

궤도 관리를 위한 레일온도검지장치 설치 사례

Case of Application of Rail Temperature Detector for Track Management

정성현*
Chung, Sung-Hyun

신길철**
Shin, Gil-Cheol

김길수***
Kim, Gil-Soo

ABSTRACT

Seoul Metro continuously converted the standard rail into continuous welded rail since the later part of 1990's, and currently, most of the sectors of the Seoul Metro are continuous welded rails. As the continuous welded rail is inhibited by the contraction and expansion force of the rail as well as rail-bed, this force is stored as the internal stress of the rail with the exception of portion of the both ends of the continuous welded rail. If the contraction and expansion of the rail is restricted, the internal stress, that is, the force in the direction of the axis, is proportional to the cross-sectional area of the rail. Therefore, with regards to the temperature changes, the internal stress changes in accordance with the type of rail, bolting apparatus, railroad tie and rail-bed. As such, the rail temperature becomes important data in securing the gap at the adjoining section of the rail in the standard rail section, and to determine the setting temperature for the continuous welded rail. In addition, it becomes basic data for maintenance of the track.

Accordingly, this thesis introduces cases of installation of rail temperature detector in order to prevent and manage track defectiveness due to increase in rail temperature, and to utilize as basic data at the time of various construction and maintenance. Furthermore, this thesis aims to assist maintenance of track through systematic temperature management in the future by looking into means of its utilization.

1. 서론

1.1 목적

레일은 열차하중을 침목과 도상을 통하여 넓게 노반에 분포시켜며 평활한 주행면을 제공하는 등 열차의 안전운행을 위한 궤도 구성재료 중 가장 중요한 요소이다. 그러므로 레일은 수직력 및 횡압력과 같이 방향의 수평력에 견딜수 있어야 한다. 서울메트로는 건설 당시 대부분 정척레일로 부설하고 레일과 레일 간 이음매로 연결하였으며 레일이 온도의 상승 또는 하강에 따라 신축하므로 온도신축을 처리하기 위하여 레일 상호간에 유간을 두었으나 이음매부는 차륜 충격 등 큰 하중을 받아 레일 훼손 및 변형이 쉽게 발생하는 등의 단점이 있었다. 이에 서울메트로는 90년대 후반부터 정척레일 양단부 용접으로 레일 간 이음매부를 없애고 장대레일화하여 현재 대부분의 구간이 장대레일로 바뀌었다. 레일의 신축력은 침목과 도상에 의하여 억제되므로 장대레일 양단의 일부를 제외하고는 레일의 내부 응력으로 저장된다. 장대레일화와 더불어 자갈도상에서 콘크리트도상으로 도상개량이 이루어져 도상은 더욱 견고해졌으므로 장대레일에서 레일 온도는 설정온도를 결정하기 위한 중요한 자료가 된다. 현재 인력으로 레일온도를 측정 관리하고 있으나 본 연구에서는 레일온도를 자동으로 측정하고 그 데이터를 저장 및 분석하여 체계적인 온도 관리를 할 수 있도록 온도검지장치를 설치하여 업무 효율성을 높이고자 하였다.

* 서울메트로 기술연구센터 주임, 정회원

** 서울메트로 기술연구센터 대리

*** 서울메트로 기술연구센터 차장

2. 레일 온도와 궤도의 상관 관계

2.1 장대레일(長大軌條, C.W.R continuous welded rail)의 온도에 따른 신축과 축압력

장대레일은 1개의 레일길이가 200m 이상인 것으로 레일 이음매부의 단점을 해결하기 위하여 레일을 연속 용접하여 이음매를 없앤 것이며 양단에는 신축 이음매를 둠으로서 온도변화에 따른 레일 길이 방향의 신축을 체결구, 침목 및 도상이 억제한다. 온도변화에 따른 자유 신축을 억제함으로 신축 또는 수축으로 인한 에너지가 레일 내의 응력으로 축적되어 레일 길이 방향으로 작용하는데 이를 레일 축압력이라 하며 장대레일 내부에 발생하는 축압력의 크기는 레일의 탄성계수에 비례한다.

200m이상의 레일에서는 온도 변화에 따라 레일이 신축하지만 도상저항력 및 온도변화의 크기에 따라 레일 양단에서 100~150m 범위 내에서 신축하게 된다. 레일온도의 변화에 관계없이 레일의 중앙부분에는 신축하지 않는 부동구간이 존재하며 레일 전단면의 내부온도응력의 합이 레일 축력으로 축적된다.

2.1.1 장대레일 장출 발생 원인

온도가 과대하게 상승하여 레일이 팽창함으로 레일의 축압력이 도상의 횡저항력보다 커져서 궤광이 급격하게 횡방향으로 변위하는 현상을 장출이라고 한다. 하절기 온도 상승으로 예상치 못한 취약개소에서 종종 미세 좌굴 현상이 감지된다.

장대레일 장출은 작용하중에 따라 정적 장출과 동적장출로 분류할 수 있으며 정적장출은 온도 하중에 의한 장출이고 동적장출은 온도 하중과 차량 하중의 동시작용에 의한 장출이다. 일반적으로 발생하는 장출의 대부분이 동적장출이다. 이처럼 장출 유발인자는 직접적 요인인 온도하중, 차량하중이지만 궤도틀림도 중요한 인자 중 하나이다.

장대레일의 장출은 레일에 상존하는 궤도틀림에 의해 큰 영향을 받게 되며 실제 부설된 레일은 수평면과 수직면으로 틀림이 발생해 있다. 이러한 틀림은 장출 온도를 현저하게 감소하게 한다.

2.1.2 궤도 장출온도 산정

장대레일의 장출은 레일에 작용하는 온도 하중 및 운행중인 차량의 하중에 의해 발생하며 차량의 운행하중은 레일의 운영기간동안 발생하는 상시 하중이므로 기본적인 작용 하중이 되므로 장대레일의 장출에 있어서 기준이 될 수 있는 하중은 온도하중이라고 할 수 있다. 그러므로 장대레일을 안전하게 설치하고 효과적으로 거동할 수 있도록 하기 위한 지침 작업으로 가장 중요한 것은 허용온도 변화량을 결정하는 것이다.

2.1.3 레일 이음매 유간관리

레일이음매 유간은 레일의 온도변화에 따른 신축을 용이하게 하기 위하여 마련되어 있으며, 레일이 최고 온도에 달한 때에 궤도가 좌굴(挫屈)하지 않을 것, 최저 온도에 달한 때에 이음매 볼트에 과다한 힘이 걸리지 않을 것, 또한 연간을 통하여 과대한 유간으로 되어 열차에 의한 충격이 큰 기간이 너무 길지 않을 것 등을 고려하여 유간을 설정하여 축력이 소요의 값 이하로 규제되도록 하고 있다. 이 유간은 열차 주행에 의한 레일 복진 등의 레일 길이 방향의 위치 이동에 의하여 시간 경과에 따라 서서히 확대 혹은 축소하는 것으로 된다.

표1. 레일유간 허용치수

	-20이하	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45이상
50kgN L=20m	14	14	13	11	10	9	8	7	6	5	3	2	1	0
60kg L=20m	16	14	13	11	10	9	8	7	6	5	3	2	1	0

3. 온도 측정 현황 및 레일온도검지장치 설치 배경

현재 서울메트로는 장대레일 신축이음매 스트로크 설정 및 장대레일의 안전한 관리를 위하여 레일온도를 주기적으로 측정하고 있다. 분소별 측정개소를 선정하여 인력으로 주·야간에 측정하고 있으며, 주간에는 온도 상승이 높은 시간대인 14시경, 야간에는 선로순회 점검 시간대인 2시~4시경 측정하고 있다. 하절기인 6~9월에는 매일 측정하며, 그 외에는 매월 2회씩 레일에 온도계를 부착, 온도를 측정하고 그 측정값을 수동으로 기록 관리하고 있다. 레일온도 측정은 레일 복부에 디지털 온도계를 부착한 후 2~3분 후 그 온도를 기록하고 있는 실정으로 주간 측정 시 열차 운행에 따른 안전 문제와 인력측정에 따른 정확한 측정의 어려움이 있다. 이에 본 연구는 무선 송수신장치를 이용 레일온도를 측정하고자 하는 장소에 온도센서를 고정클램프로 부착하고, 송신기를 이용하여 데이터를 무선으로 수신기에 전송한다. 수신기에는 대기온도를 측정하는 센서가 부착되어 있으며 레일온도와 대기온도는 해당 사무실의 컴퓨터로 실시간 저장되어 현장에 방문하지 않아도 사무실 내에서 레일온도 및 대기온도를 확인할 수 있는 장치이다.

철도공사에서는 하절기 기상 변화에 대한 고속철도 안전관리 대책으로서, 레일온도 55℃ 이상일 경우에는 전 구간 230km/h 이하 감속 운행, 레일온도 60℃ 이상일 경우에는 전 구간 70km/h 이하 감속 운행, 레일온도 64℃ 이상일 경우 운행을 정지한다는 규정을 마련한 바 있으며, 실제로 2004년 하절기 폭염으로 인해 레일온도가 57℃까지 상승함에 따라, 안전을 고려하여 고속 철도차량의 주행속도를 230km/h로 감소시킨 사례가 있다.

4. 레일온도검지장치 설치 내용

4.1 설치 기준

- 일조량이 지속되고 레일온도 변화량이 심한 지상부 및 U-type, 교량, 좌굴 발생우려 개소 (건설교통부령 철도시설 안전기준에 정하는 취약개소(규칙 제32조))
- 열차 운행 및 선로 작업에 지장을 주지 않는 구조
- 온도 센서 및 클램프를 장착 가능한 레일 복부

4.2 설치 내용

레일온도검지장치 현장 설치에 앞서 2호선 당산교량 구간에 온도측정장치 센서 성능, 온도컨트롤러 성능, 무선원격제어기의 성능 등을 테스트 해 본 결과, 측정장치 센서 감도의 정확성 및 측정 오차범위가 성능조건에 충족되어 2007년 7월 16일까지 서울메트로 본선 4개소에 설치하였다. 설치 위치는 지상 구간 중 U-type, 곡선, 구배가 있는 구간을 선정하여 현장에 무선 송수신기를 설치하고 해당분소 컴퓨터에 데이터가 실시간 전송되도록 하였다.

표2. 레일온도검지장치 설치 구간

호선	구 간	구배	선로조건	비고	호선	구 간	구배	선로조건	비고
2	신 립 - 신대방	8%	고가부		3	옥 수 - 금 호	20%	U-type	R=602
2	성 수 - 뚝 섬	12%	고가부		4	창 동 - 쌍 문	34%	U-type	

4.3 무선 송수신장치

레일 및 대기 온도를 자동 측정하기 위한 여러 가지 온도측정방식을 비교 검토한 결과 안전성, 정확성, 보안성 면에서 무선방식이 가장 월등한 것으로 판단되어 채택하였다. 근거리 무선통신기술인 블루투스(Bluetooth)방식을 사용하여 송·수신기 간 무선으로 데이터를 전송, 배선 및 모뎀 사용으로 인한 비용이 불필요하며 2.4GHz 대역 주파수를 사용한다. 소출력(10mV)으로 근거리(1.2km)에서 디지털, 물리량, 아날로그, 데이터 값을 양방향으로 동시에 실시간 원격제어가 가능하며 사용온도는 -20℃~60℃이다. 레일에 PT100센서를 부착하고 측정값을 송신기와 수신기를 통해 해당 철도토목분소 온도측정 전용 컴퓨터로 실시간 전송하며 또한 현장에서도 확인할 수 있도록 송·수신기함 외부 LCD 창에도 실시간 데이터가 현시되게 하였다.

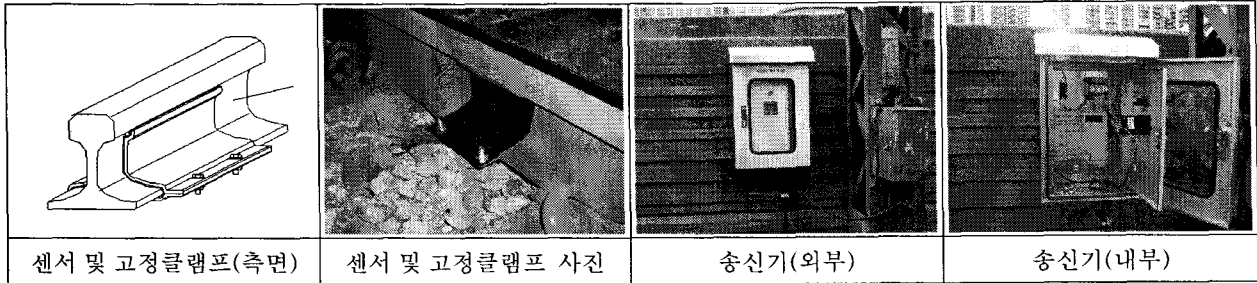
4.4 레일온도검지장치의 구성

송신부(레일온도 측정) → 수신부(레일온도 값 수신 및 대기온도 측정) → 분소 내 전용컴퓨터로 레일온도 및 대기온도 실시간 전송

(1) 송신부 : 레일온도 측정

표3. 송신부 세부 구성

품명	규격	수량	비고
무선송신기	JY-RY12AL2TRX	1	
온도표시기	NX2	1	
누전차단기	BKM2P15A	1	
батери	DC12V	1	
충전기	AC220V → DC12V충전용	1	
DC-AC 컨버터	DC-AC 220V	1	
터미널 블록	10A(고정식)	1	
온도센서	PT100Ω	1	레일온도
온도센서 고정용 클램프		1	



※ 송신기 외부 Box 전면 LCD창에 레일온도 값 현시

그림1. 레일온도검지장치 센서 및 송신기 사진

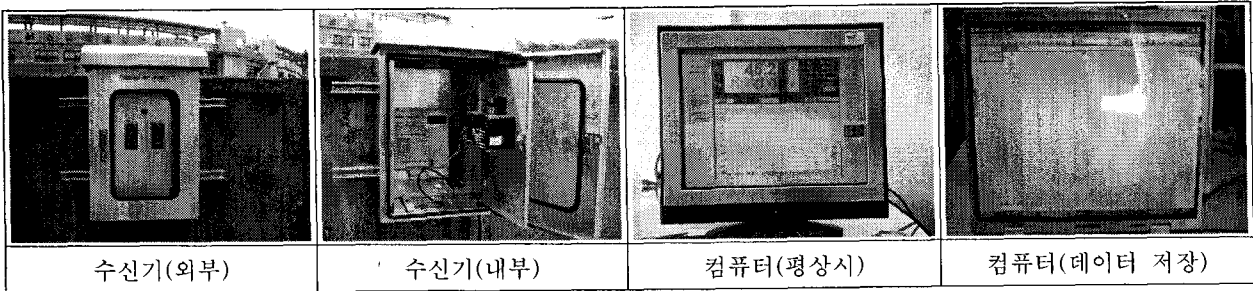
○ 레일온도 센서 및 클램프

- 센서종류 : PT-100(백금 축온저항체)
- 사용온도 : -20℃ ~ 60℃
- 센서 부착위치 : 레일 두부 아래(열차 운행 및 궤도작업에 지장을 주지 않는 위치)
- 센서 고정방법 : 센서 고정 클램프는 레일에 탈부착이 가능하도록 하였으며 절연체로 제작

(2) 수신부 : 레일온도 값 수신 및 대기온도 측정

표4. 수신부 세부 구성

품명	규격	수량	비고
무선수신기	JY-RY12AL2TRX	1	
온도표시기	NX2	1	
누전차단기	BKM2P15A	1	
PVC DUCT	30×60	1	
터미널 블록	10A(고정식)	1	
온도센서	PT100Ω	1	대기온도



※ 수신기 외부 Box 전면 LCD창에 레일온도 값 및 대기온도 표시

그림2. 레일온도검지장치 수신기 및 컴퓨터 사진

○ 데이터 관리 전용 컴퓨터 및 소프트웨어

- 레일과 대기온도의 데이터 및 그래프 실시간 사용자 컴퓨터 모니터링
- 엑셀 파일로 실시간 기록 및 매일 자동 저장
- 저장 시 파일명에 측정 연월일 표시
- 측정간격 및 데이터 저장주기 사용자 변경 가능

5. 레일온도검지장치 온도 측정 결과 분석

5.1 측정범위 및 조사 기간

본 연구에서는 레일온도와 대기온도의 상관관계를 분석하기 위하여 날씨에 따른 온도, 월별 시간대에 따른 최고 온도, 주간과 야간시간대의 레일온도, 시간대별 평균 온도, 일간 최고온도 시간대를 검토하였다. 검토를 위해, 레일온도검지장치 설치 직후인 2007년 7월 18일부터 10월 1일까지 서울메트로 본선 4개소의 맑은 날(강우량 1mm 이하)인 총 40일 간 매일 10분 간격으로 레일온도와 대기온도를 측정한 결과에 대해 조사하였다. 데이터 중에서 주간 시간대에 측정된 선로 내 대기온도가 기상청의 대기 온도보다 높게 측정된 것은 선로는 좌우가 차단되어 있고 열차에서 발생하는 열과 지열이 대기 중 누적되어 온도가 높은 것으로 추정된다.

5.2 레일온도의 날씨에 따른 영향

레일온도와 대기온도는 야간에는 거의 같았으나 주간의 경우 우천여부에 따라 온도가 확연하게 차이가 났다. 맑은 날은 주간시간대인 09시~18시에는 최대 15℃까지 온도차이가 있었던 반면, 비가 온 날은 주간시간대에도 레일온도와 대기온도가 거의 같았다.

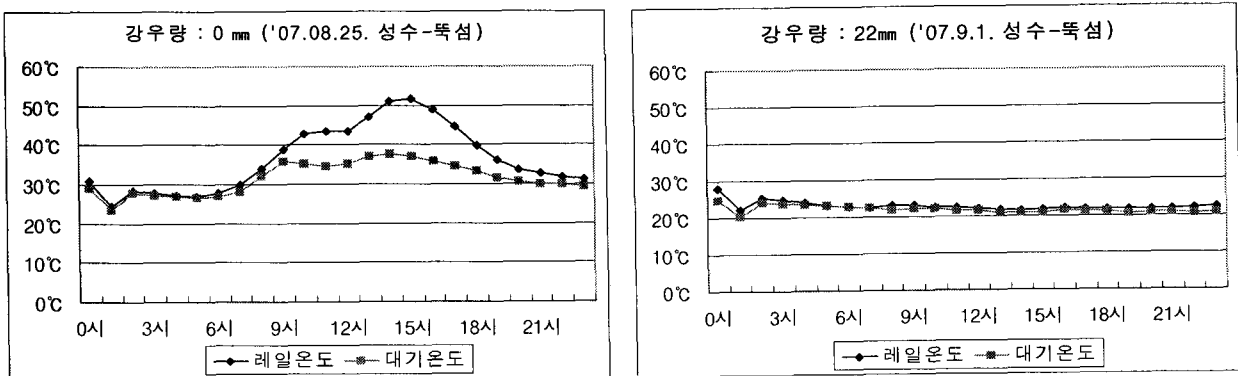


그림3. 날씨에 따른 레일온도 및 대기온도 변화

5.3 월별 시간대에 따른 최고 온도

2호선 신대방-신림 구간의 온도 데이터를 토대로 분석하였으며, 그 중 비가 오는 날은 레일과 대기의

온도가 거의 동일하므로 제외하고 맑은 날(강수량 1mm 이하)인 총 39일의 측정치에 대해 조사하였다.

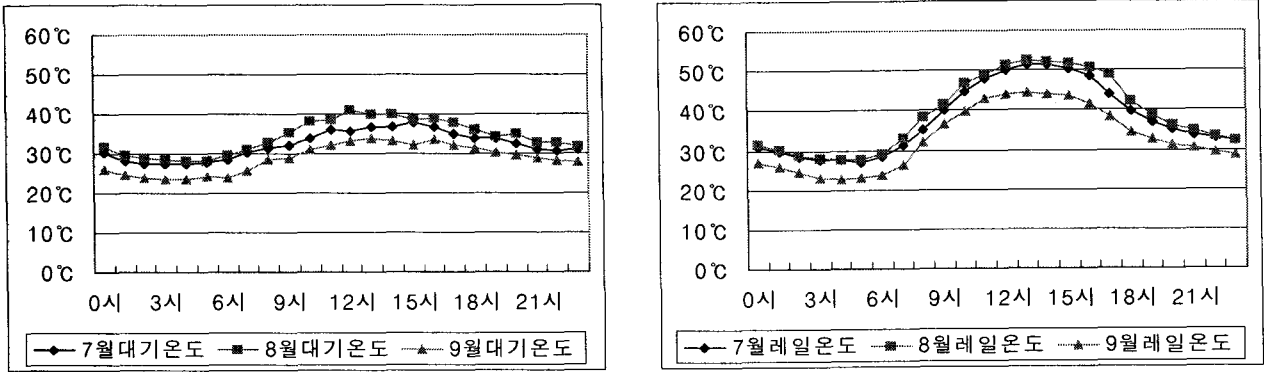


그림4. 월별 시간대 최고 온도

표5. 월별 시간대 최고 온도 데이터

구 분	00:00~01:00	01:00~02:00	02:00~03:00	03:00~04:00	04:00~05:00	05:00~06:00	06:00~07:00	07:00~08:00	08:00~09:00	09:00~10:00	10:00~11:00	11:00~12:00	
7월	레일온도	31.0	29.7	28.4	27.7	27.6	27.1	28.4	31.3	35.1	40.2	44.8	48.1
	대기온도	30.3	28.3	27.6	27.5	27.4	27.8	28.6	30.2	31.3	32.3	34.1	36.0
8월	레일온도	31.5	30.3	28.1	28.8	27.8	27.6	29.0	33.1	38.5	41.6	46.9	48.9
	대기온도	31.7	29.5	28.9	28.4	28.3	28.3	29.8	30.9	33.0	35.4	38.3	38.5
9월	레일온도	27.1	26.0	24.4	23.1	22.8	22.9	23.8	26.4	32.1	36.5	39.9	43.0
	대기온도	26.2	24.5	23.9	23.6	23.6	24.4	23.9	25.7	28.5	28.8	31.0	32.3

구 분	12:00~13:00	13:00~14:00	14:00~15:00	15:00~16:00	16:00~17:00	17:00~18:00	18:00~19:00	19:00~20:00	20:00~21:00	21:00~22:00	22:00~23:00	23:00~24:00	
7월	레일온도	50.0	51.5	51.4	50.3	48.5	44.1	39.8	36.9	35.0	33.9	33.1	32.4
	대기온도	35.8	36.8	36.9	37.9	36.9	35.0	33.8	33.8	32.5	31.0	30.8	30.9
8월	레일온도	51.4	52.4	52.3	51.8	50.7	48.9	42.1	38.6	36.1	34.7	33.3	32.4
	대기온도	41.0	40.0	40.1	38.7	38.8	38.0	36.1	34.3	35.0	32.9	32.7	31.9
9월	레일온도	43.9	44.3	43.9	43.5	41.5	38.4	34.5	32.6	31.3	30.4	29.5	28.7
	대기온도	33.3	33.9	33.1	32.3	33.6	32.1	31.3	30.2	29.5	29.1	28.1	27.7

7월에는 레일 최고온도가 12시부터 16시경까지 50℃ 이상이었으며, 8월에는 12시부터 17시경까지 50℃ 이상을 유지하였고 9월에는 레일최고온도가 13시 대에 44.3℃로 나타났으며 레일온도가 50℃ 이상일 때는 대기온도와 10~15℃의 온도차를 보였다. 또한 7, 8월에는 야간에도 레일온도가 27℃ 이상까지 상승했으며 9월에는 23℃가 되었다.

5.3 시간대에 따른 평균 레일온도 및 대기온도

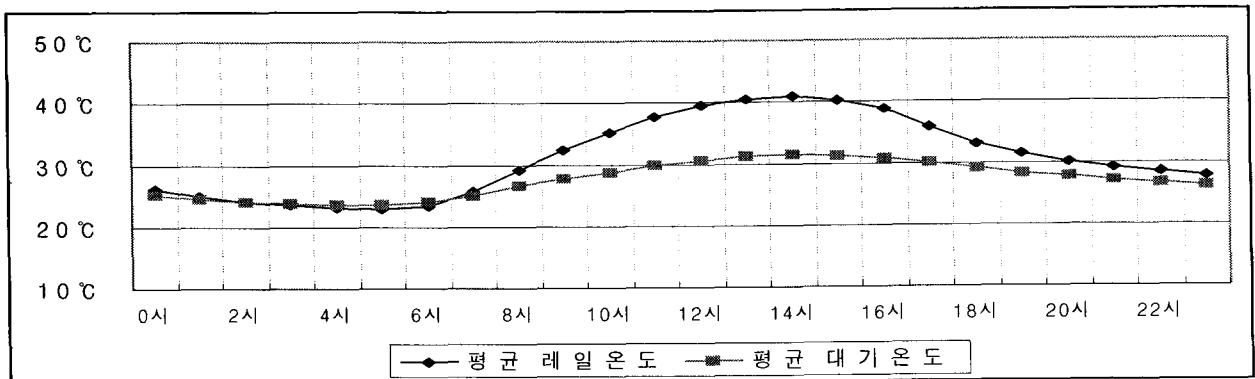


그림5. 시간대별 평균 레일 및 대기 온도(신림~신대방)

표6. 시간대별 평균 레일 및 대기 온도 데이터(신림-신대방)

구 분	00:00~01:00	01:00~02:00	02:00~03:00	03:00~04:00	04:00~05:00	05:00~06:00	06:00~07:00	07:00~08:00	08:00~09:00	09:00~10:00	10:00~11:00	11:00~12:00
레일온도	26.2	25.1	24.2	23.6	23.2	22.9	23.4	25.8	29.2	32.4	35.1	37.8
대기온도	25.2	24.5	24.2	23.9	23.6	23.5	24.0	25.1	26.6	27.7	28.7	29.9
온도 차	1.0	0.5	0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.6	0.7	2.6	4.7	6.4	7.9

구 분	12:00~13:00	13:00~14:00	14:00~15:00	15:00~16:00	16:00~17:00	17:00~18:00	18:00~19:00	19:00~20:00	20:00~21:00	21:00~22:00	22:00~23:00	23:00~24:00
레일온도	39.5	40.5	41.0	40.3	39.0	36.0	33.2	31.4	30.1	29.2	28.4	27.7
대기온도	30.6	31.2	31.4	31.3	30.7	30.0	29.1	28.4	27.7	27.1	26.6	26.1
온도 차	8.9	9.2	9.6	9.0	8.3	5.9	4.1	3.1	2.4	2.1	1.8	1.6

레일온도 및 대기온도가 가장 상승한 시간 대는 14시로 레일은 41℃, 대기는 31.4℃로 레일온도가 대기 온도보다 9.6℃ 높았으며, 레일온도 및 대기온도가 가장 하강한 시간 대는 05시로 레일은 22.9℃, 대기는 23.5℃로 레일온도가 대기온도보다 0.6℃ 낮았다.

레일온도와 대기온도 차이를 보면, 10시부터 18시까지는 레일과 대기온도의 차이가 5~10℃ 였고, 18시~익일 10시까지 레일과 대기온도의 차는 5℃ 미만이었으며 특히 00시~07시에는 레일과 대기온도의 차이가 1℃ 미만으로 거의 차이가 없었다. 따라서 야간의 레일온도는 대기의 온도와 같다고 판단 된다.

또한 대기온도가 25℃ 미만 일 때는 레일온도도 거의 같았으며, 대기온도가 25℃~30℃ 일 때는 레일온도는 1~6℃정도 더 높았고, 대기온도가 30℃ 이상 일 때는 레일온도가 6℃이상 더 높은 것으로 나타났다. 동일한 대기온도 하에서도 레일온도가 다르게 차이 난 경우가 있었는데 이는 시간대(주·야간), 풍량 및 주변 환경에 따라 레일온도가 달라질 수 있다는 것을 추정할 수 있다.

월별 레일과 대기온도의 차이를 보면 7월에는 일평균 3.7℃, 주간시간대인 10~18시(레일과 대기온도 차 5℃ 이상)에는 8.0℃, 8월에는 일평균 4.2℃ 주간시간대 9.0℃, 9월에는 3.2℃, 주간시간대 7.4℃가 차이가 났으며, 7~9월을 합산하여 보면 일평균 레일온도 31.1℃, 대기온도 27.4℃로 3.7℃가 차가 있었고 주간시간대 레일온도 38.6℃ 대기온도 30.5℃로 8.1℃의 차이가 있었다.

5.4 일일 중 레일 최고 온도 시간

맑은 날 40일의 일일 중 레일온도가 가장 높은 시간에 대한 평균을 산출한 결과 14시 7분이었으며, 시간대별 분포를 보면 11시대 3회, 12시대 5회, 13시대 10회, 14시대 13회, 15시대 4회, 16시대 5회로 13시~15시에 약 60%가 집중되어 있었고, 그 시간 대 뿐 아니라 11시에서 17시까지 고루 분포되어 있었다.

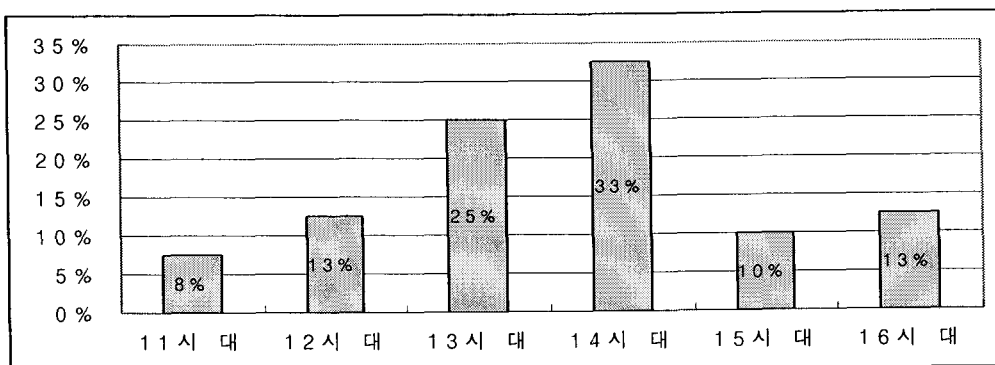


그림6. 레일온도 최고 시간 대

표7. 레일온도 최고 시간 대 데이터

시간대	11:00~12:00	12:00~13:00	13:00~14:00	14:00~15:00	15:00~16:00	16:00~17:00	비고
총40일	3일	5일	10일	13일	4일	5일	
100%	8%	13%	25%	33%	10%	13%	

현재 레일온도를 14시에 측정하고 있으나, 레일온도검지장치를 통한 레일온도가 가장 높은 시간대를 산출해본 결과 13시~15시 이외의 시간에도 레일이 높은 온도로 상승함을 확인할 수 있었으므로 차후 레일온도검지장치를 통해 레일최고온도시간대를 파악할 수 있을 것으로 사료된다.

6. 검토 내용 종합

레일온도검지장치를 설치한 후 측정기간이 짧아 데이터의 범위가 하절기로 국한되어 종합적인 데이터를 산출하기 어려웠으며 2007. 7. 18 ~ 2007. 10. 1일 중 맑은 날을 기준으로 40일의 데이터를 검토한 결과,

- (1) 레일온도와 대기온도는 야간시간대에는 온도가 거의 같았으며, 맑은 날의 경우 주간시간대인 10시~18시(레일온도와 대기온도 차 5℃ 이상)에는 최대 15℃까지 온도차가 있었던 반면, 우천 시에는 주간시간대에도 레일온도와 대기온도가 같았다.
- (2) 레일온도 및 대기온도가 가장 높은 시간 대는 14시 대로 레일온도가 대기온도보다 약 10℃ 높았으며, 레일온도 및 대기온도가 가장 낮은 시간 대는 05시로 레일온도와 대기온도가 거의 같았다.
- (3) 대기온도가 25℃ 미만 일 때는 레일온도가 거의 같았으며, 대기온도가 25~30℃일 때는 레일온도가 1~6℃ 높았으며, 대기온도가 30℃ 이상일 때는 레일온도가 6℃ 이상 높은 것으로 나타났다. 또한 동일한 대기온도 하에서도 레일온도가 다른 것을 보면 시간대, 풍량, 주변 환경에 따라 레일온도가 달라진다고 추정된다.
- (4) 레일과 대기온도의 차이를 보면 일일 평균 레일온도는 31.1℃, 대기온도는 27.4℃로 3.7℃가 차이났으며, 주간시간대에는 레일온도 38.6℃, 대기온도 30.5℃로 8.1℃의 차이가 있었다.
- (5) 레일온도가 가장 높은 시간은 평균 14시 7분이었으며, 레일온도가 가장 높은 시간대는 11~17시에 분포되어 있으며, 주로 13시에서 15시에 집중되어 있었다.

7. 기대 예상효과 및 결론

레일온도검지장치의 설치에 따라 레일온도 및 대기온도의 실시간 자동 측정으로 인력측정에 따른 문제점이 감소되며, 측정위치가 변동되지 않으므로 정확한 온도변화 추이를 분석할 수 있으며 일일 자동저장으로 데이터 관리 체계화 및 분석이 가능할 것으로 사료된다. 또한 이를 통해 레일 온도 상승으로 발생 할 수 있는 궤도 좌굴을 사전 예방할 수 있을 것으로 기대되며, 향후 데이터 분석을 통한 궤도 유지보수 계획 수립 및 궤도 공사 시 활용할 수 있도록 장기적인 후속 데이터 분석이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. 구봉근, 서사범 (2000) “궤도 관리를 위한 레일 온도의 특성”, 한국철도학회논문집 제3권 제1호
2. 강재운, 박종원, 최은석, 진원중, 이정우, 김병석 (2006) “고속철도 교량상 장대레일의 하절기 온도응력 계측”, 한국철도학회논문집 제9권 제2호
3. 서사범 (1999) “선로공학” 삶과 꿈