

# 第 11 章 기어에서의 문제 (Gear Problems)

## 1. 製紙機에서 기어 磨滅 問題 檢出

### (Detection of a Gear Wear Problem on a Paper Machine)

#### 1.1 背景 (Background)

제지기의 Afterdrier에 대한 전반적인 상태를 알기 위하여 5월 2, 3일 검토를 하였다. Felt Roll에서 얼마간의 불평형을 발견하였고, 기어 시스템에서 피니언이 이완된 것 같은 심각한 문제를 발견하였다. 7월에 시행한 정비기간중 피니언과 피니언 베어링이 이완된 것을 발견하였다. 7월 25일 기술지원팀은 문제점이 교정되었는가를 알기 위하여 후속측정을 하였다. 그림 11-1, 11-2 및 11-3은 기계 배열 및 구조도 이다.

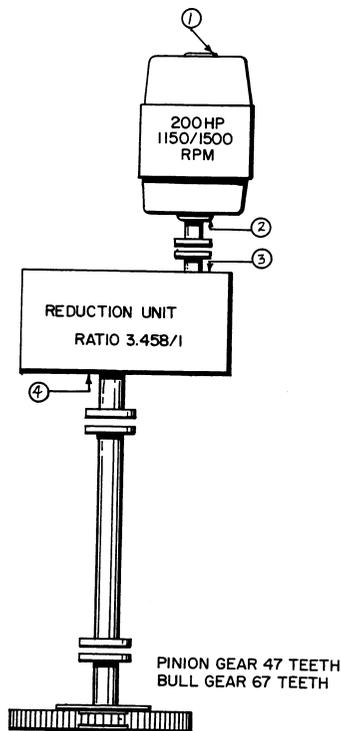


그림 11-1 기어 시스템의 구조 및 측정 위치도

PINIONS ARE # 8, 16, 17, 9, 18, 19, 10, 20, 21 and 11

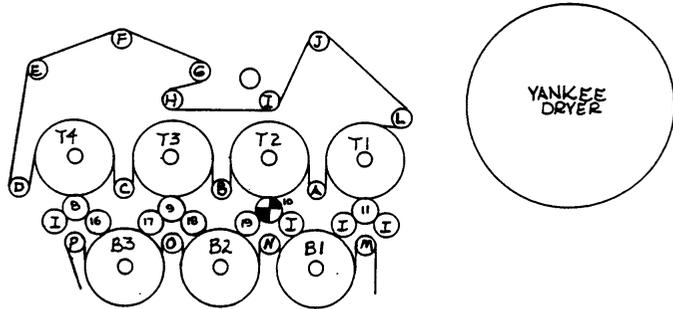


그림 11-2 피니언 배열도

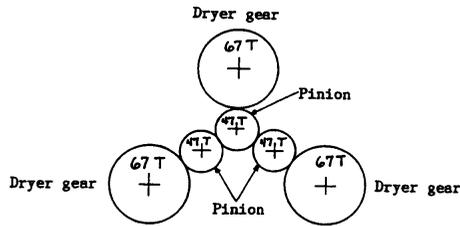


그림 11-3 피니언 배열도

### 1.2 結論 및 勸告事項 (Conclusions/Recommendations)

구동 전동기에서 측정된 5월 2일의 진동치를 보면 전동기에서의 탁월한 진동은 그림 11-4에서 보는 바와 같이 전동기 속도에 있지 않고 Gear Mesh Frequency에 있었다. 그림 11-4는 그림 11-1의 위치 1에서 수평방향으로 전동기의 진동을 측정한 스펙트럼이다. 그림 11-5와 11-6은 진동 스펙트럼이 피니언 rpm의 조화파들로 꽉 채워져 있는 것과 Gear Mesh Frequency는 피니언 rpm의 측대파를 가지고 있는 것을 보여 준다. 마멸된 피니언을 교체한후 7월 25일 동일한 측정을 하였다. 그림 11-7은 피니언 교체전후 전동기에서의 진동을 비교하여 보여주고 있다. 교체후의 그림은 교체전의 Full Scale Setting의 1/2임에 유의하라. 따라서 그 차이는 얼른 보기보다는 상당히 크다. 그림 11-7은 교정된 피니언 문제는 기계 신뢰도상에 크나큰 충격을 가졌음을 분명히 보여주고 있다.

표 11-1은 측정전후 그림 11-2의 번호에 따라 각 피니언 위치에 대하여 Gear Mesh Frequency에서 측방향 진동을 종합한 것이다.

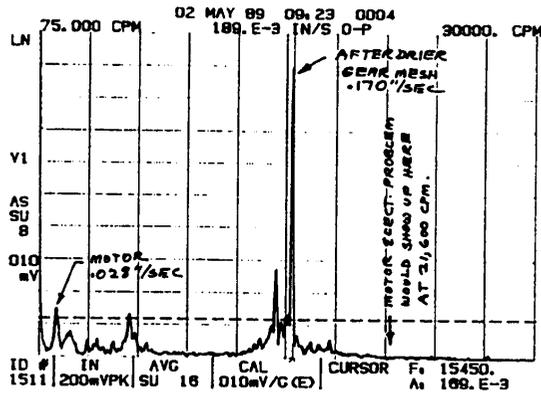


그림 11-4 전동기의 위치 1H에서 수평방향의 진동 스펙트럼

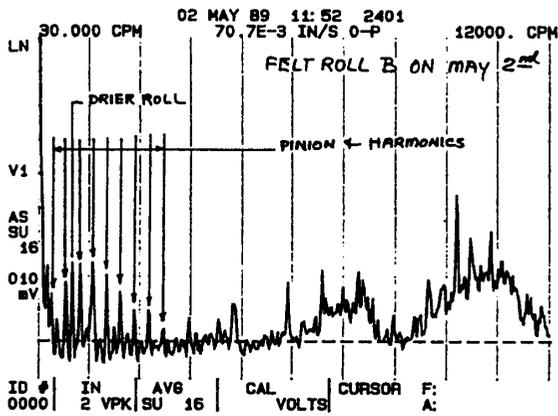


그림 11-5 Felt Roll “B”에서의 피니언과 그 조화파 스펙트럼

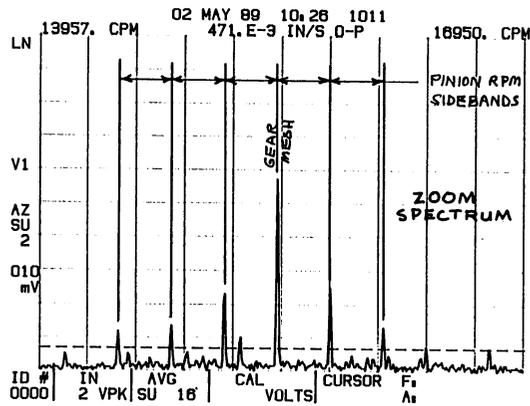


그림 11-6 Idler 피니언의 진동 스펙트럼

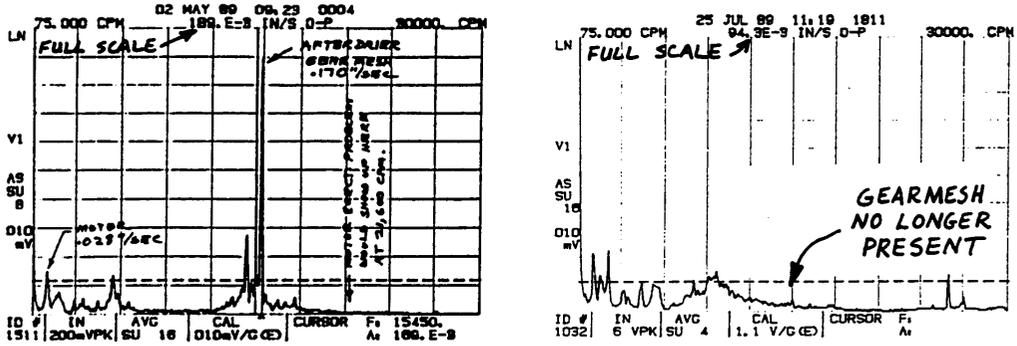


그림 11-7 피니언 교체 전(좌), 후(우)의 진동 스펙트럼

표 11-1 피니언 교체전후 Gear Mesh Frequency에서 피니언 진동(in/sec)

피니언 번호	GMF에서 진동		% 차이
	전	후	
8	0.196	0.097	-50.5
9	0.454	0.258	-43.2
10	0.434	0.065	-85.0
11	0.258	0.103	-60.1
16	0.310	0.159	-48.7
17	0.312	0.135	-56.7
18	0.525	0.174	-66.8
19	0.818	0.191	-76.6
20	0.344	0.105	-69.5
21	0.125	0.232	+85.6

\* 피니언 21을 제외하고 모든 피니언에서 GMF의 진동이 크게 감소했다.  
 앞서 언급한 피니언 이완 문제가 해결되었다.

### 1.3 結果 (Results)

기계 신뢰도를 저해했던 피니언 이완은 교정되었다. Gear Mesh Frequency의 큰 감소는 7월 25일 작업이후 특히 피니언이 풀렸던 주구동 피니언 부근에서 발생했다. 구동 전동기에서 탁월 진동은 정비작업 전에는 Gear Mesh Frequency에 있었다. 정비작업이후 전동기에서 Gear Mesh 진동은 거의 완전하게 사라졌다.

## 2. 軟條機 베벨기어에서 高騒音 및 振動 問題의 原因 (Cause of High Noise and Vibration Problems on a Drawframe Bevel Gear Set)

### 2.1 背景 (Background)

#7 Roll을 구동하는 연조기 기어박스에서 발생하는 고소음에 대해 4월 4일 조사하였다. 분석을 위해 소음 및 진동자료 모두를 수집하였다.

### 2.2 結論 (Conclusions)

연조기에서 #7 Roll을 구동하는 기어박스에서 높은 소음과 보통수준의 진동은 이완 상태에 있는 입력 베벨기어 세트 때문이었다.

### 2.3 勸告事項 (Recommendations)

기어박스를 Overhaul할 것을 추천한다. 입력 베벨기어 세트(피니언과 기어)와 베벨기어 세트 자체와 관련하는 베어링들을 교체할 계획을 수립할 것.

### 2.4 討論 (Discussion)

#### (1) 일반사항

연조기 #7 Roll을 구동하는 시스템의 일부분인 Flender 기어박스에서 발생하는 큰 소음을 4월 14일 조사했다. 이 기어의 기어비는 14.44대 1이다. 그림 11-8에 나타낸 기어의 정보는 시간절약을 위해 앞으로의 참고용으로 기록 보관해 놓아야 한다. 고속기어는 16개의 이빨을 가진 피니언과 26개의 이빨을 가진 베벨기어 세트이다. 중간기어 세트는 17개의 이빨의 피니언과 47개의 이빨의 기어로 되어있고 저속기어 세트는 14개의 이빨의 피니언과 45개의 이빨의 기어로 구성되어 있다.

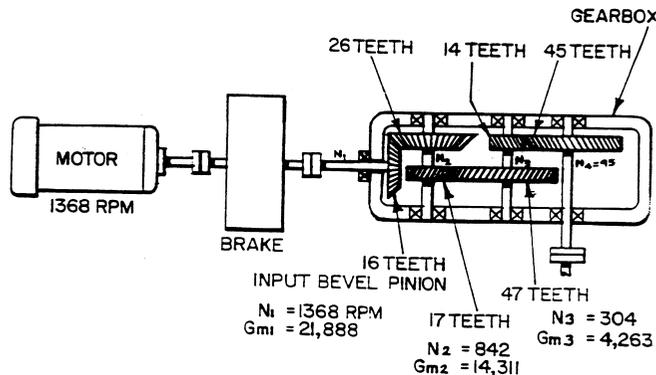


그림 11-8 연조기의 #7 Roll의 구동시스템

(2) 기계적 주파수

진동 측정중 전동기 속도가 다소 변하고 있음을 알았다. 속도 1,368 rpm 이란 당일 측정값의 평균치로써 그냥 이를 전동기 속도값으로 적용하고 분석용으로 사용하였다.

기계적 주파수

전동기 속도 .....	1,368 cpm
Gear Mesh 1 .....	21,888 cpm
중간축 속도 .....	842 cpm
Gear Mesh 2 .....	14,311 cpm
저속축 속도 .....	304 cpm
Gear Mesh 3 .....	4,263 cpm

(3) 진동

기어박스, 브레이크 및 전동기에서 많은 진동 스펙트럼을 취했다. 그림 11-9는 기어박스에서 수평방향으로 측정한 진동 스펙트럼으로 21,899 cpm에서 0.169 in/sec를 나타내고 있다. 기계적 주파수 값과 그림 11-8에서 보는 바와 같이 이 주파수는 이 기어박스의 입력 베벨기어 세트로부터 나온 것이다. 그림 11-10은 브레이크에서 취한 값으로 1/2 피니언 속도만큼의 측대파를 가진 입력 베벨기어의 Mesh Frequency를 화상 확대한 것이다. 이들 2개의 그림은 고속 베벨기어 세트의 이완 상태를 나타낸다. 이러한 이완은 기어에 특별한 부하를 초래하여 대단히 높은 소음의 기어 물림을 일으킨다. 이완은 피니언과 그 축간에 있을 수 있고 또 베어링이 마멸된 경우는 축 그 자체에 있을 수 있다. 정확한 원인이 분명히 규명되지 않았기 때문에 Overhaul이 계획되면 베어링과 기어 모두를 준비할 필요가 있다. 분명한 것은 문제점이 입력 베벨기어 세트에 있고 베벨 피니언 축에도 어떤 이완이 있다는 것이다. 베벨기어 세트의 평평한 마멸로 보여준 주파수들을 발생할 수 있었지만 중요한 정보는 Backlash를 최근에 점검하였는데 과도한 상태를 발견하지 못했다.

(4) 소음

소음 스펙트럼을 보면 소음의 근원이 고속 베벨기어임을 알 수 있다. 실제로 소음 스펙트럼은 거의 진동 스펙트럼과 같다. 그림 11-8의 위치 A에서 취한 그림 11-11에서 측대파를 가지는 베벨기어 Mesh를 볼 수 있다. Gear Mesh Frequency에서의 아주 높은 126 dB의 소음에 유의하라. 이 값은 사람의 귀를 보호하는데 필요한 안전값보다 100배 크다. 그림 11-12는 1/2 피니언 속도에서 측대파를 보여주는 그림

11-8의 위치 A에서 취한 Gear Mesh 상태를 화상 확대한 것이다. 이 소음자료는 진동 자료와 정확히 일치 하지만 1/2 운전속도에서의 측대파들을 보다 잘 나타내고 있다.

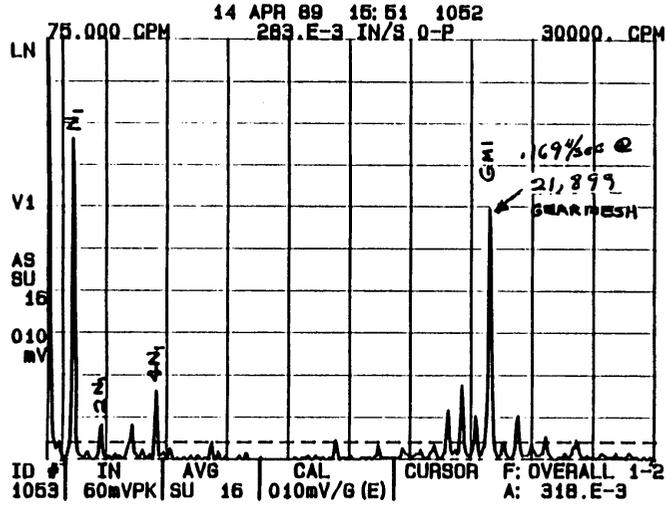


그림 11-9 기어박스의 수평 방향 진동 스펙트럼

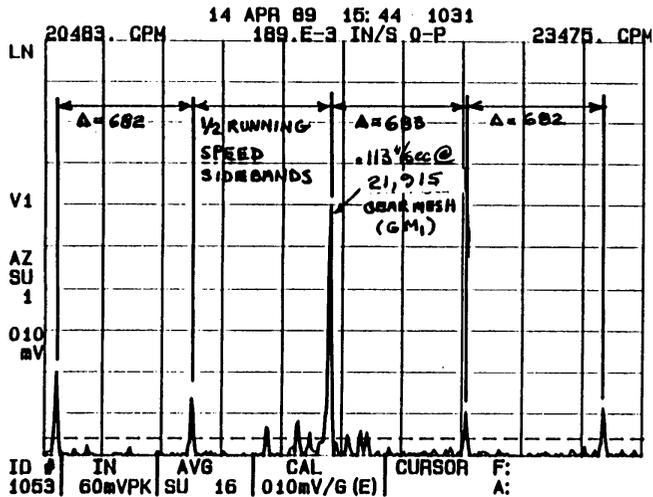


그림 11-10 브레이크의 수평방향 진동 스펙트럼

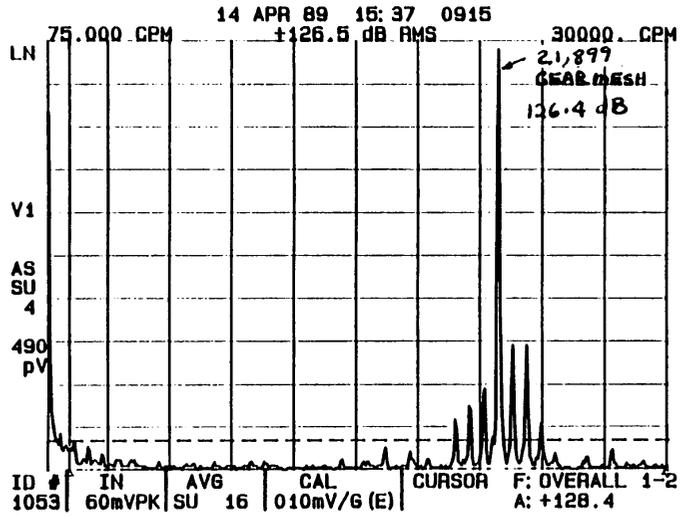


그림 11-11 기어박스에서 소음 스펙트럼

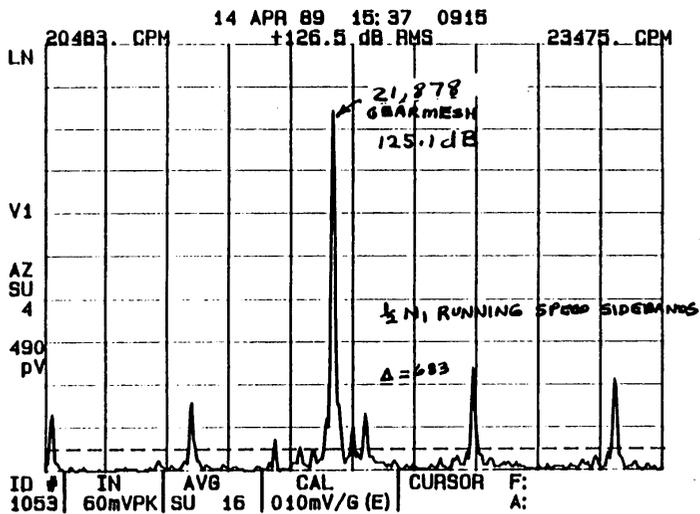


그림 11-12 기어박스에서 Gear Mesh와 측대파를 해상 확대한 것