

## 既設角形鋼管柱の耐震補強に関する実験的研究

|        |         |     |        |
|--------|---------|-----|--------|
| JR 東日本 | 東京工事事務所 | 正会員 | ○野添 孝敬 |
| JR 東日本 | 東京工事事務所 | 正会員 | 山口 慎   |
| JR 東日本 | 東京工事事務所 | 正会員 | 山田 正人  |
| JR 東日本 | 東京工事事務所 | 正会員 | 津吉 毅   |

## 1. はじめに

現在都市部の高架橋において、角形断面を有する鋼ラーメン橋台の改良工事を計画している。本工事は、1層構造の既設高架橋に新設部材を継ぎ足し、2層構造とするものである。

一方、平成7年に兵庫県南部地震が発生したことを契機に、鉄道構造物の耐震基準が見直され、鉄道構造物等設計標準(耐震設計)<sup>1)</sup>が制定された。本構造は、大規模な改良工事となることから、現行の設計標準に定められる耐震性能を満足させることとした。既設橋台は平成7年以前に設計されており、現行の耐震性能を満足させるためには補強が必要となる。

既設高架橋は高架下が店舗として利用されており、施工スペースの制約を受けるため、ブレース、ダンパー等を設置して、柱の外側を補強する工法が適用できない。そこで本工事では、角形鋼管内部の補強工法を検討している。本研究では、実験により角形鋼管内部の補強方法の耐震性能について検討を行ったので報告する。

表-1 角形鋼管試験体

| 試験体                                  | 断面                                                                                    | 軸力比  |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 試験体 A<br>(コンクリート充填)                  |   | 0.32 |
| 試験体 B-1<br>(コンクリート充填+<br>スパイラル筋 8 本) |  | 0.31 |
| 試験体 B-2<br>(コンクリート充填+<br>スパイラル筋 4 本) |  | 0.31 |

## 2. 試験概要

試験体は、表-1に示すように、コンクリート充填で補強した試験体Aと、コンクリート充填とスパイラル筋で補強した試験体B-1、B-2の3体とした。試験体形状および材料強度を図-1に示す。試験体は実構造物の1/3程度の模型試験体で、400mm×400mm、板厚9mm、角部をすみ肉溶接した正方形断面の角形鋼管をフーチングに埋め込み、鋼管内部にコンクリートを充填した。試験体B-1は図-2に示すような直径60mmのスパイラル筋を、角形鋼管の中に8本、試験体B-2は角部に4本配置した。

載荷方法は、一定軸力比のもとで、図-1に示す位置での正負水平交番載荷とした。振幅は試験体降伏時の変位 $\delta y$ および $\delta y$ に3の倍数を乗じたものとした。1 $\delta y$ 載荷時は荷重制御、3 $\delta y$ 以降は変位制御とし、正負1サイクルずつ載荷した。

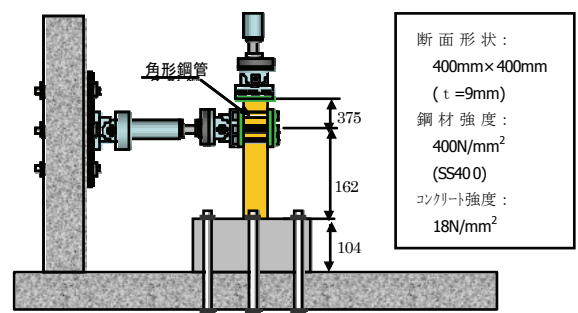


図-1. 水平力載荷装置

## 3. 試験結果

試験体Aの荷重・変形包絡線を図-3に示す。試験体Aの降伏荷重は519kN・mで、鋼管基部が圧縮降伏した。+3 $\theta y$ 載荷時に柱基部の曲げモーメントが1024kN・mで最大となり、圧縮側のフランジに局部座屈が発生した。図-3に示すように+9 $\theta y$ 載荷時の荷重857kN・mに対して+12 $\theta y$ 載荷時の荷重は406kNであり、急激に耐力が低下していることがわかる。+12 $\theta y$ 載荷後、試験体を戻す途中で鋼管基部の溶接に亀裂が発生したため、試験を終了した。+9 $\theta y$ 終了時点で降伏荷重を上回っており、角溶接部の亀裂も生じていないことから、本補強方法によればじん性率9を確保できることが確認できた。試験体を解体した写真(図-4)からは縦リブが座屈し、内部のコンクリートが粉砕化されていることがわかる。

試験体B-1の降伏荷重は527kNで、鋼管基部が圧縮降伏した。最大荷重は+9 $\theta y$ 載



図-2 スパイラル筋

荷時に  $1160\text{kN}\cdot\text{m}$  となり、鋼管基部に局部座屈が発生した後、なだらかに耐力が低下した(図-5)。 $-18\theta_y$  戴荷時に降伏荷重を上回る  $694\text{kN}\cdot\text{m}$  の耐力を示し、角溶接部の亀裂も生じていないことから、本補強法によればじん性率 18 を確保できることが確認できた。試験体を解体した写真(図-6)からは、スパイラル筋外側のコンクリートが粉砕化しているのに対して、8本のスパイラル筋に囲まれたコアコンクリートには著しい損傷は見られないことがわかる。

試験体 B-2 の降伏荷重は  $667\text{kN}\cdot\text{m}$  で、鋼管基部が圧縮降伏した。最大荷重は  $+6\theta_y$  戴荷時に  $1128\text{kN}\cdot\text{m}$  となり、鋼管基部に局部座屈が発生した。 $-9\theta_y$  戴荷時の荷重は  $861\text{kN}\cdot\text{m}$  で、じん性率は 9 であった(図-7)。試験体を解体した写真(図-8)からは、スパイラル筋が座屈するとともに、スパイラル筋より内側のコアコンクリートも一部粉砕化していた。

以上の試験結果を表-2 に示す。コンクリート充填のみで補強した試験体 A でもじん性率 9 を確保でき、さらにスパイラル筋 8 本で補強した試験体 B-1 は、じん性率 18 を確保できた。しかし、スパイラル筋 4 本で補強した試験体 B-2 は、じん性率が 9 にとどまり、コンクリートのみの補強と同じ値となった。

試験体 B-1 では鋼管が局部座屈した後もスパイラル筋が柱状に残り、コアコンクリートを拘束したことで耐荷力を保持した一方で、試験体 B-2 では鉛直力が集中したことでスパイラル筋が早々に変形し、コアコンクリートの損傷を防ぎきれず耐荷力を落としたために、2 体の試験体の変形性能に大きな差が生じたものと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、コンクリート充填した既設角形鋼管柱の内部補強効果を検討した。その結果、スパイラル筋 8 本による補強が変形性能の向上に高い効果があることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計) 鉄道総合技術研究所 平成 11 年 10 月

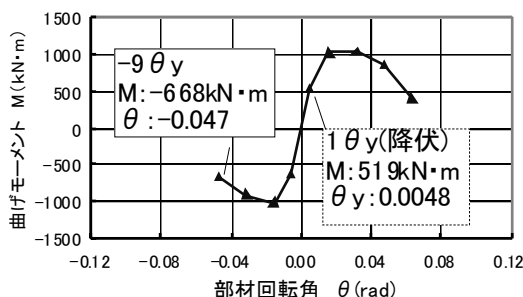


図-3 荷重・変形包絡曲線(試験体 A)

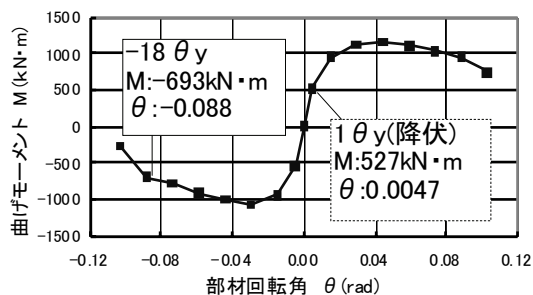


図-5 荷重・変形包絡曲線(試験体 B-1)

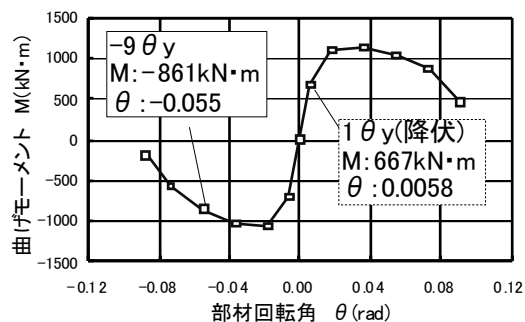


図-7 荷重・変形包絡曲線(試験体 B-2)



図-4 試験体内部の様子  
(試験体 A)



図-6 試験体内部の様子  
(試験体 B-1)



図-8 試験体内部の様子  
(試験体 B-2)

表-2 試験結果

| 試験体 | 最大荷重     | じん性率 |
|-----|----------|------|
| A   | 1024kN・m | 9    |
| B-1 | 1160kN・m | 18   |
| B-2 | 1128kN・m | 9    |

キーワード 既設角形鋼管, 耐震補強, スパイラル筋

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR東日本東京工事事務所工事管理室 TEL 03-3320-3482