

## 투습조건에 따른 목재내 함수율분포<sup>\*1</sup>

이 원 희<sup>\*2</sup> · 배 현 미<sup>\*3</sup>

# Distribution of Moisture Content in Wood with Vapor Transmission Conditions<sup>\*1</sup>

Weon-Hee Lee<sup>\*2</sup> · Hyun-Mi Bae<sup>\*3</sup>

### ABSTRACT

This study concerns the distribution and dependence of moisture content(MC) in wood for same thickness in different vapor transmission conditions. The specimens were disks of 70-mm in diameter and 20-mm in thickness from quartersawn lumber of Korean red pine(*Pinus densiflora* S. et Z.). The experiments were conducted in ten different conditions on the difference of the vapor pressures by the JIS Z-0208.

The distribution of moisture content in wood can be illustrated by two straight lines intersecting at the point of about ten percent MC. On the other hand, when more or less than about 10 percent, the distribution of the MC can be illustrated by one straight lines. Therefore, it is considered that the values of 10 percent MC has no relation to the wood and experimental conditions. It's assumed that 10 percent is the boundary point at which the moisture sorption energy changes. In a previous study, diffusion coefficient is almost constant with no relation to a thickness of the woods for the constant experimental conditions. But, in this study, it seems that diffusion coefficient from the moisture gradient vary with the MC of wood in different vapor transmission conditions.

**Keywords** : distribution of moisture content, vapor transmission, diffusion coefficient

### - 요약 -

투습조건이 다른 경우에 있어서, 목재의 두께를 동일하게 하여 목재내부의 함수율분포 및 함수율의존성을 조사하였다. 시험편은 소나무재로 직경 70mm, 두께 20mm인 정목판재를 이용하였다. 실험은 JIS Z-0208규정에 의거하여 10가지 증류율을 선정하여 실시하였다.

목재내 함수율분포는 함수율 10%위치를 경계로 두 개의 직선으로 나타났다. 한편, 10%보다 높거나 낮을때는 한 개의 직선으로 나타났다. 따라서 함수율 10%값은 목재나 실험조건과는 상관없이 나타나는 것으로 생각되었다. 10%는 수분흡착에너지가 변화하는 경계점으로 추정되었다. 전보에서 일정한 실험조건에서는 목재의 두께에 상관없이 일정한 값을 나타내었지만, 본 연구에서 확산계수는 실험조건에 따라 수분경사로 구한 확산계수는 목재함수율에 따라 다양하게 나타났다.

\*1 접수 1999년 4월 29일. Received April 29, 1999

본 연구는 1997년도 경북대연구비에 의해 수행되었음.

\*2 경북대학교 임산공학과 Dept. of Wood Sci. & Tech., Kyungpook National Univ., Taegu 702-701, Korea.

\*3 목포대학교 건축조경학부 Faculty of Architecture & Landscape Architecture, Mokpo National Univ., Chonnam 534-830, Korea.

## 1. 서 론

목재내부에서의 물질이동은 목재건조, 조습작용, 재질개량, 보존처리 등, 목재의 물리적, 화학적 가공 및 이용의 기초로서 중요하며, 이 분야의 연구는 매우 다양하고 관련문헌에서도 상세하게 논술되어 있다 (Siau 1971, 1984, Sadoh 1986). 어떤 두께의 재료를 사이에 두고 재료 양측의 공기중 습도 또는 수증기압에 차이가 생길 경우, 습기는 수증기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며, 이 현상을 투습(vapor transmission, vapor permeability)이라고 정의(Watanabe 1978)하며, 이 재료를 투습성재료라 부른다. 기밀화주택이 진행되고 있는 최근 건축물의 벽장재료 설계에 있어서 투습성은 결로의 방지나 거주자의 건강을 고려한 온·습도 조절인자로서 특히 고려되어야만 할 사항이며, 이런 의미에서 이미 오래전부터 목질계 벽장재료의 투습성에 관한 연구(上村 등 1991, 山田 1987)는 다른 공업재료와 대비하여 재료의 함수율 조절기능 및 습기이동 현상의 규명이 중요한 문제로 부각되어 왔다(高分子學會 1972, Stamm 1964).

목재와 같은 다공성재료는 투습성재료이며, 기존의 투습성능 평가는 수증기압을 근거로 하고 있다 (Watanabe 1978). 이 수증기압을 기초로 산출한 투습율 및 투습저항은 실험조건은 물론이고 동일조건에 있어서 동일시편이라도 재료의 두께에 따라 모두 다른 값을 나타내는 관계로 수식의 일반성에 문제점이 많은 것으로 나타났다(Watanabe 1978). 이론적인 측면에 있어서 수증기압차에 의해 습기가 이동하는 원리에는 이상이 없는 것으로 생각되지만, 투습율은 같은 조건에서도 모두 상이한 값을 나타내는 관계로 물성치로서 의미가 없음을 잘 알 수 있게 된다(Lee et al 1991 a). 이런 현상의 문제점을 규명하기 위하여 이 문제에 대하여 실험을 해 온 결과, 투습율 및 시험편두께를 고려한 투습계수는 함수율의존성이 있어, 수식의 표현기법상으로 수증기압경사를 이용하는 것 보다는 함수율경사를 이용함이 더 타당성이 있는 것으로 판단되었다. 즉, 동일 투습조건에 있어서 동일수종, 다른 두께의 시험편으로 투습실험을 행하고, 투습이 정상상태에 도달한 시기에 목재내부의 함수율분포를 측정하여, 수증기압경사와 함수율경사에 의해 나타나는 소위 확산계수의 값을 검토하였다(Lee et al 1991 a). 그 결과, 수증기압경사로 산출한 투습율은 시험편의 두께의존성이 나타났으나, 함수율경사로 구한 투습율, 즉 수분확산계수는 두께의존성이 없이 일

정한 값을 나타내었다. 같은조건하에서 시험편의 두께에 따라 다른 확산계수를 나타내는 것은 논리에 부적합하기 때문에, 투습현상은 수증기압경사를 이용하는 것 보다 함수율경사를 이용하는 것이 수식의 논리상 타당성이 있는 것으로 판단하였다. 그리고 재료표면에 있어서 물질수지현상을 나타내는 표현값인 수분 전달계수는 재료의 두께에 따라 흡·탈습 양측에서의 발열 및 흡열반응에 의해 발생하는 온도차이때문에, 수분전달계수는 재료의 두께의존성을 나타내고 있음이 확인되었다(이 1996).

다른 한편에 있어서, 수분이동현상 문제에 대해서는 오래전부터 이동의 구동력에 대한 논란이 있어왔고, 연구자들에 따라서 수증기압경사, 함수율경사, 온도경사, 포텐셜에너지경사 등으로 구동력에 대하여 많은 논란이 있었던 것이 사실이다(Kawai 1978, Sadoh 1986). 만일 목재의 함수율에 의존하지 않는 목재고유의 확산계수를 규정할 수 있는 방법이 제시된다면 목재의 기초물성이나 목재건조, 조습작용 등의 입장에서 많이 응용될 수 있을 것이다. 이와같이 재료내부의 함수율분포가 확산계수를 결정하는 극히 중요한 물성치임을 고려할 때, 동일재료로서 각기 다른 투습조건하에서 나타나는 재료내부의 함수율분포 및 양상에 대하여 깊이 검토해 보는 것은 매우 중요한 의미를 가진다고 하겠다.

이에 본 연구에서는 투습조건이 다른 경우에 있어서, 목재재료의 조건(수종, 방향 및 두께)을 동일하게 한 경우의 목재내부의 함수율분포를 조사하여, 실험조건에 따른 확산계수의 변이 및 함수율 분포형태에 대하여 고찰하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

실험에 제공된 수종은 국산 소나무(*Pinus densiflora*) 기건재로서 평균연륜폭은  $2.36 \pm 0.46\text{mm}$ , 평균기건밀도는  $0.52 \pm 0.02\text{g/cm}^3$ 였다. 시험편은 정목판재로부터 직경을 75mm, 두께 20mm의 원판상으로 각 실험조건당 5개씩 제작하였다.

### 2.2 실험조건 및 방법

실험조건은 온도를 20℃로 고정된 상태에서, 재료 양측의 상대습도는 포화염수용액을 이용하여 Table 1과 같이 0%부터 100%범위까지 여러 가지로 조정하

**Table 1.** Calculated results of vapor permeability(p) and vapor transmission resistance(R<sub>v</sub>) for various vapor transmission conditions

Exp. conditions	h <sub>0</sub> -h <sub>i</sub> (%)	EMC (%)	△P (mmHg)	p (g · mm/h · m <sup>2</sup> · mmHg)	R <sub>v</sub> (h · m <sup>2</sup> · mmHg/g)
1	54-93	9.8-22.7	6.8	2.685	7.449
2	54-95	9.8-24.0	7.2	3.082	6.489
3	54-100	9.8-28.0	8.1	3.846	5.200
4	0-43	0-8.1	7.5	0.420	47.638
5	11-54	2.8-9.8	7.5	0.924	21.654
6	0-54	0-9.8	9.5	0.869	23.009
7	0-76	0-15.4	13.3	1.283	15.592
8	0-85	0-18.2	14.9	1.402	14.268
9	0-93	0-22.7	16.3	1.708	11.708
10	0-95	0-24.0	16.6	1.862	10.740
11	0-100	0-28.0	17.5	2.202	9.081

Note : h<sub>0</sub>,h<sub>i</sub> : relative humidity outside and inside of beaker  
 EMC : Equilibrium Moisture Content  
 △P : difference of vapor pressure

여 목재내부의 함수율분포의 다양성을 관찰하고자 설정되었다. 실험방법은 다양한 종류의 포화염수용액을 담은 바이커와 목재시편으로 만든 투습시험체를 무수입상염화칼슘 또는 포화염수용액을 넣은 데시케이터속에 넣고 항온기내에서 실시하였으며, JIS Z0208규격의 실험방법(日本木材學會·物理工學編集委員會 1985)에 준하여 실시되었다. 투습시간에 대하여 수분 이동량이 정상상태에 도달하였다고 판단되는 시점에서, 항온항습실내에서 투습시험체를 꺼내어 단면크기가 약 2×4cm가 되도록 절단하여 시험편내부의 함수율분포를 대패를 이용하여 전진법에 의해 산출하였다. 이때 채취한 목재칩의 두께는 약 0.3~0.5mm이었으며, 두께가 부정형이므로 전진중량비율로써 상대적인 평균두께값을 구하였다. 목재조각시편의 함수율과 평형함수율도표를 이용하여 재료내부의 상대습도분포와 수증기압분포 및 화학포텐셜에너지의 분포를 기존의 관계식(이 1999)에 의거하여 산출하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 투습곡선

투습시간에 대하여 시험체의 중량변화를 그려보면 투습곡선이 얻어지는데, 본 연구에서는 투습컵내부를 흡습측으로 하여 시간에 따른 중량의 증가를 유도한 형태와, 투습컵내부를 방습측으로 하여 수분양을 감소시켜 시험체중량 감소를 유도한 형태로 나타났다(이 1999). 정상상태에서 투습곡선의 기울기가 투습속도이며, 재료양측의 수증기압경사가 클수록 속도는 증가하게 된다. Table 1의 4번, 5번과 같이 실험조건에서 동일한 수증기압차를 설정해도 투습양은 그 조건에 따라 모두 달라진다. 즉, 수증기압차가 같아도 투습저항의 크기가 매우 다르게 나타나며 고습도분위기에서 보다 빠르게 투습이 일어남을 알 수 있다. 이 사실로부터, 기존의 투습율을 산출하는 수식의 구성을 보게 되면, 단지 수증기압차만으로 되어 있는데 이것은 수식의 큰 오류임을 잘 알 수 있게 해주는 증거라 할 수 있다.

3.2 함수율분포

Fig. 1과 Fig. 2에 투습컵내부의 상대습도와 컵의 부의 상대습도를 0%-75%로 조정 한 경우와, 54%-95%로 설정한 경우의 목재내 상대습도분포, 수증기압(p)분포, 화학포텐셜( $\mu$ )분포, 함수율(MC)분포를 각각 나타내었다. 상대습도와 수증기압분포는 함수율분포와 같은 형태로서 나타났으며, 화학포텐셜 에너지 분포는 함수율 0%에서 최대치이며 섬유포화점에서 0 값을 나타내는 관계로 역시 재료의 함수율조건에 대응한 값으로 단조감소곡선을 나타내었다. 기존의 연구에 있어서 수분이동의 구동력은 무엇인지에 대한 논쟁이 많았기 때문에 주요 구동력이 되는 함수율, 수증기압, 화학포텐셜 분포를 나타내었다. 목재중의 수분이동의 본질적인 구동력은 일반적으로 이용되고 있는 함수율(MC,%)경사(dMC/dx)나 증기압(p,mmHg) 경사(dp/dx)가 아닌 화학포텐셜( $\mu$ ,cal/mol)경사(d $\mu$ /dx)라고 알려져 있지만(Kawai et al 1978), 수식의 기술에 있어 편리한 함수율과 증기압을 사용하는 경우가 많다. 어느 값이던 모두 하나의 측정값에서 산출되었으며, 어떤 변수를 사용할 때 가장 최적의 모델이 되는지의 여부가 수식의 구동력 채택여부를 결정짓는 것이다(Sadoh 1986). Fig. 1에서 알 수 있는 사실은 수분분포가 완전한 포물선을 그리는 것과 같

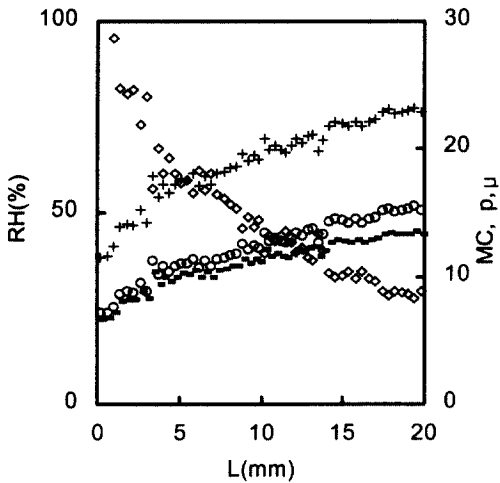


Fig. 1. Distribution of moisture content in wood (RH 0-75%).

Legend) + : RH(%)      ○ : MC(%)  
 - : Vapor pressure(mmHg)  
 ◇ : Chemical potential energy(cal/mol)

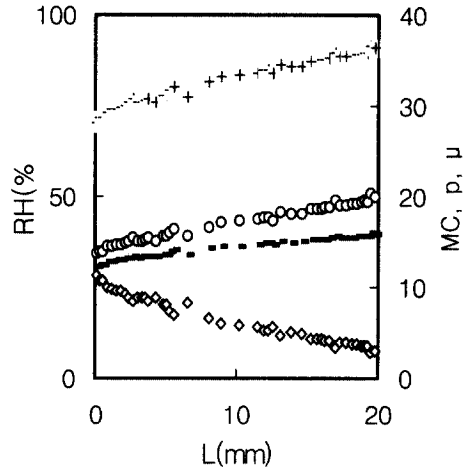


Fig. 2. Distribution of moisture content in wood (RH 54-95).

Legend) + : RH(%)      ○ : MC(%)  
 - : Vapor pressure(mmHg)  
 ◇ : Chemical potential energy(cal/mol)

이 보이지만, 엄밀하게는 두 개의 직선분포로 나타남을 알 수 있다. 이 경우에 있어서 두 직선의 기울기가 달라지는 지점을 기준으로 직선회귀하여 교점을 구하게 되면 변곡점을 얻을 수 있는데, 그 값을 구해 본 결과, 약 10% 함수율값을 나타내었다. 여기서 이 변곡점의 위치가 함수율분포의 기울기와 관련하여 목재내부를 좌우로 수평이동하는 현상을 나타냈는데, 이것은 재료의부공간의 수증기압조건, 즉 상대습도조건이 어떤 형태이건 상관없이 목재내부의 수분분포는 직선분포로서 함수율 10%되는 지점이 수분이동속도를 결정하는 분기점이 된다는 사실을 알게 되었다. 또한 목재내부에 함수율 10%가 존재하지 않는 투습 조건(Fig. 2)을 설정하게 되면 함수율분포는 실험조건 및 재료의 조건설정에 상관없이 한 개의 직선으로 나타났음을 알 수 있었다. 즉, 목재내에 평형함수율 약 10%되는 위치가 존재하도록 재료양측의 온도조건을 설정하게 되면, 함수율분포는 함수율 10%되는 지점을 변곡점으로 하는 두 개의 직선분포를 나타내고(Lee et al 1991 a), 그렇지 않은 경우에 있어서는 한 개의 직선적인 함수율분포를 나타내는 것으로 밝혀졌다. 즉, 외기조건이나 목재조건에 상관없이 수분분포는 외기의 평형함수율조건에 따라 한개 또는 두 개의 직선분포를 가짐이 확인되었다. 이 사실로부터

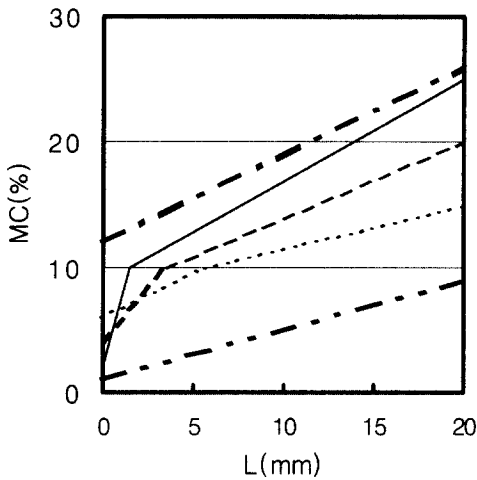


Fig. 3. Model for moisture distribution in wood by vapor transmission conditions.

분명하게 말할 수 있는 것은 목재내부에 함수율이 10%가 되는 지점이 존재하게 되면, 수분이동속도는 그 지점을 기준으로 양분되며, 수분경사를 이용한 수분확산계수를 구할 경우에는 변곡점을 경계로 하는 두 개의 일정한 값이 존재함을 잘 알 수 있다. 또한 이 변곡점의 위치이동을 Fig. 3과 같이 모식화하여 나타내어 보게 되면, 재료양측의 수증기압차가 작아질수록 재료의 탈습측으로 이동하게 되는데, 이 위치이동 때문에 함수율기울기가 결정되고 확산계수의 값 변동으로 이어지는 것임을 잘 알 수 있다. 그리고 수증기압차를 동일하게 설정한다 하더라도 목재내부의 함수율 10% 위치가 없는 경우, 10% 함수율 상하의 영역에 있어서 동일한 함수율 기울기임에도 불구하고 투습양이 다른 관계로 확산계수에도 차이가 생기는 것으로 판단된다. 함수율경사로서 산출한 수분확산계수는 목재의 평균함수율 의존성을 나타내었으며, 이로써 투습조건이 달라지는 경우는 그 조건에 상응하는 목재 고유의 수분확산계수가 존재함을 시사하는 것으로 생각되었다. 함수율의존성이 없는 일정한 확산계수의 도출이야말로 가장 이상적인 물성치라고 할 수 있겠지만, 현재로서는 함수율의존성을 고려한 목재고유의 일정한 값의 수분확산계수를 산출하는 수식의 도출이 필요하다고 하겠다.

따라서 건축계획에 있어서 벽장재료의 투습성능을 생각하여 벽장을 구성(上村 등 1991)하는 경우, 외부공간의 온습도조건에 의한 재료의 함수율분포를 고려

한 벽장재료의 설계야말로 결로방지 등의 문제점해결을 위한 대안이 될 것으로 생각되어진다.

### 3.3 함수율분포 변곡점

그럼 여기서 한가지 의문점은 왜 목재내부의 함수율이 약 10%되는 지점을 경계로 수분이동속도가 달라지는가 하는 점이다. 한가지 가능한 추정은 수분이동속도에 있어서 물분자의 결합에너지의 차이를 생각할 수 있다. 재료내부를 물분자가 이동할 경우, 수분은 재료의 흡착점에 흡착하여 다시 탈착하는 현상을 무한히 반복하면서 이동하는 것으로 알려져 있으며, 이 경우 함수율 10%정도에서 흡·탈착에 기여할 수 있는 에너지의 크기가 달라져 온다는 사실(慶伊富長 1986)에 주목해 볼 필요가 있다. 함수율 10%라는 값은 일반적인 실험결과를 보게되면, 단분자층이 형성될 경우 약 5%인 점(Stamm 1964)에 착안할 경우, 물분자층이 2층이 된다는 의미로 쉽게 생각할 수 있다. 만약 그렇다고 한다면, 제1층의 물분자층은 세포실질과 강한 수소결합을 이루고 있는 물분자로 되어 있고, 제2층의 물분자층은 제1층의 분자층보다는 약 하지만 수소결합과 세포실질과의 반데르발스결합이 합쳐서 나타난 상태라 볼 수 있다. 그러나 물분자층이 제3층에 이르게 되면 물분자간의 약한 반데르발스력이 존재하게 되어 쉽게 이탈하거나 재결합하는 양상을 띄게 되는 것으로 생각되어진다. 실제 이론적인 측면에서 셀룰로오스 1g에 흡착할 수 있는 수분량을 계산해 보게 되면, 셀룰로오스 1분자당 물분자가 한 개 흡착할 경우, 결정화도를 약 50%로 산정하면, 약 5%의 함수율이 얻어진다. 실제 BET법에 의해 실험으로 구한  $\alpha$  셀룰로오스와 시트카 스프루스의 단위질량당의 단분자층수분량은 0.0316g/g과 0.0516g/g이며(Stamm 1964), 함수율 10%값은 약 3분자와 2분자의 물분자층이 됨을 알 수 있는데, 목재는 셀룰로오스만으로 구성된 것이 아니기 때문에, 종합적인 견지에서 고찰해 보면, 흡착한 물분자층이 약 3층이 되는 시점이 수분이동속도를 결정짓는 경계점, 즉 수분흡착이 단분자층흡착에서 다분자층흡착으로 변하는 영역이라고하는 것(Lee et al 1991)이 타당성이 있을 것으로 판단된다.

목재의 수분흡착등온선의 특징을 살펴보면 시그모이드형으로서 나타나는 것은 주지의 사실이다. 이 시그모이드형을 관찰해보면 역시 함수율 약 10%를 전후하여 변곡점을 이루고 있으며(慶伊 1986), 역시 물분자의 흡착에너지 관계때문에 생기는 현상임을 추정

할 수 있다.

앞으로 본 연구결과를 검증하기 위해서는 엄밀하고도 정확한 수분흡착 시료가 필요하며, 물분자의 결합 에너지를 고려하여 화학성분 등, 전체적으로 관련될 수 있는 모든 인자들을 종합적으로 평가해야 될 것으로 판단되어진다.

### 3.4 확산계수의 함수율 의존성

기존의 연구에서는 투습조건이 같아도 투습방향의 재료의 두께가 다르면 확산계수도 모두 다르게 평가 되어 문제점으로 남아있었던 것을 전보(Lee et al 1991 a)에서 해결하였다. 즉 두께가 다른 경우에 함수물분포 곡선의 기울기를 이용하였는데, 수분이동양과 목재내의 함수율기울기의 비율이 항상 일정하게 나타나는 점에 착안하여, 수분확산계수가 일정한 값을 가지는 물성치로서의 의미를 확인한 것이다. 그러나 같은 외기조건이었기 때문에 목재의 평균함수율과는 무관한 것으로 취급하였으나, 투습율의 함수율의 의존성이 종종 나타나는 것으로 보고되었던 바(Huruyama et al 1994), 본 연구에서는 그 내용을 확인하고자 연구결과를 검토하였다. 이미 알려진 바와 같이 수분확산계수가 함수율에 따라 변화한다는 것은 수증기 고유의 값이 존재하지 않는 것을 의미하며, 따라서 수식의 처리기술로서 모든 외기조건을 수용하면서 일정한 값을 가지는 모델식의 기초가 될 수 있는 자료를 조사하고자 함수율의존성을 검토하였다. 왜냐하면 함수율의존성이 있는 확산계수는 실용적인 견지에서 습기투과량 등의 산정에 있어서 이용할 수 없는 값이며, 비정상상태와 같이 함수율상태가 불연속적으로 변화하는 상태에서는 건축계획에 있어 일반화된 하나의 값으로 이용할 수 없기 때문이다.

Fig. 4 및 Fig. 5에 나타난 바와 같이, 투습도  $q(g/h \cdot m^2)$ 는 함수율 10%이하와 이상에서의 함수율과 수증기압의 기울기값을 대비해 보면, 수분이동량 및 속도는 수증기압경사보다 함수율경사에 더 의존성이 있으며, 투습량은 목재내부 함수율분포에 의해 결정됨을 알 수 있다. Fig.6에는 목재내 함수율 10%이하와 이상에서의 함수율경사를 각각 이용한 확산계수  $Du_1$ 과  $Du_2$ 를 구하여 목재의 평균함수율에 대하여 플랫폼하여 나타내었다. 그 결과, 목재내부 함수율이 약 10% 이상되는 부위의 확산계수는 평균함수율의 증가에 따라 급격한 직선증가를 나타냈으며, 함수율 약 10%이하의 부위에서는 확산계수의 큰 증가는 보이지 않았지만 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 함수율

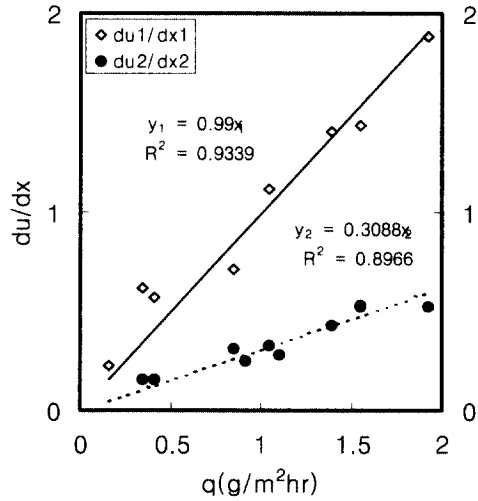


Fig. 4. Velocities of moisture transmission versus gradient of the moisture content.

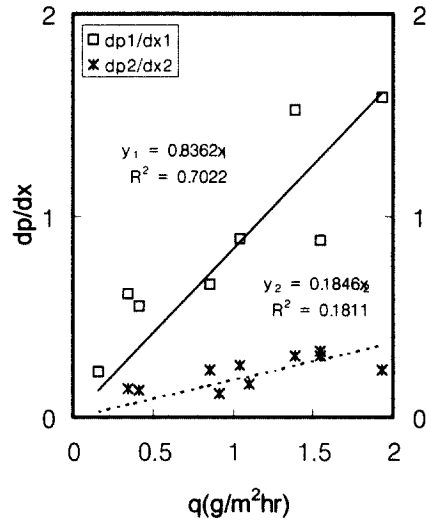


Fig. 5. Velocities of moisture transmission versus gradient of the vapor pressure.

10% 이하의 범위에서는 확산계수는 변이가 너무 커서 평균함수율에 큰 의존성이 없는 것으로 보이나 이것은 수분이동성이 매우 느린 것 때문에 생기는 오차로 생각된다.

따라서 목재주위의 외기조건에 따라서 수분확산계수는 결정되는 것이기 때문에, 습기의 출입량을 계산

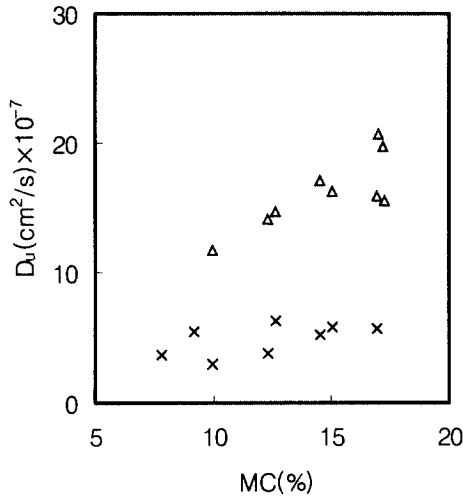


Fig. 6. Changes of the moisture diffusion coefficients,  $D_u$  as a function of average moisture content in wood.

Legend) ×:  $du_1/dx_1$ , △:  $du_2/dx_2$

하기 위해서는 각 함수율상태에 대한 확산계수의 값을 이용하는 방법이 현재로서는 가장 적합하겠지만, 수종고유의 수분확산계수를 구하기 위해서는 함수율과 수증기압 및 화학포텐셜 기타 인자에 의해 단일화할 수 있는 모델식의 제시가 필요할 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

투습조건이 다른 경우에 있어서, 목재의 조건을 동일하게 한 경우의 목재내부의 함수율분포를 조사하여, 실험조건에 따른 확산계수의 변이 및 함수율 분포형태를 조사하였다.

그 결과, 외기조건이나 목재조건에 상관없이 수분분포는 외기의 평형함수율조건에 따라 한개 또는 두개의 직선분포를 가짐이 확인되었다. 전보(Lee et al 1991 a)에서는 목재두께가 다른 경우, 동일한 외기조건에서 같은 값의 확산계수를 나타내었다. 그러나 외기조건이 다르고 목재내부에 함수율 약 10%되는 지점이 존재하는 경우, 변곡점의 위치는 재료양측의 수증기압차가 작아질수록 재료의 탈습측으로 이동하게 되는데, 이 위치이동때문에 함수율기울기가 결정되고 다양한 확산계수를 나타내는 것으로 확인되었다. 따

라서 수분확산계수는 목재고유의 값이 아닌 수종특성과 주위조건에 따라 다양한 값이 존재하는 것으로 나타났다.

#### 참 고 문 헌

1. Y.Huruyama and Y.Kanagawa. 1994. Drying Temperature Dependency of the Moisture Diffusion Coefficient in Wood. *Mokuzai Gakkaishi* Vol.40 (3): 252-257.
2. S.Kawai, K.Nakado and T.Sadoh. 1978. Moisture Movement in Wood Below the Fiber Saturation Point. *Mokuzai Gakkaishi* Vol.24(5): 273-280.
3. W.H.Lee, T.Okano and M.Ohta. 1991 a. Moisture Transmission in Wood. *Mokuzai Gakkaishi* Vol.37 (2): 101-108.
4. W.H.Lee, T.Okano and M.Ohta. 1991 b. Moisture Transmission in Wood II. *Mokuzai Gakkaishi* Vol.37(4): 291-296.
5. T.Sadoh. 1986. Transport in Wood. *Mokuzai Gakkaishi* Vol.32(7): 485-491.
6. Siau, J.F. 1984. Transport Processes in Wood. Springer-verlag. Berlin, Heidelberg, N.Y., Tokyo.
7. Siau, J.F. 1971. Flow in Wood. Syracuse Univ. Press.
8. Stamm, A.J. 1964. Wood and Cellulose Science. Ronald Press. New York: p.162.
9. Watanabe, K. 1978. The Principles of Construction Planning III. Maruzen. Tokyo: pp.136-141.
10. 慶伊富長. 1986. 吸着. 共立全書. 東京: pp.8-57.
11. 高分子學會. 1972. 高分子と水分. 幸書房. 東京: pp.256-261.
12. 山田 正(編). 1987. 木質環境の科學. 海青社. 京都: pp.251-351.
13. 上村 武, 小原二郎, 所 莊吉. 1991. 壁裝と調濕. 壁裝材料協會發行. 章國社. 東京: pp.54-147.
14. 이원희. 1999. 투습조건과 함수율분포. 한국목재공학회 '99學術發表論文集. 104.
15. 이원희. 1996. 木材内の水分擴散 및 傳達現象에 관한 실험적 檢定. 목재공학 24(1): 75-80.
16. 日本木材學會·物理工學編集委員會. 1985. 木材科學實驗書 I. 物理·工學編. 中外産業調査會. 東京: pp.119-122.