

가호공정에서 고압 압착의 기술적 동향

1. 서 론

고압압착(high pressure squeezing)의 기본적인 개념은 잘 알려져 있다. 고압 압착의 적용에 있어서 착호율을 어느 수준 이상으로 증가시키지 않고 고농도의 호액을 사용하는 것이야말로 직기가 요구하는 사항이다.

호액의 수분율은 농도가 높아질수록 감소하기 때문에 종래의 가호사와 동일 수준의 착호량에 비하여 고압압착된 실로부터 제거되는 수분은 감소한다. 따라서 실의 건조에 소요되는 에너지도 고압압착의 경우가 적게 든다. 이러한 에너지 절감은 호의 농도뿐만 아니라 다른 요인, 예를 들면 스쿼징 롤러의 경도, 실의 변수, 경사밀도 등에도 의존되는 것으로서 최대 40~55%나 된다.

가호의 조건이 경사로부터 제거할 수분량에 미치는 영향에 대해서는 지금까지 다방면으로 연구되어 많은 문헌이 발표되었는데, 본고에서는 다음의 두 가지 내용을 중심으로 알아보하고자 한다. 즉,

- ① 스쿼징 압력이 100kN(=10t)까지 증가하면 실의 성질이 변화하는가?
- ② 고압압착에 의한 에너지 절약 한계는 어느 정도인가?

2. 스쿼징 압력이 100kN까지 증가하면 실의 성질이 변화하는가.

이 질문에 대한 해답을 얻기 위하여 실 특성에 영향을 미치는 아래의 요인을 검사할 필요가 있다.

- ① 스쿼징 압력이 닙(nip) 폭에 미치는 영향
- ② 고압압착이 제직성과 손상의 정도
- ③ 실의 편평화

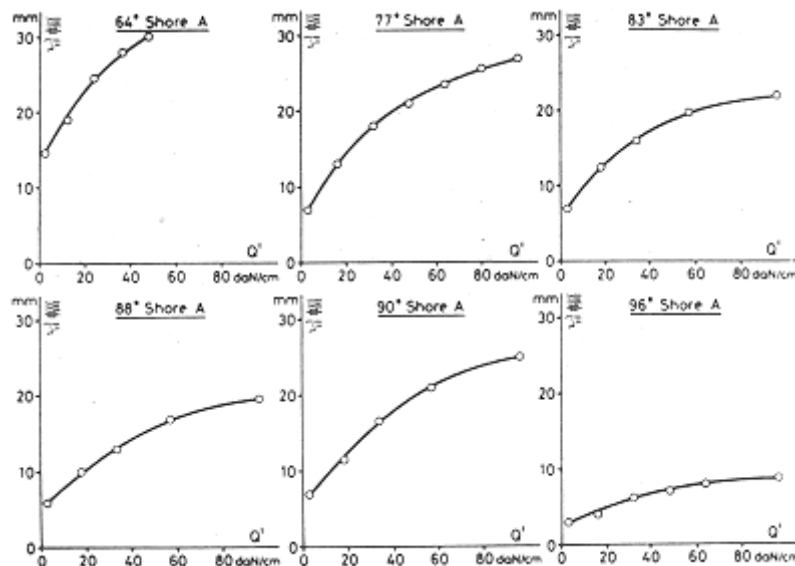
가. 스쿼징 압력이 닢 폭에 미치는 영향

실의 닢점을 통과할 때 닢폭은 실의 축방향으로 작용하므로 닢점에서 실의 축방향으로의 압력과 실의 품질특성과의 사이에는 어떤 상호관계가 있는 것으로 생각된다.

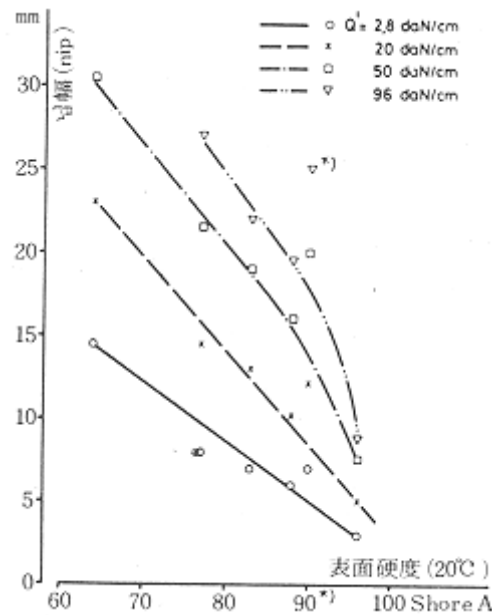
실의 축방향의 압력은 실이 롤러의 변형에 따라 변형되는 것을 알 수 있다. 이것은 고무롤러가 하중에 의해 변형되는 것에 대해서 스테인레스 강철은 변형하지 않기 때문에 고무롤러에 접촉하는 실의 부분은 스테인레스 강철 롤러와 접촉하는 부분과 다른 형을 만드는 것을 의미한다.

그러므로 실의 잠재적 손상은 닢폭에 정비례하는 것으로 생각된다. 이 이유를 밝히기 위하여 닢폭과 스쿼징 압력, 고무 경도와의 관계에 대해 연구를 행하였다.

이의 상호관계는 종래의 가호방법과 동일 닢폭을 유지함에 있어서 고압압착시에 적용하는 적정 고무경도를 결정함에 일조가 된다.



<그림 1> 고무별, 하중과 닢폭과의 관계.



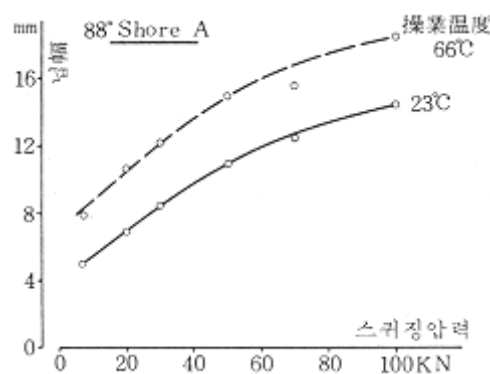
<그림 2> 하중별, 표면경도와 닙폭과의 관계.

코팅(고무경도)이 다른 6종류의 롤러를 사용하여 2.7~96daN/cm(kg/cm) 범위의 초하중을 걸어 일련의 실험을 행하였다. 닙폭은 Color mark로 측정했다. 본 실험결과는 <그림 1>과 같은데 하중에 따라 닙폭이 다른 것을 알 수 있다. 일반적으로 닙폭은 스퀴징 압력 36daN/cm까지는 거의 직선적으로 증가하고 그 이상의 압착압력에서는 닙폭의 영향이 적음을 알 수 있다. 롤러의 표면경도와 닙폭과의 관계는 <그림 2>와 같은데 이 그림에서 고압압착의 경우에도 동등의 경도를 정할 수 있음을 나타낸다.

종래의 가호에서 쇼어(Shore)경도가 65°, 1차압력이 2.8daN/cm라면, 33~44daN/cm의 고압압착에서는 쇼어경도 86~88°의 롤러가 필요하다. 양쪽 모두 닙폭은 15mm이다. 본 실험은 실온하에서 행한 것이지만 실제공장에서의 스퀴징온도는 64~68°C(호액온도가 85°C의 경우)이다. 온도가 경도와 닙폭에 미치는 영향에 대해서는 <표 1> 및 <그림 3>에 나타났다. 온도의 효과를 고려한다면 위 예와 동등한 경도는 쇼어경도 85°정도에 해당한다.

<표 1> 표면온도와 표면경도의 관계

公称表面 硬度(20℃)	室 温		生 産 時		平均硬度減少	
	温度(℃)	쇼어硬度	温度(℃)	쇼어硬度	쇼어硬度	%
77	20	76~77	65	75~76	1.0	1.3
88	20	87~88	66	84~85	3.0	3.4
96	20	96~98	66	91~92	5.5	5.7



<그림 3> 조업온도별, 스퀴징압력과 닢폭과의 관계(고무경도 : 88 ° 쇼어A)

나. 고압압력이 제직성과 관련하여 특성에 미치는 영향

1) 인장강력

가호사의 인장강력이 제직성과는 상관을 나타내지 않는다는 것이 이미 알려진 것이지만 실의 손실이 인장강력의 감소에 의한다는 것을 쉽게 알 수 있기 때문에 이에 대한 특성을 측정하였다. 가호사의 인장강력은 고 가압에 의해 유의하게 감소하지 않는다는 사실을 <표 2>에서 알 수 있다.

또한 놀라운 것은 롤러의 경도가 실의 인장강력에 미치는 영향을 보이지 않는다는 것이다. 2올의 실이 닢점에서 겹치는 경우(이것은 고밀도의 가호시 생길 수 있는 것으로 그 교차점에서의 압력은 현저히 증대된다.)도 실의 인장강력에 무시할 정도의 감소를 보인다.

<표 2> 스쿼징 롤러의 경도, 스쿼징 압력,
착호율과 사의 인장강력과의 관계(단위 : CN)

糸密度 GB (%)	스쿼징롤러 硬度 (쇼어)	스쿼징압력 (kN)	着糊率 (%)		
			7	10	13
50	77	7	434	446	454
	88		-	445	462
	96		450	453	456
	77	100	445	456	464
	88		445	446	-
	96		456	465	-
100	77	7	441	455	464
	96		444	451	465
	77	100	445	456	-
	96		449	459	-

2) 마모저항

제직성을 평가하는 가장 중요한 요인은 가호사의 마모저항이다. Reutlingen Web tester로 착호율을 동일 수준으로 한 실의 마모저항을 측정한 결과 스쿼징 압력의 영향과 관련이 있는 명확한 경향을 찾을 수 없었다. 고압으로 스쿼징한 실의 마모저항이 위의 실험으로는 종래의 가호사에 비하여 30~40% 높았지만 다른 경우에는 비슷한 마모저항을 나타내거나 때로는 약간 감소함을 보였다. 또한 스쿼징 롤러의 경도가 마모저항에 미치는 영향도 쇼어경도 77~96°의 범위내에서는 발견할 수 없었다. 마모저항이 증대하는 경우에는 고압이 섬유와 호액과의 점착을 증진시키고 이로 인해 실표면의 피복을 향상시켜 주는 것으로 생각할 수 있다.

3) 실의 잔털

지금까지 행해 온 실험으로부터 고압압착이 실의 잔털에 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 중정도의 경밀도(밀도계수 : GB=50%)로 가호했을 때 잔털이 약간 감소하는 경향을 보였고 고경밀도(GB : 100%)에서는 실

에 잔털이 약간 생기는 경향을 나타냈다.

그러나 두 결과 모두 통계적으로는 유의차를 보이지 않았다. 이의 주요인은 스퀴징 롤러상의 호액의 얇은 필름에 의하여 잔털이 발생하는 것으로 생각된다. 실에 의해 묻어나가는 극히 적은 양의 호액이 실에 침투된다는 사실로부터 롤러는 종래의 가호상태와 다름없이 고압압착에 있어서도 호액의 필름으로 피복된다. 따라서 호액의 대부분이 실의 표면에 있기 때문에 스퀴징 롤러가 호액으로 젖게된다.

호액이 완전히 실에 삼투할 때 실의 흡수 가능한 최대 퍼센트에 이른다. 이 퍼센트는 호액의 테이크업(FA), 섬유의 밀도(r_f), 호액(r_{fl}), 실의 밀도(r_g)와의 함수로서 $r_{fl} = 1.0$, $r_f = 1.5$ (면)의 경우에는 <표 3>에 나타난 사밀도를 함수로 하여 계산된다.

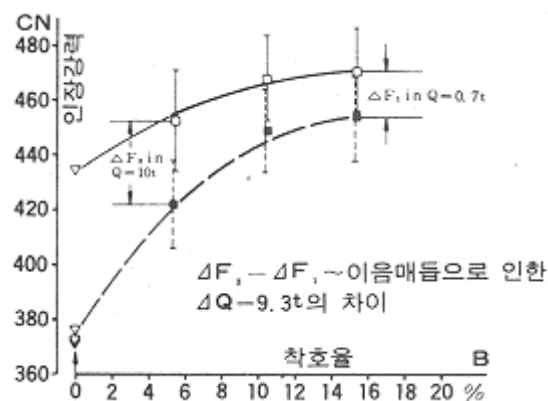
<표 3> 실에 완전 침투하는 호의 퍼센트($r_{fl} = 1.0\text{g/cm}^3$, $r_f = 1.5\text{g/cm}^3$)

織液의 테이크업 FA(%)	織維의 密度 $r_f = 1.5\text{g/cm}^3$					
	糸의 密度 $r_g (\text{g/cm}^3)$					
	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3
40	(250.0)	(190.5)	(145.8)	(111.1)	60.6	25.6
60	(166.7)	(127.0)	97.2	74.1	40.4	17.1
80	(125.0)	95.2	72.9	55.6	30.3	12.8
100	100.0	76.2	58.3	44.4	24.2	10.3
120	83.3	63.5	48.6	37.0	20.2	8.5
140	71.4	54.4	41.7	31.7	17.3	7.3
160	62.5	47.6	36.5	27.8	15.2	6.4

예를 들면 고압압착에서 사밀도를 1.10g/cm^3 까지 증가시킨다 해도 호액의 30~40%만이 실에 흡착되는 것으로 생각된다. 이 침투인자(penetration factor)는 종래의 가호와 같은 정도이다. 이 결과로서 고압압착이 잔털에 어떤 효과를 나타내는지 예측할 수가 없다.

4) 이음매들의 손실

스퀴징 압력에 의한 이음매들의 잠재적 손상정도는 이음매들이 있는 실과 없는 실의 인장강력을 비교함으로써 알 수 있다. 이 경우에 가호조건은 동일하게 하였고 스퀴징 압력만을 변화시켰다. 이음매들이 있는 실과 없는 실의 착호율과 인장강력과의 관계를 <그림 4>에 나타냈다.



<그림 4> 착호율과 인장강력과의 관계.

□ : 이음매들이 없는 실

■ : 이음매들이 있는 실

호농도나 다른 요인을 일정하게 했기 때문에 착호율은 스퀴징 압력만의 함수이다. 위 그림에서 알 수 있는 것처럼 양자의 가호사의 인장강력은 착호율의 증가에 따라 점차 증대하지만 전반적으로 착호율과 관련하여 이음매들이 없는 실의 인장강력은 있는 실의 인장강력보다도 크다. 이 차이는 원사가 11%, 가호사는 착호율에 따라 다르지만 3~9% 정도이다.

그러나 매우 흥미있는 사실은 <그림 4>를 분석해 보면 스퀴징 압력의 증가에 따라 착호율이 감소하는 특성과의 관계에 있어서 이음매들이 있는 실의 인장강력이 없는 실보다도 스퀴징 압력의 증가에 따라 현저하게 감소함을 나타내고 있다. 이 차이는 통계적으로 보아 유의차는 없었다. 이음매들은

스퀴징에 의해 변형하지만 섬유의 인장강력과 이의 포함성은 고경도의 롤러(86° 쇼어) 및 고압(100kN = 10t)으로 스퀴징될 때에도 큰 영향은 없는 것으로 결론을 얻을 수 있었다.

5) 실의 편평화

고압압착시에 실은 낱점에서 롤러의 반경방향으로 고압을 받는다. 중경밀도(GB : 50%)일 때 실의 변수와 스퀴징시에 각 단사에 걸리는 힘과의 관계를 <표 4>에 나타냈다. 이 표에서 알 수 있는 것은 스퀴징 압력 100Kn(10t)일 때 각 단사에 걸리는 힘은 실의 변수에 따라 다르지만 1.4~3.0da/N을 정도이다.

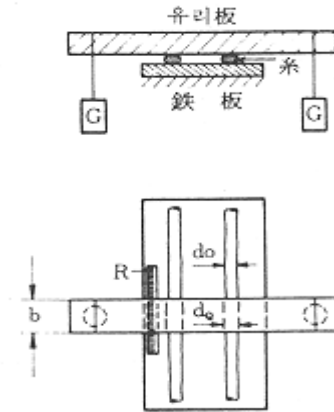
<표 4> 스퀴징 압력, 실변수와 실 1올당에 걸리는 힘과의 관계

실의 변수		經 密 度 (GB: 50%) (올/cm)	스퀴징압력 (Q : kN/180cm, Q' : daN/cm)		
			Q=7 Q'=3.89	Q=30 Q'=16.67	Q=100 Q'=55.56
tex	° s				
50.0	12	17.7	0.220	0.942	3.139
29.4	20	23.1	0.168	0.722	2.405
20.0	30	28.0	0.139	0.595	1.984
14.3	40	33.1	0.118	0.504	1.679
10.0	60	39.6	0.098	0.421	1.403

실은 아주 짧은 시간(사속 80 m/min, 낱폭 15mm일때 11.3mm · sec)을 무거운 하중을 받지만 편평화를 일으킨다. 이 편평화가 회복되지 않고 오래도록 지속된다면(영구왜) 직물의 외관에도 영향을 미친다. 그래서 고압압착에 의한 실의 영구왜 정도를 이 영구왜가 종래의 가호에 의한 것과 비교하여 어느 정도 초과하는지에 대해 파악해 둘 필요가 있다.

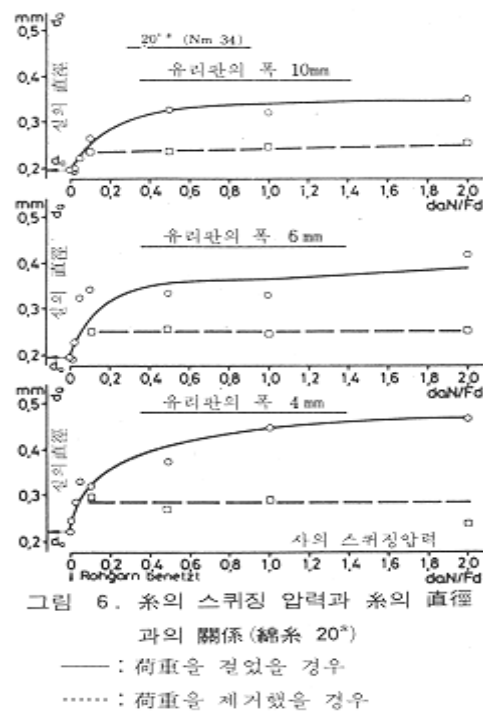
<그림 5>는 실이 하중에 의해 변형하는 것을 측정하는 방법을 나타낸 것인데 실을 철판과 유리판 사이에 끼우고 일정하중을 걸어 변형된 상태를 사진 촬영하여 측정한다. 다음에 유리판을 제거한 후 실을 자유상태로 두고 다

시 사진을 찍은 다음 영구왜가 어떤가를 측정한다.



<그림 5> 사의 편평화 측정방법.

본 실험은 면사 20's를 사용하여 미리 적신 후에 측정하였다. 넓폭을 달리 하기 위하여 폭이 다른 유리판(4,6,10mm)을 사용하였다. 이 판에는 2.0daN/을 까지의 여러 종류 하중을 걸었다. 이 실험결과로서 아래와 같은 결론을 얻었다<그림 6>.

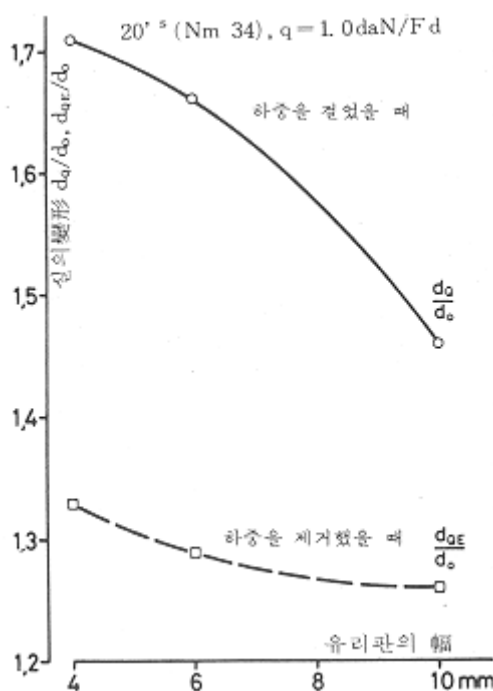


① 실은 하중이 증대하는 만큼 편평화된다. 최초에 실 0.2mm(젖은 실)로부터 시작해도 사폭은 하중과 함께 증가하여 최종치에 달한다. 이 최종치는 넓폭에 따라 다르다.

② 이 변형은 거의 탄성이다. 유리판을 들어 올리면 실은 최대한 회복한다. 잔여변형은 거의 하중에 의존하지 않지만 넓폭에 크게 영향을 미친다.

③ 넓폭의 영향은 <그림 7>과 같다. 직경비 d_Q/d_0 (넙점에서의 변형을 나타내는 척도), d_Q/d_0 (해방후의 영구변형을 나타내는 척도)는 넓폭에 크게 영향을 미친다. 넓폭이 10mm일 때는 d_{QE}/d_0 가 1.26이므로, 이것은 원사직경의 26%가 편평화됐다는 것을 의미한다.

⑤ 영구변형은 주로 넓폭에 의해 영향을 받기 때문에 넓폭이 종래의 가호 넓폭과 동일하다면 실이 고압압착시에 받는 변형은 종래의 가호시 보다 크게 변형되는 것이 아니다.



<그림 7> 유리판의 폭과 사의 변형과의 관계

본 실험조건이 가호시의 조건과 동일하지는 않았지만 이 실험결과가 실제 실의 변형을 잘 평가하는 것은 본 실험의 가호사를 현미경으로 관찰하여 알 수 있었다. 이상의 두 가지 실험결과를 고압압착이 실의 영구변형을 유의하게 증대시키는 원인이 아니라는 것을 확증할 수 있었다.

3. 고압압착의 한계는 어디까지인가?

주된 한계요인은 ① 호액의 점도, ② 액의 테이크업을 감소시키는 스퀴징 롤러의 한계능력을 둘 수 있다.

가. 호액점도에 따른 고압압착의 한계

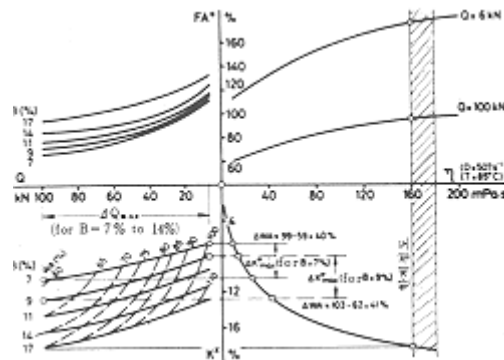
1) 고점도 호액으로의 고압압착 한계

호액의 점도는 실의 롤링(rolling)을 피하기 위하여 어느 수준을 초과할 수가 없는바 임계치가 $160 \sim 180 \text{ mPa} \cdot \text{sec}$ ($D=507/\text{sec}$, $T=85^\circ\text{C}$)의 범위로 예상된다. 그러므로 호농도를 임계치에 달하지 않는 어느 한계까지는 증가시킬 수가 있는데 이 한계를 <그림 8>에서 나타냈다. 이 그림은 일정 착호율에 대한 액 테이크업 · 농도 · 압력특성(concentration-pressure), 점도 · 농도특성(viscosity-concentration)을 표시한다. 착호율이 14%인 경우 호농도는 $K^* = 13.3\%$ 이상으로 증가할 수 없다.

여기서 해당하는 스퀴징 압력은 60Kn으로서 이것은 고압압착의 이점이 비교적 적은 것을 의미한다.

2) 저점도타입 호의 접착력 감소에 있어서 고압압착의 한계

점도를 임계수준 이하로 유지시키기 위해서는 고압압착으로 저점도타입의 호를 사용하는 것 보다는 오히려 고농도 호를 사용하는 것이 좋은데 이것은 경사의 물테이크업을 감소시키기 때문이다.



<그림 8>

K : 호농도(%)
 FA : 액테이크업율(%)
 B : 착호율(%)
 Q : 스쿼징 압력(kN)
 WA : 물테이크업율(%)
 사선부 : 임계점도
 Type II : 평균점도

예를 들면 전분이나 CMC와 같이 동일 원료로 된 저점도 타입일 때는 분자쇄의 길이가 짧아져서 이의 대부분이 호착력을 저하시키는 결과를 야기시킨다. 저점착은 고착호율로 보정하지 않으면 안되기 때문에 이 두 가지 다른 특성을 고려하지 않으면 안된다. 저점도 호제를 고농도로 사용하면 물테이크업이 적어져 건조 코스트는 감소하지만 점착력 감소에 의한 호제의 소비증대로 호제비가 증대된다. 그러므로 합계비율을 최소로 하는 최적조건을 구하는 것이 중요한 문제인데 이 최적조건을 알아보기 위하여 아래 요인을 가미하여 코스트 산출을 해 보았다.

- ① 건조부에서 수분을 증발시키기 위한 코스트
- ② 호제 자체의 코스트
- ③ 호액 제조 코스트

<표 5> (a) 기초 데이터

加棚糸の 総生産高	1,500t / 台
全操業時間	3,840h
加棚機効率	70%
size cooker 投資額 (설치비포함)	76,000DM
size box 投資額 Q = 6 kN	88,000DM
(스키징装置当) Q = 30 kN	95,000DM
Q = 80 kN	105,000DM
準備時間 (size cooker 1 台当)	20分

<표 5> (b) 각 코스트 단가

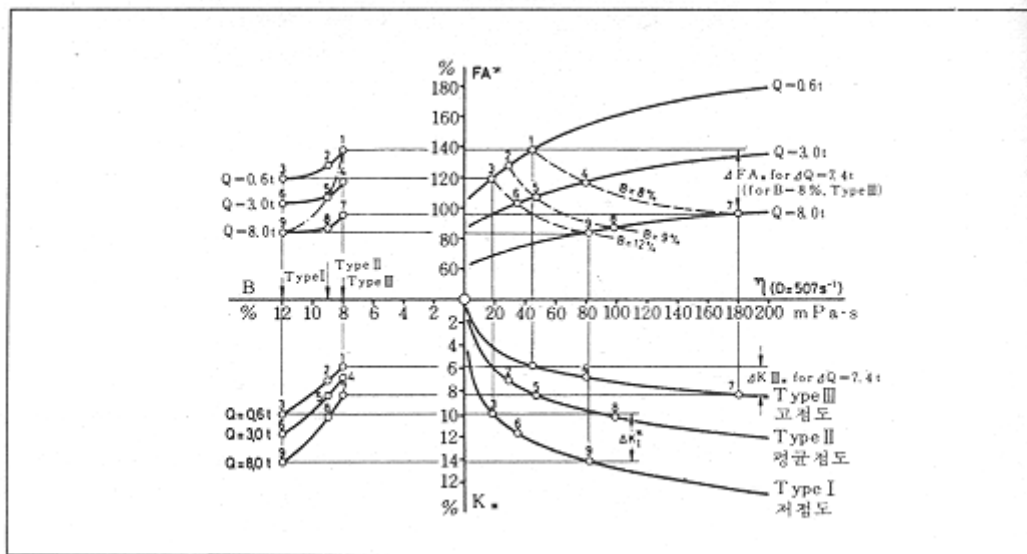
棚	材	전	분	1.50DM/kg
		C	M	C
				5.50DM/kg
에	너	지	熱 (스팀)	54 DM/t
			電	氣
				0.16DM/kWh
資	本	償	却	10%
		利	率	10%
		水		3.20DM/m ³
賃		金		20 DM/h

<표 5> (c) 500l 호액의 size cooker

1대당의 합계 코스트

熱에너지 (스팀, 159.4MJ)	4.00DM
電氣에너지 (2.78kW, 10MJ)	0.44DM
水 (450 l)	1.44DM
賃 金	6.67DM
合 計 코 스톱	12.55DM

가격 및 코스트 요인은 <표 5>와 같고, 착호율, 점도, 농도 특성과 같은 기술적인 데이터는 <그림 9>와 같다. 기타 데이터(액테이크업, 물테이크업, 풀 끊임 회수)는 상술한 코스트 요인에 대한 코스트와 함께 <표 6>에서 나타냈다.



<그림 9> Type 1 : 저점도, Type 2 : 평균점도, Type 3 : 고점도

<표 6> CMC호재 3타입의 코스트

호의 타입		Type I (低粘度)			Type II (平均粘度)			Type III (高粘度)		
스피킹압력(KN)		6	30	80	6	30	80	6	30	80
項目		3	4	5	6	7	8	9	10	11
着糊率	%	12	12	12	9	9	9	8	8	8
레이크업糊液	%	119.5	103.0	84.0	128.0	107.0	87.0	138.0	117.0	96.0
糊濃度	%	10.0	11.7	14.2	7.0	8.4	10.3	5.8	6.8	8.3
糊粘度	mPa·s	19	35	82	29	47	99	45	80	180
水레이크업	%	107.5	91.0	72.0	119.0	98.0	78.0	130.0	109.0	88.0
cooking全数	a ⁻¹	3,585	3,090	2,520	3,840	3,210	2,610	4,140	3,510	2,880
所要電氣에너지*	KW	0.2	1.0	2.4	0.2	1.0	2.4	0.2	1.0	2.4
cooking1台당코스트	DM	12.55	12.48	12.36	12.70	12.64	12.54	12.75	12.70	12.64
size cooker資本코스트	DM/a	5,700	5,703	5,700	5,700	5,700	5,700	5,700	5,700	5,700
size box資本코스트*	DM/a	13,200	14,300	15,800	13,200	14,300	15,800	13,200	14,300	15,800
糊材	DM/a	990,000	990,000	990,000	742,500	742,500	742,500	660,000	660,000	660,000
중금임코스트	DM/a	45,000	38,600	31,100	48,800	40,600	32,700	52,800	44,600	36,400
熱(乾燥)코스트	DM/a	121,900	103,200	81,600	134,900	111,100	88,500	147,400	123,600	99,800
電氣(絞)코스트	DM/a	100	500	1,100	100	500	1,100	100	500	1,100
合計코스트	DM/a	1,175,900	1,152,300	1,125,300	945,200	914,700	886,300	879,200	848,700	818,800

계산한 데이터는 아래와 같다.

① 일정 착호율에서는 일반적으로 호농도가 진할수록 스쿼징 압력은 커지지만 전 코스트 합계는 적어진다. 이것은 에너지 코스트의 삭감, 적은 회수의 풀끓임에 의한 풀끓임 코스트의 삭감에 의한 것이다.

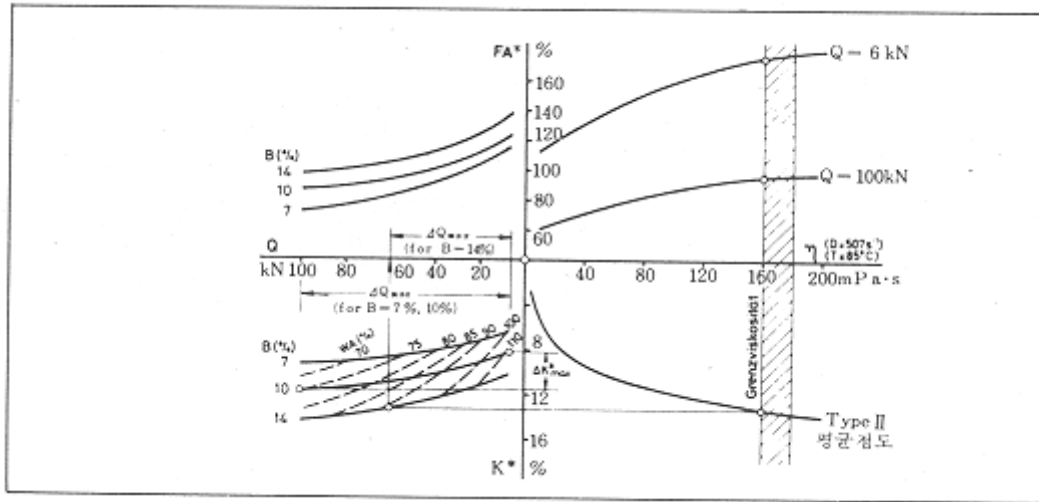
② 동일 착호율의 경우 점도와 점착력이 증대할수록 착호율은 낮아지고 점도가 가장 높은 타입의 호제를 사용했을 때의 전 코스트 합계는 적어진다.

TypeⅢ의 호제는 건조부의 에너지 코스트, 풀끓임 코스트는 Type I 및 II의 호제보다 비싸지만 합계 코스트로 보면 가장 경제적이다. 보다 낮은 코스트는 저착호율이 요구되기 때문에 호제 코스트의 삭감에 의한 것이다.

전분호제의 경우에는 이 가격이 CMC보다 싸지만 호제 코스트 증대의 영향은 에너지 코스트(스팀), 풀끓임 코스트의 감소보다도 크다.

이들의 데이터로 알 수 있는 것처럼 고압고착이 물테이크업에 미치는 영향은 단지 저점도 타입의 호제를 사용함으로써(이들의 호제는 점착력이 떨어진다.) 무한히 크게하는 것은 불가능하다. 이 실험은 점도수준이 다른 타입의 호제는 모두 동일 원료의 유도체인 것을 전제로 한 것을 밝혀둔다. 따라서 본 계산은 점도수준이 다른 타입의 호제는 모두 동일 원료로 부터의 유도체인 것을 전제로 했으므로 점착력이 변화하지 않는 것은 효과가 없다.

그러나 고점착력을 내기 위하여 저점도 타입의 호제를 사용하는 것도 한계가 있음을 고려하지 않으면 안된다. 예를 들면 어떠한 호의 농도가 임계점도수준에 달하지 않도록 현저히 증대시키는 것이 가능한 경우에도 이들 호제는 <그림 10>에서 나타낸 것과 같이 착호율이 소요수준을 훨씬 초과하기 때문에 고농도를 사용하는 것은 안된다.



<그림 10>

3) 고수준 착호율을 위한 고압압착 한계

액테이크업 특성 $FA=f(\eta)$ 는 고압압착에 의해 현저히 감소하기 때문에 액 농도를 중·고수준의 착호율로 하기 위하여 최소치로 세팅하지 않으면 안된다는 것은 명백하다. 이것은 고점도의 호액(저농도로 모두 임계점도수준에 달하는 호액) 고압압착에는 적당치 않은 것을 의미한다. 예를 들면 <그림 9>에서 나타낸 조건으로의 가호는 고점도 TypeIII의 호제는 최대 $B=8\%$ 의 착호율만이 보증될 수 있고 9~10%의 착호율을 바란다면 이 호제는 사용할 수 없다.

<요 약>

고압압착의 경우 점도는 양쪽 모두 한계가 있다.

① 저점도 : 이 종류의 호제가 점착력이 약할 때는 일반적으로 너무 코스트가 많이 든다. 고점착력을 갖는 저점도 타입의 호제는 소요착호율이 낮을 때만 사용할 수 있다.

② 고점도 : 이 종류의 호제는 높은 착호율을 요구하는 경우에는 적당치

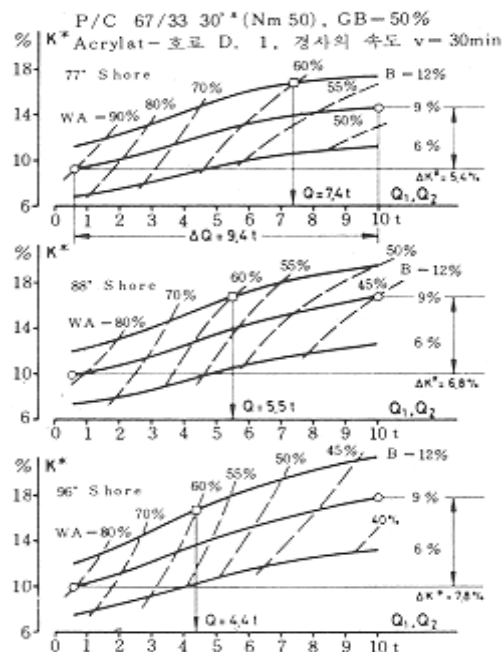
않다. 따라서 최고의 제직성을 나타내고 몰테이크업의 코스트를 최대로 삭감할 수 있는 호제를 선택하지 않으면 안된다.

나. 몰테이크업을 감소시킴에 있어 스퀴징 롤러의 한계능력에 따른 고압압착의 한계

고압압착에 있어서 액테이크업의 감소는 스퀴징 압력의 증대와 스퀴징 롤러 경도의 증대와의 조합된 효과에 의한다.

양 특성을 최적으로 조합시키는 조건을 알아내기 위하여 경도가 다른 3종류의 롤러(77°, 88°, 96° 쇼어)를 사용하여 실험하였다. 이때 스퀴징 압력은 6~100kN의 범위내에서 변경시켰다.

일정 착호율을 유지하기 위하여 농도 · 스퀴징 압력 특성을 나타낸 것이 <그림 11>인데 이 그림을 대비하여 아래와 같은 내용을 알 수 있다.



<그림 11> 일정 착호율(B)을 얻기 위한 스퀴징
압력(Q)과 호농도(K)와의 관계

- ① 3종류 롤러의 물테이크업은 스퀴징 압력이 증대할수록 감소한다.
- ② 물테이크업의 감소가 롤러의 경도에 영향을 받아 3개 내용을 나타낸다.
- ◎ 물의 테이크업을 $WA=60\%$ (착호율 $B=12\%$ 일 때)로 낮추기 위해서는 롤러 경도 77° 일때는 $74kN(7.4t)$ 의 스퀴징 압력이 필요하고 롤러 경도가 96° 일때는 $44kN$ 의 스퀴징 압력이 필요하다.
- ◎ $100kN(10t)$ 의 최대 압착압력을 적용하면 농도는 $4K^* = 5.4\%$ (절대치) 증대할 수 있지만 경 롤러로는 $\Delta K^* = 7.8\%$ (절대치)까지 증대시킬 수 있다.
- ◎ $100kN(10t)$ 의 압착압력하에서의 물테이크업의 최소치는 각 착호율 수준 모두 고무경도가 높을수록 적다.

<표 7>의 데이터로부터는 아래의 사실을 알 수 있다.

- ① 고무경도는 물테이크업 감소를 위해 중요한 요인의 하나이다. 고무경도 10° 쇼어A의 최대에 의한 평균감소치는 $\Delta WA = 4.2\sim 6.8\%$ (절대치)로서 이것은 착호율 수준에 의존한다.
- ② 최대효과는 최대경도(96° 쇼어A), 최대 압착압력($200kN$)의 조합에 의해 얻을 수 있다. 물테이크업의 최대 감소율은 종래의 가호에 의한 물테이크업에 비교하여 $40\sim 50\%$ 이다.

<표 7> 스퀴징 롤러 경도, 착호율과 물테이크업율과의 관계

스퀴징로올러 硬 度 (쇼어)	테이크업 $WA=60\%$ 着糊率 $B=12\%$ 일 때에 의 스퀴징 壓力	스퀴징 壓力의 ($7\sim 100kN$) 의한 糊濃度의 最大增加 (着糊率 $B=9\%$)	스퀴징압력 $Q=100kN(10t)$ 에서 서의 水테이크업 $WA(\%)$		
			$B=6\%$	$B=9\%$	$B=12\%$
77	$74kN(7.4t)$	5.4	47.1	52.6	57.0
88	$55kN(5.5t)$	6.8	41.6	44.8	48.0
96	$44kN(4.4t)$	7.8	39.1	41.6	43.8

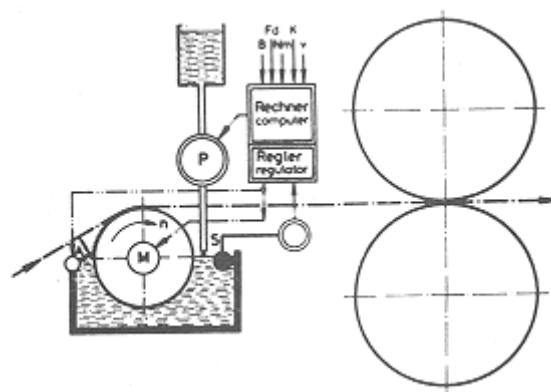
이 데이터는 경사의 물테이크업의 감소와 관련하여 고압 스퀴징의 허용량 일 뿐 아니라 한계치를 나타낸다. 이 한계는 주로 종래의 가호원리에 의한

것으로서 종래의 가호는 수용액이 호제와 실과의 하나의 매개물로 사용되어 스쿼징 롤러는 상술한 데이터보다 액테이크업을 감소시킬 수는 없다. 이 한계는 에너지 절약 입장으로 받아 들일 수는 없다.

그러나 납점 전의 액테이크업이 특수기술에 의해 희망수준까지 한정하여 납점전의 액의 과잉을 피할 수만 있다면 액테이크업을 이 이상으로 감소시킬 수 있다는 해석이다.

액테이크업을 희망하는 저수준까지 한정시킬 수 있는 장치의 하나를 <그림 12>에서 소개한다. 본 장치는 회전롤러(application roller)로 구성된 것으로서 액중에 침지되어 경사에 액을 운반(after waxing에 사용되어지는 것과 같은 kissing roller)한다.

액테이크업의 소요량은 application roller의 속도를 변화시키거나 또는 stripping edge(A)와 application roller간의 간격을 변화시킴으로써 컨트롤할 수 있다. 생산속도가 액테이크업에 미치는 영향은 회전수를 생산속도와 비례하도록 맞춤으로써 무시할 수 있다.



<그림 12> 테이크업을 컨트롤하는 장치

A : stripping edge	P : dosing pump
S : float	M : 변속 motor

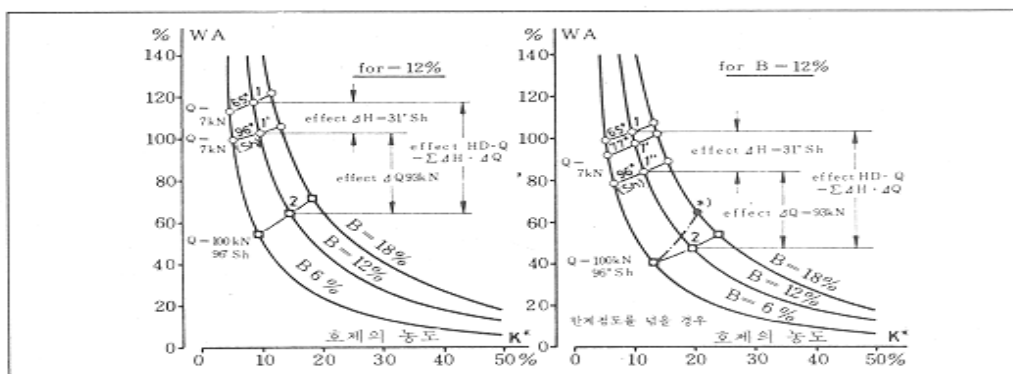
착호율의 균일화는 다음의 2가지 조건에 의해 보정된다.

① Dosing pump는 경사가 테이크업할 수 있는 만큼 호액을 풀통에 공급하지 않으면 안된다. 실제 호액농도를 계산하였고 이 데이터로 유입량을 컨트롤하였다.

② 풀통내의 호액량은 제어장치에 의해 일정하게 유지하지 않으면 안된다. 풀통내의 호액이 증대했을 때(이것은 경사가 소요액량을 테이크업하지 않은 것을 나타냄) 제어장치는 application roller의 속도를 높이든가 또는 stripping edge간의 간격을 넓게 한다. 풀통내의 호액수준이 강하하면 application roller 속도를 낮추든가 또는 stripping edge간의 간격을 좁힌다. 이와 같은 조건하에서는 실제 호액의 테이크업은 명목상의 호액의 테이크업과 같을 것이다.

스퀴징 롤러에서는 이미 착호율을 컨트롤할 수 없다. 호액의 침투를 높이고 호액의 분산을 균일하게 하기 위하여 롤러를 사용하는 것을 제안한다.

이 시스템은 한계를 넘는 호액의 테이크업 감소를 가져오는 것을 기대하여 이것은 확실히 고압압착으로 세팅되어 있다. 고농도의 호액(당연히 충분한 접착력을 가지고 있는 경우)과의 조합으로 물테이크업을 일정 수준이하로 감소시킬 수 있는데 이것은 고압압착에 의해 달성될 수 있다<그림 13>.



<그림 13> 고무 롤러의 표면강도(H)와 스퀴징 압력이 테이크업율(WA)의 감소에 미치는 영향.

이 시스템은 공장조건하에서는 아직 실험하지 않았다. 실의 길이방향 및 단면방향에의 착호상태의 균일화를 평가하기 위하여 실험중이다. 물론 경밀도, 호액농도, 경사속도와 관계가 있는 이 시스템의 가능한계에 대해서도 검토될 것이다.