

V-362 CFRP筋の重ね継手を用いたコンクリート部材に関する実験的研究

(財)沿岸開発技術研究センター 正会員 廣田 孝夫
 ○(財)沿岸開発技術研究センター 正会員 中井 将博
 早稲田大学 理工学部 正会員 関 博
 オリエンタル建設㈱ 正会員 森下 昭吾

1. はじめに

近年、一般コンクリート構造物を取り巻く諸条件(使用骨材の品質、施工条件、環境条件)の悪化が、目立つ。その結果として構造物の劣化が、塩害・アルカリ骨材反応・中性化等となって複合的に、表面化している。

この劣化対策の一つとして、軽量で引張強度が高く耐久性に優れた繊維系補強材(以下FRP)を、鉄筋あるいは緊張材の代替として適用するための技術開発が、官・学・民で広く実施されている。

本研究は、環境条件の特に厳しい港湾構造物に、このFRPを補強材として用い、耐久性の高いメンテナンスフリーのコンクリート構造物の築造を目標とした。具体的には、図-1に示すように炭素繊維強化プラスチック(以下CFRP)を、鋼材の代替として用いたプレキャストホロー桁を並列架設して、上部工の構築を行う杭式栈橋構造を想定した。栈橋構造は水平荷重を効率的に分配するために、上下部一体のラーメン構造が基本となる。このため、プレキャストホロー桁を杭頭に設けた受梁上の接合部で、隣径間の桁及び受梁との一体化を計ることが必要となる。本研究では、この一体化を行うための接合方法の一つとして、重ね継手による方法を取り上げ検討を行った。

図-1に示す栈橋構造において、接合部は構造上重要な箇所となり十分な耐力が必要となる。しかしながら、CFRP筋を用いた重ね継手の研究はなく、必要定着長の算定方法なども見当たらない。本実験は、CFRP筋を用いた重ね継手に着目し、継手を有する供試体により静的曲げ試験を行い、継手に関する基礎的な資料として資するためのものである。

2. 実験方法

2.1 実験概要

重ね継手の定着性能に影響する要因としては、重ね継手長、継手筋の径・間隔・かぶり、横方向筋等が考えられる。本実験では、重ね継手長のみをパラメータとし、モーメントが確実に伝達できる継手長の検討を行った。図-1の構造で実験を行うことは困難であり、今回は通常の梁載荷試験を行うこととし、スパン中央付近の純曲げ区間に接合目地を設け、この部分に重ね継手を配置するものとした。供試体の種類は、目地無し-継手無し、目地有り-継手無し、目地有り-継手長(20,40,60,80cm)の6タイプ各2本とした。

2.2 供試体諸元及び荷重載荷方法

図-2は、供試体諸元及び荷重載荷状況を示す。載荷は2点集中載荷とし、接合目地部には一様なモーメントが作用する方法とした。荷重は、下限値を0t、上限値をCFRP筋の応力度が $0.85f_{uk}$ (計算破断強度)の95%となる荷重とし、その間を10回静的

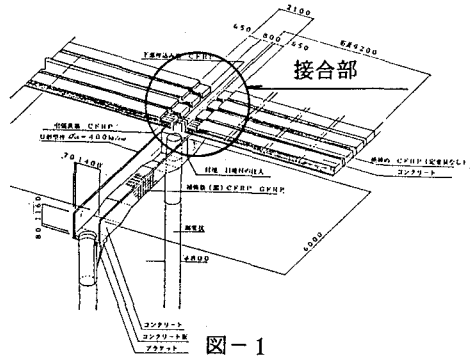


図-1

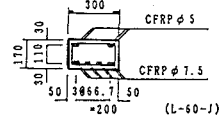
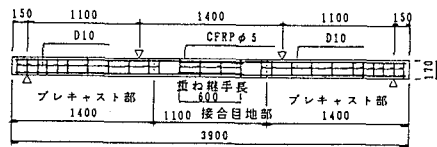


図-2

に片振りで載荷する方法とした。繰返し載荷中破壊しなかった供試体については、その後破壊荷重まで載荷を継続した。この方法は、土木学会の「鉄筋継手評価指針(案)」の「高応力繰返し載荷」に準じたものである。

3. 実験結果

3.1 部材の破壊性状と終局荷重(表-1参照)

高応力繰返し載荷結果では、継手長60, 80cmいずれも δ_1/δ_{10} が85%以上(規定値)を満足していた。破壊耐力は継手無しの場合を基準とすると、継手長80cmではその値と同程度であった。破壊性状は継手長80cmのみ、CFRP筋の破断によって破壊し、その他は付着切れにより破壊した。

3.2 重ね継手部の引張応力度分布(図-3参照)

測点が少なく明確な検討は困難であるが、測定値は計算値(直線分布仮定、池田式)と大きく相違してないと考えられる。

3.3 所要の重ね継手長(図-4参照)

l_{test}/l_d の値が0.7~1.0程度であれば、 M_{test}/M_u の値は1.0に近く、曲げ破壊が先行すると予測される。安全側をみると重ね継手長を1。(基本定着長)以上にすると、付着破壊の可能性は極めて低くなるものと考えられる。

3.4 重ね継手部のひびわれ挙動(図-5参照)

測定値を角田式及び土木学会式と比較すると、CFRP筋を使用した部材のひびわれ幅は計算値のほぼ2倍程度であり、既往の式でひびわれ幅を推定することは困難であると思われる。

4. まとめ

本実験の範囲では、以下の事項が明確になったと思われる。

- (1) 接合目地は、高応力繰返し耐力性能、たわみ及び破壊耐力に影響を与えない。
- (2) CFRP筋を用いた部材の付着破壊の挙動は、曲げ破壊における同様に、破壊を予測することが困難である急激な現象であった。
- (3) 継手長が60cm以上あれば、高応力繰返し耐力性能を満足する。
- (4) 本実験及び既往の鉄筋の重ね継手に関する実験から判断すると、付着破壊を生じない重ね継手として1.0程度は必要である。ここで、 l_d はコンクリート標準仕方書で計算される基本定着長である。
- (5) 純曲げ区間で生ずるひびわれ幅は、通常の鉄筋コンクリート部材に比較し相当大きい。

表-1

供試体番号	名称	CFRP筋の長さ (mm)	ひびわれ幅 (mm)			高応力繰返し耐力性能 (δ_1/δ_{10})	破壊耐力 (P/P_u)	破壊性状	
			継手	接合目地	その他				
1	NORM-N-1	350	-	-	1.23	82	5.24	100	破断
2	NORM-N-2	375	-	-	1.17	82	5.14	100	破断
3	NORM-J-1	391	-	0.77	1.13	85	5.58	101	破断
4	NORM-J-2	394	-	0.83	1.55	94	5.37	101	破断
5	L-20-J-1	402	0.91	0.66	0.63	-	2.88	94	付着1
6	L-20-J-2	400	0.80	0.54	0.81	-	2.44	94	付着1
7	L-40-J-1	311	0.76	0.68	0.62	-	4.38	83	付着1
8	L-40-J-2	423	0.88	0.42	3.79	-	4.55	83	付着1
9	L-60-J-1	392	1.01	0.80	0.97	91	4.87	88	付着2
10	L-60-J-2	459	1.44	0.87	0.99	91	4.36	88	付着2
11	L-80-J-1	400	1.08	0.89	1.04	91	5.29	101	破断
12	L-80-J-2	406	1.10	0.92	0.92	89	5.29	101	付着2

注) 破壊性状の説明
 ・破断: CFRP筋の破断
 ・付着1: 繰返し載荷回数10回以内のCFRP筋の付着切れ
 ・付着2: 破壊試験時のCFRP筋の付着切れ

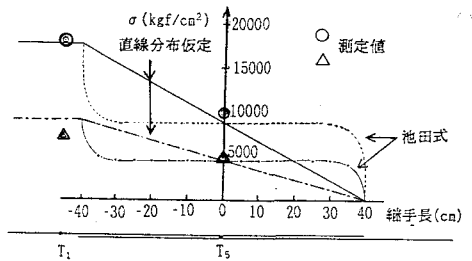


図-3

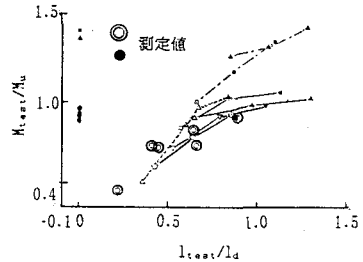


図-4

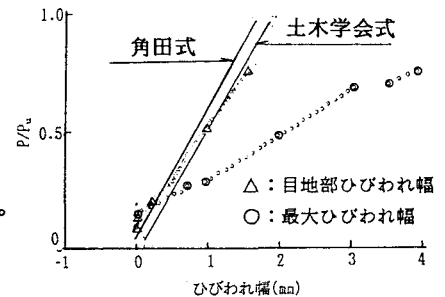


図-5

〔謝辞〕 本実験は「繊維系素材(FRP)を用いた港湾構造物の研究開発に関する研究会」(運輸省港湾技術研究所、運輸省第四港湾建設局、(財)沿岸開発技術センター、東洋建設(株)、東亜建設工業(株)、五洋建設(株)、D・I・ス・コンクリート(株)、ワイルド建設(株)、富士ビル・エス・デービー建設工業(株))の共同研究の一環として行ったものであり、本研究に御協力を頂いた早稲田大学理工学部土木工学科 中山隆晴氏、勝川藤太氏に深謝の意を表する次第である。