

I - 764

兵庫県南部地震で観測された地震波を用いた 鋼製橋脚の弾塑性地震応答解析

名古屋大学工学部土木工学科 正員 鈴木森晶
名古屋大学工学部土木工学科 正員 宇佐美勉
名古屋大学工学部土木工学科 学正員 才塚邦宏

1. まえがき

本研究は、兵庫県南部地震で観測された地震波の特徴を調べ、名古屋大学で開発された復元力モデルを用いて弾塑性地震応答解析を行うことにより鋼製橋脚の挙動を把握しようとするものである。

2. 兵庫県南部地震における観測地震波

神戸海洋気象台で観測された地震波の加速度記録を図1に示す。ここでの最大水平加速度（NS成分）は818galで、観測された地震波の中では最も大きい部類に入る。また、鉛直成分は332galで水平成分の約0.4倍である。この付近の地盤状態は良質な地盤であるためI種地盤上の値と考えられる。図2, 3には水平加速度応答スペクトルと水平加速度フーリエ振幅スペクトルを示す。水平加速度応答スペクトルは土木研究所のレベル2地震波のそれと比較されている。これらの特徴として以下のことが挙げられる。1) 400galを超えるような大きな加速度の継続時間は10秒程度であるが、大きな上下動加速度は水平加速度の最大値あたりまで続く。2) 水平動の卓越周期は3.5秒, 6.8秒, 8.3秒付近にある。また、上下動の卓越周期は1秒前後にあるが、0.2秒から1.0秒あたりまで、同じような強さの比較的大きな加速度が続く。3) 神戸海洋気象台と土木研究所のレベル2地震波の応答スペクトルを比較すると今回の地震波の応答加速度は固有周期1.0秒以下の短周期の構造物に対しては土木研究所の約3倍もの大きさとなる。

3. 解析モデル

解析モデルとしては、橋脚を1自由度系のモデルとして解析を行った。橋脚は無補剛断面で、フランジの幅厚比パラメータ $R_f = 0.7$ 、柱の細長比パラメータ $\bar{\lambda} = 0.4$ のモデルとした。橋脚は、現行道路橋示方書に従い、耐震設計（1次設計）を行い、これらのパラメータに合うような橋脚寸法を定めた。その過程で上部工重量に相当する鉛直荷重 P は自動的に決定される。応答解析に用いる復元力モデルは、文献1)の剛性低下と強度劣化を考慮できるモデルを使用した。これは、名古屋大学で行われた準静的実験の水平荷重-変位履歴曲線を基に定められたもので、高い信頼性を有する。

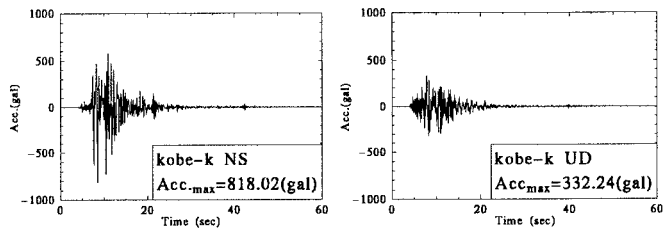


図1 神戸海洋気象台観測地震波

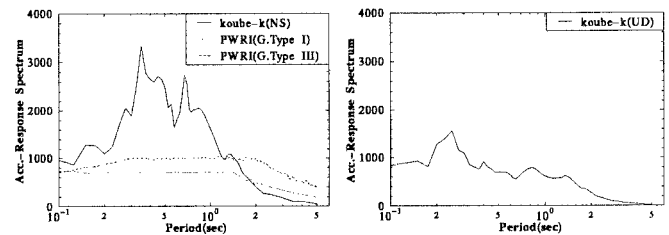


図2 加速度応答スペクトル

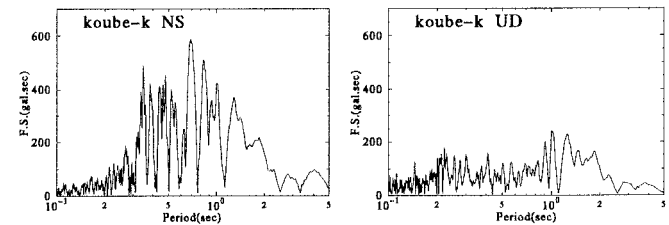


図3 加速度フーリエスペクトル

4. ハイブリッド地震応答解析との比較

土木研究所のレベル2地震波を用いて行った鋼製橋脚のハイブリッド実験結果²⁾と復元力モデルを用いて解析した結果を比較したものを図4,5に示す。1次設計によって得られた鉛直力 P/P_y は0.167である。両結果は、最大応答変位、残留変位とも非常に良く一致している。また、荷重-変位曲線も非常に良く一致していると言える。

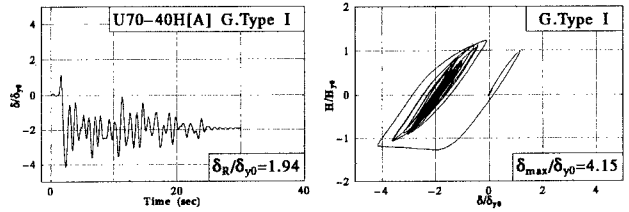


図4 ハイブリッド実験結果(地震波:土木研究所レベル2,地盤種I)

5. 神戸海洋気象台の地震波による応答解析

今回の神戸海洋気象台の水平地震波(NS成分)を用いて応答解析を行った。まず固有周期の違いの影響を調べるため細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ を0.3~0.6の異なるモデルで応答解析により検討した。その結果を図6に示す。図中には、1次設計によって得られた橋脚の P/P_y および固有周期の値が示されている。この図より、最大応答変位 δ_{max} 、残留変位 δ_R ともに $\bar{\lambda}$ が小さくなるほど大きくなり、最大変位については $\bar{\lambda}$ が0.3と0.6では3倍程度の差がある。これは1秒以下の短周期での応答スペクトルが極端に大きくなっていることと一致する。また、 $\bar{\lambda}=0.4$ で比較すると、土木研究所の地震波(I種地盤用)では残留変位が残りやすい地震波であったが、今回の地震波では、加速度が大きいにもかかわらず最大応答変位、残留変位ともに同程度にとどまっている。

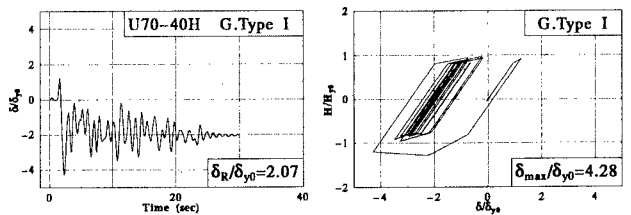


図5 応答解析結果(地震波:土木研究所レベル2,地盤種I)

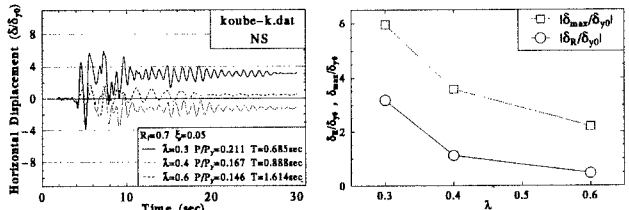


図6 応答解析結果(地震波:神戸海洋気象台, NS成分)

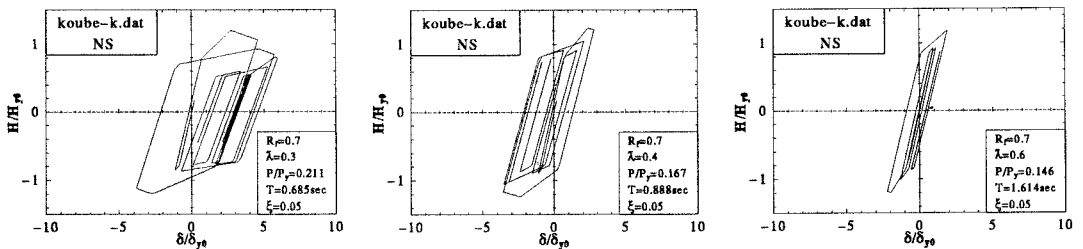


図7 応答解析結果-復元力ループ(地震波:神戸海洋気象台, NS成分)

6. あとがき

今回の阪神大震災により得られた地震波の特徴とそれを用いた鋼製橋脚の応答解析を行った。その結果、今回の地震波は固有周期によって応答が大きく異なり、短周期の鋼製橋脚にとっては非常に厳しい地震波である。なお、鉛直動による影響を軸圧縮力比を変化させることによって考慮し、応答解析を行っているが、それについての詳細は講演当日述べる。

参考文献

- 1) 寺田昌弘, 宇佐美勉, 鈴木森晶: 強震時の鋼製橋脚の損傷度評価法に関する研究, 第48回年次学術講演会概要集, 1993.9.
- 2) 才塚邦宏, 伊藤義人, 木曾英磁, 宇佐美勉: 相似則を考慮したハイブリッド地震応答実験手法に関する考察, 土木学会論文集 No.507, I-30, pp.179-190, 1995.1.