

I-109

来島大橋主塔水平材の「縦リブ連結継手」

本州四国連絡橋公団	正員	○山口和範	本州四国連絡橋公団	正員	大橋治一
来島大橋主塔2P・3PJ	正員	石毛立也	来島大橋主塔5P・6PJ	正員	田中 洋
来島大橋主塔8P・9PJ	正員	田口俊彦			

1. まえがき

来島大橋主塔の中間水平材および塔頂水平材における中央部の現場継手には、路面からの美観に配慮して、外面から連結部が見えない「縦リブ連結継手」（図-1）が採用された。これと類似する継手方式に荒津大橋の塔柱における方式や英国で実績の多い吊橋・斜張橋の塔柱における引張接合方式がある。しかし、本方式は、圧縮力に対してメタルタッチを設計上考慮していない点で、上記の方式とは設計思想が本質的に異なっている。なお、縦リブ連結継手の採用によって外部作業は大幅に軽減され、全体として安全性と施工性は改善される。また、維持管理にも優れている。

2. 「縦リブ連結継手」の力学的考察

「縦リブ連結継手」は、縦リブのみを連結し、外面に連結構造を設けない継手である。本継手を力学的に考察すると、曲げモーメントおよび軸方向力による直応力（圧縮、引張）が縦リブに軸方向力として全て導入され、縦リブの高力ボルト摩擦接合により伝達される。せん断力およびねじりモーメントによるせん断応力は接合面に配置したエンドプレートの高力ボルト摩擦接合により伝達される。来島大橋主塔の水平材中央部は、主として鉛直荷重を受けるラーメン構造における水平梁の中央部と同一構造であるため、そこに発生する断面力（曲げモーメント、軸方向力）は縦リブのみの断面で抵抗できる程度に小さく、本継手の適用が力学的に有利となる構造である。一方、隅角部の継手部は、断面力が大きく本継手を構成することができないため、従来より実績のある高力ボルト摩擦接合継手とした。

3. 設計の概要

「縦リブ連結継手」の設計の概要は、以下のとおりである（図-2）。

設計応力度 部材の連結の設計は、作用応力度に対して行う。作用応力度とは、水平材全断面のコーナー部に発生する実応力を、縦リブのみの断面として発生する実応力に換算した値とする。

直応力（圧縮・引張）に対する設計（縦リブの連結） ①継手部の縦リブ母材は、作用応力に対して断面を決定する（偏心付加応力は微小のため考慮しない）。②ボルトおよび連結板は、[作用応力+偏心付加応力]に対して設計する。

せん断力に対する設計（エンドプレートの連結） ①エンドプレートは、[作用応力+付加応力（バネ効果による付加応力）]に対して設計する。②ボルトは、[作用応力+付加応力（バネ効果による付加応力）]③外壁より第1ボルトは、引張力作用時の連結板の弾性ひずみによるボルト軸力の減少を考慮する。④エンドプレートの面外剛性を小さくするとともに、そのボルトを縦リブのボルトより内側に配置することで引張応力状態でもエンドプレートのボルトに引張力が直接作用しないように配慮した。

疲労の照査 『鋼構造物の疲労設計指針（日本鋼構造協会編）』に準拠し照査を行い、安全性を確認した。

4. 製作・架設上の配慮

本継手は、設計上は端面のメタルタッチは期待していないものの、断面が偏平かつ大きく（幅4.35m×高さ9.0m）、板厚も薄く剛性が塔柱と比較して小さいため、端面の密着度の低下や目違いの発生が懸念され、防錆上悪影響を及ぼすことが予想される。そこで、従来の水平材にはない施工法として以下を検討し、実施に反映した。

- ①エンドプレートの端面および周囲の機械切削加工処理の実施
- ②水平材ブロック組立時の溶接変形の管理と製作へのフィードバック
- ③エンドプレートの密着性を考慮して縦リブ連結板に対する孔明けの管理を実施
- ④接合面の密着度確保を重視した架設要領の設定

また、接合部の最終的な防錆対策として防水シール材の施工についても検討している。

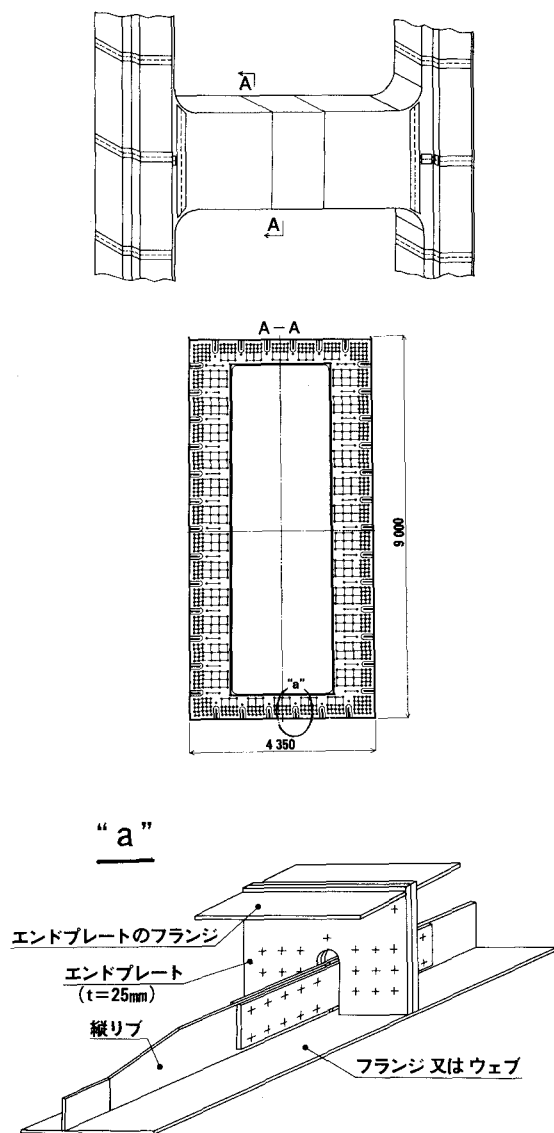


図-1 「縦リブ連結継手」概要図

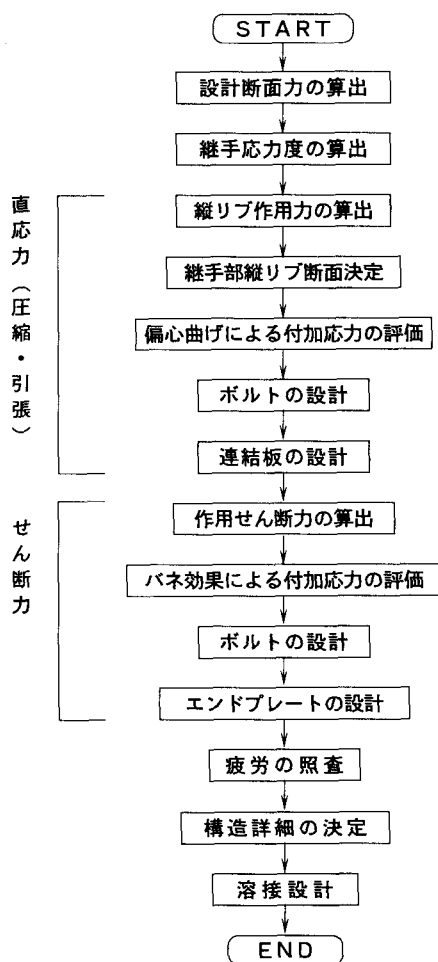


図-2 「縦リブ連結継手」設計フロー

5. あとがき

「縦リブ連結継手」は、直応力を縦リブのみで負担し伝達するため、吊橋主塔水平材の中央部のように直応力の発生が比較的低い部位への適用が有利であり、設計上の問題は特に無いと考える。また、本継手の採用により剛性が局部的に低下するが、主塔全体の振動性状への影響は小さく無視できることも確認している。本継手は、架設作業および維持管理作業の省力化にもつながるものであり、今後の長大橋において考慮するに値する継手形式の1つと考えている。

<参考文献> 1) 田口, 大橋他; 「縦リブ連結継手」の設計における付加応力の評価, 土木学会第49回年次学術講演会, 1994. 9