

V-398 炭素繊維による既存RC橋脚の耐震補強
（その1 補強方法）

㈱大林組 正会員 ○小畠 克朗
㈱大林組 勝俣 英雄
三菱化成㈱ 谷木 謙介

1. まえがき

地震による段落し部での被害の発生により道路橋示方書が改定され、既存のRC橋脚の中には耐震補強の必要なものがあり、補強工法として「RC巻立て」と「鋼板巻立て」が研究されている。筆者らは、炭素繊維を用いた既存のRC構造物の耐震補強工法を開発し、煙突の耐震補強として実施している^{1)・2)}。この工法は、強度と弾性率が高く軽量で耐久性のある炭素繊維を効果的に使用するもので、①耐震性能の向上が容易、②補強による重量増が僅か、③補強後の耐久性が向上、など多くの利点を有している。ここでは、既存RC橋脚の新たな耐震補強工法として、炭素繊維による「靱性指向型」の補強方法について述べる。

2. 靱性指向型補強

地震入力に単に動的に力が構造物に加わると考えるよりは、あるエネルギーが入力すると考える方が、さまざまな現象を説明しやすいことが知られている³⁾。構造物の耐震性能を向上させる、すなわち「耐震補強」の手法として、強度を高くすること（強度指向型補強）だけでなく、変形能力（靱性能）を向上させること（靱性指向型補強）も考えられ、これは構造物のエネルギー受容能力を高くすることである（図-1）。強度指向型補強と靱性指向型補強を比較して表-1に示す。強度指向型補強では応答加速度が大きくなるため、付属物（信号案内標識など）が損傷する可能性が少なくなく、また、重量増によって基礎に影響する場合がある。一方、靱性指向型補強は、橋脚本体の変位が大きい点が問題ではあるが、補強によって剛性が高くないことや、重量増が少ないことなどを考慮すると、採用できる可能性は十分にあるといえる。

3. 補強方法

3. 1 概要

炭素繊維による既存RC部材の補強は、④材軸方向に貼り付けて主鉄筋を増設し、曲げ耐力を向上させる「曲げ補強」と、⑤スパイラル状でコンクリート表面に巻き付けて、せん断耐力を向上させる「せん断補強」の2種類が基本で、両者の組合せも可能となる。橋脚の靱性指向型補強方法は、図-2に示すように、まず、段落し位置の上下を⑥+⑦としてその耐力を向上させ、基部が破壊位置となるように補強する。さらに、基部を⑧として主筋を曲げ降伏させ、塑性変形能力（靱性能）が向上するように補強する。この炭素繊維による補強方法では、降伏点割線剛性は余り変わることがなく、構造物の固有周期が地震入力の大きさを規定することを考慮すれば、同一の外力に対し

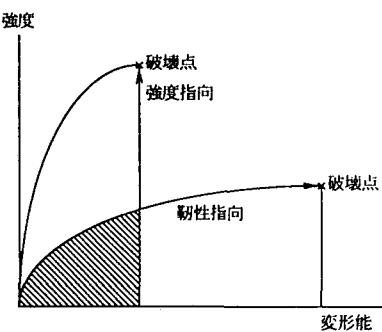


図-1 強度指向と靱性指向

表-1 補強方法の比較

補強方法	重量増	応答変位 (応答加速度)	機能維持
強度指向型 (RC巻立て)	大きい	小 (大)	本体は容易 付属物は困難
靱性指向型 (炭素補強)	小さい	大 (小)	やや変位が大 きい

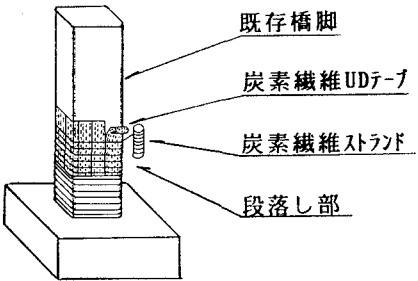


図-2 炭素繊維による橋脚補強

て変形能力（靱性能）のみ大幅に向上させることができる。次に、前記㉔と㉕2種類の補強法について説明する。

3. 2 Uテープ貼り付けによる曲げ補強¹⁾

Uテープ（Uni-Directional Tape）とは、炭素繊維を一方方向に敷き並べてシート状にしたものである。これを既存RC部材の材軸方向の表面に沿って、エポキシ樹脂で貼り付けて曲げ補強する。主鉄筋をコンクリート表面に増設したことになり、曲げ耐力を向上させることができる。炭素繊維はかぶりコンクリートを介して応力伝達を行うので、Uテープの定着・付着を確保するために、貼付け前にコンクリートの接着面処理を行う。段落し部の曲げ補強の場合は、段落しされる主鉄筋の応力をUテープが負担することに相当し、一種の重ね継ぎ手であるので、接着面の処理が重要である。既存橋脚は段落し部において曲げ破壊が生じることが多い（図-3（a））が、基部の曲げ耐力により橋脚全体の耐力が定まるように、段落し部の曲げ補強を行う。Uテープ貼付け後の曲げ耐力は、平面保持を仮定した通常の曲げ解析によって求めることができる。

3. 3 スtrand巻き付けによる靱性能の向上²⁾

Strandにエポキシ樹脂を含浸させながらスパイラル状に巻き付ける。帯鉄筋を増設したことになり、コンクリートを拘束することによってせん断耐力が向上する。既存橋脚では、帯鉄筋量が少なく靱性能がないことが一般的であるが、前述の曲げ補強によって基部において曲げ降伏させ、さらにせん断補強を行なうことにより靱性能を向上させることができる（図-3（b））。靱性能は帯鉄筋が多いほど向上するが、Strand巻き付けによって同様の効果が期待できる。

4. 靱性補強効果の検討

炭素繊維Strandを巻き付けたコンクリートの終局圧縮ひずみ ϵ'_{cu} は大きくなる⁴⁾（図-4）が、平面保持を仮定した曲げ解析から求めた、図-5に示す橋脚断面のモーメント（M）-曲率（ Φ ）関係を同図に示す。補強によってコンクリート圧壊時の曲率が大きくなり、靱性能が向上することがわかる。

5. むすび

炭素繊維による既存RC橋脚の耐震補強方法を述べたが、靱性能を実験的に確認する必要がある。

参考文献

- 1) 木村、小島他「炭素繊維による既存煙突の耐震補強工法の開発（その1）」大林組技術研究所報 No. 37, 1988
- 2) 勝俣、小島他「炭素繊維の巻き付けによる既存鉄筋コンクリート柱の耐震補強工法」セメント・コンクリート No. 497, 1988年7月
- 3) Newmark, N.M. and A.S. Veletsos, "Effect of Inelastic Behavior on the Response of Simple Systems to Earthquake Motions", II WCEE, Tokyo, 1960.
- 4) 勝俣、小島他「炭素繊維による既存鉄筋コンクリート柱の耐震補強に関する研究（その3）」大林組技術研究所報 No. 38, 1989

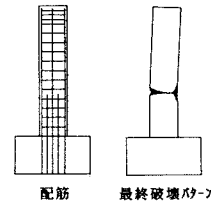


図-3 (a) 既存橋脚段落し部の破壊

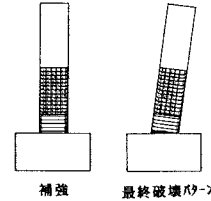


図-3 (b) 炭素繊維補強後の破壊

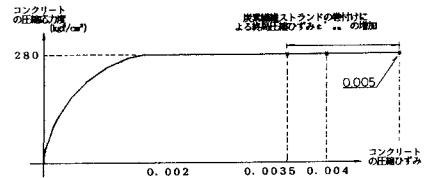


図-4 終局圧縮ひずみの増加

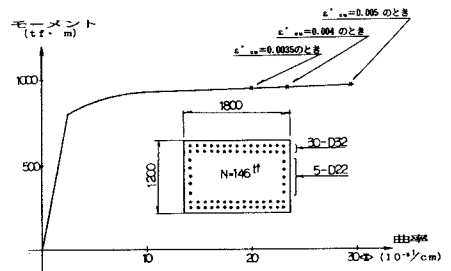


図-5 炭素補強による靱性能の向上