

제직업자와 가공업자의 협동작업을 통한 현대적 생산방식(I -2)

5. 가 호

이 글을 읽는 독자들의 아크릴류 호제에 대한 관심도가 아주 높기 때문에 여기서는 합성호료인 아크릴 호제를 사용함으로써 제직공장과 염색가공공장 모두에서 발생하는 새로운 문제점에만 언급을 하겠다.

아크릴호제를 사용함으로써 다음과 같은 상당한 변화가 일어났다.

- ① 가호업자들로서는 호제의 취급법, 사용량 및 건조조건
- ② 제직업자들로서는 제직효율의 균일성 및 수준, 그리고 제직실의 온습도
- ③ 염색 및 가공업자들로서는 연속처리가능범위와 폐수의 공해관리 문제

가. 호제의 시장성

호제시장성의 변화된 상황은 호제시장의 경향에 의하여 가장 잘 반영된다.

표1에 나타난 바와 같이 호제는 천연고분자물질과 합성고분자 물질의 두 가지 부류로 나누어진다. 위의 각 부류는 다시 천연고분자 물질은 전분과 셀룰로스유도체, 합성고분자 물질은 폴리비닐알코올과 폴리아크릴레이트와 같이 두 가지로 크게 분류될 수 있다.

<표 1> 방적사용 호제의 화학적 분류

이러한 각각의 부류가 얼마나 중요하며 시장에서의 인기가 어떻게 변하는지는 다음과 같은 수치로 알 수 있다.

호제의 전 세계시장은 100% 고휘호제로 계산하여 연간 약 500,000톤이다. 1970년에는 천연호제가 전체 판매량의 약 90%를 차지하고 나머지 10%는 합성호제가 차지하였다.

1980년에 와서는 천연호제가 약 75%를 차지한 반면에 합성호제가 나머지 25%를 차지하게 되었다.

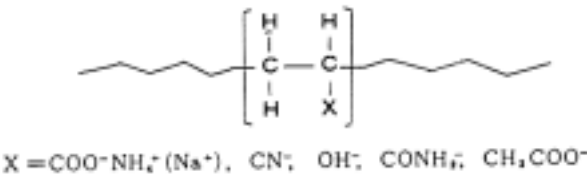
천연호제, 특히 전분은 아직도 양적으로는 합성호제보다 우세하다.

그러나 호제의 품질에 대한 요구가 점점 높아짐에 따라서 합성호제는 그 시장점유율이 꾸준히 높아지고 있다. 천연호제나 합성호제를 각각 단독으로 사용하지 않고 서로 적당한 비율로 함께 사용하는 것이 처방성능을 향상시키는데 아주 효과적이라는 인식이 생산공장에서 증대되고 있다. 합성호제만을 단독으로 사용하는 것은 매우 높은 제직효율을 나타내는 반면에 그와 동시에 새로운 염색, 가공 및 호제회수공정에 대한 고려가 있어야 한다. 이런 특별한 이유 때문에 폴리아크릴 호제, 좀더 정확히 말하면 특별한 모노머성분을 갖는 아크릴산 폴리머가 시장에서의 우위를 점하고 있다.

나. 아크릴 호제의 성질

표 2는 일반적으로 사용되고 있는 폴리아크릴의 화학구조와 그 장단점을 나타내고 있다.

<표 2> 폴리아크릴 호제의 구조적 원리 및 특성



공 정	장 점	단 점
호제준비 가 호	찬물에도 잘 용해된다. 거품이 발생하지 않는다 흡착이 용이하다.	
제 직	특수섬유에도 적용이 가능하다.	습기에 의하여 영향을 받는다
열 고 정 수 세	용해속도가 빠름	열에 약함(NH_4^+)

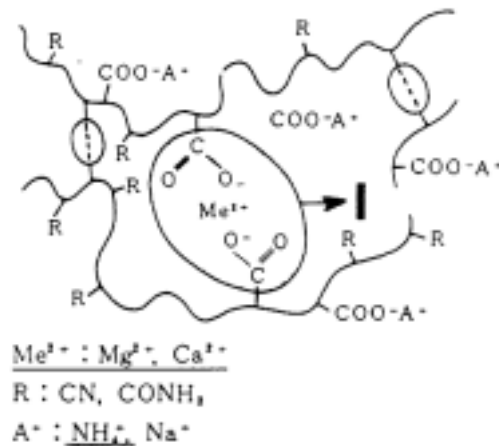
표 백 염 색	알칼리와 잘 조화됨 전해질과 잘 조화됨	악취가 발생함(NH ₃)
------------	--------------------------	---------------------------

셀룰로스나 폴리에스터/셀룰로스 혼방제품에 사용되는 방적사용 폴리아크릴 호제는 일반적으로 폴리아크릴의 암모니움염을 물에 녹인 용액상태로 판매된다. 이러한 암모니움염의 폴리아크릴은 동일한 형태의 나트륨 유도체에 비하여 훨씬 습기에 강하며, 다시 말하면 수분에 거의 영향을 받지 않는다. 그러나 전분이나 CMC 또는 PVA에 비해서는 습기에 대하여 훨씬 민감하다. 소듐 폴리아크릴은 열에 안정하고 악취가 나지 않는 반면에, 암모니움 폴리아크릴은 열에 불안정하고 악취가 나는 결점을 갖고 있다.

연구결과에 의하면 열안정성 폴리아크릴 호제가 암모니아나 나트륨을 Mg^{2+} 나 Ca^{2+} 와 같은 알칼리 토금속 매개체로 하여 특수한 아크릴로니트릴/아크릴산 공중합물로 부분적으로나 완전히 치환시킨 것에 비하여 훨씬 습기에 영향을 받지 않는 것으로 밝혀졌다.

이러한 새로운 형태의 방적사용 폴리아크릴 호제의 작용방식은 그림 4와 같다.

- 습기에 대한 민감성
- 폴리에스터/셀룰로스 혼방사에 대한 접착력
- 열안정성



<그림 4> 새로운 방적사용 호제의 효과와 미치는 영향

알칼리 토금속 카복실레이트기를 도입하면 고분자쇄의 운동성이 제한을 받고, 따라서 폴리아크릴의 글래스 전이온도가 높아진다.

습기에 대한 저항성이 향상된 이러한 열안정성 호제는 역시 다음과 같은 폴리아크릴의 모든 장점을 갖고 있다.

- ① 냉수에 용해된다.
- ② 거품이 발생하지 않는다.
- ③ 침투력이 좋다.
- ④ 수세에 의하여 쉽게 제거된다.
- ⑤ 전해질과 잘 조화된다.
- ⑥ 접착력이 좋다.
- ⑦ 사용 후 다시 회수할 수 있다.

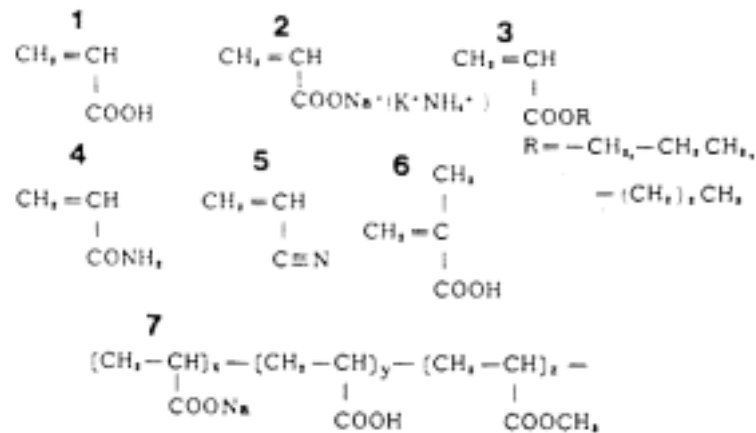
폴리아크릴산에 이러한 알칼리 토금속을 도입함으로써 각 공장에서의 요구사항들을 과거에 비하여 좀더 유연하게 만족시켜 줄 수 있게 되었다.

이러한 방법으로 합성된 폴리아크릴 호제는 이미 판매되고 있으며 좀더 다양한 제품이 현재 대규모로 실험중에 있다.

그러나 아크릴호제는 염의 특성을 변화시켜서 베이스 모노머이던 보조모노머이던 모노머의 선택을 달리 함으로써도 역시 그 성질이 달라지게 된다. 그 몇 가지 예가 그림 5에 나타나 있다.

그림 5에 나타나 있는 성분들은 모두 제직과 전처리공정 모두에서 나타나게 되는 어느 특정한 물리적, 화학적 성질의 특성을 나타낸다.

예를 들어 아크릴산의 함량이 높아지면 호제의 접착력이 강해지며 이러한 호제의 접착력은 호제의 성능을 결정하는 가장 중요한 요인이 된다. 그러나 동시에 아크릴산 함량이 높다는 것은 수세에 의하여 용이하게, 별 문제없이 호제가 제거된다는 것과도 뜻을 같이 한다. 먼저 언급한 바와 같이 수용성 폴리아크릴 호제중에는 호제의 수세제거성을 촉진하는 아크릴산의 기본화합제(building block)가 대부분 염의 형태로 존재한다.



<그림 5> 폴리아크릴 호제의 화학적 구성 및 구조식

1. 아크릴산 2. 염 3. 에스테르 4. 아크릴아미드
5. 아크릴로니트릴 6. 메타크릴산 7. 구조식

메타크릴산은 아크릴산과 비슷한 효과를 나타내며 한가지 차이점은 메타크릴산의 저탄성력에 있고 이것은 종종 제직공정중에 심한 액호현상을 유발

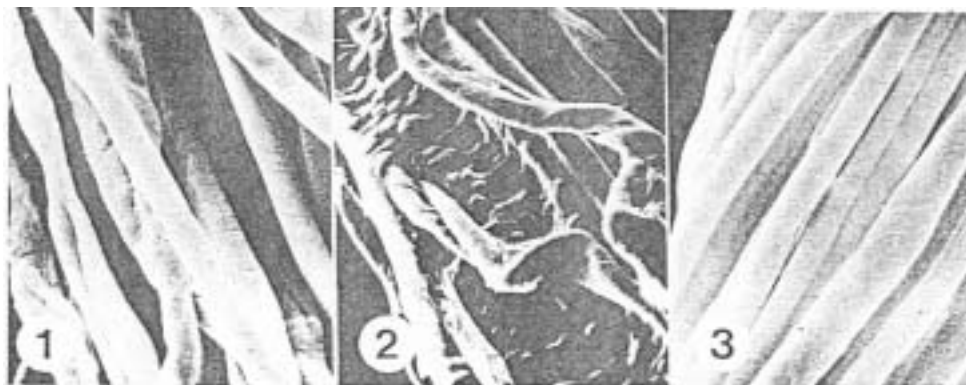
할 수 있다.

아크릴로니트릴과 아아크릴아미드는 가호효과를 판정할 때 좀더 중요한 요인이 되는 호막의 강도를 증가시키며 호제가 중금속 이온과 경수에 좀더 안정되게 해줌으로써 가공업자를 유리하게 한다. 최종적으로 아크릴산 에스테르는 호막의 강도와 접착력에 모두 영향을 준다. 또 하나의 이점으로서 알칼리에 의하여 에스테르가 비누화 반응을 일으킴으로써 소듐 폴리아크릴을 형성하고 이로 인하여 호막에 우수한 수세제거성을 부여한다.

다. 가호, 제직, 염색 및 가공의 중요성

폴리아크릴 호제는 그 화학적 구조를 다양하게 변화시킬 수 있으며 또한 전분과는 달리 그림 6과 같이 매우 강력하고 접착력이 우수한 호막을 형성하기 때문에 용도가 매우 다양하다.

폴리아크릴 호제의 광범위하고도 실제적으로 완벽할 정도의 적용범위는 표 3에 잘 나타나 있다.



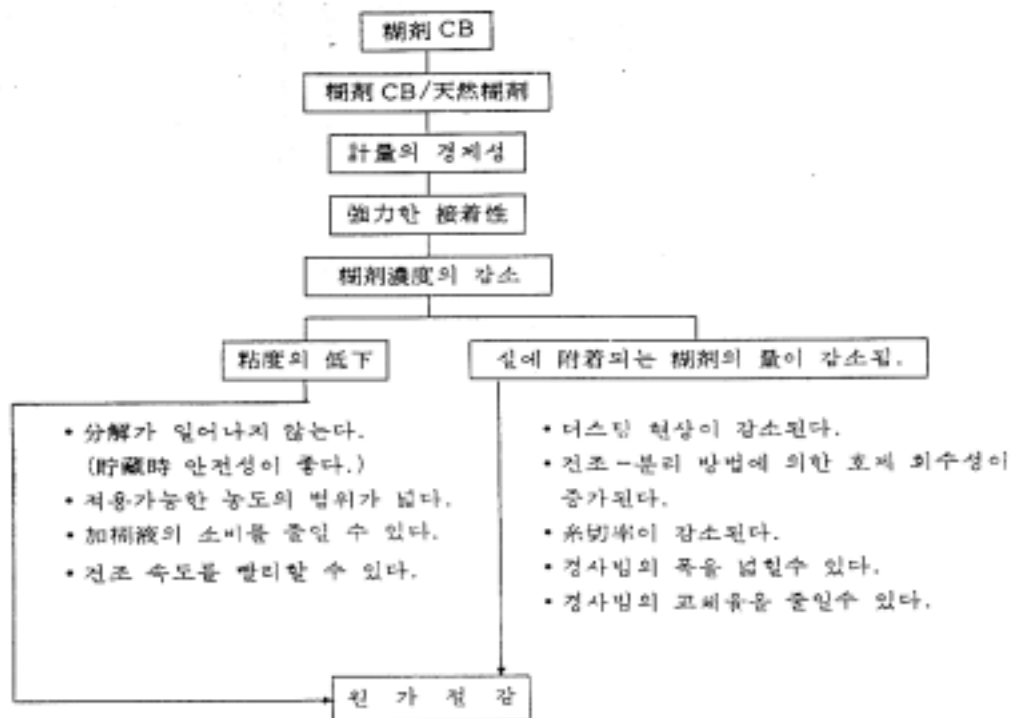
<그림 6> 현미경으로 본 호막의 상태

1. 미가호 상태
2. 전분을 사용한 가호
3. 합성고분자물질을 사용한 가호

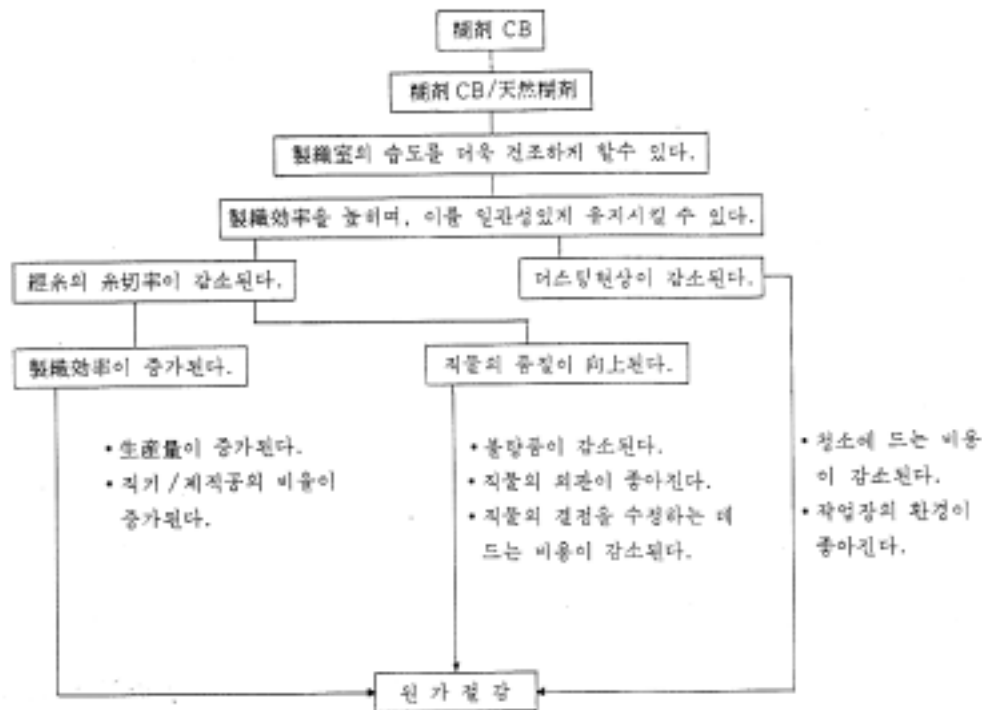
<표 3> 호제의 주용도

部 分 部 分	糊 剂	天 然 糊 剂			合 成 糊 剂			
		淀粉	CMC	탄력질糊剂	폴리아크릴	폴리비닐 알코올	말레인산/스티렌 공중합물	이소프탈산 더 비틸렌 글리콜
糊		+	+		+	+		
레이온/폴리노직		+	+		+	+		
경질섬유		+			+			
폴리에스테르 / 셀룰로오스		+	+		+	+		
毛		+	+	+	+	+		
폴리에스테르/毛		+	+		+	+		
아크릴 (PAN)		+			+	+		
필라멘트류								
비스코오스				+	+	+	+	
아세테이트					+	+	+	
트리아세테이트					+	+	+	
폴리아미드					+			
폴리에스테르					+			+

<표 4> 가호공정에서 호제CB를 사용할 때의 잇점



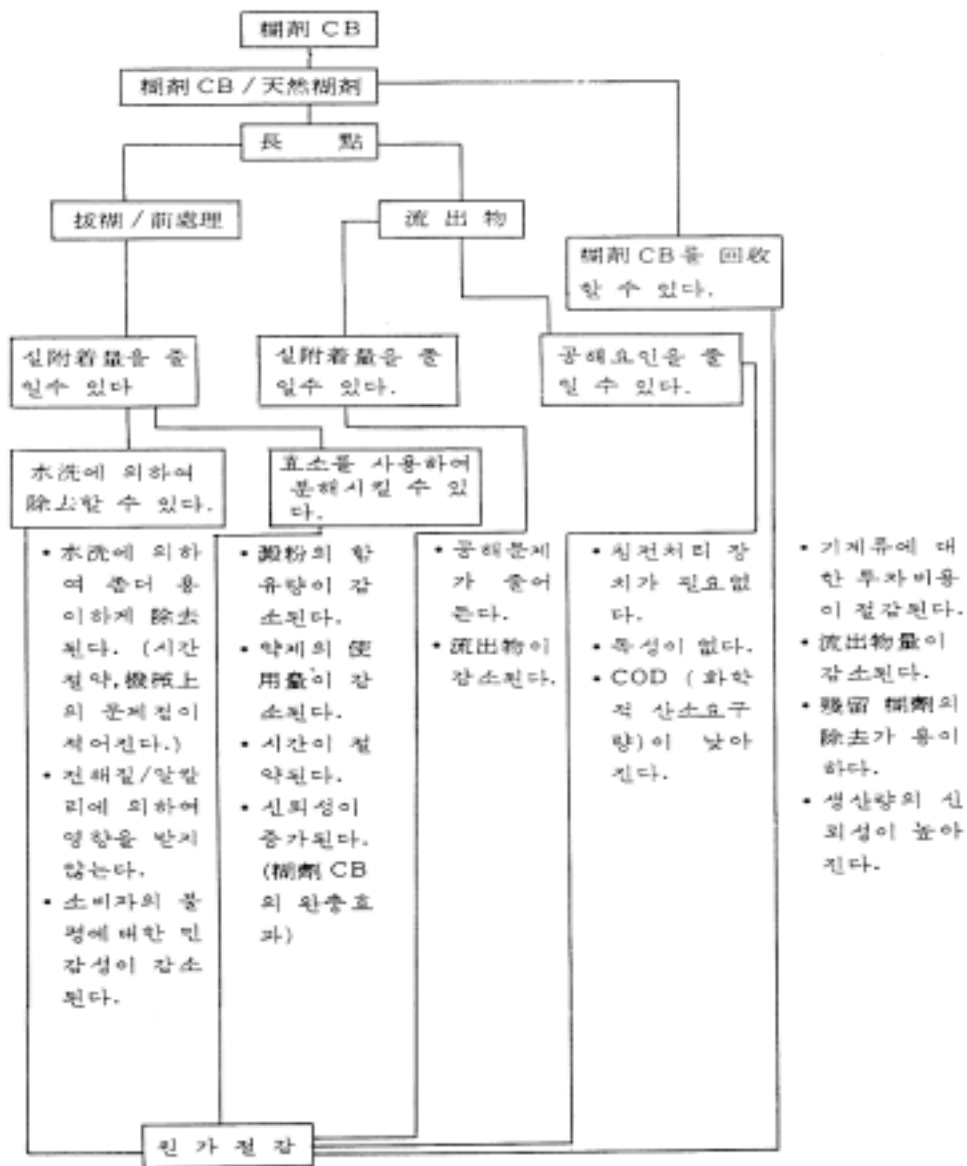
<표 5> 제직실에서 호제CB를 사용할 때의 잇점



폴리아크릴 호제의 취급 및 호조합의 용이성, 그리고 특수섬유의 가호성에 대한 자세한 언급은 제쳐두고라도 우리는 지금 이러한 호제를 사용함으로써 가호와 제직 그리고 염색가공에 미치는 영향을 각각 표 4, 5, 6 에서 살펴볼 수 있다.

이러한 여러 가지의 표나 그림은 일반적으로 많이 사용되는 폴리아크릴 호제인 BASF사의 호제 CB에도 적용이 된다. 이 도표에는 자세한 설명이 부가되어 있기 때문에 더 이상의 설명은 필요가 없다. 이러한 모든 사실은 현대적인 시스템하에서는 실험실이 아닌 현장에서도 그 생산제품의 품질을 높이는 동시에 단가도 절감시킬 수 있다는 것을 증명하고 있다.

<표 6> 가공공정에서 호제CB를 사용할 때의 잇점들



라. 호제의 회수

수용성 폴리아크릴 호제를 사용 함으로써 염색업자와 가공업자가 얻을 수 있는 많은 이점중에서도 특히 매우 흥미가 있는 것은 호제의 회수성 및 재사용성을 들 수 있다.

이러한 특징은 이미 언급한 바와 같이 염과 같은 폴리아크릴의 높은 용해

성으로 인하여 가능하게 된다.

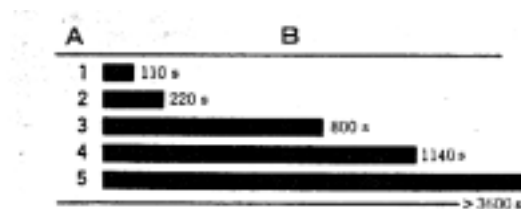
우리는 폴리아크릴 호제의 물에 용해되는 과정이 다음과 같은 두 단계로 구분지어질 수 있음을 주목해야 한다.

- ① 섬유상에 부착되어 있는 호막의 팽윤
- ② 팽윤된 호막의 적당한 용해성

BASF사에 의하면 개발 및 실용화된 적절한 비용에서의 호제의 회수 및 재사용 방안은 폴리아크릴에 있어서 팽윤단계가 전체 용해시간의 대략 1/10 만에 급속도로 완결된다는 점을 바탕으로 하고 있다.

오늘날에 와서 아크릴 호제에 대한 발호는 단지 팽윤된 호제를 기계적 방법으로 제거하면 된다는 결론이 내려졌다(그림 8).

이러한 의미에서는 발호라는 용어가 더 이상 적당한 말이 되지 못한다. 폴리아크릴 호제의 재순환과정의 필수적인 조건은 다음과 같이 이루어져야 한다.



<그림 7> 여러 가호제의 용해속도

A. 호제

1. 폴리아크릴
2. 특수 전분에테르
3. 부분적으로 비누화된 PVA
4. 염의 함량이 적은 CMC
5. 완전히 비누화된 PVA

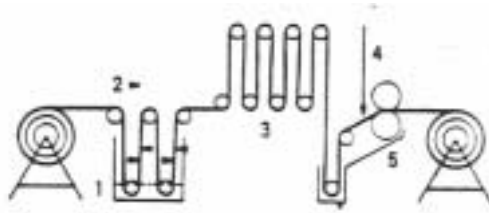
호막의 두께 : 0.2mm

크기 : 60×15mm

물에 침지시키는 깊이 : 50mm

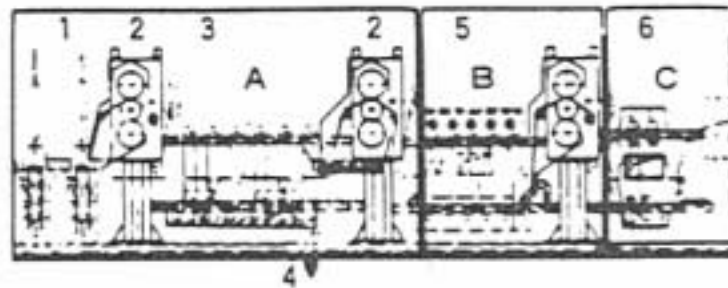
수온 : 20°C

B. 물/공기 접촉영역에서의 용해시간(초)



<그림 8> 호막의 연속적 분리

- | | |
|--------|-----------------------|
| 1. 습 윤 | 2. 독터 날(doctor blade) |
| 3. 팽 윤 | 4. 회수물 5. 압 착 |



<그림 9> 연속적 아크릴 호제의 회수 및 효백공정

- | | |
|-----------|--------------|
| A. 호제회수공정 | |
| B. 수세공정 | |
| C. 표백공정 | |
| 1. 습윤 | 2. 압착 |
| 3. 팽윤 | 4. 회수물 |
| 5. 수세 | 6. 표백을 위한 패딩 |

즉 가호공정에서는 순수한 아크릴 호제만을 사용해야 하고, 제작실에서는 일정한 온도 및 습도조건하에서 작업이 이루어지며 호제의 재순환공정에서는 픽업량이 약 100%정도 되게 가능한 최소량의 물을 사용하며 최저온도(약 25°C 및 최소시간(8~12초) 동안에 작업이 이루어져야만 한다.

만약 이러한 조건들이 올바르게 지켜진다면, 회수된 호제의 농도 및 순도가 보통은 더 이상의 정제없이도 다시 사용할 수 있을 정도가 될 것이다. 기계적 정제공정에 의한 여과로도 충분할 것이다. 그림 9에 나타난 바와 같은 2

단계의 시설로서도 80%까지의 회수율이 가능하다.

이때 직물은 약 20%의 잔류호제를 여전히 포함한 채로 수세와 표백공정과 같은 전처리공정으로 곧바로 진행시킬 수 있다.