

# 플라즈마 처리 PP 섬유 보강 시멘트 모르타르의 역학적 특성

김영수, 서문호, 김형섭, 류근상, 원종필\*

건국대학교 섬유공학과, \*건국대학교 지역건설 환경공학과

## The Mechanical Properties of the Plasma Treated PP Fiber Reinforced Cement Mortar

Young-Su Kim, Moon-Hwo Seo, Hyung-Sup Kim, Geun-Sang Ryu, Jong-Pil Won\*

Department of Textiles Eng., Konkuk University, Seoul, Korea

\*Department of Rural Eng., Konkuk University, Seoul, Korea

### 1. 서론

시멘트는 압축강도가 크고 내구성이 좋으며 가격이 저렴한 우수한 토목건축재료이다. 그러나 인장강도가 낮아서 사용 시 발생하는 휨에 의한 인장변형에 의하거나 양생 후 해 표면 크랙이 발생하는 결점이 있다. 이러한 결점을 보완하기 위해 크랙의 발생 억제, 성장 지연을 목적으로 시멘트에 보강용 섬유를 투입하고 있다[1]. 시멘트에서의 보강섬유의 역할은 크랙발생에 필요한 에너지를 최대한 증가시키켜 시멘트가 경화되기 시작할 때, 구속에 의해 발생하는 인장응력 및 균열을 억제하고, 내부에 형성되는 결함을 방지함에 있다[2]. 이러한 목적으로 사용되는 가장 일반적인 섬유는 PP(폴리프로필렌)섬유이다. 그러나 PP섬유는 소수성이어서 시멘트와의 계면결착성이 낮고 시멘트 내에서의 섬유들의 분산성이 나쁘다는 결점이 있다. 섬유의 결합강도를 물리적으로 증가시키기 위해서 섬유의 표면형태의 조도를 높이는 방법으로서 플라즈마 처리 효과를 이용하려는 연구가 진행되었다[3].

본 연구는 PP섬유를 산소 플라즈마로 처리하여 섬유의 표면형태를 포함한 물리적 특성 변형을 확인해보고, 이를 투입한 시멘트에서의 섬유의 역할변화를 조사하였으며 보고자 한다.

### 2. 실험

#### 2.1. 실험재료

- (1) 섬유 : PP섬유(길이 : 6mm, 직경 :30~40 $\mu$ m)  
산업용 라이오셀섬유, PVA 섬유  
(2) 시멘트 : 포틀랜드 시멘트(성신양회 제조)

#### 2.2. 시험항목 및 시료제작

본 연구를 위해서는 1) 섬유 pull-out시험, 2) 굽힘시험, 3) 압축시험, 4) 크랙발생시험 등을 수행하였다. KSF 2403 콘크리트 강도 시험용 시료 제작법을 참조하여 수경성 시멘트 모르타르의 인장강도용 시료를 제작하였고, 압축강도 시료는 5×5×5cm의 사각기둥으로 제작하였다. 시멘트와 물의 비는 무게비로 1 : 0.45이고, 섬유는 역시 무게비로 0.2, 0.4, 0.6%로 혼합하였다. 각 조건별 3개씩의 시료를 제작하는데, 틀에서 24시간 물 속에서 2주간 양생을 한다. 섬유 pull-out성 시료는 플라즈마 처리한 섬유를 얇은 시멘트 판에 수직으로 고정하도록 시료를 제작하여 인장시험기에서 그 pull-out 특성을 측정하였다. 양생 중 표면크랙발생 시험은 시멘트와 혼합한 재료를 일정한 두께의 틀에 부어서 양생후의 표면변화를 관찰하였다.

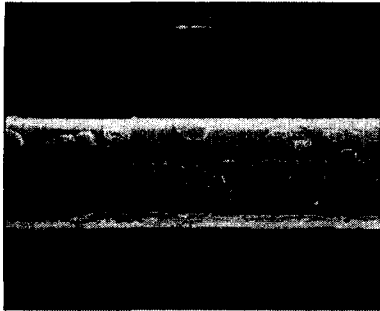
#### 2.3. 플라즈마 처리

PP섬유에 대한 플라즈마 처리는 한국생산기술연구원에서 CD 400 PC(EURO PLASMA BELGIUM)을 이용하였다. 처리시간은 O<sub>2</sub> gas, 300W에서 5, 10, 15, 20, 30분간 처리를 하였으며 처리에 의한 표면 변화의 관찰은 SEM(AKASHI ALPHA-25A)을 사용하여 1000-2000배 정도의 배율로 관찰하였다.

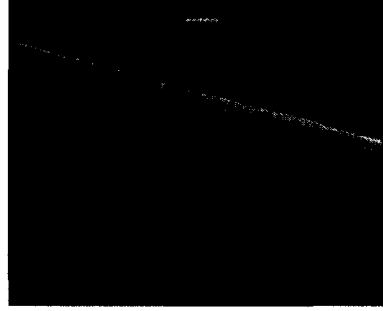
### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 플라즈마 처리 후 PP 섬유의 표면변화

섬유에 대한 플라즈마 처리 시간은 5, 10, 15, 20, 30분으로 다섯 단계를 두어 처리하였다. 플라즈마 처리에 의해 PP섬유의 표면은 Fig. 1에 보이는 것처럼 표면의 일부가 분해 블록형태의 물질이 섬유표면에 남아있는 것으로 관찰 되었다. 이러한 변화는 모든 처리시간 섬유에 공통적으로 나타나며 처리시간이 길어질수록 그 정도가 심해지는 것을 알 수 있었다. 처리시간이 가장 긴 30분간의 처리에서는 섬유 표면에 섬유 축에 수직한 방향으로 표면크랙이 발생하는 현상이 관찰되었다.



(a) 15min Treated Fiber



(b) 30min Treated Fiber

Fig. 1 Plasma Treated PP Fiber (SEM  $\times 1,000$ )

**3.2 플라즈마 처리 후 PP Fiber의 물성 변화**

플라즈마 처리 시간에 따른 PP섬유의 강도는 처리시간이 20분 이상일 경우부터는 강도가 크게 저하되는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 초기탄성계수에서도 동일하게 관찰되었다.

**3.3 플라즈마 처리 섬유 보강 시멘트 물성 변화**

플라즈마를 처리한 시멘트의 압축강도는 동일한 섬유함량에서는 플라즈마 처리 시간에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 그리고 섬유의 함량이 증가하면 강도가 낮아지는 경향을 보이고 있다.

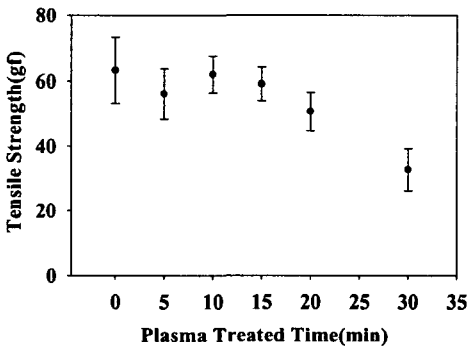


Fig. 2 Tensile Strength vs. Plasma Treat Time of PP Fiber

**3.4 플라즈마 처리 PP Fiber의 pull-out성**

플라즈마 처리 시간에 따른 PP섬유의 pull-out특성은 처리에 의해 더 높은 마찰 저항을 보이고 있다.

**3.5 시멘트 양생 중 크랙발생**

플라즈마 처리한 PP섬유를 보강한 시멘트는 미처리 섬유에 비해 크랙발생 경향이 줄어들었다.

**4. 결론**

시멘트 보강용 PP섬유에 대한 플라즈마 처리는 섬유의 마찰 특성을 크게 하여 크랙발생을 억제하는 효과가 있다.

**5. 참고문헌**

[1] 최응규, 손태원, "시멘트 보강용 유기섬유의 개발동향과 전망", *한국섬유공학회*, 제 27권. 제 10호. 1990.  
 [2] 박승범, 이봉춘, 권혁준, 윤준식, "폴리프로필렌 섬유보강 콘크리트의 역학적 특성 및 내구성에 관한 실험적 연구", *한국콘크리트학회*, 1998년 봄 학술발표회 논문집, 1998.  
 [3] Hwai-Chung Wu, Victor C. Li, "Fiber/cement interface tailoring with plasma treatment", *Cement and Concrete Composites*, Vol 21, 205-212, 1999