

# 셔틀 자수기 게이지 플레이트 경량화 설계 Weight Reduction Design for Gage Plate of Shuttle Embroidery Machine

\*조순옥<sup>1</sup>, 박시우<sup>1</sup>, 이재원<sup>2</sup>, 윤동혁<sup>3</sup>, 김원조<sup>4</sup>

\*S. O. Jo(jso@kotmi.re.kr)<sup>1</sup>, S.W.Park<sup>1</sup>, J.W.Lee<sup>2</sup>, D.H.Yoon<sup>3</sup>, W.J.Kim<sup>4</sup>, K.D.Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국섬유기계연구소, <sup>2</sup>영남대학교, <sup>3</sup>(주)티엔에스, <sup>4</sup>금호텍스

Key words : Embroidery Machine, Gage Plate, Weight Reduction Design

## 1. 서론

셔틀 자수기의 다양한 스티치 변화를 주기 위해서는 스팅글이나 코드사와 같은 특수 자수 소재를 공급하기 위한 장치가 필요하며, 이를 셔틀 자수기 본체에 장착하기 위해 Fig. 1과 같이 게이지 플레이트가 필요하다.

게이지 플레이트에는 공급되어지는 특수 자수 소재를 4/8 게이지, 4/12 게이지와 같이 균일한 간격(자수기 메이커 별 근소한 차이 있음)으로 안내할 수 있도록 홈이나 부가장치들이 장착되어진다. 일반적인 셔틀 자수기의 폭은 15yard로써, 게이지 플레이트 장착시 바늘의 운동에 의해 굽힘 변형이 발생하기 쉽고, 자수 직물의 디자인 표준사이즈를 축소시키기 위해 4/4 게이지 플레이트의 개발이 요구되어짐에 따라 본 연구에서는 유한요소해석을 통해 셔틀 자수기 4/4 게이지 플레이트의 굽힘 특성을 확인하고 경량화 설계를 수행하였다.

장착되어져 있다. 게이지 플레이트의 단면 형상은 Fig. 2와 같으며, 게이지 간격에 따라(Fig. 2의 게이지 간격은 4/12 게이지 임) 공급기어가 장착되어져 있다. 공급기어 전면에서 셔틀 자수기 바늘이 전후 운동을 하면서 공급기어 및 게이지 플레이트 전면 에 운동 하중을 가하게 되고, 이로인해 게이지 플레이트의 굽힘 변형이 발생하게 된다.

본 연구에서는 게이지 플레이트는 기존 설계를 그대로 사용하되 공급기어의 장착을 4/4 게이지 간격으로 설치하였을 때를 기본 모델로 설정하고 Fig. 3과 같이 유한요소모델을 생성하였다.

본 연구에서는 바늘의 운동 하중에 따른 게이지 플레이트의 굽힘 해석을 실시하여 게이지 플레이트의 강성을 확인하였다. 또한 게이지 플레이트의 설계인자의 굽힘 강성에 대한 영향을 확인하기 위하여 Table 1과 같은 설계인자를 선정하였다.

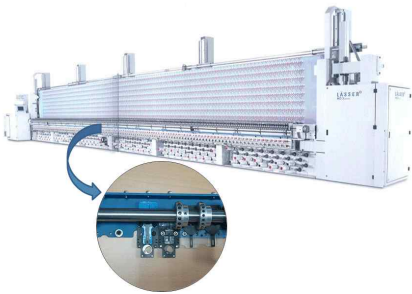


Fig. 1 Shuttle embroidery machine

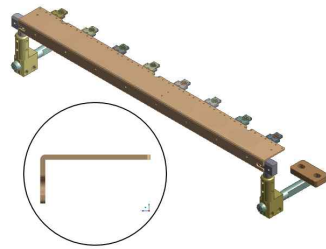


Fig. 2 Gage plate geometry model

## 2. 유한요소해석

본 연구에서 대상이 된 게이지 플레이트는 15yard 셔틀 자수기 상단에 약 30개의 구간으로 나뉘어져서 장착되어져 있으며, 게이지 플레이트 양 끝단부는 플레이트를 지지하기 위한 샤프트가

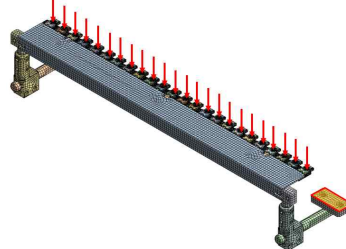


Fig. 3 Gage plate finite element model

설계인자는 기본 모델인 model-1을 기준으로 경량화를 위해 게이지 플레이트 전면에 구멍을 뚫어주었으며 개수에 따라 model-2 ~ model-5 까지 형상 설계를 변경하였다. 또한 7개의 구멍을 뚫은 model-5를 기준으로 게이지 플레이트 두께를  $\pm 20\%$ ,  $\pm 10\%$  시킨 model-6 ~ model-9의 형상 설계를 선정하였으며 각 설계인자에 대하여 유한요소해석을 실시하였다.

유한요소해석을 위한 경계조건은 게이지 플레이트 양 끝단 지지부를 완전 구속하였으며, 공급기 어 전면에 바늘의 전후운동에 의해 가해지는 9.8N 하중을 게이지 플레이트 수직 방향으로 적용하였다.

경량화를 위한 제한조건으로는 동일한 경계조건인 바늘 운동 하중하에서 경량화 대상 모델의 최대 변형량  $\delta_{max}$ 이 기본 모델인 model-1의 최대 변형량을 넘지 않도록 하였다.

Fig. 4는 model-1에 대해 경계 및 하중 조건을 부여한 경우의 유한요소해석 결과를 보여준다. 이에 따르면 최대 변형은 게이지 플레이트 중앙부에서 발생하며 그 크기는 1.13mm로 나타났다.

기본 모델인 model-1를 기준으로 추가적으로 8가지의 설계인자에 대한 유한요소해석을 수행하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다. 게이지 플레이트 전면에 구멍을 뚫을 때  $\delta_{max}$  결과값 만을 비교하였을 때는 구멍의 개수가 증가할수록  $\delta_{max}$ 가 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 구멍으로 인해 게이지 플레이트 무게는 전체적으로 줄어드는 것을 확인할 수 있으나, model-5를 제외하고는 경량화 제한조건을 위배된다. model-5의 두께 변화를 통해 두께를 약 10% 감소시킨 model-7은 Fig. 5와 같이  $\delta_{max}$ 가 1.157mm이며 경량화 제한조건 경계치에 가까우나 게이지 플레이트의 경량률이 26% 이고, 제시된 설계인자 중에서는 게이지 플레이트 경량화 모델에 가장 적합하다고 할 수 있다.

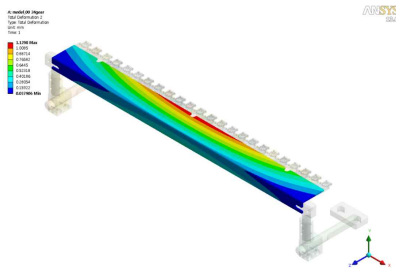


Fig. 4 Total Deformation of model-1

Table 1 Displacement and mass in each model

Model No.	hole (ea)	t (mm)	Displacement ( $\delta_{max}$ , mm)	Mass (kg)
model-1	0	2.6	1.130	1.055
model-2	1	2.6	3.660	0.678
model-3	2	2.6	1.292	0.750
model-4	3	2.6	1.284	0.756
model-5	7	2.6	1.030	0.865
model-6	7	2.08	1.265	0.696
model-7	7	2.34	1.157	0.781
model-8	7	2.86	0.900	0.948
model-9	7	3.12	0.719	1.031

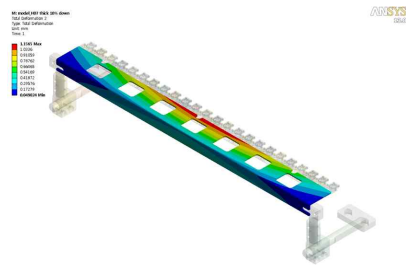


Fig. 5 Total Deformation of model-7

### 3. 결론

본 연구에서는 서틀 자수기의 게이지 플레이트의 경량화에 대해 논의하였다. 게이지 플레이트 전면에 구멍을 뚫거나 두께를 증가, 감소 시킴으로써 경량화 된 설계안을 도출하였고, 기본 설계안과 최대 변형량 및 중량을 비교하여 도출된 결과의 타당성을 검증함으로써 최적 경량화 설계안을 도출 하였다.

### 후기

본 연구 결과는 2012년 지역산업기술개발사업의 기술개발 결과이다.

### 참고문헌

1. 방제성, 한정우, 이종민, "반응면 근사를 이용한 자기부상열차 차체 프레임 경량화 설계," 한국정밀공학회지, 제28권, 11호, 1297-1308, 2011.
2. 한순우, 정현승, "알루미늄 압출재로 이루어진 철도차량 차체의 경량화를 위한 최적설계 방안 연구," 대한기계학회논문집 A권, 제35권, 2호, 213-221, 2011.