## 水平2方向荷重を受ける鋼製橋脚の強度と変形能に関する実験的研究

愛知工業大学 学生員 大西哲広 戸田建設(株) 正会員 成田篤哉 愛知工業大学 正会員 青木徹彦, K.A.S.Susantha 名古屋大学 フェロー 宇佐美勉

1. 序論

橋脚に実地震動が作用する場合の強度・変形性能を正しく把握するためには,2 方向入力を想定した状態の実験 が必要になる.しかし,2方向入力に関する研究は建築構造物では以前から行われているものの,土木構造物を対 象とした研究 <sup>1)</sup>はほとんどなされておらず ,現時点では実験データが十分蓄積されていない ,また明確な耐震性能 の評価基準が定義されていないのが現状である.本研究では,実地震動波形を単純な2方向入力履歴にモデル化 し、地震時の慣性力に相当する水平荷重を受ける正方形断面を有する鋼製橋脚の2方向繰り返し載荷実験を行う.

## 2. 実験計画および方法

本研究で使用した供試体は,フランジおよびウェブにそれぞれ2本の縦方向 補剛材を持つ正方形補剛箱型断面である.供試体諸元を表1に示す.載荷装置 立体図を図1に示す.鉛直荷重を載荷するために1000kNアクチュエータを1 基 地震時の2方向からの慣性力を想定した水平荷重を載荷するために2000kN アクチュエータ2基を取り付ける.鉛直荷重は,上部構造重量を想定し,供試体 の全断面降伏軸力 P<sub>v</sub>の 20%である 864kN を載荷し,また水平 2 方向へは変位 制御により繰り返し載荷を行った.実地震動波形をモデル化した単純な載荷変 位履歴として,本研究では図2に示す7通りを考える.断面主軸に対して角度 を持つ直線的な履歴(直線載荷 図 2(a))については、昨年度実験<sup>2)</sup>を行ってお り,本研究では,残りの図2(b)~(e)の4通りについて実験を行う.

図 2(b),(c)の円周(BI-CI),楕円(BI-OVL)の各載荷パターンは,2方向から の変位履歴が円弧状に変化する履歴(曲線載荷)である.図2(d)の正方形パ ターン(BI-SQR)は、一方向の変位を最大に保ったまま他方向の変位を増減 させる地震応答として最も極端なパターンである.図2(e)の放射線状 (UNI-BI-L45)は,図2(a)の主軸方向繰り返し(UNI)とUNIから45度傾け た(BI-L45)ものを X, Y 方向に交互に載荷させるパターンである.

## 3. 実験結果

本実験により得られた水平荷重 - 水平変位履歴曲線を X,Y 方向ごとに図 3(a)~(d)に示す.同図では,水平荷重 H および水平変位 をそれぞれ一方 向載荷時の降伏水平荷重 H<sub>0</sub> および降伏水平変位 0 で無次元化した.また 曲線から求めた包絡線を図4に,最大荷重比Hmax/(Hmax)UNIと塑性率 H-

比 µ95/(µ95)UNIを図5に示す.ここに µ95:荷重が最大値の95%まで低下したときの変位 95と yとの比,(µ95)UNI: 一方向載荷のµ95. 包絡線は,下記の式(1),(2)を用いてX,Y方向別のH- 曲線を載荷方向ベクトルの累積値とし て求めた.結果を図4に示す.包絡線から求めた最大荷重と塑性率比を載荷パターンごとに図5に示す.同図から 円周載荷は,最大荷重は最も大きいが塑性率は最も小さいという興味ある結果を得た.また,一方向載荷(UNI)に

$$= \sqrt{\left(\begin{array}{cc} x \\ x \end{array}\right)^2 + \left(\begin{array}{cc} y \\ 0 \end{array}\right)^2} \tag{1}$$

$$\overline{\mathbf{H}} = \sqrt{\left(\mathbf{H}_{\mathrm{x}} / \mathbf{H}_{\mathrm{o}}\right)^{2} + \left(\mathbf{H}_{\mathrm{y}} / \mathbf{H}_{\mathrm{o}}\right)^{2}}$$
(2)

キーワード 鋼製橋脚,2方向荷重入力,変形能 連絡先:〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL:0565-48-8121、FAX:0565-48-3749

表1 供試体諸元

鋼種		SM490
板幅	(mm)	450
板厚	(mm)	6
縦補剛材板幅	(mm)	55
縦補剛材板厚	(mm)	6
供試体高さ	(mm)	2420
幅厚比パラメータ	$R_R$	0.522
細長比パラメータ		0.350
補剛材剛比	/ *	2.50



図1 載荷装置立体図

比べ円周および楕円載荷パターンは,最大荷重が約 20%大きくなったのに対し,正方形および放射線状載荷パター ンは,一方向載荷(UNI)とほぼ同じになった.正方形載荷パターンの最大荷重が円周載荷パターンに比べ小さくな った原因として正方形載荷パターンは,1 サイクルの外部入力エネルギーが最も大きいため橋脚が早期に劣化し荷 重が上がらなかったと考えられる.また,図 5 の塑性率比を見ると一方向載荷(UNI)に比べ,楕円載荷パターンのみ 約 7%の上昇,他の載荷パターンは一方向載荷より低下し,放射線状載荷パターンは約 8%,円周および正方形載 荷パターンは約 23%の低下が見られた.円周および正方形載荷パターンの塑性率が,一方向載荷(UNI)より低下し た原因として X 方向だけでなく Y 方向にも大きな載荷履歴をとるため最大荷重以降の強度劣化が大きく変形能が 小さくなったと考えられる.



## 4. 結論

本研究では水平荷重の2方向入力に対する鋼製橋脚の強度と変形能を調べるため、図2(b)~(e)に示す異なる載 荷パターンでの実験を行った.実験の結果,基準軸方向(X方向)に対して直角方向(Y方向)の入力の値が大きいほ ど最大荷重以降の強度劣化が大きくかつ変形能が小さくなり,また塑性率比は載荷パターンにより一方向載荷 (UNI)と比べ,+7%~-23%まで変化することがわかった.なお実験は愛知工業大学耐震実験センターで実施した. 参考文献

1) 杉
蒔
胚, ウォルター・オヤワ, 渡
曇
英一: 繰り返し水平2 方向力を受ける
新郷
嘗社の
弾型性学動, 第3 回調構
営物の
は
新激

蘭新と耐震

忘せの
応用に
関
する
論文集, pp.97-103, 1999.11

2) 大西哲広, 青木徹彦, 宇佐美勉, 水野豪: 水平2方向荷重を受ける鋼製橋脚の強度と変形能に関する実験的研究,土木学会第 58 回年次学術講演会概要集,I-004, pp.7-8,2003