

様々な減圧条件下におけるメタンハイドレート胚胎砂の圧力・温度・ガス産出挙動

山口大学 学生会員 ○小松原 和樹
山口大学 正会員 吉本 憲正
中田 幸男
梶山 慎太郎

1.はじめに

現在、メタンハイドレート（以下 MH と称す）は次世代エネルギーとして注目され、減圧法による資源開発が検討されている。開発にあたって、生産効率等様々な課題があり、商業化に至っていない。生産効率を評価するためには地盤内での MH の分解挙動を把握することが重要と考えられる。既往の研究¹⁾では、減圧を行う際の減圧度について、実験が行われているが、減圧法における温度・圧力の関係性についての研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、MH 分解時の地盤内挙動を把握するために、異なる減圧条件下で MH の減圧分解実験を行い、供試体の温度・圧力変化やそれに伴うガスの生産挙動について調べることが目的とした。

2.試験装置概要

実験装置の概略図を図-1 に示す。実験装置は温度、圧力を管理できるため、MH が存在可能な深海底地盤の条件を再現することができる。供試体のサイズは、高さが 160mm、幅が 60mm、奥行きが 80mm となっている。供試体内の温度は下端から 60mm、30mm、上端から 40mm、10mm の位置に熱電対を設置し、測定を行っている。

3.実験方法

本研究では、MH 濃集層を模擬した T_b を用いた。粒度分布は MH 濃集層を模擬し、8 号・7 号・R5.5 珪砂、カオリン、雲母を配合し、細粒分含有率 $F_c=8.9\%$ である。MH 飽和率 $S_{MH}=50\%$ を目標として含水比を調整し、間隙率 $n=40\%$ となるように 12 層に分けて突き固め、供試体を作成した。実験手順として実地盤を想定した条件のもと実験を行い、温度 5°C 、圧力 5MPa の条件下でメタンガスを入れ、時間をかけて MH を生成させた。MH 生成後は、通水により供試体を飽和させ、供試体内部の残存ガスを取り除いた。その後、間隙水压 10MPa 、有効拘束圧 3MPa の条件で圧密を行う。これらを終え、減圧法による MH の分解実験を行う。ここで減圧は供試体上部から実施した。

4.減圧法による生産時挙動

表-1 に試験条件を示す。本実験では異なる減圧条件が MH 分解挙動にどのような影響を及ぼすかを確認するために表-1 の 5 ケースにより MH の分解挙動、産出時間等について検討を行った。表中の圧力差は初

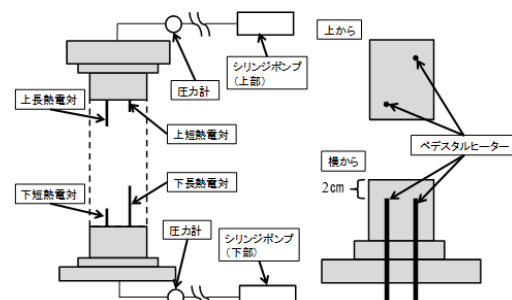


図-1 実験装置概略図

表-1 試験条件

	初期温度 ($^\circ\text{C}$)	減圧過程 (MPa)	初期温度の安定境界 圧力からの圧力差 (MPa)
Case1	10	10→6→5→3	0.6→1.6→3.6
Case2		10→3	3.6
Case3		10→2	4.6
Case4	5	10→3	1.4
Case5		10→3.6→2.6→2.1	0.6→1.6→2.1

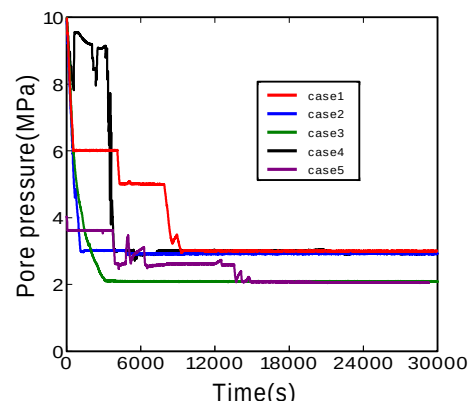


図-2 間隙圧の時間変化

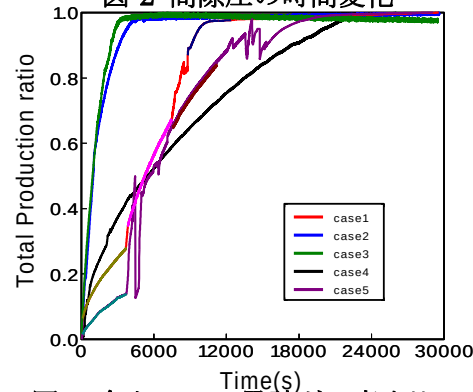


図-3 各ケースの累計ガス産出比の時間変化

キーワード エネルギー，資源，減圧法

連絡先 〒754-0007 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 TEL0836-85-9344

期温度における安定境界からの MH 分解圧力と目標圧力の差を示しており、初期温度 10℃の安定境界上の圧力は約 6.6MPa、初期温度 5℃の安定境界上の圧力は 4.2MPa となり、それらの差である。図-2 に実験終了までの間隙圧の時間変化を示す。減圧速度を 0.5MPa/min を目標に行い、所定の圧力に達してからは、その圧力を保つように実験を行った。なお、CASE1、CASE5 の減圧については所定の圧力に達した後に 1 時間圧力を保持し、その後次の圧力に減圧を行う段階的な減圧を行った。図-3 に各ケースにおける MH の累計ガス産出比の時間変化を示す。ここで、累計ガス産出比については、

$$\text{累計ガス産出比} = \frac{\text{ある時刻までの累計ガス産出量}}{\text{総累計ガス産出量}} \quad (1)$$

で与える。図から段階的に減圧を行うより、急激に減圧を行う方が MH の分解が急速に行われることがわかる。図-4 に各ケースの温度と圧力の関係を示す。ここで供試体内部の温度は減圧を行う際に圧力計と温度計の位置が最も近い供試体下端 30 mm のもののデータを用いている。どのケースにおいても圧力が安定境界外に至ると直ちに温度低下を起こすことがわかる。また、最終目標圧力に達した後に一定の温度になり、MH が分解し終わることと対応して供試体内部の温度が回復していく。図-5 にガス産出終了時間と圧力差の関係を示す。図より安定境界からの圧力差の大きいケースがより早くガス産出が終了することが明らかである。図-6 に各ケースの圧力差と分解開始 1 時間後のガス産出量の関係を示す。図から同じ圧力差ではガス産出量は初期温度が高いほうが多くなる。このことから初期温度がガスの産出に大きく影響するといえる。また、安定境界線からの圧力差が小さいケースではガスの産出量が少ないため、安定境界付近での圧力ではガス産出の効率が悪いことが予想される。また、同じ初期温度の結果から、圧力差とガスの産出量との間には正の相関が認められ、安定境界からの圧力差が大きいほど、分解が速く進むことがわかる。

5.まとめ

本研究では、MH 胚胎層模擬試料 T_b に MH を生成させ、減圧法によるガス産出比や温度・圧力変化挙動を調査した。その結果、メタンハイドレートの分解挙動は安定境界からの圧力差が関係し、圧力差が大きくなるほどガス産出終了時間が速くなることが確認できた。安定境界からの圧力差が小さい場合、温度の急激な低下は認められず、安定境界温度付近の温度を示すが、ガス産出量は少なくなることが判明した。また、同じ圧力差のケースについては初期温度が高いとガス産出量も多くなることが判明した。さらに、同じ初期温度における分解開始 1 時間のガス産出量は、圧力差との間に正の相関が認められた。

参考文献

- 1)坂本靖英、下河原麻衣、大賀光太郎、宮崎晋行、駒井武、青木一男、山口勉:減圧法におけるメタンハイドレート分解時の圧密挙動並びに浸透率特性に関する室内実験研究-メタンハイドレート貯留槽の浸透率評価に関する研究(第6報)--, Jurnal of MMIJ, Vol.124, pp.498-597, 2008.

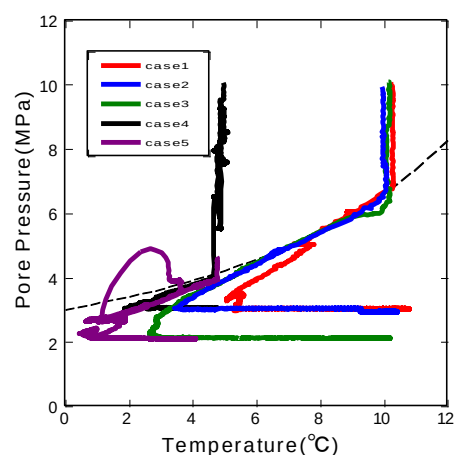


図-4 各ケースの温度と圧力の関係

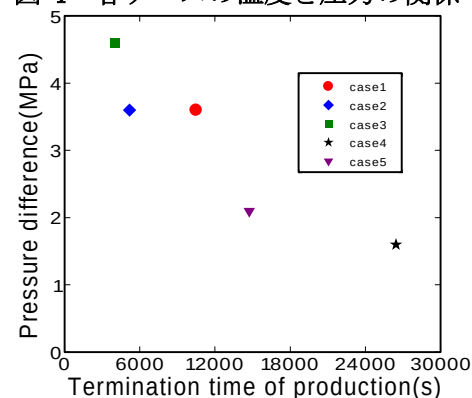


図-5 ガス産出終了時間と圧力差

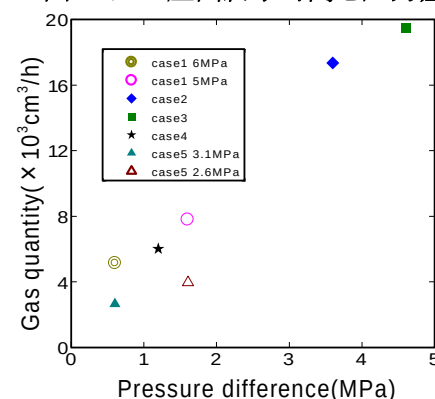


図-6 各ケースの圧力差と分解開始後 1 時間のガス産出量の関係