

석유개발의 단계와 발전방안

現代 산업의 動 脈 石油

姜 周 明

(석유 공학 박사)

서울대학교 공과대학
자원공학과 교수

I. 序論

石油資源은 금세기 획기적인 대체에너지 개발을 기대할 수 없는 현 상황에서 앞으로도 상당기간 인류의 가장 중요한 에너지원으로 남을 전망이다. 세계적으로 다소 石油資源의 依存度가 감소하는 경향을 보이고는 있으나 현재 60%의 높은 石油 의존성을 감안할 때 향후 계속적인 主 에너지로서의 역할을 담당할 것이다.

인류가 석유를 主에너지원으로 사용한 이래 지금까지 소비한 原油는 6,000억 배럴이 넘고, 가스도 1,600조 입방피트를 상회한다.

특히 경제발전과 생활수준의 향상으로 그 소비량도 매년 증가되어 현재 原油는 연간 216억 배럴, 가스는 연간 71조 입방피트에 이른다.

우리나라의 경우에도 매년 석유소비 증가율이 상승되어 석유에너지(LNG 포

化石연료 사용규제의 목소리가 높지만 어떤 획기적인 代替에너지의 開發이 이루어질 때까지 石油은 인류文明을 지탱하는 主宗에너지의 자리를 쉽게 내놓을 것 같지 않다.

石油輸入에 들어가는 外貨가 너무 많아 油田을 갖는 것이 꿈인 그 개발의 문제에 대해 남다른 관심을 갖는 것은 당연하다.

함) 依存度가 1990년 현재 국내 1차 에너지 소비량의 57% (국내 에너지 수입액의 82% : 제품포함)에 이르며 이에 따른 外貨支出도 1년 총 수출액의 약 20%를 차지할 정도로 石油가 국민경제에 미치는 영향은 막대한 실정이다.

따라서 石油자원의 확보와 장기적이고도 안정적인 原油공급은 우리 경제의 死活이 걸린 중요한 문제이기에 정부는 석유자원의 중요성을 인식하여 石油輸入線의 다변화 및 안정적 供給源 확보를 위해 국내 大陸棚 탐사의 본격화와 해외 油田 개발을 위한 투자를 적극 권장하고 있다.

이러한 시점에서 이 글은 먼저, 石油開發을 위해 필요한 석유개발 단계를 學問的 관점에서 항목별로 설명하고, 현재 추진중인 국내기업의 석유자원 개발 현황 및 그 문제점에 따른 향후 진로방안을 제시하고자 한다.

II. 本論

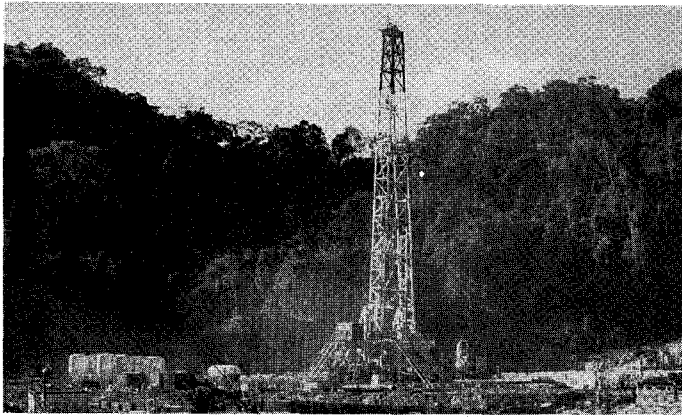
II-1. 石油開發의 主要단계

석유개발의 주요 단계는 다음과 같다. 광구권 확보 → 탐사 → 시추 → 油田평가 → 油井완결 → 생산 → 精油 및 수송

1. 광구권 확보(Lease)

석유개발의 첫 단계는 石油審査 및 開發을 위한 광구권의 확보이다. 이러한 권리의 확보를 위한 방법으로는 다음 세 가지를 들 수 있다.

(1) 地上 또는 地下의 모든 권리의 확보를 위한 토지의 매입; 이 방법은 막대한



〈동남아 정글을 뚫고 들어가고 있는 우리나라 석유 시추장〉

예산이 소요되므로 거의 이용되지 않음.

(2) 石油 및 天然가스(gas)를 개발하기 위한 지상 및 지하의 사용권 확보

(3) 석유부존의 확인을 위한 탐사만을 행하기 위해 석유 및 천연가스 개발권을 유보한채 지상의 토지사용권만을 확보: 이 방법이 가장 경제적인.

2. 탐사(Exploration)

탐사단계에는 그 학문적 성격에 따라 지질학적 탐사, 지화학적 탐사, 그리고 物理的 탐사 등을 들 수 있는데 간단하게 석유탐사와 관련시켜 요약해보면 다음과 같다.

(1) 지질학적 탐사(Geological Exploration) 〈根源岩 및 石油의 生成과 그 이동에 대한 조사(Source rock study & age of entrapment & migration)〉

(2) 지화학적 탐사(Geochemical exploration)

〈석유이동시 그 중력에 의하여 지상으로 분출된 탄화수소의 追跡度에 대한 탐사〉

(3) 지구물리적 탐사(Geophysical Exploration)

- 油田이 되기 위해 그것을 함유할 구조가 있어야 하는데 그 구조의 중력적, 자력적, 탄성적특성을 이용한 구조적탐사.

① 중력(Gravity)탐사: 油層 상부층서(層序)의 중력적 특성과 근접지역의 중력적 특성과의 대비에 의한 중력이상도(Gravity anomaly)의 解析에 따른 구조적 탐사.

② 자력(magnetic)탐사: 유층과 근접지층 자력의 상이성을 이용한 유층 하부구조의 판별에 대한 탐사 ③ 탄성파(seis-

mic)탐사: 지층은 밀도에 따라 그 고유의 탄성속도가 있는데 대표적인 저류층(貯溜層)인 sandstone이나 limestone도 그 고유의 탄성속도에 의하여 확인되고 또한 그 저류층에 포함되어 있는 流體는 더욱 더 명확한 탄성속도 대비를 나타내므로 이러한 탄성파 속도를 이용한다.

이러한 각종 탐사에 의하여 貯溜岩의 구조가 확인되면 油井의 위치(well-site) 또는 목표탐도(Target depth)가 정해진 후 시추단계로 넘어간다.

3. 시추(Drilling)

시추단계는 그 목적에 따라 다음과 같이 나누어진다.

(1) 探查 試錐

탐사단계에서 확인된 지질층서(層序) 구조 및 저류층 구조만을 근거로 하여 시추하는데 상업적인 油田을 발견할 확률은 2% 미만이고 또한 경제성을 고려하지 않은 저류층을 발견할 가능성도 10%를 넘지 못한다.

(2) 개발 시추

石油시추 결과 석유부존이 확인되고 경제성 및 석유를 함유한 저류층의 크기를 평가하기 위한 시추(appraisal, delineation)와 석유생산을 목적으로 하는 시추 등이 있다.

석유시추작업 과정에서 특기할 사항들은 다음과 같다.

Casing operation은 지층의 수평압력에 대한 시추공 保全 및 시추泥木(drillingmud)에 의한 환경오염을 방지하기 위해 요구된다.

그리고 試錐孔의 심도가 깊어짐에 따른 casing pipe의 중력에 의한 下向운동

경향을 막기 위하여 casing pipe를 주변 지층에 정착시키는 작업을 하게 되는데 이를 cementing operation이라고 한다. 이런 작업들은 시추작업이 시작되기 전에 미리 계획된 작업들이다.

그런데 종종 지층의 복잡성 또는 시추단면에 生成된 岩片(cuttings) 제거 효율의 低下에 기인하여 생긴 지층의 집착력에 의하여 drill pipe의 일부를 시추공속에서 잃어버리는 경우가 있는데 이것을 回收하기 위해 fishing operation을 한다. 이 작업을 통해서도 drill pipe의 回收가 불가능한 경우에는 方向性시추(directional drilling)을 수행한다.

방향성 시추는 이런 용도 뿐만 아니라 지상조건이 시추에 적절하지 않은 경우 등을 포함한, 각종 수직시추가 불리한 경우에 유익하게 이용되고 있다. 이 방향성 시추는 1950년대 후반에 개발되어 시추작업 개선에 크게 기여했을 뿐만 아니라 시추경비 절감에도 큰 도움이 되었다.

그러나 실제 이 방향성 시추작업을 추진하는 데에는 많은 어려운 기술들이 요구된다. 이런 방향성 조정기술은 시추작업에서 첨단기술에 속하는데 근래에 들어 computer 및 기계산업의 발달에 의해 시추작업을 용이하게 하는 많은 drilling program 들이 개발되어 지하 10 km 이상까지 시추가 가능하게 되었다.

시추과정에서 가장 위험한 것은 石油貯溜層 上端을 굴착할 때의 압력조절 실패에 의한 blow out의 발생이다. 발생 당시 신속한 대비에 실패할 경우 油田 전체를 포기해야 할 뿐만 아니라 막대한 재산 및 人命의 손실을 초래한다.

이런 복잡한 시추과정을 거치는 동안 그 지역에 대한 많은 層序學的, 구조지질학적 정보를 얻을 수 있는데, 이런 것은 다음 시추작업시 큰 도움을 주어 경비절감 및 안전대책에 긴요하게 이용된다.

많은 석유 용역회사에서 제공하고 있는 mud logging도 그러한 것들 가운데 일부인데 이것은 시추환경의 지질 및 지압(地壓/pore pressure)에 관한 정보를 제공하여 검층(檢層/well logging) 해석(解析)의 정확성을 높여준다.

4. 石油평가(well evaluation)

석유 저류층의 지압상태에 관한 정보

는 석유시추작업 과정에서 입수되지만 油田의 종합적 상태를 평가하기 위해서는 저류층의 공극률(空隙率/porosity) 분포 및 유체포화도(流體飽和度 fluid saturation) 측정 등이 well logging service에 의해 반드시 요구된다.

예를 들면 유전의 경제적 검토에 필수적인 자료인 석유 매장량(oil initially in place)은 다음 계산식에 의해 산출된다. $OIIP = A \times h \times \phi \times S_o$

A : 면적(area extent)

h : 저류층 두께(reservoir thickness)

ϕ : 공극률(porosity)

S_o : 석유 포화도(oil saturation)

공극률 분포와 유체 함유상태는 여러 검층(檢層) 방법에 의하여 직접, 간접으로 측정되는데 그 대표적인 측정방법은 다음과 같다.

(1) 전기탐사(Electrical survey)

전기적 檢層方法은 저류암 및 저류류체, 그리고 시추이수(泥水)의 전기적 성질을 이용하여 저류암의 물리적 특성을 판정하는데 그 종류는 지층의 전기화학적 성질을 이용한 SP log에 의한 저류암 발견, 시추이수의 저류암 침투 정도에 따른 비저항성(比抵抗性)을 조사하여 저류층의 공극상태와 유체 포화상태를 측정하는 것 등이다.

시추이수에 의한 침수를 받은 지역의 저항조사는 micro resistivity log에 의해, 침수되지 않은 지역은 LATERLOG에 의해 주로 측정된다. 이때 그 종류와 측정심도는 용역회사에 따라 다르고 보통은 이러한 기구들 3~4개를 조합하여 측정한다. (2) 방사선 검층(Gamma ray) 이 검층방법은 퇴적암층에 있는 방사선 물질 함유 정도를 측정하는 것인데 그 대표적 방사선 물질인 K와 U는 shale 층에 많이 퇴적되어 있다.

이 특성을 이용하여 shale 층을 확인하고 저류층내 clay minerals에 의한 전도성 오염 등을 측정한다. (3) 수소 검층(Neutron log) 이것은 주로 水素 원소의 함유 정도에 따라 반응하므로 저류층의 공극속에 있는 물 및 탄화수소의 포화 정도를 측정하여 저류층을 발견한다. 이 방법으로는 유체가 물인지 탄화수소인지 구별이 안되므로 저류층의 유체에

의한 포화상태만을 측정한다. (4) 밀도 검층(Density log) 저류층의 특성은 비저류층에 비해 밀도(Density)가 작다. 그 이유는 저류층의 공극속에 유체가 포함되어 있기 때문이다. 이런 특성을 이용, 저류층이 확인된다. (5) 음파 검층(Sonic or acoustic log) 진원(震源)에서 발생한 음파는 지층을 따라 운동하는데 지층이 단단하고 균질(均質)한 물질일수록 빨리 움직이며 지층속의 이물질(流体)에 도달할 경우 부근의 속도에 비하여 현격하게 줄어든다. 이런 특성을 이용하여 저류층의 유체 포화상태를 측정하는 방법이다. 이런 검층방법은 지역 조건에 따라 일부 혹은 전부 요구된다.

검층에 의해 다양하게 수집된 정보로 저류암의 물리적 특성을 파악한 뒤 경제성 검토에 들어간다.

이 경제성 검토는 필자의 전공분야 밖이므로 언급을 회피하기로 한다. 이 검층방법에서 하나 특기할 사항은 석유생산에 필수적인 사항인 저류층의 유체 전도성(Permeability)을 직접적으로 구할 수 없으므로 단지 간접적, 실험적 산식에 의한 평가만이 가능하다는 것이다.

5. 油井 완결(Well completion)

이 단계에서는 시추단계 및 유전평가에 의하여 판별된 석유부존의 有無상태, 그리고 경제성에 따라 작업의 방향이 결

한다. 외국의 경우 연방법이나 주법에 의해 作業이 要求된다.

(2) 석유부존이 확인된 상태

석유의 부존은 확인되었지만 석유를 抵溜層에서 지상으로 회수하기 위해서는 몇가지 기본적인 조사가 시행된다.

그 중의 하나가 石油生産性 調査(Drill stem test)이다. 이 조사를 통해 저류층의 유체 전도성이 측정되고 또 저류층의 배수범위가 결정된다.

이 조사의 또 하나의 목적은 저류층의 유체 전도성에 대한 시추이수에 의한 오염도(Skin factor)의 계산이다. 석유시추 과정에서 생성된 지하의 岩片을 제거하기 위하여 이용되는 시추泥水는 적합한 점도(粘度)를 유지하기 위한 Bentonite와 비중조절을 위한 Barite 등이 주 성분인데 특히 Bentonite는 저류층을 통과시 저류층의 공극을 막아 주변의 유체 전도성을 급격히 저하시킨다.

일단 감소된 유체 전도성은 석유생산량을 급격히 감소시키므로 인위적으로 유체 전도성을 증가시켜 주어야 한다.

유체 전도성을 증가시키는 방법은 저류층의 화학적, 물리적 성질에 의해 결정되는데 저류층이 석회암(Limestone)인 경우는 산(酸)이 석회암을 용해시키는 성질을 이용한 Acidizing, 또는 저류층의 시추공 주변지역을 지상에서 유체를 통



정된다.

(1) 석유부존이없는 상태(Dry hole)

이 경우라면 반드시 뚫린 시추공은 cement나 slurry 등에 의해 메워져야

우리나라의 유조선들은 中東, 南아메리카, 동남아시아 등에서 기름을 날아 오느라고 여념이 없다.

하여 가한 압력으로 부분파쇄(破碎)시켜 유체 전도성을 높이는 Fracturing 등이 있다.

Acidizing 이나 Fracturing 작업은 시추이수에 의해 오염된 저류층의 유체 전도성을 원상회복시키는 정도를 넘어서 몇감절의 석유생산 가능성을 증가시킬 수도 있다.

이단계에 속하는 또다른 석유생산 준비작업은 석유시추작업과 밀접하게 관련되어 있는데, 석유시추시 그지역의 지질학적 환경때문에 종종 시추공의 밑바닥까지 casing이 요구되는 cased hole completion과 시추공의 일부만 casing에 의해 밀폐되고 저류층은 시추공과 바로 연결된 open hole completion이 있다.

그 종류에 따라 석유생산에 준비되는 작업도 상이하다.

①有蓋孔法(Cased hole completion)

이것은 첫째 저류층이 casing에 의해 시추공과 분리되어 있으므로 그 연결이 선결요건인데, 이 연결작업을 일컬어 perforation이라 한다.

이 작업은 화약을 장전하여 저류층 지점까지 내려보낸 후 폭발시켜 저류층에 접한 Casing에 구멍을 뚫어 저류층과 시추공을 연결시킴으로써 생산이 가능하게 한다.

②無蓋孔法(Open hole completion)

이 생산 준비단계에서는 저류층의 전면이 시추공에 노출되어 있으므로 그 생산성도 높고 이 작업에 소요되는 경비도 비교적 낮다.

그러나 석유생산에 가장 큰 영향을 주는 사항은 시추공 주위의 유체 전도성의 보존이다. Acidizing 또는 fracturing에 의하여 유체전도성을 증가시킬 수는 있지만 저류층의 전면이 압력에 노출돼 있는 까닭에 그 견고성은 시간이 흐를수록 약해진다. 이것을 보강하기 위해 인위적 유체전도성보장(Liner completion with gravel packing) 등이 있다.

이 단계의 마지막 고려사항으로 시추공에 의해 확인된 저류층의 수와 production tubing의 수에 따라 single completion 또는 dual completion 등을 결정한다.

6. 生産(Production)

위에서 열거한 석유생산 준비작업에 의하여 석유 생산 단계에 이르게 되는데 이 과정에서 고려되어야 할 사항으로는 저류층의 유체적 특성(Reservoir type), 저류층의 에너지 상태에 따라 분류해 보면 다음과 같다.

(1) 1次생산(Primary Production)

저류층이 가진 자연 에너지의 석유가 저류층을 통과하는데 소모되는 에너지,

자연적인 생산이 가능하게 된다.

(2) 2次생산(Secondary production)

저류층의 석유가 생산됨에 따라 에너지 감소에 의하여 많은 석유가 저류층에 남아 있음에 불구하고 자연적 생산이 불가능한 경우 Injection well을 통한 물의 저류층 주입에 의해 석유를 뒤에서 밀어 줌으로써 production well을 통해 석유를 생산한다.

(3) 3次생산(Tertiary production)

가장 값이 싼 물이 아닌 다른 방법에 의해 석유의 재생산을 시도하는 것으로 Carbon flooding, Alcohol flooding, Thermal flooding, Steam injection 등이 있으며 현재 생산국에서 이 분야의 연구가 가장 활발하다.

여기에서 참고할 사항은 1차생산에서 자연적 에너지의 효율적 사용과 보존을 위해 附設되는 Artificial lift나 sucker rod pumping 등은 자연적 에너지의 시간연장 뿐만 아니라 생산성의 극대화에도 도움을 준다는 사실이다.

7. 정유 및 수송(Refinery and Transportation)

각 생산회수기능에 의해 회수된 탄화수소는 압력과 온도상태에 따라 액화 또는 기화한다. 일반적으로 저류층내에 액체로 존재하던 탄화수소는 압력과 온도의 감소에 따라 液·氣體分離器(Separator)를 통과하면서 액화 탄화수소는 tank에 貯藏되어 정유공장으로 운송되고 분리된 기체 탄화수소는 가까운 발전소 및 공장에 배관으로 연결되어 1차연료로 사용된다.

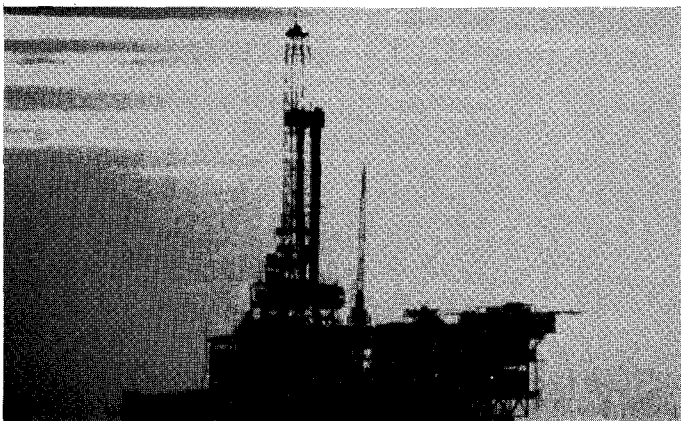
이 이후의 원유 정제 및 처리는 화공 분야에 의해 이루어진다.

엄밀히 말해 석유공학은 탐사팀(Team)에 의해 결정된 well site를 시추하는 것으로 시작되어 원유가 석유저장 tank를 떠나기 직전까지 일어나는 모든 작업을 취급한다.

이 定義로서 石油工學은 석유탐사와 구별되고 化工分野와도 확연히 분리되어 자연을 1차적으로 이용하는 독자적인 공학영역을 차지한다.

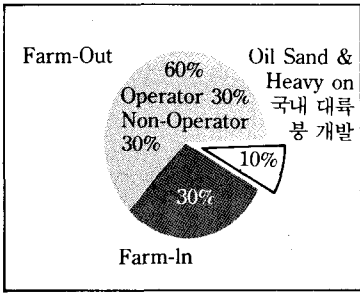
II-2. 石油資源의 開發現況

국내의 석유자원 개발사업은 국내 석유공급의 안정기반 구축과 석유개발기술



저녁노을이 물들고 어둑어둑해져 가는 바다에서 석유의 부존여부를 가려내기 위해 해상 탐사정은 일새가 없다.

生産孔(Production well)을 따라 올라 오는데 소모되는 에너지 및 지상의 저장 tank까지 오는데 소모되는 에너지 등 모든 에너지를 충당할 만큼 충분한 경우 인위적인 에너지의 보강장치가 필요없는



축적, 석유수입의 해외 의존도 경감을 통한 국제수지 개선의 기여등을 목적으로 추진되어 왔다.

1. 國內 大陸棚 開發

국내 대륙봉 사업은 그간 물리탐사와 함께 몇 개의 광구에서 외국회사와 합작에 의한 공동 시추 및 국내 단독 시추를 수행해 왔으나 제 6-1 광구에서 가스를 발견한 것 외에는 별다른 실적이 없는 상태이고 6-1 광구의 가스발견도 현재까지는 경제성 규모에 미치지 못하는 것으로 판명되었다.

2. 海外 油田 開發事業

국내 수요를 충족할 장기적이고도 안정적인 원유 공급원 확보사업의 일환으로 추진되고 있는 해외 유전 개발사업은 1981년 인도네시아 서마두라 油田을 시작으로 1991년 12월 현재 총 18개 국가에서 30개 프로젝트(생산 3광구, 탐사 16광구, 철수 11광구)에 이르고 있다. <표 1> 현재 이집트 「자과라나」를 비롯한 몇몇 광구에서 原油가 발견되고 있으나 그 생산성 및 원유의 性狀에 비추어 볼 때 개발 가능성에 있어서는 많은 검토가 요구되고 있고, 북예멘 「마리브」 광구를 제외하고는 그 실적이 극히 미미한 실정이다.

표 1에서 알 수 있듯이 국내 기업의 해외 탐사사업 성공률은 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있다.

II - 3. 向後 進路 方案

현재 우리나라가 유전 개발 사업에 참여할 수 있는 방법으로 크게 두 가지 방식을 들 수 있는데 그 하나가 지금까지 추진되어 왔던 탐사광구 중심의 개발사업이며 다른 하나는 既開發, 既發見 油田에 대한 사업 참여이다.

정부 주도 아래 추진되어 왔던 기존의 사업들은 국가정책(자금) 지원면에서

보다 유리한 투자조건이 부여된 탐사광구 위주의 개발사업이었으며 참여하고자 한 油田의 규모에 있어서도 1억 배럴 이상의 대규모 유전에 편중된 것이었다.

그러나 기존의 사업 추진 결과에서 드러난 제 문제점과 국내 탐사 기술의 전반적인 낙후성 그리고 향후 발견될 유전의 소형화, 개발환경의 열악화 추세로 미루어 볼 때, 대규모 유전에 대한 탐사광구 위주의 개발사업은 수정이 불가피한 실정이다.

우리나라의 자금력과 기술력 수준에서 향후 당면하게 될 석유개발사업의 모든 문제점을 최소화하고 사업의 실효를 거두기 위해서는 기존의 국내의 사업추진의 전환과 이에 따른 기술개발 및 국가정책(자금) 지원제도의 개선방안 등이 적극 모색되어야 한다.

1. 海外 油田 開發事業

앞으로 국내 대륙봉 개발사업의 전망이 불투명한 현 상황에서 해외 유전개발은 우리나라 석유자원 개발의 가장 주된 사업이다.

앞서 기술(記述)된 바 있는 국내의 석유부존 및 개발여건을 고려할 때 우리나라에 적합한 유전개발의 추진방향은 그림 1과 같이 설정되어야 할 것이다.

즉, 어느정도 기술력이 확보된 민간 석유개발회사는 탐사광구에 대한 단순 持分참여방식에서 과감히 탈피하여 좀더 적극적으로 기술습득이 빠른 운영권자로서의 사업전환이 要求된다. 그러나 이러한 사업전환은 국내기술수준을 고려한 매우 점진적인 것이어야 하며, 그 비율도 탐사광구 사업의 낮은 성공률에 비추어 50% 선 내에서 조정되어야 할 것이다.

현재 모든 정책적 측면에서 우선되고 있는 탐사광구 위주의 편중된 개발사업 방식을 전환시켜 既開發, 既發見 油田의 참여도 매우 긍정적으로 검토되어야 한다. 既開發 油田사업은 생산중이거나 매장량이 확보된 유전개발 지역에 참여하는, 탐사의 위험성이 적은 사업이므로 상대적으로 높은 초기 투자자본이 필요하나, 참여즉시 투자회수가 가능하고 해외 개발사업의 주체인 민간기업이 추구하는 단기적 자본순환과 생산수익의 확대재생산도 가능한 장점이 있다.

또한 기술확보 측면에서도 탐사광구 사업은 석유개발 초기단계에서 최종단계까지 이르는 다양한 기술의 습득이 요구되지만 기계발전 사업은 유전평가 기술만 확보하여 가채 매장량 평가만 정확히 하면 되므로 비교적 단시간에 확보될 수 있다. 현재 탐사광구사업에 집중된 민간기업들의 참여를 기계발전사업으로 일부 전환하도록 유도하고, 그 실효를 거두기 위해서는 막대한 초기투자분에 대한 기존의 국가지원(자금)제도의 개선 및 지원 확대가 전제되어야 한다.

우리나라는 유전개발사업을 통해 직접적인 국가 경제력 향상을 추구하는 것이 아니라 에너지 자원의 안정된 공급으로 기간산업의 원활한 운영에 에너지 정책의 중점을 두고 있다.

한편 油田의 규모에 있어서는 기존의 1억 배럴 이상급의 대규모 油田 중심사업을 일부 전환하여 기술력 보안을 통한 중·소규모급(5,000만 배럴 수준) 유전개발에도 투자가 확대되어야 한다.

중·소규모급 유전사업은 최근에 발견되는 油田 및 향후 발견될 유·가스전들의 소형화 경향에 비추어 볼 때 경제성을 높이기 위한 소규모 유전기술의 개발과 아울러 적극 고려되어야 할 사업의 하나이다.

2. 國內 大陸棚 개발

국내 대륙봉 개발은 우리나라 油田 개발추진 방안 중 개발원유의 최대 10% 充足사업으로 추진되어야 하며 이 비율 내에서 대륙봉 개발의 보완적 혹은 대체사업으로 중질유(Heavy Oil)나 오일샌드 開發사업이 고려되어야 한다.

국내 대륙봉의 경우 광구당 면적이 상당히 넓고 지질 구조의 규명이 미흡한 실정이므로 국내 단독 시추사업일 경우에는 단기적으로 기초조사 개념에서 사업을 추진하고 정밀탐사 및 종합적 평가를 실시한 후 시추 단계 이상의 개발로 진입하는 것이 바람직하다.

기초조사 개념에서 사업추진이 시작될 때 국내 대륙봉 개발에 장기적이고도 지속적인 개발정책과 일관된 사업 수행이 가능할 것으로 보인다. 또한 국내 대 大陸棚의 地政學的 특징과 개발의 장기적 투자 규모면에서 인접국과의 공동 개

발도 적극 모색해야 할 것이다.

기존의 한·일 共同開發 사업의 전개와 함께 국교 문제가 해결된다면 본격적인 한·중 共同開發도 기술과 자본 등의 제 여건을 고려할 때 적극 추진할 필요가 있다.

아울러 대륙붕 개발의 대체 사업으로서 방대한 매장량이 부존되어 있고 개발 잠재력이 높으며 탐사 실패의 위험이 거의 없는 중질유나 오일샌드 등의 비재래형 原油開發사업도 긍정적으로 검토되어야 할 것이다.

II - 4. 技術 開發

기존의 개발기술을 단계적으로 습득하기에는 사업참여의 기회가 제한적이고 우리나라의 후발된 石油개발사업의 여건상 어려움이 있다. 따라서 우리나라와 같은 石油산업 후발국의 경우에 석유개발 全分野의 技術 자립보다는 향후 참여가 기대되는 사업에서 필수적으로 요구되는 다음과 같은 석유개발 장래 핵심기술의 확보에 주력할 필요가 있다.

- (1) 소규모 油田의 最適化技術 (2) 탐사분석기술 고도화와 측정기기의 정밀

화(sand string, channel) (3) 增進回收法(EOR) - 回收率增進에 의한 經濟性 向上 (4) 極地 및 深海 油田개발기술 (5) 高深度 시추기술 및 方向性(수평정) 시추기술 - 試錐孔수를 줄이고 생산량 증대 (6) 중질유 및 오일샌드 開發技術 - 개발 잠재력이 높은 방대한 석유자원의 적시확보

이와 아울러 既開發, 既發見 油田의 성공적 사업수행을 위해서는 다음과 같은 기술개발 및 기술축적이 요구된다.

- (1) 油田評價技術 - 매장량 및 생산량 예측 (2) 物理檢層技術 및 資料解析 (3) 貯留층공학 - 流體流動특성 및 岩石學의 특성과악, 증진회수 (4) 적정생산 기법 (5) 石油地質 - 試錐코아 분석 및 이수檢層을 통한 根源岩과 貯留층 분석 - 구조트랩과 층서트랩 파악

〈표1〉 해외유전개발사업참여(91. 12. 현재 : 30개사업)

	지역 및 광구	국내 참여업체	한국측 지분	참여시기	비고
생산	인도네시아 서바누라	코데코, 유개공, 쌍용, 대우	50.00%	81. 5. 7	900 B/D
광구	북예멘 마리브	유공, 삼한, 현대, 유개공	24.50%	84. 4. 28	190천 B/D
(3개)	이집트 칼다	삼성, 국동, 럭키금성, 유개공	10.00%	89. 1. 1	28천 B/D
탐사 광구 (16개)	에콰도르 BLK-12	유공	25.00%	87. 6. 30	원유발견*1
	인도네시아 와렘	경인, 유공, 럭키금성, 유개공	15.00%	87. 9. 22	2공시추
	말레이시아 SK-7	삼성, 유공, 유개공	29.75%	87. 6. 30	5공시추
	호주 AC/P-11, 해상	유공	20.00%	89. 4. 4	5공시추
	이집트 자파라나	유공	25.00%	89. 5. 31	원유발견*2
	벨리제 OPL-1	럭키금성, 유개공	50.00%	89. 8. 29	1공시추
	에콰도르 BLK-13	경인, 유개공	35.00%	89. 9. 29	3공시추
	미얀마 BLOCK C	유공, 선정	100.00%	89. 10. 17	1공시추
	U. A. E. R. A. K	럭키금성, 현대, 유공, 유개공	35.00%	89. 11. 15	-
	미국(필립스), 육해상	현대	8~15%	89. 11. 30	17공시추
	콜롬비아, 육상	럭키금성, 삼성	45.00%	90. 4. 2	8공시추
	리비아(3개광구)	유개공, 대우, 현대, 마주코, 대성	50.00%	90. 11. 1	-
	시리아 Al-Nabk	유공	25.00%	91. 5. 31	-
	말레이시아 SK-17	럭키금성, 현대	20.00%	91. 6. 11	-
	미국알래스카 McArthur	쌍용정유	50.00%	91. 6. 21	1공시추
	호주 TIMOR ZOCA	유개공, 현대, 경인, 대성, 대우, 럭키금성, 마주코	15~25%	91. 12. 17	-
종료 (철수) (11개)	인도네시아 카리문	유공	3.00%	83. 5. 10	8공시추
	미국, 육상	대신석유	75.00%	84. 2. 17	20공시추
	인도네시아 아당	럭키금성, 유개공	25.00%	84. 9. 20	3공시추
	인도네시아 나우카	경인, 대우, 유개공	15.00%	84. 9. 29	1공시추
	모리타니아 BLK-9	유공	25.00%	84. 9. 29	불리탐사
	수단 나일 동골라	유공	14.50%	85. 12. 4	4공시추
	브라질 멕시코나	유공	16.67%	87. 2. 3	4공시추
	파푸아 뉴기니 PPL-59	유공	20.00%	88. 2. 23	2공시추
	미국(세브론), 육해상	럭키금성, 호남정유, 유개공	10.5~37.5%	88. 4. 4	9공시추
	가봉 Oyan Marin	유공	20.00%	89. 9. 19	1공시추
	파푸아뉴기니 PPL-30	럭키금성, 현대	15.00%	90. 2. 30	1공시추

註 : *1 에콰도르 BLK-12 : 3천 B/D 발견(5공 시추)

*2 이집트 자파라나 : 10천 B/D 발견(9공 시추)

III. 結論

위에서 우리는 石油開發에 필요한 工學的 개념들을 石油開發段階를 따라 항목별로 알아보았으며, 또한 국내의 석유 개발사업 현황을 토대로 하여 그에 따른 문제점 및 향후 進路에 대해서 언급해 보았다.

石油을 전적으로 외국에 의존해야 하고 총 에너지 중 石油가 차지하는 비중이 매우 큰 우리의 실정에서 長期的이고 安定的인 原油供給源 구축은 국민경제 측면에서 중차대한 문제이다.

이와 같은 目的을 위해 그 동안 추진되어 왔던 油田 개발사업은 향후 既存의 探查鑛區 위주의 개발사업에서 기발견, 기개발 油田事業으로의 전환과 첨단 회수 기술개발을 병행한 小規模 油田(5,000만 배럴) 개발사업의 참여방향으로 검토되어야 한다.

아울러 정부차원의 일관된 유전개발 사업의 추진의지와 현재 국내외 자금력과 기술력, 기개발 사업의 필요성 등을 인식한 石油事業基金의 개선 및 확대, 企業次元에서 향후 개발사업에 필요한 기술의 축적과 개발 등이 뒤따를 때 우리나라의 石油開發事業은 보다 큰 성과를 이루게 될 것이다.