プロジェクション溶接現象についての研究 (第1報)*

——ナゲット形成におよぼす電流, 加圧力の影響——

仲田周次** 西川雅弘** 末松孝規*** 水谷二郎**** 兼田武芳***

Study on Projection Welding (1st Report)*

——Influence of Weld Current and Electrode Force on Nugget Formation——

Shuji Nakata**, Masahiro Nishikawa**, Takanori Suematsu***,
Jiro Mizutani**** and Takeyoshi Kaneda***

Using embossed projection, influence of weld current and electrode force on nugget formation was approached basically from a viewpoint how to supply the input power to the projection part in order to form efficiently the nugget and obtain the good weldment with stable mechanical strength. The power source with low impedance circuit was prepared in this experiment.

For the weld current near over a suitable value, the tensile shear strength became a stable value with small amount of scatter and the weld failed only in the tear fracture. Increasing the weld current, the initial nugget with the diameter corresponding to that of the cold collapsed area became early formed and the saturation value of nugget diameter increased.

Under low electrode force where the projection is scarcely collapsed, the initial small nugget was stably formed in the center of the projection part and grew up around its center near the critical weld current. With excessive weld current, the initial splash during collapse of projection did not only occur but the splash in the latter half weld time. The welds even for this condition, however, were found to have stable tensile shear strength with small amount of scatter and to fail in the tear fracture.

Scuh a critical weld current increased with electrode force due to the enlargement of the initial current area. Under high electrode force, the periphery of projection was tend to be initially heated, so that the heat affected zone or the nugget was found to be formed like a torus at the initial weld time.

1. 序 論

プロジェクション溶接は被溶接材の一方または両方に小さな突起を設け, この部分に電流と加圧力を集中することにより溶接を行なう方法であり, 狭い場所でも多点を同時に溶接でき, また板厚に差がある場合でも厚板側にプロジェクションを出すことにより熱バランスをとりながら溶接できるなど, 多くの利点をもっているため, 多方面に用いられている。それに伴い安定な強度をもつ継手を得るためのプロジェクション溶接の研究も数多く行なわれている。これらの研究ではとくにプロジェクション形状に着目して, IIW, AWS および RWMA の規格を参照対比している場合が多い¹⁻³⁾。しかしこれらの溶接条件は明確な根拠があるものとは思わず, 現実にはスポット溶接条件に準じて経験的に定められているのが実情である。

もともとプロジェクション溶接は溶接過程におけるプロジェクションの塑性変形と密接な関係にある溶接であるから, プロジェクションの寸法, 形状はもとより, 加圧機構を主体とした機械系と時間的入熱投与を制御する電源特性とがナゲットの生成および成長過程に重要な影響をおよぼすと思われる。

本研究では上記プロジェクション溶接の条件の内, プロジェクション部への入熱投与の観点からプロジェクション圧潰を規制する電極加圧力と電流, 電源特性などを考慮して, ナゲット形成過程を検討するとともにナゲット形成過程を制御し, 良好な溶接部をえる方法を明らかにし, 溶接適正範囲を決定し, その後プロジェクション形状について考察を行なおうとするものである。

本報(第1報)では, まずプロジェクションの形状を一定にして無負荷電圧 3.3 V の電源のもとに主に引張剪断強さへの溶接電流, 加圧力の影響を溶接過程におけるプロジェクション圧潰に着目して調べ, また同時にナゲット断面の観察からナゲットの生成, 成長過程へのこれらの影響を実験, 考察したものである。最初に装置と実験方法について述べ, 初期加圧時間内にプロジェクシ

*原稿受付 昭和51年12月15日(昭和48年度春季全開大会にて発表)

**正 員 大阪大学工学部 Member, Faculty of Engineering Osaka Univ.

***正 員 日産自動車 Member, Nissan Motor Co., Ltd.

****正 員 新興刃物 Member, Shinko Hamano

ョンがほとんど圧潰しない低加圧力のときのナゲット形成への電流の影響, 続いて加圧力の影響について解析, 考察している. 最後にプロジェクションの初期圧潰の度合の溶接強さへの影響について述べている.

2. 実験方法

2.1 実験装置と測定系

本実験で使用した溶接機は直上加圧方式のプロジェクション溶接機を改良したものであり, 電流調整はトランス一次側に直列に抵抗を挿入することによって行ない, 無負荷電圧 3.3 V 一定のもとに二次短絡電流を 4,500 A から 16,000 A まで変化させ得る.

Fig. 1 は装置と測定系の概略を示したものである. 溶接電流は, トランスの励磁電流値が小さいので, ショントにより一次電流を測定し, 巻数比を乗じて求め, 電圧は電極チップ間の電位差によって測定している. 電極変位は差動変圧器形の変位計で, 加圧力は電極下部に取付けられた荷重計で, いずれも交流ブリッジ法によって測定している. 上記の各出力はフォトコーダによって同時に記録している.

Fig. 1 Diagram of the experimental apparatus

2.2 供試材とプロジェクション形状

使用した試験片は板厚 1 mm の冷間圧延鋼板材 (SPCC-1) である. 試片は Fig. 2(a) に示したように圧延方向に 200 mm, 巾 40 mm の矩形状に切り出され, 引張方向を圧延方向に一致させている. 重ね代としては引張剪断強さが十分飽和する 50 mm を採用し, その中央部に Fig. 2(b) のようなプロジェクション高さ, 直径がそれぞれ 0.72 mm および 3.6 mm の IIW で推奨

Fig. 2 Dimensions of the test piece (a) and projection (b) used for experiments

されている形状に近い形状のプロジェクションを設けている.

2.3 冷間時でのプロジェクションの圧潰状況

冷間, すなわち通電していない場合の加圧力とプロジェクションの圧潰状況の関係をj知することは, プロジェクション溶接の初期条件をj知る上で重要であると思われる. ここでは, この圧潰状況をプロジェクション高さの圧潰率と通電路を規制する荷重負担部の実効的な直径で表現し, それぞれ Fig. 3 に実線と点線で示してある. ここでの圧潰率 δ_c は同じ材質の相手板と重ねた場合で次のように定義している.

$$\delta_c = (h_0 - h) / h_0$$

h_0 : プロジェクション高さ

h : 加圧時の板一板間の距離

この圧潰率は相手板へのプロジェクションのめり込みをも含めたもので, 電極の変位から直接算出できる. また初期通電路を形成する荷重負担部の実効的な直径, すなわち圧潰面の直径はプロジェクションによるくぼみ面の平均的直径で表現している. Fig. 3 からj分るように, 加圧力 240 kg まではプロジェクション冷間圧潰面の実効的直径と圧潰率は相関があるが, 加圧力 240 kg 以上では圧潰率が100%と飽和してしまうのにもかかわらず, プロジェクション圧潰面の実効的な直径は単調に増加し, 加圧力 350 kg でも直径 4.0 mm の円面で初期通電路を規制していることがj分る.

Fig. 3 Influence of electrode force on collapsed ratio (δ_c) and collapsed diameter (D)

3. ナゲット形成におよぼす電流の影響

プロジェクション溶接では被溶接材のプロジェクション部分に加圧力, 電流を集中させて, その部分にナゲットを形成させるため, プロジェクションの圧潰する過程が溶接結果すなわちナゲット形成に影響すると思われる. 本節では, プロジェクションの圧潰に着目してナゲット形成への電流の影響を調べるため, 冷間時でのプロジェクションの圧潰度が20%と低くかつ安定な加圧力の集中が得られる加圧力 100 kg の場合について溶接部

の引張剪断強さおよびナゲット形成過程の検討を行なった。

3.1 引張り剪断強さにおよぼす溶接電流の影響

Fig. 4 は、溶接電流が 3,800, 4,500, 6,300, 8,000 A の引張剪断強さと溶接時間の間係を示したものである。図中の S, T, S & T は溶接部の破断形態がそれぞれシエ破断, ティエ破断, シエとティエ破断が混じることを意味している。なお 1 溶接条件での試片の数は 5 本で、引張剪断強さはその平均をとり、そのばらつきは縦の棒線で示している。また電流値は以後断らない限り、10 サイクル目の電流実効値を表示することにする*。電流値が低い 3,800, 4,500 A では、溶接時間を平板での熱時間定数 (3 サイクル) に比べ十分長くとも強さは 200~380 kg と低くかつ破断形態はナゲット部で破断するシエ破断となり、とくに 3,800 A では強さのばらつきは大きく、不安定である。電流値が 6,300, 8,000 A と大きくなると、各々 7 サイクル, 3 サイクル程度から溶接部の破断形態はシエ破断よりティエ破断と変化し、引張剪断強さも約 500 kg となる。いずれの場合も、10 サイクル以後で強さは飽和し、各々約 550, 600 kg となる。

Fig. 4 Relation between tensile shear strength and weld time for various currents under the electrode of 100 kg ($V_{20}=3.3V$)

Fig. 5 は、溶接中に溶接部に加わる荷重 (f)、電流 (i)、電圧 (v)、電極変位 (x) のオシログラムを示したもので、図 (a), (b), (c), (d) は、各々溶接電流が 3,800 A, 4,500 A, 6,300 A, 8,000 A の場合である。まず図 (a) の電極変位をみると、通电の開始とともに電極は下方に急激に移動し、約 4 サイクル後に 0.4 mm に達し (O-P 間)、その後ほとんど変化せず (P-Q)、通电終了後再びわずかに電極が降下してゆく (Q-R)。通电初期における急激な電極の降下はプロジェクションがジュール加熱により軟化し、加圧力により圧潰するためであり、P

Fig. 5 Oscillograms of load, weld current, voltage between electrodes and movements of the upper electrode for the weld current of 3,800A (a), 4,500A (b), 6,300A (c) and 8,000A (d), under the electrode force of 100kg ($V_{20}=3.3V$)

点の部分は、溶接部の熱膨脹とプロジェクションの圧潰が釣合った時点で、P-Q にほとんど変化がみられないのは 3,800 A と電流が低く、溶接部の温度上昇が少なかったためと思われる。通电終了後の Q-R の部分は溶接部の収縮による変位を示していると判断される。なお加圧力、変位の通电中に見られる微小な変動の振動数は 120 Hz であり、交流 (60 Hz) の入熱変動による溶接部の熱膨脹の変動によるものと推定される。また変位が O-P の時期においても加圧力はほぼ 100 kg に多少の変動分が重畳していることから、電極がプロジェクション圧潰に十分追従していることを示している。電流 (i)、電圧 (v) の曲線を見ると、電圧はプロジェクション圧潰時 (O-P) に比較的高く、従って電流値は小さいが圧

*プロジェクション溶接の場合には、一般にプロジェクションの圧潰程度に応じて溶接電流が変化し、その変化の割合はスポット溶接の場合よりも大きく一意的に定められない。一応便宜上このように 10 cycle 時の電流値で溶接電流を定義している。

潰後においては電圧は低くなり、電流値は大きくなっており、10サイクル近くでは飽和する傾向にある。

電流値が増加するとともに、図(b), (c), (d)にみるように通電初期のプロジェクションの圧潰速さ(OO'の勾配)は大きくなり、続くO'-P時期の電極加圧力の急激な低下も大きく、激しくなることが認められる。これはプロジェクション部への入熱増加に伴ないプロジェクション部の軟化が速くなることおよびこの部分の熔融・飛散によるものである。その後、図(b)のP-Qの時期、図(c)のP-P', P'-Qの時期、図(d)のP''-Qの時期に電極が押し上げられているのはプロジェクション圧潰後、溶接部の温度上昇による熱膨脹(熔融による体積変化をも含む)によるものと考えられる。また図(c), (d)の変位曲線中のP'やP''の時点にみられる不連続的な変位の変化と板一板間の急激な荷重の低下は、チリすなわち板一板間より熔融金属が飛散したためと考えられる。このような溶接中・後期の散りは電流が増加するに伴ない、激しくかつ多く発生する傾向にある。このような大電流域のプロジェクション圧潰後の散りはFig. 4に示した剪断引張強さが溶接時間的に飽和する一因になっているものと思われる。

以上、溶接電流はプロジェクションの圧潰時間に影響を与え、電流の増加とともに圧潰に要する時間は短くなる。また十分な溶接強さをもつ溶接継手を得るには、

ある臨界値以上の電流が必要となるが、過大となると初期ならびに中・後期において激しいチリ発生を伴うことを明らかにした。

3.2 ナゲット断面からみたナゲット形成過程

Photo. 1 (a), (b), (c), (d)は溶接電流が各々3,800, 4,500, 6,300, 8,000 Aにおいて、通電時間を変化した場合の溶接部断面のマクロ写真を示したものである。図にみるように、3,800 Aと電流が小さい場合では、通電時間が10サイクルを十分長い場合においてもナゲットは形成されておらず、板間に境界線が残っていることから熱間圧接状態で継手強さをもっていると考えられ、強さのばらつきはこの圧接に原因していると思われる。なお、この写真からもプロジェクションの圧潰する時期は約4サイクル程度であることが分る。4,500 Aでは通電時間3サイクルで完全に圧潰し、5サイクルで溶融部がみられ、7サイクルにおいて始めて安定な小さなナゲットが形成され、その後成長しているのが観察される。6,300 Aと電流値が大きくなると、3サイクル程度で直径約2mmの小さなナゲットがプロジェクション部に安定にできており、時間とともにこれを核としてナゲットが成長している。このように比較的通電初期においてナゲットが安定に形成されるのは、プロジェクション溶接の一つの特徴と考えられる。8,000 Aとさらに電流値が大きくなると、初期散りが激しくなり、その痕跡が1サ

Photo. 1 Growth of nugget for the weld current of 3,800A (a), 4,500A (b), 6,300A (c), 8,000A (d) under the electrode force of 100kg ($V_{20}=3.3V$)

イクル目において板一板間にみられ、ナゲットの形成される3サイクル目以後も、激しい中期散りの結果、通電回路の変化も大きく、ナゲットも熱影響部もいびつに移動し、インデンテーションもかなり大きくなっていることが分る。しかし、この条件下では、引張剪断強さが飽和することがあっても破断形態はテェア破断で、シェア破断とはならないことを確認している。(Fig. 4)

Fig. 6 は、電流値をパラメータにして通電時間とナゲット直径の関係を示したものである。図にみるように、溶接電流 4,500 A では、7 サイクルで 2.3 mm 程度の小さなナゲットができ、徐々に増加して10サイクルで約 3.5 mm のナゲットが形成され、飽和している。6,300 A では、3 サイクルで約 2 mm のナゲットが形成され、10サイクルでは 4 mm、15サイクルで約 4.3 mm と飽和している。さらに電流値を 8,000 A と増すと、3 サイクルで約 2.5 mm のナゲット形成され始め、15 サイクルで約 4.8 mm と増加し、飽和している。なお、この図から分るように、初期のナゲット径が Fig. 3 に示したように加圧力 100 kg の場合の圧潰時の径にほぼ等しい値に対応していることは注目すべき点である。

Fig. 6 Relation between nugget diameter and weld time under the electrode force of 100 kg ($V_{20}=3.3V$)

以上、ナゲットを形成するにはある臨界電流値以上の電流が必要であり、ナゲット形成時期は電流値の増大とともに早くなる傾向にある。またナゲットが飽和する時期のナゲット径は電流値の増大とともに増加することがわかる。

4. ナゲット形成におよぼす加圧力の影響

3節では、溶接電流によりプロジェクション圧潰の度合いが違い、同一加圧力下においてもプロジェクション圧潰に差違が生じることを示し、またナゲット形成に適當な臨界電流値があることを示した。本節では、加圧力の違いによりプロジェクション圧潰に差異が生じることに着目して、加圧力がナゲット形成におよぼす影響を実験的に検討し、さらにプロジェクションの初期圧潰が溶接

強さにおよぼす影響について考察する。

4.1 定常圧力下でのナゲット形成におよぼす加圧力の影響

Fig. 7 は、加圧力が一定のもとで10サイクル通電した場合、電流と引張剪断強さとの関係を示したものである。図にみるように、加圧力 100 kg では、6,000 A 付近で引張剪断強さは 530 kg に達し、かつテェア破断となる健全なナゲットが生じているが、同程度の強さのナゲットを作るためには、加圧力 240 kg、350 kg と大きくなるに従って、各々 9,000 A、10,000 A とさらに大きな電流を必要とし、とくに加圧力 350 kg で安定な引張剪断強さをもつナゲットを得るには、約 12,000 A 程度の電流を必要とする。

Fig. 8 は、電流値 8,000 A の場合の引張剪断強さと溶接時間の間係を示したものである。加圧力 100 kg では、3 サイクルの通電で約 440 kg の強さを有し、かつテェア破断するナゲットが形成されているのに対し、

Fig. 7 Current dependence of tensile shear strength at the weld time of 10 cycles ($V_{20}=3.3V$)

Fig. 8 Relation between tensile shear strength and weld time for the weld current of 8,000A under various electrode forces ($V_{20}=3.3V$)

240 kg では、さらに時間をかけないと 440 kg の強さをもつナゲットが形成されず、形成されても全てシエア破断となり、テェア破断となることはない。350 kg と加圧力がさらに大きくなると、通電時間を十分とっても、もはやこの引張剪断強さに達しない。Fig. 9(a), (b) は加圧力 240 kg, 350 kg における板一板間の荷重 (f)、溶接電流 (i)、電極間電圧 (v) と電極の変位 (x) のオシログラムを示したものである。加圧力 100 kg の場合 (Fig. 5(d)) との主な差違は次の点にある。すなわち、加圧力 240 kg の場合、Fig. 3 から分るように、プロジェクトン圧潰率 100% で初期通電面もかなり拡大している。初期の散りも認められず、電極変位は通電開始とともにすぐに熱膨張により電極を上方に押し上げている。従って、電極間電圧も通常初期から低く、しかも電流、電圧ともに変化が少なく、スポット溶接の電流・電圧波形の時間的変化に近づく傾向にある。さらに加圧力が 350 kg と増大すると、初期通電面はさらに拡大され、従って熱膨張による電極変位も小さい。(図(b))

Fig. 9 Oscillograms of load, weld current, voltage between electrodes and movement of upper electrode for the weld current of 8,000A under the electrode force of 240kg (a) and 350kg (b) ($V_{20}=3.3\text{V}$)

なお、加圧力 240 kg, 350 kg のもとで、安定で、かつ十分な強さを有するナゲットができる電流値 9,000 A, 12,800 A でも上記オシログラムの傾向は同じであることを確かめている。このような電流値での溶接部断面マクロ写真を Photo. 2 に示す。これから理解されるように、3 サイクル目ではまだナゲットができておらず、熱影響部は断面周囲にひょうたん形になっている。その後 5 サイクル目において、これらの熱影響部を核として溶融部が成長し、扁平なナゲットを形成している。3 サ

Photo. 2 Growth of nugget for the weld current of 12,800A under the electrode force of 350kg ($V_{20}=3.3\text{V}$)

イクル目の断面写真から分るように、プロジェクトン中央部の板一板間の間隙ができ、通電路がプロジェクトン周囲に制限されるのは、プロジェクトンがほとんど圧潰するような加圧力の下での加圧力の分布はプロジェクトンの加工度高く、加工硬化が起っている周辺で主に分布する結果、起るものと推定される*。

Fig. 10 に、各加圧力下で安定なテェア破断となる電流値でのナゲット径と通電時間との関係を示す。この図から分るように加圧力 240 kg, 350 kg の場合の時間的変化は低加圧力 100 kg の場合と同様、通電時間とともに増加しながら飽和する傾向にある。また最初に現われるナゲット径は加圧力 100 kg, 240 kg, 350 kg の場合、それぞれ約 2 mm, 3 mm, 4.3 mm となり、Fig. 3 の初期圧潰の直径と対応していることが分る。これは初期通電路は、通電前の加圧力が集中している部分に制限さ

Fig. 10 Relation between nugget diameter and weld time for the critical weld current under various electrode forces ($V_{20}=3.3\text{V}$)

*冷間でプロジェクトン中央部と加工度の大きい周辺部のヴィッカーズ硬さは各々約120と200程度であることを確かめている。

れ, この部分が発熱・膨脹する結果, プロジェクションが完全に圧潰した後においても, 通電路はこの初期通電面付近に制限されながら溶融に至るものと推察される。

以上より, 加圧力が増加すると, 初期通電面も拡がり, ティア破断の安定なナゲットを得る臨界の電流値は大きくなり, また溶接初期における加熱部分がプロジェクション周辺に移る傾向にあり, ひょうたん形の薄いナゲットが初期に形成され, それを中心にナゲットが成長することが明らかにされた。

4.2 プロジェクションの初期圧潰率が溶接強さにおよぼす影響

前節では, 加圧力によってプロジェクションの初期圧潰率(通電開始時における圧潰率)も違ったが, ここでは加圧力一定のもとに初期圧潰率を変えた場合, それが溶接強さにおよぼす影響を検討した。Fig. 11 は, 前節まで採用してきた通常の溶接方法(以下標準方式という)の場合および溶接電流通電前にあらかじめ加圧力 240 kg でプロジェクションを圧潰し(圧潰率 100%), 電極, 試片をそのままの状態で保持しつつ, 再び加圧力を 100 kg に調整した後, 所定の電流を流して溶接した場合の引張剪断強さと溶接時間の関係を示したものである。また, Fig. 12 はあらかじめ 240 kg の加圧力でプロジェクションを圧潰した後, 加圧・通電した場合の加圧力, 電流, 電圧変位のオシログラムを示している。Fig. 11 にみるように標準方式の場合, 通電時間 5 サイクルで引張剪断強さは 450 kg に達し, ティア破断となり, その後も通電時間とともに強さも増加してゆく。一方, あらかじめプロジェクションを圧潰した場合, 通電時間 7 サイクルまでの強さは標準方式に比して 150~200 kg 低くなり, 10 サイクル通電において初めて引張剪断強さが等しくなる。しかし, 破断形態はティアとシェテが入り混じり, さらに通電時間を増しても破断形態

Fig. 11 Tensile shear strength versus weld time in the case of using 100% collapsed projection for the weld current of 6,300A under the electrode force of 100kg ($V_{20}=3.3V$)

Fig. 12 Oscillogram of load, current, voltage between electrodes and movement of the upper electrode in the case of using 100% collapsed projection for the weld current of 6,300A and the electrode force of 100kg ($V_{20}=3.3V$)

に変化はみられない。このような差異が生じるのは次のように推定される。標準方式では, 通電初期において, プロジェクション部に電流を集中でき, その部分の電流密度を高め, 発熱を大きくすることができる。その結果, 短時間で十分な強さをもつナゲットが形成されるのに反し, 通電前にプロジェクションが圧潰して, 通電路が拡大している場合は, 電流密度は標準方式に比べ小さく, 圧潰面全体が溶融する温度上昇を得るには, 標準方式に比べかなりの時間が必要である。Fig. 12 の電極変位曲線と電圧, 電流波形から確定した通電面は約 3 サイクルで決まり (P 点), その後発熱膨脹とともに通電路面を拡大している (P-Q 間) ことが推察される。この場合, 電圧, 電流波形はスポット溶接におけるこれらの波形の挙動と同様な変化をする。また荷重, 変位曲線の変動が標準方式のオシログラム Fig. 5(c) と比べかなり小さく, 中期チリも認められないことは, あらかじめプロジェクションを圧潰した場合は, 標準方式よりもかなり温度上昇が小さいことを示していると思われる。

以上より, 初期プロジェクションの圧潰率が大きいと, 初期通電路の電流密度の減少をきたし, 通電時間が比較的短かい期間では, 溶接強度の低下をまねく。

5. 結 論

以上の結果を要約すると次の通りである。

(1) ナゲットを形成するには, ある臨界電流以上

の電流が必要であり、ナゲット形成時期は電流値の増大とともに早くなる傾向にある。またナゲット径が飽和する時期のナゲット径は電流値の増大とともに増加する。

(2) 溶接部強さおよび破断形態がテェアになる健全なナゲットを形成するためには、ある臨界値以上の電流が必要であるが、電流値が過大になると、溶接初期ならびに中・後期に激しい散りが発生するに至る。

(3) 加圧力が増大すると、初期通電面も拡がり、テェア破断の安定なナゲットを得る臨界の電流値は大きくなる。

(4) ナゲット形成に対して加圧力が低い場合は、プロジェクション部に小さな安定なナゲットが形成され、これを核として成長するが、加圧力が増大すると、初期

加熱部がプロジェクション周辺部に移る傾向にあり、偏平なひょうたん形のナゲットが初期に形成され、それを中心に成長する。なお、初期に形成されるナゲット径は、冷間時の圧潰径に対応している。

(5) 一定加圧力下でのプロジェクションの圧潰率の増加は、初期通電路の電流密度の減少をきたし、溶接強さの減少をまねく。

参考文献

- 1) J. F. Harris and J. J. Riley: Projection welding, Weld. J., vol. 40, p. 363
- 2) P. M. Knowlson: Projection weld geometry and weldability, Brit. Weld. J., vol. 13, p. 536
- 3) V. A. Gillevich: Special features of projection welding conditions, Autom. Weld. vol. 22, no. 1, p. 39

北陸支部研究発表会における研究発表の募集について

下記のとおり、北陸支部第4回研究発表会を開催いたします。研究発表を募集いたしますので各位多数ご参加くださるようご案内申し上げます。

記

1. 研究発表会:

- 1) 月日 11月中旬
- 2) 会場 福井大学工学部
- 3) 各人の発表時間15分、質問時間5分

2. 研究発表の申込み:

- 1) 期限 10月15日(土)必着
- 2) 申込先 〒910 福井市文京

福井大学工学部溶接学会北陸支部

木村博研究室

Tel. 0776-23-0500 内線426

3. 申込み要領:

- a) 官製はがきにて、講演題目、発表者名(講演者に○印)、発表者所属機関名、連絡者の住所・氏名・電話番号を記して、期限までに申し込んで下さい。
- b) 申込料、登録料は無料。
- c) 前刷原稿は不要。
- d) 宿泊希望者は宿舎を世話します。

エッセン国際溶接展 “Welding and Cutting” (第9回)

主催者: Deutscher Verband für Schweißtechnik
e.v. (DVS) Aachener Straße 172, P.O.B.
2725 D-4000 Düsseldorf 1. GERMANY

期間: 1977年9月21~28日 (10 a.m.~6 p.m.)

開催地: Essen (GERMANY)

4年毎に催されるこのフェアは18カ国・350以上の出品者があり、溶接・切断・はんだ付・ろう付・ボンダ付・測定・試験などのあらゆる分野を網羅している。溶接装置・溶加材・典型的な溶接物も展示される。

<入場料> (単位はドイツマルク D1=¥95)

1日巻 (15), 団体 (10), 学割 (5)

<カタログ> 12ドイツマルク

<会場> 三件の会議が催される。

9月21~23日 “Welding Technology” (論文発表5件)

9月26~27日 “Quality Assurance of Plastic Welds—State of the arts” (論文発表3件)

9月27~28日 “Metallizing Techniques 1977” (論文発表3件)

※詳細については事務局まで問合せ下さい。

(担当 鈴木)