



폐쇄형 라미네이트 튜브 개발

Development of Laminated Tube

高田 弘之 / 관서 튜브(주) 기술부

1. 서두

치약 용도를 중심으로 시장을 확대해온 라미네이트 튜브는 플라스틱계 튜브의 사용성·디자인성과 금속계 튜브의 내용물·보호성을 병합한 획기적인 튜브 용기이다. 하지만 의약품 용기로써는 배리어성 및 개찬 방지성의 면에서 현재 채용되고 있는 금속 튜브의 기능 레벨에는 도달하지 못한다. 그런데 최근 OTC의 판로 변화나 유니버설 디자인적 사상의 정착과 함께 의약품 용기에도 '편리한 사용, 아름다움'이 확산되기 시작했다. 그래서 우리 회사에서는 차세대 의약품용 튜브 용기로서 라미네이트 튜브에 주목하고 지금까지 금속 튜브 외에는 불가능하다고 여겼던 구두부의 완전 봉합 구조의 개발에 힘썼다.

이번에는 그 개요에 대해 소개한다.

1. 라미네이트 튜브 구조와 과제

일반적인 라미네이트 튜브의 구조는 [그림 1]과 같이 동체부와 두부의 2부분으로 나누어

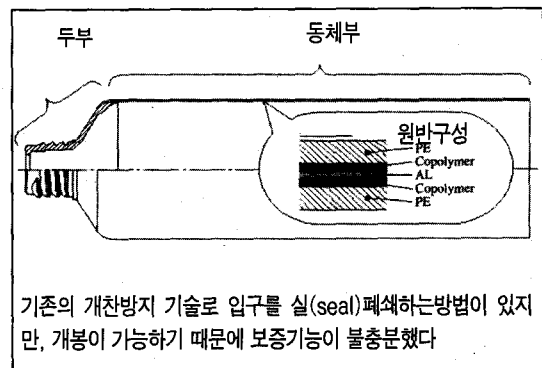
져 있다.

이 중 동체부에 대해서는 재료인 적층 원반의 구성에 금속박을 넣는 것으로 거의 완전한 배리어성·차광성을 부여할 수 있다.

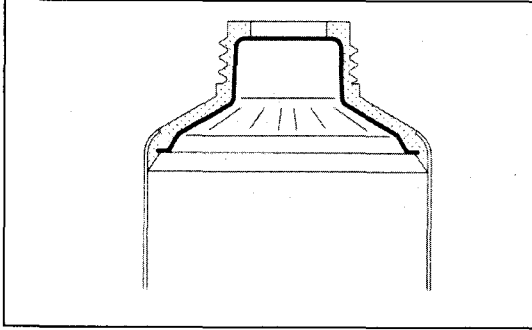
그에 비해 두부는 보통 HDPE의 단층 성형체가 되기 때문에 동체부와 비교해서 배리어성이 불충분하다.

또한 플라스틱계 튜브류로서 폐쇄형 금속 튜브와 같은 개찬 방지 구조 기술은 확립되어 있지 않고 결론적으로 의약품 용기에 필요한 조건을

[그림 1] 일반적인 라미네이트 튜브 구조



[그림 2] 멤브란 튜브 기본구조



충분히 만족시키는 라미네이트 튜브는 아직 완성되지 않았다.

2. 폐쇄형 라미네이트 튜브 개발 경위

2-1. 개발 컨셉 설정

앞에서 서술한 과제에 대해 폐쇄형 라미네이트 튜브(이후 멤브란 튜브라고 한다)의 개발 컨셉을 다음과 같이 설정했다.

- ① 두부 전체에 동체부와 동등한 배리어성·차광성을 부여할 것
- ② 폐쇄형 금속 튜브와 같은 완전한 개찬 방지 구조일 것
- ③ 기존의 설비로 대응할 수 있는 것
- ④ 생산 효율이 저하하지 않고 공정의 증가는 인라인의 범위내에서 흡수할 수 있는 것
- ⑤ 그 외 의약품에 대응하기 위한 모든 조건에 적합한 것

[사진 1] 멤브란 (유저 컵 형태 부재)



2-2. 구상 책정과 공정 설계

① 기본 구성은 A1/라미네이트 원반으로 구성된 유저컵 형태 부재(멤브란)로 튜브의 내측부터 두부 전체를 덮는 형태로 하고 사용할 때는 파코 개봉하는 방식이다.

② 멤브란의 성형 공정은 짜기→접기→오려내기의 3공정으로 나뉘어지지만 생산 효율을 고려해서 인라인-1동작으로 가공할 수 있는 것으로 했다.

③ 멤브란과 튜브 본체와의 일체화는 기존 설비를 이용한 인서트 성형의 방식을 취했다.

2-3. 멤브란용 원반 개발

위의 설계에 적용하는 멤브란용 원반을 개발했다.

요구되는 기능은 복잡하며 ① 짜기 적성, ② 형상 유지성 ③ 쉬운 개봉성 ④ 내내용물성 ⑤ 실(seal)성 등의 일부 상반되는 조건을 동시에 확실하게 만족시켜야 한다.

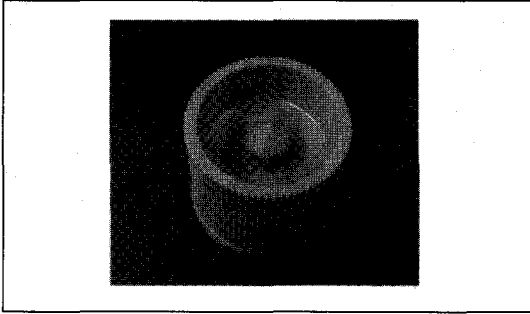
총 120종류 이상의 시험작을 거쳐 완성된 의약품 대응 그레이드의 구성을 [표 1]에 나타냈다.

[표 1] 멤브란 원반 구성

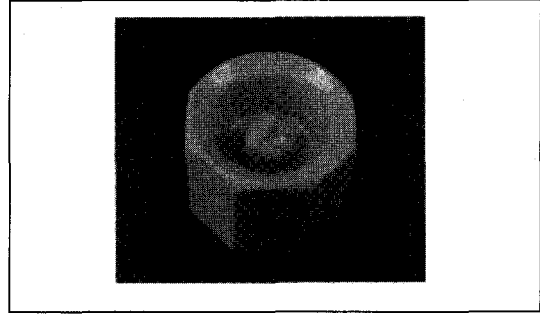
그레이드	(외)	구성		(내)	총두께
M 178	L-LDPE30/PET	12/AI 50/PET	12/특수복합fillm 20		124 μ m



[사진 2] 폐쇄형 알루미늄 튜브용 개봉침



[사진 3] 멤브란용개봉침(개발품)



2-4. 멤브란용 신형 개봉침 개발

적층 시트제 폐쇄막의 특성에 적합한 새로운 형상의 개봉침을 개발했다([사진 3] 참조).

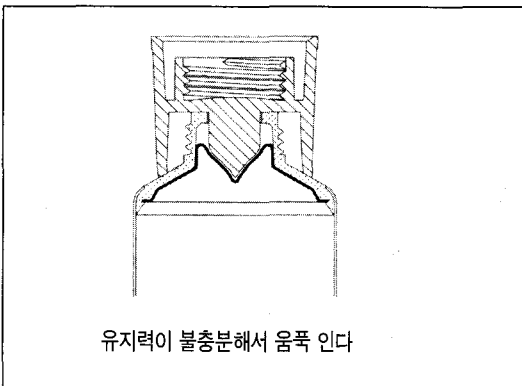
일반적인 알루미늄 튜브용 개봉침의 형상은 원추형이나 사각추 형태인 것에 비해 멤브란용 개봉침은 3분할이나 4분할의 칼날이 있는 능선 형태의 형상으로 되어 있다.

이 칼날에 의해 폐쇄막을 분단하고 칼날의 밑에 배치된 원추 형태의 대로 분단된 폐쇄막을 바깥쪽으로 넓혀서 정착·고정시키는 기능을 갖추고 있다.

2-5. 안정성 확립·폐쇄막 정착성 향상 재검토

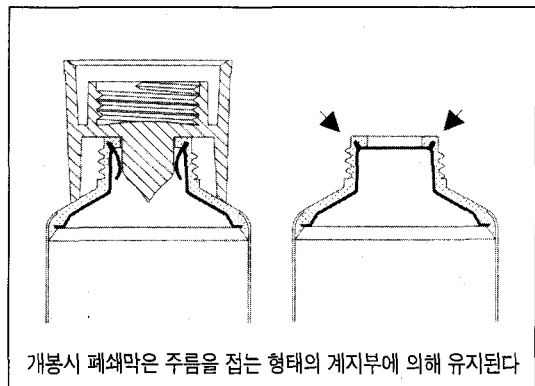
멤브란용 원반은 결과적으로 찌기 적성을 중시한 설계로 되어 있기 때문에 찌르는 강도가 일체화의 유지 강도보다 강하고 개봉할 때 폐쇄막이 탈락해서 구멍이 열리지 않는다는 문제가 생겼다([그림 3] 참조). 당초 접착력 강화를 위한 여러 가지 대책을 시험했지만 최종적으로는 멤브란의 끝에 주름의 접는 형태를 설계하고 구조적인 계지작용으로 폐쇄막의 장력을 증강하는 방법을 택했다. 그 성형이 정상으로 되어 있으면 개봉시에 폐쇄막이 탈락하는 일은 없다([그림 4] 참조).

[그림 3] 멤브란 움푹 패인 현상



유지력이 불충분해서 움푹이다

[그림 4] 주름을 접는 형태의 계지부 효과



개봉시 폐쇄막은 주름을 접는 형태의 계지부에 의해 유지된다

3. 기능 검증~각종 평가시험 결과

3-1. 내내용물성의 검증(개봉성 평가)

앞에서 서술한 과정을 바탕으로 폐쇄형 라미네이트 튜브의 제조 기술을 확립할 수 있다.

하지만 멤브란 튜브의 개발 대상으로 생각하고 있는 의약품류 중에는 침투성·부식성이 강한 성분을 많이 포함하고 있는 것이 있고 그 영향으로 폐쇄막에 팽윤이 발생할 가능성을 내포하고 있다.

만약 층간 강도가 약체화하면 개봉시에 폐쇄막의 최내층이 박리 분리하고 박막 형태로 늘어나서 구멍이 열릴 수 없다는 문제가 발생한다.

그래서 우리 회사는 최종 단계의 평가로써 실제로 여러 가지 내용물을 충전하고 축진 조건하에서 보존한 후 개봉성을 확인했다. [표 2]참조

3-2. 보형성의 검증(항기 관능평가)

내용물을 충전·실(seal)한 검체 튜브를 A1 삼방항 실(seal)봉투에 봉합하고 40°C75%RH

[표 2] 멤브란 내용물성 검증 (개봉성 확인 및 팽윤 유무)

분 류	내용물	형태	보존조건	평가
OTC	외용소염진통제A(실라질산계)	연고	40°C75%RH-6M	◎
OTC	외용소염진통제B(피류사람계)	연고	40°C75%RH-6M	◎
OTC	외용소염진통제C(인도메타산계)	연고	40°C75%RH-6M	◎
의료용 의약품	외용소염진통제D(인도메타산계)	크림	40°C75%RH-6M	◎
의료용 의약품	아토피성 피부염 치료제	연고	40°C75%RH-6M	◎
의료용 의약품	항체헤르페스바이러스외용제	연고	40°C75%RH-6M	◎
OTC	물벌레약 A(초산 미라졸)	크림	40°C75%RH-6M	◎
OTC	물벌레약 B(초산 미라졸)	크림	40°C75%RH-6M	◎
OTC	피부질환, 외상치료제	젤	40°C75%RH-6M	◎
OTC	가려움방지	연고	40°C75%RH-6M	◎
OTC	여드름 치료제	연고	40°C75%RH-6M	◎
OTC	보습크림A	연고	40°C75%RH-6M	◎
OTC	보습크림B	크림	40°C75%RH-6M	◎
OTC	치육염약	-	40°C75%RH-6M	◎
의약부외품	치료용치약A	-	50°C DRY-3M	◎
의약부외품	치료용치약B	-	50°C DRY-3M	◎
의약부외품	헤어컬러1제A	크림	50°C DRY-3M	○
의약부외품	헤어컬러1제B	크림	50°C DRY-3M	✱
의약부외품	헤어브릿지1제A	크림	50°C DRY-3M	◎
의약부외품	헤어브릿지1제B	크림	50°C DRY-3M	○
식품	가당연유	-	50°C DRY-3M	◎
향신료	후추가루	-	50°C DRY-3M	◎
향신료	고추냉이	-	50°C DRY-3M	◎
공업용품	무용제반금형접착제	-	50°C DRY-3M	◎

◎: 문제점없이 개봉 가능 ○: 개봉 가능하지만 팽윤 경향 △: 개봉구 지름이 불안정 ✱: 개봉 불가능



[표 3] 향기 관능평가

분 류		라미네이트 튜브			금속 튜브
검 체	타입	표준(개방)	하이베리어(개방)	멤브란(폐쇄)	알루미늄폐쇄
	구두부 구성	HDPE	EVOH혼합 PE	HDPE & 폐쇄재	Al
평 가	실리질산류	✖	△	○	○
	스피어민트류	△	○	○	○
	고추 냉이류	✖	○	○	○

◎: 향이 거의 없다 ○: 향이 약간 난다 △: 향이 있다 ✖: 향이 강하다

[표 4] 튜브 1개당 산소 투과량

분 류		라미네이트 튜브			금속 튜브
검 체	타입	표준(개방)	하이베리어(개방)	멤브란(폐쇄)	알루미늄폐쇄
	구두부 구성	HDPE	EVOH혼합 PE	HDPE & 폐쇄재	Al
산소 투과량		0.1089	0.0495	0.0198	0.01이하

조건하에서 6개월간 보존한 후 봉투를 개봉했을 때 냄새의 유무를 비교했다. 결과를 [표 3]에 정리했다.

3-3. 가스 배리어성의 검증

가스 배리어성의 검증을 위해 튜브 용기 1개당 산소 투과량을 측정했다.

튜브 크기는 표준 지름의 $\varnothing 25\text{mm}$ 로 하고 측정은 MOCON법을 이용했다. 결과를 [표 4]에 종합했다.

4. 종합과 앞으로의 전개

이상의 경위를 거쳐 폐쇄형 라미네이트 튜브(멤브란 튜브)를 완성했다.

종합적인 성과로써 당초의 개발 컨셉에 대한 달성도를 종합한다.

① 봉합 구조에 관해서는 유효한 배리어 구조, 차광 구조, 개찬 방지 구조를 달성했다.

또한 개봉 방법도 기존의 폐쇄형 금속 튜브와 마찬가지로 알기 쉬운 방법으로 택했다.

② 가스 배리어성에 관해서는 수치적으로는 금속 튜브에 약간 뒤떨어지지만 실용상 거의 동등한 수준에 도달했고 보향성 평가도 양호한 결과를 얻었다.

③ 의약품류를 중심으로 한 내내용물성에 관해서는 적용 범위는 넓지만 일부 대응할 수 없는 것도 있다. 이 건에 대해서는 앞으로 더욱 개량이 필요하다.

④ 설비·공정면에 관해서는 어태치먼트(부속품)의 부가 공정의 범위에서 생산 효율을 낮추는 일 없이 인라인의 제조 방법을 확립할 수 있었다.

또한 앞으로는 완전 봉합 용기로써 레토르트 처리가 필요한 식품 분야, 무용제형 접착제를 비롯한 공업 용품 분야, 더욱 고도한 배리어성을 요구받는 염모제 분야로 전개될 것으로 기대하고 있다. 