

포름산-아세트산염계 방동제를 사용한 콘크리트의 특성

Properties of Cold Weather Concrete Using Anti-freeze Agent Based Formate-acetate

조 현 태* 김 호 수* 전 준 영** 류 득 현***
Jo, Hyun Tae Kim, Ho Soo Chun, Jun Young Ryu, Deuk Hyun

ABSTRACT

When fresh concrete is exposed to the cold weather, the concrete may happen frost damage because of freezing at early ages and the strength development may be go down. Therefore, this paper is intend to investigate the properties and availabilities of cold weather concrete using anti-freeze based formate-acetate for ensure of excellent concrete quality on cold temperature.

According to test result for concrete in anti-freeze agent, strength properties in sub-zero temperature increases in comparison with concrete of non anti-freeze agent without decline of strength until later age. When anti-freezing agent is added by 3.0% to binder, it gives good effects on the performance of the fresh and harden concrete.

요 약

최근 대규모 건축물의 등장으로 말미암아 연중 시공이 이루어지고 있으며, 한중 콘크리트 시공시 동결에 의한 콘크리트 품질저하의 문제점이 부각되어지고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한중 콘크리트의 품질 확보 방안중의 하나로서 포름산-아세트산염계 방동제를 주성분으로 한 무염화형 방동제를 적용한 콘크리트의 품질 및 특성에 대하여 성능 검토를 실시하였다.

포름산-아세트산염계 방동제의 적용시험을 수행한 결과, 영하권 외기 양생 조건에서 경화콘크리트 특성은 방동제를 첨가하지 않는 시료에 비하여 모든 재령에서 우수한 강도 발현 특성을 나타내고 있었으며, 장기재령에서도 강도 저하 현상이 발생하지 않았다. 또한 굳지않은 콘크리트의 유동특성 및 경화 콘크리트의 특성을 고려한 결과 결합재의 3.0%내외의 방동제 적용량이 가장 우수한 결과를 나타내었다.

* 정회원, 유진기업(주), 기술연구소, 연구개발팀연구원
** 정회원, 유진기업(주), 기술연구소, 연구개발팀장
*** 정회원, 유진기업(주), 기술연구소, 소장

1. 서 론

최근 초고층 건축물의 증가와 시공사의 원가절감의 측면에서 건설공기 단축의 중요성이 대두되고 있으며, 이에 따라 동절기에 있어서 콘크리트의 초기 동해를 방지하기 위한 한중콘크리트의 시공의 중요성이 크게 부각되고 있다.

이러한 초기동해를 방지하기 위한 방동제의 경우, 강재의 부식을 초래하는 염화물의 사용이 엄격하게 제한되고 있기 때문에, 현재 주로 가열보온 양생에 의한 한중 콘크리트의 품질 관리가 이루어지고 있는 실정이며, 양생온도의 조절이 용이한 가열보온양생은 콘크리트 품질관리에 유리한 측면이 있는 반면에 양생온도를 유지하기 위한 비용에 따른 경제성이 저하되고 대기오염문제 등의 환경오염성이 지적되고 있다. 따라서 본 연구에서는 포름산-아세테이트산염계 한중 콘크리트용 무염화 방동제를 개발하고 이에 따른 콘크리트의 특성에 대하여 검토하여 한중 콘크리트에 대한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험 방법 및 사용재료

2.1 사용재료

본 연구에 사용된 무염화형 방동제는 알칼리금속 또는 알칼리토금속의 아세트산염 또는 포름산염을 주성분으로 한 액상형태이며, 기초물성결과를 표 1에 나타내었다. 또한 콘크리트 물성검토에 사용된 재료는 H사의 보통포틀랜드 시멘트, E사의 고로슬래그 미분말, Y사의 플라이애시가 각각 사용되었으며, 잔·굵은 골재는 Y사의 세척사(F.M 2.81)와 S사 25mm 부순 굵은골재(F.M 6.90)가 각각 적용되었다.

표 1. 방동제의 기초물성

겉보기형상	무색, 무취의 투명한 액상
고형분(%)	52.03
pH	6.92
비중	1.140
어는점(℃)	-60~-40

2.2 실험 방법

본 연구에 적용된 방동제 사용량은 결합재에 대하여 각각 0, 1.0, 3.0, 7.0%의 중량비로 적용하여 실내 콘크리트 배합 시험을 진행하였으며, 표 2와 같이 콘크리트 배합수의 경우 방동제 사용량에 대하여 보정하여 적용하였다. 콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하여 혼합되었으며, 굳지않은 콘크리트의 물성은 KS F 2402, 경화 콘크리트의 물성은 KS F 2405에 의거하여 각각 시험을 수행하였다. 또한 가장 우수한 특성을 나타내는 방동제 사용량에 대하여 한중 모의부재 시험(1×1×0.2m³)을 통하여 콘크리트 물성을 검토하였다.

표 2. 콘크리트 배합

		W/B	S/a	W	OPC*	BFS**	FA***	G	S	AD	방동제
실내 배합	ST(무첨가)	52.3	48.2	173.0	232	66	33	922	855	1.67	-
	B×1.0%			169.7							3.3
	B×3.0%			163.1							9.9
	B×7.0%			149.8							23.2
모의 부재	ST	48.2	47.8	164.0	299	-	41	934	858	1.7	-
	방동제			153.8							10.2

*) 보통포틀랜드 시멘트

**) 고로슬래그 미분말

***) 플라이 애시

3. 결과 및 고찰

3.1 실내배합시험

3.1.1 굳지않은 콘크리트 시험결과

굳지않은 콘크리트 시험결과를 그림 1, 2에 나타내었다. 초기 콘크리트 유동특성의 경우, 방동제의 첨가량이 증가함에 따라 점차 저하되는 경향을 나타내고 있으며, 3.0%까지 첨가한 콘크리트는 초기 유동성의 변화가 크게 나타나지 않았으나, 방동제의 사용량이 과량(7.0%) 적용시 유동성이 크게 저하되는 것으로 나타났다. 공기량 발현 특성의 경우 방동제 사용량에 따른 공기량 발현율의 변화는 다소 작아지는 경향성을 보이고 있으나 큰 차이가 없는 것으로 사료된다.

굳지않은 콘크리트의 60분 경시변화를 살펴보면, 슬럼프 경시변화의 경우 방동제의 첨가량이 증가할수록 경시변화의 폭이 다소 커지고 있었으나 10mm내외로 기준 콘크리트(무첨가) 대비 큰 차이는 발생하지 않았다. 공기량 경시변화 또한 콘크리트 물성변화에 큰 영향은 주지 않는 것으로 나타났다.

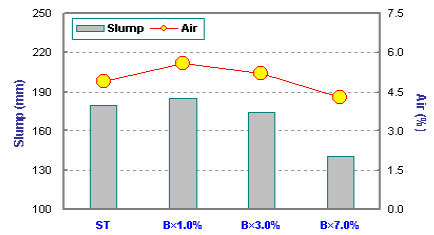


그림 1. 굳지않은 콘크리트 시험결과(초기)

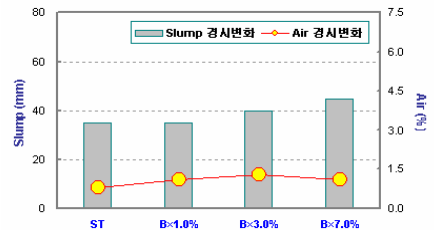


그림2. 굳지않은 콘크리트 시험결과(경시변화)

3.1.2 경화 콘크리트 시험결과

경화된 콘크리트의 압축강도 특성은 재령 28일까지 표준양생 및 영하권의 외기기온하(-10~7℃)에서 측정하였으며, 그 결과를 그림 3, 4에 나타내었다. 영하권 외기 기온하에서 양생된 콘크리트 공시체 측정의 경우 배합수의 동결상태에서 강도측정이 될 가능성을 배제하기 위하여 상온방치(2시간)를 통한 해동 후 강도측정을 실시하였다.

표준양생의 경우, 방동제를 첨가한 모든 콘크리트에서 초기 재령뿐만 아니라 재령 7일까지 기준 콘크리트 대비 모두 우수한 강도특성을 나타내고 있었으나, 장기 재령으로 갈수록 기준 대비 압축강도 발현율이 다소 감소하는 경향을 보이고 있었다. 하지만 방동제 1.0%를 제외한 콘크리트 배합에서 기준대비 동등하거나 상회하는 결과를 나타내었다.

영하권 외기 양생의 경우, 방동제를 첨가하지 않은 기준 콘크리트에 비하여 모든 재령에서 우수한 강도발현 특성을 나타내고 있으며, 표준양생시 나타났던 장기 재령 강도발현율의 저하 현상은 나타나지 않았다. 방동제 함량변화에 따른 강도발현 성상을 살펴보면 기준 콘크리트와 비교하여 방동제 1.0, 3.0, 7.0%를 첨가한 경우 각각 1.3, 24.4, 35.4%의 강도 증진효과를 보이고 있는 것으로 보아, 방동제 함량이 증가할수록 영하권 외기 양생조건에서 우수한 경화특성을 나타내고 있는 것으로 사료되나, 1.0% 적용시 강도 증진효과가 다른 조건에 비하여 작게 나타나고 있다.

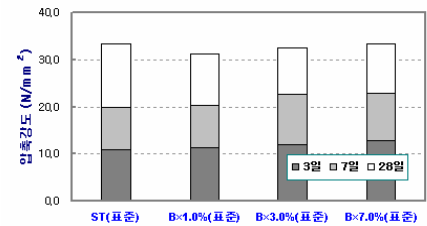


그림 3. 경화 콘크리트 시험결과(표준양생)

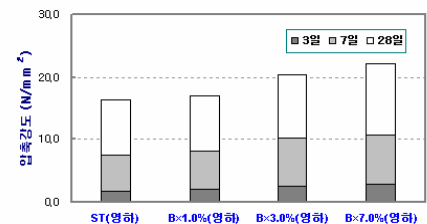


그림4. 경화 콘크리트 시험결과(영하권외기양생)

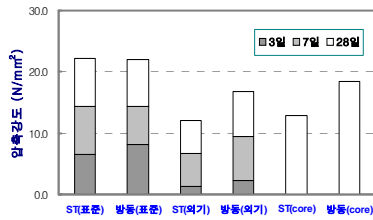


그림 5. 모의부재 시험결과

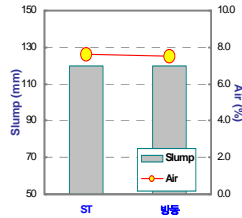


그림 6. 모의부재 시험전경

3.2 모의부재 시험결과

유동특성 및 경화특성을 고려하여 가장 우수한 특성을 나타낸 방동제 3.0% 사용량을 Batch Plant 실생산을 통하여 1×1×0.2m³ 모의부재에 적용한 결과, 방동제 적용에 따른 굳지않은 콘크리트의 물성변화는 나타나지 않고 동일한 물성을 확보할 수 있었다. 또한 경화콘크리트 특성의 경우 표준양생조건에서 동등수준이상의 압축강도를 확보할 수 있었으며, 재령 28일 영하권의 외기양생 몰드 및 모의부재 core강도가 배합수의 방동효과에 의하여 기준 콘크리트 압축강도 대비 각각 38.4, 42.6%의 강도증진효과가 있음을 확인할 수 있었다.

4. 결론

포름산-아세테이트산염계 한중 콘크리트용 무염화 방동제를 적용한 콘크리트에 대하여 검토한 실험 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 방동제의 첨가량이 3.0% 범위내에서는 굳지않은 콘크리트의 초기 유동성 저하가 큰 폭으로 발생되지 않았으나, 사용량이 증가할수록 큰 폭의 유동성 저하현상이 발생되었으며, 방동제 적용에 따른 경시변화 및 공기량 발현율의 영향성은 거의 없는 것으로 나타났다.
- 2) 방동제 적용에 대한 경화콘크리트의 특성을 실내 및 모의부재 적용에 의해 검토한 결과, 표준양생 조건에서 동등한 수준의 압축강도 결과를 확보할 수 있었으며, 특히 영하권 양생 조건에서 방동제에 의한 콘크리트 동해 현상을 방지함으로써 모든 재령에서 있어 기준 콘크리트 대비 30%이상의 우수한 강도발현 특성을 확인할 수 있었다.
- 3) 굳지않은 콘크리트의 유동특성 및 경화콘크리트 특성을 고려한 결과 결합제의 3%내외의 방동제 사용량이 가장 우수한 결과를 나타내었다.

참고문헌

1. 한천구의 3인, “폐부동액과 아질산염을 이용하여 제조한 한중콘크리트용 내한제의 특성”, 대한건축학회 논문집, Vol. 18, No. 5, pp. 81~88, 2002.
2. 한천구의 2인, “내한성 혼화제를 이용한 콘크리트의 기초적 특성에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, Vol. 18, No. 3, pp. 63~69, 2002.