

**構造物** コンクリート表層品質の簡易な非破壊  
**材料** 評価手法の開発

西尾壮平 上田洋

鉄筋コンクリート (RC) 構造物の耐久性を考える上では、劣化因子の侵入に直結するコンクリートの物質透過性を実構造物で評価する必要がある。近年、主にコンクリート表層部における内部への物質透過性を指す「表層品質」という用語が土木・建築分野で広く認識されつつあり、表層品質の非破壊検査の重要性が高まっている。コンクリートの透気性や透水性を評価する各種の非破壊評価手法が提案されているものの、装置が高額であるなど、鉄道構造物の保守管理の現場で容易に適用可能な手法は見当たらない。著者らは構造物検査

の現場への適用性を念頭に置き、簡易な手法の開発に取り組んできた。本論文では、新たに考案した「散水試験」の開発経緯を整理した上で、散水試験を活用した表層品質の検査方法を提案した。実大規模の試験体を活用した屋外での実験により、実構造物の検査を想定した状況における散水試験の有効性が確認された。

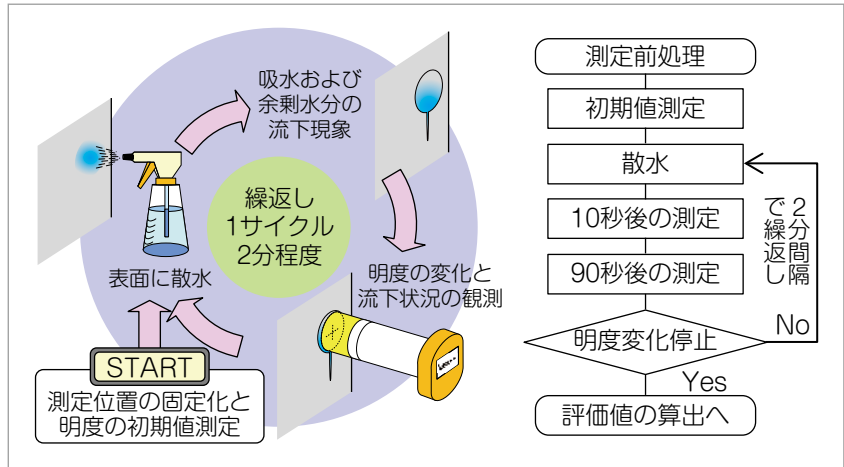


図 散水試験の概要と測定手順

**材料** ジオポリマー法による繊維補強短まくらぎの試作

上原元樹 佐藤隆恒

ジオポリマー硬化体とは、石炭灰などの産業副産物とケイ酸アルカリ溶液の反応で重合硬化したものでありCO<sub>2</sub>削減効果に優れ、化学的耐久性が高いことも知られている。そこで、トンネル内で使用され、漏水中の成分によっては高い化学的耐久性が要求される短まくらぎにジオポリマー法を適用した。試作したジオポリマーまくらぎの一つは、鋼繊維 (1.5vol%) で補強し、鉄筋を完全に使用しないもの、他はポリマー繊維 (ビニロン2.0vol%, アラミド1.0vol%, ポリプロピレン1.5vol%) で補強し、鉄筋を完全に使用しないあるいは、鉄筋比を32%減らしたものである。これら試作まくらぎの性能確認試験の結果、鋼繊維あるいはビニロン繊維を添加したジオポリマー短まくらぎは、無筋で短まくらぎの要求性能を満たした。また、その他のポリマー



図 GP短まくらぎの外観

繊維でも、鉄筋比を32%減らした状態では、短まくらぎの要求性能を満たした。

**軌道材料** 発泡ゴムを用いた低ばね定数軌道パッドの低温特性の向上

鈴木実 佐藤大悟 間々田祥吾 玉川新悟 弟子丸将

レールを支持する軌道パッドは、低温で弾性率が增加することにより、緩衝性能が低下する傾向がある。このため、

低ばね軌道パッドの低温特性の向上することを目的として、エチレンプロピレンゴム (EPDM) を候補として、素材と構造の改良を行った。構造と形状では、ゴムを発泡化するとともに、従来の溝付から平板形状

に変更することにより、応力分布が改善した。また、発泡ゴム内部の気泡が衝撃荷重を吸収するため、緩衝性能の向上が期待できる。このEPDMゴムとともに、現用素材であり低廉化が期待できるスチレンブタジエンゴム (SBR) 製の発泡ゴムも試作し、重錘落下による衝撃実験装置により緩衝性能を評価した結果、両者とも従来品に比べて低温特性が大幅に改善することを確認した。

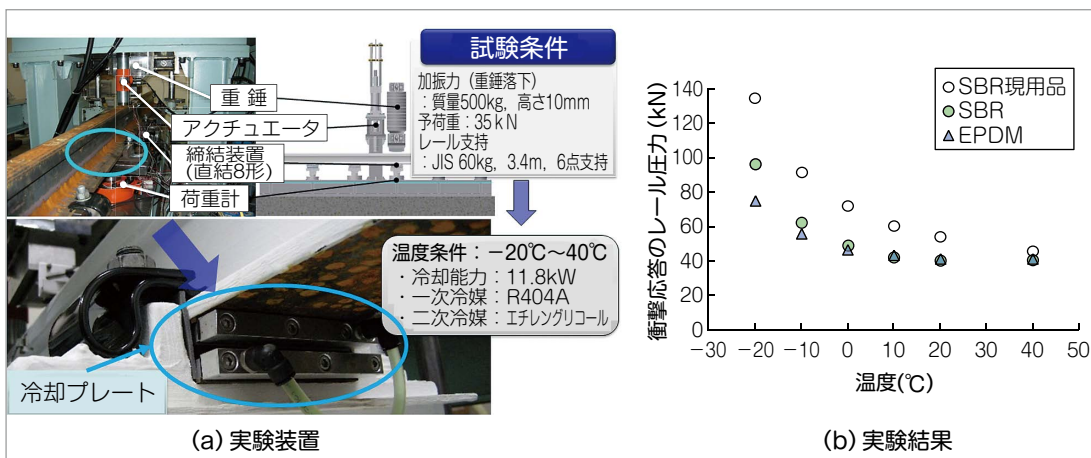


図 低ばね軌道パッド試作品の緩衝性能評価

**材料環境** レール継目用防音材の性能向上

半坂征則 間々田祥吾 太田達哉 佐藤大悟

主としてロングレール区間の絶縁継目を対象に、大規模施工を伴わず簡易に施工できるレール継目用防音材の開発を行っているが、先の試作品 (前試作品) では営業線で十分な騒音低減効果が得られなかった。継目用防音材について、前試作品の性能解析結果等を踏まえ、上面に厚さ100mmの防音パネルを適用することや防音材全長を5.2mにするなどの改良を行った。また、さらなる騒音低減性能の向上を目指して、7号採石を袋に詰め込んだ軌道面吸音材、および一般区間用に先行

開発しているレール防音材も併用することとした。この3種類の騒音対策材料に対して前試作品と同じ箇所で効果検証試験を行った結果の1例を図に示す。代表車種について105km/h付近の車両の騒音レベル値をパワー平均した値により騒音低減量を求めたものである。この結果、3種類の材料の設置によりレール近傍点における電動 (M) 車の騒音が約3dB、付随 (T) 車の騒音が約3.5dB低減することが確認された。

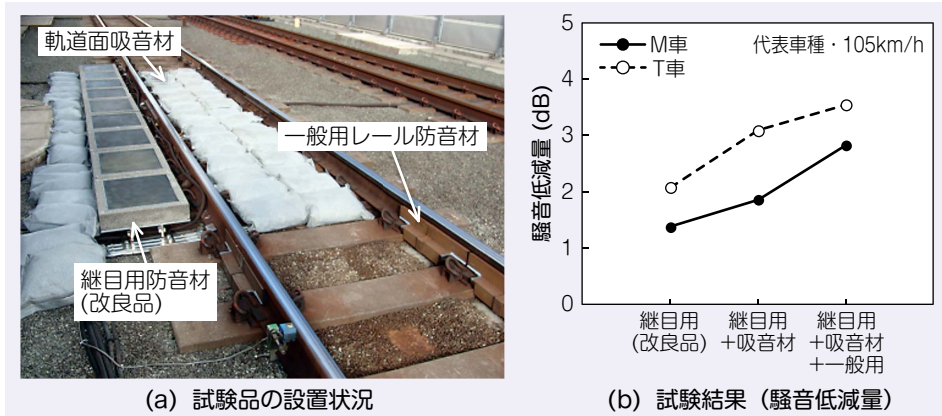


図 レール継目用騒音対策材料の効果検証試験状況

材料

## 超音波を用いた車輪フランジ接触状態の評価

深貝晋也 伴巧 牧野一成 葛田理仁 陳樺

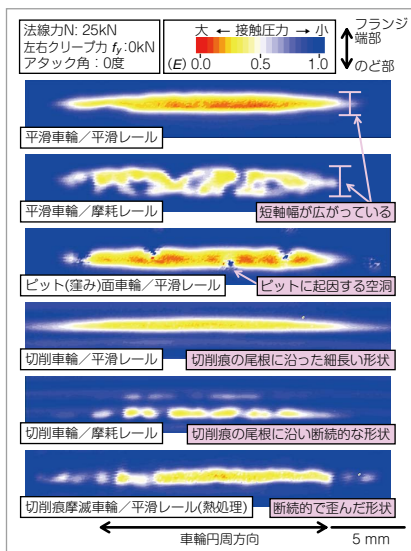


図1 種々の組合せにおけるフランジ／ゲージコーナの接触面形状

車輪フランジはレールゲージコーナと擦れ合いながら横方向の力を受

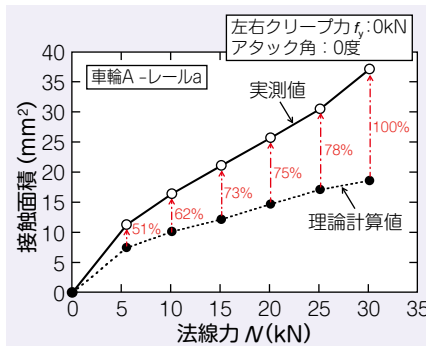


図2 法線力と接触面積の関係

け、車両をレールに沿って案内してゆく機能を果たしている。この過程で生じる両者の摩擦挙動は、低速走行時の乗り上がり脱線、フランジ直立摩耗とレール側摩耗および騒音(きしり音)の発生といった様々な問題と密接にかかわっている。本研究ではそのような問題の解決の一助として、超音波測定システムを付帯した実物大の車輪／レール接触試験機を用いて車輪フランジ／レールゲージコーナ接触状態を評価した。

その結果、切削痕の有無、摩耗の有無など表面状態が

異なる種々の車輪／レールの組合せにおいて、それぞれの特徴に応じた接触面形状を取得し、接触状態の評価手法として有効であることが確認できた(図1)。また接触面積について、実測値と理論計算値を比較した結果、測定した全荷重域にわたって、実測値は理論計算値よりも大きいが、法線力が大きくなるに従いその差が広がることが分かった(図2)。

車両

## 在来線電車歯車装置用長寿命ギヤ油の開発

材料

木川定之 曾根康友 鈴木淳一 中村和夫  
工藤貢 戸田昌利

在来線電車用歯車装置のメンテナンス省力化、メンテナンスコスト低減のため、現在使用されているギヤ油の交換周期の2倍である120万kmを非交換で使用可能な長寿命ギヤ油を開発した。開発にあたり実際の車両で使用された現行ギヤ油の分析を行った結果、ギヤ油の長寿命化のためには酸化安定性の向上が必要であることがわかった。そこで開発ギヤ油では、ポリ $\alpha$ オレフィンと高度精製鉱油を混合した混合基油の採用、および添加剤配合の再検討により、コストの増加を抑えながらより高い酸化安定性の実現を目指した。この開発ギヤ油について攪拌酸化劣化試験(ISOT, 135°C, 96時間)を行い、開発ギヤ油が在来線電車において120万km非交換での使用に耐える酸化安定性を持つことを確認した(図)。さらに、開発ギヤ油が現

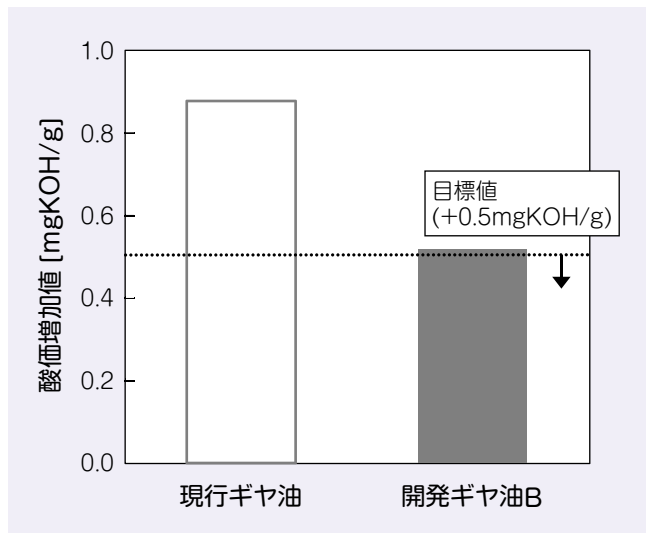


図 在来線130万km使用相当攪拌酸化劣化試験(ISOT)試験結果

行ギヤ油と比較して高い低温流動性を示すこと、および現行ギヤ油と同等以上の潤滑性能を示すことを確認した。

材料

## 車両構体への難燃性マグネシウム合金の適用

森久史 上東直孝 辻村太郎 石塚弘道 花木悟  
清水和紀

車両構体の軽量化を目的として、難燃性マグネシウム合金の車両構体への適用について検討するために、難燃性マグネシウム合金の試作、金属組織の状態、機械的性質や加工性の評価を行った。また、中空押出型材の試作や溶接法も検討した。

その結果、欠陥の発生がなく、アルミニウム合金 (Al-Mg-Si 合金) とほぼ同等の強度を示す難燃性マグネシウム合金の試験材を試作することができた。その合金は室温での加工は困難であるが、高温下で加工が可能であり、押出法を温間の条件で行うことにより、トラス状の中空押出型材を試作できることを確認した (図)。さらに難燃性マグネシウム合金の溶接法としてTIG溶接及び摩擦攪拌接合の適用を検討し、摩擦攪拌接合はTIG溶接よりも熱ひずみの発

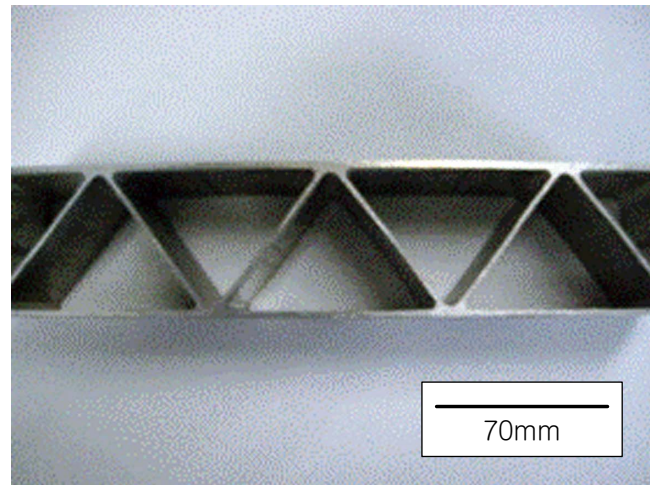


図 難燃性マグネシウム合金 (Mg-6Al-Zn-Ca 合金) で試作したトラス状の中空押出型材の外観

生による反りがなく、継手効率も良好であることから、難燃性マグネシウム合金の溶接に適していると考えられた。

材料

## 潤滑性能を向上させた新幹線用すり板の開発

宮平裕生 土屋広志 久保田喜雄

すり板の長寿命化を図るため、素地鉄粉に硫化マンガンプレアロイ型快削鉄粉 (MnS快削鉄粉) を使用し、素地の潤滑性を大幅に向上させたすり板N5C-5を新たに開発した。N5C-5では素地の潤滑性向上により、潤滑成分の添加量が抑えられ、すり板の機械的特性や導電性を従来のすり板と同程度に維持したまま、すり板の耐摩耗性を高める硬質粒子を従来のすり板より多く添加することが可能となった。

こうして開発したN5C-5は定置試験で良好な結果が得られたことから、新幹線で現車試験を行い、N5C-5の搭載編成数を段階的に増加させてすり板とトロリ線の摩耗を調査した。試験の結果、すり板最大寸法摩耗率は、N5C-5の方が現行で使用されているすり板T3-2より約3%小さく、N5C-5導入試験中のトロリ線摩耗推移はT3-2使用時とほぼ同じであった。以上の結果から、N5C-5は一部線区で実用化されている。

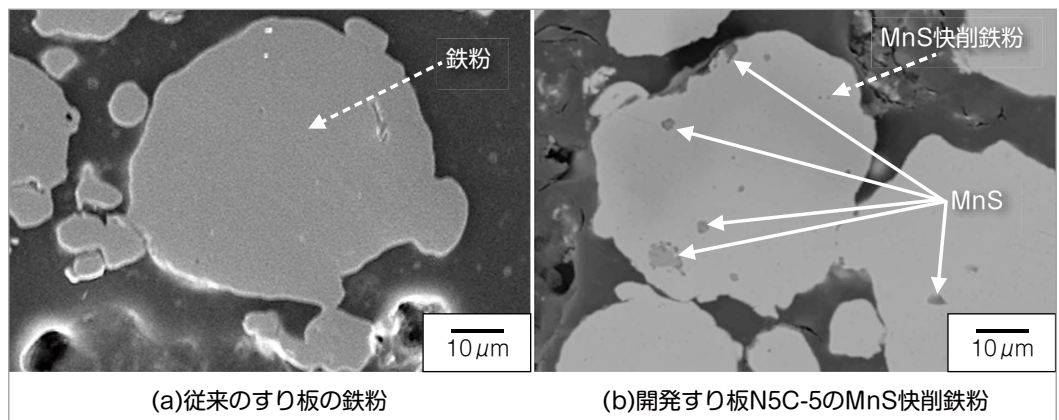


図 鉄粉と MnS 快削鉄粉の断面顕微鏡写真

## 電力 鉄道用超電導ケーブルの適用性評価

材料

富田優 鈴木賢次 福本祐介 石原篤 赤坂友幸  
小林祐介

電気抵抗がゼロで送電できる超電導技術を鉄道用の送電線に適用することで、回生効率の上昇、電力損失の低減、変電所の負荷平準化や集約化、レール電位の抑制などが期待される。これまで鉄道用超電導ケーブルに用いる超電導線材や、超電導ケーブルのプロトタイプを製作し、特性評価を行ってきた。超電導ケーブルの開発には、コアとなる超電導線材の評価、高特性化が重要な項目であり、超電導線材の電流特性の把握や欠陥探知システムの検討など、超電導ケーブルの製作に向けた材料開発を行っている。

超電導ケーブルに定格電流を超える過電流が流れた際に過剰電圧が発生しないよう

に、超電導線材への過電流通電試験を行い、安全率を設定した。サージ電流対策として銅保護層を導入した結果、銅層は超電導層と隣接して巻線するか、フォームと超電導層を電気的に接続して設計することにより効果があることが判明した。

これらの結果を参考に、鉄道用超電導ケーブルの製作をしている。

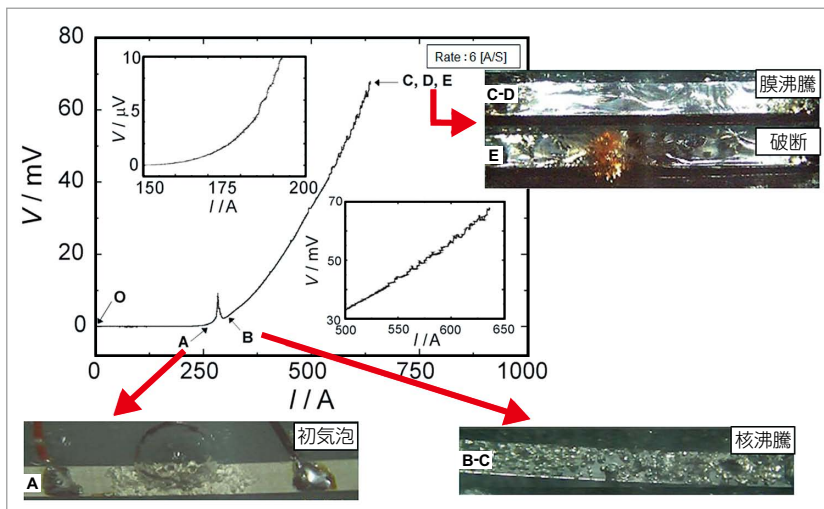


図 鉄道用超電導ケーブルに用いる超電導線材の過電流通電時の挙動