

行番号をつける.

1 アルミニウムの圧縮加工における工具表面凝着粒子のフラクタル解析

2 — 塑性加工におけるフラクタルの研究 第2報 —

3 塑性 太郎\* James C. SPENCER\*\*

4 浅山 泰宏\*\*\* 村田 二郎\*

5 Fractal Analysis of Adhesion Particles on Tool Surface in Compression of Aluminum Strips

6 — A Study of Fractals in Plastic Working II —

7

8 Taroh SOSEI\*, James C. SPENCER\*\*,

9 Yasuhiro ASAYAMA\*\*\* and Jiroh MURAT

10

11 \*西京大学工学部 〒814-0000 福岡市南区高砂 1-2-3

12 Faculty of Engineering, Seikyo University

13 1-2-3 Takasago, Minami-ku, Fukuoka 814-0000, Japan.

14 E-mail: sosei@jstp.or.jp

15 \*\* 同上 ibid.

16 (Institute of Metal Processing, London University of Technology, London UK)

17 \*\*\* 東海自動車(株)大口工場 〒480-0001 愛知県丹羽郡大口町 5-25-1

18 Oguchi Factory, Tokai motor Co.,

19 5-25-1 Oguchi-cho, Niwa-gun, Aichi 480-0001, Japan.

20

21

執筆要領に準拠して作成してください.

22

欧文, 数字は半角での記載してください.

23

編集委員会でレイアウト編集は行いますが, 本文の物理量の斜字, 単位と

24

数値の間のスペース, 参考文献の上付きや書き方などの内容に関わる修正

25

は致しませんので, ご注意ください.

26

27

28

著者情報を1ページ目に書く. 記載内容は原稿テンプレートを参照してください.

1 Fractal geometry is applied to the analysis of particles adhered to the tool surface in  
2 simple compression of aluminum strips. The shape of particles is found to be self-similar,  
3 and their estimated fractal dimension depends on the surface topology of specimens,  
4 irrespective of the compression strain, tool surface finishing techniques and lubrication, The  
5 ratio of the total adhesion area to the apparent contact area increases with an increase in the  
6 fractal dimension of the tool surface. The cumulative frequency of each particle size (area)  
7 and the behavior of particle growth are also examined. A method for computer simulation of  
8 the adhesion feature is presented, and satisfactory images are constructed.

9  
10 **Key words :** material testing, compression test, aluminum sheet, tribology, adhesion,  
11 measurement, tool surface, adhesion particles, fractal, self-similar.

12  
13 1. 緒言

14 金属の塑性加工における工具・素材面間の焼付き現象は、加工力の急増および工具・製品表  
15 面の損傷をもたらすため、古くからその現象の機構、発生条件、防止策などについて多くの研  
16 究がなされてきた<sup>1)</sup> しかしながら、定量的解明

参考文献は上付きにする.

17 .....  
18 .....

19 そこで本研究では、最近いろいろな工学分野で注目され始めたフラクタル解析<sup>2)~4)</sup>の導入を  
20 はかることにした。本報では、アルミニウムの圧縮加工において生ずる凝着粒子を対象にフラ  
21 クタル解析法を提示し、粒子の幾何学的特徴および凝着挙動について検討する。

22  
23 2. フラクタル次元の決定法

24 通常、フラクタル特性の表示量として用いられるフラクタル次元の決定にはいろいろな方法  
25 が考えられている<sup>5), 6)</sup>。

26 ここでは、凝着粒子形状および工具・試験片表面凹凸のフラクタル次元を以下のようにして  
27 定めた。

28 2.1 凝着粒子形状のフラクタル次元

1 一般に，物体の測度には次の 関係式が成立する．

2  $L \propto A^{1/2} \propto V^{1/3}$  (1)

3  $t = t_0 e^{Et} = t_0 \exp \{(a + 1)\varepsilon_\theta / (a - 2)\}$  (2)

4  $\varepsilon_{eq}^{ij} = \sqrt{(1 - a + a^2) / (a - 2)^2}$  (3)

5  $\bar{\varepsilon}_v = \frac{1}{t_a - t_0} \int_{V_0}^{V_a} \left[ -\frac{dV}{V} \right] = \frac{1}{t_a - t_0} \ln \frac{V_0}{V_a}$  (4)

6 ここで， $L$  は長さ， $A$  は面積， $V$  は体積である．したがって，.....

7 物理量は斜字にする．

8 供試材の単軸引張り特性値を **Table 1** に示す．材料の引張りおよび圧縮試験において得られ  
9 た降伏応力 $\sigma$ とひずみ速度 $\dot{\varepsilon}$ の関係を **Fig. 7** に示す．

10 .....  
11

12 これより，潤滑，非潤滑のいずれにおいても正相関関係が認められ，表面粗さが同じでも  
13  $D_{90}$  が大きい工具ほど  $\gamma$  が増大することに注意したい．これは  $D_{90}$  が大きいほど材料表面が工  
14 具表面に接触する確立が高くなるためであるが，工具表面の科学的活性が大きな影響を及ぼす  
15 という見方<sup>\*1</sup>もあるので，本研究で得られた結果を直ちに一般則として他の工具に適用するこ  
16 とは適切でない．

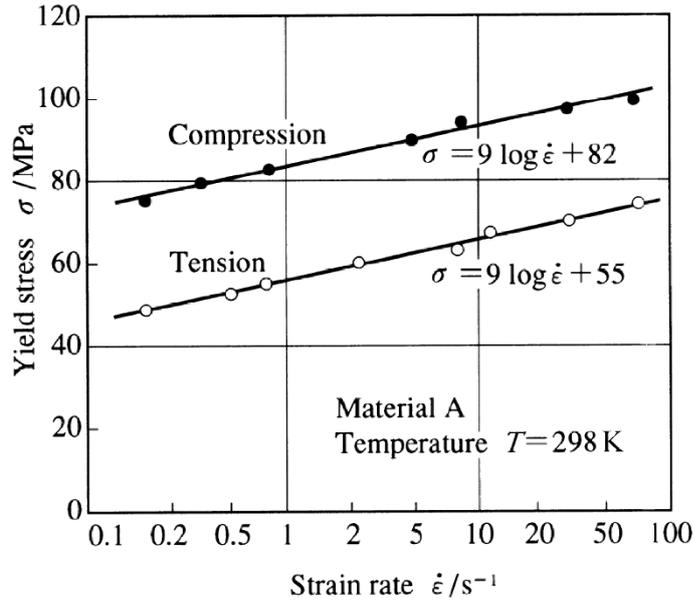
17 **脚注 \*1** 中村健二氏（西北大学工学部）からの私信，ならびに平 7 塑加春期講論に  
18 おける同氏の討論による． 脚注は段落後に明記して記入する．

19

20 **Table 1** Tensile properties of aluminum sheet

Angle to rolling direction /°	0	45	90	Mean
<i>n</i> value	0.248	0.262	0.277	0.262
<i>r</i> value	0.70	1.00	0.82	0.88
<i>F</i> value /MPa	159	154	161	157
Tensile strength /MPa	88	84	86	86
Total elongation /%	30.5	37.2	39.5	36.1

28



図の文字の大きさは印刷時に 7pt 以上となるようにする。  
 図の編集はできません。見本を参考に作成して、図形式で提出ください。

Fig. 7 Relationship between yield stress  $\sigma$  and strain rate  $\dot{\epsilon}$  in tension and compression tests of material

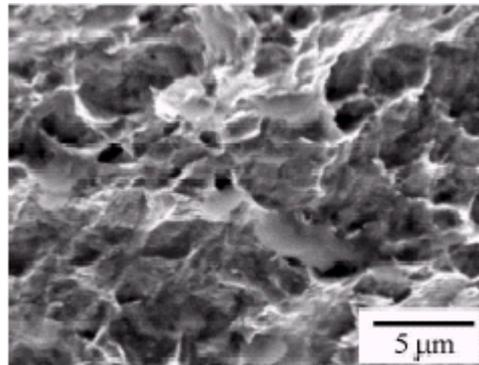


Fig. 8 SEM image of fracture surface

.....

参 考 文 献

卷数は太字とする。

- 1) Nakamura, Y.: A dislocation based constitutive model for warm forming of aluminum sheet, J. Jpn. Soc. Technol. Plast., **38**-434 (1997), 67-74.
- 2) Mandelbrot, B. B.: The Fractal Geometry of Nature, (1982), 4-25, Freeman.
- 3) Takayasu, H.: Fractal, (1989), 14-20, Asakura Publishing.
- 4) Peitgen, H. O. and Saupe, D.: The Science of Fractal Images, (1988), 60-65, Springer-Verlag.

1 5) Kurosaki, K., Matsui, M., Asano, Y. and Murai, K.: Parameter design for sheet metal  
2 hydroforming processes, J. Jpn. Soc. Technol. Plast., **38**-433 (1997), 153-157.

3 6) Kurosaki, K., Matsui, M., Kitoh, T. and Takayama, T.: The increased forming limits of  
4 incremental sheet forming processes, Trans. Jpn. Soc. Mech. Eng., Ser. C, **62**-602 (1997),  
5 153-157.

6 . . . . .

7 12) Terayama, M. and Sakamoto, S.: Measurement of die deformation in backward extrusion  
8 process for various tool dimensions, Proc. 10th Int. Conf. Technol. Plast., (2011), 148-  
9 156.

10 13) Terayama, M. and Sakamoto, S.: Development of new tribo-meter for forging, Proc.  
11 10th Int. Conf. Technol. Plast., (2011), 157-166.