

## 다층 구조 폼 코어 샌드위치 복합재의 기계적 거동 연구

오진오\*(금오공대 대학원 기계공학과), 윤성호(금오공대 기계공학과)

### Mechanical behaviors of multi-layered foam core sandwich composite

J. O. Oh(Mech. Eng. Dept., KIT), S. H. Yoon(Mech. Eng. Dept., KIT)

#### ABSTRACT

The mechanical behaviors of multi-layered foam core sandwich composite were investigated through a 3-point bending test. The sandwich specimens were obtained from sandwich panel consisting of aluminum faces and urethane foam core. Three types of sandwich specimens such as a single structure, a double structure and a triple structure were considered. The span of sandwich specimens were varied from 170mm to 350mm. According to the results, the flexural and shear properties of multi-layered sandwich composite were found to be higher than those of single-layered sandwich composite.

**Key Words** : multi-layered foam core sandwich composite (다층 폼 코어 샌드위치 복합재), mechanical behaviors (기계적 거동), 3-point bending test(3점 굽힘시험)

#### 1. 서론

샌드위치 복합재는 얇은 면재를 낮은 밀도를 갖는 두꺼운 코어의 양면에 부착시켜 놓은 형태의 구조재로서 단일 부재로 된 구조재에 비해 높은 비강도와 비강성을 얻을 수 있다[1-3]. 코아로서 널리 적용되고 있는 폼은 우수한 단열성, 피로특성, 흡음성 등이 우수하다는 장점을 가지고 있지만 폼 자체가 갖는 두께 방향으로의 취약함으로 인해 구조재로서 적용에는 다소 제한을 받고 있는 실정이다.

본 연구에서는 두께 방향의 취약성을 보강하기 위한 방안 중의 하나로서 다층 구조를 갖는 폼 코어 샌드위치 복합재를 제작하고 이들에 대한 굽힘특성을 평가하였으며 구조재로서의 적용 가능성을 검토하였다.

#### 2. 시편제작

본 연구에서는 Fig. 1에서와 같이 알루미늄 면재 사이에 한 층의 폼 코어를 부착시킨 단층 구조(single structure), 알루미늄 면재 사이에 두 층의 폼 코어를 부착시킨 이중 구조(double structure), 알루미늄 면재 사이에 세 층의 폼 코어를 부착시킨 삼층 구조(triple structure)를 고려하였다. 이때 샌드위치 복합재를 구성하는 코어는 우레탄 폼 (밀도: 125kg/m<sup>3</sup>), 면재는 알루미늄 6061-T6, 면재와 코어는 필름 형태의 접착제 (BONDEX 205, (주)한국화이버)를 적용하여 접착하였다. 특히 최외층에 적용된 면재의 두께는 3mm, 내부에 적용된 면재의 두께는

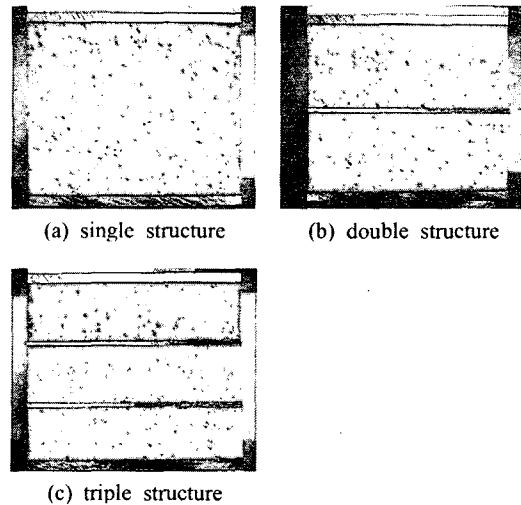


Fig. 1 Configuration of three types of sandwich specimens.

1mm로서 프레스 공법을 통해 제작된 1000mm×1000mm×60mm인 샌드위치 복합재 판넬을 절단하여 시편을 제작하였다.

#### 3. 실험방법

샌드위치 복합재의 굽힘특성을 평가하기 위해 굽힘시험을 수행하였다. 스패는 각각 350mm, 310mm, 270mm, 230mm, 170mm인 경우를 고려하였다. 하중은 1.5mm/min의 변위제어로 시편중앙부의 폭을 따

라 균일하게 작용시켰으며 작용하중으로 인한 시편의 처짐은 시편의 하부 면재 중앙부에 변위측정장치(LVDT)를 장착하여 측정하였다. 하중작용부에서의 응력집중을 완화시키기 위해 두께가 4mm, 폭이 120mm인 steel block을 적용하였다.

샌드위치 복합재의 굽힘강성과 전단강성은 실험을 통해 측정된 처짐, 시편의 재원, 코아의 강성 등을 이용하면 식(1)을 통해 평가할 수 있다[4].

$$\Delta = \frac{PL^3}{48D} + \frac{PL}{4U} \quad (1)$$

$$U = \frac{G(d+c)^2b}{4c} \quad (2)$$

여기에서  $\Delta$ 은 변위측정장치를 통해 측정된 샌드위치 복합재의 처짐이다.

#### 4. 결과

Fig. 2에는 스패 350mm인 경우의 하중-변위 선도가 나타나 있으며 Fig. 3과 Fig. 4에는 스패와 코아 구조에 따른 최대하중 및 전단강성의 변화가 나타나

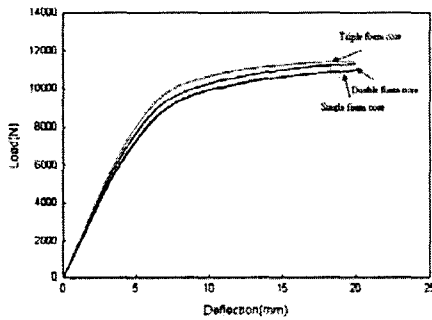


Fig. 2 Load-deflection curves of sandwich composite with different core.

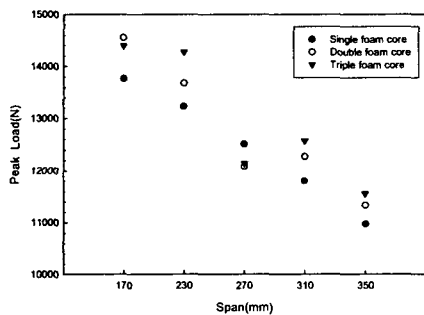


Fig. 3 Peak load versus span and core types of sandwich composite.

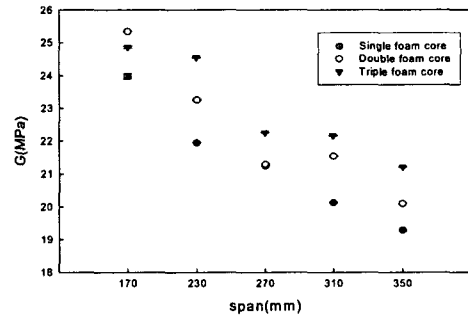


Fig. 4 Shear modulus versus span and core types of sandwich composite.

있다. 여기에서 보면 이층 구조 및 삼층 구조의 경우가 단층 구조에 비해 굽힘강성과 파단하중이 더 높게 나타남을 알 수 있었다. 이는 코아보다 높은 전단강성과 전단강도를 가지는 보강재를 코아에 보강하는 경우 보강재가 전단하중의 일부를 지지하여 샌드위치 복합재의 전단강성과 전단강도를 증가시켰기 때문으로 판단된다. 그러나 전단강도의 차이는 6% 정도로서 전단하중을 지지하는 코아의 면적에 대한 보강재의 비율이 비교적 낮아 구조적 차이에 의한 영향은 크지 않지만 전단강성은 스패의 변화에 따라 최대 25% 정도, 구조적 차이에 따라 최대 11% 정도의 차이를 나타냄을 알 수 있었다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 알루미늄 면재에 폼 코어를 부착시킨 샌드위치 복합재에 대한 코아의 구조 및 스패에 따른 기계적 거동을 조사하였다. 전체적으로 볼 때 다층 구조의 샌드위치 복합재가 단층 구조에 비해 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있었다.

#### 참고문헌

1. Allen, H.G., Analysis and design of structural panels, Oxford: Pergamon Press, 1969.
2. Steeves, C., Fleck, N., "Collapse mechanisms of sandwich beams with composite faces and a foam core loaded in three-point bending," Part I: Analytical models and minimum weight design," International Journal of Mechanical Sciences, Vol. 46, 2004, pp. 561-583.
3. Meraghni, F., Desrumaux, F., Benzeggagh, M.L., "Mechanical behaviors core for structural sandwich panels," Composite Part A: Applied Science and Manufacturing A30, 1999, pp. 767-779.
4. ASTM C393-00, Test method for flexural properties of sandwich constructions, Annual Book of ASTM Standards.