9 0 8 工業製品の分解時間予想ソフトウェアの開発

Development of a Software for Estimating Disassembly Time of Industrial Products

正 近藤 康雄 (鳥取大院) 〇学 出口 憲司 (鳥取大)
林 雄一郎 (鳥取大院) 正 小幡 文雄 (鳥取大院)

Yasuo KONDO, Kenji DEGUCHI, Yuichiro HAYASHI, and Fumio OBATA
Tottori-University, 4-101, Minami, Koyama-cho, Tottori-shi, Tottori

Key Words: Disassembly time, Industrial product, Software

1 緒言

資源枯渇やごみ処理場の絶対的不足問題に対応するためにリサイクル性やメンテナンス性の高い製品を開発することが重要となっている。製品のリサイクル性やメンテナンス性を高めるためには、リサイクル価値の高い部品、適正な廃棄処理が困難な部品、短寿命の消耗部品の分解や交換が容易な製品構造設計を行う必要がある。このため近年、作りやすく壊しやすい製品の設計法に関する研究が盛んに行われている⁽¹⁾⁽²⁾。

製品の分解性を向上させるためには、設計段階でこれを考慮することが重要である。このような製品設計を効率よく行うために、試作・実験・分解を行うことなく分解性を評価できる方法が求められている。

そこで本研究では、リサイクルしやすい工業製品の開発を支援するツールとして、製品を分解することなく、分解時間が推定できるソフトウェアの開発を行った。ソフトウェアの概要を示すとともに、実製品の分解時間の推定精度を検討する。

2 研究方法

2.1 評価の目的

工業製品の分解性を評価するには、製品全体の分解時間の把握と設計改良時の分解時間削減効果の推定が重要となる。本ソフトウェアでは、設計者が分解性を考慮した製品の設計を効率よく行えるようにするため、以下の分解時間の推定が可能である。

- ① 製品全体の総分解時間を予想
- ② 締結種類別の分解時間
- ③ 局所的な条件(ネジの長さ・外径や作業スペースなど)を考慮した分解時間の予想

2.2 分解時間の推定法

筆者らはこれまでに締結の解除時間は締結の種類に依存し、製品の種類によらないことを明らかにしている⁽³⁾。Fig.1 は Table.1 に示した7種類の製品を実際に分解した時の締結種類とその平均

Fig. 1 Relation between fastener type and average disassembly time

解除時間を示している。本ソフトウェアでは、これらの実験により得られた、各締結方法の平均解除時間を基礎データとして製品の分解時間を推定した。

例としてスナップフィットで締結されている部品の分解時間推定法を示す。スナップフィット1締結あたりの平均分解時間は8.8秒で、携帯電話の場合スナップフィットは23箇所用いられているため $8.8 \times 23 = 202.4$ 秒の分解時間となる。他の締結方法についての分解時間も同様の方法で推定し、すべてを足し合わせることで、製品全体の分解時間を得ることができる。

Fig. 2 Relation between screw length and disassembly time

Table. 1 Test product

Product	The date of manufacture
Refrigerator (Old type)	1978
Refrigerator (New type)	1998
Gas geyser	1981
PC (Desk-top)	1994
FAX	1986
Single-use camera	1998
Cellular phone	1997

ネジの長さ・外径や作業スペースといった局所条件⁽⁴⁾をも考慮して、分解時間を推定することも可能である。ネジの長さ・外径の関係については、使用する工具によって分解時間が異なることを考慮し、Fig.2 に示すように、M2ネジ(精密ドライバを使用)とその他のネジ(汎用ドライバ・めがねレンチを使用)に場合分けしている。

ネジの本数だけでなく、長さ・外径の関係をも考慮に入れる場合には、Fig.2 に示した関係を用いてネジの分解時間を推定している。また、作業スペースの影響を考慮する場合には、分解対象の部品と隣接部品との隙間の値を入力するとその影響が考慮される。

3 結果

3.1 プログラム

作業効率をよくするために、入力操作の容易な Microsoft Windows98 に対応した分解性評価プログラムを開発した。このソフトウェアの入・出力画面の例を Fig.3 に示す。

本ソフトウェアでは、評価する製品に用いられている締結種類と締結数を画面表示にしたがって入力し、計算ボタンをクリックすると、締結種類別の解除時間と総分解時間が表示される。また、ネジの長さ・外径、作業スペースを考察する場合には、局所条件入力画面を表示し、画面にしたがってデータを入力する。

Fig. 3 Display of data input and output form

3.2 分解時間の推定精度

Fig.4 に Table.1 に示した製品の分解時間の実験値と推定値の関係を示す。横軸に実際の分解時間、縦軸に本ソフトウェアで予想した分解時間としてプロットしたものである。分解時間が大きくなると、推定精度が悪くなる傾向にあるが、推定時間は実分解時間とほぼ一致している。ここで冷蔵庫の推定時間が実時間の半分以下となっているのは、冷蔵庫が他の製品と比べて大型であることに加えて、Fig.1 で示されているように、製品間で締結解除時間のばらつきの大きいテープ・粘着剤が多く用いられているためだと考えられる。

そこで、冷蔵庫をのぞく小型製品(インスタントカメラ、携帯電話、ガス給湯器、FAX、デスクトップパソコン)のみの平均締結解除時間を基礎データとしたプログラムも作成した。それを用いて求めた推定分解時間をFig.5に示す。この図より、推定分解時間と実分解時間は非常に一致していることがわかる。

これらの結果より小型製品と冷蔵庫のような中型の製品に分けて評価すればより正確な分解時間を推定できると考えられる。

Fig. 4 Relation between actual and estimated disassembly times (include refrigerator's data)

Fig. 5 Relation between actual and estimated disassembly times (exclude refrigerator's data)

4 結言

リサイクルしやすい工業製品の開発を支援するツールとして、製品を分解することなく、分解時間を推定するソフトウェアの開発を行った。本ソフトウェアを用いることにより、製品全体の総分解時間、締結種類別の分解時間および局所的な条件(ネジの長さ・外径および作業スペース)を考慮した部品ごとの分解時間の推定を行うことができる。

本ソフトウェアを用いて、実製品の分解時間を推定した結果、推定分解時間は実験によって得られた分解時間とほぼ一致した。また、製品の大きさごとに基礎データを整備することにより、分解時間の推定精度を向上させることができた。

参考文献

- (1) 弘重雄三他2名: 分解性評価法の開発, 日本機械学会, 第5回環境工学総合シンポジウム予稿集(1995)。
- (2) 山際康之: ライフサイクルデザインのための組み立て製・分解性工学、工業調査会(1997)。
- (3) 近藤康雄他2名: 使用済み工業製品の分解・リサイクル性評価(I)・(II), 日本機械学会論文集, No.99-27, (1999), 507-511。
- (4) 近藤康雄他4名: ネジ締結体の組み立て・分解に関する研究、日本機械学会第9回環境工学総合シンポジウム予稿集, (1999)。