

## 鋼板プレストレスを用いた鋼桁端切欠部の疲労補強

関西大学 学生員○高橋宏和 正会員 坂野昌弘 レールテック 正会員 松本健太郎 京橋工業 正会員 並木宏徳

## 1. はじめに

桁端切欠部の疲労損傷が多数報告されており、それらに対し、一般的にリブ付補強板による当板補強<sup>1)</sup>が行われている。しかしながら、実橋では、様々な制約条件により十分な補強板の寸法が確保できなかったり、あるいは補強板とウェブとの間で、十分な摩擦接合が期待できないおそれもあることから、必ずしも従来の補強方法が十分とは言えないケースがあり、また実際に補強後に亀裂が再進展した事例も報告されている<sup>2)</sup>。

本研究では、桁端切欠部の疲労損傷に対して、ウェブへの亀裂進展防止を目的とした鋼板プレストレス補強を適用し、静的載荷試験と疲労試験を行い補強効果の検討を行なった。

## 2. 実験方法

## 2. 1 試験体

既報<sup>3)</sup>と同様の試験体と補強板を用いて、載荷試験を行った。図-1 に、桁端切欠試験体の形状と寸法を示す。なお、切欠コーナー部はR50 となっている。

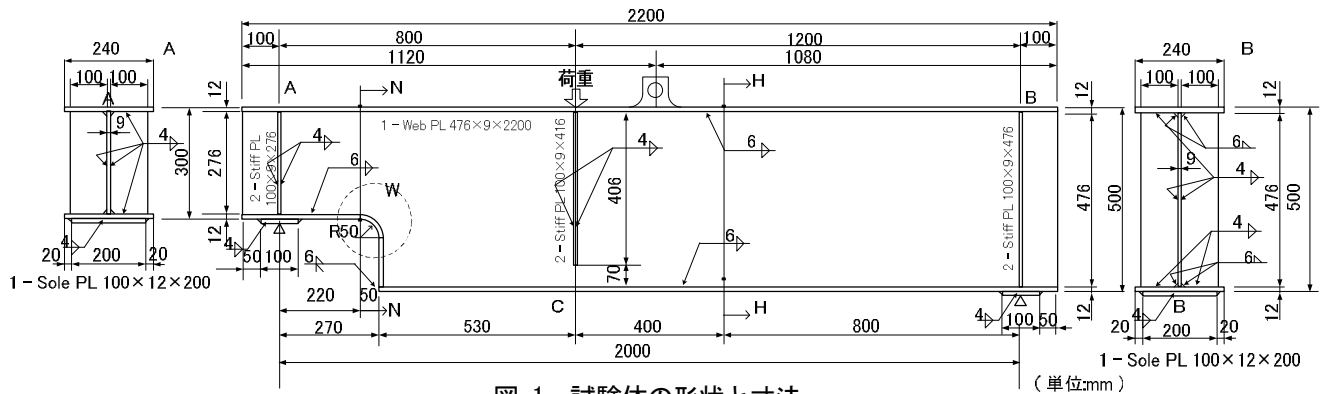


図-1 試験体の形状と寸法

## 2. 2 補強方法

図-2に示すように、山形鋼をウェブの両側からはさみ込んで、切欠部の支点側の小断面の下フランジと載荷点側の大断面のウェブに固定する。当板補強効果としては、小断面下フランジ応力を大断面ウェブに伝達する切欠きコーナー部の応力集中低減効果と、補強板の荷重分担効果が考えられる。そして、これらの効果から、疲労寿命向上が期待できる。

鋼板プレストレス補強は、当板補強と同様の効果に加えて、圧縮プレストレスをウェブに導入することによる、ウェブへの亀裂進展防止効果が期待できる。

## 3. 実験結果

## 3. 1 無補強試験体

繰り返し回数 70 万回で切欠コーナー下端部付近のウェブとフランジ間のすみ肉溶接部にトウ亀裂を発見した。溶接部から発生した疲労き裂は、ウェブに進展後、鉛直方向に急速に進展し、100 万回でウェブを破断させた。破断時の状態を写真-1 に示す。

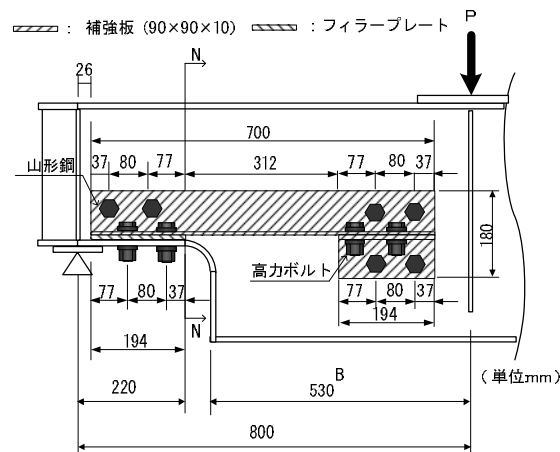


図-2 補強時の桁端切欠試験体



写真-1 無補強時の疲労き裂

キーワード：鋼板プレストレス補強, 桁端切欠部, 当板補強, 疲労試験

〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 TEL : 06-6368-1111+6506

### 3. 2 補強効果

#### (1) 当板補強後の亀裂進展挙動

繰り返し回数 100 万回で切欠きコーナ下端部付近のウェブとフランジ間のすみ肉溶接部にトウ亀裂を発見した。溶接部から発生した疲労き裂は、ウェブの斜め方向にゆっくり進展し、下フランジを破断させた (Nf=392 万回, 写真-2)。

#### (2) 鋼板プレストレス補強後の水平方向応力

図-3 に、載荷荷重と、切欠きコーナ下端部から 45 度位置のウェブ (W45) の水平方向応力および補強板の応力の関係を示す。無補強時のウェブの水平応力と載荷荷重の関係 (●印) は線形となり、最大荷重時 ( $P_{max}=300kN$ ) において、水平方向応力は 125MPa に達する。

当板補強時は、死荷重を想定し  $P_{min}=20kN$  時に補強を行った。 $P>20kN$  では無補強時に比べ傾きが小さくなり (▲印) ウェブの応力が低減されている。その分補強板に応力が生じている (△印)。最大荷重時 ( $P_{max}=300kN$ ) の応力は、無補強時と比べ、125MPa から 90MPa と 40% 程度低減されている。補強板の応力は 10MPa 程度である。

プレストレス補強は、死荷重時 ( $P_{min}=20kN$ ) にプレストレス補強を行った。導入されたプレストレス量は、補強板には 40MPa 程度、ウェブには 10MPa~80MPa の -90MPa 程度である。 $P>20kN$  では、ウェブと補強板の直線の傾きは当板補強と同じであるが、ウェブの応力はプレストレスによって圧縮側に変わり、最大荷重時に水平応力は 0MPa となる。よって、繰返荷重載荷時の水平方向応力は圧縮域となる。

#### (3) 亀裂の発生進展挙動

図-4 に無補強と当板補強時の亀裂進展曲線を示す。桁端切欠部に当板補強を行うことにより、亀裂の発生が無補強時と比べて、1.5 倍程度遅くなる。さらに、ウェブに進展後は緩やかになり、無補強時と比べ、亀裂進展寿命は約 6 倍となる。したがって、発生と進展ともに抑制効果があり、脆性的な破壊を防ぐ事できる。また、鋼板プレストレス補強を行う事によって、ウェブの水平応力が圧縮側に変わり、疲労亀裂が、ウェブに進展するのを防止されることが期待できる。

### 4. まとめ

本研究では、以下の結論が得られた。

- (1) 当板補強を行うことにより、無補強時と比べ、発生と進展ともに抑制効果があり、脆性的な破壊を防ぐ事が可能となる。
- (2) 鋼板プレストレス補強により、切欠きコーナ部付近のウェブに圧縮プレストレスを導入でき、溶接部から発生した疲労亀裂が、ウェブに進展するのを防止することが期待できる。

#### 【参考文献】

- 1) 日本道路協会：鋼橋の疲労, 1997.
- 2) 石丸他：鋼橋の橋脚隅角部・桁端切欠き部・支承受台部の疲労損傷に対する大規模対策, 土木学会第 58 回年次学術講演会, 2003
- 3) 松本他：鋼桁端切欠部の疲労損傷に対する新しい補強方法の提案, 土木学会第 61 回年次学術講演会, I 部門, 2006



写真-2 当板補強時の疲労き裂

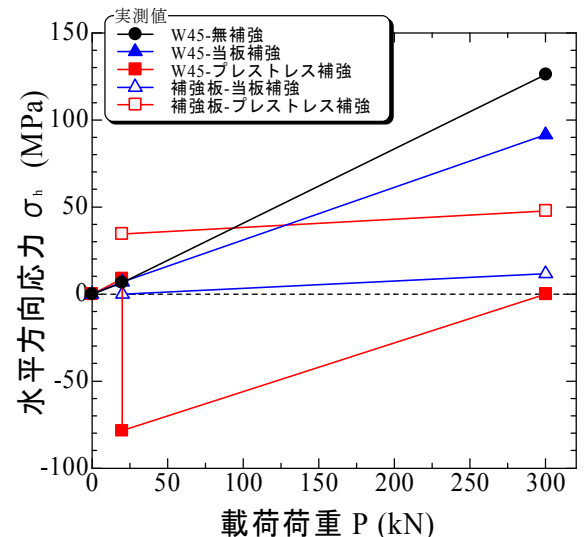


図-3 水平方向応力と載荷荷重の関係

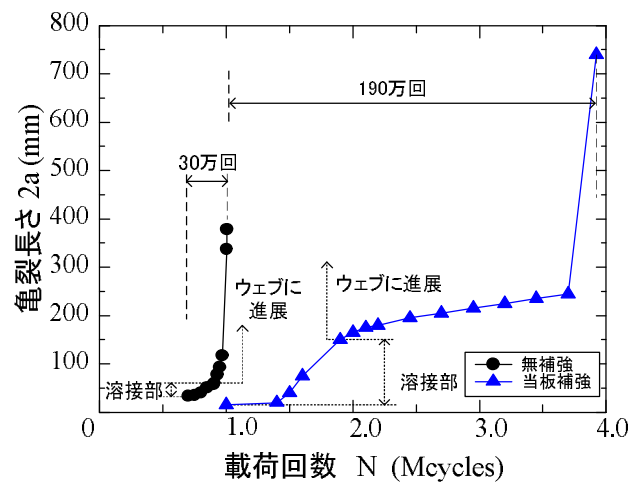


図-4 亀裂進展曲線