

北海道大学	正員	渡辺	昇
岩手大学	正員	宮本	裕
北海道大学	正員	林川	俊郎

1. まえがき

主桁および横桁本数が数十本というような多主桁並列の格子桁構造物をマトリックス法（直接剛性マトリックス法）を用いて解析する場合、節点数が数十、数百となり非常に大きな多元連立方程式を解く必要が生じる。したがって、大型電子計算機の使用可能な容量を越える場合には、連立方程式の元数を小さくする工夫を必要とする。特に格子桁構造物に2軸対称性があるならば、その格子桁全体の4半部分を解析することにより、全体の変位および応力を計算することが可能であり、また、電子計算機の容量も約4分の1に縮小できる。以下に、その解析方法について説明したい。

2. 2軸対称格子桁の剛性マトリックス解析法の概要

2-1. 2軸対称格子桁の分類

2軸対称の格子桁を、主桁および横桁の本数の組み合わせにより、図-1のように4つの型に分類することができる。

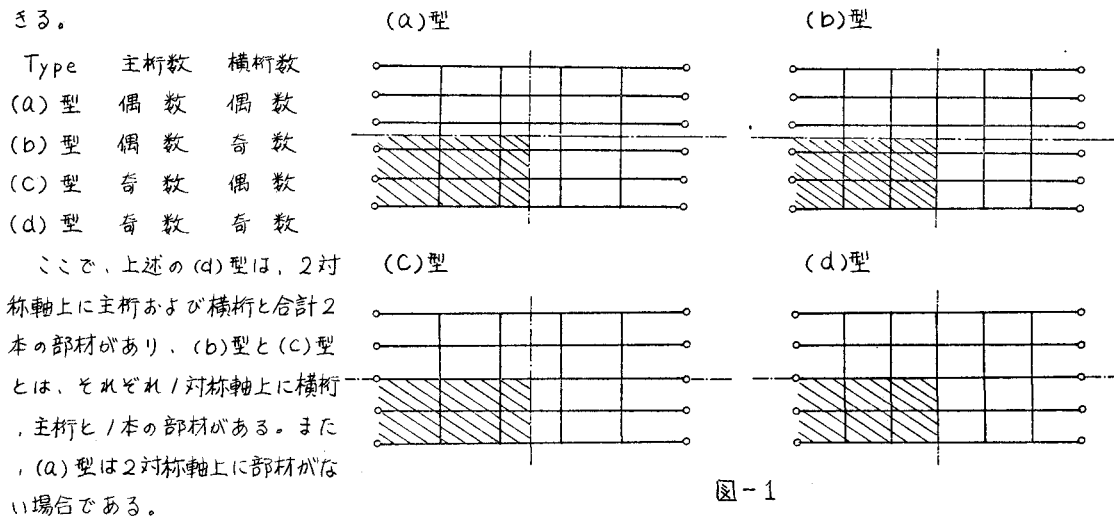


図-1

2-2. 各組荷重状態

図-2に示すような2軸対称格子桁の任意の節点に集中荷重 P が作用する場合について考える。この格子桁を解析するために、図-4に示すような等価節点力 $P/4$ が作用する各組荷重状態 w_{11} , w_{21} , w_{12} , w_{22} について考える。

2-3. 解析方法

前述の各組荷重状態 w_{11} , w_{21} , w_{12} , w_{22} の変位および応力の解析は、図-4の右側に示すような4半分の格子桁において、2対称軸上の u 辺、 v 辺の節点に適當な境界条件を考慮することにより、解析できる。その境界条件を整理して表示すると、図-3のようになる。ただし、 ν はたわみ、 β はたわみ角、 θ はねじり角を示し、○印はその節点変位の拘束を意味し、×印はその節点変位の自由を意味してい

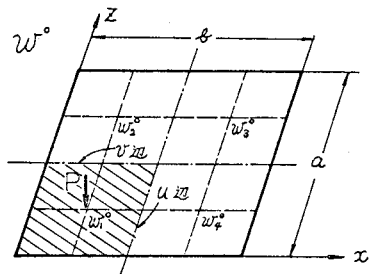


図-2

境界辺	u 辺			v 辺		
節点変位	たねみ	たねみ角	ねじり角	たねみ	たねみ角	ねじり角
組荷重状態	v	β	θ	v	β	θ
状態 w_{11}	X	O	X	X	X	O
状態 w_{21}	X	O	X	O	O	X
状態 w_{12}	O	X	O	X	X	O
状態 w_{22}	O	X	O	O	O	X

図-3

る。また、前述の(b), (c), (d)型のように2対称軸上に主桁および横桁の部材要素がある場合には、その部材要素の曲げ剛性およびねじり剛性を1/2に低減することにより解析できる。

以上の条件より、4半部分の格子桁の変位および応力が求められると、各組荷重状態の値を重ね合わせることにより、図-2に示すような原形 w^0 の変位および応力が求められる。その式は次のとおりである。

$$w_1^0 = P/4 \cdot (w_{11} + w_{21} + w_{12} + w_{22}) \quad (1)$$

$$w_2^0 = P/4 \cdot (w_{11} - w_{21} + w_{12} - w_{22}) \quad (2)$$

$$w_3^0 = P/4 \cdot (w_{11} - w_{21} - w_{12} + w_{22}) \quad (3)$$

$$w_4^0 = P/4 \cdot (w_{11} + w_{21} - w_{12} - w_{22}) \quad (4)$$

また、図-2に示すような任意の集中荷重 P が、特別

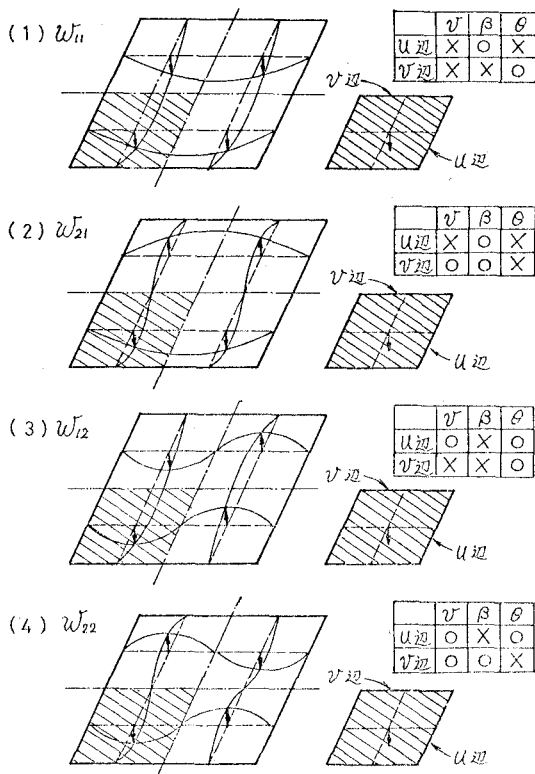


図-4

な場合として図-5、図-6に示すように、1対称軸上に集中荷重 P が作用する場合、2対称軸の交点に集中荷重 P が作用する場合も同様にして解析できる。つまり、図-5は組荷重状態 w_{11} , w_{12} または w_{21} の値を重ね合わせることにより、図-6は組荷重状態 w_{11} の値より解析できる。さらに、ここでは主桁、横桁ともに曲げ剛性、ねじり剛性のある場合について考えたが、曲げ剛性のみを考慮する格子桁についても解析できる。

3. あとがき

以上のことから、2軸対称格子桁の剛性マトリックス解析法により、建造物の対称性を利用することによって、格子桁全体をその4半分に簡便化し解析することができた。

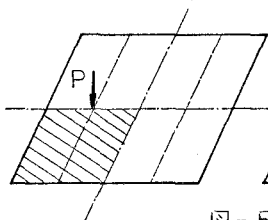


図-5

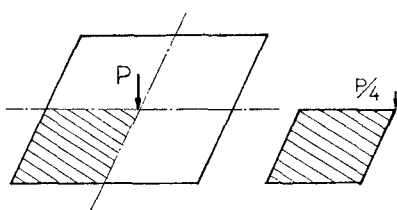


図-6

また、この解析手法とBand-Matrix法(消去法)を併用することにより、北海道大学大型電子計算機FACOM M230-60を使用する場合、節点数が千数百の格子桁まで解析が可能となった。具体的な解析例については、当日スライドで発表した。

参考文献

- (1) 渡辺、薄木、日野; 対称性のある骨組構造の変形法による解析手法の研究(第1報), 土木学会北海道支部, 研究発表論文集, 昭和44年度