

# 米国運輸技術センターの研究開発活動

Harry TOURNAY

米国運輸技術センター  
(サイエンティスト)

Semih KALAY

同  
(副所長)



ハリー トゥルネイ



セミ カレイ

## 1. はじめに

米国鉄道協会 (AAR: Association of American Railroads) の傘下機関である運輸技術センター (TTCI) は、戦略的研究イニシアティブプログラムと呼ばれる、北米鉄道業界の共同研究プログラムを遂行する責任を負っています。TTCIは、米国コロラド州ブエプロ市の運輸技術センター (合衆国連邦鉄道局 (FRA) が所有しTTCIが運営する試験施設) を拠点とします。

鉄道業界の研究プログラムの内容と範囲は、貨物鉄道業界の競争とニーズに基づいて各種の鉄道委員会によって決められます。このプログラムは、安全性、効率性、信頼性という、業界における主要な目標に取り組むように考案されています。最終的なプログラムと予算は、AARの理事を務める鉄道担当CEOによる承認を単年度ベースで受けます。

## 2. 北米における研究の優先順位

鉄道技術作業委員会 (RTWC: Railway Technology Working Committee) とその他の委員会の指導の下で、TTCIは研究イニシアティブの年次計画と中長期計画を策定しています。これらのイニシアティブは、AARを通じて入手できる技術要覧 (TD: Technology Digests) やその他の報告書で報告されます。また次のような、進行中あるいは完了済みのプロジェクトが存在します。

### 2.1 レール探傷技術の改良

TTCIは数年にわたり、Tecnogamma SPA (イタリア) と協力して、非接触レール検査向けのUレールシステムと呼ばれる試作システムの開発・試験を行っています<sup>1)</sup>。このシステムでは、高出力レーザーを用いてレール内に超音波信号を生成させます。最新の構造を備えるこの試作システムは、レール面の状態にかかわらずレール区間全体を検

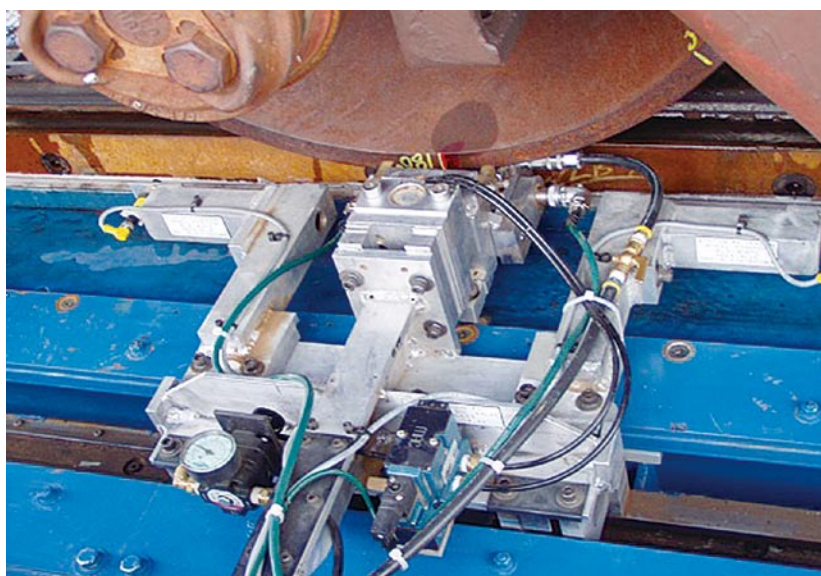


図1 車輪き裂検出システム

査することができます。このシステムは、横方向欠陥、頭部水平裂、頭部縦裂、シェリング、腹部水平裂、腹部ひげ (piped web)、底部欠陥を検出するように設計されています。

## 2.2 車輪き裂検出

2005年初めにTTCIが行った実験室試験の結果、特別に設計された超音波プローブと検出アルゴリズムを用いると、走行中の列車において内部欠陥がないかどうか、車輪を検査できることが明らかになりました。2005年にTTCIは、コネチカット州を拠点とする超音波検査企業のDAPCOと提携して、最高時速8kmで走行中の気動車において、リム部の損傷や車輪踏面の欠陥といった車輪の内部欠陥を検査できる検出システムを開発しました。この設計には、毎秒4メートルで稼動するサーボ駆動のタンデムが含まれます(図1)。

## 2.3 車軸き裂検出

車輪の破壊と同様に、軸重が重くなったために軸損傷が若干増えるという兆候があるため、車両の運行を中断することなく、き裂がないかどうか軸を検査する必要があります。2005年にTTCI内部で行われた研究開発の結果、レーザーを利用した超音波検出システムの応用に関する概念実証のデモに成功しました<sup>2)</sup>。このコンセプトは、レール検

査システムで採用されているものと似ており、完全な非接触式であり、最高時速32kmで車軸損傷を検出することができます(図2)。

## 2.4 車軸の応力環境

車軸破損事故が増加しているなか、2004年にAARは軸破損問題の解決を目指すプログラムに着手しました。このイニシアティブは、2006年に完了する予定の加速プログラムへと進化しています<sup>3)</sup>。研究によれば、130トン車の車軸は、欠陥が生じないかぎり、ほぼ無限の寿命を有します。しかし、たとえば修理工場などにおける軸の取扱時に生じることがある補修表面の欠陥が原因で応力集中部が発生し、その結果、許容レベルを下回る期間に耐用年数が限定されてしまう傾向があります。

## 2.5 加速実地試験用設備 (FAST : Facility for Accelerated Service Testing)

2005年のAAR加速プログラムとしてはさらに、TTCの加速実地試験用設備 (FAST) における重軸重 (HAL : Heavy Axle Load) プログラムが挙げられます。このプログラムにおけるプロジェクトの中心課題は、重い軸重への対処でした。FASTにおいて毎年、約1億3,500万~1億5,000万総トンが累積されています。FASTの重要な役割は、改良された絶縁継目の試験、新しいおよび改良されたレール



図2 軸き裂検出システム

溶接手順の試験、4億3,300万総トン<sup>4)</sup>通過後にメーカー6社から提供された高級レールの評価、鋼橋とコンクリート橋の性能評価などです。

## 2.6 予測的車両保守

運行の信頼性と効率性に悪影響を及ぼす別の問題は、トラブルを抱えた比較的少数の貨車が原因で高い率で軌道損傷が発生し、脱線の可能性が高まることです。性能が低い車両は、北米ネットワークの各所に配置された台車性能検出器 (TPD) と蛇行動検出器を通過するときに識別されず、TTCIがTPDデータに関する研究を進めた結果、現在の車両と車両要素の設計、運行中の性能、および劣化モード (特に、台車曲線通過性能に及ぼす台車・車体接合部分の影響) に関する理解が大幅に深まりました<sup>5)</sup>。

## 2.7 接合絶縁継手

重い軸重がかかる軌道構造物における最も弱い部分は接合絶縁継手 (IJ) であり、トン数が非常に高い線路では毎年交換しなければならぬことがあります。重い軸重がかかる環境がIJに及ぼす影響の理解が深まっています。IJ問題にかかわる要因を特定した上で、TTCIは、経済的で長寿命の設計を開発すべく業界を支援しています。改良されたIJは、軌道と信号システムを保全するための直接費と間接費の大幅な削減につながると期待されています。

## 2.8 技術主導型列車検査

技術主導型列車検査イニシアティブ (TDTI: Technology-Driven Train Inspection Initiative) と呼ばれる、業界の新たな取り組みが2005年に始まりました。このイニシアティブは、業界が沿線に設置している検出器を基盤にして、列車検査機能を強化する先端技術を駆使したシステムを開発することで、鉄道サービスの安全性と信頼性の向上を図ります。現在の重点課題は、完全なマシンビジョン技術 (高速ビデオ画像を取り込んで分析する装置およびソフトウェア) の活用など仕業検査要件を達成するために、自動設備の様々な組み合わせの評価と設置を行うことです。その一例として、完全に自動化された車両検査システム (FactIS™: Fully Automated Car and Train Inspections System) が挙げられます。

その初期レベルにおいて、FactIS<sup>6)</sup>は、マシンビジョン技術を用いて、動いている列車から重要な部品の寸法の定

量的測定結果を報告します。説明的なデータベースを構築しつつ、同時に仕業検査の効率と精度を高めるために、TDTIは現在、連邦法で求められている約40の主要検査に重点を置いています。FactISシステムの最新モジュールが踏面と制輪子の状態に関する寸法データを収集し、フランジ高さ、フランジ厚さ、リム厚さ、踏面の凹み、車輪の背面間距離、および制輪子厚さの測定値を提供します。3つのFactISユニットが、2006年の運用に向けて計画された4番目のユニットとともに稼働中です。現在、追加モジュールを、軸受アダプタ位置、ばね高さ、および緩衝器位置の評価に使用できます。

## 2.9 先端技術安全性イニシアティブ (ATSI: Advanced Technology Safety Initiative)

2004年に導入されたAARのATSIは、検査技術を用いて鉄道に力が作用している状態を緩和するという活動であり、現在も続けられています<sup>7)</sup>。

業界が敷設している既存の車両衝撃荷重検出器アレイのおかげで、強い衝撃を受ける車両を特定して取り外すための新しい規則を迅速に実施することができました。衝撃をいくつかの重大度に分けることで、相応する取り外し基準を確立することができました。最低レベル「機会があれば修理」では、他の保守目的で車両が修理施設に入ったときに、問題のある車両を取り外すことができます。このレベルでは、車両の所有者が効率的な修理スケジュールを立てることができるため、サービスの中断が避けられます。AAR処理決定レベルでは、措置を施すために鉄道を使用して車両を修理施設まで運ぶことができます。そして、最終警戒レベルでは、問題のある車両を路線から外すか、あるいは適切な修理場所に到達するまで列車速度を下げるといふ、より迅速な措置が求められます。

TTCIが内部で開発したInteRRIS®システムが、ATSIを実施する上で重要な役割を果たしています。InteRRIS®はインターネットを介して検出器データを収集し、鉄道やその他の車両の所有者に通知するために、すぐに使用可能な読み取り値をRailLincの設備状態管理システム (Equipment Health Management System) に提供します。

## 2.10 軸受音響検出器

北米における検出器 (TADS®) の検出能力は、運行停止

につながる危険性ははるかに高い、ころ軸受の一群の欠陥（グラウラーと呼ばれる）に対応できるように強化されています。

### 3. その他の研究プロジェクト

紹介した10の研究プロジェクトと業界イニシアティブが高い優先度を有しているのは明らかですが、業界には、これらよりもはるかに多様な研究プログラムが存在します。

### 4. 結論

北米における現在の業界研究プログラムであるSRIプログラムでは、安全性、効率性、信頼性に関して業界が現在抱えている問題が重点的に取り組まれています。このプログラムは、重い軸重への対処という分野、また特に貨車、軌道、およびそれらの相互作用に対する影響という分野における業界目標の達成に大いに貢献しています。

SRIプログラムは単なる研究ではないことに注意してください。ここ数年間、SRIプログラムの重点は、業界が注力しているため、貨車、軌道、および車両/軌道相互作用の分野における技術革新プロセスにますますシフトしています。このプログラムは現在、製品とプロセスの開発（供給業者の活動が不十分であったり不適切であるとみなされるときはいつでも）と実施に深くかかわっています。RRR

### 文献

- 1) Cerniglia, C., et al., Application of Laser Induced Ultrasound for Rail Inspection, Proceedings of the World Congress in Railway Research, Montreal, Canada, June 2006.
- 2) Gonzales, K., and Morgan, R., Non-Contact Interrogation of Railroad Axles using Laser-Based Ultrasonic Inspection, ASME/IEEE Joint Rail Conference (JRC), Pueblo, Colorado, March 16-18, 2005.
- 3) Smith, B., et al., Fatigue Life and Design Evaluation of Axles for Heavy Haul Operations, Proceedings of the World Congress in Railway Research, Montreal, Canada, June 2006.
- 4) Kristan, K., et al., Evaluation of Advanced Rail Steels and Improved Welding Techniques under 35.7-tonne Axle Loads at FAST, Proceedings of the 8th International Heavy Haul Conference, Rio de Janeiro, June 14-16, 2005.
- 5) Tournay, H., et al., Monitoring the Performance of Railroad Cars by means of Wayside Detectors in Support of Predictive Maintenance, Proceedings of the 8th International Heavy Haul Conference, Rio de Janeiro, June 14-16, 2005.
- 6) Lundgren, J., and Kilian, K. (Lynx Rail), Advanced Rail Vehicle Inspection Systems, Proceedings of the 8th International Heavy Haul Conference, Rio de Janeiro, June 14-16, 2005.
- 7) Advanced Technology Safety Initiative : The Freight Rail Industry, Brochure, Association of American Railroads, Pueblo, Colorado, 2006.