

시멘트 몰탈의 乾燥收縮에 미치는 乾燥條件의 影響

황재현 · 송용순 · 김원기* · 박기청 김 창 은

〈 동양중앙연구소 2차제품연구실 〉

〈 연세대학교 세라믹공학과 〉

1. 서 론

1.1 시멘트 경화체의 건조수축 메카니즘

몰탈이나 콘크리트와 같은 시멘트 경화체의 특성 중 하나는 함수량의 변화에 따라 체적변화 현상을 나타내는 것이다. 이것은 시멘트 페이스트 부분이 내부의 함수량 변화에 따라 수축과 팽창을 반복하기 때문이다. 이러한 체적변화는 함수량 변화에 따라 회복되는 가역적인 부분과 일단 수축이 되면 다시 회복되지 않는 비가역적인 부분으로 이루어져 있다. 일반적인 건조 조건하에서 물의 손실에 의해 발생하는 체적감소는 회복되지 않으며 이것을 건조수축이라 한다. 시멘트 구조물에서 건조수축은 시멘트의 수화가 완결될 때까지 계속 진행하기 때문에 특히 건조 조건에 민감한 형상의 구조물에서는 균열 발생의 가장 큰 원인이 되고 있다.

시멘트 경화체의 건조수축 메카니즘에는 시멘트 페이스트의 미세 구조적인 면에서 모세관장력설, 팽창압(분리압)설, 표면장력설, 층간수이동설 등의 4가지가 제시되고 있다.⁽¹⁻²⁾ 시멘트 경화체의 건조수축은 비선형이므로 어느 한가지 메카니즘보다는 위의 4가지 메카니즘이 건조의 여러 단계에서 복합적으로 작용하는 것으로 생각되고 있으며 직접적으로는 수분의 손실과 관계가 있다고 한다. 따라서 건조수축에 영향을 끼치는 요인에는 외적으로 건조조건, 즉 온도, 습도, 풍량 등과 같은 인자들이 있으며, 내적으로는 수화물의 미세구조가 수분의 건조 양상에 영향을 끼치

므로 물/시멘트 비, 수화도 등이 있다.⁽¹⁻³⁾

실제 시멘트 구조물에서 발생하는 건조수축은 기초, 보강철근, 바닥이나 벽체의 부착등과 같은 구속요소에 의해서 억제되어 인장응력이 발생하며 이 인장응력이 경화체의 인장강도 이상일때 균열이 발생하게 된다. 이러한 균열을 건조수축에 의한 균열이라 한다.⁽⁴⁾ 건조수축 균열은 실제 시멘트 구조물의 내구성 저하를 촉진시키거나, 혹은 미관에 악영향을 끼치므로 건축물의 가치 저하의 큰 원인이 되고 있다. 건조수축 균열 현상은 콘크리트 포장이나 몰탈 바닥 마감과 같은 면적대 체적비가 큰 경우 심각하며 콘크리트보다 몰탈에서 더욱 자주 발견된다. 따라서 본 연구에서는 주택 바닥 마감용 시멘트 몰탈을 대상으로 시멘트 경화체의 건조수축에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

1.2 바닥 마감용 시멘트 몰탈의 건조수축균열

아파트나 일반 주택의 방바닥 마감용으로 시멘트계 몰탈이 주로 사용되고 있다. 이것은 요구하는 물성에 비해 비교적 저렴한 비용과 간단한 시공 방법으로 바닥 마감을 수행할 수 있는 장점을 갖고 있기 때문이다. 최근에는 바닥 마감 공사가 고층화, 대형화됨에 따라 펌프 압송에 의한 기계화 시공에 적합한 공장에서 일정한 비율로 시멘트와 모래를 미리 혼합하여 제조한 건조몰탈의 사용이 증가하고 있다.

바닥 마감용 몰탈에서 문제점은 시공시 초기 재령에서 발생하는 소성수축균열과 경화후 건조수축에 의한 균열발생이다. 소성수축균열은 건조하고 바람이

많은 기상 조건에서 시공하는 경우 발생하기 쉬우며 이것은 적절한 초기 습윤양생이나 방풍 처리 등으로 억제 가능하다.⁽⁴⁾ 그러나 펌프 압송성과 반죽 질기를 높이기 위해 다량의 작업수를 사용하는 경우 경화 후 건조수축에 의한 균열 발생을 피할 수 없다. 이것은 다음과 같은 이유로 생각되고 있다.⁽²⁾

- ① 몰탈 마감층 하부의 단열층에 의해 수축이 전면적에서 구속된다.
- ② 체적에 비해 표면적이 크므로 외기에 노출되는 부분이 많아서 건조가 쉽게 이루어지며 기상의 영향을 받기 쉽다.
- ③ 콘크리트에 비해서 골재가 차지하는 용적이 상대적으로 작으므로 건조수축율이 콘크리트에 비해서 2-3배 크다.
- ④ 시멘트량 증대로 작업성을 증진시키려는 경향이 많기 때문에 시멘트 페이스트 부분이 많다.

건조수축에 의한 균열 발생을 억제하기 위해서는 적은 양의 혼합수를 사용하고, 시공후 철저한 양생으로 모세관수의 증발이나 장기간에 걸친 경화체중 미세구조내의 수분 증발에 의한 수축을 억제해야 하는 것이 원칙이다.^(2,3) 그러나 실제 시공 현장에서는 시공성이나 작업성, 경제성 문제로 이러한 원칙이 제대로 준수되지 않고 있는 실정이다.

대신에 철망(wire mesh)이나 폴리프로필렌계의 단섬유 등을 사용하여 인장 보강하는 방법⁽⁵⁻⁷⁾, 수축저감재나 팽창재를 첨가하여 수축을 보상하는 방식⁽⁸⁾ 등이 채용되고 있다. 이러한 방법들도 몰탈의 시공성이나 경제성, 기타 다른 물성과 조화를 이루어야하며 이러한 점에서 많은 제약요소를 갖고 있다.

본 연구에서는 바닥 마감용 몰탈에서 발생하는 건조수축 균열을 억제하기 위하여 사용하는 섬유와 시

판 수축저감재의 성능을 알아보기 위하여 몰탈을 배합하고 건조 조건과 배합 조건이 시멘트 몰탈 경화체의 건조수축에 미치는 영향을 실내 실험으로 고찰하고 실제현장 시험시공을 행하여 건조수축에 의한 균열의 발생 상황을 비교하였다.

2. 실험

2.1 실험의 개요

섬유 보강재와 시판 수축저감재 등을 사용하여 배합한 몰탈로 공시체를 제작하여 건조 조건과 재령에 따른 길이 변화, 무게 변화를 측정하였다. 몰탈의 건조수축에 미치는 건조 조건의 영향을 알아보기 위하여 건조 조건을 다음과 같이 세가지로 정하였으며 공시체를 제작한 후 24시간에서 탈형하여 즉시 노출시켰다.

- ① 상대습도 95% 이상, 온도 23℃ (항온항습기)
- ② 상대습도 50% 이하, 온도 30℃ (항온항습실)
- ③ 대기중 방치

①은 수분의 증발을 최대한 억제한 조건이며, ②는 모세관 응축현상, 표면장력, 분리압 및 시멘트 겔 층간수 이탈에 의한 수축 등 전반적인 건조수축의 요인이 적용되는 조건이며, ③은 실제로 몰탈을 시공하였을 때의 현장 상황과 유사한 조건이다.

사용한 섬유 보강재로는 현재 국내에 시판되고 있는 폴리프로필렌계, 나일론계, 아크릴계 섬유였다. 시판 수축저감재는 분석결과 주성분이 무수석고와 석회로 이루어져 있으므로 별도로 소석회와 무수석고를 사용하여 물성을 비교 하였다.

사용재료의 화학성분

재료	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Ig. loss
시멘트	21.21	4.80	3.16	64.06	2.66	2.54	1.12	0.04	1.03
플라이애쉬	55.94	27.97	7.73	-	0.82	0.19	2.58	0.70	4.07
수축저감재	5.56	0.30	0.42	44.56	0.90	32.97	0.06	0.11	15.12
소석회	0.53	0.28	0.18	72.82	1.32	0.17	0.06	0.01	24.63
무수석고	1.56	0.27	0.29	39.9	0.56	56.1	0.03	0.01	1.28

시멘트 물성

〈표 2〉

비표면적(cm ² /g)	응결시간(시간:분)		인장도(%)	압축강도(kgf/cm ²)		
	초결	종결		3일	7일	28일
3,534	4:12	8:13	0.30	232	249	347

2.2 실험 재료

본 실험에서 결합재로 사용한 시멘트와 플라이 애쉬, 소석회, 무수석고, 시판 수축저감재의 화학성분을 〈표 1〉에 나타내었으며 시멘트의 물성을 〈표 2〉에 나타내었다. 사용한 섬유는 길이, 굵기, 비중, 인장강도를 〈표 3〉에 나타내었다. 혼화제로는 나프탈렌계 고성능감수제와 공기연행제를 사용하였다. 모래는 경기여주산 하천사로 건조하여 체가름한 후 F.M.이 2.8이 되도록 합성하여 사용하였다.

섬유의 물성

〈표 3〉

섬유	원재료	섬유의 길이(mm)	섬유의 굵기(mm)(Denier)	비중	인장강도(kgf/cm ²)
A	폴리프로필렌	19	0.088(50)	0.91	4749
B		19	0.079(40)		1486
C		12.5	0.029(5)		4958
D	나일론	19	0.034(10)	1.16	8781
E	아크릴	12.5	0.042(15)	1.18	-

2.3 실험 방법

몰탈의 기본 배합은 결합재:모래 비를 1:2.5로 하였으며 시멘트 대비 플라이애쉬를 10% 치환하였다. 혼화제는 결합재 무게비로 공기연행제는 0.05%, 고성능감수제는 0.25% 각각 첨가하였다. 수축저감재를 사용하는 경우에는 플라이애쉬를 사용하지 않았으며 소석회와 무수석고는 시멘트 무게비로 각각 5, 10% 치환하였고 시판 수축저감재는 5, 10, 20, 25% 치환하였다. 시험에 사용된 몰탈의 기본 배합은 〈표 4〉와 같다.

몰탈 반죽시 혼합수량은 섬유나 수축저감재를 사용하지 않은 plain 몰탈로 KS L 5220 시멘트계 건조 모르타르에 규정된 플로우 100±5%를 발현하는 양

몰탈의 기본 배합(무게비)

〈표 4〉

재료	결합재	모래	물	혼화제(결합재×%)	
	(시멘트+혼합재)	(건조모래)		공기연행제	고성능감수제
배합비	286	714	155	0.05	0.25

으로 정하여 시험하였다. 반죽한 몰탈의 플로우, 공기량을 측정 후 길이변화 측정용 공시체와 휨강도 및 압축강도 측정용 공시체를 제작하였다. 길이변화 측정용 공시체는 편의상 25.4×25.4×225mm의 몰드로 제작하였다. 제작한 공시체는 습기함에서 24시간 양생하여 탈형한 직후에 측정된 길이와 무게를 기준값으로 하여 각 건조 조건에서 재령에 따른 건조수축과 무게변화를 기록하였다.

3. 실내 실험 결과

3.1 배합한 몰탈의 물성

〈표 5〉에 각종 섬유를 첨가하여 배합한 몰탈의 플로우, 공기량, 휨강도, 압축강도를 나타내었다. 섬유를 첨가한 경우 몰탈의 흐름성은 섬유의 첨가량 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내나 아크릴계 섬유의 경우에는 흐름성이 증가하였다. 0.2% 첨가의 경우

섬유보강 몰탈의 물성

〈표 5〉

배합	섬유 종류	첨가량	플로우 (%)	공기량 (%)	휨강도(kgf/cm ²)		압축강도(kgf/cm ²)	
					7일	28일	7일	28일
Plain	-	-	100	12.0	41	64	176	244
A-1	PP-A	0.1	98	12.3	42	67	160	240
A-2		0.2	88	11.5	46	72	199	262
B-1	PP-B	0.1	96	12.7	40	61	156	217
B-2		0.2	91	14.0	39	63	156	192
C-1	PP-C	0.1	87	13.5	40	64	170	237
C-2		0.2	87	12.5	43	60	159	192
D-1	nylon	0.1	93	11.5	40	62	180	225
D-2		0.2	81	11.0	38	60	177	217
E-1	acryl	0.1	105	13.5	39	56	168	241
E-2		0.2	105	14.0	38	58	162	235

혼합재 첨가 몰탈의 물성

〈표 6〉

배 합	섬유종류	첨가량	플로우 (%)	공기량 (%)	압축강도(kgf/cm ²)	
					7일	28일
plain	-	-	100	12.0	176	244
F-5	소석회	5	106	12.3	170	240
F-10		10	96	11.5	159	222
G-5	무수석고	5	96	12.7	166	231
G-10		10	95	14.0	146	192
H-5	수축저감제 (시판)	5	94	13.5	169	237
H-10		10	94	14.5	160	234
H-20		20	93	15.0	147	216
H-25		25	88	14.5	133	185

아크릴 섬유를 제외한 모든 몰탈에서 섬유가 뭉치는 현상을 나타내었으며 굵기가 가는 섬유 C와 D의 경우 흐름성의 감소와 섬유의 뭉침 현상이 현저하였다. 휨강도는 인장강도가 높은 섬유 A의 경우 증가하는 경향이 있으나 유사한 인장강도를 가진 C나 인장강도가 가장 높은 섬유 D의 경우에는 휨강도 증진효과를 얻을 수 없었는데 이는 단위 체적당 섬유의 갯수가 많은데도 불구하고 섬유의 뭉침현상이 크게 기인하는 것으로 생각되었다. 인장강도가 낮은 B나 섬유와 몰탈 사이의 부착성이 낮은 E(아크릴계)의 경우에는 휨강도 증진효과를 찾아볼 수 없었다. 따라서 섬유는 자체의 인장강도가 높고 분산성이 양호하며 몰탈과의 부착성이 우수한 것이 실용상 바람직한 것으로 생각되었다.

〈표 6〉은 소석회, 무수석고, 시판 수축저감제를 첨가하여 배합한 몰탈의 플로우, 공기량, 압축강도를 나타낸 것이다. 소석회를 첨가하는 경우에는 작업성이 향상되는 경향을 나타내었는데 이는 소석회의 육각판상 결정이 미끄러짐 현상을 나타내기 때문으로 생각된다. 무수석고나 무수석고를 주성분으로 하는 시판 수축저감제의 경우에는 첨가량에 따라 흐름성이 감소하는 경향을 나타내고 있었다.

3.2 건조 조건에 따른 몰탈 공시체의 건조수축

1) 섬유 강화 몰탈

일반적으로 시멘트 경화체에서 건조수축에 영향을

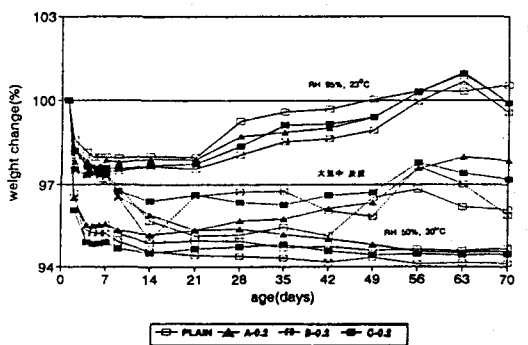
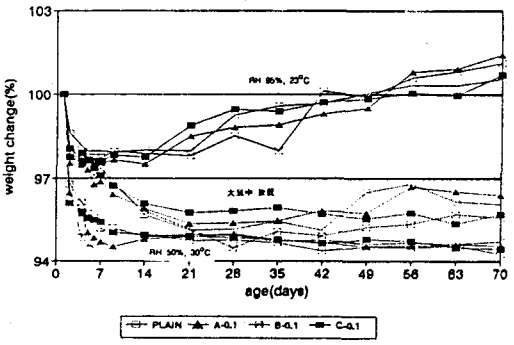
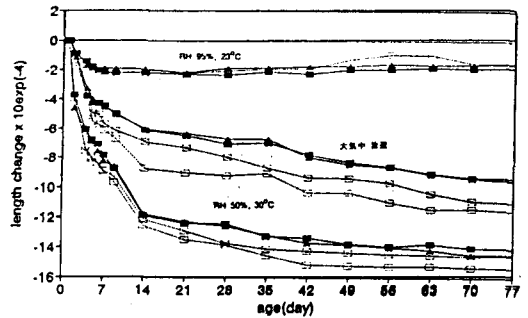
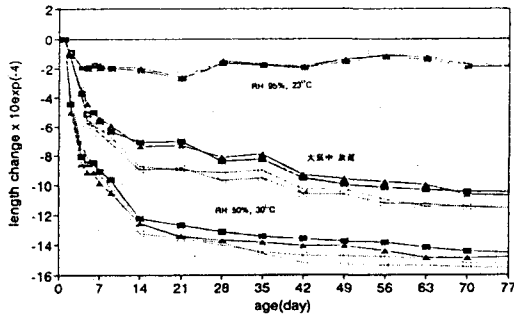
미치는 인자로는 W/C비, 수화도, 가공율, 양생 방법, 혼화제의 영향 등이 알려져 있다. 본 실험에서는 동일한 배합의 몰탈에 섬유의 종류와 첨가량을 변화시킨 것으로 동일한 양생 조건하에서 건조수축의 차이는 섬유의 특성(자체 강도, 굵기, 표면 처리 등) 차이라고 생각하였다.

프리즘형의 몰탈 공시체의 길이 변화는 공시체 제작후 24시간에서 탈형하여 측정된 길이를 기준으로 한 것이므로 소성수축에 의한 길이변화는 측정할 수 없었으며 본 실험에서의 길이변화는 소성수축이 발생한 이후의 건조수축에 의한 길이변화이다.

그림 1은 각각 23℃, 상대습도 95%의 항온항습기, 30℃, RH50%이하의 항온항습실, 대기중에 방치(온도 15-25℃, RH 20-80%)하면서 측정된 몰탈바의 길이변화와 무게변화 측정결과를 나타낸 것으로 폴리프로필렌계 섬유 보강재를 사용한 경우이다.

23℃, RH 95%에서는 5×10^{-4} 이하의 수축이 발생하고 있는데 섬유의 첨가에 의한 영향은 나타나지 않았다. 이때의 수축은 시멘트경화체의 수화반응과 경화 과정에서 발생하는 자기 수축에 의한 것으로 생각되었다. 30℃, RH50%이하의 조건에서는 재령 7-14일까지 비교적 빠르게 건조수축이 발생하며 이후 건조수축의 속도는 낮아지는 경향을 나타내었다. 재령 14일까지의 초기 재령까지는 보강 섬유에 의한 건조수축 억제효과는 나타나지 않았으며 이후의 재령에서 인장강도가 높은 A나 C를 0.2% 첨가하는 경우 건조수축이 다소 억제되는 경향을 나타내고 있다.

대기중 방치한 경우는 초기 재령인 7일까지 대부분의 수축이 발생하였으며 이때의 수축은 상대습도와는 관계가 없었다. 이후의 재령에서는 전반적으로 건조수축이 30℃, RH50%이하의 조건보다 낮으며, 온도와 습도변화에 따라 수축과 팽창을 반복하였지만 초기 건조수축이 매우 커서 대기중의 습도 증가에 따른 길이의 회복은 매우 작아 전반적으로는 길이가 감소하였다. 이 조건에서 재령 7일부터 섬유의 건조수축 억제효과가 가시적으로 나타나고 있는데 인장강도가 높은 섬유 A나 C를 몰탈 용적비로 0.2% 첨가하는 경우, 재령 70일에서 건조수축을 약 20% 억제시킬 수 있었으나, 0.2% 첨가에서는 작업성의 악화가 예상되어 실제 응용시에는 0.1%가 적당할 것으로 생각되었다.



폴리프로필렌(pp)계纖維 0.1% 添加時
乾燥條件에 따른 길이變化和 무게變化

폴리프로필렌(pp)계纖維 0.2% 添加時
乾燥條件에 따른 길이變化和 무게變化

그림 1. 폴리프로필렌계 섬유 첨가 몰탈의 건조조건에 따른 길이변화와 무게변화

나일론계 섬유(D)의 경우에는 섬유 A, C와 유사한 경향을 나타내며 몰탈과의 부착성이 낮은 아크릴계 섬유(E)는 건조수축 억제효과가 나타나지 않았다. 따라서 섬유 보강에 의한 건조수축 억제에는 섬유자체의 인장강도와 단위용적당 첨가량, 섬유와 몰탈의 부착성이 중요한 요인으로 생각되었다.

무게 변화는 전적으로 건조 조건과 상관있으며 사용한 섬유와는 무관하였다. 30°C, RH50%이하의 조건이나 대기중 방치의 경우 무게감소는 대부분 측정 시작 1-2일에서 발생하였으며 무게의 감소 속도가 낮아지는 재령은 7일 이내로 길이변화보다 앞선 재령이었다. 이것은 대부분의 건조수축이 대량의 모세관수의 증발에 의한 수축보다는 소량의 층간수의 이탈에 의해 발생한다는 설^(1,2)과 일치되고 있다.

2) 혼합재 첨가 몰탈

소석회와 석고를 첨가한 몰탈의 경우 두가지 건조

조건에서 측정된 몰탈바의 길이변화와 무게변화를 그림 2에 나타내었으며 그림 3은 시판 수축저감제를 첨가한 경우이다.

23°C, RH 95%의 조건에서 소석회는 혼합재 무첨가와 유사한 경향을 보이며 무수석고의 경우에는 5% 첨가시에는 수축이 미세하게 억제되며 10% 첨가시에는 에트린자이트 생성에 의한 것으로 보이는 팽창현상을 나타내었다. 시판 수축저감제의 경우에는 그 팽창성이 더욱 현저하였다. 이것은 소석회와 무수석고가 혼합되어 있으므로 소석회가 무수석고의 반응생성물인 에트린자이트의 형태를 단주상으로 유도하여 팽창효과가 크게 나타난 것으로 생각되었다^(8,11).

그림 4와 5, 6은 각각 소석회, 무수석고, 시판 수축저감제를 첨가한 페이스트를 3일간 밀봉 양생한 후 관찰한 단면의 전자현미경 사진으로 소석회 10% 첨가시에는 기공 주위에 미세한 수산화칼슘이 관찰되고 있으며 무수석고 10% 첨가시의 경우에는 장주상의

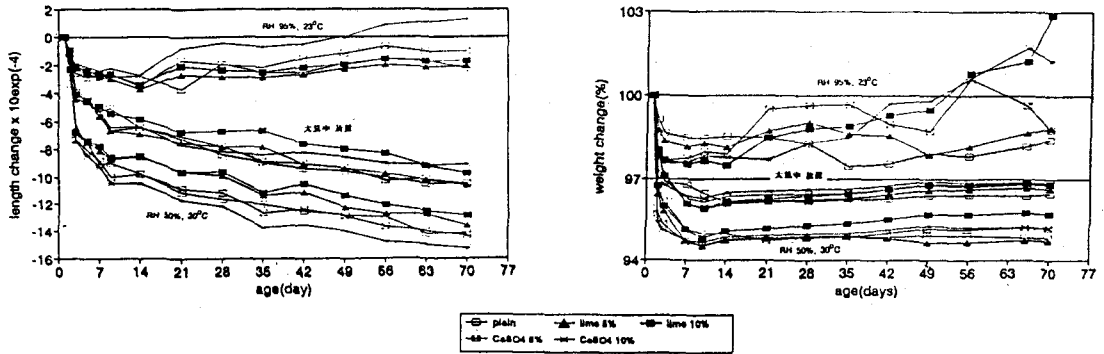


그림 2. 소석회와 무수석고 첨가 몰탈의 건조조건에 따른 길이변화와 무게변화

에트린자이트, 수축저감제 첨가시에는 단주상의 에트린자이트가 관찰되고 있다. 공시체의 무게변화는 초기 재령에서 감소하다가 다시 증가하는 경향을 나타내고 있는데 이것은 수산화칼슘이 탄산칼슘으로 변이하면서 무게가 증가하는 것으로 생각되었다.^(8,11)

30°C, RH 50%이하에서는 무수석고의 경우 건조수축을 억제하지 못하였는데 이것은 초기의 급속한 건조에 의해 에트린자이트 생성반응에 필요한 물이 부족하였기 때문으로 생각되며 오히려 소석회를 10% 첨가한 경우 건조수축을 억제하는 효과를 나타내고 있다. 이것은 수산화칼슘이 기공내에 석출하여 탄산칼슘으로 결정화되면서 기공을 폐쇄시켜 더 이상의 건조를 억제하였기 때문으로 생각되었다.⁽⁸⁾ 시판 수축저감제의 경우 첨가량에 따라 건조수축 억제 효과가 크게 나타나나 무수석고의 반응에 의한 팽창보다는 주로 소석회에 의하여 건조수축이 억제

된 것으로 생각되었다. 몰탈 시편의 전자현미경 관찰결과 에트린자이트의 생성 여부는 관찰할 수 없었으며 대부분의 경우 탄산화의 경향을 나타내고 있었다.

대기중 방치의 경우에는 30°C, RH 50%이하의 조건에 비하여 건조수축과 무게감소 경향은 작았으며 소석회나 무수석고의 경우에는 10%, 시판 수축저감제는 20% 이상 첨가하는 경우 건조수축 억제 효과를 얻을 수 있었다.

4. 현장 타설 실험

4.1 현장 타설 실험의 개요

바닥 마감용으로 출하되는 공장 제조 건조몰탈에 섬유 A와 시판 수축저감제를 첨가하여 아파트 건설

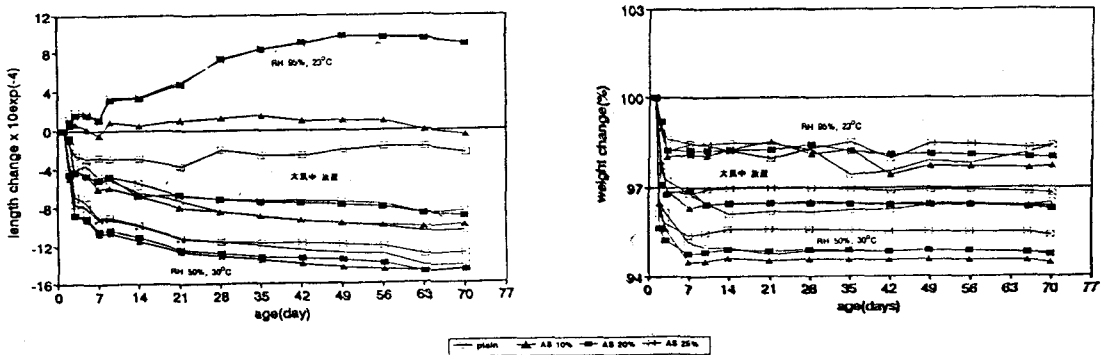


그림 3. 시판 수축저감제 첨가 몰탈의 건조 조건에 따른 길이 변화와 무게 변화

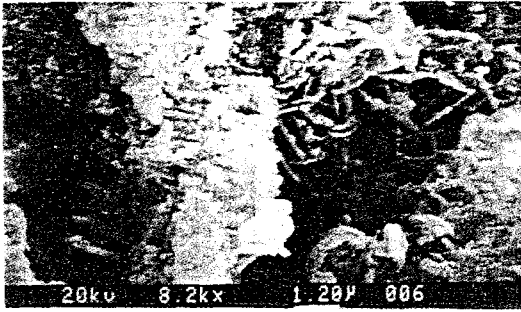


그림 4. 소석회 10% 첨가시 시멘트 페이스트의 미세구조(30℃ 3일간 말봉양생)

현장에서 시공한 후 건조수축에 의한 균열발생 여부를 관찰하였다. 섬유 A의 첨가량은 작업성을 고려하여 몰탈 용적비로 0.1%로 정하였으며, 시판 수축저감제는 실내 실험결과를 참고로 하여 시멘트 무게비로 20% 첨가하였다.

타설한 몰탈의 균열발생 유무, 균열의 진행 여부를 알아보기 위하여 매 1주일 간격으로 현장 관찰을 행하였다. 균열의 측정은 줄자와 균열계이저를 사용하여 길이와 폭을 측정하고 도면상에 표시하였다.

4. 2 현장 타설 실험 결과

섬유보강 몰탈의 타설 실험은 1994년 7월 22-23일 분당 신도시 아파트 신축현장에서 행하였으며, 시판 수축저감제를 첨가한 몰탈은 1994년 10월 서울과 부산에서 실시하였다. 몰탈은 건조몰탈 형태로 공장에서 제조하여 현장에서 물과 혼합후 펌프 압송 방식에 의해 타설되었다. 몰탈은 타설 후 3-4회의 흠손 누름

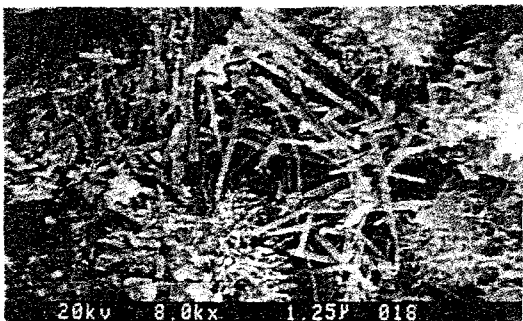


그림 5. 무수석회 10% 첨가시 시멘트 페이스트의 미세구조(30℃ 3일간 말봉양생)

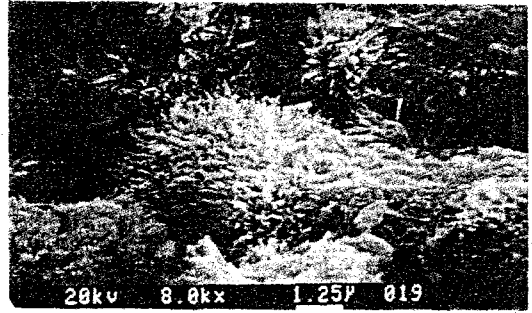


그림 6. 시판수축저감제 20% 첨가 시멘트 페이스트의 미세구조(30℃ 3일간 말봉양생)

을 2-3시간 간격으로 행하여 바닥 미장마감작업을 완료하였으므로 소성수축균열의 발생은 거의 없었다. 타설후 각 세대별로 베란다에 높이 약 1m의 방풍막을 설치하여 외풍의 영향은 없었으나 그외 별도의 양생 조치는 없었으므로 대기중에 직접 노출되어 있었다.

섬유 보강 몰탈에서 최초로 균열의 발생이 관찰된 시기는 시공후 7일이었으며 초기의 균열은 거실과 주방 사이의 경계면과 주방의 보일러판 도입, 부분 등에서 주로 발생하였다. 이 균열들은 재령에 따라 진행이 계속되었으며 심한 경우 폭 0.75mm 까지 확대되는 현상을 나타내었다. 거실 중심부에서 발생한 균열들은 관찰 기간 동안 진행을 계속하여 한쪽 벽면에서 맞은 편 벽면까지 이어지는 현상을 나타내었으나 균열의 최대 폭은 0.5mm 이하로 확대되지는 않았다. 가로, 세로 3m 이하인 침실에서는 균열이 거의 발생하지 않았으나 가로 4.5m, 세로 3.9m인 침실에서는 28일에서 35일 이후 재령에서 폭 0.1mm 이하의 미세한 균열이 관찰되기도 하였다. 동일 시기에 레디믹스드 콘크리트공장 제조 몰탈을 사용하여 섬유없이 시공한 인근 세대에서의 균열 발생 유무, 상황을 관찰한 결과, 배합상의 차이로 직접적인 비교는 곤란하였지만 발생한 균열의 단위면적당 길이는 섬유를 보강하면 약 60% 정도이며, 발생한 균열의 폭도 약 50%로 줄일 수 있었다. 그러나 섬유의 보강으로 균열의 발생 자체를 억제하지는 못하였다. 이것은 섬유 보강제 첨가시 몰탈이나 콘크리트의 균열 발생 상황을 측정한 기존의 연구 결과들과 일치하고 있다.^(5,9,10) 한편으로 실내

실험에서 보강 섬유유 의 건조수축 억제효과가 나타나는 재령은 7일에서 14일 이후라는 점에서 실제 타설한 몰탈에서는 균열이 발생한 이후에 섬유유 의 건조수축 억제효과가 나타나기 때문으로 생각되었다.

수축저감재를 첨가한 경우에는 건조수축 균열이 거의 관찰되지 않았으며 타설시 소성수축 균열이 발생하는 경우 후기 재령에서 균열이 폐쇄되는 현상도 관찰되었다. 이것은 수축저감재중에 포함된 무수석고와 시멘트 구성 광물의 반응생성물인 에트린자이트에 의한 팽창과 더불어 석회 의 기공 폐쇄효과가 수분 의 건조를 억제하였기 때문으로 생각되었다.^(8,11)

5. 결론

바닥 마감용 몰탈의 건조수축 균열을 억제하기 위하여 섬유유와 수축저감재를 사용할때 건조 조건과 배합 조건에 따른 건조수축 경향을 알아보고 현장 시험 시공을 실시한 결과 결론은 다음과 같다.

- 1) 상대습도 95% 이상의 조건에서는 모든 배합이 5×10^{-4} 이하로 수축이 억제되어 섬유유 의 효과가 나타나지 않았으나, 석회-석고계의 경우에는 화학반응이 촉진되어 에트린자이트 생성에 의한 팽창이 일어나고 있다.
- 2) 상대습도 50% 이하의 조건에서는 모든 배합이 7일 이내의 초기재령에서 대부분의 건조가 이루어지고 이에 따른 건조수축이 매우 커서 이 조건에서는 섬유보강재나 혼합재의 첨가와 같은 배합 요인 의 영향이 나타나지 않았다.
- 3) 바닥 마감용 몰탈의 실제 양생 조건과 유사한 대기중 방치의 조건에서는 일부 배합 요인 의 영향이 나타나고 있었다. 건조수축 억제를 위해서 섬유유로는 인장강도가 높고 몰탈과의 부착성이 우수한 섬유유를 용적비로 0.2% 이상 사용하는 것이 바람직하나, 흐름성이 떨어져서 실제 응용시에는 0.1%가 적당한 것으로 보여지며, 소석회나 무수석고계 혼합재는 시멘트 무게비로 10% 이상 사용하는 것이 건조수축 저감에 효과적인 것으로 나타났다.
- 4) 현장 타설 결과 섬유유는 건조수축 균열 발생 자체를 억제하기보다는 균열의 폭을 감소시키는 역할을 하며, 석고-석회계 수축저감재는 균열의 발생

이 거의 나타나지 않아 바닥 마감용 몰탈의 건조수축 균열 억제에 효과가 있는 것으로 나타났다.

〈참 고 문 헌〉

1. Soroka, I., Portland Cement Paste and Concrete, pp.114-126, Macmillan Press Ltd. 1979
2. 三菱鑛業セメント(株) 技術資料, "モルタル・コンクリートに發生する いろいろな ひびわれ - その原因と對策に 關する 要點", 1976.3
3. 飛坂基夫, "コンクリートの ひび割れと その對策 - 材料條件に 起因する ひび割れ", 建築技術, 1994.2, pp.84-89
4. (株)セメント協會 耐久性專門委員會 ひびわれ分科會, "材料・配合・初期養生 條件・アジテート 時間ガ コンクリートの 乾燥收縮に及ぼす影響", セメント-コンクリート, No.559, Sept.1993, pp.52-61
5. Krenchel, H. and Jensen, H. W., "Organic reinforcing fibers for cement and concrete", Fibrous Concrete, Concrete International, pp.87-98(1980)
6. 橋本親典, 非金屬系纖維補強コンクリートに關する 最近の研究動向, コンクリート工學, Vol. 30, No.2, pp.55-59(1992)
7. Jhonstone, C. D., "Fiber-reinforced Cement and Concrete", Advances in Concrete Technology, MSL 92-6(R), pp.629-697(1992)
8. セメント-コンクリート研究會 水委員會, セメント-コンクリート中の水の擧動, pp.228-232, 1993
9. Balaguru, P., "Contribution of Fibers to Crack Reduction of Cement Composites During the Initial and Final Setting Period", ACI Materials Journal, V.91, No.3, May-June 1994, pp.280-288
10. Padron, I. and Zollo, R. F., "Effect of Synthetic Fibers on Volume Stability and Cracking of Portland Cement Concrete and Mortar", ACI Materials journal, V.87, No.4, Jul.-Aug. 1990, pp.327-332
11. セメント-コンクリート研究會 水委員會, セメント-コンクリート中の水の擧動, pp.71-84, 1993