

CO₂排出量が少なく耐酸性に優れたジオポリマーを使用した左官補修用モルタルを開発しました

鉄道総研は、ジオポリマー※¹を使用した左官補修用のモルタルを開発しました。開発したモルタルは、材料製造時のCO₂排出量が少なく環境に優しいほか、酸などに対する耐久性が高いことから、従来のセメントを使用したモルタル（普通セメントモルタル）が不向きな箇所への適用が可能となります。

1. 開発の背景

トンネル内などにおいて、酸性の地下水が湧出する箇所や、ディーゼル車両からのばい煙などが付着し漏水と反応して酸が生じる箇所などでは、酸によりコンクリートが溶解する場合があります。コンクリート表面が溶解すると内部の鉄筋が腐食することもあるため、コンクリート表面が溶解した場合には劣化部位を取り除き、モルタルにより補修します。しかし、普通セメントモルタルは酸に弱いため、耐酸性の高いポリマーセメント※²を使用したモルタルで補修する必要があります。また、セメントには材料製造過程でのCO₂排出量が多いという課題もあります。

このような課題を解決できる材料として、ジオポリマーがあります。ジオポリマーは耐酸性が高く、また材料製造時のCO₂排出量をセメントと比較して60～80%削減でき、セメントに代わる材料として期待されてきました。しかし、ジオポリマーをモルタルに使用するにあたっては、粘性が高くコテによる補修作業（左官作業）での作業性が悪い、一

般に60～80℃での加温養生が必要であり、常温養生では収縮によるひび割れが生じやすいなどの課題がありました。

2. ジオポリマー左官補修モルタルの概要

鉄道総研では、新たに原材料の種類と配合比率を工夫したジオポリマーを開発し、ジオポリマーの粘性についての課題を解消しました（特許5091519号）。さらに、このジオポリマーを使用して、カドヤ工業株式会社および株式会社タカボシとの共同開発により、左官作業に適用可能なジオポリマー左官補修用モルタルを開発しました（特許7193437号）。

【特徴】

- 普通セメントモルタルと同様に左官作業に使用できます。ベテランの左官職人による試験施工においても、伸びやコテ付着などの作業性について良好な評価を得ています。
- 加温養生は不要で、5℃～30℃での常温養生でもひび割れなどを生じません。
- 普通セメントモルタルと比較して、ジオポリマーの製造過程でのCO₂排出量が70%程度削減されます（図1）。なお、1m³製造する場合での排出CO₂の削減量は、スギ22本が1年間に吸収する量に相当※³します。また、ジオポリマーの原材料には石炭火力発電所で発生する

図1 左官用材料製造過程のCO₂排出量（1m³あたり）の比較例

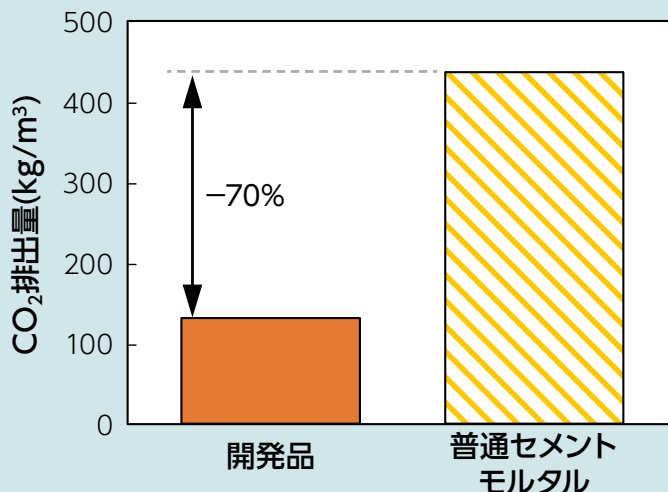
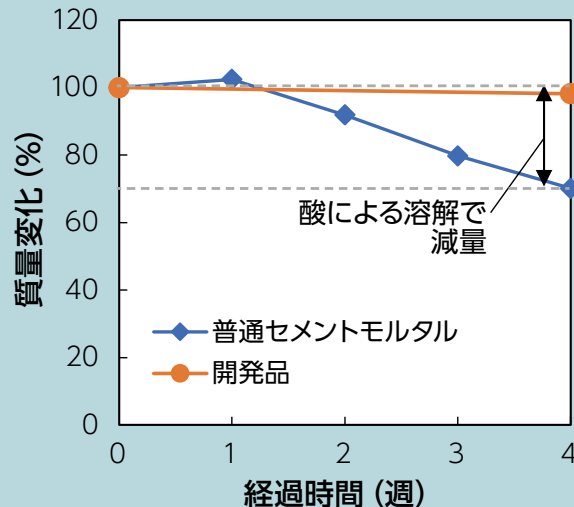


図2 左官用材料の耐酸性の比較（5%硫酸浸漬時の重量変化）



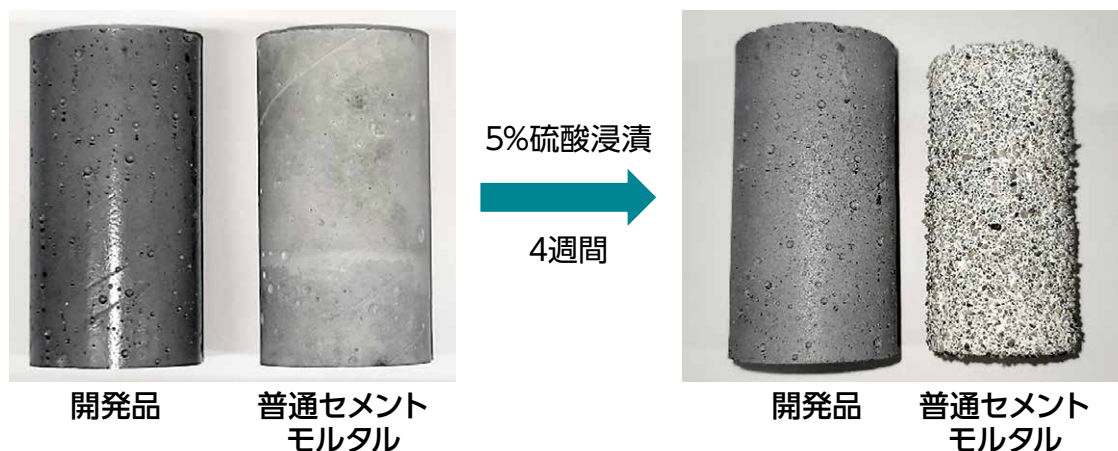


図3 開発品の耐酸性（5%硫酸浸漬前後の状況）

フライアッシュ、製鉄所で発生する高炉スラグなどの産業副産物をリサイクルして使用しており、環境負荷低減にも寄与します。

- 高い耐酸性を有している（図2、図3）ため、酸性水が発生する箇所の補修に適しています。耐酸性試験（5%硫酸水溶液に4週間浸漬）では耐酸性の高いポリマーセメントを使用した補修用モルタルと同等の耐酸性を示します。
- 価格は耐酸性の高いポリマーセメントを使用した補修用モルタルと同程度です。
- 普通セメントモルタルと比較して耐熱性、耐糖性にも

優れ、自動車用トンネルなど火災が発生する可能性がある箇所、^{ちゅうぼう}厨房など糖分による劣化が生じる箇所など、鉄道以外の用途にも適用可能です。

- 施工時には、プレミックスされた粉体と専用溶液のセットを、簡便なハンドミキサーで練り混ぜて使用できるため、小規模な補修作業の現場でも活用できます（図4）。

3. 開発品について

開発品はカドヤ工業株式会社および株式会社タカボシから発売されています。

※1 ジオポリマー：シリカ、アルミナ成分を含む非晶質粉体とアルカリ溶液により生成する無機物質のポリマー（重合体）。鉱物や岩石と類似した構造のため、地球を意味するジオ(Geo)と合わせて「ジオポリマー」とよばれる。

※2 ポリマーセメント：セメントに有機ポリマー（高分子材料）を混和し、強度や耐薬品性、接着性などの性能を向上したもの。

※3 50年生の杉1本が1年間に吸収するCO₂の量を14kgとして算出。

図4 ハンドミキサーによる開発品の準備の様子



光切断法による剛体電車線摩耗計測装置を開発しました

鉄道総研と日本電設工業株式会社は、架空式剛体電車線（以下、剛体電車線）の摩耗を光切断法により計測する装置（図1）を共同で開発しました。本装置により、剛体電車線の摩耗量を種類や形状によらず高精度かつ連続的に計測でき、保守・管理の効率化が期待できます。

【概要】

電車線の保守・管理では、電車線の摩耗状態を測定することが必要です。従来の電車線摩耗測定装置は、トロリー線の下から光を当て、しゅう動面で強く反射する光の幅の

みを測定します。トロリー線の断面は円弧形状であり、摩耗が進展するとしゅう動面の幅が変化するため、それにもない変化する光の幅から摩耗量を計測できます（図2左）。しかし、地下鉄や狭小トンネルなどで使われている、導電鋼レールなどを用いた剛体電車線では、摩耗が進展してもしゅう動面の幅が変わらず、光の幅も変化しません（図2右）。そのため、従来の装置では摩耗量を計測できず、手作業で計測するなど、多くの手間を要することが課題でした。

この課題を解決するため、光切断法により剛体電車線の摩耗量を連続して計測可能な装置を開発しました。光切断

法とは、帯状のレーザー光を対象物に照射し、対象物に帯状のレーザー光が当たっている箇所を別の視点からカメラで撮影することで、対象物の断面形状を測る方法です。本装置を保守用車などに搭載することで、剛体電車線の断面形状の連続的な計測が可能となり、保守・管理の効率化が期待できます。

【計測方法】

- 本装置では光切断法で剛体電車線の形状を測定し、図面上の形状としゅう動面の位置から摩耗量や残存高さを計測します（図3）。

図1 開発した剛体電車線摩耗計測装置

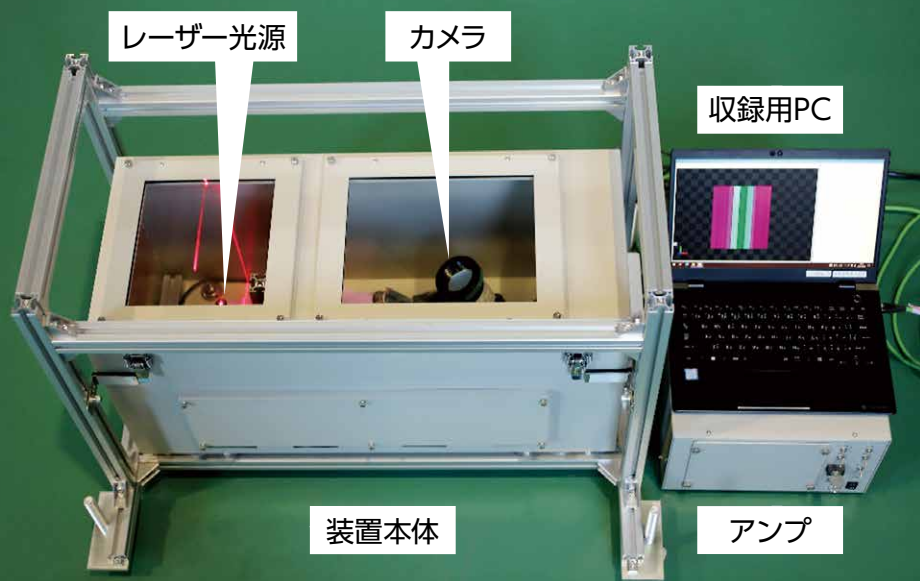
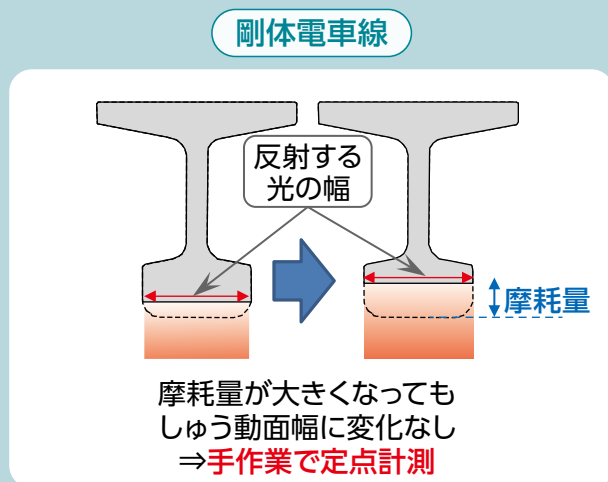
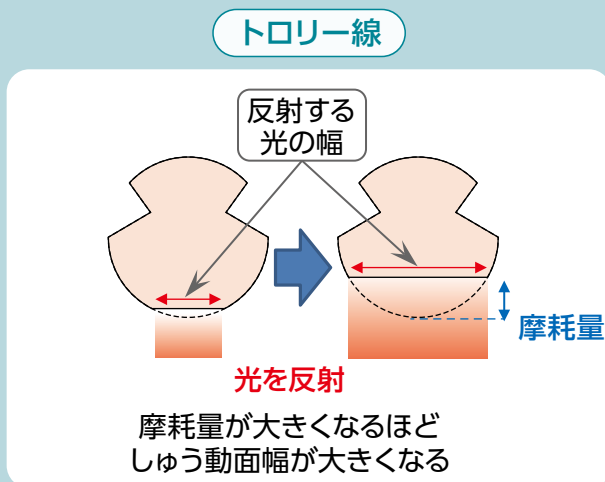


図2 従来の電車線摩耗測定装置での計測



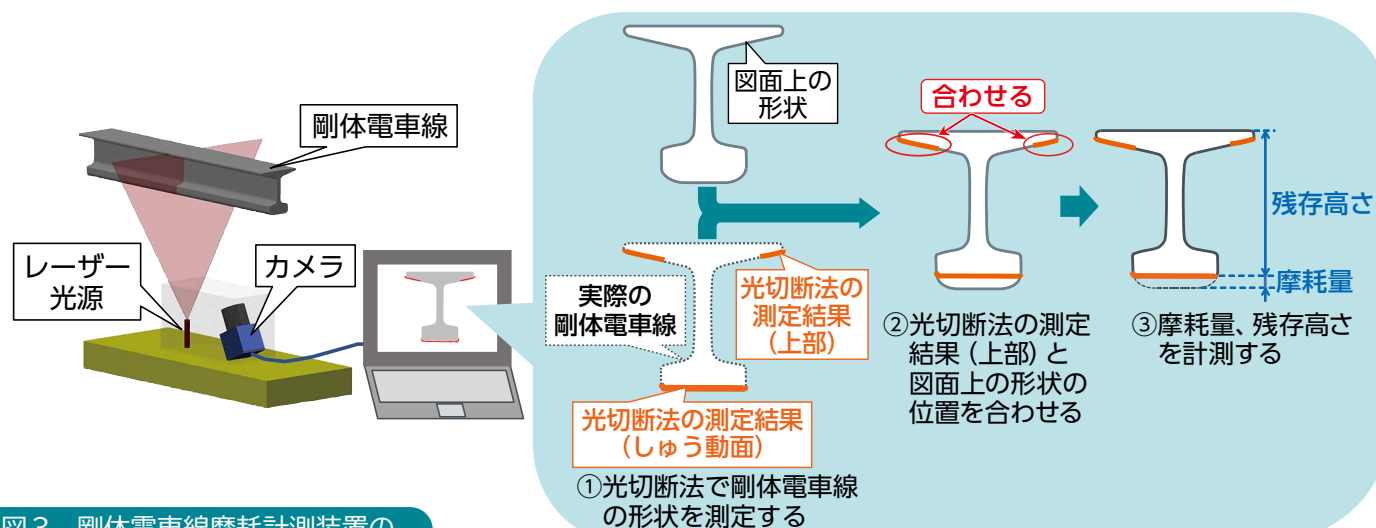


図3 剛体電車線摩耗計測装置の概要と形状の計測方法

【特徴】

- 形状の計測誤差は±0.5mm未満であり、保守管理上十分な精度を有しています。また、電車線高さの変動や左右偏位についても同時に計測可能です。
- 装置本体は幅600mm×奥行き800mm×高さ500mm、重量約25kgであり、保守用車などに容易に設置できます。
- 速度30km/h以内での走行により、レール方向に20mm間隔で連続的に測定できます。20～30km程度の区間を約1時間で測定可能となります。
- 二次元形状を測定する方式であるため、トロリー線とほかの金具との離隔なども計測できます。

【開発成果の適用例】

本装置を活用した剛体電車線（導電鋼レール）の保守管理手法の導入に向けた検討が、東京都交通局大江戸線が進められています（図4）。これまでは係員の手作業により定点で摩耗量を管理していましたが、本装置を保守用車に搭載することで、摩耗量を連続的に計測することが可能となり、全線（営業キロ40.7km）を4回の夜間作業で計測できるようになりました。

図4 東京都交通局大江戸線における剛体電車線（導電鋼レール）の計測の様子

