

耐塩害性防振まくらぎの試験敷設結果

東京地下鉄(株) 正会員 ○大澤 純一郎

東京地下鉄(株) 久保田 聡一

(株)メトロレールファシリティーズ 岡田 亮平

(株)安部日鋼工業 正会員 北原 崇吉

1. はじめに

東京地下鉄(株)の路線において東京湾近郊や感潮域河川下のトンネルでは、塩分を含んだ漏水が多く発生している区間があり、トンネル内も高湿潤状態である。そのため、電食によりレール等の軌道構造が著しく損傷している区間がある。この区間では日常の保守点検でも細心の注意を払っているが、軌道構造を改良することで損傷を少なくすることを実施している。まくらぎにおいては、塩分を含んだ漏水からの影響を少なくするために弾性材一体型防振まくらぎ（耐塩害性防振まくらぎ）を開発し、試験的に2013年から敷設している。敷設期間4年が経過したことで、対策前まくらぎに比べ腐食が発生しにくいことは確認できたが、一部損傷も見られるので、その状況について報告する。

2. 耐塩害性防振まくらぎの概要

当該区間はコンクリート道床で、改良前からFRP性の防振箱に防振パットを配置し、その上にPCまくらぎをはめ込む防振軌道構造であった。改良した耐塩害性防振まくらぎ（写真-1）では、埋込栓端部からの漏水の流入に対してスパイラル鉄線に防食効果のあるエポキシ樹脂塗装を施した。また、塩分浸透抑制効果が認められている高炉スラグ微粉末を用いたセメント配合を採用し、まくらぎ底面や側面からの漏水の浸透を防ぐためにまくらぎ底面・側面に弾性材を定着させた¹⁾。交換はコンクリート道床を壊すことなく、損傷しているまくらぎを撤去して改良したPCまくらぎを防振箱にはめ込んだ。



写真-1 耐塩害性防振まくらぎ

3. まくらぎの損傷に対する調査内容と結果

2013年に敷設した耐塩害性防振まくらぎの中から損傷の著しい7本のまくらぎを選定し交換を行った。7本の外観調査、うち3本の耐荷力試験（まくらぎ曲げ試験・埋込栓引抜き試験）と破壊後のPC鋼棒等の状態調査を行った。また、交換しないまくらぎでも本体は損傷していないが、端部の弾性材が剥がれているまくらぎ（写真-2）が多く発見されている。



写真-2 弾性材の剥がれ

表-1 外観検査の結果

まくらぎ No.	損傷程度			
	まくらぎ端部 固定側	まくらぎ端部 緊張側	座面部	中央部
	端部割れ	上面・端部 ひび割れ	ひび割れ	ひび割れ
1	あり	あり	あり	あり
2	あり	あり	なし	なし
3	あり	あり	なし	なし
4	あり	なし	あり	あり
5	あり	あり	なし	なし
6	あり	なし	折損	なし
7	あり	なし	あり	あり

3-1. 外観調査（表-1）

まくらぎ端部の固定側での損傷は全数で確認されたが、緊張側では4本のみであった。原因として、固定側は緊張側と比べ、後埋めモルタルの深さが短いこと、敷設状態がカントによって耐水しやすい内軌側に多かったことが考えられる。まくらぎNo.1（写真-3, 4）は端部の割れ、後埋めモルタルの突出、レール座面部及び中央部のひび割れが確認できた。まくらぎNo.1の解体後にスパイラル鉄線を確認した。その結果、腐食が生じていなかったことより、エポキシ粉体塗装の防食効果を確認することができた。

キーワード 弾性材一体型防振まくらぎ、塩害、トンネル漏水、端部ひび割れ、耐荷力試験

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) 工務部軌道課 TEL 03-3837-7094

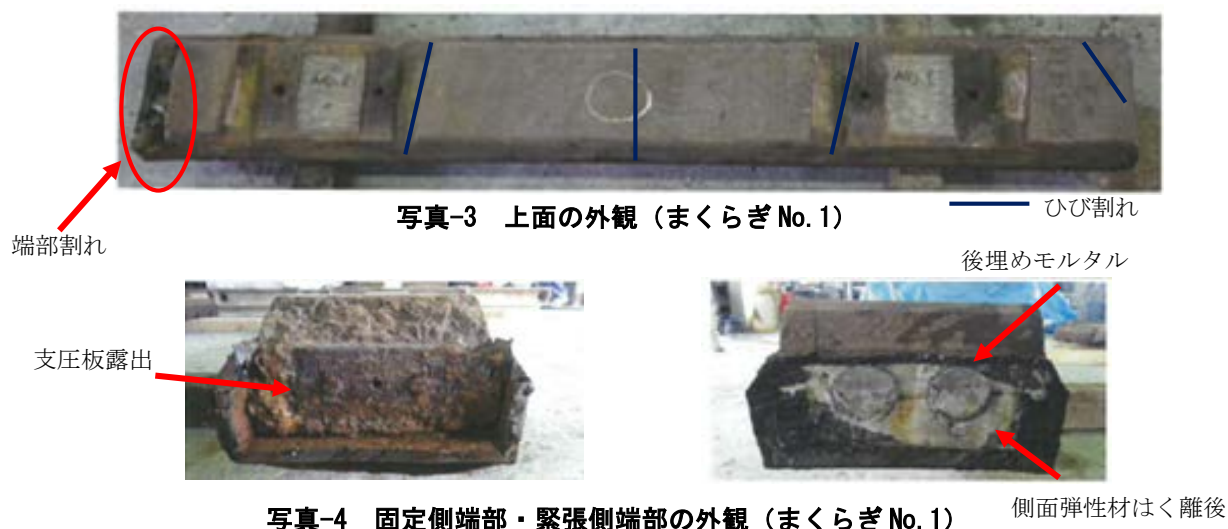
3-2. 耐荷力試験 (表-2)

まくらぎ曲げ試験ではレール位置断面下縁の試験と中央断面上縁の試験を行い、2本については保証荷重、破壊荷重とも基準値を上回り合格であったが、1本は不合格であった。まくらぎを解体してPC鋼棒の状態を確認したところ、不合格のまくらぎはPC鋼棒のプレストレスが損失していることが判明した。なお、埋込栓引抜き試験では保証荷重、破壊荷重とも基準値を上回り合格であった。

表-2 耐荷力試験の結果

まくらぎ No.	埋込栓引抜き試験		まくらぎ曲げ試験			
			レール下		中央上	
	保証荷重 (30kN)	破壊荷重 (50kN)	保証荷重 (36kN)	破壊荷重 (74kN)	保証荷重 (34kN)	破壊荷重 (68kN)
1	合格	80	不合格	31	不合格	43.5
2	合格	104	合格	102	合格	118
3	合格	85	合格	100	合格	106

まくらぎ端部の割れやひび割れが発生してもPC鋼棒のプレストレスが損失しなければ機能的には問題がないことがわかった。だが、PC鋼棒のプレストレスが損失したまくらぎが発生したことからも、まくらぎの更なる改良を検討する必要がある。



4. 考察及び改良案

調査及び試験の内容から耐塩害性防振まくらぎの損傷原因は、まくらぎ端面に定着させている弾性材がはく離、後埋めモルタル周辺から漏水が浸透、支圧板・ナット・PC鋼棒が腐食、それによりコンクリートのひび割れや爆裂が発生していると考察した。

今回の改良では以下のことを検討している（図-1）。

- ①端面に定着させる弾性材の形状を変更することにより接着面積を増加させ、はく離を防止する。
- ②後埋めモルタル部に溝切りを入れて漏水の浸透を抑制する。
- ③支圧板、ワッシャーにエポキシ粉体塗装を行い、腐食防止を図る。
- ④まくらぎ端部の上に継筋を挿入し、き裂進行を防止する。

5. まとめ

今後、上記改良案を基にまくらぎの改良を行い、当該区間に試験敷設を行う計画である。感潮域河川下等のトンネルで塩分を含んだ漏水が多い区間は、軌道構造及びトンネル躯体においても劣悪な環境である。まくらぎだけではなく、この区間特有な対策を考案していくことが必要である。今後もさらに検討を進め、より安全な軌道構造を維持管理し、安全・安心な鉄道輸送を確保していきたいと考えている。

参考文献 1) 星 幸江, 武藤 義彦, 吉浦 聖, 横川 勝則, 板橋 正春 : 耐塩害性防振まくらぎの開発, 土木学会第70回年次学術講演会, 平成27年9月

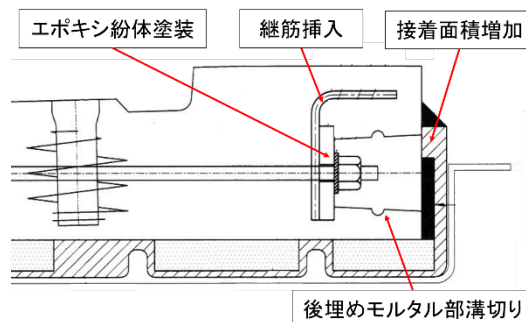


図-1 まくらぎの改良案