

Sepiolite를 보강섬유로 사용한 단면보수 모르타르의 물리적 특성변화에 관한 연구

A Study on the Physical Characteristics of Repair Mortar Using Sepiolite

이문환*

송태협*

이세현**

박승호***

Lee, Sea-Hyun

Song, Tae-Hyeob

Lee, Mun-Hwan

Park, Seung-Ho

ABSTRACT

Utilize several kinds of reinforcement fibers to control workability and surface crack in occasion of mortar used in dilapidated concrete section repair public law.

Polypropylene or poly vinyl alcohol that is hydrophilic fiber etc. is used much usually with this reinforcement fiber. Reinforcement fiber does important action that control crack that enhances coherence between material and happens at dry contraction

In this study, wished to use Sepiorite that inorganic materials and affinity such as cement are excellent nature inorganic world fiber and improve repair mortar performance.

In this study, as reinforcement fiber, wished to grasp physical characteristics that uses Sepiorite and happens this time and grasp application possibility of concrete's repair mortar.

1. 연구의 범위 및 목적

콘크리트 구조물의 보수재료로서 유기계, 무기계 및 유·무기계 혼합형의 도포함침재, 방청처리재, 단면복구재 및 표면피복재 등 다양한 재료의 개발이 이루어지고 있으며, 보수공법에 있어서도 균열보수공법, 단면복구공법, 누수보수공법 및 표면처리공법 등 다양한 공법이 개발되고 있는 상황이다.

그러나 국내의 경우 아직까지 콘크리트 구조물의 내구성 향상 및 장수명화를 위한 보수재료·공법의 개발은 매우 불충분한 상태이며, 대상 구조물의 요구성능, 성능저하 메커니즘, 환경조건 및 시공조건에 부합되는 보수재료·공법의 선정 시스템도 미비한 상황이다. 이로 인해 콘크리트 구조물의 보수공사에 있어서 주로 노무자의 경험과 주관적인 판단에 의존하고 있으며, 보수시공 후 보수부위에 재열화 현상 등이 발생하여 추가적인 보수공사가 요구되고 있는 등, 성능 저하된 콘크리트 구조물의 성능저하 메커니즘 및 진행단계에 따른 체계적이고 합리적인 보수유지 및 품질관리를 위한 보수재료·공법 개발이 절실히 요구되고 있다. 이러한 콘크리트 단면보수재료는 건조수축 작용에 의하여 균열 및 들뜸 현상이 심하게 나타나는 경우가 종종 있다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 보강섬유를 사용할 수 있다. 보강섬유는 유기계 및 무기계로 구분하며, 또 인공 및 천연계 섬유로 구분한다.

본 실험에서는 콘크리트 단면보수모르타르의 균열저항성을 향상시키고, 작업성 개선을 위하여 천연 무기계 섬유인 세피오라이트를 사용하여 기초적 물성을 측정하고 보수모르타르로서의 성능확인을 실시하고자 하였다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원

** 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

*** 정회원, (주)케이알티 기술연구소 책임연구원

2. 실험계획 방법

표 1. 실험항목 및 조건

2.1 실험계획 및 사용재료

본 실험에서는 시멘트 단면복구재로서 기본 적인 특성을 확보할 수 있는 배합을 선정하여 전반적인 물리적특성을 확보한 후 여기에 세피오라이트와 폴리프로필렌 섬유를 비율별로 혼입하여 특성 변화를 관찰하였다. 일반적으로 보수재료에 사용될 수 있는 섬유는 표 1에서와 같이 매우 다양하다. 그러나 경제성 및 작업성, 그리고 시멘트와의 친화력과 내구성 등을 종합적으로 고려하여 결정하여야 한다. 실험에 사용된 보수재료는 보통 포틀랜드 시멘트를 주성분으로 하고 작업성, 응결시간, 물리적 특성을 고려하여 유동화제, 무수석고, 폴리머 등을 혼입하여 기본 배합을 도출하였다. 비중이 낮은 폴리프로필렌은 0.05, 0.1, 0.15%를 혼입하고, 세피오라이트는 0.1, 0.2, 0.3%를 혼입하여 실험을 진행하였다.

2.2 측정항목

시험체 제작 후 측정은 표준조건 및 온냉 반복 후의 부착강도, 길이변화율, 휨강도 및 탄성계수, 유동성을 측정하였다.

항 목		실험방법	
		평가항목	평가방법
부착강도	표준조건	보수재의 부착성능	∅40×30mm의 시험체를 밀판에 부착하여 소요의 재령에서 강도 측정
	온냉 반복 후		-20℃ 2시간, 50℃ 3시간 유지(10회 반복) 후 표준조건과 동일하게 측정
휨강도 및 탄성계수		물리특성 및 탄성특성	중앙점 하중법에 의한 휨강도 측정
길이변화율		건조수축 특성	길이변화율 시험기 이용
균열저항성		수축 저항성	외부구속에 의한 건조수축 균열 측정
유동성 (Flow)		보수재의 유동성	KS L 5111에서 규정하고 있는 흐름판을 이용하여 비빔 직후 흐름성 측정

3. 실험결과

3.1 부착강도

표준조건 및 온냉 반복 후 부착강도를 측정한 결과 폴리프로필렌 섬유의 경우 표준조건에서는 0.1%까지 지속적인 상승을 나타내었으며, 이후 0.15%에서 다소 감소하는 경향으로 나타났다. 세피오라이트는 첨가량에 관계없이 부착강도는 일정한 경향을 보이고 있으며, 냉온 반복 후 측정한 결과에서 세피오라이트의 경우 0.3% 배합에서 92.7%로 낮게 나타났다. 부착강도는 피착면과 보수재료간의 접착력을 나타내는 것으로서 섬유의 종류에 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

표 2. 실험배합

기 호	배합요인								
	목표 flow (mm)	시멘트 : 모래	W/C (%)	제품소제					
				유동화제 (%)	무수석고 (%)	알루미나시 멘트(%)	폴리머 (%)	PP 섬유 (%)	세피오라이 트(%)
P-1	220	1:1	40	0.1	10	10	6	0	0.2
P-2								0.05	
P-3								0.1	
P-4								0.15	
S-1	220	1:1	40	0.1	10	10	6	0	0.2
S-2								0.1	
S-3								0.2	
S-4								0.3	

3.2 휨강도 및 탄성계수

PP 섬유 함유량 변화에 따른 휨강도와 휨탄성계수를 측정된 결과, 섬유량 0.05% 배합이 14.1N/mm²로 가장 높은 휨강도를 발현하였다. 섬유량이 0.1, 0.15%로 증가하였을 경우에도 휨강도는 13.2N/mm² 이상의 휨강도를 발현하여 macro 섬유 경우 휨강도의 보강성은 0.05% 이상을 함유하였을 경우 적정한 것으로 나타났다. 탄성계수는 모든 배합이 1000N/mm² 이하로 나타나 섬유보강에 의한 인성의 개선이 효과적임을 알 수 있다. 세피오라이트의 함유량에 따른 휨강도와 휨탄성계수 측정 결과, 휨강도는 12.9~13.5N/mm²로 균일하게 발현하여 섬유량의 증가에 따른 변화는 크지 않은 것으로 나타났다. 즉, Macro 섬유에 의하여 소정의 휨강도가 이미 확보되어 micro 섬유에 의한 휨강성의 증진은 크지 않은 것으로 나타났지만, 휨탄성계수의 경우에는 세피오라이트를 함유하지 않을 경우 1147N/mm²로 나타나 세피오라이트가 재료의 인성을 개선하는데 효과적임을 알 수 있었다.

3.3 길이변화율

PP 혼입률에 따른 길이변화율 측정 결과, PP 섬유를 0.1% 배합한 실험체의 재령 28일에서의 길이변화율은 6×10⁻⁴ 정도로 나타났으며, 이를 기준으로 할 경우, PP 섬유를 함유하지 않는 배합은 42.6%의 길이변화율 증가가 있었으며, 0.05% 혼입한 실험체는 21%의 증가율이 있는 것으로 나타났다.

이와 같이 PP 섬유의 혼입은 단면복구재의 건조수축에 의한 길이변화율을 억제하는 효과적인 작용기구를 알 수 있다. 세피오라이트의 증가에 따른 길이변화율 변화를 측정된 결과, 세피오라이트량이 증가할수록 길이변화율은 감소하는 것으로 나타났다. 세피오라이트의 첨가량 0.2%를 기준배합으로 설정할 경우, 사용량이 적은 0, 0.1%에서는 각각 27, 18%의 증가가 있었으며, 사용량이 많은 0.3% 배합은 약 9%가 감소하여 기준대비 91%의 길이변화율을 발현하였다. 따라서 세피오라이트의 사용은 사용량이 증가함에 따라 길이변화에 안정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

3.4 균열 저항성

PP 섬유의 함유량에 따른 균열 저항성 측정결과, 모든 배합에서 균열은 발생하지 않았다. PP 섬유를 함유하지 않은 P-3 배합의 길이 변화율이 표준배합에 비하여 42% 이상 증가하였으나 미세섬유인 세피오라이트, 그리고 폴리머의 영향으로 인하여 균열 저항성이 향상된 것을 알 수 있다. 또한 세피오라이트 함유량 변화에 따른 균열저항성 측정결과에서도 균열은 발생하지 않았다. 세피오라이트를 함유하지 않은 배합의 길이변화율이 표준실험체에 비하여 27% 높게 나타났으나 PP 섬유의 보강 및 폴리머의 작용으

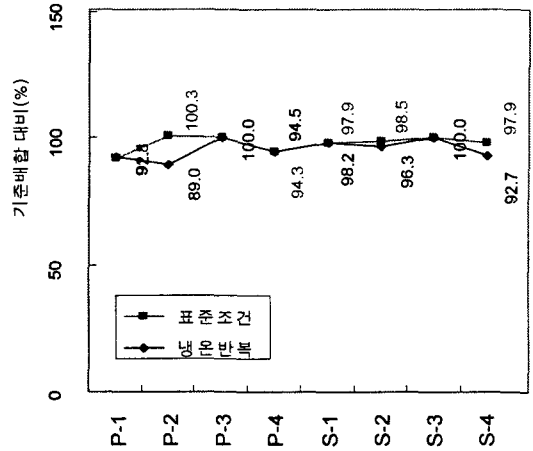


그림 1. 부착강도비

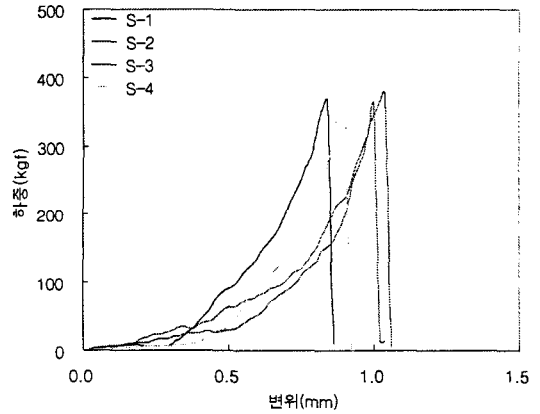


그림 2. 세피오라이트 배합의 휨파괴하중

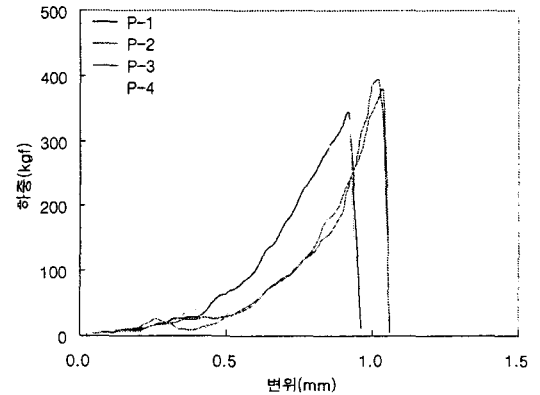


그림 3. PP 섬유배합의 휨파괴하중

로 인하여 균열이 억제된 것으로 판단된다.

3.5 유동성

PP 섬유 함유량에 따른 유동성 및 보수성 실험결과, PP 섬유가 함유되지 않은 배합은 168.2mm의 플로우값을 나타내었고, 혼입량 0.1% 배합까지 지속적인 상승이 이루어진다. 그러나 0.15%를 혼입한 실험체는 섬유가 결합재의 흐름성을 저해하여 오히려 낮은 플로우값을 나타내었다. 보수성은 섬유를 혼입하지 않을 경우 77%로 낮게 나타났으나 섬유의 증가에 따라 점차 개선되는 것으로 나타났다. 세피오라이트의 함유량에 따른 유동성 및 보수성 실험결과, 세피오라이트의 함유량에 따라 플로우값은 지속적으로 낮아지는 것을 확인하였다. 즉, 세피오라이트를 혼입하지 않은 배합의 플로우값이 197mm로 나타났으나 0.1%를 혼입할 경우 185mm, 0.2%는 182mm, 그리고 0.3%는 166mm로 나타났다. 세피오라이트는 섬유자체가 수분을 흡수하므로 사용량 증가에 따라 유동성이 감소하는 것으로 판단된다.

4. 결론

단면보수모르타르의 보강섬유로서 무기질계 섬유인 세피오라이트를 사용한 시험체의 특성 실험결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 부착강도의 경우 표준 및 냉온반복 모두 섬유에 따른 부착강도의 변화는 크지않은 것으로 나타났다. 피착제와의 부착력에 섬유의 작용은 높지않은 것을 알 수 있었다.
- 2) 휨강도 및 휨탄성계수의 경우 섬유 혼입량의 증가에 따른 높아지는 경향을 보이고 있으며, 특히 무기질 섬유에 의한 인성의 증가로 탄성계수가 개선됨을 알 수 있다.
- 3) 세피오라이트 및 PP 혼입에 따라 건조수축에 의한 길이변화가 안정적으로 변함을 알 수 있었다.
- 4) 세피오라이트를 적용할 경우 섬유의 흡수율의 증가로 인하여 플로우값이 낮아지는 경향으로 나타나 무기질 섬유를 보강섬유로 활용할 경우에는 이에대한 보완을 실시하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국콘크리트학회, 최신콘크리트 공학, 2005
2. 대한건축학회, 건축시공, 기문당, 1997
3. 정문영 외, 섬유보강 시멘트 재료에 있어서 유리섬유의 보강효과, 1995 제23회 시멘트심포지움, pp20-213

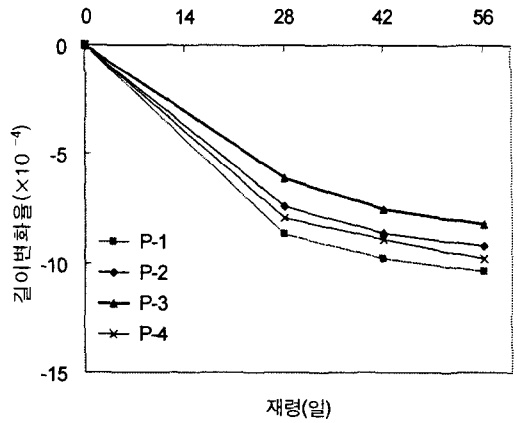


그림 4. PP 섬유배합의 길이변화율

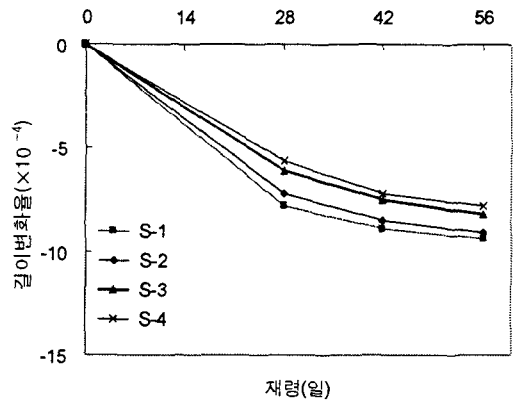


그림 5. 세피오라이트 배합의 길이변화율

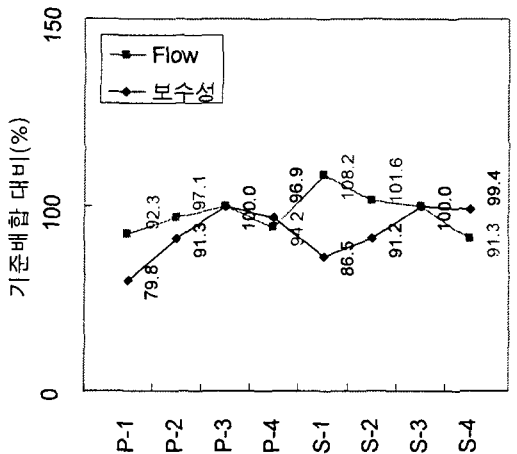


그림 6. 유동성 및 보수성 측정 결과