

橋脚の損傷制御設計を実現するために十字型に配筋した橋脚の応答

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○佐藤 京
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 寺澤 貴裕
 土木研究所寒地土木研究所 非会員 松田 伸吾
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 安中新太郎

1. はじめに

著者らは、震動の地照査レベルを超過する事象に備えるため、補修の容易な支承部に地震時損傷を誘導し、RC橋脚の致命的損傷を回避する構造設計について検討を実施している。この設計法では、部材毎の耐力を階層化すること基本に、限界状態を超過する応答作用力による損傷を支承部に誘導する。しかし、RC橋脚の最大耐力は、初降伏以降、応答エネルギーを吸収する挙動が優位となるため初降伏時の荷重を大きく上回らない。このため、支承部に損傷を誘発させるには、橋脚の限界状態に至る際の荷重が初降伏荷重よりもより大きくなる構造が有利となる。

本検討は、RC橋脚内部に配置される軸方向鉄筋について、外縁に沿った配筋のほか、中心部に鉄筋を十字型に配置した断面を提案¹⁾し、その応答について漸増載荷試験により限界状態に至る荷重履歴についての有効性を確認した。その結果、最外縁鉄筋が降伏した後、十字型に配筋した鉄筋が最外縁に近い方から徐々に引張力を分担し、最大耐力が降伏荷重と比べ大きくなることが確認された。

2. 試験概要

図-1に示す試験装置を用いて、載荷ブロックに固定されたゴム支承の上巻プレートに水平荷重を与え、所定の条件に達するまでRC橋脚に対して押出漸増載荷を実施し、図-2、-3に示した位置でひずみや変位を計測した。ゴム支承は、下巻プレート下面でせん断破断を生じるように設けたスリット付き取付ボルトにより橋脚頂部のベースプレートに固定している。対象としたRC橋脚は、図-4a)に示すように、外

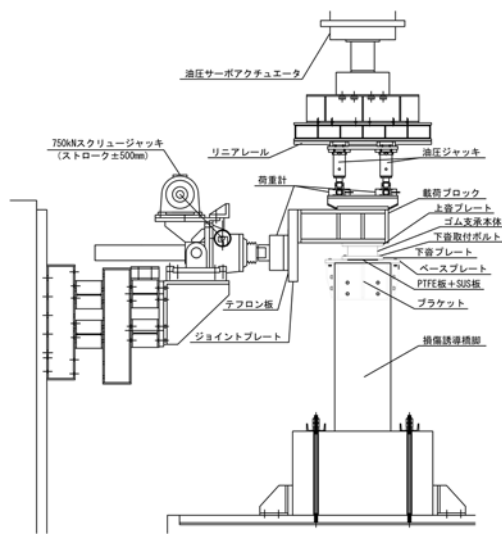


図-1 試験装置概要図

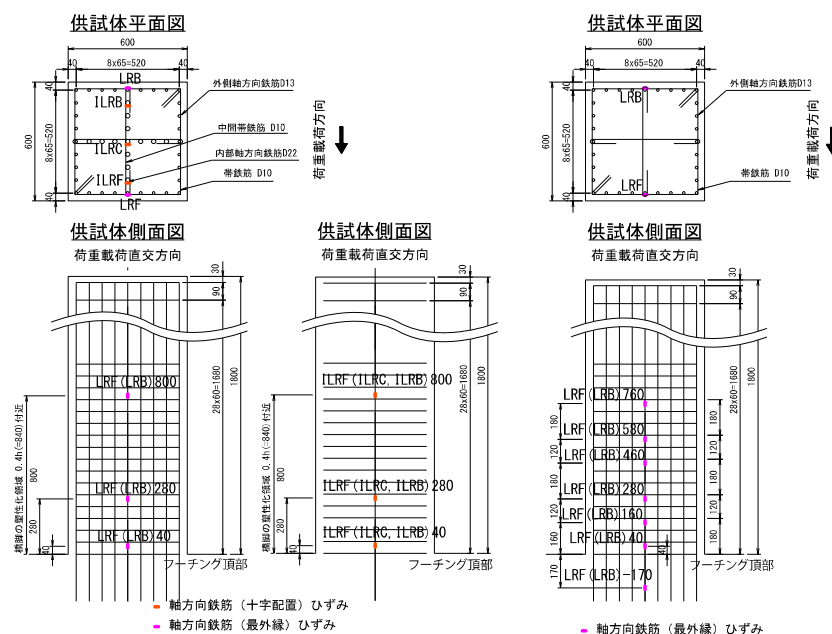


図-2 ひずみの測定位置

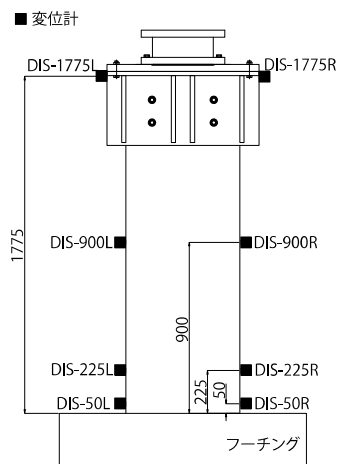


図-3 変位測定位置

キーワード 耐震設計, 超過作用, 損傷誘導設計法, 耐力階層化

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 寒地土木研究所寒地構造チーム TEL011-841-1698

縁に沿った軸方向鉄筋の他に中心部で交わる十字形の配筋を有するものと、**図-4b)**に示す挙動比較のための通常配筋の2体とした。それぞれの試験体を No. 1 と No. 2 と呼ぶ。試験方法は、試設計橋梁の上部工反力相当の 360kN を鉛直に載荷した後、No. 1 は、取付ボルトが破断するまで、No. 2 は軸方向鉄筋基部のひずみが初降伏に達し、下査取付ボルトの未破断状態である間まで水平に載荷した。コンクリート圧縮強度は、26.7MPa、外縁鉄筋は SD295A、十字鉄筋は SD345 で、降伏点は各 353MPa と 385MPa である。

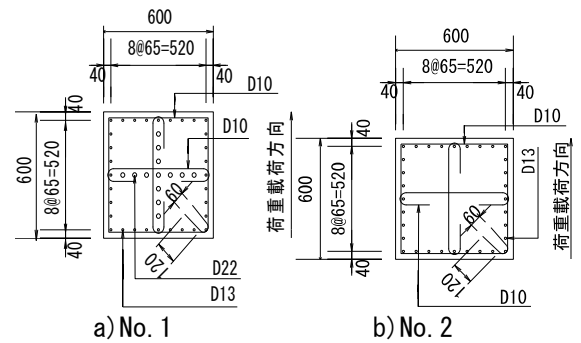


図-4 橋脚断面図

3. 試験結果と考察

図-5 は、No. 1 と No. 2 の水平荷重と橋脚天端部の水平変位の関係を最外縁鉄筋の降伏ひずみ時に対する荷重と水平変位で示している。また、No. 2 試験体の試験後に行なったゴム支承を外した正負交番載荷試験の結果として押出側の $6\delta_y$ までの荷重変位履歴の包絡線（以降、No. 2 試験体（交番載荷））を参考に併記した。なお、No. 2 の押出漸増載荷試験結果と異なるのは、繰返し交番載荷試験の結果を平均としているためである。降伏時の水平荷重と水平変位により無次元化した結果を確認すると、No. 1 と No. 2 の弾性域では、同じ挙動をしており、配筋を内部に追加したとしても降伏までの応答特性は同様であることが確認できる。No. 2 試験体（交番載荷）のように通常配筋では、降伏限界以降の水平荷重は、それを大きく上回らず、概ね同程度の荷重を保持する。一方、No. 1 試験体では、最外縁鉄筋が降伏ひずみを超え、下査取付ボルトが破断に至るまで水平荷重が増加することが示されており、載荷方向に一直列、鉄筋を追加することにより初降伏荷重と最大耐力に大きな差が生じることが確認できた。次に、水平荷重と最外縁鉄筋の引張側ひずみの関係を **図-6** のように整理し、十字配筋橋脚における鉄筋応答を確認した。引張側にある鉄筋に着目すると、傾きが緩やかになる変曲点が、基部に近い鉄筋から上方へ、水平荷重の増加とともに生じる。また、No. 2 より No. 1 の変曲点以降の傾きの変化が小さい。**図-7** には、No. 1 に配置されている軸方向鉄筋の基部ひずみと水平荷重の関係を示している。**図-6** と合わせて確認すると、65mm 内側に位置している ILRB_40 のひずみが最外縁鉄筋の LRB_40 に変曲点が生じた後に徐々に増加する傾向にある。この応答により No. 2 と比べて No. 1 の最外縁鉄筋のひずみが小さくなると思われる。また、水平荷重が増加すると内部に配置した鉄筋が引張力を順次分担し、初降伏後の水平荷重の上昇に寄与していると考えられる。

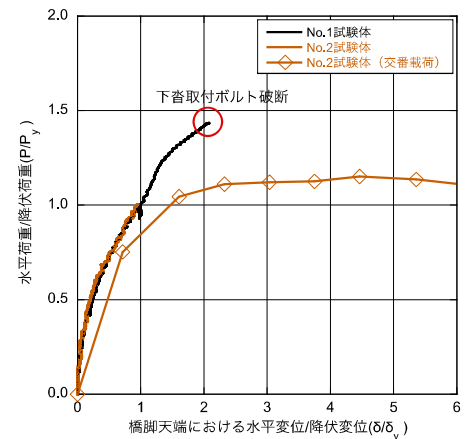


図-5 水平荷重と橋脚天端変位の関係

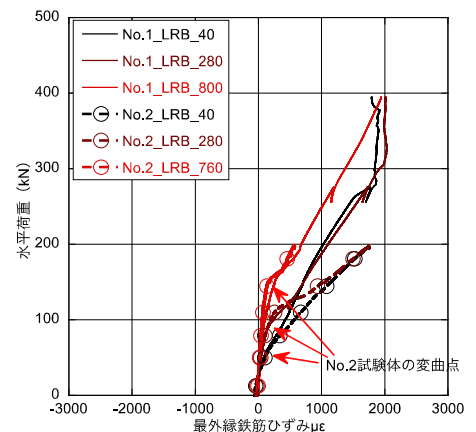


図-6 水平荷重と基部ひずみの関係

4. まとめ

支承部に地震時損傷を誘導し、RC 橋脚の致命的損傷を回避するための構造設計を検討している。今後は、同様の条件で正負交番載荷試験を行った結果を報告する。

参考文献

- 1) 秋元光雄, 佐藤京, 寺澤貴裕, 葛西聡: 地震時の超過作用を受けた橋梁の損傷制御を目的とした RC 橋脚の配筋に関する一提案, 第 22 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 81-84, 2019. 7

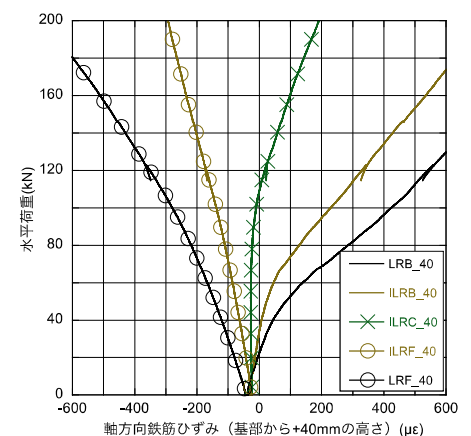


図-7 No. 1 試験体の水平荷重と軸方向鉄筋基部のひずみの関係