

高密度 RC 柱の梁接合部の埋め込み長に関する一考察

JR 東日本 正会員 ○小林 一也

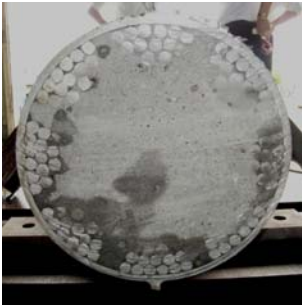
JR 東日本 正会員 山口 慎

JR 東日本 正会員 黒田 智也

JR 東日本 正会員 山田 正人

1. はじめに

都市部の鉄道工事においては、線路間の狭隘な箇所に柱を新設することが多く、スリムな断面で高い耐震性が求められる。これまでは特注品の極厚鋼管を使用した CFT 柱を用いることが多かったが、材料費等の面で課題が多かった。そこで CFT 柱に代わる構造として柱鋼管には型枠・せん断補強兼用の一般構造用鋼管を用い、その中に軸方向鉄筋比 20%程度と高い密度で軸方向鉄筋を配置した高密度 RC 柱（図－1）を考案し、耐荷性能や破壊性状等の検討を行っている。高密度 RC 柱と鋼製梁との接合方法としては、従来 CFT 柱との接合に適用しているソケット方式を用いているが、接合部の挙動を確認するため、高密度 RC 柱の梁接合部を模擬した試験体について正負交番载荷試験を行い、破壊性状等の基礎的検討を行っている¹⁾。ところが、前回の検証において、ソケット部から柱が抜け出す現象が見られたことから、埋め込み深さの違いによる挙動の確認をおこなうため、前回と異なった埋め込み長での検証をおこなった。



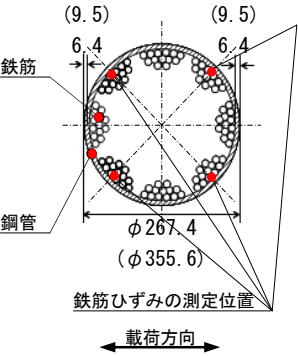
図－1 高密度 RC 柱の断面形状

2. 試験概要

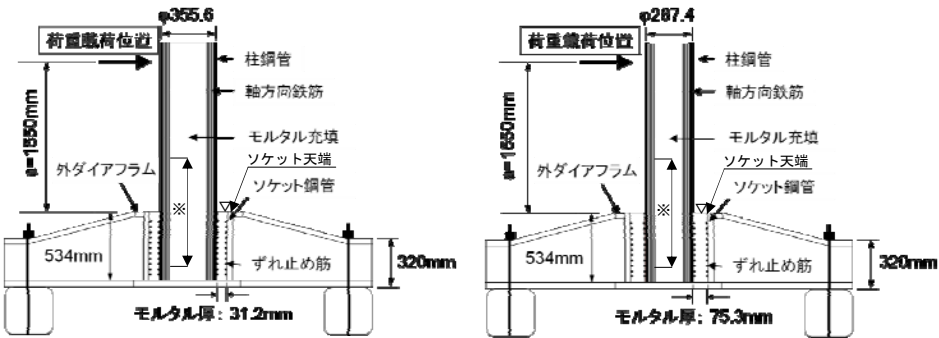
試験体諸元を表－1に、試験体概要図を図－2、3に示す。前回（試験体 T-7¹⁾）は柱埋め込み長が 1.5D あったが、今回（試験体 No. 1）は 2.0D での検証を行った。前回と同様、条件として軸力は作用させず、载荷点に水平力を正負交番载荷した。降伏点については、载荷方向 45° 位置のいずれかの最外縁の主鉄筋ひずみが降伏ひずみに達した時の変位を降伏変位 δ_y とし、载荷サイクルは $10\delta_y$ まではこの整数倍毎、 $10\delta_y$ 以降は偶数倍毎の载荷とした。

表－1 試験体諸元

試験体名	柱鋼管：STK400					軸方向鉄筋：SD390			ソケット鋼管：SS400				外ダイアフラム：SM490A		ずれ止め筋 (mm)	柱埋め込み長 (mm)	柱埋め込み条件	
	柱径 D (mm)	鋼管厚 t (mm)	せん断スパン a (mm)	有効高さ d (mm)	せん断スパン比 a/d	径 φ (mm)	本数	鉄筋比 ρ (%)	径 (mm)	厚 (mm)	外寸 (mm)	板厚 (mm)						
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	a/d		(本)											
T-7 (前回)	355.6	9.5	1550	338.1	4.58	D16	104	23.2	508	45	600	36	φ 6-10@50	534	梁接合部		鋼管＋鉄筋 (埋め込み長 1.5D、定着長 33φ)	
No.1 (今回)	267.4	6.4		253.0	6.13		60	23.4									鋼管＋鉄筋 (埋め込み長 2.0D、定着長 33φ)	



注) () は試験体 T-7 の値を示す。



※印は鉄筋ひずみの計測範囲で、ソケット上端の上下 300mm の範囲を対象とした。

(a) 試験体 T-7【埋め込み長 1.5D】(前回) (b) 試験体 No.1【埋め込み長 2.0D】(今回)

図－2 高密度 RC 柱断面図

図－3 試験体概要図

キーワード 高密度配筋、鋼管巻き、梁接合部、変形性能

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 工事管理室 TEL 03-3379-4353

3. 試験結果

図-4 に荷重-変位関係包絡線を示す。試験体 T-7 は、 $2\delta_y$ (部材角 1/20) からソケット部のモルタルが徐々に競りあがり、 $3\delta_y$ (部材角 1/14) で柱鋼管のソケット天端高さ付近からはみ出し、その後はモルタルが破壊されると共に徐々に柱鋼管の抜け出しが生じた。載荷終了後 ($6\delta_y$: 部材角 1/7), 柱鋼管を引き抜いてソケット埋め込み部の損傷状況を確認したところ、ソケット鋼管天端高さから 140mm 程度下がった位置で鋼管が全周破断していた。これに対して試験体 No. 1 は、 $3\delta_y$ (部材角 1/15) で柱鋼管の天端高さ付近にはらみが発生し、ソケット部表面のモルタル剥離が認められたが、終局変位時 ($7\delta_y$: 部材角 1/6) において鋼管亀裂、軸方向鉄筋破断が生じたものの、柱鋼管の顕著な抜け出しは見られなかった。なお、ここで示す部材角とは、「載荷点変位/せん断スパン」で算定している。

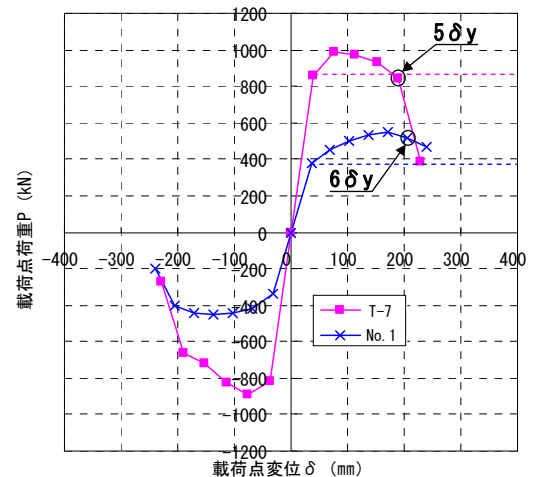


図-4 荷重-変位関係包絡線

図-5 は、試験体 T-7 の柱基部の抜け出し状況を示す。図-6

は図-5 と変形角がほぼ等しい状態における試験体 No. 1 の柱基部の状況を示す。この時点で試験体 No. 1 には鋼管柱周辺にコンクリートの剥離は見られたが、抜け出しは起きなかった。また、これ以降も抜け出しは起きていない。



図-5 試験体 T-7
5δy 損傷状況
(埋め込み長 1.5D, 定着長 33φ)



図-6 試験体 No. 1
6δy 損傷状況
(埋め込み長 2.0D, 定着長 33φ)

4. 考察

図-7, 8 は試験体 T-7 および試験体 No. 1 のソケット天端から上下 300mm の範囲における鉄筋ひずみの状況を示す。試験体 T-7 は $2\delta_y$ 以降、顕著な鉄筋ひずみの増加は認められなかった。これは、柱がソケット部モルタルから抜け出していたことが影響していると推測される。試験体 No. 1 は、載荷サイクルの増加にしたがい、鉄筋および鋼管ひずみの増加が確認できた。また、鉄筋と鋼管のひずみを比較するとほぼ同程度で推移していることから、柱鋼管および軸方向鉄筋の抜け出しが生じていないと考えられ、鋼管と軸方向鉄筋は概ね一体として挙動することが確認できた。試験体 T-7 は抜け出しが発生したことにより急激な耐力低下が起きたが、試験体 No. 1 は抜け出しが発生しなかったため、耐力低下が緩やかであった。

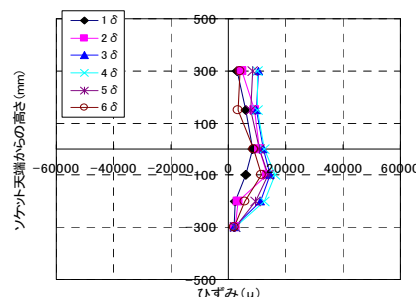


図-7 試験体 T-7
ひずみ分布図 (軸方向鉄筋)

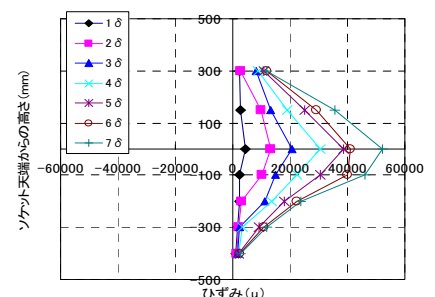


図-8 試験体 No. 1
ひずみ分布図 (軸方向鉄筋)

5. まとめ

本試験の結果を以下にまとめる。

- (1) 試験体 T-7 は $2\delta_y$ (部材角 1/20) 以降からソケット部からの抜け出しが認められたが、試験体 No. 1 は $7\delta_y$ (部材角 1/6) までは顕著な抜け出しはみられなかった。
- (2) いずれの試験体も終局時の部材角は 1/10 以上であり、変形性能は十分にあることを確認した。
- (3) 降伏荷重については、実験値/計算値が 0.8~0.9 程度、最大荷重については 1.2~1.5 倍程度の値となった。

参考文献

- 1) 青木他；土木学会：高密度配筋 RC 柱の梁接合部に関する実験的研究 土木学会第 64 回年次学術講演会公演概要集 V-509, 1015-1016 2009.9