

# 회전하는 권사체 주위의 공기압력 해석 (Air Pressure Analysis of Rotating Pirn)

김광영, 김종수, 최병오, 유찬수(KIMM, 기계부품연구부)

This paper presents the experimental results of air pressure analysis around a high speed and large package pirn. The experimental system is constructed to measure around air pressure of a rotating pirn in highspeed. The experiment is carried out for the varios speeds. The results that. air pressure around rotating pirn increases as the speed increase, air prissure on the middle of the prin is larger than that on the both ends, and the force direction is opposite to the rotation dirction. The present results a useful to design the high speed, large package pirn winder.

Key Words : Pirn Winder(권취기), Rotating Pirn(권사체), Large Package(대용량), Air Pressure(공기압력), High Speed(고속)

## 1. 서 론

국내에서 제작되고 있는 Pirn Winder의 대부분은 Cam Traverse 구동방식의 Winder로써 최근 급속히 발달하고 있는 고속화, Large Package화 된 Winder의 개발이 필수적이다. [1,2] 권사체 형성에는 권사체 내부의 과도한 압력이나 사총형상의 붕괴를 방지하기 위하여 사(Yarn)의 종류에 대하여 사장력의 제어가 있고 또 스핀들의 배치등 기구상의 여러 가지 제약조건이 있다. [3,4] 특히 다양한 종류의 관권형상과 대용량을 가진 Pirn Winder을 생산하기 위해서는 효율성 있는 기계를 제작하여야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Pirn주위의 공기의 유동상태를 알고, 공기유동에 대한 압력이 Pirn에 영향을 주는 인자를 개선시키는 것이 효율성 있는 기계를 설계하는데 중요한 의미를 갖는다. 또한 권사체주위의 비산하는 섬유유를 제어하여 현장의 작업환경을 조절할 수 있는 기반이 된다. 일반적으로 권사체는 원주의 양단에 원추가 붙어서 복잡한 형상을 하고 이것이 고속회전할때 생기는 기류는 3차원적인 복잡한 것으로써, 권사체 상하부에서 흡입하는 공기는 중앙부로 모이고 반경방향으로 토출되는 현상을 나타내고 있다. [5] 본연구에서는 권사체가 회전할 때 권사체주위의 공기흐름에 대하여 반경방향과 높이방향 각각의 위치에서 변형계를 변위를 측정된 값으로 압력을 계산하여, 회전수 변화에 따른 압력의 분포영역을 정량화 하고자 하였다. 따

라서 이 연구결과를 이용하면 고속, 고용량의 Pirn Winder를 설계할때에 핵심기술인 yarn의 Pirn형성에 중요한 영향인자인 사장력 제어와, Pirn의 형상과 속도에 따른 스핀들의 간격, 트레버스의 속도, 텐션장치 및 작업환경의 개선에 이용할수 있다.

## 2. 권사체 주위의 압력

### 2.1 실험장치

권사체 주위의 공기흐름을 정량적으로 측정하기 위한 실험장치는 Fig1과 같다. 시험기는 프레임, 속도절부, 측정부로 구분되며 (1)회전수가변형 모터는 모터에 붙은 (2)폴리와 벨트를 통하여 (3)권사체를 회전시킨다. 권사체 주위의 공기압력변화는 (4)스트레인게이지를 부착한 가볍고 얇은 스테인리스 판에 직경 20mm의 탁구공을 부착한 게이지의 신호를 (5)스트레인 amp로써 증폭한 후 (6)컴퓨터에 입력자동 처리 되도록 하였다. 또한 이때의 값들은 (7)표시판 널에서도 직접 확인할수 있도록 하였다.

### 2.2 실험방법

Fig.2는 실험에 사용한 권사체의 형상이다. 권사체는 직경40mm, 길이 330, 250mm의 파이프에 중심축에 대하여 20deg의 경사각으로 75테니아의 필라멘트사로써 1.5kg과 1kg의 2종류로 만들었다. 또한 실

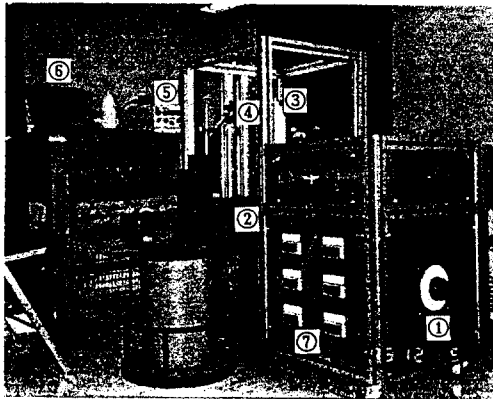
힘을 용이하게 하기 위하여 권사체의 표면은 손상하지 않을 정도로 얇게 에폭시 코팅하여 실험중 내부 응력에 의해 사층의 무너짐과 실의 풀림을 방지하였다. 공기압력의 측정은 실험장치에서 권사체의 회전을 4,000rpm 일정으로 하여 중심축으로 부터 반경방향으로 위(5,25,50mm) 위치에서 반경방향, 회전방향, 축방향의 압력분포를 측정하고, 또한 4,500rpm까지 회전수를 변화하면서 반경방향(r-z)에서 pirn의 높이에 따른 압력분포를 측정하였다. 권사체의 반경방향은 R, 원주방향의 좌표는 Y, 축방향좌표는 Z로 하여 반경방향은 커지는방향, 원주방향은 권사체의 회전 방향을, 축방향은 아래로 향하는 것을 양의 방향으로 한 원통좌표계를 이용하였다. 측정할때 공의 직경과 권사체회전의 안정화 등에 의한 신호의 편차가 있었으나 가장 안정될때의 값을 측정 값으로 하였다. 또한 예비실험에서 대칭점이 확인 되어 권사체의 상단부를 위에서부터 측정하였다. 공의 압력계산은 스트레인 게이지에서 나오는 전류변환값을 식(1)에 의해 계산하였다

$$P = E \times \varepsilon \times B \times H^2 / 6L \quad \text{-----(1)}$$

여기서  $E = 193 \text{GPa} = 19,700 \text{Kg/mm}^2$

$$\varepsilon = (\text{측정값}) \times 10^{-6} \mu e$$

$B = 4 \text{mm}, L = 7 \text{mm}, H = 1 \text{mm}$



- ① Motor    ② Pulley & Belt    ③ pirn
- ④ Gage    ⑤ Amp    ⑥ Computer    ⑦ Pannel

Fig. 1 Force Measuring system of rotating pirn

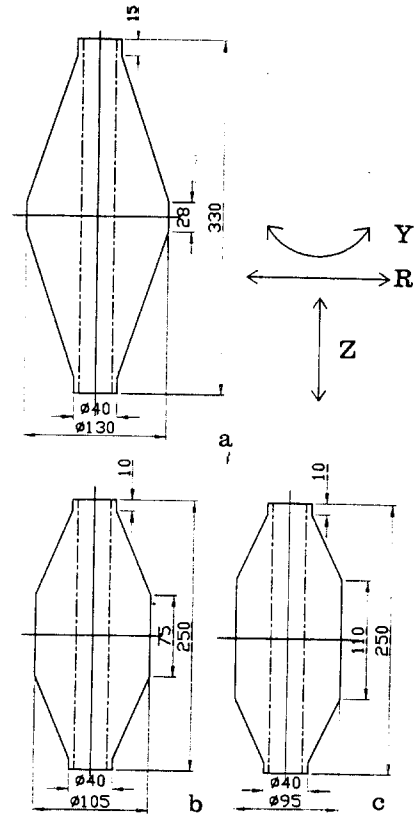


Fig. 2 The Type of Rotating pirn

### 2.3 결과 및 고찰

Fig.3은 B Type의 권사체가 4,000rpm의 일정한 상태에서 주위의 공기압력에 대하여 Y, Z, R 방향에서 측정값을 정리한 것이다. Y와 Z방향에서는 Z방향의 값이 커짐에 따라 Pirn주위의 공기압력은 증가하고 중심위치인 125mm를 벗어나면 감소하는 것을 알 수 있다. Y방향에서는 Pirn의 중심축에서 떨어진 위치에 관계없이 일정한 밴드 폭을 가지며 증가하고 50mm의 근접위치 값은 5m, 25m와는 Z방향 150mm 위치에서 달리 상승하였다. 이것은 공의 직경 영향이 있겠으나 Pirn 회전시 근접 위치보다는 어느정도 떨어진 위치에서 주흐름은 원주방향으로 작용하는 힘이 크다는 것을 알 수 있다. Z방향에서는 위치에 관계 없이 일정한 힘의 분포를 보였다. R방향에서는 Z의 위치에 따라 음의 값에서 양의 값으로 천이되고 있음을 알 수 있다. 이것은 Pirn의 끝단에서는 중심축 쪽으로 공기 압력이 작용하여 Z의 중심위치 정도에서는 반대방향으로 토출되는 현상을 확인할

수 있으며 [5]천이점에서는 약 20g의 압력이 yarn에 작용하여 양쪽 경사부분으로 힘이 분출므로 사층이 무너질 확률이 크게된다.

Fig. 4는 A, B, C형의 Pirm에 대하여 4,500rpm에서의 Z방향에 대한 하중값을 나타내었다. C형은 85mm 높이에서 하중이 떨어진 현상을 보이고 있다. 이것은 경사부가 평행부로 되는 점으로서 공기압력 입출력의 방향이 바뀌는 현상을 보였다. A, B형은 경사부가 평행부보다 긴 상태로서 뚜렷한 변곡점으로 볼 수 없었다. 압력분포는 Pirm의 직경변화에는 크게 변하지 않았다. 경사부와 평행부의 크기에 따라 압력에 미치는 영향이 크게 나타났다.

Fig. 5는 rpm 변화에 따른 A, C형 Pirm에 대한 r방향이 일정점에서 y방향 압력의 상관관계를 나타낸 것이다. A형에서는 Pirm 표면에 가까운 곳에서는 rpm이 증가 하여도 Z방향거리에 관계없이 힘이 일정한 값을 가지면서 밴드 폭이 넓은 분포를 나타낸다. 또한 일정거리 떨어진 165mm 부분에서는 다른 위치에서보다 rpm이 증가하면서 뚜렷하게 압력이 증가하는 것을 알 수 있으며 다른 위치점들은 2,000rpm 이상에서는 평행하게 나타나며 밴드폭은 좁았다.

C형은 Pirm의 표면이 가까운 곳이나 일정거리 떨어진 곳 양측 모두 115mm 점을 제외하고는 좁은 밴드폭을 가지고 서서히 증가하는 것을 알 수 있다. 일정각도에서는 경사부가 길이가 작고 평행부 길이가 긴 것이 작용압력은 조다는 것을 알 수 있다. 따라서 고속 Pirm Winder를 설계할 때 Pirm 형상의 각도가 일정할 때 경사부와 평행부의 길이 비에 따라서 회전하는 Pirm 주위의 공기압력변화가 현저히 달라지므로 스펀들의 피치, Tension 장치, Treverse의 속도에 대한 것은 충분히 검토할 필요가 있다.

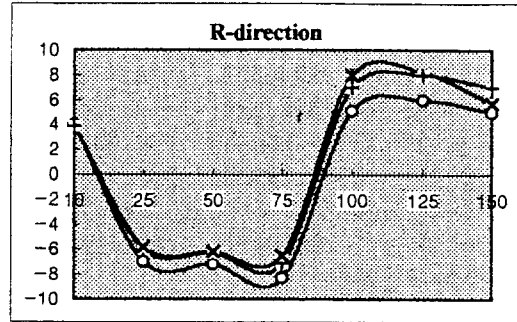
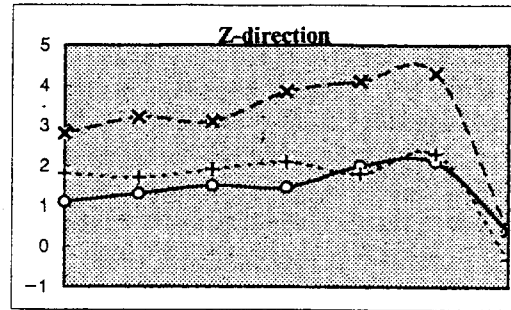
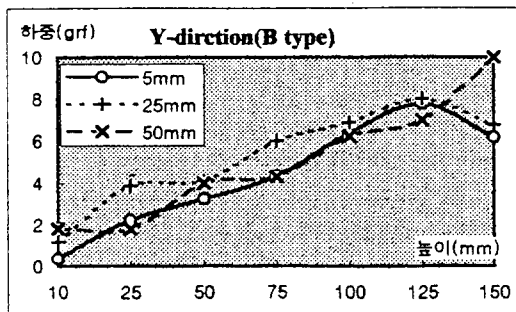
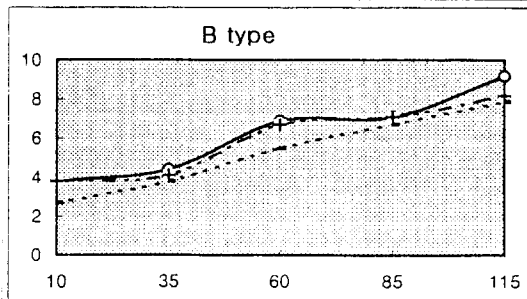
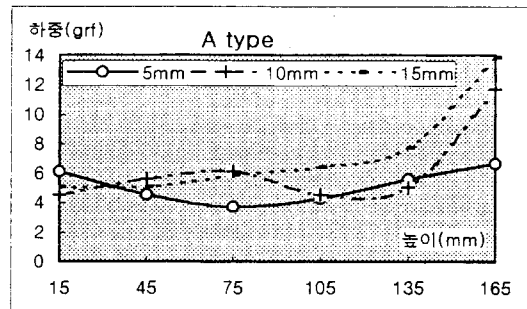


Fig. 3 Air Force of B Type Pirm at 4000rpm (Y, Z, R direction)



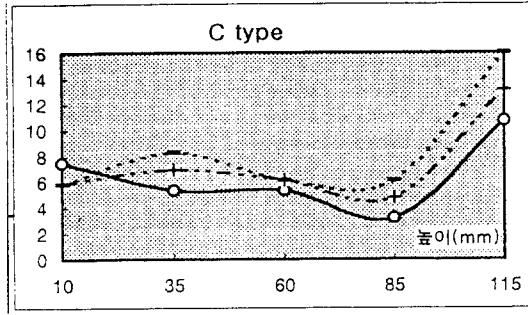


Fig. 4 Air Force of A,B,C Type Pirn at 4500rpm (r = 5, 10, 15mm)

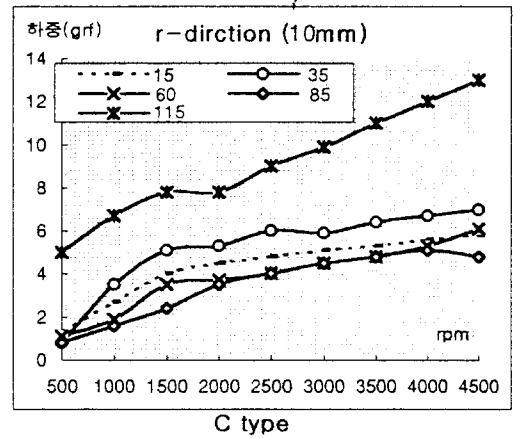
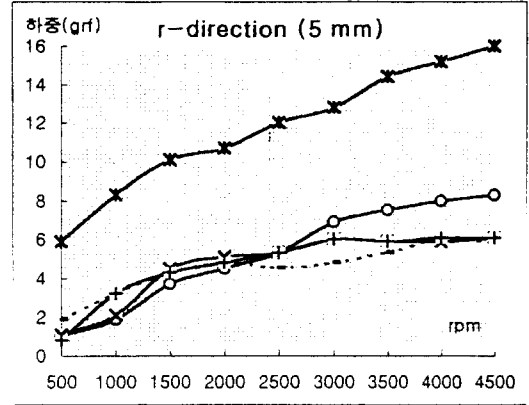
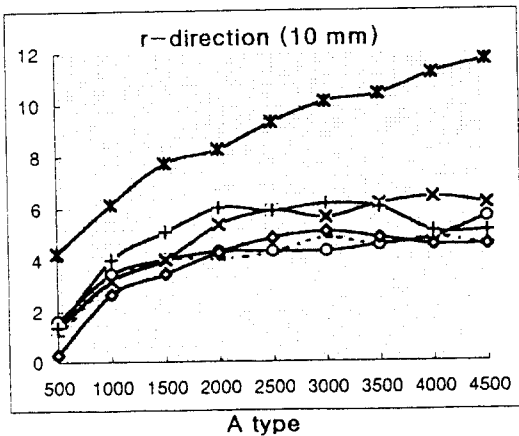
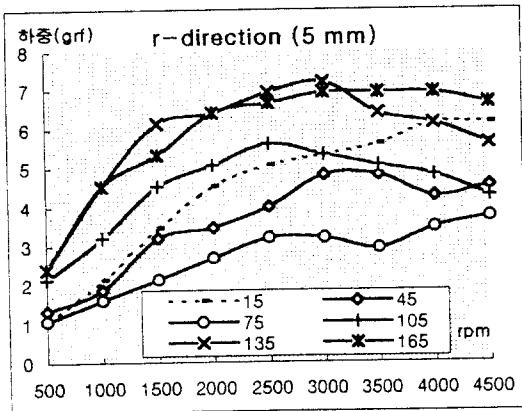


Fig. 5 Distribution of Air Force in variable rpm



### 3. 결 론

고속, 고용량의 Pirn Winder의 설계기술을 확립하기 위하여 스펀들 회전시 권사체 주위의 공기압력 분포에 대하여 실험적으로 해석한 결과는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 권사체가 회전할때 권사체 주위의 공기압력분포를 측정할 수 있는 계측시스템을 제작하였다.
- 2) 권사체 주위의 공기압력 방향은 양끝단은 흡입되는 방향이며, 중앙에서는 반경방향으로 토출되는 현상을 알 수 있었다.
- 3) 고속 rpm에서 사층이 안정한 Pirn의 형상은 평행부 길이가 짧은 것이 좋게 나타났다.
- 4) 같은 권사체에서는 고회전수 일때 압력분포의 범위는 크고, 넓게 나타났으며 같은 각도에서는 경사부와 평행부의 길이비가 Pirn에 영향을 주는 압력에 대한 핵심인자임을 알았다.

## 참 고 문 헌

- [1] 최영휴, 김광영, 김종수, 박대원, "Alternate Pirn의 권취형상 제어를 위한 기구학적 제어 알고리즘개발", 한국정밀공학회 96년도 추계학술대회 논문집, pp. 413-418
- [2] 김승진, 이대훈, "국내제직준비기계제조기술현황과 문제점", 한국섬유공학회지, 제32권, 제4호, pp. 317-330, 1995
- [3] S. Shintaku, N. Iwaki, T. Kinari, "Air Friction of Rotating Yarn Package", Sen-i Gakkaishi, Vol.39, No.10, pp. 432-437, 1983
- [4] "제직이론과 실제" 섬유기술 진흥원, pp 27-39, 1992
- [5] S. Shintaku, J. Oda, H. Yamazaki, H. Banba, "The Flow Around the Rotating Pirn and Power Loss", Journal of the Textile Machinery Society of Japan, Vol.43, No.8, pp. 68-77, 1990