L 形鋼をずれ止めに用いた合成床版の局部応力の発生メカニズム

名古屋大学　○学生会員　崔　誠珉　　正会員　舘石和雄
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，輪荷重走行試験により疲労耐久性が包括的に確認され，長支間床版として実用化されている．今後，合理的な疲労設計を行うためには部材レベルでの疲労強度評価が必要となるが，ずれ止め溶接部では鋼とコンクリートの相互作用により複雑な応力場となる[1)]．そして，疲労耐久性を確認するためには局部的な応力集中の発生メカニズムを明らかにする必要がある．本研究では L 形鋼をずれ止めに用いたタイプの合成床版(図-1)を対象に 3 次元有限要素解析を行い，荷重載荷位置と L 形鋼ジベルの溶接部に生じる応力集中について検討を行った．

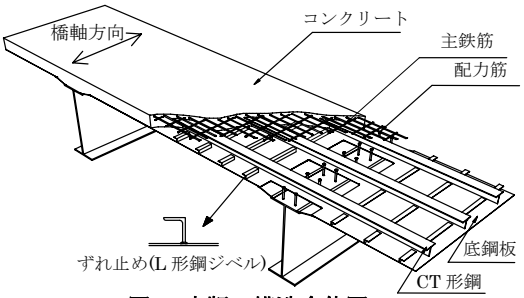


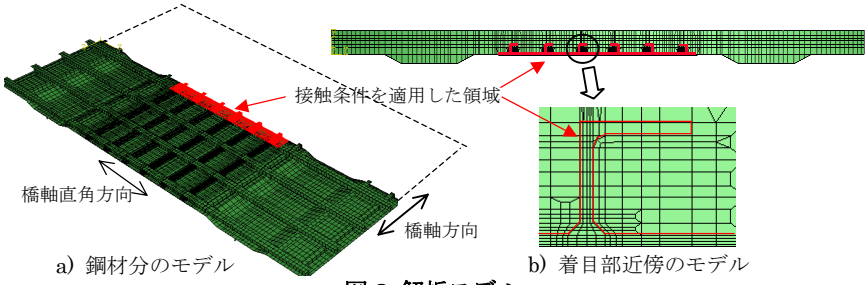
図-1 床版の構造全体図

２．解析モデル

対象とした橋梁の緒元を表-1 に，解析モデルを図-2 に示す．使用した解析ソフトは ABAQUS Ver.6.6 であり，橋軸方向には床版支間以上となるよう 5,834mm，橋軸直角方向には全幅をモデル化した．鋼，コンクリートとも線形弾性体として解析を行った．ほとんどすべての領域で，鋼とコンクリートの節点は同一にして完全に連結したが，図-2 a)の枠で囲った着目領域においては，鋼部材とコンクリート剥離を考慮し，摩擦がない接触条件を適用した．

表-1 橋梁諸元　　Unit：mm

主桁形式	2 主 I 桁
全幅員	8,700
床版支間	5,500
L 形鋼ジベル	75×75×9×642 間隔 ；562
CT 形鋼	150×150×6.5×9×8600 間隔 ；812



a) 鋼材分のモデル　　b) 着目部近傍のモデル
図-2 解析モデル

３．荷重載荷位置と応力集中

荷重は図-3に示すように100kNを橋軸直角方向に23箇所に位置を載荷した．図のZ1～Z6は着目ジベルを示している．

変形・コンター図の一例を図-4に示す．図よりL形鋼ジベルに対する荷重載荷位置によって応力集中の発生位置が変化することがわかる．

４．ホットスポット応力と公称応力の影響線

荷重載荷位置が溶接部の応力集中に与える影響を詳しく検討するため，L形鋼ジベル溶接部のホットスポット応力(HSS)と底鋼板の公称応力(σ_n)の影響線を作成した．本研究では解析により求めた底鋼板上面の応力分布から公称応力を算

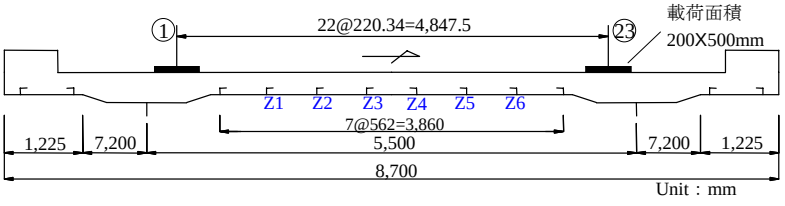
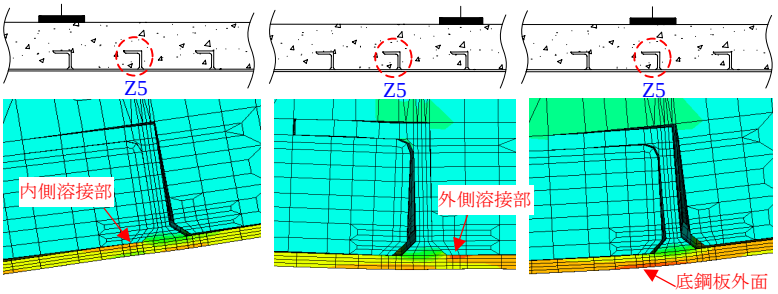
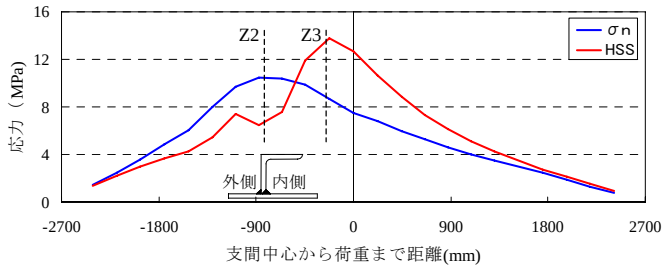


図-3 着目ジベルと荷重ケース　　○：荷重ケース

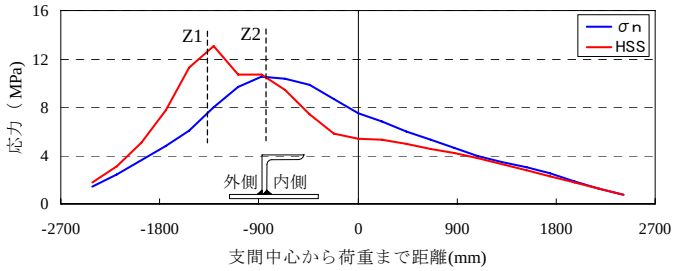


a) モード 1　　b) モード 2　　c) モード 3
図-4 載荷位置による L 形鋼ジベル近傍の変形・コンター図

キーワード　合成床版，L 形鋼ジベル，せん断応力，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



a) 内側溶接止端部



b) 外側溶接止端部

図-5 ホットスポット応力と公称応力の影響線（Z2）

出した．一例としてZ2における影響線を図-5に示す．図の点線はL形鋼ジベルの位置を示している．内側溶接止端部の影響線より(図-5 a))，荷重が着目ジベル(Z2)から内側方向に位置すると，HSSが公称応力より大きくなり，となりのジベル(Z3)に位置するとHSSが最大になることがわかる．しかし，荷重が着目ジベル(Z2)の外側方向に位置すると，圧縮の影響を受け，HSSが公称応力より小さくなる．外側溶接止端部の影響線には，内側溶接止端部と逆の傾向を見ることができる．このような傾向は他のジベルにも見られた．

５．せん断応力と応力集中係数の関係

L形鋼ジベルには床版がたわむと水平力と鉛直力が同時に作用し，図-6のようにL形鋼ジベルに軸応力とせん断応力が発生することが考えられるが，本研究では，せん断応力だけに着目し，応力集中との関係を検討した．

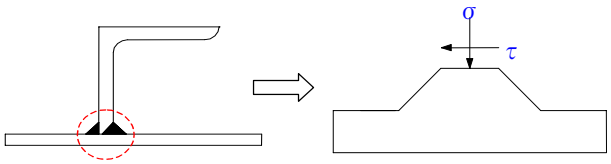


図-6 L 形鋼ジベルの発生応力

図-7 に Z2 におけるせん断応力の影響線を示す．図-5 のホットスポット応力の影響線と比較すると，内側溶接止端部の HSS が最大となるところ(Z3 付近)では，正(+)の最大せん断応力が，外側溶接止端部の HSS が最大になる(Z1 付近)ときは，負(-)の最大せん断応力発生し，増加と減少の傾向がほぼ一致していることがわかる．そこで，すべての荷重ケースとジベルに対して，せん断応力の大きさと応力集中係数の関係を整理した結果を図-8 に示す．ここで，応力集中係数（kt）とはホットスポット応力を公称応力で除したものである．図より L 形鋼ジベルに発生するせん断応力と溶接部の応力集中係数に強い相関があることがわかる．また，内側，外側の溶接止端部の関係はほぼ同一である．よって，設計計算で L 形鋼ジベルに働く作用力を考慮した正確なせん断応力を求めることができれば，図-8 に示す応力集中係数とせん断応力の関係を用いてホットスポット応力を算出し，L 形鋼を用いた合成床版に対する簡単な疲労照査を行うことができると考えられる．

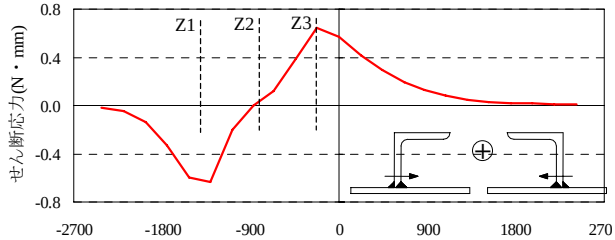


図-7 せん断応力の影響線(Z2)

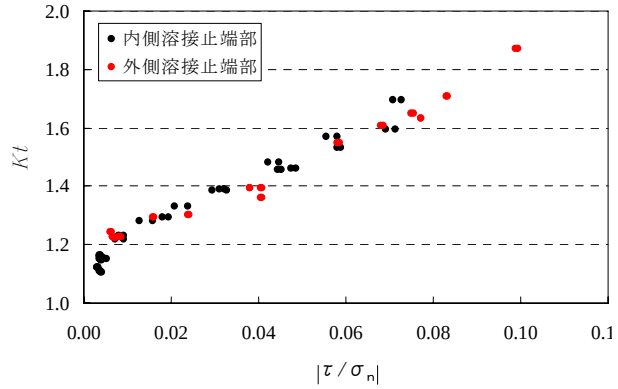


図-8 せん断応力と応力集中係数

６．まとめ

基礎的な検討として，L 形鋼を用いた合成床版を対象に有限要素解析を実施し，L 形鋼の溶接部に生じる局部応力の発生メカニズムを検討した．その結果，L 形鋼ジベルに発生するせん断応力と溶接部の応力集中係数に強い相関があることがわかった．

参考文献

1) 舘石和雄，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