

「粗さ感」知覚における形状要因のはたらき

—シボ形状による質感表現のための基礎的検討—

材料技術部門

工業製品には機能・性能だけでなく、デザインや使い心地といった感性的な品質も求められます。ヒトの感覚は様々な点でモノの物理量と異なりますが、何らかの方法で数値化することで、その他の機械的な性質と同様に扱うことができます。本稿ではプラスチックの触り心地に注目し、シボの凹凸寸法から粗さ感が決定する構造について調べた事例をご紹介します。

■ 概要

プラスチック製品の触感にはシボ加工で施される微細な凹凸（テクスチャ）に起因します。この凹凸形状から触感が生じる因果関係を明らかにできれば、テクスチャの設計寸法により積極的に触感を制御することが期待できます。本研究ではテクスチャの設計指針を求める観点から、微細な形状要素から粗さ感が決まる構造を明らかにすることを目指しました。

■ 触感について

触感には複数の触感因子を元に総合的に評価される感覚です。触感因子としては粗滑感（マイクロ／マクロ）、硬軟感、温冷感、乾湿感等が知られており、各因子を複合することで素材の判別や表面性状の判定が行われ、さらに嗜好や機能性といった上位の判断が加わることで触り心地や高級感など感性的な評価が決まると考えられています。このような階層構造を前提にすると、テクスチャ寸法と触感の関係を考えるには、最下層にあたる触感因子との関係から明らかにする必要があります。

本研究では触感因子のうち、表面を指で擦ることで感じられる微細な粗さ感（マイクロな粗滑感）を対象としました。粗さ感の成り立ちについて詳しくみると、粗さ感には凹凸の周期・高さ・尖り具合などの影響をそれぞれ受けますが、微細な領域ではこれらの形状要素は個別には識別されず、一つの粗さ感として知覚されます。個々の形状要素と粗さ感の関係を示した研究は神経生理学の分野を中心に多くみられますが、複数の寸法要素から粗さ感が評価される過程に言及したものは多くありません。本研究ではこの過程に着目し、複合的な形状要素に対して最終的な粗さ感がどのように決まるのかを実験的に調査しました。

■ 実験方法

試料には図1のような樹脂製のドットパターンを用いました。凸点の間隔や曲率・高さの組合せ

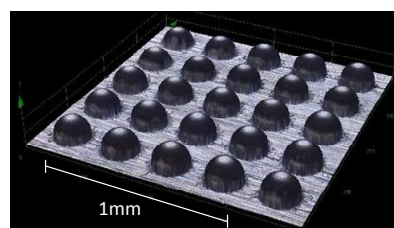


図1 ドットパターン試料の部分拡大図

を違えた多くの試料を作り、官能検査により各試料の粗さ感を数値化することで、寸法要素と粗さ感の関係を調査しました。ヒトの感覚は一見曖昧で数値化が難しそうですが、被験者や試行数を増やし統計処理を行うことで定量的に評価することができます。客観的に数値化する方法として、様々な官能検査法や生理計測法が考案されています。本研究では一対比較法や2点識別法を用いて感覚量を評価しました。

■ 実験例

(1) ドット間隔の影響（間隔が密な場合）

ドット間隔が密な領域において、間隔と曲率を変化させて粗さ感を調べました。結果は図2のようになり、粗さ感にはドット間隔のみに従うことがわかりました。この領域では主に刺激の周期を手掛かりに粗さが判断されているといえます。理由として、凸点の間隔が狭く、頂部の一部しか皮膚に触れないことなどが考えられます。

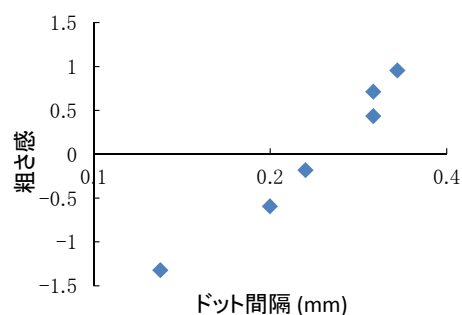


図2 ドット間隔と粗さ感の関係

(2) ドット高さの影響（間隔が疎な場合）

ドットの高さに対し相対的に間隔が広い寸法領域では高さの影響が現れます。凸点の曲率が同じであれば、図3の模式図のように、ドットの間隔が広く皮膚が平面部に届く場合にのみドット高さの違いが知覚され、粗さ感は図4のように変化すると予想されます。この仮説に基づき実験を行ったところ、図5のようにモデルに沿った結果が得られ、ドット高さの影響はドット間隔に対して相対的に決まる寸法領域（図6）で限定的に現れることがわかりました。さらにこの範囲では前述のようなドット間隔の影響がみられず、このような条件下では凹凸の高さの違いが支配的になります。

(3) ドット形状の影響（間隔が疎な場合）

ドットの尖り具合（曲率）によっても粗さ感に変化します。ドットの間隔と曲率の組合せに対して粗さ感がどのように分布するかを調べた実験の結果を、粗さ感の等高線で示すと図7のようになります。粗さ感はその両者の影響を同時に受け、その効果は各寸法値（の対数値）と線形性が高いことがわかりました。この結果から粗さ感にはドット間隔・曲率のそれぞれ対数値に重み付けして足し合

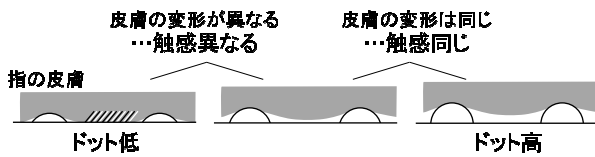


図3 皮膚の接触状態と触感の関係（モデル）

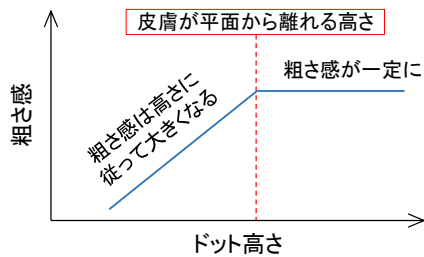


図4 モデルに基づく粗さ感の予想

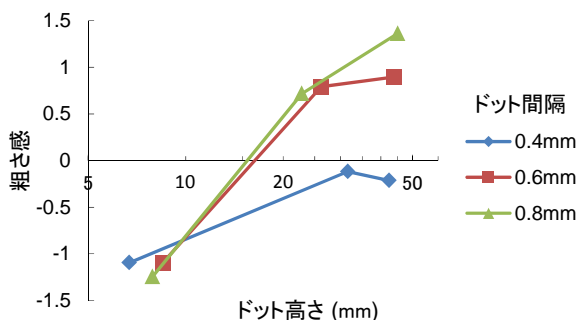


図5 ドット高さとの粗さ感の実験結果

わせた形で推定できることがわかります。より詳しくみると、この際の重み付けの係数（グラフの傾き）には個人差があり、この係数により間隔（刺激の周期）を重視するか、曲率（刺激の大きさ）を重視するかといった感じ方の個人差を数値的に評価できることもわかりました。

■ まとめ

これらの実験から寸法領域により粗さ感と寸法値の関係が変化することや、各要因の影響が重複する領域では、それらを足し合わせた比較的簡単な形で粗さ感が推定できることなどがわかりました。また各要因の重み付けに大きな個人差があることもわかりました。ここで解明できたのは複雑な触感のごく一部の範囲ですが、このような手法によりヒトの感覚も工学的な検討の対象になることを知っていただければと思います。

■ 謝辞

本研究を実施するにあたり、試料作製や実験の実施において、檜山金型工業(株) (現(株)コガネイモールド) 様にご協力をいただきました。

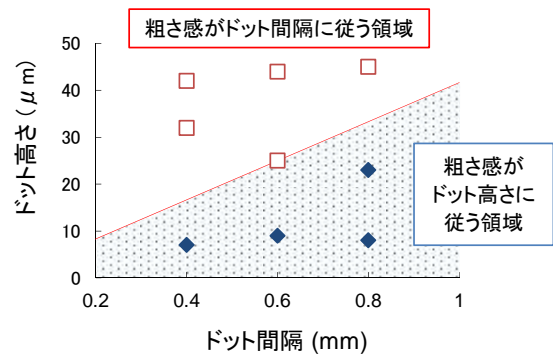


図6 粗さ感がドット高さの影響を受ける範囲

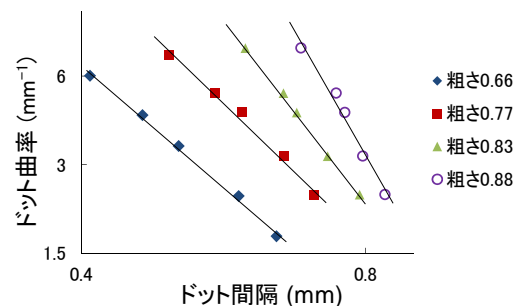


図7 ドット間隔・曲率と粗さ感の関係（等高線）

長野県工業技術総合センター
材料技術部門 設計支援部 相澤淳平
TEL: 026-226-2106 FAX: 026-291-6243
E-Mail kogyoshiken@pref.nagano.lg.jp