으로 size distribution 한다. Stable dispersion 에 있어서는 생긴 droplets 들은 다시 結合하려 하지 않는다. Sampling 過程에서는 stable dispersion 이 이루어졌다고 생각할 수 있다. Church 와 Shinnar 가 指摘한 事實이다. Stirred system 內에서는, 생긴 個個의 droplet 들이 動的 狀態에 있으므로 이들을 完全히 stabilize 시키는데는 特別한 實驗操作이 必要하다. Stirred liquid-liquid

***原子力研究所

***金屬材料綜合研究所

system에서 중요한 것은 dispersed droplets가 많은 성분과 빨리反應할 수 있는 continuous phase에 第三成分을加하여 encapsulating시켜 각 drop表面에 polymeric film을生成시키는問題다. Agitation을 마친後에 encapsulated drop들은各各分離되어 vessel bottom에가라앉기 때문에 size distribution 할 수가 있는 것이다. Drop들이動的狀態에存在하면 encapsulating film을 신속히生成시켜야 할 必要性이 있다. Encapsulated drop들을 便利하게 取及할 수 있도록 充分회 stabilization시켜야 한다.

Liquid-liquid dispersion의 stabilization에는 여러가지條件이 있다.

Agitation에 依해 깨지는 接着性있는 droplet들의 再結合을 抑制함과 同時에, 이 再結合을 防止하는 protective film이 即時生成되어야 한다. 또한 꼭 달라붙어 있는 droplet pairs, droplet clusters를 充分히 分離시키는때 agitation이 強力해야 한다. Droplet들에게 영향을 주는 힘들은 時間의 函數임으로 이들 fluctuation의 time scale은 再結合하는데 必要한 critical time보다 짧아야 한다.

이 實驗의 目的은 生成되는 droplet들의 size를測定함으로써 flat blade turbine과 screen blade turbine과의 mixing effect를 比較 檢討키 爲함이다.

2. 實驗裝置와 實驗過程

Mixing tank는 6" diameter, 8" height인 stainless steel製 cylindrical-tank를 使用한다. Motor는 1/4 H.P. D.C. motor를 使用하여 impeller를 回轉시킨다. Impeller rotational speed는 Asahi hand tachometer를 使用하여 測定한다. Tank 위에 cover를 하여 motor shaft가 흔들리지 않도록 中心에 固定하여 bearing으로 回轉시키도록 장치하고 cover에 反應藥品을 pipette로 注入할 수 있도록 한다.

이 實驗을 성취하기 위하여 Wittbecker와 Morgan이 提案한 "interfacial poly condensation"의 原理를 使用하였다. Morgan과 Kwoleck는 Sebacyl chloride의 Carbon tetrachloride(CCl_4) Solution을 Hexamethylene diamine의 aqueous solution과 接觸시킬 때 그 interface에서 Nylon 6—10 film이 순간적으로 速히 生成되는事實을 發見하였다. Stirred system內에서 droplet encapsulation生成加能性を test하기 위하여 다음과 같은 方法대로 實驗한다.

Baffle에 裝置된 stainless steel tank內에서 stirring시키면서 CCl_4 용액에 Sebacyl chloride를 희석시킨 용액을 물 속에 分散시킨다. Stable dispersion 될 時間(實

驗으로 2~3分)을 기다렸다가 Hexamethylene diamine의 70%水溶液을 약간량 water phase에 速히 加한다. 數初(Lmin)後 agitation을 停止시킨다.

따로따로 分離된 droplet들은 tank bottom에 가라앉게 되고 더 以上 再結合하려고 하지 않는다 (Stable dispersion).

Encapsulated droplet들을 골고루 펼쳐 놓은 다음 사진 찍는다. 이 사진들이 그림 1, 2, 3, 4로 나타나 있다.

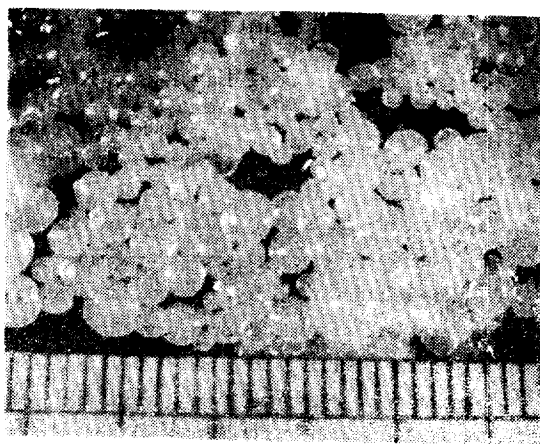


Fig.1. Droplets for the 6—rough screen blade turbine at 400 r.p.m. (impeller rotational speed)

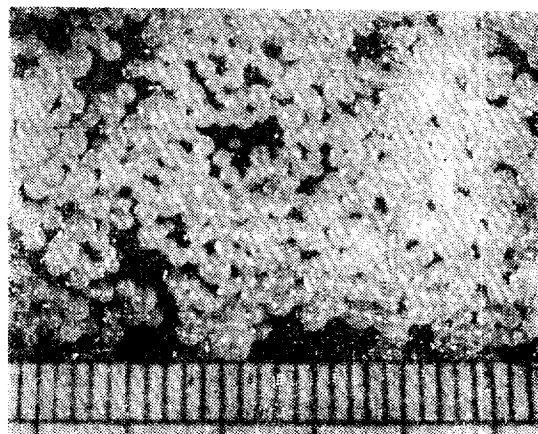


Fig.2. Droplets for the 6—rough screen blade turbine at impeller rot. speed 500 r.p.m.

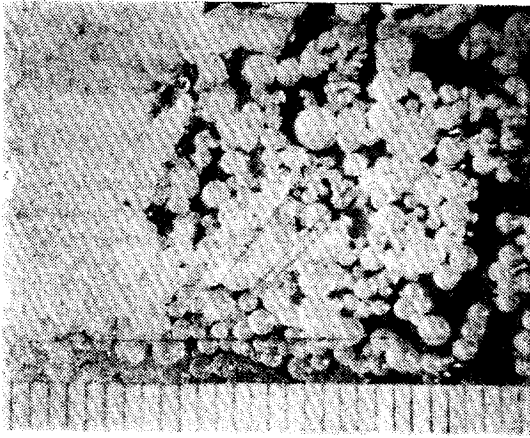


Fig. 3. Droplets for the 6—fine screen blade turbine at 500 r.p.m. (impeller rot. speed)

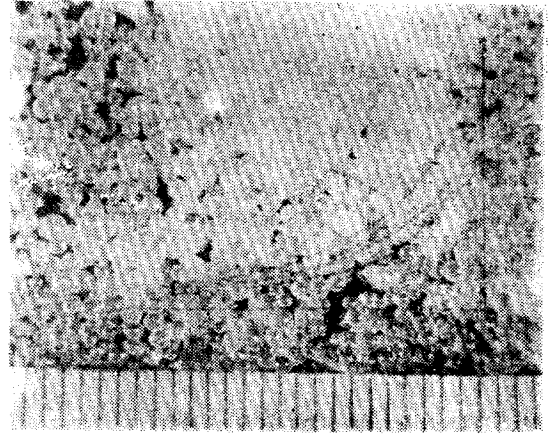


Fig. 4. Droplets for the 6—fine screen blade turbine at 600 r.p.m. (impeller rot. speed)

3. Experimental Results

Table 1. Droplet size for the three turbine without baffles

6 FLAT BLADE TURBINE			6 ROUGH SCREEN BLADE T.			6 FINE SCREEN BLADE T.		
Impeller Speed (RPM)	Droplet Size Ran. (mm)	Average Diameter (mm)	Impeller Speed (RPM)	Droplet Size Ran. (mm)	Average Dia (mm)	Impeller Speed (RPM)	Droplet Size Ran. (mm)	Average Dia. (mm)
200	3.95-3.42	3.58	190	2.93-2.10	2.50	220	2.35-1.83	2.08
300	2.37-1.85	2.18	300	1.99-1.82	1.92	300	1.48-1.10	1.26
410	1.68-1.24	1.48	390	1.52-1.05	1.25	400	1.09-0.98	1.04
500	1.32-0.90	1.10	500	1.00-0.79	0.89	490	0.95-0.75	0.83
590	0.89-0.80	0.86	590	0.78-0.65	0.70	600	0.74-0.63	0.70
700	0.79-0.62	0.70	700	0.63-0.52	0.59	700	0.63-0.54	0.57
800	0.60-0.51	0.56	800	0.51-0.45	0.48	800	0.52-0.43	0.45

Table 2. Droplet size for the three turbines with 4 baffles

6 FLAT BLADE TURBINE			6 ROUGH SCREEN BLADE T.			6 FINE SCREEN BLADE T.		
Impeller Speed (RPM)	Droplet size ran (mm)	Average Dia (mm)	Impeller Speed (RPM)	Droplet size ran (mm)	Average Dia. (mm)	Impeller Speed (RPM)	Droplet size ran(mm)	Average Dia. (mm)
200	3.48-3.12	3.25	200	2.74-2.10	2.45	200	2.30-1.80	2.06
300	2.02-1.70	1.86	300	1.83-1.58	1.75	300	1.48-1.12	1.25
400	1.25-1.03	1.13	400	1.37-1.00	1.09	400	1.08-0.95	1.03
500	0.95-0.79	0.88	500	0.93-0.74	0.82	500	0.93-0.72	0.80
600	0.73-0.53	0.60	600	0.70-0.45	0.57	600	0.70-0.51	0.58
700	0.52-0.42	0.47	700	0.44-0.40	0.42	700	0.50-0.37	0.40
800	0.40-0.30	0.32	800	0.38-0.25	0.30	800	0.35-0.25	0.30

4. Discussion

Fig. 5와 Fig. 6은 mixing tank 내에서 6—screen blade turbine을 사용했을 때 생성된 droplet의 diameter가 6—flat blade turbine을 사용하였을 때 생성된 droplet diameter 보다 작다는 것을表示해 주고 있다. Fine screen blade를 사용하였을 때나 rough screen blade

를 사용하였을 때에 생성된 droplet의 diameter는 비슷하다. Droplet size는 impeller의 回轉速度가 増加할수록 減少한다.

Impeller의 回轉速度가 200 r.p.m 이하에서는 encapsulated droplet는 생성되지 않는다. 動力과 droplet size와의 關係를 나타내주는 graph가 Fig. 7에 表示되어 있다. 換言하면 screen blade turbine을 사용하였을 때의 mixing effect가 flat blade turbine을 사용했을 때

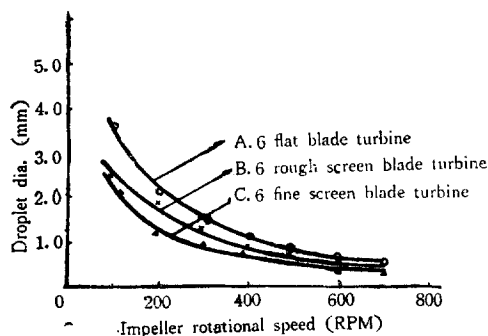


Fig. 5. Impeller speed vs droplet size

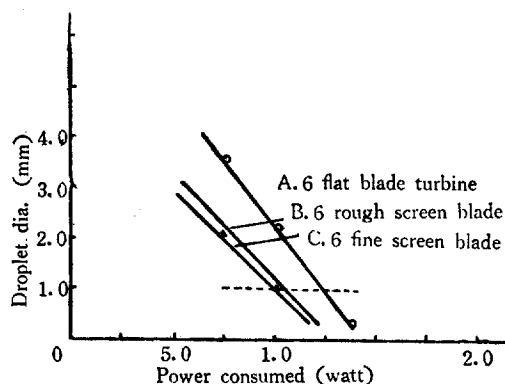


Fig. 7. Power vs droplet size

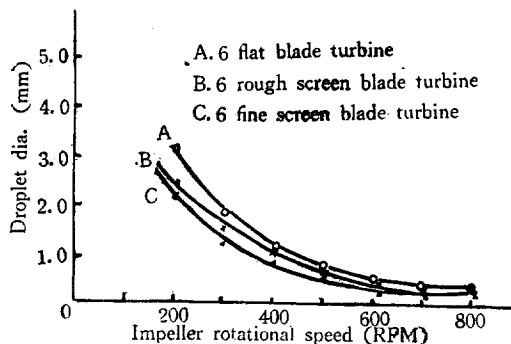


Fig. 6. Impeller speed vs droplet size with 4 baffles

보다 優越하고, 또 mixing effect 가 같을 때의 所要動力은 flat blade turbine 을 使用하였을 때가 크다는 事實을 말해주고 있다.

5. Summary

Screen blade turbine 을 使用하였을 때가 flat blade turbine 을 使用했을 때보다도 mixing effect 가 優越하

다. Screen hole 에는 거의 無關하다 할 수 있다. (32 mesh~200mesh range 에서 實驗해본 結果에 依해서)

Multi-stage solvent extraction 工程에서 screen blade turbine 을 使用하면 mixing effect 를 向上시킬 수 있다.

References

- 1) Church, J. M. & Shinnar, R. : Ind. Eng. Chem. 53 479, 1961
- 2) Church, J. M. & Shinnar, R. : Ind. Eng. Chem. 52 253 (1960)
- 3) Wittbecker E. L. & Morang P. W. : J. Polymer Sci, 1959 40 289
- 4) Morgan P. W. & Kwoleck S. L, J. Polymer Sci, 40 299, 1959
- 5) "Dispersed-phase distribution patterns in liquid-liquid agitation", UCRL-9787 87pp (1962)
- 6) "Dispersed-phase mixing", A. I. Ch. E. J. 9 175-81 (1963)

Acknowledgement

駐日經濟使節團 閔忠植團長이 Sebacyl Chloride 와 Hexamethylene diamine 두 試藥을 求해주셔서 이 實驗을 끝마칠수 있었든것을 感謝드립니다.