Ｖ－503　鋼管柱とフーチングの接合部を鋼管鉄筋コンクリートとした構造の実験的研究

東日本旅客鉄道株式会社　東京工事事務所　正会員　○鷹野　秀明
東日本旅客鉄道株式会社　東京工事事務所　正会員　　鎌田　則夫
東日本旅客鉄道株式会社　東京工事事務所　正会員　　金子　達哉

１．はじめに

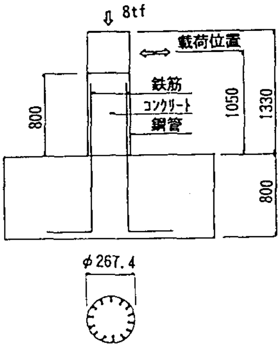
鋼管内にコンクリートを充塡した構造体は、鋼管の大きな拘束力により耐力と変形性能が増大すると言われている。従来、ラーメン構造の柱までが鋼で、フーチング以下が鉄筋コンクリート（以下ＲＣという）の構造体の接合方法は、アンカーフレームをフーチング中に埋め込みアンカーボルトで定着するアンカーフレーム方式が一般的であった。この方式は、アンカーフレームの製作や設置にコストがかかり不経済なものとなっている。そこで、これを解決するひとつの方法として、施工が容易な鋼管にフーチングから鉄筋を出しコンクリートを詰めた鋼管ＲＣ方式で接合した場合の耐力と変形性能の確認試験を行ったので報告する。

２．試験概要

２．１　試験体形状及び諸元

試験体形状を図－１に、試験体諸元を表－１に示す。試験体寸法は、実構造物の１／２モデルにできるだけ近づくように決定した。鋼管とコンクリートの付着力や軸力が、耐力及び変形性能に影響すると考え、ノーマルな鋼管（シリーズＡ）・リブ付き鋼管（鋼管内にφ６mmの鉄筋を10cmピッチで溶接：シリーズＢ）・付着力なしの鋼管（鋼管内にグリースを塗り鋼管とコンクリートの縁を切ったもの：シリーズＣ）の３タイプに分け、それぞれ軸力ありとなしで静的交番載荷試験にを行った。

材料の種類は、鋼管がSTK400でφ267.4 ×6.6 、鉄筋がSD345でD19-28本（束ね鉄筋）とした。



図－１　試験体形状

２．２載荷方法

試験体は、鉛直に設置し載荷することとし、フーチング部分をPC鋼棒で固定した。水平力の載荷位置はフーチングから1050mmの高さとし、鉄筋のひずみが降伏（2000マイクロ）に達するまで荷重制御により載荷を行った。その時の降伏荷重をP_yとし、載荷点の水平変位を降伏変位δ_yとする。それ以後はδ_yの整数倍の変位を変位制御により３サイクルづつ行った。軸力は、鋼管に８tf与え、鉄筋の定着長は計算から 750mm（約40φ）とした。コンクリートは、かぶり50mmをみてフーチングから 800mmとした。

表－１　試験体諸元

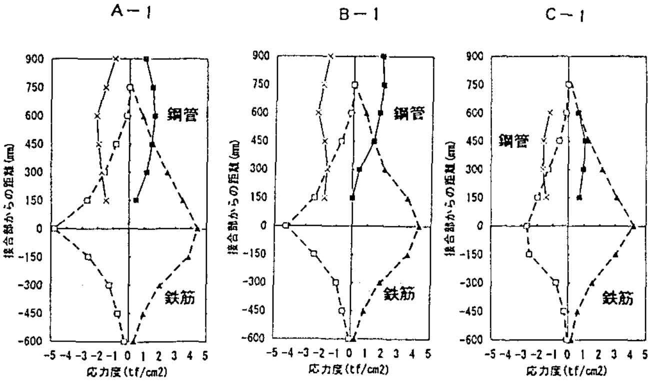
シリーズ	試験体	鋼管の種類	軸力	鉄筋 降伏強度σ_{sy} (kgf/cm²)	鉄筋 引張強度σ_{su} (kgf/cm²)	コンクリート 圧縮強度σ_{cu} (kgf/cm²)
A	A－1	普通	あり	3700	5270	364
	A－2	普通	なし			374
B	B－1	リブ付き	あり			286
	B－2	リブ付き	なし			347
C	C－1	付着力なし	あり			380
	C－2	付着力なし	なし			399

３．試験の結果及び考察

３．１　降伏時の鉄筋と鋼管の応力分布

鉄筋と鋼管の降伏時の応力分布を図－２に示す。応力度は、コンクリートのひずみゲージから求めた。接合部からの距離で引張り側 450mm、圧縮側300mm 付近において、

図－２　降伏時の鋼管と鉄筋の応力分布



全試験体で鋼管と鉄筋の応力度が同等となった。これは軸力の有無に係わらず同じであった。鋼管の応力度が最大となるのは接合部からの距離でＡ－１が 600 mm、Ｂ－１が 750mm、Ｃ－１が 450mm付近となっている。鉄筋はどれも接合部で最大となっている。鋼管内に定着している鉄筋の引張り応力度は、ほぼ直線的に700mmで０に向かっている。

３．２　降伏とじん性の定義

試験結果を考察するために、降伏時の定義を明確にしなければならない。鋼管とフーチングとの接合部付近のひずみから平面保持の法則が成り立つとして、断面の１／４以上の鉄筋が降伏した時を試験体の降伏とする。その時の降伏荷重をP_{y1}とし、降伏変位をδ_{y1}とする。

また、フーチングからの主鉄筋抜け出しによる回転変位δ_{y2}を試験から得られた変位δ_{y1}から差し引き試験体のみの変位δ_{y0}を求め〔１〕耐力・じん性率の評価に使うものとする。

３．３　鋼管ＲＣの降伏耐力及び終局耐力

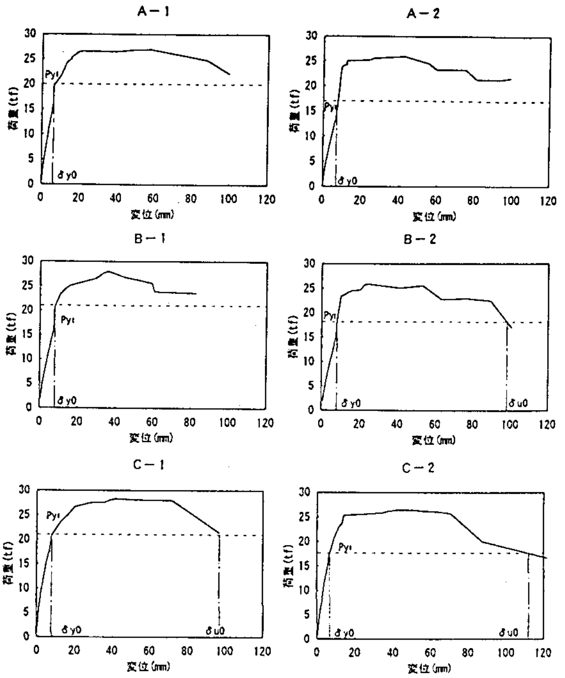
降伏耐力及び終局耐力の実験値と計算値を表－２に示す。降伏耐力・終局耐力とも軸力を与えた方が高い値を示しており、計算値と近い値を示している。付着の違いによる降伏耐力・終局耐力の差は見られなかった。

表－２　鋼管ＲＣの降伏耐力・終局耐力

シリーズ	試験体	降伏荷重 (tf) Py1	降伏耐力 My(tfm) 計算値 Myp	降伏耐力 My(tfm) 実験値 Mye	降伏耐力 My(tfm) 強度比 Mye/Myp	最大荷重 (tf) Pmax	終局耐力 Mu(tfm) 計算値 Mup	終局耐力 Mu(tfm) 実験値 Mue	終局耐力 Mu(tfm) 強度比 Mue/Mup
A	A－1	19.63	21.49	20.61	0.959	26.92	28.25	28.26	1.000
	A－2	16.70	21.07	17.54	0.834	25.96	28.41	27.28	0.960
B	B－1	20.52	20.88	21.54	1.032	27.99	26.57	29.40	1.106
	B－2	18.16	20.86	19.07	0.914	25.85	27.86	27.14	0.974
C	C－1	20.74	21.61	21.78	1.007	28.31	28.58	29.72	1.050
	C－2	17.62	21.23	18.50	0.871	26.44	28.82	27.76	0.963

３．４　鋼管ＲＣのじん性率

荷重－変位曲線の包絡線を図－３に示す。じん性の評価は、降伏時変位をδ_{y1}降伏時荷重をP_{y1}した時、荷重－変位曲線の包絡線がP_{y1}を下回る時の変位をδ_{u1}として、$\mu=\delta_{u1}/\delta_{y1}$で行うものとした。荷重－変位曲線の包絡線のじん性率をμ、考慮した後のじん性率をμ_0とすると、すべて５以上であり十分な変形性能を有している。軸力を与えた方は変位は小さくなったが、じん性率、及び付着による差は見られなかった。



図－３　鋼管ＲＣの荷重－変位曲線

４．まとめ

鋼管とＲＣ部材の接合部を鋼管ＲＣとした構造の変形性能の評価は、降伏とする点の定義により大きく変わる。今回は、降伏を断面の１／４の鉄筋が降伏したとして考察を行ったが、変形性能があり、全体的に穏やかな包絡線を描いて急激な荷重降下もなかった。よって、この接合方式は、有効な接合方法であると言える。付着力の有無による違いは、応力分布に現れたが、耐力や変形性能には顕著な違いはみられなかった。

表－３　鋼管ＲＣのじん性率

	試験体	降伏変位(mm) δy1	降伏変位(mm) δy0	降伏変位(mm) δy2	終局変位(mm) δu1	終局変位(mm) δu0	終局変位(mm) δu2	じん性率 μ	じん性率 μ0
A	A－1	15.32	6.21	9.11	115.17	99.50	15.67	↑ 7.36	↑ 16.02
	A－2	14.64	6.79	6.85	127.41	99.04	28.37	↑ 6.76	↑ 14.59
B	B－1	23.63	7.65	15.97	111.08	82.71	28.37	↑ 5.00	↑ 10.81
	B－2	15.77	8.11	7.66	126.17	98.17	28.14	8.00	12.10
C	C－1	14.14	7.88	6.25	103.09	88.82	14.27	7.29	11.27
	C－2	13.19	6.86	6.33	150.77	111.93	38.84	11.43	16.32

＊↑は終局変位が計測範囲を超えたことを示す
＊δy1・δy0・δy2はそれぞれ降伏時の変位、く体変位、回転変位を示し、δu1・δu0・δu2は終局時における同様のものを示す

〔参考文献〕

１）石橋、吉野：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究　土木学会論文集 390号　1982.2