

接触を考えたカバープレート近傍の応力に関する研究

高知工科大学 学生員 ○池田佳彦

高知工科大学 正会員 穴見健吾

1. はじめに 近年、鋼製橋梁各部に存在するカバープレートでの疲労損傷が多く報告されている。カバープレートから直接力を受ける杓座直下ダイヤフラムでは杓座端部直下のフランジとダイヤフラムの溶接ルート部で疲労亀裂が多く発生している。このような疲労損傷の発生メカニズムの検討や、補修、補強法などを検討するためには、杓座から下部構造に伝達される力の流れや、それにより発生する応力性状を正確に把握することが重要である。杓座直下の応力状態は、杓座とフランジの接触状態が大きく影響するものと考えられるため、本研究では初期不整や溶接変形により、上フランジ—杓座間に発生する可能性のあるギャップの杓座近傍の応力状態に与える影響を明らかにすることを目的とする。また、フランジと杓座の間の接触状態はギャップの大きさのみでなく、杓座に作用する力の大きさ(種類)、杓座下部の構造、拘束条件などにも大きく影響を受けると考えられる。本研究はこれらのパラメーターの杓座端部近傍での応力状態への影響に関して、実験と FEM 解析により検討する。

2. 接触の影響の基本検討

2.1 実験概要 I 型断面の試験体の上フランジにカバープレートを隅肉溶接して試験体を製作した。カバープレートと上フランジは板厚 19mm、下フランジとウェブは 12mm である。また溶接は全て脚長 8mm の隅肉溶接で行った。試験体寸法を図-1 に示す。上フランジとカバープレートの間のギャップは、その大きさの影響を検討するため 0mm、0.15mm、1.0mm とした。試験は、カバープレート上に載荷板を置き、等分布

の鉛直圧縮力を載荷した。載荷板の大きさは、カバープレートと同じ大きさのもの(200mm×250mm 載荷ケース P3)と(100mm×100mm)の鋼板をカバープレート中央部に置いた載荷ケース P2 とした。カバープレートと載荷板の間には、不整による片当たりで目的とした等分布荷重が作用しなくなることを防止する目的で、ゴムを挿んだ。ウェブ表裏の上フランジ—ウェブ溶接止端部から 10mm 位置にひずみゲージを貼付した。本報告ではウェブの面内鉛直応力について主に報告するが、初期不整などから、ウェブの面外曲げも大きく現れていたため、ウェブ表裏のひずみゲージの平均値を面内応力とした。

2.2 解析概要 実験を行った各試験体をモデル化し、有限要素法ソフトウェア MARC を用いて解析を行った。カバープレート下面と上フランジ上面の間には、摩擦を考慮せず鉛直力のみを伝達する接触要素を用いた。また上フランジ下面とウェブの隅肉溶接ルート部はギャップを設けず二重接点によりモデル化している。載荷板は使用せずカバープレートに直接 P2、P3 を載荷した。拘束条件として下フランジ下面を完全拘束した。

2.3 ギャップの影響 図-2 に、載荷ケース P2 の場合の、実験及び解析から得られたウェブの応力分布を示す。試験体の初期不整や拘束条件の違いにより若干の差異はあるがほぼ結果は一致しており、今回作成した FEM モデルにより精度良く接触状態が再現できていると言える。載荷ケース P3 においても P2 同様良い一致をしていた。ギャップ 0mm の試験体では杓座下面と上フランジ上面が設計上初めから接触しているため、荷重によらずカバープレート端部での応力集中は見られず、中央部で大きな応力が発生していた。ギャップ 0.15mm の試験体の鉛直応力分布では、荷重が小さいとき接触は起こらず端部で応力が集中しているが、

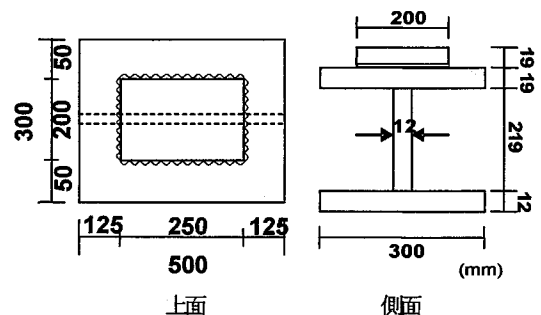


図1 試験体寸法

60kN を超えるとカバープレート中央部で接触が起こり、荷重が増大するにつれ接触面積が大きくなり中央部での応力が大きくなった。ギャップ 1mm では図-2 に示すように本研究の範囲内の荷重で接触は起こらなかった。荷重によらずカバープレート端部で応力が集中し応力の分布形状も変化がなかった。ギャップの大きさによって接触状態が異なり、それにより応力状態が大きく異なる結果となった。図-3 に荷重ケース P2, P3 (120kN 荷重時) の解析により得られたルート部の鉛直応力分布を示す。応力分布はウェブ(ゲージ貼付位置)の分布と大きな差は見られない。中央部の応力は P2 が P3 の 2 倍であった。これは荷重が中央部に集中しているため P2 の方が中央部での接触が早く応力も中央部に集中するためである。P3 では、広い範囲で応力が発生しており、又、端部での応力も大きい。但し、接触が発生しないギャップ 1mm の応力分布は P2、P3 共にほぼ同様である。

3. 荷重形式(曲げ)

3.1 解析概要 2 節では、下面を完全拘束し等分布の鉛直圧縮力を荷重したが、前述したように、沓座に作用する力の大きさ(種類)、沓座下部の構造、拘束条件などに影響される下部構造の変形にも、カバープレート近傍の応力は大きく依存する可能性がある。そこで本節では 2.2 節の解析で使用したモデルを変更して図-4 に示す桁とし、曲げが加わる構造についても解析を行い、下面を完全拘束した場合の結果と比較した。ここではギャップを 0.15mm とした場合について示す。

3.2 解析結果 図-5 に荷重ケース P2 の場合の解析結果を示す。下面を拘束せず桁にしたので、桁がたわむ為にカバープレートと上フランジの接触が生じにくかった。接触は 120kN まで発生せず、端部に応力が集中していた。図-5 で示すように、カバープレート端部からのみフランジへ荷重を伝達するので、端部での応力集中は鉛直の荷重形式と比較しても、荷重 84kN、120kN 時でそれぞれ約 2 倍および 3 倍にもなった。

4. 結論 ギャップの大きさやカバープレート下部の変形によって接触状態やカバープレート近傍の応力状態が大きく異なる。今後は荷重形式の影響などを検討すると共に、実構造の中での挙動について検討していく。

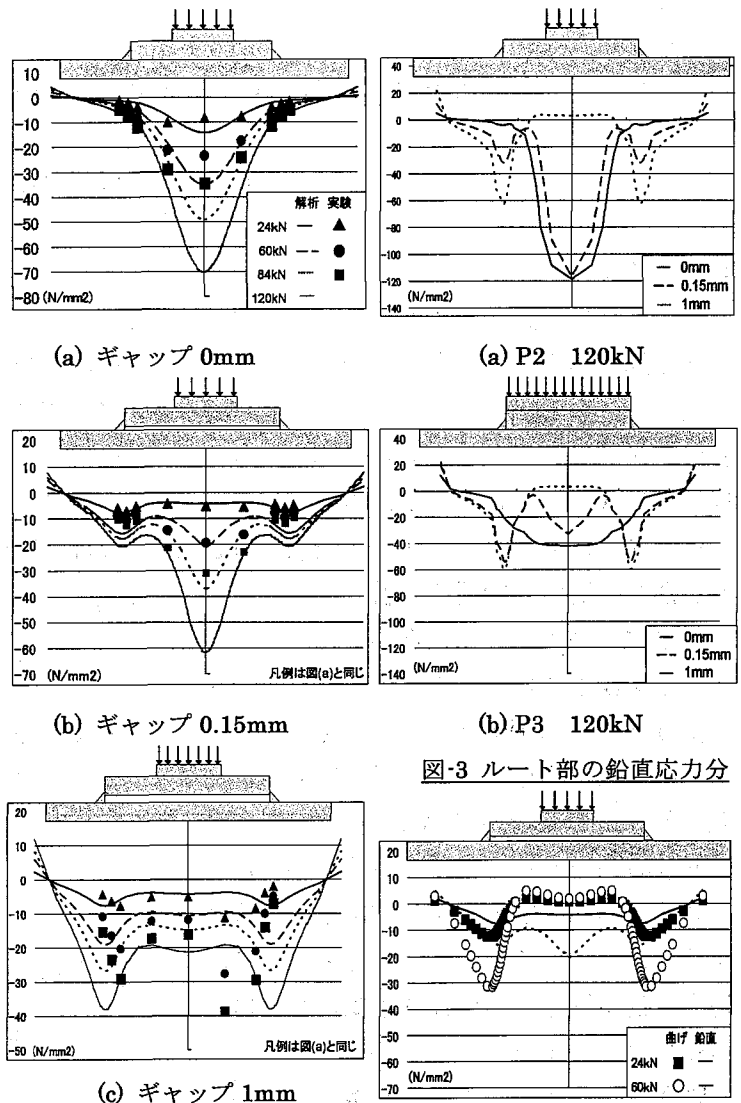


図-2 ウェブの鉛直応力分布
(荷重ケース P2)

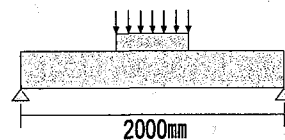


図-4 桁モデル拘束条件

図-3 ルート部の鉛直応力分

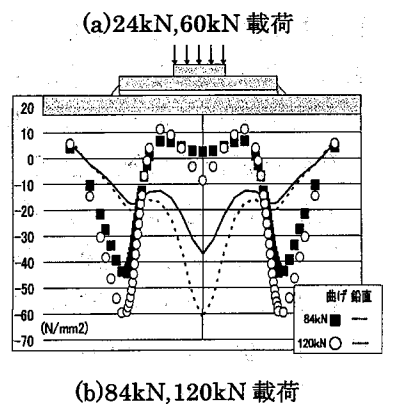
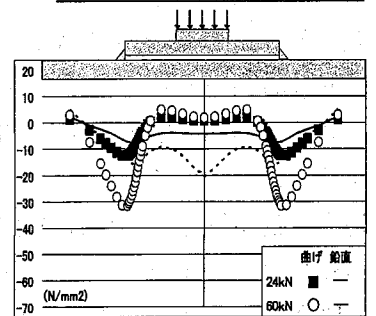


図-5 荷重形式(曲げ)のギャップ
0.15mm 時の鉛直応力分布
(荷重ケース P2)