

横浜国立大学 正 員 宮田 利雄

正 員 山田 均

学生員 ○岩崎 郁夫

1. まえがき 近年、土木技術の発展と共に、橋梁の分野においても、その長大化が進んできている。我が国でも現在、本州四国連絡橋などの長大橋架設計画が進んでおり、近い将来に世界最大規模の吊橋が実現しつつある。しかし、そのためには、吊橋の長大化に伴う、死荷重、活荷重、風荷重等の増大に対して、吊橋の構成要素それぞれの剛性を高めるなどの対処が必要となる。本研究では、その超長大吊橋の構成要素の中でも、特に主塔に注目し、中央支間長2000m級超長大吊橋の主塔の独立時の構造特性の検討を行ったので報告する。

2. 解析対象 主塔の剛性増は、吊橋の桁の振れ振動数を増大させる効果があり、ひいては、耐風性の向上につながる事が他の研究で示されている。ここでは試算設計された約300mの超高層吊橋主塔を基本として考え、その塔柱を橋軸直角方向に傾斜させることによって、主塔の面内たわみに対する剛性をいかに高めるか、また、橋軸方向に塔柱をささえる形で部材を取り付けることによって、面外たわみに対する剛性をいかに高めるかを検討した。そして、両者の混合形式を含めて経済性を若干考慮して、より剛性の高い主塔の形式を検討した。

3. 解析方法 剛性の比較検討に際しては、その形式の固有振動数に注目し、それに比例して剛性も高くなるという考えのもとに行った。はじめに、試算設計された超高層吊橋主塔（以後基本主塔と呼ぶ）について骨組みモデル化して固有振動解析を行った。その際正確さを期すために死荷重による各部材に働く軸力を考慮して解析した。さらに図1のように塔基部を橋軸直角方向にそれぞれ5m、7.5m、10m広げた形式、図2のように塔柱に対して橋軸方向に支えとなる部材を前後に取り付ける形式4ケースについて同様の固有振動解析を行った。ここで、橋軸方向に支えの部材を取り付ける場合、その部材は、基本主塔の下部斜材と同じ断面諸元のものと、その2倍の断面積のものをそれぞれのケースについて考えた。経済性に関しては、それぞれのケースの主塔の総重量で比較した。また、それらの混合形式は、全ての組合せではなく、有益であると考えられる混合形式のみを解析した。

4. 解析結果及び考察 塔柱を橋軸直角方向に傾斜させた3ケースの面外たわみ1次、面外逆相ねじれ1次、面内たわみ1次についての固有振動数を表1に示す。明らかに面内たわみ1次の固有振動数が塔基部を広げた方が高くなっており、剛性増の効果が確認される。橋軸方向から塔柱に支えを取り付けた8ケースについての解析結果を図3に示す。横軸にその形式を上段から、取り付け部材の下端部の橋軸方向の開き、部材の塔柱への取り付け位置、断面積の区別を示してある。左側の縦軸は固有振動数で折れ線グラフ、右側の縦軸は主塔の総重量で棒グラフで示してある。この形式では、面外たわみと面外逆相ねじれの剛性を高める目的は、その固有振動数の向上からも認められる。その効果は、支えの部材の下端部が橋軸方向前後に20mより40mにした方が高く、上端部の高さ、つまり塔柱の支えの取り付け位置が高い方が高い。また、断面積が大きい方が効果が高いとも言える。しかし、断面積が大きい方が効果大といっても、当然総重量が大きくなり、経済性に関しては逆効果となる。部材の取り付け方を検討すれば、かなり経済性も追求できると言える。混合形式に関しては、橋軸直角方向に塔基部を広げる場合、むやみに広げることは面外たわみ、面外逆相ねじれに対して逆効果であることから、7.5m広げる形式のみ採用する。橋軸方向に支えを取り付ける形式については、図3で、面外たわみ1次と面外逆相ねじれ1次に対して効果の大きい上位5ケースを採用した。その結果を図4に示す。図3と比べると解るように、塔柱を橋軸直角方向に傾斜させる形式を組み合わせると、面内たわみ1次の固有振動数がかなり向上する。これは混合形式の目的を達成していると判断できる。面外

たわみ1次、面外逆相ねじれ1次の固有振動数については、基本主塔に支えの部材を取り付けたのみの形式に比べ、7.5m塔基部を広げたことによって、予想されたように、混合形式では固有振動数が下がっている。10m広げた混合形式では、より顕著に現れるであろう。主塔の総重量と、面内たわみ1次の固有振動数が、5ケースについてあまり差がないことを考慮すると、橋軸方向に前後40mの位置から塔柱の地上132.4mの位置に下部斜材と同じ断面諸元の部材を取り付けた形式が経済性も考慮して優位なものと判断できる。

5．結論 塔柱を橋軸直角方向へ傾斜させる形式については、面内たわみに対する剛性増に伴い、面外たわみ、面外逆相ねじれに対する剛性が減少することを考慮してその傾斜の程度を決める必要がある。また、塔柱を橋軸方向から支える形式については、その部材を取り付ける形、部材断面諸元を合わせ検討すれば、経済性も含めて、よりよい効果がえられると予想できる。今回は、ごく一部の形式についての解析であったが、今後の課題として斜材の形式などを含めて他の形式についても考えてみる必要があると思われる。

(112)

	面内たわみ1次	面外逆相ねじれ1次	面内たわみ1次
基本主塔	0.1163	0.4381	0.4580
5m広げる	0.1163	0.4314	0.5328
7.5m広げる	0.1161	0.4234	0.5677
10m広げる	0.1159	0.4261	0.6008

表 1

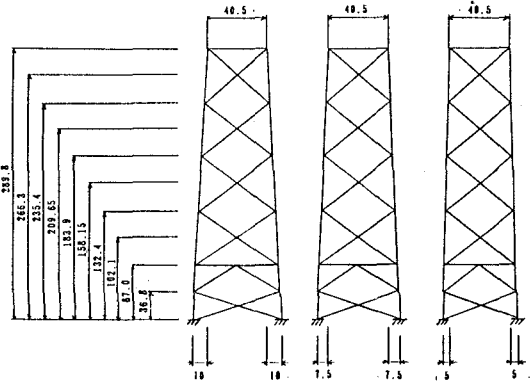


図 1 塔柱を橋軸直角方向に傾斜させた主塔実機

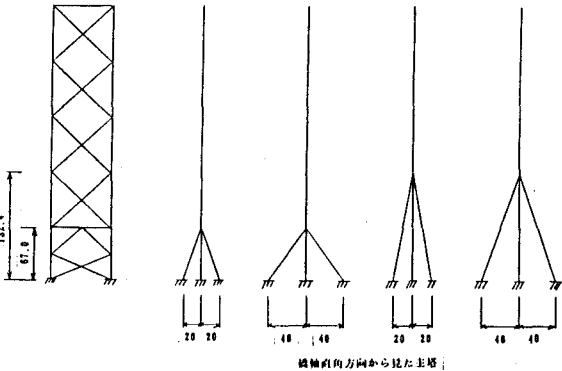


図 2 橋軸方向から塔柱にささえを取り付けた主塔実機

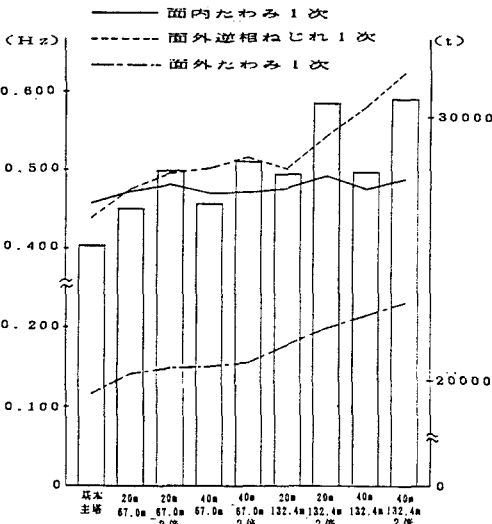


図 3 橋軸方向にささえを取り付けた形式

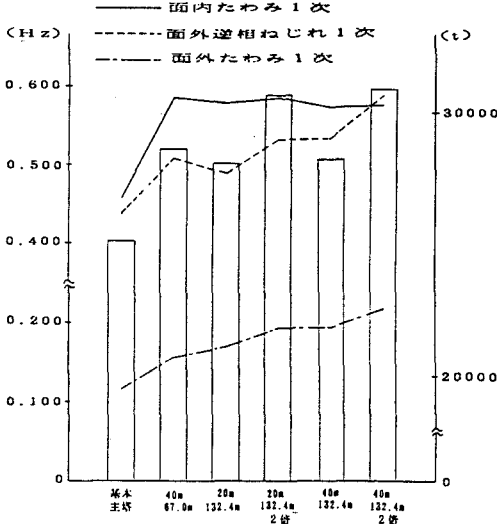


図 4 混合形式