

문양콘크리트의 광택화를 위한 기초적 성능평가에 관한 실험적 연구

An Experimental Study for Basic Performance Evaluation According to the Glossing Surface Design Concrete

○ 김재은* 김우상* 조상영** 김성식*** 임남기**** 정상진*****
 Kim, Jae-Eun Kim, Woo Sang Cho, Sang-young Kim, Sung Sik Lim, Nam-Gi Jung, Sang-Jin

Abstract

Contemporary, architecture calls for a wide range of surface textures and treatments. A surface compatible with the architecture'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. though this study, we have figured out the best mix proportion for durability and glossability of glossing exposure concrete.

키워드 : 문양, 거푸집, 광택도, 콘크리트 표면
 Keywords : Design, Form, Glossability, Surface of Concrete

1. 서론

기존 시공법에 의한 철근콘크리트 건축물은 시공품질의 저하 및 거푸집의 재사용 증가로 인하여 구조체의 표면이 불균질하고 콘크리트라는 재료 자체 성질 때문에 타설 마감성이 용이하지 않다. 또한 현재의 문양거푸집은 실제 현장에서 많이 사용되고 있지만, 콘크리트의 품질 및 불량작업으로 인하여 콘크리트표면에 불균질한 색상 및 질감저하 등으로 고품질의 콘크리트 시공을 이룰 수 없다. 문양거푸집공법이란 철근콘크리트 공사시 거푸집 내부에 문양이 있는 거푸집 라이너 또는 광택거푸집 라이너를 설치하여 콘크리트 양생 후 거푸집을 탈형하고 콘크리트 표면에 문양과 광택을 나타내게 하는 공법으로, 콘크리트 자체가 외부마감으로 사용될 수 있는 공법을 말한다.

따라서 본 연구에서는 기존의 평면형태의 광택에서 한단계 발전된 문양이 추가된 광택문양콘크리트 개발로 구조체에 적용시 의장효과를 극대화시킬 수 있고, 광택발현성과 유지성을 극대화 할 수 있는 광택문양콘크리트를 설계하여, 이를 현장에 적용 가능한 콘크리트의 물성을 파악하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험계획

실험사항으로는 경화 콘크리트에서 탄산화, 흡수율, 광택도, 내충격성을 측정하였다. 실험인자 I에서 광택도를 측정하여 우수한 배합을 추출하여 실험인자 II에서와 같이 고로슬래그 미분말을 치환하여 각항목의 실험을 아래와 같이 하였다. 치환된 시험체는 촉진조건과 존치기간에 맞춰 탄산화 실험을 하였고, 광택도 측정 또한 발수처리 유·무 및 방치장소를 실내·외로 구분하여 측정하는 것으로 하였다. 내충격성 실험으로는 표면 강도측정을 중심으로 하였다. 광택문양콘크리트의 물성을 검토하기 위한 실험요인 및 조건은 표 1과 같다.

표 1. 실험항목 및 실험인자

실험요인	실험인자 I	실험인자 II
W/C(%)	50	
단위수량(kg/m ³)	175, 180 185	
굳지않은 콘크리트	슬럼프, 공기량	
잔골재율(%)	40, 42, 44, 46, 48, 50	50, 48, 50
고로슬래그 미분말 치환율(%)	-	0, 5, 10, 15
방치장소	실내	실내, 실외
표면처리방법	처리무	처리무, 투명도장재료(발수제)
경화콘크리트	광택도(탈형후, 7, 14, 28일)	탄산화, 흡수율, 광택도(탈형후, 7, 14, 28, 91일) 내충격성

* 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정

** 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정

*** 정회원, 대흥 ENG 전무, 공학박사

**** 정회원, 동명정보대 건축대학 건축공학과 교수

***** 정회원, 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수

2.2 사용재료 및 실험방법

사용 재료 및 실험방법은 표 2, 3과 같다.

표 2. 사용재료

사용재료	물리적성질
시멘트	· 보통포틀랜드 시멘트, · 비중: 3.15 · 비표면적: 4,091cm ² /g
굵은 골재	· 비중: 2.60 · 최대치수: 19mm이하 · 실적율: 57.5% · 흡수율: 2.00%
혼화제	· 고성능AE감수제
PET 필름	· 폴리에틸렌 수지
고로슬래그미분말	· 비중: 2.97 · 분말도: 10,000
발수제	· 혼합비중: 0.95 · 고형분: 38%

표 3. 실험방법

실험항목	실험방법
탄산화	촉진조건: 온도20±3℃, 상대습도55%, CO ₂ 10±2% 에 폭로 탄산화촉진기기에 존치(1,2,3,6주)
흡수율	KS F 2451(전축용시멘트 방수제 시험방법)
광택도	ASTM D 523 광택도 시험
내충격성	KS F 4716(시멘트계 바탕마름재)

2.3 배합

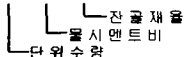
표 4. 콘크리트 배합표 G_{max}=19mm

배합구분	W/B (%)	슬래그 치환율 (%)	S/a (%)	단위용적중량 (kg/m ³)				절대용적중량 (ℓ/m ³)			
				C	S	G	SP제	C	S	G	SP제
W175-50-40	50	0	40	350	719	1082	C× 0.15	111	278	416	C× 0.15
				350	755	1046		111	291	403	
				350	791	1010		111	305	389	
				350	827	974		111	319	374	
				350	863	938		111	333	361	
				350	899	902		111	347	346	
	50	48	333	898	902	C× 0.15	106	347	346	C× 0.15	
			315	898	901		101	347	346		
			298	897	901		95	346	346		
			360	710	1070		114	274	411		
			360	746	1034		114	288	398		
			360	781	998		114	302	384		
50	48	360	817	963	C× 0.15	114	315	370	C× 0.15		
		342	852	927		109	329	356			
		324	852	926		103	329	356			
		306	851	926		98	329	356			
		306	888	891		114	343	342			
		370	702	1057		117	271	407			
W185-50-40	50	0	42	370	737	1022	C× 0.15	117	285	393	C× 0.15
				370	772	986		117	298	379	
				370	807	951		117	312	366	
				370	842	916		117	325	352	
				370	877	881		117	339	338	
				352	877	880		112	339	338	
	50	50	333	877	880	C× 0.15	106	338	338	C× 0.15	
			315	876	879		101	339	338		

* 슬래그는 고로슬래그미분말

** C는 시멘트, S는 잔골재, G는 굵은골재SP제는 AE감수제를 나타냄.

* 범례 : W175-50-40



본 실험의 실험계획으로 배합요인 변화에 따른 실험계획은 먼저 문양콘크리트(선행연구)가 만족하는 단위수량 180kg/m³ W/C 50%를 기준으로 하여, 광택문양콘크리트의 배합을 단위수량 175, 180 및 185kg/m³의 3수준 및 목표슬럼프가 18±2 cm, 목표공기량이 4.5±1.5%를 만족하는 범위로 배합설계를 한 다음, 잔골재율을 40%에서 시작하여, 2%씩 증가하여 50%까지 6수준으로 배합계획을 한다. 위의 실험을 기초로 각 단위수량별 잔골재율 50%, 48%, 50%에 고로슬래그 고미분말을 0%, 5%, 10%, 및 15%로 치환하여 표 9와 같이 총 27배치를 실험계획으로 한다. 배합표는 표 4와 같다.

2.4 시험체 제작

본 실험에 사용된 시험체는 거푸집의 너은 KS F 3110(콘크리트 거푸집 용 합판)의 규정에 적합한 재료로 거푸집을 제작하였다. 거푸집의 치수는 안목치수로 300×300×200mm로 합판은 두께 12mm 코팅 합판을 사용하여 제작하였다. 제작한 거푸집의 한쪽 면에 광택문양거푸집을 부착하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 탄산화 특성

광택문양콘크리트 시험체의 탄산화 특성에 관한 실험결과는 그림 1, 2와 같다. 재령에 따른 압축강도가 클수록 탄산화 깊이가 낮은 것을 볼 수 있다.

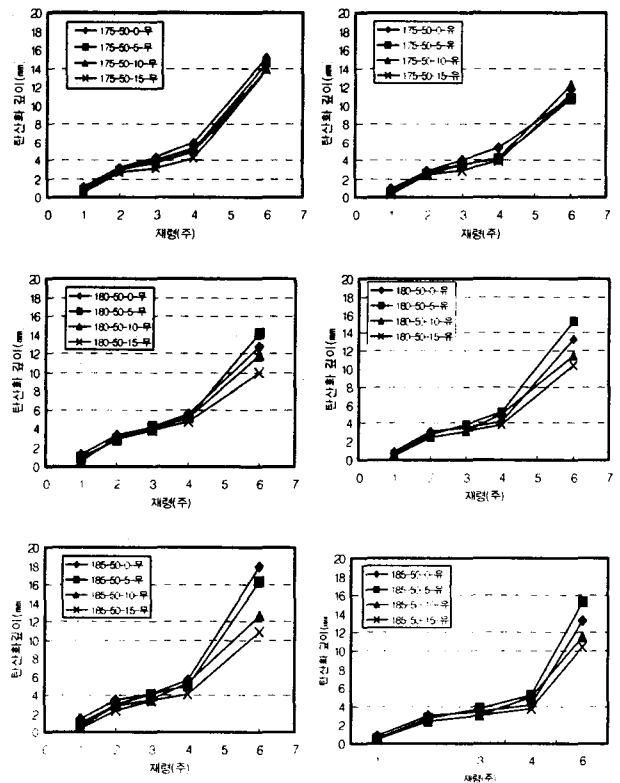


그림 1. 발수처리 무 탄산화 촉진 깊이

그림 2. 발수처리 유 탄산화 촉진 깊이

본 실험에서는 모든 실험체가 우수한 것으로 나타났다. 결과를 살펴보면 발수제를 도포함으로써 탄산화에는 유리한 것으로 나타났다. 즉 발수제를 도포한 광택문양콘크리트 배합의 중성화 깊이는 11~12mm로서 일반콘크리트 배합의 탄산화 깊이는 평균 14~15mm로서 일반콘크리트의 72%에 해당하는 값을 보였다. 이들을 중성화 속도식에 의해 환산하면 자연상태의 실내에서 21년간 중성화된 깊이에 상당하는 것으로서 광택문양콘크리트는 일반콘크리트에 비하여 동일 탄산화 깊이에 도달하는 기간이 연장되는 것을 예상할 수 있으며, 탄산화에 대해서는 안전할 것으로 예상된다. 이러한 결과는 광택문양콘크리트의 높은 잔골재율, 고로슬래그 미분말의 혼합에 의한 수밀성 증대에 의한 것으로 사료된다.

3.2 표면흡수율 특성

광택문양콘크리트 시험체에 관한 표면흡수율 시험결과는 그림 3, 4와 같다. 각 시험체를 침지시켜 표면흡수율 시험결과를 아래 그림과 같이 표면처리 즉, 발수제를 도포한 시험과 비교하여 나타낸 결과, 두 조건 모두 초기 1~5시간 사이에 총 흡수량의 60~65%를 나타냈고, 24시간에 이르러서도 동일한 경향을 나타냈다.

발수제를 도포한 시험체가 발수제를 도포하지 않은 시험체보다 슬래그 치환율별 4.9~5.17g의 흡수량을 보이므로 7~7.36g의 흡수량을 보인 발수제를 도포하지 않은 시험체보다 약 30%정도 흡수를 덜 하는 것으로 나타났다. 이에 발수처리한 시험체가 외벽으로서 유리한 것으로 나타났다.

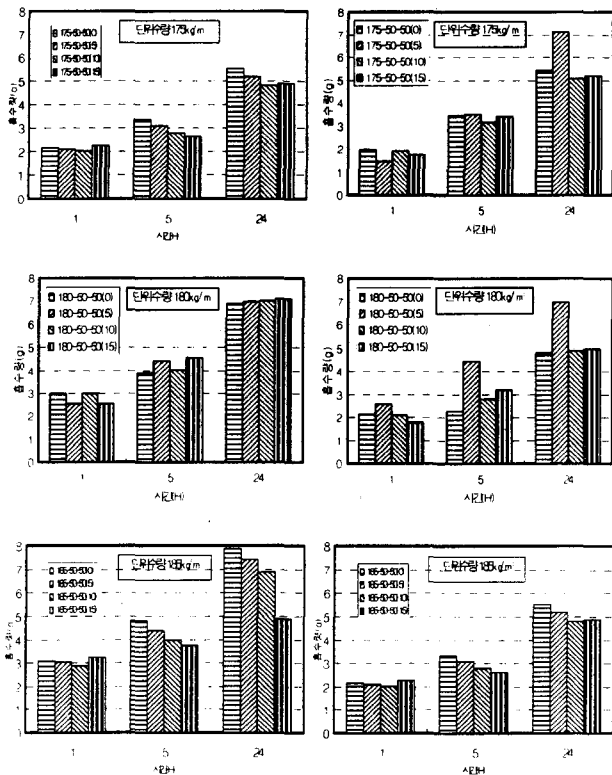


그림 3. 발수처리하지 않은 시험체 흡수율

그림 4. 발수처리한 시험체 흡수율

3.3 광택도 특성

광택도 특성에 대한 분석으로 배합 및 공극충진효과를 향상시키기 위한 고로슬래그 미분말의 치환율 요인에 있어 재령 경과에 따른 광택도를 단위수량, W/C, 표면처리유무, 실내·외 및 고로슬래그 미분말 치환율 변화로 구분하여 나타낸 것이다. 전반적으로 광택도는 상기 모든 조건에 관계없이 저하하는 것으로 나타났다. 이는 재령이 증가할수록 대기중의 탄산가스 등에 의한 콘크리트 표면의 오염과 더불어 초기 수화반응에서 시멘트의 수화물이 콘크리트 표면으로 유출되어 거칠기가 변화함에 따라 나타날 결과로 사료된다. 반면 콘크리트 표면에 도포제(발수제)를 도포하였을 경우 그림 6, 그림 7에는 도포하지 않았을 경우 그림 5, 그림 8에 비해 초기표면광택도가 향상되는 것으로 나타났다. 실내외 방치장소에 따른 광택도의 변화를 보면 실외에서의 광택도 그림 5, 그림 6은 실내에서의 광택도 그림 7, 그림 8보다 재령이 증가할수록 낮아지는 것을 볼 수 있었고, 표면처리한 시험체도 마찬가지로 실내에서 보다 실외에서의 광택도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 이 또한 실외환경 조건에 따른 주요한 원인으로 사료된다.

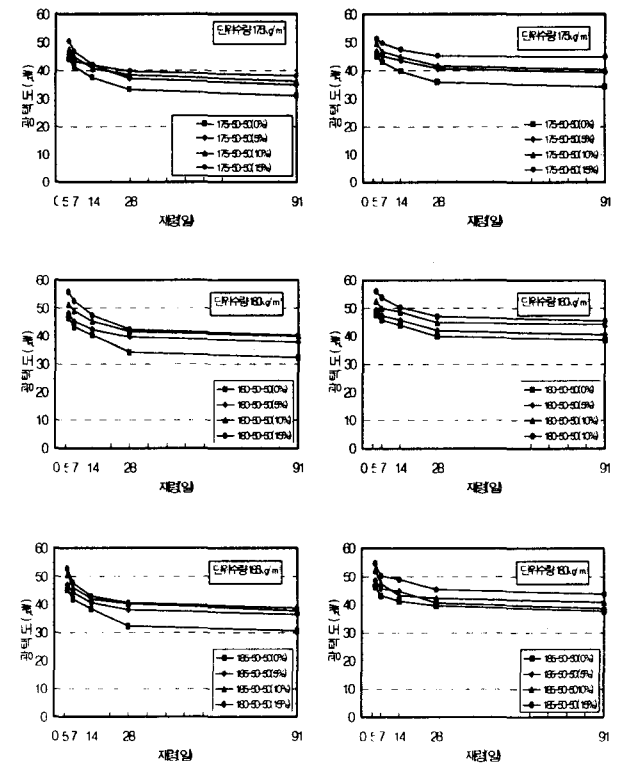


그림 5. 슬래그 치환 발수 무(실외)

그림 6. 슬래그치환 발수 유(실외)

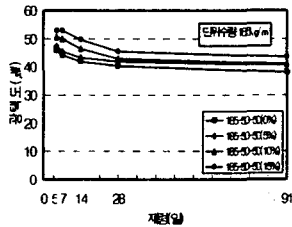
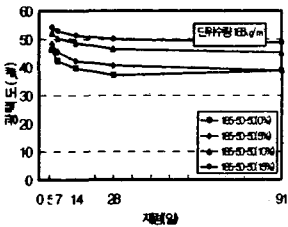
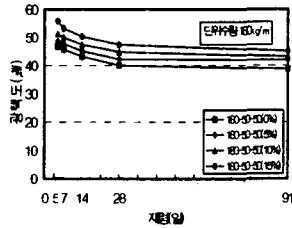
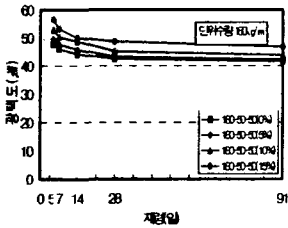
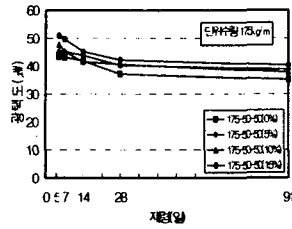
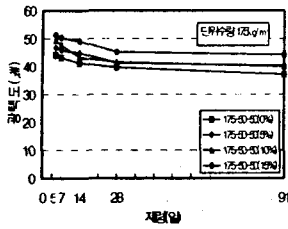


그림 7. 슬래그치환 발수유(실내)

그림 8. 슬래그치환 발수무(실내)

3.4 내충격성 특성

사진 1은 치환율 변화에 따른 내충격성 시험체의 시험결과를 나타낸 사진이다.

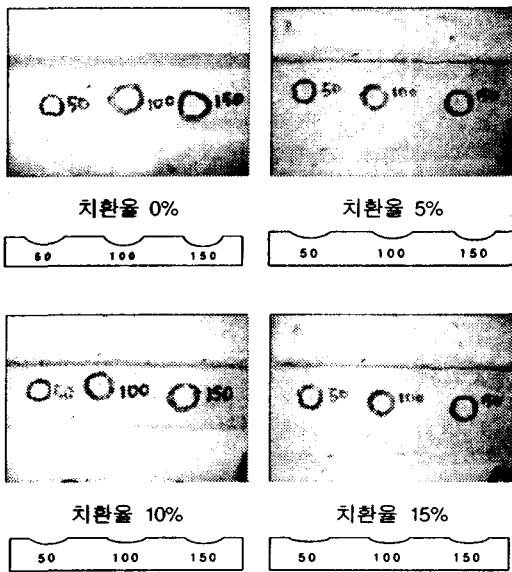


사진 1. 고로슬래그 미분말을 치환한 시험체

고로슬래그 미분말을 치환한 시험체를 대상으로 추의 낙하 높이를 처음 50cm씩 변화하여 내충격성 시험결과 나타내었

다. 표면손실도를 볼 때 압축강도와 유사하게 치환율이 높을수록 표면손실 정도가 적은 것으로 나타났다. 이는 고로슬래그 미분말이 단면형상으로 보는 바와 같이 이는 고로슬래그 미분말을 혼입하지 않은 콘크리트에 비해 고로슬래그 미분말 치환율이 증가함에 따라 내부조직의 치밀함으로 표면강도가 높아진 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 광택문양콘크리트 개발을 위해 각 단위수량별 잔골재율 변화요인에 따른 시멘트 모르타의 광택도 특성과 시공적인 요인으로 배합변수, 고로슬래그 미분말 치환율에 따른 표면광택도를 중심으로 분석하였는데 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 탄산화 촉진시험 결과 발수제를 처리한 시험체가 발수제 처리를 하지 않은 실험체 보다 약 20%정도 낮은 탄산화 깊이를 나타냈다
- 2) 표면흡수율 시험에서는 발수제를 도포한 시험체가 발수제를 도포하지 않은 시험체보다 약 30%정도 낮은 값을 보였다.
- 3) 단위수량에 따른 광택도는 단위수량이 클수록 우수한 것으로 나타났다. 고로슬래그 미분말 치환율이 증가에 따른 광택도는 치환율이 5%증가할수록 2%정도 증가하여 광택발현 성능이 우수한 것을 알 수 있었다. 투명도포제의 유무에 따른 광택도는 표면에 도포제를 도포하였을 경우 도포하지 않은 콘크리트의 광택도에 비해 초기광택도가 우수한 것으로 나타났다.
- 4) 내충격성시험 결과 고로슬래그 미분말을 치환한 시험체가 치환하지 않은 시험체 보다 표면강도가 우수하게 나타났으며 미분말이 조직의 치밀함에 기인한 것으로 판단된다.

이상을 종합하여 볼 때 향후 양질의 광택문양콘크리트를 시공함에 있어서는 산업부산물인 미분말을 적절히 사용함과 동시에 광택발현을 유지시켜줄 수 있는 연구가 함께 병행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 정상진 외, 건축벽체용 문양거푸집 개발을 통한 의장콘크리트 공법 연구, 대한건축학회 논문집(구조제) 제 8권 2호, 2002.12, pp97~104.
2. 신성우, 정태웅, 이현희, 하재담 ; 수화반응시 생성되는 계면피막을 응용한 광택 노출콘크리트 공법, 콘크리트 학회지, Vol.11, No.2, pp.30~34, 1999, 2.