二層同時採油法*

田 中 修**

(昭和27年3月4日受理)

Dual Completion

by Osamu Tanaka

This paper is the report of the operation of the new well completion which was done with Baker's Production Packers. We have become to produce oil from two another zones through one well without interference each other. Oil from the upper zone is produced through the tubing and oil from the lower zone is done through the annulars of the casing and tubing.

緒 言

八橋油田の高野ブロックに於ては、Ⅷ・Ⅸ層が僅かの深度差を以て、ほぼ一様に発達している。この両層を成可く経済的に開発するために、いわゆる双坑井掘***が行われている。併してこゝに述べる二層同時採油法を行えば、大凡1坑を掘る日数と、その何割増でもない費用で、これと同等の効果をあげることが出来る。この二層同時採油法とは、ベーカー会社のプロダクションパッカーを使用するもので、チュービングの内外より別個にⅧ・Ⅸ層を採収することが出来る。

今回初めて行われたこの作業は、採油井でなく、ガス圧入のサービスウエルとして、Ⅷ・Ⅸ層のトップに掘鑿された高野61号井に実施された。

第1図に示す如く、Ⅷ層をはさんで No.1, No.2 の2つのプロダクション・パッカーをセットし、これを通してプロダクション・ストリングを降下した。これによりⅨ層の油は、パーホレイテッド・プロダクション・パイプよりチュービング内に入り、チェンジオーバーフローチューブに依り No.2 プロダクションパッカーの上でチュービングの外へ出る。一方Ⅷ層の油はチ

* 昭和27年2月19日石油技術協会鑿井研究会に於て発表

** 帝国石油株式会社作業部

*** 双坑井掘とは、八橋油田高野ブロックに於て行われている方法で、先づⅨ層井を仕上げ、次に槽を14尺移動して他の附属施設はその儘で、Ⅷ層井を仕上げる掘鑿法である。

第 1 図

エンヂオーバークューブの下部にあいた孔よりチュービング内に入り、そのままチュービング内を上昇する。このチュービング内は、後に詳述するが二重パイプになつていて、Ⅷ・Ⅸ層の油はお互に混り合わない様になつてゐる。

掘 鑿

本井は前述の如く、高野 R 40 号ブロックのⅧ層のトップに選定された坑井で、昭和26年4月23日に開坑し、1080 m 以下をコア掘し、6月9日1310 m で掘止した。サーフェイスケーシングは $8\frac{5}{8}'' \times 32$ lbs で、120 m にセメントセットした。ウオーターストリング（本井ではオイルストリング兼用）は $6'' \times 23$ lbs を肌まで下げ、オールセメンチングを行い、Ⅷ・Ⅸ層とも弾丸穿孔仕上とした。

掘鑿中油層については、その都度 JFT を施行して確認した。JFT 施行の結果は次の通りである。

施行回数	試験深度	ガス(3分後)	内 容*	採收液柱 $4\frac{1}{2}''$ D.P.
第1回	1,086 m ~ 1,115 m 50	5,590 m ³	MGEO	100 m
第2回	1,195 m 50 ~ 1,155 m	7,950 m ³	MEG	189 m
第3回	1,161 m 60 ~ 1,184 m	66,000 m ³	MG	40 m
第4回	1,197 m ~ 1,218 m	11,300 m ³	MOE	78 m
第5回	1,225 m ~ 1,245 m	19,020 m ³	MOE	136 m
第6回	1,263 m ~ 1,312 m	12,200 m ³	MOE	100 m

本井はガス圧入井として、200 kg/cm² の圧力がかかることを予想し、前述の如く $6''$ ケーシングのオールセメンチングを行つた。このため肌より 800 袋のセメントを押し、次いで 750 m に 4 発穿孔して、ここから更に 400 袋のセメントを押しした。途中で逸水が起つたが、ほどオールセメンチングが出来た。

ケーシングテストは加圧 200 kg/cm² で行い完全であつた。次いでウオータートテストを行つたところ、油層上部に於て完全であつた。

Ⅷ・Ⅸ層とも弾丸穿孔仕上をしたので、連続 69 回、690 発発射の画期的作業を行つた。作業時間は 6 回の調泥循環、並びに弾丸穿孔後のケーシングスクレーパー使用の時間も含めて 145 時間であつた。

プロダクションパツカーの構造

プロダクションパツカーは、勿論それ自体が主要部分であるが、その他にセッチング・ストリング及びプロダクション・ストリングを併せて初めてそ

* 内容中 M は泥、G はガス、E はエマルジョン、O は油を示す。

の仿をする。

プロダクションパッカーの主要部分は

1. アッパー・コーン
2. アッパー・スリップ
3. パッキング
4. ローアー・コーン
5. ローアー・スリップ
6. ボデー
7. フラッパー・バルブ

でアッパー・コーン、同スリップ、ローアー・コーン及び同スリップは、パッキングを疊んだ状態でパッカーをケーシング内に固定する仿をなし、フラッパー・バルブはバックバルブの仿をする。

セッチングストリングは、下からセッチングツール、セーフティ・ジョイント、セントラライザー、サーキュレーションジョイント及び掘管又はチュービングより成り立つが、特に重要なのはセッチングツールである。

セッチングツールはスロット、ボールシート及び外側の左角山から成り立つ。左角山はセッチングツールとプロダクションパッカーを接続するものである。

この左角山によりプロダクションパッカーとセッチングツールを接続し、ケーシング内に降下し、1 $\frac{1}{4}$ "のボールを投入すれば、ボールはセッチングツール内のシートに達し、セッチングストリング内の泥水は通路が遮断されるからセッチングツール内のスロットを通つて、プロダクションパッカーのセッチングスリーブをボデーに沿つて下降させる。このためアッパースリップはシャープピンを切断し、コーンに沿つて下降し、ケーシングに効く。次にストリングを引張れば、アッパースリップが効いているから

前記と逆の作用に依り、ローアースリップはケーシングに効き、

パッカーとケーシングの間は完全にシールされる。次に左角山を
第3図
振して揚げればパッカーはセットされたわけで、フラッパーバルブの仿によ

第4図

第5図

りパッカーの内部もシールされるから、ケーシング内はパッカーに依り上下に完全に遮断される。

プロダクションストリングは、下よりバーホレイテッド・プロダクション・チューブ、シールニップル、チュービング、チエンヂオーバーフローチューブ、セントラライザー及びチュービングより成り立つ。この主要部分はシールニップルとチエンヂオーバーフローチューブである。

シールニップルはVパッキングを10筒組合せたもので、パッカーの内面とチュービングの外表面とを完全にシールする役目をする。

チエンヂオーバーフローチューブは、1種の二重パイプで、この下端に近く外面にあいた孔は、このチューブの上に接続されたチュービングに連絡し、上部の外面にあいた孔はチューブの下に接続したチュービングに連絡する。又この2つの孔の中間にパッキングシールがあるから、このシールがプロダクションパッカーに効いている時は、このパイプによりチュービング内外の連絡が交換される。

プロダクションパッカーの設置

パッカーの設置前に、ケーシングスクレーパー及び四羽ビットにより管内の弾丸穿孔のいばりを完全に取り、更にゲージを通して完全を期した。

第3図の如く下よりプロダクションパッカー、セッチングツール、セントラライザー、サーキュレーションジョイント及び $3\frac{1}{2}$ " 掘管の接続で、予定深度より2m下まで降下、次いで逆に2m揚管してパッカーを予定深度1,225 mに位置させた。

トリッピングボールを投入し、ボールの降下を助けるため、投入後12分経過してポンプを運転し泥水を後送したところ、運転後4分で泥水循環圧力が 40 kg/cm^2 より突然 50 kg/cm^2 に上昇し、同時にアッパースリップシャーピン切断のショックを感じた。パッカーのアッパースリップの効を完全にする

ため圧力を 60 kg/cm^2 にあげ、この圧力を維持したまま 23,000 lbs まで強引した。この間 5,000~6,000 lbs でシャーピンが切断

し、ローアースリップが仿たと思われるショックを感じると共に、幾分パッカーが滑つた。後で検尺の結果 30 cm 滑つたことが判つた。次いで圧力を払つて全荷重をかつがせ、再び 33,000 lbs で強引した。

検尺後手廻しで 14 回右に廻して、パッカーとセッチングツールとの縁を切り、シングル管 2 本揚管して泥水循環を行つた。循環 4 時間後揚管を始め、セッチングストリング組立より 14 時間 30 分で、No. 1 プロダクションパッカーのセットを完了した。

直に No. 2 プロダクションパッカーのセットにかかり、前記と同じ行程で 13 時間 30 分で完了した。但しトリッピングボール投入後の圧力は、70 kg/cm² に保持して強引した。これは No. 1 プロダクションパッカーセットの際、60 kg/cm² では滑りがあつた為、これを防ぐ意味で 70 kg/cm² とした。

セット深度は No. 1 が 1,224 m 60 で、No. 2 は 1,121 m 60 である。

プロダクション・ストリングは、下よりパーホレイテッド・プロダクション・チューブ、No. 1 シールニップル、1 $\frac{1}{2}$ " チュービング、No. 2、No. 3、No. 4 シールニップル、1 $\frac{1}{2}$ " チュービング、No. 5 シールニップル、チエンヂオーバーフローチューブ、セーフティジョイント、セントラライザー及び 2' 外アブセットチュービングの接続で降下した。

No. 2、No. 3、No. 4 のシールニップルは、チエンヂオーバーフローチューブを処定の位置においた時に、No. 3 のシールニップルが No. 1 プロダクションパッカーの内に位置する様に、1 $\frac{1}{2}$ " チュービングの寸法を定めた。即ちチエンヂオーバーフローチューブのパッキングシールと、No. 3 のシールニップルの間隔は 103 m である。

又 No. 1 のシールニップルは、チエンヂオーバーフローチューブに直接接続された No. 5 シールニップルと、103 m の間隔をもつ様にした。これは IX 層のフローイングテストを行うことが出来る様にしたのである。即ち No. 5 のシールニップルを No. 2 プロダクションパッカーに効かせると（チュービングを 62' 張る。）No. 1 のシールニップルが No. 1 プロダクションパッカーに効いて VIII 層はシールされ、一方 IX 層はチエンヂオーバーフローチューブにより一度チュービング外に出るが、再びチュービング内に連絡する。

坑口装置その他

プロダクションストリングを降下後、あらかじめ組立てあつたクリスマスツリーとフローラインと接続した。

このクリスマスツリーはコックを用い全てフランチ接続で、4,000 lbs/in² (油圧並びにガス圧) の圧力テストを行つた。

クリスマスツリーとフローラインとの接続は、組立てたままでクリスマスツリーを上下する必要があるので、ロータリーホースを使用した。(VIII・IX 層

を別個にフローイングテストを行うため、62" チュービングを昇降させる必要がある。)

スワビング並にフローイングテスト

No.1, No.5 シールカップルがそれぞれ No.1, No.2 プロダクションパッカーに効く位置に、チュービングを吊つてスワビングを行つた。即ちこれによりⅧ層はシールされ、Ⅸ層が単独に誘導されているわけである。スワビングの際外圧よりガスを圧入し、加圧 70 kg/cm² でスワビングを助け自噴を誘導した。

自噴を開始して 12 時間後に 1/2" ビーンを挿入、更に 12 時間後 3/16" に変更、それより 24 時間後に坑底圧測定を 11 時間にわたつて実施した。1/2" ビーンの時のガス量は 42,000 m³ で、ガス油比は 890 であり、3/16" ビーンの時のガス量は 23,400 m³、ガス油比は 1300 であつた。

次いでⅧ層の誘導に着手した。先づ内外圧を開放して圧力を低下させ、外圧 40 kg/cm²、内圧 20 kg/cm² でチュービングの降下作業にとりかかつた。チュービングを張つた所 16,000 lbs/in で腰切り、62" 降下してスリップを効かせた。この作業に 2 時間を要したが、この間に内圧は上昇し明かにⅧ層が誘導されたことが認められた。

よつてⅨ層の場合と同様 1/2", 3/16" ビーンを挿入し、坑底圧測定を行つた。1/2" ビーンの時のガス量は 55,190 m³、ガス油比 2,860、3/16" ビーンではガス量 47,900 m³、ガス油比 4,950 であつた。このガスの産出状況よりしてこの坑井位置はガス圧入に適當であると判定した。

かくしてプロダクションパッカーによる 2 層同時採油作業を終了し、開坑以来丁度 100 日でガス圧入井として成功した。