

오늘의 한국 화섬산업(5)

1.4. 각 화섬사의 원사 제조 기술 개발 현황

기술도입 이후 각 화섬사가 공정의 개선했고 품종 개발을 계속한 결과 동일한 기계를 사용하여 생산성을 올리고 기계적 시스템을 자체개발 변경하여 생산량을 증가시키고 새로운 품종을 계속 생산해 내었다. 그 한 예가 코오롱의 나일론 해중합 기술로서 70년대 초기에 개발된 이 기술은 태국에 수출까지 되었다. 고려합섬은 초기에 기술을 도입한 뒤 그 후의 모든 증설은 자체의 기술로 하였다고 한다. 이 회사는 1976년 6월 나일론 6의 중합시설 국산화로 대통령 단체표창을 받았다.

중합설비의 자체기술에 의한 개발의 다른 예로는 1978년 10월 삼양사에서 국내최초로 일 생산용량 50톤 규모의 전주공장을 세웠는데 이 중합설비의 에스테르 반응공정은 시험공장에서도 여러 차례에 걸친 시험을 거쳐 설계완성하였다. 1981년 9월에는 이 경험을 기초로하여 일 생산용량 100 톤의 연속중합 설비를 완성하였다. 제일합섬의 경우는 1982년 자체의 기술로 폴리에스테르 원사공정을 건설 가동시켜 플랜트 수출의 기틀을 잡았다. <표 1.1.6>는 코오롱 폴리에스테르 현장의 기술개발 연혁의 일부이다. 이 기록을 보면 현장팀들의 꾸준한 기술 개발 활동을 보여준다. 또 다른 기술개발의 예로서 동양나이론과 동양폴리에스테르의 공정개발 결과가 있다.

<표 1.1.6> 코오롱 현장의 기술개발 추진실적

구분	개발과제명	추진기간
	다품종 생산을 위한 TPA 중합기술 개발 : PTAP(DMT→TPA화)	'85.5~'82.12 (1년 7개월)
	PET 중합개조(PPM)	'81.1~'82.10

PET중합		(1년 9개월)
	PET 연중직방 시스템 개발 P – 10B	'82.10~'84.2 (1년 5개월)
	P – 15	'86.1~'87.7 (1년 6개월)
	PET Bx 중합 체질개선 (PET 중합 신공법 개발)	'86.10~'89.8
	마스터 배치 칩 개발(원착 Chip)	~'81
	PET 해중합(PR-1) –PET 웨이스트 재처리	'85.3~'85.10 (8개월)
PET방사	POY SPK 원사개발	'82.12~'83.12 (1년)
	SPK-DTY 개발 (이형단면사)	'84.1~'84.8 (7개월)
	하이멀티사 개발	~'84
	세섬도사 개발	'89~'91 (3년)
	POY 증산	~'80
	ITY 사 개발 (Irregular Thick & Thin Yarn)	'91.6~'91.10 (4개월)
	TEMPA용 POY 생산	'91.8~'91.10 (3개월)
	TTY사 개발 (Two-Tone-Yarn)	'85.1~'85.4 (4개월)
	피치 스킨 품 제조기술 확립	'91~
	PET FDY 개발 (기존의 UDY-D/T 공법에서 D/T 공정을 생략한 DSD 방식을 이용한 고속의 연신사 생산공법)	'83.1~'86.12 (3년 11개월)
	PET 단섬유 극세사 개발	'89.1~'91.12 (2년 11개월)
	자동차 시트용 원사개발	'82.6~'87.12 (12개월)
나일론 방사 연신	나일론 POY-DTY 개발	'82.6~'83.6 (1년)
	KOSLAN 개발 (Soft Taffeta용 high Multi사)	~'85.9

	나일론 BCF	'86.6~'86.12 (6개월)
타이어 코드	나일론 66 고강력 원사 및 T/C지 개발	'81.5~'83.12 (2년 7개월)
	PCC(PET 산업용사) 생산체제 확립	'82.1~'82.11 (11개월)
	PTC 산업용사 개발 및 DSD 원사개발	
	케블라 후처리 기술개발	'83.7~'85.1
	HMLS 원사개발(고탄성, 저수축의 고기능을 가진 PTC용 원사)	'85.9~'87.4 (1년 7개월)
	시트 벨트용 원사개발	~'86.4
	HELS-2 원사개발(초저수축 산업용사)	'89.9~'91.12 (2년 3개월)
	Pexul 국산화 개발 (T/C 열처리용 약품)	'91.6~'92.6 (1년)
스핀 본드	스핀 본드 공정 개발	'86.12~'88.4 (1년 4개월)
	전선용 SPB 개발	'89.3~'90.6 (1년 3개월)
	PP SPB 개발	'89.1~'90.4 (1년 3개월)
	흡수성 SPB 개발	'90.9~'91.2 (5개월)

1.4.1. 첨단 공정개발의 예

(가) 무절사 제조 기술 개발

동양나이론은 종래의 나일론 제조공정을 단순화시키면서도 더욱 우수한 품질을 확보할 수 있는 무절사 제조기술을 개발하였다. 이 기술은 방사-연신 등 2단계의 공정을 거치는 종래의 나일론 제조방법에서 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 적용하여 이를 한단계로 줄인 것으로 1분당 4,000m의 제조 속도에서 1억 m의 제조속도에서 1억 m마다 약1~3회의 사절밖에 생기지 않는 무절사 단계를 이루어냈다.

이 기술을 개발한 동양나이론 중앙연구소는 1988년부터 무절사 연구 전담 팀을 구성하여 방사-연신 부문의 매우 복잡한 일련의 과정을 모사하고 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램 개발 및 적용을 통하여 제조공정의 사절 요인을 크게 줄일 수 있게 되었다. 이것은 종래의 방법에 견주어 약 10배 정도의 생산성을 향상시켰다고 평가되었으며, 다른 원사 제조공정에도 확대 적용되었다.

동양나이론 연구소의 새로운 기술 개발에 의해 생산된 원사는 나일론 210~420데니어로서 주로 옥스포드 직물의 경사, 위사 용도로 쓰였으며, 특히 에어 인터레이싱 과정을 거치기 때문에 별도의 사이징 공정이 필요 없으며 큰 용량 포장으로 공급되어 주로 고속 워터 제트 직기(water jet loom) 제작용으로 사용된다. 동양나이론은 국내 최초로 이 원사를 관련 업계에 대량으로 공급했다. 이 기술은 최근 세계 합섬업계가 보여온 고속화와 함께 무인화, 제조 공정 단순화 및 자동화 추세에 적극 부응하는 생산성 향상 측면에서 매우 고무적인 일로 평가되었다.

(나) 겔/취화정도(total degradation index, 이후 TDI라함) 평가 기법 확립

동양나이론은 1990년, 외산 및 동양나이론 칩의 생산라인별 겔함량 분석에 의한 겔의 생성 원인규명 및 나일론 중합물의 TDI 평가 기법을 확립하였다. 섬유유의 세데니어화와 고급화, 공정 고속화에 대응하여 무절사 무결점 중합물의 기준을 설정하고, 품질 향상을 기하여 개발된 겔/TDI 평가 기법은 중합 및 방사 조건에 맞는 적정 프로파일을 제안하였으며, 방사 구금 및 고분자 필터 수명의 단축, 편사 및 사절 등의 문제점을 겔 측면에서 분석 평가할 수 있게 되었다. 또한 중합물 내외부의 미세 산화 정도까지도 정량화 할 수 있는 TDI기법을 활용함으로써 공정안정화에 기여할 수 있게 되었다.

(다) 연신 정경(draw warping)공법 개발

동양나리론은 1987년 1월, 톱스타-1 프로젝트의 POY 증설과 병행하여 직물용 위사, 스트레치용사, 편물용사에 국한되었던 POY의 용도 확대를 위해 직물용 경사 전개가 가능하도록 연신 정경기를 도입, 가동하였다. 연신 정경기는 방사 공정에서 생산된 원사를 연신 공정을 생략하고 곧 바로 정경기 크릴(creel)에 투입한 다음 연신(drawing)과 정경(warping)을 하나의 기계로 동시에 행함으로써 종래의 방사-연신-정경-빔사의 공정에서 방사-(연신-정경)-빔(beam)사로 공정을 단축시킨 혁신 공법이다.

이 연신 정경기는 종래의 정경기에 견주어 속도가 두배나 빠르고 또한 POY의 대용량 포장에 따른 가공업체의 크릴 개조문제를 빔사로 공급하게 함으로써 해결이 가능해졌으며, 또 종래의 연신공정에서 연신기 추간 차이로 인해 발생되던 경사 개개의 차이를 극복하게 되어 실의 품질의 균일성 향상과 공정 생략으로 인한 실의 손상을 줄이므로써 빔사의 제조 경비를 종래의 공법을 활용할 때에 견주어 5% 정도 절감하게 되었다.

(라) 나일론 신축매의 개발 및 공정 적용

나일론 섬유의 세 데니어화와 고급화를 이루기 위해 생산성 향상 및 원가 절감을 통한 고속화 및 절사 극소화에 부심하던 동양나리론은 무절사용 중합물 개발의 일환으로 지금까지 사용중인 T-01 반응 촉매를 보완하고 보다 더 안정한 공정성과 균일한 원사의 품질을 얻고자 나일론 신축매의 개발에 착수했다. 이를 위해 중합 반응 촉매의 종합적 역할 규명 및 적정 신축매와 처방을 선정한 동양나리론은 신복합 촉매의 공업화를 위한 현장 적용을 실시한 결과 ① 현장 중합공정의 안전성과 칩의 물성 안정화, ② 원사 물성 및 방사작업성의 균일화라는 결과를 얻어냈다.

한편 이 나일론 신축매를 공정에 적용함으로써 동양나일론은 품질 및 공정안정화를 통한 대외 경쟁력을 확보하게 되었으며, 의료용 원사의 품질 향상을 위한 중합물 개질 기술의 확립, 그리고 방사 연신 작업성의 안정으로 생산성의 중대를 꺾을 수 있게 되었다.

(마) FDY 공정개발

방사속도를 5,000 m/min 이상으로 유지하면서 권취 및 연신을 동시에 실시하는 연신공정이 생략된 혁신 공정으로서, 생산성향상은 물론 대용량 포장화에 따른 다운스트림의 가동효율에도 막대한 향상을 가져왔다. 품질면서는 일반 방사공정과 동일한 수준을 유지하면서 속도면에서는 동종 타사중 최고속도라 할만한 것으로 선진국의 메이커들과 비교하여도 손색이 없는 수준의 기술 개발에 성공하였다.

(바) 연중직방 공정개발

기존의 폴리에스테르 원사의 제조방법에서 중합 방사 공정간의 칩보관(chip stock), 운반, 건조, 용융 공정을 생략한 연중직방 공정의 개발에 성공함으로써, 국내 최초로 BY 필라멘트 연중직방의 기술력 우위를 확보하였으며 컴퓨터에 의한 완벽한 공정 제어 시스템으로 균일한 품질의 폴리머 생산 및 안정화에 기여하였으며 제조원가의 절감을 가져왔다.

(사) WDS 공정개발

종래 직물용사의 가공공정이 연신사의 가호공정 투입후 제직으로 이어지는 이원화 공정이었으나, 원사에서 가호까지를 단일공정화하여 후공정 진행과정에서 발생할 수 있는 결점사 및 기타 불량사에 의한 리스크를 최소화하

였으며 원사 제조공정에서도 POY사의 직접연신 및 가호에 의한 공정단축에 의해 원가절감과 공정의 생력화에 크게 기여하였다.

(아) PET POY-D/T사의 수축률 향상 연구

UDY-D/T사 대비 POY-D/T사의 사용량이 증가하고 특히 강연사 직물 위사로 사용되었던 SD 150/96 UDY-D/T사가 POY-D/T사로 많이 대체되었으나, UDY-D/T사 대비 수축률이 낮기 때문에 가공수축이 일어나지 않아, 최종 가공지에 맞지 않음으로써 가공품위가 떨어지는 등의 문제점들이 발생하게 되었다. 연구소에서는 이에 대한 해결을 위해 섬유고분자 수축이론과 결정화 억제 등에 대해 깊이 있는 연구를 통해 폴리에스테르 방사 및 연신공정을 개선함으로써 UDY-D/T사 보다 우수한 수축률을 가지면서 작업성 및 후가공성이 양호한 POY-D/T사 제조공법을 개발하였다.

(자) 방사성 향상을 위한 중합물 개질(sur chip의 개발)

서칩(sur chip)은 방사속도의 고속화 추세에 따라 고속방사에 적당한 섬유고분자와 거의 동일한 성질을 가지고 있다. 제조기술은 결정화 속도를 감소시키는 특수 개질제를 사용하여 공중합시킨 것으로서, 중합공정이 양호하고 방사속도 상승에 따른 인장력 증가가 완화되어 방사성이 향상되는 특징을 가지고 있으며, 특히 강도, 신도, 수축률 등 제반 물성이 기존 PET와 거의 동일한 것이 특징이다.