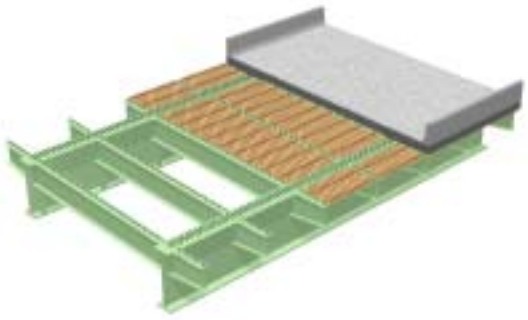
横桁で支持された合成床版を有する鋼２主桁橋の横倒れ座屈の検討
（第二東名高速道路　須津川橋下り線）

中日本高速道路株式会社　　正会員　　青木　圭一，萩原　直樹
宮地・瀧上ＪＶ　　正会員　　○阪野　崇人，川村　暁人，永山　弘久

１．はじめに

本橋は，片側２車線(有効幅員 11.625m)で暫定供用し，将来の３車線(有効幅員 16.5m)への拡幅を考慮した合成床版を横桁で支持する鋼橋形式である．**図－1** に本橋梁形式のイメージを示す．横桁で床版を支持する構造であるため中間横桁が上段配置されているのが特徴であるが，そのために，中間支点付近の下フランジが圧縮となる範囲では主桁の横倒れ座屈に関する検討が必要であると考えられる．ここでは,設計で仮定した固定点間距離，安全率，座屈耐荷力についてFEMモデルによって検証を実施したので，その結果を報告する．



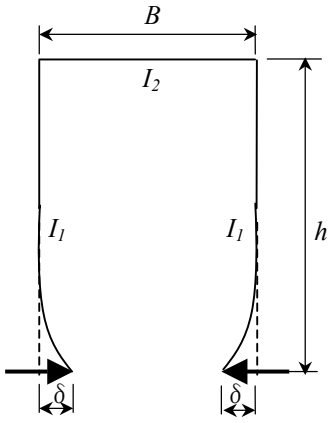
図－１　合成床版を横桁で支持する鋼橋形式のイメージ(暫定系)

２．設計方針

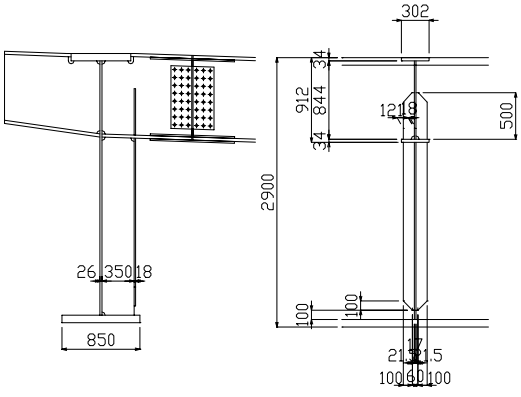
本橋では鋼道路橋設計便覧[1)](以下設計便覧)の『ポニートラスの圧縮弦材の座屈』に準拠し，下フランジが圧縮となる範囲内において，横桁・垂直補剛材の形状から求まるU形フレーム剛性（C）が必要剛性（C'）を満足するように（C>C'）垂直補剛材の形状を決定した．C及びC'の算出式を①，②に示す．必要剛性（C'）を算出する際のαについては設計便覧の表-５．２を参照した．

$$C=\frac{6EI_1I_2}{h^2(3BI_1+2hI_2)}(N/mm)\ \cdots①\qquad C'=\frac{\alpha}{\lambda}2.0N(N/mm)\ \cdots②$$

図－２にはU形フレームの概略図を示すが，I_1：垂直補剛材剛性，I_2：横桁剛性，B：主桁間隔，h：横桁中心から圧縮フランジまでの距離を表している．h の値が大きくなる(圧縮フランジと横桁の距離が長くなる)ほどU形フレーム剛性が小さくなる算出式であることがわかる．横桁が3.5m間隔で上段配置されている本橋では，圧縮フランジの固定点間距離を横桁間隔の１倍，２倍，３倍と仮定した場合に，１倍では垂直補剛材の必要剛性が大きくなり，３倍では圧縮フランジの許容応力度の低減が大きいため，２倍(有効長さ係数を2.0)とすると最も経済的な断面となる．このため，圧縮フランジの固定点間距離を横桁間隔の２倍として設計を実施した．上記条件にて決定した垂直補剛材の断面を**図－３**に示すが，矩形の垂直補剛材にフランジをつけて剛性を確保した構造を採用している．



図－２　設計便覧のU形フレーム



図－３　垂直補剛材の補強

３．FEMによる検証

(１)検討目的

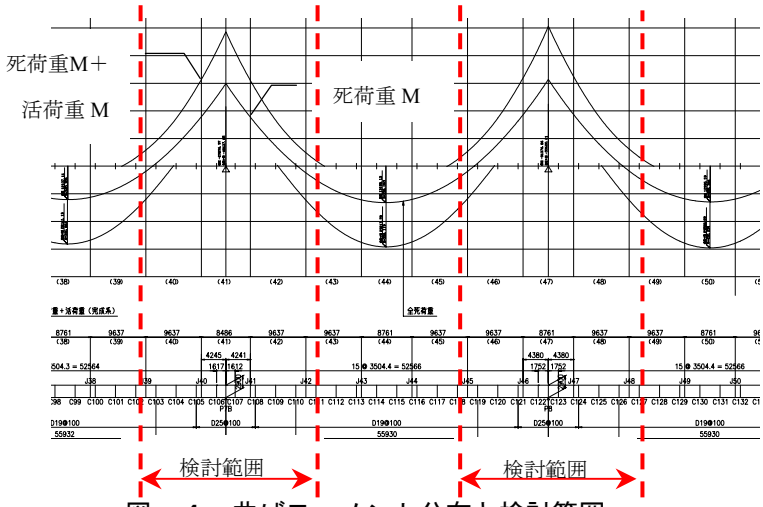
本橋では，設計便覧の表-５．

キーワード　固定点間距離，U形フレーム
連絡先　〒454-8517　名古屋市中川区清川町２－１　瀧上工業株式会社　ＴＥＬ052-351-2214

２の Holt の式に基づいて設計を実施したが，実際には中間支点に巻立てコンクリートがあることや主桁剛性が一律ではないことなどが Holt の式との相違点であるため，FEM を実施して検証することとした．

（２）検討範囲

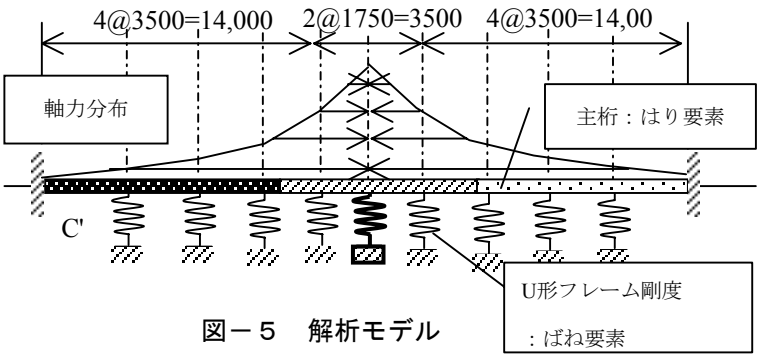
図－４に死荷重＋活荷重曲げモーメント分布を示すが，検討の範囲としては主桁下フランジが圧縮領域となる負曲げモーメント区間とする．



図－４　曲げモーメント分布と検討範囲

（３）解析モデル

図－５に解析モデルを示すが，解析モデル化の範囲は負曲げモーメント区間とし，使用要素は，圧縮力を受ける主桁下フランジ近傍をはり要素，U 形フレーム剛性をばね要素を用いてモデル化した．作用軸力は断面に作用する応力より算出したので，**図－５**に示すように中間支点が最大となるように分布して軸力を載荷した．



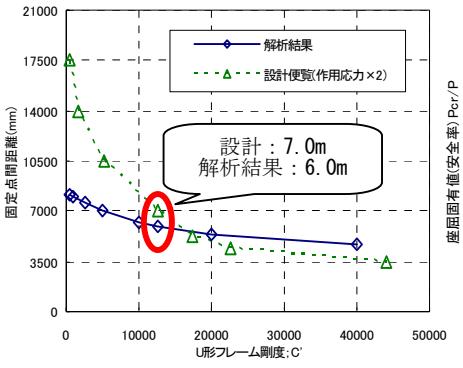
図－５　解析モデル

（４）解析結果

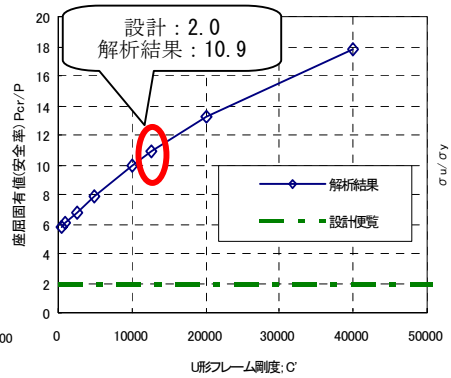
上記解析モデルを用いて座屈固有値解析を実施し，その座屈固有値から固定点間距離，座屈安全率，座屈耐荷力を算出することとした．今回の解析では U 形フレーム剛性をパラメータとして解析を実施しており，U 形フレーム剛性毎の固定点間距離，安全率，座屈耐荷力の解析結果を**図－６，７，８**に示す．解析結果を設計で決定した U 形フレーム必要剛性：12,583(N/mm)に着目してみると，固定点間距離については設計値 7.0m に対して 6.0m，安全率については設計値 2.0 に対して 10.867，座屈耐荷力については設計値 0.891 に対して 0.918 であった．

４．まとめ

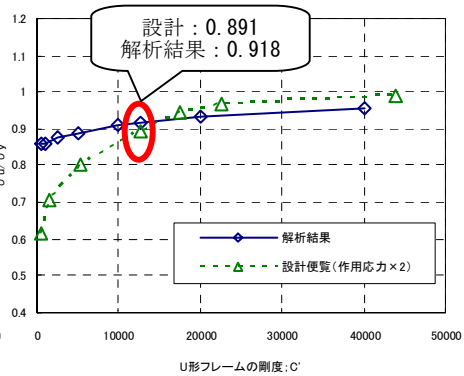
２次元の FEM モデルによる解析結果においては，設計で仮定した値をすべての項目で上回っており，安全側であることが確認できた．今後は垂直補剛材の補強位置をパラメータとした検討や３次元解析による安全性の確認を実施していきたいと考えている．



図－６　固定点間距離



図－７　安全率



図－８　座屈耐荷力

解析結果と設計便覧による算出結果の比較

参考文献　１）　日本道路協会：鋼道路橋設計便覧，昭和 55 年 8 月．