

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.1.463>

JCCT 2020-2-57

목재데크 소재의 차이가 시공성 및 하자발생에 미치는 영향

How Different Material of Wood Deck Impact Workability and Defect Occurrence

이혁재*

Hyukjae LEE*

요약 최근 여가시간의 증가와 건강에 대한 의식 변화에 따라 산림생태를 체험하는 트레킹문화가 대세를 이루고 있으며, 걷기 중심의 여가활동의 증가와 함께 목재데크를 활용한 탐방로가 여러곳에서 조성되고 있다. 목재데크가 활용되는 구간은 탐방로 중에서 위험한 지역이나 보존이 필요한 지역에 설치되는 경우가 많은데, 목재는 하자의 발생이 빈번하므로 안전상 문제가 발생할 수 있다. 본, 연구는 목재데크의 소재별 차이점을 시공적인 측면에서 파악하고, 하자 발생원인과의 관계를 파악함으로써, 시공성도 좋으며 시공후의 안전성도 높은 소재와 시공방법을 규명하고자 한다. 그 결과, 목재데크는 종류별, 시공방법별로 시공성과 하자발생에 있어서 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

주요어 : 시공방법, 시공속도, 하자, 독립표본t-검정, 일원분산분석

Abstract People enjoy more leisure time these days as the government introduced the workweek last year and there is a growing interest on living healthy life. Amidst such change in society, trekking in forest has gained popularity along more people spending leisure time by walking for health. As a result, there are many scenic trails being built using wood deck. Usually certain parts of trails are built with wood deck where the path maybe too dangerous for walking or where nature needs to be protected. However wood material used for deck is easily prone to defects which can lead to safety issues. This study aims to understand the differences by materials used for wood deck and to investigate a link between different materials used and causes for defect occurrence. And further, the study aims to identify materials and construction methods for high workability and safety. The study was able to conclude that different materials used and different construction methods of applied for wood deck yield different results in terms of workability and defect occurrence.

Key words :Construction method, Construction speed, Defect, Independent two sample t-test, One-way ANOVA

1. 서론

주 5일제에 의한 여가시간의 증가와 건강에 대한 인식 변화에 따라 지역의 역사와 문화, 산림생태의 체험을 할 수 있는 트레킹이 대세를 이루고 있다[1]. 특히

올레길, 둘레길, 자락길과 같은 산책로는 걷기 중심의 여가활동의 증가와 함께 여러 곳에서 조성되고 있다. 하지만, 산림의 보존적 측면에서 보면, 많은 사람들이 동시에 등산이나 산책을 즐기는 것은 반갑기만 한 것은 아니다. 도압에 의한 노면의 침식과 개방되지 않은 등

*정회원, 사단법인 한국정원디자인학회 총무이사(제1저자)
접수일: 2019년 11월 22일, 수정완료일: 2019년 12월 07일
게재확정일: 2019년 12월 17일

Received: November 22, 2019 / Revised: December 07, 2019
Accepted: December 17, 2019

*Corresponding Author: hyuk-jae-lee@hanmail.net
General Manager, Korea Institute of Garden Design

산로로 무분별하게 들어가는 행위 등에 의해 훼손되는 사례가 적지 않기 때문이다[2].

이러한 문제점을 해결하기 위해서 일부 국립공원에 서는 입장 제한과 같은 적극적인 간섭을 하는 경우도 있지만 정부에 의한 직접적인 간섭은 쉽지 않다. 따라서 이용자의 동선을 제한하면서도 안전한 트레킹이 가능한 목재데크를 활용한 탐방로의 설치가 이루어지고 있다. 이러한 탐방로는 하부에 틈이 존재하고 통풍이 잘 되기 때문에 식생의 단절 등의 영향이 적고, 곤충과 작은 동물들이 지나다닐 수 있는 통로도 확보되기 때문에 환경적으로도 좋은 평가를 받는다. 또한, 급경사지, 암반지역 등, 안전상의 문제가 있는 곳도 목재 탐방로를 설치함으로써 위험요소를 제거할 수도 있다. 최근에는 무장애 목재 탐방로의 설치로 인하여 장애인들의 접근성이 가능해지고 있는 만큼, 목재 탐방로의 설치는 앞으로도 지속적으로 이루어질 것으로 판단된다.

하지만, 이러한 목재 탐방로도 설치 시에 어떠한 종류의 목재를 사용하였는지에 따라 시공성 및 보행느낌에는 차이가 발생한다고 할 수 있다. 일반적으로 목재데크로 사용되는 목재는 WPC(합성목재), 남양재(하드우드), 침엽수계열의 소프트우드, 공학목재, 개질강화목재 등이 있다. 데크로 사용되는 목재는 소재나 공법에 따라 시공성이 다르고, 하자 발생에도 차이가 발생할 수 있다[3].

탐방로의 보행시설에 관한 연구로는 권태호[1]가 가야산국립공원 탐방로 보행시설에 대한 탐방객 평가 연구에서 국립공원 탐방로 보행시설의 설치 및 유지관리의 효율성 제고를 위한 기초 연구를 진행하여 가야산국립공원의 탐방로를 이용한 탐방객을 대상으로 이용형태 및 보행시설에 대한 평가를 수행하였다. 그 결과, 목재계단 등의 자연소재는 우수한 평가를 받는데 반하여, 철계단은 주변 경관과의 조화를 저해하는 것으로 인식하고 있어 자연친화적인 소재로의 대체 등 개선이 요구되는 시설로 평가하였지만, 여러 종류가 있는 목재데크를 하나로 통합한 결과만을 제시하고 있다. 유기준[4,5]은 한라산 국립공원 탐방로 보행시설에 대한 탐방객 태도에서도 탐방로의 효용 극대화를 위해서는 무엇보다도 탐방로 이용과 이용객의 특성을 이해하는 것이 필요하다고 밝히며, 각 보행시설별 경관조화성, 자원보전성, 탐방편의성 평가에서는 목재데크 시설과 목재지주의 PP로프난간 시설과 같은 친자연적 소재를 사용한 시설물들이 긍정적으로 평가되었다고 하고 있어, 소재

의 중요성을 강조하면서도 다양한 천연소재에 대한 검토를 하지는 못하고 있다. 그리고 목재의 수종별 내구성에 관한 연구에서 정적하중시험(Brinell hardness test), 충격하중시험(Steel ball falling impact test), 동적하중시험(Castor wheel test), 못박기시험(Nail down test)을 통하여 수종별 목재 데크재의 내구성에 대해 측정하여, 소프트 우드와 하드우드의 실험결과를 나타내 하드우드 계열이 더 높은 밀도를 나타내며 높은 내구성을 내고 있다는 것을 밝히고 있다[3]. 하지만, 시공방법의 차이와 하자와의 관계는 밝혀진 바가 없다. 한편, 한연중[6]은 데크의 논슬립가공 표면형태 변이에 따른 마찰성능 변화 평가에서 보행안전성 평가를 위하여 데크의 요철무늬에 따른 마찰력 변화를 측정하고, 미끄럼 정도를 평가하였다. 천연목재와 합성목재 두 종류를 사용한 실험 결과에서 정지마찰계수의 경우, 일반적으로 천연데크가 합성데크에 비하여 크게 나타났다고 밝히고 있어, 데크로 사용되는 목재의 종류별로 보행을 함에 있어서 물리적인 차이점이 있다는 것을 추측할 수 있다. 하지만, 데크용 목재의 종류별로 보행느낌을 판단한 연구의 축적이 적어 데크를 시공함에 있어 어떠한 현장에 어떠한 종류의 목재를 사용할지에 대한 기준을 정하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 소재의 목재와 공법을 사용하여, 시공성의 차이를 정량적으로 파악한 후, 그 차이가 하자발생에도 영향을 주는지를 파악하고자 한다.

II. 대상소재 및 공법의 선정

1. 목재의 선정

목재데크의 소재별 시공성 및 보행느낌에 대한 차이를 파악하기 위하여, 소프트우드, 하드우드, 합성목재의 3가지 목재 각 2종류, 총 6가지 종류의 목재데크를 평가용으로 선정하였다(그림1).

소프트우드로는 낙엽송과 미송을 선정하였고, 하드우드로는 가장 많이 사용되고 있는 멀바우, 이페를 선정하였다. 합성목재는 품질적으로 안정된 조달우수제품 중 W사와 K사의 제품을 선정하였다. 목재의 두께는 모두 30mm로 선정하였다.

각 데크 소재의 물리적 특성에 대해서는 기존의 연구 결과[3]를 참고로 하였다. 본 연구에서 사용한 물리적 특성은 밀도(g/cm^3), 표면경도(kg/mm^2), 충격하중(mm), 못박기하중(N)이다.



그림 1. 목재의 종류(미송, 낙엽송, 말라스, 이페, 합성목재1, 합성목재2)
 Figure 1. Type of wood deck (Douglas fir, Larch, Ipe, Malas, WPC1, WPC2)

2. 공법의 선정

목재데크의 시공방법은 일반적으로 직결비스를 사용하여 목재와 하부 장선재를 직접 체결하는 방식과, 목재데크 사이에 전용 커넥터를 사용하여 체결하는 방식으로 분류(그림2)할 수 있다. 전용 커넥터는 일반적으로 수축팽창이 큰 WPC의 시공방법으로 사용되고 있었으나, 최근에는 완성도가 높아 천연목재의 시공에도 전용 커넥터의 사용이 증가하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 직결시공방식과 커넥터 연결방식 두가지 공법에 대한 실험을 실시하였다. 따라서 목재 6가지, 공법 2가지의 12가지 패턴을 조사하였다(표1).



그림 2. 공법의 종류(직결시공, 클립시공)
 Figure 2. Type of Construction Method(Direct, Connector)

표 1. 목재종류 및 시공방법

Table 1. Wood deck material type and Consturction method

목재종류	수종	시공방법	패턴
소프트우드	미송	직결시공	D-D
	미송	커넥터시공	D-C
	낙엽송	직결시공	L-D
	낙엽송	커넥터시공	L-C
하드우드	말라스	직결시공	M-D
	말라스	커넥터시공	M-C
	이페	직결시공	I-D
	이페	커넥터시공	I-C
합성목재	합성목재1	직결시공	W1-D
	합성목재1	커넥터시공	W1-C
	합성목재2	직결시공	W2-D
	합성목재2	커넥터시공	W2-C

3. 시공성의 파악

동일한 형태의 데크를 시공하는데 있어서 시공방법의 차이가 시공속도나 시공용이성에 차이가 있는지를 파악하기 위하여 현장실사 및 설문조사를 진행하였다.

현장실사는 동일한 시공자에 의하여 목재데크의 종류별, 목재데크의 시공방법별로 시공속도를 파악하였으며, 시공 난이도, 실패가능성, 시공만족도에 대하여 5점 리커드 척도를 사용하여 시공자의 의견을 설문조사를 실시하여 파악하였다(표2). 현장실사에 참여한 시공자는 모두 30명이다.

표 2. 시공성 척도

Table 2. Scale of workability

시공성	척도
시공속도	m ² /시간(1~5점으로 환산)
난이도	5점 리커드
실패가능성	5점 리커드
시공만족도	5점 리커드

4. 하자의 파악

목재데크의 하자에 대해서는 크게 시공에 의한 하자와 제품에 의한 하자로 구분할 수 있다. 또한 소재의 특성을 이해하지 못한 시공법도 하자의 원인이 될 수 있다. 본 연구에서는 최근 10년 이내에 시

공된 현장 30개소를 대상으로 하자 발생 현황을 파악하였다. 목재데크의 하자를 파악하기 위하여 2019년 4월부터 2019년 10월까지 현장조사를 실시하였으며, 현장조사는 사전에 목재데크가 시공된 현장의 도면을 입수한 후, 육안으로 하자 여부를 파악하였다. 또한, 하자의 종류와 원인을 규명하기 위하여 목재데크 제조사와 시공사의 전문가가 동행하였다.

목재데크의 하자종류(표 3)로는 크게 나사못의 돌출, 뒤트립/갈라짐, 부식, 파손으로 구분하였으며, 하자 발생원인으로는 잘못된 시공방법(부실시공), 건조되지 않은 소재 사용, 유지관리의 부실(오일스테인), 습기, 통풍, 충격, 수축팽창이 있었다.

표 3. 하자의 종류 및 원인
Table 3. Type of Defect and cause

하자종류	하자발생 원인
나사못의 돌출	잘못된 시공방법(부실시공)
뒤트립, 갈라짐	건조되지 않은 소재 사용
부식	유지관리의 부실(오일스테인)
파손	충격

III. 연구의 결과

1. 데크 소재 및 공법별 시공성의 차이

선행연구의 결과를 바탕으로 소프트우드 2종류, 하드우드 2종류, 합성목재 2종류의 소재별 물리적 특성을 표4에 정리하였다.

밀도는 합성목재가 가장 조밀하였으며, 그 다음으로 이페, 말라스의 하드우드이며, 낙엽송과 미송은 비교적 밀도가 낮은 것을 알 수 있다. 표면경도는 이페가 가장 단단하였으며, 합성목재는 표면처리 방식에 따라 두 개의 소재에서 차이가 발생하고 있었다. 합성목재의 표면처리는 플라스틱재질로 외부를 코팅을 하는 방식과 그렇지 않은 방식으로 나뉘는데, 플라스틱재질로 외부를 코팅하는 방식의 표면경도가 높은 것을 알 수 있었다. 사용된 합성목재의 목분 함량은 50%로 동일하다. 반면에 소프트우드의 표면경도는 낮은 것을 알 수 있다. 못박기 하중도 이페가 가장 높았으며, 그 다음으로 합성목재, 말라스, 낙엽송, 미송의 순이다.

표 4. 데크 소재별 물리적 특성[3]
Table 4. Physical feature of wood deck

	밀도 (g/cm ³)	표면 경도 (kg/mm ²)	충격 하중 (mm)	못박기하 중 (N)
미송	0.35	40.34	0.23	550
낙엽송	0.47	77.89	0.45	740
말라스	0.80	157.22	0.15	1478
이페	0.96	334.89	0.09	2295
합성 목재1	1.05	143.6	0.16	1490
합성 목재2	1.15	224.3	0.12	1685

목재의 소재별 직결 시공방식과 커넥터 시공방식의 시공성을 파악하기 위하여 현장실사를 실시하였다. 두 공법의 차이점을 파악하기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였다(표5).

그 결과, 시공속도는 직결시공보다 커넥터 시공방법이 현저하게 빠른 것($p=0.014$)으로 나타났다. 직결시공의 경우, 데크재의 갈라짐을 방지하기 위하여 직결비스를 시공하기 전에 전동드릴의 비트를 사용하여 홀 가공을 하며, 사용되는 비스가 튀어나오지 않도록 접시머리가공을 하는 시간이 별도로 더 필요하여 시공속도에서 차이가 발생한 것으로 사료된다. 시공난이도 역시 직결시공이 커넥터 시공에 비하여 높다는 결과($p=0.018$)가 도출되었는데, 그 원인은 직결시공의 경우, 직결비스의 위치선정, 직결 시공시 목재데크부분과 철재 장선부분의 강도차이에 의한 강약조절 등이 필요한 반면, 커넥터에 의한 시공은 커넥터에 목재를 끼워넣고 장선에 직접 비스로 고정하기 때문에 비교적 난이도가 낮다고 판단하고 있었다. 한편, 실패가능성의 수치도 직결시공의 경우가 더 높게 나타나고 있으나, 통계상이 유의한 수준($p=0.322$)은 아니다. 전체적인 시공만족도도 직결시공보다 커넥터 시공의 경우가 높아 보이지만 통계적 유의수준($p=0.198$)은 아니다.

한편, 목재의 종류별로 시공성을 파악하기 위하여 ANOVA의 일원분산분석을 실시한 결과(표6), 시공속도($p=0.352$) 및 난이도($p=0.532$)에서는 목재데크의 종류별 차이점은 나타나지 않았으나, 실패가능성에서는 종류별 차이점이 나타나고 있는 것으로 파악되었다. 즉, 소프트우드의 실패가능성이 가장 높고, 하드우드와 합성목재의 실패가능성이 가장 낮은 것으로 나타났다($p=0.04$).

이 결과는 소재의 내구성(강도)에 의한 것으로 밀도가 낮고 강도가 낮은 소프트우드 계열은 시공시 발생하는 파손이나 손상에 의한 결과라고 생각할 수 있다.

한편, 소프트우드에 비하여 하드우드와 합성목재의 시공만족도가 높은 것($p=0.01$)으로 파악되었다. 그 원인은 대체적으로 밀도가 높고 내구성(강도)이 높은 목재가 만족도도 높은 것으로 사료된다.

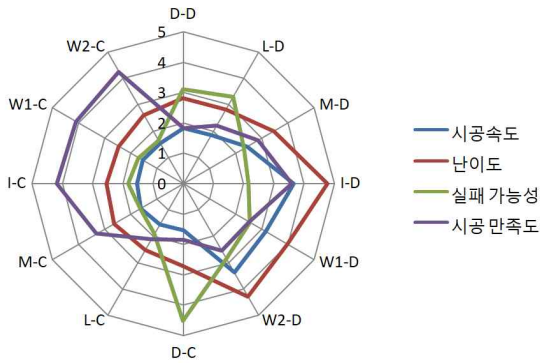


그림 3. 시공성파악 결과
 Figure 3. Results of workability test

표 6. 독립표본 t-검정결과(시공성, 하자)
 Table 6. Results of independent two sample t-test (Workability, Defect)

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 T 검정						
		F	유의 확률	t	자유도	유의 확률 (양측)	평균 차이	표준 오차 차이	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
시공성의 차이파악										
시공속도	등분산을 가정함	34.690	0.000	3.681	10	0.004	1.167	0.317	0.461	1.873
	등분산을 가정하지 않음			3.681	5.044	0.014	1.167	0.317	0.354	1.979
시공난이도	등분산을 가정함	17.268	0.002	3.404	10	0.007	1.108	0.326	0.383	1.834
	등분산을 가정하지 않음			3.404	5.118	0.018	1.108	0.326	0.277	1.939
실패가능성	등분산을 가정함	1.529	0.245	1.041	10	0.322	0.523	0.503	-0.597	1.643
	등분산을 가정하지 않음			1.041	6.541	0.335	0.523	0.503	-0.683	1.729
시공만족도	등분산을 가정함	3.255	.101	-1.407	10	.190	-7.03	.500	-1.817	.410
	등분산을 가정하지 않음			-1.407	7.806	.198	-7.03	.500	-1.861	.454
하자발생의 차이파악										
나사못의 돌출	등분산을 가정함	30.314	0.000	2.630	10	0.025	7.333	2.789	1.119	13.547
	등분산을 가정하지 않음			2.630	5.000	0.047	7.333	2.789	0.164	14.502
뒤트립 갈라짐	등분산을 가정함	0.488	0.501	0.942	10	0.036	2.167	2.301	-2.960	7.294
	등분산을 가정하지 않음			0.942	9.200	0.037	2.167	2.301	-3.021	7.355
부식	등분산을 가정함	4.812	0.053	0.606	10	0.558	0.667	1.101	-1.785	3.119
	등분산을 가정하지 않음			0.606	7.912	0.562	0.667	1.101	-1.876	3.209
파손	등분산을 가정함	1.620	0.232	0.687	10	0.508	0.833	1.213	-1.870	3.537
	등분산을 가정하지 않음			0.687	8.507	0.510	0.833	1.213	-1.936	3.603

표 5. 일원분산분석의 결과(시공성)
Table 5. Results of One-way ANOVA (Workability)

		제공합	평균 제공	F	유의 확률
시공 속도	집단간	4.247	2.123	1.175	.352
	집단내	16.263	1.807		
	전체	20.509			
난이도	집단간	1.304	.652	.678	.532
	집단내	8.652	.961		
	전체	9.956			
실패 가능성	집단간	3.825	1.913	3.621	.040
	집단내	4.754	.528		
	전체	8.579			
시공 만족도	집단간	5.279	2.640	6.422	.018
	집단내	3.699	.411		
	전체	8.978			

2. 데크 소재 및 공법별 하자발생의 차이

목재의 공법별, 소재별 하자발생의 차이점을 파악하기 위하여 전문가와 동행하여 30 곳의 현장실사를 실시하였다. 현장 실사의 결과를 토대로 우선, 공법별 차이점을 파악하기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였다(표6). 그 결과, 직결시공의 경우가 나사못의 돌출($p=0.047$), 뒤틀림/갈라짐($p=0.036$)은 공법별로 차이가 발생하고 있는 것을 알 수 있었다. 나사못의 경우, 커넥터를 활용한 시공의 경우, 목재데크 상부에 노출되지 않으므로 차이가 확연하게 나타났으며, 뒤틀림/갈라짐의 경우에도 목재데크의 수축팽창에 보다 능동적으로 대처가 가능한 커넥터 연결방식의 경우, 하자발생이 거의 없었기 때문이다. 반면에 부식 및 파손은 공법과는 차이가 없는 것으로 나타났다.

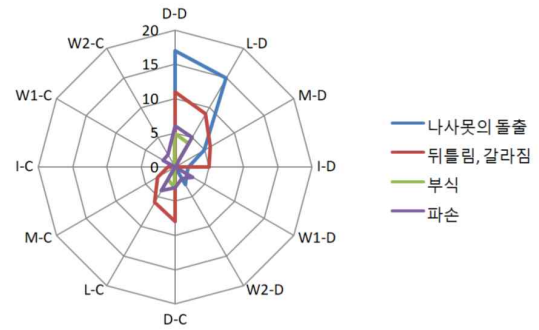


그림 4. 하자파악 결과
Figure 4. Result of defect analysis

표 7. 일원분산분석의 결과(하자)
Table 7. Results of One-way ANOVA (Defect)

		제공합	평균 제공	F	유의 확률
나사못 돌출	집단간	113.167	56.583	1.809	0.219
	집단내	281.500	31.278		
	전체	394.667			
뒤틀림 / 갈라짐	집단간	145.167	72.583	23.541	0.000
	집단내	27.750	3.083		
	전체	172.917			
부식	집단간	32.667	16.333	29.400	0.000
	집단내	5.000	0.556		
	전체	37.667			
파손	집단간	40.500	20.250	31.696	0.000
	집단내	5.750	0.639		
	전체	46.250			

한편, 목재의 종류별로 하자발생에 차이가 발생하고 있는지를 확인하기 위하여 ANOVA의 일원분산분석을 실시한 결과(표7), 목재의 종류별로 뒤틀림/갈라짐, 부식, 파손에서 유의한 차이를 나타내고 있는 것을 알 수 있었다. 즉, 소프트우드계열이 뒤틀림/갈라짐, 부식, 파손이 많이 발생하고 있는 것을 알 수 있었으며, 하드우드나 합성목재는 하자발생율이 현저하게 낮은 것으로 파악되었다.

IV. 결론 및 고찰

본 연구는 탐방로 등지에 주로 사용되고 있는 목재 데크의 소재별 특성 및 시공방법의 차이와 하자발생과의 관계를 파악하여, 보다 안전한 보행환경을 제시하는 것이 목적이다.

목재데크의 소재별 시공성의 차이점을 파악한 결과, 목재데크의 소재에 따라 시공의 실패 가능성과 시공만족도가 달라지는 것을 알 수 있었다. 또한, 공법별 차이점을 파악한 결과에서도 직결시공과 커넥터에 의한 시공에서 시공성과 하자발생에서 명확하게 차이가 있음을 알 수 있었다.

그 원인으로서는 목재데크의 물리적 특성에 기인한 것으로 추측된다. 즉, 물리적 특성 중 표면경도나 강도가 낮은 소프트우드는 시공시 발생하는 손상을 줄이고, 시공만족도를 높이기 위해서 직결시공보다는 커넥터에 의한 시공을 추천한다. 하자의 발생을 살펴보아도 직결 시공에서는 나사못의 돌출이나 뒤틀림/갈라짐의 발생빈도가 높으므로, 커넥터에 의한 시공이 목재데크의 안전성을 확보하기 위해서는 필요하다고 할 수 있다.

반면에 목재자체의 부식이나 외부의 충격에 의한 파손은 공법에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 부식에 의한 하자는 제품생산시의 방부처리에서 문제가 있거나, 오일스테인의 처리와 같은 유지관리가 이루어져야 한다. 외부 충격에 대해서는 사용자의 이용매너가 중요하다고 사료된다.

상기와 같이 목재데크는 소재, 시공방법에 따라 시공만족도가 달라지며, 하자발생에서도 차이가 발생하는 것으로 파악되었다. 특히, 커넥터에 의한 시공은 다양한 장점이 입증되었으므로, 데크 연결용 커넥터의 지속적인 연구개발이 필요할 것으로 보인다. 그리고 목재의 소재별 물리적 특성에 의한 차이점도 나타나고 있으므로, 시공되는 위치의 특징을 고려한 데크소재의 선정이 필요할 것으로 사료된다.

한편, 커넥터에 의한 시공방법은 여러 방식이 존재하였는데, 소재에 따라, 플라스틱, 알루미늄으로 구분할 수 있었으며, 체결방식에 따라서도 3가지 패턴이 존재하였다. 향후에는 커넥터의 소재와 방식등의 차이에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

References

[1] Tae-ho Kwon, A Study on Users' Evaluation for the Trail Facilities in Gayasan National Park, Korea, Korean journal of environment and ecology, Vol.24(3), 293-301, 2010
[2] Hyukjae Lee, Woon-kun Jung, The effect of material and structure differences on the walking

sensitivity of wood deck, Journal of the Korean institute of garden design, Vol.4(1), 41-47, 2018
[3] Kyoung-jung Kim, Won-jae Lee, Hee-jin Kim, Seog-goo Kang, Study on Durability of Wood Deck according to Species, Korean journal of furniture, Vol.28(2), 111-117, 2017
[4] Ki-joon Yoo, Woo Cho, Tae-ho Kwon, Keun-sik Cho, Users' Attitudes for the Trail Structures in Hallasan National Park, Korea -In the Case Study of Eorimok-, Korean journal of environment and ecology, Vol.21(2),168-175, 2007
[5] Ki-joon Yoo, Woo Cho, Keun-sik Cho, Users' Evaluation for the Trail Structures in the Dobong District of Bukhansan National Park, Korea, Korean journal of environment and ecology, Vol.22(2), 145-151, 2008
[6] Yeon-jung Han, Ju-hee Lee, Yong-gun Park, Yun-ho Choi, Hwan-myeong Yeo, Journal of Korean Wood Science & Technology, Vol.40(6), 397-405, 2012
[7] Won-jae Lee, Sung-min Yang, Hee-jin Kim, Keun-hye Oh, Seog-goo Kang, Korean Wood Science & Technology, 2017(1), 91, 2017
[8] KS F 2212. 2004. Hardness test method of wood, General method, Korea Standard.
[9] KS F ISO 9087. 2004. Test method for resistance to drawing nails or screws of wood, General method, Korea Standard.
[10] Seiji Hirata, Masamitsu Ohta, Yasuo Honma. Hardness distribution on wood surface, J Wood Sci 47, 1-7, 2001.
[11] Jae-Kyoung Cha, Comparative study on nail and wood screw withdrawal behavior for domestic small diameter logs, Journal of the Korean Wood Science and Technology, Vol.15, 85-91, 2003
[12] Ju-seok Oh, Jun-sik Suh, A Study on International Standardization of Natural Fiber-reinforced Composite (NFC) Deck, Journal of Standards, Certification and Safety, Vol4(2), 17-23, 2014
[13] Yo-jin Song, Hong-ju Jung, Dong-heub Lee, Kyung-dae Kim, Soon-il Hong, Strength Performance Evaluation of Deck Using Reinforced Plastic Connector, Journal of Korean Wood Science & Technology, Vol.41(1), 12-18, 2013
[14] Planning, Property and Development Department, Winnipeg. Wood deck: Zoning and construction requirements for open non-sheltered wood decks for residential dwellings. 2012
[15] Terry L. Amburgey and Kevin W. Treated Wood-Decks. Mississippi State University, 2008