

# “2000KW 原子爐稼動의 產業的利用度”

原子力研究所 工學博士 李 炳 暉

우리나라에서 처음으로 “第3의 불”이 타오르기 始作한 것은 1962年 3월에 熱出力 100KW TRIGA MARK-Ⅱ號 研究用原子爐建設의 完工을 본 때부터이다. 이 原子爐는 基礎科學研究에는 勿論이요 應用分野에도 널리 活用되어 國內科學技術振興과 產業開發에 이바지 해왔다. 그러나 꾸준히 增大되온 同位元素需要와 더 높은 中性子束의 利用에 依한 効率的인 研究推進等의 要請에 呼應하여 1969年 6월에 純粹國內技術陣만으로써 TRIGA MARK-Ⅱ號 原子爐의 熱出力을 100KW로부터 250KW로 增強稼動시키는데 成功하였다. 이와 때를 거의 같이하여 第2次經濟開發5年計劃中 原子力事業의 하나로 建設費 9億5千4百萬원을 들여 1969年 4월에 着工 1972年 4월에 竣工케 된 2000KW TRIGA MARK-Ⅲ號 原子爐는 우리나라에서 두번째로 原子力研究所內에 建設된 研究用原子爐이다.

熱出力 2000KW TRIGA MARK-Ⅲ號 原子爐와 250KW TRIGA MARK-Ⅱ號와의 主要特性을 比較하면 表 1과 같다.

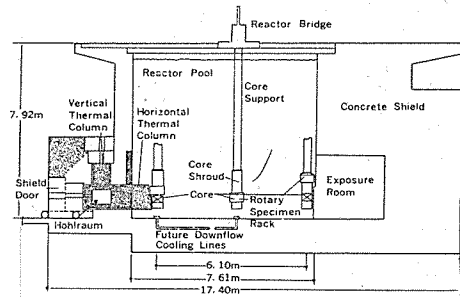
表 1. 2000KW TRIGA MARK-Ⅲ 原子爐特性 (250KW TRIGA MARK-Ⅱ號와 對比)

主要特性 區分	特性 對比表	
	TRIGA MARK-Ⅲ (KORR Ⅱ)	TRIGA MARK-Ⅱ (KORR Ⅰ)
1. 出力	正常 2000KW 脈動 2,000,000KW	250KW —
2. 原子爐心		
가. 核燃料物質	20%濃縮 U-235	20%濃縮 U-235
나. U-235의 量	3.8kg(臨界量2.3kg)	2.3kg(臨界量2.1kg)
3. 實驗施設		
가. 中性子實驗孔	10	4
나. 熱中性子柱	2	1
다. 大型照射室	1	—
라. 廻轉式 同位元素生產 試料筒	1	1
4. 中性子束		
가. 中心孔 最大	正常 $6.5 \times 10^{13}$ 脈動 $6.0 \times 10^{16}$	$1.0 \times 10^{13}$ —
나. 廻轉式 同位元素生產 試料筒	$2.0 \times 10^{13}$	$1.7 \times 10^{13}$
다. 中性子照射室	$1.2 \times 10^{12}$	—

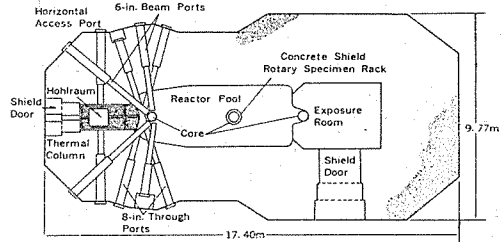
熱出力이 250KW 原子爐에 비해 2000KW 原子爐는 8배나 됴므로 同位元素의 生産能力도 約 8倍로 增大되는 셈이고 中性子實驗孔도 여섯개나 더 많고 熱中性子柱도 하나 더 많다. 또한 첫번 原子爐엔 없었던 大型 中性子 照射室이 있는 것이 特色이

며 250KW TRIGA MARK-Ⅱ號에선 爐心이 固定되어 있는데 비해 2000KW TRIGA-Ⅲ號에선 爐心이 移動될 수 있다는 長點을 지니고 있다. 그림 1에 TRIGA MARK-Ⅲ號의 斷面과 平面을 表示해 봤다.

TRIGA MARK-Ⅲ 수직단면도



TRIGA-MARK-Ⅲ 수평단면도



TRIGA MARK-Ⅱ號 原子爐의 出力增強때와 마찬가지로 原子力 開發·利用이 進展됨에 따라 高中性子束을 利用하는 研究等 原子爐를 利用하는 研究分野가 擴大되었고 放射性 同位元素의 需要도 質的으로 增加하였으며 原子力發電을 앞두고 運轉要員訓練의 強化가 必要해졌음으로 實驗施設을 많이 갖춘 高出力の TRIGA MARK-Ⅲ號 原子爐를 導入建設하게 됐던 것이다.

이 原子爐는 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 爐心의 位置가 세가지로 正常稼動할 수 있다. 即 原子爐들의 最左端에 놓여 있을 때는 10個의 中性子 實驗孔과 2個의 熱中性子柱를 利用한 中性子 實驗을 주로 할 수 있으며 이때 廻轉式 同位元素 生産 試料筒은 爐心보다 윗部位에 올려지기 때문에 同位元素 生産은 非能率的이다. 爐心이 爐의 中央部에 놓여 있을 때 廻轉式 同位元素 生産 試料筒이 爐心과 같은 높이로 爐心周圍에 있게 됴므로 이 位置가 同位元素 生産을 가장 効率的으로 할 수 있는 位置다. 마지막으로 爐心이 原子爐들의 最右端에 놓일 경우는 이곳에 鉛板을 사이에 두고 大型 中性子 照射室에 놓인

試料의 照射實驗을 하게 되며 照射室이 크므로 大量의 試料을 한꺼번에 同時照射시킬 수 있는 利點이 있다. 그러나 이때 同位元素生産 試料筒은 爐心으로부터 가장 먼 높은 位置에 올려짐으로 同位元素生産은 할 수 없는 位置가 된다. 原子爐內의 爐心の 移動은 原子爐橋架를 電動모—타로 레일을 움직이게 함으로서 自由自在로 移動시킬 수 있게 되었다.

上述한바와 같이 크게 區分하여 세 位置에서 多樣한方式의 稼動이 可能함으로서 研究, 放射性同位元素生産 및 原子爐運轉訓練等 多目的用途를 한개의 TRIGA MARK—III號 原子爐로서 充足시킬 수 있는 優秀한 性能을 지니고 있다. 이 외에도 特記할 것은 이 原子爐는 不過 百分之二秒程度의 期間이지만 脈動運轉을 함으로서 거의 우리나라의 現在發電能力과 同等한 200萬KW의 熱出力을 낼 수 있는 能力을 갖추고 있다. '풀'型 原子爐는 탱크 原子爐에 비해 稼動을 多樣하게 할 수 있으므로 多岐多樣한 研究, 同位元素生産 및 原子爐運轉訓練에 適切히 利用되며 建設費와 運營管理費가 他型 原子爐에 비해 低廉한 것이 長點인 것이다.

이런 優秀한 性能과 長點을 지니고 있는 풀型 TRIGA MARK—III號 原子爐의 研究 및 産業의 利用度는 果然 무엇이겠는가? 따져보기로 한다.

### 1. 研究活動의 效率化

高中性子束을 利用하여 短時間內에 結果를 얻을 수 있으며 脈動運轉으로 最高中性子束을 利用하여 中性子束의 急變에 따르는 過渡現象을 볼 수 있으므로 研究의 效率化를 期할 수 있게 된다. 代表的인 例를 例示하면

가. 發電用 原子爐의 核燃料特性 研究 高中性子束을 利用하여 發電用 原子爐의 核燃料인 二酸化우라늄의 原子爐心內 中性子照射時의 核分裂生成가스放出量과 照射條件變化의 相關關係를 究明함으로써 二酸化우라늄의 核燃料로서 發電用 原子爐의 稼動條件下에서의 燃料棒設計資料를 얻는다. 特히 脈動運轉을 통해 核分裂生成가스 放出量의 變化를 測定함으로서 過渡現象을 究明할 수 있게 된다.

나. 脈動運轉에 依한 原子爐의 動特性 및 安全性 研究

脈動運轉을 利用하여 中性子束의 急變에 따르는 原子爐의 過渡特性과 安全性을 究明할 수 있게 된다.

다. 高中性子束을 利用한 中性子廻折에 依한 材料의 結晶構造 究明과 爐材料의 中性子反應斷面積測定等 爐材料開發研究의 效率化를 期할 수 있다.

라. 複合線源 利用에 依한 高分子合成研究等 産業의 利用 技術開發을 促進시킨다. 大型照射室의 複合線源을 利用함.

위에 例示한 以外에 原子物理化學等 其他基礎研究에의 利用度도 훨씬 높아질 것이 豫想된다. 그러면 應用 및 産業의 利用度는 무엇일까?

### 2. 産業分野의 利用

生業分野의 利用은 工學, 醫學 및 農業分野等 거의全般에 걸쳐 利用될 수 있으며 代表的인 것을 몇가지 例示해보면 다음과 같다.

#### 가. 放射性同位元素增産과 需給改善

熱出力이 2000KW이므로 第1호 原子爐로서 生産할 수 없었던 同位元素生産이 可能케 된다. 即 從前의 34種으로부터 39種으로 增加되며 生産量도 21큐리에서 160큐리로 增産된다. 이로써 短壽命同位元素는 거의 自給自足할 수 있게 되며 醫療診斷用同位元素는 充分히 供給할 수 있게 된다. 工業의 重要 金屬厚板材의 熔接部位를 檢査하는데 使用되는 伽馬線非破壞檢査法의 線源인  $Co^{60}$ 이나  $Ir^{192}$  등도 이 原子爐에서 生産할 수 있는 同位元素이다.  $Co^{60}$ 이나  $Ir^{192}$ 는 上記한 用途以外에도 金屬板材의 測厚計線源으로 鐵板壓延工場等に 널리 使用되고 있을 뿐더러 코—그스 燒成爐의 閉閉門 또는 原鑛石흡마의 準位計線源으로도 使用되기 때문에 工業의 利用需要는 將次 增大될 展望이 매우 밝은 同位元素들이다.

나. 放射線과 同位元素를 利用한 農作物의 品種改良 低位生産性의 原因究明과 改良, 및 食品防腐에 利用.

이 原子爐에 設置되어 있는 大型中性子 中性子照射室을 利用 放射線照射에 依해 살생 農作物의 品種改良을 大量 照射으로써 派及 效果를 크게 期待할 수 있고 同時에 食品의 防腐研究에도 크게 도움될 것이 豫想된다. 또한 이 原子爐에서 生産된 放射性同位元素를 追跡자로 使用 農作物의 生産性의 原因究明과 改良에도 크게 바라볼 것이 豫想된다.

다. 極微量成分의 放射化分析技術確立에 依한 食品類公害測定과 鑛物中 有價金屬含量測定.

現在 國際의 論議이 되고 있는 農藥 및 肥料等에 依한 살 또는 農作物과 工業化公害에 依한 河川棲息 食用魚貝類等 中の 水銀含量을 이 原子爐를 使用 放射化 極微量成分分析을 함으로써 食品類에 依한 水銀公害度를 測定할 수 있게 될 것이며 低位鑛石中の 有價金屬等 例컨대 우리농含量等도 이 原子爐를 使用하여 放射化分析할 수 있게 된다. 이와같이 우리의 日常生活에 直結되는 食品公害나 鑛業探床分野에도 有效하게 利用될 수 있다.

라. 發電用 原子爐의 運轉要員訓練養成

1976年 稼動豫定인 60萬KW 古里 原子力發電所의 原子爐運轉要員의 運轉訓練에 有效하게 使用될 것이다. 即 풀型 原子爐는 爐心部를 肉眼으로도 볼 수 있게 되어 있으므로 運轉訓練用으로 아주 適合한 것이다.

以上 記述한 以外에도 中性子遮蔽實驗, 生體에 對한 放射線照射效果等 多樣한 産業의 利用度를 지니고 있다. 끝으로 讀者 여러분께 환기시키고 싶은 것은 아무리 좋은 性能과 機能을 지니고 있는 優秀한 2000KW 原子爐가 稼動되더라도 基礎及至 應用科學, 技術 또는 産業의 利用度를 높이기 爲하여는 一般國民의 原子力利用研究開發에 對한 올바른 認識이 絕對 必要하며 同時에 原子爐建造에 投資된 以上の 投資와 聲援이 利用開發研究에도 있어야만 좋은 結果를 맺을 수 있다는 點을 附言코자 한다.