八橋油田の逸泥とその防止に関する研究

松 本 仙 一* 五十嵐 正 己*

(昭和35年8月9日受理)

Study on the Lost Circulation in Yabase Oil Field

By

Sen-ichi MATSUMOTO and Masomi IGARASHI

Abstract: The lost circulation in Yabase oil field is discussed, and method for preventing the lost circulation is described in this paper.

1. まえがき

いわゆる逸泥 (逸水) とは、ロータリー式掘鑿において循環泥水が地層へにげて行き、泥水の正常な循環が行われないことである。したがって地層中に泥水の入る空隙と、それを押しこむ圧力差がなければ、逸泥なる現象はおこらないわけである。

この泥水の入つてゆく部分として考えられるのは、洞穴、大小の亀裂、極めて高い滲透性のある部分および断層等があげられる。その条件によつて逸泥の規模は種々異なるけれども、このような逸泥層に遭遇する時は、掘進が涉らないばかりか、経済的にも莫大な損失をまねくことになる。

それで逸泥に対する処置としては、

- ① 地層に及ぼす圧力をできるだけ低くする。
- ② 逸泥層を充填または閉塞するために、泥水中に逸泥防止剤を混合する。
- ③ 障害となる地層の付近をセメントで固める。
- ④ 盲掘りをして掘屑を逸泥部分に運びこませる。

等の方法がとられるわけであるが、逸泥層の克服ということとは、ロータリー式掘鑿が行われるようになってから、重要な技術的問題となつてい

て来、八橋地区では、大きな逸泥現象が発生することは知られていたが、逸泥層そのものについての究明はほとんど行われていない。たまたま、昭和34年2月2日開坑された八橋 R. 149 号井および昭和34年12月14日開坑された八橋 R. 150 号井において、逸泥になやま

されたので、筆者等はこの八橋地区の過去における逸泥記録を整理して、その逸泥層と逸泥状況を明らかにし、さらに R. 150 号井にて逸泥層と推定されるところの砂利が採取されたので、これを使用して、極めて滲透率の高い砂利層を対象とした逸泥防止剤混合泥水の遮止効果について調べた。以下これらの研究結果について報告する。

2. 八橋地区の概念

八橋油田の逸泥は八橋地区が最も多く、雄物川地区の一部をのぞき、他の地区にはほとんどみられない。したがって調査は八橋地区に限定して行つた。八橋地区は南北に走る八橋背斜の中心部であつて、高野地区と雄物川地区にはさまれた部分である (第1図参照)。この地区は昭和の初期より開発され、現在までに上総掘 30 坑、網掘 99 坑、ロータリー掘 153 坑が掘られている。これらのうち、上総掘および網掘はその掘鑿方式として循環泥水が使用されないの

ので、逸泥現象を把握するのに困難であるから、調査の対象から除外し、ロータリー掘についてのみ調べた。しかしロータリー掘でも初期のものは記録がなく、R. 22 号井あたりより記録が保存されておるけれども、その後のものの中にも若干抜けているところもあり、結局調査した坑井数は 116 坑であつた。このうち 93 坑は逸泥があり、23 坑は全く逸泥がなかつた。また逸泥した 93 坑のうち 58 坑は一応逸泥が止められたけれども、35 坑は止まらなかつた。

3. 逸泥層の深度

逸泥に際しては、その逸泥部分の深度を適確に把握す

* 帝國石油秋田鉱業所

第 1 図 八橋地区坑井分布図

ることが最も重要なことであり、これが判明すれば、その処置が重点的に障害のある箇所のみ集中され、無駄がなくなるわけである。

八橋地区の逸泥は比較的広範囲に亘つておる。したがって洞穴・亀裂あるいは断層等の如きものではなく、連続した地層で、非常に粗い、高い滲透率の層であることが容易に推定される。第2図は八橋III層のコンターマップである。この八橋背斜軸の縦断面図Xと、これと平行な縦断面図Yおよびこれらに直交する横断面図A, B, C, Dを描き、これら各線より50 m以内にある各坑井の逸泥深度を記入したものが、第3図および第4図である。なお同一坑井において、ある深度で逸泥があつてこれが止り、さらに掘進していつた時に再び逸泥があつたような場合には、それが新しい逸泥層であるのか、あるいは上

部の一度止つた逸泥層が再び逸泥をはじめたのかは、特別な手段を用いて測定していなければ明確でないわけであるが、一応井戸の記録通り記入してある。これらの図をみると、若干の例外はあるけれども、ほとんどが八橋III層からIV層にかけての間で逸泥していることが明らかである。

4. 逸泥の状況

次に逸泥の大きさはどの程度であるかということについて述べるが、逸泥量の記録というものは、大体において大雑把であるし、また記録されていないものが多い。特に盲掘（水掘）が行われたときは、ほとんどその量的な記録がない。しかし記録のあるものを整理してみる

第 2 図

第3図-1 X線各坑井の逸泥深度

第 3 図-2 Y 線 各 坑 井 の 逸 泥 深 度

第 4 図-1 A線各坑井の逸泥深度

第 4 図-3 C線各坑井の逸泥深度

第 4 図-2 B線各坑井の逸泥深度

第 4 図-4 D線各坑井の逸泥深度

第 5 図 逸 泥 量

と、その傾向を充分つかむことができる。第5図はその逸泥量を6ツに分類して図示したものである。これら逸泥量のうち逸泥がはげしくて途中水掘に切替えられたものは、円の中に三角を入れ、円の大きさで泥水と清水の地層へにげた合計量を示し、水掘の行われた記録はあるが量的な記録のないものは、単に三角のみで表わした。水掘の行われたということは、逸泥量の大であつた証拠であるから、量的な記録がなくても一応記入したわけである。なお、記号の中の数字は井戸番号である。この図より、背斜の軸に沿う、R. 22, R. 42, R. 43, R. 59, R. 149 および R. 150 号井等の含まれる部分が最も逸泥のはげしいことがわかる。また R. 22 号井は八橋地区の中心部にあり、比較的古い井戸であるけれども、500kl 以上の逸泥が記録されており、かなり初期の頃から逸泥のあつたことがわかる。しかし同一地層で接近した坑井であつても、量的に差異の大きなものがある。これは恐らく、1 次的あるいは 2 次的な原因による粗密に基づくものであると思われる。

5. 過去における逸泥防止剤の使用

前に述べたように逸泥層に対する処置として、地層にかゝる圧力をなるべく小さくするとか、積極的に逸泥部分を充填閉塞するとか、あるいは盲掘によつて掘屑を充填しながら掘進してゆくとか、種々方法はあるけれども、機械的な対策は一応これを省き、いわゆる逸泥防止

剤を中心とした逸泥対策について、範囲を八橋地区に限定し、過去の記録をまとめ第6図に示す。初期の頃には主としてセメントおよびベントナイトが使用され、その後わら・ファイバー・テックス等のファイバー状物質、マイカ・セロファン等のフレイク状物質、パーライト・おが屑・タフプラグ等の粒状物質が単独にあるいは2, 3種類同時に、泥水中あるいはセメントミルク中に混合されて、障害箇所送到られている。また地層にかゝる泥柱圧をなるべく少なくなるために、泥水中に泡を混合してその比重を軽くしてやる目的で、ネオペレックスが29年より使われているが、これは予防的にも盛んに用いられている。

しかしながら、八橋地区のような逸泥層では、単に泥柱圧を少なくするのみではこれを防ぐことはできない。第1表に逸泥の最も大きい部分の2坑井、すなわち R. 149 号井と R. 150 号井で掘進中、最初の逸泥が発生した深度と泥水比重、ならびにその時の水頭を示す。

第 1 表

坑 井 名	泥水比重	逸泥発生 深 度 (m)	水 頭 (m)
R. 149	1.02	228.9	45
R. 150	0.98	297.5	54

なお掘鑿諸装置および掘鑿技術は年を追つて進歩して来ているし、また逸泥防止方法および作業方針も各時代

第 6 図 過去において使用された逸泥防止材料

昭和 年	坑名	深度	自 至 月 日 月 日	逸泥の態 に要した日数	逸泥防止 に要した日数	使用された逸泥防止剤					その他	
						セメント	初バシト	ネオペレンス	ポリマー 物質	凝状物質		フレイク 物質
14	22	836.4	12.8 ¹⁵ 11.10	●	74							
15	24	894	9.2 1.26	●	1							石灰濃泥
	27	457.5	1.29 3.24	●	2							
	28	1004.5	3.28 8.11	▲	—							
	29	450	7.22 7.16	●	4							
	30	4504	5.22 7.12	●	4							
	31	850	8.8 ¹⁶ 1.29	●	10							
	32	382.8	10.21 12.17	●	11							
	34	448.5	11.29 ¹⁵ 2.9	●	14							
16	26	1022.3	1.20 4.29	●	9							
	33	500	3.19 10.17	●	30							
	35	1100	9.8 11.27	▲	—							
	36	456	7.27	●	3	◎						
	37	413	1.14 3.21	●	1		◎					
	38	402.6	6.8 11.7	●	11		◎					
	39	949.2	5.8 8.24	●	13							
17	40	451.7	3.10 5.23	●	15							
	41	510	7.1 9.18	●	20	◎						
	42	1062.6	5.18 11.18	●	15	◎						
	43	503	12.8 ¹⁶ 3.13	●	42							
	47	751	9.23 2.2	▲	—							
18	45	1121	3.15 6.10	●	3							飛沫付団子
	46	1150	5.6 7.17	●	8							
	48	508.6	6.11 7.15	▲	—							
	49	530	11.12 ¹⁹ 1.23	●	5							
	50	1160	2.15 5.27	●	2							
	51	1100	1.23 4.7	●	3							
	52	1100	7.11 9.3	●	3							
	53	1042.3	12.16 ¹⁹ 4.5	●	3							
	55	1100	10.9 12.1	●	4							
	56	1100	9.2 11.20	▲	—							
	19	57	1100	1.17 8.12	●	3						
58		1150	4.12 6.10	●	2							
59		500	2.29 4.21	●	28	◎						
60		471	7.26 9.27	●	10							
61		1150	5.28 8.2	●	2							
62		795	5.15 9.9	●	50	◎						
63		1090	6.25 12.26	▲	—		◎					
64		1100	8.3 10.6	●	2		◎					
65		805.2	10.27 ²⁰ 3.5	●	70	◎						
66		500	5.27 7.20	●	1		◎					
67		470	9.27 11.24	●	8	◎						
20	68	1200.1	2.5 6.28	●	4							
	80	1072	5.17 ²¹ 12.29	●	40	◎						
23	69	1046.4	2.16 6.18	●	5							
24	70	1402	6.16 ²⁵ 2.24	●	15	◎			W		M	
25	71	1783	8.29 ²⁶ 5.31	▲	—							
26	72	1340	12.22 ²⁷ 7.8	●	6							
27	73	1798.4	7.2 12.30	●	10	◎					M	
	74	1819	2.28 ²⁸ 7.13	●	9							
28	75	1682	2.26 6.3	●	33	◎ ◎			W		M	
	77	1720	5.8 9.7	●	24	◎			F			
	78	2031.2	8.5 ²⁹ 2.17	●	9	◎						
	79	256.2	8.28 9.5	▲	—							
29	81	1858.1	2.24 7.7	●	20	◎						
	83	1800	6.12 10.11	●	11	◎						
	84	265	6.30 7.12	●	4				○	F		
	85	1750	7.15 9.23	▲	—							
	86	1569.8	7.24 9.22	●	11	◎					M	
	87	1520	8.31	●	14							

	88	265.6	9.13	9.25	▲	-							
	89	1470	9.28	11.19	●	1							
	91	1870.9	10.8	11.26	●	2							
	92	266	10.13	11.22	●	2							
	93	1390	11.15	12.21	●	30	◎						
30	94	265	1.26	2.5	●	3			●				
	95	1714.2	1.27	4.19	●	4	◎		○				
	96	265	2.4	2.9	▲	-							
	97	265	2.14	3.2	●	9							
	98	1499.8	4.4		●	15	◎		○				
	99	1525	4.20	5.29	●	2			●				
	100	1512.4	4.19	6.1	▲	-							
	101	1510	5.28	7.21	●	3			○				
	102	1435	5.31	7.5	●	2			○				
	103	1640	6.11	8.20	●	1							
	104	1809	6.11	9.27	●	84							
	105	1406	7.28	10.8	●	2			○				
	106	1552	8.26	10.19	▲	-							
	107	1680	9.21	12.23	▲	-							
	108	1450	9.23		●	50	◎	⊗	○		△		でトガ付田子
	109	1490	10.3	12.8	●	55	◎	⊗	●				
	111	1470	10.15	12.7	●	1							
	113	1350	12.22	12.16	▲	-							
	112	1425	12.7	12.1	●	6			●				
31	114	1823	1.12	4.5	●	2			○				
	115	1850	2.9	6.8	●	6			○				
	116	1750	2.9	4.26	●	27			○				
	117	1640	2.14	4.14	▲	-			○				
	118	1581.5	2.23	4.27	▲	-							
	119	1640	3.6	4.21	●	1							
	121	1650	4.7	5.24	●	1							
	122	1457	4.13	5.28	●	3							
	123	1725.3	4.22	6.11	●	2							
	124	1575.8	4.25	6.20	▲	-							
	126	1454	5.22	6.27	▲	-							
	128	1800	6.7	8.29	●	26	◎		○	S	◎		
	130	1800	6.11	8.10	▲	-							
	131	1495	6.23	8.11	●	3							
	132	1315	6.15	8.13	●	12	◎		○	△	◎		
	134	1400	8.9	9.14	▲	-							
	135	1422.2	8.20	9.30	●	3	◎		●				
	136	1430	8.25	10.24	●	4	◎						
	137	2480	8.29	12.23	●	4	◎						
	138	1401	10.26	12.10	●	2			○				
	139	1095	12.13	12.23	▲	2							
32	140	1084.8	1.28	5.31	●	-	◎						
	141	2026.7	1.31	5.1	●	2							
	142	1105	7.8	9.12	●	10							
	143	1440	8.8	9.26	●	10	◎	◎	○				
	144	345	8.24	9.14	●	6			○				
	145	380	9.9	9.28	●	2			●		△		
	146	380	9.22	10.11	●	9	◎		●				
	147	381.8	10.30	11.20	●	1	◎		○				
33	148	400	1.30	2.9	●	3			●				
34	149	1250	2.2	4.9	●	13		⊗	●	□	△	◎	
	150	1090	12.14	13.1	●	4		⊗	●	□	△△	◎	

▲ 逸泥のなつた井戸
● 逸泥あるも防止された井戸
○ 逸泥あり防止されなかつた井戸

◎ セメント
◎ グラスセメン
◎ パーラセメン
◎ マルセメン
◎ 新バレークマッド予防的に使はれたもの

W 切葉
F ファイバークラフス
S スサ
□ セロシール

△ オガ屑
△ バラライト
△ タフアラゲ
◎ マイク
◎ セロファン

で異なっている。それ故、逸泥対策に要した日数は直接比較される数字ではない。

6. 附近の採油井に対する影響

次にこれら逸泥の採油井に与えた影響について考えてみる。先に述べたように、逸泥の著しい深度は八橋Ⅲ層からⅣ層へかけてであるが、どちらかといえばⅢ層の方が多い。この八橋地区の中心部には、いわゆる八橋Ⅲ層八橋ブロックがあり、水攻法が行われている。採油井の多くはⅢ層とⅣ層の同時仕上げであり、Ⅲ層に対しての

第 2 表

坑 井 名	深 度 (m)
C. 8	310.00
24	305.20
54	298.50
62	310.00
64	347.60
72	305.00
75	314.20
87	307.00
101	305.00

み水圧入が行われている。それで R. 149 および R. 150 号井の逸泥当時、その坑井付近の水圧入井および計量が行われているその深度の採油井について調べてみた。そして対象井の範囲は、一応、R. 149, R. 150 の中間を中心とし、半径 150 m 以内の坑井に限定した。第 7 図にそれら坑井の位置を、また第 2 表にはその深度を示す。

第 7 図

R. 149 号井逸泥当時の状況

最も近い水圧入井 R. 97 号井においても圧入量および

圧力には変化がなかった。また採油井のうち、C. 64 号井は汲揚量に変化があり、C. 8, C. 72, C. 87, および C. 101 号井等は、逸泥の影響を避けるためポンプの運転を休止されている。これらの各坑井の汲揚量の変化を示したものが第 8 図-1 である。この図によれば

- 1) C. 87 休転前後の汲揚量は全く変わらない。
- 2) C. 64 は休転はしなかったが 12 日以後汲揚量は 3.5 kl 程度増している。その内訳は第 8 図-2 に示すが、

第 8 図-1 YR. 149 逸泥当時の附近採油井汲揚量

第 8 図-2 YR. 149 逸泥当時 C. 64 の汲揚量

油量は同じであり、水量が増していることがわかる。この井戸と比較的近い距離にある C. 87 が 7 日より休転しているけれども、17, 18, 19 の 3 日間は両坑井ともポンプされているにもかかわらず、その間の汲揚量は変っていない。したがって C. 64 の汲揚量の増加は C. 8 休転によるものでないと考えられる。

3) C. 8 は 6 日より 14 日まで休転したが、15 日運転はじめの時は休転前より約 2 kl ばかり多かつたが、16 日からは大体休転前と同量になっている。

4) C. 101 は休転後一時増したものが減つて休転前以下となつたが、20 日より急に上昇して、25 日 21.7 kl、26 日 21.4 kl となつており、その後次第に減少し、3 月 21 日には 10.8 kl になっている。

R. 150 号井逸泥当時の状況

この時にも圧入井には何等変化がなかつた。また逸泥に際してポンプ運転を休止された採油井は、C. 8, C. 54, C. 62, C. 64, C. 72, C. 87 および C. 101 の 7 坑井であつた。これら各坑井の汲揚量の変化は第 9 図に示す。こ

第 9 図 YR. 150 逸泥当時の附近採油井汲揚量

の図によれば、

1) C. 8 は休転後 3.3 kl 増したが、26 日には休転前と同量になっている。

2) C. 101 は 18~21 日間休転し、27 日には向転機直しのため休転しているが、29 日には逸泥による休転前と同量になっているが、その間の変動は比較的大きい。

3) C. 64 は 18 日に 16 時間 40 分、19 日に 16 時間休転しているが、ほとんど変りがない。なお 18, 19 日の汲揚量は 24 時間採油に換算してプロットしてある。

4) C. 72 号井は休転前より変動があつたので、休転による影響はわからない。

上にのべた汲揚量はすべて油と水の合計量であり、ここでは単に逸泥が汲揚量にどのように影響するかについて調べたのであつて、その内訳については詳しくふれていない。しかしこの結果からみると、恐らく逸泥に際し、直ちに付近採油井の運転休止が行われたためと思われるが、逸泥による影響は少ない。149 号井逸泥当時の C. 64 号井のほかは、当時の条件から単に逸泥現象をぬいた場合で、これらの井戸を同時に休転させた時にも、これと同じような汲揚量の変動を示したかもしれない。

7. 逸泥層の性状

前にも述べたように、八橋地区の逸泥層は非常に粗い高滲透率の地層であることは容易に推定されるところである。YR. 150 号井では、207.5 m で最初の逸泥が発生したのであるが、7 $\frac{1}{8}$ " 八橋型ミールリングコーアー器を下げ、208.00~209.87 m の間を掘進して、0.5~1.0 cm の小砂利が約 1 l 採取され、さらに同器で 209.87~210.90 m の間を掘進して、0.5~3.0 cm のかなり大きな砂利が約 2 l 採取された。したがって自然の状態では、これらの砂利に砂の混つた砂礫層に対し逸泥が起るものであり、逸泥量の大きいことも当然であることがわかつた。恐らく流体の産出に伴う油層圧の低下も影響していることであろう。しかし YR. 150 付近が最も粗い砂礫層であり、この傾向も大きいと考えられる。