

하이브리드 섬유보강 콘크리트의 장기 건조수축 및 내동해성 평가

김요셉¹, 배수호^{2*}, 이현진³

Evaluation for Long Term Drying Shrinkage and Resistance to Freezing and Thawing of Hybrid Fiber Reinforced Concrete

Yo-Seb Kim¹, Su-Ho Bae^{2*}, Hyun-Jin Lee³

Abstract: Many researches have been performed on hybrid fiber reinforced concrete for years, which is to improve some of the weak material properties of concrete. Researches on characteristics of hybrid fiber reinforced concrete using amorphous steel fiber and organic fiber, however, yet remain to be done. Therefore, the purpose of this research is to estimate the compressive strength, long term drying shrinkage, and resistance to freezing and thawing of hybrid fiber reinforced concrete(HFRC) using amorphous steel fiber and polyamide fiber as one of organic fibers. For this purpose, HFRCs containing amorphous steel fiber and polyamide fiber were made according to their total volume fraction of 1.0% for target compressive strength of 40 and 60 MPa, respectively, and then the compressive strength, length change, and resistance to freezing and thawing of these were evaluated. As a result, the long term length change ratio of HFRC used in this study decreased by more than 30%, 25% than plain concrete at 365 and 730 days, respectively, and the durability factor of HFRC was very excellent as more than 90%.

Keywords: Hybrid Fiber Reinforced Concrete, Amorphous Steel Fiber, Polyamide Fiber, Long Term Drying Shrinkage, Resistance to Freezing and Thawing

1. 서 론

콘크리트는 낮은 인장강도 및 균열제어 능력과 취성파괴의 특성으로 인하여 이를 개선하기 위한 연구가 지속적으로 진행되어 오고 있다(ACI Committee 544). 외부 환경 및 콘크리트 재료 자체 내외부의 취약한 문제점들을 개선하기 위한 방법으로 다양한 분야의 연구가 지속적으로 진행되고 있으며, 그에 따른 연구의 일환으로 콘크리트에 섬유를 혼입하는 방법이 있다. 섬유를 혼입한 콘크리트는 콘크리트의 균열제어와 함께 인성을 증진시키는 효과를 가지고 있다. 기존에는 강 섬유, 유리섬유, 아라미드 및 폴리에틸렌 등과 같은 섬유를 사용한 연구가 진행되었으며 콘크리트에 단일 섬유를 혼입하는 연구가 주종을 이루었다(John et al., 1990; Ahmad et al., 1986; Pendyala et al., 2000; Bukhari et al., 2008). 이후, 마이크로에서 매크로에 이르는 다양한 크기의 균열에 대한 저항성

과 고인성을 확보하기 위하여 2종류 이상의 섬유를 혼입하는 하이브리드 섬유보강 콘크리트로 연구가 발전하여 진행 중에 있다(Quan and Stroeven, 2000). 한편, 콘크리트에 발생하는 균열의 내부적 요인은 건조수축, 수화열, 알칼리 골재 반응 등이 있으며, 외부 환경에 따른 요인으로는 온도변화와 그에 따른 동결융해, 철근부식, 부등 침하, 과하중 등의 요소가 있다(Lee et al., 2011). 그 중, 콘크리트의 수축에 의한 균열에는 크게 소성수축 균열과 건조수축 균열로 나눌 수 있으며, 소성수축 균열은 콘크리트 타설 후 강도가 발현되기 전 소성상태에서 콘크리트의 표면의 수분증발 속도가 블리딩 속도보다 빠르거나 거푸집을 통한 누수가 심한 경우 또는 주변 환경이 건조가 심한 경우 등 여러 요인에 의해 굳지 않은 콘크리트에 수분손실이 발생하며 이로 인해 체적이 감소하는 현상이다. 이 수축은 표면아래의 내부구속으로 인하여 수축이 억제되므로 표면에 인장력을 발생시킨다. 건조수축 균열은 콘크리트의 경화가 진행됨에 따라 수분증발이 지속되어 외부표면은 수축되고, 내부는 수분이 존재하므로 외부 수축이 구속되어 인장 응력이 발생하면서 균열을 일으킨다. 건조수축 균열과 온도 변화에 따른 균열 발생은 전체 균열에서 90% 이상을 차지하고 있어 이를 제어하는 것이 매우 중요하다. 건조수축을 측정하는 방법으로는 KS F 2424와 ASTM C 157 등이 있는데, 본 연구에서는 국내 규격으로 ASTM C 157과 내용이 유사한

¹정회원, 삼보기술단 구조사업본부 사원

²정회원, 안동대학교 토목공학과 교수, 교신저자

³중신회원, 안동대학교 토목공학과 박사과정

*Corresponding author: shbae@andong.ac.kr

Department of Civil Engineering, Andong National University, Andong, 36729, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2019년 3월 1일까지 학회로 보내주시면 2019년 5월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Table 1 Physical properties of cement

Specific gravity	Setting time (min)		Blaine (m ² /kg)	Compressive strength(MPa)		
	Initial	Final		3 Days	7 Days	28 Days
3.15	225	305	341	26.8	38.6	56.0

Table 2 Physical properties of aggregates

Specimen	G _{max} (mm)	Density (g/cm ³)	Absorption (%)	Unit mass (kg/m ³)	Amount of passing 0.08mm sieve (%)	Fineness modulus
River sand	-	2.54	2.15	1,660	2.25	2.72
Crushed stone	25	2.65	1.22	1,648	-	7.27

Table 3 Properties of chemical admixtures

Specimen	Specific gravity	pH	Solid content (%)	Quantity (%) (by mass of cement)	Main component
Superplasticizer	1.05	3~4	18	0.5~2.5	Polycarbonic acid admixture
Viscosity agent	1.025	-	-	0.1~1.0	-
Air entraining agent	1.08	12	28	0.002~0.004	Surfactant

Table 4 Properties of ASF and PAF

Specimen	Density (g/cm ³)	Length (mm)	Diameter (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Tensile strength (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)
ASF	7.16	30	-	0.8	0.0258	2,200	140,000
PAF	1.14	30	0.5	-	-	600	3,100

Table 5 Mix proportions of HFRC

Specimens	Strength level	Fiber volume fraction (%)		Target slump (mm)	Target air content (%)	W/B (%)	S/a (%)	Unit mass(kg/m ³)				SP (B×%)	VA (B×%)	AE (B×%)
		ASF	PAF					W	C	S	G			
A	40	-	-	150±25	4.5±1.5	45	33	212.9	473.1	504.5	1068.7	0.5	-	0.002
B		0.4	0.6									1.0	0.7	0.003
C	60	-	-	150±25	4.5±1.5	33	52	190	576	782	753	0.5	-	0.003
D		0.6	0.4									1.8	1.1	0.003

KS F 2424를 채택하여 재령 730일까지 하이브리드 섬유보강 콘크리트의 길이변화를 측정함으로써 장기 건조수축 특성을 평가하고자 한다. 동결융해 작용을 받는 콘크리트의 내구성 능 저하는 온도에 따른 수축팽창에 따라 주로 균열, 표면박리 (scaling) 및 팝 아웃(pop-out) 등에 의해 진행되며, 이에 따른 열화는 구조물의 내력을 저하시킴으로써 콘크리트의 수명을 단축시킨다. 우리나라의 경우 계절의 변화가 뚜렷하며 동절기의 영상과 영하의 온도가 반복되는 일교차에 의해 콘크리트 구조체는 동결융해의 작용을 매년 받는다고 할 수 있다. 한편, 비정질 강섬유는 최근에 국내에서 생산되며 콘크리트와의 부착성능 및 균열 제어능력이 우수하고, 유기섬유는 균열

진전 억제 및 균열폭을 감소시키는 것으로 알려져 있어 비정질 강섬유와 유기섬유를 이용한 하이브리드 섬유보강 콘크리트는 휨성능의 대폭적인 개선과 함께 상술한 건조수축 및 동결융해 저항성을 크게 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다 (Kwon et al., 2016). 따라서 본 연구에서는 비정질 강섬유와 유기섬유를 이용한 하이브리드 섬유보강 콘크리트의 장기 건조수축 및 내동해성을 평가하기 위하여 목표 압축강도 40 및 60 MPa 각각에 대해서 비정질 강섬유와 유기섬유를 콘크리트 체적비로 1.0% 혼입한 섬유보강 콘크리트를 제작한 후, 이들의 압축강도, 장기 건조수축 특성 및 동결융해 저항성을 평가하고자 한다.

2. 실험 개요

2.1 사용 재료

하이브리드 섬유보강 콘크리트(Hybrid fiber reinforced concrete, HFRC)를 제작하기 위하여 시멘트는 시중에서 구입한 1종 보통 포틀랜드 시멘트(H사 제품)를 사용하였고, 그 물리적 성질은 Table 1과 같다. 잔골재와 굵은 골재는 각각 경북 안동에서 생산된 낙동강산 하천사와 부순돌을 이용하였으며, 이들의 물리적 성질은 Table 2와 같다. HFRC에 사용된 화학적 혼화제는 유동화 및 고강도 콘크리트용으로 사용되고 있는 S사의 폴리카르본산계의 고성능 감수제(Superplasticizer, SP)와 콘크리트의 점성을 증진시키는 증점제(Viscosity agent, VA) 및 내동해성 개선을 위한 공기연행제(Air entraining agent, AE)이며, 이들의 품질특성은 Table.3과 같다. HFRC를 제작하기 위하여 재료 특성이 다른 2종류의 섬유인 비정질 강 섬유(Amorphous steel fiber, ASF)와 유기섬유로서 폴리아미드 섬유(Polyamide fiber, PAF)를 이용하였으며, 이들의 형상 및 물리적 특성은 Figs.1~2 및 Table 4와 같다.



Fig. 1. ASF



Fig. 2. PAF

2.2 실험 방법

2.2.1 공시체 제작

HFRC의 강도 수준별 압축강도, 장기 건조수축 특성 및 내동해성을 평가하기 위하여 Table 5와 같이 콘크리트 배합실험

을 수행하였다. 목표 압축강도는 일반적으로 많이 사용되는 강도와 특수 목적으로 사용되는 강도를 각각 고려하여 40 및 60 MPa, 목표 슬럼프 및 공기량은 각각 150±25mm, 4.5±1.5%로 설정하였다. 목표 압축강도 40 및 60 MPa 각각에 대해서 하이브리드 섬유의 전체 체적비는 현장 적용성을 고려하여 1.0%로 설정하였으며, 이 경우 기존의 연구결과로부터 ASF0.4%+PAF0.6% 및 ASF0.6%+PAF0.4% 섬유조합의 휨 성능이 가장 우수한 것으로 나타나, 본 연구에서도 이 배합을 채택하였다(Jun, 2018). 압축강도, 길이변화 및 동결융해 시험을 위하여 각각 KS F 2403 (2014), KS F 2424 (2017), KS F 2456 (2013)에 따라 원주형 공시체(Ø100×200mm), 각주형 공시체(100×100×400mm), 각주형 공시체(76×101×412mm)를 제작하였다. 제작된 공시체는 성형 후 24시간 경과하여 몰드를 제거한 후 시험 전까지 20±3℃의 온도로 습윤양생 또는 항온항습실에 정치하였다.

2.2.2 압축강도 시험

장기 건조수축 및 내동해성 평가에 사용된 HFRC의 강도특성을 파악하기 위하여, 배합비별 3개씩 제작된 공시체에 대해서 KS F 2405 (2017)에 따라 재령 28일 압축강도를 평가하였다.

2.2.3 장기 건조수축 시험

HFRC의 장기 건조수축 특성을 평가하기 위하여 KS F 2424 (2015)에 따라 배합비별 3개씩 제작된 각주형 공시체를 탈형 후 즉시 다이얼 게이지 방법에 의해 길이변화 초기값을 측정한다. 20±3℃의 수중에서 양생을 실시하였으며, 재령 7일이 되었을 때 제2회제의 길이변화 측정을 하고 이 시점을 기준으로 하였다. 그 후 20±3℃, 60±5% RH의 항온항습실에 정치하여, 보존 기간별(7, 28, 56, 91, 182, 273, 365, 546 및 730 일)로 길이변화를 측정하였고, 길이변화율은 식 (1)에 의해 구하였다(Fig. 3).

$$\text{길이변화율}(\%) = \frac{(X_{01} - X_{02}) - (X_{i1} - X_{i2})}{L_0} \times 100 \quad (1)$$

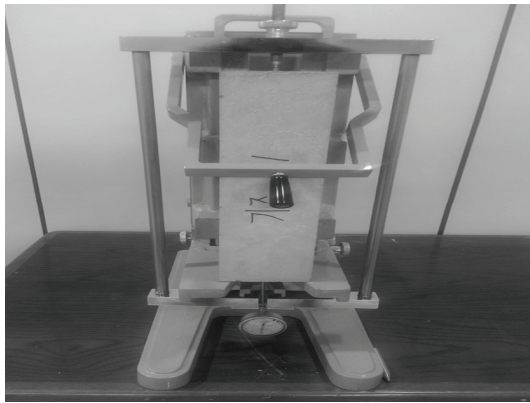
여기서, L_0 는 기준 길이이며, X_{01} , X_{02} 는 각각 기준으로 한 시점에서의 측정치(초기값)이고, X_{i1} , X_{i2} 는 각각 시점 i 에서의 측정치이다.

2.2.4 동결융해 시험

HFRC의 내동해성을 평가하기 위한 동결융해 저항성 시험은 배합비별 2개씩 제작하여 재령 14일간 표준양생한 각주형 콘크리트 공시체에 대해서 KS F 2456 (2013)의 시험 방법 B인 기중동결, 수중융해 방법에 따라 수행하였다. 동결융해 사이클은 공시체의 온도를 약 3시간에서 교대로 4℃에서 -18℃까지 떨어뜨리고, 다음에 -18℃에서 4℃로 상승시키는 것을 1



(a) Specimens fixed in constant temperature and humidity chamber



(b) Measurement of length change

Fig. 3 Length change test

사이클로 하여 300 사이클까지 실시하였다. HFRC의 내동해성은 동결융해 300 사이클까지 가로 1차 진동 주파수를 측정 한 후 식 (2) 및 식 (3)과 같은 상대동탄성 계수 및 내구성 지수로 평가하였다(Fig. 4).

$$P_c = \left(\frac{n_c^2}{n_0^2} \right) \times 100 \quad (2)$$

여기서, P_c 는 동결융해 C 사이클 후의 상대 동탄성계수(%)이며, n_0 는 동결융해 0 사이클에서의 가로 1차 진동 주파수(Hz)이고, n_c 는 동결융해 C사이클 후의 가로 1차 진동 주파수(Hz)이다.

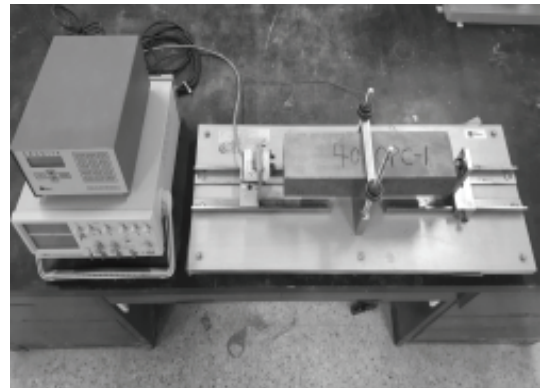
$$DF = \frac{PN}{M} \quad (3)$$

여기서, DF 는 시험용 공시체의 내구성 지수이며, P 는 N 사이클에서의 상대 동탄성계수(%)이고, N 은 P가 시험을 단속시킬 수 있는 소정의 최소값이 된 순간의 사이클 수 혹은 동

결융해에의 노출이 끝나게 되는 순간의 사이클 수, M 은 동결 융해에 노출이 끝날 때의 사이클 수를 나타낸다.



(a) Specimens exposed to freezing and thawing



(b) Measurement of fundamental transverse frequency

Fig. 4 Freezing and thawing test

3. 실험결과 및 고찰

3.1 압축강도

Fig. 5는 목표 압축강도 40 및 60 MPa에 대한 플레인 콘크리트(Plain concrete, PC) 및 HFRC의 재령 28일 압축강도를 나타낸 것이다. 목표 압축강도 40 MPa의 경우, HFRC의 압축강도가 플레인 콘크리트보다 약 7% 증가하였으나, 목표 압축강도 60 MPa인 경우 HFRC가 플레인 콘크리트보다 약 10%정도 감소한 것으로 나타났다. 따라서 섬유 혼입이 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향은 긍정적 효과와 부정적 효과가 있지만, 혼입된 섬유가 섬유보강 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 보는 이론이 일반적인 기존의 섬유보강 콘크리트의 연구결과와 유사하게 HFRC의 압축강도 증진효과는 거의 없는 것으로 나타났다(Choi et al., 2016).

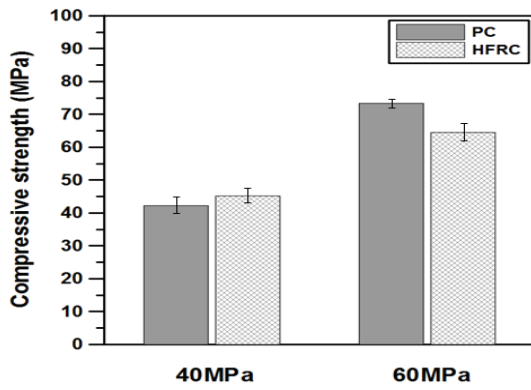


Fig. 5 Compressive strength of HFRC

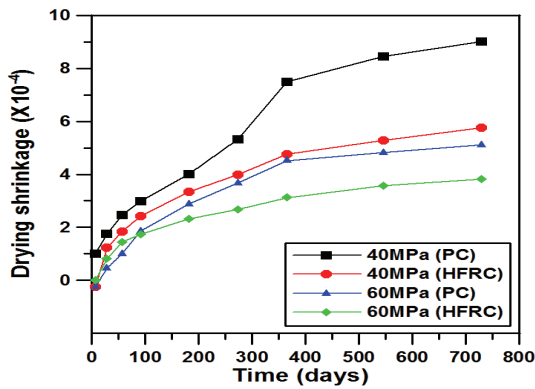


Fig. 6 Drying shrinkage of HFRC

3.2 장기 건조수축 특성

Fig. 6은 HFRC의 목표 압축강도별로 재령 7일부터 730일까지 건조수축에 의한 장기 길이변화율을 나타낸 것으로, 목표 압축강도 40 MPa의 경우 HFRC의 길이변화율은 전 재령에 걸쳐 플레인 콘크리트보다 크게 감소되는 것으로 나타났고, HFRC의 재령 1년 및 2년 길이변화율은 각각 플레인 콘크리트보다 37%, 36% 감소하는 것으로 나타났다. 목표 압축강도 60 MPa의 경우 HFRC의 길이변화율은 비교적 초기 재령인 재령 56일까지 플레인 콘크리트보다 약간 큰 것으로 나타났으나, 재령 91일부터 플레인 콘크리트보다 감소하기 시작하여 재령 1년 및 2년의 경우 각각 31%, 25%로 크게 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 HFRC의 길이변화율은 대체적으로 플레인 콘크리트보다 크게 감소하며, 그 차이는 재령이 증가할수록 보다 커지는 것으로 나타났는데, 이는 콘크리트에 혼입된 각각의 섬유들이 수분 이동에 대한 구속효과를 가짐으로써 수축변형률을 억제시켰기 때문인 것으로 판단된다(Grzybowski, 1990; Oh et al., 1996).

3.3 내동해성

동해는 콘크리트 내부의 모세관수의 동결에 의한 체적팽창이 직접적인 원인은 아니며, 이로 인하여 동결되지 않은 물의 압력이 높아져 콘크리트 속의 미세균열이 발생하기 때문이

다. 일반적으로 콘크리트의 내동해성은 상대 동탄성계수 (Relative dynamic modulus of elasticity) 또는 내구성 지수 (Durability factor, DF)로 평가하는데, 내구성 지수가 약 100이면 내동해성이 우수한 것으로 판정되고, 60 이상이면 내동해성이 있는 것으로 판정되며, 60 미만이면 내동해성이 없는 것으로 판정되고 있다(Neville, 1997). Figs. 7~8은 HFRC의 목표 압축강도별로 상대 동탄성계수 및 내구성 지수를 나타낸 것으로, HFRC의 동결융해 사이클에 따른 상대 동탄성계수는 목표 압축강도 40 MPa의 경우 플레인 콘크리트보다 약간 작은 것으로 나타났으나, 그 차이는 미미하며, 압축강도 60 MPa의 경우는 HFRC가 플레인 콘크리트보다 다소 큰 것으로 나타났으며, HFRC 및 플레인 콘크리트 모두 상대 동탄성계수가 90% 이상으로 나타났다. 또한 HFRC 및 플레인 콘크리트의 동결융해 300 사이클 후 내구성 지수는 모두 90% 이상으로 내동해성이 있는 것으로 나타나, 소요의 공기량(4.5±1.5%)을 확보하였을 때 콘크리트의 종류가 내동해성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.

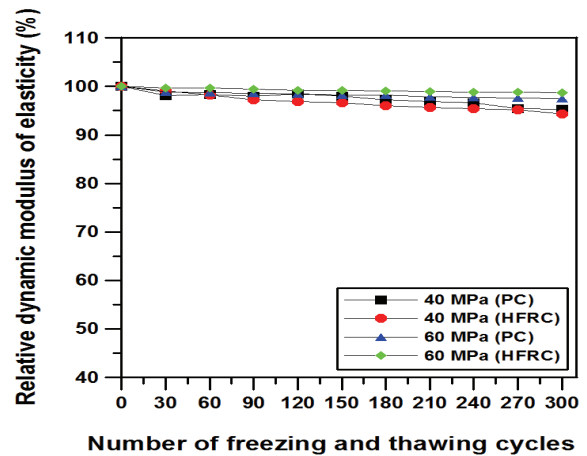


Fig. 7 Relative dynamic modulus of elasticity of HFRC

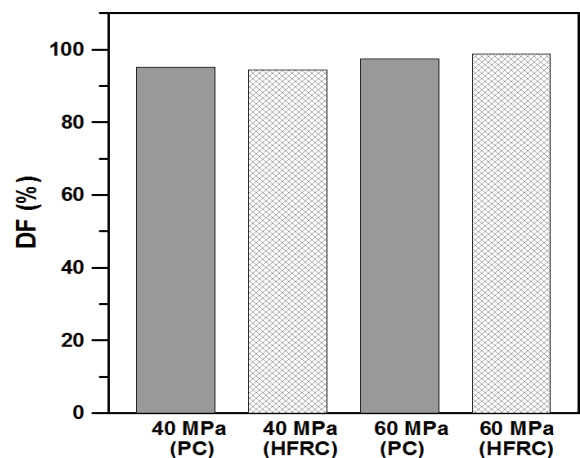


Fig. 8 Durability factor of HFRC

4. 결론

비정질 강섬유와 유기섬유를 이용한 하이브리드 섬유보강 콘크리트를 제작하여 압축강도, 장기 건조수축 및 내동해성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 목표 압축강도 40 MPa의 경우 HFRC의 압축강도는 플레인 콘크리트보다 약 7% 증가하였으나, 목표 압축강도 60 MPa의 경우 HFRC가 플레인 콘크리트보다 약 10% 정도 감소한 것으로 나타나, 목표 압축강도별로 다소의 차이는 있으나, 기존의 연구결과와 유사하게 HFRC의 압축강도 개선 효과는 거의 없는 것으로 나타났다.
- 2) HFRC의 재령 1년 및 2년의 장기 길이변화율은 각각 플레인 콘크리트보다 30%, 25% 이상 크게 감소하는 것으로 나타났다. HFRC의 길이변화율은 대체적으로 플레인 콘크리트보다 크게 감소하며, 그 차이는 재령이 증가할수록 보다 커지는 것으로 나타났는데, 이는 콘크리트에 혼입된 각각의 섬유들이 수분이동에 대한 구속효과를 가짐으로써 수축변형률을 억제시켰기 때문인 것으로 판단된다.
- 3) HFRC 및 플레인 콘크리트의 동결융해 사이클에 따른 상대 동탄성계수는 90% 이상으로 나타났으며, HFRC 및 플레인 콘크리트의 내구성 지수는 모두 90% 이상으로 내동해성이 있는 것으로 나타나, 소요의 공기량 (4.5±1.5%)을 확보하였을 때 콘크리트 종류가 내동해성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.
- 4) HFRC는 휨성능의 개선과 함께 동결융해 저항성 증대 및 길이변화율이 크게 감소하는 것으로 나타나, 향후 HFRC는 박판노출패널 등의 PC 부재와 내충격 바닥재, 교량뎀 등의 보수보강에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 안동대학교 기본연구지원사업에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- ACI Committee 544 (1984), Fiber Reinforced Concrete, ACI Special Publication SP-81, American Concrete Institute.
- Ahmad, S. H., Khaloo, A. R., and Poveda, A. (1986), Shear Capacity of Reinforced High-Strength Concrete Beams, *ACI Structural Journal*, 83(2), 297-305.
- ASTM C 157 (2003), Standard Test Method for Length Change of

- Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete, American Society for Testing Materials, ASCE, 1-7.
- Bukhari, I. A., and Ahmad, S. (2008), Evaluation of Shear Strength of High-Strength Concrete Beams without Stirrups, *The Arabian Journal for Science and Engineering*, 33(2B), 321-336.
- Choi, Y. W., Oh, S. R., and Choi, B. K. (2016), An Experimental Study on Fundamental Quality Properties of Basalt Fiber Reinforced Mortar according to Application of High Volume Fly Ash, *Journal of the Korea Concrete Institute*, 28(4), 387-394.
- Grzybowski, M. and Shah, S. P. (1990), Shrinkage Cracking of Fiber Reinforced Concrete, *ACI Materials Journal*, 87(2), 138-148.
- John, J. R., and Henry, G. R. (1990), Shear Strength of High-Strength Concrete Beams with Web Reinforcement, *ACI Structural Journal*, 87(2), 191-198.
- Jun, J. (2018), Flexural Performances of High Performance Concrete Using Amorphous Steel Fiber and Organic Fiber, Master's thesis, Andong National University.
- Kwon, S. O., Bae, S. H., Kim, Y. S., Jun, J., and Lee, J. C. (2016), Mechanical Properties of High Performance Concrete Using Amorphous Steel Fiber and Organic Fiber, *Proceedings of Spring Conference of Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 653-656.
- KS F 2403 (2014), Standard test method for making and curing concrete specimens, Korean Agency for Technology and Standard.
- KS F 2405 (2017), Standard test method for compressive strength of concrete, Korean Agency for Technology and Standard.
- KS F 2424 (2015), Standard test method for length change of mortar and concrete, Korean Agency for Technology and Standard.
- KS F 2437 (2013), Standard test method for dynamic modulus of elasticity, rigidity and dynamic Poisson's ratio of concrete specimens by resonance vibration, Korean Agency for Technology and Standard.
- KS F 2456 (2013), Standard test method for resistance of concrete to rapid freezing and thawing, Korean Agency for Technology and Standard.
- Lee, S.J., Lee, H.K., Lee, S.H., and Won, J.P. (2011), Quantitative Estimation of Joint Spacing for Concrete Slab to Prevent Cracking of Drying Shrinkage, *Journal of the Korea Concrete Institute*, 23(3), 289-294.
- Neville, A. M. (1997), Properties of concrete, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Oh, B. H., Lee, M. G., Yoo, S. W., and Baik, S. H. (1996), A Study on the Strength and Drying Shrinkage Crack Control Characteristics of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete, *Journal of the Korea Concrete Institute*, 8(6), 151-161.
- Pendyala, R. S., and Mendis, P. (2000), Experimental Study on Shear Strength of High-Strength Concrete Beams, *ACI Structural Journal*, 97(4), 564-571.
- Quan, C. X. and Stroeven, P. (2000), Fracture Properties of Concrete Reinforced with Steel-Polypropylene Hybrid Fibres, *Cement and Concrete Composites*, 22(4), 343-353.

Received : 10/31/2018

Revised : 12/20/2018

Accepted : 12/24/2018

요 지 : 콘크리트의 낮은 인장강도 및 균열제어 능력 등의 약한 재료성질을 개선하기 위하여 수년간 하이브리드 섬유보강 콘크리트에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 비정질 강섬유와 유기섬유를 이용한 하이브리드 섬유보강 콘크리트에 관한 연구는 이루어지지 않은 실정이다. 따라서, 본 연구의 목적은 비정질 강섬유와 유기섬유로서 폴리아미드 섬유를 이용한 하이브리드 섬유보강 콘크리트의 압축강도, 장기 건조수축 및 내동해성을 평가하는 것이다. 이를 위하여 목표 압축강도 40 및 60 MPa 각각에 대해서 하이브리드 섬유 혼입률을 전체 체적비로 1.0%로 설정하여 비정질 강섬유와 폴리아미드 섬유를 이용한 하이브리드 섬유보강 콘크리트를 제작하였다. 제작된 하이브리드 섬유보강 콘크리트의 장기 건조수축 및 내동해성을 평가한 결과, 재령 365일 및 730일에서의 장기 길이변화율은 플레인 콘크리트보다 각각 30%, 25% 이상 감소된 것으로 나타났으며, 동결융해 300 사이클 후의 내구성 지수는 90% 이상으로, 내동해성이 있는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 하이브리드 섬유보강 콘크리트, 비정질 강섬유, 폴리아미드 섬유, 장기 건조수축, 내동해성
