

箱桁角部を曲線構造とした場合の ウェブ座屈に関する一考察

川田工業 正会員○平野 健二
川田工業 石文 基明

川田工業 正会員 内海 靖
川田工業 フェロー 越後 滋

1. まえがき

箱桁橋を計画する際、景観上の配慮から単純な箱形状とするよりはウェブと下フランジの結合部を曲線構造とした事例が最近増えてきている。しかし、こういった橋梁に対する設計方法が定まっているとは言えない。文献1ではこの結合部分の曲率を規定し、曲率のついたモデルによるFEM解析結果と曲率のついていない梯形（逆台形）断面による簡易計算との比較を行っているが、曲率を変えた場合には言及していない。そこで本報告では、曲率半径をパラメータとして線形座屈固有値解析を行い、ウェブと下フランジの結合部を曲線構造とすることがウェブの座屈荷重に及ぼす影響について報告する。

2. 解析対象および解析概要

ウェブと下フランジを結ぶ曲率半径をパラメータとして、図-1のように箱型と逆台形型の2タイプの解析モデルを作成した。ここでは、荷重が載荷される両端付近での変形や応力等のばらつきを考慮して図-2のように5パネル（1パネル長=約1.5m）のモデルを作成し、中央パネルにのみ着目することとした。

箱型の解析モデルは、上フランジ幅を固定し、ウェブと下フランジの角度を直角に固定して曲率半径を250mmから850mmまで200mm刻みで変化させることで4タイプのモデルを作成した。このモデルは、ウェブと下フランジの角度を固定したタイプに相当する。また、比較対象としてウェブと下フランジが直角に交わる通常の箱桁タイプ（ここでは $R=0$ と表記）もモデル化した。

逆台形型は、上・下フランジ幅を固定し、曲率半径を250mmから850mmまで200mm刻みで変化させて4タイプのモデルを作成した。このモデルは、ウェブと下フランジのなす角度を様々に変えたタイプに相当する。

また、箱型、逆台形型共にウェブと下フランジの連成座屈の発現を確認するために、通常はウェブに配置されるべき水平補剛材を取り付けていない。

載荷荷重は、この連成座屈をみるために負曲げ載荷として、桁断面の下から2/3の位置に中立軸を仮定した（図-4、6参照）。

なお、解析は汎用非線形解析プログラム Marc を用いて、線形座屈固有値解析を行った。

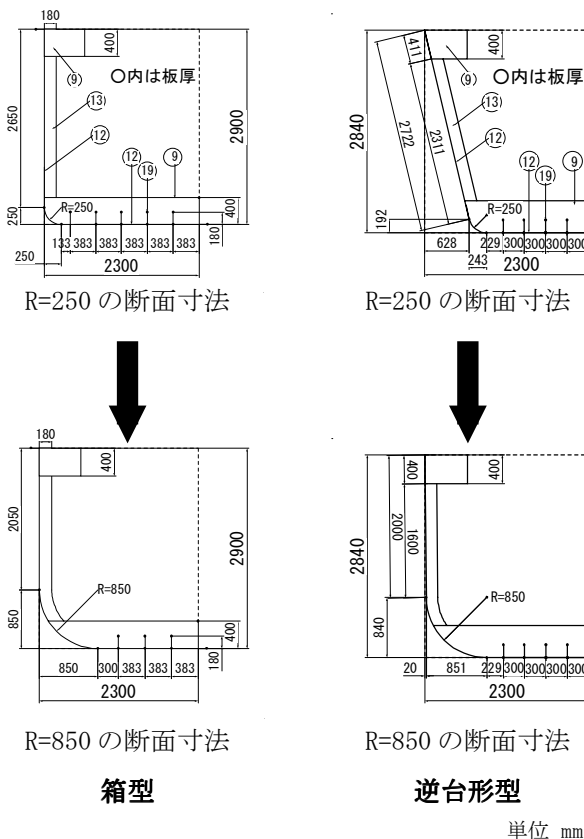


図-1 解析対象とした断面寸法

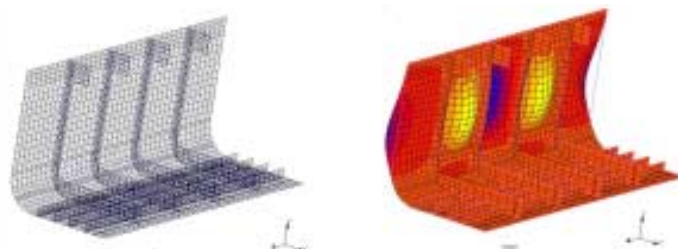


図-3 中央パネルの変形図(箱型:R=650)

キーワード：座屈解析，箱桁橋，弾性座屈荷重

住所：〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 TEL:03-3915-3301 FAX:03-3915-3771

URL : <http://www.kawada.co.jp>

3. 解析結果

角部が曲線であることによってウェブと下フランジが連成して座屈する可能性が懸念されたが、下フランジが座屈するまで解析を行った結果、ウェブと下フランジが連成して座屈する現象は確認できなかった。さらに、ウェブが独立して座屈するモード（1次モード）が他の座屈モードよりも卓越して発生することを確認した。この1次モードの変形は、ウェブの変曲点付近が節になるようなモードであり、その変形は曲線部へ影響していなかった。

図5、7では、中央パネルで1次モードが発現する場合（図-3参照）の座屈荷重をまとめた。ここで解析対象としたモデルは、図-4、6で示すように曲率半径ごとにウェブの直線域が変化することから、有効座屈長も変化することになる。また、ウェブと下フランジの連成座屈の可能性が低いことから、ウェブの座屈荷重がその直線部分の圧縮域長に比例すると仮定して、横軸にウェブの直線域における圧縮領域の割合をとって整理した。このグラフから明らかなように、箱型、逆台形型共にウェブの座屈応力は載荷荷重の圧縮域に対してほぼ線形に変化する事が分かった。見方を変えれば、ウェブと下フランジの関係が鉛直に固定されている場合（図-5）にも、様々な角度を持った場合（図-7）にも同様の線形関係がみられると考えられる。

また、FEM解析結果は、道路橋示方書の座屈に関する項目の規定値に極めて近い傾向を示すことが分かった。しかし、曲率半径が大きくなるに従ってFEM解析で求めた座屈応力は道路橋示方書の規定値よりも箱桁で21%程度、逆台形型で14%程度小さくなる傾向があることも分かった。

なお、道路橋示方書の規定（鋼橋編3.2、圧縮応力を受ける板及び補剛板）はDIN4114を基にしていることから、図中ではDIN4114と表記した。

4. おわりに

曲率半径をパラメータとして線形座屈固有値解析を行い、ウェブと下フランジの結合部を曲線構造とすることが座屈荷重に及ぼす影響を検討した。ここで行った解析によればウェブと下フランジが連成座屈する可能性は極めて低く、また、FEM解析結果は道路橋示方書の規定値に極めて近い傾向を示すことが分かった。

今後の検討課題として、荷重分布をパラメータとした解析についても実施する必要があると考えられる。さらに、ここで扱った解析モデルは複雑であるため、簡単に再現性のあるモデル化および解析方法を提案していきたいと考えている。

【参考文献】

1. 松崎靖彦, 久保田文章, 嶋田利一, 宮本文穂: 景観を考慮した梯形鋼箱桁の設計, 橋梁と基礎, Vol. 25 No. 11, pp. 13~19, 1991年11月。

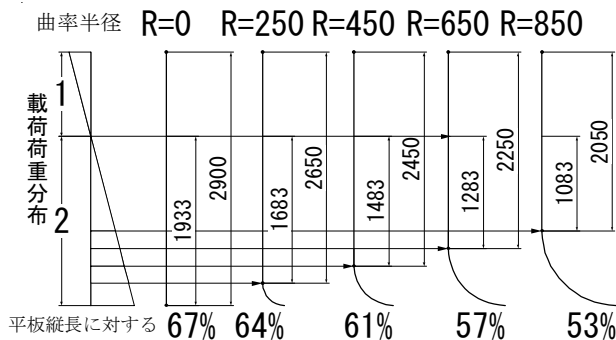


図-4 載荷荷重と圧縮域（箱型）

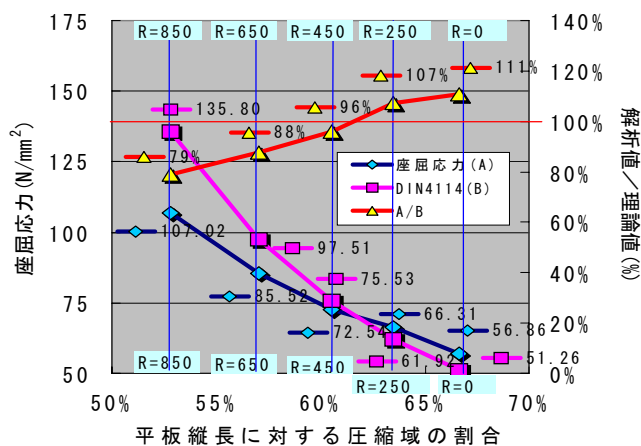


図-5 座屈応力（箱型）

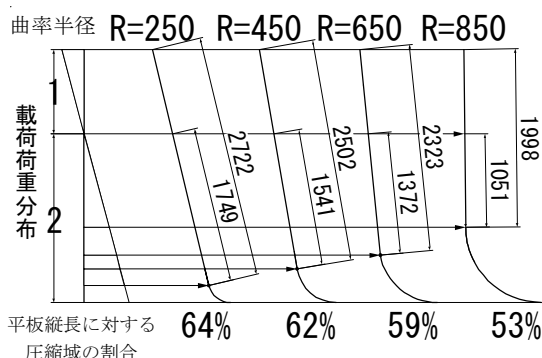


図-6 載荷荷重と圧縮域（逆台形型）

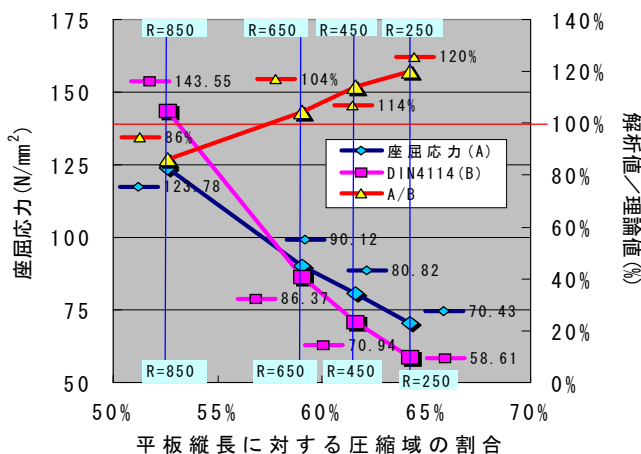


図-7 座屈応力（逆台形型）