

재유화형 분말수지를 이용한 프리패키지드형 저수축 표면조정제의 성능 평가

Performance Evaluation of Prepackaged-Type Low Shrinkage Surface Preparation Materials Using Redispersible Polymer Powder

○ 김 완 기* 出村克宜** 조영국*** 소 양 섭****
Kim, Wan Ki, Demura, Katsunori, Jo, Young Kug, Soh, Yang Seob

Abstract

Prepackaged system consists out of a dry mix which contains cement, sand, redispersible polymer powder and admixtures in the right proportions. The purpose of this study is to evaluate the quality of prepackaged-type polymer-modified mortar products using redispersible poly(ethylene-vinyl acetate)(EVA) powder. Polymer-modified mortars using the redispersible polymer powder with powdered shrinkage-reducing agent were prepared with cellulose fiber contents of 0, 0.5, 1.0% and shrinkage-reducing agent contents of 0, 4%, and tested for drying shrinkage, strength, adhesion in tension, water absorption. From the test results, the prepackaged-type polymer-modified mortar products with 4% of shrinkage-reducing agent content give good properties. and that their properties largely depends on the shrinkage-reducing agent content rather than the cellulose fiber contents.

1. 서론

최근 재유화형 분말수지를 이용한 프리패키지드형 폴리머 시멘트 모르터 및 경량 모르터제품이 개발되어 표면조정제로서 사용되고 있다. 그러나 보통시멘트 모르터에 비하여 재유화형 분말수지를 이용한 폴리머 시멘트 모르터는 건조수축이 크기 때문에¹⁾ 그 건조수축저감을 목적으로 분말수축저감제를 개발하고 있다²⁾.

본 연구에서는 재유화형 분말수지를 이용한 폴리머 시멘트 모르터의 건조수축 저감을 목적으로 개발한 폴리에테르계 분말수축저감제와 종래로부터 표면조정재료의 균열에 대한 저항성과 내충격성의 개선을 목적으로서 사용되고 있는 셀룰로오스섬유를 병용하여 재유화형 분말수지를 이용한 Prepackaged형 표면조정제를 시험제조하여 그 건조수축에 영향을 미치는 수축저감제첨가 및 셀룰로오스섬유 혼입의 효과를 검토하고, 시험제조한 표면조정제의 품질을 평가하고자 한다.

*전북대학교 강사

**일본대학 공학부 건축학과 조교수

***청운대학교 건축공학과 교수

****정희원, 전북대학교 건축공학과 교수

2. 실험개요

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2.1.2 골재

골재로는 규사(입경: 0.03~0.60mm) 및 퍼라이트(입경: 0.30~1.18mm)를 사용하였다.

2.1.3 충전제

충전제로서는 증질탄산칼슘(입경, 2.5×10^{-3} mm 이하)을 사용하였다.

2.1.4 시멘트 혼화용 재유화형 분말수지

시멘트 혼화용 재유화형 분말수지로서는 에틸렌 초산 비닐(EVA)수지를 사용하였다. 재유화형 분말수지의 성질을 표 1에 나타낸다.

표 1 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	60	0	5.0

2.1.5 소포제

시멘트에 폴리머를 혼입할 시 연행되는 기포를 제어하기 위하여 폴리에스테르계 분말 소포제를 사용하였으며, 그 첨가량은 재유화형 분말수지에 대하여 1.0% 첨가하였다.

2.1.6 보수제

보수제로서는 메틸 히드록시 에틸 셀룰로오스(MHEC)를 사용하였다.

2.1.7 감수제

감수제로서는 멜라민 설펜산염계 분말 고성능감수제를 사용하였다.

2.1.8 분말수축저감제

폴리에테르계 분말수축저감제(SRA)로서는 폴리에틸렌 글리콜[화학식: $\text{HO}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{H}$, 분자량:3000]을 사용하였다.

2.1.9 잔갈림방지제

잔갈림방지제로는 셀룰로오스섬유(크기: $\phi 18 \times 250 \mu\text{m}$)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 공시체의 제작

KS F 2476(시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 따라 표 2 및 표 3에 나타낸 바와 같이 폴리머 시멘트비를 10%, 수축저감제 첨가율을 0 및 4%(시멘트에 대한 중량백분율)로 하고 셀룰로오스 섬유 혼입율을 0, 0.5 및 1.0%(용적비)로한 배합의 표면조정재를 제작하였다. 그 플로우 값은 시멘트계 표면조정재 2종(C-2)에 대하여는 135 ± 5 , 시멘트계 표면조정재 1종(CM-1)에 대하여는 165 ± 5 가 되도록 물 시멘트비를 조정하여 비빔을 행한 후 제작하였다.

2.2.2 공시체의 제작

3.1과 같이 혼합한 시료를 치수 $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ (건조수축, 압축강도 및 휨강도 시험용)로 성형하여 2일 습윤양생[20°C , 30%(R.H.)], 21일 건조양생[20°C , 65%(R.H.)]을 하여 시험체로 하였다. 균열 및 충격시험용 시험체에 대

하여는 KS F 4001(보도용 콘크리트판)의 치수 300×300×60mm 보도용 콘크리트판 표면을 와이어브러시로 처리하고 7일 건조양생[20℃, 65%(R.H)]한 후, 높이 3mm 및 10mm의 나무 형틀을 짜고 시료를 타설한 후 2일 습윤양생[20℃, 80%(R.H)], 5일 건조양생[20℃, 65%(R.H)]을 하여 시험체로 하였다. 또 부착강도 및 흡수시험용 시험체에 대하여는 KS L 5207(내화물용 알루미늄 시멘트의 물리시험방법)에 따라 시멘트:표준사:모래=1:2:0.65(질량비)의 배합의 공시 모르터를 비빈 후 치수 70×70×20mm로 성형하여 1일 습윤양생[20℃, 80%(R.H)], 6일 수중양생(20℃), 7일 건조양생[20℃, 65%(R.H)]한 후 피착체를 제작하였고, KS F 4716(시멘트계 바탕바름재)에 따라 피착체에 시료를 타설하고 흡수시험용 시험체는 2일 습윤양생[20℃, 80%(R.H)], 5일 건조양생[20℃, 65%(R.H)], 부착강도 시험용시료 C-2에 대하여 2일 습윤양생[20℃, 80%(R.H)], 12일 건조양생[20℃, 65%(R.H)], 시료 CM-1에 대하여 2일 습윤양생[20℃, 80%(R.H)], 26일 건조양생[20℃, 65%(R.H)]을 실시하여 시험체로 하였다.

표 2 프리패키지드형 표면조정재(C-2)의 배합

Material	Mix Proportions (wt%)					
	C-2-A	C-2-B	C-2-C	C-2-D	C-2-E	C-2-F
Ordinary Portland Cement	56.5	56.3	56.2	55.3	55.1	54.9
Silica Sand	22.5	22.4	22.4	22.0	21.9	21.9
CaCO ₃	14.2	14.2	14.2	13.9	13.9	13.8
Redispersible Polymer Powder	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5
Antifoamer	0.056	0.056	0.056	0.055	0.055	0.055
Water-Reducing Agent	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55	0.55
Water-Retaining Agent	0.5	0.5	0.5	0.49	0.49	0.49
Shrinkage-Reducing Agent	0	0	0	2.21	2.20	2.20
Crack-Inhibiting Agent	0	0	0	0	0.30	0.60
Water-Cement Ratio(%)	39.8	41.3	43.8	40.3	41.8	44.7

표 3 프리패키지드형 표면조정재(CM-1)의 배합

Material	Mix Proportions (wt%)					
	CM-1-A	CM-1-B	CM-1-C	CM-1-D	CM-1-E	CM-1-F
Ordinary Portland Cement	34.1	33.9	33.8	33.6	33.5	33.6
Silica Sand	57.3	57.1	56.8	56.5	56.3	56.1
Perlite	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1
Redispersible Polymer Powder	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3
Antifoamer	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.033
Water-Retaining Agent	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.033
Shrinkage-Reducing Agent	0	0	0	1.34	1.34	1.33
Crack-Inhibiting Agent	0	0.39	0.78	0.39	0.39	0.79
Water-Cement Ratio(%)	62.1	66.4	70.7	66.4	66.4	72.4

2.2.3 단위용적중량시험

KS F 2475(굳지 않은 폴리머 시멘트 모르터의 단위용적무게 시험방법)에 준하여 시료의 단위용적중량을 측정하였다.

2.2.4 컨시스턴시 변화시험

KS F 4716에 따라 시료의 컨시스턴시 변화시험을 실시하였다.

2.2.5 건조수축시험

수중(20℃)양생한 직후 공시체의 기장을 측정하고 기중양생[(20℃, 50%(R.H))]을 하였다. KS F 2424(모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법)의 폼파레타법에 준하여 건조기간 1, 3, 7, 14, 21 및 28일의 건조수축을 측정하였다.

2.2.6 잔갈림시험

KS F 4716에 준하여 재령 7일에 있어서 시험체 표면의 잔갈림유무를 육안으로 관찰하였다.

2.2.7 충격시험

KS F 2221(건축용 보드류의 충격시험방법)에 준하여 모래위 전면지지방법에 의해 균열시험후의 시험체의 충격시험을 실시하였다.

2.2.8 압축강도 및 휨강도 시험

5일 수중(20℃)양생 후, 21일 기중양생[(20℃, 50%(R.H.))]한 공시체에 대하여 압축강도 및 휨강도 시험을 KS F 2477(폴리머 시멘트 모르타르의 강도시험방법)에 준하여 실시하였다.

2.2.9 부착강도 시험

KS F 4716에 준하여 인스트롱 만능시험기를 이용하여 크로스헤드 속도 1mm/min로 강철제 인장용 지그를 집착한 시험체의 부착강도 시험을 실시하였다.

2.2.10 흡수시험

KS F 4716에 준하여 시험체의 시료를 도포한 면을 아래로 하고 수평을 유지시켜 20℃의 수중에 약 15mm의 깊이 까지 침적하여 10분간 경과후에 있어서 흡수량을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

표 4는 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정제 얇은 바름(C-2) 및 두꺼운 바름(CM-1)의 아직 굳지 않은 상태의 성질, 내 균열시험 및 내 충격성을 나타낸다. 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정제의 얇은 바름 및 두꺼운 바름은 재령 7일에 있어서의 표면 잔갈림은 관찰되지 않았고 충격시험후에도 표면의 잔갈림은 발생하지 않았다.

표 4 표면조정제 얇은 바름(C-2) 및 두꺼운 바름(CM-1)의 아직 굳지 않은 상태의 성질, 내 균열시험 및 내 충격성

Quality Item	Quality Requirement by JIS A 6916	Surface Preparation Material											
		C-2-A	C-2-B	C-2-C	C-2-D	C-2-E	C-2-F	CM-1-A	CM-1-B	CM-1-C	CM-1-D	CM-1-E	CM-1-F
Flow	-	133	132	136	131	134	137	162	164	165	168	165	163
Unit Weight(kg/l)	Less Than 1.8	-	-	-	-	-	-	1.58	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60
Consistency Change(%)	±15 or Less	1.5	3.0	3.7	4.6	4.5	5.8	1.2	3.0	4.8	6.0	6.7	7.4
Crack Resistance	No Cracking	No Cracking						No Cracking					
Impact Resistance	No Cracking and Delamination	No Cracking and Delamination						No Cracking and Delamination					

그림 1 및 2는 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정제 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 건조수축과 건조기간의 관계를 나타낸다. 일반적으로 수축저감제 무첨가의 표면조정제와 마찬가지로 건조기간의 경과에 따라 수축저감제 첨가 표면조정제의 건조수축은 증가하는 경향에 있다. 또한 건조기간의 경과에 따라 표면조정제의 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 건조수축 증가비율은 작아지는 경향에 있다. 수축저감제 무첨가 표면조정제 두꺼운 바름의 건조수축은 셀룰로오스 섬유 혼입의 증가에 따라 증대한다. 일반적으로는 수축저감제의 첨가와 셀룰로오스 섬유의 혼입은 건조수축의 저감에 유효하다고 하지만 플로우 값 일정의 배합이기 때문에 셀룰로오스 섬유 혼입율의 증가는 물 시멘트비의 증대를 초래하고 반드시 건조수축의 저감에 효과가 있다고 말할 수 없다. 그러나 어느쪽의 섬유혼입율에 있어서도 수축저감제 첨가 표면조정제 두꺼운 바름의 건조수축은 0.15%이하이고 KS 규정치를 만족하고 있다.

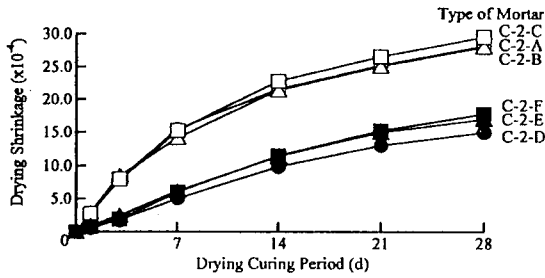


그림 1 표면조정재 얇은 바름의 건조수축과 건조기간의 관계

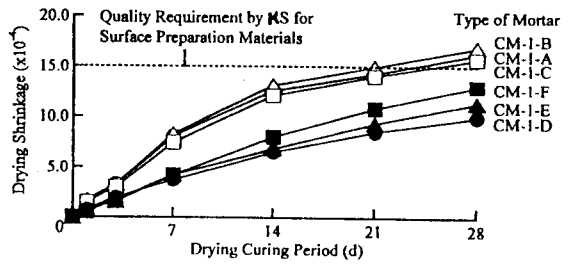


그림 2 표면조정재 두꺼운 바름의 건조수축과 건조기간의 관계

그림 3 및 4는 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정재 두꺼운 바름의 압축강도 및 휨강도와 셀룰로오스 섬유 혼입을 및 수축저감제 첨가율의 관계를 나타낸다. 수축저감제 무첨가 표면조정재 두꺼운 바름의 압축강도 및 휨강도는 셀룰로오스 섬유 혼입율의 증가에 따라 감소하며 그 압축강도는 수축저감제 무첨가 표면조정재 두꺼운 바름과 비교하여 동등 이상의 강도를 나타낸다.

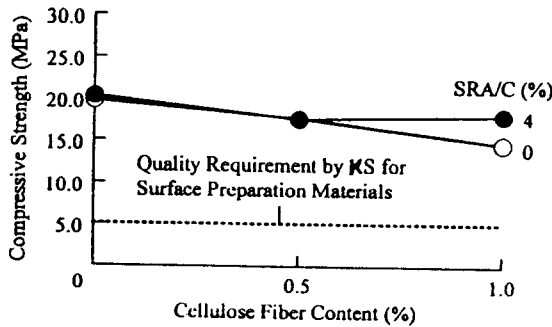


그림 3 표면조정재 두꺼운 바름의 압축강도와 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계

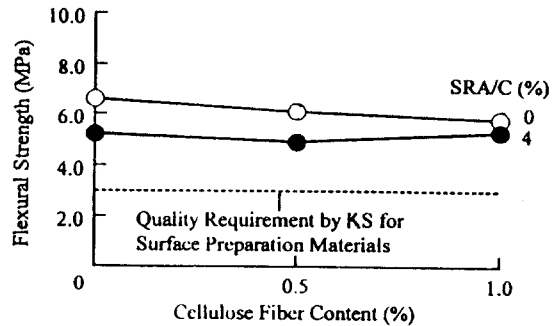


그림 4 표면조정재 두꺼운 바름의 휨강도와 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계

그림 5 및 6은 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정재 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 부착강도와 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계를 나타낸다. 수축저감제 무첨가

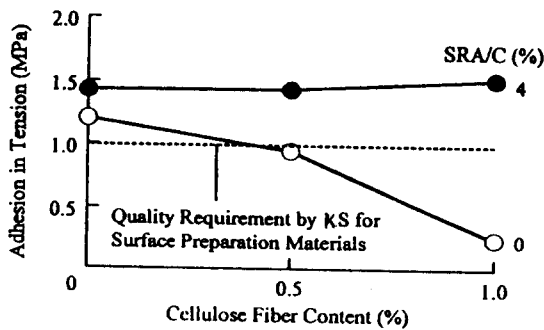


그림 5 표면조정재 얇은 바름의 부착강도와 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계

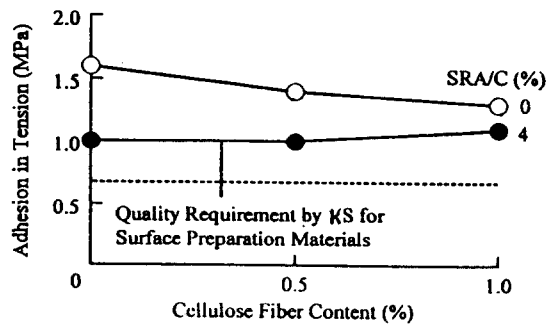


그림 6 표면조정재 두꺼운 바름의 부착강도와 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계

표면조정제 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 부착강도는 셀룰로오스 섬유 혼입율의 증가에 따라 감소하는 경향이며 그 감소비율은 얇은 바름에 있어서 현저히 크게 나타난다. 이것은 그림 1에 나타낸 바와 같이 수축저감제 무첨가 표면조정제 얇은 바름의 건조수축의 증대에 기인하는 것으로 사료된다. 수축저감제 첨가 표면조정제 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 부착강도는 셀룰로오스 섬유 혼입율의 증가에 따라 약간 증가하는 경향이다.

그림 7 및 8은 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정제 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 흡수량과 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계를 나타낸다. 일반적으로 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정제 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 흡수량은 셀룰로오스 섬유 혼입율의 증가에 따라 증대하는 경향에 있다.

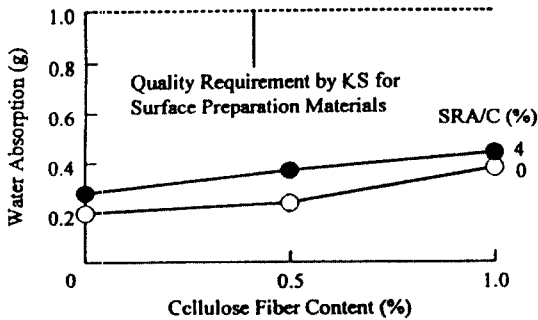


그림 7 표면조정제 얇은 바름의 흡수량과 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계

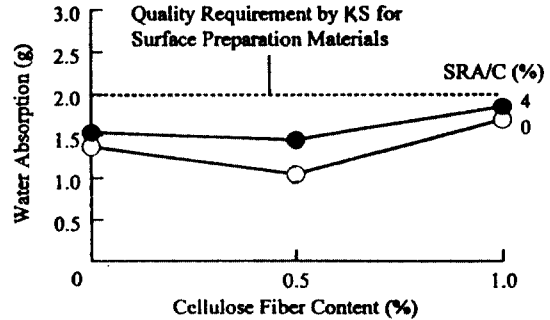


그림 8 표면조정제 두꺼운 바름의 흡수량과 셀룰로오스 섬유 혼입율 및 수축저감제 첨가율의 관계

4. 결론

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 수축저감제 첨가율 및 셀룰로오스 섬유 혼입율에 관계없이, 프리패키지드형 표면조정제 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 컨시스턴시 변화는 대단히 작으며 시공성도 양호하다.
- (2) 수축저감제 무첨가 및 첨가 프리패키지드형 표면조정제 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 성질에 미치는 셀룰로오스 섬유 혼입의 효과는 거의 인정할 수 없다.
- (3) 셀룰로오스 섬유 무혼입 프리패키지드형 표면조정제 두꺼운 바름의 경우, 수축저감제첨가 프리패키지드형 표면조정제 두꺼운 바름의 건조수축은 현저하게 저감되며 수축저감제 무첨가의 값의 약 60%이다.
- (4) 이상으로부터 본 연구에 있어서는 셀룰로오스 섬유를 혼입하지 않아도 수축저감제 첨가율 4%로 재유화형 분말수지를 이용한 프리패키지드형 표면조정제의 얇은 바름 및 두꺼운 바름의 성질은 우수하며 품질규정값을 만족하였다.

참고문헌

- 1) 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, Vol. 1, May 1994, pp.81~90.
- 2) 김완기, 大濱嘉彦, 소양섭, "분말수축저감제를 이용한 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 건조수축저감효과", 콘크리트학회 1998년도 봄 학술발표회, 1998.5, pp.231~236.