

高強度プレストレストコンクリートポールの曲げ変形性能に関する実験的研究

九州高圧コンクリート工業(株) 正会員 ○船本憲治
九州高圧コンクリート工業(株) 藤 祐介

1. はじめに

プレストレストコンクリート（以下、PC）ポールは、1971 年の JIS 制定以来、配電、通信、鉄道等の用途に幅広く用いられている。PC ポールの耐力や変形性能は、単体の曲げやねじりに関する実験結果として一部報告がなされているものの^{1)~3)}、包括的な検討がなされているものは殆どない。

そこで、本検討では、高強度 PC ポールの横拘束効果に着目し、曲げ変形能力を実験的に考察した。

2. 曲げ試験概要

2.1 試験体および製造方法

試験体の概要を表-1に示す。主筋は、PC 鋼材（緊張材および非緊張材）から成り、横拘束形式としては、スパイラル(S)方式およびそれをフープ(H)に変え高張力鋼補強を蜜にしたH方式を用い、S方式は継柱（鋼製継手材を用い高力ボルト引張接合にて上下ポールを固定）も含めた。なお、H柱は、コンファインド効果の増進を設計に反映し⁴⁾、S柱より主筋の低減を図っている。

形状は、テーパ 1/75 の中空截頭円すい体で、設計荷重によって壁厚を 40~90 mmとしている。また、高強度コンクリートの設計基準強度は 65 および 80N/mm²であり、各試験体は、通常、製品として出荷されているもので、その試験結果を纏めたものである。

PC ポールの製造は、遠心力締固め方法により成形を行い、その日の内に常圧蒸気養生（65℃）を行い、その後、設計基準強度 80N/mm²についてはオートクレーブ養生（10 気圧、183℃）を行っている。

2.2 PC ポールの設計法

PC ポールの設計は、JISA5373 の推奨仕様のポール 1 種に従い、表-2 に示すように、①使用状態性能は先端から 25 cm位置の設計荷重（P₀）時においてひび割れ制御設計を行い、②終局状態性能はその設計荷重の 2 倍以上で破壊せず、その後、曲げ圧縮破壊する設計となっている。

2.3 曲げ試験方法

曲げ試験方法は、写真-1 に示すように、ポールの地表面部が最大曲げモーメントを受ける片持ばり方式とし、先端から 25 cmの位置でワイヤーロープを用いて加力を行

い、撓み量（δ）を測定した。

3. 試験結果

3.1 荷重・変形関係

S 柱、継 S 柱、H 柱における、荷重と部材角の関係を図-1に示す。また、同様に、設計荷重比と部材角の関係を図-2に示す。各ポールとも、設計荷重の 3/4~4/4 近傍でひび割れが発生し、その後、剛性が低下し破壊に至っていることが分かる。また、ポールが長くなるほど曲げ変形のため部材角が大きくなる傾向にある。

3.2 曲げ変形性能評価

図-2 の各ポールの平均となる、設計荷重比と部材角の関係を図-3に示す。S 柱：継 S 柱：H 柱の破壊時部材角は 0.17：0.19：0.29 であり、塑性率（設計荷重時に対する破壊時の部材角の比）も同様に 4.9：3.9：6.4 とすべ

表-1 試験体概要

記 号	ポール形状				横拘束状態			設計荷重 (k N)
	長さ (m)	地上高 L (m)	束口径 (c m)	継手 (箇所)	形式	鋼材種類	鋼材径 (mm)	間隔 (mm)
S 柱	S12-19-5	12	10	19	S	普通鉄線	3	140
	S12-19-7	12	10	19				
	S13-19-7	13	10.8	19				
	S13-19-10	13	10.8	19				
	S15-19-10	15	12.5	19				
	S14-22-15	14	11.3	22				
継 S 柱	S16-22-15	16	13	22	S	普通鉄線	3	140
	継S17-22-10	17	14	22				
	継S17-22-15	17	14	22				
	継S25-26-20	25	22	26				
	継S24-26-25	24	20	26				
	継S24-30-25	24	20	30				
H 柱	継S30-30-30	30	25	30	H	高張力鋼	5.7	50
	H15-19-10	15	12.5	19				
	H13-22-15	13	10.8	22				
	H15-22-15	15	12.5	22				
	H17-22-15	17	14.5	22				

表-2 PC ポールの設計法

性能項目	性能
使用状態	設計荷重時に幅0.25mmを超えるひび割れが発生しなく、荷重除荷時に幅0.05mmを超えるひび割れが残留しない
終局状態	破壊荷重は設計荷重の2倍以上



写真-1 曲げ試験状況

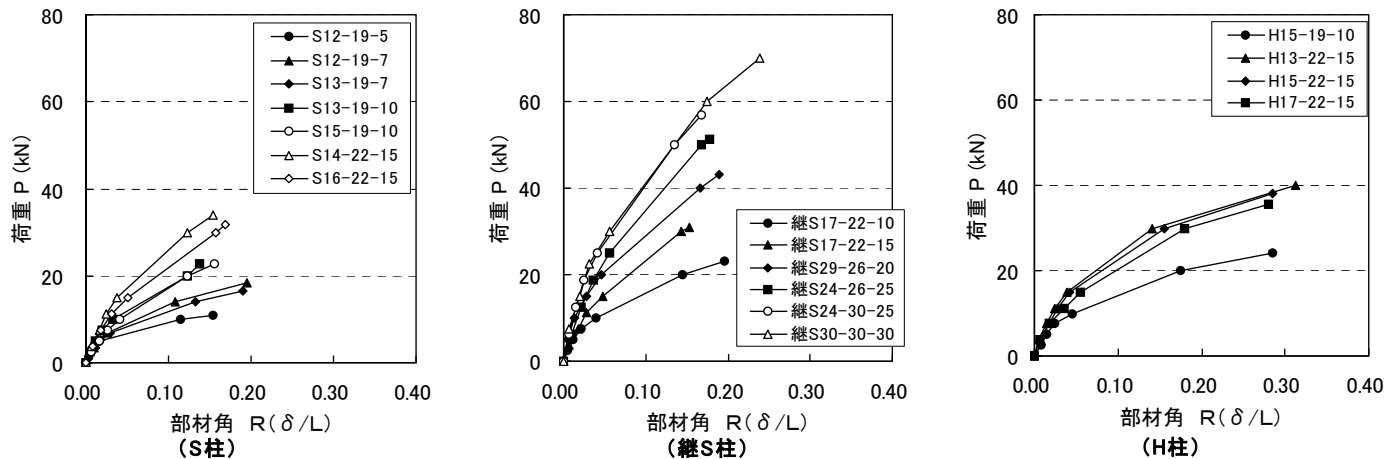


図-1 荷重一部材角関係

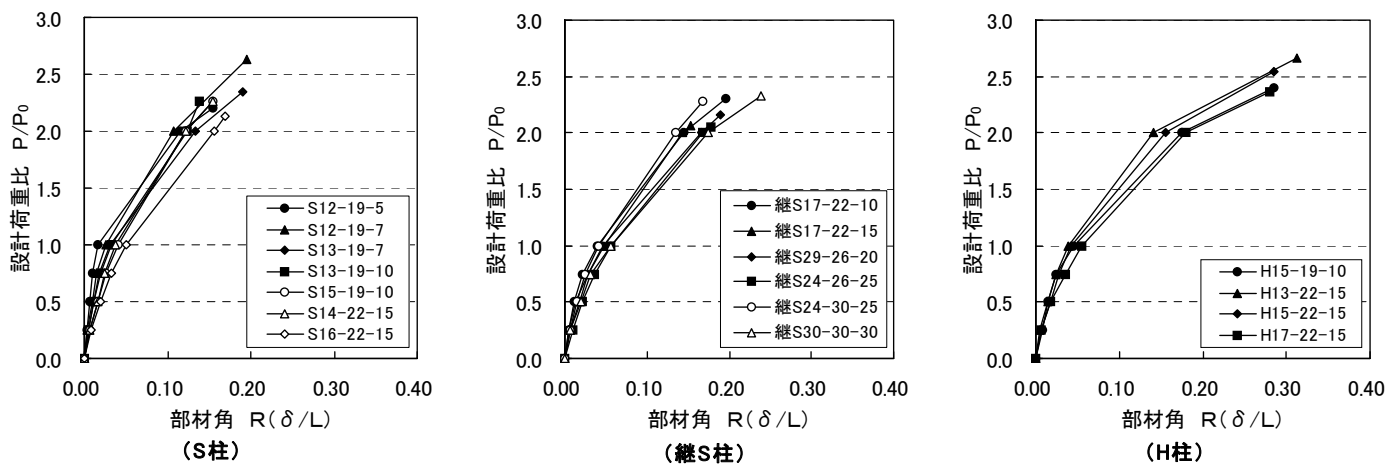


図-2 設計荷重比一部材角関係

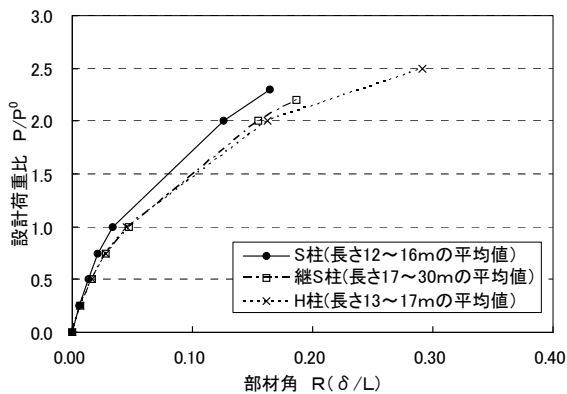


図-3 設計荷重比一部材角関係

て変形能力に優れている。一方、エネルギー吸収能力を意味する破壊時までの面積比は同様に 1 : 1.1 : 2.0 となり、H 柱が 2 倍ほど他より大きく、特にひび割れ発生以降に優れたエネルギー吸収能力が見られる。これは、横拘束形式が S から H に変わった事とその補強を密にした事によるが、既往文献では S 筋には H 筋ほど横拘束効果を期待できないとの報告⁵⁾もある。

なお、継 S 柱は S 柱より、すべての荷重域でその荷重にほぼ比例して部材角が大きくなっており、これは、継 S 柱の長さが長く曲げ変形が大きくなったもので、基本的

に S 柱と継 S 柱は同等の変形性能と考えられる。

4. まとめ

今回の検討により、高強度 PC ポールの横拘束形式として、スパイラル方式およびそれをフープに変え高張力鋼で補強を密にした方式に関して、破壊時部材角、塑性率、エネルギー吸収能力を求め、特に、ひび割れ発生以降の変形性能の違いを明らかにした。しかし、本検討は限られたケースでの検討であり、今後更なる詳細検討が必要と思われる。

<参考文献>

- 1) 洪忠熹：コンクリート電柱破壊実験，日本建築学会論文報告集，第 89 号，pp.159，1963.9
- 2) 柴田哲也他：FRP ロッドを用いた PC ポールの耐力および変形について，土木学会第 46 回年次学術講演会，pp.680-681，1991.9
- 3) 丹羽淳一郎他：高強度コンクリートポールのねじり耐荷力に関する研究，土木学会第 46 回年次学術講演会，pp.720-721，1991.9
- 4) 三根郁雄他：横拘束強化コンクリートポールの実験的検討，電気設備学会全国大会，pp.245-248，1996
- 5) 山川哲雄他：コンクリートの横拘束効果に関する直線型帯筋とスパイラル筋の比較実験，日本建築学会中国・九州支部報告，pp.317-320，1993.3