

V-472

CFRPロッドを使用したCFRP-PCパイルの曲げ性状

日本コンクリート工業㈱ 正会員 土田伸治

日本コンクリート工業㈱ 正会員 丸山武彦

日本コンクリート工業㈱ 正会員 小寺 満

1. はじめに

連続繊維補強材（FRP ロッド）は、軽量・高強度・非腐食という特徴を生かして、各種コンクリート構造の補強材として使用実績が多くなっている。

本報告は、高耐久性を有する基礎杭の開発の一環として、より線型CFRPロッドを緊張材に使用したプレテンション方式PCパイルの曲げ試験を行い、その性能を評価したものである。

2. 試験体

本実験に使用した遠心力成形CFRP-PCパイは、旧JIS A 5335に制定されていた「プレテンション方式プレストレストコンクリート杭」に準じて

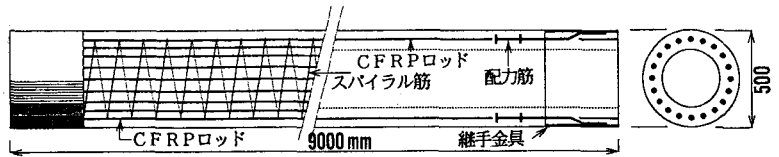


図-1 CFRP-PCパイルの構造図

作製した。また、PCパイルの構造は図-1に示すように、杭径 $D=500\text{mm}$ 、杭長 $L=9\text{m}$ 、壁厚 $t=108\text{mm}$ 、CFRPロッドは表-1に示す特性で $\phi 12.5\text{mm}$ -20本（緊張量 7.3tf/本 ）および有効プレストレス量は $\sigma_{ce}=92\text{kgf/cm}^2$ とし、蒸気養生を行い材令1日でプレストレスを導入した。

3. 実験方法

本実験では CFRP-PCパイルのカットオフ試験、および本体・継手部の曲げ試験を実施した。

カットオフ試験の方法はパイルの切断面を起点として予め長手方向にゲージを貼付しておきコンクリートカッターで切断しプレストレスの伝達長を求めた。また、CFRP-PC パイル本体および継手部の曲げ試験は、支持スパン7m、載荷スパン1m（継手部では1.4m）の単純曲げ試験とし、荷重の載荷方法は設計破壊荷重までは荷重制御、以後変位制御とした。

4. 実験結果

本実験に使用した材料の試験結果を表-2に、曲げ試験結果を表-3に、試験結果の図を図-2～5に示す。

表-1 CFRPロッド
 $\phi 12.5$ の設計用値

有効断面積	[mm^2]	76.0
平均切断荷重	[kgf]	16400
保証切断荷重	[kgf]	14500
平均引張強度	[kgf/ mm^2]	216
設計引張強度	[kgf/ mm^2]	180
弾性係数	[kgf/ mm^2]	14000
終局時の伸び	[%]	1.6
リラクセーション	[%]	2.0

表-2 材料の試験結果[kgf/ cm^2]

特 性	コンクリート	CFRPロッド
強 度	689	21600
弾性係数	366000	1400000

表-3 曲げ試験結果

[tf·m]

4. 1 カットオフ試験結果

図-2のカットオフ後のパイ表面のひずみ分布図より、コンクリート表面のプレストレスの伝達長は、カットオフ面から25cm（CFRPロッド径の20倍に相当）程度であった。一方、通常

試験種類	ひび割れ曲げモメント			破壊曲げモメント			
	設計値	実験値	Mcr	設計値	実力値	実験値	Mu
	Mcrd	Mcr	Mcrd	Mud	Mud'	Mu	Mud'
パイル本体	17.58	17.89	1.02	35.68	44.49	44.74	1.01
パイル継手部	—	—	—	—	—	49.44	1.11

のPC杭で使用している $\phi 7$ 、 $\phi 9$ の異形PC鋼線では線径の約20～30倍程度である。従って、CFRPロッドのプレストレスの伝達は通常のPC鋼線と同等以上の性能であることが分かった。また、カットオフ試験後にカット面から10cm程度までドリルでCFRPロッドを穿孔し、カット面から5cmのゲージ位置において完全にプレストレスが開放されたときのひずみ変化量は 254μ となり、このひずみ量とコンクリートの弾性係数から有効プレストレス量を推定すると $\sigma_{ce}=93\text{kgf/cm}^2$ となり、設計計算値とほぼ一致する結果となった。

4. 2 CFRP-PCパイル本体の曲げ試験結果

表-3より、設計ひび割れ曲げモーメントに対して、実ひび割れ曲げモーメントは1.02倍となった。また、使用材料等の実力値を用いた曲げ圧縮破壊モーメントの実験値と計算値の比は1.01倍となり、計算値に非常に良く合う結果となった。したがって、CFRP-PCパイルの設計は現行のPC杭の設計方法に準拠できることが分かった。

図-3の荷重とたわみの図より、荷重載荷時のたわみ軌跡と除荷時のたわみ軌跡は非常に近接しているのが分かる。これは曲げ引張側を受け持つCFRPロッドの引張性状が降伏のない弾性的挙動を示すためと考えられる。また、ひび割れ発生までのたわみ変化はほぼ直線で、全断面有効としたたわみの計算値とも良く一致している。

図-4のひび割れ図より、本試験体は通常のPCパイルと比較して、ひび割れ間隔は10~15cm程度と比較的に密に発生していることから、CFRPロッドの付着性状はPC鋼線と同等以上の性能を示すと思われる。また、試験体の破壊性状はコンクリートの曲げ圧縮破壊となり、設計と一致する結果となった。

4. 3 CFRP-PCパイル継手部の曲げ試験結果

表-3の試験結果の一覧表より、パイル継手部の実破壊曲げモーメントはパイル本体の実破壊曲げモーメントに対して1.11倍の曲げ耐力を有することより、本実験のパイル継手部の構造は本体と同等以上の性能を示す結果となった。

また、試験後の継手金具の溶接部およびそのほかの部位には異常はみられなかった。

図-5の荷重とたわみの関係より、繰り返し載荷によるたわみの復元性状はパイル本体と比較すると幾分低下するように思われる。これは、継手部の構造がCFRPロッドと継手の鋼管によるPRC構造となっていることによるものと考えられる。

また、試験体の破壊性状は載荷スパン内が継手による補強があるため載荷スパンの外側のコンクリートの曲げ圧縮破壊が優先し、続いてせん断圧縮的な破壊が見受けられる結果となった。

5. まとめ

以上の結果をまとめると以下になる。

- ①プレストレスの伝達長は、カットオフ面から25cm (CFRPロッド径の20倍に相当) 程度であった。
- ②CFRP-PCパイルのひび割れおよび破壊曲げモーメントの計算値には、一般的なPCパイルの計算式が適用できる。
- ③CFRP-PCパイル本体および継手部の曲げ破壊は、設計通り曲げ圧縮破壊となった。
- ④本実験のパイル継手構造は本体と同等以上の曲げ性能を有する。

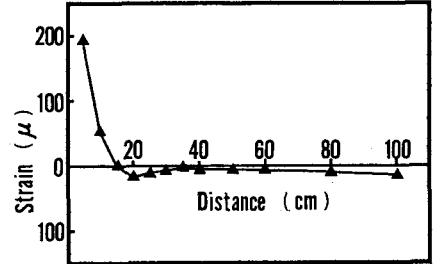


図-2 ひずみ分布

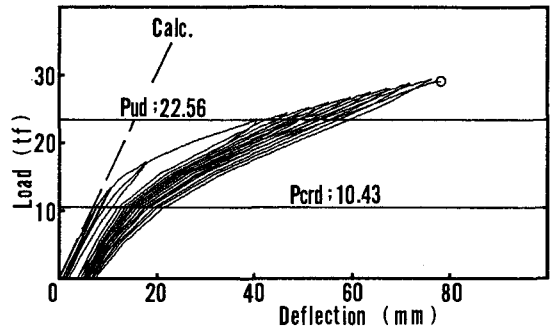


図-3 本体の荷重～たわみ曲線



図-4 ひび割れ図

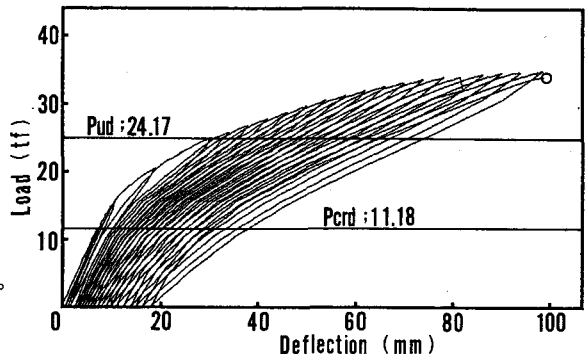


図-5 継手部の荷重～たわみ曲線