

I-762 応答解析による厚肉鋼製橋脚の耐震性比較検討

新日本製鐵(株) 正員 ○富永 知徳
 新日本製鐵(株) 正員 安波 博道

1. 緒言

去る1月17日の阪神大震災においては、高速道路をはじめとしたインフラと人命に大きな損害を生じた。従来の200~400gal程度の強度の地震動を想定して設計されていた従来の建造物の多くは少なくとも何らかの被害を被り、ここで対象とする鋼製橋脚もRC橋脚と比較して被害が目立った場合が少なかったといえるものの、座屈等の損傷を生じたものがかなり多数あった¹⁾。これまで構造の厚肉化による耐震性向上効果がレポート²⁾されてきたが、ここでは既存の実験結果²⁾を利用し、その極限耐震性を解析的に検討した結果を示す。また、この解析についてはオンライン応答試験により検証を行った。

2. 応答解析とオンライン応答試験

高架道路橋脚をFig.1に示すようにモデル化した。以前行った準静的繰返し載荷試験の結果²⁾を用いて復元力特性(秋山モデル)を設定して1質点系時刻歴応答解析を行う。また、その信頼性を検証するためにオンライン応答試験を行った。このときの試験条件をTable.1に示す。Fig.2(a)にそのレベル1地震波(1種地盤用)に対する弾性応答の1例を示すが、良い一致を示している。また、Fig.2(b)には同じケースに関するレベル2(3種地盤用)に対する弾塑性応答での比較結果を示す。解析と実験に本質的な差は見られず、解析が若干大きめの残留変形を発生する程度である。これより、応答解析の結果は座屈の発生までは十分に信頼できると考えられる。

3. 応答解析による耐震性検討

解析の対象とした4ケースの構造の諸元の一覧をTable.2に、また、Fig.3に荷重変形曲線の比較を示す。4ケースとも同じ荷重条件に対して設計を行っているが、S6-30Realが従来の最小重量設計による薄肉で補剛材の多い構造である。また、あとの3ケースは最小工数設計のコンセプトにより、補剛材の数を一定にして外径寸法を変化させて異なった幅厚比を得ている。S2-25はS6-30Realと同程度の幅厚比を持つ。

これらのケースに関し、上載質量を500~4000tまで100tずつ変化させた場合それぞれについて、地震最大加速度を200galから100galごと増加させながら入力した。なお、地震波は土木研究所耐震性照査用地震波1~3種の水平成分のみである。構造の耐荷力がピークに達した時点を座屈の発生と定義した。最大許容加速度(gal)と上載質量(t)について整理した結果をFig.4(a)~(c)に示す。

これらの結果から分かるように、スパン100m程の鋼桁の上部工に相当する上載質量である2000tの場合で、従来の構造S6-30Realは500~600gal程度の入力で座屈を生じている。これは、阪神大震災で観測された地震動より小さな値であり、すなわち従来の設計基準では耐えられない領域の入力であった可能性が大きい。しかしながら、最小工数設計に従って設計された厚肉のケースはほぼ全域に渡って100~200galほど限界が高く、特に1種地盤の場合その差は大きい。これは、変形能の向上および断面係数の改善が耐震性の向上に寄与していると言える。

4. 結言

- 1) 1自由度系の応答解析はオンライン応答試験と比較的良好な一致を示す。
- 2) 従来の薄肉構造は、震災と同程度の地震動入力で座屈を発生したが、最小工数設計に従った厚肉構造であれば限界はかなり向上する。今後は、鉛直動の影響や橋脚間相対変形を勘案して検討を進めたい。

参考文献

- 1) 土木学会：阪神大震災震害調査緊急報告会，1995年2月
- 2) 富永、安波、宇佐美、奈良：厚肉少補剛断面化を指向した鋼製橋脚の繰返し載荷試験，土木学会年次講演会概要集，1993年

Table.1 実験条件

	S2-20
レベル1入力地震波	1種200gal
レベル2入力地震波	3種443gal
レベル1時上載質量	3100t
レベル2時上載質量	1800t
減衰定数	5%
鉛直載荷重	67tf

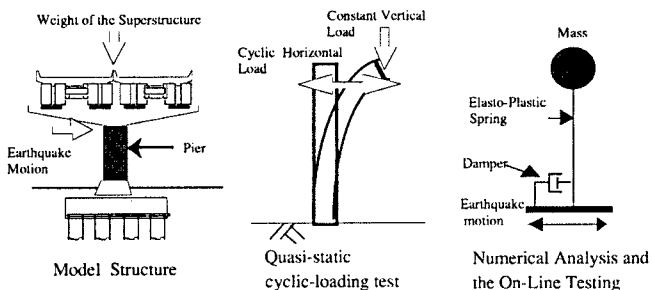


Fig.1 橋脚のモデル化

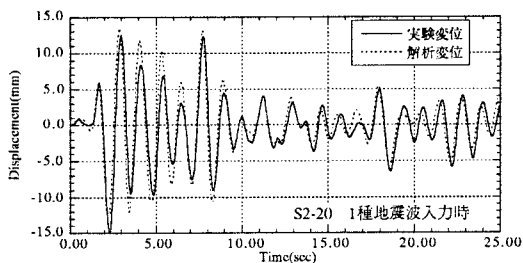


Fig.2(a) レベル1地震応答変位履歴

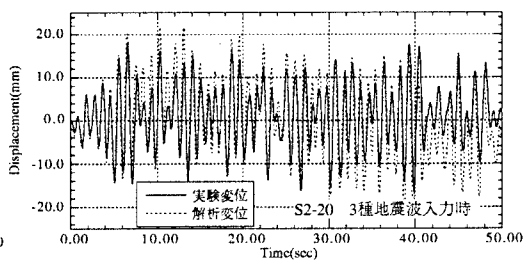


Fig.2(b) レベル2地震応答変位履歴

Table 2 対象モデル諸元

供試体 NAME	降伏点 σ_y kgf/mm ²	外形寸法 \times 肉厚 B(mm) t(mm)	補剛材幅 \times 肉厚 bs(mm) ts(mm)	幅厚比 パラメータ RR	補剛材 剛比 γ/γ^*	面積 A(mm ²)	断面2次 モメント I(mm ⁴)	断面 係数 W(mm ³)	塑性断面 係数 Zp(mm ³)
S6-30Real	42.2	300 3.17	22 2.21	0.316	1.37	4.92E+03	6.90E+07	4.60E+05	5.34E+05
S2-30	41.2	300 5.13	27 3.16	0.466	3.02	6.87E+03	9.72E+07	6.48E+05	7.50E+05
S2-25	41.6	251 6.27	35 3.30	0.325	3.03	7.08E+03	6.72E+07	5.36E+05	6.32E+05
S2-20	40.2	203 9.24	53 5.00	0.171	3.06	9.29E+03	5.10E+07	5.03E+05	6.27E+05

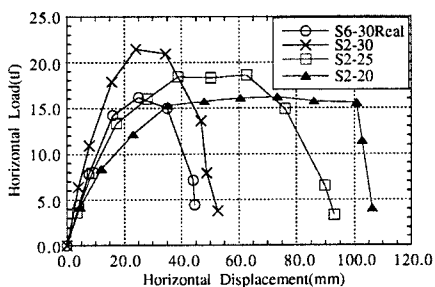


Fig.3 荷重変位履歴比較

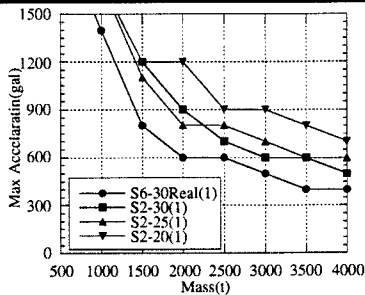


Fig.4(a) 許容最大加速度-上載質量関係(1種地盤)

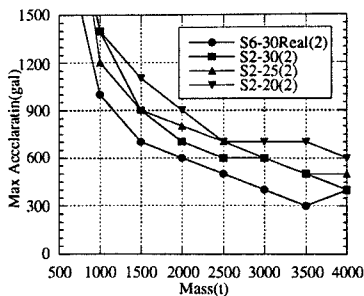


Fig.4(b) 許容最大加速度-上載質量関係(2種地盤)

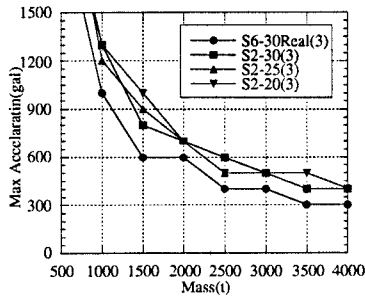


Fig.4(c) 許容最大加速度-上載質量関係(3種地盤)