

강화플라스틱 연결구를 이용한 데크의 내력 성능평가*1

송요진*2 · 정홍주*2 · 이동흡*3 · 김경대*4 · 홍순일*2†

Strength Performance Evaluation of Deck Using Reinforced Plastic Connector*1

Yo-Jin Song*2 · Hong-Ju Jung*2 · Dong-Heub Lee*3
Kyung-Dae Kim*4 · Soon-Il Hong*2†

요 약

기존의 목재 데크는 보행자의 반복하중으로 못이 인발되어 안전사고가 발생할 우려가 있다. 또한, 데크재와 장선재를 접합 시 접합구에 의하여 목재가 갈라지거나 접합구의 재질에 따라 목재의 부후 속도가 빠르게 진행되는 문제점이 있다. 본 연구에서는 국내 A사에서 개발한 플라스틱 연결구를 사용하여 데크 유닛을 제작, 휨 하중 시의 접합내력 성능을 평가하였다. 데크재는 Southern yellow pine (*Pinus palustris* Miller)을 사용하였다. 접합구의 종류를 달리하여 장선 간 간격(400, 600 mm)에 따른 데크 유닛의 휨 내력 시험을 실시하였다. 시험결과 탄소강 재질의 접합구로 강화플라스틱 연결구에 접합한 시험체의 평균 휨 내력(장선재 간 간격 : 400, 600 mm)이 가장 높게 측정되었으며, 장선재의 폭(40, 50, 70, 80 mm)에 따른 휨 내력 시험 결과 장선재의 폭이 40 mm일 때 가장 높은 내력이 측정되었다.

ABSTRACT

Existing wood decks brings out negligent accident because fastener can be pulled-out by cyclic load of pedestrians. When deck and joist are connected, it also causes the problems, which are cracking of wood decks and rapid decay by material of fastener. In this study, strength property of deck unit using

*1 접수 2012년 12월 18일, 채택 2013년 1월 10일

*2 강원대학교 산림환경과학대학 산림바이오소재공학과. Department of Forest Biomaterials Engineering, College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

*3 국립산림과학원 녹색자원이용부 환경소재공학과. Div. of Environmental Wooden Material Engineering, Dept. of Green Resources Utilization, Korea Forest Research Institute, 57 Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 130-712, Korea

*4 (주)동아에스텍 친환경영업팀. Eco-Friendly Business, Dept. Dong-A Steel Technology Co., LTD. Jungwon-gu, Seongnam 462-729, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 홍순일(e-mail: hongsi@kangwon.ac.kr)

reinforced plastic connector made by domestic A company was evaluated. Southern yellow pine (*Pinus palustris* Miller) were used for deck material. Bending strength of deck units were implemented for fastener type and joist spacing (400, 600 mm). In the result, carbon steel screw into reinforced plastic connector was the best in average bending strength(Joist spacing : 400, 600 mm). In the result of bending strength for joist-width (40, 50, 70, 80 mm), the average maximum bending strength was measured when the joist spacing was 40 mm.

Keywords: *Pinus palustris* Miller, wood deck, Reinforced plastic connector, shrinkage, nail and screw holding power

1. 서 론

목재 데크의 시공사례가 증가하면서 안전사고 또한 빈번히 발생하고 있다. 그중 대표적인 경우로 목재 데크 시공 시 데크재(Deck)와 장선재(Joist)가 놓인 상태에서 복수의 긴 장방향 데크재를 못, 나사못과 같은 파스너(Fastener)를 이용하여 접합하는데 이는 보행자의 반복하중으로 못이 인발되어 안전사고가 발생하는 경우가 있다. 또한, 데크와 건물 자체 접합부의 내력저하로 인한 사고가 발생하며(Carradine, D. M., 2006) 못, 스크류 볼트와 같은 접합구를 이용하여 데크재와 장선재를 접합할 시 파스너에 의하여 목재가 갈라지거나 철부식성으로 인하여 방부처리제의 부후 속도가 빠르게 진행되는 경우가 있다(Terry L. Amburgey and Kevin W, 2008). 더불어 목재 자체의 팽창, 수축으로 인한 활렬 발생과 데크재 간 간격이 넓어질 수 있는 문제점 또한 존재한다. 이러한 문제점들을 해결하고자 해외에서는 목재 데크 시공의 가이드를 제시함으로 안전사고를 줄이려 노력하고 있다(American Wood council, 2009) (Winnipeg Company, 2012). 또한 Perennial wood™에서는 방수처리재를 사용하여 데크를 제작 판매하고 있고, DeckWise™에서는 데크재 간 플라스틱 연결구를 삽입하여 데크재를 연결하는 제품인 Hidden Siding Fasteners와 목재블록의 저면 모서리에 네 개의 연결구를 결합하여 목재 데크 블록을 구성하고, 다수 개의 목재데크 블록을 간단한 방법으로 상호 연결한 제품인 Deck Tile Connector 등 접합구인 못이 목재 밖으로 드러나지 않는 제품들을 제작 판매하고 있다.

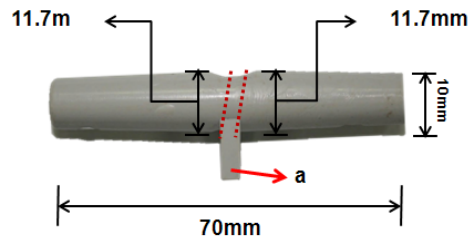


Fig. 1. Shape of connector.

본 연구에서는 위와 같은 문제점의 해결 방안으로 국내 A사에서 개발한 플라스틱 연결구를 사용하여 데크 유닛을 제작, 접합 내력성능을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

데크재는 ACQ방부 처리된 수입산 Southern Yellow Pine (*Pinus palustris* Miller)으로, 폭 140 mm, 두께 35 mm의 데크재를 사용하였다. 평균 함수율은 13%, 평균 비중은 0.53이었다. 장선재는 높이 100 mm의 H4-CuAz3 방부 처리된 국내산 리기다소나무(*Pinus rigida* Miller)를 사용하였으며, 폭은 40, 50, 70, 80 mm로 달리 사용하였다. 장선재의 평균 함수율은 15%, 평균 비중은 0.58이었다.

데크재간의 연결은 Fig. 1의 길이 70 mm의 강화플라스틱 연결구를 사용하였다. 강화플라스틱 연결구를 장선에 고정하기 위하여 나사못 구멍이 약 5도 기울여 선공되었으며, 연결구 중앙부에 두께 4 mm의

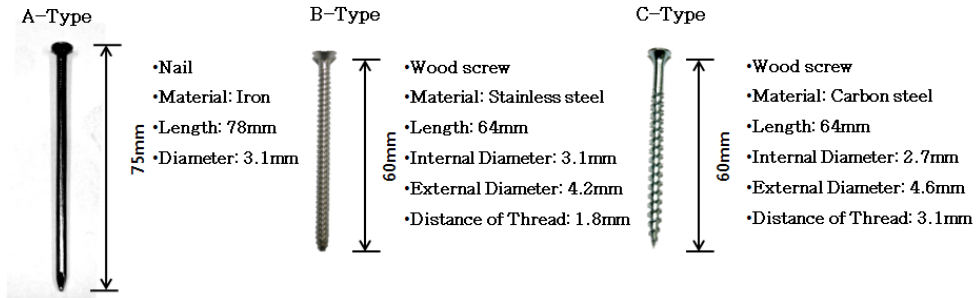


Fig. 2. Type of nail and wood screws.

분리봉(Fig. 1-a)을 설치하여 시공 시 데크재간 간격을 일정하게 유지토록 제작하였다.

데크재와 장선재를 접합하는 파스너로는 철재질의 못(A-Type), 스테인리스강 재질의 나사못(B-Type), 탄소강 재질의 나사못(C-Type)을 사용하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 못 뽑기 저항 시험

못 뽑기 저항 시험은 KS F ISO 9087에 따라 장선재의 방사단면(Radial section)과 접선단면(Tangential section)으로 나누어 실험하였다. 데크 시공방법과 동일하게 못을 강화플라스틱 연결구에 삽입하여 약 5도 정도 기울어지게 설치하였으며, 못의 침투깊이는 40 mm로 하였다.

만능 강도 시험기(Instron 4482)를 사용하여 10 mm/min의 하중속도로 시험을 하였으며, 각 파스너의 종류별로 10개씩 총 30개를 실험하였다.

2.2.2. 전 수축률 시험

KS F 2203 목재의 수축률 시험방법에 의거하여 데크재의 전건 수축률을 측정하였다. 시험 시편의 크기는 두께 30 mm, 길이 60 mm, 폭 130 mm로 제작하여 시험을 실시하였다.

시편을 더 이상 치수의 변화가 일어나지 않을 때까지 침지하여 포수 상태로 만들었으며, 시편 질량이 항량에 도달하였을 때 시편 길이를 측정하여 전 수축률을 구하였다. 이때 시편에 표점거리를 표시, 각 방

향별로 2번씩 측정하여 평균값을 구하였다.

2.2.3. 목재 데크 유닛의 휨 내력 시험

2.2.3.1. 목재 데크 유닛의 휨 내력 시편 제작

데크 유닛은 접합부에 강도적 영향을 미칠 수 있는 데크재와 장선재를 고려하여 세 개의 데크재와 두 개의 장선재로 유닛을 제작하였다. 데크 유닛의 시험체는 파스너의 종류와 장선 간 간격을 400 mm와 600 mm로 달리하여 제작하였다.

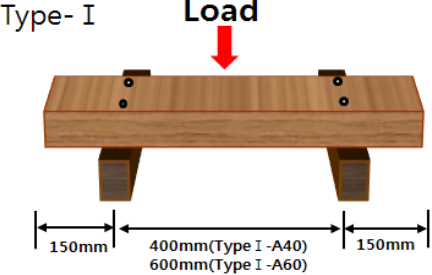
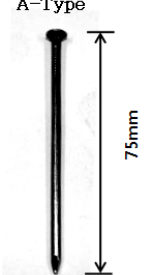

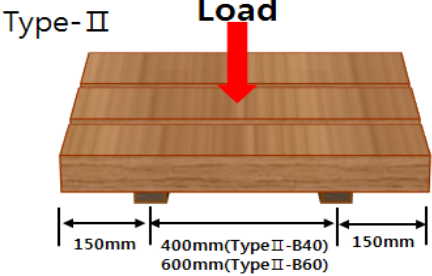
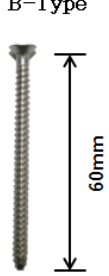

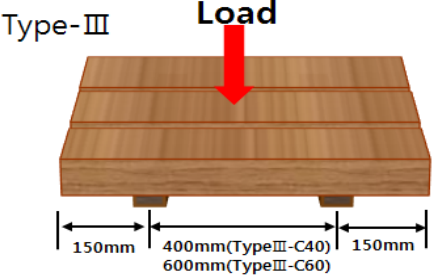
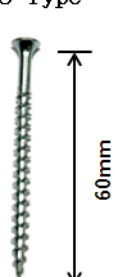

Type-I은 일반적인 데크재와 장선의 접합형식으로 A-Type의 못을 사용하여 데크재와 장선재를 접합시켰다. Type-II는 데크재의 측면에 직경 12 mm, 깊이 35 mm로 선공하여 강화플라스틱 연결구를 삽입한 후 연결구에 B-Type의 나사못을 체결시켜주어 데크재와 장선재를 접합하였다. Type-III은 Type-II와 동일하게 제작되었으며 C-Type의 나사못으로 접합하였다. 또한 장선재의 적정 폭을 확인하기 위하여 Type-III의 경우 장선 폭을 40, 50, 70, 80 mm으로 달리 제작하여 실험하였다.

시험체는 파스너별 5개씩 총 15개, 장선 간 간격을 달리하여 15개, Type-III의 경우 장선 폭을 달리하여 20개, 총 50개의 시험체를 제작하였다.

2.2.3.2. 목재 데크 유닛의 휨 내력 시험방법

Fig. 3과 같이 데크 유닛이 움직이지 않게 장선을 고정하였으며, 가운데 위치한 데크재에만 하중속도 10 mm/min으로 중앙 집중 하중을 가하였다. 하중과 변형의 측정은 데이터 로거(Data logger TDS-303)를 사용하였다.

Table 1. Shape of deck units

Type	Shape of deck Unit	Fastener	Connection in deck unit
I	<p>Type-I</p> 	<p>A-Type</p> 	
II	<p>Type-II</p> 	<p>B-Type</p> 	
III	<p>Type-III</p> 	<p>C-Type</p> 	

3. 결과 및 고찰

3.1. 못 뽑기 저항 시험

못 뽑기 저항 시험 결과 모든 타입의 못이 접선단면보다 방사단면에서 더 높은 평균 최대 하중 값을 나타냈다. A-Type의 방사방향 평균 최대 하중은 1.41 kN이며, 평균 못 뽑기 저항은 0.04 kN/mm로

측정되었다. 접선방향 평균 최대 하중은 1.37 kN이며, 평균 못 뽑기 저항은 0.03 kN/mm로 측정되었다. B-Type의 방사방향 평균 최대 하중은 4.88 kN, 평균 못 뽑기 저항은 0.12 kN/mm로 측정되었다. 접선방향 평균 최대 하중은 4.71 kN, 평균 못 뽑기 저항은 0.12 kN/mm로 측정되었다. 또한 최대 하중이 5 kN 이상이 되면 나사못이 중간에서 끊어지는 현상을 보였다. C-Type의 방사방향 평균 최대 하중은 5.23 kN

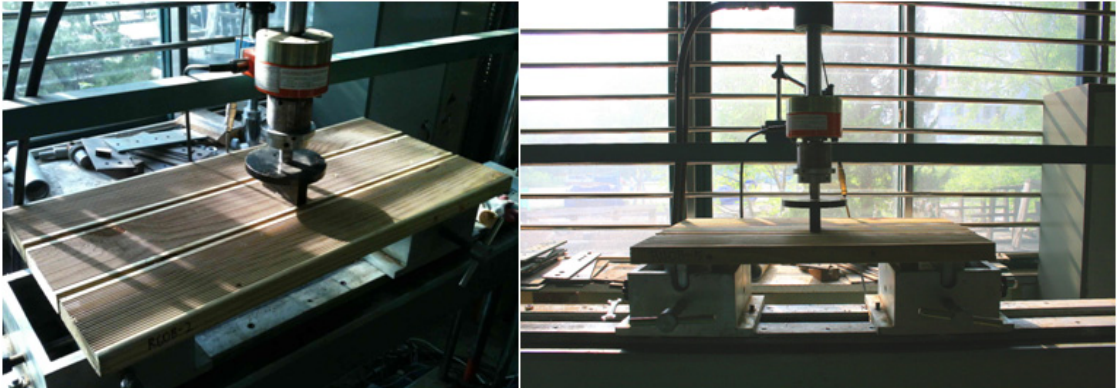


Fig. 3. Bending strength test.

이며, 평균 못 뽑기 저항은 0.13 kN/mm로 측정되었다. 접선방향 평균 최대하중은 4.98 kN이며, 평균 못 뽑기 저항은 0.12 kN/mm로 측정되었다.

3.2. 데크재의 전건 수축률 시험

데크재의 전건 수축률 시험 결과 섬유 방향은 0.17%로 가장 낮은 수축률을 보였으며, 방사 방향은 2.84%, 접선 방향은 5.55%로 가장 높은 수축률이 측정되었다.

데크재 제재 시 접선방향과 방사방향이 매번 바뀌게 되는데 폭 방향의 전건 수축률을 최대 5.55%로 가정 하였을 때, 시공 후 데크재 간 간격이 최대 3.7 mm로 벌어질 수 있으므로, 현장 시공 시 데크재 간격조정에 참고가 필요할 것으로 사료된다.

3.3. 목재 데크 유닛의 휨 내력 시험

3.3.1. 접합구 타입과 장선 거리에 따른 데크 유닛의 휨 내력 시험

장선 간 간격이 400 mm일 때 Type-I (Fastener : A-Type)의 휨 내력 시험결과 평균 최대 하중이 16.8 kN이며, Type-II (Fastener : B-Type)은 8.2 kN, Type-III (Fastener : C-Type)은 17.2 kN으로 C-Type의 파스너를 사용한 시험체가 가장 높은 최대 하중이 측정되었다.

장선 간 간격이 600 mm일 때 Type-I (Fastener : A-Type)의 휨 내력 시험결과 평균 최대 하중이 10.6 kN이며, Type-II (Fastener : B-Type)은 4.8 kN, Type-III (Fastener : C-Type)은 13.2 kN으로 장선 간 간격이 400 mm일 때와 동일하게 C-Type의 파스너를 사용한 시험체가 가장 높은 최대 하중이 측정되었다.

A-Type의 못으로 접합한 Type-I 시험체는 장선 간 간격이 600 mm일 때 장선 간 간격이 400 mm보다 0.37배 낮은 내력을 나타냈으며 모든 시편이 동일하게 못이 접합된 장선부위에서부터 할렬이 발생하는 파괴모드를 보였다. B-Type의 나사못으로 접합한 Type-II 시험체는 장선 간 간격이 600 mm일 때가 장선 간 간격 400 mm일 때보다 0.42배 낮은 내력을 보였다. 대표적인 파괴모드로는 데크재 측면 선공부분이 강화플라스틱 연결구에 의해 압입이 된 것을 확인하였다. 또한 B-Type의 나사못은 시공 시 나사못 머리 부분에서의 마모 발생빈도가 높은 문제점을 보였다.

C-Type의 나사못으로 접합한 Type-III 시험체는 장선 간 간격이 600 mm일 때가 장선 간 간격이 400 mm일 때보다 0.23배 낮은 내력을 나타냈다. 대표적인 파괴모드로 Type-II 시험체와 동일하게 데크재 선공부분이 강화플라스틱 연결구에 의해 압입이 되었다.

3.3.2. 장선 폭에 따른 휨 내력 시험

Type-III의 경우 장선 간 간격을 600 mm로 고정하고 후 장선의 폭을 각각 40 mm, 50 mm, 70 mm, 80 mm로

Table 2. Results of bending strength test for fastener type and joist spacing

Type	Spacing (mm)	Ave. Pmax (kN)	Ave. Deformation (mm)
I	400	16.8 (1.0)	27.6
	600	10.6 (0.6)	22.5
II	400	8.2 (1.0)	15.4
	600	4.8 (0.6)	23.5
III	400	17.2 (1.0)	17.8
	600	13.2 (0.8)	18.1

() = Ratio

Table 3. Results of bending strength test for joist width

Joist width (mm)	Ave. Pmax (kN)	Ave. Initial stiffness (kN/mm)
40	13.2 (1.0)	11 (1.0)
50	12.2 (0.9)	0.9 (0.8)
70	11.9 (0.9)	0.9 (0.8)
80	12.2 (0.9)	0.9 (0.8)

() = Ratio

달리하여 시험을 실시하였다.

장선의 폭이 40 mm일 때 평균 최대 하중은 13.2 kN으로 측정되었다. 폭 50 mm의 평균 최대 하중은 12.2 kN, 폭 70 mm는 11.9 kN으로 측정되었다. 장선의 폭이 80 mm일 경우 평균 최대 하중이 12.2 kN이었다.

장선의 폭이 40 mm와 50 mm일 경우 접합부의 파단 또는 장선의 할렬이 발생하지 않고 데크재가 파단되었으나, 70 mm와 80 mm일 경우 데크재의 파단과 동시에 연결구의 굴절과 파스너의 파단이 발생하였다. 이러한 형상은 장선의 폭이 넓을수록 접합부에 가해지는 전단력이 커지기 때문에 오히려 접합부의 파괴를 더 크게 발생 시킬 수 있는 것으로 판단된다.

4. 결 론

종래의 목재 데크는 보행자에 의한 반복하중으로 인해 못이 인발되어 안전사고가 발생할 우려가 있으며 파스너를 이용하여 데크재와 장선재를 접합 시 파스너에 의하여 목재가 갈라지거나 재질에 따라 철부식성으로 인하여 방부처리 목재의 부후속도가 빠르게 진행되는 문제점이 있다. 또한 목재 자체의 팽창,

수축으로 인한 할렬 발생과 이로 인해 데크 간 간격이 넓어 질 수 있는 문제점들이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 국내 A사에서 개발한 강화플라스틱 연결구를 사용하여 데크 유닛을 제작, 접합부의 내력성능을 평가해 보았다.

데크재의 전건 수축률 시험 결과 섬유방향 0.17%, 접선방향 5.55%, 방사방향 2.84%로 측정되었다. 그러나 데크재 제재 시 폭에 대한 단면이 제재방법에 따라 접선단면과 방사단면이 공존한다. 따라서 본 수축률 시험 결과로 폭 방향의 전건 수축률을 접선방향의 전건 수축률인 최대 5.55%로 가정하였다. 전건 수축률을 최대 5.55%로 가정하였을 경우 현장 시공 시 데크재 간 간격이 최소간격 4 mm에서 최대 7.4 mm까지 데크재의 수축으로 인해 이격이 발생할 수 있으므로 시공 시 데크재 간 간격 조정에 참조가 필요할 것으로 사료된다.

접합구에 따른 데크 유닛의 휨 내력 시험 결과 장선 간 간격의 상관없이 탄소강 재질로 나사산 간격이 넓은 C-Type의 파스너를 사용한 시험체가 가장 양호한 성능을 보였다. 이는 파스너의 선택이 플라스틱 연결구를 이용한 데크의 안정성에 큰 영향을 주며,

파스너의 재질, 나사산의 간격 또한 중요한 인자로 확인되었다.

이와 더불어 적정 장선 폭을 확인하기 위하여 장선 폭을 달리하여 휨 내력 시험을 실시한 결과 장선의 폭이 40 mm일 때 가장 양호한 성능을 보였으며 장선의 폭이 넓어질수록 오히려 내력 성능이 저하되는 것을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. Carra dine, D. M, Donald Bender, Joseph R. Loferski, and Frank E. Woeste. 2006. Residential Deck Ledger Connection Testing and Design. Wood Design Focus, 16(2).
2. Planning, Property and Development Department, Winnipeg. 2012. Wood deck: Zoning and construction requirements for open non-sheltered wood decks for residential dwellings.
3. Prescrip Residential Wood Deck Construction Guide : Based on the 2009 International Residential Code. American Wood council.
4. Terry L. Amburgey and Kevin W. Treated Wood -Decks. 2008. Mississippi State University.