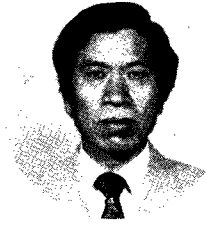


# 放射性追跡子の産業的利用技術

## 및 그 經濟性



金 載 祿

(韓國에너지研究所 同位原素室長)

### 1. 序 論

放射性追跡子 利用技術은 科學, 精油, 시멘트, 肥料, 金屬工業 등에서 流動速度, 殘留時間, 再循環率, 漏洩探查, 擴散速度, 擔耗率 決定 등 生産工程에서의 動的條件 決定에 有效하게 이용되고 있으며 그 이용의 經濟性도 높게 평가되고 있다.

예컨대 工程에 관한 情報은 生産공장 運營이나 제반 技術的 問題 해결은 물론, 自動調節工程의 設計에도 必要하다. 放射性追跡子를 이용하면 비교적 간단한 日常生産工程에 관한 必要 情報을 단기간내에 얻을 수 있고 여러가지 問題 해결에 도움을 얻을 수 있다.

우리나라 産業界도 빠른 速度로 발전해 가고 있어 이제는 放射性追跡子 利用技術이 더 이상 未踏地帶로 남아 있을 수 있는 단계는 아니라고 본다. 이 利用技術이 이용되지 못했던 가장 큰 原因중의 한 가지는 이 技術에 관한 情報不足이었다고 생각되므로 여기에 그 利用面과 經濟性 등에 대해 살펴봄으로써 概觀적이나마 情報傳達 (information dissemination)의 계기가 되기를 바라면서 이를 要約하려 한다.

### 2. 주요 産業分野別 放射性追跡子 利用

#### 2.1 石油化學工業

대부분의 시설물들, 즉 分別塔, 凝縮器, 熱交換器, 加熱 및 觸媒反應器, 抽出器 등에는 가스나 液體가 항상 흐르고 있다. 또 水素 등 다른 物質이 添加되기도 하고 硫黃 등은 除去되기도 하며 最終生成物이 얻어지면 貯藏庫나 分配室으로 보내진다.

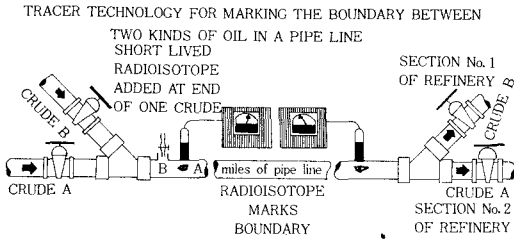
그림 1은 한 개의 送油管으로 두 종류의 送油가 이루어질 경우 그 區分을 위해 放射性追跡子가 利用됨을 나타내고 있다. RI追跡子에 의한 診斷은 흔히 계속 操業하면서 點檢이 가능하며 간편·신속하게 정보를 얻을 수 있는 長點을 갖는다.

가스나 蒸氣의 流動速度 및 在來式 方法으로는 測定 불가능한 固體의 流動速度를 알아보는 몇 가지 方法들도 開發·實用化되었다.

그림 2 및 그림 3은 RI追跡子에 의한 流速測定을 圖示한 것이다. 熱交換器 등 密閉系에 있는 漏洩은 재래式 方法으로는 찾아내기 곤란한데 그 이유는 두 흐름의 物理·化學的 性質이 類似하기 때문이다. 따라서 이와 같은 경우 RI

<FIG. 1>

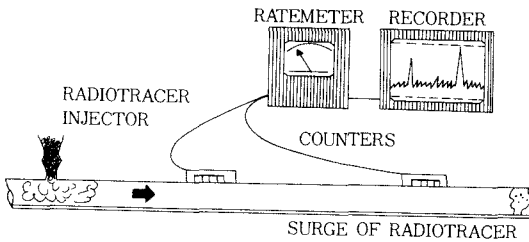
The boundary between the two kinds of oil in a pipe line can be detected without sampling by using radioisotope "markers"



<FIG. 2>

One way to measure liquid flow rate is to note the time a radioactive marker takes to travel from one counter to another.

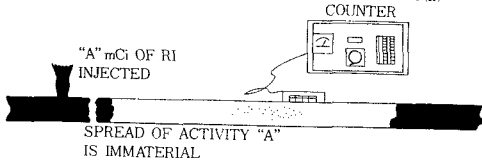
FLOW MEASUREMENTS USINS RADIOISOTOPE TRACERS(I)



<FIG. 3>

Another method for measuring flow depend on the fast that the integrated count for a passing tracer batch is inversely proportional to the flow rate

FLOW MEASUREMENT USING RADIOISOTOPE TRACERS(III)



追跡子法은 매우 有効하다.

또 分別塔內的 缺陷, 즉 分別塔內에 찌꺼기가 끼었다든가 트레이의 損傷 등으로 分別效果가 不良할 경우에도 RI追跡子를 쓰면 쉽게 그 원인을 규명해 해결할 수 있다.

## 2.2 化學工業

液體 相互間的 混合時間이나 混合度 등의 測定은 RI追跡子를 利用하여 쉽게 이를 수 있다. 대 부분의 工程은 적당한 時間을 필요로 하는데, RI

追跡子技術은 적합한 殘留時間을 確定하는 데에 有效하게 이용될 수 있다. 예컨대 精油工場을 效果의 으로 運營하려면 配管갈래의 影響이나 循環 및 停滯區間 등을 짧게 해야 한다. 그와 같은 工場의 稼動條件이나 非正常的의 生産操業問題의 해결에 RI追跡子를 이용하면 여러가지 基本的인 解答이 얻어진다. 追跡子는 거의 工程의 物理·化學的 舉動을 방해함이 없이 瞬間的으로 投入될 수 있으며 아래와 같은 目的으로 쓰인다.

- 殘留時間 分布
- 換氣 研究
- 流量測定 및 流量計의 補正
- 流體粉末, 슬러리, 氣體 등의 混合速度 測定
- 特殊한 成分의 運動追跡
- 空氣나 물의 分析

## 2.3 漏洩探查

RI追跡子는 그 本來의 特性때문에 產業界에서 的 漏洩探查를 위해 많이 쓰인다. 특히 흥미 있는 것은 地下에 埋沒된 配管이나 가스 가 充填된 케이블 등의 漏洩探查인데, 이런 것에 대해서는 RI追跡子만이 效果的으로 이용될 수 있다. 그림 4에 漏洩探查法을 圖示하였다.

## 2.4 自動車工業

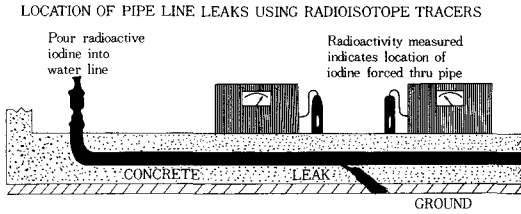
機械類의 磨耗速度究明은 工程研究와 經濟性面에서 큰 몫을 차지한다. 이 目的으로 RI追跡子는 여러 條件下에서 的 磨耗試驗에 가장 적합하다.

## 2.5 製鋼工業

熔鑛爐의 熱反射板라이닝의 磨損, 開放型爐, 쇳물바가지(ladle), 轉爐 등의 熱反射板 磨耗監視에 RI追跡子가 이용되며 經濟的이다. 그 밖에도 熔融金屬의 슬락含量, 通過時間, 熔鑛爐內 가스分布, 熔融金屬混合器의 效率 등을 알아보

<FIG. 4>

Costly leaks can be located quickly and easily with radioactive tracers. By using short-lived isotopes, residual contamination is avoided.



는 데에도 이용된다.

### 2.6 시멘트工業

슬러리의 流動特性研究, 回轉爐 各部位에서의 殘留時間, 研磨器用 鋼球의 磨耗速度, grinding mill에서의 시멘트 殘存時間分布 등을 결정하는데 RI追跡子가 이용된다.

### 3. 放射性追跡子利用의 經濟性

放射性追跡子の 産業的利用 經濟性은 一般的으로 크다. 그 理由는 이용에 필요한 諸般支援組織(infrastructure)과 所要經費가 比較的 작은 반면 그 이용으로 얻어지는 效果가 매우 크기 때문이다.

따라서 先進外國에서는 이 분야의 專門業體가 社勢를 키워가고 있다. 會社의 財務構造처럼 一般的으로 RI追跡子 이용으로 얻어지는 利得 등은 공개되지 않으므로 많은 데이터가 있는 것은 아니나 代表的인 P會社와 R會社를 紹介한다!

#### P社; 영국 Physics and RI serce

14年만에 社員數를 3배로 增員할만큼 黑字運營하고 있으며, 그 年度別 거래액 및 事業內容別 거래액은 아래 表1 과 같다.

#### R社: 프랑스 Radioelement Application Service Co.

水文學分野와 化工分野에 RI追跡子 이용서비스 件數가 많고, 좋은 評判 속에 黑字運營을 하

表 1. P社 年度別 및 事業內容別 去來額

年度	去來額(백만 \$)	事業內容別去來額
'78	1.35	Tracer Application 37%
'79	1.67	
'80	1.98	Instrumentation 33%
'81	1.80	
'82	2.21	Labelled Compounds 27%
'83	2.50	
'84	3.50	Activation Analysis 10%

고 있으며 계속 社勢를 擴張해 가고 있다고 한다.

RI追跡子の 産業的利用 사례는 하나씩 列舉하기 어려울 만큼 많으나 代表的인 사례 몇 가지를 그 經濟性과 함께 소개하면 表 2<sup>2)</sup>와 같다.

### 4. 結 論

放射性追跡子の 産業的利用形態는 이상 列舉한 바와 같이 매우 다양하며, 대부분의 경우 通常의 방법보다 월등히 간편·신속하여 經濟的이라는 長點을 갖고 있다.

放射性追跡子는 利用하려는 系에 어떠한 影響도 주지 않고 또 稼動狀態를 그대로 유지하면서 활용할 수 있다는 이점이 있는데 그 理由는 添加하는 RI追跡子の 化學的 量이 無視될 수 있을 만큼 작기 때문이다(immaterial).

이와 같은 長點과 經濟性이 있음에도 불구하고 우리나라에서 그 利用活動이 微微했던 原因은 産業界에서 한동안 많았던 plant輸入, 製造技術의 直接導入 등으로 自體開發·研究의 필요성을 원천적으로 느끼지 못했던 점을 들 수 있다. 또 RI追跡子에 대한 認識不足 및 그 法的規制의 抵觸與否 등으로 거의 그 利用試圖가 없었던 것으로 생각된다.

그러나, 오늘날 우리의 産業은 製品の 品質管理, 原料 및 에너지節約에 의한 生産性向上을 통해 國際競爭力을 提高시키지 않는 限 高度成長을 기대할 수 없는 時點에 이르렀다고 하지

表 2. 利用事例別 經濟性

內 容	經 濟 性
1. 石油精製工場에서의 이용(美國) ○Gasoline 分別塔의 機能低下 原因 구명 ○Phenol 생산시설 運營費 不均衡 原因 진단 ○촉매價 \$500~\$1,000/ton 소모량 1~5%/day. 交替 및 未交替 촉매 分別에 의 이용	운전비용 : \$10 <sup>7</sup> /day 생산품 가격 > \$10 <sup>7</sup> /day 收支均衡 회복 큰 경제성
2. 港灣現代化 漂砂流入 방지, 浚渫費 절감 (인도)	투자액 : \$10 <sup>5</sup> 준설비 절감 : \$10 <sup>6</sup> /年
3. 熔鑄爐의 熱反射板 RI Monitoring(인도)	Shutdown time : 기당 40일 단축 40일/年 × 6基 × 100톤/일 = 24,000톤 = \$2.5 × 10 <sup>6</sup> /年 소요투자 \$5,000 이 득 \$2.5 × 10 <sup>6</sup> /年
4. 地下埋設 送油管의 漏洩探查 (인도) 깊이 1m, 길이 140km로 매몰된 送油管	소요探查經費 : \$4,000 연구비절약 : \$3 × 10 <sup>5</sup> /年 工期단축으로 1.5 × 10 <sup>6</sup> 톤 増産
5. Ventillation調節에의 이용 (이스라엘) 果實貯藏庫 및 버스 대합실내 換氣速度	본래 소요 에너지의 10 ~20% 절감
6. 土木工事業에의 이용(이스라엘) (漂砂流入 방지로 浚渫費 절감) ○港 灣 ○Power Plant의 Cooling water basin ○Sewage의 海洋廢棄工事	利用効果 매우 큼
7. 自動車工業에의 이용 ○Cylinder liner磨耗試驗 RNT (Radionuclide technology) ○Bearing cup halve	RNT 비용 DM 9,500/liner 在來法 비용 DM 7.2 × 10 <sup>5</sup> /liner RNT 비용(결과 관명 : 6개월 소요) DM 6 × 10 <sup>6</sup>

○Diesel engine oil 消費量 測定 (oil소비 diagram작성)	在來法 비용(결과 관명 : 5년 소요) DM 7 × 10 <sup>6</sup> 差額 ≈ DM 1 × 10 <sup>6</sup>
	RNT비용 : 在來法비용 = 1 : 10 (1日所要)
	절감액 DM 1.2 × 10 <sup>6</sup>

않을 수 없다. 따라서 이제는 RI追跡子技術이 많이 活用되어야 함은 再言을 不要한다 할 것이다. 현대생활에서 電氣없는 삶을 생각하기가 어렵듯이 오늘날 放射線追跡子が 産業界 일반에 지니는 意義는 자못 크다 하지 않을 수 없다. 물론 이들 兩者는 제대로 사용될 때, 우리 삶을 윤택하게 하지만 잘못 쓸 경우 災殃을 가져온다는 점에 있어서는 電氣나 RI追跡子나 마찬가지로 이다. RI추적자가 갖고 있는 長點을 최대한 이용하고 不必要한 放射線被曝을 最少化하는 研究·技術을 우리는 서둘러 活用하지 않으면 안 된다.

結論적으로 短半減期의 RI는 그 量이 無視될 만큼 적으면서도 放射線放出에 의한 自己位置指示를 해주며, 실험이 끝날 즈음엔 放射能마저도 없어진다. 그와 같이 편리한 物質인 RI追跡子는 自然을 毀損하는 일도 없다. 이제 우리는 이 새로운 技術을 活用하여 우리나라 産業發展에 새로운 跳躍과 轉機를 가져와야 할 것이다.



參 考 文 獻

- 1) Proceedings of the International Conference on the Application of Radioisotopes and Radiation in Industrial Development, IAEA, Vienna, 1984
- 2) Proceedings of the International Conference on Industrial Application of Radioisotopes Radiation Technology, IAEA, Vienna, 1981