

オイルサンドの弾性波特性

Elastic Properties of Oil Sands

小野塚 重信 [1]; 加藤 文人 [2]; 下田 直之 [1]; 中山 徹 [3]

Shigenobu Onozuka[1]; Ayato Kato[2]; Naoyuki Shimoda[1]; Toru Nakayama[3]

[1] JOGMEC; [2] なし; [3] 石油資源開発

[1] JOGMEC; [2] JOGMEC; [3] JAPEX

重質油は、地球上に存在する炭化水素の中でも多くの割合を占めていると考えられており、特に最近の油価の高騰によって経済的価値は注目を集めている。重質油は、高密度・高粘性で特徴付けられ、その性質は温度によって大きく変化することが知られているが、弾性的性質と温度・圧力との定量的関係は十分に把握されていないのが現状である。

カナダ・アルバータ州の Japan Canada Oil Sands Limited (JACOS) Hangingstone フィールドでは、オイルサンド重質油砂岩を対象に SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage) 法を用いて重質油の生産操作が行われている。SAGD 法は、オイルサンド貯留層に 2 本の水平坑井を掘削し、上方の坑井より高温のスチームを圧入し、粘性の下がったピチューメンを下方の坑井より生産するものである。効率的な生産にはスチームの広がりを正確に把握することが必要不可欠であり、繰り返し地震探査の適用が期待される。

そこで本研究では、繰り返し地震探査によってオイルサンド貯留層内のスチームの広がりを定量的に把握するための基礎データを提供することを目的として、実験的アプローチによりオイルサンドの弾性的性質と温度・圧力等との関係を明らかにすることに着目して検討を実施した。

本フィールドで採取されたオイルサンド試料を対象に、温度を一定に保ち間隙圧を 800psi から 0psi まで (有効圧力 100psi から 900psi に相当) 100psi ピッチで変化させた状態で P 波、S 波速度を測定したところ、有効圧力の減少に伴い P 波・S 波速度が緩やかに減少する傾向が見られた。続いて、圧力を一定 (間隙圧 700psi / 有効圧力 200psi) に保ち温度を変化させた状態でオイルサンド試料を対象に P 波、S 波速度を測定した。温度上昇に伴い、P 波速度は一様に減少するものの、温度に対する速度減少の割合は温度 30 °C 付近を境に変化しているように見られる。温度 30 °C 以下では P 波速度は急激に減少しているのに対して、温度 30 °C 以上ではより緩やかに、かつ直線的に減少している。この温度 30 °C 以下の速度の減少率は、S 波速度の減少率は P 波速度の減少率より大きい。低温状態においてオイルサンド試料の P 波・S 波速度が速いのは、その温度範囲においてピチューメンが半固体的性質を持ち、ピチューメンが未固結粒子で構成されたオイルサンドのフレームを強固にしたからと考えられる。

次にスチーム圧入によって生じるオイルサンドの速度変化の予測に Gassmann(1951) の理論が適用可能かどうかを調べた。その結果、80 °C より低い温度域では、温度の低下とともに P 波・S 波速度の予測誤差は徐々に大きくなり、温度が 30 °C 以下になるとその誤差は急激に大きくなることがわかった。この現象は、周波数の違いによる速度分散の他に、ピチューメンが半固体的性質を持つことに起因すると考えられる。一方、温度 80 °C 以上では、Gassmann 理論による予測値は測定値と整合的であり、混合流体の飽和率、状態 (熱水 スチーム) 変化によるオイルサンドの速度変化が Gassmann 理論によって予測できることを示唆している。

本講演では、これらの結果の他に、常温では未固結であるオイルサンドのプラグ試料の作成、及び室内での測定の手順等も紹介する予定である。