

신디오택틱 폴리프로필렌의 전망

三井東壓(주) 수지사업부 기술개발실
수석연구원 内用 遊隆

1. 머리말

플라스틱이 세상에 등장한 요 반 세기는, 돌, 금속 다음가는 재료 혁명의 시기이었다. 모든 생활 주변에서 천연 재료를 대신하여 합성 고분자 재료가 사용되기 시작하여 인간의 생활에 공헌하고 있다. 선진국의 이러한 경향은 오늘날 개발도상국에 이르기까지 점점 확대되어 가고 있다. 이같은 배경하에 시장 수요의 고기능화, 고성능화 추구는 여전히 계속되어 가고 있으나, 새로 생긴 요청은 저비용화와 환경 적성(適性)으로, 이런 의미로 많은 분야에 적용되고 있는 대표적인 적용 수지 "폴리프로필렌(PP)"에 기대되는 바가 크다. PP의 한층 발전은 복합 기술, 가공 기술의 진전에 힘입은 바가 크나, 현재 주목받고 있는 메타로센 촉매에 의한 폴리머 구조 제어 기술도 무시할 수 없다. 여기서는 PP 발전의 경위를 반복하면서 동(同)축매체에 의한 "신디오택틱 폴리프로필렌(SPP)"의 특성을 소개하고 향후를 전망하기로 한다.

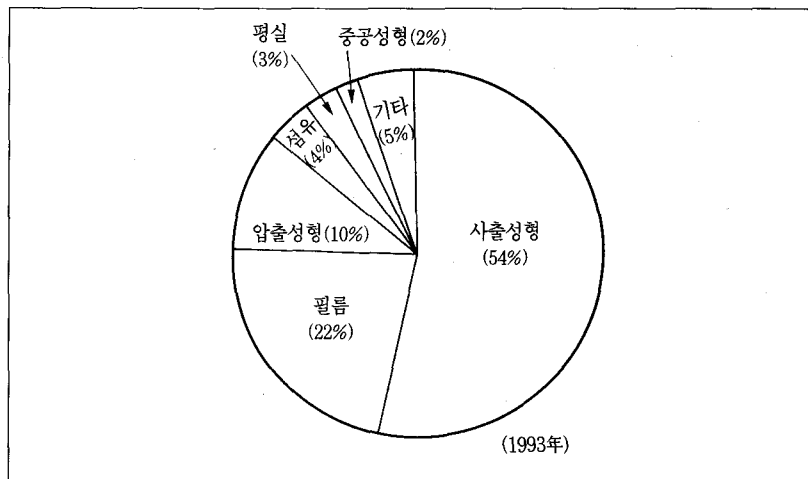
2. PP의 현황

1960년대에 수요가 급증한 PP는 아니소택틱 폴리프로필렌(IPP)이 주체를 이루는 것으로, 1990년대에는 1,000만톤/년을 훨씬 초과하여 21세기 벽두에는 2,000만톤/년의 대두에 이를 것으로 보인다. 선진 미국, 유럽, 일본에 더하여 최근에는 다음 시장으로서 세계의 주목을 받고 있는 아시아 지역의 개발이 현저하다.

PP 성장의 원동력은 제조 기술의 진보로 인한 저비용화와 가공 기술의 진보로 인한 많은 분야의 적용을 들 수 있으나, 뛰니뛰니 해도 PP 본래의 가공 적성, 타수지와외의 복합도 포함한 개질(改質) 가능성을 갖추었음을 간과할 수는 없다.

구체적인 용도 구성은 국가나 지역의 환경 사정에 따라 차이는 있지만, 광범위한 분야에 사용되고 있음은 확실하고, 일본 국내를 보면 자동차, 가전, 잡화 등의 사출 제품, OPP, CPP, IPP 등의 포장용, 공업용 필름이 큰 분야이고 기타로는

〈그림1〉 폴리 프로필렌의 일본 국내 수요 구성 (1993)



시트, 섬유, 실(Yarn), 중공(中空) 등의 압출 성형품이 차지한다.

그러나 요 수년에 걸치는 경기 후퇴로 PP 수요도 침체되어 일본 국내 수요는 200만톤/년 바로 앞에서 정체하고 있다. '94년 후반기에 들어와 점점 전체적으로 경기 회복의 조짐을 반영하여 200만톤/년의 벽을 넘을 가능성을 보였으나, 설비 능력은 250만톤/년 이상이라고 하니 보다 큰 수요와 공급의 차이를 안고 있다. (표 1)

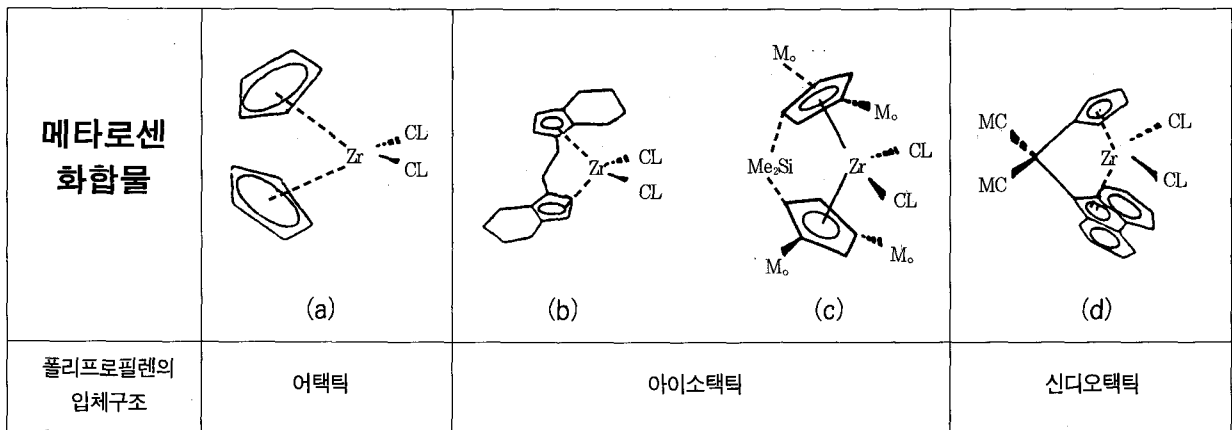
요즘의 경기 후퇴는 거품 붕괴도 포함하여 세계 시장과 연동하는 것이 분명하여 일본 경제의 일대 변곡점을 맞이한 점이 주지 철저로 이어져 일본 시장에서도 점점 개방 시장에 대응하려는 기운이 높아져 가고 있다. 이같은 상황 변화 속에서 PP는 다시 저비용, 환경 적응의 관점에서 재료 전환의 빅 찬스를 얻은 셈으로, 더 한층 고도의 기술 개발이 기대되는 바이다.

3. PP의 제조 기술과 용도 특성

3-1. PP의 제조 기술

1954년에 치글러 나터(Z·N) 촉매의 발명으로 시작된 PP 촉매의 개발은, 요 반세기에 걸쳐 비약적인 발전을 이룩하였다. 금속 알루미늄 환원의 3염화티탄(제 1세대)에서 유기 알루미늄 환원의 3염화티탄(제 2세대)을 거쳐 현재 주류가 되고 있는 염화 마그네슘 담지(擔持) 4염화티탄(제 3세대)에 이르는 가운데 중합 활

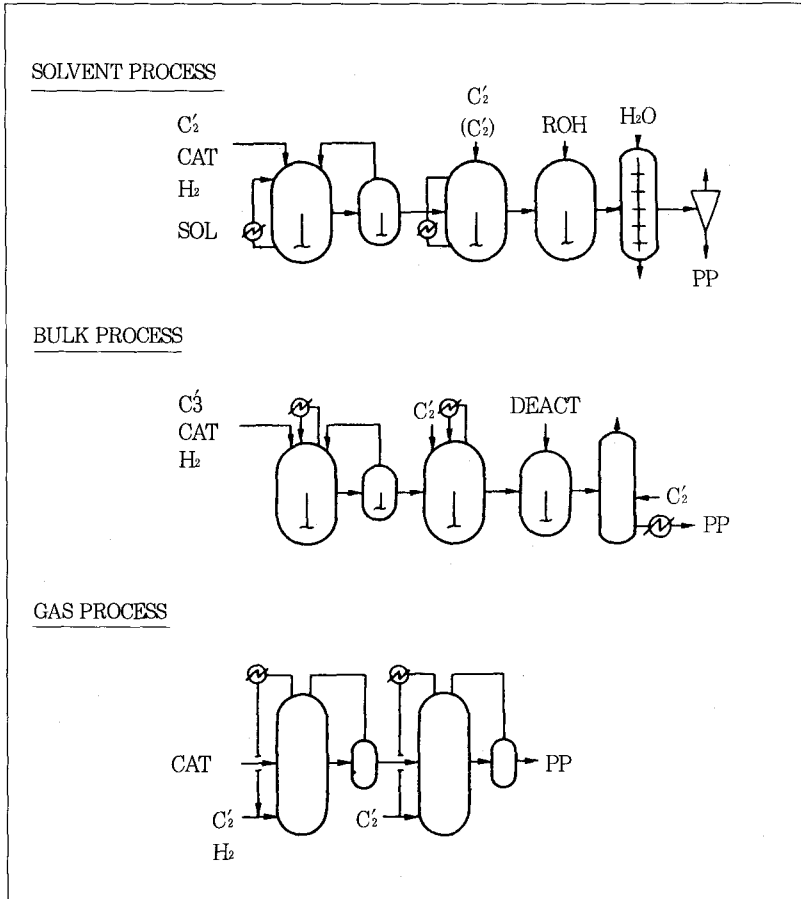
〈그림2〉 폴리프로필렌 메타로센 촉매



〈표1〉 폴리프로 필렌 수요추이(일본)

	1991년	1992년	1993년	1994					
				제1사분기		제2사분기		제3사분기	
				수 량	전년대비	수 량	전년대비	수 량	전년대비
사출성형	1,072,900	1,106,300	1,080,400	263,075	98	279,320	101	290,717	109
필름	426,300	427,100	428,900	105,811	101	111,177	105	110,161	104
플랫	100	77,000	69,300	16,277	90	17,206	98	17,522	102
섬유	62,900	68,500	73,000	17,375	96	18,996	99	17,297	106
중공성형	39,400	40,000	39,500	9,232	101	10,272	105	11,037	106
압축성형	189,500	189,800	190,400	47,447	101	51,902	111	53,047	111
기타	79,600	88,300	100,400	25,734	115	29,297	111	30,334	123
국내수요	1,950,700	218,100	1,981,900	484,951	99	518,170	103	530,115	108
수출	188,900	218,100	179,700	36,039	63	30,461	70	41,946	108
합계	2,139,600	2,215,200	2,161,600	520,990	96	548,631	101	572,061	108

〈그림3〉 폴리 프로필렌의 제조공정



성, 입체 규칙성 모두 대폭적인 향상을 볼 수 있고, 범용 PP로서는 탈회(촉매 잔사), 추출(어택틱 폴리프로필렌(APP))을 필요로 하지 않는 레벨에까지 도달하였다. 촉매가 발전됨에 따라 폴리머 제조 프로세스에서도 변혁이 보였다. 초기에는 탄화수소 용매를 사용한 현탁 중합 프로세스가 주류를 이루고, 드물게는 용액 중합 프로세스도 존재하였다. 촉매 성능이 고도화됨에 따라 탈회(脫灰), 추출을 간략히 하고 중합 반응 효율을 높이기 위해 액화 모노머를 사용한 소위 괴상(塊狀) 중합 프로세스가 출현하였다. 궁극적으로는 완전 무(無)탈

회, 무(無)추출을 전제로 하는 기상(氣相) 중합 프로세스가 완성되어 초저비용화가 실현되었다.

3-2. PP의 가공 기술

본래의 가공 적성에 더하여 다양한 개질 기술의 진보에 힘입어 플라스틱 가공 성형 기술의 거의 모든 분야에 PP가 적용되기에 이르렀다.

즉 사출 성형에서는 일반적으로 소형~대형은 원래부터 기능 부여를 가미한 가스 어시스트 중공 사출, 사출 스탬핑, 저발포 사출 등이 개발되어 성형품의 기능 확대에 공헌하고 있다. 제막(製膜)에서는 캐스

팅, 인플레이션, 연신의 어느 것이나 가능하고 기능성을 부여하기 위한 적층(공압출, 레미네이션), 증착(알루미늄, 실리카) 등도 가능하다. 기타 압출 성형 분야에서도 멜트 텐션(Melt tension)이 필요한 중공, 시트 분야에서는 분자량 분포의 확대나 타수지와 복합함으로써 상업 생산이 가능한 레벨을 달성하였고, 균질성이 요구되는 섬유 분야에서는 CR 기술(熱減成)을 적용함으로써 필라멘트, 부직포(스판 본드, 멜트 브론)에도 대응할 수 있게 되었다.

3-3. 향후 기대

이같이 다재(多才)한 PP라고 말하더라도 기존의 PP 특성 즉 Z·N 촉매(멀티사이트)에서 유래하는 불균질성(분자량 분포, 조성 분포)이나 PP 본질의 중간 정도인 결정성, 유리 전이점 등이 부적당한 성형법 혹은 용도 분야도 있어 앞으로 더 한층의 개량이 기대된다. 즉 광범위한 결정성, 결정, 입체 규칙성 등의 임시 제어로서 현재 불충분한 내열성, 투명성, 전기 특성 등을 개선하는 점, 그리고 식품 포장, 의료 관련, 전기 기구 관련 등, 주변 생활 환경에서 고도의 안전 위생 요구에 대응하는 점 등이 필요하다. 주로 전자(前者)는 촉매 기술, 후자는 첨가제 기술의 발전에 위임하는 바가 크다.

물론 모든 용도를 PP로 대체하는 것은 불필요, 불가능하고 “환경 대응”, “리사이클”, “저비용”, “경량화” 등 여론 문구를 냉정하게 받아들여 끝까지 비용도 포함한 “적재적소”를 의식하여 가능성을 추구하여야 한다.