

섬유종류별 압출성형 시멘트 패널의 물리적 특성변화에 대한 연구

A Study on the physical characteristics of Cement extrusion panel by fiber kind's

송 태 협* 이 세 현**
Song, Tae-Hyeob Lee, Sea-Hyun

Abstract

Concrete secondary product that use cement is increasing application from reason of shortening etc.. of construction period in construction site. Manufacture method of construction of this concrete secondary product there is hot-check method, direct spray method, press method, extrusion molding method etc.. Also, I am using reinforcement boating certainly in this process.

In most case, We have used asbestos by reinforcement fiber until early 90s but use from human body hurtfulness controversy is felt constraint. Therefore, application of principal parts fiber is increasing. But, to replace asbestos, because must satisfy all lubricating ability, productivity etc.. class, it is the very difficult matter to replace asbestos

In this study, I wished to do Test about asbestos principal parts possibility at extrusion process to charge shape or form making test piece because mixs polypropylene fiber etc. by plan that replace asbestos in cement extrusion molding product and measures bending strength and elasticity

1. 연구의 범위 및 목적

시멘트를 사용한 콘크리트 2차 제품은 건설현장에서 공기의 단축 및 습식에 비하여 시공의 편리함으로 인하여 그 적용이 증가하고 있다. 이러한 콘크리트 2차 제품의 제조공법에는 시멘트와 섬유를 일정비율로 혼합하고 이를 슬러리 방식으로 만든다음 가압탈수 공정을 거치는 초조방식과, 수분의 비율을 매우 낮게하여 일정한 금형에 시료를 부은후 가압하는 프레스방식, 공기압을 이용한 슬러리의 분사를 통한 스프레이방식, 그리고 스크류의 압축력을 이용한 압출성형방식 등 다양한 공법이 있다. 이러한 공법들은 각각의 장단점을 가지고 있으며, 제조하고자하는 제품의 성격에 맞게 공법을 선택하여 적용할 수 있다. 또한 상기에서 기술한 공법의 공통점은 모두 보강섬유를 활용하는 특징을 가지고 있다. 대부분 제품의 두께가 얇고 제품의 길이가 큰 특징을 가지고 있기 때문에 휨탄성을 보완하기 위하여 보강섬유를 사용한다.

90년대 초반까지만해도 이러한 보강섬유로서 석면을 사용하여 왔으나 인체 유해성 논란으로 인하여 그 사용이 어려워지고 이에따라 대체섬유의 적용이 증가하고 있다. 그러나 석면을 대체하기 위해서는

* 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원

** 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

단순하게 휨보강성만을 고려하는 것이 아니라 석면이 가지는 윤활성, 생산성 등을 모두 만족하여야 하기 때문에 이들 공정에서 무석면화의 진행은 상당히 어려운 과제이다.

압출성형시멘트 제품 생산공정의 경우 그림 1에서와 같이 건식 및 습식혼합 - 압출 - 양생의 과정을 거쳐 생산된다. 특히 70mmHg의 압력을 가하여 소재 내의 공기를 탈기하는 진공의 형태를 취하며, 양생과정에서는 빠른 시간안에 안정적인 물성을 확보하기 위하여 오토클레이브 양생을 실시한다. 따라서 이러한 성형 조건에 맞는 섬유를 선정하여 시험편을 제조하여야 한다.

본 연구에서는 시멘트 압출성형 제품에서 석면을 대체하는 방안으로 폴리프로필렌계 및 유리 섬유등을 혼합하여 시험편을 제조하고 휨강도 및 탄성을 측정하여 압출성형공정에서의 석면 대체 가능성에 대한 분석을 하고자하였다.

2. 실험계획 방법

2.1 실험배합 및 사용재료

본 실험은 압출성형 시멘트 구성인자 중 보강섬유의 종류에 따른 물리적인 특성을 검토하기 위한 것이다. 따라서 시멘트 복합체 내에서의 섬유의 양이 결정이 무엇보다 중요하다. 기존의 석면의 배합에서는 중량비로 약10% 정도를 사용하고 있으나 대체섬유의 경우 섬유의 밀도 및 형상이 다르기 때문에 동일한 중량을 적용할 경우 성형이 불가능하다. 따라서 본 실험에서는 섬유보강이론의 Mixture rule에 따라 섬유의 종류에 따른 혼합량을 결정하였다. Mixture rule은 섬유의 길이, 섬유직경, 섬유의 밀도를 고려하고, 얻고자하는 시멘트 복합체의 강도를 고려하여 혼입량을 결정한다

섬유보강재료란 인장하중을 섬유가 분담한다는 측면에서 섬유의 특성에 따라 이 복합재료는 큰 차이를 보이게 된다. 이에 대한 주인자로는,

- 1) 섬유의 인장강도 (matrix와의 상대성)
- 2) matrix와의 부착강도
- 3) 섬유의 배향성 등을 들 수 있다.

2.2 시험항목

시험항목은 휨강도, 탄성계수, 흡수율, 밀도, 길이변화율을 측정하였다.

3. 실험결과

표 2 보강섬유의 특성

	ARG	E-glass	PP	PVA
Density (g/cm ³)	2.78	2.54	0.91	1.3
Diameter (μm)	14-16	16	15-17	15-18
Length (mm)	6.12	6	6	6
Aspect ratio	490.8 60	460	355	375
Tesile St (kgf/mm ²)	250	350	77.5	150
Elastic modulus (kgf/mm ²)	7200	7400	480	3770
Elongation at rupture(%)	3.6	4.8	26.1	7-11

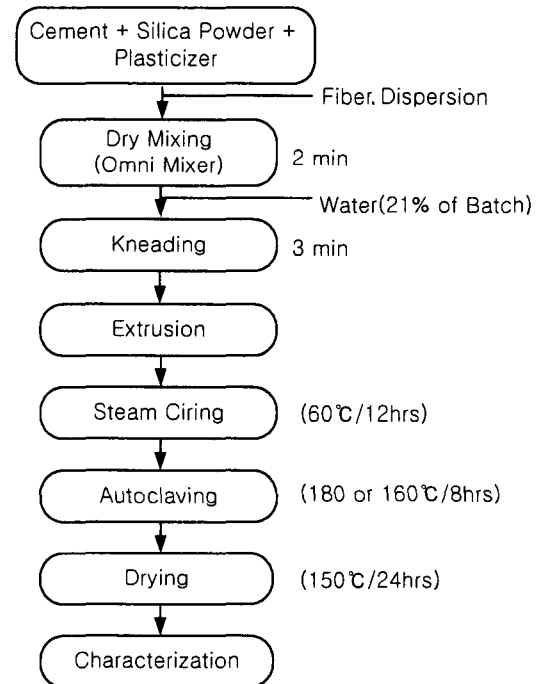


그림 3

3.1 휨강도

ARG를 배합한 시험편의 휨강도 측정결과 평균 휨강도는 22MPa, 탄성계수는 2,210kg/mm²으로 나타났으며 PP의 경우는 24MPa, 탄성계수 2,523kg/mm²을 나타냈다. 또한 Acrylic Fiber는 휨강도 18MPa, 탄성계수 2,471kg/mm²으로 나타났다. 휨강도는 PP를 배합한 시험편이 가장 우수하게 나타났으나 탄성계수가 높게 나타났으며, 휨강도와 탄성계수를 고려하면 석면 투입 제품과 가장 유사한 배합은 ARG를 대체섬유로 사용한 것으로 나타났다.

Acrylic Fiber는 휨강도가 ARG나 PP배합보다 50kg/cm² 정도 낮게 나타내면서 탄성계수는 오히려 가장 높은 수준을 유지하여 강도보강 효과에 가장 적합하지 못한 것으로 나타났다.

3.2 탄성계수

ARG 배합에서는 세피오라이트의 첨가량이 증가할수록 휨강도가 상승하고 탄성계수도 상승한다. 이는 ARG 배합비율 1.0%는 압출성형 패널을 보강하는데 부족하다는 것을 알 수 있다. 그러나 2%배합에서는 19MPa로 첨가제의 투입으로 인하여 오히려 휨강도가 하락하였고 탄성계수는 오히려 상승하였다. PP 배합에서는 세피오라이트의 첨가량이 증가할수록 휨강도가 낮아졌으며 탄성계수는 세피오라이트의 양에 관계없이 2,500kg/cm²의 동일한 수준이다. Acrylic Fiber 배합에서는 세피오라이트 첨가량의 변화에 관계없이 휨강도와 탄성계수가 동일한 수준을 나타냈다.

3.3 흡수율 및 길이변화율

흡수율 및 길이변화율은 비중과 마찬가지로 습식 혼합시 투입되는 혼수량에 따라 물성의 차이가 난다. 제조시 투입된 물이 시멘트 복합체내에 존재하면서 양생과정과 건조 과정을 거치면 물의 자리에 빈공극이 발생하는데 이러한 공극들이 건조수축과 흡수율에 영향을 미친다. 석면 배합의 혼수량이 중량비로 28% 정도이고 무석면 배합의 혼수량이 20~25% 수준이기 때문에 전체적으로 석면 배합보다 길이변화율 및 흡수율이 낮게 나타났다.

그림 5와 그림 6은 길이변화율과 흡수율을 비교한 그래프이다. 길이변화율을 분석하여 보면, 석면 12.8% 제품은 평균 0.07%이고 ARG와 PP 배합은 모두 0.05% 이하로 매우 안정적으로 나타났다. Acrylic Fiber는 첨가제로 세피오라이트를 사용할 경우 석면 배합과 동일한 결과를 나타냈으나 규회석은 0.08~0.09% 정도로 높게 나타났다.

표 3 증점제의 물리적 특성

Bulk Density (g/cm ³)	Viscosity (cps)	Condition fo test
0.4	30.000	수용액 2% 20℃ RV type 20rpm

표 4 대체섬유의 사용비율

-	Fiber	Additive
인자	ARG (1%) P.P. (0.7%) Acrylic Fiber (0.7%)	세피오라이트 (0, 2, 4%)

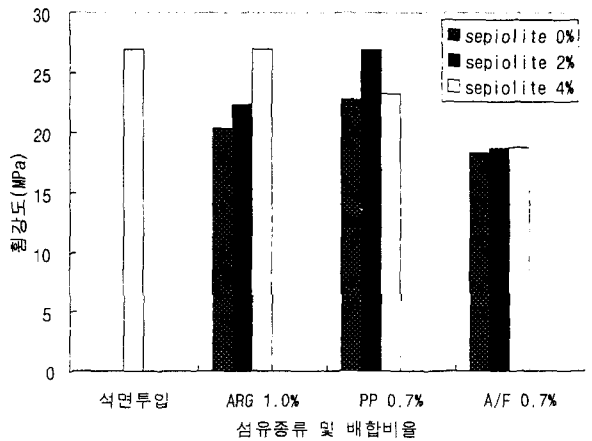


그림 4 섬유종류에 따른 휨강도 변화

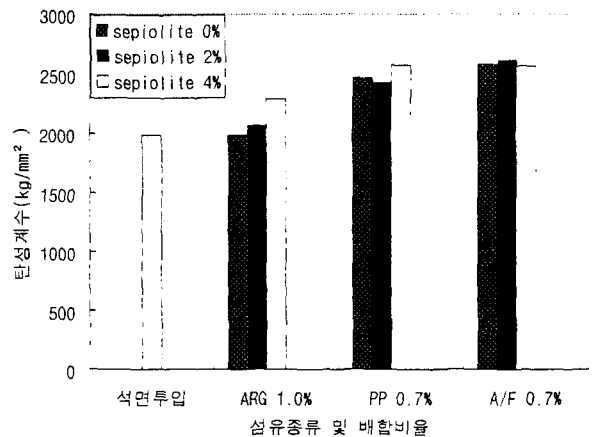


그림 5 섬유종류에 따른 탄성계수의 변화

PP 섬유는 첨가제의 배합량과 종류에 따라 길이변화율이 크지 않으나 ARG 및 Acrylic Fiber는 변화의 폭이 PP에 비하여 높게 나타났다.

3.4 밀도

ARG 배합의 평균 비중은 1.96으로 기존 제품보다 0.1 정도 높게 나타났으며, PP 배합은 2.05로 기존 제품보다 0.2 높게 나타났고, Acrylic Fiber는 2.07로 가장 높은 비중을 보였다.

4. 결론

압출성형시멘트 패널에서의 석면을 대체하기 위하여 ARG, PP, A/F등을 사용하여 시험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 휨강도를 측정된 결과 폴리프로필렌 섬유가 가장 높은 강도를 가지는 것으로 나타났으며, 특히 세피오라이트의 함량은 2% 이상을 함유할 경우 오히려 감소하는 것으로 나타났다.
- 2) 시험체의 취성 및 인성을 판단하기 위한 휨탄성계수 측정결과 폴리프로필렌 및 아크릴 섬유의 탄성계수값이 높게 나타나 취성 및 인성 측면에서는 ARG가 오히려 우수한 것을 알 수 있다.
- 3) 길이변화율은 모든 시험체에서 0.07% 이하로 나타나 석면의 0.12%에 비하여 수축변화는 안정적이었다. 이에 따라 수분의 침투가 적어짐에 따라 흡수율도 낮게 나타났다.
- 4) 그러나 전체적인 섬유의 비율이 낮아짐에 따라 대체섬유를 사용한 시편의 밀도는 석면 제품에 비하여 높음을 알 수 있다.

종합적으로 3가지의 대체섬유중 PP 섬유가 대체섬유로 가장 적절한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 환경부, 환경친화성 무석면 건축자재 실용화 기술 개발, 1998
2. 정문영 외, 섬유보강 시멘트 재료에 있어서 ARG 보강효과, 제23회 시멘트 심포지엄, 1995
3. 이희근, 플라이애쉬를 함유한 고성능 콘크리트의 초기 재령 성질, 성균관대학교 토목환경공학과 박사학위논문, 2002.10

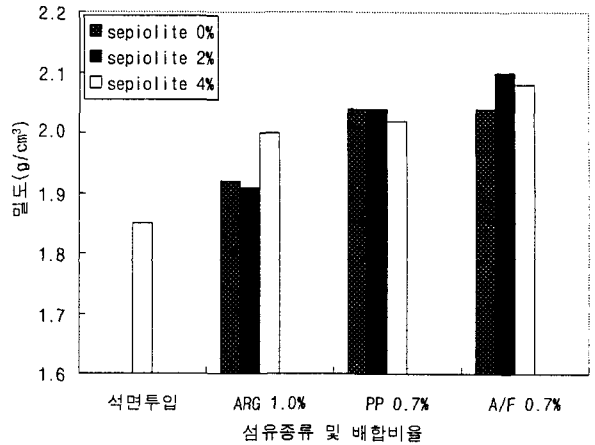


그림 6 섬유종류에 따른 밀도의 변화

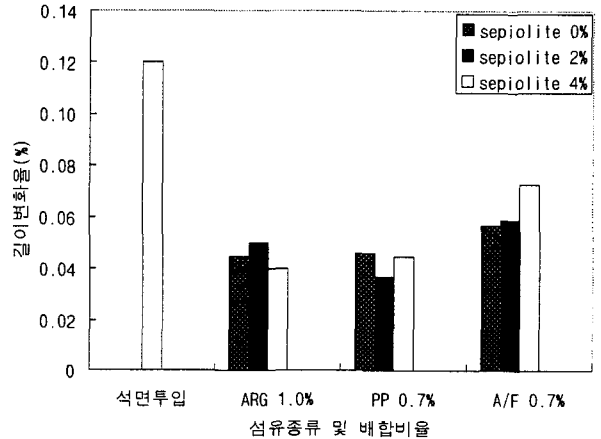


그림 7 섬유종류에 따른 길이변화율의 변화

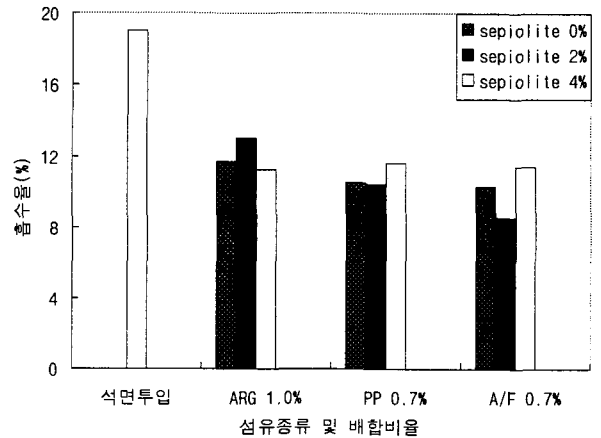


그림 8 섬유종류에 따른 흡수율의 변화