

섬유 혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 강도 특성

Strength Properties of Ultrarapid-Hardening polymer-Modified Concrete with Fiber

주 명 기* 노 병 철** 김 영 상*** 최 규 형**** 최 용 선*****
Joo, Myung Ki Noh, Byung Chul Kim, Young Sang Choi, Kyu Hyung Choi, Yong Son

Abstract

The effects of fiber content on strength properties of ultrarapid-hardening polymer-modified concretes with fiber. As a result, the compressive and flexural strengths of ultrarapid-hardening polymer-modified concretes with fiber increase with increasing of fiber content. In particular, the ultrarapid-hardening polymer-modified concretes with a polymer-cement ratio of 20% and a fiber content of 0.08% provide approximately two times higher flexural strength than unmodified concretes. Such high strength development is attributed to the high tensile strength of polymer and fiber and the improved bond between cement hydrates and aggregates because of the addition of polymer and fiber.

요 약

본 연구는 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 강도 특성에 미치는 섬유 혼입량 의 영향을 검토한 것이다. 그 결과, 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축 및 휨강도는 섬유 혼입량이 증가함에 따라 증가하였다. 특히 폴리머-시멘트비 20%, 섬유 혼입량 0.12%인 콘크리트의 휨강도는 폴리머 미혼입 시멘트 콘크리트보다 2배 이상의 강도발현을 나타냈다. 이와 같은 강도발현은 폴리머 및 섬유의 높은 인장강도와 폴리머 및 섬유의 혼입에 의한 시멘트 수화물과 골재간의 접착성이 개선되었기 때문이라 판단된다.

* 정회원, 상지대학교 연구교수

** 정회원, 상지대학교 건설시스템공학과 교수

*** 정회원, 금호석유화학(주) 중앙연구소 수석연구원

**** 정회원, 상지대학교 대학원

***** 정회원, 한양대학교 대학원

1. 서 론

초속경 시멘트를 사용한 모르타르 및 콘크리트는 조기강도 발현 및 화학 저항성이 우수하여 긴급공사, 한냉지 공사 및 방식공사에 많이 사용되고 있으나, 압축강도에 비해 휨 및 인장강도가 낮은 단점을 지니고 있다. 철근 콘크리트 구조물의 대표적인 성능저하요인인 중성화는 철근의 부식을 유발하여 표면열화 및 강도저하를 초래하고 이러한 열화요인들이 더욱 중성화를 촉진시키는 일련의 사이클을 거쳐 결과적으로 철근콘크리트 구조물의 내하력을 저하시킨다.

한편, 폴리머 시멘트 콘크리트는 높은 휨 및 인장강도, 부착성, 내구성 등이 우수한 장점을 가지고 있다. 이에 따라 폴리머 시멘트 모르타르는 철근콘크리트 구조물용 보수재, 접착제, 도포제, 도장재, 방수재 등에 그 이용이 급증하고 있다. 폴리머 시멘트 콘크리트의 경우에는 폴리머의 다량첨가로 인한 경제성의 문제로 사용에 제약을 받아왔지만 세계 각국에서는 교량 상판의 덧씌우기나 철근 콘크리트 구조물의 보수 등에 적극적으로 사용되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 강도 및 내구성이 우수한 고성능 재료인 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트를 제조하여 이에 따른 강도 특성에 영향을 미치는 섬유 혼입량과 재령의 관계를 실험적으로 구명하였다.

2. 사용재료

2.1 시멘트

시멘트로는 초속경 시멘트를 사용하였다. 초속경 시멘트의 성질은 표 1과 같다.

표 1 초속경 시멘트의 성질

분말도 (cm^2/g)	비중 (g/cm^3)	응결시간 (min)		압축강도 (MPa)			
		초결	종결	3h	6h	1d	28d
5,600	2.90	2-18	3-12	10.0	16.0	22.0	48.8

2.2 골재

잔골재로는 강모래 (최대치수, 5mm), 굵은 골재로는 부순자갈 (최대치수, 19mm)를 사용하였다.

2.3 시멘트 혼화용 폴리머

Latex는 Styrene과 Butadiene을 주원료로 하여 유화공중합에 의하여 제조되는 SBR 라텍스에 아크릴 에멀전을 적정배합으로 혼합한 것을 사용하였다.

2.4 섬유혼입재

섬유로는 국내 K사에서 생산한 나일론섬유(Nylon Fiber)를 사용하였다. 나일론 섬유는 직경 $23\mu\text{m}$, 길이 12mm 녹는점 260°C 및 밀도 $1.16\text{g}/\text{m}^3$ 인 것을 사용하였다

3. 시험 방법

3.1 공시체의 제작

KS F 2403 (콘크리트의 강도시험용 공시체 제작 방법)에 의하여 단위시멘트량을 $360\text{kg}/\text{m}^3$, 폴리머

-시멘트비(P/C)를 0, 5, 10, 15 및 20%로 슬럼프치가 19.0±1.0cm로 일정하게 되도록 물-시멘트비를 조정하였다. 공시체의 크기는 $\phi 10 \times 20$ cm(쪼갠 인장강도 시험용) 및 10×10×40cm(휨강도 시험용)이며, 폴리머 시멘트 콘크리트에 대해서는 4h, 8h, 1d, 7d 및 28d 건조[20℃, 50% (RH)]양생을 하였다.

3.2 압축 및 휨강도

압축강도는 KS F 2405 (콘크리트의 압축 강도 시험 방법) 및 휨강도는 KS F 2408 (콘크리트의 휨 강도 시험 방법)에 의하여 공시체의 휨 및 압축강도 시험을 각각 실시하였다.

4. 시험결과 및 고찰

4.1 압축강도

그림 1은 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도와 섬유혼입량의 관계를 나타낸 것이다. 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도는 폴리머-시멘트비에 관계없이, 섬유 혼입량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이것은 나일론 섬유가 친수성을 지니고 있어 페이스트와의 부착력이 우수하고 분산력이 우수한 특성을 지니고 있어 콘크리트 내부조직을 치밀하게 하기 때문에 판단된다. 그림 2는 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도와 재령의 관계를 나타낸 것이다. 섬유 혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도는 재령기간이 길수록 증가하는 경향을 보였다. 이것은 콘크리트 내부에 존재하고 있는 연속 폴리머 필름의 보수효과에 의하여 장기적으로 수화반응이 진행되었기 때문이라 판단된다.

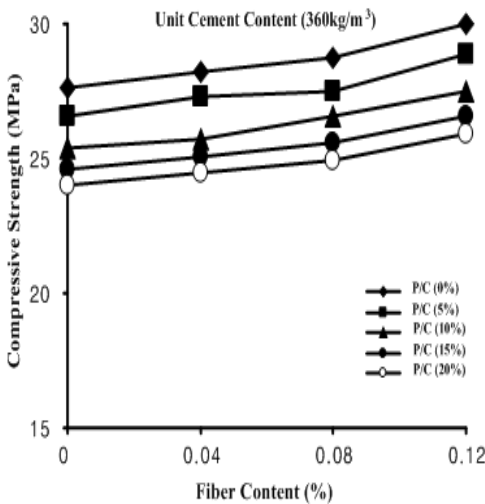


그림 1 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도와 섬유혼입량의 관계

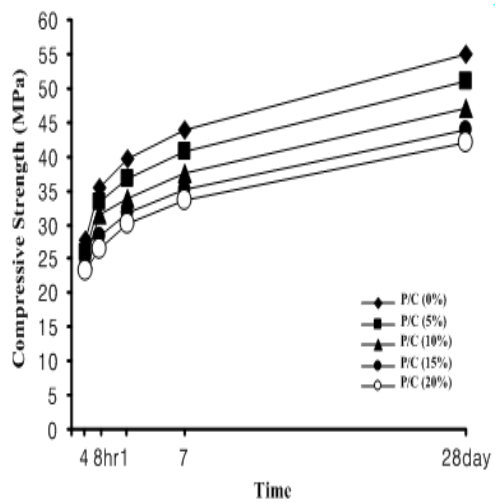


그림 2 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도와 재령과의 관계

4.2 휨강도

그림 3. 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 휨강도와 섬유 혼입량의 관계를, 그림 4.은 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 휨강도와 재령과의 관계 나타낸 것이다. 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트

의 휨강도는 폴리머-시멘트비 및 섬유 혼입량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이와같은 섬유 혼입에 따른 휨강도의 개선은 인장강도가 큰 개질 폴리머 및 섬유가 콘크리트 내부에 잘 분산되어 있기 때문이라 판단된다. 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 휨강도는 재령기간이 길수록 증가하는 경향을 보였다. 한편, 초기 재령에서의 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 휨강도는 높은 폴리머-시멘트비에서는 초속경 시멘트의 수화 지연으로 초속경 시멘트의 수화물의 강도가 작은 것과 콘크리트 내부의 폴리머 필름도 습윤 겔에 가까운 상태이고, 수분을 다량으로 함유하고 있어 시멘트 수화물과 골재간의 접착력이 작은 것으로 휨강도의 발현이 늦었지만, 재령의 경과에 따라 초속경 시멘트의 수화가 진행되고, 탈수에 의해서 폴리머 필름의 강도가 증가함과 동시에 시멘트 수화물과 골재간의 접착력도 증가하기 때문에 휨강도가 증가하는 것이라 판단된다¹⁾.

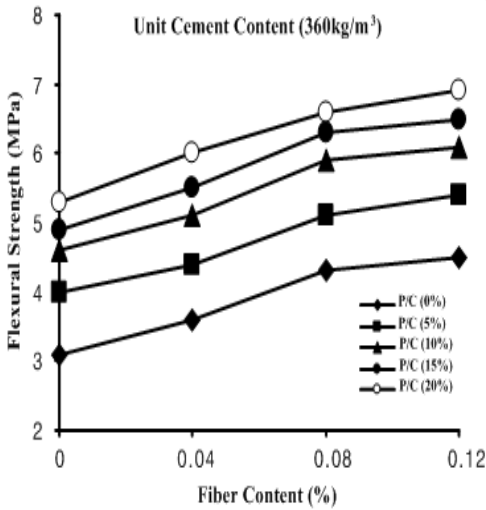


그림 3 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 휨강도와 섬유 혼입량의 관계

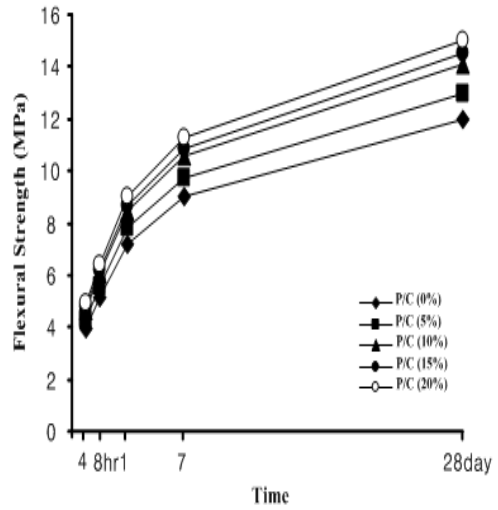


그림 4 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 휨강도와 재령과의 관계

5. 결론

본 연구는 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 강도를 개선할 목적으로 시도된 실험연구로서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도는 섬유 혼입량이 증가함에 따라 증하고 또한 재령기간이 길수록 증가하는 경향을 나타냈다.
- 2) 섬유혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 휨 강도는 섬유 혼입량 및 폴리머-시멘트비가 증가함에 따라 증가하고 또한 재령기간이 길수록 증가하는 경향을 나타냈다.

참고문헌

- 1) 大濱嘉彦, 出村克宣, 林志翔, “航路スラグ微粉末を用いた超強度モルタルの製造”, セメント・コンクリート研究討論會研究報告集, No. 17, 1990. 11, pp. 51~56