



전기시사용어 해설 **Smart 토크**

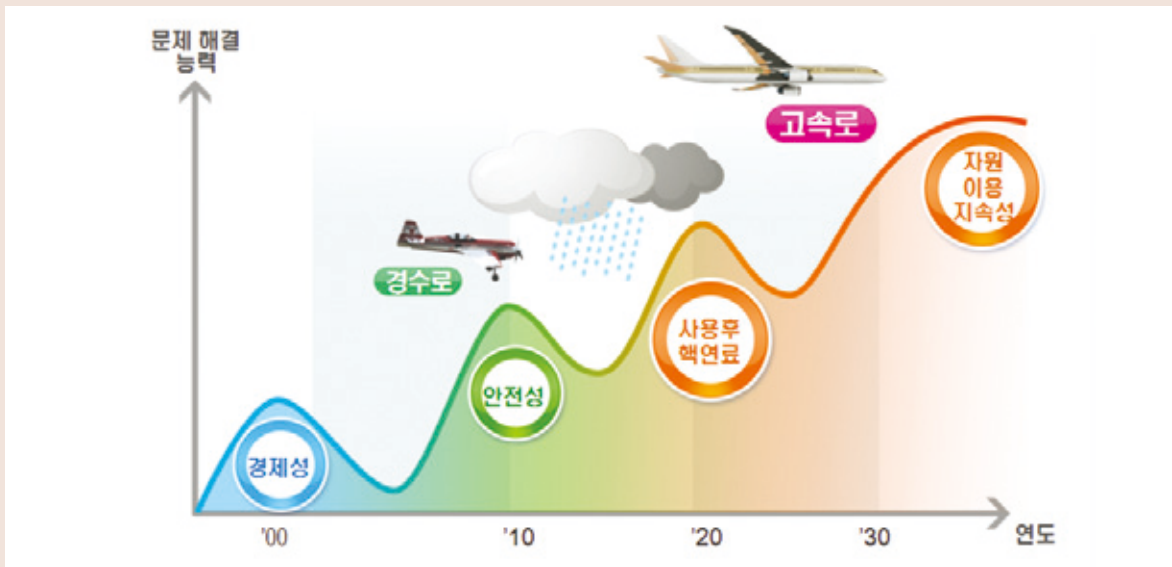
# 소듐냉각고속로

(SFR ; Sodium-Cooled Fast Reactor)

소듐을 냉각재로 사용하고 경·중수로에 비해 높은 에너지의 중성자(고속중성자)를 이용하여 핵분열을 일으키며, 이때 발생하는 열을 냉각재인 액체 소듐이 열전달매체가 되어 2차 계통에 전달, 증기를 생산하고 이 증기로 터빈을 돌려 전기를 생산하는 4세대 원자로이다.

■ 개요

기존 경수로 발전 방식은 천연 우라늄에 0.7% 존재하는 U-235 만을 연료로 사용하며, 나머지 99%의 U-238을 그냥 버리고 있다. 또한, 방사성 독성이 수십만 년 지속되는 사용후핵연료를 배출하기 때문에 새롭게 요구되고 있는 환경성과 지속성의 문제를 해결하는데 한계를 가지고 있다. 반면 소듐냉각고속로는 경수호가 가질 수 없는 두 가지



시대적 요구의 변화와 원자로 특성

## 전기시사용어 해설 Smart 특특

장점을 가지고 있다. 그 첫 번째가 고속의 중성자를 이용하여 사용후핵연료의 방사성 독성을 완화시킬 수 있다. 즉, 수십만 년 지속되는 방사성 독성을 수백 년으로 단축시킬 수가 있다. 두 번째는 기존 경수로 발전에서 1% 정도만 사용되고 버려지고 있는 U-238을 Pu로 변환시키고 재순환을 통해 에너지자원으로 재활용할 수 있다.

### ■ SFR 개발 필요성

- 사용후 핵연료 처분 및 관리를 위한 기술적 대안 제시 : 사용후핵연료를 재활용하여 고방사성 폐기물의 처분량과 처분면적, 관리기간을 대폭 줄일 수 있다.
- 우라늄 자원의 이용률 극대화 : 경수로에서 사용한 핵연료를 버리지 않고 소듐냉각고속로 연료로

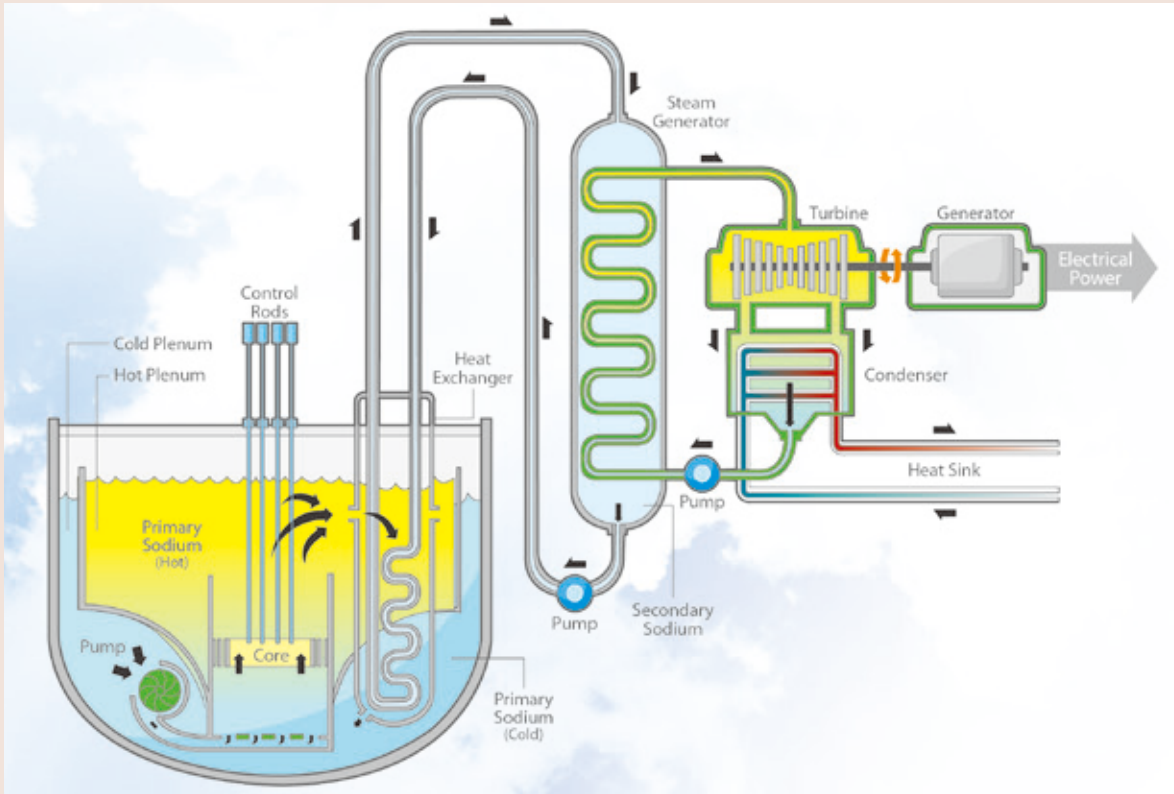
재활용하면 우라늄 자원 이용률을 100배 이상 향상시킬 수 있다.

### ■ SFR 특징

- 방사성폐기물 관리기간 1/1000로 단축 : 사용후핵연료에 포함된 초우라늄원소(TRU)는 방사성 독성이 높고 반감기가 길어(Pu-239:2.4만 년, Np-237:214만 년, Am:432년), 방사성 독성이 자연상태 수준으로 감소하는데 약 30만 년이 소요된다. 하지만 이들을 SFR에서 연소시키면 낮은 방사능과 짧은 반감기를 갖는 핵종으로 변환되어 약 300년 후에는 방사성 독성이 자연상태 수준으로 감소된다.
- 고준위 방사성 폐기물 처분량 1/20로 감축 : 사용후핵연료의 약 95%는 재활용이 가능한

|          |           |  |
|----------|-----------|--|
| 냉각재      | 소듐        | <b>주요특징</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 고유안전성(후쿠시마 원전사고 발생 불가능)</li> <li>- 높은 열효율(약 40%)</li> <li>- 사용후핵연료 연소</li> <li>- 방사성 독성 완화</li> <li>- 우라늄 자원 이용률 증대</li> <li>- 약 400 원자로·연 운전 경험 보유</li> </ul> |
| 중성자 에너지  | 고속중성자     |  |
| 핵연료      | 금속연료      |  |
| 원자로 출구온도 | 545℃      |  |
| 원자로 용량   | ~2,000MWe |  |
| 연료주기     | 재순환       |  |
|          |           | <b>기술현안</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전성/경제성 향상을 위한 설계 개선</li> </ul>   |

전기기사용어 해설 Smart 토크



소듐냉각고속로 개념도

악티나이드 원소로 이를 모두 SFR에서 재활용할 경우, 고준위폐기물량이 약 5%인 1/20로 감축된다.


- 고준위 방사성폐기물 처분면적 1/100로 축소 : 방사성폐기물 처분면적은 사용후핵연료에 남아있는 방사성붕괴열이 지배적인 영향을 준다.

사용 후 핵연료에 남아있는 물질 중 고열을 발생시키지만 반감기가 짧은 세슘과 스트론튬을 따로 분리·회수하여 냉각시키고 악티나이드는 SFR에서 재활용하면 폐기물의 처분면적이 1/100로 축소된다.

# 전기시사용어 해설 Smart 특특

## ■ SFR 안전설계 특성

SFR은 강한 지진과 해일에도 안전하도록 설계되었으며 정전 등 돌발 상황에도 원자로가 스스로 정지하고 냉각되어 안정상태를 유지할 수 있는

고유안전성을 갖고 있다. 또한 소듐-물 반응을 원천적으로 배제하고 소듐 화재에 대처할 수 있도록 설계되었다. 

(출처 : 소듐냉각고속로개발사업단)

