

# V-332 FRPロッドを用いたPCポールの耐力および変形について

宇部興産(株) 正員 柴田 哲也  
 北海道大学工学部 正員 佐伯 昇  
 北海道工業試験場 正員 後町 光夫  
 北海道電力(株) 正員 安達 賢二  
 北海道コンクリート工業(株) 正員 高木 邦彦

## 1. まえがき

環境条件の厳しい北海道の日本海沿岸において、PCポールの腐食が問題となっている。本研究では、PC鋼線のかわりにFRPロッドを用いてPCポールを製作し、静的曲げ実験と長期的な変形挙動の実験をおこなって、従来のPC鋼線の場合の解析方法が適用できるかどうか検討する。

## 2. 実験概要

製作したポールは静的曲げ実験用4本(No.1~4)、長期測定用4本(No.5~8)である。ポール形状を図1、2に示す。FRPロッドの諸元を表1に示す。定着用金具はドラム状のもので、テンションバー(TB)6本を同時に定着する。緊張はセントホールジャッキを用いてドラム全体を引っ張り、スパーサーでドラムを固定する。

## 3. 実験結果と考察

### (1) 耐力

破壊荷重は、コンクリート圧縮側破壊と引張側TB破壊の2つの場合について求め、その小さいほうをとる。コンクリート圧縮部応力の計算方法は表2の3つの方法でおこなう。断面に働く力について、 $Cc = T_p + T'p + Ts + T's$ が釣り合う時の曲げモーメントから、断面の破壊荷重を計算する。実験値、および実験値に対する各計算値の比を表2に示す。実験ではNo.1、3はコンクリート圧壊、No.2、4は引張部TB破壊であり、計算結果と一致している。No.4ではTBが破断後も、引張部のノンテン

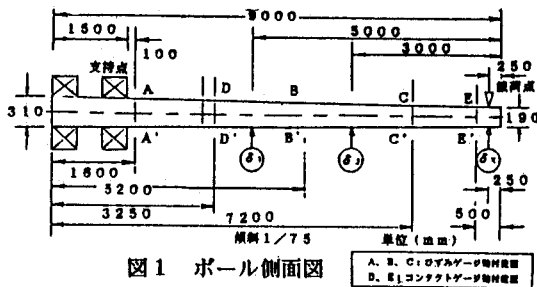


図1 ポール側面図

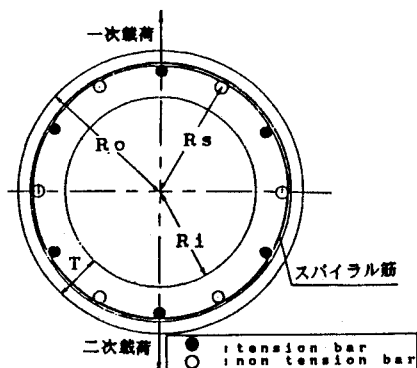


図2 ポール断面図

表1 FRPロッド諸元

	GFRP	CFRP
断面積 (cm <sup>2</sup> )	1.0307	0.2724
最大引張荷重 (kgf)	10050	2925
最大引張応力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	9751	10738
ヤング率 (kgf/cm <sup>2</sup> )	443000	830000
線膨張係数 (1/°C)	$5.8 \times 10^{-5}$	$0.3 \times 10^{-5}$
最大ひずみ (%)	2.30	1.45

表2 静的曲げ実験の実験値および計算値

ポール番号		No.1	No.2	No.3	No.4
実験値	ひび割れ発生荷重 (kgf)	300,320	-,207	320,280	220,220
	破壊荷重	945	650	830	513
計算値 に対する (%)	ひび割れ発生荷重	90.7	99.0	97.1	93.2
	方法①	103.2	91.8	91.9	91.4
	方法②	99.2	92.6	87.8	92.4
	方法③	98.2	90.3	97.9	90.6

方法① コンクリート標準示方書による式  
 方法② 等価応力ブロックとして計算  
 方法③ Hognestadの式

\* No.3では、スパイラル筋の欠如により  
 未口側より95cmの位置で破壊した。  
 \*\* ひび割れ発生荷重の割合は、実験値の  
 小さい方の値に対するものである。

ションバー (NTB) によりポールは耐力を維持し、最終的にコンクリート圧縮部が破壊するという中間的な破壊の形態を示した。矩形とした計算では、 $\alpha = 0.8$ とした場合、実験値に対して安全側で近い値となっている。

(2) たわみ

ポール全体を75の断面で分割し、各断面で曲げ荷重Pによって生じる弾性分布荷重M/EIを計算してたわみ量を計算する。Iには、ひび割れ発生後はBRANSONの4次式を使用した。プレストレス量が少ないので、RC材としてのI<sub>cr</sub>を用いる。図3、図4のように弾性時では実験値と計算値は一致している。ひび割れ発生後はポールによって異なるがほぼ対応している。

(3) 長期的挙動

乾燥収縮、クリープ、リラクセーション、線膨張の各要因について個別に計算する。解析では各要因相互間の影響による2次的な挙動は考慮していない。結果を図5、図6に示す。全体的に計算値は測定値よりも大きな値を示す。

4. まとめ

(1) FRPロッドを用いたPCポールの断面の耐力計算は、従来の鋼材によるプレレストコンクリート部材の計算方法が準用できる。終局耐力計算をする場合、等価応力ブロックで計算できる。リラクセーション率によるプレストレスの損失には、従来の計算式が準用できると思われる。

(2) たわみ変形について、BRANSONの4次の近似式が実験値とある程度よい対応を示し有効であることがわかった。

(3) 長期材令のクリープ等の変形挙動では、計算値は実験値よりも大きめに算出される傾向を示していた。

(4) ドラム状定着金具を用いた定着方法が、FRPロッドの緊張に対して実用的であった。

(5) ノンテンションバー、スパイラル筋の性能等を考慮することで、脆性的な破壊を防ぐことが可能であると思われる。

[謝辞] 馬場豊和氏、大島寿哉君にご協力を頂きましたことを心から感謝致します。

(参考文献) 連続繊維を利用したコンクリート系複合材料の土木構造分野への適用に関する技術の現状  
土木学会コンクリート委員会連続繊維研究小委員会, 1990

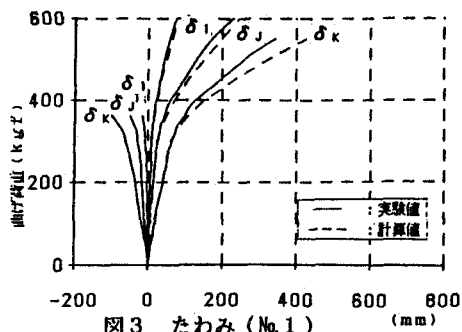


図3 たわみ (No.1)

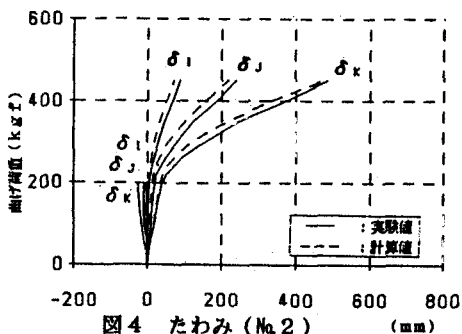


図4 たわみ (No.2)

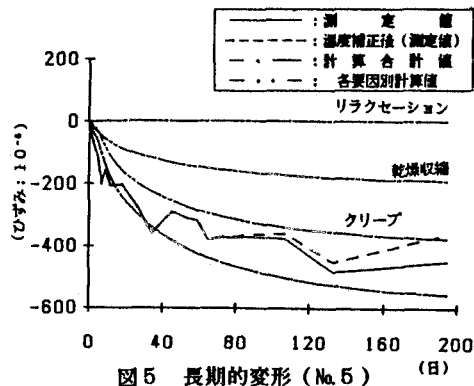


図5 長期的変形 (No.5)

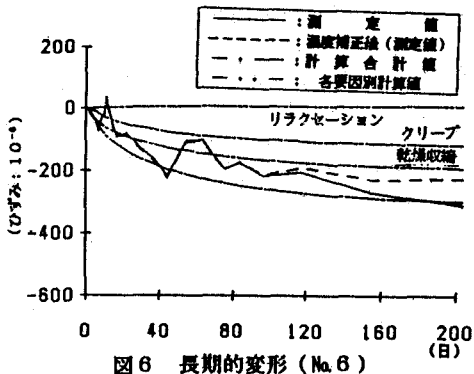


図6 長期的変形 (No.6)