

鋼製橋脚の水平 2 方向ハイブリッド実験

愛知工業大学 学生会員 ○中村太郎
 愛知工業大学 学生会員 党紀
 愛知工業大学 学生会員 森田慎也

愛知工業大学 正会員 青木徹彦
 愛知工業大学 正会員 鈴木森晶

1. はじめに

今日まで、鋼製橋脚の耐震性能を明らかにし、その耐震性能の向上を図るため、本学も含め多くの研究機関で耐震性能実験が行われてきた¹⁾²⁾が、それらのほとんどは 1 方向地震入力に対する構造物の耐震性能であり、実地震により近い水平 2 方向からの実験はほとんどない。また、現在の設計基準では水平 2 方向地震力を同時入力した設計とはなっていない。しかし、現在の設計基準よりさらに適切な設計基準を確立するためには、橋脚のより正確な地震時挙動を把握し、2 方向からの実地震波による応答を求める必要がある。そこで本研究では、実地震波の水平 2 成分を用い、構造系を 1 質点系 2 自由度に単純化してハイブリッド実験を行い、橋脚の地震時挙動を明らかにする。

2. 実験計画および方法

実験に用いる供試体は、材質 SM490、板幅 450mm、板厚 6mm の正方形補剛箱型断面とし、断面を構成する各面は 2 本のリブ(6×55mm)と高さ方向に基部から 900mm までは 225mm 間隔、それ以降は 450mm 間隔のダイアフラムで補剛されている。供試体側面図を図-1(a)に、供試体断面図を図-1(b)に示す。本研究では、載荷点に 3 次元的な動きを必要とするため、この動きに対応す

るための 3 軸載荷装置が本学で開発された。実験装置の概要図を図-2 に示す。また、相似比は一般的な固有周期内にあたる 0.6 秒になるように $S=4$ とし、ハイブリッド実験に使用する入力地震波には、JR 鷹取駅観測地震動 N-S 成分、E-W 成分を選んだ³⁾。

3. 実験結果

3.1 応答変位履歴曲線

JR 鷹取駅観測地震動の入力地震波の N-S、E-W 成分を同時入力して 2 方向ハイブリッド実験を行った結果、図-3 に実線で示すような応答変位履歴曲線が得られた。同じ入力地震波の N-S、E-W それぞれの 1 方向ハイブリッド実験を行い、その結果を合成した 2 方向変位履歴を図-3 に破線で示す。1 方向載荷実験結果を合成した結果は、試験体の損傷が他方向載荷の影響を受けていない仮想の橋脚の挙動を示すもので、現設計法の基礎となっている考えに立つものである。図-3 が示すように、1 方向実験結果と 2 方向実験結果では実験後の残留変位が異なり、2 方向実験では南に $4.18 \delta_y$ 、西に $0.74 \delta_y$ 残留したのに対して、1 方向実験では南に $2.03 \delta_y$ 、西に $2.15 \delta_y$ 残留する結果となった。

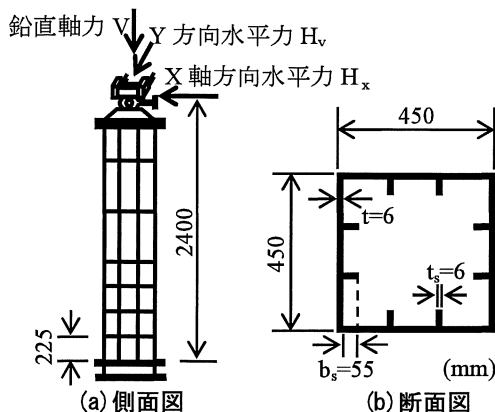


図-1 実験供試体概要図

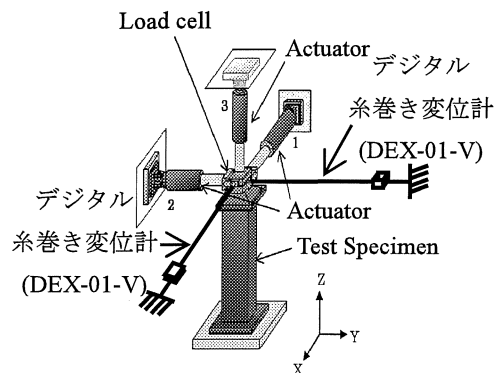


図-2 実験装置概要図

キーワード ハイブリッド実験, 鋼製橋脚, 耐荷力, 残留剛性

連絡先: 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL: 0565-48-8121, FAX: 0565-48-0030

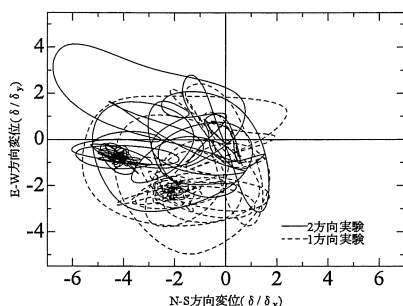
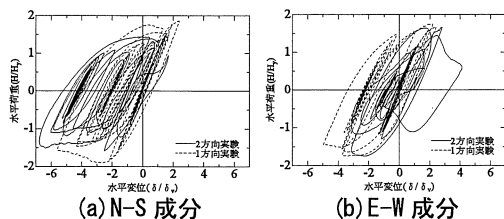


図-3 応答変位履歴曲線

3.2 水平荷重-変位履歴曲線

1方向および2方向ハイブリッド実験の水平荷重-水平変位履歴の比較をN-S成分について図-4(a)、E-W成分について同図(b)に示す。1方向载荷実験の結果と比較するために、2方向载荷実験の結果をN-SおよびE-W成分に分けて示している。図-4(a)よりN-S成分の水平荷重の最大値は1方向実験では $1.75H_y$ を超えたのに対し、2方向実験では $1.50H_y$ 以下であった。一方、E-W成分の最大水平荷重は1方向実験で $1.61H_y$ 、2方向実験で $1.60H_y$ とほぼ同じ値を示している。2方向実験のN-S方向の水平荷重が低下した原因は、N-S方向の荷重が最大値に達する付近で、N-S方向と直角方向に大きな変位が生じているためと考えられる。

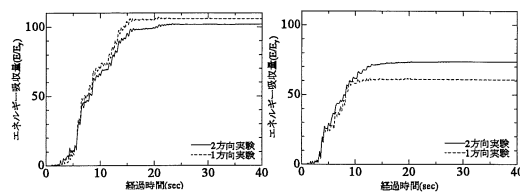


(a) N-S成分 (b) E-W成分
図-4 水平荷重-変位履歴曲線

3.3 エネルギー吸収量

水平2方向および1方向ハイブリッド実験のエネルギー吸収量の比較を図-5(a)、(b)に示す。N-S、E-Wのエネルギー吸収量を比較すると、1方向実験、2方向実験ともにN-S成分のエネルギー吸収量が大きく、供試体が受けた損傷も大きい。しかし、エネルギー吸収量はN-S成分では1方向実験が、E-W成分では逆に2方向実験の方が大きくなっており、一定の傾向はみられない。これはこの地震波の特性によるものと考えられる。2方向载荷の全体的特性を把握するには、さらに多数の入力地震波のデータを用いた実験とそれら

の結果の検討が必要になるものと考えられる。



(a) N-S成分 (b) E-W成分
図-5 累積エネルギー吸収量時刻歴曲線

3.4 残留剛性

残留剛性は、地震後の橋脚の損傷や復旧性を表す重要な指標である。本研究では、ハイブリッド実験の終了後に微小振幅の変位を与えて供試体の残留剛性を計測した。2方向実験の実験後の残留剛性はN-S方向で1方向実験より10%程度低下している。E-W方向では約2%の低下がみられた。このことから1方向実験に比べると2方向実験のほうが供試体の損傷が大きいといえる。

4. 結論

本研究では正方形補剛箱型断面の単柱式鋼製橋脚に対して、水平にN-SまたはE-W方向の1方向のみの地震波を入力するハイブリッド実験と水平2方向地震波を同時入力する実験を行い、比較を行った。

最大荷重は1方向载荷実験が2方向载荷実験に比べ、N-S方向で約20%、E-W方向で約5%過大に評価されている結果となった。さらに、1方向実験と2方向実験の実験後の残留剛性は、N-S方向で1方向実験より約10%、E-W方向で約2%低下している。

2方向同時入力を受ける場合、1方向のみに比べ耐力が低くなり、供試体の損傷も大きい、より適切な設計法の検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 宇佐美勉, 今井康幸, 青木徹彦, 伊藤義人: 繰り返し荷重を受ける鋼圧縮部材の強度と変形能に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 37A, 1991, pp. 121-134.
- 2) 鈴木森晶, 宇佐美勉, 竹本潔史: 鋼製橋脚モデルの静的および準静的挙動に関する実験的研究, 土木学会論文集, No. 507/I-30, pp. 99-108, 1995. 1.
- 3) 社団法人日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, V 耐震設計編, 1996年12月.