

# Self-Leveling재의 특성 및 연구동향

김진만

(공주대학교 건축공학과 교수)

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1. 서론              | 4.2 SL재의 요구성능 및 사용재료 |
| 2. SL재의 정의         | 5. 품질규정 및 시험방법       |
| 3. 국·내외 연구동향       | 5.1 품질규정             |
| 3.1 일본의 개발동향       | 5.2 품질평가 시험방법        |
| 3.2 구미지역의 개발동향     | 6. SL재의 전망과 문제점      |
| 3.3 국내의 개발동향       | 6.1 SL재의 전망          |
| 4. 분류 및 요구성능       | 6.2 SL재의 문제점과 그 대책   |
| 4.1 종류별 개발 경위 및 특성 |                      |

## 1. 서론

건설분야에서도 최근 기술 개발이 매우 급속히 진행되고 있다. 이것은 보다 경제적이고 고품질의 구조물을 만들기 위한 필요성에 의한 것이며, 앞으로도 기업의 경쟁력을 제고하기 위해서 하이테크의 기술을 보유하는 것은 가장 중요한 사항이 될 것으로 생각된다.

자기수평마감재(Self-Leveling재, 이하 SL재로 약기함)는 건설분야에 있어서 가장 첨단 기술을 활용하는 분야이며, 화학공학 분야에서도 정밀화학분야로 분류되는 고도의 기술을 요구하는 재료라고 할 수 있다. 이 재료의 개발은 최초 탈황석고의 대량 처리를 위해 개발되었으나, 최근에는 종래의 단순한 폐기물

처리를 위한 재료로서의 위치를 벗어나 다양한 원료를 사용하여 고도의 성능을 확보하게 됨에 따라 건축물의 정밀 시공을 위한 첨단 재료로서 중요한 위치를 점유하게 되었다.

본 보에서는 SL재에 관한 연구 및 시공의 활성화를 기대하며, SL재에 관한 국내외 연구 동향과 그 특성에 관하여 소개하고자 한다.

## 2. SL재의 정의

SL재는 「콘크리트 바닥면 위를 재료가 가지고 있는 유동성으로 재료 스스로 수평성 또는 평탄성을 발휘하여 평활하게 미장·마감되는 재료」를 말하고, 이러한 시공방법을 SL공법이라고 부른다.

SL공법은 바탕정리, 프라이머 도포, 타설, 양생의 단계를 거친다. SL공법은 자기 유동성에 의해 바탕이 평활한 고른 마감이 가능하고, 시공능률이 향상되어 기존의 1/2~1/3 정도의 인원으로 타설이 가능하며, 기계화가 보다 용이할 뿐만 아니라 속경성에 따른 공기 단축, 시공관리의 용이성 등의 장점이 있다.

### 3. 국·내외 연구동향

#### 3.1 일본의 개발동향

일본에서는 72년~73년에 일본주택공단(현, 주택도시정비공단)에서 건축물 바닥 요철면의 평탄성을 높이기 위해서 석고계, 시멘트계 SL재의 기초연구가 시작되었으나, 당시에는 경제성 때문에 실용화되지 못하였다.

이후 70년대초에서 중반까지는 SO<sub>3</sub>의 공해 규제에 의해 배연 탈황석고의 유효이용의 관점과 석고의 공급과잉이 예측됨에 따라 76년 통산성 기초산업국에 “석고대책추진위원회”가 설립되는 등 석고의 신규수요 개발을 활발히 진행하면서 전자재 및 화공 관련 회사를 중심으로 석고계 SL재의 실용화 연구에 박차를 가하여, 76년 관동지구에서 시험시공에 성공한 후 77년도부터 전국적으로 시판되었다.

시판초기의 석고계 SL재는 α형 반수석고를 사용하였으나, 79년에는 Ⅱ형 무수석고계도 개발되었으며, 이어서 Ⅱ형 무수석고 및 시멘트 혼합형의 제품도 시판되기 시작했다.

석고계 SL재는 主材인 석고자체가 갖는 유동성, 치수안정성 등의 장점 때문에 시판 초기에 많은 시공실적을 쌓았지만, 시멘트에 비하여 내수성이 떨어져 지하실이나 습기가 많은 부분에서는 사용이 곤란할 뿐 아니라 석고자체가 중성 또는 산성에 가까워 배관 등의 금속 접합물에 부식이 발생하는 등의 결점이 노출

되어 이를 개선한 새로운 SL재의 개발이 요구되었다. 그 결과 82년에 小野田시멘트사에서 최초로 시멘트계 SL재를 개발, 시판하면서 일본내에서 석고계 및 시멘트계 SL재가 공존하게 된다.

석고계 및 시멘트계 SL재에는 서로의 장단점이 있기 때문에 나름대로의 판매 영역을 구축해 나갔지만, 85년에 宇部興産가 스웨덴의 BEPA사로부터 석고계 및 시멘트계의 장단점을 보완한 무기질계 SL재(세라믹계 또는 혼합형 SL재로도 칭함)를 기술 도입함으로써 이후에 일본에서는 3종의 SL재가 시판되기 시작하여 오늘에 이르렀다.

#### 3.2 구미지역의 개발동향

구미, 유럽지역에서는 오래전부터 SL재를 바닥에 사용해 온 것으로 알려져 있으며, 실제로 다양한 형태의 SL재가 시판되고 있다. [표 1]에 나타낸 바와 같이 SL재의 종류도 전술한 석고계, 시멘트계, 혼합계 외에도 폴리머를 이용한 폴리머시멘트계, 또한 시공두께별로 후막형 및 박막형 등 시공조건이나 환경에 따라 적용 가능한 여러 제품들이 시판되고 있다.

[표 1] 구미, 유럽지역의 SL재 개발현황

SL재 품종	개발국가(참여업체명)
석고계*1	미국(GYP-CRETE, HACKER 등), 독일(BAYER, KNAUF, GUILINY, HENCKEL 등)
시멘트계*2	스웨덴(ABS, ZEMENTA 등), 핀란드(PARTEK)
혼합계	독일(PCI, HENCKEL 등), 스웨덴(BEPA 등)
폴리머시멘트계	영국(ICI 등), 독일(PCI, HENCKEL 등), 스웨덴(ABS 등)

\*1 : 주로 α형 반수석고나 Ⅱ형 무수석고, 또는 α형 및 β형 반수석고 혼합물

\*2 : 포틀랜드시멘트에 α형 반수석고 또는 Ⅱ형 무수석고 혼합물

### 3.3 국내의 개발동향

국내에서는 80년대 중반에 5~6개 업체가 외국의 SL재를 수입하였으며, 비싼 가격에도 불구하고, 건축물의 고급화 추세와 더불어 정밀도 높은 바닥면을 필요로 하는 소비자의 요구에 부합되어 영등포 신세계, 잠실 롯데, 이태원 삼미 백화점 등의 백화점과 삼성연구소와 같은 연구소 및 오피스빌딩에 주로 사용되었다.

시장 초기에는 대부분 유럽형 제품들이 수입되었으며, 일본의 경우는 宇部興産 제품만이 수입되었다. 이것은 초기 국내 시장 수요가 SL재를 고급타일 마감재의 수평조정용에 한정되어 대개 시공두께 3~5mm의 박막용이 필요하였지만, 일본의 경우는 대부분 10mm 이상의 후막형 제품들이므로 적용하기가 불가능하였기 때문이다.

90년대에 들어 쌍용을 비롯한 금강, 이건설업 등 일부업체에서 외국기술과의 제휴 및 자체개발을 통해 시장이 활성화되기 시작하였고, 대동주택의 경우는 황토 SL재를 개발하게 되었다.

이러한 시장의 활성화로 기존의 적용범위 말고 공장, 주차장 바닥, 아파트, 고급 빌라 등 적용범위도 확대되었다. 그러나, SL재에 들어가는 고유동화제, 증점제, 소포제, 지연제, 표면경화제 등 기능성 화학 첨가제들은 아직 국내의 기술이 부족하여 외국의 제품에 의존하고 있는 실정이다.

## 4. 분류 및 요구성능

### 4.1 종류별 개발 경위 및 특성

SL재는 [표 2]에서 처럼 결합재 종류에 따라 석고계, 시멘트계, 세라믹계, 폴리머시멘트

계로 분류할 수 있으며, 타설 두께에 따라 박막형, 후막형, 초후막형으로, 타설위치에 따라 상도형, 하도형으로 나눌 수 있다.

[표 2] SL재의 분류

결합재의 종류	타설 두께별	타설위치
· 석고계 · 시멘트계 · 세라믹계(혼합계) · 폴리머시멘트계	· 박막형 (2~5mm) · 후막형 (10~15mm) · 초후막형 (15mm 이상)	· 상도형 (Top Coating) · 하도형 (Underlayment)

SL재는 결합재의 종류에 따라 그 특성이 상당히 달라지는데 [표 3]은 SL재의 결합재 종류에 따른 각각의 특성을 나타낸 것이다.

[표 3] SL재의 종류에 따른 특성

종 류	특 성
시멘트계	· 조강성 시멘트, 골재, 혼화재료로 구성된다.
	· 표면강도 우수
	· 경화시간이 길다.
	· 내구성이 있어 장기적인 측면에서 유리
	· 내수성이 있어 옥외 사용 가능
석고계	· 수축성으로 인한 미세균열 발생 우려
	· 반수석고와 무수석고의 혼합물과 골재, 혼화재료로 구성된다.
	· 무수축성이므로 균열발생이 없다.
	· 경화시간이 짧고, 조강성이다.
	· 내수적이지 못하여 옥외사용은 못하고 주로 실내에서 사용된다.
세라믹계 (혼합형)	· 합성수지, 발수제 사용 등으로 내수성 향상 및 표면강도 증진도모
	· 석고계와 시멘트계의 각각 단점을 보완하기 위해 혼합형 재료가 사용된다.
	· 점도가 낮아 보통 흐르게 하여 평탄·평활하게 할수 있다.
	· 응결시간이 2시간으로 짧아 그날 보행이 가능하다.
	· 강도는 시멘트계나 석고계보다 조금 낮다.

SL재의 종류별 개발단계를 살펴보면 다음

과 같다.

### 1) 석고계

예전부터 조각 등에서 이용되어 온 석고는 물과 같은 유동성을 갖는 Self Leveling성을 가지고 있어 SL재에 가장 근접한 재료라고 할 수 있다. 이와 같은 석고의 특성과 화력발전소 등에서 배출되는 유황산화물을 석회원과 반응 시킴에 의해 발생하는 탈황석고를 유효하게 이용하기 위해 가장 먼저 석고계 SL재가 개발되어 사용되었다.

### 2) 시멘트계

석고는 내수성이 약하고, 습윤시의 강도저하 등의 문제 때문에 시공부위가 제한되었고, 또한 산성이기 때문에 철의 녹을 발생시키는 제반문제점들이 발견되었다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위해 시멘트계 SL재가 개발되었으며, 현재 이 종류가 가장 많이 사용되어지고 있다.

그러나, 석고계 SL재는 5일까지 0.05% 정도 팽창한 후 점차적으로 감소하여 재령 15일 이후부터는 팽창값이 0.02% 정도로 균일하게 되나, 시멘트계 SL재는 경화시 수축 및 건조시 수축이 크기 때문에 수축값이 0.12%가 되므로 균열의 발생에 의한 성능저하가 발생될 가능성이 높게 된다.

### 3) 세라믹계(혼합형)

석고계 SL재, 시멘트계 SL재의 각각의 단점을 보완하고, 장점을 살린 무기질계 SL재로써 세라믹계 SL재 또는 혼합형 SL재라고도 한다. 세라믹계 SL재는 특히 점도가 낮기 때문에 보통 흐르게 하는 작업만으로 평탄·평활하게 할 수 있다. 또한, 응결시간도 2시간으로 짧아 시공 당일 보행이 가능하다. 강도는 조금 낮아 압축강도는 1일에서 40kg/cm<sup>2</sup>, 7일

에서 100kg/cm<sup>2</sup>, 28일에서 280kg/cm<sup>2</sup> 정도이다.

이 외에도 보수재료에서 많이 각광을 받고 있는 폴리머시멘트를 이용한 폴리머시멘트계 SL재도 개발되어 있으나 아직 범용화 되지는 못하고 있다.

## 4.2 SL재의 요구성능 및 사용재료

SL재는 [표 4]와 같이 시공성 측면, 품질 측면, 경제성 측면에서 모두 요구성능에 만족하여야 되고, 요구되는 성질을 만족하기 위해서는 시멘트, 석고 및 혼합형(시멘트+석고)의 무기재료외에도 [표 5] 시멘트계 및 석고계의 기본 조성에서 알 수 있는 바와 같이 SL재의 성능을 만족하기 위해서는 고유동화제, 증점제, 소포제, 수축팽창 조절제 등의 다양한 기능성 첨가제들이 첨가되기 때문에 매우 복잡한 특성을 가진다.

[표 4] SL재에 요구되는 성능

항 목	요 구 성 능
시공성 측면	· 펌프압송으로 높은 곳까지 보낼 수 있을 것 · 시공 1일 후 보행가능하여 차기 연속공정이 가능할 것 · 작업 종료까지 유동성을 확보할 것
품질 측면	· 경화시 수축에 대해 안정할 것 · 바닥과의 접착성이 좋을 것 · 유동성과 보수성, 점성의 균형을 확보할 것
경제성 측면	· 전체 비용이 모르타 미장공법과 동등수준 일 것 · 가격이 안정할 것

## 5. 품질규정 및 시험방법

### 5.1 품질규정

우리나라는 아직 SL재의 품질규정이 없어 여기에서는 일본의 품질규격을 소개한다.

(표 5) 시멘트계 및 석고계 SL재의 사용재료 조성

구성재료	시멘트계 SL재	석고계 SL재
주 재	· OPC, OPC+초속경, 초속경 · OPC+플라이애쉬, 슬래그 첨가형	· $\alpha$ 형 및 $(\alpha+\beta)$ 형 무수석고 · II형 무수석고
골 재	· 규사, 강모래, 슬래그사 등	좌 등
감수분산제	· 리그닌설펜산염, 나프탈린설펜산염, 멜라민설펜산염 등	좌 등
증 접 제	· MC, CMC, HPMC 등 매칠셀룰로오스계 · EC, HEC 등 에칠셀룰로오스계 · 폴리아크릴산염, PVA, 천연고무 등	좌 등
소 포 제	· 실리콘계 動物파라핀 등의 무수석고계 · 스테아린산 등의 유기혼화제	좌 등
수축팽창 조절 제	· 석회석, 반수석고 등의 무수석고계 · 폴리에틸렌글리콜, 폴리아킬렌글리콜 등의 유기계	좌 등
PH조절제	—	· 소석회, dolomite, 시멘트 등
표면경화제	—	· 요소-포름알데히드 수지 멜라민-포름알데히드 수지 등
지연제	—	· 아미노산류, 인산염, 글루콘산염, 단백질분해물 등
기 타	· 필요에 따라 안료, 발수제 등을 첨가	좌 등

일본에서도 SL재에 관한 JIS 규격은 제정되어 있지 않으며, 주택·도시정비공단공사 공통 시방서 중 “셀프레벨링 바닥재”의 품질규정에 석고계 SL재에 관하여 규정하고 있으며, 이를 검토하여 제정한 1989년 2월 1일에 개정 일본건축학회의 건축공사표준시방서에 미장공사(JASS 15)중 JASS 15M-103(셀프레

벨링재의 품질기준)이 있다. 여기에서 규정하고 있는 품질 기준치를 [표 6]에 나타냈다.

JASS15M-103(셀프레벨링재의 품질기준)의 제정 때 앞에서 서술한 주택·도시정비공단의 규정을 다음과 같이 일부 수정하였다. 주택·도시정비공단의 규정에서는 응결시간 중 종결시간을 8시간 이내로 규정하고 있는데

(표 6) 일본의 SL재 품질규정

구 분		JASS 15M-103	NSK S-008 A
Flow 치(mm)		190mm 이상	190mm 이상
응결시간	초결(hr.)	1hr. 이상	1hr. 이상
	종결(hr.)	석고계 8hr. 이상 시멘트계 15hr. 이내	석고계 8hr. 이상 시멘트계 15hr. 이내
압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )		150kg/cm <sup>2</sup>	200kg/cm <sup>2</sup>
하지접착강도(kg/cm <sup>2</sup> )		5kg/cm <sup>2</sup>	7kg/cm <sup>2</sup>
표면부착강도(kg/cm <sup>2</sup> )		4kg/cm <sup>2</sup>	5kg/cm <sup>2</sup>
내충격성		균열이 나지 않을 것	균열이 나지 않을 것

[표 7] SL재의 시험방법

구분	시험항목	시험체 제작방법 / 시험방법	소요 기자재	규격
1	유동성 시험	30cm×30cm의 유리판 위에 중앙 내부직경 5cm, 높이 5cm의 PVC관을 설치한 후 제조된 시료를 부어 넣는다. PVC관을 살며시 들어올려 시료가 펼쳐진 직경의 크기를 측정한다. 또한 경시에 따른 유동성 변화도 측정한다.	300mm×300mm 유리판, φ50mm×51mm PVC관	JASS 15B 103
2	길이변화 시험	40×40×160mm 몰드에서 성형하고 재령 1일에 탈형하고, 길이변화 시험기를 이용하여 재령 28일의 길이 변화를 측정한다.	40×40×160mm 몰드 길이변화시험기	JIS A 1129
3	응결시험	JIS R 5201의 7.3.2 및 7.3.3에 규정된 방법으로 응결시험을 행한다.	응결시험기	JIS R 5201
4	압축강도 시험	40×40×160mm 몰드에 시료를 몰드 상면보다 약 5mm 정도 높게 넣고, 습윤양생실에서 2시간 이상 존치 후, 몰드 상단면에 맞추어 사료를 깎아 낸다. 습윤양생실에서 48시간 양생한 후 탈형하고 소정 재령까지 양생실에서 양생한다.	40×40×160mm 몰드 습윤양생장치 양생조	KS L 5105 JIS R 5201
5	바탕부착 강도시험	시험기판(70×70×20mm)의 표면에 실러를 바르고, 표준양생실에서 24시간 건조한다. 안쪽 규격이 40×40×10mm의 금속제 또는 합성수지제 몰드를 설치하고 시료를 부어넣는다. 습윤양생실에서 48시간까지 양생하여 탈형한다. 탈형 후 양생실에서 재령 28까지 양생한다.	70×70×20mm 모르타르 기판, 40×40×10mm 금속제, 합성수지 부착강도시험기	JIS A 6909
6	표면부착 강도시험	시험기판(70×70×20mm)의 표면에 실러를 바르고, 표준양생실에서 24시간 건조한다. 안쪽 규격이 40×40×10mm의 금속제 또는 합성수지제 몰드를 설치하고 시료를 부어넣는다. 습윤양생실에서 48시간까지 양생하여 탈형한다. 탈형 후 양생실에 재령 14일까지 양생한다. 양생이 완료된 시험체의 표면에 40×40mm 절단하여, JIS A 5705(비닐판타일)에서 정한 반경질 비닐아스베스토판 타일을 초산비닐 수지계 용제형 접착제를 이용하여 JIS A 5536의 4.3.2에 규정된 방법으로 접착하여 2일간 양생한다.	70×70×20mm 모르타르 기판, 40×40×10mm 금속제, 합성수지 부착강도시험기	JIS A 5536
7	충격시험	시험기판(70×70×20mm)의 표면을 연마하여 실러를 바르고, 표준양생실에서 24시간 건조시킨 후, 안쪽 규격이 250×250×10mm의 금속제 또는 합성수지제 몰드를 설치하고 시료를 부어넣는다. 습윤양생실에서 48시간까지 양생하여 탈형한다. 탈형 후 양생실에 소정의 재령까지 양생한다. 충격시험 방법은(JIS R 1421) 모래 위에 시험체를 수평으로 지지시킨 후 표면에 JIS R 1421 3.2의 방법으로 만들어진 추 W <sub>i</sub> -1000을 높이 1m에서 낙하시켜 SL재의 균열 및 기판과의 떨어진 유무를 육안으로 관찰한다. 이 시험은 1개 시험체에서 5cm 이상 떨어진 위치 3개소에서 시험을 행한다.	70×70×20mm 모르타르 기판, 250×250×10mm 금속제, 합성수지 W <sub>i</sub> -1000 추	JIS R 1421

이는 석고계 SL재에 해당이 되는 것이므로 JASS에서는 석고계에 관한 규정에 추가하여 시멘트계 경우 종결시간을 15시간 이내로 규정하고 있다. 또한 압축강도는 주택·도시정

비공단에서 120kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 규정하고 있으나, JASS에서는 이 값이 바닥바탕조정재로는 낮은 것으로 판단하여 150kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 상향시켜 규정하고 있다.

또한 NSK에서도 JASS 15M-103와 유사한 품질 수준을 제정해 놓았는데, 규정항목은 동일하지만 강도규정치가 다소 상향된 것이 특징이다.

## 5.2 품질평가 시험방법

우리나라에는 SL재 품질규준과 마찬가지로 품질평가 시험방법에 아직 제시되어 있지 않아 일본의 품질평가 시험방법을 [표 7]에 제시한다.

# 6. SL재의 전망과 문제점

## 6.1 SL재의 전망

SL재의 개발된 역사는 짧지만, 경화후의 강도, 바탕면과의 접착강도, 내수성, 내충격성 등의 측면에서 우수한 재료이고, 더우기 인력 절감, 공기단축을 도모할 수 있기 때문에 그 수요는 점차적으로 증가될 것이다. 또한 공사자체도 대형화할 수 있는 장점이 있다. 아직 성능면, 공법면, 경제성 측면 등에서 개선의 여지가 많이 남아 있지만, SL재 공법의 응용범위는 광범위하며, 더욱이 타 용도로 응용개발도 기대할 수 있다.

SL공법은 현재까지 기존 공법에 비교하여 비용이 약간 높지만, 미래에는 점점 숙련된 미장기능공이 부족과 대형공사의 증가가 예상되므로 SL공법의 채용은 더욱 더 증가할 것이며, 이를 위해 재료의 더욱더 많은 개량이 필요하고, 비용저감, 비빔작업의 자동화 등의 검토가 시급하다.

## 6.2 SL재의 문제점과 그 대책

다음은 현재 SL재의 문제점을 열거하고, 그

대책에 관하여 정리한 것이다.

(1) SL재는 기존 모르타르에 비교하여, 원료의 품질, 원료 및 물의 계량정도, 온도 등의 각종 조건의 변화에 따라 그 성능이 변동하기 쉽다. 이 때문에 효과적인 SL재의 기능을 발현하기 위해서는 수준이 높은 기능집단이 필요하고, 그들을 양성하는 것이 시급하다.

(2) 유동성을 더욱 증대시켜 평탄하고, 평활한 바닥면이 용이하게 얻어질 수 있도록 개량한다.

(3) 현재보다 고층에 펌프압송에 의해 타설할 수 있도록 성능을 좀 더 향상시켜야 한다.

(4) 앞으로 증가가 예상되는 대형공사에 대응하기 위하여, 재료를 믹서에 투입하는 정도에 따라 수량이 적정하게 조절되어, 균일한 품질의 SL슬러리를 연속적으로 압송할 수 있는 연속 믹서의 개발이 시급하다.

(5) 현재는 반드시 사용하고 있는 하지처리제를 사용하지 않는 공법의 개발이 필요하다.

(6) 경화불량을 일으키기 쉬워 시공하기 어려운 초박막형(1~2mm 이하) 시공을 할 수 있는 SL재의 개발도 필요하다. 현재의 제품에서는 2~3mm의 두께로 셀프레벨리성을 충분히 발휘하는 것은 곤란하다고 할 수 있다.

(7) 현재는 바탕 콘크리트가 경화된 후 시공하지만, 특히 시멘트계 SL재의 경우에는 콘크리트 타설 후 바로 시공하는 공법을 개발할 필요성이 있다.

(8) 조강성 SL재가 필요로 하는 경우가 있으므로 이것의 개발도 필요하다.

(9) 물구배를 잡을 수 있는 SL재 또는 이 공법이 필요한 경우가 있다.

(10) 바닥 개수공사에서 기존 바닥재를 철거하지 않고 그 위에 시공하는 공법의 확립이 필요하다.

(11) 칼라화 등의 기능을 추가하여 직접 마감재료로도 사용할 수 있는 기술개발이 필요

---

하다.

(12) 단열성, 경량화 및 충격 완충 기능을 부여하여 목적에 따라 선택 사용할 수 있는 제품의 개발이 필요하다.

### 참고문헌

1. 김진만 외; Self-Leveling재 배합비 결정에 관한 연구, 대한건축학회, 봄 학술발표대회, 1999. 4
2. 김진만 외; 기능성첨가제의 첨가율 및 물비 변화에 따른 Self-Leveling재의 특성, 대한건축학회, 가을 학술발표대회, 1999, 10
3. 小保一夫; セメント系セルフ 레벨リング材, ypsum & lime, No222, 1989
4. 久保田; NSK規格セメント系セルフ 레벨リング材(NSK-008 A,B)について・月刊建築任上技術, 1993.8
5. 石井四郎外2人; , セメント系セルフ 레벨リング材, gypsum&lime, No192, 1984
6. 이종열 외; Self leveling재에서 무수석고의 기능과 역할, 석고·석회 시포지엄 5회, 1996
7. 이종열 외; 시멘트계 SL재를 사용한 콘크리트 슬래브 미장공법, 한국콘크리트학회, 가을 학술발표대회, 1994. 11