

第5章

国家I種 平成20年 No.54 材料力学

5.1 問題：梁の知識問題

問題

梁の断面の性質に関する記述ア～エの正誤の組合せとして最も妥当なのはどれか。

- ア 図心を通る軸に関する断面1次モーメントは常に0である。
 イ 断面2次モーメントは、ある断面上において、その微小面積に作用する力によって生じる中立軸回りのモーメントを全断面において積分した値である。
 ウ はりがある荷重を受けてたわむ場合、材料や長さが同じであれば、断面2次モーメントが大きいものほど、必ずたわみは小さくなる。
 エ はりがある曲げモーメントを受けてたわむ場合、断面2次モーメントが大きいものほど、必ず最大曲げ応力は小さくなる。

- | | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| ア | イ | ウ | エ | ア | イ | ウ | エ | ア | イ | ウ | エ |
| 1. 正 | 正 | 正 | 誤 | 2. 正 | 正 | 誤 | 正 | 3. 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| 4. 語 | 正 | 誤 | 正 | 5. 誤 | 誤 | 正 | 誤 | | | | |

5.2 正解を探る

材料力学で知識問題というのは非常に珍しいのですが、この年は2問出題されていました。さらに、計算問題の1問は土木構造力学との共通問題だったりして、この年の材料力学は特異な年と言える出題でした。

知識問題を作る場合、解答者に問題文が一意に読めなければいけません。そのために必要な情報を書く必要がありますし、曖昧な言葉を使うわけにはいきません。

僕などは、考え方さえあっていれば、といういい加減な態度で問題を解いてきたため、このような問題の作問は非常に苦手で、常に、問題文の意味が読み方によって変わってしまうのでは、という指摘を受けることがあります。

さてこの問題です。非常に基本的な問題に見えるのですが、まずは解いてみることにしましょう。

まず、アについて、これは正しいと言えます。そもそも図心の定義自体が、断面1次モーメントが0になるような位置となっています。次にイについて、これは「断面2次モーメント」と「力のモーメント」の言葉の混用を狙ったものです。断面2次モーメントの定義は次の式です。

$$I = \int r^2 dA$$

ただし、 r は軸からの距離、 dA は微小面積です。その意味はともかくとして、力は全く出てきていませんから関係がありません。ですので誤りとなります。そもそも、「モー

メント」というのは、ある距離 r と関数 $f(r)$ について、

$$J = \int r \times f(r) dr$$

の形になる積分のことを指します。つまり、純粋に数学的な量なのです。この定義からは、期待値もモーメントの一種となります。 $f(r)$ が確率分布 $p(r)$ となるのですね。

よく、「慣性モーメント」と「断面2次モーメント」が混用されることがありますが、確かに数学的な定義には類似点がありますが、物理的には全く別の量だったりします。

次にウについて、梁のたわみについて、一般に、

$$\delta = A \frac{Pl^3}{EI}$$

の形になります。つまり、材料や長さ、つまり E や l が一定なら、ある荷重 P に対するたわみは I に反比例となります。ですので、これも正しいということになります。

最後にエですが、曲げ応力は、

$$\sigma = \frac{M}{I} y_{\max}$$

となります。 y_{\max} は中立軸からの距離の最大値です。そう。この問題文、この y_{\max} が忘れられていますね。断面2次モーメントが大きくても、 y_{\max} が大きくなれば、曲げ応力は大きくなるかもしれません。ですので、これは誤りとなります。

これより正解は肢3になります。

5.3 何が問題なのか

こうしてみると問題なさそうですが、実は1カ所ごまかしがあったことに気づいたでしょうか。ウです。比例定数 A について完全に忘れています。この比例定数 A は梁の支持条件に関係します。たとえば、片持梁なら $\frac{1}{3}$ といった感じです。

しかし、この問題文はどうでしょう。支持条件について全く触れていません。支持条件は考えるべき条件なのでしょう。

こうなってみると、もうこの問題は解決しません。正解が3、つまり「正しい」が正解と知っている立場からは、「冒頭に「断面の性質」とあるのだから、指示条件なんて考える必要がない」と言うかもしれませんが、一方で、試験場では「指示条件が抜けているところが逆に「出題意図」ではないだろうか」なんて考えてしまえば、「誤り」とするしかありません。

僕としては、これは「誤り」とするしかないな、と思います。問題文が不用意なのです。きっと断面のことしか考えていないのでしょうが、解いている側はそんなことはわかりません。ですので、この文章は「誤り」であり、「解答無し」とすべきでしょう。

とはいえ、幸いだったのは、ここを「誤り」とすると選択肢が選べなくなることです。むしろ、ア、イが易しく、ここだけで正解が1つに決まりますので、ウ、エは読まなくてもいいのかもしれません。ですので、本試験では大人の対応として、3を選ぶか、あるいは、この問題の選択をやめることでしょう。

視野を狭くすることなく、読む人の立場で読んでみるのが大切。これを他山の石としましょうか。