

우라늄 함유 액체폐기물 처리를 위한 공정 개선

2016. 5. 12.

한전원자력연료/(주)전테크

1

배경 및 현황

2

기술적합성 평가

3

개선 사항

4

운영 결과

5

개선 효과

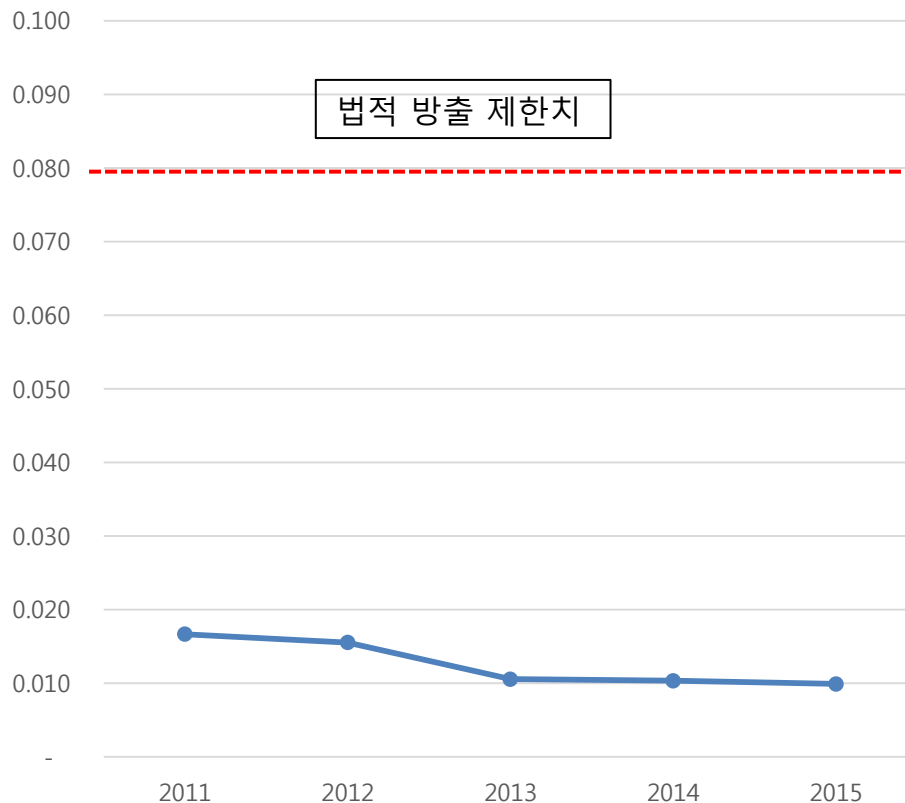
● 환경 측면

방류수를 통한 극 미량 우라늄 침적으로 인한 주변환경에 영향 가능성

◎ 평균 방출 방사능 농도

- 0.013Bq/ml [제한치 대비 : 16.3%]

연간 평균 방출 방사능농도(Bq/ml)



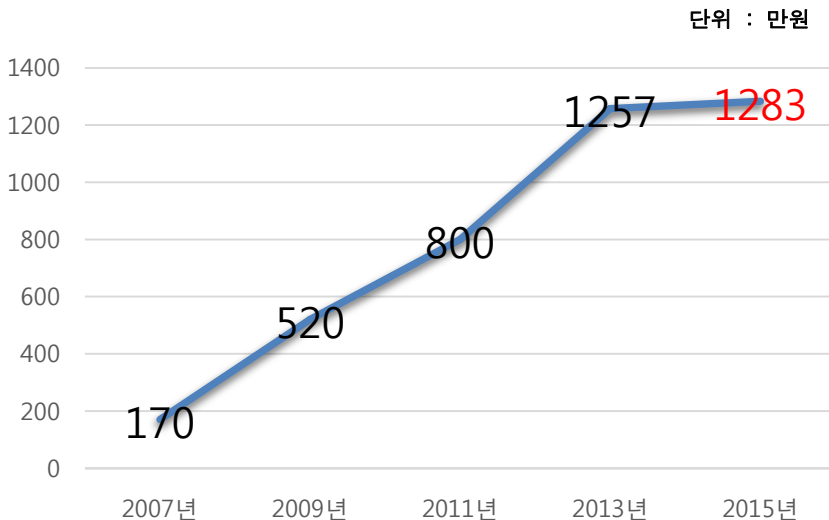
【방출 방사능량 증가】

● 비용 측면

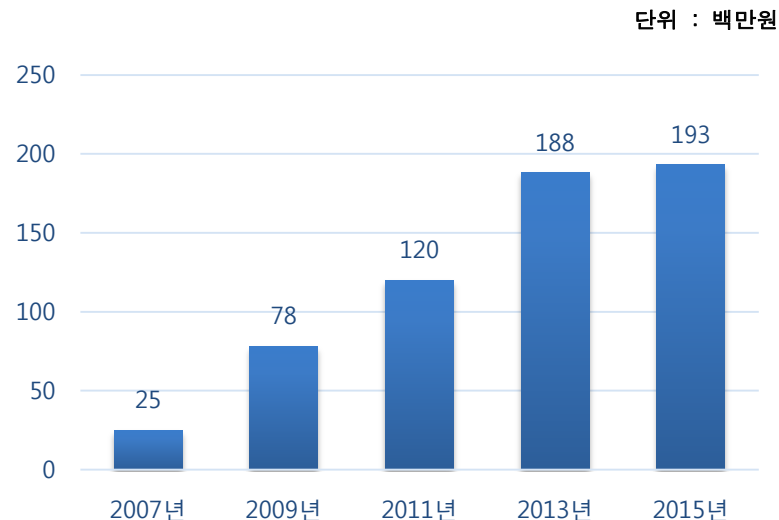
액체폐기물 처리 시 2차폐기물(석회침전물) 다량 발생

- ◎ 고체방사성폐기물 처리비용 상승
- ◎ 200L드럼 당 관리비용 : 12,827,500원

- ◎ 2차폐기물 연간 평균 발생량 : 15드럼
- ◎ 처리비용 : 약2억원/년



[관리비용 상승 추이]



[관리비용 상승에 따른 2차폐기물 폐기물 관리비용]

● 운영 측면

향후 생산량 증가에 따른 액체폐기물 처리용량 한계

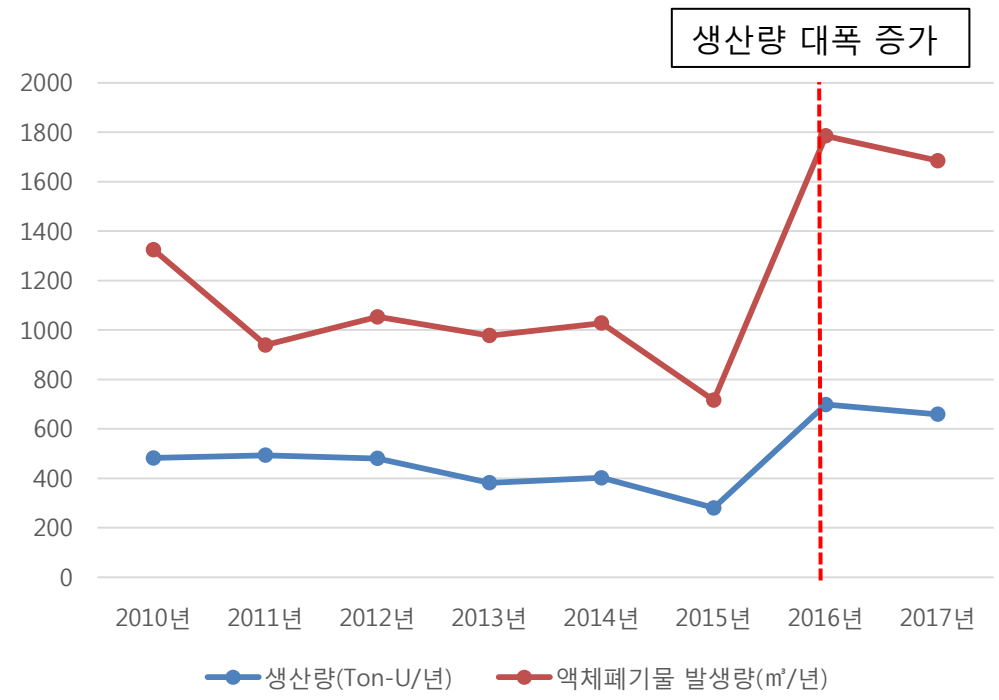
노후화로 운영효율 저하 및 주요 장비의 부품 단종

◎ 현 처리용량 : 1,300m³/년



◎ 2016년 이후 : 약1,700m³/년(예상)

◎ 액체폐기물 처리설비 설치 연도
 - 핵연료1동 : 1987년(29년 가동)
 - 핵연료2동 : 1997년(19년 가동)



액체폐기물 개선 전 처리 방법

극저준위 액체폐기물
(세탁수 외)

- 세탁설비
- 출입관리지역
- 계측실/실험실
- Hot-shower

0.5Bq/ml 미만



1차 수집조



2차 수집조



원심분리



검사조
(시료채취)



폐수처리장

NO



저준위 액체폐기물
(제염폐수 외)

- 제염작업대
- 지역제염기
(바닥 세척수)
- 소결체 연삭기

0.5Bq/ml 이상



Slab tank



석회침전



슬러지



폐기물 저장고

※ 방출 허용치 (0.08 Bq/cc)

● 기술 적합성

◎ 방사성 액체폐기물 처리 공법 비교

공법	제거율 (제염계수)	2차폐기물 발생량	소요 면적	시설비	운영비
응집침전	중 [$10^1 \sim 10^2$]	다량 [슬러지]	보통	낮음	낮음
여과막	중상 [$10^2 \sim 10^3$]	소량 [필터, 슬러지]	작음	보통	보통
이온교환	중상 [$10^2 \sim 10^3$]	소량 [이온교환체, 슬러지]	보통	보통	높음
증발농축	상 [$10^3 \sim 10^6$]	극소량 [슬러지]	큼	높음	높음
MVR+ Crystallizer (증발농축)	상 [$10^3 \sim 10^6$]	극소량 [슬러지]	작음	높음	낮음

액체폐기물 개선 후 처리 방법

극저준위 액체폐기물
(세탁수 외)

- 세탁설비
- 출입관리지역
- 계측실/실험실
- Hot-shower

0.5Bq/ml 미만



1차 수집조



2차 수집조



감압증발농축 (MVR)



검사조 (시료채취)



폐수처리장

저준위 액체폐기물
(제염폐수 외)

- 제염작업대
- 지역제염기 (바닥 세척수)
- 소결체 연삭기

0.5Bq/ml 이상



Slab tank



원심분리



농축조



건조기 (Crytallizer)



고형물

폐기물 저장고 (Waste storage)

※ 방출 허용치 (0.08 Bq/cc)

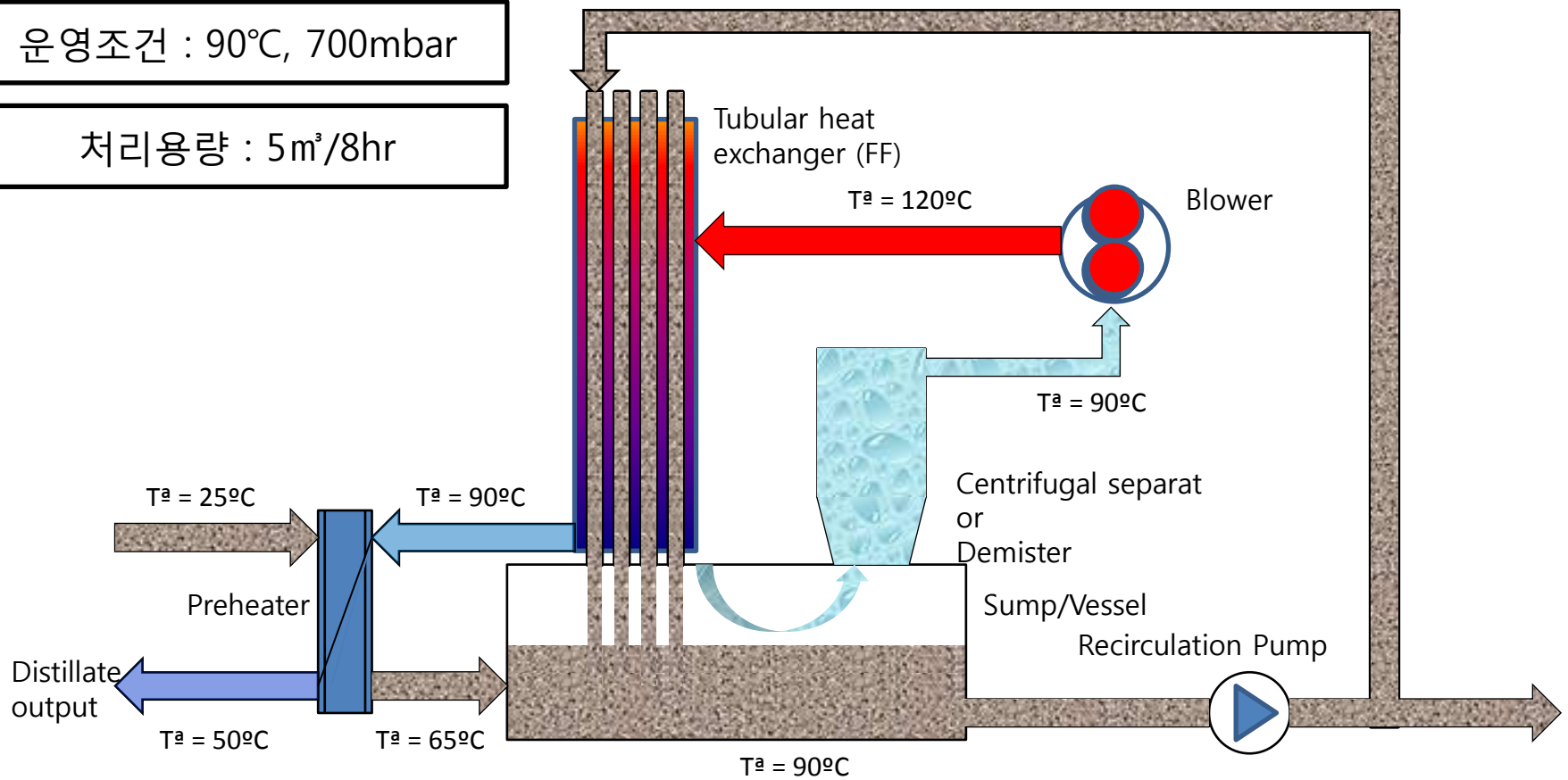
NO

YES

증발농축기(MVR)

운영조건 : 90°C, 700mbar

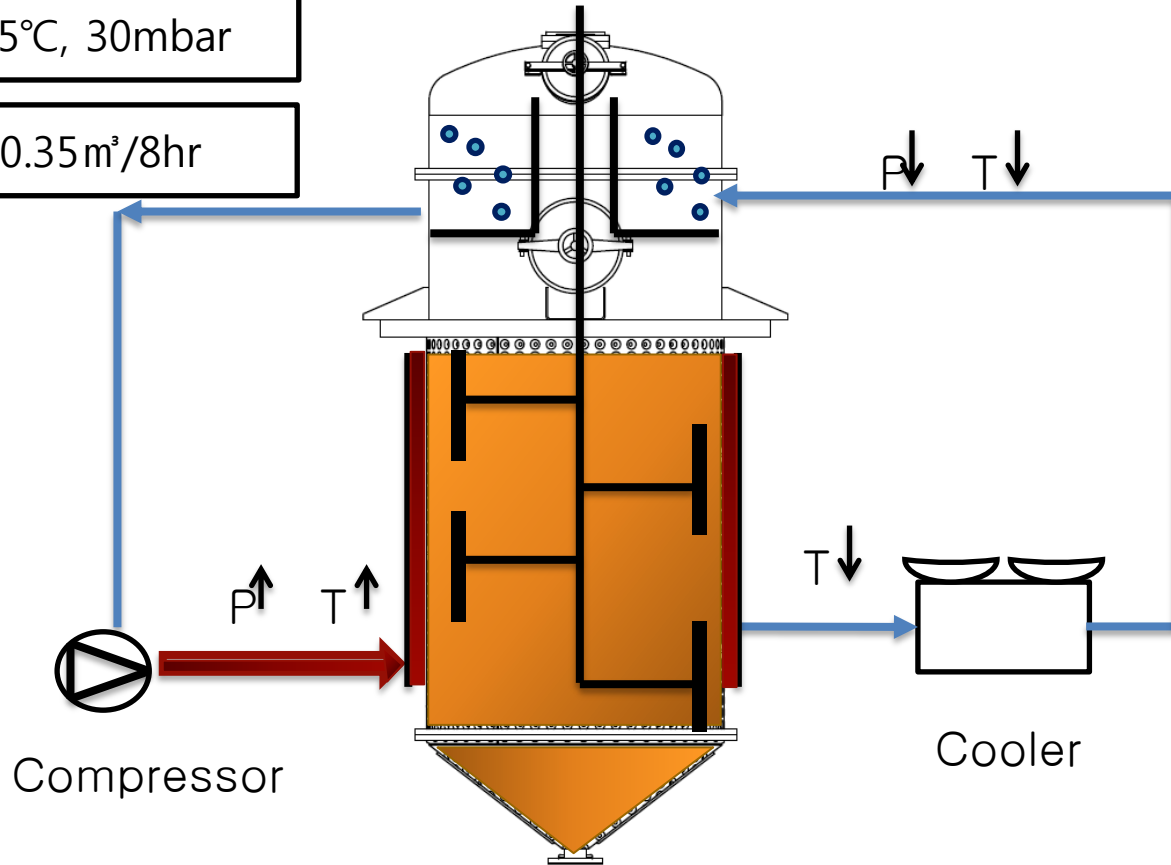
처리용량 : 5m³/8hr



● 진공건조기(Crystallizer)

운영조건 : 35°C, 30mbar

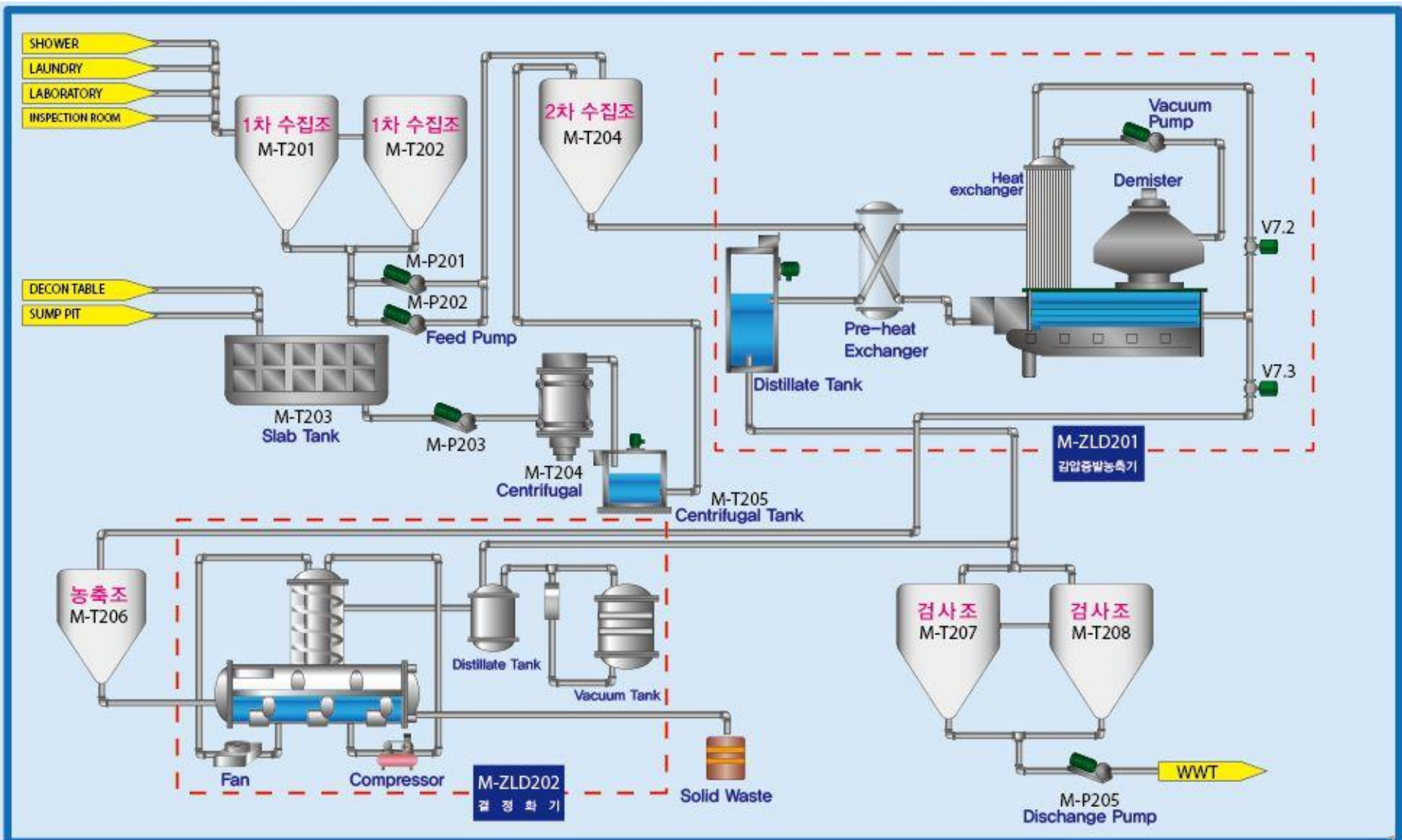
처리용량 : 0.35m³/8hr



개선 사항



액체폐기물 처리 공정흐름도



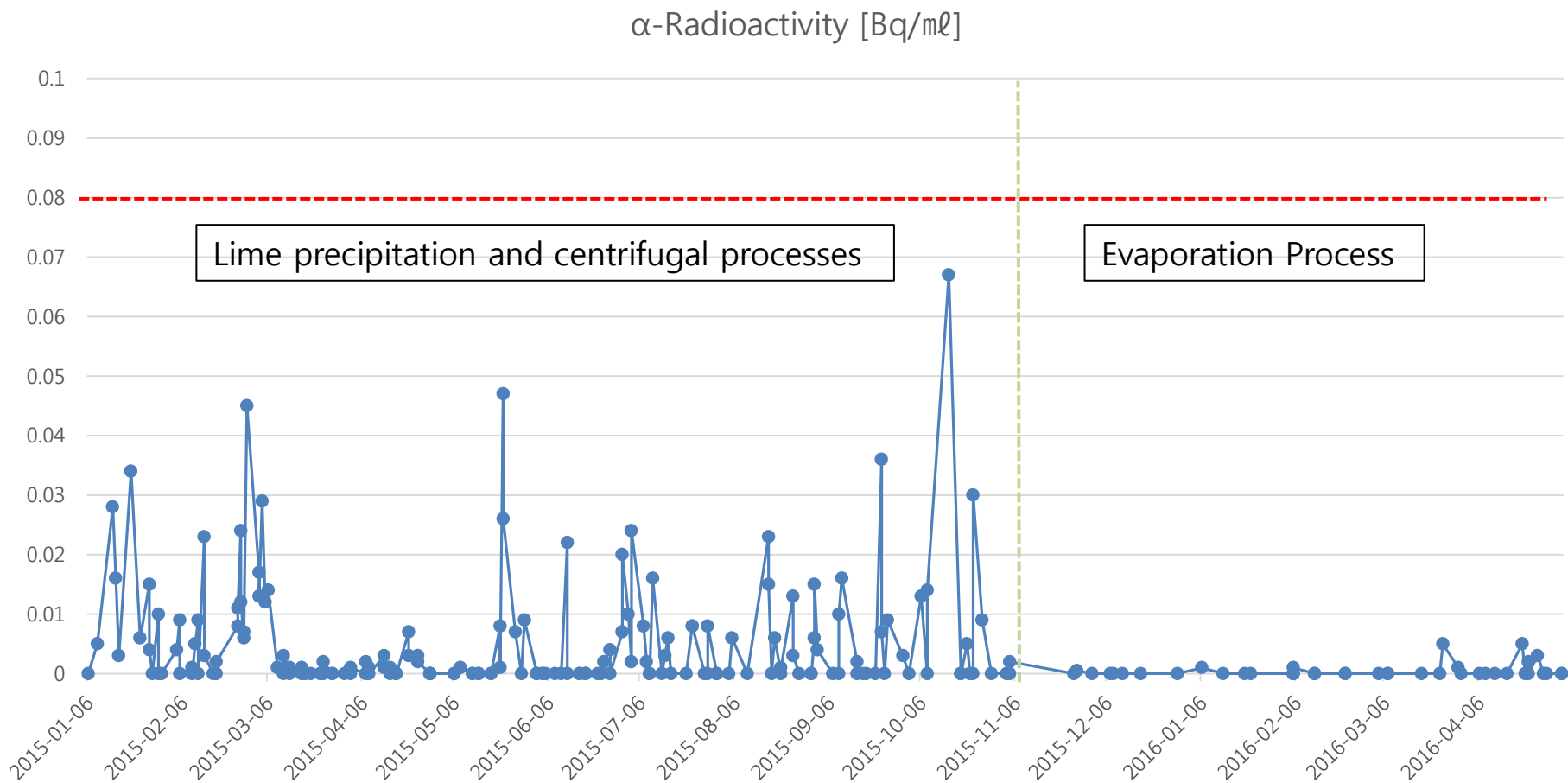


감압증발농축기[MVR]



진공건조기[Crystallizer]

● 처리수 방사능농도 분석



● 기기분석 결과

◎ 분석장비 : 저준위 알파/베타 분석 시스템(FHR 8000A/Thermo)

극저준위 액체폐기물

	처리 전	처리 후	MDA
01	0.175	N/D	0.002
02	0.344	N/D	

저준위 액체폐기물

	처리 전	처리 후	MDA
01	0.792	N/D	0.002
02	0.723	N/D	

저준위 알파/베타 분석 시스템(FHR 8000A/Thermo)

처리 전

Thermo	Sample Report		Date: 17.03.16 Time: 15:32:01
Thermo Electron Corporation Changer System HPW-8000 Test			
HPW-M-Setup 1: Alpha/Beta SIM			
Sample			
Sample number:	00231		
Sample text:	0317-1-2 < 전 >		
Measured values		Alpha	Beta
Measured values [Bq]:	3.447		0.540
Measured rate [cps]:	0.891		2.892
Measured Time [s]:	900		900
Calibration data			
Efficiency:	0.186		0.400
Limit of detection [Bq]:	0.449		0.649
Background [cps]:	0.250		2.676
Background measured time [s]:	900		900
Unit factor:	1.000		1.000
Remark			
<hr/> <hr/> <hr/>			
Tester:	김 영 준		Signature:
created:	Date	Name	Signature
checked:	Date	Name	Signature

처리 후

Thermo	Sample Report		Date: 17.03.16 Time: 15:04:12
Thermo Electron Corporation Changer System HPW-8000 Test			
HPW-M-Setup 1: Alpha/Beta SIM			
Sample			
Sample number:	00230		
Sample text:	0317-1-1 < 후 >		
Measured values		Alpha	Beta
Measured values [Bq]:	-0.209		N/D -0.115
Measured rate [cps]:	0.211		2.630
Measured Time [s]:	900		900
Calibration data			
Efficiency:	0.186		0.400
Limit of detection [Bq]:	0.449		0.649
Background [cps]:	0.250		2.676
Background measured time [s]:	900		900
Unit factor:	1.000		1.000
Remark			
<hr/> <hr/> <hr/>			
Tester:	김 영 준		Signature:
created:	Date	Name	Signature
checked:	Date	Name	Signature

● 감마핵종분석 시스템(HPGe/CANBERA)

처리 전

```
*****
**** INTERFERENCE CORRECTED REPORT ****
*****
```

	Nuclide	Wt mean	Wt mean
	Id	Activity	Activity
Nuclide	Confidence	(Bq /Unit)	Uncertainty
Name			
? BI-211	0.984	1.909061E+000	1.135658E+000
? PB-214	1.000	6.260998E-001	3.724529E-001
U-235	0.784	3.726985E+000	5.394432E-001

? = nuclide is part of an undetermined solution
X = nuclide rejected by the interference analysis
@ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 2.000 sigma

```
***** UNIDENTIFIED PEAKS *****
```

```
Peak Locate Performed on: 2016-03-02 10:10:41 AM
Peak Locate From Channel: 100
Peak Locate To Channel: 8192
```

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty	Peak Type	Tol. Nuclide
----------	--------------	--------------------------------	------------------------	-----------	--------------

All peaks were identified.

처리 후

```
*****
**** INTERFERENCE CORRECTED REPORT ****
*****
```

	Nuclide	Wt mean	Wt mean
	Id	Activity	Activity
Nuclide	Confidence	(Bq /Unit)	Uncertainty
Name			

N/D

? = nuclide is part of an undetermined solution
X = nuclide rejected by the interference analysis
@ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 2.000 sigma

No peak search results available for nuclide analysis.

● 환경 측면

액체폐기물을 통한 방사능물질 무방류

지역주민/환경단체 우려사항 해소

◎ 방출 방사능 평균 농도
- 0.01Bq/ml → MDA미만

● 비용 측면

원가절감을 통한 경제성 제고

2차 폐기물 발생량 최소화

◎ 2차폐기물 발생량
- 15드럼/년 → 1드럼/년

◎ 관리비용 절감액
- 약1.8억원(14드럼)/년

● 운영 측면

액체폐기물 처리용량 증대

시설운영의 안전성 확보

◎ 처리용량 증대
- 2.5m³/16hr → 5 m³ /8hr

Q & A



KEPCO NF
KEPCO NUCLEAR FUEL COMPANY, LTD.