건축 구조 재료별 CO_2 발생량 비교 연구

오명호*, 한용섭**, 조광문***
*목포대학교 건설공학부 건축공학전공
**한국구조설계사무소
***목포대학교 전자상거래학과
e-mail: ohmho@mokpo.ac.kr

A Comparative Study on CO_2 Amount of Construction-Materials

Myoung-Ho Oh*, Yong-Sup Han**, Kwang-Moon Cho***
*Dept. of Architectural Engineering, Mokpo National University
**Hankook Structural Office
***Dept. of Electronic Commerce, Mokpo National University

요 약

The purpose of this study was to investigate total CO_2 amount of steel and reinforced concrete construction, and compare and analyze CO_2 amount on construction-material. And then it was studied about new element that environment compatibility of architecture structure design based on paradigm of environment age. Architecture action should have proceeded course that reduce burden of the earth environment in relation between architecture and environment and increase contact of human and nature. As environment compatibility development is emphasized with architecture development, architecture structure design give improvement of one important element that environment compatability except stability, function, economy and necessary propriety of environment compatability of construction design.

1. 서론

지난 100년간 지구의 평균 온도는 점점 증가하는 추세를 보이면서 지구의 온난화를 초래하고 있다. 이것은 주로 이산화탄소 등과 같은 온실 가스로 인해 대기의 기온이 상승하는 현상인 온실 효과로 설명될 수 있다. 이러한 기후 변화로 인한 재앙을 막기 위해 이산화탄소 등 온실 가스 배출을 줄이는 것은 이제 지구촌의 공통 과제가 되고 있다. 지구 온난화를 막기 위한 온실 가스 감축을 목표로 하는 교토의정서가 발효되어 우리나라도 조만간 국제사회로부터 온실 가스 배출 감축 압력을 거세게 받을 것으로 전망된다.

이 연구는 아파트와 오피스 건물 신축 시, 철골조와 철근콘크리트조 각각의 건축 재료에서 발생하는 이산화탄소(CO_2) 발생 총량을 조사하고, 이에 따른 건축 재료별 이산화탄소 발생량을 비교 분석하여 건축 계획측면에서 환경 친화성이라는 새로운 요소에 대해 고찰하였다. 또한 이 연구를 통해 건축 구조 설계에서도 구조물의 안전성, 기능성, 경제성 이외에도 환경 친화성이라는 중요한 요소의 필요성에 논의하고자 한다.

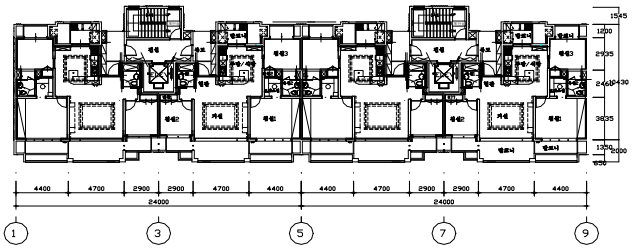
2. 구조 재료별 CO_2 발생량 비교 분석

2.1. 아파트 및 오피스 건물에 적용

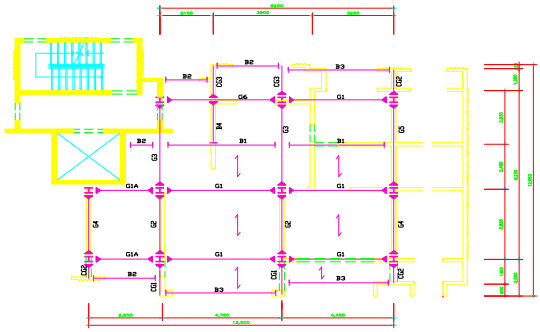
이 연구에서 아파트와 오피스 건물 신축 시 건축 재료에서 발생하는 이산화탄소는 다음과 같이 산출하고, 비교·분석하였다. 그림 1에 25층 철근콘크리트조 아파트에서 철근콘크리트 골조 물량을 산출하였다. 그 다음 같은 조건에서 철골조 아파트로 재설계하여 철골조 부재별 골조 물량을 산출하였다. 이러한 건축 재료별 골조 물량을 표 1에 나타내었다.

그림 2에 지상 8층 철골조 오피스 건물 골조 물량을 산출하고, 같은 하중 조건에서 철근콘크리트조로 최적 설계하여 철근콘크리트 골조 물량을 산출하여

이러한 건축 재료별 골조 물량을 표 2에 나타내었다.



(a) 33평형 25층 철근콘크리트조 아파트 평면도



(b) 33평형 철골조 단위세대 구조평면도

그림 1. 비교 대상 아파트 건물의 평면도

표 1. 아파트 건물 구조 재료별 골조 물량

(a) 33평형 25층 100세대 아파트

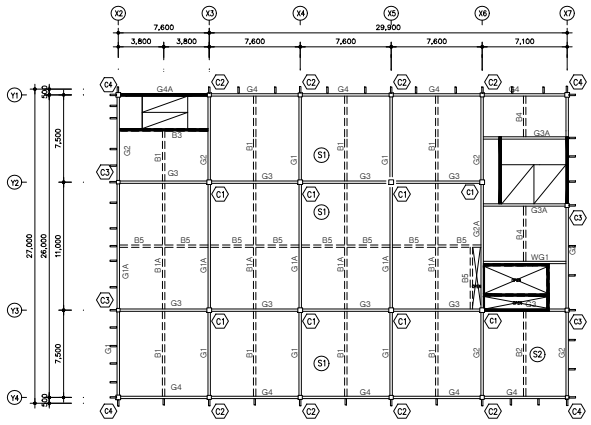
	철골조	철근콘크리트조
콘크리트(m^3)	854.3	5,196.5
철근(ton)	53.1	300.5
H-BEAM(ton)	876.3	-
아연도강판(m^2)	1,564.3	-
와이어메쉬(m^2)	1,564.3	-

(b) 25평형 20층 40세대

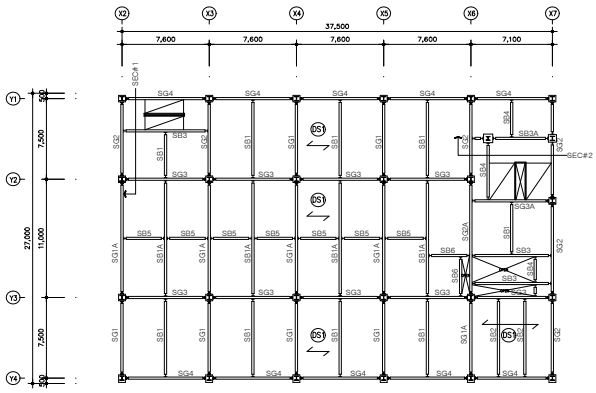
	철골조	철근콘크리트조
콘크리트(m^3)	441.6	1,880.3
철근(ton)	17.7	100.5
H-BEAM(ton)	236.1	-
아연도강판(m^2)	4,875.8	-
와이어메쉬(m^2)	4,875.8	-

표 2. 오피스 건물 구조 재료별 골조 물량

	철골조	철근콘크리트조
콘크리트(m^3)	1,028.0	2,441.0
철근(ton)	21.3	157.0
H-BEAM(ton)	920.0	-
아연도강판(m^2)	6,458.4	-
와이어메쉬(m^2)	6,458.4	-



(a) 오피스 건물 기준층 철근콘크리트조 평면



(b) 오피스 건물 기준층 철골조 평면

그림 2. 비교 대상 오피스 건물의 평면도

표 1과 표 2의 각 건물별, 구조 재료별 골조 물량을 다음과 같은 조건에서 중량으로 환산하여 각 재료별 CO_2 발생량을 조사하였다. 이 때 콘크리트의 시멘트 배합중량 : 349 kg/m^3, 아연도 강판 단위무게 : 19.82 kg/m^2, 와이어메쉬 단위무게중량 : 4.44 kg/m^2, 철골조 슬래브 : 데크(JIF-DECK, t=1.6mm, J75-200)와 Topping 콘크리트 75mm를 합한 150mm 두께의 슬래브) 이다.

표 3. 재료별 CO_2 발생량

구 분	연료	원료	총량 ($kg-CO_2/t$)	비고
시멘트	823	699	1,522	재활용율 12%
철근	374	-	374	
형강	374	-	374	
일관제철	1,532	-	1,532	재활용율 86%

건축 재료의 CO_2 발생량은 IEA(International Energy Association) 기준에 따라 석유 중 함유 탄

소 함량톤(t-C/t-TOE)으로 환산한 각 건축 재료의 탄소 함량값을 기준으로 하였다. 예를 들어 시멘트의 경우, 단위 CO_2 발생량은 시멘트 생산 시 에너지 소비량, 0.26TOE/t 과 고로 시멘트 생산비율을 11% 감안한 원료에서 발생하는 양, 699kg-CO_2/t 을 합한 값인 1,522kg-CO_2/t 을 적용하였다. 표 3에 각 재료별 단위 CO_2 발생량을 나타내었다.

2.2. 구조 재료별 CO_2 발생량 비교 분석

각 건물별, 종별 건축 재료를 단위 CO_2 발생량을 이용하여 골조 공사 시 발생하는 CO_2 발생 총량을 산출하면 표 4 및 표 5와 같다.

우선 오피스 건물인 경우, 철골조로 오피스 건물을 신축할 경우, 골조 공사 건축 재료에서 발생되는 CO_2의 총량은 1,104,969 kg-CO_2/t 으로, 철근콘크리트조 오피스 건물의 예상 총 발생량 1,355,309 kg-CO_2/t의 82% 수준으로 CO_2가 적게 발생될 것으로 예상되었다. 표 4는 오피스 건물 각 종별 건축 재료들에 의해 발생 예상되는 CO_2 총 발생량을 나타내었다.

표 4. 오피스 건물 각 종별 CO_2 예상 발생량

	철골조		철근콘크리트조	
	수량 (ton)	CO_2 발생량	수량 (ton)	CO_2 발생량
시멘트(m^3)	358.8	546,093	851.9	1,296,591
철근(ton)	21.3	7,966	157	58,718
H-BEAM(ton)	920.0	344,080	-	-
아연도강판(m^2)	128.0	196,096	-	-
와이어메쉬(m^2)	28.7	10,733	-	-
총 발생량	1,104,969.6		1,355,309.8	

표 5. 아파트 건물 각 종별 CO_2 예상 발생량

(a) 33평형 25층 100세대 아파트

	철골조		철근콘크리트조	
	수량 (ton)	CO_2 발생량	수량 (ton)	CO_2 발생량
시멘트(m^3)	298.2	453,784	1,813.6	2,760,269
철근(ton)	53.2	19,878	300.5	112,372
H-BEAM(ton)	876.3	327,736	-	-
아연도강판(m^2)	310.0	474,920	-	-
와이어메쉬(m^2)	69.5	25,993	-	-
총 발생량	1,302,311.0		2,872,640.8	

(b) 25평형 20층 40세대 아파트

	철골조		철근콘크리트조	
	수량 (ton)	CO_2 발생량	수량 (ton)	CO_2 발생량
시멘트(m^3)	154.2	234,692	656.2	998,751.6
철근(ton)	17.7	6,604	100.5	37,595
H-BEAM(ton)	236.1	88,301	-	-
아연도강판(m^2)	96.6	147,991	-	-
와이어메쉬(m^2)	21.6	8,078	-	-
총 발생량	485,666		1,036,346	

또한 아파트 건물의 경우에서도 표 5에서 보는 바와 같이 철골 아파트로 신축할 경우, 골조 공사 재료들에 의해 예상되는 CO2 총 발생량은 25층 33평형 아파트에서 1,302,311kg-CO2/t 으로, 철근콘크리트 아파트 총 발생량 2,872,641 kg-CO2/t 의 45% 정도이다. 즉 철골조 아파트로 신축할 경우, CO2 발생 예상량은 철근콘크리트 아파트보다 절반정도 발생하는 것으로 예상할 수 있다.

3. 결론

각 건물별, 구조 재료별 골조 공사 시 발생하는 이산화탄소 총 발생 예상량을 산출, 비교해 본 결과 철골조로 아파트를 신축할 경우, 철근콘크리트 아파트의 45% 정도이고, 오피스 건물에서는 82% 수준으로 CO_2가 적게 발생되는 것으로 예상되었다.

CO_2는 지구온난화, 기후변화의 주범이다. 최근 미국에 엄청난 참사를 가져온 허리케인 카트리나도 지구온난화를 빼놓고는 설명할 수 없다. 우리는 이를 막기 위해 노력해야하고 온실가스 배출량을 줄여야 한다.

건축 활동도 건축과 환경과의 관계에 있어 지구환경에 대한 부담을 줄이고 인간과 자연과의 접촉을 늘리는 방향으로 나아가야 할 것이다. 이와 같이 건축 부분에서도 환경친화성 개발이라는 측면이 강조되면서 건축 구조 설계에서도 구조물의 안전성, 기능성, 경제성 외에 환경친화적인 접근 방법이 필요하다.

참고문헌

[1] 대한건축학회, “건축물 하중기준 및 해설,” 태림문화사, 2000.

[2] 대한건축학회, "벽식아파트 표준구조계산서," 경성문화사, 2001.

[3] 한국강구조학회, “강구조설계기준,” 구미서관, 2003.