

I - 107

来島大橋主塔水平継手の設計法

来島大橋主塔2P・3PJV 正員○越智賢二 本州四国連絡橋公団 正員 大橋治一
来島大橋主塔2P・3PJV 正員 水川洋介 来島大橋主塔2P・3PJV 野上泰典

1. まえがき

来島第一大橋主塔に採用された「引張接合継手」の設計法を報告する。

2. 設計法

設計計算のフローチャートを図-1に示す。以下に設計法の概要を述べる。

① プレストレス決定

必要プレストレスは、引張力を構造上配置できるボルトの本数で除して決定する。またそのプレストレス量を用いて、式(1)により離反の照査を行う。

$$\sigma_c = |\sigma_N| - |\sigma_M| + |\sigma_{PS1}| - |\sigma_E| > 0 \quad \text{式(1)}$$

σ_N : 軸力による圧縮応力度 σ_M : 面内曲げ+面外曲げによる引張応力度
 σ_{PS1} : プレストレス力による圧縮応力度 σ_E : 偏心曲げによる引張応力度
 σ_c : 合成応力度

② ボルト断面決定

ボルトの断面はプレストレス力にボルトの付加軸力を加えた力（式(2)）により決定する。

$$\text{設計ボルト軸力 } P = P_s + \alpha \cdot P_T \quad \text{式(2)}$$

P_s : プレストレス力 α : ボルト付加軸力係数 P_T : 外荷重による引張力

③ 主要部材断面照査（塔壁、縦リブ、補強リブ）

主要部材の断面照査を式(3)により行う。

$$\sigma_c = |\sigma_N| + |\sigma_M| + |\sigma_{PS2}| + |\sigma_E| < \sigma_s \quad \text{式(3)}$$

σ_N : 軸力による圧縮応力度 σ_M : 面内曲げ+面外曲げによる圧縮応力度
 σ_{PS2} : プレストレス力の不均等分布を考慮した圧縮応力度
 σ_E : 偏心曲げによる圧縮応力度 σ_s : 許容応力度

④ ベアリングプレート、シャーププレートの応力照査

部分等分布荷重を受ける3辺単純支持の板として曲げモーメント及び反力を算出し、ベアリングプレート、シャーププレート进行設計する。このとき荷重の分布幅は板厚中心まで45°分布すると仮定して決定した。

3. 設計計算結果

以上の計算により決定された3P主塔のプレストレス、ボルト径、ボルト本数を継手断面に発生する引張応力度とともに表-1に示す。また、応力度照査結果の一例として Joint9, Joint16の照査結果を表-2に示す。

表-1 使用ボルト

継手番号	引張応力 (kg/cm ²)	プレストレス (t)	ボルト径 (呼び径)	ボルト本数 (本)
J 17	168.7	38.0	M30	40
J 16	122.5	39.0	M30	32
J 15	239.7	38.0	M30	48
J 14	309.7	56.0	M36	48
J 13	354.2	53.0	M36	60
J 12	436.8	55.0	M36	68
J 11	546.7	82.0	M45	60
J 10	626.5	79.0	M45	72
J 9	712.1	85.0	M48	76

表-2 応力度照査結果

単位: kg/cm²

継手番号	部材	圧縮応力度照査				引張応力度照査			
		σ_{PS}	$\sigma_N + \sigma_M$	σ_E	σ_c	σ_{PS}	$\sigma_N + \sigma_M$	σ_E	σ_c
J 9	塔壁	-777	-1109	9	-1877	-737	712	9	-16
	縦リブ	-777	-1077	-16	-1870	-737	620	-16	-133
	補強リブ	-777	-1087	-10	-1874	-737	643	-10	-104
	ボルト	5675	-1331	—	4344	5675	824	—	6499
J 16	塔壁	-280	-1470	54	-1696	-210	147	54	-9
	縦リブ	-280	-1454	-165	-1899	-210	108	-165	-267
	補強リブ	-280	-1461	-80	-1821	-210	126	-80	-164
	ボルト	6827	-1818	—	5009	6827	169	—	6996

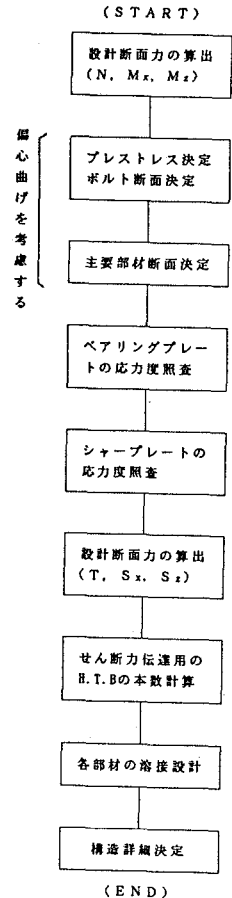


図-1 設計の流れ

4. 全体FEM解析

設計計算の妥当性を確認するために、Joint11とJoint16に対して全体FEM解析を行った。Joint16のモデル図を図-2に示し、フランジ側塔壁のエンドプレート近傍のプレストレスによる応力分布図、圧縮荷重による応力分布図、引張荷重による離間量の分布を図-3に示す。部分的に圧縮応力度が許容応力度を超えているが、Von-Misesの相当応力によって照査し、問題のないことを確認している。

5. まとめ

引張継手のボルト配置の一例を図-4に示す。以上に述べた設計法により、母材の増厚を必要とせずに、来島大橋主塔の引張継手構造を設計することができた。

フランジ側塔壁

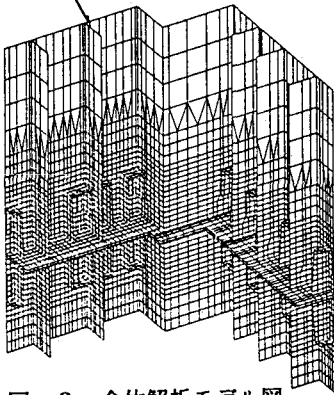
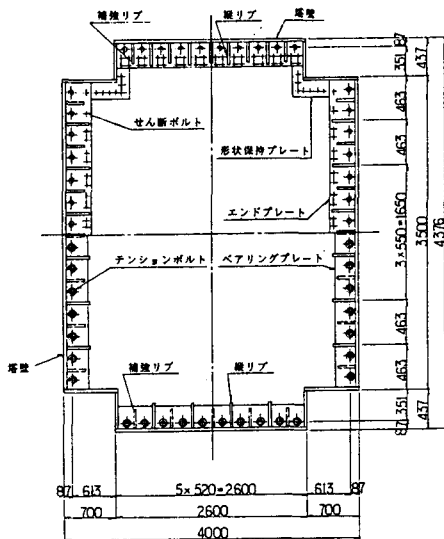


図-2 全体解析モデル図

エンドプレート側



ベアリングプレート側

図-4 引張ボルト配置図

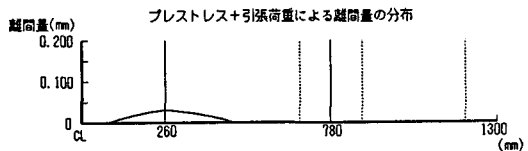
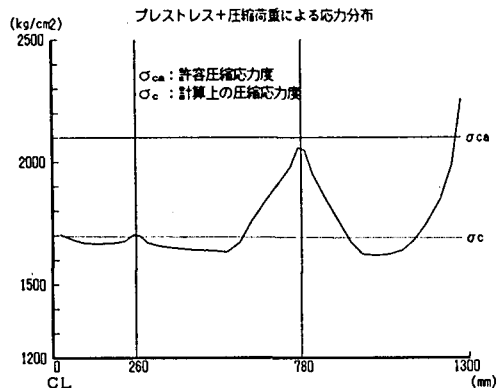
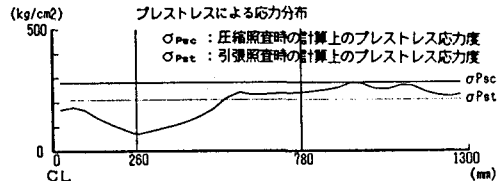
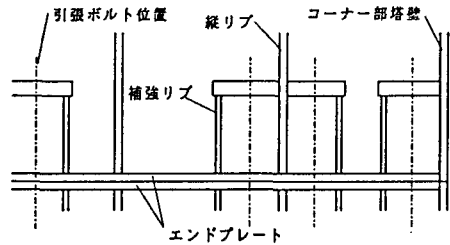


図-3 応力及び離間量の分布

- 参考文献 1) 橋梁用高力ボルト引張接合設計指針（案）（1993.2）日本鋼構造協会
2) 西脇、増田、黒田、鈴木：母材の片側のみにボルトが配置された高力ボルト引張接合・長締め形式の実験 土木学会第45回年次学術講演会概要集