

Global Report

친환경 건설재인 투광성 콘크리트의 활용

1. 개요
2. 소개
3. 투광성 콘크리트 제조에 사용되는 재료
4. 투광성 콘크리트의 제조 과정
5. 투광성 콘크리트의 용도
6. 투광성 콘크리트의 장단점
7. 결론

1. 개요

인구의 증가와 더불어 에너지 수요가 급증했지만 계속되는 기존 에너지원의 무분별한 이용으로 지구 온난화와 기타 유해한 영향들이 초래되었다. 투광성 콘크리트는 조명용으로 햇빛을 이용할 수 있는 친환경 건축 재료 중 하나이다. 투광성 콘크리트는 시각적으로도 매력적인 재료이다. 따라서 투광성(또는 투명성) 콘크리트는 에너지를 절약하면서 아름답게 보이고 주변을 멋진 공간으로 탈바꿈 시켜줄 수 있다.

이 보고서에서는 투광성 콘크리트가 전력소비를 줄여 주는 등 스마트 건설 분야에 도입될 수 있는 활용방안, 장점 등을 다루고자 한다. 그 이유는 투광성 콘크리트가 친환경 건축물의 현대적이고 중요한 구성재 중 하나이고 친환경 건축의 기준에 부합하는 혁신적인 소재로서의 그 중요성이 있기 때문이다. 또한 투광성 콘크리트는 건축의 훌륭한 미적 뷰(view)를 제공할 목적으로 쓰일 수 있다.

2. 소개

콘크리트는 시간이 지나면서 경화되는 시멘트 페이스트와 함께 모래 및 자갈이 접착되어 이루어지는 복합재료이다. 콘크리트 구성재의 비율을 달리하면서 얻어지는 다양한 종류의 콘크리트들이 있다. 콘크리트는 건설되는 건축물의 유형에 따라 달라질 것이며 요구되는 강도에 따라 배합설계가 채택된다. 경제 성장과 인구의 증가에 따라 보다 작은 규모의 대지 내에 많은 건축물을 제공할 필요성이 생겨나면서 고층 건물의 개념이 발전하게 되었다. 이러한 고층건물들은 자연채광 문제가 대두되면서 인공조명에 의지하게 되었다. 이러한 시기에 환경을 보호할 필요성은 개발도상국에서 보다 큰 문제이며 그러한 문제를 관리하기에 에너지 절감 기술은 충분하지 않은 상태이다. 대부분의 건축물들이 환경에 유해한 영향을 미치므로 환경에 어느 정도 균형을 회복할 필요성이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 가지 신기술들이 개발되고 있다. 투명성 콘크리트의 개념은 2001년에 헝가리 건축가 AronLosonzi에 의해 구축되었다. 2003년에 그는 콘크리트에 용적비 4~5%의 유리섬유를 첨가하여 최초의 투명성 콘크리트를 성공적으로 제조하였다.

품 명	리트라콘 - 투광성 콘크리트 블록 (Litracon - Light Transmitting Concrete)
종류(Form)	조립식 블록(Prefabricated blocks)
구성재료(Ingredients)	콘크리트 96%, 광섬유 4%
밀도(Density)	2,100 ~ 2,400kg/m ³
블록 규격(Block size)	600mm x 300mm
두께(Thickness)	25 ~ 500mm
색상(Colour)	백색, 회색 또는 검정색
광섬유 배열(Fibre distribution)	자연의 모습(Organic)
마감(Finished)	광택 마감(Polish)
압축강도(Compressive strength)	50N/mm ²
굽힘 인장강도(Bending tensile strength)	7N/mm ²

<표 1 - Litracon 회사가 제작한 투광성 콘크리트 블록의 특성>

투광성 콘크리트 블록(transparent block)은 50피트까지 빛을 투과시킬 수 있으며, 투광재료의 사용량

은 콘크리트 블록에서 적은 비율로 사용되기 때문에 블록의 구조적 특성에도 큰 손실을 초래하지 않는다. 투광성 콘크리트는 주로 투명성과 친환경 기술의 적용에 중점을 두고 있다. 투광성 콘크리트는 주간 조명용 그리고 훨씬 적은 열손실 재료로 쓰일 뿐 만 아니라 미적인 용도로의 사용도 고려해 볼 수 있다. 고층건물의 실내 조도는 많은 자원을 소비하는 인공조명에 의해 유지되고 있으므로 이러한 투광성 콘크리트는 주간에 자연채광을 제공하기에 매우 유용하고 경제적이기도 하며 미적인 장점을 가지고 있는 재료라고 볼 수 있다.

3. 투광성 콘크리트 제조에 사용되는 재료

투광성 콘크리트 공사에 사용되는 재료는 기존 일반 콘크리트와 같지만 조골재 대신에 세골재를 쓴다는 것과, 광섬유(콘크리트 용적의 4~5%)를 사용한다는 것이 차이점이다. 사용되는 광섬유는 플라스틱 또는 유리로 만들어진다. 광섬유의 양단 사이에서 빛이 투과되는 것이다. 빛의 투과를 위해서 광섬유의 두께는 인간의 머리카락 크기와 거의 동일한 2 μ m에서 2mm 정도이다. 투광성 콘크리트는 콘크리트 배합 용적비로 4~5%의 광섬유를 첨가하여 만들어진다. 콘크리트와 광섬유의 조합으로 얻어지는 이 새로운 재료는 친환경 기술 실용화에 중요한 가치를 지니고 있다.

3.1 광섬유의 종류

- 1) 다중 모드 광섬유(Multimode Fibre)
- 2) 단일 모드 광섬유(Single-mode Fibre)
- 3) 다중 모드 계층 굴절률 광섬유(Multimode Step-index Fibre)
- 4) 다중 모드 경사 굴절률 광섬유(Multimode Graded-index Fibre)

3.2 다중 모드 계층 굴절률 광섬유(Multimode Step-index Fibre)

다중 모드 광섬유는 단일 모드 광섬유가 하나의 모드만 전파하는 반면에 한 번에 수백 개의 광 모드를 전파할 수 있다.

4. 투광성 콘크리트의 제조 과정

투광성 콘크리트의 제조 과정은 기존 일반 콘크리트의 제조 과정과 같다. 단지 광섬유가 2~5mm 간격을 두고 서로 평행하게 몰드 내에 설치된다. 콘크리트가 작은 층을 이루며 타설되고 광섬유는 콘크리트로 덮여지게 된다. 광섬유의 층이 조밀할수록 콘크리트를 통과하는 빛의 양은 증가하게 된다. 수천 가닥의 광섬유가 투광성 콘크리트 제조에 사용되는데 이 광섬유들이 인공광원이든 천연광원이든 빛을 투과시킬 수 있게 되는 것이다. 조골재는 투광성 콘크리트 제조에 사용되지 않는데 그 이유는 조골재가 광섬유 가닥을 손상시킬 우려가 있고 콘크리트 블록의 투과성능을 저해할 수 있기 때문이다. 만약 유리 광섬유 대신에 플라스틱 광섬유가 사용된다면 투광성 콘크리트의 제조비용은 5배 감소되지만 유리광섬유를 쓰는 것에 비하여 투과성능은 떨어지는 단점이 있다. 건축가들은 이 두 가지 매우 다른 재료의 조합을 통해서 아주 다양한 새로운 창조적 가능성을 제공할 수 있다.

5. 투광성 콘크리트의 용도

현재 투광성 콘크리트의 용도는 제한적이지만 투광성 콘크리트의 적용 가능성이 있는 용도로 고려중인 것에는 다음과 같은 것들이 있다.

5.1 건물 실내의 조명

건물과 지하층에 사용된 콘크리트의 이미지는 오랫동안 침체되고 우울한 것이었다. 투명성 콘크리트는 빛을 투과시키는 특성으로 인해 이러한 이미지를 변화시킬 수 있는 잠재력을 가진 재료라 볼 수 있다.

5.2 외벽

주택이나 사무실의 현관문에 쓰이는 투명 콘크리트는 어떤 사람이 밖에 서있는지 안에 있는 사람이 알아 볼 수 있게 한다.



<스웨덴의 투광성 콘크리트 적용 건물>

출처 : http://www.architectmagazine.com/project-gallery/magasin-113_o

5.3 투광성 콘크리트는 밑에서 조명이 비추어 질 수 있는 바닥재로 사용될 수 있다. 주간에는 일반적인 콘크리트 포장재처럼 보이지만 석양이 지기 시작하면 포장 블록은 빛나기 시작하면서 다양한 색상을 드러낸다.

5.4 인도(sidewalks)는 투광성 콘크리트를 사용하여 시공될 수 있는데 발밑의 조명으로 야간에 보행자들의 안전을 높일 수 있는 통행 가능한 바닥 표면을 만들 수 있다.

5.5 또한 투명성 콘크리트는 내벽재, 외벽재 및 판넬로 조립한 칸막이재 등으로도 사용될 수 있다.

5.6 디자인의 독창성

라고스(Logos) 및 기타 아름다운 건축물도 투광성 콘크리트를 사용하여 만들어질 수 있다. 이러한 건축물을 설계하려면 예술가적 정신을 필요로 한다. 이 재료는 또한 바닥재 및 가구 디자인에도 사용될 수 있다.

5.7 불필요하게 어두운 지하철의 일부 지점에 조명을 제공할 수 있다. 매력적인 리셉션 데스크를 만드

는 데에도 사용될 수 있다.

6. 투광성 콘크리트의 장단점

- 투광성 콘크리트는 건물 실내에 햇빛을 투과시키는 우수한 광원으로서는 한낮 내내 전력 소비를 줄여 준다.
- 투광성 콘크리트는 단열재로서의 역할을 하는 광섬유로 이루어져 있어서 추운 지역에 보다 효과적일 수 있다.
- 투광성 콘크리트의 용도는 아주 광범위하기 때문에 레스토랑이나 주택과 같은 장소에서의 보안 및 감시 또는 관리용으로도 사용될 수 있다.
- 투광성 콘크리트는 훌륭한 건축적 뷰를 가지고 있어서 아름다운 공간 분위기를 연출하는데 도움이 되기도 한다.
- 한낮에는 전력소비를 줄이는데 도움이 되어 환경 친화적인 재료이고 아주 적은 에너지를 소비하는 LED조명도 투광이 가능하여 에너지 소비를 줄여준다.
- 투광성 콘크리트는 빛이 적절히 들어올 수 없는 곳에서 전체 공간을 자연채광으로 밝히고자 하는데 사용될 수 있다.
- 투광성 콘크리트의 가장 큰 단점은 광섬유로 인해 가격이 고가라는 것이다.
- 투광성 콘크리트의 제조과정에는 숙련된 감독과 제작을 할 수 있는 숙련된 인력이 요구된다.

7. 결론

투광성 콘크리트는 기존의 일반적인 콘크리트에 광섬유를 혼합하여 만든다. 이 광섬유 가닥은 콘크리트와의 혼합물 전체부피의 불과 4~5% 정도로 구성되며, 이러한 낮은 비율은 투광성 콘크리트가 친환경 건설재로서 기존 일반 콘크리트 정도의 강도 발현을 가능하게 한다. 광섬유의 두께는 다양하며, 이에 따라 투광성에 다소 영향을 미치게 되고 여러 가지 용도로 쓰일 수 있다. 광섬유는 아주 효율성이 크다. 다양한 효과를 만들어 내면서 색상조차도 나타낼 수 있다. 4%의 광섬유로 만든 콘크리트는 그림자, 색상 및 투과된 빛을 반대편에서 볼 수 있게 한다. 유리 광섬유는 두껍거나 얇거나 콘크리트의 두께에 상관없이 콘크리트를 통해 빛을 투과시킨다. 투광성 콘크리트는 한 건물의 구조재로서 또는 건축물의 특색을 살리는 용도로 사용될 수 있다. 투광성 콘크리트를 사용하면 오염을 줄일 수 있고 기존 자원의 절약을 가능하게 하며 건축물에 보다 나은 외관을 부여할 수 있다. 투광성 콘크리트는 보다 자연스러운 광원 및 내구성과 더불어 기존 일반 콘크리트와 거의 같은 수준의 강도를 제공한다. 플라스틱 광섬유를 사용하면 투광성은 감소하지만 비용이 저렴하게 되어, 보다 많은 부류의 사람들에게 사용될 수 있고 보다 널리 사용될 수 있게 될 것이다. 스톡홀름의 첫 번째 시범 프로젝트 중 하나는 야간에 사람이 걷는 보도에 조명을 제공하는 것이었다. 이제 사람들은 이 재료를 가지고 어두운 지하철역의 가시성을 향상시키는 것도 고려하고 있다. 또한 정전 시에도 실내 화재대피용 조명이나 밤길 과속방지턱(speed bumps)의 조명용 등과 같이 여러 가지 안전장치의 용도로도 사용을 논의하고 있다. 많은 사람들이 그 잠재력을 알게 됨으로서 투광성 콘크리트는 점점 더 사람들의 눈에 띄게 될 것이 확실하다. 점점 더 많은 건물들이 이 기술을 사용하기 시작 한다면 사무실이나 상점들의 조명에도 이 자연스런 조명수단이 사용될 수 있을 것이다. 투광성 콘크리트는 한낮 내내 빛을 비추어 줄 수 있어서 건물 조명용 전력소비를 크게 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 건물의 건축적 외관을 멋지게 탈바꿈 하는 데에도 사용될 수 있을 것이다.

<원문제목> Application Of Transparent Concrete In Green Construction

<원문출처> INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH
VOLUME 7, Issue 4