# 鉄道地下駅におけるCFT柱とRCはり接合部の模型載荷試験

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 西澤政晃 鈴木昌司

研究開発センター 正会員 山田正人

大林組 技術研究所 正会員 岡野素之

#### 1. はじめに

近年、地下駅を構築する場合は高架橋下や道路下といった空頭が限られた条件下での施工が多く、その中柱は施工上の制約から地上からあらかじめ施工できるコンクリート充填鋼管柱(以下「CFT柱」という。)が採用される場合が多い。また、はりには経済性の観点からRCが採用されることが多いため、これら接合部は混合構造となる。今回は、CFT柱に溶接されたダイヤフラムプレートにはりの主筋を接続させて接合する実構造をモデル化し、模型試験体を用いて正負交番載荷試験を実施した。本稿では、この実験結果について報告する。

#### 2. 実験の概要

# 2.1 試験体

本実験のモデルは「みなとみらい21線・東急東横線横浜地下駅」におけるCFT柱とRCはり接合部とした。実構造ははりの主鉄筋が柱のダイヤフラムに溶接により連結されている(以下「溶接鉄筋」という。)とともに、柱の両側にダイヤフラム天端を貫通する主鉄筋(以下「通し鉄筋」という。)が各2本配置されている(図-1)。また、せん断伝達のための支圧リブが仕口部の鋼管の周囲に設けられている。

今回の実験に用いた試験体は、実構造とせん断スパン比の等しい 1/3 縮尺の十字型モデルとし、鉄筋比を実構造と一致させた。試験体の 形状・寸法を図-2 に、実構造と試験体の対比を表-1 に示す。

### 2.2 載荷方法

載荷サイクル、載荷点を図-3 に示す。はじめに設計荷重載荷として両側のはりの中間(実構造の設計荷重時のせん断スパン長に相当する位置)に設けた2台の油圧ジャッキによる片押しせん断載荷を実施し、続いて正負交番載荷としてはり端部における逆対称の繰り返しせん断載荷を行った。載荷は、はりの中間からの片押加力時にはは

りのひび割れ発生時  $\delta$  cr、設計荷重相当時  $\delta$  d において各3回繰り返し、続いて地震時荷重を想定しはり端部から降伏変位  $\delta$  y(溶接鉄筋が降伏に至る変位:  $\delta$  y=11.6mm、 $\theta$ =1/143)の整数倍で各3回繰り返した。測定は各荷重段階で載荷力・各部位の変位・鉄筋及び鋼材のひずみを測定した。

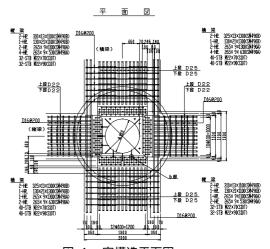


図-1 実構造平面図

表-1 実構造と試験体の対比

| 項目 |          |      |     | 実構造         | 試験体           | 備考          |
|----|----------|------|-----|-------------|---------------|-------------|
| 寸法 | 部材       | はり   |     | 5.58 m      | 1.86 m        | せん断スパ<br>ン長 |
|    | 長        | 柱    |     | 2.17m       | 0.73 m        |             |
|    | 断面       |      | サイズ | 2000x1100   | 670×370       |             |
|    |          | はり   | 主鉄筋 | 17-D25      | 14-D10        | ptが一致       |
|    |          |      |     | (pt=0.392%) | (pt=0.403%)   |             |
|    |          |      | せん断 | 6-D16@200   | 6-D6@95       | pwが一致       |
|    |          |      | 補強筋 | (pw=0.298%) | (pw=0.299%)   |             |
|    |          | 柱    | サイズ | φ-900x32    | φ-300x12      |             |
|    | 仕口<br>部材 | ダイヤ  | 上端  | PL-13       | PL-4.4        |             |
|    |          | フラム  | 下端  | PL-34       | PL-11.4       |             |
|    |          | 支圧リブ |     | PL-12       | PL-4          |             |
| 材料 | コンクリート   |      |     | σck=27N/mm2 | 発注仕様:21-13-12 |             |
|    | 鉄筋       |      |     | SD345       | SD345相当       |             |
|    | 鋼材       |      |     | SM490       | SM490相当       |             |

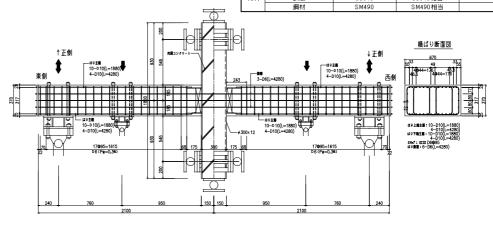


図-2 試験体の寸法・形状

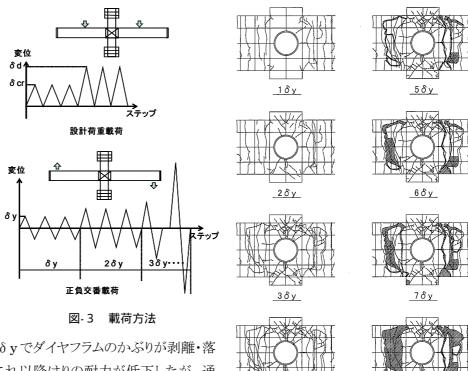
キーワード:柱はり接合部、CFT、地下駅、載荷試験

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 Tel(03)3379-4302 Fax(03)3379-6810

# 3. 実験の結果

# 3.1 破壊形態

ひび割れの発生と破壊性状を図-4 に、最終破壊状況を写真-1に示す。正負交番載荷における溶接鉄筋の降伏荷重は載荷位置正側で84.8kN、負側で80.9kNであり、溶接鉄筋は降伏に達した。その後、正側載荷では西側はりが $3\delta$ y(Pmax=92.1kN)で、東側はりが $2\delta$ y(Pmax=91.7kN)で最大荷重に達し、この後 $3\delta$ yにかけて通し鉄筋付近で付着ひび割れが観



察された。さらに載荷を繰り返し、 $4\delta y$ でダイヤフラムのかぶりが剥離・落下し主鉄筋の座屈が観察された。これ以降はりの耐力が低下したが、通し鉄筋は最後まで降伏に至らなかった。

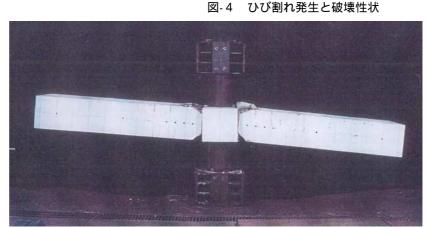
## 3.2 荷重変位関係

荷重とはりの変位の関係を図-5(設計荷重 載荷時)及び図-6(正負交番載荷時)に示す。 設計荷重載荷では、鋼管周辺のかぶりコンク リートのひび割れ発生と同時にはりの剛性は 低下し、繰り返し載荷においては 1mm 程度 の残留変位が発生したものの概ね弾性挙動 を示した。正負交番載荷では、設計上の最大 応答部材角( $\theta$ =1/270)において主筋は降 伏せず、降伏耐力を保持する3  $\delta$  y( $\theta$ =1/43)までは比較的安定した紡錘形の履歴 を示した。その後、圧縮側主鉄筋が座屈し始 める4  $\delta$  y 以降は耐力の低下とともに履歴曲線 も逆S字型に変化している。

### 4. おわりに

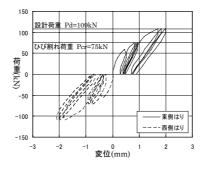
今回の実験により、

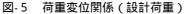
- ・ 設計荷重載荷においては鉄筋・鋼材とも降 伏は確認されなかった。
- ・ 降伏荷重を保持できるはりの変形量は $3\delta$  y であることから、部材の終局変位を降伏荷

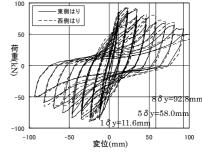


\_4δy

写真-1 最終破壊状況







8δу

図-6 荷重変位関係(正負交番)

重が保持される最大変位と定義すれば、部材の靭性率は $3.0(\theta = 1/50)$ と評価でき、十分な耐震性能を有する。

・ 通し鉄筋は接合部付近の付着劣化が $2\delta y(\theta = 1/75)$ から始まり、溶接鉄筋に比べひずみの進展が小さい。この 現象は通し鉄筋の接合部付近における定着効果が溶接鉄筋に劣ることが原因と考えられる。

等の知見が得られ、これらより本構造は設計荷重に対し十分な耐力を持ち、かつ耐震上も問題のないことが確認できた。