

連結部材を有する鋼製橋脚の実験的検討

○ 愛知工業大学 学生員 安藤裕之
愛知工業大学 正会員 鈴木森晶

1. はじめに

既存の多くの鋼製橋脚は主にフランジの局部座屈によりエネルギーを吸収するため、結果として地震後に残留変位が大きく残ることがあり、地震後の早期復旧が困難になるなどの問題点がある。

そこで、本研究では、橋脚をいくつかのブロックに分け、ブロック間に連結部材を配置し、それらをボルトで連結して、地震により受けるエネルギーを意図的に吸収させる構造とした。この橋脚に対して、漸増変位繰り返し载荷実験および一定変位繰り返し载荷実験を行い、連結部材を有する鋼製橋脚の耐震性能を検証する。

2. 実験計画

2.1 実験供試体

本実験で用いた供試体は図1に示すようにA、B-1、B-2、C(基部プレート)の4ブロックに分けた。供試体諸元を表1に、断面図を図2に示す。ブロック間の接続に用いるダイアフラムの板厚は25mmとし、強度を確保するために、ダイアフラムの側面に高さ85mm、板厚12mmの補剛材を設けた。なお、この供試体は過去に本学で行われた実験に基づき設計されている(以下従来モデルと称する)¹⁾。

2.2 連結部材諸元

連結部材は、図3に示すように、 α シリーズは厚さ12mmの角パイプの一面を切断しコの字型としたものを用い、長さLは供試体内の寸法に合わせて330mmと241mmの2種類を使用した。 β シリーズは厚さW=9mmの角パイプを用い、長さL=80mmにした。 γ シリーズは β シリーズと同じだが厚さW=12mm、長さL=470mmと660mmに変更しているどのシリーズとも、M30の高力ボルトを挿入するため $\phi 34$ の穴をあけた。ブロック上端と下端の間に連結部材を挿入し、ボルトによりブロック上端と下端の二箇所で締め付けを行った。また、载荷中ブロック間の連結部分でずれが生じるのを防ぐため、板厚25mmのせん断キーを挿入した。なお、過去に行った α 、 β シリーズの連結部材を用いた実験結果より、補修前後で橋脚の耐震性能は低下していないが、従来モデルに比べ、最大荷重は低く、地震動レベルIにおいて塑性化する場合があるなどの問題点があった^{2),3)}。そこで、今回、連結部材の諸元を見直し、 γ シリーズとして実験を行った。

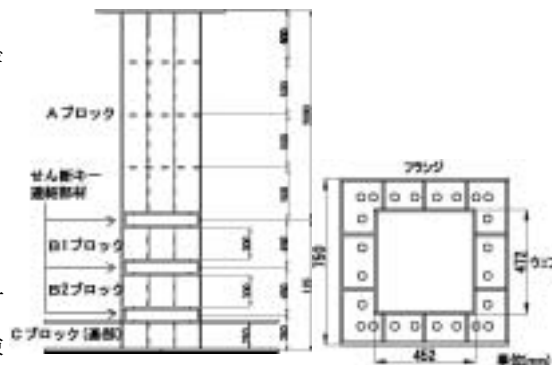


図1. 供試体概要図 図2. 断面図

表1. 供試体諸元

鋼種		SM490YA
供試体高さ	h (mm)	3550
フランジ板幅	b (mm)	750
フランジ板厚	t (mm)	12
補剛材幅	b_s (mm)	127
補剛材板厚	t_s (mm)	12
断面二次モーメント	I (mm ⁴)	4.14×10^9
断面二次半径	r (mm)	284
幅厚比パラメータ	R_R	0.349
細長比パラメータ	λ	0.345
補剛材剛比	γ_1 / γ^*	6.13

※ 供試体高さは基部から水平荷重载荷位置までの高さ

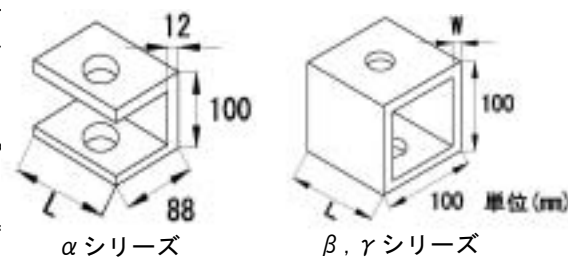


図3. 連結部材

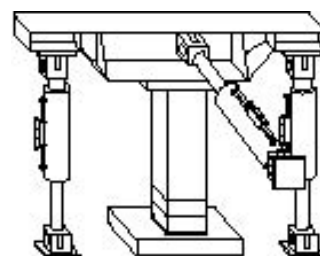


図4. 実験装置概略図

Key words: 鋼製橋脚 繰り返し载荷実験 エネルギー吸収 残留変位

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

2.3 実験載荷装置

実験装置概略図を図4に示す。上部構造重量を想定した鉛直荷重は、供試体の上端部に載荷ビームを設け、4400kNアクチュエータ2基を鉛直方向に取り付け、これを引張方向に載荷した。また、地震時の慣性力を想定した水平荷重は4400kNアクチュエータ1基を用い、繰り返し載荷を行った。

2.4 載荷計画

上部構造重量に相当する鉛直荷重 P は、はり一柱強度相関式より、軸力比 P/P_y は0.17、鉛直荷重 P は3179kNとなった。地震時の慣性力を想定した水平荷重は同一断面をもった従来モデルの実験で用いた降伏水平変位を参考に、 $\delta_y(20\text{mm})$ を基準水平変位と設定した¹⁾。漸増変位繰り返し載荷実験においては、耐力が低下するまで $1\delta_y$ を基準として載荷を行った($\gamma-1$)。一定変位繰り返し載荷実験では、 $5\delta_y(\pm 100\text{mm})$ を基準として2サイクル載荷した後、 $10\delta_y(\pm 200\text{mm})$ で11サイクル載荷し、さらに、 $15\delta_y(\pm 300\text{mm})$ で耐力低下が見られるまで載荷を行った($\gamma-3$)。

3. 実験結果

図5に水平荷重-水平変位履歴曲線を、図6に包絡線を示す。最大水平荷重において、 $\gamma-1$ 、 $\gamma-3$ 共に約700kNに達しており、 α 、 β シリーズと比較してみても、約300kN上昇している。繰り返しによる荷重低下の面においても、約11%の低下となっている。また、従来モデルと比較しても、最大荷重に達するまでの水平変位が大きく、耐力低下も緩やかなため、連結部材を用いた橋脚は、ダクティリティが大きく、変形性能に優れているといえる。

図7にエネルギー吸収量を示す。 α 、 β 、 γ シリーズのどれにおいても、1ループ目から2ループ目にかけてエネルギー吸収量が低下しており、2ループ目から後においては、ほぼ一定値を取り、安定したエネルギー吸収量が得られた。

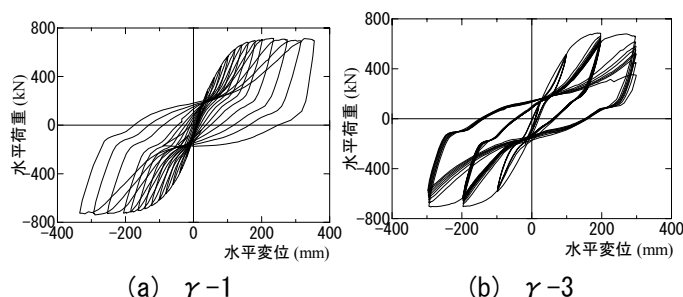


図5. 水平荷重-水平変位履歴曲線

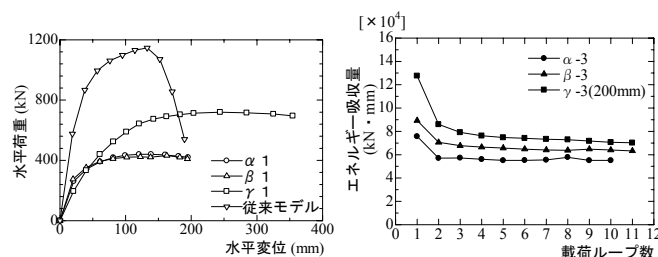


図6. 包絡線

図7. エネルギー吸収量

4. まとめ

橋脚をブロックに分割し、連結部材とボルトを用いて連結するという連結部材を有する鋼製橋脚において、漸増変位繰り返し載荷実験および一定変位繰り返し載荷実験を行った。その結果を以下に示す。

- (1) γ シリーズは α 、 β シリーズに比べ、最大荷重が約2倍上昇し、エネルギー吸収量も増加した。このことより、連結部材を選択することにより、耐力のコントロールをすることができる。
- (2) 最大荷重においてはどのシリーズも劣ってしまうが、耐力低下は緩やかで、ダクティリティが大きく、変形性能に優れている。
- (3) エネルギー吸収量において、1ループ目から2ループ目にかけてエネルギー吸収量が減少するが2ループ目以降はほぼ一定であった。

参考文献

- 1) 青木徹彦, 鈴木真一, 渡辺俊輔, 鈴木森品, 宇佐美勉, 葛漢彬: 面外繰り返し水平力を受ける逆L型鋼製箱型断面橋脚の強度と変形能に関する実験的研究, 土木学会論文集, No. 724/I-62, pp213-223, 2003. 1
- 2) 今中明子, 鈴木森品, 青木徹彦: 簡易補修型鋼製橋脚に関する実験的検討, 平成15年度全国大会第58回年次学術講演会
- 3) 鈴木森品, 今中明子, 青木徹彦: 簡易補修型鋼製橋脚に関する解析的検討, 平成15年度全国大会第58回年次学術講演会