

## 15 触感評価法を用いたゴム製グリップ開発手法の汎用性に関する研究

佐伯光哉

### 1 目的

道具に使用されるグリップについて、使い易さに優れたグリップ材料の開発を効率的に行うため、握り心地を数値化（主観値）し力学的特性値から推定する方法について研究を進めている<sup>1)</sup>。本報告では、測定したデータから主観値推定についての精度向上のため、布の風合い評価方法である KES 法で用いられている段階的ブロック回帰<sup>2)</sup>の適合性について検討した。

### 2 実験方法

グリップはハンドカートに使用されるものを想定し、22 種類のゴム材料から 22 種類のグリップを試作した。試作したグリップを 19 名の被験者により「握り心地」の主観評価を実施した。評価は-3 から+3 までの 7 段階とした。

さらにゴム製グリップの評価に開発した、せん断、曲げ、圧縮、表面、粘着(乾)、粘着(湿)、基本特性(硬度、厚さ、グリップ内径)の 7 種類の測定方法により、20 種類の力学的特性値を求めた。

これらの「握り心地」主観評価値と 20 種類の力学的特性値を用いて回帰分析を実施し両者間の相関係数を評価した。なお、1 つの測定から得られる 2~3 種類の特性値をブロックとし、7 つの物性ブロックを用い段階的ブロック回帰を実施した。段階的ブロック回帰は、推定値と主観値との相関係数が最も大きかったブロックの残差について、ほかの物性のブロックによる回帰分析を繰り返すことにより、推定精度の向上を図るもので、式(1)を用いて推定値を求めた。

$$\text{推定値} : Y = A + \sum_{k=1}^{20} C_k \cdot \frac{X_k - \bar{X}_k}{\sigma_{Xk}} \dots \dots (1)$$

- ここで、A : 定数  
 $C_1 \sim C_k$  : 回帰分析によって得られる定数  
 $X_k$  : 力学的な特性値  
 $\bar{X}_k$  : 特性値の平均値  
 $\sigma_{Xk}$  : 特性値の標準偏差値  
 k : 1~20 までの整数

### 3 結果と考察

図 1 にブロック間の残差回帰を繰り返したときの主観値  $y$  と推定値  $Y$  との相関係数の変化を示す。1 段階目の回帰分析ではせん断のブロックの相関係数が大きく 0.71 であった。せん断を第 1 ブロックとし、主観値  $y$  と 1 段階目の推定値  $Y_1 (= Y_{(せん断)})$  の残差  $y - Y_1$  について、2 段階目として残りの 6 ブロックによる回帰分析を行った。2 段階目では表面のブロックから求められる推定値  $Y_{(表面)}$  の相関係数が最も大きくなり、これを第 2 ブロックとした。

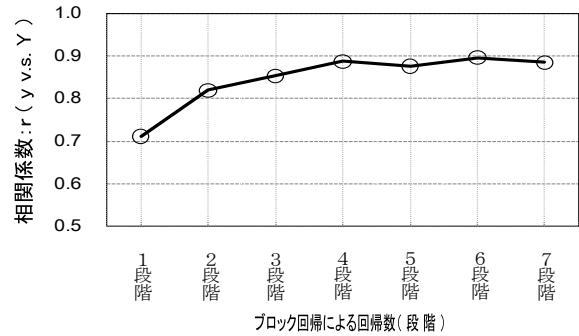


図 1 「握り心地」の段階的ブロック回帰による相関係数の変化

2 段階目の結果得られる推定値  $Y_2 (= Y_1 + Y_{(表面)})$  の相関係数  $r$  は、図 1 に示すように第 1 ブロックの時より大きくなることが分かった。さらに、残差  $y - Y_2$  について 3 段階目の回帰分析を行い、この後 4 段階目~7 段階目まで残差の回帰分析を繰り返した。その結果 4 段階目のブロック回帰により、相関係数は 0.71 から 0.89 まで改善され、残差解析により主観値の推定精度が向上することが確認できた。「握り心地」の推定式に用いる 4 段階目までのブロックとその定数  $C_1 \sim C_k$  および平均値  $\bar{X}_k$ 、標準偏差値  $\sigma_{Xk}$  を表 1 に示した。

表 1 「握り心地」の推定式に用いる係数および特性値の例

ブロック (物性)		k	$C_k$	$\bar{X}_k$	$\sigma_{Xk}$
第 1 ブロック (せん断)	G	1	-0.33	0.72	0.48
	2HG <sub>0.5</sub>	2	2.29	31.1	24.0
	2HG <sub>2.0</sub>	3	-2.52	37.3	30.4
第 2 ブロック (表面)	MIU	4	0.57	1.04	0.43
	logMMD	5	0.25	-1.98	0.31
	logSMD	6	-0.70	-0.43	0.36
第 3 ブロック (基本特性)	硬度	7	0.09	47.5	25.2
	厚さ	8	0.32	4.3	1.70
	グリップ内径	9	-0.04	22.0	2.52
第 4 ブロック (圧縮)	LC	10	0.46	0.47	0.28
	logWC	11	-0.60	0.49	0.57
	RC	12	-0.25	70.0	8.10

第 5 ブロック(粘着(乾))、第 6 ブロック(粘着(湿))、第 7 ブロック(曲げ)は省略  
 ここで、式(1)において定数: A=0.26

### 4 結論

KES 法に用いられている段階的ブロック回帰を、ハンドカートに使われるグリップ材料の主観値の推定に用いることにより、推定精度を向上できることが分かった。

### 参考文献

- 1) M.Saeki, M.Inoue, Proc.36th Text. Res. Symp. Mt. Fuji, p131-136 (2007)
- 2) S.Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation, 2nd ed.", HESC, Text. Mach. Soc. Japan, (1980)

(文責 佐伯光哉) (校閲 磯野禎三)