

# 친환경 콘크리트 제품 개발관련 기술동향 조사연구 A Study on the Technology Trends related to Development of Eco-Friendly Concrete Product

김 종 곁\* · 권 병 무\*\*

Jong-Gurl Kim\* · Byung-Moo Kwon\*\*

## Abstract

현재 4대강 유역개발과 하천 정비 등 관련된 대규모 토목공사가 진행되고 있다. 친환경적인 수자원 정비를 가능하게 하는 친환경 콘크리트 제품의 개발은 환경오염 방지 및 환경보전에 있어서 필수적이다. 현재 국내에서는 콘크리트에 다양한 자원 순환형 재료를 적용하고 있지만, 적극적 친환경 콘크리트의 연구는 아직 미미한 상태이다. 본 논문에서는 친환경적인 수자원 정비를 가능하게 하는 콘크리트의 필요성과 활용 측면에 대해 논해 보고자 한다. 또한 국내외 관련 기술현황을 비교하여 현 콘크리트 제품 개발 산업에 적용방안을 제시하고자 한다.

**Keywords:** 친환경콘크리트(Eco-friendly concrete), 재자원화(Recycling), 녹색성장, 수질정화, 콘크리트 블록 제조, 제품개발

## 1. 서 론

4대강 유역개발과 하천 정비 등과 관련된 대규모 토목공사가 예정 및 진행되고 있는 지금 친화적인 하천정비, 유역 개발을 위해서는 친환경적 수자원 정비를 가능하게 하는 식생호안블록 등의 식생 콘크리트 2차 제품의 개발은 필수적이다. 이와 동시에 콘크리트 재료 자체에서 발생할 수 있는 오염물질 및 기타 하천에 방류되는 수질오염 물질, 특정수질 오염물질 등을 흡착, 제거할 수 있는 콘크리트 2차 제품이 개발되어야 알칼리 물질과 같은 유해 물질의 방출을 최대한 억제함과 동시에 식생이 가능하게 함으로서 친환경 녹색성장의 원동력을 이끌어 낼 수 있을 것이다.

본 논문에서는 친환경적인 식생이 가능한 콘크리트 2차 콘크리트 제품을 개발하는데 필요한 국내외 관련기술 동향을 조사하고자 한다.

---

† 본 논문은 중소기업청 기술혁신 개발사업의 지원을 받아 작성되었음

\* 성균관대학교 시스템경영공학과

\*\* 성균관대학교 산업공학과

## 2. 국내외 기술동향

### 2.1 국내 관련기술 동향

국내에서는 지금까지 적극적으로 환경정화성을 부여한 제품은 보고되어 있지 않다. 또한 자원순환형 재료를 이용하여 투수성 및 식생 기능성을 갖고 있는 제품에 대한 연구도 부족한 실정이다.

[대한민국 등록특허 0763498][6]에서는 황토, 재생골재, 쇠석골재, 고로슬래그 등이 포함된 재활용 식생콘크리트 블록이 제시되어 있으나, 환경정화성 및 콘크리트의 투수성, 경량성 등에 대한 제품의 성능에 대한 것은 언급되어 있지 않고, [대한민국 등록특허 0689183][13]에서는 재강슬래그, 폐유리 골재 등이 포함된 투수 콘크리트 블록에 대해 언급되어 있으나, 식생기능성, 경량성 등에 대한 언급은 되어 있지 않다. [대한민국 등록특허 0571288][1]에서는 건설폐기물 및 폐목재 목탄을 이용하여 해양생태 복원용 포러스 콘크리트 어초 및 어소의 제조방법에 대해 언급되어 있으나 오염물 제거에 대한 언급은 없다. 종합적 기능성을 가진 콘크리트의 개발이 필요하다. [대한민국 공개특허 0807866][11]에서는 미생물을 이용하여 발효한 곡물 효소 혼합물과 이끼 분말 등을 혼합한 콘크리트 식생호안블록을 개발하는 방법을 제시하고 있으나 이는 자원의 재활용을 고려하고 있지 않으며, 환경정화성에 대한 언급도 되어 있지 않다. 대한민국 특허에 관해 정리하면 다음과 같다.

<표 1> 대한민국 특허 정리 비교표

| 등 록 번 호      | 재자원화 | 환경정화 | 식생기능성 | 투수성 | 경량성 | 미생물 |
|--------------|------|------|-------|-----|-----|-----|
| 제10-0763498호 | ●    |      | ●     |     |     |     |
| 제10-0689183호 | ●    |      |       | ●   |     |     |
| 제10-0571288호 | ●    |      | ●     |     |     |     |
| 제10-0807866호 |      |      | ●     |     |     | ●   |

플라이애쉬와 버텀애쉬는 화력발전소에서 발생하는 석탄찌꺼기로서 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 주성분이며 시멘트 대비 60 % 정도의 비중을 가지고 있는 구형의 다공성 입자로 콘크리트에 적용하기 적합한 물성을 가지고 있는 자원순환형 재료로서 현재 국내에서는 이를 콘크리트에 적용하는 다양한 방법이 제시되어 있다. 또한, 국내에 다양한 재료를 혼합한 투수콘크리트제품이 있지만 잔골재 혼입률이 증가함에 따라 압축 및 휨강도는 증가하는 경향을 보였으나, 상대적으로 공극률 감소로 인한 투수성은 저하되고, 동결융해 저상성도 크게 감소하였다. 따라서 강도증진을 위해 사용되는 잔골재는 혼입률 제한이 필요하며, 실리카흙 10%이상을 사용하는 것이 우수한 강도 및 내구성을 보였다.[9]

충주대학교 및 (주)클레이맥스에서는 숯[8] 첨가콘크리트를 제조하고 물성 및 환경정화 기능성을 평가한 결과 숯을 1~3 중량 % 첨가하였을 경우 일반 콘크리트보다 3배 정도 빠른 이산화탄소 증가율과 20 % 향상된 강도를 보였다. 그러나, 숯은 오염물을 분해하는 것이 아니라 단순 흡착하는 것으로서 20년 이상 장기간 설치되는 콘크리트 제품의 특성상 콘크리트 내부에 혼입된 활성탄의 흡착용량 포화로 인해 환경정화 기능성의 상실이 우려된다. 이와같이 국내의 기술적 상황에서 단순히 자원순환형 재료가 사용된 콘크리트 블록에서 한단계 진화된 환경정화성 및 투수성, 경량성 등의 기능성을 동시에 보유한 콘크리트 블록의 개발이 시급하다.

## 2.2 국외 관련기술 동향

일본의 오카노콘크리트(Okano Concrete)에서는 숯이 3~5 % 함유된 콘크리트 수로관, 호안블록 등을 생산, 판매하고 있다. 숯 함유 콘크리트는 다공성 구조를 가지고 있어 <표 2>에 나타낸 것과 같이 14일 간 일반 콘크리트 대비하여 화학적산소요구량(COD) 및 생물화학적산소요구량(BOD), 총인(T-P)을 절반 이하로 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.

<표 2> 숯 함유 콘크리트의 수질정화 성능평가 데이터

| 구 분       | 화학적 산소요구량<br>(COD, mg/L) |       | 생물화학적 산소요구량<br>(BOD, mg/L) |       | 총인<br>(T-P, mg/L) |       |
|-----------|--------------------------|-------|----------------------------|-------|-------------------|-------|
|           | 7일 후                     | 14일 후 | 7일 후                       | 14일 후 | 7일 후              | 14일 후 |
|           | 일반 콘크리트                  | 4.0   | 4.4                        | 1.1   | 1.5               | 0.033 |
| 숯 함유 콘크리트 | 2.3                      | 1.8   | 1.3                        | 0.5   | 0.008             | 0.004 |

[일본 공개특허 2004-099663]에서는 수쇄슬러그, 제올라이트, 수용성 폴리머, 등이 혼합되어 있어 투수성 및 내크랙 성능 등의 기계적 강도가 우수한 콘크리트 제품을 제시하고 있으나, 환경 정화 기능에 대한 언급은 없다. 또한 [일본 공개특허 1997-328734]에는 식생 등이 가능한 포러스(porous) 콘크리트 2차 제품에 대한 기술이 제시되어 있으나, 본 특허 역시 수질 오염물질을 제거하는 개념이 아니라, 단순 흡착하는 개념이기 때문에 앞에서 언급한 것과 같이 장기간에 걸쳐 환경 개선효과가 저하될 우려가 있다.

이에 대해 오염물을 단순 흡착하는 것뿐만 아니라, 분해·제거가 가능한 광촉매<sup>3)</sup>의 사용을 그 대안으로 제시할 수 있다. 일본의 광촉매 콘크리트 협회 등에서는 광촉매가 혼입된 대기정화 콘크리트 보도블록을 개발하고 이를 도쿄, 사이타마 등지에 직접 시공하고 지속적인 대기정화 기능성을 입증하였으나, 고가의 가격으로 인해 실용화에 어려움을 보이고 있다. 따라서 순환자원을 사용한 저가의 환경정화재료를 사용한 콘크리트 제품의 개발과 경량성, 강도 등의 각종 성능 확보는 제품의 보급을 위해 필수불가결한 상황이다.

### 3. 결론 및 추후 연구과제

4대강유역 개발 및 하천정비 등 관련공사가 진행되고 있는 지금 국내에는 친환경적인 콘크리트제품이나 환경정화기능을 가지고 있는 콘크리트 제품의 개발 및 기능성 건설자재에 대한 성능평가, 품질기준이 없는 상황이다. 추후 친환경적인 콘크리트 개발을 통해 수질 정화 기능을 가지고 있는 기능성 콘크리트 제품의 성능 평가기술 및 기준들을 확립함으로써 기능성 콘크리트 제품의 실제 시공 시 환경에 미치는 영향을 객관적으로 평가할 수 있다.

광촉매[12]를 사용한 저가의 콘크리트 제품[3]의 양산에 성공할 경우 단순흡착에 의한 것이 아닌 적극적 개념의 환경정화 콘크리트 제품[10] 시장을 선점함으로써 국제적인 경쟁력을 급격하게 확보할 수 있을 것으로 여겨진다. 대기정화[4] 기능성 및 식생·투수[2] 기능을 가지고 있는 콘크리트 제품[7]을 적용한다면 도심 내 생태계 구축과 대기[5] 및 우수 등 수질 정화가 동시에 이루어지는 환경친화적 도시환경 구축할 수 있다. 또한 환경정화성, 투수·경량·식생 콘크리트 블록 제조 기술의 해외 수출 및 OEM 생산과 그에 따른 외화 획득 효과를 기대할 수 있을 것이다.

### 4. 참 고 문 헌

- [1] 박승범, “건설폐기물 및 폐목재 목탄을 이용한 해양생태 복원용 포러스콘크리트 어초·어소블록의 제조방법”, 특허 제10-0571288호, 특허청, 2006.
- [2] 최규형, 고성능 투수 콘크리트 개발, 상지대학교, 석사학위논문, 2005.
- [3] 이원암, 양진, 유재상, 이종열, “광촉매 콘크리트의 특성에 관한 연구”, 한국콘크리트 학회, 봄 학술발표회 논문집, pp575-580, 2002.
- [4] 지식경제부, 한국산업기술진흥원, “대기정화 및 방오기능을 갖는 바닥용 콘크리트 블록”, 한국건설자재시험연구원 연구보고서, 2008.
- [5] 이원암, 양진, 유재상, 이종열, “배기가스 제거 및 자기정화용 광촉매 콘크리트 개발 연구”, 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, pp265-270, 2001.
- [6] 안민우, “사면안정용 십자형 식생블록”, 특허 제10-0763498호, 특허청, 2007.
- [7] 길인환, 순환골재를 사용한 투수콘크리트의 보강소재에 따른 역학적 특성에 관한 실험적 연구, 석사학위논문, 충남대학교, 2010.
- [8] 서진석, “숯이 수용성 함침 된 부직포 및 그의 제조방법”, 특허 제10-0550647호, 특허청, 2006.
- [9] 홍창우, “실리카흙을 사용한 투수콘크리트의 강도 및 동결융해저항성”, 자원리사이클링, 19권4호, pp35-40, 2010.
- [10] 김종호, “오페수로부터 회수된 광촉매를 이용한 보도블록 제조방법”, 특허 제10-0895458호, 특허청, 2008.
- [11] 이준길, “친환경 콘크리트 식생호안블록의 제조방법 및 이에 의해 제조된 콘크리트 식생호안블록”, 특허 제10-0807866호, 특허청, 2008.
- [12] 한국콘크리트학회, “특수콘크리트공학”, pp160-164, 2004.
- [13] 문태민, “표면마모강도가 강화된 투수블록”, 특허 제10-0689183호, 특허청, 2011.

## 저 자 소 개

### 김 종 결

서울대학교 계산통계학에서 석사  
한국과학기술원 산업공학과에서 박사학위  
현재 한국품질보증/PL 연구회 회장으로 활동  
성균관대학교 시스템경영공학과 교수로 재직  
주소: 경기도 수원시 장안구 천천동 300번지 성균관대학교 시스템경영공학과 27416호

### 권 병 무

충주대학교 산업공학과를 졸업  
현 성균관대학교 산업공학과 석사 재학  
관심분야: 기업경영, 리스크, 신뢰성  
주소: 경기도 수원시 장안구 천천동 300번지 성균관대학교 시스템경영공학과 26418B호