B113 ダブレット型粉粒体吸込みノズル入口形状に関する研究

野崎 勉(鹿児島大), 江口 斉[○](鹿大院生)

加藤 隆樹(鹿大院生), 福原 稔(鹿児島大)

Study on Inlet Shape of Doublet Type Particles Suction Nozzle

Tsutomu NOZAKI, [○]Hitoshi EGUCHI, Takaki KATO, and Minoru FUKUHARA

ABSTRACT

It was found that higher nozzle efficiency and loading ratio are obtained by mounting the injection port at the entrance of the suction nozzle. In order to improve the efficiency of the nozzle, the entrance shape of the suction nozzle is examined by changing the radius of the edge of the nozzle, as to reduce the large separation region created at the entrance of the nozzle. Furthermore, the sub-holes are mounted at the top of the injection nozzle and wider fluidization of the particles bed could be preformed. As a result, most provable nozzle shape is decided for the given conditions.

Keywords: Multiphase flow, Solid-gas flow, Suction nozzle, Nozzle efficiency, Loading ratio, Separation

1. 緒 論

各種粉粒体の空気輸送に用いられる円形吸込みノズルと同軸上に粉粒体沈積層流動化のための吹出し流を加えた、いわゆる、ダブレット型粉粒体吸込みノズルを提案し、これまでに、有効な管径比(=吹出し口径/吸込み口径)が存在すること⁽¹⁾や、特に通気性に乏しい粉体輸送に対してダブレット型ノズルは有効であること⁽²⁾などを報告してきた。これらの報告では、幾何学的形状を単純化したモデル、すなわち、吸込みノズル入口形状は直裁管端面および吹出し口は単孔について一連の実験が行われてきた。そこでは、吸込みノズル入口に形成される大規模はく離により、吸込みノズルの有効流路面積が減少すること、ならびに、新たに付け加えた単孔吹出し口では、ノズル直下の鉛直方向の流動化が促進され、必ずしも有効な幾何形状ではなかった。

本報告では、ダブレット型吸込みノズルの実用モデルへの一歩として、まず、吸込みノズル入口の大規模はく離を防ぐため吸込みノズル入口端面に四分円ノズルを形成し、その形状の流れに及ぼす影響について検討し、はく離の抑制される最小四分円半径を求める。さらに、水力輸送で試みた吹出し口に副孔を設ける効果⁽³⁾をさらに改善するために、副孔の最適な幾何形状(吹出し角度)についても検討する。

2. 実験装置および方法

吸込みノズル入口は流れ学上では突出管となっており、総じて損失係数は大きい。しかし、入口端面に加工が比較的容易な四分円形状を創製することにより、大規模は

く離を抑制し、損失係数をかなり軽減することができるはずである。この四分円の曲率半径は大きい方が損失係数は小さくなるが、ノズルの性格上、可能な限り、曲率半径は小さい方が望ましい。吹出しノズルの形状については、水力輸送用ダブレット型吸込みノズルの実験で、副孔を設けることにより、改善されることが報告されているが、ノズルの形状にさらに工夫が必要であった。ここでは、混合比やノズル効率等を求め、流れの可視化実験との比較により、最適のノズル形状を検討した。

Fig. 1 に実験装置の概略を示す。混合比およびノズル効率の評価法は前報⁽¹⁾と同様である。Fig. 2 に示すように、直径 100mm の吸込みノズル径に対して、 $r=0, 2.5, 5, 7.5$ および 10mm について実験を行い、ここでは、さらにノズル効率の改善を図るため、吹出しノズルの主口径(鉛直吹出し) $d=13$ mm 一定で、 $\alpha=30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ および 75° について実験を行なった。

Fig. 1 Experimental apparatus

Fig. 2 Nozzle shape

3. 結果及び考察

3.1 吸込みノズル入口形状

Fig. 3 は混合比と吹出し流量の関係を吸込みノズル入口形状をパラメータとして示している。図より, $r=5\text{mm}$ 以上ではほぼ同等の混合比の改善が見られるが, 後述の可視化写真等による流れの様子を考慮し, 以下の実験においては, $r=7.5\text{mm}$ を用いることとした。Fig. 4 は例として, $r=0\text{mm}$ と 7.5mm の場合を比較して, 流れの可視化写真を示す。この結果から, $r=7.5\text{mm}$ の場合, 入口部のはく離は抑制され, 望ましい流れが創生されていることがわかる。

3.2 吹出しノズル形状

Fig. 5 は混合比と副孔吹出し角 α の関係を示している。図より, $\alpha=60^\circ$ の場合が混合比は最も高い値を示している。Fig. 5 はこれまでの基礎実験で用いられてきた単孔吹出しノズルと $\alpha=60^\circ$ の副孔を設けたノズルとを比較した粒子流動床の可視化画像を示している。単孔ノズルに比べ, 副孔を設けた場合, 広い流動領域が観測され, Fig. 5 の結果との相関性が見られる。

4. 結 論

ダブルット型吸込みノズルの性能をさらに向上するために, 吸込みノズル入口部に形成されるはく離をなくするために必要な最小の四分円ノズル形状を求めた。その結果, 吸込みノズル入口部にノズル径の 15% の四分円を設けることにより, 大規模はく離は抑制され, 混合比やノズル効率に改善が見られた。さらに, 粒子沈積層の流動化を促進するために, 吹出しノズルに副孔を設け, その形状についても検討した。その結果, 副孔形状については, 下方ノズル面を水平方向と 60° の吹出し角度の場合が最も混合比は高くなる結果が得られた。

参 考 文 献

- (1) 野崎ら, 粉体工学, 34(1997), 400-404.
- (2) 加藤ら, 日本機械学会講演論文集, No.018-1(2001), 121-122.
- (3) 福原ら, 日本機械学会論文集, (掲載決定).

Fig. 3 Relations between loading ratio and flow rate of injection

Fig. 4 Flow visualization of suction nozzle

Fig. 5 Relations between loading ratio and injection angle of sub hole

Fig. 6 Flow visualization of suction nozzle