

# 폐 소나무 수피로부터 콘크리트 혼화제의 제조(III) -ASAQ증해폐액에 계면활성제 첨가에 의한 시멘트 모르타의 강도 특성 개선-

## Preparation of Concrete Admixtures from Pine Bark Waste(III) - Improvement of Strength Properties on Cement Mortar Using ASAQ Cooking Spent Liquor with Surfactants-

박 성 천<sup>\*</sup>                      문 성 필<sup>\*\*</sup>                      소 양 섭<sup>\*\*\*</sup>  
Park, Sung Chon      Mun, Sung Phil      Soh, Yang Seob

---

### ABSTRACT

The study was carried out the efficiency of spent liquor(BSL) obtained from alkaline sulfite-anthraquinone cooking of pine bark added various surfactants. By adding surfactant to alkaline, weak alkaline, neutralized BSL, the dispersing ability of cement was remarkably improved. It was shown that the rate of water-reducing was 20~22%. The most superior efficiency surfactant was MTG. When BSL, MBSL and ABSL were added to MTG, the improvement of early and later strength was clear and also exhibited the superior properties of strength compared to PLAIN. Therefore, there is a possibility that BSL will be used instead of melamine-base admixtures.

---

#### 1. 서론

소나무 수피의 ASAQ 증해폐액(BSL)을 이용하여 다양한 혼화제로서의 성능을 검토하여 그 물리적 특성을 조사한 결과 소포제 및 응결시간 조절제를 첨가함에 의하여 강도적 성질이 우수하고 감수효과 또한 뛰어난 혼화제의 제조 가능성을 시사하였다.

한편 일반적인 콘크리트 혼화제중 리그닌계는 가격이 저렴한 대신에 고강도 콘크리트를 제조하기가 어렵다고 알려져 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 콘크리트 제조시 강도적 성질에 역할을 하는 독립미세기포의 양을 조절하여 시멘트에 혼입한다면 고강도용 및 고선능감수제로서 이용이 가능할 것으로 생각되었다.

따라서 본 연구에서는 BSL에 시판 계면활성제를 일정비율로 첨가함에 의하여 시멘트 모르타의 강도를 개선시키고자 하였다.

---

\* 전북대학교 임산공학과 대학원생

\*\* 전북대학교 임산공학과 부교수(농업과학기술연구소)

\*\*\*정회원, 전북대학교 건축공학과 교수

(본 연구는 농림기술개발사업비로 수행되었음)

## 2.. 실험 방법

### 2.1. 사용재료

수피 500g(전건중량기준)을 5L용량의 회전식 다이제스터(한국 화학연구소 제작)에 넣고, 승온 90분, 증해온도 180℃, 증해시간 180분, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 30%(as Na<sub>2</sub>O), NaOH 7.4%(as Na<sub>2</sub>O), AQ 0.2%(on bark)의 조건으로 증해를 실시하였다. 증해 후 내용물은 면자루에 옮겨 폐액과 잔사를 분리시킨 후 폐액을 분무건조(25,000rpm, 2L/hr, 분무입구 170℃, 사이클론부 90℃)하여, 이들 분무건조분말(BSL)을 시멘트 혼화제로서 사용하였다. 이 건조분말을 pH meter를 이용하여 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 중화한 것(NBSL)과 1% solution으로 만들어 공기를 6일동안 불어넣어 pH를 8.80으로 조절한 것(ABSL)을 시멘트 모르터에 도입하여 그 물리적 특성을 조사하였다.

또한 계면활성제는 (주)한농화성 제품인 비이온형의 MTG(triethylene glycol mono methyl ether), BG(ethylene glycol mono butyl ether) 및 MG(ethylene glycol mono methyl ether)를 사용하였다.

### 2.2. 시멘트 모르터의 배합 및 공시체 제작

시험에 사용된 시멘트는 S사의 보통 포틀랜드 시멘트, 잔골재는 주문진산 표준사(KS L 5100)를 사용하였다. 모르터의 배합은 KS F 2562에 준하여 시멘트 : 모래 = 1 : 3(중량비)으로 하였다. 모르터의 시공성은 KS L 5111의 방법에 준하여 표준 플로우 160±5mm가 되도록 물·시멘트비를 조절하였다. 공기량은 KS F 2409의 단위 용적 중량방법에 따라 측정하였다. 배합시 제조한 혼화제는 시멘트에 대하여 0.2%, 계면활성제는 혼화제에 대하여 3%, 소포제는 혼화제에 대하여 0.2%, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>은 시멘트에 대하여 0.2~0.3%로 첨가하였다. 시험 공시체는 40×40×160mm의 모르터 압축강도용 몰드를 이용하여 각 3개씩 제작하여 24시간 후 탈형하여 3, 7, 28일 표준양생 후 각각의 강도를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 계면활성제에 의한 시멘트 모르터의 분산효과

각각의 계면활성제의 첨가에 의한 플로우의 변화 및 공기량의 변화를 그림 1에 나타내었다. 각 계면활성제를 미량 첨가함에 의하여 플로우 및 공기량이 현저하게 증가하였다. 따라서 이들을 시멘트에 도입하면 시공성을 개선시킬 수 있을 뿐만 아니라 분산효과의 개선을 기대할 수 있어 강도 및 감수효과를 증가시킬 것으로 사료되었다.

### 3.2. 중화시킨 BSL(NBSL)에 계면활성제를 첨가한 시멘트 모르터의 물성

NBSL에 각각의 계면활성제를 첨가하여 시멘트 모르터에 도입하였을 경우의 결과를 표 1에 나타내었다. NBSL에 3종류의 비이온성 계면활성제를 첨가함으로써 감수효과가 뛰어나 NBSL 0.3%에 대하여 단지 0.2%의 첨가로 W/C가 52%로서 20%의 감수율을 나타내었다. 또한 장기 강도발현이 좋아 보통시멘트 모르터보다 뛰어난 압축강도를 나타내었다. 이것은 각각의 계면활성제가 미세 독립기포를 많이 생성하여 워커빌리티의 개선으로 감수효과가 매우 커졌기 때문으로 생각되었다. 특히 MTG를 사용할 경우, 장기 강도는 물론 초기강도 발현이 좋았다. 따라서 다음 단계의 실험에서는 계면활성제로서 MTG를 사용하여 시멘트 모르터의 강도개선에 대한 검토를 행하였다.

### 3.3. 다양한 pH의 BSL에 대한 MTG첨가 효과

강알칼리성의 BSL에 공기를 불어넣어 pH 8.8의 약알칼리성(ABSL)으로 제조하거나 황산으로 중화

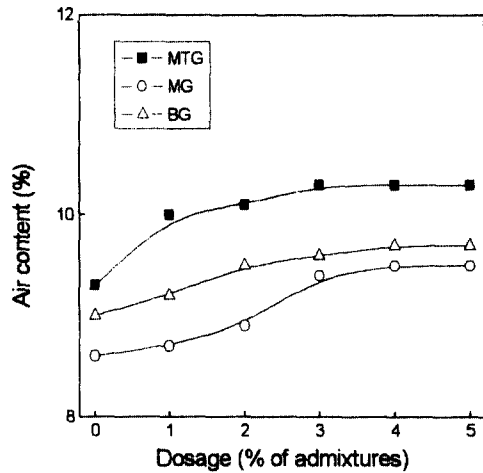
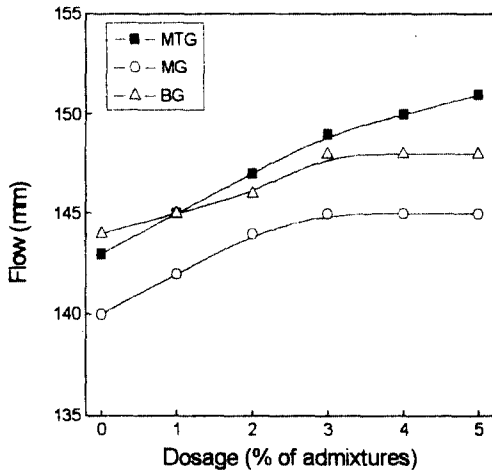


그림 1. 계면활성제의 첨가에 따른 플로우 및 공기량의 변화

(NBSL)하여 각각에 대한 MTG첨가 효과를 검토하였다. 표 2에 나타난 것처럼 MTG를 BSL과 함께 첨가할 경우 분산능이 뛰어나 21.5%의 감수효과를 기대할 수 있었다. 이것은 BSL과 계면활성제가 동시에 시멘트 입자에 대한 분산작용에 의해 시멘트 모르타의 시공성을 개선했기 때문으로 생각되었다. 또한 강도면에 있어서는, BSL에 MTG를 첨가한 경우, 보통 시멘트 모르타의 휨강도는 거의 비슷하지만 압축강도는 훨씬 높아 초기강도 발현에 MTG가 많은 도움을 주는 것으로 생각되었다. NBSL에 MTG를 첨가하면, NBSL단독 사용시에 비하여 초기강도 발현이 현저하게 개선되었으며, 28일 강도는 PLAIN보다 월등히 높았다. ABSL과 MTG를 동시에 시멘트에 첨가할 경우, 시판 멜라민계 감수 지연제보다는 약간 낮은 강도적 특성을 나타내었지만 PLAIN보다 높은 강도적 성질을 나타내었다. 한편, 시판 리그닌설폰산염인 CLS의 경우에도 MTG첨가에 의하여 강도가 현저히 개선되었지만, 감수효과는 BSL계 보다는 현저하게 낮았다.

이상의 결과로부터 다양한 pH의 BSL과 비이온계 계면활성제를 동시에 콘크리트에 도입함으로써 단위수량을 현저히 감소시키는 분산효과에 의해서 강도적 특성이 개선된 것으로 사료되었다. 특히 수피로부터 제조한 이들 혼화제는 리그닌 또는 그 관련물질의 설폰화물로서 목재 리그닌설폰산염계와 유사하다고 생각되지만, 시판 감수 지연형 멜라민계 혼화제보다 감수효과가 높음은 물론 강도적 특성도 유사하여 석유화학제품인 멜라민계 혼화제의 대체 품목으로서의 가능성이 시사되었다.

#### 4. 결론

소나무 수피의 중해폐액에 여러 가지 종류의 계면활성제를 첨가하여 그 성능을 검토하였다.

- 1) 알칼리성, 약알칼리성 및 중성의 BSL에 계면활성제를 첨가함에 의하여 시멘트 분산효과가 뛰어나 20~22%의 감수효과를 나타내었다.
- 2) 가장 뛰어난 효과를 나타낸 계면활성제는 MTG였다. MTG를 BSL, NBSL 및 ABSL에 첨가하면, 초기 및 장기강도의 개선이 뚜렷하여 보통 시멘트 모르타 보다 월등한 강도적 성질을 나타내었다.

따라서 석유화학 제품인 멜라민계 혼화제의 대체 품목으로서의 가능성이 시사되었다.

표 1 중화 BSL과 계면활성제를 혼입한 시멘트 모르타의 물성

Type	W/C(%)	Water-reducing(%)	Compressive strength(kg/cm <sup>2</sup> )			Flexural strength(kg/cm <sup>2</sup> )		
			3 days	7 days	28 days	3 days	7 days	28 days
PLAIN	65	6.3	92	170	235	21	42	48
NBSL + MTG	52	20.0	107	191	300	24	43	54
NBSL + BG	52	20.0	87	191	256	21	39	46
NBSL + MG	52	20.0	81	162	247	20	36	46

NBSL: 시멘트에 대하여 0.3%, 계면활성제: 혼화제에 대하여 3%

표 2 BSL에 MTG를 혼입한 시멘트 모르타의 물성

Type	W/C (%)	Water-reducing(%)	Compressive strength(kg/cm <sup>2</sup> )			Flexural Strength(kg/cm <sup>2</sup> )		
			3 days	7 days	28 days	3 days	7 days	28 days
PLAIN	65	-	92	170	235	21	42	48
BSL + MTG	51	21.5	97	198	288	19	41	56
NBSL + MTG	52	20.0	107	191	300	24	43	54
ABSL + MTG	52	20.0	107	206	281	22	45	50
CLS + MTG	54	16.9	113	205	290	27	42	49
시판 멜라민계감수제	53	18.5	124	214	296	25	42	50
NBSL	52	20.0	74	132	235	18	34	41

BSL, NBSL, ABSL, CLS, 시판 멜라민계 감수제: 시멘트에 대하여 0.3%, MTG: 혼화제에 대하여 3%.

#### 참 고 문 헌

- 1) 笠井芳夫, 小林正几, "セメント・コンクリート用 混和材料", 技術書院, 1986.
- 2) 境鶴雄, "新・コンクリート用 混和材料", シーエムシー, 1988.
- 3) Akio Kobayashi, Tadaaki H., Isao Y. Koichiro S., "リグニン酸鹽の分散効果ならびに空氣連行効果について", 木材學會誌, Vol. 13, No. 3, 1967, pp.118~122.
- 4) A. M. Paillere, M. Ben Bassat, S. Akman, "Guide for use of admixtures in concrete", Materials and Structures, Vol 25, 1992, pp.49~56.
- 5) R. C. Smith, C. K. Andres, "Materials of Eonstruction", Gregg Division Mcgraw-Hill Book Company, 1989.