使用性を考慮した黒板消しの形状の検討

○吉岡 廉（九州大学芸術工学部）

村上 智大（松江工業高等専門学校電子情報システム工学）

齋藤 誠二（岡山県立大学情報工学部）

Design of Blackboard Eraser for Usability

Len YOSHIOKA (School of Design, Kyushu University)

Tomohiro MURAKAMI (Faculty of Electric and Information Systems, Matsue College of Technology)

Seiji SAITO (Faculty of Computer Science and Engineering, Okayama Prefectural University)

1. はじめに

黒板消しは、スポンジにより柔軟性を備え、拭き取る面に対して密着し、コーデュロイの布で拭き取ることで消しやすさを実現している。しかし、現在の黒板消しは強い力でなければ黒板をきれいに拭くことができず、拭き残しが多い。また、黒板消しは小学生から大人まで体格や身体的特徴の異なる様々な人が使うため、多くの人が扱いやすいものである必要がある。

そこで、本研究では既存の黒板消しの、黒板に密着する柔軟性とチョークの粉のキャッチ力を残しながら、使用性を向上できる新たな形状を考案することを目的とした。

2. 方法

2.1 第一実験

【黒板消しモデルの概要（図1）】

- ①アーチ型（以後A）：消す方向に対して常に垂直に近い方向を向かせることでよりきれいに消えることを期待した形状。
- ②豆型（以後B）：握る部分に丸みを持たせることでつかみやすくなり、使用した時に無駄な筋力を使わないことで身体への負担が軽減するという効果を期待した形状。

なお、腕の回内角度はおおよそ 20° が適切な角度である¹⁾ことから、黒板接触面は従来の平面（以後F）と斜めにカットして約 14° の角度をつけたもの（以後S）とする。以後、モデルの名称表示は豆型平面であればB-S、斜面であればB-Sのように“形状-面”と表示する。

【黒板消し条件と被験者】

黒板消しとして、上記した考案黒板消しにコントロール（以後C）として市販されている黒板消し（ $300 \times 70 \times 45\text{mm}$ ）を加えた計6条件で実験を行う。

また、被験者は若年者男性10名（平均身長170

図1 黒板消しモデル

±2cm, 右利き）とした。

【評価項目】

- 1) 上肢筋電図：上体の計8箇所（僧帽筋上、僧帽筋中、大胸筋、三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、円回内筋、深指屈筋）の筋電図を測定する。
- 2) 主観調査：各条件に対する主観11項目を、VAS法を用いて評価した。
- 3) きれいさ評価：被験者とは別の第三者に黒板のきれいさについて各条件を比較し、順位付け評価をさせた。

【プロトコル】

実験は教室の黒板に10cm間隔の方眼線 $80 \times 80\text{cm}$ を条件数だけ描き、事前の調査で明らかになった消し方を指示し、実験をさせる。各条件の実験終了後に主観調査をさせ、全ての条件の実験終了後に第三者評価をさせる。なお、上記の流れで1被験者に2セット実施する。また、被験者ごとに実験の順番を変えカウンターバランスをとる。

2.2 第二実験

【黒板消しモデルの概要（図2）】

第一実験の結果から豆型とアーチ型の黒板消しの特性を併せ持つ黒板消しがより良いと考え、2

図2 改良版黒板消しモデル (N-F)

つの形状を合わせた黒板消しを製作した。

【実験方法】

実験方法は第一実験と同様とする。黒板消し条件は第一実験の結果を元に製作した黒板消し（以後N-F）とコントロールとして市販の黒板消しを用意し、計2条件で実験を行う。

3. 結果

3.1 第一実験

1) 上肢筋活動

円回内筋ではA-FがC-Fに比べて有意に低いことが認められた。また、深指屈筋ではA-FとB-FがC-Fに比べて有意に低いことが認められた。

2) 主観評価

各条件間での有意な差は認められなかったが、全体的にB-Fの評価が高いという傾向が見られた。特に軽い力で消すことができたかの項目ではC-Fと比べてよい評価を得られた。

3) きれいさ評価

A-F, C-F, B-F, C-S, B-S, A-Sの順番に評価が高かった。

3.2 第二実験

1) 上肢筋活動

三角筋と上腕三頭筋においてN-FがC-Fに対して有意に低いことが認められた。

2) 主観評価

持ちやすさ、フィット感、過度な力を使わなかったか等、6項目でN-FがC-Fに比べて有意に高いことが認められた。

3) きれいさ評価

第三者の半数がN-Fが良いという評価をした。

4. 考察

A-FはC-Fに比べ円回内筋と深指屈筋の有意な筋活動の減少が認められた。これは、A-Fは扇形になっていることでC-Fよりも手首の撓屈が減少したためだと考えられる。また、C-F把握時には小指にも力を入れる必要があるが、A-Fは湾曲していることで力の強い人差し指、中指にフィットし、効率よく力を伝えることができたと考えられる。

B-FはC-Fに比べると深指屈筋の有意な筋活動の減少が認められた。拳をわずかに広げた状態にできる手の縦のアーチの長さは最適にぎり径（約40mm）に近く、これらの形成が物体の把握しやすさと結びついていることが分かっている²⁾。B-Fは丸みを帯びた形状にすることで手のひらにできるアーチと接触する面積が広いことで、把握するときに使用する深指屈筋への筋負荷が減少したと考えられる。

これらの特徴を併せもつN-Fは、三角筋と上腕三頭筋の筋活動が抑制された。N-Fは扇形であることから特に内転の過度な動作が抑制されたことで、内転と外転の動作に要する三角筋の筋活動の抑制につながったと考えられる。また扇形によるチョークの粉のキャッチ力向上が、過度に黒板消しを黒板に押し付ける必要をなくしたため、肘関節の伸展に要する上腕三角筋の筋活動が抑制されたと考えられる。

そして、これらの筋活動の抑制が主観評価での高評価に寄与したと推察される。

以上のことから、図2に示す把握部分をくびれさせ、全体的に扇状の緩やかなカーブをもたせた黒板消しのモデルは、使用性の向上が期待できる形状であることが示唆された。

今回の実験では、平均身長が170cmの若年男性を対象としているが、今後は黒板消しを使用する現場を考慮して、身長や筋力の低い低年齢者を対象として検討する必要がある。

参考文献

- 1) 押木秀樹 他：“望ましい筆記具の持ち方とその合理性および検証方法について”，書写書道教室研究，17号，pp. 11-20，2003。
- 2) 八高隆雄 他：“円筒物体の上げ手握り時の握りやすさの完成評価と手のひらのアーチの関係”，日本機械学会論文集，66巻，No. 99-0379，pp. 202-207，2000。