

증점제를 이용한 분리저감형 유동화 콘크리트의 개발 및 그 특성분석

Development and Property Analysis of Segregation-Reducing Type
Flowing Concrete Using the Viscosity Agent



한 천 구*

Han, Cheon-Goo



강 의 영**

Jiang, Yi-Rong



오 선 교**

Oh, Seon-Kyo



반 호 용*

Bahn, Ho-Yong

ABSTRACT

When superplasticizer is added to manufacture flowing concrete, the base concrete usually needs the adjustment to assure the sufficient fines contained to obtain flowable consistency without excessive bleeding or segregation. However, this may not only increase the cost, but also cause inconvenience in producing the base concrete. In this paper, the experiments are performed on normal base concrete to achieve a segregation-reducing flowing concrete by adding superplasticizer mixed with viscosity agents and AE admixtures. Three kinds of superplasticizer and two kinds of viscosity agent are selected. According to the results, with regard to the performance and the cost of the admixtures, melamine type superplasticizer combined with the PEO viscosity agent and AE admixtures at the ratio of 1 : 0.28 : 0.001 can acquire good quality and reduce the cost in producing the flowing concrete. With proper addition of combined superplasticizer, even though water to cement ratios of the base concrete are different, the segregation-reducing flowing concrete could be also achieved without reportioning of the base concrete. However, it would be more desirable if the superplasticizer could be adjusted, before it is put into the practical use in order not to cause some other problems, such as rapid rate of slump loss and retarding of setting time.

Keywords : segregation-reducing type flowing concrete, viscosity agent, combined superplasticizer

* 정회원, 청주대학교 건축공학과 교수, 공박

** 정회원, 청주대학교 건축공학과 박사과정

·본 논문에 대한 토의를 1999년 12월 31일까지 학회로

보내 주시면 2000년 2월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

국내외의 일부 건설공사 현장에서는 된비빔의 콘크리트 품질을 그대로 발휘하면서 시공능률을 향상시킬 목적으로 유동화 콘크리트공법이 채택되고 있다.

그러나 이와같은 경우, 일반 레미콘 조건하에서 베이스 콘크리트를 출하하고 일반적인 유동화제로 유동성을 향상시킬 경우에는 잔골재율 부족으로 인한 재료분리가 발생하여 콘크리트 구조물의 미관, 강도 및 내구성 등에 악영향을 미치고 있다. 따라서, 실무에서는 시공자가 레미콘 생산자에게 잔골재율의 증가 등 배합을 조정한 베이스 콘크리트를 주문한 다음 유동화제로 유동성을 향상시켜 활용하게 되는데, 이러한 경우 레미콘회사는 배합을 변경해야만 하는 번거로움이 있고, 또한 시공자는 잔골재율 증가 등 배합조정에 의한 원가상승 등 경제적인 문제점도 있어 상호간의 협조를 필요로 하게 된다.

그러므로 본 연구에서는 시공자의 현장 유동화

작업에 대한 편리성 등을 고려하여 일반 레미콘 생산조건에 베이스 콘크리트를 출하하고, 이를 유동화제로 유동화 하는데, 그 과정에서 발생하는 재료분리를 증점제 등 첨가물로 방지할 수 있는 고품질의 분리저감형 유동화 콘크리트를 개발하고, 아울러 그 특성을 분석함으로써 효율적인 유동화 콘크리트공법 도입에 한 자료로 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 Table 1과 같다.

먼저, I시리즈는 유동화제 및 증점제의 종류에 따른 상호간의 성능향상 효과를 고려하여 분리저감형 유동화제의 조성성분 및 비율을 결정하도록 실험계획한다. 즉, 베이스 콘크리트의 물-시멘트비는 일반강도 범위인 50% 1개의 수준으로 하고, 목표 슬럼프는 8 ± 1 cm, 목표 공기량은 $4.5 \pm 1.5\%$ 로 한다. Step i은 유동화제 종류 및 첨가량을 변화시켜 슬럼프를 10cm 증가시키는 유

Table 1 Factors and levels of experiment

Series	Factor							Measurement			
	Step	W/C (%)	Slump (cm)	Superplasticizer		Viscosity agent		Dosage of AE adm. (%)	Fresh concrete	Hardened concrete	
			Type	Dosage (%)	Type	Dosage (%)					
I	i	50	8 (base) ↓ 18 (flowing)	N	0.6, 1.2, 1.8	—		—	-Slump -Slump flow -Air content -Segregation observation	-Compressive strength (3.7,28,91days)	
				M	0.5, 1.0, 1.5						
				P	0.3, 0.6, 0.9						
	ii		N	1.2	MC	0.8	—				
			M	1.0		1.6					
			P	0.6	2.4						
	iii				PEO	0.14	0.0005				
						0.28					
			M	1.0		0.42					
			PEO	0.28	0.0010						
					0.0015						

II	Factor				Measurement		
	W/C (%)	Slump (cm)		Dosage of combined superplasticizer (%)	Fresh concrete	Hardened concrete	
		Base	Flowing				
	45		15	2 levels	-Slump, air content (0,30,60,90min.)	-Compressive strength (3.7,28,91days)	
	50	8			-Bleeding capacity		-Length change (3.7,28,91,180days)
	55		21		-Setting time -Segregation observation		

* Air content of base concrete → $4.5 \pm 1.5\%$. ** Types of admixtures → Table 5.

동화제의 적정 첨가량을 결정하고, Step ii는 재료분리를 방지하기 위해서 Step i에서 결정된 적정 유동화제량에 증점제 종류 및 첨가량을 변화하여 증점제의 적정 첨가량을 결정한다(유동화제 첨가량에 따른 증점제의 첨가량 비율이 본 연구의 초점이므로 증점제 첨가량의 표시방법을 유동화제에 따라 시멘트 중량의 백분율로 표시함). Step iii는 공기량을 확보하기 위하여 적정 유동화제량 및 증점제량에 AE제 첨가량을 변화시켜 AE제의 적정 첨가량을 결정한다.

II시리즈실험에서는 I시리즈실험에서 최적으로 밝혀진 결과에 따라 일정 유동화제, 증점제 및 AE제의 조성비율로 혼합한 분리저감형 유동화제의 특성을 분석하도록 계획한다. 즉, 물-시멘트비 및 목표슬럼프치가 변화한 경우의 실용성을 검토하기 위하여

베이스 콘크리트의 물-시멘트비를 45, 50 및 55% 3개 수준으로 하고 유동화후의 목표슬럼프는 15cm 및 21cm의 두 개 수준으로 한다.

단, 베이스 콘크리트의 배합자료는 Table 2와 같이 레미콘 회사의 배합을 참고하여 AE감수제량, 단위수량 및 잔골재율은 될 수 있는 한 작게 정하는 것으로 하였다.

2.2 사용재료

본 실험에 사용하는 재료로서 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하고, 굵은골재는 최대치수 20mm인 쇄석, 잔골재는 강모래를 사용한다. 사용한 재료의 물리적 성질은 다음 Table 3, 4 5와 같고, 물은 음용 가능한 상수도를 사용한다.

Table 2 Mix design of base concrete

W/C (%)	W (kg/m ³)	s/a (%)	AE water-reducing adm. (C×%)	Vol. (ℓ/m ³)			Wt. (kg/m ³)		
				C	S	G	C	S	G
45	170	37	0.16	120	246	419	377	630	1060
50	168	38	0.16	107	258	422	336	660	1117
55	167	39	0.15	96	270	422	303	691	1120

* Mixture of W/C 50% is for Series I and Series II both.

Table 3 Physical properties of cement

Specific gravity	Blaine (cm ² /g)	Soundness (%)	Setting time (min.)		Compressive strength (kg/cm ²)		
			Ini.	Fin.	3d.	7d.	28d.
3.15	3.328	0.07	260	420	214	308	384

Table 4 Physical properties of aggregates

Kinds	Specific gravity	F.M.	Void volume (%)	Absorption (%)	Unit weight (kg/m ³)	Particle shape index (%)
Fine agg.	2.56	2.54	42.04	1.92	1.492	53.4
Coarse agg.	2.61	6.7	41.2	1.52	1.584	57.6

Table 5 Physical properties of admixtures

Type	Ingredient		Appearance	Specific gravity (20℃)	Viscosity (mPas)	Normal dosage (C×%)
AE water-reducing admixtures	Naphthalene		Dark brown, Liquid	1.180	15.0	0.1~0.2
Super-plasticizer	N	Naphthalene	Dark brown, Liquid	1.150	15.0	0.5~1.0
	P	Polycarbonic acid	Dark brown, Liquid	1.050	15.0	0.5~3.0
	M	Melamine	Yellow, Liquid	1.080	5.0	1.0~3.0
Viscosity agent	PEO	Poly Ethylene Oxide	Yellow, Liquid	1.000	5.0	0.1~1.5
	MC	Methyl Cellulose	Yellow, Liquid	1.010	125	0.5~2.0
AE admixtures	Sodium Lauryl Sulfate		Yellow, Liquid	1.040	30.0	0.01~0.02

* AE water-reducing admixtures are used for base concrete

2.3 실험방법

콘크리트의 혼합은 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 실험실에서 강제식 팬믹서를 이용하고, 예비실험 및 현장 적용성을 고려하여 Fig. 1과 같은 재료 투입순서 및 혼합시간에 따라 혼합하여 배출한다(혼합효율향상을 위해 실험에 의해 정한 것임). 슬럼프 시험은 KS F 2402 규정에 의거 실시하고, 슬럼프 플로우 시험은 슬럼프 시험이 끝난 후 흘러내린 콘크리트 밀면의 최대 직경과 이에 직교하는 직경의 평균값을 슬럼프 플로우로 하며 공기량은 KS F 2421 규정의 공기실 압력법 시험방법에 의거 측정한다. 또한, 비빔직후를 기준으로 90분 경과후까지는 매 30분마다 슬럼프, 슬럼프 플로우 및 공기량 경시변화를 측정하도록 한다. 또한, 블리딩 시험은 KS F 2414, 응결시간 측정은 KS F 2436, 공시체의 제작은 KS F 2403, 건조수축에 의한 길이변화 측정은 KS F 2424, 양생은 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 수중에서, 압축강도시험은 KS F 2405의 규정에 따라 실시한다.

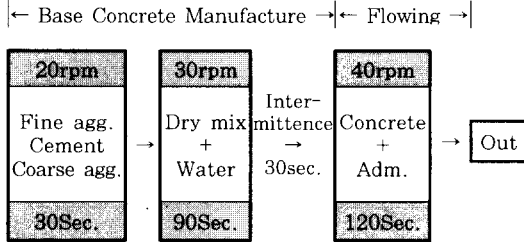


Fig. 1 Mixing procedure of concrete

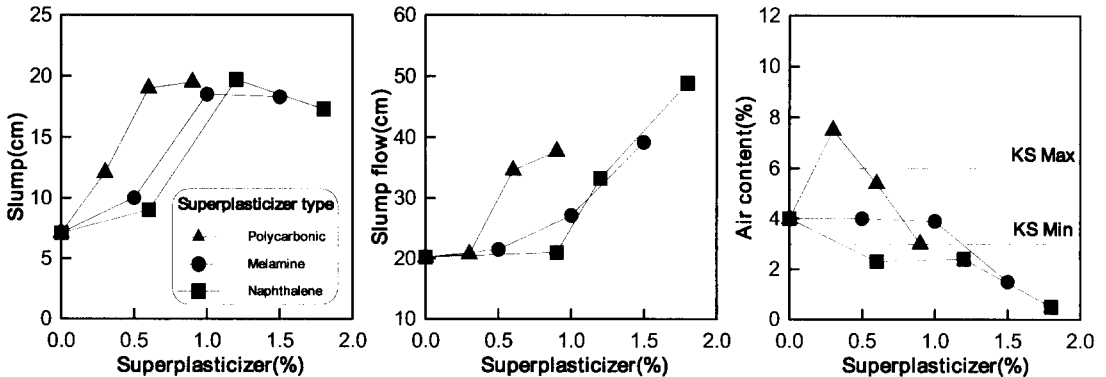


Fig. 2 Slump, slump flow and air content of concrete with the dosage of superplasticizer

3. 실험결과 및 분석

3.1 유동화제종류 및 조성비율결정(시리즈 1)

3.1.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

1) 유동화제 종류 및 첨가량(Step i)

Fig. 2는 유동화제 첨가량에 따른 슬럼프, 슬럼프 플로우 및 공기량을 유동화제 종류별로 구분하여 그래프로 나타낸 것이다. 유동화제 사용량에 따른 슬럼프는 유동화제량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 단, 유동화제 첨가량이 일정량 이상에서의 슬럼프는 유사하거나 혹은 감소하는 것으로 나타났으나, 슬럼프 플로우는 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 유동화제가 과량 첨가되면서 콘크리트의 점성부족으로 중앙에 굽은골재가 쌓이고 시멘트 페이스트가 분리되는 재료분리현상에 기인하여 나타난 것으로 분석된다.

유동화제량에 따른 유동화 콘크리트의 공기량은 유동화제량이 증가할수록 베이스 콘크리트보다 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 콘크리트의 유동화에 따른 점성저하로 인하여 공기가 쉽게 소실되기 때문인 것으로 분석된다. 단, 폴리칼본산계 유동화제를 이용할 경우는 베이스 콘크리트에 비하여 공기량이 증가하다 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 폴리칼본산계 유동화제에 함유한 AE제 성분, 점성변화 및 실험오차 등 복합적인 원인에 기인된 것으로 생각된다.

따라서 Step ii에서 증점제의 첨가에 의한 슬럼프 감소를 감안하여 Step i에서의 유동화제 적정 첨가량은 유동화제 종류에 따라 각각 다르게 나타났는데, 나프탈린계 유동화제가 1.2%로 가장 많은 양을 사용하여야 하는 것으로 나타났고, 멜라민계는 1.0%, 폴리칼본산계는 0.6%를 사용하여야 하는 것으로 나타났다.

2) 증점제 종류 및 첨가량(Step ii)

Fig. 3은 적정 유동화제량을 사용할 경우 증점제 사용량에 따른 슬럼프, 슬럼프 플로우 및 공기량을 증점제 종류별로 구분하여 나타낸 그래프이다. 적정량의 멜라민계 유동화제를 사용할 경우 PEO 및 MC 증점제의 첨가량 증가에 따른 슬럼프 및 슬럼프 플로우의 저하는 공히 큰 것으로 나타났으나, 나프탈린계 및 폴리칼본산계의 경우는 증점제량이 증가할수록 미소하나마 증가하는 것으로 나타났다. 이는 증점제의 첨가에 따라 콘크리트의 점성이 증대하여 재료분리가 방지됨에

기인한 것으로 분석된다. 여기서, PEO 및 MC 증점제의 점성증대 효과는 공히 멜라민계 유동화제를 사용할 경우 우수한 것을 알 수 있었다.

증점제 사용량에 따른 공기량은 PEO 증점제의 사용량이 증가할수록 유동화제 종류에 관계없이 다소 저하하는 것으로 나타나, PEO 증점제가 약간의 소포성을 갖고 있는 것을 알 수 있었다. 단, MC 증점제를 사용할 경우의 공기량은 증점제를 사용하지 않은 유동화 콘크리트에 비해 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 MC 증점제의 발포성능에 의하여 나타난 것으로 분석된다.

따라서 재료분리를 방지할 수 있는 증점제의 적정 첨가량은 MC 증점제의 경우 1.6%, PEO 증점제는 0.28%로 하는 것이 적당한 것으로 밝혀졌는데 특히, PEO 증점제가 MC 증점제보다 재료분리방지효과가 우수한 것으로 나타났다.

또한 폴리칼본산계 유동화제와 PEO 증점제를 사용할 경우는 거의 차이가 없어 예외로 하고, 기타의 유동화제인 경우는 KS 규격의 공기량 규정

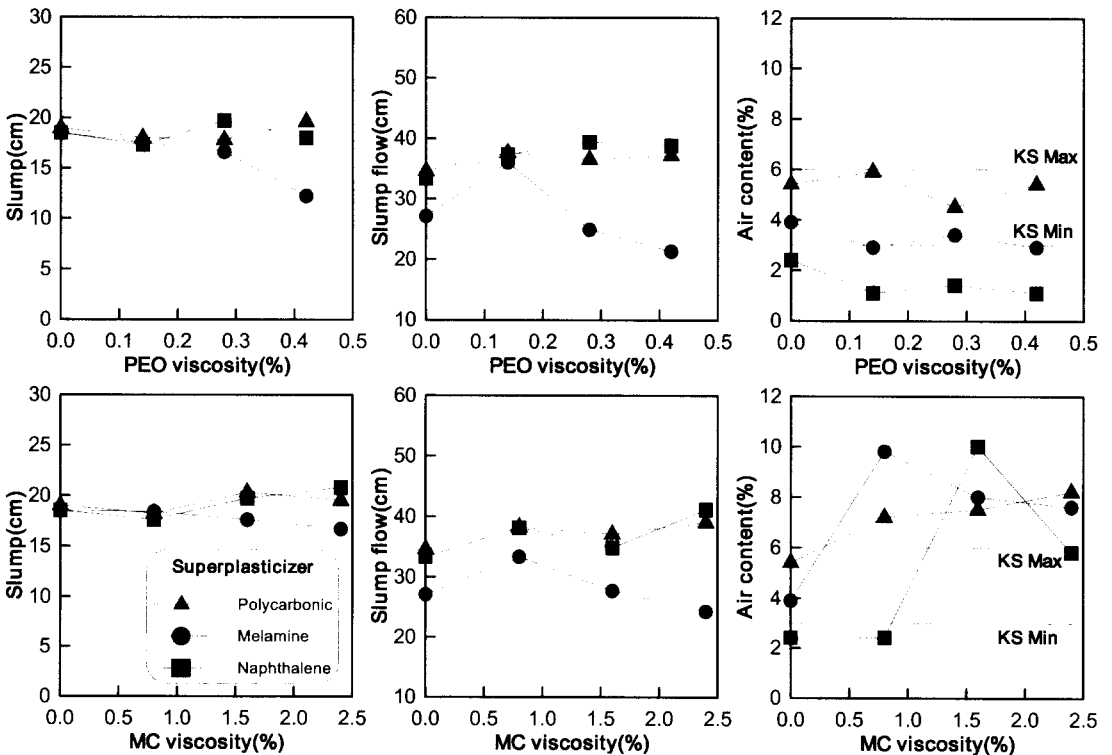


Fig. 3 Slump, slump flow and air content of concrete with the dosage of viscosity agent

을 만족하기 위하여 MC 증점제는 소포제를, PEO 증점제는 AE제를 사용하여야 하는 것으로 밝혀졌다.

3) AE제 첨가량(Stepiii)

공기량의 변화를 조정하기 위해 이미 결정된 적정 유동화제 및 증점제의 첨가량에 AE제 혹은 소포제를 사용하여 공기량을 확보하여야만 하는데, 유동화제의 유동성 증대효과 및 첨가량, 증점제의 재료분리방지효과, 공기량의 안정성 및 경제성 등을 고려할 때 멜라민계 유동화제 및 PEO 증점제의 경우가 가장 이상적인 것으로 분석되었다.

따라서 Fig. 4는 멜라민계 유동화제 1%와 PEO 증점제 0.28%를 사용할 경우 AE제량 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프 플로우 및 공기량을 나타낸 그래프이다. AE제 사용에 따른 슬럼프 및 슬럼프 플로우는 AE제 첨가량이 증가할수록 증가한 것으로 나타났는데, 이는 AE제 연행공기의 불베어링 작용에 의하여 유동성이 증가하는 것으로 분석된다. 또한, AE제 첨가량이 많아질수록 공기량은 커지는 것으로 나타났는데, 본 연구범위에서는 AE제 0.001% 첨가할 때 베이스 콘크리트의 공기량을 발휘하는 것으로 나타났다.

3.1.2 경화 콘크리트의 특성

굳지 않은 콘크리트에서 멜라민계의 유동화제가 유동성 증대효과 및 첨가량 등 측면에서 비교적 양호한 것으로 나타났으므로, Fig. 5는 멜라민계 유동화제를 사용한 경우의 압축강도에 대한 나프탈린계 및 폴리칼본산계 유동화제를 사용하였을 경우의 압축강도를 재령에 따라 산점도로 나타낸 그래프이다.

멜라민계 유동화제를 사용하였을 경우 콘크리트의 압축강도는 나프탈린계 유동화제를 사용하였을 경우보다 평균 6% 정도 작게 나타났고, 폴리칼본산계 유동화제를 사용하였을 경우보다 평균 약 16% 정도 크게 나타났다. 이는 공기량 분석에서

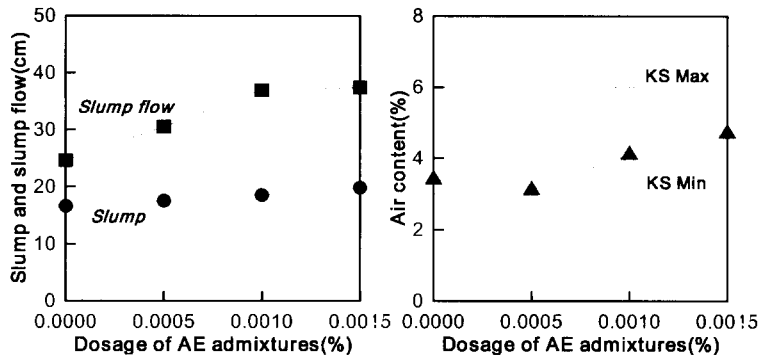


Fig. 4 Slump, slump flow and air content of concrete with the dosage of AE admixtures when the proper dosage of superplasticizer and viscosity agent added

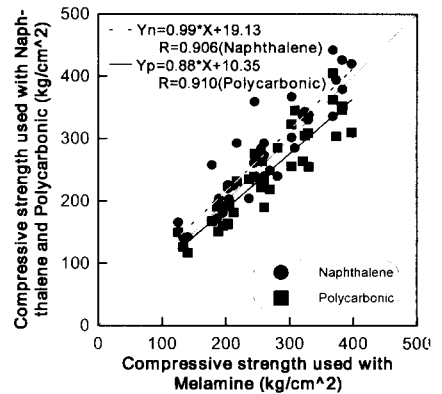


Fig. 5 Comparison of compressive strength of concrete used with melamine type to those used with naphthalene and polycarbonic type

와 같이 나프탈린계 유동화제를 사용하였을 경우에 공기량이 적게 나타났고, 폴리칼본산계 유동화제를 사용하였을 경우에는 공기량이 비교적 크게 나타났던 것에 기인된 결과로 분석되어진다.

Fig. 6은 증점제 종류에 따른 압축강도 비교로서, 증점제 사용량 및 유동화제 종류에 관계 없이 재령에 따른 압축강도를 산점도로 나타낸 것이다. 증점제 종류에 따른 콘크리트의 압축강도는 PEO 증점제를 사용하였을 경우가 MC 증점제를 사용하였을 경우보다 재령에 관계 없이 평균 34% 정도 큰 것으로 나타났는데, 이는 PEO 증점제를 사용할 경우에 비교적 적은 공기량을 발휘하는 것과 우수한 점성확보 성능에 의해 재료분리방지 및 블리딩 발생이 적은 것 그리고 혼화제간의 적합성 등 복합적인 원인에 의해 나타난 결과로 분석된다.

공기량 변화와 압축강도의 관계를 살펴보기 위

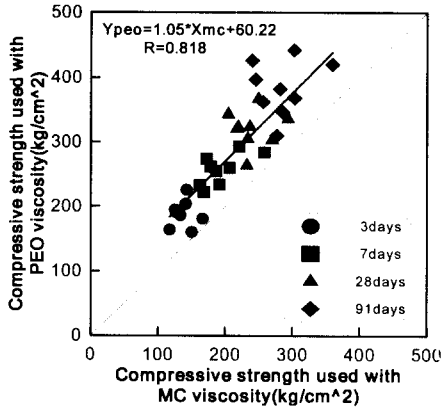


Fig. 6 Comparison of compressive strength of concrete used with MC viscosity agent to that used with PEO viscosity agent

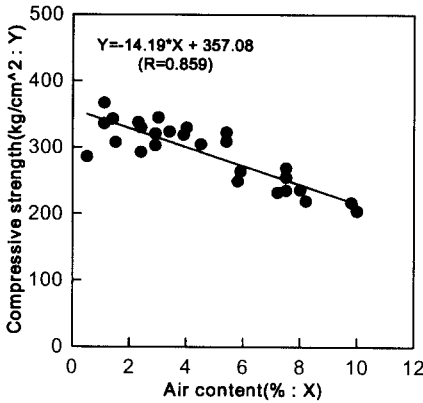


Fig. 7 Relation of air content and compressive strength at 28 ages

해 Fig. 7은 공기량과 28일 압축강도간의 관계를 유동화제 및 증점제 종류 및 량에 관계 없이 산점도로 나타낸 것이다. 본 실험결과 공기량 1%의 증가는 압축강도 4~6%의 저하를 초래하는 것으로 나타났다.

3.1.3 경제성 분석

Fig. 8은 유동화제 및 증점제 종류별 kg당 단가를 막대그래프로 나타낸 것이고, Fig. 9는 슬럼프를 10cm 증가시킬 경우의 유동화제 종류별 적정 사용량에 대한 m³당 추가비용을 증점제 종류별로 구분하여 나타낸 것이다.

유동화제와 증점제의 적정 사용량에 따른 단가는 나프탈린계 유동화제를 사용하고 MC 증점제를 사용할 경우 가장 저렴한 것으로 나타났고 또

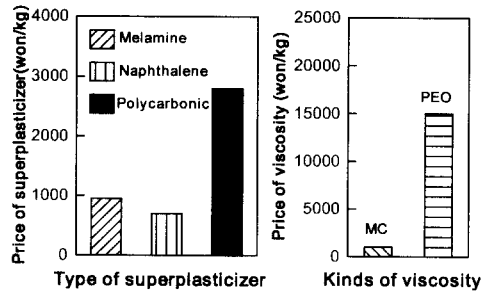


Fig. 8 Unit price of superplasticizer and viscosity agent

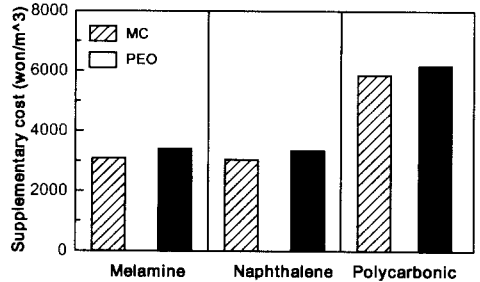


Fig. 9 Supplementary cost of flowing concrete when proper dosage of admixtures are added

한, 폴리칼본산계 유동화제를 사용할 경우에 가장 고가인 것으로 나타났지만, 품질변동과 시공편이성(m³당 첨가량) 등을 고려하여 비교적 양호한 것을 결정하면 멜라민계 유동화제, PEO 증점제 및 AE제를 사용하는 경우로서, 그 적정 혼합비율은 1 : 0.28 : 0.001로 밝혀졌다.

3.2 개발한 분리저감형 유동화제의 실용성 검토(시리즈 II)

3.2.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

Fig. 10은 증점제 및 AE제를 혼합한 분리저감형 유동화제를 사용할 경우 유동화제 첨가량에 따른 슬럼프 및 공기량의 변화를 물-시멘트비별로 나타낸 그래프이다. 유동화제 첨가량의 증가에 따라서 슬럼프는 증가하고 공기량은 약간 증가 후 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 유동화제 첨가량과 슬럼프의 관계는 물-시멘트비와 관계없이 양호한 상관성으로 슬럼프 1cm 증가에 0.095% 유동화제 첨가량이 필요한 것으로 나타났다.

Fig. 11은 시간경과에 따른 슬럼프의 변화경향을 파악하기 위해서 시간경과에 따른 베이스 및 유

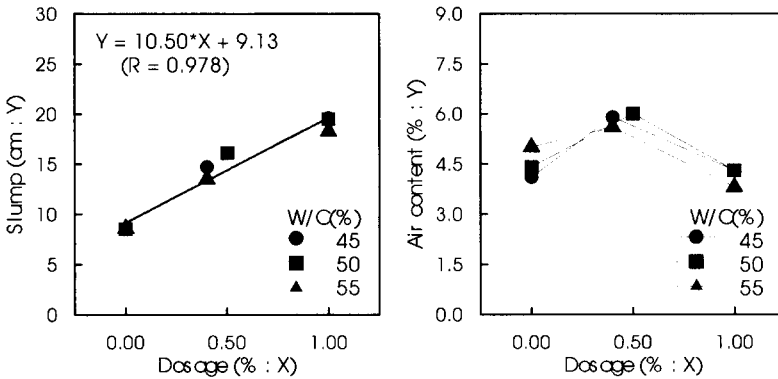


Fig. 10 Slump and air content with the dosage of combined superplasticizer

동화 콘크리트의 슬럼프 및 공기량을 물-시멘트비 별로 나타낸 그래프이다. 먼저, 슬럼프치는 시간경과에 따라 크게 감소하는 결과로 나타났는데, 경시 변화 30분에서 슬럼프 15cm와 21cm로 유동화 시킨 유동화 콘크리트는 베이스 콘크리트와 거의 비슷하거나 약간 큰 값을 나타내어, 목표슬럼프가 클 수록 시간경과에 따라 슬럼프치 저하는 더욱 크게 됨을 알 수 있었다. 60분 정도 경과한 후 유동화 콘크리트의 슬럼프치는 물-시멘트비와 관계 없이 공히 저하하여 베이스 콘크리트의 초기 슬럼프치와 같거나 작아질 정도로 크게 감소하였다.

경시변화에 따른 베이스 및 유동화 콘크리트의 공기량은 전반적으로 물-시멘트비 및 목표슬럼프와 관계없이 크게 저하하는데, 90분 경과시 대부분의 경우 3~4% 정도로서 KS 규정의 허용범위를 만족하기는 하지만 목표 공기량보다는 1~1.5% 저하됨에 실무에서는 이를 고려할 필요가 있다.

재료분리는 육안으로 판단

한 결과 목표슬럼프 21cm의 경우에는 약간의 재료분리 현상을 보인 경우도 있었으나, 기타의 경우에는 재료분리 현상이 발견되지 않았다. Fig. 12는 물-시멘트비별 목표슬럼프치 변화에 따른 블리딩량을 나타낸 그래프로서 슬럼프 15cm의 경우는 유동화제가 적절히 첨가되어 블리딩량은 베이스 콘크리트보다 감소하였으나, 슬럼프 21cm에서는 물-시멘트비 45%를 제외하고는 재료분리에 따라 많은 블리딩량이 발생한 것으로 나타났다.

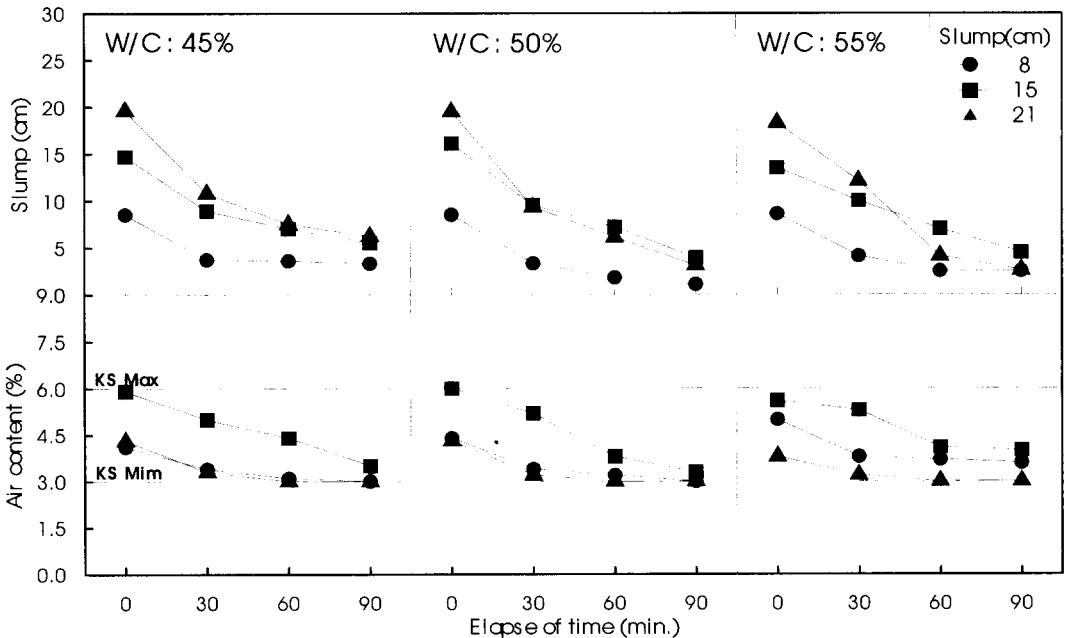


Fig. 11 Slump and air content of base and flowing concrete with elapse of time

물-시멘트비 및 목표슬럼프에 따른 유동화 콘크리트의 응결시간은 Fig. 13과 같이 전반적으로 슬럼프가 증가할수록 즉, 유동화세 첨가량이 많을수록 응결시간은 지연되는 경향으로, 본 연구범위에서 가장 크게 지연될 경우라도 3시간이내인 것으로 나타났다.

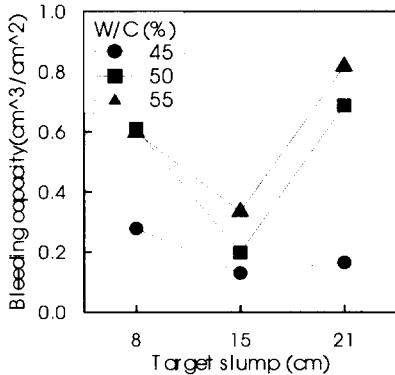


Fig. 12 Bleeding capacity of concrete with slump and water to cement ratios

3.2.2 경화 콘크리트의 특성

Fig. 14는 재령경과에 따른 베이스 및 유동화 콘크리트의 압축강도를 나타낸 그래프이다. 동일한 물-시멘트비인 경우 목표슬럼프와 관계 없이 유동화 콘크리트의 압축강도는 베이스 콘크리트와 비교하여 주목할 만한 차이가 없는 것으로 나타났다.

한편, Fig. 15는 28일 재령에서 베이스 콘크리트에 대한 유동화 콘크리트의 압축강도비를 나타낸 그래프로서 목표슬럼프 15cm인 콘크리트의 압축강도에서 약간 작은 것으로 나타났다. 이는 굳지않은 콘크리트의 목표슬럼프 15cm에서 공기량이 0.5~1.5% 정도 많았음에 기인한 결과로 분석된다.

Fig. 16은 물-시멘트비별 및 목표슬럼프치별로 재령경과에 따른 콘크리트의 건조수축 길이변화율을 나타낸 그래프이다. 길이변화율은 물-시멘트

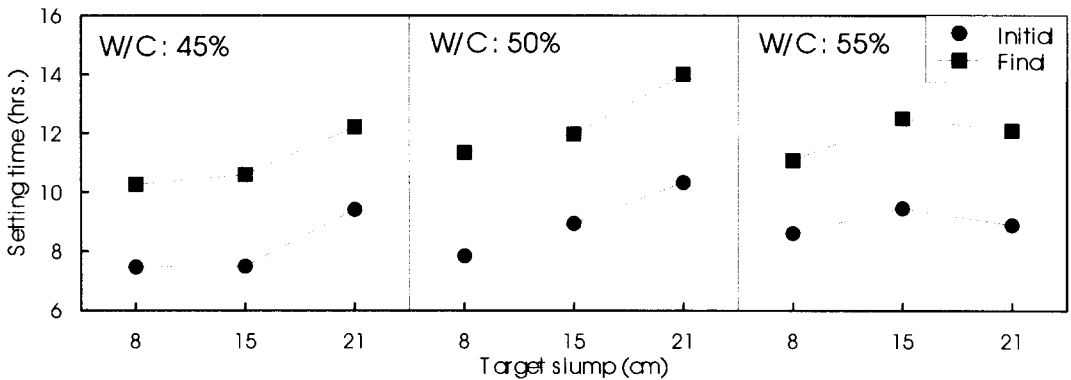


Fig. 13 Setting time of base concrete and flowing concrete

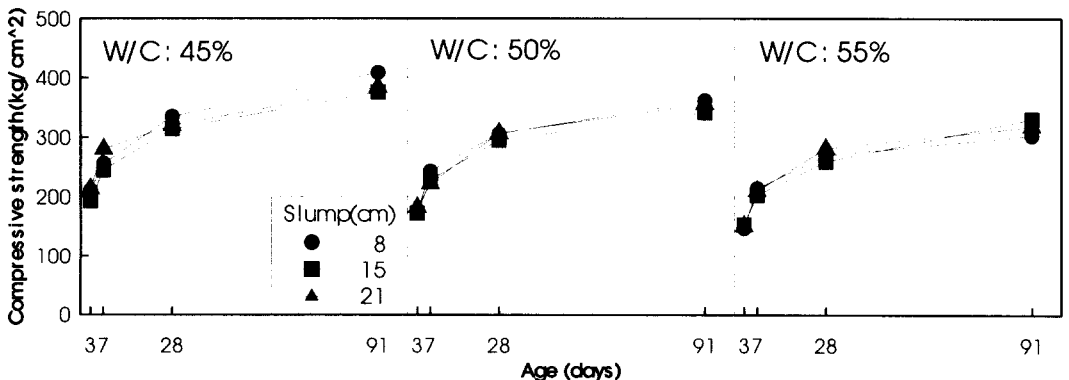


Fig. 14 Compressive strength of base and flowing concrete at different ages

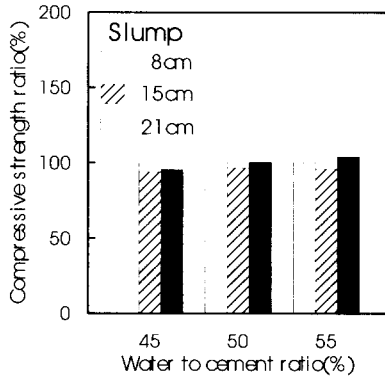


Fig. 15 Compressive strength ratio of flowing concrete to base concrete

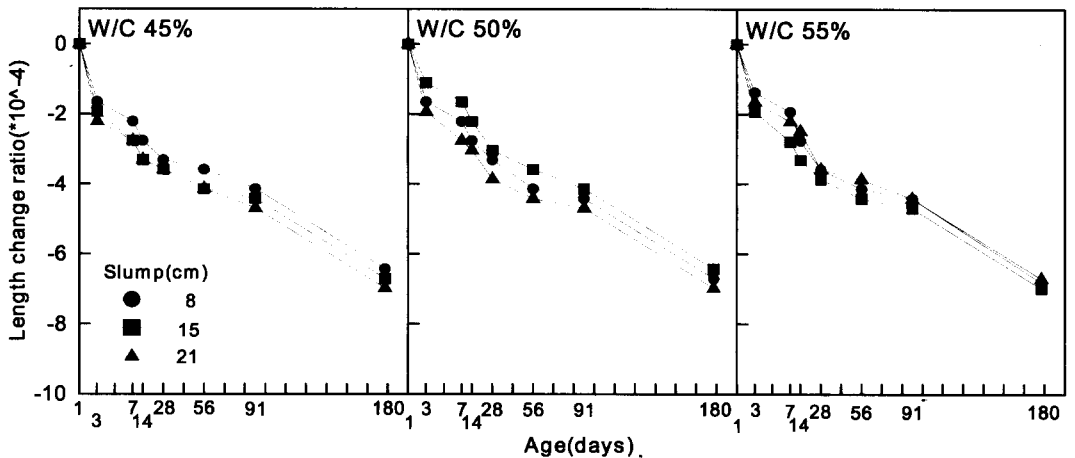


Fig. 16 Length change ratios of base concrete and flowing concrete at different ages

비별 및 슬럼프치별로 약간의 변동은 있으나 일정한 경향을 찾기는 곤란함에 결국 본 연구조건에서 개발된 유동화 콘크리트의 건조수축은 특별한 문제점이 없는 것으로 분석된다.

4. 결론

일반적인 유동화 콘크리트 공법 적용에 있어, 유동화 과정에서 발생하는 재료분리현상을 유동화제에 증점제 등 첨가물을 첨가함으로써 방지할 수 있는 분리저감형 유동화 콘크리트를 개발하고, 그 특성을 분석하기 위한 각종 실험연구에서 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 유동화제 종류별 유동성 증대효과는 폴리칼

본산계, 멜라민계 및 나프탈린계 순으로 큰 것으로 나타났고, 증점제의 점성부여에 따른 재료분리 방지효과는 PEO 증점제가 MC 증점제보다 우수한 것으로 나타났다. 공기량은 유동화제를 첨가한 경우 감소하는 것으로 나타났고, 증점제의 경우 MC 증점제는 발포성, PEO 증점제는 소포성이 있는 것으로 나타났다.

2) 유동화제 사용에 따른 압축강도는 멜라민계 유동화제의 경우 나프탈린계 유동화제에 비하여 약 6% 정도 저하하고, 폴리칼본산계 유동화제에 비하여 16% 정도 증가한 것으로 나타났으며, 증점제 사용에 따른 압축강도는 PEO 증점

제의 경우 MC 증점제를 사용하는 경우보다 약 34% 정도 증가한 것으로 나타났는데, 이는 혼화제의 특별한 영향이라기보다는 공기량 등의 영향으로 분석되었다. 본 연구에서는 공기량 1% 증가에 따라 압축강도는 4~6% 정도 저하하는 것으로 나타났다.

3) 증점제 등 혼합물을 첨가한 분리저감형 유동화제는 품질, 시공용이성, m³당 첨가량과 경제성 등을 종합적으로 고려할 경우 멜라민계 유동화제와 PEO 증점제 및 AE제를 1 : 0.28 : 0.001의 비율로 혼합할 경우가 가장 효과적인 것으로 밝혀졌다.

4) 실용성 검토로서 분리저감형 유동화제의 첨가량 증가에 따른 슬럼프는 물-시멘트비와 관계

없이 비례적으로 증가하였고, 공기량에는 약간의 변동은 존재하나 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 재료분리는 큰 목표슬럼프의 유동화 콘크리트에서는 약간 발생하여 문제시되었으나 슬럼프 증대치 10cm 이하의 경우는 별다른 문제가 발생하지 않는 것으로 나타났다. 유동화 콘크리트의 압축강도는 베이스 콘크리트보다 공기량 변동에 기인하여 약간 저하하는 경향도 있었으나 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 한천구, 반호용, 오선교 : 분리저감형 유동화 콘크리트의 개발에 관한 실험연구, 大韓建築學會論文集(構造系), 제 14권 12호, 1998.
2. 강의영, 한민철, 오선교, 한천구, 반호용 : 고품질 현상 유동화 콘크리트 제조를 위한 유동화제 성능 개선에 관한 기초적 연구, 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, Vol. 10, No. 1, 1998.
3. 전충근, 강의영, 오선교, 한천구, 반호용 : 역상 분리저감형 유동화제의 개발에 관한 실험적 연구, 大韓建築學會 學術發表大會 論文集, 第 18卷, 第 2號, 1998.
4. 姜毅榮, 全忠根, 吳璇教, 韓千求, 潘好鎔 : 液狀 分離低減型 流動化劑의 實用化를 위한 基礎的 研究, 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, Vol. 10, No. 2, 1998.
5. 姜毅榮 : 分離低減型 流動化 콘크리트의 開發에 관한 實驗的 研究, 淸州大學校 大學院 工學碩士 學位論文, 1998.

6. 尹起源, 李建哲, 朴相俊, 金鍾錫, 韓千求, 潘好鎔 : 流動化 콘크리트의 現場適用에 관한 實驗的 研究, 韓國 콘크리트學會 學術發表論文集, 第 8卷 第 2號, pp.271~275, 1996.
7. 金鍾錫 : 流動化 콘크리트의 效率的인 製造 및 活用方案에 관한 研究, 淸州大學校 大學院 工學碩士 學位論文, 1997.
8. 韓千求 : 流動化 콘크리트의 最適配合 및 特性, 淸州大産業科學研究所 컨소시엄 세미나, 1996.
9. 社團法人 大韓土木學會 : 流動化 콘크리트 施工指針(案)同解説, 1991.
10. 大韓建築學會 : 建築工事 標準 示方書, 1994.
11. 社團法人 大韓土木學會 : 콘크리트 標準 示方書, 1991.
12. 韓國콘크리트學會 : 콘크리트 혼합재료, 技文章, pp. 49~75, 1997.
13. 韓國콘크리트學會 : 고성능유동화제를 이용한 고강도 콘크리트의 제조와 특성 및 활용, 1993.
14. 사단법인 韓國産業標準協會 : 1994.
15. 日本建築學會 材料施工委員會 第 一分科會·流動化コンクリート研究小委會 : 流動化コンクリートの技術の現況, 1979.
16. 日本建築學會 : 콘크리트의 調合設計指針·同解説, 1994.
17. 日本建築學會 : 建築工事標準示方書·同解説(JASS 5, 鐵筋コンクリート工事), 1997.
18. 日本建築學會 : 流動化コンクリート施工指針(案) 同解説, 1983.
19. Adam M Neville : Properties of Concrete, Pitman Publishing Limited, 1981.
20. ACI : Chemical Admixtures for Concrete, Part II, 1992.

요 약

유동화 콘크리트 공법을 실무에서 활용하는 경우, 베이스 콘크리트의 제조는 유동화 후 잔골재를 부족으로 인한 재료 분리가 발생하지 않도록 잔골재용의 증가 등 배합을 조정하여 출하해야만 하는데, 이러한 경우 레미콘회사는 배합을 변경해야만 하는 번거로움이 있고, 시공자는 잔골재용 증가 등 배합조정에 의한 원가상승 등과 관련하여 어려운 문제점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 이와같은 문제점을 해결하기 위해 유동화 과정에서 발생하는 재료분리를 유동화제에 증점제 등 첨가물을 혼합하므로써 재료분리를 방지할 수 있는 분리저감형 유동화 콘크리트를 개발하고자 하였다. 연구결과에 의하면 증점제 등 혼합물을 첨가한 유동화제는 품질, 시공용이성, m³당 첨가량과 경제성을 고려할 경우 멜라민계 유동화제와 PEO 증점제 및 AE제를 1 : 0.28 : 0.001로 혼합할 경우인 것으로 밝혀졌다. 이 결과에 근거하여 실용성을 검토한 결과에서는 물-시멘트비 및 목표 슬럼프치가 변화할 경우에도 큰 무리 없이 양호한 성능을 발휘할 수 있었으므로 실무에 적용하게 되면 콘크리트의 품질향상은 물론, 편리성, 작업의 용이성과 경제성 등에도 효과적인 것으로 밝혀졌다.

(접수일자 : 1999. 3. 13)