

콘크리트 2차제품 고강도 혼화제 제품개발연구

The study of Intensity Compounol for 2th Concrete Goods

임 채 영*
Lim. Chae Young

정 인 선**
Jeong. In Sun

곽 계 환***
Gwa. Gye Hwan

김 도 수****
Kim. Do Su

노 재 성*****
Rho. Jae Seong

ABSTRACT

In order to enlarge effecton use as well as to use as a cheafut raw material for nigh-strongch concrete admixture, we manufactured high strength admixture by using variions industrial by-products and then applied to 2nd concrete pro when concrete was added MSS, strength of conrcet was promoted and had a excellent property than domestic D admixture.

This result could be explained that adding of MSS accelareted the famat of ettringite($C_3A, 3CaSO_4, 32H_2O$) like needle crystal in steam curing a also promoted to cement solidification and shorten high pre-strength display. As a result of, strength of concrete added MSS pretented. above $850kgf/cm^2$ in 7 days of long-period curing.

1. 서 론

현재 PHC파일, 홉판, 폴등과 같이 조기에 고강도가 요구되는 콘크리트 2차제품의 제조를 위해서는 고강도 혼화제의 사용이 필수적인 것으로 알려지고 있으며 현재 실용화되고 있다. 그러나 현재 이를 위해 첨가되는 고강도 혼화제가 수입되고 있거나 국내 기술로 개발이 어려워 외국에서 고가의 Royalty를 부담하여 기술이전을 받아 생산하고 있는 실정이다.

당사에서 생산하고 있는 프리텐손방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝의 경우 재령1일 압축강도가 $700kgf/cm^2$ 이상 재령 7일 강도가 $800kgf/cm^2$ 이상으로 규정(KS F 4306)되어 있으며 일반적으로 상온상압(중기)양생 또는 고온고압(오토크레이브)양생을 이용하고 있는데 오토크레이브 양생방법은 큰 비용의 설비투자나 유지비가 필요한 단점을 지니고 있다. 그러나 상온상압양생 방법은 고강도 혼화제를 첨가하여 생산하고 있는데 고강도 콘크리트 2차제품(PHC 말뚝) 제조시 연간 혼화제의 사용액이 약 10억원 정도로 제품 제조원가의 약 8.9%정도를 차지하는 중요한 재료이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 대량 발생되어 매립, 처분되어 온 불산부생 II형 무수석고 및 플라 이에쉬, 고로슬랙등의 산업부산물을 원료로 이용하여 수입되고 있는 제품이나, 높은 Royalty를 부담

* 송학기업(주) 기술개발연구소 소장

** 송학기업(주) 기술개발연구소 연구원

*** 원광대학교 토목환경공학과 교수

**** 충남대학교 정밀공업화학과 대학원

***** 충남대학교 정밀공업화학과 교수

하고 있는 기존의 제품보다도 품질적인 부분에서는 동등이상의 요구 물성을 충족하는 동시에 우수한 가격경쟁성을 지닌 콘크리트 2차 제품용 고강도 혼화재를 제조하고자 하였다. 이를 위해 산·학·연 공동과제로 실시하여 개발한 MSS(Micro Silica Song-Hak)혼화재를 직접 생산공장에 적용하여 고강도 혼화재로써 제품의 물성 및 concrete를 평가하였다. 또한 주 및 부원료를 산업부산물로 활용함에 따라 제조원가를 5%이내로 절감할수 있다.

2. 실 험

2.1 실험재료

- 시멘트는 국내 D사의 1종 보통 포틀랜드를 사용하였으며 콘크리트 부순잔골재, 콘크리트 부순굼은골재의 화학조성 및 물리적 성질을 아래의 표 1. 표 2. 와 같으며 고성능 감수제는 M사의 Mighty-150을 사용하였으며 고강도 혼화재는 당사에서 개발한 MSS를 첨가하였고 그 화학적 조성 및 물리적 성질을 표 3과 같다.

표 1 시멘트 화학적 조성

구 분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	L.O.I
함 유 량(%)	20.77	5.46	3.08	62.61	3.45	2.45	1.15

표 2 콘크리트 부순잔골재, 부순굼은골재 물리적 성질

구 분	비 중	흡 수 율	조 립 율	단위용적중량 (kg/m ³)	골재암종류	비 고
콘크리트 부순잔골재	2.61	1.1	3.15	1650	화강암	
콘크리트 부순굼은골재 (20mm)	2.62	1.3	6.68	1550	화강암	

표 3 고강도 혼화재(MSS) 화학조성

구분	분말도 (cm ² /g)	비 중	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	MgO	KO	Na ₂ O	lg-loss	합계
MSS	7330	2.77	9.28	2.65	0.62	44.7	39.8	0.80	0.16	0.26	1.36	99.63

2.2 실험방법

- PHC(고강도)말뚝 제조에 따른 콘크리트 배합은 고강도 혼화재 사용량을 단위 시멘트량 대비 10% 첨가한 배합으로 표 4와 같으며 공시체 제작은 KS F 2454(원심력으로 다져진 콘크리트 압축강도 시험방법)의하여 시편을 제조하였고 현장 시험은 PHC(고강도) 말뚝 Ø400mm를 제작하여 제품의 품질을 확인하였다. 양생방법은 상온상압(증기)양생으로 전치(대기온도) 3시간, 상온온도 3시간(1시간에 20℃이하로 상승) 포화온도 4시간(85℃이하) 자연하강 2시간의 조건하에서 재령 1일, 3일, 7일에 대한 강도를 측정하였다.

표 4 고강도 콘크리트 배합비

굵은골재최대치수 (mm)	Slump (cm)	공기량 (%)	S/A (%)	W/C (%)	콘크리트 단위용적증량(kg/m ³)						총중량 (kg)
					시멘트	잔골재	굵은골재	사용수	혼화재	혼화재	
20	2±1	2±1	39	25	560	657	1035	140	56	11.20	2459.2

3. 결과 및 고찰

3.1 Concrete 유동성(작업성)

PHC(고강도)말뚝 배합설계 표 4와 같이 W/C = 25%에서 고강도 혼화재(MSS)를 C × 10wt% 첨가한 concrete의 유동성(작업성)을 시험하였다. II형 무수석고, 폴리아에쉬, 반응성 재료의 3가지 원료를 분체 혼합하여 MSS를 첨가한 concrete 배합이 마이크로실리카흄 및 D사 제품을 첨가한 concrete 배합보다는 유동성 작업성 요소가 적어 현장 작업 조건에 양호한 적용 결과를 얻을수 있었다.

3.2 상온상압(증기)양생에 따른 concrete 압축강도

MSS(고강도 혼화재)를 표 4와 같이 배합하여 제조한 concrete 시편(∅10공시체)을 제작하여 압축강도를 측정한 결과를 그림 1에 각각 나타내었다.

MSS 첨가한 시료의 압축강도가 Plain보다 모두 증가하였고 재령 7일에서는 Plain보다 7.8% 높게 나타났다.

PHC 말뚝 KS F 4306 규정에 따라 concrete 시편은 현장 조건과 동일하게 원심력 공시체를 사용하여 증공형 시편(∅20×30공시체)으로 제작하였다. 이는 상온상압(증기) 양생 후 대기에 방치하여 D사 제품과 MSS가 첨가된 concrete의 압축강도를 측정한 결과는 그림 2와 같다.

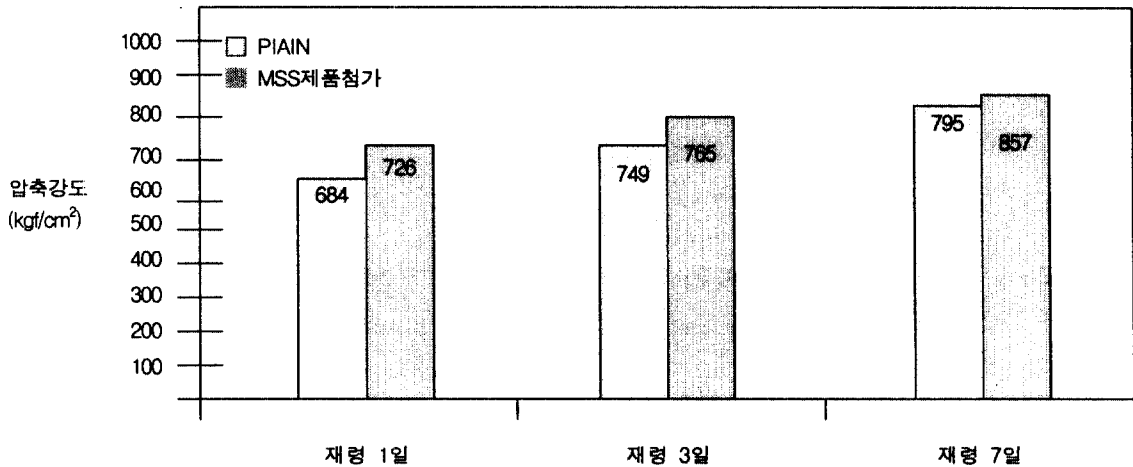


그림 1 Plain과 MSS를 첨가하여 상온상압(증기)양생한 concrete의 압축강도

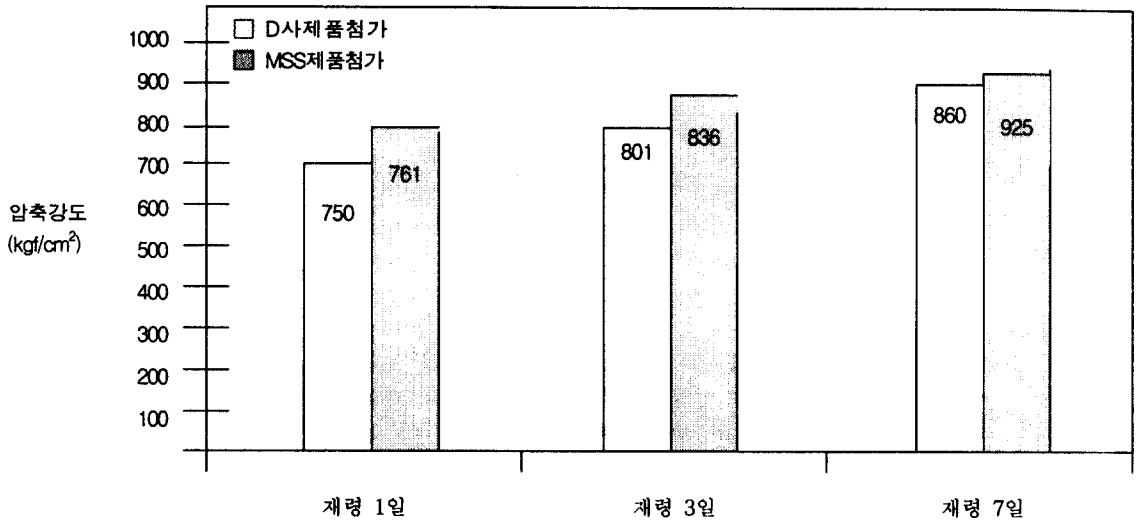


그림 2 PHC 말뚝 배합에 따른 고강도 혼화제 비교한 concrete의 압축강도

그림 2에서와 같이 D사 제품과 MSS를 첨가한 concrete 압축강도를 비교한 결과 D사 제품보다 MSS가 모두 증가하였고 재령 7일에서는 D사 제품보다 7.6% 높게 나타났다.

일반적으로 상온상압(중기)양생을 실시할 경우 콘크리트 배합에서 에트링가이트의 생성 촉진에 따른 감수효과 시멘트고화 촉진작용에 의한 높은 초기 압축강도의 발현과 장기강도 재령 7일 = 850kgf/cm²이상의 높은 고강도를 발현하는 동시에 우수한 내구성을 지닌 제품생산이 가능하였다.

3.3 고강도 혼화제(MSS)의 제조원가

- 고강도 콘크리트 2차제품(PHC말뚝)제조시 혼화제의 첨가량에 따라서 제조 원가가 다소 차이는 있으나 고강도 혼화제는 보통제품 제조원가의 약 8.9%~10%이상을 차지하고 있다. 그러나 본 연구로 개발이 완료된 고강도 혼화제(MSS)는 주 및 부원료가 모두 산업부산물을 이용하였으므로 폐자원의 재료 이용을 증가와 함께 혼화제의 원가비중을 제품생산시 제조원가의 약 4.5%~5.3%로 낮출 수 있다.

4. 결 론

콘크리트 2차제품용 고강도 혼화제(MSS)제품개발에 따른 고강도(PHC)말뚝 제조에 적용하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 고강도 혼화제(MSS)제품을 고강도(PHC)말뚝 제조에 직접 적용한 결과 유동성(작업성)이 우수한 재료로서 단위수량 감소 및 고성능감수제 사용량의 절감 효과를 기대 할수 있으며 원심성형후 제품의 내경 형상이 매우 양호 하였다.
- 2) 콘크리트의 압축강도에 있어서는 MSS의 첨가로 현재 수입제품 또는 시판제품보다 5%~10% 정도 압축강도가 증진되는 결과를 얻었다.
- 3) 국내의 고강도 콘크리트 혼화제의 사용이 미비한 것은 국내의 고강도 콘크리트의 구조 규준과 표준제조 및 시공지침서등이 규격화 되지 않기 때문이다. 또한 전량수입에 의존하는 수입제품의 사용이 제품 제조비용의 상승을 초래하나 이번에 개발된 MSS 제품의 경우 산업부산물을 주·부원료로

하여 제조하였기 때문에 고강도 콘크리트 2차제품용 혼화제로 사용시 제품의 제조원가를 대폭 낮출수 있다. 따라서 본 개발제품의 우수한 가격 경쟁성으로 수입제품의 전면적 대체효과 및 국내 콘크리트 2차제품 업체와 관련업체에 대한 파급효과가 클것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 대한 건축학회, 고강도 고성능 콘크리트 제조, 시공 및 설계 1996.
2. 김도수의 5명, 불산부생 II형 무수석고와 포졸란 미분체가 혼입된 시멘트 페이스트의 유동-점도-응결특성에 관한연구-96년 추계 한국콘크리트학회지
3. 김도수, 김재호, 노재성 고강도 콘크리트용 미분체의 배합조건에 따른 시멘트 페이스트의 유동-점도-응결특성에 관한연구-제24회 시멘트 심포지엄. 1996. 7.
4. 이병기의 4명 불산부생 II형 무수석고가 시멘트의 수화속도 및 강도에 미치는 영향 -제25회 시멘트 심포지엄. 1997. 7.