

繰り返し引張り応力による粉体層の破断

椿 淳一郎・加藤 啓一
竹山 俊通・神保 元二

名古屋大学工学部 化学工学科

Distribution of Pressure on the Surface of Blade of Turbine Impeller

—Effect of Blade Width—

Masafumi Mochizuki and the late Iwao Takashima

Science Univ. of Tokyo, Tokyo 162

Key Words: Agitation, Pressure Distribution, Flow Pattern, Blade Surface

The pressure distributions on both front and back surfaces of turbine impellers were measured, and the flow pattern on the blade surfaces was visualized using an oil-film method. Impellers of different blade width were used. The pressure was lowest near the top edge of back surface, where the helical flow joined with the roll vortex. The pressure distribution and flow pattern, expressed as a function of vertical distance from the top edge of blade, were similar for every turbine. Rearranged and normalized by the blade width, they were not similar.

繰り返し引張り応力による粉体層の破断

椿 淳一郎・加藤 啓一*
竹山 俊通**・神保 元二

名古屋大学工学部 化学工学科†

現在粉体層の力学的特性は、主に引張り破断試験、剪断試験によって評価されている。しかし、実際の粉体操作には、著者ら¹⁾が既にバグフィルターの払い落とし実験によって示したように、これらの試験法によっては評価しきれない力学的挙動が多く含まれている。

著者ら¹⁾は、払い落としの研究より、粉体層は静的引張り強さよりも小さな引張り応力でも、応力を繰り返し受けることにより破断し、粉体層の破断にも材料力学で言う疲労破壊のような現象が存在することを示唆した。そこで本研究では、粉体層に疲労破壊現象が存在することを確認するとともに、新たな試験方法の開発を目指して実験を行った。まだ、予備実験的な段階ではあるが興味深い知見が得られたので、以下に報告する。

実験

実験には、Fig. 1 に示した吊り下げ式引張り試験機(セル寸法; $\phi 50 \times 20$ mm)を用いた。実験手順を、Fig. 2(c) の応力-変位曲線によって説明する。まずモータにより可動セルを引張り、応力が設定値 σ_s に達した時点①でモータをストップし、応力が十分緩和した②でブー

* 〒464 名古屋市千種区不老町

** 住友化学工業(株)

† (株)神戸製鋼所

リを手で逆回転し応力をゼロに戻す。この操作を層が破断するまで繰り返す。Figs. 2(a), 3(a) に示したように、31 回までの負荷回数で破断しない場合は、32 回目に破断するまで応力を増し、引張り強さ σ_E を求めた。31 回までに破断する場合は、破断時の引張り応力を σ_E とした。平均径 $2.0 \mu\text{m}$ の関東ローム粉 (JIS 11) と、 $1.3 \mu\text{m}$ の熔融アルミニナ粉 (ホワイトアランダム #8000) を試料として用いた。

実験結果

31 回までに破断した場合の、静的引張り強さ σ_z で無次元化した繰り返し引張り応力 σ_s/σ_z と、負荷回数 N の関係を Fig. 4 に示した。図から明らかなように、静的引張り強さよりも小さな引張り応力によっても、応力を繰り返し作用させるなら、粉体層は破断されており、粉体層にも疲労破壊現象が存在することが確認された。

31 回までの負荷で破断しなかった粉体層の静的引張り強さ σ_E と、31 回まで負荷した繰り返し引張り応力 σ_s の関係は、Fig. 5 で示される。引張り応力を繰り返し受けた後の引張り強さ σ_E は、わずかではあるが静的引張り強さ σ_z より大きくなっている。小さな引張り応

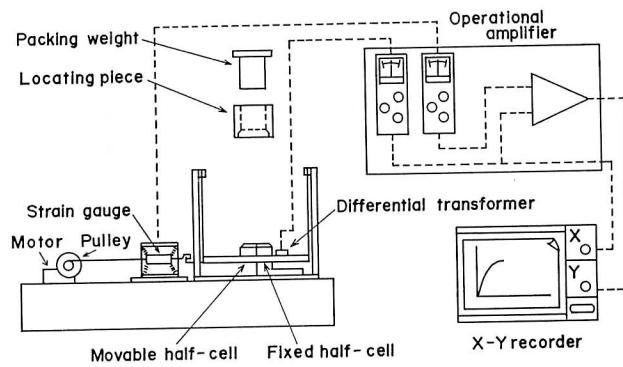


Fig. 1 Split cell type tensile strength tester

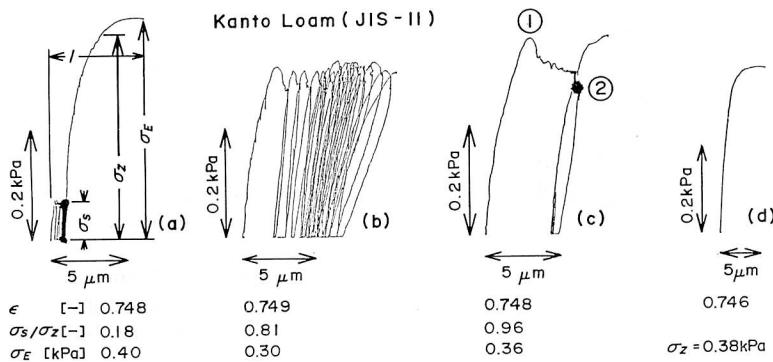


Fig. 2 Stress-strain curves of Kanto loam powder

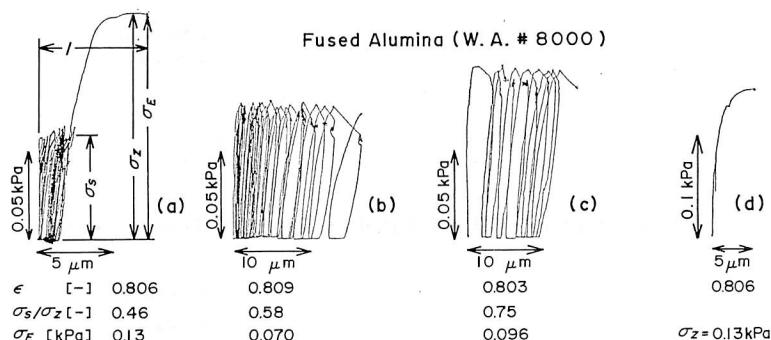


Fig. 3 Stress-strain curves of fused alumina powder

力を繰り返し受けることにより、粉体層の引張り強さは増大していることがわかる。

また、Figs. 2, 3 で定義した破断に要した変位 l で整理すると、Fig. 6 となる。31 回目までに疲労破断する場合には、破断までより多くの変位を要している。それに対して、31 回までに破断せず 32 回目に破断させた場合は、繰り返し引張り応力 σ_s が小さい程変位 l は小さくなっている。また、変位 l の変化割合は試料によっ

て異なる結果となっている。

次に、Figs. 2, 3 に示した応力-変位曲線について見てみる。31 回目までに疲労破断しない場合は、少ない負荷回数でほとんど変位しなくなっている。それに対して、疲労破断する場合には、破断直前の引張り負荷によって大きく変位する傾向が見られる。またいずれの場合にも、負荷回数が増すにつれ応力-変位曲線はより傾いてきている。応力-変位曲線の形状は、試料により明ら

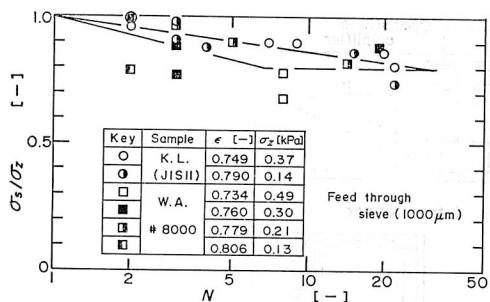


Fig. 4 Fatigue phenomena of powder bed

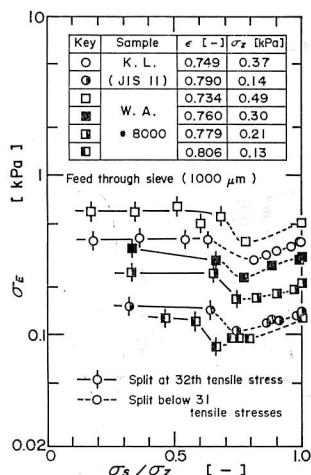


Fig. 5 Tensile strength of powder bed acted repeated tensile stresses

かに異なっている。

実験手順が本報告と若干異なり、その若干の違いが実験結果に無視しえない影響を及ぼしていると考えられるため、ここでは示さなかつたが、乳糖粉(40 μm)、石灰石粉(3.9 μm)の試料においても、同様に疲労破断現象が確認されている²⁾。

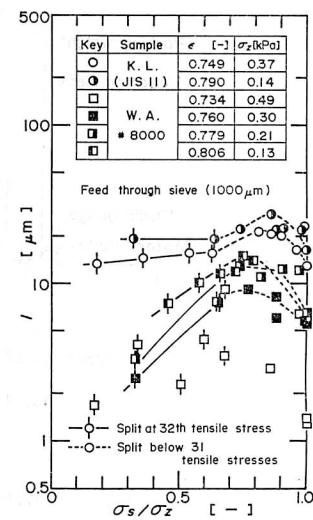


Fig. 6 Displacement needed to split

Nomenclature

d_p	= particle diameter	[μm]
l	= displacement needed to split	[μm]
N	= repeated number of tensile stress	[—]
ε	= porosity of powder bed	[—]
σ_E	= tensile strength of powder bed after 31 repeated tensile stresses	[kPa]
σ_s	= repeated tensile stress	[kPa]
σ_z	= tensile strength of powder bed	[kPa]

Literature cited

- 1) Tsubaki, J., M. Naito, H. Tagami, F. Kousaka and G. Jimbo: *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, 8, 481 (1982)
- 2) Takeyama, T.: Bachelor Thesis of Nagoya University (1982)

(1983年7月18日受付；粉体工学会昭和56年度春季研究発表会(大阪, 1981年5月)にて発表)

Splitting Failure of Powder Bed by Repeated Tensile Stress

Jun-ichiro Tsubaki, Keiichi Kato*,
Toshimichi Takeyama** and Genji Jimbo

Dept. of Chem. Eng., Nagoya Univ., Nagoya, 464

Key Words: Powder, Fatigue, Powder Bed, Powder Mechanics, Powder Property, Tensile Strength, Repeated Tensile Stress, Split Cell, Failure, Material

Repeated tensile stress was loaded on a fine-particle powder bed, by using a tensile strength tester. From this experiment, it was found that, even though the tensile stress loading on the powder bed is less than the tensile strength of the powder bed, the bed can be split if the tensile stress is loaded repeatedly. Thus, in the case of the powder bed, there is a fatigue phenomenon like that found in metals and some other materials.

* Sumitomo Chemical Co., Ltd.

** Kobe Steel Ltd.