研 究

焼結鉄シャルピー試験片の吸収エネルギー*

黒 木 英 憲**

Hidenori Kuroki: Energy Absorbed by Charpy Specimens of Sintered Iron.

This investigation was undertaken to clarify the effects of pores on the mechanism of the impact fracture of sintered iron, and also on the absorbed energy. Specimens, $10 \times 10 \times 55$ mm, were compacted from electrolytic iron powder under the pressure of $2 \sim 9$ t/cm² and sintered in hydrogen for 1 hr at 850°C. The bending load-deflection diagrams of U-notched specimens were obtained by an instrumented 30 kg-m-Charpy tester and by an Instron type universal testing machine.

Results were summarized as follows.

The necessary time for the impact fracture of sintered iron was too short to obtain the accurate impact load-deflection diagrams as in the case of cast iron. Therefore, the slow bending diagrams were used for the analysis. The product of the strength and the ductility, both of which were expressed as respective functions of the density, was found to be in proportion to the slow bending energy. This fact was considered to be the reason why the notch effect of pores on the impact value was stronger than those on the ultimate tensile strength and on the tensile elongation.

(Received June 12, 1974)

I 緒 言

焼結鉄は脆いと言われている。これは強さや硬さが合金元素の添加と熱処理によって溶製材に近い水準に達するにもかかわらず、延性と靱性の改善が伴わないからである。なかんずく靱性の目安とされる衝撃吸収エネルギー、あるいはそれを試験片の原断面積で除した衝撃値は、同じ程度の強さを有する溶製材に比べて著しく低い。この脆さが残留気孔に起因することはほぼ間違いないので、気孔を消去するための実際的な手段として銅溶浸が従来行われているし、粉末鍛造法も近年発達してきた。

しかし、焼結鉄試験片の変形と破壊の全過程で消費されるエネルギーに、気孔がいかなる作用を通して影響するかという明確な説明は見当たらない。ただ、破片観察の結果、巨視的には脆性の様相を呈しながら、微視的な亀裂が気孔周辺の応力と歪の集中によって、気孔伝いに延性的に進展することが認められているのみである¹⁾。これは衝撃破壊の際に亀裂が焼結組織中で発生・伝播する様子を直接観察できない以上、やむを得ないかも知れない。ところが、試験片全体として破壊の際にエネルギーを吸収する過程はシンクロスコープによって追跡することが可能であろう。すなわち、溶製材で行われる²⁾と同

様に、たわみ(変位)による衝撃荷重の変化を測定すればよいはずである。

また、エネルギーは元来、力と変位の積で与えられるから、気孔の影響による衝撃吸収エネルギーの変化も、強度の変化と延性の変化とから構成されているに違いない。荷重-たわみ曲線の解析を通してこの関係を明らかにすれば、焼結鉄の靱性改善を図る上で強度と延性の組み合わせをいかに設定すべきか、有益な指針が得られるものと思われる。

そこで、本報ではまず焼結鉄のシャルピーU切欠試験片について、荷重-たわみ(変位)曲線の測定方法を衝撃的ならびに静的試験によって検討し、つぎに荷重とたわみに及ぼす気孔率の影響を調べて衝撃値の内容を考察した。

II 実験方法

II-1 試料

原料鉄粉として不純物の少ない市販電解粉砕粉(−100 mesh)を取り、金型に潤滑剤を塗布して、 $2 \sim 9$ t/cm² の

* 昭和48年10月本協会秋季(金沢)大会にて発表，昭和49年6月12日受理

** 九州大学工学部鉄鋼冶金学教室，〒812 福岡市東区箱崎町

Fig. 1. Charpy pendulum with slits and strain gauges, for the measurement of impact load-deflection diagrams.

圧力で $10 \times 10 \times 55$ mm の標準衝撃試験片を成形した。焼結条件は水素雰囲気中で $850^\circ\text{C} \times 1$ hr であるが、この温度は著者³⁾が指摘しているような冷却変態時における焼結鉄結晶粒の異常な粗大化を避けるために選んだものである。焼結後の試験片には深さ 2 mm、底面半径 1 mm の U 切欠を付けて、荷重-たわみ曲線の測定に供した。

II-2 荷重-たわみ曲線の測定法

荷重-たわみ曲線を測定するには、シャルピー試験機を計装して用いるが、その方式として、溶製材に関する従来の研究では、打撃刃か支持台に歪ゲージを貼付し、ブリッジを形成してロードセルとする例が多い²⁾。この場合、衝撃の際の弾性変形による出力はシンクロスコープで観測される。さきに著者は歪ゲージを支持台に貼付した試験機を使用した⁴⁾が、その後、打撃刃に貼付する方が荷重変化を一層正確に測定できることも指摘された²⁾。そこで本実験では、打撃刃に Fig. 1 のようにスリットを入れ、抵抗線歪ゲージを貼付した容量 30 kg-m の標準機を用いた。この装置の性能

についてはすでに報告されている⁵⁾ので、ここでは省略する。実際に記録されるのは荷重-時間曲線であるが、本実験のように衝撃値が比較的低い試料を対象とする場合は、たわみと時間がほぼ比例するので、近似的に荷重-たわみ曲線と同一視してよい。

非衝撃的な荷重-たわみ曲線はインストロン型の材料試験機に曲げ装置を取り付けて測定した。この装置の要部はシャルピー試験機の試験片支持台および打撃刃と、寸法的にも材質的にも、同等に製作している。なお、これによる測定の場合、たわみ量としてはクロスヘッドの変位を採用したが、各荷重に対する試験機や曲げ装置などの弾性変形分は、試験片の代わりに厚い超硬合金板を置き、3 mm/min のクロスヘッド速度で測定した直線的な荷重-変位関係により補正した。

上記の方法で測定される衝撃的あるいは非衝撃的荷重-たわみ曲線がたわみ軸と囲む面積を求めれば、破壊の際の吸収エネルギーが得られる。

III 実験結果および考察

III-1 荷重-たわみ曲線の測定

はじめに衝撃荷重-たわみ曲線を常温で測定した。Fig. 2 には種々の密度を有する試料について得られた代表的な曲線を例示する。いずれも荷重は激しく振動するが、本実験の装置は同図 (d) の密度 7.5 g/cm^3 の場合に見られるように、低温脆性破壊による A 点から B 点への瞬間的な荷重低下現象⁶⁾を明確に記録しているので、ロードセルとしての打撃刃の追従性は良好と思われる。むしろ最近の報告²⁾によれば、これらの振動のうち最初のピークは試験片と打撃刃が接触する際の衝撃波であると言われている。それ以後の波は打撃波、試験片および支持台からなる系の振動であり、3 者のいずれに歪ゲージを

Fig. 2. Impact load-deflection diagrams of specimens with different densities.

In the curve (d), the sudden decrease of the load from the point A to B was due to cold brittleness.

Fig. 3. Load-deflection diagrams. 2 mm U-notched specimens with different densities were bent at the crosshead speeds of 500, 3 and 0.005 mm/min.

貼ってロードセルとするかによって、得られる荷重振動記録の位相や振幅が異なることも確認されている。したがって、Fig. 2 の曲線から、破壊しつつある試験片上で実際に作用している荷重を正確に求めることは困難である。もちろん、焼結鉄の引張り荷重-変位曲線に見られる擬降伏現象や不連続的な亀裂伝播など⁷⁾が、衝撃的にも生じているか否かはまったくわからない。しかも、Fig. 2 では溶製材に比べて破断までの所要時間が短く、その間の荷重振動数が少ないため、振動を無視して大まかな荷重-たわみ曲線を描くという方法も採用できない。結局、焼結鉄においては、延性脆性遷移挙動を扱うような場合を除き、衝撃試験の際の破壊過程を検討する手段として、衝撃荷重-たわみ曲線を実測する意義は小さいと思われる。

ところが、遷移温度以上の衝撃試験における破壊機構は延性的であるから、静的試験の場合と大差ないはずである。そこでクロスヘッド速度 0.005, 3 および 500 mm/min で非衝撃的な荷重-たわみ曲線を求めた。Fig. 3 の各図では、いずれもたわみとしてクロスヘッドの変位を採っているのだから、試験機や曲げ装置の弾性変形による変位の分を補正していないが、定性的な比較には差しつかえないであろう。なお、後掲のたわみやエネルギーの値についてはすべて補正済である。Fig. 3 によれば密度 7.5 g/cm³ (d) の試料を除き、同一密度では速度の増大とともに降伏荷重と最大荷重が上昇し、溶製材の場合と同じ傾向を呈する。他方、速度増加による最大荷重の上昇率は緻密化に伴って減少し、とくに密度 7.5 g/cm³ では速度と最大荷重の順序が一部入れ替わっている。これは溶製材の場合⁵⁾と異なるが、Fig. 4 によればエネルギーの方は速度とともに増大する点で溶製材と同様であるし、速

度の影響自体が本報告の目的でもないもので、詳しい検討は省略したい。しかし、いずれにせよこれらの曲線では、すべて荷重はたわみとともに急激に上昇し、降伏点を越えて最大値に達し、つぎにある程度まで速やかに下降したのち、緩やかな減少過程をたどって行く。この傾向は Fig. 2 に掲げた衝撃試験の場合にも、鋭い振動波を除けば一応共通している。

また、上記の 4 試料が完全に延性破壊をする 200°C で衝撃試験を行い、全吸収エネルギーを静的ないし低速試験の場合と比べてみた。その結果は、Fig. 4 に示すように曲げ速度が小さいほどエネルギーは小さいが、衝撃試験以外のいずれの曲げ速度で得られた値も、試料密度 7.2 g/cm³ 以下の範囲では、衝撃エネルギーとの間にはほぼ直線関係を有している。

との間にはほぼ直線関係を有している。

したがって、非衝撃的な試験によって正確な荷重-たわみ曲線を測定し、その曲線上で亀裂の発生と伝播の過程を観察すれば、衝撃試験の際の破壊過程についても、ある程度の推察は可能である。

III-2 亀裂の発生と伝播

荷重-たわみ曲線と亀裂の発生ならびに伝播状況との対応性を観察するために、通常の焼結機械部品よりやや高密度ではあるが、比較的気孔組織の単純な 7.2 g/cm³ の試料を選んだ。なお、曲げ速度は亀裂発生過程を肉眼で追跡する都合上、3 mm/min とした。Fig. 5 の曲線上の A~F 点まで曲げた試験片を長手方向に切断研磨してみると、微視的亀裂は降伏直後の B 点で Photo. 1 のように切欠底において発生した。この段階ではただ焼結後の切欠切削の際に押し潰された気孔が開口したに過ぎないとも思われるが、いずれにせよ、この種の亀裂は C 点

Fig. 4. Relations between the impact energy and non-impact energies absorbed at different crosshead speeds.

Fig. 5. Initiation and propagation of bending cracks.
Specimen density: 7.2 g/cm^3
Crosshead speed: 3 mm/min
A: Yielding
B: Initiation of microcracks—See Photo. 1
C: Increase, growth and propagation of microcracks
D: microcracks
E: microcracks
F: Initiation of a macrocrack—See Photo. 2

Photo. 1 A section at the bottom of the notch, showing initiation of a microcrack at the load of the point B in Fig. 5.

以後しだいに数を増し、相互に連結しつつ巨視的亀裂に成長して、最大荷重点(F)では切欠全長に及んでいる。同時に試験片内部に向かう亀裂成長も進み、F点において試験片断面を調べると、Photo. 2に見るように切欠底の変形層から発生した亀裂がいくつか存在し、そのなかの1つが気孔伝いに伸びて深さ1 mmほどの巨視的亀裂を形成している。さらに、その先端でも約0.5 mmに及ぶ領域で基地の変形と気孔の拡大とがすでに進行している。

最大荷重点付近における巨視的亀裂の発生は溶製鋼の場合⁵⁾にも認められているが、他の密度の焼結試料についてもほぼ同様であった。すなわち、肉眼観察によれば密度 5.7 および 6.7 g/cm^3 の試料では最大荷重点付近で、切欠底の全長にわたってほぼ同時に亀裂を生じた。また 7.5 g/cm^3 では、最大荷重点以前に切欠底中央に生じた亀裂が、最大荷重点通過後、側面にまで伝播した。したがって、焼結鉄一般において最大荷重点を巨視的亀裂発生点と見なしてよいであろう。

Photo. 2 A section at the bottom of the notch, showing several microcracks and a macrocrack with a depth of $1.0 \sim 1.5 \text{ mm}$, at the load of the point F in Fig. 5.

かくして発生した巨視的亀裂は、その後、たわみの増大にほぼ比例しつつ深さを増すため、逆に、亀裂前方で荷重を支える面積はしだいに減少し、荷重そのものも低下する。この際、切欠と反対側には試験片の長手方向に圧縮応力が働き、低密度材ではまず気孔が潰れるが、高密度材ではそれに加えて側方への巨視的な張り出しも生じ、破面は台形になる。さらに試験片が最後の皮1枚でつながった状態に達すると、きわめて低い荷重でたわみ量としてはかなり大きなところまで曲がり続ける。しかし、これは、破断がほぼ終了した段階のことであり、そこで吸収されるエネルギーも後述の伝播エネルギーを測定する際に無視できる程度のものである。

Ⅲ-3 亀裂発生と伝播のエネルギー

Fig. 6. Definitions of the macrocrack initiation energy E_i and the macrocrack propagation energy E_p .

以上のような亀裂の発生・伝播過程においてエネルギーがいかに吸収されるかは、衝撃値の意義とも関連して興味深い。ここでは溶製材で衝撃破壊挙動の検討に際してしばしば行われるように、荷重-たわみ曲線とたわみ軸との囲む面積を、最大荷重点を境に亀裂の発生と伝播の2つに分けて測定してみよう。すなわち、Fig. 6において、 E_i が発生、 E_p が伝播のエネルギーである。この方法を Fig. 3 に示したような荷重-たわみ曲線に適用

Fig. 7. Effects of the density on various energies absorbed during initiation and propagation of a macrocrack.
Crosshead speed (mm/min):
(a) 0.005, (b) 3, (c) 500

した結果、Fig. 7 が得られた。同図によれば速度の増大とともに同一密度試料の全エネルギーは着実に増加するが、それは主に亀裂伝播エネルギーの増加に負うようである。他方、発生エネルギーはデータのばらつきが大きいためあって、速度の影響ははっきりしない。

つぎに密度による各エネルギーの変化を見ると、すべて緻密化に伴っていわゆる指数関数的な増加をたどる。しかし、いずれの速度でも低密度側において発生エネルギーが伝播エネルギーに比べてとくに低いことが注目される。これは低温脆性現象の場合に亀裂発生エネルギーがさほど変わらないまま、伝播エネルギーの著しい低下によって脆化する⁸⁾のとはまったく異なる脆化様式であり、曲げを受けたときに低密度材の切欠底で気孔から容易に亀裂を生じるためである。他方、伝播エネルギーについては、切欠と反対側が圧縮変形によって緻密化するので、低密度材でも多少強化され、密度の影響が減少したと思われる。

Ⅲ-4 吸収エネルギーの解析

つぎに低速吸収エネルギーに関して若干の検討を行い、それを参考に衝撃エネルギーの内容を解析したい。まずエネルギーを力と変位の式として表わしてみる。この場合、たとえば Fig. 6 の全エネルギーを複雑な積分形式で表わさなくても、 E_i と E_p の各々について、荷重-たわみ曲線上のある点の荷重とたわみの積の関数によって近似できれば十分である。ここで、荷重は発生と伝播のいずれの過程についても最大曲げ荷重を用いてよいが、たわみは両過程について各々求めなければならないので、発生たわみとしては亀裂発生点(最大荷重点)までのたわみ量を採用しよう。他方、伝播たわみは最大荷重点から荷重が半減する点までのたわみの変化量とする。この理由は、先述のように完全破断直前に、試験片がいわば最後の皮1枚でつながったまま、低荷重でかなり大きく

Fig. 8. Relations between the energies and the products of loads and deflections, during initiation and propagation of a macrocrack.
Crosshead speed: 500 mm/min

曲がり、その層の状態によって、完全破断までのたわみが著しくばらつくからである。

以上の定義によって、Fig. 3 と同じ形式の荷重-たわみ曲線から〔最大荷重×発生たわみ〕および〔最大荷重×伝播たわみ〕なる2つの量を求め、実際の各吸収エネルギー (Fig. 7 に記す) に対してプロットする。Fig. 8 にはなるべく衝撃試験に近い条件として速度 500 mm/min の場合を例示するが、0.005 および 3 mm/min を含めて、いずれの速度でもエネルギーは荷重とたわみの積に比例した。ただ、高密度 (7.5 g/cm³) 試料の伝播エネルギーはつねに直線からはずれてくる。これは直接には後掲 Fig. 10 に示すように伝播たわみが緻密化に応じて上昇しないためであるが、多分、気孔の減少に伴って基地の延性脆性遷移現象が明確化する¹⁾ことも効いていよう。さて、Fig. 8 の関係はつぎのように表わされる。すなわち、エネルギーを $E(\text{kg}\cdot\text{m})$ 、最大荷重を $L_M(\text{kg})$ 、たわみを $D(\text{m})$ 、そして亀裂の発生と伝播を表わす添字を i および p として、

$$E_i = 0.89 L_M D_i - 0.01 \quad (1)$$

$$E_p = 1.05 L_M D_p + 0.02 \quad (2)$$

$$E_T = E_i + E_p = 0.89 L_M D_i + 1.05 L_M D_p + 0.01 \quad (3)$$

かくしてエネルギーには〔荷重×たわみ〕が1次で入ってくるが、荷重もたわみもそれ自体が単独で密度の影響を受けるため、両者に対する密度の影響がエネルギーに対しては積となって効いてくるはずである。

そこで上記の (1), (2) および (3) 式において、〔荷重×たわみ〕で表わされたエネルギーを実際に密度の関数として書き換えてみよう。まず最大荷重については、相対密度 δ に対して描いた両対数図 (Fig. 9) が近似的に直線になるので、〔強度〕 $\propto \delta^m$ という Bal'shin の実験式 (ただし、 m は通常 3 ~ 6 の範囲の実験定数とされている)⁹⁾ を適用し、(4) 式が得られる。

$$L_M = 650\delta^{5.3} \quad (4)$$

他方、たわみについては Bal'shin 型の関係が得られな

Fig. 9. The relation between the logarithm of the maximum load and that of the relative density.

Crosshead speed: 500 mm/min

Fig. 10. The logarithms of deflections during initiation and propagation of a macrocrack versus the logarithm of the function $\delta/(1-\delta)$ of the relative density.

Crosshead speed: 500 mm/min

いので、延性の指標としてしばしばその有効性を指摘されている $\delta/(1-\delta)$ を用いて¹⁰⁾、やはり両対数図を描いたところ、Fig. 10 に示すように密度 7.5 g/cm³ ($\delta \approx 0.96$) の試料の伝播たわみを除き、つぎの直線関係が認められた。

$$D_i = 0.00015 \{\delta/(1-\delta)\}^{0.7} \quad (5)$$

$$D_p = 0.00036 \{\delta/(1-\delta)\}^{0.6} \quad (6)$$

これらを (1), (2) および (3) 式の L_M と D_i , D_p に代入すれば、エネルギーは密度の関数となる。

$$E_i = 0.086\delta^{5.9}/(1-\delta)^{0.7} - 0.01 \quad (7)$$

$$E_p = 0.246\delta^{5.9}/(1-\delta)^{0.6} + 0.02 \quad (8)$$

$$\begin{aligned} E_T &= E_i + E_p \\ &= 0.086\delta^{5.9}/(1-\delta)^{0.7} + 0.246\delta^{5.9}/(1-\delta)^{0.6} + 0.01 \end{aligned} \quad (9)$$

さて、(7) および (8) 式の密度因子はたんに近似的な実験式として求められたものであり、それらの指数に理論的な意味はないので、一層大まかな近似として両者をとものに $\delta^6/(1-\delta)$ に変えれば (9) 式はつぎの形になる。

$$E_T = k_1 \delta^6/(1-\delta) + k_2 \quad (10)$$

ただし、 k_1, k_2 は実験定数である。ところで、Fig. 4 に示したように非衝撃的な全吸収エネルギーと延性域における衝撃的なそれとはある程度比例するから、(10) 式にならって衝撃値に及ぼす密度の影響を実験式で表わすことができる。Fig. 11 によれば、200°C における衝撃値と $\delta^6/(1-\delta)$ との間には (11) 式の直線関係がある。

$$[\text{Impact Value at } 200^\circ\text{C}] = 0.140\delta^6/(1-\delta) + 0.24 \quad (11)$$

Fig. 12 は横軸に密度をとってそれを示したものである。結局、衝撃値に及ぼす密度の影響は最大荷重とたわみ、

Fig. 11. The relation between the impact value and the function $\delta^5/(1-\delta)$ of the relative density.

換言すれば強度と延性、に関する Bal'shin 型と $\delta/(1-\delta)$ 型という 2 つの因子の積として効いているのである。曲げにおける最大荷重とたわみは、厳密には若干問題があるとしても、単軸引張り試験による引張り強さと破断伸びにほぼ相当するものと見なして差しつかえあるまい。したがって、通常の衝撃値における密度の影響が引張り強さや伸びの場合より大きい理由も、衝撃値には上記のように強度と延性の両因子が積となって効くためである。

なお、ここで(11)式の指数について付記しておこう。まず、分子の δ^6 うちで δ^5 はほぼ(4)式から入ってきた強度因子であるが、この種の指数は Bal'shin によれば原料鉄粉や焼結条件によって 3~6 の範囲で変わるとされており、気孔組織の球状化に伴い減少する傾向を有する。つぎに延性因子 $\delta/(1-\delta)$ の指数も、気孔の球状化によって減少する。これは球状化とともに低密度試料の延性が増大し、Fig. 10 の勾配が減少するからである。しかし、いずれにせよ、(11) 式の指数はたんなる実験式(1)、(2)、(4)、(5)および(6)式の指数の和として得られるものである。つまり、この型の式を他の試料系列に適用して密度と衝撃値の関係を表現するためには、あらためて荷重-たわみ曲線を測定するか、あるいは試行錯誤によって指数の適当な組み合わせを見出すことが必要になる。

IV 結 言

焼結鉄の衝撃破断過程を追跡し、衝撃値に及ぼす気孔の影響を解析する目的で、計装シャルピー試験機と U 切欠付試験片を用い、荷重-たわみ曲線の測定を試みた。しかし、溶製材の場合に比べて衝撃破壊がきわめて短時間で終了するため、正確な曲線は得られなかった。した

Fig. 12. The relation between the impact value and the relative density.

がって、低温脆性現象を扱う場合のほかは、万能試験機ないし曲げ試験機によって測定される低速の荷重-たわみ曲線で代用する方が適当である。

この考えにもとづき、低速で得られた曲線について、破壊の際の吸収エネルギーに及ぼす密度の影響を調べたところ、強度と延性に関する 2 つの密度因子が相乗的に効いていることがわかった。衝撃値に対する気孔の内部切欠効果が引張り強さや伸びに対するより強い理由もここにあると推測された。

したがって、焼結鉄の靱性改善のためには強度と延性を同時に増さなければならない。延性の高い材料が必ずしも靱性を伴わないことはよく知られているとおりであるが、逆に、靱性を望む焼結鉄にとっては、延性の確保が強度の確保と並ぶ必要条件と考えられる。この観点に立てば、しばしば指摘されているように、まず密度の上昇や気孔組織の球状化などによる内部切欠効果の減少が、強度と延性をともに上昇させ得る点で靱性改善には最も効果的である。

終りに、本研究の全体にわたって九州大学工学部徳永洋一助教授より種々のご助言をいただき、また、荷重-たわみ曲線の測定と解析に関しては広島大学工学部大森正信助教授より懇切な指導をいただいたことを厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 黒木、徳永：粉体および粉末冶金，**16** (1969)，266.
- 2) S. Venzi, A.H. Priest and M.J. May: *Impact Testing of Metals*, ASTM STP466, (1970), 165.

- 3) 徳永, 黒木, 白川: 日本金属学会秋期大会一般講演概要, (1973), 358.
 4) 黒木, 若林, 徳永: 粉体および粉末冶金, **17** (1971), 307.
 5) 大森, 吉永: 日本金属学会誌, **30** (1966), 794.
 6) 小林: 日本金属学会会報, **12** (1973), 546.

- 7) 本田, 徳永: 粉体および粉末冶金, **18** (1972), 295.
 8) 田中, 梅川, 布村: 日本金属学会誌, **27** (1963), 535.
 9) M. Yu. Bal'shin: Dokl. Akad. Nauk SSSR, **67** (1949), 831.
 10) J. Gurland and J. Plateau: Trans. ASM, **56** (1963), 442.

会 告

第13回窯業基礎討論会

日 時: 昭和50年1月29日(水), 30日(木)

会 場: 大阪科学技術センター(大阪市西区槻1-18, Tel. 06-441-5531), 地下鉄四ツ橋線四ツ橋駅下車または御道筋線本町駅下車

共 催: 粉体粉末冶金協会他

討論主題 1. セラミックスの合成, 構造, 物性
 2. 非酸化鉄の合成と物性

参加登録費 予約 2,700円, 当日 3,500円
 (予稿集1冊を含む)

懇親会: 1月29日17時30分から

大阪科学技術センターで開催 会費3,000円

参加申込方法: 官製はがきに氏名, 勤務先および討論会, 懇親会への参加の有無をそれぞれ明記の上, 下記へお申し込み下さい。

連絡先: 〒565 吹田市山田上

大阪大学産業科学研究所 小泉光恵

振込み先 三和銀行茨木支店 普通預金

口座番号 66261

<プログラム>

第1日(1月29日)

A会場 ー(9時から)ー

A1-1 Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃-PbZrO₃ 固溶体の生成過程

(松下電産無線研)・稲田 雅紀, 森 三郎

A1-2 SrTiO₃-BaTiO₃-BaZrO₃系の固溶体の合成およびそれらのCr₂O₃に対する反応性(そのI)

(武蔵工大)・西野 忠, 桜井 正

A1-3 融液凝固法によるNaNbO₃-BaTiO₃系透明多結晶体の製造

(京大化研)・伊藤 節郎, 小久保 正田代 仁

他 8 件

ー(13時40分~14時40分)ー

特別講演 II-V化合物(II: Zn, Cd, V: P, As)の混晶の結晶成長とその電氣的磁氣的性質

(阪大工) 川辺 和夫

ー(14時45分から)ー

A1-12 固体の表面晶粒散層に関する研究(I): CaO

(東工大)・丸山 俊夫, 小松 和蔵

A1-13 粒界で促進される相互拡散の速度式

(九工工) 大石 行理, 市村 博司 安藤 健, 松広 啓治

他 4 件

B会場 ー(9時から)ー

B1-1 CeS₂の高圧相の構造

(奈良教, 阪大教養, 阪大産研)

・柳沢 保徳, 木野村暢一, 金丸 文一

久米 昭一, 小泉 光恵

B1-2 Th₃P₄型構造をもつAB₂S₄化合物

(阪大教養, 阪大産研)

・広田 健, 木野村暢一, 久米 昭一

小泉 光恵

B1-3 (Ni, Fe)S系セラミックの合成と電気磁氣的性質

(松下電産無線研)・笠原 征夫, 新田 恒治 早川 茂

他 9 件

ー(14時45分から)ー

B1-13 シリコン粉末の窒化過程

(無機材研) 猪股 吉三

B1-14 UO₂, C, N₂の反応によるUNの合成

(原子力研究所)・室村 忠純, 田川 博章

他 5 件

第2日(1月30日)

A会場 ー(9時から)ー

A2-1 アルミナの焼結

(千葉大工) 服部 豪夫, 毛利 純一

・沢村建太郎

A2-2 酸化ビスマス(III)の焼結

(東大工)・早川 一精, 柳田 博明

他 6 件

ー(13時20分~14時20分)ー

特別講演 エネルギー開発とセラミックス

(名工試) 野口 哲夫

ー(14時25分から)ー

A2-10 アルミナの焼結における粒子再配列

(名工大) 加藤 悦朗, 大門 啓志

山田 哲正, 山口 明良

A2-11 β-Al₂O₃を出発材料とした配向性α-Al₂O₃焼結体の作成

(京工織大) 西川 友三, 西田 俊彦 宇野 哲夫

他 3 件

B会場 ー(9時より)ー

B2-1 TiO₂焼結体の電気伝導度

(東大工)・高田 雅介, 柳田 博明

B2-2 チタニアの焼結に対する添加剤と電気伝導性

(名大工)・高橋 順一, 山井 巖 斉藤 進六

他 8 件

ー(14時25分から)ー

B2-11 ホットプレス焼成セラミックスにおける音速異方性

(東芝総研) 岩崎 秀夫

B2-12 マグネシアの高温クリープ(II)

(東工大)・安田 栄一, 金 煥

木村 脩七

他 5 件