

日本大学 正会員 鈴木 英実  
 日本大学 正会員 川口 昌宏  
 川崎製鉄(株) 正会員 佐藤 政勝

### 1. まえがき

钢管内にコンクリートを充填させた、いわゆる合成柱は小さな断面で大きな耐荷力とじん性をもつ構造といわれている。そのために都市部など、限られた空間に構造物を設けるには、有利な構造となるが、その挙動については必ずしも解明されていない。そこで、本研究は合成柱の軸方向載荷時における挙動について実験を行ったものである。

### 2. 実験概要

钢管の組み合わせ、および供試体名を表-1に示す。ここで平とは钢管内側に凸凹のないもの、スタッドとは钢管内側にスタッドを打設したもの、縞とは钢管の内側に図-2に示す凸凹の付いた钢管である。実験に用いた生コンクリートの圧縮試験結果を表-2に、钢管素材の引張試験結果を表-3に示す。

載荷装置は、日本大学理工学部所有の3000t<sub>on</sub>大型試験機を使用し供試体の支持条件は下端面を平版支持、上端面に球座を使用した。荷重は、200t<sub>on</sub>まで載荷後除荷し、漸次单调増加させた。計測項目は、荷重、変位、钢管表面のひずみを各荷重ごとに計測した。また、弾性衝撃波を用いた非破壊試験により、钢管とコンクリートのはく離診断を行った。

### 3. 実験結果および考察

各合成柱の最大耐荷力ならびに、その計算値を表-4に示す。ここで計算値1はコンクリートの強度と钢管の降伏強度を単純に累加したものであり、計算値2は钢管の局部座屈を考慮したDonnell-Wanの式を用いて算出したものである。CFN-aのみ実験値が計算値を下回っている。

実験値は、計算値1に示す累加強度の方法や、計算値2に示す累加強度の方法、いずれの方法ともよく一致しており、これらの方法によって合成柱の最大耐荷力を求めることができる。しかし、CCEおよびCFNの中央部水平変位は、柱中央部が一方向に移動しており、柱に曲げモーメントが作用していた。このため、钢管とコンクリートが

表-1 供試体の種類

供試体	本数	コンクリート		钢管		スタッド
		普通	膨脹	平	縞	
		16等分	8等分			
CFN	2	○		○		
CCN	2	○			○	
CCE	2			○	○	
CSN-1	2	○				○
CSN-2	2	○				○

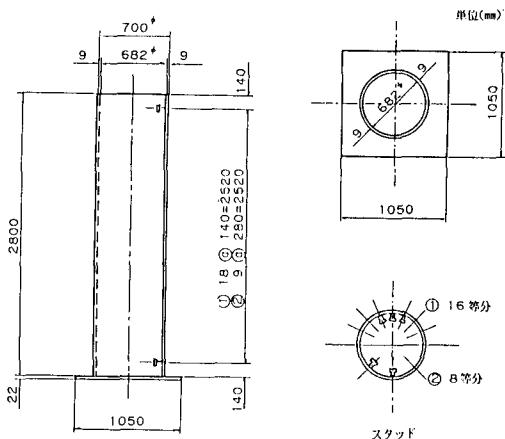


図-1 供試体の形状寸法

表-2 コンクリートの性質

AGES (WEEKS)	NORMAL CONCRETE		EXPANSIVE CONCRETE
	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$E_c$ (10 <sup>6</sup> Kg/cm <sup>2</sup> )	
4	415	3.20	404
	451	3.30	3.40
27	464		
	3.30	3.70	

表-3 鋼材の性質

TUBE	$\sigma_{sy}$ (Kg/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{ult.}$ (Kg/mm <sup>2</sup> )
FLAT	41	51
CHECKERED	37	52

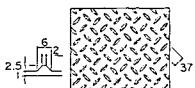


図-2 編の形状

機械的にかみ合う機構が無い C FN - a 供試体では、わずかの偏心曲げが影響して実験値が計算値を下回ってしまったものと思われる。

荷重と変位の関係を示した図-3から明らかなように、鋼管とコンクリートが機械的にかみ合う機構をもつ合成柱の方がより高いじん性を示す。さらに、スタッドを持つ鋼管と編鋼管による合成柱では後者のじん性が高い。また、合成柱の剛性は、平鋼管を用いた合成柱が最も低く、スタッドを持つ C SN が最も大きいことが示されている。巨視的に見た場合、スタッド等を設けることで鋼管とコンクリートは、一体化されている。

ところが、鋼管とコンクリートのボアソン比が異なるために、弾性領域では鋼管とコンクリートが離れようとする。図-4に鋼管中央における荷重とフープ方向ひずみの関係を示す。ここで鋼管とコンクリートが一体となって挙動すれば、実験値は見かけのボアソン比  $\nu = 0.184$  と一致し、両者がバラバラに挙動すれば実験値は鋼材のボアソン比  $\nu = 0.3$  と一致する。これらから、図-3に示すとおり巨視的には鋼管とコンクリートが一体化している C SN でも、微視的には鋼管とコンクリートは、はく離し一体となっていないことがわかった。これら、はく離の現象は、衝撃弹性波を用いた診断によっても観察された。

#### 4.まとめ

1. 合成柱は大きいじん性を持つ構造である。
2. 合成柱の最大耐荷力は、コンクリートの圧縮強度と鋼管の降伏強度を、累加したもので求めることができる。
3. 鋼管とコンクリートが、機械的にかみ合う機構を持たない合成柱では、一旦、偏心曲げが生ずると、応力の再分配が行われ難くなり最大耐荷力が減少する。

衝撃弹性波を用いた実験の詳細については、本講演会第 1 部門、：衝撃弹性波による鋼コンクリート合成柱の合成診断：嶋津、川口による。

表-4 実験値と計算値の比較

供試体	実験値 (t)	実験値 の平均 (t)	計算値 1 $S_c + S_y$ (t)	計算値 2 $S_c + S_b$ (t)	実験値 / 計算値 1
CFN-a	2293	2374	2447	2419	0.94
CFN-b	2455		2447	2419	1.00
CCN-a	2453	2430	2369	2344	1.04
CCN-b	2407		2369	2344	1.02
CCE-a	2498		2417	2392	1.03
CCE-b	2583	2541	2417	2392	1.07
CSN-1-a	2563	2537	2447	2419	1.05
CSN-1-b	2511		2447	2419	1.03
CSN-2-a	2474		2447	2419	1.01
CSN-2-b	2447	2641	2447	2419	1.00

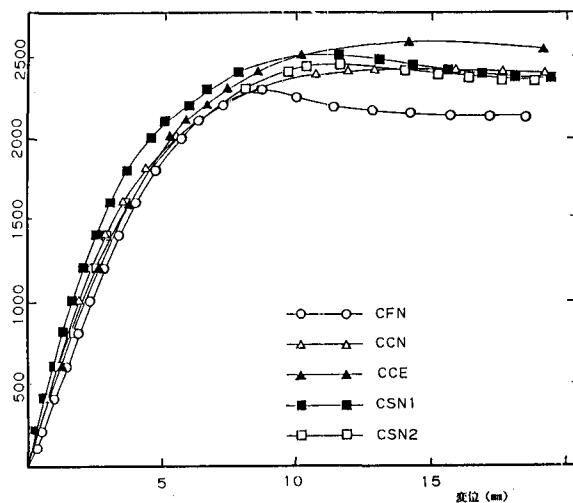


図-3 荷重と軸方向変位

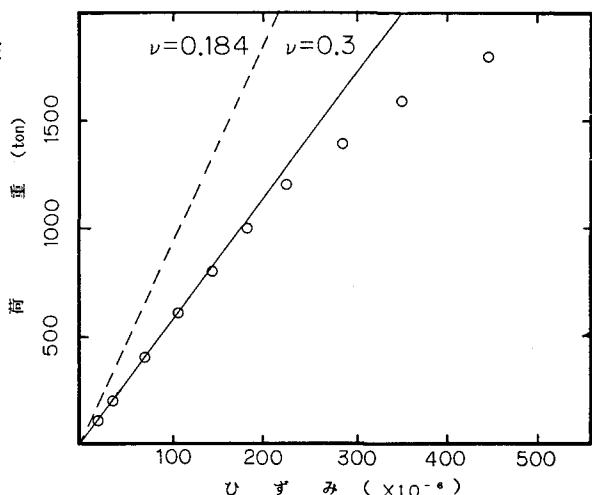


図-4 荷重とフープ方向ひずみ