



코루게이터 기술은 어디까지 왔나 ?

정보기술팀 제공

1895년 Charles F. Langston(미국)이 편면 코루게이터를 세계 최초로 만든 이후에 미국, 독일, 일본, 이태리를 축으로 한 코루게이터 제작 업체들의 끊임없는 기술연구와 관련산업의 발달로 말미암아 코루게이터의 지폭 및 속도가 급격히 증가하였다. 이는 코루게이터의 어느 한 부분의 성능 향상에 기인 한 것이 아닌 단로라(코루게이터 롤)로부터 스택카, 관련 제어 장치, 이와 결합한 생산관리장치에 이르는 전반적인 기술혁신이 그 바탕이며, 전반적인 세계 경기 위축과 자유경쟁이라는 시장원리 속에서 지난 7-8년간에 많은 코루게이터 제작업체가 시장에서 소멸되기도 하였다.

그 예로서 1990년대 들어서 세계 최대의 코루게이터 수요를 가진 미국에 제조근거를 두었음에도 불구하고 100년 이상의 역사를 가진 Langston사의 몰락은 지속적인 기술혁신 및 원가절감 노력 없이는 세계 시장에서 살아남 수 없다는 혹독한 시장 경쟁을 반영하여주었다.

일본의 우찌다(Uchida), 니와(NIWA)의 소멸, 독일 Peters사의 자진 철수, 일본 미즈비시(MIH)의 사업축소(유럽 및 미국 시장의 영업소

철수)로 이어져 왔다. 현재는 미국 등 전세계 대형 골판지 생산업체에 대한 코루게이터 수주분야에서 독일 B사의 독주가 계속되어지고 있으며, 몇몇 현지 코루게이터 제작 업체들이 그들의 내수시장 및 주변 국가에 소량의 수출로서 자기 나름의 영업명맥을 유지하는 추세에 있다.

코루게이터의 고속화 대형화

약 20년 전만 해도 당시 최신 코루게이터의 평균 속도는 분속 130m 이었지만 오늘날에는 평균 분속 200-250m, 시간당 생산량이 30,000-40,000 평방 미터에 이르고 있다. 즉 기계속도는 분속 300m 이상이 보편화되었고, 현재 분속 400m 속도를 가진 코루게이터도 이미 시장에 여러 라인이 가동 중이다.

또한 1.8M-2.2M 기계폭의 코루게이터는 2.5M 폭으로 보편화 되었으며 현재는 독일의 BHS사에서 제작한 28대의 2.8M 폭의 코루게이터가 전세계 지역에서 성공적으로 가동되고 있으며, 2002년에는 3.3M폭의 코루게이터(Millugator)가 또한 BHS사를 통하여 등장할 예정이다.

이러한 추세는 호주 및 북미지역의 골판지 회



사들의 요구에 의하여 추진되었으며, 그 배경에는 2.5M 기계설비 비용에 3-4% 추가적인 추가 비용만으로 2.8M 폭의 코루게이터를 구입함으로써 12-15%가량의 높은 생산성을 얻을 수 있다는 현실 인식에서 기인했다. 이는 단지 생산속도만의 증가를 목적에 둔 것이 아니라 적거나 또는 추가적인 비용없이 광폭의 원지를 걸음으로써 생산량을 증가시킬 수 있었기 때문이다.

이즈음에서 시장은 점점 광폭의 고속 정밀 코루게이터를 요구하는 지를 살펴 볼 필요가 있다고 판단된다.

즉 3.3m 코루게이터 제작은 단지 시도차원의 목적이 아니라 많은 6.6m 골판지 원지 초지기들이 지금까지 2.2m-2.5m 폭까지 원지를 생산할 때 단지 좁은 원지폭의 남은 롤을 생산 할 수 있기 때문이다. 따라서 광폭의 코루게이터는 생산성을 향상으로 인한 보상뿐만 아니라 초지기의 Trim 관리를 통한 제지업체의 수익성 개선과 연관되었기 때문이다.

한동안 200명의 종업원으로 한 공장에서 연간 8000만 평방 미터 원단의 생산능력이 최고로 인식된 적이 있다. 오늘날 그런 회사가 최신의 코루게이터와 물류 설비를 갖춘다면 연간 2억 평방 미터를 생산능력을 이룰 수 있을 것이다. 한편 기존의 가공설비를 가진 박스 공장들에서는 일인당 연간 생산량이 500,000-600,000 평방

미터가 높은 생산성이었다. 오늘날에는 업계 수위의 업체에서는 800,000-1,000,000 평방 미터를 이르고 있다. 원단만을 생산하는 업체들을 생각한다면, 생산성 증가는 훨씬 더 급격하게 나타날 것이다. 어떤 업체들에서는 일인당 연간 3백만 평방 미터를 생산하고 있기도 하다.

높은 생산성 향상은 생산량의 증가와 동시에 비용절감으로 말미암아 성취되어지며 위와 같은 논리에 바탕을 둔 새롭고, 정형화된 기계 개념들은 아래의 원가 이익을 가져다 준다.

- 원지 무게 절감 (10-20g/cm) (핑가레스 와 프레스 롤을 대신한 프레스 벨트를 가진 싱글페이샤)
- 폴량 전이 절감 (새로운 셀 패턴의 호부기 에프리케이타 롤 및 라이더 롤을 대신한 Shoe 타입의 바를 가진 호부기)
- Waste 절감 (코루게이터 지속 생산시 wet-end 와 dry-end에서 2-3%) (최신 자동 스프라이서 사용, 진보된 오더 및 원지배합 교체 개념, 원지배합 및 속도에 연동된 더블웨이샤와 프리히터에서의 자동 온도조절, 브리지 Synchronization로 인한 평편한 원단 생산)
- 적은 량(%)의 Trim Waste (광폭 코루게이터 와 2, 3개의 카타 사용)



- 인력과 작업자의 작업부하를 덜어주기 위한 장치들의 절감
(지능적이며 연결된 소프트웨어 모듈)

광폭 및 고속 정밀 코루게이터 추세는 세계적인 흐름이 되었다. 이는 높은 생산성과 원가절감만이 시장에서 살아남을 수 있다는 골판지 제조업체의 시장요구와 원지 제조업체의 초지기 광폭화에서 기인한 자연적인 현상인 것이다.

지금까지 코루게이터의 세계적인 흐름을 간단하게 짚어 보았다. 코루게이터는 이를 구성하는 부분 Unit들이 상호 연관되어져 이와 같은 광폭 고속화 코루게이터 성능을 이루어 내었다. 따라서 이들 부분 Unit들에 있어서 향상된 기술을 검토함으로써 오늘날의 골게이터가 어디까지 와 있는지를 알아보고자 한다.

지속적인 기술혁신을 통한 코루게이터의 고속화

코루게이터는 크게 Wet-end 부와 Dry-end 부로서 구성되어져 있다. Wet-end 부의 핵심인 싱글페이스의 고속화는 바로 코루게이터의 고속화의 중심이며 그 중에서도 코루게이션을 만드는 코루게이터 롤로부터 시작된다.

코루게이터 롤은 지난 수 십년 동안 많은 연구 대상이었으며 그 이유로서는 기계적으로 코루게이터의 가장 중요한 소모성 품목일 뿐만 아니라 골판지의 생명인 코루게이션(골형성)의 핵심이기 때문이다.

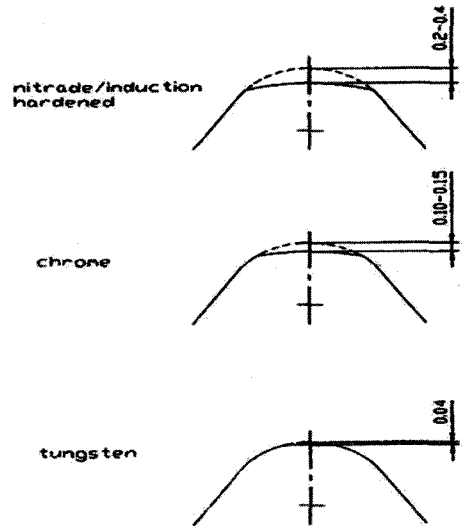
코루게이터 롤은 아래와 같은 기본 명제를 가지고 이를 극대화시키는 방향으로 연구개발이 진행되어 왔다.

첫째 : 수명이 길어야 한다

둘째 : 생산된 원단의 BCT, FCT이 높아야 한다

셋째 : 중심지의 소모량이 상대적으로 적어야 한다

<표 1> Wear On Fulite Tips -B-flute
original top radius 1.30



2001년 현재 단계를 기준으로 그 발전 과정을 살펴보면 <표 1>에서 그 순서를 알 수 있다. 초기 단계에서는 모세(단로라 원자재)에 질산물 열처리를 하여 수명을 늘리는 방법이 주였으며 현재까지도 대부분의 단로라의 코팅으로 쓰는 크롬코팅의 개발과 그의 변형가공기술로서 수명연장만을 위한 연구가 진행되어오다가 1990년대



초부터 텅스텐 코팅 기술을 단로라의 코팅에 접목시키려는 연구가 동시에 시작되었다.

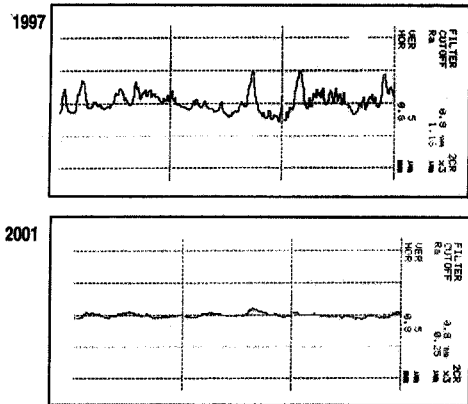
골 정점에서 마모가 골루게이타 롤의 변화에 가장 중요한 요소라는 것을 알 수 있다. 다시 말하면 주된 마모 요인은 중심지에서 회분(sand) 함량이다. 제지기술의 발달로 어떤 나라에서는 중심지의 회분 함량이 2.5%에서 0.1-0.2%로 급격히 감소되었으며, 회분의 바륨-칼슘과 같은 불연소 미네랄이 중심지에는 10-15%정도 포함하고 있는데 이들은 코루게이터 롤의 마모에는 영향을 주지 않는다.

다시 <표 1>로 가보면 마모속도가 빠름에 따라 코팅두께는 비례적으로 두껍게 할 수밖에 없으며 이는 골 정점의 각도(radius)를 완만하게 만들 수밖에 없는 현실이었다.

크롬코팅을 보면 일반적으로 0.1-0.15mm 두께의 코팅을 하여 유럽 및 미국 시장에서는 일반적으로 5000만 미터를 생산하는 반면, 1990년대 초에 처음 소개되어 그 동안 텅스텐 코팅의 표면처리의 거친 정도(roughness)로 말미암아 시장에서 외면 당하던 텅스텐 코팅 코루게이터 롤은 <표 2>서 보듯이 2001년에 와서야 비로서 완벽한 표면 정밀도를 갖추게 되었다.

<표 2> Surface roughness Ra of
ROCKWELLE

- Actual Graphs from Scientific Measuring Device



이는 텅스텐 코팅 코루게이터 롤이 완전한 제품으로 완성되었다는 것을 의미하며 따라서 <표 3>서 나타나듯이 1억만 미터의 수명을 나타내 주고 있다. 코루게이터의 수명은 중심지의 회분 함량과 반비례하는 바 현재 국내 중심지의 품질을 감안하면 일반적인 크롬 코팅 롤 수명인 1500-1800만 미터의 최소 2배인 3000만 미터 이상의 수명을 보장할 수 있을 것이다.

또한 긴 수명을 유지하는 강력한 코팅에서 오는 아주 적은 마모속도로 말미암아 골정을 의 각도(radius)를 최소화시킴으로서 골모양을 현재의 U자형에서 V자형 (정확히 표현하면 UV형상 : 골지대는 V자형 + 골정은 작은 U자형)으로 가능케 함으로서 원단의 압강을 향상시키면서 중심지의 소모량을 줄이는 결과를 가져오게 하였다. 즉, 단조율(Take-up Ratio)의 하향을 통한

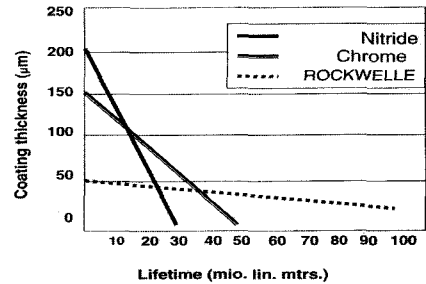


중심지의 큰 절약을 이룰 수 있게 되었다는 의미를 나타낸다.

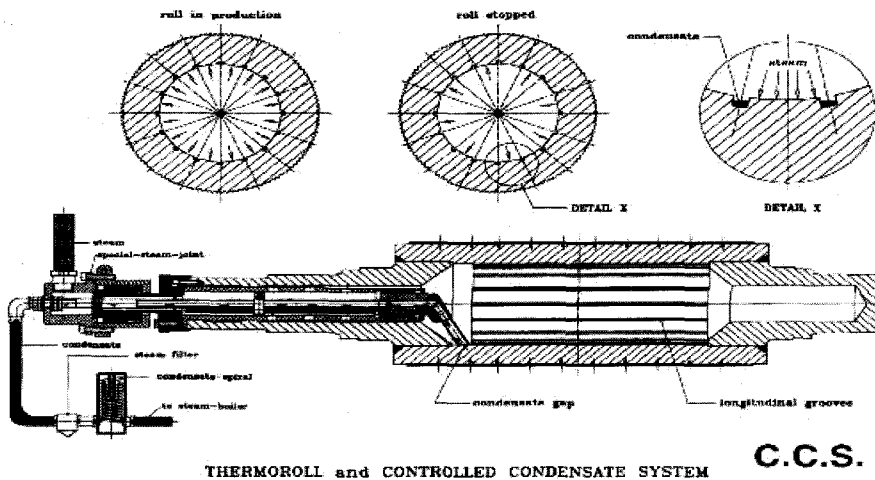
또한 코루게이터 롤 내부 변형과 개량 사이폰 (syphon)관<그림 1> 및 사이폰관 없이 보다 진보된 주변 드릴구멍형태<그림 2, 3>를 통한 응축수 관리로서 롤 표면 온도를 빠른 시간에 올리고 내리며 내부 응축수로 말미암아 발생하는 코루게이터 정지시 롤이 바나나 형태로 변함으로써 재가동시 예열 소요시간에 따르는 생산성 저하를 방지 할 수 있는 기술도입이 선진시장에 도입된 상태이다.

<표 3> Graphs & Charts from FEFCO Paper at nice, France April 2001

Alternative coatings



<그림 1> The Condensate pipe is centered in a carbon bearing housed inside the roll shaft thus the condensate removal can be adjusted precisely to 1-2mm and remains the same all the time.

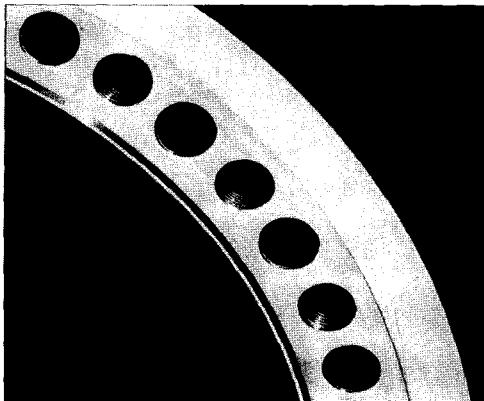




<그림 2> Formed Blank for corrugating roll with peripherally drilled holes



<그림 3> Diagram of a peripherally drilled corrugating roll



결론적으로 말하면 현재 유럽 및 미주, 아시아 지역에서는 이미 텅스텐 코팅 롤의 사용이 급격히 확대되고 있으며 그러한 이유는 아래와 같은 장점으로 가능하며 이로서 본 내용의 결론을 맺고자 한다.

- 길은 롤 수명 : 크롬 롤보다 최소 2배 이상의 사용 수명
- 중심지 절약 : V자형 골 모양과 이에 따른 강한 원단 생산으로 단조율을 내림으로써 중심지 절약을 가져옴
- 일정한 품질관리 : 단로리를 처음 쓸 때부터 교체 시까지 0.05mm 코팅 두께 내에서 이루어짐으로써 균일한 품질(강도)을 유지
- 유지보수 비용 절감 : 긴 롤 수명으로서 적은 롤 교체를 가능케 함으로서 잦은 롤 교체로 발생하는 베어링 비용, 윤활제 비용 그리고 교체시간에 따른 추가 발생 비용을 절감