

플라이애쉬 함유량이 콘크리트의 굳기전 성질 및 역학적 특성에 미치는 영향

Influence of Fly Ash Content with Respect to the Fresh and
Mechanical Properties in Concrete



이진용*

Lee, Chin-Yong



최수홍**

Choi, Soo-Hong



강석화***

Kang, Suck-Hwa



이광명****

Lee, Kwang-Myong

ABSTRACT

The role of fly ash in concrete become impotant with finding the charateristics of fly ash in which it is used as cement replacement material. An experimental study is carried out to investigate the characteristics of concrete containing fly ash. The loss of slump and air content of fly ash concrete tested up to 120 minutes are lower than those of ordinary concrete, but the setting time and bleeding are increased with increasing fly ash content. The compressive and tensile strength of fly ash concrete are slightly lower than those of ordinary concrete between 7 and 28 days, however, the long-term (at 180 days) compressive strength of fly ash concrete is significantly higher. In addition, fly ash reduces the heat of hydration and peak of temperature rise in concrete

- * 정회원, 동아건설 기술연구원 수석연구원
- ** 정회원, 동아건설 기술연구원 주임연구원
- *** 정회원, 동양중앙연구소 건설재료연구실장
- **** 정회원, 성균관대학교 토목공학과 부교수

- 본 논문에 대한 토의를 2000년 4월 30일까지 학회로 보내 주시면 2000년 6월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

국내외 경제여건의 급격한 변화는 산업전반에 많은 변화를 가져오게 되어 모든 산업현장에서 더욱 치열한 경쟁을 유발시킴과 더불어 원가절감 및 생산성 향상을 요구하고 있다. 특히 건설업체의 어려움이 매우 가중되게 됨에 따라 이를 극복하기 위한 많은 노력을 기울이고 있으며 원가절감의 측면에서 플라이애쉬의 사용이 급속하게 증가하고 있는 추세이다.

현재까지 선진국에 비하여 국내의 플라이애쉬 소비량은 적은 실정이다. 그러나 최근 들어 플라이애쉬의 장점이 연구를 통해 알려지면서 토목 및 건축공사에 활발히 적용되고 있다. 예를 들어 플라이애쉬가 콘크리트 미세조직의 치밀성을 향상시키는 특징을 이용하여 고내구성 콘크리트 생산에 활용되고 있으며, 콘크리트의 수화열을 감소시키는 저발열 콘크리트의 생산에도 적용되고 있다.^(1,2)

그러나 플라이애쉬 첨가량이 많아질수록 조기강도가 저하하고, 배합비 조정 및 품질관리에 어려움이 있어서 구조물 콘크리트에 플라이애쉬의 사용량은 극히 제한적이다. 그러므로 플라이애쉬 소비를 늘리기 위해서는 많은 양의 플라이애쉬를 콘크리트 구조물에 사용함으로 유발되는 문제점을 규명하고 이것을 극복하는 것이 중요하다. 선

진국에서는 많은 양의 플라이애쉬를 함유한 콘크리트의 개발에 많은 노력을 기울이고 있으며, 일부 토목공사에 적용하고 있으나, 국내에서는 아직 이에 대한 활용기술이 부족한 실정이다.⁽³⁾

본 연구는 플라이애쉬의 소비량을 늘리고, 경제적이고 내구성이 우수한 콘크리트를 생산하기 위하여, 기존의 플라이애쉬 첨가량(10%이내)에 비하여 다량(10%-50%)이며, 다양한 콘크리트 구조물에 적용하기 위해 180-500kg/cm²의 압축강도를 갖는 콘크리트의 공기전 특성과 역학적 특성을 실험을 통해 규명함으로써, 많은 양의 플라이애쉬를 콘크리트 구조물에 사용이 가능한지 판단하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 실험 개요

2.1 실험 재료

2.1.1 결합재

결합재는 D사에서 생산된 보통포틀랜드시멘트와 보령화력발전소에서 생산되어 정제 처리한 플라이애쉬를 사용하였으며, 시멘트와 플라이애쉬의 화학적 조성 및 물리적 특성은 Table 1과 같다.

2.1.2 골재

잔 골재는 해사를 세척하여 사용하고, 굵은 골

Table 1 Chemical composition and physical characteristics of binders

Item Sort	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Ig. loss (%)	Specific gravity	Specific surface area (cm ² /g)
Cement	20.68	5.16	3.02	62.42	4.71	2.42	1.36	3.15	3,450
Fly ash	57.09	24.66	10.50	2.58	1.37	0.94	3.02	2.10	4,350

Table 2 Properties of aggregate

Sort	Specific gravity	Absorption (%)	Fineness modulus (F.M)	Unit weight (kg/m ³)	Abrasion (%)	Stability (%)
Fine aggregate	2.6	1.2	2.7	1,570	-	-
Coarse aggregate	2.7	0.9	6.7	1,655	32.0	3.8

재는 최대 치수가 25 mm인 쇠석골재를 사용하였으며 골재의 물리적 특성은 Table 2와 같다.

2.2 실험 계획

실험을 위해 플라이애쉬 첨가율을 시멘트량의 0~50%까지 6가지로 하고, 물·시멘트 비를 조절하여 28일 설계 강도가 270kg/cm² 가 되도록 하였다. 슬럼프는 12±2cm, 공기량은 4~6%를 만족하는 배합을 하였으며, 압축강도에 따른 플라이애쉬의 영향을 조사하기 위해 추가로 플라이애쉬의 첨가량을 30%에 고정시키고 압축강도를 180~500 kg/cm² 하는 배합을 선택하였다. 그리고 시험착오법을 통하여 최종 배합비를 Table 3와 같이 결정하였다. (보통콘크리트는 270-FA0, 그 이외의 배합은 플라이애쉬와 압축강도의 변화에 따라 270-FA10, 500-FA30등으로 각각 표기하였음)

2.3 시험 방법

2.3.1 응결시간

플라이애쉬의 첨가량에 따른 응결시간의 차이를 알아보기 위하여 KS F 2436의 판입 저항침에 의한 콘크리트 응결시간 시험방법에 준하여 온도 25℃, 습도 65%의 항온항습실에서 응결시

간을 측정하였다.

2.3.2 슬럼프 손실 및 공기량

현장 적용성을 고려하여 KS F 2402 및 KS F 2421에 따라 슬럼프 손실 및 공기량의 변화를 배합후 120분까지 측정하였다

2.3.3 블리딩

KS F2414에 따라 블리딩이 일어나지 않는 시간까지 계속 측정하였다.

2.3.4 압축강도 및 탄성계수

수중 양생한 Ø10×20cm의 공시체의 압축강도와 탄성계수를 KS F 2405와 KS F2438에 따라 만능 시험기를 사용하였으며, 충격공진법을 이용하여 동탄성계수를 측정하였다.

2.3.5 할열 및 휨 인장강도

할열 인장강도 및 휨 인장강도를 KS F2423과 KS F2407에 따라 측정하였다.

2.3.6 수화열

미소수화열 측정기 및 단열온도 상승시험기 (Concrete calorimeter)를 이용하여 수화열을 측정하였다.

Table 3 Mix proportions of concrete

Design strength (kg/cm ²)	FA level (%)	Binder(kg/m ³)					
		Water	Cement	Fly ash	Fine aggregate	Coarse aggregate	Admixture
270-FA0	0	170	420	-	740	1032	0.2
270-FA10	10	170	378	42	735	1021	0.2
270-FA20	20	165	336	84	655	1099	0.4
270-FA30	30	150	294	126	661	1115	0.7
270-FA40	40	140	252	168	662	1122	0.8
270-FA50	50	135	210	210	642	1138	1.1
180-FA30	30	180	233	100	747	1030	0.4
240-FA30	30	170	245	105	707	1082	0.5
270-FA30	30	150	294	126	661	1115	0.7
350-FA30	30	140	306	131	696	1090	2.0
500-FA30	30	130	325	139	660	1126	2.0

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 굳기전 플라이애쉬 콘크리트의 특성

많은 양의 플라이애쉬를 포함한 콘크리트의 굳기전 특성을 알아보기 위하여 구조물 콘크리트의 거푸집 해체시간과 밀접한 관계가 있는 응결시간과 콘크리트의 시공성 및 내구성에 영향을 미치는 슬럼프와 공기량 감소 특징들을 실험하였다.

3.1.1 응결시간

Fig. 1은 프록터 판입시험의 결과를 보여준다. 플라이애쉬의 첨가량이 증가함에 따라서 응결시간이 길어지는 것으로 나타났으며, 보통콘크리트의 초결은 6시간, 종결은 8시간만에 완료되었으며, 플라이애쉬를 30% 첨가(270-FA30)한 콘크리트의 초결은 8시간 30분, 종결은 11시간 30분이 소요되고, 플라이애쉬를 50% 첨가(270-FA50)한 콘크리트는 초결이 15시간, 종결이 20시간으로 보통콘크리트와 비교하여 초결은 9시간, 종결은 12시간의 차이를 보여주고 있다. 이것은 플라이애쉬 첨가량이 증가할수록 상대적으로 시멘트 양이 절감됨으로 콘크리트내의 C_3A , C_3S 양이 감소하고, 플라이애쉬 포졸란 반응이 응결시간을 지연시킨 것으로 간주된다.^(4,5,6)

3.1.2 슬럼프 손실 및 공기량 변화

Table 4는 플라이애쉬 혼입량과 경과시간에 따른 슬럼프 및 공기량 경시변화의 시험결과이다.

보통콘크리트는 플라이애쉬 콘크리트에 비하여 슬럼프 손실이 큰 것으로 나타났으며, 270-FA50 배합에서 최초 30분 동안의 슬럼프 손실이 다른 배합보다 큰 값을 보이고 있으나, 시간이 경과함에 따라 손실률이 완만한 구배로 증가하였다. 이것은 혼화제와 배합수가 초기 슬럼프에 영향을 미치고 시간이 경과함에 따라 플라이애쉬 콘크리트의 응결시간 지연이 슬럼프 손실을 감소시킨 것으로 판단된다. 설계강도에 따른 슬럼프 경시변화는 350-FA30 배합을 제외한 다른 배합들은 유사한 경향을 보이고 있다.

시간에 따른 공기량 변화에서 플라이애쉬 콘크리트는 보통콘크리트와 비교해서 플라이애쉬 양이 증가할수록 공기량 경시변화가 적으나, 콘크리트 강도에 따른 공기량 손실은 그 차이가 적다. 그러나 일부 문헌^(5,6)에 의하면 플라이애쉬내의 미연탄소분이 콘크리트내의 공기량 감소를 유도하는 것으로 알려져 있으나, 본 연구에서 사용된 플라이애쉬는 미연탄소분 함유량이 상대적으로 적어 이러한 현상을 발견할 수 없었던 것으로 간주된다.

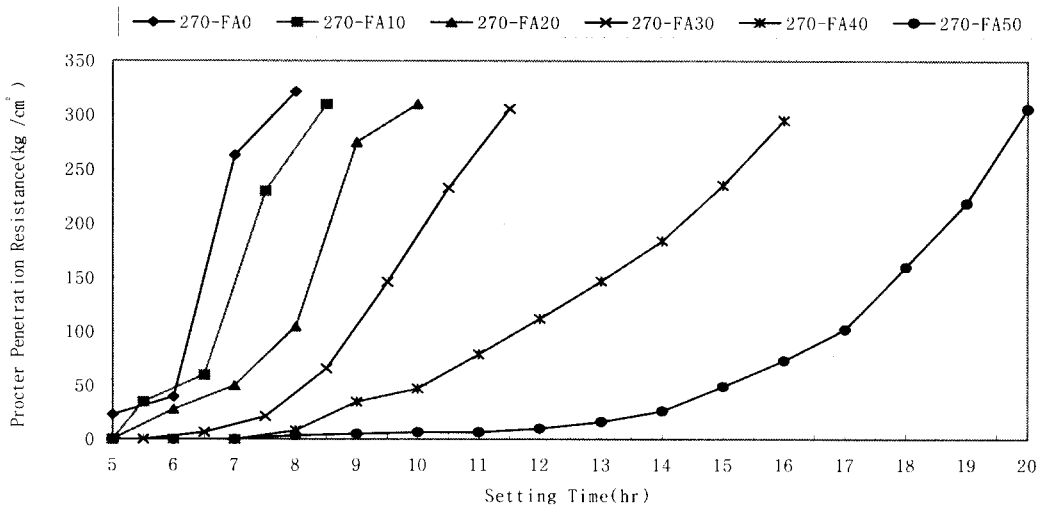


Fig. 1 Setting time with various fly ash level

Table 4 Slump loss and reduction of air content with time

FA level (%)	0		30min		60min		90min		120min	
	Slump (cm)	Air content (%)	Slump (cm)	Air content (%)	Slump (cm)	Air content (%)	Slump (cm)	Air content (%)	Slump (cm)	Air content (%)
270-FA0	12.0	5.0	8.0	3.9	4.7	3.4	3.2	2.6	1.8	2.3
270-FA20	12.0	5.0	9.2	3.4	5.7	3.2	3.6	3.0	2.2	2.6
270-FA30	12.0	5.0	9.0	4.3	6.0	4.1	5.3	3.8	3.8	3.0
270-FA40	12.0	5.0	10.0	4.1	6.0	3.3	4.7	3.0	4.0	3.0
270-FA50	12.0	5.0	7.7	4.0	5.1	3.8	5.1	3.5	4.3	3.2
180-FA30	12.0	5.0	8.1	4.3	6.4	4.1	5.1	3.4	3.4	3.3
240-FA30	12.0	5.0	8.7	4.8	7.1	4.3	5.5	4.1	5.5	4.0
270-FA30	12.0	5.0	9.0	4.3	6.0	4.1	5.3	3.8	3.8	3.0
350-FA30	12.0	5.0	5.8	3.6	4.8	3.1	3.4	2.8	2.4	2.4
500-FA30	12.0	5.0	7.3	4.3	6.0	4.3	5.1	3.6	4.7	3.6

3.1.3 블리딩

Fig. 2는 시간 경과에 따른 플라이애쉬 콘크리트의 블리딩률을 나타낸 것이다. 보통콘크리트는 약 1.5%이며 플라이애쉬의 양이 증가할수록 블리딩률이 증가하여 270-FA50은 약 4.8%로 증가였다.

이것은 혼화제(고성능감수제, AE 연행제)의 양이 증가하고, 배합수가 감소할수록 블리딩률이 감소하는 다른 연구결과와 상반⁽⁶⁾ 되는 것으로, 본 실험결과에서는 블리딩률이 혼화제나 배합수에 의한 영향보다는 응결시간의 지연으로 인하여 콘크리트내의 자유수가 초기에 많이 발생하고 지속적인 자유수 배출이 블리딩 양을 증가시킨 것으로 판단된다. 그러나 압축

강도에 따른 블리딩률 시험에서는 W/B비가 높아지고, 배합수의 함유량이 증가할수록 블리딩률이 증가하였다(Fig. 3).

3.2 플라이애쉬 콘크리트의 역학적 특성

플라이애쉬의 첨가량은 콘크리트의 용도에 따라 다양하게 사용되고 있으나, 구조용 콘크리트의 재료에 사용시 ACI규정⁽⁷⁾에 의하면 결합재의 무게 대비로 25% 미만을 치환할 것을 제안하고 있다. 그러므로 많은 양의 플라이애쉬를 구조물 콘크리트의 부재(보, 슬래브등)로 사용하기 위해서는 설계시 기본이 되는 플라이애쉬 콘크리트의 압축강도는 물론이고,

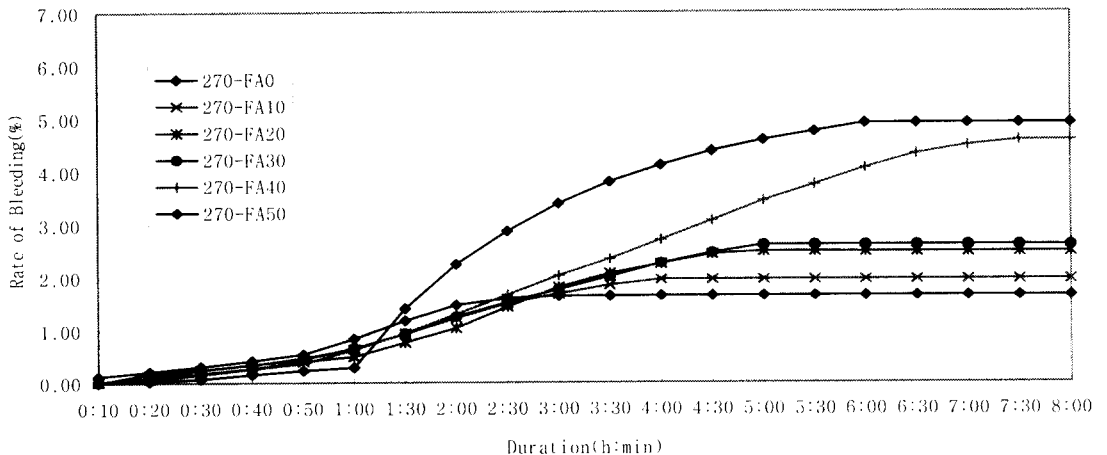


Fig. 2 Rate of bleeding with various fly ash level

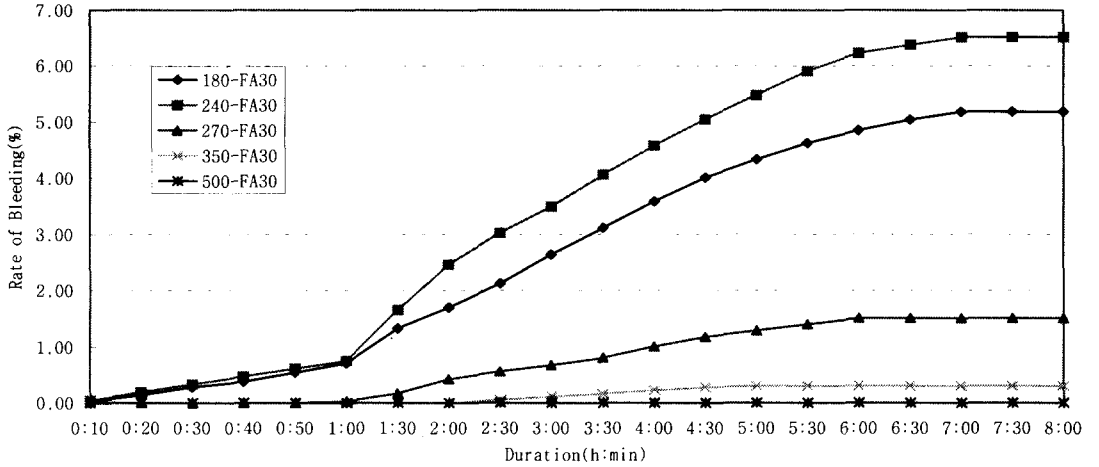


Fig. 3 Rate of bleeding with various design strength

인장강도, 탄성계수 등의 역학적 특성이 규명되어야 한다.

Table 5는 플라이애쉬의 첨가량과 설계강도에 따른 콘크리트 압축강도를 재령에 따라 나타낸 것이다. 재령초기에 압축강도는 대체적으로 플라이애쉬의 양이 증가하고, 배합강도가 낮아질수록 감소하였다. 이러한 결과는 현장에서 플라이애쉬 콘크리트의 거푸집 탈형시간을 지연시킨다. 미국 ACI규정⁽⁸⁾에 의하면 거푸집 탈형 시간은 타설후 0.5일~14일로 구조물의 위치나 지지여부에 따라 탈형 시간을 달리하고 있다. 따라서 많은 양의 플라이애쉬를 콘크리트 구조용 부재에 사용시에는 조기강도가 보통 콘크리트에 비하여 감소함으로써 거푸집 탈형기간의 연장이 고려되어야 한다.

콘크리트의 양생기간이 길어짐에 따라 플라이애쉬를 함유한 콘크리트(270kg/cm²)의 압축강도는 보통콘크리트에 비하여 약 30~130 kg/cm² (재령 90일)가 증가하였다. 이와 같이 장기강도

가 증가한 것은 플라이애쉬의 포졸란반응이 영향을 미친 것으로 간주된다.⁽⁹⁾ 다양한 설계강도 (180~500 kg/cm²) 갖는 플라이애쉬 콘크리트의 압축강도 발현에서도 포졸란 반응으로 유사한 경향을 나타낸다.

Table 5 Compressive strength of fly ash concrete

	Concrete mix			
	Compressive strength (kg/cm ²)			
	3day	7day	28day	90day
270-FA0	224	276	352	397
270-FA10	187	258	358	438
270-FA20	236	287	376	496
270-FA30	200	280	406	530
270-FA40	188	231	345	475
270-FA50	165	221	343	486
180-FA30	96	173	255	378
240-FA30	132	204	327	410
270-FA30	200	280	406	530
350-FA30	210	292	375	523
500-FA30	355	454	582	741

Table 6 Tensile and elasticity

Concrete mix	Split tensile strength (kg/cm ²)		Flexural strength (kg/cm ²)		Static modulus of elasticity (kg/cm ²)		Dynamic modulus of elasticity (kg/cm ²)
	7day	28day	7day	28day	7day	28day	28day
270-FA0	21	30	30	37	2.7×10 ⁹	3.1×10 ⁹	4.3×10 ⁹
270-FA30	17	28	29	36	2.8×10 ⁹	3.4×10 ⁹	4.4×10 ⁹
270-FA50	14	31	21	35	2.9×10 ⁹	3.2×10 ⁹	4.3×10 ⁹

플라이애쉬 함유율에 따른 콘크리트의 인장강도 및 탄성계수 특성을 알아보기 위해 일부 배합(270-FA30, 270-FA50)을 지정하여 실험을 한 결과(Table 6), 보통콘크리트의 28일 휨강도는 압축강도의 약 10%이고, 많은 양의 플라이애쉬를 함유한 콘크리트는 약 9~10%로 보통콘크리트에 비하여 낮았다. 콘크리트의 휨강도는 활열인장강도에 비하여 높았으며 플라이애쉬량이 증가할수록 낮아졌다. 그리고 50%의 플라이애쉬를 첨가한 콘크리트(270-FA50)의 강도 차이가 270-FA0, 270-FA30에 비하여 적은 것으로 나타났다.

철근콘크리트 구조물에서는 콘크리트의 인장강도가 설계시 무시되고 있으나, 프리스트레스 구조물에서는 설계시 중요한 요소로 작용하고 있다. 도로교 표준시방서에 의하면 사용하중 작용시 콘크리트의 휨 인장응력은 $1.5\sqrt{f_{cu}}$ (설계강도 270 kg/cm²인 경우 25kg/cm²), 균열응력을 $2.0\sqrt{f_{cu}}$ (설계강도 270kg/cm²인 경우 33kg/cm²)으로 가정하여 설계를 하도록 규정되어 있다. 시험 결과에 의하면, 모든 플라이애쉬 콘크리트의 휨 강도가 35kg/cm² 이상으로 규정을 만족하고 있으나, 초기(7일) 강도가 보통콘크리트와 비교하여 약 1~9 kg/cm²이 낮았다. 따라서 많은 양의 플라이애쉬를 함유한 콘크리트를 프리스트레스 구조물의 부재에 사용할 때에는 초기 프리스트레스 도입시 인장강도에 대한 충분한 검토가 요구된다.

탄성계수 시험에서는 플라이애쉬 콘크리트가 7일, 28일 모두 높은 것을 보여주고 있으나, 그 차이는 적은 편이다.⁽⁹⁾ 그러므로 많은 양의 플라이애쉬를 함유한 콘크리트를 구조물 공사에 적용시 설계에 반영되는 탄성계수는 기존에 사용되는 보통콘크리트의 산출식이 사용 가능한 것으로 판단된다.

3.3 플라이애쉬 콘크리트의 수화열

콘크리트의 역학적 특성 중 콘크리트가 수화할 때 생성되는 수화열은 콘크리트 구조물에 온도를

력을 발생시키고, 이것이 콘크리트 인장응력보다 높을 경우에는 균열을 유발하고, 구조물의 안전성 및 내구성을 감소시켜 콘크리트 구조물을 열화시키는 주요한 원인이 된다.

Table 7은 24시간에서 72시간 사이에 시멘트-플라이애쉬 분말의 누적발열량을 나타낸 것으로 플라이애쉬의 양이 많아지고, 시험시간이 길어질수록 누적발열량이 감소하는 것을 나타내고 있다. 특히 시멘트를 플라이애쉬로 50% (270-FA50) 대체한 분말은 시멘트 분말에 비하여 누적발열량이 약 50%정도 줄어들고, 시간당 최대발열량도 시멘트 분말인 경우에는 실험시작 후 7~9시간 사이에, 시멘트-플라이애쉬 분말인 경우에는 10~12시간 사이에 일어나는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 많은 양의 시멘트가 플라이애쉬로 대체됨에 따라 수화시 수화열을 발생시키는 시멘트내에 화학조성분의 감소와 플라이애쉬의 포졸란 반응으로 인하여 시간당 발열량이 감소한 것으로 판단된다.⁽⁵⁾

Table 7 Heat evolution of cement-fly ash paste

Concrete mix	24 Hours	48 Hours	72 Hours
270-FA0	43.3 cal/g	54.9 cal/g	62.4 cal/g
270-FA10	42.4 cal/g	52.9 cal/g	59.5 cal/g
270-FA20	35.0 cal/g	45.7 cal/g	49.0 cal/g
270-FA30	31.8 cal/g	40.7 cal/g	45.8 cal/g
270-FA40	28.5 cal/g	37.5 cal/g	42.8 cal/g
270-FA50	23.9 cal/g	31.7 cal/g	36.2 cal/g

콘크리트에 있어서 시멘트 수화작용에 의하여 발생되는 수화열은 단열온도 상승곡선으로 표현되며 콘크리트 구조물의 온도분포와 열응력을 산정하는 데 반드시 필요하며, 일반적으로 단열온도 상승곡선은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$T(t) = K(1 - e^{-rt})$$

여기서 K 는 최대 상승 온도(°C)이고, r 은 반응 속도를 정의하는 상수이다.

본 연구에서는 플라이애쉬를 혼입한 콘크리트

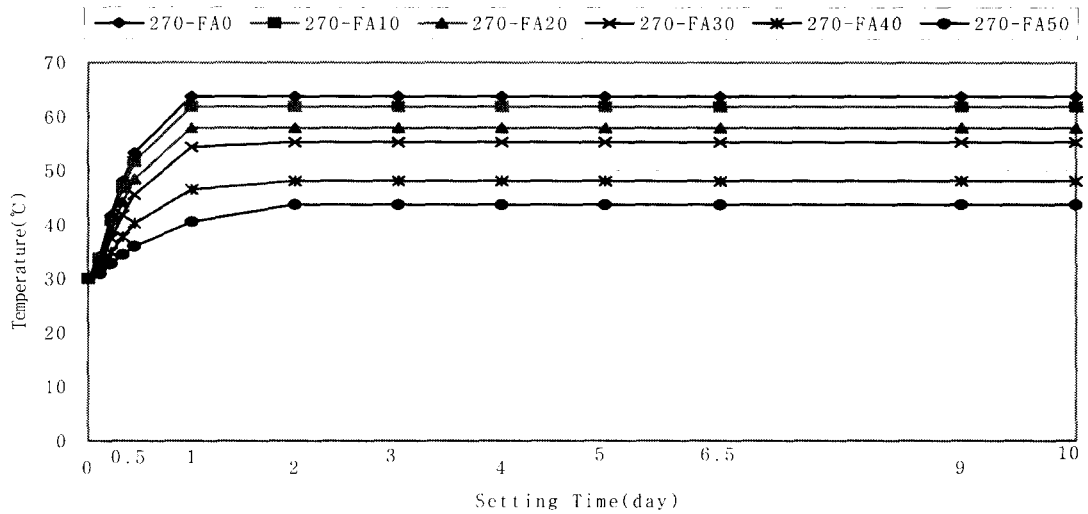


Fig. 4 Adiabatic temperature rise curve of fly ash concrete

의 단열온도 상승실험을 실시하여 Fig. 4와 같은 결과를 얻었으며, 이것을 이용하여 K 와 r 을 구한 값을 Table 8에 표시하였다. 이들 값은 플라이애쉬의 함유량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있다. 즉 플라이애쉬를 사용하면 수화열에 의한 온도상승량이 저하되고 온도의 증가율도 감소함을 알 수 있다. 따라서 많은 양의 플라이애쉬를 함유한 콘크리트는 보통 콘크리트에 비하여 수화열이 월등히 감소하므로 온도응력에 의한 콘크리트 균열 발생위험이 낮아지게 된다.

Table 8 Adiabatic temperature rise curve of fly ash concrete

Concrete mix	Constant of adiabatic temperature rise curve per hour	
	K (°C)	r
270-FA0	50.5	1.42
270-FA10	49.0	1.34
270-FA20	45.8	1.18
270-FA30	42.9	1.03
270-FA40	31.7	0.89
270-FA50	30.5	0.50

4. 결론

많은 양의 플라이애쉬를 혼입한 콘크리트의 공기전 특성 및 역학적 특성 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 콘크리트의 응결시간은 플라이애쉬의 첨가량이 증가함에 따라 지연되는 경향을 보이고 경과 시간에 따른 슬럼프 손실은 보통 콘크리트가 플라이애쉬 콘크리트보다 큰 것으로 나타났으며, 플라이애쉬의 첨가량이 증가 할수록 콘크리트의 공기량의 감소가 적었다.
- 2) 플라이애쉬 콘크리트의 블리딩률은 플라이애쉬 첨가량이 많아질수록 블리딩률이 증가하였다. 그러나 콘크리트내에 플라이애쉬 첨가량이 일정할 경우에는 블리딩률은 배합강도가 높을수록 감소하였다.
- 3) 플라이애쉬 첨가량이 많아질수록 초기 압축 및 인장강도가 감소하였으나, 28일 이후에는 압축강도발현이 매우 우수하였다. 그리고 재령 7일 및 28일 탄성계수는 서로 비슷한 경향을 보였다.
- 4) 플라이애쉬는 콘크리트 온도 상승량 및 온도 증가율을 감소시켰다.

참고문헌

1. 한국전력공사 환경관리처. 석탄회 및 탈황석고 활용 국제워크숍. 한국전력공사, 1997. 5.
2. 한국전력공사 (재)한국계면공학연구소. 석탄회 활용 국제워크숍. 한국전력공사, 1996. 8
3. 이진용, 배성용. "플라이애쉬 혼입량 및 양생방법이 콘크리트의 강도 발현에 미치는 영향" 한국콘크리트학회 학술발표집, 제9권 1호, 1997. 5. pp 118~123.
4. Geber, S. H., and Klieger, P., "Effect of fly ash on physical properties of concrete" Proceedings of 2nd CANMRT/ACI International conference on the use of fly ash, silica fume, slag, and national pozzolan in concrete, ACI, SP-91, 1986, pp 1-50
5. Helmut, R. Fly ash in cement and concrete, Portland cement association, 1987, 193 pp.
6. Malhotra V.M. and Ramezani-pour A.A., "Fly Ash in Concrete" CANMET, 1994. 9.
7. ACI Committee 301, "Standard specification for structural concrete", ACI manual of concrete practice, 1997.
8. ACI Committee 347R, "Guide to formwork for concrete", ACI manual of concrete practice, 1997.
9. ACI Committee 226, "Use of Fly Ash in Concrete", ACI manual of concrete practice, 1997.

요 약

플라이애쉬가 시멘트 대체제로 사용되면서 플라이애쉬는 콘크리트의 특성 변화에 중요한 역할을 하고 있다. 본 연구에서는 플라이애쉬 콘크리트의 굳기전 특성과 역학적 특성에 관한 실험을 수행하였다. 플라이애쉬 콘크리트의 슬럼프 및 공기량 감소는 보통콘크리트에 비하여 적었으나 블리딩율은 높아지고 응결 시간은 지연되었다. 플라이애쉬 콘크리트의 압축 및 인장강도는 7일~28일에는 보통콘크리트에 비하여 약간 감소하였다. 그러나 장기 압축강도(180일)는 월등히 우수하였다. 또한 플라이애쉬는 콘크리트 수화 열에 의한 온도 최대 상승량 및 온도 증가율을 감소시켰다.

(접수일자 : 1999. 7. 24)