

# 프리캐스트 SHCC 벽판의 전단강도

## Shear Strength of Precast Reinforced SHCC Walls

김 선 우\* 이 영 오\*\* 남 상 현\*\*\* 차 준 호\*\*\* 류 승 현\*\*\* 윤 현 도\*\*\*\*

Kim, Sun Woo Lee, Young Oh Nam, Sang Hyun Chan, Jun Ho Ryu, Seung Hyun Yun, Hyun Do

### ABSTRACT

In this paper, direct tensile strength,  $f_t$ , and FR index,  $F_i$ , were considered, and factor  $a$  between  $f_t$  and  $\sqrt{f_c}$  was estimated through the results of preceding studies on the material properties of SHCCs in order to propose equation for evaluating shear strength of SHCC walls. Shear strength calculated by the proposed equation predicted shear strength of SHCC walls accurately, showing similar tendencies to experimental results.

### 요 약

본 연구는 SHCC 벽판의 전단강도 평가식을 제안하기 위하여 SHCC 재료의 직접인장강도( $f_t$ )와 섬유보강지표(FR index,  $F_i$ )를 전단강도식에 적용하였으며, 제안식은 SHCC의 전단강도를 예측하는 데에 적절한 것으로 평가되었다.

### 1. 서 론

변형경화형 시멘트 복합체(Strain-Hardening Cement Composite, SHCC)는 2% 이내의 섬유보강을 통해 높은 인장강도 및 균열제어성능을 발휘할 수 있으며, 최근 이와 같은 SHCC를 구조부재에 적용하고자 하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구에서는 SHCC를 기존 구조물의 내진성능을 향상시키기 위한 방법 중 끼움벽 보강에 적용하고자 하였으며, 현행 ACI318-08 기준<sup>1)</sup>에 제시되어 있는 전단벽 설계식에 SHCC의 재료적 특성을 반영하도록 수정하였다. 이와 같이 수정된 제안식을 통해 추후 개발될 다양한 성능의 SHCC를 구조부재, 특히 전단보강에 적용할 경우 설계법에 기초자료를 제시하고자 하였다.

### 2. SHCC 벽판의 전단강도식

섬유보강지표,  $F_i$ 는 다음 식(1)과 같이 섬유의 인장강도( $f_f$ ) 및 섬유혼입율( $V_f$ )에 의해 산정된다.

$$F_i = f_f \times V_f \quad (1)$$

그림 1은 기존 연구결과의 SHCC 인장강도와  $F_i$ 의 관계를 나타낸 것이며, 수행된 SHCC 벽판 실험결과와 비교 가능한 마이크로 섬유(micro fibers) 및 2가지 이상의 마이크로 섬유를 혼입한 마이크로 하이브리드 섬유(Micro hybrid fibers)로 분류하였다. 그림에 나타난 바와 같이 마이크로 하이브리드 섬유로 보강된 SHCC의  $F_i$ 에 관한 인장강도 추세식은  $f_t = 0.1256F_i + 1.2$ 로 나타났으며, 이 추세식을 현행 ACI 전단벽 설계식에 대입하여 다음 식(2)를 얻을 수 있었다.

\* 정희원, 충남대학교, BK21 건축사업단, POST-DOC

\*\* 정희원, 충남대학교, 건축공학과, 박사과정

\*\*\* 정희원, 충남대학교, 건축공학과, 석사과정

\*\*\*\* 정희원, 충남대학교, 건축공학과, 교수

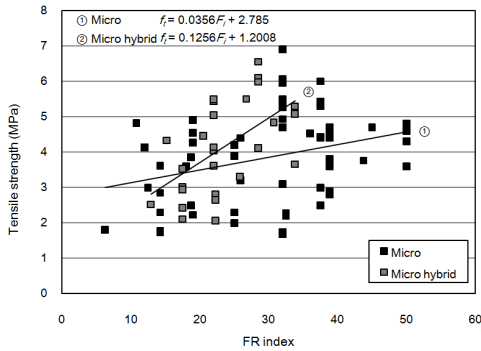


그림1.  $F_i$ -인장강도 관계

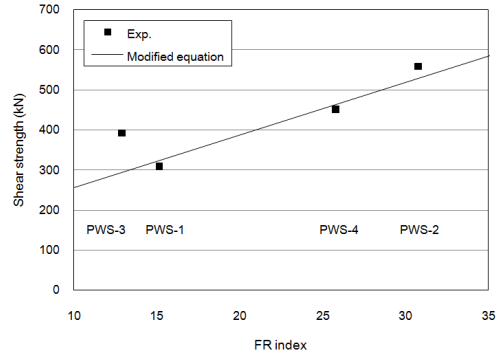


그림2. 수정된 전단강도식과의 비교

$$V_{SHCC} = 1.33 \times (0.1256F_i + 1.2)hd + \frac{N_u d}{4l_w} \quad (2)$$

도출된 식(2)를 이용하여 계산된 전단강도  $V_{SHCC}$ 값과 SHCC 벽판 실험결과를 비교하여 그림 2에 나타내었다. 그림에 나타난 바와 같이 제안된 전단강도식과의 오차는  $F_i$ 값이 낮은 PIW-3 실험체를 33% 과소평가하는 경향이 있었으나,  $F_i$ 값이 15 이상인 경우 5% 내외의 오차를 보였다.

### 3. 결론

본 연구에서는 SHCC의  $F_i$ 가 인장강도에 미치는 영향을 분석함으로써 현행 ACI 전단벽 설계식의  $\sqrt{f'_c}$ 를 수정한 예측식을 제안하였으며, 실험결과와 비교한 결과  $F_i$ 값이 15 이상인 경우 5% 내외의 오차를 보여 향후 SHCC 벽판의 설계가 가능할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

이 논문은 2006년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2006-311-D00916)이며, 이 연구에 참여한 연구자는 2단계 BK21사업의 지원비를 받았음

### 참고문헌

1. ACI Committee 318. Building Code for Structural Concrete(318R-2008) and Commentary(318R-2008). American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2008.
2. H. D. Yun, I. S. Yang, S. W. Kim, E. Jeon, C. S. Choi and H. Fukuyama. Mechanical Properties of high-fibre-reinforced cementitious composites (HPFRCC). Magazine of Concrete Research 2007;59(4):257-271.
3. H. D. Yun, Y. C. Kim and S. W. Kim. Effect of Reinforcing Fiber Types on the Behavior Characteristics of SHCCs. Journal of Architectural Institute of Korea 2008;24(5):114-121.
4. W. S. Park, H. D. Yun and E. Jeon. Effects of PET Fiber Hybrid Conditions on Strain-Hardening Characteristics of Cement Composites. Journal of Architectural Institute of Korea 2008;24(10):37-44.
5. Visit Likhitruangsilp. Moment-rotation response and punching shear resistance of high performance fiber reinforced cementitious composite structural members. Ph.D. Thesis, University of Michigan, 2006.
6. Praveen Chompreda. Deformation capacity and shear strength of fiber reinforced cement composite flexural members subjected to displacement reversals. Ph.D. Thesis, University of Michigan, 2005.
7. G. J. Parra-Montesinos. High-performance fiber reinforced cement composites: a new alternative for seismic design of structures. ACI Structural Journal 2005;102 (5):668-675.
8. Y. Y. Kim, G. Ficher and V. C. Li. Performance of Bridge Deck Link Slabs Designed with Ductile ECC. ACI Structural Journal 2004;101(6):792-801.
9. V. C. Li, D. K. Mishra, A. E. Naaman, J. K. Wight, J. M. LaFave, H. C. Wu and Y. Inada. On the Shear Behavior of Engineered Cementitious Composites. Journal of Advanced Cement Based Materials 1994;1(3):142-149.
10. H. Fukuyama, Y. Sato, V. C. Li, Y. Matsuzaki and H. Mihashi. Ductile Engineered Cementitious Composite Elements for Seismic Structural Applications. CD Proceedings of the 12 WCEE 2000, Paper 1672.
11. Kulsiri Chandrangsui. Innovative bridge deck with reduced reinforcement and strain-hardening fiber-reinforced cementitious composites. Ph.D. Thesis, University of Michigan, 2003.
12. H. Fukuyama and H. Suwada. Experimental Response of HPFRCC Dampers for Structural Control. Journal of Advanced Concrete Technology 2003;1(3):317-326.
13. S. Nagai, T. Kanda, M. Maruta. and T. Miyashita. Shear capacity of ductile wall with high performance fiber reinforced cement composite, in Proceedings of the 1st fib Congress, Japan 2002:767-774.
14. E. Jeon, H. D. Yun, Y. S. Kim, Y. H. Jang, Y. C. You and K. H. Kim. Tensile Response of Strain-Hardening Cement Composite (SHCC) with Mono Polyethylene Fiber. in Proceedings of Architectural Institute of Korea 2008;28(1):451-454.