

벽면녹화 구조물 디자인의 품질지표 개발에 관한 연구

벽면녹화 활성화 저해요소 파악을 중심으로

A Study on the Development of Quality Indicators of Wall greening
Focusing on identifying inhibitors of wall greening activation

주 저 자 : 이준우 (Lee, June Woo)

국민대학교 테크노디자인전문대학원 VR디자인학과

교 신 저 자 : 정도성 (Chung, Do Sung)

국민대학교 테크노디자인전문대학원 VR디자인학과
chungds@kookmin.ac.kr

Abstract

The development of cities accelerated by industrial development resulted in overcrowding, which resulted in excessive building density. As a result, urban green areas have become scarce, but it is difficult to expect new spaces for green areas in already dense urban areas or to secure public green areas based on the good intentions of architects. For this reason, the Seoul Metropolitan Government is required to provide more than a certain amount of green land by announcing the mandatory food area, which includes wall recording. This means that the area of the wall green screen can be deposited into the mandatory food material area and the secured building area can be arranged as desired by the architect. The purpose of this study is to find the cause, noting that despite these benefits, wall recording has not been activated. This study tracked factors that impede the activation of wall recording by establishing basic indicators on the application of wall recording to buildings, correcting and supplementing indicators through Delphi survey for expert groups, and applying weights to each index through AHP analysis to identify the most important indicators. The results from the analysis suggested that the most important thing to pay attention to when designing wall recording structures is the 'maintenance of vegetation' function. It is expected that this study will help vitalize wall recording, while also being utilized as basic data for quality indicators that can be referenced in the design of wall recording structures.

Keyword

Urban greening, wall greening, design quality indicator

요약

산업발달로 가속화된 도시의 개발은 인구밀집을 야기하고 이는 건축물의 밀도를 과도하게 높이는 결과를 초래하였다. 그 결과 도심의 녹지는 부족한 상태가 되었으나 이미 밀집된 도시에 녹지를 위한 공간을 새로이 확보하거나 건축주의 선의로 비롯된 공용녹지의 확보를 기대하기란 어렵다. 이런 까닭에 서울시에서는 의무식재면적을 고시하여 일정면적 이상의 녹지를 마련하도록 하고 있는데 이러한 의무면적에는 벽면녹화도 포함되어 있다. 즉, 벽면녹화면적을 의무식재면적에 산입시켜 확보된 건축면적을 건축주가 원하는 대로 안배할 수 있음을 의미한다. 본 연구는 이러한 이점에도 불구하고 벽면녹화가 활성화되지 못한 점에 주목, 그 원인을 찾는 것에 목적이 있다. 본 연구는 건축물의 벽면녹화적용에 관한 기초 지표를 설정하고 전문가 집단 대상 델파이조사를 통해 지표를 수정 보완한 뒤 지표에 대한 AHP분석을 거쳐 각 지표별 가중치를 적용, 가장 중요한 지표가 무엇인지 파악하는 방식으로 벽면녹화의 활성화를 저해하는 요소를 추적하였다. 분석을 통해 얻은 결과로는, 벽면녹화 구조물 디자인 시 가장 유의해야 할 사항이 '식생의유지' 기능임을 도출하였다. 이를 통해 본 연구는 벽면녹화의 활성화에 보탬이 되는 한편, 벽면녹화 구조물 디자인 시 참고할 수 있는 품질지표 기초자료로서의 활용 또한 가능할 것으로 기대한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구의 배경 및 목적
- 1-2. 연구의 범위
- 1-3. 연구의 방법 및 내용

2. 이론적 고찰

- 2-1. 델파이조사와 AHP분석
- 2-2. 벽면녹화의 개념 및 이점

3. 델파이조사를 통한 지표개발

- 3-1. 벽면녹화구조물 디자인 품질지표 초안
- 3-2. 1차 델파이조사
- 3-3. 2차 델파이조사
- 3-4. 3차 델파이조사
- 3-5. 상대적 중요도

4. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

급속한 산업화와 경제발전으로 따라 인구가 도시로 집중되고 이로 인해 건축물들의 고층화 및 밀집화가 이뤄졌다. 이는 자연의 훼손, 특히 녹지공간의 절대적 부족을 초래하였으며 이러한 현상은 도시의 열섬현상, 대기오염, 생태파괴 등 다양한 문제를 일으키고 있다.

도심의 녹지는 앞서 언급된 문제의 완화뿐만 아니라 거주자의 삶의 질 향상 및 도시경관에도 중요한 역할을 차지하기에 녹지를 지속적으로 확보하는 것이 바람직하다. 그러나 건축물의 공간효율을 최우선시하는 건축소유자의 입장에서는 공공의 이익을 위해 개인소유의 대지면적을 할당하여 선의로 녹지공간을 조성하는 것을 기대하기는 어렵다. 이런 까닭에 서울시의 경우 과도한 건축물의 밀집 및 고층화를 억제하고자 서울특별시 건축 조례 및 서울특별시 도시계획 조례를 통해 건폐율과 용적률을 제한하고 있으며 연면적에 따르는 식재면적을 의무적으로 조성하도록 고시하고 있다. 도심의 녹지확보를 목적으로 서울시에서 조례를 통해 고시한 식재의무면적은 결과적으로 개인소유의 건축면적 일부를 원치 않는 방향으로 활용하도록 강제하는 측면이 있다. 이로 인해 건축물의 공간효율은 대지면적 대비 저하될 수밖에 없는데, 이러한 부분을 우회하도록 국토해양부 고시 제2009-905에서는 대지뿐만 아니라 옥상에 식재 및 조경시설 및 건축물의 벽면을 식물로 파복한 면적을 식재의무면적의 일부로 산정할 수 있다고 고시

하였다. 이는 식재의무면적의 일부를 벽면녹화면적으로 산입할 수 있으며 그만큼 대지와 옥상을 건축주가 원하는 용도로 안배할 수 있음을 의미한다.

그러나 이러한 이점에도 불구하고, 건축물의 벽면녹화는 잘 이뤄지지 않고 있다. 벽면녹화가 확산되지 못하는 원인에는 비용, 시공난이도, 확장성, 기후조건, 식생환경, 유지관리 등 여러 가지 원인이 있을 것이다. 따라서 본 연구는 식재의무면적 조성에 건축공간 효율증대를 위한 방안으로 현재 이뤄지고 있는 벽면녹화의 현황과 유형을 조사분석하고 전문가를 대상으로 한 델파이조사 및 AHP분석을 통한 식재의무면적 산입을 목적으로 하는 벽면녹화 구조물 디자인품질지표를 제시하여 벽면녹화가 활성화 되지 못하는 원인을 찾는 것에 목적이 있다. 이를 통해 기존 도심지역의 추가적인 녹지를 확보하고 도심의 대기오염, 열섬현상 등의 도시환경 문제해결 및 도시 경관개선, 주민들의 삶의 질 향상을 꾀하고자 하며 아울러 환경문제에 대한 경각심이 날로 커져가는 시점에서 탄소배출권과 같은 맥락으로 도심환경개선을 위한 녹지총량제등의 새로운 정책수립에도 유효한 지표로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

1-2. 연구의 범위

국내 벽면녹화구조물의 유형은 설치대상의 유형 및 식물의 유형에 따라 다양한 형태로 적용되어 있으며, 개인의 연구를 위해 조사 및 분석대상을 선정하는데 한계점이 따라 범위와 대상을 국토해양부고시에 표기된 식재의무면적산입이 적용되는 건축물용 벽면녹화 구조

물과 초화류, 지피식물로 한정하였으며 설치 대상은 구역화된 표면적으로 구성되어 있는 컨테이너 건축물을 중심으로 설정하였다.

1-3. 연구의 방법 및 내용

1.3.1. 연구의 흐름

국내외 다양한 지침 및 문헌자료를 통해 벽면녹화 구조물 디자인품질지표 초안을 위한 항목을 구성하고 벽면녹화 구조물 전문가 대상 설문조사 및 피드백을 통해 항목에 대한 수정 및 보완을 거쳐 품질지표를 제시하였다. 연구내용은 다음과 같다.

첫째, 문헌조사와 선행연구를 바탕으로 연구의 방법인 델파이조사와 AHP분석기법 그리고 연구의 대상인 벽면녹화의 개념, 연구의 관점인 식재의무면적과 벽면녹화와의 상관관계를 알아보았다.

둘째, 문헌조사와 선행연구, 특히 공공기관 보고서를 통해 식재의무면적 산입이 가능한 벽면녹화구조물의 평가항목을 파악하고 구조물의 구성요소 중 벽면녹화확산을 저해하는 요소와 요인항목의 추출을 위한 지표를 마련하였다.

셋째, 전문가를 대상으로 한 델파이조사를 통해 앞서 마련된 지표의 적절성 여부를 검토하고 지표의 개선을 위해 항목의 삭제 또는 추가 및 의견을 별도로 수렴하였다. 3차례의 델파이 조사를 거쳐 도출된 의무식재면적 산입을 위한 벽면녹화구조물 디자인품질지표(안)에 AHP분석을 활용한 가중치를 적용, 항목별 우선순위를 가리고 이를 통해 의무식재면적산입을 위한 벽면녹화구조물 디자인품질지표(안)를 확립하였으며, 벽면녹화 유형별 샘플이미지를 마련하여 앞선 조사와 마찬가지로 델파이 조사 및 AHP분석을 통해 벽면녹화의 시각적 만족도에 대한 유형별 선호도를 파악하였다.

넷째, 연구문제의 결과를 전체적으로 종합하여 연구결과에 대해 해석하고 결론 및 향후과제를 도출하였다.

1.3.2. 자료의 수집

본 연구는 2018년 10월 01일 부터 10월 12일까지 전문가 집단을 대상으로 3차례에 걸쳐 델파이 조사를 진행, 전자우편을 통해 자료를 수집하였다. 1차 델파이 조사를 위한 설문지의 폐쇄형 질문은 선행연구 및 문헌자료를 바탕으로 구성하였으며 환경부가 출연하고 한국환경산업기술원에서 위탁 시행한 차세대에코이노베이션기술개발사업 최종보고서[403-112-006] ‘건축

물구조에 따른 입체녹화 시스템 개발의 내용을 근거로 요구성능을 시공성, 관리성, 경제성, 기능성, 식재식물 다양성으로 설정하고 이를 고려하여 식재의무면적 산입에 필요한 요소를 추출하는 것을 중심으로 46개 항목을 구성하였으며 개방형 질문을 통해 전문가집단의 다양한 의견을 수렴하여 각 설문항목의 적절성 여부 확인 및 보완수정도 함께 이루어졌다. 2차 델파이 조사에서는 1차 조사 후 전문가 의견수렴을 통해 요구성능을 시공성, 관리성, 경제성, 환경성능, 기능성, 식재 효율성 등 6가지로 재구성, 35개로 압축된 항목에 대한 적합성을 5점 리커트 척도로 제시하고 2차 조사 역시 추가적인 의견을 타진할 수 있도록 설문지를 구성하였다. 1차 조사 대상자였던 23명의 전문가 집단을 대상으로 2차 델파이 조사를 실시하였고 그중 20명이 설문에 응해주었다. 3차 델파이 조사에서는 2차 델파이 조사에서 확보된 전체 통계치와 패널 본인의 2차 델파이 조사 응답도 함께 제시하여 패널 본인의 응답을 재비교/재고하여 수정할 수 있도록 하였다. 조사는 2차 델파이 조사에서 응답한 20명을 대상으로 실시하였고, 모두 3차 델파이 조사에 응답해주었다.

1.3.2. 분석방법

1차 델파이 조사 분석은 전문가 집단의 의견들을 모두 나열한 뒤 공통된 맥락의 주제를 분류하기 위한 내용 분석을 실시하였다. 내용분석을 통해 도출된 각 항목들을 바탕으로 벽면녹화 구조물 관련 평가 항목들로 구체화하였다. 2차 델파이 조사는 5점 리커트척도를 활용하여 각 평가항목의 기본 중요도를 측정하였고 3차 델파이 조사에서 쌍대비교를 통해 산출된 값을 바탕으로 2차 델파이조사에서 산출된 기본 중요도에 가중치를 적용하였다. 항목의 내용타당도는 내용타당도비율(Content Validity Ratio; CVR)로 분석하였고, Lawshe(1975)가 제시한 기준을 기반으로 전문가 응답자 인원수에 따른 최소값 .49를 기준으로 하였다.¹⁾ 안정도(stability)는 전문가 응답자들의 응답 일치성이 높음을 의미하는 것으로, 각 항목의 표준편차를 산술평균으로 나눈 변이계수(coefficient of variation)로 분석하였다. 변이계수가 0.5이하인 경우 추가적인 설문이 필요 없으며, 0.5~0.8인 경우 비교적 안정적이고, 0.8인 경우 추가적인 설문 조사가 필요한 것으로 판단하였다.²⁾ 그리고 수렴도는 델파이 조사를 통해 얻어진 응답 결과에 따른 수렴정도

1) 강용주, 델파이 기법의 이해와 적용사례, 수시과제보고서, 2008. 12. p.7

2) Ibid. p.8

를 나타내는 지수로, 초기 수렴도를 기준으로 수렴도가 작을수록 4분 범위가 작은 것으로 전문가의 의견이 수렴되고 있음을 확인하였다. 합의도는 전문가들 사이의 합의가 얼마만큼 이루어졌는가를 검증하는 방법으로, 합의도 지수가 클수록 전문가들의 응답이 상호 합의수준이 높은 것으로 판단하였다.³⁾

2. 이론적 고찰

2-1. 델파이조사와 AHP분석

본 연구에서는 식재의무면적산입 조건을 충족하는 벽면녹화구조물 디자인 품질 지표를 개발하기 위하여 델파이(Delphi)조사 및 AHP(Analytic Hierarchy Process) 계층분석법을 활용하였다. 델파이(Delphi)조사는 장소와 시간의 제약에서 벗어나 전문가 집단의 의견과 판단을 추출 및 종합하기 위해 단계마다 동일한 전문가 집단을 대상으로 실시하게 되는 조사 연구 기법이다. 델파이 조사를 통해 식재의무면적산입 조건을 충족하는 벽면녹화구조물 디자인 품질 지표 도출 및 이에 대한 전문가들의 의견을 모으고 복수의 조사 단계를 거쳐 보다 정제된 객관적 지표 개발을 목표로 한다.

2.1.1. 델파이분석

델파이 분석은 공간과 시간의 제약에서 벗어나 다양한 전문가의 의견과 판단을 추출 및 종합하기 위해 설문조사를 매번 동일한 전문가 집단 대상으로 단계별 실시하여 집단의 의견을 종합하고 체계화하는 조사 연구 기법으로 사용되고 있다. 이 분석방법은 체계적으로 구성된 설문을 동일한 대상에게 3~4회 반복하여 실시 하되 설문을 실시할 때 마다 이전 설문조사의 결과를 함께 제시하여 설문조사 응답자가 다른 응답자의 의견 및 정보를 확인하고 피드백 할 수 있도록 고안된 방법이다. 위와 같은 방법으로 인해 설문의 단계를 거듭할 수록 응답결과가 서로 특정 의견으로 수렴하게 되므로 대면하여 토론하지 않아도 공간과 시간의 제약조건 없이 집단의 일정한 의견을 유도하고 이를 객관화할 수 있다. 연구기법으로서의 타당성은 계량적 객관의 원리와 민주적 의사결정의 원리를 활용한다는 것에 논리적 근거를 두고 있다.⁴⁾

3) 이재신, 최성열, 홍덕기, 노인 운전자의 삶의 질에 관한 평가항목 개발: 델파이 방법 적용, 대한작업치료학회지, 2015. 3, Vol. 23, No.1., p.76

2.1.2. AHP분석

2차 델파이조사를 통해 정리된 식재의무면적 산입을 위한 벽면녹화구조물 디자인품질지표의 요구성능을 3차 델파이조사에서 AHP(Analytic Hierarchy Process) 계층분석법을 활용하여 전문가로 하여금 수행된 각 요구성능에 대한 이원비교를 통해 가중치를 도출 및 종합하고 이를 각 요구성능에 해당하는 체크리스트에 적용하여 벽면녹화 구조물 디자인 우선순위를 확립, 지표에 반영하도록 하였다. AHP는 인간이 의사를 결정하는 경우 뇌가 단계적 혹은 위계적 분석과정을 활용하는 사실에 착안하여 개발 되었다. 연구 결과에 따르면 인간은 문제해결을 할 때에 다음의 세 가지 원칙을 따른다. 수직(hierarchy)적 구조의 설정, 상대적 중요도(weight)의 설정, 그리고 논리적 일관성 유지(logical consistency)의 원칙이다.⁵⁾ AHP분석의 가장 큰 장점은 앞서 언급한 인간의 특성을 그대로 반영, 다양한 의사결정 상황에서 수많은 의사결정 요소의 가중치(WEIGHT) 혹은 중요도를 간단한 쌍대비교(1:1비교)의 활용을 거쳐 산출해 내는데 있다. 이러한 쌍대비교의 주요 이점은 인간 마음이 여러 문제를 동시에 판별하는 것보다 2개의 상이한 문제별로 세분하여 판별하면 중요도의 차이를 보다 쉽게 구별할 수 있다는 점에 있다.⁶⁾ AHP분석에서는 전문가 집단이 주관적으로 판단한 요소간의 심각성이 이행성의 공리를 만족시키면서 얼마나 일관성 있게 응답하였는가를 알기위해서 일치성 분석이 필요하다. 일치성분석을 진행하기 위해 첫째, 최대고유치(principal Eigenvalue)를 구한 뒤 둘째, 최대고유치를 활용해 일치성지수(Consistency Index: CI)를 구하여야 한다. 셋째, 마지막으로 일치성지수 CI를 통해 일치성비율(Consistency Ratio: CR)을 구하는데, 해당 일치성비율(CR)을 가지고 일치성 여부에 대해 판별하게 된다. 그러므로 응답자들이 쌍대비교에서 응답할 때 CR이 10%이하로 나타난다면 양호하게 응답한 것으로 간주한다.⁷⁾

2-2. 벽면녹화의 개념 및 이점

벽면녹화라 함은 건축물이나 구조물의 벽면을 식물을 이용해 전면 혹은 부분적으로 피복녹화하는 것을

4) 이화룡, 조창희, 학교건축의 디자인 품질지표 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집-계획계, Vol. 28, No.5, 2012, p.70

5) Ibid, p.70.

6) Ibid, pp.70-71.

7) Ibid, p.71.

말한다.⁸⁾ 즉, 건축물 입면에 식재가 자라도록 하거나 별도의 구조물을 활용하여 인위적으로 식재를 배치함으로써 건축물의 외부를 피복하고 배치된 식재가 서식할 수 있는 기반이 조성된 녹지공간을 형성하는 것이다. 벽면녹화의 목적은 녹지공간 조성을 위한 대지확보의 어려움을 겪는 도시 밀집 지역에서 지면대비 넓은 면적의 건축물 측면을 활용하여 충분한 면적의 녹음을 구성하고 이를 통해 인공공간 내에서의 생태계 구축 및 동·식물 서식처를 구성하거나 녹시율을 높여 도시경관의 개선과 삶의 질 향상 및 다양한 도시환경 문제를 완화하는 것이다.

벽면녹화는 건축물의 효과적인 공간효율 구성뿐만 아니라 한정된 대지면적과 지면이라는 평면적 2차원 한계에서 벗어나 3차원상에 구성된 건축물의 4개 측면을 활용할 수 있으며 그 면적 또한 건축물의 고도화에 따라 대지면적 대비 훨씬 광대한 면적을 쉽게 확보할 수 있으며 건축물의 단열 및 온도조절 효과로 인한 에너지효율을 증대하는 측면도 있다. 아울러 건축물의 이해관계자뿐만 아니라 건축물이 위치한 도시를 위해서도 바람직한 녹지확보 수단이다. 예를들어 수평선상에 해당하는 지면 또는 옥상에 조성된 녹지는 건축물 근처에 있어야 보이거나 건축물에 출입하는 사람에게 한하여 제공되는 반면 수직선상에 조성되는 벽면녹화는 원거리에서도 높은 녹시율 건물을 직접 이용하지 않는 이에게도 보여지며 도시경관의 향상에도 효과적이다. 또한, 넓은 표면적과 고고도의 위치를 확보하여 최근 이슈되고 있는 미세먼지의 집진 및 대기 정화에 효과적이고 건축물 표면을 피복하므로 복사열 완화 및 기화작용으로 도시의 열섬현상을 완화한다.

3. 델파이조사를 통한 지표개발

3차례에 걸친 델파이조사를 진행하기에 앞서 문헌조사 및 선행연구를 기반으로 품질지표 초안을 위한 요구성능과 체크리스트를 마련하였다. 델파이 조사의 설문형태는 각 단계별 조사내용에 알맞게 <표1>의 구조화된 폐쇄형 질문과 더불어 개방형 질문을 통해 의견을 자유롭게 타진할 수 있도록 하여 보다 다양한 의견을 수렴할 수 있도록 구성하였다.

[표 1] 설문조사내용 및 설문형태

조사단계	내용	설문형태
1차조사	요구성능에 대한 적정성	구조화된 개방형 질문
	지표 설정에 대한 적정성	구조화된 개방형 질문
2차조사	기본방향 및 요구성능 재설정적 적정성	구조화된 개방형 질문
	지표별 중요도	구조화된 폐쇄형 질문
3차조사	요구성능간의 중요도	구조화된 폐쇄형질문

3-1. 벽면녹화구조물 디자인 품질지표 초안

벽면녹화구조물 설치를 위해 참고할 수 있는 다양한 문헌자료 중 차세대에코이노베이션기술개발사업 최종보고서 '건축물구조에 따른 입체녹화 시스템 개발'에서는 벽면녹화 매뉴얼 제시 및 벽면녹화 유형에 따른 특성을 분석해놓았다. 해당 보고서와 보고서에서 참고한 녹화관련 국내외 문헌을 참고 및 재구성하여 1차 델파이 조사를 위한 식재의무면적 산입용 벽면녹화구조물 디자인품질지표 기본방향을 유지관리, 기능효율, 식재중심 등 3가지로 설정하고 요구성능을 각각 시공성, 관리성, 경제성, 기능성, 식재식물다양성 등 5가지로 설정, 각 요구성능에 따르는 지표를 46항목으로 구성하였다. 해당 지표를 구성함에 있어 주로 활용된 근거는 '건축물 구조에 따른 입체녹화 시스템 개발' 보고서에서 각 벽면녹화의 유형별 장단점을 비교분석해놓은 내용으로 각 벽면녹화의 강점과 약점 비교를 위해 설정한 기준을 제시하고 있다.

3-2. 1차 델파이조사

앞서 언급한대로 마련된 기본방향 과 요구성능 및 지표 46항목 중 요구성능 및 지표에 대한 적정성 여부 판단을 위하여 건축물/구조물 녹화관련 전문가 및 이해관계자 집단을 설문대상으로 선정하고 델파이조사를 시행하였다. 1차 델파이조사는 2018년 10월 01일부터 3일간 전자우편발송 및 인쇄물 직접 배부를 통해 진행되었다. 1차 델파이조사에 참여한 인원은 총 23명으로 조경설계업체 10명, 학계 6명, 사용자(건축주) 4명, 시공업체 3명으로 구성되었다. 학계 전공자의 경우 전공 관련 지식수준의 고도화를 위해 박사과정이상으로 구성하였으며 전공은 건축학 1명 건축공학 1명 공공디자인 2명 조경디자인2명으로 구성되었다.

8) 국토해양부고시 제2009-905호, 2009, p.1

[표 2] 델파이조사 대상 직업별 구성인원 및 비율

직업	학계	사용자 (건축주)	설계업체	시공업체
인원	6	4	10	3
비율	26%	17%	43%	13%

1차 델파이조사에서 요구성능 및 지표에 대한 적정성 여부를 조사한 결과 시공성과 관련된 항목에 대해 부적절하다는 응답은 적었으나 개방형 질문에서는 경제성과 연관지어 구조물의 안전한 설계는 기본적인 조건이므로 시공성의 적정성이나 경제적 이유로 인한 원가 절감에 대한 옳고 그름을 가릴 대상이 아니라는 의견이 있었다. 기능성의 경우 일반기능과 친환경기능에 대한 구분이 필요하다는 의견이 많았다. 식재식물다양성은 요구성능으로 설정하기에는 그 범위가 좁아 지표로 활용하고 식재와 관련된 지표를 대표할 수 있는 요구성능을 설정해야 한다는 의견이 대체로 많았다. 따라서 1차 델파이조사 결과에 따라 <표3>과 같이 식재의무면적 산입을 위한 벽면녹화 구조물 디자인품질지표(안)의 기본방향은 설계중심, 효율중심, 실용중심 등 3가지로 수정하였다. 또한 요구성능을 시공성, 관리성, 경제성, 환경성능, 기능성능, 식재효율성 등 6가지로 수정하고 요구성능에 따르는 지표는 시공성 및 경제성 부문에서의 기본조건 사항으로 지적된 항목을 삭제하여 35항목으로 수정하였다.

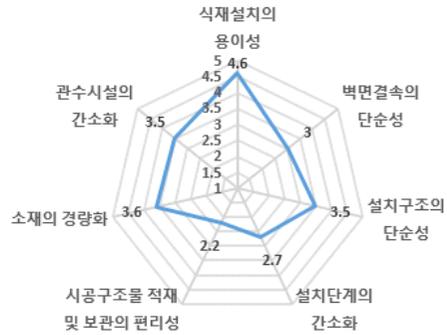
[표 3] 벽면녹화구조물 디자인품질지표 기본방향 및 요구성능

기본 방향	요구성능
설계중심 디자인	1. 시공성
	2. 관리성
효율중심 디자인	3. 경제성
	4. 식재효율성
실용중심 디자인	5. 환경성능
	6. 기능성능

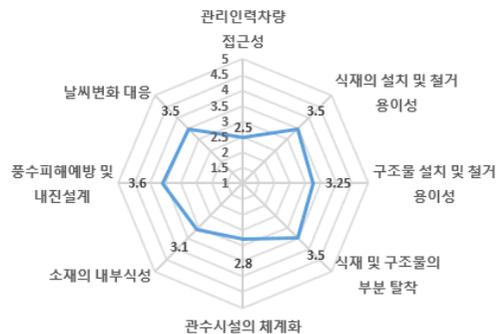
3-3. 2차 델파이조사

2차 델파이조사는 2018년 10월 08일부터 2일간 전자우편발송을 통해 진행되었다. <표3>과 같이 정리

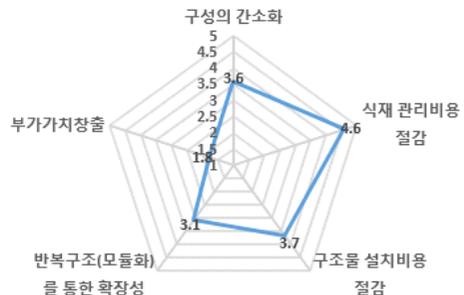
된 기본방향 및 요구성능에 대한 적정성을 구조화된 질문과 개방형 질문으로 조사하였고 지표 35항목에 대한 중요도를 리커트 5점 척도로 조사하였다. 1차 델파이조사 응답자 23명 중 20명만이 응답해주었다. 2차 델파이조사에서 재설정된 기본방향 및 요구성능에 대한 적정성에 이의를 제기한 응답자는 없었으며 각 요구성능에 대한 지표중요도의 5점척도 조사결과는 다음과 같다.



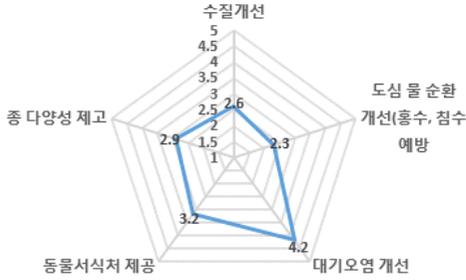
[그림 1] 시공성 지표 5점 척도



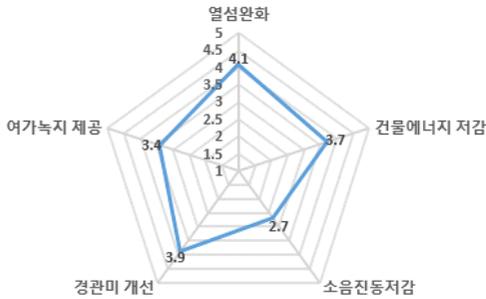
[그림 2] 관리성 지표 5점 척도



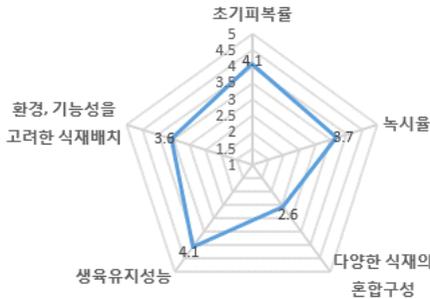
[그림 3] 경제성 지표 5점 척도



[그림 4] 환경성능 지표 5점 척도



[그림 5] 기능성능 지표 5점 척도



[그림 6] 식재효율성 지표 5점 척도

6가지 요구성능의 각 지표별 중요도를 분석해본결과 식재와 관련된 사항이 대체로 중요도가 높다는 것을 알 수 있었으며 이를 통해 구조의 설계나 설치보다 식재의 유지관리가 매우 까다롭고 식재를 통해 얻을 수 있는 이점이 가장 중요하다는 것을 알 수 있다. 반면 경제성의 부가가치창출의 경우 녹화가 진행된 부동산의 가치상승이나 녹화로 인해 발생하는 연쇄적인 부가가치에 대해서는 회의적인 의견이 많았다.

3-4. 3차 델파이조사

3차 델파이조사는 2018년 10월 10일부터 2일간 전자우편발송을 통해 진행되었고 2차 델파이 조사에

참가한 인원 모두가 응답해주었다. 3차 조사에서는 요구성능에 대한 1:1 쌍대비교를 구조화된 폐쇄형 질문으로 조사하였으며 2차 델파이조사 이후 마련된 기본 방향, 요구성능, 지표에 대한 적정성 조사도 한차례 더 진행되어 벽면녹화 구조물 디자인 품질지표 최종(안)이 마련되었다.

[표 4] 벽면녹화 구조물 디자인품질지표 최종(안)

기본 방향	요구성능	번	지표
설계 중심 디자인	시공성	1	식재설치의 용이성
		2	벽면결속의 단순성
		3	설치구조의 단순성
		4	설치단계의 간소화
		5	시공구조물 적재 및 보관의 편리성
		6	소재의 경량화
		7	관수시설의 간소화
	관리성	8	관리인력 및 차량 접근성
		9	식재의 설치 및 철거 용이성
		10	구조물 설치 및 철거 용이성
		11	식재 및 구조물의 부분탈착
		12	관수시설의 체계화
		13	소재의 내부식성
		14	풍수피해예방 및 내진설계
효율 중심 디자인	경제성	15	날씨변화 대응
		16	구성의 간소화
		17	식재 관리비용 절감
		18	구조물설치비용 절감
		19	반복구조(모듈화)를 통한 확장성
	식재 효율성	20	부가가치창출
		21	초기파복률
		22	녹시율
		23	다양한 식재의 혼합구성
		24	생육유지성능
		25	환경, 기능성을 고려한 식재 배치
실용 중심 디자인	환경성능	26	수질개선
		27	도심 물 순환 개선
		28	대기오염 개선
		29	동물서식처 제공
	기능성능	30	종 다양성 제고
		31	열섬완화
		32	건물에너지 저감
		33	소음진동저감
		34	경관미개선
		35	여가녹지 제공

3-5. 상대적 중요도

3차 델파이 조사에서 진행된 쌍대비교 설문을 바탕으로 AHP분석을 실시하여 가중치 적용을 통해 요구성

능의 상대적 중요도를 측정할 수 있었다. 요구성능의 상대적 중요도를 바탕으로 마련된 가중치를 각 지표의 5점 척도 중요도에 적용시켜 요구성능별 상대적 중요도가 적용된 지표의 우선순위를 측정할 수 있었다.

[표 5] 쌍대비교 설문 일부 예시

		<-A가 더 중요					=	B가 더 중요->								
(A)	절대 중요도	매우 중요도	중요도	약간 중요도	같은 중요도	약간 중요도	중요도	매우 중요도	절대 중요도	(B)	관리성					
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥	⑦

[표 6] 벽면녹화구조물 디자인품질지표 가중치 적용에 따른 순위

기본 방향	요구성능			지표			
	분류	가중치	순위	번호	5점 척도	가중치 적용	순위
설계 중심자	시공성	0.077	6	1	4.6	0.35	27
				2	3.0	0.23	33
				3	3.5	0.26	31
				4	2.7	0.20	34
				5	2.2	0.16	35
				6	3.6	0.27	30
				7	3.5	0.26	31
	관리성	0.278	1	8	2.8	0.69	10
				9	3.0	0.97	2
				10	2.8	0.90	5
				11	3.8	0.97	2
				12	3.5	0.77	8
				13	3.4	0.86	6
				14	3.2	1.00	1
				15	2.8	0.97	2
효율 중심자	경제성	0.186	2	16	3.6	0.66	12
				17	4.6	0.85	7
				18	3.7	0.68	11
				19	3.1	0.57	17
				20	1.8	0.33	29
	식재 효율성	0.162	4	21	4.1	0.66	12
				22	3.7	0.59	15
				23	2.6	0.42	24
				24	4.1	0.66	12
				25	3.6	0.58	16

실용 중심자	환경성능	0.171	3	26	2.6	0.44	23
				27	2.3	0.39	26
				28	4.2	0.71	9
				29	3.2	0.54	18
				30	2.9	0.49	20
	기능성능	0.126	5	31	4.1	0.51	19
				32	3.7	0.46	22
				33	2.7	0.34	28
				34	3.9	0.49	20
				35	3.4	0.42	24

리커트 5점 척도를 통한 중요도조사에서 다른 지표와 비교해 중요도가 낮거나 동일하다 하더라도 요구성능 상대적 중요도에 의한 가중치가 적용됨에 따라 순위가 역전되거나 차등이 발생했다. 이를 통해 동일 요구성능 내에서의 절대평가로 인해 다른 요구성능 상에서의 지표보다 과대 또는 과소평가 되어있는 부분을 교정할 수 있었다. 높은 순위의 지표가 가장 많은 요구성능은 관리성이며 낮은 순위의 지표가 가장 많은 요구성능은 시공성이었다. 가중치적용 후 가장 순위가 높은 지표는 1.00의 풍수피해예방 및 내진설계였으며 순위가 가장 낮은 지표는 0.16의 시공구조물 적재 및 보관의 편리성이었다.

4. 결론

본 연구는 국내의 벽면녹화 관련 선행연구 및 문헌 자료조사와 델파이조사를 통해 적절성 여부를 검토하고, AHP분석을 활용하여 각 요구성능 및 지표별 상대적 중요도를 측정, 벽면녹화 구조물을 디자인 및 설계할 시 최우선으로 고려해야할 사항에 대해 알아볼 수 있는 식재의무면적산입을 위한 벽면녹화구조물 디자인 품질 지표(안)를 제시하였다.

델파이조사는 총 3단계에 걸쳐 실시하였고 1단계, 2단계 델파이조사를 거치면서 처음 기본방향 3개(유지관리, 기능효율, 식재중심), 요구성능 5개(시공성, 관리성, 경제성, 기능성, 식재식물다양성), 지표 46개에서 기본방향 3개(설계중심디자인, 효율중심디자인, 실용중심디자인), 요구성능 6개(시공성, 관리성, 경제성, 식재효율성, 환경성능, 기능성능), 지표 35개로 수정되어 최종안이 마련되었다.

요구성능에 대한 상대적 중요도는 관리성 0.278, 경제성 0.186, 환경성능 0.171, 식재효율성 0.162,

기능성 0.126, 시공성 0.077 순으로 중요하였다. 최종 해석을 해보면, 관리성이 가장 높고 시공성이 가장 낮은 것으로 나타났으며 식재효율성의 경우 요구성능 상대적중요도가 4순위인데도 불구하고 해당 요구성능의 지표의 경우 대체로 전체 지표의 상위 45%이상에 분포되어 있었다. 상대적 중요도 가중치가 적용된 최종 지표(안)에서 중요도 상위 약10%에 해당하는 지표는 풍수피해예방 및 내진설계 1.00, 식재의 설치 및 철거 용이성 0.97, 식재 및 구조물의 부분탈락 0.97, 날씨 변화 대응 0.97로 모두 식재의 관리나 식재생육상태에 지대한 영향을 끼치는 항목이다. 이를 통해 벽면녹화가 확산되지 못하는 요인으로 '식재의 생육과 관리의 어려움' 이라고 추론할 수 있었다.

일반적으로 벽면의 녹화는 도시경관 또는 건축물의 미관을 담당하는 요소로 인식되어왔다. 그러나 본 연구의 결론에 따라 벽면녹화의 확산을 뒷받침할 수 있는 요소는 외관의 모습을 보완하는 것 보다 벽면에 구축된 식재의 생육 시스템을 지속가능하도록 하는 것이 상대적으로 더욱 중요하다고 드러났다. 이는 기존 벽면 녹화 구조물의 디자인을 진행할 시 조형적 아름다움, 경관의 개선 측면 관점에서 식생의 유지를 위한 구조적 관점으로 시야를 넓혀야 함을 의미한다.

앞서 언급한 '건축물구조에 따른 입체녹화 시스템 개발' 보고서에서는 건축물의 입체녹화 시스템의 식생 유지에 있어 필요한 일조량, 토양, 토질, 적합한 식물, 배관, 수로 설치에 관해 자세히 기술되어있다. 벽면녹화구조물을 디자인하기에 앞서 이와 같은 자료의 조사가 선행되어 식생유지에 대한 장치를 단순 구조설계로 볼 것이 아니라 사용자입장에서 쉽게 관리하고 유지보수 할 수 있는 비를 갖춘 디자인으로 탈바꿈시킨다면 벽면녹화의 확산이 보다 원활하게 이루어질 것이다.

본 연구에서 제시된 벽면녹화구조물 디자인품질지표(안)은 벽면녹화구조물 디자인 시 설계자 및 시공자, 사용자의 의견수렴과 디자이너가 참고해야할 사항 및 의사결정을 효율적으로 도울 수 있는 도구이다. 벽면녹화구조물 디자인 시 구조물의 디자인품질을 객관적으로 판단 및 평가함으로써 디자인에 필요한 요소의 간과나 이해관계자간의 의견충돌을 중재하여 보다 효과적인 의견수렴용 도구로 활용할 수 있다. 그러나 본 연구에서 제시된 벽면녹화구조물 디자인품질지표(안)의 경우 실제 시공이 실시되는 현장에서 다양한 이해관계자(설계, 시공, 건축주, 디자인, 행정 등)를 대상으로 검증 단계를 거치지 못하는 연구의 한계가 있다. 따라서 우선적으로 각 특성이 상이한 벽면녹화사례를 선정하여 본

연구에서 제시한 지표가 이들 특성이 반영된 평가 결과가 도출되는지 시험해보고 이를 바탕으로 지속적인 수정과 보완이 필요하며 아울러 개선된 벽면녹화구조물 디자인품질지표(안)이 단순 사례평가 뿐만 아니라 실제 실무 및 도심녹화의 초기획단계에서부터 전문적으로 활발히 활용되도록 하기 위한 연구가 향후과제로 남아 있다.

참고문헌

1. 이종성, 델파이방법, 교육과학사, 2001
2. 신문식, 옥상·벽면녹화기술가이드 : 환경공생시대의 도시녹화기술, 건축시대, 2002.
3. 문수영, 건축물구조에 따른 입체녹화 시스템 개발, 차세대에코이노베이션기술개발사업 최종보고서, 403-112-006, 2013.
4. 강용주, 델파이 기법의 이해와 적용사례. 수시과제보고서, 2008. 12.
5. 노승용, 델파이기법: 전문적 통찰로 미래예측하기, 국토 Vol.299, 2006.
6. 이화룡, 조창희, 학교건축의 디자인 품질지표 개발에 관한연구. 대한건축학회 논문집-계획계, 2012. 5, Vol. 28, No.5, 283호.
7. 이재신, 최성열, 홍덕기, 노인 운전자의 삶의 질에관한 평가항목 개발, 델파이 방법 적용, 대한작업치료학회지, 2015. 3, Vol. 23, No.1.
8. 신상희, '벽면녹화의 국내·외 기술현황 및 범·제도에 관한 연구', 서울여자대학교 대학원, 석사학위논문, 2006.
9. 서울특별시건축조례, 서울특별시조례 제6600호, 2017
10. 서울특별시도시계획조례, 서울특별시조례 제6545호, 2017