

# 放射能汚染 除去技術과 經驗(IV)

Decontamination Techniques and Experiences (IV)



梁 慶 麟 (韓國에너지研 · 原子爐化學研究室長)

〈承 前〉

## 3·7·2. CAN-DECON™

CAN-DECON™ 工程은 CANDU PHW 原子爐를 제염하기 위하여 캐나다에서 개발된 低濃度 化學劑에 의한 除染工程이다.

CAN-DECON 除染工程의 주 특징은 다음과 같다.

(1) 低濃度 化學劑의 사용; 腐蝕의 발생과 重水の 品質低下를 최소로 한다.

(2) 除染劑를 原子爐 冷却材에 직접 첨가한다.

(3) 除染될 系統이 排水되지 않고 除染後의 別도 洗淨이 필요하지 않다; 큰 저장탱크의 필요성이 없다.

(4) 原子爐에서 燃料가 제거되지 않는다; 작업이 단순화되고 燃料도 동시에 제염된다.

(5) 除染劑가 陽이온交換樹脂에 의해서 再生된다; 除染劑가 재사용되고 效果의인 濃度는 初期濃度보다 훨씬 높아진다.

(6) 除染劑의 제거는 陰이온交換樹脂에 의해서 이루어진다.

(7) 廢棄物은 固型物인 이온交換樹脂와 濾過劑뿐이다.

이 除染工程은 除染될 系統의 배수 또는 세척이 필요없는 低濃度 化學劑 除染工程이다.

전체 原子爐系統이 제염될 때에는 燃料의 제

거가 필요하지 않다. 따라서 작업을 단순화하고 동시에 燃料도 세척할 수 있다. 이점은 전 제염공정에 있어서 하나의 큰 이점이 된다. 왜냐하면 그대로 놓아두면 언젠가는 용출되어 爐心外에 再堆積되어 부분적으로 제염의 효과를 무효로 하게 할 상당량의 放射化된 腐蝕生成物을 燃料系統에서 부터 제거하기 때문이다.

不純物의 제거와 除染劑의 재생에는 陽이온交換樹脂가 사용된다. 한편 工程의 최종단계에서 除染劑의 제거에는 陰이온交換樹脂가 사용된다. 따라서 이온交換樹脂와 濾過裝置에 존재하는 固體廢棄物만이 생산되어 처리·처분을 대단히 용이하게 해준다.

CAN-DECON 除染工程에서 수행되는 여러단계의 工程은 다음과 같다.

原子爐가 稼動中止되고 冷却材는 약 90℃에서 계속 순환된다.

冷却材는 化學調節에 사용되는 Li과 같은 첨가물을 제거하고 冷却材를 中和하기 위하여 混合床이온交換樹脂로서 淨化된다.

동시에 除染劑 注入系統과 같은 임시장비가 계통에 연결되고 적당량의 除染劑가 첨가된다. 전형적인 농도는 0.05~0.1-重量%이다. CANDU 原子爐에서는 직접 主熱移動系統의 重水

에 첨가된다. 즉, 冷却材가 除染溶液이 된다.

除染劑들은 系統內를 순환한다. 堆積物을 공격하여 벽에서 부터 汚染物을 방출한다. 汚染物들이 액체내에 있게 되면 그들은 淨化作用에 의하여 계통에서 부터 제거될 수 있다.

Fe나 Co와 같은 용출된 金屬들은 陽이온交換樹脂에 의해서 제거된다. 그리고 粒子狀 物質은 濾過에 의해서 제거된다. 많은 量의 粒子狀 物質이 化學劑들이 堆積物을 공격함으로써 생산된다. 일반적으로 궁극적으로 제거되는 전체 방사능의 30~50%는 濾過에 의해서 제거된다. 따라서 성능이 우수한 Submicro濾過系統이 절대로 필요하다.

陽이온樹脂는 용출된 金屬을 제거할 뿐 아니라 또 다른 중요한 기능을 수행하게 된다. 즉, 陽이온樹脂는 다 써버린 汚染된 除染溶液을 다시 쓸 수 있는 깨끗한 형태로 전환해 준다. 이것이 除染劑의 再生工程이다. 再生된 除染溶液은 제거해야 할 汚染物이 있는 동안은 계속해서 原子爐系統을 재순환하게 된다.

除染工程은 陽이온樹脂를 回路에서 제외시키고 混合床樹脂를 회로에 연결시킴으로서 종결된다.樹脂의 陰이온이 除染劑 자체를 제거하고, 陽이온은 아직 남아있는 용출된 金屬들을 제거한다. 이리하여 정상적인 系統의 化學仕樣을 되찾게 되고 原子爐는 재가동된다. Douglas Point 原子爐의 제염에는 全工程에 72시간이 소요됐다.

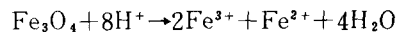
이와 같은 工程들이 CAN-DECON™에 포함되어 있는 기본단계들이다. 명백히 工程의 심장부는 化學劑와 이온交換樹脂로서 淨化 및 再生工程이 된다.

CAN-DECON™ 工程은 어떤 특정의 化學劑에 국한된 것이 아니라, 몇가지 다른 化學劑 또는 化學劑의 混合物과도 함께 사용할 수 있다. 최적의 처방은 용출해야 할 堆積物의 성분에 따라서 결정될 것이다. 그리고 이는 명백히 原子爐의 서로 다른 형태에 따라 변할 것이다.

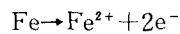
CANDU PHW에서는 堆積物은 주로 (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) magnetite이다. 除染의 주 대상인 <sup>60</sup>Co은 cobalt ferrite로서 magnetite에 묻혀 있으며, magnetite가 용해될때 방출된다. 그러나 포함되어 있는 Co의 실제중량은 대단히 적다. 따라서 어느 점으로 보나 사실상의 腐蝕物 被膜은 순수한 magnetite로 간주할 수 있다.

magnetite의 용해에 관여하는 몇가지 化學反應은 다음과 같이 생각되고 있다.

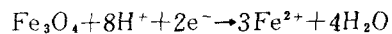
1. 단순한 산화물의 용해(완만하다)



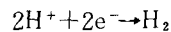
2. 基質金屬의 용해(시간이 갈수록 증가한다)



3. 電子를 촉매로한 酸化물의 용해(신속하다)



4. 陽子の 환원(시간과 함께 증가한다)



이상의 化學反應들은 酸化물 被膜을 갖고 있는 圓板을 電氣化學 셀에 있는 作業電極으로 하여 標準電極에 대한 電極電位를 측정함으로써 상세하게 연구되었다.

단순한 酸化물 溶解(反應 1)는 높은 酸性溶液에서도 완만하였다. 그러나 溶液이 酸化물을 거쳐서 金屬表面에 스며들어가면 基質金屬의 용해가 시작된다.

反應 2에서 생성된 電子들은 反應 3에서 보여주는 바와 같이 酸化물의 용해를 증가시킬 수 있다. 실제로 잠시 동안 酸化물의 용해는 증가됨을 볼 수 있었다. 그러나 反應 2에 의해서 생성된 電子들은 H<sup>+</sup>와의 반응에 의해서 反應 4에서 보여주는 바와 같이 소비될 수도 있다.

基質金屬의 많은 표면적이 용액에 노출됨에 따라 反應 2와 反應 4가 유력하게 된다. 그 결과는 反應 3에 의한 magnetite의 環元에 필요한 손에 넣을 수 있는 H<sup>+</sup>이온과 電子들의 급격한 감소가 된다.

명백하게 除染에서 필요로 하는 化學劑는 첨

가 되면 곧 反應 3을 유력하게 해 줄 수 있는 독자적인 電子의 출처를 갖고 있어야 한다. 이것은 除染劑에 環元劑를 혼합함으로써 이루어진다. 除染劑는 또한 酸을 갖고 있어야 한다.

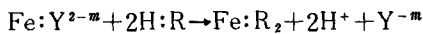
또한 再沈澱을 방지하고 pH效果만 갖고 얻어지는 것 보다 큰 용해된 金屬濃度를 얻기 위하여 한가지의 有機錯化劑가 첨가된다. 有機錯化劑는 용출된 金屬이온들을 淨化系統의 이온交換塔으로 이동해주는 主 化學劑이다.

다음 反應들은 어떻게 이들 모든 構成成分이 堆積物을 용해하기 위하여 서로 함께 일을 하는가를 보여주고 있다.

1.  $HmY \rightleftharpoons mH^+ + Y^{-m}$
2.  $8H^+ + Fe_3O_4 + 2e^- \rightarrow 3Fe^{2+} + 4H_2O$
3.  $Fe^{2+} + Y^{-m} \rightarrow Fe:Y^{2-m}$

有機錯化劑들은 또한 弱酸으로서 용해되면 다른 酸들과 같게 작용하는  $H^+$ 이온으로 전리된다. 그리고 環元劑는 堆積物을 용해한다. 그리고 錯化基인  $Y^{-}$ 는 金屬이온을 錯化物로 한다.

HR로서 표시되는 陽이온交換樹脂가 어떻게 金屬과 有機錯化劑사이의 化學的 결합을 깨뜨리도록 작용하는가를 살펴보면 다음과 같다.



金屬의 捕獲과 保有 그리고 酸과 錯化劑의 방출이 이루어진다. 방출된 酸은 더 많은 堆積物의 용해를 돕도록 작용하고 錯化劑는 몇번이고 다시 사용할 수 있게 된다. 이것이 CAN-DEC-ON™ 工程에서의 除染劑의 再生段階이다.

水冷却 原子爐들에서 발견되는 金屬酸化物로 되어있는 堆積物을 살펴보면 表 1과 같다.

爐心에서의 沸騰이 없고 炭素鋼 配管과 monel 蒸氣發生器管을 갖고 있는 CANDU PHW에서는 化學的 環境은 環元性이고 鉄의 安定된 형태는 magnetite ( $Fe_3O_4$ )이다. 이것은 배관벽에 밀도가 높은 흙색의 보호성층으로 되어 있다. 따라서 검토의 핵심은 이 化合物의 용해와 Co-ferrite로 형성되어 이와 함께 들어있는  $^{60}Co$ 의 방출이 된

(表 1) 金屬酸化物 堆積物

原子爐의 型	化學環境	堆積物	除染劑
CANDU PHW 無 蒸氣 CS, Monel	環元性 $O_2$ , 5PPb	$FeOFe_2O_3 (Fe_3O_4)$ $NiO Fe_2O_3, CoOFe_2$ $O_3$ Cu堆積物없음	環元性
CANDU PHW 有 蒸氣 CS, Inconel	環元性 $O_2$ , 10PPb	위와 같은 spinel구조, $Fe_2O_3$ ? $FeO Cr_2O_3$ ?	環元性 酸化性?
CANDU BLW 有 蒸氣 CS, SS	酸化性 $O_2$ , 10PPb	$FeO Fe_2O_3 (50\%)$ $Fe_2O_3 (50\%)$ 無 Cr 堆積物	環元性
PWR 無 蒸氣 SS, Inconel	環元性	$FeO Fe_2O_3, NiOFe_2$ $O_3, CoOFe_2O_3, Fe$ $OCr_2O_3, Ni_xFe_yCo_z$ $OCr_aFe_bO_3 (X+Y+Z=1)$ ( $a+b=2$ )	酸化性
BWR 有 蒸氣 SS	酸化性	$FeO Fe_2O_3, Fe_2O_3$ $NiO_aOH_b, NiOFe_2$ $O_3 (a+1/2b=1)$ 無 Cr 堆積物	環元性

다. 여기에는 약간의 Ni-ferrite도 함께 들어있다.

Bruce에 있는 原子爐와 같은 개량된 CANDU PHW에 있어서는 약간의 爐心에서의 沸騰이 있으며 이러한 상태하에서는 monel은 적합한 材料가 되지 못하므로 Inconel로 대체되었다. 그러나 化學的 狀態는 역시 環元性이다. 그러나 爐心에서의 沸騰은 약간 높은 溶存酸素를 초래하게 될 것이다. 특히 爐心 排出口에서 그러하다. 따라서 溶存酸素의 제한치는 10ppb보다는 낮은 값이지만 증가되었다.

改良型 CANDU 原子爐에서의 酸化物 堆積은 약간의 hematite를 갖고 있는 것 같다. 그리고 약간의 Cr-堆積物을 갖고 있을 가능성이 있다. 만일 上 相當량의 (30에서 40%정도) Cr이 이들 堆積物에 들어 있다면, 이것은 다른 형태의 制御劑의 사용을 필요로 하게 된다. 왜냐하면 본래의 CANDU 原子爐를 대상으로 하여 개발된 環

元性 除染劑는 iron chromite을 용해하지 못하기 때문이다. 그러나 Cr의 함량이 낮으면(10% 이하) 堆積物은 용해되고, Cr化合物을 粒子로서 방출하게 될 것이다.

세번째 형의 CANDU는 Gentilly-1과 같은 B-LW이다. 이것은 Direct Cycle BWR과 유사해서 여기에는 蒸氣發生器管이 없다. 配管은 약간의 스텐레스 스틸도 있으나 주로 탄소강이다. 溶存酸素는 역시 낮지만 化學的 상태는 앞에서 설명한 두가지 형의 原子爐에서 보다는 좀더 酸化性일 것이다.

BWR 原子爐에서는 酸化物 被膜은 hematite와 magnetite가 거의 같은 비율로 형성되어 있다. Gentilly-1이 CAN-DECON™ 工程에 의하여 除染되었을 때 hematite는 magnetite와 함께 쉽게 용해되었다. 除染係數는 2에서 4의 범위내에서 얻어졌다.

이것은 CANDU PHW 原子爐를 위하여 개발된 除染劑는 CANDU BLW 原子爐에서도 성공적으로 사용될 수 있다는 것을 실증해 주었다. 英國에서의 독자적인 연구는 hematite의 溶解度는 環元性 狀態에서 대단히 높을 수 있다는 것을 확인하고 있다.

PWR에 있어서는 1次系 配管은 스텐레스 스틸이다. 따라서 다른 형태의 被膜이 형성된다. 스텐레스 스틸의 주요 성분인 크롬이 일반적으로 酸化物 被膜의 주요 성분이다. 전형적으로 약 40%가 된다. 環元性 狀態下에서는 Cr은 Cr<sup>3+</sup>로서 존재한다. 그리고 FeOCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 같은 spinel형태의 구조속에 쉽게 들어가게 된다.

Cr을 갖고 있는 이와 같은 형태의 酸化物들은 대단히 不溶性이다. 이들 酸化物를 溶解시킴으로써 함께 들어있는 放射能을 제거하기 위하여서는 우선 Cr<sup>3+</sup>는 쉽게 溶解되는 Cr<sup>6+</sup>로 酸化되지 않으면 안된다. 이것은 또한 알칼리성과 산화망간을 Cr로 酸化하여 용해시키기 위하여 사용하는 AP-Citrox 工程의 基本原理이다.

Citric acid와 oxalic acid의 混合物은 남아있는 magnetite와 Ni-ferrite 및 기타 등을 溶解시키기 위하여 사용된다. 여기에서는 강력한 酸化性 條件들이 요구된다는 것을 명심해야 한다. CANDU PHW 除染에서 사용하고 있는 除染劑와 같은 環元性 條件下에서 작용하는 除染劑는 여기에서는 環元시킬 것이 없기 때문에 적은 除染 效果만을 나타내게 될 것이다.

만일에 酸化物 被膜의 주성분이 iron-chromite (FeOCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)이면 鐵과 크롬은 둘다 이미 그들의 가장 낮은 酸化狀態에 있는 것이다. 이것이 개량된 CANDU에서 만일에 그들이 상당량의 Cr을 그들의 酸化物 被膜에 갖고 있을 때 다른 형태의 除染劑를 사용하지 않으면 안되는 이유이다. CAN-DECON™ 工程의 테두리 안에서 效果를 나타낼 수 있는 酸化劑의 개발계획이 캐나다에서 진행되고 있다.

BWR에서의 化學的 條件은 어떤 다른 형의 原子爐에서 보다는 더 한층 酸化性이다. 따라서 크롬의 冷却材內에서의 가장 안정된 형태는 +3價가 아니고 +6價이다. 크롬은 +6價의 狀態에서는 spinel구조 또는 어떤 다른 형태의 堆積도 형성하지 않고, 原子爐 冷却材의 淨化系統의 이온交換樹脂에 의해서 제거될 때까지 溶液內에 있게 된다. 따라서 BWR의 堆積物에는 크롬이 없다.

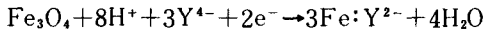
堆積物은 CANDU BWR에서 발견되는 것과 아주 유사하다. 오직 한가지 차이는 더 많은 Ni이 약 8%의 Ni을 함유하고 있는 스텐레스 스틸을 사용하고 있기 때문에 Ni-ferrite의 형태로 존재하는 것이다. 만일에 Ni-ferrite가 堆積物의 주종이라면 여기에는 酸化劑가 할일은 하나도 없다.

Fe은 이미 그의 최고의 原子價狀態에 있으며 AECL에 의한 시험은 Persulfate라 할지라도 Ni이 spinel구조에 포함되어 있는 경우에는 이것을 3價 狀態로 酸化시키지 못한다는 것을 보여주고 있다. 環元劑는 magnetite를 용해시키는 것과

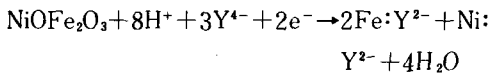
같이 Ni-ferrite도 용해시킨다. 그러나 용해율은 Ni-ferrite가 magnetite보다 약간 熱力學的으로 안정하기 때문에 좀 느릴 것이다.

다음 反應들은 環元性 條件下에서의 magnetite, Ni-ferrite 그리고 Hematite의 溶解反應을 보여준다.

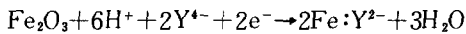
• magnetite



• Nickel Ferrite



• Hematite



堆積物의 溶解에 대한 내용은 다음과 같다.

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	環元劑	溶解可能
NiOFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CoOFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	酸化劑	溶解不能
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	環元劑	溶解不能
FeOCr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NiOCr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	酸化劑	溶解可能

크롬을 함유하지 않는 堆積物에 대해서는 環元性 除染劑를 필요로 한다. 한편 크롬을 함유하는 堆積物에 대해서는 酸化性 除染劑가 필요하다. 이러한 표현의 설명은 절대적인 뜻을 갖는 것 보다는 여러가지 형태의 堆積物에 대한 두가지 종류의 除染劑의 相對的 效果를 지적하는 것이다. 캐나다에서의 최근의 연구에서는 다음과 같은 것을 보여주고 있다.

試片	除染係數	
	環元劑	酸化劑
BWR SS	10~20	-
PWR SS	1.1~1.2	10~15
PWR Inconel	1.0~1.1	5~10

실제 BWR發電所에서 採取한 試片이 環元性 除染劑를 사용하여 CAN-DECON™ 工程으로 除染되었는데 除染係數는 최고 80보다도 높은 값이 얻어졌다.

대표적인 값은 10에서 20이었다. 같은 조건하에서 除染된 PWR試片은 除染係數 1.1에서 1.2를 보여주고 있다. 그러나 새로운 시험적인 酸

化性 除染劑를 사용하였을 경우 除染係數는 20보다도 높은 값이 얻어졌으나, 대표적인 값은 Inconel에서 5에서 10 그리고 스텐레스 스틸에서 10에서 15가 얻어졌다.

CAN-DECON™ 除染工程의 主裝備는 CAN-DECON 除染劑를 재생하고 제거하는데 충분한 용량을 갖고 있는 3개의 深床이온交換塔, 除染工程中 필요한 각종 化學劑를 첨가하기 위한 化學劑 注入裝置, 系統의 溫度를 필요한 만큼 상승시키고 조절하기 위한 電氣加熱器 그리고 溶液의 증가와 감소 및 누설을 안정시키고 壓力調節을 단순화하기 위한 Surge탱크로 구성된다.

除染裝置를 除染하고자 하는 系統과 연결한 후 除染裝置와 除染될 系統으로 형성된 새로운 閉回路에 물을 가득 채우고, 加壓한 후에 稼動을 시작하여 循環을 확립한다. 酸素를 除去하고 加熱하여 약 95°C가 유지되도록 한다. 이와 병행하여 化學劑 주입에 대한 준비를 한다.

化學劑를 주입하기 직전에 하나의 陽이온交換塔을 回路에 연결한다. 그 목적은 除染溶液으로 부터 系統配管과 裝備의 内部表面에 대한 特許 除染劑의 化學的 攻擊으로 인하여 溶解된 放射性核種을 제거하고 소모된 除染劑를 재생시키는 것이다. 이 陽이온交換塔을 거쳐서 흐르는 分流는 요망되는 淨化半減期를 유지할 수 있도록 조절된다. 그리고 또한 系統溶液에서의 적절한 pH와 溶存放射性核種의 準位가 유지되도록 조절된다.

충분한 除染劑가 系統內溶液에 첨가되어 0.1-重量%에 도달되면 규칙적인 감시가 化學, 稼動 그리고 保健物理 關係者에 의해서 시작된다. 이들 관계자들은 적절한 工程稼動, 化學環境 및 放射線準位에 대한 제반 관련 요인을 除染과 그에 수반되는 全工程을 통하여 확립하고 조절한다.

除染期間中에 수집된 모든 정보는 가능한한 그때 그때 즉각적으로 수요자 대표와 除染의 진전에 따라 조정해야할 상태를 협의하고 있는 除

染 責任者에게 알려준다. 除染의 진전에 따라 수행되는 전형적인 조정은 다음과 같은 것이 된다.

除染作業 區域内에서 일하고 있는 모든 사람에 대하여 안전한 放射線準位下에서 용해된 放射性核種의 제거를 효과적으로 계속할 수 있도록 하기 위한 陽이온交換塔의 대체, 放射能의 제거를 극대화하고 系統材料의 腐蝕을 억제하기 위한 系統流量 및 流速, 淨化半減期 그리고 工程溫도와 같은 工程變數의 조정, 가능한한 많은 여분의 配管과 裝備가 적어도 한번은 工程에 포함되도록 또는 除染劑에 대하여 낮은 저항을 갖는 것으로 미리 확인된 장비는 한층 공격적인 상태의 적용시에는 工程에서 제외하기 위한 흐름의 길을 변경하기 위한 조정 그리고 除染劑와 腐蝕抑制劑의 濃도와 같은 化學狀態를 酸化物 被膜의 제거를 극대화하고 基質金屬의 腐蝕을 극소화하기 위한 조절들이 포함된다.

放射能의 제거율이 낮아져서 더 이상 계속하여도 별로 큰 이익이 없어졌을때 除染工程의 再生段階는 중지된다. 일반적으로 再生段階는 20과 30시간 사이에서 계속되었다.

陽이온交換塔은 격리되고 溫度는 陰이온交換樹脂에 적합한 온도로 낮추어 진다. 除染劑와 아직 용액에 남아있는 모든 殘留金屬이온을 제거하기 위하여 하나의 混合床이온交換樹脂塔이 회로에 연결된다. 除染劑의 제거는 물의 純도가  $20\mu\text{mho/cm}$ 보다 낮은 傳導度에 도달할 때까지 계속된다.

除染劑 제거공정에서 소요되는 시간은 系統의 크기와 요구되는 물의 순도에 따라 달라진다. 일반적으로 6~12시간이 소요된다. 除染劑의 淨화가 종료되면 除染工程의 최종단계인 系統內 材料의 不動態化工程이 수행된다. 이 工程은 環元性 化學環境下에서 系統表面의 민감성을 없애고 예비 피막을 입히기 위하여 수행된다.

이 工程에서 대단히 얇지만 보호성의 酸化物 被膜이 형성된다. 즉, 앞으로 계속되는 原子爐

運轉期間中에 제염된 表面에 누적될 放射能準位の 상승율을 감축하기 위한 목적으로 除染劑의 제거가 완료되면 모든 이온交換塔은 격리되고 系統의 온도를 다시 상승시킨다. 環元劑가 첨가되어 적은 量의 殘留濃度(300ppm)가 不動態化工程을 통하여 유지된다. 일반적으로 이 工程은 적어도 24시간 이상이 소요된다.

不動態化工程이 끝나면 온도는 다시 낮추어지고 흐름은 混床이온交換塔을 거쳐서 흐르도록 한다. 이 淨化作用 狀態에서 작동을 계속해서 물의 純도가 原子爐 冷却材로서의 재사용에 적합할 때까지 또는 放射線廢棄物 요구조건에 적합할때까지 계속된다. 어떤 경우에도 물의 純도에 대한 최소포준은  $20\mu\text{mho/cm}$ 보다 낮았다. 이 최종 淨化工程에 소요되는 시간은 물의 최종 純度條件에 달려있지만 일반적으로 3~6시간이 내에 완료된다.

얻어진 除染係數는 5를 전후하는 값이 된다.

CAN-DECON除染工程은 Atomic Energy of Canada Limited (AECL)에서 개발하여 London Nuclear Limited가 AECL의 認可下에 市販하고 있다.

그림은 CAN-DECON™ 工程을 사용하여 蒸氣發生器의 Channel Head를 除染할때 사용되는 裝備의 회로이다.

