

(V-1) 鋼管鉄筋コンクリート柱主鉄筋の抜け出し量について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員○太田 健

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 山内俊幸

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 齋藤 貴

1.はじめに

鉄筋コンクリート（以下RCという）柱の水平交番載荷試験において、水平荷重載荷により、柱の主鉄筋に引張力が作用すると、定着部の主鉄筋が抜け出す現象を生じる。矩形断面についての主鉄筋の抜け出し量は、算定方式が提案されている。⁽¹⁾ 今回は、鋼管鉄筋コンクリートの柱と杭の接合部を鋼管巻きとした部材の静的水平交番載荷試験を行い、円形断面における主鉄筋の抜け出し量に関する検討・考察を行った。

2.試験概要

2-1 供試体諸元および形状

供試体形状を図-1に、材料強度を表-1に示す。柱部材は鋼管を巻いたRC構造で、杭との接合部についても鋼管を巻いた形状である。フーチングから杭の主鉄筋としてD16を28本、柱の主鉄筋は、D13を20本配置した。定着長はいずれも390mmとした。柱の主鉄筋の杭部上端からの抜け出しを見るために、定着部の鉄筋のひずみゲージは、図-2に示すように、鉛直方向に100mm間隔で左右対称な位置に交互に配置し、測定を行った。

2-2 載荷方法

試験は、一定軸方向力19.0tfを載荷し、水平力の載荷位置はフーチング天端より1360mmの位置とした。載荷方向を基準に45°の鉄筋が、予め引張試験から得た降伏ひずみ2000 μ に達したときを降伏とした。その時点での載荷点の水平変位を δy とした。柱の主鉄筋の降伏までは荷重制御で1サイクル（押しと引きで1サイクルとする）の載荷、それ以降は、 δy の整数倍の変位を変位制御により3サイクルずつ与え、水平荷重が降伏荷重を下回った時点で試験を終了とした。

3.試験結果・考察

3-1 結果

図-3に荷重-載荷点水平変位曲線を示す。試験から、降伏荷重は、13.20tf、最大荷重は17.02tfが得られた。11 δy で鉄筋が破断し、耐荷力が急激に減少した。

3-2 抜け出し量・回転変位

変位段階ごとの主鉄筋の杭部上端からの抜け出し量は、杭部内の柱の主鉄筋定着部のひずみの積分値より計算した。図-4は、降伏時(1 δy)における図-2に示す鉄筋A～Eの、軸方向ひずみ分布である。最外縁引張鉄筋の抜け出し量 Δl は、それぞれの鉄筋に取り付けたゲージのひずみの値から計算した結果、次のようになった。

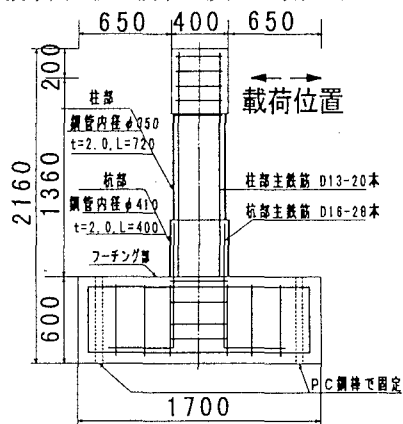


図-1 供試体形状

表-1 材料強度

種類	規格	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	降伏ひずみ μ
鋼管	SS400	366	480	1676
鉄筋	SD345	359	484	2000
コンクリート	柱・杭	圧縮強度 32.9(N/mm ²)		
	フーチング	36.2(N/mm ²)		

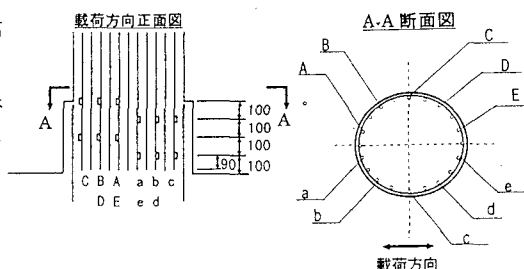


図-2 ひずみゲージ位置

$$\Delta l_y(\text{降伏時})=0.38 \text{ mm}$$

$$\Delta l_2(2 \delta y \text{ 時})=0.63 \text{ mm}$$

さらに載荷点での回転変

位 δ_1 は、式-1 から求めた。

$$\delta_1 = h \times \Delta l / (d - x) \quad (\text{式-1})$$

ここで、h:接合部から載荷点ま
での高さ、l:抜け出し量、d:有効

高さ、x:圧縮縁から中立軸までの距離。

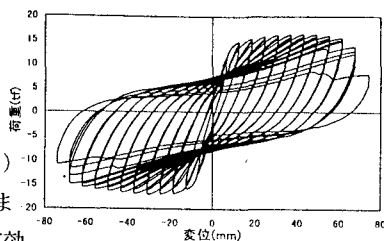


図-3 荷重-載荷点水平変位曲線

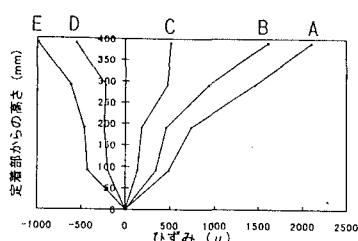


図-4 軸方向ひずみ分布(降伏時:引き側 $1 \delta y$)

図-5 に、降伏時、 $2 \delta y$ 時点の載荷点変位と、回転変位の押し引きの平均を示す。また、表-2 に載荷点変位に含まれる回転変位の割合を示す。

3.3 矩形断面の抜け出し量算定式への、適用の検討

矩形断面の抜け出し量算定式を円形断面に適用することを考え、次のように円形断面を矩形断面に換算し、抜け出し量を求めた。図-6 に、形状を示す。

①鋼管はヤング係数比($E_s/E_c=7$)を乗じてコンクリート断面に換算する。

②コンクリート断面は、円形・矩形断面それぞれの、断面二次モーメントが等しくなるように矩形断面の寸法を求める。

③鉄筋は本数が等しく、かつ断面 2 次モーメントが円形と矩形で等しくなるように配置する。

④矩形断面の抜け出し量算定式は以下の算定式(1)を用いた。

$$\Delta l_y = 0.070 - 0.0054(D/\phi) + 0.00017(D/\phi)^2 \quad (\text{式-2})$$

ここで、D:鉄筋中心間隔、 ϕ :鉄筋径

以上より、降伏時: $\Delta l_y=0.52 \text{ mm}$ となった。

さらに、求めた抜け出し量より、載荷点での回転変位を求めた。表-3 に、円形断面と換算矩形断面の回転変位を示す。換算によって求めた値は、実験値に対して大きい値となった。

4. まとめ

今回の、鋼管 R C 柱をひと回り大きな鋼管 R C 部材と接合した場合の水平交番載荷試験から、以下のようなことがわかった。

①降伏時、 $2 \delta y$ 時における鉄筋抜け出しによる載荷点の回転変位が水平変位に含まれる割合として、降伏時 50.0%、 $2 \delta y$ 時 39.3%を得られた。

②柱の主鉄筋の抜け出し量について、既に提案されている矩形断面における算定式の適用を試みた。その結果、実験値の方が小さい値となった。

5. 今後について

今回の試験では、以上のような結果を得ることができた。しかし、試験体が 1 体だったため、より精度の高い結果を得るためには、同様の試験、検討を重ねていく必要がある。

【参考文献】

(1)石橋忠良・吉野伸一：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、第 390 号、pp57~66、1988.2

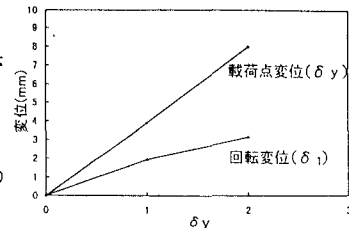


図-5 変位

	回転変位(δ_1)	載荷点変位(δy)	$\delta_1 / \delta y$
1 δy	2.0(mm)	3.9(mm)	50.0(%)
2 δy	3.1(mm)	8.0(mm)	39.3(%)

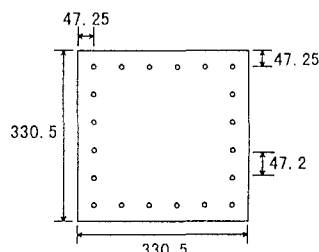


図-6 換算矩形断面

	円形断面	換算矩形断面
1 δy	1.95	2.78