部材表現による板構造物のモデリングとその部分特徴に関する一考察*

前川 仁**, 長井 文彦***, 堀部 裕史****, 仲田 周次*****

A Study on Object Modeling of Plate Structure by Parts Representation and Its Local Relations*

by Hitoshi Maekawa**, Fumihiko Nagai***, Hiroshi Horibe**** and Shuji Nakata*****

In the object modeling for a product that consists of many parts, it is required to describe not only a shape of each of the parts but also relations among them.

In this paper, we propose a new product model for plate structures. Each of the parts is described as a predicate of *prolog*, which predicate consists of part's name and boundary-represented shape of the plate. Connectivity between two parts is also described by a predicate as a binary relation. Some fundamental concepts of local structure, that are important in design and manufacturing process, and their *prolog* implementation are shown.

Key Words: Object modeling, Polyhedral representation, Parts representation, Prolog implementation, Graph searching, Local structure

1. ま え が き

計算機援用設計・製造 (CAD/CAM) 技術は、従来、設計図清書用の道具という機能が強調されがちであったが、人間の高度な知的作業である設計を真の意味で支援する機能の実現が望まれている¹⁾。

CAD/CAM 技術に関する研究は、CSG (constructive solid geometry) や境界表現法 (Boundary representation: B-reps) に代表される形状モデリングに重点が置かれてきた²⁾。CSG は、いくつかの基本形状(プリミティブ)の集合演算で対象物体の形状を定義するものであり、一方、境界表現法は物体を構成する面分の集合として対象物体形状を記述するものである^{2,3)}。これらの形状記述法は、設計作業の支援システムを構築していく上で、最も重要な技術の一つである。

しかし、これらの形状モデリング法は、製品の最終形状を矛盾なく記述することを主たる目的として開発されているため⁴⁾、施工段階をも考慮した試行錯誤を本質的に多く含む設計作業の支援に十分な機能を持つとは言えない。即ち、多くの部材や板を組み合わせて作り上げられる製品の形状設計や、施工計画の段階で行われる試行錯誤の動的な過程を支援するには、製品を構成する各部材形状とそれら部材間の関連の明確な表現と、施工手順の変更に伴うこれらの情報の動的な管理が不可欠である。

そこで本研究では、多数の部材を組み合わせて作り上げられる構造物の設計、各部材の施工順序の生成支援における作業対象モデルのデータ構造について検討を加える。すなわち、「形状データ」と「部材の相互関連」の2

者を統合した製品モデルを構成するため、形状記述法、および、形状記述と整合性の良い部材のデータ表現を検討し、いくつかの概念を提案する。なお、形状としては多面体を、部材としては溶接構造物などに多く用いられる「板」を対象とする。

2. 多面体の形状表現法

2.1 多面体の階層構造とその *prolog* 表現

多面体は、Fig. 1 に示すように、頂点、稜線、面ループ、面分の階層構造で表すことができる²⁾。即ち、

- ・面分 (face) は、面分名と、面ループリストからなる
- ・面ループ (face loop) は、面ループ名と稜線名のリストから成る
- ・稜線 (edge) は、稜線名と始頂点名、終頂点名及び凹凸フラグ* から成る
- ・頂点 (vertex) は頂点名とその座標から成る

という階層構造をなす。

Fig. 1 Hierarchical structure of a polyhedron.

*稜線の凹凸フラグとは、その稜線が尾根部分に相当する場合を凸稜線、谷間に相当する場合を凹稜線とし、それぞれ1と-1で表したものである。

*原稿受付 平成3年2月15日 平成2年8月軽構造接合加工研究委員会発表

**正 員 埼玉大学 Member, Saitama University

*** 富士通㈱ Fujitsu Co. Ltd.

**** 三菱電機㈱ Mitsubishi Electric Co. Ltd.

*****正 員 大阪大学 Member, Osaka University

このような多面体の構造をBNF記法を流用して文法表現すると、Fig.2のようになり、これをprologでインプリメントすると、例えばFig.3のようになる。このように、一旦、prolog表現することによって、その単一化(ユニフィケーション)とバックトラック機能により、多面体の各構成要素や、次節で述べる部分特徴など、構造の相互関係(トポロジー)を容易に検索できる。

例えば、

edge(e1, Vs, Vt, C).

という問い合わせに対し、直ちに

Vs=v1, Vt=v2, C=1

という頂点のデータが得られる。そこで、以下、この表現を基礎としていくつかの部分形状の定義、およびその探索法を示す。

[記法] 以下では、面分、面ループ、稜線、頂点を、それぞれ、 f , l , e , v , それらの集合を F , L , E , V で表す。また、上述のように、面分は面ループを、面ループは稜線を、稜線は頂点を下部構造として持っているので、例えば稜線 e がある面分 f の構成要素であることを、便宜上 $e \in f$ と表記する。その他の構成要素についても同様である。

```

<Face>      ::= face(<face name>,[<face_loop_list>]).
<Face loop> ::= flp (<face loop name>,[<edge_list>]).
<Edge>      ::= edge(<edge name>,<vertex name>,<vertex name>,<concave-flag>).
<Vertex>    ::= vertex(<vertex name>,<point coordinate>).
<face_loop_list>
      ::= <face loop name> | <face loop name> , <face_loop_list>
<edge list> ::= <edge name> | <edge name> , <edge list>

```

Fig.2 Grammatical representation of structure of polyhedron.

```

face(f1,[lp1]).
face(f2,[lp2]).

:

flp(lp1,[e6,e5,e4,e3,e2,e1]).
flp(lp2,[e7,e8,e9,e10,e11,e12]).

:

edge(e1,v1,v2,1).
edge(e2,v2,v3,1).

:

vertex(v1,0,0,0).
vertex(v2,200,0,0).

:

```

Fig.3 Prolog description of Fig.2.

2.2 多面体の部分特徴

多面体の部分特徴は、面分相互の関連で表すことができる。面分間の関連情報は稜線が担っているもので、以下、稜線に着目した部分特徴の定義を示す。

定義2.1(隣接面分) ある稜線 e_i に着目したとき、その稜線を構成する何れかの頂点 v_i を構成要素とする面分 f を、稜線 e_i に関する隣接面分と呼ぶ。その集合 $F_{adj}(e_i)$ は次式で表される。

$$F_{adj}(e_i) = \{f | v_i \in f \ (v_i \in e_i)\} \quad (1)$$

である。

定義2.2(翼面分) ある稜線 e_i を構成要素とする面分 f を、その稜線の翼面分と呼ぶ。その集合 $F_{wing}(e_i)$ は次式で表される。

$$F_{wing}(e_i) = \{f | e_i \in f\} \quad (2)$$

なお、ここで定義した翼面分は、境界表現に基づくウィングドエッジ (winged edge)^{3,4)}とは異なるものである。ウィングドエッジは、いわば“稜線”を中心にした多面体表現の基本データ構造であり、多面体の階層構造を忠実に表現することを基礎に置く本研究の方法とは異なっている。

定義2.3(隅面分) ある稜線 e_i のいずれか一方の端点 v_i を構成要素とするが、両端点を構成要素とはしない面

分 f を、稜線 e_i に対する隅面分と呼ぶ。その集合 $F_{cnr}(e_i)$ は次式で表される。

$$F_{cnr}(e_i) = \{f | (v_i \in f) \wedge (e_i \notin f) \ (v_i \in e_i)\} \quad (3)$$

以上で導入した三つの部分特徴の間には

$$F_{adj}(e_i) = F_{wing}(e_i) + F_{cnr}(e_i) \quad (4)$$

が成立する。

Fig.4に、これらの関連を示す。同図において、

$$F_{adj}(e) = \{1, 2, 3, 5\},$$

$$F_{wing}(e) = \{1, 2\},$$

$$F_{cnr}(e) = \{3, 5\}$$

となる。

定義2.4(突起面分) 着目稜線 e_i が凹稜線の場合、その翼面分に別の凹稜線 e_j を介して接する面分を突起面分と呼ぶ。

ここで、面分の部分集合 $F' \subseteq F$ と、それを構成する稜線の集合 $E' \subseteq E$ について、 $f \in F'$ を節点(ノード)、 $e \in E'$ を弧(アーク)とするグラフ

$$G_f = (F', E') \ (F' \subseteq F, E' \subseteq E) \quad (5)$$

を考える。

例えば、 F' として Fig.4 に示した「見えている面分」の集合を考えると、面分を節点とし、稜線を弧とするグラフ G_f は Fig.5 のようになる。

Fig. 4 An example of polyhedral representation of an object.

Fig. 5 Graph representation of a polyhedron.

このグラフの弧は、その両端の節点である面分に共有される稜線を表している。これまでの議論と同様、ある稜線 e_i に着目しているときに、次のように橋絡面分を定義する。

定義2.5(橋絡面分) 面分集合として

$$F'' = F' - F_{\text{cnc}}(e_i)$$

($F' \subseteq F$ は任意の着目面分集合)

をとり、 $G_F = (F'', E'')$ 上で e_i を含む初等的な閉路(ループ)が存在するとき、その閉路を成す面分(及びその系列)を(F' に着目したときの) e_i に関する橋絡面分と呼び、その集合を $F_{\text{bridge}}(F', e_i)$ と表す。また、それぞれの系列に含まれる面分の数を“橋絡の長さ”と呼ぶ。

この定義は、稜線を跨ぐ意味での橋絡を含むが、それ以外の閉路をも含んでいる。しかし、後述の部材特徴との関連で、日常の語感よりも広い定義のままとしている。

Fig. 4 の例で、見えている面分 $F' = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ に着目すると、 e に関する橋絡面分は

$$F_{\text{bridge}}(F', e) = \{(1, 8, 2), (1, 9, 2), (1, 4, 2), (1, 9, 4, 2), (1, 4, 9, 2)\}$$

となる。

3. 部材概念とその表現法

前章で示した形状モデルは、部材の概念を持たない。

このため、これを付加加工物の設計や施工計画における組立順序の検討などの動的な処理に適用するのは困難である。しかし、板や梁などの組立によってつくられる構造物の表現にこれを拡張することは、以下に示すように比較的容易に行える。

3.1 要素部材(板)

本研究では、要素部材として“板”を考える。板は周辺(輪郭)形状と板厚から成る。板厚は、施工上の観点、あるいは構造力学的観点からは重要であるが、全体の形状や、部材相互の関連を検討する場合には必要性が低い。

即ち、板厚は必要になった時点で参照できれば良いので、これを除外した板部材のデータ構造を考えると、前章の面分と、その下部の面ループ-稜線-頂点という構造をそのまま用いることができる。このとき、板の基準面を定め、これを左手に見るように稜線を並べておくと法線ベクトルの算出が容易である。Fig. 6 に、板部材の概念を示す。

Fig. 6 Structure of a plate-part.

3.2 稜線及び作業線

要素部材は互いに任意の位置に接続されるので、その稜線は多面体としての拘束を受けず、稜線上に任意個の頂点があつて良いので、これを頂点リストで持たせる。

$\langle \text{edge} \rangle ::= \text{edge}(\langle \text{edge name} \rangle, \langle \text{list of vertex} \rangle).$

$\langle \text{list of vertex} \rangle ::= [\text{vertex name}][\text{vertex name} \langle \text{list of vertex} \rangle]$

また、この要素部材形状を表す稜線以外に、部材相互の接続箇所を示す線分が必要になる。このために作業線(work line)を導入する。すなわち、作業線名と、その位置を示す頂点リストによって、次のように表現する。

$\langle \text{workline} \rangle ::= \text{workline}(\langle \text{workline name} \rangle, \langle \text{list of vertex} \rangle).$

なお、作業線は施工情報 (job class) を担うべきであるが、本研究では作業線の施工情報を部材間の接続のみに限定し、これを省略している。この表記から明らかのように、作業線と前述の稜線は何れも形式的に類似のデータ構造となる。

[記法] 部材集合とその要素を P と p で表し、作業線集合とその要素を W と w で表す。また、前章で用いた $F-f$, $L-l$, $E-e$, $V-v$ (面分, 面ループ, 稜線, 頂点) は、拡張された意味でそのまま用いる。さらに、本研究では $P=F$ である。

3.3 部材間の関連

2要素部材間の関連, 即ち要素部材集合 P 上の2項関係を考える。

[隣接と近接] 2つの要素部材 p_i と p_j が稜線または作業線を介して隣接していることを

$$p_i R_a p_j$$

と表す。また、2つの要素部材 p_i と p_j が近接していることを

$$p_i R_n p_j$$

と表す。近接関係は、外部から与えられることを前提としている。

[隣接行列] 隣接関係は、隣接行列

$$M_a = (m_{i,j}) \quad (6)$$

によって表現できる。これは、行 i に示す要素部材と列 j に示す部材が隣接しているとき、 $m_{i,j}=1$ 、そうでないとき $m_{i,j}=0$ とする。

ここで、前章と同様に、要素部材 $p \in P'$ を節点 (ノード)、稜線 $e \in E'$ または作業線 $w \in W'$ を弧 (アーク) とするグラフ

$$G_p = (P', E' \cup W') \quad (F' \subseteq F, E' \subseteq E, W' \subseteq W) \quad (7)$$

を考える。隣接行列 M_a で、 $m_{i,j}=1$ の場合、 G_p 上で p_i から p_j に至る長さ1の道が存在することを示すので、この道の長さを両部材間の (位相的な) 接続距離と呼ぶ。

[可到達行列] ブール演算で

$$M_r = (M_a + I)^n \quad (I \text{ は単位行列}) \quad (8)$$

即ち可到達行列を計算するとその要素 $m_{r,i,j}=1$ は p_i と p_j が長さ n 以下で接続されることを示す。この M_a , M_r で、要素部材間の位相的な接続距離を知ることができる。

3.4 稜線または作業線に着目した部材間の関連

ここで、前章で定義した多面体の部分特徴の、部材間の関連記述への拡張を検討する。

定義3.1 (隣接部材) ある作業線 w_i に着目したとき、その作業線を構成する何れかの頂点 v_i を構成要素とする部材 p を、 w_i に関する隣接部材と呼ぶ。その集合 $P_{adj}(e_i)$ は、

$$P_{adj}(w_i) = \{p | v_i \in p \quad (v_i \in w_i)\} \quad (9)$$

である (稜線 e_i についても同様)。

定義3.2 (翼部材) ある作業線 w_i を構成要素とする部材、即ち、その作業線を構成するすべての頂点を構成要素とする部材をその作業線の翼部材と呼ぶ。その集合 $P_{wing}(w_i)$ は、

$$P_{wing}(w_i) = \{p | w_i \in p\} \quad (10)$$

と表せる (稜線 e_i についても同様)。

定義3.3 (隅部材) ある作業線 w_i を構成する頂点の一部を構成要素とするが、すべての頂点を構成要素としない部材 p を、作業線 w_i に対する隅部材と呼ぶ。その

Fig. 7 Parts representation of the object shown in Fig. 4.

集合 $P_{cnr}(w_i)$ は、

$$P_{cnr}(w_i) = \{p | (v_i \in p) \wedge (w_i \in p) \quad (v_i \in w_i)\} \quad (11)$$

と表せる (e_i についても同様)。

以上で導入した三つの部分特徴の間には、前章と同様、

$$P_{adj}(w_i) = P_{wing}(w_i) + P_{cnr}(w_i) \quad (12)$$

が成立する (e_i についても同様)。

Fig. 7 にこれらの関連を示す。同図は Fig. 4 に示した多面体モデルを部材表現したもので、作業線 w_1 に着目したときの各部材集合は、それぞれ、

$$P_{adj}(w_1) = \{p_1, p_2, p_3\},$$

$$P_{wing}(w_1) = \{p_1, p_2\},$$

$$P_{cnr}(w_1) = \{p_3\}$$

である。

定義3.4 (橋絡部材) 部材集合として

$$P'' = P' - P_{cnr}(w_i) \quad (P' \subseteq P)$$

をとり、 $G_p = (P'', W'')$ 上で w_i を含む初等的な閉路 (ループ) が存在するとき、その閉路上の部材の系列を (P' に着目したときの) w_i に関する橋絡部材と呼び、その集合を $P_{bridge}(P', w_i)$ と表す。また、その各系列に含まれる部材の数を、それぞれの “橋絡の長さ” と呼ぶ。

Fig. 7 の場合、

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4\}, P_{cnr}(w_1) = \{p_3\}$$

であるから、 $P' = P$ に着目したときの w_1 に関する橋絡部材は

$$P_{bridge}(P, w_1) = \{(p_1, p_4, p_2)\}$$

である。

定義3.5 (近接部材) ある作業線 w_i の2つの翼部材 p_i , p_j の何れとも近接関係にある部材のうち、隣接部材 $P_{adj}(w_i)$ を除外したものを、その作業線に関する近接部材 $P_{near}(w_i)$ と呼ぶ。 $P_{near}(w_i)$ は、

$$P_{near}(w_i) = \{p | (p_i R_n p) \wedge (p_j R_n p)\} \quad (13)$$

ただし、 $(p_i, p_j \in P_{wing}, p \in P_{adj})$

である。

作業線は、稜線と異なり、対象物体上のどの様な箇所にも定義できるので、そのデータから直接凹凸判定することはできない。そこで、近接情報を介してこれを次のように定義する。

定義3.6 (突起部材) 2つの部材 p_i , p_j が、ある作業線

w_i を介して接続されるとき、 p_i, p_j の何れかに近接している部材 p をその作業線に関する突起部材 $P_{prj}(w_i)$ と呼ぶ。

定義3.5(近接部材) ある作業線 w_i の2つの翼部材 p_i, p_j の何れとも近接関係にある部材のうち、隣接部材 $P_{adj}(w_i)$ を除外したものを、その作業線に関する近接部材 $P_{near}(w_i)$ と呼ぶ。 $P_{near}(w_i)$ は、

$$P_{near}(w_i) = \{p | (p_i R_n p) \wedge (p_j R_n p)\} \quad (13)$$

ただし、 $(p_i, p_j \in P_{wing}, p \in P_{adj})$

である。

作業線は、稜線と異なり、対象物体上のどのような箇所にも定義できるので、そのデータから直接凹凸判定することはできない。そこで、近接情報を介してこれを次のように定義する。

定義3.6(突起部材) 2つの部材 p_i, p_j が、ある作業線 w_i を介して接続されるとき、 p_i, p_j の何れかに近接して部材 p をその作業線に関する突起部材 $P_{prj}(w_i)$ と呼ぶ。 $P_{prj}(w_i)$ は、

$$P_{prj}(w_i) = \{p | (p_i R_n p) \vee (p_j R_n p)\} \quad (14)$$

4. 応用例

ここでは、以上述べた定義の簡単な応用として、いくつかの部分特徴を探索する prolog プログラムを示す。

[隣接、翼、隅面分の探索]

定義(2.1)-(2.3)を prolog で表した Fig. 8 に示すプログラムで、稜線 E を指定したときの部分特徴を探索できる。

$f_adj(E, F)$ は、稜線 E の隣接面分 F を求める述語であり、 $v_in_f(V, F)$ 、 $v_in_e(V, E)$ は、それぞれ、“頂点 $V \in$ 面分 F ”、“頂点 $V \in$ 稜線 E ”を調べる下位述語である(その他も同様)。また、 $\backslash +$ は否定を表す。これらの下位述語を Fig. 9 に示す。

[橋絡面分の探索]

ある稜線 e に関する橋絡面分の探索手順として

(1) 着目面分集合 F' の定義

(2) 着目稜線 e に関する隅面分 $F_{cnr}(e)$ の除去:

$$F'' = F' - F_{cnr}(e)$$

(3) F'' 上で2面間の接続関係の探索、登録(assert)の準備を行えば、橋絡面分の探索は、

(4) F'' 上で e の一つの翼面分を始点、他を終点とする経路を求める

というグラフ探索の一般的な問題に帰着される(その prolog プログラムは割愛する)。

上記の何れも、部材の探索に容易に拡張可能であることは、それぞれの定義の類似性から明かである。

[組立手順生成支援への適用]

前章で示した部材とその関連の表現法を用いて、板構造物の組立手順を生成し、その障害状況の探索を行うプロタイプシステムを別途開発している⁵⁾。

5. 結 論

本研究の成果を以下に要約する。

(1) 多面体の幾何学的階層構造の形成表現を示し、その prolog インプリメントによる形状モデルを提案した。

(2) ある稜線に着目したときの部分特徴、即ち、隣接、翼、隅面分、橋絡面分の定義を示した。

(3) 以上の形状モデルを、面分の解釈の拡張、稜線データの拡張、部材間の接続関係を担う作業線の導入によって、板部材の組合せによる構造物の表現に拡張した。

(4) いくつかの部分特徴の探索プログラムが、その定義の宣言的な記述によって、prolog プログラムとして書き下せることを示した。

参 考 文 献

- 1) 大須賀節雄: “CAD/CAMと情報処理”, bit, Vol. 16, No. 1, pp. 46-73 (1984).
- 2) A.A.G. Requicha and H.B. Volcker: “Solid Modeling: Cur-

```
(1) f_adj(E,F) :- face(F,_),v_in_f(V,F), v_in_e(V,E).
(2) f_wing(E,F) :- face(F,_),e_in_f(E,F).
(3) f_cnr(E,F) :- face(F,_),v_in_f(V,F),v_in_e(V,E),\+e_in_f(E,F).
```

Fig. 8 Prolog description of definition (2.1)-(2.3).

```
v_in_f(V,F) :- v_in_flp(V,Flp), flp_in_f(Flp,F).
v_in_flp(V,Flp) :- e_in_flp(E,Flp), flp(Flp,Es), v_in_edges(V,Es).
v_in_e(V,E) :- edge(E,Vs), member(V,Vs).
e_in_flp(E,Flp) :- flp(Flp,Es), member(E,Es).
flp_in_f(Flp,F) :- face(F,Flps), member(Flp,Flps).
e_in_f(E,F) :- face(F,Flps), e_in_flps(E,Flps).
```

```
e_in_flps(E,[]) :- fail.
e_in_flps(E,[Flp|Flps]) :-
    ( flp(Flp,Es), member(E,Es) ); e_in_flps(E,Flps).
/* v_in_edges(V,Es) も同様 */
```

Fig. 9 Prolog predicates of Fig. 8.

- rent Status and Resarch Directions", IEEE CG & A, pp. 25-37 (Oct. 1983).
- 3) Robin Hillyard: "The Build Group of Solid Modelers", IEEE CG & A, pp. 43-52 (Mar. 1982).
- 4) 千代倉弘明: "ソリッドモデリング", 工業調査会 (1985).
- 5) H. Maekawa, H. Horibe and S. Nakata: "On a Generation of Parts Assembly Sequence of Plate Structure", 6th Intl. conf. on CAD/CAM Robotics & Factories of the Future, (Aug. 1991).

サブマージアーク溶接における多層溶接金属の酸素並びに窒素含有量について*

清水寛一郎**, 岩本 信也***, 赤松 泰輔**, 浮田 静雄**, 宮坂 勝利**

Oxygen and Nitrogen contents of Multilayer Weld Metal by Submerged Arc Welding*

by Kanichiro Shimizu**, Nobuya Iwamoto***, Taisuke Akamatsu**, Shizuo Ukita** and Katsutoshi Miyasaka**

This study was made on the oxygen and nitrogen contents and notch toughness of the multilayered weld metal produced by submerged arc welding.

The results obtained are summarized as follows.

- (1) The oxygen content of multilayered weld metal increased as the number of layered weld metal increased.
- (2) The nitrogen content of multilayered weld metal is almost constant irrespective of the number of layered weld metal.
- (3) The silicon content of multilayered weld metal increased as the number of layered weld metal increased, and the oxygen content of multilayered weld metal shows the similar tendency.
- (4) The manganese content of multilayered weld metal increased by MnO included flux, and decreased by flux without MnO as the number of layered weld metal increased.
- (5) The carbon content of multilayered weld metal decreased as the number of layered weld metal increased.
- (6) The impact value of multilayered weld metal is roughly constant, but the value of last layered weld metal decreased slightly.
- (7) The oxygen and nitrogen contents of weld metal does not change remarkably irrespective of heat treatment.
- (8) The oxygen content of weld metal increased as the welding current increased, but the nitrogen content in weld metal decreased as the welding current increased, and the impact value of weld metal generally decreased as the welding current increased.

Key Words: Submerged arc welding, Multilayered weld metal, Oxygen absorption, Nitrogen absorption, Chemical reaction, Weld metal, Heat treatment

1. 結 言

サブマージアーク溶接は一般に9 mm以上の板厚の溶接に用いられ、その場合には多層溶接の形をとることが多い。サブマージアーク溶接による溶着金属のガス成分の含有量、とくに酸素含有量は一般にAr被包ガス溶接の場合よりも高くなるが、多層溶接を行った場合に溶着金属のガス成分がどのような挙動を示すかについて明らかにすることは、溶接金属の機械的性質を向上させるために重要である。このために種々の研究がなされてい

る。例えば、溶接金属の酸素並びに窒素含有量に関する研究¹⁻³⁾、また酸素及び窒素が靱性に及ぼす影響に関する研究⁴⁻⁹⁾、などがある。多層溶接のガス成分の含有量を取り扱った研究は極めて少ない。

本研究では多層溶接過程における溶着金属の酸素並びに窒素含有量を明らかにするとともに、それらと衝撃強さとの関係について調べ、さらに溶着金属に熱処理を施した場合の含有ガス成分の影響についても検討を行った。

2. 実 験 方 法

溶接は交流溶接機を用い、溶接電流を380, 480及び580 Aの3段階に変え、アーク電圧 40 ± 5 V一定の条件で実験を行った。溶接速度は20 cm/min一定とした。

ワイヤは直径4.0 mmの低Si、高Mn系を用いた。ま

*原稿受付 平成2年8月22日 昭和61年度秋季全国大会で論文発表講演

**正 員 工学院大学 Member, Kogakuin University

***正 員 大阪大学 Member, Osaka University