

〈논 문〉

로터리 스크린의 응력 및 진동해석

The Stress and Vibration Analysis of the Rotary Screen

이영신* · 최명환** · 한유희*** · 서 정*** · 박종호***

Young-Shin Lee, Myoung-Hwan Choi, You-Hie Han, Jung Suh and Jong-Ho Park

(1996년 9월 16일 접수; 1996년 12월 18일 심사완료)

Key Words : Rotary Screen (로터리 스크린), Stress Analysis (응력해석), Vibration Analysis (진동해석), Laser Engraving (레이저 엔그레이빙), Rotating Speed (회전속도), Initial Tension (초기인장), Eccentricity (편심)

ABSTRACT

The structural stress and vibration analysis of the rotary screen are investigated. The mechanical properties of the rotary screen, that is, Young's modulus and density of nickel alloy are determined experimentally. The natural vibration characteristics of the rotary screen are evaluated and the displacement, the stress of the rotary screen under the various load conditions are also examined. The radial displacement of the rotary screen is obtained by experiment under various rotating speeds.

1. 서 론

로터리 스크린 (rotary screen)은 섬유 산업에서 염색 가공업 분야에 속하는 직물나염의 재판 시스템에 활용되며, 직물나염이란 프린트염색이라고도 하고, 직물에 복잡하고 다양한 색과 무늬를 연속적으로 프린트하는 작업이다^(1,2).

스크린의 표면에 다양한 무늬를 인쇄하는 과정에서 로터리 스크린은 1000 rpm 이상으로 회전하는 원통형의 실린더이다. 회전하는 선 구조물의 동적거동에 대해서는 많은 연구자들이 관심을 보였으며, 특히 가스 터빈 엔진의 로터 (rotor) 시스템이나 원심분리기, 로터리 킬른, 타이어등 회전기계 장치류에 대한 진동특성에 대해 많은 연구가 수행되었다.

Huang⁽³⁾ 등은 단순지지된 회전하는 링 (ring)의 강제진동에 대하여 연구하였고, Suzuki⁽⁴⁾ 등은 회전하

는 얇은 원통형 셀의 진동해석을 통하여 고유진동수와 모드형상 등을 연구하였다. Igawa⁽⁵⁾ 등은 회전하는 원통형 실린더의 강제진동에 대하여 연구하였는데, 유한요소법을 이용하여 회전으로 인한 예응력의 영향을 포함한 문제를 다루었다. 또한 Lam⁽⁶⁾ 등과 이영신⁽⁷⁾ 등은 cross-ply로 적층된 회전하는 복합재료 원통셀의 진동해석을 수행하여 비강도, 비강성이 우수한 복합재료 회전구조물에 대한 진동특성을 연구하였다.

레이저라는 새로운 가공법을 이용해 나염공정에서 가장 시간 및 인력소모가 큰 재판공정을 단순화하고, 신속화 하기 위한 관련시스템 개발에 대한 기초연구가 1991년 부터 이루어 졌으며, 현재 레이저 가공 로터리 스크린 엔그레이빙기 (engraving machine)를 완성한 상태이다⁽⁸⁾. 로터리 스크린의 재료는 초기에 기능상 미세한 육각형의 구멍을 갖고 있으며, 미세한 구멍이 존재하는 상태에서 폴리머 (polymer)로 코팅되고, 아르곤이온 (argon ion) 레이저를 이용해 코팅부위를 국부적으로 경화시킨 후 물로 세척하여 필요한 무늬를 형성한다. 레이저를 이용하여 스크린에 무늬를 낼 때 로터리 스크린의 진

*정회원, 충남대학교 공과대학 기계설계공학과

**충남대학교 기계설계공학과 대학원

***한국기계연구원 레이저 연구그룹

동은 제품의 정밀도에 큰 영향을 미친다. 따라서 고정밀도의 제품을 만들어 내기 위해서는 고속 회전하는 로터리 스크린의 진동특성을 파악해야 한다.

본 연구의 목적은 레이저를 이용한 로터리 스크린 엔그레이빙기의 개발을 위해 이 가공기의 응력 및 진동해석을 통하여 작동 및 운영시의 변형과 진동에 대한 정보를 파악하고, 이들 특성을 최소화하는 방안을 찾는 데 있다. 본 연구에서는 초기에 미세한 구멍을 갖는 로터리 스크린 재료인 니켈합금의 기계적 물성, 즉 탄성계수와 밀도를 실험을 통하여 결정하였다. 구조진동해석을 통하여 로터리 스크린의 고유진동 특성을 연구하였으며, 구조응력해석을 통하여 회전수, 초기인장 그리고 기하학적 편심등의 영향을 고려한 로터리 스크린의 변위 및 응력 등을 고찰하였다. 마지막으로 로터리 스크린을 엔그레이빙기에 장착한 상태에서 회전속도에 따른 로터리 스크린 중앙의 측면에서 레이저 변위 측정기를 이용하여 변위를 측정함으로써 진동특성을 실험을 통하여 고찰하였다.

2. 니켈합금 물성의 결정

로터리 스크린의 재료는 폴리머에 의해 코팅되기 이전에 기능상 미세한 육각형의 구멍을 갖고 있는 니켈 합금이다. 초기의 이들 미세한 구멍으로 인해 니켈 합금 재료는 구멍이 존재하지 않는 재료에 비해 탄성계수나 밀도 등의 기계적 물성에 저하를 가져온다.

따라서 로터리 스크린 재료의 기계적 특성을 파악하고, 유한요소해석에 필요한 물성을 확보하기 위하여 탄성계수와 밀도를 실험을 통하여 결정하였다. 탄성계수는 인장시험을 통하여 그리고 밀도는 질량을 측정함으로써 시편크기와의 관계식을 통하여 알 수 있다.

2.1 탄성계수

미세한 구멍을 갖는 니켈합금 재료에 대해서 탄성계수 결정을 위해 인장시편을 제작하였다. 인장시험시 응력과 변형의 관계식으로부터 신장변형 δ 는 다음과 같이 표현된다⁽⁹⁾.

$$\delta = \frac{PL}{AE} \quad (1)$$

여기서 A는 시편의 단면적이고, L은 시편의 길이이며, P는 인장시험시 작용하중이고, E는 재료의 탄

Table 1 The specimen geometry and test results of the tensile test

Specimen	Unit	CASE 1	CASE 2
Length(L)	mm	40.0	50.0
Thickness(t)	mm	0.11	0.11
Width(b)	mm	10.5	15.0
Applied Force (P)	kgf	20.0	25.0
Elongation (δ)	mm	0.4	0.4
Young's Modulus(E)	GPa	17.3	18.8

성계수이다. 식 (1)을 탄성계수 E의 관계식으로 쓰면

$$E = \frac{PL}{A\delta} \quad (2)$$

이다.

인장시편은 두개를 제작하여 시험하였으며, CASE 1은 길이 40 mm, 폭 10.5 mm이고, CASE 2는 길이 50 mm, 폭 15 mm의 크기를 갖는 시편이다. 이들 시험편에 대한 기하학적 형상을 Fig. 1에 나타내었으며, 각 경우의 크기와 실험 결과를 Table 1에 나타내었다. 인장시험을 통하여 하중과 변형과



Fig. 1 Geometry of the tensile test specimen of the rotary screen

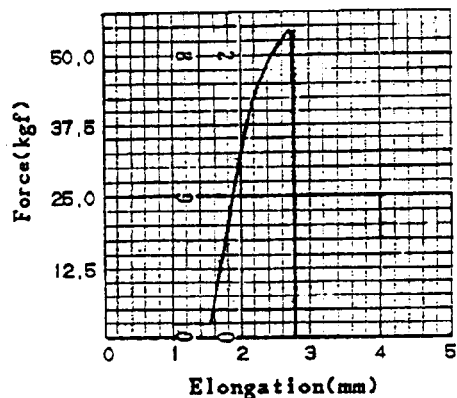


Fig. 2 The diagram of the force and the elongation for CASE 2

Table 2 The specimen size and mass of the nickel alloy

Specimen	Size $a \times b \times t$ (mm)	Mass (g)	Density (kg/m^3)
CASE 1	$22 \times 135 \times 0.11$	17.0	5157.7
CASE 2	$25 \times 13 \times 0.11$	0.16	5035.0

의 관계를 구하고, 그래프에서 선형적으로 변하는 구간에서의 기울기를 통하여 탄성계수를 결정하였으며, Fig. 2는 CASE 2에 대한 인장시험의 결과를 보여주고 있다. 니켈합금의 탄성계수는 두 실험치의 평균값인 18.0 GPa로 사용하였다.

2.2 밀도

니켈합금 재료의 밀도는 시편의 일부를 잘라내어 질량을 측정함으로써 결정하였다. 밀도는 시편에 대한 체적과 질량을 알면 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

여기서 ρ 는 밀도이고, V 는 체적이며, m 은 시편의 측정된 질량이다. 밀도 결정을 위해 사용한 시편의 크기와 측정된 질량 그리고 계산된 밀도값을 Table 2에 나타내었다. 실험을 통해 계산된 니켈합금의 밀도는 두 경우의 평균값인 5100 kg/m^3 로 취하였다.

3. 해석과정

본 연구에서 로터리 스크린의 구조해석을 수행하기 위하여 상용 유한요소 프로그램인 ANSYS⁽¹⁰⁾를 사용하였다. 모달해석을 통하여 로터리 스크린의 진동특성을 고찰하였고, 정적해석을 통하여 여러 하중 조건에 따른 변위와 응력 등을 얻었다.

3.1 기하학적 형상 및 물성

로터리 스크린은 엔그레이빙기의 척에 고정되는 알루미늄 고정부와 스크린부로 구성되어 있다. 스크린부는 두께 0.11 mm와 직경 200 mm를 갖는 얇은 실린더이고, 스크린의 양쪽 끝단에는 3.2 mm의 알루미늄 실린더가 척에 의해서 고정될 수 있도록 설계되었다. Fig. 3은 스크린의 길이방향 1/2 단면형상과 각 부위의 치수를 보여주고 있다.

유한요소 해석을 위한 로터리 스크린의 기계적 물성을 Table 3에 나타내었다. 니켈합금의 물성은 실

(Unit : mm)

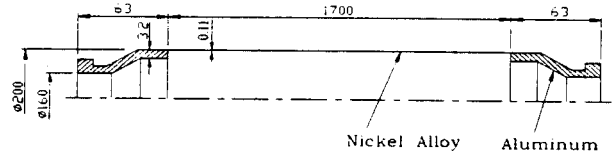


Fig. 3 A half sectional geometry and dimensions of the rotary screen

Table 3 Material properties of the rotary screen

Properties	Young's Modulus (GPa)	Density (kg/m^3)	Poisson's Ratio (ν)
Material			
Aluminum	70	2700	0.30
Nickel Alloy*	18	5100	0.28

* Experiment

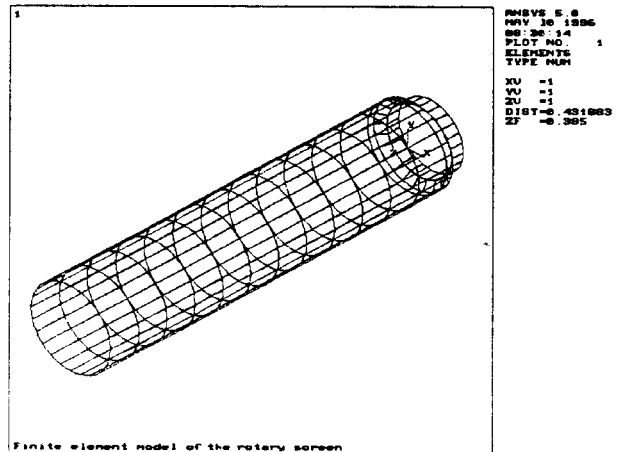


Fig. 4 Finite element model of the rotary screen

험을 통하여 결정한 값이고, 두 가지 실험 결과의 평균값인 탄성계수 18.0 GPa과 밀도 5100 kg/m^3 을 사용하였다. 또한 알루미늄 재료의 물성은 일반적으로 널리 사용되고 있는 값을 사용하였다.

3.2 해석모델

로터리 스크린에 대한 구조진동해석과 응력해석을 위한 해석 모델을 Fig. 4에 나타내었다. 모델에서의 좌표계는 반경 방향과 수직 방향을 각각 X, Y좌표로 선정하고, 로터리 스크린의 길이 방향을 Z좌표로 선정하였다. 해석 모델은 로터리 스크린의 기하학적 형상을 고려하여 축방향 1/2모델을 생성하였으

며, 사용한 유한요소는 8절점 구조적 셀요소이고, 360개의 요소와 1228개의 절점으로 모델링하였다.

3.3 경계조건 및 하중조건

양단의 알루미늄 실린더 부분이 척에 의해서 고정되고, 고정된 상태에서 스크린은 회전하게 되므로 모델에서의 경계조건은 양단 고정으로 고려하였다.

본 연구에서 고려한 하중 조건으로는 정하중과 1200 rpm까지의 회전속도, 그리고 척에 의해서 고정된 부분에서 축방향으로 초기 인장력을 가해주고 회전할 때의 진동 특성을 고찰하였다. 또한 스크린의 기하학적 편심에 의한 영향을 고려할 때의 진동특성도 파악하였다.

4. 해석결과 및 고찰

4.1 구조진동해석

로터리 스크린의 동적특성을 파악하기 위해서, 외부 하중이 작용하지 않는 정적상태와 회전속도 600과 1200 rpm으로 회전할 때의 구조진동해석을 수행하였다. 정하중 상태에서의 기본진동수는 20.05 Hz로 길이방향의 반파수를 m , 원주방향의 반파수를 n 으로 표시할 때 $(m, n) = (1, 4)$ 모드에서 나타났으며, 600 rpm으로 회전하는 경우 로터리 스크린의 기본진동수는 20.85 Hz이고, 1200 rpm으로 회전하는 경우 기본진동수는 23.11 Hz로 3.06 Hz 증가하였다. 이것은 회전력이 스크린에 초기 예응력으로 작용하여 스크린의 강성이 약간 증가하기 때문이다.

Fig. 5에 로터리 스크린 길이 방향 반파수 ($m=1$)

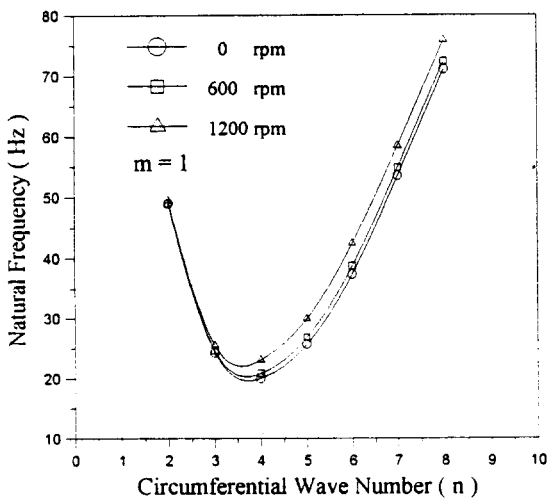


Fig. 5 The natural frequency of the rotary screen with various wave number

인 경우에 대한 원주방향 반파수 (n)의 변화에 따른 고유진동수의 변화를 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 정적인 상태와 600 그리고 1200 rpm으로 회전할 때 회전속도의 증가에 따라 고유진동수는 전체적으로 증가하고 있으며, 저차 모드에서 보다는 고차 모드에서 증가의 폭이 크게 나타났다. 이들 모드수에 따른 진동수의 변화는 일반적인 원통셀의 경향과 잘 일치한다. 회전속도의 증가에 따라 고유진동수는 증가하였으나, 고유진동수에 따른 모드형상은 회전속도의 변화에 관계없이 일정한 형상을 보였다. Fig. 6에 로터리 스크린 중앙 측면의 고유진동수 변화에 따른 모드형상의 변화를 나타내었다.

4.2 구조응력해석

구조응력해석에서는 여러 하중조건, 즉 자중, 회전속도, 초기 인장력의 영향 그리고 기하학적 편심에 의한 진동특성 변화 등을 고찰하였다. 본 연구에서는 스크린 가공시 Ar-Ion 레이저를 이용하기 때문에 정밀한 무늬를 인쇄하는데 있어서 로터리 스크린의 레이저 빔의 경로(스크린 측면)에서 방향 성분별 변위가 2 mm 이내인 것을 기준으로 하고 있다. Fig. 7에는 스크린에 무늬를 가공할 때 레이저 빔의 경로와 관심있는 반경방향과 수직방향의 변위성분을 나타내었다.

(1) 자중의 영향

로터리 스크린은 두께가 0.11 mm로 얇고 길이가 긴 원통형의 실린더이기 때문에, 정하중 상태에서의 로터리 스크린 변위를 살펴보고, 정하중은 스크린의 수직방향으로 중력가속도가 작용하는 것으로 고려하였다. 스크린 측면 레이저 빔의 경로를 따라서 발생하는 자중에 의한 반경방향 변위는 발생하지 않았으며, 수직방향으로의 최대변위는 -0.018 mm로 스크린의 중앙에서 발생하지만 무시할 만한 값이다. 스크린의 1/2 모델에 대한 길이방향을 따라 수직방향으로 발생하는 변위를 Fig. 8에 나타내었다.

(2) 회전력의 영향

레이저를 이용한 로터리 스크린 엔그레이빙기의 개발에 있어, 목표로 하는 회전속도는 1000 rpm 이상이므로, 정지상태에서 회전속도 1200 rpm까지 변화시키면서 해석하였다.

Fig. 9에 회전속도 변화에 따른 스크린 측면 최대 변위가 발생하는 중앙에서의 수직방향과 반경방향의 변위를 나타내었다. 수직방향의 변위는 -0.018 mm

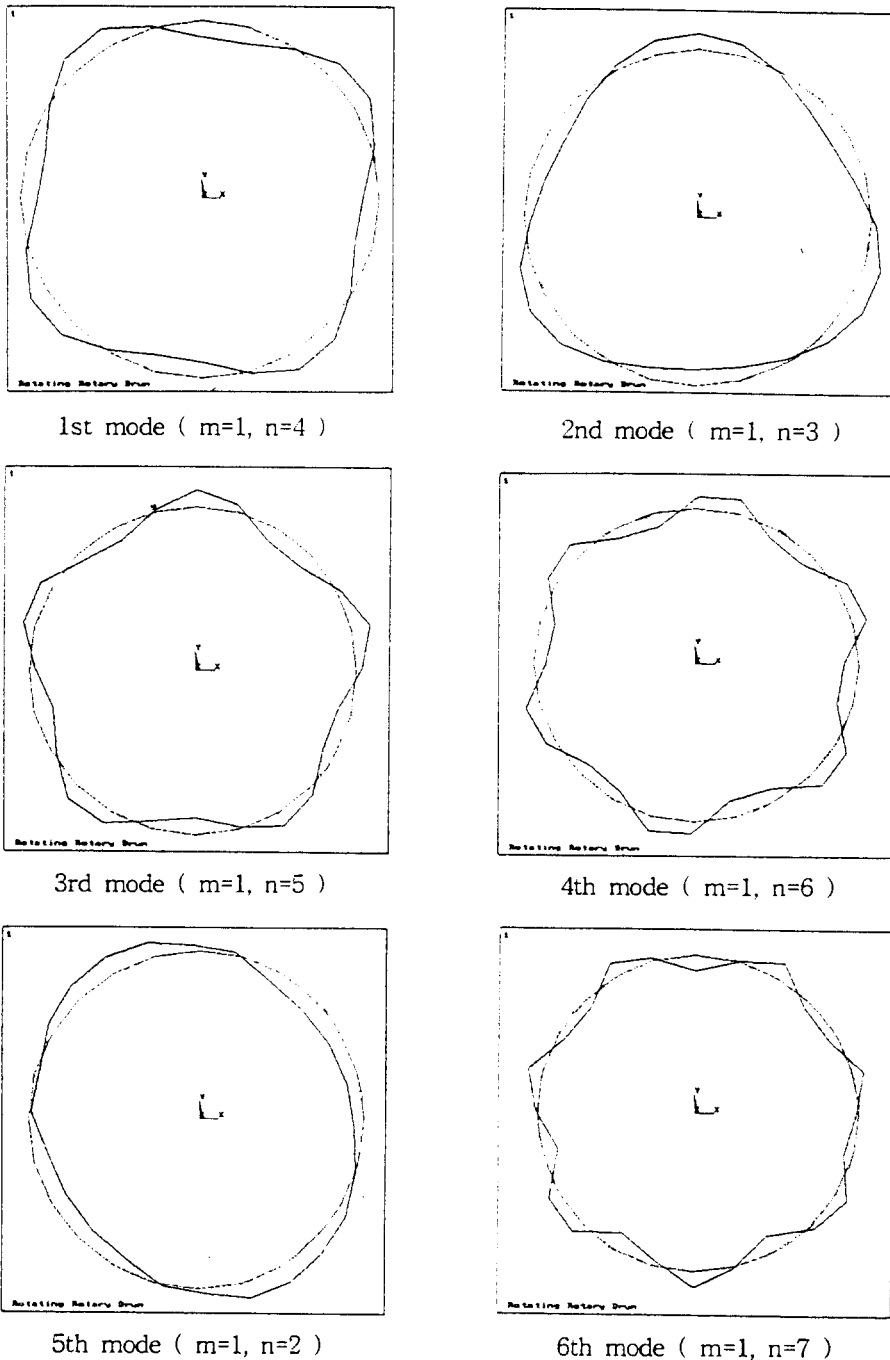


Fig. 6 Circumferential mode shapes of the rotary screen under the dead load

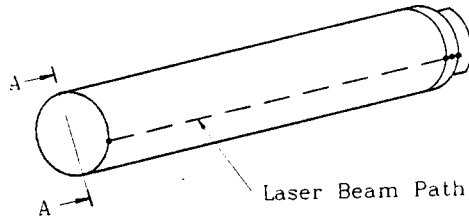
로 회전에 따라 변화없이 자중에 의한 변위값을 일정하게 유지하였다. 그러나 회전속도의 증가에 따라 반경 방향의 변위는 거의 2차 함수적으로 증가하였다. 1200 rpm으로 회전할 때 스크린 측면에서 반경 방향의 최대변위는 0.23 mm를 보였으나, 허용변위를 2.0 mm로 한다면 1/10 정도의 값이다.

또한 회전에 따라서 발생하는 스크린에서의 응력은 알루미늄 고정부에 연결되는 스크린부에서 집중되어 나타났으며, 회전속도 변화에 따라 변위결과와 유사한 경향으로 증가하였고, 1200 rpm에서 최대응력은 1.52 MPa으로 비교적 작은 값을 보였다. Fig. 10에 회전속도 변화에 따른 스크린부에서의 최대 응

력변화를 나타내었다.

(3) 초기 인장력의 영향

진동감쇠의 한 방법으로 스크린의 양쪽단에 부착



VIEW A-A

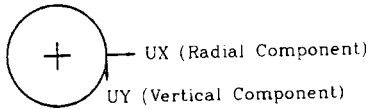


Fig. 7 Displacement components and laser beam path

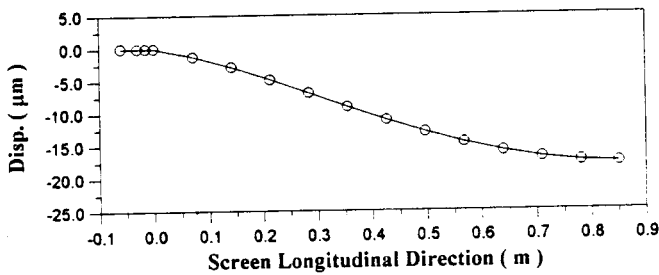


Fig. 8 Vertical displacement of the rotary screen under the dead load

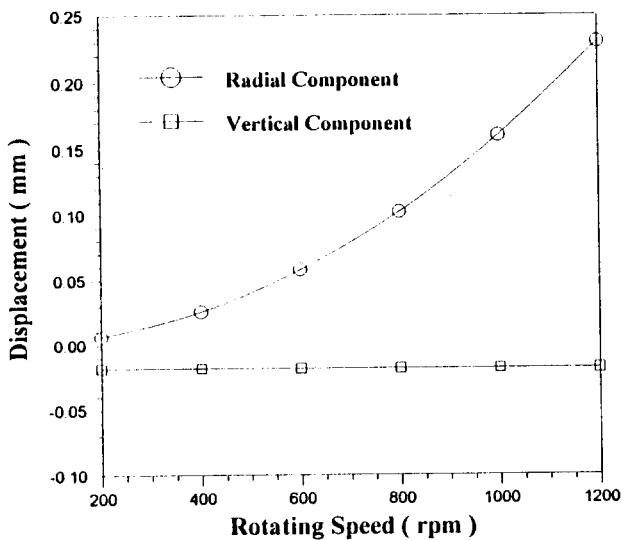


Fig. 9 Displacements of the rotary screen under various rotating speeds (200~1200 rpm)

되어 있는 알루미늄의 고정 부위에 스크린의 길이 방향으로 초기 인장력이 작용하고, 회전할 때에 대해 해석하였다. 이때 인장력은 알루미늄 고정부의 끝단을 척에 의해서 고정되는 부위에 스크린의 길이 방향으로 힘이 작용하는 것으로 고려하였으며, 길이 방향으로의 변위를 허용하는 경계조건을 적용하였다. 일정한 회전속도 1200 rpm으로 회전할때, 초기 인장력 (0.1, 0.5, 1.0, 3.0 kN) 변화에 따른 로터리 스크린의 반경방향의 변위와 최대응력값을 Table 4에 나타내었고, Fig. 11은 인장력 변화에 따른 변위 결과를 보여주고 있다. 인장력이 작을 때는 회전력의 영향이 크게 나타나지만 인장력이 증가하면서 반경 방향의 변위는 약간 감소하고, 최대응력 값은 크게 증가함을 알 수 있다.

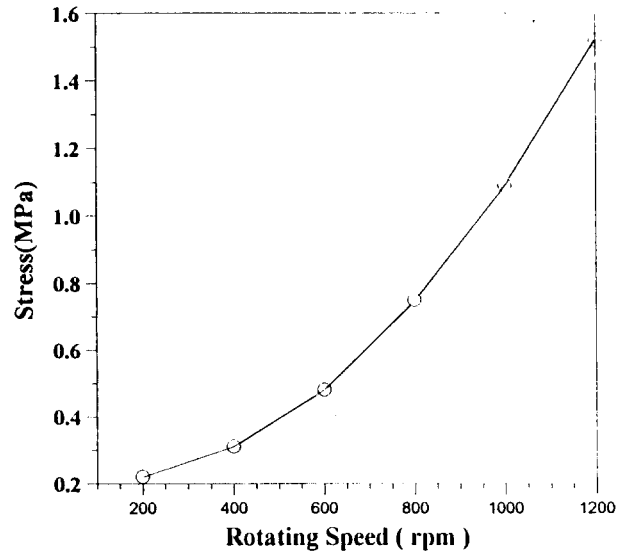


Fig. 10 The maximum stresses of the rotary screen under various rotating speeds (200~1200 rpm)

Table 4 Displacements and maximum stresses of the rotary screen under various initial tensions (0 ~3.0 kN) at the rotating speed 1200 rpm

Initial Tension (kN)	Displacement (mm)		Stress (MPa)
	Radial	Vertical	
0.0	0.230	-0.018	1.52
0.1	0.228	-0.090	2.16
0.5	0.219	-0.090	7.75
1.0	0.207	-0.090	14.98
3.0	0.116	-0.090	43.90

(4) 기하학적 편심의 영향

회전시 로터리 스크린에 발생하는 진동의 원인에는 스크린을 엔그레이빙기에 고정할때 양쪽단의 중심이 일치하지 않는 기하학적 편심과 스크린이 얇은 원통형의 실린더이기 때문에 진원을 유지하지 못하고 원주방향으로 굴곡을 갖음으로서 발생할 수 있다. 이들 기하학적 편심을 고려하기 위하여 고정부의 중앙은 원점과 일치시키고, 스크린 중앙에서의 원점이 편심되도록 모델하여 해석하였다. 회전속도는 1200 rpm으로 일정하게 유지하면서 반경방향의 편심량(EX)과 수직방향의 편심량(EY)을 모두 5, 10, 20 mm 로 변화시킬때 스크린 측면에서의 변위와 응력 등을 Table 5에 나타내었다. 편심의 양에 따라 스크린 중앙에서의 변위가 상당히 증가하고,

Table 5 Displacements and maximum stresses of the rotary screen under various geometrical eccentricities(0~20 mm) at the rotating speed 1200 rpm

Geometrical Eccentricity (EX, EY)	Displacement (mm)		Stress (MPa)
	Radial	Vertical	
0	0.230	-0.018	1.52
5	0.310	*0.290	2.59
10	0.440	0.430	3.80
20	1.480	1.440	8.42

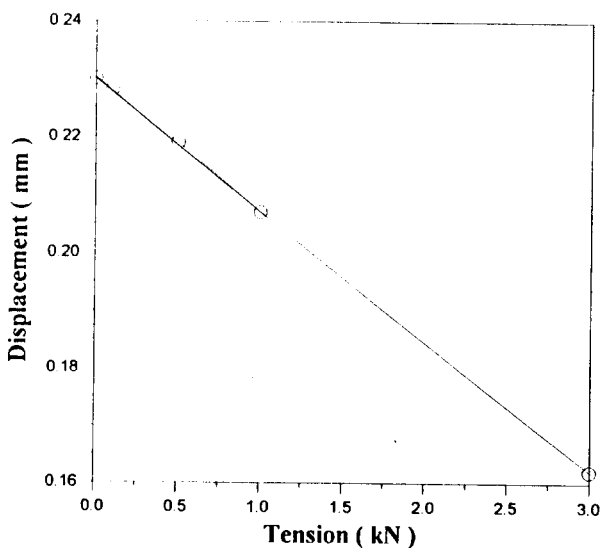


Fig. 11 Radial displacements of the rotary screen under various initial tensions (0~3.0 kN) at the rotating speed 1200 rpm

회전력만 작용할때나 초기 인장력이 작용하는 경우보다 변위에 더 큰 영향을 줄을 알 수 있다. 그러나 응력값에 있어서는 회전력만 작용할 때보다는 증가하지만, 초기 인장력이 작용하면서 회전하는 경우보다는 상당히 작은 값을 보였다.

5. 실험

5.1 실험장치 및 방법

로터리 스크린의 회전에 따른 진동특성을 파악하기 위한 실험이 이루어 졌다. 로터리 엔그레이빙기는 로터리 회전 구동부, 빔헤드 (beam head) 장착부 및 직선이동부, 제어부 그리고 레이저 시스템 및 빔전송부등으로 구성되어 있다. Fig. 12에 로터리 스크린 구동부의 개략도를 나타내었다. 로터리 스크린은 회전 구동부의 척에 의해서 양단이 고정되고, 축의 회전에 의해서 고속 회전하게 된다. 회전으로 인해 발생하는 진동의 최대 진폭이 예상되는 스크린 중앙 측면에서 레이저 변위 측정기를 이용하여 변위를 측정하였다.

레이저 변위 측정기에서의 신호는 오실로스코프 (oscilloscope)에 나타내어지고, 이들 신호는 동시에

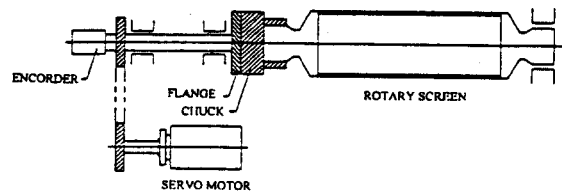


Fig. 12 The driving parts of the rotary screen

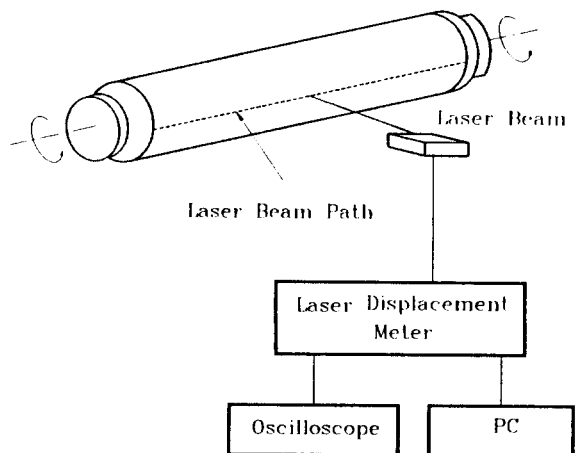


Fig. 13 The schematic diagram of experimental apparatus

컴퓨터에 저장되며, 데이터를 처리함으로써 스크린 중앙 측면에서의 변위를 얻었다. Fig. 13에 실험장치의 개략도를 나타내었다.

5.2 실험 결과 및 고찰

실험은 로터리 스크린이 저속 회전하는 상태에서 1200 rpm까지 고속 회전하는 상태로 200 rpm 단위로 반경 방향의 변위를 측정하였다. Fig. 14는 회전속도에 따른 실험결과인 peak-to-peak 변위와 유한요소 해석결과의 비교를 보이고 있다. 실험결과 회전속도의 증가에 따라 저속에서의 반경방향 변위는 급격히 증가하다가 약 400 rpm 정도에서 감소하기 시작하고, 800 rpm이상의 회전속도에서는 거의 일정한 변위를 유지하는 경향을 보였다. 그러나 해석결과는 실험결과보다 낮았고, 회전속도에 따라 계속 증가하였다.

Fig. 15~17에 회전속도 변화에 따른 반경방향 변위이력을 나타내었다. 거의 정적인 상태라고 할 수 있는 60 rpm의 저속으로 회전할 때 측정된 로터리 스크린의 반경방향 변위 이력선도를 Fig. 15에 나타내었다. 그림으로부터 스크린은 초기에 부분적으로 peak-to-peak 변위 0.96 mm를 갖고 있으며, 이것은 진원으로부터 평균변위 0.48 mm의 편심을 갖고 있음을 말한다. 그림에서 양의 방향은 스크린 진원을 기준으로 밖으로의 변위이고, 음의 방향은 내부로의 변위를 나타낸다.

Fig. 16과 17은 각각 400과 1200 rpm으로 회전하는 경우의 반경방향 변위를 측정된 결과이다. 반경

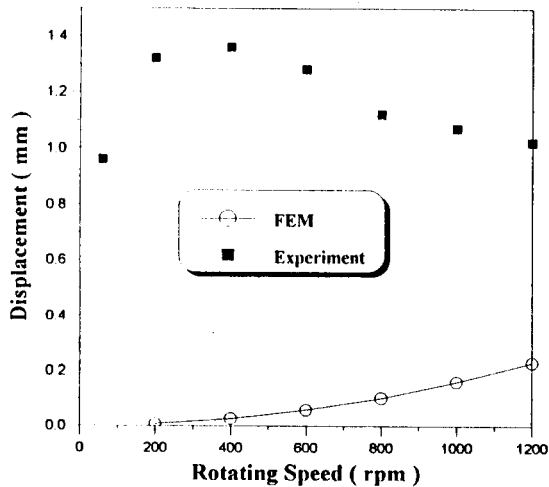


Fig. 14 Experimental and analytical radial displacements of the rotary screen under various rotating speed

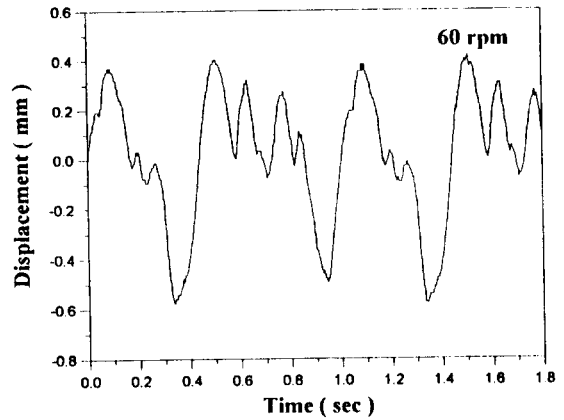


Fig. 15 Experimental radial displacement history of the rotary screen under the rotating speed 60 rpm

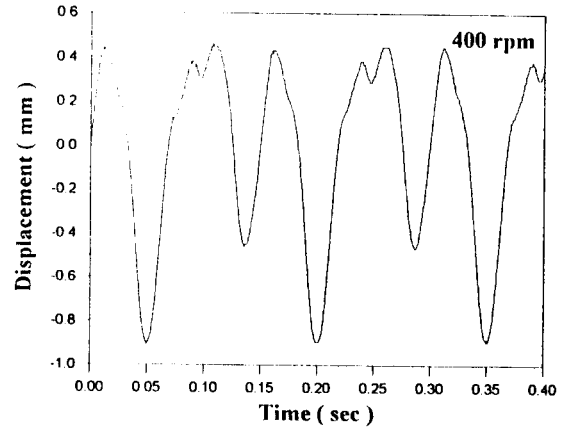


Fig. 16 Experimental radial displacement history of the rotary screen under the rotating speed 400 rpm

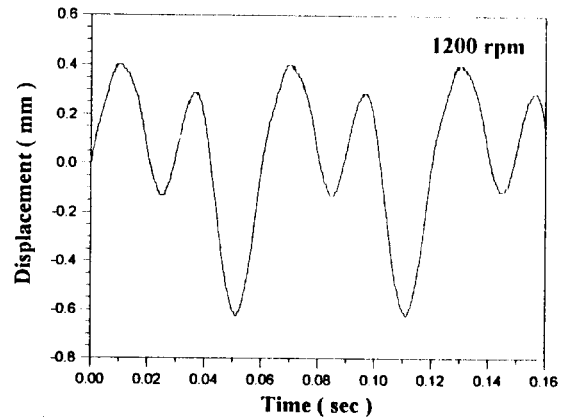


Fig. 17 Experimental radial displacement history of the rotary screen under the rotating speed 1200 rpm

방향의 peak-to-peak 변위는 400 rpm에서 1.36 mm 그리고 1200 rpm에서 1.02 mm이며, 이 변위는 초기 60 rpm 저속 회전시의 0.96 mm를 기준으로 할 때 회전에 따른 변위의 증가를 나타내는 값이다. 그러나 초기 저속인 상태에서 존재하던 부분적인 굴곡이 회전으로 인한 원심력에 의해서 상당히 감소하였다.

회전속도의 변화에 따른 유한요소 해석결과는 회전속도에 따라 반경방향으로의 변위가 거의 이차 함수적으로 증가하였으나, 실험결과는 회전속도 증가에 따라서 변위가 증가하다 감소하는 경향을 보였다. 이것은 해석결과가 진원인 상태에서 회전한다는 모델상의 가정 때문에 회전력 증가에 따라 원심력의 증가로 변위가 증가하고, 실험에서는 초기에 로터리 스크린이 지니고 있던 부분적인 굴곡이 회전속도가 증가함에 따라 진원을 찾아가는데 필요한 에너지로 작용하였기 때문에 변위는 약간 밖에 증가하지 않고, 초기의 굴곡이 상당히 감소한 것으로 생각된다.

그러나 결과들은 아르곤 이온 레이저 엔그레이빙 기술을 이용한 스크린의 가공에 있어서 기준으로 하는 최대 2 mm의 범위 내에서 거동하고 있어, 정밀한 무늬를 인쇄하는데 문제가 없는 것으로 판단된다.

6. 결 론

회전하는 로터리 스크린에 대한 구조진동해석 및 응력해석과 실험을 수행하였고, 스크린에 정밀한 무늬를 인쇄하는데 영향을 미치는 사항들에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 로터리 스크린 재료인 니켈합금의 기계적 물성을 실험을 통하여 측정된 결과 미세한 육각 구멍을 갖는 니켈합금의 탄성계수는 18.0 GPa로 비교적 낮은 편이고, 밀도는 5100 kg/m³이다.

(2) 정하중 상태에서 로터리 스크린의 고유진동수는 20.05 Hz이고, 회전속도 증가에 따라 스크린의 강성이 증가하여 진동수가 증가하였다.

(3) 회전속도 변화에 따른 스크린 중앙 측면에서의 반경방향 변위는 2차함수적으로 증가하며, 초기 인장력을 가해 주고 1200 rpm으로 회전하였을 때 변위는 약간 감소하지만 응력은 크게 증가하였다. 또한 기하학적 편심을 갖고 회전하는 경우 편심량에 따라 응력에는 큰 영향이 없지만, 수직 및 반경 방향의 변위는 크게 증가하였다.

(4) 회전속도의 증가에 따른 실험결과 로터리 스크린은 초기에 진원을 기준으로 편심되어 있으나,

회전함에 따라 부분적인 편심량이 상당히 감소하였다. 또한 실험과 해석결과는 아르곤 이온 레이저 가공시 기준으로 하는 2.0 mm이내의 진동 변위를 보였다.

참 고 문 헌

- (1) 한유희 외, 1994, "직물나염의 생산성 향상을 위한 Rotary Screen 가공 시스템 및 Flat Screen 제판 시스템의 개발(Ⅰ)", 한국기계연구원, BSN020-150·M.
- (2) 한유희 외, 1996, "직물나염의 생산성 향상을 위한 Rotary Screen 가공 시스템 및 Flat Screen 제판 시스템의 개발(Ⅱ)", 한국기계연구원, BSN0660-312·M.
- (3) Huang, S.C. and Soedel, W., 1987 "Response of Rotating Rings to Harmonic and Periodic Loading and Comparison with the Inverted Problem", Journal of Sound and Vibration, Vol. 118, No. 2, pp. 253~270.
- (4) Suzuki, K., Takahashi, R. and Kosawada, T., 1991, "Analysis of Vibrations of Rotating Thin Circular Cylindrical Shells", JSME International Journal, Series III, Vol. 34, No.1, pp. 19~25.
- (5) Igawa, H., Maruyama, Y. and Endo, M., 1995, "Forced Vibrations of Rotating Circular Cylindrical Shells", 日本機械學會論文集(C編), 第61卷, 第586號, pp. 16~20.
- (6) Lam, K.Y. and Loy, C.T., 1995, "Free Vibrations of a Rotating Multi-Layered Cylindrical Shell", Int. J. Solids & Structures, Vol. 32, No. 5, pp. 647~663.
- (7) 이영신, 김영완, 1996, "회전하는 금속복합재료 혼합적층 원통셀의 진동해석", 대한기계학회논문집(A), 제 20권, 제 3호, pp. 968~977.
- (8) 한유희 외, 1995, "고성능 레이저 생산시스템 기술 개발에 관한 연구", 한국기계연구원, BSN 015~228·M.
- (9) Crandall, S.H., Dahl, N.C. and Lardner, T.J., 1978, An Introduction to the Mechanics of Solids, McGraw-Hill, Inc..
- (10) Desalvo, G.J., 1992, ANSYS Engineering Analysis System User's Manual of Revision 5.0, Swanson Analysis System, Inc., Houston, Pennsylvania.