

가호비용의 계산을 위한 분석

1. 서 언

모든 기업은 생산원가가 증가함에 따라서 생산의 합리화에 집중적인 노력을 기울이지 않을 수 없게 되었다. 이때에 비용을 효과적으로 감소시키기 위해서는 가호공정과 같은 비용집약적인 부문을 우선적으로 다루어야 한다.

경사의 품질을 저하시키지 않고도 가호공정의 비용을 줄일 수 있다는 것을 앞으로의 분석을 통해서 증명하겠다. 가호공정의 비용을 줄일 때에 유의해야 할 점은 가능한 한 최상의 경사품질을 유지해야 한다는 것이다. 경사에 가호를 잘해야만 수익성 좋은 직물을 생산할 수 있다. 이러한 이유로 직물의 경사품질을 가호공정의 비용절약에 우선해서 고려해야 한다. 어떤 비용절감 방법이 가호공정의 비용은 감소시키지만 직물을 짤때에 흐름성(laufeigenschaften)을 나쁘게 한다면 이 방법은 나중에 제직공정에서, 가호공정에서 절약된 비용의 몇 배에 해당하는 비용을 발생시키므로 이러한 방법은 채택할 수 없다.

다음의 제안은 경사의 가호율을 필요한 수준으로 항상 유지해야 한다는 것을 전제로 하고 있다.

2. 가호공정의 비용

가호공정의 비용은 아래와 같다.

- a) 호제비용
- b) 에너지비(증기 및 운전)
- c) 인건비
- d) 감가상각비

e) 소모품비

그러면 이들 비용 각각에 대하여 자세히 설명하기로 하겠다.

2.1 호제비용과 호제사용량의 결정방법

호제비용은 호제사용량과 kg당 호제가격으로부터 계산해 낼 수 있다. 호제 사용량은 비용발생의 중요한 인자이다. 따라서 이것의 파악과 감독이 매우 중요하다.

호제사용량은 다음의 3가지 방법에 의하여 구할 수 있다.

- a) 호액사용량의 측정으로부터
- b) 경사무계의 증가량으로부터
- c) 탈호에 의하여

2.1.1 호액사용량으로부터 호제비용의 결정

이 방법은 용량이 큰 가호기에 적용하면 좋다. 왜냐하면 용량이 큰 가호기에서는 호액소비량을 비교적 정확하게 파악할 수 있고, 잔여호액의 부정확한 파악으로 인한 오차도 경미하기 때문이다.

호액사용량을 알면 다음의 공식에 의해서 가호전의 실 1kg당 호제비용*을 산출할 수 있다.(*역자주 1DM을 편의상 200원으로 환산했음).

- a) 실의 무게당 호제비용(원/kg)

$$= \text{호액사용량(l)} \times \text{호액가격(원/l)} / \text{가호전 실의 무게(kg)}$$

- b) 단위무게당 호제비용(원/kg)

$$= \frac{A(l) \times B(\text{won/kg}) \times C(\%)}{D(\text{kg}) \times 100}$$

A : 호제사용량

B : 호제의 kg당 가격

C: 호액농도

D: 가호전 실의 무게

가호된 경사의 무게는 계산에 의해서 또는 무게의 칭량에 의해서 구할 수 있다. 계산에 의해서 구할 때에는 경사의 길이와 올의 수 외에 경사의 변수도 고려하기 때문에 변수의 변동으로 인한 오류가 발생한다. 이 오류는 2.1.2 절에서 자세히 설명하겠다. 그와는 반대로 칭량에 의해서 구하면 전체 경사 무게를 정확하게 구할 수 있다.

식 b)에서의 kg당 호제가격은 완전히 건조시킨 호제의 가격을 말한다. 예 : 수분을 20% 포함하고 있는 호제의 가격이 140원/kg이라면 완전히 건조시킨 호제의 가격은 175원/kg이 된다. ($140/0.80 = 175$).

2.1.2 경사무게의 증가량으로부터 호제비용의 결정

호제의 사용량은 경사의 무게 증가량에 의해서도 결정된다. 그 증가량을 안다면 다음 식에 의해서 호제비용을 계산해 낼 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{호제비용(원/kg)} \\ &= \frac{A(\text{kg}) \times B(\text{won/kg})}{C(\text{kg})} \end{aligned}$$

A: 가호 후 경사의 무게 증가량

B: 호제의 kg당 가격

C: 가호 전의 경사의 무게

여기서 경사의 무게 증가란 가호 전과 후의 무게 차이를 말한다.

이 방법의 단점은 이미 언급한 바 있는 변수변동이 있다는 것이다. 그림 보기를 들어서 설명하기로 하자.

Nm 34 6.286을 2,100m 가호했을 때 이들 경사의 가호 전 총무게는 388.2kg 이다.

$$G = \frac{L}{Nm} = \frac{6,286 \times 2,100}{34 \times 1,000} = 388.2\text{kg}$$

그리고 가호 후 경사의 총무게는 457kg이었으며, 6%의 수분율을 고려하면 건조무게는 429.6kg이 된다. 따라서 경사의 가호율 B는 다음과 같다.

$$B = \frac{429.6 - 388.2}{388.2} \times 100 = 10.7\%$$

만일 실의 변수가 Nm34가 아니고 Nm38 또는 Nm35이라면 가호율 B는 < 표 1>에 나타난 바와 같이 달라진다.

<표 1>

실의 변수	가호 전 무게(kg)	가호율 B
Nm 33	400.0	7.4%
Nm 34	388.2	10.7%
Nm 35	377.2	13.9%

가호된 경사의 무게에서 잔여수분량 만큼 무게가 공제되어야 하며 또한 가호 전 경사에서도 수분량만큼 감소되어야 한다. 이런 이유로 경사가 보다 균일한 경사수분율을 가지면 보다 정확한 무게증가량을 얻을 수 있다. 따라서 호제비용을 보다 정확하게 산출할 수 있다. 기계가 가동 중에 정지하면 경사가 지나치게 많이 건조된다. 따라서 그 빈도가 많으면 정확한 호제비용을 산출하기가 어렵다.

이 방법은 건조시킬 때 발생하는 풀가루로 인한 비용은 파악할 수 없다. 그러나 이렇게 해서 발생하는 오차는 1% 미만이므로 거의 무시해도 좋다.

2.1.3 탈호에 의한 호제비용 결정

분석하고자 하는 실은 탈호 전과 후에 105℃에서 완전히 건조가 되어야 한다.(호제 제거 전 건조무게 a - 호제 제거 후 건조무게 b). 일련의 실험에서

호제를 제거할 때 호제와 함께 제거된다는 것이 확인된 브라이트닝(Avigeanteil) 및 지방분(Fettanteil)의 무게(c)를 고려했을 때 다음 식에 의해서 정확한 가호율을 계산해 낼 수 있다.

$$B = \frac{a - b + c}{b + c} \times 100(\%)$$

이것으로부터 호제비용(원/kg)을 다음 식에 의해서 구할 수 있다.

$$\text{호제비용(원/kg)} = \frac{B}{100} \times C \times D$$

C: 가호 전 경사무게

D: 호제의 kg당 가격

이 방법에서도 건조할 때 가루로 떨어지는 호제의 양을 파악하기가 어렵다.

가호량의 측정은 가호속도에 영향을 많이 받으므로 분석실험을 할 때에는 충분한 속도로 가호한다는 것이 전제되어야 한다.

2.2 기타 호제비용

완전한 호제비용에는 그 외 부수적인 비용이 더 첨가된다. 가호된 경사에 왁스를 칠하는 것은 0.1내지 1.0%정도이므로 경우에 따라서는 측정 오차를 거의 무시해도 된다. 액체의사용량은 수준기로 측정할 수 있고 용융액체는 일정한 단위의 포장으로 판매하기 때문에 사용량을 알 수 있다. 또다른 비용으로서 폐수처리 수수료를 이미 지불하고 있거나 조만간에 발생할지도 모른다.

최종적으로 호제비용을 산출할 때 유의해야 할 점은 사용하지 않은 잔여 호액을 고려해야 한다는 것이다. 작업이 끝난 후에 로트(lot)변경을 할 때 처리된 잔여호액을 방출시킬 수 있다면 보다 정확한 비용을 산출할 수 있다. 그

때에 호액 저장소가 있어서 그곳으로 사용하지 않은 잔여호액을 회수시킬 수 있다면 그 회수비용도 그리 많이 들지는 않을 것이다. 대개의 가호공장은 저장소를 가지고 있어서 24시간은 물론 주말이 끝날 때까지도 아무런 이상 없이 저장할 수 있으므로 이와 같은 호액저장에 의한 비용절약방법은 가능하다.

그에 반하여 로트 변경과 함께 Recipe를 변경한다면 비용이 발생할 수 있다. 효소분해된 풀을 수용성 물질로 바꾸면 호액을 한결같이 방출시킬 수 있다.

손실액에는 한계가 있으며 계산상으로는 기껏해야 풀통에 채워진 양 만큼이다. 호액의 Recipe를 결정한 후 로트변경을 할 때에는 단지 농도만 물게 해서 사용한다면 사용하지 않은 잔여호액으로 인한 손실을 감소시킬 수 있다.

3. 에너지

에너지비는 증기비와 운전비로 나눌 수 있다. 증기와 운전은 둘다 가호공정에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 이들 비용은 그 파악이 어렵기 때문에 자주 취급되지는 않는다.

3.1 운전비

가호기 전기수요의 기준치로 <표 2>의 값을 사용할 수 있다.

기계의 열효율은 미터당 경사의 무게에 달려있다. 보통 60-75%의 열효율을 가진다고 본다. 평균 12.5kwh의 출력을 내기 위해서는 시간당 400원의 비용이 든다.

$$12.5kw \times 32\text{원/kwh} = 400\text{원/h}$$

<표 2> 운전의 전기소요량

7-실린더 가호기	10kwh	열효율 =60-75%
9-실린더 가호기	11kwh	
왁스의 가열	2.2kwh	
교반기	0.04kwh	
쿠커 (cooker)	5-11kwh=50%	

3.2 증기비

증기비는 기계의 종류와 매우 깊은 연관성을 가진다. 이러한 사실은 공기 건조기와 실린더 건조기의 비교에서 구체적으로 나타난다.

1kg의 물을 증발시키기 위해서는 실린더 건조기에서는 약 1.4kg의 증기가 필요한데 비하여 공기건조기에서는 약 2kg의 증기가 필요하다.

공기 건조기는 가호기의 가호능률을 저하시킬 뿐만 아니라 경사의 품질에도 나쁜 영향을 끼치므로 — 특히 긴 스테이플 파이버에 있어서는 경사에 잔털이 많고 꺼칠꺼칠하게 된다. — 오늘날 거의 예외없이 모든 공장에서 실린더 건조기를 사용한다. 따라서 다음의 계산에서는 단지 실린더 건조방법만을 고려하기로 하겠다.

실린더 건조기에 대한 수치는 VDMA(독일 기계 제조업자 조합)의 기준과 직물공업 조합(Frankfurt/Main 소재)의 기준에 따른다. 다음은 그 보기이다.

직경이 1,800mm이고 증기압이 3.5기압인 7-실린더 가호기에서는 매 시간당 650kg의 물을 증발시킨다. 증기비용은 포화증기 100kg당 380원이다.

4. 인건비

가호공 한 사람에 대한 임금은 시간당 1,800원이고 보조가호공은 시간당 1,400원으로 어림잡는다. 그리고 거기에다 50%의 사회복지 사업비를 고려하면 시간당 비용은 4,800원이 된다.

5. 감가 상각비

대당 가격이 61,600,000원인 가호기로 11개월동안 3교대 작업으로 작업했을 때 10%의 감가상각과 2%의 예비부품 사용을 고려한다면 감가상각비는

$$\frac{61,600,000 \times (10 + 2) / 100}{11 \times 20 \times 3 \times 8} = 1,400 / \text{h} \text{ 가 된다.}$$

6. 소모품비

이 비용은 이와 같은 비용 비교에서 고려하지 않는다.

7. 기타 가호비용에 영향을 미치는 요소

앞에서 취급한 인건비, 에너지비, 기계감가상각비 등은 평균값이다. 이들 비용은 여러 요소(factor)의 영향을 받는다. 그 중에서 가호기의 가동율은 매우 중요한 요소이다. 근본적으로 모든 운전작업에서 작업자는 기계의 가동율을 높이고 기계의 정치회수를 낮추려고 노력해야 한다. 제2의 정경비임받침대(가격 약 3,440,000)을 사용하면 가동율은 현저하게 좋아진다. 이렇게함으로써 다른 조치를 취하지 않고서도 가호공정의 가동율을 65%에서 75%로 향상시킬 수 있다.

로트를 변경할 때마다 경사비임을 교체하면 생산량이 감소한다. 따라서 경사비임의 길이를 크게하는 것이 유리하다. 그러나 직기의 종류에 따라 그 길이에 어떤 한계가 있음은 물론이다.

가는 실(긴 가호시간을 필요로 함)을 가호할 때는 경사비임의 교체회수의 감소로 인한 비용면에서의 이익이 제직공정에서 더 오랜 시간동안 직기에 걸려있어야 함으로 인한 손실과 서로 상쇄된다.

경사가 기계에 감김으로 인한 가호속도의감소나 기계의 정지는 가호비용을 증가시킨다. 따라서 비용의 절감을 위해서는 정경비임을 잘 준비하도록

유의해야겠다.

그 외에 영향력이 큰 요소는 작업교대이다. 2교대 작업이 비용면에서 유리하다. 왜냐하면 야간 작업으로 인한 야간 특별수당과 기관실(Kesselhaus)운전을 생략할 수 있기 때문이다. 시간외 근무없이 2교대 작업을 하는 것이 비용면에서 가장 바람직하다. 만약 시간외 근무를 한다면 만발의 준비를 갖추어서 보다 높은 가호속도로 가호를 함으로써 생산능률을 향상시켜서 비용의 증가를 상쇄해야 한다.

그러나 다음의 계산(제8절)에서는 실제로 3교대작업이 널리 사용되고 있기 때문에 이 작업방법을 기준으로 한다.

가호율도 역시 비용에 영향을 준다. 왜냐하면 가호율이 경사비임의 제직용 경사길이에 영향을 미쳐서 경사비임의 교체회수에 영향을 주기 때문이다. 그리고 가호율이 최적치를 넘으면 실의 경화가 예상되기 때문에 최적치를 넘게 해서는 안된다.

가호비용이 pick up에 영향을 받는다는 것은 분명하다. 3가지의 pick up%에 대하여 다음의 비용분석을 실시했다.

8. 3-pick up에 대한 가호비용의 계산

앞에서 이미 이야기한 바와 같이 비용의 절약은 실의 호막을 약하게 해서 안된다는 것을 전제로 한다. 다시 말해서 3-pick up은 실제로 필요한 만큼의 가호율을 가져야만 한다. 여기서는 가호율 B를 10%로 고정시켜서 계산하겠다. <표 3>에 제시된 바와 같이 호액농도를 서로 달리함으로써 B값을 고정시킬 수 있다. <표 3>에는 그 밖에 가호 전 경사의 무게와 가호된 경사의 건조하기 전의 무게가 나와있다.

호제비용은 호제(풀+첨가물) 1kg당 200원으로 가정한다.

<표 3>

	pick up%		
	100%	125%	143%
B=10%일 때 용액농도 K(%)	10	8	7
가호 전 경사의 무게 (P)	100	100	100
가호된 경사의 건조 전 무게 (P)	200	225	243

<표 4>의 비용 비교표를 보면 낮은 pick up%에서 가호할 때가 가장 비용이 적게 발생한다는 것을 분명히 알 수 있다. 표에서 나타난 바와 같이 125% pick up과 143% pick up은 100% pick up보다 가호비용이 각각 13%, 22%가 더 많다.

<표 4> Pick up%에 따른 가호비용

데이터	pick up%			비 용	pick up%		
	100%	125%	143%		100%	125%	143%
1. 호적사용량 (l)	1,240	1,550	1,773	1. 호적비용(원)	24,800	24,800	24,800
물사용량 (l)	1,116	1,426	1,649	2. 운전비용(400원/h)	954	1,214	1,386
2. 가호속도(m/min)	70	55	48	3. 증기비용(380원/100kg)	8,280	10,492	12,088
3. 가호시간(min)	143	182	208	4. 임금(4,800원/h)	12,240	15,360	17,440
경사비입코체(min)	10	10	10	5. 기계작가상과비(원)	3,570	4,480	5,086
계	153	192	218	계(원)	49,844	56,346	60,800
4. 증기사용량(kg)				비교수치(%)	100	113	122
(물 사용량×1.4)							
a) 실린더(kg)	1,562	1,996	2,309				
b) 불 통(kg)	45	50	54				
c) 루 커(kg)	572	715	818				
계	2,179	2,761	3,181				

* 주 20tex(Nm 50) 6,200을, 가호넓이 1,600mm, 로트절이 10,000mm, 가호 전 경사의 무게 1,240kg.

월 가호경사량이 50t인 중간크기의 가호공장을 기준으로 했을 때 3-pick up%의 가호비용의 차이를 비교한 것이 <표 5>에 나와 있다.

<표 5>

	100%	pick up% 125%	143%
총 가호비용	2,009,800	2,272,000	2,451,600
pick up 100%와 비교할 때의 월 손실액(원)	—	252,200	441,800
pick up 100%와 비교할 때의 년 손실액(원)	—	3,146,400	5,301,600

9. 결 론

a) 앞의 계산에서 본 바와 같이 pick up%가 낮으면 낮을수록 가호비용이 작아진다. pick up% 는 호액의 점도에 비례해서 변화하므로 가능한 한 낮은 점도에서 필요한 가호율을 가지도록 호액을 만들어야 한다. 따라서 낮은 점도에서 높은 농도를 가지는 호액이 가호공정에서 요구된다.

b) 100% pick up에서의 가호비용 중 50%가 호제비용이고 인건비가 25%, 에너지 및 감가상각비가 나머지 25%를 차지하고 있다.

c) 일반적으로 가호 비용을 계산하는데 소요된 비용은 가호총액에 포함시키지 않지만 계산량이 지나치게 많거나 pick up%의 특수한 경우에는 그 비용도 포함시킨다.

10. 요 약

보다 낮은 점도로 호액을 만들 수 있다면 가호비용을 근본적으로 감소시킬 수 있다. 가호율을 감소시키지 않고서도 비용총액의 약 25% 내외를 감소시킬 수 있다.

앞에서 계산할 때 사용한 수치는 작업방법에 따라 달라진다는 것에 유의해야 한다. 그러나 이 분석의 의의는 모든 작업방법에 대하여 필요한 모든 수치를 제공하자는 것이 아니라 모든 작업방법하에서 평가기준으로서의 역할을 할 수 있는 수치를 제공하자는 것이다.

가호비용을 계산함에 있어서 이제까지의 계산정도에서 만족해서는 아니되며 보다 완전하고 실제에 가까운 비용을 산출하기 위해서는 호액의 점도와 그 상호연관성이 있는 pick up%도 포함시켜서 계산을 해야 하겠다.