

# 轉爐슬래그가 시멘트의 製造工程 및 物性に 미치는 影響

廉根昌 · 李承揆 · 盧載成\*

雙龍中央研究所 環境資源研究室, \*忠南大學校 工科大學 工業化學科

## The Effects of the Converter Slag on the Manufacturing Process and Property of Cement

Gun Chang Yum, Seung Kyou Lee and Jae Sung Rho\*

Department of Environment & Resource Team, Ssangyong Research Center, Daejeon 305-345

\*Department of Chemical Engineering, Chungnam University, Daejeon, 305-764.

### 요 약

전로슬래그를 시멘트의 철원으로 사용한 경우 전로슬래그가 조합원료의 소성성 및 클링커의 생성반응, 물리적특성에 미치는 영향을 검토한 결과, 전로슬래그의 첨가에 의해 규석의 사용량은 증가하고, 점토의 사용량은 감소하였고, 광물조성상으로는 C<sub>3</sub>S 및 C<sub>4</sub>AF의 함량은 증가하며, C<sub>2</sub>S 및 C<sub>3</sub>A는 감소하는 경향을 보인다. 전로슬래그중의 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 mineralizer로 작용하여 소성성 및 클링커 광물생성을 향상시킨다 이와 같이 소성성과 클링커의 광물생성을 향상시키는 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 간극물질에 고용되고 일부는 calcium silicate광물에 고용되어 존재한다. 전로슬래그를 시멘트 원료로 사용하는 경우 원료비 절감뿐만아니라 소성에너지 절감, 클링커중의 알칼리함량감소등의 효과가 있다.

### ABSTRACT

In case of using the converter slag as iron source of cement, it is investigated that the addition of converter slag effects on the burnability properties of mixed materials, the clinkerization and the physical properties of cement. As a result of addition of converter slag, the amount of quartz is increased, but the amount of clay is decreased. The content of C<sub>3</sub>S and C<sub>4</sub>AF is increased, but that of C<sub>2</sub>S and C<sub>3</sub>A is decreased. Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of the converter slag has a role of mineralizer and improve the burnability and clinkerization. Some of the Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> exist in the intermediate compounds and in the calcium silicate. In case of using the converter slag as the raw material of the cement, it is effective of the cost of the raw materials, the energy and the content of alkali in the clinker

### 1. 서 론

포틀랜드시멘트는 약 3~4%의 산화철을 함유한다. 석회석 및 점토 원료중에서 점토분속에 다량의 철분을 함유하는 경우를 제외하면 이것만으로 시멘트의 철분을 충족시킬 수 없으므로 이것을 보충하기 위하여 산화철원료가 사용된다. 철분은 시멘트 원료의 소성시에 용제(flux)의 작용을 행하여 원료의 소성 혹은 합성을 용이하게 한다. 시멘트중에 철분은 MgO, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등과 더불어 시멘트 특유의 색을 부여하는 요소의 하나이므로 시멘트 색조관리상에도 중요한 성분이다 조강시멘트와 같은 고수경율의 시멘트를 소성할 때

는 특히 양질의 산화철 원료를 선정하여 적량을 첨가해서 고석회형 시멘트의 소성을 수월하게 할 때가 있다.<sup>1)</sup> 저수화열형의 댐용 시멘트를 제조할 때는 C<sub>3</sub>A가 발열의 관계상에서 제한되고 있으므로 점토 대신에 철분을 어느 정도 증가해서 C<sub>4</sub>AF부분을 많게 하여 시멘트의 수화열을 제한하는 예를 외국에서 볼 수 있다.

포스코에서 부산되는 전로슬래그의 산출량은 연간 350만 톤 정도이다. 포항제철소의 경우, 발생하는 전로슬래그의 53%가 폐기되고, 47%정도가 재활용되고 있으며, 재활용분야로는 scrap대용, 철광석대용, 석회석대용등 제철공정리싸이클링으로 20%를 사용하고 있으며, 이외에 시멘트원료,

진정제등의 원료용으로 28%정도를 재활용하고 있다. 그리고 기타 53%는 폐기처분하고 있는 실정이다. 한편, 시멘트의 원료로는 원료용종의 93%가 사용되고 있다. 그리고 광양제철소의 경우는 발생하는 전로슬래그의 65%정도를 폐기처분하고 있는 실정이어서 전로슬래그의 적극적인 재활용 방안이 이루어져야 한다.<sup>3)</sup> 현재 포철에서 부산되는 전로슬래그는 파쇄하여 자력선광을 한 후 전로슬래그 중에 존재하는 금속을 상당량 제거할 뿐아니라 파쇄공정을 거치기 때문에 50 mm이하의 입도를 가지는 상태로 산출되고 있다 그리고 시멘트산업에서는 전로슬래그를 시멘트 제조원료중 비교적 고가인 철원인으로 철광석이나 동제련슬래그 대신 전로슬래그를 사용하여 제조비 절감 및 폐부산자원의 효율적 이용을 하고 있다.<sup>8,9)</sup>

본 연구에서는 철원으로 전로슬래그를 사용하여 제조된 클링커에 대해서 클링커의 광물발달 상태, 물리적 특성등을 동제련슬래그와 비교 검토하였으며, 전로슬래그를 사용한 경우 전로슬래그내에 존재하는 미량성분인 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 조합원료의 소성성에 미치는 영향 및 클링커중에 존재하는 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>이 클링커의 광물조성 및 시멘트의 물리적성능에 미치는 영향에 관하여 검토하였다.

2. 실험방법

2.1. 시료

Table 1에 본 실험에서 사용된 주·부원료의 화학조성을

나타내었다. 전로슬래그는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함량이 동제련슬래그의 1/2 정도이며, 알칼리함량(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)도 0.1% 수준이다. 한편 금속 함량(시료 1 kg중)분석결과는 전로슬래그는 4.88%, 동제련슬래그는 3.04%로 나타났다. 그리고 전로슬래그의 피분쇄성은 대상원료가 3.35 m/m passing 99%가 되는 분쇄시간으로 측정하여 비교 검토하였다.

2.2. 원료조합 및 클링커제조

원료배합조건은 Table 2에 나타낸 것과 같이 LSF 91, SM 2.5, IM 1.6을 기준으로 하여 전로슬래그 사용량을 변화하여 IM을 1.3과 1.9로 변화시켜 전로슬래그의 사용량에 따른 변화를 검토하였다. 그리고 조합원료의 소성성특정은 원료배합비에 따라 조합된 원료를 실험실 밀을 이용하여 88 μ잔사 16%수준으로 분쇄한 다음 22%의 물을 가하여 원료 5 g을 지름 1.2 cm정도로 성구한 후, 105±5°C에서 2시간 건조시키고 600°C에서 30분간 가열한 다음, 1350°C, 1400°C, 1450°C, 1500°C로 유지된 전기로에서 각각 15분 소성한 후 free CaO함량을 측정하여 조합원료의 소성성을 검토하였다.

클링커의 제조는 원료를 성구한 후 1000°C에서 1시간 탈탄산 시킨 시료를 1450°C의 전기로에서 free CaO가 1% 수준에 달하도록 소성하여 클링커를 제조하였으며, 이들 클링커를 이용하여 화학성분과 색도를 분석하고, 반사현미경을 이용하여 클링커광물 발달상태를 관찰하였다. 그리고 물성은 화학석고를 3% 첨가하여 시멘트를 제조한 후 응결시간

Table 1. Chemical composition of raw materials

Sample	Item	Chemical composition							
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ig. loss
Limestone		9.0	2.1	1.0	46.5	1.8	0.06	1.03	38.2
Quartz		92.8	3.0	0.6	1.9	tr	0.18	0.57	1.3
Clay		65.6	17.6	7.1	0.7	0.9	0.12	2.44	5.7
Bottom ash		54.8	33.9	5.9	1.0	0.8	0.29	3.72	0.1
Converter slag		13.8	8.1	32.3	36.3	6.7	0.05	0.05	0.60
Cu slag		26.9	4.6	66.1	2.7	0.9	0.27	0.80	6.1

Table 2. The mixing ratio of raw materials and mineral composition according to the modulus

Item	Modulus			R/M mixing ratio (%)					Alkalies (%)		Liquid phase		
	LSF	SM	IM	lime-stone	quartz	clay	bottom ash	iron source	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	1340°C	1400°C	
Converter slag	A		1.3	87.63	3.54	3.39	1.3	4.14	0.07	1.20	25.6	25.4	
	B	91	2.5	1.6	88.37	1.88	5.79	1.3	2.66	0.08	1.29	22.9	25.7
	C			1.9	88.96	0.57	7.67	1.3	1.50	0.08	1.40	20.7	25.9
Cu-slag		91	2.5	1.6	89.82	1.17	6.52	1.3	1.18	0.1	1.59	-	25.8

및 압축강도등을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 조합원료의 특성

Fig. 1에 전로슬래그의 X선회절분석결과를 나타내었다. 전로슬래그는 wustite(FeO), hematite( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), fayalite(Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>), dicalcium ferrite(Ca<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 등의 철분함유 광물 외에 시멘트 클링커광물인  $\beta$ -C<sub>2</sub>S도 상당량 존재하고 있다. 이는 전로슬래그가 CaO, SiO<sub>2</sub>함량이 매우 높고 고온에서 용융된 후 냉각된 물질이기 때문이다. 전로슬래그와 동제련슬래그의 피분쇄성은 전로슬래그가 20.7 kWh/T이고 동제련슬래그가 23.4 kWh/T로 전로슬래그의 피분쇄성이 동제련슬래그보다 양호한 수준이다. 전로슬래그를 사용하여 원료를 조합한 경우 전로슬래그사용량이 증가하면 규석 사용량이 증가하는 동시에 점토 사용량은 감소하는 것을 알 수 있으며, 광물조성상에서는 C<sub>3</sub>S 및 C<sub>4</sub>AF가 증가하며 C<sub>2</sub>S 및 C<sub>3</sub>A의 함량은 감소한다.

Table 3에는 조합원료의 소성성을 나타내었다. 전로슬래그 사용량이 증가될 수록 소성성은 전로슬래그의 이소성성(easy burning)에 의해 양호해지고 있다. 이와 같은 전로슬래

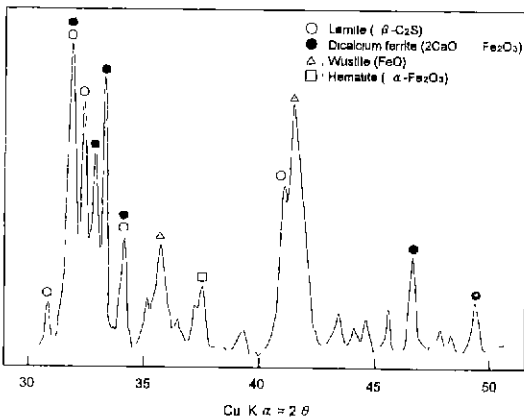


Fig. 1. XRD pattern of converter slag.

그 첨가에 의한 영향을 DT/TGA를 이용하여 관찰한 결과, Fig. 2에 나타난 것과 같이 전로슬래그 첨가량이 증가함에 따라 1160~1300°C범위의 C<sub>2</sub>S생성에 의한 발열피크가 조기에 나타나며 광범위한 형태를 보이고 있다. 이소성성의 원료를 사용한 조합원료일수록 C<sub>2</sub>S생성에 의한 발열피크가 광범위한 모양을 나타낸다.<sup>3,5)</sup> 즉, 이소성성인 전로슬래그의 첨가량이 증가하면 조합원료의 소성성이 양호해짐을 알 수 있다. 이것은 전로슬래그중에 약 40%정도 존재하는 CaO가 CaCO<sub>3</sub>가 분해된 CaO상태 또는 calcium-silicate상태로 공급되어 조합원료의 분해열 감소 및 원료에 존재하는 CaO와 calcium-silicate등이 CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계의 균질혼합물로 존재하여 조합원료의 micro-homogeneity향상과 더불어 전로슬래그중 미량성분으로 존재하는 Mn이 mineralizer로 작용하여 소성성 및 클링커 광물생성을 향상시키기 때문이다.<sup>4,7)</sup>

Table 4는 Mn이 조합원료의 열적성질에 미치는 영향을 알아보기 위해 polysius방법에 의한 소성성 시험결과를 나타낸 것으로 조합원료내에 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>함량이 증가할수록 burnability index는 낮아지며 DTA측정결과에서도 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>함량이 증가할수록 액상생성 범위온도가 넓어지는 것을 확인할 수 있다.

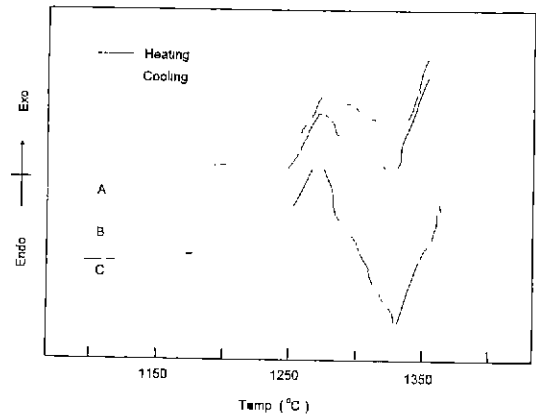


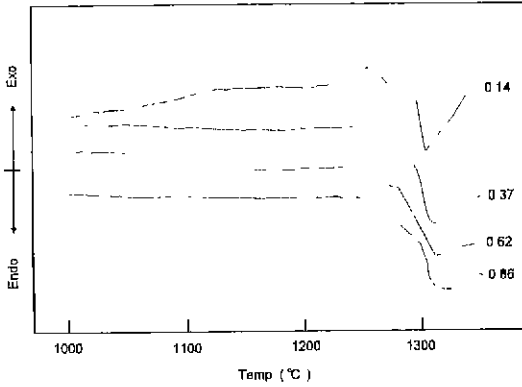
Fig. 2. The change of DTA curve according to the added converted slag.

Table 3. Free CaO content and burnability index of each raw mixture according to the temperature

Item		Free CaO content(%)					Burnability index
		1350°C	1400°C	1450°C	1500°C	total	
Converter slag	A	3.5	2.9	1.6	0.7	8.7	33.7
	B	4.3	3.3	1.9	1.0	10.5	39.9
	C	4.8	3.9	2.5	1.4	12.6	49.2
Cu-slag		4.8	3.0	1.4	0.9	10.1	35.3

**Table 4.** Variation of free CaO and burnability index according to added Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content

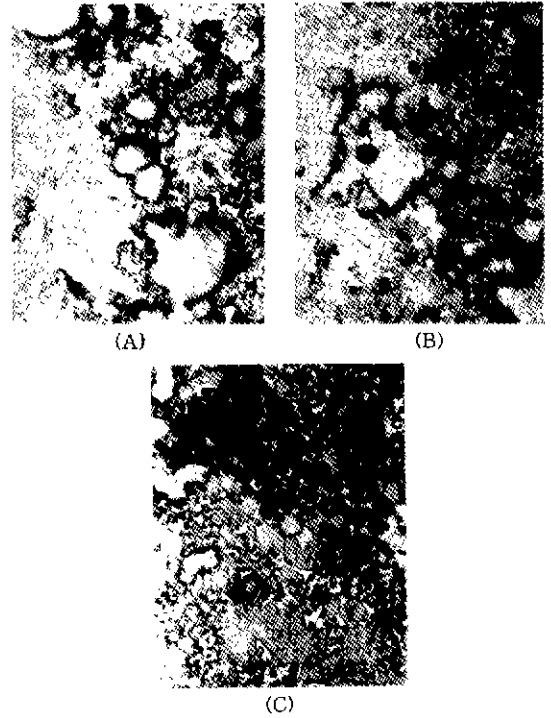
Content of Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Free CaO content(%)				B.I.
	1350°C	1400°C	1450°C	1500°C	
0.14	6.9	4.0	3.5	2.3	65.7
0.37	6.6	4.7	3.1	2.0	59.9
0.62	6.3	4.4	2.8	1.9	56.7
0.86	6.2	4.4	2.7	1.9	56.2



**Fig. 3.** The change of DTA curve according to the added Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**3.2. 클링커 특성**

소성된 클링커의 화학분석 결과를 Table 5에 나타내었다. 전반적으로 free CaO의 함량은 1%이하의 수준으로서 IM이 증가할수록 K<sub>2</sub>O의 함량은 높다. 반사현미경 결과를 나타낸 Fig. 4에서와 같이 전반적으로 유사한 형태를 보이며 C<sub>3</sub>S는 자형-반자형 형태로 10~35 μm크기로 존재하고 있으며 C<sub>2</sub>S는 구상-반구상의 형태로 20~40 μm의 크기를 가지는 결정형태로 존재하고 있다.



**Fig. 4.** Morphology of clinker used converted slag.

- (A) LSF 91-SM 2.5-IM 1.3
- (B) LSF 91-SM 2.5-IM 1.6
- (C) LSF 91-SM 2.5-IM 1.9

동제련슬래그 및 전로슬래그를 사용하여 제조된 클링커의 광물발달 상태 및 미세조직을 비교하기 위해 반사현미경으로 관찰한 결과를 Table 6 및 Fig. 5에 나타내었다. 전반적으로 전로슬래그를 첨가하였을 경우 C<sub>3</sub>S는 1~30 μm크

**Table 5** Chemical composition and mineral component of each clinker

Item		Chemical composition (%)									
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Ig loss	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
converter slag	A	22.3	5.0	3.7	64.1	3.3	0.06	0.87	0.3	0.3	0.34
	B	22.1	5.4	3.3	64.2	3.0	0.04	0.94	0.2	0.3	0.27
	C	22.2	5.8	3.0	64.4	3.0	0.05	1.12	0.3	0.3	0.21
Cu-slag		21.6	5.8	3.8	62.9	2.7	0.10	1.58	0.7	0.6	-

Item		Mineral composition (%)				free CaO (%)	Liquid phase	
		C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF		1340°C	1400°C
Converter slag	A	52.5	24.3	7.0	11.3	0.7	24.6	24.9
	B	52.3	23.9	8.7	10.0	0.7	22.1	25.2
	C	50.1	25.9	10.3	9.1	0.8	20.3	25.7
Cu-slag		50.0	23.1	7.2	11.2	0.8	-	25.0

**Table 6.** The results of inverted microscopic observation according to used slag

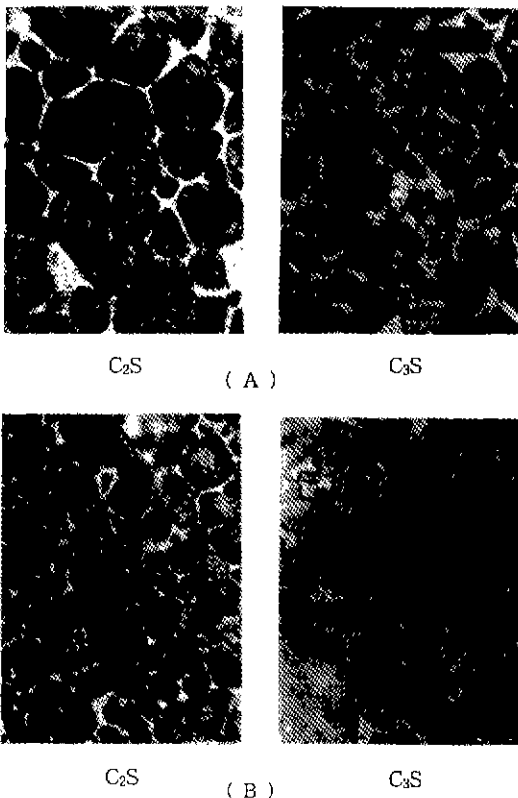
Item		C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> S
Converter slag	Crystal size (μm)	20~45	15~50
	shape	angular type	sphere type
	structure	· random size porous	· omnipresented cluster · Heterogeneous distribution
Cu slag	crystal size (μm)	10~30	15~30
	shape	angular type	sphere type
	structure	distributed homo geneous and packed sloely	omnipresented cluster homogeneous distribution

기로 비교적 균일한 조밀분포를 보이고 있었으며, C<sub>2</sub>S는 15~30 μm 정도로 편재분포 빈도수가 적고 구상의 양호한 상태를 보이고 있었다. 이것은 전로슬래그에 의해 원료의 균질도 및 소성성이 향상되며 미량성분인 Mn이 mineralizer로 C<sub>3</sub>S의 생성발달을 촉진시키기 때문이다.

Table 7은 전로슬래그를 첨가한 경우에 클링커내에 존

재하는 미량성분인 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>함량 변화를 분석한 결과이다. Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 0.37% 존재하는 것을 알수 있는데 이는 동체련 슬래그를 첨가한 경우와 비교하면 0.25% 정도 높다. 또한 클링커를 salicylicacid methanol solution으로 처리하여 간극물질을 분리한 후 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 분석한 결과 1.23%가 존재하는 것으로 나타나는 데 이는 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 주로 간극물질에 고용되고 일부는 calcium silicate 광물에 고용되고 있음을 확인 할 수 있다. 미량성분으로 존재하는 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 효과는 저온부에서 액상이 생성될 때 C<sub>4</sub>AF광물에서 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 치환고용되어 액상의 점성을 낮게 하고 액상의 양을 증가시키며 일부는 C<sub>2</sub>S 생성과정에서 광화작용을 하여 클링커링 반응을 촉진시킨다.

각 수준별 클링커를 미분쇄하여 calorimeter를 이용하여 색도를 측정한 결과 Table 8에서 보는 것과 같이 전로슬래그를 사용한 클링커가 밝기가 감소되어 검은색을 나타내며,



**Fig. 5.** Morphology of clinker used converter slag (A) and Cu-slag (B)

**Table 7.** The variation of Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content according to the addition of Slag

Item	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in clinker(%)	S-M residue(%)	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in S-M residue(%)
Cu slag	0.12	20.5	0.34
Converter slag	0.37	19.6	1.23

**Table 8.** The results of color change according to the amount of converter slag and Cu-slag

Item		Color		
		L	a	b
Converter slag	A	47.7	-0.9	5.3
	B	48.7	-1.1	5.5
	C	50.6	-1.1	5.5
Cu-slag		49.5	-1.0	6.6
Remark		· L : Lightness · a : (+) red, (-) green · b : (+) yellow, (-) blue		

**Table 9.** Results of blaine value and setting time of clinker

Item		Fineness			Flow (%)	Setting time	
		Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	44 μ (%)	88 μ (%)		Ini. (min.)	Fin. (hr)
Converter slag	A	3230	13.8	1.7	106.1	260	6:50
	B	3200	13.8	1.5	101.1	225	6:00
	C	3200	13.6	1.3	97.7	195	5:25
Cu-slag		3020	17.8	2.1	96.3	220	5:50

**Table 10.** Physical properties of clinker

Item		Soundness (%)	Compressive strength (kg/cm <sup>2</sup> )			
			1 day	3 day	7 day	28 day
Converter slag	A	0.06	77	188	288	381
	B	0.06	80	201	288	412
	C	0.04	79	212	324	427
Cu-slag			73	195	285	368

전로슬래그의 양이 증가할수록 어두워지는 경향이 있다. 이는 철분함량에 의한 영향이라고 생각한다.

### 3.3. 클링커의 물성

소성된 클링커에 석고를 3% 첨가하여 Blaine 3200 cm<sup>2</sup>/g으로 분쇄된 시멘트의 물리성능 실험결과를 Table 9 및 Table 10에 나타내었다. 응결시간은 전로슬래그의 첨가량이 감소함에 따라 짧아지며 안정도는 큰 차이가 없고 전반적으로 양호하였다. 같은 modulus인 배합에서 전로슬래그를 사용한 경우 동체련슬래그를 사용한 것보다 28일 강도가 20~50 kg/cm<sup>2</sup> 정도 상승하여 전로슬래그의 첨가는 효과적이었다. 이것은 전로슬래그중에 약 40% 정도 존재하는 CaO가 CaCO<sub>3</sub>가 분해된 CaO상태 또는 calcium-silicate상태로 공급되어 조합원료의 분해열 감소 및 원료에 존재하는 CaO와 calcium-silicate등이 CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계의 균질혼합물로 존재하여 조합원료의 micro-homogeneity 향상과 더불어 전로슬래그중 미량성분으로 존재하는 Mn이 mineralizer로 작용하여 클링커 광물생성을 향상시키기 때문이다.

## 4. 결 론

시멘트의 철원으로 전로슬래그를 사용한 경우 전로슬래그가 클링커의 생성반응 및 물리적특성등에 미치는 영향에 관하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1 전로슬래그를 사용하여 원료를 조합한 경우 전로슬래그 사용량이 증가하면 규석 사용량이 증가하는 동시에 점토 사용량은 감소하는 것을 알 수 있으며 광물조성

상에서는 C<sub>3</sub>S 및 C<sub>4</sub>AF가 증가하며 C<sub>2</sub>S 및 C<sub>4</sub>A의 함량은 감소한다.

- 2 전로슬래그 첨가에 의해 조합원료의 미량성분중으로 존재하는 Mn이 mineralizer로 작용하여 소성성 및 클링커 광물생성을 향상시킨다.
- 3 소성성과 클링커 반응에 영향을 주는 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 간극물 질에 고용되고 일부는 calcium silicate 광물에 고용되어 존재한다.
- 4 전로슬래그를 시멘트 원료로 사용한 경우 저렴한 철광석 원료로서의 이용뿐 아니라 원료 분해 열량의 감소에 의한 소성에너지 절감, 클링커중 알칼리 함량 감소 등의 효과가 있었다.

## 참고문헌

1. S.N. Ghosh, "Advances in Cement Technology," Pergamon Press, 2-30 (1982).
2. Lee. P.S., Kim. M.H., "Recycling Status and Promotion & Direction in POSCO," Korea-Japan Workshop on Resource Recycling Technology (1996).
3. 近藤連一, 後藤誠史, 福原眞, "テトラカルシウムアルミノフェライトへのマンガン固溶 とこれか水和におよぼす影響," セメント技術年報, 32(5), 51-55 (1978)
4. 小山富和, 太田楢平, "轉爐slag를セメント鐵原料として使用した場合のマンガンの影響," セメント技術年報, 35(9), 65-68 (1983).
5. 赤津健, 門祭泉, "マンガンガクリンカの鐵物組成におよぼす影響," セメント技術年報, 20(4), 37-41 (1966).

- 6 櫻井敏生, "セメントクリンカ-鑛物中のマンガンの形態,"  
セメント技術年報, 14(3), 32 -35 (1960)
- 7 Naomitsu TSUYUKI. "The hydration behavior of con-  
verter slag admixed with polymer cement," 10th Inter-  
national Congress on the Chemistry of Cement, Vol.3,  
3iii009 (1997).
- 8 大關彰 一郎, "電氣爐 製鋼slagの資源化の現狀と課題,製  
鋼slagの發生量低減と資源化," 日本鐵鋼協會, 製鋼slagの  
基礎と應用研究會 (1997).
- 9. 彬正法, "水蒸氣agingの基礎實驗,製鋼slagの發生量低減と  
資源化," 日本鐵鋼協會, 製鋼slagの基礎 と應用研究會  
(1997).

### 學會誌 投稿 案内

種 類	內 容
論 說	提案, 意見, 批判, 時評
展望, 解説	現況과 將來의 견해, 研究 技術의 綜合解説, Review
技術報告	實際적인 試驗, 調査의 報告
技術, 行政情報	價値있는 技術, 行政情報를 간결히 解説하고, comment를 붙인다.
見 聞 記	國際會議의 報告, 國內外의 研究 幾關의 見學記 등
書 評	
談 話 室	會員相互의 情報交換, 會員 自由스러운 말, 隨霜등
Group 紹介	企業, 研究幾關, 大學 등의 紹介
研究論文	Original 研究論文으로 本 學會의 會誌에 掲載하는 것이 과 適當하다고 보여지는 것

수시로 원고를 접수하오니 많은 투고를 바랍니다.