

알루미늄 거푸집 표면코팅재의 전용횟수에 따른 콘크리트의 품질변화

Quality Changes in Concrete According to the Number of Use of Aluminum Form Surface Coating Material

이 일 선* 박 병 관* 백 대 현** 박 재 순** 한 민 철*** 한 천 구****

Lee, Il-Sun Park, Byung-kwan Baek, Dae-Hyun Park, Jae-Soon Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

This study is analyzed the effects of the number of use of aluminum form surface coating material on surface quality of concrete. The results can be summarized as follows, Surface roughness showed larger values with increase in the number of use. Values were larger in UP and AL compared to PE. While found to have bad influence on concrete surface quality, PA and W showed most excellent values for roughness. The number of surface pores increased with increasing number of use, and the number of pores on concrete surface was reduced by applying a remover. In terms of type of surface coating material, PA and W showed smallest number of pores in comparison to PE. In order to comprehensively improve surface quality of concrete, parallel use of PA coating material and remover is deemed most appropriate.

키 워 드 : 알루미늄 거푸집, 표면코팅재, 표면조도, 표면공극분포

Keywords : Aluminum Form, Surface Coating Material, Surface Roughness, Void Distribution

1. 서 론

건설 공사현장에서 거푸집 공사는 전체 공사기간의 대략 30%를 차지할 정도로 영향을 미치며, 공사비 측면에서도 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

최근 거푸집 공사는 건축 구조물이 초고층화 되어짐에 따라 골조의 처짐 및 배부름 현상을 방지하고, 가볍고 녹슬지 않는다는 장점으로 알루미늄 거푸집이 많이 채택되고 있는 상황이다.

그러나 알루미늄 거푸집은 강한 알칼리성인 콘크리트와 접촉하면 알루미늄 자체의 높은 이온화 경향으로 화학안전성이 저하하여 수소가스가 발생되고 그로인한 Air pocket이 발생하여 콘크리트의 표면 품질저하를 가져오는 것으로 보고되고 있다. 따라서 국내에서 생산되는 대부분의 알루미늄 거푸집은 표면에 폴리에틸렌 수지(이하 PE)로 코팅하여 생산하지만 PE코팅재는 연질로서 표면조도가 불량해 질 수 있고, 경미한 충격으로 쉽게 손상된 면은 콘크리트와 반응하여 수소가스가 발생하는 것을 선행연구를 통해 알 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 알루미늄 거푸집을 사용한 콘크리트

의 표면의 품질 향상을 목적으로 표면코팅재 종류별로 알루미늄 거푸집 표면에 도포하여 전용횟수에 따른 콘크리트 표면의 조도(粗度), 공극분포등 표면마감성에 미치는 영향에 대하여 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다. 배합사항으로는 현장에서 일반적으로 사용하는 W/B 50 % 1수준에 대하여 목표 슬럼프 150±25 mm, 공기량 4.5±1.5 %를 만족하도록 배합설계 하였다. 거푸집 종류는 알루미늄 거푸집과 일반거푸집(코팅합판) 2수준과 표면코팅재의 종류로는 실무에서 사용되어지고 있는 폴리에틸렌(이하 PE)을 Plain으로 하였고, 열경화성수지인 폴리ाम이드(이하 PA), 열경화성수지인 불포화 폴리에스테르(이하 UP) 5수준에 대하여 박리제 무도포와 도포로 변화시켜 전용횟수 3회까지 콘크리트의 표면품질에 미치는 영향을 검토하였다.

실험사항으로는 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량 및 단위용적질량을 측정하였고, 경화 콘크리트에서는 재령별 압축강도와 거푸집 탈형 후 표면조도

* 청주대 대학원 석사과정, 정회원

** 청주대 대학원 박사과정, 정회원

*** 청주대 건축공학부 조교수, 공학박사, 정회원

**** 청주대 건축공학부 교수, 공학박사, 정회원

표 1. 실험 계획

배합 사항		실험수준	
WB(%)		50	
목표슬럼프 (mm)		150±25	
목표공기량 (%)		4.5±1.5	
FA·치환율 (%)		10	
거푸집 종류	2	<ul style="list-style-type: none"> AL: 알루미늄 거푸집(비코팅) W: 일반거푸집(코팅합판) 	
표면 마감재**	3	열가소성 수지	<ul style="list-style-type: none"> PE: 폴리에틸렌 PA: 폴리아미드
		열경화성 수지	<ul style="list-style-type: none"> UP: 불포화 폴리에스테르
박리제	2	<ul style="list-style-type: none"> 도포 무도포 	
전용 칫수		<ul style="list-style-type: none"> 1~3회 	
• 굳지 않은 콘크리트		<ul style="list-style-type: none"> - 슬럼프 - 슬럼프 플로우 - 단위용적질량 - 공기량 	
• 경화콘크리트		<ul style="list-style-type: none"> - 표면 조도 - 공극 분포 - 압축강도(1, 3, 7, 28일) 	

*플라이애쉬

**알루미늄 거푸집에만 적용

표 2. 콘크리트의 배합사항

WB (%)	단위 수량 (kg/m³)	S/a (%)	질량배합(kg/m³)				
			시멘트	FA	잔골재	굵은골재	AE 제감수제
50	182	47	328	36	785	927	1.89

및 표면공극분포를 측정하였다.

2.2. 사용재료

본 실험에서 사용한 재료로 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드 시멘트, 플라이애시는 국내 화력발전소산을 사용하였다. 골재는 충북 청원군 옥산산, 혼화제로 감수제는 국내 E사산 폴리칼본산계, AE제는 국내 E사산 음이온계를 사용하였다. 알루미늄 거푸집 표면코팅제는 국내산을 사용하였는데, 각재료의 물리·화학적 성질은 표 3~7과 같다.

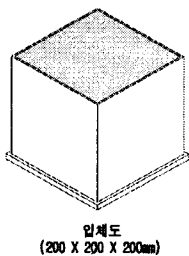


그림 1. 거푸집 입체도

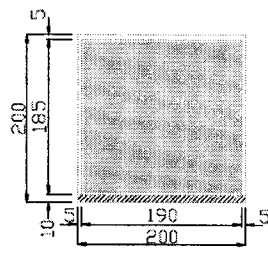


그림 2. 거푸집 평면도

표 3. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm³)	분말도 (cm²/g)	안정도 (%)	응결시간(분)		압축강도(MPa)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3 302	0.18	230	375	20.9	28.4	38.9

표 4. 플라이 애시의 물리·화학적 성질

밀도 (g/cm³)	분말도 (cm²/g)	강열감량 (%)	SiO₂ (%)	습분 (%)
2.20	4 012	4.0	51.3	0.1

표 5. 표면코팅제 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm³)	충격강도 (MPa)	변형온도 (°C)
PE	1.0	1.6	85
PA	1.2	0.3	150
UP	1.1	0.2	74

표 6. 골재의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm³)	조립률 (FM)	흡수율 (%)	단위용적 질량 (kg/m³)	0.08 mm체 통과량 (%)
강모래	2.50	2.85	0.46	1 518	0.30
부순 모래	2.58	2.54	0.46	1 684	0.32
굵은 골재	2.68	6.55	0.58	1 564	0.40

표 7. 혼화제의 물리적 특성

구분	주성분	형태	색상	밀도 (g/cm³)
고성능감수제	폴리칼본산계	액상	연갈색	1.05
AE제	음이온계	액상	미백색	1.04

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 팬타입 믹서를 사용하였고, 굳지 않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402, 슬럼프플로우는 KS F 2594, 공기량 및 단위용적질량은 KS F 2409에 의거 실시하였다.

경화 콘크리트의 실험으로 압축강도는 KS F 2405의 규정에 의거 실시하였고, 거푸집에 의한 표면특성은 성형 40시간 경과 후에 거푸집을 탈형하여 표면조도와 표면공극분포를 측정하였다. 표면조도의 경우는 조도계를 사용하여 콘크리트 구조체 한면 400 cm²에 대하여 16회 측정 후 그 평균을 기록하였고, 표면공극분포는 거푸집 탈형 후 콘크리트 구조체 한 면을 구획하여 공극크기를 0.1~1 mm, 1~3 mm, 3~5 mm 및 5 mm 이상의 4수준으로 구분해 측정 하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트

슬럼프 및 공기량은 표 8과 같은데, 모두 목표범위를 만족하는 것으로 나타났다.

3.2 경화 콘크리트

압축강도는 표 9와 같이 재령이 경과함에 따라 증가하는데 28일 압축강도는 28.3 MPa를 나타내었다.

사진 2는 표면코팅재 변화에 따른 콘크리트의 표면변화를 나타낸 것이다. 육안 관찰시 박리제를 도포하였을 경우

표 8. 굳지 않은 콘크리트의 결과치

슬럼프 (mm)	슬럼프플로우 (mm)	공기량 (%)	단위용적질량 (kg/m ³)
148	242	5.5	2 306

표 9. 재령경과에 따른 압축강도

구분	1일	3일	7일	28일
압축강도(MPa)	7.8	18.9	22.8	28.3

콘크리트의 표면이 양호하였고, 전용횟수가 증가함에 따라 콘크리트의 표면품질이 저하되는 경향을 보이고 있으나, PA와 W에서는 전용횟수가 증가하여도 표면품질이 일정 하게 유지되는 것을 알 수 있었다.

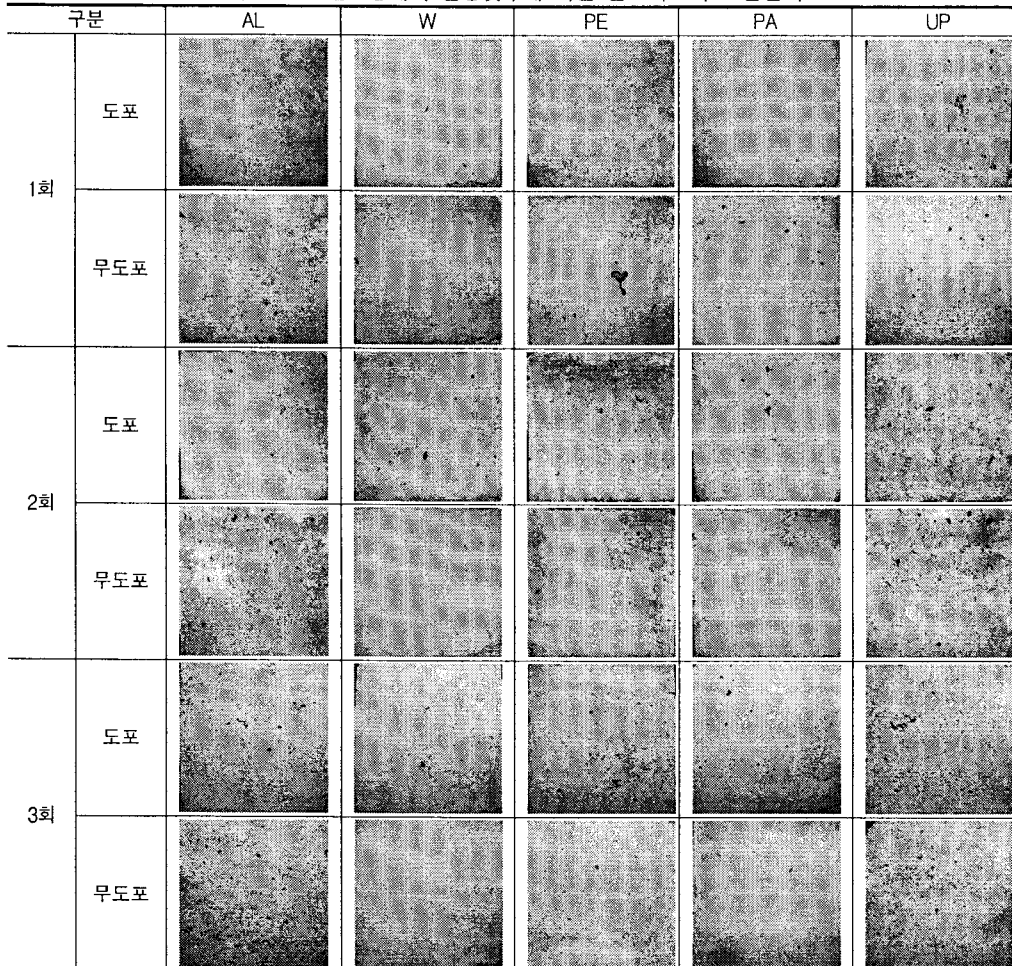
그림 3은 전용횟수에 따른 표면조도를 나타낸 것인데, 표면조도 값이 작아질수록 콘크리트 표면의 평활성이 상승되는 결과를 나타내었다.

전용횟수가 증가함에 따라 모든 표면코팅재에서 조도값이 커지는 것을 알 수 있는데, 이는 전용횟수가 증가하면서 거푸집 수입과정에서 발생된 표면손상이 원인인 것으로 판단되고, PE의 경우 표면코팅재의 평활도가 우수하여 1회 전용시는 조도값이 작게 나타났지만, 전용횟수가 증가함에 따라 값이 커지는 것을 볼 수 있었다. 이는 수입시 연질인 PE코팅재의 손상 부분으로 수소가스가 발생하여 콘크리트의 표면이 거칠어지는 것으로 판단된다.

또한, 박리제의 도포여부와는 관계없이 비슷한 경향을 보이고 있다.

PA와 W에서 PE에 비해 값이 작아 표면코팅재 중 가장 우수한 것으로 판단되고, UP는 큰 조도값을 나타내어 콘크리트

사진 2. 표면코팅재의 전용횟수에 따른 콘크리트의 표면변화



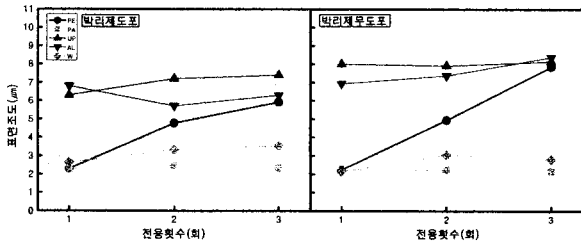


그림 3. 전용횟수에 따른 표면조도

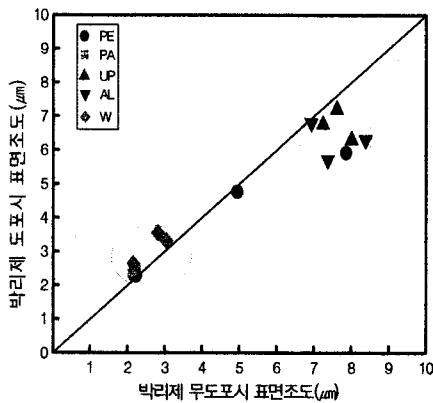


그림 4. 박리제에 도포여부에 따른 표면조도 상관관계

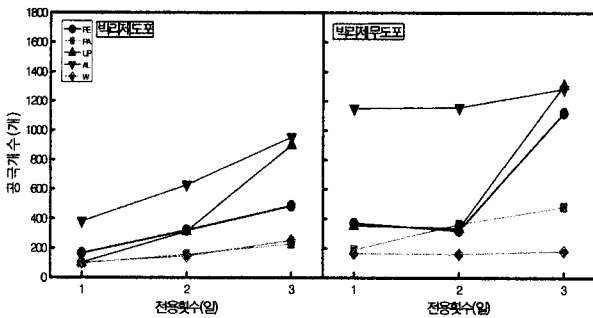


그림 5. 전용횟수에 따른 공극개수

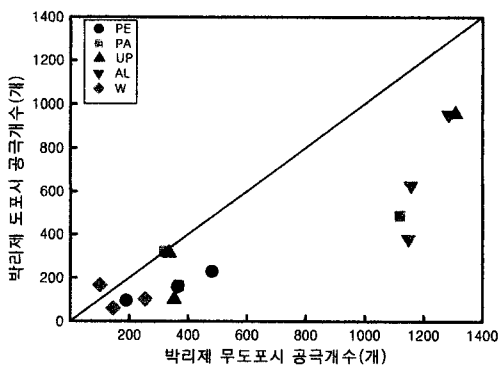


그림 6. 박리제에 도포여부에 따른 공극개수의 상관관계

표면 품질 향상을 위해 사용하기에는 부적합한 것으로 판단된다.

그림 4는 박리제 변화에 따른 표면조도의 상관관계를 나타낸 것이다. 평활도가 좋은 실선원형 영역의 PA, W에서는 박리제 무도포시가 작은 값을 나타내어 우수함을 알 수 있고, 평활도가 나쁜 점선원형 영역의 UP, AL에서는 박리제를 도포하는 것이 우수하게 나타났지만, 전체적으로는 박리제의 도포여부의 영향이 미미한 것으로 나타났다.

그림 5는 전용횟수에 따른 공극개수를 나타낸 그래프이다. 1 mm 이상의 공극은 화학반응에 기인하여 발생한 공극이 아닌 것으로 즉 공시체 제작과정에서 생기는 갇힌공기로 판단되어, 공극개수는 0.1~1 mm에서만 측정하는 것으로 하였다.

전용횟수가 증가함에 따라 공극개수는 많아 지는 것으로 나타났고, 박리제를 도포할시 공극개수가 적게 나타났다. 이는 표면코팅재의 전용횟수가 증가함에 따른 코팅재의 손상이 원인으로 판단된다.

PE에 비해 PA, W에서는 적은 공극개수를 나타낸 반면 UP와 AL에서는 공극개수가 많아지는 것으로 나타났는데, UP인 경우는 코팅하는 과정중에 미세한 기포가 발생하여 공극이 생기고 그 부분에서 강한 알칼리에 반응 한것으로

그림 6은 박리제 도포여부에 따른 공극개수의 상관을 나타낸 그래프로써, 도포 하였을 경우가 공극개수가 적은 것으로 나타났다. 표면조도와 달리 공극개수에서 박리제를 도포하는 것이 콘크리트의 표면 품질 향상에 도움을 주는 것으로 판단 된다.

4. 결 론

본 연구는 알루미늄 거푸집 표면코팅재의 전용횟수에 따른 콘크리트의 표면품질에 미치는 영향에 대하여 분석한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 표면조도는 전용횟수가 증가함에 따라 커졌고, 박리제의 도포에 의한 영향은 미미한 것으로 나타났으며, PE에 비해 PA와 W에서 가장 우수한 것으로 나타났다.
- 2) 표면공극분포는 전용횟수가 증가함에 따라 공극개수가 많아지고, 박리제를 도포하였을 경우 콘크리트의 표면에 생기는 공극개수가 적어지는 것을 알 수 있었다. 표면 코팅재의 종류에 따라서는 PE에 비해 PA와 W에서 가장 적은 공극개수를 나타내었다.

종합적으로 콘크리트의 표면 품질을 향상시키기 위해서는 기존의 PE 코팅재를 PA 표면코팅재로 교체하고 사용과 박리제를 병용하게 되면 우수한 표면마감성을 확보할 수 있는 것으로 밝혀졌다.