

초유동 콘크리트의 제조 및 역학적 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Production and Mechanical Properties of Super-Workable Concrete

배 수 호* · 윤 상 대** · 이 대 형***
Bae, Su Ho · Youn, Sang Dai · Lee, Dae Hyung

Abstract

The purpose of this experimental research is to produce the super-workable concrete using ordinary portland cement, blast-furnace slag powder, and fly ash respectively, and investigate mechanical properties of super-workable concrete.

For this purpose, after production of super-workable concrete for different unit weights of binder and percentages of fine aggregate, optimum mixing proportion of them was determined, and then mechanical properties of super-workable concrete such as static modulus of elasticity as well as compressive, tensile and flexural strength were tested and analyzed.

Also, the mechanical performances of super-workable concrete were compared with those of high-strength concrete with equal mixing proportions of concrete.

As a result, super-workable concrete has an excellent mobility, compactability and segregation-resistance, but the strength of super-workable concrete is somewhat lower than that of high-strength concrete with equal mixing proportions of concrete.

I. 서 론

콘크리트는 사회기반시설을 구축하기 위하여 없어서는 안되는 매우 중요한 재료 중의 하나이다. 따라서 콘크리트 구조물의 설계 및 시공목표는 안전하고 내구적인 구조물을 구축하여야 하는 것이다.

이를 위해서는 시공현장에서 사람의 손에 의하여 정성들여 시공하는 것이 필수불가결 하나, 산

업구조의 개편에 따른 인력의 이동, 3D 기피현상, 고인건비시대 및 기계화시공 등 사회적 여건이 크게 변화되어, 콘크리트 시공과 관련된 숙련기능공의 부족 및 기능 저하로 콘크리트 구조물의 품질결함의 주원인이 시공불량으로 되는 사례가 증가되고 있다.

따라서 콘크리트 구조물의 신뢰성을 향상시키기 위해서는 콘크리트 타설시 시공의 양부에 영향을 받지 않는, 또한 최근 초대형구조물의 증가

* 안동대학교 공과대학

** 농어촌진흥공사 강원도지사(강릉시지부)

*** 예천전문대학 토목환경공학과

키워드 : 고로슬래그 분말, 플라이 애시, 유동성, 충전성, 재료분리 저항성, 초유동 콘크리트, 최적 배합비, 역학적 특성

에 따른 시공이음이 없는 대용량 타설 및 공기단축에 부응하는, 그리고 복잡한 철근배근 및 과밀배근에 따라 기존의 워커빌리티로는 타설이 곤란한 경우의 문제점을 해결해 줄 수 있는 『초유동 콘크리트』의 개발이 필요하다.

초유동 콘크리트의 제조방법에는 증점제에 의한 방법, 분체에 의한 방법, 분체 및 증점제를 병용하는 방법이 있는데, 본 연구에서는 분체에 의한 방법을 택하였다.

또한, 동일 물-결합재비의 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트의 역학적 특성도 비교분석하여 초유동 콘크리트 시공됨에 따른 강도저하 유무 및 탄성적 성질을 파악하였다.

결국, 본 연구는 미분말결합재로써 고로슬래그 분말 및 플라이 애시를 혼입한 초유동 콘크리트의 최적 배합비 도출 및 역학적 특성을 구명하여 이를 경제적이고 실용적인 초유동 콘크리트의 배합설계 및 시공자료로 제시코자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

가. 시멘트

본 연구에 사용된 시멘트는 시중에서 구입한 보통 포틀랜드 시멘트(A사 제품)를 사용하였으며, 그 물리적 성질은 Table 1과 같다.

나. 골재

본 연구에 사용된 골재시료로서 잔골재는 남한강(경기 여주)산, 굵은 골재는 안성(경기)산 부순돌을 이용하였으며, 이들의 물리적 성질은 각각 Table 2 및 Table 3과 같다.

Table 1. Physical properties of ordinary portland cement

Specific gravity	Setting time		Fine-ness (cm ² /g)	Compressive strength (kgf/cm ²)		
	Initial (min)	Final (h)		σ_3	σ_7	σ_{28}
	3.12	228	6.15	3,338	194	219

Table 2. Physical properties of fine aggregate

Specimen	Specific gravity	Absorption (%)	Unit weight (tf/m ³)	Weight of passing No. 200 sieve (%)	F.M.
River sand (Yeojoo)	2.55	1.08	1.558	1.8	2.69

Table 3. Physical properties of coarse aggregate

Specimen	G _{max} (mm)	Specific gravity	Absorption (%)	Unit weight (tf/m ³)	F.M.	Abrasion (%)
Crushed stone (Ansung)	19	2.71	0.6	1.551	6.57	28.5

다. 혼화재료

1) 혼화제

본 연구에 사용된 혼화제는 고강도 및 유동화 콘크리트용으로 사용되고 있는 나프탈렌계의 고성능 AE 감수제(표준형, K사)로써 그 품질특성은 Table 4와 같다.

Table 4. Quality properties of chemical admixture

Specific gravity	pH	Solid content (%)	Quantity (%) (Cement weight)	Main component	Remarks
1.21	8	41	0.2~2.0	Sodium salt of a sulfonate naphthalene	Liquid

2) 혼화제(미분말결합재)

초유동 콘크리트의 제조를 위해서는 유동성 및 재료분리 저항성을 높여야 하는데, 유동성을 향상시키기 위해서는 고성능(AE)감수제를 사용하고, 재료분리 저항성을 높이기 위해서는 미분말결합재 등을 사용하여 시멘트풀 또는 모르타르부분의 점성을 증가시켜야 한다.

따라서 본 연구에서는 초유동 콘크리트 제조용

미분말결합재로써 시공성이 우수한 플라이 애시 및 고로슬래그 분말을 사용하였으며, 이들의 품질특성은 Table 5와 같다.

Table 5. Quality properties of admixtures

Specimens	Specific gravity	Fineness (cm ² /g)	Place of production
Fly ash	2.17	3,200	Chungnam, Boryung
Blast-furnace slag powder	2.93	4,500	Chonnam, Kwangyang

2. 실험방법

가. 초유동 콘크리트의 제조 및 최적 배합비 선정시험

본 연구에서는 분체에 의한 초유동화방법을 채택하여 단위결합재량 450kgf/m³, 500kgf/m³, 550kgf/m³ 및 600kgf/m³ 각각에 대하여 미분말 결합재 종류별(OPC, 고로슬래그 분말, 플라이 애시)로 잔골재율을 변화시키면서 이들의 시공성 및 강도특성을 분석한 후 초유동 콘크리트를

제조하는 한편, 그것의 최적 배합비를 도출시켰다.

한편, 각 단위결합재량에 대한 미분말결합재 종류에 따른 최적혼입률은 예비실험에 의하여 미리 구한 후 이를 본 실험에 이용하였다.

1) 공시체 제작

각 단위결합재량에 대한 최적 잔골재율을 구하기 위한 콘크리트 공시체(φ10×20cm)는 KS F 2403(콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)에 따라 제작하였으며, 성형 후 24시간 경과하여 몰드를 제거하고, 강도 시험 전까지 20±3℃의 온도로 습윤양생하였다.

Table 6~9는 각각 단위결합재량 450kgf/m³, 500kgf/m³, 550kgf/m³ 및 600kgf/m³에 대하여 결합재 종류별로 잔골재율을 변화시킨 콘크리트의 배합표를 나타낸 것이다.

2) 실험방법

초유동 콘크리트의 단위결합재량에 따른 최적 잔골재율을 도출시키기 위한 강도 시험은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험 방법)에 따라 하였다.

Table 6. Mix proportions of super-workable concrete(B=450kgf/m³)

Unit weight of binder (kgf/m ³)	W/B (%)	Admixtures	S/a (%)	Slump (Slump-flow) (cm)	Box compactability (cm)	Unit weight(kgf/m ³)					Superplasticizer (B×%)
						W	C	Ad.	S	G	
450	38.0	OPC	45	25.5(55)	Clogged	171	450	0	756	970	2.0
			48	25.0(55)	Clogged	171	450	0	805	919	2.2
			50	24.0(54)	24	171	450	0	841	881	2.3
			53	25.3(56)	12	171	450	0	890	829	2.4
			55	26.0(57)	3	171	450	0	924	794	2.7
		Fly ash (B×20%)	45	25.0(54)	Clogged	171	360	90	740	951	2.0
			48	25.0(55)	Clogged	171	360	90	789	900	2.2
			50	24.0(54)	14	171	360	90	823	864	2.6
			53	24.0(54)	10	171	360	90	872	813	3.1
			55	25.5(60)	5	171	360	90	906	778	3.7
		Blast furnace slag powder (B×20%)	45	25.2(54)	Clogged	171	360	90	753	967	1.8
			48	25.0(54)	Clogged	171	360	90	805	913	1.9
			50	24.5(55)	18	171	360	90	839	878	2.1
			53	24.5(56)	12	171	360	90	888	827	2.3
			55	24.5(58)	4	171	360	90	921	791	2.6

Table 7. Mix proportions of super-workable concrete(B=500kgf/m³)

Unit weight of binder (kgf/m ³)	W/B (%)	Admixtures	S/a (%)	Slump (Slump-flow) (cm)	Box compactability (cm)	Unit weight(kgf/m ³)					Super-plasticizer (B×%)
						W	C	Ad.	S	G	
500	36.5	OPC	43	26.0(55)	10.0	182.5	500	0	720	1,003	2.1
			45	25.0(55)	14.0	182.5	500	0	753	967	2.1
			48	26.0(59)	8.0	182.5	500	0	805	913	2.2
			50	26.0(56)	4.0	182.5	500	0	839	878	2.4
			53	25.0(55)	4.0	182.5	500	0	888	827	2.6
		Fly ash (B×20%)	43	26.0(58)	24.0	182.5	375	125	699	976	2.2
			45	25.0(55)	18.0	182.5	375	125	733	940	2.2
			48	26.0(59)	4.5	182.5	375	125	782	889	2.5
			50	26.0(59)	2.0	182.5	375	125	815	854	2.6
			53	26.0(54)	1.0	182.5	375	125	862	805	2.8
		Blast furnace slag powder (B×20%)	43	24.5(62)	22.0	182.5	300	200	715	997	2.8
			45	24.5(65)	14.0	182.5	300	200	748	962	1.9
			48	25.0(60)	3.0	182.5	300	200	800	908	1.9
			50	25.5(63)	1.5	182.5	300	200	833	873	1.7
			53	26.0(57)	2.0	182.5	300	200	882	821	1.7

Table 8. Mix proportions of super-workable concrete(B=550kgf/m³)

Unit weight of binder (kgf/m ³)	W/B (%)	Admixtures	S/a (%)	Slump (Slump-flow) (cm)	Box compactability (cm)	Unit weight(kgf/m ³)					Super-plasticizer (B×%)
						W	C	Ad.	S	G	
550	34.8	OPC	40	24.0(55)	13.0	191.5	550	0	650	1,022	1.8
			43	26.0(58)	8.0	191.5	550	0	697	973	1.9
			45	25.0(58)	4.0	191.5	550	0	730	938	2.0
			48	26.0(60)	2.0	191.5	550	0	779	886	2.1
			50	25.6(62)	0	191.5	550	0	813	851	2.2
		Fly ash (B×20%)	40	24.0(62)	5	191.5	412.5	137.5	630	989	1.8
			43	25.4(55)	3.5	191.5	412.5	137.5	676	940	1.9
			45	25.4(60)	1.0	191.5	412.5	137.5	707	908	2.1
			48	25.0(55)	3.0	191.5	412.5	137.5	753	859	2.2
			50	25.3(53)	1.0	191.5	412.5	137.5	787	824	2.5
		Blast furnace slag powder (B×20%)	40	25.1(60)	20.0	191.5	330	220	645	1,014	1.8
			43	25.0(60)	4.0	191.5	330	220	691	965	1.9
			45	24.2(59)	4.0	191.5	330	220	725	930	1.9
			48	25.0(58)	2.0	191.5	330	220	774	878	1.9
			50	25.4(55)	0	191.5	330	220	805	846	1.9

나. 역학시험

1) 공시체 제작

초유동 콘크리트의 제조 및 최적 배합비 선정

시험을 통하여 시공성 및 강도특성을 고려한 최적 배합비를 결정한 후 이에 의해 제작된 콘크리트의 역학적 특성을 구명키 위하여 KS F 2403

Table 9. Mix proportions of super-workable concrete(B=600kgf/m³)

Unit weight of binder (kgf/m ³)	W/B (%)	Admixtures	S/a (%)	Slump (Slump-flow) (cm)	Box compactability (cm)	Unit weight(kgf/m ³)					Super-plasticizer (B×%)
						W	C	Ad.	S	G	
600	30.0	OPC	38	24.7(54)	14.0	180	600	0	599	1,024	2.0
			40	24.8(57)	18.0	180	600	0	630	992	1.8
			43	24.(58)	9.0	180	600	0	676	943	2.0
			45	25.4(55)	3.0	180	600	0	710	908	2.3
			48	24.5(55)	0	180	600	0	756	859	2.5
		Fly ash (B×20%)	38	24.7(60)	18.0	180	480	120	581	997	1.7
			40	25.5(62)	12.0	180	480	120	611	965	1.8
			43	25.0(61)	1.0	180	480	120	658	916	2.0
			45	25.2(52)	0	180	480	120	689	883	2.2
			48	24.5(50)	3.0	180	480	120	735	835	2.6
		Blast furnace slag powder (B×20%)	38	24.0(58)	20.0	180	420	180	593	1,019	1.7
			40	25.4(56)	18.0	180	420	180	624	986	1.9
			43	25.1(58)	9.0	180	420	180	674	935	2.0
			45	24.1(55)	4.5	180	420	180	704	902	2.3
			48	25.4(58)	0	180	420	180	751	854	2.7

Table 10. Mix proportions of super-workable concrete

Unit weight of binder (kgf/m ³)	W/B (%)	Admixtures	S/a (%)	Slump (Slump-flow) (cm)	Box compactability (cm)	O-Funnel test (s)	Unit weight(kgf/m ³)					Super-plasticizer (B×%)
							W	C	Ad.	S	G	
500	34.8	OPC	50	24.5(58)	0	14	191.5	550	0	813	851	2.2
		Fly ash (B×25%)	45	24.8(56)	3.5	15	191.5	412.5	137.5	707	908	2.1
		Blast furnace slag powder (B×40%)	50	25.5(60)	0	16	191.5	330	220	805	846	1.9

(콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)에 따라 콘크리트 공시체(압축 및 인장강도 시험용 : $\phi 10 \times 20\text{cm}$, 탄성계수 측정용 : $\phi 15 \times 30\text{cm}$, 휨강도 시험용 : $15 \times 15 \times 53\text{cm}$)를 제작하였으며, 성형후 24시간 경과하여 탈형하고, 강도 시험 전 까지 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 온도로 습윤양생하였다.

또한, 초유동 콘크리트와 동일 물-결합재비의 고강도 콘크리트를 제작하여 이것의 역학적 특성을 초유동 콘크리트의 그것과 비교 분석하였다.

Table 10 및 Table 11은 각각 역학적 특성을

구명키 위한 동일 물-결합재비의 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트의 배합표를 나타낸 것이다.

2) 시험방법

가) 압축강도 시험

콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험 방법)에 따라 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트 각각에 대하여 하였다.

나) 인장 및 휨강도 시험

콘크리트의 인장 및 휨강도 시험은 KS F 2423(콘크리트의 인장강도 시험 방법)과 KS F

Table 11. Mix proportions of super-workable concrete

Unit weight of binder(kgf/m ³)	W/B (%)	Admixtures	S/a (%)	Slump (cm)	Unit weight(kgf/m ³)					Superplasticizer (B×%)
					W	C	Ad.	S	G	
550	34.8	OPC	40	19.7	174	500	0	645	1,019	1.5
		Fly ash (B×25%)	40	22.4	174	375	125	627	989	1.5
		Blast furnace slag powder(B×40%)	40	22.5	174	300	200	642	1,011	1.4

2407(콘크리트의 휨강도 시험 방법 : 단순보의 중앙점 하중법)에 따라 압축강도 시험에서와 동일 배합의 콘크리트에 대하여 재령 28일 강도를 시험하였다.

다) 정탄성계수 측정

초유동 콘크리트의 정탄성계수를 구하기 위하여 KS F 2438(콘크리트의 원주 공시체의 정탄성계수 및 푸아송비 시험 방법)에 따라 정탄성계수 측정용 공시체와 동일한 배합으로 동반 공시체를 추가로 제작하여 정탄성계수 시험에 앞서 압축강도 시험을 행하여 파괴 하중의 40%의 하중을 미리 계산한 다음, 파괴하중의 10~70%까지 하중을 10%씩 증가시키면서 각각의 종방향 변위를 측정하였다.

III. 결과분석 및 고찰

1. 초유동 콘크리트의 제조 및 최적 배합비 도출

가. 단위결합재량에 따른 최적 잔골재율

Fig. 1~4는 각각 단위결합재량 450kgf/m³, 500kgf/m³, 550kgf/m³ 및 600kgf/m³에 대하여 잔골재율을 변수로 한 초유동 콘크리트의 배합시험 결과 중에서, 충전성능을 나타내는 박스단차와 강도특성의 재령 28일 압축강도를 나타낸 것이다.

단위결합재량이 450kgf/m³인 경우의 재령 28일의 압축강도는 결합재 종류에 관계없이 잔골재율이 증가함에 따라 감소되는 경향이 나타났으나, 반면에 박스충전성 시험에 의한 충전성능은

잔골재율이 증가할수록 개선되어 박스충전성 시험시 막힘현상도 없어지고 박스단차도 작아지는 것으로 나타났다.

그러나 단위결합재량이 450kgf/m³인 경우는 잔골재율을 아주 크게 하면(S/a : 55%), 요구되는 유동성(슬럼프 : 25±1cm, 슬럼프흐름값 : 60±5cm) 및 충전성(박스단차 : 5cm이하)을 만족시키나 강도저하가 크기 때문에, 이같은 경우는 증점제를 사용하지 않는 한 목표로 하는 시공성 및 강도를 만족시키는 초유동 콘크리트의 제조가 어려운 것으로 판단된다.

단위결합재량이 500kgf/m³인 경우, 재령 28일의 압축강도와 요구되는 유동성 및 충전성을 모

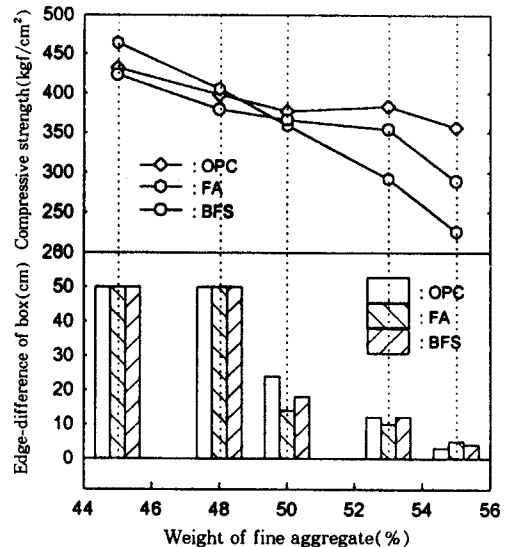


Fig. 1. Compressive strength and compactability with percentage of fine aggregate (W/B=38.0%, B=450kgf/m³)

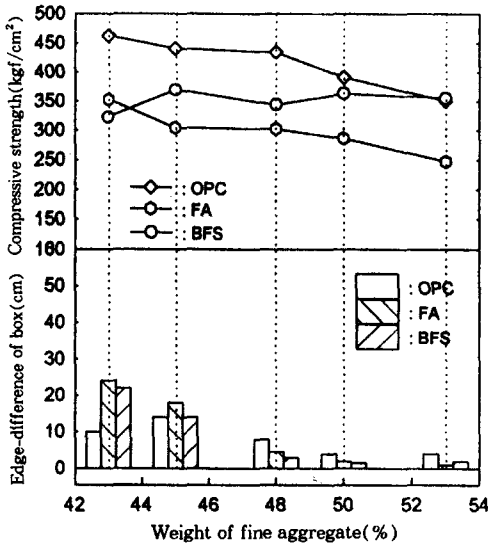


Fig. 2. Compressive strength and compactability with percentage of fine aggregate (W/B=36.5%, B=500kgf/m³)

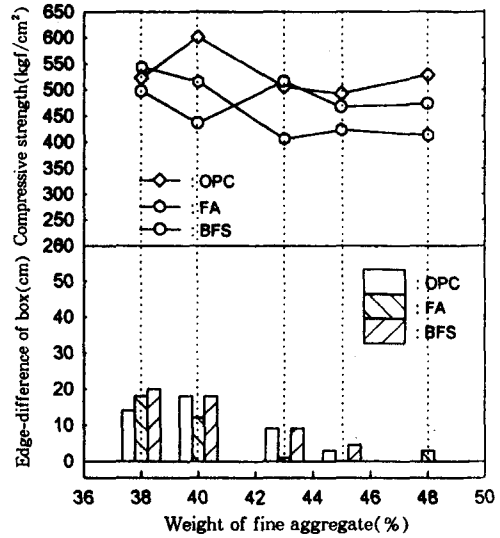


Fig. 4. Compressive strength and compactability with percentage of fine aggregate (W/B=30.0%, B=600kgf/m³)

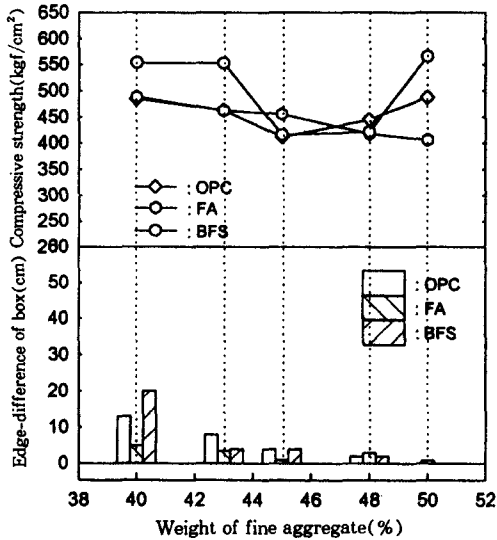


Fig. 3. Compressive strength and compactability with percentage of fine aggregate (W/B=34.8%, B=550kgf/m³)

두 고려한 최적 잔골재율은 미분말결합재를 사용하지 않은 OPC 콘크리트가 50%, 플라이 애시 및 고로슬래그 분말을 혼입한 콘크리트가 각각 48%, 50%로 나타났다.

한편, 단위결합재량이 500kgf/m³인 경우도 그것이 450kgf/m³일 때와 마찬가지로 잔골재율이 증가함에 따라 대체적으로 압축강도는 저하되나 충전성능은 향상되는 것으로 나타났다.

단위결합재량이 550kgf/m³인 경우의 재령 28일의 압축강도는 OPC 콘크리트와 고로슬래그 분말을 혼입한 콘크리트는 잔골재율 45%를 경계로 하여 증감하는 경향을 나타냈으나, 플라이 애시를 혼입한 콘크리트의 그것은 잔골재율이 증가함에 따라 감소되는 경향을 나타냈다. 반면에 충전성능은 결합재 종류에 관계없이 잔골재율이 증가함에 따라 향상되는 것으로 나타났다. 따라서 강도특성, 유동성 및 충전성을 모두 고려한 최적 잔골재율은 OPC 콘크리트가 50%, 플라이 애시 및 고로슬래그 분말을 혼입한 콘크리트가 각각 45%, 50%로 나타났다.

단위결합재량이 600kgf/m³인 경우는 재령 28일의 압축강도와 유동성 및 충전성을 모두 고려한 최적 잔골재율은 OPC 콘크리트가 48%, 플라이 애시 및 고로슬래그 분말을 혼입한 콘크리트가 각각 45%, 48%로 나타났다.

Table 12. Optimum mixing proportions of super-workable concrete

Unit weight of binder (kgf/m ³)	W/B (%)	Admixtures	S/a (%)	Slump (Slump-flow) (cm)	Box compact-ability (cm)	O-Funnel test (s)	Unit weight(kgf/m ³)					Super-plasticizer (B×%)	σ_{28} (kgf/cm ²)
							W	C	Ad.	S	G		
550	34.8	OPC	50	25.6(62)	0	14	191.5	550	0	813	851	2.2	487
		Fly ash	45	25.4(60)	1	15	191.5	412.5	137.5	707	908	2.1	455
		Blast furnace slag	50	25.4(55)	0	16	191.5	330	220	805	846	1.9	565

나. 최적 배합비 선정

초유동 콘크리트의 제조방법 중 분체에 의한 초유동화방법을 채택하여 단위결합재량, 결합재 종류 및 잔골재율을 변수로 유동성, 충전성 및 강도특성을 종합적으로 평가한 결과(Fig. 1~4), 이들을 모두 고려한 초유동 콘크리트의 최적 배합비는 Table 12와 같다.

2. 초유동 콘크리트의 역학적 특성

가. 압축강도

초유동 콘크리트의 강도특성을 구명키 위하여 압축강도 시험을 하였으며, 또한 동일 물-결합재비의 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트에 대한 압축강도 시험을 하여 이들의 강도특성을 비교 분석하였다.

Fig. 5는 동일 물-결합재비의 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트의 재령 28일의 압축강도를 나타낸 것으로, 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 재령 28일의 압축강도비는 약 67~75% 정도로 강도특성 측면에서는 초유동 콘크리트가 다소 불리한 것으로 판단된다.

나. 인장 및 휨강도

Fig. 6 및 Fig. 7은 각각 동일 물-결합재비의 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트의 인장 및 휨강도를 나타낸 것인데, 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 인장강도비는 약 94~98%로, 압축강도의 경우와는 달리 이들간의 차가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 휨강도비는 약 84~89%로 다소 작게 나타났다.

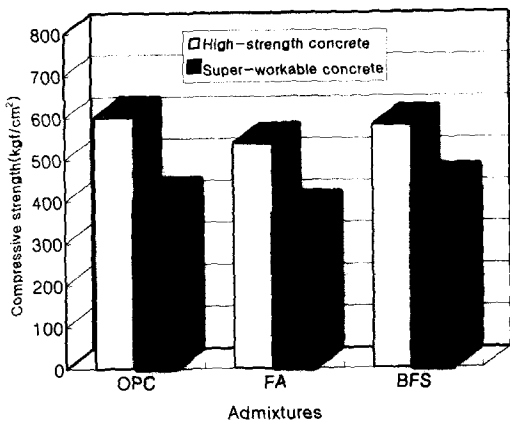


Fig. 5. Compressive strength of super-workable concrete and high-strength concrete(σ_{28})

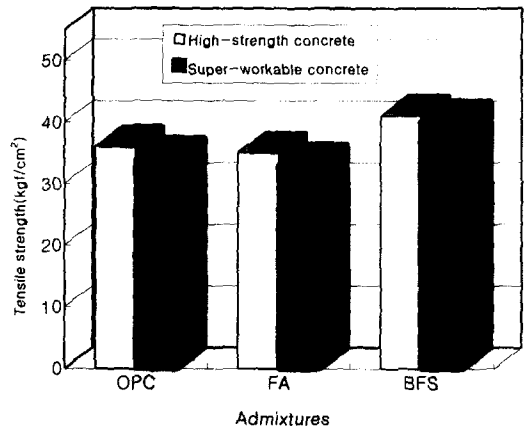


Fig. 6. Tensile strength of super-workable concrete and high-strength concrete(σ_{28})

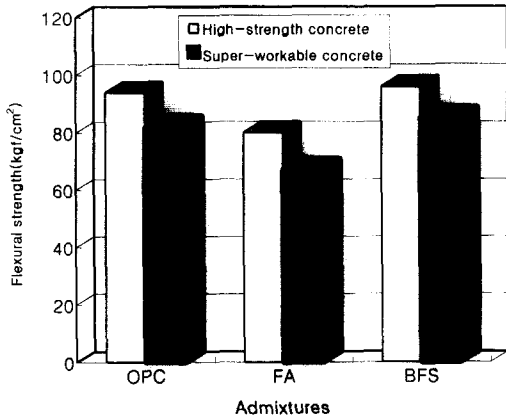


Fig. 7. Flexural strength of super-workable concrete and high-strength concrete(σ_{28})

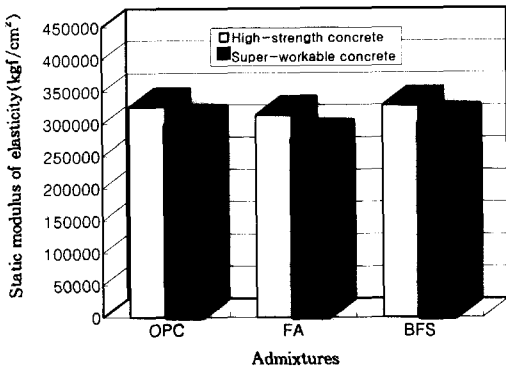


Fig. 8. Static modulus of elasticity of super-workable concrete and high-strength concrete(σ_{28})

한편, 초유동 콘크리트의 인장 및 휨강도는 각각 압축강도의 약 1/11, 1/5로 나타났고, 고강도 콘크리트의 그것은 각각 압축강도의 약 1/15, 1/6.5로 나타났다.

다. 정탄성계수

콘크리트의 탄성적 성질 중에서 가장 중요한 것 중의 하나가 정탄성계수이고, 실제 구조물의 설계자료로 정탄성계수가 사용되기 때문에, 본 연구에서는 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트에 대한 정탄성계수를 구하였다.

Fig. 8은 동일 물-결합재비의 초유동 콘크리트와 고강도 콘크리트의 정탄성계수를 나타낸 것으로, 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 정탄성계수비율은 약 90% 정도로 초유동 콘크리트의 정탄성계수가 고강도 콘크리트의 그것보다 낮게 나타났는데, 이것은 초유동 콘크리트가 고강도 콘크리트와 동일 물-결합재비라 할지라도 유동성의 대폭적 증가로 압축강도가 저하되어 정탄성계수도 작게 나타난 것으로 판단된다.

IV. 결 론

미분말결합재로서 고로슬래그 분말 및 플라이 애시를 사용한 초유동 콘크리트의 제조 및 역학적 특성에 관한 실험연구 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 초유동 콘크리트의 제조방법 중 분체에 의한 초유동화방법을 채택하여 단위결합재량, 결합재 종류 및 잔골재율을 변수로 유동성, 충전성 및 강도특성을 종합적으로 평가한 결과, 이들을 모두 고려한 초유동 콘크리트의 최적 단위결합재량은 550kgf/m³으로 나타났으며, 이때의 잔골재율은 미분말결합재를 혼입하지 않은 OPC 콘크리트가 50%, 플라이 애시 및 고로슬래그 분말을 혼입한 콘크리트가 각각 45%, 50%로 나타났다.
2. 단위결합재량이 550kgf/m³일 때, 초유동 콘크리트의 재령 28일의 압축강도는 약 400kgf/cm² 내외로 보통강도에 대한 초유동 콘크리트의 제조는 무난한 것으로 판단되나, 동일 물-결합재비의 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 재령 28일의 압축강도비는 약 67~75% 정도로 강도 측면에서는 초유동 콘크리트가 약간 불리한 것으로 판단된다.
3. 동일 물-결합재비의 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 인장강도비는 약 94~98%로 이들간의 차가 거의 없는 것으로 나타났으나, 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 휨강도비는 약 84~89%로 다소 작게 나타났다.

또한, 초유동 콘크리트의 인장 및 휨강도는 각각 압축강도의 약 1/11, 1/5로 나타났고, 고강도 콘크리트의 그것은 각각 압축강도의 약 1/15, 1/6.5로 나타났다.

4. 동일 물-결합재비의 고강도 콘크리트에 대한 초유동 콘크리트의 정탄성계수비율은 약 90% 정도로, 초유동 콘크리트의 정탄성계수가 고강도 콘크리트의 그것보다 낮게 나타났는데, 이것은 초유동 콘크리트가 고강도 콘크리트와 동일 물-결합재비라 할지라도 유동성의 대폭적 증가로 압축강도가 저하되어 정탄성계수가 작게 나타난 것으로 판단된다.

5. 초유동 콘크리트의 실용화를 위해서는 시험 시공을 통하여 거푸집에 작용하는 측압을 정량화 시켜야 하며, 초유동 콘크리트의 내구성, 초유동 콘크리트에 의한 고강도 콘크리트의 제조 등에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 배수호, 윤상대, 박광수, 1997, 다짐이 필요 없는 콘크리트 개발에 관한 연구(Ⅲ), 농어촌진흥공사 농어촌연구원 pp. 234~250.
2. 김진근, 한상훈, 박연동, 노재호, 1996, 초유동 콘크리트의 재료특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 논문집, 8(3), pp.

- 135~146.
3. 건설교통부, 1996, 초유동 콘크리트의 개발 및 실용화 연구 pp. 152~171.
4. 이준구, 윤상대, 최광선, 김명원, 1996, 콘크리트용 혼화재의 특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, 8(2), pp. 140~147.
5. 배수호, 윤상대, 박광수, 신의균, 1996, 왕겨재를 혼입한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, 8(2), pp. 70~76.
6. 건설교통부, 1996, 콘크리트표준시방서, 시공편, pp. 64~120.
7. 名和豊春, 1995, 高流動コンクリートの現状と展望, セメント・コンクリート, No. 578, pp. 10~21.
8. 新藤竹文, 1994, 콘크리트最新技術(高流動콘크리트), 콘크리트工學, 32(6), pp. 73~77.
9. 岡村甫, 小澤一雅, 1993, 締固め不要コンクリートの施工, セメント・コンクリート, No. 558, pp. 1~14.
10. 井上和政 外 5人, 1992, 超ワカブルコンクリートの實用化”, セメント・コンクリート, No. 547, pp. 49~56.