新幹線用ノーズ可動クロッシングのき裂進展特性の一考察

鉄道総合技術研究所	正会員	○吉野	哲也
鉄道総合技術研究所	正会員	片岡	宏夫
鉄道総合技術研究所	正会員	細田	充

1. はじめに

新幹線用ノーズ可動クロッシングの検査には労力 を要するため、効率的な傷の検知手法が求められて いるが、そのためには傷の大きさと残存寿命の関係 を把握する必要がある.

そこで本報告では、営業線に敷設されたノーズ可 動クロッシングの発生応力を測定し、その結果を基 にき裂進展試験を実施し、得たき裂の進展結果に対 する考察を述べる.評価対象は、可動レールの折損 による危険性の検討および過去に起きた傷の発生履 歴の調査結果から、図1のとおり可動レールの第2 ロッド近傍部と断面変化部とした.



2. 列車通過時の発生応力の測定

2.1 測定概要

交換直後の18番分岐器のノーズ可動クロッシング について、列車走行時の底部曲げ応力および輪重を 測定した.測定位置を図2に示す.ひずみゲージの 貼り付け高さは、底面より15mmの位置とした.列 車の進行方向は対向であり、基準線側の走行時の測 定とした.



2. 2	測	定	結	果
------	---	---	---	---

本試験において車両通過時の平均速度は260km/h, 平均輪重は59.7kNであり,可動レールの底部曲げ応 力の最大値は,第2ロッド近傍部が22N/mm²,断面 変化部が95 N/mm²となった.応力の測定結果を図2 に示す.第2ロッド近傍部において軌間内外および 先端からの距離による応力の差はほとんどなかった のに対し,断面変化部は軌間内外に発生する応力の 差が大きく,後端の軌間外側では負の値となってい た.第2ロッド近傍部の応力が一般軌道のレールに 発生する応力と比較すると小さいが,これは構造上, ウィングレールと可動レールに荷重が分散されたた めと推定される.





3. き裂進展特性の評価

3.1 試験概要

第2ロッド近傍部および断面変化部のき裂進展特性を評価するため、き裂進展試験を実施した.試験は3点曲げとし、支点間隔は1800mmとした.試験に使用する供試体は、図3に示すように可動レール底部に人工傷を加工したものである.荷重は、あらかじめ人工傷が無い状態で静的載荷試験を行い、加速試験とするため、第2ロッド近傍部に120N/mm²、断面変化部で200N/mm²の応力が発生するように設

キーワード ノーズ可動クロッシング,高マンガン鋳鋼,き裂進展

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部(軌道構造) TEL 042-573-7275



定した.また、人工傷の直上には 5mm 幅のクラック ゲージを貼り付け、それより頭部側についてはき裂 が進展する方向が不明であるため、エナメル線をレ ール長手方向に約 200mm の長さで 8 本貼り付け、ク ラックゲージを含め人工傷先端から 70mm の範囲の 測定を行った.

3.2 試験結果

図4に試験結果を示す.また,試験後の第2ロッ ド近傍部の状態を図5に示す.上述の手法によりき 裂の進展状況を明確に捉えることができた.き裂は どちらも底部から腹部に達すると進展速度が増大す る傾向にあるが,レール高さの半分まで進展しても 急速な破断には至らなかった.これは,高マンガン 鋳鋼が高いじん性と延性を有するためと考えられる.





図5 き裂進展試験後の状況(第2ロッド近傍部)

ここで第2ロッド近傍部の試験結果を、矩形断面 の梁に曲げが作用するときの理論値と比較する.人 工傷から長さ2.5mm(底面からのき裂長さ17.5mm) のき裂について有効応力拡大係数範囲 $\Delta K_{\rm eff}$ を理論 式(1)¹⁾から求め、既往の研究において示されてい る高マンガン鋳鋼の疲労き裂進展速度と有効応力拡 大係数範囲 $\Delta K_{\rm eff}$ の関係²⁾を参考にして進展速度を 求めた.

$$\Delta K_{\text{eff}} = \sigma \sqrt{\pi} \, a \times F(\alpha) \qquad (1)$$

ただし, a:き裂長さ

σ:底面の曲げ応力

 $F(\alpha)$: き裂長さと梁の断面寸法に依存する係数 計算の結果, $\Delta K_{\rm eff}$ は 26.9MPa·m^{1/2}となり, き裂 進展速度は 3.0×10^4 mm/cycle 程度となった. 一方で 本試験のき裂進展速度は 5.6×10^4 mm/cycle であり, 差異はあるが補正を行うことにより理論式を活用し てき裂進展速度を簡易に推定する見通しを得た.

4. おわりに

ノーズ可動クロッシングのき裂進展試験方法を考 案し、今回試験を行った部位については、き裂が進 展しても急速な破断に至らないことを確認した.ま た、き裂進展速度については、今後も試験数を増や して検討する予定である.最後に、本試験の実施に あたり多大なる協力を頂いた、西日本旅客鉄道株式 会社の関係各位に感謝の意を表す.

参考文献

- 1) S.AOKI 他, STRESS INTENSITY FACTORS HANDBOOK , VOL1, P13(1987)
- 2) 柏谷賢治ほか,高マンガンオーステナイト鋳鋼の疲労き裂
 進展挙動とX線フラクトグラフィ,材料,VOL49,
 PP722-734(2000)