

トンネル内ロングレール端部の継目に関する一考察

東京地下鉄株式会社	正会員	○磯崎 光
東京地下鉄株式会社	正会員	大澤 純一郎
東京地下鉄株式会社	正会員	小林 実
東京地下鉄株式会社		竹村 瑞希

1. はじめに

東京地下鉄では、195.1 キロの営業線を維持管理しており、約 85%が地下構造物である。軌道においては振動・騒音の抑制、乗心地の改善及び軌道保守の省力化の観点から、ロングレールを敷設することが一般的となっている。ロングレールは温度変化によって両端部における可動区間のレールが伸縮するため、始末端部には伸縮継目を採用している。一方、トンネル内は温度変化が小さくレールの伸縮量が小さいという観点から、始末端部の構造は普通継目とし、緩衝レール（25m）を敷設することとしている。しかし、普通継目の採用についての明確な指標は定めておらず、実務的な管理・判断のもと、継目の採用判断を行っている。本稿で千代田線北千住駅～町屋駅間トンネル内ロングレール区間（以下「トンネルロング区間」という。）のレール温度の測定値¹⁾をもとに、トンネル内におけるロングレールの普通継目採用の指標に関する考察を報告する。

2. 測定概要・分析方法

本分析は、2012 年 2 月～2013 年 2 月までの 1 年間に渡り測定した千代田線トンネル内レール温度のデータ¹⁾をもとに、月毎の最高レール温度及び最低レール温度の温度変化グラフを作成し、過去の研究結果¹⁾と比較することより座屈安定性及び破断時開口量の評価を行った。さらに、ロングレール継目部の伸縮量を算出し、普通継目の採用に関する評価を行った。なお、ロングレール継目部の伸縮量の算出は表-3 に示す鉄道構造物等設計標準²⁾における伸縮継目のストローク量の算出式を用いて行った。本分析に用いたレール温度測点箇所を式-1 に示す。測点は 17 箇所あり、およそ 100m 間隔で測定を行っている。測定 No.1～No.9, No.12～No.17 はロングレール区間に位置しており、No.10 及び No.11 は定尺レール区間に位置している。なお、分析に用いる軌道条件は、バラスト道床の道床抵抗力は 7.8KN/m と仮定し、コンクリート道床は道床抵抗力が非常に大きくなることから、締結装置のふく進抵抗力の 15.9KN/m を用いた。

表-1 測点箇所

測点No.	キロ程	その他
1	3k822m	3k800mに普通継目有り
2	3k881m	
3	3k945m	3k944m換気口有り
4	4k000m	
5	4k101m	
6	4k220m	
7	4k310m	
8	4k392m	
9	4k520m	4k530m普通継目有り
10	4k615m	定尺レール区間
11	4k700m	定尺レール区間
12	5k000m	4k880m普通継目有り
13	5k100m	
14	5k200m	
15	5k300m	
16	5k439m	5k438m換気口有り
17	5k516m	5k516m換気口有り

表-2 軌道条件

	道床	レール種類	曲線半径
設定条件	バラスト	60kg	160m
	バラスト	50N	160m
	コンクリート	60kg	160m
	コンクリート	50N	160m

3. 座屈安定性及び破断時開口量の評価

月毎の最高レール温度と最低レール温度グラフを図-1 に示す。当社では、トンネル内におけるロングレールの設定温度を

表-3 各評価算定式

ストローク量算出式	$D = EA(\beta \Delta t)^2 / 2\gamma_0$
破断時開口量算定式	$D = EA(\beta \Delta t)^2 / \gamma_0$
座屈安定性算定式	$\gamma_a \gamma_b \gamma_i P / Pt = \alpha < 1.0$

キーワード ロングレール、伸縮継目、普通継目、ストローク量

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19-6 東京地下鉄株式会社 TEL 03-3837-7092

設けていないため、座屈安定性及び破断時開口量の評価に用いるレール温度変化量 (Δt_1) は、年間の最高レール温度から年間の最低レール温度を減じた値とし 28.2℃とした。過去の研究¹⁾で、レール温度変化量 40.3℃における破断時開口量及び座屈安定性は、ロングレールの評価限度値に対し安全性が確保されているとの報告があることから、レール温度変化量 28.2℃における破断時開口量及び座屈安定性は、余裕が確保されているものといえる。

図-1 千代田線内温度変化グラフ

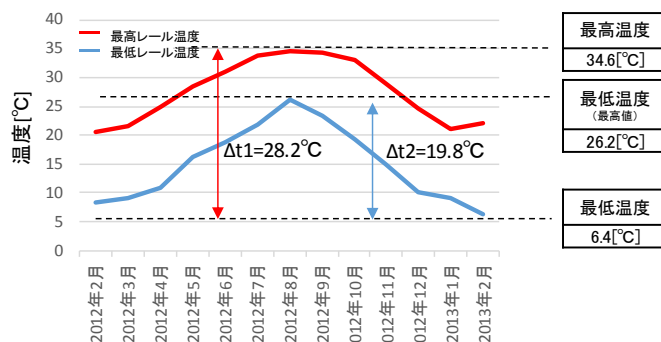


表-4 温度変化 20℃における継目部の伸縮量

	道床	レール種類	伸縮量 (mm)
設定条件	バラスト	60kg	5.18
	バラスト	50N	4.30
	コンクリート	60kg	2.56
	コンクリート	50N	2.12

4. 普通継目採用の指標に関する考察

(1) 温度変化によるロングレールの継目部の伸縮量と普通継目の遊間について

継目部の伸縮量の算定に用いるレール温度変化量 (Δt_2) は、レール交換及び遊間設定の作業・工事は通常夜間に行われることから、夏場の夜間に敷設したレールの冬場の最も低い温度時の環境を想定し、月毎の最低レール温度の最高値から年間最低レール温度を減じた値とし

19.8℃を用いた。設定条件における継目部の伸縮量を表-4に示す。継目部の伸縮量は、バラスト道床 60kg レールの条件で最大となり 5.18mm となる。当社路線では、遊間 15mm を補修の基準としていることから、当該区間のレール温度変化による伸縮は普通継目の遊間管理で包括することができるといえる。

(2) 継目部の伸縮量より判断される普通継目採用基準について

継目部の伸縮量が 15mm となるレール温度変化量の算出結果を表-5に示す。トンネルロング区間の伸縮継目の採用は、レール温度変化量 (Δt_2) と、表-5に示す設定条件別普通継目レール温度変化許容量とを比較することで評価の一つとすることができると考える。

表-5 設定条件別普通継目レール温度変化許容量

	道床	レール種類	許容量 (°C)
設定条件	バラスト	60kg	33.7
	バラスト	50N	37.0
	コンクリート	60kg	47.9
	コンクリート	50N	52.6

4. おわりに

今回、過去調査結果の千代田線トンネル内温度変化の測定結果を用いて、トンネル区間におけるロングレールの普通継目の採用評価における指標を考察した。最低レール温度変化量 (Δt_2) と継目部の伸縮量に対するレール温度変化許容量とを比較することで、トンネルロング区間の普通継目の採用評価の一つとなると考える。今後は今回の考察結果をもとに、局所的な温度変化や、緩衝レールのふく進抵抗に関する指標を検討し、トンネルロング区間の普通継目採用の基準を設けるとともに、軌道保守のさらなる向上を目指したい。

参考文献

- 1) 星子遼, 豊巻剛, 根岸瑞希 トンネル内のレール温度とレール軸力に関する一考察, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 平成 25 年 9 月。
- 2) 国土交通省監修, 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造, 2012. 1.