

초고성능콘크리트의 용어 선택에 관한 소고

A Note for Terminology on Ultra-High Performance Concrete



한천구*
Cheon-Goo Han

1. 서 언

과학자들은 현재의 수준보다 앞선 재료 및 기술 등을 개발하고자 부단히 노력하는 집단이 아닌가 싶다. 콘크리트와 관련하여서도 마찬가지인데, 콘크리트 재료 관련 연구자들은 일반콘크리트에 비해 앞선 성능에 “고(高 : High)를 붙여 고유동, 고강도, 고내구 등으로 명명하고 있고, 이보다 더 앞선 것을 초(超 : super 혹은 ultra)” 를 붙여 초유동 등과 같이 사용하고 있는데, “고강도”에 “초”를 붙인 초고강도에 이어 최근에는 총체적인 용어인 고성능에 “초”를 합쳐 더욱 앞선 것을 설명하려 하고 있다. “초고성능 콘크리트”라고 하는 것이 바로 그것인데¹⁾, 이와 같은 최첨단 용어를 모두 다 써버리고 나면 나중에 개발되는 콘크리트에 대한 용어를 무엇이라 할지 한번쯤 생각해 볼 필요가 있고, 또한 용어로 굳어지기 전에 잘못된 것이라면 옳게 바로잡는 것이 필요할 것 같아 차이에 섬유보강콘크리트의 「초고성능콘크리트」란 용어를 우리의 실정에 맞는 것으로

재정리하여 보도록 한다.

2. 섬유보강콘크리트 관련 약어 및 용어

최근에 보고되고 있는 섬유보강콘크리트에 관련한 많은 약어 및 용어²⁾를 수집하여 임의로 정리하면 <표 1>과 같다. 또한, 영어로 된 용어를 우리말로 어떻게 표현하는 것이 옳은지, 혹은 그와 같은 용어가 전문가들에게 일반화되어 굳어져 있는지에 대하여는 약간의 의문이 존재하지만, 필자의 식견 범위 내에서 나름대로 정리하여 보면 역시 <표 1>의 “우리말” 부분과 같다.

3. 용어의 구분

<표 1>에 수집된 것을 중심으로, 우선 명칭의 근원부터 살펴보면 <표 1>의 비교와 같이 성능, 재료, 방법적인 측면에서 용어가 유래된 것으로 분석해 볼 수 있다. 또한 용어란 학계에서

표 1. 섬유보강콘크리트와 관련한 약어 및 용어

약어	내용	우리말	비고(명칭의 근원)
UHPC	Ultra-High Performance Concrete	초고성능 콘크리트	성능
HPFRCC	High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites	고성능 섬유보강 시멘트복합체	성능+재료
DFRCC	Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites	덕탈(연성) 섬유보강 시멘트복합체	성능+재료
SIFCON	Slurry Infiltrated Fibered Concrete	슬러리충진 단섬유보강 콘크리트	재료+방법
SIMCON	Slurry Infiltrated Mat Concrete	슬러리충진 연속섬유보강 콘크리트	재료+방법
ECC	Engineered Cementitious Composite	공학성향상 시멘트복합체	재료+방법
RPC	Reactive Powder Concrete	반응성분체 콘크리트	재료+방법
FRC	Fiber Reinforced Concrete	섬유보강 콘크리트	재료+방법
FRCC	Fiber Reinforced Cementitious Composites	섬유보강 시멘트복합체	재료+방법
CRC	Compact Reinforced Composites	고밀도 보강 복합체	재료+방법
MDF	Macro Defect Free	고밀도 시멘트복합체	재료+방법
MSFRC	Multi Scale Fiber Reinforced Concrete	다중크기 섬유보강 콘크리트	재료+방법
DSP	Densified with Small Particte	잔입자 고밀도 복합체	재료+방법
SHCC	Strain Hardening Cement Based Composites	변형경화 시멘트계 복합체	성능+재료

* 정희원, 청주대학교 건축공학부 교수
cgahan@chongju.ac.kr

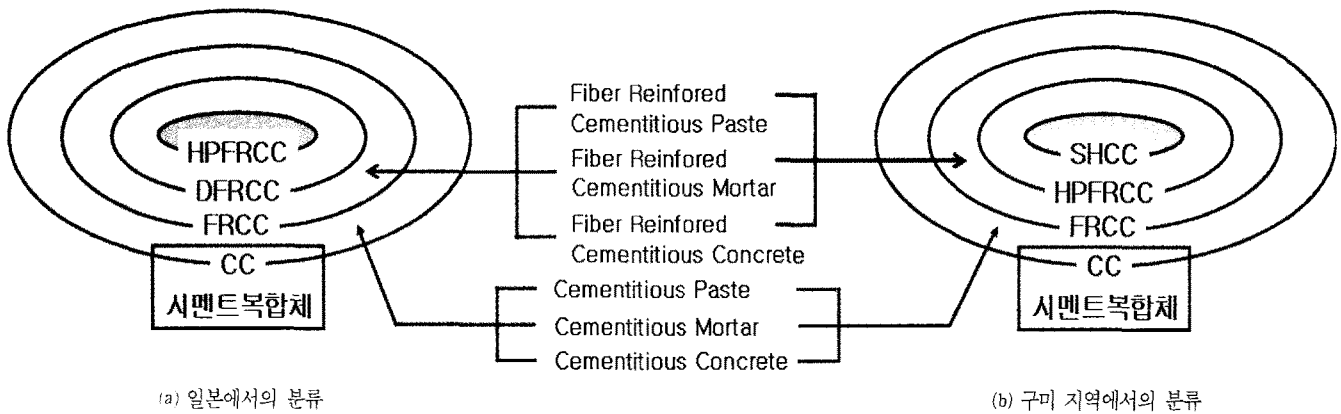


그림 1. 객관적인 측면에서의 성능 분류 명칭

객관적으로 통용되는 명칭과 발명자가 성능, 재료, 방법을 고려하여 작명한 명칭 및 기타 고유명사 등이 존재하기도 하는데, 이와 같은 측면에서 <표 1>을 재차 분류하면, <그림 1> 및 <표 2>와 같이 된다.

단, <그림 1>에서 (a)는 일본의 연구자³⁾에 의해 분류된 것이지만, (b)는 금오공대 한상목 교수의 전언에 의하면 금년도 제 5회 HPFRCC 워크숍(4년에 한번씩 개최)에서 독일, 미국, 브라질, 일본, 한국 등 많은 전문가들이 모여 DFRCC는 너무 세분된 것으로 HPFRCC에 포함시키고, 항복점 이후에도 변형이 경화되도록 보강한 ECC와 같은 경우를 SHCC로 분류한 것이 특징이 된다.

또한, 여기서 시멘트복합체(CC: cementitious composites)란 용어가 일반적으로 쓰이는데, 이는 시멘트에 의해 결합되어진 복합 물질이란 의미로서 시멘트페이스트, 모르타르 및 콘크리트를 포괄한다.

특히, 섬유보강(고인성) 시멘트복합체가 고강도 영역으로 전개되면 굵은골재를 사용하지 않는 것이 일반화되고 있는데, 그

표 3. 고인성·고강도 콘크리트에 굵은골재를 사용하지 않는 이유

1. 섬유와 시멘트복합체 간에 부착강도가 향상되어 고인성을 낼 수 있다.
2. 섬유 분상성이 양호하여 균열억제, 분산 등 균열제어에 효과가 향상된다.
3. 굵은골재에 의한 결함이 제거되어 고강도 및 고내구성이 성취된다.

이유는 <표 3>과 같은 이유일 것으로 사료되는 바, 이 때문에 정직하게 표현하여 시멘트복합체란 명칭을 붙이게 되지 않았나 싶다.

그러나 일부 강섬유보강 고강도 시멘트복합체에 굵은골재가 포함되지 않았음에도 SIFCON, SIMCON, RPC 등과 같이 콘크리트란 명칭을 붙이는 것은 왜 일까? 엄밀히 말하자면 잘못된 표현이겠지만, 필자의 개인 생각으로는 중요한 구조체로서 콘크리트처럼 활용하게 된다면 마감재 등과 구별하여 콘크리트라고 쓰는 것 및 오래전부터 쓰여 왔다는 것 등으로 하여 그대로 받아 들여도 되지 않을까 생각한다.

4. 초고성능 콘크리트의 용어 재고

그렇다면 서언에서도 제기한 바와 같이 현재 일부에서 사용하고 있는 초고성능콘크리트란 용어는 적절할까?

현재까지 일부 학자들은 일반 콘크리트의 기본적인 성능인 유동성, 강도, 내구성과 관련하여 각각의 성능적인 면에서 팔목 할만하게 향상된 경우일때 고유동성, 고강도, 고내구성으로 부르고 있는데 이는 합당한 표현일 것이고, 이와 같은 3개의 성능을 동시에 만족시키는 고품질화한 콘크리트를 고성능 콘크리트라고 명명하는 것까지는 비록을 상자에 키웠던 것처럼 되어(비록을 오래동안 상자 안에서 키우면 상자 높이 이상 뛰지 못하는 것처럼 성능면에서도 고성능이라면 상기 3개의 성능 이외에도 많은 성능이 존재하지만 이를 포괄하지 못하게 되는 문

표 2. 발명자 측면에서의 명칭

명칭	내용
CRC	덴마크의 Aalborg Portland사에 의해 개발된 것 (직경 0.15 mm, 길이 6 mm의 강섬유를 5 ~ 10% 첨가시킨 것)
RPC	프랑스 Bouygues사에 의해 개발된 것 (직경 0.16 mm, 길이 13 mm의 강섬유를 2.5% 첨가시킨 것)
MSFRC	프랑스의 LCPC (laboratoire central des ponts et chaussees) 에 의해 개발된 것 (섬유의 길이가 짧고 긴 것을 혼합하여 다중 크기의 섬유로 균열억제)
ECC	미국 미시건 대학 Victor Li 교수에 의해 개발 (직경 0.05 mm 이하, 길이 20 mm 이내의 합섬성유를 9% 정도 혼합, 높은 인장변형 능력 및 변형 경화 특성)

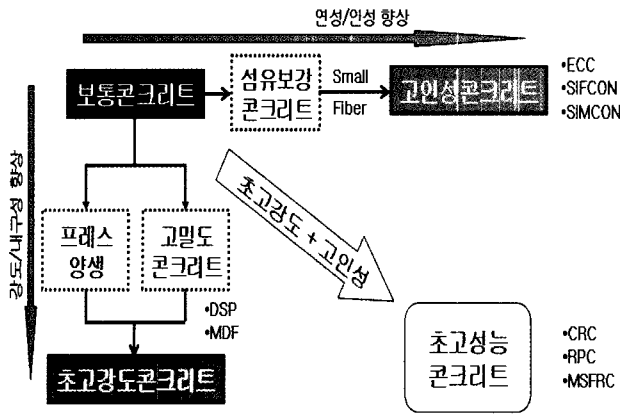


그림 2. 기존에 정의되었던 초고성능콘크리트의 개념

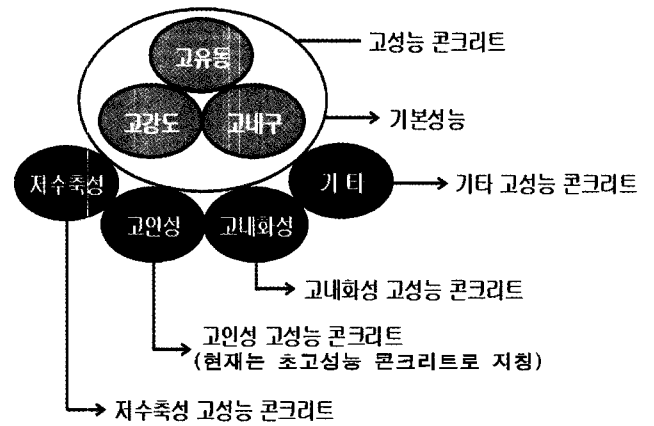


그림 3. 고성능콘크리트와 관련한 용어의 검토

제) 전혀 문제가 없는 것은 아닐지라도 그런대로 인정할 수 있다. 그러나 최근에는 <그림 2>와 같이 초고강도를 나타내는 고성능 콘크리트에 고인성의 성능이 추가되었다고 하여 「초고성능콘크리트(UHPC)」라고 정의하는 경우가 있는데, 이는 <그림 3>과 같이 전통적인 성능 이외에 기타 성능으로서, 고인성만 존재하는 것이 아니라 저수축성, 고내화성, 균열 자기 치유성, 환경친화성 등 무수히 많은 성능이 추가될 수 있고 또한, 앞으로도 개발될 수 있는데 그렇다면 이런 모든 성능이 복합적으로 포함될 때에는 과연 무엇이라고 명명하여야 할 것인가?

따라서 필자의 의견으로는 현재의 초고성능 콘크리트를 「고인성 고성능콘크리트」 혹은 성능과 재료를 복합한 「고성능섬유보강시멘트복합체 : HPRFRC」라고 명명해야 기타 성능과도 부합하는 용어의 조합이 가능하지 않을까 사료된다. 일례로, 「저수축

고성능콘크리트」, 「내화성 고성능콘크리트」 등이 가능해지고 여쭙면 이와 같은 모든 성능 혹은 초유동, 초고강도, 초고내구성 등의 모든 성능을 총체적으로 아우르는 최고의 성능으로써 초고성능콘크리트라는 명칭을 사용해야하지 않을까 생각된다. □

참고문헌

1. 한국콘크리트학회, 특수콘크리트공학, 한국콘크리트학회, 2004. 12.
2. 한상목, “최신 섬유보강콘크리트(특집)”, 콘크리트학회지, 18권 1호, 2006, pp.15~51.
3. 西脇智哉, “HPFRCCによるひび割れ制御”, JCI東北支部, コンクリート構造物のひび割れ委員会, ひびれ自習室.
4. 한동엽, “팽창제 및 수축저감제가 초고성능콘크리트의 특성에 미치는 영향”, 서울대학교 대학원 공학석사 학위논문, 2007. 8.

◇ 논문 투고 및 심사 전 과정의 온라인화 ◇

콘크리트학회 논문집의 온라인 논문 관리 시스템이 완성되었습니다. 논문 투고만 온라인으로 가능하였으나 올(2007년) 8월부터는 논문 투고, 심사, 심사상황 점검 및 논문수정 등 전 과정이 홈페이지를 통한 온라인으로 진행됩니다. 이 시스템은 학회 회원이시면 누구든지 이용하실 수 있으며, 그 방법은 다음과 같습니다.

- ⇒ 1 단계 홈페이지 (<http://www.kci.or.kr>) 접속하여 로그인
- ⇒ 2 단계 화면 왼쪽의 첫 번째 컨텐츠 **논문투고** 클릭
- ⇒ 3단계 4가지 메뉴 - **논문투고 안내** : 논문투고방법 소개
 - **논문투고 접수** : 국문 또는 영문 논문 투고
 - **논문접수현황** : 투고한 논문의 심사상황 보기
 - **논문심사페이지** : 심사위원 페이지

RC 구조물의 최신 내진성능 평가 기술

Latest Research Advances in Seismic Technology for RC Structures

RC 교각의 내진성능 평가

김익현, 박창규, 손혁수

지하 시설물의 내진성능 평가 방법

윤종구

원전 구조물의 내진성능 확보와 진단 평가

이상훈

철근콘크리트 건물의 내진성능 평가법


이강석, 송진규, 문천호

국내 조적조 건물의 내진성능 평가 방법

강대연, 이원호, 송동엽

편집자주

한반도는 태평양판이 유라시아판 아래로 이동하면서 일어나는 환태평양 지진대에 위치하는 대만, 일본과는 달리 유라시아판 내부에 위치하고 있어서 비교적 지진에 안전하다고 여겨지고 있으나 삼국사기를 비롯한 역사문헌에서도 MMI진도 5 이상 지진이 약 400회 이상 기록되어 있으며, 그 가운데 피해지진은 약 45회 이상으로 평균 50년에 1번씩은 발생하고 있습니다. 1978년 10월 7일 발생한 규모 5.0의 홍성지진은 최근 국내에서 발생한 주요 피해 지진(최대 진도=V)이었으며, 또한 국내에서의 강진 발생 가능성에 대한 지대한 관심을 불러일으킨 계기가 되었습니다. 이 지진 직후, 내진공학에 대한 체계적인 연구와 지진에 대한 근본 대책 수립 등에 관하여 활발한 논의가 있었으나, 본격적인 연구로는 진척되지 않았습니다. 그러나 빈번하게 발생하는 유감지진, 경제성장에 따른 대도시 건물의 밀집화 및 산업기반시설의 대형화, 세계 각지에서 발생한 대규모 지진재해의 교훈 등에 의하여 홍성지진 발생 후, 약 10년 뒤 비로소 내진설계법이 도입되었으며, 그 내진설계법은 내진공학 및 지진공학의 진보에 의하여 점차 개선되어 왔습니다. 따라서 새롭게 건설되는 구조물의 내진안전성은 점점 향상되고 있습니다.

한편, 국내 구조물의 다수는 내진설계가 도입되기 이전에 건설되어진 것으로서, 이러한 구조물에 대하여 적절한 조치를 강구하여 현행의 내진설계법에 의하여 건설되는 구조물과 동등한 수준의 내진성능을 효과적으로 확보가 가능하다면, 내진설계가 도입되기 이전에 건설되어진 구조물에 대한 불안은 해소될 것으로 사료됩니다. 그런데, 이를 위해서는 그 구조물이 보유하고 있는 내진성능을 적절히 평가할 수 있는 내진성능 평가법을 개발·정착하는 것이 매우 중요하다고 판단됩니다. 이번 특집에서는 대표적인 산업기반시설인 철근콘크리트 교량, 지하시설물, 원자력시설물 및 국내 건축물의 대다수를 차지하고 있는 철근콘크리트 건물, 조적조 건물의 최신 내진성능 평가 기술을 소개합니다. 이번 특집이 국내 콘크리트구조물의 내진성능 평가 기술 발전에 조금이나마 도움이 되기를 기원하면서, 바쁘신 가운데서도 집필에 노고를 아끼지 않으신 집필진 여러분에게 지면을 빌어 감사의 말씀을 드립니다. 

주간 : 이강석(전남대학교 건축학부 교수)