

플라이애시 입도가 압축강도에 미치는 영향

Effect of the Fineness of Fly Ash on the Compressive Strength

조영근^{1*} · 김호규² · 김영안³

Young-Keun Cho^{1*} · Ho-Kyu Kim² · Young-Ahn Kim³

(Received August 30, 2017 / Revised August 31, 2017 / Accepted September 1, 2017)

In general, various factors such as grain size, chemical composition, amorphous amount, amorphous Si and Al content of fly ash affect the reaction with cement. In this study, we investigate the effect of fly ash particle characteristics on compressive strength. The standard sand was pulverized to a particle size similar to that of fly ash and the compressive strength was measured by blending with the cement as in fly. Using the measured compressive strength results, strength enhancement by cement hydration reaction and strength enhancement by particle filling effect were confirmed. Strength increment by pozzolanic reaction of fly ash was calculated by using the compressive strength results of mortar substituted with standard powder. As a result of comparison between compressive strengths and the particle characteristics of fly ash, the blaine showed a weak correlation with the compressive strength and the PI(Pozzolanic Index) showed good correlation with the 10% penetration diameter(D10) and the 50% Respectively. Therefore, it is expected that PI will be a good means to evaluate the fly ash characteristics together with the chemical characteristics of fly ash.

키워드 : 입도, 플라이애시, 포졸란 반응, 압축강도

Keywords : Fineness, Fly ash, Pozzolanic reaction, Compressive strength

1. 서론

석탄화력발전소의 미분탄 연소 보일러에서 연소 후 전기집진장치에서 포진되는 플라이애시는 시멘트 및 콘크리트 분야에서 낮은 수화열 및 뛰어난 내구성능 때문에 시멘트 대체 재료로서 다양하게 사용되고 있으며 많은 연구자들이 활발하게 연구를 진행하였다(Nath et al. 2011; Gartner 2003).

플라이애시는 유효한 포졸란 물질이며, 콘크리트의 내구성 향상, 환경부하의 관점에서 매우 유용한 건설재료이지만 S. Hanehara et al.(2009)에 따르면에 따르면, 발전소 설비의 변화, 탄종의 확대, 연소온도의 저하 등에 의해 플라이애시의 품질 변동이 커지고 있다. 플라이 애시의 품질적인 측면에서 보면, 석탄의 종류 및 연소조건이 다양하기 때문에 플라이 애시 품질의 편차가 크고, 두 번째로

는 NOx 저감을 위해 미분탄 연소 보일러의 연소온도를 낮춤으로 미연탄소량과 이형의 입자가 많은 플라이애시가 배출되기 때문이다.

플라이애시를 콘크리트에 사용하기 위하여 KS L 5405의 경우, SiO₂ 함량, 분말도, 밀도, 수분, 강열감량, 플로우비 및 활성도 지수 등의 품질 항목을 선정하여 관리하고 있다. 이러한 KS 품질 항목 중에서 공기 투과장치에 의한 분말도를 기준으로 플라이애시 1종(4,500cm²/g 이상), 2종(3,000cm²/g 이상), 3종(2,500cm²/g 이상) 및 4종(1,500cm²/g 이상)으로 구분하고 있다(Korean standard association, Korean Standard L 5405(fly ash), 2016). 이와 같이 분말도는 플라이애시의 품질을 결정하는 요인 중 하나로서, 콘크리트의 첨가재료의 활용 여부를 결정할 수 있는 가장 중요한 항목으로 평가된다.

기존의 이론에 따르면(Blaschke 1985; Baert et al. 2008;

* Corresponding author E-mail: young@kcl.re.kr

¹한국건설생활환경시험연구원 책임연구원 (High-Tech Construction Materials Center, Korea Conformity Laboratories, Seoul, 08503, Korea)

²한국건설생활환경시험연구원 선임연구원 (High-Tech Construction Materials Center, Korea Conformity Laboratories, Seoul, 08503, Korea)

³하나케이텍 기술연구소 연구소장 (Hana K-Tec, Kyonggi-do, 17402, Korea)

Bentz et al. 2006) 플라이애시는 넓은 입자크기 분포와 구형 입자의 특성으로 인해 충전효과(packing effect)에 의해 충전률을 향상 시켜서, 수화 초기 단계에 자체적으로 반응을 하지 않지만, 충전 효과(filler effect) 때문에 시멘트 클링커의 수화 반응을 촉진시킨다.

플라이애시가 강도에 미치는 요인은 플라이애시의 입도분포, 비 표면적, 화학성분과 광물조성 등이 포졸란 반응속도에 영향을 미치는 것으로 정리되고 있다(T. Yamamoto et al. 2006; E. Sakai et al. 2005). 플라이애시의 특성에 따라 충전효과와 포졸란 반응을 정량적으로 산정할 수 있고 이에 대한 영향인자를 분석할 수 있다면, 플라이애시를 활용한 콘크리트의 제조 및 활용에 많은 도움이 될 것이다.

본 연구에서는 산지가 다른 19종의 플라이애시의 입자 특성에 대하여 분석하고 모르타르 배합실험을 통하여 플라이애시 입자 특성이 포졸란 반응에 미치는 영향에 대하여 평가하였다.

2. 실험 계획

2.1 사용재료

모르타르에 배합에 사용된 원료재료는 일반 포틀랜드시멘트(A

사), 19종의 플라이애시를 사용하였다. 일반 포틀랜드시멘트와 플라이애시의 화학성분과 물리특성을 Table 1에 나타내었다. 플라이애시는 경기지역 레미콘에서 사용되는 것을 수거하여 사용하였다. Table 1에서 보이는 바와 같이 대부분의 플라이애시는 SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃의 함량이 80% 이상이고, CaO 함량이 10% 이하로 ASTM C 618에서 규정한 Class F에 해당한다.

플라이애시의 밀도는 2.08~2.35로 모두 KS L 5405의 1.95 이상을 만족하고 있으며, 강열감량의 측정결과 FA5, FA11, FA17, FA18은 강열감량이 5%를 초과하여 KS 기준에 미달하였다. 분말도는 가장 낮은 플라이애시가 FA18의 3,100cm²/g이었으며, 가장 높은 분말도는 FA9로 4,550cm²/g이었다. 화학성분, 밀도, 분말도 등의 값으로부터 실험에 사용된 플라이애시는 KS L 5405의 2종이었다.

2.2 모르타르 배합

플라이애시의 특성에 따른 모르타르 강도 변화는 KS L 5405 부속서 A에 따라서 배합을 하였다. 배합은 Table 2에서 보이는 바와 같이, 시멘트 450g, 물 225g, 표준사 1,350g을 기본배합으로 하고, 플라이애시를 시멘트 양의 25% 치환하였다. 플라이애시 배

Table 1. Chemical composition and physical properties of fly ashes and cement

	Chemical composition										Physical properties	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	L.O.I	Sum	Density(g/cm ³)	Blain(cm ² /g)
OPC	21.0	5.09	2.99	61.6	2.07	1.03	0.21	2.41	2.66	99.06	3.14	3,530
FA1	55.4	22.2	6.84	5.12	1.84	1.55	1.26	0.71	3.70	98.62	2.21	4,150
FA2	66.1	19.1	6.49	1.95	0.91	1.16	0.35	0.32	2.57	98.95	2.24	3,880
FA3	59.1	20.0	6.22	3.65	1.71	1.62	0.99	0.36	4.43	98.08	2.17	3,900
FA4	62.6	20.0	7.13	2.83	1.20	1.20	0.65	0.32	2.62	98.55	2.23	3,820
FA5	54.0	22.0	6.43	4.76	1.48	1.21	1.34	0.50	6.70	98.42	2.20	3,800
FA6	62.4	17.7	6.89	4.15	1.55	0.97	1.24	0.34	2.53	97.77	2.28	3,780
FA7	62.3	19.0	6.30	3.42	1.49	1.62	0.75	0.37	3.55	98.80	2.24	3,320
FA8	57.7	21.1	6.39	4.26	1.80	1.67	1.06	0.52	3.91	98.41	2.20	4,170
FA9	53.0	20.7	6.94	6.17	2.31	1.21	2.30	0.51	4.93	98.07	2.25	4,550
FA10	56.6	20.9	8.09	4.66	1.82	1.20	1.27	0.72	2.61	97.87	2.35	3,840
FA11	58.3	20.8	6.83	3.44	1.39	1.15	0.94	0.35	5.16	98.36	2.14	3,540
FA12	60.0	19.8	6.41	3.14	1.32	1.18	0.90	0.49	4.76	98.00	2.20	3,960
FA13	61.9	18.7	6.15	3.28	1.33	1.19	0.81	0.48	4.43	98.27	2.19	4,410
FA14	57.5	19.7	6.24	7.55	1.86	1.18	0.51	0.38	3.31	98.23	2.19	3,840
FA15	62.3	20.2	6.66	2.54	1.15	1.18	0.64	0.42	3.28	98.37	2.23	4,150
FA16	61.1	21.0	4.87	2.68	1.11	1.45	1.00	0.42	4.55	98.18	2.21	4,110
FA17	52.2	22.4	7.57	5.22	1.93	1.12	1.46	0.82	5.16	97.88	2.30	3,100
FA18	58.1	21.1	5.02	5.01	1.40	1.23	0.86	0.26	5.26	98.24	2.08	3,490
FA19	52.4	23.0	8.85	5.51	2.06	0.79	1.26	0.47	2.94	97.28	2.29	3,840

Table 2. Mix design of mortar

	Cement	Fly ash	Quartz	Water	Sand
OPC	450.0	-	-	225.0	1350.0
FA	337.5	112.5	-	225.0	1350.0
OPC-Q	337.5	-	112.5	225.0	1350.0

합은 시멘트 337.5g, 플라이애시 112.5g, 물 225g, 표준사 1,350g으로 하였다. 입자의 충전 효과를 포졸란 반응과 분리하기 위해 표준사 분말을 사용하여 플라이애시와 동일하게 시멘트의 25%를 치환하였다. 모르타르의 혼합은 KS L ISO 679에 따라서 혼합하였다.

2.3 실험방법

모르타르의 압축강도는 각 실험재령에 따라 400×400×1600mm 크기의 시험체를 제작하여, 24시간 동안 상대습도 95% 이상인 습기함에서 양생한 후, 탈형하여 20±1℃로 조절되는 수조에서 시험재령까지 양생하였다. 압축강도 측정은 KS L ISO 679에 따라 압축강도를 측정하였다. 또한 압축강도 값은 6개의 시험체의 평균값으로 하였다.

포졸란 반응에 의한 강도 증분율(Pozzolanic Index, PI)은 아래 보이는 식 (1)과 같이 계산하였다. 이 식에서 포졸란 반응성이 없고, 입도가 플라이애시와 유사한 표준사에 의한 강도는 입자 충전 효과에 의한 것으로 가정하였다. 플라이애시 모르타르 압축강도에서 표준사 모르타르 강도의 차이를 포졸란 반응에 의한 강도 증가로 추정하였다.

$$PI = \frac{(a - b)}{a} \times 100 \quad (1)$$

여기서, a는 재령 t에서의 25% 플라이애시/75% 시멘트의 압축강도, b는 재령 t에서의 25% 석영분말/75% 시멘트의 압축강도이다. 석영분말은 KS L ISO 679를 만족하는 표준사를 평균입경 31.5μm로 분쇄하여 사용하였다.

분말도는 KS L 5106에 따라 공기투과장치에 의해서 측정하였으며, 원재료의 입자크기 분포는 레이저 회절법에 의한 Winner 2005A 장비를 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 입도 분포

플라이애시 및 표준사 분말에 대한 입도 분포(particle size distribution) 측정결과를 Table 3에 정리하였다. 평균입경은 FA18이 가장 큰 43.603μm 이었으며, FA6이 가장 작은 24.36μm이었다.

Table 3. Particle size distribution of used materials

	D10(μm)	D50(μm)	D90(μm)	mean(μm)
Quartz	10.618	29.122	55.417	31.487
FA1	1.198	10.57	90.405	36.446
FA2	15.971	27.07	45.864	29.473
FA3	12.625	22.774	41.081	25.334
FA4	15.929	25.638	41.237	27.477
FA5	20.667	29.879	43.132	31.147
FA6	12.267	21.962	39.301	24.36
FA7	18.539	27.984	42.173	29.463
FA8	25.325	34.731	47.57	35.806
FA9	15.015	24.64	40.409	26.559
FA10	13.271	22.05	36.617	23.859
FA11	22.656	32.44	46.378	33.731
FA12	5.386	21.182	83.228	37.161
FA13	21.593	31.88	46.991	33.386
FA14	13.694	23.09	38.903	25.101
FA15	15.015	24.64	40.409	26.559
FA16	13.358	22.772	38.791	24.845
FA17	20.149	29.406	42.859	30.714
FA18	9.138	29.07	92.413	43.603
FA19	21.266	31.042	45.284	32.435

10% 통과 직경인 D10의 경우 FA1이 가장 작은 1.198μm로 측정되었으며, FA8이 25.325μm 가장 컸다. 90% 통과 직경인 D90의 경우 FA10이 36.617μm로 가장 작았으며, FA18이 92.413μm로 90% 가장 큰 통과입경을 갖고 있었다. Fig. 1에서 보이는 바와 같이 실험에 사용된 플라이애시의 입도는 보통 D10과 D90의 차이가 20~30μm로 좁은 입도 폭을 갖고 있지만, FA1, FA12, FA18의 경우는 평균입경에서는 다른 플라이애시와 큰 차이를 보이지 않고 있지만, D10과 D90의 차이가 매우 큰 특징을 보이고 있다. 충전 효과 실험에 사용된 표준사 분말은 평균입경이 31.487μm이었으며, 분쇄된 표준사 분말(Quartz)의 10은 10.618μm, D90은 55.417μm이었다.

3.2 압축강도

Table 4와 같이 OPC의 28일과 91일 압축강도는 56.1MPa, 64.5MPa이었다. 표준사 분말을 25% 치환한 OPC-Q는 36.3MPa 및 37.2MPa로 압축강도가 매우 낮았다. 이는 표준사 분말은 충전 효과 이외에 플라이애시와 같은 포졸란 반응이 일어나지 않기 때문으로 생각된다.

플라이애시를 25% 치환한 M-FA1~M-FA19의 경우, 재령 28일에서는 M-FA7이 가장 낮은 41.6MPa이었으며, M-FA9가 52.6MPa

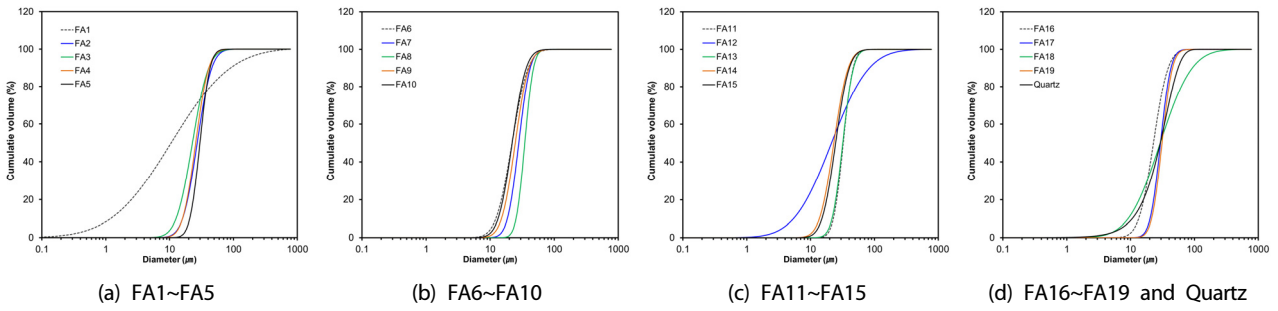


Fig. 1. Particle size distribution of fly ashes and quartz powder

Table 4. Compressive strength of mortar

	Compressive strength(MPa)		Activity Index(%)	
	28day	91day	28day	91day
OPC	56.1	64.5	100	100
OPC-Q	36.3	37.2	-	-
M-FA1	48.2	63.8	85.89	98.95
M-FA2	48.3	62.2	86.03	96.37
M-FA3	48.5	55.8	86.39	<u>86.55</u>
M-FA4	43.9	55.0	<u>78.26</u>	<u>85.25</u>
M-FA5	45.5	59.0	81.13	91.45
M-FA6	46.7	58.7	83.30	91.05
M-FA7	41.6	58.9	<u>74.19</u>	91.31
M-FA8	41.9	59.3	<u>74.65</u>	91.92
M-FA9	52.6	64.3	93.68	99.66
M-FA10	47.8	59.8	85.20	92.69
M-FA11	43.0	58.2	<u>76.71</u>	90.28
M-FA12	48.6	55.7	86.67	<u>86.30</u>
M-FA13	46.1	58.1	82.13	90.00
M-FA14	45.3	51.9	80.68	<u>80.42</u>
M-FA15	43.4	63.1	<u>77.33</u>	97.77
M-FA16	45.2	60.3	80.54	93.56
M-FA17	43.6	58.6	<u>77.72</u>	90.89
M-FA18	45.4	55.3	80.92	<u>85.70</u>
M-FA19	46.6	56.2	83.06	<u>87.13</u>

로 제일 높았다. 재령 91일의 경우에는 M-FA14가 가장 낮은 51.9MPa를 보였으며, 가장 높은 강도는 재령 28일의 경우와 동일하게 M-FA9로 64.3MPa의 압축강도를 보였다.

Fig. 2에 플라이애시의 분말도와 압축강도와의 관계를 보인다. 그림에서 보이는 바와 같이 플라이애시의 분말도와 28일 및 91일 압축강도 사이에는 상관성이 매우 약해서, 분말도와 재령 28일의 경우 결정계수(R^2) 0.2583, 재령 91일의 경우가 0.1581로 선형적인 관계는 없는 것으로 분석되었다.

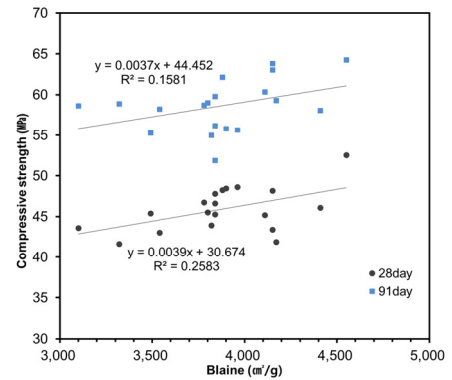


Fig. 2. Relationship of blaine and compressive strength

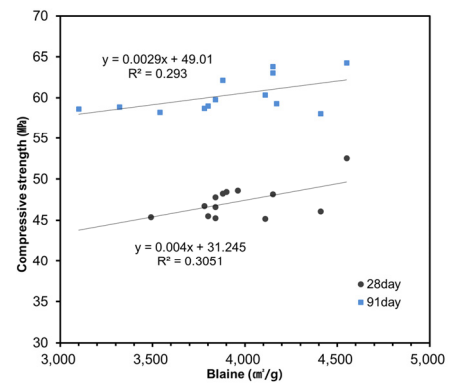
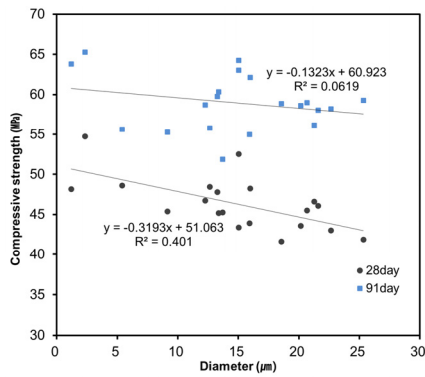


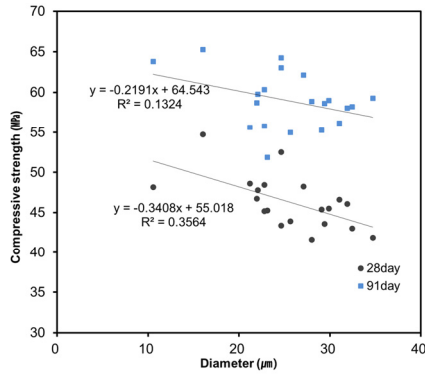
Fig. 3. Relationship of blaine and accepted activity index in KS L 5405

Fig. 3에 KS L 5405의 활성도 규정을 만족하는 플라이애시와 분말도와의 상관관계를 나타내었다. 그림에서 보이는 바와 같이 재령 28일과 91일 강도와의 결정계수가 Fig. 2에서 보이는 결과 보다 올라간 것을 확인할 수 있다. 즉, KS L 5405의 활성도 지수를 만족하는 플라이애시의 압축강도와 분말도는 어느 정도 선형관계를 형성하고 있다고 판단된다.

Fig. 4에 입도 분포 특성값 중의 하나인 10% 통과입경인 D10,



(a) D10



(b) D50

Fig. 4. Relationship of particle size and compressive strength

50% 통과입경인 D50과 압축강도와의 상관관계를 보인다. D10과 28일 압축강도와의 관계를 보면, 결정계수가 0.401로 앞에서의 분말도와의 상관성과 비교하면 좋은 상관관계를 나타내고 있다. 하지만 재령 91일 과의 결정계수는 0.0619로 매우 낮았다. D50과 압축강도의 상관관계는 D10과 유사한 경향으로 재령 28일에는 결정계수 0.3564이지만, 재령 91일에는 결정계수가 0.1324로 낮아지고 있다. 따라서 D10과 D50의 경우는 입자 충전 효과가 두드러진 재령 28일과 좋은 상관관계를 보이고 있다. 이상의 실험결과로부터 플라이애시 입자 특성이 모르타르의 압축강도에 영향을 미치고 있으나, 압축강도 발현에 있어서 입자 충전 효과와 포졸란 반응의 영향을 구분하기 어렵기 때문에 입자 크기와 일반적인 압축강도와의 상관관계를 규정하기 어려운 것을 확인하였다.

3.3 포졸란 반응에 의한 강도 증가

Fig. 5에 포졸란 반응에 의한 강도 증가분(PI)을 식(1)로부터 계산하여 재령 28일의 PI 28 및 재령 91일의 PI 91과 분말도와의 상관관계를 보인다. 사용된 압축강도 값은 KS L 5405의 활성도지수를 만족하는 강도만을 PI와 비교하였다.

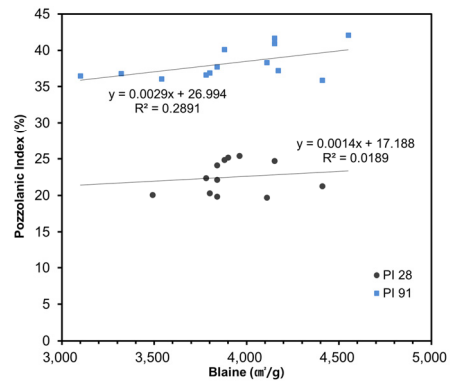
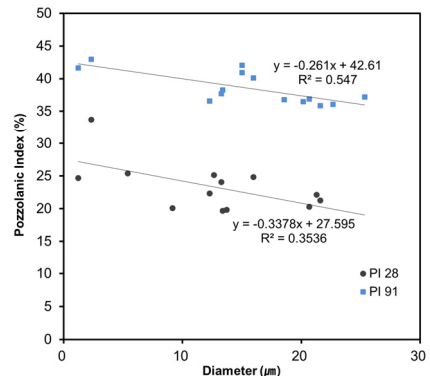
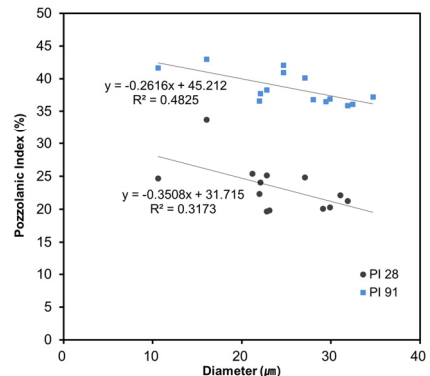


Fig. 5. Relationship of blaine and Pozzolanic Index



(a) D10



(b) D50

Fig. 6. Relationship of particle size and pozzolanic index

그림에서 볼 수 있는 바와 같이, 플라이애시 분말도와 PI는 큰 상관관계가 없는 것으로 보인다. 재령 28일 PI와 분말도 관계에서 결정계수는 0.0189이었지만, 재령 91일 PI의 경우는 0.2891로 재령 28일보다는 약간 높은 결정계수를 보이고 있으나, 앞에서의 Figs. 3과 4의 결정계수보다 낮은 상관성을 보이고 있다.

Fig. 6에 플라이애시의 입자 특성(D10, D50)과 PI와의 관계를 나타내었다. D10의 경우 재령 28일과 결정계수는 0.3536으로 28

일 압축강도와외 결정계수보다 약간 낮아졌지만, 재령 91일의 경우에는 결정계수가 0.547로 큰 폭으로 향상되었다. 이는 플라이애시의 포졸란 반응이 재령 28일 이후에 본격적으로 시작되기 때문으로 생각된다. D50의 경우도 D10과 유사한 경향을 보이고 있다. Fig. 6(b)에서 보이는 바와 같이, D50과 재령 28일 PI와의 결정계수는 0.3173으로 28일 압축강도와 비교했을 때의 결정계수보다 약간 낮아졌다. 하지만 동일하게 재령 91일의 PI는 큰 폭으로 향상되어 결정계수는 0.4825이었다. 이와 같이 플라이애시 입자 특성 D10, D50이 플라이애시 모르타르 강도 발현에 영향을 미치고 있는 것을 확인하였다. 다만 포졸란 반응에 대한 정량적인 분석을 위해서는 플라이애시의 입자 특성과 더불어 비정질 함량, 비정질 Si와 Al 양 등의 화학적 특성과 함께 검토할 필요가 있는 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구에서는 플라이애시의 입자 특성이 플라이애시 시멘트 모르타르 강도에 영향을 미치고 있는 것을 확인하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험에 사용된 19종 플라이애시는 모두 KS L 5405의 기준을 만족하는 것은 아니었다. 강령감량과 28일 및 91일 활성화 지수에서 KS 기준을 만족하지 못하는 플라이애시가 있었으나, SiO₂ 함량, 분말도는 모두 만족하고 있었다. 또한 입도분포 특징은 10% 통과직경(D10)과 90% 통과직경(D90)의 입자 크기 차이가 매우 작은 입도 분포 특성을 나타내었다.
2. 플라이애시 모르타르의 재령 28일 압축강도와 플라이애시의 분말도 사이에는 약한 상관성이 확인되었다. KS L 5405의 활성화도 지수 기준을 만족하는 플라이애시 모르타르의 경우는 분말도와 재령 28일 압축강도의 상관성이 향상되었다.
3. 플라이애시 모르타르 재령 28일 압축강도와 D10, D50의 상관성은 분말도보다 높은 상관성을 보이고 있었다. 특히, D10은 플라이애시의 활성화도 지수 만족여부에 관계없이 매우 좋은 상관성을 보이고 있었다. 하지만 재령 91일의 경우 D10, D50과의 상관성이 없는 것으로 판단되었다.
4. 플라이애시 분말도는 포졸란 반응 강도 증분을 PI와 재령에 관계없이 상관성이 없는 것으로 나타났다.
5. PI와 D10 및 D50 사이에는 좋은 상관성을 보이고 있었다. 재령 91일의 경우 D10은 압축강도와 가장 좋은 상관성을 보이고 있었다.
6. 플라이애시 입자 특성 중 D10의 경우 포졸란 반응이 약한 초기 재령에서는 압축강도와 좋은 상관성을 보이고 있으며, 장기재령에서는 PI와 높은 상관성을 보여 플라이애시 품질 판단 기준

으로 활용 가능성이 높을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2015 에너지기술개발사업의 지원을 받아 수행한 연구과제(20155020301020)입니다. 이에 감사드립니다.

References

Baert, G., Hoste, S., De Schutter, G., De Belie, N. (2008). Reactivity of fly ash in cement paste studied by means of thermogravimetry and isothermal calorimetry, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **94**, 485-492.

Bentz, D.P. (2006). Influence of water-to-cement ratio on hydration kinetics: simple models based on spatial considerations, *Cement and Concrete Research*, **36(2)**, 238-244.

Blaschke, R. (1985). Zur Einbindung der Flugasche in den Bindemittelstein, in : VGB – Sondertagung 1984, VGB – Bericht, Essen, 80-88.

E, Sakai., S, Miyahara., S, Ohsawa., Lee, S.H., M, Daimon. (2005). Hydration of fly ash cement, *Cement and Concrete Research*, **35**, 1135-1140.

Fraay, A.L.A., Bijen, J.M., de Haan, Y.M. (1989). The reaction of fly ash in concrete a critical examination, *Cement and Concrete Research*, **19(2)**, 235-246.

Gartner, E. (2003). Industrially interesting approaches to “Low-CO₂” cements, *Cement and Concrete Research*, **34(9)**, 1489-1498.

Korean Standard Association. (2016). Korean Standard L 5405 Fly ash.

Nath, P., Sarker, P. (2011). Effect of fly ash on the durability properties of high strength concrete, *Procedia Engineering*, **14**, 1149-1156.

S, Hanehara., S, Asano., T, Yamamoto., T, Nozaki. (2009). Characters of recent 16 fly ashes and their compressive strength of fly ash cement, *Cement Science and Concrete Technology*, **63**, 120-126.

T, Yamamoto., T, Kanazu., M, Nambu., T, Tanosaki. (2006). Pozzolanic reactivity of fly ash – API method and K-value, *Fuel*, **85**, 2345-2351.

플라이애시 입도가 압축강도에 미치는 영향

일반적으로 플라이애시의 입도, 화학성분, 비정질량, 비정질 Si, Al 양등 매우 다양한 요인이 시멘트와의 반응에 영향을 미치고 있다. 본 연구에서는 플라이애시의 입자 특성이 압축강도에 미치는 영향을 확인하고자 한다. 표준사를 플라이애시와 유사한 입도로 분쇄하여 플라이애시와 동일하게 시멘트와 배합하여 압축강도를 측정하였다. 측정된 압축강도 결과 값을 사용하여 시멘트 수화반응에 의한 강도와 입자 충전 효과에 의한 강도 증진을 확인하였다. 표준사 분말을 치환한 모르타르의 압축강도 결과를 활용하여 플라이애시의 포졸란 반응에 의한 강도 증가분을 계산하였다. 이러한 결과 값과 플라이애시의 입자 특성을 비교한 결과, 분말도는 압축강도와 약한 상관성을 보이고 있으며, PI(Pozzolanic Index)는 10% 통과직경(D10)과 50% 통과직경(D50)과 좋은 상관관계를 나타내었다. 따라서 향후 PI와 D10과의 상관성은 플라이애시의 화학적 특성과 함께 플라이애시 특성을 파악하는 좋은 수단이 될 것으로 판단된다.