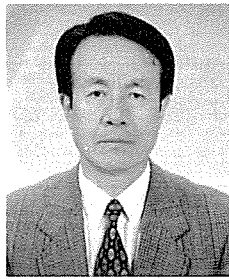


耐水性·強度 높은 목제품 수요 급증 자원고갈 대비, 목재공학 발전 시급



朴相珍
(경북대 임산공학과 교수)

철근 콘크리트같은 세포구조

삼림에서 얻을 수 있는 자원은 우리가 흔히 생각하는 것보다 훨씬 더 다양하고 그 범위는 대단히 넓다. 우선은 우람하게 자란 목재를 벌채하여 가공, 이용하는 순수 목재자원의 생산과 그에 부수하여 수액을 채취한다든가 버섯을 재배하는 등의 직접적인 자원을 들 수 있다.

다음은 울창한 숲이 생겨남으로써 사람들이 등산을 하고 맑은 공기를 마실 수 있는 쉼터의 공간과 아울러 빗물을 저장하였다가 일년 내내 맑은 물이 흐르게 하는 수자원함양기능과 흙의 흘러내림을 막아주는 토양보전기능에 이르는 간접효용이 있다.

최근 공해문제가 심각해짐에 따라

삼림의 간접효용이 목재생산으로 비롯된 직접적인 삼림자원의 값어치를 능가하고 있으나 목재자원은 석유, 철, 시멘트 등의 다른 비생물계 자원과는 달리 나무를 심고 베는 시기를 조절하면 매년 연속적으로 일정량의 목재를 얻을 수 있는 고도의 재생산성(再生産性)을 가지고 있다는 점에서 자원으로서의 중요성을 다시 한번 음미해 볼 필요가 있다.

우선 목재의 세포조직과 재료적 특성을 보면 다음과 같다.

목재는 껍질 바로 아래에 있는 부름켜(形成層)에서 매년 새로운 세포를 첨가해 감으로서 이루어진 수많은 세포의 집합체이다.물관, 헛물관, 목섬유 등 주로 가늘고 긴 형태의 섬유모양의 세포가 대부분을 이루며 일단 성

숙된 목재의 세포는 세포벽으로 둘러싸이고 속이 비어 있으므로 잘라서 현미경으로 확대해 보면 마치 벌집과 같은 세포내강을 가지고 있다.

세포의 크기는 길이가 2~4mm, 폭은 머리카락 굵기의 1/5~1/2정도인 0.05~0.02mm로서 가늘고 대단히 길며 세포벽은 셀룰로우스(纖維素, cellulose), 헤미셀룰로우스(hemicellulose), 리그닌(lignin)이 각각 콘크리트 건물의 철근, 철근과 철근 사이를 비껴어 매주는 철사, 그리고 콘크리트의 기능을 하고 있다. 셀룰로우스와 헤미셀룰로우스의 분자에는 수많은 수산기(水酸基)를 가지고 있어서 물분자의 결합과 방출에 따라 목재는 수축팽창을 반복한다.

재료적인 특성으로서는 가벼우면서 비교적 높은 강도를 갖는다는 점이다. 예를 들어 연필 굵기의 목재에 어른 5명이 매달릴 수 있을 정도로 단단하다. 같은 굵기의 강철과 비교해 보면 강철은 50명이 매달릴 수 있으나 그 무게는 목재의 20배에 달한다.

그리고 목재는 대패나 톱 등 비교적 간단한 도구로도 쉽게 여러 모양을 만들 수 있고 다른 재료와도 쉽게 결합할 수 있다. 아울러 친밀감을 느낄 수 있는 향기와 모양이 아름다운 무늬가 있고 인간에게 따뜻한 친근감을 주는 재료이다. 또한 소리의 반사와 흡음성(吸音性)이 우수하여 악기의 대부분이 목재를 기본 재료로 하고 있다.

반면에 단점은 나무의 종류와 커는 방향에 따라 성질이 일정하지 않고 흡습과 방습에 의하여 수축팽창하는 성질이다. 주위의 수분변동에 따른 목재의 수축팽창은 단점인 동시에 습도를 조정해 줄 수 있는 중요한 장점이다.

또 생물체이므로 벌레먹고 썩으며 불에 타는 성질 등 비교적 내구성이 약한 재료이다.

이상과 같이 흔히 쓰는 철, 플라스틱, 시멘트 등의 무기재료와는 이질적인 조직과 재료적인 특성을 가지고 있는 목재의 특성을 염두에 두고 그 이용기술 현황을 알아보자. 건조, 제재, 합판제조, 제지 등의 목재공업의 기본 기술에 관한 내용은 가능한 한 생략하고 앞으로 예상되는 기술개발의 방향을 중심으로 소개하고자 한다.

〈엔지니어 우드〉 목재를 판자, 단판, 칩, 섬유 등으로 만들어 여기에 접착제를 섞어 재구성한 목질 신소재를 총칭하여 엔지니어 우드(engineer wood)라고 부른다. 판자를 계속 쌓아서 접착하여 만든 집성재, 단판을 서로 어긋나게 접착한 합판, 칩과 섬유 등으로 만든 파티클보드나 화이버보드 등이 여기에 해당된다.

집성재와 합판은 오랫동안 목질재료의 대명사 격으로 광범위하게 이용되어 왔고 특히 우리나라의 합판공업은 한때 생산량기준 세계 1위를 한적도 있으나 우량재의 급격한 감소와 인건비의 상승으로 이제는 전 세계적으로 사양산업으로 흘러가고 있다.

그러나 넓은 목판에 대한 요구는 오히려 꾸준히 증가하고 있으므로 파티클보드나 화이버보드의 산업은 합판의 대체산업으로서 꾸준한 상승과 새로운 기술개발이 요구되고 있다.

최근에는 MDF(medium density fiberboard)에 대한 수요가 급증하고 있으며 제품의 강도 보강 및 내수성 향상 등 품질개선에 관한 연구가 지속되고 있으며 대체품이 개발되지 않는 당분간 목질판상제품의 대표 주자

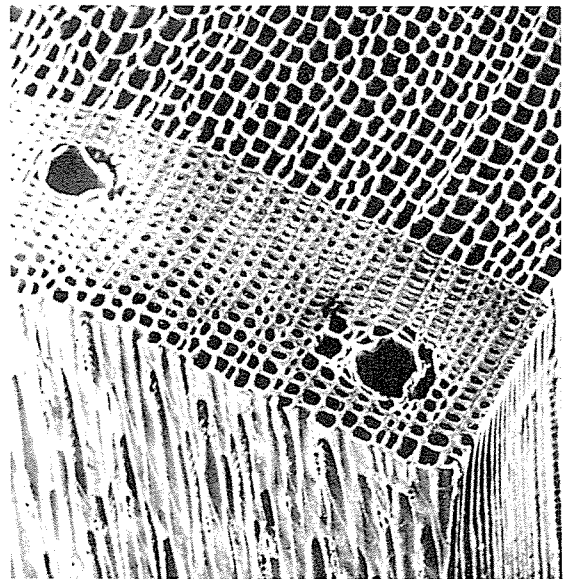
가 될 것 같다.

〈곡가공〉 목재를 변형시키는 일반적인 방법은 각선미를 자랑하는 의자의 다리나 우산 손잡이와 같은 곡가공이다. 곡가공(曲加工)은 목제품을 고급화하고 자원절약의 한 방법으로 대단히 중요한 기술이며 목재를 휘게하기 위해서는 가열 혹은 암모니아 처리를 하는 것이 일반적이거나 최근에는 마이크로파를 이용하는 보다 효과적인 기술이 개발되고 있다.

그러나 목재 자체가 탄성체로서 본래의 형상으로 되돌아가는 성질이 있으므로 곡가공한 제품을 변형된 상태 그대로 영구유지시키는 기술이 앞으로의 과제로 남아있다.

변형의 또 다른 방법은 목재를 압축함으로써 세포의 내강(內腔)부분을 압밀화(壓密化)하는 것이다. 이는 비중이 낮은 목재의 강도를 증가시키는 목적으로 이용되고 있으며 최근에는 원통형의 목재를 압축하여 4각형의 비중이 높은 각재로 만드는 기술 등이 개발되고 있다.

〈내화재료〉 목재는 그 자체가 비열(比熱)이 크고 열전도율이 작으며 명확한 융점이 없는 한편, 불이 붙으면 바로 탄화층을 형성하여 발염(發炎)연소를 늦추고 재료 내부로의 열전달을 억제하는 등 뛰어난 내화재료이다. 여기에다 잘 타지 않는 여러 물질과의 복합이나 피복에 의하여 열이나 산소의 공급을 차단하고 인, 불소, 붕소, 알칼리금속 등의 약제와 화학작용을



▲전자현미경으로 본 목재는 세포벽과 이로 둘러싸인 수많은 공극으로 구성된다.

일으키는 등의 성질을 이용하면 방화 성능은 더욱 우수해진다.

목재자체에 방화성을 부여하는 기술은 물론 앞으로는 타 재료와의 복합에 의한 방화성 부여도 기대되는 분야의 하나이다.

〈최상의 건축재료〉 목재는 콘크리트를 비롯한 어떠한 건축재료 보다 열전달률이 낮고 용적비열(容積比熱)이 큰 재료이므로 단열성과 보온성이 우수하다는 것 외에, 다른 재료가 갖고 있지 않는 수분조절기능은 건강을 위한 최상의 건축재료이다.

즉 목재 세포벽의 70% 이상을 점유하는 셀룰로오스와 헤미셀룰로스가 언제라도 물분자가 들락거릴 수 있는 수없이 많은 작은 손(水酸基)을 가지고 있다. 목재를 실내에 놓아두면 일정량의 물분자를 흡착하거나 방습하게 되며 흡착, 방습하는 양은 상대습도와 온도에 따라 달라진다.

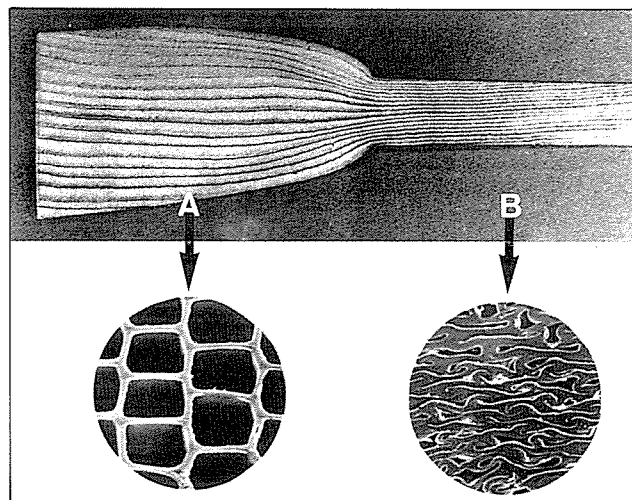
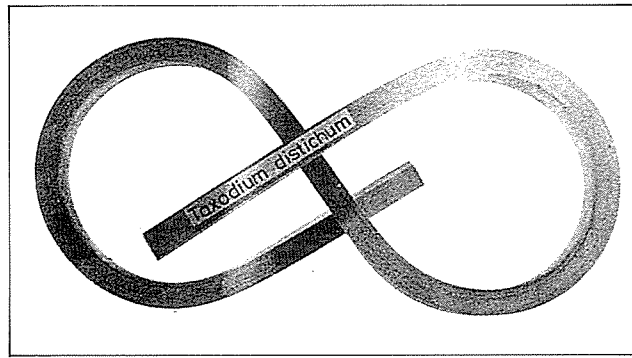
주위의 공기가 건조하면 수산기가 잡고 있던 물분자는 떨어져 나와 상대습도를 높여 주고 반대로 주위가 습해

지면 목재 무게의 최대 30%까지 물분자를 흡수하여 상대습도를 낮추어 준다. 일반적으로 인체가 쾌적감을 느끼고 건강에도 좋은 최적 온습도는 계절에 따라 약간씩의 차이는 있으나, 대체로 온도 20~25℃, 상대습도는 60~70% 정도이다.

어떤 실험에 의하면 밀폐된 방안에 두께 5mm의 합판으로 내장을 한 경우와 비닐 벽지를 바른 경우의 상대습도 변화를 비교해 본 결과 합판 내장한 방은 상대습도가 60%에 거의 안정되어 있는 반면 비닐 벽지를 바른 방은 30~95%까지 바깥 조건에 따라 격심하게 변동하였다고 한다. 아울러서 목재의 천연무늬가 주는 따뜻함과 평온함의 안정감을 주는 효과도 무시할 수 없는 기능 중 하나이다.

목재의 표면이 따뜻하게 보이는 것은 목재가 많은 구멍이 있는 다공질(多孔質)이고 열전도가 낮아서 손으로 만졌을 때도 차갑지 않다는 것을 경험적으로 알기 때문이며, 또 목재의 색깔은 그 자체가 붉은색과 황색이 주체가 되므로 잠재적으로 모닥불이나 태양을 상상할 수 있는 이유도 있다고 한다.

또 자외선의 흡수가 크고 눈에 주는 자극도 적다. 기타 목재는 시멘트에서 방출하는 방사능물질인 라돈의 방출 염려가 없는 등 그 장점은 비교할 수



▲▲마이크로파 가열 등 각종 처리에 따라 목재는 마음대로 구부릴 수 있다.

▲압밀화 처리한 세포형태 : A는 처리하지 않은 목재와 횡단면의 세포형태, B는 압밀화처리에 의한 변형과 압축된 세포형태

없을 만큼 많다. 따라서 주택재료로서 목재는 그 수요가 급증할 것이나 순수한 목조주택은 목재생산량의 감소와 맞물려 점점 단가가 상승할 것이므로 목재의 성질을 그대로 살린 내장재의 개발이 차후의 과제일 것이다.

목재 속에 합성수지 주입

〈목재 재질개선〉 목재이용시 제약조건으로는 강도가 약하고 수분변동에 따른 수축팽창이 생긴다는 점이다. 이와같은 단점을 개선하는 방법은 대단히 다양하고 앞으로도 끊임없이 연구 개발될 것이나, 몇가지 예를 들어 보겠다.

WPC(wood plastic composite)는 목재 속의 공간에 합성수지를 저분자 상태로 주입하여 목재 속에서 반응시켜 고분자로 만드는 방법으로서 저급목재의 강도를 획기적으로 증가시키며 흡습량이 감소되고 수축률이 개선되는 재료이다.

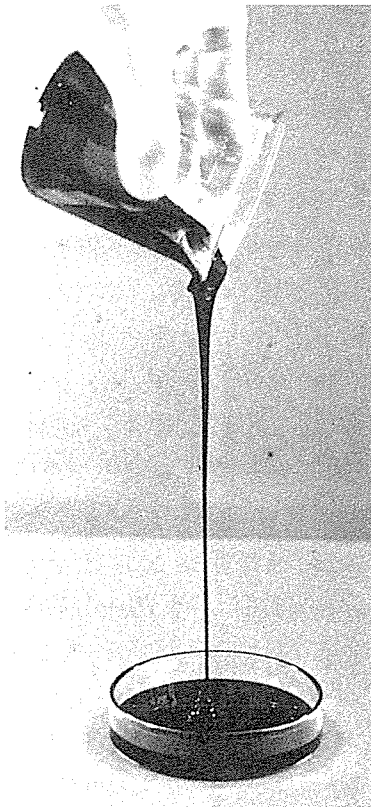
이 재료는 비록 현재는 경제성 문제가 있으나 차후의 기술개선에 의한 처리단가가 낮춰진다면 목재와 플라스틱의 장점을 동시에 얻을 수 있는 재료로서 각광을 받을 수 있을 것이다. 비슷한 재질개량의 방법으로 석탄산수지를 처리하는 방법, 아세틸화 목재도 앞으로의 연구성과가 기대된다.

〈목질 바이오메스〉 현재의 우리들은 석유자원 이용의 전성시대에 살고 있으나 20세기 말을 고비로 하여 차츰

석유자원은 고갈될 것으로 추정하고 있다. 목질계 바이오메스(biomass)는 재생산이 가능하고 거의 공해가 없으며 국내에서도 생산가능한 재료라는 점에 주목할 필요가 있다.

물론 아직은 석유자원과 경쟁이 되지 않으나, 이론적으로는 목재 세포벽의 대부분을 점유하는 다당류(多糖類)에서 현재의 석유화학제품의 95%까지 제조 가능한 것으로 알려져 있다. 특히 이중에서 알콜 등 일부 유기화합물은 충분한 경제성을 가지고 있으므로 앞으로의 목재공업의 중요한 방향으로 생각된다.

〈목재의 사료화〉 목재 세포벽을 구



▲용액화된 목재

성하는 섬유질인 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스는 그 주위를 리그닌이 둘러싸고 있는 긴 실모양으로 존재한다. 따라서 셀룰로오스를 소화할 수 있는 일부 가축에 있어서 리그닌을 제거한 목재섬유를 사료로 이용하는 연구가 활발하다. 최근 실용적인 리그닌 제거 방법으로 고압의 수증기처리를 한 후 폭발시키는 폭쇄(爆碎)처리에 관한 연구가 성과를 얻고 있다.

또 일부 활엽수재는 천연적인 구성 성분이 목초와 유사한 구조를 가지고 있어서 비교적 간단한 리그닌 제거처리도 사료로의 이용이 가능한 것으로 알려져 있다. 목재는 사료로서 잠재적 가치가 높을 뿐만 아니라 나아가서는 지구상의 절대부족한 식량자원을 해결하는 궁극적인 목표로서 목질계 셀룰로오스의 앞으로의 연구개발에 많은 기대를 걸고 있다.

〈목재의 용액화〉 최근 목재에 간단한 화학반응을 시켜 플라스틱과 같은 성질을 갖는 재료로 변환시키고 가열 가압함으로써 일정한 모양으로 성형 가능하며 용제(溶劑)에 녹임으로써 용액화가 가능한 획기적인 기술이 개발되고 있다.

이로서 셀룰로오스 아세테이트 등을 플라스틱화하는 기술과 또한 목재를 액화하여 발포체 혹은 무정형의 성형물을 얻을 수 있다. 목재의 새로운 이용방법의 하나로서 썩지 않는

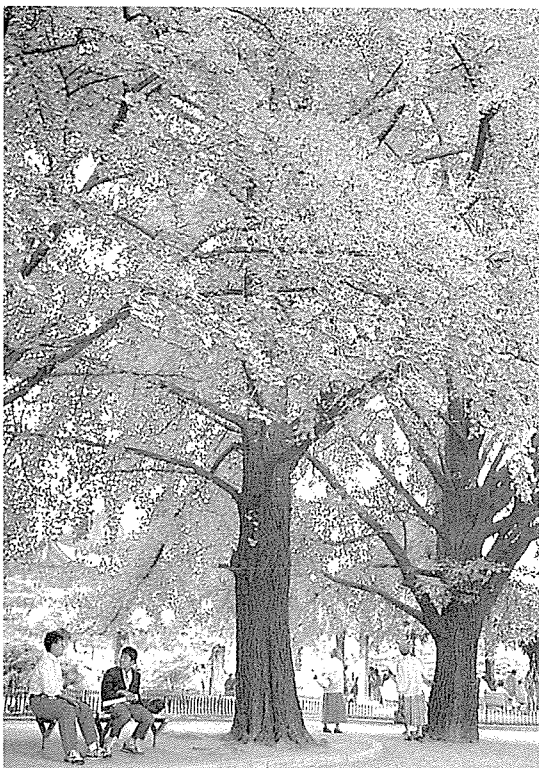
플라스틱의 공해문제가 심각한 오늘날 자연분해되는 이들 재료는 지구환경보호라는 관점에서도 앞으로 기술개발이 기대되는 분야이다.

〈전자파 차단재료〉 수분이 없는 목재는 거의 전기를 통하지 않지만 7백~8백℃ 이상으로 가열하면 전기성질이 급변하여 유전(誘電)속도가 10^{16} 배로 상승하여 금속과 거의 같은 정도로 된다. 이와 같은 성질은 질소, 산소, 바륨, 할로젠 등의 원소를 첨가하여 가열하면 초전도(超電導)현상을 나타내는데, 이것을 얇은 판이나 필름화하면 무게가 극히 가벼운 도전(導電)재료로서 금속 이상의 성능을 가지게 된다. 따라서 전자파를 막기 위하여 도전성이 좋은 금속을 사용하고 있으나 우주선이나 항공기와 같이 경량재료가 필요한 경우에 목탄은 금속의 훌륭한 대체 재료이다.

현재 목탄을 가공한 재료에서 금속과 거의 같거나 오히려 그 이상의 성능이 얻어지고 있으며 이들은 극히 가볍고 강도가 높고 치수안정성이 뛰어나므로 높은 기능성재료로서 뿐만 아니라 최첨단재료로서의 연구개발이 기대되는 새로운 분야의 하나이다.

목재(wood)의 이용기술은 대단히 광범위하여 목재공학이라는 학문의 바탕만으로는 해결할 수 없고 선진 외국과 마찬가지로 인접 학문간의 유기적인 교류와 정부의 적극적인 지원이 있을때 큰 성과를 얻어리라고 본다.

아울러서 유기재료로서 지구상에 가장 많은 축적량을 보유하고 있는 목재 자원의 미래지향적인 연구개발은 눈앞에 닥쳐오고 있는 기존자원의 고갈에 대비할 수 있는 가장 현명한 선택이라고 믿는다. 67



▲자연은 많은 사람들이 맑은 공기를 마실 수 있는 쉼터의 공간을 준다.