

## 8.3

## バンド幅の縮小

(1)剛性行列の容量 有限要素法では、節点数の2乗に比例する剛性行列になりますので、節点数が多くなると、剛性行列の容量をいかに抑えるかが重要です。なるべく少ない容量にするには、以下の方法があります。

- ① 応力変化が少ないと予想される部分の要素分割を大きめにとることで、全体の節点数を少なくする。
- ② バンドマトリックスのバンド幅を少なくするよう節点番号の付け方で工夫する。

上記①については「7.1 (3) 要素分割」で述べたとおり、ある程度経験や慣れが必要です。上記②について簡単な例を図8-4に示します。

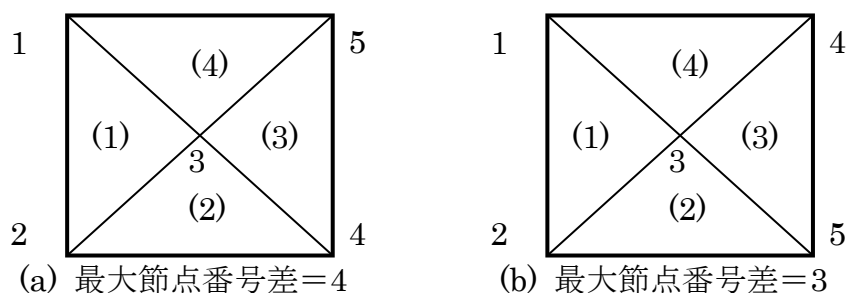


図8-4 節点番号による最大節点番号差の違い

図8-4(a), (b)の節点番号差の最大値とバンド幅は次のようになります。

- (a) 節点番号差最大値 4 (要素(4))      バンド幅 =  $2 \times (4+1) = 10$   
 (b) 節点番号差最大値 3 (要素(2), (4))      バンド幅 =  $2 \times (3+1) = 8$

簡単な例ですので、バンド幅の差は高々2となりますが、要素数が多くなると節点番号の付け方によって大きな違いが出てきます。場合によっては、言語処理系で許される配列の大きさを超えてしまって、実行不能になってしまいます。

す。ただし、要素内には3つの節点がありますから、どれかひとつを代表として選ぶ必要があります。

ちなみに、3点のうち最小の節点番号を持つ節点を選択することで、上記の処理を行うと、はじめはバンド幅が広がってしまいましたが、何回か繰り返すとバンド幅が狭くなる傾向にあります。実際、図8-5のデータに対して、繰り返し並替えを行うと、以下のようにバンド幅は26に収束します。

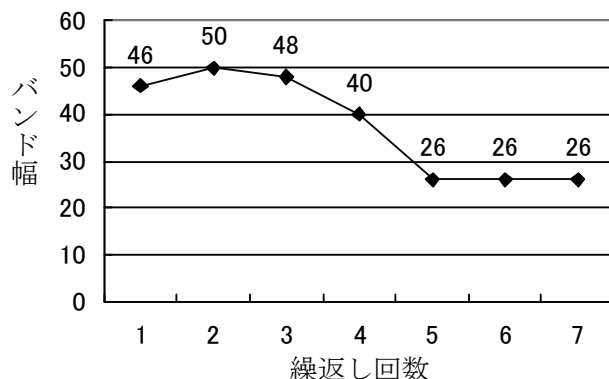


図 8-6 並び替えによるバンド幅の変化 (その 1)

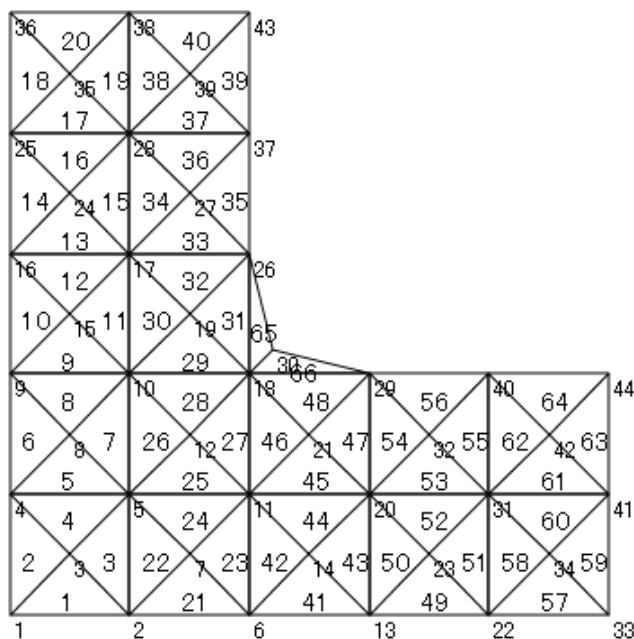


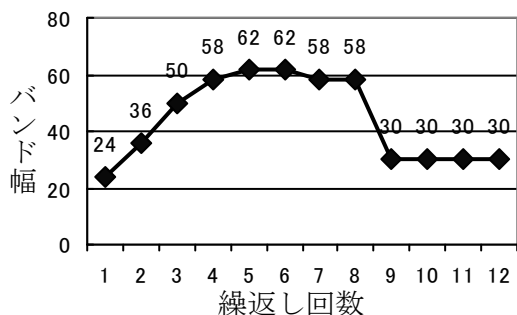
図 8-7 収束したときの節点番号

バンド幅が26に収束したとき、図8-7のように左端からほぼ同心円上の節点が優先されているように番号付けされています。すなわち、このような順序で番号付けを行うとバンド幅が狭くなります。逆に言うと、元々このような順序で節点番号が付けられている場合、本手法によるバンド幅の縮小は

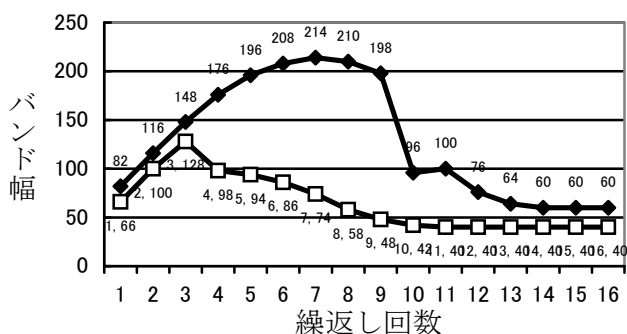
### 8.3 バンド幅の縮小

望めないこととなります。たとえば、「7.2 節(5)空孔の周りの応力集中」で示した例に適用すると、図 8-8(a)のように、収束したバンド幅は、最初の 24 から 30 に増えています。一方、7.2 節の片持ち梁、地形形状で実行すると図 8-8 の(b)のようにバンド幅は縮小しています。

いずれにしても、本処理は、後から節点を追加せざるをえないとき、単純に大きい節点番号を付けて要素を追加したとき、実行可能なバンド幅に縮小することが目的です。したがって、最適な結果から多少ずれてはいますが、追加後の実行可能バンド幅に縮小するという目的に沿えば、有用な結果であると結論付けることができます。



(a) 同心円の順序に節点番号が割り当てられている場合



(b) Y 方向-X 方向順序に節点番号が割り当てられている場合

図 8-8 並び替えによるバンド幅の変化 (その 2)

#### (4) プログラム

プログラムを作成する前に、チェック用として「最適化用」と名づけられたシートを用意しておきます。

①データ型の宣言      これまで示したプログラムと同様のユーザ定義型を宣言します。

List 8-28 ユーザ定義型の宣言

```
Public Type Point_Data
  X As Double
  Y As Double
End Type
Public Type Element_Data
  P1 As Integer
  P2 As Integer
  P3 As Integer
End Type
```