

曲線部の伸縮継目保守管理に関する一考察

JR 東日本 八王子支社 大月保線技術センター 正会員 ○染谷 祐輔

1. 背景・目的

中央本線の土野原～山梨市を担当する大月保技セは、急曲線・急勾配の連続する典型的な山岳線区において高いロングレール化率 98.2% を実現し P 値 17 の線路状態を保っている。しかし、それと引き換えに、急曲線部（最大で R=400）に敷設された伸縮継目（以下“EJ”と省略する）のトングレール先端部の損傷が多く保守管理上の問題が生じている。そこで、その問題への対策を従来の知見¹⁾も踏まえ再検討することとした。

はじめに、そもそも EJ が曲線部に存在しなければ問題は起こらないため、管内の EJ の撤去可能性を検討した。概要をまとめると、大月管内に存在する EJ は 134 台で、そのうち曲線部の EJ は 31 箇所であり、比較的急な曲線の R800 未満に敷設されている EJ はその 31 箇所中 21 箇所であった。EJ の撤去については、様々な条件を考慮する必要があるが、曲線部の EJ は全てロング区間と定尺区間の境界部分に敷設されていることもあり、撤去困難なものが存在することがわかった²⁾。それは、3 台以上の分岐器を介在させる必要がある所が 5 箇所、分岐器介在ロング化が不可能な分岐器（内方・外方分岐器）が支障する箇所が 9 箇所、不動区間で 50m 以上の橋梁が支障する箇所が 1 箇所であった。

以上より、撤去不可能な曲線部の EJ も少なからずあり、それらの保守管理は今後も必要となることがわかる。特に、問題となっているトングレール先端部の損傷は高頻度の材料交換を要するため、安全・コストの両面から見ても極力その損傷を和らげることが望まれている。そこで、損傷が起こる要因を以下の 3 点とし、それぞれ検証を行うこととした。

1. 車輛の曲線通過時の横圧による外軌側トングレールの「摩耗の進行」、および「フローの発生」。
2. 車輛の「左右動」による衝撃の影響。
3. EJ 前後の高低変位によるトングと受けレールの「上下に擦れる動き」に伴うトング先端部への負荷。

2. 曲線 EJ のトングレールの摩耗・フロー

まず、損傷の多い急曲線部の EJ について過去 5 年分の検査データを見直したところ、損傷が初めて記録された検査時のトングレール摩耗量は 1～3 mm（グラフ

参照）であった。

年 1 回の検査のため、実際はこの値よりも小さな摩耗量で損傷が生じているものと見られ、トングレール交換基準の 6mm まで摩耗が進む前に損傷していることがわかる。すなわち、一定の摩耗は先端部損傷の要因ではあっても決定的要因ではないと考えられる。

実際に現場で摩耗を測定しても 1 ヶ月に 0.1mm 程度しか進まず測定誤差の範囲内であり、摩耗だけが損傷に直結しているわけではないように感じられた。一方、その調査時に、トングレールのフロー発生箇所では先端部の損傷が起きている様子を観察することができた（写真 1 参照）。それは、最先端部ではなく、50～100mm 程度根元の方のトングレール頭部に厚みが出始める部分で生じており、フローが受けレールの形に押しつぶされるように曲がっていた。損傷の形状も先端部から横一線にひび割れが入っているものが多く、発生したフローが受けレールに押し付けられるように力を受けることで損傷が発生するケースもあると考えられる。

ここで、図 1 のトングレールの側面図・断面図から考察する。現場で損傷が多く見られた“先端から 50～100mm 程度”の部分には、断面図からもわかるように、トングレールの頭部に厚みが出始める箇所であり、受けレールの下に潜り込んだ部分が終わる境目でもある。これはトングレールの中では車輪と当たって衝撃を受け得る最も

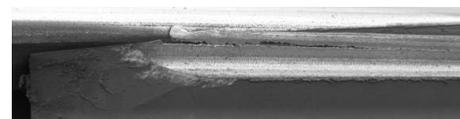
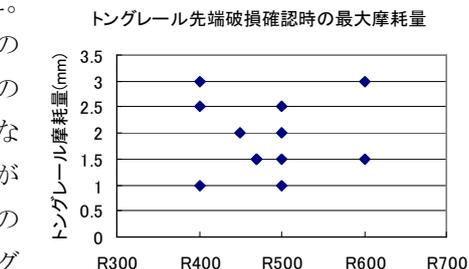


写真 1 : トングレール先端部損傷の様子

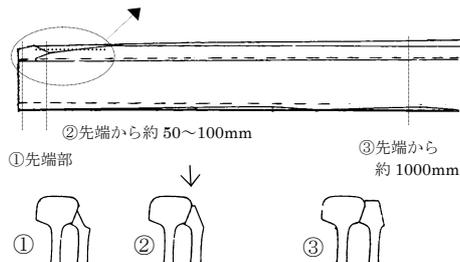


図 1 : EJ トングレールの側面図と断面図

薄い箇所と言え、比較的弱点箇所と思われる。実際の現場状況とも整合性はあり、損傷を防ぐにはこの弱点箇所への対

策が有効であろう。具体的には、やはり従来から言われているようにフローの立ち上がりを防ぐことが必要であり、分岐器と同様、トンダレールのフロー削正を行うことが適当と考えられる。

3. EJ 前後の軌道変位、列車動揺データとの関係

次に、直線・曲線を問わず全ての EJ について、前後の軌道変位・列車動揺等のデータをまとめて統計分析を行い、トンダレールの損傷に影響する要因を探った。

その項目は、“曲線部の EJ の材料交換”は大半が“トンダレール損傷によるもの”と仮定してトンダレールの損傷データの代わりに

- ・「EJ そのものの“材料交換”(過去6年分)」を設け、その説明要因として以下の4項目を設けた。
- ・「EJ 前後 5 m において 2007 年度全 4 回の East-i で“高低”7mm を超過した割合」
- ・「同じく、East-i で“通り”7mm を超過した割合」
- ・「EJ 前後 10m において列車動揺検査 2007 年度の 1 ～ 7 回で、“上下動”が 0.15G を超過した割合」
- ・「同じく、“左右動”が 0.15G を超過した割合」

これらの項目について統計分析を行った結果が表 1 である。表の値は平均値であり、直線と曲線を区分した場合が上半分、さらに曲線を R \geq 800 と R800 未満で区分した場合が下半分である。なお、t 検定により 2 つのグループ間に統計学的に有意な差異が認められた項目を太枠で囲っている。また、トンダレール損傷の要因を探るため、「材料交換」を従属変数、「高低」「通り」「上下動」「左右動」を独立変数として重回帰分析を行った結果が表 2 である。これについても同様に、直線と曲線を区分けた場合、さらに曲線を区分けた場合とし、統計的に有意な項目を太線で囲っている。

その結果、表 1 からは、トンダレールの「材料交換」は直線よりも曲線、さらに曲線が急になる程、頻度が高くなるという現場の状況と合致する結果が示された。さらに、「通り」「左右動」は当然ながら直線よりも曲線で大きくなるものの、「高低」「上下動」についても曲線の方が大きくなる傾向が強いことが示された。特に、「高低」については、曲線が急な方が統計的に有意に大きいということが示された。ただし、曲線の急緩では「左右動」の差は見られず、統計的差異も「上下動」「左右動」では認められなかった。さらに、表 2 より、材料交換は、「左右動」の影響力が最も強く、有意に影響を受けており、さらに、「高低」も影響力は劣るものの有意な影響があることが示された。

この結果を踏まえると、まず左右動による材料交換

表 1: 各データの平均値

	材料交換	高低	通り	上下動	左右動
直線 (N=103)	0.03	0.55	0.02	0.25	0.02
曲線 (N=31)	1.29	0.64	0.14	0.32	0.06
R800以上 (N=10)	0.40	0.40	0.05	0.26	0.06
R800未満 (N=21)	1.71	0.75	0.18	0.35	0.05

※太枠内は有意差(P \leq 0.05)が認められた項目

表 2: 材料交換に関する重回帰分析の結果

直線・曲線含む (N=134: R 2 =0.071)

	高低	通り	上下動	左右動	切片
係数	0.351	0.553	0.128	1.279	0.026
有意確率	0.044	0.196	0.534	0.016	0.830

曲線のみ (N=31: R 2 =0.138)

	高低	通り	上下動	左右動	切片
係数	1.333	-0.862	-0.252	2.607	0.496
有意確率	0.046	0.329	0.714	0.050	0.258

※太枠内は有意差(P \leq 0.05)が認められた項目

への影響は直線・曲線の急緩によらず頻度を高める大きな要因となっていることがわかり、一般的なトンダレール先端部の損傷プロセスを支持する結果であると言える。また、高低変位は曲線が急になるほど発生率も高まり、材料交換の頻度を高めるひとつの要因であることがわかる。しかし、通り変位・上下動に関しては、曲線が急な方が発生しやすくなるものの、材料交換に与える直接的な影響は少ないと言える。

4. 結論

以上より、摩耗・フローに関する調査と統計データ分析の結果を踏まえるならば、先に予測したトンダレール損傷の要因のうち、ある程度“摩耗・フロー”が進んだ状態において、“左右動”が直線・曲線に関わらず先端部の損傷に影響する可能性が支持された一方で、“フロー”が発生してトンダレールが受けレールに押しつぶされた状態で“高低変位”が生じることによりトンダレールと受けレールが擦れることも、曲線部の EJ においては先端部損傷に影響する要因である可能性が示されたと言える。特に後者についてはトンダレール先端部の損傷と関連付けられて考慮されるケースは少なかったが、今後さらなる検証が必要かもしれない。

いずれにせよ、EJ のトンダレール先端部の損傷を防ぐためには、今まで一般的に言われているような、“左右動の軽減(そのための通りの管理)”がやはり必要であり、特に曲線部においては、直線以上にこまめな“EJ 前後の総つき固めによる高低管理”、“(先端部から 50 ～ 100mm 程度の部分に生じる)フローの適切な除去”等の従来通りの丁寧な処置が有効であると考えられる。なお、今回はそれらを実施できていないため、今後実際に対策を講じその効果を検証していく必要がある。

参考文献

- 1) JR 東日本 設備部, H16, 分岐器及び伸縮継目の管理
- 2) JR 東日本 設備部, H17, ロングレールと遊間