

ずれ止めとしてL形鋼を用いた鋼・コンクリート合成梁の疲労強度

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

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いるが、鋼とコンクリートの相互作用により力学的に複雑になるため、疲労耐久性については、一般的に輪荷重走行試験より包括的に確認されている¹⁾。しかし、より合理的な疲労設計に向けて、部材ごとの疲労強度を明らかにした上で、応力の情報から疲労照査ができるようにする必要がある。本研究ではL形鋼をずれ止めを用いた合成床版(図-1)をモデル化した梁試験体に対する応力測定試験と有限要素解析、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した。

2. 試験体および荷荷方法

図-2 に試験体の形状と寸法を示す。試験体は、床版支間 3000mm、幅 600mm であり、実橋の床版支間の中央部を想定して製作した。底鋼板の板厚は 8mm とし、6 つの L 形鋼ジベル(75×75×9mm)を 500mm 間隔で取り付けた。L 形鋼ジベルは全幅にわたって溶接されている。本研究では最も安全側の想定として、鋼板とコンクリートの付着を切るために、接触部の鋼材にグリースを塗布した。図の Z1～Z6 は L 形鋼ジベルの位置を示す。

図-3 に実験状況を示す。試験体の支持条件は、図-2 に示すように支持架台上に丸鋼を配置した単純支持とした。荷荷は、荷荷梁を介して試験体の支間中央を押すことによって行った。試験体上面と荷荷梁の間にはゴム板(100×600mm)を配置し、できるだけ均一に力が伝わるようにした。

3. 有限要素解析

試験体に生じる応力挙動を詳細に分析するため、3次元有限要素解析を行った。図-4に解析モデルを示す。対称性を考慮した1/4モデルとし、鋼とコンクリートともに8節点ソリッド要素でモデル化した。鋼板とコンクリートの境界面には、摩擦がない接触条件を設定した。境界条件としては、対称面および支点にあたる位置の変位を拘束し、試験体上部に圧縮荷重を荷荷した。鋼材は弾性体とし、コンクリートについては、図-5に示す応力ひずみ関係を仮定した。

図-6は支間中央に50kNの荷重を荷荷した時の変形・コンター図である。図より、L形鋼ジベルがコンクリートに拘束されることで底鋼板に局部曲げが生じ、それにより応力集中が発生していることがわかる。

図-7に底鋼板上面における長手方向の応力分布を示す。底鋼板の応

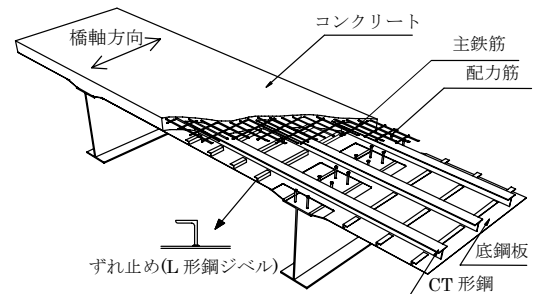


図-1 床版の構造全体図

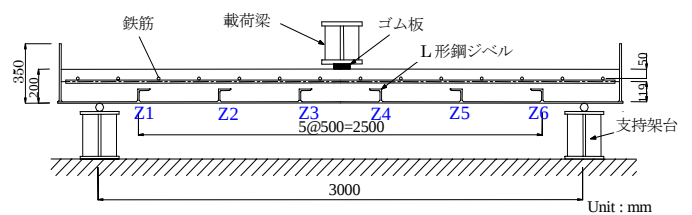


図-2 試験体の形状と寸法



図-3 実験状況

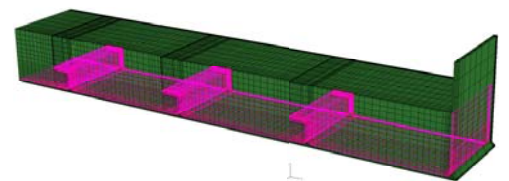


図-4 解析モデル

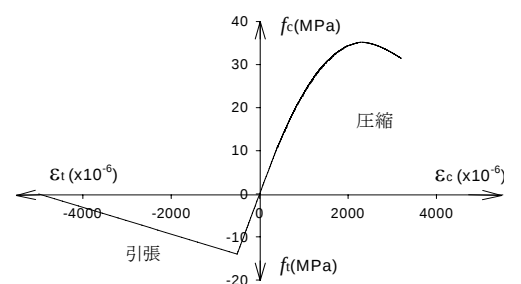


図-5 コンクリートの応力-ひずみ曲線

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 名古屋市中種区不老町 名古屋大学工学研究科 TEL 052-789-4620

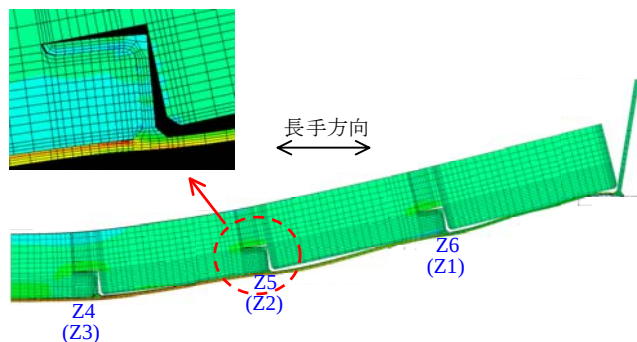


図-6 変形・コンター図(100倍)

力分布は実測値と解析値ともに L 形鋼ジベルの取り付け部付近で急変し、局所的な板曲げ応力が発生していることがわかる。一方、最大応力は支間中央部の L 形鋼ジベル(Z3 と Z4)ではなく、そのとなりの L 形鋼ジベル(Z2 と Z5)の内側溶接部近傍で発生している。

4. 疲労試験

L 形鋼ジベルが大きなせん断力を受けると、L 形鋼先端近傍のコンクリート部に高い引張応力が発生し、コンクリート部が先に破壊する可能性がある。そこで、最初は荷重を小さめに設定して疲労試験を実施し、き裂の発生が確認できない場合は荷重を上げて疲労試験を継続した。本試験体の場合、き裂発生位置がコンクリート内部にあるため、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の発生を推定した。

上限荷重を 37kN、下限荷重を 2kN として 570 万回載荷したが、ひずみに変化が見られなかったため、上限荷重を 52kN に上げて 500 万回載荷した。しかし、き裂は確認できなかったため、再度荷重を 72kN に上げて試験を行った。その結果、Z5 ジベル(図-2 参照)近傍のひずみに 400 万回程度の繰返し数で特徴的な変化が観察された。その後、図-8 に示すように 490 万回載荷時に底鋼板外面(目視できる面)に 50cm 程度のき裂を確認し、疲労試験を終了した。疲労き裂は内側溶接止端付近から発生し、底鋼板の板厚方向に進展した。しかし、他の溶接部においては、試験終了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。

5. ホットスポット応力を用いた疲労強度評価

最大応力が発生する Z2 と Z5 の内側溶接止端部において、底鋼板内面(コンクリートと接触する面)のひずみゲージより算出した応力分布より算出したホットスポット応力を等価応力に換算し、疲労照査を行った。なお、ホットスポット応力の算出方法は IIW の 2 点法を用いた。図-9 に梁試験体の試験結果を同じタイプの合成床版を対象とした押し抜きせん断疲労試験の結果¹⁾とともに示す。図より JSSC 疲労設計指針の E 等級を満足していることがわかる。

6. まとめ

L 形鋼を用いた合成床版をモデル化した梁試験体に対する載荷試験および有限要素解析を実施し、ホットスポット応力によって疲労強度評価を行った。その結果、疲労強度は E 等級を満足した。

参考文献

- 1) 館石和雄, 崔誠珉, 内田大介, 浅野浩一, 小林潔: 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耐久性, 鋼構造論文集, Vol.14, No.55, pp.123-131

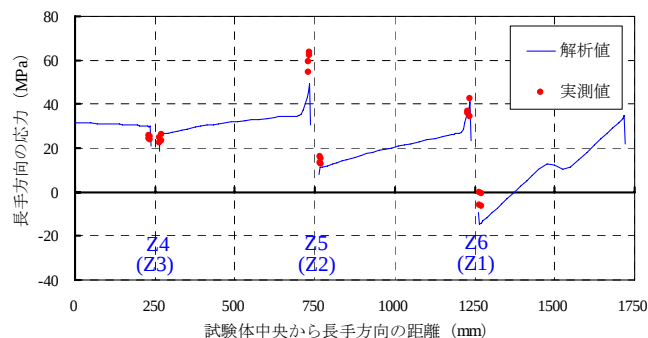


図-7 底鋼板における長手方向の応力分布



図-8 疲労き裂

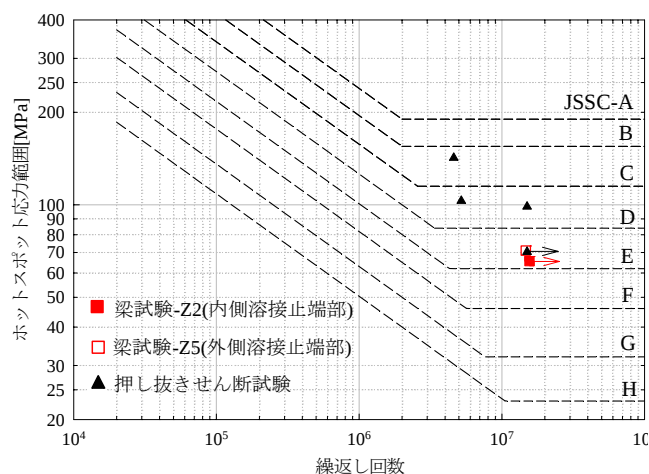


図-9 ホットスポット応力で整理した疲労試験結果