



Title	超電導磁気センサによる鉄道レール表面劣化層の非破壊検査
Author(s)	宮崎, 佳樹
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34501
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (宮 崎 佳 樹)	
論文題名	超電導磁気センサによる鉄道レール表面劣化層の非破壊検査
論文内容の要旨	
鉄道事業のうち10%以上がレールのメンテナンスコストであることから、レールのメンテナンスの省力化・効率化が鉄道経営にとって重要な課題となっている。 車輪との接触面であるレール頭頂面には、車輪の空転・滑走等に伴う摩擦により、白色層と呼ばれる劣化層が生じることがある。白色層の周辺では微小き裂が発生し易く、き裂が進展すると、レール頭頂面のはく離（シェリング）を引き起こす。予防保全の観点から、折損・破断等に至る前段でレールの損傷箇所は交換されるが、その交換理由の多くはシェリングによるものとなっている。現状の超音波探傷ではシェリングの原因となる白色層の検出は難しく、シェリングと白色層の定量的な関係は十分には明らかになっていない。 そこで本研究は、SQUID（超電導量子干渉計）を用いた渦電流探傷法の白色層への適用性について検討を行った。半導体レーザーによりレール表層を急熱・急冷することで、白色層生成過程を模擬した標準試験片（模擬白色層試験片）を作成し電磁氣的物性評価を行った。その結果、模擬白色層の抵抗率はレール母材に比べ増加し、透磁率は低下することを明らかにした。白色層検出のために、SQUIDを用いた渦電流検査システムを構築した。SQUIDとレール試験片の距離と、励磁コイルの関係について検討を行い、感度と分解能が最適となる励磁コイル径を決定した。また、構築した検査システムを用いて、標準試験片での原理確認試験を実施した。白色層検査においては、リアクタンス成分の変化が捉えられる周波数領域を利用するのが有効であることを確認し、測定条件の最適化を行った。その結果、ノイズ低減環境において実レール白色層検出の原理検証に成功した。 フィールドでもSQUIDによる検査が行えるよう、測定回路の見直しを行った。プローブ部にブリッジ回路（微分回路）を用いることで、走行試験においてもノイズの少ない白色層検出波形を得ることができた。これによりSQUIDを用いたレール白色層検査の可能性を示すことができた。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (宮 崎 佳 樹)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	糸 崎 秀 夫
	副 査	教 授	永 妻 忠 夫
	副 査	教 授	酒 井 朗

論文審査の結果の要旨

本論文は、鉄道レール表面に発生する劣化層である白色層を検出することを目的として、超電導磁気センサであるSQUID（超電導量子干渉計）を用いた渦電流探傷法の適用性について行った検討を、研究成果として纏めたものである。本研究で得られた成果を要約すると、次の通りである。

- (1) 白色層の生成について、材料組織からの基本メカニズムを説明し、ビッカース硬さとマルテンサイトの関係について整理した。白色層生成過程を模擬した標準試験片(模擬白色層試験片)を用いて、レール母材とマルテンサイト相の抵抗率および透磁率の違いを明らかにした。
- (2) 白色層検出の原理検証においては、SQUIDを用いた渦電流検査システムを構築し、感度と分解能の最適化を行った。その結果、実レール白色層が検出可能であることを実験的に確かめた。
- (3) 上記の成果をさらに発展させ、フィールドに敷設されたレールが検査できるよう、測定回路および検査システムを見直した。磁気ノイズの影響を受けにくいSQUIDセンサ配置を行い、プローブ部にブリッジ回路(微分回路)を用いたレール検査装置のプロトタイプを開発した。レール検査装置を用いた走行実験において、実レールの白色層検出波形を得ることができた。さらに、模擬試験片を用いた測定では、白色層膜厚の測定可能性を実験的に示した。

以上のように、本論文は超電導磁気センサを用いたレール白色層の検出について、多くの新しい知見を与えており、レール検査技術の発展ならびにSQUIDの応用に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。