

(VI-5) コンクリート充填鋼管柱のソケット接合部の曲げ耐力試験について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 築嶋 大輔 J R 東日本 東京工事事務所 正会員 野澤 伸一郎
J R 東日本 上信越工事事務所 正会員 鷹野 秀明 新日本製鐵(株) 鉄鋼研究所 正会員 木下 雅敬

1. はじめに

鋼管内にコンクリートを充填し一体構造としたコンクリート充填鋼管柱（以下、充填鋼管柱という）は、急速施工や、優れた変形性能を保有させることができる等の利点から、近年、土木分野においても多く採用され、関連する研究も盛んに行われている。

今回充填鋼管柱の簡素で合理的な接合方法として、径の大きな鋼管内に、細径の充填鋼管柱を所定長さ差し込み、隙間をコンクリートで充填し一体化する接合構造（以下、ソケット接合という）に着目し、その基本的な耐荷性状を把握するため曲げ耐力試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 供試体形状および諸元

供試体は柱と柱のソケット接合を想定した単純梁モデルとし、図1に示すようにソケット鋼管の両側から充填鋼管柱を差し込み、隙間をモルタルで充填して一体化する構造とした。また、ソケット鋼管には梁との接合を想定したダイヤフラムを設けた。各供試体の諸元および主なパラメーターを表1に示す。

柱部では局部座屈を防止するため径厚比 14.4

($t=15\text{mm}$) の厚肉鋼管を使用し、IE-1 については、充填モルタルとの付着を確保するため、ソケット鋼管内側および柱鋼管外側に、 $\phi 6\text{mm}$ の丸鋼を 100mmピッチで円周状に溶接してずれ止めを設けた。表2に実験に用いた材料の試験強度を示す。

3. 載荷方法

荷重載荷は図1に矢印で示す位置で2点載荷とし、ソケット鋼管の周方向ひずみまたは柱鋼管の軸方向ひずみのいずれかが降伏ひずみに達した時点で一旦除荷し残留変位を確認した後、再載荷し供試体中央部の変位が 300mm となる時点まで行った。

4. 計測項目

計測項目は、荷重、スパン中央変位、柱の抜け出し量およびソケット鋼管、柱鋼管、ダイヤフラムのひずみとした。

5. 実験結果

実験結果を表3に示す。破壊形態は、ソケット先端部で柱鋼管の降伏が先行する場合(IB-1、IE-1)と、ソケット鋼管の周方向ひずみの降伏が先行し、柱の抜け出しを伴って終局に至る2通りとなった。表中の剛性比は、降伏荷重と降伏変位から各供試体の見かけの剛性を求め、それを標準供試体 IA-2 の剛性で除した値である。また、終局荷重は、各供試体の荷重-変位関係において接線勾配が初期勾配の 5% まで低下した時点の荷重とし、計算値は柱と杭の接合部を想定し、ソケット鋼管の一方をフーチングで固定し、片側から柱を所定長さ差し込んだ供試体による載荷試験結果を基に提案された算定手法¹⁾を用いて求めた。

計算値は、実験値を若干過大評価する傾向があるものの、柱鋼管の降伏が先行した供試体 IB-1、IE-1 を除き、本実験のようにソケット鋼管の両側から柱を差し込んだ接合部の終局荷重も概ね評価できる結果となった。

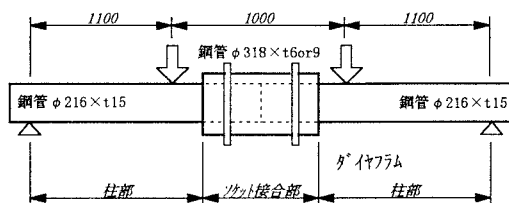


図1 供試体形状

表1 供試体諸元

試験体名	差込長さ	ソケット鋼管厚	ダイヤフラム間隔	ずれ止め	パラメーター
IA-1	1. OD	6. 0mm	216mm	なし	差込長さ
IA-2	1. 5D	6. 0mm	216mm	なし	標準ケース
IB-1	1. 5D	9. 0mm	216mm	なし	ソケット鋼管厚
IC-1	1. 5D	6. 0mm	150mm	なし	ダイヤフラム位置
IC-2	1. 5D	6. 0mm	432mm	なし	ダイヤフラム位置
ID-1	1. 5D	6. 0mm	なし	なし	ダイヤフラムなし
IE-1	1. 5D	6. 0mm	216mm	あり	ずれ止めあり

※D: 柱径

表2 材料強度

試験体名	降伏強度(kgf/cm ²)		圧縮強度(kgf/cm ²)	
	ソケット鋼管	柱鋼管	柱コンクリート	ソケット部モルタル
IA-1	3652	3583	300	565
IA-2	3652	3583	321	561
IB-1	3151	3583	335	600
IC-1	3652	3583	350	554
IC-2	3652	3583	329	562
ID-1	3652	3583	353	563
IE-1	3652	3583	342	562

表3 実験結果

試験体名	降伏荷重 P_y	降伏変位 δ_y	残留変位	剛性比 $(/IA-2)$	終局荷重 P_u	計算値 P_{uc}	P_u/P_{uc}	破壊形態	パラメーター
IA-1	12.5 tf	18.0mm	7.3mm	0.65	28.3 tf	24.0 tf	1.18	ソケット降伏型	差込長さ
IA-2	19.7 tf	18.3mm	3.9mm	1.00	37.9 tf	41.2 tf	0.92	ソケット降伏型	標準ケース
IB-1	28.0 tf	21.8mm	3.8mm	1.19	42.8 tf	52.4(41.7)tf	0.73(1.03)	柱降伏型	ソケット鋼管厚
IC-1	20.2 tf	18.1mm	3.7mm	1.04	37.7 tf	41.2 tf	0.92	ソケット降伏型	ダイヤフラム位置
IC-2	21.8 tf	19.4mm	4.3mm	1.04	38.7 tf	41.2 tf	0.94	ソケット降伏型	ダイヤフラム位置
ID-1	20.7 tf	18.4mm	5.1mm	1.05	35.2 tf	41.2 tf	0.85	ソケット降伏型	ダイヤフラムなし
IE-1	31.7 tf	20.4mm	3.2mm	1.44	40.1 tf	49.6(41.7)tf	0.81(0.96)	柱降伏型	ずれ止めあり

()内は柱の耐力

各パラメーター毎の荷重－変位関係を図2～5に示す。

a. 差込長さ (図2) :

差込長さが短い供試体 IA-1 は柱の抜けだしの影響が大きく標準ケースの IA-2 に比べ、剛性比が 65%、降伏荷重、終局荷重がそれぞれ、63%、75%程度に低下し、降伏荷重除荷時の残留変位も 7.3mm と最大となった。

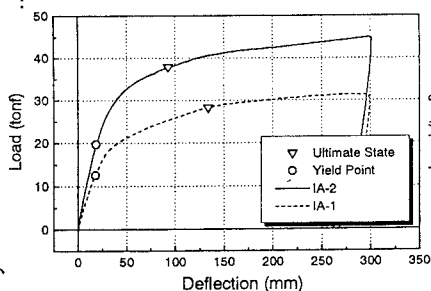


図2 差込長さの違い

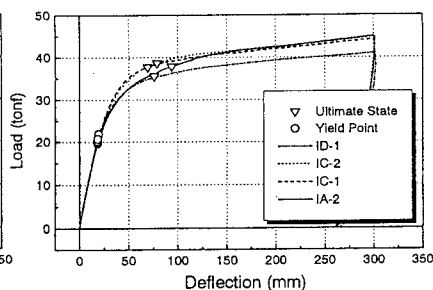


図3 ダイヤフラムの有無および間隔

b. ダイヤフラムの有無および間隔 (図3) :

ダイヤフラムの無い供試体 ID-1 ではダイヤフラムを設けた供試体に比べ、降伏以降の耐力増が小さくなる傾向が認められたが、ダイヤフラム間隔の違いによる影響はほとんど認められず、本実験の範囲ではダイヤフラム位置の違いは、接合部の耐力、変形状態に影響しない結果となった。

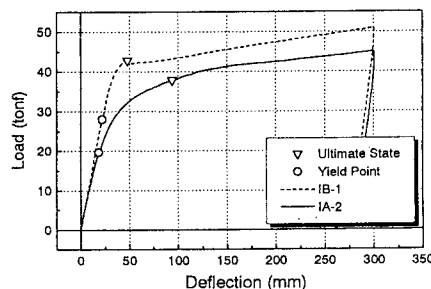


図4 ソケット鋼管厚の違い

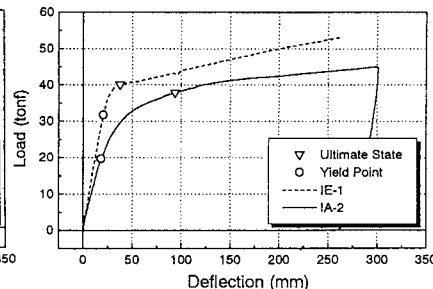


図5 ずれ止めの有無

違いによる影響はほとんど認められず、本実験の範囲ではダイヤフラム位置の違いは、接合部の耐力、変形状態に影響しない結果となった。

c. ソケット鋼管厚、ずれ止め (図4, 5) : 9mm 鋼管を用いた IB-1 および、ずれ止めを設けた IE-1 の荷重変位関係については、ソケット接合部の耐力が柱部の耐力を上回っているため柱降伏が先行し、柱く体自体の荷重変位関係に近いものになったと思われる。特に IE-1 では、剛性比が 1.44 倍と最も大きく、残留変形も 3.2mm と最小となっており今回の実験パラメーターでは接合部の性能向上に最も効果的な因子となった。

6. まとめ

本実験から得られた主な結果を以下に示す。

(1) 本実験のように柱と柱の接合部を想定し、ソケット鋼管の両側から柱を所定長さ差し込んだソケット接合部の耐力は、参考文献1)に示す算定手法により概ね評価できる。

(2) ソケット接合を用いた部材の変形は、ソケット鋼管の変形、柱部の抜け出しおよび柱く体の変形により生じていると思われ、柱く体以外の変形が大きくなると見かけの剛性の低下し、充填鋼管柱自体の剛性が十分に活かされなくなる。充填鋼管柱の剛性を活かし十分な耐荷性能を発揮させるためには、柱径の 1.5 倍程度の差込長さを確保し、ソケット内にずれ止めを設け柱の抜けだしを防止する構造とするのがよい。

参考文献

1) 鷹野、石橋、鎌田、木下：柱と杭を充填鋼管とした接合部の実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集 1301～1306, Vol.18, NO.2, 1996