

連続繊維補修補強工法の使用実績の進展とアラミド繊維による最近の展開

■連続繊維補強工法の広がり

連続繊維補修補強工法に用いられる連続繊維シートには、炭素繊維とアラミド繊維が用いられている。性質は若干異なるが、両繊維とも軽量で高強度であり、樹脂を含浸・硬化させた連続繊維補強材とすることによって耐久性、耐候性に優れた複合材料として、土木・建築分野では RC 構造物だけでなく近年は鋼構造物の補修補強に用いられているほか、産業用資材として幅広く用いられている。

連続繊維補修補強工法への両繊維の適用は 1980 年代からまっているが、企業単独での技術開発から、産学官合同での適用性 拡大に向けた技術開発により公的な指針等が整備されるにたっている。さらに、民間では、建設業界とメーカーが一体となって実務的な研究開発を進めており、多様な工法が幅広く活用されるにいたっている。両繊維シートを代表する団体が、1994 年設立された「炭素繊維補修・補強工法技術研究会」及び 1996 年設立された「アラミド補強研究会」であり、両団体は現在、一般社団法人繊維補修補強協会の特別会員となっている。

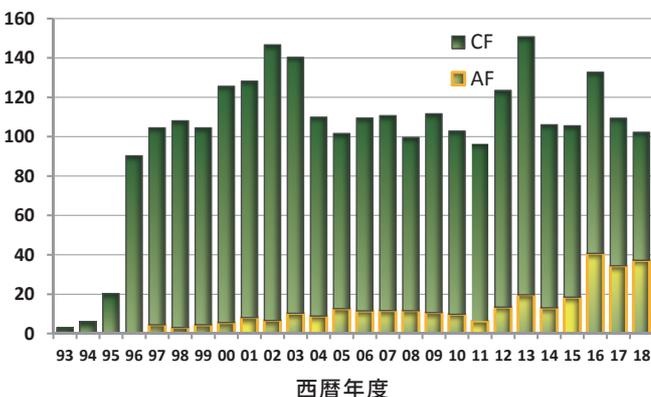
両団体では、連続繊維シートの施工実績を年度ごとに取りまとめとしており、協会ではこの両者の施工実績をあわせて、連続繊維補修補強実績としている。図 1 に 1993 年以降の年度別実績を示すが、1995 年に発生した阪神淡路大震災の被害復興に大きな役割を果たして以降、年間 100 万～150 万㎡の補修補強実績により構造物の耐震化や耐久性向上に貢献していることが確認できる。

ド繊維の非導電性の特性を生かして、外部迷走電流の侵入防止など建物の電氣的性能を要求される施設の鉄筋代替材として活用がはじまった。土木分野では PC 鋼材に変わる緊張材としても開発が進められた。1995 年の阪神淡路大震災の復興期には、アラミド繊維シートとして耐震補強分野への適用が始まったが、炭素繊維シートよりも出遅れ感があり、普及はあまり進まず、主として鉄道関係の土木系構造物の補修補強が主体となっていた。しかしながらアラミド繊維を扱う各社の努力により、建築分野では炭素繊維シートとならんで一般財団法人日本建築防災協会の指針（1999 年初版）や、土木分野では公益財団法人鉄道総合技術研究所の鉄道高架橋の指針、日本道路公団（当時）指導による道路橋脚補強指針等の編纂協力をするなどの普及を図ったことから、建築分野の耐震補強や鉄道・トンネル、道路橋脚・道路床板などの分野で徐々に実績は拡大してきた。

2011 年に発生した東日本大震災の被害復興においてもアラミド繊維による連続繊維補強工法は大きな役割を果たしていることが伺え、施工実績の年度推移に特徴的に示されるのは、それまで全体の 5～10%の比率でとどまっていたアラミド繊維シートが徐々にその比率を高めており、2015 年度以降は 20%前後（20 万～30 万㎡）までその比率を高めていることが認められる。

このように着実な普及実績を積み上げてきていたが、近年の施工実績の急増は大型工事への継続的採用がその背景となっている。その一つが、2015 年より始まった名古屋高速道路公社の道路高架橋の床板改修工事であり、もう一件は、本州四国連絡高速道路株式会社の鉄道道路併用橋の補強工事である。

万㎡ 連続繊維補修補強工法施工実績（延べ面積）の年度推移



連続繊維補修・補強工法技術研究会およびアラミド補強研究会調査による
図 1 連続繊維補修補強工法の施工実績推移

両繊維シートの使用比率は、当初は炭素繊維（CF）がそのほとんどを占めていたが、アラミド繊維（AF）は徐々に適用実績を拡大しており、特に 2015 年以降は全体の 20～30%を占める勢いにある。アラミド繊維による構造物の耐震補強工法の進展がうかがえる最近の実績の急増の背景などを、この工法に携わるゼネコン・メーカー各社が参加するアラミド補強研究会事務局にお話を伺った。

■アラミド繊維による構造物補強

1. 普及への流れ

アラミド繊維の建設分野への利用は、当初はアラミド繊維ロッドとして炭素繊維とほぼ同じところに適用が始まっている。アラミ



写真 1 道路床版の補強例



写真 2 道路橋脚の補強例

2. 大型工事への採用

①名古屋高速道路公社・道路床板補強工事

アラミド繊維シートによる補強の道路床板への補強は、輪荷重走行試験による疲労強度性能の確認により、その補強性能が認められたことに始まっている。その後、床板への適用性から、従来のアラミド繊維が一方方向に並べられ成型された一方方向シートに代わり、二方向に繊維を並べたシートが開発され施工性の良さと共に補強性能が確認されたことから、道路床板への適用が認知された。名古屋高速道路公社での道路床板補強工事にあたり、この二方向シートの適用が評価されるに至り、2015年度より2018年度まで、多くの区間の補強工事に採用されるにいたった。

②本州四国連絡高速道路(株)・鉄道道路併用橋の補強工事

南海トラフ地震への備えが進められている本州四国連絡高速道路(株)では、淡路・瀬戸中央道・しまなみ海道3路線にわたる高架橋の耐震補強が進められている。鉄道併用橋でもあり、アラミド繊維シートへの理解は高かったことも幸いして、最初に淡路島での茶間川アーチ橋に採用されて以降、2015年度から始まった瀬戸中央道の各橋への採用が進められた。多くが高架橋のせん断補強で、一部に段落し部の補強がある。



写真3 連続繊維シート補強例：本州四国連絡高速道路(株) HP より

3. アラミド繊維による構造物の補修・補強の今後の目標

これまでの実績を基に引き続き、土木・建築分野への普及を推進したい。特に東南トラフ地震対策など西日本の鉄道、道路などを中心にさらに一層の耐震補強が2026年を目標に進められており、この地域での実績を基に更なる普及を図りたい。一方、炭素繊維が航空機や自動車、スポーツレジャー製品などへの適用で高い知名度を誇っている反面、アラミド繊維は産業用資材としては大変幅広く用いられているにもかかわらず、一般的には知名度がやや低い感がある。特定顧客への大型案件を受注することへの継続的努力が必要であるが、新たな顧客開発に向け、これまでの実績を背景により細やかな普及展開を進めてゆきたい、とのことである

今回は、炭素繊維シートのこれまでの歩みなどを炭素繊維補修・補強工法研究会にお伺いする予定である。