다양한 입도분포에서의 하이드레이트 함유량에 따른 물성 변화 양상 연구

*정 재웅, 이 재형, **이 주용, 이 민희, 이 동건, 김 세준

Physical property evolution along gas hydrate saturation for various grain size distribution

*Jaewoong Jung, Jaehyung Lee, **Joo Yong Lee, Minhui Lee, Donggun Lee, Sejoon Kim

청정 에너지원으로 높은 잠재력을 가지고 있는 가스하이드레이트는 상업적 기술개발이 미확보된 상태임에도, 우리나라에서 부존이 직접적으로 확인되었기 때문에 에너지원으로서 그 중요성이 부각되고 있다. 현재 전세계적으로 가스하이드레이트 개발 및 생산에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이에 대한 기초자료로서 가스하이드레이트가 함유된 퇴적층의 물성자료가 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 입도 분포별 총 5가지의 미고결 시료를 대상으로 투과도, p파 속도, 전기비저항 측정을 수행하였다.

연구에 사용된 미고결 시료는 Hama#5(774μm), #6(485μm), #7(258μm), #8(106μm) 4가지와 Hama#6과 Hama#7을 1:1(371μm)로 혼합하여 사용하였다. 실험에 사용된 장비는 가스하이드레이트를 인공적으로 생성시키기 위해 퇴적층을 모사할 수 있는 고압셀과 자료획득장비, 유체 주입장비, 온도 유지장비이다. 또한 투과도 측정에는 차압계, 전기비저항 측정에 RLC meter, p파속도 측정에 음파 송수신장비를 사용하여 각각의 물성을 측정하였다. 실험과정을 단계별로 요약하면 먼저 시료를 고압셀에 충진한 뒤 주입된 물의 양으로부터 공극률을 측정하고, 절대 투수계수를 측정하였다. 그 후, 메탄가스를 주입하여 퇴적층 내 수포화도(water saturation)를 잔류상태(irreducible saturation)로 유지시키고 메탄가스를 추가적으로 주입하여 원하는 압력까지 가압한 뒤 온도를 1°C로 낮추었다. 가스하이드레이트의 생성은 급격한 압력강하로부터 알 수 있다. 최종적으로 가스하이트레이트가 함유된 퇴적층의 상대 투수계수를 측정하기 위해 메탄가스를 주입하였고 각각의 측정장비를 통해 전기비저항 및 p파 속도를 측정하였다.

V_g, V_h, V_w, V_ss는 각각 가스의 부피, 하이드레이트의 부피, 물의 부피, 모래의 부피이다. 또한 수포화도, $S_w = \frac{V_w}{V_v}$ 이며 하이드레이트 포화도, $S_h = \frac{V_w}{V_v}$, 가스 포화도, $S_g = \frac{V_g}{V_v}$로 정의된다.

본 실험의 결과 투과도는 가스의 부피비, $\frac{V_g}{V} = nS_g$에 민감한 반응을 보였으며, 비저항은 공극수의 부피비, $\frac{V_w}{V} = nS_w$에 민감한 반응을 보였다. 또한 p파 속도는 고체의 부피비, $\frac{V_s + V_h}{V} = n(1 - S_h)$에 민감한 반응을 보였다.

이러한 실험의 결과는 가스하이드레이트 개발, 생산 연구에 있어 기초 물성자료로 활용되는데 도움을 줄 것이다.

Key words : gas hydrate(가스하이드레이트), grain size(입자크기), permeability(유체투과도), resistivity(비저항), p wave velocity(p파 속도)

E-mail : *jjw@kigam.re.kr, **ljy@kigam.re.kr