

高架橋上の伸縮継目の撤去に関する研究

手代木 卓也*、野本 耕一、松本 剛明、堀 雄一郎 (東日本旅客鉄道株式会社)

Study on removal of expansion joint on elevated tracks

Takuya TESHIROGI, Koichi NOMOTO, Takeaki MATSUMOTO and Yuichiro HORI (East Japan Railway Company)

Since the Shinkansen train derailed in Niigata Chuetsu earthquake, we have been developing some measures against Shinkansen derailment. Removal of expansion joint (EJ) is one of these measures, and is also expected to contribute for improving reliability of track. In order to remove EJ in the slab track on elevated tracks, we must confirm that the thermal longitudinal force of CWR is less than the threshold. However, the threshold of the ballast track is being provisionally applied to the threshold of the slab track. We executed the loading test, and measured the lateral resistance of the slab track. And, we will clarify the accurate threshold by analyzing the characteristic of the slab track.

キーワード：新幹線、伸縮継目、ロングレール
(Shinkansen, expansion joint, continuous welded rail)

1. はじめに

高架橋上のスラブ軌道では、温度変化に伴う橋桁の伸縮によりロングレール軸力が不均衡となり、桁の支承配置等によってはロングレール管理の上で過大な軸力分布となることがある。このような場合には、伸縮継目を配置して部分的に軸力を開放しているが、伸縮継目は構造が複雑であり、ロングレール管理や材料管理の点でメンテナンスに労力を要する構造物となっている。

一方、2004 年 10 月に発生した新潟県中越地震による新幹線の脱線事故を受けて、当社では新幹線が脱線した場合の被害軽減のため各種の構造的対策の開発を進めている。この中で、伸縮継目については大規模な改良を行う必要があることが判明しており、対策コスト等の面からも伸縮継目の台数削減が望まれている。

そこで、新幹線軌道の伸縮継目の台数削減を図るため、高架橋上の伸縮継目を撤去するための研究を行っている。本稿では、これまでに実施した研究内容と今後の方針について概説する。

2. 橋上ロングレールの計算

2.1 最大レール軸力、レール破断時開口量の計算

伸縮継目の台数削減を図るため、現行のロングレール管理手法に基づいて、伸縮継目を撤去した場合の最大レール軸力、レール破断時開口量を計算した。計算の範囲は、対象とする伸縮継目の前後 200m とした。ただし、前後 200m の近辺に長大な桁が存在する場合と、複数台の伸縮継目の間隔が近く互いに軸力が影響する場合は 200m を超える範囲で計算した。

また、当社の新幹線軌道では最大温度変化量 $\Delta t_{\max}$ は通常 $\pm 40^{\circ}\text{C}$ としているが、最大レール軸力が許容値を超える場合、およびレール破断時開口量が 70 mm を超える場合にはそれぞれ 38°C として撤去の可否を検討した。これにより撤去可能となった伸縮継目の位置では、適用可能なロングレール設定温度の範囲が狭まるが、この制約は台数削減のために許容し得ると考えている。表 1 に計算条件を示す。

表 1 計算条件

項 目		値
レール種別		JIS 60kg
レールおよび桁の線膨張係数		$1.14 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
道床縦抵抗力	直結区間	5.0 kN/m
	バラスト区間	8.0 kN/m
温度変化量	上昇量	40 or 38°C
	下降量	40 or 38°C
許容最大レール軸力		980 kN
許容レール破断時最大開口量		70 mm
許容ロングレール端部伸縮量		± 100 mm

2.2 計算結果

前述の計算では、分岐器に付帯する伸縮継目を除いた 275 台のうち 169 台の伸縮継目が撤去可能であると算出された。これらの伸縮継目については、順次撤去工事を行っていくこととしている。

一方、この計算で撤去可能とならなかった伸縮継目は 106 台であり、この内訳は、最大レール軸力が 980kN を超えたもの、レール破断時開口量が 70mm を超えたもの、その双方の理由によるものの 3 つに分類できる。

3. 許容最大レール軸力に関する検討

前項の撤去可否の判断に用いた許容最大レール軸力の 980kN は、過去にバラスト軌道の道床横抵抗力を基にして算出された値を準用したものである。そのため、スラブ軌道における座屈安全性の評価基準としてはその妥当性に検討の余地が残されている。

そこで、スラブ軌道の特性を考慮した許容最大レール軸力を検証するため、軌道スラブへ横方向荷重の載荷試験を実施して実際のスラブ軌道の横方向の強度特性を調査した。本項では、その試験の概要について述べる。

3.1 試験軌道

図 1 に試験軌道を示す。これは、当社が研究開発センターに有する標準軌の実験用軌道である。4 種 12 枚の軌道スラブで構成した延長 60m の軌道であり、各種の載荷試験が実施できるよう、レール軸方向に約 3000kN、レール直角方向に約 200kN の載荷が可能な反力壁を設置している。本試験では A-55 形軌道スラブを使用して実験を行った。



図 1 試験軌道

3.2 試験ケース

スラブ軌道における横方向の強度は、①タイプレートと軌道スラブ間の摩擦による抵抗、②軌道スラブとセメントアスファルトモルタル（以下「CA モルタル」という。）間の滑動に対する抵抗、③突起と突起周りの樹脂および軌道スラブによる直接抵抗、の 3 つから成立している。そこで、それぞれの値を収集しつつ、全体の挙動を確認するため、以下のケースで載荷試験を実施した。

(1) タイプレート単体に対する載荷

反力壁を利用してタイプレート単体に横方向荷重を載荷した。図 2 に試験状況を示す。



図 2 タイプレートへの載荷

(2) 軌道スラブ単体に対する載荷

反力壁を利用して、レールを取り付けていない状態の軌道スラブ単体に横方向荷重を載荷した。この試験は、以下のケースに細分して実施した。

- ①CA モルタルおよび突起が健全な状態
- ②CA モルタルが剥離し、突起が健全な状態
- ③CA モルタルが剥離し、かつ突起が作用しない状態

(3) レールに対する載荷

軌道全体の挙動を確認するため、左右のレールに同時に載荷する試験を実施した。図 3 に試験状況を示す。



図 3 レールへの載荷状況

3.3. 試験結果

本試験の実施によりスラブ軌道の横抵抗力を構成するそれぞれの強度を確認することができた。図 4 に CA モルタルおよび突起が健全な状態で軌道スラブ単体に横方向荷重を載荷した場合の測定値の例を示す。この試験ケースでは、200kN 程度の荷重で CA モルタルと軌道スラブが剥離し、横方向に動き出すことが確認された。

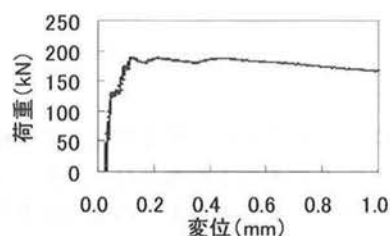


図 4 測定結果の例（軌道スラブへの載荷）

3.4 許容最大レール軸力の算出

今後、本試験で得られたデータを利用して有限要素法による解析を実施することにより、スラブ軌道における許容最大レール軸力の推定を実施する計画である。

4. 許容レール破断時開口量に関する検討

2 章で実施した高架橋上のロングレールの計算では、ほとんどの箇所ではレール破断時開口量が 80mm 以下であることが確認されている。したがって、許容レール破断時開口量を 80mm まで拡大することができれば、伸縮継目台数の大幅な削減が望めることから、許容レール破断時開口量を 80mm まで拡大することを目標に種々の検討を実施する計画である。

5. 謝辞

本検討の遂行にあたり財団法人鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部の方々に多大なご協力を頂いている。この場を借りて、関係のみなさまに厚く御礼を申し上げる。

文 献

- (1) 沼田 実:「ロング・レールの座屈強さ」、鉄道技術研究報告、No. 721、1970 年 8 月
- (2) 宮井 徹:「エネルギー方による軌道座屈の数値解析」、鉄道技術研究報告、No. 1271、1984 年 7 月
- (3) 三浦 重、柳川 秀明:「急曲線へのロングレールの適用」、鉄道総研報告、Vol.6、No.1、1992 年 1 月