

# 브레이드 섬유강화 열가소성 복합재료의 굽힘거동 연구

이덕래, 서민강, 최경은, 김학용\*

전북대학교 공과대학 섬유공학과, \*삼양그룹 연구소

## 1. 서 론

Textile composite란 직물, 편성물, 브레이드, 3축포 등의 텍스타일 제품을 강화재로 사용한 섬유강화 복합재료의 총칭으로서 텍스타일이 지닌 뛰어난 기능을 matrix에 부가함으로써 단일재료로서는 얻지 못하는 뛰어난 공업재료를 만들 수 있다. 섬유강화 복합재료는 비강성이거나 비강도에 있어서 금속재료의 추종을 불허하는 위치를 차지하기에 이르렀다.

섬유강화 복합재료에는 열경화성 복합재료와 열가소성 복합재료가 있는데, 열가소성 복합재료는 매트릭스가 고분자이기 때문에 용융점도가 높아 강화섬유 주위에 수지섬유가 함침되기 어려운 난점이 있다. 함침효율을 향상시키기 위한 성형재료는 long fiber engineering plastic, glass mat thermoplastic, multiaxial laminated sheet[1-3], cowoven fabric[4], powder coated yarn[5], commingled yarn[6-12] 등이 있다. 또한 열가소성 복합재료는 이방성의 제품이나 복잡합 3차원 형상을 가진 부재의 제작에도 어려운점이 있다.

본 연구에서는 복합재료의 강화형태로 앞으로 크게 기대가 되는 브레이드 섬유강화 복합재료의 강도 예측의 기초자료로 활용하기 위하여 원형 브레이드에서 브레이딩 각(braiding angle)이 굽힘강도에 미치는 영향에 대해서 검토한 바를 보고한다.

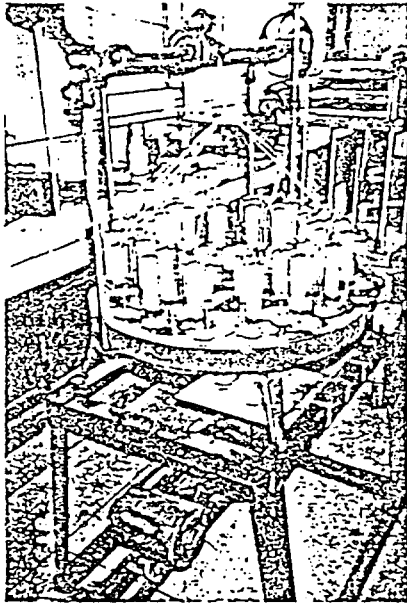
## 2. 실험

강화섬유로는 10566테니어의 glass fiber를 사용하였고, 수지섬유로는 963테니어의 폴리에스테르사를 사용하여, 강화섬유의 체적함유율이 60%되게 합사기로 paralleled yarn을 만들어 브레이드 조성사로 하였다. Figure 1은 32 스피들을 가진 브레이드기의 외관과 브레이드 조직 중에서 가장 간단한 plain structure의 모형을 나타낸 것이다. 브레이드기에서 권취속도를 변화시킴에 따라 여러 가지 브레이딩 각의 브레이드가 얻어진다. 본 연구에서는 브레이딩 각을 45°와 60°로 하였다. 복합재료 제작시 성형조건은 Table 1과 같다.

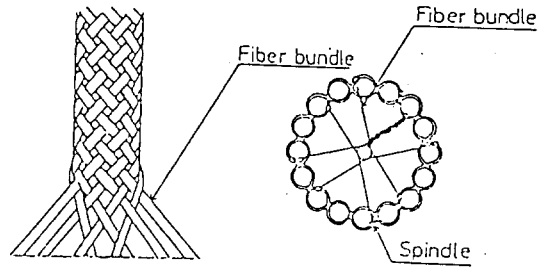
제작된 복합재료는 길이 230mm, 두께 약 2mm, 폭 20mm이다. 이를 길이 50mm로 절단해서 시험편으로 했다. 굽힘강도 실험, DSC분석, 단면과 측면관찰과 void측정은 문헌[9-13]방법으로 행했다.

Table 1. Molding condition

Molding temperature(°C)	285
Molding pressure(MPa)	3, 4, 6, 8
Holding time(min)	5, 10
Cooling type	rapid



(a) braiding machine



(b) Tuhular braid

Figure 1. Braiding machine and tubular braid.

### 3. 결과 및 고찰

Figure 2와 3은 가압시간 10분에서의 성형압력에 따른 길이 방향의 굽힘강도와 굽힘계수를 나타낸 것으로 성형압력 6MPa까지는 굽힘강도와 굽힘계수는 급격히 증가하고 그 이후에는 감소현상을 나타내고 있다. 이는 복합재료내에 존재하는 void와 함침효율에 기인된다고 생각되어 void양과 결정화도를 조사해 보았다. void는 Figure 4와 같이 매우 많은 양이 존재하고 있었는데, 이는 브레이드의 구조에서 pore diameter에서 void가 빠져나가기 전에 수지가 함침되면서 결정이 이루어지기 때문에 void가 그대로 존재하기 때문으로 생각된다. 특히 6MPa의 성형압력까지는 void가 감소하다가 그 이후에는 증가현상으로 나타나고 있다. 따라서 복합재료내에 존재하는 void양은 굽힘강도와 굽힘계수에 큰 영향을 미친다고 생각된다. Figure 2와 3에서 6MPa이후에 굽힘강도가 감소하는 것도 void양 이외에 결정화도에 영향이 있을 것으로 생각되어 결정화도를 조사해 보았다. Table 2에서와 같이 가압시간이 길어지고 성형압력이 증가하면 결정화도가 감소하는 것을 알 수 있다. 특히 성형압력이 6MPa에서 8MPa로 증가하면 감소폭이 컸으며, void양도 오히려 증가되며, 굽힘특성은 감소했다. 본 실험 결과로는 굽힘재료로서 필요한 최소의 압력은 6MPa라 생각되며, 브레이딩 각이 커지면 단위 면적당 굽힘하중을 받는 강화섬유의 수가 증가되어 굽힘강도와 굽힘계수는 증가된다고 생각된다. Figure 5는 가압시간의 영향을 본 것으로서 가압시간이 증가하면 굽힘강도가 증가되나 브레이딩 각이 클수록 증가폭이 컸다.

Table 2. The degree of crystallinity.

Time(min) Pressure(MPa)	5	10
3	37.69(%)	27.17(%)
4	18.17(%)	25.83(%)
6	30.85(%)	22.71(%)
8	20.27(%)	19.92(%)

#### 4. 결 론

본 연구에서는 복합재료의 강화형태로 앞으로 크게 기대가 되는 브레이드 섬유강화 복합재료의 강도 예측의 기초자료로 활용하기 위하여 원형 브레이드에서 브레이딩 각(braiding angle)이 굽힘강도에 미치는 영향에 대해서 검토한 결과는 다음과 같다.

브레이드를 강화재로 한 열가소성 복합재료에서 굽힘재료로서 필요한 최소의 압력은 6MPa라 생각되며, 브레이딩 각이 커지면 단위면적당 굽힘하중을 받는 강화섬유의 수가 증가되어 굽힘강도와 굽힘계수는 증가된다고 생각된다. 또한 가압시간이 증가하면 굽힘강도가 증가되나 브레이딩 각이 클수록 증가폭이 컸다.

#### 참고문헌

1. T. Matsuo, *Seikei-Kakou*, **5**, 225, 372(1993)
2. D.R.Lee, *J. Korean Fiber Soci.*, **32**, 603(1995).
3. T. Matsuo and T. Hokudoh, "2nd Japan International Sample Symposium", 959, 1991.
4. Y. Suzuki and J. Saitoh, "34th International Sample Symposium", 2031, 1989.
5. T.Hartness, *J. Thermoplastic Composit Mater.*, **1**, 210(1988).
6. H.Hamada et al, *Sen-i Gakkaishi*, **49**, 79(1993).
7. T. Matsuo et al, *Seikei-Kakou*, **3**, 157(1991).
8. T. Matsuo et al, *Seikei-Kakou*, **3**, 687(1991).
9. T. Matsuo et al, *J. Reinforced Plast. Composites*, **12**, 156(1993).
10. D.R.Lee et al, *J. Korean Fiber Soci.*, **31**, 881(1994).
11. D.R.Lee et al, *J. Korean Fiber Soci.*, **32**, 239(1995).
12. D.R.Lee et al, *J. Korean Fiber Soci.*, **32**, 541(1995).
13. D.R.Lee et al, *J. Korean Fiber Soci.*, **34**, 252(1997).

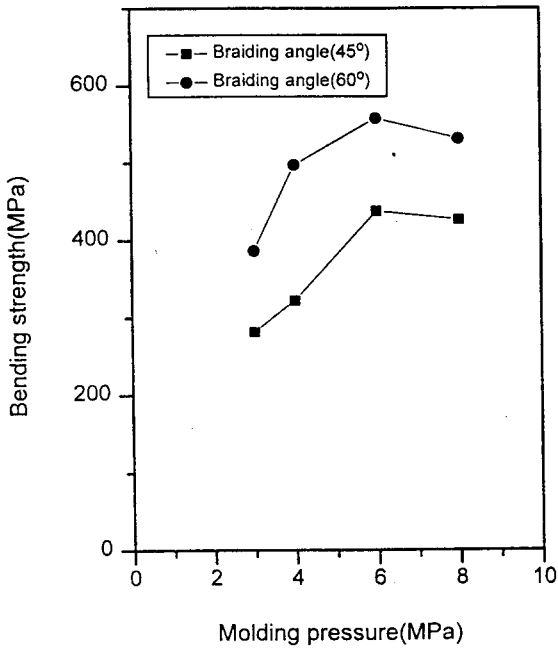


Figure 2. Relationship between bending strength and molding pressure of each specimen at the holding time of 10min.

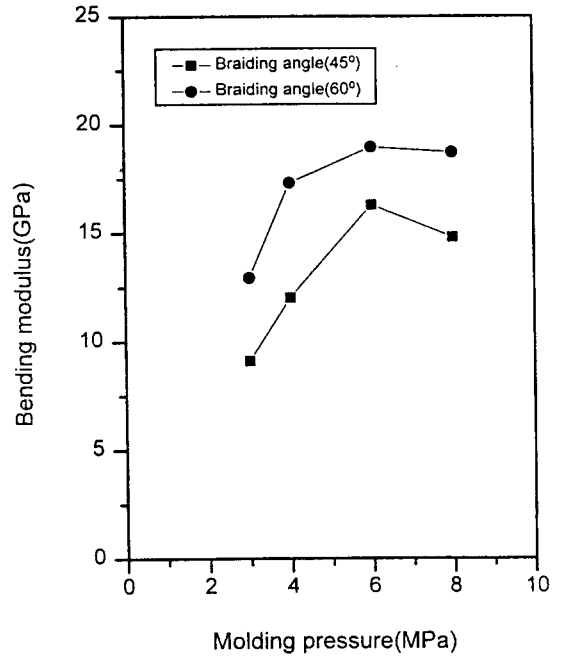


Figure 3. Relationship between bending modulus and molding pressure of each specimen at the holding time of 10min.

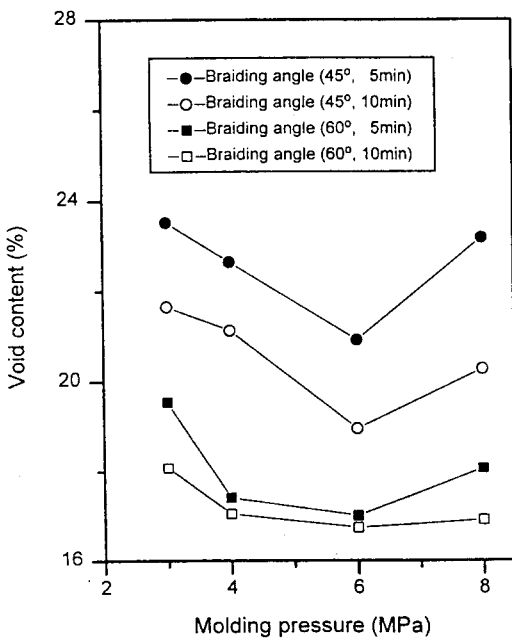


Figure 4. Relationship between void content and molding pressure.

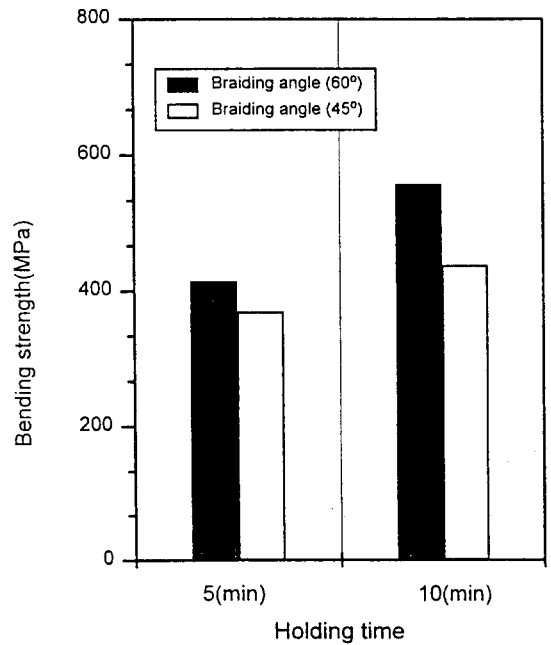


Figure 5. Bending strength of each specimen at the molding pressure of 6MPa.