

海上プラットフォームにおける石油とガスの分離

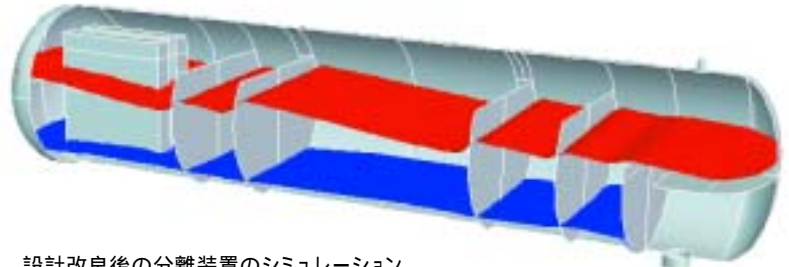
Natco Group社

海上プラットフォームは、世界中で石油やその関連製品の製造、貯蔵および出荷などに利用されています。ここでの技術課題の1つに、製造工程における分離処理があげられます。

海面は、穏やかであってもつねに動いています。Natco Group社のエンジニアは、製造用プラットフォームのガス・オイル分離装置内における流れのシミュレーションを通して、海上のあらゆる条件下での装置の性能について調査し、性能向上に役立てています。

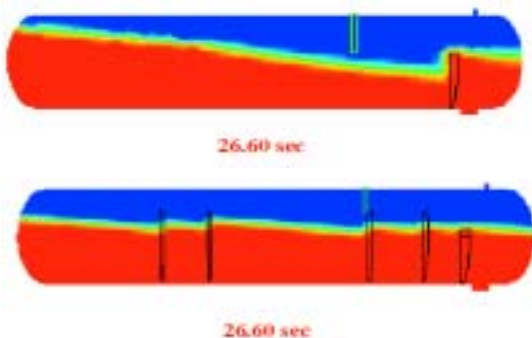
プラットフォームは、波によって6自由度で動きます。軸に平行な動きとしてサージ、スウェイおよびヒープがあり、軸回りに回転する動きとしてピッチ、ロール、ヨーがあります。これらの動きが組み合わさると、分離装置内でガスと石油と水が混じり合い、分離効率が低下します。分離工程では、ガスと石油と水を装置内に通すため、(混合によって)分離効率が低下すると、装置の長さを延ばして、分離時間を長くする必要が生じます。

Natco社のエンジニアはFLUENTで流体体積(VOF)モデルを使用し、分離装置内での石油・水・ガスのスロッシングについて非定常シミュレーションを実施しました。シミュレーションでは、通常の条件と悪天候の場合を調査しました。6自由度の動きは、ユーザー定義関数で組み込まれ、波の動きを簡単に入力できるように、専用のGUI画面が準備されました。



設計改良後の分離装置のシミュレーション。
開始から 14 秒後の石油と水の境界面(青)およびガスと石油の境界面(赤)

通常、この種の分離装置では内部にバッフル板を設けることにより、海面の複雑な動きによる内部流体のスロッシングと混合を抑えます。バッフル板の効果を調べるため、バッフル板の有無についてCFD解析が実施されました。バッフル板のない分離装置では、予想通り激しいスロッシングが発生しました。また、従来型のバッフル板を使った分離装置では、スロッシングと、それによる石油とガスの混合を十分に防ぐことができず、そのほか、不適切な位置にバッフル板を設けると、分離装置内部に流体のバイパス経路が形成され、逆効果であることも判明しました。そこで、複数の小さな穴の空いた板を利用することが提案されました。これをモデリングして解析したところ、分離装置の効率が著しく改善することがわかりました。この改善は非常に大きく、分離装置の設計は、実質的にバッフル板の配置だけですむようになりました。海面の動きによるスロッシング防止という目的では、これ以外に複雑で高価な内部構造を設ける必要がなくなりました。この設計変更によるコスト削減分は、現在、Natco社製品の値下げにより顧客に還元されています。



垂直面におけるスロッシング。バッフル板なし(上)の場合、バッフル板あり(下)と比べ大きな波が発生している。



ユーザー定義サブルーチンにより、ユーザーは 6 自由度の動きを簡単に入力できる