

大阪市立大学 正員 中井 博
 大阪市土木局 正員 亀井 正博
 三菱重工(株) 正員 〇山 哲示
 三菱重工(株) 匠部 俊三

1. まえがき

北港連絡橋の主塔は、図-1に示すように、水平材より上側がA型、下側が逆台形ながら下側に斜材が配置されている。

この主塔骨組の面内方向の設計に際しては、実橋の $1/5$ 縮小の模型による載荷実験を実施し、有効接線剛性係数法による固有値解析結果と比較して、十分安全側に評価していることを確認した。¹⁾

ところで、本橋の柱と水平梁との交点である隅角部は、一般の吊橋の主塔や、鋼製橋脚のような直角構造とはけなり相違しており、複雑な応力状態であることが予想された。また、シア-ラグによる応力集中によって、隅角部パネルに局部座屈が発生し、それが起因して隅角部の剛度低下、耐荷力低下に結びつき、さらに上柱の耐荷力に影響を及ぼすのではない、という懸念が生じた。

そこで、本隅角部の応力特性および耐荷力を把握するために、FEM解析²⁾ならびに隅角部のみを取り出した $1/5$ 縮小模型による載荷実験³⁾を行った。また、隅角部の剛度の低下ならびに耐荷力の低下が、上柱の耐荷力に及ぼす影響についても検討を加えた。

本文では、主塔の耐荷力を確認するために実施した一連の調査結果についての概要を報告するものである。

2. 耐荷力調査の概要と結果

(1) 主塔の全体座屈解析

主塔の面内座屈強度ならびに有効座屈長は、図-2に示すような塔全体を取り出した骨組モデルで弾性座屈解析を行って求めた。図中の〔〕内数値は、有効接線剛性係数法を用いて求められた有効座屈長で、弾性座屈解析の結果とほぼ等しくなっている。

(2) 隅角部のFEM解析

本主塔隅角部の特徴を把握するために、図-3に示す各種モデルにおいて、FEM解析を実施した。図-4にその結果の一部を示す。折れ角を有する主塔隅角部では、梁に作用している大きな軸力が、上柱、下柱の軸力と釣り合い、ウェブには大きなせん断応力が発生せず、このことが通常の直角構造に比べて、シア-ラグによる応力集中を呈していない原因と考えられる。このことから、本主塔隅角部は、曲げモーメントが支配的な、ラーメン隅角部よりも、軸力が支配的なトラス格点と類似した特性を持つ構造といえる。

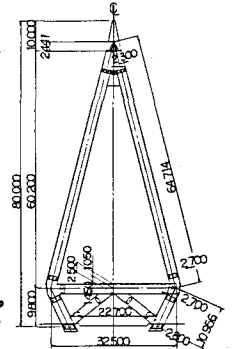


図-1 主塔一般図

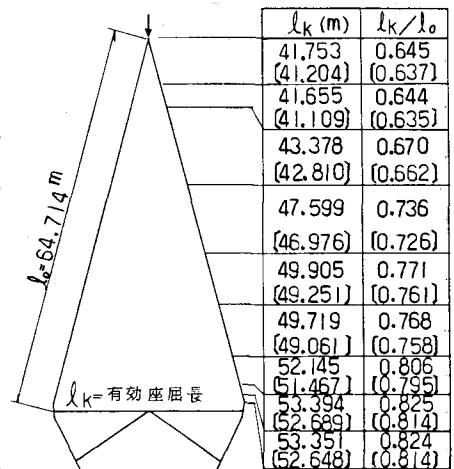


図-2 主塔骨組図と全体座屈解析結果

	モデル名	モデル概要
1	L型隅角部	
2	T型隅角部	
3	折れ角を有する隅角部	

図-3 FEM解析モデル

(3) 隅角部載荷実験

図-5に示す実験供試体を用いて載荷実験を実施した。その結果FEM解析結果の応力度とよく一致しておりシア-ラグによる応力集中は生じなかった。そして、上柱部の局部座屈が発生する前に、隅角部パネルは局部座屈しなかった。また隅角部の局部座屈後も十分耐荷性能があった。

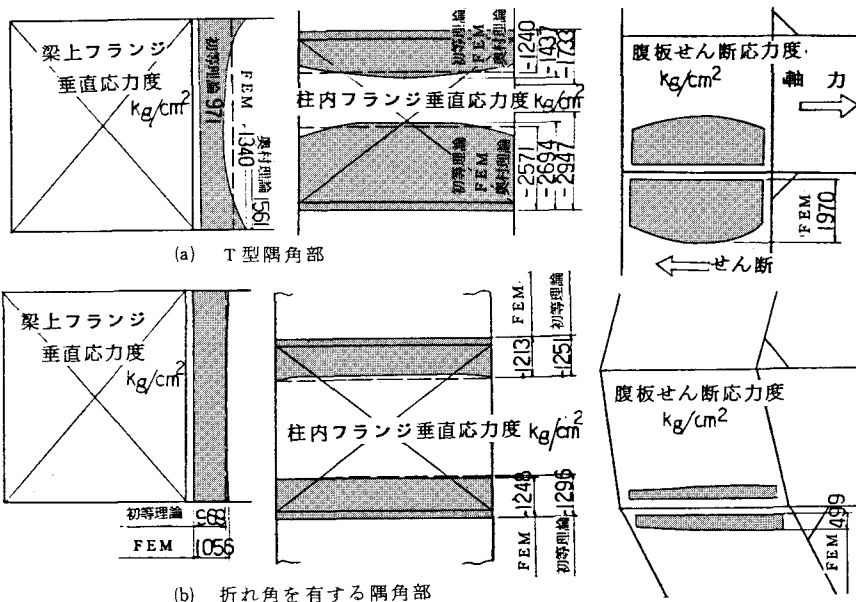


図-4 FEM解析結果

(4) 剛度の変化による上柱耐荷力の変動

隅角部を構成する部材を図-6に示すような弾性換算バネに置換して、上柱を棒部材にモデル化した。さらに、隅角部の局部座屈による耐荷力の低下を隅角部の回転性能の低下と考え、換算バネ定数でモデル化し、その値の変動が座屈荷重に与える影響について解析した。図-6は、換算バネ定数と座屈荷重との関係を示したものである。この結果より本主塔の剛度の变りうる範囲では、バネ定数の変動が座屈荷重に及ぼす影響は、ほとんど無視できることが判明した。このことは、隅角部に局部座屈による耐荷力低下があったとしても、主塔全体の耐荷力にそれほど影響を及ぼすものではないことを示している。

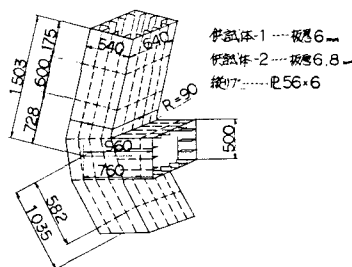


図-5 載荷実験供試体

3. まとめ

隅角部のFEM解析ならびに載荷実験により本主塔隅角部には①シア-ラグによる応力集中は生じない。②また、局部座屈の発生もみられない。③したがって、それが隅角部の剛度低下ならびに耐荷力の低下に結びつくようなこともなかった。また、隅角部の剛度が若干低下したとしても、そのことが上柱の耐荷力に与える影響は、無視できるものであった。

以上のことから、主塔を設計するための面内の有効座屈長には有効接線剛性係数法により得られた結果をもとに、 $lk=0.8l_0$ (l_0 : 上柱長さ)を採用した。

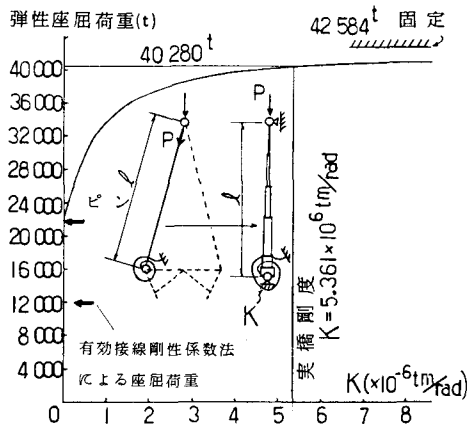


図-6 棒モデル座屈解析

参考文献

- 1) 福本, 宇佐美, 伊藤; 北港連絡橋の主塔の強度に関する基礎的研究, 昭和57年9月, 名古屋大学
- 2) 中井, 亀井, 山上; 北港連絡橋の主塔隅角部のシアラグ解析, 昭和60年5月, 関西支部学術講演会
- 3) 中井, 亀井, 岡部; 北港連絡橋主塔隅角部の耐荷力実験, 昭和60年5月, 関西支部学術講演会