

京都大学 大学院

学生員 濱 若二

京都大学 工学部

正員 山田 善一, 家村 若和

1. 概要

近年、有限要素法が頻繁に用いられるようになったが、その入力データの精粗により対象構造物の諸性質をどの程度正確に表現できるかは、重要な問題となつてきている。本研究では、立体橋梁構造を例にとり、その節点数を変化させ自由度を縮小した場合の影響を、静的解析・固有値解析・応答スペクトル解析の三種の解析より考察し、合理的なモデル化のための資料を提供しようとしたものである。

2. 橋梁構造物のモデル化

本研究で解析の対象とするのは、支間長180mのニールセンのアーチ橋である。そのアーチ部を線形近似し又一部材を一要素とみた場合の節点数は134、自由度は797となる(図1-a)。これをモデル134とする。通常このまま解析するためには、計算機のかかりの記憶容量と計算時間を必要とする。モデル134の上弦材上の節点を裁りさせ、節点数を92、自由度を545としたものをモデル92(図1-b)。さらに図2の破線を示すように、ブラケットを省略し

斜材と下弦材を直結したものをモデル64。モデル64より斜材の一部を省略し、上弦材・下弦材上の節点を裁り、節点数を44、自由度を257としたものをモデル44とした。

構造物の質量は集中質量として、各節点に配分したが、

その集中質量は床版などの鋼橋造以外の部材の質量を加えたもの(記号をH)と、それらを加えず単に鋼橋造のみ考慮したもの(記号をD)、の2種について求めた。

3. 静的解析の結果

図3は、上弦材の面外モーメントを各モデルについて示したものである。節点数の増加にともなう、曲げモーメント図は不連続点の多い、変動幅の小さい曲線となってくる。これは上弦材の要素が長くなり、折れ角が大きくなる、ためであると考えられる。特にモデル134では、それ以外のモデルのような、支点付近の曲げモーメントがスパン中央の曲げモーメントよりかなり大きくなることはない。これは、モデル134に見られる斜材・上弦材・下弦材の囲む構面が、他のモデルでは三角形であるのに対し、台形であるためにより剛性の低い構造物となっているためと考えられ、台形部分の上辺が長い支点付近に、モデル化の差の影響が強く現れているの

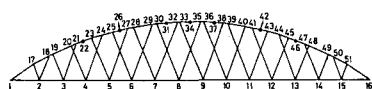


Fig.1-a Model 134

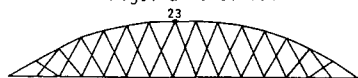


Fig.1-b Model 92, Model 64

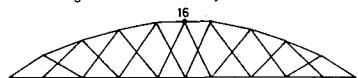


Fig.1-c Model 44

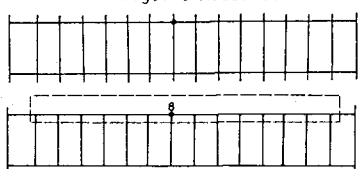


Fig.2

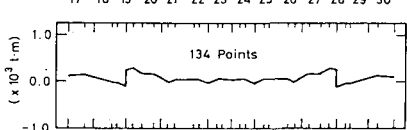
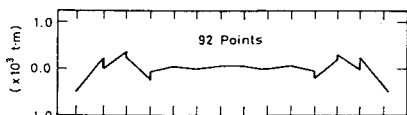
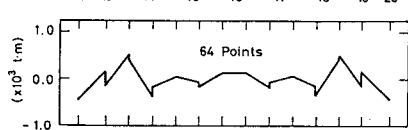
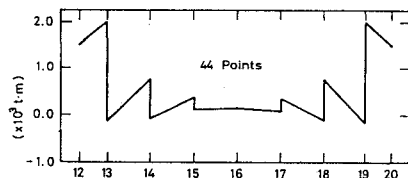


Fig.3 Static Moment

44-M	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
64-M	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
92-M	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
134-M	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
44-D	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
64-D	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
92-D	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
134-D	○	△	●	▲	◐	◑	◒	◓
Model Mode	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th

○ 面外1次モード
△ 面外2次モード
□ 面外3次モード
● 面内1次モード
▲ 面内2次モード
■ 面内3次モード
◐ ◑ ◒ ◓ おじり

Fig.4 Vibration Modes

ではないかと推察される。

4. モード解析の結果

モードの概略を図4に記号を示した。低次のモードでは各ケースともほとんど同じモード形を示すが、次数が高くなるに従い相違が見られるようになり、4次くらいから明らかに2種類のモード形の連成が現れはじめる。しかし、全体的に見て推察できるのは、節点数が増加すれば、複雑なモード形がより低次で現れるようになるということである。

節点数を減らし部材を省略することによって、構造物全体としての剛度は高くなる、と考えるが、このことは図5に示す固有値解析の結果から判断される。即ち、節点数の増加とともに固有周期は長くなり、よりFlexibleな構造物としての特性を示している。これは静的解析の場合と同様に、横面が三角形と台形の違いであることと、ブラケットの省略によって、横桁が構造物全体中でまったく剛性を受けもたなくなるためと、考えられる。

5. 応答スペクトル解析

図6は、応答スペクトル解析中解析結果に最も大きな差が認められる、横桁の部材端の曲げモーメントを示したものである。節点数を64としてブラケットを省略した場合、横桁は単に並進運動するだけで、曲げモーメントは発生していない。図7は、上弦材の面外曲げモーメント図である。静的解析の場合に見られた各ケースの違いは、ほとんど見られなくなる。横支材の等価している節点の値が他に比べかなり大きい。このことは橋梁構造物の動的解析の場合、しばしば行なわれる平面モデルへの変換では、各部材の正確な応力状態を得ることは困難であることを示している。

6. 結論

以上より、次のような結論が得られる。1) 固有値解析・応答スペクトル解析による橋軸方向の部材の応力の概略は、節点数を半分に

にした64節点でも得ることができる。2) 橋軸直角方向の部材の解析は節点数92以上ないと正確に実行できない。3) 部材を省略した場合、部材剛性を残りの部材に、再分配する方法がとれがちであるが、むしろ省略される部材の性質を考え、構造物全体の振動特性が正確に反映されるよう、配慮すべきであると考えられる。

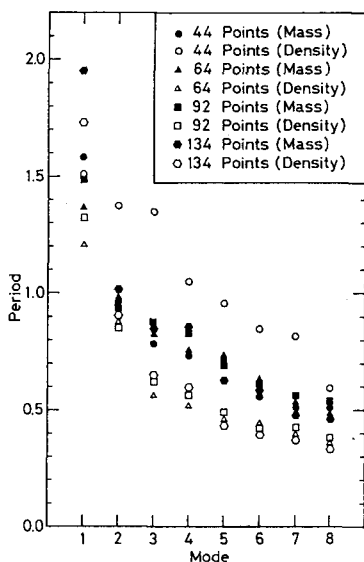


Fig.5 Natural Period

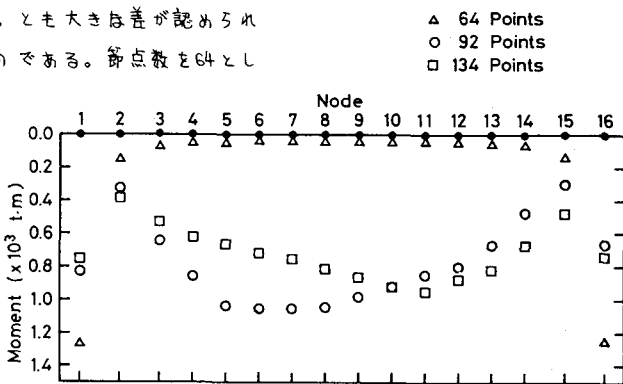


Fig.6 Maximum Moment of Cross Section

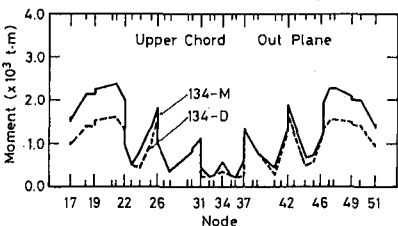
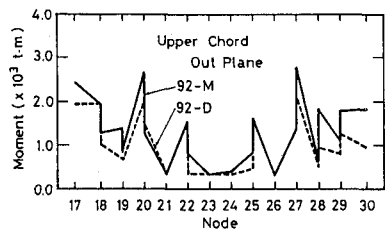
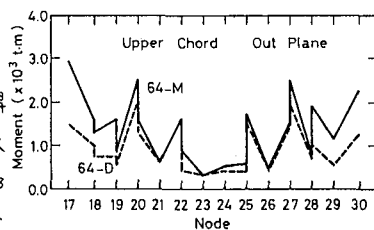


Fig.7 Maximum Moment