

# 산업부산물을 다량 사용한 콘크리트의 압축강도 발현 특성 검토

## Compressive Strength Generation Properties of Concrete using a Large Amount of Industrial Byproduct

(Received May 17, 2011 / Revised June 15, 2011/ Accepted June 30, 2011)

김용로<sup>1)\*</sup> 송영찬<sup>1)</sup> 박종호<sup>2)</sup> 정용<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>대림산업(주) 기술개발원, <sup>2)</sup>(주)삼표 기술연구소

Yong-Ro Kim<sup>1)\*</sup> Young-Chan Song<sup>1)</sup> Jong-Ho Park<sup>2)</sup> Yong Jeong<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Daelim Technology Research & Development Institute, Seoul, 110-732, Korea

<sup>2)</sup>Sampyo Technology Research Institute, Gwangju, 464-080, Korea

### Abstract

In this study, it was investigated compressive strength generation of concrete using high volume mineral admixture obtaining fundamental data for the application of concrete structure in construction field. For this, it was evaluated compressive strength with unit binder contents(310~410kg/m<sup>3</sup>), replacement ratio of mineral admixture(70~90%), unit water contents(140~150kg/m<sup>3</sup>) and curing temperature in the normal strength range. Also, after producing mock-up structure, hydration heat and compressive strength generation was evaluated to examine properties in the concrete member.

In case of concrete using a large amount of industrial byproducts which was reviewed in this study, it is possible to secure compressive strength more than 24MPa at age 28days with about 13°C ambient temperature of curing condition and that is considered to be applied to structure at construction site.

**키워드** : 산업부산물, 혼화재, 강도발현특성, 저시멘트 콘크리트

**Keywords** : Industrial Byproduct, Mineral Admixture, Strength Generation Property, Low Volume Cement Concrete

## 1. 연구의 목적

최근 지구환경변화에 영향을 미치는 온실가스 배출저감을 위한 노력이 부각되고 있으며, 온실가스의 상당 부분을 배출하고 있는 콘크리트 산업 분야에서도 탄소배출 저감을 위한 건설기술의 개발 및 에너지 효율을 증가시키고 환경오염을 저감할 수 있는 녹색건설을 위한 노력이 다양하게 취해지고 있다.

현재까지 콘크리트 분야의 주요 개발 방향은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 콘크리트 원재료 중 탄소배출량이 가장 많은 것으로 알려져 있는 시멘트의 사용량을 저감하기 위하여 고로슬래그 미분말이나 플라이애시와 같은 산업부산

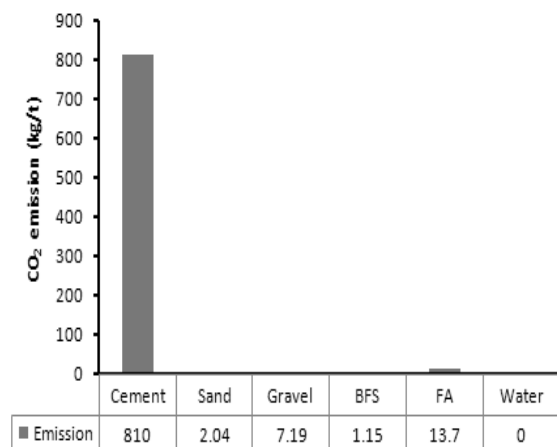


Fig. 1 Comparison of CO<sub>2</sub> emission

물을 다량으로 활용하는 방안으로 진행되고 있다.<sup>1,5,6,7,8)</sup>

\* Corresponding author

E-mail: kyr8447@daelim.co.kr

이와 같은 연구의 일환으로 시멘트를 사용하지 않고 알칼리 자극제 등을 적용하여 고로슬래그 미분말이나 플라이애시 등의 산업부산물만을 사용한 무시멘트 경화체 등의 개발도 진행되어, 2차 제품 등으로 활용이 도모되고 있다.<sup>1,2,3,4)</sup>

그러나 무시멘트 경화체의 경우 제조원가나 제조방식 등의 측면에서 건설현장의 골조용 콘크리트로 적용하기는 아직까지 곤란하며, 이에 대한 대응방안으로 시멘트 사용량을 최소화하여 콘크리트 구조체에 적용하기 위한 연구가 건설사 및 레미콘사 등을 중심으로 진행되고 있다.

한편, 산업부산물을 다량으로 사용하는 콘크리트의 경우 실제 건설현장에서 골조용으로 적용하기 위해서는 시멘트 사용량 감소에 따른 압축강도 발현 특성의 파악이 필요하며, 이에 본 연구에서는 산업부산물을 다량으로 사용한 콘크리트의 압축강도 발현 특성을 검토함으로써, 향후 실제 현장 적용을 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

산업부산물을 다량 사용한 콘크리트의 압축강도 발현 특성을 검토하기 위한 실험계획을 Table 1에 나타냈다.

Series I에서는 단위결합재량 및 혼화재 치환율에 따른 압축강도 발현 특성을 검토하기 위하여 일반강도 영역을 대상으로 단위결합재량을 310~410 kg/m<sup>3</sup>의 범위에서 20kg/m<sup>3</sup> 단계로 6수준으로 설정하였으며, 단위수량은 사전 연구를 통해 검토된 140 및 150kg/m<sup>3</sup>의 2수준으로 설정하였고, 혼화재 사용비율은 시멘트 사용량을 최소화하기 위하여 70~90%의 3수준으로 설정하였다.

또한, Series II에서는 양생온도 및 실제 부재에서의 강도발현 특성을 검토하기 위하여 혼화재 사용비율 80~90%에서 양생온도를 10, 20, 30, 40℃의 4수준으로 설정하였으며, 모의부재를 제작한 후, 7일 및 28일에서 코어를 채취하여 압축강도를 측정하였다.

한편, Plain 배합으로서 건설현장에서 조기강도가 필요하지 않은 부위에 일반적으로 적용되는 수준으로서 혼화재 치환율 40%, 단위결합재량 342kg/m<sup>3</sup>, 단위수량 184kg/m<sup>3</sup>의 배합을 설정하여 산업부산물을 다량으로 사용한 콘크리트와 강도발현 특성을 비교하고자 하였다.

Table 1. Experimental program

Series	Unit Binder Contents (kg/m <sup>3</sup> )	Unit Water Contents (kg/m <sup>3</sup> )	Mineral Admixture (%)		Curing Temp. (°C)	Measuring Items	
			FA	BFS			
Plain	342	184	25	15			
I	310	140	40	30	20±3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Slump (mm)</li> <li>■ Air Content (%)</li> <li>■ Compressive Strength (MPa)</li> </ul> - 3, 7, 28, 56, 91days	
	330						
	350						
	370						
	390						
410							
II	330	140	40	40	10		
	340			45	20		
	350			50	30		30
					40		40
				Core			

### 2.2 사용재료

본 연구에 사용한 재료는 Table 2에서 보는 바와 같으며, 혼화제의 경우 산업부산물을 다량 사용한 콘크리트의 유동성 개선을 위하여 별도로 개발된 폴리카르본산계 고성능감수제를 사용하였다.

Table 3은 본 연구에 적용된 콘크리트 배합을 나타낸 것으로서, 사전 검토를 통하여 산업부산물을 다량 사용한 콘크리트의 강도 개선을 위해 일반강도 영역의 일반적인 배합에 비해 물결합재비를 낮게 설정하였다.

Table 2. Physical Properties of used materials

Materials		Physical Properties
Cement		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ordinary Portland Cement (Type I)</li> <li>■ Density 3.15g/cm<sup>3</sup>, Blaine 3,200cm<sup>2</sup>/g</li> </ul>
Mineral Admix.	FA	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fly-Ash (Type II)</li> <li>■ Density 2.23g/cm<sup>3</sup>, Blaine 3,420cm<sup>2</sup>/g</li> </ul>
	BFS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Blast Furnace Slag Powder (Type III)</li> <li>■ Density 2.91g/cm<sup>3</sup>, Blaine 4,379cm<sup>2</sup>/g</li> </ul>
Aggregate	Coarse	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Crushed Stone, Max 25mm</li> <li>■ Density 2.60g/cm<sup>3</sup>, FM 6.79</li> </ul>
	Fine	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sea Sand</li> <li>■ Density 2.60g/cm<sup>3</sup>, FM 2.76</li> </ul>
Chemical Admixture		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polycarboxylate Superplasticizer</li> <li>■ Density 1.116g/cm<sup>3</sup>, pH 5.18</li> </ul>



Fig. 2 Coring scene of mock-up specimen

### 2.3 시험방법

슬럼프, 공기량 및 압축강도의 경우 KS에 준하여 평가를 진행하였고, 실제 부재에서의 압축강도 발현

특성 평가를 위해 2,000×2,000×2,000mm 크기의 모의 부재 시험체를 레미콘 생산 및 펌프 타설 등의 실제 콘크리트 시공 조건에 준하여 제작하였으며, 재령 7일 경과 후 탈형하여 Fig. 2에서 보는 바와 같이 재령 7, 28일에서 코어를 채취하여 압축강도를 평가하였다.

## 3. 실험결과 검토 및 분석

### 3.1 굳지 않은 콘크리트의 물성

본 연구에서는 슬럼프의 경우 목표를 210±25mm, 공기량의 경우 4.5±1.5%로 설정하였으며, 배합에 관계없이 목표 슬럼프 및 공기량을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

목표 슬럼프를 확보하기 위한 고성능감수제 첨가율의 경우 고로슬래그 미분말 사용량이 증가할수록 감소되는 것으로 나타났으며, 단위수량이 높을수록 사용량이 감소하였다.

또한, 목표 공기량을 확보하기 위한 AE제 사용량은 Plain에 비해 다소 증가되는 것으로 나타났다.

### 3.2 단위결합재량 및 혼화재 치환율에 따른 강도 발현 특성 검토( Series I )

#### 3.2.1 단위결합재량에 따른 강도 발현 특성

Fig. 3은 혼화재 치환율 80%에 있어서 단위수량 및 단위결합재량별 재령에 따른 압축강도의 변화를 나타낸 것이다.

단위수량 140kg/m<sup>3</sup>의 경우 단위결합재량 310~350kg/m<sup>3</sup>의 범위에서는 초기재령에서 Plain에 비해 강도발현이 낮

게 나타났으며, 330kg/m<sup>3</sup> 이상에서는 재령 28일부터 Plain과 비교하여 동등 이상의 강도를 발현하였다.

또한, 단위결합재량 370kg/m<sup>3</sup> 이상에서는 재령3일부터 Plain에 비해 높은 강도를 발현하는 것으로 나타났다.

한편, 단위수량 150kg/m<sup>3</sup>의 경우 단위결합재량 310~370kg/m<sup>3</sup>의 범위에서 Plain에 비해 초기재령의 강도발현이 낮게 나타났으며, 단위결합재량 370 kg/m<sup>3</sup> 수준에서 재령 56일부터 Plain과 유사한 수준의 강도를 발현하였다.

또한, 초기재령부터 Plain에 비해 높은 강도를 발현하기 위해서는 단위결합재량 390kg/m<sup>3</sup> 이상이 필요한 것으로 나타났다.

이와 같이 본 연구의 범위에서 단위수량 10kg/m<sup>3</sup> 차이에 따라 Plain과 유사한 수준의 강도발현을 위한 단위결합재량이 약 20kg/m<sup>3</sup> 정도 차이가 있는 것으로 나타났다.

Fig. 4는 단위결합재량에 따른 재령별 강도증진율을 나타낸 것으로서, 단위수량 140kg/m<sup>3</sup>의 경우 단위결합재량 350kg/m<sup>3</sup>까지는 재령7일에서의 강도증진율이 증가되는 것으로 나타났으며, 그 이상에서는 Plain에 비해 강도증진율이 다소 낮은 것으로 나타났다. 이는 상대적으로 시멘트량이 적은 범위에서 혼화재의 반응에 필요한 수산화칼슘 등의 생성이 지연되어 초기 강도 발현이 지연되었기 때문이며, 단위결합재량 370kg/m<sup>3</sup> 이상에서는 초기 재령에서부터 Plain에 비해 높게 강도가 발현되었기 때문인 것으로 판단된다.

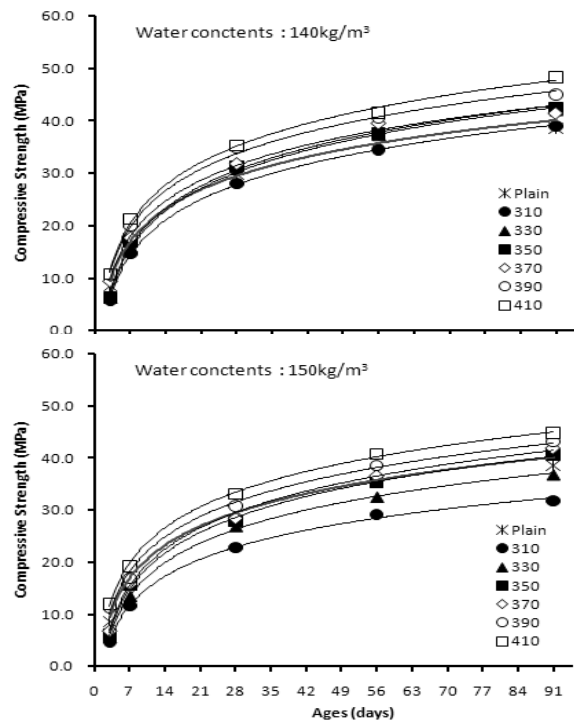


Fig. 3 Compressive strength generation with binder contents (Replacement ratio 80%)

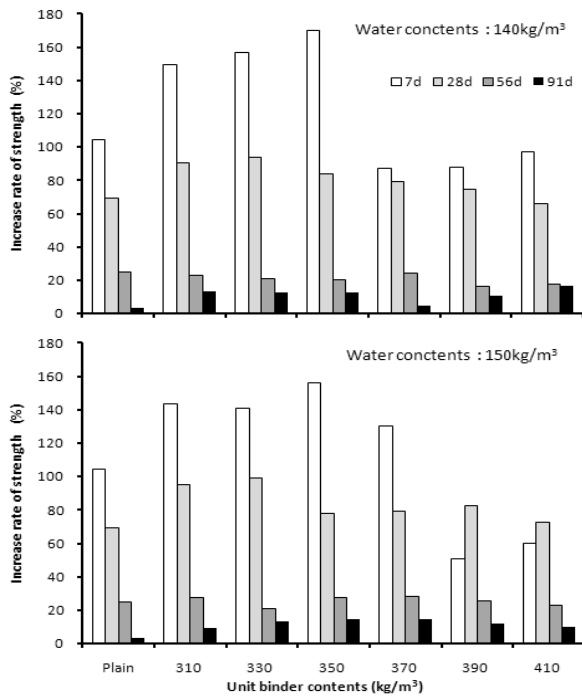


Fig. 4 Increase rate of compressive strength with binder contents (Replacement ratio 80%)

### 3.2.2 혼화재 치환율에 따른 강도 발현 특성

본 연구에서 검토한 혼화재를 다량 치환한 콘크리트 중 혼화재 치환율 70%의 경우 단위결합재량 310kg/m<sup>3</sup>의 초기 재령을 제외하면 모든 배합에서 Plain 배합보다 높은 강도를 발현하는 것으로 나타났다.

Table 3은 혼화재 치환율 70% 배합과 비교하여 단위결합재량 및 재령별 혼화재 치환율 증가에 따른 강도발현비율, Fig. 5는 단위결합재량별 혼화재 치환율에 따른 평균 강도발현율의 변화를 나타낸 것으로서 단위수량 및 단위결합재량에 관계없이 혼화재 치환율이 증가함에 따라 모든 재령에서 강도발현율이 저하되었으며, 혼화재 치환율 70%에 비교하여 80%의 경우 평균 약 5~15% 정도 발현율이 저하되었고, 90%의 경우 약 15~30% 정도 저하되는 것으로 나타났다.

한편, Fig. 5와 같이 단위수량 140kg/m<sup>3</sup>의 경우 단위결합재량이 증가할수록 혼화재 치환율이 증가함에 따라 강도발현율이 다소 저하되는 경향을 보이고 있으며, 단위수량 150kg/m<sup>3</sup>의 경우 단위결합재량 370kg/m<sup>3</sup>까지는 단위결합재량이 증가할수록 강도발현율이 높아지지만, 그 이상의 단위결합재량에서는 다시 저하되는 경향이 나타났다.

Table 3. Rate of strength generation according to the replacement ratio

Water contents (kg/m <sup>3</sup> )	Binder contents (kg/m <sup>3</sup> )	W/B (%)	Rep. ratio (%)	rate of strength generation					Ave.
				3d	7d	28d	56d	91d	
140	310	45.2	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	79.7	96.1	99.6	90.8	97.5	92.7
			90	73.0	88.2	91.1	81.3	85.5	83.8
	330	42.4	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	96.2	89.3	94.8	92.3	92.5	93.0
			90	78.5	73.0	76.9	77.7	75.6	76.4
	350	40.0	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	97.7	87.6	90.5	91.0	88.0	91.0
			90	73.3	69.6	69.9	72.9	69.7	71.1
	370	37.8	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	84.1	89.0	93.0	95.7	88.9	90.1
			90	66.4	75.0	73.8	69.3	69.4	70.8
	390	35.9	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	84.8	93.0	94.1	94.4	92.0	91.7
			90	72.0	80.4	77.0	77.7	70.6	75.5
	410	34.2	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	73.5	80.7	83.8	85.9	89.0	82.6
			90	69.4	74.2	72.0	74.7	71.3	72.3
150	310	48.4	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	79.7	88.0	89.4	96.7	90.1	88.8
			90	64.9	77.4	73.3	77.1	73.9	73.3
	330	45.5	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	79.2	77.6	89.1	84.9	87.6	83.7
			90	72.7	64.4	65.9	66.6	64.5	66.8
	350	42.9	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	87.0	96.9	92.4	94.7	96.9	93.6
			90	79.2	75.2	71.1	72.2	69.9	73.5
	370	40.5	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	81.2	99.4	98.6	100.8	110.8	98.2
			90	76.5	81.3	74.4	73.8	77.2	76.6
	390	38.5	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	93.3	88.9	95.1	97.0	100.9	95.1
			90	79.2	73.2	75.9	70.6	78.0	75.4
	410	36.6	70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
			80	90.9	91.9	97.6	94.2	93.1	93.6
			90	78.0	72.2	74.3	73.2	72.1	74.0

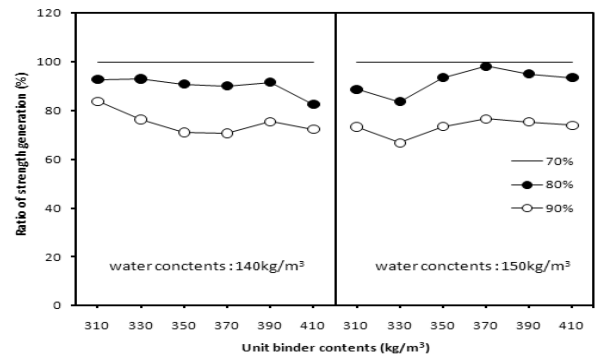


Fig. 5 Average rate of strength generation according to the replacement ratio

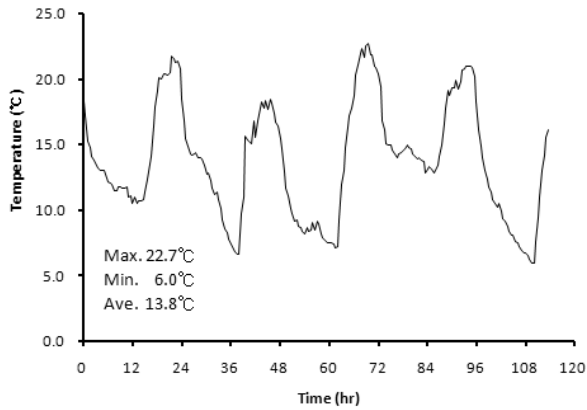


Fig. 6 Condition of outdoor temperature

Table 4. Experimental program

Index	Ages (days)	Compressive strength (MPa)				
		Outdoor	10°C	20°C	30°C	40°C
Plain	3	7.7	3.9	11.4	16.5	19.2
	7	15.3	16.2	20.4	24.0	22.2
	28	25.4	24.0	34.8	33.0	26.2
330-80%	3	6.9	3.4	10.7	17.7	21.6
	7	17.4	18.5	20.3	25.2	25.1
	28	26.5	22.2	30.1	30.9	25.0
340-85%	3	6.1	2.5	10.5	17.7	18.7
	7	15.1	18.6	18.6	22.5	22.7
	28	22.1	23.0	26.2	27.3	21.9
350-90%	3	4.6	1.7	8.7	14.2	16.0
	7	12.9	15.5	15.9	20.2	19.2
	28	20.1	19.6	23.5	24.1	20.0

### 3.3 양생온도 및 모의부재의 강도 발현 특성 검토 (Series II)

#### 3.3.1 양생온도에 따른 강도 발현 특성

혼화재를 다량 사용한 콘크리트의 양생온도별 강도 발현 특성 검토시 외기조건에서의 검토를 병행하였으며, 시험시의 외기온은 Fig. 6에 나타난 바와 같이 평균 13.8°C의 조건이었다.

Table 4 및 Fig. 7은 재령별 양생온도에 따른 압축강도의 변화를 나타낸 것으로서, 초기 재령인 3일에서의 압축강도는 양생온도가 높아짐에 따라 증가되는 것으로 나타났다.

그러나 재령 7일에서는 양생온도에 따른 강도 차이가 감소하고 있으며, 재령 28일의 경우 양생온도 30°C까지는 양생온도가 높아짐에 따라 압축강도가 증가되고 있으나, 양생온도 40°C에서는 오히려 압축강도가 감소하는 것으로 나타났다.

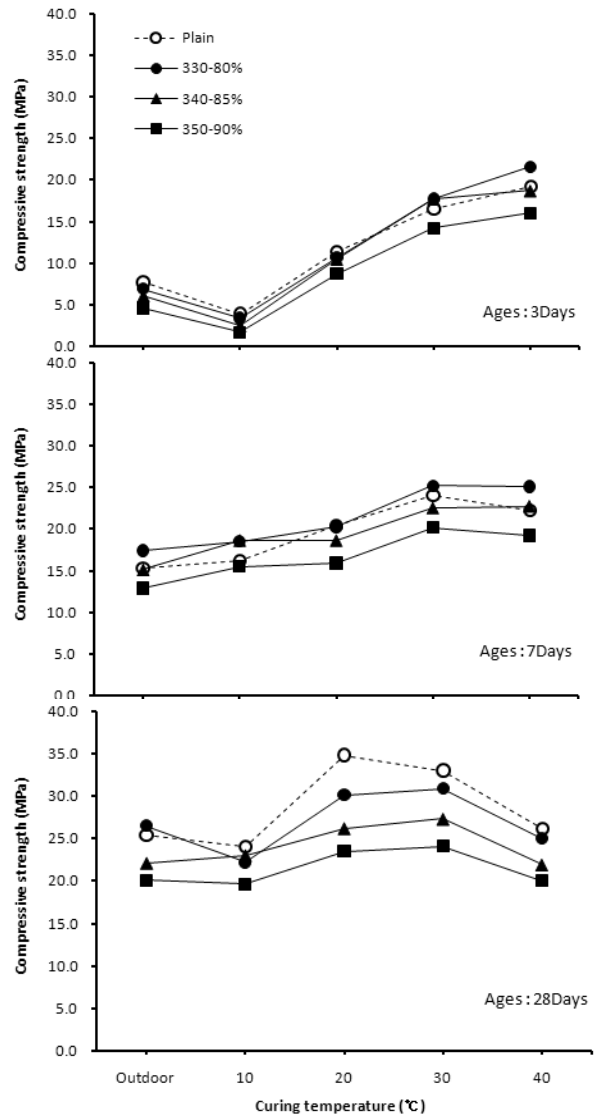


Fig. 7 Compressive strength generation with ages and curing temperatures

이는 40°C 양생의 경우 공시체 제작 후 초기부터 고온의 양생조건에 노출되어 시멘트의 수화가 빠르게 진행되어 초기 강도 발현은 높게 나타났지만, 이후 지속적인 고온에 노출되어 급격한 수화에 따른 미수화 시멘트가 상대적으로 증가되었고, 특히 본 연구에서는 수중양생이 아닌 각각의 온도조건에서 기건양생을 진행하였기 때문에 크기가 작은 공시체에서의 수분 건조도 진행되었기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 재령 28일에서 Plain과 유사한 수준의 강도를 발현하는 배합은 330~80%이며, 양생온도는 30°C 조건으로 나타났다. Series I에서의 실험 결과에 비해 Plain 혼화재를 다량 사용한 콘크리트의 압축강도가 낮게 나타난 것은

모의부재 제작을 위해 레미콘 공장에서 생산시 운반시간에 따른 공기량 감소를 고려하였으나, 모의부재 제작 현장 도착 후, 오히려 공기량이 증가하여 7.0~9.0% 수준으로 높게 확보되었기 때문에 판단되며, 이를 고려한 고성능 AE감수제의 설정이 필요할 것으로 사료된다.

### 3.3.2 모의부재의 강도 발현 특성

Fig. 8은 Fig. 6에 나타난 외기온도 조건하에서 모의부재에서 채취한 코어공시체 및 대기양생한 공시체의 재령에 따른 압축강도의 변화를 나타낸 것이다.

모의부재의 경우 Plain 및 혼화재를 80% 치환한 시험체는 재령 7일에서 30MPa 이상의 강도를 발현한 후, 재령 28일에서는 강도가 증진되지 않는 경향을 보이고 있으며, 혼화재 치환율 85 및 90%의 경우 재령 28일에서도 강도가 다소 증진되는 것으로 나타났다.

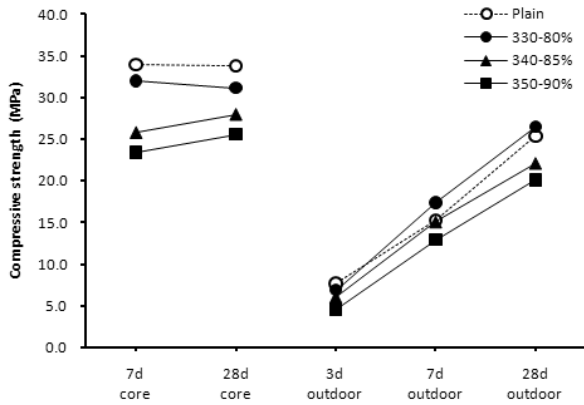


Fig. 8 Compressive strength generation of core and air-dried curing specimens with ages

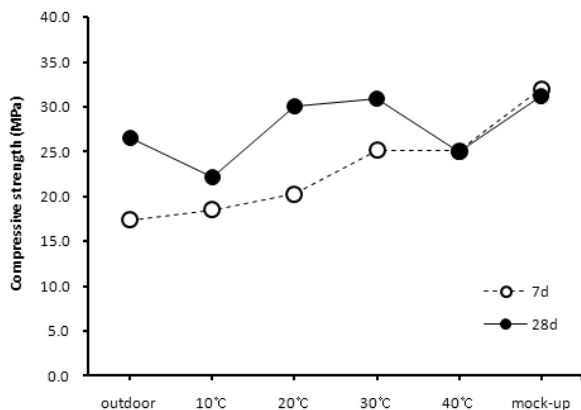


Fig. 9 Compressive strength generation with curing temperatures (Replacement ratio 80%)

또한, 대기에 양생한 공시체의 경우 혼화재 치환율 85~90%에서는 재령 28일에서 20MPa 수준으로 압축강도가 낮게 발현되는 등 모의부재에 비해 압축강도가 낮게 나타났다.

이는 상대적으로 크기가 작은 대기양생 시험체의 경우 초기부터 외기의 영향을 그대로 받게 되어 시멘트의 수화가 지연되었고, 재령 28일까지도 평균 13°C의 낮은 양생온도 조건이었기 때문인 것으로 사료된다.

한편, Fig. 9는 혼화재를 80% 치환한 배합에서 재령별 양생온도에 따른 압축강도 발현 경향을 나타낸 것으로서, 모의부재에서 채취한 코어시험체의 경우 모든 재령에서 가장 높은 강도를 발현하는 것으로 나타났다.

또한, 양생온도가 증가할수록 압축강도가 증가되었으나, 전술한 바와 같은 원인에 기인하여 40°C에서는 재령 28일의 압축강도가 낮게 발현되었으며, 변온조건인 대기양생의 경우 재령 7일에서는 양생온도 10°C에 비해 낮은 강도를 보였으나, 재령 28일에서는 압축강도가 역전되는 것으로 나타났다.

본 실험의 결과로부터 혼화재 치환율 80%의 결합재 수준을 설계기준강도 24MPa를 확보하기 위한 배합으로 고려할 경우, 실제 현장 적용시 강도관리용 공시체를 기준으로 할 때, 안정적인 압축강도 발현을 위해서는 양생온도 13°C 이상의 관리가 필요할 것으로 판단된다.

그러나 모의부재에서의 강도발현 결과를 고려할 경우 실제 부재에서는 보다 낮은 온도 조건에서도 압축강도 발현이 가능할 것으로 판단되며, 실제 현장 건설현장 적용시에는 부재의 종류 및 크기 등을 고려한 관리가 필요할 것으로 사료된다.

## 4. 결론

본 연구에서 향후 실제 현장 적용을 위한 기초자료를 확보하기 위하여 산업부산물을 다량으로 사용한 콘크리트의 압축강도 발현 특성을 검토한 결과, 본 연구의 범위에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 단위결합재량에 따른 압축강도 발현 특성을 검토한 결과, 단위수량에 따라 다소 차이는 있으나, 단위결합재량 330kg/m<sup>3</sup> 이상에서는 재령 28일부터 Plain과 비교하여 동등 이상의 강도를 발현하는 것으로 나타났다.

2) 본 연구에서 검토된 혼화재를 다량 사용한 콘크리트의 경우 혼화재 치환율 70%에서는 단위결합재량 310kg/m<sup>3</sup>의 초기재령을 제외하면 모든 배합에서 Plain 배합보다 높

은 강도를 발현하는 것으로 나타났다.

3) 혼화재 치환율 70%에 비교하여 80%의 경우 평균 약 5~15% 정도 발현율이 저하되었고, 90%의 경우 약 15~30% 정도 저하되는 것으로 나타났다.

4) 양생온도에 따른 압축강도 검토 결과, 초기 재령에서는 양생온도가 높아짐에 따라 증가되었으나, 재령 28일의 경우 양생온도 30℃까지는 양생온도가 높아짐에 따라 압축강도가 증가되고 있으나, 양생온도 40℃에서는 오히려 압축강도가 감소하는 것으로 나타났다.

5) 모의부재의 경우 Plain 및 혼화재를 80% 치환한 시험체는 재령 7일에서 강도 발현 후, 재령 28일에서는 강도가 증진되지 않는 경향을 보이고 있으며, 혼화재 치환율 85 및 90%의 경우 재령 28일에서도 강도가 다소 증진되는 것으로 나타났다.

6) 본 연구에서 검토한 산업부산물을 다량 사용한 콘크리트의 경우 대기온도 평균 약 13℃ 이상에서는 시험용 공시체에서도 재령 28일에서 24MPa 이상의 강도를 나타내고 있어, 건설현장에서의 골조용 콘크리트로서 적용이 가능할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 1) 산업기술연구회, 시멘트 zero 콘크리트 개발 및 활용, 협동연구사업 1차년도 중간보고서, 2008
- 2) Joseph Davidovits, Geopolymer chemistry & applications, 2008
- 3) 池田政, ジオポリマーバインダーによる鑛物質粉體の常溫固化と材料化, pp.497~500, 資源と素材, 1998
- 4) 송진규 외, 지오폴리머 콘크리트의 개발 동향, 대한건축학회지 제54권 2호, pp.26~28, 2010. 2
- 5) 한천구 외, 플라이애시를 다량 치환한 콘크리트의 품질 향상에 관한 연구, 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, pp.601~604, 2008. 11
- 6) 공민호 외, 혼화재 다량 치환에 따른 콘크리트 기초적 특성 및 수화열 검토, 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, Vol.22 No.1, pp.257~258, 2010. 5
- 7) 최세진 외, HVFA 콘크리트의 기초물성 및 단열온도상승 특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, Vol.22 No.1, pp.309~310, 2010. 5
- 8) 이상현 외, 탄소배출 저감형 시멘트 에코멘트 개발 및 현장 적용, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, pp.183~184, 2010. 10

### 산업부산물을 다량 사용한 콘크리트의 압축강도 발현 특성 검토

본 연구에서는 산업부산물을 다량으로 사용하는 콘크리트의 건설현장의 구조체 적용을 위한 기초자료를 확보하기 위해 혼화재를 다량 사용한 콘크리트의 압축강도 발현 특성을 검토하였다. 이를 위해 본 연구에서는 일반강도 영역을 대상으로 하여 단위결합재량(310~410kg/m<sup>3</sup>), 혼화재 치환율(70~90%), 단위수량(140~150kg/m<sup>3</sup>) 및 양생온도에 따른 압축강도 발현 특성을 검토하였으며, 실제 부재에서의 특성을 검토하기 위해 2,000×2,000×2,000mm 크기의 모의부재를 제작한 후, 수화발열 특성 및 압축강도 발현 특성을 검토하였다.

검토 결과를 토대로, 본 연구에서 검토한 산업부산물을 다량 사용한 콘크리트의 경우 대기온도 평균 약 13℃ 이상의 양생온도 조건에서는 재령 28일에서 24MPa 이상의 강도를 확보할 수 있는 것으로 나타나, 건설현장에서 골조용 콘크리트로서 적용이 가능할 것으로 판단된다.