

아파트 단지 내 블록포장의 종류와 공간유형에 따른 하자분석*

박근혜¹⁾ · 정성관²⁾ · 장철규³⁾

¹⁾ 포스코건설 조경섹션 대리 · ²⁾ 경북대학교 명예교수 · ³⁾ 대구대학교 도시·조경학부 박사후연구원

Defect Analysis According to the Types and Spatial Type of Block Pavement in Apartment Complex*

Park, Geun-Hye¹⁾ · Jung, Sung-Gwan²⁾ and Jang, Cheol-Kyu³⁾

¹⁾ Landscape Architecture Section, Posco E&C, Manager,

²⁾ Kyungpook National University, Emeritus Professor,

³⁾ Division of Urban Landscape, Daegu University, Postdoctoral Researcher.

ABSTRACT

This study was conducted to analyze the characteristics of defects according to the type of block and spatial type by quantitatively examining defects occurring in block pavement in apartment complex. According to the research results, depending on the type of block, defects have occurred 1,394.3ea/100m² in interlocking paver blocks, 464.8ea/100m² in clay brick paver blocks, and 235.1ea/100m² in shot blasted paver blocks. By space type, the defects were occurred 1,576.0ea/100m² on the access road paved by interlocking paver blocks and the defects were found 1,139.6ea/100m² in interlocking paver blocks, 235.1ea/100m² in shot blasted paver blocks, and 797.1ea/100m² in clay brick paver blocks, on the sidewalk. Also the defects are occurred 455.6ea/100m² on the resting space and 403.2ea/100m² on the gym space paved by clay brick paver blocks. Through the size analysis of the defects in the block paver, in the case 'peeling', the largest volume of 2,539.0mm³ on the sidewalk paved with shot blasted paver blocks, and 'Subsidence' occurred at the widest area of 2,096.0cm² on the sidewalk where interlocking paver block was constructed. The difference in defect occurrence according to the type of block is considered to be influenced by the block production process, and

* 이 논문은 저자의 석사학위논문 일부를 수정 및 보완하여 발전시킨 것입니다.

First author : Park, Geun-Hye, Landscape Architecture Section, Posco E&C, Manager, Incheon 22009, Korea,
Tel : +82-32-748-2457, Email : gh.park@poscoenc.com

Corresponding author : Jang, Cheol-Kyu, Division of Urban Landscape, Daegu University, Postdoctoral Researcher,
Gyeongsan 38453, Korea
Tel : +82-53-850-6746, Email : ckjang0329@naver.com

Received : 15 May, 2020. **Revised** : 22 June, 2020. **Accepted** : 22 June, 2020.

the space type is considered to be caused the difference in the occurrence of defects according to the cause of construction and the usage pattern of residents. This study conducted a survey on defects in block and analyzed the defect characteristic according to paver material and space type. Base on this, it is judged that it can be used as an efficient basic data for material replacement, improvement, paver planning and construction in the future.

Key Words : Block pavement construction, Facilities, Defect type, Maintenance

I. 서 론

1962년 마포아파트를 시작으로 우리나라의 아파트는 꾸준히 증가하여 현재는 주거형태의 약 60% 이상을 차지하는 거주공간으로 자리 잡았다(www.kostat.go.kr). 이러한 아파트 증가에 발맞춰 정부는 입주민들의 주거환경을 개선하기 위해 다양한 방법을 시도하고 있으며, 그 일환으로 「주택건설기준 등에 관한 규정」을 제정하여 아파트 단지 내 녹지율, 어린이 놀이터 면적 등을 법적으로 설정하여 여가 및 휴식을 즐길 수 있는 외부공간을 조성하게 하였다(Sohn and Kang, 2001; Park, 2006; www.molit.go.kr). 또한 개인의 소득 증가와 삶의 질 향상은 쾌적한 주거공간에서 생활하고 싶은 욕구로 이어졌으며, 이는 자연스럽게 쾌적한 환경을 구성하는 공간 디자인, 녹지 및 시설물에 대한 관심을 증대시켰다. 이로 인해 아파트 외부공간을 조성하는 조경 산업은 더욱 발전하게 되었으며, 외부공간에 조성된 수목, 시설물 및 포장 등이 아파트의 가치를 형성하는 중요한 요소로 인식되었다(Lee and Kim, 1995; Park, 2006; Lee and Moon, 2007; Hong et al, 2009; Kim and Sung, 2010; Shim, 2011; Kim, 2014). 그러다보니 입주민들은 아파트 외부공간에서 발생하는 하자(瑕疵, defect)에 대해서도 민감하게 반응하였으며, 이러한 하자는 입주민들과 시공사 사이의 법적인 분쟁까지도 발생시켰다(Ryu, 2016).

외부공간에서 발생하는 하자에 관한 선행연

구들을 살펴보면, Jung and Lee(2012)는 조경공사하자 판례분석을 수행하여 수목과 관련된 하자 발생이 가장 많이 발생하고 다음으로 포장공사가 많다고 언급하였으며, Lim(2009)은 조경시설물 하자 실태조사를 통해서 포장이 23.4%로 가장 많이 발생한다고 분석하였다. 또한 포장 중에서도 블록포장의 하자는 입주민들의 보행에 직접적인 불편함을 제공하며, 시공 후 빈번한 교체로 인하여 많은 예산을 사용하는 문제점을 가지고 있다(Go et al., 2006; Park et al, 2008). 이러한 포장이 가지는 문제점을 해결하고자 일본에서는 유지관리기준(Maintenance Control Index)을 이용하여 공용성 평가를 실시하고 각각의 파손형태에 따라 평가 점수를 부여한 다음 포장의 교체 여부를 결정하고 있으며(Park et al, 2008; Jung et al, 2014), 미국은 연방정부의 육상교통효과법(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991)에 의해 각 주마다 정보가 독자적인 관리지침을 통한 도로포장상태를 수집하여 체계적으로 관리하고 있다(Park, 2004). 우리나라의 경우 「보도설치 및 관리지침」에 의해 포장재의 파손원인을 정의하고 관리방안을 제시하고 있으며, 포장재료 및 공법에 상관없이 10년 이내에 교체를 원칙적으로 금지하고 있다. 그러나 포장재의 손상이 심하고 주변 환경 및 미관상에 저해 등의 사유를 들어 도로관리심의회의 승인을 거쳐서 빈번한 교체가 이루어지고 있다(www.molit.go.kr). 이는 포장재의 파손율이 어느 정도수준에 도달

했을 때 교체되어야 하는지에 대한 객관적이고 정량적인 분석 없이 지자체의 자의적 판단에 의해 교체가 이루어지는 한계가 있다. 따라서 블록포장은 보행자의 이동을 위한 기능적인 요소와 안전성 확보 등을 위한 장소적 특성이 고려되어야 하며, 다양한 색상과 패턴으로 연출하는 미관상 기능까지 반영한 객관적인 기준이 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해서 우선적으로 블록포장에서 발생하는 하자의 종류, 크기 등을 객관적이고 정량적으로 조사할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 대구광역시 동구에 소재한 A 아파트 단지에서 발생한 블록포장의 하자를 정량적으로 조사 및 분석하고 이를 통해 포장재 교체시기, 포장재의 개량, 조경 포장계획 및 시공 등에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 이론적 고찰

블록포장은 표층을 콘크리트, 돌 등으로 만들어진 개별 블록을 사용하여 일정한 패턴으로 포장하는 것을 의미하며, 블록 사이의 줄눈에 모래를 채워 상부에 가해지는 하중을 인접한 블록과 맞물려서 하중을 분산시키는 원리를 이용한 포장방식이다. 이러한 블록포장은 다양한 종류의 색상과 크기로 생산이 가능하며, 블록배열에 따른 다양한 무늬를 구현할 수 있어 인접한 구조물과 조화를 이루고 심미적인 아름다움을 표현할 수 있다. 또한, 시공 시 중대형 건설 장비를 필요로 하지 않아 공사비를 절감할 수 있으며 하자발생 시 부분 교체가 가능한 장점이 있다(Park, 2009).

블록포장은 생산 시 사용되는 재료에 따라 크게 점토벽돌 블록과 콘크리트 블록으로 구분할 수 있으며, 콘크리트 블록은 다시 소형고압 블록, 인조화강석 블록, 데카르트 블록 등으로 분류할 수 있다. 점토벽돌 블록은 황토, 점토 등 흙을 주 원료로 사용하여 생산되어지며, 약 1,200°C 이상의 고온에서 소성(firing)¹⁾ 과정을 거쳐 생산된다.

점토벽돌 블록은 건물을 짓는데 이용되는 건축용 재료로 많이 사용되었으나 흙을 바탕으로 만들어져 열전도율이 낮고 통기성이 있으며, 유해물질이 검출되지 않아 친환경 포장재로도 많이 사용된다(Park et al., 2010). 콘크리트 블록은 시멘트, 골재, 물, 모래 등을 혼합하여 블록의 무색층을 만들고 그 위에 착색용 재료를 혼합하여 유색층을 양생하여 만들어진다. 양생된 다음 후가공 처리방법에 따라 소형고압 블록과 인조화강석 블록으로 구분되어지며, 소형고압 블록은 유색층을 코팅처리만 하는 반면 인조화강석 블록은 표면을 천연화강석처럼 표현하기 위해 쇼트블라스팅(shotblasting)시스템²⁾, 브러쉬시스템 등 다양한 방법을 통해 만들어진다.

블록포장의 시공은 기층다짐, 모래포설, 블록설치, 충전재 채움 순으로 이루어진다. 먼저 입경 40mm 이하의 혼합골재를 이용하여 통상 100mm 두께로 기층을 다진 후 모래를 40mm 두께로 포설하고 배수구배를 고려하여 평탄화 작업을 수행한다. 그 위에 블록을 설치하고 블록과 블록 사이 틈에 규사 또는 입자가 고운 충전재를 채워준 다음 다짐하여 마무리한다(Park, 2009; Seoul Metropolitan Government and Seoul Facilities Corporation, 2013).

블록포장의 하자와 관련된 선행연구를 살펴보면, 「보도설치 및 관리지침」의 경우 블록포장의 주요 파손원인을 가로수 주변 용기, 국부적 처짐, 균열로 분류하고 있다. 가로수 주변의 용기는 가로수의 뿌리 돌출에 의해 발생하며, 국부적인 처짐은 배수 및 다짐불량과 급격한 하중 부하에 의해 발생한다고 언급하였다. 또한 균열은 하부 구조의 시공불량 및 재료의 불량에 의해 발생한다고 정의하였다(www.molit.go.kr).

- 1) 소성이란 광물 가공공업에서 사용되는 고온처리의 한 방식으로 광물을 일정한 형상으로 성형한 상태에서 고온으로 굽는 것을 의미
- 2) 쇼트블라스팅은 인조화강석 블록 표면을 천연화강석으로 표현하기 위해 유색층에 1.5mm이하 다량의 쇳수를 풍압으로 표면을 때려서 처리하는 기술

Jung et al.(2008)의 연구에서는 블록포장의 구배, 부분침하, 블록측면 및 모서리 깨짐, 블록 중앙부 균열 등을 조사항목으로 설정하여 아파트 단지의 보차도용 콘크리트 블록, 보도용 콘크리트 블록 등에 대한 실태조사를 실시하였다. 그 결과 보차도용 콘크리트 블록은 공공연수가 지남에 따라 유지관리계수의 변화가 없는 반면, 보도용 콘크리트 블록은 포장상태가 나빠져 블록교체시기를 10년으로 제시한 「보도설치 및 관리지침」의 기준에 대한 재검토가 필요하다고 언급하였다. Park et al.(2010)은 점토벽돌 블록에서 발생하는 하자인 모서리 깨짐, 동결파손, 휨파괴, 표면오염, 침하 등에 대하여 원인을 분석하고 시공가이드 라인을 제시하였으며, Lim et al.(2014)은 이면도로와 같은 저속도로 내 블록포장의 적용성을 검토하고자 아파트 단지에 설치된 블록포장과 아스팔트포장에서 차량 주행의 안전성과 기능적 평가를 수행하였다. 선행 연구에서는 블록의 구조적 하자를 예방하고 품질기준을 마련하기 위한 평가기준을 구축하는 다양한 연구들이 수행되었지만 블록의 하자를 조사하고 분석하는데 있어서 하자보증기간 등 하자 발생까지의 시간적 기준에 대한 고려가 없었으며, 발생공간의 특성 및 하자조사에 대한 기준을 수립하지 않은 채 연구를 수행하였다. 이에 블록포장의 하자조사 시기에 대한 시간적 고려와 조사기준을 명확히 수립하고 공간적 특성에 따른 블록포장의 하자를 분석한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

III. 연구방법

1. 연구범위

1) 연구대상지

본 연구는 대구광역시 동구에 위치한 A 아파트 단지를 대상으로 진행하였다(Figure 1). A 아파트의 경우 2014년 7월 아파트 준공 승인을 받았으며, 현장조사를 수행한 시점인 2016년 9월

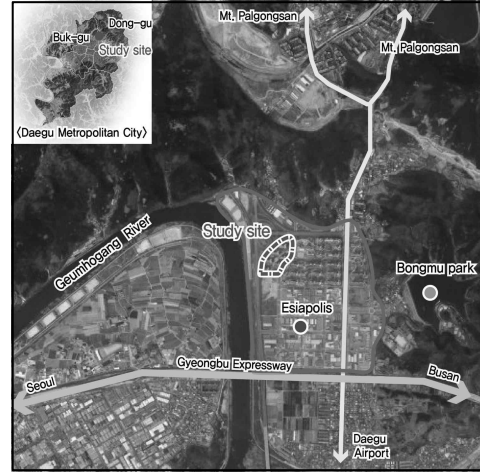


Figure 1. Geographical location of study site

을 기준으로 하자담보책임기간 2년이 경과하여 아파트 외부공간 블록포장의 하자실태를 조사하기에 적합할 것으로 판단하였다. 이에 2016년 9월 15일부터 2017년 2월 11일까지 현장조사를 실시하여 블록포장의 하자분석 연구를 수행하였다.

2) 조사대상

본 연구에서는 A 아파트 단지에 시공되어진 점토벽돌 블록, 소형고압 블록, 인조화강석 블록의 하자를 조사하고자 한다. 점토벽돌 블록은 황토와 점토를 혼합하여 소성과정을 통해 만들어졌으며, 한국점토벽돌산업협동조합에서 단체표준으로 등록한 SPC-KCBIC 002-1569³⁾의 품질기준을 충족한다(www.standard.go.kr). 또한 점토벽돌 블록의 규격은 230×114×T60으로 A 아파트 단지의 외부 공간 중 보도, 휴게 및 체육 공간에 시공되어있다. 다음으로 소형고압 블록과 인조화강석 블록은 콘크리트 블록으로 시멘트, 골재, 물, 모래 등을 혼합하여 만들어졌으며, 국가기술표준원에서 고시한 KSF4419⁴⁾의 콘크

3) SPS-KCBIC002-1569는 압축강도 30.0 이상, 휨강도는 최소 4.0 이상(평균 5.0)을 유지해야하며, 흡수율은 9.0% 이하를 유지

Table 1. Survey zone of space type

Space	Block type	Area (m ²)	Whole survey zone (N)	Sample survey zone (N)
Access rode	Interlocking paver block	179.7	272	71
	Interlocking paver block	128.2	246	68
Sidewalk	Shot blasted paver black	207.4	241	69
	Clay brick paver block	20.2	14	14
Resting space	Clay brick paver block	36.0	13	12
Gym space	Clay brick paver block	103.2	24	20
	Total	674.7	810	254

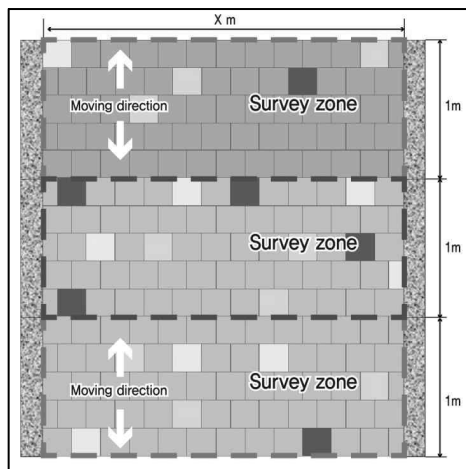


Figure 2. Setting of survey zone

리트 블록의 품질 기준을 충족한다(www.standard.go.kr). A 아파트 단지에 사용된 소형 고압 블록의 규격은 200×100×T60으로 진입로, 보도에 사용되었으며, 인조화강석 블록 규격은 200×200×T60으로 보도에 시공되어있다.

2. 조사 및 분석 방법

1) 조사구 표본 선정방법

현장조사에 앞서 연구대상지를 조사구로 분할하여 조사의 효율성을 높였다. 이때 조사구의 크기는 Figure 2와 같이 노면의 폭과 상관없이 이동방향을 기준으로 1m 범위를 하나의 조사구로 정의하였다. 연구대상지는 총 810개의 조사

- 4) KSF4419는 휨강도 5.0 이상을 유지해야하며, 흡수율은 7.0% 이하를 유지

구로 분할되었으며(Table 1), 현장조사의 시간적 효율을 높이기 위해서 전체 모집단을 대표로 하는 표본을 설정하여 현장조사를 수행하였다. 표

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \times 0.5^2}{(\text{sampling error})^2 \times z_{\alpha/2}^2 (0.5)^2 / N}$$

Where, N = Size of population
 z = Confidence interval Z-values
 p = 0.05

Figure 3. Calculating the number of samples

본의 크기는 Figure 3의 방법을 이용하여 산정하였으며, 이때 오차 범위 및 신뢰수준은 각각 10%, 95%로 설정하였다(Kwon, 2004). 다음으로 모집단에서 표본을 선정하는 방법으로는 SPSS Statistics ver. 22.0(IBM Corps., 2013)을 활용한 무작위 추출법(random sampling)을 이용하였으며, 그 결과 총 254개의 조사구를 현장조사 표본으로 설정하였다.

2) 조사대상

블록포장에서 발생하는 하자를 분석하기 위해 먼저 포장재에서 발생하는 하자의 종류를 특성에 따라 분류 및 정의하였다. 선행연구에서 블록포장에 발생하는 하자를 ‘침하’, ‘모서리 깨짐’, ‘균열’, ‘단차’ 등 총 13개로 분류하여 연구를 진행하였으나 ‘줄눈 벌어진’, ‘줄눈의 폭’, ‘줄눈 채움재 손실’ 등과 같이 비슷한 현상의 하자에 대하여 연구마다 상의한 용어를 사용하였

Table 2. Type and definition of block pave defect

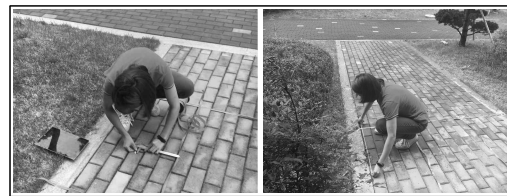
Defect	Definition
Broken edges	Part of the edge of the block broke and fell off
Peeling	Part of block was separated of surface layer and base layer (including freezing injury)
Breaking	Block splits in two from shear or lateral due to load
Aggregate separation	Some of the aggregates that make up the blocks separate and form grooves
Lost joint filling	Sand disappears and block interlocking effects disappear
Subsidence	Block has subsided beyond the normal slope (including ponding water, bump in a road, and soil inflow)
Uplift	Raising the block pave due to street tree root growth or block subsidence
Scratch	Physical scratches on the surface of the block
Abrasion	Worn surface of block
Lost own color	The unique color of the block changed due to external influences (including efflorescence)

으며, ‘물고임’, ‘침하’, ‘미끄럼 저항성’, ‘마모’ 등과 같이 유사한 하자임에도 연구목적에 따라 다르게 분류하였다. 이에 본 연구에서는 블록포장에서 발생하는 하자의 종류와 유형을 명확히 하고자 선행연구를 바탕으로 재정리 하였으며, 하자의 종류와 유형의 구분이 모호한 하자의 경우 조경학과 교수 2인, 박사과정 2인, 실무 3년 차 석사과정 1인으로 구성된 연구진들의 브레인 스토밍 과정을 통해서 Table 2와 같이 하자를 분류 및 정의하였다. 구체적으로 살펴보면, 하자의 발생현상이 유사한 ‘동해(동파)’와 ‘표면 박리’는 ‘표면 박리’로 묶었으며, ‘전단’·‘휨파괴’·‘균열’은 ‘파괴’로 통합하였다. 또한 ‘백화’는 ‘색변질’에 포함하였으며, ‘물고임’·‘요철’·‘토사유입’ 등은 ‘침하’로 통합하였다. 연구 목적에 따라 다양하게 명명된 ‘줄눈 벌어짐’, ‘줄눈 폭’, ‘줄눈 채움재 손실’은 ‘충진재 손실’로 통일하였으며, ‘가로수의 뿌리용기’는 가로수에 의한 블록 용기뿐만 아니라 타 요인에 의한 용기를 포함하여 ‘용기’로 수정하였다. 이를 바탕으로 블록포장에서 발생한 총 10개의 하자에 대해 조사하였다.

3) 조사 및 분석방법

블록포장의 하자를 조사하기 위해 연구의 목적을 잘 인지하고 있는 조경학과 대학원생을 현장조사원으로 선정하여 2016년 9월 15일부터 9

월 18일, 10월 2일부터 10월 3일, 11월 17일부터 11월 20일, 2017년 1월 29일부터 2월 11일까지 총 5번의 현장조사를 실시하였다(Figure 4). 하자의 정확한 측정을 위한 조사도구는 Vernier calipers 530-108(Mitutoyo, Japan), KMC-14C (KOMELON, Korea)를 이용하였다. 조사항목으로는 하자가 발생한 블록 수와 하자의 크기(길

**Figure 4.** Field survey

이×폭×깊이)를 측정하였으며, 이때 하자의 크기를 측정하기에 어려움이 있는 골재분리, 색변질, 마모의 경우 하자가 발생한 블록 수만을 조사하였다. 또한 조사의 객관성을 유지 및 효율성을 향상시키기 위해 지상 1m 지점에서 육안으로 관찰이 가능하고 10mm±1mm 이상의 규격을 가진 하자만을 측정하였다.

현장조사를 통해 수집된 자료는 Microsoft office Excel 2016(Microsoft Corp., 2016)을 이용하여 집계 및 정리하였으며, SPSS Statistics ver. 22.0(IBM Corps., 2013)을 활용하여 통계분석을 수행하였다. 이때 블록의 종류 및 외부공간에 따라 발생한 하자를 비교하기 위해 100m²당 하

Table 3. Occurrence status of defects according to block type

Defect	All paver block		Interlocking paver block		Shot blasted paver block		Clay brick paver block	
	N*	%	N	%	N	%	N	%
Broken edges	45.4	5.5	51.0	3.6	23.1	9.8	63.4	13.6
Peeling	57.4	7.0	72.1	5.2	56.4	24.0	30.1	6.5
Breaking	5.0	0.6	1.6	0.1	4.3	1.8	12.5	2.7
Aggregate separation	140.4	17.2	306.6	22.0	1.4	0.6	-	-
Lost joint filling	21.0	2.6	23.7	1.7	31.3	13.3	2.5	0.5
Subsidence	48.0	5.9	51.0	3.6	32.8	14.0	62.1	13.4
Uplift	3.6	0.4	3.6	0.3	6.3	2.7	-	-
Scratch	65.1	8.0	97.1	7.0	16.9	7.2	65.9	14.2
Abrasion	117.4	14.3	195.2	14.0	26.0	11.0	85.9	18.5
Lost own color	315.3	38.5	592.4	42.5	36.6	15.6	142.4	30.6
Total	818.4	100.0	1,394.3	100.0	235.1	100.0	464.8	100.0

N* : Number of defect blocks per 100m²

자가 발생한 블록 수를 표기하여 분석하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 블록포장 하자의 발생현황 분석

1) 블록포장의 종류에 따른 하자의 발생현황 분석

아파트 외부공간에 시공되어진 블록포장의 하자 발생현황을 살펴보면(Figure 5, Table 3), 전체적으로 100m²당 818.4개의 하자가 발생하였다. 하자의 종류별로는 ‘색변질’이 315.3개/100m²로 가장 많이 발생하였으며, 다음으로는 ‘골재분리’와 ‘마모’가 각각 140.4개/100m², 117.4개/100m²로 나타났다. 반면, ‘융기’와 ‘파괴’는 하자 발생 블록이 각각 3.6개/100m², 5.0개/100m²로 발생빈도가 낮은 것으로 분석되었다.

블록포장의 종류별로 살펴보면, 소형고압 블록에서 하자발생 블록 수가 100m²당 1,394.3개로 가장 많았으며, 점토벽돌 블록이 464.8개/100m², 인조화강석 블록이 235.1개/100m²로 나타났다. 소형고압 블록의 경우 ‘색변질’이 하자발생 블록 수가 259.2개/100m²로 가장 많았으며, ‘골재분리’, ‘마모’ 순으로 많이 발생하였다. 반면 ‘파괴’된 블록은 1.6개/m², ‘융기’된 블록은 3.6개/100m²로 발생빈도가 낮은 것으로 나타났다. 인조화강석 블록의 경우 ‘표면박리’가 56.4개/100m²

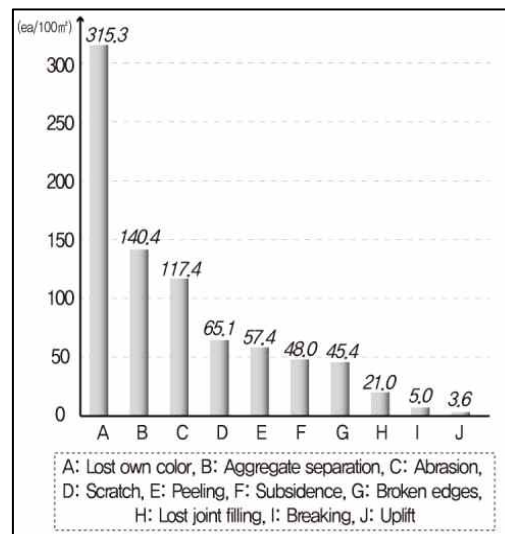


Figure 5. Occurrence status of block pave defect

로 가장 많았으며, 다음으로 ‘색변질’이 36.6개/100m²로 나타났다. 반면 ‘골재분리’와 ‘파괴’는 각각 1.4개/100m², 4.3개/100m²로 발생빈도가 낮은 것으로 조사되었다. 마지막으로 점토벽돌 블록은 소형고압 블록과 유사하게 ‘색변질’에서 하자발생 블록 수가 가장 많은 142.4개/100m²로 조사되었으며, ‘마모’, ‘모서리 깨짐’ 및 ‘굽힘’ 순으로 하자발생 블록이 많은 것으로 나타났다. 타포장재와 달리 점토벽돌 블록에서는 ‘골재분리’와 ‘융기’는 발생하지 않은 것으로 분석되었다.

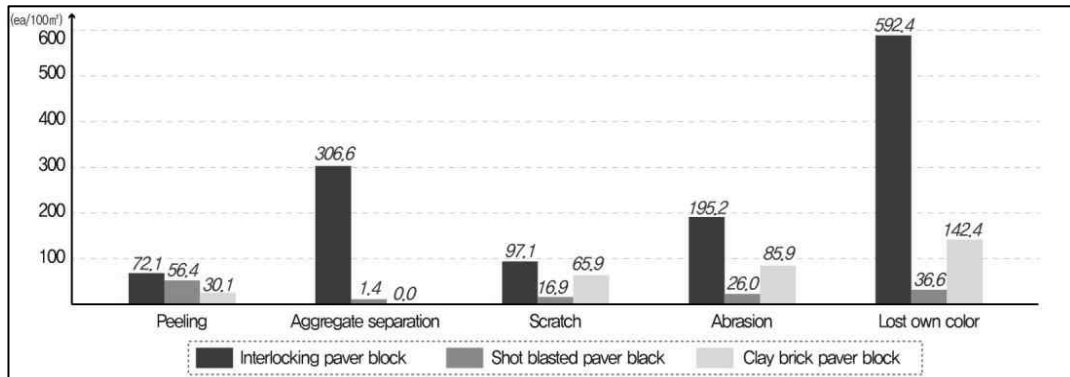


Figure 6. Comparison of defects occurrence status in block types

발생빈도가 높은 하자별로 살펴보면(Figure 6), ‘표면박리’, ‘골재분리’, ‘긁힘’, ‘마모’, ‘색변질’ 등 전반적으로 소형고압 블록에서 하자발생 블록이 많은 것으로 나타났으며, 이 중에서도 ‘골재분리’와 ‘색변질’이 타 포장재에 비해 상대적으로 발생빈도가 높은 것으로 분석되었다. 또한 ‘긁힘’과 ‘마모’는 소형고압 블록과 점토벽돌 블록에 비해 인조 화강석 블록이 100㎡당 각각 16.9개, 26.0개 발생하여 타 포장재보다 발생 빈도가 낮은 것으로 분석되었다. 이 중 ‘골재분리’의 경우 블록의 생산과정과 밀접한 관련성이 있는 것으로 판단된다. 소형고압 블록은 표면에 코팅처리만 하여 생산되지만 인조화강석 블록은 화강석의 질감을 표현하기 위해 표면에 쇼트 블라스팅 처리를 하며, 점토벽돌 블록 또한 소성과정을 통해 도자기처럼 구워서 생산하기 때문에 블록표면에서 골재가 분리될 가능성이 낮은 것으로 사료된다.

2) 외부공간에 따른 하자의 발생현황 분석

아파트 외부공간에 따른 블록포장 하자의 발생현황을 살펴보면(Table 4), 진입로는 소형고압 블록으로 시공되어있으며, 하자가 발생한 블록 수는 1,576.0개/100㎡로 조사되었다. 진입로에서 발생한 하자 가운데 절반은 ‘색변질’로 조사되었으며, 다음으로 ‘골재분리’와 ‘마모’가 각각 262.7개/100㎡, 218.7개/100㎡로 많은 것으로 나

타났다. 반면, 진입로에서 파괴된 블록은 2.2개/100㎡로 나타났으며, ‘융기’와 ‘충진재 소실’ 또한 각각 3.3개/100㎡, 12.8개/100㎡로 발생빈도가 낮았다.

다음으로 보도의 경우 소형고압 블록, 인조화강석 블록, 점토벽돌 블록 등 3종류의 포장재로 시공되어있으며, 이 중 소형고압 블록에서 하자가 가장 많이 발생하였다. 세부적으로 살펴보면, 보도 내 소형고압 블록으로 포장된 공간에서는 ‘골재분리’가 368.2개/100㎡로 가장 많이 발생하였으며, ‘색변질’, ‘마모’의 순으로 하자가 많은 것으로 나타났다. 또한 진입로와 동일하게 소형고압 블록으로 포장된 보도에서도 ‘파괴’된 블록이 0.8개/100㎡로 가장 적었으며, ‘융기’와 ‘모서리 깨짐’이 각각 3.9개/100㎡, 31.2개/100㎡로 발생빈도가 낮은 것으로 나타났다. 인조화강석 블록에서는 ‘표면박리’가 100㎡ 당 56.4개로 가장 많이 발생하였으며, ‘색변질’, ‘침하’, ‘충진재 소실’의 순으로 하자 발생빈도가 높은 것으로 분석되었다. 점토벽돌 블록의 경우 보도의 다른 포장재와 달리 ‘침하’된 블록이 435.6개/100㎡로 가장 많았으며, ‘파괴’, ‘골재분리’, ‘융기’는 발생하지 않은 것으로 나타났다.

휴게공간과 체육공간은 점토벽돌 블록으로 포장되어 있으며, 휴게공간에서는 455.6개/100㎡, 체육공간에서는 403.2개/100㎡의 하자가 발생하였다. 휴게공간에서는 ‘색변질’, ‘모서리 깨

Table 4. Occurrence status of defects according to space type

Defect	Access walk		Side walk				Resting space		Gym space			
	Interlocking paver block	Interlocking paver block	Shot blasted paver block	Clay brick paver block	Clay brick paver block	Clay brick paver block	Clay brick paver block	Clay brick paver block	Clay brick paver block			
	N*	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Broken edges	65.1	4.1	31.2	2.7	23.1	9.8	104.0	13.0	75.0	16.5	51.4	12.7
Peeling	73.5	4.7	70.2	6.2	56.4	24.0	39.6	5.0	-	-	38.8	9.6
Breaking	2.2	0.1	0.8	0.1	4.3	1.8	-	-	11.1	2.5	15.5	3.8
Aggregate separation	262.7	16.7	368.2	32.3	1.4	0.6	-	-	-	-	-	-
Lost joint filling	12.8	0.8	39.0	3.4	31.3	13.3	19.8	2.5	-	-	-	-
Subsidence	37.3	2.4	70.2	6.2	32.8	14.0	435.6	54.6	-	-	10.7	2.7
Up lift	3.3	0.2	3.9	0.3	6.3	2.7	-	-	-	-	-	-
Scratch	110.2	7.0	78.8	6.9	16.9	7.2	64.4	8.1	2.8	0.8	88.2	21.9
Abrasion	218.7	13.9	162.2	14.2	26.0	11.0	118.8	14.9	11.1	2.5	105.6	26.2
Lost own color	790.2	50.1	315.1	27.7	36.6	15.6	14.9	1.9	355.6	77.7	93.0	23.1
Total	1,576.0	100.0	1,139.6	100.0	235.1	100.0	797.1	100.0	455.6	100.0	403.2	100.0

N* : Number of defect blocks per 100m²

집' 순으로 하자발생 블록이 많은 것으로 조사되었으며, 체육공간에서는 '마모', '색변질', '균침' 순으로 많이 발생하였다.

하자별로 살펴보면(Figure 7), '모서리 깨짐'은 보도의 점토벽돌 블록에서 100m²당 104.0개로 가장 많이 발생하였으며, 다음으로 휴게공간, 진입로, 체육공간에서 많이 나타나 상대적으로 점토벽돌 블록에서 많이 발생하는 것으로 나타났다. 특히, 점토벽돌이 시공되어 있는 지역의 경우 입주민의 이동 및 운동 등으로 인해 이용률이 높은 공간으로 판단되며, 하자발생 원인으로는 입주민의 이용에 따른 영향이 큰 것으로 사료된다. '골재분리'의 경우 소형고압 블록이 포장된 진입로와 보도에서 하자발생 블록이 많았으며, 보도가 368.2개/100m²로 진입로 268.2개/100m² 보다 더 많이 나타났다. 또한 '마모'는 진입로, 보도의 소형고압 블록과 보도의 점토벽돌 블록이 시공된 지역에서 상대적으로 많이 발생하였다. 이는 앞서 언급한 포장재의 생산과정

에 의한 영향과 함께 진입로 및 보도 등 공간적 영향이 작용한 것으로 사료된다. 진입로와 보도의 경우 건물과 인접하고 있어 타 공간에 비해 입주민의 이용률이 높으며, 이로 인해 표면에 잦은 마찰이 발생하여 '골재분리', '마모' 등 입주민의 이용에 따른 하자 발생이 많은 것으로 판단된다. '침하'의 경우 보도의 점토벽돌 블록이 435.6개/100m²로 가장 많이 발생하였으며, 타 공간에서는 70.2개/100m² 이하로 적게 발생하였다. 점토벽돌 블록이 포장된 도로는 주로 데크, 인조잔디 등 다른 포장재와의 연결되고 있으며, 다른 포장재와 연결되는 경계지역에서 '침하'가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이 경우 경계석 없이 데크와 바로 연결되거나 엘브엣지 등을 사용하여 포장재 간의 경계를 이루고 있지만 경계석에 비해 하중을 받쳐주는 힘이 부족하며, 시공순서에 따라 먼저 시공된 포장재의 파손을 막기 위해 경계지역에서 기층 다짐을 충분히 할 수 없어 '침하'가 발생한 것으로 사료된

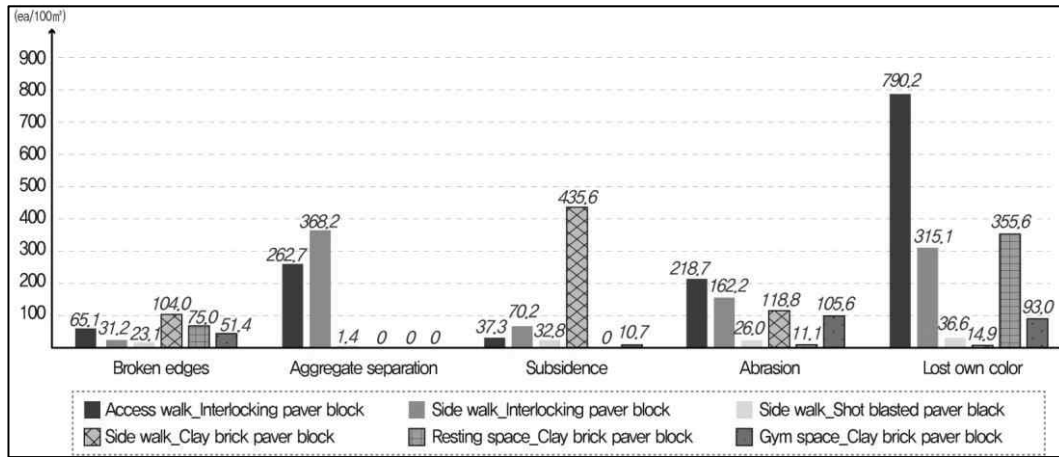


Figure 7. Comparison of defects occurrence status in space types

다. 또한 보도의 경우 휴게 및 체육 공간과 달리 공간 사이의 연결구간으로 포장공사 시 타 공정으로부터 간섭이 많이 일어나 정밀한 시공이 어려운 단점이 있으며, 오토바이, 수레와 같은 무거운 장비들이 보도를 따라 운행되는 것 또한 ‘침하’의 발생 원인으로 사료된다. 즉, 경계부에서 발생하는 하중에 대하여 계획 및 설계 단계에서 충분히 고려하지 못한 설계상 하자 및 기층 다짐 불량, 타 공정으로 부터의 간섭, 시공 숙련도 부족 등의 시공상 하자 그리고 오토바이, 수레 등의 운행에 따른 이용상 하자 등이 복합적인 영향에 의해 발생한 것으로 판단된다. ‘색변질’은 진입로와 휴게공간이 각각 790.2개/100m², 355.6개/100m²로 발생빈도가 높은 것으로 나타났다. 건물 입구와 바로 연결되는 진입로는 건물의 그늘에 가려져 습한 미기후를 형성하며, 입주자들의 높은 이용률과 배달용 오토바이 등의 바퀴자국 등의 얼룩이 중첩되어 다수 발생한 것으로 사료된다. 이는 건물 배치에 따른 동선, 주변 환경 등에 대하여 계획 및 설계단계에서 충분히 고려하지 못하여 발생한 것으로 사료되며, 진입로 내 오토바이 등의 이용을 제한하는 등의 관리 부족으로 판단된다. 또한 벤치 등과 같은 휴게공간에서는 입주자들의 흡연으로 인한 담뱃재, 침자국 등이 블록 색변질의 원인으로

로 입주자의 이용이 하자에 큰 영향을 미친 것으로 판단된다.

2. 블록포장의 발생 하자의 크기분석

1) 블록포장의 종류에 따른 하자 크기분석

크기측정이 가능한 하자들 가운데 블록포장에서 발생빈도가 높은 ‘표면박리’, ‘침하’, ‘균함’을 대상으로 하자규격 분석을 수행하였으며, 블록포장의 종류에 따른 크기분석 결과는 Table 5와 같다. 소형고압 블록에서 발생한 ‘표면박리’, ‘침하’, ‘균함’의 크기를 살펴보면, ‘표면박리’가 발생한 면적은 평균 419.1mm²로 분석되었으며, 약 1.3mm의 깊이로 나타났다. ‘침하’된 평균 면적은 1,869.9cm², 평균 체적은 2,040.7cm³로 조사되었으며, ‘균함’은 평균 157.1mm의 길이로 발생하였다. 인조화강석 블록에서 발생한 ‘표면박리’의 면적은 1,078.8mm², 깊이 2.5mm로 나타났으며, ‘침하’된 면적은 평균 1,549.6cm², 깊이 1.7cm로 분석되었다. ‘균함’은 평균 305.2mm의 길이로 조사되었으며, 폭은 14.7mm로 나타났다. 점토벽돌 블록의 경우 ‘표면박리’의 평균 면적은 1,515.4mm²로 나타났으며, 침하는 평균 1,794.6cm²의 면적을 가지는 것으로 분석되었다. 점토벽돌 블록에서 발생한 ‘균함’은 길이가 약 182.7mm이며, 폭은 15.6mm로 나타났다.

Table 5. Size of defects according to block types

Defect	Interlocking paver block		Shot blasted paver block		Clay brick paver block		
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Peeling	Area (mm ²)	419.1	356.0	1,078.8	850.6	1,515.4	1,639.5
	Depth (mm)	1.3	1.1	2.5	2.7	0.8	0.8
	Volume (mm ³)	507.7	670.8	2,539.0	2,870.1	905.5	969.5
Subsidence	Area (cm ²)	1,869.9	3,129.6	1,549.6	626.5	1,794.6	1,049.0
	Depth (cm)	0.8	0.5	1.7	1.0	0.5	0.5
	Volume (cm ³)	2,040.7	4,698.2	3,009.7	2,422.9	586.2	683.4
Scratch	Length (mm)	157.1	126.8	305.2	285.1	182.7	159.1
	Width (mm)	10.3	36.5	14.7	18.5	15.6	12.7

발생한 하자별로 살펴보면, ‘표면박리’의 경우 소형고압 블록에서 419.1mm², 인조화강석 블록에서 1,078.8mm², 점토벽돌 블록에서 1,515.4mm²의 넓이로 발생하여 점토벽돌 블록이 가장 넓은 것으로 나타났다. 반면 ‘표면박리’의 깊이는 인조화강석 블록이 2.5mm로 소형고압 블록의 1.3mm, 점토벽돌 블록의 0.8mm에 비해 상대적으로 깊었으며, 전체적인 체적 또한 인조화강석 블록이 2,539.0mm³로 가장 큰 것으로 나타났다. 점토벽돌 블록은 생산시 별도의 표면층을 따로 만들지 않기 때문에 ‘표면박리’의 발생빈도가 적고, 발생 깊이 또한 얇은 것으로 판단된다. 인조화강석 블록의 경우 시멘트, 골재, 물, 모래, 혼화재료를 혼합하여 유색층을 만든 다음 그 위에 두께 약 6mm 정도의 착색용 재료를 혼합하여 유색층을 만든다. 이러한 구조로 이루어진 인조화강석 블록의 경우 외부의 자극에 의해 유색층이 이탈이 상대적으로 잘 이루어져 타 포장재에 비해 ‘표면박리’가 많이 발생한 것으로 사료된다. ‘침하’가 발생한 면적을 살펴보면, 소형고압 블록에서 1,869.9cm²로 가장 넓었으며, 발생한 깊이는 인조화강석 블록, 소형고압 블록, 점토벽돌 블록 순으로 깊은 것으로 조사되었다. 이를 바탕으로 ‘침하’의 발생규모를 살펴보면, 인조화강석 블록이 3,009.7cm²로 가장 큰 것으로 분석되었으며, 상대적으로 점토벽돌 블록이 586.2cm²로 작은 것으로 나타났다. ‘균함’의 경우 인조화강석 블록이 305.2mm로 가장 길게 나타났으며, 점토벽돌 블록과 소형고압 블록이 각각 182.7mm,

157.1mm로 분석되었다. 인조화강석 블록은 생산과정에서 쇼트블라스팅 처리가 이루어져 표면의 마감입자가 크고 거칠게 생산되어진다. 이로 인해 짧은 길이의 ‘균함’은 육안으로 구분이 어려워 상대적으로 길이가 긴 ‘균함’만이 발생한 반면, 소형고압 블록과 점토벽돌 블록은 표면에 코팅처리만이 이루어져서 짧은 길이의 ‘균함’ 또한 많이 발생하여 평균적인 ‘균함’의 길이가 인조화강석 블록보다 짧은 것으로 사료된다.

2) 외부공간에 따른 하자 크기분석

아파트 외부공간의 유형에 따른 하자 크기분석을 수행하였으며, 그 결과는 Table 6과 같다. 먼저 진입로에서 발생한 ‘표면박리’, ‘침하’, ‘균함’을 살펴보면, ‘표면박리’의 경우 380.5mm²의 면적으로 발생하였으며, 깊이는 약 1.3mm로 나타났다. 진입로에서 발생한 ‘침하’의 평균 면적은 1,474.2cm²로 분석되었으며, ‘균함’은 길이 155.1mm, 폭 10.4mm로 분석되었다. 보도의 경우 3종류의 포장재가 시공되어있으며, 소형고압 블록이 포장된 공간에서 발생한 ‘표면박리’의 경우 476.5mm²의 면적에 약 1.3mm 깊이로 발생하였다. ‘침하’의 경우 평균 2,096.0cm²의 면적에 깊이 0.7cm로 발생하였으며, ‘균함’의 길이는 163.1mm로 나타났다. 인조화강석 블록으로 포장된 보도는 ‘표면박리’의 평균 면적이 1,078.8mm², ‘침하’는 1,549.6cm², ‘균함’의 길이와 폭은 각각 305.2mm, 14.7mm로 분석되었다. 점토벽돌 블록에서는 ‘표면박리’의 면적이 평균 427.1

mm²로 나타났으며, ‘침하’의 평균 면적은 2,017.8 cm², 깊이 0.3mm로 분석되었다. 굽힘은 평균 121.6 mm의 길이로 발생하였다. 휴게공간은 점토벽돌 블록으로 포장되어 있으며 ‘표면박리’ 및 ‘침하’는 발생하지 않았다. ‘굽힘’은 한 곳에서 발생하였으며, 그 길이는 125.0mm, 깊이는 7.4mm로 조사되었다. 마지막으로 체육공간은 휴게공간과 동일한 점토벽돌 블록으로 시공되어 있으며, ‘표면박리’가 발생한 면적은 평균 1,746.2mm²로 조사되었으며, 침하는 평균 901.8cm²의 면적에 깊이가 1.2cm인 것으로 분석되었다. 체육공간에서 발생한 ‘굽힘’의 경우 평균 길이와 폭이 각각 255.7mm, 15.1mm인 것으로 나타났다.

발생한 하자별로 살펴보면, ‘표면박리’의 경우 체육공간이 1,764.2mm²로 가장 넓은 것으로 분석되었으며, 다음으로 보도 중 인조화강석 블록에서 1,078.8mm²로 넓은 것으로 나타났다. 반면 휴게공간에서는 ‘표면박리’가 발생하지 않았으며, 진입로와 보도의 소형고압 블록, 보도의 점토벽돌 블록으로 포장된 곳에서는 ‘표면박리’의 평균 면적이 500.0mm² 보다 작은 것으로 조사되었다. ‘표면박리’가 가장 깊게 발생한 지역은 인조화강석 블록으로 시공된 보도로서 약 2.5mm의 깊이로 발생한 것으로 조사되었으며, 점토벽돌로 포장된 보도와 체육공간이 1.0mm 이하의 얇은 깊이로 발생하였다. 전체적으로 ‘표면박리’의 체적이 가장 큰 공간은 인조화강석 블록으로 포장된 보도이며, 다음으로 체육공간, 소형고압 블록이 시공된 보도로 나타났다. ‘침하’는 보도 중 소형고압 블록이 시공된 지역에서 2,096.0cm²로 가장 넓게 발생하였으며, 보도의 점토벽돌 블록, 인조화강석 블록 순으로 넓게 발생하여 보도에서 ‘침하’ 면적이 넓은 것으로 나타났다. ‘침하’의 발생 깊이를 살펴보면 인조화강석 블록이 1.7cm로 가장 깊었으며, 다음으로 체육공간이 1.2cm로 두 공간이 상대적으로 깊게 발생하였다. ‘침하’의 경우 진입로, 보도 등 선적인 공간에서 발생한 규모가 크고 상대적으로 넓은

면적을 가진 휴게공간, 체육공간에서는 그 규모가 작은 것으로 나타났다. 이는 포장재 시공 시 타 공정의 간섭이 많이 발생하는 진입로, 보도에 비해 상대적으로 넓은 공간에서 독립적인 시공이 이루어지는 휴게 및 체육 공간에서 정밀한 시공이 이루어졌기 때문으로 사료된다. ‘굽힘’의 경우 보도 중 인조화강석 블록이 시공된 지역이 305.2mm로 가장 긴 것으로 조사되었으며, 다음으로는 체육공간이 255.7mm로 나타났다. 반면, 점토벽돌 블록으로 시공된 보도와 휴게공간은 121.6mm, 125.0mm로 짧은 것으로 나타났다. 폭은 보도의 점토벽돌 블록이 가장 넓은 18.9mm로 나왔으며, 체육공간이 15.1mm, 보도의 인조화강석 블록 지역이 14.7mm로 넓게 발생하는 것으로 조사되었다.

V. 결 론

본 연구는 대구광역시 동구에 위치한 A 아파트 단지를 대상으로 블록포장에서 발생하는 하자를 정량적으로 조사하여 블록포장의 종류 및 외부공간에 따른 하자의 특성을 분석하였다.

분석결과들을 종합해 보면, 블록포장의 종류와 공간유형에 따라 발생하는 하자의 종류 및 크기는 상이한 것으로 분석되었다. 특히, 블록포장의 종류에 따른 하자발생 차이는 생산과정의 영향을 받은 것으로 판단되며, 공간유형에서는 타 공정의 간섭 등 시공 상의 원인과 입주민의 이용에 영향을 많이 받은 것으로 사료된다. 따라서 블록포장 시 경계부의 기층 다짐을 철저히 시공하고 타 공정 간의 간섭을 최소화하는 공정 계획이 필요할 것으로 판단된다. 또한 블록포장의 심미적인 기능을 지속적으로 유지하고 쾌적한 환경을 제공하기 위해 휴식 및 체육 공간 등에 별도의 흡연공간을 구축, 관리할 수 있는 매뉴얼 개발이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 아파트 단지의 블록포장에서 발생한 하자를 포장재와 공간유형에 따라 정량적으

로 조사 및 분석함으로써 향후 포장재 교체시기, 포장재의 개량, 조경포장 계획 및 시공 시 효과적인 자료로 활용할 수 있다는데 의미가 있다. 그러나 하나의 아파트 단지만을 대상으로 연구가 이루어져 표준화시키는데 어려움이 있으며, 블록포장이 시공된 주변 지역의 토지이용, 식생유무, 주민 및 오토바이 등의 이용량 데이터 등 다양한 주변 여건을 반영하지 못하고 현장조사를 통해 취득한 정보만을 이용하여 하자의 특성을 분석한 한계점이 있다. 따라서 향후 주변 환경여건, 이용량 데이터, 기층부 다짐실험, 포장재에 따른 강도 및 균열실험 등을 통하여 다양한 하자의 특성 연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

- Go SS·Song H and Lee JH. 2006. Analysis of Defect Cases by Construction Types in Apartments. *Journal of the Korean Society of Safety* 21(6): 64-73.
- Hong SR · Jeong DY and Shim SR. 2009. The periodic Characteristics of Landscape Facilities in Apartment Sites: Specially Focused on Apartment Sites in Cheongju City. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 12(6): 63-75.
- Jung JS·Park YB and Sohn JR. 2014. A Case Study of Life Cycle Cost Analysis on Pavements in Apartment Complex. *LHI Journal* 5(4):297-303.
- Jung JS·Park YB·Lee KH and Hwang CK. 2008. A Study on the Performance Evaluation and the Improvement of the Quality Stand and of Block Pavements. *Journal of the Korean Society of Road Engineers* 10(2): 115-124.
- Jung MM and Lee SS. 2012. A Study on the Improvement of Defect Management through Judicial Precedents of Landscape Construction Defect. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 40(1): 81-91.
- Kim DH and Sung HC. 2010. A Study on Changes of Apartment Landscapes. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 13(4): 75-90.
- Kim WS. 2014. A Study on the Tendency of Planting Tree Defects according to the Changes of Landscape in Apartment. MS dissertation. Hanyang University.
- Kwon SH. 2004. (Using SAS SPSS)Survey Analysis. Paju: Free Academy.
- Lee IH and Moon YK. 2007. The influences of Aesthetic Design Factors on Apartment Prices: Focused on Gang-Nam District in Seoul. *Housing Studies Review* 15(3): 169-194.
- Lee YH and Kim HS. 1995. A Study on the Factors of the External Environment and Environmental Identity in Apartments. *Journal of the Architectural Institute of Korea* 11(8): 63-73.
- Lim JT. 2009. A Study on the Quality Assurance System of Landscape Architectural facilities: Focused on the Occurrences of Defects in Landscape Architectural Facilities. MS Dissertation. Hanyang University.
- Lim WG·Ryu SW·Lee BT and Cho YH. 2014. Performance Evaluation of Interlocking Block Pavement for Low Speed Highway. *Journal of the Korean Society of Road Engineers* 16(2): 1-9.
- Park DD·Lee SY and Kim KT. 2010. A Study on the Construction Specification and Quality Assurance Criteria in Clay Paver. *Korean Journal of Construction Engineering and Management* 11(6): 111-121.
- Park KW. 2004. A Study on the Improvement of the Road Maintenance System: On the Pavement Maintenance of National Highway.

- MS Dissertation. Inha University.
- Park SJ. 2009. A Study on the Evaluation of Sidewalk/Roadway Pavement Using Stone Block. MS Dissertation. The University of Suwon.
- Park YB-Jeong JS-Park CK and Jang KS. 2008. The Construction Condition and Maintenance Method of Concrete and Soil Block in Apartment House. Proceedings of Korean Geo-Environmental Society: 365-368.
- Park YJ. 2006. Structural Stability Analysis Research of Interlocking Pavement. MS Dissertation. Chung-Ang University.
- Ryu J. 2016. A Study on the Improvement of the Defects Liability System in Collective Housing. Ph.D. Dissertation. Joongbu University.
- Seoul Metropolitan Government and Seoul Facilities Corporation. 2013. Design Construction Manual for the Sidewalk Construction Ver1.0
- Shim, SR. 2011. A Periodic Change of Landscape Characteristics and Visual Preference with Open Space of Apartment Complex : Specially Focused on Apartment Sites in Cheongju City. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 14(2): 83-96.
- Sohn SK and Kang GH. 2001. A study on the changing Trends of Site and Outdoor Planning of Korean Public Apartment Project, Environmental Science Research 12(2): 9-18.
- www.kostat.go.kr
- www.molit.go.kr
- www.standard.go.kr