

石油産業의 垂直的 結合

趙 東 成

(서울大 經營大 助敎授)

洪 性 泰

(서울大 大學院 經營學科)

I. 머릿 말

1973年 石油波動이후, 全世界的인 이슈로 登場한 에너지 問題는 20世紀가 넘어가기 前에 반드시 解決해야 할 課題이다. 특히, 여태까지의 주요한 에너지源이였으며 앞으로도 當分間 계속 必須的인 에너지源이 되리라 여겨지는 石油는 全世界 經濟의 向方을 左右하는 可恐할만한 存在가 되고 있다.

예컨대 우리나라의 경우, 產油國의 조그마한 狀況의 變化, 메이저(Majors; 石油産業에 있어 獨占的 地位에 있는 世界 7大 石油會社)들의 少한 움직임, 심지어 濟州島 남쪽 第7 鑛區 試鑛 作業推移 등에 따라 石油製品의 價格 또는 供給에서부터 石油關聯業種의 株式價格에 이르기까지 심각한 影響을 미치는 것을 볼 때, 石油産業이 個個人의 生活, 企業, 더 나아가서 國家全體에 얼마나 큰 힘을 발휘하는가를 알 수 있다.

本稿에서는 이와 같이 우리의 生活와 密接한 關係를 가지고 있는 石油가 도대체 어떠한 것인가를 간략하게 說明하고, 垂直的 結合을 특징으로 하는 石油産業에 대한 包括的인 分析 및 狀況說明을 통하여 石油産業에 대한 經營學的인 側面에서의 理解를 도모하고자 한다.

II. 石油産業의 概念

石油産業이란 最廣義로 解析해서 石油 및 石油

製品을 對象製品, 素材 및 燃料로 하는 모든 産業을 일컫는다고 할 수 있다. 따라서 오늘날과 같이, 石油가 産業의 血液처럼 모든 分野에서 에너지源으로 使用되는 狀況에서는 機械化農業, 自動車, 造船, 製鐵 등 거의 모든 1次 및 2次産業과 相當한 部分의 3次産業을 包含한다고도 볼 수 있다. 그러나 이러한 最廣義의 石油産業으로서는 우리의 關心事인 石油라는 客體에 대한 具體的인 理解를 하기가 不可能하다. 따라서 本稿에서는 最狹義의 石油産業으로서 石油 및 石油製品을 對象製品으로 하는 石油探査, 生産, 輸送, 精油, 販賣 및 서어비스에 대하여 살펴보고 아울러 狹義의 石油産業으로서 石油를 素材로 하는 石油化學産業에 關係 考察하고자 한다.

III. 石油의 生成過程

石油産業을 考察하기에 앞서 石油의 性格을 올바르게 파악하고, 石油産業에 對한 理解를 높이기 爲해 石油의 生成過程을 살펴 볼 必要가 있다.

1. 生成

石油가 어떻게 生成되고 어디에 集積되는가 하는 疑問은 數世紀 동안의 研究에도 불구하고 아직 明確한 答辯을 求하지 못하고 있다.

오늘날 우리가 使用하는 石油는 人類가 나타나기 훨씬 以前에 生成된 것이라 보아지므로 그 生成過程은 추측에 의존하는 수 밖에 없다. 19

* 이 원고는 趙 東成 敎授가 1979년 9월 18일과 25일에 서울대학교 경영대학의 국제자원론 시간에서 강연한 내용을 토대로 하여 洪性泰 研究助敎가 정리한 것이다.

世紀까지만 해도 石油은 地下水처럼 땅 밑을 흘러다니는 物質이라든지, 또는 石油가 地球의 自轉을 圓滑히 하도록 地軸에 발라져 있는 윤활유라는 說도 있었으나 오늘날에는 有機體說(organic material theory)이 가장 支配的이다. 即 石油은 박테리아作用에 依해 炭化水素로 變換 有機體(주로 海草, 珪藻植物, 有機蟲 등 單細胞의 下等生物) 殘骸의 化學的 變化物로부터 生成된 것이라는 理論이다. 그러나 이러한 化學作用에 依해 有機體가 모두 利用可能한 石油로 되는 것은 아니다. 적어도 有機物이 多量으로 集積될 수 있는 낮은 水域이 있어야 하며 有機體의 遺骸를 保護할 수 있는 地層이 形成되어 있어야 한다.

다음에서는 새로 生成된 石油가 石油源인 有機物로부터 石油가 貯藏될 수 있는 貯油岩으로 어떻게 移動하여 集積되는가를 살펴본다.

2. 移動 및 集積

石油의 移動過程은 一種의 濾過作用이라고도 볼 수 있다. 有機體로부터 石油가 生成되어감에 따라 有機體는 退積된 地層에 눌러 壓着이 된다. 원래 이러한 有機體에는 約 70~80%의 水分이 含有되어 있고 나머지의 大部分은 단단한 無氣體이며 極히 少量만이 炭化水素로 되어 있다. 이것이 壓着되면서 多量의 水分과 약간의 기름 및 가스로 構成된 流動物質이 多孔岩 위로 올라오게 되고 단단한 無機物質은 頁岩이나 石灰로 變하게 된다. 이때 多孔岩이 詰토로 막혀 있으면 水分은 通過되나 기름은 막혀서 通過하지 못하게 되므로, 壓着이 進行되어 大部分의 水分이 詰토로부터 빠져 나오게 되면 기름만 남고 詰토는 단단한 頁岩이나 炭酸鹽의 塊가 된다. 이와 같은 過程에 의하여 기름을 保護하는 貯油所(reservoir)가 形成되는데 貯油所는 地質學的 作用에 依해 山岳地形, 沙漠, 바다 또는 빙하로 덮히게 되고 덮개가 破損되지 않는 한 기름은 永久히 保存된다.

3. 石油生成地形

위에서 말한 貯油所는 어떠한 地形에 어떠한 形態로 位置하게 되는가를 알아 볼 必要가 있다.

地質學에 있어 貯油所를 둘러싸고 石油가 빠져 나가지 못하도록 막고 있는 境界부분을 트랩(trap)이라 한다. 一般的으로 貯油所의 上단부분은 不透水岩石層으로 되어 있으며 下段部分은 石油과 물이 境界를 이룬다. 石油나 가스는 물보다 比重이 낮기 때문에 덮개암(cap rock)에 依해 저지될 때까지 上昇하게 된다. 이와 같은 現象에 依하여 石油은 트랩에 갇히게 된다.

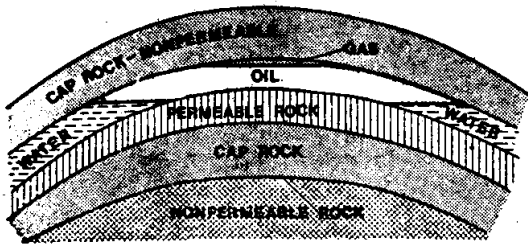
트랩의 종류는 다음과 같이 分類할 수 있다.

- 1) 構造的 트랩(Structural traps)
 - (a) 褶曲(anticlines or folds)
 - (b) 斷層 트랩(fault traps)
 - (c) 混合形 트랩(faulted folds)
- 2) 成層 트랩(Stratigraphic traps)
- 3) 構造的 成層트랩(Combined structural and stratigraphic traps)

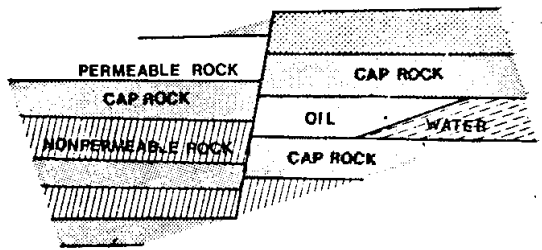
構造的 트랩이란 上層境界部分이 褶曲作用이나 斷層作用과 같은 지엽적인 地層의 變化에 의해 오목하게 된 것을 말한다. 褶曲(〈그림 1〉참조)은 스프그릇을 뒤집어 놓은 模樣이며 위로 볼록하나 반드시 폐쇄되어 있지는 않다. 그렇지만 적절히 폐쇄되어 있고 水平的으로 매우 廣大한 褶曲단이 商業的으로 충분한 量의 石油나 가스를 含有하고 있다. 全世界 大油田에서 나오는 石油中 約 80%는 이와 같은 褶曲에서 產出된 것이다. 〈그림 2〉에서 볼 수 있는 斷層트랩은 褶曲이 아니지만 構造的 트랩의 한 種類로서 地層에 있어서의 斷口를 말하는데, 이는 不透水岩石層이 多孔岩地層을 비껴 차르듯이 놓인 地形이다.

그리 흔하지 않은 트랩으로서 成層 트랩(〈그림 3〉참조)이 있다. 이런 트랩을 만드는 主要要素가 地層構造에 있어서의 어떤 커다란 變化이기 때문에 이를 成層 트랩이라 부른다. 대체로 成層 트랩은 不透水岩石層이 多孔岩地層을 들어 올린 形態이거나 多孔岩地層이 갑자기 不透水岩石層이 되어버린 地形을 이루고 있다.

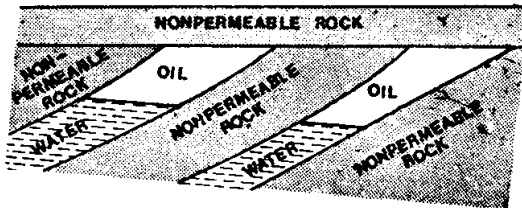
어떤 트랩은 構造的인 면이나 成層的인 면의 두가지 性格을 모두 띄고 있다. 이러한 트랩중에 〈그림 4〉와 같은 솔트·도움(salt dome)이 있다. 이는 地表面 밑에서 巨大한 量의 소금이 솟구치게 됨에 따라 생긴 地形이다. 종종 밀도 높은 소금덩어리가 既存地層을 뚫고 솟아 오르게



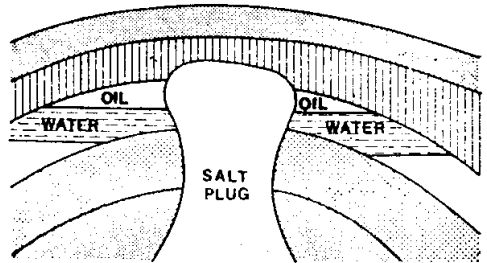
〈그림 1〉 褶曲(anticline)



〈그림 2〉 斷層트랩(fault trap)



〈그림 3〉 成層트랩(stratigraphic trap)



〈그림 4〉 構造의成層트랩(structure and stratigraphic trap)

되는데 이때 石油나 가스는 솔트·도움의 윗부분에 자리잡게 된다.

이러한 각종 트랩에 의해 形成되는 貯油所, 즉 鑛床(oil pool)들이 分散되어 石油를 產出하는 곳을 油田이라 부른다. 油田에서는 浸透不能의 地層에 의해 鑛床이 分離되어 相異한 地質學의 時代에 따라 여러 개의 鑛床이 發生한다. 그런데 이러한 鑛床들은 部分的으로 또는 完全하게 水平으로 겹칠 수도 있고 전혀 겹치지 않을 수도 있다. 油田地帶란 多數의 油田이 連續的으로 發見되는 地理的 場所를 말한다. 예를 들면 베네주엘라의 마라카이보 호수地帶, 美國의 南部地域, 페르시아灣, 리비아의 石油產出地帶 등이 있다.

IV. 石油探査

石油產業에 있어 가장 重要한 活動中의 하나는 새 油田을 찾거나 發見하는 것이다. 한때 探査技術이 발달되지 못하여 石油埋藏地域이 거의 알려지지 않았던 時代에는 石油가 極히 制限된 地域에서만 產出되는 것으로 알았었다. 그러나 이제 廣大한 探査作業과 科學的인 技術의 發展으로 地質學者들은 石油의 產出이 相對的으로 廣이해졌다고 생각한다. 1974년에 確認된 世界

石油埋藏量은 1950年の 6배이며, 현재에도 全世界에 걸쳐 꾸준히 石油源이 發見되고 있다.

探査는 어떤 一定한 地形이 商業的으로 開發할만한 炭化水素의 埋藏量을 含有하고 있는지 알아내려고 여러가지 技術을 應用하는 作業의 結合이다. 그 探査過程을 따라 探査活動을 살펴보면 다음과 같다.

1. 探査地形選定(概略探査)

우선 여태까지의 地質學的, 地球物理學的 知識을 利用하여 有望한 資源層이나 古代海洋環境, 多孔岩, 퇴적암 기타 石油資源 潛在可能性을 示唆하는 指標들을 分析·檢討한다. 이러한 豫備調查에서는 空中探索이나 赤外線寫眞, 地質圖, 高速度探査 等の 技術을 利用하며 既存油田地帶의 資料를 利用하기도 한다.

일단 地質學者들이 有望한 指標들을 나타내는 地域을 찾아 내면, 좀더 자세히 地層을 調查하게 된다. 이런 調查에는 여러가지 道具나 作業이 利用되는데 重要한 것 몇 가지를 살펴보기로 하자.

2. 地形調查 및 豫測(精密探査)

地表面 밑의 各 地層은 密度, 比重, 깊이, 構造 等に 있어 差異가 있으므로 이를 알아냄으로

써 石油埋藏可能性을 타진할 수 있다. 이에 따라 各地層의 特性을 알아내기 위한 여러가지 機構가 고안되었다.

1) 反射地震計(reflection seismometer)

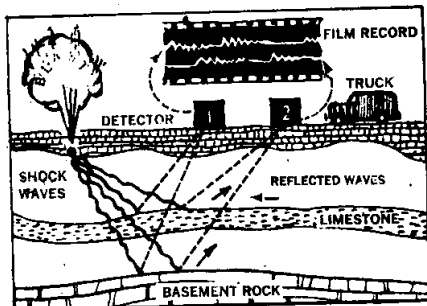
이것은 地質物理學的으로 石油豫測을 하는데 가장 有用한 道具로 알려져 있다. 地震計는 다음과 같이 作用한다(〈그림 5〉참조). 探查地域 近處에 爆藥을 爆發시키거나 무거운 物體를 떨어뜨리게 되면 衝擊波가 發生하여 地下岩石層의 構造에 따라 反射되거나 굴절된다. 후에 地表面에 돌아와서 衝擊波의 根源部近 여러 곳에 設置된 探知機에 의해 探知된다. 衝擊波의 發生부터 受信까지 걸리는 時間과 反射波의 強度는 特別한 地層의 位置와 構成을 分析하는데 利用될 수 있다. 受信機에 의해 受信된 資料는 磁氣테이프(magnetic tape)에 收錄되며 高速資料處理技術을 利用하여 分析·處理한다.

2) 比重計(gravimeter)

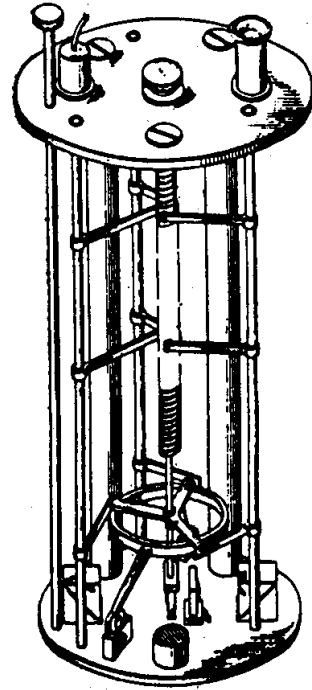
比重計(〈그림 6〉참조)는 高感度의 스프링 저울인데 相異한 地域의 重力의 強度를 측정하는 機械이다. 密度가 낮은 岩石보다 密度가 높은 岩石은 比重計에 미세하나마 相對的으로 더 많은 힘을 끼치므로 比重이 높은 岩石에 과묵한 比重이 낮은 物質을 區別해 낼 수가 있다. 一般적으로 소금을 둘러싼 바위와 소금의 密度는 큰 差異가 있기 때문에 比重計는 특히 솔트·도움을 찾는데 利用된다.

3) 磁氣計(magnetometer)

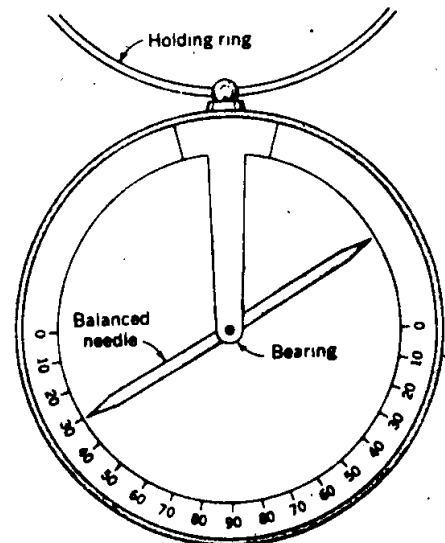
磁氣計(〈그림 7〉참조)는 根本的으로 平凡한 나침판과 같은 것인데 地球磁場의 變化를 측정한다. 암반의 깊이와 内部構造는 磁氣性質에 影響을 준다. 비퇴적암은 퇴적암보다 뚜렷한 磁性を



〈그림 5〉 反射地震計 作動의 原理



〈그림 6〉 比重計의 일개



〈그림 7〉 磁氣計의 일개

갖는 경향이 있다. 그러므로 磁氣計는 比重計와 더불어 침전물 밑에 놓인 단단하고 密度높은 비퇴적암의 外形을 調査하는데 널리 利用된다.

3. 探掘權 획득

위의 여러가지 調査끝에 展望있는 埋藏地域이 발견되면 취해야 할 다음 段階는 이 地域에서 石油가 發見될 경우에 石油를 生産할 수 있도록 法的 石油探掘權을 얻는 것이다. 이러한 權利를 獲得하는 것은 해당 地域의 個別的 狀況에 따라 달라진다. 美國의 경우 그 地域이 美國政府의 所有地域이라면 石油會社가 그 地域에 대한 石油開發權을 申請해야 하며 私的 所有地域이라면 石油會社는 探掘權을 얻어 그 地域을 임대토록 하여야 한다. 美國을 除外한 대부분의 國家에서는 통상 政府가 모든 探掘權을 所有하고 있다. 이러한 國家에서는 傳統的으로 一定期間동안 國土의 一部 또는 全部에 대한 特權을 石油會社에 提供한다. 일단 會社가 探掘權을 獲得하면 試掘井이나 探査井을 파는 實質的 作業이 시작된다.

4. 試掘決定

유망한 地域이 실제로 石油를 매장하고 있는지 確認하는 유일한 方法은 試掘이다. 즉, 전망 있는 매장지역이 실제 潛在力이 있는지의 여부를 決定하기 위하여 여러 探査井을 뚫게 된다. 어떤 것은 商業的으로 開發할만한 量의 石油를 갖고 있기도 하지만, 어떤 것은 非生産的인 것도 있다.

油井을 뚫는 것은 不確實下의 決定의 대표적 例이다. 多數의 經濟的, 地質學的, 戰略的 고려 사항중 중요한 것은 다음과 같다.

- 1) 石油를 발견할 可能性은 어느 程度인가?
- 2) 石油가 發見되는 경우, 기대되는 埋藏量은 어느 程度인가?
- 3) 探査試錐에 豫상되는 費用은 어느 정도인가?
- 4) 石油探掘에 豫상되는 費用은 어느 정도인가?

또한 探掘된 石油는 어느 정도의 收益을 올릴 것인가?

- 5) 石油는 어느 정도 빨리 探掘될 수 있는가?
1日 生産量當 費用이란 觀點에서 볼 때 油田을 개발하는 費用은 어느 정도인가?
- 6) 石油의 輸送費는 어떠한가?

여기에 덧붙여, 非計量的 要素도 고려되어야 한다.

1) 戰略的 思考라는 觀點에서 볼 때, 이 地域에서 基本資源으로서의 石油를 探掘하는 것은 意義가 있는가?

2) 이번의 石油探掘은 意思決定에 參與한 사람들의 目標 내지 目的에 합당한가?

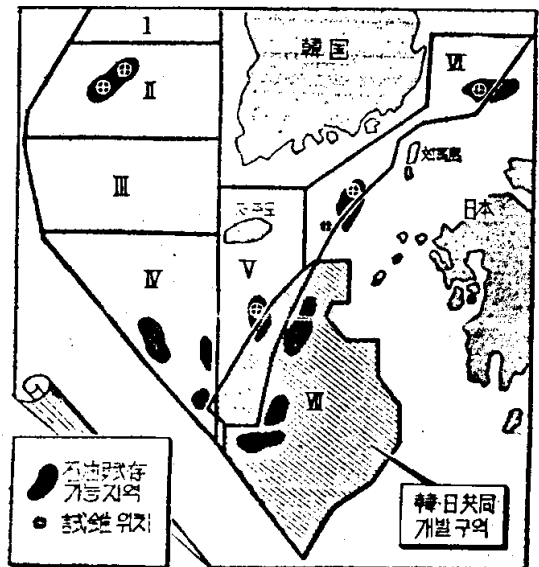
위의 條件들을 滿足시키게 되면, 그 地域에서 試掘에 의한 探査로써 石油를 확인하고 충분한 價値를 지닌 石油를 발견하게 될 때 비로서 生産을 위한 作業에 들어간다.

5. 探査事例—第7鑛區

은 國民의 觀心 속에서 現在 進行중인 第7鑛區 (<그림 8>참조)探査가 어떤 節次를 거쳐 生産에 이르게 되는가를 살펴보자.

概略探査에 의하면 第7鑛區가 外國의 主要 油田地帶에는 못미친다 하더라도 極東의 海底中에서, 적어도 韓國의 大陸棚 中에서는 가장 유망한 石油産出 可能地域이다. 즉, 南西—北東쪽으로 뻗어 있는 「타이완—신지」습곡 지형의 중앙부분이며 南西편에는 몇개의 트랩구조가 발달되어 있어 石油産出 可能性이 짙다.

海底探査에서는 앞에서 설명한 探査方法의에 音波探査라는 方法을 이용한다. 이는 探査船



<그림 8> 第7鑛區의 位置

이 일종의 聽音裝置를 끌고 가면서 에어·건(air gun)을 海底에 발사해 되돌아 온 反射音を 녹음하여 분석하는 방법이다.

探査船은 航海圖를 따라 가로·세로로 바닷속을 살살이 調査하게 되는데, 航路의 正確性을 기하기 위해 人工衛星의 도움을 받는다. 第7鑛區를 探査중인 西獨의 프로스펙타(Prospekta)호는 968톤급으로 人工衛星 航海裝置와 에어·건, 探査資料 自動處理裝置 등을 裝備하고 있다.

探査의 過程에서 油徵이 발견되면 앞에서 제시한 여러가지 考慮事項을 檢討해 보아야 하며, 海底探査의 경우에는 陸地까지의 거리, 바다의 깊이, 해상조건 등까지도 고려해야 한다. 예를 들어 해상조건중 날씨에 따라 그 試錐費用이 크게 달라지는 것을 <表 1>에서 볼 수 있다.

第7鑛區의 探査結果가 아직 나오지는 않았지만 7鑛區의 대부분은 수심이 100m 이하이므로 대략 6천만배럴 이상의 석유매장량이 確認되면 일단 經濟性이 있을 것이라고 推定할 수 있다. 經濟性이 있다고 判斷되면 試錐로써 石油를 確認하고 이에 따라 本格的인 石油生産을 시작하게 된다.

<表 1> 海底試推費用指數
(1.0=油井당 270만달러, 1974년기준)

수심(m)	날씨				
	온화 (1)	보통 (2)	나쁨 (3)	빙하 75% (4)	빙하 100% (5)
200	0.8	1.0	1.8	2.3	4.6
500	1.0	1.3	2.1	2.8	5.4
1,000	2.5	2.8	3.6	4.3	6.4
4,000	3.8	4.0	4.3	5.6	7.5

각 날씨에 해당되는 전형적인 지역

- (1) 세네갈, 가봉, 혼두라스, 지중해, 자바해, 페르시아만.
- (2) 멕시코만, 대서양, 남태평양, * 서북호주*, 동해, 황해
- (3) 북해, 비스케이만, 남호주, 알라스카만, 북대서양, 북태평양, 캐나다 서해안, 노바 스코시아**
- (4) 알라스카 브리스톨 만*, 그린란드 서부**
- (5) 북극해**, 죽지해**

*지진지역

**빙산지역

資料 4 NPC 「Ocean Petroleum Resources」, 1975. 3

V. 石油의 生産

1. 試錐作業

石油를 生産하려면 우선 石油가 있는 地層까지 파내려가야 하는데 이러한 과정을 試錐作業(drilling)이라 한다.

試錐를 하려면 많은 人員과 裝備가 동원되어야 하므로, 實際에 있어서는 先行되어야 할 몇 가지 作業이 있다. 예컨대 도로가 없는 地域이면 도로를 확보하여야 하고 수풀이 우거진 곳이면 나무를 除去해야 하며 늪지대 같은 곳에는 排水施設을 해야 한다. 그밖에 技術者들이 목을 住居施設을 한다든지 試錐設備를 움직이는데 필요한 石油탱크 가설, 機械와 技術者들이 사용할 물의 供給 등 세심하고도 복잡한 準備를 하여야 한다.

(1) 試錐技法

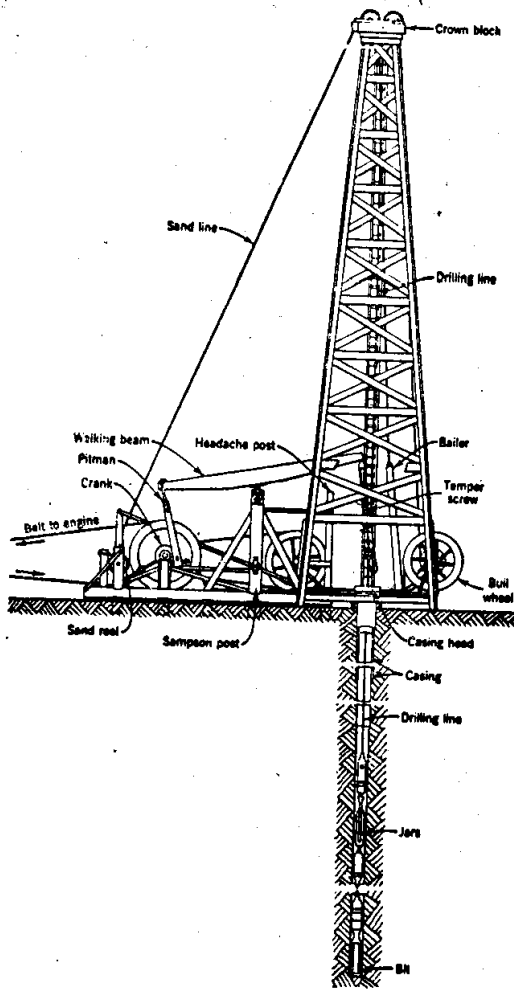
위와 같은 要素들이 準備되면 試錐設備를 가져다 設置하게 된다. 試錐에는 두가지 基本的인 方法이 적용될 수 있다. 그 하나는 케이블에 試錐鋒(bit)을 달아 地表面에 충격을 加하는 技法이고 또 하나는 20세기 초반에 開發된 回轉式試錐技法이다.

1) 케이블·툴 試錐法(cable tool drilling)

이 方法은 오래된 技法으로, 기원전 5세기경 中國에서 우물을 팠 때도 이 方法을 使用했다고 한다.

케이블·툴 試錐法이란 케이블 끝에 무겁고 뾰족한 錐를 달아 이를 감아올렸다가 갑자기 떨어뜨림으로써 흙을 파거나 바위에 구멍을 뚫는 方法이다(<그림 9>참조). 이때 定期的으로 뾰족한 추를 地上 밖에 감아 올리고, 구멍 안의 물과 조각난 바위가 섞여 형성된 泥漿(slurry)을 뽑아내야 한다. 구멍이 깊어지게 되면 케이블 곁에 파이프를 씌워야 하는데 이는 구멍 안이 합몰되거나 지하수가 구멍을 메우는 것을 막기 위한 것이다.

케이블·툴 設備는 원칙적으로 비교적 깊지 않은 곳이나 地層이 단단하지 못한 곳에 위치한 石油를 파는데 쓰인다.

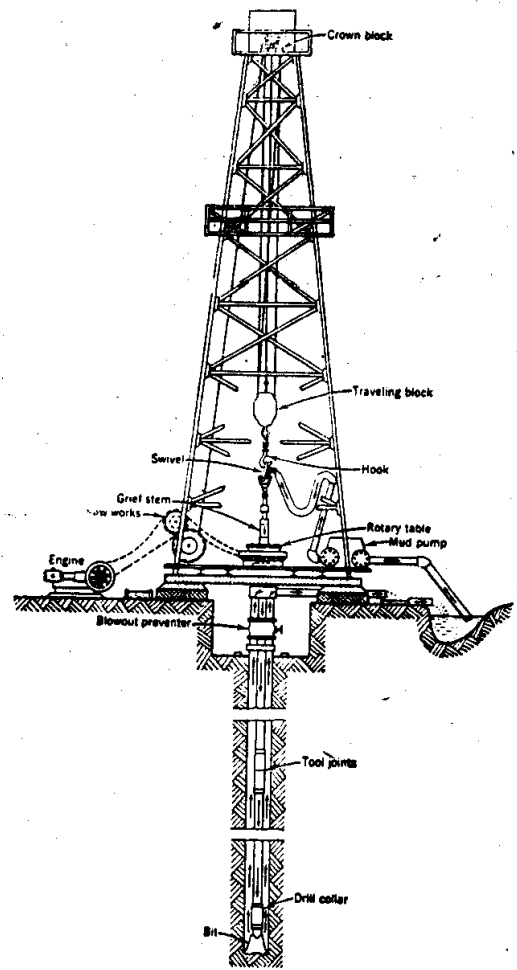


〈그림 9〉 케이블·툴 試錐裝置(Cable Tool Rig)

2) 回轉式 試錐法(rotary drilling)

回轉式 試錐設備에 있어 비트(bit)는 두겹의 파이프 끝에 附着된다(〈그림 10〉참조). 비트란 直徑 4내지 22인치의 강철로서 날카로운 톱날을 가지고 구멍을 뚫는 역할을 한다(〈그림 11〉참조). 비트를 단 파이프가 回轉하면서 구멍을 뚫게 되고 구멍이 깊어지면 技術者는 파이프를 繼續 연결시켜 주어야 한다.

비트가 무디어지면 파이프 전체를 다 뽑아내면서 分解하여 옆에 쌓아놓고 비트를 새 것으로 교체한 후 다시 파이프를 하나씩 連結해 주어야 한다. 이런 作業은 高度의 技術을 가지고 신속 精確하게 하여야 하는데 10,000피트의 油井을



〈그림 10〉 回轉式 試錐裝置(Rotary Rig)

파자면 이런 作業을 보통 30번 以上 反復해야 한다. 試錐作業중에는 파이프의 연결부분이 풀리거나 부러지지 않도록 세심한 주의가 필요한데 만약 파이프가 절단되어 떨어지게 되면 그 油井은 못쓰게 된다. 설사 떨어진 부분을 건진다 해도 이는 엄청난 費用이 요구된다. 또한 파이프가 구멍 안에 박혀 회전시키지 못하게 되는 경우가 생길지도 모르므로 이를 防止하기 위해서는 晝夜를 불문하고 계속 回轉시켜야 한다.

파이프가 回轉하며 비트가 구멍을 파내려가는 동시에 두겹의 파이프중 내부의 파이프를 通하여 물이나 기름을 원료로 한 끈적끈적한 液體(mud 또는 尿水라 부름)가 주입되는데, 이것은



〈그림 11〉 비트(bit)

파이프 끝으로 사출되어 구멍 밑의 암석부스러기를 바깥 파이프를 통하여 地表面에 끌어올리는데 사용된다. 〈그림 10〉의 화살표 방향을 잘 살펴보면 이러한 과정을 쉽게 이해할 수 있다.

回轉式 試錐法은 케이블·롤 試錐法보다 設置費用이 높고 1日當費用이 더 들지만, 作業을 10배쯤 빨리 할 수 있다.

回轉式 試錐法은 1,000 내지 2,000피트 이상의 깊이에 있는 油井에 대하여는 케이블·롤 試錐法보다 더 經濟的이다. 매우 깊은 油井은 回轉式 試錐法에 의해서만 試錐될 수 있다. 오늘날 대부분의 油井은 5,000피트 길이이고 10,000피트도 많으며 20,000피트도 드물지 않기 때문에 이것은 매우 중요한 문제이다.

3) 斜行的 試錐法(directional drilling)

지난 40년간 技術者들은 回轉式 試錐法을 이용해 구멍이 깊어감에 따라 완만한 커브를 그리면서 斜行的으로 試錐할 수 있는 技術을 開發해 내었다. 이는 石油鑛床 위에 既存建物 등 장애물이 있으나 이를 부술 수 없는 경우 이용하는 技術이다. 예를 들어 오클라호마市廳建物 밑의 石油은 400피트 떨어진 시추설비로 부터 斜行的으로 파내려가 採掘하였다

(2) 海底試錐(off-shore drilling)

海底試錐는 1938년 루이지아나에서 1海里 떨어진 크레올(Creole)油田에서 처음 試圖되었으나

2次 世界大戰이 끝날 때까지도 별로 관심을 끌지 못했었다. 오늘날엔 太平洋, 大西洋 등으로 海底試錐의 범위가 넓어졌고 試錐可能 깊이도 점점 깊어지고 있다. 海底試錐는 成功率이 낮고 危險이 많을 뿐더러 費用도 많이 든다. 이러한 海底石油採掘에 이용되는 試錐臺(rig)에는 다음과 같은 것이 있다.

1) 잭·업 試錐臺(jack-up rig)

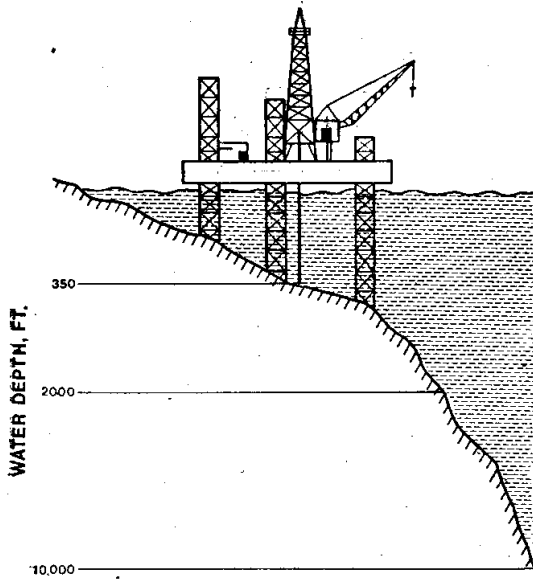
이는 그 크기에 따라 길이 50~300피트에 달하는 각 수심에 사용할 수 있는데 서너개의 다리를 가진 浮遊덱크(floating deck)이다(〈그림 12〉참조). 잭·업 試錐臺가 다른 지역으로 이동할 때는 浮遊船體(floating hull)가 되어 다리는 덱크 위에 곧바로 세운다. 油田地域까지 옮겨져 자리를 잡고 정박한 후에는 다리가 海底面(sea floor) 밑으로 내려가는데 이때 덱크의 여러 적재물과 試錐臺의 무게로 인하여 다리는 깊숙히 박혀 安定하게 된다. 그런 후 水力잭크(hydraulic jack) 또는 전기모터를 使用하여 試錐臺를 特殊한 地域의 海洋事情이 요구하는 높이까지 끌어 올린다. 따라서 잭·업 試錐臺가 작업할 수 있는 최대한의 깊이는 다리들의 길이에 제한된다. 60년대 중반 이러한 잭·업 試錐臺의 設置資金은 700만~1,200만달러 程度이었으나 70년대 중반에는 평균2,000만달러가 요구되었다.

2) 可潛 試錐臺(submersible drilling rig)

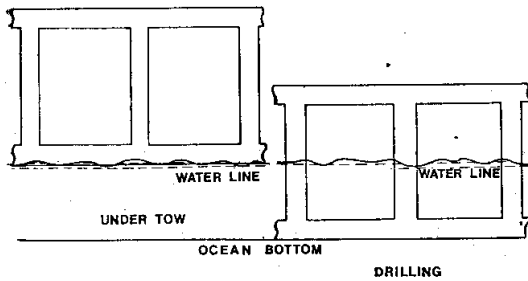
이것은 80피트 깊이까지 사용할 수 있는데 깊은 곳에서 사용할 수 있는 것도 있긴 하지만 水深이 깊은 곳보다 얕은 곳에서 사용하는 것이 더 좋다(〈그림 13〉참조). 전형적인 것은 試錐裝備, 宿所 및 作業場이 있는 上部덱크(upper deck)를 지탱하는 垂直비임(beam)이 연결된 커다란 船體이다. 下部船體(lower hull)위에 떠서 試錐場所까지 移動되면, 下部船體에 물을 浸水, 潛水시켜 시추할 수 있는 위치에 오게 하는데 上部덱크가 水面 위로 적어도 20피트 정도 나오게 되면 海底面에 支點을 잡게 된다. 시추작업을 마친 후에는 下部船體內의 물을 배수시켜 다시 뜰 수 있게 된다. 用途에 있어 限界가 있으므로 70年代 中盤에는 거의 建造되지 않았다.

3) 半潛 試錐臺(semi-submersible drilling rig)

可潛 試錐臺의 開發型으로서 下部船體와 連結



〈그림 12〉 잭업 시험탑(Jack-Up)



〈그림 13〉 可潛 시험탑(Submersible Rig)의 原理

된 수직기둥(vertical column)들 위에 놓여진 上部宿所 및 作業場 덕크로 構成되어 있다. 水深이 얇은 곳에서는 可潛 시험탑처럼 海低面에 의지하여 試掘할 수 있고, 水深이 깊은 곳에서는 와이어(wire)나 체인(chain)등의 碇泊施設을 利用하여 뜬채로 試掘할 수도 있다. 이때 下部船體와 기둥은 대부분 潛水되고 試錐裝置 部分만 뜨게 된다. 즉 下部船體는 水面 밑 約 80피트가 잠기고 上部덱크는 水面 위로 뜬다. 60年代 中盤에 이것을 設置하는데 約 1,000萬달러가 들었으나 70年代 中盤에는 約 3,500萬달러가 들었다.

4) 試錐船(drilling ship)

一般的으로 試錐船은 스스로 움직이므로 끌고 다닐 必要가 없다. 제자리에 떠 있을 때는 무거운 닻에 의해 거의 固定되며 보다 깊은 深海를 위한 試錐船에는 試錐船을 試錐地域에 定着시킬 수 있는 여러 設備를 갖추고 있다. 이러한 試錐船은 保管能力이 커 供給이 곤란한 먼 地域에서 試錐하기에 適當하다. 現存하는 船舶을 試錐船으로 轉換시키는 費用이 相對的으로 싸고 또한 機動性이 매우 좋으므로 오늘날 이러한 試錐船이 많이 要求된다. 이를 準備하는데 60年代 中盤에는 通商 1,000萬달러 程度가 所要되었으나 70年代 中盤에는 約 3,000萬달러가 所要되고 있다.

(3) 試錐費用과 危險

1958年에서 1967년까지 美國의 油田發見率을 살펴보면 總 65,485개를 試錐하여 油田임이 확인된 것이 6,452個로서 9.9%이며 이중 經濟性 있는 油田은 1,231개로서 1.88%에 불과하다. 이를 逆으로 계산하여 探查結果 石油潛在可能性을 示唆하는 地域中 어떤 임의의 지역을 試錐한 結果, 經濟性 있는 油田이 될 確率이 50% 이상 되려면

$$1 - (0.0188)^x \geq 0.50 \text{ 이므로 } x=34,$$

90% 이상 되려면

$$1 - (0.0188)^x \geq 0.90 \text{ 이므로 } x=114 \text{ 이다.}$$

다시 말해 어떤 試錐油井이 經濟性 있을 確率을 50% 이상으로 높이자면 34번 이상의 試錐를 해야 하며 90% 이상으로 높아지면 114번 이상의 試錐를 해야 한다는 뜻이다. 한개의 油井을 뚫는 試錐費用을 約 300萬달러로 볼 때 90% 이상의 成功率을 갖기 위해서는 $\$300만 \times 114 = 3억4천2백만$ 달러라는 엄청난 資金을 들여야 함을 알 수 있다.

그렇지만, 이는 計算에 不適當한 것이며, 良質의 石油가 나오는 인도네시아 近方의 필리핀의 境遇와 같이, 地質學的으로는 石油가 나올만한 지역이지만 여태까지 300餘個의 油井을 試錐하였으나 石油가 發見되지 않은 例도 있다.

全世界的인 平均試錐費用은 알려진 바 없고 참고로 美國의 陸上 및 海低試錐費用은 〈表 2〉와 같다.

〈表 2〉 美國의 陸上試錐費用

	總油井數	油井의 平均깊이	平均試錐費用	1피트당 費用
1960년	43,595	4,147(ft)	51,000(\$)	12(\$)
1965년	38,599	4,352	51,000	12
1970년	26,119	4,849	76,000	16
1973년	25,356	5,060	98,000	19

美國의 海底試錐費用

	總油井數	油井의 平均깊이	平均試錐費用	1피트당 費用
1960년	53	10,424(ft)	386,000(\$)	37(\$)
1965년	1,037	10,500	413,000	39
1970년	1,058	9,677	566,000	58
1973년	888	9,408	651,000	69

資料 : Joint Association Surveys, 1974

2. 石油의 生産

大部分의 油井에서 처음에는 石油가 自然噴出되지만 얼마 안가서(20%정도 噴出한후) 自然噴出은 멈추게 된다. 中東의 油田들은 매장량이 매우 풍부하기 때문에 30年 以上 채굴해도 여전히 自然噴出하는 것도 있으나 北美를 비롯한 大部分의 油田에서는 10% 未滿만이 自然噴出을 繼續하고 있다. 그러므로 石油를 產出하기 위해서는 人爲的인 方法이 동원되어야 한다.

石油生産에는 두 가지 뚜렷한 過程이 있다. 하나는 石油를 地表面에 끌어올리는 것인데, 이것은 油井 밑에 내려진 裝置와 油井의 地表面에 設置된 설비에 의해 直接的 統制를 받는다. 또 다른 過程은 地表面으로 石油를 끌어올릴 수 있도록 試掘井 밑에 石油가 모이도록 하는 것으로서 이 過程의 統制는 間接的 方法에 한정되는데 이는 油井 밑의 石油에 直接的으로 接近하는 方法이 없기 때문이다.

그러면, 試掘井을 石油生産 油井으로 轉換시키고 石油採掘을 效果的으로 하기 위해 쓰이는 方法들을 알아본다.

(1) 油井의 完成

試錐作業으로 파이프가 石油에 다다르게 되더라도 돌죽(slurry) 및 이를 除去하는데 쓰이던 液體의 壓力때문에 石油가 곧바로 噴出되지는 않는다. 따라서 試錐井을 油井으로 轉換하여 實在生産에 이르려면 몇가지 절차를 거쳐야 한다.

우선, 試錐파이프와 비트를 뽑아내고 試掘井 內部를 시멘트로 케이싱(casing)해야 한다. 그런 다음 銃과 같이 생긴 特殊한 機構를 試掘井 안에 집어 넣어 銃알 같은 爆藥을 發射, 石油과 가스를 가로막고 있던 여러가지 障礙物을 除去한다. 구멍이 뚫리게 되면 튜브를 케이싱 안에 집어넣게 되며 이로써 油井이 完成된다.

石油나 가스의 噴出量을 調節하기 위하여, 油井위에 여러 개의 밸브로 構成된 裝置가 세워지는데 石油産業에서는 이를 “크리스마스 트리”라 부른다. 石油나 가스의 生産速度를 너무 빨리하면 油井안의 壓力이急速히 떨어지므로 크리스마스 트리를 利用하여 適切히 調整해야 한다.

(2) 第1次回收(Primary recovery)

石油 生産油井은 처음 石油를 噴出할 때부터, 生産原價가 油井에서 生産되는 石油價格을 超過하여 非經濟的인 油井이 될 때까지 대체로 噴出 段階(flush period), 安定段階(settled period), 枯渴段階(shipper period)등을 거치게 된다.

噴出段階는 最初의 段階로서 自然噴出되는 段階를 말하는데 이때 1次回收가 이루어지게 된다. 이러한 噴出이 이루어지는 原理는 다음과 같다.

1) 가스덮개 流出(Gas Cap Drive)

石油生成地形에서 보았듯이 地層 안에서 石油 위에 가스가 덮개를 이루고 있는 경우가 있다. 이러한 地形에 試錐를 하여 貯油岩 어딘가에 구멍을 뚫게 되면 가스가 擴散되어 石油가 구멍 밖으로 밀려나오게 된다.

2) 溶解가스 流出(Dissolved Gas Drive)

그러나 어떤 地形에서는 가스가 덮개를 이루지 않고 溶解되어 있는 境遇가 있다. 이럴 때 油井이 뚫리게 되면 가스가 擴散되어 石油와 함께 噴出된다. 이는 마치 삼베인을 짤 때와 같은 原理이다.

3) 水壓流出(Water Drive)

自然噴出이 發生하는 根本的인 힘은 가스와 물이다. 一般的으로 地下 수천피트 밑의 貯油所에 는 가스와 石油 그리고 물이 높은 壓力下에 같이 존재하게 된다. 이와 같은 貯油所에 구멍이 뚫리게 되면 石油 밑의 물은 石油를 밀어올리게 된다. 石油採掘이 繼續되면서 貯油所에 壓力이 떨어지게 되더라도 주위의 多孔岩을 통하여 물

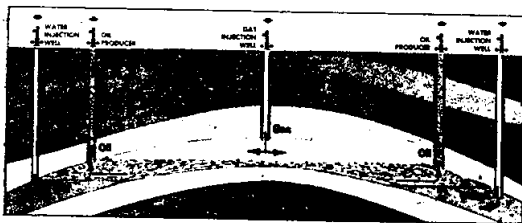
이 스며들게 되므로 石油은 어느 程度까지 繼續 流出된다.

(3) 第2次 回收(Secondary recovery)

貯油所안의 원시 壓力이 낮거나 繼續되는 採掘로 因하여 壓力이 낮아진 境遇, 壓力을 維持 내지 增進시키기 위한 여러가지 試圖가 行해지게 된다. 이를 第2次 回收라 하며 여러가지 技法을 통해 石油의 約 80%를 回收하게 되는데 元來의 壓力은 이미 거의가 排出된 狀態이므로 보다 特殊한 方法이 要求된다.

1) 注水法(Water flooding)

作業者는 몇개의 油井들을 注水井으로 轉換시키거나 새 注水井을 補助井(Service wells)으로서 鑿어 물을 注入시킨다. 石油은 물위에 뜬으로 물을 繼續 注入시키면 壓力을 받아 石油가 排出된다(〈그림 14〉參照). 어떤 境遇에는 油井이 부식되거나 붕괴되는 것을 막도록 特殊한 化合物을 섞어 넣기도 하고, 石油의 粘度를 낮추어 流出이 圓滑히 되도록 二酸化炭素를 같이 注入시키기도 한다. 注水法은 第2回收 技法中 가장 普遍的인 것이다.



〈그림 14〉 물과 가스의 주입

2) 混合注入法(miscible flooding)

單純한 가스注入法을 改良한 것으로 프로판과 드라이가스를 따로 注入시키면 안에서 混合하여 石油와의 사이에 液體로 된 壁을 이루게 된다. 여기에 드라이가스와 물을 繼續 注入시키면 石油을 압착하게 되므로 生産이 增進된다.

3) 증기注入法(steam injection)

물대신 증기가 注入되기도 한다. 이것은 注水하는 경우보다 費用이 많이 들지만 熱氣가 石油의 粘度를 낮추기 때문에 回收率이 높아진다. 따라서 粘度가 매우 높은 石油을 採掘하는데 주로 쓰인다.

허프-앤드-퍼프法(Huff-and-puff)이라고도 알

려진 一種의 熱處理法(thermal recovery)인 증기 注入法은 보통 열흘이나 이주일쯤 계속 증기를 주입하여 油井을 廢鎖하였다가 貯油所가 充分히 加熱되면 다시 生産을 하는 方式이다. 이는 또한 油井 파이프의 노폐물을 除去하여 石油生産을 활발히 하게 하는 役割도 한다.

4) 火流法(fire flooding or in situ combustion)

補助井에 공기나 酸素를 注入시키고 점화한다. 불은 地層을 따라 천천히 타들어가(하루에 3인치정도 밖에 진행되지 않을 때도 있으나 중요한 것은 속도가 아니라 열이다) 石油의 일부분을 태우면서 貯油岩을 加熱하여(1,200°F까지 올라감) 남아있는 石油의 粘度를 낮추어 이를 生産 油井 쪽으로 밀어내게 된다.

오늘날 現代의인 經營方式과 증진된 回收技術로 因하여 石油回收率은 점점 높아가고 있다. 美國의 경우 1950년의 平均回收率은 25% 程度이었으나 1974년에는 32% 程度로 높아졌다. 平均回收率이 1% 증가한다는 것은 美國全體 石油保有量이 40억배럴 增加하게 됨을 뜻한다.

VI. 石油의 輸送

原油를 가지고 石油製品을 만들기 爲해서는 多量의 原油를 油田으로부터 精油所까지 운반해야 하며 만들어진 製品은 消費者에게 전달되어야 한다. 그런데 보통 石油產地에서 精油所까지, 精油所에서 최종 消費段階까지의 石油 移動거리가 멀므로 보다 經濟的이며 效率的인 輸送手段이 필요하게 되었다. 主要 石油輸送手段으로는 파이프라인, 탱커, 트럭 및 철도의 네가지 方法이 있다. 이들 네가지는 각각 長短點을 가지고 있으므로 어느 것이 좋은 方法이라고 말하기 보다는 그 特徵을 파악하여 각 手段을 적절히 混合利用하는 것이 더 效果的이라 하겠다.

1. 파이프라인(pipeline)

多量의 石油을 운반할 수 있는 파이프라인은 조용히 運搬되므로 그것이 地下에 파묻힌 경우에는 파이프라인이 지금 石油을 運搬하고 있다는 事實조차 땅각케 하지만, 美國의 경우 石油 전체의 45% 이상이 파이프라인으로 輸送되고 있

다. 油田에서 精油所로 直接 가든지, 海岸의 탱커로 운반되든지 간에 파이프라인을 거치지 않는 石油은 없을 것이다.

現代의 파이프라인은 直徑이 매우 多樣하여 2인치부터 42인치에 이르기까지 여러가지가 있다. 2次大戰까지만 해도 12인치 以上은 보기 힘들었으나 오늘날 技術革新의 결과 큰 直徑의 파이프라인도 쉽게 接할 수 있으며 그에 따라 單位當 輸送費도 下落하였다. 美國의 텍사스에서 뉴욕까지 1갤론의 석유를 파이프라인으로 輸送하는 경우 1센트도 안드는데 이는 염서 한장 보내는 것보다도 몇배나 더 저렴한 價格임을 알 수 있다. 또한 예전에는 파이프라인을 강철로 만들었지만 오늘날엔 플라스틱을 사용한 파이프라인이 急增하고 있다.

파이프라인의 큰 長點의 하나는 場所를 불문하고 어디에든지 石油을 輸送할 수 있다는 점이다. 사막, 늪지대, 정글, 산맥, 강, 호수 등 바위를 뚫고 海底面을 지나 어디에든 設置될 수 있다.

반면 파이프라인을 가설하는 데는 엄청난 費用이 所要된다. Texaco와 Gulf는 에콰도르의 石油을 市場까지 운반하기 위해 안데스 산맥을 넘는 파이프라인을 가설하는데 2억달러를 들었다. 또 텍사스와 뉴욕을 잇는 콜로니얼 파이프라인을 設置하는데는 3억 7천만달러가 들었다. 따라서 파이프라인을 가설할 때에는 費用이 正當化될 수 있을 만큼 매장량이 충분한가, 시장이 잠재력이 있는가 등을 세밀히 검토하여야 한다.

파이프라인 안의 石油은 每時 약 2~3마일, 즉 사람의 걷는 속도와 비슷하게 움직인다. 이는 펌프시설에 의해 움직이는데 2次世界大戰 以前에는 50마일 간격으로 펌프시설이 있었으나 오늘날엔 80~90마일 간격도 드물지 않으며 150마일

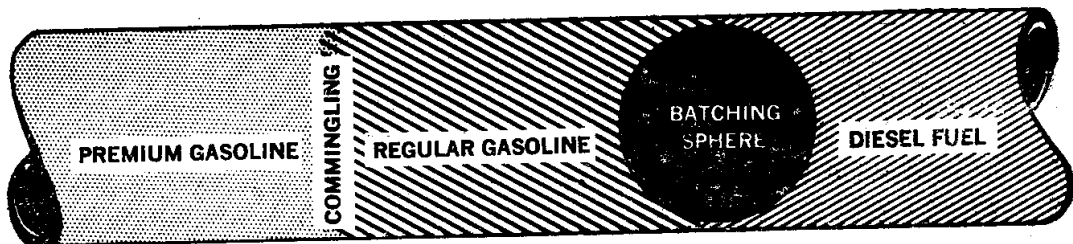
간격을 둔 것도 있다. 그러나 펌프시설간의 간격은 어떤 規定이 있는 것이 아니고 地形이나 石油의 성질, 파이프라인의 직경 등을 고려하여 결정짓게 된다.

石油의 漏出, 펌핑 스케줄, 油壓 및 非常事態 등을 알기 위해서 예전에는 일일이 걸어나다니면서 확인해야 했지만 오늘날엔 自動通信裝置, 비행기 등을 이용하여 일괄적인 調整·統制를 하고 있다.

파이프라인 輸送의 독특한 特徵중의 하나는, 같은 파이프라인을 통하여 서로 다른 質의 原油나 여러가지 종류의 製品을 運搬할 수 있다는 점이다. 이와같이 수송해야 할 각각 다른 質의 原油나 製品을 批發(batch)라 하는데 初期에는 批發를 분리하기 위해 물이나 키로신을 使用했지만 오늘날엔 서로 맞대어도 되는 製品을 순서에 따라 輸送한다. 한편 각 製品을 구별하기 위해 샘플檢査를 하거나 染色을 하기도 하고 방사선 동위원소를 이용하기도 한다. 그러나 절대 混合되어서는 안될 製品 사아에는 불링공처럼 생긴 球를 삽입시켜 양제품을 分離 輸送한다 (<그림 15>참조).

2. 탱커(Tanker)와 浮船(Barge)

遠距離를 輸送할때는 탱커가 단연 經濟的이다. 탱커는 石油과 같은 液體輸送物을 운반할 수 있도록 여러 칸(compartment; 칸을 구별짓지 않으면, 배가 기울 경우 石油이 한데 몰려 매우 危險하게 됨)으로 구성된 커다란 船體이다. 탱커는 점점 大型化되고 있는데 보통 그 用量에 따라, 20萬 내지 35萬톤 규모의 탱커인 VLCC (Very Large Crude Container)와 35萬톤 이상의 탱커인 ULCC (Ultra Large Crude Container)로 區別할 수 있다.



<그림 15> 石油製品의 파이프라인을 통한 輸送

浮船은 스스로 움직이는 것도 있고 예인선에 의해 끌려다니는 것도 있으나 오늘날엔 船尾가 V자로 되어 다른 동력선이 그 홈에 船首를 끼고 미는 형태가 많다. 이런 浮船은 폭이 좁은水路나 깊지 않은 江에서 石油을 運搬하는데 유용하다.

3. 탱크트럭과 철도수송

탱크트럭은 精油所, 항구 등으로 부터 工場, 注油所, 가정 등에 이르는 石油輸送에 있어 가장 중요한 도구이다. 오늘날의 石油輸送트럭은 알루미늄 합금, 스텐레스 스틸등을 이용하여 좀더 가볍고 튼튼해 졌을 뿐 아니라 보다 많은 量(7,000~9,000갤론)을 輸送할 수 있게 되었다.

鐵道を 이용하는 石油輸送도 중요한 한몫을 차지한다. 現代式 石油輸送汽車에는 여러가지 裝置를 갖추고 있는데 예컨대 絶緣裝置를 갖춘 汽車는 熱氣와 冷氣 등으로부터 石油製品을 保護할 뿐 아니라 加熱裝置 등을 이용하여 아스팔트를 液化狀態로 유지·수송할 수 있다. 또한 壓力裝置를 갖춘 氣車는 액화석유가스를 운반할 수 있다.

石油輸送汽車도 大型化되고 있어 20,000~30,000갤론을 실을 수 있는 점보형도 있고 50,000갤론을 실을 수 있는 것도 考案되었다.

앞에서 말했듯이 갖가지 輸送方法중 어떤 方法이 더 좋고 어떤 方法이 나쁘다고 一律적으로 말할 수는 없다. 요컨대, 距離, 輸送量 등 여러가지 요인을 고려하여 가장 效率的이면서도 가장 經濟的인 方法을 擇해야 한다. 石油産業같이 지극히 競爭的인 事業에서는 갤론당 輸送費 몇 센트 결약이 얼마나 중요한 것인가를 認識해야 할 것이다.

VII. 精 油

油田에서 生産되는 原油는 모두가 均一하지는 않다. 原油의 겉모습이나 特徵은 油田마다 다르며, 심지어 같은 油田地域이라도 油井마다 다르다.

原油는 탄소와 수소로 構成된 組織的인 化合物인 炭化水素로 되어 있지만, 硫黃, 窒素, 酸素 및 여러가지 金屬 등 바람직하지 못한 混合物을

含有하기도 한다.

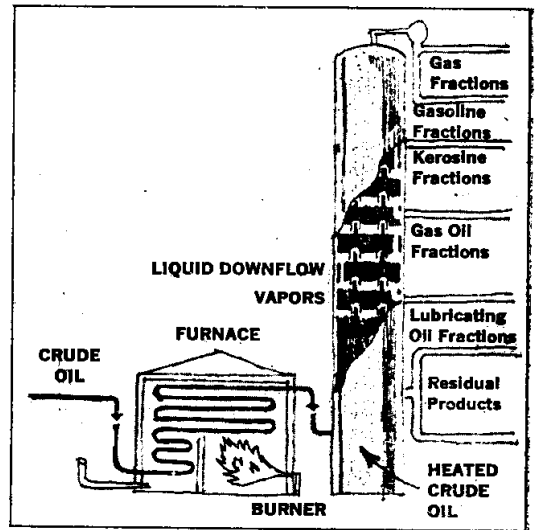
精油의 가장 중요한 機能은 주어진 原油로부터 필요한 質의 製品을 經濟的이며 效率的으로 生産해내는 것이다. 이러한 機能을 충족시키기 위해 필요한 工場이나 설비가 세워지고 적절한 技法을 適用하게 된다. 오늘날 여러가지 精油作業중에서 重要的인 세가지 過程은 分油(separation), 轉換(conversion), 및 淨油(treating)이다.

1. 分油(separation)

原油를 炭化水素의 特性에 따라 나누는 過程인데 다음과 같은 方法들이 있다.

(1) 蒸溜法(fraction distillation)

가장 많이 쓰이는 方法으로서 原油를 加熱하여 沸騰點에 따라 분리시킨다. 이는 分子量이 큰 炭化水素가 가벼운 分子量의 炭化水素보다 沸騰點이 더 높다는 사실에 근거를 둔 方法이다. 蒸溜法을 이용하려면 蒸溜塔을 세워야 하는데 蒸溜塔의 구조와 여기서 分油되는 製品들의 간단한 모형은 <그림 16>과 같다.



<그림 16> 蒸溜塔

(2) 溶媒抽出法(solvent extraction)

어떤 一定한 成分은 溶解시키나 다른 성분은 용해시키지 않는 液體溶媒를 넣어 필요한 成分을 分離시키는 方法이다.

(3) 吸着法(adsorption)

溶媒抽出法과 유사한 것인데 液體溶媒대신 固體溶媒를 사용한다는 점이 다르다. 즉 氣孔性있는 고체를 原油에 넣어 그 표면에 바람직스럽지 못한 成分을 吸着시키는 방법이다.

(4) 結晶法(crystallization)

原油를 냉각시켜 水點이 다른 成分을 固體化 내지 結晶化시켜 가면서 필요한 成分을 분리하는 方法이다.

2. 轉換(conversion)

轉換이란 原油에서 추출될 수 있는 몇가지 成分을 보다 有用한 成分으로 바꾸는 작업이다. 石油産業의 初創期에는 精油가 製品差別을 위한 과정에 불과했으며, 오늘날에도 製品差別이 여전히 重要な 作業이기는 하나, 化學的 變形作業(chemical transforming operations)이 더욱 강조되어 供給믹스와 需要믹스를 일치시키도록 하고 있다.

轉換作業이 急激히 發展하게 된 動機는 自動車의 急增에 있다. 다시 말해 自動車의 燃料이 되는 汽油이 原油에서 상대적으로 적은 分量이 추출되므로 汽油의 抽出量을 높이기 위하여 成分의 調整이 필요하게 된 것이다. <表 3>은 轉換作業의 발달로 原油 1배럴에서 추출되는 成分이 크게 변화하였음을 보여준다.

<表 3> 原油 1배럴당 抽出成分의 變化

단위	1920		1967	
	개 른	비율 (%)	개 른	비율 (%)
Gasoline	11.0	26.1	18.8	44.8
Kerosine	5.3	12.7	1.2	2.8
Jet Fuel	—	—	3.2	7.6
Gas Oil & distillates	20.4	48.6	9.3	22.2
Residual fuel oil			3.2	7.6
Other products & losses	5.3	12.6	6.3	15.0
합 계	42.0	100.0	42.0	100.0

資料 : Facts about oil, American Petroleum Institute

基本的인 轉換作業으로는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 加熱分溜(thermal cracking)

가장 처음에 개발된 방법인데 石油分子가 파괴되어 분해될 때까지 壓力을 가하면서 原油를

加熱하는 것이다. 이 방법을 쓰면 汽油의 產出量이 증가할 뿐만아니라 質도 좋아져서 노킹(knocking)현상 방지에도 좋은 효과를 나타낸다.

(2) 觸媒分溜(catalytic cracking)

觸媒란 자기자신은 변하지 않으면서 石油의 化學的 變化를 발생시키거나 加速시키는 물질이다. 觸媒를 사용함으로써 壓力을 그다지 높이지 않고서도 良質의 汽油을 뽑아낼 수 있다. 裝置의 設計와 觸媒의 變化에 따라 이러한 分溜法은 계속 발전하여 왔는데 觸媒로는 알루미늄, 백금으로부터 酸 및 가공점토 등이 泡末, 顆粒, 粉末 등의 형태로서 쓰이고 있다.

(3) 重合法(polymerization)

이는 分溜法의 逆으로서 작은 分子들을 혼합하여 보다 큰 分子로 만드는 方法이다. 즉, 觸媒를 사용하여 高溫·高壓下에 汽油을 重合시키면 폴리머(polymer)라는 액체가 생기는데 이는 일부 自動車나 航空機의 燃料로 쓰이는 높은 옥탄가를 가진 燃料의 構成物이 된다.

이밖에도 Alkylation, Isomerization, Catalytic reforming 등 여러가지 轉換(conversion)方法이 있다.

3. 淨油(treating)

어떤 原油에는 유황 및 기타 불순물이 상대적으로 많이 포함되어 있는데 이런 原油를 '사우어 크루드'(sour crude)라 한다. 따라서 사우어 크루드의 불순물을 제거시킬 必要가 있으며 이러한 不純物 제거과정을 淨油作業이라 한다. 여러가지 方法이 있으나 그 중 한가지인 脫硫黃水素結合法(hydrodesulfurization)은 촉매를 사용하여 나프타(naphtha)와 水素를 結合시킴으로써 나프타에서 질소와 硫黃含有物을 제거하는 方法이다.

VIII. 石油製品의 販賣

20세기초만 해도 石油製品의 販賣는 매우 간단했다. 키로신이 가장 주요한 製品이었는데 精油所에서 철물상이나 잡화상으로 나무통에 넣어 직접 配達하였으며 마차로 끌고 다니면서 방문 판매도 하였다. 그러나 石油의 用途가 늘어나고

需要가 증가하면서 販賣도 복잡하여 졌다.

오늘날 石油製品의 販賣는 大規模化되어 經濟性 뿐만 아니라 便宜性도 고려하지 않으면 안된다.

1. 石油製品 마아케팅의 特性

石油製品의 마아케팅은 石油의 독특한 성격 때문에 다음과 같은 特性을 갖는다. 첫째, 石油의 流通에 있어 油田에서 生産하여 精油所로 輸送하고 다시 이를 保管施設로 운반하여 販賣過程을 거쳐 최종적인 消費者에 이르기까지 단 한순간도 끊어져서는 안된다. 즉, 石油은 끊임없이 요구되는 生活必需品으로서 그 流通過程이 원활하지 않으면 製品을 效果의으로 그리고 經濟的으로 消費者에게 전달할 수 없다.

둘째, 石油가 수많은 流通過程을 거치고 生活에 있어 항상 요구되는 必需品임에도 불구하고, 消費者는 製品 그 자체를 접할 기회가 별로 없다. 즉, 가정에서 난방용 기름을 사거나 자동차에 가솔린을 주입한다 하더라도 製品을 실제 눈으로 보는 경우는 거의 없다.

셋째, 石油製品중 가장 많이 소요되는 가솔린이나 난방연료 등의 需要는 지극히 季節에 민감하다. 따라서 販賣會社는 어떤 특정제품의 계절적 수요를 파악하여, 없어서 못파는 일이나 供給遲延 또는 在庫過剩등이 발생하지 않도록 注意를 기울여야 할 것이다.

2. 流通構造

石油製品은 種類가 매우 다양하여 各 製品의 流通構造를 一律的으로 說明할 수 없을 뿐더러 같은 製品이라 하더라도 나라마다 지역마다 그 構造가 각기 다르다. 그러므로 여기서는 가장 일반적인 製品인 가솔린과 燃料油(fuel oil)의 流通構造를 美國의 경우를 例로 들어 살펴보겠다.

(1) 都賣商(wholesale distribution)

精油所와 小賣商 또는 消費者를 연결하는 中間段階가 都賣商이다. 都賣商중에는 그들에게 石油製品을 供給하는 精油所의 商標下에 販賣를 하는 곳도 있고, 자기들 固有의 商標를 사용하기도 하며 때론 뚜렷한 商標를 나타내지 않는 곳도 있다. 또한 石油를 輸送하는 업무만을 전

문으로 하는 都賣商이 있는가하면 精油所를 소유한 회사가 운영하는 都賣商도 있다.

石油産業의 鏈지에서 볼때, 都賣商은 거대한 保管탱크, 輸送施設등을 갖춘 터미널(terminal) 및 벌크 플랜트(bulk plant)로 특징지어지는 중요한 中間商이다.

1) 벌크 터미널(bulk terminal)

이는 파이프라인, 탱커 또는 부선으로부터 石油를 공급받아 保管하였다가 좀더 작은 규모인 벌크 플랜트나 大規模 消費者, 注油所등에 石油를 供給하는 곳이다. 벌크터미널에서 再分配할 때에는 보통 탱크트럭을 사용하는데 철도나 파이프라인을 이용할 때도 있다. 이러한 벌크 터미널의 규모는 다양하지만 저장능력을 基準으로 볼때 대체로 海洋터미널이 가장 크다.

2) 벌크 플랜트(bulk plant)

이는 벌크 터미널보다 작은 규모로서 여러가지 輸送施設을 갖추고, 통상 大規模 消費地域中央에 위치하면서 小賣商, 農場, 地方工場, 注油所등 다양한 消費者에게 製品을 供給한다.

(2) 小賣商(retailer)

가솔린의 경우 약 75%는 注油所를 통해 판매되며 그밖에 주차장, 수리소, 자동차 판매업자등을 통해서도 판매되나 그것이 主業은 아니다. 石油會社가 直營하는 注油所도 있긴 하지만 대부분은 독립적인 小賣商이다.

現代式的 注油所는 단순히 가솔린을 注油하는 외에 여러가지 서어비스, 예컨대 洗車, 윤활유 판매, 타이어, 電池 기타 악세사리등을 展示하기도 하며 나아가서 음식점, 모텔(motel) 등을 겸하기도 한다.

3. 石油製品 마아케팅의 問題點

오늘날 石油製品 販賣量은 실로 엄청나며 또한 種類도 매우 다양할 뿐 아니라 特殊用途를 가진 製品도 요구되고 있어, 供給量과 需要量의 統制, 供給製品믹스와 需要製品믹스의 調整, 特殊製品, 輸送施設의 확보 등 石油製品 마아케팅에 있어 여러가지 問題點이 發生한다. 더우기 石油의 供給을 메이저들이 거의 獨占하고 있어 價格이나 서어비스面에도 問題가 있다. 이러한 問題點들을 解決하기가 용이하지 않으나 石油製品

마케팅 固有의 特性들을 잘 파악 분석하여 문제점 해결에 접근하도록 하는 것이 앞으로의課題라 하겠다.

IX. 石油化學

石油化學은 1920年代, 보다 效率인 精油方法 특히 加熱分溜, 觸媒分溜 등이 발달함에 따라 발생하였다. 2차세계대전이 시작되면서 TNT, 합성고무 등 石油化學은 급진적인 발전을 거듭하였으며, 오늘날에 이르기까지 3,000餘種 이상의 石油化學 製品이 生産되어 왔다.

1. 石油化學製品

石油化學 製品은 크게 有機化合物(organic chemical compounds)과 無機化合物(inorganic chemical compounds)로 나눌 수 있다. 有機化合物은 動·植物의 잔해로부터 발생한 탄소 및 수소원자로 構成되며 無機化合物은 無生物로부터 발생한 것이다.

有機化合物은 다시 탄소원자의 배열상태에 따라 脂肪族(aliphatics)과 芳香族(aromatics)로 區分된다. 전자는 탄소가 연속적으로 이어진 形態이며 후자는 동그란 環型을 이루는 것이다.

① 脂肪族(aliphatics)

脂肪族에 속하는 것으로 가장 重要한 것들은 에틸렌, 부틸렌, 아세틸렌, 프로필렌 등이다. 이러한 가스의 탄화수소를 化學的으로 合成함으로써 프레스틱, 합성고무 등으로 부터 약품, 세척제에 이르기까지 수만가지의 製品을 만들 수 있다.

② 芳香族(aromatics)

지금까지 科學者들에 의해 合成된 대부분의 有機化合物은 芳香族의 이른바 BTX그룹—벤젠, 톨루엔 및 크실렌—에 속하는 物質을 合成한 것이다. 이들을 芳香族이라 하는 이유는 좋은 향기가 나기 때문이며 독특한 環型構造를 이루기 때문에 거의 끝없이 石油化學製品을 合成할 수가 있다.

③ 無機化合物(inorganics)

주요한 無機化合物로는 유황, 수소, 암모니아 탄소 등이 있다. 유황은 淨油過程(treating)에서

얻어지며 수소는 觸媒分溜過程에서 발생하는데 大氣중의 질소와 化合하면 암모니아가 된다. 탄소는 石油나 天然가스를 연소시킬 때 얻어진다. 이와같이 副産物格으로 얻어진 無機化合物의 용도는 매우 넓고 다양하다.

위에 설명한 石油化學의 系譜와 각각의 원료로부터 合成되는 製品을 살펴보면 <表 4>와 같다.

2. 石油化學産業

石油化學工場이라 하면, 수많은 굴뚝과 여러 가지 복잡한 기구, 굵고 가는 파이프 등을 연상케 한다. 이런 시설들은 매우 한가히 놓여 있는 것처럼 보이지만, 실제로는 밤낮을 가릴 것 없이 움직이는, 말하자면 連續的 流動作業의 대표적인 例인 것이다.

오늘날 끝없이 生産되는 石油化學製品의 原料가 되는 것은 나프타(Naphtha)이다. 일반적으로 石油化學産業에서는 垂直的 統合(vertical integration)이 이루어지는데 垂直的 統合의 利點에 적용되는 것은 單一分子(monomer) 段階, 즉 에틸렌, 부틸렌, 아세틸렌, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 生産까지이며 그 이하 消費財製品은 中小業者가 만드는 것이 유리하다.

우리나라 울산 및 여천 石油化學團地의 生産製品 및 生産能力은 <表 5>와 같다. 이외에도 政府에서는 1980년대 중반의 國內需要를 충족시키기 위해 1978년 9월 여천단지 에틸렌 기준으로 350,000톤 규모인 第3化學의 實需要者를 선정하여 1982년까지 완공할 예정으로 있다.

X. 맺 는 말

以上에서 石油産業의 內容을 探查, 生産, 輸送, 精油, 마케팅 및 石油化學産業의 순으로 살펴보았다.

石油産業은 위의 갖가지 過程에 종사하는 會社들로 구성되는데 各 段階를 모두 다루는, 즉 垂直的으로 結合된 會社(Vertically Integrated)가 있는가 하면 어떤 한 分野만을 전문적으로 다루는 會社(Independent)도 있다. 그러면 經營戰略이란 관점에서 볼때 어떤 形態의 會社가 더

〈表 4〉 石油化學製品的 系譜

ALIPHATICS	Ethylene	Ethyl Alcohol	→ Acetaldehyde, Solvents, Pharmaceuticals, Cleaning Compounds
		Polyethylene	→ Plastics, Packaging, Pipe, Construction Household Items
		Ethylene Oxide	→ Ethylene Glycol → Antifreeze, Synthetic Fibers, Films
		Ethyl Chloride	→ Gasoline Additive(TEL)
	Butylene	Butadiene	→ Synthetic Rubber
		Neoprene	→ Synthetic Rubber
	Acetylene	→ Paints, Adhesives, Fibers, Solvents,	
Propylene	Polypropylene	→ Plastics, Bottles	
	→ Solvents, Resins, Drugs, Dry Cleaning, Fluids, Antifreeze, Detergents, Hydraulic Fluids, Plasticizers		
AROMATICS	Benzene	Polystyrene	→ Plastics, Packaging, Foams, Films, Molding, Materials
		Styrene	→ Synthetic Rubber → Latex Paints, Paper Coating, Shoe Soles
		Phenol	→ Adhesives, Insecticides, Varnishes, Resins, Medicinals, Perfumes, Flavorings
	Toluene	→ Synthetic Detergents, Explosives, Herbicides, Plant Hormones, Dyes, Photographic Chemicals	
		→ TNT, Aviation Gasoline, Lacquer Solvents, Saccharin, Aspirin, Food Preservatives, Plastics, Urethane Foams, Padding, Cushions, Insulation, Clothing	
Xylene	→ Synthetic Resins, Vitamins, Dyes, Pharmaceuticals, Paints, Solvents, Plasticizers, Reinforced Plastics, Synthetic Fibers		
INORGANICS	Ammonia + Nitrogen	→ Fertilizers, Feed Supplements, Insecticides, Explosives, Synthetic Fibers, Cleaning Agents, Pharmaceuticals, Paper, Pulp, Rubber, and Metal Processing	
	Hydrogen	→ Petroleum Refining, Liquid Rocket Propellant, Hydrochloric Acid, Hydrogen Peroxide, Hydrogenation of Oils	
	Sulfur	Sulfuric Acid	→ Fertilizers, Steel Processing, Pharmaceuticals, Antifreeze, Dyes, Explosives, Synthetic Detergents
		→ Papermaking, Petroleum, Refining, Matches, Synthetic Fibers	
	Carbon Black	→ Strengthening Rubber and Cement, Paint, Ink, Batteries, Radio and TV Tubes, Explosives, Steel Alloys, Lens Polishing	

유리하겠는가?

石油産業은 各 過程이 꼬리를 물고 前段階의 生産物은 다음 段階의 投入物로 되는 독특한 형태를 갖고 있다. 따라서 各 段階에 골고루 參與하여 段階別 供給 및 需要를 확보할 수 있는 構造를 갖는 것이 유리하다고도 볼 수 있다. 실제로 1960年代 資料인 〈表 6〉을 보면, 各 過程에 대한 均衡여하에 따라 企業의 收益性이 좌우된다는 것을 알 수 있다. 즉, 石油産業중 生産과 精油의 두가지 面만을 살펴볼 때 生産過剩 또는 精油過剩을 나타내는 Gulf나 R.D.Shell같은 會社보다 生産과 精油가 均衡을 이루는 Exxon, Mobil 같은 會社의 收益性이 더 높음을 볼 수

있다.

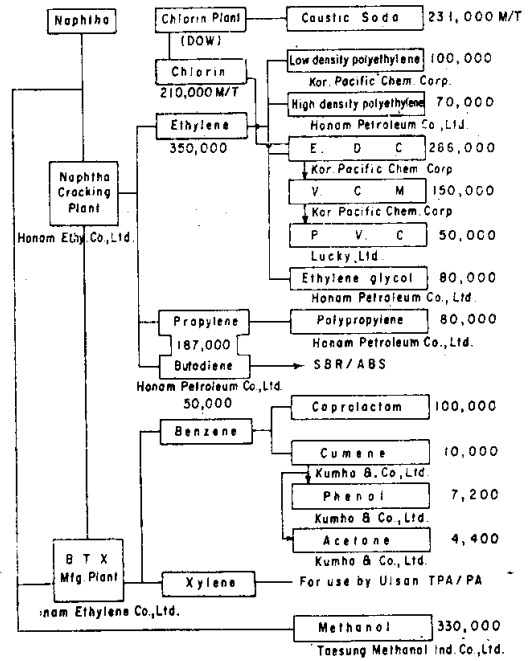
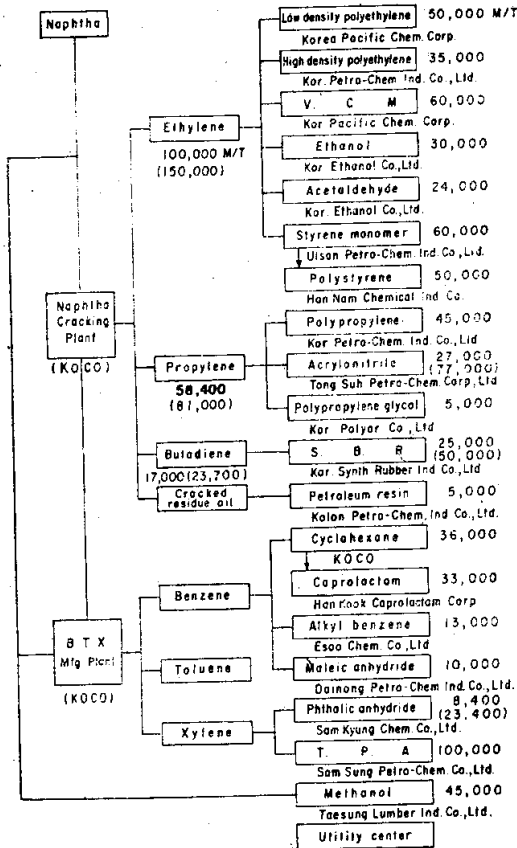
그런데, 이러한 均衡指向的 産業構造는 1973년의 石油波動 이후 生産量의 確保가 産業의 關鍵이 됨에 따라 變質되었다. 즉 生産에서 오는 附加價値의 相對的 重要性 때문에 均衡이 이루어진 會社보다 生産過剩 상태에 있는 會社의 收益性이 더 높아지게 된 것이다. 따라서 오늘날 石油會社 戰略의 軸점은 어떻게 生産量을 確保하느냐에 있다고 볼 수 있다.

이와 같은 狀況과 더불어 石油製品에 대한 政府의 規制強化, 그리고 產油國의 石油産業 國有化 政策등으로 因하여 石油産業經營은 점차 어려워져 가고 있다. 이미 Mobil 같은 會社는 石

〈表 5〉 우리나라 石油化學園地の 生産製品 및 生産能力(1979. 6. 30)

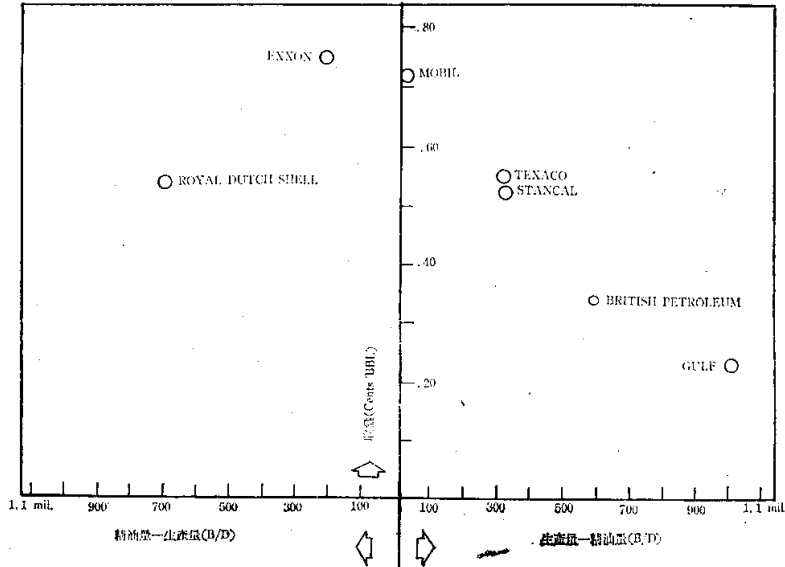
—올산 석유화학단지—

—여천 석유화학단지—



資料：韓國石油化學産業協會

〈表 6〉 石油 生産量 및 精油量과 收益性과의 관계



資料：“The oil industry”, Harvard Business School, 1973.

油産業의 可能性에 회의를 품고 百貨店, 製紙工業과 같은 非에너지 産業의 合併을 통하여 多角的 企業化를 도모하고 있는 形편이다.

위에서 살핀 바와 같이 石油産業은 施設投資가 막대하고 危險性이 높으며 자칫 政治化되기 쉬울 뿐더러 이미 獨占的 體制가 구축되어 있어 신중히 다루어야 한다. 따라서, 石油의 供給, 需要, 價格, 配分 및 保存 등의 動的인 問題들을 효과적으로 다루기 위해서는 石油産業에 관련되는 제반사항에 대한 性格을 명확히 할 필요가 있는 것이다.

<參 考 資 料>

1. Gulf Oil Corporation, *Some Fundamentals*

of the Oil Business, 1971.

2. Warren B. Davis, "The oil industry process note", Harvard Business School, 1976.
3. Warren B. Davis, "The oil industry reference note", Harvard Business School, 1976.
4. American Petroleum Institute, *Facts about Oil*, 1971.
5. Warren B. Davis, "The oil industry", Harvard Business School, 1973.
6. Peter Cukor and Robert H. Hayes, "Petroleum Lexicon", Harvard Business School, 1975.
7. *Encyclopedia of Energy*, McGraw-Hill, 1976.