프리캐스트 고강도 콘크리트(PHC) 파일에 조강형 폴리카보산(PC)계 혼화제의 적용에 관한 연구

A Study for Application of Polycarboxylic Type Admixture to Precast High-Strength Concrete Piles

이 성 태^{1)*}
Yi, Seong Tae

노 재 호²⁾
Noh, Jae Ho

박 철 주³⁾
Park, Chul Ju

허 형 석⁴⁾
Heo, Hyung Seok

Abstract

In this study, the performance of Poly-Naphthalene Sulfonate (PNS) type-admixture used widely in South Korea and Polycarboxylic type-admixture(i.e., WF2000) developed in the J company of the domestic, for precast concrete products produced in the factories, was evaluated. With the 20% reduced usage of WF2000 compared to PNS type-admixture, workability was considerably improved due to high water-reducing ratio, accelerating effect of concrete setting and accelerant dispersant action, which the product has, under the high temperature. In addition, the development of initial and long-term strengths of PHC plies was predominant. For WF2000, it is also possible to correspond with the change of original materials and environmental conditions since the control of water-reducing and supporting forces is feasible. Accordingly, it was noted that WF2000 is superior for deterioration of production & workability and bad casting problems in summer and the solution of initial strength reduction problem due to the delay of setting in winter.

Keywords : Polycarboxylic type-admixture, Poly-naphthalene sulfonate type-admixture, Precast, High-strength concrete, Piles

1. 서 론

공장에서 생산되는 프리캐스트 콘크리트 제품(Precast Concrete Products)의 종류에는 프리캐스트 고강도 콘크리트 파일(Precast High-Strength Concrete Pile; 이하 “PHC 파일”로 칭함), 전주(Pole), 침목, 박스암거(Box Culvert), 흙관(Hume Pipe), 농수로 채널(Channel) 등이 있다.

이러한 프리캐스트 콘크리트 제품은 그 성형방법에 따라 원심력에 의해 성형되는 제품(콘크리트 관, 콘크리트 전주, 콘크리트 파일 등)과 진동에 의해 성형되는 제품(진동관, 콘크리트 침목, 콘크리트 채널 등)으로 분류되기도 한다. 현재까지 PHC 파일에 대해서는 PHC 파일의 제조와 물성에 관한 연구(정재동 등, 1992)와 순환잔골재를 PHC 파일에 적용하는 연구(심중성 등, 2009) 등이

진행되어 왔다.

일반적으로 레미콘 제품과 같이 현장 타설형 콘크리트는 설계기준강도를 발현하기 위한 28일의 양생기간을 거치나 공장생산 제품인 프리캐스트 제품은 제품의 생산 주기(Cycle)와 출하에 소요되는 기간을 단축시키기 위하여 증기양생((사)한국콘크리트학회, 2009)과 같은 촉진양생을 실시한다. 이와 같이 콘크리트 성형 후 고온의 증기에 의한 급속양생을 실시하는 경우, 거푸집 탈형시에 설계강도의 약 80%(28일 강도 기준) 이상의 조기강도가 발현되며 양생방법은 그 제조 방법에 따라 상압증기양생으로 제조되는 NAC(Non-Autoclave Curing) 방식과 고압증기양생으로 제조되는 AC(Autoclave Curing) 방식으로 분류된다. 이 논문에서 NAC방식과 AC방식으로 생성되는 PHC 파일은 각각 “NAC 파일”과 “AC 파일”로 칭하였다.

1) 정회원, 인하공업전문대학 토목환경과 교수
2) 정회원, (주)제이엔티아이엔씨 대표이사
3) 정회원, 동양메이저(주) 함안공장 공장장
4) 정회원, (주)제이엔티아이엔씨 연구팀장

* Corresponding author : yist@inhatec.ac.kr 032-870-2237

• 본 논문에 대한 토의를 2011년 2월 28일까지 학회로 보내주시면 2011년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

그 동안 국내에서는 공장에서 생산되는 프리캐스트 콘크리트용 혼화제로는 음이온계 계면활성제의 일종인 나프탈렌 설폰산염계(Poly-Naphthalene Sulfonate Type; 이하 “PNS계”로 칭함) 혼화제가 널리 사용(김도수 등, 2008)되어 왔으며 PNS계 혼화제는 콘크리트 타설 작업시에 높은 감수율과 우수한 유동성을 발휘하여 작업 효율을 향상시키고 다량 사용시에도 콘크리트의 응결지연이 거의 없어 프리캐스트 콘크리트용 혼화제로 적합하였다. 그러나 상대적으로 고형분율이 높고 점도가 크며 하절기에는 굳지 않은 콘크리트의 작업성 손실이 빠르고 동절기에는 콘크리트의 응결지연과 조기강도 발현의 저하 원인이 되는 등의 문제점을 내포하고 있다.

PC계 혼화제는 PNS계와 비교하여 감수율과 작업성 유지능력이 우수하여 PC계 혼화제를 콘크리트 제품에 적용하는 연구(문수동과 이상호, 2005, 이상호와 홍경선, 2007)가 일부 진행되어 왔으나 증기양생시에 응결지연이 발생하고 조기강도 발현율이 저하하는 등의 단점이 해결되지 않아 현재까지도 프리캐스트 콘크리트 생산에는 실제 적용이 이루어지지 않고 있다.

PHC 파일은 구조물의 대형화와 연약지반 공사의 증가에 따라 그 수요가 점점 늘어나고 있는 추세이다. PHC 파일은 현장에서 항타 시공시의 충격에 저항하는 안전성을 확보하기 위해 80 MPa 이상의 압축강도를 발현하여야 하며 제품의 제조 과정에서 요구되는 작업성과 양생직후 거푸집 탈형시에 요구되는 소요강도와 파일 내면의 미려한 성형성 등을 만족해야 한다.

WF2000은 국내 J사에서 개발된 조강형 폴리카보산계(Polycarboxilic Type; 이하“PC계”로 칭함) 혼화제로 상압증기양생 및 고압증기양생시에 빠르고 안정적인 시멘트의 수화반응을 유도하여 응결지연이 없고 조기강도의 발현에 매우 유리하며 장기적으로도 안정적인 고강도 발현이 가능한 고성능감수제이다.

이 연구에서는 PNS계와 WF2000을 프리캐스트 콘크리트에 적용한 결과의 유효성에 대한 검토를 실시하였다. 즉, PNS계 혼화제와 국내 J사에 의해 개발된 PC계 혼화제인 WF2000을 실내실험에 사용하여 얻어진 결과를 고찰하고 이를 국내 증기양생 프리캐스트 콘크리트 제조 공정에 적용하여 최종결과를 상압증기양생 PHC 파일과 고압증기양생 PHC 파일의 경우로 나누어 나타내었다.

2. PNS계 혼화제와 WF2000의 장단점

PNS계 혼화제와 WF2000의 장단점을 비교하면 다음과 같다.

2.1 PNS계 혼화제

- 1) PNS계 혼화제는 음이온계 계면활성제의 일종으로 콘크리트용 혼화제이며 사용시에 높은 감수성능에 의해 양질의 고성능감수제 및 유동화제로 사용될 수 있다.
- 2) 프리캐스트 제품의 제조에 있어서 높은 감수성능과 응결의 발현이 빠른 성능에 의해 콘크리트의 조기강도를 증진시켜 PHC 파일용 혼화제로 사용이 적합하다
- 3) 콘크리트의 점성을 증가시켜 물-시멘트비 20% 이하, 혹은 압축강도 80MPa 이상의 초고강도 콘크리트의 제조에는 한계가 있다.
- 4) 하절기에는 콘크리트의 슬럼프 로스가 빨라 성형성 등에 문제를 발생시킬 수 있다.

2.2 WF2000

- 1) WF2000은 조강형 폴리카보산계 계면활성제를 주성분으로 하여 고온증기양생시 조기 고강도 발현 및 장기강도 발현이 가능하도록 하는 고성능감수제이다.
- 2) 매우 우수한 시멘트 입자의 분산작용으로 콘크리트의 작업성을 개선하고 수밀성과 내구성 등을 증대시킨다.
- 3) 증기양생 프리캐스트 콘크리트에서 뛰어난 조기강도를 발현한다.
- 4) 콘크리트의 표면에 곱보(Honeycomb) 현상을 저감하여 깨끗한 콘크리트 표면을 얻을 수 있다.
- 5) 슬러지 발생량이 PNS계 혼화제에 비하여 상대적으로 적어 안정적인 제품생산에 유리하다.

위의 내용을 정리하면 WF2000은 PNS계 혼화제와 비교하여 콘크리트 제조시에 우수한 감수성능을 발현하고 콘크리트의 작업성을 개선하여 제품의 생산성을 향상시키며 상압증기양생 및 고압증기양생시에 콘크리트의 조기강도가 높고 중·장기적으로도 양호한 강도를 발현하

Fig. 1 Low-pressure steam curing method(the first curing)

므로 우수한 물성의 프리캐스트 콘크리트 제품의 제조와 원가 절감의 실현을 가능하게 한다. 또한 콘크리트에 유입되는 기포의 고른 분산 및 소포작용에 의해 거푸집 탈형 후에 콘크리트 제품의 외관을 미려하게 하여 제품의 품질 향상을 도모한다.

위의 내용을 확인하기 위해 국내 전북 지역에 소재하고 있는 T사의 프리캐스트 PHC 파일 공장에서 AC방식으로 생산되는 PHC 파일의 품질을 개선하기 위하여 기존 사용 중인 PNS계 감수제 및 이를 WF2000으로 대체하여 작업성과 성형성, 외관 및 압축강도를 향상시켜 제품의 성능을 증진시키고 현장 항타 시공 시에 파손에 대한 저항성을 개선하였으며 부가적으로 원가절감을 실시하였다.

3. AC 파일에 WF2000의 적용

3.1 AC 파일의 제조

AC 파일의 제조시에 최소의 단위시멘트량과 고순도의 실리카(Silica) 혼화제를 사용하여 고압증기양생을 실시하며 조기에 압축강도 80MPa 이상의 압축강도를 발현하여 PHC 파일을 제조하는 방식이다. NAC 파일에 비해 상대적으로 적은 양의 시멘트를 사용하여 슬러지량이 줄어들어 성형성이 개선되고 내공의 외관이 미려하며 조기에 고강도가 발현됨에 의해 생산성 향상과 제품의 조기 출하가 가능하다는 등의 장점이 있다.

일반적으로 AC방식에서는 1차 양생 후, 탈형시 높은 강도를 발현하면 2차 양생 후에 제품의 안정성을 확보할 수 있다. WF2000은 상압증기양생(Fig. 1)과 고압증기양생(Fig. 2)에서 강도발현이 우수한 조강형 PC계 고성능 감수제로 감수성과 성능유지가 우수한 PC계 혼화제의 장

Fig. 2 High-pressure steam curing method(the second curing)

점을 보유하면서도 고온 및 고압의 양생과정에서 안정적인 시멘트 수화반응을 유도하여 우수한 품질의 PHC 파일 생산 및 성공적인 품질관리가 가능하도록 한다.

AC파일의 제조에 있어 1차 상압증기양생 후에 콘크리트의 압축강도가 30MPa 이상을 발현할 경우는 2차 고압증기양생 결과에서 충분한 강도가 발현되므로 제품이 출하되어 현장에서 파일의 항타시에 단부 파손의 방지에 대한 저항성을 안정적으로 확보할 수 있으나, 1차 증기양생 직후에 30MPa 이상의 압축강도 확보가 어려운 경우에는 항타시에 제품의 균열 및 파손이 발생하는 경우가 있음에 대해 주의할 필요가 있다.

3.2 WF2000의 AC 파일에서의 적용실험

3.2.1 실험개요

실내 콘크리트 실험을 통하여 WF2000은 PNS계 혼화제와 비교하여 약 125%의 높은 감수율(KS F 2560, 한국표준협회, 2007)을 나타내었으며 이와 같은 장점을 고려하여 AC파일의 제조원가 절감과 완제품의 품질개선을 위한 공정(process of construction)실험을 실시하였다. 즉, 실제 AC파일의 제조과정에 WF2000및 PNS계 혼화제를 사용하여 굳지 않은 PHC 파일용 콘크리트를 제조하고 원심성형을 실시하여 PNS계 혼화제와 WF2000을 사용한 각각의 경우에 대한 작업성과 성형성을 확인하고 양생 및 탈형 후의 완제품의 내면과 외관을 비교하였다.

공정실험을 통하여 1차 및 2차 양생 후의 압축강도 등을 비교 및 검토하고 그 결과를 바탕으로 WF2000 10톤 물량을 실제 생산에 사용하여 약 1주일간 AC 파일을 생산하였으며 다양한 문제점의 발생 여부 확인, 콘크리트의 물성, 작업성과 성형성 및 1, 2차 양생시의 파일 공시체

Table 1 Mixture proportions of concrete for AC piles

Type of Admix.	W/B (%)	S/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)						
			W	C	Silica Additive	S1	S2	G	Admix.
PNS계	23.9	44.0	107	280	168	339	509	1,176	4.2
WF2000									3.3

의 강도 확인을 통하여 AC 파일의 품질을 향상시키고 원가를 절감하기 위한 방안에 대하여 검토하였다.

3.2.2 실험절차

3.2.2.1 AC 파일의 공정실험

PNS계 혼화제와 WF2000의 특성을 비교하기 위한 공정실험에서는 동일한 배합에 PNS계 혼화제 대비 약 80%의 WF2000을 사용하여 Table 1과 같이 배합하였으며 기존 PNS계 혼화제를 사용하는 제품의 생산 도중에 WF2000을 사용하고 각각의 콘크리트로 AC 파일을 생산하였으며 강도비교를 위한 공시체를 제작하였다. 이 논문에서 사용된 혼화제는 고순도의 실리카계로 “시그마 1000”으로 불리는 증기양생용 고강도 혼화제이다. 공정실험시에는 KS F 2454(한국표준협회, 2006)에 따라 AC 파일용 콘크리트 공시체를 종류별로 3개씩 제작하였다.

본 공정실험에서는 WF2000의 적정량을 계량하여 배치 플랜트(Batch Plant)의 배합수 계량조에 직접 투입하는 방식으로 실험을 진행하였으며 생산된 AC 파일의 제조번호를 확인하여 원심성형 이후와 탈형 후의 과정을 추적 관리하여 그 결과를 확인하였다.

원심성형시에는 공시체에 콘크리트를 각각 17kg씩 정량 계량하여 투입 후, 성형을 실시하였으며 원심성형 단계는 5단계의 각각 다른 시간 동안 다른 RPM으로 구성되었고 성형 후 1차 상압증기양생 후의 탈형 압축강도와 2차 고압증기양생 후의 압축강도를 각각 확인하였다. Fig. 3은 공시체의 제작과 실내 시험용 증기양생 챔버, 압축강도 측정 및 챔버 내의 공시체들을 보여주고 있다.

3.2.2.2 AC 파일의 실제생산에 적용

공정실험과 동일한 배합비를 적용하여 WF2000을 실제 생산에 사용하여 AC 파일을 생산하였다. WF2000 제품을 10톤 입고하고 혼화제 사용량을 저감하여 AC 파일을 D사의 제품생산공장 일정에 맞춰 생산하였으며 생산 제품의 작업성 및 성형성을 확인하고 공시체를 제작하여

(a) production of specimens for piles

(b) specimen located at the internal of steam curing chamber

(c) measurement of compressive strength

(d) steam curing chamber for room experiment

Fig. 3 Production, curing, and strength measurement of specimens

Fig. 4 Compressive strength with age of AC piles

1차 양생 및 2차 양생 후의 압축강도를 측정하였고 기존의 PNS계 혼화제 사용시의 압축강도 결과와 비교/검토하였다.

3.2.3 실험결과

3.2.3.1 AC 파일의 공정실험

이 실험에서는 원심성형 후 생산설비 내의 1차 양생실과 2차 양생실에서의 양생 후, 그리고 7일 후의 각 재령별 압축강도를 측정하여 평균을 구하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 같다.

강도의 확인 결과, 1차 양생 압축강도는 PNS계 혼화제 대비 약 116% 정도로 높게 발현되었으며, 2차양생 후와 7일 재령에서도 각각 동등 이상의 강도를 확보함을 확인할 수 있었다.

3.2.3.2 생산된 AC 파일의 성형성 평가

생산된 AC 파일 완제품의 성형성 평가에서, WF2000을 사용한 경우가 PNS계보다 파일의 내공이 보다 깨끗하여 성형성에서 충분히 만족스러웠으며 Non-Plate Type의 헤드가 없는 파일 또한 성형성에 문제가 없었고, 1차 및 2차 양생에서 파일이 부풀어 오르거나 깨어지는 현상이 발생하지 않아 안정적인 생산이 가능함을 확인하였다(Fig. 5). 또한, AC 파일의 특성상 원심성형 중 발생하는 슬러지 양이 NAC 파일에 비하여 상대적으로 적은 편이었다.

3.3 WF2000을 AC 파일에 적용한 결과의 고찰

고강도 AC 파일제조에 사용되는 고성능감수제는 목표 반죽질기를 얻기 위한 콘크리트의 단위수량을 큰 폭으로 절감하여 매우 낮은 물-시멘트비에서도 콘크리트 혼합물

(a) piles manufactured by using PNS

(b) piles manufactured by using WF2000

(c) piles manufactured with Non-Plate Type

Fig. 5 Comparison of molding and externals between manufactured AC piles

의 제조를 가능하게 하고 굳은 후에는 높은 강도의 발현이 가능하게 해야 한다.

공정실험 및 실제현장에서의 적용결과를 요약하면 다음과 같다. ① 1차 양생 후, 탈형시의 강도에서 WF2000을 사용한 AC파일의 압축강도 상승이 PNS계 혼화제와 비교하여 뚜렷이 증가하였으며, 이후 강도 증진 또한 매우 양호

Table 2 Mixture proportions of concrete for NAC piles

Type of Admix.	W/B (%)	S/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)					
			W	C	Additive	S	G	Admix.
PNS	25.5	37.0	130	510	40.8	655	1,268	9.44
WF2000			125	490		666	1,290	7.6

하였다. 따라서 추후의 연구에서는 단위시멘트량의 절감을 주요변수로 한 실험이 필요하다고 생각한다. ② WF2000은 시멘트 분산능력이 높고 유지력의 조절이 가능하므로 작업성의 향상 및 문제가 되는 하절기의 작업성 개선을 기대할 수 있다. ③ 낮은 단위시멘트량의 AC 타입 PHC 파일은 초기 1차 양생 후의 탈형강도가 중요하다. 콘크리트의 온도가 낮아 조기강도 저하의 요인이 존재하는 동절기에는 조기강도의 발현이 보다 뛰어난 WF2000의 사용은 안정적인 강도발현을 가능하게 할 수 있다. ④ WF2000의 사용에 따른 PHC 파일의 안정적인 조기강도 발현은 PHC 파일의 적재 및 운반시 생산 파일의 파손 방지와 현장 향타시의 PHC 파일의 단부파괴에 대한 저항성 증진 등의 품질 문제에서 매우 유리할 것으로 예상된다.

4. NAC 파일에 WF2000의 적용

4.1 WF2000의 NAC 파일에의 적용실험

4.1.1 실험개요

실내실험을 통하여 PNS계 혼화제와 비교한 WF2000의 물성을 고려하여 콘크리트의 배합을 조정하고 그 결과를 토대로 국내 충남 지역에 소재하고 있는 T사의 프리캐스트 PHC 파일 공장에서 NAC 방식으로 생산되는 PHC 파일의 제조원가를 절감하고 파일 제품의 품질을 개선하기 위하여 기존에 사용 중인 PNS계 감수제를 WF2000으로 대체하여 공정실험을 실시하였다.

또한 공정실험의 결과를 근거로 하여 실제 PHC 파일의 제조과정에 WF2000의 적용실험을 실시하여 작업성, 압축강도, 성형성, 증기양생 후의 제조된 제품 외관 그리고 향타시 파손에 대한 저항성 등에 대하여 각각의 혼화제 사용에 따른 콘크리트 제품의 특성을 비교 및 검토하고 출하된 제품의 이력을 추적하여 향타시 품질불량 문제의 발생 여부를 확인하였다.

4.1.2 실험절차

예비실내실험을 통하여 단위시멘트량을 20kg/m³ 줄이

Fig. 6 Compressive strength with age of NAC piles(room curing)

Fig. 7 Compressive strength with age of NAC piles (real construction process curing)

고 혼화제 사용량은 PNS계 혼화제의 사용량의 80%로 조정된 콘크리트 배합을 사용하였다(Table 2).

4.1.3 실험결과

실내실험과 공정실험에서 구한 콘크리트 압축강도의 측정결과를 각각 Fig. 6 및 Fig. 7과 같다. 이들 그림에서 실내실험에서 구한 값은 공시체 3개의 평균이고 공정실험 값은 공시체 4개의 평균값이다.

WF2000 사용의 경우, 압축강도는 PNS계 혼화제의 경우와 비교하여 1일과 3일 재령에서 약 110% 이상 뛰어난 조기강도의 증진을 보여주었고 7일 재령에서의 압축강도도 PNS계 혼화제보다 높은 강도가 발현됨을 확인했다.

WF2000을 사용한 PHC 파일의 제작시, 내공이 미려하여 성형성을 충분히 만족하였으며 슬러지수의 발생이 PNS계 혼화제에 비하여 적어 실공정에서 생산된 파일 제품에서 슬러지 층이 적거나 없으며 내공 표면에도 물결현상이 발생하지 않아 안정적인 제품의 생산이 가능한 것으로 나타났다(Fig. 8). 또한, 콘크리트의 점성이 적절하고 작업성이 우수하여 성형 작업자의 작업효율이 높아져 단위시간당 생산성이 증가하였다.

(a) internal view of PHC piles used WF2000 after centrifugal precast

(b) internal view of PHC piles used PNS (sludge occurrence)

(c) internal view of PHC piles used WF2000 (No sludge)

Fig. 8 Comparison of casting and externals between manufactured NAC piles

4.2 현장 항타시공의 결과확인

Fig. 9는 WF2000을 사용하여 제작한 파일을 국내 L사의 인천에 소재하고 있는 건설현장에 납품하여 항타시공한 결과를 나타내고 있다. 점검결과, 52개 파일 모두에서 파손이나 균열이 발생하지 않아 WF2000의 사용에 대

(a) in-situ delivery of PHC piles used WF2000

(b) in-situ delivery of PHC piles used WF2000

(c) in-situ construction view of PHC piles used WF2000

Fig. 9 In-situ application of PHC piles used WF2000

한 신뢰성을 확인할 수 있었다.

4.3 WF2000을 NAC 파일에 적용한 결과의 고찰

고강도 PHC 파일의 제조에 있어서 기존의 PNS계 감수제를 WF2000으로 대체하여 실내실험과 공정실험을 실시하고 출하된 제품의 이력을 조사하여 품질을 확인한 결과는 다음과 같다. ① 시멘트 원단위의 절감으로 PHC 파일의 제조원가의 절감이 가능하다. ② PHC 파일의 압축강도가 상승되었다. ③ 작업성과 성형성이 우수하여 제

품의 생산성이 향상되었다. ④ 외관이 미려하고 내공에 슬러지 발생과 물결현상의 발생이 적은 제품을 안정적으로 생산할 수 있다. ⑤ 항타시 제품의 파손이나 균열이 없어 제품에 대한 신뢰성을 증가시킨다.

5. 결 론

본 연구의 결과로부터 증기양생된 콘크리트 제품에, 기존의 PNS계 고성능감수제와 비교하여, PC계 고성능감수제 WF2000을 사용하는 경우의 장점과 특성을 확인했으며 이를 정리하면 다음과 같다.

- 1) WF2000은 조강형 PC계 혼화제를 주원료로 하여 제조된 PC계 고성능감수제로서 적은 사용량에도 제품이 가지고 있는 높은 감수율로 인해 우수한 작업성을 보이며 PHC 파일의 조기강도와 장기강도 발현에 매우 유리하다.
- 2) PC계 혼화제의 높은 감수율과 고온에서 콘크리트 응결의 촉진효과로 인하여 조기 고강도 발현에 매우 유리하며 PNS계 감수제와 비교시 상대적으로 적은 사용량으로도 우수한 분산작용을 가져 작업성의 개선 및 강도 발현이 안정적이다.
- 3) WF2000은 감수력과 유지력의 조절이 가능하여 원재료의 변동 및 환경조건의 변화에 적절한 대응이 가능한 혼화제로 하절기의 생산성과 작업성 저하와 성형성 불량 문제 및 동절기의 응결지연으로 인한 조기강도의 저하에 대한 문제 해결에 유리하다.
- 4) 콘크리트는 제조공장마다 사용하는 원재료와 제품의 규격, 제조설비, 환경조건 등이 서로 다르므로

향후 더 많은 콘크리트 2차제품 제조업체에 대한 WF2000의 공정실험과 현장에의 적용을 통해 각 업체의 특성에 맞는 PC계 고성능감수제의 개발이 필요하다고 생각되며 이러한 연구를 통하여 증기양생 프리캐스트 콘크리트 제품의 제조 및 생산 기술의 발전, 제품의 성능 개선과 원단위 절감, 그리고 경제성 제고가 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김도수, 길배수, 전준영, 전영환, 류득현, “콘크리트용 PNS 치환 혼화제의 기초물성 및 친환경 특성 평가에 대한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 2008년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.20 No.2, 2008, pp.729-732.
2. 문수동, 이상호, “PC계 혼화제 사용 콘크리트의 조강특성 및 내구특성에 대한 연구”, 한국콘크리트학회 2005년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.17 No.2, 2005, pp. 467-470.
3. (사)한국콘크리트학회, 콘크리트표준시방서, 국토해양부, 2009, pp.303-310.
4. 심종성, 박철우, 박성재, 김태광, 마창남, “고품질 순환골재를 사용한 PHC파일의 적용 가능성 연구”, 한국콘크리트학회 2006년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.18 No.2, 2006, 345-348.
5. 이상호, 홍경선, “PC계 조강 콘크리트를 사용한 공기단축에 관한 시공사례”, 한국콘크리트학회 2007년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.19 No.2, 2007, pp.1009-1012.
6. 정재동, 김원기, 김진철, “프리스트레스 콘크리트 파일의 제조와 물성에 관한 연구(I) -콘크리트 파일의 원심 성형에 미치는 각 요인의 영향”, 한국콘크리트학회 1992년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.4 No.2, 1992, 228-233.
7. 한국표준협회, 원심력으로 다져진 콘크리트의 압축 강도 시험 방법(KS F 2454), 2006.
8. 한국표준협회, 콘크리트용 화학 혼화제(KS F 2560), 2007.

(접수일자 : 2010년 8월 30일)
(심사완료일자 : 2010년 10월 6일)

요 지

이 연구에서는 프리캐스트 콘크리트용으로 공장에서 생산되며 그 동안 국내에서 많이 사용되어온 음이온계 계면활성제의 일종인 나프탈렌 설펜산염계(Poly-Naphthalene Sulfonate Type) 혼화제와 국내 J사에서 개발된 조강형 폴리카복산계(Polycarboxilic Type) 혼화제인 WF2000의 성능을 평가하였다. 실험결과에 의하면, WF2000은 PNS계보다 20% 줄어든 사용량에도 제품이 가지고 있는 높은 감수율과 고온에서 콘크리트 응결의 촉진효과 및 우수한 분산작용으로 인하여 작업성의 개선되었으며 PHC 파일의 조기강도와 장기강도 발현에 유리하였다. 그리고 감수력과 유지력의 조절이 가능하여 원재료의 변동 및 환경조건의 변화에 적절한 대응이 가능한 혼화제로 하절기의 생산성과 작업성 저하 그리고 성형성 불량 문제 및 동절기의 응결지연으로 인한 조기강도의 저하에 대한 문제 해결 등에 유리하였다.

핵심 용어 : 폴리카복산(PC)계 혼화제, PNS계 혼화제, 프리캐스트, 고강도콘크리트, 파일