

Re

2014.4 NO. **182**

Building Maintenance & Management

特集 | 災害から学ぶ



- ▶インタビュー この人に聞く 吉野 博 4
 ▶訪ねてみたい このまち・この建築：越前，北国街道を行く—福井県 奥田一夫 6

特集 | 災害から学ぶ

- 大地震から学んだこれからの建築とまち
 災害史に学ぶ 和田 章 9
 災害リスクマネジメント 北原糸子 15
 地すべり災害に学ぶ 高橋孝一 21
 古来よりの歴史に学ぶ 釜井俊孝 25
 震災が教える社会工学的アプローチ 高村功一 29
 防災気象情報の問題点 宮村正光 33
 協働減災が試された2000年有珠山噴火と次への備え 関谷直也 37
 施設管理の法的責任と自然災害 岡田 弘 41
 大震災発生時における東京都内の交通規制について 大森文彦 45
 東日本大震災における NTT グループ 竹内秀城 47
 情報通信ビルの復旧活動について 小牟田 保 51
 女川町震災復興へのプロセス 玉置なつ子 55
 東日本大震災から得た教訓とビルの備え 森トラスト(株) 59
 COLUMN ①アートを通じて記憶を伝えること 五十嵐太郎 63
 COLUMN ②小惑星が衝突するとき 高橋典嗣 65

<シリーズ> 維持管理の資格と技術

- 連続繊維補修・補強工事に携わる技術者の資格制度とその現状
 (一社)繊維補修補強協会 67

- BMMレポート ● 国家機関の建築物等の保全の現況 国土交通省 71
 ● 平成26年度建築保全業務労務単価について 国土交通省 75
 ● 東大阪市における公共施設マネジメントの
 取組みについて 高橋伸吾 77
 ● 一人の女性職員から見た宝塚市役所本庁 橋本佳代子 82
 ● 東京都庁第一本庁舎・第二本庁舎における
 長周期地震動対策への取組 中川昇一 86
 ● 「建築ストックの時代の公共建築の現況と課題に
 関する調査(2013)」の概要報告 矢島俊明 90

連続繊維補修・補強工事に携わる技術者の資格制度とその現状

(一社)繊維補修補強協会

1 連続繊維補強工法と施工技術者資格制度の発足

連続繊維補修・補強工法は、シート状に成形された炭素繊維及びアラミド繊維に樹脂を含浸させるとともに、その樹脂により構造物表面に接着させ、樹脂の硬化によって、被接着部材に発生する応力を一部負担してその強度を補う工法である。さらには構造物の耐久性・耐候性を向上させる機能も有している。補強対象となる部材は、主に既存鉄筋コンクリート構造物及び既存鉄骨鉄筋コンクリート構造物の柱、梁、壁並びに煙突である。また道路橋の橋脚補強や床板等の補修、補強にも適用されている。

特に、1995年に発生した阪神・淡路大震災を契機に、既存構造物の耐震補強の必要性が再認識されるに伴い、効果的な耐震補強工法としての認識が高まり、施工実績が大幅に拡大するようになった。また、大地震に対する耐震補強の効果は実験では確認されていたが、2011年3月11日に発生した東日本大震災において、炭素繊維やアラミド繊維を用いた連続繊維シートによる既存柱の耐震補強工法(以下、「連続繊維補強工法」という。)が適用された構造物の倒壊等の被害は報告されておらず、図らずも実際にその補強効果は実証されることとなった。

炭素繊維、アラミド繊維は、鋼材(鉄筋、鋼板)



写真1 連続繊維補強施工例

に比べて高強度、軽量かつ耐久性に優れている。そのため、連続繊維補強工法は、鉄筋コンクリートによる増厚補強あるいは鋼板巻き立て補強等の従来の補強工法よりも、施工性、耐久性及び補強の信頼性に優れているという特長がある。

連続繊維補強工法の設計・施工方法及び品質管理についての公的な取組みは、1996年から始まった建設省の総プロの共同研究「構造物の耐震性向上技術の開発」において、高性能で施工性に優れた新技術の適用を図るため、(社)建築研究振興協会に設けられた連続繊維シート工法検討委員会と建設省建築研究所との共同研究の成果が基礎となっている。この共同研究では、連続繊維補強工法の材料、設計、施工、品質管理等に係る技術のみならず、この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も言及されている。これらの成

果を踏まえ、1999年9月に、(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及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」(以下、「建防協指針」と記す。)が発行され、その後、2010年に改定され、本書が建築物を対象とした連続繊維補強工法に関する唯一の公的な指針となっている。

炭素繊維またはアラミド繊維を一方向に敷き並べてシート状に成形した材料(以下、「連続繊維シート」という。)に含浸接着樹脂を現場で含浸・硬化させた連続繊維強化プラスチック(以下、「連続繊維補強材」という。)を用いた耐震改修では、一般的な補強工事に関する工事管理に加えて、連続繊維補強工法に特有の材料及び施工技術の知識と経験を有する施工技術者が従事することが求められる。そこで、建防協指針の発行を受けて、連続繊維補強工法の施工技術と品質の信頼性を確保し、工法の健全なる普及・展開を図ることを目的として、1999年10月、「繊維補修補強協会(略称：FIRST協会)」が設立され、2011年10月に一般社団法人化された。

(一社)繊維補修補強協会では、この設立目的を踏まえ、建防協指針の内容に準拠して、我が国で

唯一の機関として連続繊維補強工法の施工管理技術者及び施工技能者を対象とした研修会の開催と資格認定試験を実施しており、連続繊維施工管理士及び連続繊維施工士の教育研修による育成と資格認定・登録管理を行っている。

2 連続繊維補強工法の施工

連続繊維シートによる補修・補強工事は、主として既存鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造構造物を対象に行われている。本工事は、エポキシ樹脂またはメタクリル樹脂を含浸させ硬化させた連続繊維補強材を構造物表面に一体的に形成させる作業であり、このことにより、既存構造部材の強度と耐久性を向上させる。

炭素繊維は、原料及び製造方法によりPAN系とピッチ系に分類され、繊維の直径は5～18 μm 程度の極細繊維である。また、アラミド繊維はナイロンと同種の合成繊維で、その構成により単重合系と共重合系に分類され、いずれも繊維直径は12 μm 程度の極細繊維である。本工法の主要材料である連続繊維シートは、これらの連続繊維を一定数束ねたストランドを用いてシート状に加工成形した材料であり、成形の形態は利用性を考慮

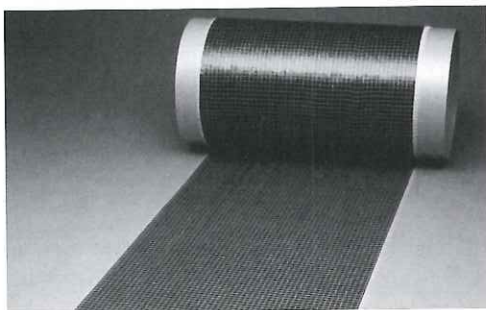


写真2 炭素繊維シート(例)

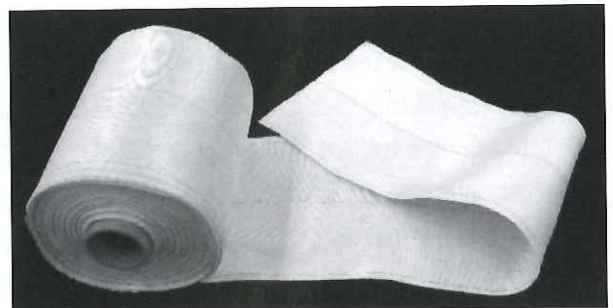


写真3 アラミド繊維シート(例)

したメーカー各社の工夫が見られる。

含浸接着樹脂として用いられるエポキシ樹脂は1分子中に2個以上のエポキシ基と呼ばれる反応基を持つ化合物の総称で、一般的には主剤と硬化剤からなる二液型の接着剤や塗料等の硬化物として、不溶不融の優れた特質から幅広い用途に用いられている材料である。また、メタクリル樹脂は、一般的にはメタクリルモノマーなどのラジカル重合により硬化する常温硬化型樹脂を呼称しており、速硬化性、低温硬化性等の優れた特質を持つ樹脂である。

主要材料であ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り構成されるが、対象とする部材の強度・耐久性等の性能を向上させるというメカニズムからは、連続繊維補強材を構造物表面に形成し、構造部材と一体化させることが重要な点である。したがって、連続繊維補強工法の施工には、連続繊維補強材に係る主要材料の扱いや施工技術だけでなく、下地となる既存コンクリート構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なる。

そのため、これらに対する知識やその扱い、施工手法や材料の選択判断、施工技能などは従来の土木・建築に係る一般的工種とは異なった技量及び知識が必要となっている。様々な既存構造物の多様な状態に対応し、寒冷地や屋外など様々な環境で施工することが求められる補修・補強工事において、材料や工法の特性に沿った正しい選択と施工を行うことによって初めて、連続繊維補強工法の優れた性能を発揮することができることになる。

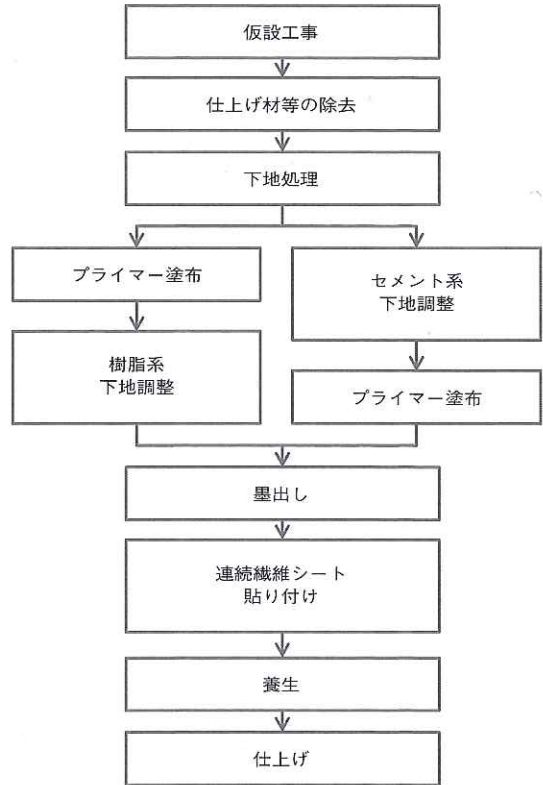


図1 標準施工フロー



写真4 連続繊維シートの施工状況

3 連続繊維補強工法における資格者の職務と役割

(一社)繊維補修補強協会では、連続繊維補強工法の施工に関わる技能または技術を有する者に対して「連続繊維施工士」及び「連続繊維施工管理士」の資格を認定し、登録・表示を行っているが、その制度運用のために資格制度に関する規程を設けている。その中で、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」は、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能を有する技能者とする。
- ・「連続繊維施工管理士」は、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、両資格者は共に協力して連続繊維補強工法の品質の向上に努めるものとしている。

4 資格者の位置づけと制度の運用

以上のような背景の下に運用されている、(一社)繊維補修補強協会の資格者制度は、次のような形態で公的に位置づけられ活用されている。

建築基準法関連では、2006年2月に改修工事の工法選択範囲拡大を目的として、炭素繊維及びアラミド繊維が建築基準法の下で利用できるように、建築基準法告示が一部改正(平成18年国土交通省告示第314号)された際の技術的助言(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」平成18年4月)において、当協会の技術者の活用が推奨された。また、国土交通省

官庁営繕部監修・(一財)建築保全センター発行「建築改修工事監理指針・平成25年版」並びに、2010年に改訂された建防協指針においても、施工管理技術と施工技能を有する資格者として(一社)繊維補修補強協会の連続繊維施工管理士・連続繊維施工士による施工が推奨されている。

この資格制度のうち、施工技能者である連続繊維施工士については、繊維補修補強協会発足時に協力をいただいた樹脂施工協同組合が従来組合員向けに運用していた強化繊維シート施工士などの資格者を受け継ぎ、当該資格者が本資格制度に一部承継された等の経緯はあるものの、1999年の協会発足により、新たに「連続繊維施工管理士」と「連続繊維施工士」の資格認定制度が創設・制定され運用されてきている。