

## 鋼角ストッパーの耐力に埋込み長さが及ぼす影響について

鉄道総合技術研究所 正会員 ○岡本 大  
 フェロー会員 佐藤 勉  
 正会員 田所 敏弥  
 正会員 松枝 修平

### 1. はじめに

鋼角ストッパーは、地震時の水平力に対して桁の移動を制限する装置であり、角型鋼管の内部にコンクリートを充填し、橋脚天端の桁座に埋込み設置するものである。本稿では、鋼角ストッパーの桁座への埋込み長をパラメータとした試験体の交番载荷試験を実施し、桁座コンクリートの支圧耐力、鋼角ストッパーの耐力、変形性能に関して得られた知見を報告する。

### 2. 実験概要

本研究では、鋼角ストッパーの桁座埋込み長をパラメータとした2体の試験体について交番载荷試験を実施し、桁座の支圧耐力が鋼角ストッパーの耐力、変形性能に与える影響について検討した。実験を行った試験体の諸元を図1に、使用した材料の諸元を表1、表2に示す。鋼角ストッパーには、断面が250×250mm、厚さt=9mmのものを用い、各試験体で共通とした。鋼角ストッパーの埋込み長は、図2に示すストッパー埋込み部の上部支圧応力のみ支圧強度に達するもの(No.1, a=850mm)と、上部、下部ともに支圧強度に達するもの(No.2, a=500mm)の2通りとした。また、桁座を模擬したフーチングは、せん断破壊を生じないように、鋼角ストッパー周りを鉄筋により十分に補強した。

载荷は、試験体のフーチングを反力床に固定し、反力フレームに取付けた油圧ジャッキを用いて所定の変位で3回繰返す定変位正負交番载荷とした。制御した変位は、No.1について降伏変位 $\delta_y$ の整数倍(1 $\delta_y$ , 2 $\delta_y$ , 3 $\delta_y$ , 4 $\delta_y$ , 6 $\delta_y$ , 8 $\delta_y$ ...)とし、No.2はNo.1と同一とした。なお、No.1の降伏変位 $\delta_y$ は、载荷荷重が鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)<sup>1)</sup>(以下、RC標準)に示される鋼角ストッパーの曲げ降伏耐力の計算値に達した時点の変位(4.5mm)とした。

### 3. 実験結果

#### (1) 破壊状況と水平力-载荷点変位関係

各試験体ともに荷重が約400~500kNの時点で鋼角ストッパー隅角部から、载荷方向45°方向にひび割れが発生した。その後、No.1が約900kN、No.2が約500kNでストッパー圧縮側前面のコンクリート表面に圧壊が生じた。No.1は3 $\delta_y$ 時に最大耐力となり、8 $\delta_y$ 程度からストッパー鋼

表1 コンクリートの材料諸元

試験体	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	割裂強度 (N/mm <sup>2</sup> )
No.1	25.5	24.8	2.57
No.2	28.8	26.1	2.31

表2 鋼材の材料諸元

鋼材	規格	試験体	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏ひずみ ( $\mu$ )	弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )
補強鉄筋	SD490-D19	No.1	541	3086	181
		No.2	513	4842(※1)	181
鋼角 ストッパー	STKR490 250×250×t9mm	No.1	448	2240(※2)	200(※3)
		No.2	462	2310(※2)	

※1:0.2%オフセット値とした。 ※2:降伏強度を弾性係数で除した値とした。  
 ※3:試験片採取が困難なため、文献2)に示される設計値を用いた。

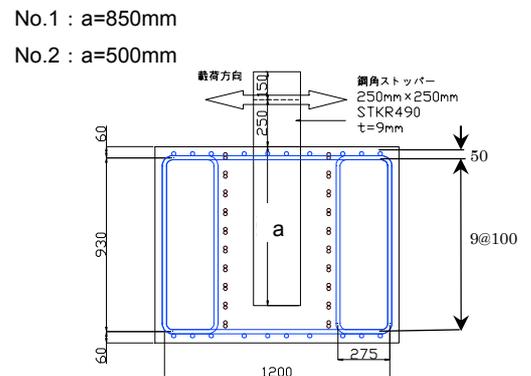


図1 試験体の諸元 (単位: mm)

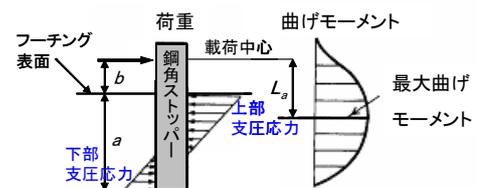


図2 支圧応力と曲げモーメントの分布

キーワード 鋼角ストッパー, 交番载荷試験, 支圧強度, 埋込み長, コンクリート充填鋼管部材

連絡先 〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 TEL: 042-573-7394 FAX: 042-573-5326

管の座屈に伴って徐々に荷重が低下した。その後、 $14\delta_y$ 時に鋼管の隅角部に亀裂が生じたため載荷を終了した。No.2は $4\delta_y$ 時に最大耐力に至り、その後、徐々に耐力が低下した。No.2は、鋼角ストッパー本体については座屈等の変状が見られず、No.1に比べて損傷は小さかったが、埋込み部の損傷はNo.1に比べて大きかった。

図3および図4に、各試験体の水平力と載荷点変位の関係を示す。図には、RC標準に示される方法により算定した埋込み部の支圧耐力、および鋼角ストッパーの最大、降伏耐力の計算値を合わせて示す。No.1は、紡錘型の安定した履歴曲線を示している。一方、No.2は、ストッパー周辺の埋め込み部の損傷が大きく、極端なスリップ型の履歴曲線を示している。また、埋込み部の下部が支圧耐力に達していないNo.1は、鋼角ストッパーの最大耐力は、既往の算定方法によって概ね妥当に評価できている。一方、埋込み部の上下部が支圧耐力に達しているNo.2は、降伏耐力を確保できない結果となった。現在の設計では、鋼角ストッパーの埋込み深さは桁座の支圧強度の照査により決定されるケースが多いが、この結果から考えると、ストッパー埋込み部上部よりも、下部に関する照査が重要であると考えられる。

(2)鋼角ストッパーのひずみ分布

図5および図6に、鋼角ストッパーのひずみ分布を示す。図には、RC標準に示される方法で算定した鋼角ストッパーの最大曲げモーメント発生位置を合わせて示した。No.1の最大曲げモーメントの発生位置は、設計計算値と良い整合を示している。一方、No.2の場合は、下部が支圧耐力に達していない600kN時は最大曲げモーメント発生位置が計算値と整合しているが、上下部とも支圧耐力に達した最大耐力時は、計算値よりも深い位置で曲げモーメントが最大となっている。そのため、図2に示すアーム長 $L_a$ が計算上の仮定よりも長くなり、降伏耐力を確保できない結果となったと考えられる。

4. まとめ

- (1) 鋼角ストッパー埋込み部において、上部が支圧破壊を生じても耐力等に与える影響は少ないが、上下部とも支圧破壊を生じると、載荷点変位-水平力の関係はスリップ型の履歴曲線を示し、計算上のストッパーの耐力を確保することができない。
- (2) 鋼角ストッパーの埋込み部の支圧強度の照査は、埋込み部上部よりも下部に対する照査が重要であると考えられる。

(参考文献)

1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）、2004

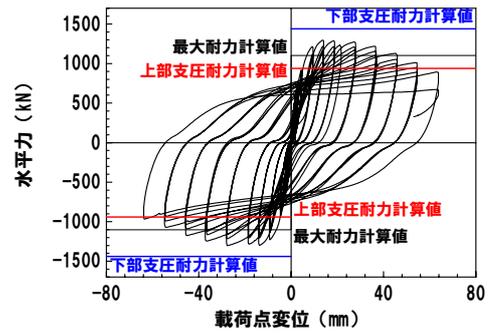


図3 水平力-載荷点変位の関係(No.1)

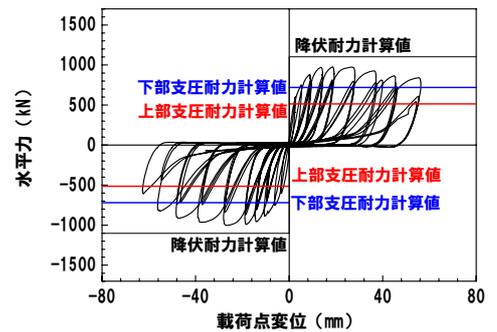


図4 水平力-載荷点変位の関係(No.2)

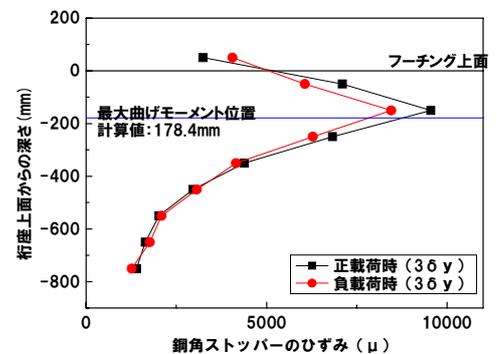


図5 鋼角ストッパーのひずみ分布(No.1)

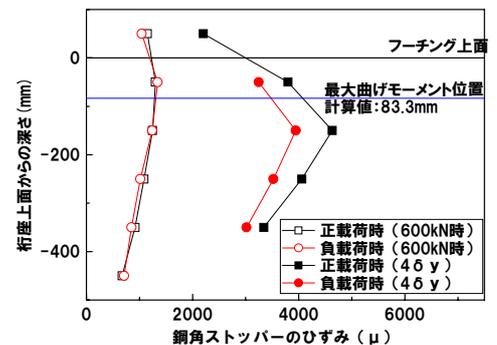


図6 鋼角ストッパーのひずみ分布(No.2)