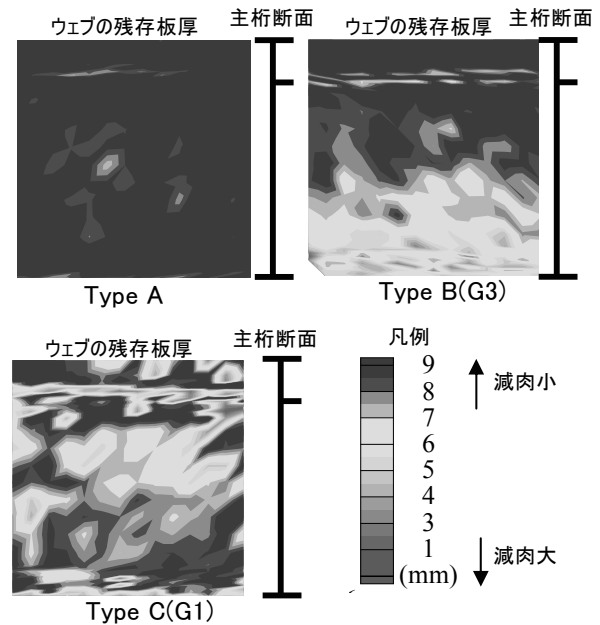


## CMI 報告

## 腐食劣化した鋼I桁の せん断耐荷力実験

小野 秀一



図—1 鋼I桁の腐食分布形状

### 1. はじめに

我が国において、供用年数が積み重ねられた橋梁が増えるとともに、様々な疲労や腐食による損傷が報告されている。上部工が受けた荷重を下部工に伝達させる重要な部位である、桁端や支承部などに見られる腐食劣化もそのような損傷の一つである。このような状況のなかで、橋梁の維持管理を適切かつ合理的に行っていくためには、実際の腐食パターンや腐食量と残存耐荷力の関係を明確にして、橋梁が有す耐荷力や耐久性を適切に評価する必要がある。

以上のことから、本実験は過酷な腐食促進環境下で約30年間自然曝露された鋼I桁橋から撤去回収した腐食部材を用いて、腐食分布特性が耐荷力特性に及ぼす影響を調査する目的で、実物大スケールの主桁ウェブに着目したせん断耐荷力実験を行ったものである。また本実験では、当研究所が所有する容量6,000 kNの大型疲労試験装置を用いた。

なお本実験を含めた一連の研究は、国土交通省道路局新道路技術会議「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の委託研究として、琉球大学（有住教授、下里准教授ら）と共同で実施しているもので、本報は、最近実施した載荷実験の概要を紹介するものである。

### 2. 耐荷力実験方法

試験体として使用した腐食部材の腐食減厚調査を行った結果、図—1に示すような主桁位置（G1桁、G2桁、G3桁）によって腐食減厚分布形状が大きく異なるという特徴が得られた<sup>1)</sup>。本研究ではこのような

鋼I桁橋の特徴ある腐食分布特性が耐荷力特性に与える影響を検証する目的で、せん断耐荷力実験を行ったものである。

#### (1) 実腐食部材を用いた大型せん断耐荷力試験体

鋼I桁橋で最も腐食しやすい構造部位はせん断力の卓越する桁端部である。よって、本実験では腐食劣化した鋼I桁のせん断耐荷力に着目して実験を行った。

試験体は、写真—1に示すようにI桁試験体で、長さ約4 m、高さ約2 mの大型の試験体である。試験体のウェブパネルは2パネルとして、片側のウェブパネルは実腐食部材、他方のウェブパネルは新規に製作した部材である。また、上下フランジにおいても新規に製作した部材を取り付けた。ここで、下フランジ厚12 mm（設計板厚）、上フランジ厚は横倒れ座屈防止とRC床版との合成を考慮し50 mmとした。また、支点と荷重載荷点となる支間中央には垂直補剛材を設けた。



写真—1 鋼I桁試験体

実験は、主桁位置で腐食分布形状の異なる4体を対象に行ったが、本稿では以下の3タイプについて概要を述べる。

Type A：健全相当タイプ（設計板厚 9 mm）

Type B：ウェブ下端部卓越腐食タイプ（G3桁：外桁）

Type C：水平補剛材&ウェブ下端卓越腐食タイプ（G1桁：外桁）

### (2) 荷重載荷方法

載荷試験は写真-2の試験状況写真に示すように、試験装置として4,000 kN 疲労試験機（施工技術総合研究所所有：動的4,000 kN、静的6,000 kN）を使用した。試験体は2点支持として、桁スパン中央部の1点載荷とした。荷重は、載荷初期の段階では荷重制御で載荷し、荷重-変位の関係が非線形域となった以降は変位

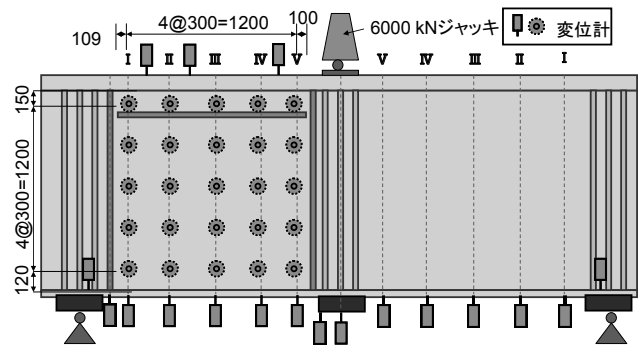


図-2 計測計位置

制御として、荷重漸増載荷とした。

計測は、図-2と写真-3に示すように、桁のたわみ形状を計測するとともに、ウェブの面外変形量も計測した。また、試験体各部にはひずみゲージを貼付し、応力状態についても計測した。



写真-2 試験状況

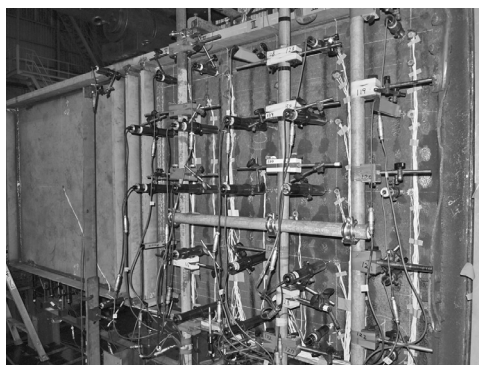


写真-3 変位計の設置状況

### 3. 実験結果

図-3に実験と弾塑性FEM解析<sup>2)</sup>の荷重-鉛直変位関係を示す。図より、Type A（健全相当）では荷重鉛直変位（剛性）は実験と解析で異なるが、耐荷力は同等であった。Type B（ウェブ下端部卓越）では剛性および耐荷力ともに両者良好な一致となった。Type C（水平補剛材&ウェブ下端卓越）では実験結果が解析結果より低い耐荷力を示した。写真-4に実験終了後のせん断座屈状態を示し、図-4にType AとType Bのウェブ面外方向変形モードを示す。これより、いずれの腐食Typeでもウェブ面に斜め張力場が形成され、その形態はType AとType Bでは対角線方向であり、Type Cでは斜め張力場が水平方向に傾き、アンカー位置も下方へ移動していることがわかる。図-5に最大荷重とウェブ断面積減少との関係を示す。ここで、図の縦軸は健全モデルの最大荷重と各ケースの最大荷重との比を示し、横軸は健全モデルのウェブ断面積に対する腐食ウェブの断面積（平均値）

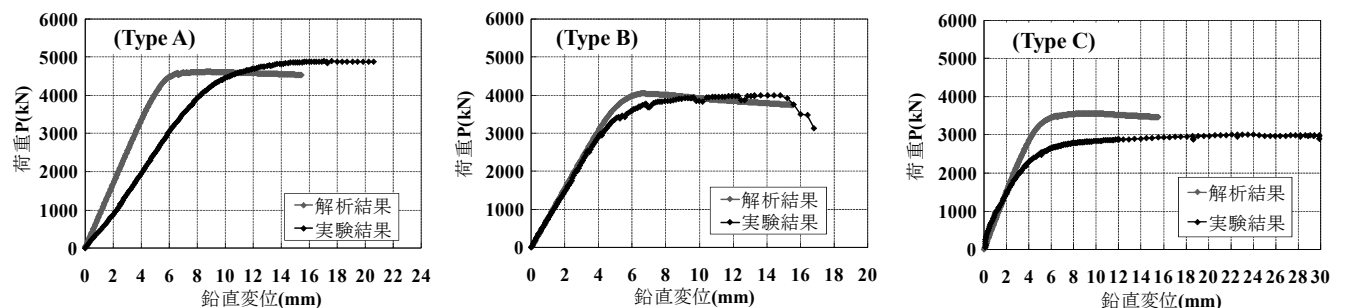
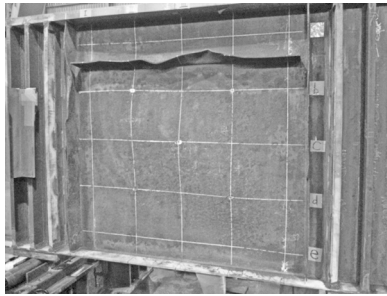
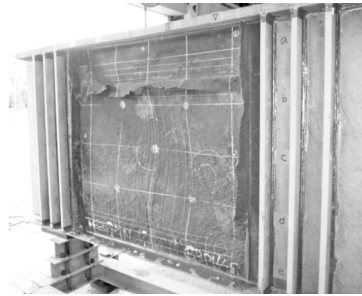


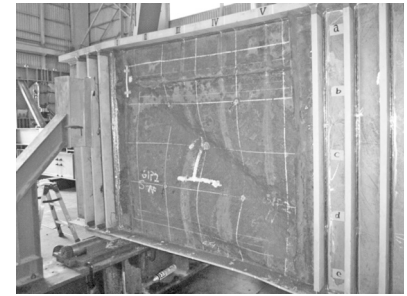
図-3 荷重-鉛直変位



TypeA (健全相当)

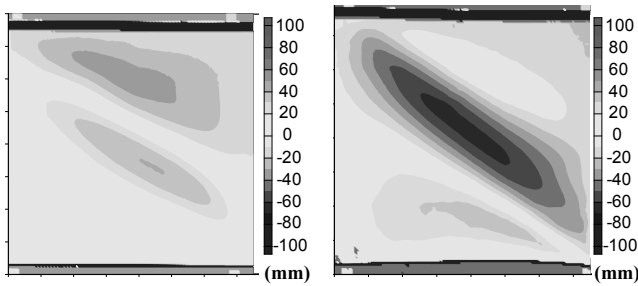


TypeB (ウェブ下端部卓越)



TypeC (HS&amp;ウェブ下端部卓越)

写真-4 せん断座屈状況(実験終了時)



(Type A)

(Type B)

図-4 レーザー計測によるウェブ面外変形モード

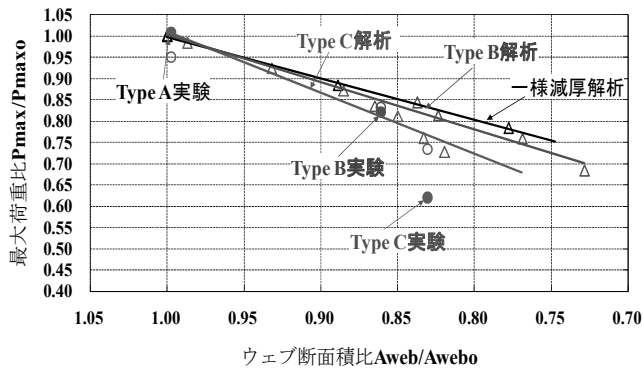


図-5 最大荷重比とウェブ断面積比の関係

との比を示す。また、同図には弾塑性 FEM 解析結果<sup>2)</sup>とそれを直線近似した耐荷力曲線を併記している。図より、実験および解析結果共にウェブ断面積減少に伴い耐荷力も低下したが、その耐荷力の低下は Type C より Type B が低くなった。また、Type C の実験結果は解析結果より著しく低くなった。これは、水平補剛材上面の激しい腐食減厚が影響しているものと考えられる。以上の耐荷力特性より、鋼 I 桁橋のせん断存耐荷力は、ウェブ断面積減少での評価でなく、桁位置や構造部位で異なる腐食分布特性を考慮した評価が必要であると考えられる。

#### 4. おわりに

本研究は、現在も進行中の研究であり、今後も異なる腐食パターンでの荷重実験や解析を行う予定である。これらの結果から、腐食劣化が認められる橋梁の耐荷力評価方法と回復工法を提案するとともに、橋梁の点検や診断などの維持管理に生かせるデータの提供に努めていきたいと考えている。

最後に、本稿作成にあたり、琉球大学の有住教授、下里准教授をはじめとする共同研究者の皆さま方にご協力頂いたことに感謝の意を表します。

JCMIA

#### 《参考文献》

- 丸山, 下里, 有住, 矢吹, 玉城, 小野: 長期自然曝露された鋼 I 桁橋の構造部位別の腐食特性 (その 2) ~ 鋼 I 桁橋の腐食度マップと残存板厚分布特性 ~, 土木学会第 65 回年次学術講演会, I-158, pp.315-316, 2010.9.
- 山田, 下里, 有住, 矢吹, 玉城, 小野: 長期自然曝露された鋼 I 桁橋の構造部位別の腐食特性 (その 2) ~ 腐食特性と腐食残存耐荷力特性, 土木学会第 65 回年次学術講演会, I-159, pp.317-318, 2010.9.

#### 【筆者紹介】



小野 秀一 (おの しゅういち)  
 (株)日本建設機械化協会  
 施工技術総合研究所 研究第二部  
 次長