

## 室内実験による未固結砂泥互層中の水圧破碎フラクチャ形成挙動に関する研究

## Experimental study on mechanism of hydraulic fracturing in sand and mud layers

# 五十嵐 哲 [1]; 伊藤 高敏 [2]; 鈴木 清史 [3]; 長久保 定雄 [4]; 松澤 真樹 [5]; 山本 晃司 [6]

# Akira Igarashi[1]; Takatoshi Ito[2]; Kiyofumi Suzuki[3]; Sadao Nagakubo[4]; Maki Matsuzawa[5]; Koji Yamamoto[6]

[1] 東北大・流体研; [2] 東北大・流体研; [3] 産総研メタンハイドレート研究ラボ; [4] JOGMEC/日本海洋掘削; [5] 日本海洋掘削/JOGMEC; [6] 資源機構

[1] IFS, Tohoku Univ.; [2] Inst. Fluid Sci., Tohoku Univ.; [3] MHRL, AIST; [4] JOGMEC/JDC; [5] JDC/JOGMEC; [6] JOGMEC

平成 15 年度基礎試錐「東海中～熊野灘」で取得されたデータ解析の結果、東部南海トラフの開発対象となりうる MH 賦存層は、それまで海洋であまり知られていなかった「孔隙充填型 MH タービダイト砂層」であることが確認され、MH 濃集帯と名づけられた。すなわち、生産対象となりうる MH 濃集帯の MH は、海底下浅層のタービダイト起源の未固結砂泥互層中に賦存している。

地層中の MH を分解する方法としては、減圧法・加熱法・インヒビター圧入法が考えられる。分解ガス産出レートは、これらの刺激によって分解のフロントが如何に効率よく広がるかによる。また、分解発生したメタンガスを坑井に導くためには地層中に導通性の良い流路が存在する必要がある。

これらの状況から、MH 濃集帯を対象として、効果的に MH 分解フロントを拡大しかつ効果的に分解ガスを坑内へ導く手段として、水圧破碎法（フラクチャリング）の適用が考えられる。しかしながら、MH 濃集帯のような未固結堆積物内におけるフラクチャリングの適用はフィールドのみならず、室内実験の実績もほとんどない現状であり、フラクチャ発生の可能性を含め、フラクチャ形成・進展に必要な物理条件は未だに不明な点が多い。

未固結堆積物中におけるフラクチャ形成・進展メカニズムを解明するべく、ジャッキ型真三軸圧縮試験装置と未固結層をモデル化した試験片によるフラクチャリングの室内実験を実施した。

砂層として 8 号珪砂に少量のカオリナイトを混合したものを、泥層としてカオリナイトをいずれも含水比が 10 % になるよう調整し、押し固めて 200 mm 角の立方体にしたものである (Fig. 1)。なお、砂層の浸透率を測定したところ約 25 mdarcy であった。生産時にはケーシングを設置するため、それを模擬し試験片に内径 20 mm のパイプを埋め込んでおく。パイプにはあらかじめ穿孔し、それを通して試験片内部に流体圧を負荷した (Fig. 2)。穿孔形状は幅 0.5 mm、長さ 40 mm のスリット状である。さらに、地殻応力を模擬するために、試験片の側面に Fig. 1 のように圧縮応力  $S_h$ ,  $S_H$ ,  $S_v$  を負荷した。スリットの向きは水平面内の最大応力  $S_H$  の方向とした。そして、スリットから試験片内部に定流量ポンプで流体を圧入し、流体圧の時間変化を記録した。

実験は模擬地殻応力を  $S_H = 1.5$  (MPa),  $S_h = 0.5$  (MPa),  $S_v = 1.5$  (MPa) とし、破碎流体として 80 cSt ( $= 8 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ) の機械油を  $10^{-4} \text{ m}^3/\text{min}$  ( $= 100 \text{ cm}^3/\text{min}$ ) で圧入した。実験終了後に試験片を切り開き、破碎流体がどのように流れたかを観察した。その結果、破碎流体は、まず砂層と泥層の境界にそって流れ、その後、泥層に挟まれた砂層に広がっていった様子が観察された。また、ケーシングパイプのスリットが接していた部分には開口き裂のような構造があった。このことから、流体の圧入によって砂層と泥層の境界にき裂が発生し、破碎流体はこのき裂に沿って流れ、泥層に挟まれた砂層に拡散していったものと考えられる。

本研究は、MH 資源開発研究コンソーシアム (MH21) 研究の一部として実施されている。

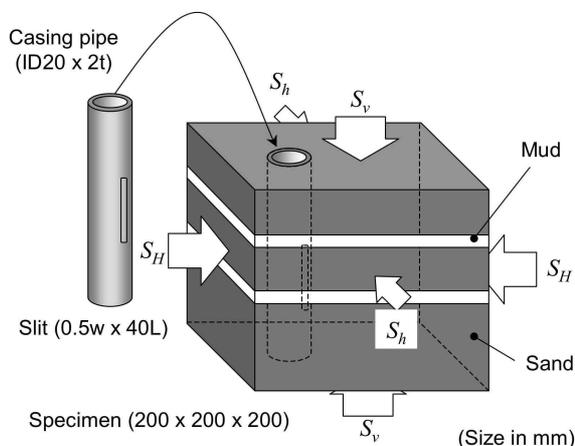


Fig. 1

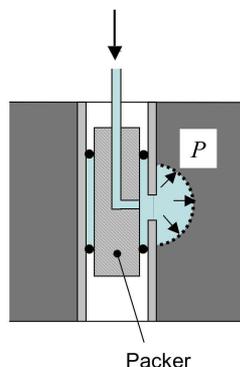


Fig. 2