



## 바자트 섬유보강 모르타르의 하이볼룸 플라이애시 적용에 따른 기초 품질 특성에 관한 실험적 연구

최연왕<sup>1)\*</sup> · 오성록<sup>1)</sup> · 최병걸<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>세명대학교 토목공학과

## An Experimental Study on Fundamental Quality Properties of Basalt Fiber Reinforced Mortar according to Application of High Volume Fly Ash

Yun-Wang Choi,<sup>1)\*</sup> Sung-Rok Oh,<sup>1)</sup> and Byung Keol Choi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dept. of Civil Engineering, Semyung University, Semyung-ro 65, Jecheon 27136, Rep. of Korea

**ABSTRACT** This study was evaluated that fundamental quality properties in the mortar level, as part of a basic study for development of fiber reinforced concrete using basalt fiber. Mortar mixtures used in the experiments used the mortar using cement only and high volume fly ash mortar using fly ash of 50%, was evaluated by comparison. As a experiments results, high volume fly ash mortar using 50% fly ash was effective for improving fiber dispersibility than mortar using cement only, accordingly, it showed that fiber aggregation phenomenon has been greatly reduced. In addition, if the fly ash used much more than 50%, the compressive strength has been shown to decrease of about 30%, fiber length and mixing ratio of basalt fiber was found to have a greater effect on flow properties than mechanical properties.

**Keywords** : basalt fiber, high volume fly ash, mortar, quality properties, fiber reinforced

### 1. 서 론

바자트 섬유(Basalt Fiber)는 산업용으로 사용되는 섬유 중 하나로서 천연 광물인 현무암(Basalt)에서 추출되는 순수한 무기섬유를 말한다. 국내의 경우에도 과거 화산활동이 활발하게 일어난 지역에 대하여 상당량의 현무암이 분포 및 매장되어 있기 때문에 순수 국내 기술과 국내 자원을 활용하여 자원 재활용이 가능하다. 실제로 국내에서는 최근 강원권 철원지역의 현무암을 채취 및 가공하여 현무암을 이용한 바자트 섬유, 바자트 바(Basalt Bar) 및 기타 소재 등이 다양하게 생산되고 활용되어지고 있다.<sup>1)</sup>

그 중에서도 바자트 섬유는 종래 사용되어지는 산업 섬유인 유리섬유 및 탄소섬유 등의 물리적 성질과 비교하여 우수한 불연, 방열, 내열, 방음, 흡음 성능뿐만 아니라 내마모성, 내침식성, 경량 및 고강도 특성을 가진 것으로 알려져 있기 때문에<sup>1)</sup> 기존 섬유의 충분한 대체 가능성을 가지고 있다. 최근까지는 기존 섬유가 단가 경제

력 등에 있어 우위를 점하고 있으므로 대부분의 섬유 시장을 차지하고 있는 실정이지만 바자트 섬유의 경우 현무암 제조기술 및 원료를 수입 없이 저렴한 국내 자원을 100% 활용 할 수 있기 때문에 대량 설비 구축 등의 환경이 주어진다면 기존 섬유와 비교하여 생산 단가 및 에너지를 절감할 수 있다.

또한, 바자트 섬유의 경우 천연 광물인 현무암을 주요 원료로 친환경적이며, 독성이 없는 천연 섬유이므로 세계 각국의 산업용 섬유에 대한 환경 규제가 심해지며, 고도화되는 산업구조에 대하여 높은 기능성 소재로서 활용 가능성이 매우 클 것으로 예측되고 있다.<sup>2)</sup>

최근 국내 바자트 섬유 관련 연구 동향을 살펴보면 관련 기관들이 참여하여 바자트 섬유의 상용화 기반 구축 사업 등이 수행되어 고성능 산업용 섬유로서의 응용 및 활용범위를 크게 확대시키고 있다.<sup>3)</sup>

한편, 주요건설 재료중 하나인 콘크리트는 인장에 매우 취약한 특성을 가지고 있기 때문에 섬유를 사용하여 콘크리트의 취약점을 크게 보완할 수 있다. 기존에는 이를 위하여 아라미드 섬유, 탄소 섬유, PVA 섬유, PE 섬유 등의 고인성 유기 섬유와 유리 섬유 및 금속 섬유 등의 무기 섬유를 사용한 섬유보강 콘크리트가 주를 이루고 있으며, 보강재로서 섬유보강 모르타르가 검토되었지만

\*Corresponding author E-mail : crete77@semyung.ac.kr

Received October 13, 2015, Revised June 5, 2016,

Accepted June 20, 2016

©2016 by Korea Concrete Institute

이를 목적으로 바잘트 섬유를 활용하여 검토한 사례는 미흡한 수준이다.<sup>4)</sup>

따라서, 본 논문에서는 바잘트 섬유를 콘크리트 구조물용 보강재로서 활용 가능성 및 활용방안 확보를 위한 일환의 연구로써 바잘트 섬유를 활용한 모르타르를 제조하여 바잘트 섬유가 기초 품질 특성(유동성 및 압축강도)에 미치는 영향만을 우선 검토하여 활용 가능성을 평가하였다. 또한, 최근 건설 기술 동향과 더불어 지구온난화의 원인인 온실가스 감축이 전 세계적인 이슈가 되고 있기 때문에 본 연구에서는 화력발전소에서 발생하는 플라이애시를 50% 혼합한 하이볼륨 플라이애시를 적용한 배합에 대하여 시멘트만을 사용한 배합과 비교·평가하였으며, 그에 따른 친환경성 및 경제적 기대효과를 제조원가 측면에서 비교분석하였다.

## 2. 실험개요

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 결합재

본 논문에서 사용된 결합재는 밀도 3.15 g/cm<sup>3</sup> 및 분말도 3,540 cm<sup>2</sup>/g의 보통포틀랜드시멘트(이하 OPC로 약함)와 밀도 2.20 g/cm<sup>3</sup> 및 분말도 3,710 cm<sup>2</sup>/g의 플라이애시(이하 FA로 약함)를 사용하였다. Table 1은 실험에 사용된 결합재의 화학성분 및 물리적 특성을 나타낸 것이다.

#### 2.1.2 잔골재

본 논문에서 사용된 잔골재는 밀도 2.60 g/cm<sup>3</sup>의 낙동강산 강모래(이하 S로 약함)를 사용하였다. Table 2는 실험에 사용된 잔골재의 물리적 성질을 나타낸 것이다.

#### 2.1.3 바잘트 섬유

본 논문에서 사용된 바잘트 섬유(이하 BF로 약함)는 국내 B사의 바잘트 섬유를 사용하였으며, 총 3가지 길이 수준(6 mm, 20 mm 및 30 mm)에 대하여 검토하였다.

Table 3은 실험에 사용된 바잘트 섬유의 물리적 특성을 나타낸 것이며, Table 4는 실험에 사용된 바잘트 섬유를 나타낸 것이다.

#### 2.1.4 화학 혼화제

본 논문에서 사용된 화학 혼화제는 국내 H사의 폴리카본산계 고성능 감수제(이하 SP로 약함)와 국내 L사의 액

상형 우레탄계 증점제(이하 VA로 약함) 및 소포제(이하 AA로 약함)를 사용하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 실험계획 및 배합

본 연구에서는 바잘트 섬유 길이 및 혼합량에 따른 하이볼륨 플라이애시 모르타르의 품질특성을 평가하기 위하여 바잘트 섬유 길이 3수준 (6, 20 및 30 mm), 바잘트 섬유 혼합량 3수준 (0.5, 1.0 및 1.5% by total volume) 및 플라이애시 2수준(0 및 50 mass% by cement)에 따른 모르타르 배합에 대하여 선행 실험 결과를 통하여 얻은 적합한 화학 혼화제 사용량을 적용하여 각 변수에 따른 모르타르 배합을 제조하였다. Table 5는 실험 변수를 나타낸 것이며, Table 6은 각 변수에 따른 모르타르 배합을 나타낸 것이다.

#### 2.2.2 모르타르 플로우

모르타르의 플로우 시험은 KS L 5111에 규정하는 플로우 테이블을 이용하여 KS L 5105의 플로우 결정 방법에 준하여 테이블 플로우를 측정하였다.

#### 2.2.3 모르타르 레올로지

모르타르의 레올로지는 brookfield사의 모르타르 점도

Table 2 Physical properties of fine aggregates

Type	Density (g/cm <sup>3</sup> )	F.M.	Absorption (%)	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )
River sand	2.60	2.70	1.56	1,670

Table 3 Physical properties of fiber

Type	Length (mm)	Diameter (μm)	Tensile strength (MPa)	Young's modulus (GPa)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
BF	* table 4	18	2,500	89	2.46

Table 4 Basalt fiber picture used in the experiment



6 mm	20 mm	30 mm
		
Aspect ratio: 330	Aspect ratio: 1,100	Aspect ratio: 1,600

Table 1 Chemical compositions and physical properties of binder

Type	CaO (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	L.O.I (%)	Specific surface area (cm <sup>2</sup> /g)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
OPC	61.60	19.80	4.50	3.01	3.57	2.10	1.20	3,540	3.15
FA	5.95	52.83	18.08	1.43	7.74	0.01	6.14	3,710	2.20

계 DV-III Ultra 모델을 사용하였으며, 챔버 크기를 변형한 모르타르 점도계를 사용하여 전단속도(Shear rate)의 변화에 따른 전단응력(Shear stress)의 변화량을 측정하였다.

### 2.2.4 모르타르 압축강도

섬유보강의 주된 효과는 인장력 및 파괴에너지 평가를 통하여 섬유 혼합에 따른 특성을 평가하여야 하나 본 연구의 경우 섬유보강 콘크리트 제조를 위한 모르타르 수준에서의 기초 품질 특성 확보 및 바잘트 섬유의 활용 가능성의 검토 목적이므로 인장력 및 파괴에너지 평가는 본 논문에서 배제하고 압축강도의 영향만을 평가하였다.

모르타르의 압축강도는 50×50×50 mm의 모르타르 시험체를 제조하여 KS L 5105에 준하여 공통적으로 재령

1일, 3일, 7일 및 28일에 압축강도를 측정하였다.

### 2.2.5 친환경성 및 경제성 분석

본 연구에서는 플라이애시를 다량 활용하므로 이에 따른 경제성 및 친환경성을 분석하였다. 본래의 경우 경제성 분석은 재료비부터 설비 가동에 따른 전력소모, 인건비 등 다양한 요소를 평가해야 하지만<sup>13)</sup> 본 연구에서는 재료비 측면에 대한 경제적 저감 효과를 분석하였다. 일반적인 경우 산업부산물을 사용한 콘크리트는 원가절감의 효과가 있는 것으로 알려져 있으므로 바잘트 섬유를 활용하기 위한 배합에 다량의 플라이애시 활용에 따른 친환경성 및 경제성을 비교분석을 수행하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 모르타르 플로우

Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3은 OPC와 FA50의 BF 길이에 따른 BF 혼합율 0.5%, 1.0% 및 1.5%의 모르타르 플로우를 나타낸 것이다. Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3의 결과 BF 혼합율에 따라 BF의 길이에 관계없이 혼합율이 증가할수록 모르타르 플로우가 감소하는 경향이 나타났으며, 이러한 원인은 BF 길이가 길어질수록 모르타르 매트릭스 내 마찰 등의 저항이 커지므로 모르타르 플로우가 감소하는 것으로 판단된다. 또한, BF의 길이에 따라서는 BF

Table 5 Experiment variable

Item	Experiment condition
Replacement ratio of FA (mass%, by cement)	0, 50
Content of SP (% by binder)	1.0~1.5
Content of VA (% by binder)	0.6~1.0
Length of basalt fiber (mm)	6, 20, 30
Mixing ratio of basalt fiber (vol.%, by total volume)	0.5, 1.0, 1.5

Table 6 Mix design according to each experiment variable

W/B	Unit mass (kg/m <sup>3</sup> )				Content of SP (%)	Solids content of SP, (%)	Content of VA (%)	Mixing ratio of BF (%)	Length of BF (mm)				
	W	C	FA	S									
0.30	130	437	0	784	1.5	25	0.6	0.5	6				
0.30	130	437	0	784			0.8		20				
0.30	130	437	0	784			1.0		30				
0.30	130	437	0	784			0.6	1.0	6				
0.30	130	437	0	784			0.8		20				
0.30	130	437	0	784			1.0		30				
0.30	130	437	0	784			0.6	1.5	6				
0.30	130	437	0	784			0.8		20				
0.30	130	437	0	784			1.0		30				
0.30	130	219	219	784			1.5	25	0.6	0.5	6		
0.30	130	219	219	784					0.8		20		
0.30	130	219	219	784					1.0		30		
0.30	130	219	219	784					0.6	1.0	6		
0.30	130	219	219	784					0.8		20		
0.30	130	219	219	784					1.0		30		
0.30	130	219	219	784					1.5	25	0.6	1.5	6
0.30	130	219	219	784							0.8		20
0.30	130	219	219	784							1.0		30
0.30	130	219	219	784							0.6	1.5	6
0.30	130	219	219	784							0.8		20
0.30	130	219	219	784	1.0	30							

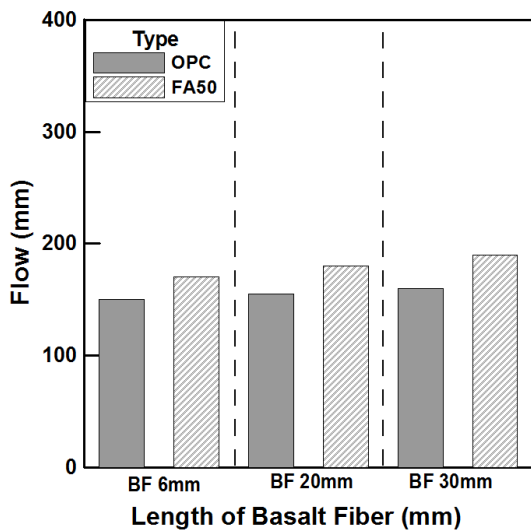


Fig. 1 Mortar flow according to length of BF (Mixing ratio of BF = 0.5%)

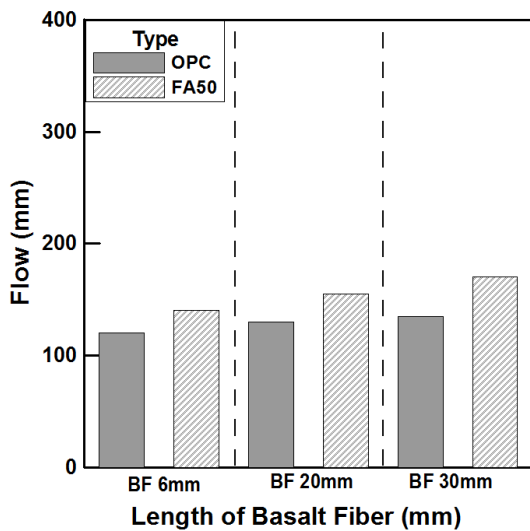


Fig. 2 Mortar flow according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.0%)

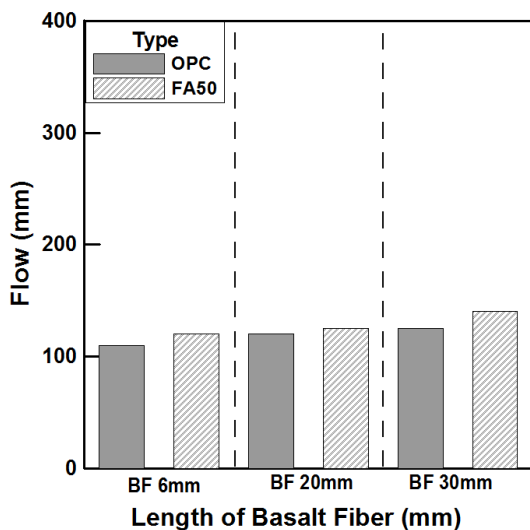


Fig. 3 Mortar flow according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.5%)

혼합율에 관계없이 모두 BF 길이가 증가할수록 모르타르 플로우가 증가하는 경향이 나타났으며, 이러한 원인은 동일한 BF 혼합율일 경우 BF의 길이가 길어지는 것은 BF 자체의 비표면적이 상대적으로 감소하기 때문에 오히려 짧은 경우와 비교하여 긴 경우 모르타르 슬럼프 확보가 용이한 것으로 판단된다.

FA를 혼합한 배합의 경우 OPC를 사용한 배합과 비교하여 BF의 길이 및 BF의 혼합율에 관계없이 모든 배합에서 FA50이 섬유 분산성뿐만 아니라 모르타르 플로우도 큰 경향이 있는 것으로 나타났다. 이러한 원인은 일반적인 FA의 특징과 같이 구형의 입형에 따른 불-베어링 영향, 사용되는 총 결합재의 입도분포 넓어짐 및 FA자체의 높은 제타전위에 따른 정전기적 반발효과에 의한 입자간 응집억제의 영향에 기인한 것으로 판단된다.<sup>5-7)</sup> BF를 1% 혼합한 배합을 기준으로 FA50의 6, 20 및 30 mm BF를 적용한 배합이 OPC와 비교하여 플로우가 약 17, 20 및 25% 증가하는 결과가 나타남에 따라 작업성 측면에서 OPC 단독사용보다는 FA의 다량혼합을 통한 경우 소요 플로우 및 섬유 분산성을 개선할 수 있는 배합제도가 가능한 것으로 판단된다.

### 3.2 모르타르 레올로지

Fig. 4 및 Fig. 5는 OPC 및 FA50의 소성점도 및 항복응력을 나타낸 것이다. Fig. 4 및 Fig. 5의 결과 FA 혼합에 따른 소성점도 및 항복응력의 증가가 섬유 분산성 개선 및 플로우 향상에 기여하여<sup>11)</sup> OPC보다 항복응력이 약 18% 최대 36% 낮아지는 경향으로 나타남에 따라 BF를 혼합한 배합은 OPC 단독사용보다는 FA의 다량 사용을 통하여 SP제 사용량 감소, VA 첨가량 감소, 소성점도 증가에 따른 섬유 분산성 개선, 이를 통하여 BF를 활용한 모르타르 배합의 소성점도 및 항복응력의 감소효과로 이어져 결과적으로 소요 플로우 향상을 통한 위커빌리티 향상 효과가 있는 것으로 판단된다.

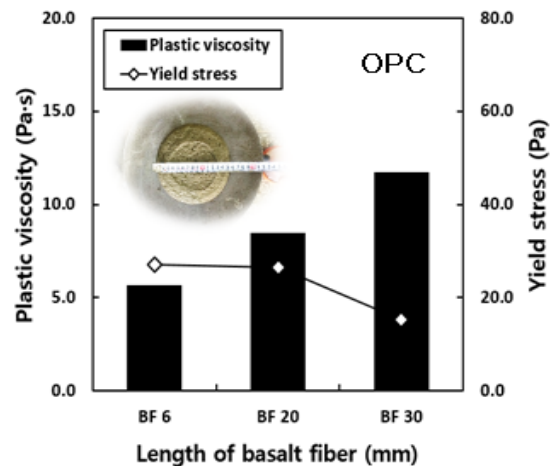


Fig. 4 Plastic viscosity and yield stress of OPC according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.0%)

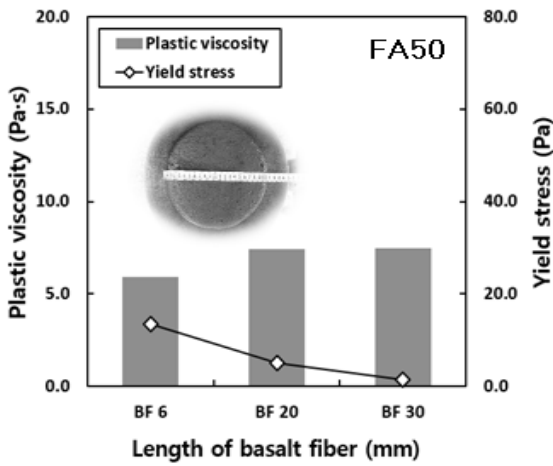


Fig. 5 Plastic viscosity and yield stress of FA50 according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.0%)

### 3.3 모르타르 압축강도

Fig. 6, Fig. 7 및 Fig. 8은 OPC 및 FA50의 초기 재령 압축강도를 나타낸 것으로 재령의 1일, 3일 및 7일 압축강도를 나타낸 것이다. Fig. 6, Fig. 7 및 Fig. 8의 결과 FA50의 초기 재령 압축강도는 OPC의 초기 재령 압축강도와 비교하여 BF 혼합률 0.5%, 1.0% 및 1.5%의 모든 경우 약 30% 감소하는 경향이 나타났으며, BF의 섬유 길이가 압축강도에 미치는 영향은 다소 차이가 있지만 유사 수준인 것으로 나타났다. 그러나 BF의 혼합율에 경우 BF 혼합률 증가에 따라 비례적으로 압축강도가 감소하는 경향이 나타났다.

Fig. 9, Fig. 10 및 Fig. 11은 OPC 및 FA50의 재령 28일 압축강도를 나타낸 것으로 BF의 길이에 따라 다소 편차가 발생하였지만 섬유 길이가 길어질수록 유사하거나 증가하는 경향이 나타났다.

일반적으로 섬유보강 모르타르는 섬유가 압축강도에 미치는 영향이 미비한 것으로 보고되고 있으나<sup>12)</sup> 본 논문

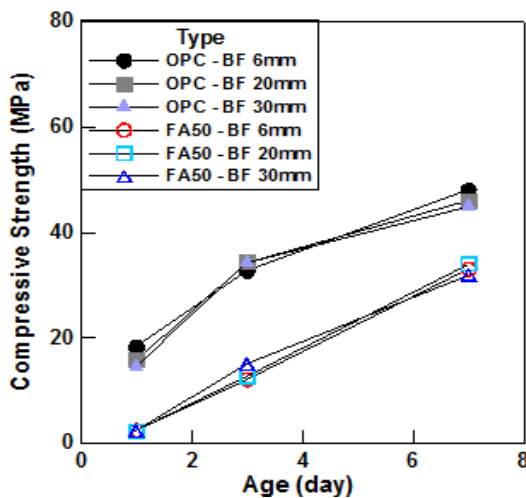


Fig. 6 Compressive strength of early age according to length of BF (Mixing ratio of BF = 0.5%)

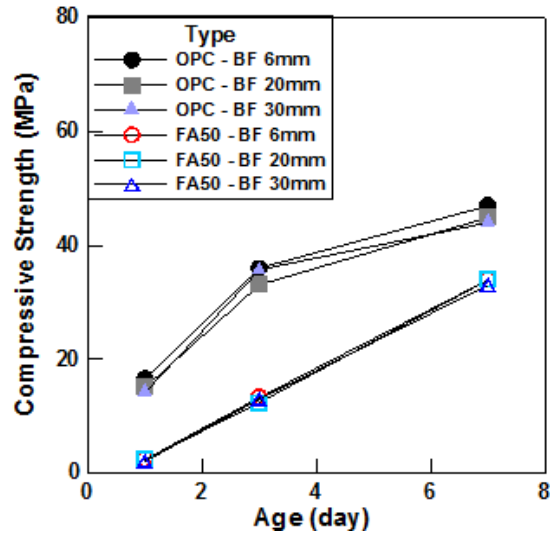


Fig. 7 Compressive strength of early age according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.0%)

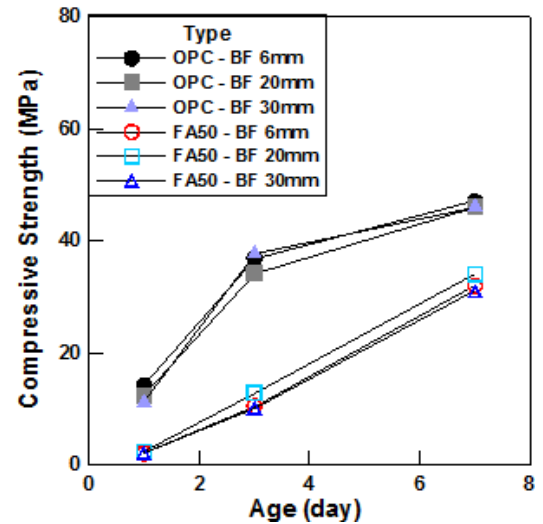


Fig. 8 Compressive strength of early age according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.5%)

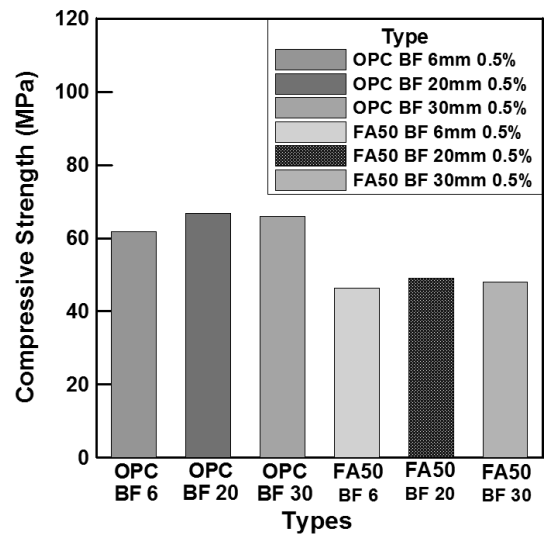


Fig. 9 Compressive strength of age 28 day according to length of BF (Mixing ratio of BF = 0.5%)

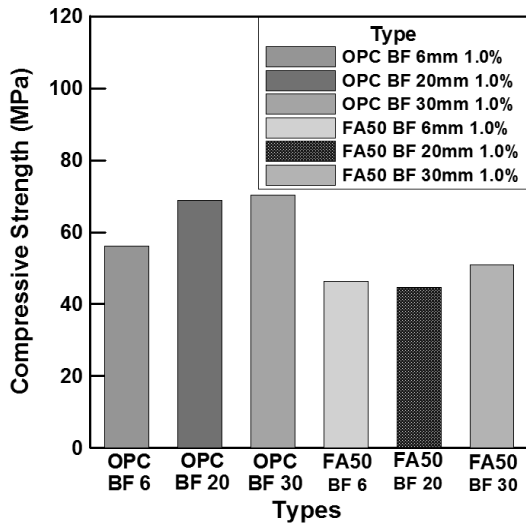


Fig. 10 Compressive strength of age 28 day according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.0%)

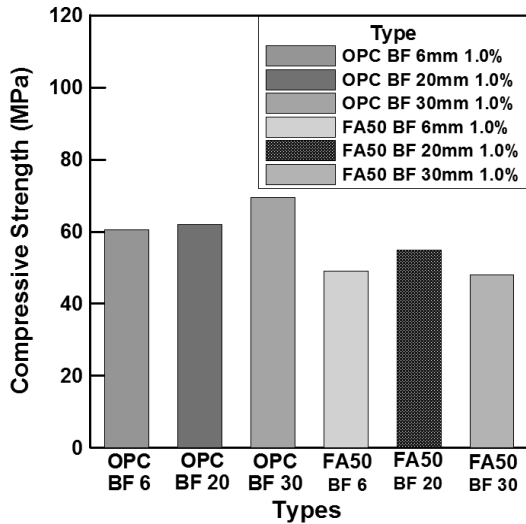


Fig. 11 Compressive Strength of Age 28 day according to length of BF (Mixing ratio of BF = 1.5%)

문의 경우 압축강도의 차이가 발생한 원인은 BF의 섬유 길이와 길어지거나 혼합량이 증가할수록 소요 플로우를 위한 증점제 및 소포제의 사용량이 증가함에 따른 것으로 예측되며, 소요 플로우를 만족한 경우에도 섬유 분산의 정도의 차이와 시편 성형 후 탈형시 충전성 문제가 나타났기 때문에 이에 대하여 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

또한, 압축강도 측정을 위한 시험체는 혼합되는 섬유의 길이가 길어질수록 매트릭스 내 섬유분산 뿐만 아니라 섬유 방향성에도 부적합한 형태가 되기 때문에 상황에 맞도록 시험체를 제작하여야 하지만 본 논문의 경우 바잘트 섬유를 혼합한 배합의 가능성과 기초 품질 특성 평가만을 기반을 두었기 때문에 보다 명확하고 신뢰성 있는 결과를 얻기 위해서는 섬유의 분산 및 방향성에 영향을 주지 않는 시험체를 제조하여 압축강도를 평가할 필요가 있을 것으로 판단된다.

### 3.4 친환경성 및 경제성 분석

본 논문에서는 BF 섬유를 혼합한 모르타르 배합에 FA를 50% 사용하였기 때문에 이에 따른 친환경성 및 경제성을 분석하였다.

친환경성은 CO<sub>2</sub> 배출량을 평가하여 분석을 실시하였다. 각 재료에 대한 원단위 탄소 배출량(Table 7)을 기준으로 하여 총 탄소 배출량 결과를 나타낸 것이 Table 8이다.

Table 8의 결과 FA를 50% 혼합한 배합은 기존 OPC만을 사용한 배합과 비교하여 원단위 탄소배출량이 낮은 FA를 다량 사용함에 따라 약 10%의 탄소 배출량이 저감되는 것으로 나타났으며, 이를 탄소배출 거래제에 따른 금액으로 환산할 경우 온실가스 배출 톤당 7-30 유로라 가정하고 톤당 약 25,000원으로 계산할 경우 m<sup>3</sup>당 약 600원의 절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 9는 OPC 콘크리트 배합과 FA를 50(mass)% 혼합한 콘크리트 배합을 가정하여 경제성을 분석한 결과를 나타낸 것이다. FA를 50% 혼합한 배합이 OPC만을 사용

Table 7 Unit won of CO<sub>2</sub> of the use of concrete materials (KRW, for example)

Type	W	OPC	FA	GGBFs	S	G	AD
kg-CO <sub>2</sub> /kg	-	0.7466	0.6197	0.0377	0.0037	0.0028	0.25

Table 8 Reduced results of CO<sub>2</sub>

Type	Unit mass (kg/m <sup>3</sup> )					Emissions of CO <sub>2</sub> (kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	reduction of CO <sub>2</sub> (%/m <sup>3</sup> )
	W	C	FA	S	G		
OPC	175	350	0	710	1054	274	-
FA50	175	175	175	710	1054	250	10 %

Table 9 Results of the economic analysis

Type	Unit Mass (kg/m <sup>3</sup> )					Total Cost (won/m <sup>3</sup> )	reduction of total cost (%/m <sup>3</sup> )
	W	OPC	FA	S	G		
OPC 100	175	350	0	710	1054	36,070	-
Unit Cost (won)	0	56.09	17.80	6.70	5.96		
Cost (won)	0	19,631	0	4,757	6,281		
FA 50	175	175	175	710	1054	23,970	33%
Unit Cost (won)	0	56.09	17.80	6.70	5.96		
Cost (won)	0	9,815	3,115	4,757	6,281		

한 보통 콘크리트 배합과 비교하여 약 33%의 원가저감 효과가 있으며, 이는 결합재 금액이 6,701원 줄어들었기 때문인 것으로 분석된다.

특히, FA 50% 이상 사용한 하이볼륨 플라이애시의 경우에는 FA 자체가 구형의 유리질 입형을 가지고 있어 볼-베어링 역할, OPC와 FA가 혼합됨에 따른 결합재의 입도 분포의 넓은 입자범위, FA 자체의 높은 제타전위에 의한 정전기적 반발효과 증가에 따른 입자간 응집억제로 유동성을 향상시키는 것으로 보고되고 있으므로<sup>5,8-10)</sup> FA 다량 사용에 따른 화학 혼화제의 저감 영향이 반영된다면 경제적 효과는 더욱 증대될 것으로 기대된다.

#### 4. 결 론

바잘트 섬유를 콘크리트 구조물용 보강재로써 활용 가능성 및 활용방안 검토를 위한 일환의 기초 연구로서 바잘트 섬유를 활용한 모르타르 제조를 위하여 플라이애시를 50% 혼합한 하이볼륨 플라이애시 모르타르와 시멘트만을 사용한 모르타르를 제조하여 비교평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 바잘트 섬유를 혼합한 모르타르는 플라이애시를 다량 혼합한 하이볼륨 플라이애시의 경우 시멘트만을 사용한 배합에 대하여 섬유 분산성 개선 효과를 얻을 수 있는 것을 확인할 수 있었으며, 이에 따른 소요 플로우 향상 및 위크빌리티 향상 효과가 있는 것으로 판단된다.
- 2) 모든 배합에서 플라이애시를 50% 이상 다량 사용할 경우에는 약 30%의 강도저하 현상, 특히 초기강도에 대한 문제가 발생할 것으로 판단됨에 따라 사용처 또는 용도에 따라 배합을 선정하거나 강도보상 등과 같은 대책이 필요할 것으로 판단된다.
- 3) 바잘트 섬유를 혼합할 배합에 50% 이상의 하이볼륨 플라이애시를 적용할 경우 시멘트만을 사용한 콘크리트 배합과 비교하여 약 33% 제조원가 저감 및 약 10% CO<sub>2</sub> 저감효과가 있으므로 경제적이며, 친환경적인 콘크리트 보수재료로써 활용 가능할 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

이 연구는 2015학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### References

1. Kim, J. M., and Kim, K. N., Basalt of Cheorwon, and Industrial Fibers, Research Institute for Gangwon, Reports of Policy,

- pp.1-11, 2011. 10.
2. IPCC, Climate Change 2007-Synthesis Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.
3. Im, N., P., Characteristics of Bending Stress Corrosion Cracking of Basalt Fiber Reinforced Composite Materials by Different Fabrication Methods, Master's Thesis, Korea Maritime and Ocean University, 2013.
4. Cory Higha, Hatem M. Seliemb, Adel El-Saftyc, and Sami H. Rizkallaa, "Use of Basalt Fibers for Concrete Structures," *Journal of Construction and Building Materials*, pp.37-46, 2015.
5. Choi, Y.W., Chu, S.B., Park, M.S., Kim, J.H., Kim, T.H., and Kim, K.H. "The Effect of HVFA on the Reduction of Unit Water of Concrete," *Proceedings of Korean Recycled Construction Resource Institute*, Vol.12, No.1, pp.176-179, 2012, 4.
6. Korea Conformity Laboratories, Development & Commercialization of Green Construction Materials utilizing High Volume Coal Combustion Products, Korea Conformity Laboratories, 2011.
7. Lee, S. H., Kim, H.J., Etsuo Sakai, and Masaki Daimon, "Effect of Particle Size Distribution of Fly ash-Cement System on the Fluidity of Cement Pastes," *Cement and Concrete Research*, Vol.33, Issue 2, pp.763-768, 2003, 2.
8. P. Kumar Mehta, High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete for Sustainable Development, International Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology, 2004.
9. Kim, S. S., Choi, S. J., and Jeong, Y., An Experimental Study on the Strength Development Properties of HVFA Concrete by Fly-ash Replacement Ratio, *Proceeding of Korea Concrete Institute*, Vol.21, No.2, pp.279-280, 2009, 11.
10. Choi, Y. W., Park, M. S., Choi, B. K., and Oh, S. R., "The Properties of Strength Development of High Volume Fly Ash Concrete with Reduction of Unit Water Content," *Journal of the Korea Recycled Construction Resources Institute*, Vol.2, No.1, pp.46-51, 2014. 3.
11. Choi, Y. W., Oh, S. R., Park, M. S., and Choi, B. K., "The Experimental Study on the Fluidity Properties of Mortar Using Basalt Fiber and High Volume Fly Ash," *Journal of the Korea Recycled Construction Resources Institute*, pp.345-353, 2014.
12. Jeon, S. H., and Kim, H. D., "Physical Properties of Basalt Chopped Fiber Reinforced Cement Composite," *Journal of The Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.10, No.6, pp.1298-1303, 2009. 6.
13. Jo, J. H., A Study on the Quality Properties of Multi Component Blended High Fluidity Concrete with CO<sub>2</sub> Reduction, master's thesis of Semyung University, 2015.

---

**요약** 본 연구에서는 바잘트 섬유보강 콘크리트의 개발을 위한 일환의 기초적 연구로서, 바잘트 섬유 혼합에 따른 기초 품질 특성을 모르타르 수준에서 평가하였다. 실험에 사용된 모르타르 배합은 시멘트만을 사용한 배합과 플라이애시를 50% 혼합한 하이볼륨 플라이애시 배합을 사용하였으며, 비교하여 평가하였다. 실험결과, 플라이애시를 50% 혼합한 하이볼륨 플라이애시 모르타르는 시멘트만 사용한 모르타르보다 섬유 분산성을 향상시키는 효과가 있는 것으로 나타났으며, 섬유 뭉침현상이 상당히 감소되는 것으로 나타났다. 또한 플라이 애시를 50% 이상 다량 사용할 경우, 압축강도는 약 30%의 감소하는 것으로 나타났으며, 바잘트 섬유의 섬유 길이 및 혼합량은 역학적 특성보다 유동 특성에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

**핵심용어** : 바잘트 섬유, 하이볼륨 플라이애시, 모르타르, 품질특성, 섬유보강