講 演
 Lecture

磐城沖プラットフォームの 3 重管撤去*

西 脇 一 仁**

(Received July 17, 2008; accepted September 11, 2008)

The removal operation of conductor pipes on Iwaki-oki offshore platform

Kazuhito Nishiwaki

Abstract : Iwaki-oki oil exploration commissioned Teikoku oil to remove the conductor pipe and abandon wells on Iwaki-oki offshore platform. The removal operation of conductor pipes is the first time for us, therefore we adopted the service company operational skills which is the removal operation of conductor pipes on the North West Hutton offshore platform.

From an environmental point of view, we made a plan to wash out shells from the conductor pipe during the operation.

After trial and error for establishing the way of operation, we completed to remove all pipes from 15 gas extension wells. As a result, we can shorten the period of operation by 23 days.

Keywords : Cut & recover 3 casings at one time, well abandonment, offshore platform, environment, safety job procedure

1. 3 重管撤去方法の決定まで

平成 17 年 3 月 16 日に行われた, 新日本製鐵株による「概念設計エンジニアリング業務の最終報告会」の段階では, 3 重管撤去作業はプラットフォーム撤去工事が行われる折りに, その工事の一環として行われる方針であった。報告会においては, 3 重管の切断工法としてアブレッシブウォータージェットカuttingと爆薬切断の 2 つの工法が紹介されていた。

その後の議論で, プラットフォーム撤去工事におけるクレーン船の作業期間短縮等を目的に, 3 重管の撤去作業を, 坑井の廃坑作業と同様に, 掘削リグで行うことに方針変更された。3 重管撤去作業については, 帝石では全く経験のない作業であるため, サービス会社の専門技術を利用する必要があった。

同社は, ダウンホールモータを使用する切断方法により, 3 重管切断の時間短縮に成功したことをセールスポイントにしており, 事前ミーティングにおいても, ダウンホールモータの使用について強い提案があった。磐城沖プラットフォームのポンプラインについては, 洋上における経年劣化が懸念されたため, ポンププレートおよび圧力に制限を加えざるを得なかったものの, サービス会社の提案を採用して, ロータリテーブルによる切断方法と共に, ダウンホー

ルモータによる切断方法も適用できるように, マッドポンプの 2 台並列運転ができるように配管を手直した。

2. 3 重管撤去作業の内容

2.1 3 重管切断作業

3 重管の切断方法には, 次のように 3 通りある。

- ① ケーシングに引っ張り力を掛けず, ロータリテーブルでドリルストリングを回転させて, 先端のケーシングカッタにより 3 重管 (10-3/4" CSG × 16" CSG × 24" CSG (14 坑), 13-3/8" CSG × 18-5/8" CSG × 24" CSG (1 坑)) を切断する方法である。この方法は, ケーシングに引っ張り力を掛けていないため, 切断時にケーシングカッタのナイフが抑留される危険がある (図 1)。
- ② ロータリテーブルでドリルストリングを回転させて切

図 1 3 重管切断方法-1

*平成 20 年 6 月 11 日, 平成 20 年度石油技術協会春季講演会作井部門シンポジウム「作井技術者の育成と HSE への取り組み」で講演 This paper was presented at the 2008 JAPT Drilling Symposium entitled "Development of Human Resources and HSE Activities" held in Niigata, Japan, June 11, 2008.

**帝国石油株 Teikoku Oil Co., Ltd.

図2 3重管切断方法-2

図3 3重管切断方法-3

断する方法であるが、ベアリングを内蔵する構造のリリーシングスピアをケーシング最上部にセットし、ケーシングに引っ張り力を掛けながら、切断する方法である。この方法だと、切断時にケーシングカッターのナイフが抑留される危険はほとんどない。ただし、ベアリングを内蔵する構造であるため、引っ張り耐力が小さい（図2）。

- ③ リリーシングスピアを任意の位置でセットして、ケーシングに引っ張り力を掛けながら、スピア下に組み込まれたダウンホールモータによるケーシングカッターの回転で切断する方法である。ベアリングが付いていないので、大きな引っ張り力が掛けられる。また、スピアをセットする深度は自由に選択できる（図3）。

いずれの方法も、海水循環によりケーシングカッターに圧力を掛けてナイフを開かせ、ケーシング内面にナイフを押しつけながら、回転させて切断する仕組みである。

なお、この海水循環を行うため、海水受けを製作してメザニンデッキに設置した。

2.2 3重管腰切と拔揚作業

3重管の腰切りとドリルフロアまでの拔揚は、リリーシングスピアにより行う。ドリルフロアまでの拔揚作業は、まずコンダクタを海底面まで抜き上げて、5 m デッキにおいて24"スパイダースリップをセットし、いったんスピアを外してスタンドバックしてから、穴にグラベルを投下する。次に、3重管にスピアをセットし直し、ドリルフロア

まで拔揚、ドリルフロアにおいて24"スパイダースリップをセットし、スピアを外してスタンドバックする、という流れである。

その後は、1坑のコンダクタ撤去作業終了まで、ドリルフロアとパイプラックにおける、拔揚、切断、倒管の繰り返し作業になる。まず3重管に6-1/2"の穴を開けて、6"ピンにより3重管を串刺しにし、次にエレベータリンクから吊り下げられた厚さ3"のプレートを6"ピンに取り付け、約12.5 m 拔揚して24"スパイダースリップをセットする。再び6-1/2"の穴を開けて6"ピンをセットする（図4）。そしてケーシングソーにより3重管を切断し、パイプラックに倒管する。

この拔揚、切断、倒管作業の繰り返しにより、合計15本、全長約183 mの3重管の拔揚作業が完了する（図5）。

事前の検討において、海底面で切断された後の3重管の重量は、3重管の間隙を埋めるセメントも含めて最大120トンになると計算された。また、海底から3重管を抜

図4 吊り具

図5 倒管作業

図6 グラベル投下

き上げる際の腰切荷重については、予想されるマリングロス（貝類等の海中付着生物）の抵抗（20～60トン）と土の粘着力（80トン）も加えると、220～260トンにもなると計算された。

そのため、ドローワークスを始めとする掘削機械の吊り上げ能力は、110UE リグとして最大の260トンに調整した（ドリリングラインは12本綱）。

また、5m デッキの許容支持能力を200トン以上まで引き上げるため、H鋼による補強を行った。

2.3 3重管抜揚後の穴の埋め立て作業

3重管を海底面より抜き上げると、海底面に24"の穴が残される。この穴は、「廃坑後の坑口付近は埋め戻して原状回復を図ること」という鉱山保安法の規定に従い、3重管を海底面まで抜き上げたところで、ドリルフロアから管内にグラベルを投下して埋め立てることとした。

穴の埋め立て方法に関しては、サービス会社との事前協議で、砂を投下して埋め立てる方法や、ドリルパイプを使用してプラグバックセメンチングする方法も検討したが、仕事の速さと確実性、海水汚染の回避などを考慮し、グラベル（洗浄済みの細礫）投下により穴の埋め立てを行うことにした。そのため、グラベル投入用のホッパを製作し、ホッパ下には3重管への挿入管として、廃坑作業で抜揚した9-5/8" CSG を利用した（図6）。

2.4 3重管の排貝作業

事前の検討において、3重管に付着した膨大な量のマリングロス（貝類などの海中付着生物）は、抜揚作業時に、24"外径の3重管が約25"内径のスロットの内側を通過する際に、大きな障害になると予想された。スロットは、海底面から5m デッキまでの間に合計9個あり、それらを通過する際の抵抗力は20～60トンにもなると予測された。

また、マリングロスはサービス会社が提供する、約10,000 psi の水圧により除去する仕組みのクリーナを5m デッキに設置し、排貝作業を行う計画とした。

2.5 切断管の倒管作業

ドリルフロアで約12.5mの長さに切断された3重管を、

パイプラックに安全に倒管するため、サービス会社と入念に作業方法の検討を行った。この検討には多大な時間を費やすことになったが、焦点は、3重管にセットした6"ピンに取り付けて使用する「吊り具」のデザインであった（図7）。

使用する吊り具に対して要求される性能は、次の2点であった。

- ① 抜揚作業における予想最大の吊り荷重（約180トン）をクリアしなければならないこと。
- ② 約10トンにもなる切断管を安全にパイプラック側に引き寄せるためには、無理なくスイングできる機能が吊り具に備えられていなければならないこと。

検討の結果、厚さ3"のプレート2枚をエレベータリンクで吊り下げて、これを6"ピンの両端に取り付けるという、サービス会社の最終案を採用することにした。

また、倒管する3重管の断面方向の重心に偏りがあると、いったんパイプをドリルフロアに横置きして吊りワイヤを付け足す時に、予想外のパイプ回転が起こる危険性があるため、3重管の回転防止装置を製作して対策した。

3. 作業状況の概要

3.1 撤去作業工程

3重管は全部で17坑あり、この内15坑はガス採取井（14坑は10-3/4" CSG × 16" CSG × 24" CSG の3重管、またJB-2の1坑だけは13-3/8" CSG × 18-5/8" CSG × 24" CSG の3重管）で、海底面下につながったパイプである。また、残りの2坑は24" CSG だけのスベアコンダクタパイプとカッティングディスポーザルパイプで、海面下約100mまで吊り下げられていた。

3重管の撤去作業順序については、14坑と数の多い、10-3/4" CSG × 16" CSG × 24" CSG の3重管から始めることとし、14坑の撤去作業を終了した後、13-3/8" CSG × 18-5/8" CSG × 24" CSG の3重管のJB-2を撤去し、最後にスベアコンダクタパイプとカッティングディスポーザルパイプを撤去する作業工程とした。

図7 吊り具 デザイン

24” CSG だけの 2 坑については、抜き上げるだけなので、撤去済みのコンダクタパイプを吊り管として利用した。まず、5 m デッキから吊り下げられているスベアコンダクタパイプに、吊り管を溶接して抜揚した。同様に、最後のカッティングディスポーザルパイプも、メザニンデッキで吊り管を溶接して抜揚した。

3.2 3重管の切断位置

3重管の切断位置は、事前の原子力安全・保安院鉱山保安課との確認内容に従い、基本的に海底面下5m以深で切断した。ただし、全15坑の内、3坑については、3重管切断作業中のケーシングカッタのナイフ脱落、およびリリーシングスピアのグラブ破損のため、切断位置の変更を余儀なくされ、わずかながらも計画の5mより浅い位置での切断となった。

3.3 予想外の3重管拔揚

廃坑作業時に、全 15 坑井に対して実施した 10-3/4" CSG の CBL 測定結果から、多くの坑井においては 10-3/4" CSG 周囲のセメントボンドがあまり良くないと判断された。そのため、ケーシングカッターで 10-3/4" CSG を切断して強引すれば、かなりの割合で 10-3/4" CSG が抜けて来ると予想された。そしてその場合には、10-3/4" CSG をすべて抜揚・倒管後、16" CSG × 24" CSG の 2 重管に対して、切断・抜揚・

倒管の一連の作業を行う計画であった。

ところが、CBL 測定の結果から、10-3/4" CSG が抜けて来ることが最も確実視されていた、1 坑目の A-5 において 10-3/4" CSG が抜けて来ず、3 重管のまま取り扱う作業となった。結果的には、他の坑井もすべて、10-3/4" CSG が抜けて来ず、3 重管のまま取り扱うこととなった。このことは、少なからず作業時間の短縮に寄与したと考えられる。

3.4 3重管の切断

3重管撤去作業開始直後は、いろいろと試行錯誤があり、多大な時間を費やしたが、次第に作業方法が確立して行き、5坑目以降は、当初計画よりも短い作業工程で、3重管撤去作業を進めることができた。

当初は、サービス会社の提案を採用して、ダウンホールモータにより3重管を切断することを計画したが、ダウンホールモータの到着が遅れたため、1坑目においてはリリーシングスピアで10-3/4" CSGを強引して、ロータリテーブルによる3重管切断を行った。

その後、2 坑目から 4 坑目まで、ダウンホールモータによる 3 重管切断をトライしたが、結局は作業性および作業時間短縮の面でメリットがなく、ロータリテーブルによる 3 重管切断方法に戻した。

なお、5 坑目からはスピアによる切断作業中の 3 重管強

引をやめた代わりに、始めにスピアにより 10-3/4" CSG に 130 トン以上の引っ張り力を掛けた状態で、5 m デッキの 24"スパイダースリップをセットし (24" CSG の伸びなし)、それから 3 重管切断作業を行った。

その結果、5 坑目以降は極めて順調に作業が進むことになった。

ところで、ダウンホールモータによる切断作業が、前評判に反して効果を発揮しなかったのはなぜなのか？

ポンプラインの能力が懸念されたため、ポンプレートおよび圧力を制限したことが、その一因になったのではないかと推測される。ポンプレートについては、最大 600 gpm に制限したものの、この値はサービス会社の要求を、最低限ながらも一応満たしたものである。一方でポンプ圧力については、最大 15MPa というポンプ圧力制限を設定せざるを得なかったが、ダウンホールモータの能力を期待する上では、厳しすぎる制限であったかも知れない。

3.5 3 重管腰切り時の土の粘着力とマリングロスの抵抗 力について

事前の検討では、3 重管腰切り時の土の粘着力が 80 トン、

マリングロスの抵抗力が 20 ～ 60 トン、そして最大腰切り荷重は 220 ～ 260 トンと予測されていた。だが、実際にはそのような大きな腰切り荷重や抜揚作業中の引き上げ荷重を経験することはなかった。

その理由として、腰切り荷重が予想より小さかったことについては、3 重管切断を完了した後も、しばらくの間海水を送り続けて 3 重管周囲の洗掘を行ったことが功を奏したと考えられる。また、爆薬切断でなくケーシングカッターにより切断したため、パイプの外側への変形がなかったことも、その一因と考えられる。

また、マリングロスについては、すべての 3 重管抜揚作業に於いても大きな抵抗力は観察されなかった。

3.6 無事故無災害を達成

この大がかりな 3 重管撤去作業を実施するにあたり、いかに安全を確保しながら作業を遂行できるか、これが最大のポイントであったが、関係者全員の頑張りで、最後まで無事故無災害を貫くことができた。