

연소재의 기력수송 특성 연구

백재진* · 윤원준 · 이채석 · 정몽규 · 신상룡 · 권혁준 · 이병현(현대중공업)

A Study on Pneumatic Transport of Abrasive

Jae-Jin Baek, Won-Jun Yun, Chae-seok Lee, Mong-Ku Chung,
Sang-ryong Shin, hyeog-jun kwon, and Byung-Hun Lee

Key Words: pneumatic transport, abrasive, Blasting, saltation velocity

Abstract

A significant amount of labor hour is being spent for clean up spent abrasives after blasting. So, for improving the efficiency of abrasive(grit) recovery process which acts as the neck of a bottle in preceding coating stage, it was established the theoretical background for pneumatic transport technology in the abrasive recovery system as well as experimentally evaluated the effect of design parameters such as flow pattern, saltation velocity and pressure drop on the efficiency of the abrasive recovery system. And, by optimizing the operating parameter such as the length and diameter of suction hose, specification of recovery device, recovery mouth and hose connection method, a method which can dramatically increase the efficiency of abrasive recovery system, is derived.

연구 목적 및 내용

연구 목적

1. 기력수송 공정의 이론적 배경 구축
2. 연소재 회수공정의 효율 향상
3. 블라스팅 작업의 생산성 향상

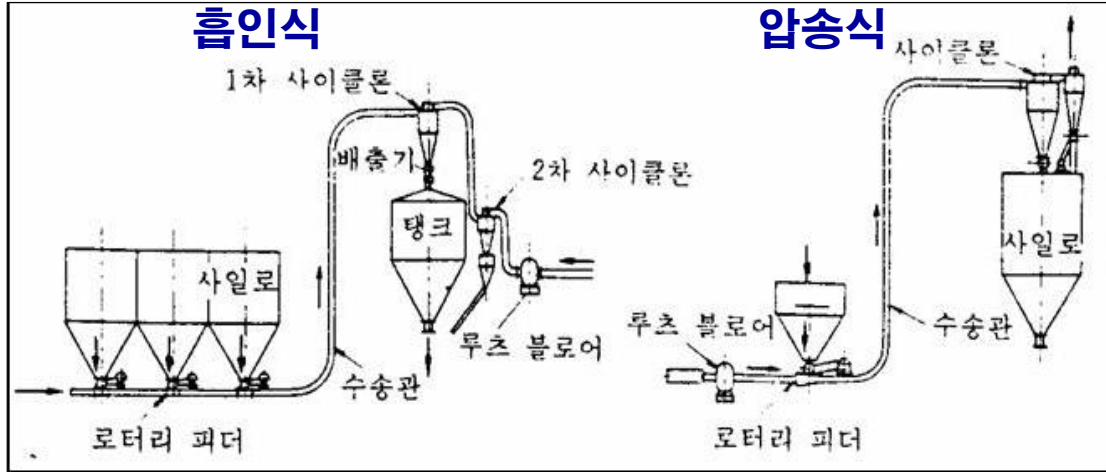
연구 내용

1. 기력수송 공정의 설계인자 도출
2. 연소재 물성에 따른 흐름 특성
3. 압력손실 상관식 도출
4. 회수 효율 향상 방안 도출

기력수송 장치

◆ 기력수송 (공기수송, Pneumatic Transport)


- 수송 경로를 자유롭게 변경 가능
- 장치의 크기에 비해 수송능력이 크다.
- 소요 동력이 크다.



기력수송 방식 및 상태

방식		수송 상태	수송압력 (kg/cm ²)	공기속도 (m/s)	혼합비
흡인 저압 압송	저농도 부유형	 분산하여 비산	0.1 - 0.5	15 - 50	0.1-10
		 관 밑에서 밀집, 비산, 도약	0.2 - 3	15 - 30	5-15
고압 압송	고농도 섭동형	 관 밑에서 밀집, 도약, 유동	2.5 - 7	5 - 15	40-150
		 플러그 상으로 유동, 섭동	2.5 - 7	1 - 10	50-300

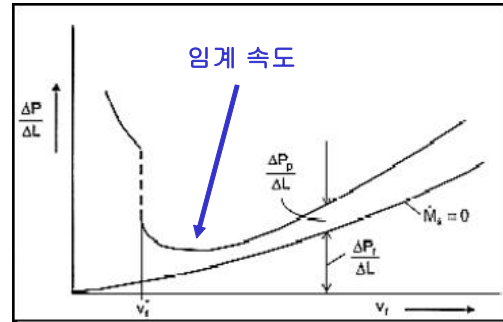
기력 수송 장치 설계 인자

- ◆ 설계 인자 : Gas Velocity
 혼합비 (Grit/Gas 무게비)  압력손실
 분체 성상
 임계 속도(critical velocity)

- ◆ $p_t = p_f + p_p$
 p_t : 전체 압력손실
 p_f : 유체흐름에 의한 압력손실
 p_p : Grit에 의한 압력손실

$$P_f = \frac{\lambda}{D} \frac{\rho v^2}{2} L$$

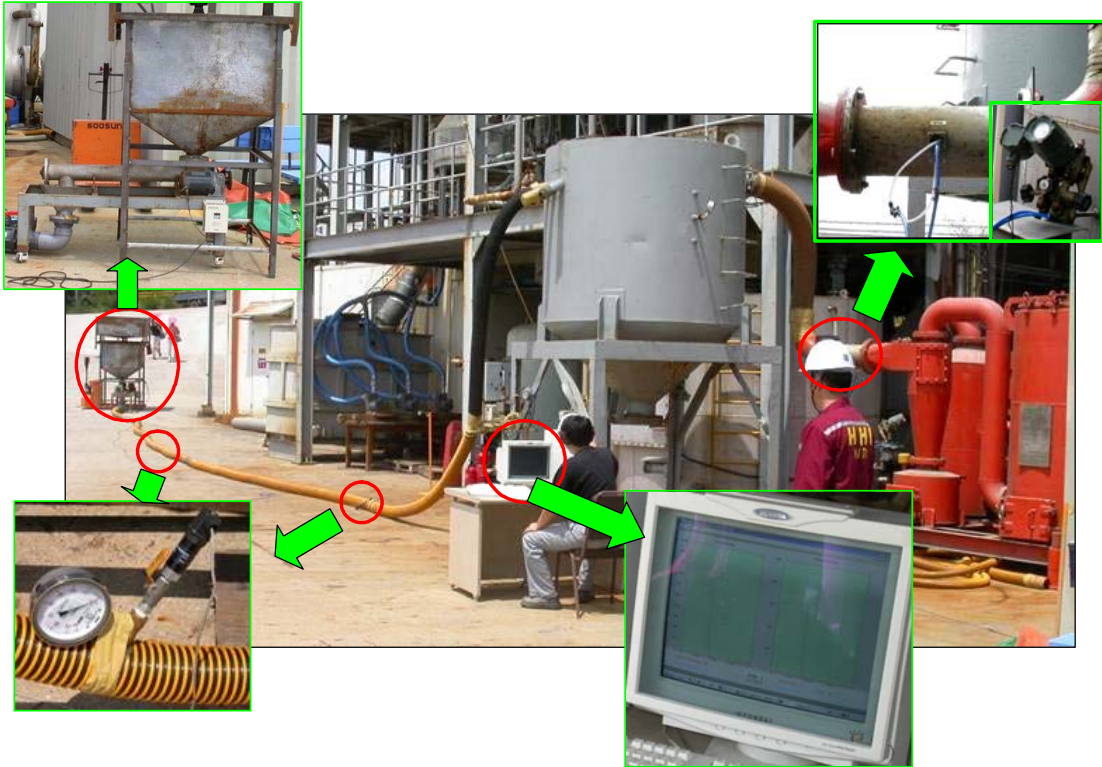
$$P_p = f(\text{유속, 공기특성, 분체특성, 관직경, 혼합비...})$$



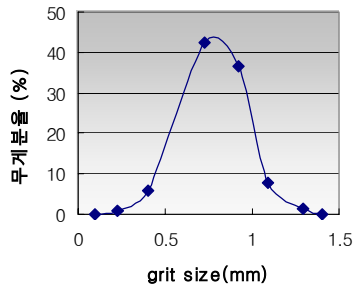
기력 수송 장치 설계 인자

- ◆ 압력손실 측정
- 직선관
 - Bend
 - 유입구 및 가속손실
- ◆ 임계 속도(critical velocity)
Saltation Velocity > Choking Velocity
 (수평 흐름) (수직 흐름)

실험 방법

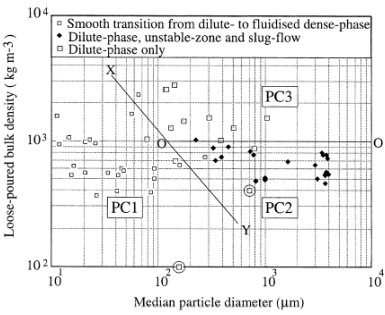


실험 결과 - 흐름 패턴

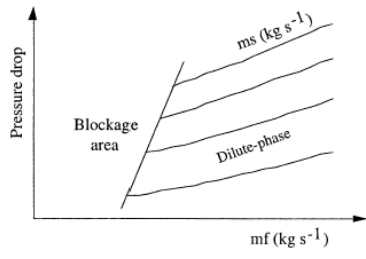


평균 입경 : 0.8mm

겉보기밀도: 4.5g/cm³



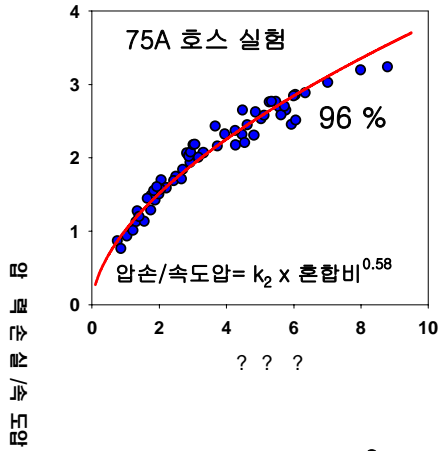
Flow mode diagram



Dilute phase만으로 이송

실험 결과 - 압력손실

$\Delta P = f$ (유속, 공기특성, 분체특성, 관직경, 혼합비)



❖ 속도압 = $(\text{밀도} \times \text{유속}^2) / 2$

직경	상관식 (직관 1m)
75A	$\Delta P = 1.18x \text{ 혼합비}^{0.58} \times \text{속도압}$
90A	$\Delta P = 0.98x \text{ 혼합비}^{0.56} \times \text{속도압}$
100A	$\Delta P = 0.85x \text{ 혼합비}^{0.55} \times \text{속도압}$

직경	상관식 (곡관 1m)
75A	$\Delta P = 2.0x \text{ 혼합비}^{0.40} \times \text{속도압}$
90A	$\Delta P = 1.35x \text{ 혼합비}^{0.54} \times \text{속도압}$
100A	$\Delta P = 1.27x \text{ 혼합비}^{0.54} \times \text{속도압}$

직경	상관식 (인구 1m)
50A	$\Delta P = 1.5x \text{ 혼합비}^{0.58} \times \text{속도압}$
75A	$\Delta P = 1.76x \text{ 혼합비}^{0.84} \times \text{속도압}$
100A	$\Delta P = 2.80x \text{ 혼합비}^{0.52} \times \text{속도압}$

실험 결과 - 임계 속도(critical velocity)

임계 속도(critical velocity)

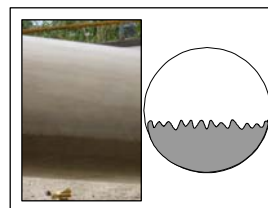
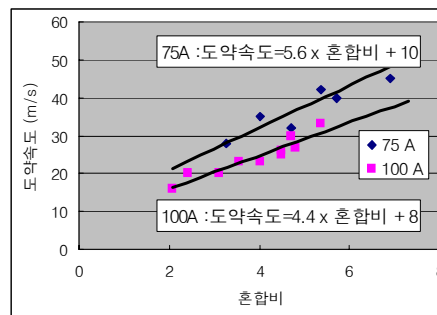
Saltation Velocity > Choking Velocity
(수평 흐름) (수직 흐름)



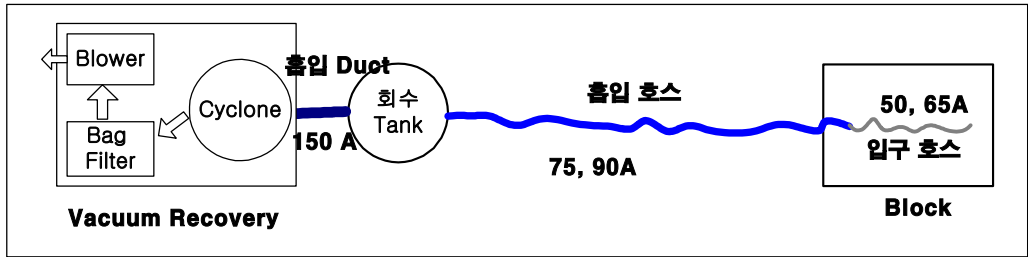
실험 방법



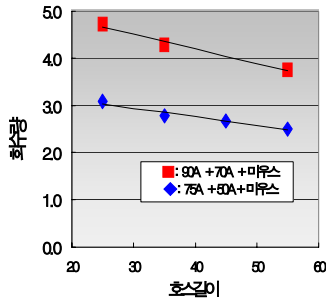
유속 ↓
혼합비 ↑



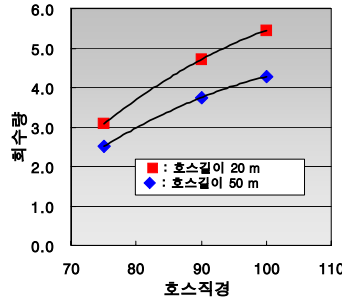
실험 결과 - 회수 시스템 개선



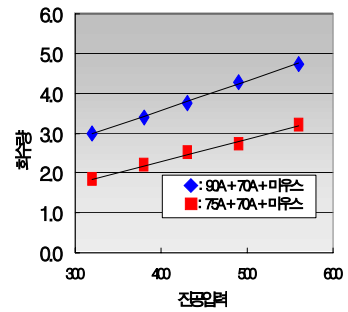
▶ 호스길이



▶ 호스직경



▶ 진공압력



$$\Delta P = k1 \times \text{혼합비}^{0.58} \times \text{밀도} \times \text{유속}^2$$

결론

- ◆ 연소재(grit)는 Dilute phase 이송되도록 혼합비와 기체유속을 설정
- ◆ 압력손실을 예측할 수 있는 상관관계식 도출
- ◆ 회수 효율 개선
호스직경 > 진공압력 > 호스길이