

連続繊維補修・補強工法と資格制度

(一社) 繊維補修補強協会

1 連続繊維補修・補強工法と 施工技術者資格制度の発足

連続繊維補修・補強工法（以下、連続繊維補強工法）は、シート状に成形された炭素繊維やアラミド繊維に樹脂を含ませて、構造物の表面に接着した後、樹脂の硬化によって連続繊維補強材（FRP）が形成されることで、構造物に発生する応力を一部負担し、強度を補う工法である。また、構造物を外環境から遮蔽し、耐久性・耐候性を向上させる機能も備えている。

炭素繊維およびアラミド繊維は、軽量、高強度、高耐久性などの優れた特質を備える材料である。日本国内では、これらを構造物材として利用する技術は1980年代から始まっているが、特に、1995年に発生した阪神・淡路大震災によって、既存構造物における耐震性向上の必要性が再認識されたことで、効果的な耐震補強工法と

して期待が高まり、急速に適用が拡大した。さらに、2011年3月11日に発生した東日本大震災では、連続繊維補強工法が適用された構造物において、倒壊などの被害は報告されておらず、その補強効果が実証されることになった。

同工法は、鉄筋コンクリートによる増厚補強、あるいは鋼板巻立て補強といった従来の補強工法よりも、設計面において補強断面や躯体重量の増加が小さい。また、施工面では短工期・重機不要で、作業が簡便といった特徴がある。

補強対象となる構造物は、建築分野においては、既存鉄筋コンクリートや既存鉄骨鉄筋コンクリート建築物の柱、梁および壁である（写真1）。また、土木構造物では、鉄道高架橋、道路橋の橋脚や床板、トンネル・煙突の補修・補強などにも適用されている（写真2）。

連続繊維補強材を用いた建築物の耐震補強工法に関する設計・施工方法の確立、および品質

管理に向けた公的な取り組みは、1996年からはじまった建設省（現・国土交通省）の総合技術開発プロジェクト「新技術による既存建築物の耐震性向上技術の開発」において、(一社) 建築研究振興協会内に設けられた「連



写真1 建築構造物施工例



写真2 土木構造物施工例

統繊維シート工法検討委員会」と、建設省建築研究所との間で行われた共同研究の成果が基礎となっている。この共同研究では、同技術を社会に定着させるための、技術者の教育研修制度についても言及されている。

これらの成果を踏まえて、1999年9月には、(一財)日本建築防災協会から『連続繊維補強材を用いた既存鉄筋コンクリート造および鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計・施工指針』(2010年改訂。以下、建防協指針)が発行された。同書は現在、既存建築物を対象とした連続繊維補強工法に関する公的な指針として活用されている。

また、建防協指針の発行を受けて、施工技術と品質の信頼性を確保し、同工法の健全な普及・展開を図ることを目的として関係団体が一体となり、1999年10月に(一社)繊維補修補強協会が設立された。

このような背景のもと、当協会は日本で唯一の同工法における施工技能者、および施工管理技術者の育成機関として、「連続繊維施工士」および「連続繊維施工管理士」の資格制度を運用しており、建防協指針の内容に準拠した研修会の開催と、検定試験による資格の認定を行っている。

2 連続繊維補修・補強工事の施工

炭素繊維(写真3)およびアラミド繊維(写真4)による連続繊維補強工法は、既存建造物の表面に、連続繊維補強材という構造部材を現場で形成する工法である。したがって、施工の信頼性を確保することが大変重要であり、補強工事に関する一般的な工事管理に加えて、同工法に特有の材料や施工方法に関する知識と経験を



写真3 炭素繊維シート

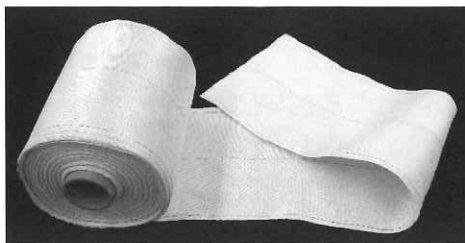


写真4 アラミド繊維シート

備えた施工管理者、および習熟した施工技能者が工事に従事することで、確実な施工を行うことが求められる。

工事内容は、炭素繊維ないしアラミド繊維を成形した連続繊維シートにエポキシ樹脂またはメタクリル樹脂を含浸・硬化させた連続繊維補強材を、既存鉄筋コンクリート造ないし鉄骨鉄筋コンクリート建造物の表面に、一体的に形成させる作業であり、既存構造部材の強度・靱性と耐久性を向上させる。

構造部材となる連続繊維補強材は、連続繊維シートと含浸接着樹脂によって構成されるが、対象とする柱や梁・壁といった部材の強度や耐久性を向上させるためには、シートに樹脂が十分に含浸した上で、繊維の直線性を保った連続繊維補強材を構造物表面に密着して形成し、被補強部材と一体化させることが重要である。また、被補強部材の隅角部や連続繊維補強材の継手、開口部などに局部的な弱点を生じさせないような施工上の配慮も必要になる。

さらに、下地となる既存コンクリート建造物の断面修復や、表面処理など特有の施工プロセスが必要とされる(写真5)。これらに対する理解や材料の選択にまつわる判断、施工における手法や技能については、従来の土木・建築に関わる一般的工種とは異なった知識や技量が必要となる。

補強対象となるのはさまざまな既存建造物であり、その状態も多様である。施工環境についても、寒冷地から暑熱下、屋内や屋外など、気

温・湿度が異なるさまざまな場面で施工することが求められる。連続繊維補強工事は、工事管理者や作業者の技量によるところが大きく、材料や工法の特性に沿った正しい選択と作業を行うことで、初めて同工法の性能を発揮することができる。

3 連続繊維補修・補強工事における資格者の職務と役割

このように、連続繊維補強工法の性能を確実に発揮し、工法の信頼性を確保するためには、材料や工法に関する正しい知識にもとづいた、適切な施工が着実に行われることが重要である。前述したように、当協会では同工法の施工に携わる技術者・技能者に対して、連続繊維施工士および連続繊維施工管理士の2種類の資格を認定し、登録・表示を行っている。

当協会では、両資格者の資質を次のように定義している。

- ・連続繊維施工士：連続繊維補強工事における、施工の品質を保証するに十分な施工技量を有する技能者とする。
- ・連続繊維施工管理士：連続繊維補強工事における、工事の品質を保証するに十分な計画、管理、施工、検査に関する高度な技術を有する技術者とする。

また、両資格者は協力して連続繊維補強工事の品質の向上に努めるものとし、その基本的役割を次のように定めている。

- ・連続繊維施工士の基本的役割
 - ①仮設などの作業準備工の実施
 - ②施工前の状態および施工可能な条件の確認
 - ③施工の実施
 - ④施工結果の確認および施工管理士への報告
 - ⑤品質検査用供試体の作製
- ・連続繊維施工管理士の基本的役割
 - ①施工要領書の作成、および施工計画の策定に対する助言



写真5 連続繊維シートの施工状況

- ②材料の発注・受入・確認などの管理
- ③施工方法の指示および作業状態の確認などの管理
- ④品質検査の立会い
- ⑤施工報告書の作成および報告

さらに、資格登録者の義務として、職務に対する信義誠実の原則のほか、同工法の施工に対する信頼性の確保に向けた、資格者自身の施工技術・技能向上への努力、自己の管理下にある者に対する十分な指導、並びに関係法令・施工手順の遵守・監督などを定めている。

4 資格の取得と登録および更新

4.1 資格取得要件

両資格の取得要件については、工事に関する基本的な知識・経験を持つ者として、次のように定められており、連続繊維補強工法に対する固有の知識・技能を習得するために、事前の研修会への参加を義務付けている。

・連続繊維施工士においては、連続繊維補強工事の施工実務経験（補助業務を含む）を2年以上有する者としており、所属事業所などの施工経験証明を求めている。

・連続繊維施工管理士においては、次の公的資格を保有する者、または十分な工事管理経験を保有する者としている。

- ①1級または2級建築施工管理技士、1級または2級土木施工管理技士、1級または2級建築士、建設部門の技術士のうちいずれ

かの資格保持者

- ②連続繊維施工士の資格を有する者で、資格取得後に工事管理実務経験を1年以上有する者
- ③工事管理実務経験を3年以上有する者

4.2 研修会の受講

連続繊維補強工法では、前

述したように工法特有の材料や施工技術、管理知識などの習得が必要とされることから、当協会では協会独自の研修会用テキストを編集しており、同テキストによる事前の自己学習を基本とした研修会を開催している(写真6)。

テキストは、工法の概要、材料、施工、品質管理・安全衛生などの項目、およびこれらに対する補足資料から構成され、毎年、内容の見直しとともに改訂が行われている。また、連続繊維施工士向けには、施工手順に関わる動画を収めたDVDが編集されている。これらの教材は、研修会に先立って受講者に配布され、事前の予習が奨励される。

なお、連続繊維施工管理士研修会は、開催に際して、(一社)全国土木施工管理技士会連合会の継続学習制度(CPDS)の認定を取得している。

4.3 資格検定試験

資格検定試験は、連続繊維施工士に対しては筆記試験および実技試験、連続繊維施工管理士に対しては筆記試験が課せられる。

連続繊維施工士の実技試験は、実際の柱・梁架構を模した試験架台を用いて、下地仕上げから、含浸接着樹脂を用いた連続繊維シート張付け工事に至るまでの作業を実施し、一定の時間内で作業を終えられるか、正しい施工手順・作業内容を遵守しているか、さらに仕上りは良いかといった多数の項目を、複数の検定員が評価することで行われる(写真7)。



写真6 研修会受講風景



写真7 実技試験風景

4.4 資格の登録

資格検定試験合格者は、申請に応じて当協会が登録資格者として認定し、資格証を発行するとともに、工事発注者など外部に向けて公表している。

なお、資格登録者は、施工技術の改良・進展および基・規準の改正、材料の改良・更新による技術状況の変化といった新しい情報に対応しなければならないため、登録資格には有効期限(初回3年、以降5年)を定めるとともに、一定の要件のもと、資格の登録更新制度を設けている。資格登録者に対しては更新時、および逐次の会報などを通じて、技術動向の変化を含めた最新の情報を提供している。

5 登録資格者の公的指針などにおける位置付けと制度の運用

5.1 登録資格者の位置付け

連続繊維補強工事は、施工の信頼性確保が重要となることから、公的な指針においても、資格者による工事管理や施工を行うことが記述されている。建築関係では、国土交通省大臣官房官庁営繕部発行の『建築改修工事標準仕様書(平成31年版)』、土木関係では、(公社)土木学会発行の『FRP接着による構造物の補修・補強指針(案)』などである。

また、当協会の資格者制度については、次の公的指針類において連続繊維施工士、連続繊維施工管理士資格者の活用が推奨されている。

- ①建築基準法告示一部改正（平成18年国土交通省告示第314号：改修工事の工法選択範囲拡大）の際の技術的助言（国土交通省住宅局建築指導課長通達「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」2006年4月）
- ②国土交通省官庁営繕部監修『建築改修工事監理指針（令和元年版）』
- ③建防協指針（2010年改訂版）

5.2 資格制度の運用状況

連続繊維施工管理士は、毎年約4回の研修会と、同時開催される資格検定試験を通じて資格者としての知識・能力を評価しており、合格者のほぼ全員が、当協会の登録資格者となっている。毎年100～150人が、登録資格者として誕生している。

また、連続繊維施工士は、毎年2～3回の研修会と、同時開催の資格検定試験により、資格者としての技量を測っており、合格者のほぼ全員が登録資格者となっている。施工の実技に関わる試験を行う関係上、一会場において多くの受験者を受け入れる状況にないことが課題ではあるが、毎年50～60人の資格者を認定している。

制度の発足から20年を数えるに至り、2019年9月末の時点で、連続繊維施工士1362人、連続繊維施工管理士2957人、合計4319人が資格者として登録され、全国各地の工事現場で活躍している（図）。

6 今後の展望

建設技能者の地位向上や個々人の能力の評価など、建設業の人材育成における課題の解消に向けて、技能労働者の資格などを業界共通の基準で評価しようとする全国的な仕組み（建設キャリアアップシステム）の運用が、2019年4月から開始された。当協会の資格者も登録が予定されており、今後ますます資格制度の重要性が増してくるものと期待される。

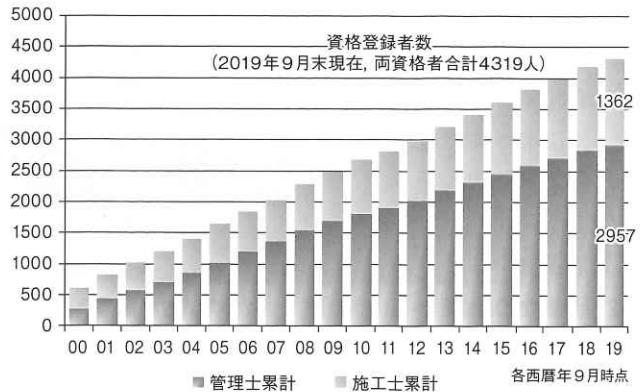


図 連続繊維施工管理士・連続繊維施工士登録者数の年度推移

現在、公共工事においては、前述の指針にもとづき、資格者が現場で従事することを発注者側が受注の要件として採り入れつつある。また、民間工事においては、発注者ないし設計者や工事管理者が、工事の実情に応じて資格者の従事を求めている状況である。

既存構造物の補修・補強工事は、今後ますます社会的なニーズが高まる分野であり、当協会の登録資格者が、これらの工事に欠かすことのできない人材として社会から求められ、工事現場で大いに活躍し、信頼性の高い施工を通じて、社会に貢献していただくことを期待する次第である。

（事務局）

参考文献

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課監修『2010年改訂版・連続繊維補強材を用いた既存鉄筋コンクリート造および鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計・施工指針』（一財）日本建築防災協会、2010
- 2) 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修『建築改修工事監理指針（令和元年版）』（一財）建築保全センター
- 3) 『連続繊維補強コンクリート系構造設計施工指針案』（一社）日本建築学会、2002
- 4) 『FRP接着による構造物の補修・補強指針（案）』（公社）土木学会、2018
- 5) 『講座 連続繊維補強材によるコンクリート構造物の補修・補強入門』コンクリート工学Vol.53, No.2～4, 2015