

환경 노출 조건 하에서 심재구성에 따른 플러쉬문의 변형*1

장 상 식*2

Deformation of Flush Door Depending on Core Construction Under the Change of Environmental Condition*1

Sang Sik Jang*2

요 약

플러쉬문은 우리나라에서 가장 일반적으로 사용되는 문으로서 가정용으로부터 영업용 문까지 그 용도가 다양하다. 플러쉬문의 제작방법은 거의 변화가 없이 남양재 골조 위에 합판덮개를 덮어서 본체를 구성하는 형태가 계속 사용되고 있다. 그러나 목재 시장과 판재 시장의 수요와 공급 상황이 변하기 때문에 이에 맞추어서 플러쉬문의 제작에 사용되는 재료의 선택도 달라져야 할 것이다. 이 연구에서는 플러쉬문의 제작에 HDF를 덮개 및 골조재료로 사용하고자 하였으며 일반적인 제작방법에 의하여 생산된 스킨문과 그 성능을 비교하였다. 시험용 문들을 여름과 겨울의 계절에 따라서 변하는 실내의 온도 및 습도환경에 3-4개월 동안 노출시키고 문의 변형과 온도 및 상대습도를 1주일 단위로 측정하였다.

이 연구의 결과로부터 HDF가 플러쉬문의 덮개 및 골조용 재료로 사용될 수 있음을 알 수 있었으며 이 연구에서 개발된 골조의 구성방법에 의하여 생산된 플러쉬문이 일반적인 스킨문보다 매우 우수한 성능을 나타내었다. 문의 변형은 온도 및 상대습도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며 플러쉬문이 전반적으로 스킨문보다 적은 변형을 나타냄으로써 환경변화에 대응하여 스킨문보다 안정적이고 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the feasibility of using HDF as surface panels as well as core materials for flush door manufacturing. Six core constructions were developed and applied to

* 1 접수 2001년 7월 9일, 채택 2002년 8월 12일

본 연구는 한국과학재단 산학협력연구(97-2-15-02-01-2) 지원에 의하여 수행되었음.

* 2 충남대학교 임산공학과, Dept. of For. Prod., Chungnam National Univ., Daejeon 305-764, Korea.

† 주저자(corresponding author) : 장상식(e-mail: ssjang@hanbat.chungnam.ac.kr)

manufacture door specimens and conventional skin door specimen was also manufactured for comparison. Door specimens were tested under changing interior environmental condition for 3~4 months during winter and summer seasons. During the test period, deformation of doors were measured weekly, and temperature and relative humidity of testing area were also recorded.

From this study, it was concluded that HDF can be used to manufacture quality flush doors and core construction developed in this study showed good quality compared to conventional skin door. Deformation of doors increased as temperature and relative humidity of the surrounding environment increased. Flush doors generally showed less deformation than skin doors, and evaluated to be stable and good quality when compared to skin door.

Keywords: Flush door, Deformation, Core composition, HDF

1. 서 론

우리나라는 국내 목재수요의 90% 이상을 수입에 의존하고 있으며, 특별히 동남아시아의 열대림에 대한 의존도가 매우 높기 때문에 열대활엽수의 시장변화가 국내의 목재산업에도 큰 영향을 미치고 있다. 그러나 80년대 후반부터 동남아시아에서의 열대림 벌채가 규제되고 동남아시아 각국의 자국 자원 보호정책에 의하여 국내의 목재시장에도 큰 변화가 초래되었다.

국내의 문 제조업체에서는 아직까지 남양활엽수 합판을 사용한 플러쉬 구조 제품이나 성형 섬유판을 이용한 스킨구조 제품을 주로 생산하고 있으며, 문의 골조는 주로 남양활엽수재 또는 합판이나 PB, MDF 등의 재료들이 사용되고 있다. 남양활엽수의 원자재의 공급이나 가격이 불안정한 상황에서 국내의 문 제조업체들이 경쟁력을 확보하기 위해서는 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있으며 보다 값이 싼 재료들을 이용하여야 하며 이에 대한 활발한 연구가 필요한 시점이라고 할 수 있다. 전세계적으로도 환경파괴의 논란이 많은 열대림지역의 목재 이용을 가능하면 억제하고자 하는 노력이 광범위하게 이루어지고 있기 때문에 우리나라의 목재문 업계에서도 이에 동참하는 뜻에서도 열대림목재를 대체할 수 있는 다른 재료의 활용에 대한 연구가 필요하다.

플러쉬문은 현재 국내에서 가장 많이 제조 및 사용되고 있지만 아직까지 이에 대한 체계적인 연구는 매우 드문 실정이다. 우리나라에서는 목재문틀(KS F

3108)이나 문세트(KS F 3109), 그리고 문이나 창의 성능 시험 방법(KS F 2297) 등에 대한 KS규격이 제정되어 있으며 최근에 국제표준 ISO규격으로서 문과 문틀의 치수 및 평활도 측정방법(ISO 6442, ISO 6443), 강도시험방법(ISO 8269, ISO 8270, ISO 8271) 및 환경노출 시험방법(ISO 6444, ISO 6445) 등이 제정되었으며 미국에서는 건축목공협회(Architectural Woodwork Institute)에서 창의 규격(1969)이나 마감품질(1988) 등에 관한 규격을 정하여 놓고 있다.

국내에서는 플러쉬문의 길이방향 변형 발생원인에 대한 연구(정우양, 1992)를 수행한 바 있으며, 최근에는 플러쉬문의 함수율 변동에 따른 틀어짐 예측 모델을 개발하여 그 정확성을 검증하고(강 옥, 정희석, 1999) 이를 활용하는 방법에 대한 연구(강 옥, 정희석, 2000)를 발표하였다. 비록 이와 같이 연구들이 진행되고 있지만 아파트나 주택의 내부 문의 거의 대부분이 플러쉬문이며, 또 이들 문에서 많은 하자가 발생하고 있는 현실에 비추어볼 때 이에 대한 연구가 절대적으로 부족하다고 할 수 있다.

플러쉬문의 제작을 위한 재료를 국내에서 조달하고자 하는 목적을 가지고 이 연구가 수행되었으며, 심재의 구성을 기존의 제조업체에서 사용하던 관행과는 다르게 여러 가지 방법으로 구성하여 그 실용화 가능성을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

목재문 제작용 재료의 선정에서는 다음과 같은 내용들이 고려되었다: 1) 환경 부담이 적은 재료일 것, 2) 국내에서 생산되는 재료일 것, 3) 재활용도가 높은 재료일 것, 4) 시중에서 쉽게 구할 수 있으며 가격이 저렴할 것, 5) 문의 생산과정에서 노동력의 소모가 적고 생산공정이 간단할 것. 이상과 같은 요소들을 고려하여 Table 1과 같은 재료들을 목재문의 제작을 위하여 선정하였다.

우선 목재문의 표판에는 국내에서 생산되는 내수성 HDF를 사용하였는데 내수 HDF는 아직까지 용도가 많지 않지만 내수성이 높은 요소 멜라민공축합수지로 만들기 때문에 수분에 대한 저항력이 높으며 표면 경도가 높다. 또한 HDF는 제재 폐잔재 및 다른 용도로는 사용할 수 없는 불규칙한 형상이나 직경이 작은 원목으로부터 생산되기 때문에 재료의 효율적인 활용이라는 측면에서도 매우 적합한 재료이다.

심재의 구성에서 문의 손잡이나 경첩을 다는 부분에는 높은 강도가 요구되기 때문에 라왕 제재목을 사용하였으며 그 외의 부분에는 가능하면 열대림 지역에서 생산되는 수종의 사용을 피하고 현재 국내에서 생산되고 있는 내수 PB와 내수 MDF, 합판 등을 사용하였다. 그리고 시중에서 제품의 포장을 위하여 사용된 후 폐기되는 포장용 골판지를 목재문의 제조에 사용하기 위하여 심재로 활용할 수 있는 방안을 강구하였다.

2.2. 시험용 문의 제작

목재문에서 일반적인 심재의 배열 방법은 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 심재의 좌우 양측 및 상하 양끝에는 높은 강도가 요구되기 때문에 모든 구성에서 라왕 제재목을 사용하고 중간 손잡이 부분에도 라왕 제재목으로 보강하였다. 내부 심재의 구성에는 Table 2와 같이 6가지 방법이 사용되었다.

Table 2에서 격자심재는 두께 3 mm의 HDF를 격

Table 1. Materials used for manufacture of wooden flush door

Location	Material
Core	Lauan, MDF, PB, HDF, Plywood, Corrugated cardboard
Surface	HDF(with hardwood and softwood veneer)

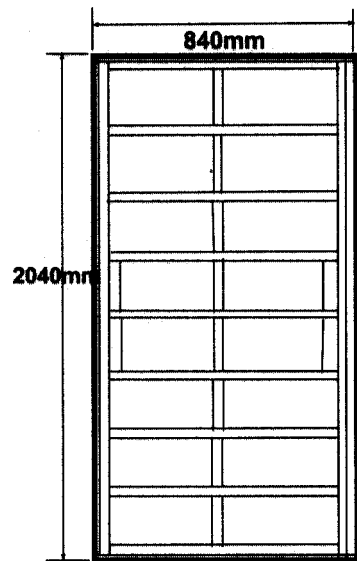


Fig. 1. Typical core arrangement used to manufacture flush doors.

자형으로 배치하고 상하면에 골판지를 접착하여 제작하였다. 복합심재는 Fig. 2와 같이 골판지와 HDF를 적층하여 두께 30 mm로 잘라서 사용하였다. 이 때 중심층에 HDF를 사용하고 그 양측면에 골판지를 2매씩 적층한 구조를 복합심재 1(Fig. 2(a)), 그리고 중심에 골판지 2매와 그 양측면에 HDF를 각각 1매씩 적층하고 바깥쪽에 골판지를 다시 1매씩 적층한 구조를 복합심재 2(Fig. 2(b))로 하였다.

Fig. 2에서 복합심재 1은 두께 20 mm와 비중 0.18 그리고 복합심재 2는 두께 23 mm와 비중 0.23을 나타내었다. 라왕 심재에 비하여 HDF 격자 또는 복합심재는 문의 무게를 낮출 수 있는 장점이 있다.

위의 심재에 시중에서 구입한 초산비닐(PVAc) 수

Table 2. Composition of cores for wooden doors

Kind	Material	Thickness
Single-type	Lauan	30 mm
	MDF	20 mm
	PB	20 mm
Lattice-type	HDF + corrugated cardboard	Panel type (23 mm)
Composite-type	HDF + corrugated cardboard	20 mm
	HDF + corrugated cardboard	23 mm

(a) composite core 1 (b) composite core 2

Fig. 2. Corrugated cardboard-HDF composite core 1(a), 2(b) and actual pictures(c).

지를 사용하여 HDF 표판을 접착한 후 경화 및 건조시키고 테두리 마감재를 접착하고 문의 표면에 무늬목을 접착하여 시험용 문을 제작하였다. 문의 제조공정은 다음과 같이 요약될 수 있다: 1) 재료의 준비, 2) 심재의 제작, 3) 표판의 준비, 4) 심재의 구성, 5) 표판 접착, 6) 경화 및 건조, 7) 테두리 마감재 접착, 8) 무늬목 접착, 9) 도장. 평판으로 제작된 문의 표면에는 여러 가지 무늬목들을 잘 조합하여 다양한 문양 및 효과를 나타낼 수 있다.

이 시험에서 비교를 위하여 사용된 스킨문은 시중

Fig. 3. Environmental exposure tests for doors.

에서 판매되는 제품을 구입하여 사용하였다.

2.3. 시험방법

주거용 문은 사용기간 중에 대기의 온습도 변화에 따라서 자체의 함수율 변화가 일어나고 이로 인한 변형의 발생 가능성이 높아진다. 특히 문을 구성하는 각 부의 재료들이 균일한 수축이나 팽윤을 나타내지 못하는 경우에는 문의 뒤틀림이 발생할 수 있다. 따라서 문의 품질 평가 항목 중에서 여러 가지 환경노출에 따른 변형의 측정은 매우 중요한 평가항목 중의 하나라고 할 수 있다.

우리나라의 아파트에서는 일반적으로 여름에 온도 및 상대습도가 높기 때문에 목재의 평형함수율이 높아지고 겨울에는 난방으로 인하여 건조하기 때문에 평형함수율이 낮아진다. 이와 같이 실내에 노출된 목재의 평형함수율 변화는 대략적으로 여름의 15%에서 겨울의 7%까지 반복적으로 이루어진다. 목재문이 이와 같은 함수율 변화를 겪도록 하기 위하여 Fig. 3과 같이 목재문을 수직으로 배열하고 여러 가지 온도 및 습도 변화에 노출시키면서 문의 변형을 측정하였다. 실내의 환경은 가을에서 겨울의 난방기간과 봄에서 여름의 덥고 습한 조건 사이에 차이가 있기 때문에 시

Fig. 4. Deformation measuring device for doors.

협문들을 가을에서 겨울에 걸치는 기간과 봄에서 여름에 걸치는 기간에 실내환경에 노출시키고 약 1주일 단위로 문의 변형을 측정하였다.

문의 변형을 측정하는 도구는 Fig. 4와 같이 제작하였다. T형 앵글로 틀을 짜고 그 위에 문을 올려놓을 수 있도록 하였으며 문의 3 모서리에 고정 지점을 사용하고 나머지 한 쪽 모서리에는 다이알게이지를 사용하여 변형량을 측정하였다. 문에는 고정지점의 위치와 다이알게이지 측정 지점의 위치를 표시하여 항상 같은 위치에서 측정할 수 있도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

목재문 시편들을 1998년 가을~겨울(1998년 9월 2일~1999년 1월 7일) 사이에 실내 환경에 노출시키고 그 기간 중의 실내 온습도 변화 및 문의 변형을 측정하였으며 그 결과는 Fig. 5와 같고 1999년 봄~여름(1999년 4월 9일~1999년 9월 17일) 사이에 실내 환경에 노출시키고 그 기간 중의 실내 온습도 변화 및 문의 변형을 측정한 결과는 Fig. 6과 같다.

시험용 문들은 시험을 실시하기 약 2~3주 전에 실험실에서 제작하여 실험실 실내에서 조습처리를 하였으며 변형 측정 시험을 시작할 당시의 상태를 변형 "0"

Fig. 5. Change of environmental condition and deformation of doors exposed to indoor weather condition(fall-winter): C1 = Composite type 1, M = MDF, W = Wood, P = PB, H = HDF lattice, C2 = Composite type 2, S = Skin door.

으로 가정하였다. 모든 시험에서 다이알 게이지를 밑에 고정하여 문의 변형량을 측정하였으며, Fig. 5 및 6에서 양의 변형은 다이알 게이지의 값이 늘어나는 방향의 변형을 나타내고, 음의 변형은 다이알 게이지의 값이 줄어드는 방향의 변형을 나타낸다.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 목재문들은 온도 및 상대습도가 비교적 높은 9월 초에 측정을 시작하였다. 온도 및 상대습도가 약간 낮아진 9월 말~10월 초의 기간 중에 변형이 조금 감소하였다가 10월 중순~10월 말까지의 기간 중에 비가 자주 오면서 상대습도가 상승하였고 그 기간 중에 변형이 증가하였다. 그 이후에 겨울로 접어들면서 대기 중의 온도 및 상대습도가 낮아지고 이 기간 중에는 변형이 감소하는 경향을 나타내었다.

Fig. 6에서 보면 4월~6월의 봄 기간 중에는 온도와 상대습도가 낮은 상태로 유지되면서 목재문의 변형도 안정된 상태를 나타내다가 여름과 장마철에 접어들면서 온도와 상대습도가 상승하고 이에 따라서

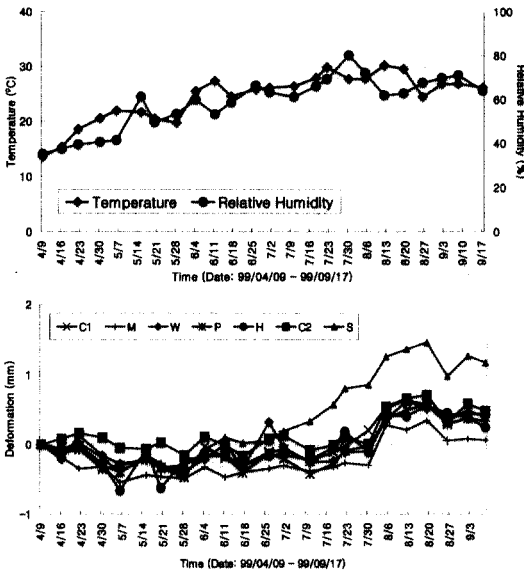


Fig. 6. Change of environmental condition and deformation of doors exposed to indoor weather condition (spring-summer): C1 = Composite type 1, M = MDF, W = Wood, P = PB, H = HDF lattice, C2 = Composite type 2, S = Skin door.

문의 변형도 증가되는 추세를 나타내었다.

Fig. 5와 6에서 보면 이 시험에서 사용된 6가지 플러쉬문과 스킨문의 총 7가지 형식의 문들 중에서 스킨문의 변형이 가장 심하게 나타났다. 건조한 기간에는 움의 변형이 심하게 나타나고 습한 기간 중에는 양의 변형이 크게 증가하는 경향을 나타내어 가장 불안정한 종류임을 알 수 있다. 따라서 현재 대부분의 주거용 아파트의 문으로 사용되고 있는 스킨문은 주변의 온도 및 상대습도의 영향을 가장 크게 받으며 변형이 가장 심하게 나타나는 것으로 생각할 수 있다.

나머지 6가지 종류의 플러쉬문들은 스킨문에 비하여 온도 및 상대습도의 영향을 비교적 적게 받으며 변형이 적게 발생하여 사용 중에 하자의 발생 가능성이 스킨문에 비하여 오히려 낮음을 알 수 있다. 이 시험에서 사용되었던 6가지 종류의 플러쉬문들 사이에는 변형량에 큰 차이가 없었다. 스킨문은 내부에 골조가 되는 프레임의 배열이 거의 없고 문의 앞 뒷면을 구성하는 판재를 성형하여 사용함으로써 프레임이 상하좌

우의 격자 형식으로 배열되는 플러쉬문에 비하여 변형에 대한 저항력이 상대적으로 떨어지는 경향을 나타내었다. 그러나 스킨문도 이 연구의 시험기간 중에 발생된 변형량이 2 mm 이내로써 전체적인 문의 크기를 고려할 때 크게 문제가 되는 정도는 아닌 것으로 생각된다.

4. 결 론

이 연구에서는 현재 목재문의 심재로 많이 사용되는 남양재를 대체하기 위하여 다양한 재료와 방법으로 심재를 구성하여 플러쉬문을 제작하고 이 시험문들을 실내환경 변화에 노출시킨 후 문의 변형을 기존의 스킨문과 비교하였다. 문의 노출시험은 가을에서 겨울에 걸친 기간과 봄에서 여름에 걸친 기간으로 나누어 실시하였으며 시험기간 중에 시험장소의 온도 및 습도변화를 함께 기록하였다. 문의 변형을 측정하기 위하여 문을 올려놓을 수 있는 틀을 제작하였으며 문의 세균대 모서리에는 고정지점을 사용하고 나머지 한군데 모서리에 다이알게이지를 사용하여 변형을 측정하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 외기의 온습도가 상승할수록 목재문의 변형이 증가하는 경향을 나타내었다. 둘째, 이 연구에서 사용된 7가지 목재문 중에서 스킨문이 가장 큰 음과 양의 변형의 변화를 나타내어 가장 불안정한 목재문인 것으로 평가되었다. 셋째, 플러쉬문들은 스킨문에 비하여 비교적 안정된 상태를 나타내었다. 넷째, 이 연구에서 사용된 6가지 종류의 심재구성 사이에는 변형의 큰 차이가 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

1. 강 옥, 정희석. 1999. 목재 프러쉬 문의 함수율 변동에 따른 틀어짐과 좌굴 예측모델(I): 예측모델과 실측치 비교. 목재공학 27(3): 99~116.
2. 강 옥, 정희석. 2000. 목재 프러쉬 문의 함수율 변동에 따른 틀어짐과 좌굴 예측모델(II): 치수변동과 탄성계수의 간이측정법과 불량률 예측 Monte Carlo 시뮬레이션. 목재공학 28(1): 18~27.

참 상 식

3. 정우양. 1992. 가구 및 건축용 목재 프리시도어의 길이 굽음 변형 발생 원인 응력에 관한 연구. 목재공학 20(3): 39~54.
4. 한국공업표준협회. 1997. 문세트. KS F 3109.
5. 한국공업표준협회. 1997. 창문의 목재틀재. KS F 3108.
6. 한국공업표준협회. 1984. 창 및 문의 성능시험 통칙. KS F 2297.
7. Architectural Wood Work Institute. 1969. Contemporary wood window concepts. Virginia, USA.
8. Architectural Wood Work Institute. 1988. Architectural woodwork quality standards. Virginia, USA.
9. International Standard Organization. 1981. Door leaves-Measurement of defect of general flatness. ISO 6442.
10. International Standard Organization. 1980. Door leaves-Measurement of dimension and defect of squareness. ISO 6443.
11. International Standard Organization. 1980. Door leaves-Test of behavior under humidity variation(successive uniform climates). ISO 6444.
12. International Standard Organization. 1989. Doors and door sets- Test of behavior between two different climates. ISO 6445.
13. International Standard Organization. 1985. Door sets-Static loading test. ISO 8269.
14. International Standard Organization. 1985. Door sets-Soft heavy body impact test. ISO 8270.
15. International Standard Organization. 1985. Door sets-Hard body impact test. ISO 8271.