

Global Report

교통인프라의 지속가능한 콘크리트 호주 사례 연구

1. 개요
2. 소개
3. 관련문헌 검토
4. 연구 방법론
5. 사례 연구
6. 결론 및 권장사항

1. 개요

일반적으로 콘크리트와 강재는 토건 건설 분야에서 가장 많이 사용되는 재료인데 예를 들어 지속 가능하며 친환경인 재료 등 새로운 트렌드 적용과 개발 등을 적용하면 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있다. 대체로 콘크리트 구조물의 이산화탄소 배출량의 약 90%는 전 생애주기에 걸쳐 소비된 에너지에 의한 결과로서 나머지 콘크리트의 시공과 관련된 10%를 줄이기 위해 할 수 있는 일이 많다. 따라서 재활용 콘크리트(RC)와 같은 혁신적인 기술로 만들어진 재료가 환경적으로 지속 가능한 건설산업의 미래에 영향을 미칠 수 있는 잠재력을 가지고 등장하였다. 본 연구에서는 도로, 철도 등과 같은 토건 건설 부문을 위한 지속 가능한 콘크리트의 토대로서 재활용 콘크리트를 연구 조사코자 한다. 더불어 시드니에 있는 여러 사례 즉, 6개의 도로 및 6개의 철도 구간을 검토하였다. 전반적으로 이번 연구결과 6개의 도로 및 철도사례 연구의 경우 재활용 콘크리트 만이 지속 가능한 재료의 토대로 활용되고 있다는 것을 알게 되었다. 이것은 아주 작은 사례이지만 하나의 패턴은 확인할 수 있는 것이다. 불행히도 그 패턴은 이러한 교통 인프라용으로 콘크리트 외에 혁신적인 지속 가능한 재료가 부족하다는 것이다. 교통 인프라에서 지속 가능한 재료 사용을 통합하는 토대로 폐 부산물을 포함한 것들과 함께 다른 지속 가능한 재료의 가능성을 검토하기 위하여 적절한 추가조사가 요구된다.

2. 소개

지속 가능한 재료의 일반적인 목표는 에너지 소비를 감소시키고 환경 영향을 줄이는 것이다. 이러한 재료를 활용하는 것은 지속 가능한 생활을 보장하는데 금전적으로는 불리할 수 있다. 그러한 재료의 한 사례가 재활용 콘크리트이다. 일반적으로 콘크리트 구조물의 이산화탄소 배출량의 약 90%는 그 생애주기 동안 소비되는 에너지에 의한 결과로서 이것을 감축하기 위해 할 수 있는 일이 많이 있다. 본문 참고문서 [8]에서 Gharehbaghi는 건축 및 건설 부문 내에서 “콘크리트는 이산화탄소 배출 감소의 주요 시작점이다” 라고 언급하였다. 이것은 콘크리트가 전 세계 이산화탄소 배출량의 약 10%를 차지하고 있기 때문이다. 지속 가능한 콘크리트의 경우 그 배합에 재활용 재료를 활용하여 보다 친환경적인 형태의 재료가 나올 수 있다. 예를 들어, 파쇄 유리가 첨가될 수 있으며 목재 칩이나 제철소의 부산물인 슬래그가 첨가될 수 있다. 이러한 변화가 근본적으로 콘크리트를 변형시키는 것은 아니지만 그러한 가공처리 방법을 사용하면 궁극적으로 그러한 재료의 생산과 관련된 이산화탄소 배출을 감소시킬 수 있을 것이다. 콘크리트의 생산은 이산화탄소 배출량과 무관하게 계속되고 있다.

중국과 인도를 포함한 신흥 경제국의 경우 콘크리트는 여전히 필수재료이다. 그러한 인기는 콘크리트 사용의 용이성과 함께 다양한 여건과 기후에 대한 콘크리트의 성능 때문이다. 그럼에도 불구하고 콘크리트의 환경에 미치는 영향은 여전히 지속되는 우려사항이다. 따라서 재활용 콘크리트와 같은 혁신적인 건설 재료는 환경적으로 지속 가능한 건설 제조업의 미래에 영향을 미칠 수 있는 잠재력을 가지고 등장하였다. 또한 교통 인프라의 경우 이러한 현대적인 재료의 가공이 크게 유익할 수 있을 것이다.

3. 관련 문헌 검토

3.1 교통 인프라의 지속 가능한 콘크리트

재료 선택 과정에 활용할 수 있는 다양한 시스템들이 있지만 이러한 절차들은 보편적인 것이 아니며, 각 요소의 중요성은 해당 국가의 위치에 따라 달라진다. 본문 참고문서[21]에서 Fehling et al.는 지속 가능성을 재료 선택 관행에 통합하는데 있어서 여러 가지 장애요인들을 확인하였다. 이런 장애요인들에

는 비용 문제, 재료 공급에 소요되는 시간문제, 교육 및 훈련 문제, 조직 내 전문가의 이해 문제 등이 포함된다.

본문 참고문서[22]에서 Akadiri는 지속 가능한 선택 관행을 실행하는데 있어 장애 사항들을 추가로 조사하고, 지속 가능한 재료의 정보 부족, 추가적인 비용 발생에 대한 인식, 추가 시간 발생에 대한 인식, 지속 가능한 재료는 품질이 낮다는 인식, 그리고 기존의 지정 방식을 변경하지 않으려 한다는 것 등이 고층 건축 건설과정 내에 지속 가능한 설계 통합에 가장 영향을 주는 장애 사항들이라고 언급하였다. 문헌 검토 결과 비용 문제가 지속 가능성 달성 장애 사항의 가장 주된 요인인 것으로 드러났다. 지속 가능한 콘크리트를 선택함에 있어서 전반적인 생산성, 성능 등과 같은 장점들이 고려될 필요가 있다. Chevalier et al. [26]은 재활용 콘크리트와 같은 지속 가능한 콘크리트를 사용할 때 고려해야 할 특정 요소에는 기능적 역량(functioning capabilities)이 포함되어야 한다고 주장하였다. 지속 가능한 콘크리트의 기능적 역량은 콘크리트의 구조적 역량과 일치한다. 여기에는 내하력(load bearing capability), 응력(stress) 및 응력 변형 확률(stress and strain probabilities) 등이 포함된다. Gharehbaghi and Georgy [28]는 지속 가능한 콘크리트가 직면한 가장 큰 문제는 초기 변형과 열화라고 지적하였다. 교통 인프라와 그 후속 연계 시스템은 구조적 보완 등을 포함한 구조물의 조립 및 구성에 콘크리트를 사용한다. 도로의 경우 콘크리트는 데크 및 차도 표면 처리에 광범위하게 사용되는 반면에 철도의 경우에는 침목 및 기타 구조물 용으로 사용된다. 그 결과, 재활용 콘크리트 골재는 교통 인프라용으로 지속적으로 유리할 것이다. 그러나 재활용 콘크리트의 가장 큰 우려사항 중 하나는 내구성과 성능이다. 이러한 우려에는 교통 인프라에 재활용 콘크리트 사용도 포함된다.

Sadeket al. [23] 및 Singh et al. [17]와 더불어 Mamlouk 및 Zaniewski [33]는 재활용 콘크리트 사용에 우려되는 사항 중 일부는 과도한 물에 지나친 노출로 인한 심각한 열화율, 상당한 온도 변화와 공기 오염이라고 언급하였는데, 이들은 모두 교통 인프라에서 공통적인 사항이다. 그리고 본문 표 1에 교통 인프라에서 지속 가능한 콘크리트와 관련된 일부 리스크가 요약되어 있다. 그러나 문헌 조사 결과를 바탕으로 추론하면 엔지니어들은 교통 인프라에 지속 가능한 콘크리트에 대한 광범위한 수요가 있다는 것을 인식하지 못하는 것이 분명하다. 따라서 이러한 인프라에 대한 새로운 트렌드와 개발에 대한 검토가 수행되어야 한다.

3.2 새로운 트렌드와 개발

Jahan et al. [36] 뿐만 아니라 Ochsnerand Altenbach [35]와 더불어 Hibbeler 및 Vijay [34]는 교통 인프라를 위한 기존의 재료 선택은 일반적으로 수명을 포함한다고 강조하였다. 그럼에도 불구하고 지난 몇 년 동안 재활용 콘크리트를 포함한 많은 재활용 재료들이 교통 인프라에 사용되어왔다. 특히 재활용 시멘트, 플라스틱 및 아스팔트가 점점 더 많이 사용되어지고 있다. 이러한 지속 가능한 재료는 지방 도로와 같은 사용률이 낮은 지역에 사용된다. 그러나 현재 철도망과 함께 주요 간선도로의 경우 재활용 콘크리트 만이 최선의 선택인 것 같다. 재료 선택의 이러한 한계가 있는 사유는 도로 및 철도망의 규모로 인해 과도한 비용문제와 더불어 매우 복잡한 구조 설계 때문이다. 이러한 이유로 교통 인프라에 지속 가능한 콘크리트 사용은 불행히도 여전히 제한적이다. 실망스럽게도 이러한 것이 교통 인프라용 지속 가능한 재료의 이용 부족으로 이어져 왔다. 장기적인 재료 성능과 함께 고성능 콘크리트 조성으로 인해 재활용 콘크리트는 아직도 교통 인프라의 유일한 주요 지속 가능한 콘크리트이다. 이러한 주장을 뒷받침하기 위해 6개의 도로와 6개의 철도 구간이 연구 조사되었다.

4. 연구 방법론

이 연구에서는 정성적 방법을 사용하므로 교통 인프라에서 지속 가능한 콘크리트의 새로운 추세를 검토하기 위하여 호주의 사례 연구를 활용코자 한다. 이러한 결과를 얻기 위하여 도로 및 철도 인프라의 지속 가능한 구체적인 세부 사항을 정의하기 위해 문헌 검토 작업이 수행되었다.

5. 사례 연구

사례 연구의 기초로서 시드니의 6개의 도로와 6개의 철도 구간이 조사되었다. 조사결과 6개 도로 구간의 경우 지속 가능한 재료를 사용하는 곳은 일부분에 불과 하였다. 이러한 인프라의 경우 재활용 콘크리트는 지속 가능한 재료의 주요 부분이었다. 역청 포장 기층(Bituminous base course)은 전통적인 노반 자갈, 돌 및 모래로 구성되어있는 반면에 바인더층도 기존 재료를 사용하였다. 반면에 역청 콘크리트 층은 모든 지속 가능한 재료가 활용된 곳이다. 이 6개의 사례의 경우 재활용 콘크리트가 유일한 재료로서 사용되었다. SydNorthEast0081의 경우에만 재활용 플라스틱이 표면 마감재의 바닥층으로 사용되었다.

시드니에는 현재 T1에서 T9까지 9개의 주요 철도망이 있다. 이를 위해 표준 호주 기본 궤도 철도(standard Australian intermediate gauge railways)가 사용되었다. 또한 이 6개의 사례 연구의 경우 강재도 철도 레일의 기초로 사용되었으며, 한편으로 재활용 콘크리트는 침목용으로 활용되었다. 전반적인 검토를 통해 알 수 있듯이 이 6개의 도로 및 철도 사례 연구의 경우 일반적으로 재활용 콘크리트 만이 기본적인 지속 가능한 재료로 활용되었다. 이것은 아주 작은 샘플이지만 하나의 패턴은 인식할 수 있다. 불행히도 그 패턴은 이러한 교통 인프라의 경우 콘크리트 외에 혁신적이고 지속 가능한 재료가 부족하다는 것이다.

6. 결론 및 권장사항

강재와 더불어 콘크리트는 교통 인프라에 사용되는 주요 재료 중 일부를 구성하고 있다. 이산화탄소 배출량이 계속 증가함에 따라 이러한 인프라를 위해 새로운 지속 가능한 재료가 필요하다. 재활용 콘크리트를 포함하여 혁신적인 건설 재료는 이러한 환경적 고려사항을 위한 보다 친환경적인 재료의 핵심이다. 또한 이번 연구에서는 교통 인프라의 경우 새로운 추세와 개발이 주로 재활용 콘크리트에 제한된다는 것을 알게 되었다. 이러한 딜레마를 입증하기 위해 호주에서 6개의 도로와 철도 구간이 검토되었다. 이러한 한계로 인해 재활용 콘크리트 이외의 새롭고 개선된 재료가 특히 교통 인프라를 위한 지속 가능한 재료를 찾아내는 것이 필수적이다. 추가적인 연구 분야에는 폐 부산물을 포함하는 다른 지속 가능한 재료에 대한 연구조사가 포함될 수 있을 것이다. 시험단계에 있거나 최근 개발된 다른 지속 가능한 재료는 교통 인프라의 지속 가능성을 더욱 촉진할 수 있을 것이다.

<원문제목> Sustainable Concrete in Transportation Infrastructure – Australian Case Studies

<원문출처> IOP Conference Series – Materials Science and Engineering