

## 鋼 2 主桁ラーメン橋の剛結部における主桁 - 横桁の荷重分担比に関する研究

神戸製鋼所 正員 沼田 克 山田岳史  
日本道路公団 正員 木水隆夫 新井恵一

## 1. まえがき

近年の要求性能として挙げられる耐震性の向上，維持管理の軽減を満足する構造形式の一つとして，日本道路公団では，鋼 2 主桁橋を R C 橋脚と一体化した複合ラーメン橋を採用している。

本構造は，R C 橋脚柱頭部を 2 枚の横桁，主桁によって囲んだ構造で，横桁には孔あきダイヤフラム，孔あき垂直補剛材を取り付け，主桁腹板には頭付きスタッドを溶植している。主桁から R C 橋脚への荷重伝達経路としては，主桁 下フランジ，腹板 R C 橋脚，（主桁から直接伝達），主桁 横桁 孔あきダイヤフラム，孔あき垂直補剛材 R C 橋脚（横桁を介した伝達）の 2 経路が考えられる。しかし，2 経路がそれぞれ分担する荷重に関して定量的把握がなされおらず，横桁をはじめ剛結部に関する設計法については，ほとんど確立されていないのが現状である。

そこで，剛結部の構造特性を把握し，設計法に資するため，日本海沿岸東北自動車道鯉川高架橋の中間支点 P 5 隅角部の 1/3 縮尺供試体を製作し，交番載荷試験を実施した。また，同時に鋼，鉄筋およびコンクリートの材料非線形性を考慮した弾塑性有限要素解析も実施した。

本報では，水平交番載荷試験の結果および静的弾塑性解析の結果について概要を述べるとともに，主桁 - 横桁の荷重分担比について検討した結果について報告する。

## 2. 1/3 サイズ模型供試体の交番載荷試験

図-2 に示す 1/3 縮尺供試体は，主桁高さ 1.0m，最小横桁高さ 0.7m 橋脚断面を 2.3m×1.0m と実橋の 1/3 縮尺とし，載荷装置の制約条件から主桁長さを 5.0m，R C 橋脚高さを 4.56m（全高 5.56m）とした。なお，下フランジとコンクリートの肌離れ対策として，剛結部の主桁下フランジには長さ 200mm の鉄筋を溶植した。

載荷試験は写真-1 に示すとおり供試体の天地を逆さにし，主桁の両端をピン支持した。荷重条件は R C 橋脚に鉛直荷重として 959kN（実橋での死荷重に相当）を載荷し，R C 橋脚主鉄筋が降伏するまで水平荷重を漸増載荷した。この降伏時の水平荷重載荷点の変位を +1 y とし，以後 -1 y +2 -2 y・・・と交番載荷した。

キーワード：剛結構造，横桁，荷重分担比，2 主桁橋梁

連絡先：〒651-0845 神戸市灘区岩屋中町 4-2-15 Tel:078-261-7815, Fax:078-261-7799

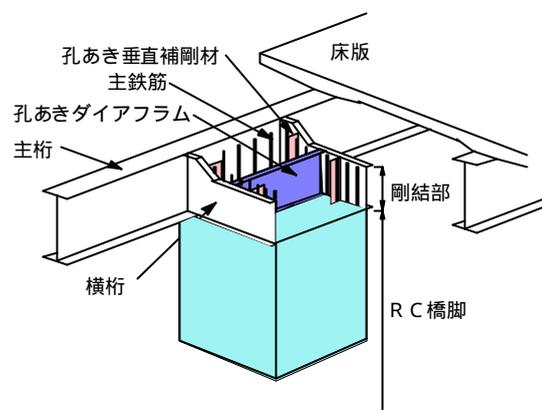


図-1 鋼 2 主桁ラーメン橋隅角部の概念図

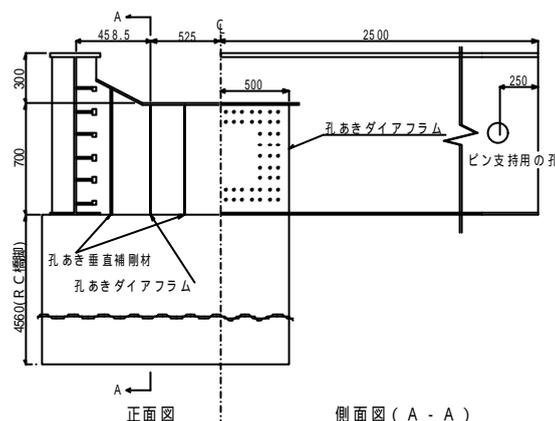


図-2 1/3 縮尺供試体

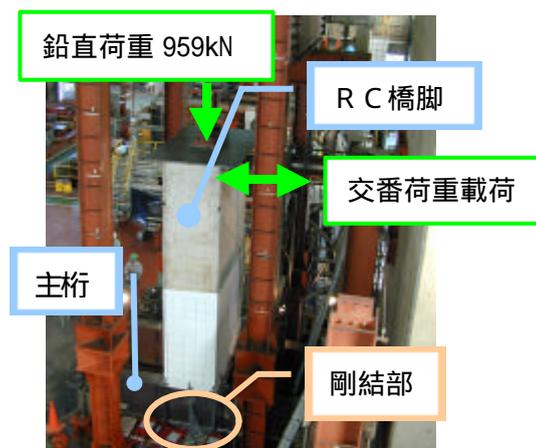


写真-1 水平交番載荷試験の状況

### 3. 載荷試験結果の概要

図-3 に水平荷重と水平変位の履歴曲線を示す。弾塑性有限要素解析の結果と試験結果は、±2 y まではほぼ一致しているものの、それ以降は RC 橋脚の中間帯鉄筋による拘束効果の低下とともに水平荷重が徐々に低下することとなった。+1 y に至るまでの供試体の挙動は、RC 橋脚において 300~500kN で曲げひび割れが発生し、700kN 以降 RC 橋脚と下フランジの間に隙間が確認され、同様に 700kN 時に主桁 - ダイアフラム間の剛結コンクリートの天端に、ねじりひび割れが確認された。なお、+1 y とは 40mm、水平荷重 900kN である。

図-4 に圧縮側および引張側主鉄筋のひずみ分布の一例を示す。この図より剛結境界である高さ 0 mm の位置から剛結内部にかけて主鉄筋のひずみ分布は徐々に漸減しており、主鉄筋降伏時にも主鉄筋は十分に定着されていることが明らかである。

また、解析結果と試験結果がほぼ一致していることを主桁、横桁、主鉄筋のひずみでも確認しており、以下のように、主桁 - 横桁の荷重分担比を解析的に把握することとした。

### 4. 主桁 - 横桁の鉛直荷重分担比の解析的検討

供試体の弾塑性解析の中で出力された各節点における変位を主桁、横桁だけのモデルに強制変位として与え、主桁、横桁の各節点で発生した反力を各部の分担する荷重として検討した。

その結果を各荷重段階における主桁 - 横桁の荷重分担比として図-5 に示す。この図より、初期荷重（鉛直荷重のみ）では、主桁：横桁の荷重分担比は 4 : 1 程度であり、さらに、水平荷重増大とともに 1 : 1 へ収束する傾向があることが判明した。この荷重分担比が変化する要因は、剛結部で発生する偶力による主桁下フランジと RC 橋脚の肌離れ、主桁腹板とダイアフラムに囲まれたコンクリートのねじり剛性の低下（図-6 参照）などである。

したがって、このことから、横桁の設計は、RC 橋脚の地震時保有水平耐力に対して、荷重分担比 1 : 1 にて設計することが合理的であることを示すものと考えられる。

【謝辞】本報は、日本道路公団「鋼 2 主桁ラーメン橋の剛結部に関する検討」委員

会の中で行った検討結果の一部である。委員長の埼玉大学町田篤彦教授はじめ各委員にはご指導いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

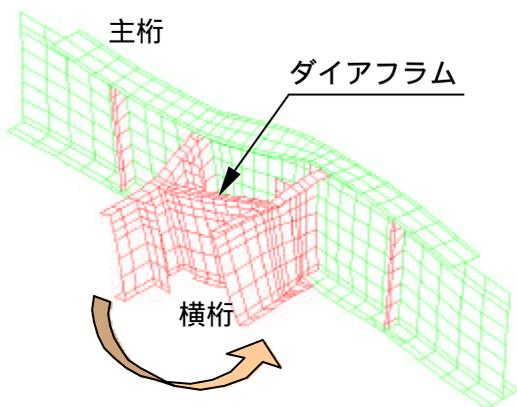


図-6 主桁、横桁の変形図

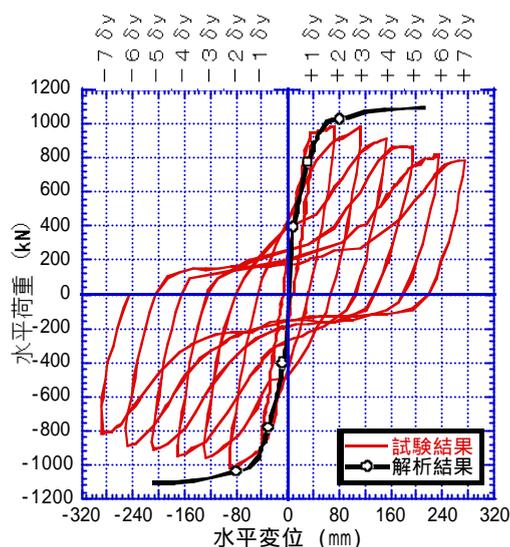


図-3 水平荷重と変位のヒステリシス曲線

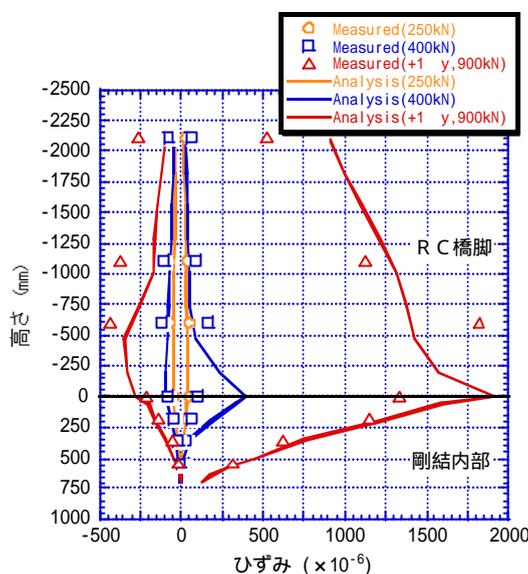


図-4 各荷重での主鉄筋のひずみ分布

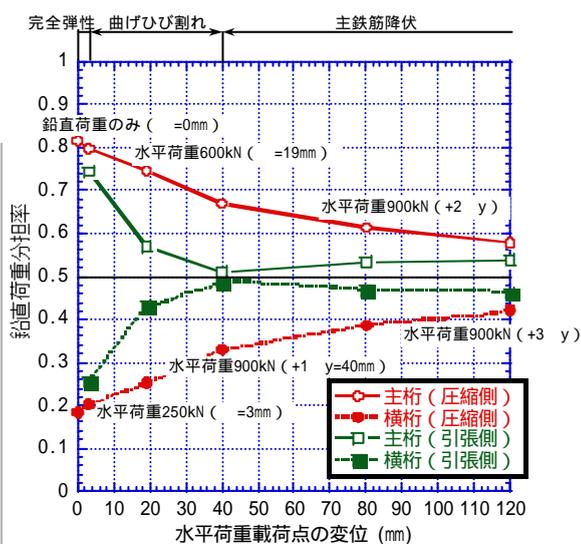


図-5 主桁 - 横桁の鉛直荷重分担比