

방 적 기 술

- 3. 조방공정 (18) -

5.2 운전관리

(1) 제계산

1) 회전수

a) 드라이빙 샤프트의 회전수

$$\frac{\text{모터회전속도(rpm)} \times \text{모터 풀리 직경(in)}}{\text{드라이빙풀리직경(in)}} = \frac{1735 \times 3 \frac{1}{2}}{22}$$
$$= 276(\text{rpm})$$

b) 프런트 롤러의 회전수

$$\text{드라이빙 샤프트 회전수(rpm)} \times \frac{\text{TC} \times 56 \times 17}{30 \times 126 \times 18} = 3.86 \times \text{TC(rpm)}$$

(TC : 46T일 때 178rpm) (TC : twist change wheel)

c) 스펀들의 회전수

$$\text{드라이빙 샤프트 회전수(rpm)} \times \frac{39 \times 56}{39 \times 24} = 644(\text{rpm})$$

2) 꼬임수

$$\frac{\text{스펀들회전수(rpm)}}{\text{프런트롤러회전수(rpm)} \times \text{프런트롤러의직경} \times \pi}$$
$$= \frac{18 \times 126 \times 30 \times 39 \times 56}{17 \times 56 \times \text{TC} \times 39 \times 24 \times 11/8 \times \pi} = \frac{47.21}{\text{TC}}$$

47.21을 이 기어링(bearing)에 있어서 꼬임의 상수(트위스트콘스탄트)라고 한다.

예 1) TC : 46T때 25.4mm(1in)간의 꼬임수는 $47.21/46 = 1.026$

예 2) 25.4mm간 꼬임수를 1.03으로 하고 싶다. 트위스트 체인지 휠(TC)의 치수는 얼마로 하면 되는가로 $47.21/46 = 1.026$

(TC)의 치수는 얼마로 하면 되는가로 $47.21/1.03 = 45.8$ TC : 46T

예 3) 조사 230gr/30yd으로 꼬임상수 0.98하고 싶다. 25.4mm간 꼬임수와 트위스트 체인지 휠(TC)의 치수를 구하여라

○ 꼬임상수와 꼬임수의 관계식

$$\text{꼬임수} = \text{꼬임상수} \times \sqrt{\text{번수}}$$

(단, 조사번수는 행크 로빙으로 표시)

○ 조사 230gr/30yd의 조사번수

$$\frac{7000 \times 30}{840 \times 230} = 1.087$$

조사번수 : 1.087 꼬임상수 : 0.98일 때의 꼬임수

$$0.98 \times \sqrt{1.087} = 1.022$$

꼬임수 : 1.022때의 트위스트 체인지 휠의 치수

$$47.21/1.022 = 46.2$$

따라서 TC : 46T(꼬임수 : 1.026)

3) 레이어(layer) 수

보빈의 리프트(높이)방향에 가지런히 감겨지는 감김수의 계산은 로빙 성형

상 필요한 일이며 보빈 리프트의 25.4mm(1in)간 감김수를 레이어 수(layer수)라고 한다. 이 레이어 수는 다음과 같이 하여 산출한다.

리프터 샤프트(lifter shaft)가 1회전하는 사이에 프런트 롤러로부터 송출되는 조사의 길이를 보빈의 원주로 나누어 감김수를 구하고 그것을 보빈 레일의 이동거리로 나눈다.

또, 보빈의 감기 회전수(보빈의 회전수—스핀들의 회전수)를 보빈레일의 속도로 나누어도 좋다.

이것을 기준으로 하여 앞의 기어링으로 계산 예를 표시한다.

a) 커티스 로우드식(Curtis and Rhode's motion) 차동운동(differential motion or compound)에서 58T 보빈 드라이빙 휠의 회전수를 구하는 방법

n_1 : 드라이빙 샤프트의 회전수

n_2 : 106T 휠의 회전수

n_3 : 58T 휠의 회전수

DT : 톱 콘 드럼의 직경

DB : 보텀 콘 드럼의 직경

여기에서 회전방향은 전부 동일방향이다(보빈 리드)

전부가 드라이빙 샤프트와 일체로써 n_1 회전하면 106T 휠 및 58T 휠도 n_1 회전한다.

106T 휠의 회전수

$$n_2 = n_1 \times \frac{TC \times DT \times 36 \times 45 \times WC}{30 \times DB \times 36 \times 50 \times 106}$$

58T 휠의 회전수

$$n_3 = n_1 - (n_1 - n_2) \times \frac{34 \times 21 \times 14}{21 \times 28 \times 90}$$

$$= n_1 \left\{ 1 + \left(\frac{TC \times DT \times 36 \times 45 \times WC}{30 \times DB \times 36 \times 50 \times 106} - 1 \right) \left(\frac{34 \times 21 \times 14}{21 \times 28 \times 90} \right) \right\}$$

b) 보빈의 회전수

$$NB = n_3 \times \frac{58 \times 56}{47 \times 24} = (1.54 \times 10^{-4} \times \frac{TC \times DT \times WC}{DB} + 2.33)n_1$$

c) 스펀들 회전수

$$NS = n_1 \times \frac{39 \times 56}{39 \times 24} = 2.33 \times n_1$$

d) 보빈 감기 회전수

$$N = NB - NS = 1.54 \times 10^{-4} \times \frac{TC \times DT \times WC}{DB} \times n_1$$

e) 보빈 레일의 속도(in)

$$SB = n_1 \times \frac{TC \times DT \times 36 \times 13 \times 12 \times LC \times 17 \times 22 \times \pi}{30 \times DB \times 36 \times 50 \times 100 \times 40 \times 90 \times 10}$$

$$= 3.39 \times 10^{-5} \times \frac{TC \times DT \times LC}{DB} \times n_1$$

(단, 리프터 랙 피니온(lifter rack pinion) : 10DP×22T)

f) 레이어수

$$L = \frac{N}{SB} = \frac{1.54 \times 10^{-4} \times WC}{3.39 \times 10^{-5} \times LC} = 4.54 \times \frac{WC}{LC}$$

그러나 리프터 체인지 휠(LC)의 치수 및 레이어수의 결정관리에는 다음과 같은 방법도 실제로는 많이 사용되고 있다.

즉 방출중의 각 기대의 로빙에 대하여 5in 사이의 레이어 수를 실측하고

레이어 수/in를 산출한다. 그리고 각각의 기대에 부착되어 있는 LC를 곱하여 레이어 상수를 평균하여 정한다.

$$\text{레이어 상수} = \text{레이어수} \times \text{LC}$$

이로부터 새로운 레이어수에 대한 LC의 치수를 구하려면 다음 식에 의해 계산한다.

$$\text{새로운 LC의 치수} = \frac{\text{레이어상수}}{\text{신레이어수}}$$

4) 와인딩 체인지 휠(winding change wheel : WC)의 치수를 구하는 방법

보빈에 감는 길이는 프런트 롤러로부터 나온 길이에 맞도록 WC를 정한다.

그러기 위해서는 첫감기때 보텀 코운 드럼의 직경(DB1), 톱 콘 드럼의 직경(DT1)과 빈 보빈의 직경(d1)으로 계산하면 용이하다.

다음에 앞에서 말한 레이어수의 계산에 이어 WC의 치수를 구하는 계산식을 표시한다.

a) 보빈에 의한 감기는 길이

$$BL = N \times d \pi \times E$$

$$N : \text{보빈의 감기회전수} = \frac{1.54 \times 10^{-4} \times TC \times DT \times WC \times n_1}{DB}$$

d : 감김직경

E : 콘 벨트 전달효율

b) 프런트 롤러로부터의 나오는 길이(in)

$$\begin{aligned} FL &= n_1 \times \frac{TC \times 56 \times 17 \times 11 / 8 \times \pi}{30 \times 126 \times 18} \\ &= 1.57 \times 10^{-2} \times \pi \times TC \times n_1 \end{aligned}$$

c) BL = FL으로부터

$$1.54 \times 10^{-4} \times \frac{TC \times DT \times WC}{DB} \times n_1 \times d \pi \times E = 1.57 \times 10^{-2} \times \pi \times TC \times n_1$$

따라서

$$WC = \frac{1.57 \times DB}{1.54 \times 10^{-2} \times DT \times d \times E} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

d) 여기에서 첫감김때에 있어서의 조건을 넣으면

$$d_1 = 1.614\text{in}(41\text{mm})$$

$$DB_1 = 3.34\text{in}(85\text{mm})$$

$$DT_1 = 5.91\text{in}(150\text{mm})$$

$$DB_1 + DT_1 = 9 \frac{1}{4}\text{in}(235\text{mm})$$

$$E : 0.95$$

①식으로부터 WC : 38T로 된다.

그러나 실제에는 콘 드럼의 편심, 벨트의 폭, 두께, 첫감기 위치, 코운 드럼의 형상 등 기대 및 관리방법이 일정하지 않으므로 방출조건과 대조해서 시험방출을 하고 계산상의 치수가 좋은가를 확인하는 것이 필요하다.

5) 조사의 장력

조방기에 있어서는 조사의 장력을 적절히 균일하게 관리하는 것이 중요하다. 이것이 잘 되지 않을 때에는 의외의 불안정 드래프트가 발생하여 품질과 방출상태의 혼란을 야기한다.

조사의 장력이 너무 팽팽하면 부정 드래프트에 의한 부동을 발생시키고 장력이 느슨하면 꼬임이 불균일하게 되어 강연사나 부동이 발생한다.

조사의 방출장력이 조정은 보통 첫 감기에 있어서는 콘 벨트의 위치 및

와인딩 체인지에 의하여 행하게 되며 그 후의 장력조정은 세이퍼 체인지 휠과 패턴트(patent) 체인지 휠(PC)에 의하여 행한다.

기구상 세이퍼 체인지 휠 1T에 의한 롱 랙(long rack)의 이동량이 많으면 장력이 늦추어지며, 적으면 팽팽해 진다.

○ 세이퍼 체인지 휠 1T에 의한 롱 랙의 이동량(M^{mm})

$$M = \frac{PC \times 60 \times 25.4 \times \pi}{SC \times 25 \times 12} = 15.95 \times \frac{PC}{SC} \text{ (mm)} \quad (\text{롱 랙 휠 : } 12DP \times 60T)$$

SC와 PC의 조합에 의해서 M의 값이 결정되므로 이 M의 값으로 장력을 관리하면 좋다.

이 외에 기계 및 콘 드럼의 특성이 포함됨을 고려하여 장력의 적정여부 판단은 눈으로 보아 판단하기도 하지만 조사의 무게측정(로빙직경, 로빙층에 따른 무게측정)에 따르지 않으면 안된다.

다음 표는 장력의 조정법을 표시한다.

<표 5-3> 장력의 조정

텐션의 상태		첫감기의 코운 벨트의 위치	PC를 그 상태로 두고 SC만을 변경할 때 (SC의 치수)	PC와 SC를 조합하여 변경할 때 (M의 값)
첫감기	감기완료			
적 당	늘어짐	무변동	크게한다	적게한다
적 당	팽 팽	무변동	적게한다	크게한다
팽 팽	적 당	GE측에 붙인다.	크게한다	적게한다
팽 팽	팽 팽	GE측에 붙인다.	무변동	무변동
늘어짐	적 당	GE측에 붙인다.	적게한다	크게한다
늘어짐	늘어짐	GE측에 붙인다.	무변동	무변동

6) 드래프트

a) 실제 드래프트

$$\frac{\text{방출조사변수} \times \text{더블링 수}}{\text{공급조사 또는 슬라이어 변수}}$$

$$\text{또는 } \frac{\text{공급조사 또는 슬라이버 중량}(\text{gr/yd}) \times \text{더블링 수}}{\text{방출조사의 중량}(\text{gr/yd})}$$

b) 백 롤러~프런트 롤러 사이의 드래프트(총 드래프트)

$$\frac{70 \times 100 \times 17 \times 11/8}{\text{DC} \times 21 \times 18 \times 11/8} = \frac{314.8}{\text{DC}}$$

314.8을 이 기어링에 있어서 드래프트 상수라고 한다. 따라서 DC : 37T인 경우의 총 드래프트는 8.51dl 된다.

c) 백 롤러~서드 롤러 사이의 드래프트(브레이크 드래프트)

○ 드래프트 계산상의 서드 롤러 직경은

$$\frac{15}{16} \times 25.4 + 1.4 \times 0.9 \times 2 = 26.33(\text{mm}) = 1.037(\text{in})$$

단 보텀 에이프런 두께가 1.4mm인 경우의 에이프런 유효두께는 $1.4 \times 0.9\text{mm}$ 로 한다.

$$\text{따라서 } \frac{27 \times 1.037}{21 \times 11/8} = 1.185$$

d) 서드 롤러와 세컨드 롤러 사이의 드래프트(메인 드래프트)

$$\frac{21 \times 70 \times 100 \times 1}{27 \times \text{DC} \times 21 \times 1.037} = \frac{250}{\text{DC}}$$

e) 세컨드 롤러~프런트 롤러 사이의 드래프트(콘덴서 드래프트)

$$\frac{17 \times 11/8}{18 \times 1} = 1.185$$

7) 생산량

a) 계산상의 생산행크

$$\frac{\text{스핀들(rpm)} \times 60(\text{분}) \times \text{운전시간}}{\text{꼬임수}/(\text{in}) \times 36(\text{in}) \times 840(\text{yd})}$$

$$\text{또는 } \frac{\text{프런트 롤러의 송출장}(\text{in}/\text{분}) \times 60(\text{분}) \times \text{운전시간}}{36(\text{in}) \times 840(\text{yd})}$$

여기에서 프런트 롤러(FR)의 송출장(in/분) = FRrpm × FR직경(in) × π

b) 생산량(kg)

$$\bigcirc \text{ 1추당 생산량(kg)} = (\text{생산행크수} \div \text{조사변수}) \div 2.2$$

$$\bigcirc \text{ 1대당 생산량(kg)} = (\text{생산행크수} \div \text{조사변수} \times \text{대당추수}) \div 2.2$$

따라서 a)의 식과 조합하면 계산상의 생산량(kg)은

$$\frac{\text{스핀들(rpm)} \times 60(\text{분}) \times \text{운전시간} \times \text{추수}}{\text{꼬임수}/(\text{in}) \times 36(\text{in}) \times 840(\text{yd}) \times \text{조사변수}} \times \frac{1}{2.2}$$

또는

$$\frac{\text{프런트 롤러의 송출장}(\text{in}/\text{분}) \times 60(\text{분}) \times \text{운전시간} \times \text{추수}}{36(\text{in}) \times 840(\text{yd}) \times \text{조사변수} \times 2.2}$$

c) 효율(%)

$$\frac{\text{실제의생산행크}}{\text{계산상의생산행크}} \times 100$$

따라서

$$\text{실제의 생산행크} = \frac{\text{계산상의생산행크} \times \text{효율}(\%)}{100}$$