

초미분말 서냉 슬래그를 혼화재로 사용한 콘크리트의 기초적 특성

Basic Properties of Concrete with Ultrafine-Blaine Air Cooling Slag as Admixture

허재혁* 정성욱** 허재원*** 임남기****
Heo, Jae-Hyuk Jeong, Sung-Wook Her, Jae-Won Lim, Nam-Gi

Abstract

In this study, a test has been carried out to solve the problem with ground granulated blast-furnace slag, low early strength & lack of supply and to find out a way to use as concrete admixture of the ultrafine blaine air cooling slag which is all disposed as the by product of air cooling slag and its test was conducted to the replacement rate of ultrafine blaine air cooling slag & mixing condition of every concrete admixtures by type for the purpose of obtaining later a basic data for practical use of the cement that used ultrafine blaine air cooling slag by conducting comparative analysis.

If ultrafine-blaine air cooling slag is used to the concrete following the results, a high efficiency water reducing agent won't be needed much for flow acquisition due to a high increase in flow, and the stripping time of concrete form will be shortened thanks to the acquisition of early strength. And though, it has the problems with long term strength which is similar or a little lower than the 3 types of ground granulated blast-furnace slag, it's still applicable as the substitute materials for 3 types of ground granulated blast-furnace slag at 10, 15% replacement rate of ultrafine-blaine air cooling slag, at which it shows higher activation index than 3 types of ground granulated blast-furnace slag.

키 워 드 : 혼화재, 초미분말 서냉슬래그, 고로슬래그, 폐기물, 유동성, 강도
Keywords : Admixture, Ultrafine Blaine Air Cooling Slag, Blast-Furnace Slag, Waste, Fluidity, Strength

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근들어 콘크리트에 혼화재를 혼합하여 성질을 개선하거나 향상시켜 시멘트 경화체의 조직을 치밀하게 함으로써, 강도, 수밀성 및 화학저항성을 갖춘 콘크리트의 사용이 증가되고 있다. 이러한 콘크리트용 혼화재의 대표적인 것으로는 플라이애쉬, 고로슬래그 미분말, 포졸란, 실리카 흙 등이 있으며, 이들 대부분은 산업부산물 또는 폐자원으로써 건설분야의 자원 재 활용을 통하여 시멘트 생산 에너지 절감에 기여하고 있다.

한편 이 혼화재 중 경제성 향상을 위하여 저가의 고로슬래그 미분말 3종이 시멘트 대체재료로 사용되는 경향이 증가하고 있으나 낮은 초기강도로 인하여 거푸집 존치기간 및 공기를 증가시키고 있다. 또한 고로슬래그 미분말 3종은 요구물량의 증가로 수입에 의존하게 되면서, 가격 또한 지속적으로 상

승되고 있는 실정이다.

슬래그는 냉각처리방법에 따라 공기로 서서히 냉각하는 서냉슬래그와 냉각수로 급히 냉각하는 급냉슬래그로 분류된다. 급냉 슬래그는 저발열 및 장기강도 증진, 워커빌리티 및 수밀성 증진, 내약품성 및 알칼리 골재반응 억제 등의 내구성이 우수하여 콘크리트용 1, 2, 3종의 혼화재 또는 골재 등으로 전량 사용되고 있다. 한편 서냉 슬래그는 급냉슬래그에 비해 활성화 에너지가 적어 콘크리트용 혼화재로 사용이 기피되고 있으며, 도로용 노반재나 인공골재 등으로 일부 사용되고 있다.

한편 서냉슬래그 제품 생산과정에서 발생하는 초미분말 서냉슬래그는 활성화면에서 급냉슬래그 대비 낮아 전량 폐기되고 있는 실정이지만, 높은 분말도로 인하여 콘크리트용 혼화재로 사용 가능할 것으로 판단된다.

이에 본 연구는 고로슬래그 미분말의 낮은 초기강도 및 수급 부족에 대한 문제점 해결과 동시에 서냉슬래그 생산과정에서 발생되어 전량 폐기되어지는 초미분말 서냉슬래그를 콘크리트 혼화재로서의 활용성을 알아보기 위한 실험으로 초미분말 서냉슬래그의 치환율 및 각종 혼화재 종류별 배합조건에 따라 실험을 실시하여 유동 특성 및 강도 특성을 비교분석 함

* 동명대학교 건축공학과 석사과정
** 한국표준협회 표준연구개발팀 선임연구원
*** 동명대학교 건축공학과 박사과정
**** 동명대학교 건축공학과 부교수

으로써 향후 초미분말 서냉슬래그를 사용한 콘크리트의 실용화를 위한 기초자료를 확보하는데 그 목적이 있다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

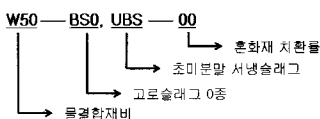
물시멘트비를 50%로 고정하고 혼화재로는 초미분말 서냉슬래그와 고로슬래그 미분말 1, 3종을 사용하였으며, 혼화재는 시멘트 중량대비 0, 10, 15, 20, 25, 30%로 치환율을 고려한 공시체를 제작하였다. 실험은 혼화재 종류 및 치환율별 유동 특성 및 강도 특성을 실시하였다. 본 연구의 실험인자 및 수준과 배합표는 표 1 및 표 2와 같다.

표 1. 실험인자 및 수준

실험인자	수준	수준수
WB	50%	1
혼화재	고로슬래그(1,3종) 초미분말 서냉슬래그	3
치환율	0, 10, 15, 20, 25, 30	6
실험 항목	굳지 않은 콘크리트	슬럼프, 공기량
	굳은 콘크리트	압축강도, 인장강도

표 2. 배합표

시험체명	WB (%)	S/a (%)	단위중량(kg/m ³)					SP (%)	
			W	B			S		G
				C	BS	NBS			
PL				350	0	0	748	1010	
50-BS1-10	50	43	175	315	35	0	746	1008	1.4
50-BS1-15				297.5	52.5	0	745	1007	
50-BS1-20				280	70	0	744	1006	
50-BS1-25				262.5	87.5	0	743	1005	
50-BS1-30				245	105	0	743	1004	
50-BS3-10				315	35	0	746	1008	
50-BS3-15				297.5	52.5	0	745	1007	
50-BS3-20				280	70	0	744	1006	
50-BS3-25				262.5	87.5	0	743	1005	
50-BS3-30				245	105	0	743	1004	
50-UBS-10				315	0	35	746	1008	
50-UBS-15				297.5	0	52.5	745	1007	
50-UBS-20				280	0	70	744	1006	
50-UBS-25				262.5	0	87.5	743	1005	
50-UBS-30				245	0	105	743	1004	



2.2 사용재료

본 실험에서 사용된 재료로, 시멘트는 국내산 포틀랜드 시멘트를, 고로슬래그 미분말 역시 국내 K업체의 국내산을 사용하였고, 초미분말 서냉슬래그의 경우는 서냉 슬래그 미분말을 T사의 미분쇄기술을 적용시킨 제품을 사용하였는데 그 물리적 성질은 표 3, 표 4와 같다. 잔골재 및 굵은골재는 하동산 강모래와 경남 진해산 부순자갈을 사용하였고 그 물리적 성질은 표 5와 같다. 고성능 감수제는 폴리카본산계로 국외에서 수입한 D사의 제품을 사용하였으며, 그 물리적 성질은 표 6과 같다.

표 3. 시멘트의 화학조성 및 물리적 성질

화학 조성	화학성분 함량(%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	lg.loss
		21.95	6.59	2.81	60.12	3.32	2.11	2.58
물리적 성질	비표면적 (cm ² /g)	비중	응결시간		압축강도(MPa)			
			초결	종결	3일	7일	28일	
			3,112	3.15	4시간	6시간	19.8	27.2

표 4. 고로슬래그의 화학성분 및 물리적 특성

시료명	항목	화학조성					비중	비표면적 (cm ² /g)
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO		
고로슬래그 미분말 1종		30.9	13.2	1.04	46.9	6.31	2.82	8,400
고로슬래그 미분말 3종		33.5	12.3	1.52	42.5	8.40	2.83	5,609
초미분말 서냉슬래그		30.9	13.2	1.04	46.9	6.31	2.88	96,400

표 5. 천연골재의 물리적 성질

종류	항목	비중	흡수율 (%)	조립률 (FM)	단위용적중량 (kg/m ³)	실적율
굵은골재	2.6	1.05	6.09	1,461	60.54	

표 6. 고성능 감수제의 물성

종류	항목	비중	PH	고형분 (%)	감수율 (%)	사용량 (C×%)	색상

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법은 KS F 2403에 규정된 강제식 혼합믹서를 사용하였고, 굳지 않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프 시험은 KS F 2402, 공기량 시험은 KS F 2421의 규정에 의거하여 측정하였다.

경화 콘크리트의 실험으로 압축강도는 Ø100×200mm의 공

시체를 제작하여 재령별 압축강도 KS F 2405, 인장강도 KS F 2423의 규정에 의거하여 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 유동 특성

고로슬래그미분말 1, 3종 및 초미분말 서냉슬래그의 치환율에 따른 콘크리트의 유동성 실험으로 슬럼프와 공기량을 측정 한 실험결과는 표 7과 같다

표 7. 슬럼프 및 공기량 실험 결과

시험체명	슬럼프(mm)	공기량(%)
Plain	150	3.0
BS1-10	150	2.8
BS1-15	151	2.7
BS1-20	153	2.9
BS1-25	157	2.3
BS1-30	162	1.8
BS3-10	151	2.8
BS3-15	151	2.5
BS3-20	153	2.7
BS3-25	154	2.8
BS3-30	159	2.1
UBS-10	174	2.8
UBS-15	180	2.7
UBS-20	191	2.6
UBS-25	201	2.6
UBS-30	210	1.8

3.1.1 슬럼프

고로슬래그 미분말 1, 3종 및 초미분말 서냉슬래그의 치환율별 슬럼프를 측정한 결과는 그림 1과 같다.

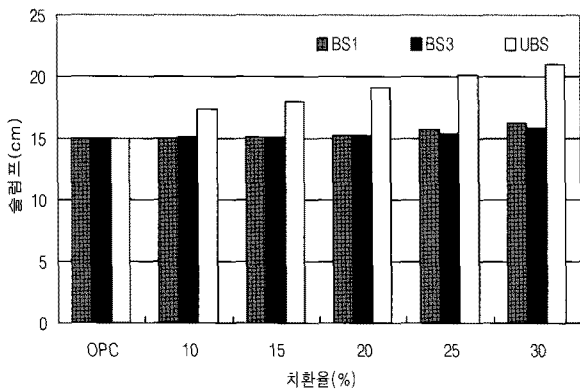


그림 1. 슬럼프

고로슬래그 미분말 1,3종은 치환율과 관계없이 유사한 경향을 나타내고 있었으며, 치환율 25%이상의 조건에서는 고로슬래그 미분말 1종이 고로슬래그 미분말 3종에 비해 높아지는 것으로 나타나고 있다. 또한 초미분말 서냉슬래그의 경우 치환율 10%에서부터 고로슬래그에 대비 우수한 슬럼프치를 나타내고 있으며, 30%에서 220mm로 가장 높은 슬럼프치를 나타내고 있다.

Plain 대비 고로슬래그 미분말 1종을 치환한 경우 150~162mm로 유사한 것으로 측정되었으며, 치환율 30%의 경우 Plain 대비 8% 증진을 나타내었다.⁸⁾ 고로슬래그 미분말 3종의 경우 슬럼프 치는 151~159mm의 값을 나타내었고, 치환율 30%의 경우 Plain 대비 6% 증진되는 것으로 나타났다. 초미분말 서냉슬래그의 경우 치환율 10~30%로 증가함에 따라 슬럼프 치는 174~210mm의 값을 나타냈고, 치환율 30%의 경우 Plain 대비 40% 슬럼프 증진을 나타내었다.

이상 실험결과에서 초미분말 서냉슬래그의 치환율이 증가함에 따라 콘크리트가 유동성 개선효과가 우수함을 알 수 있다. 이는 초미분말 서냉슬래그 입자가 고로슬래그 미분말 비해 치밀하고 매끈하며 구형으로 되어있어 페이스트와 골재계면의 마찰이 작아진 것으로 사료된다.

따라서 초미분말 서냉슬래그를 사용한 콘크리트는 적은 양의 고성능 감수제를 사용하여도 우수한 유동성을 나타낼 것으로 판단되며, 고유동 콘크리트의 혼화재로써 그 활용성이 증대될 것으로 기대된다.

3.1.2 공기량

고로슬래그 미분말 1, 3종 및 초미분말 서냉슬래그 치환율별 공기량을 측정한 결과는 그림 2와 같다.

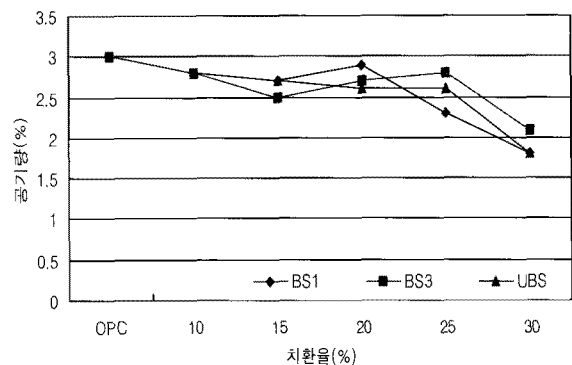


그림 2. 공기량

고로슬래그 미분말 1, 3종은 Plain 대비 전 치환율에서 공기량이 감소하는 것으로 나타났고, 1종과 3종 모두 유사한 경향으로 측정되었으나 치환율 25%~30%에서는 고로슬래그 미분말 3종이 고로슬래그 미분말 1종에 비해 높게 나타나고 있

다. 그리고 초미분말 서냉슬래그는 치환율이 증가할수록 Plain 대비 공기량이 감소하는 경향을 나타내고 있다.

위의 실험결과에서 초미분말 서냉슬래그를 사용한 콘크리트의 공기량이 감소되는 현상은 초미분말 서냉슬래그의 미세공극 충전효과 및 초미분말 서냉슬래그의 비중차에 의한 페이스트의 증가에 기인하여 콘크리트 내부의 공극감소에 의한 공기량의 감소 때문으로 판단된다.

3.2 강도 특성

고로슬래그미분말 1, 3종 및 초미분말 서냉슬래그의 치환율에 따른 콘크리트의 공시체를 제작 후 재령별 압축강도 및 인장강도를 측정된 실험결과는 표 8과 같다.

표 8. 압축강도 및 인장강도 실험 결과

구분	압축강도(MPa)				인장강도(MPa)			
	3일	7일	28일	91일	3일	7일	28일	91일
PL	19.91	28.24	35.55	41.45	1.90	2.44	2.96	3.17
BS1-10	17.49	28.31	37.15	46.14	1.85	2.40	2.97	3.21
BS1-15	18.59	28.81	38.79	47.65	1.86	2.49	2.96	3.41
BS1-20	20.37	29.43	40.46	47.32	1.91	2.47	3.04	3.42
BS1-25	20.97	30.22	43.29	47.63	2.02	2.50	3.26	3.61
BS1-30	20.23	31.55	45.77	49.99	2.04	2.60	3.33	3.62
BS3-10	14.99	25.65	37.32	44.51	1.94	2.41	3.18	3.17
BS3-15	15.11	25.54	35.90	44.08	1.72	2.29	3.02	3.41
BS3-20	14.13	22.19	35.37	41.05	1.66	2.19	2.86	3.38
BS3-25	13.02	22.81	33.60	40.72	1.52	2.14	2.79	3.33
BS3-30	12.66	21.66	33.63	39.35	1.45	1.99	2.67	3.22
UBS-10	22.25	27.68	35.38	40.28	2.12	2.40	2.82	3.19
UBS-15	22.02	27.64	35.28	39.89	2.02	2.27	2.75	3.16
UBS-20	20.70	25.60	33.36	37.93	1.92	2.36	2.69	3.09
UBS-25	19.38	24.02	30.48	36.11	1.73	2.12	2.60	2.97
UBS-30	18.25	22.38	29.25	34.79	1.64	1.89	2.31	2.55

3.2.1 압축강도

고로슬래그 미분말 1, 3종 및 초미분말 서냉슬래그 치환율별 재령에 따른 압축강도를 측정된 결과는 그림 3, 4 및 5와 같다.

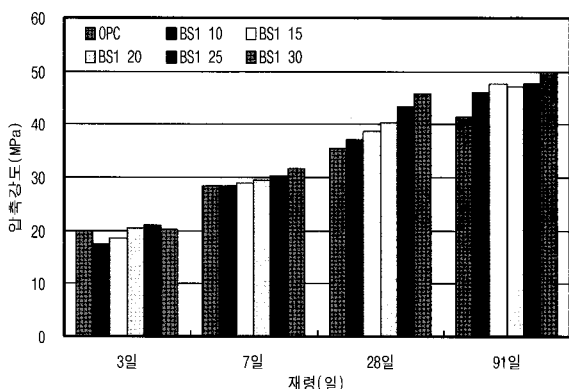


그림 3. 고로슬래그 미분말 1종 재령별 압축강도

고로슬래그 미분말 1종을 사용한 콘크리트에서 재령 3일의 경우 치환율 10, 15%에서는 각각 17.49MPa 및 18.59MPa로 Plain의 19.91MPa에 비해 6.7~12.8% 낮게 나타났고, 치환율 20, 25, 30%에서 각각 20.37, 20.97, 20.23 MPa의 강도가 나타났으며, Plain과 비교하여 1.6~5.3%의 강도 증진을 나타내고 있다. 재령 7일에는 전 치환율에서 Plain에 대비해 0.2~11.7%의 강도 증진을 나타냈다. 재령 28일에서는 전 치환율에서 Plain보다 높은 강도를 나타냈고, Plain 대비 4~28%의 강도증진을 나타내고 있다. 재령 91일에서는 치환율 30%에서 고로슬래그 1종의 최대강도가 나타났으며, 모든 치환율에서 Plain에 대비 11.3~20.5%의 강도증진이 나타내어 치환율에 관계없이 Plain보다 우수한 강도를 나타내고 있다.

일반적으로 고로슬래그 미분말을 치환할 경우 잠재수경성으로 인하여 치환율이 증가할수록 초기강도가 저하하는 것으로 알려져 있으나 재령 3일의 경우 높은 분말도로 인해 초기강도 증진이 나타난 것으로 판단되며, 재령 7일 이후 높은 분말도에 의한 수화면적 증대와 알칼리 자극제에 의한 잠재 수경성의 진행으로 지속적인 강도 증진이 된 것으로 사료된다.

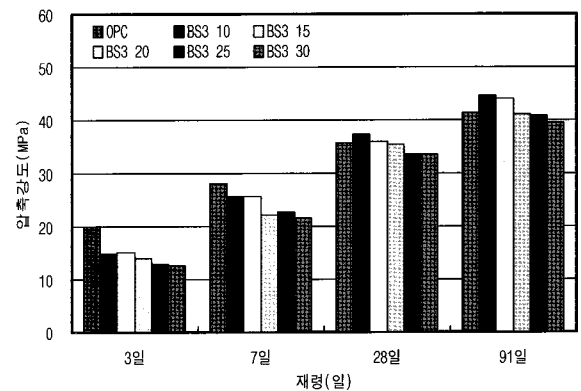


그림 4. 고로슬래그 미분말 3종 재령별 압축강도

고로슬래그 미분말 3종을 사용한 콘크리트의 경우 재령 3일에서는 전 치환율에서 Plain에 비해 25~37% 낮게 측정되었다. 재령 7일은 3일과 유사하게 나타났고 전 재령에서 Plain에 비해 0.9~23% 낮게 측정되었다. 재령 28일에는 치환율 10 및 15%에서 각각 37.32 및 35.90MPa로 Plain의 35.55MPa에 비해 0.9 및 5%의 강도증진을 나타냈고 치환율 20, 25, 30%에서는 Plain에 비해 낮게 나타났다. 재령 91일에서는 28일과 유사하고 치환율 10%에서 가장 높은 강도를 나타냈으며, 치환율 10 및 15%에서 각각 44.51 및 44.08MPa로 Plain의 41.45Mpa에 비해 6 및 7%의 강도증진을 나타냈다.

고로슬래그 미분말 3종은 초기재령에서 Plain에 비해 압축강도가 낮게 나타났다. 이는 고로슬래그 미분말 3종의 치환에 따른 CaO함량의 감소로 인한 것으로 판단되며, 28일 이후 낮은 분말도로 인하여 알칼리 자극제 반응의 진행이 느려 잠재

수경성 발현 또한 느려진 것으로 사료된다.

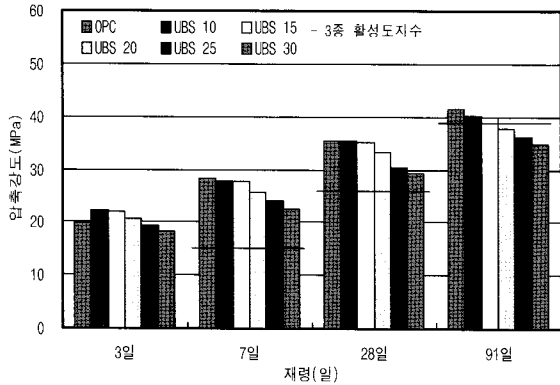


그림 5. 초미분말 서냉슬래그 재령별 압축강도

초미분말 서냉슬래그를 사용한 콘크리트에서 재령 3일의 경우 치환율 10, 15, 20%에서 각각 22.25, 22.02, 20.70MPa로 Plain의 19.91MPa에 비해 3.9~11.8%의 강도 증진을 나타내고 있으며, 치환율 25 및 30%에서는 각각 2.7 및 8.4%의 강도 감소를 나타내었다. 재령 7일에서는 전 치환율 2.7~20.8%의 강도감소가 나타났다. 재령 28일에서도 재령 7일과 유사하게 0.5~18%의 강도감소가 나타났다. 재령 91일에서는 Plain이 최고 높은 강도로 나타났고, 전 치환율에서 Plain에 비해 3~17%의 강도감소가 나타났다.

또한 고로슬래그 미분말 3종의 활성도 지수와의 비교에서는 7, 28일에서 모든 치환율에서 우수하게 나타내었고, 91일에서는 치환율 10, 15%에서 높게 나타내고 있다.

초미분말 서냉슬래그의 3일 압축강도는 활성도가 낮은 초미분말 서냉슬래그의 분말도 증진에 따른 마이크로 필러 효과에 의해 초기강도가 증진된 것으로 사료되며, 7일 이후에서 Plain에 비해 강도증진이 감소를 나타내고 있는데 이는 초미분말 서냉슬래그의 활성도가 낮아 수화반응에서 반응성이 낮은 것으로 판단된다.

이상의 결과로부터 초기재령 3일의 경우에는 초미분말 서냉슬래그가 Plain 및 고로슬래그 미분말 1, 3종에 비해 압축강도가 높게 나타났으며, 7일 이후 초미분말 서냉슬래그는 고로슬래그 미분말 1, 3종에 비해 압축강도증진율이 낮아지고 있다. 하지만 초미분말 서냉슬래그의 치환율 10, 15%에는 초기강도 및 장기강도가 고로슬래그 미분말 3종의 활성도 지수보다 높은 강도를 나타내고 있어 콘크리트의 혼화재로서 활용이 가능할 것으로 판단된다.

3.2.2 인장강도

고로슬래그 미분말 1, 3종 및 초미분말 서냉슬래그 치환율 별 재령에 따른 인장강도를 측정된 결과는 그림 6, 7 및 8과 같다.

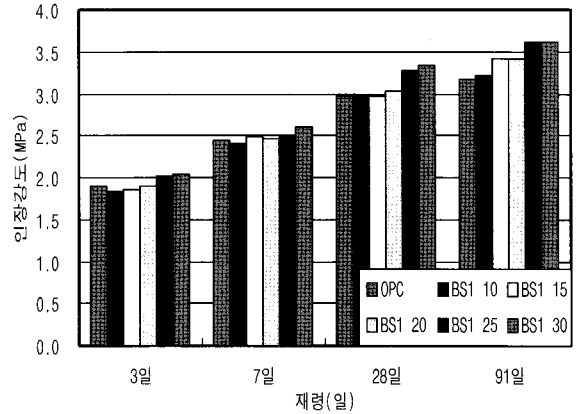


그림 6. 고로슬래그 미분말 1종 재령별 인장강도

고로슬래그 미분말 1종은 전 재령에서 압축강도와 유사한 경향으로 치환율이 증가할수록 인장강도도 증가를 나타냈다. 재령 3일에서는 치환율 20, 25, 30%가 Plain에 비해 높게 나타났다. 재령 7일에서는 10%를 제외한 모든 치환율에서 Plain보다 높게 나타났다. 재령 28과 91일에서는 모든 치환율에서 Plain에 비해 높게 나타났으며 치환율 25 및 30%에서 인장강도 증진이 크게 나타났다.

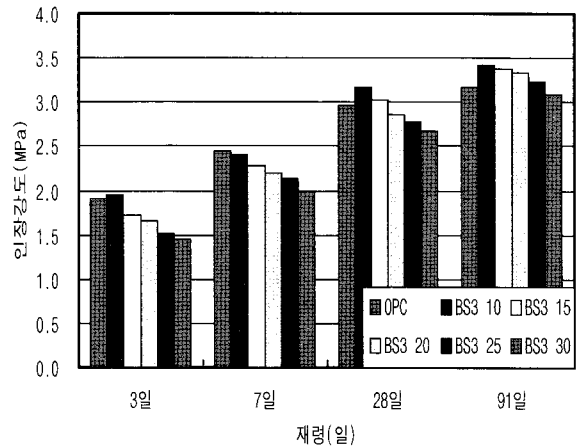


그림 7. 고로슬래그 미분말 3종 재령별 인장강도

고로슬래그 미분말 3종의 경우 전 재령에서 치환율이 증가할수록 인장강도는 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 모든 재령에서 유사한 경향을 나타내고 있다. 재령 3일의 경우 치환율 10%에서 Plain 대비 2% 인장강도 증진을 나타내었다. 재령 7일에서는 모든 치환율에서 Plain에 비해 낮게 나타났다. 재령 28일에서는 치환율 10, 15%가 Plain에 비해 높게 나타났으며, 치환율 10%에서는 높은 인장강도 증진을 나타내었다. 재령 91일에서는 치환율 30%를 제외한 모든 치환율에서 Plain에 비해 높게 나타났고, 치환율 10%에서 Plain 대비 7.4%의 최고 높은 인장강도 증진을 나타냈다.

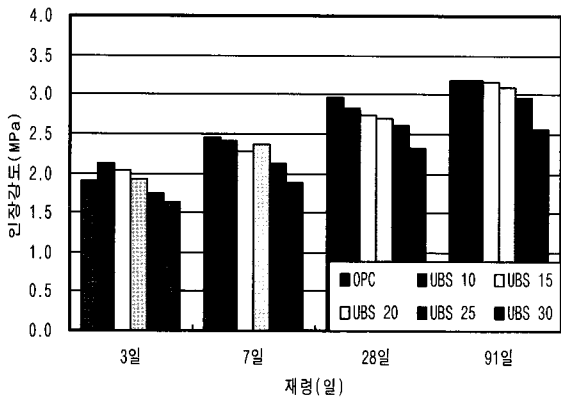


그림 8. 초미분말 서냉슬래그 재령별 인장강도

초미분말 서냉슬래그의 경우 전 재령에서 치환율이 증가할수록 인장강도는 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 모든 재령에서 유사한 경향을 나타내고 있다. 3일의 경우 치환율이 10, 15, 20%에서 Plain에 비해 높은 강도를 나타내고 있으며, 치환율 10%에서 Plain 대비 11%의 최고 높은 인장강도 증진을 나타내고 있다. 재령 7일과 28일에서는 모든 치환율에서 Plain보다 낮게 나타나고 있다. 재령 91일의 경우 치환율 10%에서 Plain보다 높은 인장강도를 나타내고 있다.

이상의 결과에서 3가지의 혼화재 모두 압축강도의 강도형상과 유사한 경향을 나타내고 있으며, 고로슬래그 미분말 1종 치환율 30%에서 가장 높은 인장강도를 나타내고 있다. 고로슬래그 미분말 1, 3종은 재령이 증가할수록 인장강도가 Plain과 유사하거나 높게 나타나고 있으나, 초미분말 서냉슬래그는 재령이 증가할수록 강도증진이 작아 인장강도가 Plain보다 유사하거나 작아지고 있다. 이로 인해 고로슬래그 미분말 1, 3종은 인장강도는 압축강도의 1/8~1/13로 나타났으며 초미분말 서냉슬래그는 1/10~1/13의 값을 나타내고 있다.

4. 결 론

초미분말 서냉슬래그를 혼화재로 사용한 콘크리트의 적용성을 검토하기 위해 유동특성, 강도특성을 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 초미분말 서냉슬래그를 사용한 콘크리트는 치환율이 증가할수록 슬럼프는 증가하였고 공기량은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 초미분말 서냉슬래그 입자가 구형에 가깝고 매끈하여 페이스트와 골재계면의 마찰이 작아져 슬럼프가 증가되는 것으로 사료되며, 초미분말 서냉슬래그의 미세공극 충전효과 및 초미분말 서냉슬래그의 비중차에 의한 페이스트의 증가에 기인하여 콘크리트

내부의 공극감소에 의한 공기량의 감소 때문으로 판단된다.

- 2) 초미분말 서냉슬래그를 사용한 콘크리트는 치환율 10, 15%에서 고로슬래그 미분말 1, 3종에 비해 3. 7일의 압축강도가 높게 나타나고 있어 현장적용 시 거푸집 존치기간이 고로슬래그 미분말에 비해 감소될 것으로 사료된다. 그리고 장기강도에서는 고로슬래그 미분말 1종에 비해 다소 낮지만, 고로슬래그 미분말 3종의 활성화 지수보다 높게 나타나고 있어 현장에서 적용이 가능할 것으로 사료된다.
- 3) 일반적으로 인장강도는 압축강도의 1/8 ~ 1/13로 알려져 있으며, 고로슬래그 미분말 1, 3종 및 초미분말 서냉슬래그의 압축강도 대비 인장강도는 1/10 ~ 1/13의 값으로 측정되어, 콘크리트용 혼화재로서 인장강도는 사용상 문제가 없을 것으로 판단된다.

이상의 결과에 초미분말 서냉슬래그를 콘크리트에 사용하였을 경우 높은 유동성 증진으로 인하여 적은 양의 고성능 감수제로 유동성 확보가 가능할 것이다. 또한 3, 7일 압축강도 증진을 통한 초기강도 확보로 거푸집 존치기간이 감축될 것으로 판단된다. 그리고 고로슬래그 미분말 3종에 비해 유사하거나 조금 낮은 장기강도에 대한 문제점이 나타나고 있지만 고로슬래그 미분말 3종 활성화 지수보다 높게 나타나는 초미분말 서냉슬래그 치환율 10, 15%에서는 고로슬래그 미분말 3종 대체재로 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 정상진 외, 고로 서냉슬래그 모르터의 강도 특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 15권 제4호, pp.99~106, 1999
2. 김종탁 외, 고로서냉슬래그 미분말 사용 모르터의 물성에 관한 실험적 연구, 단국대학교 학위논문, 1999.11
3. 이상수 외, 고로슬래그 미분말을 사용한 콘크리트의 공학적 특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 논문집, 제12권 제4호, pp.49~58, 2000.8
4. 감남호 외, 미세 고로슬래그 분말을 혼합한 시멘트의 레올로지 특성, 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, 2003.11.
5. 임남기 외, 서냉고로슬래그 고미분말을 사용한 콘크리트의 압축강도 발현특성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, pp.91~98, 2004.3
6. 정상진 외, 고로서냉슬래그 미분말이 혼입된 모르터의 물성에 관한 기초적연구, 대한건축학회 학술발표회논문, pp.311~314, 2004.4
7. 김무한 외, 고로슬래그미분말의 분말도 및 대체율에 따른 콘크리트의 공학적 특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회

가을학술발표회 논문집, 2004.11

8. 김무한 외, 고로슬래그 미분말을 대량 활용한 콘크리트의 공학적 특성 및 내구특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 제23권 제3호, pp.61~68, 2007
9. 정상진 외, 고로슬래그의 분말도 및 재생잔골재 치환율에 따른 모르타르의 강도 특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 학술발표대회 논문집, 제19권 제1호, pp.987~990, 2007.5
10. 한천구 외, 고로슬래그 미분말의 치환율에 따른 고성능 콘크리트의 내구특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 학술발표대회 논문집, 제19권 제1호, pp.565~568, 2007.5
11. 한천구 외, 고로슬래그 치환율 변화에 따른 고강도 콘크리트의 강도 및 수축특성, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회, pp.99~102, 2008.5
12. 한민철 외, 콘크리트의 배합 요인이 건조수축에 미치는 영향, 대한건축학회 논문집, 제19권 제2호, 2003.2

(접수 2009. 2. 2, 심사 2009. 3. 19, 게재확정 2009. 3. 26)