緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法による管渠の補強に関する研究

正会員	小牧	秀之 1)
	高木	秀敏 <sup>2)</sup>
	坪内	賢太郎 <sup>2)</sup>
正会員	前田	敏也 3)
	正会員 正会員	正会員 小牧   高木   坪内   正会員 前田

1. はじめに

炭素繊維シート接着工法による管渠の内面からの補強においては、炭素繊維シート(以下 CFS)の剥離 により CFS の性能が十分に発揮せず、期待した補強効果が得られない場合がある.著者らは、CFS の性 能を有効に発揮させるために、CFS とコンクリートとの間に変形能力に優れた緩衝材と称する材料を層状 に設置する方法を提案し、これまでに曲げ補強において CFS の剥離抑制効果により補強効果が高まること を確認した<sup>1)</sup>.

本報では遠心力鉄筋コンクリート管を使用し、管渠内面からの補強において、緩衝材を用いた CFS 接着 工法の有効性を確認するために載荷試験を実施し、緩衝材の剥離抑制効果が補強効果に与える影響につい て検討を行った. **表-1 使用試験体** 

## 2. 実験概要

載荷試験に用いた試験体は表-1に示すように,2種 類の遠心力鉄筋コンクリート管を使用した.補強は試験 体の内面に CFS を接着することにより実施した.具体的 には,試験体内面にプライマーを塗布後,目付け量 400g/m<sup>2</sup>の CFS を繊維方向が試験体の周方向と一致する ように樹脂を含浸させて行った.また,緩衝材は,プラ イマー塗布後重量管理によって所定の厚みとなるように 塗布し,その後 CFS を接着した.試験に使用した材料の 力学特性を表-2に,また試験条件を表-3に示す. SP-A0-C-E500 および SP-B0-C-E500 については,無補 強破壊後の試験体に補強を行った.なお,含浸接着樹脂 は,一般に使用されている CFS 用の汎用エポキシ樹脂を 用いた.

元管規格	内径	長さ		厚み		
(形-種)	(mm)	(mm)		(mm)		
A-1	1,200	1,200		95		
B-1	1,200	2,430		2,430		95
項目	引張強度		引張弾性率			
材料	(N/mm <sup>2</sup> )		$(N/mm^2)$			
CFS (400g/m <sup>2</sup> )	3,400		$2.30  imes 10^5$			
項目	引張強度	引張弾性率		伸び率		
材料	$(N/mm^2)$	(N/n	nm²)	(%)		
緩衝材	1.7	1.0		123		

表一3 供試体の仕様					
供試体名	試験体	緩衝材	CFS		
	(型-種)	(µm)	積層数		
SP-A-0	A-1				
SP-A-C	A-1		1 層		
SP-A-C-E500	A-1	500	1 層		
SP-A0-C-E500	A-1 破壞	500	1層		
SP-B-0	B-1	—	_		
SP-B-C	B-1		1層		
SP-B-C-E500	B-1	500	1 層		
SP-B0-C-E500	B-1 破壞	500	1 層		

載荷試験は CFS 接着後,室温 で7日間以上養生した後に実施 した.載荷方法は,JIS A 5303 において規定されている方法に 準拠して実施し,荷重,変位,お よびひずみを測定するとともに ひび割れ発生状況の観察を行っ た.CFS のひずみ測定位置を図 -1に,試験状況を図-2に示す.





図-1 CFS ひずみ測定位置

図-2 試験状況

キーワード:管渠,補強,炭素繊維シート,緩衝材 1)〒231-0815 横浜市中区千鳥町8 Tel.045-625-7250 2)〒105-8412 東京都港区西新橋 1-3-12 Tel.03-3502-9246 3)〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 Tel.03-5441-0624

Fax. 045-625-7275 Fax. 03-3502-9369 Fax. 03-5441-0512

## 3. 試験結果

(1)最大荷重および CFS ひずみ

表-4に載荷試験結果の一覧を示 す.A形の元管を使用した SP-A シリ ーズについて,緩衝材を使用していな い SP-A-C については,ひび割れ発生 と共に CFS が剥離した.このためそ の後の載荷では CFS の効果は得られ

## 表一4 載荷試験結果

供試体名	ひび割れ 発生荷重 (kN)	CFS 剥離 荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	最大 荷重比	CFS 最大ひずみ (×10 <sup>-6</sup> )
SP-A-0	51	—	178	1.00	—
SP-A-C	115	115	173	0.98	480
SP-A-C-E500	80	200	200	1.12	4,240
SP-A0-C-E500	—	210	210	1.19	5,780
SP-B-0	117	—	354	1.00	—
SP-B-C	252	398	398	1.12	3,270
SP-B-C-E500	202	466	466	1.32	3,610
SP-B0-C-E500	_	451	452	1.28	5,220

ず, ひび割れ発生後の挙動は無補強(SP-A-0)と同等となった.これに対し, 緩衝材を使用した SP-A-C-E500 はひび割れ発生荷重は SP-A-C より低かったものの,ひび割れ発生時に CFS の剥離は生じず最大荷重時に CFS の剥離が生じた.最大荷重は無補強に比べ 12%向上し,CFS の最大ひずみも 4,240×10<sup>-6</sup>を示し,ひび割れ発生後も CFS が有効に作用していた.また破壊後の試験体を使用した SP-A0-C-E500 についても,最大荷重および CFS ひずみは SP-A-C-E500 と同程度となり,健全な元管を補強した場合と同等の耐力に改善できることを確認した.

B形の元管を使用した SP-B シリーズについても,緩 衝材の使用により補強効果が無補強比で 30%向上すると 共に,破壊した管渠を健全な元管を補強した場合と同等 の耐力に改善できることが確認された.また破壊形態は 図-3に示すように,管のせん断破壊であった.

(2) CFS のひずみ分布

図-4に SP-A-C, および図-5に SP-A-C-E500 の CFS のひずみ分布を示す.内面角度が0および180度の 載荷点付近の CFS には引張力が作用し,内面角度が90 度付近の CFS には圧縮力が作用する.このため CFS ひ ずみが0となる部分が存在するが,SP-A-C については 30度と150度付近に,また SP-A-C-E500は60度と120 度付近に存在していた.この結果から,緩衝材の使用で 引張力が作用する CFS の範囲が広がり,曲げ補強と同様 に応力を広い範囲に分散して荷重に抵抗していることが わかる<sup>1)</sup>.



図-5 CFS ひずみ分布(SP-A-C-E500)

これらのことから緩衝材を用いた場合には、応力は CFS の広い範囲に分散するため CFS の剥離が抑制 され、CFS の性能が有効に発揮することにより、管渠内面からの補強においても十分な補強効果を有して いるものと考えられる.

## 4. まとめ

①緩衝材により応力が CFS の広い範囲に分散することにより剥離が抑制され、補強効果が向上する.

②緩衝材により破壊した管渠を、健全な元管を補強した場合と同等の耐力に改善できる.

【参考文献】

1)前田,小牧,坪内,村上:緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法の補強効果,コンクリート工学年次論文 集,Vol.23,No.1,p.817,2001