



## 基礎 9 9 話 No.3 固定法の表と反復計算

付 21 話参照  
ex75\_1

今回も固定法の説明の続きである。前回では表 2 を用いて、表内の各欄の役割について説明した。今回は不釣合モーメントの解放を行う反復法についてお話しする。

骨組の形状を描き、その中に表を配置するわけであるが、表 2 に見られるように、節点  $i$  に対し、左より、左側の梁、下の柱、また右より、上の柱、右の梁となっている。最後には、この節点に働く外力もしくは不釣合モーメントを記入する欄がある。骨組の全ての節点で、この配置で表が描かれると反復計算に都合が良い。

表 2 節点に十字型に結合する部材の固定法の表  
節点  $i$

	左梁	下柱	上柱	右梁	外力
DF	0.2	0.3	0.3	0.2	
FEM	50			-100	50
D1	10	15	15	10	
C1	5	2.5	2.5	5	-15
D2					
C2					
D3					
C3					
D4					
計					

表 3 到達モーメント

節点 $i$						節点 $j$				
	左梁	下柱	上柱	右梁	外力		左梁	下柱	上柱	右梁
DF										
FEM										
D1										
C1										
D2										
計										
節点 $m$						節点 $n$				
	左梁	下柱	上柱	右梁	外力		左梁	下柱	上柱	右梁
DF										
FEM										
D1										
C1										
D2										
計										

表 2 を使用して、先に説明した解析手順を復習し、且つ注意点を述べる。分割率は、有効桁で四捨五入を行って設定するが、その際、節点で分割率の和が、1 となるように設定すべきである。なぜなら、分割モーメントは分割率と不釣合モーメントを掛けて求めるため、分割率の和が 1 でないと得られた結果に増減が生じ、計算を繰り返すと誤差が集積するからである。

最初の不釣合モーメントは、FEM 欄の基本応力の和で表される。この時、節点でのモーメントが釣合っていないと不釣合モーメントが発生する。この不釣合モーメントを打ち消すために、逆のモーメントを外力

として、表 2 の網掛けの欄に記入する。無論、節点にモーメント外力が加わっている場合は、この欄に足し込むことになる。

次に、この不釣合モーメントを解放するために、この外力を分割モーメントとして分配する。分割モーメントは、この外力モーメントに各部材の分割率を掛け、所定の D1 の欄に記入する。次に、各部材の分割モーメントに到達率の 0.5 を掛け、到達モーメントを計算する。その到達モーメントの値を他端の C1 欄に記入する。

各材端モーメントを表 3 のように配置すると、規則的に到達モーメントを記入できる。例えば、節点  $i$  と  $j$  間の梁では、互いの分割モーメントから矢印のように到達モーメントを、同じく、節点  $m$  と  $n$  間の梁でも、同様の方法で到達モーメントを表に記入できる。また、節点  $m$  と  $i$  間の柱では、矢印のように到達モーメントを記入でき、分かり易い。

到達モーメントが設定されると、各節点では、またもや不釣合状態となる。ここでは、不釣合モーメントは、各部材の材端モーメントの和で与えられ、表 2 では、FEM から C1 欄までの全ての値の和をとることによって与えられる。ただし不釣合モーメントの分割で D1 までの値の総和はゼロとなり、従って、到達モーメント C1 の欄を足すことで不釣合モーメントが得られる。表 2 では、C1 の欄の和が 15.0 となり、外力の項には、逆方向の外力モーメントとして、-15.0 がセットされる。後は、この値を D2 の項に分割モーメントとして分配することになる。この一連の処理を反復して、不釣合モーメントが小さくなるまで実行する。不釣り合いモーメントが収束した後、FEM の欄から最終欄まで和を取り、計に記入する。部材荷重がある場合、単純梁の基本応力状態を重ね合わせることで、実際の応力状態が決定されることになる。

反復計算は次の順序で行う。

**1 : 初期設定**

1. 骨組の形状に合わせて表の作成、特に青色欄を作成する
2. 節点毎に分割率を記入
3. 符号に注意して、部材荷重固定端モーメントを FEM 欄に記入
4. 各節点の FEM 欄の和をとり、符号を替えて FEM 欄外力項に記入(不釣合節点モーメントの初期値となる)

**2 : 不釣合節点モーメントの解放処理**

1. 前回の C\*欄外力項の不釣合節点モーメントに分割率を掛け、分割モーメントを D\*に記入
2. 各部材の他端 C\*欄に  $0.5 \times$  分割モーメントの値を記入

**3 : 不釣合節点モーメントの計算**

- 各節点で C\*欄の和をとり、符号を変えて不釣合節点モーメントとして、C\*欄の外力項に記入

**4 : 収束判定**

- 外力項の不釣合節点モーメントが収束閾値を下回ると反復終了。収束しない場合は 2 へ戻り、収束するまで反復処理を行う。

**5 : 最後の不釣合節点モーメントの解放**

- 前回の、C\*欄の外力項の節点不釣合モーメントに分割率を掛け、分割モーメントを D\*に記入

**6 : 収束後処理**

- 各項で FEM 欄から最後の D\*欄まで和をとり、計に記入。この値が材端モーメントとなる。

**1) 両端固定支持の連梁**

ex75\_1

簡単な例題を用いて、固定法の解析手順を演習する。次に示す端部が固定支持された連梁の応力解析を、固定法を用いて実行し、曲げモーメント図、せん断力図を描く。同図から分かるように、未知変数として節点 2 の回転角のみであり、固定法では一回の不釣合モーメントの解放で解が得られる。

標準剛度を  $K_0 = 2EI_b / l$  とし、2 部材の剛比は部材①、②共に 1 となる。次に、部材②における基本応力を求める。基本応力は梁中央に集中荷重を受ける場合である。

$$C = \frac{Pl}{8}; \quad M_0 = \frac{Pl}{4} = 2C; \quad Q = \frac{P}{2} \quad \dots\dots(10)$$

以降の解析は次回とする。

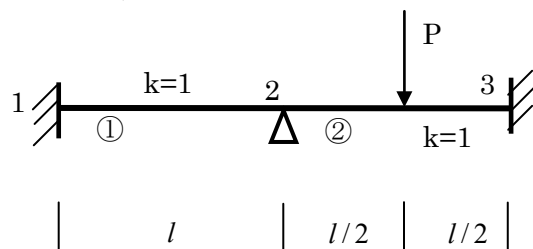


図 4 両端固定支持の連梁