

초속경 폴리머 시멘트 모르타의 내구성

Durability of Ultrarapid-Hardening Polymer-Modified Mortar

이 윤 수* 주 명 기** 정 인 수***
Lee, Youn Su Joo, Myung Ki Chung, In Soo

ABSTRACT

The effects of polymer-cement ratio and shrinkage-reducing agent content on the durability characteristics of ultrarapid-hardening polymer-modified mortars using redispersible polymer powder are examined. As a result, the flexural and tensile strengths of the ultrarapid-hardening polymer-modified mortars using redispersible polymer powder tend to increase with increasing polymer-cement ratio, and tend to decrease with increasing shrinkage-reducing agent content. However, the compressive strength of the ultrarapid-hardening polymer-modified mortars using redispersible polymer powder decrease with increasing polymer-cement ratio and shrinkage-reducing agent content. And, water absorption and mass change of chemicals resistance of ultrarapid-hardening polymer-modified mortars using redispersible polymer powder tend to decrease with increasing polymer-cement ratio.

1. 서론

최근 시멘트 콘크리트를 사용한 콘크리트 구조물 및 도로 등의 조기노화가 사회문제로 대두되고 있으며, 이를 해결하기 위해 시멘트 콘크리트의 내구성 개선에 관한 많은 연구·개발이 진행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로 최근 건축물의 외벽 및 건물옥상의 상판이나 도로 및 교량의 노면의 보수 등 시멘트 콘크리트 구조물 등에 긴급 보수공사에 있어 초속경 시멘트 콘크리트의 수요가 증가하고 있다. 초속경 시멘트 콘크리트의 특징은 초속경 시멘트의 성질에 기인하여 경화속도가 빠르고, 저온에서도 짧은 시간에 최소의 실용강도를 발현할 수 있으며, 콘크리트의 경화시간이 응결지연제 등을 첨가함으로써 자유롭게 조절될 수 있고, 특히 불리당이 없고, 침하량이 작다는 등의 특징을 지니고 있다. 이러한 성질의 초속경 시멘트에 시멘트 혼화용 분말 폴리머를 첨가한다면 강도 뿐만 아니라 접착성, 변형능력, 수밀성, 염화물이온침투에 대한 저항성, 건조수축, 내약품성 및 도로에 있어서의 마모저항 성능 등이 상당히 개선될 수 있을 것으로 기대된다.

* 정회원, 주성대학 토목공학과 전임강사
** 정회원, 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 연구원
*** 정회원, 흥진산업주식회사

따라서, 본 연구에서는 긴급한 보수공사에 사용가능한 고성능 재료를 개발할 목적으로 초속경 시멘트와 시멘트 혼화용 분말수지를 결합재로 사용한 초속경 폴리머 시멘트 모르타르를 개발하여 강도특성 및 내구성에 관하여 검토하였다.

2. 사용재료

2.1 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 초속경 시멘트를 사용하였다.

2.2 잔골재

본 실험에 사용된 잔골재는 규사(#6, #7)를 사용하였다.

2.3 시멘트 혼화용 재유화형 분말수지

시멘트 혼화용 재유화형 분말수지로서는 에칠렌 초산 비닐(EVA) 재유화형 분말수지를 사용하였다. 또한 재유화형 분말수지에 대해서 폴리 에테르계 분말소포제를 2% (질량백분율) 첨가하였다. 재유화형 분말수지의 성질은 표1과 같다.

표 1 EVA 재유화형 분말수지의 성질

Type of Polymer	Appearance	Average Particle Size (μm)	Glass Transition Point ($^{\circ}\text{C}$)	pH [10% Water Dispersion] (20 $^{\circ}\text{C}$)
EVA	White Powder	400	0	9.1

2.4 분말 수축저감제

폴리 에테르계 분말수축저감제 (SRA)로서는 폴리 에칠렌 그린콜을 사용하였다.

3. 시험 방법

3.1 공시체의 제작

KS F 2476 (시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 준하여 시멘트 : 잔골재 = 1 : 2.5 (질량비), 폴리머-시멘트비를 0, 5, 10 및 15%, 분말 수축저감제 첨가율을 0, 4 및 6%(시멘트에 대한 질량백분율)로 배합하여 플로우치가 150 ± 5 로 일정하게 되도록 물-시멘트비를 조정해서 공시 모르타르를 비빈 후 크기 $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ 로 성형하여 2d 습윤[20 $^{\circ}\text{C}$, 80% (RH)], 5d 건조[20 $^{\circ}\text{C}$, 50% (RH)]양생을 실시하여 공시체를 제작하였다. 또한 모르타르의 비법은 KS F 2421 [굳지않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험방법 (공기실 압력방법)]에 준해서 모르타르용 에어메터를 이용해서 공기량을 측정하였다.

3.2 응결시간시험

KS F 2436 (관입저항침에 의한 콘크리트 응결시간 시험방법)에 준하여 공시체의 응결시간을 측정하였다.

3.3 휨, 압축 및 인장강도시험

KS F 2477 (폴리머 시멘트 모르타르의 강도 시험 방법) 및 KS L 5104 (시멘트 모르타르의 인장강도시험방법)에 의하여 공시체의 휨, 압축 및 인장강도시험을 실시하였다.

3.4 수밀성시험

KS F 4004(콘크리트 벽돌)의 흡수율 시험 방법에 따라서 건조양생 후, 80℃의 건조로에서 10시간 건조시킨 공시체를 20℃의 정수중에 침적하여 흡수시험을 하였다. 수중침적시간 0, 1, 3, 7, 14, 21, 28 및 50시간에서의 공시체 흡수율을 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{흡수율} = \frac{(W_1 - W_0)}{W_0} \times 100$$

여기서, W_0 = 수중침적 전의 공시체 질량 (g)

W_1 = 수중침적 시간에 있어서의 공시체 질량 (g)

3.5 내약품성시험

내약품성 시험은 20℃의 산(10%의 HCl용액), 염기(20% NaOH용액) 및 염(10% NaCl용액)에 침적시킨 후, 0, 1, 3, 7, 14, 21 및 28일에서 손상부위를 부러쉬로 제거한 후, 수돗물로 깨끗이 씻고 중량변화를 측정하였다.

4. 시험결과 및 고찰

4.1 공기량

그림 1은 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량과 폴리머-시멘트비의 관계를 나타낸 것이다. 분말 수축저감제 첨가량에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이것은 분말소포제 첨가율이 일정해도 폴리머-시멘트비가 증가하면 폴리머-시멘트 모르타르의 단위용적중의 소포제량이 증가하기 때문에 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 공기량이 감소된 것으로 판단된다. 폴리머-시멘트비에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 분말 수축저감제 첨가율의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다.

4.2 경화시간

그림 2는 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 경화시간과 폴리머-시멘트비의 관계를 나타낸 것이다. 분말 수축저감제 첨가량에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 경화시간은 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 경화시간이 지연되는 경향을 보였지만, 폴리머-시멘트비 10%이상에서는 차이는 거의 없었다. 일반적으로 폴리머 시멘트 모르타르의 경화시간

은 폴리머-시멘트비의 증가에 의해서 지연되지만 폴리머-시멘트비가 높을수록 그 경화시간이 느려진다고는 할 수 없다. 이것은 폴리머 시멘트 모르타르의 표면에서 폴리머의 조막에 의해 경화가 진행되고 침이 침입하기 어렵게 되기 때문이라 사료된다¹⁾. 폴리머-시멘트비에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 경화시간은 분말 수축저감제 첨가율의 증가에 따라 줄어들지만 그 차이는 크지 않았다.

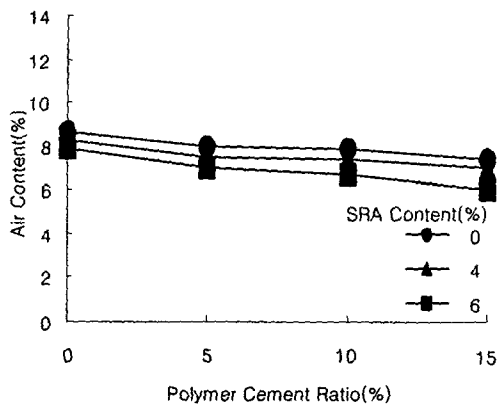


그림 1 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량

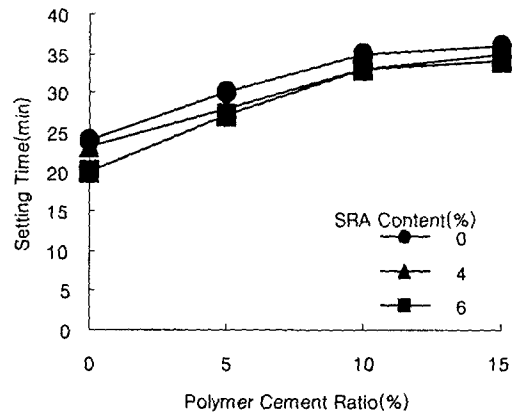


그림 2 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 경화시간

4.3 휨, 압축 및 인장강도

그림 3은 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 휨, 압축 및 인장강도와 폴리머-시멘트비의 관계를 나타낸 것이다. 분말 수축저감제 첨가량에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 인장강도는 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이 같은 휨 및 인장강도의 발현은 폴리머 시멘트 모르타르 중에 형성되는 폴리머 필름에 의한

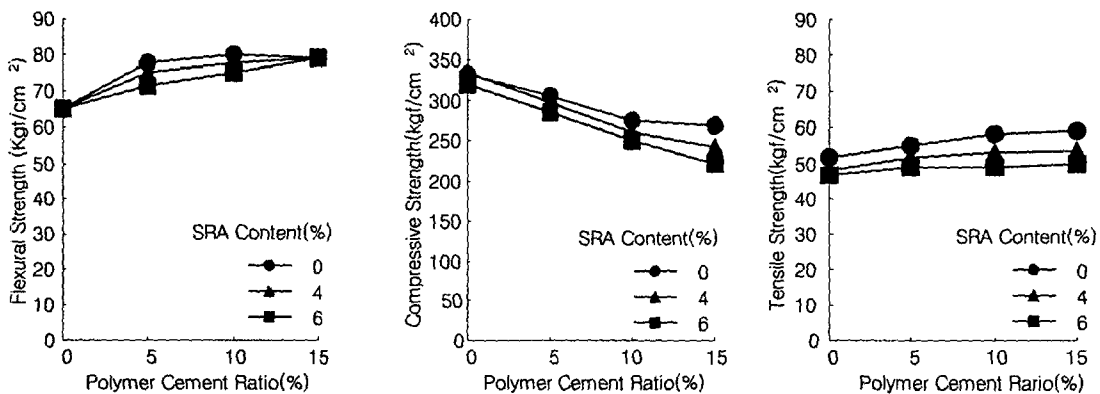


그림 3 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 휨, 압축 및 인장강도

폴리머의 인장강도의 부여 및 시멘트 수화물과 골재간의 부착이 현저히 개선되었기 때문이라 사료된다²⁾. 하지만, 압축강도는 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 폴리머-시멘트비에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 휨, 압축 및 인장강도는 분말수축저감제 첨가율의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이것은 분말수축저감제가 시멘트의 수화반응을 저해하기 때문인 것으로 판단된다.

4.4 수밀성시험

그림 4에는 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 흡수율과 침적시간의 관계를 나타낸 것이다. 분말수지의 첨가량에 관계없이 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 흡수율은 침적시간의 경과에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 폴리머 시멘트비의 증가에 따라서는 흡수율은 약간 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 흡수율은 보통 시멘트 모르타에 비해 약 1/2정도로 낮으며, 보통 시멘트 모르타의 흡수율은 수중침적시간의 경과에 따라 약 7시간까지는 큰 폭으로 증가하다가 수중침적 약 10시간이 지나면서 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이처럼 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 흡수율이 자아지는 것은 모르타 중에 형성된 폴리머 필름이 다수의 공극을 보호하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

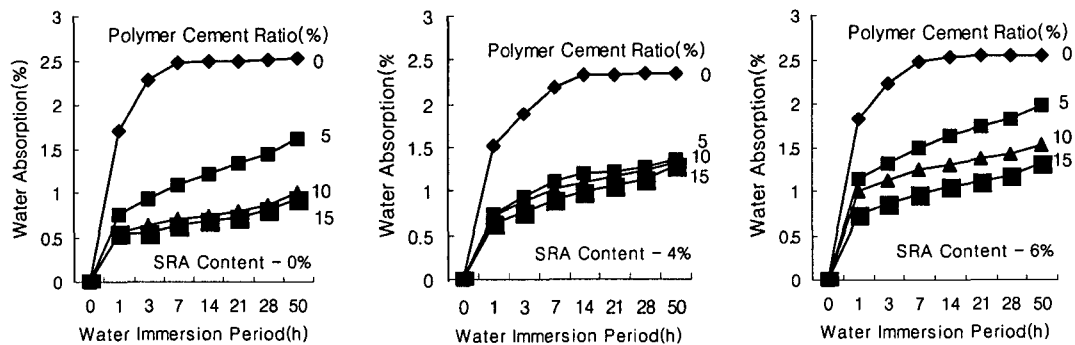


그림 4 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 흡수율

4.5 내약품성시험

그림 5에는 10%의 HCl 용액에서 28일간 침적시킨 후, 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 중량 변화율을 나타낸 것이다. 재유화형 분말수지의 첨가량에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 중량변화율은 10%의 HCl 용액에서 가장 크게 나타났으며, 염기(20% NaOH용액) 및 염(10% NaCl용액)에 침적시킨 모든 배합에서는 전혀 외관변화 및 중량변화가 전혀 없는 것으로 나타났다. 10%의 HCl 용액에서 침적시킨 경우를 살펴보면, 침적시간의 경과에 따라 중량감소율은 증가하는 경향을 보였으며, 침적시간 7일까지 큰 폭의 중량감소를 보였지만, 그 이후에는 중량감소가 감소함을 알 수 있었다. 한편, 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 중량 변화는 분말수지의 혼입량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 분말수지를 전혀 사용하지 않은 보통 시멘트 모르타의 경우는 분말수지 혼입한 경우의 약 2배의 중량변화가 나타나 분말수지의 혼입에 따른 약품성에 대한 저항효과를 알 수 있었다.

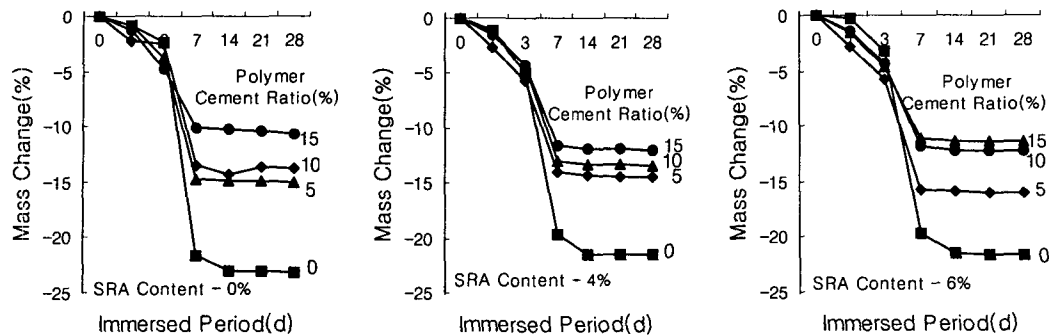


그림 5 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 내약품성 (10%의 HCl용액)

5. 결론

- 5.1 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 공기량은 폴리머-시멘트비 및 분말 수축저감제 첨가율의 증가에 따라 감소하였다.
- 5.2 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 경화시간은 폴리머-시멘트비의 증가함에 따라 지연되는 경향을 보였으나 분말 수축저감제 첨가율의 증가에 따라서는 짧아졌다.
- 5.3 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 휨 및 인장강도는 폴리머-시멘트비의 증가함에 따라 증가하였으나, 압축강도는 감소하는 경향을 보였다. 또한 분말 수축저감제 첨가율의 증가에 따라 휨, 압축 및 인장강도는 감소하는 경향을 보였다.
- 5.4 분말수지의 첨가량에 관계없이, 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 흡수율은 침적시간의 경과에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 폴리머 시멘트비의 증가에 따라서는 흡수율은 약간 감소하는 경향을 나타냈다.
- 5.5 초속경 폴리머 시멘트 모르타의 중량변화율은 10%의 HCl 용액에서 가장 크게 나타났으며, 염기 (20% NaOH용액) 및 염(10% NaCl용액)에 침적시킨 모든 배합에서는 전혀 외관변화 및 중량변화가 전혀 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터와 흥진산업주식회사의 연구비 지원으로 수행된 연구의 일부분으로서 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 印南智裕, “ポリマーセメントモルタルの性質に及ぼす標準砂及び練混ぜ方法の影響,” 日本大學修士論文, pp. 103-118, 2000. 2.
2. 大濱嘉彦, 出村克宣, 林志翔, “超高強度モルタルの強度性状に及ぼす調合要因及び養生條件の影響,” セメント技術大會講演集, No. 44, pp. 674-679, 1990. 4.