

新技術情報

코루게이터 싱글 웨이서에서의  
공명진동 문제의 해결기술과 효과

〈자료제공 : 예림상사〉

약 2년 전 영국의 Western Corrugated Ltd와 스페인의 Talleres-Iruna사는 싱글웨이서에 대한 공명진동의 효과 및 문제를 공동으로 연구·해결하기로 합의하였다.

왜 기업간에 이러한 합의가 이루어졌는지에 대하여 Western의 Mr. Barry Kendall은 다음과 같이 말하고 있다.

Western Corrugated Ltd는 약 4년전 폭2,200mm 코루게이터를 설치하였는데, 모든 골에서 문제가 있지만 특히 C골에서 문제가 주로 있었고, SW, DW 양쪽 모두에서 문제가 발생 되었다.

코루게이터를 설치한 업체에서는 처음에 이 문제는 골 롤과 관계가 있다고 생각하여, 수 차례에 걸쳐 골 롤을 교체·보완하였지만, 문제를 해결하는데는 특별한 효과가 없었고, 골 모양의 수정 또한 효과가 거의 없었으며, 심각한 진동문제로 고통을 받아왔다.

Talleres-Iruna사의 협의에 따라 롤의 형태를 살펴본 후, 원래보다 얇은 벽과 더 유연한 압력 롤을 설계하여 제작하였으며, C골의 골 롤을 개선된 형태로 다시 연마하였다.

이러한 개선에 의해 부분적으로 개선 효과가 있었으나, 근본적인 문제는 여전히 남아있었고, 품질과 생산속도에는 여전히 영향을 끼치고 있었다.

공명은 속도 180~210m/min 범위에서 가장 나쁜 상태를 나타내는데, 이를 피해서 C골은 SW를 230~240m/min 속도로 생산할 수는 있지만, Dry End에서의 제한 때문에 생산속도가 변동되므로 코루게이터의 속도가 200m/min 가까이 내려올 때마다 이 속도에서의 공명진동이 증가하여

품질 저하로 불량 발생되며, 이것을 피하기 위해 속도를 180m/min 이하로 운전을 해야 불량을 최소화시킬 수 있으며, DW에서도 같은 현상이 나타난다.

그래서 정확하게 공명이 무엇인지, 어떻게 조절할 수 있는지에 대하여 Talleres-Iruna사의 전문가는 모든 싱글웨이서는 크던 작던 진동의 영향을 받으며, 이 진동은 전적으로 자연적인 현상이며, 골 롤과 압력 롤로부터 주로 발생된다고 설명하였다.

직경의 길이를 초과하는 모든 회전축(롤)은 자연적인 진동수 때문에 진동하려는 고유의 경향이 있으며, 이것은 어떤 속도에서도 그러한 축은 휘어지거나 채찍 모양으로 된다는 것을 의미한다.

이러한 휨의 정도는 축의 길이 및 직경의 비례와 축을 지탱하는 구조물의 강도와 경도에 달려있으며, 싱글웨이서에서 롤의 자연적인 조화 진동은 일반적으로 공명으로 기술되는데, 공명이 발생하는 속도의 범위는 공명 띠(Resonance Bands)라고 일컬어진다.

대부분의 싱글웨이서에서 첫 공명 띠는 85~110m/min에서 나타나고, 두번째는 185~210 m/min에서, 세번째는 대략 280m/min에서 나타난다.

즉, 공명의 심각한 문제는 발생요소의 숫자에 의해서 발생한다고 할 수 있다.

1) 첫번째로 기계 프레임의 구조이다.

가벼운 기계는 쉽게 영향을 받고, 롤이 진동하기 시작하

면 기계도 함께 진동하기 시작하고, 공명의 전체적인 효과가 더욱 크게되며, 반대로 기계가 강하고 견고하면 진동이 어느 정도 흡수하여 진동의 영향을 최소화한다.

**2) 두번째로 베어링의 배치가 효과가 있다.**

더블 베어링 배열은 보다 넓은 표면적을 가져 공명을 보다 잘 억제한다.

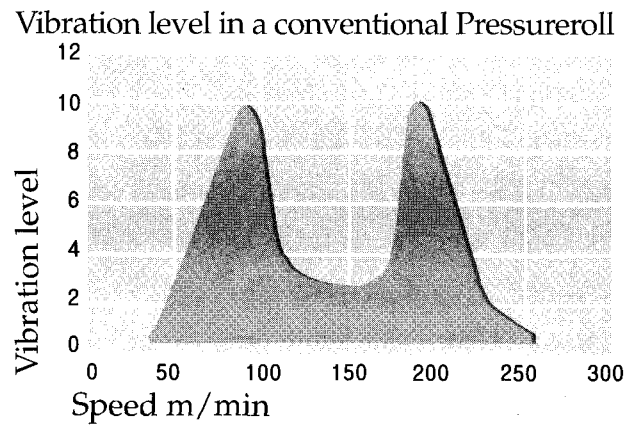
**3) 세 번째로 롤 구조가 검토되어야 한다.**

골 롤과 압력 롤이 비슷한 비율과 비슷한 벽 두께를 가진 싱글웨이서에서는 공명의 효과가 좀 더 강해진다. 왜냐하면 3개의 롤이 같은 속도에서 정확하게 공명할 것이기 때문이다. 따라서 우리는 세 개의 롤이 서로 다른 벽 두께를 갖도록 주의 깊게 설계해야한다. 이것은 특정한 속도에서 각각의 롤의 진동 정도가 다르게 되고, 따라서 전체적인 공명효과는 감소된다.

**4) 마지막으로 골 모양을 살펴보아야 한다.**

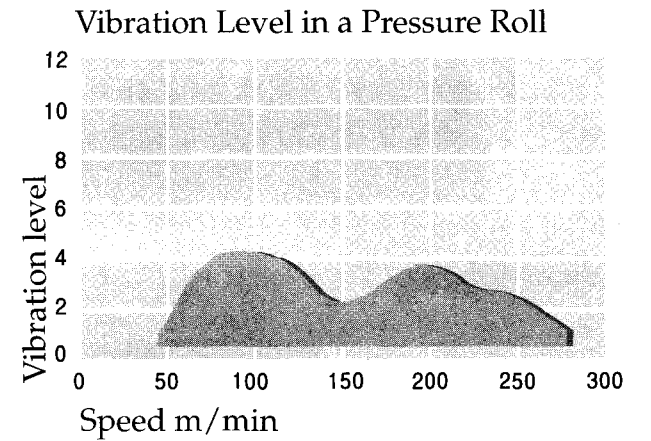
우선 고객의 요구사항들-제품구성, 운전속도, 텍클교환, 골판지품질 등을 고려하면서 아주 세심하게 측면각도 (Flank Angle), 골마루와 골안쪽의 곡률반경 (Tip & Root Radii), Labyrinth 길이, 측면양각 (Flank Relief)의 조합에 신경을 써야한다.

후자는 특별히 중요한 설계단서이며 공명강도에 중요한 효과를 가질 수 있다.



많은 싱글웨이서에서 낮은 첫 번째 공명 띠는 그렇게 문제가 되는 것은 아니라고 보는데, 이는 비교적 낮은 속도에서 운전되고 있기 때문이며, 현대화된 기계는 250m/min 이상으로 운전되도록 제작되어 두 번째 공명 띠에서 SW의 생산에 거의 문제가 없다.

만약 어려움이 있다면 운전속도가 낮은 DW에서 일 것이며, 작업자는 공명 띠의 위 또는 아래 중 어디에서 작업을 해야할지를 결정하고, 보통 낮은 속도에서 작업을 하며, 따라서 공명의 주된 영향은 DW에서의 생산속도 저하이다.



싱글웨이서가 공명 띠 안에서 작업을 하던, 얇아던, 작업은 고속운전에 이르기 위해서는 이 공명 띠들을 지나야 하며, 위로 또는 아래로 공명 띠를 지나 갈 때마다 물 정렬의 어긋남 후자는 특별히 중요한 설계단서이며, 공명강도에 중요한 효과를 가질 수 있다.

결합이 잘못된 롤은 (Misalignment)은 결국, 롤의 마모 촉진과 불량 골판지를 야기한다.

**공명진동의 해결책**

그러면 어떻게 코루게이터 공명진동의 문제를 해결할 수 있는가?

공명 그 자체는 제거되지 않는다고 하지만, 그 처방은 가능하다고 할 수 있겠다.

울퉁불퉁한 길을 달릴 때 문제되는 진동을 흡수하는 자동차의 충격흡수 장치와 같은 방법으로 골 롤과 압력 롤에 비슷한 충격흡수 장치를 설치하는 것이 가능하면 해결할 수 있다고 믿었다. 바로 이 방법이 Talleres-Iruna의 기본 개념이었다.

이에 기초하여 내부에 충격흡수 장치가 장착된 압력 롤을

설계하였으며, Talleres-Iruna는 이것을 내부동적흡수장치 (Internal Dynamic Damping)라고 하며, 줄여서 IDD라고 명명하고, WesternCorrugated사는 IDD가 장착된 압력 롤을 폭2,200mm 코루게이터의 C골에서 시험 가동하였다.

이 롤은 1999년 8월말에 장착되어 운전하였는데, 그 첫 반응은 대단한 성공이었고, IDD 압력 롤의 성과는 예상을 훨씬 뛰어넘는 것이었으며, 작동한 후 더 이상의 문제점을 들을 수도, 볼 수도, 느낄 수도 없었다.

Western Corrugated사는 DW를 205m/min 속도로 생산하고 있으며(정확하게 전에는 공명 때가 있었던 것과 같이), 또 SW는 240m/min의 속도로, 간혹은 200m/min 속도로 걱정 없이 생산하고 있다.

이제 분명하게 효율적으로 운영되는 중요한 효과를 알 수 있었다.

이 압력 롤은 기술적인 측면에서 현재 골 롤과 압력 롤의 차이를 잘 조정하면서 효과적으로 운전되고, 다음으로 작업자들은 압력 롤의 정지 압력과 골 롤의 운전 압력을 낮출 수 있게 되었으며, 마지막으로 더 빨리 종이를 연결할 수 있게 되었다.

게다가 IDD 장착 압력 롤은 응축수를 제거하는 DDS와 결합하여 압력 롤이 완전히 동일한 온도를 갖게 되는데, 끝부분과 가운데의 온도차이가 2℃이하로 되어 접착력이 크게 향상되며, 특히 무거운 중량에서 더욱 향상된다.

골판지에서 공명이 주된 Issue는 아니지만, Western Corrugated사는 그들이 현재 이익을 보고 있다고 믿고 있으며, 압력 롤의 보다 균일한 온도와 압력 롤 차이를 보다 정교하게 조정하여 인쇄 가능한 수준의 Inner Liner를 가진 골판지원단을 만들고 있다. 이 품질은 압력 롤이 없는 기계에서 만들어진 골판지원단과도 비교 가능하다고 믿고 있다.

우리는 IDD장착 압력 롤을 좀 더 시험운전 해 볼 필요가 있으며, 이를 통해 우리는 우리가 보고 있는 이러한 기술향상을 강화하고 인정받게 한다. 우리 작업자들은 아직 배우는 단계이고 현재의 과다한 Gap과 압력을 더 잘 조절할 수 있어야 한다.

Western Corrugated사는 이미 두번째 IDD 장착 압력롤을 B골과 E골용으로 주문하였으며,

Talleres-Iruna사는 정도는 약하지만 같은 공명진동의 문제가 있는 Western Corrugated사의 폭2,500mm 코루게이터에도 장착을 검토하고 있다.

Western Corrugated사와 Talleres-Iruna사는 IDD는 최근의 골판지포장산업에서의 신기술 중에서 가장 효율적이며 최신의 기술개발이라고 말하며, Talleres-Iruna사는 공명진동을 효과적으로 제거했고, 그로 인해 골판지의 품질의 극적인 향상, 생산속도 증가, 폐지의 감소, 롤 수명의 연장 등을 가져오는 골판지포장산업 발전에 기여했다고 본다.

本誌自願 記者 (Volunteer Repot) 歡迎

본 『골판지포장·물류』지 애독자 여러분께서는 모두  
본지 자원기자가 되시어 다음내용을 취재 송고하여 주시기 바랍니다.



〈문의안내〉 『골板紙包裝·物流』지 편집실 귀중  
T: (02) 594-0381-4 F: (02) 594-1310

〔 취재내용 〕

- 신제품 개발
- 제품전시 및 발표회
- 기업현장 르뽀
- 세미나 및 학술회의
- 투자(신·증설) 확대
- 신기술 개발
- 기업경영이념 발표
- 각종회사내외 행사