

S8-4-2.

きしみ割れ発生に関する一考察

A study on the initiation of head checks

正[土] 青木 宣頼 (鉄道総研)

佐藤 幸雄 (鉄道総研)

正[土] 石田 誠 (鉄道総研)

正[土] 瀧川 光伸(JR 東日本)

Fusayoshi Aoki, Yukio Sato, Makoto Ishida, Railway Technical Research Institute, 2-8-38, Hikari-cho, Kokubunji-shi
Mitsunobu Takikawa, East Japan Railway Company

Head checks have recently been focussed on as one of important issues to reduce track maintenance cost in Japanese railways. Furthermore, they have been tackled from the aspect of running safety because of terrible derailment accident due to head checks in Europe. In this study, the influence of vehicle/track interaction on the initiation of head checks and metallurgical features of head checks have been discussed.

Keyword: head checks vehicle/track interaction, metallurgical

1. はじめに

曲線外軌に発生するきしみ割れ傷について、日本においてはこれまで走行安全性に影響を及ぼすことがほとんどなかったため、現在までレール表面に現れているき裂長さ基準にした保守基準が採用されている。その結果、きしみ割れによるレール交換が全レール交換に占める割合が大きくなっている。近年、メンテナンスコストの削減が求められており、きしみ割れの発生を抑制することが重要な課題となっている。一方、海外ではきしみ割れを主な原因とするレール破断に起因する脱線事故が発生するなど走行安全性の面からも、きしみ割れの発生メカニズムの研究が注目されている^{1)~3)}そこで、本報ではきしみ割れの発生について力学的、金属学的観点から検討した結果について報告する。

2. きしみ割れ区間の力学的検討

きしみ割れの発生メカニズムを解明するため、きしみ割れ発生区間と比較区間におけるレールと車輪の動的挙動を測定した。表 1 に測定箇所の軌道条件、表 2 に測定車両、図 1 に測定箇所の外軌断面形状を示す。累積通過トン数は両者ともほぼ等しいが、きしみ割れが発生している下り線の方が摩耗が進んでいる。測定項目は輪重、横圧およびアタック角である。以下に測定結果を示す。

表 1 測定箇所の軌道条件

線別	下り	上り
条件	(きしみ割れ有)	(きしみ割れ無)
線形	R800 (C=69)	
レール	50kgN 頭部熱処理レール	
累積通過トン数	2.08 億トン	2.02 億トン

表 2 測定車両

形式	旧型通勤	新型通勤	旧型特急	新型特急
静止輪重	53kN	46kN	51kN	46kN
踏面形状	修正円弧			
台車	揺れまくら 吊り	ホルタレス	揺れまくら 吊り	ホルタレス
走行速度	80km/h	80km/h	100km/h	100km/h

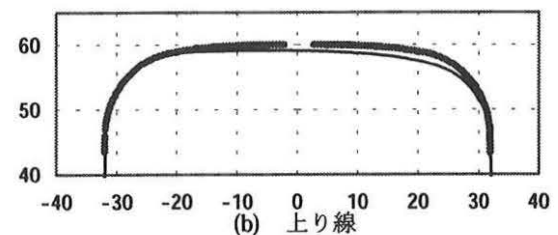
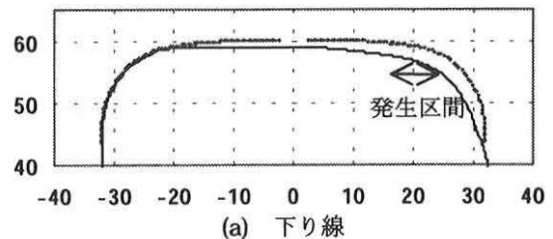


図 1 外軌断面形状

図 2 に、台車前軸の外軌の横圧のグラフを示す。横圧は下り線の方が大きく、輪重については逆に上り線の方が大きい。アタック角については半径が 800m と比較的大きい曲線のため、アタック角はほぼ 0° であったが、若干下り線の方が大きかった。これらの結果より、外力(横圧)および僅かであるがすべり(アタック角)が大きいことから下り線の摩耗が上り線より進んでいると考えられる。次に、図 3 にきしみ割れが発生している下り線における当該線区の摩耗車輪とレールの接触状態を示す。き

しきみ割れが発生している部位のすべり率は踏面中心のすべり率を 0%とした場合、0.6~1.2%である。ただし、踏面中心のすべり率は条件により異なるため、ここに示す値は一つの参考値である。また、その仮定の基では、しきみ割れの発生原因は摩耗が大きく進まない程度の大きな接触圧力とすべりが作用することが考えられている。このことからここで実施した測定試験においては下り線の車輪/レール間の接触条件が上り線より若干厳しく、しきみ割れが発生し易い条件にあったと考えられる。一方、摩耗進みが大きい箇所ではしきみ割れが発生していないことから³⁾、転がり接触疲労の一種であるしきみ割れと摩耗量の微妙な関係はメカニズム解明に向けた重要な課題である。

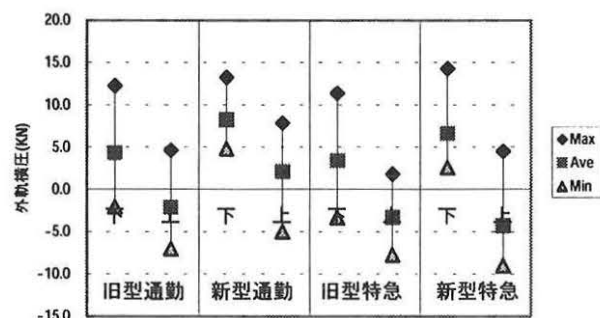


図 2 外軌横圧の測定結果

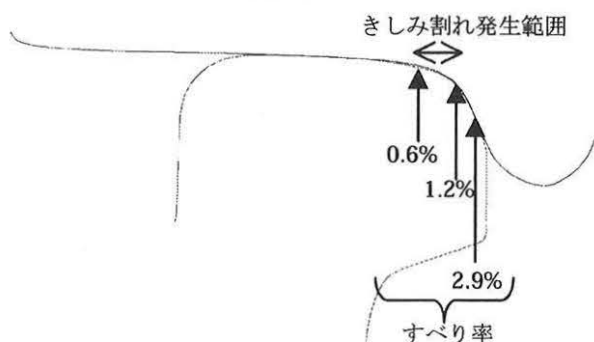


図 3 しきみ割れ発生区間の車輪とレールの接触状態

3. しきみ割れの金属組織の観察

しきみ割れの発生原因を解明するため、しきみ割れ近傍の金属組織を観察した。図 4 にレール断面および、長手方向の金属組織を示す。き裂深さは約 1 mm であり、塑性フローもそのき裂近傍に見られる。一方それ以下の部分はフローのないパーライト組織である。塑性フローの方向から考えられる接線力の方向を図 5 に示す。つまり、外軌ゲージコーナ部においては車輪の輪径差による反列車進行方向の接線力と踏面勾配に基づくスピンによる軌

間内側方向に接線力の合力が作用しているものと考えられる。それゆえ、しきみ割れの破面に対して垂直な方向に接線力の合力が働くことが考えられる。また今回の観察結果では、き裂はフローに沿って発達しており、塑性フローの範囲でき裂が停留しているように見られる。

き裂の発生進展のメカニズムを解明するためには、き裂先端の応力状態について今後検討していかなければならない。

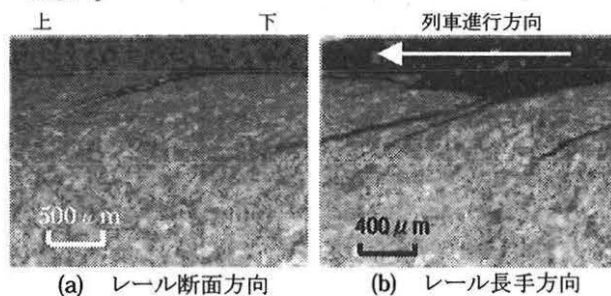


図 4 き裂近傍の金属組織

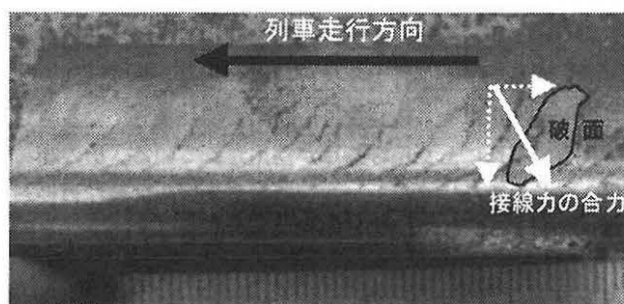


図 5 しきみ割れに作用する接線力

4. まとめ

しきみ割れ発生の原因を力学的および金属学的観点から検討した。その結果、しきみ割れは接触圧力およびすべりのある程度大きいところで発生する。き裂の発生は塑性フローに沿って進展していることから、大きなせん断力による塑性変形によるものと考えられる。一方で、摩耗進みの大きい所ではしきみ割れが発生していないことから、しきみ割れと摩耗量の微妙な関係は今後の重要な課題である。

(参考文献)

- 1) Wolfgang Schoch. and et al : Headcheck Grinding-Ongoing Research Gives Further Insight, 7th International Heavy Haul Conference, 2001, pp483-491
- 2) Roderick A Smith : The Wheel/Rail Interface-some recent accidents, 6th International Conference on Contact Mechanics and Wear, 2003, pp423-428
- 3) S.I. Clark : Dynamic Wheel/rail interactions affecting rolling contact fatigue on British railway system, The World Congress on Railway Research, 2003, pp392-399