

# 플라이애시 및 고로슬래그 첨가율에 따른 일반강도영역 콘크리트의 공학적 특성 및 내구성

## Properties of Engineering and Durability Concrete with Fly-ash and Blast Furnace Slag in Normal Strength Level

(2010년 2월 11일 원고접수, 2010년 3월 17일 심사완료/ Received February 11, Accepted March 17, 2010)

김규용<sup>1)\*</sup>, 신경수<sup>1)</sup>, 임창혁<sup>1)</sup>, 남정수<sup>1)</sup>, 김무한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>충남대학교 건축공학과

Gyu-Yong KIM<sup>1)\*</sup>, Kyoung-Su SHIN<sup>1)</sup>, Chang-Hyuk LIM<sup>1)</sup>, Jeong-Soo NAM<sup>1)</sup>, Moo-Han KIM<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dept of Architecture Engineering, College of Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

### Abstract

Recently, reducing usage of cement and using by-product of industry such as blast furnace slag and fly-ash have been increased to reduce CO<sub>2</sub> gas emission. That apply to construction. As a result, reduction of environmental stress and recycling of resources are expected.

In this study, as basic study to the reuse of resources and reduce Environmental Load, comparing and analyzing hardening characteristics and durability as using the blast furnace slag and fly-ash, examining concrete characteristics substituted the three elements for the blast furnace slag and fly-ash and evaluating the relationship as binder. Through this, it want to provide the basic data for mass utilization.

Blast furnace slag powder and replaced at fly-ash compressive strength of concrete in the strength of the initial seven days material age lower level of expression significantly compared to the concrete, but, 28 days after the similar or higher compressive strength than the concrete expression of the was. In addition, the reserves replacement of blast furnace slag powder salt injury increasing resistance are seen improvements, according to the conventional blast furnace slag powder study by the chloride ions on the surface of the concrete are improved being fixation salt injury resistance is considered.

**키워드** : 플라이애시, 고로슬래그, 압축강도, 중성화, 염해

**Keywords** : Fly-ash, Blast Furnace Slag, Compressive Strength, Carbonation Damage, Salt Damage

## 1. 연구의 목적

최근 녹색성장이 키워드로 부각됨에 따라 국제적으로 환경부하저감을 위한 노력이 활발하게 이루어 지고 있다. 이와 같은 녹색성장을 이루기 위해서는 에너지와 자원의 사용시에 배출되는 CO<sub>2</sub> 배출저감 등 환경부하 최소화가 가장 우선과제로 되고 있다. 이러한 배경에서 건설부문의 경우 건축물의 대부분을 차지하고 있는 철근콘크리트구조물을 제조하는데 사용되는 시멘트는 1톤을 생산하는 데 약 1톤의 CO<sub>2</sub> 가 배출되며, 건설구조물에 사용되는 시멘트로 인한 CO<sub>2</sub> 배출량은 전 세계에서 사람이 배출하는

CO<sub>2</sub> 의 5~10%를 배출하게 된다.<sup>1)</sup>

한편, CO<sub>2</sub> 배출의 저감을 위한 활동으로 시멘트의 사용량을 줄이고, 고로슬래그 및 플라이 애시 등과 같은 산업부산물을 적극 활용하여 건설분야에 적용하고자 하는 움직임이 활발하게 진행되고 있으며, 이를 통해 환경부하저감 및 자원재활용을 도모하고 있다.

그러나, 기존 연구에 의하면 고로슬래그 미분말을 대량 활용한 일반강도 영역 콘크리트의 체계적인 품질관리기법 및 시공지침 등이 미미한 수준이며<sup>2)</sup>, 건설생산현장에서 실용화 및 상용화를 위해서는 다양한 배합요인 및 수준에 따른 체계적이고 종합적인 연구수행이 필요하다.

이에 본 연구에서는 자원재이용 및 환경부하저감을 위한 기초적 연구로서 고로슬래그 및 플라이애시를 사용하여 부산물의 치환율에 따른 경화성장 및 내구성을 비교

\*Corresponding author  
E-mail : sks82@cnu.ac.kr

Table 1 Mix proportions and test plan

Series	W/B (%)	Slump (mm)	FA (%)	BFS (%)	S/a (%)	B (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m <sup>3</sup> )	Unit Weight(kg/m <sup>3</sup> )					Test Items	
								C	FA	BFS	S	G		
I	2성분계 (BFS)	50	210 ± 25	0	0	47	318	159	318	0	0	842	983	Slump (mm)
				0	30				222	0	95	878	939	Air content (%)
				0	50				159	0	159	903	910	Setting time (h:m)
				0	70				95	0	222	927	881	Compressive Strength (MPa)
II	2성분계 (FA)	50	210 ± 25	5	0	47	318	159	302	15	0	848	970	Carbonation damage (mm, mm/√t)
				10	0				286	31	0	854	957	
				15	0				270	47	0	860	945	
III	3성분계 (FA+BFS)	50	210 ± 25	5	25	47	318	159	222	15	79	878	934	Salt damage (mm, 10 <sup>-7</sup> cm <sup>2</sup> /sec)
				15	25				190	47	79	890	908	

Table 2 Physical properties of materials

Materials	Physical properties
Cement	Density : 3.15g/cm <sup>3</sup> , Fineness : 3,630cm <sup>2</sup> /g
Fly-ash	Density : 2.13g/cm <sup>3</sup> , Fineness : 2,976cm <sup>2</sup> /g
Blast furnace slag	Density : 2.91g/cm <sup>3</sup> , Fineness : 4,379cm <sup>2</sup> /g
Fine aggregate	Density : 2.58g/cm <sup>3</sup> , F.M. : 2.41
Coarse aggregate	Density : 2.68g/cm <sup>3</sup> , Maximum size : 25 mm

분석하고 고로슬래그와 플라이애시의 3성분계를 치환한 콘크리트 성상을 검토함으로써 결합재로서의 상성관계를 평가하여 향후, 대량활용을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획 및 배합

본 연구에서는 슬래그 콘크리트의 굳지않은 성상을 평가하기 위해 Table 1에 나타난 바와 같이 물결합재비는 50%로 설정한 후, 2성분계 콘크리트로서 결합재 질량에 대한 고로슬래그 미분말의 대체율을 0, 30, 50 및 70%의 4수준, 플라이애시의 대체율을 0, 5, 10, 15%의 4수준을 설정하여 일반강도 콘크리트의 굳지 않은 성상으로서 공기량 및 슬럼프와 실험·실증적으로 검토·분석하였다.

또한, 슬래그 콘크리트의 경화성상 및 내구성상을 검토하기 위하여 일반강도영역의 콘크리트를 고려하여 물결합

재비는 50%로 고정하였고, 2성분계 콘크리트로서 결합재 질량에 대한 고로슬래그 미분말의 대체율을 0, 30, 50 및 70%의 4수준, 플라이애시의 대체율을 0, 5, 10, 15%의 4수준을 설정하였으며, 3성분계 콘크리트로서 고로슬래그 미분말 대체율을 0, 25% 고정하였고 플라이애시의 대체율을 0, 5, 15%의 3수준으로 설정하였다.

또한, 고로슬래그 미분말을 대량 활용한 콘크리트의 목표 슬럼프는 각각 210±25mm로 설정하였으며, 목표 슬럼프를 만족시키기 위해 소정의 고성능 감수제 및 AE제를 첨가하였다.

### 2.2 사용재료 및 비빔방법

#### 2.2.1 사용재료

본 연구에 사용된 재료 및 물리적 성질은 Table 2와 같다.

#### 2.2.2 비빔방법

본 연구에서의 콘크리트 비빔은 고로슬래그 미분말, 시멘트, 잔골재 및 굵은 골재를 투입하여 30초간 건비빔을 실시한 후, 물, 고성능 감수제 및 AE제를 투입하여 60초간 비빔을 실시하여 총 비빔시간은 90초가 소요되었다. 또한, 비빔완료 후 슬럼프를 측정하여 목표 슬럼프를 만족한 경우 토출하였다.

#### 2.2.3 시험방법

본 연구의 콘크리트의 각종 성능평가는 KS규준에 따라 실시하였으며, 특히 탄산화저항성의 평가는 온도 20℃, RH 50%, CO<sub>2</sub> 농도 5%로 중성화를 촉진, 압축강도 시험기를 이용하여 시험체를 쪼갬하고 1%의 페놀프탈레인 용액을 분무하여 시험체 표면으로부터 발색되지 않은 5개소를 측정하여 이의 평균값으로 하였다. 측정된 탄산화 깊이를

바탕으로 본 연구에서는 기존에 일반적으로 사용되고 있는 다음의 식에 의해 혼화재에 따른 탄산화 속도계수를 산출하였다.

$$C = A\sqrt{t} \quad \text{식(1)}$$

여기에서, C : 탄산화 깊이 (cm)  
 A : 탄산화 속도계수 (cm/ $\sqrt{\text{year}}$ )  
 t : 재령 (year)

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 굳지않은 성상 검토 및 분석

##### 3.1.1 슬럼프

Fig. 1은 고로슬래그 미분말 대체율과 경시변화에 따른 슬럼프의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후에서는 고로슬래그 미분말 대체율 0, 30, 50, 70%에서 각각 205, 200, 210 및 200mm의 수준으로 목표 슬럼프를 모두 만족하였고, 경과시간 60분에 있어서 고로슬래그 미분말 대체율 0, 30, 50, 70%에서 85, 95, 105 및 75mm의 수준으로 고로슬래그 미분말의 대체율이 증가할수록 고로슬래그 미분말을 대량 활용한 콘크리트의 유동성 유지능력이 향상될 것으로 판단된다.

이는 고로슬래그 미분말의 표면성상과 분말도, 치환율 및 시멘트와의 비중차에 따른 페이스트 용적의 증가 및 페이스트 점도 변화 등의 여러 요인이 영향을 미치는 것이라 판단된다.

Fig. 2는 플라이애시 대체율과 경시변화에 따른 슬럼프의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후에서는 플라이애시 대체율 0, 5, 10 및 15%에서 각각 205, 215, 205 및 215mm의 수준으로 목표 슬럼프를 모두 만족하였으며, 경과시간 60분에 있어서 플라이애시 대체율 0, 5, 10 및 15%에서 각각 85, 80, 115 및 80mm의 수준으로 플라이애시 대체율의 증가에 있어서는 유의할 만한 경향이 나타나지 않았다.

Fig. 3은 3성분계 콘크리트의 플라이애시 대체율과 경시변화에 따른 슬럼프의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후의 측정값은 플라이애시 대체율 0, 5, 15%에서 각각 205, 230 및 220mm의 수준으로 목표 슬럼프를 모두 만족하였으며, 경과시간 60분의 경우 플라이애시 대체율 0, 5, 15%에서 각각 80, 130, 110mm의 수준으로 나타났다.

##### 3.1.2 공기량

Fig. 4는 고로슬래그 미분말 대체율과 경시변화에 따른

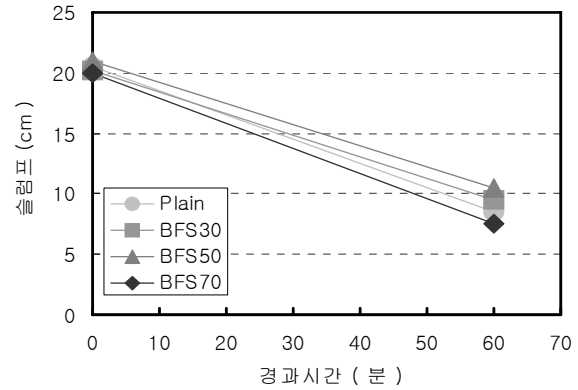


Fig. 1 Test results of slump (series I)

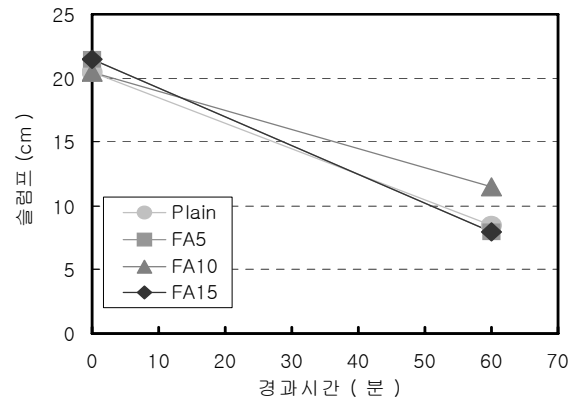


Fig. 2 Test results of slump (series II)

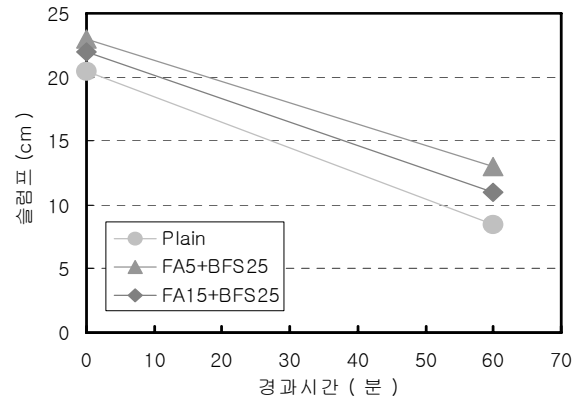


Fig. 3 Test results of slump (series III)

공기량의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후에서는 고로슬래그 미분말 대체율 0, 30, 50, 70%에서 각각 6.6, 5.0, 4.8 및 5.0%의 수준으로 고로슬래그 미분말을 시멘트 대체재로 활용할 경우 무혼입 콘크리트와 유사하거나 다소 낮은 수준으로 나타났으며 고로슬래그 미분말 대체율의 증가에 따른 공기량의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다.

한편, 경과시간에 따른 공기량의 변화에 있어서 고로슬래그 미분말의 대체율에 관계없이 모두 비빔직후와 동일하게 나타났으며, 비빔 후 60분 경과시간과 비빔직후와 비

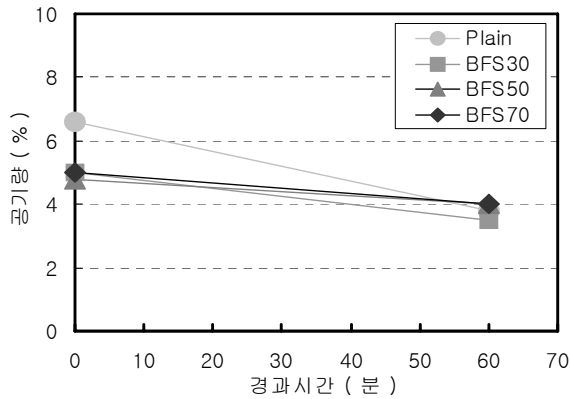


Fig. 4 Test results of content (series I)

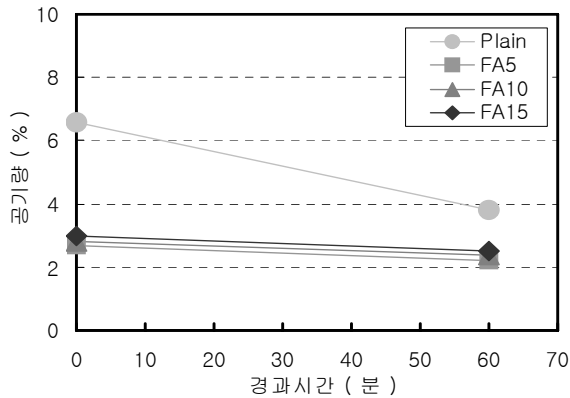


Fig. 5 Test results of air content (series II)

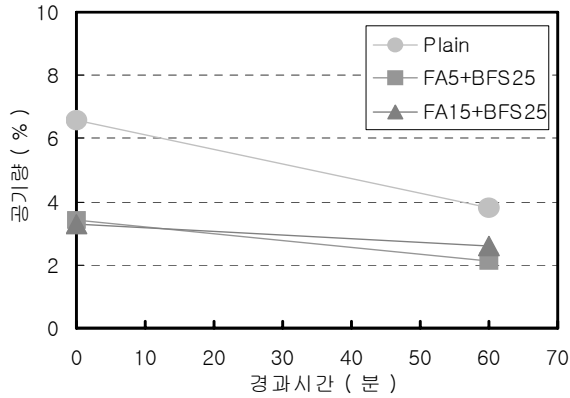


Fig. 6 Test results of content (series III)

교하여도 약 1% 내외로 감소하는 것으로 확인되었다.

Fig. 5는 플라이애시 대체율과 경시변화에 따른 공기량의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후 플라이애시 대체율 0, 5, 10 및 15%에 있어 각각 6.6, 2.7, 2.8 및 3.0%의 수준으로 플라이애시를 치환한 경우 모든 배합에서의 공기량이 무혼입 콘크리트보다 약 3% 정도 낮은 수준을 보이고 있어 플라이애시 대체율의 증가에 따른 공기량의 변화는 거의 없는 것으로 확인 되었다.

Fig. 6은 3성분계 콘크리트의 플라이애시 대체율과 경시

변화에 따른 공기량의 변화를 나타낸 것으로 비빔직후에 있어서 플라이애시 대체율 0, 5, 15%에 있어서 각각 6.6, 3.4 및 3.3%의 수준으로 무혼입 콘크리트에 비해 모두 3% 정도 낮게 나타났으며 경과시간에 따른 공기량의 변화에 있어서 플라이애시 대체율에 관계없이 모두 비빔직후와 유사하였고 비빔 후 60분 경과시 비빔직후와 비교하여 약 1~1.5% 정도 감소하는 경향을 보였다

### 3.2 경화성상 검토 및 분석

#### 3.2.1 응결시간

Fig. 7은 2성분계 콘크리트로서 고로슬래그 미분말의 대체율에 따른 초결 및 종결시간을 나타낸 것으로, 초결시간의 경우 대체율 0, 30, 50, 및 70%에서 각각 7시간 7분, 7시간 53분, 8시간 11분 및 8시간 45분을 나타내고 있으며, 종결시간의 경우 각각 9시간 22분, 10시간 41분, 11시간 16분 및 12시간 10분을 보이고 있다. 즉 고로슬래그 미분말의 대체율이 증가할수록 초결 및 종결시간은 지연되는 것으로 나타났으며, 초결-종결의 경과시간도 대체율이 증가할수록 연장되는 것으로 나타났다.

Fig. 8은 2성분계 콘크리트로서 플라이애시 대체율에 따른 초결 및 종결시간을 나타낸 것으로, 초결시간의 경우 플라이애시 대체율 0, 5, 10 및 15%에서 각각 7시간 7분, 7시간 57분, 8시간 및 7시간 43분, 종결시간의 경우 각각 9시간 22분, 10시간 35분, 10시간 50분 및 10시간 57분을 보이고 있어, 플라이애시 대체율이 증가할수록 초결 및 종결시간은 지연되는 경향을 보이고 있다.

Fig. 9는 3성분계 콘크리트로서 고로슬래그 미분말 25%, 단위수량 159 kg/m<sup>3</sup>에서 플라이애시 대체율에 따른 초결 및 종결시간을 나타낸 것으로, 초결시간의 경우 플라이애시 대체율 5 및 15%에서 각각 7시간 40분 및 7시간 52분, 종결시간의 경우 각각 10시간 22분 및 10시간 48분으로

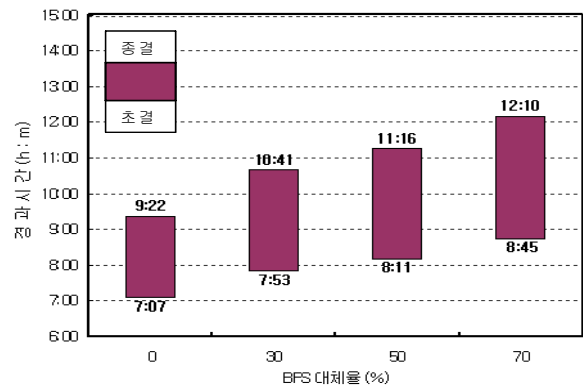


Fig. 7 Test results of setting time (series I)

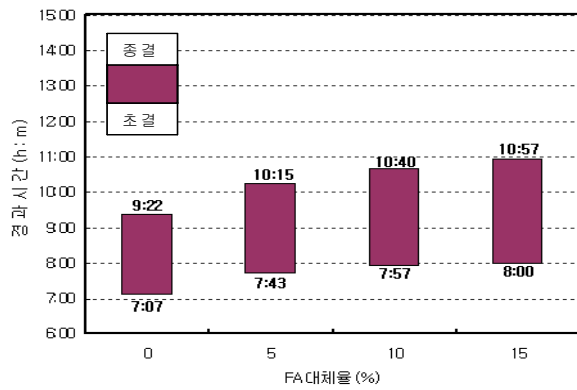


Fig. 8 Test results of setting time (series II)

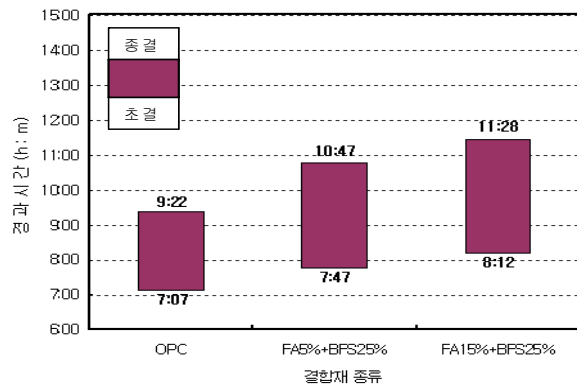


Fig. 9 Test results of setting time (series III)

나타나, 플라이애시 대체율이 증가할수록 응결시간은 지연되는 것으로 나타났다.

또한, 동일한 단위수량 및 고로슬래그 대체율에 대한 2성분계 콘크리트와 3성분계 콘크리트를 비교하면 3성분계 콘크리트가 2성분계에 비해 약 10~20분 정도 응결이 지연되었다.

### 3.2.2 압축강도

Fig. 10은 고로슬래그 미분말의 대체율에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 것으로, 재령 7일의 경우 대체율 0, 30, 50, 70%에서 27.5, 23.6, 23.3, 22.4MPa로 나타나 무혼입 콘크리트에 비해 낮은 압축강도 발현성상을 보이고 있으나, 28일 이후에는 대체율 0, 30, 50, 70%에서 34.7, 34.3, 37.8, 38.6MPa로 무혼입 콘크리트에 비해 약 8% 정도 높은 압축강도를 보이고 있다. 그러나 이는 Plain 시험체에 비해 공기량이 다소 낮게 측정되었기 때문이라 판단되며 정확한 측정을 위해 모든 배합의 공기량을 유사하도록 한 후에 비교평가하는 것이 중요하다고 판단된다.

Fig. 11은 플라이애시 대체율에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 것으로, 고로슬래그 미분말을 혼입한 경우와 유사

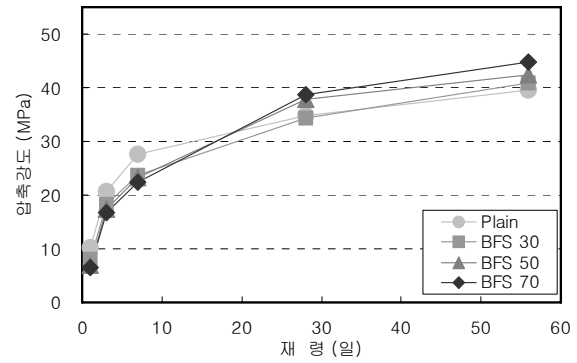


Fig. 10 Test results of compressive strength (series I)

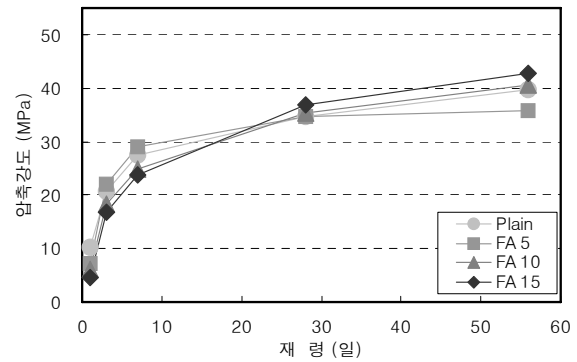


Fig. 11 Test results of compressive strength (series II)

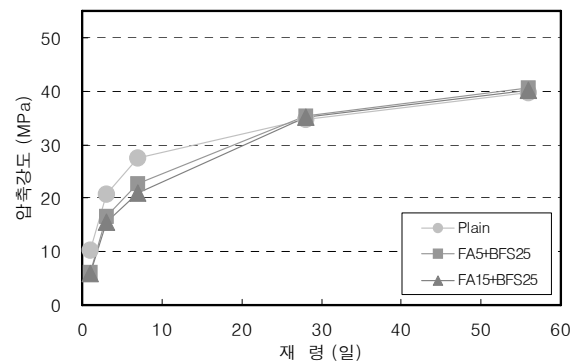


Fig. 12 Test results of compressive strength (series III)

하게 재령 7일에는 대체율 5, 10, 15%에서 29.0, 22.9, 23.7MPa로 무혼입 콘크리트에 비해 낮은 압축강도를 보이고 있으나, 28일 이후에는 대체율 5, 10, 15%에서 35.5, 35.6, 36.8MPa로 무혼입 콘크리트에 비해 약 1% 정도 높은 압축강도를 보이고 있다.

Fig. 12는 3성분계 콘크리트로서 고로슬래그 미분말 25%, 단위수량 159 kg/m<sup>3</sup>에서 플라이애시 대체율에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 것으로, 재령 28일까지는 플라이애시 대체율 5%의 경우가 15%에 비해 약 1% 정도 높은 압축강도를 보이고 있으나 재령 56일에 있어서는 15%의 경우가 다소 높게 나타났다.

### 3.3 내구성상 검토 및 분석

#### 3.3.1 탄산화 저항성

Table 3은 각 실험요인에 따른 탄산화 깊이 및 중성화 속도계수를 나타낸 것으로서 고로슬래그 및 플라이애시의 치환율이 높을수록 전반적으로 탄산화 깊이 및 속도계수가 증가하는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 Fig. 13~15는 치환율에 따른 탄산화깊이를 예측한 것이다.

Fig. 13은 20년 후의 탄산화속도를 예측한 것으로 고로슬래그 미분말 대체율 0, 30, 50, 70%에서 각각 14.07, 11.73, 14.95 및 25.97mm로 확인되었으며, 이는 수산화칼슘과 고로슬래그 미분말이 반응하여 콘크리트의 알칼리성이 저하되기 때문에 대체적으로 고로슬래그 미분말의 대체율이 증가함에 따라 탄산화 저항성이 저하되는 것으로 확인되었다.

Fig. 14는 플라이애시 대체율에 따른 탄산화 깊이를 예측한 것으로 플라이애시 대체율 0, 5, 10 및 15%에 있어서 각각 14.16, 13.36, 19.27 및 20.52mm로 나타났으며, 이는 포졸란 반응에 의해 콘크리트 자체의 pH를 저하시키는 자기중성화현상이 발생하기때문에 플라이애시의 대체율이 증가함에 따라 탄산화 저항성이 저하되는 것으로 확인 되었다.

Fig. 15는 3성분계 콘크리트의 플라이애시 대체율 탄산화 깊이를 예측한 것으로, 플라이애시의 대체율이 증가함에 따라 14.16, 19.19, 27.49mm로 나타나 탄산화 저항성이 저하되는 것으로 확인하였다. 이와 같은 결과를 바탕으로 슬래그 콘크리트의 문제점으로 지적되었던 초기 탄산화 저항성 저하에 관한문제에 대하여 Fig. 14~16과 같이 기존 연구수행결과와 고찰을 통해 탄산화속도를 예측한 결과 피복두께 3cm에 도달하는 시간은 20년 이후로 확인되었으

Table 3 Test results of carbonation damage

Specimen	Carbonation depth (mm)			Acceleration coefficient (mm/√t)		
	Age (week)			Age (week)		
	1	4	8	1	4	8
Plain	0.5	9.9	11.3	0.5	5.0	4.0
BFS30	1.0	7.4	9.0	1.0	3.7	3.2
BFS50	1.7	8.1	12.2	1.7	4.1	4.3
BFS70	4.2	12.6	19.6	4.2	6.3	6.9
FA5	0.3	4.2	4.5	0.3	4.2	4.5
FA10	2.2	5.7	5.1	2.2	5.7	5.1
FA15	2.9	6.0	5.0	2.9	6.0	5.0
FA5+BFS25	2.9	5.3	4.8	2.9	5.3	4.8
FA5+BFS25	7.9	4.8	5.7	7.9	4.8	5.7

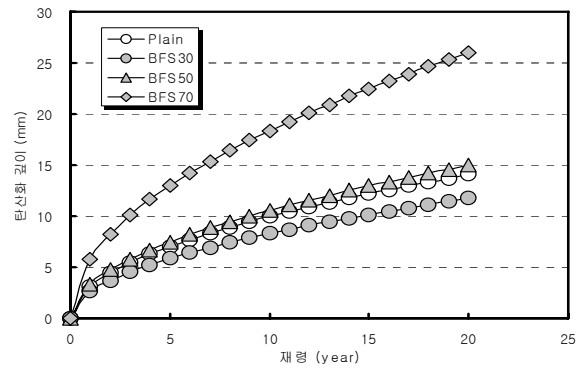


Fig. 13 Prediction with test results of carbonation damage (series I)

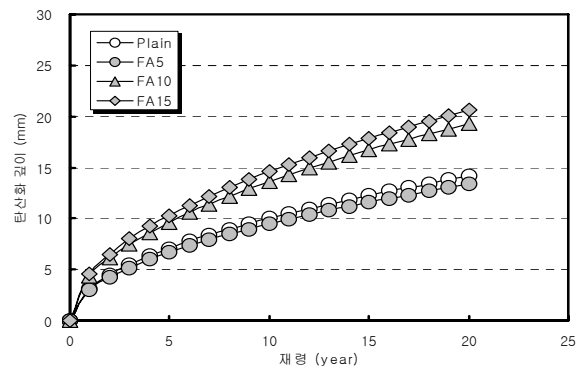


Fig. 14 Prediction with test results of carbonation damage (series II)

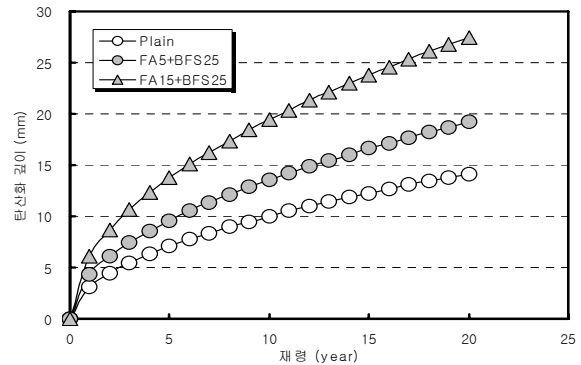


Fig. 15 Prediction with test results of carbonation damage (series III)

며 이로 인해 슬래그 콘크리트 실구조체의 탄산화에 대한 장기내구성 확보가 가능함을 확인하였다.

#### 3.3.2 염해 저항성

Table 4는 각 실험요인에 따른 염소이온 침투깊이를 나타낸 것으로 이를 바탕으로 Fig. 16~18은 치환율에 따른 염소이온 침투깊이를 예측한 것이다.

Table 4 Test results of salt damage

Specimen	Chloride permeability depth (mm)		Diffusion coefficient ( $\times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{sec}$ )	
	Age (week)		Age (week)	
	4	8	4	8
Plain	12.4	25.2	8.7	2.8
BFS30	11.8	11.9	7.5	1.3
BFS50	11.0	9.8	1.1	1.0
BFS70	10.6	6.6	1.1	0.7
FA5	15.0	10.1	7.5	6.8
FA10	14.6	11.3	9.6	7.7
FA15	14.0	18.6	9.7	3.3
FA5+BFS25	15.5	9.8	2.6	1.6
FA5+BFS25	16.4	11.1	2.6	1.2

Fig. 16은 고로슬래그 미분말 대체율에 따른 염화물 이온 침투 깊이를 예측한 것으로, 대체율 0, 30, 50, 70%에서 각각 25.85, 19.52, 4.85 및 4.07mm로 나타나 염화물 이온이 콘크리트 표면에서 고정화됨으로서 대체적으로 고로슬래그 미분말의 대체율이 증가함에 따라 염해 저항성이 향상되는 것으로 나타났다.

이는 기존 연구결과에 따라 고로슬래그 미분말에 의해 염화물 이온이 콘크리트 표면에 고정화됨으로서 염해 저항성이 향상되는 것으로 판단된다.

Fig. 17은 플라이애시 대체율에 따른 염화물 이온 침투 깊이를 나타낸 것으로 플라이애시의 대체율 0, 5, 10 및 15%에 있어 각각 25.85, 31.91, 38.68, 29.11mm로 나타나 대체율이 증가함에 따라 염해 저항성이 저하되는 것으로 나타났다.

Fig. 18은 3성분계 콘크리트의 플라이애시 대체율에 따른 염화물 이온 침투 깊이를 나타낸 것으로, 플라이애시의 대체율이 증가함에 따라 각각 24.24, 9.39, 8.50mm로 염해 저항성이 저하되는 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

플라이애시 및 고로슬래그 첨가율에 따른 일반강도영역 콘크리트의 성능 평가를 실험·실증적으로 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 고로슬래그 미분말을 시멘트 대체재로 활용할 경우 경과시간에 따른 유동성 유지성능은 무혼입 콘크리트에 비해 높은 수준으로 나타나 기존 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다.

2) 고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 대체한 콘크

리트의 압축강도는 재령 7일 초기강도에서는 무혼입 콘크리트에 비해 현저히 낮은 수준으로 발현하고 있으나, 28일 이후에는 무혼입 콘크리트에 비해 유사하거나 높은 압축강도를 나타냈다.

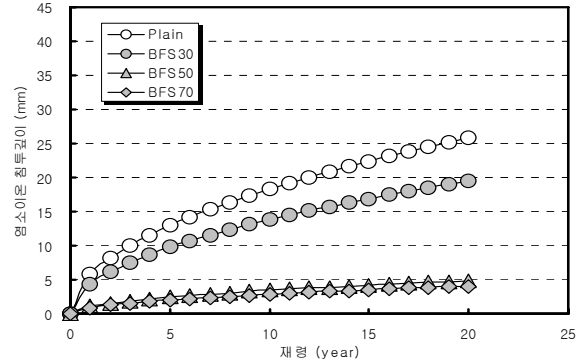


Fig. 16 Prediction with test results of salt damage (series I)

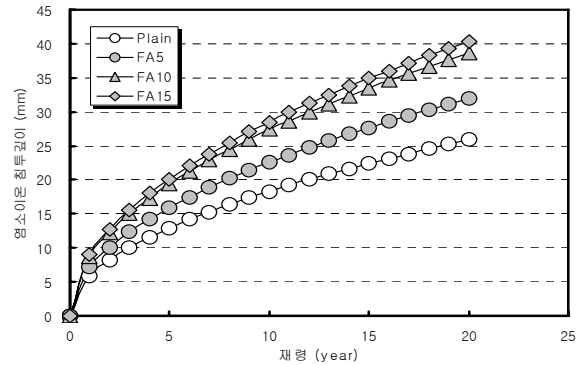


Fig. 17 Prediction with test results of salt damage (series II)

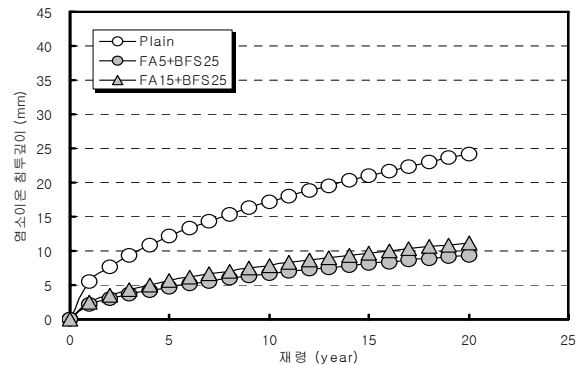


Fig. 18 Prediction with test of salt damage (series III)

3) 고로슬래그 미분말 및 플라이애시의 대체율이 증가함에 따라 탄산화 저항성이 저하되는 것으로 나타나 고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 시멘트 대체재로 활용할 경우 잠재수경성 및 포졸란 반응에 의해 콘크리트 자체의

pH를 저하시키는 자기중성화현상이 발생하여 기존 연구결과와 부합되는 경향을 나타냈다.

4) 고로슬래그 미분말의 대체율이 증가함에 따라 염해 저항성이 향상되는 것으로 나타났으며, 이는 기존 연구결과에 따라 고로슬래그 미분말에 의해 염화물 이온이 콘크리트 표면에 고정화됨으로서 염해 저항성이 향상되는 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 2단계 BK21사업의 지원비를 받았습니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

- 1) [www.greengrowth.go.kr](http://www.greengrowth.go.kr) (녹색성장위원회)  
[www.kookminforum.or.kr](http://www.kookminforum.or.kr) (저탄소녹색성장포럼)
- 2) 이상수 외, 고로슬래그 미분말을 사용한 콘크리트의 공학적 특성에 관한 연구, 콘크리트학회 논문집 제12권 4호, 2000.08, pp.49-58
- 3) 김무한 외, 고로슬래그 미분말을 사용한 고유동 콘크리트의 내동해성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 논문집, 제12권 제2호, 2000.04, pp.41-48
- 4) 김무한 외, 고로슬래그 미분말을 사용한 고유동 · 고강도 콘크리트의 잔골재 조립율에 따른 유동특성,

- 대한건축학회 추계학술발표논문집, 2000.10, pp.449-453
- 5) 한국전자재시험연구원, 고로슬래그 미분말을 활용한 시멘트·콘크리트 생산기술 개발, (재)포항산업과학연구원 보고서, 2001.02
- 6) 김용로, 고로슬래그 미분말을 사용한 고강도·고유동 콘크리트의 공학적 특성에 관한 실험적 연구, 충남대학교 석사학위논문, 2001.02
- 7) T.Uomoto et al., Effect of Curing Temperature and Humidity Conditions on the Strength of Blast-Furnace Slag Admixture, Fly-ash, Silica-fume, Slag, Natral Posorans, 1989
- 8) J.Rose, The Effect of Cementitious Blast-Furnace Slag on Chloride Permeability of Concrete, Publ. Am, Concr. Inst., No. SP-102, 1987
- 9) 日本建築学会, 高炉スラグ微粉末を使用するコンクリートの調査設計·施工 指針(案)·同解説, 1996
- 10) 日本建築学会, 高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの技術の現状, 1996
- 11) 日本建築学会高炉スラグ微粉末調査研究小委會, 高炉スラグ微粉末の 建築用コンクリートの利用に関する研究, 1990

### 플라이애시 및 고로슬래그 첨가율에 따른 일반강도영역 콘크리트의 공학적 특성 및 내구성

최근 CO<sub>2</sub> 배출의 저감을 위한 활동으로 시멘트의 사용량을 줄이고, 고로슬래그 및 플라이 애시 등과 같은 산업부산물을 적극 활용하여 건설분야에 적용하고자 하는 움직임이 활발하게 진행되고 있으며, 이를 통해 환경부하저감 및 자원재활용을 도모하고 있다.

이에 본 연구에서는 자원재이용 및 환경부하저감을 위한 기초적 연구로서 고로슬래그 및 플라이 애시를 사용하여 부산물의 치환율에 따른 경화성상 및 내구성상을 비교·분석하고 고로슬래그와 플라이애시의 3성분계를 치환한 콘크리트 성상을 검토함으로써 결합재로서의 상성관계를 평가하여 향후, 대량활용을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 대체한 콘크리트의 압축강도는 재령 7일 초기강도에서는 무혼입 콘크리트에 비해 현저히 낮은 수준으로 발현하고 있으나, 28일 이후에는 무혼입 콘크리트에 비해 유사하거나 높은 압축강도를 발현하였다. 또한 고로슬래그 미분말의 대체율이 증가함에 따라 염해 저항성이 향상되는 것으로 나타났으며, 이는 기존 연구결과에 따라 고로슬래그 미분말에 의해 염화물 이온이 콘크리트 표면에 고정화됨으로서 염해 저항성이 향상되는 것으로 판단된다.