

トラス系構造物の立体解析における変位自由度の選択について

大阪大学工学部 正 員 小松定夫

大阪大学工学部 正 員 西村宣男

大阪大学大学院 学生員 ○ 芦原栄治

1. まえがき 最近の電子計算機の進歩により、記憶容量、演算速度が向上し、より大規模な構造物を解析することが可能となってきたが、多節点骨組構造物に対して一般の剛性マトリックス法を適用する場合には経済性に問題がある。そこで、本法では、解析に必要な容量および計算時間の節減を図るために、構造モデルの変位の自由度を工学的見地から適当に低減するものである。これにより、さらに経済的な解析が可能となり、設計に際してのReanalysisや非線形問題、固有値問題など、繰返しを要する計算への適用に、多いに効果を発揮するものと思われる。ここでは、この考え方に基づく自由度低減手法と、各種トラス系構造物へ適用する際の変位の選択の仕方について説明する。

2. ブロック変形法 全体構造系をいくつかのブロックに分割する。1つのブロック内で隣接するブロックと連結している節点 open node と、連結していない節点 closed node に、節点を分類する。ブロックに含まれる部材から、ブロック剛性マトリックスを作成した後には closed node の変位未知量を condensation により消去する。橋梁では、ブロックは1個あるいは複数のパネルから構成されるため、open node は、対傾構を含む断面の変形特性を表わす代表節点となり、ブロックの両端2断面に設けられている。1断面の open node の個数は、吊橋では6であり、トラス

図-1 節点変位

橋では4である。4の場合の節点変位は図-1に、一般化変位は図-2に示す。ここでRepresentation¹⁾を導入する。文献1)と異なる点は、節点の回転ベクトルに関する一般化変位 $r_1 \sim r_{12}$ を考慮した点である。ここで、 $r_1 \sim r_4$ は断面内局部曲げモード、 $r_5 \sim r_8$ は横げたの軸方向局部曲げモード、 $r_9 \sim r_{12}$ は垂直材の軸方向局部曲げモード、で、それぞれ対称、反対称モードから成る。これらの一般化変位を導入したことにより、剛節骨組構造物にも適用できるようブロック変形法を改良した。トラス系構造物の中で、節点の回転ベクトルの考慮が必要になる場合についても、変位自由度を低減することにより、容量および計算時間の節減が可能となる。ただ、問題点は、工学的に許容しうる精度で、できるだけ変位自

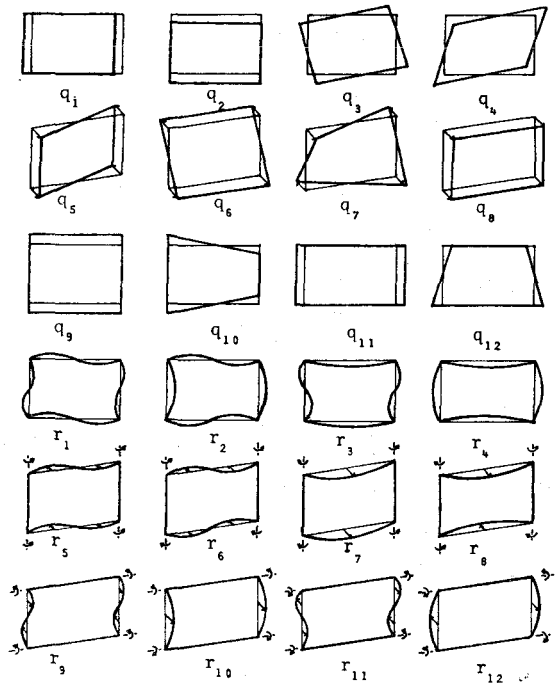


図-2 一般化変位

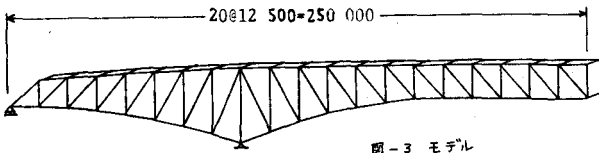


図-3 モデル

自由度を低減するために、変形に対する影響が小さく、無視しうる一般化変位を選択する点である。このため、適用する荷重状態に応じて変形特性を把握し、自由度を順次低減し、変位、部材力がどのように変化するかを調べた。

3. 解析例

ここでは、変高連続トラス橋の解析例を取上げる。構造、荷重の対称性から半分について解析した。荷重状態は、①風荷重全載、②鉛直偏心荷重全載、の2ケースで、図-4に示した低減段階による代表点の変位と部材力の精度の変化は図-5、図-6に示す。また、低減にともなう容量、計算時間の比較は表-1に示す。ここで吊橋の場合²⁾と比較して低減の割合が顕著でないのは、今回は骨組構成をできるだけ実橋に近づけたため、ブロッック剛性マトリックスの容量が大きくな

った点、および、condensation に計算時間を多くとらせたためである。なお図-3のモデルは25ノード、65部材である。しかし、この程度の低減でも繰返し計算ではその効果は大である²⁾。

4. 結論

図-5、図-6から、変高連続トラス橋の場合には、水平横荷重、鉛直偏心荷重ともに11自由度まで低減できることがわかった。さらに、水平横荷重全載荷の場合には、

- ①ランガートラス橋で9自由度 ②アーチ橋で6~7自由度 ③平行弦トラス橋で5~6自由度まで、それ以上変位自由度を低減可能なことがわかった。

なお ①回転に関する一般化変位を考慮しなければならないのは、どのような橋梁の場合なのか、②また、その理由は何か、など、詳細については当日発表する。なお、使用した計算機は 阪大 NEAC 2200-700 である。

参考文献 1) 小松・西村・中川 m_1 : 全体系剛性マトリックス

架設中吊橋の立体有限変形に m_2 : 全必要量

ついて 年講 I-36 昭51

t_1 : 変位計算まで t_2 : 以後 全必要量

2) 小松・西村・中川 風荷重を受ける長大吊橋の有限変形立体解析 関西支部 I-30 昭52

3) 小松・西村・大前 横方向地震力を受けるトラス橋の動的応答特性について 年講 昭52

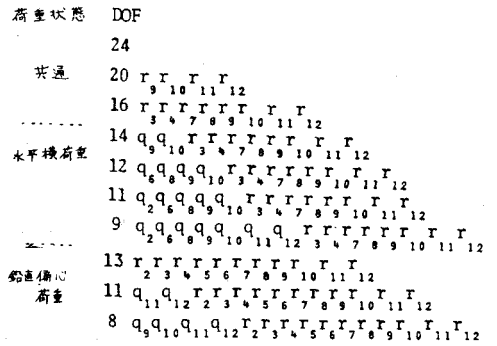


図-4 無視した一般化変位

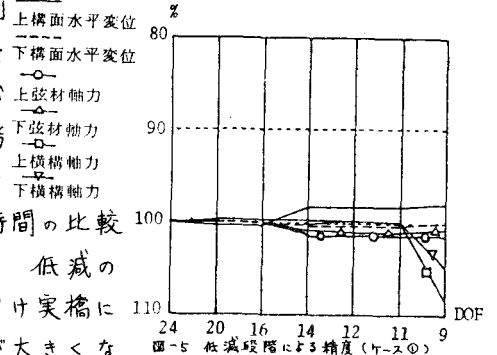


図-5 低減段階による精度(ケース①)

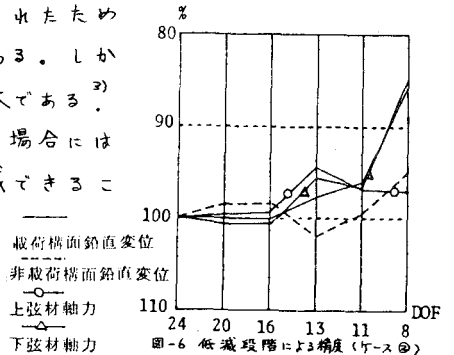


図-6 低減段階による精度(ケース②)

表-1 自由度低減にともなう容量と計算時間

DOF	Memory size			CPU time		
	m_1	m_2	%	t_1	%	t_2
24	24600	81085	100.0	104.9	100.0	126.4
20	17220	73652	90.8			
16	11152	67534	83.3	99.8	95.1	121.4
14	8610	64967	80.1			
13	7476	63819	78.7	98.1	93.5	119.7
11	5424	61744	76.1	97.1	92.6	118.6
10	4532	60837	75.0			
9	3720	60011	74.0	94.0	89.6	115.5
8	2988	59267	73.1	93.6	89.2	115.0
7	2320	58588	72.3	93.4	89.0	114.8
6	1736	57991	71.5	93.1	88.8	114.5
5	1248	57490	70.9	92.5	88.2	113.8

words

seconds