

2 種類の部品の選択組立て

古林 隆

1. はじめに

工場での製品の組立工程では、ボルトとナット(図1)のように、軸部品と穴部品を対にして組み立てる工程が多数存在する。対にされる2種類の部品(A, Bとする)を生産するときには、太さ(外径, 内径)や長さなどの特性値に対して、それぞれ規格を設定して、できるだけばらつかないようにしているが、多少のばらつきは避けられない。したがって、部品Aと部品Bをそれぞれのロット(部品の集まり)からでたらめに1個ずつ取ってきて、対にできない(軸が穴に入らない、または、入るがゆるすぎる)ことがある。そこで、できるだけ対を多くする、それも、できるだけ「ぴったりしている」対を多くするには、どうしたらよいかという問題が生ずる。

2. ランダム組立てと選択組立て

いま、部品Aの穴の内径 x と部品Bの軸の直径 y に対して、

$$d \geq x - y \geq 0 \quad (1)$$

を満たせば、対にできるとする。ここで、 d は、予め与えられた定数である。(差の下限が0であることは、本質的な制約ではない。0でなければ、 x からその値を引いておけばよい)

部品A, 部品Bのロットからでたらめにそれぞれ1個ずつ抜き取って、(1)を満たせば、対にして、組み立てるのが、ランダム組立てである。

それに対して、ロット毎に(または、グループ分けした各グループ毎に)その中の部品すべてについて、予め内径, 軸径を測定しておいて、それらに基づいて、対ができるように、部品を選択して組み合わせっていく

こばやし たかし 法政大学
〒184 小金井市梶野町3

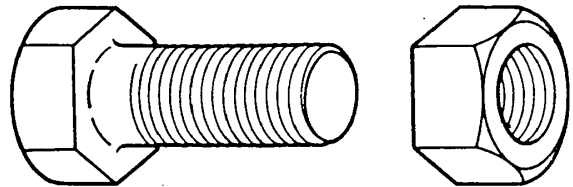


図1 ボルトとナット

のを選択組立てという。

〈例〉

いま、部品Aと部品Bがそれぞれ9個ずつあって、それらの内径, 軸径の測定値が次のとおりであるとし、対にできる条件は、

$$4.0 \geq x - y \geq 0 \quad (2)$$

とする。(数値は、適当に変換されていると考えよう)

表に記載した順序(番号)がでたらめに抜き取られた順序であれば、ランダム組立てでは、対にできるのは、次の3対である。

$$(a1, b1), (a4, b4), (a8, b8)$$

しかし、部品を選択して、組合せを変えればもっと対ができることがわかる。たとえば、 $a1$ と $b2$, $a2$ と $b1$ を組み合わせれば、どちらも対にできる。

3. 層別法

選択組立てには、いろいろな方法がある。簡単なも

表1 部品Aの内径と部品Bの軸径

部品A		部品B	
部品番号	内径 x	部品番号	軸径 y
$a1$	4.9	$b1$	1.8
$a2$	5.6	$b2$	1.2
$a3$	8.5	$b3$	2.7
$a4$	4.0	$b4$	3.9
$a5$	7.9	$b5$	2.5
$a6$	3.3	$b6$	4.8
$a7$	7.3	$b7$	1.0
$a8$	4.6	$b8$	2.3
$a9$	6.2	$b9$	1.7

のとしては、内径、軸径に対して区間を設定して、部品ごとに層別（グループ分け）しておく方法がある。区間の幅が、 $d/2$ 以下になるようにすると、部品Aのある層に入っているものは、区間がそれより1つ下である層の部品Bであればどれを取り出しても、対にすることができる。

〈例〉

表1の部品を区間の幅を2にして層別すると、次のようになる。

表2 部品の層別

層	内径、軸径の区間	部品A (aは省略)	部品B (bは省略)
c 1	0.05- 2.05		1, 2, 7, 9
c 2	2.05- 4.05	4, 6	3, 4, 5, 8
c 3	4.05- 6.05	1, 2, 8	6
c 4	6.05- 8.05	5, 7, 9	
c 5	8.05-10.05	3	

注：区間の下限、上限は、内径、軸径の測定値と一致しないようにした。

層c 2の部品Aとc 1の部品B、c 3の部品Aとc 2の部品B、c 4の部品Aとc 3の部品Bを組み合わせることにより、次の6対ができる。

(a 4, b 1), (a 6, b 2), (a 1, b 3),
(a 2, b 4), (a 8, b 5), (a 5, b 6)

4. 組立て個数の最大化

層別によってかなり組立て個数（対）を多くすることができるが、まだ、むだが多い。（対にできるものを見落としている。）

例で、c 4の部品Aは、c 3の部品Bでなくても、c 2の部品Bの中にも、対にできるものがある。たとえば、まだ対になっていないc 4のa 9とc 2のb 8を対にすれば、組立て個数を1つ増やすことができる。

そこで、組立て個数を最大にする組合せを求めることにする。

まず、部品Aを内径の大きい方から順に並べる。部品Bについても、同じように並べる。

次に、両方とも大きい方から順に1つずつ選んで、条件(1)を満たしているならば、対にしていく。対にできないときは、 $x - y > d$ であれば、部品Aだけ、 $x - y < 0$ であれば、部品Bだけ、次のものに変える。このように、順序を決めておいて、条件を満たすも

のをどんどん選んでいく方法をグリーディ法（貪欲法）という。この方法で組立て個数が最大である組合せを求めることができる。

〈例〉

表1の部品を内径、軸径の大きい方から順に並べると、表3のようになる。

表3 内径、軸径の順に並べた部品

部品A		部品B	
部品番号	内径 x	部品番号	軸径 y
a 3	8.5	b 6	4.8
a 5	7.9	b 4	3.9
a 7	7.3	b 3	2.7
a 9	6.2	b 5	2.5
a 2	5.6	b 8	2.3
a 1	4.9	b 1	1.8
a 8	4.6	b 9	1.7
a 4	4.0	b 2	1.2
a 6	3.3	b 7	1.0

大きい方から順に選ぶと、

(a 3, b 6), (a 5, b 4)

の対ができる。次のa 7とb 3は、

$$x - y = 7.3 - 2.7 > 4.0 = d$$

であるから、対にできないので、部品Aだけ、次の部品a 9に変えて、順に1つずつ選んで組み合わせていくと、

(a 9, b 3), (a 2, b 5), (a 1, b 8),
(a 8, b 1), (a 4, b 9), (a 6, b 2)

の対が得られて、前の2対とあわせて、8対の組立てができることになる。

5. 組合せの最適化

組立て個数が最大である組合せは、幾通りも存在する。そこで、次には、組立て個数が最大である組合せの中で、できるだけ「ぴったりしている」対を含むようにしたいという要求がでてくる。

「ぴったりしている」というのは、あいまいであるから、組み合わせた部品Aの内径 x と部品Bの軸径 y の差で、「ぴったりしている」程度を表すことにする。すなわち、差が小さいほど、より「ぴったりしている」ということにする。対の集合である組合せに対しては、それに含まれるすべての対の中での $(x - y)$ の最大値が小さいほど、よいことになる。

前述の8対の中では、 $(x - y)$ が最大になる対は、

(a 5, b 4) であり,

$$\max(x - y) = 7.9 - 3.9 = 4.0$$

である.

ここで, (a 3, b 6), (a 5, b 4) の代わりに,
(a 5, b 6), (a 7, b 4) を選ぶと, ($x - y$)
が最大になる対は, (a 9, b 3) に変わり,

$$\max(x - y) = 6.2 - 2.7 = 3.5$$

になるから, よりよい組合せが求められる.

実際には, 予め組合せの評価 (どのような組合せが
よいか) を定めておいて, 最もよいものを求めること
にしている. このように, 最もよい組合せ (対の集

合) を求める問題を割当問題というが, 最大値を最小
にする場合や和を最小にする場合は, 最もよいものを
求める方法 (アルゴリズム) が考えられている.

6. おわりに

選択組立てでは, 各部品の特性値など多くの情報を
使っているから, より組合せを求めることができ,
対にできない部品を捨ててしまうような「むだ」が減
少する. しかし, 情報を得るには, 時間や費用がかか
るから, それらと減少した「むだ」とを比較する必要
がある.

全世界の OR に関する文献の Abstracts 専門誌 IAOR を活用しよう

IAOR (International Abstracts in Operations Research) は IFORS (International Federations of Operational Research Societies) が発行している世界の OR 関係の論文および単行本の英文アブストラクト誌です. 年 6 回発行され, 約 2400 編のアブストラクトが収録されています. カバーされている雑誌は, 主要なものだけでも 50 種を超えています.

内容は, モデル, 実施例, 理論の 3 つの部門にわかれ, その中がさらに細かく分類されています. 著者索引および非常に便利な項目索引もあって文献を探すのにとても便利です. お申込みは当学会事務局へ. (申込締切: 12 月末日)

1998 年購読料: 10,000 円 (送料込)

雑誌 EJOR 購読者募集

European Journal of Operational Research (EJOR) は, Association of European Operational Research Societies (EURO) と North Holland 出版社との共同出版によるもので, 1998 年は, Vol. 104-111 が発行されます. 個人購入もできますが, 当学会では, 割引価格でお取り扱いしています.

発行回数: 年 24 回 (8 巻, 24 冊)

使用言語: 英語

内容: あらゆる分野における OR に関する優れた論文, 連絡事項として, letters や新刊書 (最近 1 年間のもの) の批評, 短評 (紹介). 1998 年購読料: 個人 42,000 円, 大学 380,000 円 (いずれも送料込) お申し込みは当学会事務局へ. (申込締切: 12 月末日)