

# 성능개선 혼화제를 활용한 로울러전압콘크리트(RCC) 포장의 성능개선

## Improvement of Compressive Strength of Roller-Compacted Concrete Pavement with Performance Enhancing Admixtures

박철우\* · 최우현\*\* · 신나레\*\*\* · 이승우\*\*\*\* · 윤경구\*\*\*\*\*

Park, Cheol Woo · Choi, Woo Hyun · Sin, Na Re · Lee, Seung Woo · Yun, Kyung Ku

### 1. 서론

최근 교통량 및 중차량이 증가함에 따라 내구성 저하 등에 강점을 보이는 콘크리트 포장의 사용이 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 콘크리트 포장은 양생기간이 길고 시공장비가 대규모인 단점이 있다. 최근 이러한 단점을 보완하기 위해 조기에 도로개통이 가능하고 상대적으로 경제적인 로울러전압콘크리트(RCC) 포장공법의 시공연구가 전 세계적으로 진행되고 있다. 로울러전압콘크리트(RCC) 포장공법은 중량물을 취급하는 부두시설, 야적장, 중량 교통량이 통행되는 도로 등에 적용하기 위하여 미공병단에서 개발한 공법이나 최근에는 경교통도로, 농로에 이르기까지 그 적용범위가 확대되는 추세이다. 시공방법으로는 매우 된비빔 콘크리트를 덤프트럭으로 운반하고 페이바로 포설한 다음 이를 진동로울러로 충분히 다짐한 후 포장 표면의 로울러 자국의 소거와 조밀화를 위하여 타이어로울러, 수평로울러 등으로 마무리 다짐을 하는 방식이다. 이러한 로울러전압콘크리트(RCC) 포장공법은 빈배합을 사용하는 시공특성상 내부조직이 치밀하지 못하기 때문에 제설제 등의 사용이 빈번한 경우 그 내구성이 일반콘크리트에 비하여 상대적으로 빨리 저하 될 우려가 있다. 또한 강도발현특성이 시멘트의 수화반응과 함께 전압 시공에 많은 영향을 받게 된다. 본 연구에서는 RCC 포장공법의 이러한 단점을 개선하기 위하여 RCC 배합에 성능개선 혼화제를 사용하고자 하였다. 국내에서는 콘크리트의 고성능화를 위하여 플라이에쉬, 고로슬래그, 실리카폼 및 천연 포졸란과 같은 혼화제를 많이 사용하는 추세이지만, 이들 혼화제만으로는 단위시멘트량이 낮은 RCC의 특성상 성능개선의 효과에 한계가 있을 것으로 예측되어지며 따라서 적절한 화학혼화제를 활용하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

본 연구는 시멘트 사용량을 감소하여 경제적이면서도 우수한 내구성을 확보할 수 있는 도로포장 개발연구의 일환으로서, 로울러전압콘크리트(RCC) 포장공법을 활용할 수 있는 기초배합에 성능개선 혼화제를 활용하여 실험적 연구를 수행하였으며 압축강도 등의 실험적 결과를 소개하고자 한다.

### 2. 로울러전압콘크리트(RCC) 포장의 특성

로울러전압콘크리트(RCC) 포장은 아스팔트 및 콘크리트 포장에 비하여 경제적이고 시공성에 따른 공기단축 효과가 있으며, 조기 교통개방이 가능할뿐 아니라 우수한 내구성을 가지는 것으로 알려져 있다. 그러나

\* 정 회원 · 강원대학교 공학대학 건설공학부 토목공학과 조교수 · 공학박사(E-mail : tigerpark@kangwon.ac.kr)

\*\* 학생회원 · 강원대학교 공학대학 건설공학부 토목공학전공 석사과정(E-mail : cwh2337@naver.com)

\*\*\* 학생회원 · 강원대학교 공학대학 건설공학부 토목공학전공 석사과정(E-mail : skfp9390@gmail.com)

\*\*\*\* 정 회원 · 강릉원주대학교 공과대학 토목공학과 교수 · 공학박사(E-mail : swl@kangnung.ac.kr)

\*\*\*\*\* 정 회원 · 강원대학교 공과대학 토목공학과 교수 · 공학박사(E-mail : kkyun@kangwon.ac.kr)

철망, 슬립바에 의한 이음부의 보강이 어렵고 표면의 평탄성이 기존 공법보다 미흡하여 수축균열의 간격이 너무 멀 경우 컨트롤이 어려울 뿐만 아니라 공사기간이 짧으므로 다짐시간의 제약이 높은 단점도 가지고 있다. 따라서 공학적이고 자동차 도로의 목표수준에 부합하는 체계적인 공법으로서 문제점들을 최소화하고 주행 평탄성 및 안전성과 경제성, 장기 공용성 등의 사용자와 개발자의 필요사항을 모두 만족시킬 수 있는 도로포장공법으로 로울러전압콘크리트(RCC)를 활용하고자 한다. 이는 녹색성장에 있어 최우선적으로 고려되는 CO<sub>2</sub> 저감을 시멘트량의 최소화를 통하여 실현 가능하며, 동시에 고성능의 콘크리트 강성포장공법으로써 뛰어난 내구성과 장기 공용성을 제공할 것이다. 또한 최소화한 유지관리비용을 통한 생애주기비용을 감소가 예상되며, 배수성 또는 투수성의 기능성을 선택적으로 조절 가능한 도로포장공법이 될 것으로 예상된다. 이러한 로울러전압 방식의 도로포장은 로울러다짐을 통한 경제적 시공, 건식배합을 통한 시공성 개선 및 작업속도 향상, 교통개방 시간의 단축 및 전체 공기 단축, 충분한 미끄럼 저항으로 인한 안전한 주행성능, 다짐(진동 및 타이어)을 통한 평탄성 및 표면배수의 조절가능, 고내구성의 포장공법으로 유지관리 비용의 최소화 등의 장점을 많이 내포하고 있다.

### 3. 실험

로울러전압콘크리트(RCC) 도로포장 재료를 개발하기 위하여 1차년도에 많은 실험적 연구를 수행하였다. 그 결과, 본 연구에서는 미국(Portland Cement Association)의 로울러전압콘크리트(RCC) 기준을 활용하여 w/c비를 0.5 및 0.6으로 하였고 잔골재율은 47%로 고정하였다. 그리고 단위시멘트량을 250kg/m<sup>3</sup> 및 225kg/m<sup>3</sup>의 두 가지 배합군으로 실험을 수행하였으며, w/c비 0.5의 변수에 한하여 유동화제를 혼입하였을 뿐만 아니라 B사의 성능개선 혼화제도 함께 사용하여 강도 특성을 분석하였다. B사의 성능개선 혼화제 A는 초기수축은 줄어들고 부착력이 향상되며 단위중량과 압축강도를 증가시키는 무염화물 콘크리트 성능개선 혼화제로 경화 전후의 품질을 개선해 줄 수 있는 혼화제이다. 또한, 성능개선 혼화제 B는 콘크리트 배합수의 점성을 변화시켜 강한 점성으로 재료분리현상을 최소화하여 균질한 품질성능을 발휘하고 우수한 충전효과와 강도발현은 물론 우수한 시공성으로 경제적인 공사를 가능하게 하는 수용성 셀룰로오스에테르계의 혼화제이다. 압축강도 시험편 제작시 로울러전압으로 인한 효과를 모사하기 위하여 진동대 및 특수다짐장치를 활용하여 압축강도 시험편을 제작하였다. 다음의 표 1은 성능개선 혼화제 A와 B의 물리적 특성을 나타내고 있으며 표 2와 표 3은 본 연구에서 활용한 배합의 상세를 나타내고 있다.

표 1. 성능개선 혼화제의 물리적 특성

성능개선 혼화제	형상	비중	pH
A	유백색액체	0.9±0.1	8-10
B	백색분말	-	7.0±0.5

표 2. C-250인 경우의 배합

배합 No.	W/C (%)	S/a (%)	단위 재료량(kg/m <sup>3</sup> )						
			W	C	F.A	C.A	유동화제	혼화제 A	혼화제 B
1.	50	47	125	250	947.8	1068.8	3.25%	-	-
2.	50	47	125	250	947.8	1068.8	3.25%	5kg	-
3.	50	47	125	250	947.8	1068.8	3.25%	-	단위수량1%
4.	60	47	150	250	917.3	1034.4	-	-	-
5.	60	47	150	250	917.3	1034.4	-	5kg	-
6.	60	47	150	250	917.3	1034.4	-	-	단위수량1%

표 3. C-225인 경우의 배합

배합 No.	W/C (%)	S/a (%)	단위 재료량(kg/m <sup>3</sup> )						
			W	C	F.A	C.A	유동화제	혼화제 A	혼화제 B
1.	50	47	112.5	225	972.8	1097	3.25%	-	-
2.	50	47	112.5	225	972.8	1097	3.25%	5kg	-
3.	50	47	112.5	225	972.8	1097	3.25%	-	단위수량1%
4.	60	47	135	225	945.3	1066	-	-	-
5.	60	47	135	225	945.3	1066	-	5kg	-
6.	60	47	135	225	945.3	1066	-	-	단위수량1%

4. 결과 및 고찰

본 연구에서는 w/c비 0.5 및 0.6과 단위시멘트량 250kg/m<sup>3</sup> 및 225kg/m<sup>3</sup>에 따라 표 1과 표 2에 나타난 바와 같이 총 12개의 변수로 재령 3일, 7일 및 28일에서의 압축강도시험을 수행하였고 그 결과를 그림 1과 그림 2에서 각 변수별 측정된 압축강도를 비교하여 나타내었다. 단위시멘트량이 250kg/m<sup>3</sup>인 경우의 w/c비 0.5 시험체의 재령 28일 강도는 약 30MPa의 결과값을 나타내었고, 성능개선 혼화제 A를 혼입하였을 경우의 재령 3일, 7일, 28일 강도는 w/c비 0.5의 시험체에 비해 다소 떨어지는 결과값을 나타내었지만 그 차이는 크지 않았다. 그러나 성능개선 혼화제 B를 혼입한 시험체에서는 w/c비 0.5의 시험체와 비교해 보았을 때 재령 3일, 7일, 28일 모두 약 10%의 강도 증진을 나타내었다. w/c비 0.6 시험체에서의 재령 28일 강도는 31MPa를 나타내었고 성능개선 혼화제 A를 혼입하였을 경우와 비교해 보았을 때, 재령 3일, 7일, 28일 모두 결과값의 차이는 크게 나타나지 않았으나 성능개선 혼화제 B를 혼입한 시험체에서는 w/c비 0.6 시험체의 재령 3일, 7일, 28일 강도보다 각각 10%, 13%, 22%의 강도증진을 나타내었다.

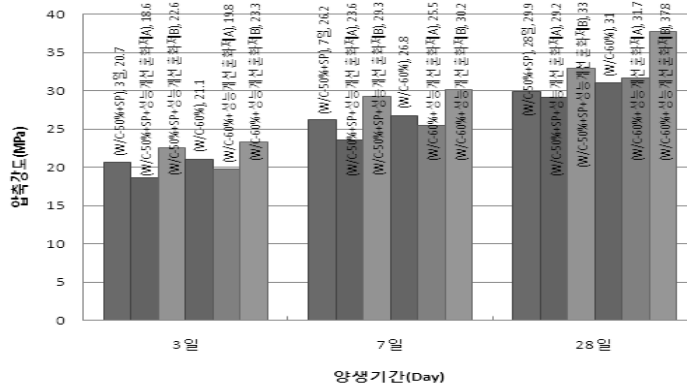


그림 1. C-250인 경우의 재령별 압축강도

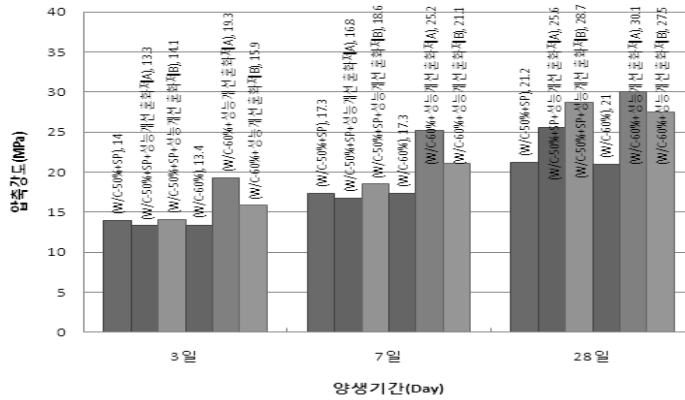


그림 2. C-225인 경우의 재령별 압축강도

단위시멘트량이 225kg/m<sup>3</sup>인 경우의 전반적인 강도값은 단위시멘트량이 250kg/m<sup>3</sup>인 경우에 비하여 낮게 나타났지만 성능개선 혼화제의 혼입으로 인한 압축강도의 증진효과가 더욱 명확하게 나타났다. w/c비 0.5 시험체의 재령 28일 강도는 약 21.2MPa의 결과값을 나타내었고 성능개선 혼화제 A를 혼입하였을 경우와 비교한 결과 w/c비 0.5의 시험체에 비해 재령 3일, 7일 강도는 다소 떨어지는 값을 나타내었지만 재령 28일에서는 20% 이상의 강도 증진을 나타내었다. 또한 성능개선 혼화제 B를 혼입하였을 경우에는 재령 3일, 7일에는 거의 비슷한 강도값을 나타내었지만 재령 28일에는 w/c비 0.5 시험체보다 35% 이상의 강도증진을 나타내었다. w/c비 0.6 시험체에서의 재령 28일 강도는 21MPa로 다소 낮은 값을 나타내었고 성능개선 혼화제 A를 혼입하였을 경우, w/c비 0.6 시험체의 재령 3일, 7일, 28일의 강도값보다 각각 44%, 46%, 43% 이상의 강도 증진을 나타내었다. 성능개선 혼화제 B를 혼입하였을 경우에 w/c비 0.6의 시험체보다 재령 3일, 7일, 28일에서 각각 19%, 22%, 31%의 강도 증진을 나타내었다.

## 5. 결론

본 연구에서는 로울러전압콘크리트(RCC) 포장공법과 성능개선 혼화제를 활용하여 도로포장재료를 개발하기 위한 기초 연구를 수행하고자 하였으며 실험적 연구로부터 도출된 결론은 다음과 같다.

- 1) 단위시멘트량이 250kg/m<sup>3</sup>인 경우, w/c비 0.5의 시험체는 성능개선 혼화제 A를 혼입한 시험체와의 강도값의 차이는 크지 않았고, 성능개선 혼화제 B를 혼입한 시험체는 w/c비 0.5 시험체보다 재령 3일, 7일, 28일 모두 10%의 강도증진을 나타내었다.
- 2) 단위시멘트량이 250kg/m<sup>3</sup>인 경우, w/c비 0.6의 시험체는 성능개선 혼화제 A를 혼입한 시험체와의 강도값의 차이는 크지 않았고, 성능개선 혼화제 B를 혼입한 시험체는 w/c비 0.6 시험체보다 재령 3일, 7일, 28일에서 각각 10%, 13%, 22%의 강도 증진을 나타내었다.
- 3) 단위시멘트량이 225kg/m<sup>3</sup>인 경우, 성능개선 혼화제 A를 혼입한 시험체는 w/c비 0.5의 시험체에 비해 재령 3일, 7일 강도는 다소 떨어지는 값을 나타내었지만 재령 28일에서는 20% 이상의 강도 증진을 나타내었다. 성능개선 혼화제 B를 혼입한 시험체에서는 재령 28일 강도값이 w/c비 0.5의 시험체에 비해 35% 이상의 강도 증진을 나타내었다.
- 4) 단위시멘트량이 225kg/m<sup>3</sup>인 경우, 성능개선 혼화제 A를 혼입한 시험체는 w/c비 0.6 시험체의 재령 3일, 7일, 28일의 강도값보다 각각 44%, 46%, 43% 이상의 강도 증진을 나타내었고, 성능개선 혼화제 B를 혼입하였을 경우에 w/c비 0.6의 시험체보다 재령 3일, 7일, 28일에서 각각 19%, 22%, 31%의 강도 증진을 나타내었다.
- 5) 실험 결과로부터 이산화탄소를 저감하고 친환경적인 콘크리트가 되기 위하여 로울러전압콘크리트(RCC)의 활용도 중요하지만, 단위시멘트량이 낮은 빈배합이므로 성능개선 혼화제를 혼입하여 공학적으로 요구되는 목표강도를 만족할 것으로 판단되어진다.

### 감사의 글

본 연구는 2009년 (주)삼우IMC의 연구지원사업으로 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

1. 농림부 (1997), “기계화 경작로 확포장 시공을 위한 롤러 다짐 콘크리트 포장공법의 개발연구 최종보고서”
2. 김영엽, 이종규, 송훈 외 3명 (2007), “반응성 혼화제를 이용한 시멘트 모르타르의 강도 개선”, 한국콘크리트학회 봄학술발표회 논문집, Vol.19, No.2, pp. 971-974
3. 박철우, 윤경구, 이승우, 김기현 (2009), “친환경 자전거도를 위한 로울러전압콘크리트(RCC) 포장 개발을 위한 연구”, 한국도로학회 가을학술대회 논문집, pp. 97-100
4. 현석훈, 김진춘, 김병권 (1994), “진동 전압 콘크리트의 실험실적 연구”, 한국콘크리트학회 가을학술발표 논문집, Vol.6, No.2, pp. 393-398