

ボンドを使った大仏のお身拭いについての研究

福岡県立鞍手高等学校 普通科理系

岡村 百花, 江崎 心晴, 万田 りお

指導教員 森 哲夫

【要旨】

東大寺では、毎年8月7日に大仏様の身体を綺麗にする「お身拭い」が実施される。お身拭いを2時間で行うという方針のもと、「大仏の胴体にボンドを薄く流し、乾かした後にボンドをはがして綺麗にする」方法で考察したところ、1187人必要であることが分かった。

【研究の経緯】

大仏様のお身拭いを2時間以内で行う人数を求めていく過程で、動画投稿サイトにあげられている動画で日々たまるリモートコントローラーの汚れをボンドを塗って乾かしてはがし、綺麗にするというのを参考にしようと思ったため。実際にボンドを流し乾かす時間を計測、大仏様を図形にモデル化しお身拭いを2時間以内で行う人数を求めた。

【本研究の内容と考察】

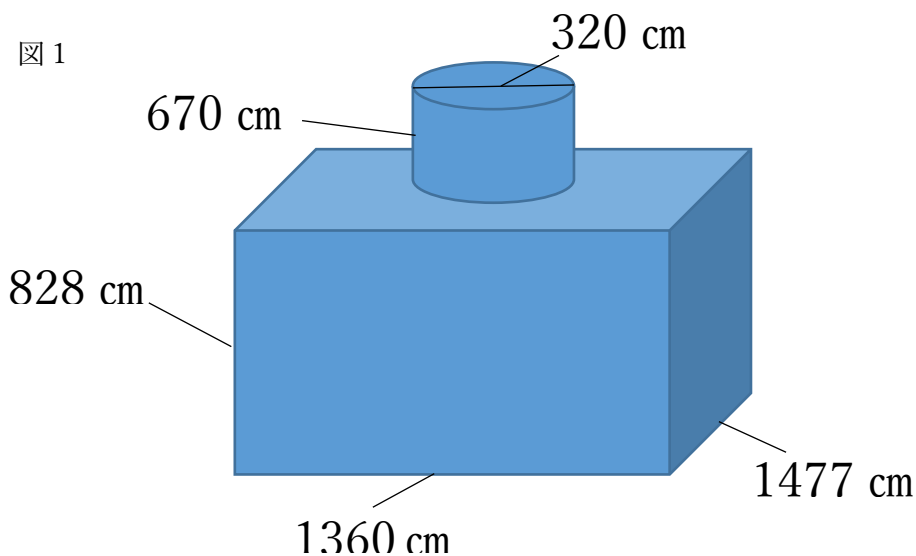
≪材料≫ ボンド・15cm定規・ヒーター・ストップウォッチ

≪方針≫

人数を求める流れを①ボンドを薄く流す人数、②ボンドを乾かす人数、③ボンドをはがして綺麗にする人数の3つの手順に分けて求める。

① ボンドを薄く流す人数

胴体を直方体、頭部を円柱にモデル化して図1のようにする。



肥満体型の成人男性のウエストの平均と比率

一般男性の平均体型をウエスト 30 cm～40 cm、座高 81.5 cm を比較として

肥満体型の男性のウエスト 90 cm、座高 91.3 cm として計算

ウエスト 座高

$$90 \text{ (cm)} : 91.3 \text{ (cm)} = x : 14.98$$

$$91.3 x = 90 \times 14.98$$

$$91.3 x = 149.8 \times 9$$

$$x = 14.766 \dots$$

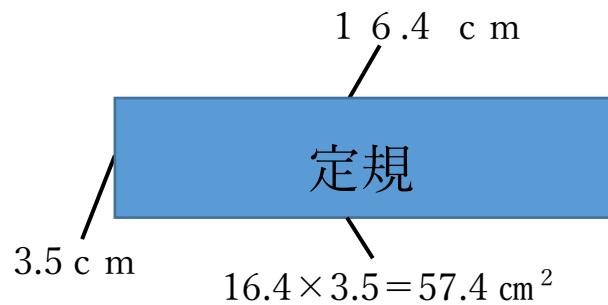
$$\approx 14.8$$

胴体の側面積

$$828 \times 1477 \times 2 = 2445912 \approx 2.4 \times 10^6 \text{ cm}^2$$

$$828 \times 1360 \times 2 = 2252160 \approx 2.3 \times 10^6 \text{ cm}^2$$

$$2.4 \times 10^6 + 2.3 \times 10^6 = 4.7 \times 10^6 \text{ cm}^2$$



15 cm の定規で計測を行った結果

ボンドが流れる速度が 12.5 cm/秒

ボンドをはがす時間 1.3 分

単位量あたり $57 \div 1.3 = 43.8$

$$\approx 44 \text{ cm}^2/\text{分}$$

$$4.7 \times 10^6 = 106818.1818 \dots$$

$$\approx 1.1 \times 10^5 \text{ (分)}$$

$$1.1 \times 10^5 \div 60 = 1833.33 \dots$$

$$\approx 1833.3 \text{ (時間)}$$

$$1 \text{ (人)} \times 1833.3 \text{ (時間)} = x \text{ (人)} \times 1.5 \text{ (時間)}$$

$$x = 1222.2$$

$$\approx 1222 \text{ (人)}$$

1人1m分のボンドを流すとすると

$$\begin{aligned}14.47 \times 2 + 13.6 \times 2 &= 29.54 + 27.2 \\ &= 56.74(\text{人}) \\ &\approx 57(\text{人})\end{aligned}$$

よって1人につき1m確保した時の必要な人数は57人である。

そして胴体のボンドが薄く広がる時間は

$$828(\text{cm}) \div 12.5(\text{cm/秒}) = 66.24(\text{秒})\text{となる。}$$

② ボンドを乾かす人数と時間

ボンドを乾かすヒーターの縦の長さ・横の長さを30cm・27cmとする。

ヒーターをひもで上からつるしてつないで1人につき3個のヒーターを上げ下げして乾かすとすると、以下の式になる。

図1より図2のように大仏の胴体の前面を面A、側面を面Bとする。

胴体の面A

(大仏の横幅) (ヒーターの横幅)

$$1360(\text{cm}) \div 27(\text{cm}) = 50.3 \approx 51$$

1つの面に対して51個必要

(必要なヒーターの数) (1人が引くヒーターの数)

$$51 \div 3 = 17 \text{ 人}$$

1つの面で17人必要となる。

また、背面も同様に17人必要となる。よって $17 \times 2 = 34$ 人必要となる。

胴体の面B

(大仏の奥行き) (ヒーターの横幅)

$$1477 \div 27 = 54.7\cdots \approx 55 \text{ 個}$$

より55個必要となる。

(必要なヒーターの数) (1人が引くヒーターの数)

$$55 \div 3 = 18.3 \approx 19 \text{ 人}$$

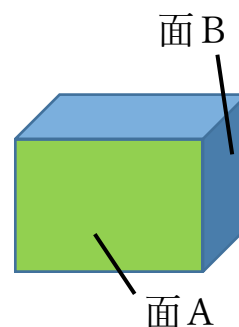
より19人 また、向かい合う面も同様に $19 \times 2 = 38$ 人

よって $34 + 38 = 72$ 人

また乾かす時間を求める。

15cm定規で計測を行った結果、定規に薄く塗ったボンドにヒーターの熱を直射したところ完全に乾くまでに15分かかった。

よってヒーターを828cmの高さだけ上げ下げしたときのボンドが乾く時間をx分とおくと



(ヒーターの高さ)(直射した時に (大仏の胴体の高さ) (上げ下げした時の時間)
乾く時間)

$$30 \text{ cm} : 15 \text{ 分} = 828 \text{ cm} : x \text{ 分}$$
$$x \text{ 分} = 27.6 \text{ 分}$$

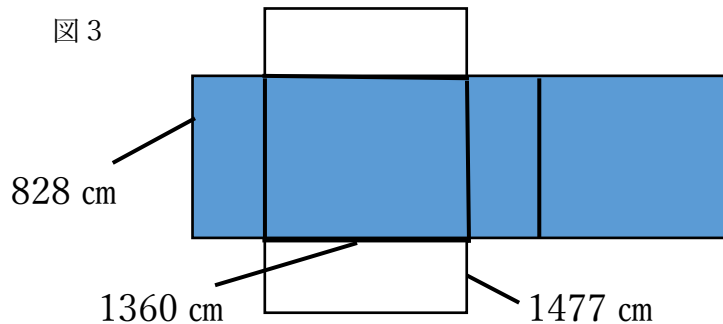
③ ボンドをはぐのに必要な人数と時間

15cm 定規を用いて計測を行ったところ、胴体の側面積で用いた結果より定規の面積は 57.4 cm^2

定規に塗り、乾いたボンドをはがす時間は1分20秒、すなわち1.3分となる。

1人が1分間にボンドをはがすことができる面積は

$$57 \text{ cm}^2 \div 1.3 \text{ 分} = 43.8 \text{ cm}^2 \approx 44 \text{ cm}^2$$



次に胴体の側面積を求める。

図3より

$$(1477 + 1360 + 1477 + 1360) \times 828 = 4698072 \text{ cm}^2$$

1人がボンドをはがすのにかかる時間は

$$4.7 \times 10^6 \text{ cm}^2 \div 44 \text{ cm}^2 = 106818.1818 \dots (\text{分})$$

時間に換算すると

$$1.1 \times 10^5 \div 60 (\text{分}) = 1833.33 \dots \text{時間}$$

よって1人ではぐ時間が 1.8×10^3 時間なので x 人で1.5時間かけてはぎ終わると仮定すると $1.8 \times 10^3 = 1.5x$

$$x = 1200 (\text{人})$$

より1200人必要となることが分かる。

以上より

① は 57 人、66.24 秒=1.1 分

② は 72 人、27.6 分

③ は 1200 人、1 時間 30 分

よって①、②、③にかかる人数の最大人数は 1200 人であるので、最低 1187 人必要である。

これは、1.1 分+27.6 分+1 時間 30 分=1 時間 58.7 分であるので 2 時間以内という条件を満たす。

頭部については雑巾で拭き取るとする。

最後に、頭部と胴体の底面上部を清掃する人数と時間を考える。

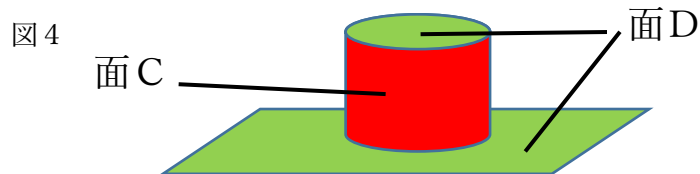


図 1 より図 4 のように円柱の側面積を面 C とすると、
(面 C の縦) (底面の円の直径) (円周率)

$$\begin{aligned} 6.7\text{m} \times 3.2\text{m} \times 3.14 &= 67.3216 \\ &\approx 67.3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

次に面 D の面積は胴体の上部の長方形の面積に等しいので、

(面 D の縦) (面 D の横)

$$\begin{aligned} 14.77\text{m} \times 13.6\text{m} &= 200.872 \text{ m}^2 \\ &\approx 200.9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

よって面 C と面 D の面積の和は $67.3+200.9=268.2 \text{ m}^2$

1 人が 1 分で掃除できる面積を計算したところ、 2.64 m^2 だったので

1 人で面 C と面 D を掃除すると、

(面 C と面 D の面積の和)

$$\begin{aligned} 268.2 \text{ m}^2 \div 2.64 \text{ m}^2/\text{分} &= 101.590 \\ &\approx 101.6 \text{ 分} \end{aligned}$$

例えば 4 人で掃除をすると仮定すると、

$$101.6 \text{ 分} \div 4 \text{ 人} = 25, 4 \text{ 分} < 1.1 \text{ 分} + 27.6 \text{ 分}$$

(①の時間) (②の時間)

よって①、②の作業中に余った人を面 C と面 D の掃除に当てても結論に影響は無い。

【結論】従ってボンドと雑巾を使用し大仏のお身拭いを2時間以内に行うには1187人必要である。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、助言をくださり、終始熱く指導してくださいました先生に感謝致します。

【参考文献】

大仏 Wikipedia

<http://ja.wikipedia.org/wiki/大仏>

大仏を比較する！ 奈良・鎌倉大仏百科

<http://www.nkdaibutsu.com/difference/comparing.html>

華嚴宗大本山 東大寺 公式ホームページ

<http://www.todaiji.or.jp/contents/qa/>