조경용 투수포장의 성능 평가요소 도출을 위한 전문가 의식 조사

한승호 · 김원태 · 김선혜 · 강진형
(주)한설그린 부설 조경생태디자인 연구소

I. 서론

우리나라의 경우, 1970년대 약 57%였던 도시화율이 2005년에는 약 81%까지 증가하는 등 도시 집중화현상이 두드러지게 진행되고 있다(국가통계포털, 2007). 도시 집중화현상에 따른 도시화는 필연적으로 도시를 형성하는 구조물이나 도로 및 기타 기반시설의 건설을 동반하게 된다. 이와 같은 도시화로 인해 기존 녹지와 자연지반은 포장 등에 의해 점점 불투수면으로 변화되고 있으며, 빗물이 지하로 스며들지 못하게 하는 불투수면은 도시 내 물순환 체계의 교란은 물론 수질을 비롯한 수자원 관리, 도시 미기후, 토양기능, 동 · 식물 서식환경, 도시미관 측면에서 부정적인 영향을 미치고 있다(서울특별시, 2000; 이창우 등, 2000; 한영해와 최영국, 2005).

따라서 도시화 이후에도 자연환경에 대한 환경부하를 줄이고, 물순환을 유도함으로 생태적 여건을 유지하기 위한 방안의 하나로 조경용 투수포장에 대한 관심이 고조되고 있다. 한승호(2007)에 의하면 조경용 투수포장은 표면유출 저감과 침투저류의 물순환(물환경)기능, 도시의 열기를 식혀주는 열섬 저감(열환경)기능, 동 · 식물 서식처 제공과 녹지를 연결해 주는 생물서식(서식환경)기능이 있다고 보고하였다.

그러나 현재 국내에서 조경용 투수포장의 성능을 평가하여 인증하거나 분류하는 공인된 제도 및 기준은 포장 공간유형을 부분포장, 틈새포장, 전면포장으로 세분하고, 평가매개변수를 이용하여 가중치를 주는 생태면적률 적용지침이 유일하나 장대희 등(2007)은 공간유형 기준의 모호함, 면적산정기준 및 적용의 불확실성, 산정자의 의도적 수치조작 가능성 등을 들어 생태면적률의 문제점을 지적하였다.

이러한 점을 감안하여 본 연구는 향후 활용이 확대될 것으로 예상되는 조경용 투수포장에 대한 객관적 성능 평가를 위한 평가요소를 도출하고자 수행되었으며, 또한 이를 통해 도시 환경개선에 기여할 수 있는 조경용 투수포장의 소재 및 공법 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 설문조사 내용, 대상자 및 방법

본 연구는 친환경적 조경용 투수포장의 성능 평가요소를 도출하기 위해 문헌조사(류남형, 2004; 지재성 등; 2005, 兵庫縣, 2006; 환경부, 2005)를 통해 추출한 10개 평가항목 및 24개 평가요소에 대해 조경관련 전문가 의식 조사를 실시하였다.

조사대상자는 조경용 투수포장에 대한 국내 전문 인력이 한정된 관계로 조경관련 전문가를 중심으로 직접 면담과 E-mail을 통해 실시하였고, 조사기간은 2007년 4월 2일부터 4월 30일까지였으며, 회수된 51부를 분석에 이용하였다.

2. 분석방법

수집된 자료에 대한 결과분석은 통계적 분석방법을 적용하였으며, 통계처리는 SPSS(ver. 10.0)를 이용하여 빈도분석과 요인분석, 분산분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조사대상자의 일반적 특성

조사대상자에 대한 소속과 경력을 살펴본 결과, 소속은 설계사가 33.3%로 가장 많았으며, 다음으로 건설사 27.5%, 관 · 공사 19.6%, 학계 · 연구소가 19.6% 순으로 설문에 참여하였다. 경력은 15년 이상이 64.7%로 가장 높았으며, 경력 10년 이상이 전체 76.5%로 대상자가 전문가 집단임을 보여주고 있다(표 1 참조).

2. 분산분석 결과

설문자의 응답 점수 평균으로 각 평가항목과 평가요소에 대하여 소속과 경력별로 분산분석을 실시한 결과, 소속별로는 평가항목에서 자연 친화성에 대해 유의성 있는 결과가 나왔으며, 평가요소에서 친근성과 투수성, 식생 유무, 새로운 소재에 대해

표 1. 조사대상자의 일반적 특성

구분	근무 분야					경력(년)				
	설계사	건설사	관·공사	학계·연구소	합계	1~5	5~10	10~15	15년 이상	합계
빈도(N)	17	14	10	10	51	7	5	6	33	51
백분율(%)	33.3	27.5	19.6	19.6	100.0	13.7	9.8	11.8	64.7	100.0
누적 퍼센트(%)	33.3	60.8	80.4	100.0		13.7	23.5	35.3	100.0	

유의성 있는 결과가 나왔다. 경력에 따라서는 자연재료에 대해서만 유의성 있는 결과가 나왔다.

자연 친화성 항목은 관·공사와 학계·연구소 소속 응답자는 각각 4.50, 4.30으로 중요도를 높게 평가한 반면, 설계사는 3.71, 건설사 소속 응답자는 3.46으로 건설사에서는 자연 친화성 평가항목에 대하여 중요도를 낮게 평가하였다. 요소별로는 친근성에 대하여 학계·연구소 소속 응답자의 경우 4.10으로 중요도를 높게 평가하였으나, 건설사와 관·공사에서는 3.5 미만으로 중요도가 낮다고 응답하였다. 투수성은 관공서 소속 응답자가 4.5로 매우 중요한 것으로 평가하였으나, 건설사에서는 3.71로 중요도에 대하여 낮게 응답하여 관·공사에 비하여 투수에 대한 인식이 낮은 것으로 나타났다. 바닥포장재의 식생유무에 대해서는 학계·연구소 소속 응답자가 중요도가 4.20으로 높게 나타났으나, 건설사와 관·공사는 각각 3.43, 3.40으로 중요도를 낮게 평가하였다. 신소재에 대해서는 응답자 전반적으로 중요도를 3.5 미만으로 낮게 평가하였으며, 특히 관·공사 소속 응답자의 경우, 2.30으로 중요하지 않다고 평가하였다. 이는 관·공사의 경우 신소재에 대한 불확실성보다는 기존의 제품이나 검증된 제품에 대한 도입을 우선시하는 경향과 관련이 있는 것으로 판단된다.

경력별로는 자연재료에 대하여 5~10년 경력의 응답자가 중요하지 않다고 응답하였으며, 경력 15년 이상의 응답자는 어느 정도 중요하다고 인식하는 것으로 나타났다(표 2, 3 참조).

3. 요인 분석결과

본 연구에서는 10개 평가항목 및 24개 평가요소를 추출하여 설문조사 후 요인분석을 통하여 불필요한 변수를 제거하고, 측정 항목의 타당성을 평가하였다. 타당성 검정을 위한 요인분석은 주성분분석(Principal Component Analysis)을 이용하였으며, 각 요인간의 관계를 단순화시킬 수 있는 직각회전 방법의 하나인 베리맥스(varimax) 방법을 이용하여 각 변수간의 요인적재치 수치를 나타내었다. 요인에 대한 고유값(Eigen value)은 1로 하였으며, 1 이상의 고유값으로 나타난 요인의 수는 6개로 전체 73.1%를 설명해 주고 있는 것으로 나타났다.

표 4에서는 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)와 Bartlett에 의한 요인분석 결과의 각 변수들 간의 상관관계가 어느 정도인가를 나타내고 있다. KMO 측도는 변수 쌍들간의 상관관계가 다른 변수에 의해 잘 설명되는 정도를 나타내는 것으로 이 측도의

표 2. 평가항목에 대한 분산분석결과

구분		전체	근무 분야				경력 (년)			
			설계사	건설사	관·공사	학계·연구소	1~5	5~10	10~15	15년 이상
평가항목	장소성	4.20	4.18[a*]	4.07[a]	4.40[a]	4.20[a]	4.29[a]	4.17[a]	4.67[a]	4.09[a]
	이용성	4.25	4.00[a]	4.50[a]	4.20[a]	4.40[a]	4.14[a]	4.33[a]	4.00[a]	4.30[a]
	디자인 경관성	4.33	4.35[a]	4.29[a]	4.40[a]	4.30[a]	4.71[a]	4.33[a]	4.17[a]	4.27[a]
	쾌적성	4.02	3.88[a]	4.00[a]	4.00[a]	4.33[a]	4.14[a]	3.83[a]	3.83[a]	4.03[a]
	자연 친화성	3.92	3.71[ab]	3.46[b]	4.50[a]	4.30[a]	3.86[a]	3.67[a]	3.67[a]	4.06[a]
	경제성	3.71	3.41[a]	4.07[a]	3.60[a]	3.80[a]	3.86[a]	3.67[a]	3.67[a]	3.73[a]
	신규성	2.69	2.82[a]	2.86[a]	2.10[a]	2.80[a]	2.86[a]	2.67[a]	2.83[a]	2.64[a]
	시공성	3.75	3.65[a]	3.79[a]	3.50[a]	4.10[a]	4.00[a]	4.50[a]	3.83[a]	3.58[a]
	내구성	4.22	4.06[a]	4.43[a]	4.20[a]	4.20[a]	4.86[a]	4.17[a]	4.00[a]	4.15[a]
	유지 관리성	4.24	4.00[a]	4.29[a]	4.40[a]	4.40[a]	4.57[a]	4.17[a]	4.00[a]	4.21[a]

표 3. 평가요소에 대한 분산분석결과

구분		전체	근무 분야				경력(년)			
평가항목	평가요소		설계사	건설사	관·공사	학계·연구소	1~5	5~10	10~15	15년 이상
장소성	공간의 성격	4.20	4.18[a]	4.21[a]	4.20[a]	4.20[a]	4.29[a]	4.17[a]	4.50[a]	4.09[a]
	주변과의 조화	4.24	4.12[a]	4.29[a]	4.60[a]	4.00[a]	4.57[a]	4.00[a]	4.33[a]	4.18[a]
이용성	안전성	4.22	3.94[a]	4.36[a]	4.10[a]	4.60[a]	4.29[a]	4.17[a]	4.00[a]	4.24[a]
	편리성	3.96	3.88[a]	4.07[a]	4.00[a]	3.90[a]	4.00[a]	3.67[a]	3.83[a]	4.00[a]
디자인 경관성	패턴	3.96	3.94[a]	3.93[a]	3.90[a]	4.10[a]	4.00[a]	3.67[a]	4.00[a]	3.97[a]
	색채	4.18	4.18[a]	4.14[a]	4.00[a]	4.40[a]	4.43[a]	4.17[a]	4.33[a]	4.09[a]
	재질	4.20	4.12[a]	4.29[a]	4.10[a]	4.30[a]	4.57[a]	4.00[a]	4.50[a]	4.09[a]
쾌적성	보행감	4.27	4.06[a]	4.29[a]	4.30[a]	4.60[a]	4.14[a]	4.00[a]	4.33[a]	4.33[a]
	정숙성	3.20	3.06[a]	3.07[a]	3.20[a]	3.60[a]	3.43[a]	2.83[a]	3.00[a]	3.24[a]
	친근성	3.51	3.53[ab]	3.21[b]	3.30[b]	4.10[a]	3.57[a]	3.00[a]	3.67[a]	3.58[a]
자연 친화성	투수성	4.06	3.88[ab]	3.71[b]	4.50[a]	4.40[ab]	4.14[a]	3.83[a]	3.83[a]	4.15[a]
	식생유무	3.65	3.65[ab]	3.43[b]	3.40[b]	4.20[a]	3.57[a]	3.17[a]	3.50[a]	3.76[a]
	자연재료	3.75	3.71[a]	3.43[a]	3.90[a]	4.10[a]	3.71[a]	2.80[b]	3.67[a]	3.91[a]
경제성	재품가격	3.84	3.65[a]	4.00[a]	3.80[a]	4.00[a]	3.86[a]	3.83[a]	3.67[a]	3.91[a]
	시공비	3.73	3.41[a]	4.00[a]	3.70[a]	3.90[a]	3.71[a]	3.83[a]	3.50[a]	3.79[a]
	유지보수 비용	3.94	3.94[a]	3.93[a]	3.70[a]	4.20[a]	4.00[a]	4.17[a]	3.83[a]	3.94[a]
신규성	새로운 소재	3.20	3.41[a]	3.43[a]	2.30[b]	3.44[a]	3.43[a]	2.67[a]	3.50[a]	3.19[a]
	새로운 형태	3.00	3.18[a]	3.07[a]	2.60[a]	3.00[a]	3.00[a]	2.67[a]	3.00[a]	3.06[a]
시공성	간편성	3.73	3.47[a]	4.00[a]	3.50[a]	4.00[a]	3.43[a]	4.17[a]	3.50[a]	3.79[a]
	신속성	3.45	3.24[a]	3.71[a]	3.10[a]	3.80[a]	3.43[a]	3.50[a]	3.33[a]	3.48[a]
내구성	내후성	3.88	3.59[a]	3.93[a]	4.10[a]	4.10[a]	3.86[a]	3.83[a]	3.83[a]	3.91[a]
	내마모성	3.98	3.71[a]	4.36[a]	4.10[a]	3.80[a]	4.29[a]	4.00[a]	3.67[a]	4.00[a]
유지 관리성	오염 방지	3.73	3.41[a]	3.86[a]	3.70[a]	4.10[a]	3.86[a]	3.33[a]	3.50[a]	3.82[a]
	성능 유지	4.04	3.76[a]	4.07[a]	4.10[a]	4.40[a]	4.43[a]	4.17[a]	4.00[a]	3.97[a]

표 4. KMO와 Bartlett의 검정

표준형성 적절성의 Kaiser-Meyer-Olkin 측도		0.716
Bartlett의 구형성 검정	근사 카이제곱	794.635
	자유도	276.00
	유의확률	0.000

값이 높을수록 변수의 선정이 좋은 것임을 의미하는 것이다. 본 조사의 KMO 값은 0.716으로 요인을 구성하는 변수의 수는 적절하다고 볼 수 있다. 요인분석을 위한 모형의 적합성을 가리는 Bartlett의 구형성 검정에서는 결정치가 794.635이고, 자유도가 276일 때 유의확률이 0.000으로 요인분석을 함에 있어서 적합성 공통요인이 존재하는 것으로 나타났다(표 4 참조).

요인분석 결과, 초기 10개 평가항목으로 구분되어진 24개 평가요소들이 6개 요인으로 요약되었으며, 경제성(37.17% 설명력), 유지 관리성(11.30% 설명력), 경관성(9.15% 설명력), 이용성(5.66% 설명력), 자연 친화성(5.15% 설명력), 신규성(4.68% 설명력)으로 요인의 명칭을 명명하였다.

요인 1에는 신속성, 제품가격, 시공비, 간편성, 내마모성 등 5개 변수들로 주로 비용과 시공성, 내구성과 관련된 항목에 속하는 변수들로 경제성 요인으로 해석하였다. 요인 2는 유지관리와 쾌적성, 내구성에 속하는 변수들로 정숙성, 오염방지, 성능유지, 유지보수, 친근성, 내후성 등 6개 변수로 구성되어 있어 유지 관리성 요인으로 해석하였다.

요인 3은 장소성과 디자인 경관성에 속하는 변수들로 공간성격, 색채, 패턴, 주변과의 조화 변수로 경관성 요인으로 해석하였다. 요인 4는 편리성, 보행성, 안전성, 재질의 변수로 이용성, 디자인 경관성, 쾌적성에 포함된 변수들로 구성되어 있어 이용성 요인으로 해석하였다.

요인 5는 자연 친화성 항목에 포함된 변수들로 투수성, 식생유무, 자연재료의 변수들이 포함되어 있으며, 기존의 항목인 자연 친환성 요인으로 해석하였다. 요인 6은 신규성에 포함된 변수들로 새로운 형태와 새로운 소재의 변수로 신규성 요인으로 해석하였다(표 5 참조). 6개 요인에 대한 신뢰성 검정은 측정결과의 일관성, 정확성 예측가능성 등과 관련된 것으로 본 연구에서는 크론바 알파(Cronbach' alpha)값을 이용한 내적 일

표 5. 요인분석 및 신뢰성 검증 결과

측정변수 항목		요인적재량							신뢰성검증	
		요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	요인 6	고유값 (설명력)	항목제거시 α값	크론바 α값
경제성	신속성	0.775						8.921 (37.17%)	0.8277	0.8757
	제품가격	0.774							0.8352	
	시공비	0.762							0.8418	
	간편성	0.704							0.8515	
	내마모성	0.643							0.8840	
유지관리성	정숙성		0.751					1.122 (4.68%)	0.8507	0.7500
	오염방지		0.724						0.8406	
	성능유지		0.719						0.8382	
	유지보수		0.684						0.8430	
	친근성		0.543						0.8688	
	내후성		0.543						0.8568	
경관성	공간성격			0.877				2.196 (9.15%)	0.6834	0.7478
	색채			0.607					0.6464	
	패턴			0.592					0.6960	
	주변조화			0.558					0.7281	
이용성	편리성				0.752			1.358 (5.66%)	0.7714	0.7996
	보행감				0.682				0.7450	
	안전성				0.544				0.7072	
	재질				0.417				0.7693	
자연 친화성	투수성					0.833		1.236 (5.15%)	0.6323	0.7639
	자연재료					0.731			0.6429	
	식생유무					0.600			0.7714	
신규성	신형태						0.846	1.122 (4.68%)		0.7500
	신소재						0.722			

관성 측정방법을 이용하였다. 각 6개의 요인별 α값은 요인 1이 0.8757, 요인 2가 0.8718, 요인이 3 0.7478, 요인가 4 0.7996, 요인 5가 0.7639, 요인 6이 0.7500로 일반적인 신뢰성 기준인 0.6을 모두 초과하였으므로 신뢰성 있는 척도라는 것을 보여주고 있다. 따라서 본 연구의 요인분석에서 분류된 6가지 요인들은 모두 평가 변수로서 신뢰성 있는 척도라 할 수 있다(표 5 참조).

Ⅳ. 결론

최근 급속한 도시화로 인해 불투수면이 증가하고 있으며, 증가한 불투수면으로 인해 각종 도시환경문제가 발생되고 있다. 따라서 도시화 이후에도 자연환경에 대한 환경부하를 줄이고, 물순환을 유도함으로 생태적 여건을 유지하기 위한 방안의 하나로 조경용 투수포장에 대한 관심이 고조되고 있다. 그러나 투수포장재에 대한 성능평가기준이 마련되어 있지 못한 실정이다. 이에 본 연구에서는 전문가들에게 투수포장의 성능평가의 항목과 중요도를 조사하였다.

본 연구 결과 조경용 투수포장의 성능 평가요소를 6가지 요인으로 구분하였으며 각 요인의 평균 중요도를 측정한 결과 이용성이 4.18로 가장 높게 나타났으며 다음으로 경관성이 4.15로 매우 중요한 요인으로 나타났으며 다음으로 자연친화성 3.86, 경제성 3.76, 유지관리성 3.75, 신규성은 3.06으로 전문가들이 평가하였다. 각 요인에 있어서 세부 항목의 중요도를 파악한 결과 경제성은 내마모성과 제품가격이 중요한 측정변수 항목으로 나타났으며 유지관리성은 성능유지와 유지보수, 내후성으로 나타났다. 다음으로 자연친화성 요인은 투수성이 매우 중요한 항목으로 나타났으며 경제성은 내마모성과 제품가격이 경관성은 주변과의 조화, 공간성격, 색채의 중요도가 높았으며 신규성은 새로운 형태의 제품보다는 새로운 소재에 대한 중요도가 높은 것으로 나타났다(표 6 참조). 즉 포장은 사람들이 직접적으로 이용하는 공간으로 전문가들은 이용측면과 유지관리측면의 중요도를 높게 보았으며 특히 보행감이 가장 높게 나타나 이용자들 측면에서의 중요도를 우선 평가해야할 요소로 보고 있다.

표 6. 요인 및 항복별 중요도 결과

요소	항목	중요도
경제성	신속성	3.45
	제품가격	3.84
	시공비	3.73
	간편성	3.73
	내마모성	3.98
	평균	3.75
유지관리성	정숙성	3.20
	오염방지	3.73
	성능유지	4.04
	유지보수	3.94
	친근성	3.51
	내후성	3.88
	평균	3.72
경관성	공간의 성격	4.20
	색채	4.18
	패턴	3.96
	주변과의 조화	4.24
	평균	4.14
이용성	편리성	3.96
	보행감	4.27
	안전성	4.22
	재질	4.20
	평균	4.16
자연 친화성	투수성	4.06
	자연재료	3.75
	식생유무	3.65
	평균	3.82
신규성	새로운 형태	3.00
	새로운 소재	3.20
	평균	3.10

이와 같이 포장면을 생태적 측면에서의 평가 요소만으로 산정하는 것뿐만 아니라, 이용자 측면에서의 이용성에 대한 중요도를 함께 고려해야 할 것이다. 또한 주변과의 조화를 이루는 경관적 측면에서 포장재 선정시 중요하게 고려해야 할 것이다. 이러한 포장재의 다양한 성능평가는 투수포장이 공간에 획일적으로 적용되는 것을 막으며 이용자들의 만족도와 포장제품의 선정에 있어서 분명한 방향성을 제시 할 것이다.

본 연구는 향후 활용이 확대될 것으로 예상되는 조경용 투수포장에 대한 객관적 성능 평가를 위한 평가요소를 도출하고자 수행되었으며, 또한 이를 통해 도시 환경개선에 기여할 수 있는 조경용 투수포장의 소재 및 공법 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

인용문헌

1. 국가통계포털(2007) http://www.kosis.kr/search/totalSearch2.jsp
2. 류남형(2004) 조경용 투보수성 시멘트 콘크리트 포장의 열특성 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
3. 서울특별시(2000) 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성 지침수립. 서울특별시 보고서.
4. 이창우, 문태훈, 홍민선, 서현교(2000) 서울시 환경용량 평가에 관한 연구Ⅱ. 서울시정개발연구원 보고서 2000-R-11.
5. 장대희, 김현수, 문수영, 박창영(2007) 주택 성능등급 표시제도내 생태면적률 산정방안 개선에 관한 연구. 한국생태환경건축학회 2007춘계학술 발표대회논문집 24(1): 65-78.
6. 지재성, 김이호, 이상호, 김영석, 오현제, 유인균, 이수형, 김성은, 이정훈(2005) 포장면의 환경성 향상 소재 개발. 한국건설기술연구원 보고서.
7. 한승호(2007) 조경용 투수포장의 환경성능 평가기법 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
8. 한영해, 최영국(2005) 생태적 도시개발을 위한 물순환 체계 확보방안 연구-분산식 빗물관리를 중심으로-. 국토연구원 보고서 2005-24.
9. 환경부(2005) 생태면적률 적용지침. 서울: 환경부.
10. 兵庫縣(2006) グラスパーキング(芝生化駐車場)推進事業. 兵庫縣縣土整備部 報告書.