



石油採掘促進을 위한 太陽熱應用技術

< 3 >

Peter deLeon 記

〈美 The Rand Corporation〉

Kenneth C. Brown 記

〈美 Science Application, Inc.〉

만인 이와같은 狀況이 발생하면 그후에 空氣 汚染度防止規定은 역시 油類生産者로 하여금 太陽 EOR 또는 生産水準, 空氣汚染度防止基準 및 投資에 대한 시인할 수 있는 利得率을 유지 할 수 있는 方法으로 기타 汚染防止 方法을 採擇하도록 强要하게 될 것이다.

太陽 EOR 施設의 設計內容과 比較現況

이 論稿의 主眼點은 油類採取促進法 適用을 위한 太陽熱에 관한 여러 技術 그리고 그 技術과 다른 方法과 比較 檢討하는 것이다. 이러한 比較 檢討는 주로 여러 太陽熱에 관한 여러 技術뿐만 아니라 太陽 EOR과 기타 熱을 이용한 EOR 事業들을 對象으로 삼고 있다. 이에 關聯된 技術 및 經濟問題들을 考察하고 있다. 수많은 문제들이 提起되고 있다. 그러나 그와 같은 문제들의 성격을 正確하게 규정 지을 수는 없다. 따라서 시장에서 太陽熱을 둘러싼 正確한 內容

에 관한 結論을 맺기 전에 細心한 주의를 기울이지 않으면 안된다. 지금 현재에도 아직 가장 중요한 技術 및 經濟的인 要素들을 檢討중이며 그 결과로 이 論稿는 太陽에너지의 熱을 이용한 EOR을 위해서 的 적용 可能性에 관한 健全하고 合理的인 해명서로 比較檢討事項을 提示하고 있다.

여러 太陽熱利用技術들의 比較檢討는 EOR適用을 위해서 必要한 事項이 무엇인가에 대한 完備한 이해에 바탕을 두고 이행되지 않으면 안된다. 이와같은 이해를 促求하기 위해서는 실제로 生産現場을 돌아보아야 하며 또한 다음 章에서 언급되고 있는 설계에 대한 仕様內容에 根據를 두어야 한다. 이와같은 仕様內容을 留意하여 太陽 EOR을 위해서 考察되고 있는 2개의 주요한 太陽熱 利用技術이 그 性能, 對替的인 시설 설치를 위한 經費 그리고 技術改善에 對한 앞으로의 期待可能性등을 바탕으로 比較 檢討되고 있다.



設計 仕様内容

4개의 設計上의 문제점들이 太陽 EOR의 基本的인 設計에 依해서 論議되지 않으면 안된다. 첫번째로 太陽熱利用 設計者는 모든 環境條件下에서 이용 可能的한 地面確保에 關心을 갖고 있다. 왜냐하면 龐大한 太陽에너지資源을 集結시키기 위해서는 넓은 地面을 必要로 하기 때문이다. 왜냐하면 이 경우에는 敷地의 地形, 그 地形의 蒸氣配置網과의 關係 그리고 蒸氣를 挿入하기 위한 우물장치등이 고려의 對象이 되어야 하기 때문이다. 大部分의 베이커스 油田地帶에는 가동중인 油田들이 極도로 稠密하고 있기 때문에 加동중인 油井들 가운데에 太陽熱利用施設을 設置한다는 것은 不可能하다고 간주되고 있다. 이와 마찬가지로 큰地域의 大部分의 地帶에서는 太陽熱 集熱施設을 設置하고 또한 龐大한 油田들을 연결하는 것은 岩壁으로 둘러 싸인 험준한 地形으로 말미암아 極도로 困難하다. 그런 故로 기초적인 사항으로 太陽熱이용 시설은 加동중인 유전내가 아니라 그 유전에 隣接한 平坦한 空地에 太陽熱利用施設이 設置되어야 할 것이라고 생각되고 있다. 그리하여 蒸氣는 파이프를 이용해서 加동중인 蒸氣배포망으로 송부되는 지점까지 이송된다.

두번째로 중요한 要素는 基本的인 증기 이송관 시설을 위한 氣候媒介變數에 關해서 통일된 意見이 있어야 한다는 점이다. 캘리포니아州에서 現在 進行中인 EOR프로젝트의 大部分은 베이커스 油田近處에서 수행되고 있으므로 이 敷地가 氣候條件을 代表하는 것으로 선정되었으며 이 氣候條件下에서 大部分의 太陽 EOR시설이 運營될 것이다. 베이커스 油田의 太陽放射率의 特徵은 프로스노, 바스로우 및 인크레론에서 작성된 氣象報告書를 檢討하고 또한 비록 不完全하기는 하지만 베이커스油田에 있는 美國의 國立氣象臺가 작성한 報告書를 다른 것과 比較

檢討하므로써 究明할 수 있었다. 그리하여 베이커스油田에서의 年間平均 太陽熱直接放射率은 753,500 Btu/ft²로 算定되었다.

세번째로 설계상의 중요한 要素는 蒸氣의 狀況이다. 즉, 그의 壓力, 溫度 및 質등이 그것이다. 이 狀況下에서 蒸氣는 太陽熱 利用施設에 의해서 蒸氣배포시설로 이송되는 것이다. 蒸氣로 加동되는 EOR에 대해서 증기 挿入 우물 表面에서의 증기 狀況은 그 우물의 깊이 그리고 形成 粉碎壓力을 망라하는 수 많은 媒介變數에 의해서 좌우되고 있다. 蒸氣배포상황의 한 例가 이 分析論稿中에서 檢討될 것이다. 蒸氣挿入 우물로 이동되어야 하는 증기량은 가장 멀리 떨어져 있는 挿入 우물의 경우 850PSI(525°F)에서 80퍼센트이다. 算定된 蒸氣壓力落下로는 蒸氣送付 幹線上에서 20PSI였으며 또한 가장 멀리 떨어진 우물(6,000피트)에로의 3인치 蒸氣挿入送付管에서는 130PSI였다. 그런 故로 蒸氣는 1,000 PSI와 太陽蒸氣發動機에서의 80퍼센트의 質(이 送付管에서는 質의 큰 低下 現象은 일어나지 않았다)로 발동되지 않으면 안된다.

EOR에 대한 太陽熱利用施設을 위한 가장 중요한 문제가 될 네번째의 요소는 油일 저장시설의 부대시설과 간헐적으로 공급되며 利用되는 熱을 留保시킬 수 있는 能力에 關한 것이다. 만일 晝間에만 높은 比率로 蒸氣를 공급하므로써 油類生産수준을 유지할 수 있다면 (즉, 夜間에는 우물에 증기를 전혀 공급하지 않음) 가장 적은 저장량을 위한 것일지라도 太陽 EOR 시설은 설치가 可能하다. 만일 계속해서 24時間동안 蒸氣를 挿入할 必要가 있을 경우에는 또 다른 2개의 選擇思想을 太陽熱利用施設을 위해서 考察하지 않으면 안된다. 첫번째는 通常적인 EOR蒸氣 發動機 즉, 例를 들면 太陽逆作用混合 EOR 施設에 대해서 燃料의 보충 저장량을 提供할 수 있는 規模의 太陽熱利用 施設을 設置하는 일이다. 이 경우에는 該當太陽熱利用施設은 年中 어떤 가장 최고의 기록을 나타내는 날에 最高로 約



50MB tu/hr의 生産量を 記錄할 수 있는 規模로 設置하여야 한다. 간헐적인 기간 또는 낮은 日射率을 위해서 또는 日出과 日沒의 狀況을 위해서 蒸氣를 發動시키기 위한 에너지는 小量의 저장된 太陽熱을 利用해서 제공되며 또한 그 에너지는 舊式의 熱을 이용한 EOR發動機 가동을 고도화 시킴을 통제하므로써 제공된다. 夜間 또는 흐린 날씨가 계속되는 기간중의 蒸氣插入은 舊式의 熱을 이용한 方法을 利用해서 수행된다. 두번째의 方法은 約 90퍼센트의 年間 太陽熱施設容량의 係數를 確保하기 위해서 比較的 많은 량의 가동중인 太陽熱利用施設의 저장량을 제공한다. 이러한 시설은 24時間 以上の 낮은 太陽熱放射率이 제공되는 期間이 없는 경우에는 오로지 太陽熱을 이용한 시설로부터만 계속해서 증기가 제공된다.

간헐적 또는 晝間의 蒸氣插入이 可能한가 하는 것이 지닌 論議의 대상이었다. 인터뷰의 결과는 大部分의 油田經營者들은 蒸氣를 利用한 事業의 EOR을 위해서는 晝間의 간헐적인 蒸氣插入이 만족스러운 것이라고 생각지 않고 있다는 것을 示唆하고 있다. 이와같은 油田經營者들은 ①地下孔穴의 과도한 損失, ②약화된 熱 및 ③油井에 金屬管을 附着하는 경우의 과도한 무리등이 그와 같은 사업들을 採擇하는 경우의 주요한 문제점으로 지적하고 있다. 다른 사람들은 溫度의 과격한 變動이 우물 口徑을 과도하게 모래로 뒤덮게되는 원인이라고 말하고 있다. 그러나 일부 유전經營자들은 그와 같은 插入作業이 滿足스럽지 못한 것이라는 점에 대한 타당한 根據를 發見치 못하고 있으며 또한 그들은 24時間동안 插入하도록 規定되어 있는 것은 그것이 꼭 必要한 사항이라는 것을 의미하는 것은 아니라고 말하고 있다. 이와 같은 문제를 解決하기 위해서는 經驗있는 엔지니어들에 의한 正確한 算出 및 實驗이 必要한 것이다. 간헐적인 (晝間에 限함) 太陽熱을 利用한 蒸氣插入可能性에 대한 正確한 判斷이 없기 때문에 이 論稿는 24時

間동안 계속 蒸氣를 插入하는 것이 必要하다고 추정하고 있다. 太陽熱施設을 위해서 提供된 에너지에 대한 경비는 單獨的인 集熱設計의 경우나 또는 太陽熱逆適用混合設計의 경우 큰 차이는 없다. 그러므로 이 두 시설을 比較 검토할 수 있는 要諦는 찾을 수 없게 되었다.

베이크스油田의 現場을 訪問하는 동안 볼 수 있었던 가장 보편적인 증기발동기의 容량은 50MB tu/hr였으며 이와같은 발동기들은 7개 내지 10개 單位로 집결되어 있었다. 提議되고 있는 太陽蒸氣施設이 증기를 現存하는 증기배포망속으로 插入할 것이므로 이와 같은 시설은 보편적인 EOR 시설과 比較하는 것이 가장 편리하다. 이 경우에 太陽 EOR 施設은 典型的인 증기발동기 (50MB tu/hr)와 흡사한 증기생산용량을 제공할 수 있는 規模이어야 한다. 따라서 앞으로 論及할 太陽 EOR의 설계는 50MB tu/hr와 동일한 증기발동용량을 위해서 標準化되었다. 勿論 太陽 EOR 시설이 반드시 그와 같은 발동용량에 제한되어야 한다고 추정할 이유는 없다.

1日太陽熱施設의 생산량이 다르다는 이유로 말미암아 50MB tu/hr의 既定된 용량을 규정할 수 있는 몇가지 다른 方法들이 있을 수 있다. 그 방법들 중 어느 곳도 일반적으로 標準化된 方法으로 採擇되지는 않았다. 이 論稿에서는 太陽混合施設이 6月(最高의 太陽放射率인 있는 달임)에 한 보일러의 50MB tu/hr의 통상적인 발사 용량과 동일한 총 일일생산량(12시간)을 제공할 수 있도록 설계되었다. 통상적인 보일러들은 정형적으로 그들의 定해진 용량의 90퍼센트의 比率로 운영되고 있으므로 통상적인 시설의 1日 총 생산량은 $0.90 \times 12h \times 5' - MB tu/hr = 540MB tu$ 가 된다.

각기 規模가 다른 標準에 의한 각기 다른 效果들을 檢討하는 것은 특히 이 시설의 年間 容량 算出을 위해서 特別히 중요한 係數이다. 太陽 EOR시설에 의하여 잠재적으로 달라지는 통상적인 시설의 증기생산량의 일부인 이 係數는 直接



의므로 총年間太陽施設에너지에 의한 산출량과 正比例한다. 최고로 50MB tu/hr의 산출량을 제공하도록 규모가 설정된 太陽 EOR施設은 9月中에 일당 540MB tu의 산출량을 제공하도록 규모가 설정된 시설보다 보다 낮은年間容量係數를 보유하게 된다. 통상적인 50MB tu/hr 또는 394,200 MB tu/年間과 동일한年間生産량을 제공하도록 規模가 설정된 太陽施設은 結局年間 10퍼센트의 容量係數를 보유하게 된다.

代替技術의 檢計

蒸氣로 運營되는 FOR을 위해서 高壓蒸氣發動에 對해서는 最少限 6개의 一般的인 方法을 明示할 수 있다. 이와같은 시설들은 그 性能이 우수하고 또한 莫大한 經費를 所要하기는 하나 必要한 溫度로 熱을 發動하여 供給할 수 있다. 그러나 다만 2개의 太陽技術만이 注目의 對象이 되었으며 또한 이 論稿에서 주의를 集中시키기 에 충분한 點만을 제시했다. 그 2가지 기술한

있는 것이다. 特히 0.43의 純年間施設의 效率性은 高度의 技術에 의한 放物線狀水路에 의한 것이며 그것은 1985년까지 高性能放物線狀水路施設을 갖추게 된다. 설정된 目的을 위해서 고안된 放物線狀水路施設을 위한 計劃된 年間의 純平均 效率은 0.51이다. 2개의 중앙수렴시설제는 첫번째 30年 一世代의 日光放射裝置/수렴기技術(指定된 C施設) 0.55의 年間效能)를 위한 計劃된 效能을 일커르고 있으며 또한 두번째 또는 세번째 世代를 위한 效能의 目的은 중앙수렴기술(指定된 D시설, 0.58의 年間效率)를 일커르고 있다. 圖表 2에는 現행의 高度의 기술 및 選擇된 太陽에너지를 위하여 설정된 기술에 대한 部品の 세부내용이 表示되어 있다.

物理的이며 經濟的인 特性

4개의 代表的인 太陽 EOR시설에 관한 物理的인 特性이 圖表 3에 表示되어 있다. 이 시설들은 50—MBtu/hr증기발동의 晝間의 총생산량과

太陽熱시설운영에 관한 세부내용

	放物線狀水路			中央收斂裝置		
	現在	高度化된 技術水準	目標	現在	高度化된 技術水準	目標
集熱器시설비용(\$/ft ²)	24.00	21.50	12.00	27.90 ^a	12.00 ^a	6.00 ^a
集熱器 反射率	0.83	0.86	0.95	0.91	0.91	0.95
수렴장치시설비용(\$/ft ²)	—	—	—	6.00	3.00	2.25
수렴장치의 수렴도	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.97
수렴장치의 塗油도	0.91	0.91	0.96	—	—	—
수렴장치의 종류	Glass Jacket	Glass Jacket	Evacuated	Cavity	Cavity	Cavity

추진력, 제어도 및 기초조직에 관한 것은 除外되었음.

①放物線狀 水路로 알려지고 있는 線을 集點으로 한 集熱施設 및 ②中央 水廉施設로 알려지고 있는 二重軸端施設을 지칭하고 있는 것이다.

이 2개의 技術設計內容은 放物線狀水路와 中央水廉施設을 위해서 모두 이용되고 있다. 그 內容이란 高度의 技術과 시설의 目的을 말하고

동일한 량을 生産할 수 있는 규모로 高안되어 있다. 그와같은 발동기들은 통상적으로 90퍼센트의 용량으로 가동되며 또한 6일에 太陽熱시설을 위한 活性的인 晝間 가동시간은 約 12時間이 므로 이와같은 시설은 540—MAtu/주간의 주간 총 生産량을 기록할 수 있는 규모로 설비되어



있다.

이것이 이 논문에서 언급되고 있는 모든 시설들의 규모가 측정되고 또한 비교 검토되는 근거가 되는 사항이다.

3개의 또다른 사항이 圖表 3에 표시되어 있다 “年間 純 平均시설 효율성”은 高度의 技術水準(시설 A와 C)과 이와같은 技術에 관한 목표(시설 B와 D를 表示하고 있다. 이와같은 사항들을 現在알려지고 있는 효율성으로 잘못 이해해서는 않된다.

“최고의 熱 생산량”이란 어느 시설이나 定해진 시간에 산출할 수 있는 最高의 생산량(MBtu/hr로 표시됨)을 의미한다.

이러한 현상을 측석에서 이러나는 직접적인 太陽放射率 및 측석에서 이러나는 純 효율이 最高화 되었을 때(통상적으로 6月 또는 7月)에 발생한다. 여러 시설들은 각기 最高의 熱 생산량이 세번식이나 變하기는 하나 하루중의 에너지의 총 생산량은 동일하다.

集熱器의 光學的인 特性이 그러하기 때문에 이 시설들은 각기 다른 最高의 熱容量을 산출하며 한편 해당 日中에 동일한 量의 에너지를 생

산한다. 그리하여 최종적으로 年間 熱容量의 係數는 통상적인 50—MBtu/hr의 잠재적인 年間 에너지 생산고에 의해서 分理되는 年間 에너지로 규정할 수 있다. 그리하여 이것은 하나의 50—MBtu/hr보일러가 생산하는 효율적인 部分임을 의미한다. 그리하여 이것은 年中을 통해서 太陽 에너지를 이용해서 증기 EOR시설을 운영하므로써 變化시킬 수 있다.

圖面 4에서는 2개의 放物線狀水路와 2개의 중앙수렴시설운영 비용의 비교상황이 제시되고 있다. 이와같은 비용의 추정액은 ①집력기의 이용지역, ②圖表 6으로부터 도출된 제공된 에너지 산출량 및 ③집열기의 1평방후트당 비용등에 근거를 두고 있다. 集熱器의 1평방후트당 소요되는 비용은 高度화된 技術을 이용한 시설 및 목적시설등을 의미하고 있다.

그러나 이와같은 추정액들은 計劃된 사업을 위해서 소요되는 期間과 기대되는 보다 큰 이용도를 고려하는 경우 非現實的인 것이다. 제9項은 4개의 가정적인 시설들을 위한 총 자본투자 비용을 제시하고 있다.

圖面 5는 年間 平均 운영 및 정비비용을 제시

太陽 EOR設施의 性能 및 物理的인 特徵

項 目	單 位	放物線水路施設		中央收歛裝置	
		A	B	C	D
1. 年間的 직접적인 太陽放射率	MBtu/ft ² /년간	753,000	753,000	753,000	753,000
2. 6月中의 平均日日 直接的인 통상적인 太陽放射率	Btu/ft ² /日間	2,820	2,820	2,820	2,820
3. 純年平均시설의 放率性	—	0.43	0.51	0.55	0.58
4. 6月중의 純日日平均	—	0.55	0.63	0.60	0.62
5. 最高의 시설效率性	—	0.60	0.67	0.78	0.82
6. 시설의 용량(6月중의 日日平均)	MBtu/日間	540	540	540	540
7. 6月중의 매설별 日日平均 에너지	Btu/ft ² /日間	1,551	1,777	1,692	1,748
8. 必要한 集熱器의 入口지역	ft ²	348,200	303,900	319,100	308,900
9. 年間에너지공급량(증기)	MBtu	112,800	116,800	132,200	135,000
10. 最高의 熱容量	MBtu/hr	56	61	74	75
11. 土地覆面 비율	—	0.45	0.45	0.25	0.25
12. 총 所要地面 面積	에 이 커	19	17	31	30
13. 年間熱容量係數	—	0.29	0.30	0.34	0.34



시설별 資本經費比較表

項 目	單 位	放射線狀水路施設		中央收斂施設	
		A	B	A	B
1. 集熱器지역	ft ²	348,200	303,900	319,100	308,900
2. 제공된 에너지	MBtu/yr	112,800	116,800	132,200	135,000
3. 集熱器구역	\$ 1,000	7,486	3,647	3,829	1,853
(A) 단위당 경비	\$/ft ²	21.50	12.00	12.00	6.00
4. 受信機와 塔	\$ 1,000	—	—	125	125
5. 蒸氣발동기	\$ 1,000	125	125	125	125
6. 기타 직접경비	\$ 1,000	1,100	770	1,200	840
7. 總直接경비	\$ 1,000	8,711	4,542	6,054	3,718
(A) 單位當 地域	\$/ft ²	25.00	14.95	18.97	12.04
(B) 單位當 容量	\$/MBtu/yr	77.23	38.89	45.79	27.54
8. 間接經費	\$ 1,000	2,178	1,136	1,514	930
9. 總經費	\$ 1,000	10,889	5,678	7,568	4,648
(A) 單位當지역	\$/ft ²	31.27	18.68	23.72	15.05
(B) 單位當容量	\$/MBtu/yr	96.53	48.61	57.25	34.43

年間平均 運營經費

項 目	單 位	放射線狀水路		中央收斂施設	
		A	B	A	B
1. 清掃(So, 26/ft ² /yr)	\$ 1,000	90.5	79.0	83.0	80.3
2. 日日整備	\$ 1,000	77.5	38.0	50.0	14.7
3. 발전과 관련된비용	\$ 1,000	15	10	10	7
4. 운영인원 및 기본시설	\$ 1,000	65	60	65	60
5. 年 總經費	\$ 1,000	248	187	208	167
6. 최초시설에 대한 比率(총경비)		2.3	3.3	2.7	3.6

部門別 에너지經費

項 目	單 位	放射線狀水路		中央收斂施設	
		A	B	C	D
1. 집열기설치 비용	\$ ft ²	21.50	12.00	12.00	6.00
2. 總 資本	\$ 1,000	10,889	5,678	7,568	4,648
3. 年間운영및정비비용	\$ 1,000	248	187	208	167
4. 제공된 에너지	MBtu/yr	112,800	116,800	132,200	135,000
5. 年間경비	\$ 1,000/yr	1,452	815	1,044	689
6. 경/bbl증기	\$	4.44	2.44	2.79	1.76

하고 있다. 일부경비들은 明白히 가장 훌륭한 추정액을 근거로 하고 있으나 項目 6은 통상적으로 是認되고 있는 범주내에서의 최종시설에

의한 총경비에 대한 비율로 年間的 총 운영 및 정비비용을 표시하고 있다. 즉, 통상적으로 用되고 있는 주먹구구식 數字는 年間 운영 및



정비 비용을 위한 최소시설에 의한 경비의 平均 2퍼센트에 해당하고 있다.

圖表 6은 4개의 시설에 대하여 산출된 部門別 에너지 경비를 표시하고 있다. 表示된 部門別 경비는 다만 補充的인 太陽에너지 시설을 위한 경비만을 표시하고 있다.

제시된 太陽을 이용한 逆適用 混合시설을 위해서는 太陽 EOR시설이 연결되어 있는 통상적인 증기발동시설이 있는 것으로 가정한다.

年間經費 및 部門別經費는 ① 年間に 제공된 에너지, ② 總 자본 및 ③ 年間운영 및 정비에 대한 비용을 근거로 하고 있다. 年間경비를 추계하기 위한 방법론이 기술되어 있으며 이것은 다음의 公式으로 要約되고 있다. 즉,

$$X_1(CAP) + X_1(O\&M)$$

이중에서 CAP는=總資本과 운영 및 경비=年間 운영비용으로 公式化된다. 2개의 X의 値를 算出하기 위하여 다음과 같은 媒介變數가 사용되고 있다. 즉,

投資에 대한 總 收益	13.1%
割賦辨濟期間	20年
稅金賦課期間	10年
投資稅融資	20%
聯邦政府	48%
洲政府	4%
混合	50%
保險	0.75%
財產稅	1.25%
混合	2%
通貨팽창율	6%

直線的인 減價法이 적용되고 있다. 年間經費가 3개 종류를 提示되고 있다. 즉, ① 單位 에너지當 部門別經費, ② 年度別 部門別經費, 그리고 ③ 蒸氣 1바렐當 部門別經費가 그것이다. 3部類의 모든 經費는 모두 “不變”의 달러貨로 表示되고 있다. 이 구매력은 해당 시설이 가동되는 限 不變한 것이다. 이것은 그의 額面價格은 通貨팽창으로 말미암아 20年 동안의 割賦辨濟기

간동안 3.2의 係數에 의해서 증가한다.

圖表 3으로부터 도표 6까지 2가지의 重要한 留保條件이 인정되지 않으면 안된다. 첫번째로 중앙수렴시설과 放物線狀水路시설사이의 對照的인 가격差異는 純 年間效率性和 集熱器보조시설의 單位當 경비의 差異에 의해서 대부분이 細部的인 설명이 진술되고 있다. 이 두개의 變數들은 모두 不確實한 것이다.

해당되는 純 效率性은 10%까지 變化할 수 있다. 例를들면, 放物線狀水路시설을 위한 결정적인 기술은 원로기술 및 수렴시설 眞室等 기술면에서 큰 발전을 이룩했음을 시사하고 있다. 수렴시설로부터 진공관을 빼 버림으로서 수렴시설의 熱損失을 감소시킬뿐만 아니라 그것은 또한 量을 알수 없는 과도한 전력소요량을 大幅的으로 증가시킬 수도 있다. 高度化된 기술을 위한 經費推算의 기록들은 한 한이 2대지 3의 係數에 의해서 過少하게 推算되었음을 밝혀 주고 있다. 또한 現行의 가상적인 프로그램은 攄 窄 觀적인 현상을 보여 주고 있다. 이와같은 價値의 變動사항은 太陽 EOR의 年度別經費에 크게 影響을 미칠 것이며 특히 성능과 경비가 잘 알려져 있는 통상적인 蒸氣 EOR시설에 큰 影響을 미칠 것이다. 太陽기술의 절대적인 效率性 및 經費에 관한 사항이 不確實함에도 不拘하고 이와같은 係數의 시설이 개선됨에 따르는 相對的인 중요성은 이와같은 시설에 관한 전형적인 현상이다. 그러므로 部門別經費에 대한 絕對値가 變動될 수 있는 한편 자기 다른 기술간의 部門別經費의 比率는 거의 不變한 狀態로 계속 殘留한다. 두번째의 重要한 留保사항은 해당 期間과 기술을 비교하는 경우 細心한 注意를 기울이지 않으면 안된다는 점이다. 이와같은 시설들은 4~5年 그리고 10~15年을 期間으로 자기 高度化된 기술과 목표로서 特徵이 判別된다. 다시금 이와같은 判斷도 不確實性을 수반한다. 기술 또는 운영상의 棼과구를 찾아냄으로서 제시된 期限내에서의 기술의 유리한 점을 크게 進전시킬

수 있다. 아직도 平均的으로 이와같은 사항들은 特定된 期間내에 기대할 수 있는 발전상을 보여 주고 있다.

太陽EOR의 代替시설

圖表 7은 일정한 저장시설 또는 통상적인 裝助시설이 없는 2개의 가상적인 單獨的인 太陽 EOR시설들의 내용을 제시해 주고 있다.

이와같은 推定 數字들은 통상적인 발표식 구식 시설이 아닌 太陽 EOR시설의 規模 및 經費 등을 表示하고 있다. 이와같은 시설들은 一年中에 통상적인 시설과 동일한 量의 에너지를 제공하도록 규모가 설정되어 있다.

그러나 太陽에너지의 간헐적인 성격으로 말미암아 太陽 EOR시설은 蒸氣를 24동안 계속해서 제공하지는 못한다. 그러므로 單獨的인 시설이 晝間에 多量의 蒸氣를 제공하므로써 裝償하지 않으면 안된다. 이와같은 사항은 約 200MBtu/hr의 計劃된 最高 熱容量에 反映되어 있다.

이미 언급한바와 같이 蒸氣로 운영되는 EOR 시설을 설계하는 경우의 2개의 치명적인 不確實한 사항은 ① 석유저장소의 感應의 特性과 보다 많은 증기삽입을 및 日日 循環을 감당할 수 있

는 油田내부에 설치되어 있는 金屬管의 능력에 관한 것이다. 平均 容量보다 4배가 넘는 最高의 熱容量은 저장시설의 감응과 유전금속관에 관한 심각한 문제들을 말해주고 있다. 이와같은 문제들은 미결상태로 있으므로 이곳에서 明示되고 있는 單獨太陽 EOR시설은 기술면에서 신중히 檢討하지 않으면 안된다.

모든 經費는 不變 달러貨로 表示되어 있다. 圖表 6에서 명시된 經費에 관한 媒介變數가 圖表 7에서도 적용되고 있다.

單獨太陽 EOR시설을 이용한 계속적인 유류채취 관리 운영은 설치된 저장소를 이용하므로써 가능하다. 끊임없이 熱을 저장하므로써 운영관리가 수행된다. 이것은 모든 집열기에너지로 하여금 일정한 비율로 저장소에서 또는 저장소를 통해서 熱 발동기를 발표할 수 있게 하므로써 수행된다. 이와같은 시설들은 圖表 7에 표시되어 있는 單獨시설운영보다 많은 경비가 소요된다. 이것은 이론적으로는 수집된 모든 太陽에너지를 이용하게 되며 그리하여 損失을 감소시킨다. 그러나 實質的으로 저장시설이 없는 單獨시설은 하루중의 이른시간과 늦은 시간에 낮은 생산율을 이용해야 하며 또한 最高생산량 허용치 제한으로 인한 不安定性으로 말미암아 수집할

單獨太陽 EOR施設

項目	施設區分	시 설 A (放物線狀水路)	시 설 C (中央收斂施設)
年間に 제공된 에너지		394,200 MBtu	394,200 MBtu
年間に 제공된 純에너지		0.324 MBtu/ft ²	0.414 MBtu/ft ²
集熱器의 所要지역		1,216,700ft ²	952,200ft ²
必要한 地面		64에이커	89에이커
최고 熱容量		196 MBtu/hr	221 MBtu/hr
總 所要資本		\$ 38,050,000	\$ 22,590,000
年間운영 및 整備, 經費		\$ 850,000	\$ 600,000
部門別 經費		\$ 12.83/MBtu	\$ 7.86/MBtu
部門別經費/bbl, 증기		\$ 4.49	\$ 2.75

※ 이 시설의 規模는 50MBtu/hr의 容量中(증기 발동기) 年間 90퍼센트를 제공하도록 설정되어 있으며 그것은 8,760hr/yr로 운영되거나 또는 394,200MBtu/yr를 제공하고 있다.

수 있는 에너지로 浪費하게 된다. 그런 故로 熱 저장량을 單獨太陽 EOR시설을 위해서 사용하기 위해서 慎重히 검토하지 않으면 안된다. 圖表 8은 50MBtu/hr의 규모 및 經費를 表示하고 있다.

全 容量가동을 위해서는 저장량을 必要로 하는 한편 熱을 지정된 수준으로 조정해야 하는 單獨太陽 EOR시설의 운영 경비는 현재 시인되고 있는 통상적인 시설 또는 앞으로 개발될 太陽 EOR시설에 버금갈 수 있는 시설의 경우보다는 훨씬 많다. 이와같이 보다 많은 경비에 크게 도움이 되는 요건으로는 저장 보조시설을 설치하는 것보다는 오히려 저장용량을 충분히 이용하는 데 必要한 또다른 집열시설을 설치하는 일이다.

법이 적용되고 있다. 部門別經費는 蒸氣발동기를 발표하기 위해서 이용된 油類의 여러 다른 가격들을 근거로하고 있다.

즉, 카터大統領의 重原油가격 統制解除 정책에 의한 現行가격의 中間가격을 근거로 삼고 있다.

混合用 太陽 구식 EOR시설의 全容量과 동경비세목이 圖表 10에서 제시되고 있다.

이와같은 세목은 太陽시설과 구식 발포식보조 시설의 운영경비와 자본금을 모두 망라하고 있음. 圖表 9와 圖表 10에서 제시되고 있는 部門別經費는 통상적인 蒸氣발동시설과 太陽混用EO-R시설에 대한 投資를 결정하기 위해서 비교 검토할 수 있는 좋은 자료임.

貯藏시설을 갖춘 單獨太陽 EOR시설

項 目	施設 區 分	
	放物線狀水路시설중양수렴시설	
	시 설 A	시 설 C
必要한 集熱器지역(ft ²)	2,220,500	1,737,800
必要한 地面	115	161
최고의 熱容量(MBtu/hr)	50	50
集熱器보조시설경비(\$ 1,000)	47,741	20,854
貯藏所보조시설(\$ 1,000)	3,441	1,025
總資本金(\$ 1,000)	65,852	44,378
年間운영 및 整備경비(\$ 1,000)	1,000	1,000
제공된 年間에너지(MBtu/yr)	394,200	394,200
年間經費(\$/MBtu)	8,240	5,703
部門別經費(\$ MBtu) ^c	21,000	14.74
蒸氣에 대한 경비(\$/bb) ^c	7.35	5.16

통상적인 熱 EOR 技術

마지막으로 圖表 9는 통상적인 구식발포식 蒸氣발동 시설을 위한 部門別경비를 제시하고 있다. 이것은 全容量으로 가동되는 太陽 EOR시설 (圖表 6 및 6)과 좋은 對照를 이루고 있다. 통상적인 시설을 위한 部門別 經費를 결정하기 위해서는 太陽熱시설의 경우에 이용된 經費산출방

檢討結果

圖表 3으로부터 圖表 10까지를 검토해보면 몇 가지의 留保條件이 있기는 하나 3가지의 結論을 도출할 수 있다. 첫째로 중양수렴 시설은 太陽EOR시설보다 분명히 경비면에서 유리한 조건을 갖고 있는 것으로 생각된다. 高度화된 技術을 도입한 시설의 경우 중양수렴시설을 위한 部

門別經費推定額은 放物線狀水路시설의 경우보다 37퍼센트나 적은 경비를 소요하고 있다. 목적물 시설인 경우 그 경비는 28퍼센트로 감소되고 있으나 그 차이는 크다. 이와같은 차이는 해당시설의 純效率性과 集熱器운영경비에 의해서 주로 설명할 수 있다. 이에 관한 媒介變數는 분명히 不確實하다. 그러나 이 두 시설간의 경비의 차이는 크다. 그리하여 만약 放物線狀水路에 대한 큰 偏見없이 이 불안정상태가 해결된다면은 중앙수렴시설이 경비면에서 보다 效率的인 기술로 기대할 수 있다. 이러한 유리한 조건이 캘리포니아주에 있는 油田지대의 特徵인 岩壁地形에 중앙수렴시설을 보다 대대적으로 적용하므로써 강화되고 있다.

두번째로 太陽 EOR은 구식 발포식 EOR시설과 비교해서 경비면에서 보다 효율적이다. 이것은 시설개발의 최종목표단계에서만 그러한 것이다. 이 목적단계는 앞으로 10~15년으로 밝혀지고 있다.

세번째로 單獨太陽 EOR시설이 적어도 구인 太陽混合시설보다 경비면에서 보다 효율적이기는 하나 金融管絛치에 대한 역효과, 증기배포당 및 큰 최고와 평균증기생산량의 차이에 의한 저장소의 방음문제등에 관한 중요한 과제가 남아 있다. 이와같은 문제들은 單獨시설에 대한 對替시설이 太陽 EOR를 위해서 선택되기 전에 解決되지 않으면 안된다. 적절한 저장용량만 있다면은 日日媒介變數는 문제가 되지 않는다. 또한 單獨시설을 위한 資本경비는 퍼으나 龐大하며 그것은 混用시설의 경비보다 3배나 된다. 龐大한 資本金所要문제나 太陽에너지 시설을 상업화하는데 한결같이 장애요소로 등장했었다. 太陽 混用시설보다 자본경비가 3배나 더 드는 單獨시설이 石油產業界 또는 관계기관에 의해서 異意없이 받아들여질 것이라고 예측할 수 있는 이유는 찾아볼 수 없다.

끝으로 單獨시설을 위해서 必要한 地面도 또한 龐大하다. 그것은 混用시설의 경우보다 3배

에 가깝다. 石油생산기업가들이 그렇게 龐大한 地面을 제공할 수 있는 능력이 있는가에 대해서 회의가 분분하다. 「이와같은 일은 特別히 地面集約인 對替案이 별로 없을 경우에 그러하다. 저장소에 의해서 제공되는 에너지의 경비를 감소시킬 수 있는 잠재력은 僅少하다. 이것은 이와같이 龐大한 太陽熱이용시설 운영에 特有한 隘路點과 비교하는 경우에 이루어진 사항이다. 앞으로 가까운 시일동안에는 구식 太陽熱混合시설이 太陽 EOR시설보다는 환영을 받을 것이다.」

要約하면 계획산출내용은 太陽에너지 시설은 증기로 운영되는 EOR시설을 운영할 수 있는 充分한 蒸氣를 발동하며 또한 現在 구식연료 폭발식 보일러에 의해서 제공되는 증기생산 용량의 3분의 1을 대치하기 위해서 建立될 수 있음을 示唆하고 있다. 또한 太陽 EOR시설을 위한 年間經費는 집열기의 효율성을 위해서 감소할 것이며 또한 모든 경비는 高性能의 太陽熱이용기술 및 제조과정을 통해서 절감된다. 그러나 가까운 앞날의 시일동안에는 즉, 앞으로 5년동안에는 太陽 EOR시설이 구식의 발포식 증기발동기보다 경비면에서 바람직한 시설로 現實化할 수 있을 것으로는 기대하기 어렵다. 이것은 비록 後者の 시설이 환경보존을 위해서 필수적으로 필요로 하는 二酸化硫黃精製장치 및 重原油를 充分히 생산할 수 있는 자재를 갖추고 있을 경우에도 그러하다.

結論과 勸告내용

앞에서 본바와같이 明白히 政策的인 함축성이 있는 分析을 통해서 수 많은 結論들을 導出할 수 있다. 이와같은 結論과 勸告내용들은 ① 太陽 EOR의 기술, ② 太陽 EOR의 경제성 및 ③ 太陽 EOR에 관한 制度的인 문제점등의 3가지 범주로 分類할 수 있다. ☞