

News Release

2022.5.31

NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)

株式会社ヒロテック

大林道路株式会社

大蓉ホールディングス株式会社

国立研究開発法人海洋研究開発機構

学校法人常翔学園大阪工業大学

フッ素樹脂と金属の新たな高強度直接接合技術を開発 —土木・建築業界の土砂などの運搬効率向上による省エネ化への貢献—

NEDOの「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」に取り組む(株)ヒロテックは、このたび大林道路(株)、大蓉ホールディングス(株)、海洋研究開発機構、大阪工業大学などと共同で、超潤滑・高強度でありながら難接着・難接合材料であるポリテトラフルオロエチレン(PTFE)などフッ素樹脂とステンレス鋼板との直接接合についてレーザーを用いた新たな表面処理と接合技術の開発に成功しました。さらに、氷点下30℃~175℃と幅広い温度環境下での使用でも本技術による接合強度が維持されることを確認しました。

土木・建築業界ではダンプトラックを使った土砂などの運搬においてエネルギー消費量の大きさが課題となっており、本技術を活用した製品を荷台に設置することで付着残土を大幅に減らすことができ、運搬効率の向上による省エネルギー効果を実現できます。

今後、本技術を応用したマルチマテリアル化により、各種産業分野の課題である軽量化の実現や、寒冷地などさまざまな環境下での使用、さらに幅広い分野への適用が期待できます。

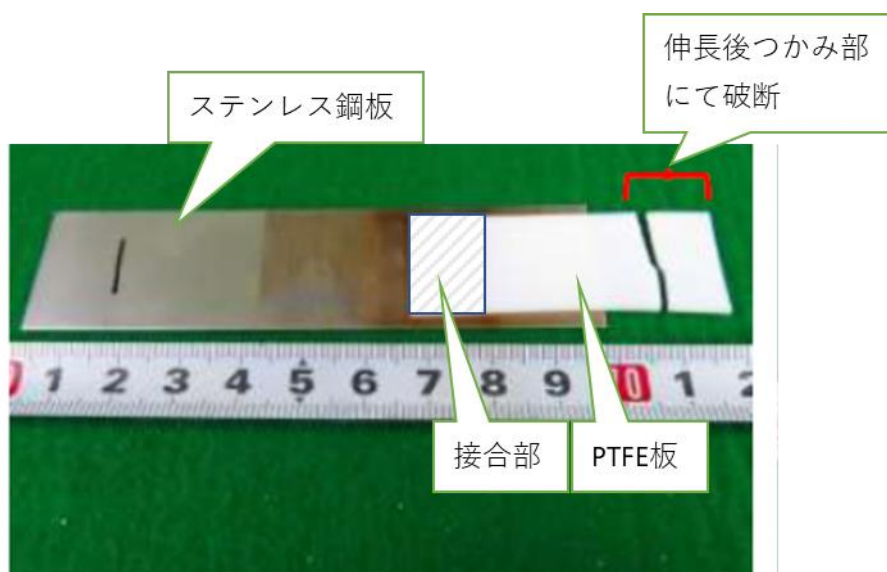


図1 氷点下30℃で使用した引張(ひっぱり)試験検体

1. 概要

土木・建築業界ではダンプトラックなどの荷台に積載して運搬する土砂を積み下ろす際に、荷台表面に土砂が付着して残りやすいこと(付着残土)から実質的な積載量が減少し、付着残土の清掃作業によるダンプトラックの稼働率低下とともに、運搬回数・車両消費燃料に伴うエネルギー消費量や二酸化炭素(CO₂)排出量の増加のほか、高コスト化といった問題も引き起こしています。

これらの問題を解決するため、これまでもダンプトラックの荷台表面への潤滑素材の貼り付けや塗布などが試行されましたが、画期的な効果は得られず、革新的な技術による問題の解決が待たれていました。荷台への付着残土は積載貨物の平均5%とされ、この運搬効率悪化により、年間13.09万kLの車両用燃料が過剰に消費されています。さらに、付着残土の清掃作業は重労働であるため、従事者の高齢化に伴い大きな社会問題となっています。

こうした土木・建築業界におけるエネルギー消費量の削減などの課題解決のほか、同業界が抱える労働力不足やダンプトラック荷台の清掃作業時における労働災害の撲滅を図るため、株式会社ヒロテックは、大林道路株式会社、大蓉ホールディングス株式会社、国立研究開発法人海洋研究開発機構、学校法人常翔学園大阪工業大学などと共同でNEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の「戦略的省エネルギー技術革新プログラム^{※1}」において「土砂等貨物の運搬効率を飛躍的に向上させるフッ素樹脂と金属板の直接接合技術によるダンプカー等荷台設置部材の開発」に取り組んできました。

このたび本事業で(株)ヒロテックなどは、超潤滑・高強度でありながら難接着・難接合材料であるポリテトラフルオロエチレン(PTFE)などフッ素樹脂と金属(ステンレス鋼板)を、レーザーで高強度に直接接合できる金属表面処理技術を開発しました。これにより超潤滑材料であるPTFEとステンレス鋼板の高強度直接接合技術の確立に成功し、開発製品をダンプトラック荷台の隅角(ぐうかく)部(図2)に設置して性能を検証しました。その結果、荷台への残土の付着を完全に解消することができ、その効果は年間9.38万kL(2030年市場普及想定数6万台)の燃料消費量削減に相当することを確認しました。また、こうした運搬効率の向上により、清掃作業の負担が軽減され、転落事故などのリスクも低減しました。

今後、本技術の開発・普及により、土木・建築業界における土砂などの運搬効率が向上することで省エネルギー化の実現が見込まれるとともに、本技術を応用したマルチマテリアル化により、さまざまな産業分野の課題である軽量化の実現も期待できます。

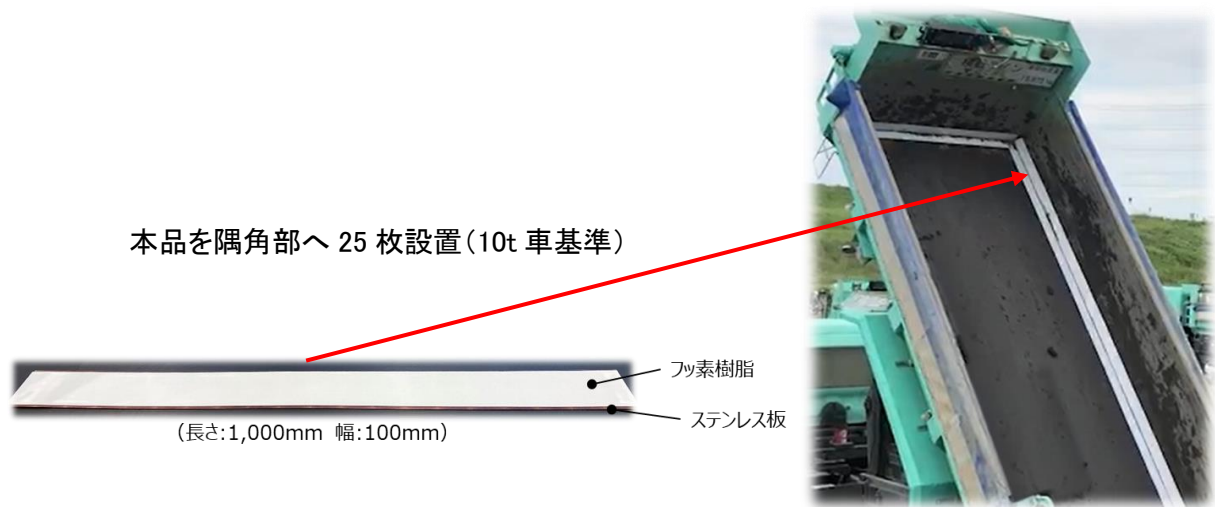


図2 開発製品のダンプトラックへの取り付け状態(荷台底面の左右・前方三辺の隅角部に取り付け)

2. 今回の成果

【1】フッ素樹脂と金属の高強度直接接合技術の開発

PTFEをはじめとするフッ素樹脂は難接着材料であり、他の材料との接着・接合は極めて困難でした。これまでもさまざまな表面処理技術が試されましたが、十分な接着・接合強度は得られませんでした(図3)。本事業により、(株)ヒロテックは超難接着材料であるPTFEなどフッ素樹脂と金属の高強度直接接合を可能とする金属表面処理技術を開発しました(図4)。

金属表面にナノレベルの酸化物粒子をクラスター状に構造配置することにより、これを金属触媒として樹脂の最表面を理想的な化学状態に分解し、金属酸化物粒子と樹脂表面を化学的に結合させてフッ素樹脂と金属の高強度直接接合技術を創出しました。

同技術に加えて、自社開発した加熱と加圧を同時に行う接合装置により、樹脂に対し環境負荷の高い化学的な表面処理を行うことなく、従来技術と比較して非常に高い接合強度[25mm当たり120N(ニュートン)以上(ISO19095 TYPE-C^{※2}準拠)]を実現(図5)し、接合速度も1分当たり1000mm以上という高速接合を可能にしました。

また同技術による接合強度は氷点下30℃～175℃の幅広い温度環境で維持されることを確認しました。

これにより今後、寒冷地での使用のほか、アスファルトの運搬時など、さまざまな環境下での使用や幅広い分野への適用が期待できます。

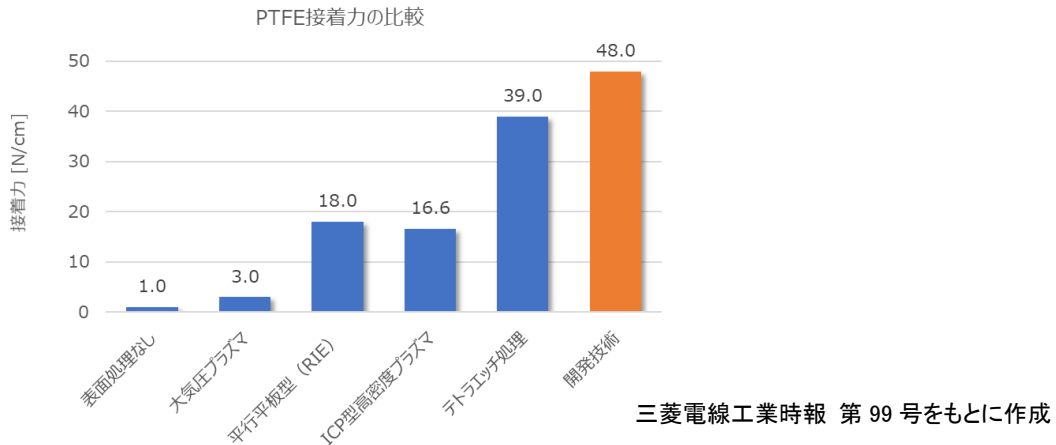
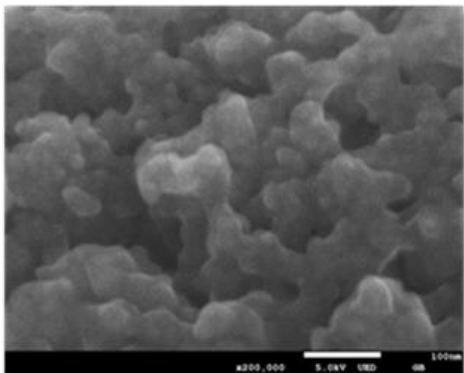
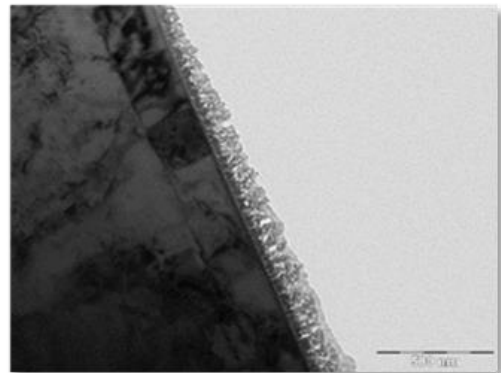


図3 従来技術(接着剤)によるPTFEの接着強度(剥離強度)



金属表面に配置したナノレベルの酸化物クラスター



接合部断面のSTEM画像

図4 自社開発した金属表面処理による酸化物粒子概要[走査電子顕微鏡(SEM)画像]と接合断面の走査透過型電子顕微鏡(STEM)画像

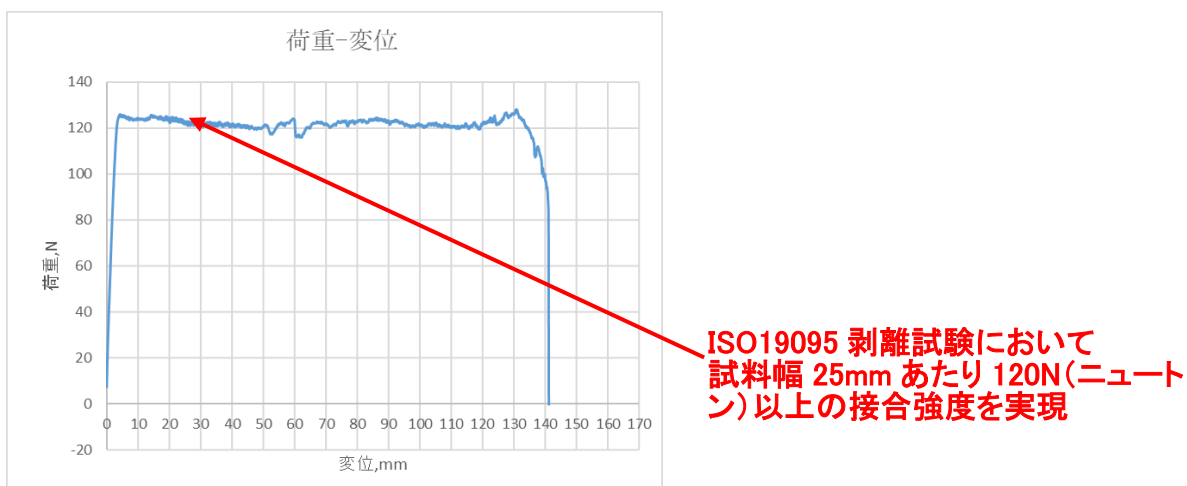


図5 フッ素樹脂と金属の直接接合による剥離強度

【2】開発製品の耐久性

本事業で開発したPTFEとステンレス鋼板の直接接合製品は、大蓉ホールディングス(株)のダンプトラックに取り付け、関東圏の実際の運行環境下で2年3カ月間の社会実装試験を行い、目標である荷台への付着残土ゼロと十分な耐久性を確認しました。また、大林道路(株)は実際のダンプトラックの運行環境を模擬した加速促進試験を実施し、接合耐久および潤滑性能は5年以上と評価しました。

3. 今後の予定

(株)ヒロテックは、本事業での研究開発終了後、直ちに開発製品の量産を開始し、2022年3月に初出荷を完了しました。大蓉ホールディングス(株)は傘下の会社を販売窓口とし、まずは関東地方を中心に本製品の販売、車両への取り付けを行います。引き続き、(株)ヒロテック、大林道路(株)、大蓉ホールディングス(株)の3社は、豪雪地帯での堆雪運搬をはじめとして同技術の適用範囲の拡大に向けた検討を重ねます。また同技術を進化させるべく対象樹脂や金属種の拡大を図り、さまざまな分野の軽量化などの課題解決を実現し、さらなる省エネ化などへの貢献を目指します。

NEDOは本技術開発をはじめ、今後も経済成長と両立する持続可能な省エネルギーの実現を目指し、「省エネルギー技術戦略」で掲げるエネルギー・産業・民生(家庭・業務)・運輸部門などにおける重要技術を中心に、2030年には高い省エネ効果が見込める技術について、事業化までシームレスに開発を支援します。

【注釈】

※1 戦略的省エネルギー技術革新プログラム

研究開発テーマ: 土砂等貨物の運搬効率を飛躍的に向上させるフッ素樹脂と金属板の直接接合技術によるダンプカー等荷台設置部材の開発【助成事業】

事業期間: 2019年度～2021年度

事業概要: https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100039.html

※2 ISO19095 TYPE-C

国際標準化機構(ISO)による樹脂-金属接合特性評価試験方法の国際規格です。

4. 問い合わせ先

(本ニュースリリースの内容についての問い合わせ先)

NEDO 省エネルギー部 担当:向後 TEL:044-520-5281

(株)ヒロテック neXt 事業部 担当:田原 TEL:082-941-7809

大林道路(株) 技術部 担当:光谷 TEL:03-3295-8855

大蓉ホールディングス(株) 常務取締役 担当:山下 TEL:048-299-7708

海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 担当:川人 TEL:045-778-5290

大阪工業大学 学校法人常翔学園広報室 担当:田中、上田 TEL:06-6167-6208

(その他NEDO事業についての一般的な問い合わせ先)

NEDO 広報部 担当:坂本、橋本、鈴木、根本

TEL:044-520-5151 E-mail:nedo_press@ml.nedo.go.jp

※新聞、TV などでは弊機構の名称をご紹介いただく際は、“NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)”または“NEDO”のご使用をお願いいたします。