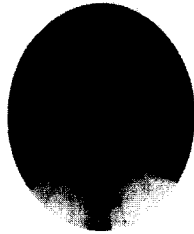

Na₂SO₄가 시멘트-플라이애쉬 페이스트 및 콘크리트 강도에 미치는 영향

Influence of Na₂SO₄ on Cement-flyash Paste and the
Strength Development of Concrete



이진용*
Lee, Chin Yong



배성용**
Bae, Sung Yong

송종택***
Song, Jong Taek

ABSTRACT

It was investigated to evaluate the characteristics of cement-flyash paste which was affected the replacement level, curing method and chemical admixtures. The strength of cement-flyash paste was lower than that of cement paste only and the differences increased with increasing the replacement level. However, in steam curing, the strength of cement-flyash pastes was improved and specially, the early strength was effectively increased. The inclusion of Na₂SO₄ increased the early strength of cement-flyash paste. In addition, the strength of concrete including 30% of fly ash and Na₂SO₄ has improved and obtained the highest strength compared to other concrete mixes.

Keywords : cement-paste, early strength, water curing, steam curing, chemical admixture

* 정회원, 동아건설 기술연구소 책임연구원
** 정회원, 영남대학교 토목공학과 박사과정
*** 정회원, 단국대학교 재료공학과 교수

· 본 논문에 대한 토의를 1999년 8월 30일까지 학회로 보
내 주시면 1999년 10월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

환경보존과 자원의 재활용이 강조되고 있는 시점에서 석탄화력발전소의 부산물인 석탄회(플라이애쉬)의 처리가 필수적으로, 선진국에서는 오래전부터 플라이애쉬의 재활용에 많은 연구비를 투자하고 있다. 예를들어 캐나다에서는 많은 양의 플라이애쉬를 콘크리트에 혼입하여 시멘트의 대체재로 사용하는 연구를 하고 있으며, 영국에서는 시멘트 소비량의 반이상을 포졸란 계통(플라이애쉬, 슬래그등)의 혼화제를 활용하고 있다.⁽¹⁾ 국내에서는 연간 260만톤 정도의 플라이애쉬가 생산되고 있으나, 재활용량은 약 15%로 일본과 미국은 40%, 이탈리아와 벨지움은 각각 60%, 70%에 비해서 상당히 떨어져 있다.

플라이애쉬는 주로 시멘트, 잔골재의 대체재 그리고 콘크리트의 특성을 변화시키는 혼화제로 쓰이고 있으며, 이외에도 성토재, 토지개량재 등 다양한 분야에 사용되고 있으나, 현재 국내에서는 플라이애쉬 활용분야 및 범위가 선진국에 비하여 극히 제한되어있다.⁽²⁻⁴⁾

우리 나라에서도 선진국이상의 플라이애쉬 소비를 증가시키기 위해서는 플라이애쉬를 시멘트 대체재로 콘크리트 구조물에 사용하는 것이 필수적이며 이를 위해 시멘트-플라이애쉬 페이스트의 특성 연구 및 조기강도 증진을 위한 화학혼화제의 개발이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 시멘트-플라이애쉬 페이스트의 특징을 알아보고 플라이애쉬 포졸란 반응을 조기에 활성화 시킬수

있는 화학혼화제의 특성을 연구하여, 적절한 혼화제를 선택하며, 콘크리트에 적극 활용함으로써 보통 콘크리트 보다 경제적이고 품질이 우수한 콘크리트를 생산하여 건축이나 토목공사에 활용하기 위한 목적이다.

2. 실험

본 연구는 각종 혼화제와 혼합한 시멘트-플라이애쉬 페이스트의 특성을 알아보기위해 Ca(OH)₂ 정량 시험, X-선 회절분석기 및 주사형 전자현미경(SEM)을 이용하여, 이것이 페이스트의 수화작용에 미치는 영향과 화학적 특성을 알아보았다. 또한 그 결과를 콘크리트에 적용하기 위하여 플라이애쉬 및 화학혼화제를 시멘트와 혼합하여, 플라이애쉬 혼입량에 따른 배합설계를 실시하고 이에 따른 콘크리트의 강도발현을 분석하였다. 굳지않은 콘크리트의 특징중에 슬럼프는 작업성에 따른 최소범위를 고려하여 8.0±2.5cm에 고정시키고, 수중양생 및 증기양생을 실시하여 양생방법 및 화학혼화제가 플라이애쉬 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향을 측정하였다.

2.1 시멘트-플라이애쉬 페이스트 실험재료 및 배합비

2.1.1 실험재료

결합재는 1종 보통포틀랜드시멘트와 보령산 플라이애쉬를 사용하였으며, 화학적특성은 Table 1과 같다.

Table 1 Chemical properties of binder

Item Sort	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Ig. loss(%)	Specific gravity	Specific surface (cm ² /g)
Cement	20.57	5.64	3.26	63.1	3.35	2.11	1.21	3.15	3,150
Fly ash	52.09	25.36	12.90	2.58	1.37	0.07	3.70	2.15	4,230

Table 2 Mix proportions (cement - fly ash paste)

Sort of admixture	Addition(%)	Curing method		Mix proportion	
		Water curing	Steam curing	OPC	FA
Na ₂ SO ₄	2	○	○	7	3
	4	○	○		
CaCl ₂	2	○	-		
	4	○	-		
Ca(NO ₃) ₂	2	○	-		
	4	○	-		
NaOH	2	○	○		
	4	○	○		

2.1.2. 배합비

시멘트-플라이애쉬의 특성을 알아보기 위해 시멘트 70%에 플라이애쉬 30%의 비율로 배합하고 이에 화학혼화제를 혼입시켜 배합비를 선정하였다.(Table 2)

2.1.3. 페이스트실험방법

보통포틀랜드시멘트에 플라이애쉬를 중량비로 7:3으로 배합하였으며, 물·결합재비는 0.4로 하였다. 그리고 5x5x5cm³의 큐브공시체를 만든 후 각각 5일간 수중양생, 기건양생, 증기양생을 실시하였으며, 증기양생한 공시체는 탈형후 항온습실에 보관하여 측정하였다. 또한 시멘트의 수화반응을 정지시키기 위해 아세톤으로 처리한 후 45℃에서 24시간 건조시켜서 분석하였다.

1) Ca(OH)₂ 정량방법

Ca(OH)₂의 정량분석은 강열감량에 의한 방법으로 하였다. 이 방법⁽⁵⁾은 약 1g의 시료를 350℃에서 5분간 유지한 후 무게를 측정하고, 500℃에서 10분간 유지한 후 무게를 측정한다. 그리고 그 감량으로부터 생성한 Ca(OH)₂의 결합수량을 먼저 구한 후, Ca(OH)₂의 생성량을 계산하였다.

$$\text{Ca(OH)}_2\text{의 결합수량(wt.\%)} = 350^\circ\text{C 결합수량} - 500^\circ\text{C 결합수량}$$

$$\text{Ca(OH)}_2\text{량} = \text{Ca(OH)}_2\text{의 결합수량(wt.\%)} \times (\text{Ca(OH)}_2 / \text{H}_2\text{O})$$

2) 수화 생성물의 확인 및 관찰

수화생성물의 결정상을 확인하기 위하여 X선 회절 분석기(Shimadzu사, XD-D1)로 CuK- α 선을 사용하여 30kV, 30mA, Scan Speed 4deg/min의 조건으로 측정하였다. 그리고 수화생성물을 관찰하기 위하여 주사형 전자현미경

(Top con사, SX-30E)을사용하였다.

2.2 플라이애쉬콘크리트 실험재료 및 배합비

2.2.1 실험재료

1) 골재

충청남도 공주 금강하류에서 채취한 잔골재를 사용하였으며, 굵은골재는 최대크기가 25mm인 쇄석을 사용하였다. 골재의 물리적인 특성은 Table 3와 같다.

2) 혼화제

물·시멘트비변화에 따라 동일한 슬럼프를 유지시킬 목적으로 고성능감수제를 사용하였으며, 물리적 특성은 Table 4와 같다.

3) 배합비

배합설계는 270kg/cm² 압축강도를 기준으로 하여 배합비를 선정한 후, 플라이애쉬를 시멘트 중량비로 0, 10, 30, 50%로 혼입하여 배합하였다.(각각 혼입량에 따른 배합명은 FA 0%, FA 10%, FA 30% 및 FA 50%로 표기함) 그리고 플라이애쉬를 혼입함으로써 28일 강도가 떨어지는 것을 고려하여 결합재의 량을 증가(물,시멘트비 감소)시켜 실험배합을 실시한 후, 보통콘크리트 28일강도와 동일한 강도의 배합비를 선정하였다(Table 5). 또한 물·시멘트비변화에 따른 기준배합비보다 결합재량이 많아지는 것을 고려하여 잔골재율을 조금씩 낮추면서 배합을 하였다.

2.2.2 콘크리트실험방법

우선 굵은골재, 잔골재, 시멘트 및 플라이애쉬를 투입하여 건비빔을 1분 30초간 한후, 배합수를 첨가하여 1분 30초간 배합하였다. 그리고 수중양생 및 증기양생실험에 필요한 압축강도 공시

Table 3 Physical properties of aggregates

Sort	Specific gravity	Absortion (%)	Fineness modulus	Bulk unit weight (kg/m ³)	Percentage of solid (%)	Organic impurities
Fine aggregate	2.61	1.2	2.58	1,512	57.9	-
Coarse aggregate	2.64	0.3	7.42	1,552	58.8	-

Table 4 Physical properties of superplasticizer

Properties Sort	Natural disposition	Specific gravity	pH	CPS	Solid(%)	Colour
Superplasticizer	Naphthalene	1.2	9.1	180	40.0	Dark brown

Table 5 Mix proportions

Design strength (kg/cm ²)	Mixes	Mix proportion (kg/m ³)						
		W/B	Water	Binder		Fine aggregate	Coarse aggregate	Admixture
				Cement	Fly ash			
270	FA 0%	0.50	200	400	0	733	983	-
	cfa 10%	0.47	195	373	41	709	991	-
	cfa 30%	0.39	190	341	146	657	956	1.242
	cfa 50%	0.36	185	257	257	620	941	3.598

물시멘트비변화에 따른 배합명은 플라이애쉬 혼입량의 10, 30, 50%에 따라 각각 **cfa 10%**, **cfa 30%** 및 **cfa 50%**로 표기함.

체 $\Phi 10 \times 20$ cm를 재령에 따라 각각 3개씩 제작하였다. 양생후 공시체는 연마기로 연마한 후 KS F 2405의 규정에 따라 200톤형 압축강도시험기를 사용하여 압축강도를 측정하였다(재령 3, 7, 28일).

2.2.3 양생방법

양생방법은 플라이애쉬 혼입량에 따른 강도발현을 관찰하기 위해 수중양생과 증기양생을 실시하였으며, 전자는 공시체 탈형후 충분한 수분공급으로 콘크리트의 수화반응이 지속되고 이에 따른 강도발현을 검토하였으며, 후자는 조기강도를 필요로 하는 콘크리트 2차제품에 적용하기 위해 실시하였다.

a) 수중양생 : 21℃의 수중양생

b) 증기양생 : 타설후 전치양생기간은 25℃에서 2시간 지난 다음 85℃까지 3시간 상승시킨 후, 5시간동안 85℃에서 등온으로 유지시킨후, 다시 3시간 동안에 25℃로 낮춤, 그 후 기건양생

3. 실험결과 및 고찰

3.1 시멘트-플라이애쉬 페이스트

45℃에서 24시간 동안 건조한 것을 기준으로 하여 구한 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 생성량의 시간 변화를 Fig 1에 나타냈다. 초기에 활성화제 무첨가 보다 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 생성량이 많은 활성화제는 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 와 CaCl_2 의 경우이며,⁽⁶⁻⁷⁾ 이들은 칼슘염의 해리에 의한 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 생성을 촉진한 것으로 판단된다. 그러나 강도발현이 높은 Na_2SO_4 첨가(Table 6)에서는 비록 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 생성량이 무첨가 보다 낮은 값을 나타내고 있는데, 이것은 Ettringite의 생성에 일부 소모된 것으로 생각된다. OPC 단독의 경우 28일부터 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 생성량 변화가 거의 없으나, 그 밖의 플라이애쉬가 함유된 계에서는 7일부터 서서히 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 가 소비되고 있는 것을 나타내고 있는데, 이것은 생성된 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 와 플라이애쉬중의 가용성 규산분 등이 점차 포졸란 반응을 일으키고 있는 것으로 판단된다.

활성화제가 강도에 미치는 영향을 알아보기 위해 시멘트-플라이애쉬 페이스트의 강도 시험을 한 결과 활성화제 Na_2SO_4 를 혼입한 시멘트-플라이애쉬가 다른 활성화제에 비하여 강도발현이 높았다. Table 6은 페이스트의 1, 3, 7, 28일 압축강도를 시험한 결과로서 Na_2SO_4 를 첨가한 페이스트는 무첨가 한 것보다 강도발현이 높았으며, 특히 수중양생보다는 증기양생시 Na_2SO_4 가 포졸란 반응을 촉진시켜 강도발현이 높다. 그리고 2%를 첨가한 것이 4%의 Na_2SO_4 를 첨가한 것보다 높은 강도발현을 갖는 것으로 나타났다.

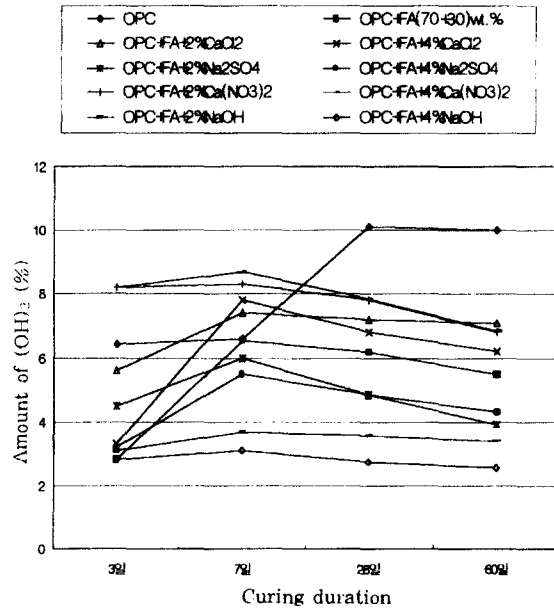


Fig. 1 Amount of Ca(OH)₂ according to chemical admixture

Table 6 Strength development of cement-fly ash paste including Na₂SO₄

Sort	Curing	Compressive strength(kg/cm ²)			
		1day	3day	7day	28day
P1(FA0)	Water	-	234	292	357
P2(FA30)		-	172	221	256
P3(FA30-2%Na ₂ SO ₄)		-	211	312	382
P4(FA30-4%Na ₂ SO ₄)		-	233	305	401
P1(FA0)	Steam	209	321	321	335
P2(FA30)		166	192	252	261
P3(FA30-2%Na ₂ SO ₄)		294	327	348	395
P4(FA30-4%Na ₂ SO ₄)		242	293	307	388

Table 7 Strength development of Fly Ash concrete in Water Curing

Mix proportion \ Age	FA 0%	FA10%	FA30%	FA50%	cfa10%	cfa30%	cfa50%
3day	168.0	162.0	129.0	66.0	174.0	150.0	110.0
7day	246.0	242.0	215.0	122.0	257.0	228.0	190.0
28day	342.0	335.0	297.0	190.0	340.0	336.0	335.0

Na₂SO₄가 시멘트-플라이애쉬 페이스트에 미치는 영향을 알아보기 위해 X선-회절분석기(XRD)와 주사형 전자현미경(SEM)을 이용하여 시험을 하였다. Fig 3.2는 SEM을 이용하여 페이스트의 양생방법과 활성화제 첨가에 따른 변화를, Fig 3은 XRD를 이용하여 결정의 상태를 보여주고 있다. 일반적으로 Ca(OH)₂와 calcite 및 α -C₂S 수화상이 중첩피크로 주결정상으로 나타나고 그 외 C-S-H와 미반응의 C₃S, β -C₂S 및 Ettringite상이 약간 존재하였으며, calcite는 탄산화에 의한 것으로 생각된다. Na₂SO₄을 시멘트의 2%첨가한 경우 활성화제를 넣지 않은 OPC-Fly ash계 비교하여 Ettringite상이 약간 많이 나타났으며, 기공내부에서 길게 자란 침상의 결정으로 성장하는 것을 확인하였다.

이와같은 Ettringite상이 양생초기에 생성되어 압축강도에 영향을 준 것으로 생각된다. 그러나, 활성화제를 첨가하지 않은 OPC-Fly ash계에서는 초기에 수화진행이 상대적으로 활발하지 못하여 강도가 초기발현이 늦어진 것으로 나타났다.⁽⁷⁾

시멘트 및 플라이애쉬페이스트의 수화반응은 수중양생보다 증기양생을 한 것이 매우 촉진되어 C-S-H수화물과 Ca(OH)₂ 수화물이 많이 생성되었으며 수중양생한 시멘트 및 플라이애쉬페이스트보다 수화반응이 급속히 촉진되어 비록 1일 양생후에도 수중양생에서 3일간 양생한 수화물보다 더 많이 생성되었다.

3.2 플라이애쉬 콘크리트

3.2.1 수중 양생한 콘크리트의 압축강도 발현

콘크리트강도는 물·시멘트비에 의해서 주로 결정된다. 일반적으로 플라이애쉬 F급(low lime)은 SiO₂를 많이 함유하고 있는 반면에 CaO함유량이 적어 자경성이 없다.

따라서 기존의 연구결과와 같이 플라이애쉬를 혼입함으로 콘크리트의 조기강도발현이 저하되었

으며,⁽⁸⁻⁹⁾ 특히 플라이애쉬 혼입량이 증가할수록 강도저하는 현저하게 증가하였다. 이것을 극복하기 위해 물·시멘트비를 변화하여 플라이애쉬 콘크리트의 28일강도 발현을 향상시켰으며, 조기강도(3일)발현은 cfa 10%에서도 12.0kg/cm², cfa 30%에서는 21.0kg/cm², cfa 50%에서는 44.0kg/cm² 강도발현 효과가 있었다.(Table 7). 따라서 플라이애쉬를 혼입한 콘크리트는 물·시멘트비를 변화하여 재령 28일에서는 비슷한 강도를 나타냈으나, 플라이애쉬 혼입량이 증가할수록 보통 콘크리트에 비하여 조기강도가 감소하였다.⁽¹⁰⁾

3.2.2 증기양생한 콘크리트의 압축강도 발현

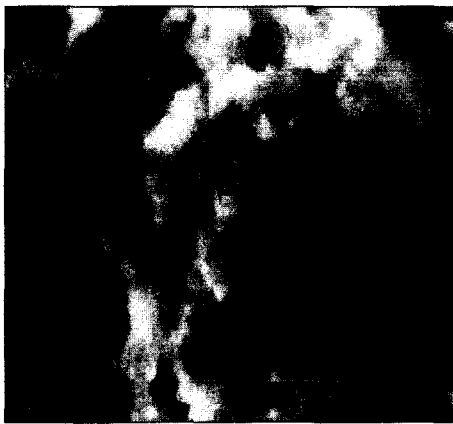
플라이애쉬 콘크리트의 낮은 조기강도를 극복하기 위하여서는 증기양생방법을 채택하고, Na₂SO₄를 첨가하는 것이 중요한 것으로 페이스트 실험에서 알수있었다. Fig 4는 수중양생한 보통 콘크리트를 기준으로 증기양생과 Na₂SO₄를 첨가한 플라이애쉬 콘크리트를 비교한 것으로, 플라이애쉬 콘크리트는 수중양생보다 증기양생할때에 포졸란반응을 촉진시켜 초기강도 증진효과가 있었으나, 28일 강도는 오히려 떨어지는 것을 발견하였다. 이것은 초기의 C₃S의 급격한 수화작용과 시멘트 주위의 기포 팽창현상이 가속화되어 내부 균열을 유도로 기인된 강도 저하로 예상된다.⁽¹¹⁻¹³⁾ 그리고 2%의 Na₂SO₄을 콘크리트에 첨가하여 증기양생방법을 선택한 결과, Na₂SO₄를 첨가한 플라이애쉬 콘크리트의 초기강도가 0 ~ 84kg/cm²의 증진하는 것을 발견하였다. 그중에서 플라이애쉬 대체량이 30%인 경우에는 조기강도가 급격히 향상되는 것을 보여준다. 이는 Sulfate계통의 혼화제가 Ettringite을 생성함으로써 콘크리트 조기강도에 영향을 미친 것으로 사료된다.⁽⁶⁻⁷⁾ 그러나 플라이애쉬를 10, 50% 함유한 경우에는 오히려 강도가 저하하는 것을 발견하였다.



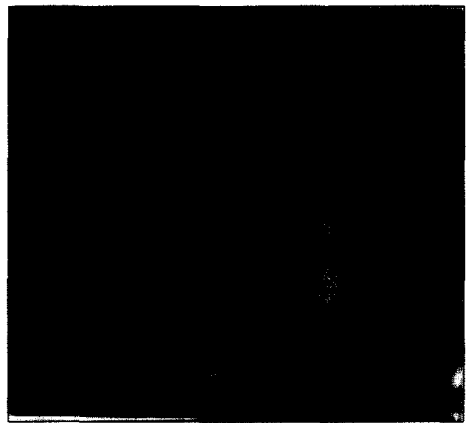
□ Cement paste(water curing)



□ Cement paste(steam curing)



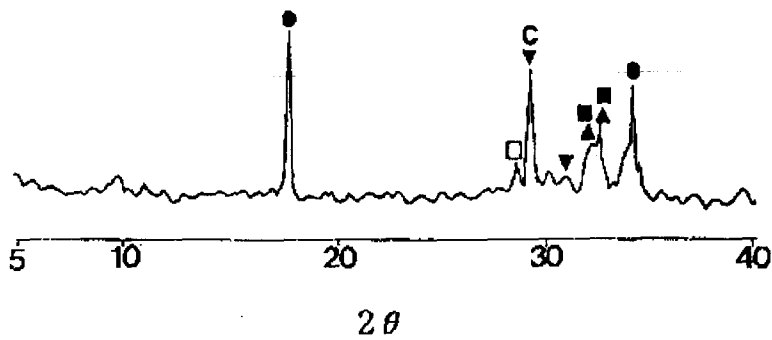
□ Cement-fly ash paste
(steam curing)



□ Cement-fly ash paste + 2%Na₂SO₄
(steam curing)

Fig. 2 SEM analysis of cement and fly ash paste (3days curing)

- : Ca(OH)_2
- ★ : $\text{AFt}(\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O})$
- ▼ : $\alpha\text{-C}_2\text{S hydrate}(\text{Ca}(\text{HSiO}_3)(\text{OH}))$
- C : Calcite(CaCO_3)
- ▲ : $\text{C}_3\text{S}(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$
- : $\beta\text{-C}_2\text{S}(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$
- : $\text{C-S-H}(\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O})$
- M : Mullite($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)



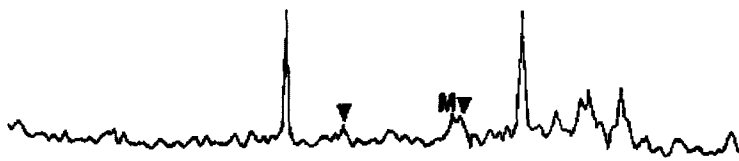
OPC

Steam Curing



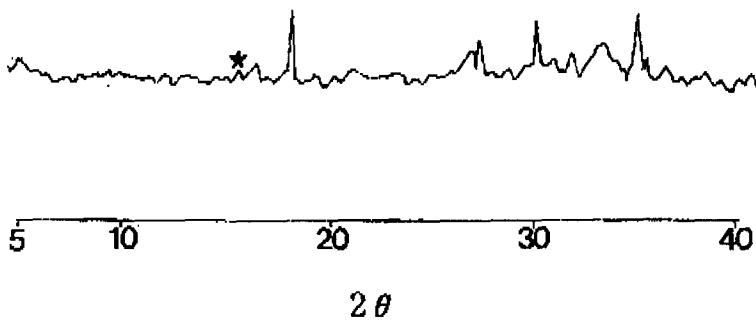
OPC

Steam Curing



OPC+ Fly Ash

Steam Curing



OPC+ Fly Ash

Steam Curing

Fig. 3 XRD analysis of cement and fly ash paste (3day curing)

따라서 플라이애쉬 콘크리트의 조기강도를 증진하고, 28일 설계강도를 만족시키기 위해서는 30%의 플라이애쉬를 포함한 콘크리트에 2%의 Na_2SO_4 를 첨가한 배합이 가장 적절한 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 석탄회 처리촉진방안으로 수행하였으며, 특히 플라이애쉬를 혼입한 콘크리트는 수중양생보다 증기양생할 때 그리고 Na_2SO_4 를 첨가하였을 때 조기강도면에서 우수한 것으로 판단되었으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시멘트페이스트는 수화작용이 진행됨에 따라 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 와 C-S-H수화물의 생성량이 증가하고, 플라이애쉬페이스트는 7일부터 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 량이 감소되는 것을 알 수 있었다.
2. SEM 및 XRD분석한 결과를 관찰하면 시멘트페이스트의 증기양생은 초기에 수화반응을 촉진시켜 수중양생보다 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 량이 더 많이 생성되었으며, 결과적으로 초기에 포졸란반응을 하여 플라이애쉬 콘크리트의 조기강도를 우수하게 발현시켰다.
3. 2%의 Na_2SO_4 를 플라이애쉬 콘크리트에 사

용할 때 초기에 Ettringite를 생성시켜 조기강도를 증진시켰으나, 28일 강도에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Bev Brown., "What the ready-mixed concrete industry has to offer", Journal of concrete, Vol 31, No. 2, 1997, 2, pp14-18
2. 남호기, 마삼선, 정경택, "석탄회 이용가치와 재활용기술", (1994. 4)
3. 한국전력공사 환경관리처, "석탄회 및 탈황석고활용 국제워크숍", (1997. 5)
4. 한국전력공사 (재)한국계면공학연구소, "석탄회활용 국제워크숍", (1996. 8)
5. 日本セメント協會 標準試驗方法, 1975. pp22
6. Caijun Shi and Robert L. DAY., "Acceleration of the reactivity of fly as by chemical activation", Cement and concrete research, Vol.25,1995,pp 15-21.
7. Weiping Ma, Chunling Liu, Paul W. Brown, and Sridhar Komarneni*, "Pore structures of fly ashes activated by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ", Cement and concrete research, Vol. 25, 1995, pp417-425.
8. Geber, S. H., and Klieger, P., "Effect of fly

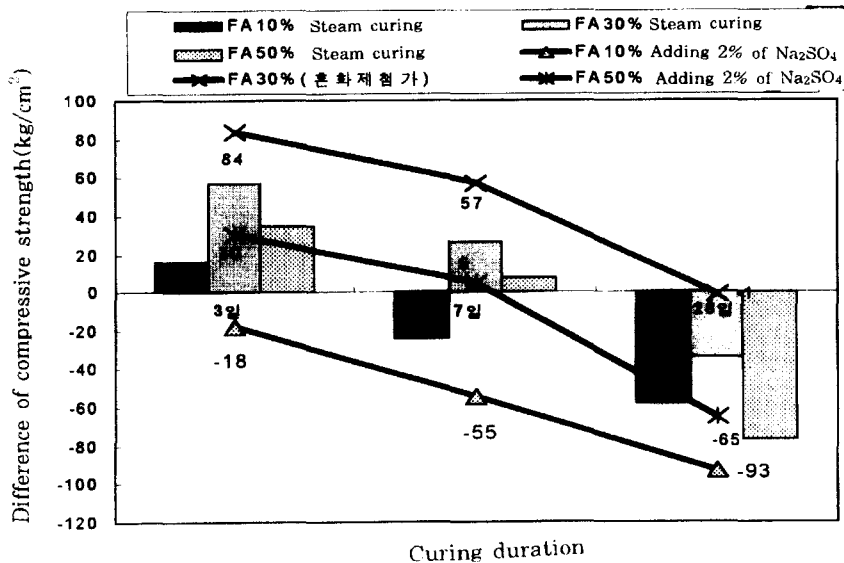


Fig. 4 Strength development of fly ash concrete with respect to concrete in water

- ash on physical properties of concrete". Proceedings, 2nd CANMRT/ACI International conference on the use of fly ash, silica fume, slag, and national pozzolan in concrete, madrid, spain, Apr. 21-25, 1986. Edited by V. M. Malhotra. American Concrete Institute, Detroit, MI, SP-91, 1986, pp 1-50
9. Shigun Li, Della M. Roy, and Amitabh kumar., "Quantitative determination of pozzolans in hydrated systems of cement or Ca(OH)₂ with fly ash or silica fume", Cement and concrete research, 1985, Vol.15, pp 1079-1086
10. ACI Committee 308. "Standard practice for Curing Concrete", ACI Standard 1992.
11. 최세규, 유승룡, 김생빈. "축진양생이 콘크리트의 탈형압축에 미치는 영향에 관한 연구". 대한건축학회 논문집 12권 3호 통권89호 (1996. 3), pp135-142
12. 광영근, 정상진. "상압증기양생에 의한 모르터의 강도발현성에 관한 기초연구". 대한건축학회 논문집 11권 1호 통권75호 (1995. 1), pp167-173
13. 이진용, 배성용 "증기양생이 플라이애쉬 콘크리트 강도발현에 미치는 영향" 한국콘크리트학회지 Vol. 10. No.1, 1998. 2 pp 101-108

요 약

플라이애쉬 대체량에 따른 변화, 양생방법이 미치는 영향 그리고 조기강도를 높이기 위해 첨가된 화학 혼화제가 시멘트-플라이애쉬 페이스트의 특징 및 콘크리트 강도에 미치는 영향을 알아보았다. 시멘트-플라이애쉬 페이스트의 압축강도는 시멘트로만 만들어진 페이스트보다 낮았으며, 플라이애쉬의 대체량이 증가할수록 강도차이가 증가하였다. 그러나 증기양생시 시멘트-플라이애쉬 페이스트는 수증양생시보다 압축강도가 증가하였으며, 특히 조기강도가 크게 향상되었다. 조기강도 증진을 목적으로 혼입한 활성화제 (Na₂SO₄)의 첨가는 시멘트-플라이애쉬 페이스트 조기강도를 증진시켰으며, 또한 Na₂SO₄와 플라이애쉬를 30% 함유한 플라이애쉬 콘크리트의 강도도 월등히 향상되었다.

(접수일자 : 1998. 4. 16)