

재유화형 분말수지를 혼입한 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축

Drying Shrinkage of Ultrarapid-Hardening Polymer-Modified Mortar Using Redispersible Polymer Powder

이윤수^{*} 주명기^{**} 정인수^{***}
Lee, Youn Su Joo, Myung Ki Chung, In Soo

ABSTRACT

The effects of polymer-cement ratio, antifoamer content and shrinkage-reducing agent content on the air content, setting time and drying shrinkage of polymer-modified mortars using redispersible polymer powder are examined. As a result, the air content of the polymer-modified mortars using redispersible polymer powder tend to decrease with increasing polymer-cement ratio and antifoamer agent content. Regardless of the antifoamer content, the setting time of the polymer-modified mortars using redispersible polymer powder tend to delayed with increasing polymer-cement ratio. Irrespective of the antifoamer content, the drying shrinkage of the polymer-modified mortars using redispersible polymer powder tend to decrease with increasing polymer-cement ratio and shrinkage-reducing agent content.

1. 서론

최근 건축물의 외벽 및 건물옥상의 상판이나 도로 및 교량의 노면의 보수 등 시멘트 콘크리트 구조물 등에 긴급 보수공사에 있어 초속경 시멘트 콘크리트의 수요가 증가하고 있으며, 이에 대한 연구도 많이 이루어지고 있다^{1~4)}.

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 블리딩이 없고, 침하량이 작다는 등의 특징을 지니고 있다.

한편 재유화형 분말수지를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 일반적 성질은 보통 시멘트 모르타르에 비해서 우수하고 현재 시판되어 광범위하게 사용되고 있는 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르와 손색이 없는 성능을 가지고 있다. 하지만 건조수축은 폴리머 디스퍼션을

* 정희원, 주성대학 토목공학과 교수

** 정희원, 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 전임연구원

*** 정희원, 흥진산업 주식회사

혼입한 폴리머 시멘트 모르타르 및 보통시멘트 모르타르와 비교해서 상당히 크다⁵⁾.

따라서, 본 연구에서는 긴급한 보수공사에 사용 가능한 고성능 재료를 개발할 목적으로 재유화형 분말수지 혼입 초속경 시멘트 모르타르의 건조수축저감을 목적으로 개발된 폴리에테르계 분말수축저감제의 첨가가 건조수축에 미치는 영향에 대하여 실험적으로 구명하였다.

2. 사용재료

2.1 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 초속경 시멘트를 사용하였다.

2.2 잔골재

본 실험에 사용된 잔골재는 규사(4호, 6호)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 표 1과 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°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 소포제 첨가율을 0 및 2%(폴리머의 전고형분에 대한 질량백분율), 분말수축저감제 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 7d 건조(20°C , 50% (RH))양생을 실시하여 공시체를 제작하였다. 또한 모르타르의 비빈은 KS F 2421 [굳지않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험방법 (공기실 압력방법)]에 준해서 모르타르용 에어미터를 이용해서 공기량을 측정하였다.

3.2 건조수축 시험

공시체를 제작하여 응결이 종료되기 시작하였을 때의 공시체의 길이를 측정 후 건조[20℃, 50% (RH)]양생을 행하여 KS F 2424(모르타 및 콘크리트의 길이변화 시험 방법)에 준하여 건조기간 1, 3, 5, 7, 14, 28, 56 및 91일에서의 건조수축을 측정하였다.

4. 시험결과 및 고찰

4.1 공기량

그림 1은 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량과 폴리머-시멘트비의 관계를, 그림 2는 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량과 분말수축저감제 첨가율의 관계를 나타낸 것이다. 분말소포제 미첨가 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 5~11 %범위로, 분말소포제 첨가 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량보다 크게 나타났다. 또한 분말 수축저감제 첨가율에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다.

본 연구에서는 분말소포제를 재유화형 분말수지의 유효 고형분에 대하여 첨가하고 있으므로 분말소포제 첨가율이 일정하더라도 폴리머-시멘트비가 증가하면 폴리머 시멘트 모르타르의 단위용적 중의 소포제량이 증가하기 때문에 공기량이 감소되는 것이라 생각된다. 또한 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 분말수축저감제 첨가율의 증가에 따라 증가하였다.

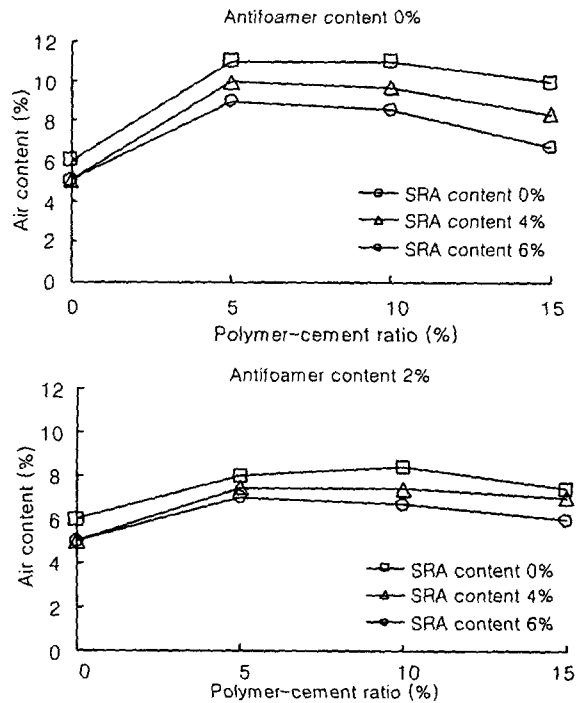


그림 1 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량과 폴리머-시멘트비의 관계

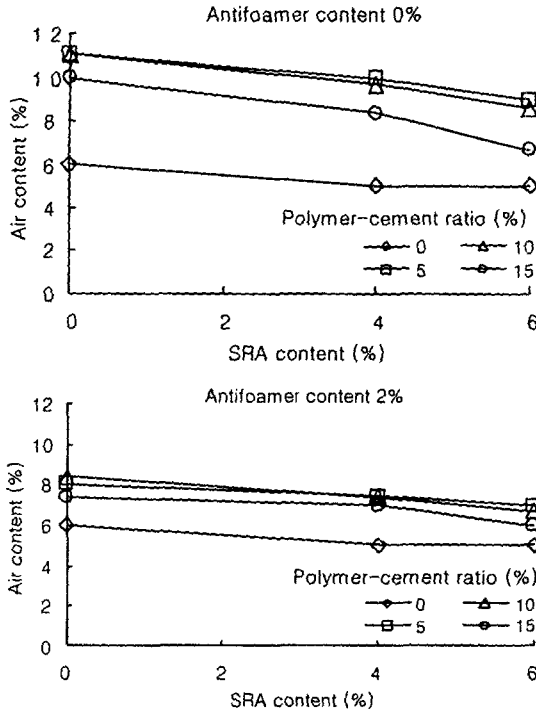


그림 2 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량과 분말수축저감제 첨가율의 관계

4.2 건조수축

그림 3 및 그림 4는 분말소포제 첨가율에 따른 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축과 건조재령기간의 관계를 나타낸 것이다. 그림 5는 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축과 분말 수축저감제 첨가율의 관계를 나타낸 것이다. 분말소포제 첨가율에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축은 건조재령 14일까지는 급격히 증가하다가 그 이후의 증가는 크지 않았다. 분말소포제 첨가 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축은 분말소포제 미첨가 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축보다 작게 나타났다. 분말소포제 첨가율에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축은 분말 수축저감제 첨가율의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이것은 분말소포제 및 분말 수축저감제를 첨가하면 모세관중의 물의 표면장력이 저하됨과 더불어 물의 메카니즘의 주곡률반경이 크게되어 모세관에 발생하는 압력이 저하되어 수축이 저감되는 것이라 판단된다⁶⁻⁸⁾. 분말 소포제 및 분말 수축저감제 첨가율에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축은 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 감소하였다. 이것은 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 초속경 시멘트 모르타르의 내부에 폴리머 필름의 형성에 의한 보수성 향상에 의한 일산수량이 감소하기 때문이라 판단된다. 일반적으로 모르타르의 건조수축은 단위수량이 적을수록 적어진다는 경향이 있다⁹⁾.

본 연구에 한하여 초속경 폴리머 시멘트 모르타르는 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 단위수량과 물-시멘트가 감소하고 있다. 따라서 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 건조수축의 저감은 모르타르내부의 폴리머 필름의 형성뿐만이 아니라 단위수량 및 물-시멘트비의 감소 즉, 시멘트혼화용 재유화형 분말수지를 조제시에 첨가되는 안정제에 의한 것이라 판단된다¹⁰⁾.

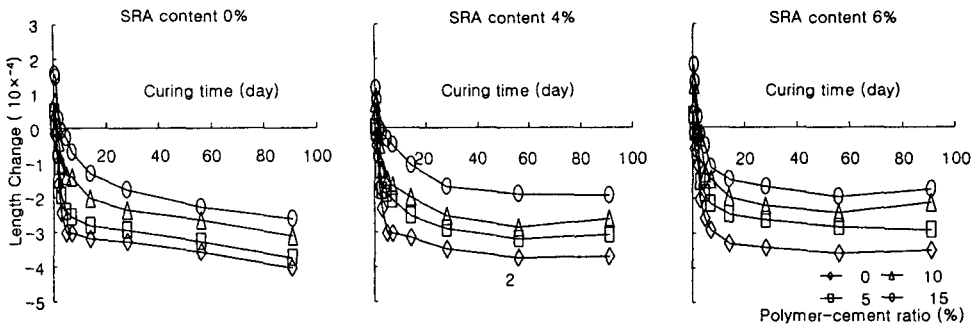


그림 3 분말소포제 미첨가 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축과 건조재령기간의 관계

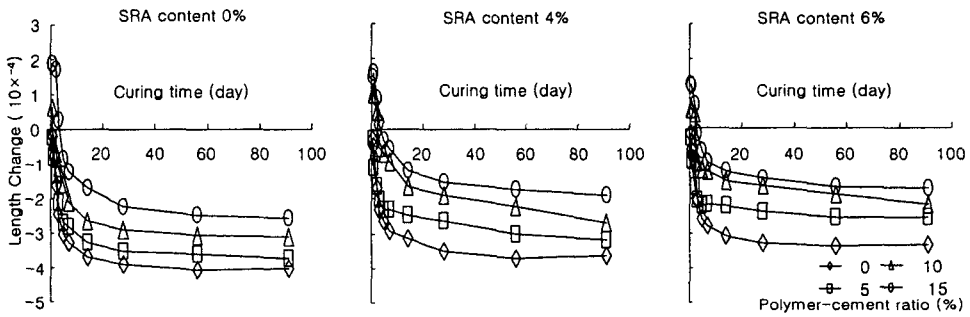


그림 4 분말소포제 첨가 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축과 건조재령기간의 관계

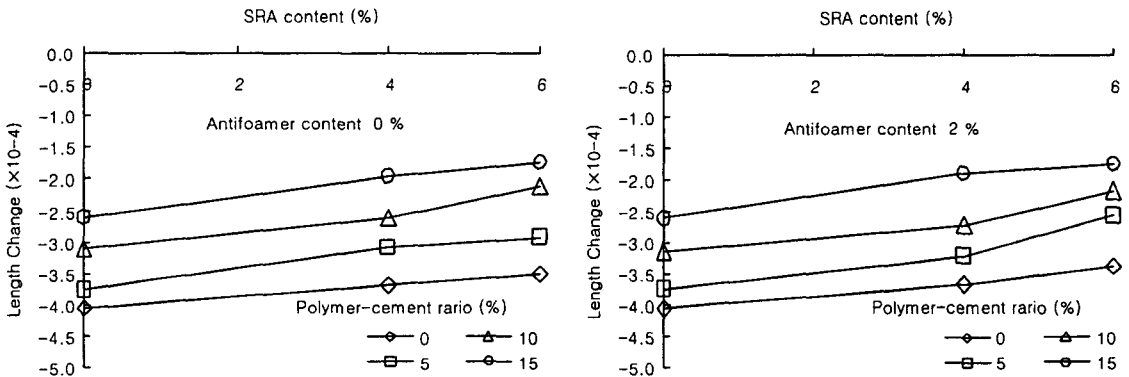


그림 5 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축과 분말 수축저감제 첨가율의 관계

5. 결론

본 연구는 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축을 개선할 목적으로 시도된 실험연구로서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 분말 소포제 첨가율에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 또한 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 공기량은 분말수축저감제 첨가율의 증가에 따라 증가하였다.
- 2) 분말소포제 첨가율에 관계없이 재유화형 분말수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축은 건조제령 7일까지는 급격히 증가하다가 그 이후의 증가는 크지 않았다.
- 3) 분말 소포제 및 분말 수축저감제 첨가율에 관계없이 재유화형 분말 수지 혼입 초속경 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축은 폴리머-시멘트비 및 분말 수축저감제 첨가율의 증가에 따라 감소하였다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

1. Sprinkel, Michael M., "High-Early-Strength Latex Modified Concrete Overlays," Transportation Research Record 1204, TRB, National Research Council, Washington, D.C, 1988, pp. 42-51.
2. Sekino, K., Ohshio, A., and Kawano, T., "Properties and Applications of Polymer-Modified Ultra Rapid Hardening Cement Concrete," Proceedings of the MRS International Meeting on Advanced Materials, Materials Research Society Pittsburgh, 1989, pp. 105-113.
3. 關野一男, "超速硬ポリマーセメントコンクリートの調合設計法の提案," 材料, Vol. 42, No. 480, 1993, pp. 1121-1127.
4. 關野一男, "ゴムラテックス混入超速硬セメントモルタルの研究," 콘크리트工學論文集, Vol. 4, No. 1, 1993, pp. 103-112.
5. Ohama, Y., Demura, K., and Kim, W., "Properties of Polymer-Modified Mortars Using Redispersible Polymer Powders," Proceedings of the First East Asia Symposium on Polymers in Concrete, Kangwon National University, Chuncheon, Korea, May 1994, pp. 81-90.
6. 長龍重義, 米倉亞州夫, "콘크리트의乾燥收縮及びクリープの構造に関する考察," 콘크리트工學, Vol. 20, No. 12, Dec. 1982, pp. 85-95.
7. 大濱嘉彦, 宮良政克, 遠藤光弘, "收縮低減劑を用いた鋼纖維補強モルタルの乾燥收縮及び強さ," 材料, Vol. 34, No. 376, Jan. 1985, pp. 14-18.
8. 富田六郎, "收縮低減劑," 콘크리트工學, Vol. 26, No. 3, Mar. 1988, pp. 55-60.
9. 岡田 清, "콘크리트工學ハンドブック," 朝倉書店, 東京, Nov. 1981, pp. 568-572.
10. Kawano, T., "Studies on the Mechanism of Reducing Drying Shrinkage of Cement Mortar Modified by Rubber Latex," Proceedings of the Third International Congress on Polymers in Concrete, Vol. 1, College of Engineering, Nihon University, Koriyama, Japan, Feb. 1982, pp. 147-162.