戦隊コスプレ造形計算用資料

@UniesSith

November 2022

.

1　腕の採寸からアームカバー設計図を起こす

手首と前腕の周囲及び前腕の長さからアームカバーの設計図を起こすための方法と算数を解説する.

1.1　設計図を起こすための数値の求め方

アームカバーは立体図形では円錐台と表現できる．また，その展開図は扇形環であり，設計図を作るためには扇形環の中心角と扇形環の半径を知ることが必要である．設計図を起こすにあたって容易に測定できる場所は手首及び前腕の周囲と前腕の長さ（より正確にはアームカバーで必要な長さ）である．これらから扇形環の中心角と半径を計算して必要な扇形環の図形を作れば必要な設計図を得ることができる（図 1).

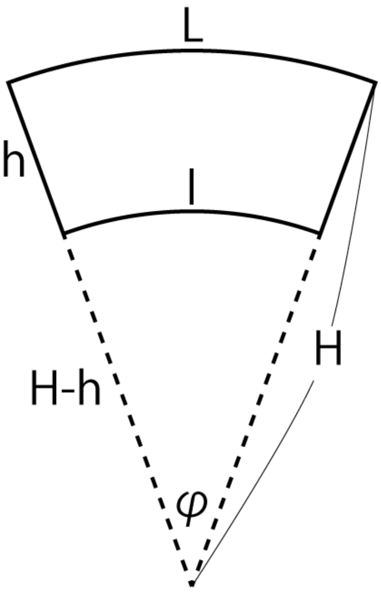

図 1　アームカバーとなる図形である扇形環.

測定する量を次の通り定義しておく．前腕の周囲を L, 手首の周囲を l, 前腕の長さ（アームカバーの長さ）を h とする．また，今求めたい中心角を φ[*1]，扇形環の大きな半径を H とすると，設計図の図形として求めたい量は次のように求めることができる.

$$\varphi = \frac{L-l}{h} \tag{1}$$

$$H = \frac{Lh}{L-l} \tag{2}$$

$$H-h = \frac{lh}{L-l} \tag{3}$$

ここで，$H-h$ は扇形環の小さい半径を表す．この 3 つの情報から設計図を起こすことができる.

[*1] 単位は [rad] であることに注意しておく．度数法に直したい場合は $180/\pi$ を掛ければよい.

1.2　イラストレーターでの設計図作成

ここではイラストレーターを用いて扇形環を作る一例を示す*2．イラストレーターのバージョンは Adobe Illustrator 26.1 である．扇形環のパラメタ例は $\varphi = 40°$,$H = 100$mm,$H - h = 70$mm とする

まず，図 2 のように半径 H と半径 $H - h$ の大きさの円をそれぞれ作る．次に，図 2 の赤い破線部で囲った

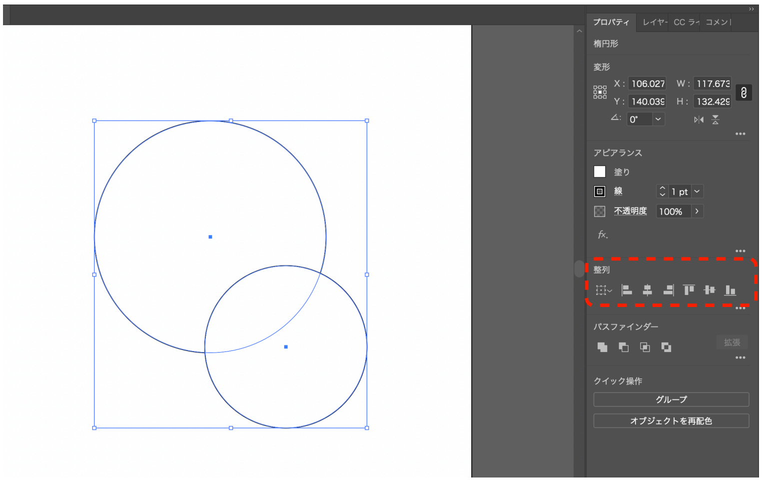

図 2　二つの円を作る．整列パネルを用いて円の中心を揃える．

整列パネルの「水平方向中央に整列」と「垂直方向中央に整列」を押下（図 3）し，二つの円の中心を揃える（図 4）．

図 3　整列パネルで押下すべきマーク

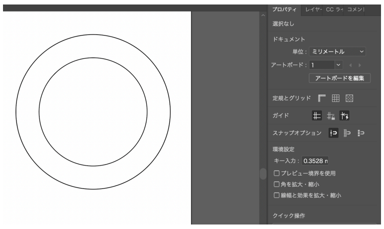

図 4　円の中心を揃えた様子

次に図 5 のように円の中心から直線を引く．この時，大きな円と交わるように引くことに注意．

直線を選択したまま，回転ツールのアイコンを押下する（図 6）．

`option` キーを押下したまま直線の円の中心側を押下する．すると図 7 のようなビューが現れるので角度に φ の半分の値（今の場合 20）を入力する．図 7 の赤い破線で示した「コピー」を押下すると 20° 回転した直線が得られる．

もう一度**垂直な直線**を選択して回転ツールを押下し，今度は先ほどの角度と正負逆の値（今の場合-20）を入力し，OK ボタンを押下する．

*2 他の作り方があれば教えてください．

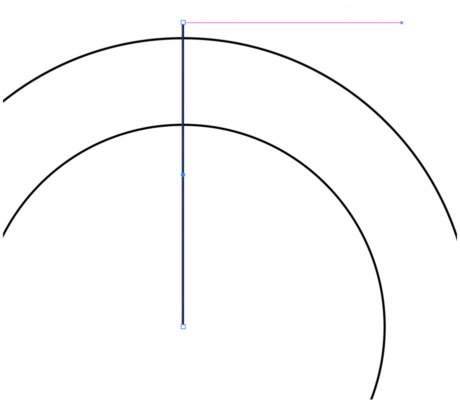

図 5　円の中心から直線を引く．

図 6　回転ツールのアイコン

すると，図 8 のような図形となる．二つの円と二つの直線を全て選択してから「シェイプ形成ツール」（図 8 の赤い破線部のアイコン）を選択する．

シェイプ形成ツールを選択したら目的の扇形環にカーソルを合わせて押下する（図 9）．

そして目的の扇形環を得る．不要な図形を削除して pdf 出力ののち，等倍で印刷すれば設計図を得ることができる．

1.3　導出方法

ここでは式 (1)∼(3) の導出方法を示す．以下に図 1 を再掲する（図 11）．

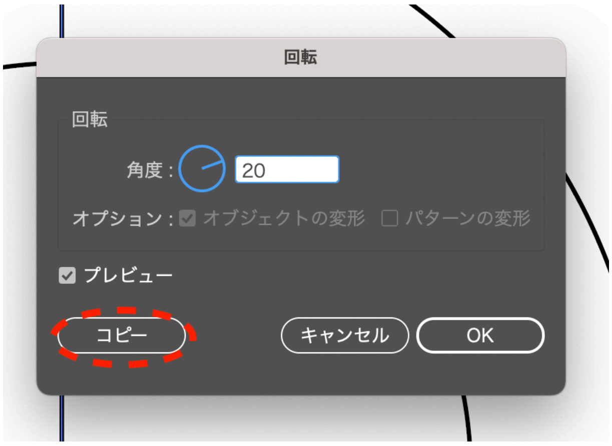

図 7　回転ツールのビュー

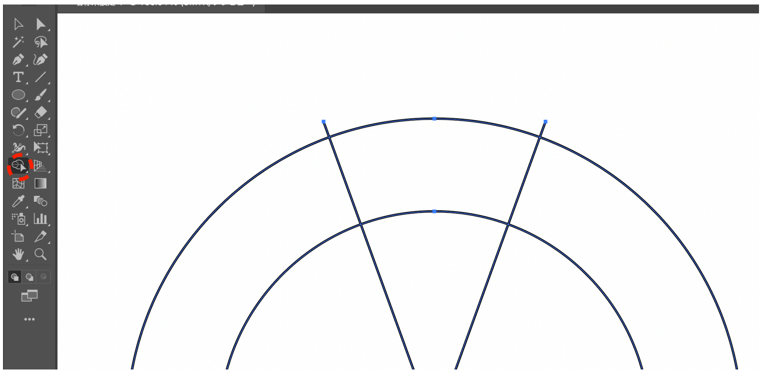

図 8　シェイプ形成ツールアイコンをクリックする

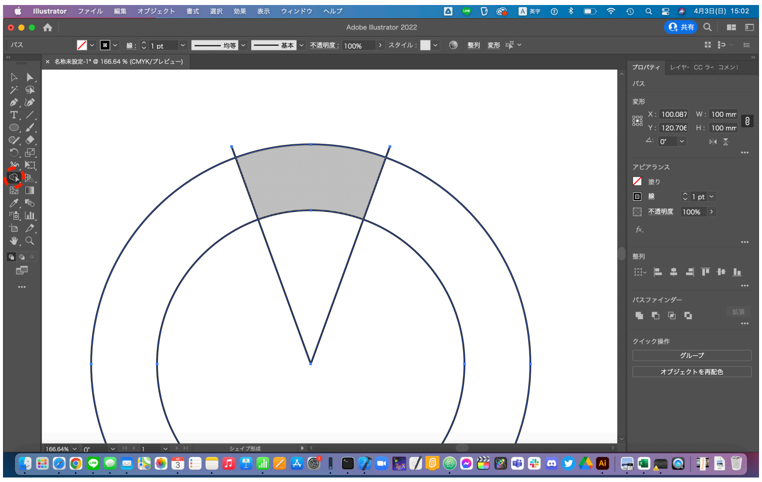

図 9　目的の扇形環を選択.

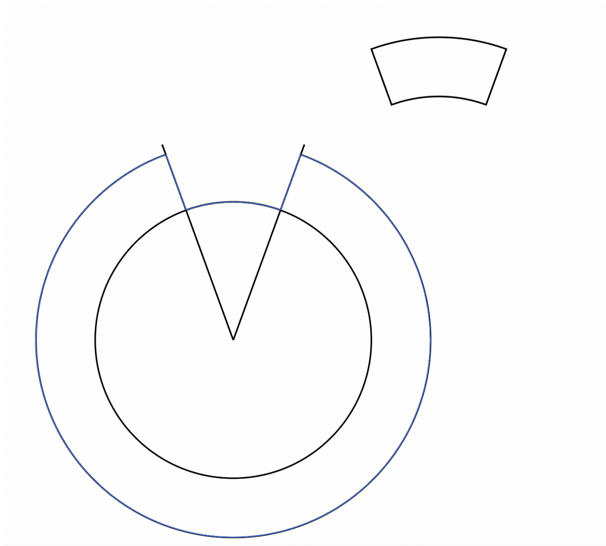

図 10　扇形環の完成.

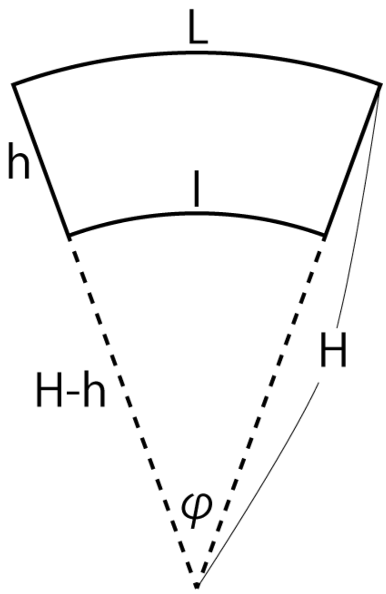

図 11　扇形環（再掲）.

扇形の性質より弧の長さは半径と中心角の積であるので次式が成立する.

$$L = H\varphi \tag{4}$$

$$l = (H - h)\varphi \tag{5}$$

この 2 式を連立方程式として H を消去すれば

$$\varphi = \frac{L - l}{h} \tag{6}$$

を得る．これを式（4）に代入すれば

$$H = \frac{Lh}{L - l} \tag{7}$$

を得て $H - h$ を次のように計算することができる．

$$H - h = \frac{lh}{L - l} \tag{8}$$

2　他の測定から扇形環のパラメタを計算する

腕だけではなく，ブーツの帯などの造形でも設計図として扇形環が必要な場合がある．そのような場合に周の長さを直接測定することが難しいことがある．そこで，より測定が現実的な次図 12 の直線 bc と直線 de の長さを測定することとし，それぞれ M と m とする．

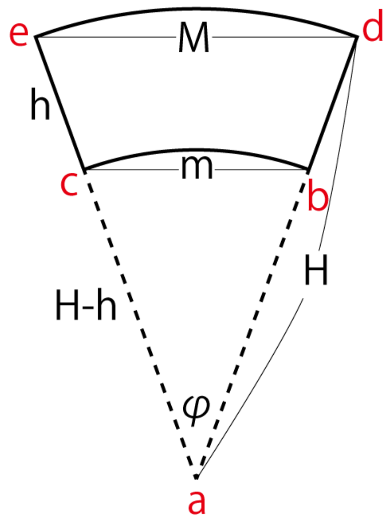

図 12　扇形環．赤文字アルファベットは図形の各頂点の名前である．

このとき，H と φ を計算すると次式を得る．

$$H = \frac{Mh}{M-m} \tag{9}$$

$$H - h = \frac{mh}{M-m} \tag{10}$$

$$\varphi = \arccos\left(1 - \frac{1}{2}\left(\frac{M-m}{h}\right)^2\right) \tag{11}$$

2.1　計算

$\triangle abc \sim \triangle ade$（相似関係）なので次式が成立する．

$$M : m = H : H - h \tag{12}$$

この式を H について解くと，

$$H = \frac{Mh}{M-m} \tag{13}$$

を得る．これより簡単に

$$H - h = \frac{mh}{M-m} \tag{14}$$

を得る．

$\triangle ade$ について余弦定理から

$$M^2 = 2H^2 - 2H^2 \cos\varphi \tag{15}$$

が成立する．これを $\cos\varphi$ について解くと

$$\cos\varphi = 1 - \frac{M^2}{2H^2} = 1 - \frac{1}{2}\left(\frac{M-m}{h}\right)^2 \tag{16}$$

したがって，中心角 φ を次の通り求めることができる．

$$\varphi = \arccos\left(1 - \frac{1}{2}\left(\frac{M-m}{h}\right)^2\right) \tag{17}$$

3　他の測定から扇形環のパラメタを計算する ∼ その 2

バリエーションとして下図の M，h，δ の測定から $H(M,\delta)$ と $\varphi(M,\delta)$ を求める方法を紹介する．

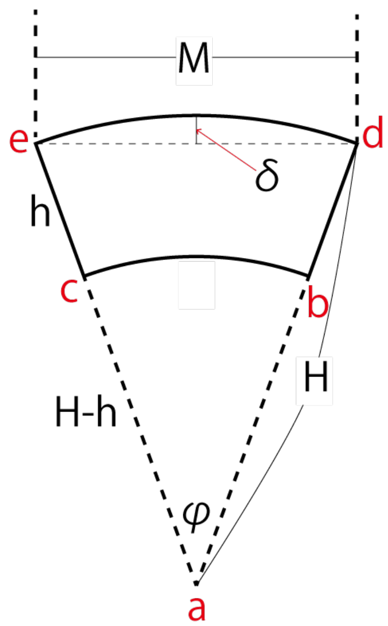

図 13　扇形環．赤文字アルファベットは図形の各頂点の名前である．

結果を先に述べると，H，$H-h$ 及び φ は次の通りである．

$$H = \frac{M}{4}\left(\frac{M}{2\delta} + \frac{2\delta}{M}\right) \tag{18}$$

$$H - h = \frac{M}{4}\left(\frac{M}{2\delta} + \frac{2\delta}{M}\right) - h \tag{19}$$

$$\varphi = 4\arctan\left(\frac{2\delta}{M}\right) \tag{20}$$

3.1　計算

M と H は次のように関係づけられる．

$$M = 2H \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) \tag{21}$$

これより次式を得る．

$$H = \frac{M}{2\sin(\varphi/2)} \tag{22}$$

一方で，H の余弦と δ を足すと H に戻るため，次式を得る．

$$H = H\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) + \delta \tag{23}$$

これを H について解くと次式を得る．

$$H = \frac{\delta}{1 - \cos(\varphi/2)} \tag{24}$$

22 式と 24 式から H を消去して，次式を得る．

$$\frac{M}{2\sin(\varphi/2)} = \frac{\delta}{1 - \cos(\varphi/2)} \tag{25}$$

以下式変形を示す．

$$2\delta \sin\frac{\varphi}{2} = M\left(1 - \cos\frac{\varphi}{2}\right) \tag{26}$$

$$4\delta \sin\frac{\varphi}{4}\cos\frac{\varphi}{4} = 2M\sin^2\frac{\varphi}{4} \tag{27}$$

$$\tan\frac{\varphi}{4} = \frac{2\delta}{M} \tag{28}$$

ここで，$\sin(\varphi/4) \neq 0$，$M \neq 0$ の条件を用いたことに注意する．したがって，φ について次式を得る．

$$\varphi = 4\arctan\left(\frac{2\delta}{M}\right) \tag{29}$$

次に H について 22 式に上式の φ を代入すると．次のように計算できる．

$$H = \frac{M}{2}\frac{1}{\sin(2\arctan(2\delta/M))} \tag{30}$$

$$H = \frac{M}{2}\frac{1}{2\sin(\arctan(2\delta/M))\cos(\arctan(2\delta/M))} \tag{31}$$

$$H = \frac{M}{4}\left(1 + \frac{4\delta^2}{M^2}\right)\frac{M}{2\delta} \tag{32}$$

$$H = \frac{M}{4}\left(\frac{M}{2\delta} + \frac{2\delta}{M}\right) \tag{33}$$

ここで，次式を用いた．

$$\sin(\arctan(x)) = \frac{x}{\sqrt{1+x^2}} \tag{34}$$

$$\cos(\arctan(x)) = \frac{1}{\sqrt{1+x^2}} \tag{35}$$

謝辞

本書は Overleaf で作成した.