

# 개선된 유한요소모델을 이용한 고강성/저진동 자수기 빔바디 설계

## Design of High Stiffness and Law Vibration Embroidery Beam Body by using Updated Finite Element Model

기호철†·박성환\*·서종철\*

Ki, HO Cheol, Park, Sung Hwan and Seo, Jong Cheol

### 2. 고유진동수 및 모드형상 비교

#### 1. 서 론

자수봉제는 바늘 및 부가장치로 자수봉제사를 사용하여 직물과 기타 소재에 다양한 무늬를 나타내거나 여러 가지 장식물을 부가하는 것으로 이를 자동으로 작업을 하기 위한 기계를 자수봉제시스템이라고 한다. 자수봉제시스템을 구성하는 바늘 구동부, 직물 이송부, 운동 제어부, 특수 부가 장치들은 고강성/저진동의 프레임 구조물에 장착되어야 각각의 동작 정밀도를 보장할 수 있다. 최근 자수봉제시스템의 개발 동향인 고속화/대면적화에 따른 구조물 변경은 기존 프레임 구조의 선형적 설계 변경만으로는 그 동적 거동을 예측할 수 없다. 따라서, 구성품 및 구조물 전체의 동특성을 평가한 후 운전 조건에 따른 동적 거동을 예측한 진동 저감 기술을 설계에 반영해야 한다.

본 연구에서는 자수봉제시스템의 고강성/저진동 빔바디의 설계를 위하여 하부빔의 형태가 하나의 빔으로 구성된 SB 모델(Single Beam Model)과 두 개의 빔과 두 개의 빔을 지지하는 작은 빔으로 구성된 DM 모델(Double Beam Model)에서 어떤 구조의 형태가 고강성/저진동 설계에 적합한지에 대하여 실험과 해석을 수행하였다. 먼저, 각 대상 샘플에 대하여 모달 실험을 수행하였으며, 유한요소해석모델의 개선을 통하여 해석에서 발생하는 오차를 줄였다. 유한요소해석모델의 개선을 위하여 DDS사의 FEMtools 소프트웨어를 사용하였으며, 이는 해석모델에 사용된 부재의 속성값을 변수로 두고 실험에 얻은 해와 해석에서의 해의 차이를 최소화시키는 값을 최적화이론을 통해 구하는 방법을 이용한다. 그 다음으로 개선된 두 개의 해석모델에 대하여 각 프레임별 주파수응답함수(Frequency Response Function), 동강성(Dynamic Stiffness)과 조화응답분석(Harmonic Response Analysis)를 통하여 두 모델에 대한 특성을 비교하여, 최적화된 모델을 선정하였다.

† 교신저자; 싸이러스(주)  
E-mail : hcki@cylos.co.kr  
Tel : (031) 268-2179, Fax : (031) 251-1908

\* 싸이러스(주)

고강성/저진동 프레임 개발을 목적으로 하는 56두 초 대형 자수기는 길이방향으로 10m, 약 2톤에 달한다. Fig.1은 DM 모델의 실제 제품과 모달 실험을 수행하기 위한 형상정보를 보여주고 있다.

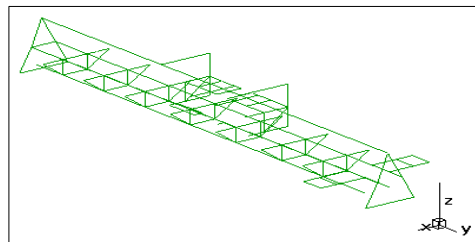


Fig.1 DM 모델의 모달 실험을 위한 모델링

Table.2는 DM 모델과 SB 모델의 고유진동수 해석 결과와 고유진동수에 따른 모드형상의 특성을 비교한다. 상부 빔의 경우 두 모델에서 유사한 고유진동수와 모드형상을 보이고 있는 반면, 하부 빔의 경우에는 DM 모델에서 굽힘 모드가 두드러지게 나타남을 알 수 있다.

No.	Frequency [Hz]		모드 형상 특성
	DM	SB	
1	14.635	14.611	상부 빔 굽힘 모드
2	24.999		하부 빔 굽힘 모드
3		28.270	하부 빔 비틀림 모드
4	31.068		하부 빔 굽힘 모드
5	34.758		복합 모드
6	35.440		복합 모드
7		35.760	하부 빔 굽힘 모드
8	41.347	40.752	상부 빔 2차 굽힘 모드

Table.2 SB vs. DM 고유진동수와 모드형상 비교

### 3. 동강성 비교

SB와 DM 두 모델의 상부 빔과 하부 빔에 대하여 상하 방향과 작업자 방향에 대한 주파수응답함수와 동강성을 비교하였다. Fig.2 에서는 가진 위치와 응답 위치를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 상부 빔 중앙의 상하 방향과 작업자 방향을 가진으로 상부 빔과 하부 빔의 24 포인트의 상하, 작업자 방향의 응답을 구했다. Fig.3에서와 같이 동강성의 비교 결과 상부 빔의 상하 방향과 하부 빔의 작업자 방향에서는 두 모델의 차이가 크지 않으나, 하부 빔의 상하 방향의 경우 SB 모델이 DM 모델에 비해 월등히 좋게 나타남을 알 수 있다.

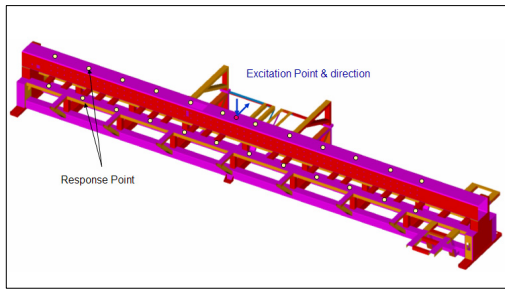


Fig.2 동강성 비교를 위한 가진 및 응답 위치

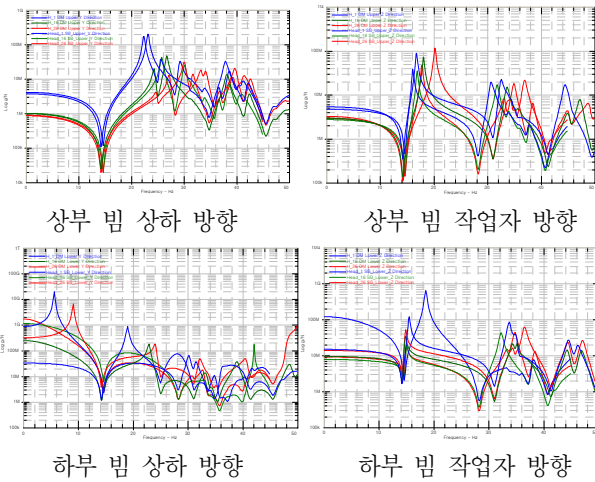


Fig.3 SB vs. DM 동강성 비교

### 4. Harmonic Response 비교

개선된 유한요소해석모델을 대상으로 56개의 헤드에 대하여 좌에서 우로 헤드의 번호를 정의하고, 각 헤드 어셈블리의 무게 중심의 위치에 Node를 생성하여 헤드 고정위치와 RBE3로 연결한다. 56개의 포인트에 대하여 상하 방향과 작업자 방향의 하중을 적용하여 동적 응답을 추출한다. 응답위치는 동강성을구한 위치와 동일한 위치로 상하부 빔에 대하여 상하 방향과 작업자 방향에 대한 응답을 구한다.

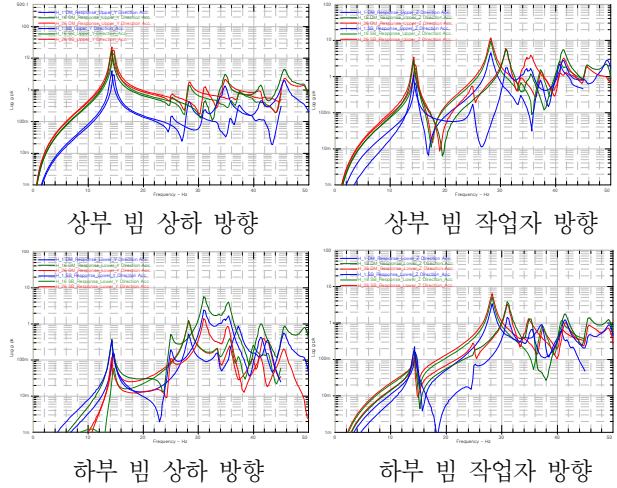
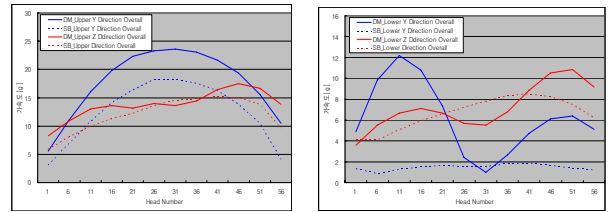
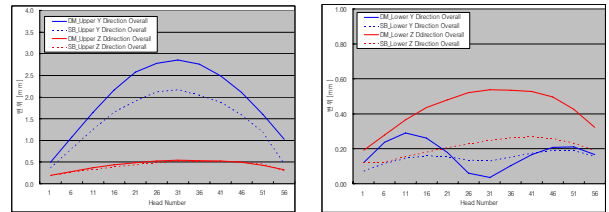


Fig.4 SB vs. DM Harmonic Response 비교



상부 빔 응답(가속도)

하부 빔 응답(가속도)



상부 빔 응답(변위)

하부 빔 응답(변위)

Fig.5 SB vs. DM Harmonic Response OA level 비교

### 5. 결론

고강성/저진동 자수봉제시스템 개발을 목적으로 빔바디의 형상에 따른 DM과 SB 두 모델을 제작하여 실험과 해석을 통하여 개발 목적에 적합한 모델 선정을 목표로 하였다.

고유진동수 및 모드형상에서는 두 모델이 유사한 모드 형상을 보였으나, 동강성 및 조화응답해석 결과로는 SB 모델이 DM 모델에 비해 동강성 측면에서 유리했으며, 조화응답의 해석결과에서도 하부 빔의 상하방향 변위 응답이 DM 모델 대비 50%정도 좋은 결과를 보이고 있다.

### 후 기

이 연구는 산업원천기술개발사업 차세대 융복합 싱크로나이징 자수봉제시스템 개발 1단계 사업의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.