

### メナーゼヒンジを有する部材の耐震性能 (ヒンジ回転方向)

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○広瀬 剛 正会員 高原 良太  
(株) 大林組 正会員 武田 篤史

#### 1. はじめに

メナーゼヒンジは、斜材付きπ型ラーメン橋梁(以下、斜π橋と称す)などに標準的に用いられているが、その終局状態に対する検討は少ない。そこで、既存の斜材付きπ型ラーメン橋梁をモデル化した試験体を用いて、ヒンジ回転方向の正負交番水平載荷実験を行った。

#### 2. 実験方法

試験体は、斜π橋標準設計図(1964年)を1/2スケールに縮小したものを基本とした。図-1に形状寸法を示す。載荷方向は、橋軸方向(ヒンジ回転方向)とした。せん断スパンは、斜π橋垂直材の曲げモーメント分布が逆対称であることから、垂直材部材長の1/2とした。接合する橋脚や上部構造はモデル化せず、垂直材のみをモデル化して接合先はマッシュブなフーチングとした。

メナーゼヒンジは、図-2に示す形状であり、厚さ5mmゴムを設置した状態で垂直材部を打設することで形成した。

配筋は、標準設計図の1/2に近いサイズの鉄筋を用い、鉄筋比が同等となるようにした。フックや折曲半径などの構造細目については、設計当時のコンクリート標準示方書<sup>2)</sup>に従うこととした。試験体の配筋を図-3,4に示す。ここで、軸方向鉄筋の配筋については注意を有する。ヒンジ鉄筋H1(22-D16, 本数は断面内全体)と垂直材部軸方向鉄筋M4(16-D10)の断面積が大きく異なるため、ヒンジ鉄筋上端に当たる高さ440mm(以下、ヒンジ鉄筋上端位置と称す)より上部では、鉄筋量が1/5程度に減少し、あたかも段落としのようになっている。

使用材料は、標準設計と同様とし、異形鉄筋にSD295, 丸鋼にSWM-B, ヒンジ部のゴムに硬度65±5°のステレンブタジエン系合成ゴムを用いた。コンクリートは目標強度を35N/mm<sup>2</sup>として配合した。

載荷は、一定鉛直力下での正負交番水平載荷とした。鉛直力は、標準設計の常時軸力を参考に、垂直材一般部で1N/mm<sup>2</sup>の圧縮応力となるように180kNとした。載荷履歴は、±10mm, ±20mm, ±40mm, ±60mm, ±80mm, ±100mm, ±10mmの順に、それぞれ各3cycleずつ正負交番載荷した。その後、さらに正側へ押切加力を行った。

#### 3. 実験結果

図-5に荷重と天端変位の関係を示す。変位25.7mmの時に、南北のヒンジ鉄筋H1がヒンジ部においてほぼ同時に降伏した。

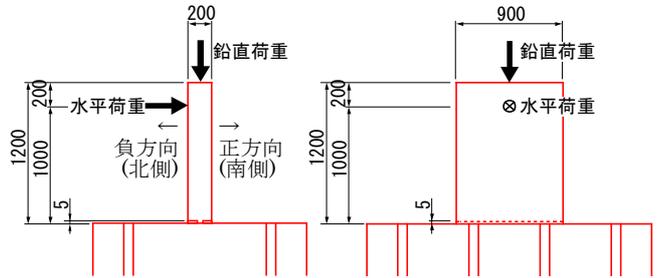


図-1 試験体の形状寸法

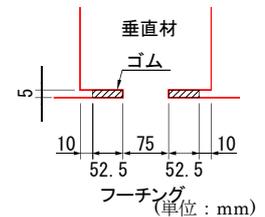


図-2 メナーゼヒンジ部

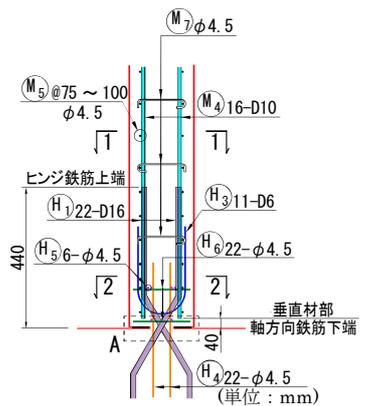


図-3 ヒンジ部の配筋

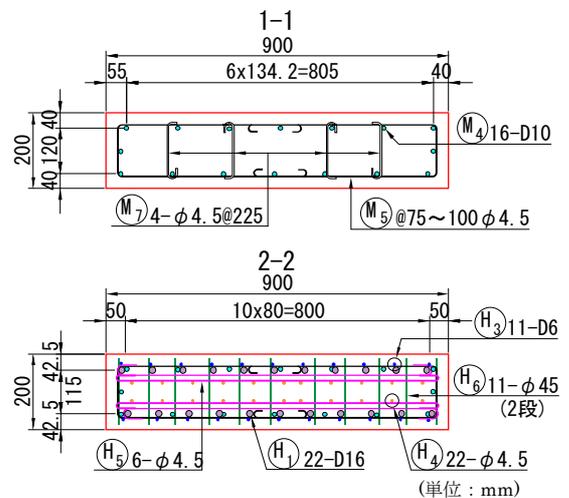


図-4 試験体の断面配筋

キーワード メナーゼヒンジ, 斜材付きπ型ラーメン橋梁, 変形性能, 正負交番載荷実験

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-2 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1943

変位 40mm 付近では、ヒンジ鉄筋上端位置を中心に、垂直材部に曲げひび割れが発生した。変位 100mm のステップにおいて、ヒンジ鉄筋上端位置で垂直材部軸方向鉄筋 M4 の座屈、かぶりはく落が観察され、耐力が大きく減少して荷重の符合が反転した。最終破壊状況は、ヒンジ鉄筋上端位置で、かぶりコンクリートが大きく剥落した状況であった。本結果より終局限界を定めることは困難であるが、部材回転角で 0.04 程度まで健全、0.06 程度までは耐力を維持していることから、トラス構造の一部材である斜  $\pi$  橋の垂直材として十分な変形性能を有していると言える。

図-6 にヒンジ部の曲げモーメントと回転角の関係を示す。ヒンジ切欠き部の挙動からハードニングの発生が想定されたが、ヒンジ鉄筋 H1 の降伏まで概ね一定の载荷剛性を示した。

図-7 に、水平荷重と、ヒンジ鉄筋 H1 ヒンジ部ひずみの関係を示す。南北の鉄筋は概ね同じ挙動をしていることから、曲げの影響が顕著であったものと考えられる。また、载荷変位が同じときでも、繰返しのたびにヒンジ鉄筋 H1 ひずみが増加し続けていることがわかる。つまり、荷重レベルが一定でも、繰返し载荷を行うと、ひずみが大きくなり、損傷が進むということがわかる。

図-8 に曲げ耐力の分布を示す。曲げ耐力は、材料強度に強度試験結果を用いて道路橋示方書 V 耐震設計編<sup>3)</sup>に従って断面解析により算定した。ヒンジ部断面の最大耐力については、ゴムを介しての圧縮伝達がなされていたものとの仮定して切欠き部を含めた全断面を有効とした。ただし、コンクリート圧壊先行となるため、降伏耐力の算定はできなかった。図中青線の「ヒンジ鉄筋降伏時」、「垂直材部軸方向鉄筋降伏時」、「最大耐力時」は、実験値である。

垂直材部軸方向鉄筋降伏時および最大耐力時については、ヒンジ鉄筋段落とし位置の降伏および最大耐力と概ね整合しており、本実験においては、ヒンジ鉄筋降伏時を除いては、モーメントシフトや鉄筋の付着長を考慮しなくても、曲げモーメント分布と耐力分布により、損傷箇所および損傷時荷重の推定が可能であった。

4. おわりに

本実験結果から、斜  $\pi$  橋の垂直材は十分な性能を持っていることが予想されるが、ヒンジ鉄筋上端位置における損傷や、ヒンジ位置におけるヒンジ鉄筋の挙動に関して留意する必要があることが明らかとなった

参考文献 1)高速道路会社3社：設計要領 第二集 橋梁建設編，高速道路総合技術研究所，2016.8. 2)土木学会：昭和31年制定コンクリート標準示方書 解説，1958.12. 3)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，丸善出版，2012.3.

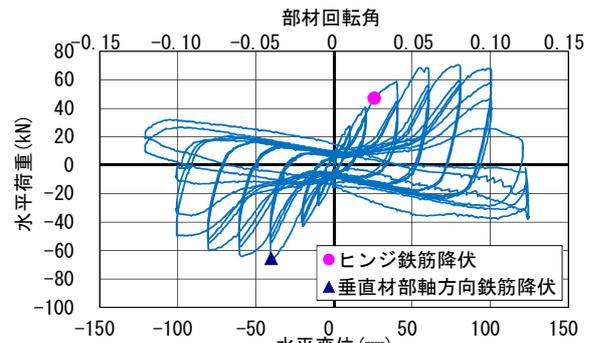


図-5 荷重-天端水平変位関係

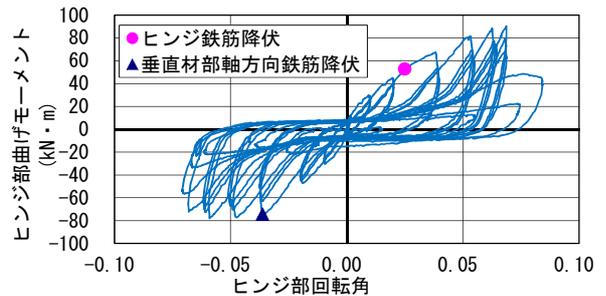


図-6 ヒンジ部の曲げモーメント-回転角関係

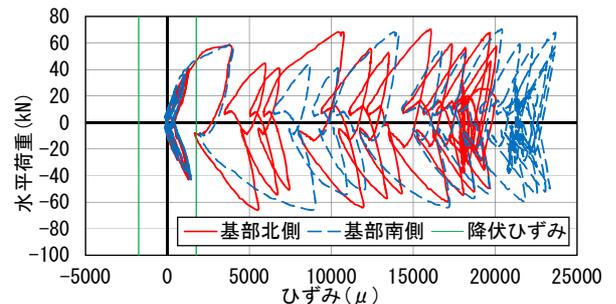


図-7 荷重-ヒンジ鉄筋 H1 ひずみ関係

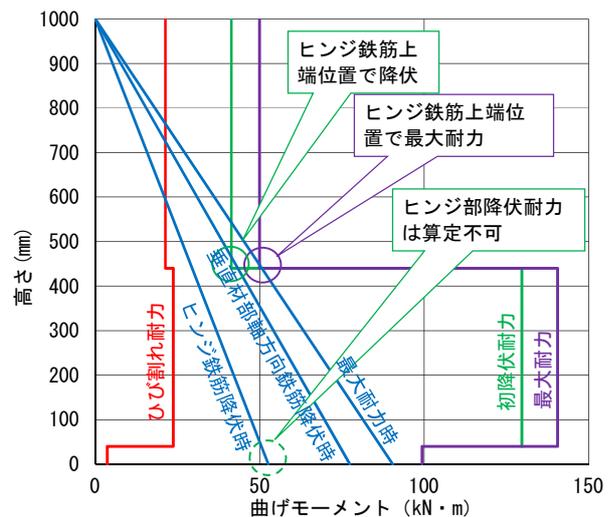


図-8 曲げ耐力分布