鉄道橋Iビーム桁支点首部の疲労き裂の進展性状に関する研究

名古屋大学 学生会員 〇岩井 将樹 正会員 判治 剛 フェロー会員 舘石 和雄 正会員 清水 優 名古屋大学 学生会員 加瀬 駿介 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 丹羽 雄一郎 正会員 池頭 賢

1. はじめに

鋼鉄道橋のIビーム桁において,写真-1に示すように支点部のウェブと下フラ ンジの境界付近(首部と呼ぶ)に疲労き裂が発生する事例が報告されている¹⁾. このき裂に対する補修法を検討する上で,その進展性状を把握しておくことは重 要である.本研究では,撤去した鉄道用Iビーム桁を加工した試験体に対して疲 労試験を行い,支点首部からのき裂の発生およびその進展挙動を明らかにした.



2. 試験概要

本研究では、支点首部に実際にき裂が確認され たIビーム桁から切り出して試験体を製作した. なお、腐食が著しい箇所や支点部は取り除いてい る.試験体の寸法および変位とひずみの計測位置 を図-1に示す.試験体は橋軸方向710mmの試験 体1と750mmの試験体2である.端部には支点 部を再現するためのソールプレートをボルト接合 している.試験システムの概要を図-2に示す.実 橋での支点首部のき裂は、支点内において左右の 沈下量に差のある(不等沈下と呼ぶ)場合に生じ るウェブの面外曲げ(首曲げと呼ぶ)が原因とさ れている.この不等沈下を再現するために、ソー ルプレートの下にテーパープレートを挟み込み、 支点直上に載荷することで首曲げを発生させた.

3. 静的載荷試験

本システムによって支点部の首曲げを再現でき るかを確認するために静的載荷試験を行った.最 大荷重時における首部の発生ひずみが弾性範囲 内で極力大きくなるように治具や荷重を調節し た結果,試験体1では荷重範囲24kNのときに, 試験体2では荷重範囲34kNのときに,断面2の 引張側で1200µ程度のひずみ変動範囲であった. なお,最小荷重は2kNとした.試験体2の荷重と ひずみの関係を図-3に例示する.図より,ウェブ にて面外曲げが生じていることが確認でき,首曲 げを再現できているといえる.このときの相対変 位は試験体1,2ともに2mm(断面1)であり. 実橋での計測結果は(1.5mm)と同程度であった.

写真-1 首部のき裂





キーワード Iビーム桁,支点首部,疲労き裂,面外曲げ,き裂進展挙動 連絡先 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院 工学研究科 TEL:052-789-4620

4. 疲労試験

荷重条件は静的載荷試験を参考にして設定し,支点直 上載荷で疲労試験を実施した.25 万回ごとに静的載荷 を行い、ひずみの変動値の変化と目視によりき裂の発生 の有無を確認した.き裂発生後は、8万回ごとに同様の 方法でき裂の進展挙動を観察した. 試験体 1,2 ともお およそ同様の傾向であったため、ここでは試験体1の結 果について述べる.静的載荷による首部近傍のひずみ変 動範囲と繰返し数の関係を図-4に、試験終了後に磁粉探 傷試験により観察したき裂を写真-2 に示す. 75 万回時 に首部に沿ったき裂の発生を確認し、そのき裂は試験体 端部から断面1まで達していた.その後,載荷とともに き裂は首部に沿って進展し、それに伴いひずみも変化し ている.図より、断面2から断面4のいずれの断面にお いても、面外曲げの引張側のひずみが先に小さくなり、 その後, 少し遅れて圧縮側で減少し始めている. この ことから,き裂の進展度合は引張側と圧縮側で異なり, 引張側の方がき裂の進展が早いといえる.

写真-2より,き裂は断面3あたりまで首部に沿って 進展し,断面3と断面4の間で斜め下向きに伸び始め ることがわかる.この進展方向は載荷位置に影響を受 ける可能性が考えられたため,き裂が断面4付近に到 達した段階で載荷位置を橋軸方向に500mm(まくらぎ 間隔)移動させた.これにより,き裂は首曲げよりも 主桁系の応力の影響を受けやすくなると考えられる. なお,試験体の橋軸方向の長さが短く,そのままでは 載荷位置を変更できなかったため,図-5に示すように 桁を橋軸方向へ延長した.載荷位置変更後も同様の条 件で載荷を行ったが,き裂進展方向に大きな変化がみ られなかったため試験を終了した.





写真-2 疲労試験終了後のき裂(試験体1)



試験体2では、首部に沿ったき裂が断面3まで進展した際に、き裂先端から10mmの位置に3軸ゲージを 貼付し、載荷位置の変更による主応力方向の変化を確認した.主応力の向きは、支点上載荷時には鉛直方向 から反時計回りに2.1度、載荷位置変更後も反時計回りに3.3度の方向であり、載荷位置の変更による変化は ほとんどみられなかった.き裂が長くなった段階での、載荷位置と進展方向の関係は今後詳細に検討する必 要があるが、今回の結果からは、載荷位置によらず下フランジの方向にき裂が進展する可能性が示された.

5. まとめ

Iビーム桁支点首部におけるき裂発生原因である首曲げを,支点部の不等沈下を強制的に生じさせることに より再現し,その条件下で疲労試験を実施した.その結果,首部に沿ってき裂が発生すること,そのき裂は, 支点直上に載荷し続けると,首部に沿って真っ直ぐに進展することを明らかにした.き裂がソールプレート端 付近に到達後,今回の実験では,き裂は下フランジの方向に向きを変えて進展する傾向にあることが示された.

参考文献

1) 池頭ら: 鉄道橋 I ビーム桁支点の疲労き裂対策, 土木学会第70回年次学術講演会, I-532, pp.1063-1064, 2015

-393