

I-B 285

鋼製橋脚に大きな損傷を与えるのは地震波特性のどの成分か

名古屋大学 学生員 ○芳崎 一也  
 名古屋大学 フェロー会員 宇佐美 勉  
 三菱重工業 正会員 才塚 邦宏

1. 緒言

著者らはここ数年、ハイブリッド地震応答実験により鋼製橋脚の激震時の挙動を調べてきた。用いてきた地震波は、建設省土木研究レベル2地震波、および兵庫県南部地震で観測された地震動（I種地盤：神戸海洋気象台、II種：JR 鷹取駅(1)、III種：東神戸大橋）である。それらの内、土木研究所レベル2・I種地盤、神戸海洋気象台およびJR 鷹取駅の3つの地震波の応答は、他の地震波による応答と際だった相違を示す。すなわち、これらの地震波は橋脚を1方向に大きく傾かせ、そこで橋脚が局部座屈により大きく損傷すると、その後の揺れ戻しによっても元の位置に戻ることが出来ず、大きな残留変位を生じ、橋梁の機能維持に支障を及ぼすことになる。本論文は、地震波の特性のどのような成分が橋脚に大きな傾きを生じさせるのかを、弾塑性地震応答解析によって調べたものである。

2. 入力地震波

名古屋大学では、兵庫県南部地震で観測された上記3つの観測地震波を用いた、コンクリート充填鋼製橋脚モデルのハイブリッド地震応答実験を行った(2)。Fig.1は、フランジ幅厚比パラメータ  $R_f = 0.45$ 、細長比パラメータ  $\lambda = 0.35$ 、コンクリート充填率  $h_c/h = 0.20$  の場合の実験結果であるが、今回のほとんどの実験において、半波の加速度波形と基線の囲む面積に相当する、速度変化が最大となる加速度の所で、エネルギーが急激に入力され、また、変位も最も大きく出るという傾向が見られた(Fig.1の○印)。そこで、上の3つの地震波について、この部分の波形の時間間隔( $\Delta t$ )、速度変化( $\Delta v$ )を変化させて仮想の地震波を作成し、次の様な3通りの解析を行った。(Fig.2、以後、添字‘0’はオリジナルデータの値であることを示す。)

解析1： $\Delta v$ を、 $\Delta v_0$ の0.5倍～2.0倍に設定し、 $\Delta t$ を $\Delta t_0$ の0.5倍～2.0倍となるように加速度を変化させて波形を作成、解析を行う。

解析2：解析1から、 $\Delta t$ の変更による周期成分の変化により応答が大きく変わってしまうことが分かったため、 $\Delta t$ の値は $\Delta t_0$ に固定し、その上で最大加速度を変えずに $\Delta v$ の値を変化させ波形を作成し、解析を行う。

解析3：解析2と同様に $\Delta t$ は $\Delta t_0$ に固定し、 $\Delta v$ の値は変えずに最大加速度を変化させた波形を用いて、解析を行う。

3. 解析方法

解析対象としては、 $R_f = 0.30$ で、 $\lambda = 0.25 \sim 0.60$ の箱形断面鋼製橋脚モデルを用いた。 $\lambda$ を変えることににより固有周期Tを変化させている。また、復元力モデルには、文献(3)に示されたモデルを用いた。

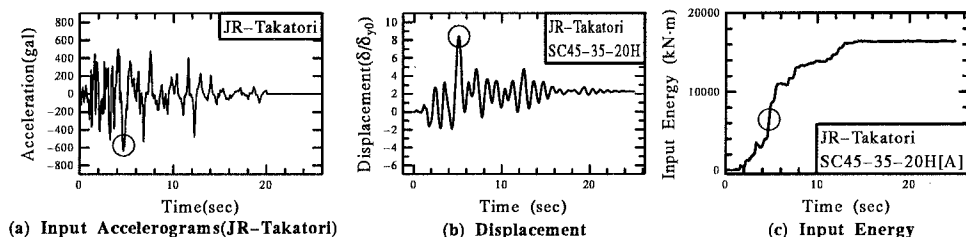


Fig.1 Results of Hybrid Test

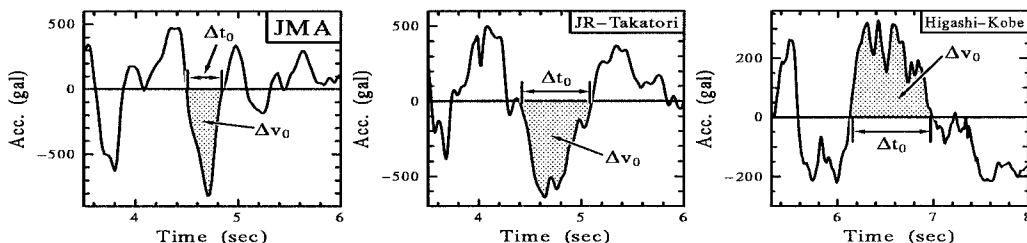


Fig.2 Varied Parts of Original Accelerograms

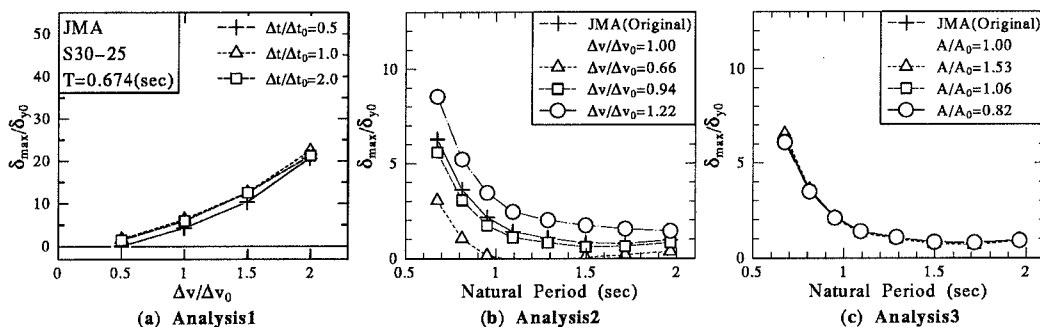


Fig.3 Results of Analysis(JMA,  $\Delta v_0 = 154.9$ kine)

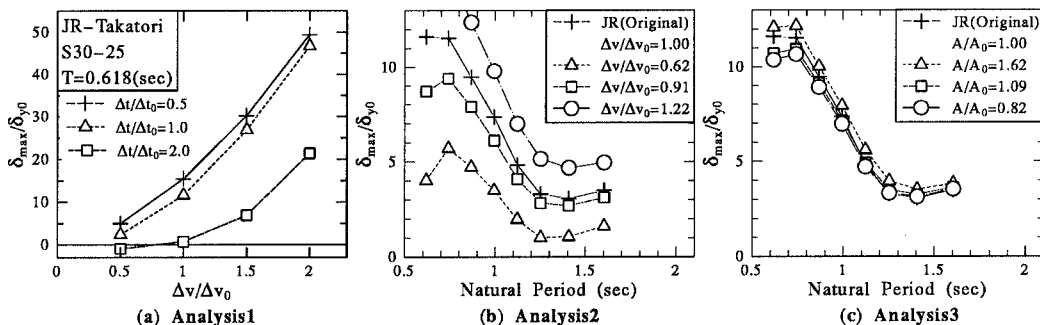


Fig.4 Results of Analysis(JR-Takatori,  $\Delta v_0 = 248.7$ kine)

#### 4. 解析結果及び考察

解析結果の中には、 $\Delta v$ の部分以外で最大応答変位 $\delta_{max}$ を記録するものが見られた。この場合のほとんどは $\Delta v$ 部分で柱が共振しないケースで応答も比較的小さく、応答が大きい場合は、必ず $\Delta v$ に対応する部分で大きな変位を記録している。以上のことを考慮して、 $\Delta v$ 部分に対応する応答変位を便宜的に $\delta_{max}$ とし、JMA、JR-Takatori について各解析結果をまとめたものが Fig.3, Fig.4 である。

**解析 1 (Fig.3,4(a))** :  $\delta_{max}$ は $\Delta v$ の増大に対し比例的に大きくなっていることが分かる。JR-Takatori において、 $\Delta t/\Delta t_0 = 2.0$  の場合については、他と傾向が異なるが、これは、 $\Delta t$ の変更による周期特性の変化が原因と考えられる。

**解析 2 (Fig.3,4(b))** : この場合は、最大加速度が一定であるが、 $\Delta v$ が大きくなるにつれ $\delta_{max}$ の値は大きくなっており、地盤の速度変化と応答変位の相関が強いことが分かる。

**解析 3 (Fig.3,4(c))** : 最大加速度が変化しても、 $\Delta v$ が一定ならば、 $\delta_{max}$ の値はほとんど変化しておらず、解析 2 の結果を裏付けている。

全体的に見て、 $\Delta v_0$ の大きい JR-Takatori の応答値が、JMA の応答値を上回っていることが分かる。JR-Takatori は、JMA に比べ傾向にばらつきが見られるが、これは、JR-Takatori が $\Delta v$ を変化させた部分に多くの周期成分を含んでおり (Fig.2)、 $\Delta v$ の変化に伴う周期特性の変化の影響が、JMA より大きいためであると考えられる。

#### 5. まとめ

土木研究所レベル 2・I 種地盤や兵庫県南部地震観測地震波の様に、ある部分でエネルギーが急激に入力し、大きな応答を生ずるような地震波については、半波の加速度波形と基線の囲む面積に当たる速度変化の最大値と、応答変位の間に強い相関がある。よって、この速度変化の最大値を、構造物に与える影響の指標として用いることが可能と考えられる。なお、詳細については当日発表する。

#### 参考文献

- (1) NAKAMURA, Yutaka : "Waveform and its Analysis of the 1995 Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake", JR Earthquake Information No.23c, Feb. 1995, Railway Technical Research Institute.
- (2) 才塚邦宏ら : 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, pp.551-558, 1996. 1
- (3) 鈴木森晶ら : 箱形断面鋼製橋脚の復元力モデルと弾塑性地震応答解析, 土木学会論文集へ投稿中.