

I-45

プレートガーダー現場継手部腹板の補剛方法の合理化

駒井鉄工(株) 正員 秋山寿行
大阪大学工学部 正員 西村宣男

日本橋梁建設協会 大塚 勝
NKK 正員 松村達生
日本橋梁建設協会 正員 竹中裕文

1. まえがき： 現在，中小スパン橋梁に関し，積算体系，設計法の合理化や製作の自動化・省略化を可能とする構造詳細の検討などの調査研究が行われている。本研究では，このような合理化に関する検討の一環として，プレートガーダー現場継手部腹板パネルにおける水平補剛材の省略の可能性を，継手パネル部の立体薄板有限要素モデルを対象とした弾塑性有限変位解析によって検討した。さらに，水平補剛材を省略した現場継手部における製作および架設が容易な補剛構造として，あらかじめ垂直リブを取り付けた添接板を用いる方法について，耐力力の数値シミュレーションを用いて検討を加え，曲げ降伏強度 M_y を確保できる腹板の幅厚比，アスペクト比を明らかにした。

2. 解析モデル： 解析モデルについて，水平補剛材を省略した現場継手部の極限強度解析モデルを図-1のようにモデル化する。腹板およびフランジは添接板の板厚を考慮した変厚板とする。そして，鋼種はSS400およびSM490Yについて検討する。SS400については，実績調査より主に水平補剛材1段の場合であるので，腹板幅厚比の上限値を道路橋示方書¹⁾より256とする。さらに，添接板の両端に2本の補剛リブを取り付けて添接板全体のたわみを抑制する方法について，図-2のようにモデル化する。この場合の鋼種はSM490Yとする。構造寸法は実績調査の結果を基に実橋に用いられる範囲を対象とし，強制変位による純曲げ載荷とする。

初期不整について，現場継手部腹板パネルの初期たわみの分布は2種類のモードを与え，強度の低い方を採用した(図-3.①，②)。すなわち，①対称モード(継手線を中心として左右の板たわみが対称である)および②逆対称モード(腹板の添接板が継手線を軸にして回転するために，腹板の左右で逆方向に面外たわみが現れる)である。ただし，添接板補剛モデルについては，添接板全体のたわみが抑制されると考えられるので，図-3.③のように水平補剛材省略部分のみに初期たわみを与える。また，残留応力に関しては，ここでは考慮しないものとする。

3. 現場継手部腹板パネルにおける水平補剛材の省略可能範囲：

(a) 鋼種SS400の場合 水平補剛材を省略した現場継手部について，極限強度を数値シミュレーションによって求める。その結果，道路橋示方書の幅厚比制限 $h_w/t_w=256$ に対し，現場継手部腹板パネルのアスペクト比 α が0.5以下の場合，腹板とフランジの断面積比(A_w/A_f)が1.5~2.0の範囲において，極限強度は断面の降伏モーメントを上回っている。また，腹板パネルのアスペクト比 α を実績調査の上限値1.0とした場合，腹板の幅厚比が $h_w/t_w=220$ 以下において，極限強度は断面の降伏モーメントを上回っている。これより，極限強

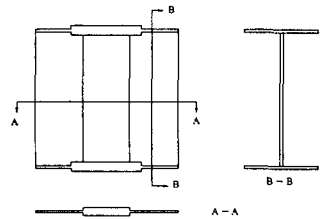


図-1 解析モデル

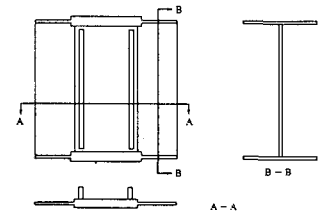


図-2 解析モデル(添接板補剛モデル)

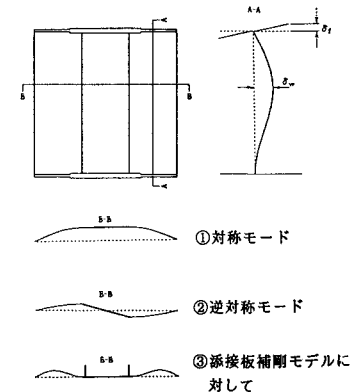


図-3 初期たわみの形状

度に関して降伏モーメントを確保できる腹板パネルのアスペクト比および腹板幅厚比に関して、図-4に示す領域が、現場継手部の水平補剛材の省略可能な範囲として推奨できる。また、図-4に鋼種SS400の実例のプレートガーダーの構造例をプロットしている。これより実績調査の範囲では、プレートガーダー現場継手部腹板において水平補剛材を省略することが可能であることが分かる。

(b)鋼種SM490Yの場合 腹板幅厚比 $h_w/t_w=160\sim240$ 、アスペクト比 $\alpha=0.4\sim1.0$ における解析の結果、 $h_w/t_w=160\sim200$ の範囲では、 α が0.7以上になると α の変化が極限強度にあまり影響を及ぼしていない。したがって、 $\alpha=0.7\sim1.0$ の範囲では幅厚比の制限値がほぼ一定であると考えられる。また、 $\alpha=0.4$ の場合は $h_w/t_w=240$ 以下で、 $\alpha=0.5$ の場合は $h_w/t_w=200$ 以下で、 $\alpha=0.6$ の場合は $h_w/t_w=180$ 以下で、 $\alpha=0.7\sim1.0$ の場合は $h_w/t_w=160$ 以下で極限強度が降伏モーメントを上回っている。これらより、現場継手部の水平補剛材の省略可能な α および h_w/t_w の領域を図-5に示す。併せて、実績調査で得たプレートガーダー現場継手部の実例を○印と●印で示す。

この図より以下のことがわかる。①水平補剛材1段の場合、現場継手部実例のうち約1/3が水平補剛材の省略が可能である。②水平補剛材2段の場合、ほとんど水平補剛材の省略が不可能である。

(c)添接板補剛モデルの場合 添接板補剛モデルについて、 $h_w/t_w=240$ において $\alpha=0.5\sim1.0$ の範囲で極限強度を求め、補剛リブ無しとの比較を図-6に示す。 α が大きい場合、両者の極限強度に大きな違いは認められないが、 α が小さくなるにつれて極限強度の差は大きくなり補剛効果が見られる。これは、 α が大きい場合、崩壊モードは添接板部のたわみが抑制された形を示すのに対し、 α が小さい場合、崩壊モードはパネル全体にわたる形状となる傾向があり、添接板におけるたわみ変形に対して補剛リブが抵抗するためであると考えられる。次に $h_w/t_w=240\sim294$ 、 $\alpha=0.5\sim0.7$ における解析の結果、 $h_w/t_w=240\sim260$ では $\alpha=0.6$ 以下で、 $h_w/t_w=280$ では $\alpha=0.5$ で極限強度が降伏モーメントを上回っている。以上より、添接板補剛モデルについて現場継手部の水平補剛材の省略可能な α および h_w/t_w の領域を図-5に示す。道路橋示方書において鋼種SM490Yで水平補剛材2段の場合の制限幅厚比 h_w/t_w は294であるが、添接板に補剛リブを取り付けることによって $h_w/t_w=294$ までは水平補剛材の省略が可能であることが図-5よりわかる。また、実績調査で得た現場継手部実例の範囲では、水平補剛材1段および2段の場合ともにすべてのデータが、水平補剛材の省略が可能な領域内にある。

4. まとめ プレートガーダー現場継手部腹板において、断面強度として少なくとも降伏モーメントを確保するものとして、水平補剛材の省略が可能な範囲を数値シミュレーションにより明らかにした。また、継手部腹板の補剛方法として補剛リブ付き添接板を用いることにより、特にアスペクト比の小さい継手部において有効であることを明らかにした。さらに、この場合についても水平補剛材の省略が可能な範囲を明らかにした。

参考文献： 1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，1990.2. 2)秋山・松村・西村：プレートガーダー現場継手の水平補剛材省略の限界，平成5年度関西支部年次学術講演会講演概要 I-7. 3)松村・秋山・西村：プレートガーダー現場継手部腹板の補剛方法，平成5年度関西支部年次学術講演会講演概要 I-5.

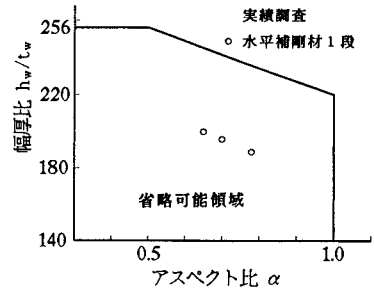


図-4 水平補剛材省略可能領域 (SS400の場合)

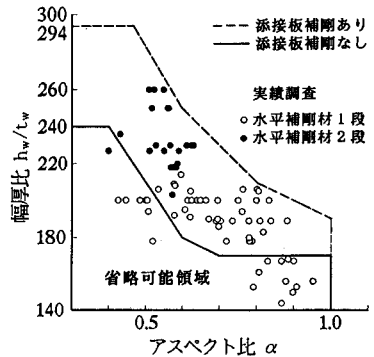


図-5 水平補剛材省略可能領域 (SM490Yの場合)

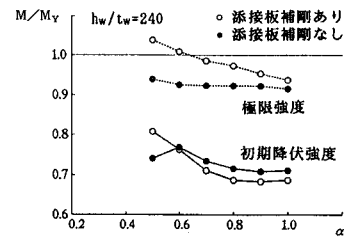


図-6 水平補剛材省略の現場継手における補剛リブの有無による強度の比較