

# 上路式プレートガーダー橋端支点部の腐食に伴う残存耐荷力実験

(株) 横河工事 正会員 佐々木 信智  
東京都立大学大学院 正会員 野上 邦榮  
東京都立大学大学院 正会員 山沢 哲也

**1. 研究目的** 社会資本である土木構造物(橋梁)の多くは、高度経済成長期に建設されており、今後供用開始後 40～50 年を超える老朽化した橋梁が急増する。老朽化に伴い構造物の経年劣化が進み、耐久性が社会的関心を集めている。鋼橋の場合、耐久性を左右する損傷のひとつに腐食がある。腐食が進行すると、耐久性性能も低下するが、現在その性能を適切に評価する手法は確立されていない。このような状況をふまえ現在、腐食により撤去され実橋レベルの残存耐荷力実験・解析が行われている<sup>1)</sup>。本研究では、腐食が橋梁の耐荷性能に及ぼす影響を明確にすることを目的として、社会的寿命によって撤去された大正期に建設された鋼鉄道橋(上路式プレートガーダー橋)を対象に、腐食形状を把握し、腐食が進行している桁端部に着目し、柱としての耐荷力実験を行い、腐食の耐荷力への影響を検討した。

**2. 対象橋梁の腐食状況** 対象とする橋梁金杉橋は、大正 10 年頃に JR 東海道線(浜松町～田町間)に架設され、約 80 年経過した橋梁であり、橋長 9.4m、支間長 8.5m の 2 主桁上路式プレートガーダー鉄道橋である。接合方法は、リベット接合であり、設計荷重は、cooper's E45 荷重である。撤去理由は、橋梁自体の劣化損傷による耐荷力の



写真-1 供試体全体図 (撤去時)

低下というよりは、むしろ新幹線品川駅新設にともなう路線変更による社会的要因のためである。写真-1 に撤去時の様子を示す。撤去桁は、東京湾に近いということもあり腐食が進行していた。枕木下の上フランジは、特に著しい腐食が見られ、板厚が半分近くまで減少している部分もある。また、桁端部のソールプレート付近の上下フランジおよび端補剛材に局部腐食が見られた。桁全体の腹板には、あまり腐食はみられない。したがって、80 年経過した橋としては、枕木直下の上フランジ部を除けば、劣化・腐食が少ない橋とみることができる。そこで本研究では桁端支点部に着目し、柱部材として実験を行った。

## 3. 耐荷力実験

**3.1 実験方法** 供試体は、桁端部と第 1 パネル部 1430×桁高 1072mm である。主桁断面寸法は、上フランジ 380mm×11mm、腹板 1038mm×13mm、下フランジ 339×11mm、アングル材 81mm×170mm×11mm、補剛材 1038mm×180mm×14mm である。状況を示したのが写真-2 である。載荷方法は、供試体を上下逆にし、上フランジを支持し、下フランジ面から載荷を行った。載荷は、1000kN 油圧式試験機を用いており、下フランジ面中心から橋軸直角方向に 75mm 離れた位置から二点載荷を行った。ひずみゲージは、解析結果よりソールプレート周辺から塑性するため、図-1 のようにウェブ 11 箇所、端補剛材 5 箇所、合計 16 箇所に取り付けた。また、ウェブとアングル接合部材との鉛直方向、水平方向のずれを調べるためにパイ型変位計を 2 箇所取り付けた。

■ ひずみゲージ貼付位置

□ パイ型変位計貼付位置



写真-2 供試体と載荷状態

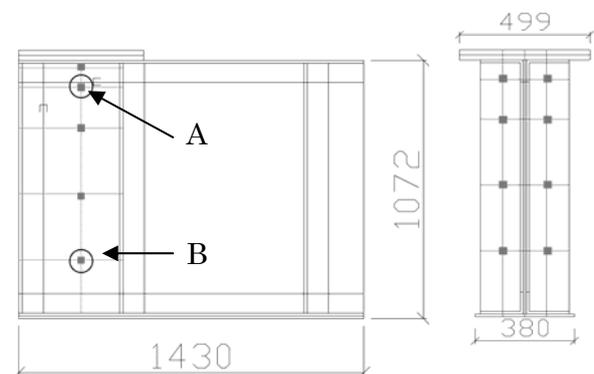


図-1 桁端部断面とゲージ貼付け位置

Keyword : 孔食, 腐食, 耐荷力, 弾塑性有限変位解析, 鉄道橋

連絡先 : 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL.0426-77-1111 FAX.0429-77-2772

### 3.2 実験結果

図-2 は、実験による荷重変位曲線である。荷重増大に伴い、荷重増大開始時はなじみの影響で傾きが変わっていたと考えられる。荷重増大にともない荷重増大固定端支点部付近から徐々に変形が始まった。700kN 増大時よりソールプレート、下フランジが増大し始めた。また、端補剛材でも、局部座屈が発生した。850kN 増大時には、上フランジの大きな局部座屈にともない、供試体の横倒れ変形により崩壊状態に達した。崩壊時の供試体を写真-6,7 に示す。軸方向圧縮ひずみに着目し崩壊時について着目すると最大値は、解析結果と同様に増大位置(下フランジ)から 10cm 離れたウェブ(図-1A 点)で、 $726 \times 10^{-6}$  となった。崩壊時の上フランジ(図-1B 点)のひずみは、 $594 \times 10^{-6}$  となった。圧縮ひずみのなす方向は、全てのゲージ位置で、増大方向と同じ方向となった。図-3 は、ウェブとリベット接合されたアングル材との相対ずれとその変位を示したものである。増大開始時から水平方向、鉛直方向ともに弾性的にずれる様子が見える。750kN 増大時に水平方向に最大 0.108mm、鉛直方向に最大 0.8mm のずれが生じた。

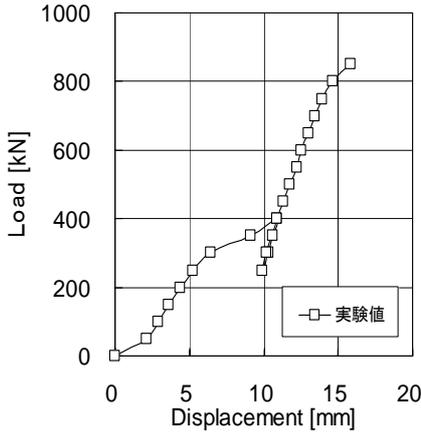


図-2 荷重-変位曲線(実験)

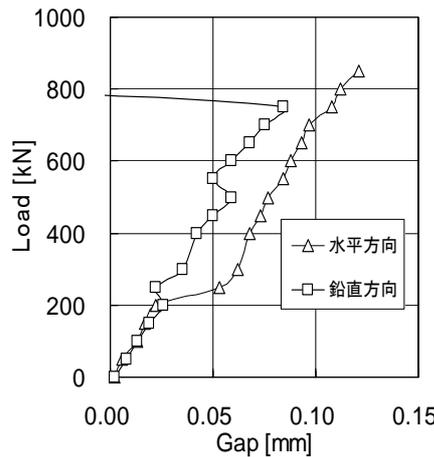


図-3 パイ型変位曲線

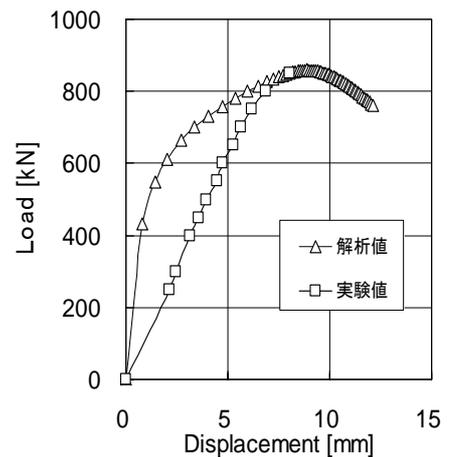


図-4 荷重-変位曲線(比較)

### 4. 健全桁の数値解析

健全桁としての終局耐力を明らかにするため弾塑性有限解析を行った。数値解析には汎用ソフトウェア MSC.MARC2000 を用いた。腹板、フランジ、補剛材はソリッド要素を用いてモデル化し、各部材は、リベット接合されているが、解析上では節点共有とし、材質は、全て SM400 と仮定した。降伏後のひずみ硬化係数は弾性域の 1/100 とした。Von-Mises の降伏条件を適用した。初期たわみとして端支点部材中央部で最大たわみ  $L/1000$  とする 1 半波形の正弦波を与えた。ソールプレート下面のうち、幅 1/3 に等分布荷重を漸増荷重として与えた<sup>2)</sup>。図-4△曲線は、解析結果の荷重-変位曲線を示している。なお、実験結果の曲線は、図-2 の除荷後の残留変位を除いた曲線である。解析値の最大荷重は、859kN となった。

### 5. 結論

桁端部の柱部材としての残存耐力を明らかにした。耐力実験により最大荷重は、850kN で崩壊となった。健全桁としての FEM 解析結果に対して、供試体の残存耐力は、約 1% の減少となった。本実験で用いた金杉橋では、腐食が残存耐力へ、ほとんど影響を及ぼさないことがわかった。

### 謝辞

本研究を実施するにあたり供試体の提供および製作について、多大な協力を戴いた、JR 東日本の伊藤昭夫氏、後藤貴士氏の両氏に心から感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) Vo Thanh Hung・永澤洋・佐々木栄一・市川篤司・名取暢:腐食が原因で取り替えられた実鋼橋支点部の荷重実験および解析、土木学会論文集 No.710/I-60、141-151、2002.7
- 2) 塚田祥久・山沢哲也・野上邦栄:孔食に伴う鉄道橋上路プレートガーダ端支点部の残存耐力性能、土木学会年次学術講演会、第 58 回、I -461、2003.9



写真-6 増大付近の崩壊時変形



写真-7 崩壊後の供試体