



국내·외 하계 경기장 친환경 계획 요소 비교 연구

A comparative study of eco-friendly planning factors for summer stadiums in Korea and abroad

김자경*

Ja Kyung Kim*

* Corresponding author; Professor; Dept. of Interior Architecture, Inha Technical College., South Korea (jkkim@inhac.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: Securing the eco-friendliness of stadium construction is now essential. Therefore, there is a need for improvement through consideration of various aspects to secure the eco-friendliness of domestic stadiums. For this reason, based on the analysis of eco-friendly characteristics of domestic stadiums, we intend to derive planning elements that need improvement and supplementation by comparing them through analysis of overseas eco-friendly stadium planning elements, and provide them as basic data when rebuilding eco-friendly stadiums or planning new stadiums in the future. **Method:** By checking the eco-friendly planning elements applied to each stadium, focusing on 8 summer stadiums that received eco-friendly certification in Korea and 8 stadiums certified by overseas LEED, CASBEE, and international sustainability standards, which were completed after 2000, The priority and differences were compared according to the application rate of each item. **Result:** As a result of the analysis, the overall application rate of eco-friendly planning elements was surveyed at 54% in Korea and 75.8% overseas, and overseas was high in all items. In Korea, the application rate was relatively high, with 79.2% for maintenance, 63.8% for water resource management, and 58.3% for land use and transportation. For overseas, 95.8% for maintenance, 86.8% for land use and transportation, 85.6% for indoor environment, The material and resource was high at 81.9%. On the other hand, in Korea, the application rate of materials and resources by 32.6% was very low, and the application rate of the ecological environment was 46.3%, the indoor environment was 48%, and the energy and environmental pollution was 50%. Accordingly, it was found that in order to increase the eco-friendliness of domestic stadiums, efforts to actively reflect unapplied planning elements were necessary.

KEYWORD

친환경 경기장
녹색건축인증
LEED 인증
친환경 경기장 계획 요소

Eco-friendly Stadium
Green Building Certification
LEED Certification
Eco-friendly Stadium Planning Elements

ACCEPTANCE INFO

Received Sep. 1, 2020
Final revision received Sep. 20, 2020
Accepted Sep. 24, 2020

© 2020. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

2000년 시드니 올림픽 이후 스포츠에서 친환경은 선택이 아닌 필수 키워드로 자리매김해 나가고 있다. 우리나라도 2002년 월드컵 경기부터 친환경 이슈를 담기 시작하여, 인천 아시안 게임과 평창 올림픽은 환경 올림픽을 목표로 개최하였다. 이에 친환경 건축 인증을 받은 경기장이 생겨났고 ‘저탄소 그린 올림픽’을 목표로 다양한 친환경 기술이 적용되었다. 그러나 경기장 사후 활용 부분에서 오히려 환경에 악영향을 주는 시설이 되거나 활용이 전혀 되지 않는 곳이 많아 친환경 경기장에 대한 의의와 정의를 다시 한 번 생각해 볼 필요가 있다. 그러므로 친환경 경기장에 대한 다양한 고찰과 더불어 국내 경기장의 친환경성에 대해서도 세밀하게 파악할 필요가 있다. 이에 국내 경기장 적용된 친환경 계획요소 고찰과 더불어 보완점을 찾기 위해 해외 경기장의 친환경적 특성을 파악하여 차이점과 보완해야 할 계획요소를 도출하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 국내 친환경 경기장의 계획요소와 해외 친환경 경기장의 계획요소 비교를 통해 국내 경기장의 친환경성을 높이기 위한 보완점을 찾기 위한 연구를 진행하고자 한다. 이에 국내외 해외 경기장 중 친환경 건축을 인증이나 국제 지속가능성 표준 ISO 인증을 받은 경기장을 중심으로 친환경 건축 계획 요소를 비교를 통해 국내 경기장에 적용이 안 된 계획요소와 향후 적용이 가능한 요소를 해외 사례 분석을 통해 찾고자 하며 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

첫째, 국내·외 경기장에 적용된 친환경 계획요소 비교를 위해 임의로 친환경 계획요소를 도출하기보다는 국내·외의 친환경 건축 인증제도의 인증 항목을 중심으로 기본 계획 항목과 계획요소를 도출한다. 국내는 녹색 건축 인증제도의 인증 항목과 해외는 전 세계적으로 신축 대형건물 평가에 가장 많이 이용되는 LEED와 국내와 지리적으로 가장 가깝고 환경이 유사한 일본의 CASBEE의 평가항목을 중심으로 주요 계획요소를 도출한다. 이를 중심으로 국내와 해외 경기장에 적용된 계획요소를 비교를 위한 분석 기준으로 삼는다.

둘째, 국내와 해외 경기장 비교를 위한 분석 대상을 선정한다. 선정 기준은 2000년 이후 준공된 하계 경기장 중 국내는 녹색건축 인증을 받은 경기장 8곳과 해외는 LEED와 CASBEE, ISO 지속 가능

표준 인증을 받아 친환경 경기장으로 주목을 받는 경기장 8곳을 선정한다. 해외 분석 사례는 국가 간 비교 연구가 아니고 하계 경기장의 다양한 친환경 계획요소 적용 방안을 최대한 체크하여 국내에 적용되지 않은 계획요소를 제시하고자 하였다.

셋째, 국내와 해외 분석 대상을 중심으로 친환경 계획 요소의 적용 유무를 체크 한다. 단, 적용 유무 외에 계획 요소의 반영도 정도 비교를 위해 반영 여부를 기준으로 충족되게 반영된 경우 2점, 일부 반영된 경우 1점, 미 반영된 경우 0점으로 점수를 부여하여 적용률을 도출하는 방식으로 대상 경기장의 친환경성을 분석한다.

넷째, 국내와 해외 각각 적용된 적용률과 적용된 계획요소를 비교하여 국내 친환경 경기장의 주요 특성과 해외 친환경 경기장의 주요 특성을 파악하여 차이점을 제시하고 향후 국내 경기장에서 보완하고 개선이 필요한 계획요소를 제시한다.

이를 위해 각종 문헌과 연구 자료와 기사 자료, 웹 리서치, 각 조사 대상의 인터넷 사이트와 LEED 인증 건축 정보를 중심으로 조사를 진행하였으며, 국내 경기장은 건설 백서와 실제 현장 방문 조사를 통해 적용 유무를 파악하여 분석 자료에 활용하는 방식으로 연구를 진행하였다.

2. 친환경 경기장 계획 요소 및 분석 기준

국내 건축물의 친환경성 평가는 2002년 ‘친환경 건축물 인증’을 시작으로 공동주택으로 시작으로, 2003년 주거 복합 및 업무용, 2005년 학교 건축에 인증을 적용하고, 적용 건축물 범위를 넓혀 나가면서 2013년 6월 ‘녹색 건축 인증 기준(G-SEED)’으로 개정으로 공공기관에서 건축하는 연면적 3,000m² 이상 건축물은 의무 취득으로 시행되고 있다. 이에 3,000m² 이상 스포츠 시설인 경기장은 녹색 건축 인증을 받아야 한다. 녹색건축 인증을 위한 건축 분야는 공동주택, 복합건축(주거), 업무용, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 소형주택, 기존업무용, 그 밖의 건축물을 기준으로 인증 심사 내용을 구분하고 있다. 그러므로 경기장 건축물에 부합되는 인증 기준은 별도로 마련되지 않아 경기장 건축은 ‘그 밖의 건축물’ 기준으로 인증을 받고 있다. 그러므로 국내 경기장의 친환경 평가 항목은 7가지 분야로 토지 이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물 순환 관리, 유지 관리, 생태 환경, 실내 환경에서 평가가 이루어지며 리모 델링일 경우 가산 점수가 부여되는 방식으로 평가가 이루어진다. 평가 등급은 비주거용 건축물은 최우수(그린 1등급)는 80점 이상, 우수(그린 2등급)는 70점 이상, 우량(그린 3등급)은 60점 이상, 일반(그린 4등급)은 50점 이상일 때 부여된다[6].

해외 친환경 건축 인증 제도는 1990년 영국의 BREEAM을 시작으로 미국은 LEED, 일본은 CASBEE, 캐나다의 BEPAC 등 각국의 특성에 맞게 친환경 건축을 유도하기 위한 장치를 마련하고 있다. 이들 제도 전 세계적으로 가장 인지도가 높은 제도는 미국 그린빌딩 위원회에서 개발된 LEED 인증이 많이 적용되고 있다. LEED 인증에서 경기장은 BD+C(Building Design and Construction) 분야에서는 설계 단계부터 시공 완료 후까지 모든 부분을 평가하며, 통합 프로세스, 위치 및 교통, 지속가능한 대지, 효율적인 수자원 사용, 에너지 및 대기 환경, 자재 및 자원, 실내 환경 7개 항목에 100점이 배분

되고, 추가적으로 혁신적 계획, 지역 가산점 2개 항목 10점이 배분되어 전체 9개 항목으로 110점 획득이 가능하다. 평가 점수 80점 이상이면 플래티넘, 67점~79점은 골드, 50점~59점은 실버, 40점~49점은 일반 인증의 4단계로 평가한다[5]. 그리고 일본의 CA-SBEE는 2005년부터 일본 24개 지자체에 의무화된 제도로 신축 건물과 기존 건물에 적용되며, 실내 환경, 서비스 성능, 실외 환경, 에너지, 자원 및 재료, 부지 외 환경으로 구성되면 등급은 가장 높은 등급이 S, 그다음 A, B+, B-, C로 인증 등급이 부여된다[4]. 3개의 인증 평가 분야는 다양하지만 세부 내용은 거의 유사한 항목으로 구성되나 국내 평가 항목수는 국내 30개(그 밖의 건축물), LEED 57개, 일본 83개 항목으로 국내가 세부 평가 항목이 적음을 알 수 있다.

이에 본 연구에서 국내 인증제도의 세부 평가 항목 수가 적으므로 해외 친환경 인증제도의 평가항목에서 경기장 건축에 적용이 가능한 평가 항목을 체크하여 새로운 계획 지표이자 분석 항목으로 추가하고자 한다. 현재 경기장의 친환경성을 전문적으로 평가할 인증제도가 없으므로 이를 통해 경기장 건축에 적용해야 하는 계획 요소와 적용 가능한 계획요소를 포함하여 분석 기준으로 정하여 적용된 계획요소를 비교하고자 한다. 이에 국내 경기장과 해외 경기장의 친환경적 계획요소 비교를 위한 평가 기준을 G-SEED의 평가 항목 7가지의 세부 평가항목에 LEED[3]와 CASBEE의 평가항목 중 친환경 경기장에 적용 가능한 세부 계획요소를 추가하여 Table 1.) 과 같이 도출하였으며[1][2] 이를 중심으로 국내와 해외 경기장에 적용된 계획요소의 분석 기준으로 활용하고자 한다.

3. 국내·외 친환경 경기장 계획요소 분석

3.1. 조사대상지 선정 및 분석 방법

2000년 이후 준공된 국내 대규모 경기장 중 녹색 건축인증 받은 대규모 경기장은 22곳이다. 이 중 하계 경기장은 14곳이며 수영장을 제외하고 답사와 조사가 용이한 8곳을 대상지로 선정하였다. 그리고 해외 경기장은 2000년 이후 준공된 뉴질랜드, 영국, 미국, 캐나다, 일본에 소재한 경기장 중 LEED, CASBEE 인증을 받거나 ISO 국제 지속 가능 표준 인증을 받은 대표적인 친환경 경기장 8곳을 분석 대상지로 선정하였으며 분석 대상지는 Table 2.와 같다.

분석 항목은 Table 1.의 계획 항목과 계획요소를 기준으로 적용 여부를 체크하였다. 단, 적용률 비교를 위해 각 계획 요소별로 전반적으로 점수가 충족되게 잘 반영된 경우 ○(2점), 부분 반영되었을 경우 ▲(1점), 반영되었으나 효과가 없거나 부적합한 경우 ×(-1점), 전혀 반영이 안 된 경우 -(0점)로 구분하여, 체크 한 후 점수를 부여하고, 이를 기준으로 적용률을 도출하는 방법으로 분석을 진행하였다.

3.2. 국내 경기장 친환경 계획요소 분석2)

1) 토지이용 및 교통

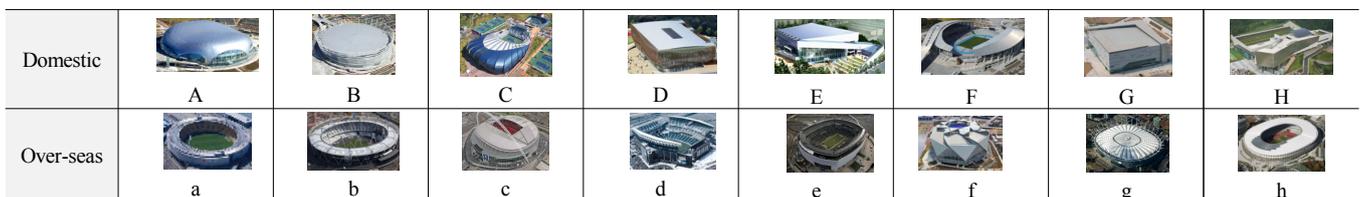
토지이용 및 교통은 경기장의 입지조건과 지형과 대지 조건, 배

Table 1. Planning Elements for Stadium Environmental Analysis

Evaluation items	Planning items	Planning elements
1. Land use and transportation	Ecological value	Ecological value of existing site, land use / use of natural terrain
	Adjacent site impact	Feasibility of solar interference prevention measures
	Reducing land environmental load	conservation of raw terrain, natural surface residual rate (recycling of topsoil), pluggable packaging
	Traffic load reduction	Proximity of public transportation, whether bicycle storage is installed or not, electric vehicle charging station
2. Energy and environmental pollution	Energy saving	energy performance indicator, power automatic control system, meter installation by usage, high efficiency lighting, equipment, absorption water heater (high efficiency of facility system), recovery of exhaust and waste heat, temperature monitoring
	Sustainable energy use	Solar power, local air conditioning, geothermal energy, wind power, biomass
	Environmental pollution	Prevention of global warming(energy to reduce carbon dioxide emissions, prohibition of the use of certain substances to destroy the ozone layer, evaporative cooling of water space) / waste(recycling, separate collection, composting of food waste)
3. Materials and resources	Resource saving	Saving consumer goods used in the bathroom, recyclable separation method, variable structure design, long life design (improved durability)
	Sustainable resource utilization	Whether to use eco-certified products, use recyclable materials, reuse materials, use sustainable materials, display carbon emission information of materials
4. Water resource management	Water circulation system	Measures to reduce rainwater load (Rainwater Leakage Reduction Facility)
	Water conservation	Measures to reduce water supply for daily use, water-saving sanitary appliances, use of rainwater, installation of heavy water supply
5. Maintenance	Systematic site management	Site management considering environment, rationality of planning
	Efficient building management	Provide operation and maintenance documents and instructions, conduct TAB and commissioning
6. Ecological environment	Creation of green space in the site	Natural soil green rate, establishing green space in connection with surrounding environment, creating new pasture, wetland, mountain, and wetland
	Microclimate control	Wind path creation, wind and shade planting, hydrophilic space around the building
	Secure ecological function	Greening of external space, greening of building walls, greening of roof, greening of artificial ground
	Creature habitat space	Biotope composition (land, aquatic)
	Locality amenities	Ecological greening through native planting, creating a local green community, and creating a nature-friendly playground
7. Indoor environment	Air environment	Use of indoor air pollutant low emission materials, air conditioning environment control, natural ventilation performance (natural ventilation, air circulation fan), control of harmful substances emitted from construction materials, retractable roof, wall, louver system
	Thermal environment	Adopt indoor thermostat, double shell, heat buffer space, heat insulation to minimize heat loss
	Noise environment	Reduction of indoor noise and noise in the water supply system for traffic noise
	Light environment	Natural light, light duct, lighting plan by sensor, shade control device
	Comfortable indoor environment	Space for rest and recharging (players, visitors), facilities considering barrier free

Table 2. Domestic and Foreign Stadium Analysis List

Domestic					Overseas				
Sign	Stadium name	Opened	Capacity	Certification	Sign	Stadium name	Opened /Country	Capacity	Certification
A	Gyeyang Stadium	2013	4,270	General (Green4)	a	Wellington Regional Stadium	2000 New Zealand	60,000	ISO 20121
B	Namdong Stadium	2013	8,828	General (Green4)	b	London Olympic Stadium	2012 England	80,600	ISO 140001
C	Yeoulumul Stadium	2013	7,077	Rainfall (Green3)	c	Wembley Stadium	2007 England	170,000	ISO 20121
D	Ganghwa Dolmen Gymnasium	2013	4,014	Rainfall (Green3)	d	Lincoln Financial Field	2003 USA	148,640	LEED Gold
E	Songlim Gymnasium	2013	5,002	General (Green4)	e	MetLife Stadium	2010 USA	195,075	LEED Gold
F	Asiad Main Stadium	2014	69,349	Rainfall (Green3)	f	Mercedes-Benz Stadium	2017 USA	185,786	LEED Platinum
G	Seonhak Stadium	2014	8,248	General (Green4)	g	BC Place Stadium	2009 Canada	40,470	Stadium Business Awards
H	Okryeon International Shooting Range	2014	1,337	Excellent (Green2)	h	Tokyo New National Stadium	2019 Japan	194,000	CASB-EE S Class



치, 교통계획과 관련하여 기존이 대지환경과 생태학적 가치를 평가하여 환경적으로 가치 있는 토지자원을 보호하는 측면에서 이루어지는 평가항목이자 계획요소가 된다. 이에 생태학적으로 가치가 높은 대지를 보존하고 훼손을 최소화하고, 교통 계획을 통한 환경 부하 저감과 관련된 계획요소들이 이에 해당된다. 국내 조사 대상에 적용된 계획요소들의 적용 유무를 체크하면 Table 3.과 같다.

전체 계획 항목의 적용률은 58.3%이며, 계획 항목 중 가장 높은 적용률은 인접 대지 영향 100%, 생태적 가치가 68.8%, 교통 부하 저감과 대지 환경 부하 저감이 47.9%로 동일하게 조사 되었다. 세부 계획 요소로 살펴보면 인접 대지 영향이 가장 잘 적용되고 있으며, 그 다음 자연지형이용과 투수성 포장재, 그 다음은 대중 교통의 근접성과 자전거 보관소 설치가 상대적으로 잘 반영되고 있다. 이에 토지 이용 및 교통 항목에서는 인접 대지의 영향을 받지 않고 열려진 시야 확보와 일조권 확보를 통한 미기후 조절을 중요 시하고 있음을 알 수 있다. 반면에 가장 적게 반영된 세부 계획 요소는 전기자동차 충전소는 설치된 곳이 없으며, 원지형의 보존과 자연지표면 잔존율을 높이는 표토를 재활용한 시설이 적게 나타났다. 그리고 기존 대지의 생태적 가치가 낮게 평가된 매립지나 노후 지, 오염된 지역에

생태적 가치를 높이는 계획요소인 기존 대지의 생태학적 가치를 높이는 대지 활용도 상대적으로 적게 나타났다.

2) 에너지 및 환경오염

에너지 및 환경오염에 관한 계획 항목은 에너지 절약, 지속가능한 에너지 사용, 환경오염이며 조사 대상에 적용된 계획요소를 체크한 결과 Table 4.와 같다. 전체 계획요소의 적용률은 50%로 나타났으며, 항목별로는 환경오염이 65%, 에너지 절약이 51.8%, 지속 가능한 에너지 사용이 35.4%로 나타났다. 세부 계획 요소별로 살펴보면 환경오염에서는 재활용 분리수거와 오존층 파괴 물질 사용 금지 항목이 가장 높은 적용률을 보이고, 에너지 절약에서는 전력 자동 제어 시스템과 고효율 등기구와 장비 사용이 높게 나타났다. 지속 가능한 에너지 사용에서는 태양광과 지열 에너지가 가장 많이 적용되었다. 반면에 온도 모니터링, 지역 냉난방, 바이오매스, 풍력, 음식물 쓰레기 퇴비화 시스템 등은 거의 적용이 되지 않았다.

3) 재료 및 자원

재료 및 자원은 건축에 사용되는 건축 재료와 소비재 절약과 관련된 자원 절약과 지속가능한 자원 활용이 주요 계획 항목이며 전체 적

Table 3. Land use and Traffic Planning Factors Applied to Stadiums Subject to Domestic Investigation

Plan items	Planning elements	A	B	C	D	E	F	G	H	score	total
Ecological value	Ecological value of existing site	▲	○	○	○	○	-	-	-	9	22
	land use / use of natural terrain	▲	○	○	▲	○	▲	○	○	13	
Adjacent site impact	Feasibility of solar interference prevention measures	○	○	○	○	○	○	○	○	16	16
Reducing land environmental load	conservation of raw terrain	-	-	▲	▲	-	-	▲	▲	4	23
	natural surface residual rate	-	○	▲	▲	-	▲	-	▲	6	
	pluggable packaging	○	▲	▲	○	▲	○	○	○	13	
Traffic load reduction	Proximity of public transportation	○	○	○	▲	▲	▲	○	▲	12	23
	whether bicycle storage is installed or not	○	○	-	○	-	○	○	▲	11	
	electric vehicle charging station	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Total score/total ratio(%)		10	13	11	12	8	9	11	10	84 / 58.3	

Table 4. Energy and Environmental Pollution Reduction Plan Elements Applied to Stadiums Subject to Domestic Investigation

Plan items	Planning elements	A	B	C	D	E	F	G	H	score	total
Energy saving	energy performance indicator	▲	▲	-	▲	○	○	▲	-	8	58
	power automatic control system	▲	○	○	○	○	○	○	○	15	
	meter installation by usage	-	○	▲	-	-	-	-	-	3	
	high efficiency lighting, equipment	○	○	▲	▲	○	○	○	○	14	
	absorption water heater	▲	○	○	○	○	-	○	-	11	
	recovery of exhaust and waste heat	▲	-	-	○	○	○	-	-	7	
temperature monitoring	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Sustainable energy use	Solar energy	▲	-	-	-	-	○	▲	○	6	34
	Solar power	○	○	○	○	-	○	○	○	14	
	local air conditioning	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	geothermal energy	○	▲	○	○	○	○	○	-	13	
	wind power	-	▲	-	-	-	-	-	-	1	
	biomass	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Environmental pollution	energy to reduce carbon dioxide emissions	▲	▲	▲	▲	○	○	○	▲	11	52
	prohibition of the use of certain substances to destroy the ozone layer	▲	○	○	○	○	○	○	○	15	
	evaporative cooling of water space	▲	○	▲	○	-	○	○	-	10	
	recycling separate collection	○	○	○	○	○	○	○	○	16	
	composting of food waste	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Total score/total ratio(%)		16	20	16	19	18	22	20	13	144/50	

용률은 32.6%이며 조사 대상에 적용된 계획요소를 체크한 결과 Table 5.와 같다. 지속가능한 자원 활용이 40%, 자원절약이 23.4%로 나타났다. 지속가능한 자원 활용에서는 친환경인증제품 사용, 화장실에서 사용되는 소비재 절약 요소가 잘 반영이 되고 있었다. 반면에 가변형 구조 설계, 재활용 가능 분리공법, 장수명화 설계, 재사용 자재 사용, 재료의 탄소배출량 정보 표시 부분이 전혀 적용이 안 되거나 적용률이 낮게 나타났다.

4) 수자원 관리

수자원 관리는 수 순환 체계 구축과 수자원 절약 항목이 주요 계획 항목으로 전체 적용률은 63.8%이며 계획 요소별로 체크한 결과 Table 6.과 같다. 세부 계획 요소에서 가장 높은 적용률은 절수형 위생기구의 사용이며, 그 다음 생활용 상수 절감 대책과 우수 이용이 적용되고 있다. 반면에 중수도 설치를 통한 중수 재활용은 반영이 전혀 안 되고 있으며, 우수 이용은 하고 있으나 우수 부하 절감 대책은 상대적으로 적게 적용되고 있는 것으로 조사 되었다.

5) 유지관리

유지 관리는 체계적인 현장관리와 효율적인 건물관리가 주요 계획 항목으로 전체 적용률은 79.2%로 계획 요소별로 체크한 결과 Table 7.과 같다. 운영·유지 관리 문서 및 지침 제공은 모두 적합하게 적용되었으나 TAB 및 커미셔닝 실시 항목에서 부분적으로 적용된

것으로 조사되었다.

6) 생태환경

생태환경의 계획 항목은 미기후 조절 62.5%, 생물 서식 공간 61.1%, 대지 내 녹지 공간 조성 60.4%, 생태적 기능 확보 31.3%, 지역성 어메니티 25% 순으로 적용률이 나타났으며, 전체 적용률은 46.3%로 조사 되었다. 각 계획 항목별로 적용된 계획요소를 체크한 결과 Table 8.과 같다. 세부계획 요소에서 외부 공간 녹화와 주변 환경 연계녹지구축이 적용률이 높는데 비하여 건물 벽면 녹화, 옥상 녹화, 인공지반 녹화, 생물서식지 복원 설계, 친자연형 놀이터나 커뮤니티 시설 등의 계획요소는 전혀 적용이 안 되거나 아주 적은 적용률로 나타났다.

7) 실내환경

실내 환경은 쾌적한 물리적 환경과 에너지 절약이 되는 계획 항목으로 전체 적용률은 48%이며 조사 대상에 적용된 계획요소를 체크한 결과 Table 9.와 같다. 조사 결과 쾌적한 실내 환경 81.3%, 공기 환경 67.7%로 비교적 높게 적용되었으며 음 환경 34.4%, 빛 환경 22.9%, 온열 환경 20.8%로 낮은 적용률로 조사 되었다. 음 환경에서는 실내 소음도가 빛 환경에서는 센서에 의한 조명계획, 차양 조절 장치가 온열 환경에서는 실내 자동 온도 조절 장치, 이중 외피 열 완충 공간에 대한 계획요소가 거의 적용이 안 되거나 낮은 적용 빈도로 조사 되었다.

Table 5. Materials and Resource Planning Elements Applied to the Stadiums Subject to Domestic Investigation

Plan items	Planning elements	A	B	C	D	E	F	G	H	score	total
Resource saving	Saving consumer goods used in the bathroom	▲	▲	▲	○	○	○	○	▲	12	15
	Recyclable separation method	-	-	▲	-	▲	▲	-	-	3	
	Variable structure design	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	Ong life design (improved durability)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Sustainable resource utilization	Whether to use eco-certified products	▲	○	○	○	▲	▲	○	○	13	32
	Use recyclable materials	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	-	6	
	Reuse materials	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	Use sustainable materials	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	○	10	
	Display carbon emission information of materials	-	-	▲	-	▲	▲	-	-	3	
Total score/total ratio(%)		4	5	7	6	7	7	6	5	47/32.6	

Table 6. Water Resource Management Planning Factors Applied to the Stadiums Subject to Domestic Investigation

Plan items	Planning elements	A	B	C	D	E	F	G	H	score	total
Water circulation system	Measures to reduce rainwater load	▲	▲	▲	▲	▲	-	-	○	7	7
Water conservation	Measures to reduce water supply for daily use	○	○	▲	○	○	○	▲	○	14	44
	Water-saving sanitary appliances	○	○	○	○	○	○	○	○	16	
	Use of rainwater	○	○	○	○	▲	▲	○	○	14	
	Installation of heavy water supply	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
Total score/total ratio(%)		7	7	6	7	6	5	5	8	51/63.8	

Table 7. Elements of Maintenance Plan Applied to Stadiums Subject to Domestic Investigation

Plan items	Planning elements	A	B	C	D	E	F	G	H	score	total
Systematic site management	Site management considering environment, rationality of planning	▲	○	○	○	▲	○	○	○	14	14
Efficient building management	Provide operation and maintenance documents and instructions	○	○	○	○	○	○	○	○	16	24
	Conduct TAB and commissioning	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	8	
Total score/total ratio(%)		4	5	5	5	4	5	5	5	38/79.2	

Table 8. Ecological and Environmental Planning Factors Applied to Stadiums Subject to Domestic Investigation

Plan items	Planning elements	A	B	C	D	E	F	G	H	score	total	
Creation of green space in the site	Natural soil green rate	▲	▲	▲	▲	-	○	○	▲	9	29	
	Establishing green space in connection with surrounding environment	○	○	○	○	-	○	○	○	14		
	Creating new pasture, wetland, mountain, and wetland	▲	▲	-	-	▲	▲	○	-	6		
Microclimate control	Wind path creation	○	○	-	-	-	○	○	-	8	30	
	Wind and shade planting	○	○	▲	▲	▲	○	▲	○	12		
	Hydrophilic space around the building	▲	▲	○	○	-	○	○	-	10		
Secure ecological function	Greening of external space	○	○	○	○	▲	○	○	○	15	20	
	Greening of building walls	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
	Geening of roof	-	-	-	-	▲	○	-	-	3		
	Greening of artificial ground	▲	-	-	-	▲	-	-	-	2		
Creature habitat space	Biotope composition	land	○	○	○	○	-	-	○	○	12	22
		aquatic	○	▲	▲	○	-	-	○	-	8	
	Bio Habitat Restoration Design	▲	-	-	-	▲	-	-	-	2		
Locality amenities	Ecological greening through native planting	▲	▲	-	○	▲	▲	-	-	6	12	
	Creating a local green community	-	-	-	▲	▲	○	○	-	6		
	Creating a nature-friendly playground	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
Total score/total ratio(%)		18	15	11	15	8	18	19	9	113/46.3		

Table 9. Elements of Indoor Environment Planning Applied to Stadiums Subject to Domestic Investigation

Plan items	Planning elements	A	B	C	D	E	F	G	H	score	total	
Air environment	Use of indoor air pollutant low emission materials	○	○	○	○	○	▲	○	○	15	65	
	Use of indoor air pollutant low emission materials	○	○	○	○	○	○	○	▲	15		
	Natural ventilation performance	Natural ventilation	▲	-	▲	▲	-	▲	-	-		4
		Air circulation fan	▲	○	○	○	○	○	○	○		15
	Control of harmful substances emitted from construction materials	○	○	○	○	○	○	○	○	○		16
Thermal environment	Retractable roof, wall, louver system	-	-	-	-	-	-	-	-	0	10	
	Adopt indoor thermostat	-	-	▲	-	-	-	-	-	1		
	Double shell, heat buffer space	-	▲	-	-	-	▲	-	-	2		
Noise environment	Heat insulation to minimize heat loss	▲	○	-	-	○	▲	▲	-	7	11	
	Indoor noise level for traffic noise	○	-	▲	-	-	-	-	-	3		
	Noise reduction of water supply and drainage facilities	○	-	-	-	○	○	-	○	8		
Light environment	Natural light, light duct	▲	▲	○	○	-	○	○	▲	11	11	
	lighting plan by sensor	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
	shade control device	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
Comfortable indoor environment	Space for rest and recharging	▲	○	○	▲	▲	○	▲	○	12	26	
	Facilities considering barrier free	▲	○	○	○	▲	○	○	○	14		
Total score/total ratio(%)		16	16	17	14	14	18	14	14	123/ 48		

Table 10. Land use and Transportation Planning Factors Applied to Stadiums Subject to Overseas Investigation

Plan items	Planning elements	a	b	c	d	e	f	g	h	score	total
Ecological value	Ecological value of existing site	○	○	○	▲	○	▲	○	○	14	29
	Land use / Use of natural terrain	○	○	○	▲	○	○	○	○	15	
Adjacent site impact	Feasibility of solar interference prevention measures	○	○	○	○	○	○	○	○	16	16
Reducing land environmental load	Conservation of raw terrain	○	○	○	▲	▲	▲	○	○	13	42
	Natural surface residual rate	○	○	○	▲	○	▲	○	○	14	
	Pluggable packaging	○	○	○	○	○	○	▲	○	15	
Traffic load reduction	Proximity of public transportation	○	○	○	○	○	○	○	○	16	33
	Whether bicycle storage is installed or not	○	○	○	○	○	○	○	○	16	
	Electric vehicle charging station	-	-	○	○	-	○	-	-	6	
Total score/total ratio(%)		16	16	18	14	15	15	15	16	125/ 86.8	

3.3. 해외 경기장 친환경 계획 요소 분석

1) 토지이용 및 교통

전체 계획 항목의 적용률은 86.8%이며, 계획 항목 중 가장 높은 적용률은 인접 대지 영향 100%, 생태적 가치가 90.6%이며 그다음 이어 대지 환경 부하 저감이 87.5%, 교통 부하 저감이 79.2%로 전반적으로 높은 적용률로 조사되었으며 세부 계획요소의 체크 결과는 Table 10.과 같다. 조사 결과 전반적으로 대부분 다 적용되고 있으며 국내에 적용이 안되었던 전기 자동차 충전소가 설치된 곳도 있고, 원지형 보존과 자연지표면 잔존율과 기존 대지의 생태학적 가치 요소도 국내보다 적용률이 높게 나타났다.

2) 에너지 및 환경오염

에너지 및 환경 오염에 관한 전체 계획요소의 적용률은 65.6%이며, 항목별로는 에너지 절약이 83%, 환경 오염이 83%, 지속 가능한 에너지 사용이 31.3%로 나타났다. 조사 대상에 적용된 계획요소를

체크 한 결과 Table 11.과 같다. 에너지 절약에서는 계획요소 대부분 항목의 정도의 차이는 있지만 대부분 적용되었으며, 국내 적용이 안된 온도모니터링 시스템이 적용된 곳도 조사 되었다. 환경오염에서는 음식물 쓰레기퇴비화 시스템이 조사 대상 대부분에 적용된 것이 국내와는 크게 다른 점으로 조사 되었다. 지속 가능한 에너지 사용에서는 태양광과 태양열 이외 지역 냉난방, 풍력, 바이오매스 등 다양한 신재생 에너지가 적용되고 있는 것으로 조사 되었다.

3) 재료 및 자원

재료 및 자원의 계획요소의 전체 적용률은 81.9%로 국내보다는 상당히 높은 적용률을 보이며, 조사 대상에 적용된 계획요소를 체크한 결과 Table 12.와 같다. 특히 지속가능한 자원 활용이 92.5%로 높은 적용률을 보이고, 자원 절약은 68.8%로 나타났다. 지속가능한 재료와 재사용, 재활용 가능 소재 활용이 적극 적으로 적용되고, 국내에 적용이 안된 가변형 구조 설계와 장 수명화 설계가 적극적으로 적용되고 있는 것으로 조사되었다.

Table 11. Factors to Reduce Energy and Environmental Pollution Applied to Stadiums Subject to Overseas Investigation

Plan items		Planning elements								score	total		
		a	b	c	d	e	f	g	h				
Energy saving	energy performance indicator		○	○	○	○	○	○	○	○	16	93	
	power automatic control system		○	▲	○	○	○	○	○	○	15		
	meter installation by usage		▲	▲	○	○	○	○	○	○	14		
	high efficiency lighting, equipment		○	○	○	○	○	○	○	○	16		
	absorption water heater		○	○	○	○	○	○	○	○	16		
	recovery of exhaust and waste heat		▲	○	▲	○	▲	-	○	○	11		
	temperature monitoring		-	-	○	-	-	-	○	▲	5		
Sustainable energy use		Use of rene-wable energy	Solar energy	-	-	-	○	▲	▲	-	○	6	
			Solar power	-	○	-	○	○	○	-	○	10	
Sustainable energy use	Use of rene-wable energy	local air conditioning		-	○	-	-	-	-	-	-	2	30
		geothermal energy		-	-	-	-	-	-	-	○	2	
		wind power		-	○	-	○	-	-	-	○	6	
		biomass		-	○	-	○	-	-	-	-	4	
Environmental pollution	Prevention of global warming	energy to reduce carbon dioxide emissions		○	○	○	○	○	○	○	○	16	66
		prohibition of the use of certain substances to destroy the ozone layer		○	○	○	○	○	○	○	○	16	
		evaporative cooling of water space		▲	○	-	-	-	○	-	○	7	
	waste	recycling separate collection		○	○	○	○	○	○	○	○	16	
		composting of food waste		-	○	○	○	○	○	-	▲	11	
Total score/total ratio(%)				17	28	21	28	22	23	20	30	189/65.6	

Table 12. Materials and Resource Planning Elements for Stadiums for Overseas Investigation

Plan items		Planning elements								score	total		
		a	b	c	d	e	f	g	h				
Resource saving	Saving consumer goods used in the bathroom		-	○	○	○	○	○	○	▲	13	44	
	Recyclable separation method		▲	○	-	-	▲	▲	-	○	7		
	Variable structure design		○	○	▲	-	-	○	-	○	9		
	Ong life design (improved durability)		○	○	○	▲	○	○	○	○	15		
Sustainable resource utilization	Whether to use eco-certified products		○	○	○	○	○	○	○	○	16	74	
	Use recyclable materials		○	○	▲	○	○	○	▲	○	14		
	Reuse materials		○	○	-	○	○	○	▲	○	13		
	Use sustainable materials		○	○	○	○	○	○	○	○	16		
	Display carbon emission information of materials		▲	○	○	○	○	○	○	○	15		
Total score/total ratio(%)				14	18	12	13	15	17	12	17	118/81.9	

4) 수자원 관리

수자원 관리의 계획 항목의 전체 적용률은 53.4%이며, 계획 요소별로 체크한 결과 Table 13.과 같다. 수순환 체계 구축이 50%, 수자원 절약 54.2%로 조사 되어 국내와 유사한 적용률을 보이고 있다. 그리고 국내에 적용이 안 된 중수도 활용시스템을 적용한 곳이 한 곳 조사 되었다.

5) 유지관리

유지 관리의 계획요소의 전체 적용률은 95.8%이며, 계획요소별로 체크한 결과 Table 14.와 같다. TAB 및 커미셔닝 실시 항목에서 좀 더 철저하게 진행되어 국내보다 적용률이 상대적으로 높게 조사 되었다.

6) 생태환경

생태환경의 계획요소의 전체 적용률은 61.7%이며, 대지 내 녹지

공간 조성 89.6%로 가장 높게 나타났으며 그다음 생물 서식공간 68.8%, 미기후 조절 62.5%, 지역성 어메니티 60.4%, 생태적 기능 확보 35.9% 순으로 적용률이 나타났다. 각 계획 항목별로 적용된 계획요소를 체크한 결과 Table 15.과 같다. 국내와 다른 점은 지역성 어메니티를 상대적으로 많이 고려하여 지역 그린 커뮤니티 시설과 친자연형 놀이터 조성된 곳이 많고, 대지 내 녹지 공간 조성에서도 새로운 목초지나 습지, 산림, 습원을 조성한 곳이 국내보다 많았으며 적용 방법도 좀 더 적극적으로 반영된 것으로 조사 되었다.

7) 실내 환경

실내 환경 계획 항목의 전체 적용률은 85.5%로 국내보다 상당히 높은 적용률을 보이며, 조사 대상에 적용된 계획요소를 체크한 결과 Table 16.과 같다. 가장 높게 적용된 계획 항목은 쾌적한 실내 환경 100%이며, 그다음 음 환경 96.9%, 공기 환경 92.7%, 빛 환경 91.7%,

Table 13. Water Resource Planning Elements Applied to Stadiums Subject to Overseas Investigation

Plan items	Planning elements	a	b	c	d	e	f	g	h	score	total
Water circulation system	Measures to reduce rainwater load	-	o	-	o	-	o	-	o	8	8
Water conservation	Measures to reduce water supply for daily use	▲	o	o	o	o	o	o	o	15	39
	Water-saving sanitary appliances	-	o	o	o	o	o	o	o	14	
	Use of rainwater	-	o	-	o	-	o	-	o	8	
	Installation of heavy water supply	-	-	-	-	-	o	-	-	2	
Total score/total ratio(%)		1	8	4	8	4	10	4	8	47/53.4	

Table 14. Elements of Maintenance Plan Applied to Stadiums Subject to Overseas Investigation

Plan items	Planning elements	a	b	c	d	e	f	g	h	score	total
Systematic site management	Site management considering environment, rationality of planning	o	o	o	o	o	o	o	o	16	16
Efficient building management	Provide operation and maintenance documents and instructions	o	o	o	o	o	o	o	o	16	30
	Conduct TAB and commissioning	▲	o	▲	o	o	o	o	o	14	
Total score/total ratio(%)		5	6	5	6	6	6	6	6	46/95.8	

Table 15. Ecological and Environmental Planning Factors Applied to Stadiums Subject to Overseas Investigation

Plan items	Planning elements	a	b	c	d	e	f	g	h	score	total	
Creation of green space in the site	Natural soil green rate	▲	o	o	o	o	o	▲	o	14	43	
	Establishing green space in connection with surrounding environment	o	o	o	o	o	o	o	o	16		
	Creating new pasture, wetland, mountain, and wetland	o	o	▲	o	o	o	-	o	13		
Microclimate control	Wind path creation	-	o	o	-	▲	o	-	o	9	30	
	Wind and shade planting	▲	o	o	o	o	o	▲	o	14		
	Hydrophilic space around the building	▲	o	-	-	-	o	-	o	7		
Secure ecological function	Greening of external space	o	o	o	o	o	o	o	o	16	23	
	Greening of building walls	-	-	-	-	-	-	-	o	2		
	Geening of roof	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
	Greening of artificial ground	-	▲	-	-	-	o	-	o	5		
Creature habitat space	Biotope composition	land	o	o	o	▲	o	o	▲	o	14	33
		aquatic	o	o	-	-	-	o	-	o	8	
	Bio Habitat Restoration Design	o	o	o	-	▲	o	-	o	11		
Locality amenities	Ecological greening through native planting	o	o	o	-	o	o	▲	o	13	29	
	Creating a local green community	▲	o	▲	-	▲	o	▲	o	10		
	Creating a nature-friendly playground	-	o	o	-	-	o	-	-	6		
Total score/total ratio(%)		18	27	20	11	17	28	9	28	158/61.7		

Table 16. Indoor environmental planning factors applied to stadiums subject to overseas investigation

Plan items	Planning elements	a	b	c	d	e	f	g	h	score	total	
Air environment	Use of indoor air pollutant low emission materials	○	○	○	○	○	○	○	○	16	89	
	Use of indoor air pollutant low emission materials	▲	○	○	○	○	○	○	○	15		
	Natural ventilation performance	Natural ventilation	○	○	○	○	○	○	○	○		16
		Air circulation fan	○	○	○	○	○	○	○	○		16
	Control of harmful substances emitted from construction materials	○	○	○	○	○	○	○	○	○		16
Retractable roof, wall, louver system	-	○	○	-	○	○	○	-	○	10		
Thermal environment	Adopt indoor thermostat	-	-	○	-	-	-	○	○	6	23	
	Double shell, heat buffer space	-	○	-	-	-	-	▲	▲	4		
	Heat insulation to minimize heat loss	○	○	○	▲	▲	▲	○	○	13		
Noise environment	Indoor noise level for traffic noise	○	○	○	○	○	○	○	○	16	31	
	Noise reduction of water supply and drainage facilities	▲	○	○	○	○	○	○	○	15		
Light environment	Natural light, light duct	○	○	○	○	○	○	○	○	16	44	
	lighting plan by sensor	○	○	○	○	○	○	○	○	16		
	shade control device	▲	○	○	-	○	○	○	▲	12		
Comfortable indoor environment	Space for rest and recharging	○	○	○	○	○	○	○	○	16	32	
	Facilities considering barrier free	○	○	○	○	○	○	○	○	16		
Total score/total ratio(%)		23	30	30	23	27	27	31	28	219/ 85.5		

온열 환경 47.9%로 조사 되었다. 이에 해외에서는 경기장 실내공간 구성에서 휴식 공간 및 재충전 공간과 배리어프리에 대해 상당히 중요시하며, 실내 소음도와 경기장 사운드 환경 조성과 더불어 자연채광과 자연 환기를 위한 계획요소를 중요한 것으로 조사 되었다. 반면에 온열 환경이 국내보다는 열 손실 최소화 단열에서 많이 적용되고 있으나 다른 항목에 비해 상대적으로 적게 적용되고 있었다.

3.4. 국내·외 경기장 비교 분석

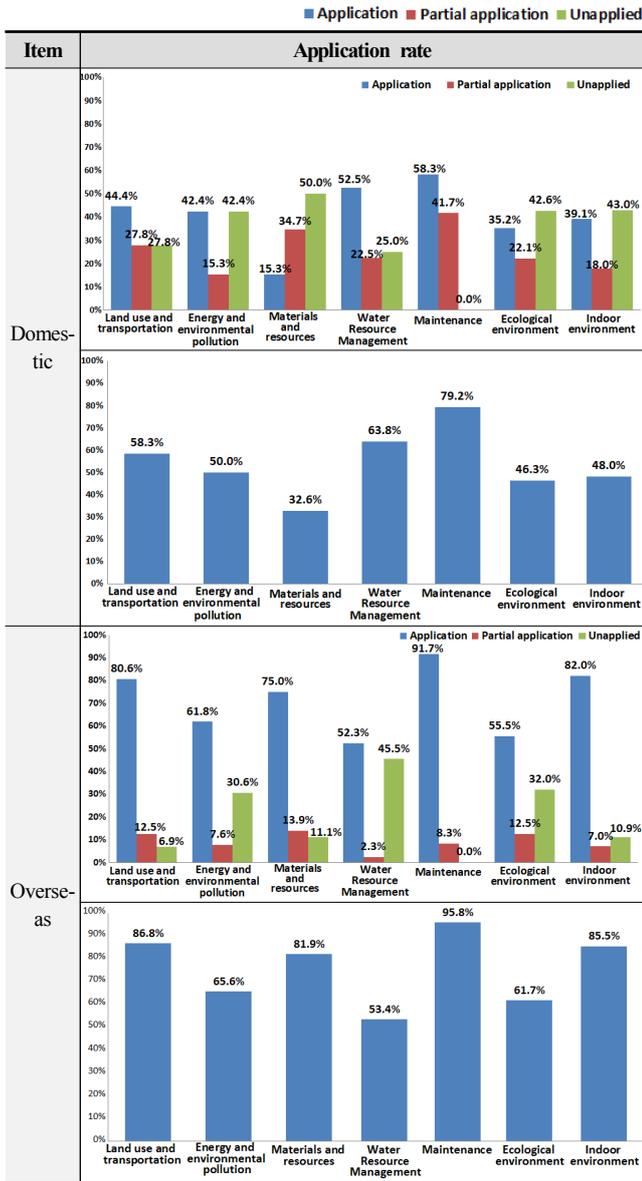
국내와 해외 경기장에 적용 친환경 계획요소의 전체 적용을 비교해 보면 Table 17.과 같다. 그리고 세부 계획 요소를 비교해 보면 Table 18.과 같다.

국내와 해외 공통적으로 적용률이 높은 계획 항목은 유지관리이며 국내는 수 자원(63.8%)>토지 이용 및 교통(58.3%)>에너지 및 환경 오염(50%)>실내 환경(48%)>생태 환경(46.3%)>재료 및 자원(32.6%)로 나타났다. 해외는 토지이용 및 교통(86.8%)>실내 환경(85.5%)>재료 및 자원(81.9%)>에너지 및 환경 오염(65.6%)>생태 환경(61.7%)>수 자원(53.5%)으로 조사되었다. 그리고 국내 경우 부분적용이 미적용 항목이 많이 보이나 해외는 부분적용보다는 전반적으로 적용되고 미적용 항목이 상대적으로 적게 조사 되었다. 전체 항목 분석 결과 국내 경기장은 수자원과 토지이용 및 교통 계획요소를 우선 고려하고 있으며, 해외는 토지이용 및 교통과 환경설계 기법이 적용된 실내 환경과 재료 및 자원에 좀 더 비중을 두어 계획되고 있는 것으로 파악되었다.

계획 항목별로 비교해 보면 토지 이용 및 교통에서는 해외가 전반적으로 높은 적용률을 보이나 국내·외 모두 인접 대지 영향을 중요한 계획 항목으로 높게 나타나 일조권 확보와 주변의 장애물이 없는 환경을 우선 시 하는 것으로 조사 되었다. 에너지 및 환경오염에서는 국내외 모두 에너지 절약과 환경오염이 상대적으로 높게 적용률을 보이나 해외가 좀 더 적극적으로 적용되어 전반 적용률은 높게 나타났다. 지속가능한 에너지 사용이 상대적으로 국내 35.4%, 해외

31.3%로 적은 적용률이 나타났으나 적용되고 있는 에너지 적용 유형이 달라 향후 기술 분석을 통해 개발이 필요함을 시사한다고 볼 수 있다. 재료 및 자원에서는 해외가 적용률이 높게 나타나는데 특히 지속 가능한 에너지 활용에서 그 차이가 크게 나타났다. 국내에 적용이 많이 안 된 재사용 자재 활용이나 지속가능성 재료 사용과 재활용 가능 소재 활용은 다양한 아이디어를 제공하므로 향후 기술적 분석을 통해 국내 적용 가능성을 체크 해 볼 필요가 있다고 여겨진다. 그리고 자원 절약에서도 가변형 구조설계와 장수명화 계획요소가 적극적으로 반영되어 적용률 차이가 크게 나타나는 것으로 조사 되었다. 수자원 관리는 국내가 해외보다는 전반 적용률은 약간 높게 나타났다. 이는 수 순환 체계에서 부분적용이 많아 높아진 결과로 보이며, 수자원 절약은 국내 경우 절수형 위생기구와 생활용 상수 절감 대책이 보편화됨에 기인한 것으로 분석된다. 유지관리 항목을 국내외 모두 가장 높은 적용률을 보이나 국내 경우 부분 적용된 요소가 해외보다는 많아 좀 더 체계화하여 관리할 필요가 있다고 여겨진다. 생태환경은 국내는 미 적용된 계획요소가 많이 조사 되었다. 그리고 국내 경우 생물 서식공간을 육생 비오톱을 중심으로 조성되었으나 해외 경우 육생 비오톱 외에 수생 비오톱과 더불어 생물 서식지 복원 설계를 통한 적극적인 설계가 반영되고, 생태적 기능 확보에서도 건물 벽면과 인공지반 녹화 등이 일부 적용되어 좀 더 다양한 형태와 유형의 생태환경이 조성되고 있었다. 그리고 경기장의 그린 커뮤니티를 조성하여 지역 사회 축제나 행사를 통한 지역 활성화와 친자연형 놀이터 조성으로 적극적으로 다양한 계층을 배려한 주변 환경 조성이 이루어지는 것으로 조사 되었다. 실내 환경에서는 해외가 국내보다 월등한 적용률을 보이고 미적용 요소가 굉장히 적게 나타나 국내 경기장의 실내 환경 조성과는 계획 관점이 다름을 시사하고 있다. 특히 실내 환경 계획요소에서 쾌적한 실내 환경과 음 환경 조성 기법과 자연채광과 자연통풍·환기에 대한 자연형 설계기법을 적극적으로 적용하고 있는 것으로 조사되었다.

Table 17. Comparison of Overall Application Rate of Eco-friendly Planning Elements Applied to Domestic and Foreign Stadiums



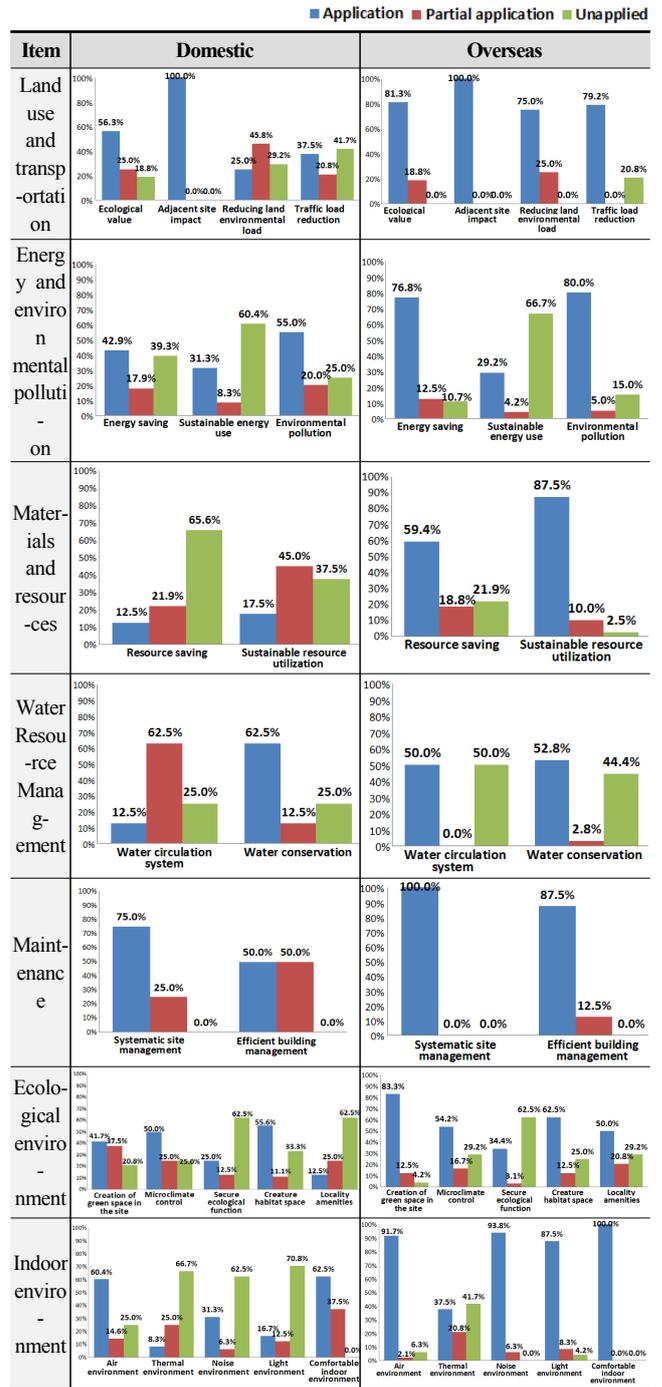
4. 결론

본 연구는 국내 경기장의 친환경성 특성을 파악과 더불어 해외 친환경 경기장과 비교를 통해 차이점과 보완해야 할 계획 요소를 도출하고자 하였다.

국내외 경기장 비교 분석결과 전체적으로나 각 항목별로도 해외가 적용률이 상당히 높게 나왔다. 공통적으로 유지관리는 가장 높게 나왔으며 국내 경우 수자원 관리 부분에서 해외보다 약간 높은 적용률을 나타냈으나 전반적으로 해외 경기장에서 세부 계획 요소들이 다양하게 적용되고 있음을 알 수 있었다. 이에 최종적으로 국내 경기장의 친환경성을 높이기 위해서는 다음과 같은 결과를 도출할 수 있었다.

첫째, 해외는 높게 나왔지만 국내 적용률이 적게 나온 계획 항목인 재료 및 자원, 실내 환경, 생태 환경에 대한 친환경 계획요소의 적

Table 18. Comparison of Overall Application Rate of Eco-friendly Planning Elements Applied to Domestic and Foreign Stadiums



극적인 반영이 필요하다. 이는 국내 친환경 인증을 받은 경기장은 인증을 받기 위한 보편적인 계획 항목을 중심으로 기준을 맞추고 실제 사용자 측면에서 친환경성을 느끼고 공감하는 계획 요소의 반영이 매우 부족하다는 것을 의미한다. 재료 및 자원에서는 해체 가능, 재활용 가능 분리공법, 장기 내구성, 지속가능성을 고려한 공간의 가변성을 고려한 설계 적용, 재활용·재사용 가능 소재의 적극적인 활용이 필요하다. 실내 환경에서 패시브 한 환경 설계를 적용이 적극적으로 도입되어야 한다. 특히 이중 외피, 열 완충 공간 조성과 실내 자동 온도 조절 장치, 고단열, 고기밀화과 더불어 조절 형 차양 장치나

개폐식 지붕, 벽, 루버 시스템의 적용으로 공기 환경 과 빛 환경을 동시에 조절하고, 아트리움이나 광장 도입, 차음 식재 나 차음벽, 깊은 발코니, 흡음 재료 마감으로 빛 환경과 음 환경 개선 과 더불어 경기장 이용자의 쾌적성을 높이는 계획 적용이 필요하다. 생태환경에서는 다양한 방식, 다양한 유형의 녹화나 비오톱 조성 계획요소 도입이 필요하다. 특히 건물 벽면 녹화나 옥상 녹화, 테라스 녹화, 썬큰 녹화, 공중 정원도 적극적인 녹화 공간 조성과 자 생 식물, 토종 식재를 이용한 주변 생태 환경 조성과 더불어 경기장 주변 그린 커뮤니티 나 친환경 놀이터, 휴게 공간 조성을 통한 지역민 활동 공간을 제공하여 경기장의 4계절 이용률을 높여 환경과 지역민과의 공생 활동을 높이는 계획이 필요하다.

둘째, 친환경 건축 인증에서 실제 배점이 크고 비중 높은 에너지 및 환경 계획에 대한 적극적인 개선과 개발이 필요하다. 국내 경기장은 고효율 등기구 설비, 전력 자동 제어 시스템을 중심으로 배점을 받고 있는데 에너지 소비 환경 부하가 큰 경기장 건축 특성상 이외에 다양한 측면의 에너지 절약 계획요소가 적극적으로 도입 되어야 한다. 태양광과 지열만 적용된 신재생 에너지를 좀 더 다양한 에너지, 즉, 지역 냉난방, 풍력, 바이오매스, 압전소자, 소수력 등에 대한 적용을 고려해야 한다. 그리고 이산화탄소 저감을 위한 연료 전지, 천연가스, 음식물 쓰레기 퇴비화 시스템, 효율적 쓰레기 처리 시스템에 대해 좀 더 고려할 필요가 있다.

셋째, 국내 친환경 경기장 개선과 활성화를 위해서는 무엇보다 국내 녹색 건축인증 제도에 경기장에 대한 인증 기준 마련이 필요하다. 현재 '그 밖의 건축물'로 이루어지는 항목에 경기장 건축 항목을 구체화하거나 대규모 건축물 항목을 신설하여 이러한 건축의 건 설 부터 유지, 관리상 소요되는 에너지 · 환경에의 영향 분석을 통한 인증 항목 점수 분포도와 적용항목의 추가와 개선이 필요함을 알 수 있다.

본 연구가 8개의 사례 분석을 통해 이루어져 국내 전체 경기장의 특성을 다 반영한다고 볼 수는 없지만 친환경 인증을 받은 대표적 국내 경기장이므로 어느 정도의 전반적인 경향과 적용항목의 분포도나 비율은 반영한다고 볼 수 있다. 그리고 해외 분석 대상도 국내와는 여건과 지역적 상황이 달라 여러 나라의 경기장을 같은 조건으로 비교하기에는 기준이 안 맞다고 볼 수도 있지만 각 나라에서 경기장에 추구하는 친환경 목표나 기준은 국내나 해외가 크게 다르지 않고 본다. 이에 국내 친환경 평가 항목과 해외 평가 항목 을 복합적으로 체크하여 분석 항목을 만들어 국내와 해외 분석 지표로 사용하였다. 이를 통해 전반적인 친환경 계획요소에서 무엇을 중심으로 어떤 항목이 잘 반영되었는지 조사하여 국내 경기장 개선을 위한 기준 방향을 제시했다는 점에서 의의를 두고자 한다.

이에 본 연구 결과가 도출된 국내 경기장에 미 적용된 계획 항목을 강화 시키고, 해결 방법을 해외 적용된 계획요소의 기술 분석을 통해 국내 환경에 맞는 방식으로 새롭게 개발 적용한다면 향후 국내 친환경 경기장 개발과 보급을 위한 기초자료로 역할을 할 것으로 기대한다.

Acknowledgement

본 연구는 2018년 한국연구재단의 이공학 개인기초 연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2018R1D1A1B07043552)

Reference

- [1] 김자경, 사례 분석을 통한 국내 경기장 친환경 계획 요소에 관한 연구, 한국: 한국실내디자인학회 논문집, 제28권 제1호, 2019.2, pp.11-22. // (J.K. Kim, A Study on the Elements of Eco-Friendly Planning in Domestic Stadiums through Case Analysis, Korea: Journal of the Korean Institute of Interior Design, 28(1), 2019.2, pp.11-22.)
- [2] 김자경, 국내의 경기 친환경 계획 요소 비교 평가, 한국: 한국생태환경 건축학회 학술발표대회논문집: 2020.5, pp.84-85. // (J.K. Kim, Comparative evaluation of eco-friendly planning factors in domestic and foreign stadiums, Korea: Journal of the Korean Institute of Interior Design, 2020.5, 20(1), pp.84-85.)
- [3] 서영민, 김대호, 이종윤, 국내 LEED 인증을 위한 세부 평가 항목 및 적용 사례, 한국: 한국그린빌딩협회의지, 제11권 제3호, 2010.09, pp.87-99. // (Y.M. Seo, D.H. Kim, J.Y. Lee, A Study on the Case Studies and Detail Evaluation Items for US LEED Certification in Korea, Korea: Journal of the Korea Green Building Council, 11(3), 2010.09, pp.87-99.)
- [4] 채수권, 김주환, 채현병, 제로 에너지 빌딩평가를 통한 제도적 개선 방안에 대한 조사 연구, 한국: 에너지 공학, 제25권 제3호. 2016.10, pp.83-94 // (S.K. Chae, J.H. Kim, H.B. Chae, Investigation of Institutional Improvement through Evaluation of Zero-Energy Buildings, Korea: Journal of the Energy Engineering, 25 (3), 2016.10, pp.83-94.)
- [5] Eco-friendly Planning Group, Cheongyeon, <http://www.chungyeon.co.kr>, 2020.07.20.
- [6] Korea Environmental Industry & Technology Institute, G-SEED, <https://www.gbc.re.kr/app/info/outline.do>, 2020.07.20.

- 1) 기본적으로 녹색건축 인증 항목으로 기준으로 제시하고 LEED, CASEB 항목을 검토하여 유사항목으로 분류하고 세부 계획 항목을 각 항목에 추가함. 이에 추가된 계획 항목은 이태리체로 표기 함
- 2) 국내 경기장 분석은 경기장 건설 사업백서와 현장 답사를 기준으로 분석하였다. 조사 대상 A는 인천광역시, 계양체육관-계양 아시아드 양궁장 건설사업 백서, 믿음 기획, 2014.4 / B는 인천광역시, 남동체육관-남동 아시아드 럭비경기장 건설사업 백서, 믿음기획, 2014.5 / C는 인천광역시, 열우물 테니스-스쿼시경기장 건설사업백서, 디자인 예감, 2013. 12 / D는 인천광역시, 강화 고인돌 체육관-강화 아시아드 BMX 경기장 건설사업백서, 디자인 예감, 2014.4 / E는 인천광역시, 인천 송림체육관 건설지, (주)모든 CPS, 2013. 8 / F는 인천광역시, 인천아시아드 주경기장 건설사업관리 백서, 디자인 예감, 2015.2 / G는 인천광역시, 선학 하키 경기장-선학체육관 건설사업 백서, 디자인 예감, 2014.3 / H는 인천광역시, 옥련 국제 사격장 건설사업백서, 디자인 예감, 2014. 11의 기술된 내용을 중심으로 적용 여부를 체크 함