

メキシコ湾原油流出事故の影響 (2)

計量分析ユニット

森田裕二

要旨

米国南部ルイジアナ州沖のメキシコ湾で発生した原油流出事故に伴う油汚染の被害は拡大を続けている。BP は作動不能に陥った BOP (噴出防止装置) の上部に油・ガスの回収装置を設置するなどの対策により、日量 25,220 バレル (6 月 29 日) 程度の原油を回収しているが、油井からの流出量は 35,000-60,000B/D と見られており、回収が追いついていないのが実情である。

一方、事故原因の究明に関しては 6 月 17 日に BP に対する米国下院の公聴会が行われた。議員からは、BP は掘削作業を急ぐあまり安全の確認を怠ったのではないかと指摘があったが、BP は調査を継続中であるとして言明を避けた。また、オバマ大統領による 5 月 30 日から 6 ヶ月間の深海油田掘削禁止措置に対して、ニューオリンズの連邦地方裁判所が、油・ガス田の掘削に携わる企業への経済的打撃が大きいとして禁止措置を覆す判断を下した。政府は連邦控訴裁判所に判断の差し止めを求めて控訴しており、今後の動向が注目される。

1. 油濁対策の状況

2010 年 6 月 15 日、USGS (米国地質調査所) を中心とするグループ (Flow Rate Technical Group、FRTG) は、BP の Macondo 井 (MC252) からの推定流出油量を 5 月 27 日発表の 12,000-25,000 B/D から大幅に上方修正し、35,000-60,000 B/D とする調査結果を発表した。これは、事故当初の 4 月 20 日の時点で 5,000B/D と推定していた量からすると 10 倍以上に及ぶ。

6 月 3 日に BOP 上に設置された LMRP (lower marine riser package) による油・ガスの回収量は、6 月 8 日には 15,000B/D に達した。LMRP の回収能力は処理を行っている掘削船 Discoverer Enterprise の処理能力により制約を受けており、BP は 15,000B/D 程度が限界 (貯油能力 139,000 バレル) としていた¹。このため、失敗した top kill 作業に用いた BOP につながるラインを利用し、泥水を送り込むのに利用した海上の多目的船 (multi-purpose vessel) Helix Q4000 で処理する方式も併用されることになった。Q4000 の能力は 5,000-10,000B/D とされており、6 月 16 日に回収作業が開始された。この結果、6 月 29 日には LMRP で 17,025B/D、Q4000 で 8,195B/D、計 25,220B/D の油が回収されたが、LMRP の底部からは未だに大量の油・ガスが海中に漏れ出ており、今後更に回収能力を高める必要がある。

6 月 14 日、BP は Helix 社の浮体式生産設備 (Floating Production Unit) である Helix Producer I (HPI、処理能力 45,000B/D) を投入する契約を結んだ²。さらには、南米で使用されている Sealion Shipping Ltd. 所有の浮体式生産・貯蔵・積出設備 (FPSO、floating,

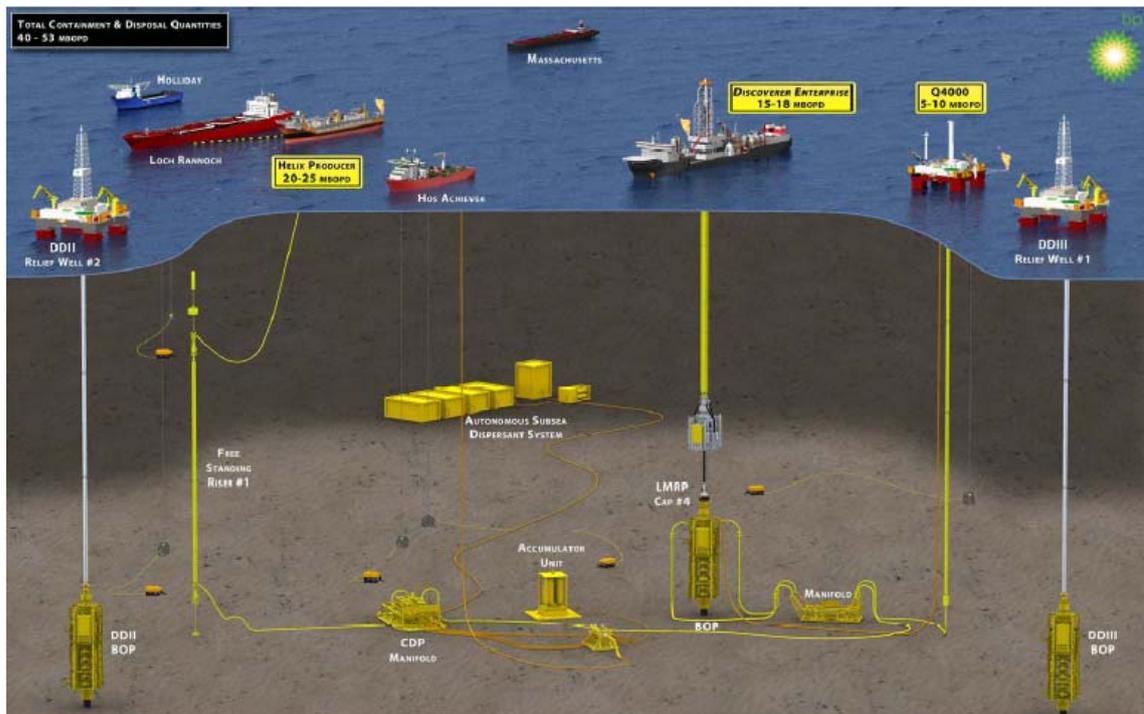
¹ BP Fact Sheet, Subsea Oil Recovery System, Revised May 2, 2010

² HPI は Helix 社がメキシコ湾 Green Canyon の 237 鉱区、Phoenix 油田の生産開始に向けて準備していたもので Phoenix 油田の生産は延期された。BP は同社と Express と Q4000 の 2 隻を契約し、既に活動を開始している。

production, storage, and offloading) Toisa Pisces の投入も計画されている。

米国海洋大気圏局 (NOAA、The National Oceanic and Atmospheric Administrations) が 5 月 27 日に発表した予測 (Hurricane Season Outlook) によると、今年のハリケーンシーズン (6 月 1 日～11 月 30 日) におけるハリケーンの発生量は例年より多く、期間中 8～14 のハリケーンが発生、うち 3～7 は大型化する恐れがある³。ハリケーンに備えて、BP は浮体式のライザーを HPI に接続する準備を進めており、6 月 14 日に BP が US Coast Guard に提出した計画では、最終的な処理能力は 6 月末までに 40,000～53,000B/D に達するとしている⁴。

図-1 流出油回収作業計画の概要



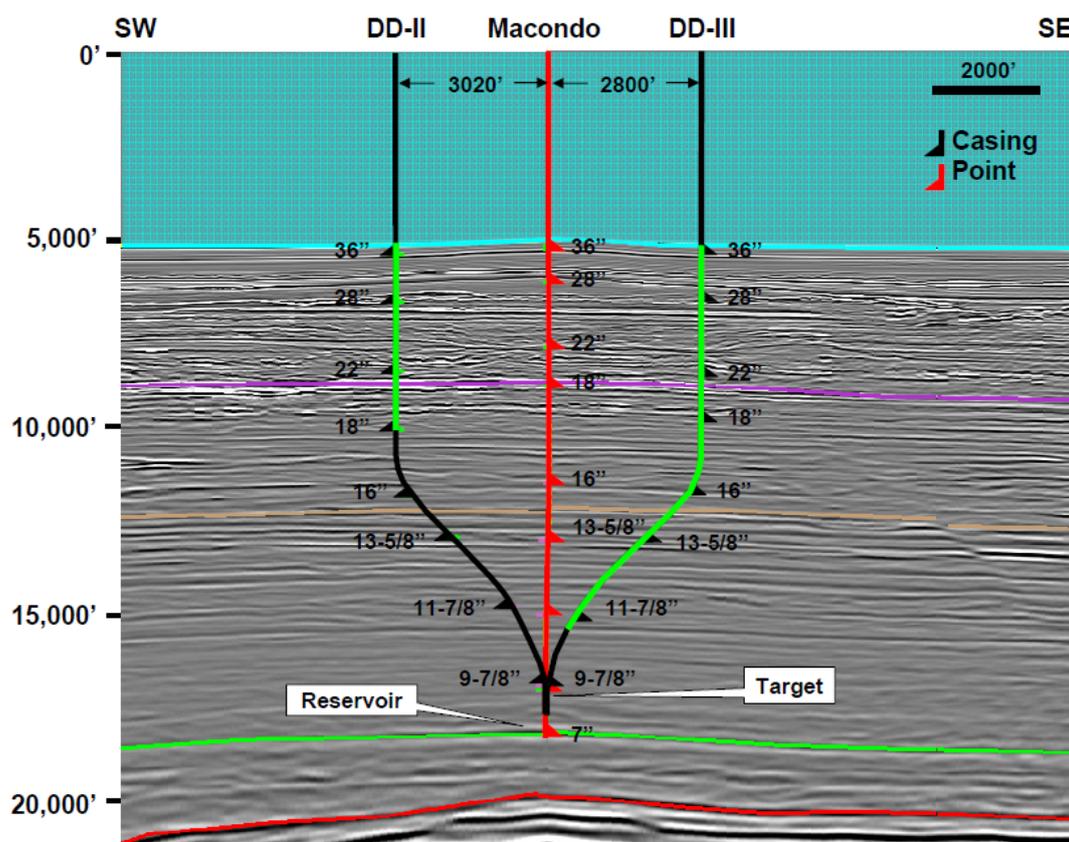
(出所) BP、Technical Briefing、2010 年 6 月 18 日

ただ、これらはいくまでも油井からの流出油を捕集する対策に過ぎず、恒久的な対策は現在掘削中の救助井の完成を待たざるを得ない。5 月 1 日に掘削を開始した最初の救助井は 6 月 28 日現在 16,546 フィートの深度に達しており、既に電気検層により Macondo 井を捕捉している。また 5 月 16 日に掘削を開始した第 2 救助井も 12,038 フィートに達している。今後、18,000 フィートまで掘削し、貯留層の直上で Macondo 井と接続、比重の重い泥水を注入して漏出を止めた後にセメントにより油井を封止する計画である (図-2)。

³ 6 月 30 日にはハリケーン Alex が発生、原油流出現場とは離れているが BP と沿岸警備隊は原油回収作業を一時中断した。7 月 1 日に海洋エネルギー管理・規制・施行局 (Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement、6 月 22 日に鉱物資源管理局 (MMS) を改称) が発表したところによると、メキシコ湾内の 634 基の生産プラットフォームのうち 69 基が、掘削作業中のリグ 51 基のうち 6 基が退避している。これによりメキシコ湾の石油生産量の 21.4% (342,224 B/D) が影響を受ける見込み。

⁴ BP は 7 月には更に Discoverer Clear Leader を投入し、処理能力を 60,000～80,000B/D に増強するとしている。

図-2 救助井の状況



(出所) BP、Technical Briefing、2010年6月28日

2. 油濁補償への対応

6月28日の時点で、油濁に関する補償請求は80,000件、うち支払いが行なわれたのは41,000件、1億2,800万ドルに達した。また、油濁補償に救助井の掘削、メキシコ湾諸州への支援金などの支出を含めた総額では26.5億ドルにのぼっている⁵。

オバマ大統領は6月14日、4度目の現地視察を行った。16日にはホワイトハウスにBP幹部を呼び、経済損失の補填や油濁の清掃作業等に伴う補償のため、第三者が管理する特別口座 (claims fund) を設けるよう、またこれを確実にするために配当を見送るよう求めた⁶。これを受けたBPは、今後3年半のうちに総額200億ドルを特別口座に送金することとし⁷、先に6月21日付で支払うとした第1四半期の配当を見送ることを決定した⁸。

⁵ 米国上院の環境・公共事業委員会 (The US Senate Environment and Public Works Committee) は6月30日、油濁補償の上限額を現行法 (Oil Pollution Act (OPA)) における75百万ドルから100億ドルに引き上げる法案 (S. 3305, The Big Oil Bailout Prevention Liability Act of 2010) について、洋上施設に限定した現行法の対象を外すという修正を加え可決した。

⁶ 米国司法省 (Department of Justice) は6月30日、今回の事故に関して補償の責にあると見られるBP、Transocean、Anadarko Petroleum、Moex USA、Halliburtonに対してFreedom of Information Actに基づく書状を送付し、政府による補償資金確保のため、企業の資産の減少につながる恐れのある組織、事業形態、財務上の決議事項については予め司法省に通知することを求めた。

⁷ 2010年第3四半期に30億ドル、第4四半期に20億ドル、以後3年間四半期ごと (計12回) に各12.5億ドルを支払う。

⁸ 2010年第2四半期、第3四半期の配当も見送り、2011年に2010年第4四半期の決算を取締役会で審議する際に配当再開の可否を決定するとしている。

BP は 2010 年の資本的支出を 10%削減し 180 億ドル程度とする計画で、2011 年には更に削減を行なう。また、上流部門を中心とした非中核事業の売却により 100 億ドルを捻出する⁹。このような対応により、2010 年のキャッシュフローとしては油濁対策への支出を除けば 300 億ドル程度が見込まれ、自力での対処は可能としている¹⁰。(表-1)

表-1 BP のキャッシュフロー (単位: 百万ドル)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010/1Q
事業活動に伴う現金収入 (ネット)	26,721	28,172	24,709	38,095	27,716	7,693
うち 継続的事业活動による収益 (税前)	31,921	34,642	31,611	34,283	25,124	9,378
減価償却	8,771	9,128	10,579	10,985	12,106	3,017
運転資本その他の移動	(13,466)	(13,557)	(15,661)	(7,845)	(7,602)	(4,159)
投資活動に伴う現金支出 (ネット)	(1,729)	(9,518)	(14,837)	(22,767)	(18,133)	(4,213)
うち 資本投資	(12,281)	(15,125)	(17,830)	(22,658)	(20,650)	(4,289)
固定資産償却益	2,803	5,963	1,749	918	1,715	108
事業償却益	8,397	291	2,518	11	966	0
金融活動に伴う現金支出	(23,303)	(19,071)	(9,035)	(10,509)	(9,551)	(4,901)
うち 株式買戻し	(11,315)	(15,151)	(7,113)	(2,567)	207	128
長期借入金 (ネット)	(2,345)	176	4,917	4,140	5,546	(2,153)
短期借入金	(1,457)	3,873	1,494	(1,315)	(4,405)	(247)
配当	(8,186)	(7,969)	(8,333)	(10,767)	(10,899)	(2,629)
為替差損益	(88)	47	135	(184)	110	(77)
キャッシュフロー増減	1,601	(370)	972	4,635	142	(1,498)
期初現金	1,359	2,960	2,590	3,562	8,197	8,339
期末現金	2,960	2,590	3,562	8,197	8,339	6,841

(出所) BP、Annual Report 2009、Group results First quarter 2010 より作成

6月18日、パートナーである Anadarko (参加比率 25%) の Jim Hackett CEO は今回の事故は BP による無謀な決定の結果であるとし BP を強く非難した¹¹。同社は、共同操業協定 (joint operating agreement) における例外規定として、オペレーターの「重大な過失 (grossly negligent)」あるいは「意図的な違法行為 (willful misconduct)」により発生したコスト、損失に対してはパートナーの応分の負担は免れることを挙げ、油濁対策費の負担を拒否している¹²。

一方、BP はこれに強く反発しており、MC252 井の掘削に参加した者は全て連邦政府の鉱区権者としての権利と義務を有することから、Oil Pollution Act of 1990 に従い油濁の処理、損害に係るコストの応分の負担は免れ得ないと主張している。

3. 生産への影響

オバマ大統領による 5月30日から6ヶ月間の深海油田掘削禁止措置を受けて、6月7日 BP の Tony Hayward CEO は同社のメキシコ湾からの生産量は 2011年に計画から 5万 B/D、2015年には 7.5万 B/D 減少するとの見通しを明らかにした。同社の 2009年におけるメキ

⁹ BP、Investor briefing - 16 June 2010

¹⁰ ただ、市場では今後の補償問題の帰趨如何では BP の資金負担が更に拡大し、財務状況が悪化するとの懸念が広がっている。格付け会社である Moody の Moody's Investor Service は 6月3日に Aa1 から Aa2 に下げた BP の格付け (無担保優先債務格付、senior unsecured ratings) を 6月18日に更に A2 に引き下げた。BP の株価は 4月20日の 655.4 ペンスから 6月25日には 304.6 ペンスに下落し、時価総額では 1,000 億ドル超縮小した。

¹¹ "The mounting evidence clearly demonstrates that this tragedy was preventable and the direct result of BP's reckless decisions and actions."

¹² 同社の社員は事故を起こしたリグには 1名も乗船しておらず、操業に関する情報もマスコミによる報道で知る状況であるとしている。"We didn't have anybody on the rig. We weren't consulted on any of it. So what we are learning is what you are learning from the public data. We have no access to those root causes."

トピック 1

シコ湾からの生産量は 467,000B/D、全体の 12%を占めており、6つのプロジェクトへの投資計画が定まっていた¹³。

DOE が 6 月 8 日に発表した短期見通し (short-term energy outlook) は、メキシコ湾連邦鉦区の生産量を、2009 年の 154 万 B/D に対し 2010 年は前回 (2010 年 5 月) から 11 万 B/D 減の 169 万 B/D、2011 年は 21 万 B/D 減の 155 万 B/D とした。全米の原油生産量は、2009 年の 531.8 万 B/D に対し、2010 年が 539.2 万 B/D、2011 年は 537.6 万 B/D が見込まれている。

一方、禁止措置の影響を受けた小規模油田サービス会社の Hornbeck Offshore Services は、政府の措置は「恣意的で気まぐれ (arbitrary and capricious)」であるとして、措置の差し止めを求める訴訟を起こした。米ルイジアナ州ニューオリンズの連邦地方裁判所は 6 月 22 日、禁止措置の及ぼす経済的な影響を矮小化しているとしてオバマ政権の取った禁止措置を覆す判断を下した¹⁴。これを受けて内務省 (U.S. Department of the Interior) の Ken Salazar 内務長官は、既に油層の圧力、リスクが判明している油井と試掘中の油井に分けて、新たな禁止措置の検討を行なう考えを明らかにした¹⁵。

独立系石油会社の Apache Corporation は 6 月 22 日、Rowan Companies 社から 6 万ドル/日、7 月末までの契約でチャーターしていたジャッキアップリグ Rowan Cecil Provine について、政府の掘削禁止により作業の継続が不可能になったとして force majeure (不可抗力) による契約の停止を宣言した。また、Chevron も 6 月 23 日、Hercules Offshore 社よりチャーターしていたジャッキアップリグ Hercules 120 について force majeure を宣言した¹⁶。この他に Anadarko (Transocean、Noble、Diamond Energy からリグをチャーター) や Statoil (A.P. Moller-Maersk からリグをチャーター) などが force majeure を打ち出しており、禁止措置による影響はさまざまな方面に及んでいる。

4. 事故原因の追究

政府による事故の原因究明は米下院エネルギー・商業委員会 (The House Energy and Commerce Committee) の監督・調査小委員会 (Subcommittee on Oversight and Investigations) を中心に行なわれている。監督・調査小委員会は 6 月 14 日、BP の Tony Hayward CEO に書簡を送り、6 月 17 日に行う公聴会に際し、5つの項目について説明を行なうよう求めた¹⁷。書簡は、BP が行ったこれら 5つの決定に共通するのは油井の安全とコストとがトレードオフの関係になっているという点であると指摘している。

- (1) ガスの流出を妨げる部分が少ない坑井設計を採用したこと
- (2) セメンチングの際にガスの流路が形成されぬよう、十分な数のセントライザー

¹³ Atlantis、Tubular Bells、Mars B、Galapagos、Na Kika、Horn Mountain の 6 プロジェクト

¹⁴ Martin Feldman 判事は「1つの掘削リグが事故を起こしたことに基づいて、水深 500 フィート以深で新たに掘削されている油井のすべてに差し迫った危険が存在すると推定しているようなもので根拠がない」とした。"The blanket moratorium, with no parameters, seems to assume that because one rig failed and although no one yet fully knows why, all companies and rigs drilling new wells over 500 feet also universally present an imminent danger," Feldman said.

¹⁵ 6 月 25 日、政府は第 5 巡回区連邦控訴裁判所 (5th Circuit Court of Appeals) に連邦地方裁判所の判断の差し止めを求めて控訴を行った。

¹⁶ Hercules 社は Chevron に損害の賠償を求めており、協議が決裂した場合には訴訟も辞さないとしている。また、Anadarko と Discoverer Spirit の契約を行っていた Transocean も、force majeure の宣言は天災など回避不能の事象による場合に限られるとして宣言の受入を拒否する構えを示している。

¹⁷ 書簡は、エネルギー・商業委員会の Henry Waxman 委員長 (民主党、カリフォルニア州) ならびに監督・調査小委員会の Bart Stupak 委員長 (民主党、ミシガン州) の連名となっている。

トピック 1

(centralizer) を使用することを怠ったこと

(3) セメントとプロダクション・ケーシングの膠着状態を評価し、セメンチングの結果を確認するセメントボンド検層 (Cement Bond Log) を実施しなかったこと

(4) ガスが含まれている可能性のある掘削泥水 (mud) の循環を怠ったこと

(5) 坑井のシールが下部からの圧力を受ける前に坑口の封止スリーブ (lockdown sleeve) を設置することを怠ったこと。

書簡は、「暴噴が起きた時点で Macondo の掘削は予定から大幅に遅れていた。このことが油井の仕上げに向けてさまざまな工程を短縮する圧力となったように見受けられる。」として以下のような背景を述べている¹⁸。

「Macondo 構造は、2009 年 10 月 7 日に BP がチャーターした “Transocean Marianas” により掘削作業が開始されたが、同年 11 月 9 日にリグがハリケーン Ida により損傷したことから作業を中断していた。“Deepwater Horizon” は、2010 年 2 月 6 日に掘削を開始した。リグのコストは 1 日あたりほぼ 50 万ドル¹⁹、さらに他のコントラクターの費用も加わった。BP は掘削期間 51 日、96 百万ドルを目標とし、3 月 8 日には他の鉱区で新規の掘削にかかれることを期待していた。現実には、4 月 20 日の時点で次の掘削からは 43 日の遅れが発生し、リース料だけで 21 百万ドルの負担となっていた。」

これに対し、公聴会に出席した BP の Tony Hayward CEO は、現在も調査を継続中であるとして言明を避け、結果的に議員から厳しい非難を受けることになった。

なお、事故の際に BOP が作動しなかった点については、同じく米下院エネルギー・商業委員会の下に設置されたエネルギー・環境小委員会 (Energy and Environment Subcommittee) が今後の法制化に向けて実施するヒアリングの中で原因の追求が行われている²⁰。BOP の作動不良により油・ガスの漏洩が止められなかった点には大きな責任があるものの、事故への関わりとしては副次的と見ているものと思われる。

BOP 作動不良の原因については、BP、BOP 所有会社の Transocean、BOP 製造会社の Cameron International の各社で状況の説明が異なっている²¹。また、Transocean の Deepwater Expedition が、インド・リライアンス社との契約によりインド東岸沖 Krishna Godavari Basin の水深 1,653m の地点で KGV-D3-W1 井を掘削中、5 月 26 日に 2,608m の深度まで掘削した段階で BOP の作動不良を起こし作業を中断している²²。この海域では、Transocean の Discoverer Seven Seas も同様に BOP にトラブルを起こしており、BP の事

¹⁸ 「BP の掘削技術者は Macondo を “悪夢のような油井 (nightmare well)” と呼んでいた。掘削に際してさまざまな困難に遭遇したにも関わらず、BP は経済的な理由から油井の破壊的な失敗につながる複数の決定を下したように見える。いくつかの例では事業者のガイドラインを逸脱しており、BP 内部あるいは契約会社の警告にも関わらずこのような決定が下されている。BP はコスト削減と時間の節約のためにより危険な方式を繰り返し選択し、増加する危険性を抑えることには殆ど努力を払わなかったように思われる。」との見解が示されている。

¹⁹ レートは 2008 年 3 月の 458,000 ドルから 2010 年 9 月の 517,000 ドルの範囲で契約されている。

²⁰ Waxman, Markey, Stupak, H.R. 5626, “Blowout Prevention Act of 2010”。法案ではリスクの高い油井の掘削を許可する際には、仮に事故が発生した場合に 15 日以内に救助井を掘削し 90 日以内に完了させる能力を資格要件として加えることや、BOP の仕様の標準化、油井の設計に対する第三者機関の承認、などの条項が織り込まれている。

²¹ Legislative Hearing on “Legislation to Respond to the BP Oil Spill and Prevent Future Oil Well Blowouts”, June 30, 2010

²² Reliance Industries (90%)、Hardy Oil (10%)、4 月 2 日に作業を開始しており目標掘削深度は 3,514m。

故における BOP 作動不良には Transocean も何らかの関わりがあると見られることから、原因の究明には更に時間を要するものと見られる²³。

5. 今後の動向

BP は現在進めている探鉱開発計画について、縮小の動きは見せていない。また、各国政府も今のところ BP を排除する考えは無いように見受けられる。例えば、BP がリビア沖の地中海で進めようとしている深海油田の掘削について、リビア国営石油会社（National Oil Corporation (NOC)）の Shokri Ghanem 総裁は 6 月 28 日、BP に対する信頼は変わらないとして事業の推進を支持する考えを明らかにしている。

ただ、各国は基本的には海洋掘削における安全の確保、環境の保護に向けて規制を強化する方向で見当を進めている。以下に主要各国の対応をまとめる。

- 中国: 中国国務院(State Council)は 6 月 24 日、傘下の安全委員会(Safety Commission)、国家エネルギー局 (National Energy Bureau)、国家海洋局 (State Oceanic Administration) に対し、海洋における石油掘削の安全確保に向けた法令の起案を急ぐよう指示した²⁴。
- イギリス: 1988 年 7 月に北海のパイパー油田で石油生産プラットフォーム Piper Alpha がガス漏れによる事故を起こし 167 名が死亡したイギリスでは、以後安全対策が強化されており、政府の自信は揺らいでいない。エネルギー大臣の Chris Huhne は、政府が年間に行うリグの安全対策、環境対策の確認検査を倍加する方針を打ち出したものの、深海開発を中断する考えは無いとしている。特に Shetland 島西部の水深 3,000 フィートの海域にはイギリスの残存資源量の 20%が未開発のまま残されており、今後の探鉱開発に期待を寄せている。
- ノルウェー: ノルウェー政府は、第 21 次の北海鉱区の入札を予定通り実施する方針である。予定の 94 鉱区のうち 12 鉱区は水深 4,900 フィート以上の深海鉱区である。政府は、落札者を決定する 2011 年の初めには、今回の事故の原因究明が終了しているとしており、この結果如何では深海鉱区の入札を撤回する含みを持たせている。
- ロシア: ロシアの Dmitry Medvedev 大統領は 6 月 7 日、政府に対し油濁防止のための環境対策、安全対策をより厳しいものとするよう法制化を指示した。同時に、今回のような事故に備えて、世界的な基金の創設を呼びかけた。ロシアは北極海や太平洋の極東地域、カスピ海などでの探鉱開発を進めており、規制の強化は喫緊の課題と見られる²⁵。

²³ Transocean は当初、油濁の損害の補償についての見解として、1851 年の法 (Limitation of Liability Law) に照らせば沈没した船舶が起こした損害における船舶所有者の補償額は、沈没時における当該船舶の価値の範囲 (Deepwater Horizon の場合は 27 百万ドル) に限られるとしていた。これに対し、米国司法省は 6 月 1 日、同社に対し 1990 年の油濁法 (Oil Pollution Act of 1990、OPA) が優先することを通達し、同社の見解は法外である (simply unconscionable) とした。6 月 24 日には下院の司法委員会 (The House of Representatives Judiciary Committee) が 1851 年の法を撤廃することを決議している。なお、油濁法の関連法としては、掘削に際して環境影響評価を求める Outer Continental Shelf Lands Act of 1953 (OCSLA)がある。

²⁴ 第 11 期全国人民代表大会常務委員会第 15 回会議 (15th session of the Standing Committee of the 11th National People's Congress) は 6 月 28 日、中国陸上における石油・ガスパイプラインの安全確保に関する 61 条から成る法律を承認、10 月 1 日に施行されることになった。同時に、国務院に海洋のパイプライン等諸施設の安全確保に係る法律の詳細を定める権限を付与した。

²⁵ ロシア Lukoil 社長の Vagit Alekperov は 6 月 28 日、モスクワを訪れた BP の Tony Hayward CEO と会談し、BP が事故に対しどのような対応を行っているのかという点について情報を開示するよう求めた。

- カナダ：NEB（国家エネルギー委員会、National Energy Board）はBPの事故を教訓に規制を強化し、夏期の掘削可能な期間内に追加で救助井が掘削出来るよう準備を整えること（same season relief well concept）を義務付ける計画である。掘削作業の期間が夏期の50日程度しかなく掘削には3年を要するボーフォート海（Beaufort Sea）では、実質的に作業が不可能になるとして石油会社は反対しているが、連邦政府はNEBに対しBPの事故原因が究明されるまで認可を保留するよう求めている。NEBはグリーンランドに専門家を派遣し、イギリスに本社を置くCairn Energyが氷山の散在するDavis海峡で2本の坑井を掘削する際の状況を監視している。Davis海峡はグリーンランドとカナダ・Nunavut準州のBaffin島との間に位置することからカナダにとっても関心が高い。グリーンランドはノルウェーの海洋開発に関する法制度に倣っており、Cairn Energyは試掘井に近接した地点から救助井の掘削を同時に開始した²⁶。
連邦政府はBPの事故により海洋での掘削計画の推進に懸念を表明しているが、Newfoundland・Labrador州政府はChevronが5月12日に開始したOrphan BasinのLona 0-55構造の掘削を中止させる意向を示していない²⁷。Orphan Basinは州都St. John'sの北東430kmに位置し、水深は2,600mとカナダの掘削史上最も深い所での掘削となる。Chevronは緊急時に備えて2隻の掘削船を契約している。
- ブラジル：ブラジルの環境保護はIBAMA（ブラジル環境・再生可能天然資源院、Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis）が所管しており、石油の採掘に関してはANP（ブラジル国家石油庁、National Petroleum Agency）も関与している。ブラジルでは2001年3月にPetrobras所有の半潜水型石油生産プラットフォームP36が水深1,360mのCampos Basin Roncador油田で操業中に爆発事故を起こし沈没しており、以後安全の確保のための規制が強化された。このため、Petrobrasは更に規制を強化しようとする動きには反対している²⁸。ブラジルは、特にサブソルトの開発が発展に大きく寄与するものと期待されている。このことから、政府としても規制の強化に向けた見直しには躊躇が見られる²⁹。
- フィリピン：政府は深海域での探鉱開発を有望視はしているもの、2006年8月にGuimaras島沖で240万トンの原油を積載したタンカーM/T Solar Iが沈没し深刻な海洋汚染を引き起こして以来、法的規制には熱心に取り組んでいる。環境法では油濁汚染を引き起こした者が全額自費で浄化対策を行うことを定めており、汚染リスクの高いプロジェクトには基金の積み立てが義務付けられている。BPの事故を契機に、政府は更にBOPの標準規格の制定や、油井のケーシング、セメンチングの計画に対する独

Lukoilの今後の探鉱開発活動の参考にするためと見られる。BPは1997年にLukoilと共同で設立したLukArcoの権益を2009年12月に16億ドルでLukoilに売却しており、LukArcoはカザフスタンでTengiz油田を開発しているTengizchevroilコンソーシアムに参加している。

²⁶ Cairn Energyは7月1日、グリーンランドDisko島沖175kmのSigguk Blockで2本の掘削を開始した。水深は300~500mで、掘削深度4,200m（掘削日数55日）、3,250m（同38日）が予定されている。参加比率はCairn Energy（77.5%、オペレーター）、Nunaoil（12.5%）、Petronas International（10%）

²⁷ Chevron Canadaが50%（オペレーター）他にShell Canada Energy（20%）、ExxonMobil Canada Ltd.（15%）、Imperial Oil Resources Ventures Limited.（15%）が参加している。

²⁸ Petrobrasが深海のサブソルトで油・ガスの発見を報じた最近の例では、リオデジャネイロの沖130kmの水深6,417フィート（1,956m）にあるCampos Basin Leste 鉱区で掘削深度14,882フィート（4,536m）を掘削した6-ABL-57D-RJS井がある。オペレーターはPetrobras（90%）、他にRepsol（10%）。

²⁹ 6月23日に承認されたPetrobrasの5カ年計画では、5年間の総投資額2,240億ドルのうち330億ドルがサブソルトの開発に向けられている。

トピック 1

立機関による検査確認、海底 BOP に対する遠隔操作作業船 (ROV) の義務付けなどを定める計画である。

- イタリア：環境省 (Ministry of the Environment) の Stafania Prestigiacomo 大臣は 6 月 30 日、海岸線から 5 マイル以内、特定の地域では 12 マイル以内の掘削作業を禁止する措置を発表した。Mediterranean Oil & Gas (MOG) がアドリア海の水深 66 フィートの地点で Ombrina Mare 油田の開発を進めているが、計画の変更が必要と見られる。また、イオニア海での開発を計画している Northern Petroleum やアドリア海で Elsa 油田の評価井掘削を進めている Petroceltic も探鉱計画を見直す考えである。

以上のように、主要各国は事故原因究明の推移を見守っており、いずれも規制の強化に向けて検討を開始してはいるものの、現在のところ米国のように深海油田の掘削活動を差し止めるまでの動きは見られない。ただ、石油開発企業は、米国の深海油田開発が停止され先行きが不透明な中で、将来同様の事故を起こした場合に巨額の負担を迫られる恐れがあるという点に懸念を深めており、積極的にフロンティア領域に進出することにはためらいが見られるようになった。

各国政府の規制強化の帰趨も不安材料であり、IEA が 6 月 23 日に発表した “Medium-term oil and gas markets 2010” は、メキシコ湾で計画中の全プロジェクトが 1 年～2 年遅延した場合、2015 年の生産量は当初の見込みから 10 万～30 万 B/D 減少するとしている。また、ナイジェリア、アンゴラ、ブラジルなどの各国が規制を強化した場合、更に 55 万 B/D の生産減となり、世界的には 85 万 B/D の減少を予想している。探鉱開発活動の鈍化が石油需給のタイト化、価格の上昇につながる懸念される。

以上

トピック 1

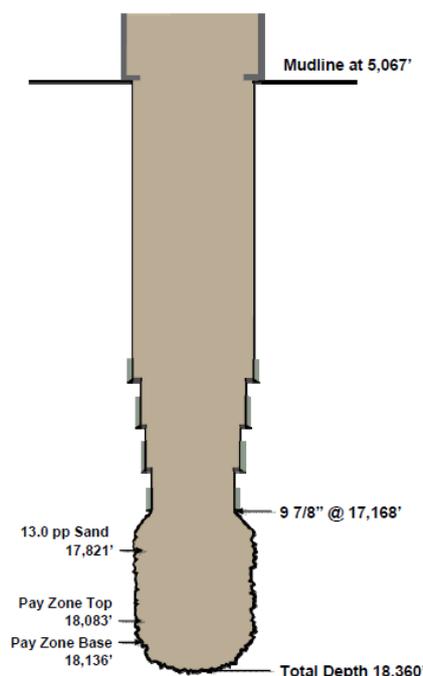
(参考) 米下院エネルギー・商業委員会、監督・調査小委員会が指摘した 5 つの決定

以下、小委員会が 6 月 14 日、BP の Tony Hayward CEO に送った書簡で説明されている内容に基づき、BP が下した 5 つの決定がどのような意味を有するのか見て行くことにする。

(1) 坑井の設計

4 月 9 日、BP は油井の最後の部分の掘削を完了した。坑底は水面下 18,360 フィート³⁰に位置し、その前に設置されたインターメディアイト・ケーシング (intermediate casing) の最下端から 1,192 フィート下にあった。問題は、この 1,192 フィートの油・ガスの貯留層の部分をどのようにして生産井に仕上げるかにあった。(図-3)

図-3 仕上げ前の坑井の状況³¹



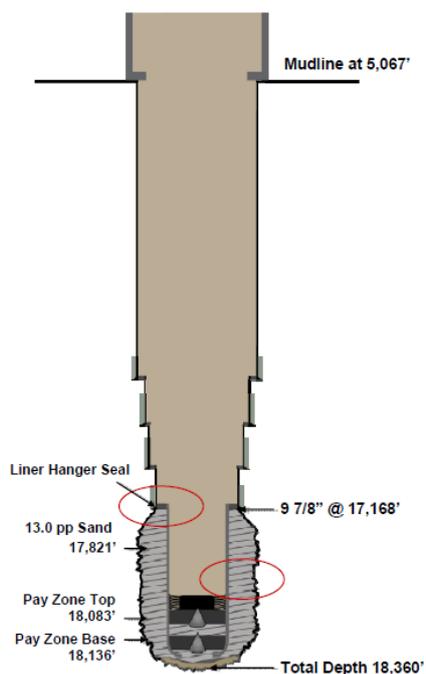
(出所) Halliburton, Energy and Commerce Committee Staff Briefing, 2010/06/03

BP には 2 つの選択肢があった。一つは、既に付設したインターメディアイト・ケーシング最下部のライナーハンガーにライナー (liner) を吊るし (図-4)、ライナーハンガーの上から坑口までを同径のライナー管 (tieback) で接続するライナー/タイバック方式である (図-5)。ライナー/タイバック方式は時間がかかり、費用がかさむが、アニュラス (annulus、ライナーとケーシングとの間の環状の空間部分) からガスが流出するのを(1) 坑底のセメント (2) ライナーをケーシングに吊るすライナーハンガーシール (3) タイバックを固定するセメント(4) 坑口のシール、の 4 箇所ですべて防止するという点で優れている。

³⁰ 1 フィート=30.48cm

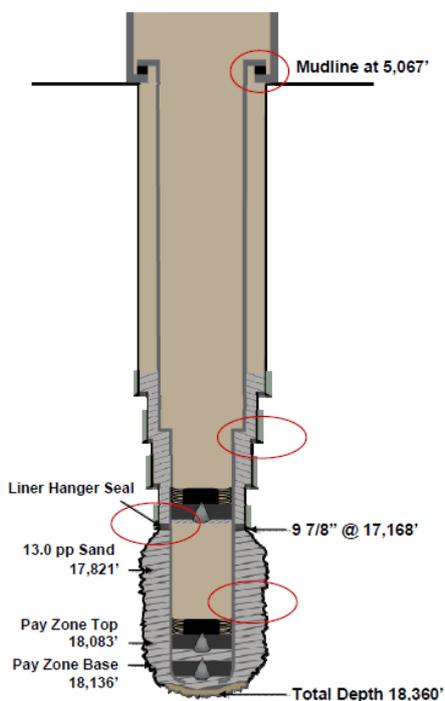
³¹ 9 7/8 インチのライナーが 17,168 フィートの位置にセットされ、18,360 フィートまでの掘削が行なわれた。泥水の圧力 14.0ppg (ポンド/ガロン) に対し砂層は 13.0ppg、油・ガスの貯留層は 12.6ppg であり、泥水の圧力が貯留層からの油・ガスの流出を抑えている。坑底の温度は 210F (100℃)

図-4 ライナーの設置³²



(出所) Halliburton, Energy and Commerce Committee Staff Briefing, 2010/06/03

図-5 ライナー/タイバック方式



(出所) Halliburton, Energy and Commerce Committee Staff Briefing, 2010/06/03

もう 1 つは採油管として坑口から坑底まで 1 本のプロダクション・ケーシング (casing) を入れる方法 (full string casing) で、BP が最終的に採用した方法である。(図-6)。

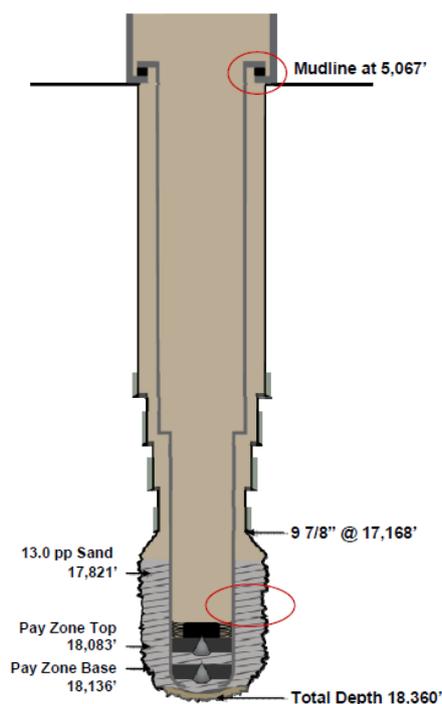
³² ライナーを吊り下げるライナーハンガーシールとライナーと坑壁の間を埋めるセメントの 2 つがガスの流出を阻止する

トピック 1

ただ、4月中旬にBPが計画を再検討した際には、1本のプロダクション・ケーシングではセメンチングが失敗した場合に坑口までガスの流出路が形成される恐れがあり、これを防ぐ機能を有するのは坑口のシールだけになるとして、この方式は推奨できないとされていた。これには、以下の点も挙げられていた³³。

- ・ シミュレーションによると、セメンチングは亀裂 (formation breakdown) が発生して失敗する可能性が高い
- ・ この方式では炭化水素の賦存部分の上端 (pay zone top) から 500 フィート以上をセメンチングするという MMS の基準を満たせない
- ・ セメンチングの確認のための検層が必要となり、再セメンチングにより補修する必要がある可能性がある

図-6 フル・ストリング・ケーシング方式

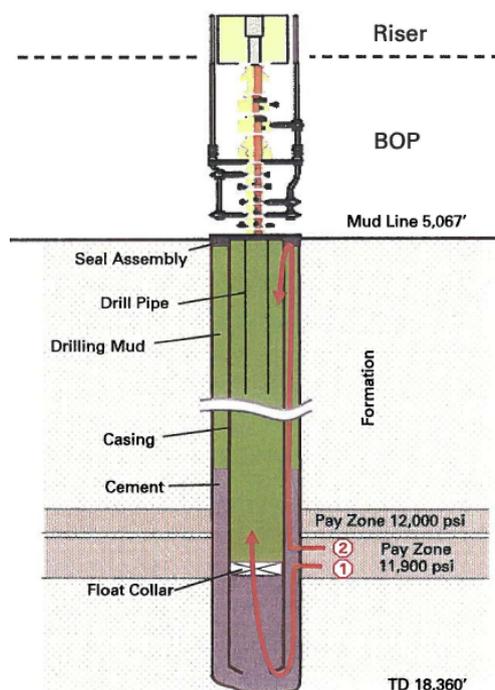


(出所) Halliburton, Energy and Commerce Committee Staff Briefing, 2010/06/03

この計画を覆す形で、BPは暴噴の1日前の4月19日、油井の最後の部材である坑口9 7/8インチ(1インチ=2.54cm)(坑底部分の径は7インチ)のケーシングチューブを設置した。BPの事故後の初期段階の調査においても油層のセメンチングが失敗したことが指摘されており、油・ガスは①ケーシングチューブ内のフロートカラーあるいは②坑口のシール部分から漏洩しているものと見られていた(図-7)。

³³ 委員会は、BPがこの決定に反し、またHalliburton社から警告を受けたにも関わらず、明らかに700万~1,000万ドルの追加費用と時間(少なくとも3日)がかかるとの理由から、より危険性の高いケーシングの方式を採用したと指摘している。

図-7 油・ガスの漏洩箇所



(出所) BP, Deepwater Horizon Interim Incident Investigation, 2010/05/24

(2) セントライザー

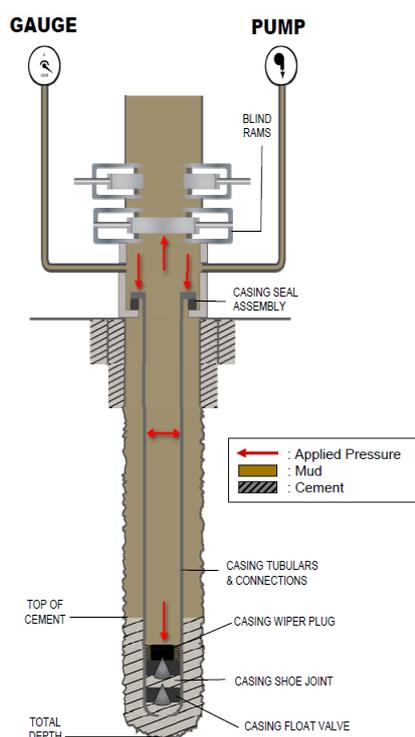
ケーシングを設置する際に重要なのは、このケーシングを油井の中央部に位置するように設置するという点である。米国石油協会 (American Petroleum Institute) の指針によると、中央部にケーシングが位置していない場合には狭い側のアニュラスにある泥水をセメントと効果的に置換することが難しく、セメンチングが失敗する可能性がある。BP にセメンチングを委託された Halliburton (ハリバートン社) は、フル・ストリング・ケーシング設置の際に 21 個のセントライザーを使用することを推奨、BP が 4 月 15 日に Halliburton に伝えた方針として 6 個で済ました場合には重大なガス流出が起こる可能性を指摘していた。BP は Halliburton の警告を否定し、油井が垂直井なのでパイプは自重で中央に納まるとの判断を示した。決定に携わった BP 担当者の 4 月 16 日付のメールには、追加のセントライザーの設置には 10 時間を要することが記されていた。

(3) セメントボンド検層

セメントボンド検層はセメントがケーシングと坑壁との間に確実に充填されているかを音響測定機器により検査するもので、ガスが流出するような流路が検知された場合には、ケーシングに穴を開け、セメントを再度注入する作業が行なわれる。

上述のように、BP が 4 月中旬に計画を見直した際のシミュレーションの結果では、セメンチングが失敗する可能性が指摘されていた。また、Halliburton が重大なガス流出の危険性を指摘していたにもかかわらず、セメントのシール性を評価するために 9~12 時間かけて行なうセメントボンド検層を実施しなかった。

図-8 ケーシングの加圧テスト



(出所) Halliburton, Energy and Commerce Committee Staff Briefing, 2010/06/03

MMS の規定では、セメンチングが不十分な可能性がある場合には、(1) ケーシングの圧力テスト (図-8) (2) 坑井の温度分布の調査 (3) セメントボンド検層 (Cement Bond Log) (4) これらの方法の組み合わせ によりセメンチングの状況を確認することが定められている。BP は検査会社の Schlumberger 社にセメントボンド検層を要請し 4 月 18 日に作業員を迎えたが、その後 BP は 128,000 ドルかかるセメントボンド検層を不要とし、4 月 20 日の朝に作業員はリグを後にした³⁴。ケーシングの加圧テストは 4 月 20 日に行われ、特に異常な結果は得られなかった。

(4) 泥水の完全循環

Macondo のような探掘井の場合、油井は掘削中、重質の泥水で満たされている。API はケーシングの設置やセメンチング開始の際には、泥水を坑底から坑口まで完全に循環する作業 (bottoms up) の実施を推奨している。これによってリグ上で泥水を試験し、坑内へのガスの流入の有無を確認することが出来る。泥水中のガスや坑底の掘削屑を除去できれば泥水の状態を整え、セメンチングの際に泥水がセメントに混入するといった状況も回避できる。また、泥水がゲル状になって強度が高まった状態を和らげ、粘度を下げることによって流動性を増すことが出来る。この作業には少なくともアニュラス容積の 1.5 倍あるいは 1 つのケーシングの容量分のいずれか多い方の量の泥水を循環させる必要があるが、Macondo の場合には、この作業には 12 時間を必要とした。BP の 4 月 15 日時点の作業計画では、Halliburton の推奨により少なくとも 1 つのケーシング容量とドリルパイプの容量分の泥水循環が求められていた。BP はこの安全策を省略し、セメンチングの前にわずか 261

³⁴ Schlumberger が小委員会に提出した資料 (6 月 14 日) によるとキャンセル料は 10,165 ドル

バレルの泥水の循環を行なっただけであった。

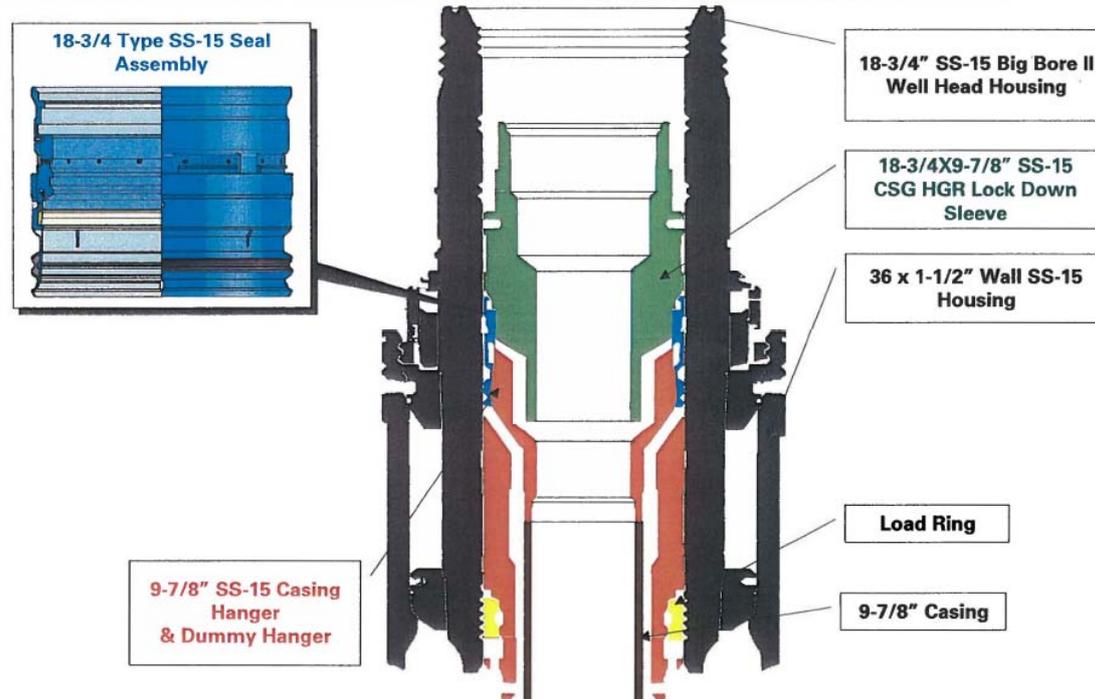
(5) ロックダウン・スリーブ

BP は 1 本 (9 7/8 インチ) のケーシング方式を採用したことから、この油井においてケーシングの周囲から上方に流出するガスを封止する部分は、坑底のセメントの部分と海底にある坑口のシールの 2 箇所に限られることになった。セントラライザーの数が不十分であることから、セメンチングは失敗する危険性が増したにもかかわらず、BP はセメンチングの評価も行なわなかった。この結果、炭化水素の流入を防ぐ機能としては坑口のシールのみとなった。

油井にケーシングをセットしセメントで固定する際に、ケーシングは重力で支えられている。しかし、ある種の圧力が存在するとケーシングは坑口まで浮き上がり、炭化水素が坑口のシールを破ってライザーパイプを通じ地表へと達する可能性がある。これを防ぐためにケーシングのハンガーにはロックダウン・スリーブ (casing hanger lockdown sleeve) が設置される。しかし、BP はシールが下方から吹き飛ばされるのを防ぐためのロックダウン・スリーブを未だ設置していなかった。2010 年 6 月 8 日、Transocean は委員会における説明の中で、リグ上の爆発の一因としてロックダウン・スリーブの欠如を挙げている³⁵。

(図-9)

図-9 ロックダウン・スリーブ



(出所) BP, Deepwater Horizon Interim Incident Investigation, 2010/05/24

BP の作業計画には、ロックダウン・スリーブの設置に関して 2 つのオプションが示され

³⁵ Transocean, Deepwater Horizon Incident, Investigation Update-Interim Report, June 8, 2010 には “Were Operator procedures appropriate?” として “No bottoms up circulation prior to landing of 7” casing hanger ” ならびに “Operator did not run lock down sleeve prior to negative test or displacement” の 2 点が記述されている。

トピック 1

ていた。坑底のセメンチングの成功を前提に、BP は MMS に対し 4 月 15 日の時点で当初の認可よりも深い深度（8,367～8,067 フィート）に坑口封止のためのセメント・プラグを設置する許可を求めていた。もし許可が出れば、BP はロックダウン・スリーブをセットする前にライザー内の泥水を海水で置換し、セメント・プラグを置く計画であった。もう一つの計画は、仮にセメント・プラグの深度に関して MMS の許可が出なかった場合には、先にロックダウン・スリーブを 5,800 フィートの位置に設置し、次いでより浅い深度にセメント・プラグを置くものであった。いずれも MMS の許可を待っている状況にあり、事故が起きた 4 月 20 日の時点では、ロックダウン・スリーブは未だ設置されていなかった。

(完)

お問合せ：report@tky.ieej.or.jp