

13-1 節 不静定次数

予習

1. 構造力学における構造物の静定, 不静定や安定, 不安定について

構造物 (例えば, はり) に外力としての荷重が作用すると, その内部には内力 (断面力, 部材力) が生じ, 構造物を支える場所 (例えば, はりの支点) では構造物に対して支点反力が働く (何故, 支点反力が働くのかは, 次問 2 を参照)。

このとき, 3 つの力のつり合い条件式 (水平方向の力のつり合い  $\sum H = 0$ , 鉛直方向の力のつり合い  $\sum V = 0$ , 任意点周りのモーメントのつり合い  $\sum M = 0$ ) を用いて, 与えられた外力 (荷重) に対し, すべての支点反力や内力 (断面力, 部材力) を求めることができる場合, その構造物は「静定」と呼ばれる。それに対し, 求めるべき支点反力や内力の数が 3 つのつり合い条件式より多く, つり合い式だけではすべての支点反力や内力が決定することのできない構造物を「不静定」と呼ぶ。そして, これらの構造物は「安定」である。

また, 求めるべき支点反力や内力の数が, つり合い条件式より少ない場合には, 支点反力や内力は未定となるので, こうした構造物は「不安定」であるという。

2. 構造物を支える点で支点反力が生じる理由

上記 1 のように, 構造物に外力 (荷重) が作用するとき, それを支える支点では, 構造物から支点を介して支持地盤などへ力を及ぼしている。構造物を主体として観ると (構造物を自由物体と考えると), 構造物には外力が作用し, 同時に構造物が支点に及ぼしている力の反力としての抗力 (これを支点での支点反力という) が, 支点から構造物へ作用することになる。

演習問題 A

13-1-A1

- (1) 反力数  $r = 2$ , 中間ヒンジ数  $h = 0$  → 不静定次数  $n = r - 3 - h = -1$ , 不安定
- (2) 反力数  $r = 3$ , 中間ヒンジ数  $h = 0$  → 不静定次数  $n = r - 3 - h = 0$ , 安定・静定
- (3) 反力数  $r = 5$ , 中間ヒンジ数  $h = 0$  → 不静定次数  $n = r - 3 - h = 2$ , 安定・2 次不静定
- (4) 反力数  $r = 4$ , 中間ヒンジ数  $h = 0$  → 不静定次数  $n = r - 3 - h = 1$ , 安定・1 次不静定

13-1-A2

- (1) 反力数  $r = 3$ , 中間ヒンジ数  $h = 0$ , 部材数  $m = 17$ , 節点数  $j = 10$ 
  - 外的不静定次数  $n_e = r - 3 - h = 0$ , 安定・外的静定
  - 内定不静定次数  $n_i = r + m - 2j = 0$ , 安定・内的静定
- (2) 反力数  $r = 3$ , 中間ヒンジ数  $h = 0$ , 部材数  $m = 25$ , 節点数  $j = 14$ 
  - 外的不静定次数  $n_e = r - 3 - h = 0$ , 安定・外的静定
  - 内定不静定次数  $n_i = r + m - 2j = 0$ , 安定・内的静定

演習問題 B

13-1-B1

- (1) 反力数  $r=5$ ，中間ヒンジ数  $h=1$  → 不静定次数  $n=r-3-h=1$ ，安定・1次不静定  
(2) 反力数  $r=5$ ，中間ヒンジ数  $h=0$  → 不静定次数  $n=r-3-h=2$ ，安定・2次不静定  
(3) 反力数  $r=6$ ，中間ヒンジ数  $h=0$  → 不静定次数  $n=r-3-h=3$ ，安定・3次不静定  
(もし，鉛直荷重しか作用していない場合には，  
反力数  $r=4$ ，中間ヒンジ数  $h=0$  → 不静定次数  $n=r-3-h=1$ ，安定・1次不静定)  
(4) 反力数  $r=6$ ，中間ヒンジ数  $h=0$  → 不静定次数  $n=r-3-h=3$ ，安定・3次不静定

13-1-B2

- (1) 反力数  $r=4$ ，中間ヒンジ数  $h=0$ ，部材数  $m=7$ ，節点数  $j=5$   
→ 外的不静定次数  $n_e=r-3-h=1$ ，安定・外的1次不静定  
内定不静定次数  $n_i=r+m-2j=0$ ，安定・内的静定  
(2) 反力数  $r=3$ ，中間ヒンジ数  $h=0$ ，部材数  $m=6$ ，節点数  $j=4$   
→ 外的不静定次数  $n_e=r-3-h=0$ ，安定・外的静定  
内定不静定次数  $n_i=r+m-2j=1$ ，安定・内的1次不静定  
(3) 反力数  $r=3$ ，中間ヒンジ数  $h=0$ ，部材数  $m=8$ ，節点数  $j=5$   
→ 外的不静定次数  $n_e=r-3-h=0$ ，安定・外的静定  
内定不静定次数  $n_i=r+m-2j=1$ ，安定・内的1次静定  
(4) 反力数  $r=4$ ，中間ヒンジ数  $h=0$ ，部材数  $m=16$ ，節点数  $j=9$   
→ 外的不静定次数  $n_e=r-3-h=1$ ，安定・外的1次不静定  
内定不静定次数  $n_i=r+m-2j=2$ ，安定・内的2次不静定

13-1-B3

- (1) 反力数  $r=4$ ，中間ヒンジ数  $h=1$  → 不静定次数  $n=r-3-h=0$ ，安定・静定  
(2) 反力数  $r=4$ ，中間ヒンジ数  $h=0$  → 不静定次数  $n=r-3-h=1$ ，安定・1次不静定  
(3) 反力数  $r=7$ ，中間ヒンジ数  $h=0$  → 不静定次数  $n=r-3-h=4$ ，安定・4次不静定