

# I-A 432 神戸港ハーバーハイウェイ震災復旧におけるRC脚の鋼製化 既存フーチングと鋼製脚柱基部の連結性能確認試験（その2）

－ 試験結果、基部設計方針 －

川崎重工業 正会員 大南亮一 神戸市港湾局 正会員 岡下勝彦  
神戸市港湾局 高田博 川重橋梁メンテナンス 古川満男  
川崎重工業 正会員 山本龍哉

## 1、はじめに

ハーバーハイウェイ（神戸港湾幹線道路）震災復旧におけるコンクリート橋脚の鋼製化に関して行った既存フーチングと鋼製脚柱基部の連結性能確認試験<sup>1)</sup>について、試験結果とそれをふまえた基部設計方針について報告する。

## 2、試験結果

表1に試験結果を総括する。図1に各载荷変位ステップに対応する荷重のうち最大荷重を包絡して（荷重～変位）関係（ $P-\delta$ ）を示す。試験結果は次のように評価した。

- ①降伏荷重  $P_y$  は、予め材料試験により測定した降伏ひずみに引張側鉄筋が達したときの荷重とした。降伏変位  $\delta_y$  は、 $P_y$  に対応する変位である。
- ②終局荷重  $P_u$  は、正載荷側の最大荷重とした。
- ③終局変位  $\delta_u$  は、 $P-\delta$  の包絡線が  $P_u$  を越えて  $P_y$  まで落ちたときの変位とした。
- ④全吸収エネルギーは、正載荷・逆載荷を1サイクルとするヒステリシス曲線のループ面積の各個を、終局変位を越えた直後のサイクルまで合計したものとした。
- ⑤許容塑性率、等価水平震度、保有水平耐力および安全性の判定は道示V耐震設計編<sup>2)</sup>によった。

試験結果は、次のように結論できる。

- ①試験目的に示した設計パラメータ（主筋定着長、スタッド、付着）と連結性能の関係について、次のことがいえる。

- ・定着長  $35\phi$ （B試験体）では塑性率（ねばり）が不足する。
  - ・スタッドの有無（A、C試験体）は、降伏荷重、終局荷重、塑性率を支配する要因ではない。
  - ・付着がスタッドと同等の性能を有するとはいえない。降伏荷重、終局荷重、吸収エネルギーともにA試験体はC試験体を若干ながら上回っている。
- 設計的には、幾分のスタッドを設けた方がよい。

- ②終局破壊部分は、既存フーチングと鋼製脚柱基部の境界部である。境界部を増フーチングコンクリートで覆

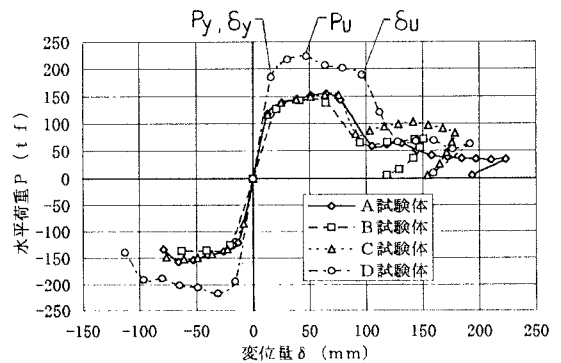


図1 各ステップ最大荷重包絡  $P-\delta$  線

表1 試験結果総括

|                         | A試験体              | B試験体              | C試験体              | D試験体              |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 試験体仕様                   | 主筋定着長             | 35φ+B             | 35φ               | 35φ+B             |
|                         | スタッド              | 道示強度              | 道示強度              | なし                |
|                         | 増フーチング            | なし                | なし                | あり                |
| 鉄筋降伏荷重 $P_y$ (tf)       | 118.8             | 126.2             | 116.1             | 185.7             |
| 終局荷重 $P_u$ (tf)         | 155.5             | 142.1             | 153.1             | 223.6             |
| 降伏変位 $\delta_y$ (mm)    | 12.9              | 20.8              | 12.8              | 16.0              |
| 終局変位 $\delta_u$ (mm)    | 77.4              | 62.4              | 76.8              | 96.0              |
| 終局サイクル                  | 6 $\delta_y$ の3割% | 3 $\delta_y$ の3割% | 6 $\delta_y$ の3割% | 6 $\delta_y$ の2割% |
| 全吸収エネルギー (tf・m)         | 149.7             | 54.2              | 136.6             | 225.6             |
| 塑性率 $\delta_u/\delta_y$ | 6                 | 3                 | 6                 | 6                 |
| 道示照査                    | 許容塑性率 $\mu$       | 4.3               | 1.8               | 4.3               |
|                         | 等価水平震度 $k < k_e$  | 0.363             | 0.620             | 0.363             |
|                         | 保有水平耐力 $P_a$ (tf) | 71.7 > 20.9       | 68.4 > 35.8       | 70.4 > 20.9       |

たD試験体は、降伏荷重、終局荷重、吸収エネルギー、保有水平耐力ともに最大値を示した。

- ③増フーチング有のD試験体は同無のA試験体に比べ、荷重が1.6倍、終局荷重が1.4倍、吸収エネルギーが1.5倍である。増フーチングの効果が認められる。

### 3、基部連結部設計方針

#### (1) 基部連結部基本構造

以上の試験結果をふまえ鋼製脚柱基部の連結構造は、D試験体仕様を基に次のようにした（図2参照）。

- ①既存鉄筋定着長は、（主筋径の35倍+脚断面短辺長）とする。
- ②鋼殻内面スタッドは最小限の本数とし、コンクリートの許容付着力相当の力を負担させる。
- ③増フーチングと鋼製脚柱基部との一体化を図るため、鋼殻外面にスタッドを配置するとともに鋼殻周辺のコンクリートを鉄筋補強する。さらに、
- ④定着部鋼殻の角溶接は完全溶け込み溶接（フルペネ）とする。
- ⑤増フーチング高さは1mとする。

- ⑥主筋定着部には、定着部コンクリート（ $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$ ）を打設し天端はダイヤフラムを設け、さらに上部に中詰めコンクリート（ $\sigma_{ck}=160\text{kg/cm}^2$ ）を充填する。
- ⑦定着部において、対面する内面スタッド結ぶように中間帯鉄筋を復旧仕様<sup>3)</sup>に則して配置する。

#### (2) 基部連結部設計方針

- ①耐震設計レベルは、表2の3レベルとする。
- ②既存フーチングと鋼製脚基部の境界部は、鉄筋コンクリート断面として計算する。
- ③定着部鋼殻リブは、鋼殻断面には有効としない。
- ④鋼製脚基部から中詰めコンクリート天端までの

高さは、脚柱高の0.3倍または6mのいずれか大きい方とする。中詰めコンクリートの途切れるところではL2レベルの地震断面力に対して鋼殻断面が降伏しないことを照査する。

- ⑤スタッドは、コンクリート許容付着力相当のせん断力が鋼殻壁との境界面に作用しているものとして設計する。

### 4、あとがき

本連結構造は、その時点における各種の実験報告、提案構造・設計手法を詳細に検討した上で、さらに復旧までの時間的制約のもとで進めてきたものである。関係各位に深謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 岡下勝彦、馬川和典ほか：既存フーチングと鋼製脚柱基部の連結性能確認試験（その1）、土木学会第51回年次学術講演概要集・第1部門、平成8年9月
- 2) （社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、平成2年2月
- 3) 建設省道路局：兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様、平成7年2月27日

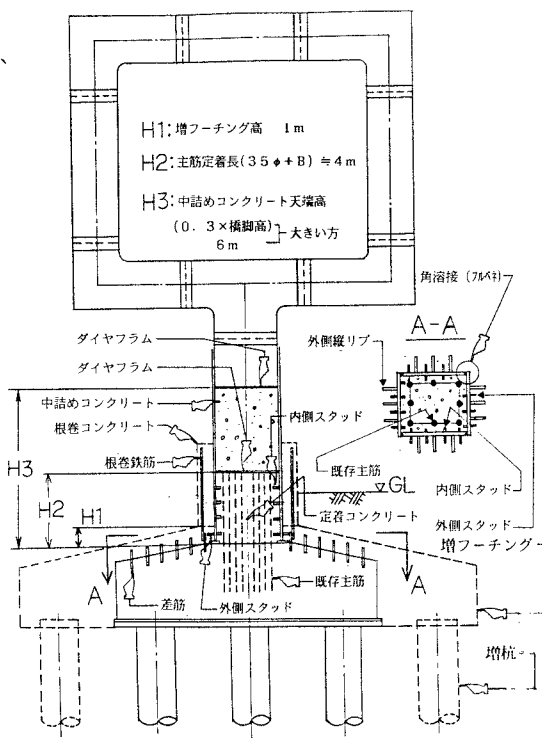


図2 鋼製脚柱基部連結基本構造

表2 耐震設計レベル

|    |               |                   |
|----|---------------|-------------------|
| L1 | 中小地震（0.2G）    | 許容応力度設計法          |
| L2 | 大地震（1G）       | 弾塑性を考慮した保有水平耐力照査  |
| L3 | ポートアイランド実測地震波 | 時刻歴弾塑性動的応答解析による検証 |