

건축물에 적용할 수 있는 문양거푸집 개발을 위한 기초적 연구

A Fundamental Study for Developing Design Forms Application in Building Constructions

임 현 준* 김광기* 김 병 천* 김 우 재*** 정 재 옥**** 정 상 진****
Lim, Hyeon Joon Kim, Kwang Ki Kim, Byung Chun Kim, Woo Jae Jung, Jae Wook Jung, Sang Jin

ABSTRACT

Contemporary architecture calls for a wide range of surface textures and treatments. A surface compatible with the architect's design may vary from a glass-smooth finish to one requiring special sculptured ornamentation. These surfaces require many different types of form sheathing and lining. Chemical retarders applied to the form surface make it possible to remove surface mortar and expose the aggregate after forms have been removed. Variation in finish may also be achieved by grinding, chiseling, hammering, and sandblasting after the concrete has set. Precast panels as forms or liners may provide the desired surface finish; sometimes a combination several of these techniques is used.

1. 서론

기존 콘크리트 건축물은 시공품질저하 및 거푸집의 재사용 증가로 인하여 구조체의 표면이 불균질하고, 콘크리트 재료 자체성질로 인하여 마감성이 용이하지 않다. 문양거푸집이란 철근콘크리트 공사시 기존 거푸집 내부에 문양을 설치하여 콘크리트 양생 후 거푸집을 탈형하고 콘크리트 그 자체로 외부 마감으로 사용할 수 있는 공법을 말한다. 따라서 본 연구는 철근콘크리트 구조체용 문양거푸집을 개발하기 위한 기초연구단계로서 국내·외의 문양거푸집의 사용현황을 조사한 후 그 문제점을 도출하여 본 연구의 방향성을 제시하고 또한 본 연구에서 추구하는 문양거푸집 제작용 재료의 기초 물성파악에 연구의 목적이 있다.

1.1 연구배경 및 목적

보통 콘크리트의 표면에서 인간이 느끼는 감정은 차갑고 단단한 이미지가 일반적인 생각이다. 최근의 건축은 다양한 표면형태를 위한 마감공법을 요구하며, 마감이 미려한 질감의 표면을 요구하기도 한다. 이런 표면을 만들기 위해서 여러 가지의 거푸집 공법이 국내에서 사용되고 있으며, 그 예가

* 정회원, 단국대학교 건축공학과 석사과정
** 정회원, 단국대학교 건축공학과 박사과정
*** 정회원, 단국대학교 건축공학과 박사수료
**** 정회원, 단국대학교 건축공학과 교수

표 1과 같다. 국내의 문양거푸집 마감공법은 콘크리트의 경화 후 마감방법으로 연삭법, 조각법, 다듬법, 샌드 블라스팅 등을 통해 이루어지고 있다. 문양거푸집의 시공에 주의할 점은 거푸집 표면을 코팅하여 기포 또는 줄무늬가 생기는 양을 낮추고 콘크리트 표면에 기포 또는 조인트 부분의 흠이 남는 것을 피해야 한다. 기존에는 위와 같은 방법으로 많은 문양을 만들고 있지만, 문양이 획일적인 면이 많다. 따라서 본 연구에서는 정교한 문양거푸집 개발하여 건축물의 외벽에 적용하려고 한다.

1.2 기술동향

국내의 문양 거푸집은 주로 토목용의 옹벽, 지하주차장의 입구, 터널의 입구, 아파트 외벽의 회사마크 정도의 아주 미비한 부분에만 적용하고 있으며, 기존의 문양거푸집은 경제성이 떨어지는 결과가 도출되었다. 아파트의 외벽의 경우 갱폼을 이용하여 일정하게 세로의 줄무늬를 넣는 것이 자주 사용되고, 기존 토목용 문양거푸집의 경우는 문양이 다양하지 못하며, 자연스럽게 못하여 인위적으로 만든 것 같은 느낌이다. 국내에 사용되고 있는 문양거푸집의 재료에 따른 특성은 표 1에 나타내었다.

표 1 국내 문양거푸집의 사용재료에 따른 특성

구분	스티로폼폼	코팅폼	플라스틱폼
제품개요	- E.P.S를 발포, 성형한 제품	- 스티로폼을 압축하여 표면을 코팅한 제품	- PVC RESIN에 첨가제를 배합해 만든 순수플라스틱 제품
특성	- 입체감 표현이 강함. - 내·외압 강도 우수. - 재활용 및 재생불가.	- 탈형후 입체감 떨어짐. - 내·외압 강도 우수. - 일부재활용가능, 재생불가.	- 탈형여부에따라 반복사용가능 - 탈형후 폐기물 수거조치.
시공성	-재료비 저렴. -시공경험이 필요함. -시공이 다소 복잡(박리제도포, 폐자재처리) -동절기 시공가능.	- 재료비 다소 고가. - 박리제 미사용(공기단축) - 탈형이 비교적 수월. - 이음부 세밀하게 처리요.	- 재료비가 고가 - 박리제 미사용 (공기단축) - 동절기시공시 파손율증가 - 진동기사용시 주의

국외의 기술동향으로 문양의 종류로는 자연스러운 문양으로 나뭇결 무늬, 흠무늬, 가로·세로의 줄무늬, 골재노출, 다른 장식적인 문양이 사용되고 있는 실정이며, 건물의 외벽 일부분에 사용하는 것이 아니라, 건물의 외벽 전면에서 사용되고 있으며 사용재료로는 합판패널, 목재, 고무, 암모니아, 로프, 시멘트 석면 루핑 등이 다양하게 사용되고 있다.

2. 실험개요

2.1 문양거푸집 사용재료

2.1.1 재료의 선정

본 연구에서 요구하는 문양거푸집을 제작하기 위해서 석고, 점토를 사용하려고 할 경우 경화되기 전에는 자연스러운 문양을 얻기가 쉬우나 경화 후 콘크리트의 타설시 수분의 흡수가 생기고 콘크리트의 측압에 견디기 힘들기 때문에 시험체를 만들기에는 부적합재료이다. 플라스틱이나 강화유리섬유플라스틱의 경우 초기투자비용이 고가이므로 본 연구에서는 동일한 조건의 소형 시험체를 제작하기 위해서, 고무제품의 일종인 실리콘을 사용하게 되었다.

2.1.2 액상 실리콘 고무

액상 실리콘 고무는 축합형 2성분 액상실리콘과 부가형 2성분 액상실리콘이 있고 특성을 표 2에 나타내었다.

표 2 2성분형 액상 실리콘 고무의 특성 비교

	축합형	부가형
가용시간	일반적으로 짧다.	비교적 길다.
경화속도	촉매의 종류, 양으로 조절, 습도 의존성이 크다. 온도 의존성은 비교적 작다	온도 의존성 크다.
심부 경화성	양호	양호
경화시 부산물	주로 알코올	없음
경화저해	없음	있음.(아민, 유황, 주석 화합물)
전기 절연성	경화시 일시적으로 저하된다	안정
금속과의 상호 작용	금속과의 상호 작용	금속 산화물은 환원 될 가능성 있다.
선수축율	1.0% 이하	0.2%이하
이형성	양호	다소 어렵다.
밀봉	내열성 다소	떨어짐 양호
자기 소화성	불량	양호

1) 부가형 2성분 액상 실리콘

본 재료는 일본S사에서 생산된 제품을 사용하였고, 제품은 경화시에 신축이 발생하지 않지만, 경화저해요소가 있으며 경화불량이 생길 수 있다. 이 실리콘 수지는 A형의 실리콘수지와 B형의 경화제로 구성되어있으며, 사용방법은 A형의 실리콘수지와 B형의 경화제를 10:1의 비율로 혼합하여 사용한다. 이 수지의 물성은 표 3에 나타나있다.

표 3 부가형 2성분의 제품의 물성

색상	백색	점도(25℃)	1200포이즈
비중(25℃)	1.11	인장과 강도(kg/cm ²)	45
작업가능시간(25℃)	1.5시간	사용온도범위 ℃	60~250
신도(%)	300	경도(JIS)	40
선 수축률(%)	0.1	경화불량	있음

2) 축합형 2성분 액상 실리콘

본 재료는 일본T사의 제품을 사용하였고, 이 제품은 경화시에 약간의 수축현상이 있지만 경화불량이 거의 발생하지 않아 사용하기가 적합하였다. 이 실리콘 제품은 부가형과 같이 A형의 실리콘수지와 B형의 경화제를 10:1 비율로 혼합하여 사용한다. 이 수지의 물성은 표 4에 나타나 있다.

표 4 축합형 2성분제품의 물성

색상	백색	점도(25℃)	450포이즈
비중(25℃)	1.09	인장파 강도(kg/cm ²)	43
작업가능시간(25℃)	1시간	사용온도범위℃	60~250
신도(%)	400	경도(JIS)	30
선 수축률(%)	0.1	경화불량	없음

3) 축합 2성분 액상 실리콘

본 재료는 1성분형과는 달리 접착성은 없으며 이형성이 있다. 심부 경화성이 양호하며, 소량의 수분 첨가로 인해 심부 경화성이 향상된다. 또 경화제의 종류나 양을 변화시킨 것에 의해 경화 속도를 조정할 수 있다. 축합형 2성분 액상 실리콘 고무를 접착시키려면 프라이머가 사용되었지만 자기접착성이 있는 제품도 개발되어 그 용도는 늘어나고 있다. 이들은 경화속도가 빠르고, 접착성도 양호한 것이 특징이다.

위의 두 제품을 가지고 실험을 한 결과 부가형 2성분의 제품인 경우에는 경화저해요인으로 인한 경화불량이 일어나 사용할 수가 없어서, 축합형 2성분의 제품을 사용하여 문양거푸집을 만들게 되었다.

2.2 타설 모르타의 사용재료

2.2.1 시멘트

시멘트는 KS L 5201(포틀랜드 시멘트)의 규정에 적합한 H사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2.2.2 잔골재

본 실험에 사용한 잔골재는 북한강산으로 최대치수가 5mm이하로 입도조정하여 사용하였다.

2.2.3 AE혼화제

소정의 플로우를 얻기 위해 AE혼화제를 사용하였으며, 기본물성은 표 5와 같다.

표 5 AE혼화제의 기본물성

유형	주성분	비중
액상형	폴리카르본산에테르	1.05±0.02

2.3 실험계획

2.3.1 일반사항

문양을 얻기 위해서 적벽돌을 쌓아 600×600mm의 크기의 통출눈으로 시험체를 만들었다.

이 시험체 위에 H사의 실리콘 전용 박리제를 도포한 후 경화가 양호한 축합형 2성분 액상 실리콘 제품으로 T사의 제품을 사용하여 도포한 후 24시간이 경과한 후 경화된 실리콘 제품을 떼어내었다.

2.3.2 거푸집의 제작

거푸집의 널은 KS F 3110의 규정에 적합한 재료로 거푸집을 만들었다. 거푸집의 치수는 600×600×

100mm으로 제작하였다.

2.3.3 타설

거푸집을 만든 후 거푸집 한쪽 면에 문양을 떼어낸 실리콘 수지를 부착하였다. 몰탈을 거푸집에 타설하여 문양을 표면에 나타낼 수 있는지에 알아보기 위하여 배합은 물·시멘트비 40%로 하고, AE혼화제 0.05%를 혼입하여 몰탈의 플로우치를 21cm로 하였다. 플로우의 측정모습은 그림 1과 같다. 문양거푸집을 부착한 거푸집을 세워서 몰탈을 타설하였다. 몰탈의 배합표는 표 6과 같다.

표 6 몰탈의 배합표

물시멘트비 (W/C)	중량(kg/m ³)			
	시멘트 (C)	물 (W)	잔골재 (S)	혼화제 (AE)
40%	750	300	1113	5.5



그림 1 플로우 측정모습

3. 실험결과 및 고찰

문양거푸집의 문양을 만들기 위해서 석고, 점토를 사용하려고 하였으나, 콘크리트의 타설 후 수분의 흡수가 생기고 콘크리트의 축압에 견디기 위한 시험체를 만들기에는 부적합하였다. 플라스틱이나 강화 유리섬유플라스틱을 사용하고자 하였으나, 가공법이 어렵고 초기투자비용이 고가이므로 사용할 수가 없었다. 따라서, 고무제품의 일종인 실리콘을 사용하게 되었다.

실리콘 중 두가지 재료를 가지고 실험을 한 결과 부가형 2성분의 제품인 경우에는 경화저해요인으로 인하여 경화불량이 일어나서 사용할 수가 없고, 축합형 2성분의 제품을 사용하여 문양거푸집을 만들게 되었다. 축합형 2성분의 실리콘 제품을 사용하여 문양거푸집의 문양을 만들어 낸 결과 24시간이 경과한 후 경화가 양호하여 문양거푸집에 사용하게 되었다.

문양거푸집을 거푸집 표면에 부착하고 몰탈을 타설하였다. 타설 후 시험체를 2일 양생 후 거푸집을 탈형하였다. 거푸집의 박리성의 문제에서는 축합형 2성분의 실리콘의 경우 자체적으로 이형성을 가지고 있으므로 쉽게 거푸집을 박리할 수 있고, 표면을 확인한 결과 벽돌쌓기의 줄눈은 잘 나타났다. 그러나 표면의 기포가 많이 발생하여, 향후 몰탈의 배합과 시공법을 연구하여 이런 문제를 해결할 수 있을 것으로 사료되며, 콘크리트의 배합에서도 가능할 것으로 판단된다. 거푸집 제거 후의 표면의 모습은 그림 2에 나타내었다.

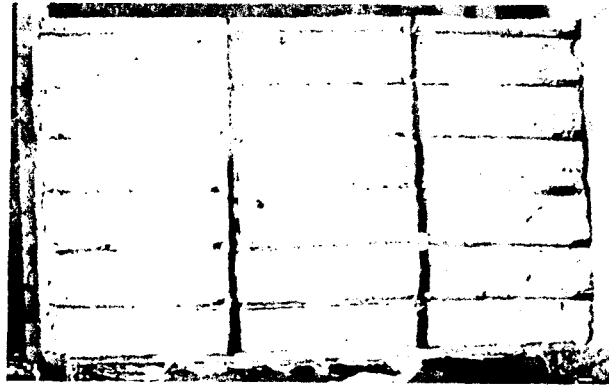


그림 2 거푸집 탈형 후 콘크리트 표면 사진

4. 결론

본 연구에서는 거푸집에 설치하는 문양거푸집을 실리콘 고무로 제작하여, 몰탈타설을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 문양거푸집의 제작방법으로 부가형 2성분 액상실리콘 고무와 축합형 2성분 액상실리콘 고무를 이용하여 문양거푸집을 만든 결과, 축합형 2성분 액상실리콘이 양호한 경화상태를 나타내었다.
2. 문양거푸집을 거푸집 안쪽면에 부착하고, 물·시멘트비 40%, AE혼화제 0.05%를 혼입하여 타설한 결과 표면의 기포가 많이 발생하였으나, 향후 몰탈의 배합과 시공법을 연구하면 콘크리트 표면이 더욱 정교한 문양이 나타날 것으로 사료된다.
3. 타설후 문양거푸집의 탈형은 축합형 2성분의 액상실리콘이 자체적으로 어느 정도의 이형성을 가지고 있어서, 거푸집의 탈형에는 문제가 없었다.

참고문헌

1. Formwork for Concrete, fifth, ACI. M.K.HURD.
2. "Color and Texture in Architectural Concrete by Aggregate Transfer." PAO20A, Portland Cement Association, Skokie, III.
3. ACI Committee 347, "Precast Concrete Units Used as Forms for Cast-In-Place Concrete." ACI JOURNAL, Proceedings V, ACI Manual of Concrete Practice.
4. ACI Committee 303, Guide to Cast-In-Place Architectural Concrete Practice.
5. ACI Committee 309, Standard Practice for Consolidation of Concrete.