

面外地震荷重を受ける逆L字形コンクリート充填鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的検討

名古屋工業大学 学生会員 ○湯原 諒真

正会員 海老澤 健正

野中 哲也

山田 忠信

名古屋高速道路公社 森下 宣明

阪野 崇人

1. はじめに

現在、都市部で新たに高速道路を建設する計画がある。その際、都市部における高架橋の橋脚は、地下埋設物、地上構造物等が位置するような立地の制約から、逆L字形の偏心橋脚が予定され、中には偏心率(=張り出し長さ/橋脚高さ)が約50%の大きな偏心を持つ橋脚もある。このような大偏心のコンクリート充填鋼製橋脚に対する大型の実験は、あまり実施された例はなく、さらに面外(橋軸)方向の載荷実験はこれまでほとんど実施されてこなかった。そこで本研究では、大偏心の橋脚に面外地震荷重に対する耐震性能および損傷形態を把握するために、大型模型供試体を用いた静的繰り返し実験を実施した。

2. 実験条件

本研究では、実構造の1/5スケールの補剛矩形断面鋼製橋脚供試体を製作し、図1のように北方向(橋軸直角方向)に偏心率50%として載荷点を偏心させて、一定死荷重作用下での静的1方向繰り返し漸増載荷を実施した。載荷方向は、面外(橋軸)方向に対応する東西方向である。昨年度実施した面内載荷実験¹⁾と同一断面形状の供試体を2体製作し、鉛直軸力を供試体3-1では555kN(軸力比0.06)と逆L字形橋脚としては比較的大きく設定し、供試体3-2ではその半分の鉛直軸力277.5kN(同0.03)とした。また、繰り返し漸増載荷における基準振幅は初期降伏変位 δy とし、それぞれ、供試体3-1では8.1mm、供試体3-2では13.2mmである。なお、コンクリートは橋脚部1.5m全てにわたって充填した。

3. 実験結果および考察

(a) 水平荷重—水平変位関係

図2に、荷重載荷点における面外方向の水平荷重—水平変位を示す。また、図3に水平変位のトラジェクトリを、偏心逆側(南側)を正として示す。なお、供試体3-2では荷重ピーク点を確認したのち載荷を

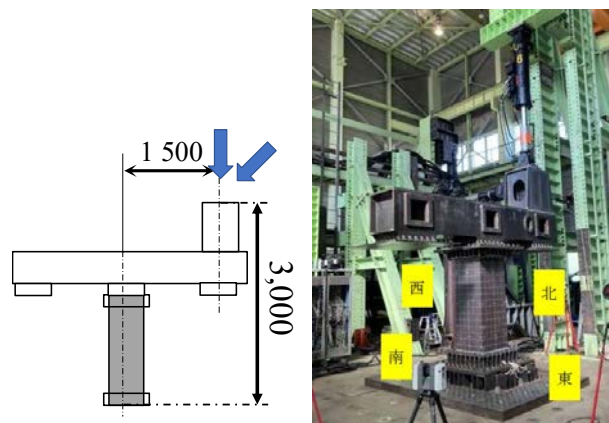


図1 実験セットアップ状況

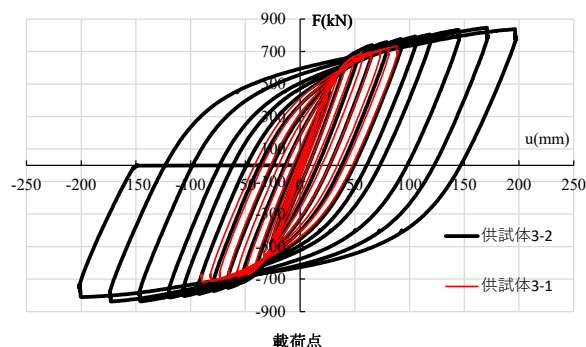


図2 水平荷重—水平変位関係

終了したが、供試体3-1では、図3に示すように、載荷直角方向の変位(倒れ)が増大し、載荷装置のスイベルの損傷が懸念されたため、最大荷重が現れる前に実験を終了している。

供試体3-2では、最大荷重821.13kNがようやく $15\delta y$ にて現れ、その時の残留変位(除荷時の荷重0点での変位)は約200mmにもなり、使用限界の許容残留変位 $\delta a = h/100 = 30\text{mm}$ を大幅に超えるものであった。このことから、本実験での大偏心の逆L字形橋脚では、構造安全限界を迎える前に、使用限界が決定要因になると考えられる。

供試体3-1においても、載荷終了時での残留変位は載荷方向(面外方向)に40mm程度、載荷直角方

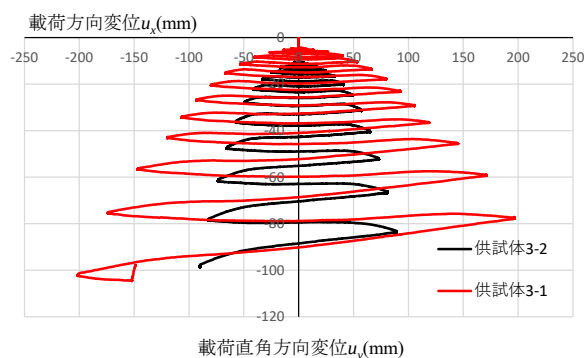


図3 水平変位のトラジェクトリ

向（偏心方向）に 80mm 残留変位が生じており，許容残留変位を超えた範囲においても荷重低下は見られなかった．また，鉛直軸力の大きい供試体 3-1 では偏心モーメントが大きく，図 3 に示すように偏心側への変位が荷重方向以上に生じている．一方，図 2 の荷重方向の水平荷重－水平変位関係を見ると，供試体 3-1 と供試体 3-2 ではそれほど大きな差異はなく，今回の実験の範囲内では，面外荷重における耐荷力に対する偏心モーメントの影響は限定的であることがわかる．

(b) 損傷状況

次に，供試体の鋼パネルの変形状況および実験後に鋼パネルを剥がし充填コンクリートの損傷状況を図 4，図 5 に示す．

供試体 3-2 については，荷重方向両フランジ面および偏心側ウェブ面の鋼パネルに局部座屈が生じ，特にフランジ面上に，特徴的な 45 度斜め方向の座屈モードが確認された．それに対応するように，コンクリートの圧壊もフランジ面では斜め方向に広がっており，偏心側角部の基部付近の損傷が大きいものとなっている．これは，偏心荷重によるねじりの影響と考えられる．

供試体 3-1 でも同様の座屈が若干確認されたが，その大きさは供試体 3-2 と比べ小さいものであった．また，コンクリートの圧壊はほとんどみられなかった．これは，供試体 3-1 では荷重ピーク点まで荷重を行っていない影響が大きい，図 3 に示したように荷重点変位が偏心方向（面内方向）への単調的に増大したため，繰り返し荷重の影響が相対的に小さくなって，特に充填コンクリートの損傷が軽微な範囲にとどまった可能性が考えられる．



図4 実験後の損傷状況（供試体 3-1）

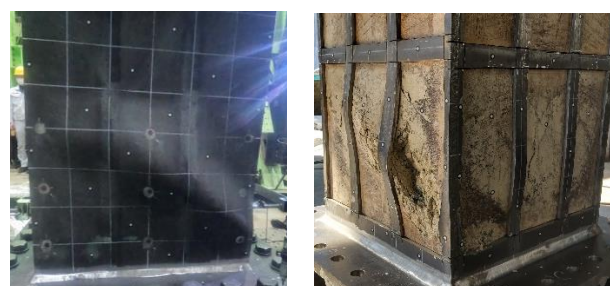


図5 実験後の損傷状況（供試体 3-2）

4. まとめ

本研究では，偏心率 50%の大きな偏心を持つコンクリート充填鋼製橋脚の供試体を製作して，橋軸方向の地震動を想定した面外方向繰り返し荷重試験を実施した．その結果，今回の実験結果の範囲内ではあるが，変形が進んでも最大荷重がなかなか現れず，構造安全限界よりも先に使用限界に到達することがわかり，耐震設計上，残留変形について留意する必要がある．また，偏心荷重によるねじりにより，鋼パネルの局部座屈やコンクリートの損傷が斜め方向に生じるという特徴的な損傷形態が確認された．

謝辞

本研究の荷重実験にあたり，愛知工業大学の鈴木森昌先生、嶋口儀之先生にご協力をいただきました．ここに記して謝意を示します．

参考文献

- 1) 長谷川秀也ら，面内繰り返し荷重を受ける逆 L 形コンクリート充填鋼製橋脚の地震時終局挙動に関する実験的研究，土木学会第 77 回年次学術講演会，I-22，2022．