報 告

イントロダクション「HS & E って何だ?—UK 北海の事例」*

三 家 茂**

(Received September 6, 1999; accepted September 22, 1999)

Introduction to health, safety and environment management-case
study of offshore safety management in the United Kingdom

Shigeru Mitsuya

Abstract: Health, safety and environment (HS&E) management is increasingly recognized as an essential element of oil company's capabilities in implementing its oilfield activities.

In the oil industry, costs from losses in terms of human life, financial values and harm to the environment are potentially very large.

The oil companies are, therefore, aware that enhanced HS&E management is not only desirable, but beneficial to the efficient running of their business.

Radical changes in safety legislation of oil-producing countries are also key drivers that make the oil company focus on describing philosophy and practical application of safety for oil exploration and production.

Each regulation requires the oil company to submit its HS&E documents ensuring the installation will be operated safely, for acceptance by the regulatory authority.

With such documents the company must demonstrate its policies, state and achieve targets in respect of HS&E, and establish procedures for continuous review and periodic audit of its HS&E management system.

Without the formally accepted HS&E documents, the company will not be allowed not only to operate in the region, to be insurance covered, but to be granted the license concession by the government.

Under the background as above, it is of urgent necessity for oil companies of Japan to establish their own HS&E plan/manual which fully conforms to the global standard of the HS&E.

Key words: HS&E, QRA, safety case, offshore safety management, FSA, performance standard

1. はじめに

石油ガスの探鉱開発に係る要件のひとつとして health, safety and environment (HS&E) マネジメン

トが挙げられることは衆目の一致するところである。しかし、その言葉としての知名度に比べ HS&E 活動の具体的内容についての我々の認識度はいまだ十分とは言えない。

ここでは、HS&E マネジメントに関し先進的役割を果たしてきた英領北海での事例を取り上げ、HS&E の目標とするところ、そのために何が必要とされるか、どのように目標を達成しようとするのかについて解説を試みる。すべては英国 BP 社の HS&E 目標である次のステートメントに言い尽くされていることではあるけれども。

・ no accident

* 平成11年 5 月 26 日、平成11年度石油技術協会春季講演会作井部門シンポジウム「Health, Safety and Environment (HS & E)」にて講演 This paper was presented at the 1999 JAPT Drilling Technology Symposium entitled "Health, Safety and Environment", held in Makuhari, Chiba, Japan May 26, 1999.

** 石油資源開発株式会社作井部 Drilling Department, Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.

- ・ no harm to people
- ・ no damage to the environment

2. HS & E 研究の背景

過去15年にわたって、英国は海洋の石油天然ガス開発産業を取り締まるための革新的とも言える仕組みを作ってきた。そのアプローチを最もよく裏書するのが（英国においてその規則に従うことを求められる）多くの企業が創造し、世界中で適用している企業としてのポリシー、手段である。

英国の規制システム開発の背景には多種多様な理由があるが、以下に主なものを列記する。

- 1) 北海の厳しい自然環境と、それに立ち向かうエンジニアリングの挑戦；
- 2) 北海での探鉱開発のための適切な施設開発に要するべく大な投資；
- 3) 国家経済に対するこれら投資と利益の規模；
- 4) パイパーアルファでの大災害に例証されるように、人命、環境、資産に対する潜在的損害の規模；
- 5) 革新的なことで有名な業界内の雇用市場における質の高さと経験の豊富さ；
- 6) 大型のエンジニアリングプロジェクトで新技術が適用される場合には、規定的な規則では限界があることが十分理解されていること。

英国政府は海洋のオペレータとコントラクタに自身の活動を正当化するように求める一連の法案を可決してきた。セーフティ関連の法律（the Safety Case Regulations：1992年発布）はいく種類かの Safety Case（セーフティケース）作成にかかわる要求を明記して、法体系の中心にある。

セーフティケースは事実上、自分自身の活動を管理する自らが記した自主規制である。英国 Health and Safety Executive (HSE, 安全衛生行政部) との対話にはこの自主規制が必須であり、そこに記述されたシステムと活動を検証するために議論が注がれる。

health と environment マネジメントをセーフティマネジメントと融合するビジネス上の、そして、倫理的なうむを言わせぬ動機がある。

- 1) それが、意思決定のための均衡した全体論的なベースを提供する。利害の対立がある場合には、それに基づいてかわりあうすべての問題について論理的考察が可能になる；
 - 2) 以下の要求が高まる情勢の中、規制側の要求を効率的に満足させられる；
- ・ 証拠書類提出と記録保持のシステム
 - ・ 公式の、きわめて明快なオーディット（検査）と改善

のためのプログラム

- ・ より高度で困難な達成基準（例えば、排出基準）

- 3) HS & E の統合により操業コストの削減が理想的なかたちで行われ、同時にパフォーマンス（できれば）が改善される；
- 4) HS & E パフォーマンス改善への要求と、ひっきりなしに修正を加えること（系統的な欠陥が原因である場合でも、その場しのぎの対策を施し続けること）は止めるべきとの圧力がある；
- 5) 統合することで同一の問題について繰り返し対処する傾向が減少し、より少ないステップにてマネジメントシステムが確立され、ダブルワーキングが無くなる。

2.1 英国の安全関連法律の変遷

北海の油田開発は1960年代半ばに始まった。固定式プラットフォームの安全管理は Lloyds Register, DNV, ABS, BV らの船級協会による検査、認定により行われていた。

1988年7月6日夜、パイパーアルファプラットフォームで爆発事故があり167名の人命が失われた。カレン卿を委員長とする査問会がこの災害の原因究明、および、再発防止のための検討を始めた。この検討結果は英国の安全関連法律ばかりでなく、石油の探鉱開発での安全に関する理念と実際の運用に深遠な影響を及ぼした（パイパーアルファ事故は英国セクター北海の海洋油田開発に広く quantitative risk analysis (QRA) 適用を促した）。

2.2 カレンレポート

カレンレポートは1990年11月に発表され、106項目にわたる勧告を行い、行政側と産業界双方による方策、処置に関する包括的なガイドラインを提示した。英国政府はこれら勧告を全面的に受け入れ、この結果英国の法律が大きく変革された。カレンレポートは3つの大きな要素から構成された。

- 1) 1991年4月より法律上の権限を一本化し、すべてを英国 Health & Safety Executive (HSE) の Offshore Safety Division (OSD) に委ねる。1992年3月、the Offshore Safety Act が発効となり、これが以降の法律改正の基盤となる。
- 2) 1993年発効の新法律の導入により、英国海域の操業会社および海洋構造物（固定式、移動式を問わず）の所有者はセーフティケースを策定し HSE の認可を受けることが求められる。
- 3) セーフティケース制度の土台を補強するための補足的改正プログラムを発動する。目指すところは、これまでの規定的な海洋関連法律に替わって目標を

設定した規制 (goal-setting regulations) を施行する。

カレンレポートはゴールセッティングアプローチについて具体的な説明を行った。これは、それまで一般的であった規定的な制度 (ミニマムスタンダードのチェックリストとして活用されてきたが、結果的に関連法律の改善と刷新を邪魔してきた制度) から大きく踏み出したものであった。

ゴールセッティングはオペレータに対して目標とするセーフティの哲理、道理を要求する。オペレータはこれら哲理に基づいて以下の要求をつきつけられた。

- ・セーフティポリシーを詳細に説明する；
- ・セーフティターゲットを明言・達成する；
- ・セーフティマネジメントシステムを絶えず検討吟味し、かつ定期的に検査する手順を確立する。

2.3 セーフティケース

これら新制度の基本理念がセーフティケース (英国の石油探鉱開発事業に参画するために欠くことのできない文書) である。セーフティケースに収められた情報は、対象の海洋構造物が安全に操業されることを保証できるものでなければならない。そして、操業開始前に HSE の承認を得なければならない。

セーフティケースによって、以下の項目に関する (セーフティマネジメントシステムに関する) 詳細な説明が行われる。

- 1) マネジメントシステムが適切かつ十分であり、関連法律に準拠している；
- 2) セーフティマネジメントシステムを定期的に検査する体制が整えられている；
- 3) 重大災害を引き起こす可能性のあるハザードがあらかじめ認識されている；
- 4) それらハザードを取り除く、あるいは制御する方策が採られている；
- 5) 重大災害についてのリスクが分析され、それらリスクを軽減するための理にかなった正当な対策が採られている (ALARP クライテリア)；
- 6) 海洋構造物の乗組員全員の退船、避難、救助を完遂するための十分な対応策が施されている。

HSE はオペレータに対して計画中のもの、現存するもの、固定式、および移動式を問わずすべての海洋構造物のセーフティケースを作成するように命じた。このセーフティケースは海洋油ガス田開発の段階ごとに次の5つに区分されている。

- 1) デザインセーフティケース：固定式構造物について、その概念設計、建設、コミショニングを網羅する。

- 2) オペレーショナルセーフティケース：固定式構造物について、その詳細設計とオペレーションを扱う。

- 3) アバンダンメントセーフティケース：固定式構造物について、そのディコミショニング方法を取り扱う。施工の半年前に提出する。

- 4) モバイルインストールションセーフティケース：英国海域に MODU や船舶が進入する3ヶ月前に提出する。

- 5) コンバインドオペレーションセーフティケース：複数の海洋構造物を使ってジョイントオペレーションを行う場合が対象となる。それぞれの構造物単独でのセーフティケースを見直し、ジョイントオペレーションに伴う変更点を扱う。

セーフティケースは進化する文書であるよう意図されている。操業活動やハザードの変移、海上構造物の基礎構造や搭載施設、機器への改造、あるいは作業手順の変更などを反映するように更新、改訂されなければならない。

英国でのセーフティケース規制は1993年5月に発効となり、同年の11月末までに英国海域のすべての既存海洋構造物についてのセーフティケースを OSD へ提出することが求められた。その後2年半の移行期間を経て、これらのセーフティケースは OSD により綿密に検査され、また操業会社によりセーフティケースの改訂と海洋構造物の安全操業に必要な改修作業が行われた。

3. HS & E のスコープオブワーク

特定プロジェクトのための HS & E ポリシーは図1に示されるように作業の創始時期に決定されなければならない。それには (そのプロジェクトにふさわしいそれらスタンダードを確立するなかで) 企業のスタンダードを大いに利用することになる。包括的なカンパニーガイダンス (会社としての手本) がなければプロジェクト特定のスタンダードとか目標が作成される。いったん目標が定められたなら、プロジェクトを既定のスタンダードに導くようにさまざまなスタディ作業が計画される。

3.1 HS & E プログラム

HS & E プログラムとは、それによって HS & E にかかわることが (開発にかかわる他の活動すべてと並列に) 管理される仕組みである。HS & E プログラムには実施されるべき一連のスタディが詳細に記述されるが、それらによってプロジェクトに適用される機構、体制と設備、および使用機材が下記 HS & E 目標を高い基準で満足させることが確実となる。

- 1) health：労働における安全な作業方法と仕組み、

図1 開発ライフサイクルにおける HS & E ポリシーとプランニングの役割

すべての作業現場での設備、機器の安全運転、組織上の流れをスムーズにすることの振興、生産性の増進、品質保証、そして、社会、行政の期待を裏切らないこと。

- 2) safety: 傷害、危害を防ぎ、作業区域でのハザードとリスクを取り除くべく施される準備、手はず。
- 3) environment: 環境への排出を最小限にとどめ、原材料の有効利用と資源の再利用を通して廃棄物の削減を図ること。

これら主目的に加え、全従業員に対して HS & E に関する自覚を高めようとする組織文化の成就が最高級マネジメントレベルにて支持、鼓吹され、ラインマネジメント（各部門の活動について意思決定を行う責任者）にて実行されなければならない。

どのように上記目標を達成するか、戦略を用いて、いかにしてプロジェクトにかかわる会社、組織それぞれの意思統一を図るかが HS & E プログラムのなかで明確にされる。

HS & E プログラムの目指すところは意思決定の過程に（ハザード管理のための合理的で実行可能な手段とともに）risk-based input（リスクが定量化され、ある判断の尺度として使えるかたちになっているもの）を取り入れることである。ハザードの除去を最優先課題として（もちろんハザードを完全に根絶することはできないが）

inherent safety（生まれつきの安全性）的アプローチが採用されなければならない。取り除ききれないハザードは工学的システムによって管理されなければならない。HS & E プログラムは採用されるであろうシステムを鑑定し、それらシステムの高度の目標を確認する。

HS & E プログラムの詳細計画立案には、まずプロジェクトのライフサイクル（最初から最後までまでの全過程）を各フェーズごとに区分する。次に、それぞれ特定の活動に関連するハザードを確認し、適切なハザードマネジメントの目標を決める。続いて、ハザードマネジメントプランをプロジェクト遂行プランに重ね、HS & E プランを作成する（図2）。

4. HS & E マネジメントプログラム

HS & E マネジメントプログラムは次の4つの要素から構成される（図3）。

- 1) HS & E フィロソフィー（哲理、道理）
- 2) HS & E ポリシー（方針）
- 3) HS & E プランニング（計画）
- 4) セーフティケースの作成、提出

4.1 プロジェクトの HS & E フィロソフィー

HS & E フィロソフィーとは、絶え間のない進歩、改善（continuous improvement）をその基本としている。この HS & E フィロソフィーの中心にある構想が定量的

図2 ハザードマネジメントとプロジェクト遂行プランの統合

リスク分析 (quantified risk analysis : QRA) と3階層の枠組み (the three-tier framework) である。この枠組みによって、リスクは ALARP (as low as reasonably practicable : リスクを軽減するための理にかなった正当な対策が採られているの意) であることを具体的に説明することが可能となる。以下に HS&E フィロソフィーの中核となる2つの基本的定義を記す：

- 1) hazard : The potential to cause harm or adverse effects, inherent in the materials handled, or the activities associated with the installation, or in the environmental conditions. The effects on target populations of people, plant assets or the environment could occur if the loss of control over the materials, activities or their interaction with the environment resulted.
- 2) risk : The likelihood of a specified undesirable event occurring within a specified period or under specified circumstances.

4.1.1 QRA (定量的リスク分析)

セーフティケースを産み出すための重要なツールが QRA である。QRA では特定のハザードが (予想される発生頻度と人や施設、設備の安全性を脅かす度合いに

HS&E Management Program

図3 HS & E マネジメントプログラムのビルディングブロックス

ついて) 潜在的に内包するリスクをさまざまな技法を用いて算定する。この技法は原子力産業や製油所、化学プラントなどで先進的に実施されていた。すべてのセーフティケースにおいて QRA を適用したリスク分析評価を行うことが義務づけられている。図4に QRA のフローダイアグラムを示す。

1) ハザードアイデンティフィケーションテクニック
海洋石油開発の安全に関する問題はシステムの設計、操業内容、信頼性に深くかかわっている。順調なプラント操業ができるかどうかは機器にかかわるハザード、および、建設、コミッショニング、操業、改造、ディコミッショニング、撤去の各段階での作業内容に由来するハザードによって決まる。これらハザードをすべて洗いだし確認することが重要となる。これがハザードアイデンティフィケーションである。ハザードアイデンティフィケーションテクニックとして以下の手法が挙げられる。

- ・HAZOP(hazard and operability)
- ・HAZID(hazard identification)
- ・checklists
- ・FMEA (failure modes and effects analysis)

例えば、生産操業を行うプラットフォームでは以下の重大事故につながるハザードが検討の対象となる。

- ・blowouts
- ・riser and pipeline release

図4 QRA プロセスのフローダイアグラム

- process leaks
- shipping collisions
- structural failures
- dropped objects and impacts
- helicopter accidents
- occupational accidents

2) 発生頻度の分析 (frequency analysis)

アクシデント、インシデント発生の確率を決定するための方法論である。アクシデント、インシデント発生の確率を検討するにはそれに至るさまざまな原因を確認する必要がある。この確認作業を体系的に進めるに当たり次の手法が用いられる。

- failure database に基づく経験的データを利用
- fault-tree analysis
- failure mode and effects analysis (FMEA)

評価作業は火災や爆発に至る可能性のあるできごと(暴噴、ライザー、パイプラインの損傷、生産施設からのリークなど)から始められ、続いて機械的な故障、転倒、スリップなどによる災害 (occupational risks), ヘリコプター事故が分析される。

分析の基本となるデータソースとして代表的なものを以下に挙げる。これらは北海でのリスク分析で広く利用されている。

- World offshore accident databank (WOAD)
- Offshore reliability data (OREDA)
- DNV blowout database

- AME pipeline/riser data
- E&P forum hydrocarbon leak data
- JP Kenny collision data
- DNV technica passing vessel collision data
- Noble Denton jack-up accident data
- UK CAA helicopter accident data
- SINTEF BOP/SCSSV reliability data

3) 結末についての分析 (consequence analysis)

アクシデントやインシデントがもたらす結末の大きさ、重大さを予測する過程である。科学技術を総動員して評価モデルを構築し、それを駆使して評価作業を行う。きわめて専門的かつ複雑な工学的アプローチである。いずれのモデルを使うにしてもコンピュータの助けを借りなければならない。多数のソフトウェアパッケージが市販されている。これらは炭化水素にかかわる事象 (hydrocarbon events) の分析ツールと、それ以外の事象 (non-hydrocarbon events) の分析ツールに区別される。

(1) 炭化水素にかかわる事象

- gas dispersion
- jet fires
- pool fires
- flash fires
- compartment fires
- explosions
- smoke modeling
- ignition modeling

(2) 炭化水素以外の事象

- structural overload
- seismic related failure
- ship collision
- helicopter accidents
- dropped objects and impacts
- occupational accidents

4) リスク分析 (risk assessment)

ここまで行ってきた頻度分析と結末分析の結果を組み合わせるリスクレベルを計算、評価する過程である。この段階の計算の大部分がスプレッドシートモデルを使用してコンピュータにより自動的に行われる。実際には以下のリスク尺度についてリスクレベルが計算される。

- temporary refuge impairment frequency (TRIF)
- temporary refuge (TR) が煙、酸欠、高温、有害物質、支持構造の破損等さらされて損傷を受ける頻度、確率を表す。TR とは海洋構造物で働く人員が一時的に保護される緊急避難所であり、緊急事態を収拾し安全に退避するための時間と手段を与える役割を果たす。法律

が定めるところの、TR が損傷を受ける頻度の許容値は 1.0×10^{-3} /年/構造物である。

・ individual risk per annum (IRPA)

海洋構造物の乗船者個人を対象とした年間の事故死亡率にかかわる統計的尺度。掘削手、生産クルー、ケータリングクルー、ビジターなど職掌ごとに IRPA 値が計算される。

IRPA = 事故発生頻度 × その場所である

個人が死亡する確率 × その場所に留まっている確率

・ potential loss of life (PLL)

十分検証された過去のデータと QRA の結末モデルを基本として、海洋油ガス田開発の全ライフサイクル期間に発生するであろう死亡者数を表す統計的な尺度。

PLL = Σ 事故発生率(f)

× その事故による推定死亡者数(N)

4.1.2 QRA を用いた risk based decision making

海洋油ガス田の探鉱開発活動におけるリスクレベルが定量化された後、それらが容認できるかどうかについて判定を下す過程である。

1) 3 階層の枠組み (the three tier framework)

ここで導入される重要な概念が 3 階層の枠組みである。この 3 つの階層とは、

- ・ intolerable: 最もリスクの高い範疇であり、いかなる状況下であろうとそのリスクレベルが許容されない領域。
- ・ tolerable: そのリスクを軽減するための合理的に実行可能な手筈が採られているかぎり許容できる領域。リスクの程度とそのリスク回避、軽減に必要なコストを天秤にかける幅広いスライディングスケール。これがリスクに関する概念である ALARP (as low as reasonably practicable) を産み出した。英国ではすべてのリスクをこの ALARP 段階まで下げることが法律により義務づけられている。さまざまな状況下で何をもって reasonable (道理の通った、相応な) とするかをめぐって法廷で多くの議論がたたかわれてきている。
- ・ acceptable: リスクが最下限の領域で、リスクは無視できる程度に十分少なく特別な規定、準備が不要である。例えば航空機が海洋構造物に墜落するような状況が該当する。

図 5 に ALARP 概念とリスクレベルを図示する。

2) 許容の上限 (upper limit of tolerability)

この概念は既述の individual risk per annum (IRPA) と temporary refuge impairment frequency (TRIF) に対して適用される。

- ・ 英国 HSE が規定する IRPA の許容上限値は 1×10^{-3} /

図 5 ALARP コンセプトとリスククライテリア

年である。これは、1 年の稼働期間中に 1,000 人について 1 人が事故で死亡する確率であることを意味する。

3) 許容の下限 (lower limit of tolerability)

- ・ この値は通常 1×10^{-6} /年；
- ・ BP Exploration (BPX) はこの値を 1×10^{-5} /年に設定している；
- ・ 海洋石油開発作業に携わる場合にはどの部門で働くにしてもリスクレベルがこの値以下になることはない。例え、ケータリングクルーであってもその IRPA は BPX が設定した値の 10 倍近いものとなる。

4.2 HS & E ポリシー

HS & E にかかわるすべての活動はまず HS & E ポリシーを定義することから出発する。HS & E ポリシーはプロジェクトのセーフティマネジメントシステムを取り込んで、プロジェクトに求められる標準を呈示する。HS & E ポリシーはプロジェクトにおいて試掘から開発、生産、廃山までのすべての段階をカバーし、プロジェクトの進行にかかわらず不変である。

4.2.1 HS & E プロテクションポリシー

HS & E ポリシーはその根幹に以下の声明を伴っている。

- ・ HS & E はプロジェクトにとって最も重要である；
 - ・ HS & E は企業の主要目的のひとつであり他と同等に重要である；
 - ・ HS & E は企業活動にかかわる全員の責任である。
- これらの方針に従うことは全体としての効率を改善

し、企業活動を成功させ、各人の職務になくなくてはならない部分を形成するにきわめて重要である。

HS & E ポリシーによって以下の実施が具体的に説明される。

- 1) 作業区域においてすべての危害の防止と健康を害する因子の除去。開発作業に直接、間接的に携わる従業員、コントラクター、その他すべての人員への危害を回避するようにオペレーションを遂行すること；
- 2) 衛生的で安全な作業環境の提供。あらゆる仕事場での職業上の衛生、安全、環境保護にかかわる高い標準を確立、維持し、絶え間ない改善への努力をすること；
- 3) 有害な排出・廃水の削減追及と可能な限りの有害物質の除去；
- 4) 関連するすべての法規に準拠すること；
- 5) HS & E マネジメントを基本的なビジネスプロセス（業務手順）に組み入れること。

4.2.2 戦略、目標、ターゲット

プロジェクトは以下の手段によって安全作業を目指すなければならない。

- ・各開発段階を通してプロジェクトマネジメントチーム内のセーフティへの責任に焦点をあてる；
- ・法律の求めに対応するために HS & E 活動を計画し、判定し、再検討し、検査する；
- ・リスクを最小限にする。

1) health & safety にかかわる目標

プロジェクトにおける主要なセーフティ目標は以下のようになる：

- ・施設が最大限の安全性を内在するように設計される；
- ・オペレータの HS & E 目標を満たし、リスクレベルを ALARP まで引き下げる措置がとられていることを具体的に説明する；
- ・海洋構造物の TR（一時避難施設）の損傷頻度が目標水準内であることを具体的に説明する。

2) environment にかかわる目標

一方、環境面での精励すべき（理に適った範囲で実行可能な）目標は次のようにまとめられる：

- ・排出・排気を最小限に抑える；
- ・油の海洋への放出をゼロとする；
- ・オイルベースマッドの海洋への放出をゼロとする；
- ・エネルギー効率を最適化する（再生利用、熱交換などによって）
- ・廃山後の環境に及ぼすフットプリント（足跡）を最小限化する。

環境アセスメントプログラムが実施され、海洋構造物

が環境に与えるであろう影響を検討し、既存のそして将来の法規制に準じているか、また、オペレータの環境ポリシーと志望に応えたものかを判断する。

ある特定施設を設計するときには、front end engineering design (FEED：基本設計の実施と EPC 仕様の準備) 段階で予備的環境アセスメント：EA) が実施され、以下の確認を行う：

- ・そのロケーションにおける環境面での影響の受けやすさ；
- ・建設、コミッショニング、操業期間中に予測される環境に及ぼす影響；
- ・環境面でのパフォーマンスを許容レベルにするために必要な設計変更についての勧告；
- ・プロジェクトに影響を与える主要な環境関連法律と満たすべき要求。

さらに詳細な環境アセスメントがプロジェクトが操業に向かう各主要段階で実施される。これは予備 EA での勧告が詳細設計に統合されるところまでを評価分析し、依然として設計に内在するリスクを確認する。

4.2.3 セーフティマネジメントシステム

プロジェクトの HS & E 標準の設計と実行を組織、計画、制御、監視するために必要なセーフティマネジメントシステム (SMS) は HS & E ポリシーとプランニングの重要な要素である。セーフティマネジメントシステムとは、会社の管理、運営システムのなかの HS & E に関係するすべての管理システムが組み合わされたものであり、エマージェンシーレスポンス（緊急時対応策）を包含する。

SMS は海洋石油開発の概念設計段階から、操業を経て退役、撤去に至る全期間のニーズを満足させるものでなくてはならない。これは会社としての正式文書であり、自己を規制するものであり、常に実状を正確に反映するように改定、進化することが求められる。SMS は会社と規制する側の要求を満たすために、HS & E で卓越した業績を維持できるように、その適用性を維持する生きたシステムである (図 6)。

SMS は次の項目についての基本的考えを述べている。

1) 企業のセーフティ目標；

- ・事故なし
- ・危害なし
- ・環境破壊なし
- 2) 上記目標達成のための準備、手はず；
- 3) セーフティとエマージェンシーレスポンスが備えられるべきパフォーマンススタンダード（できればにかかわる標準）；
- 4) スタンダードに合致しているかを監視、検査する

図6 セーフティマネジメントシステムの構成要素

手段；

4.3 フィールド開発のための HS & E プラン

HS & E ポリシーを実践するための仕組みとして構築されるのが HS & E プランである。HS & E プランは、プロジェクトのセーフティとトレーニングポリシーを完全に定義し、セーフティケースの編纂に必要な情報を生み出す一連のスタディを開始させる。

HS & E プランは、いかにして HS & E ポリシーの主要目的を達成できるか、いかにして HS & E ポリシーのもとにプロジェクト参加各社それぞれのセーフティマネジメントシステムプログラムを統合するかを説明する。

HS & E プランの構築は、施設がオペレータの HS & E 実行上の目標を満足させ、HS & E にかかわるリスクレベルを ALARP まで引き下げるべく設計されることを保証するために行われる。そして、セーフティケースの編纂に必要な情報 (formal safety assessment と environmental assessment) が HS & E プランにて詳述される。これらのスタディは時宜を得た形で行われるべきであり、プロジェクトの進捗を反映するように定期的に更新されなければならない。

HS & E プランの構成は次のようになる。

- 1) policy
 - 2) objectives
 - 3) the environmental goals
 - 4) management arrangements
- organization
 - 5) risk control systems
 - standards and guidance
 - yearly safety plan

- action monitoring system
- review of performance
- 6) project audits
- 7) workplace precautions
- health (environmental) hazards
 - ① medical
 - ② first aid
 - ③ training (permit work system)
- safety (major) hazards
 - ① FSA plan
 - 8) performance standards
 - 9) contractual considerations

4.3.1 HS & E 目標

例えば、プロジェクトの初期（設計）段階での主目標は次のとおり：

- 1) 海洋構造物が最大限の安全性を内在するように設計すること；
- 2) 人員へのリスクを ALARP レベルまで引き下げるべく適切なリスク軽減対策が施されていることを具体的に説明すること。

この情報はデザインセーフティケースにて使用される。これらの目標はフィールド開発のライフサイクル各段階に対応して変化する。

4.3.2 マネジメントアレンジメント (management arrangements)

HS & E プランのこの部分は、どの個人が HS & E ポリシーに記述された役割（例えば、asset owner, project manager, HS & E engineer, project consultant 等）に選任されるかを詳述する。

4.3.3 リスクコントロールシステム

このシステムが組織内でのリソース（人的、物的資源）と情報の流れをコントロールする。これによって仕事場での危害、災害に対する用心 (workplace precautions) が十分に、かつ、良好に維持される。既述のセーフティマネジメントシステムがそれぞれのコントロールシステムについて適用される。以下にその要素を概説する：

- 1) 規定、手本 (standards and guidance)

英国大陸棚での開発に際して適用、準拠されるべき法令、規約、規定、指導、手本が示される。

- 2) 年間セーフティ計画 (yearly safety plan)

プロジェクト段階ですべてのアクシデントを削減するために、また、lost time incidents を極限までなくすために十分なシステムが配置されることを確実にする。この年間セーフティプランにロストタイムインシデントの削減目標が明記される。

3) 行動監視システム (action monitoring system)

HS & E にかかわる問題点についての行動監視システム,あるいは, hazard register (ハザードの登録手順)が通常確立される(ある特定のプロジェクト段階に生じる HS & E 関連行動のすべての公式記録を提供するために)。

マネジメントが満足するかたちで登録された行動のすべてが解決されてはじめて,その特定段階の HS & E 活動が完了したことになる。The Register Chronicles (登録簿の年代記)は組織内,組織外でのレビュー,検討,オーディットを経て作成された勧告,忠告を取り入れながら編纂されていく。The Register (登録簿)は英国 HSE のような政府機関の発する質問,問題点を列記し, HS & E 文書調べの主な助けとして,すべての勧告,あるいは,ユニークな問題に対する疑問を記録し,その後の対応,行動,結果に関する正式な論及を加える。

4) パフォーマンスの再吟味 (review of performance)

プロジェクトの HS & E 問題点は毎週のプロジェクトマネジャーミーティングにて議論される。毎月の HS & E プロジェクトミーティングは特定の行動ポイントとプロジェクトにかかわる主要なことについて検討する。定期のジョイントマネジメントセーフティミーティングはインストール・プロジェクト・マネジメント,操業クルー,操業現場のマネジメントを巻き込んで開催される。

5) プロジェクトオーディット (project audit)

ある形式を持ったテクニカルセーフティオーディットプロセス(専門的セーフティ検査手順)がすべての新しい海洋開発プロジェクトにて一般的に用いられるようになった。検査手順は,概念設計から,詳細設計,建設,コミッショニング,その後までの多くの個別段階にて実施される。例えば,デザインオーディットには必ず以下の項目が含まれる。

- ・デザインフリーズ(設計を固める段階)での詳細な HAZOP
- ・technical safety review
- ・layout reviews both for installation facilities and subsea equipment
- ・operability
- ・pre-start-up
- ・construction review (weight management review を含む)
- ・commissioning process
- ・environmental management audits

4.3.4 仕事場の用心/警戒 (workplace precautions)

それらから保護されるべきハザードには health haz-

ards と safety hazards の2つの形態がある。どちらの場合とも最初のステップはハザードの確認 (HAZID) から開始される。この手法で確認されたハザードは environmental (health) hazards, または major (safety) hazards となる。これらには異なった対応策が必要となる。

1) ヘルスハザード (health hazards)

・医療 (medical)

すべての人員に対し医学的対処法が整えられていなければならない。プラットフォームや建設用ベッセル上で働くすべてのプロジェクト人員には,所定の医療水準が整えられなければならない。

・応急手当 (first Aid)

・職業上の健康と衛生 (occupational health hygiene)

プロジェクトとそれに参加するすべての人員とサブコントラクターは所定のガイドラインを順守しなければならない。

・訓練 (training)

すべての人員に対する訓練プログラムが確立され, safe working system と emergency and fire prevention procedures が適切な機能を発揮する。

現場のマネジャーは permit to work (PTW) システムの実行にかかわる全体的責任を負い,プロジェクトにかかわるすべての人員,サブコントラクターにより行われる作業は PTW システムに完全に準拠して実施される。プロジェクトにかかわるすべての人員は既存のエマージェンシー手順に従うことを周知徹底させられる。

・PTW システム

これは,英国においてすべてのノンルーティン(日常的には実施されない作業)あるいは,安全面で重要な作業活動を管理,調整するために,法律にて規定された正式の手順である。PTW とは潜在的危険が伴う作業を行う人間に対して書面に認めた指示と許可を与える手段である。次の条件が揃っていないければそのような作業には着手できない。

- ① その実施が許可されている,つまり, PTW certificate あるいは, job card にてカバーされている。
- ② 作業のタイミングが前もって計画され,(故障修理の場合を除いて) activity plan に含まれている。
- ③ 作業の開始が許可されている。

2) 重大ハザード (safety (major) hazards)

FSA (formal safety assessment) アプローチを使うことによってプロジェクトの目標と哲理の実現を目指すことになる。FSA プロセスとは, HS & E リスクの分析,評価と,それらリスクが ALARP まで減じられているとの具体的説明であると定義できる。

・ formal safety assessment (FSA) スタディ

FSA スタディの目的は、海洋の構造物や施設が人員、環境、作業、装置に対して低いリスクレベルにあることを実証することであり、結果としてセーフティケース作成に必要な情報を生み出す。いかなる場合でもセーフティの度合いは後から制御、管理するのではなく、生来内在している、もともと備わっているものでなければならない。一般に、FSA スタディは以下のプロジェクト5段階を通して必要に応じ実施される。

- ① コンセプト選定
- ② FEED

- ③ 詳細エンジニアリング
- ④ 建設、組み立て、コミッショニング
- ⑤ 生産操業

施設の設計段階、あるいは、改造工事では潜在的ハザード確認のために多数のセーフティスタディが実施されなければならない。これらのスタディには以下の内容が含まれ、セーフティケース作成に有用な情報を提供する。

- ① HAZID スタディプログラムを通してのハザードの確認と重大事故のシナリオ；
- ② これらハザードを効果的に管理するために必要な

図7 詳細エンジニアリングフェーズにおけるFSAスタディのフローダイアグラム

セーフティシステムの定義とセーフティケースに含まれるべきパフォーマンススタンダード;

- ③ それぞれのイベントごとに示される発生頻度, 結末分析とリスクレベル;
- ④ 法律, および, 企業のセーフティ基準双方にてらしたデザインの評価。
- ⑤ リスクマネジメント, 人員へのリスク水準が ALARP の水準まで削減されていることの確認, あるいは, この目標に向けて必要となるさらなるリスク削減手段の確認。

いったん施設が建設され操業が始まると FSA スタディに注がれる労力は次第に小さくなる。しかし, もしセーフティケースの再提出, 重大なマテリアル (材料) の変更, また, このタイプの作業が必要な活動が増加するならば適正なスタディを要求し, 調整するために HS & E プランが適用されなければならない。図 7 に詳細エンジニアリング段階での FSA プロセスを例示する。

・ hazard management plan

ハザードマネジメントに対して統合的なアプローチが採用されていることの具体的説明を援助するために作成されるのがハザードマネジメントプランである。ハザードに関する揃えられた情報によりセーフティクリティカルエレメントがそれらのパフォーマンススタンダードに準拠してハザードを十分に防止, 制御, 緩和することが保証される。このハザードマネジメントプランがエマージェンシーレスポンスプランの策定を先導することになる。ハザードマネジメントプラン, エマージェンシーマネジメントプランは詳細エンジニアリング段階にて作成されなければならない。

4.3.5 パフォーマンススタンダード

すべての施設は一連のパフォーマンススタンダードを有している。これが HS & E マネジメントシステムの土台を支えている。このパフォーマンススタンダードの要件は PFEER と DCR なる 2 つの法律に規定されている。

- ・ PFEER (prevention for fire and explosion, and emergency response regulations) 1995年に発布された規則
- ・ DCR (design and construction regulations) 1995年に発布され, Safety Critical Elements and Written Schemes of Verification の要件を示している。

パフォーマンススタンダードとは (定性的, または, 定量的な用語で表現される海洋構造物のライフサイクルを通じての), システム, 装置の機器細目, 人員あるいは作業手順, ハザードマネジメントのための基礎として使用されるもの (例えばプランニング, 計測, コントロール, オーディット) などに要求されるパフォーマンス

図 8 コントラクター選定過程での HS & E プログラムの関り

(性能, できばえ) についての陳述である。パフォーマンススタンダードは functionality (機能性), survivability (生存可能度), reliability (信頼度), および, availability (入手可能度) に関して記述される。

4.3.6 契約にかかわる考慮事項

図 8 に, コントラクター選定と契約締結までの戦略に関する一般原則を例証する。可能なかぎりしたがうべき原則とは:

- ・ プロジェクトマネジャーがコントラクター選定に賛同し, かつ, HS&E フィロソフィーを許可する。
- ・ 入札の際に契約条件のひとつとして HS&E フィロソフィーをコントラクターに説明する。
- ・ 契約決定後すぐ, その契約にかかわる特定の問題に対応するために HS&E フィロソフィーを更新する;
- ・ 契約決定後できるだけ速やかにコントラクターと連携して HS&E プランを作成する。

既述のように, HS & E プランの作成は連続的な過程であり, この書類自身はライブドキュメント (生きているドキュメント) と位置づけられる。ある段階でプロジェクトのその部分について追加のスタディ, 評価が必ず必要となる。これらの結果を反映させることで HS & E プランは最新, 最良のものとなって完成する。

5. おわりに

今や HS & E は企業にとってそのマネジメントシステ

ムの一翼を担う、最重要要素と位置づけられている。関連のマニュアルを並べただけでも大型の書架がいっぱいになるほどの情報量であろう。したがって、この報告では英国の HS&E マネジメント仕組みについて、知る限りの項目の羅列を心がけた。それぞれの具体的内容については触れる知識もないのが正直なところである。ただ皆さまの HS&E マネジメントにかかわる議論の一助になれば幸いである。

本報告をまとめるにあたり、(財)エンジニアリング振興協会石油開発環境安全センターが1996年度から3年間にわたって実施した「海洋石油開発危機管理調査」、および石油公団技術部が1998年度に実施した技術動向調査「海洋油ガス田探鉱のための HS&E プラン、マニュアルの作成」の内容を多く流用させていただいた。貴重な調査情報の開示をご承諾いただいた関係各位に深謝の意をあらわしたい。