

橋脚モデルの2方向载荷疑似動の実験

名古屋工業大学 正員 小畑 誠
 名古屋工業大学 正員 下村 太一郎
 名古屋工業大学 松尾 奈緒美
 名古屋工業大学 正員 後藤 芳顯

1 はじめに

地震時の構造物の終局挙動を議論するうえで多方向载荷が大きな影響を及ぼすことは既に指摘されているとおりである¹⁾。しかしながら構造物の多方向载荷の実験はその困難さから限られた例しか報告されていないのが現状である²⁾。さらに、構造物の地震時の挙動を振動台に頼ることなく簡易に再現しうる手法として知られる疑似動の実験においては、多方向载荷の影響の考慮はほとんどなされていない。先に著者らは疑似動の実験を視野に入れた構造物の3次元実験装置を開発した³⁾。ここでは、その装置を用いて鋼製橋脚モデルに対して水平2方向の地震波に対する疑似動の実験を行い、従来の1方向载荷と2方向载荷の差を具体的に明らかにする。

2 実験の概要

载荷装置は新たに開発した3次元疑似動の実験装置である。この実験装置は3本のアクチュエータと立体ヒンジ、および空間位置測定装置を中心に構成されている。この载荷装置は立体ヒンジを用いているために並進変位のみを供試体に伝達することが可能である点を特徴とする。実験システム全体の制御はMTS社製 TestStarII を中心にすべてコンピュータにより行われる。

実験供試体は無補剛の鋼管であり一般構造用炭素鋼管 STK400 より製作した。その概要を図1に、また構造の諸元を表1にまとめる。鋼管の下部の外部を切削することにより径厚比パラメータ R_t をこのように設定した。この値は鋼製橋脚の一般的な値が $0.065 \leq R_t \leq 0.17$ であることによる。

疑似動の実験では供試体モデルに対して適当な数学モデルを対応させる。本実験装置ではアクチュエータの载荷軸が常に1点で交差するという構造上、供試体に加わる荷重は並進変位に対応するもののみである。したがって数学モデルとして通常の1方向载荷実験と同様に1質点系とし、2方向曲げに対応させるためにそれぞれの方向に2つのバネを持つものを想定した。入力地震波としては1995年の兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台で記録された南北および東西の水平2方向を用いた。死荷重に相当する軸方向荷重については $0.15P_y (= 123\text{kN})$ を与えこれを一定とした。なお、供試体モデルの大きさは実構造物の1/8とした。計測項目は荷重、変位制御点の変位および供試体基部のひずみである。加えて局部座屈の状況を CCD により記録した。

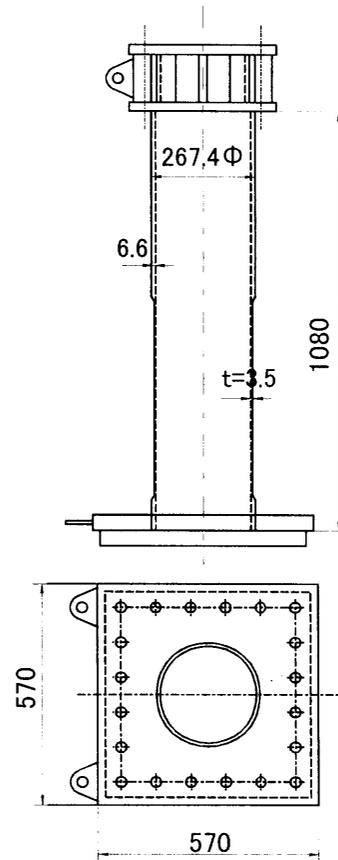


図1 供試体

表1 供試体の諸元

降伏応力 (MPa)	$t(\text{mm})$	半径 (mm)	R_t	降伏水平荷重 $H_y(\text{kN})$	降伏水平変位 $d_y(\text{mm})$	降伏軸方向荷重 $P_y(\text{kN})$
290	3.5	130.6	0.086	31	5.53	822

*いずれも設計値、水平方向の降伏は軸方向荷重 $0.15P_y (= 123\text{kN})$ を考慮したもの

キーワード 多方向载荷実験, 耐震, 疑似動の実験
 連絡先 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町名古屋工業大学社会開発工学科)

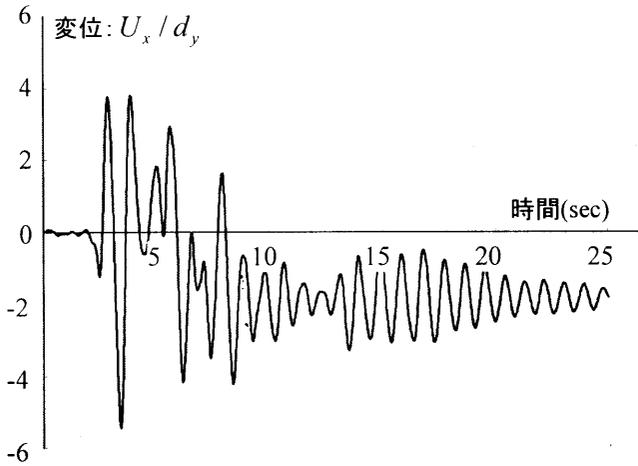


図2 変位応答曲線（1方向載荷）

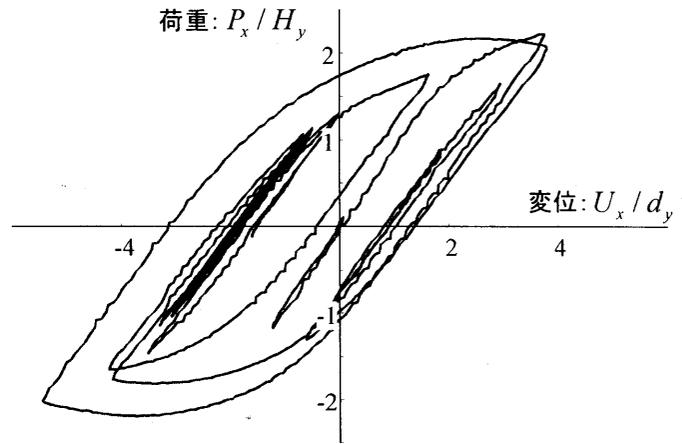


図3 荷重変位曲線（1方向載荷）

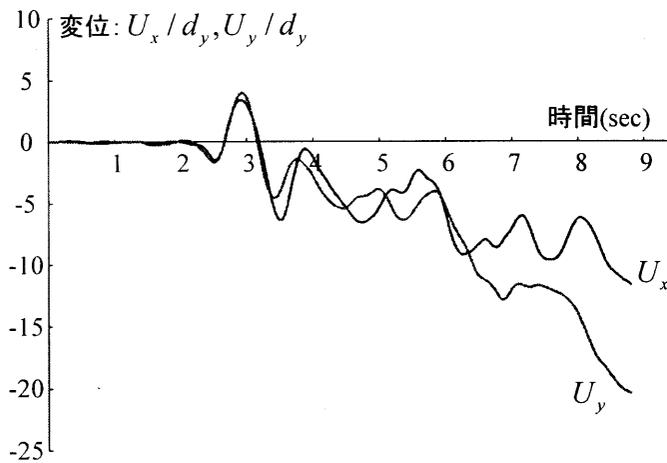


図4 変位応答曲線（2方向載荷）

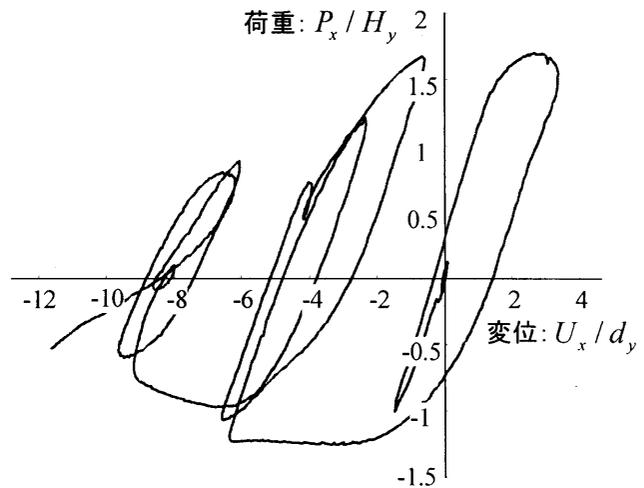


図5 加重変位曲線（2方向載荷）

3 実験結果とまとめ

まず、南北方向の地震波のみを入力した実験結果を図2,3に示す。ここで x, y 軸をそれぞれ南北、東西方向としている。荷重載荷点の変位の時刻歴応答曲線は類似の動的解析結果⁴⁾と定性的な一致を示しており本疑似動的実験結果は妥当なものと考えられる。入力地震波の3秒付近で基部に局部座屈が発生したがその後は大きく成長することなく8秒以後はほぼ弾性的な振動へと移行した。それに対し2方向の地震波を考慮した場合の結果が図4,5である。2方向載荷の場合、1方向の場合に比べて外力が加重されることとそれぞれの方向の変形が相互に影響を及ぼすことにより、応答変位の性状は1方向載荷の結果との差異は際だっている。この場合では3~4秒付近で生じた局部座屈が片側だけに成長しそのまま倒壊にいたった。なお実験はアクチュエータの変位の限界により約9秒付近でうち切った。このように塑性変形が関係する場合、それが履歴依存の変形であるために1方向載荷から2方向載荷の結果を合理的に予測することは容易ではない。この結果はそれを端的に示すものである。2方向載荷時の挙動予測のための数学モデルを確立するためにもこの種の実験データの蓄積が重要である。

参考文献：1) Bousias et al, J. Engrg. Mech. ASCE, Vol. 121, p.596 (1995), 2) Watanabe et al, J. Struct. Mech/Earthquake Engrg, JSCE, Vol. 17, p.69s (2000), 3) Obata et al, Proc. ISCSC01, Vol.2, p.1533(2001), 4) 後藤他, 土木学会論文集, I-43, p.189 (1998)