

V-168

炭素繊維シートを貼付けて補強したRC部材の曲げ性状

(株)大林組 正会員 ○大野 了
 (株)大林組 正会員 山本 忠久
 (株)大林組 正会員 小畠 克朗

1.はじめに

既存橋脚の耐震補強工法として、炭素繊維を橋脚表面に貼付ける工法の研究開発¹⁾²⁾³⁾を行い、実施工への適用を検討している。本工法では、炭素繊維シートに主鉄筋とともに応力を分担させ、曲げ耐力を向上させることができる。本報は、主鉄筋と曲げ補強炭素繊維を併用した場合の補強効果およびその評価法を実験により検討したものである。

2.実験概要

表-1に試験体一覧を、図-1に試験体形状・寸法および配筋を示す。試験体は、梁型とし、幅15cm、高さ15cm、長さ140cmとした。炭素繊維シートは、メーカーの異なる3種類を使用し、パラメーターは、以下のように定めた。No.1試験体は、無補強の基準試験体で、No.2試験体は、純曲げ区間に引張主鉄筋を配筋せず、引張面に曲げ補強炭素繊維シートを貼付けた。また、No.3試験体は、No.1試験体の引張面に炭素繊維シートを貼付けたもので、No.4試験体は、No.3試験体にフープ方向にも炭素繊維シートを巻付けたものとした。なお、試験に使用したコンクリートおよび鉄筋の材料特性を表-2に、炭素繊維シートの含浸樹脂硬化後(シート状CFRP)の材料特性を表-3に示す。

表-1 試験体一覧

試験体No.	引張主鉄筋	炭素繊維量	試験体数
1	2-D13	—	2体
2	—	曲げ補強 シート1枚	3社 ×2体
3	2-D13		
4			

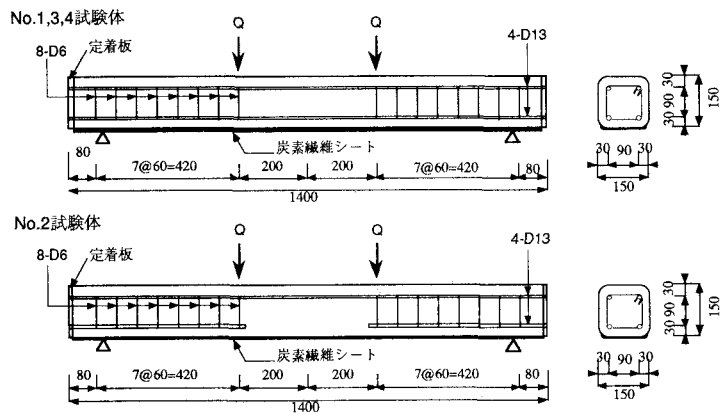


図-1 試験体形状寸法および配筋

表-2 材料特性(鉄筋,コンクリート)

鉄筋(D13) (kgf/cm ²)	降伏強度	3540
	破断強度	4490
	弾性係数	1.91×10^6
コンクリート (kgf/cm ²)	圧縮強度	360
	弾性係数	2.52×10^5

表-3 材料特性(シート状CFRP)

メーカー	引張強度 (kgf/cm ²)	破断ひずみ (μ)	弾性係数 (kgf/cm ²)
A社	30800	12300	2.51×10^6
B社	33900	12700	2.67×10^6
C社	40100	17400	2.31×10^6

3.実験結果

各試験体の実験結果と計算値の一

覧を表-4に示す。曲げひび割れ発生荷重(主筋およびシート状CFRPの

ひずみにより評価)は、各試験体とも計算値(コンクリートの引張強度を $1.8\sqrt{f_c}$ として評価)と比較して実験値が高いが、曲げ補強の有無による顕著な差はない。鉄筋降伏荷重は、炭素繊維で曲げ補強したものは、無補強のものと比較して荷重が約1.22~1.38倍高くなるが、実験値と計算値は近似する。最大荷重は、炭素繊維で曲げ補強したものは、無補強のものと比較して荷重が約1.34~1.62倍高くなるが、それぞれの計算値と比較すると約0.9倍程度となる。これは、シート状CFRPが破断してその部材の最大耐力が規定される場合の解析手法には、引張試験時の破断強度を低減して用いる必要があることを示している。

次に、荷重～変形関係を図-2に示す。

No.2試験体は、曲げひび割れ発生後、炭素繊維シートは、曲げ補強効果により荷重が増大している。No.3試験体およびNo.4試験体は、No.1試験体と比較して、鉄筋降伏荷重および最大耐力が増大している。

また、No.3試験体とNo.4試験体と比較すれば、最大耐力を発揮し、曲げ補強シート状CFRPが破断するまでは、同等の荷重～変形関係を示し、顕著な差は見られないが、破断以後、No.3試験体は、ほぼNo.1試験体の荷重～変形関係に近似するが、No.4試験体は、No.1試験体よりもやや高い荷重を保持する。これは、フープ方向に巻付けた炭素繊維が曲げにより圧縮側のコンクリートを拘束したためと考えられる。

4.まとめ

炭素繊維によるRC部材の補強効果およびその評価法を検討した結果を以下に示す。

- 1) 炭素繊維シートを貼付けることにより降伏荷重および最大荷重が増大する。
- 2) 炭素繊維シートによる補強効果は、その種類の違いによる顕著な差はなく、シート状CFRPの引張強度に基づいて評価できる。
- 3) 鉄筋降伏時の荷重は、既往の評価式を適用できる。
- 4) 最大荷重は、既往の評価式で求めた値よりもやや低く、評価に用いるシート状CFRPの引張強度の低減や炭素繊維量との関係を含め、さらに検討する必要がある。

謝辞

本研究は、CRS研究会の依頼により実施したものであり、その際、御協力いただいた日本道路公団試験研究所、三菱化成(株)、東レ(株)、東燃(株)、(株)サンメイ、ショーボンド建設(株)、三信建設工業(株)の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 松田・東田他；炭素繊維によるRC橋脚の耐震補強効果について（その1 載荷実験）（その2 設計法）土木学会第46回年次学術講演会
- 2) 松田・村山他；炭素繊維により耐震補強された既存RC橋脚の靱性率土木学会第47回年次学術講演会
- 3) 大野・山本他；炭素繊維を巻き付けて拘束したコンクリートの圧縮性状土木学会第47回年次学術講演会

表-4 実験結果一覧

試験体No.	ひび割れ発生時			鉄筋降伏時			最大荷重時		
	実験値 (tf)	計算値 (tf)	比	実験値 (tf)	計算値 (tf)	比	実験値 (tf)	計算値 (tf)	比
1	1.15	1.07	1.07	4.55	4.67	0.97	5.34	5.14	1.04
2-A	1.15	0.87	1.32	—	—	—	3.15	3.53	0.89
2-B	1.22	0.87	1.40	—	—	—	3.54	3.85	0.92
2-C	1.11	0.87	1.28	—	—	—	3.11	4.51	0.69
3-A	1.42	1.09	1.30	5.68	5.30	1.07	7.16	7.88	0.91
3-B	1.41	1.09	1.29	5.77	5.33	1.08	7.29	8.12	0.90
3-C	1.11	1.09	1.02	5.56	5.24	1.06	7.60	8.74	0.87
4-A	1.59	1.09	1.46	6.03	5.30	1.14	7.15	7.88	0.91
4-B	1.61	1.09	1.48	6.22	5.33	1.17	7.00	8.12	0.86
4-C	1.50	1.09	1.38	5.77	5.24	1.10	8.66	8.74	0.99

1) 荷重は、せん断力×2の値を示し、各試験体の実験値は、各2体の平均で示す。
 2) 無補強試験体の最大荷重計算値は、コンクリート終局ひずみが0.35%となる時点で定義。
 3) 炭素繊維補強試験体の最大荷重計算値は、炭素繊維の破断ひずみで定義。

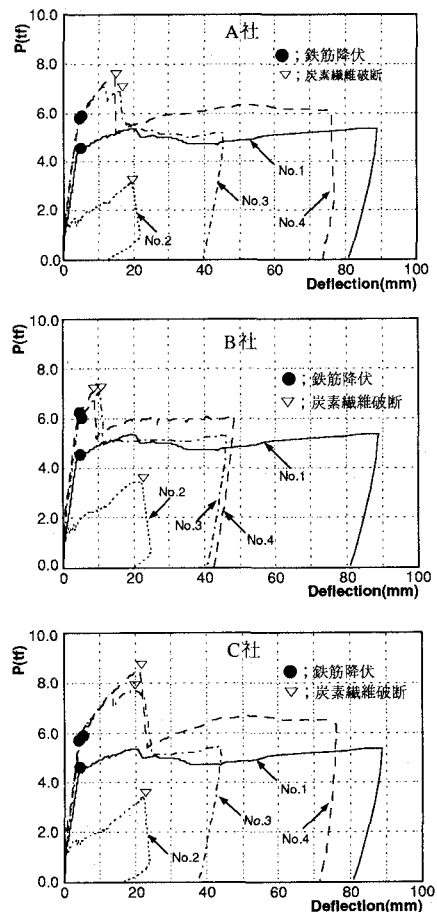


図-2 荷重～変形関係