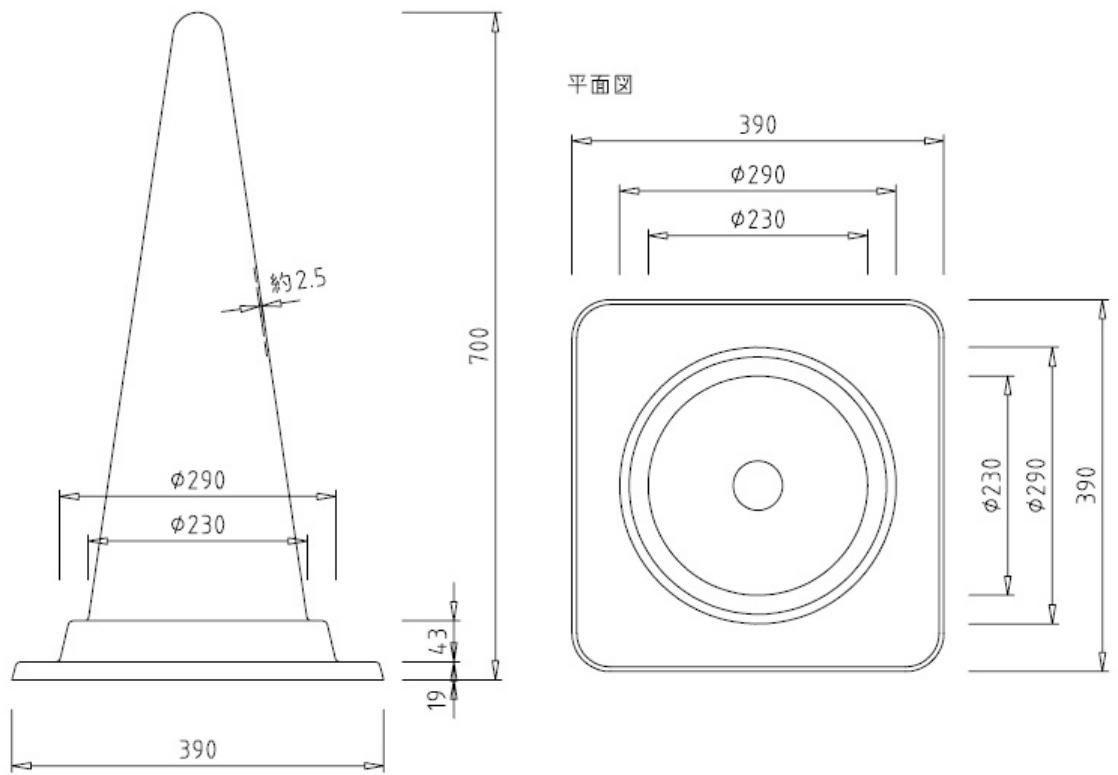


1 カラーコーン

1.1 大きさ

「カラーコーン屋」¹ によると次のように作られている。

カラーコーン図面



カラーコーン屋

図 1: 「カラーコーン屋」より

以下の計算は上の図面を用いて、計算を行う。

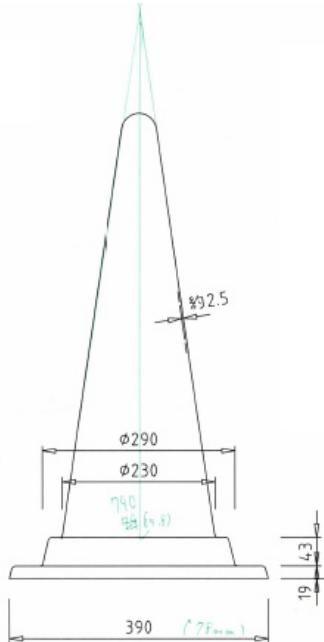
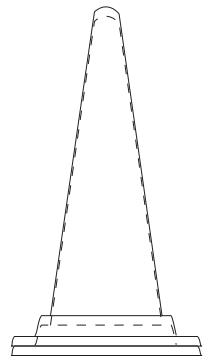
¹カラーコーン屋 : http://www.c-cone.net/ccone_zumen.html

1.2 重ねたときに増える高さ

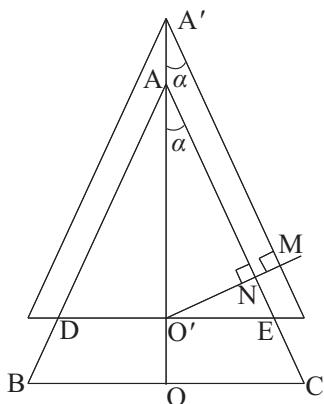
カラーコーンを1つ重ねると、どの程度高さが増えるかであるが、実際に重ねてみると、いろいろタイプがあるので各場合について考える。

図面を参考に製図を行うと、コーンの厚みによって下に付くか否かが決定することがわかる。そのため、コーンが下につくときの厚さを計算する（それ以上の厚さのときは下につかない）。

三角形の高さを図面を元に計算すると、790mm(79cm)であることがわかる。



厚さは下の図から計算することができる。



各点を次のように定める。コーンがちょうどつくことを仮定しているので、 $OO' = 19(\text{mm})$ 、 $AO' = 771(\text{mm})$ 。

コーンの厚さ $MN = OM - ON$ を計算する。

$OC = 115\text{mm}$ なので、 $\tan \alpha = \frac{OC}{OA} = \frac{115}{790}$ であり、

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{\tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}} = 0.1440513601. \quad (1)$$

各線分の長さは

$$O'M = \sin \alpha \times A'O',$$

$$O'N = \sin \alpha \times AO',$$

と表せるので次を得る。

$$MN = \sin \alpha \times A'A. \quad (2)$$

$A'A = OO'$ より $MN = 2.736975842(\text{mm})$ である。

ゆえに厚さが 2.736975842(mm) 以下であれば、コーンの下同士がくっつく。今回使用したコーンは 2.5mm なので下がつく²。

1.2.1 重ねたときに下がつく場合

下のお皿の部分ができるように設計がされているようである。ということは、1つ重ねるごとに “19mm” 高さが増える。



1.2.2 厚さが以上のとき

次にコーンの厚みを $m (> 2.736975842)$ として、1つのコーンを重ねたときに増える高さを計算する。式(2)より、増える高さは、 $\frac{m}{\sin \alpha}$ である。

1. 厚さ 3mm のとき 20.82590541mm
2. 厚さ 4mm のとき 27.76787388mm

それほど増えないので、今後はくっつくものとして考える。

2 シミュレーション

2.1 100m の高さまで積み上げるには?

カラーコーンを n 個重ねたときの高さ (mm) は次の式で書ける。

$$(700 - 19) + 19 \times n.$$

100m の高さまで積み上げるのに必要な本数は、 $100m = 10000\text{cm} = 100000\text{mm}$ なので、

$$100000 \leq (700 - 19) + 19 \times n$$

をみたす自然数 n を計算すればよい。 $100000 - (700 - 19) = 99319$ なので、上の式をみたす最小の自然数 n は

$$n \geq 99319 / 19 \approx 5259.573684$$

より、5260 本である。

2.2 東京タワーを作るには?

1. 東京タワーの高さ (333m) まで単純に積み上げる場合

100m の場合と同様に計算を行うと、東京タワーの高さは 333000mm より 17,523 本必要である。

2. ピラミッドのように隙間なく積み上げる場合

安定させて作るため次のようにジグザグに組む。

²調べたところ、多くのものがくっつくように設計されている。理由としては、収納しやすいのと、接するような厚さのため持ち運ぶときにぐらつかないため安定するからと思われる。

NOT YET (FIGURE)

隙間がなるべく空かないように、重ねたものジグザグに配置する。そのため、

NOT YET (NOW COMPUTING)

3 実際にどの程度まで積み上げることができるのか？

カラーコーンは中心部が空洞なので（地面に設置しない）、カラーコーンを重ねてもその部分には重さはかかるない。重さのかかる面積 $P(\text{mm}^2)$ は、

$$P = 390 \times 390 - \frac{290^2}{2} \pi(\text{mm}^2).$$

コーンの重さを 700g とすると、1 つ重ねるごとに設置している部分には単位面積あたり

$$\begin{aligned} 700/P &\approx 0.008131828557820(\text{g/mm}^2) \\ &\approx 0.8131828557820(\text{g/cm}^2) \\ &\approx 8131.828557820(\text{g/m}^2) \end{aligned}$$

だけ負担がかかる ($\pi = 3.14$ で計算)。

1. カラーコーンを 10 個重ねた場合、単位面積 (1m^2) あたり 81kg
2. カラーコーンを 100 個重ねた場合、単位面積 (1m^2) あたり 813kg。
3. カラーコーンを 1000 個重ねた場合、単位面積 (1m^2) あたり 8,131kg。
4. カラーコーンを 10000 個重ねた場合、単位面積 (1m^2) あたり 81,318kg。

と相当な強度が必要となります（建築基準は 180kg/m^2 ：ピアノがおけるくらいの強度³）。

3.1 ポリエチレンの場合

カラーコーンは「PE 樹脂（ポリエチレン）」からできているので、PE 樹脂の強度をもとに計算する。PE 樹脂の強さは「アカデミー・コーナー」の表を利用した。⁴ 圧縮強さ $190 \sim 253\text{kgf/cm}^2$ の数値なので、 253kgf/cm^2 として計算する。 $253\text{kg}=253000\text{g}$ なので、

$$253000/0.813 \approx 311193.111$$

と単純な計算では 311,193 個重ねられるらしい。。。風とか吹かない理想状態であればエベレストくらいまで重ねてできるらしいが、怪しい感じである。

³ただし、コーンはピアノと違い地面に接している面が多いので単純に比較してはダメ

⁴<http://www.as-1.co.jp/academy/17/17-2.html>