

## 平成 11 年度日本材料学会技術賞受賞 新幹線レールの疲労破壊の解明と寿命延伸

山梨大学工学部 井上 靖雄

(財) 鉄道総合技術研究所 柏谷 賢治 佐藤 幸雄

### 1 はじめに

破断したレールの破面が貝殻状を呈していることから、シェリング (Shelling) と呼ばれるようになったレール損傷は、1973 年頃より新幹線において多発するようになった。そこで超音波によるレール探傷車の導入によってき裂の検出を行い、破壊力学的見地からき裂の進展を予測し、レールの適正な交換を行うようにした。しかし、シェリングの発生は、列車の増発とも相まって年を追う毎に増加の一途をたどり、JR 発足の 1986 年頃には、東京～新大阪間 (552.6km) では、4 000 箇所余りの発生となり、もはやレールの管理も限界に達するに至った。このためレールの寿命は著しく短いものとなり、安全面からのみでなく、経済面からも鉄道会社の経営基盤を揺るがしかねず、根本的なシェリング防止対策が強く望まれるようになった。

### 2 研究の概要

そこで、井上らは、転がり接触疲労試験によりシェリングを再現させると共に、試験片および営業線から取り外した実使用レールについて、X 線回折、電子線回折によりシェリングの破壊機構の解明を行った。この研究の結果、列車の通過によってレール頭頂面極く表層には集合組織が発達し、各結晶粒の結晶面が頭頂面に対しある角度に揃ってくると (約 30°) パーライト組織内のセメントタイト板に挟まれたフェライト層に変形 (ずれ) が起こり、それが繰り返されて初期き裂が発生することがわかった。また、レール頭頂面に蓄積する疲労層 (集合組織の発達層) の発達分布、発達速度も明らかになった。

そこでシェリングの発生を許さない作戦として、疲労層を取り除いて新品同様のレールにして寿命の延伸を図る「削正によるレールの寿命延伸大作戦」が 1992 年頃より開始された。これは巨費を投じて購入した図 1 に示す自走式のレール削正車を 1 年に 1 回東京～新大阪間を走らせることによって、レール頭頂面を 0.1mm 程度削正し、疲労層を強制的に取り除いてレール頭頂面を常に新品の状態にするものである。「削正によるレールの寿命延伸大作戦」の必要条件は、レールを敷設後、毎年削正することによって微視き裂の発生を許さないようにすることである。作戦開始時には、すでに敷設後数年経過したレールが存在していたが、ここ数年レール交換が進みシ

ェリングを内蔵したレールは順次撤去され、「削正によるレールの寿命延伸大作戦」の必要条件が整ってきた。このように効果が現れるまで 6～7 年の歳月が必要であったが、1999 年の今日、レール折損事故はもとより、あれほど多発していたシェリングも図 2<sup>1)</sup> に示すように激減することとなった。

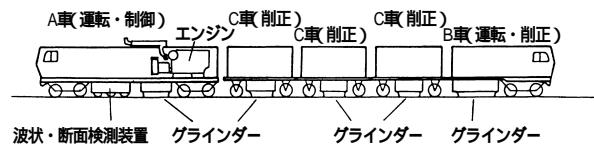


図 1 レール削正車外観図

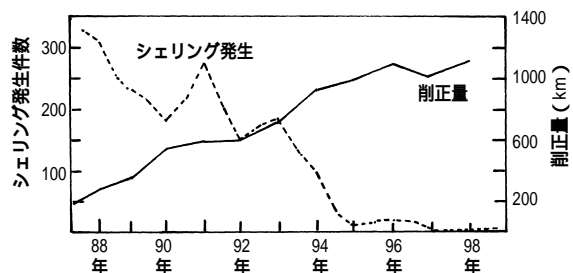


図 2 レール削正とシェリング激減の関係  
(東京起点 436km～518km の区間のデータ)

### 3 むすび

このように、この研究は、わが国の大動脈である新幹線の安全性に大きく貢献するばかりでなく、実験力学・金属結晶学などの工学的分野に寄与することが多く、平成 11 年度の日本材料学会技術賞を受賞しました。この研究発表は 10 年ほど前に行われていたが、研究成果が確定するまでには時間がかかった訳である。

### 参考文献

- 1) 多田嘉典, 『レール損傷対策』東海道新幹線における損傷対策, 日本鉄道施設協会誌, 第 37 巻, 第 11 号 p.14-17 (1999).