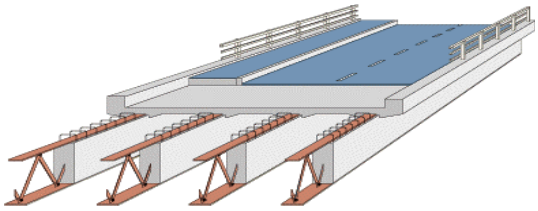
トラスウエブを有する鋼・コンクリート合成げたのＦＥ解析による応力検討

川田工業　正会員　○福岡　聡　川田工業　フェロー　渡辺　滉
川田工業　米田達則　川田工業　正会員　街道　浩
川田工業　正会員　池田直樹　大阪工業大学　正会員　栗田章光

１．はじめに

著者らは，矩形の鉄筋コンクリートウエブの上下面に，鋼ウエブに代えてトラス状の繋ぎ材で連結した鋼フランジを配置し，両者を合成させた構造の新しい合成げたを考案した．この新しい合成げたの挙動や耐荷力を確認するために，静的載荷試験（正曲げ載荷試験[1) 2)]および負曲げ載荷試験）を実施した．図－１に示す概念図は，上記のけたとＲＣ床版を合成させた橋梁（Ｔｒｉｂｅａｍ合成げた橋）である．

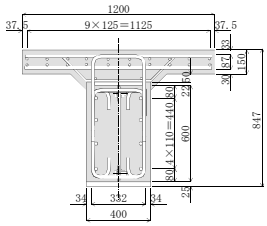


図－１　Ｔｒｉｂｅａｍ合成げた橋の概念図

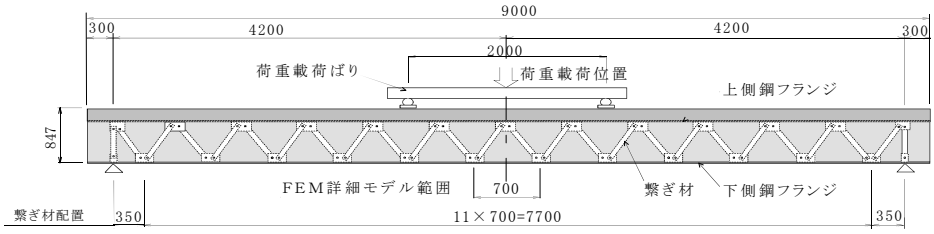
本文では，試験体のコンクリート・鉄筋・鋼板をモデル化した３次元ＦＥ解析を実施し，正曲げ載荷試験の測定結果[1)]との比較および応力検討について報告する．

２．載荷試験の概要

図－１および図－２に，それぞれ試験体の断面図および載荷要領を示す．試験体は全長9,000mm・支間長8,400mm・全高さ847mm・ＲＣ床版厚150mm・幅1200mmの合成げたである．上下の鋼フランジは，300mm×22mm(SS400)および400mm×25mm(SS400)であり，この間に75mm×9mm(SS400)の平鋼の繋ぎ材を配置し，高力ボルトを用いて連結している．また，ＲＣウエブには，D16のスターラップを175mm間隔で，D19の軸方向鉄筋を110mm間隔で配置している．載荷要領は，試験体の両端部において下側鋼フランジ下面を支持し，試験体中央のＲＣ床版上面に設置した支間長2,000mmの載荷ばりを介して荷重を載荷した．



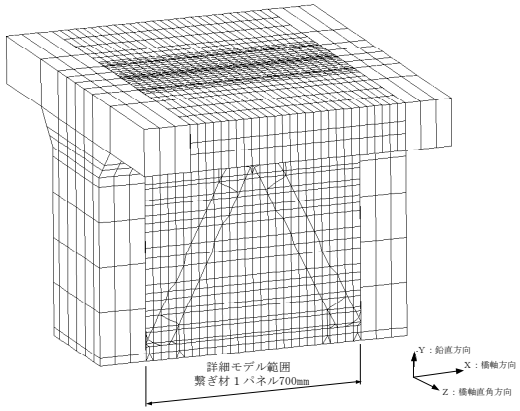
図－１　試験体の断面図



図－２　載荷要領図

３．３次元ＦＥ解析の概要

３次元モデルを図－３に示す．支間中央部の繋ぎ材１パネル部分を詳細にモデル化し，詳細モデル端部での応力集中を避けるために，両端にコンクリートのソリッド要素を設けた．解析は弾性解析とし、モデルの片方の端部に載荷荷重による断面力の曲げモーメントを与え，もう片方を境界条件として全固定とした．解析モデルの要素構成は、コンクリート・上下鋼フランジ・角鋼ジベル・繋ぎ材・高力ボルトはソリッド要素，鉄筋は棒要素とした．なお，コンクリートと上下鋼フランジ・角鋼ジベル・繋ぎ材・高力ボルトの界面については，両者の付着力を無視し，接触・非接触を考慮した．解析モデルの種類は，次の



図－３　３次元ＦＥ解析のモデル図

キーワード：鋼･コンクリート合成げた，トラスウエブ，静的載荷試験，ＦＥ解析
〒550-0014　大阪市西区北堀江 1-22-19　TEL 06-6532-4897　FAX 06-6532-4890

２種類とした．１つは，載荷試験において設計荷重[1)]である下側鋼フランジの応力度が140N/mm^{2}程度となる600kNの荷重載荷時においてＲＣウエブのひびわれ位置にあるコンクリートのソリッド要素に関して，隣接要素に節点力を伝達しないように設定したモデル（以下，ひびわれモデルと略す），もうひとつは，床版およびＲＣウエブのコンクリートを全断面有効としたモデル（以下，全断面有効モデルと略す）を作成した．

４．３次元ＦＥ解析値と載荷試験結果の比較

全断面有効モデルにおいて，載荷荷重が150kNのひびわれ発生時の測定結果と解析値のひずみ分布を図－４に示す．また，ひびわれモデルにおいて，載荷荷重が600kNの設計荷重時の測定結果と解析値のひずみ分布を図－５に示す．図中には，コンクリートの全断面を有効とした場合（以下，全断面有効と略す）およびコンクリートの引張領域を無視した場合（以下，引張領域無視と略す）の計算値[1)]を同時に示す．図－４に示すひびわれ発生時においては，測定値と解析値のひずみはほぼ一致することが分かる．図－５に示す設計荷重時においても，測定値と解析値のひずみはほぼ一致することが分かる．これらの結果から，ＦＥ解析値は載荷試験における測定結果をおおむね反映したものであると判断できる．

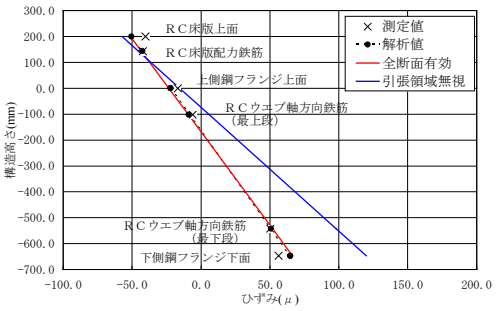
載荷試験での確認が困難な繋ぎ材と上下鋼フランジを連結しているガセット部について，ＦＥ解析による応力分布を検討した．図－６にはひびわれモデルにおいて，載荷荷重が600kNの設計荷重時のVon Mises相当応力を示すが，ガセット部には大きな応力集中は発生していないが，下側鋼フランジのガセット取付部近傍に局部的な応力集中が見られる．図－７に支間中央位置および下フランジガセット取付部近傍の下側鋼フランジ上面の橋軸方向応力についてフランジ幅方向の分布を示す．下側鋼フランジガセット取付部近傍に計算値の1.60倍程度の局部的な応力集中が見られるが，1.7倍（＝降伏応力度/許容応力度）以下であり問題ないものと考えられる．

５．まとめ

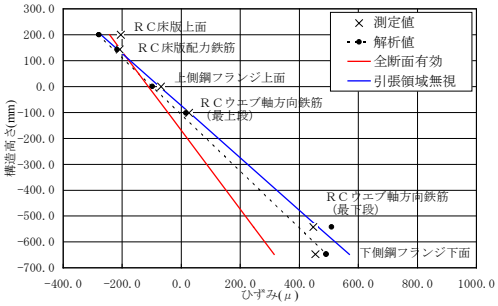
ＦＥ解析を実施し測定値との比較により，以下の結果が得られた．

1) ＦＥ解析値と載荷試験のひずみ分布は，おおむね一致している．
2) 繋ぎ材と上下鋼フランジを連結しているガセット部には，大きな応力集中は発生していない．
3) 下側鋼フランジガセット取付部近傍に局部的な応力集中が見られるが，その応力は175N/mm^{2}程度であり問題ないものと考えられる．

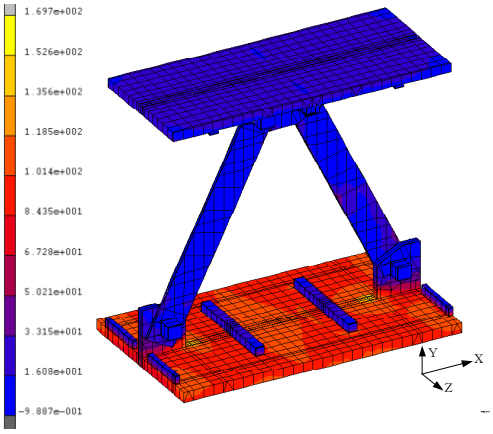
今後は，負曲げ載荷試験の測定結果に関してＦＥ解析値との比較検討を行い，さらに疲労設計に関して検討を行う予定である．



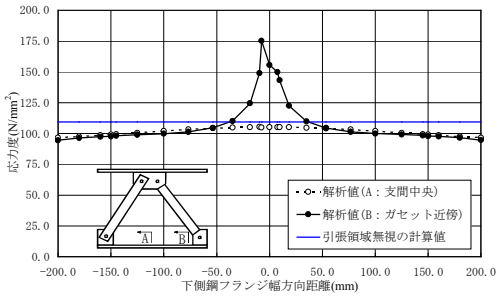
図－４　ひびわれ発生時のひずみ分布



図－５　設計荷重時のひずみ分布



図－６　Von Mises 相当応力のコンター図



図－７　下側鋼フランジ上面の応力分布

＜参考文献＞

1)藤林,渡辺,米田,街道,福岡,栗田：トラスウエブを有する鋼･コンクリート合成げたの静的載荷試験(その１),土木学会第 59 回年次学術講演会(Ⅰ),2004.9，2)福岡,渡辺,米田,街道,藤林,栗田：トラスウエブを有する鋼･コンクリート合成げたの静的載荷試験(その２),土木学会第 59 回年次学術講演会(Ⅰ),2004.9