

고성능감수제 구성비율에 따른 고유동콘크리트의 유동특성

김무한^{1)*} · 김용로¹⁾ · 김재환¹⁾ · 장중호¹⁾ · 이태희¹⁾

¹⁾ 충남대학교 건축공학과

(2003년 6월 20일 원고접수, 2004년 2월 28일 심사완료)

The Fluidity of High Flowing Concrete According to the Component Ratio of Superplasticizer

Moo-Han Kim¹⁾, Yong-Ro Kim¹⁾, Jae-Hwan Kim¹⁾, Jang-Jong Ho¹⁾, and Tae-Hee Lee¹⁾

¹⁾ Dept. of Architectural Engineering, Chungnam National University, Taejeon, Korea

(Received June 20, 2003, Accepted February 28, 2003)

ABSTRACT

It is the aim of this study to propose the fundamental data for the establishment of the application and quality standard of the mixed type superplasticizer after investigating and comparing the fluidity of high flowing concrete according to the component ratio of superplasticizer such as naphthalene sulfonated and melamine sulfonated.

The results of this study were shown as the followings: 1) The fluidity and adsorption ratio of cement-paste were improved according to the increasing of naphthalene sulfonated component ratio, and apparent viscosity of cement-paste was improved according to the increasing of melamine sulfonated component ratio. 2) In case of using the granulated blast-furnace slag, the fluidity of cement-paste was considerably good and the adsorption ratio was decreased and in case of using fly-ash, the apparent viscosity and adsorption ratio of cement-paste were improved. 3) The dispersive capacity performance of concrete can be improved by means of the increasing of naphthalene sulfonated component ratio. Also the viscosity and early strength can be improved by means of the increasing of melamine sulfonated component ratio.

Keywords : component ratio of superplasticizer, fluidity, viscosity, adsorption ratio, dispersive capacity performance

1. 서 론

국내의 경우 건설생산현장에서 고유동콘크리트의 제조 시 주로 나프탈렌계 및 멜라민계 고성능감수제가 적용되고 있으며, 또한 최근에는 콘크리트의 요구성능을 확보하기 위하여 이러한 두 성분을 혼합하여 적용하는 사례도 나타나고 있다¹⁻⁶⁾.

그러나, 이러한 혼합형 고성능감수제의 현장적용을 위한 적용방법 및 품질기준 등에 대한 자료가 아직 미비한 실정이며, 또한 고성능감수제와 더불어 고유동콘크리트의 제조를 위한 중요한 구성재료로서 플라이애시 및 고로슬래그 미분말 등의 결합재 종류에 따라서도 고유동콘크리트의 성능에 미치는 영향이 크기 때문에 이에 대한 연구의 필요성이 높아지고 있다^{7,8)}.

따라서, 본 연구에서는 고유동콘크리트의 유동특성에 영향을 미치는 고성능감수제의 구성비율을 비교·분석함으

로서 혼합형 고성능감수제의 현장적용시 적용방법 및 품질기준 확립을 위한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 배합은 Table 1에 나타난 바와 같이 Series I의 경우에는 결합재를 OPC(보통포틀랜드 시멘트), OPC-FA50(플라이애시를 시멘트 중량에 대하여 50% 대체), OPC-BFS50(고로슬래그 미분말을 시멘트 중량에 대하여 50% 대체)의 3수준, 고성능감수제는 분산제의 구성비율에 따라 N, NM, MN, M의 4수준으로 설정하였다. 또한 페이스트의 유동성을 측정하기 위해 측정항목으로서 플로우(상대플로우면적비), 결보기 점도, 흡착률을 측정하였다. Series II의 경우에는 예비실험을 통하여 결정된 물결합재비 30%, 고로슬래그미분말 치환율 45%, 단위수량 175 kg/m³의 고유동콘크리트에 있어서 고성능감

* Corresponding author

Tel : 042-821-7731 Fax : 042-823-9467

E-mail : kyr8447@cnu.ac.kr

Table 1 Mix proportions of cement-paste and concrete

Series I (paste)			Series II (concrete)													
W/B (%)	SP type	Binder type*	W/B (%)	SP type	Rep. of BFS (%)	Dosage of SP (%)	s/a (%)	Unit water (kg/m ³)	Unit weight(kg/m ³)				Compressive strength (N/mm ²)			
									Cement	BFS	Sand	Gravel	Age (days)			
													3	7	28	56
30	N NM MN M	OPC OPC-FA50 OPC-BFS50	30	N NM MN M	45	1.0	50	175	321	263	804	829	28	48	83	84
													30	50	79	80
													30	50	78	79
													37	58	75	78

* OPC : ordinary portland cement, FA : fly ash, BFS : blast-furance slag

수제의 주요 구성성분의 비율에 따른 유동특성 및 응결특성을 비교하고자 하였다. 또한, 고성능감수제 첨가량은 동일하게 하여 유동특성 및 응결특성을 비교하고자 하였다.

측정항목으로서 고유동콘크리트의 유동특성을 평가하기 위하여 슬럼프, 슬럼프-플로우, V로트 유하시험, L형 플로우 시험, L형 간극통과성 시험을 비빔직후, 경시 40분, 60분에서 실시하였으며, 고성능감수제에 따른 응결특성의 검토를 위하여 KS F 2436에 준하여 응결시험을 실시하였다. 또한, 고유동콘크리트의 고성능감수제 주요 구성성분의 비율에 따른 초기 강도발현 특성을 검토하기 위하여 재령 3, 7 및 28일의 압축강도를 측정하였다.

2.2 사용재료

본 연구에서 사용한 재료의 물리적 성질을 나타낸 Table 2에서 보는 바와 같이 시멘트는 비중 3.15인 1종 보통포틀랜드시멘트, 혼화제는 분말도 3,144 cm²/g의 플라이애시와 분말도 4,379 cm²/g의 고로슬래그미분말을 사용하였다. 잔골재는 조립율 2.85의 제염사, 굵은골재는 최대 치수 20mm의 부순자갈을 사용하였다. Table 3은 본 연구에서 사용한 고성능감수제의 물리적 성질 및 구성비율을 나타낸 것으로서 고성능감수제를 구성하는 분산제인 나프탈렌(β -나프탈렌설포산 고축합물 Na염)과 멜라민(멜라민설포산 Na염)의 구성비율에 따라 순수 나프탈렌계(이하 N), 나프탈렌계와 멜라민계의 혼용형(이하 NM, MN), 순수 멜라민계(이하 M)의 4수준을 사용하였다.

2.3 비빔방법

Fig. 1은 페이스트의 비빔방법을 나타낸 것으로 KS L 5109의 모르타르 믹서를 사용하여 결합재와 1차수를 저속으로 60초간 비빔 후 고속으로 60초간 비비고, 60초간 정지시킨 후 2차수와 고성능감수제를 투입하여 저속으로 60초, 고속으로 60초간 비빔을 실시하였다. 또한 콘크리트의 비빔방법은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 분할투입방식을 적용하였다.

Table 2 Physical properties of used material

Cement	Ordinary portland cement Specific gravity : 3.15, Blaine : 3,680cm ² /g
Fly ash	Specific gravity : 2.13, Blaine : 3,144cm ² /g, Ignition loss : 4.9%
Blast-furnace slag	Specific gravity : 2.99, Blaine : 4,379cm ² /g
Fine aggregate	Sea sand, Size : 5 mm, Specific gravity : 2.57, FM : 2.85
Coarse aggregate	Crushed stone, size : 20mm, Specific gravity : 2.65, FM : 6.50

Table 3 Physical properties and component ratio of used superplasticizer

Type	Weight(%)		Specific gravity	pH	Viscosity (Mpa)
	Naphthalene	Melamine			
N	100	0	1.168	6.28	29.7
NM	78	22	1.160	7.56	18.7
MN	43	57	1.162	7.56	16.6
M	0	100	1.218	7.13	46.5

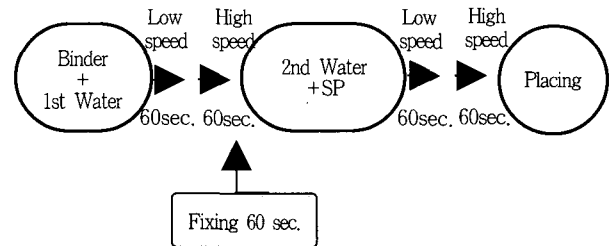


Fig. 1 Mixing method of paste

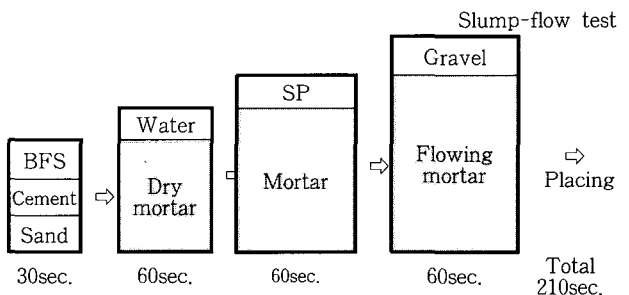


Fig. 2 Mixing method of concrete

24 시험방법

본 연구의 경우 페이스트의 유동성을 검토하기 위한 플로우 시험은 KS L 5111에 규정되어 있는 모르타르용 플로우콘을 이용하여 낙하운동을 가하지 않은 상태의 페이스트 변형이 종료한 시점에서 2방향의 플로우직경을 측정하여 평균값을 산출하였다. 또한, 플로우시험에서 얻어진 플로우 값으로부터 식 1에 의하여 페이스트의 상대플로우면적비를 산정하였다⁹⁻¹¹⁾.

$$\Gamma_p = \frac{\pi(F_p/2)^2 - \pi(F_o/2)^2}{\pi(F_o/2)^2} = (F_p/F_o)^2 - 1 \quad (1)$$

여기서, Γ_p : 상대플로우면적비, F_p : 페이스트의 플로우값(mm), F_o : 플로우 콘 저면의 직경

겉보기 점도는 Photo. 1에서 보는 바와 같이 미국 BrookField사의 모델명 RVDII+회전점도계(내원통형회전)를 사용하여 온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 점도계의 회전속도 50 rpm으로서 30초간 회전시켰을 때의 값을 측정하였다.

흡착률의 측정은 비빔직후 토출한 페이스트를 10분간 원심분리 시킨 후 상층액을 추출하였다. 이와 같이 얻어진 상층액 중 고성능감수제의 흡광도를 Photo. 2에서 보는 바와 같이 자외선 스펙트럼(UV spectrophotometer)을 이용하여 측정하였으며, 흡광도를 역산하여 흡착률을 산정하였다.

고유동콘크리트의 유동특성 시험은 Fig. 3에 보는 바와 같이 일본콘크리트공학협회의 「초유동콘크리트 연구위원회 회고서」에서 제안하고 있는 방법에 준하여 슬럼프-플로우시험, L-Type 플로우, V-Lot 시험, L-Spatial 슬럼프 시험을 실시하였다. 또한 응결시험은 KS F 2436에 준하여 실시하였고 압축강도시험은 KS F 2405에 준하여 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 페이스트의 실험결과 (시리즈 1)

3.1.1 고성능감수제 구성비율에 따른 페이스트 유동특성 분석 및 검토

Fig. 4은 고성능감수제 구성비율별 고성능감수제첨가율에 따른 상대플로우면적비의 변화를 나타낸 것으로 고성능감수제 첨가율이 증가할수록 상대플로우면적비는 증가하는 경향을 나타내고 있다. 또한 나프탈렌의 구성비율이 증가할수록 동일 상대플로우면적비에 대응하는 고성능감수제 첨가율은 낮은 수준을 보이고 있어 나프탈렌 성분이 유동성 확보에 효과적인 것으로 나타났다.

Fig. 5는 고성능감수제 구성비율별 고성능감수제 첨가율에 따른 겉보기 점도의 변화를 나타낸 것으로 고성능감수제의 첨가량이 증가할수록 겉보기 점도는 감소하는 경향을 나타내고 있다. 또한 고성능감수제 구성비율에 관계없이 고성능감수제 첨가율이 일정 수준 이상으로 되면 겉보기 점도는 2000 ± 500 MPa의 일정수준으로 수렴하는 경향을 나타냈으며, M의 경우 동일한 고성능감수제 첨가량에 있어서 가장 높은 겉보기 점도를 나타냈다.

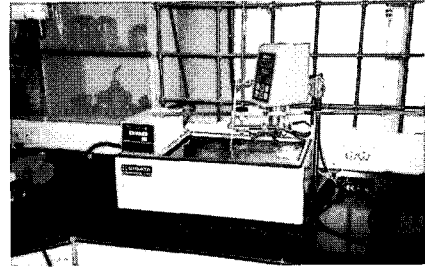


Photo 1 RVDII+rotary viscometer

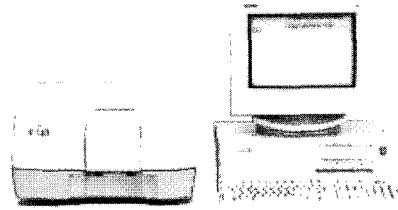


Photo 2 UV spectrophotometer

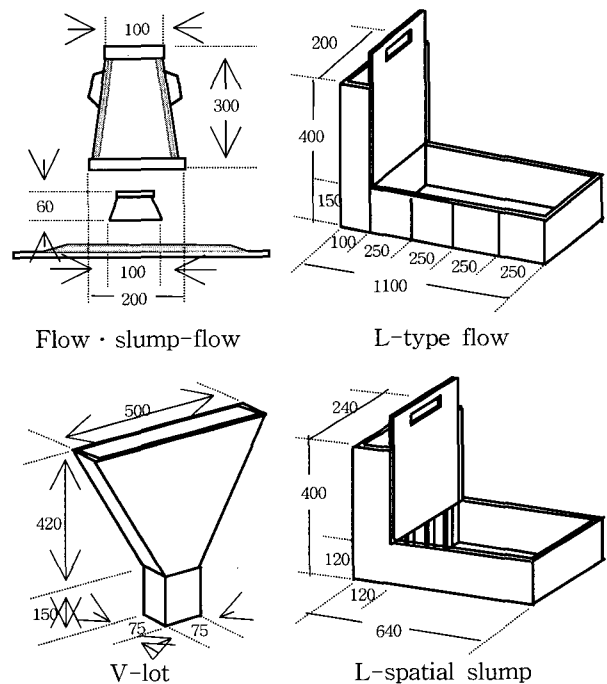


Fig. 3 Testing method (mm)

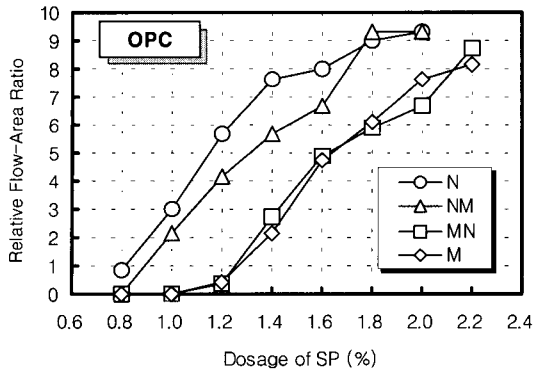


Fig. 4 Variation of relative flow-area ratio according to the dosage of SP

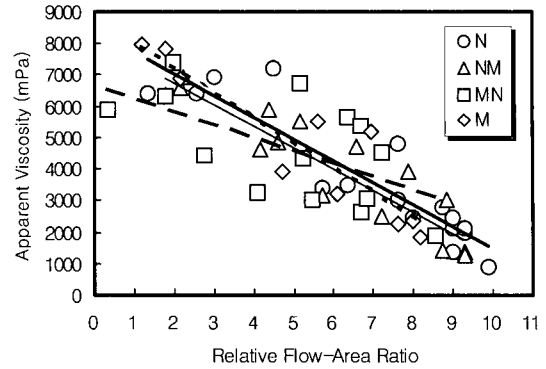


Fig. 6 Relation between relative flow-area ratio and apparent viscosity

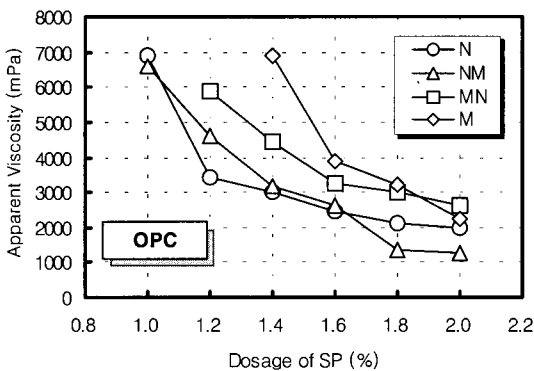


Fig. 5 Variation of apparent viscosity according to the dosage of SP

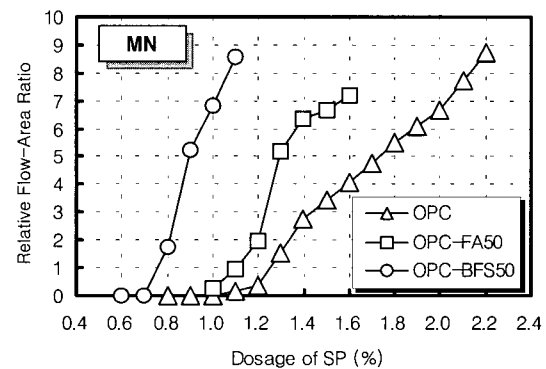


Fig. 7 Variation of relative flow-area ratio according to the dosage of SP

Fig. 6는 고성능감수제의 구성비율에 따른 상대플로우면적비와 결보기 점도의 관계를 나타낸 것으로 상대플로우면적비와 결보기점도는 반비례의 관계를 나타내고 있으며, 고성능감수제 구성비율에 따른 유의할만한 경향은 나타나지 않았다.

3.1.2 결합재 종류에 따른 페이스트의 유동특성 분석 및 검토

Fig. 7은 결합재 종류별 고성능감수제 첨가율에 따른 상대플로우면적비를 나타낸 것으로 결합재의 종류에 따른 고성능감수제 첨가율은 OPC-BFS50의 경우 0.6~1.1%, OPC의 경우 1.0~2.2%, OPC-FA50은 1.0~1.6%의 수준으로서 고로슬래그미분말을 사용할 경우 상대적으로 낮은 첨가율로 유동성을 확보하는데 유리한 것으로 나타났다.

Fig. 8은 결합재 종류별 고성능감수제 첨가율에 따른 결보기 점도를 나타낸 것으로 결보기 점도는 OPC-FA50 > OPC > OPC-BFS50의 순서로 높게 나타나고 있으며, 고로슬래그미분말을 대체할 경우 동일 결보기 점도를 만족시키는 고성능감수제의 첨가율이 가장 낮게 나타났다.

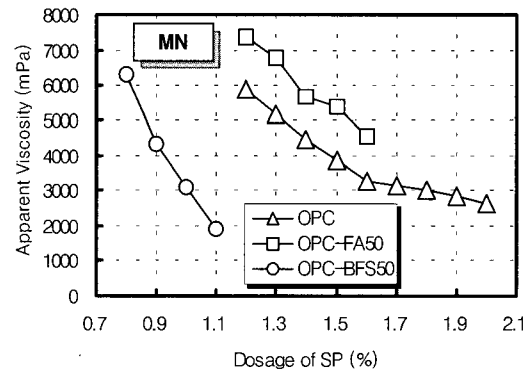


Fig. 8 Variation of apparent viscosity according to the dosage of SP

Fig. 9은 결합재의 종류에 따른 상대플로우면적비와 결보기 점도의 관계를 나타낸 것으로 전술한 바와 같이 상대플로우면적비와 결보기 점도는 반비례 관계를 나타내고 있으며, 동일 상대플로우면적비에 대응하는 결보기 점도가 OPC-FA50의 경우에서 가장 높게 나타나고 있어 플라이 애시를 사용함으로써 페이스트의 점성 확보에 효과적인 것으로 사료된다.

3.1.3 고성능감수제 구성비율별 결합재 종류에 따른 페이스트 유동특성 분석 및 검토

Fig. 10는 고성능감수제 구성비율별 결합재 종류에 따른 고유동페이스트의 적정 상대플로우면적비 5 ± 0.5 를⁹⁾ 만족시키는 적정 첨가율을 나타낸 것으로 고성능감수제 종류에 따른 변화를 살펴보면 나프탈렌 구성비율이 증가할수록 적정 첨가율은 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 결합재 종류별로는 고로슬래그미분말을 사용한 경우 적정 첨가율이 감소하는 것으로 나타났다.

Fig. 11은 적정첨가율에서 고성능감수제 구성비율별 결합재 종류에 따른 겔보기 점도를 나타낸 것으로 고성능감수제 구성비율별로 보면 모든 결합재에서 M의 경우 가장 높은 겔보기 점도를 나타내며, 결합재로서는 OPC-FA50의 경우 가장 높은 겔보기 점도를 나타냈다.

고성능감수제 구성비율별 결합재의 종류에 따른 고성능감수제의 흡착률을 나타낸 Fig. 12에서 보는 바와 같이 흡착률은 OPC, OPC-BFS50의 경우 유사한 수준을 보이고 있으며, OPC-FA50의 경우 가장 높은 흡착률을 나타내었다. 또한, 고성능감수제 구성비율별로는 나프탈렌 구성비율이 증가할수록 흡착률이 증가하는 것으로 나타났다.

3.2 콘크리트의 실험결과 (시리즈 II)

3.2.1 고성능감수제 구성비율에 따른 유동성 검토 및 분석

1) 슬럼프-플로우 평가 결과

Fig. 13는 고성능감수제 구성비율별 비빔직후 및 경과 시간에 따른 슬럼프-플로우의 변화를 나타낸 것으로 고성능감수제를 동일한 양으로 첨가하였을 경우 비빔 직후의 슬럼프-플로우는 $N > NM > MN > M$ 의 순서로 나프탈렌 성분의 함량이 많을수록 높게 나타났다.

또한 경과시간에 따른 슬럼프-플로우의 변화에 있어서도 N의 경우 유동성 유지능력이 가장 우수한 것으로 나타났으며, M의 경우 경시 40분에서 슬럼프-플로우 약 40cm 수준으로 「JASS 5 18절 고유동콘크리트」에서 제안하고 있는 고유동콘크리트의 슬럼프-플로우 범위인 50~70cm를 만족하지 못하는 것으로 나타나 유동성 유지능력이 현저하게 저하하는 것으로 나타났다. 경과시간에 따른 고성능감수제 종류별 슬럼프-플로우 50cm 도달속도의 변화를 나타낸 Fig. 14에서 보는 바와 같이 비빔직후에 있어서는 고성능감수제에 관계없이 「JASS 5 18절 고유동콘크리트」 및 「초유동콘크리트연구위원회보고서」에서 제안하고 있는 영역인 1.875~5.000 cm/sec (슬럼프-플로우 50cm 도달시간 3~8sec)의 범위를 모두 만족하고 있으며, $N > NM > MN > M$ 의 순서로 비빔직후의 슬럼프-플로우 50cm 도달속도가 빠르게 나타나고 있어 멜라민 성분 비율이 증가할수록 점성이 증가되는 것을 알 수 있다.

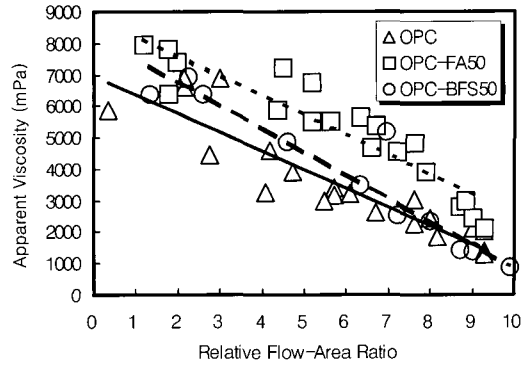


Fig. 9 Relation between relative flow-area ratio and apparent viscosity

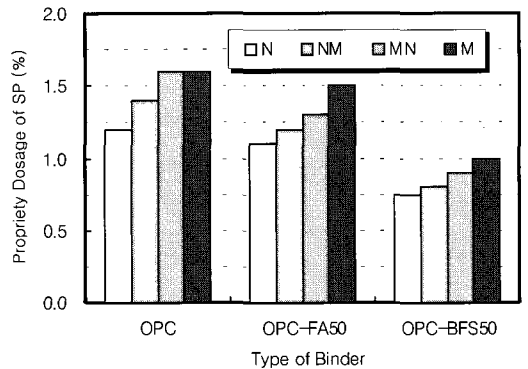


Fig. 10 Variation of propriety of SP dosage according to the binder type

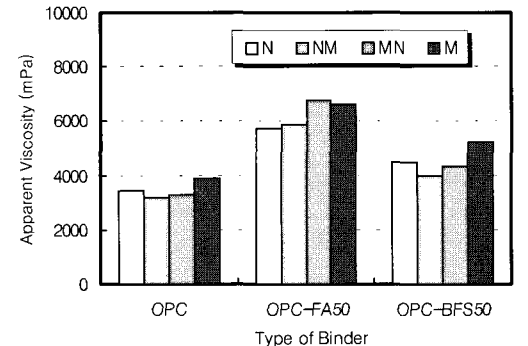


Fig. 11 Variation of apparent viscosity according to the binder type at propriety dosage of SP

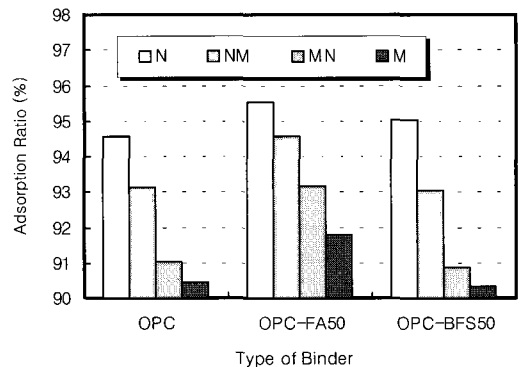


Fig. 12 Variation of adsorption ratio according to the binder type

경과시간에 따른 슬럼프-플로우 50cm 도달속도의 변화는 비빔직후의 성상과 유사하게 나타나고 있으며, N 및 NM의 경우 경시 40분에 있어서 비빔직후에 비하여 각각 18%, 19% 정도 저하하였지만 제한치인 1.875cm/sec 이상을 만족하였고, MN의 경우 약 45%가 저하하여 유동속도가 다소 빠르게 감소하고 있으며, M의 경우 슬럼프-플로우 50cm 도달속도를 측정할 수 없는 것으로 나타나 멜라민 성분의 함유량이 증가할수록 유동속도의 경시변화도 큰 것으로 나타났다. 이것은 나프탈렌 성분의 경우 멜라민 성분과 비교하여 높은 정전기적 반발력(제타전위)을 갖고 있으며, 경과시간에 따른 정전기적 반발력의 변화도 적기 때문인 것으로 사료된다^{4,10)}.

2) L형 플로우 평가 결과

Fig. 15는 고성능감수제 구성비율별 비빔직후 및 경과시간에 따른 L형 플로우의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후의 경우 고성능감수제에 관계없이 모두 80cm 이상으로 기존 연구⁹⁾에서 제시되었던 수준을 상회하는 것으로 나타났고, N, NM의 경우 97cm 이상으로 유사한 수준의 값을 보이고 있으며, MN 및 M에 있어서는 약 90cm의 수준을 나타내었다. 또한 경과시간에 따른 L형 플로우의 변화에 있어서도 고성능감수제 성분비율별로 슬럼프-플로우와 유사한 경향을 나타내고 있으며, M을 제외하면 경시 60분에서도 양호한 수준으로 나타났다.

3.2.2 고성능감수제 구성비율에 따른 간극통과성 검토 및 분석

1) V 로트 유하시험 평가 결과

Fig. 16는 고성능감수제 구성비율별 경과시간에 따른 V로트 유하시간의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후에 있어서는 고성능감수제 구성비율에 관계없이 적정 영역인 V로트 유하시간 5~15초의 범위를 만족하는 것으로 나타나 양호한 성상을 보이고 있다. 그러나 경과시간에 따른 V로트 유하시간은 N, NM, MN의 경우 경시 60분까지 적정 영역을 만족하는 양호한 성상을 나타내고 있으나, M의 경우 경시 40분 이후 V로트 유하시간이 약 17초 정도로서 적정 영역을 벗어나고 있으며 경시 60분에서는 V로트를 통과하지 못하고 폐색되는 것으로 나타났다.

이것은 멜라민 성분의 특성으로서 나프탈렌 성분에 비해 경과시간에 따른 정전기적 반발력, 즉 제타전위의 저하가 상대적으로 크고, 나프탈렌과의 분자구조 차이에 의해 시멘트 입자간의 응집에 대한 반발력의 차이에 기인하는 것으로 사료된다^{4,10,12)}.

2) L형 간극통과성 시험 평가 결과

고성능감수제 구성비율별 경과시간에 따른 L형 간극

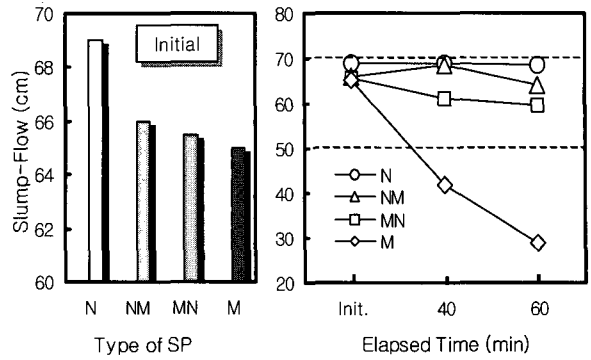


Fig. 13 Variation of slump-flow

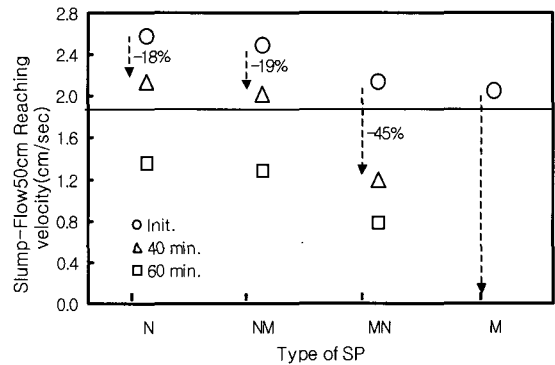


Fig. 14 Variation of slump-flow 50cm reaching velocity

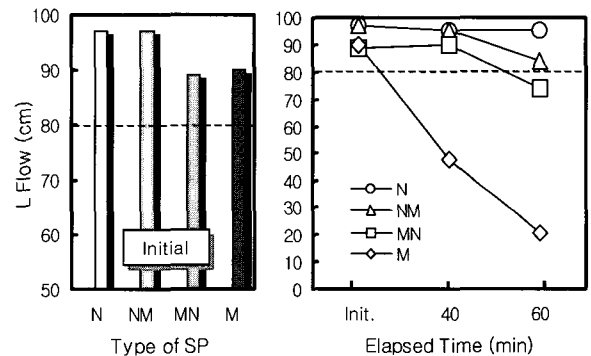


Fig. 15 Variation of L type flow according to elapsed time

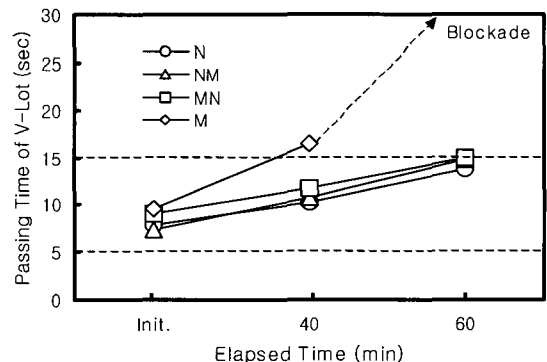


Fig. 16 Variation of V-lotl slump according to elapsed time

슬럼프의 변화를 나타낸 Fig. 17에서 보는 바와 같이 비빔직후의 경우 고성능감수제 구성비율의 차이에 관계없이 기존의 연구⁹⁾에서 제시하고 있는 적정 L형 간극 슬럼프 25cm 이상의 범위를 만족하고 있는 것으로 나타났다.

또한 NM 및 MN의 나프탈렌-멜라민 혼합형의 경우 경시 40분에서도 적정 수준을 만족하는 양호한 성상을 보이고 있다. 그러나 N 및 M의 나프탈렌 및 멜라민계의 경우 경시 40분에서 L형 간극 슬럼프가 적정 수준을 만족하지 못하였으며, 특히 M의 경우 경시 60분에서는 간극을 거의 통과하지 못하였다. 이것은 N의 경우 상대적으로 점성이 적기 때문인 것으로 판단되며 M의 경우 점성은 양호하지만 경시에 따른 유동성 유지능력이 현저하게 저하되었기 때문인 것으로 사료된다.

3.2.3 고성능감수제 구성비율에 따른 응결특성 검토 및 분석

Fig. 18은 고성능감수제 구성비율별 경과시간에 따른 판입저항치의 변화를 나타낸 것으로 초결도달시간은 M이 7시간 45분, MN이 17시간 50분, NM이 20시간 55분, N의 경우 29시간 40분으로 M과 N은 22시간 정도의 차이가 있는 것으로 나타났다. 종결도달시간도 고성능감수제 성분비율별로 초결도달시간과 유사한 차이를 보이고 있으며, 응결시간은 멜라민 성분 함유량이 증가할수록 빠르게 되는 것을 알 수 있다.

따라서 유동성 유지능력과 응결시간의 상호비교에 의한 적용성 검토 및 현장적용시 응결지연에 의해 발생할 수 있는 거푸집 탈형시기의 지연 및 거푸집 측압 작용시간의 장기화 등의 문제에 대하여 주의가 필요할 것으로 사료된다.

3.2.4 고성능감수제 구성비율별 고유동콘크리트의 압축강도 발현 특성 검토

Fig. 19은 고성능감수제 구성비율별 재령 3일 및 재령 7일 압축강도의 변화를 나타낸 것으로 재령 3일 압축강도의 경우 응결 특성의 경향과 유사하게 M>MN>NM>N의 순서로 멜라민 성분의 구성비율이 증가할수록 조기 압축강도는 높게 발현되는 것으로 나타났으나 재령 7일 이후에는 고성능감수제 구성비율의 변화에 따른 압축강도가 유사한 수준을 발현하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

고성능감수제 구성비율에 따른 고유동콘크리트의 유동 특성에 관한 실험적 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 고성능감수제 구성비율에 따른 페이스트의 유동특성은 나프탈렌의 구성비율이 증가할수록 상대플로우면적비

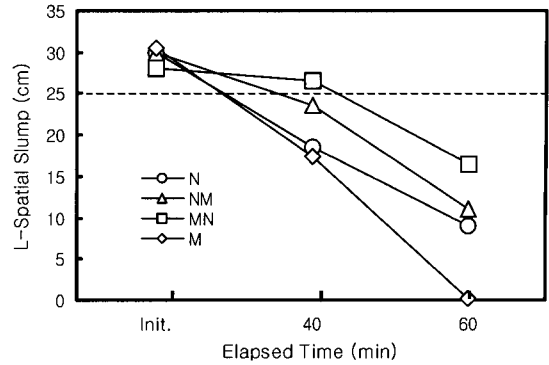


Fig. 17 Variation of L-spatial slump according to Elapsed Time

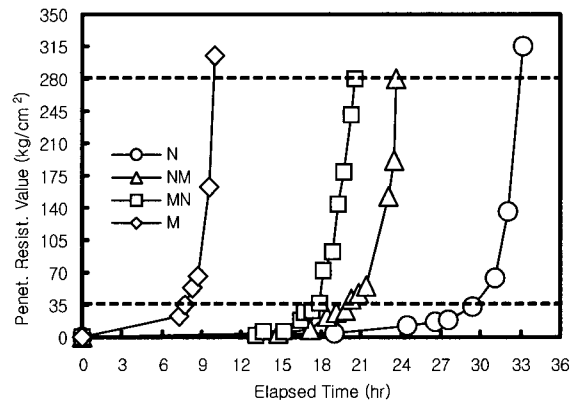


Fig. 18 Variation of penetration value according to elapsed time

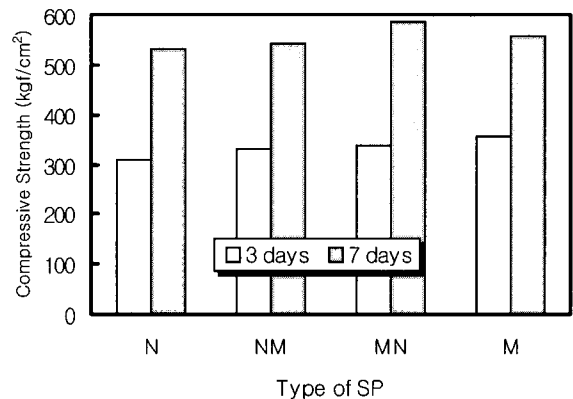


Fig. 19 Variation of early compressive strength

및 흡착률이 증가하고 있어 유동성이 우수한 것으로 나타났으며, 멜라민 구성비율이 증가할수록 점성이 높아지는 것으로 나타났다.

2) 결합재 종류에 따른 페이스트의 유동특성은 고로슬래그미분말을 사용한 경우 플라이애시보다 유동성 확보에 유리하며, 플라이애시를 사용함으로써 페이스트의 점성은 고로슬래그미분말을 사용한 경우보다 증가되는 것으로 나타났다.

3) 고성능감수제 구성비율에 따른 고유동콘크리트의 유동

특성은 나프탈렌 구성비율이 증가함에 따라 유동성 및 경과시간에 따른 유지성능이 우수한 것으로 나타났다. 또한 멜라민 성분 함유량이 증가할수록 점성이 증가하여 우수한 간극통과성능을 보이고 있으며, 초결 및 종결도달시간은 빠르게 되는 것으로 나타났다.

- 4) 나프탈렌-멜라민 혼합형 고성능감수제의 경우 유동성 및 간극통과성을 포함한 고유동 특성과 응결시간에 있어서 상대적으로 양호한 성능을 나타내고 있어 고유동 콘크리트 제조시 고성능감수제를 구성하는 주요성분을 적절하게 혼합하여 사용함으로써 고성능감수제의 효율적인 성능향상이 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김무한 외, “시멘트 및 고성능감수제의 종류에 따른 유동성 평가에 관한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 봄 학술발표대회논문집, 11권 1호, 1999. 5, pp.23~26.
2. 김무한 외, “고로슬래그 미분말을 사용한 고유동·고강도 콘크리트의 혼화제에 따른 유동 및 응결특성”, 한국콘크리트학회 가을학술발표대회논문집, 11권 1호, 2000. 11, pp.1242~1247.
3. 김무한 외, “고성능감수제를 사용한 콘크리트의 유동화 특성 및 강도 특성에 관한 기초연구”, 대한건축학회 논문보고집, 5권 1호, 1982. 2, pp.153~163.
4. 한국콘크리트학회, “고성능유동화제를 이용한 고강도콘크리트의 제조와 특성 및 활용”, KCI 국제워크숍, 건설서관, 1993. 10, pp.Ⅱ-1~32.
5. Moo Han Kim et al, “A Study on the Evaluation and Analysis on the Correlation of High Fluidity for High Flowing Concrete,” Proceedings of Japan Concrete Institute, JCI, Vol.21, No.2, 1999. 5, pp.378~379.
6. 金武漢 ほか, “高流動コンクリートの流動特性に及ぼすセメント及び高性能AE減水剤の効果に関する実験的研究”, コンクリート工学年次論文報告集, 日本コンクリート工学協会, Vol.20, No.2, 1998, pp.385~390.
7. 日本建築学会, “高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの技術の現状”, 日本建築学会, 1996, pp.64~65.
8. 金武漢 ほか, “高炉スラグ微粉末を使用した高流動コンクリートの流動・凝結特性に及ぼす混和剤の構成比率に関する実験的研究”, コンクリート工学年次論文報告集, 日本コンクリート工学協会, Vol.23, No.2, 2001, pp.931~936.
9. 岡村 甫 外, “ハイパフォーマンスコンクリート”, 技報堂出版(株), 1993, pp. 62~72.
10. 松久真人 外, “セメントのキャラクタ β -ナフタレンスルホン酸系またはポリカルボン酸系混和剤を添加したセメントペーストの流動性に及ぼす影響”, 日本コンクリート工学協会 年次論文報告集, Vol.20, No.2, 1998, pp.67~72.
11. 日本建築學會, “建築工事標準仕様書・同解説(JASS 5 鉄筋コンクリート工事)”, 日本建築學會, 1997. 3, pp.402~421.
12. 名和豊春 ほか, “高流動コンクリートの自己充てん性に及ぼす減水剤の化学構造の影響”, コンクリート工学年次論文報告集, 日本コンクリート工学協会, Vol.22, No.2, 2000, pp.835~840.

요 약

국내의 경우 건설생산현장에서 고유동콘크리트의 제조시 주로 나프탈렌계 및 멜라민계가 적용되고 있으며, 또한 최근에는 콘크리트의 요구성능을 확보하기 위하여 이러한 두 성분을 혼합하여 적용하는 사례도 나타나고 있다. 따라서 본 연구에서는 고유동콘크리트의 유동특성에 영향을 미치는 고성능감수제의 구성비율을 비교·분석함으로써 혼합형 고성능감수제의 현장적용시 적용방법 및 품질기준 확립을 위한 기초적인 자료를 제시하기 위하여 고성능감수제를 분산제의 구성비율에 따라 N, NM, MN, M의 4수준으로 설정하였다. 그 결과 고성능감수제 구성비율에 따른 페이스트의 유동특성은 나프탈렌의 구성비율이 증가할수록 상대플로우면적비 및 흡착률이 증가하고 있어 유동성이 우수하게 나타났으며 멜라민 구성비율이 증가할수록 점성이 높아지는 것으로 나타났다. 나프탈렌-멜라민 혼합형 고성능감수제의 경우 유동성 및 간극통과성을 포함한 고유동 특성과 응결시간에 있어서 상대적으로 양호한 성능을 나타내고 있어 고유동콘크리트 제조시 고성능감수제를 구성하는 주요성분을 적절하게 혼합하여 사용함으로써 고성능감수제의 효율적인 성능향상이 가능할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 고성능감수제 구성비율, 유동성, 점성, 흡착률, 분산성능