

# 증기 에이징을 실시한 전로슬래그 콘크리트의 특성

## The Properties of Concrete mixed with Steam Aging Converter slag

곽 기 주\* · 손 순 중\* · 서 병 철\*\* · 곽 동 립\*\*\*  
Kwack, Kee Ju · Son, Soon jong · Sea, Byoung Chal · Kwack, Tong Lim

### Summary

To examine the applicability of the converter slag to aggregate, tests were performed for the converter slag specimens which were aged with steam, and the stability of expansion was investigated. The strength of the converter slag was found to be lower than that of the natural aggregate. But the strength of the concrete mixed with the converter slag and the granular slag was increased with an increase of the content of the granular slag. The slump value was larger for the specimen of the converter slag than that for the natural aggregate. The specific weight of the converter slag was decreased with an increase of the aging period. The aging time for the converter slag was accessed to be about 48 hours to accommodate the full stability of the expansion. The amount of the steam needed to age one ton of converter slag to full expansion was accessed to be 60 kg. From the regression analysis for splitting tensile strength ( $t$ ), and flexural strength ( $f$ ), the compressive strength ( $c$ ) based on the following formulas were proposed

$$\sigma_t = 0.1506 \cdot \sigma_c + 4.5 (\text{kg/cm}^2) \quad (r=0.876)$$

$$\sigma_f = 0.1537 \cdot \sigma_c + 30.5 (\text{kg/cm}^2) \quad (r=0.796)$$

### I. 서 론

콘크리트는 건설 재료로 가장 많이 사용되고 있으며, 여기에 사용되는 재료는 주로 시멘트, 모래, 자갈 및 혼화재를 들 수 있다. 최근에는 건설공사가 활발하게 진행됨에 따라 천연골재의 품귀현상이 생기게 되어 이에 대한

대책이 시급한 문제로 대두 되고 있다. 제철소에서 산업부산물로 생산된 슬래그 중 고로 슬래그는 많은 연구결과<sup>1,2)</sup>, 콘크리트용 골재로 널리 사용되고 있으나 전로슬래그는 그것이 갖고 있는 팽창성과 자연붕괴성 때문에 콘크리트용 골재로 사용되지 못하고 거의가 매립되고 있는 실정이다.

\* 순천대학교 공과대학  
\*\* 순천대학교 대학원  
\*\*\* 순천시청

키워드 : 전로슬래그, 수쇄슬래그, 천연골재 회귀 분석, 증기 에이징, 단위용적

그동안 전로슬래그에 대한 연구는 전로슬래그의 탄산화 경화에 대한 연구<sup>3)</sup>, 수경성에 관한 연구<sup>4)</sup> 또는 전로슬래그에 석고나 수채슬래그를 혼합시켜서 큰 수경성을 얻는 방법<sup>5)</sup>을 중심으로 이루어져 왔으며, 토질 안정제로서의 적용성<sup>6, 7, 8)</sup>, 결합재<sup>3)</sup> 및 팽창재<sup>9)</sup>로서의 이용법에 대한 연구도 이루어지고 있다.

전로슬래그의 풍화 붕괴는 전로슬래그 중의 F·CaO상의 수화반응이 주된 원인으로 알려져 왔다. 전로슬래그의 팽창은 전로슬래그 중에 함유하고 있는 유리석회가 물과 반응해서 수산화 칼슘을 생성하기 때문에 일어나는 현상인데, 팽창된 체적은 원래 체적의 약 2배가 된다고 보고 되어있다. 전로슬래그 중에 함유되어 있는 유리석회는 대기압하에서 물과 접촉할 때 대기의 온도가 높을 수록 수화반응속도가 빨라져서 단기간내에 반응 되는것으로<sup>11)</sup> 알려져 있다. 전로슬래그 중에는 어떤 자극에 의한 수경성을 발휘할 수 있다고 보고 되고있다<sup>2)</sup>.

최근에는 전로슬래그의 팽창자괴성을 줄이

기 위하여 약 6개월간 옥외에 방치해 두는 대기 에이징법, 일정기간 동안 물을 뿌리는 살수 에이징법, 일정기간 동안 물속에 담그어 두는 수중 에이징법을 사용하고 있으나, 이 방법들은 많은 시간과 넓은 공간을 필요로 하기 때문에 큰 실효를 거두지 못하고 있다.

본 연구는 전로슬래그를 콘크리트용 골재로 사용하기 위한 연구의 일환으로서 연구의 주목적은 에이징 되지않은 전로슬래그를 증기로 에이징시킨 후 그 안정성을 검토하고, 또 에이징된 전로슬래그로 콘크리트를 제작하여 이에 대한 물리 역학적 특성을 실험적으로 구명코저 한다.

## II. 재료 및 시험방법

### 1. 재 료

#### 가. 시멘트

시멘트는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 물리적인 성질은 Table-1과 같다.

Table-1. Physical properties of cement

Specific gravity	Specific surface (cm <sup>2</sup> /g)	Setting time		Soundness	Compressive strength(kg/cm <sup>2</sup> )			Tensile strength(kg/cm <sup>2</sup> )		
		Initial (min)	Final (hr)		3days	7days	28days	3days	7days	28days
3.10	2,890	232	6.25	0.1	165	243	339	20	23	29

#### 나. 잔골재

잔골재는 전남 순천지방에서 채취된 모래를

사용하였으며, 물리적 성질은 Table-2와 같다.

Table-2. Physical properties of fine aggregate

Specific gravity	Absorption (%)	Screen analysis(Percent retained)							Fineness modulus
		10mm	No.4	No.8	No.16	No.30	No.50	No.100	
2.72	0.56	100	98.0	90.2	80.5	38.4	17.2	2.0	2.5

#### 다. 굵은골재

굵은골재는 전남 승주군 서면에서 채취된

강자갈을 사용하였으며, 물리적 성질은 Table-3과 같다.

**Table-3. Physical properties of coarse aggregate**

Specific gravity	Max size of coarse aggregate(mm)	Screen analysis(Percent retained)							Fineness modulus
		50mm	40mm	25mm	19mm	13mm	10mm	No.4	
2.65	25	-	100	97	-	40	-	7	6.93

**라. 전로슬래그**

전로슬래그는 광양제철소에서 부산물로 생

성된 슬래그를 사용하였으며, 에이징 전 후의 화학적 성분은 Table-4와 같다.

**Table-4. Chemical composition of slags**

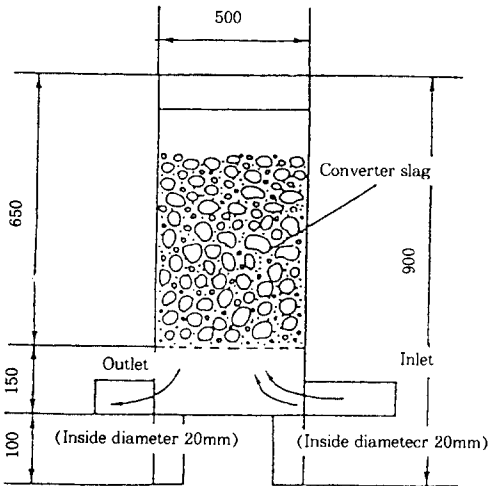
Kind of slag	CaO	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	FeO	T-Fe	TiO <sub>2</sub>	F·CaO
Converter slag	35.57	8.13	1.94	8.89	3.18	0.12	15.86	20.01	1.06	4.26
Aging Converter slag	35.18	8.10	1.95	9.14	3.13	0.11	14.85	19.06	1.07	1.34

전로슬래그를 증기 에이징하는데 사용된 장비는 에이징조와 증기 보일러이며, 에이징조는 강철재로서 크기는 가로 50cm, 세로 50cm, 높이 90cm이며, 증기 보일러의 용량은 0.03t/h 이다. 에이징조는 Fig. 1과 같다.

에이징은 전로슬래그를 에이징조에 가득 채운 뒤 저부에 설치된 증기 흡입구에 48시간 계속해서 증기를 보냄으로써 이루어 진다. 에이징을 시작할 때의 증기압은 5 kgf/cm<sup>2</sup> 이며, 이 때의 온도는 150℃를 유지하도록 하였다. 또 에이징을 시작하지 6시간, 12시간, 24시간, 48시간이 될 때 마다 에이징조의 중앙부에서 전로슬래그를 채취하여 유리석회의 함량을 측정하였다. 그 결과 Table-4에서 보는 바와 같이 전로슬래그를 에이징 시키므로서 F·CaO의 성분은 현저하게 감소 되었으나, 다른 성분들은 큰 변화가 없었다.

**마. 수쇄슬래그**

수쇄슬래그는 광양제철소에서 생산된 슬래그로서 재료 배합에 사용된 수쇄슬래그, 에이징 전의 전로슬래그, 에이징 후의 전로슬래그 등에 대한 물리적인 성질은 Table -5와 같다.



**Fig. 1. Setup for aging of converter slag (unit : mm)**

**Table-5. Physical properties of slags**

Kind of slag	Specific gravity	Absorption(%)	Fineness modulus	Unit weight(kg/m <sup>3</sup> )	Volumetric(%)
Converter slag	3.42	3.4	3.71	2.10	66.3
Aging converter slag	3.15	4.7	3.85	1.89	64.3
Granulated slag	2.34	3.1	2.79	2.04	63.7

## 2. 공시체 제작

### 가. 재료의 혼합

콘트리트 배합에 사용된 강모래, 전로슬래그, 수쇄슬래그의 혼합비는 4종류로서 세부적인 사항은 Table-6과 같다.

### 나. 콘크리트 배합

골재의 최대치수는 25mm로 하였고 물-시멘트비는 49%로 일정하게 하였는데, 이 때의

배합표 설계 결과는 Table-7과 같다.

**Table-6. Proportion of each aggregate**

Kinds of specimen	Converter slag(wt%)	Granulated slag(%)	Sand (%)	Total (%)
A	0	0	100	100
B	80	20	0	100
C	90	10	0	100
D	100	0	0	100

**Table-7. Mix design**

Kind of specimen	Max. size of coarse aggregate (mm)	Slump (cm)	Water (kg/m <sup>3</sup> )	Cement (kg/m <sup>3</sup> )	W/C	G/S	Fine aggregate(kg/m <sup>3</sup> )			Coarse aggregate (kg/m <sup>3</sup> )
							Converter	Granulated	Sand	
A	25	6-8	158	326	49	1.76	0	0	700	1,229
B	25	6-8	158	326	49	1.76	560	140	0	1,229
C	25	6-8	158	326	49	1.76	630	70	0	1,229
D	25	6-8	158	326	49	1.76	700	0	0	1,229

### 다. 공시체 제작

공시체는 4종류로 구분하여 제작하였는데 공시체 한종류에 대하여 전로슬래그 혼입율별 4종, 콘크리트 재령별 4종, 각종류별로 3개씩 총 48(4×4×3)개씩 제작하였으며, 그 내용은 Table-8과 같다.

**Table-8. Preparation of specimen**

Size of specimens	Kind test type	Quantity	Remarks
φ15cm×30cm	Compressive strength test	48	Concrete
φ15cm×30cm	Splitting tensile strength test	48	
10cm×10cm×50cm	Flexural strength test	48	
4cm×4cm×16cm	Expansion test	48	Mortar

## 3. 시험 방법

### 가. 전로슬래그의 팽창량 시험

시멘트와 전로슬래그를 1 : 3의 비율로 혼합한 모르타르로 KS F 2424에 준하여 제작한 공

시체를 50℃의 온수중에서 1일 6시간씩 20일간 수증양생 시킨 뒤 팽창량을 시험하기 24시간 전에 수중에서 꺼내어 건조시킨 후 다시 23℃의 수중에 15분간 수침한 후 꺼내어 길이측정용 콤팩터미터를 사용하여 팽창길이(정밀도 0.1%)를 측정하였다.

### 나. 슬럼프값 시험

아직 굳지 않은 콘크리트의 워커빌리티를 측정하기 위하여 전로슬래그 혼입율별로 배합된 4종의 콘크리트에 대하여 KS F 2402에 따라 슬럼프값을 시험하였다.

### 다. 압축강도 시험

강모래, 강자갈, 수쇄슬래그, 전로슬래그 등 4종의 시료를 혼합하여 만들어진 콘크리트 공시체를 KS F 2405에 준하여 압축강도를 시험하였다. 이때 하중은 공시체가 파괴 될 때까지 2kg/cm<sup>2</sup>/sec의 속도로 가해졌다.

### 라. 인장강도 시험

인장강도는 KS F 2423에 준하여 시험 하였으며, 하중은 7~14kg/cm<sup>2</sup>/min의 속도로

재하하였다.

#### 마. 휨강도 시험

휨강도는 KS F 2408에 준하여 3점 재하법으로 시험 하였다. 이때 하중의 재하속도는 하중의 증가가  $10\text{kg/cm}^2/\text{min}$ 를 초과하지 않도록 일정한 속도로 서서히 가하였다.

### III. 실험결과 및 고찰

#### 1. 에이징이 전로슬래그의 성질에 미치는 영향

##### 가. 증기 에이징 시간과 전로슬래그의 팽창량

증기 에이징 시간이 전로슬래그의 팽창량에 미치는 영향을 실험적으로 구명하였던바, 그 결과는 Fig. 2와 같다.

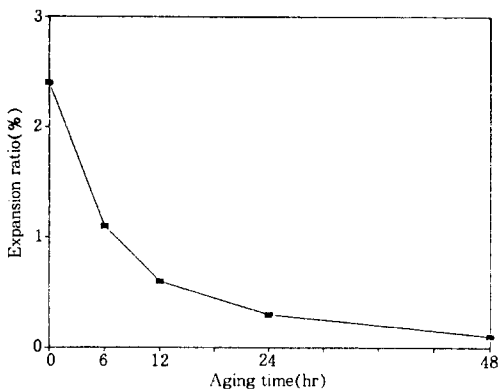


Fig. 2. Relationship between aging time and expansion ratio

Fig. 2에서 보는 바와 같이 에이징되지 않은 전로슬래그의 팽창율은 약 2.4% 이었으나 6시간 에이징된 전로슬래그의 팽창율은 약 1.1%를 나타내었다. 또 24시간 에이징된 전로슬래그의 팽창율은 약 0.3%로서 매우 작았으며, 48시간 에이징된 전로슬래그의 팽창율은 0.1%로서 거의 무시할 수 있는 값을 나타내었다. 따라서 제철소에서 생산된 전로슬래그를 콘크리트용 골재로 사용하기 위해서는 적

어도 24시간 정도로 증기 에이징시켜서 골재로 사용한다면 팽창에 대해서 크게 문제가 되지 않으리라고 생각되나 안전성 확보를 위해서는 48시간 정도 에이징시켜 사용하는것이 바람직 할 것으로 생각 된다. 그러나 천촌만기<sup>1)</sup>의 연구결과에 의하면 야외에서 공중에이징을 하여 안정성 있는 콘크리트용 골재로 사용할려면 적어도 6개월 이상의 많은 시간이 소요된다고 하였다.

이와 같이 전로슬래그를 증기로 에이징 시키므로서 팽창량을 줄일 수 있는 이유는 전로슬래그가 함유하고 있는 유리석회는 대기압 하에서 물과 접촉할 때는 대기의 온도가 높을수록 수화반응 속도가 빨라지고, 또 수분과 열을 가진 증기가 전로슬래그와 접촉하면 에이징 효과가 급속도로 촉진되기 때문이다.

##### 나. 증기량과 전로슬래그의 팽창량

전로슬래그를 에이징함에 있어서 증기량이 전로슬래그 팽창량에 미치는 영향을 구명하기 위해서, 시료 1ton을 에이징 하는데 소요된 증기량과 팽창량과의 관계를 분석해 보았던바, 그 결과는 Fig. 3과 같다. 이 결과에서 보는 바와 같이 일정량의 시료를 에이징 하는데 소요되는 증기량이 증가 될수록 팽창량은 감소되는 양상을 나타내었다. 증

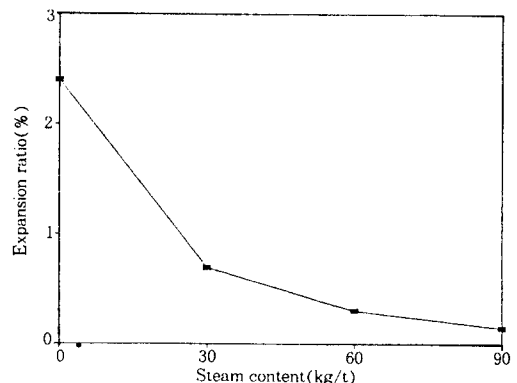
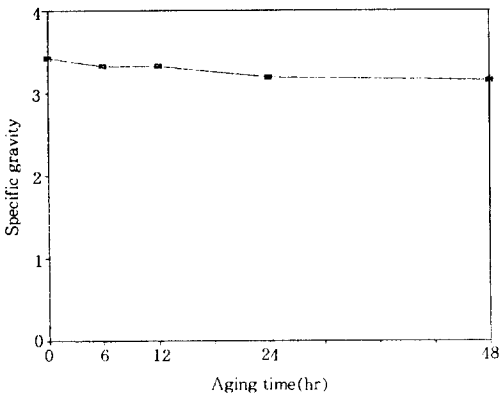


Fig. 3. Relationship between steam content and expansion ratio

기량과 전로슬래그 팽창량의 관계를 살펴보면 전로슬래그 1ton을 에이징 할 때 증기량을 30kg으로 할 경우 팽창량은 0.7%이었다. 또 증기량이 60kg이었을 때의 팽창량은 0.3%이었다. 그런데 도로시공에 있어서 아스팔트 포장의 팽창에 대한 허용치는 0.5%이며, 특히 시멘트에 대한 허용 팽창율을 0.8%이하 (KS L 5201)로 되어있다. 따라서 1ton의 전로슬래그를 에이징 시킬 경우 증기량이 60kg 정도면 팽창에 대해 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

**다. 에이징시간과 전로슬래그의 비중**

전로슬래그의 에이징 시간이 전로슬래그의 비중에 미치는 영향을 알아보기 위해 에이징 시간과 비중과의 관계를 구명하였던바, 그 결과는 Fig. 4와 같다.



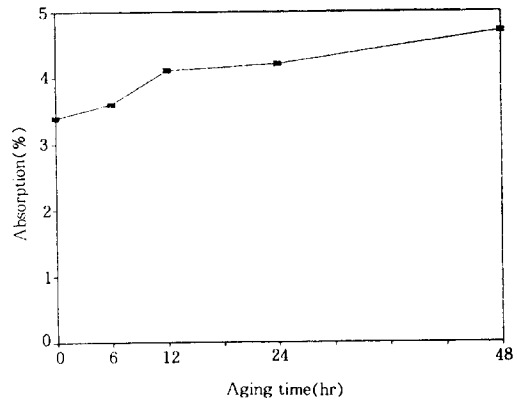
**Fig. 4. Relationship between aging time and specific gravity**

Fig. 4에서 보는 바와 같이 전로슬래그의 비중은 에이징 시간이 길어질 수록 저하됨을 알 수 있었다. 이와 같이 에이징 시간이 길어짐에 따라 비중이 저하되는 이유는 에이징이 진행되고 있을 때, 다공성인 반응 생성물질이 전로슬래그의 표면에 생성 되었기 때문인 것으로 판단된다.

**라. 에이징 시간과 전로슬래그의 흡수율**

전로슬래그의 에이징 시간이 전로슬래그의

흡수율에 미치는 영향을 알아보기 위해서 에이징 시간과 흡수율과의 관계를 조사했던바, 그 결과는 Fig. 5와 같다.

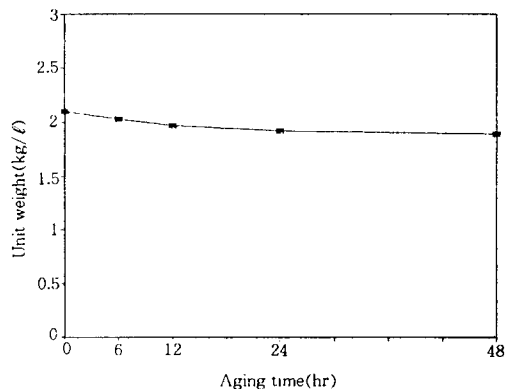


**Fig. 5. Relationship between aging time and absorption**

Fig. 5에서 보는 바와 같이 에이징 시간이 길어질 수록 흡수율은 증가되는 양상을 보여 주고 있다. 이와 같이 흡수율이 증가되는 이유는 비중에서와 마찬가지로 에이징 진행중에 다공성인 반응생성 물질이 전로슬래그 표면에 생성되기 때문으로 생각된다.

**마. 에이징 시간과 전로슬래그의 단위용적 중량**

전로슬래그 에이징 시간이 전로슬래그 단위



**Fig. 6. Relationship between aging time and unit weight**

용적증량에 미치는 영향을 알아보기 위해서 에이징 시간과 전로슬래그 단위용적증량과의 관계를 조사 하였던바, 그 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 보는 바와같이 에이징 시간이 길어질 수록 단위용적증량은 감소되는 양상을 보여 주었다. 이와 같이 단위용적증량이 감소되는 이유는 비중의 저하 및 입도분포의 변화에 기인하는 것으로 사료된다.

## 2. 전로슬래그 혼입율이 콘크리트의 물리 역학적 성질에 미치는 영향

### 가. 전로슬래그 혼입율과 워커빌리티의 관계

전로슬래그 혼입율이 콘크리트의 워커빌리티에 미치는 영향을 구명하기 위해 전로슬래그 혼입율의 변화에 따른 슬럼프값의 변화를 조사하였던바, 그 결과는 Fig. 7과 같다.

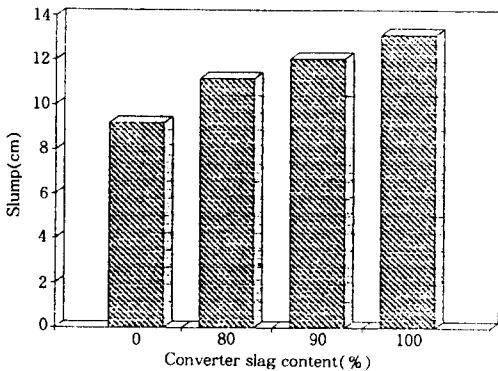


Fig. 7. Relationship between converter slag content and slump

Fig. 7에서 보는 바와 같이 전로슬래그에 수쇄슬래그를 혼입한 콘크리트의 슬럼프값은 순수한 강모래만을 사용한 콘크리트의 슬럼프값보다 더 컸으며, 이 결과는 천촌만기<sup>1)</sup>의 연구결과와 잘 일치되는 것으로 나타났다. 또 전로슬래그 혼입율이 증가할 수록 그 슬럼프값도 증가하는 양상을 보였는데, 그 이유는 전로슬래그 자체의 모양은 강모래 입자에 비하여 더 둥글기 때문인 것으로 판단된다.

### 나. 전로슬래그 혼입율과 압축강도의 관계

전로슬래그와 수쇄슬래그 그리고 강모래와 강자갈을 혼합해서 만든 콘크리트에 대하여 전로슬래그 혼입율이 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향을 구명하기 위하여 전로슬래그 혼입율의 변화에 따른 압축강도의 변화를 조사했던바, 그 결과는 Fig. 8과 같다.

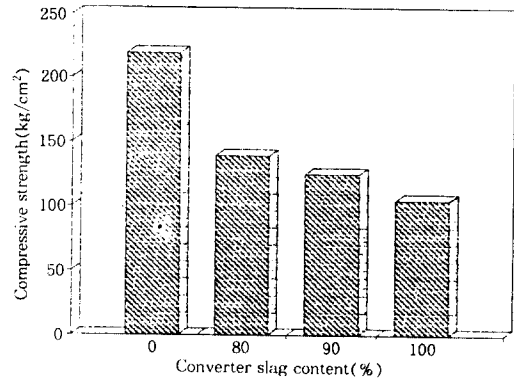
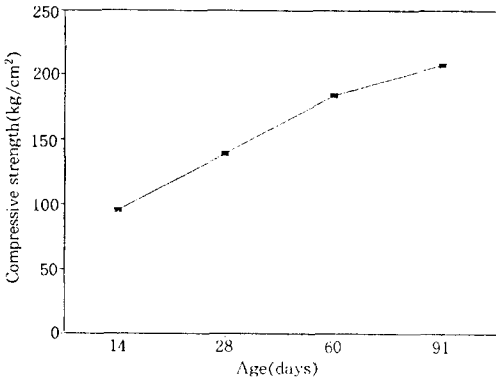


Fig. 8. Relationship between converter slag content and compressive strength

Fig. 8에서 보는 바와 같이 전로슬래그로 만든 콘크리트의 압축강도 보다 강모래와 강자갈을 이용해서 제조한 콘크리트의 압축강도가 더 크다는 것을 알 수 있다. 또 전로슬래그만으로 제조한 콘크리트의 압축강도 보다 전로슬래그에 수쇄슬래그를 혼합하여 제조한 콘크리트의 압축강도가 더 크게 나타났다. 즉 전로슬래그에 수쇄슬래그를 각각 10%, 20%씩 혼입하여 제조한 콘크리트의 압축강도는 전로슬래그만으로 제조한것의 1.2배, 1.33배 였다. 따라서 전로슬래그에 수쇄슬래그를 혼입하여 콘크리트를 제조 할 경우 압축강도를 개선할 수 있음을 알 수 있다. 콘크리트의 재령이 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 전로슬래그의 혼입율이 80%일 경우 콘크리트의 재령에 따른 콘크리트 압축강도의 변화를 조사하였던바, 그 결과는 Fig. 9와 같다.

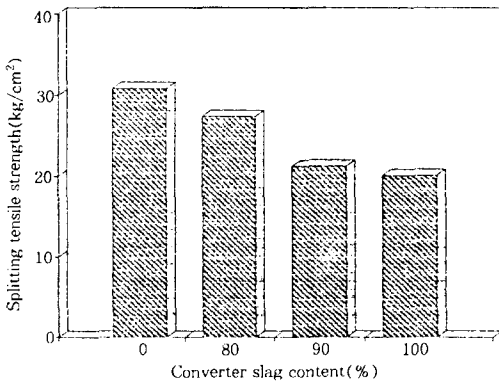


**Fig. 9. Relationship between compressive strength and age**

Fig. 9에서 보는 바와 같이 콘크리트의 재령이 길어질 수록 압축강도가 증가 하였으며, 이는 천촌만기<sup>1)</sup>의 연구결과와 잘 일치됨을 알 수 있었다. 이때 재령 14일, 60일, 91일의 압축강도는 재령 28일 압축강도의 약 0.68배, 1.32배, 1.5배로 나타났다.

**다. 전로슬래그 혼입율과 인장강도와 관계**

전로슬래그에 천연골재를 혼입해서 제조한 콘크리트에서 전로슬래그 혼입율이 콘크리트의 인장강도에 미치는 영향을 알아보기 위해 전로슬래그 혼입율의 변화에 따른 콘크리트의 인장강도(재령 28일)의 변화를 조사 하였던바, 그 결과는 Fig. 10과 같다.

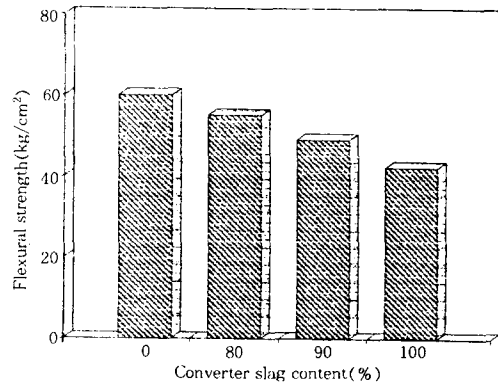


**Fig. 10. Relationship between converter slag content and tensile strength**

Fig. 10에서 보는 바와 같이 전로슬래그를 사용한 콘크리트의 인장강도는 천연골재를 사용한 콘크리트의 인장강도보다 더 약함을 알 수 있었다. 또 전로슬래그에 수쇄슬래그를 10%, 20%씩 각각 전로슬래그에 혼합하여 제조한 콘크리트의 인장강도는 전로슬래그를 사용한 콘크리트 인장강도의 약 1.05배, 1.40배에 달했다. 따라서 전로슬래그에 수쇄슬래그를 20%정도 혼입하여 콘크리트를 제조하면 인장강도를 크게 개선할 수 있음을 알 수 있다.

**라. 전로슬래그 혼입율과 휨강도의 관계**

전로슬래그 혼입율이 콘크리트의 휨강도에 미치는 영향을 구명하기 위하여 전로슬래그 혼입율에 따른 휨강도(재령 28일)의 변화를 조사하였던바, 그 결과는 Fig. 11과 같다.



**Fig. 11. Relationship between converter slag content and flexural strength**

Fig. 11에서 보는 바와 같이 전로슬래그의 혼입율이 높아짐에 따라 콘크리트의 휨강도는 약해지는 것으로 나타났다. 또한 전로슬래그에 혼입한 수쇄슬래그의 혼입율이 높아짐에 따라 콘크리트의 휨강도가 증가되는 양상을 보였다. 이 결과에서 보는 바와 같이 수쇄슬래그를 10%, 20%씩 각각 전로슬래그에 혼입하여 콘크리트를 제작한것이 전로슬래그만으로 제작한 콘크리트 휨강도의 약 1.3배, 1.17



배에 달함을 알 수 있었다. 또 전로슬래그만을 사용한 콘크리트의 휨강도는 천연골재만을 사용한 콘크리트의 강도보다 더 약하였다. 일반적으로 전로슬래그 중에 수쇄슬래그를 혼합하여 콘크리트를 제작하므로써 콘크리트의 휨강도를 어느정도 개선 시킬 수 있었다.

### 3. 전로슬래그 콘크리트에 있어서 각 강도간의 관계

#### 가. 압축강도와 인장강도의 관계

콘크리트의 압축강도를 알고 있을때 실험을 거치지 않고도 콘크리트의 인장강도를 추정할 수 있는 관계식을 유도하기 위해 압축강도와 인장강도의 상관 관계를 분석해 보았던바, 그 결과는 Fig. 12와 같다.

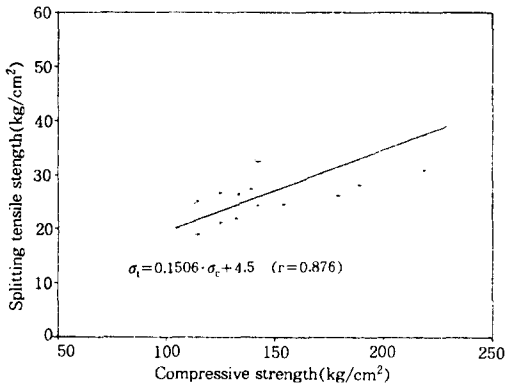


Fig. 12. Relationship between compressive strength and splitting tensile strength

Fig. 12에서와 같이 압축강도와 인장강도와의 상관성을 회귀분석하여 보았던바, 그 관계식은 다음과 같이 유도 되었다.

$$\sigma_t = 0.1506 \cdot \sigma_c + 4.5 (\text{kg/cm}^2) \quad (r = 0.876)$$

또한 이 식에서 산출된 상관계수는  $r = 0.876$  으로서 압축강도와 인장강도간에 높은 상관관계가 있음을 알 수 있다.

#### 나. 압축강도와 휨강도의 관계

콘크리트의 압축강도를 알고 있을때 실험을 하지 않고도 콘크리트의 휨강도를 추정할 수 있는 관계식을 유도하기 위해 압축강도와 휨강도와의 상관관계를 분석해 보았던바, 그 결과는 Fig. 13과 같다.

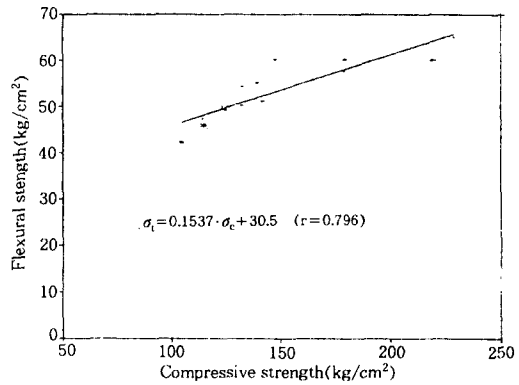


Fig. 13. Relationship between compressive strength and flexural strength

Fig. 13에서와 같이 콘크리트의 압축강도와 휨강도와의 상관성을 회귀분석하여 본 결과, 다음과 같은 관계식이 유도 되었다.

$$\sigma_f = 0.1537 \cdot \sigma_c + 30.5 (\text{kg/cm}^2) \quad (r = 0.796)$$

이 식에서 산출된 압축강도와 휨강도의 상관계수는  $r = 0.796$  으로서 비교적 높은 상관관계를 보였다.

## IV. 결 론

본 연구는 전로슬래그를 콘크리트용 골재로 사용하기 위한 연구로서 전로슬래그를 증기 에이징 시킨 후 팽창에 대한 안정성을 검토하고, 또 에이징된 전로슬래그 콘크리트의 강도 특성을 구명하여 보았던바, 그 결과는 다음과 같다.

1. 전로슬래그의 비중과 단위용적중량은 증가에이징 기간이 길어질 수록 각각 저하되었다.

2. 전로슬래그 1ton을 팽창에 대한 안정성(팽창율 0.1% 이하)이 있을때 까지 에이징시키는데는 약 60kg의 수증기량과 48시간이 소요되었다.

3. 전로슬래그로 만든 콘크리트의 강도는 천연골재로 만든 콘크리트의 강도의 평균 0.72배 정도로 나타났다.

4. 전로슬래그에 수쇄슬래그를 혼합하여 제조한 콘크리트의 강도는 수쇄슬래그의 혼입율이 증가할 수록 증가되었다.

5. 전로슬래그로 제작된 콘크리트의 슬럼프값은 천연골재로 제작된 콘크리트의 슬럼프값의 약 1.4배 정도로 나타났다.

6. 전로슬래그 콘크리트는 일반 콘크리트에 비하여 강도가 비교적 약하기 때문에 수로, 도로 등의 노반재로 사용하는것이 효과적이라고 생각되며, 보다 광범위하게 사용하기 위해서는 강도 개선을 위한 연구가 뒤 따라야 할 것으로 사료된다.

7. 압축강도( $\sigma_c$ )와 인장강도( $\sigma_t$ ) 그리고 압축강도와 휨강도( $\sigma_f$ )간의 상관관계를 회귀분석하여 도출한 인장강도와 휨강도의 예측식은 각각 다음과 같이 유도되었다.

$$\sigma_t = 0.1506 \cdot \sigma_c + 4.5 (\text{kg/cm}^2) \quad (r=0.876)$$

$$\sigma_f = 0.1537 \cdot \sigma_c + 30.5 (\text{kg/cm}^2) \quad (r=0.796)$$

이 논문은 1994년도 산. 학. 연 컨소시엄 사업 연구과제로서 상공자원부, 전라남도청 및 한림콘크리트(주)의 지원에 의하여 연구되었음.

## 참 고 문 헌

1. 川村滿紀 外2名, (1982), 轉爐スラクのコンクリート用骨材としての適用性, セメント技術年報 36, pp.146-155.
2. 坪井他, (昭和49年), 轉爐滓の水硬性, セメント技術年報No. 28, pp.98-103.
3. 下田努, 渡邊明, 松田浩, (1979), 第35回土木學會講演概要集, 第5部門, pp.209-210.
4. 坪井龍明, 君鳥健之, 小出儀治, (1974), セメント技術年報, 28, 98, pp.131-133
5. 野村高照 外1名, (1980), 鐵と鋼, 66, S147.
6. 川村滿紀, 鳥居和之他1名, (1980), セメント技術年報Vol. 34, pp.468-471.
7. 鈴木健夫, (1979), 第34回土木學會講演概要集, 第3部門, pp.183-184.
8. Jawed. I, Goto. S, and Kondo. R, (1976), Cementand Concrete Research pp. 441.
9. 成田他, (1979), 轉爐スラクの風化崩壞機構について, 鐵と鋼, No.282.

(접수일자 : 1995년 6월 14일)