

건축벽체용 의장콘크리트 개발에 관한 기초적 연구

The Fundamental Study on Development of Design-Concrete used Building Wall

○ 임 현 준* 정 근 호** 김 우 재*** 김 성 식**** 정 재 영***** 정 상 진*****
 Lim, Hyeon-Joon Jung, Keun-Ho Kim, Woo-Jae Kim, Sung-Sik Jung, Jae-Young 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. The purpose of study development new design form and made elaborateness shape. Easy to used in field that architecture finish material not used expect effective reduce of working hours, personnel expenses, architecture finish material, cost.

After this, building wall apply a variety shape in concrete surface

키워드 : 문양, 거푸집, 실리콘, 콘크리트 표면, 충격성, 콘크리트표면
 Keywords : Design, Form, Silicone, surface of concrete, impact, concrete surface

1. 서론

1.1 연구의 목적

기존 콘크리트 건축물은 시공품질저하 및 거푸집의 재사용증가로 인하여 구조체의 표면이 불균질하고 콘크리트 재료 자체성질로 때문에 그 자체로 마감성이 용이하지 않다. 문양거푸집공법이란 철근콘크리트 공사시 거푸집 내부에 문양이 있는 거푸집 라이너를 설치하여 콘크리트 양생 후 거푸집을 탈형하고 콘크리트 표면에 문양이 나타나게 함으로써, 콘크리트 그 자체가 외부마감으로 사용할 수 있는 공법을 말한다. 그러나 현재 문양거푸집은 실제 현장에서는 사용되고 있지만, 시공현장의 비합리적 방법으로 사용하여 타설시 콘크리트 표면의 형상이 정교하지 못하고 표면의 기포가 많이 발생하므로써 마감면에 추가 마감을 함으로써 문양거푸집 원래의 목적과는 다르게 공사비용상승 경향이 있다. 따라서 본 연구에서는 철근 콘크리트 구조체용 문양거푸집을 개발하여 시험체에 적용하여 콘크리트 특성에 따른 문양거푸집을 사용한 콘크리트 표면모양의 형상을 파악하여 향후 현장에서 사용할 수 있는 문양거푸집의 개발과 현장적용가능한 콘크리트 물성을 파악하는데 있다.

1.2 연구의 배경

보통 콘크리트의 표면은 문양이 전무하고, 표면이 차갑고 단단한 이미지가 일반적으로 각인되어 있다. 이런 콘크리트의 느낌을 바꾸기 위해서 많은 연구가 진행되고

있고, 본 연구 또한 같은 맥락의 연구라 할 수 있다. 지금 현장에서 사용하는 문양거푸집의 경우, 모양이 정교하지 않으며 시공기법의 문제로 인하여 현장에서 많이 사용하지 않고 있다. 본 연구의 목적은 새로운 문양거푸집을 개발하여 정교한 문양을 만들어 현장에서 사용하기 쉽게 하면, 건축마감재를 사용하지 않으므로 공기단축 및 마감재료의 절감, 인건비의 절감 등으로 인한 공사 금액을 줄일 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

1) 일반사항

문양을 얻기 위해서 표면에 모양이 있는 황토벽돌을 사용하여 650×450mm크기의 시험체를 막힌줄눈으로 쌓아 만들었다.

이 시험체 위에 H사의 실리콘 전용박리제를 도포한 후 일본 T사의 축합형 2성분의 액상실리콘 제품을 도포하여 24시간이 경과한 후 경화된 실리콘 제품을 떼어내었다.

2.1.2 거푸집의 제작

거푸집의 널은 KS F 3110의 규정에 적합한 재료로 거푸집을 제작하였다. 거푸집의 치수는 안목치수로 650×450×250mm로 제작하여 거푸집의 한쪽면의 앞에서 제작된 실리콘 문양거푸집을 부착하였다.

거푸집의 제작과정은 그림1과 같다.

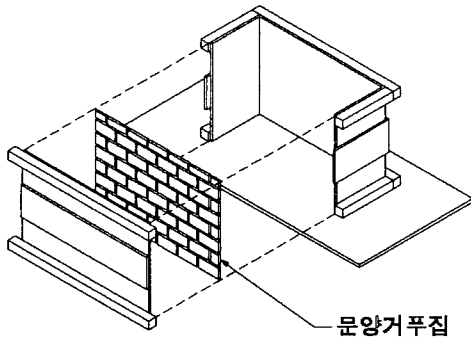


그림 4 거푸집의 형상

실험은 문양거푸집이 요구되는 콘크리트의 특성 중에서 목표성능을 슬럼프 18±2cm, 공기량을 4.0±1.0%로 설정하였다. 이에 따라 물시멘트를 45,50,55%의 3수준으로 하여 콘크리트를 타설하고 문양거푸집을 탈형 후 콘크리트의 표면의 상태를 확인하였다. 굳지 않은 콘크리트와 경화 콘크리트의 실험계획은 표1과 같다.

표 1. 실험계획

실험항목	
굳지않은 콘크리트	경화 콘크리트
·슬럼프 ·공기량	·압축강도 ·비파괴시험 ·충격성시험 ·표면기포측정

2.2 사용재료

1) 시멘트

본 실험에서 사용한 시멘트는 비표면적이 3.112cm²/g인 국내 S사 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 화학성분은 표2과 같다.

표 2. 시멘트의 화학성분

구분	화학성분(%)							비중
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	lg.loss	
보통 포틀랜드 시멘트	21.95	6.59	2.81	60.12	3.32	2.11	2.58	3.15

2) 골재

골재는 북한강산 강모래와 광주석산 쇄석을 사용하였으며, 입도조정은 KS F 2502 체가름 시험방법에 의거하

였다. 골재의 물리적 성질은 표3과 같다.

표 3. 잔골재와 굵은골재의 물리적 성질

	생산지	최대 치수 (mm)	표면 건조 비중	흡수율 (%)	단위용 적중량 (kg/m ³)	실적율 (%)	조립율 (%)
잔골재	북한강산	5.0	2.59	0.98	1.590	61.2	2.87
굵은골재	광주석산	20.0	2.61	0.95	1.527	57.8	7.12

4) 문양거푸집

문양거푸집의 재료는 일본T사의 제품을 사용하였으며, 축합형 2성분제품으로서 A형의 실리콘 수지와 B형의 경화제를 중량비 10:1의 비율로 혼합하여 사용하였다. 이 수지의 물성은 표5와 같다.

표 5. 축합형 2성분제품의 물성

색상	백색	점도(25℃)	450포이즈
비중(V25℃)	1.09	인장과 강도 (kg/cm ²)	43
작업가능시간 (25℃)	1시간	사용온도범위 (℃)	60 ~ 250
신도(%)	400	경도(JIS)	30
선 수축율(%)	0.1	경화불량	없음

3) 혼화제

혼화제는 J사의 AE감수제(표준형)를 사용하였으며 물성은 표4와 같다

표 4. AE감수제(표준형)의 물성

유형	외관	PH	조성
액상형	암갈색	8.5±1.5	폴리카르본산 에테르

2.3 시험방법

1) 슬럼프 공기량측정

슬럼프 실험은 KS F 2402에 준하여 시행하였다. 공기량 시험방법은 굳지않은 콘크리트의 공기량 시험방법(KS F 2409)에 의해 시험하였다.

2) 압축강도 시험

압축강도 시험은 KS F 2405의 규정에 따라 실시하였으며, U.T.M(만능시험기)을 이용하여 측정하였다.

표면강도의 측정을 위하여 비파괴 시험기인 슈미트햄머를 사용하여 반발도를 측정하였다.

3) 표면상태 측정

굳은 콘크리트의 표면상태 측정을 위하여 재령 28일이 지난 후 콘크리트 표면의 일부분을 사진을 이용하여 표면의 상태를 판독하였다.

4) 충격시험

충격시험은 7kg의 강구를 1m의 높이에서 자유낙하시켜 충격을 주는 낙추법을 사용하였다.

2.4 배합

본 실험은 건축공사 표준시방서에 의거하여 구조체에 사용되는 콘크리트의 단위수량을 185kg/m³이하로 배합설계하는 것을 권장하고 있으므로 단위수량을 180kg/m³으로 물시멘트비를 45, 50, 55%로 보통콘크리트로 배합설계하였다. 배합표는 표6과 같다.

표 6 배합설계표

W/C (%)	S/A (%)	단위재료량(kg/m ³)					AD
		W	C	S	G	AD	
45	41	180	400	693	1009	1.4	
50	43	180	360	741	994	0.9	
55	43	180	327	788	974	0.49	

3. 실험결과 및 고찰

3.1 슬럼프와 공기량

슬럼프와 공기량을 측정한 결과 물시멘트와 관계없이 목표치인 슬럼프 18±2cm, 공기량 4.0±1.0%를 만족하는 결과가 나타났다.

3.2 압축강도

물시멘트비에 따른 압축강도를 고찰한 결과, 물시멘트비가 낮아질수록 압축강도 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 슈미트햄머를 이용한 비파괴 시험의 압축강도 추정치와의 상관관계를 확인한 결과 공시체를 이용한 압축강도가 20%정도 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 물시멘트별 압축강도는 그림 2와 같다.

문양이 있는 콘크리트 부분의 표면 강도를 측정하기 위해서 우선 시험체의 상단부분을 먼저 강도측정을 하고 콘크리트 표면의 강도를 측정하였다. 표면과 상부와의 차이가 물시멘트별로 차이가 약간 나타났다. 이는 상부와 하부의 비파괴 시험의 강도가 비슷하다는 것을 알 수 있다.

이는 향후 실물시험시 상단부분의 강도측정을 하여 거푸집 표면의 강도를 예상하여 거푸집의 탈형시기를 예상하기 위함이다.

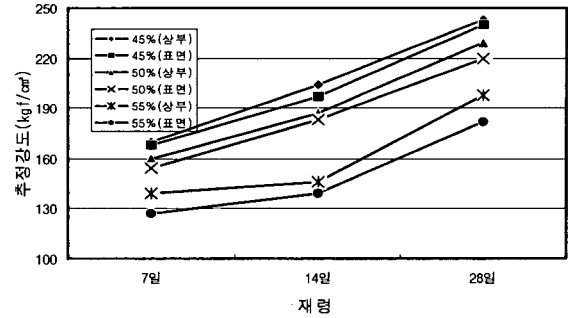


그림 5 비파괴시험에 의한 강도추정

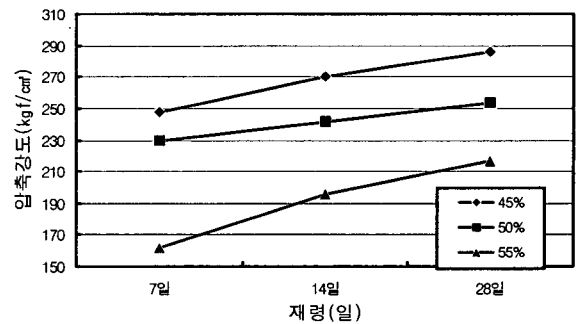


그림 6 물시멘트별 압축강도

3.3 콘크리트의 표면

사진에서와 같이 배합별 콘크리트표면을 관찰한 결과를 물시멘트비 45, 50%에서는 양호한 표면모양이 나타났으나 물시멘트비 55에서는 약간의 공극이 많고 골재 분리 현상이 나타나는 것을 알 수 있었다.

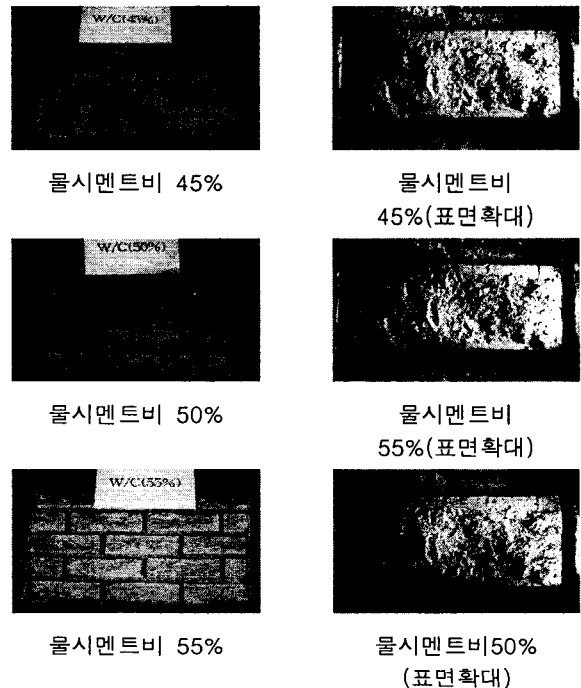


사진 1. 물시멘트비에 따른 표면사진

따라서, 섬세한 문양을 얻기 위해서는 물시멘트비가 높은 것이 불리할 것으로 사료된다. 사진1에서 시험체의 전체모습을 나타낸 사진과 블록의 한 부분을 확대한 사진을 나타내었다.

3.4 표면의 공극상태

표면의 공극량은 사진1의 사진을 확대하여 C.A.D프로그램에서 사진의 표면에 기포를 표시하여 그림으로 나타내었다. 그림에 의하면 물시멘트비가 많을수록 공극량이 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히, 물시멘트비 55%의 경우 미세공극이 많아 표면이 거칠어 보이는 현상이 현상이 나타났다.

표면의 공극량은 그림 4과 같다.

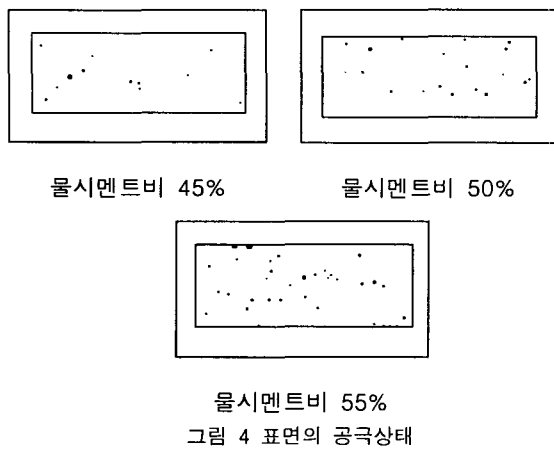


그림 4 표면의 공극상태

3.5 충격성 측정

충격성 시험은 7kg의 강구를 1m의 높이에서 10회 낙하시켰다.

물시멘트비에 따른 충격성시험결과에 따른 표면의 형상은 사진2과 같다.

사진에 의하면 모양이 있는 가장자리 부분이 많이 깨어져 나가는 현상이 나타났는데, 이는 모양의 가장자리 부분에 콘크리트 모르타르가 많이 충전되어 있어 가장자리가 많이 깨어지는 것으로 판단되며, 물시멘트비가 낮아 강도가 높은 시험체가 충격성에도 강한 것으로 나타났다.

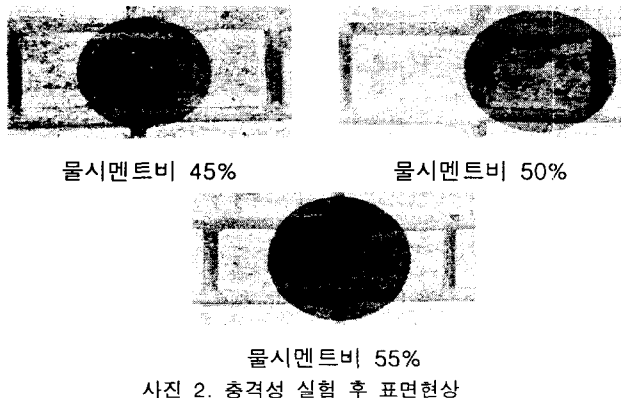


사진 2. 충격성 실험 후 표면현상

4. 결론

본 연구에서는 단위수량은 180kg/m³로 하고 물시멘트비를 45, 50, 55%로 하여 문양거푸집을 설치하고 콘크리트를 타설한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 굳지 않은 콘크리트에는 목표슬럼프 18±2, 공기량 4.0±1.0%를 만족하였다.
2. 배합별 콘크리트의 표면은 물시멘트비가 45, 50%에서 표면은 양호하게 나타났지만 물시멘트비가 55%인 경우 표면이 약간 정교하지 못하게 나타났다.
3. 슈미트햄머를 이용한 압축강도의 추정에서 시험체의 상부의 압축강도 추정치보다 표면의 압축강도 추정치가 조금 낮게 나타났다.
4. 사진을 이용한 표면의 공기포의 노출을 확인한 결과 표면의 공기포의 노출은 물시멘트비가 높아질수록 공극량이 많아졌다.
5. 충격성시험은 7kg의 강구를 1m의 높이에서 10회 낙하시켰보았을 때, 가장자리가 많이 깨어지는 것으로 나타났다.
6. 모든 실험결과를 고찰한 결과 문양거푸집을 이용한 콘크리트의 표면의 모양은 모두 양호한 결과를 만족하였다.

향후, 콘크리트의 물성을 다르게 하여 문양거푸집을 설치한 후 타설하여 각각의 물성에 대한 콘크리트의 표면을 확인해야 할 것이다.

참고문헌

1. Formwork for Concrete, fifth, ACI. M.K.HURD
2. "Color and Texture in Architectural Concrete by Aggregate Transfer," PA020A, Portland Cement Association, Skokie, Ill.
3. ACI Committee 303, "guide to Cast-In-Place Architectural Concrete Practice.
4. ACI Committee 309, "Standard Practice for Consolidation of Concrete
5. 정상진의 16인, "건축시공 신기술공법", 기문당, 2002