

L形鋼をずれ止めに用いた鋼・コンクリート合成床版の疲労強度

名古屋大学 学生会員 崔 誠珉 正会員 館石和雄
三井造船(株) 正会員 内田大介 正会員 浅野浩一 正会員 小林 潔

1. はじめに

鋼・コンクリート合成床版は力学性能や施工性に優れており、近年広く適用されるようになった。合成床版は各社から様々な形式が提案されており、特に、コンクリートと鋼部材との間のずれ止めの形状が多種多様である。その中で、L形鋼を底鋼板にとりつけることでジベルの役割を担わせるタイプの合成床版(図-1)がある^{1),2)}。本研究では、L形鋼を用いた合成床版をモデル化した試験体に対する荷重試験および有限要素解析を実施し、鋼部材の局所的な力学変形挙動を明らかにした。また、疲労試験を実施し、疲労強度とその予測手法について検討を行った。

2. 試験体および荷重方法

試験体の形状および荷重方法を図-2に示す。スタッドの押し抜きせん断試験などに用いられるタイプの試験体であり、2体の試験体を縦置にして連結した形状となっている。底鋼板厚は8mmとし、試験体の高さ方向中央に1本のL型鋼ジベル(75×75×9)を溶接によってとりつけた。床版を想定しているため、ジベル裏面の底鋼板近傍は拘束していない。荷重は試験体の上部にて荷重梁を介して押すことによって行った。また、圧縮力を加えた際に床面で試験体が水平方向に移動することがないように、左右の試験体の下部外側に鋼板をあて、それをPC鋼棒でつないで拘束した。

3. 有限要素解析

使用した解析ソフトはABAQUS Ver.6.5である。解析モデルを図-3に示す。鋼材は弾性体とし、コンクリートの応力ひずみ関係は図-4に示すように仮定した³⁾。鋼板とコンクリートの境界面には接触要素を配置したが、摩擦の影響は考慮していない。境界条件としては試験体の底面での全自由度を拘束した。

図-5にL形鋼近傍の変形図を示す。底鋼板は図の右側にはらみ出そうとするが、L形鋼がコンクリートに埋められていることによってそれが拘束され、底鋼板に局部的に大きな板曲げ変形が生じていることがわかる。図-6に試験体の底鋼板における応力分布を示す。図中の×軸に沿った鉛直方向の応力分布であり、内側とは底鋼板がコンクリートと接触している側、外側とはその反対面(外面)を指している。実測値と解析値はほぼ一致しており、解析によって試験体の応力性状が良く再現できているといえる。底鋼板の応力分布はL形鋼の取り付け部付近で急変し、表裏ともに正負が逆転しており、局所的な板曲げ応力が発生していることが分かる。また、底鋼板内側の応力が大きく、上側の溶接止端部では非常に高い圧縮応力が、下側の溶接止端部では高い引張応力が生じている。

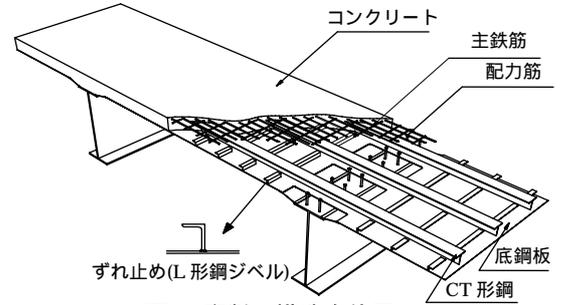


図-1 床版の構造全体図

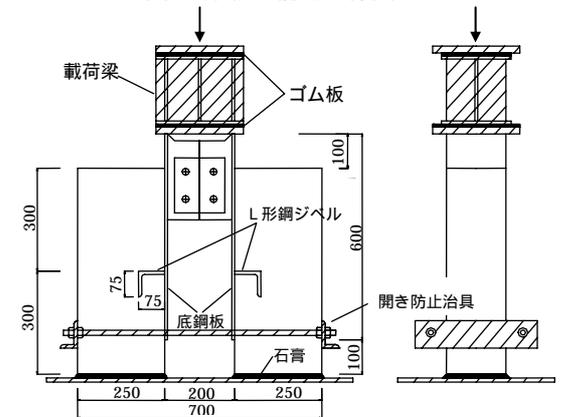


図-2 試験体の形状及び寸法

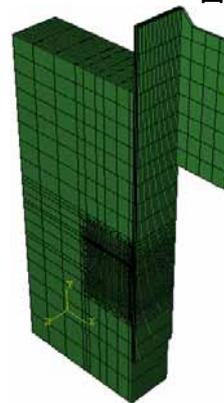


図-3 解析モデル

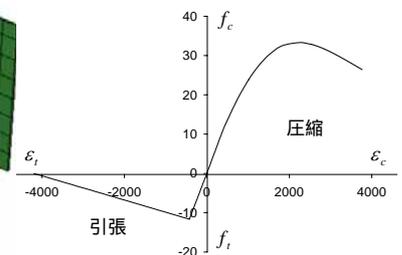


図-4 コンクリートの
応力-ひずみ曲線

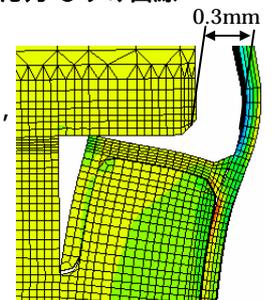


図-5 L形鋼の溶接継手
近傍の変形図

キーワード 合成床版, L形鋼ジベル, 疲労強度, ホットスポット応力

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学研究科 TEL 052-789-4620

4. 疲労試験

疲労試験の荷重波形は正弦波，繰り返し速度は 5Hz とした．下限荷重を 10kN とし，上限荷重は 160kN(S-160) ,120kN(S-120) の 2 ケースとした．本試験体の場合，き裂発生位置がコンクリート内部にあり，き裂を直接観察することはできないため，溶接止端部付近に貼ったひずみゲージ値の変化からき裂発生時の繰返し回数を推定した．

S-160 においては引張側で 466 万回，圧縮側で 520 万回程度の繰返し数でひずみに特徴的な変化が観察された．その後，図-7 に示すように 730 万回で試験体側面の下側の溶接止端部に疲労き裂を確認した．また，試験終了後に試験体を分解して調べたところ，図-8 に示すように上側の溶接止端にも疲労き裂を確認した．

S-120 においては，繰返し回数が 1500 万回までひずみゲージ値に変化はみられず，き裂も発見されなかった．しかし底鋼板を切断して溶接部を観察したところ，図-9 に示すように上側の溶接止端部に表面長さ 90mm，板厚方向に 0.4mm 程度の疲労き裂を確認した．

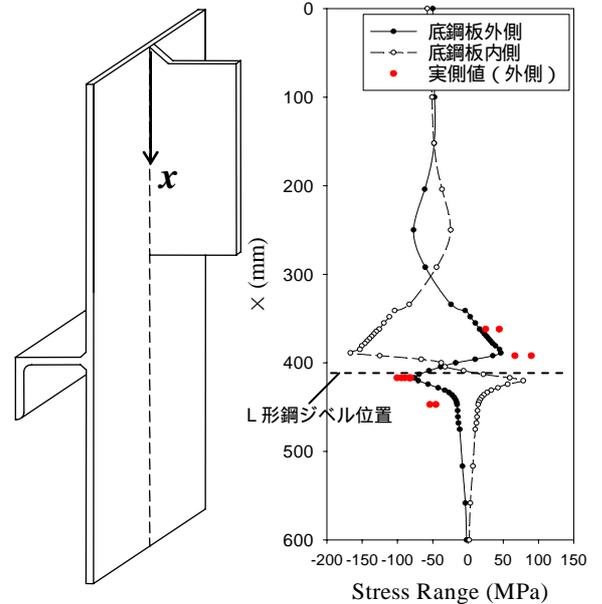


図-6 底鋼板の鉛直方向の応力分布

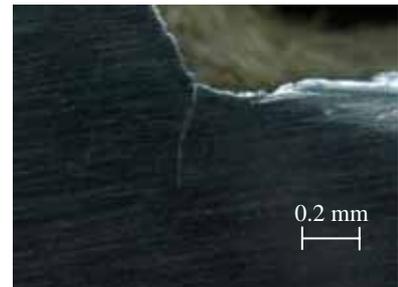
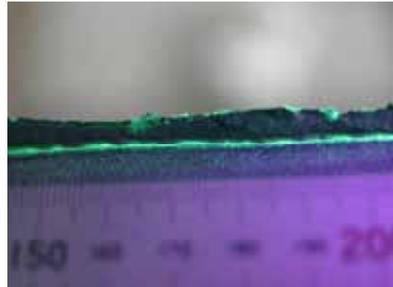


図-7 下側溶接止端部の疲労き裂(S-160) 図-8 上側溶接止端部の疲労き裂(S-160) 図-9 上側溶接止端部の疲労き裂(S-120)

5. Hot Spot 応力を用いた疲労強度評価

有限要素解析により算出された応力分布よりホットスポット応力(HSS)を算出し，それによる疲労照査を行った．HSS の算出方法は IIW の 3 点法を用いた．図-10 に疲労強度を示す．ただし S-120 の繰返し回数は試験終了時の回数である．HSS で整理した場合，参照する疲労強度曲線は E 等級程度が妥当であることが明らかとなっている．試験数は少ないが，本疲労試験結果は E 等級を満足しているといえる．

6. まとめ

L形鋼を用いた合成床版をモデル化した試験体に対する載荷試験および有限要素解析を実施し，HSSによって疲労強度評価を行った．その結果，疲労強度はE等級を満した．

参考文献

- 1) 鈴木永之ら：水平せん断力に対するアングルジベルの疲労強度，土木学会第58回年次学術講演会， -491 ,pp.981-982 ,2003.9.
- 2) 深沢恵志ら：鋼・コンクリート合成床版橋MESLABの疲労耐久性と連続合成桁への適用性について，三井造船技報， -456 , pp.8-18 , 2002.6.
- 3) K.Baskar et al : Finite-Element Analysis of Steel-Concrete Composite Plate Girder, ASCE,128-9, pp1158-1168, 2002.

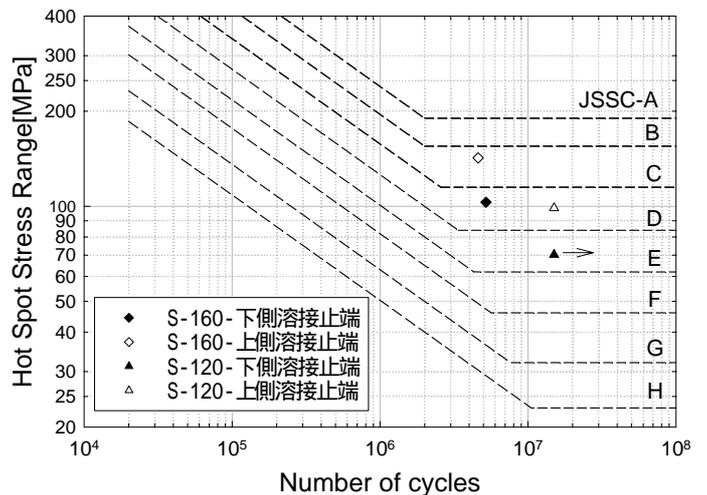


図-10 HSS で整理した疲労試験結果