

大阪大学大学院 学生員 ○藤森 由浩

大阪大学大学院 正会員 石川 敏之

大阪大学大学院 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

近年、鋼橋の疲労損傷が多数報告されている。現在、発見された疲労損傷の多くが即座に補修されている。しかし、疲労亀裂が桁の終局強度やたわみに与える影響が小さく、さらに脆性破壊を引き起こさなければ、即座に補修を行わなくてもよいと考える。補修が必要となる限界状態すなわち補修限界を明らかにすることは、戦略的な補修・補強を可能とするであろう。そこで本研究では、このような考えが本当に可能かどうかを見極めるために亀裂を模した欠陥を有する桁の終局強度試験を行う。

2. 試験桁

試験桁は図-1 に示す 5 体である。点 C と E の間の二つのパネルを試験対象とし、等しい大きさの荷重を点 A と B に載荷した。桁の両支点をローラーで支持した。桁 I は亀裂を設けない基準桁である。桁 II はガセットプレート端から発生する亀裂を想定し、ウェブにレーザーで 0.65 mm の幅で切込みを入れた。切込みはウェブ下縁から 100 mm とした。桁 III はウェブギャップ板と上フランジおよび上フランジとウェブの溶接線に沿って発生する亀裂を想定し、上フランジとウェブの溶接を行わない非溶接区間を設けた。桁 IV は、桁 II と桁 III の両方の亀裂を有する桁である。桁 V は、RC 床版が上フランジとウェブの溶接線に沿って発生する亀裂に与える影響を調べるために、上フランジにコンクリートブロックを設けた桁である。コンクリートブロックと上フランジは、スタッド（径 22 mm、高さ 100 mm）を用いて固定されている。

3. 試験結果

3. 1 荷重と変位の関係

試験結果を図-2 に示す。縦軸は、載荷荷重 P を鋼桁の降伏荷重 P_y で除した値であり、横軸は支間中央のたわみである。桁 II は桁 I に比べ終局強度は幾分低下したが、最大荷重到達後の荷重の低下は桁 I よりも桁 II の方が小さかった。桁 III と IV は、降伏荷重の 83% の荷重に達した後、荷重が急激に低下した。コンクリートブロックを有する桁 V は、降伏荷重を超えるまで荷重の低下が見られず、載荷点の外側がせん断座屈を起こしたために試験を終了した。

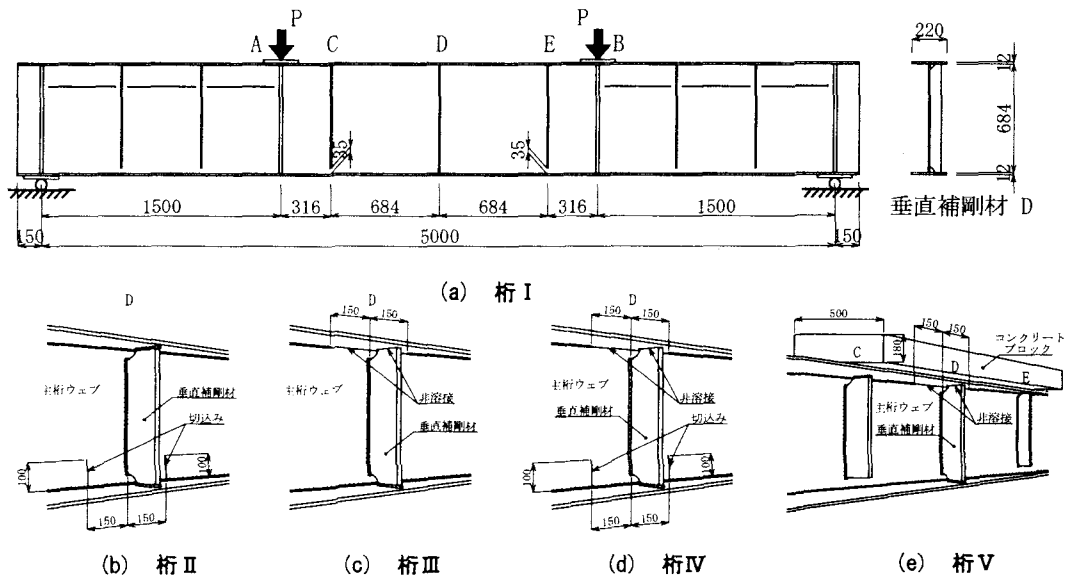


図-1 試験桁

Yoshihiro FUJIMORI, Toshiyuki ISHIKAWA and Ichiro OKURA

3. 2 曲げの引張り側のウェブの切込みが桁の曲げ終局強度に与える影響

図-3 に試験終了後の桁Ⅱの下フランジの様子を示す。図に示すように、切込み近傍の下フランジには、黒皮をはく離させるような大きな引張りひずみが発生していた。桁Ⅰの下フランジには黒皮のはく離は見られなかった。したがって桁Ⅱの最大荷重到達後の荷重の低下が桁Ⅰと比較して小さかった原因は、桁Ⅰでは上フランジに損傷が集中したが、桁Ⅱでは上フランジの局部座屈と下フランジの大きな引張りひずみがそれぞれ発生したことにより、上下フランジの損傷の均衡が保たれたためであると考えられる。

3. 3 上フランジとウェブの非溶接が桁の曲げ終局強度に与える影響

桁Ⅲの上フランジの残留変形とウェブの残留面外変形を図-4 に示す。最大荷重に至るまで、点 D の上フランジは下方向に変形し、最大荷重に到達すると同時に上方向に変形した。桁Ⅳも桁Ⅲと同じ結果であった。したがって引張り側のウェブに設けた切込みは、桁Ⅳで発生した急激な荷重の低下に影響を与えていない。

$P/P_Y=1.0$ のときの桁Ⅴの断面のひずみ分布を図-5 に示す。図の計算値は、構造力学から計算されるひずみである。鋼桁の上フランジと圧縮側のウェブのひずみは、ウェブと上フランジが溶接されている区間よりも非溶接区間の方が小さい。しかし、コンクリートブロックの下部と鉄筋のひずみは、溶接区間よりも非溶接区間の方が大きい。これは、溶接区間で鋼桁が担っていた圧縮力の一部を非溶接区間ではコンクリートブロックが受け持ったためである。このことが、桁Ⅴでは、降伏荷重以下で荷重が低下しなかった原因であると考えられる。

4. まとめ

本研究で得た主な結論を以下に示す。

- (1) 曲げの引張り側のウェブの切込みは、桁の曲げ終局強度に与える影響は小さい。
- (2) 上フランジとウェブの非溶接は、降伏荷重に達する前に急激な荷重の低下を引起す。しかし上フランジにコンクリートが設けられている桁では、降伏荷重を超えるまで荷重の低下は起こらない。

今後、欠陥の長さが桁の終局強度および変形状態に与える影響を明らかにする予定である。本研究では、欠陥を有する桁の終局強度試験を行い、補修限界を明らかにできる可能性と今後の課題を示した。

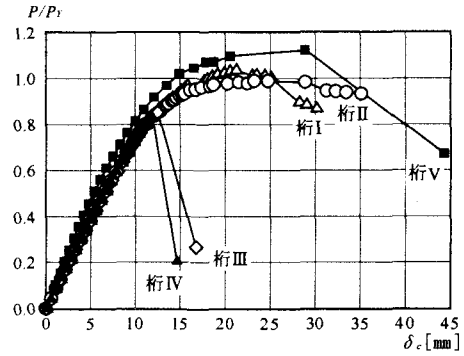


図-2 $P/P_Y - \delta_c$ 関係

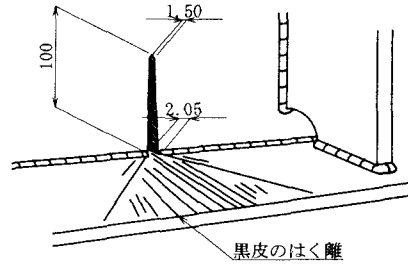


図-3 桁Ⅱの下フランジの様子

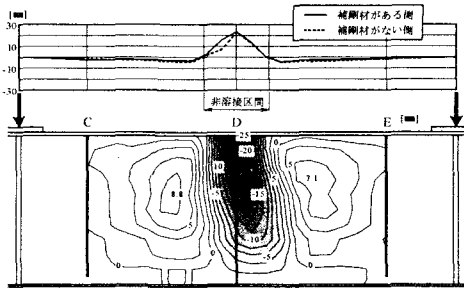


図-4 桁Ⅲの残留変形

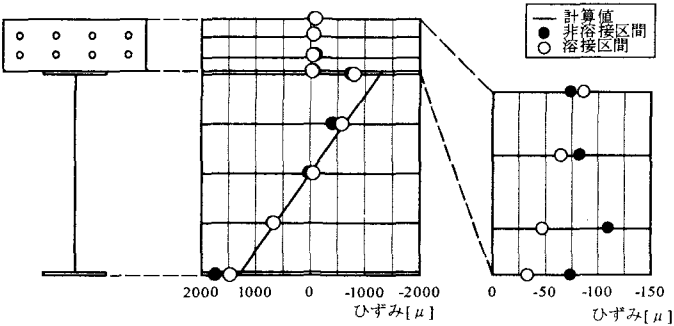


図-5 桁Ⅴの断面のひずみ分布