

V-447

炭素繊維シート補強供試体の自然暴露試験

日本道路公団 正会員 中須 誠

日本道路公団 水上 善晴

1. はじめに

現在、鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強工法としては、従来から用いられている「RC巻立て工法」と「鋼板巻立て工法」に加えて、新素材を用いた「連続繊維巻立て工法」が用いられているのが一般的である。そのうち、「連続繊維巻立て工法」に使用される新素材としては、炭素繊維シートが多く用いられている。この「炭素繊維巻立て工法」は、主に各種試験結果をもとに設計手法が導き出されているが、未だ未解明な部分も残されている。そのなかで、炭素繊維シートで補強されたものの長期耐久性についても、データがほとんどない状況である。そこで、今後の長期耐久性の評価の参考になるものとして、JH試験研究所で行っている自然暴露試験の結果について報告するものである。

2. 試験概要

試験は、含浸・樹脂を含浸させた炭素繊維シート（以下、CFRPシートという。）の引張強度とコンクリートに炭素繊維シートを接着させた場合の接着強度の経年変化を把握する目的で行った。それぞれの試験供試体は、屋外（JH試験研究所屋上）に設置して、直後、半年後、1年後、3年後および5年後のデータを計測した。試験に使用した炭素繊維シートは、以下の3種類のものを使用した。

- ①炭素繊維（ピッチ系）の素線を一方方向に敷き並べてシート状にし、エポキシ樹脂を含浸させたもの。
- ②炭素繊維（PAN系）を①と同じようにシート状にし、ガラス繊維でクロス状に編んだもの。
- ③炭素繊維（ピッチ系）を①と同じようにシート状にし、エポキシ樹脂を含浸させていないもの。

また、炭素繊維の目付量としては、①と③が 175g/m^2 、②が 200g/m^2 である。

2. 1 引張試験

引張試験は、図1に示すような試験供試体とし、供試体の製作と試験の方法については、JIS K 7073「炭素繊維強化プラスチックの引張試験方法」に準拠して行った。供試体の個数は①、②、③それぞれ経年毎に6本製作した。

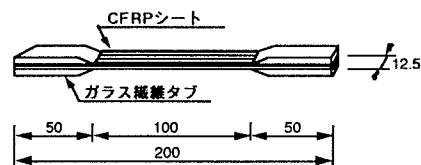


図1 引張強度試験供試体

2. 2 接着試験

接着試験は、試験供試体として $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ のコンクリート塊に炭素繊維シートを1層巻付けたものを使用し、JIS A 6909「薄付け仕上り塗料」の付着強さ試験に準拠して行った（図2参照）。供試体の個数は①、②、③それぞれ経年毎に3体製作した。ただし、試験は1体あたり $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の面を試験することで、4箇所のデータを測定した。そのうち一面は、コンクリート打設面にあたるが、レイタンス等の処理は行わないまままで接着した。また、基本的にCFRPシートの表面は保護せずに暴露したが、5年後についてはフッ素塗装による保護を行ったものも試験した。

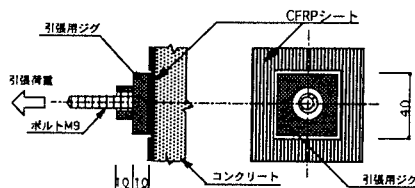


図2 接着試験概要図

キーワード：炭素繊維、暴露、引張強度、接着強度

〒194-0035 町田市忠生1-4-1 Tel 0427-91-1621 Fax 0427-92-8650

3. 試験結果

試験結果については、引張試験および接着試験それぞれ直後に試験したデータを基準として整理したものを示す。

3. 1 引張試験

写真1に引張試験後の試験供試体の様子を、図3に暴露時間と引張強度比の関係を示す。写真1は炭素繊維シートの違いにより、引張試験後の破壊性状が異なるため、2種類の写真を示している。ただし、この破壊性状の違いによる引張強度のレベル差は見られなかった。図3からもわかるように、暴露時間によって直後の引張強度と若干の上下はあるが、ほとんど引張強度が低下していないことがわかる。

また、目視による観察でもほとんど差異はなかった。

3. 2 接着試験

写真2に接着試験後の試験供試体の様子を、図4に暴露時間と接着強度比の関係を示す。図4から、5年後の接着強度が少し落ちているような結果になっているが、試験結果はレタンス等の処理を施さなかった面を除いてすべてがコンクリート母材での破壊形態を示しており、接着効果については問題がないものと考えられる。(実際に耐震補強を行う際にも、コンクリート母材破壊を確認することで、接着強度の合否を判定している。)ただし、レタンス等の処理を行っていない面については、CFRPシートとコンクリートとの界面で剥離しているものもあるため、実施工での下地処理の重要性が確認された結果となった。また、目視による観察では、CFRPシートの劣化はほとんど見られなかった。

一方、CFRPシートの表面に塗装を施した供試体についても、同様の試験結果が得られた。

4. おわりに

上記のような結果から、CFRPシートの引張強度およびCFRPシートとコンクリートの接着強度については、自然暴露で5年経過後の状態でも低下は見られなかった。一方、通常炭素繊維シートで補強した場合は、保護や景観等への考慮から表面仕上げをすることが一般的になっているので、試験自体は厳しい条件での結果となっていることもいえる。また、参考として両者について室内での促進暴露試験(JIS A 1415に基づき、サンシャインカーボンタイプのウエザロメーターを用いて2,000時間まで行った。)の結果¹⁾についても、自然暴露試験に比べて若干炭素繊維シートによるバラツキがあるものの、強度の低下は見られなかったことも報告されている。ただし、総合的に耐久性の評価を行う際には、CFRPシートによる補強が人力によるものであり、作業環境が耐久性に及ぼす影響があることも考慮しておく必要があると考えられる。

参考文献) 1) CRS研究会：炭素繊維シートを貼付けて補強したRC部材の要素試験、CRS研究

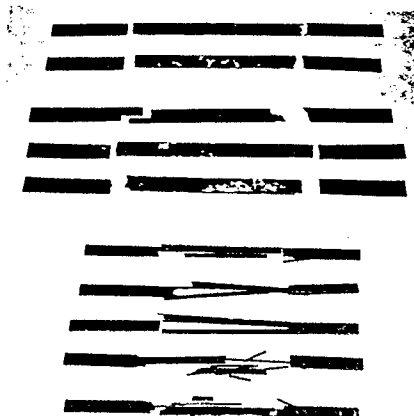


写真1 引張試験後の様子

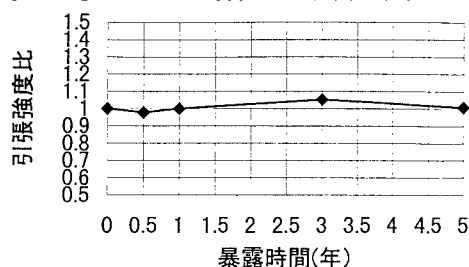


図3 引張強度比と暴露時間の関係

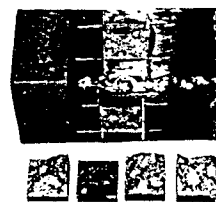


写真2 接着試験後の様子

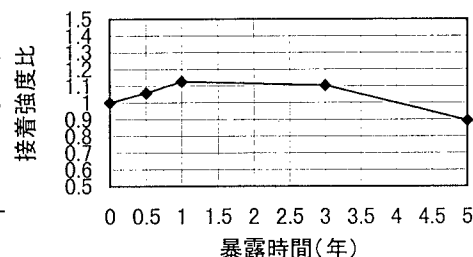


図4 接着強度比と暴露時間の関係