矩形状連続炭素繊維補強材の重ね継手性能に関する実験

西松建設㈱技術研究所 正会員 椎名 貴快 宇部日東化成㈱岐阜研究所 松野 繁宏 西松建設㈱技術研究所 正会員 伊藤 忠彦 宇部日東化成㈱岐阜研究所 近藤 尚之

1. はじめに

シールド発進・到達立坑における土留壁開口部のコンクリート補強材として連続炭素繊維補強材(以下, CFRP)を用いて土留め壁を構築し,直接シールドマシンのカッタービットで切削する工法がある.例えば, 本工法をケーソン立坑に適用する場合,土留め壁コンクリートの場所打ちに伴い,開口部 CFRP 主筋と開口 部周囲の鉄筋との重ね継手,ならびにコンクリート段打ちに伴う CFRP 主筋同士の重ね継手が必要となる. 本研究では,同工法への適用を目的として開発した矩形状 CFRP の重ね継手性能を確認するため, CFRP と |鉄筋及び CFRP 同士の重ね継手を有する梁部材を製作し曲げ載荷実験を実施した.

2. 実験概要

(1)使用材料

開発した矩形状 CFRP は 熱硬化性 URA 樹脂を含浸成形した PAN 系炭素繊維ロッドに,熱可塑性 PSF 樹脂を被覆した熱可塑性樹脂被 覆 FRP 引抜成形法によって製造される矩形状複合材である(写真 -1参照).特徴として,表面被覆樹脂への凹凸加工により,コンクリ ートとの高い付着性能が期待できる.実験で使用した矩形状 CFRP の仕様諸元を表 - 1 に,コンクリートの配合を表 - 2 に示す.また材 料試験結果を表 - 3(a)(b)(c)に示す.

FTC25 C20 TC15 FTC10 呼称末尾の数値は保証可摂動力 写真 - 1 矩形状 CFRP

(2)供試体諸元

供試体形状は、全長 4.1m,幅 0.25m×高さ 0.35m の長方形断面梁部材であり, せん断支間長有効高 さ比 a/d は 4.3 である.作製した供試体は全 3 体 使用繊維: トレカ T700SC 24K であり, 配筋図は図 - 1 に示すとおりである.

NO.1 は, CFRP(FTC15)を部材引張側全長に配 置した基準供試体である .NO.2 は部材引張側純曲 げ区間に CFRP(FTC15)と異形鉄筋 D22(SD345) の重ね継手を配置した供試体 . NO.3 は NO.2 と同 区間に CFRP(FTC15)同士の重ね継手を配置した 供試体である.なお,重ね継手長は適用対象が仮 設構造物であることを考慮し,許容応力度設計法 の短期割増 1.5 を考慮して 900mm とした.

(3)実験方法

載荷方法は,2000kN 万能試験機を用いて,スパ ン 3500mm,等曲げモーメント区間 900mmの単純 梁対称2点載荷とした.実験では,保証引張強度 相当荷重の 50% 及び 75% で一旦除荷し, その後破 壊に至るまで静的載荷した.

Key Words: 重ね継手, 矩形状 CFRP, 曲げ載荷 連絡先:〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4

表 - 1	5 矩形状	CFRP の	什様諸元
1. 1	トレ パンパン		

呼 称	断面寸法 (mm)	公称断面積 (mm ²)	保迟 願力 (kN)	弹性係数 (kN/mm ²)	伸び率 (%)	V_f (%)
FTC15	5.5 × 20.5	76.0	147	137	1.90	55

表 - 2 コンクリート配合								
スランプ 空気量 W/C s/a 単位量(kg/m ³)								
(mm)	(%)	(%)	(%)	W	С	S	G	A^*
8 ± 2.5	4.5 ± 1.5	53.0	42.0	156	294	764	1104	$C \times 0.25^{\%}$
* ポゾリ	* ポゾリス No.70							

表-3 材料試験結果 (a) 钜形状 CFRP

呼利	沵	最大引張耐力 (kN)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	終局 ひずみ (%)	付着応 (N/n	动度* nm ²)	
FTC1	15	166	2180	147	1.60	10.0	23.0	

* JSCE-G503-1999 を参考に CFRP のすべり量が 0.002D(=0.033)の時の付着 応力度及び最大付着応力度の値を示す.但し,実験は JSCE-E539-1995 に 準拠している

(b) 異形鉄筋(SD345)							
哑称	断面寸法	公称断面積	降伏応力度	弾性係数	伸び率		
ዞር ለባ	(mm)	(mm^2)	(N/mm ²)	(kN/mm^2)	(%)		
D10	9.53	71.33	379	186	20.4		
D22	22.2	387.1	376 193		21.5		
(c) コンクリート							
圧	縮強度	리러	引張強度 弾性係数				
1)	N/mm ²)	(N/mm ²)		(kN/mm^2)			
	35.6	2	2.90		29.4		

TEL. 046-275-0286 FAX. 046-275-6796

3. 実験結果

(1)ひび割れ発生状況

各供試体のひび割れ状況を図 - 2 に示す.

(2)荷重と中央変位の関係

荷重と中央変位の関係を図 - 3に示す.NO.1は 中央変位が96mmの時,載荷点近傍のコンクリー トが圧壊し,梁中央部CFRPひずみが15000µ程度 まで伸びたが,破断には至らなかった.NO.2は,曲げ ひび割れ発生後の剛性がNO.1の2.3倍であった.保証引 張強度相当荷重付近で鉄筋が降伏し,剛性がおよそ 75%低下したが,その後も粘りのある靱性挙動を示し た.NO.3は,ひび割れ発生後の剛性がNO.1の1.2倍で あった.当初,継手部でのCFRPとコンクリートとの付 着力低下に伴う脆性的な破壊が懸念されたが,特に付 着ひび割れの発生もみられず,NO.1同様に良好な結果 を得られた.全ての供試体とも

(3)ひずみ挙動

図 - 4,5に,NO.2及びNO.3における各荷重段階での 継手部でのCFRPと鉄筋のひずみ分布を表す.同図より CFRPは凹形,鉄筋は凸形の傾向がみられた.これは鉄 筋の引張剛性がCFRPよりも大きいためにCFRPの変形 が拘束され,継手中央部で鉄筋の張力分担率がCFRP を上回るためと思われる.NO.3は,左右のひずみ傾向 に大きな差はみられず,順調に伸びていった.材料試 験の結果(表 - 3(a)参照),CFRP終局ひずみが1.6%であ ることからも,CFRPの破断には至らず,終局近くまで CFRPの付着が比較的しっかりしていたと思われる.

4. まとめ

実験の結果,継手補強材の組合せにより,ひび割れ 発生傾向に違いがみられたが,梁耐力は CFRP の保証 引張耐力相当荷重を上回る良好な結果を得られた.従 って開発した矩形状 CFRP は,短期許容応力度法によ る基本定着長を重ね継手長としても,構造部材として 十分な性能を発揮できることを確認できた.

