論文および報告

交流アーク熔接機のアークドライブの方法*

杉原栄次郎** 菊池 進**

Arc-Drive Method of A. C. Arc Welding Machine*

By E. Sugihara** and S. Kikuchi**

Abstract

In order to prevent electrode sticking, arc-drive circuits of two types are used in case of an a. c. arc welding machine. They act on the principle that the short circuit between the electrode and the work decreases the reactance of welding transformer, resulting in the increase of short circuit current.

Considerations on the ideal characteristics of arc welding machines are also given.

1 緒 言

アーク熔接をする際、熔接棒と母材とが短絡して、なかなか離れず困ることがある。この状態が起り易いのは、第1にアークを最初につける時、第2にアークの発生後、すみ肉や深い溝の熔接とか上向や立向熔接のように熔滴が電極間を短絡しやすい時である。

第1のアーク点弧時における短絡は、アークの初期電流を大にしてアークの発生を容易にする方法、すなわち、前報告¹⁾に述べたホットスタート (Hot Start) の方法を採用すれば、直に解決される問題である。

第2のアーク発生後に起る短絡には、短絡電流を特に大きくして、この短絡部を吹飛ばして、アークを再点弧させる工夫を必要とする。この方法をアークドライブ (Arc Drive) という。

アークドライブの回路は、数年前アメリカ²⁾で直流アーク熔接機にたいして考えられたが、まだいずれの国でも交流アーク熔接機にたいしては考えられていないようである。わが国では直流機よりも交流機がきわめて多数用いられているので、交流機用のアークドライブ回路が必要と思われる。われわれは比較的簡単な交流機用の回路を考えたので次に紹介してみる。

2 アークドライブの方法

アークが短絡した時の電流を特に大きくするには、熔接機のリアクタンスを、短絡時のみ特に減させることが必要である。これを行うには、可動鉄心型や可動コイル型のような機械的に電流の制御を行う熔接機は不适当で、可飽和リアクトル型のような電氣的に制御するものがよい。われわれは遠隔制御に使用した電試型溶接機³⁾を用いた。

この熔接機の構造は、主変圧器鉄心とリアクトル鉄心を組合せたもので、回路図を Fig. 1 に示す。 N_1 と N_2 は1次および2次コイル、 N_3 はリアクトルコイルで、 I_2 は熔接電流、 I_3 は直流制御電流である。リアクトルの値は $I_3 \cdot N_3$ なるアンペア・ターンで変化される。 N_3 一定の時、 I_2 と I_3 の関係を Fig. 2 に示す。図には、短絡時の電流 I_{2s} も示してある。これらの特性からわかるごとく、短絡電流を特に大きくするためには、制御電流 I_3 を特に大きくすればよい。ゆえに短絡の時だけ、 I_3 を大きくする工夫をすればよい。

この方法には、次に示すA型とB型の回路が考えられる。A型はリアクトルコイル N_3 のほかに N_4 を設けたもので、 A_1 と A_2 の型があり、B型は N_3 のみを利用する回路である。

3 A_1 型回路について

(1) 回路とその動作

Fig. 3 に示すように、これはリアクトル鉄心に N_3 コイルのほかに、 N_4 コイルを設けたもので、かつ、変圧器 T_1 の電源としては、熔接電源と異なる3相のほかの1相

Fig. 1 Circuit diagram of a.c. arc welding transformer.

Fig. 2 Characteristics of welding machine.
(Welding current I_2 -Reactor control current I_3 .)

* 原稿受付 昭和32年7月30日 (昭和32年度熔接学会秋季学術講演会において発表)

** 正員 電気試験所 Member, Electrotechnical Laboratory

を用いた回路である。ここに N_3 コイルは、熔接電流を調整するためのもので、 N_4 コイルは、アークドライブ用のものである。次にこの回路の動作を説明する。

Fig. 3 A type arc drive circuit.

N_4 コイルの電流 I_4 は、回路のインピーダンスを Z_4 とすると、 $I_4 = V_4 / Z_4$ で表わされる。今、記号を次のように定める。 V_{20} = 無負荷電圧、 V_{2A} = アーク電圧、 V_{2S} = 短絡電圧 ≈ 0 。アーク時に、 $V_4 = V_{2A} - V_{52}$

≈ 0 なるように V_{2A} を定めておく。この関係を Fig. 4 に示す。一般にアーク時の電流の遅れは 60° 位であるから、3相電源を適当に利用すれば、大体図のごとき位相関係を得ることができる。この場合、 V_{52} の形や大きさなどにより、 V_4 を完全に零にはできないが、 I_4 を零に近づけることができる。したがってアーク時には、 N_4 コイルの作用がきわめて弱くなる。しかるに短絡時には、 $V_{2S} = 0$ なるゆえ $I_4 = V_{52} / Z_4$ に相当する直流電流が N_4 コイルに流れ、リアクトルには $I_3 \cdot N_3$ のほかに、 $I_4 \cdot N_4$ なるアンペアターンが加わるため、短絡電流を大にできるわけである。

また、最初にアークを発する時には、 $V_4 = V_{20} - V_{52}$ 。ここに $V_{20} \approx 80V$ 、 $V_{52} = 30 - 40V$ 。ゆえにこの V_4 に対応する I_4 が流れており、これはホットスタートの役目をする。

これら、 V_2 、 I_2 、 I_4 の関係を示すと Fig.

Fig. 4 Phase relation of voltages.

V_{20} : Open circuit voltage.

V_{2A} : Arc voltage.

V_{52} : Out put voltage of T_5 .

Fig. 5 Time relation of V_2 , I_4 and I_2 .

5 になる。この図は、わかりやすくするために、電流、電圧の大きさを実効値で理想化して示した。

(2) 実験結果

Fig. 3 の回路で $N_3 = 2000$ 回、 $N_4 = 1000$ 回、 $V_{52} = 30V$ に選び、径 4mm の棒を用いて無負荷、アーク、短絡の各場合における電圧、電流を測定した結果を Table 1 に示す。比較のためアークドライブ回路のないときの I_2 の

Table 1

	アークドライブ				
	あるとき		ないとき		
	V_2 (V)	V_4 (V)	I_4 (A)	I_2 (A)	I_2 (A)
無負荷	81	40	3	0	0
アーク	30	15	1	150	150
短絡	0	30	21	220	160

Table 2

棒 径	アークドライブ		
	あるとき	ないとき	
	I_2 (A)	I_{2S} (A)	I_{2S} (A)
4mm	150	220	160
5mm	220	300	241
6mm	300	355	325

値をも示した。

この表より、アークドライブ回路のあるときには、短絡電流が著しく増すことがよくわかる。なお、比較のため、4. 5. 6mm 棒の場合を Table 2 に示す。

これより、 I_2 の小さいほど、アークドライブの効果の大きいことがわかる。この理由は、Fig. 3 の回路、および Table 1 に示すように、 I_4 の変化は V_2 に起因して、 I_2 の値にはあまり関係しないためである。しかし、一般に棒径が細いほど、アークドライブを必要とするので、実用上は Table 2 の短絡電流でさしつかえないようである。

なお、これらの場合における電圧、および電流の変化や位相関係を理解するため、波シログラムを Fig. 6~Fig. 11 に示す。ここに波形や位相差をはっきりするために、

Fig. 6 Oscillogram at open circuit.

Fig. 7 Oscillogram at arc welding.

Fig. 8 Oscillogram at short circuit.

Fig. 9 Oscillogram at open circuit.

Fig. 10 Oscillogram at arc welding.

Fig. 11 Oscillogram at short circuit.

V_2 , V_4 , V_{52} などの電圧のフレは等しくせず, Fig. 6 に記入した値に比例させてある。

これらの図から I_2 や I_4 の変化がよくわかるが、アーク時に I_4 は零になっていない。これは V_{52} と V_{2A} の波形の相違、アークの長さの変化による V_{2A} の変動や I_2 の大きさによる V_{2A} の位相のズレなどに起因する。

(3) 動特性について

短絡時の動特性を調べるため、Fig. 12 の回路を用いた。すなわち、アークの代りに抵抗負荷 R とし、スイッチ S を開閉して負荷時と短絡時を作り、この

Fig. 12 Circuit diagram of measuring the equivalent dynamic characteristics of the welding machine.

時の過渡現象を電磁オシログラムに撮った。 O_{SA} と O_{SV} はそれぞれオシログラムの電流と電圧の振動子である。

一例をFig. 13 に示す。図で P_1 と P_3 は、負荷が短絡した点、 P_2 は短絡から負荷になった点である。ここにア

Fig. 13 Oscillogram of transient wave forms measured with the circuit of Fig. 12.

ークドライブとして問題になるのは P_1 と P_3 の点である。すなわち、アークが短絡したとき、これを吹飛ばして再点弧させるためには、短絡電流の大きさをどの位にしたらよい。また、その時の過渡特性はどうなるかを知る必要がある。ところが、 P_2 では短絡が破れて、アークにさえなればよいので過渡特性などは余り問題にならないし、実際にアークが不安定になるような甚しい過渡特性を示していない。なお、 P_1 や P_3 の所に1サイクル後、負荷電流を生じたのは、スイッチ S のスパークのためで、これを完全に除去するのは難しかった。したがって、実際には P_1 や P_3 では重複過渡現象を示している。 P_1 や P_3 の所を見ると、定常負荷電流から、短絡電流に増加する時の遅れはなく、かえって短絡初期の2～3サイクルでは、一方の極性

短絡電流は定常値よりも特に大きいので、アークドライブとしては極めてよい特性となっている。しかし、この過渡特性が短絡時の位相や電極の極性などに関係して異なってくるのは、すでに変圧器の過渡現象⁹⁾の教える所である。

P_1 と P_3 における過渡電流の方向が逆になっているのは、短絡時の極性が逆になったことを示す例である。実際に熔接アーク時に棒が母材と短絡を起す位相や極性は決まていないので、色々な過渡現象が考えられる。したがって、短絡時の或位相では、特に大きな過渡電流を生ぜず、直に定常の短絡値近くになることもありうる。次に、このことを考慮に入れて、アークドライブに必要な短絡電流の大きさを求めてみる。すなわち、実際にアークを出して熔接する場合、棒を母材に押付けてもなかなか短絡せず、すぐ再点弧するような短絡電流の大きさを求めてみた。これは、熔接条件によって異なるであろうが、下向きでビードを置く場合、4mm 棒では規定電流 (150A 前後) よりも 50A 位大きくすればよいことが実験から分った。したがって、短絡電流は 200A 位で十分である。実際には、Fig. 13 に示すように、短絡時の過渡電流はさらに大なる場合があり、これが再点弧を容易にしていることもある。

Fig. 14 はアークドライブ回路を用いて、実際にアーク熔接をした時のオシログラムである。すなわち、アーク

が安定になった所で、熔接棒を母材に押しつけて短絡させるようにした。この実験で著しいことは、短絡は1～2サイクルしか続かず再点弧が容易になることであった。しかるにアークドライブ回路のない時には、短絡が起

り易く、消弧してしまった。このことから、アークドライブ回路は極めて有効に作用しており、動特性の良好なることが分った。

Fig. 14 Oscillogram of arc voltage and welding current when arc-drive circuit is used.

以上は 4mm 棒を用いて母材上にビードを置いた場合であるが、5mm や 6mm 棒の場合では、一度アークが発生すると、アークドライブを行わなくとも、短絡は起り難かった。しかし、深い溝などの熔接では、事情が異なっており、5mm や 6mm の棒でも短絡が起り、さらに大きなアークドライブ電流を必要とするかも知れない。このような場合の回路の設計は勿論可能である。

この実験に用いた熔接棒は、短絡を起しやすいと考えられる低水素系である。また、このアークドライブ回路は、アークの発生時にホットスタートの役目をするが、その期間は数サイクルで、250A から 150A に減っている。この程度のホットスタートでも、アークの発生は容易となることは前報告¹⁾で実験的に確めたことがあるが、本回路でも極めて簡単にアークは発生した。

4 A₂ 回路

この回路を Fig. 15 に示す。A₁ 回路と異なる点は、単相電源のみを使ってある。したがって、T₅ の出力電圧 V₅₂ の位相を電源電圧と約 60° ずらすため、図のごとく C を挿入した。動作は A₁ 回路と全く同じである。

C=40μF にした場合のデータを Table 3 に示す。

Table 3

	V ₂	V ₄	I ₄	I ₂
無 負 荷	80	58	3	0
アーク	30	12	0.5	150
短 絡	0	40	1.9	205

Fig. 16 はアーク時の電圧のオシログラムで、V₅₂ が約 60° 遅れて、V_{2A} と打消し合っていることを示す。

5 B 回路

この回路を Fig. 17 に示す。A 型回路と異なる点は、N₄ コイルを省いて、N₃ コイルを利用していることである。そのかわりに、変圧器 T₄ と可飽和リアクトル SR を必要とする。C、T₅、V₄ の回路は A₁ 回路と同じである。

T₃ は定常熔接電流を調整するもので、T₄ はアークの

発生時および、短絡時に熔接電流を大きくして、ホットスタートおよび、アークドライブの作用を行うものである。すなわち、無負荷時および短絡時に SR を飽和

し、I_d の出力を増加して I₃ を大にし、アーク時には SR を不飽和にして、I₃ を定常値にするのである。測定結果から、これら一連の関係を Table 4 に示してみる。

Table 4

棒 径 (mm)		V ₂ (V)	I ₄ (A)	V ₄₁ (V)	I ₃ (A)	I ₂ (A)
4	無 負 荷	80	2	176	1.9	0
	アーク	30	0.4	100	1	150
	短 絡	0	1.4	164	1.8	200
5	無 負 荷	80	2	177	4.5	0
	アーク	30	0.4	130	2.7	220
	短 絡	0	1.4	163	4.1	330

動特性を測定した結果は、A 型と同程度で、実用上十分であった。

6 回路部品の決定

(A) A 型回路

(1) N₄ コイル

まず、短絡電流の大きさ I_{2s} を実験的に決める。規定電流 I₂ との差、ΔI₂=I_{2s}-I₂ から、ΔI₂ に相当する ΔI₃・N₃ が決まる。これが短絡時に必要な I₄・N₄ なるゆえ、

$$I_4 \cdot N_4 = \Delta I_3 \cdot N_3 \quad (1)$$

I₄ を決めると、上式から N₄ が定まる。

4mm 棒の実験結果から、I₂ = 150A、ΔI₂ = 50A Fig. 2 より、ΔI₃ = 1A。また、N₃ = 2000 なるゆえ、(1) 式より

$$I_4 \cdot N_4 = 2000 \quad (2)$$

ここで、N₄ を決めるためには、まず I₄ を決めねばならない。I₄ の短絡時と開路時の大きさ、I_{4s} と I₄₀ は

$$I_{4s} = \frac{V_{52}}{Z_s} \quad (3)$$

$$I_{40} = \frac{V_{20} - V_{52}}{Z_0} \quad (4)$$

Fig. 17 B type arc drive circuit.

Fig. 15 A₂ type arc drive circuit.

Fig. 16 Oscillogram of voltages V_{2A} and V₅₂ for A₂ type circuit.

ここに、 Z_S と Z_0 は I_4 回路の短絡時と開路時のインピーダンス。ここで、 V_{S2} はアーク電圧とほぼ等しく、かつ V_{20} と 60° の位相差をもつ必要がある。ゆえに、 $V_{S2} \approx 30V$ 。

また、使用したアーク熔接機の開路電圧は、 $V_{20} \approx 80V$ 。 Z_S と Z_0 は初めから決定できないが、類似の回路で実測して、 $Z_S \approx 15\Omega$ 、 $Z_0 \approx 23\Omega$ 。これらの値を (2) と (3) に入れると、 $I_{4S} \approx 2A$ 、 $I_{40} \approx 3A$ 。

(2) 式へ $I_{4S} = 2A$ を入れると、 $N_4 = 1000$ 。

ここで N_4 コイルの銅線の太さは、 $I_{40} = 3A$ と使用率から定める。300A 型熔接機として、使用率を 50% とする。(2) C

単相電源を用いた A_2 回路が 3 相電源を用いた A_1 回路と同じ効果を持つためには、どのような条件を必要とするか。これを知るため、ま

Fig. 18 Measurement circuit.

ず A_1 回路の特性を測定した。すなわち、Fig. 18 の回路にて、 T_5 の一次側より見たインピーダンスを、アーク及び短絡の場合について測定した。図に示すように、熔接機負荷としてはアークと大体等価の 30 V, 150 A となる抵抗を用いた。また、 T_5 としては、手持ちの 120 V : 30 V のものを用いた。

(a) アーク時

$V_{S1} = 12V$, $V_{S2} = 30V$, $I = 1.15A$, $W = 59 \text{ watts}$

これより

(i) 抵抗分: $R = 45\Omega$, $V_R = 51.5V$

(ii) リアクタンス分: $X_L = 94\Omega$, $V_L = 108V$

(iii) C の決定: アーク時に、アーク電圧 V_{2A} とちょうど折消しあう V_{S2} は、Fig. 4 から加えるように、大きさ 30V で V_S との位相差 60° を必要とする。このため、 A_2 回路 Fig. 15 で C の役割は V_S よりも V_{S1} を 120° 進ませることにある。以上の値をベクトル図で示すと Fig. 19 となる。ここに $V_S = 100V$ とした。

これより、 $V_C = 198V$, $I = \frac{V_R}{R} = \frac{56}{45} = 1.52A$ を得る。

$C = \frac{I}{\omega V_C}$ より $C \approx 20\mu F$ 。

この時、 $V_{S1} = 130V$ となる。すなわち、 $C = 20\mu F$ に選べば、 V_S と V_{S2} の位相差 60° で、また V_{S2} の値も 30V 近くにできることがわかる。

(b) 短絡時

アーク時と同様な測定を行って

$V_{S1} = 120V$, $V_{S2} = 30V$, $I = 1.52A$, $W = 114 \text{ watts}$ 。

これより、短絡時の抵抗

$R_S = 50\Omega$, リアクタンス

$X_{LS} = 43\Omega$ を得る。Fig. 2

0 に示す A_2 回路へ、これらの値を採用し、 $C = 20\mu F$ に選ぶと、 $V_{S1} = 51.6V$ を得る。これでは、 A_1 回路における V_{S1} の値の半分以下で、 I_4 が小となり、熔接機短絡電流 I_{2S} も大きくなり得ないことが予想される。

そこで、短絡時に、 $V_{S1} = 100V$ 位にするために必要な C の値を計算する。

Fig. 20 の回路で、 $C = 40\mu F$ に選ぶと $V_{S1} = 104V$ となる。

以上、アーク時と短絡時における必要な C を概算できたので、実際にアーク

を出して、

実験の結果から C を選定

してみる。Fig.

15 の A_2 回路

を用いて、 C

を変えた場合

の I_{2S} , I_4 , I_3

などを Fig.

21 に示す。こ

ゝに、熔接電

流は、 $I_2 = 150$

A に保ち、 I_3 ,

I_4 はアーク時

の値をとった。なお、 I_4 が大きいことは、アーク電圧と

V_{S2} とがよく打消しあっていないことで、また、熔接電流

の最小値が大きくなることを意味している。すなわち、熔

接機の電流範囲を狭くすることになるので、 I_{2S} を大に選

べても、 I_4 が大きくなっては良くない。 I_{2S} は 200A 程度

あればよいので、 $C = 32\mu F$ または $40\mu F$ に選ぶのが適当

であると結論される。

(B) B型回路

(1) T_4

A 型回路における T_4 コイルの作用と同様に、 I_2 は短

絡電流 I_{2S} と規定電流 I_2 との差 ΔI_2 に対応する ΔI_3 を

補給する。 $\Delta I_2 = 50A$ に対応して $\Delta I_3 = 1A$ すなわち、短

Fig. 19 Vector diagram.

Fig. 20 Equivalent circuit of A_2 type arc drive circuit.

Fig. 21 C vs. current curves of A_2 type arc drive circuit.

絡時に SR が飽和して T_4 の一次側に V_S の 85% がかかるとする。 $V_S=200V$ の時、 $V_{41}=170V$ 。

$AI_3=1A$ にするために必要な V_{24} を実験より $10V$ と定める。 I_4 の 2 次コイルには、 I_3 が通るので、銅線の大きさは I_3 の最大値 $8A$ で決定する。

(2) SR

アーク時に不飽和となり、電源 $V_S=200V$ が SR にかかり、短絡、及び無負荷時には飽和すると考える。

(3) T_5 , C の回路

A_2 型と同じにした。

7 考 察

(1) アークドライブ回路

上に述べた 3 つの回路の中、 A_1 型は 3 相電源を必要とするので、単相交流アーク溶接機には不相当である。 A_2 型と B 型は、いずれも動作や回路の構成が同程度であるから、どちらを用いてもさしつかえない。しかし、これらの回路は、アークドライブの短絡時に再点弧を容易にする対策であるから、これは速応性のあることが望ましい。したがって、この回路の時定数を小さくする結果、ホットスタートの期間も短くなる。それでも、アークの発生は容易となるが、熔込みを改善するとか、気孔を解消することには役立たない。これら熔込みの改善などを行うには、前報告¹⁾で示したように、ホットスタートの期間を長くする回路が必要で、この場合には、Fig. 22 に示すように、アークドライブ回路としては A_2 型を用いなければならない。

(2) Forceful Arc の特性

従来、アーク溶接機の特長としては、Fig. 23 の D に示す垂下特性が良いとされていたのは周知のことである。すなわち、アークの長さが多少変動しても、電流はあまり変化しないのが利点である。ところが、近時 Fig. 23 の F で示される Forceful Arc の特性が云われるようになった。この目的は、アークの発生時に、熔込みを改善するとか、アークドライブの作用をさせるにあるらしい。しかしこれは後者の目的にはよいが、ホットスタートの期間は短いので、熔込みの改善には役に立たないことは明白である。また、この特性は垂下特性と異なるので、アークの長さが一定の溶接、たとえば Contact Electrode の場合には

よいが、その他の場合には、アーク電流の変動が多くて、使い難いのではないと思われる。したがって、一般のアーク溶接機の特長としては、Forceful Arc はあまり感心したものとは思われない。

(3) 理想的なアーク溶接機の特長

最近の溶接機は焼けなくなり、また、効率や力率も大いに改善された。溶接機は電気の機器である以上、今迄は、電気的特性の改善に努力が払われたのは当然であるが、次の段階としては、使う身となって、溶接工の働きやすい特性とすることが大切である。このためには、遠隔制御のできることも大切であるが、このほかに、アークが簡単につき、溶接中にアークが安定で、短絡も起り難いというような特性も重要である。すなわち、

- (1) 遠隔制御
- (2) ホットスタート
- (3) 垂下特性
- (4) アークドライブ

などの特性も備えれば、理想的な溶接機となるであろう。

これらの特性を図で示すと、

Fig. 24 と、

Fig. 25 である。

以上は交流直流いずれのアーク溶接機でも必要な条件と思う。こ

れらの特性を実現する交流の回路は、すでに示した Fig. 22 である。もちろん、これは、少し変形すれば直流回路にも応用できる。

Fig. 24 Drooping characteristic with arc drive.

Fig. 25 Ideal characteristics.

8 結 言

最近の溶接機はいろいろの点が改善されたが、まだ、アークが出さえすればよいという域を脱していない。われわれは使う身となって、溶接工の働きやすいような溶接装置を実現するように努力して、すでに遠隔制御²⁾とか、ホットスタート³⁾の方法を発表した。今回は、アークの短絡を防止する交流用のアークドライブ回路を考え、この動作をオシログラムで示し、また、動特性について測定して短絡時の速応性もよいことを示した。

すなわち、4mm 棒の時には、短絡電流を 200A くらいに選ぶと、なかなか短絡しないことをみつけた。

また、この回路は、ホットスタートとして、アークの発生を容易にすることにも役に立つが、時定数を短かく選んであるため、熔込みの改善や気孔の発生を押えるのには不

Fig. 22 Ideal circuit of arc welding machine with arc drive and hot-start.

Fig. 23 Characteristics of arc welding machine. D : Drooping F : Forceful arc.

十分である。これらを十分にするためには、アークドライブのほかにホットスタートの回路が必要で、その回路の一例を示した。また、最近行われ始めた Forceful Arc の特性について考察した。すなわち、これは短絡を防止するには役に立つが、熔込みの改善には役に立たず、アークの操作も垂下特性に比べて悪いので、一般なものではない。かえて、垂下特性の熔接機にアークドライブやホットスタートの回路をつけた方が、理想的な特性が得られることを述べた。

終りに、本実験の遂行に当たり、大に協力して下さい

川静江嬢に厚く御礼を申上げる。

文 献

- 1) 杉原, 木村, 菊池: 熔学誌26-1 (1957) 電試彙20, (10), 784 (1956)
- 2) Westinghouse Eng. Nov. 1951, p. 198
- 3) 杉原, 木村, 菊池: 熔学誌25-1 (1956) 電試彙19, (6), 416 (1955)
- 4) たとえば額田『過渡現象論』修教社書院
Blumeetal "Transformer Engineering" John Wiley & Sons 1951

第2回材料試験連合講演会講演募集要項

申込締切 7 月10日

共 催 日本学術会議材料試験研究連絡委員会
金属表面技術協会, 高分子学会, 造船協会, 土木学会, 日本鑄物協会, 日本化学会, 日本機械学会, 日本金属学会, 日本建築学会, 日本航空学会, 日本材料試験協会, 日本セメント技術協会, 日本鉄鋼協会, 日本非破壊検査協会, 日本木材学会, 熔接学会

第2回講演会幹事学会

日本材料試験協会(京都市左京区吉田本町京都大学工学研究所内 電 (7) 4111)

日本非破壊検査協会(東京都千代田区神田佐久間町1丁目11番地佐久間ビル内 電 (25) 1636)

熔接学会(東京都千代田区神田佐久間町1丁目11番地佐久間ビル内 電 (25) 1636)

日 時 昭和33年10月14日(火) 15日(水)

会 場 京都大学工学部共同講義室(京都市左京区吉田本町)

講演申込 (a) 参加学会所属の会員は当該学会を通じて申込み, 参加学会会員以外の方は直接幹事学会に申込むこと。

(b) 講演内容は発表されたものでもさしつかえないが, 最近の研究に属するものが望ましい。

(c) 講演時間は約20分(討論を含む)の予定。

(d) 講演の採択などは幹事学会に一任せられたい。

(e) 申込用紙は随意であるが, 次の事項を必ず記載すること。

①講演題目 ②梗概約200字 ③講演部門名 ④講演ならびに連名者各々の氏名, 勤務先, 通信先, 学会員資格年令(連名の場合は登壇者に○印をつけること) ⑤講演題目, 氏名, 勤務先には英文を付記すること ⑥映画, スライド使用の有無と大きさ。

注: 第1部 金属材料 (Metallic Materials)

第2部 非金属材料 (Non-Metallic Materials)

第3部 その他 (Miscellaneous)

講演申込期日 7 月10日(所属学会必着)

講演前刷 聴講者のテキストとし, あわせて講演時間の短縮, 掛図などの節約を図るため講演者全部の講演前刷を作ります。講演者は前刷原稿を必ず期日までに各所属学会へ(参加学会会員以外の方は申込んだ幹事学会へ)提出されたい。

④講演前刷原稿提出期日: 8月20日

⑤前刷原稿は規定の原稿用紙 2 枚以内(図表, 写真を含めて邦文にて約2600字)に明瞭に墨書して下さい。なるべく余白をさけるよう留意して下さい。⑥前刷原稿の書き方の詳細は幹事学会から講演申込者に送付いたします。⑦講演前刷はオフセット印刷になりますから写真も入れられます。原稿用紙は講演申込者に所属学会から送ります。所定用紙以外の用紙に書いた原稿は受け付けません。

付 記 本講演会の欧文論文集 Proceedings of the Second Japan Congress on Testing Materials を刊行し, 第1回材料試験連合講演会欧文論文集と同様諸外国にも頒布する予定です。本論文集に掲載される論文は第2回材料試験連合講演会にて発表されるもので, 欧文にて未発表の論文に限りません。投稿御希望の方は, 講演採択通知とともに幹事学会より送られる規定原稿用紙に執筆し, 講演会当日までに幹事学会に提出するか講演会会場受付にて提出すること。(講演会当日以降の提出原稿は受理いたしません。また不備な欧文原稿は返却いたしますから, 欧文執筆には充分注意願います。)