

# 시멘트계 SL재를 사용한 콘크리트슬래브 미장공법

## A finishing construction method for concrete floor and slab using the cement based self leveling mortar

○ 손 형 호 \*  
Son, Hyung Ho

이 중 열 \*\*  
Lee, Jong Ryul

### ABSTRACT

Recently, as the problems according to lack of skilled labour and superior construction materials were gathering strength, there were required the advent of a special materials in building construction deviation.

As a view of the point, the cement-based Self leveling mortar was developed for improvements of the former problems. The Self leveling mortar has the all kinds of the properties as followed the premixed products in plant, self-smoothing, non shrinkage etc., accordingly the finishing of concrete floor don't need skilled labour.

The purpose of this study is to establish the introduction of a finishing construction method for concrete floor and slab using the cement-based self leveling mortar. Presented is a study on the basic properties of fresh and hardened self leveling mortar. To this end, an actual floor's finishing construction using the cement-based self leveling mortar was conducted in approximately 1,800m<sup>2</sup> floor as to compare the flatness and levelness after finishing.

### 1. 서론

최근 건축경기가 활성화되면서 숙련공 및 양질의 건축재료 부족 등에 따라 건축물 바닥 마감의 고품질 시공이 어려운 실정에 있어 이러한 문제점을 개선하기 위한 산·학·연의 연구가 활발히 진행되고 있다. 시멘트계 SL재(Cement based Self-leveling mortar)란 건축물 바닥마감의 성력화시공을 위해 유럽, 일본 등 여러나라에서 개발, 보급 중에 있는 공장제조형 제품으로서 종래 시멘트몰탈을 사용했을 때 발생하는 제반 문제점을 개선한 신공법의 마감재료이다.

종래에 건축물 바닥마감재료로 널리 사용해온 시멘트몰탈은 미장공에 의해 바닥면의 마감정도(精度)가 좌우될 뿐 아니라 시공 후, 평탄도 또는 수평도가 저하되어 바닥의 耐久年限이 감소되는 문제점을 갖

고 있다. 또한 시공 후 양생 과정에서 건조수축에 의한 균열이 발생되어 시공완료 후에도 균열면의 보수대책이 큰 문제점으로 대두되고 있다.

반면 SL재는 시멘트, 입도조정된 골재, 각종 기능성 유기혼화제가 기혼합되어 있는 공장 premix형 제품으로 현장에서 배합수만 혼합하여 형성된 슬러리는 고유동성을 나타내어 평활한 바닥면을 형성하고, 경화 후 균열현상이 없어 내구성을 향상시키는 신공법의 마감재료이다.

본 연구는 시멘트계 SL재의 기초적인 물리특성으로 굳지 않은 SL재의 성상 및 경화특성을 실험하였으며, 실제 콘크리트 바닥면에 대한 시공을 통하여 수평도 및 평탄도의 차이를 비교하여 SL재를 사용한 새로운 바닥 마감공법의 개요를 소개하고자 실시하였다.

### 2. SL재 개발연혁

SL재는 이미 '60년대 이전에 유럽, 구미에

\* 쌍용양회 중앙연구소 주임연구원

\*\* 쌍용양회 중앙연구소 신제품개발실장

서는 건축물 바닥마감재료로 널리 사용해 왔으며, 일본의 경우 '76년 석고계SL재의 실용화에 성공한 후 '82년 小野田 시멘트사에서 시멘트계SL재의 개발,시판을 위치하여 약 20여년의 역사를 갖고있다.

국내는 주로 '80년대 후반에 독일, 일본 제품이 수입되어 백화점, 오피스텔 등의 상업용 건축물의 바닥마감에 보급되어 왔으며, 이후 '90년대 초기에 시멘트, 건자재 maker에서 연구개발을 진행해 왔지만, 극히 일부업체에서만 실용화에 성공한 실정에 있다.

현재 알려진 SL재의 품종은 다음과 같이 주재(主材)별,마감두께별 및 위치별로 분류할 수 있다.

분류구분	품종
主材	----- 석고계,시멘트계 세라믹계,수지계 등
마감두께	----- 후막형,박막형
마감위치	----- 上塗型,下塗型

일반적으로 SL재의 품종은 타설 두께에 따른 분류로 후막형(평균 10mm 두께)제품과 박막형(평균 5mm 두께) 제품이 각각 실용화되어 있으며, 타설 위치상 분류로 上塗型(top coating용)과 下塗型(under-layment용)이 있다. 전술한 후막형 및 박막형제품은 下塗型 제품으로 시공한 상면에 마감재(타일 등)로 처리 하도록 되어 있다. 반면 上塗型 제품은 일반 공장바닥에 시공함으로써 하도형제품보다 강도,내마모성, 등의 물성이 더욱 요구된다.

### 3. SL재 마감공법 개요

SL재를 사용한 건축물 바닥 마감 공법은 유럽,구미 및 일본과 국내의 경우 사용재료의 고유 특성 때문에 다소 상이한 점이 있지만, 일반적으로 그림 1의 표준시공법으로 요약될 수 있다.

그러나,국내의 경우 콘크리트 바닥 공사의 마감 정도는 고저차가 매우 심하여 SL재를 슬래브 상면에 직접 타설할 경우,투입량이 과다해져 상대적으로 공사비가 상승해지는 단점이 있다. 이러한 이유 때문에 그림 2 와 같이 슬래브 위에 시멘트물탈을 처리 후 형성된 마감면 위에 SL재를

타설하는 방법과 고·저차가 심한 부위를 기계로 finishing 처리한 후 SL재를 타설하는 방법이 시도되고 있다.

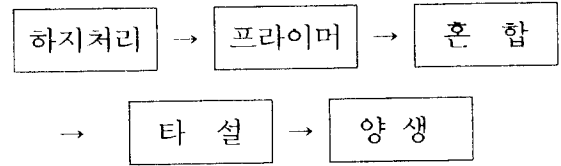


그림 1 SL재 표준시공 공정

그림 1 의 5단계 공정은 공정별로 SL재 마감 공법의 승패를 좌우 하는데 큰 영향을 미치게 된다. 다음은 5단계 공정 중 SL재의 품질에 미치는 중요한 영향인자를 요약한 것이다.

- ① 하지처리 공정 : 레이탄스층,바닥함수비,분진
- ② 프라이머 공정 : 희석비,도포회수
- ③ 혼합공정 : 적정 물-SL재비,혼합시간
- ④ 타설공정 : 바닥기울기,작업시간
- ⑤ 양생공정 : 온·습도,바람

따라서, SL재 마감 공법을 적용하기 위해서는 시공 전에 전술한 영향 인자를 충분히 고려하여 시공계획을 수립할 필요가 있다.

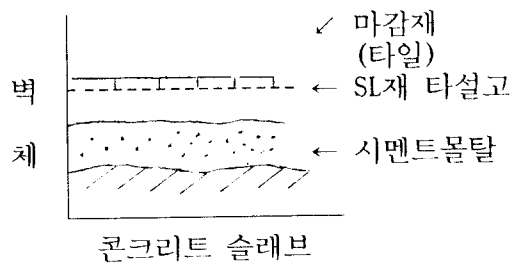


그림 2 일반상업용 건축물 바닥적용(예)

그림 2의 경우, 일반적으로 SL재의 최소 마감두께는 3 ~ 5mm의 박막형 재료가 많이 시도되고 있다. 그러나, 박막 두께의 시공은 하지(下地)인 시멘트 물탈의 품질에 의해 SL재의 마감 性狀이 좌우되므로 주의를 할 필요가 있다.

#### 4. SL재 물성평가

##### 4.1 SL재의 품질규격 및 실험방법

SL재에 대한 규격 및 실험방법은 일본의 경우 '89년 건축학회 시방(JASS 15M-103)에 제정된 바 있으나, 국내는 SL재의 보급이 미비한 탓에 표준 실험방법 조차 설정되어 있지 않은 실정에 있다.

JASS 15M-103에 제정된 규격은 표-1 에 소개해 놓았다.

표-1 SL재의 품질규격

항 목		품 질 규 격
flow치 (mm)		190 이상
응결시간 (hr.)	초결	1 hr. 이상
	종결	15 hr. 이내
압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )		150 이상
접착강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	하지 표면	5 이상 4 이상
내충격성		균열, 박리 없을것

- (a) flow 측정 :  $\phi 50 \times H51$ mm 의 관을 유리판위에 장치한 후 SL재슬러리를 충전하여 수직으로 들어올렸을 때 퍼진 직경의 평균치
- (b) 내충격성 : 1.5kg 의 鋼球를 1.5m 높이에서 낙하시켰을 때 표면상태
- (c) 접착강도 : 인장 부착력 시험으로 측정(건연식접착력 시험기 시험)
- (d) 기타 응결 시간 및 압축강도의 측정은 일본 공업 규격시험 (JIS)에 준해서 실시한다.

##### 4.2 콘크리트 바닥 평가방법

건축물 바닥의 표면 성상을 정량적으로 평가한 연구결과(1)-(3) 는 미국의 경

우 '84년 ASTM E 1155 , 일본의 경우 건축학회 JASS 5T-604에 각각 규정되어 있다.

본 보고에서는 비교적 바닥의 표면 성상을 측정 결과의 간단한 통계적 처리에 의해 입체적으로 표현한 ASTM E 1155 방법을 사용하여 마감정도를 평가하였다.

ASTM E 1155 방법은 바닥의 마감 정도를 바닥면의 기울기(곡률)와 관계있는 평탄도(Flatness) 와 고저차로 표현되는 수평도(Levelness)로 평가하는 방법이다.

그림 3 -4는 평탄도 및 수평도의 모식도로서 이때  $q_i$  는 연속된 두 평면의 곡률을 의미하며,  $z_i$ 는 측정간 고저차를 각각 나타내는 값이다.

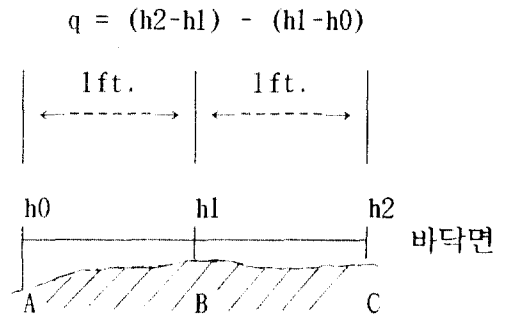


그림 3 평탄도(Flatness)의 모식도

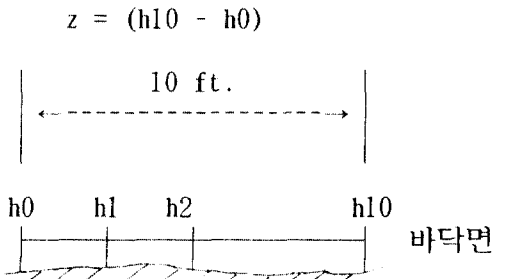


그림 4 수평도(Levelness)의 모식도

이때 기준점에 대한 각 측정에서의 고저차 값들을 이용하여 계산된 평탄도의 Ff치 및 수평도의 Fl치는 식 (1) 및 (2)로 각각 구한다.

$$Ff치 = \frac{4.57}{(3Sq_i + 1qi)} \quad \text{---- (1)}$$

$$Fl치 = \frac{12.5}{(3Szi + 1zi)} \quad \text{---- (2)}$$

여기서,  $S_{qi}$  : 각 측정점의  $q_i$ 값의 표준편차  
 $\bar{q}_i$  :  $q_i$ 값 평균치의 절대값  
 $S_{zi}$  : 각 측정점의  $z_i$ 값의 표준편차  
 $\bar{z}_i$  :  $z_i$ 값 평균치의 절대값

일반적으로 Ff 및 F1 치는 바닥면의 마감 정도(精度)가 우수할 수록 증가하며, 바닥면의 마감 정도가 우수한 초평탄면(Super-flat Floor)의 경우 Ff치의 최소치가 100, F1치의 최소치가 50 ~ 100정도로 정의되고 있다.(4)-(5)

## 5. 실험결과

### 5.1 굳지않은 SL재의 물리특성

SL재 시료에 물-SL재비를 22 ~ 28% 범위에서 변화시켰을 때 혼합수량에 대한 유동성 및 점성을 측정된 것이 그림 5 및 그림 6이다.

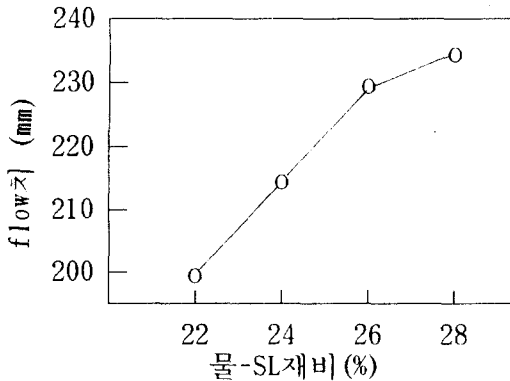


그림 5 물-SL재비에 따른 flow치(mm)

그림 5의 경우, 물-SL재비가 증가할 수록 flow 치가 증가하는 경향으로 나타 나는데 일반적으로 flow 치가 너무 크게되면 골재의 침강으로 인한 bleeding이 발생되어 마감표면이 열화되며, 너무 작으면 시공성에 영향을 미쳐 마감면의 평활성이 저하된다.

보통 시공에 적합한 flow치는 215~235mm 범위로 추천되고 있다.(6)

한편 점도에 대한 영향을 나타낸 그림 6의 결과를 보면 물-SL재비가 증가할 수록 점도는 저하되어 flow치와는 상반된 결과를 나타내고 있다.

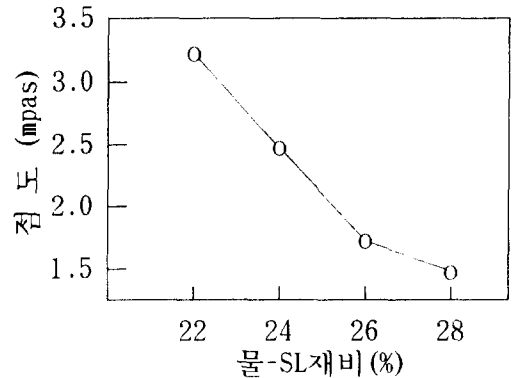


그림 6 물-SL재비에 따른 점도(mpas)

따라서, 슬러리의 flow치를 높게 하면 상대적으로 점성을 증가시켜야만 재료분리가 없는 평활한 마감면을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

한편, 최초로 혼합한 슬러리의 유동성의 경시변화 물성을 나타낸 그림 7을 보면 시간이 경과할 수록 flow치는 저하되고 점성은 증가하는 경향이며, 약 60분 이후부터 그 경향은 심하게 나타나고 있다.

이러한 결과를 볼 때 작업은 최초혼합한 슬러리가 1시간 이내에 타설이 완료될 수 있도록 작업시간의 조정이 필요하다.

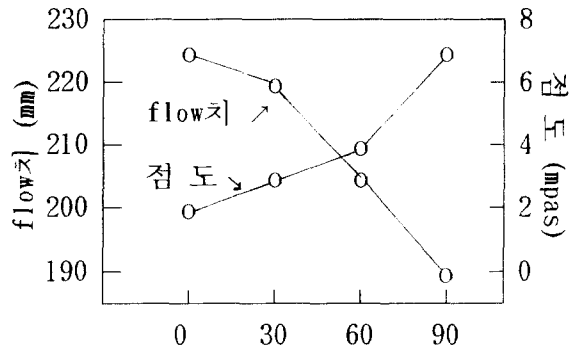


그림 7 유동성 경시변화 특성 (물-SL재비 : 25%)

### 5.2 경화한 SL재의 물리특성

#### (1) 압축 및 휨강도

SL재를 바닥 마감재료로 사용했을 때의 경화특성을 나타낸 그림 8 ~ 9의 결과를 보면 종래 시멘트 몰탈보다 특히 휨 및 부착강도가 증대함을 알 수 있다.

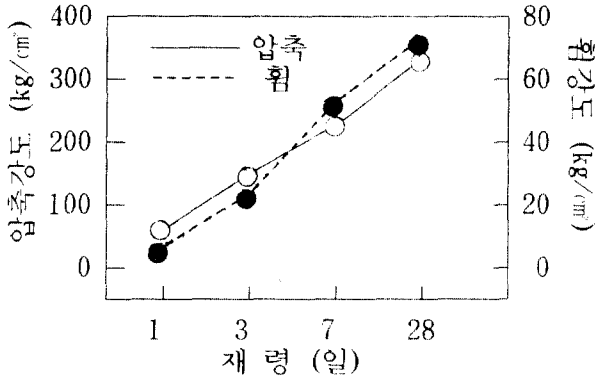


그림 8 압축 및 휨강도 (물-SL재비:25%)

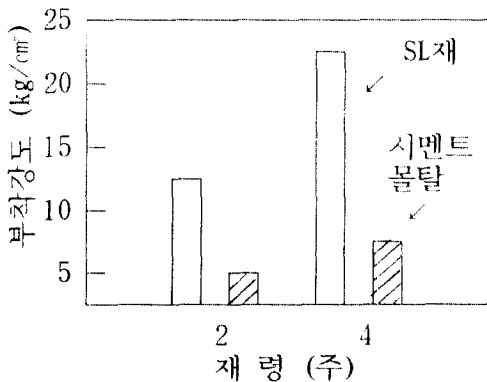


그림 9 SL재 및 몰탈 부착강도

(2) 체적변화

일반적으로 시멘트 몰탈은 수축에 의한 길이 변화값이 매우 커 균열을 초래하는 경우가 많지만, SL재의 경우 대부분 공장 제조시 수축보상재가 첨가됨으로써 건조수축값은 매우 작게 나타난다. (23°C, RH 60%)

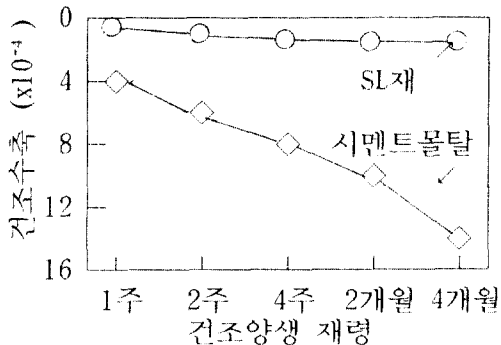


그림 10 SL재 및 몰탈 길이변화값

6. 건축물 바닥적용(예)

6.1 공사개요

본 공사에 사용한 SL재는 국내 S사 제품으로 물리성능은 표-3과 같으며, 혼합장비는 독일 PFT mortar mixing&pumping 기기를 사용하였다.

표-3 SL재의 물리성능

물-SL재비(%)	flow치(mm)		강도(28일, kg/cm²)		
	최초	30분	압축	휨	부착
25	225	215	315	72	22

다음 표-4는 적용공사에 대한 개요이다.

표-4 적용공사 개요

적용건축물	규모(m²)	두께(mm)	工期(일)	소요량(톤)
오피스텔	1850	3-7	0.4	16.2

6.2 SL재 시공마감면의 평가

바닥 마감면의 정량적 평가를 위해 ASTM E 1155 에 제정된 F-number치를 SL재 시공 후 구하였다.

이때 측정선은 가로선이 9m x 1 line, 세로선이 12m x 1 line이며, 측정점은 가로선이 총 29개, 세로선이 총 39개의 데이터를 사용하여 SQC III 통계 package 에 의한 통계분석을 실시하였다. 통계 분석된 결과는 식(1), (2)를 사용하여 각각 측정선에 대한 Ff치 및 F1치를 구한 다음의 식(3)에 의해 결합된 측정선에 대한 최종 Ff치 및 F1치를 각각 구하였다.

$$F(j+k) = F_j \cdot F_k \cdot \sqrt{(r_j r_k) / (r_k F_j^2 + r_j F_k^2)} \quad (3)$$

여기서 F(j+k) : j, k선의 결합된 F치  
 Fj, Fk : " 각각의 F치  
 rj, rk : J, K선의 각각의 qi수 (또는 zi수)

아래 표-5는 각 측정선에 대한 통계분석 결과로서, 측정선의 길이가 다소 긴 세로선의 경우 표준편차가 크게 나타나 결과적으로 F치가 비교적 작아졌다.

표-5 각 측정선 통계분석 결과

(단위: in.)

측정선 번호	qi통계치			zi통계치			F-number	
	n	$\bar{x}$	$\sigma$	n	$\bar{x}$	$\sigma$	Ff치	F1치
가로선	26	0.112	0.012	19	0.235	0.162	31	17
세로선	37	0.082	0.027	30	0.135	0.243	28	14

표-5의 통계 분석치를 식 (3)에 대입해서 구한 Ff치는 114로 매우 크게 나타난 반면, F1치는 44로 상대적으로 낮은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 시공시 마감두께가 3~7mm로서 하지면을 따라 유동되는 SL재의 특성상 국부적인 수평도의 저하가 전체 바닥면의 수평도 감소를 초래한 것으로 판단된다.

반면 평탄도의 값이 큰 이유는 본 SL재의 자기수평성에 의해 바닥면 평활도가 증가했기 때문으로 판단된다.

## 7. 결론

- 1) 굳지않은 SL재의 유동성 경시변화를 실험한 결과, 작업시간은 슬러리상태에서 약 30-60분 이내에 타설을 완료하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- 2) 경화한 SL재의 기초적 물리특성을 실험한 결과, 압축강도 약 300kg/m<sup>2</sup>, 휨강도 70 kg/m<sup>2</sup> 이상을 나타내고 있어 종래 시멘트 몰탈보다 월등히 우수한 물성을 나타내고 있다.
- 3) 실제 건축물바닥에 적용했을 때의 마감면의 정량적 평가결과, 평탄도를 나타내는 Ff치는 114로 높은 반면에 수평도는 상대적으로 낮은 값을 나타내어 실제 SL재 시공시 마감 두께가 수평도 확보에 중요한 영향을 미치는 것으로 판단된다.

끝으로 본 연구를 수행함에 있어 현장적용을 위해 SL재의 바닥 마감공사와 타설완료 후 평가를 위해 협조해 주신 SL재 전문 시공업체 (주)갈산건설에게 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Face.A. ; Specification and Control of Concrete Floor Flatness, Concrete International Vol.6(2), pp.56-63, 1984
2. 日本建築學會 ; 建築工事 標準仕様書・同解説 JASS 5 콘크리트工事, 1991
3. ASTM ; Standard Test method for Determining Floor Flatness and Levelness Using the F-number System, Vol.04.07, pp.870-881, 1990
4. ACI Compilation No.9 ; Measuring the Quality of Floor Finishes pp.14-19
5. Holland J. ; Design and Construction State-Of-the-Art Superflat, Concrete Int., Vol.13(4), pp.22-29, Apr. 1991
6. 石井 四郎 外 2人 ; セメント系セルフレベリン床下地材, Gyp.&Lime, No.192, 1984