

合金の分析結果と J I S 規格値を照合する コンピュータプログラム

Computer Program for Checking of Analyzed Alloy Composition with JIS

水野 利昭*

Toshiaki Mizuno

(1997年2月21日 受理)

Many alloys which belong to JIS are used for structural or functional materials. They are often reanalyzed to investigate the reason for the trouble of product, and also in case of repairing the instrument and tool. In our section, composition analysis of metals requested from enterprises are performed. It takes much time for identification of the metals using JIS table, especially, in case of aluminum alloys which contain about 130 types. The aid of computer is helpful for shortening the search time.

In this study, the computer program to identify the metals reanalyzed in the laboratory is thought out. Fuzzy research is needed in search, since there is unavoidable segregation in casting or slight error of the analyzed composition.

R_i , membership function of element i in the program, is following.

$$\begin{aligned}
 R_i &= (\text{analyzed value}) / (\text{certified value}) && \text{if certified value} > \text{analyzed value} \\
 R_i &= (\text{certified value}) / (\text{analyzed value}) && \text{if certified value} < \text{analyzed value} \\
 R_i &= 1 && \text{if certified value} = \text{analyzed value} \\
 &&& \text{or if certified value} = \text{nullity} \\
 &&& \text{or if analyzed value} = \text{nullity}
 \end{aligned}$$

Identification Index is defined as the product of all membership functions of each element consisting the alloy. The search time to identify the unknown alloy with the one of JIS table was reduced to be much shorter than with the former manual method.

キーワード：JIS 規格，アルミニウム合金，ファジー検索，定量分析，ベーシック

1. 緒言

多種類の合金が，構造物材料あるいは機能性材料として使われている。なかでも，鉄鋼とアルミニウム合金の使用量が多い。最近では多くの企業において分析機器類を備えている。したがって，商品となった合金はほとんど J I S 規格に適合している。しかし，このような合金であっても，当所の依頼分析のように，再度の分析をする場合が少なくない。それには事故原因の調査とか，輸入品の検査など，色々な理由がある。

合金を製造する企業と依頼分析を行う機関とでは，備えている分析機器はほぼ同様である。しかし，依頼分析を行う機関では独特の問題を抱える。合金を製造する企業では，J I S 規格の品目を知っている。それに対して，依頼分析においては，分析値を基にして，多数にわたる規格表を検索して，同定することになる。

また，J I S 規格の範囲内に適合している製品を，別の機関で分析した場合には偏差が生じる。したがって，規格範囲から少し外れても，適合性を切り捨てることができない。偏差の原因として，鋳物では避けられない偏析とか，分析作業の基になる標準試料の違いなどは無視できないものである。

* 評価技術部 金属分析グループ

これらの問題のために、合金の分析結果と多数の JIS 規格を照合する必要がある。それにはコンピュータの応用が有効である。この場合、曖昧さ（ファジー性）を備えたプログラムが要求される。そこで、メンバーシップ関数を定め、分析結果と JIS 規格を照合するためのプログラムを構築し、パソコンを用いた検索を試みたところ、迅速な照合作業が可能となり、作業能率の向上が得られたので、ここに報告する。

2. 依頼分析における問題

(1) 偏差に関する問題

JIS 規格では、合金の品目ごとに化学成分、機械的性質、外観、寸法などの範囲が決められており、その規格条件を満たさねばならないとされている。さらに、JIS 規格では、化学成分の分析値に規格値の 5% 程の許容誤差が認められている。このために規格値の上限と下限の巾からさらに 5% 程の広い範囲の製品が流通することになる。この許容誤差は、おもに分析装置に由来するもので、依頼分析においても、同じ程度の誤差がさらに加わることになる。

つぎに、分析によく使われるのは、発光分光分析装置であるが、検量線を作るための標準試料は、事業所ごとに同じであるとは限らない。含有している成分値の違いによる誤差は、マトリックス効果と呼ばれる現象に依る。したがって、事業所ごとの偏差が発生する。

また、合金の分析試料は溶解炉から汲み上げて作るのが原則とされているが、依頼分析では多くが製品分析である。鋳物などでは明らかに製品に偏析が発生し、これによる成分値の偏差は小さいとは言えない。

これらの偏差のために規格値より広い範囲で、規格の検索を行うことになる。

(2) 規格を照合する作業性の問題

多くの品種、品目にわたり、数多くの合金の JIS 規格が定められている。品目の数は増加する傾向にあり、成分値で決められる元素の種類も、増加している。

アルミニウム合金の化学成分は、銅、マグネシウム、シリコン、亜鉛、マンガンなどの、どれかを含有することを基本としており、1 元素から 4 元素までの含有元素となる。その他の元素は不純物の扱いとなるが、それらの不純物元素も特性に関係するので、他の合金以上に分析する元素の数が多くなる。

JIS 規格で定められているアルミニウム合金の数は、板、棒、管、押出型材、鍛造品、はく、導体、ワイヤなどの種類と、鋳物、ダイカストを含め 130 品目を超える。これは含有元素の種類が多様であることによる。

このような多数の規格のなかから、1 品目あるいは、それに近い品目を選び出すことは、時間と苦勞がともなう。したがって、作業性の改善にコンピュータの利用が必須となる。

3. アルミニウム合金の規格表の例

アルミニウム合金の化学成分規格¹⁾の例を表 1 に示す。合金番号 1070 は化学成分の範囲が規定される元素がなく、全て不純物のように見える。しかし、アルミニウム合金では、不純物の含有量も物性に関係するので、規定がなくても分析することになる。クロムは規定値がないので、検索プログラムにおける Null 値処理が問題となる。

合金番号 1100 では銅に濃度範囲がある。ジュラルミンとして良く知られる 7075 では、4 元素に濃度範囲がある。シリコンは不純物の扱いに見えるが、物性に関係する元素であると言われている。

表 1 アルミニウム合金の化学成分規格の例
Examples of chemical composition of aluminum alloys

(単位 %)

合金番号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn		Ti	その他
1070	0.20 以下	0.25 以下	0.04 以下	0.03 以下	0.03 以下	---	0.04 以下	---	0.03 以下	0.03 以下
1100	Si+Fe	1.0 以下	0.05 ~0.20	0.05 以下	---	---	0.10 以下	---	0.05 以下	0.05 以下
7075	0.40 以下	0.50 以下	1.2~2.0	0.30 以下	2.1~2.9	0.18 ~0.28	5.1~6.1	Zr+Ti	0.25 以下	0.05 以下

表2 アルミニウム合金鋳物とアルミニウム合金ダイカストの化学成分規格の例
Examples of chemical composition of aluminum alloy castings and aluminum alloys die castings

(単位 %)

記号	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr
AC4A	0.25	8.0~	0.30	0.25	0.55	0.30	0.10	0.10	0.10	0.05	0.15
	以下	10.0	~0.6	以下	以下	~0.6	以下	以下	以下	以下	以下
AC7A	0.10	0.20	3.5	0.15	0.30	0.6	0.05	0.20	0.05	0.05	0.15
	以下	以下	~5.5	以下	以下	以下	以下	以下	以下	以下	以下

記号	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn
ADC10	2.0 ~	7.5 ~	0.3	1.0	1.3	0.5	0.5	0.3
	4.0	9.5	以下	以下	以下	以下	以下	以下

表2に鋳物の化学成分の例を示す。鋳物では、鋳造性を良くするために、シリコンを多量に添加するものが多い。

AC7Aはマグネシウムが添加されているが、化学成分は、アルミニウム合金の5000番台に似ている。

JISにおいては、ジュラルミンと鋳物では規格表の元素の並びが異なる。このことも規格表の検索が煩雑になる原因である。鋳物とダイカストはかなり似てくるが、不純物元素の扱いが異なっている。

4. プログラム

(1) 元素のメンバーシップ関数とNu11値処理

成分値の相対誤差が大きい状況にあるので、緩やかな関数にする必要があり、したがって、メンバーシップ関数は、規格の範囲を外れる度合いの逆数になるような、関数とした²⁾。

ある元素について

規格内であれば 1

最大値を越せば 最大値/濃度

最小値以下なら 濃度/最小値

Nu11値では 1

すなわち、試料の元素の濃度が規格表の成分値の範囲に合致すれば、メンバーシップ関数の演算の結果の答えは1となり、濃度が規格値の最大値の2倍であれば、答えは0.5となる。濃度が規格値の最小値の半分でも、答えは0.5となる。

一部の合金において規定されていない元素がある。また、一部の元素の分析が出来ないこともあり得る。これらのいわゆるNu11値の処理は、答えが1になるよう

にした

(2) 旧ベーシック言語の場合

規格表はベーシックプログラムのプログラムファイルのデータ文に書き込んだ。図1にデータ文の一部を示す。最初の1行は元素名を並べた。コンピュータはこの行を順次に読み込み、あらかじめ用意した配列に格納して行く。この最後のENDの文字に至ると、処理すべき元素の数をコンピュータが知る事となる。

そのあとは、品目名を書いた行と最小値および最大値を書いたそれぞれの行のデータを読み、配列に格納することを繰り返す。データベースの最後にもENDの文字がある。これを読んだときにコンピュータが処理する品目の数が決まる。このようにしたのは、このプログラムを他の合金にも応用することも可能にするためである。配列の範囲内であれば、元素の数も、品目の数も自由である。

文字を読むと、その内容をメモリの文字変数に入れる。数字を読むと、その内容をメモリの数値変数に入れる。プログラムではこの順序を決めている。データ文は多量であるためデータベースの書き込みで間違いをする可能性がある。書き込みの間違いによって順序の狂いが起これば、自動的にエラーメッセージが表示されるので、データ文の修正作業が確実なものとなる。

検索作業にあたっては、分析値をディスプレイ画面に書き入れる。旧ベーシックの時期のプログラムは「手続き型」、ウィンドウズのプログラムは「イベント駆動型」と言われる。しかし、データを順繰りに入力する純粹の「手続き型」は、訂正作業が困難である。多数の元素を扱うので、画面上の位置と各々の元素が対応するようにした。ユーザから見れば、むしろ、ウィンドウ(単数)で

DATA	Cu	,Si	,Mg	,Zn	,Fe	,Mn	,Ni	,Ti	,Cr	,END
DATA	AC1A									
DATA	4.0	,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
DATA	5.0	,	1.2,	0.2,	0.3,	0.5,	0.3,	0.05,	0.25,	0.05
DATA	AC1B									
DATA	4.2	,	0,	0.15,	0,	0,	0,	0,	0.05,	0
DATA	5.0	,	0.2,	0.35,	0.10,	0.35,	0.10,	0.05,	0.30,	0.05
:										
:										
DATA	A7072									
DATA	0,		0,	0,	0,	0,	0,	999,	999,	999
DATA	0.1,		0.7,	0.1,	1.3,	0.7,	0.1,	999,	999,	999
DATA	A7N01									
DATA	0,		0,	1,	4,	0,	0.2,	999,	0,	0
DATA	0.2,		0.3,	2,	5,	0.35,	0.7,	999,	0.2,	0.3
DATA	END									

図1 ベーシック言語によるデータベースの構造
Structure of database by BASIC language

ある。

旧ベーシックでは、この画面処理はプログラムのコーディングに依ることとなる。画面を見やすいようにすること、キー操作をわかりやすく単純にする、修正が楽に出来るようにすることは、易しいことではない。

図2にデータ入力画面を示す。左右の矢印キーでカーソルが動き、これで書き込む元素を選ぶ。矢印キーを押すたびに画面の位置の変数を求め、その変数で元素とデータの配列の位置も決める。エンターキーを押すことで、元素の濃度のデータがメモリに記録される。この処理のために42行のプログラムを要したが、操作性は最良のものである。

カーソルを、画面の実行のところにもって行き、エンターキーを押せば、計算の実行となる。元素ごとにメンバーシップ関数による計算の答えが求まり、全ての元素の答えを掛け合わせて、さらに100を掛けて最終の答

えとする。なお、データベース上のあり得ない数としての999と、画面で入力されていない元素では、Null値の処理となる。すべての品目について、同様の計算を繰り返す。その後、検索水準としてあらかじめ設定した値を越す品目については、画面に表示されて、検索作業は終了する。また、検索水準の値を変える事もできる。

(3) マイクロソフトのアクセスの場合

最近のオペレーションシステムとして、ウィンドウズが急速に普及してきた。これにおいては画面処理が格段に進歩している。リレーショナルデータベースの運用のために開発されたマイクロソフト社のアクセスは、画面処理が豊富である。それに加えて、コンピュータ言語としてのアクセスベーシックも優れている。これを利用してJIS規格と照合するプログラムを作成した。

このプログラムは、元素名を決める画面、規格値を入れる画面、分析値を入れる画面、結果の表示画面などを基本としている。種々の作業はプログラムが実行されるなかで、画面を切り替えて行う。作成したデータベースには元素名、上限値、下限値、分析値、メンバーシップ関数による計算値、合金の特徴、用途、画面の位置に関する値などを格納する箇所(フィールド)を備えた。なお、リレーションの機能は使っていない。画面の元素の並びをJIS規格表の順番に合わせることで、円滑にデータベースの作成が出来た。図3に、規格値を書き込む画面を示す。

データベースの構築すなわち、JIS規格値の入力は、旧ベーシック言語においては、プログラムが停止した状態で行う。アクセスの場合は、データベースの構築は、プログラムを起動させた状態で行う。プログラム内部の、

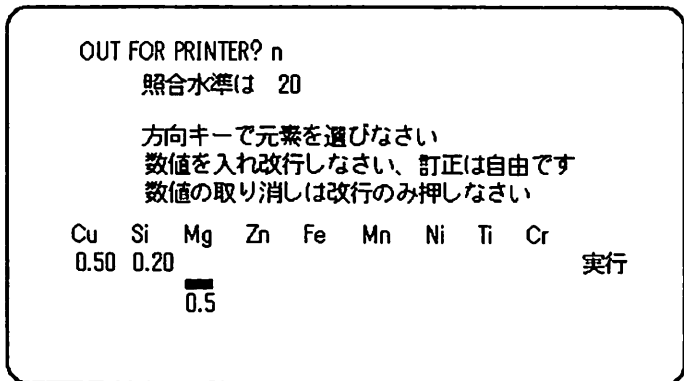


図2 分析データを入力する画面
Monitor display for input of analyzed value

図3 規格値を書き込む画面

Display of menu for input of certified value

メンバーシップ関数と計算方式は、既に述べた旧バージョン言語の場合と、ほぼ同じである。ただし、アクセスのプログラムは、数値を納めるフィールドの形式を数値型にすると、初期値はゼロとなっている。したがって、規格の最大値を入れるフィールドの値が、ゼロのときに、Null値の処理を行うことになる。

分析値とJIS規格を照合する画面を図4に示す。検索水準は抽出クエリーの抽出条件の欄に納まる。全ての

元素について、メンバーシップ関数による計算をおこない、この計算の結果の値は、個々の品目について、データベース上に記録される。検索水準の値以上の品目について、抽出クエリーによって抽出され、抽出の結果は、別に設けた表形式の画面に現れる。この画面は、レポートといわれる画面に写される。印刷は、レポート画面を印刷することになる。このようにして、分析値とJIS規格を照合して得られた結果の印刷例を、図5に示す。

図4 分析値をJIS規格と照合する画面

The window for checking of analyzed alloy with JIS

	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Sn	Cr	Pb	Zr
5005 69	0 ~	0 ~	0.5 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~
	0.2	0.3	1.1	0.25	0.7	0.2	0.05	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	0.1	0.12	0.35	0.02	0.2	0.1						
成形溶接加工性 建築、車両内装												
5N01 100	0 ~	0 ~	0.2 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~
	0.2	0.15	0.6	0.03	0.25	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	0.1	0.12	0.35	0.02	0.2	0.1						
成形、耐食、陽極酸化で光輝性 装飾、台所、銘板												

図5 印刷された照合の結果
The print sheet of research result

5. 結言

参 考 文 献

本研究において構築したプログラムを使用すると、照合の時間は十分に短縮された。人手では10分間かけても結論を出せないこともあったが、コンピュータの利用で、1分間以内に作業は終了することができた。鋳物で偏差が大きく、抽出を絞りがたい場合もあるが、人手では、なおさら困難さが増す。

本プログラムを作業の支援に用いながら、規格表の調査も行うのが最善と考える。

アクセスで使用したメモリの量は、360キロバイトとなった。この規模では、複数のプログラマーは要しない。しかし、どんなプログラムでもユーザが使いやすいように修正することが必須となる。このプログラムは、すでに日常業務に用いている。

終わりに、本プログラムの使用に際し、意見を寄せていただいた金属分析グループの職員に感謝いたします。

- 1) JIS H 4000 から JIS H 4180, JIS H 5202, JIS H 5302 (日本規格協会)
- 2) Benninghoven, A., Reudenauer, F.G., Werner, H.W., Secondary Ion Mass Spectrometry. New York, John Wiley & Sons, 1987, P292