



井戸の掘削のコスト

これまで、2回に亘って石油・天然ガスの井戸の掘り方について投稿してきました。今回の3回目です。今回のテーマは掘削コストです。当然のことながら、石油・天然ガスの探鉱開発事業は、経済性が成り立たなければ行われません。特に石油・天然ガス開発は、生産物が安定して手に入り、お金に変わるまでには、長い年月と巨額の投資が必要になりますので、しっかりと先を見据えて経済性が十分に見込めるかどうか、事業を開始する判断を大きく左右します。探鉱段階では、石油・天然ガスが見つかるかどうかという大きなリスクもありますので、経済性とは異なる技術的な要素も大きいですが、探鉱段階でひとたび石油・天然ガスの存在が確認されれば、そこからどれだけ採掘できるか(可採埋蔵量)、毎年どれくらいずつ生産し、何年出せるか(生産計画)、出てきたものの価値がどれだけあるか(原油は比重も異なり、天然ガスを含め様々な不純物が含まれるので、適切な処理が必要)を評価し、探鉱にかかったコスト、生産にかかる開発コスト、生産を維持するための操業コスト、最後に事業を終結するための廃棄コストを算出、最も経済的な開発システムを選択します。掘削費は、これらのコストの中でも大きな割合を占めるため、適切に把握し、管理する必要があります。

・内訳(オペレータの費用/コントラクターの費用)

掘削作業には、これまで紹介した掘削技術を使うため櫓やポンプなどの一連の掘削装置(掘削リグ)、そこで働く人などのリソースが必要です。一定の作業期間になるので、機械を動かすための燃料や水、メンテナンスも必要になります。このような掘削機器や人員を保有し、掘削作業を請け負う会社(コントラクター)がありますので、特に難しい井戸を掘るには、この掘削コントラクターを雇えば掘れますが、掘っている地層を確認したり、目的の地層の性質を調べたり、石油・天然ガスなどがどれだけ入っているかを調べたりするには、その作業を請け負うコントラクターも雇う必要があります。更に、掘削作業を管理するための事務も必要になります。操業者(オペレータ)は、自社にリソースがない業務を外注しますが、請負業者(コントラクター)は、多くの請負実績(ノウハウ)があるので、新しい場所を掘る場合には、全部任せしてしまう方が効果的であることもあります。但し、掘削作業は自然相手で様々なリスクがあるので、リスク対応の費用が掛かるため、全部任せると、コントラクターに払う費用は割高になります。リスク対応を自社でコントロールできる場合には、必要なモノを Day Rate で雇えば、総額を低く抑えることも可能です。多くの経験(ノウハウ)があるオペレータは安く掘れる、ということになります。

・相場観(難しさと技術開発)

周りに掘削作業に係るリソースがたくさんあり(コントラクターの競争があり、輸送コストも安い)、難しい地層が無く、浅い井戸を掘るのは安いですが、未開発の国で、深い海で、難しい地層を深くまで掘るのはとてもお金がかかります。前述の通り、どこまで任せるか、ということも大きく費用に影響します。一概に数字を出すのは誤解を生んでしまうと思いますが、相場観として紹介すると、例えばテキサスのようなリソースが多いところで、3000m程度の掘削にかかる費用は、数億円程度の規模感です。深い海で3000m程度の井戸を掘る場合には、100億円以上かかることもあります。掘削装置と作業員を雇う Day Rate だけで考えても、陸上では一日数百万円、海洋の掘削リグでは、一日数千万円かかるものもあります。そこに、燃料や水、鋼管、泥水添加剤、セメントなどの資機材費が数千万円、地層を調べたり、ヘリコプターを使ったり、資機材を運搬する船を雇ったり、といったサービス費用も数千円かかってきます。他方で、最新技術を使えば掘削する日数が短くできる可能性もあります。Day Rate が1000万円で30日かかっていたのが20日で済めば、1億円が浮きますね。続いて、費用のかかり方を少し深掘りしてみます。

探鉱井と開発井のコスト

前述の通り、探鉱段階で掘削する井戸は、まだその地層を掘ったことが無いため、どの深度にどれだけの圧力があるか、崩れやすかったり、せり出したりしてくるような地層があるかどうか分かりません。他方で、既に石油・天然ガスがあることが分かり、経済性も確認できて開発する段階には、どこにどんな地層があるかも分かっているので、余計な準備が不要になります。更に、石油・天然ガス田は広がりもあるので、複数の生産井を掘ることもあり、同じ形の井戸を何度も掘っていくと、作業員も慣れてきますし、計画も最適化してシンプルにできるので、一坑辺りの掘削費用は更に小さくなることが多い(学習効果)です。

シェール開発の掘削コスト

テキサスでは20年ほど前からシェール開発が進んできました。皆さんも、飛行機に乗って窓の下を見ると、100m四方ぐらいの更地が基盤の目の様に数百mごとに広がっている様を見たことがある方もいらっしゃると思います。試しに、Googleマップなどの航空画像で見ると明白ですが、その更地は井戸を掘る時に使った用地です。これだけたくさん井戸があるのか、ということを実感して頂けるかと思います。

シェールとは泥岩の一種で、砂岩に比べると粒子が細かく、粒子間の隙間も小さく、隙間の繋がりが無いことも多いので、隙間に溜まった流体が流れにくい状態です。このシェール層の隙間に溜まった石油・天然ガスは、導通性(浸透率)が低いので、井戸を掘っても、地層から井戸に流れ込んできません。そこで、シェール開発では、水圧破碎という技術が使われます。井戸からシェール層の特定の場所に水圧をかけて、地層に亀裂を作り、粒子間の隙間を導通させて、そこに溜まった石油・天然ガスを井戸に流れるようにするものです。

これだけ多くの井戸を掘っているのに、学習効果も得られて、長く事業を続けている会社は、とても安く掘ることができます。他方で、井戸を掘った後で、水圧破碎の作業が必要になります。一つの井戸から出来るだけたくさん石油・天然ガスを生産したいので、破碎は1カ所ではなく、複数の個所に亀裂を作った方がよいでしょう。破碎にもコストがかかるので割雲に数を増やすよりも、最適なスペースを開けて破碎するべきですね。この最適化は、地層の性質などにもよるので、ここにも各社のノウハウが効いてきます。更に、井戸は真つすぐ下に掘るだけではなく、曲げて掘ることもできるようになっています。水平方向に広がるシェール層に沿って、水平に掘っていくと、井戸と接する面積が増えるので、生産性が高くなりますし、地表から上手く井戸を配置すれば、地表の掘削用地は少なくて済みます。このため、シェール開発では、一つの掘削用地から複数の井戸を水平に掘ることが多いです。

近年進んでいる費用削減の取り組みとして、一つの掘削用地から複数の井戸の水圧破碎を行うサイマルフラックや、井戸をU字型(蹄鉄型)に掘削し、1坑で2本分の生産量を狙う Horseshoe well が増えてきているようです。

改修と廃坑

最後に、坑井の改修と廃坑についてご紹介したいと思います。冒頭でも、石油・天然ガスの開発の判断をする際には、終結時の廃棄コストを考える必要があると述べましたが、見つけた石油・天然ガス田から経済的に出せるだけの生産物が出てしまったら、事業を終結させるために、作った井戸を適切に廃棄する必要があります。井戸が通る浅い地層に飲み水になる層があることもあり、適切に井戸を遮蔽しておかないといけません。

最近の脱炭素の動向でも枯渇ガス田への二酸化炭素の貯留(CCS)も検討されていますが、そこに適切に遮蔽されていない井戸があると、それを伝って二酸化炭素が漏れ出る可能性があります。また、ベース電源として注目されている地熱開発においても、既存の石油・天然ガス坑井を再利用するという考えも出てきています。

(JOGMEC 稲田徳弘)