지구 온난화에 따른 장대레일 설정온도기준 재정립 연구

A Study on the Redefining of C.W.R Setting Temperature Standards by Global Warming

김춘규*, 장정원*†, 문지호**, 백진호***, 이상진***

Choon-Kyu-Kim*, Jeong-Won Jang*†, Ji-Ho MOON**, Jin-Ho Baek***, Sang-Jin Lee***

초 록 지구의 온도는 상승과 하강을 반복하면서 적절히 유지되었으나 최근 100년간은 지구 온난화로 인하여 가파르게 상승하고 있는 추세이다. 이러한 기후 변화로 한반도의 최저, 최고 대기온도 또한 과거에 비해 변화함에 따라, 국내의 장대레일 설정온도 기준이 되는 중위온도에 대한 적정성 검토를 시행하고 한반도 중위온도 기준의 재정립 검토가 필요한 것으로 판단된다. 이에 국내 기상청에서 제공하는 최근 30년간의 한반도의 99개소(남한 72개소+북한 27개소) 기온자료를 바탕으로 각 지역별 대기온도에 따른 최고, 최저 레일온도와 장대레일 중위온도를 도출하여, 현행 국내 장대레일 설정온도 적용기준에 대한 한반도 전역에 대한 적용성 및 기준 재정립의 필요성을 연구한다.

주요어 : 장대레일, 설정온도, 중위온도, 지구 온난화

1. 서 론

한반도의 지리적인 종단특성을 감안하여 지역별 대기온도 관련자료를 활용하여 레일온도산출 경험식에 의한 레일온도를 추정하고 레일 중위온도기준, 장대레일 설정온도 기준에 대한 적정성 및 재정립방안에 대하여 검토한다.

2. 본 론

2.1 국·내외 레일온도 관련기준

국내에서는 KR C-14050(2016)에서 장대레일의 온도변화를 -20℃에서 60℃로 하며 중위온도는 +20℃로 하고 있다. 따라서, 중위온도를 기준으로 -와 +온도변화가 동일하게 40℃가 된다.

Table 1은 유럽 및 미국에서 철도운영사들이 통상적으로 활용하는 레일온도 기준을 나타내고 있다.

*† 교신저자: ㈜케이알티씨(nikemen@nate.com)
** 강원대학교 공과대학 토목공학과
*** 국가철도공단

Table 1 Rail Temperature by Country(℃)

National	Operator	T_{Rmin}	T_{Rmax}
Rep.Korea	Korail	-20	60
Germany	DB AG	-30	60
United Kingdom	NR	-20	50
Netherlands	NS	-30	60
Austria	öBB	-30	60
France	SNCF	-15	60
Russia	SZD	-50	65
USA	Amtrak	-40	55

2.2 한반도 대기온도에 따른 레일온도 도출

2.2.1 한반도 대기온도 자료분석

Table 2는 기상청의 한반도 99개소(남한 72개소+북한 27개소) 30년간 기온자료에 의한 한반도 각 지역별로 최고, 최저대기기온을 구한값이다. 한반도에서 최고기온는 41℃이고, 최저기온는 -40.1℃로 나타났다.

Table 2 Air Temperature by Region on the Korean(℃)

Area	T_{Amax}	T_{Amin}
Gangwon	41.0	-29.2
Gyonggi	40.1	-26.2

Gyong.N	40.4	-27.7
Gyong.S	39.5	-18.9
Jeon.N	38.9	-25.8
Jeon.S	38.7	-15.5
Chung.N	40.0	-26.0
Chung.S	39.4	-22.0
Jeju	37.4	-7.0
Ham.N	38.3	-30.0
Ham.S	38.7	-36.6
Yanggang	38.3	-40.1
Jagang	40.2	-36.6
Pyong.N	38.6	-29.1
Pyong.S	38.7	-29.7
Hwang.N	38.4	-33.4
Hwang.S	37.9	-22.1

2.2.2 대기온도에 따른 레일온도 추정

대기온도 T_A를 레일온도 T_R로 환산은 기존 연구자들이 제안한 경험식을 활용하였다.

Ⓐ $T_R = 1.7857\,T_A - 12.143,\ 15℃ \le T_A$

Ⓑ $T_R = 1.514\,T_A - 1.6244,\ 0℃ \le T_A$

Ⓒ 대기온도와 레일온도의 상관관계

Table 3 Air Temperature and Rail Temperature Characteristics(℃)

Air Tempt	-20	-10	0	10	20	25	30	35
Rail Tempt	-20	-10	0	10	20	26	34	49

Table 4-1 Rail Temperature by South Korea(℃)

Area	Max	Min	Mid	ΔT
Gangwon	61.1	**-29.2**	15.95	45.15
Gyonggi	59.5	-26.2	16.64	42.85
Gyong.N	60.0	-27.7	16.15	43.85
Gyong.S	58.4	-18.9	19.75	38.65
Jeon.N	57.3	-25.8	15.75	41.55
Jeon.S	57.0	-15.5	20.75	36.25
Chung.N	59.3	-26.0	16.65	42.65
Chung.S	58.2	-22.0	18.10	40.10
Jeju	54.6	-7.0	23.80	30.80
Average	58.38	-22.03	38.28	40.21

Table 4-2 Rail Temperature by North Korea (℃)

Area	Max	Min	Mid	ΔT
Ham.N	52.67	-27.07	12.91	39.98
Ham.S	52.86	**-29.03**	11.92	40.94
Yanggang	51.43	**-38.05**	6.69	44.74
Jagang	60.25	**-33.10**	13.58	46.68
Pyong.N	56.77	-28.43	14.17	42.60
Pyong.S	55.38	-26.45	14.47	40.92
Hwang.N	56.04	-28.65	13.70	42.35
Hwang.S	54.50	-21.73	16.38	38.12
Gangwon	56.41	-22.90	16.75	39.65
Average	55.15	-28.38	13.40	41.77

2.3 현행 장대레일 설정온도 기준 적용성 검토

대기온도로부터 환산된 최고 레일온도는 국내기준인 +60℃와 거의 유사하여 국내기준 적용에 문제가 없는 것으로 나타났다. 최저 레일온도의 경우 남한 강원도에서 약 9.2℃ 작게 나타났으나 확률론적 분석결과 레일온도가 -20℃보다 작아질 확률은 최대 9.68E-02(10년에 0.97회)로 상당히 낮은 것으로 나타나므로 국내 장대레일 설정온도 기준 적용에는 무리가 없다. 북한의 경우 **Table 4-2** 및 **Fig 1**에서 음영처리된 량강도, 자강도, 함경남도(1구역 제외_해양성 기후조건 영향)는 국내 장대레일에 대한 온도 관련 기준들의 적용성이 어려울 것으로 판단된다. 이 밖의 지역은 앞장에서 제시된 온도 범위 안에 있거나 ±1℃ 내외의 오차를 가지므로 국내 기준의 적용이 가능하다.

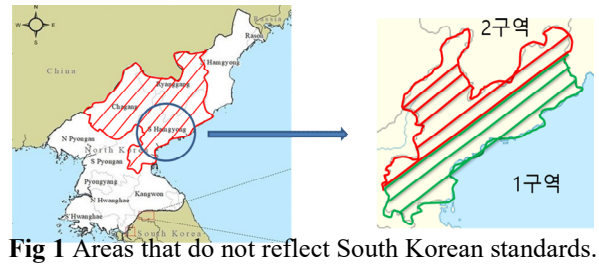

Fig 1 Areas that do not reflect South Korean standards.

3. 결 론

한반도 30년 대기온도에 따른 레일온도를 추정하여 레일중위온도를 도출 및 확률론적 분석 결과 현행 장대레일 설정온도 기준적용은 충분히 타당한 것으로 확인된다. 다만, 북한 3개 지역(함경남도 1구역 제외) 의 경우 남한의 장대레일 설정온도기준 적용이 어려울 것으로 판단되나, 대륙철도와 연계되는 경의선, 동해선등이 3개 지역과 연관성이 크지 않은 지역임을 고려할 때 상당기간 한반도의 장대레일 설정온도 기준은 국내(남한)기준의 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] 기상자료개방포털, https://data.kma.go.kr.

[2] 박옥정(2009). 기후변화와 유지관리를 고려한 장대레일 설정온도에 관한 연구.

[3] Esveld C(2001). Modern Railway Track.