

|          |      |      |
|----------|------|------|
| 九州工業大学   | 学生会員 | 石賀康平 |
| 九州工業大学   | 正会員  | 幸左賢二 |
| 阪神高速道路公団 | 正会員  | 沢登善誠 |

兵庫県南部地震によって被災したＲＣラーメン橋脚を対象に橋軸直角方向に対して保有水平耐力法による解析を行い、それぞれの橋脚がもつ曲げ耐力およびせん断耐力について実際の損傷状況との比較検討を試みた。

図-1 に損傷分析の流れを示す。

「耐力評価」簡易法に基づきせん断耐力および曲げ耐力を求め、定量的評価を行う。

本研究では以上の評価より選定された代表橋脚 5 基に対して保有水平耐力法を用いた耐力評価を行い、実際の損傷状況との比較検討を行った。保有水平耐力法とは図-2 に示す全体系の骨組み（フレーム）構造モデルに、一様な水平震度  $k_h$  を作用させ、この荷重を漸増させて変位や断面力、部材の非線形化の程度や崩壊過程を算定するものである。橋梁全体系の初期降伏時としては塑性ヒンジの 1 つが降伏に達する時、終局時としては 1 つが終局に達する時として定義した。また、解析に用いる各定数には H8 年道示式を適用した。等価水平震度の算出には以下の式を用いた。

曲げ抵抗  $k_b = P / (R_d + W_b)$

せん断抵抗  $k_b = P / (R_d + W_b)$ 

ここに、 $k_h$  : 等価水平震度  $W_b$  : 梁重量 (kN)

$$R_d$$
 : 上部工重量 (kN)  $P$  : 作用力 (kN)

解析の対象とする橋脚の損傷状況を表-1 に示す。損傷状況としてはまず、Bランク橋脚である神P-346 は海側の柱上端が大きく曲げ破壊しており、山側の柱基部もコンクリートの剥離がみられた。Asランク橋脚である神P-348 では海側の柱上端がせん断破壊している。構造的特徴としては神P-346, 347, 348 は分離型フーチングであり、柱高と幅員の比は神P-346 が 0.382 (6.498m/17m), 神P-347 が 0.347 (5.898m/17m), 神P-348 が 0.353 (5.996m/17m), と3基ともほとんど同じ形状をしている。神P-550, 570 は一体型フーチングで、柱高と幅員の比はそれぞれ 0.252 (6.2m/24.6m), 0.242 (6.074m/25.15m) であり神P-346, 347, 348 に比べて橋脚高が低く幅員が広いという特徴がある。

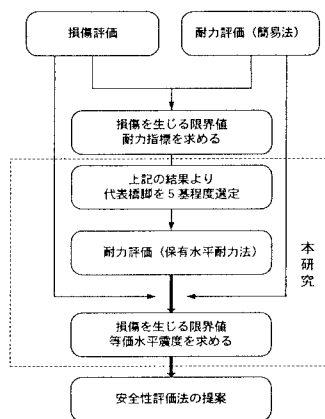


図-1 損傷分析の流れ

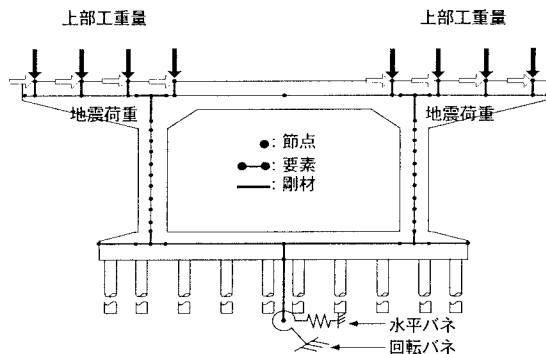


図-2 フレームモデル例

表-1 各橋脚の損傷状況

| 橋脚番号   | 損傷度ランク | 損傷形態  | 損傷位置    | 損傷方向 | 重量 (kN) |        |
|--------|--------|-------|---------|------|---------|--------|
|        |        |       |         |      | 上部工Rd   | 梁Wb    |
| 神P-346 | B      | 曲げ    | 柱上端、柱基部 | T    | 4484.5  | 1730.4 |
| 神P-347 | D      | 曲げせん断 | 柱基部     | T    | 4484.5  | 1580.5 |
| 神P-348 | A      | せん断   | 柱上端     | T    | 5260.6  | 1580.5 |
| 神P-550 | D      | 損傷なし  | 損傷なし    | 損傷なし | 4468.8  | 1575.6 |
| 神P-570 | D      | 損傷なし  | 損傷なし    | 損傷なし | 4655.0  | 1683.3 |

### 3. 解析結果および考察

#### 3.1 耐力値に対する検討

図-3 に各橋脚の等価水平震度およびRC単柱の等価水平震度の平均値を示す。図-3 よりラーメン構造の橋脚は単柱形式のものに比べてせん断耐力、曲げ耐力ともに高い数値を示していることが伺える。特に曲げ耐力についてその差は大きく最も耐力の低い神P-348でさえ3倍近くもの耐力がある。同様にせん断耐力についても1.5倍程度の耐力がある。この様にラーメン橋脚はせん断耐力に比べて降伏曲げ耐力が高い傾向にあることがわかる。中でも神P-550, 570の終局曲げ耐力は高い値を示しているが、これは神P-346, 347, 348の軸鉄筋比が1.028であるのに対して神P-550が4.103, 神P-570が1.778と高い値を示しており、主鉄筋が高く、鉄筋降伏から終局に至るまでの区間が長いと考えられる。

#### 3.2 損傷形態に対する検討

図-4 に曲げ降伏時の等価水平震度とせん断耐力時の等価水平震度の関係を示す。図中には損傷度ランクおよび損傷形態を記載している。図-4 よりいずれのラーメン橋脚も曲げ耐力がせん断耐力より非常に大きくせん断破壊先行型であることが分かる。同様に他の3号神戸線ラーメン橋脚についても形状がほぼ同様であることからせん断破壊先行型となることが予想される。図-4 に示す様に神P-346, 347, 348は非常に近い値を示しており同じ様な傾向となっている。しかし、実際には曲げ損傷、損傷軽微、せん断損傷、と3橋脚とも異なる挙動をしていることより、解析結果が実際の損傷形態が合っていないことが分かる。また、神P-346に注目すると、せん断耐力と曲げ耐力の等価水平震度比は0.474となっており実際の損傷状況である曲げ損傷を受けるためには少なくとも2倍程度のせん断耐力が必要である。神P-346に限らず解析上ではせん断破壊先行型を示すものの、実際には曲げ損傷を受けたラーメン橋脚は数多く存在している。これは、本解析手法では軸力変動の影響が考慮されていないことなどが原因の一つとして考えられる。

4. まとめ

- (1) 解析をした5基のラーメン橋脚は単柱形式に比べていずれもせん断、曲げ耐力ともに大きな値を示した。
- (2) 解析上では5基のRCラーメン橋脚はいずれもせん断破壊先行型の損傷モードを示した。
- (3) 5基のRCラーメン橋脚のうちフーチングが一体型であり、柱高が低く、幅員が広い形状の形状では終局曲げ耐力が大きくなる傾向が認められた。

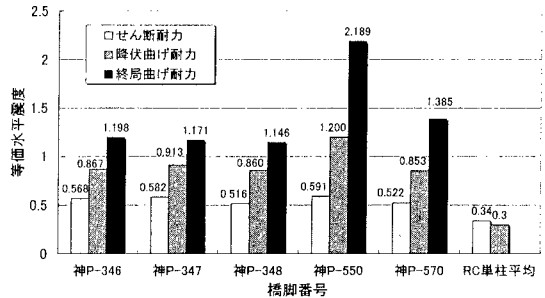


図-3 各橋脚の等価水平震度

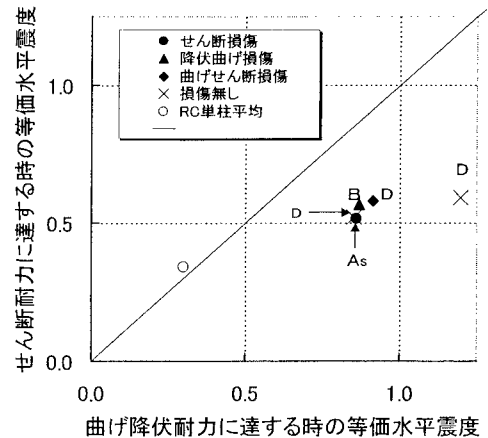


図-4 曲げとせん断の耐力関係