工業デザインにおける edge の意味*

森 典彦**

Implication of Edge in Industrial Design / Norihiko MORI

Key words: edge, industrial design, curvature, blended arc, corner arc, smooth continuity, lateral inhibition, Mach band

edge は2面の交わる稜線であるといえれば幾何学的に定義したことになる。ところが世に存在するものは、自然物であれ人工物であれ、稜線は厳密には存在し難く、その近傍を含め多かれ少なかれ変形している。とぎすまされた刃物は比較の変形が小さく、近似的に稜線が残っているといえる。稜線近傍の変形の形状はさまざまで、人工物における微小な変形は不定形だが、比較的大きくて製作者の意識的に行われる変形の場合は、稜線に直交する断面において2つの面に接する円弧(カドR)だったり、2つの面と等角度で交わる線分(面とり)だったりする。常識的な言葉として、稜線近傍のどの程度の変形までを近似的稜線とみなしてedgeというかは全く相対的で、物の種類や、同じ種類でもたまたま経験した物の範囲による。自動車の車体のどのようなプレスラインをedgeというかは角ばった車が流行しているときとそうでないときとで異なるというわけである。

工業デザインの世界ではedgeという言葉とその幾何学的性状との関係が問題なのではない。物のデザインの性質とは、物の人間とのかかわり方に関する性質であり、人間の人間工学的・生理的・心理的側面への関係づけである。そしてこの関係づけの内容と、形状との間に一定の対応があればデザインにおける知識となり、その知識がデザイン制作において使われる。例えば四角の断面のドアハンドルのedgeが2R以上で丸められている形は握って痛くないはずとか、5R以上ならばedgeは存在せず、四角というより滑らかに連続した1つの面として感じられるとかは工業デザイ

ナの知識である。

いま、工業デザインを狭義にとり、形の視覚を通しての感覚的・心理的反応を問題にするものとする、edgeの性質は、2面の交角と、稜線の変形の程度と性状により、感覚的・心理的反応が量的に変わるだけの場合と、質的に変わる場合とがある。「カドが鋭い」「それほど鋭くもない」というのは前者で、「カドによって2面が分割されて見える」「曲がっているが融合されて1面に見える」というのは後者である。

この後者の質的な差異、すなわちedgeによる「分割感」か「融合感」かはデザイン上基本的問題である。それは単にそのような感覚を与えるという、認知レベルの反応ばかりでなく、例えば「分割感→割り切った感じ→無機質なイメージで(自分としては)見て快い」「融合感→あいまいで不思議な感じ→有機的なイメージで独特の味があって面白い(あるいは少々気持が悪い)」というように、深い心理的反応あるいはその人固有の価値感にまで関係することが多いからである(図1)。

さて、それではデザイン制作する立場から、分割感や融合感に対応する具体的な形態について調べてみよう。はじめに融合感をとり上げる。図2においてA、Bは同じ交角で直線が交わり、そのedgeを同じ半径の円弧で除去したものである。ここでは2次元表示のため、稜線に直角な断面図を示している。一見同じように見えるAとBも、よく見るとAは滑らかに両側線が連続して見えるがBはぎこちない。Bには滑らかさがなく極端にCのような直線/円弧/直線と3分割したものにやや似た感じがすることに気づく。Aは円弧から両側線に曲率変化が連続するように描いて

* 原稿受付 昭和63年8月16日

** 千葉大学工学部(千葉市弥生町1-33)

図1 工業製品における無機的イメージ（上）と有機的イメージ（下）（いずれもオリベティのタイプライター，1978）

図2 直角に交わる2直線のedge除去による融合

図3 8次式曲線を用いたedge除去による2直線の融合

図4 1つの円弧と1種類のblended Rを用いたedge除去による2直線の融合

あり、Bは円弧が両側線に直接に接する、つまり曲率が接点において一定値からゼロに急変するように描かれてある。Dは円弧と側線との間に中間の曲率を持つもう一つの円弧を入れて描いてあり、見た眼にはAとほぼ同様の滑らかさが感じられる。

このことからわかるように、人は融合感を感じようとするとき、曲率連続という理想の姿を見ようとするのであって、その理想から遠いほど折れている——融合感がないと感じる。経験によれば、この非融合感は、曲率が不連続でかつその不連続点における2つの線の曲率の比がかなり大きいときに起きるのであって、単に線（面）が接していて折れてないというだけでは不足なのである。Dのように中間に一つでも中間曲率の円弧を挿入すると、曲率は不連続でもかなり非融合感は改善されるので、工業デザイナーは滑らかな融合する形を設計するときに、厳密に曲率が連続変化する曲線を設計する代わりに実用的手法としてDのような作図をすることが多い。中間に入れた円弧のことを緩和アールとかblended Rという。

それではblended Rはどのような半径を選べばよいか。また厳密に曲率連続を求めるにはどんな数学的曲線がふさわしいか。このことについては筆者らは図3, 4, 5のような設計法を提案した。

厳密曲線として8次式を選んで描いたものが図3の

図5 blended R の寸法を求めるグラフ

上部であり、その曲率の様子を図示したのが同図下部である。また近似のための blended R による法としては、図4に示すように両側線と e なる間隔をおいて必要な円弧 R を描き、この円弧と両側線とに接するように blended R としての円弧 R_2 を描けばよい。 e および R_2 は両側線の交角 α との関係で図5により求める。詳細は文献1)に譲る。

実際に工業製品の設計の場合において、自動車のように曲面の美しさが重要な製品の場合は、デザイナーは特にこのような滑らかさのことに慎重に注意を払う。しかし一般の製品デザインでは必ずしも配慮は十分でない。単一円弧で edge を丸めたために、融合を意図しながら滑らかさに欠けたりする。その設計が切削加工やモールド製法などのときはそのまま製品の形となるが、同じ設計でも弾性体を弾性変形して形作る（自動車の窓回りのゴムのガスケットなど）と、設計図と関係なく曲率が連続してしまうので、製品の方が設計図より美しいといった皮肉な現象もある（図6）。

次に分割感を取り上げる。視知覚現象の一つに、よく知られたマッハ帯の現象があり、2次元空間における明度分布の変化に対して、人間の眼はその変化の2次微分を感じるというもので、横抑制 (lateral inhibition) という視神経の作用で説明されている²⁾。従って実際の物体を見るとき、物体における2面の分割部、すなわち曲率が急変するところや近似的な稜線においては明度の急激な変化があるので、その2次微分と明度変化とを合成すると図7の点線のように変化が強調

図6 Aの四隅のモールド成形による形はやや滑らかさに欠ける
Bの曲げ木は製法の性質上曲率が連続し、コーナの形は滑らか
Cの屈曲部は弾性体のため、曲率が連続した滑らかな形
(写真はいずれも六耀社刊「精緻の構造」、1983³⁾より)

図7 明暗のある物体が網膜に映じたとき、明暗のある方向にとった線上の明度分布(実線)と、視知覚上の明るさ(点線)²⁾

されて感じられる。デザイナーや画家は積極的にこのことを利用する。つまり、イメージスケッチをよく描く

図8 工業デザイナーの線描スケッチ
(小杉二郎, 時代を超えるデザイナーの描く夢, 1962,
前出「精緻の構造」³⁾より)

が, いちいち明度分布を描かなくても, edge 相当部を線描きするのみで全体の立体形状の様子をある程度把握できるし, 人にも伝達できる(図8)。また明度分布を描くとき, 図9のように edge 近傍の明度差を強調することで, 物体の立体感や存在感を強めることが行われる。

図9 edge 近傍の明度差を強調したスケッチ

以上, 工業デザインにおける edge の持つ意味として, それがどう見えるかを主として述べた。ほかに道具の使用時の手の触感など, 触覚を通しての感覚, 生理的問題などもあるが紙数の関係で割愛する。

文 献

- 1) 永田 喬, 趙 修偉, 森 典彦, 野口尚孝: コーナー R の数学的解析と設計方法, デザイン学研究 60, 日本デザイン学会 (1987) 23.
- 2) 例えば, 渡辺 慧: 認識とボタン, 岩波新書 (1978) 46~51.
- 3) 日本インダストリアルデザイナー協会編集委員会, 六耀社編: 精緻の構造, 六耀社 (1983)

情報

工作機械技術振興財団, 金型についての研究発表

(財)工作機械技術振興財団(東京都千代田区鍛冶町1-6-15, 共同ビル, 電話 03-252-2042)では標記の金型製造工程のためのエキスパートシステムに関する研究の報告書を発表した。

本研究は北大・斎藤勝政教授ほか3名によって行われたものである。

本研究報告書は次のようなものである。

そもそも, 金型製造工程における問題点の1つは成形加工との関連で決定される設計工程であり, 2つには金型熟練工(専門家)のノウハウにより処理されている金型自由曲面の加工工程である。特にプラスチック成形金型の加工工程において, 平滑加工や磨き加工などの仕上げ加工は, 加工工数全体の約30%以上にもかかわらず, 手作業の占める割合が多く, 金型製作時間の短縮の隘路となっている。金型表面の仕上げには, 多種類の仕上げ工具を順序良く利用し, できるだけ短時間で, 目標とする粗さなどの表面状態を達成することが要求される。

さて, 専門技術は, 専門知識に基づく「判断」と専門家が感覚として体で習得している「技能」の2つに区別して考えることができるが, 磨き作業については, 後者の技能の占める割合の方が多いように思われる。そこで, 金型磨き作業支援エキスパートシステムとしては, (1) 金型磨きの熟練工の意思決定が代行できるエキスパート

システムの開発, (2) 磨き作業者の熟練技能を代行できるセンサ, アクチュエータの開発の両方が必要であり, これらを考慮した上で, 将来目標とする金型磨き作業支援エキスパートシステムを提案すべきであろう。すなわち, (1) 体系化されていない金型磨き作業の調査, 分析及び金型磨き加工の熟練工の持つ経験的な知識を抽出し, 知識データベースを作る, (2) 金型磨きの素人に対して, 金型形状を考慮した上で, 磨き工具の選択と工具の使用手順, 工具の動かし方等を指示できるエキスパートシステムの開発, (3) 金型表面状態を計測する視覚センサ, 磨き作業用アクチュエータを備えた金型磨きロボットに対し, 加工条件を指示できるエキスパートシステムの開発である。

本研究においては, 以上のような事項を考慮しながら, まず金型熟練工の磨き作業に対する知識を, ある金型メーカーの標準化活動の中から, またアンケート調査によって収集し, その内容の分析を行い磨き工具の使用手順決定ノウハウを得た。次に, この知識データベースをもとにして平面ではあるが, 前加工面の粗さ, 傷を除去し, 最終的に要求金型仕上面状態を能率的に達成できる工具使用手順と磨き回数を教示するエキスパートシステムを構築した。

(p. 2076 へ続く)