コンクリート充填スパイラル鋼管柱の一軸圧縮実験

東北大学大学院　学生員　○山口恭平，青木峻二　東北大学大学院　正会員　秋山充良，内藤英樹
東北大学大学院　フェロー　鈴木基行　東日本高速道路(株)　正会員　松本大輔

１．はじめに

コンクリート充填鋼管柱において，鋼管製造方法が充填コンクリートの力学的特性や破壊性状に及ぼす影響を明らかにするため，スパイラル鋼管及び電縫鋼管の一軸圧縮実験を行った．本稿では，電縫鋼管とスパイラル鋼管における鋼管の応力状態や充填コンクリートのコンファインド効果の発現状況の違いなどを考察した．

２．スパイラル鋼管柱の一軸圧縮実験

(1) 実験概要

供試体諸元の一覧を**表－1** に示す．実験パラメータは，コンクリート圧縮強度，径厚比および鋼管とコンクリートの軸荷重の分担割合とした．軸荷重の分担割合について，**図－1 (b)** に示される供試体は，鋼管とコンクリートを同時に圧縮載荷するものである（以下，ボンド型柱）．一方，**図－1 (c)** は，鋼管に軸荷重を負担させず，コンクリート部分のみに軸荷重を与える供試体である (以下，アンボンド型柱) ．

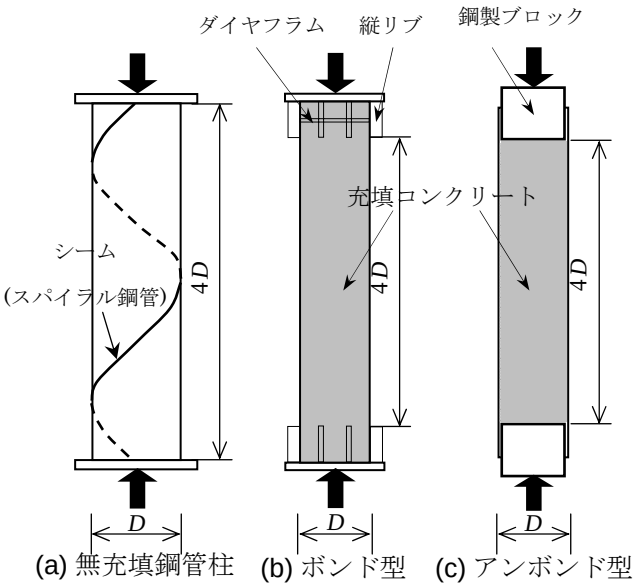
表－1　供試体諸元の一覧

供試体名		供試体タイプ	鋼管		コンクリート
			径厚比	降伏強度 (MPa)	圧縮強度 (MPa)
電縫鋼管柱	TA[1)]	a	48	80	－
	TB20[1)]	b			22.2
	TC20	c		399	21.5
	TB60[1)]	b		380	58.5
	TC60	c		399	42.6
スパイラル鋼管柱	SA7	a	57	409	－
	SB7-20	b			21.7
	SC7-20	c			21.7
	SA9	a	44	470	－
	SB9-20	b			25.6
	SC9-20	c			22.2
	SB9-60	b			40.5
	SC9-60	c			40.5

＊ a：無充填　b：ボンド型　c：アンボンド型
＊ スパイラル鋼管と電縫鋼管の外径は，それぞれ 400mm，216mm である．

(2) 実験結果

図－2 に実験時の荷重－平均ひずみ (供試体圧縮変位 / 供試体高さ) 関係を示す．コンクリートを充填しないスパイラル鋼管柱では，シーム (溶接) 部の下側が鋼管内側へ入り込む変形となったが，鋼管にコンクリートを充填したボンド型では，鋼管内部への座屈変形が抑制されるため，スパイラル鋼管を用いた場合にも電縫鋼管と同様の象の足座屈が確認された．荷重－変位関係にも，鋼管種別の影響は見られず，例えば，圧縮強度が 20MPa 程度のコンクリートを充填した供試体では，座屈発生後も大幅な荷重低下は生じないが，コンクリート圧縮強度が大きい供試体では，鋼管の局部座屈後に荷重が低下した．アンボンド型柱では，鋼管の局部座屈は見られず，鋼管全体が周方向に膨張する変形が見られ，充填コンクリートには大きな横拘束力が与えられていると推察された．このため，TC60 では若干の荷重低下が見られたが，その他のアンボンド型柱では，平均ひずみ 3%までほとんど荷重が低下しなかった．以上より，コンクリートを充填した場合には，局部座屈性状や荷重－変位関係に鋼管種別の影響は現れないことが確認された．

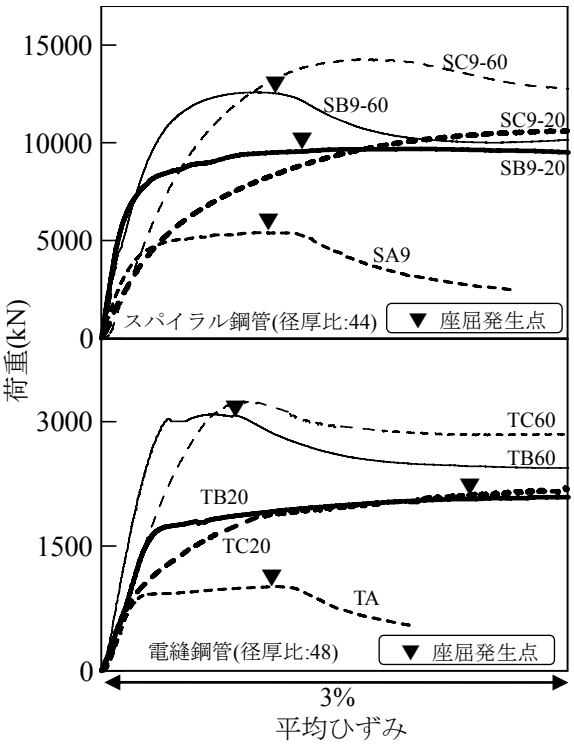


図－1　供試体概略図

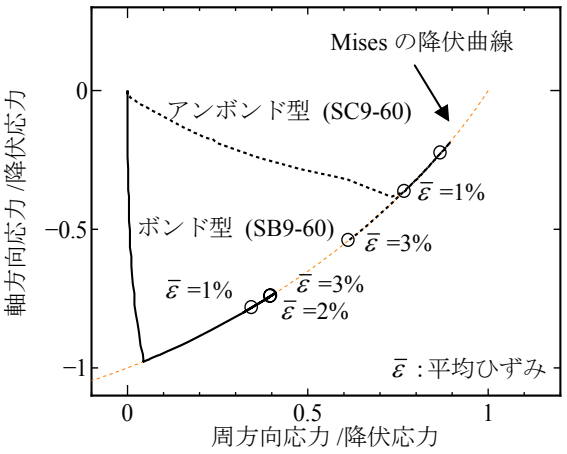
(3) 鋼管の軸方向応力と円周方向応力

鋼管に貼付した 2 軸ゲージにより，鋼管の軸方向応力と周方向応力の応力経路を求めた．応力経路を算定

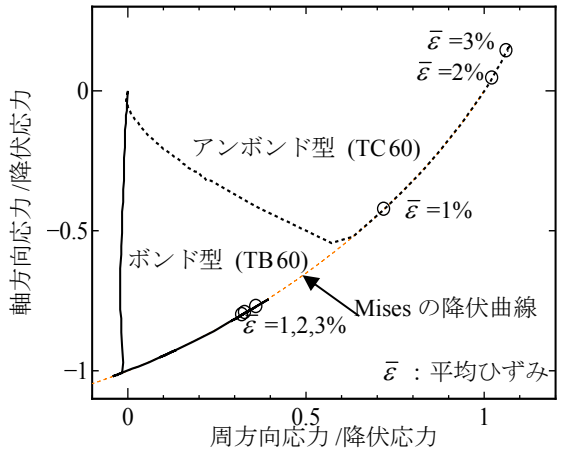
キーワード　コンクリート充填鋼管柱，スパイラル鋼管，一軸圧縮実験
連絡先　〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06　TEL：022(795)7449　FAX：022(795)7448



図－2　荷重－平均ひずみ関係



(a) スパイラル鋼管(SC9-60，SB9-60)



(b) 電縫鋼管(TC60，TB60)

図－3　鋼管の応力経路

する際には，von Mises の降伏曲面を仮定した．鋼管の材料特性は材料試験から得られたヤング率と降伏応力を用い，ポアソン比は 0.3 とし，降伏後のひずみ硬化は無視した．一例として，コンクリート圧縮強度が大きい電縫鋼管 (TB-60，TC-60) とスパイラル鋼管 (SB9-60，SC9-60) の応力経路を**図－3** に示す．**図－3** の縦軸と横軸は各鋼管の降伏応力で無次元化している．鋼管の種類に関わらず，ボンド型柱ではコンクリートと鋼管に同時に軸応力が発生し，鋼管の降伏後，コンクリートの塑性化が顕著となる．塑性域における鋼管のポアソン比 0.5 よりもコンクリートのポアソン比が大きいため，コンクリートに軸圧縮力が作用するとコンクリートの横膨張を抑制するために鋼管の周方向応力が増加する．その結果，鋼管降伏応力の 20%程度が横拘束力として充填コンクリートに作用する．

アンボンド型柱では，鋼管とコンクリートの付着を除くためグリースを塗布したが，部分的に付着が生じており，**図－3** に示されるような軸方向応力が生じた．しかし，ボンド型柱と異なり，載荷初期の段階から大きな周方向応力が生じており，平均ひずみ 2%で降伏応力に近づいた．別途行った検討では，アンボンド型柱の充填コンクリートは，**図－3** に示される大きな横拘束力によってコンファインド効果が現れるため，ボンド型柱と比較して，充填コンクリートが相当に大きな荷重を負担していた．スパイラル鋼管と電縫鋼管で付着の条件が同じと見なせるボンド型では，応力経路が同等と判断できることを考えると，充填コンクリートに与えられる鋼管からの横拘束圧の大きさにスパイラル鋼管が持つシームは影響していないと思われる．

３．まとめ

コンクリート充填鋼管柱の一軸圧縮実験より，コンクリートを充填した場合には，CFT 柱やその充填コンクリートの力学特性を評価する際に，らせん形のシームの影響は特に考慮する必要がないと判断された．

謝辞　本稿をとりまとめるにあたり，（社）日本鉄鋼連盟「2007 年度鋼構造研究・教育助成事業」（学生研究分野）の支援を頂きました．ここに記して謝意を表します．

参考文献

1) 佐々木健太，青木峻二，秋山充良，鈴木基行：一軸圧縮を受けるコンクリート充填鋼管柱で生じる圧縮破壊の局所化，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.3，pp.1375-1380，2007.7