

I - A262

主桁損傷を受けた2主桁橋の余耐力に関する考察

川田工業 正会員 辻角 学 川田工業 正会員 橋 吉宏
 日本道路公団 高橋 昭一 日本道路公団 山中 治
 東京工業大学 フェロー 三木 千壽

1. まえがき 2主桁橋の安全性に関する議論として、主桁に損傷を受けた場合、2主桁橋ではその構造的特徴から、余耐力を期待できず落橋の危険性が高い、という考え方がある。1993年にアメリカで行われた2主桁橋の実橋試験では、主桁が損傷を受けてもすぐには落橋には結びつかない、という結果が報告されているが、2主桁橋の主桁損傷後の余耐力に対する考え方が整理されていないというのが現状である。そこで、2主桁橋主桁損傷後の余耐力の検討を行うために、「ホロナイ川橋」の設計検討時に製作した1/2モデルを用いて、主桁損傷前後に載荷試験を行った。また、試験模型に対するFEM解析を行い、試験結果との比較検討後に、解析モデルをホロナイ川橋実橋サイズに適用した。本研究は、それらの結果を報告するものである。

2. 静的載荷試験

(1) 試験方法 試験は主桁の損傷（ガス切断による疑似クラック）前後に、主桁中央上に10tf荷重を載荷して行った(図-1)。主桁に与える損傷は、下フランジ全断面と下端から中立軸までのウェブ断面の切断とした。また、10tf荷重による静的載荷試験終了後に、100tfジャッキを用いて同位置へ載荷を行った。

(2) 試験結果 損傷前後の桁たわみおよび主桁損傷後10tf荷重載荷時の床版上面

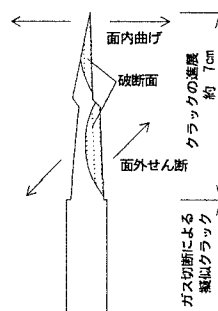


図-4 クラック先端概要

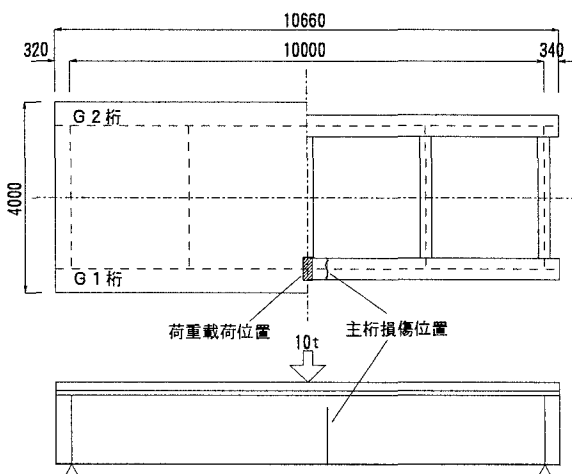


図-1 荷重載荷・主桁損傷位置

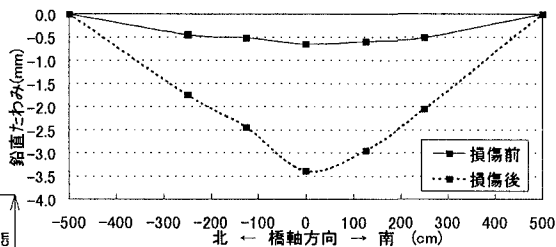


図-2 主桁たわみ（10tf荷重載荷時）

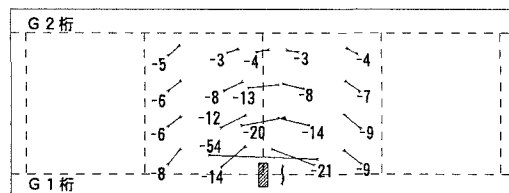


図-3 主桁損傷後の床版上面応力（10tf荷重載荷時）

面応力を、それぞれ図-2、図-3に示す。損傷前後で桁たわみは7倍程度に増加しているが、載荷荷重10tfでは残留たわみ、応力は無く、弾性挙動範囲内である。また、図-3の床版応力と、ここでは示していないが試験後に行った床版ひび割れ観察から、主桁損傷後の挙動は、主桁と床版の合成作用（はり作用）よりも版作用としての挙動が支配的になると推定された。100tfジャッキによる載荷試験では、100tf程度の静的な荷重

キーワード：余耐力，2主桁橋，静的載荷試験，FEM解析

〒114 東京都北区滝野川1-3-11 Tel:03-3915-4321 Fax:03-3915-3771

に対して主桁損傷部のクラック先端は、図-4に示すように開口形（面内曲げ）、面外せん断形の混合変形により、7cm程度進展したが主桁自体が破壊することなく、載荷荷重92.5tf時に床版の圧壊が生じた。このことから、主桁損傷後の2主桁橋の余耐力は主桁損傷位置付近の床版に生じる圧縮応力で決定することが確認された。

3. FEM 解析

（1）解析方法・目的 余耐力を決定付ける床版上面の圧縮応力値を、解析により得るために、床版部をシェル要素、鋼桁部をはり要素として比較的簡便な解析モデル（図-5）を作成した（節点数：939、要素数：967）。床版部（シェル要素）と鋼桁部（はり要素）は完全合成であるとして、合成には剛体（オフセット要素）を用いた。解析の目的はモデルの妥当性を確認し、モデルを実橋サイズに適用することによって、ホロナイ川実橋での床版上面応力を把握することにある。

（2）解析結果・実橋への適用 10tf 載荷時の桁たわみ、床版上面応力（図-6）共に解析結果が試験結果にほぼ一致したことから、解析モデルの妥当性を確認することができた。

よってモデルをホロナイ川橋実橋サイズ（節点数：3625、要素数：

3545）に適用した。

ここで実橋モデル（2@53=106m、2径間連続桁橋）に与えた主

桁損傷は支間中央位置で下フランジおよびウェブ上端までとした。主桁損傷後の死荷重状態を再現するために、表-1の計算を行っている。主桁に損傷を受けることによって表-1のMが解放されることになる。したがってMを解析モデルの主桁損傷部（桁要素）

にモーメント荷重として載荷し、床版上面の応力を得た。ここで主桁損傷後の死荷重載荷状態の断面力および応力は、主桁損傷前の後死荷重載荷状態と解放モーメントによるそれとを、足し合わせることで表現される。また、25tfトラック荷重載荷（主桁損傷後・支間中央）時も想定して解析を行った。表-2に実橋モデルの解析結果を示す。床版上面（支間中央）に生じる最大圧縮応力を足し合わせた結果、生じる圧縮応力は255.5kgf/cm²となり、実橋は支間中央位置での主桁損傷後も25tf程度のトラック荷重に対しては、十分な余耐力が期待できるものと考えられた。

4. あとがき

主桁損傷後の2主桁橋では、ウェブの鋼材に十分なじん性が期待でき、終局状態における床版と鋼桁との合成作用が保証されていれば、静的な荷重に対して主桁自体の破壊よりも床版の圧壊が先行するということが分かった。つまり、2主桁橋の主桁損傷後余耐力は、損傷位置付近床版に生じる圧縮力によって論じられ、ホロナイ川橋においてはウェブ上端までの損傷を受けても、25t程度の荷重に対しては十分な余耐力を有していることが確認できた。

【参考文献】1) 高橋, 橋, 志村, 小西; PC床版2主桁橋「ホロナイ川橋」の設計および解析・試験検討, 橋梁と基礎, 1996.2 2) Idriss, White, Woodward, Miner, Jauregui; Testing of the I-40 bridge, 10th U.S.-Japan bridge engineering workshop, 1994

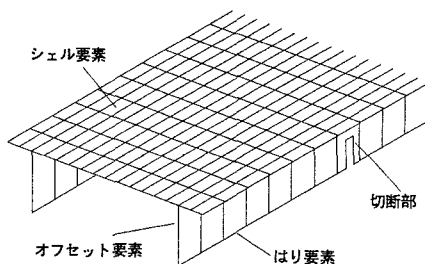


図-5 解析モデル概要

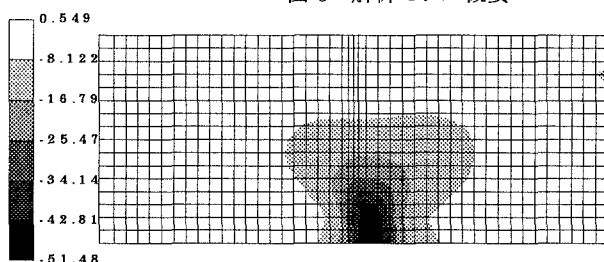


図-6 主桁損傷後の床版上面応力（10tf荷重載荷時）

表-1 主桁損傷に伴って解放されるモーメント

M ₁ : 桁自重+床版自重によって支間中央に生じる鋼桁のモーメント	1.387×10 ⁸ kgf・cm
M ₂ : 後死荷重によって支間中央に生じる鋼桁のモーメント（合成断面）	0.125×10 ⁸ kgf・cm
M = M ₁ + M ₂	1.513×10 ⁸ kgf・cm

表-2 床版上面（支間中央）に生じる最大圧縮応力

後死荷重載荷（主桁損傷前）	15.8kgf/cm ²
解放モーメント	204.0kgf/cm ²
25tf荷重載荷	35.7kgf/cm ²
合計	255.5kgf/cm ²