

簡易補修型鋼製橋脚に関する実験的検討

○ 愛知工業大学 学生員 今中明子
愛知工業大学 正会員 鈴木森晶
愛知工業大学 正会員 青木徹彦

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、本研究では橋脚を長手方向に分割したブロックを組み立て製作する新構造形式の簡易補修型鋼製橋脚を提案する。この橋脚はブロック間を連結部材とボルトで接続をして、地震力によるエネルギーを意図的に吸収させ、容易に補修が可能な形式となっている。この橋脚に対して、正負交番漸増変位繰り返し載荷実験を行い、簡易補修型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,C,D(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。この供試体は過去に本学で行われた実験に基づき設計した¹⁾。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²⁾。

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種類とした。βシリーズは厚さ9mmの角パイプを用い、長さL=80mmに切断した。両シリーズとも、M30の高力ボルトを挿入するためφ33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締め付けを行った。また、載荷中ブロックと連結部材でずれが生じるのを防ぐため、板厚25mmのせん断キーを設けた。

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、4000kN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4000kNアクチュエータ1基を用い、繰り返し載荷をした。

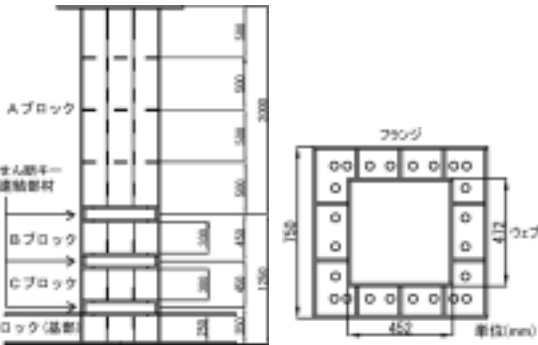


図1 供試体概念図 図2 断面図
表1 供試体諸元¹⁾

鋼種	SM490YA	
供試体高さ	$h(\text{mm})$	3550
フランジ板幅	$b(\text{mm})$	750
フランジ板厚	$t(\text{mm})$	12
補剛材幅	$b_s(\text{mm})$	127
補剛材板厚	$t_s(\text{mm})$	12
断面二次モーメント	$I(\text{mm}^4)$	4.14×10^9
断面二次半径	$r(\text{mm})$	284
幅厚比パラメータ	R_R	0.359
細長比パラメータ	λ	0.345
補剛材剛比	γ_1/γ^*	2.49

※供試体高さは基部から水平荷重載荷位置までの高さ

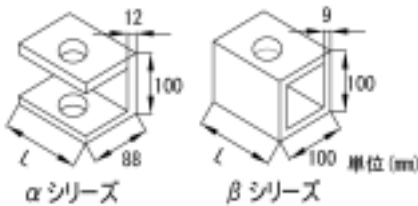


図3 連結部材

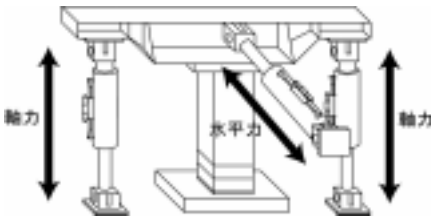


図4 実験装置概略図

Key words：簡易補修 鋼製橋脚 繰り返し載荷実験 残留変位 エネルギー吸収
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 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により求め、軸力比 P/P_y は 0.17、鉛直荷重 P は 3179 kN 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持った中心軸圧縮柱の実験で用いた降伏水平変位を参考に δ_y (20mm) を基準水平変位と設定した¹⁾。実験では $\pm \delta_y$, $\pm 2\delta_y$, $\pm 3\delta_y$, ... のように漸増させ、 $\pm 10\delta_y$ まで繰り返し載荷を行った。

3. 実験結果

一回目の実験終了後、供試体内部の連結部材のみを交換し組み立てなおす。その後二回目の繰り返し載荷実験を行い補修(連結部材の交換)による変化を調べた。

図 5 に水平荷重－水平変位履歴曲線、図 6 に包絡線を示す。最大水平荷重に関して、簡易補修前後の比較をすると、 α シリーズで約 3% 減少し、 β シリーズで約 9% 増加した。各サイクルとも水平荷重がゼロに近づくと、水平変位もゼロに近づく履歴を描くため、残留変位は最大でも 30mm 程度となった。

図 7 にエネルギー吸収量を示す。水平変位 200mm 時のエネルギー吸収量について見てみると、 α シリーズでは補修前: 5.5×10^4 kN・mm, 補修後: 5.6×10^4 kN・mm と約 2%, β シリーズでは補修前: 6.6×10^4 kN・mm, 補修後: 7.7×10^4 kN・mm と約 16% の違いが生じた。

以上より、両シリーズとも補修後において、補修前と同等の性能を有することが分かる。

4. 連結部材の基本的性質

連結部材の性能を詳細に知るため、 α シリーズ・ β シリーズそれぞれに、長さ $L=50\text{mm} \cdot 80\text{mm} \cdot 100\text{mm}$ の各 3 種を製作し、1000kN アクチュエータを用いて、鉛直方向に 5mm づつ変位を漸増させ、繰り返し載荷実験を行った。図 9 に β シリーズ $L=100\text{mm}$ の水平荷重－水平変位履歴曲線を示す。その結果、連結部材で比較的大きな履歴を描いており、エネルギーを吸収している。このことより、連結部材はダンパーの性能を有していることが分かる。

5. 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簡易補修型鋼製橋脚を提案し、その耐震性能を調べる為、繰り返し載荷実験を行った。その後、連結部材を交換(補修)し、再び繰り返し載荷実験を行った。その結果を以下に示す。

- (1) 簡易補修前後とも、残留変位は小さく、最大でも水平変位 200mm 時に 30mm となった。
- (2) 連結部材の損傷は見られたが、供試体にはほとんど損傷が見られなかったことから、実橋脚においても地震後の復旧作業は連結部材を交換するだけで、補修が容易に行えるものと考えられる。

なお、本研究は愛知工業大学の耐震実験センター研究経費を受けて同センターにて行った。

参考文献

- 1) 青木徹彦, 鈴木真一, 渡辺俊輔, 鈴木森晶, 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) 社団法人日本鋼構造協会: 橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案), 日本鋼構造協会, 1994

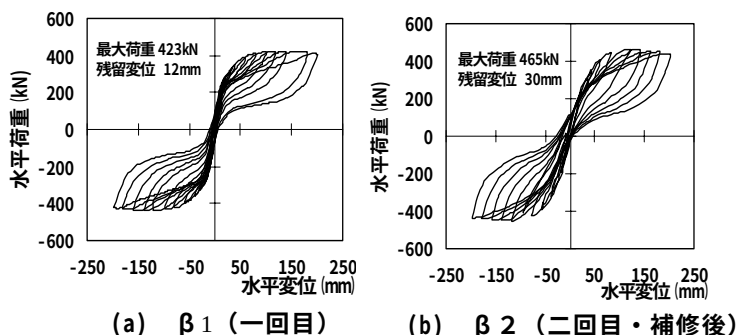


図 5 水平荷重－水平変位履歴曲線

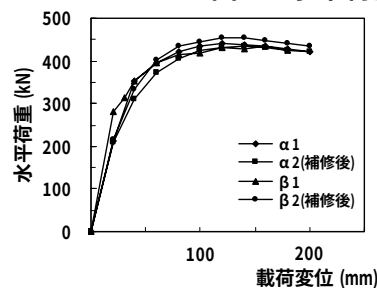


図 6 包絡線

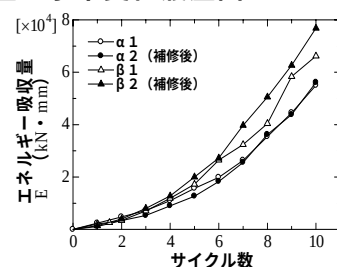


図 7 エネルギー吸収量

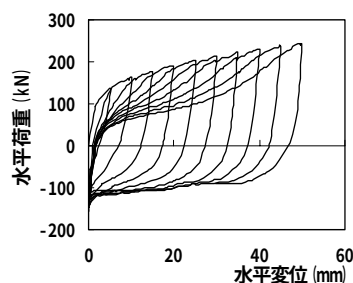


図 9 連結部材の履歴曲線