

社会を支える高度なマテリアル・ —新日鉄マテリアルズ(株)グループ

グループとして緊密な研究体制を築く

新日鉄グループは、単に素材を提供するだけでなく、材料に関わるあらゆる可能性を常に問い続けてきた。鉄鋼業で培った技術と経験を活かし、先端材料の開発を進めてきた歩みについて、新日鉄マテリアルズ技術部部長の北川洋一は次のように語る。

「当社の前身である新日鉄新素材事業部と新日鉄技術開発本部先端技術研究所とのつながりは強く、スタッフ同士が定期的に研究テーマの進捗について議論する機会を持ち、情報を共有化し技術開発の方向性を明確化していくことで、数々の成果を生み出してきました。こうした基盤を当社は継承し、グループ会社と一体となって先端素材の開発・提供に邁進しています」

産業基礎部材の高機能化ニーズへの対応

新日鉄マテリアルズの事業は、「電子産業部材分野」「産業基礎部材分野」「エネルギー・環境部材分野」の3分野を主軸として、先端技術社会において欠くことのできない数々の材料・部材を提供している(図1)。

その中で「産業基礎部材分野」では、高剛性や高熱伝導

性、低熱膨張といった特徴ある性質を持つ機能材を提供している。近年、産業の高度化に伴いそのニーズが拡大しており、建設資材や、半導体製造装置・液晶パネル製造装置などの最先端機器の性能向上に貢献している。

今後の事業展開について、同社企画管理部企画・総務グループマネジャーの松本勝之は、産業基礎部材分野での展望を次のように語る。

「従来、産業基礎部材は電子産業部材に比べ市場の成長率は高くありませんでした。しかし、最近では産業機械の高度化・軽量化に対応する産業基礎部材へのニーズが顕著になっており、鉄を代替・補完する複合材の需要は、中長期的に伸びるものと予測されます。私たちは、市場ニーズに迅速かつ的確に対応し、高度なマテリアル・ソリューションを提供していきます」



新日鉄マテリアルズ(株)
技術部 部長
北川 洋一



新日鉄マテリアルズ(株)
企画管理部 企画・総務グループ
マネジャー
松本 勝之

図1 新日鉄マテリアルズグループの事業マップ

素材や部品・部材に軸足を置く					
産業分野	製品区分	売上構成	商品	部品・部材	サービス
電子産業部材分野		80%		CMPドレッサー	圧延金属箔
					金ボンディングワイヤ・はんだマイクロボール(日鉄マイクロメタル)
					マイクロボールバンピング
産業基礎部材分野		15%		ファインセラミックス	球状フィラー(マイクロン)
					HIP*
					炭素繊維(日本グラファイトファイバー)
エネルギー・環境部材分野		5%		金属材料(日鉄コンポジット)	太陽電池多結晶シリコン(NSソーラーマテリアル)

*HIP(Hot Isostatic Pressing):熱間等方圧プレス

ソリューションを提供

新日鉄グループの新素材事業セグメントを担う新日鉄マテリアルズ(株)とそのグループ会社は、鉄鋼製造で培った材料に関する知識や構造体の設計・解析・評価技術を活かし、先端技術分野に不可欠な数々の材料・部材を開発し、高度なマテリアル・ソリューションを提供している。本特集では、産業の高度化に伴いニーズが拡大している産業基礎部材分野にスポットを当て、炭素繊維複合材料を駆使した最新の構造物補修・補強技術「ストランドシート工法」を紹介する。

社会資本メンテナンスに 炭素繊維複合材で貢献

近年、産業基礎部材において炭素繊維の需要が伸びている。新日鉄マテリアルズグループの日鉄コンポジット(株)では、軽くて強く腐食しない先端材料と言われる炭素繊維を用いた高性能な複合材を製造・販売している。社名の「コンポジット」はいくつかの要素が合成・複合していることを意味しており、その名の通り、高性能複合材の特長を活かした多彩な製品を提供している。

炭素繊維は、セーターや毛布などに使われるアクリル繊維の一種を原料とした「PAN系」と、石炭からとれる有機物を繊維化した後、熱処理を経て作られる「ピッチ系」とに大別される。

炭素繊維の特長は、比強度と比剛性が高いこと、つまり軽量で強度・弾性率などの機械的特性に優れていることや、良好な形状・寸法安定性(化学的安定性、低熱膨張率)、高熱伝導性といった優れた機能を持つことで、設計の自由度の高い材料であることだ。その特長を活かして、航空機からレジャー・スポーツ用品まで幅広く利用されている。近年、道路・橋梁など社

会資本の延命化、耐震化の必要性が高まる中、建造物の補強などを中心に、炭素繊維の土木分野への利用が広がっている。

日鉄コンポジットは、高弾性ピッチ系炭素繊維や高強度PAN系炭素繊維を組み合わせた、最適な特性を持った各種成形品の設計・製作を行い、ロールやロボットハンドなどの液晶・半導体製造機器・印刷機器(軽量・高剛性)、医療機器部材(X線透過性)、車輛機器(軽量・不燃性)、そして建築・土木用補強材(軽量・高強度・高剛性)など、さまざまな分野で炭素繊維複合材製品(写真1)を提供している。

特に、土木分野では、コンクリート構造物や鋼橋などの社会資本の維持・管理や構造物の耐震補強対策として、日鉄コンポジットの炭素繊維シートを用いた「トウシート工法」(写真2)「トウグリッド工法」が、すでに高い評価を得ている。そのラインナップに2008年、「ストランドシート工法」(3~5頁に関連記事)を新たに加えた。社会資本のメンテナンスの重要性が高まり、低コスト・短工期・高品質の補修・補強が要求される中、これら工法の適用対象は今後も拡大していくものと期待される。

写真1 炭素繊維複合材料製品群

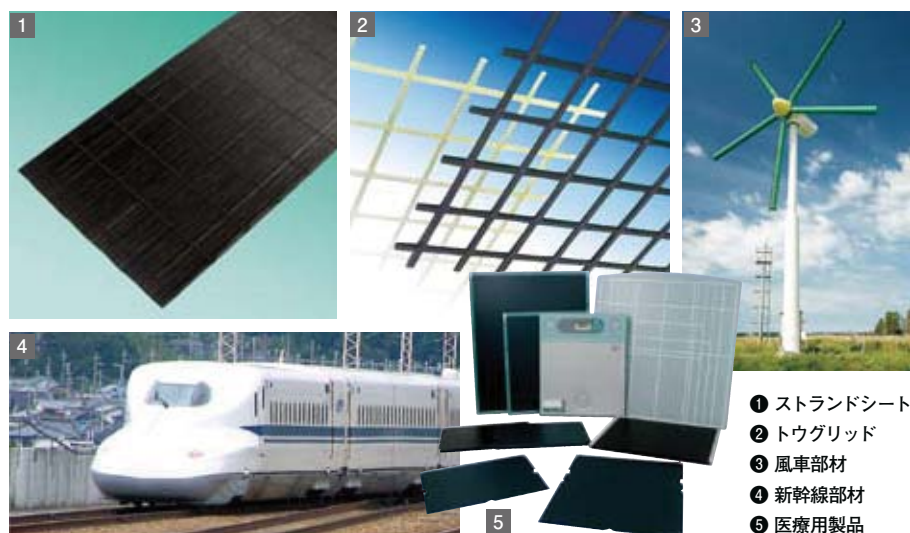


写真2 トウシート工法適用事例



構造物の補修・補強の進化形 スtrandシート工法 —日鉄コンポジット(株)—

道路や橋梁など既存の社会資本ストックを安全に、できるだけ長く有効活用することが、日本の国土交通行政の課題となっている。日鉄コンポジット(株)は、効率的に既存ストックをメンテナンスする工法として、炭素繊維を用いたコンクリート構造物の補修・補強工法を大幅に進化させた「strandシート工法」を開発した。

高品質化と短工期化を実現

コンクリート構造物の補修・補強には、「炭素繊維強化プラスチック(FRP)※1」「鋼材」「鉄筋コンクリート」などが用いられる。FRPを用いる工法は、鋼材や鉄筋コンクリートなど他の補強材に比べて、施工の工期が短い、軽量でハンドリングがしやすいことなどが特長だ。FRPは、炭素繊維をシート状に加工した「炭素繊維シート」を施工現場で樹脂で固めて(含浸)硬化させたり、または工場であらかじめ樹脂で固めてプレート状にして橋脚や柱などに貼り付ける(図2)。しかし、シートの場合、コンクリート面とシートとの間に剥離の原因となる空気が入らないよう、コンクリート表面を滑らかな平面に仕上げる不陸※2修正が必要であり、シートを貼った後の含浸・脱泡作業を何度も繰り返さなければならない。また、FRPプレートの場合、厚すぎてプレートとプレートを接いで補強することが難しく、コンクリート面との間に空気が入っても抜けにくいなど、それぞれ課題がある。

日鉄コンポジットが2008年に開発した「strandシート

工法」は、それらの課題を克服する画期的な工法だ。あらかじめ、同社工場で炭素繊維に樹脂を含浸硬化させて、品質の安定した竹ひご状のFRPロッドを製造してシート化。それを施工現場で貼り付けるため、現場での樹脂含浸が不要で、施工技術のばらつきなどによる含浸不良や硬化不良の懸念を解消した。また、新たに開発したstrandシート専用接着剤は不陸修正も行えるため、従来の連続シート工法に比べて施工手順が少なくなった(図3)。

strandシート工法によるシートとコンクリートとの付着強度については、従来の連続シート工法やFRPプレート工法と比べて高く、補強効果は同等以上であることが実験で確認されている(図4)。FRPプレート工法の不安材料だった重ね継手も、問題なく行えることを確認している。

炭素繊維を簾状に編み込む新発想

strandシート工法のキーテクノロジーである「strandシート」(写真3)は、まるで「簾」のように見え

図2 炭素繊維シート(トウシート工法)施工例

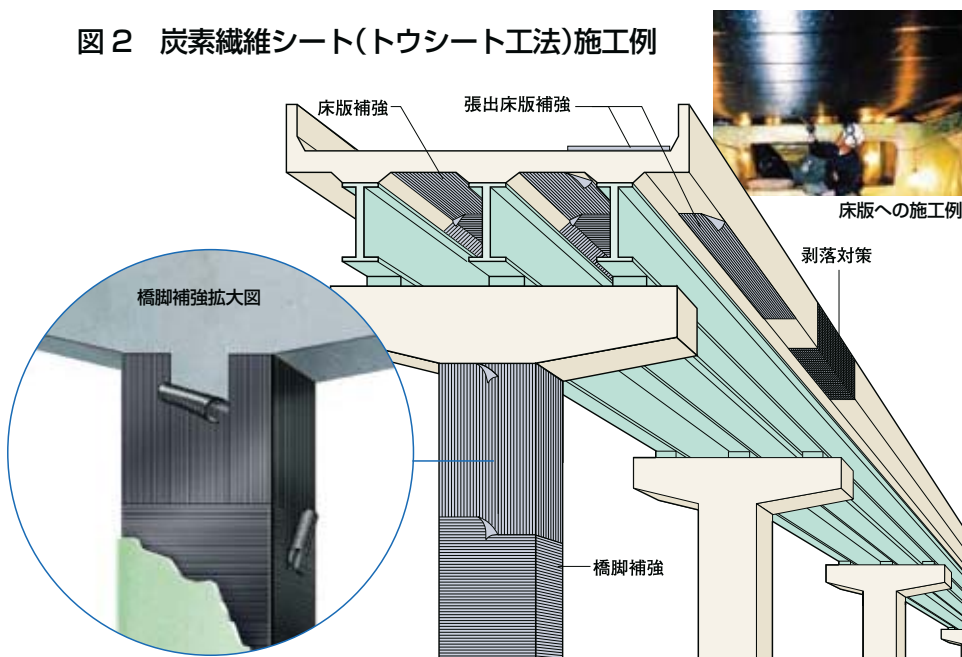
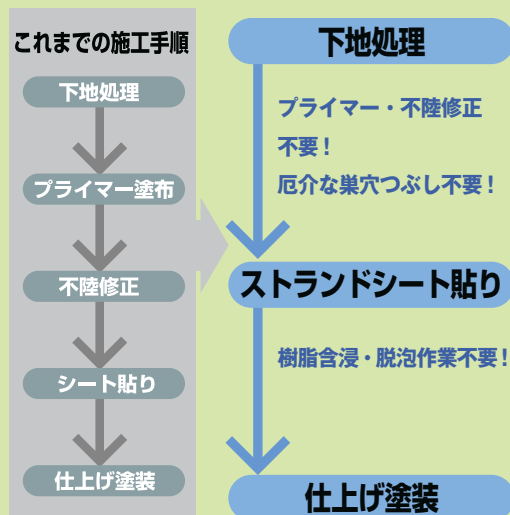


図3 strandシート工法施工手順



※1 FRP(Fiber Reinforced Plastics): 炭素繊維やガラス繊維などの繊維をエポキシ樹脂やポリエステル樹脂などで固めてつくる強化プラスチックの総称

※2 不陸: 平らでなく凹凸があること

る。直径5～10 μ mの炭素繊維を3,000～2万4,000本束ねて樹脂に含浸・硬化させた後、一定の長さの線材（ストランド）にして簾状に編み込んだ構造になっている。ストランドシートの開発について、同社社会資本材料事業部技術部長の小林朗は次のように振り返る。

「連続繊維シートとFRPプレートの長所を取り入れた『ストランドシート』という新素材を発想した当時、竹ひごのように細いFRPストランドを大量生産したことも、FRP化した線材をシート状に織ったこともありませんでした。最初は趣味工作で使われるような小型織機を使い、幅2cm・長さ2mのシートを1枚織り上げるのに2日もかかりました。姫路工場で手織りしたサンプルを、日本大学工学部建築学科に持ち込み、補強材としての特性を計測したところ、従来のシートやプレート補強よりも強度や耐力が大幅に向上することが明らかになりましたが、やはり問題は量産化技術です。姫路工場と本社の技

術スタッフが協力して、当社がCFRP（※3）ロッドなどの先端建設材料の製造で培った先進的なFRP成型技術と、日本の伝統工芸である簾織りの技術を合わせて活用することで、月産数千㎡の生産体制を整えることに成功しました」

時間制約のある施工現場で採用

昨年8月の技術公表以来、海岸の河口近傍で潮の干満のため十分な施工時間が取れない河川橋の床版補強工事（国土交通省広島国道事務所）や、工事による交通規制時間短縮のため「首都高速道路のトンネル補強工事」（5頁に関連記事）に採用されるなど、すでに10件の受注実績をあげている。さらに昨年10月には、国土交通省の新技术・新工法活用制度であるNETIS（※4）に新規登録された。今後の展望について、同社社会資本材料事業部トウシート部長の渡部修は次のように語る。

「当社の従来工法であるトウシート工法の実績によって、炭素繊維がコンクリートや鋼構造物の補修・補強に有効であることが、すでにユーザーに広く認知されており、その点で、従来工法を進化させたストランドシート工法は比較的早く受け入れていただくことができました。今後は、寒冷地でも使用可能な樹脂開発や、生産コストのさらなる低減のためシートの連続生産技術の開発に取り組み、海外展開も視野に入れた息の長い社会資本材に育てていきたいと考えています」



日鉄コンポジット(株)
社会資本材料事業部
技術部長
小林 朗



日鉄コンポジット(株)
社会資本材料事業部
トウシート部長
渡部 修

お問い合わせ先 ————— 新日鉄マテリアルズ(株) 企画管理部 企画・総務グループ TEL03-6859-6111
日鉄コンポジット(株) 社会資本材料事業部 トウシート部 TEL03-5623-5558

図4 ストランドシートによるRCはり曲げ補強効果



- 最大の曲げ能力の向上
- 降伏耐力の向上、既設鉄筋応力の低減
- 連続繊維シートやプレート同等以上の付着強度

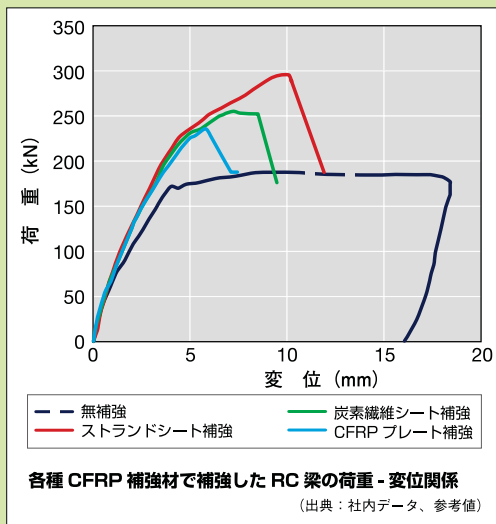
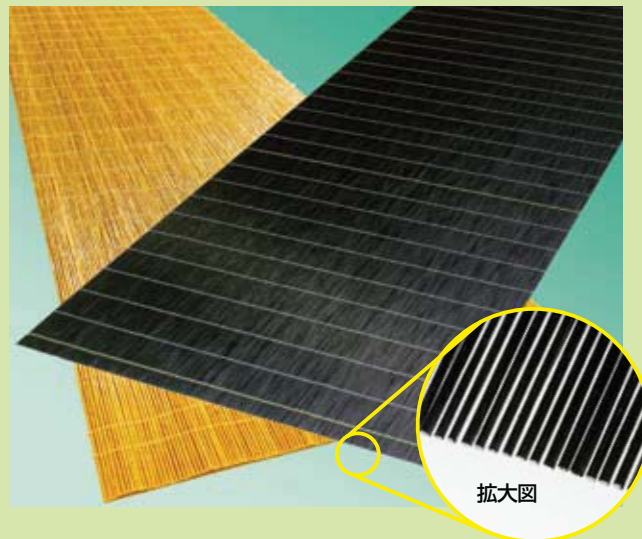


写真3 ストランドシート



※3 CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics)：FRPの一種。炭素繊維を樹脂で固めてつくる強化プラスチック

※4 NETIS (New Technology Information System)：国土交通省が運用している新技术情報提供システム。コスト縮減、品質・安全の確保、環境の保全など、公共工事を取り巻く課題を解決するとともに、技術力に優れた企業の育成や民間分野での新技术開発に向けた取り組みの促進などを図る目的で構築された。新技术に関する情報収集や発注者間での共有、現場への試行導入の手続き、導入効果の検証・評価を体系化し、インターネットを通じて一般公開している

「ストランドシート工法」採用事例

首都高速新宿線信濃町トンネルの補修・補強工事

首都高速4号新宿線信濃町トンネルの補修・補強工事に、「ストランドシート工法」が採用された。工事に至る経緯について、首都高速道路(株)西東京管理局保全設計第一グループ上級メンバーの鈴木寛久氏は次のように説明する。

「当社は常に安全で円滑な交通を保つため、すべての道路構造物に対し、さまざまな技術を駆使した点検を計画的に実施しています。1964年から供用開始している信濃町トンネルは、2002年度の定期点検の際、天井部に多数のひび割れが確認されました。原因を究明するため、2006年度まで追跡調査を行った結果、明治神宮外苑側の偏った土の圧力による影響およびトンネルの上の東京都道を走る車両の重さによる影響の可能性が高いことがわかりました。そこで、トンネル天井部の補強工事を行うとともに、コンクリート片の剥落事故などを未然に防ぐため、補修工事の実施を決めました」

工事は2008年10月から始まり、今年7月の完工を目指している。交通規制は1カ月あたり平均8日間で時間帯は深夜のみ。交通量の多い12月と3月や国賓などVIP車両の通行時には工事は行うことができない。ストランドシート工法の採用にあたって、同グループ上級メンバーの増井隆氏は次のように評価する。

「炭素繊維は道路橋補強工事などで採用実績を重ねており、強度を補う面で非常に優れた素材であるという信頼性があります。また、当該トンネルの施工現場で鉄板を持ち上げるとしたら大変な作業となりますが、炭素繊維シートは軽く、大がかりな足場設置が不要です。さらに、従来の連続繊維シート貼付に比べて、工事に伴う交通規制日数を



首都高速道路(株)
西東京管理局
保全設計第一グループ
上級メンバー
鈴木 寛久氏



首都高速道路(株)
西東京管理局
保全設計第一グループ
上級メンバー
増井 隆氏

大幅に縮減することができる点にメリットを感じました」

首都高速道路のネットワークは約300kmに及ぶが、高度成長期に多数建設され、供用開始から40年を超える路線が増加している。また近年、道路構造物について、延命化による更新時期の平準化と維持管理から更新までのトータルコスト縮減を図るため、橋梁やトンネル、舗装など道路の損傷や劣化を将来にわたり把握し、最も費用対効果の高い維持管理を行うための総合的資産管理(アセットマネジメント)システムの構築が急がれている。

「当社では今後50年は使える道路構造物の管理を目指しています。交通規制をさらに減らすため、現場作業量を少なくしつつ、十分な補修・補強ができる技術開発に期待しています」(増井氏)。

ストランドシート工法は、道路を末永く使うためのアセットマネジメントを実現するため、道路構造物の適切な維持管理をサポートしている。

ストランドシート工法施工事例—首都高速4号新宿線信濃町トンネル



首都高速4号新宿線信濃町トンネル
施工現場 一車線を規制し作業を実施



信濃町トンネル補修前の
天井部ひび割れ状況



貼付工事



貼付完了