

스티렌계 樹脂를 매트릭스로 사용한 목재-플라스틱 複合體의 物性に 미치는 相溶化劑의 效果*¹

韓奎成*²

Effect of Compatibilizers on Mechanical Properties of Wood-Plastic Composites Using Styrene Polymers as Matrix Polymers*¹

Gyu-Seong Han*²

ABSTRACT

Composites of styrene polymers with woody fibers were prepared, and the effect of compatibilizers on their mechanical properties was evaluated. To improve the compatibility of wood fibers and the matrix polymers, styrene-maleic anhydride copolymer(SMA) and maleic anhydride-modified polymers were used as compatibilizers. As results, maleic anhydride-modified polystyrene and SMA were proved to improve the tensile strength of the molded composites, and also were evaluated as good compatibilizers for the wood fiber-polystyrene composite. Cellulosic fiber (dissolving pulp) provided better reinforcement than lignocellulosic fiber(thermomechanical pulp). On the contrary in the case of the composite of wood fiber and acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer(ABS), SMA and maleic anhydride-modified acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer(MABS) did not act as compatibilizers. However, MABS was evaluated as a good polymer matrix to make wood fiber-reinforced composite. The tensile properties of the composites of wood fiber and MABS were superior than those of wood fiber-ABS composites.

Keywords : Wood fiber-reinforced composite, compatibilizer, polystyrene, ABS

1. 緒 論

현재 세계적으로 산림자원의 감소가 문제시되고 있으며, 여기에 대응하기 위하여 많은 노력이 이루어지고 있다. 우리나라의 산림축적량은 약 2억 m³이며, 앞으로도 계속 증가할 것으로 예측되고 있지만, 우리나라의 연간 목재소비량은 약 900만 m³으

로 자급률은 17% 정도에 불과한 형편이다. 더우기 현실적으로는 연간 목재소비량의 10% 정도가 목재공업 및 펄프·종이공업의 폐재로서 소각되거나 버려지고 있다. 임지 등에 방치되는 간벌재 등의 미이용재와 회수되지 않는 고지까지를 포함하면 막대한 양의 목재가 사용되지 않고 버려지고 있는 실정이다.

*1. 接受 1993年 4月 6日 Received April 6, 1993.

본연구는 한국과학재단 일반목적기초연구비(신진연구, 과제번호 923-1500-003-2)에 의해 수행되었음.

*2. 충북대학교 농과대학 Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

당연히 이러한 미이용재에 부가가치를 붙여 이용하려고 하는 움직임이 나타나기 시작하였다. 즉, 새로운 화학처리법에 의해 흥미있는 성질이나 기능을 목재에 부여하는 것이다. 이 중에서 새로운 영역으로 등장한 것이 목재의 플라스틱화이다. 간단한 화학처리에 의해 목재에 열유동성을 부여하거나, 목재를 반응성의 유기화합물에 용해 또는 액화함으로써, 목재를 마치 플라스틱과 같이 쓸 수 있도록 하는 것이다. 그러나, 이와는 달리 목재의 근본적인 성질은 바꾸지 않고 그대로 세분화하여(목분 또는 펄프의 형태로), 열가소성 고분자 또는 열경화성 고분자의 초기축합물과 혼합하여 복합화함으로써, 자유롭게 성형 가공할 수 있는 재료가 있다. 이 경우, 복합화함으로써 목재와 수지의 양쪽 특성을 모두 살리면서 새로운 소재로 변환하고자 하는 것이다. 이 재료는 임의의 형태로 성형할 수 있기 때문에 성형가능한 목재-플라스틱 복합체(성형목재)라고 불린다.

성형목재는 강성이 크고, 열변형온도가 높고, 수축이 작고, 도장성이 우수하며, 목공가공이 우수하다는 특징을 갖고 있어, 자동차용 부품, 건재 및 가구용품, 잡화류, 가전제품 및 음향기기의 하우징 등의 성형소재로서 이용하고자 하는 다각적인 검토가 이루어지고 있다. 그런데, 이 성형목재의 제조에는 매트릭스 폴리머(matrix polymer)로서 주로 폴리올레핀(polyolefin)류의 범용 플라스틱이 이용되어져 왔지만, 목질충전제와의 복합화에 있어서 여러가지 문제점을 노출시키고 있다. 가장 큰 문제점으로는 비극성의 합성고분자와 극성의 목질충전제와의 상용성 또는 분산성의 결여로 인한 강도 저하를 들 수 있다. 이를 피하기 위해서는, 목재와 상용성이 있는 합성고분자를 선택하여야 하지만, 그 조합을 찾는다는 것이 그리 쉽지 않다. 그래서 일반적으로는 목재와 합성고분자와의 상용(궁극적으로는 계면접착)을 돕는 상용화제(compatibilizer) 또는 결합제(coupling agent)라 불리는 재료의 도움을 받는 경우가 많다. 예를 들어 폴리프로필렌과 목재와의 복합시에 무수말레산으로 변성한 폴리프로필렌을 첨가함으로써 우수한 물성의 재료를 얻을 수 있다는 보고가 있다.¹⁴⁾ 이 경우 변성폴리프로필렌이 목재와 폴리프로필렌의 계면에 선택적으로 존재하여 목재의 수산기와 변성폴리머의 산무수물기 사이에서 에스테르결합이 일어난다. 이 화학결합으로 인한 계면접착이 이복합계에서 상용을 발휘하는 것으로 알려져 있다. 이와 유사한 방법을 목재와 열경화성 고분자와의 복합에 적용한 예로서, 목재와 불포화폴리에스테르와의

복합시에 무수말레산을 동시에 첨가함으로써 복합체의 물성을 증대시킬 수 있다는 보고를 들 수 있다.⁵⁾

한편, 본연구에서 다루고자 하는 스티렌계 폴리머와 목재와의 복합에 관해서는 최근 수 건의 보고가 있다.^{5,10)} 주로 실란계와 이소시아네이트계의 화합물 등을 목재에 처리한 후, 이를 스티렌계 폴리머와 복합화하는 방법을 이용하고 있다. 그런데 이 중에서 복합체의 물성에 가장 큰 효과를 나타내는 것은 벤젠핵을 가지는 폴리이소시아네이트계 화합물에 의한 처리인데, 목재의 수산기와 이소시아네이트기가 반응하여 생성하는 강한 공유결합(우레탄결합)과, 이소시아네이트 화합물의 벤젠고리와 폴리스티렌의 벤젠고리의 π 전자간의 상호작용에 의한 결과라고 보고되었다.

그런데 상기와 같은 화합물에 의한 전처리는 그 효과는 우수하지만 처리과정이 단순하지가 않아 복합체 제조시 그 공정이 복잡해지는 단점이 있다. 따라서, 본연구에서는 폴리스티렌 및 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합수지를 매트릭스 폴리머로 하는 성형가능한 목재-플라스틱 복합체의 제조시 적절한 상용화제를 첨가함으로써, 제조공정을 간편화하는 동시에 복합체의 물성을 개선하고자 하였다. 특히 매트릭스 폴리머를 무수말레산으로 변성한 상용화제를 개발하여, 그 효과를 시판의 상용화제와 비교하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

2.1.1 목질 충전제

본연구에서는 목질충전제로 열기계펄프(TMP; thermomechanical pulp)와 용해펄프(DP; dissolving pulp)를 사용하였는데, TMP는 뉴질랜드산 라디아타소나무(*Pinus radiata*)로 제조한 것을 Oji Paper Co.로부터 분양받았고, α -셀룰로스의 함량이 96%인 DP는 Daicel Chem. Ind., Ltd.로부터 분양받았다. 이들 펄프는 60℃의 송풍건조기로 전건한 후 실온의 진공건조기에 보관하여 사용하였다.

2.1.2 합성고분자

복합체의 매트릭스가 되는 합성고분자로는 폴리스티렌(PS; polystyrene)과 아크릴로 니트릴-부타디엔-스티렌 공중합수지(ABS; acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer)를 사용하였는데, PS는 Asahi Chem. 의 Styron 666이었고, ABS는 Daicel Chem. Ind., Ltd. 의 것으로서 아

크릴로니트릴이 26부, 스티렌이 74부, 부타디엔이 25부의 비율로 구성된 것이다.

2. 1. 3 상용화제

상용화제로는 스티렌-무수말레산 공중합수지(SMA; styrene-maleic anhydride copolymer)와, 본실험의 매트릭스 폴리머로 사용된 PS, ABS 수지를 무수말레산으로 변성한 변성폴리머를 사용하였다.

SMA는 무수말레산의 함량이 13%인 Arco Chem. Co. 의 Dylark 332를 사용하였다.

2. 2 매트릭스 폴리머의 변성

100부의 매트릭스 폴리머(PS 또는 ABS)를 190℃, 50rpm으로 조정된 혼련기(Toyo Seiki Labo-Plastomill LPM 18-125)에 투입한다. 2분이 경과하여 매트릭스 폴리머가 용융 상태로 되면, 같은 조건하에서 이 용융폴리머에 화학변성제인 무수말레산 1-10부와 라디칼 개시제인 디큐밀 퍼록사이드(DCP; dicumyl peroxide) 0.5부를 1분간에 걸쳐 가한다. 투입이 끝나면 같은 조건에서 2분간 반응을 지속하여 변성폴리머를 얻는다.

이렇게 얻어진 변성폴리머는 시트 형태로 열압성형한 후 켈레트화하여 상용화제로 사용한다.

2. 3 복합체의 제조 및 성형

소정량의 목질충전제, 매트릭스 폴리머, 상용화제 및 산화방지제(BHT Swanox, Irganox 1010, Antiox S³; 각각을 전량에 대하여 0.1부씩 첨가)를 190℃, 50rpm으로 조정된 혼련기에 5분간에 걸쳐 투입한다. 투입이 끝나면 같은 조건에서 10분간 혼련을 지속한다.

혼련이 종료된 시료는 200℃의 열압기(hot press)를 이용하여 두께 4mm의 시트로 성형한다. 즉, 시료를 열압기에 넣어 5~6분간 예열한 후 25kgf/cm²의 압력을 가하여 30초간 유지한다. 이를 즉시 꺼내어 냉압기(cold press)에 넣어 동일한 압력하에서 실온까지 냉각한다.

2. 4 인장시험

성형된 시트로부터 길이 80mm, 폭 5mm의 인장시험용 시편을 채취하여, Shimadzu Autograph DCS-R-500을 이용하여 인장속도 0.5mm/min. 로 인장시험을 하였다. 이때 스펀의 길이는 40mm로 하였다.

2. 5 적외선 분광분석

변성폴리머의 화학적인 구조를 관찰하기 위하여

적외선 분광분석(IR spectroscopy)을 하였다. 분광기로는 Shimadzu FTIR-4000을 사용하였으며, 측정용 박막 시료(두께 100 μ m)는 용융성형법으로 제작하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 변성 폴리머의 화학적 특성

무수말레산을 부가한 변성폴리스티렌(MPS; maleic anhydride-modified polystyrene)과 변성 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체(MABS; maleic anhydride-modified acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer)의 화학적 특성을 적외선 분광분석을 통하여 관찰한 결과를 그림1과 그림2에 나타냈다.

MPS의 적외선 흡수 스펙트럼의 경향을 조사한 결과(그림1 참조), 1780cm⁻¹에 환상 산무수물의 C=O간 신축 진동에 의한 무수말레산 특성 피크가

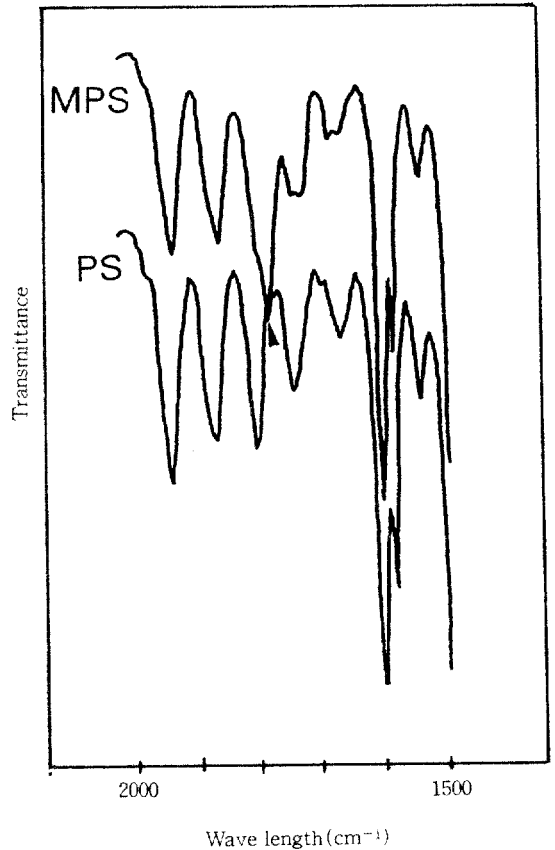


Fig. 1. Infrared spectra of PS and MPS.

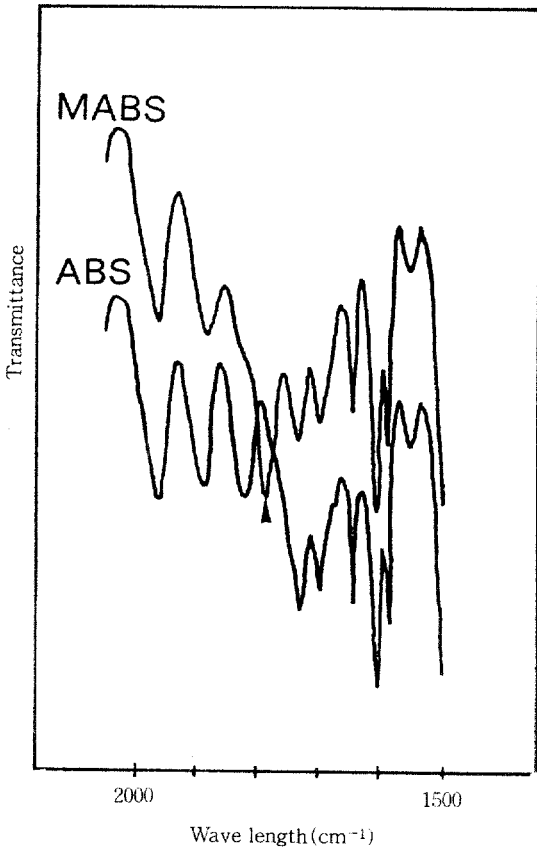


Fig. 2. Infrared spectra of ABS and MABS.

나타났다. 무수말레산 모노머에 기인하는 1660 cm^{-1} 에서의 C=C간 신축 진동에 의한 흡수 피크가 나타나지 않는 것으로 보아, 무수말레산이 폴리스티렌에 부가되었음을 알 수 있다.

또한, MABS의 적외선 흡수 스펙트럼에서도(그림2 참조), 무수말레산 도입에 의한 특성 피크가 MPS의 경우와 동일한 1780 cm^{-1} 에 나타남으로써, 무수말레산이 부가되었음을 알 수 있다.

3. 2 목재-폴리스티렌 복합체의 인장 특성

상용화제로서 SMA와 MPS를 사용하여 제조한 목재-폴리스티렌 복합체의 인장특성을 표1과 표2에 나타냈다. 폴리머 블렌드의 상용성을 평가하는 방법으로 글래스전이온도의 변화를 추적하는 수단이 많이 이용되고 있으나, 본연구에서는 편의상 복합체의 인장특성만을 가지고 이를 추정하는 정도로 그쳤다.

표1은 상용화제로서 시판의 SMA를 사용한 복합체의 인장특성을 나타낸 것으로서, 목질충전제

Table 1. The tensile properties of the wood-polystyrene composites using styrene-maleic anhydride copolymer as a compatibilizer.

TMP (%)	SMA (%)	PS (%)	Tensile strength (kgf/cm^2)	Elastic modulus ($\times 10^4 \text{ kgf}/\text{cm}^2$)	Break elongation (%)
50	0	50	384.6(37.1)	2.05	2.3
50	2.5	47.5	489.3(27.7)	2.20	3.1
50	5	45	518.3(18.7)	2.25	3.1
50	10	40	550.2(30.9)	2.18	3.3
50	15	35	565.0(28.8)	2.14	3.7
50	25	25	575.2(27.8)	2.23	3.6
50	50	-	582.0(17.2)	2.24	3.5
-	100	-	336.9(25.9)	1.59	2.6
-	-	100	321.7(15.7)	1.66	2.5

Note: The number in parenthesis means standard deviation.

로는 TMP를 사용하였다.

상용화제를 첨가하지 않은 TMP-PS 복합체의 인장강도는 PS 단독의 인장강도보다도 높았는데, 이는 TMP와 PS의 친화성이 좋다는 것을 의미하는 것으로서 폴리에틸렌(PE; polyethylene)이나 폴리프로필렌(PP; polypropylene)의 경우와는 다른 양상을 보이는 것이었다.¹⁴⁾ 이러한 사실은 폴리스티렌의 충전제로 목재 성분을 사용했을 때, 이들 성분이 매우 활성적이고 주위의 폴리머 분자쇄의 물리적 성질을 변화시킨다는 사실과 일치하는 것이다.¹¹⁾

한편, 복합체의 인장강도는 SMA의 함량이 증가함에 따라 급격히 증가하였으나, 첨가량이 10% 이상인 복합체에서는 인장강도의 증대가 둔화되는 경향을 나타냈다. 그런데 이러한 SMA의 첨가에 따른 복합체의 강도 개선 메카니즘에 대해서는 다음과 같이 말할 수 있다. 고온에서의 혼련에 의해 목질충전제의 수산기와 SMA의 산무수물기와의 에스테르결합을 통한 그래프트(graft)가 일어나며, 이러한 그래프트가 매트릭스 폴리머와 목질충전제와의 계면접착력을 향상시킨다. 이는 PP와 목질충전제와의 복합시 무수말레 산변성 PP를 상용화제로 사용하여 그 물성을 개선시킨 경우와 같은 메카니즘에 의한 것이라고 볼 수 있다.¹⁴⁾ 표1에 의하면 TMP-SMA 복합체의 물성이 가장 좋지만, 본연구에 있어서는 SMA의 상용화제로서의 이용을 검토한 것이고 SMA의 가격면에서 PS와는 비교가 되지 않으므로 논의에서 제외하였다.

복합체의 파괴신장율과 SMA 함량과의 관계에

서도, SMA의 함량이 증가할수록 파괴신장율도 증가하여 PS의 파괴신장율을 상회하는 값을 나타냈다. 이 역시 TMP와 SMA와의 화학결합에 의한 결과라고 할 수 있다.

PS는 TMP를 충전함으로써 인장탄성계수가 매우 큰 복합체로 전환되었다. TMP-PS 복합체의 인장탄성계수는 SMA의 함량에 관계없이 거의 일정한 값을 나타냈으나, SMA를 첨가하지 않은 복합체의 인장탄성계수는 SMA 첨가계의 것보다 약간 낮은 값을 보였다. SMA 첨가에 따른 인장탄성계수의 증대효과는 TMP 충전에 의한 증대효과에 비하면 매우 작은 것이었다.

표2는 본연구에서 개발한 MPS를 상용화제로 사용한 복합체의 인장특성을 나타낸 것으로서, 목질충전제로는 TMP와 DP를 사용하였다. MPS는 100 부의 PS에 1부의 MAH와 0.5부의 DCP를 가하여 제조한 것을 사용하였다.

MPS를 상용화제로 하는 TMP-PS, DP-PS 복합체의 인장특성은, SMA를 상용화제로 하는 복합체의 경우와 비슷한 인장특성을 나타냈다. 복합체의 인장강도와 파괴신장율은 MPS의 함량이 증가함에 따라 증대하는 경향을 나타냈으며, 인장탄성계수는 상용화제로서 SMA를 사용한 계와 MPS를 사용한 계간에 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과로부터 MPS는 TMP-PS 복합체의 상용화제로서 충분히 이용될 수 있음을 알 수 있었다.

Table 2. The tensile properties of the wood-polystyrene composites using maleic anhydride modified polystyrene as a compatibilizer.

TMP (%)	DP (%)	MPS (%)	PS (%)	Tensile strength (kgf/cm ²)	Elastic modulus (×10 ⁴ kgf/cm ²)	Break elongation (%)
50	-	-	50	384.6(37.1)	2.05	2.3
50	-	2.5	47.5	474.3(33.5)	2.12	2.8
50	-	5	45	479.1(19.2)	2.17	2.7
50	-	10	40	541.2(22.2)	2.11	3.4
50	-	15	35	527.4(27.5)	2.20	3.2
-	50	-	50	459.7(24.0)	2.11	2.8
-	50	2.5	47.5	492.8(15.2)	2.21	2.9
-	50	5	45	523.4(24.1)	2.12	3.3
-	50	10	40	576.6(23.2)	2.21	3.8
-	50	15	35	580.5(40.7)	2.34	3.7
-	-	100	-	227.1(32.1)	1.58	1.7
-	-	-	100	321.7(15.7)	1.66	2.5

Note: The number in parenthesis means standard deviation.

한편, Maldas 등^{6,10)}은 목재-폴리스티렌 복합체의 제조시 상용화제로서 실란계 화합물과 이소시아네이트계 화합물을 목재 섬유에 처리하여 복합 화합으로써 복합체의 강도 및 내수성 등의 물성을 개선할 수 있다고 보고하였지만, 본실험에서 나타난 바와 같은 현저한 물성 개선의 효과는 얻지 못하였다. 이는 목질충전제와 화학적으로 결합하고 있는 상용화제가 매트릭스 폴리머와 얼마나 친화성을 가지고 있는가에 의한 차이라고 볼 수 있다. 즉, MPS나 SMA는 PS와 유사한 고분자 구조를 가지는 물질이라는 점에서 전자의 상용화제와 다르다. 한편 실란계 화합물이나 이소시아네이트계 화합물은 미리 목질충전제에 처리하여야 하는 반면에, MPS나 SMA는 복합 가공시에 매트릭스 폴리머와 함께 첨가하는 단순한 공정으로도 그 효과를 얻을 수 있다는 점에서 매우 우수한 상용화제라 할 수 있다.

따라서, MPS나 SMA는 현재 복합체 제조시 상용화제로서 널리 사용되고 있는 실란계 화합물, 티탄계 화합물 및 이소시아네이트계 화합물보다 우수한 효과를 나타낼 뿐만 아니라, 소량의 첨가로도 목재-폴리스티렌 복합체의 물성 개선의 목적을 달성할 수 있는 상용화제라고 결론지을 수 있다. 특히 폴리스티렌을 간단한 화학반응으로 변성함으로써 얻어지는 MPS는, 그 효력에 있어서는 SMA에 비견할 정도이면서 제조 공정에 있어서는 SMA보다 훨씬 간단하다는 점에서 앞으로 이용 확대가 기대되는 훌륭한 상용화제이다.

한편, 목질충전제의 종류를 달리 했을 때의 복합체의 인장특성을 관찰한 결과, DP-PS 복합체의 인장강도 및 파괴신장율은 TMP-PS 복합체의 그것들보다 다소 높은 값을 나타냈다. 이 요인에 대해서는 반응에 관계하는 목질충전제 표면의 수산기의 농도차에 기인할 것이라는 결과를 인용하여 설명할 수 있다.¹⁾ 즉, DP는 셀룰로스만으로 구성되어 있어, 리그노셀룰로스 섬유인 TMP보다는 훨씬 많은 수산기를 가지고 있다. 이러한 수산기가 SMA나 MPS의 산무수물기와 보다 많이 반응하여 물성을 개선하는 것이다.

3.3 목재-ABS 복합체의 인장 특성

상용화제로서 SMA와 MABS를 사용하여 제조한 TMP-ABS 복합체의 인장특성을 표3에 나타냈다. MABS는 100 부의 MABS에 1-10부의 MAH와 0.5부의 DCP를 가하여 제조한 것을 사용하였으며, MABS1, MABS5, MABS10는 각각 MAH를 1부, 5부, 10부 첨가하여 제조한 것을 의미한다.

Table 3. The tensile properties of the wood – ABS composites

TMP (%)	SMA (%)	MABS1 (%)	MABS5 (%)	MABS10 (%)	ABS (%)	Tensile strength (kgf/cm ²)	Elastic modulus (x10 ⁴ kgf/cm ²)	Break elongation (%)
50	—	—	—	—	50	402.3(21.2)	1.80	4.4
50	50	—	—	—	—	582.0(17.2)	2.24	3.5
50	—	50	—	—	—	458.3(21.1)	1.85	5.1
50	—	—	50	—	—	523.8(17.8)	1.90	6.2
50	—	—	—	50	—	474.7(12.8)	1.96	5.8
50	10	—	—	—	40	427.2(21.9)	1.94	3.9
50	15	—	—	—	35	431.4(25.3)	1.85	4.4
50	—	5	—	—	45	404.8(14.5)	1.82	4.1
50	—	10	—	—	40	412.5(13.1)	1.84	4.2
50	—	15	—	—	35	398.1(10.5)	1.79	4.8
50	—	—	5	—	45	410.8(15.8)	1.88	4.3
50	—	—	10	—	40	390.3(14.9)	1.83	4.3
50	—	—	15	—	35	417.8(10.6)	1.79	5.1
50	—	—	—	15	35	404.1(14.1)	1.81	5.2
—	—	100	—	—	—	335.8(5.2)	1.02	13.0
—	—	—	100	—	—	349.9(10.7)	1.07	13.8
—	—	—	—	100	—	340.1(13.6)	1.13	13.3
—	—	—	—	—	100	325.5(5.5)	1.01	15.0

Note : The number in parenthesis means standard deviation.

상용화제를 첨가하지 않은 TMP-ABS 복합체의 인장강도는 ABS 단독의 인장강도보다 높았는데, 이는 TMP-PS 복합체의 경우와 같은 양상을 보이는 결과이다. 즉 TMP와 ABS의 친화성이 좋다는 것을 의미한다.

그런데, TMP-ABS 복합체에 있어서 SMA와 MABS를 이용한 상용화제의 첨가효과를 검토하였지만, TMP-PS 복합체의 경우와는 다른 양상을 나타냈다. 즉, TMP-PS 복합체의 경우 MPS나 SMA를 소량(2.5~15% 정도) 첨가하여도 그 효과가 크게 나타나는 반면, TMP-ABS 복합체의 경우에는 MABS나 SMA를 소량 첨가하여서는 물성의 개선효과를 얻을 수 없었다.

그러나 MABS를 상용화제가 아닌 복합체의 매트릭스로 사용할 경우, 이 복합체의 물성은 ABS만을 매트릭스로 사용한 복합체의 물성보다 훨씬 좋은 결과를 나타냈다. 특히 TMP-MABS5 복합체는 TMP-ABS 복합체보다 인장강도와 변형률이 모두 개선되어 엔지니어링 플라스틱(인장강도 500 kgf/cm² 이상)의 범주에 들 정도의 우수한 재료라는 것을 알 수 있다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 목재와 ABS를 복합화할 경우 SMA나 MABS는 상용화제로서의 효과는 기대할 수 없지만, 이 중에서 MABS는 복합체의 매트릭스로서 훌륭한 성능을 나타냄을 알

수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 목질섬유와 스티렌계 폴리머를 구성 요소로 하는 성형가능한 목재-플라스틱 복합체를 제조할 때 적절한 상용화제를 첨가함으로써, 제조 공정을 간편화하는 동시에 복합체의 물성을 개선하고자 하였다. 특히 매트릭스 폴리머를 무수말레산으로 변성한 상용화제를 개발하여 그 효과를 시판의 상용화제와 비교한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

목재-폴리스티렌 복합체의 제조시 첨가한 MPS나 SMA는 상용화제로서 작용하여 소량의 첨가만으로도 복합체의 물성은 현저하게 개선되었다. 특히 MPS는 상용화제로서 SMA와 같은 정도의 효과를 발휘하면서도, SMA에 비해 훨씬 간단하게 제조할 수 있는 우수한 상용화제이다.

목질섬유의 종류에 따른 목재-폴리스티렌 복합체의 물성을 조사한 결과, DP를 함유한 복합체의 인장강도 및 파괴신장율은 TMP를 함유한 복합체의 그것들보다 다소 높은 값을 나타냈다.

목재-ABS 복합체에 있어서 SMA와 MABS를 상용화제로 이용하고자 했으나 소기의 성과를 거둘 수 없었다. 그러나 MABS는 매트릭스 폴리머

로서는 좋은 특성을 가지고 있어, 이를 사용한 TMP-MABS 복합체의 물성은 TMP-ABS 복합체의 물성에 비해 월등하였다.

參 考 文 獻

1. Han, G.-S., H. Ichinose, S. Takase, and N. Shiraishi, 1989. Composites of Wood and Polypropylenes III, *Mokuzai Gakkaishi*, 35 : 1100-1104
2. 한규성, 白石信夫, 1990. "목재와 폴리프로필렌과의 복합체", 1990년도 세계한민족과학기술자 종합학술대회 논문집(농수산분과) : 504-508
3. Han, G.-S. and N. Shiraishi, 1990. Composites of Wood and Polypropylenes, *Mokuzai Gakkaishi*, 36 : 976-982
4. Han, G.-S., S. Saka, and N. Shiraishi, 1991. Composites of Wood and Polypropylenes V. Morphological study of composite by TEM-EDXA, *Mokuzai Gakkaishi*, 37 : 241-246
5. Han, G. -S., A. Mori, M. Yoshioka, and N. Shiraishi, 1991. Composites of Wood and Unsaturated Polyesters, *Mokuzai Gakkaishi*, 37 : 44-49
6. Maldas, D., B. V. Kokta, and C. Daneault, 1989. Influence of Coupling Agents and

Treatments on the Mechanical Properties of Cellulose Fiber-Polystyrene Composites, *J. Appl. Polym. Sci.*, 37 : 751-775

7. Maldas, D., B. V. Kokta, and C. Daneault, 1989. Thermoplastic Composites of Polystyrene: Effect of Different Wood Species on Mechanical Properties, *J. Appl. Polym. Sci.*, 38 : 413-439
8. Maldas, D. and B. V. Kokta, 1990. Effects of Coating Treatments on the Mechanical Behavior of Wood-Fiber-Filled Polystyrene Composites. I. Use of Polystyrene and Isocyanate as Coating Components, *J. Appl. Polym. Sci.*, 40 : 917-928
9. Maldas, D. and B. V. Kokta, 1990. Influence of Phthalic Anhydride as a Coupling Agent on the Mechanical Behavior of Wood Fiber-Polystyrene Composites, *J. Appl. Polym. Sci.*, 41 : 185-194
10. Sean, S. T., B. Sanschagrín, B. V. Kokta, and D. Maldas, 1990. Effect of Treated Wood Fiber-Polystyrene Composites under Prolonged Immersion in Water, *Mokuzai Gakkaishi*, 36 : 637-643
11. Mizumachi, H., 1991. Wood and Cellulosic Chemistry, Hon, D. N.-S. and Shiraishi, N. ed., Marcel Dekker, Inc., : 917-922