

断面性質・応力度の解説

表1 「1級建築士YouTube講座」で解説する全ての項目（赤字は解説項目）

I 計画	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
	設計	日史	西史	環境	寸法	バリ	都作	都市	住施	住作	事商	公共	病高	他作	総合	施工	積算	マネ							
II 設備	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
	環用	気煤	換気	伝熱	防火	日照	照明	音響	色彩	環総	設用	空調	給排	照明	電気	防災	搬送	総合							
III 法規	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	用施	面高	手続	一構	防火	避難	内装	設備	構強	道路	用制	容率	高制	防地	協定	建融	建士	都市	消防	高齢	耐震	建業	品確	融合	
IV 構造	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	1 応力	部材	静定	不静	判別	崩壊	座屈	振動	荷重	地震	木造	RC	鉄造	SR	壁構	構総	地盤	基礎	耐震	構計	木材	コ材	金材	融合	
V 施工	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	施計	現管	材管	届出	地盤	仮設	土工	基礎	鉄筋	型枠	コン	プレ	鉄骨	木造	防水	左官	ガ金	内装	外装	設備	改修	工総	用語	積算	契約

建築資格研究会：www.kenchiku-shikaku.net

1級建築士、学科コン、構造の断面性質および応力度について解説します。

1.断面性質等の公式

部材は、外力に応じて伸びたり、縮んだり、曲がったりする。
この伸縮(変形)や曲げ強さは、
部材の形状により異なる。

(1) 断面二次モーメント (I) の公式

⇒たわみや座屈の変形を求めるときに使用

(2) 断面係数 (Z) の公式

⇒曲げ応力度を求めるときに使用

断面二次モーメントと断面係数について説明します。

部材は、外力に応じて伸びたり、縮んだり、曲がったりします。

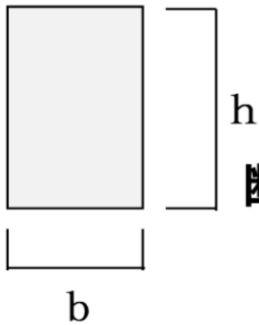
この伸縮または変形や、曲げ強さは、部材の形状により異なります。

断面二次モーメントの公式は、たわみや座屈の変形を求めるときに使用します。

断面係数の公式は、曲げ応力度を求めるときに使用します。

それぞれについて詳細に解説します。

断面二次モーメントの公式



$$\text{断面二次モーメント}(I) = bh^3/12$$

断面二次モーメントは、曲げ材の変形のしにくさを判断する。この数値が大きくなると、曲げ強さも増加する。

断面二次モーメントの公式は、 $bh^3/12$ です。

断面二次モーメントは、曲げ材の変形のしにくさを判断します。

この断面二次モーメントの数値が大きくなると、曲げに対する強さも増加します。

逆に小さくなると、曲げ強さも減少します。

断面二次モーメント(I) = $bh^3/12$ の縦横寸法

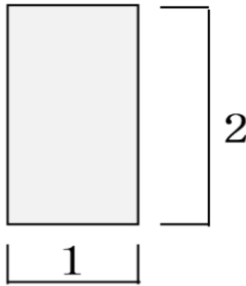


図1 縦長形状



図2 横長形状

図1の断面二次モーメント(I)

$$I = 1(2)^3/12 = 8/12$$

図2の断面二次モーメント(I)

$$I = 2(1)^3/12 = 2/12$$

断面二次モーメントは、形と大きさが同じでも、その縦横寸法が逆ならば大きく異なる。

図1は縦長形状であり、横が1、縦が2です。

また図2は、横長形状であり、横が2、縦が1です。

この二つの図は、同じ面積ですが、縦横寸法が逆になっています。

その断面二次モーメントを計算すると、図1の縦長形状は、 $8/12$ となり、図2の横長形状は、 $2/12$ となります。

つまり、断面二次モーメントは、形と大きさが同じでも、その縦横寸法が逆ならば、大きく異なります。

H型断面の断面二次モーメント(I)の求め方

H型断面の断面二次モーメントは、斜線部分も含め算定し、そこから斜線部分を差し引いて求める。

① 矩形断面の断面二次モーメント(I) = $12(16)^3/12 = 4,096 \text{ cm}^4$

② 差し引く部分の断面二次モーメント(I) = $(5(12)^3/12) \times 2 = 1,440 \text{ cm}^4$

H形断面の断面二次モーメント(I) (① - ②) = $4,096 - 1,440 = 2,656 \text{ cm}^4$

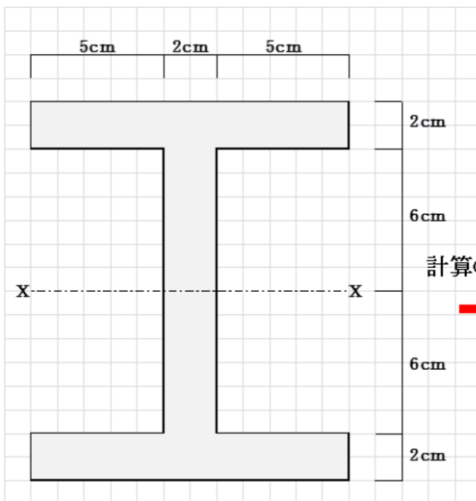


図1 H型断面の断面二次モーメント

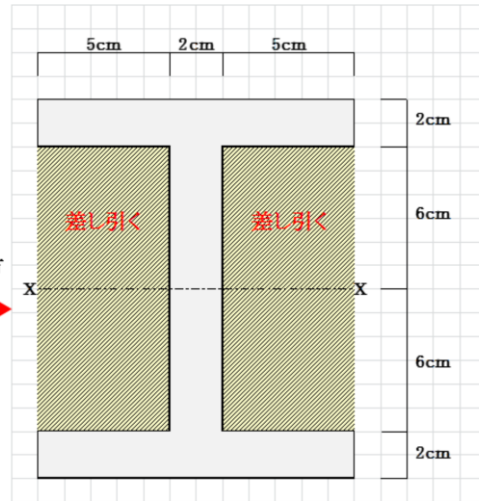


図2 断面二次モーメントの計算の仕方

H型断面の断面二次モーメントの求めかたについて説明します。

この形状は、過去問でもよく出題されるので、速攻で解けるようにしたいです。

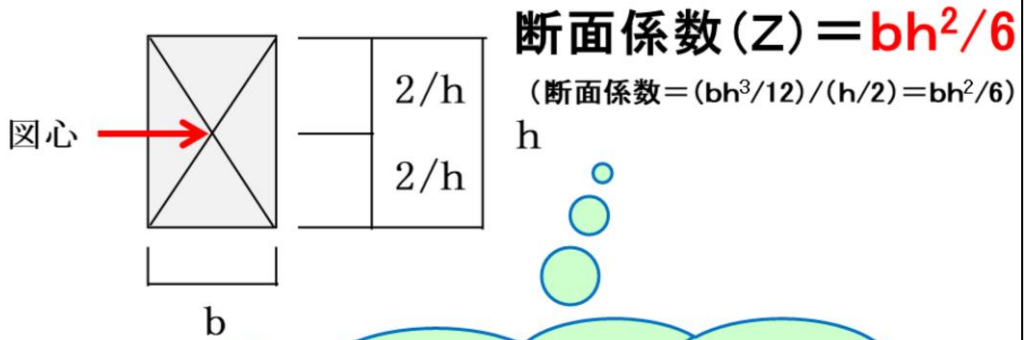
問題では、図1が示されて、この断面二次モーメントとして正しいものはどれかという出題があります。

この場合、図2に示す斜線部分も含めて、矩形としての断面二次モーメントを求めます。

この図では、①が計算式となります。

そのあとに、②の計算のとおり、この斜線部分を計算して、①から②を差し引くと、H型断面の断面二次モーメントとなります。

断面係数の公式



断面係数は、曲げ応力度を求めるときに使用する。断面係数は、断面二次モーメントを図心軸から縁までの距離で除したものである。この数値が大きくなると、曲げ強さも増加する。

断面係数の公式は、 $bh^2/6$ です。

断面係数は、曲げ応力度を求めるときに使用します。

この断面係数は、断面二次モーメントを図心軸から縁までの距離で除した数値です。

つまり、断面二次モーメントの、 $bh^3/12$ を、 $H/2$ で除すると、この断面係数である $bh^2/6$ が求まります。

なお、断面係数の数値が大きくなると、曲げに対する強さも増加します。

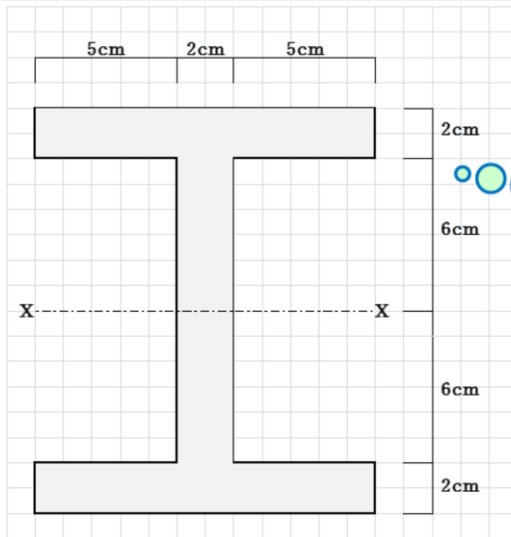
ここは、断面二次モーメントと同じです。

H型断面の断面係数(Z)の求め方

H型の断面係数は、H型の断面二次モーメントの図芯軸から縁までの距離で除したものである。

H型の断面二次モーメント = $12(16)^3/12 - (5(12)^3/12) \times 2 = 4,096 - 1,440 = 2,656 \text{ cm}^4$

H型の断面係数 = $2,656/8 = 332 \text{ cm}^3$



図芯軸から縁
までの距離は
8cmである。

図1 H型の断面係数

H型断面の断面係数の求めかたについて説明します。

ここは、最初に前述したH型断面の断面二次モーメントを求めます。

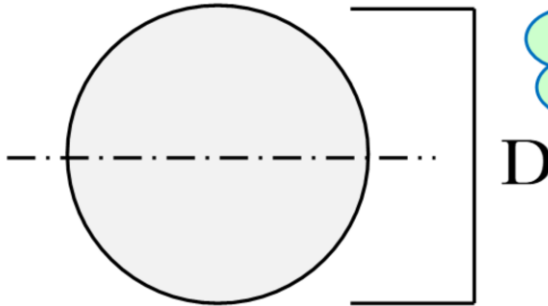
その数値に対して、図芯軸から縁までの距離で除すると求めることができます。

図1では、H型の断面二次モーメントが、2656立法cmであり、図芯軸からふちまでの距離は8cmなので、それで除すると、332cm³となります。

円形の断面二次モーメント(I)と断面係数(Z)

$$\text{断面二次モーメント}(I) = \pi D^4/64$$

$$\text{断面係数}(Z) = \pi D^3/32$$



円形は、この
公式を暗記
して下さい。

図1 円形の断面係数

過去問では、矩形だけではなく、円形も出題されました。

したがって、円形の断面二次モーメントと断面係数の公式も暗記して下さい。

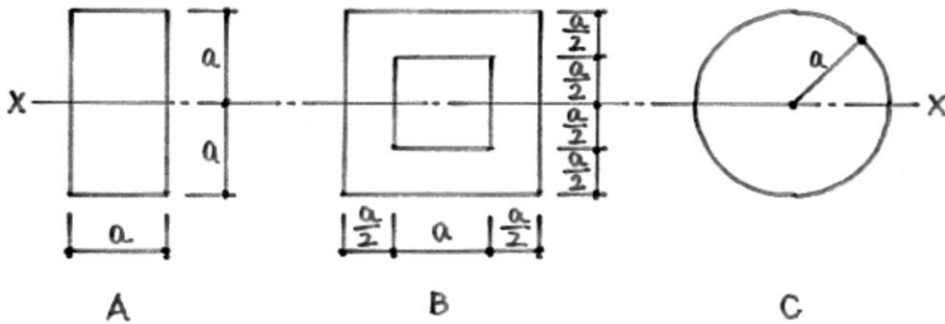
ここは、難しく考えないで、ひたすら暗記に徹したほうがよいです。

参考問題(1)

下図の断面A、B、CのX軸に関する断面二次モーメントをそれぞれ I_A 、 I_B 、 I_C としたとき、それらの大小関係として、正しいものは、次のうちどれか。

1. $I_A > I_B > I_C$
2. $I_A > I_C > I_B$
3. $I_B > I_A > I_C$
4. $I_B > I_C > I_A$

矩形と円形の
公式から算出



参考問題(1)を説明します。

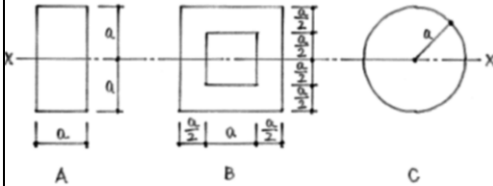
下図の断面、A、B、CのX軸に関する断面二次モーメントをそれぞれ、 I_A 、 I_B 、 I_C としたとき、それらの大小関係として、正しいものは、次のうちどれかという問題です。

ここは、矩形と円形の断面二次モーメントの公式から算出します。

参考問題(1)の解答

図のような断面A、B、CのX軸に関する断面二次モーメントをそれぞれ I_A 、 I_B 、 I_C としたとき、それらの大小関係として、正しいものは、次のうちどれか。

1. $I_A > I_B > I_C$
2. $I_A > I_C > I_B$
3. $I_B > I_A > I_C$
4. $I_B > I_C > I_A$



それぞれの断面二次モーメント(I)を求める。
 I_A と I_B は、矩形の公式 $I = bh^3/12$ による。
 I_C は、円形の公式 $I = \pi D^4/64$ による。
 その大小関係から解答を求める。

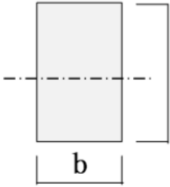
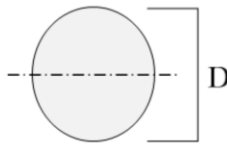
$$I_A = (a \times (2a)^3)/12 = 8a^4/12$$

$$I_B = (2a \times (2a)^3)/12 - a^4/12 = 15a^4/12$$

$$I_C = 4\pi a^4/12$$

$$I_B (15a^4/12) > I_C (4\pi a^4/12) > I_A (8a^4/12)$$

従って、解答4となる。

矩 形	円 形
	
<p style="color: red;">断面二次モーメント(I)</p> $I = bh^3/12$ <p style="color: red;">断面係数(Z)</p> $Z = bh^2/6$	<p style="color: red;">断面二次モーメント(I)</p> $I = \pi D^4/64$ <p style="color: red;">断面係数(Z)</p> $Z = \pi D^3/32$

それぞれの断面二次モーメントを求めます。

I_A と I_B は、矩形の公式、 $bH^3/12$ です。

I_C は、円形の公式、 $\pi D^4/64$ です。

その大小関係から解答を求めます。

I_A は、 $8a^4/12$ 、 I_B は、 $15a^4/12$ 、 I_C は、 $4\pi a^4/12$ となります。

それらの大小比較から、 I_B が最も大きく、次が I_C であり、 I_A が最も小さくなるので、解答4となります。

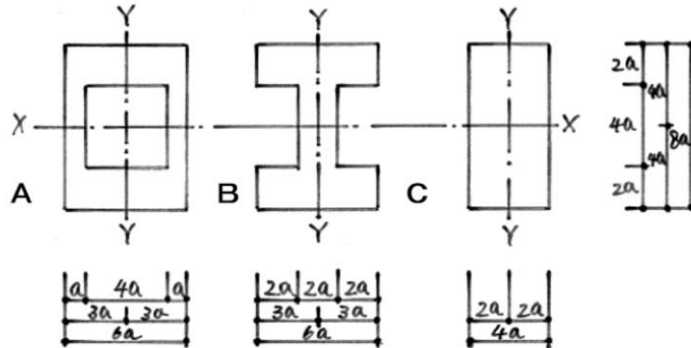
ここでは、参考までに矩形と円形の断面二次モーメントと断面係数の公式を示しています。

この数値は暗記して下さい。

参考問題(2)

図のような面積が等しい断面A、B及びCのX軸まわりの断面二次モーメントをそれぞれ I_{XA} 、 I_{XB} 及び I_{XC} とし、Y軸まわりの断面二次モーメントをそれぞれ I_{YA} 、 I_{YB} 及び I_{YC} としたときの大小関係の組合せとして、正しいものは、次のうちどれか。

	X軸まわり	Y軸まわり
1.	$I_{XA}=I_{XB}=I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YB}>I_{YC}$
2.	$I_{XA}=I_{XB}=I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YC}>I_{YB}$
3.	$I_{XA}=I_{XB}>I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YB}>I_{YC}$
4.	$I_{XA}=I_{XB}>I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YC}>I_{YB}$



参考問題(2)を説明します。

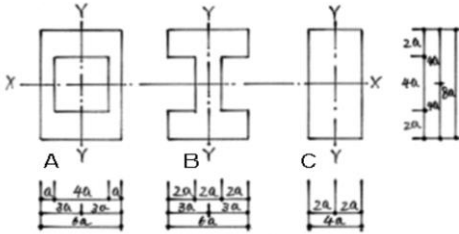
図のような面積が等しい断面、A、B及びCのX軸まわりの断面二次モーメントをそれぞれ I_{XA} 、 I_{XB} 及び I_{XC} とし、Y軸まわりの断面二次モーメントをそれぞれ I_{YA} 、 I_{YB} 及び I_{YC} としたときの大小関係の組合せとして、正しいものは、次のうちどれかという問題です。

ここは、矩形の断面二次モーメントの公式から算出します。

参考問題(2)の解答

図のような面積が等しい断面A、B及びCのX軸まわりの断面二次モーメントをそれぞれ I_{XA} 、 I_{XB} 及び I_{XC} とし、Y軸まわりの断面二次モーメントをそれぞれ I_{YA} 、 I_{YB} 及び I_{YC} としたときの大小関係の組合せとして、正しいものは、次のうちどれか。

	X軸まわり	Y軸まわり
1.	$I_{XA}=I_{XB}=I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YB}>I_{YC}$
2.	$I_{XA}=I_{XB}=I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YC}>I_{YB}$
3.	$I_{XA}=I_{XB}>I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YB}>I_{YC}$
4.	$I_{XA}=I_{XB}>I_{XC}$	$I_{YA}>I_{YC}>I_{YB}$



X軸とY軸まわりの断面二次モーメント(I)を求める。
 矩形の公式 $I = bh^3/12$ による。
 その大小関係から解答を求める。

$$I_{XA} = (6a \times (8a)^3)/12 - (4a \times (4a)^3)/12 = 2816a^4/12$$

$$I_{XB} = (6a \times (8a)^3)/12 - ((2a \times (4a)^3)/12) \times 2 = 2816a^4/12$$

$$I_{XC} = (4a \times (8a)^3)/12 = 2048a^4/12$$

$$I_{XA} = I_{XB} > I_{XC}$$

$$I_{YA} = (8a \times (6a)^3)/12 - (4a \times (4a)^3)/12 = 1472a^4/12$$

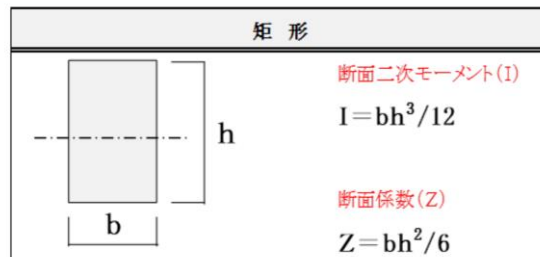
I_{YB} のY軸まわりは、ウェブとフランジ部分の合計とする。

$$I_{YB} = (4a \times (2a)^3)/12 - ((2a \times (6a)^3)/12) \times 2 = 896a^4/12$$

$$I_{YC} = (8 \times (4)^3)/12 = 512a^4/12$$

$$I_{YA} > I_{YB} > I_{YC}$$

従って、解答3となる。



X軸とY軸まわりの断面二次モーメントを求めます。

矩形の断面二次モーメントの公式は、 $bh^3/12$ です。

その大小関係から解答を求めます。

X軸まわりの断面二次モーメントは、 I_{XA} が、 $2816a^4/12$ 、 I_{XB} が、 $2816a^4/12$ 、 I_{XC} が、 $2048a^4/12$ です。

したがって、大小関係は、 I_{XA} と I_{XB} がイコールであり、 I_{XC} が最も小さくなります。

同様にY軸まわりの断面二次モーメントは、 I_{YA} が、 $1472a^4/12$ 、 I_{YB} のY軸まわりは、ウェブとフランジ部分の合計となり、 $896a^4/12$ 、 I_{YC} が、 $512a^4/12$ です。

したがって、大小関係は、 I_{YA} が最も大きく、次が I_{YB} であり、 I_{YC} が最も小さくなります。

その結果、解答は3となります。

1.断面性質等の過去問20年（H17～R6）

過去問20年の同じ色は類似問題

この表は、過去問20年の項目別一覧表です。

過去20年で見ると、大きく4種類（緑色、黄色、水色、橙色）の類似問題となります。

毎年、ほぼ1問目に出題される「1.応力度・断面性質」は、非常に難しい問題もありますが、比較的類似傾向がパターン化しているので、この表を見て、過去問がどのように変化して出題されているかなど傾向を把握して、1点の正解を目指します。

以上で、1級建築士の学科IV、構造の断面性質等の解説を終了します。