

대규모 동계스포츠 및 집회시설의 친환경계획요소 분석

Analysis of Sustainable Building Design Element in Winter Sports Stadia and Convention Centre

최 동 호*
Choi, Dong-Ho

양 정 훈**
Yang, Jeong-Hoon

석 호 태***
Seok, Ho-Tae

요 약

본 논문은 대공간에 적용된 친환경 계획요소 검토와 친환경요소기술의 적용성을 외국의 사례연구를 통해 분석함으로써 국내 친환경건축물 활성화와 설계기술 향상에 기여할 기초자료를 도출하고자 하였다. 본 연구에서는 2010년 동계올림픽 개최에 즈음하여 최근 완공된 캐나다 동계스포츠시설 2곳과 컨벤션센터 1곳을 대상으로 이들 대공간에 적용된 친환경계획요소를 소개하고, 이들 대공간에 적용된 친환경 건축기법을 LEED Green Building Rating System 평가항목을 기준으로 분석하였다.

Abstract

This paper is to draw basic data for the revitalization of the sustainable buildings and the improvement of sustainable building design technology in Korea by analysing the design techniques of sustainable building and the application of the techniques applied to the large volume buildings through the study of foreign cases. This study introduces the design elements of sustainable building applied to the two winter sports stadia and one convention centre which have recently completed for the 2010 Winter Olympics in Canada and analyses the design techniques of sustainable building by the lists of LEED Green Building Rating System as well.

키워드 : 친환경설계, 친환경건축물인증시스템, LEED, 대공간, 동계올림픽시설

Keywords : Sustainable building design, Green building rating system, Leadership in energy and environmental design, Large enclosure, Winter Olympic facility

1. 서 론

1.1 연구목적

최근 저탄소 녹색성장과 지구차원의 기후변화, 환경오염에 따른 생태계파괴 등 심각한 환경문제에 적극 대응하기 위한 여러 정책들이 발표되고 있는 가운데, 환경문제에 대한 국민적 관심이 고조되고 있다. 다량의 에너지를 소비하고 있는 건축부문에서도 지구 환경보전과 지역환경에 대한 친화성, 그리고 건물이

용자의 쾌적성과 건강성을 향상시킬 수 있는 친환경 건축물에 대한 관심이 높아지면서 친환경건축물의 보급 또한 점진적인 증가추세에 있다. 건축물의 친환경성을 높이기 위해서는 친환경 요소기술들이 설계단계에서부터 일관되게 적용되어야 하며, 기존의 건물설계방법과는 차별화된 에너지절약과 지속가능성에 근거한 환경적, 경제적, 사회적 가치가 반영되어야 한다. 대공간 건축물에 있어서도 이러한 시대적 흐름에 부응하여 친환경적으로 설계, 건립된 사례들을 주로 외국사례를 중심으로 확인할 수 있으며 대지이용, 물, 에너지와 공기, 재료와 자원, 환경의 질 등의 설계요소를 주변의 환경여건과 건물특성에 맞게 조화시킨 우수 설계사례들이 발표되고 있다.¹⁾⁻⁶⁾ 본 연구에서는 향후 국내의 본격적인 대공간 건축물 건립에 대비하여 대공간에 적용 가능한 친환경계획요소와 친환경요

* 정희원 · 대구가톨릭대학교 건축학과 교수, 공학박사
Tel: 053-850-2733 Fax: 053-850-2730
E-mail: dhchoi2@cu.ac.kr

** 정희원 · 영남대학교 건축학부 조교수, 공학박사

*** 정희원 · 영남대학교 건축학부 부교수, 공학박사

소기술의 적용성을 외국의 사례연구를 통해 분석함으로써 국내 친환경건축물 활성화와 설계기술 향상에 기여할 기초자료를 도출하고자 하였다.

1.2 연구방법

본 연구에서는 2010년 동계올림픽 개최에 즈음하여 최근 완공된 캐나다 밴쿠버 소재 스포츠시설, 컨벤션시설을 중심으로 이들 대공간에 적용된 친환경계획요소를 주로 LEED 친환경인증프로그램 평가항목을 기준으로 분석한 결과를 발표하였다. 본 연구에서는 LEED Canada-NC 1.0^{7),8)}을 기준으로 작성된 LEED Scorecard 획득점수를 바탕으로 각 건물의 카테고리별 적용기술과 적용율을 분석하여 대공간 설계에 접목된 기술요소들을 고찰하였다. 이들 대상건축물은 현재 LEED인증신청을 준비중인 관계로 최종인증점수가 확정되지 않았으며, 본 논문에서는 건축설계단계에서 이들 프로젝트 관계자에 의해 작성된 LEED Scorecard 획득예상점수를 입수하여 본 연구의 분석근거로 활용하였다. 대상건축물에 관련된 각종 자료는 현장방문조사와 문헌조사를 통해 입수하였으며, 본 연구에서는 이들 자료를 바탕으로 분석한 결과를 제시하였다.

2. LEED 인증프로그램의 구성체계와 평가대상 건축물의 개요

2.1 LEED 인증프로그램의 구성체계

LEED 친환경건축물 인증프로그램은 USGBC(US Green Building Council)에 의해 개발된 친환경인증 프로그램으로서 주로 북미지역을 중심으로 폭넓게 시행되고 있다. 본 연구에서는 CaGBC(Canada Green Building Council)에서 운영하고 있는 LEED Canada-NC 1.0을 바탕으로 평가하였다. LEED는 ①Sustainable Site, ②Water Efficiency, ③Energy & Atmosphere, ④Materials & Resources, ⑤Indoor Environmental Quality, ⑥Innovation & Design Process의 총 6개의 카테고리로 구성되어 있으며, 각 카테고리 내에는 친환경성을 평가할 수 있는 세부항목들과 이들 항목별로 점수(credit)를 부여하고 있다. 총 69점을 획득할 수 있으며 획득한 Credit에 따라 건축물의 친환경인증등급을 4단계인 Certified(26~32점), Silver(33~38점), Gold(39~51점), Platinum(52점 이상)으로 부여한다.

2.2 평가대상 건축물의 개요

최근 완공된 동계올림픽 스포츠 및 컨벤션시설을 평가대상 건축물로 선정하여 이들 대공간에 적용된 친환경계획요소에 대해 검토하였다. 대상건축물은 2010년 동계올림픽 개최예정지인 캐나다 밴쿠버에 소재한 대규모 스포츠시설 2곳과 집회시설 1곳으로서 스피드 스케이트 경기장으로 활용될 Richmond Olympic Oval(이하 '건물R'로 약칭함), 아이스하키 경기장인 UBC Winter Sports Centre(이하 '건물U'로 약칭함), 컨벤션 행사와 미디어 센터로 활용될 Vancouver Convention Centre Expansion Project(이하 '건물V'로 약칭함)이다. 이들 건축물은 모두 친환경계획요소를 설계에 적극 반영하여, 건물R과 건물V는 LEED Gold 인증을, 건물U는 LEED Silver 인증을 목표로 설계되었다. 건물R은 동계올림픽은 물론 시민들의 레크리에이션, 스포츠, 건강증진, 트레이닝 컴플렉스 시설로서도 손색없이 활용될 수 있도록 설계되었다. 대학 캠퍼스내에 건립된 건물U는 상대적으로 저비용으로 건축된 스포츠시설로서 시설이용의 유연성 제고와 에너지절감, 폐기물의 유효이용에 역점을 두어 설계된 것으로 알려져 있다. 기존 컨벤션센터의 3배 크기의 규모로서 건물의 60%는 옥상에, 나머지 40%는 1,000여개의 파일을 설치하여 바다위에 건립된 건물V는 캐나다 최대 규모의 연회장을 갖추었으며, 도심의 부족한 녹지면적 확보를 위하여 대규모의 옥상녹화기법의 적용, 해수열원의 이용, 수자원 관리, 쾌적한 실내환경 조성을 위한 기술들이 접목된 것으로 알려져 있다. 이들 대공간의 건축개요를 <표1>에 간략히 나타내었다.

3. 사례분석을 통한 대공간의 친환경 계획요소 검토

3.1 주요 친환경계획요소 상세

3.1.1 Richmond Olympic Oval (건물R)

- 1) 입지선정
기 개발된 대지를 입지로 선정함으로써 개발에 따른 환경훼손을 최소화하였다.
- 2) 기존수목의 보존
대지내 기존 수목의 약 50%를 공사중 이식 후 재식재토록 계획하였다.
- 3) 훼손목재의 재활용

〈표 1〉 검토대상 건축물 개요

구 분	Richmond Olympic Oval	UBC Winter Sports Centre	Vancouver Convention Centre Expansion Project
소재지	6111 River Road, Richmond, BC, Canada	2555 Wesbrook Mall, Vancouver, BC, Canada	1900-999 West Hastings St., Vancouver, BC, Canada
연면적	32,000m ²	22,297m ²	102,193m ²
주 용 도	스피드 스케이팅 경기장	아이스하키 경기장	전시시설, 컨퍼런스시설
설 계 사	CANNON Design	Kasian Architecture	DA/MCM+LMN
준 공 일	2008.12	2008.07	2009.03
건 축 비	\$178,000,000 CAD	\$47,834,000 CAD	\$883,200,000 CAD
수용인원	8,000명	7,000명	-
친환경인증목표	LEED Gold 인증을 목표	LEED Silver 인증을 목표	LEED Gold 인증을 목표

대지정비 과정에서 벌목된 수목 경재(硬材)는 건물 내 패널재, 바닥재, 조경용 부재로 재활용하였다.

4) Flexible facility design

다양한 수요와 변화에 적극 대응할 수 있도록 시설 계획을 수립하였다. 동계올림픽 개최 후에는 활용도가 낮은 빙상시설의 비중을 대폭 축소하고 시민을 위한 운동시설로 리모델링할 수 있도록 계획하였다. 스피드 스케이팅 경기장은 동계올림픽 종료후 아이스하키 링크(2면), 농구, 배구, 배드민턴이 가능한 다목적 실내경기장(8면), 육상트랙(1면)으로 개편된다.

5) 우수의 재이용

부지내 우수활용계획을 수립하여 저장된 960,000 리터의 우수를 별도의 정수과정을 거친 후 대지 내 습지조성, 관수, 화장실 세정용수 등으로 재이용될 수 있도록 계획하였다. 2중배관으로 설계하여 법적기준을 만족하였으며, 특히 구조체와 우수물받이 기능을 겸한 대형 콘크리트 버팀벽에 각인된 토속문양은 훌륭한 디자인 사례로서 주목받고 있다.

6) 중수도설비

빗물을 모아 화장실 세정수로 활용토록 하고 정화, 필터링 된 중수공급을 증대할 수 있도록 설계하였다.

7) 폐목재의 유효이용

소나무 병충해를 입은 지역산 폐목재를 지붕내장재로 재활용하여 고급스럽고 온화한 실내환경 연출은 물론, 실내음향효과 개선에도 크게 기여하였다.

8) 치환환기 및 난방계획

외기를 저속으로 경기장 하부로 유입한 후 부력에 의한 상승기류를 형성토록 함으로서 송풍동력을 절감하였다. 효율적인 치환환기를 위해 빙상면과 트랙면을 제외한 메인 홀의 대형 원형 디퓨저의 용량과 송풍량을 검토하였다. 또한 메인 홀의 난방은 동계올림픽 시설로의 사용기간이 약 2주에 불과하고 과도한 시설 투자를 방지하기 위하여 관객에 대한 난방은 고려하

지 않았다.

9) Eco-Chill시스템과 폐열회수

건물의 가장 큰 에너지사용처는 제빙플랜트이다. 제빙플랜트는 지열히트펌프를 통한 효율적인 열회수를 통해 비용절감을 극대화할 수 있었으며, 제빙과정에서 발생된 배열은 회수되어 건물자체의 급탕 및 용설(snow melt)시스템, 공간난방용으로 활용토록 하였다. Eco-Chill시스템을 채택함으로써 시스템의 안정적인 가동과 폐열회수에 효과적으로 작용할 수 있도록 하였다.

10) High efficiency boilers

일반보일러보다 최소 10%이상 효율이 높은 고효율 컨덴싱 가스보일러를 장착하였다.

11) 건물냉방을 위한 빙축열시스템

빙축열시스템을 구축하여 건물냉방에 활용토록 하였다.

3.1.2 UBC Winter Sports Centre (건물U)

1) 대지계획

- 1960년대 건축된 낙후된 기존의 빙상시설을 철거한 후 재개발하였다. 새로운 건축물은 보다 항구적이며 자원 및 에너지 효율적인 건물로 설계함으로써 친환경 캠퍼스 커뮤니티 실현에 기여할 수 있도록 하였다.

- 기존 도로망과 보행자 네트워크, 대중교통(버스) 이용의 이점을 살려 기존의 대학캠퍼스 밀도를 높일 수 있도록 계획하였다. 건물이용자를 위한 자전거 보관시설, 샤워시설, 탈의실을 마련하였다.

- 버스정거장에서 아리나A로의 접근성이 용이한 위치에 주현관을 배치하여 이용자의 접근성과 편의성을 도모하였다.

- 주차는 대규모로 신축된 인근 공용주차시설을 이용토록 함으로서 대지 내 주차공간조성을 최소화하

였다. 주차면적을 6,630㎡에서 1,546㎡로 75%이상 대폭 축소할 수 있었다.

- 포장면의 반사율을 높임으로서 도시열섬완화에 기여할 수 있도록 하였다.

- 가능한 한 캠퍼스에서 생육된 묘목과 캠퍼스내의 퇴비화 설비에서 만들어진 조경재료를 사용할 수 있도록 계획하였다.

2) 에너지

- 냉동시스템과 Eco-Chill시스템에서 방출된 배열은 팀룸 바다난방과 아이스링크 냉각파이프 하부의 "hot deck"부 난방, 그리고 Ice resurfacing설비의 부산물인 얼음을 녹이기 위한 용도로 사용하였다.

- 초기설비비가 높음에도 불구하고 Eco-Chill시스템을 냉난방시스템으로 채택함으로써 연간 \$55,947, 화석연료(천연가스) 대비 43%, 전기에너지 대비 14%를 절감할 수 있었다.

- 아이스링크의 냉동시스템에서 회수된 열량은 건물에너지 절감량의 19.2%에 해당하며, 이밖에 지붕과 벽체의 RSI, 화장실의 절수형기구, T8형광등을 채택하여 추가적으로 에너지를 절감할 수 있었다.

- 아레나A, 아레나C에서는 ASHRAE 62-1999의 환기 및 실내공기질 기준을 충족할 수 있도록 설계하였다.

- 아레나A에 냉난방을 공급하는 대형 Roof-top-unit은 그 응축열을 회수하여 실내로 공급할 신선공기 재가열 열원으로 활용토록 하였다.

- 벽체를 프리캐스트 콘크리트 샌드위치패널로 시공하여 내적인 축열효과와 외적인 온도변화를 완화할 수 있도록 하였다.

- 화장실, 선수대기실, 스태프 룸에 인체이동감응센서를 설치하여 자동으로 조명이 제어될 수 있도록 계획하였다.

3) 쓰레기관리

- 기존 건축물 철거과정에서 발생된 3,000㎡ (7,200,000kg)의 콘크리트를 매립처분하지 않고 대지내의 건물신축과정에 재사용함으로써 콘크리트 폐기물 수송과정에서 발생하는 오염물질 배출을 방지하였다.

- 기존 건물 철거과정에서 회수된 철재와 목재를 리사이클 하였다.

- 기존 아이스링크 철거과정에서 회수된 Dasher board는 타 아이스하키 경기장에 제공하여 재활용토록 하였으며, 기존 건물의 Score clock은 신축건축물로 옮겨 계속 사용할 수 있도록 하였다.

- 기존 냉동기에서 회수한 1,000 lbs. 이상의 암모니아(NH3)와 모든 Brine은 신축건물 냉동설비에

재사용토록 하였다.

- Roof-top 응축기(39,000 lbs.), 모터 컨트롤 패널, 공기제습기, 5대의 500마력 압축기 모터 등의 기존 냉동설비 기기들은 새 시설로 옮겨 재사용하였다.

- 사무용지, 신문지, 골판지, 음료용기 등의 폐기물은 UBC의 폐기물 리사이클 프로그램에 따라 리사이클 처리토록 하고, 음식폐기물도 UBC가 보유중인 Composting시설에서 퇴비로 재생산될 수 있도록 하였다.

4) 물이용과 수생식지

- 조경의 수종은 향토수종으로 선정하여 관수에 필요한 조경용수를 절감할 수 있도록 하였다.

- 2가지 계절모드로 설정된 자동관수시스템 구축을 통해 물 사용량을 최소화하였다.

- 화장실 위생기구는 타임 컨트롤 기능과 인체감지센서가 부착된 Low flush toilet으로 설계하였다.

- 건물과 지면의 빗물은 별도 분리된 캠퍼스 우수계통으로 유입되도록 계획하였다.

5) 육생식지와 야생식지환경 조성

- 대지내 기존수목들의 훼손을 최소화하였다. 건물신축영역에 포함된 일부 수목들은 UBC 캠퍼스내로 이식하였으며, 대지 북동코너에 위치한 고목은 새로운 조경디자인의 핵으로서 자리매김할 수 있도록 보존하였다.

6) 건설환경 및 건물관리계획

- 고품질 유리, 콘크리트외장 단열샌드위치 패널, 콘크리트 블록 장막벽, 콘크리트와 천연고무 스케이트 플로어 재료들로 시공하여 고내구성과 최소한의 관리만으로 유지될 수 있도록 하였다.

- 최적의 재료사용으로 준공 후의 운영비가 최소화될 수 있도록 계획하였다.

7) 지속가능성 및 시설사용의 유연성 제고

- 기존 Bauer아레나와 아이스링크는 향후 수십년간 지속적인 사용이 가능하도록 계획하였다.

- 대지이용을 극대화할 수 있도록 계획하였으며 아레나A에서는 아이스하키 등의 빙상경기 뿐 아니라 각종 행사와 콘서트를 개최할 수 있도록 계획하여 공간활용의 유연성을 제고하였다. Vancouver Giants Ice Hockey팀을 기존건물인 UBC Winter Sports Centre로 재배치하여 신축시설을 지역사회가 보다 폭넓게 이용할 수 있도록 하였다.

- 시설의 유용성 제고와 지역사회에 대한 보다 폭넓은 편의제공을 위하여 Sledge Hockey도 가능하도록 계획하였다.

- 시설계획에서는 2010년 동계올림픽개최를 위해

좌석규모를 임시좌석 1,500석을 포함하여 최대 7,000석 규모로 계획하였다. 임시좌석을 배치함으로써 향후 시설이용의 유연성 확보와 과다한 재료사용을 억제하였다.

3.1.3 Vancouver Convention Centre Expansion Project (건물V)

- 1) 에너지효율, 기후변화 대응계획
 - 심해수 이용 히트펌프를 설치하여 해수의 냉열을 직접적으로 건물냉방에 활용
 - 남측에 일사차폐장치 설치
 - 열부하의 최소화
 - 전력공급사인 BC Hydro로부터 Green power credit 취득
 - 신재생에너지 시스템의 도입
- 2) 대지내 수자원관리계획
 - 대지내 폐수처리설비를 갖추어 건물자체 오수는 물론 외부의 오수에 대해서도 상당량 정화할 수 있도록 계획

- 해수담수화 설비적용
- 상수부하저감을 위한 지붕 및 지표면계획
- 중수 및 하수의 재이용
- 3) 생태다양성계획
 - 생태다양성 제고를 위해 지붕과 지면의 조정, 형태계획 수립
 - 산을 연상하게 하는 다양한 형상의 지붕계획과 대규모 Green roof를 조성하여 곤충과 조류 등 야생생태계가 공존할 수 있도록 계획
- 4) 쾌적한 실내환경조성
 - 환경성능이 우수한 자재 및 마감재의 채택
 - 자연채광 도입
 - 자연환기 활성화
 - 외부소음 차폐를 통한 쾌적 음환경 조성
 - 전시홀은 바닥복사냉방, 대류냉방을 채택하여 쾌적한 열환경이 조성될 수 있도록 계획
- 5) 지역산 목재의 사용
 - 지역에서 생산된 목재를 건축물에 사용
 - BC주에서 생산된 목재와 병충해를 입은 목재의

〈표 2〉 친환경기술 적용현황(Sustainable Site)

Credit	내 용	배점	건물R	건물U	건물V
SS 1	Site Selection	1	0	1	1
SS 2	Development density and community	1	0	1	1
SS 3	Redevelopment of contaminated site	1	0	0	1
SS 4.1	Alternative transportation - Public transportation access	1	0	1	1
SS 4.2	Alternative transportation - Bicycle storage & changing rooms	1	1	1	0~1
SS 4.3	Alternative transportation - Alternative fuel vehicles	1	0	0	0
SS 4.4	Alternative transportation-Parking capacity	1	1	1	1
SS 5.1	Reduced site disturbance - Protect or restore open space	1	0~1	1	0~1
SS 5.2	Reduced site disturbance - Development footprint	1	1	1	0
SS 6.1	Stormwater management - Rate and quantity	1	1	1	1
SS 6.2	Stormwater management - Treatment	1	1	1	0~1
SS 7.1	Heat island effect - Non-roof	1	1	1	1
SS 7.2	Heat island effect - Roof	1	1	1	1
SS 8	Light pollution reduction	1	1	0~1	1
소계점수		14	8~9	11~12	9~12
적용율(%)		100	57~64	79~86	64~86

〈표 3〉 친환경기술 적용현황(Water Efficiency)

Credit	내 용	배점	건물R	건물U	건물V
WE 1.1	Water efficient landscaping - Reduce by 50%	1	1	1	1
WE 1.2	Water efficient landscaping - No potable use or no irrigation	1	1	0	1
WE 2	Innovative wastewater technologies	1	1	0	1
WE 3.1	Water use reduction - 20% reduction	1	1	1	1
WE 3.2	Water use reduction - 30% reduction	1	1	0	1
소계점수		5	5	2	5
적용율(%)		100	100	40	100

사용

- 6) 빌딩운영의 최적화
 - 시스템이 안정적이고 효율적으로 동작할 수 있도록 설계
 - 시스템의 계측과 모니터링을 통해 빌딩운영의 최적화 도모
- 7) 장수명건축
 - 장수명건축을 통해 경제성, 생태학적 가치증대
 - 미래 환경변화에 대응한 건축계획
 - 변화하는 빌딩시스템을 건물에 적용
 - 내구성, 유연성이 우수하고 재사용 가능한 건축 자재를 채택
 - 건물 운영기간은 물론 해체과정까지도 고려한 계획
- 8) 사회적 지속가능성
 - 지속가능한 주거패턴과 지속가능사회가 구현될 수 있도록 계획

3.2 친환경기술 적용현황 분석

1) Sustainable Site

‘지속가능한 대지계획’에 대한 친환경기술 적용현황을 <표2>에 나타내었다. ‘지속가능한 대지계획’에서는 건물U, 건물V가 각각 14점 배점 중 11~12점, 9~12점을 취득하여 79~86%, 64~86%의 적용율을, 건물R은 이보다 낮은 8~9점을 취득(57~64%의 적용율)함으로써 세 건물 모두 ‘지속가능한 대지계획’ 카테고리에서는 57~86%의 전반적으로 높은 적용율을 나타내었다. 이들 건물들 중 적용율이 낮게 평가된 항목은 SS3(오염된 토지의 재개발), SS4.3(대체교통 수단-하이브리드 혹은 대체연료 자동차)로 조사되어 인위적인 건축설계기술의 적용이 불가능하거나 어려운 항목인 것으로 확인되었다.

2) Water Efficiency

‘효율적인 물의 이용’에 대한 친환경기술 적용현황을 <표3>에 나타내었다. ‘효율적인 물의 이용’ 카테고리

<표 4> 친환경기술 적용현황(Energy & Atmosphere)

Credit	내 용	배점	건물R	건물U	건물V
EA 1	Optimize energy performance	10	5	7	6~7
EA 2.1	Renewable energy - 5%	1	0	0	0
EA 2.2	Renewable energy - 10%	1	0	0	0
EA 2.3	Renewable energy - 20%	1	0	0	0
EA 3	Best practice commissioning	1	0	1	1
EA 4	Ozone protection	1	1	1	1
EA 5	Measurement & verification	1	1	0	0~1
EA 6	Green power	1	1	0~1	0~1
	소계점수	17	8	9~10	8~11
	적용율(%)	100	47	53~59	47~65

<표 5> 친환경기술 적용현황(Materials & Resources)

Credit	내 용	배점	건물R	건물U	건물V
MR 1.1	Building reuse - Maintain 75% of existing walls, floors, and roof	1	0	0	0
MR 1.2	Building reuse - Maintain 95% of existing walls, floors, and roof	1	0	0	0
MR 1.3	Building reuse - Maintain 50% of interior non-structural elements	1	0	0	0
MR 2.1	Construction waste management - Divert 50% from landfill	1	1	1	1
MR 2.2	Construction waste management - Divert 75% from landfill	1	1	1	1
MR 3.1	Resource reuse: 5%	1	0	0	0
MR 3.2	Resource reuse: 10%	1	0	0	0
MR 4.1	Recycled content: 7.5%(post-consumer+1/2 post-industrial)	1	1	1	1
MR 4.2	Recycled content: 15%(post-consumer +1/2 post-industrial)	1	0	0	0~1
MR 5.1	Regional materials: 10% extracted and manufactured regionally	1	0~1	1	1
MR 5.2	Regional materials: 20% extracted and manufactured regionally	1	0	1	0~1
MR 6	Rapidly renewable materials	1	0	0	0
MR 7	Certified wood	1	0	0	0
	소계점수	13	3~4	5	4~6
	적용율(%)	100	23~31	38	31~46

고리에서는 건물에 따라 적용율의 차이를 나타내어, 건물U가 5점 배점 중 2점을 취득하여 40%의 낮은 적용율을 나타낸 반면, 건물R과 건물V는 모든 평가기준을 만족시킨 100%의 적용율을 나타내었다. 세 건물 모두 효율적인 물이용 개념을 설계에 적극 반영하고 있으나, 상수사용 억제와 절수비율에서는 약간의 차이가 있음이 확인되었다.

3) Energy & Atmosphere

‘에너지와 공기’에 대한 친환경기술 적용현황을 <표4>에 나타내었다. 카테고리 중 배점(17점)이 가장 높은 ‘에너지와 공기’ 카테고리에서는 8~11점, 47~65%의 적용율을 나타낸 것으로 조사되었다. 세 건물 모두 신재생에너지의 사용비율에서는 낮게 평가되었으나, 오존층 파괴물질 사용억제와 그린파워 사용에서는 높은 평가를, 빌딩시스템 커미셔닝에서도 상대적으로 높은 평가를 받았다.

4) Material & Resources

‘재료와 자원’에 대한 친환경기술 적용현황을 <표5>에 나타내었다. ‘재료와 자원’ 카테고리에서는 상

대적으로 높은 배점에도 불구하고 비교적 낮은 23~46%의 적용율을 나타내었다. 세 건물 모두 신축인 관계로 증개축에 관련된 항목(MR1.1, MR1.2, MR1.3)과 원자재 사용억제를 위한 자원의 재이용(MR3.1, MR3.2), 자연에서 빠르게 재생산되는 재료의 사용(MR6), FSC승인 목재의 사용(MR7) 항목의 적용율은 극히 저조한 반면, 공사장 폐기물 관리계획(MR2.1, MR2.2)과 재활용자재의 사용(MR4.1), 지역에서 생산된 자재의 사용(MR5.1)에 대한 적용율은 높은 것으로 조사되었다.

5) Indoor Environmental Quality

‘실내환경의 질’에 대한 친환경기술 적용현황을 <표6>에 나타내었다. ‘실내환경의 질’ 카테고리에서는 건물별로 적용율에 있어서는 비교적 큰 차이를 나타내어 건물R과 건물V는 53~87%의 높은 적용율을 나타낸 반면, 비교적 규모가 작고 저비용으로 건축된 대학시설인 건물U는 상대적으로 낮은 20%의 적용율을 나타내었다. VOC저방출 페인트 및 코팅재 사용

<표 6> 친환경기술 적용현황(Indoor Environmental Quality)

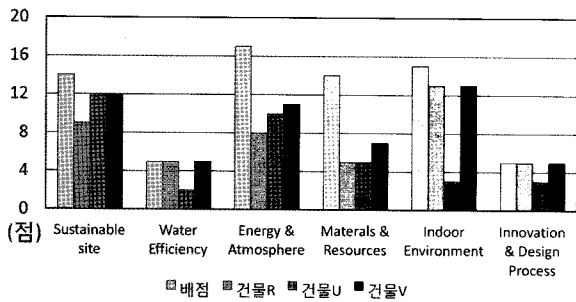
Credit	내 용	배점	건물R	건물U	건물V
EQ 1	Carbon dioxide (CO2) monitoring	1	1	0	1
EQ 2	Ventilation effectiveness	1	0~1	0	0~1
EQ 3.1	Construction IAQ management plan: During construction	1	1	0	0~1
EQ 3.2	Construction IAQ management plan: Testing before occupancy	1	1	0	1
EQ 4.1	Low-emitting materials: Adhesives & sealants	1	1	0	1
EQ 4.2	Low-emitting materials: Paints and coating	1	1	1	1
EQ 4.3	Low-emitting materials: Carpet	1	1	1	1
EQ 4.4	Low-emitting materials: Composite wood and laminate adhesives	1	1	0	1
EQ 5	Indoor chemical & pollutant source control	1	1	0	1
EQ 6.1	Controllability of systems: Perimeter spaces	1	0	1	0~1
EQ 6.2	Controllability of systems: Non-perimeter spaces	1	0	0	0~1
EQ 7.1	Thermal comfort: Compliance	1	0~1	0	1
EQ 7.2	Thermal comfort: Monitoring	1	0~1	0	0~1
EQ 8.1	Daylight & views: Daylight 75% of spaces	1	0~1	0	0
EQ 8.2	Daylight & views: Views 90% of spaces	1	0~1	0	0
소계점수		15	8~13	3	8~13
적용율(%)		100	53~87	20	53~87

<표 7> 친환경기술 적용현황(Innovation & Design Process)

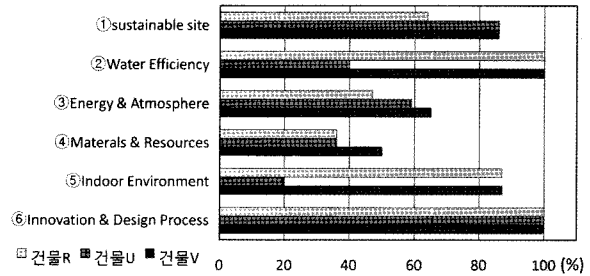
Credit	내 용	배점	건물R	건물U	건물V
ID 1.1	Innovation in design: Green education program	1	1	1	1
ID 1.2	Innovation in design: Habitat skirt	1	1	1	1
ID 1.3	Innovation in design: Green housekeeping program	1	1	0~1	1
ID 1.4	Innovation in design	1	1	0~1	0~1
ID 2	LEED accredited professional	1	1	1	1
소계점수		5	5	3~5	4~5
적용율(%)		100	100	60~100	80~100

〈표 8〉 각 건물별 LEED 평가결과

Category	배점	건물R		건물U		건물V	
		득점	적용율(%)	득점	적용율(%)	득점	적용율(%)
① Sustainable Site	14	8~9	57~64	11~12	79~86	9~12	64~86
② Water Efficiency	5	5	100	2	40	5	100
③ Energy & Atmosphere	17	8	47	9~10	53~59	8~11	47~65
④ Materials & Resources	13	3~4	23~31	5	38	4~6	31~46
⑤ Indoor Environmental Quality	15	8~13	53~87	3	20	8~13	53~87
⑥ Innovation & Design Process	5	5	100	3~5	60~100	4~5	80~100
Total Score	69	37~44	54~64	33~37	48~54	38~52	55~75
Rating Result	-	LEED Gold		LEED Silver		LEED Gold	

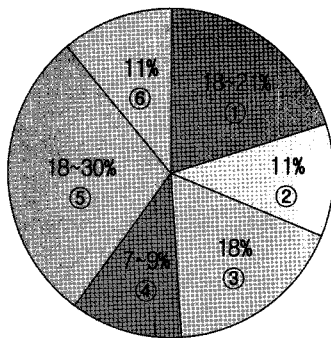


a) 카테고리별 득점현황

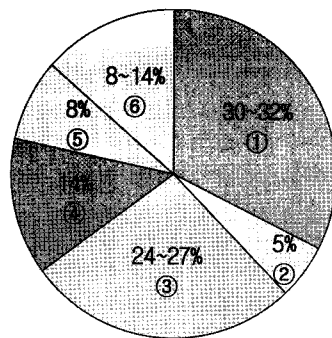


b) 카테고리별 적용률 현황

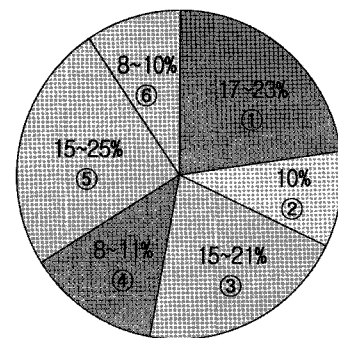
〈그림 1〉 카테고리별 득점 및 적용률



a) 건물R



b) 건물U



c) 건물V

[범례] ① Sustainable Site ② Water Efficiency ③ Energy & Resources
 ④ Materials & Resources ⑤ Indoor Environmental Quality ⑥ Innovation & Design Process

〈그림 2〉 각 건물단위의 카테고리별 적용률 비교

(EQ4.2), VOC저방출 카펫 사용(EQ4.3) 등 오염물질 저방출자재의 채택율은 높았으나, 대공간의 열환경특성상 고수준의 환경제어나 환경유지가 용이하지 않은 환기효율향목(EQ2), 실내 내주부의 시스템 제어 성능(EQ6.2), 실내온열환경 모니터링 장치(EQ7.2), 자연채광과 조망(EQ8.1, EQ8.2)에 대해서는 낮은 적용율을 나타낸 것으로 파악되었다.

6) Innovation & Design Process
 '새로운 기술 및 디자인 프로세스'에 대한 친환경

기술 적용현황을 〈표7〉에 나타내었다. '새로운 기술 및 디자인 프로세스' 카테고리는 실제 건축물에 적용된 가시적인 특정시스템에 대한 평가라기보다는 설계자의 자격요건과 설계프로세스 등의 간접적인 프로그램들에 대한 평가이다. 고수준의 친환경성을 목표로 추진하고 있는 올림픽시설인 만큼 세 건물 모두 설계과정에서부터 새로운 기술과 디자인 개념이 적용됨으로서 높은 수준의 적용율을 나타내었다.

4. 친환경계획요소 적용에 관한 고찰

이상의 검토대상 2개의 동계스포츠 시설과 1개의 컨벤션센터 증축건물에 대한 LEED친환경인증 평가 결과, 건물V가 38~52점을 취득 가능할 것으로 평가 되어 LEED Gold인증을, 건물R이 37~44점을 취득 LEED Gold, 그리고 건물U는 33~37점을 취득할 수 있을 것으로 예측되었다(표8, 그림1 참조). 각 건물별 LEED 적용율을 살펴보면 건물R과 건물V의 경우 ② Water Efficiency(100%, 100%), ⑥Innovation & Design Process(100%, 80~100%), ⑤Indoor Environmental Quality(53~87%, 53~87%), ① Sustainable Site(57~64%, 64~86%), ③Energy & Atmosphere(47%, 47~65%), ④Materials & Resources(23~31%, 31~46%)의 순으로 높은 적용율을 나타내어 ④Materials & Resources(23~31%, 31~46%)를 제외하면 두 건물 모두 최저 약 50%이상의 카테고리별 적용율을 기록하였다. 건물U에서는 ⑥ Innovation & Design Process(60~100%), ① Sustainable Site(79~ 86%), ③ Energy & Atmosphere(53~59%), ②Water Efficiency(40%), ④Materials & Resources(38%), ⑤Indoor Environmental Quality(20%)의 순으로 높은 적용율을 나타내었으며, ②Water Efficiency (40%), ④ Materials & Resources(38%), ⑤ Indoor Environmental Quality(20%)는 20~40%이하의 상대적으로 낮은 적용율을 나타낸 것으로 분석되었다.

각 건물단위의 카테고리별 적용율 비교(그림2 참조)에서는 건물R의 경우 ⑤Indoor Environmental Quality(18~30%), ①Sustainable Site(18~21%), ③Energy & Atmosphere(18%), ⑥Innovation & Design Process(11%), ②Water Efficiency(11%), ④ Material & Resources(7~9%)의 순으로 높게 나타났다. 건물U에서는 ①Sustainable Site(30~32%), ③Energy & Atmosphere(24~27%), ④Material & Resources(14%), ⑥Innovation & Design Process(8~14%), ⑤Indoor Environmental Quality(8%), ②Water Efficiency(5%)의 순으로, 건물V에서는 ⑤Indoor Environmental Quality(15~25%), ①Sustainable Site(17~23%), ③Energy & Atmosphere(15~21%), ④Material & Resources(8~11%), ②Water Efficiency(10%), ⑥Innovation & Design Process(8~10%)의 순으로 높은 적용율을 나타내었다.

5. 결론

본 연구에서는 최근 완공된 외국의 동계 스포츠 및 컨벤션시설을 대상으로 한 친환경 사례연구를 통해 대공간 건축물에 적용가능한 친환경기술의 동향을 파악하고 적용성을 검토하였다. 본 연구의 결과를 요약 하면 다음과 같다.

1) Richmond Olympic Oval에서는 LEED Gold 인증을 목표로 설계되었으며, 적절한 대지입지, 기존 수목의 보존, 제빙시스템으로부터 방출되는 폐열의 재활용, 대지내 벌목목재의 재활용, Flexible facility design을 통한 시설이용의 다목적화, 우수의 유효이용, 지역산 폐목재의 지붕내장재로의 재활용, 지열히트펌프시스템 도입 등의 친환경기술들이 적용되었다.

2) UBC Winter Sports Centre에서는 LEED Silver 인증을 목표로 설계되었으며, 기존의 아이스 플랜트설비 주요 구성품의 재이용을 포함한 기존시설의 재활용, 제빙설비에서 방출되는 폐열회수, Flexible facility design에 의한 시설이용의 다목적화 등의 친환경기술들이 적용되었다.

3) Vancouver Convention Centre Expansion Project에서는 LEED Gold 인증을 목표로 설계되어 해양서식지 복원, 해안선 복원과 연장, 심해수이용 히트펌프, 복사냉난방기술 채택, 자연환기 도입, 옥상녹화시스템 채택, 중수처리시스템, 해수담수화 설비, 100% 관수절감, 30% 상수사용량 절감, 지역산 재료의 사용, 태양에너지 제어성능 극대화, 대체교통수단, 건설폐기물 관리, 리사이클재료의 채택 등의 친환경 기술들이 적용되었다.

4) 대상건물에 대한 LEED 인증평가 결과, 배점이 낮은 ②Water Efficiency와 ⑥Innovation & Design Process 카테고리를 제외하면 ①Sustainable Site, ⑤Indoor Environmental Quality, ③Energy & Atmosphere 카테고리에서는 상대적으로 높은 적용율을 나타낸 반면, ④Material & Resources 카테고리에서는 상대적으로 낮은 적용율을 나타낸 것으로 조사되었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(과제번호# 06 건설핵심 B03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 최동호, "대공간 건축물의 친환경 설비계획", 대

- 공간건축물건설기술개발 연구단 주최 제4회 대
공간 건축물 기술세미나 자료집, p.11-74,
2009.04.03
2. Christopher Rowe, Sustainability and the Richmond
Speed Skating Oval, Architecture BC, Issue 26, p.18-23,
2007 fall
3. Richmond Olympic Oval Schematic Mechanical Design
Summary, Cannon Design, p.1-6
4. University of British Columbia Winter sport Centre
LEED Equivalency Report, Final Draft, p.1-13, Kasian,
June.2008
5. University of British Columbia Winter sports Centre
Sustainable Design Brief, Final Draft, p.1-15, Kasian,
June.2008
6. Vancouver Convention Centre Expansion Project Annual
Sustainability Report, April 2007-March 2008, p.1-11,
VCCEP, May.2008
7. LEED Green Building Rating System
-Rating System Addendum, Canada Green Building
Council, March.2007
8. LEED Green Building Rating System-Reference Guide
Addendum, Canada Green Building Council, Sept.2007

접수일자 : 2009년 5월 7일

심사완료일자 : 2009년 6월 2일

게재확정일자 : 2009년 6월 26일