

# 탈선 메커니즘 해명을 위한 차륜/레일 접촉위치 측정 Measurement of contact position between wheel and rail for clarification of derailment mechanism

함영삼\*                      홍재성\*\*                      이관섭\*\*\*                      서병욱\*\*\*\*  
Ham, Young-Sam      Hong, Jai-Sung      Lee, Kwan-Sup      Seo, Byung-Wook

---

## ABSTRACT

Safety from derailment has been evaluated according to the magnitude of the derailment coefficient, which does not always ensure sufficient safety evaluation, and is not necessarily helpful in clarifying the mechanism of derailment. When wheel rolls, point of contact between wheel and rail was change continuously and flange touches with rail.

Established gauge so that can measure location of contact point between wheel and rail by strain gauge. Also, wish to describe result that compose bridge circuit and execute load test.

---

## 1. 서론

차륜과 레일 사이에 작용하는 힘(윤종과 횡압)을 측정하는 데에는 스트레인 게이지를 사용하는 방법이 보급되어 철도차량의 주행안전성 평가에 널리 사용되고 있다.<sup>1),2),3)</sup> 한편, 탈선현상에 대하여 깊이 연관되어 있는 좌우 접선력(횡 클리프력)의 값은, 차륜과 레일의 접촉위치와 윤종·횡압을 측정하면 구할 수 있지만, 지금까지는 간헐 측정법만 사용되어 왔기 때문에 연속적인 데이터를 얻을 수 없었다. 본 논문에서는 윤종과 횡압의 연속 측정법을 응용하여<sup>4)</sup> 차륜과 레일의 접촉점의 위치변화를 스트레인 게이지로 센싱할 수 있도록 게이지를 부착하고, 브릿지 회로를 구성하여 하중시험을 실시한 결과를 기술하고자 한다.

## 2. 측정원리와 스트레인게이지 부착

차륜과 레일의 접촉위치 측정원리는 Fig. 1과 같이 윤종의 작용위치에 의해 발생하는 압축 스트레인의 분포를 조사하여 그 접촉위치를 알 수 있다. 차륜 원주상에서 하중을 받는 위치와 그 반대측의 윤종 측정용으로 뚫려있는 구멍, 즉 대각방향에서 관두께 방향 양쪽 끝단의 압축 스트레인을 측정하여 양쪽의 차이를 출력하도록 스트레인 게이지를 부착하여 Fig. 2와 같이 브릿지 회로를 구성하면, 하나의 회로에서 온도변화의 영향을 보상한 접촉위치의 이동량 지표를 얻을 수 있다.

---

\*한국철도기술연구원 차량기계연구본부 책임연구원, 정회원  
\*\*한국철도기술연구원 차량기계연구본부 선임연구원, 정회원  
\*\*\*한국철도기술연구원 차량기계연구본부 수석연구원, 정회원  
\*\*\*\*한국철도기술연구원 차량기계연구본부 연구원, 비회원

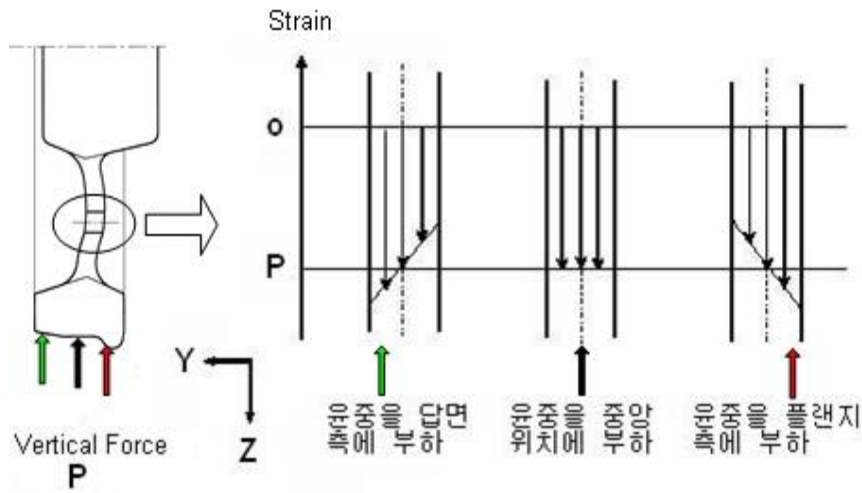


Fig. 1 접촉위치 측정원리

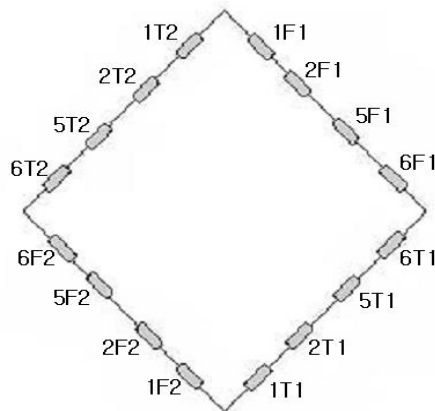


Fig. 2 접촉위치 측정용 브릿지회로 결선

이 브릿지 출력은 (길이)×(힘)의 차원으로, 접촉위치가 일정하여도 윤중의 크기에 비례하여 변화하기 때문에, 접촉위치를 판단하기 위해서는 측정값을 윤중 출력으로 나누어 거리 차원으로 변환하여야 한다. 측정에 이용된 윤축과 스트레인 게이지를 부착한 모습을 Fig. 3과 4에 나타내었다. 간헐적 측정에서는 차륜 1회전 당 2회의 접촉위치 이동량을 얻을 수 있는데 비하여, 연속적인 측정에서는 간헐법의 측정원리를 이용하여 간헐 측정용 브릿지 위상을 약간 어긋나게 하여 두 쌍 이상 설치하고, 이들 출력을 적절한 함수를 가중하여 합산하여야 한다. 이 때에는, 차륜의 회전에 따라 차륜과 레일의 접촉이 원주 방향의 어느 쪽으로 이동하여도, 최소한 하나의 브릿지에서는 출력이 나타나도록 스트레인 게이지 부착위치를 배치하여야 한다.

그래서, 윤중·횡압 연속 측정에 이용된 차륜당 각각 8개의 구멍을 뚫은 윤축을 사용하여, 접촉 위치의 연속측정을 수행하는데 적당한 스트레인 게이지의 배치위치를 정하중시험을 통하여 확인

하였다. 한쪽 차륜에 8개소의 스트레인 게이지가 부착되어 있는 경우, 하나의 브릿지 회로를 구성하는 스트레인 게이지 배치위치의 조합은 Fig. 5와 같다.

A방식은, 윤중의 연속 측정을 행하는 경우의 브릿지의 조합 방법을 응용한 것으로, 접촉위치 이동량에 비례한 출력의 4개소의 합을 출력하는 브릿지의 조합 방법이다. 이것은 원주방향의 하중 이동에 대해서는 출력이 나오는 범위가 B방식보다 넓고, 침목방향의 하중 이동에 대해서는 원주방향의 어느 위치에서도 브릿지 출력과 침목 방향 하중 부하 위치 사이에 선형의 관계가 있다는 것이 확인되었다. B방식은, 접촉위치의 간헐 측정법으로 채용된 것으로, 마주보는 2개소에서의 접촉위치 이동량에 비례한 출력의 합을 나타내는 방법이다. 이 방식은 출력 감도가 가장 높긴 하지만 연속측정이 불가능하다는 단점이 존재한다. C방식은, 90도씩 위상을 어긋나게 한 4개소에서의 접촉위치 이동량에 비례한 출력의 합을 출력하는 방법이다. 이것은 출력 감도가 작은 점과, 차륜 1회전 당 4주기의 변동이 있기 때문에 많은 검정점을 필요로 한다는 점, 또 보정이 복잡하다는 점 때문에 그다지 실용적이지 않다.

이러한 지금까지의 연구결과로부터, 접촉위치의 연속측정방식으로는 A방식의 브릿지 회로 구성이 가장 적당하다는 결론을 얻을 수 있다.



Fig. 3 측정용 윤중

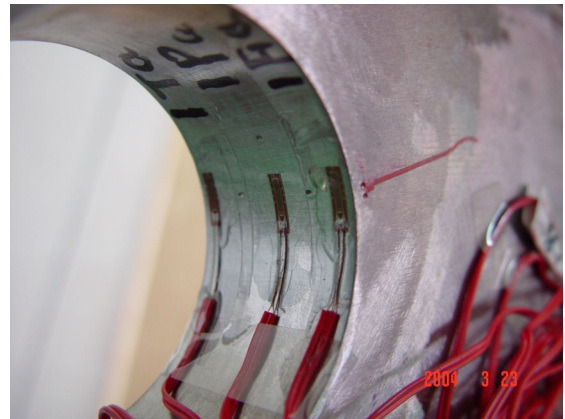


Fig. 4 접촉위치 측정용 게이지 부착

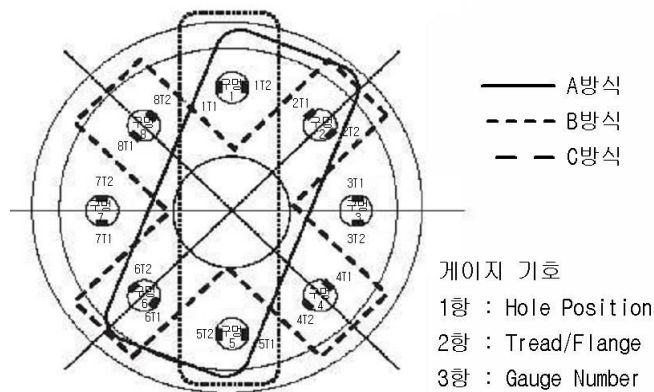


Fig. 5 브릿지 회로의 조합

### 3. 시험결과

#### 3.1 정하중시험 결과

정하중시험실에서 실시한 윤축의 브릿지 출력은 Fig. 6과 같다.

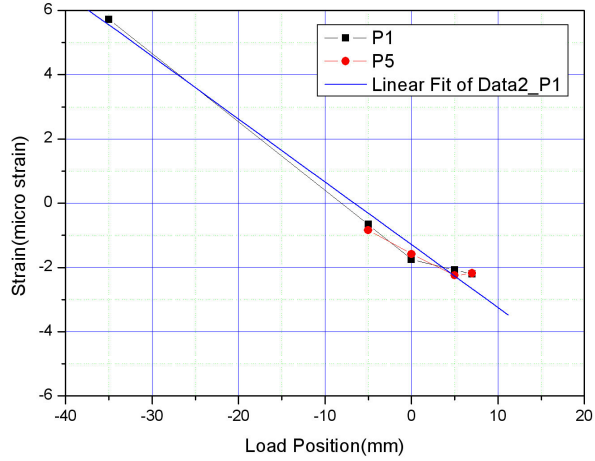


Fig. 6 접촉위치 브릿지 출력

#### 3.2 본선주행시험 결과

제작한 측정용 윤축으로 Fig. 7과 같이 측정시스템을 구성하고 컨테이너화차를 경부선에 주행하면서 측정한 결과는 Fig. 8과 같다.

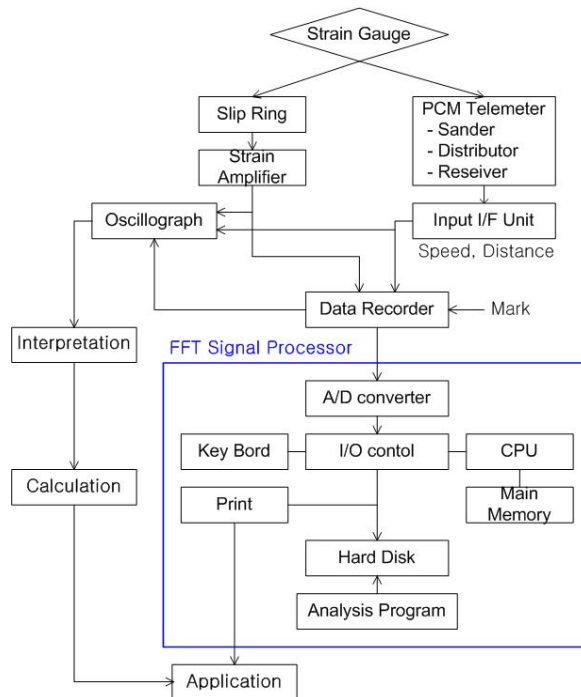


Fig. 7 측정시스템 구성

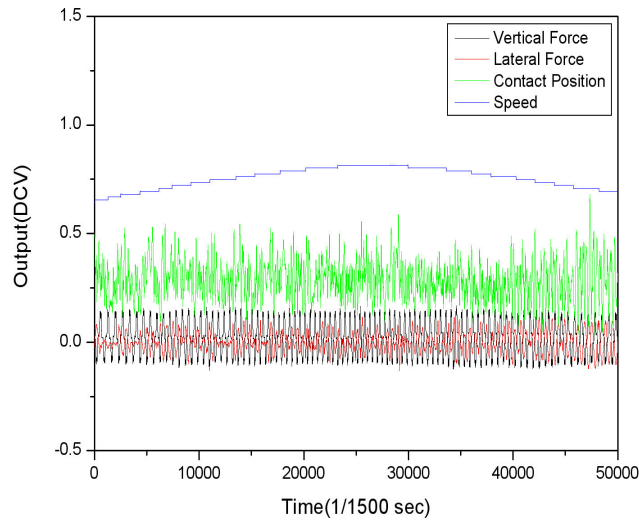


Fig. 8 실차주행시험에서의 측정과정

#### 4. 결론

탈선 메커니즘의 중요한 요소임에도 불구하고 지금까지 실차 측정이 불가능한 차륜과 레일의 접촉위치에 대하여, 브릿지 회로를 구성하고 연속적인 출력을 얻을 수 있는 측정방법을 개발하였다. 주행중의 윤축 거동에 대하여 한 걸음 진일보한 해명이 가능하게 되었으며, 주행안전성의 평가와 탈선현상의 해명에 도움이 될 수 있으리라 기대한다.

향후 추진방향으로, 실차시험결과를 근거로 측정방법의 유용성을 검증하여야 한다. 이를 위해 평탄직선 선로에서의 데이터를 수집하고 컴퓨터 시뮬레이션을 병행하여야 차륜과 레일 사이에 작용하는 각 방향의 힘과 윤축의 거동을 더욱 명확히 할 수 있다. 참고로 본 측정방법과 장치들은 실험적인 부분이 많기 때문에 아직은 누구나 사용할 수 있는 상태에 이르지 못하였으며 계속 연구개발에 정진하여 체계화시켜 나가야 하는 분야임을 밝혀두는 바이다.

#### 참고문헌

1. 함영삼, 오택열, 화물수송용 스윙모션보기의 임계속도와 주행성능 평가, 2003년 12월호 한국철도학회 논문지 제6권 제4호, pp. 215~220, 2003. 12
2. Young-Sam Ham, Jai-Sung Hong, Taek-Yul Oh, Running safety estimation of korean style high speed railway vehicle, 11th Asia-Pacific Conference on Non-Destructive Testing(APCNDT 2003), The Korean Society for Nondestructive Testing, November 3~7, 2003
3. 함영삼, 허현무, 한국형 고속철도차량의 주행안전성 평가, 2003년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집(III), pp. 316~321, 2003. 10
4. Hiromichi Kanehara, Kiyoshi Ohno, Development of a Continuous Measuring System for Contact Position between Wheel and Rail toward Clarification of Derailment Mechanism, JR EAST Technical Review No.2, Summer. 2003