

I-110 「縦リブ連結継手」の設計における付加応力の評価

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

1. まえがき

来島大橋主塔の中間および塔頂水平材では、中央部の現場継手に「縦リブ連結継手」が採用された。本継手では、①直応力（圧縮、引張）を縦リブの高力ボルト摩擦接合により伝達し、②せん断応力を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する。本継手を設計する上での課題は、以下である。

- 1) 継手部で断面の中立軸が変化することにより発生する付加応力（偏心曲げ）の評価
- 2) 付加応力を評価する際のエンドプレートの存在（バネ効果）の影響
- 3) バネ効果によりエンドプレートに発生する付加応力の評価

2. 偏心曲げにより継手部に発生する付加応力の評価

引張力作用時の応力性状を把握するために、継手部近傍のパネルをモデル化した有限要素法解析（図-1）を実施した。実際の構造では、エンドプレートが継手部の変形を拘束するため、エンドプレートを曲げ剛性の等価な鉛直バネ支点としてモデル化した。解析結果より、縦リブ母材断面に発生する偏心曲げは微小であり、無視することができる。しかし、継手部は縦リブの連結板のみの断面となるため、断面の中立軸の変化量が大きくなり、偏心曲げによる付加応力を設計上考慮する必要が生じた。実設計の慣用計算では、継手部前後の中立軸の変化をモデル化した簡易骨組解析（図-2）により、偏心曲げを評価した。この際も、エンドプレートは鉛直バネ支点として評価する。

FEM解析と慣用計算の結果を比較すると、バネ定数が小さい範囲ではほぼ一致しているが、バネ定数が大きくなり、偏心曲げモーメント係数（ α ）が0.3以下の領域では、慣用計算はFEM解析よりも小さな方向でかい離している。このため、設計では安全側を考え α は0.3を下限とし、偏心曲げによる付加応力を縦リブ継手部のボルトおよび連結板の設計に考慮した。詳細は、下記の通りである。

(1) 端リブ継手部（図-3）

バネ定数が小さい範囲において、FEM解析との差が見られるため、下記の様に考慮した。

$$1) \alpha = \frac{M_{k=i}}{M_{k=0}} \geq 0.3 \text{ の場合} \quad M_R = 1.5 \times M_{k=i}$$

$$2) \alpha < 0.3 \text{ の場合} \quad M_R = 0.3 \times M_{k=0}$$

(2) 中央リブ継手部（図-4）

$\alpha < 0.3$ の範囲において、FEM解析と慣用計算の差を考慮する。

$$1) \alpha = \frac{M_{k=i}}{M_{k=0}} \geq 0.3 \text{ の場合} \quad M_R = M_{k=i}$$

$$2) \alpha < 0.3 \text{ の場合} \quad M_R = 0.3 \times M_{k=0}$$

注). $M_{k=i}$: バネ定数 $K=i$ の場合の偏心曲げモーメント, M_R : 設計偏心曲げモーメント

3. バネ効果によりエンドプレートに発生する付加応力の評価

エンドプレート本体及びボルトは、バネ効果により発生する付加応力に対して抵抗できるように、応力部材として設計した。その際の付加応力は、継手部の簡易骨組解析から算出された支点反力を外力として、梁モデル（図-5）により評価した。

4. あとがき

来島大橋主塔水平材では、上記の付加応力評価方法により、「縦リブ連結継手」の設計を行った。継手部の偏心曲げは、FEM解析結果を反映した慣用計算法を導入し、複雑な計算をすることなく、合理的に設計を行うことができた。

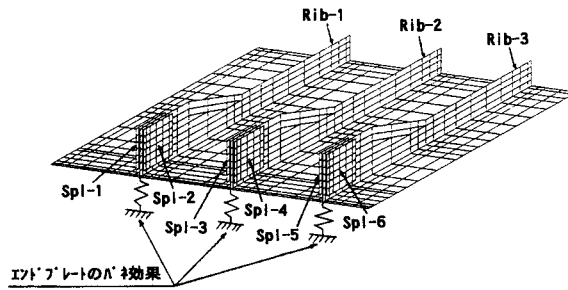


図-1 縦リブ連結継手の有限要素法解析モデル

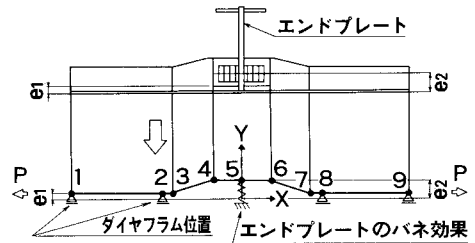
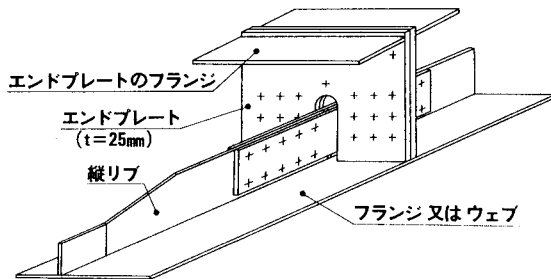


図-2 骨組解析の「簡易梁モデル」

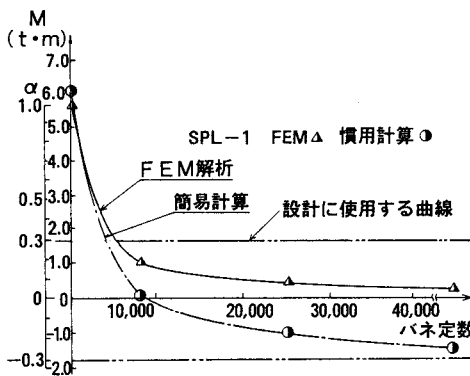


図-3 端リブ継手部の付加応力

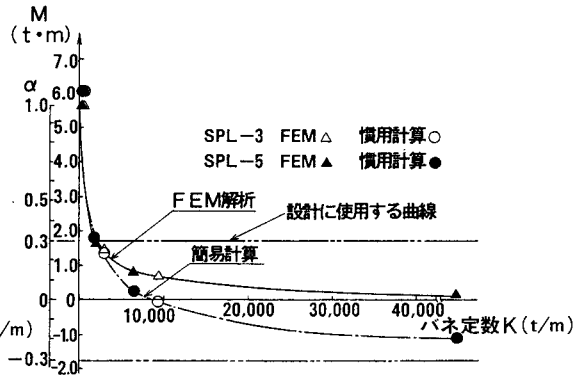


図-4 中央リブ継手部の付加応力

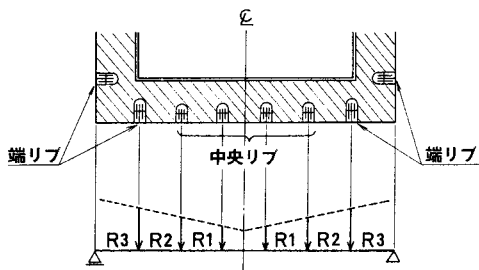


図-5 エンドプレートの応力算出モデル

<参考文献>

- 1) 山口, 大橋他; 来島大橋主塔水平材の「縦リブ連結継手」, 土木学会年次講演会, 1994年
- 2) 上部構造設計基準・同解説, 本州四国連絡橋公団, 1989年4月
- 3) 道路橋示方書・同解説, 日本道路協会, 平成2年2月
- 4) 橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案), 日本鋼構造協会, 平成5年2月