

＜超音速噴流の3つの形態＞

ラバルノズルから噴出される超音速噴流は、出口圧力 p_e と背圧 p_b との大きさに違いにより、3種類に区別される。
各種アトマイズノズルに適した噴流 ⇒ 不足膨張超音速噴流！

過膨張噴流 (over expanded jet)

ノズル出口の圧力が背圧よりも低くなると、流れはノズル内で背圧以下まで膨張、すなわち過膨張する流れとなる。斜め衝撃波が生じる。
 ⇒ **過膨張噴流** となる。 $p_e < p_b$

適正膨張噴流 (correct expanded jet)

出口圧力が背圧と等しくなると適正膨張する。
 衝撃波は生じない。⇒ **適正膨張噴流** となる。 $p_e = p_b$

不足膨張噴流 (under expanded jet)

出口圧力が背圧よりも高くなると、ノズル内の圧力は、背圧まで膨張することはできない。⇒不足膨張という。斜め衝撃波発生。
 ⇒ **不足膨張噴流** となる。 $p_e > p_b$

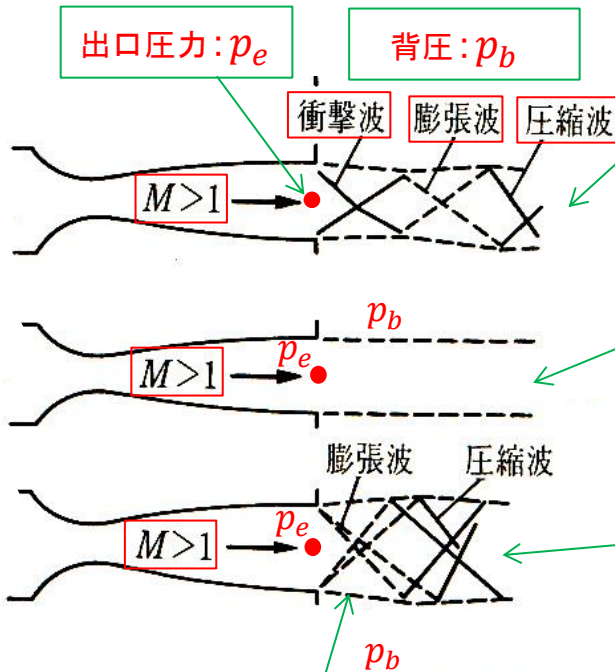


図9.16 ラバルノズル内の流れ

各種アトマイズノズルに適した噴流⇒一般的に、不足膨張超音速噴流！

しかし、ラバルノズルからの不足膨張噴流ではたる形衝撃波は見られず、噴流境界層が弱いために、熔湯粉碎には限界がある！⇒せん断応力: $\tau = \mu \frac{du}{dy}$ が小さい。また、負圧も弱い！

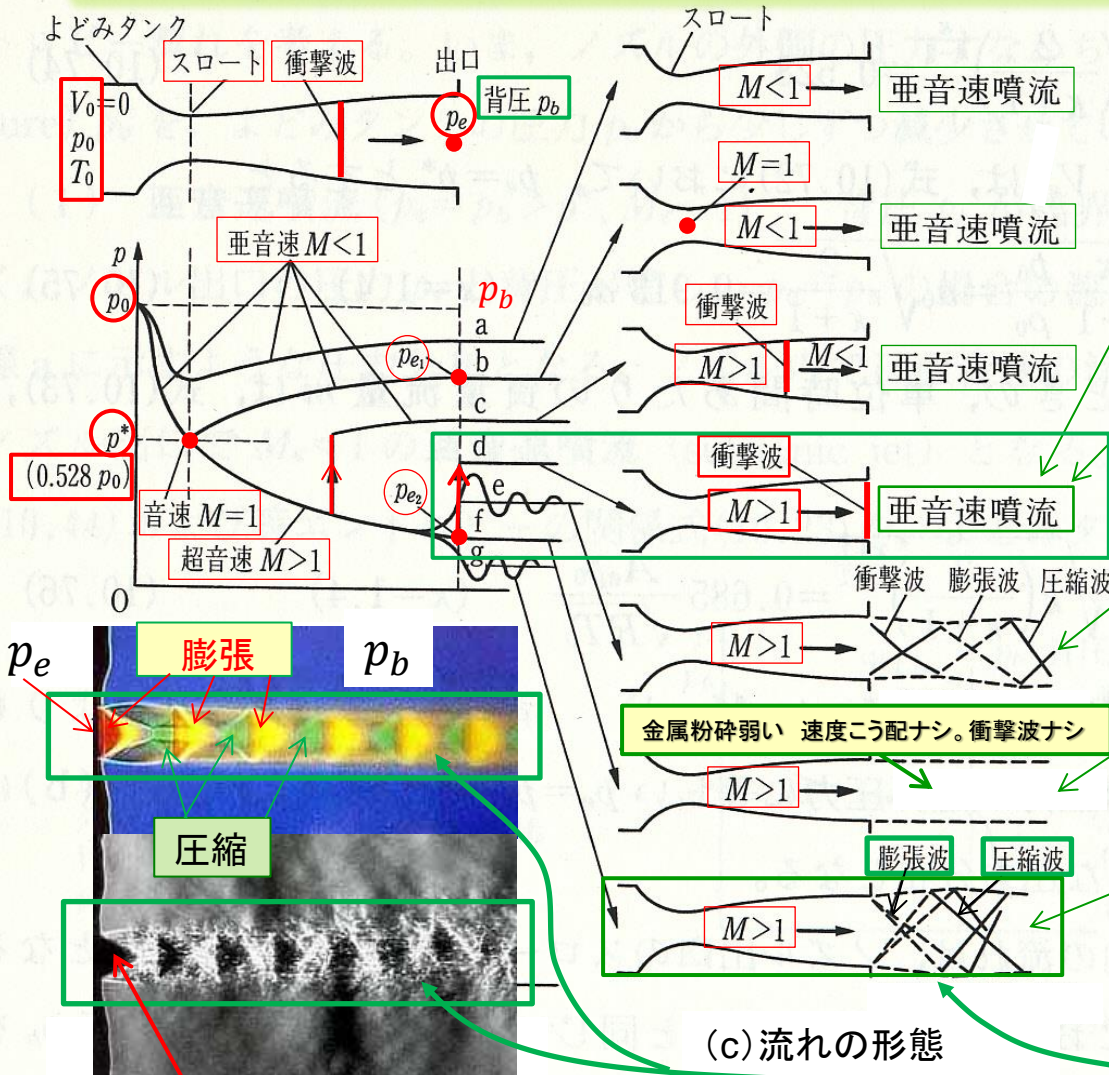
ラバルノズルは、アトマイズノズルに不向き。

直管 or 先細ノズル からの不足膨張超音速噴流の方がアトマイズノズルとして、最適と考える。

理由: ページ32、33 の See 図9.17、9.18

ラバルノズル内の流れと超音速噴流の形態

金属粉末製造 アトマイズ法に適用



金属粉砕に応用

理論的には⇒出口の垂直衝撃波の後流で、
亜音速流れとなる。
実際には粘性のために⇒超音速流れが存在。

ノズル出口部で、垂直衝撃波が生じ、圧力は、不連続的に増大する。

ノズル出口の圧力が背圧よりも低くなると、流れはノズル内で背圧以下まで膨張、すなわち過膨張する流れとなる。斜め衝撃波が生じる。
⇒ **過膨張噴流** $p_e < p_b$

出口圧力が背圧と等しくなると適正膨張する。衝撃波は生じない。⇒ **適正膨張噴流** $p_e = p_b$

出口圧力が背圧よりも高くなると、ノズル内の圧力は、背圧まで膨張することはできない。不足膨張という。⇒ **不足膨張噴流** $p_e > p_b$

下流域まで超音速流れを持続のため

アトマイズノズルに適している!

噴流境界層に たる型衝撃波発生。噴流内部に 衝撃波発生、速度こう配急激、せん断応力大

高温溶湯⇒急膨張⇒急冷⇒表面張力⇒小さな球形粉末

図 ラバルノズル内の流れ