

電気防食機能を有する炭素繊維シート補強部材の曲げ性状

京都大学○学生会員 岡方 良一 正会員 山本 貴士
京都大学 正会員 服部 篤史 フェロー会員 宮川 豊章

1. はじめに

本研究では、電気防食機能を有する炭素繊維シート補強工法の確立を目的として、陽極システムを構成する材料のうち、導電性を付与した樹脂が、曲げ補強部材の曲げ性状に与える影響を検討した。また、荷重作用が防食効果(電位シフトとその分布)に与える影響を検討した。

2. 実験概要

炭素繊維シートを陽極材として用いるためには、含浸・接着樹脂に導電性が要求されるため、本検討では、エポキシ樹脂に炭素微粒子(以下、カーボンブラック)を添加することにより導電性を付与した。カーボンブラックの添加量が多いものほど導電性には優れるが、樹脂の粘度が大きくなり施工性が下がるため、本検討では、カーボンブラック含有率 5%の樹脂(高施工性樹脂)と 8%の樹脂(高導電性樹脂)、さらに従来の耐震補強に用いる普通樹脂の 3 種類を設定した。これらの樹脂と導電性プライマーを用いて炭素繊維シート(シート厚さ 0.11mm、引張強度 3400N/mm²、ヤング係数 2.3×10^5 N/mm²)を、供試体下面のスパン内、軸方向に一層貼り付けた。供試体の一覧を表 1 に示す。

供試体は図 1 に示すように幅×高さ×全長=100×200×1600mm であり、2-D13(SD295A)の単鉄筋はりとした。また、曲げ補強後も曲げ破壊が先行するように、せん断補強として、D6 スターラップ(SD295A)を間隔 60mm で配筋した。また、コンクリートの目標配合強度は $f'_{cr}=24$ N/mm² とした。

荷重は、スパン長 1400mm に対し曲げスパン 300mm の一方方向対称 2 点荷重とし、 $(2n-1)\delta_y \times 1$ の繰返しとした。降伏荷重時変位 δ_y は、No.1 供試体の荷重-変位曲線の屈曲点から定めた $\delta_y=5.22$ mm とした。また、終局は、荷重-変位曲線の包絡線上の荷重低下領域で、荷重が降伏荷重まで低下した点とした。なお、導電性を付与した樹脂を使用した供試体に関しては、荷重時に分極量 100mV を目標として防食電流を通電するとともに、側面で鉄筋電位(vs Ag/AgCl)を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位曲線 シート剥離時付近までの荷重-変位曲線を図 2 に示す。図中には剥離時の変位をあわせて示した。これより降伏後の剛性に差は見られないものの、導電性を付与した樹脂とプライマーを用いたものの方が、剥離時の変位が小さくなっていることが分かる。導電性を付与した樹脂では、プライマーにもカ

表 1 供試体一覧

No.	載荷方法	補強方法	樹脂	載荷時電流
1	一方向	無補強	-	無
2	一方向	曲げ	普通	無
3	一方向	曲げ	高施工性	無
4	一方向	曲げ	高施工性	有
5	一方向	曲げ	高導電性	無
6	一方向	曲げ	高導電性	有

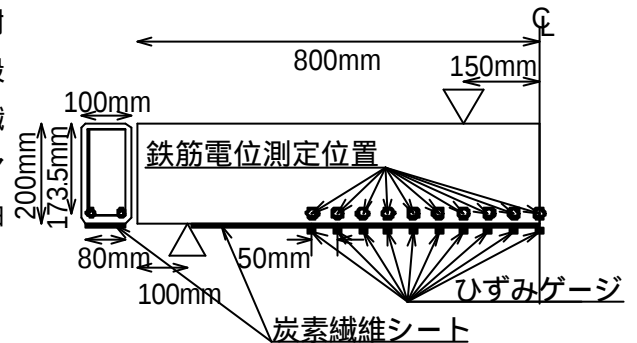


図 1 供試体形状

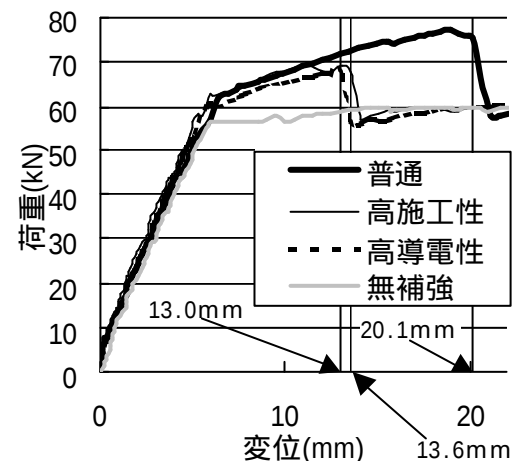


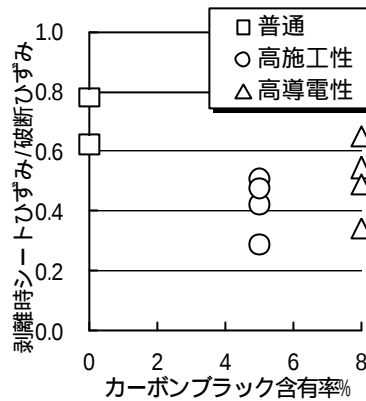
図 2 荷重-変位曲線

キーワード：炭素繊維シート、導電性樹脂、曲げ補強、電気防食

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL:075-752-5102 FAX:075-752-1745

ーボンブラックを添加していることから、プライマーのコンクリートへの含浸が十分でなく、プライマーとコンクリートの剥離が早期に生じたものと考えられる。

3.2 剥離時シートひずみ 剥離時におけるスパン中央のシートひずみを図3に示す。導電性樹脂を用いた供試体の方が、普通の樹脂よりも、剥離時のシートひずみが小さく、破断ひずみ(16000 μ)のおおよそ50%となった。



3.3 最大荷重 樹脂の違いが最大荷重に与える影響を図4に示す。導電性を付与した樹脂

図3 剥離時のシートひずみ

を用いたものの方が、剥離が早期に生じ、それに応じて最大荷重が小さくなる傾向を示した。ただし、曲げ補強した全ての供試体の最大荷重は、無補強供試体よりも大きく、導電性プライマーの接着性改善を念頭におけば、炭素繊維シート陽極システムの曲げ補強への適用は可能であるといえる。

3.4 消散エネルギー 樹脂の違いが、終局時までの消散エネルギーの累積値に与える影響を図5に示す。曲げ補強した全ての供試体の消散エネルギーは、無補強供試体と同程度かそれ以上の値となった。しかし、導電性樹脂を用いた供試体の方が、普通樹脂よりも剥離時の変位が小さく、最大荷重も小さかったことから、消散エネルギーは小さい。

3.5 荷重時鉄筋電位 スパン中央から片側支点に向かって 50mm 間隔、10

点で測定した各荷重段階での通電時電位 E_{on} の分布の一例を図6に示す。荷重の増加とともに鉄筋電位が全体的に貴変する傾向にあるとともに、同一荷重時の電位の軸方向分布に差が生じている。このことは使用状態での荷重作用による防食効果の低下および曲げひび割れによるマクロセル形成の傾向を示唆しているようであるが、曲げひび割れ近傍での鉄筋とコンクリート間の電気抵抗の増加により、測定値のみが全体的に貴変し、また軸方向の分布に差が生じた可能性があり、荷重作用が防食効果に与える影響に関しては、さらなる検討が必要であると考えられる。

4. 結論

(1)導電性を付与した樹脂とプライマーを用いて曲げ補強した供試体では、シートの剥離が早期に起こり、最大荷重、消散エネルギーが従来の樹脂を用いたものより小さいものの、無補強より大きく、炭素繊維シート陽極システムの曲げ補強への適用は可能である。(2)荷重時の通電鉄筋電位は、荷重の増加とともに全体的に貴変し、軸方向の分布に差が生じた。これらが防食効果に与える影響については、曲げひび割れが鉄筋電位の測定値に与える影響を含め、さらなる検討が必要である。

謝辞：本研究は日石三菱(株)、コニシ(株)、住友大阪セメント(株)、東洋建設(株)、京都大学の共同研究の一環として実施したものであり、実験に際しご協力、ご助言を賜ったことに対して感謝の意を表します。

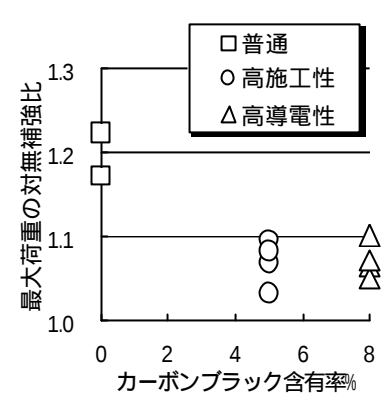


図4 最大荷重

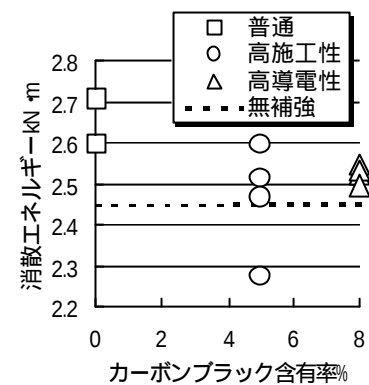


図5 消散エネルギー

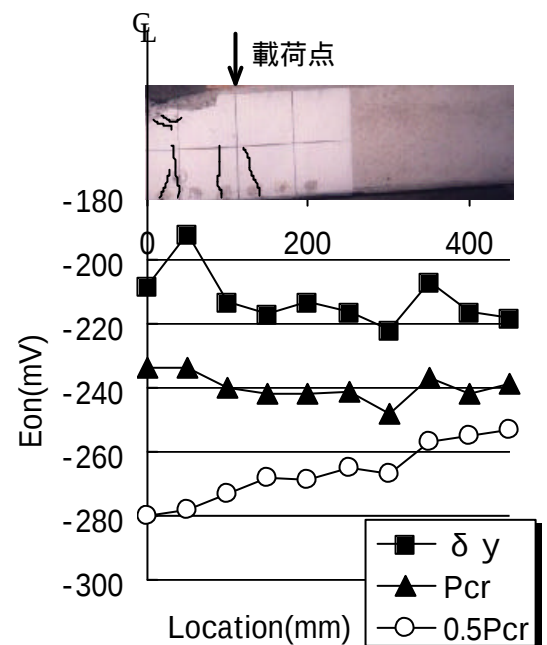


図6 荷重作用が鉄筋電位に与える影響