

設計入門 I

2013. 10. 25
T. Y.

1. まえがき

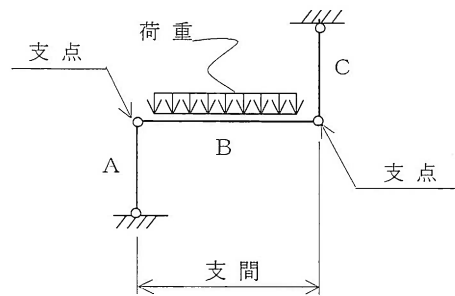
当社の業務は主に設計計算と作図にあるが、誰もが業務範囲を限らずに両方出来ることが望ましい。

多くのフレッシュマンを迎えたこの機会に、構造設計の入り口を覗いてみる。日ごろ関わりを持つ構造物の設計は、力の釣合が基本となっている。ここでは力学への第一歩との観点から時間のファクターをはずした静的な釣合の話をする。

2. 構造物が受ける作用力

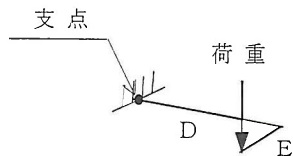
我々の設計の対象とする構造物には、自動車・列車・人などが載荷される。ここで構造物の立場からみると、載荷物によって以下に示すような作用を受けている。それは「押される」「引かれる」「曲げられる」「ねじられる」「切られる」である。上記作用を我々の共通用語では、それぞれ「圧縮力」「引張力」「曲げモーメント」「ねじりモーメント」「せん断力」と言う。これらの作用力を図にしてみると以下のようになる。

① 用語を知る



部材：Aは、圧縮力を受けている。
部材：Cは、引張力を受けている。
部材：Bは、支間中央で曲げモーメントを受け、支点近傍でせん断力を受けている。

上図の白丸は、部材間のヒンジ結合を示し、下図黒塗りの支点は、剛結支点を表す。

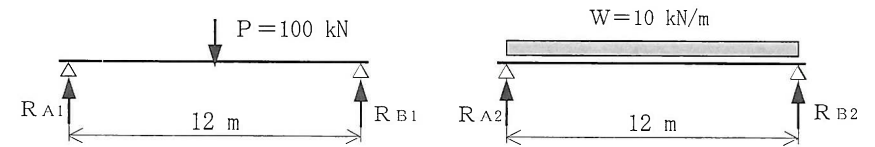


部材：Eは、部材：Dとの結合点においてせん断力と曲げモーメントを受ける。
部材：Dは、支点位置において最大の曲げモーメントを受け、部材全長に亘り均一のせん断力とねじりモーメントを受けている。

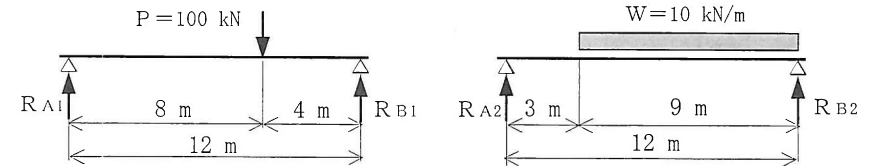
出てきた言葉：「支点」「荷重」「圧縮力」「引張力」「せん断力」「曲げモーメント」「ねじりモーメント」「ヒンジ結合」「剛結」

② 反力の算定

下図のようなビーム（桁）に対称に荷重が乗っている場合の反力は、全荷重の1/2であるから2つの梁の反力：Rは、それぞれ 50 kN、60 kNとなる。



しからば、下図のように左右対称でない荷重に対する反力は如何ほどか？



単純桁における反力を知るには、力の釣合式が有効である。

構造物が静止しているのであるから、総作用力と総反力は等しい。つまり符号を考慮すれば荷重と反力の和はゼロである。また回転を起こしていないのだからA支点回りの回転作用力はゼロである。

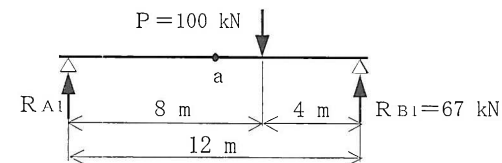
ゆえに左図では、 $100 \times 8 + 12 \times R_B = 0$ より、 $R_B = 800 / 12 = 67$ kN を求められる。右図では、 $R_B = 10 \times 9 \times 7.5 / 12 = 56$ kN が求まる。

③ 断面力

構造物を設計するためには、それを構成する部材に生ずる断面力を知る必要がある。

・せん断力

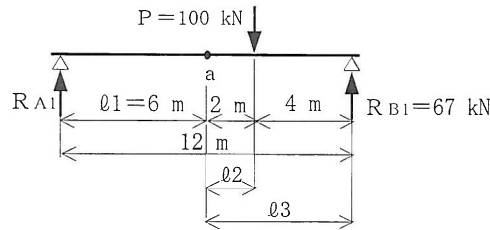
部材を切断する力であって、着目する点の左右どちらかの荷重の和である。もちろんどちらかで計算しても同じ値が得られる。



上図 a 点に作用するせん断力は R_A に等しく、釣合式から $S_a = R_A = 33$ kN を求めてもいいし、右から $S_a = P - R_B = 100 - 67 = 33$ kN としてもよい。

・ 曲げモーメント

部材を曲げようとする力で、作用力に距離を乗じて求める。

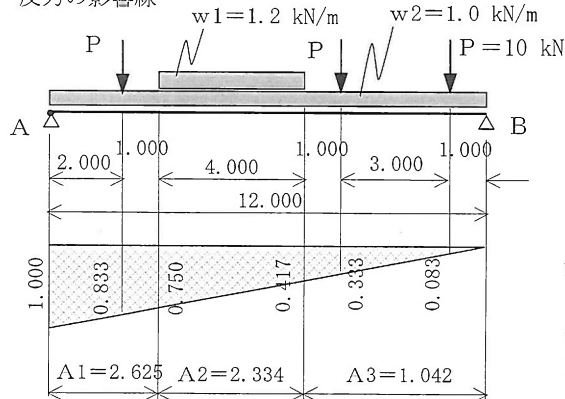


上図 a 点に作用する曲げモーメントは R_A に距離を乗じて、 $M_a = R_A \cdot l_1 = 33 \times 6 = 200 \text{ kN}\cdot\text{m}$ を求めてもいいし、右側の荷重を用いて $M_a = R_B \cdot l_3 - P \cdot l_2 = 67 \times 6 - 100 \times 2 = 200 \text{ kN}\cdot\text{m}$ としても良い。

④ 影響線の活用

ある着目点の受ける影響は、せん断に限らず、反力・曲げモーメント・たわみなど、荷重の載荷点によってその度合いが定まるので、予めこの形を把握しておくとな便利なことがある。この形状線を影響線と言う。

・ 反力の影響線



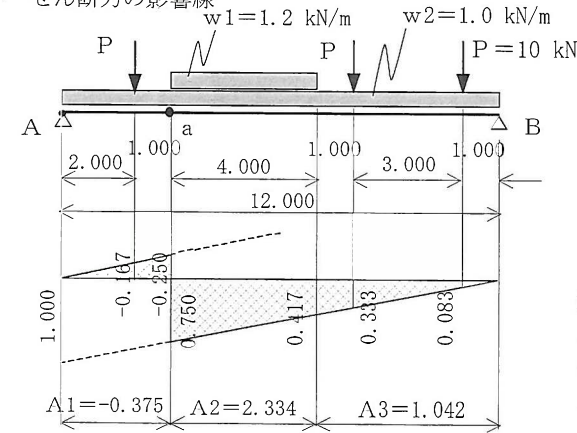
集中荷重部の縦距 $\Sigma \eta = 1.300$
 分布荷重部の面積 $\Sigma A = 6.000 \text{ m}$

しからはA支点の反力は？

$$R_A = P \cdot \Sigma \eta + w_1 \cdot A_2 + w_2 \cdot \Sigma A$$

$$= 10.0 \times 1.300 + 1.2 \times 2.334 + 1.0 \times 6.000 = 21.80 \text{ kN}$$

・ せん断力の影響線

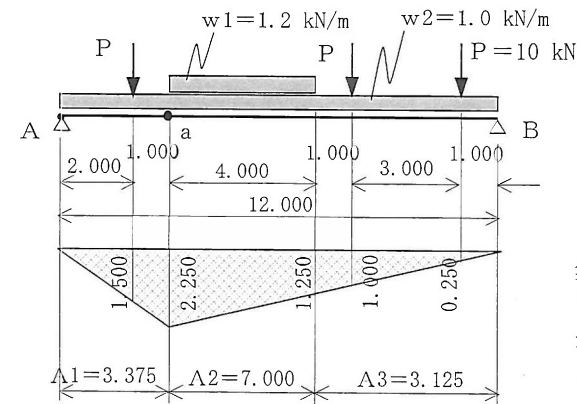


集中荷重部の縦距 $\Sigma \eta = 0.249$
 分布荷重部の面積 $\Sigma A = 3.000 \text{ m}$

$$S_a = P \cdot \Sigma \eta + w_1 \cdot A_2 + w_2 \cdot \Sigma A$$

$$= 10.0 \times 0.249 + 1.2 \times 2.334 + 1.0 \times 3.000 = 8.29 \text{ kN}$$

・ 曲げモーメントの影響線



集中荷重部の縦距 $\Sigma \eta = 2.750 \text{ m}$
 分布荷重部の面積 $\Sigma A = 13.500 \text{ m}^2$

$$M_a = P \cdot \Sigma \eta + w_1 \cdot A_2 + w_2 \cdot \Sigma A$$

$$= 10.0 \times 2.750 + 1.2 \times 2.334 + 1.0 \times 13.500 = 43.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3. あとがき

理解してしまえば容易な事でも、それまではいやに小難しく感じるものである。設計という業務に従事する以上、たとえCADを生業としようともある程度設計の中身を知らないと良い図面は描けない。また、ただ聞くだけで身につくものでもない。実際に自分で数値を追って試みるのが肝要である。真に理解している者は仕事が速いし間違えない。そして見易い成果を創り出すものである。