

www.ksmer.or.kr

# 2022 한국자원공학회 제118회 춘계학술발표회

2022. 5.19 | 목 | - 5.21 | 토 |  
한국지질자원연구원



카카오톡에서  
QR코드를 찍어보세요!



한국자원공학회  
The Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers

## 자원활용소재 (Mineral &amp; Materials Processing)

좌장: 이현주(KIGAM)

No.	발표시간	제목	저자	저자(소속)
MP01	14:20~14:40	초고순도 고용점 금속 제조 및 산업적 활용의 현황 및 향후 전망	<sup>1,2*</sup> 최국선, <sup>2</sup> 하태권, <sup>1</sup> 김성래, <sup>1</sup> 정기열, <sup>1</sup> 권혁천	<sup>1</sup> 김텍(주) <sup>2</sup> 강릉원주대학교
MP02	14:40~15:00	산화물리브덴 중간생성물 형성에 대한 물리브덴산암모늄의 환원배소의 영향	<sup>1*</sup> 구원범, <sup>1</sup> 유경근, <sup>1</sup> 김행구	<sup>1</sup> 한국해양대학교
MP03	15:00~15:20	대체 침출제 메탄술폰산을 이용한 황동광 침출 연구	<sup>1</sup> 안준모, <sup>2*</sup> 이재현	<sup>1</sup> 전북대학교 <sup>2</sup> 애리조나대학교
MP04	15:20~15:40	폐 리튬이온전지 양극 침출수에서 재합성한 다양한 조성의 Ni-rich 양극 활물질의 전기화학적 성능 분석	<sup>1</sup> 고경빈, <sup>1</sup> 박상혁, <sup>1</sup> 김우석, <sup>1*</sup> 권경중	<sup>1</sup> 세종대학교
MP05	15:40~16:00	Ni-rich $\text{LiNi}_{0.9}\text{Co}_{0.05-x}\text{Mn}_{0.05}\text{Zn}_x\text{O}_2$ 양극 활물질의 Co를 Zn로 치환하여 수명 특성 향상	<sup>1</sup> 정성덕, <sup>1</sup> 고경빈, <sup>1</sup> 박상혁, <sup>1*</sup> 권경중	<sup>1</sup> 세종대학교

좌장: 김영진((재)한국석회석신소재연구소)

No.	발표시간	제목	저자	저자(소속)
MP06	16:20~16:40	국내 석탄경석 특성평가 및 활용방안 연구	<sup>1*</sup> 서의영, <sup>1</sup> 최의규, <sup>1</sup> 백승한, <sup>1</sup> 박관인	<sup>1</sup> 한국광해광업공단
MP07	16:40~17:00	입자 기반법을 이용한 기포 형상에 따른 기포-입자 상호작용 특성 연구	<sup>1</sup> 제진영, <sup>1</sup> 이돈우, <sup>1*</sup> 권지희, <sup>2*</sup> 조희찬	<sup>1</sup> 한국지질자원연구원 <sup>2</sup> 서울대학교
MP08	17:00~17:20	Andrews-Mika diagram과 Beta distribution을 이용한 철광석의 광물 단체분리 거동 예측	<sup>1</sup> 이돈우, <sup>1</sup> 제진영, <sup>1</sup> 김관호, <sup>1*</sup> 권지희, <sup>2*</sup> 조희찬	<sup>1</sup> 한국지질자원연구원 <sup>2</sup> 서울대학교
MP09	17:20~17:40	CFD를 이용한 부유선별 셀의 미세 기포 생성을 위한 전단 효과 특성 연구	<sup>1</sup> 김민식, <sup>1</sup> 김관호, <sup>1*</sup> 유광석	<sup>1</sup> 한국지질자원연구원
MP10	17:40~18:00	기포와 소수성 표면 사이의 부착력 측정에서 기포직경의 영향에 대한 연구	<sup>1,2</sup> 장윤정, <sup>1*</sup> 유광석, <sup>2*</sup> 김현중, <sup>1</sup> 김관호, <sup>1</sup> 김민식	<sup>1</sup> 한국지질자원연구원 <sup>2</sup> 한양대학교

# 기포와 소수성 표면 사이의 부착력 측정에서 기포직경의 영향에 대한 연구

장윤정<sup>1,2)</sup>, 김관호<sup>2)</sup>, 김민식<sup>2)</sup>, 김현중<sup>1)\*</sup>, 유광석<sup>2)\*</sup>

## The Effect of the Bubble Diameter on the Measurement of Attachment Force between Hydrophobic Surfaces and Air Bubbles

Yunjung Jang<sup>1,2)</sup>, Kwanho Kim<sup>2)</sup>, Minsik Kim<sup>2)</sup>, Hyunjung Kim<sup>1)\*</sup> and Kwangsuk You<sup>2)\*</sup>

대표적인 습식선별 공정인 부유선별에서 광물 입자와 기포의 부착은 소수성에 의해 결정되며, 이는 광물 표면의 소수성이 기포의 부착을 발생시키는 중요한 요인이기 때문이다. 광물 표면의 소수성을 평가하기 위해 기포-입자 표면의 부착력을 측정하는 많은 연구가 진행되었다<sup>1-4)</sup>. Xing *et al.*(2017)<sup>5)</sup>에 따르면, 측정 기포 직경이 기포-입자 부착시간에 영향을 주는 것으로 보고하였다. 그러나 기포의 크기는 기포-입자의 부착력에도 크게 영향을 주는 것으로 판단되며, 이에 본 연구에서는 광물 소수성 평가에 있어 기포 크기에 대한 부착력의 변화를 확인하고자 한다.

본 연구에서는 한국지질자원연구원에서 자체 설계한 기포-입자 부착력 측정 장비를 이용하여 부착력을 측정하였다. 본 실험에서는 접촉각이 75°인 폴리이미드 필름을 사용하여 기포 크기에 따른 부착력의 변화를 고찰하였다. 그림. 1.(a)는 기포 크기에 따른 부착력 측정 결과이다. 측정에 사용된 기포의 크기가 커질수록 부착력이 증가하였고, 이는 3상 부착 길이 (Three-phase contact-line, TPCL)와 곡률반경 ( $R_c$ )이 증가하기 때문인 것으로 나타난다(그림.1. (b), (c)).

일반적으로 부착력은 부착된 기포의 TPCL,  $R_c$  그리고 부착각( $\theta_{att}$ )으로 나타낸다(식-1).  $R_c$ 의 경우, 부착 기포 영상 취득 조건 및 영상 해석 기준에 따라 정확한 측정이 어렵다는 단점이 있다. 이에, 본 연구에서는 측정된 부착력을 역산하여  $R_c$ 를 계산하고,  $R_c$ 와 TPCL의 관계식을 도출하여 기존 부착력 식을 TPCL의 관계식으로 수정한 보정식을 제시하였다(식-2).

본 연구결과를 토대로, 향후 측정 기포 크기에 따른 다양한 소수성 표면의 부착력에 대한 상관관계를 도출하고자 한다.

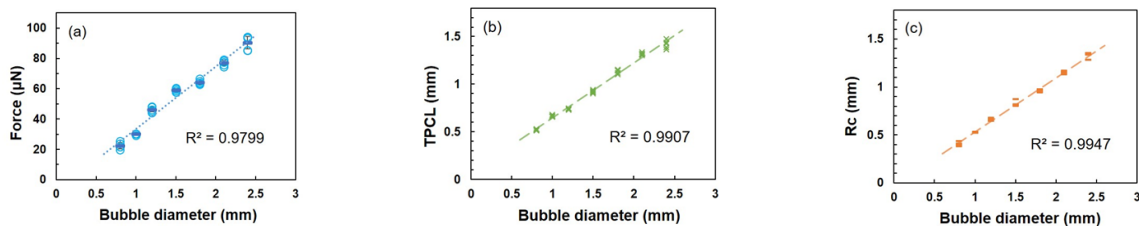


그림 1. The changes in (a)Attachment force, (b)TPCL and (c) $R_c$  with bubble diameter.

$$F_{attachment} = 2\pi r_{tpc}\gamma_{lv}\sin\theta_{att} - \pi r_{tpc}^2(2\gamma_{lv}/R_c) \quad (\text{식-1})$$

$$F_{attachment} = 2\pi r_{tpc}\gamma_{lv}\sin\theta_{att} - \pi r_{tpc}^2(2\gamma_{lv}/(1.96r_{tpc} - 0.103)) \quad (\text{식-2})$$

## 사 사

This research was supported by the Basic Research Project (21-3212-1) of the Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM) funded by the Ministry of Science, ICT, and Future Planning of Korea.

## References

- S. Assemi, A. V. Nguyen, J. D. Miller Direct measurement of particle-bubble interaction forces using atomic force microscopy. *Mineral Processing* 2008;89:65-70.
- L. Wang, D. Sharp, J. Masliyah, and Z. Xu Measurement of Interactions between Solid Particles, Liquid Droplets, and/or Gas Bubbles in a Liquid using an Integrated Thin Film Drainage Apparatus. *Langmuir* 2013;29:3954-3603.
- Z. Zhang, L. Zhao, L. Zhuang Direct force measurement of critical detachment force between a particle and an air bubble using dynamic interaction force apparatus. *Minerals Engineering* 2020;159:106627.
- C. Zhu, G. Li, Y. Xing, X. Gui Adhesion forces for water/oil droplet and bubble on coking coal surfaces with different roughness. *International Journal of Mining Science and Technology* 2021;31:681-687.
- Xing, Y., Gui, X., Cao, Y. Effect of bubble size on bubble-particle attachment and film drainage kinetics - a theoretical study. *Powder Technology* 2017;322:140-146.

\*Corresponding Author: youks@kigam.re.kr

1) 한양대학교 자원환경공학과

2) 한국지질자원연구원 자원회수연구센터



# 한국자원공학회

The Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers

[학회소개](#)[학술지](#)[회원안내](#)[자료실](#)[학회소식](#)[학술발표회](#)

# 한국자원공학회

The Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers

## 2022 추계자원연합학술대회 및 제8회 광해방지 국제심포지엄

2022 Fall Joint Conference and  
the 8<sup>th</sup> International Symposium on Mine Reclamation

2022. 11. 2.-11. 4.

강원도 하이원 그랜드호텔

[바로가기 >>](#)

### Log-in

[Log-in](#)[회원가입](#)[PW 찾기](#)

\* 아이디를 잊으신 분은 학회 사무국으로 문의해주시기 바랍니다.

### + 공지사항

[안내] 2022년 10대 과학기술 뉴스를 선정해주...

[추계] 2022 추계자원연합학술대회 및 제8회 광...

[추계] 추계자원연합학술대회 및 제8회 광해방지...

[추계] '2022 추계자원연합학술대회 및 제8회 ...

### + News

[안내] 「2022 광해방지 기술기준」 개정 안내 및 ...

[안내] 2023년도 자원개발 전문인력양성과정

[추천] 2023년 「대한민국최고과학기술인상」 수...

[초빙] AASTU 한국교수 초빙



Geosystem  
Engineering



한국자원공학회지

### + 학회사랑방

[부고] 이상균 PD 모친상

[부고] 김도중 교수 부친상