油層に与える掘鑿泥水の害

藤 井 清 光*

[昭和38年7月5日受理]

Damage of Drilling Fluid to Oil Sands

By

Kiyomitsu FUJII

Abstract: Purpose of this paper is to present laboratory data to aid in the evaluation of a damage of drilling fluids to oil sands. In this study were used consolidated synthetic cores mixing river sand with cement. Permeabilities of these samples were between 7 and 3000 md. Firstly, the effective oil permeability of a core was measured. Secondly, the core was mounted on the assembly shown in Fig. 1 and mud fluid was invaded into the core under pressure of 5 kg/cm² for three hours. Thirdly, oil was forced to flow upward under certain pressure, and effective oil permeability was measured again. Thus, the recovery in effective oil permeability was obtained and the damage of drilling fluids to oil sands was evaluated. The results of these tests are shown in Figs. 2~5.

Fig. 2 indicates that in bentonite mud the permeability recovery was very low, especially in low oil pressure. If mud cake was removed, the recovery increased to some degree. Fig. 3 indicates that in oil emulsion mud the permeability recovery was also low. Figs. 4 and 5 indicate that the permeability recovery in oil-base mud was higher than that of water-base mud. The recovery, however, was not sufficiently high except for samples without mud cake.

I. 研究の目的

泥水を使って油層を掘鑿すれば、油層の表面には泥壁ができ、泥水の一部は油層に侵入する。このことは油層中の油が採油井に向って流れることを妨げる。特に油層の圧力が低い場合に、泥水の害は大きい。掘鑿中にはかなりよい徴候があり、電気検層の測定結果からも油の存在が予想されたのに、仕上げてみると全く油が産出しないことが時々ある。このような場合には、泥水が油の流れを妨げていると疑ってみるべきである。特に初めより圧力が低いことがわかっている油層では、泥水の害を予想しながら仕上げを行うことが好ましい。掘鑿泥水はこのように油層に大きな影響を与えるので、これに関して研究を行った。この報告はそれについてまとめたものである。

II. 研究方法

実験に使ったコアは総て人工のものである。これは任意の滲透率のコアを使うことができるからである。すなわち、川砂に対してセメントを適当に混合して、滲透率を7~3000mdの範囲で人工のコアを作り、これを実験に使った。コアの大きさは直径3.2cm、長さ3cmである。

実験方法としては、砂とセメントを混合してから約10日間水の中で固まらせ、その後に真空ポンプで空気を取り除く。次に、これに軽油を飽和させる。その後に軽油を使ってコアの滲透率を測定する。実験に使用した装置は以前に発表した研究¹⁾で使用したものである。これは第1図に示してあるように、泥水の濾過試験装置の下に、コアをとりつけたものである。Aは透明シリンダーで目盛りしてあり、液体の量を測定できる。Bはコアである。泥水には5または7 kg/cm²の圧力をかけ、

* 東京大学石油工学教室

第1図 実験装置

3時間放置する。(したがって油および泥水の濾過水の一部は下より流出する)。次に、泥水とは逆方向に一定圧力で軽油をコアに通し、その時の滲透率を測定する。そして、これを初めの滲透率に対する百分率で表して、回復率とする。軽油をコアに通す時の圧力差はコアの長さ1cm 当り0.09, 0.13, 0.18kg/cm²とし、各30分間続ける。次に長さ1cm 当り0.33, 0.67, 1.0kg/cm²の圧力差を各15分間続ける。(ただし滲透率を測定する時の圧力差は0.09kg/cm²/cm)。

初め加える泥水の圧力を5kg/cm²とした場合、および7kg/cm²にした場合を比較したが、滲透率の回復率には差は認められなかった。

試験に使用した泥水はKベントナイトの8%液およびTベントナイトの12%液である。濾過試験による濾過水(30分)は前者において約10cc、後者において約14ccである。2種類のベントナイトの性質には差があるが、回復率には差が認められなかった。(エマルジョン泥水*とした場合にも2種類のベントナイトの回復率の差は認められなかった。

III. 実験結果

滲透率の回復に関する実験結果は第2～5図に示してある。まず普通のベントナイト泥水について行つたものが第2図である。この図の黒丸印は泥壁がついたまゝの状態では軽油を泥水とは逆方向に送った結果である。軽油の圧力差がコア1cm 当り0.09kg/cm²では滲透率の

* 濾過試験(30分)の結果は、(Kベントナイト液 8%液 100+重油20)において、濾過液 8.5cc (このうち油が 2.5cc)であり、(Tベントナイト 12%液 100+重油 20)において濾過液 13.0cc (このうち油が 3.5cc)である。

第2図 ベントナイト泥水の作用

第3図 エマルジョン泥水の作用

回復率はほとんど0である。圧力差が1cm 当り0.18kg/cm²になっても回復率は平均して5%程度である。圧力差が1cm 当り0.33kg/cm²になっても回復率は、多くの場合、20%以下である。この図の×印は泥壁をとり除いて軽油を送った実験結果である。この場合の滲透

率の回復率は泥壁つきの場合よりはるかに高い。このことは透過率が200md以下において著るしい。透過率が500md以上では泥壁の有無は回復率には余り関係がない。このことより、透過率が大きい地層に対しては泥水が中まで侵入するが、透過率の小さい地層に対しては泥水は表面に止ることが推定される。

第3図はエマシジョン泥水についての実験結果である。これはベントナイト泥水に対し重油を20%（黒丸印）または30%（+印）加えて混合したものである。実験は泥壁つきのまゝで行なつた。軽油の圧力差がコア1cm 当り 0.09kg/cm^2 の場合には回復率は6であつたので図を省略した。それより高い圧力差においても、一般的に透過率の回復率は小さい。重油の混合率が20%の場合でも30%の場合でも回復率に関係はない。次に第3図の点を第2図の点（黒丸印）に比較すると、同じ圧力差において両者には差が認められない。このことは透過率の回復の点に関しては、ベントナイト泥水とベントナイト-軽油のエマシジョン泥水との間には差がないことを意味する。すなわち、この程度のエマシジョン泥水は油層の仕上げに関しては優れたものではない。

第4図はオイルベースマッドに関する実験結果である。成分は（重さで）重油8に対してアスファルト2を加えたものである。（第4図は泥壁つき）。第4図の点と第2図の点（黒丸印）を比較すれば、オイルベースマッドの方が透過率の回復率はかなりよい。しかし全般的にみれば、回復率は満足すべき程度に高いことはない。

バライトを混合したオイルベースマッドの実験結果が第5図である。これはオイルベースマッド100g に対してバライトを20gの割合で加えたものである（比重は約1.14）。この図の黒丸印は泥壁がついたまゝの状態で透過

第4図 オイルベースマッドの作用

第5図 オイルベースマッド（バライト混合の作用）

率の回復率を測定し、×印は泥壁をとり除いた状態で回復率を測定した結果である。泥壁つきの状態で第4図と第5図とを比較すると、大きな差はないが、バライトが混合された場合の方（第5図）がやや回復率がよいようにみえる。第5図の泥壁をとり除いた状態では、回復率は他のものより、はるかに大きくなっている。

IV. 油層仕上げに対する伴断

以上は特定の条件で行つた実験の結果である。この結果を実際の油層の仕上げに応用して判断すると以下のようになる。

一般に油層に対する掘鑿泥水（ベントナイト泥水）の害は予想よりはるかに大きい。特に油層の圧力が低い場合には、泥水は油の流れを完全に妨げる。しかし泥壁をとり除けば、特に小さい透過率の油層において、透過率の回復率はかなり大きくなる。実際の作業において泥壁を完全にとり除くことは非常に困難であるが、油層仕上げに際しては上のような実験結果が出ていることを記憶すべきであろう。

じうらいは、油エマルジン泥水は油層仕上げに対して

かなりよいようにいわれた。しかし実験結果によれば、油エマルジョン泥水は普通のベントナイト泥水よりよいという結果にはならなかった。この点は注意すべき問題である。

じゅうらいは、油層仕上げに対してはオイルベースマッドが最も適しているといわれた。この実験に使ったものは、オイルベースマッドの主要成分である重油とアスファルトのみの材料より成立っている液体である。この結果は、普通のベントナイト泥水に比べれば滲透率の回復率はやゝ大きくなっている。しかし特に油層の圧力の低い場合には満足すべき結果とはいえない。オイルベースマッドにバライトが混合された場合にも似たような結果が出た。この場合に泥壁をとり除くと非常によい結果となつた。

以上の実験結果全体より判断すれば、油層に対する泥水の害の主なものは泥水の中の小さい粒子（オイルベースマッドの場合にはアスファルト）であると考えられる。しかし、この粒子の地層中への侵入は滲透率が大きい場合（300md 以上）を除き、極く表面のみに限られる。それで泥壁をとり除くだけでかなりよい結果が得られる。それで、圧力の低い油層の仕上げには特別な方法を考えるべきである。

オイルベースマッドの実験結果を判断すれば、これは非常に優れた仕上げ流体ということはできない。仕上げ用流体としては固体を含まない油または油エマルジョンが適していることになる。この理由で inverted emulsion mud の使用が考えられる。

V. 結 論

人工のコアーを使つて油層に対する泥水の害に関して実験を行い、次のような結論を得た。

(1) ベントナイト泥水は油層の油の流れに対して大きな障害を与える。それで低い圧力の油層の場合に注意を要する。滲透率が 200md 以下の場合には、泥壁をとり除けば油はかなり流れやすくなる。

(2) ベントナイト泥水に 20~30% の重油を加えたエマルジョン泥水は、ベントナイト泥水の場合と全く同じく、油層の油の流れに対して大きな障害を与える。

(3) オイルベースマッドは油層の油の流れに対して普通の泥水に比べれば、かなりよい結果を与える。しかし、満足すべき結果ではない。

(4) オイルベースマッドにバライトが混合された場合には、バライトなしの場合とほとんど同じ結果を示す。もし泥壁をとり除けば、油の流れは、ほとんど完全に回復する。

(5) 以上の実験結果は、特に圧力の低い油層の仕上げの判断に対して必要な知識を与える。

感謝の言葉。この研究に記された実験は東京大学の石油工学実験室で佐藤光夫助手および本谷滋郎助手によつて行なわれた。ここに感謝する次第である。

文 献

- 1) 藤井清光, 佐藤光夫: 水溶性ガス層に対する泥水の侵入, 石技誌 25 巻 7 号, 昭 35, 11, 319 頁。