

# 멜라민계 및 나프탈렌계 고유동화제가 함유된 콘크리트의 물리적 유동특성

## The Physical Fluidity Properties of Concrete Containing Melamine and Naphthalene-type Superplasticizer

윤 성 원\* 최 병 옥\*\*  
Yoon, Sung Won Chol, Byoung Wook

---

### ABSTRACT

It was predicted that the most recent technological developments in concrete technology rely on enhanced admixture efficiency rather than on improvement in cement manufacturing. Four major commercially available of organic chemical admixtures are modified lignosulfonates (LS), sulfonated naphthalene-formaldehyde resins (SNF), sulfonated melamine-formaldehyde resins(SMF) and polycarboxylate(PC). In this study, various sulfonated melamine-formaldehyde (SMF) superplasticizers were synthesized via four synthetic steps and reaction conditions such as the mole ratio of melamine to formaldehyde was changed. After application of SMF superplasticizer to cement concrete, the physical properties including workability, slump loss, compressive strength were compared with SNF

### 요 약

최근의 콘크리트 기술은 시멘트 제조기술의 발전 보다는 화학 혼화제의 기술발전에 의하여 성장하였다. 현재, 콘크리트 산업에 주로 사용되고 있는 4가지 화학 혼화제로서 변형된 리그닌(LS), 나프탈렌계(SNF), 멜라민계(SMF) 및 폴리카르복실레이트계(PC)계가 있다. 본 연구에서는 SMF계 고유동화제를 멜라민과 포르말린의 몰비를 변화시키며 4단계로 나누어 반응을 진행시켰다. 합성된 SMF계 고유동화제를 시멘트 콘크리트에 적용하여 작업성, 슬럼프 손실 및 압축강도를 SNF와 비교하였다.

---

\* 정회원, (주)신일케미칼 연구개발팀장

\*\*정회원, 한국건설자재시험연구원 선임연구원

## 1. 서 론

현재 사용되고 있는 고유동화 혼화제의 주된 4가지종류는 변형된 리그닌 술포네이트계(modified lignosulfonates, LS), 술포네이트 나프탈렌-포름알데히드 계(sulfonated naphthalene-formaldehyde, SNF), 술포네이트 멜라민-포름알데히드 계(sulfonated melamine-formaldehyde, SMF)와 폴리카르복실레이트계(polycarboxylate-type, PC)가 있다. 이러한 고유동화제의 콘크리트 내에서의 상호작용은 많은 연구자들에 의해 연구되어져 왔으며, 특히, 술포산기(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)의 강력한 정전기적인 반발력에 의해 시멘트 입자를 분산시키는 SNF계 고유동화제의 시멘트와의 상호작용은 Collepardi et al.등에 의해 발표되었으나, 망목상의 분자구조에 의한 입체적 반발력과 술포산기(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)의 정전기적 반발력을 동시에 가지는 SMF계 고유동화제의 시멘트 입자의 분산 효과에 관한 연구는 보고되지 않고 있다<sup>1,2)</sup>. 또한, 고분자 축합물 형태인 고유동화제의 합성조건에 따른 분자구조의 변화가 콘크리트 및 모르타르의 슬러리 특성과 물성에 미치는 영향에 대한 연구도 보고되고 있지 않다. 본 연구에서는 산축매로 Sulfanilic acid를 사용하여, 중합과정에서 Formaline/Melamine (F/M)의 비와 pH를 변화시키면서 망목상의 분자 구조를 가지는 SMF계 고유동화제를 합성하여 현재 사용중인 SNF계 고유동화제와의 물리적 특성 등을 비교하였다.

## 2. 실험 및 결과

### 2.1. SMF계 고유동화제의 합성

온도계, 콘텐서 및 pH Meter (Orion 430, U.S.A)를 갖춘 1000mL 4구 둥근 플라스크에 증류수와 37% Formaline(HCHO)용액을 넣은 후 기계식 교반기를 이용하여 150rpm의 속도로 교반하면서 서서히 온도를 높여 50℃를 유지하면서 멜라민 분말을 넣고 50% NaOH로 pH를 조절하면서 반응을 시켰다. 반응은 수산화메틸화반응(Hydroxymethylation)-술포화반응(Sulfonation)-중합(Polymerization)-중화(Neutralization) 및 안정화(Stabilization)의 4단계로 나누어 진행하였으며, 최종 합성물의 비중을 1.20±0.02, 고형분 함량을 38~42wt%의 범위로 계획하여 합성하였다<sup>3)</sup>. 중화단계 및 안정화 단계를 거친 후 최종 생성물은 50% NaOH수용액을 사용하여 pH (25℃)= 9.0~11.0의 범위로 조절하여 반응을 종결하였다.

### 2.2. 점도 및 시멘트 페이스트의 유동성

합성된 SMF계 고유동화제의 점도는 항온수조에서 25℃로 유지시킨 후 Brookfield viscometer DV II+(Brookfield Engineering Co., U.S.A)모델의 spinder #3을 사용하여 측정된 결과를 표 1에 나타내었다. F/M의 비가 높을수록 분자간의 망목상 구조형성이 유리해져 높은 점도값을 나타내었다. 또한, W/C=40%, 고유동화제의 사용량을 C ×0.7%로하여 Perenchio등이 고안한 Mini-Slump법으로 시멘트 페이스트의 유동성을 측정하였다.

### 2.3. 콘크리트의 물리적 특성

합성된 SMF계와 시판중인 SNF계 고유동화제를 표2과 같이 기준강도가 24MPa, 목표 슬럼프가 180mm인 콘크리트를 사용하였다. 콘크리트의 물리적 특성을 평가하기 위하여, 공기량, 슬럼프, 블리딩율 등은 KS F 4009에 준하여 시험한 결과를 표 3에 나타내었다.

표 1 Physical Properties of Synthesized Sulfonated Melamine-Formaldehyde Superplasticizers

Samples	F/M <sup>1)</sup>	Viscosity(at 20℃) (cP)	Specific Gravity (at 20℃)	Solid Content (%)	pH (at 20℃)	Mini-Slump (mm)
M3-30	3.5	56	1.17	39.3	9.4	143
M3-45		74	1.17	39.5	9.5	155
M3-60		192	1.18	40.2	9.5	148
M4-30	4.5	71	1.18	40.3	9.8	146
M4-45		98	1.18	40.7	9.1	161
M4-60		224	1.18	39.8	9.6	154
SNF	-	322	1.24	42.5	9.2	162

<sup>1)</sup>F/M=[Formaldehyde]/[Melamine]

표 2 Mix Proportions for Concrete

Type	W/C (%)	S/a (%)	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )					Remarks
			W	C	S	G	SP	
25-24-180	50.3	49.7	166	342	912	936	2.39	

### 3. 결론

콘크리트의 블리딩 시험은 KS F 2414에 준하여 용기내의 수분 증발을 방지하면서 표면에서 유출되는 블리딩 수를 채취하여 사용수량에 대한 블리딩 수의 비율을 측정한 결과, 멜라민계(SMF)계 고유동화제는 1.2~2.2%의 비율을 보인 반면, 나프탈렌(SNF)계 고유동화제는 3.1%의 블리딩율을 나타내었다. 이 결과는 SMF계 고유동화제의 경우, 망목상 구조의 특징과 고분자 구조내의 친수성기인 아민기(-NH<sub>2</sub>) 및 수산기(-OH)에 의한 자유수와의 분자간 결합인 수소결합에 의해 적은량의 블리딩수가 발생하는 것으로 사료된다. 하지만, 등방성 구조의 SNF계 고유동화제는 초기의 시멘트 흡착 및 분산에는 유리하게 작용하지만 분산기인 술폰산기외에 소수기가 대부분인 고분자 구조 특성상 자유수와의 상호결합력 부재로 인한 블리딩 수가 많이 발생하는 것으로 사료된다. 또한, 밀폐된 실리더 몰드를 제작 후 콘크리트의 수축률을 측정한 결과 SMF계는 약 0.6~1.0%이지만, SNF계는 2.2%로 다량의 블리딩 수 유출에 따른 상대적으로 높은 수축률을 보였다. 경시변화에 따른 슬럼프 및 공기량 변화도 상대적으로 SNF계가 높게 나

타나, 시간에 따른 fresh 콘크리트의 물리적 특성이 크게 변화는 것으로 나타났다. 압축강도의 경우 SNF 계는 상대적으로 높은 수축률에 의한 콘크리트의 밀실화로 SMF계 보다 약 0.7~2.1MPa정도 높은 결과를 보였다.

표 3 Physical Properties of Fresh and Hardened Concrete

Sample Name	Bleeding ratio (%)	Shrinkage ratio (%)	Compressive Strengths(MPa)			Remark
			3 days	7 days	28 days	
M3-45	2.2	1.0	9.90	19.2	31.8	
M3-60	1.8	0.8	10.03	12.8	33.1	
M4-45	1.9	0.9	10.6	20.7	32.6	
M4-60	1.2	0.6	11.2	21.2	33.2	
SNF	3.1	2.2	11.1	22.1	33.9	

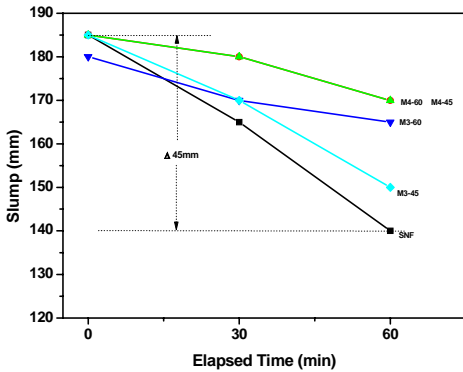


Fig. 1 Slump Loss with Elapsed Time

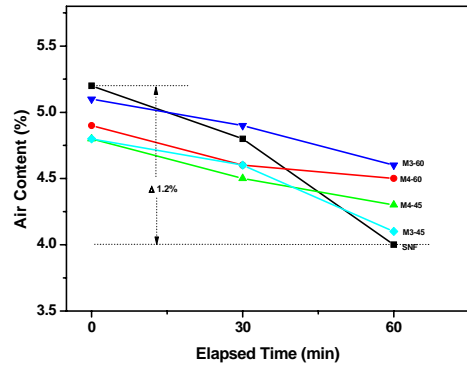


Fig. 2 The Change of Air Content with Elapsed Time

감사의 글

이 논문은 2007년 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 한천구, “최신 유동화 콘크리트의 개요 및 전망”, 한국콘크리트학회 논문집, Vol. 12, No.5, 2001.
2. S. M. Lahlhah and M. Absi-Halabi, " Effect of Polymerization Conditions of Sulfonated-melamine Formaldehyde Superplasticizers on Concrete", Cement and Concrete Research, Vol.18, 1988.
3. 윤성원, 신경호, 노재성, “ 멜라민계 고유동화제의 다양한 조건에서의 합성 및 응용”, 한국콘크리트학회 논문집, Vol. 17, No. 5, 2005.