

'99 추계학술발표회 논문집

한국원자력학회

## ATWS 완화설비(AMSAC) 기본설계에 대한 안전해석 기술배경

이재용, 반재하, 조성환

전력연구원

대전광역시 유성구 문지동 103-16

### 요 약

한국전력공사는 원전 과도사고시에 원자로가 자동 정지되지 못하는 사고(ATWS: Anticipated Transient Without Scram)를 완화하기 위한 설비를 국내 웨스팅하우스(WH)형 원전에 설치할 계획이 있다. 이를 위하여 인력 및 기간이 많이 소요되는 발전소 특정 ATWS 사고해석 수행을 피하고 WH형 원전 사용자그룹에서 수행한 일반적인 안전분석을 국내 원전에 적용하기 위한 평가가 수행되었다. 평가 결과 고리 2호기의 경우가 가장 여유도가 작은 발전소로 나타났으며 부하상실/터빈정지 사고시 RCS 최대압력이 3072psia로써 제한치인 3200psig 이내였으므로 국내 WH형 원전에 일반적인 안전분석 결과를 적용할수 있었다.

### Abstract

KEPCO is planning to install Anticipated Transient Without Scram(ATWS) Mitigating System for Westinghouse type plants in Korea. In order not to perform plant specific analyses for each plant, the major parameters are compared to those of generic safety analysis results which were performed by Westinghouse owners group. Per the evaluation results, the most conservative results are obtained at Kori unit 2 loss of load/turbine trip event with ATWS and the peak RCS pressure becomes 3072 psia which is less than the limit of 3200 psig. Therefore, the generic safety analysis results are applicable to Westinghouse type plants in Korea.

## 1. 서 론

원자로 정지가 발생되지 않는 예상과도사건(ATWS)은 미국 NRC의 원자로 안전자문위원회(ACRS)에서 1960년대 말 처음 제기되었으며 1984년 6월 ATWS 규제법규(10CFR50.62)가 법제화되어 미국 원전에서는 1980년대 말까지 모두 조치되었으나 한국을 포함한 일본 대만 등 원전 운영국에서는 자국 규제기관의 판단아래 조치되거나 유예되어 왔다.

그러나 최근에 국내 규제기관에서는 ATWS 사고가 비록 설계기준사고는 아닐지라도 미국내에서는 완화설비를 모두 설치하는등 중요한 사안으로 인식하여 전력사업자에게 지속적으로 소급하여 적용할 것을 요구하여 왔고 한전에서도 가동중 원전의 안전성 제고를 위하여 이를 수용하였으며 1999.9월까지 ATWS 완화설비 설치 기본계획을 규제기관에 제출할 예정이다.

본 논문에서는 ATWS 완화설비의 기본설계를 위한 사고해석적 근거를 제시하고 ATWS 완화설비에 적용될 각종 설정치를 제공하는데 목적을 두었다. 이를 위하여 우선 ATWS 완화설비 설계에 필요한 사고해석을 각 원전별로 수행하여야 하나 많은 비용과 시간이 소요되므로 미국에서 ATWS 규제법규 제정 배경으로 이용되었던 ATWS 사고해석 결과를 기준으로 국내 원전의 설비를 비교 검토하여, 미국에 적용된 ATWS 완화설비(AMSAC: ATWS Mitigating System Actuation Circuitry) 기본설계시 수행되었던 일반적인 안전분석 결과를 국내 원전에 준용할 수 있음을 검토하였다. 이 검토는 웨스팅하우스 소유자그룹(WOG)의 ATWS 사고해석(Ref.1)에 사용된 웨스팅하우스 원전의 기본모델의 주요설비 제원과 국내 대상원전의 설비제원을 비교하여 민감도 분석을 통한 간접적인 방법으로 수행되었으며 AMSAC 기본설계를 국내 원전에 준용하는데 적합한 것으로 확인되었다.

## 2 AMSAC 설계기준의 국내원전 적용성 검토

미국의 모든 웨스팅하우스형 원전에 공통적으로 적용된 ATWS 완화설비 설계기준인 AMSAC Generic Design Package(Ref.2)는 ATWS 사고분석 결과를 바탕으로 개발되었다. NRC로부터 승인받은 AMSAC Generic Design Package의 기술배경은 ATWS 사고분석 결과 보고서인 WCAP-8330 (Ref.7)과 이에 대한 NRC의 추가 요구사항 및 AMSAC 설계요건을 제시하기 위해 작성된 NS-TMA-2182(Ref.1)이다.

따라서, NS-TMA-2182에서 AMSAC 설계배경으로 이용된 모델발전소(표8 및 표9 참조)와 국내 원전의 주요 설계특성 및 운전변수를 상호 비교하고, NS-TMA-2182에서 적용한 민감도 분석자료를 활용하여 AMSAC 기본설계가 국내 원전에 적용이 가능함을 입증하고자 한다.

### 2.1 사고해석적 기술배경

AMSAC 설비는 가장 심각한 ATWS 사고로서 2차측 열제거원 상실사고인 LOL/TT(Loss of Load/ Turbine Trip)과 LONF(Loss of Normal Feedwater) 발생시 원자로 정지가 발생하지 않은 경우 터빈을 정지시키고 보조급수 유량을 적절히 주입시키기 위하여 개발되었으며 입력신호로 증기발생기 저저수위, 주급수 저유량, 주급수 펌프 정지신호 등이 사용되었다. AMSAC 개발을 위한 ATWS 사고분석은 웨스팅하우스형 4-Loop 모델을 기준으로 증기발생기 51형을 사용하여 수행되었고 이 모델을 기본으로 2-Loop 및 3-Loop 원전의 적용 타당성과 44, D, F형 증기발생기에 대해서도 평가하여 적절성을 입증하였다.

### 2.2 이차측 열제거원 상실사고 영향 평가

ATWS 사고중에서 가장 심각한 사고로 평가된 이차측 열제거원 상실사고가 발생할 경우 가장 큰 영향을 미치는 가압기 압력방출밸브/안전밸브(PORV/SV) 배출유량, 주급수 엔탈피, 보조급수 유량 및 증기발생기 급수질량 등 주요 인자를 기준으로 민감도 분석을 통해 국내

원전의 일차계통 최대압력을 추정하여 ASME Service Level C 제한치 만족여부를 확인하고자 하며, NS-TMA-2182에서 적용된 주요 영향인자 변화에 따른 원자로 계통의 압력변화(민감도 효과)는 다음 표 1과 같다.

표1: 주요 영향인자 변화에 따른 민감도 효과

주요 변수	보수적 방향	민감도(psi)	
		LOL/TT	LONF
원자로 출력	큰쪽	22.1%	11.51%
가압기 PORV 배출유량	작은쪽	$7.9 \times 10^{-4} \text{ lb/hr}$	$5.1 \times 10^{-4} \text{ lb/hr}$
주급수 엔탈피	큰쪽	1.1%	0.31%
RCS 체적	큰쪽	4.21%	1.81%
가압기 증기체적	작은쪽	+0.04/ft <sup>3</sup> *	0.04
		-0.14/ft <sup>3</sup> **	
AFW 유량	작은쪽	1.21%	0.31%
SG 질량	작은쪽	0.21%	0.21%

\* : 기준보다 작은쪽    \*\* : 기준보다 큰쪽

## 2.3 국내원전 적용 적합성 검토

### 2.3.1 고리 1호기 적용 적합성

AMSAC 설계 기준모델과 고리 1호기의 주요 영향인자를 비교한 결과, 대부분의 영향인자가 비슷한 것으로 확인되었으며, 고리 1호기의 LOL/TT 및 LONF 사고 발생시 최대압력은 아래 표2와 같이 각각 2915psia, 2826psia로 예상되어 ASME Service Level C 제한치인 3200psig이내로서 웨스팅하우스형 원전에 적용된 AMSAC은 고리 1호기에도 적용이 가능한 것으로 확인되었다.

표 2 고리 1호기 ATWS시 예상 최대압력 검토결과

주요 변수	고리1호기 값 /기준발전소 값	민감도 분석결과(psi)	
		LOL/TT	LONF
원자로 출력	1.04	+88	+46
가압기 PORV 배출유량	0.85	+24.5	+15.8
주급수 엔탈피	0.99	-1	-0.3
RCS 체적	1.02	+8.4	+3.6
가압기 증기체적	69ft <sup>3</sup> (차이)	-9.7	-2.8
AFW 유량	0.54	+55	+13.8
SG 질량	1.15	-3	-3
계		+162	+73
기준발전소 RCS 최대압력		2753 psia	2753 psia
고리1호기 예상 최대압력		2915 psia	2826 psia

### 2.3.2 고리 2호기 적용 적합성

고리 2호기는 원자로 출력 및 보조급수계통 유량이 기준모델보다 보수적으로 작용하여 표

3과 같이 ATWS 발생시 기준모델보다 일차측 압력이 더 증가하는 것으로 드러났다. 그렇지만 고리 2호기의 LOL/TT 및 LONF 사고시 최대압력은 각각 3072psia, 2916psia로서 제한치를 만족하고 있는 것으로 확인되었다.

표3 : 고리 2호기 ATWS시 예상 최대압력 검토결과

주요 변수	고리2호기 값 /기준발전소 값	민감도 분석결과(psi)	
		LOL/TT	LONF
출력	1.14	308	161
가압기 PORV 배출유량	1.00	0	0
주급수 엔탈피	0.98	-2	-0.6
RCS 체적	0.99	-4.2	-1.8
가압기 증기체적	35ft <sup>3</sup> (차이)	-4.9	-1.4
AFW 유량	0.81	+22.8	+5.7
SG 질량	1.01	-0.2	-0.2
계		+319	+163
기준발전소 RCS 최대압력		2753 psia	2753 psia
고리2호기 예상 최대압력		3072 psia	2916 psia

### 2.3.3 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기 적용 적합성

기준모델보다 큰 가압기 PORV의 용량으로 ATWS시 원자로계통 압력의 많은 감소효과가 예상되며 표 4와 같이 LOL/TT 및 LONF 사고발생시 최대압력이 각각 2704psia와 2677psia로 예상되어 적용이 가능한 것으로 확인되었다.

표 4 고리 3,4호기, 영광 1,2호기 ATWS시 최대압력 검토결과

주요 변수	고리3/4호기 값 /기준발전소 값	민감도 분석결과(psi)	
		LOL/TT	LONF
출력	1.00	0	0
가압기 PORV 배출유량	1.50	-165.9	-107.1
주급수 엔탈피	0.98	-2	-0.6
RCS 체적	0.96	-16.8	-7.2
가압기 증기체적	-37ft <sup>3</sup> (차이)	+1.5	+1.5
AFW 유량	0.79	+25.2	+6.3
SG 질량	0.95	+1	+1
계		-157	-106
기준발전소 RCS 최대압력		2861 psia	2783 psia
고리3/4호기 예상 최대압력		2704 psia	2677 psia

### 2.3 냉각재 온도계수(MTC)의 영향 평가

초기 AMSAC 개발시 이용된 MTC는 영출력(H2P)에서 설계제한치 0 pcm/°F값을 이용하였고, 전출력(HFP)에서의 ATWS 사고가 보수적이므로 ATWS 사고해석에 적용된 HFP의 MTC 값을 95% 노심 운전기간중에는 -8pcm/°F를, 99% 노심 운전기간중에는 -7 pcm/°F를

적용하였다. 사고해석은 MTC 대신에 냉각재 밀도변화에 따른 반응도 변화인 냉각재 밀도 계수(MDC)가 이용되었다. 그러나 AMSAC 설계배경에 적용된 MTC값과 달리 현재 고리 1,3,4호기와 영광 1,2호기는 영출력에서 +5 pcm/°F(Positive MTC; PMTC)를 설계 제한치로 사용하고 있어 이에 대한 영향평가가 필요하다. 이에 대하여 웨스팅하우스사가 1988년 12월 WOG 공동프로그램으로 ATWS를 PSA(Probabilistic Safety Assessment) 측면으로 분석하여 PMTC 영향평가를 수행한 결과 ATWS 사고시 AMSAC을 설치했다면 위험도가 충분히 작아짐을 입증한 바 있으며, 평가결과는 WCAP-11993(Ref.5)을 통해 발행되었다.

ATWS 완화설비 규제요건 제정시 사용된 SECY-83-293(Ref.6)에서는 ATWS 발생시 ASME Service Level C 제한치인 3200 psig를 초과하는 압력이 발생하는 경우에 노심손상이 발생하는 것으로 가정하고, 이에 대한 확률을 계산해 본 결과 웨스팅하우스형 원전에 대하여는 AMSAC 미설치시  $3.7 \times 10^{-6}$ /RY에서 AMSAC 설치로  $5.8 \times 10^{-6}$ /RY로 노심손상빈도가 떨어지는 것으로 분석하였으며, 이에 따라 웨스팅하우스형 원전에 대하여 AMSAC을 설치하도록 법안을 제정하였다.

SECY-83-293에서는 ATWS 발생시 원자로 냉각재 계통 압력을 3200psig이하로 유지하는 성공기준(Success Criteria)중 하나로서 부의 감속재온도계수에 의한 반응도 쾌환효과를 가정하여 MTC Overpressure 항목으로 사건수목의 한 표제(Heading)를 구성하고 NUREG-0460(Ref.4)에 따라 과도사건 종류별로 다음 표와 같이 이용불능도를 할당하였다.

표 5 : SECY-83-293에서 MTC Overpressure에 할당한 이용불능도(Ref.6)

과도사건 종류	MTC Overpressure 이용불능도
TBN Trip 과도사건	0.01
Non TBN Trip 과도사건	0.1
Non TBN Trip 과도사건 및 전기적 RTS Fail	1

주) TBN : Turbine    RTS : Reactor Trip System

이러한 가정사항에 따르면 터빈트립 과도사건 발생후 원자로 정지가 발생치 않았을 경우는 MTC Overpressure에 의하여 1%는 노심손상이 발생한다고 가정한 것이고 Non TBN Trip 과도사건에서는 10%가 노심손상이 발생한다고 가정한 것이었다. 또한 Non TBN Trip 과도사건에서 전기적 고장으로 원자로 정지가 발생하지 않았을 경우는 보수적으로 보조급수 계통 작동실패를 가정하여 100% 노심손상에 이른다고 분석한 것으로 매우 보수적인 분석을 수행한 것이었다.

WCAP-11993에서는 4 LOOP, 모델 51 증기발생기, 2대의 전동기구동 보조급수펌프와 1대의 터빈구동 보조급수펌프, 2개의 압력방출밸브(PORV)와 3개의 안전밸브(SV)를 가진 웨스팅하우스형 원전에 대하여 18개월 노심설계를 기본으로 하여 사건수목을 구성하고 노심손상빈도를 계산하였으며 사건수목의 MTC Overpressure항을 더욱 세밀하게 분석하였다. 즉, 냉각재계통의 과압보호는 단순히 감속재온도계수뿐만 아니라 가압기 PORV 및 SV의 압력방출 효과 및 과도사건이 발생하였을 때의 노심수명도 중요한 변수가 됨을 인식하고 이에 의한 냉각재계통의 과압방지 효과를 반영하였다. 이에 따라 다음표 6과 같이 4가지의 경우로 Pressure Relief 항을 나누어 이용불능도를 할당하였다.

WCAP-11993의 분석에 의하면  $1.0 \times 10^{-2}$ 의 이용불능도를 가진 AMSAC을 설치할 경우 상기 기본 발전소에서  $1.6 \times 10^{-6}$ /RY의 노심손상확률을 가지는 것으로 분석되어 ATWS

Rule Making 당시의 요구조건인  $1.0 \times 10^{-6}$  /RY를 만족하는 것으로 나타났다.

표 6 : 사건수목의 Pressure Relief 이용불능도 값(Ref.5)

Node	이용불능도	내 용
PR1	$1.5 \times 10^{-2}$	Manual Rod Insertion Successful, Both PORVs available when required with 100% auxiliary feed water flow
PR2	$1.5 \times 10^{-2}$	Manual Rod Insertion Successful, Both PORVs available when required with 50% auxiliary feed water flow
PR3	$2.8 \times 10^{-1}$	Manual Rod Insertion Fails, Both PORVs available when required with 100% auxiliary feed water flow
PR4	$3.28 \times 10^{-1}$	Manual Rod Insertion Fails, Both PORVs available when required with 50% auxiliary feed water flow

이와같이 PMTC가 적용되지 않았던 SECY 83-293 분석결과 정도의 위험도 결과를 PMTC를 적용하더라도 만족시킬수 있으므로 AMSAC은 ATWS 사고시 위험도를 감소시킬 수 있는 충분한 설비로 확인되었다.

### 3. ATWS 완화설비 신호 설정치 평가

ATWS 완화설비 신호 설정치는 규제요건 기술배경 및 위의 2장에서 검토된 국내 원전별 주요 영향인자 평가내용과 미국 웨스팅하우스형 원전에서 적용된 사례를 고려하여 다음 표7 과 같이 제시하였다.

표 7 : 국내 원전의 ATWS 완화설비 신호 설정치(안)

설정치	권고치 (WOG)	고리1(안)	고리2(안)	고리3/4 (안)	ComEd	Texas Utilities
C-20우회신호 (터빈출력)	40%	40%	40%	40%	30%	40%
C-20 허용지연	360초	360초	360초	360초	360초	260초
AMSAC 지연시간	0~30초	30초	30초	30초	30초	25초
SG 저-저 수위설정치	RPS 설정치 - EA *	15% (25-10)	8.6% (17.2-8.6)	7% (17-10)	RPS-3%	5.1%

주) RPS: Reactor Protection System, EA: Environmental Allowance

#### 3.1 C-20 우회신호 설정치

AMSAC 기본설계에는 70% 원자로 출력이하의 저출력에서 AMSAC 없이 ATWS 발생시 압력 제한치인 3200psig 이하로 유지할 수 있음이 알려졌으나, 충분한 여유도를 감안하여

40%출력이하에서 AMSAC 신호를 우회시킬 수 있도록 최종 결정되었다. C-20 Bypass 신호가 터빈출력을 이용하는 점에 유념하여 Commonwealth Edison사 등은 저출력에서 원자로출력과 터빈출력의 오차를 감안하여 40%의 설정치를 30%까지 낮춘 경우도 있으나, Texas Utilities 등에서는 40% 설정치가 이미 충분한 여유도를 가지고 있기 때문에 당초 WOG 권고대로 40% 설정치를 계속해서 사용중이다. 국내 원전의 C-20 우회신호 설정치도 40%로 선정하고자 한다.

### 3.2 C-20 허용지연시간

C-20 허용지연시간은 출력이 감소되어 C-20 우회신호의 설정치인 40%가 되더라도 일정시간이 경과된 후 우회가 가능하도록 하는 시간이다. 즉, 순간적으로 40% 설정치 이하로 내려갔을 때 우회를 시키지 못하도록 하고 있다. 이 지연시간은 특별히 안전분석에서 적용된 것이 아니므로 적절한 값을 사용하면 될 것으로 판단된다. 국내 원전도 WOG에서 권고한 일반적인 360초를 선정하고자 한다.

### 3.3 AMSAC 신호 지연시간

AMSAC 지연시간은 분석적 근거문서인 NS-TMA-2182에서 AMSAC 설비가 사고초기에 ATWS 사고를 감지하여 터빈트립과 보조급수계통 작동이 각각 30초 및 60초에 이루어진다고 가정되었다. NS-TMA-2182의 민감도 분석 결과에 의하면 LOL/TT 사고시 60초의 AMSAC 신호지연(추가 60초 보조급수 지연)으로 RCS 압력이 134psi 증가되었고, LONF 사고시 60초의 AMSAC 신호지연(추가 60초 보조급수 지연 및 터빈트립 60초 지연)으로 최대 165psi의 압력증가가 예상된다. 상기 2장에서 검토된 바와 같이 국내 원전의 ATWS시 영향 평가 결과에 의하면 국내 원전의 경우 ATWS시 가장 보수적인 최대압력은 고리2호기 LOL/TT시 3072psia로 검토되었다. 즉 제한치인 3200psig와 약 143psi의 여유가 있으므로 60초의 AMSAC 작동지연으로 인한 압력증가 134psi를 상쇄한다. LONF 사고의 경우도 고리2호기의 경우 2916psia로 제한치와는 299psi의 여유가 있으므로 60초의 AMSAC 작동지연으로 인한 압력증가 165psi를 상쇄할 수 있다.

그러므로, 국내 웨스팅하우스형 원전의 AMSAC 작동지연 60초는 허용이 가능하다. 또한 이 평가값은 고리2호기 가압기 안전밸브 용량이 평가되지 않은 결과이며 가압기 안전밸브의 민감도가 PORV의 민감도와 같다고 가정하면 43psi의 압력감소 요인이 있으므로 압력 여유도는 충분하다고 판단된다.

위에서 언급한 AMSAC 허용지연시간 60초에서 안전분석결과의 추가 여유도를 위하여 국내 원전은 WOG에서 권고된 30초의 AMSAC 신호 지연시간을 선정하고자 한다.

### 3.4 SG 수위 저-저신호 설정치

원자로보호계통(RPS)에서 이용하는 증기발생기 수위 저-저신호 설정치에는 일반적으로 안전분석시 사용한 수위 설정치에 악조건에 의한 환경영향(EA)을 포함한 각종 채널의 불확실도가 포함된 값이다. 그러나, ATWS 사고는 고에너지 파단 등의 악조건을 유발하는 사고가 아닌 LOL/TT 또는 LONF 등의 과도사건들이기 때문에 악조건하의 환경영향을 고려해 줄 필요가 없다.

일반적으로 EA값은 발전소 특정분석이 수행되지 않은 발전소에 대하여는 10%를 적용하고 있으며 고리2호기는 발전소 특정분석을 통해 8.6%로 계산되었기 때문에 이 값들을 이용

하였다. 이렇게 RPS 설정치에서 EA값을 제외함으로써 AMSAC 신호는 RPS 또는 공학적 안전설비 구동계통(ESFAS) 신호가 먼저 작동된 후 이 신호들이 정상적으로 작동되지 않았을 때 후비기능(Backup)으로 작동될 수 있도록 한다.

#### 4 결 론

WOG에서 개발한 ATWS 완화설비(AMSAC) 설계배경을 기준으로 국내 원전에 대한 AMSAC 설계기준 적용가능성을 검토한 결과, 국내 원전에 발전소별 특정 분석 없이 적용이 가능한 것으로 판단된다. 또한 양의 냉각재온도계수(PMTC)에 대한 확률론적 안전성 평가 결과도 PMTC를 적용하지 않았던 위험도 결과 이내에서 만족시킬수 있으므로 WOG에서 수행했던 일반 방법론을 국내에도 적용가능하였다. AMSAC 신호 설정치도 발전소별로 약간씩 달라지는 AMSAC 입력신호(SG 저-저 수위신호)만 적절히 계산하여 적용하면 WOG에서 개발한 기본설계를 그대로 적용할 수 있음을 입증하였다.

#### 참고문헌

1. "ATWS Submittal " Westinghouse Letter NS-TMA-2182, Dec. 1979
2. "AMSAC Generic Design Package" WCAP-10858P-A, Rev. 1, July 1987
3. "Requirement for Reduction of Risk from ATWS Events for Light-Water-Cooled NPP's" 10CFR50.62
4. "ATWS for Light Water Reactors" NUREG-0460, Dec. 1978
5. "Joint WOG/Westinghouse Program: Assessment of Compliance with ATWS Rule Basis for W PWRs" WCAP-11993, Dec. 1988
6. "Amendments to 10CFR 50 Related to ATWS Events" SECY-83-293, July 1983
7. "Westinghouse Anticipated Transients Without Trip Analysis" WCAP-8330, Aug. 1974

표 8 : AMSAC 개발에 이용된 2 Loop 원전의 주요 변수

Parameters	2-LOOP	고리1호기	고리2호기
<b>Core:</b>			
Core power(MWt)	1650	1723.5	1876
Core length(ft)	12	←	←
Number of assemblies	121	←	←
<b>Reactor Coolant System:</b>			
Total volume(ft <sup>3</sup> ) including Pzr and surge line	6230	6326	6170
Nominal pressure(psia)	2250	←	←
Nominal flow(gpm)	178,000	←	189,000
Nominal average temp.(°F)	583.0	574.0	583.0
No-load temp.(°F)	547	←	557
Nominal RV inlet temp.(°F)	551.9	541.2	549.8
Nominal RV outlet temp.(°F)	614.2	606.9	616.2
<b>Pressurizer:</b>			
Total volume of Pzr and surge line(ft <sup>3</sup> )	1021.3	1031.7	1043.0
Nominal water volume(ft <sup>3</sup> )	600	542	587
Heater capacity(kw)	1000	←	1230
Max. spray rate(lbs/sec)	51.9	42.3	52.2
PORV steam flow capacity at 2350 psia (lbs/hr)	2-210,000 (each)	2-179,000 (each)	2-210,000 (each)
SV steam flow capacity at 2500 psia (lbs/hr)	2-325,000 (each)	2-380,000 (each)	2-380,000 (each)
PORV opening press.(psia)	2350	←	←
SV, start open to full open pressure(psia)	2500 to 2575	←	←
<b>Secondary System:</b>			
SG type	51	△60	F
SG design pressure(psia)	1100	←	1200
Nominal steam press.(psia)	750	826	920
No-load steam press.(psia)	1020	1010	1106
Nominal steam temp.(°F)	510.8	521.9	534.6
Nominal steam flow(lbs/sec)	996/SG	1044/SG	1135/SG
Nominal SG secondary side fluid mass(lbs)	101,600/SG	116,953/SG	102,845/SG
Max. steam moisture(%)	0.25	←	←
Nominal feed temp.(°F)	435.8	434	430
Nominal feed enthalpy(Btu/lb)	414.8	412.7	408.4
AFW capacity(gpm)	800	840(max)	1200(max)
AFW purge volume(ft <sup>3</sup> )	261	150	123
AFW available(gal)	150,000	←	153,830
AFW enthalpy(Btu/lb)	100	71.2	91.3

표 9 : AMSAC 개발에 이용된 3 Loop 원전의 주요 변수

Parameters	3-LOOP	고리3/4 호기	영광1/2호기
<b>Core:</b>			
Core power(MWt)	2785	2775	
Core length(ft)	12	←	
Number of assemblies	157	←	
<b>Reactor Coolant System:</b>			
Total volume(ft <sup>3</sup> ) including Pzr and surge line	9570	9229	
Nominal pressure(psia)	2250	←	
Nominal flow(gpm)	292,800	286,800	
Nominal average temp.(°F)	587.2	588.5	
No-load temp.(°F)	557	←	
Nominal RV inlet temp.(°F)	555.4	556.5	
Nominal RV outlet temp.(°F)	619.0	620.5	
<b>Pressurizer:</b>			
Total volume of Pzr and surge line(ft <sup>3</sup> )	1436.8	1461.0	
Nominal water volume(ft <sup>3</sup> )	750	811	
Heater capacity(kw)	1000	1400	
Max. spray rate(lbs/sec)	75.0	72.4	
PORV steam flow capacity at 2350 psia (lbs/hr)	2-210,000 (each)	3-210,000 (each)	
SV steam flow capacity at 2500 psia (lbs/hr)	3-345,000 (each)	3-380,000 (each)	
PORV opening press.(psia)	2350	←	
SV, start open to full open pressure(psia)	2500 to 2575	←	
<b>Secondary System:</b>			
SG type	F	←	
SG design pressure(psia)	1200	←	
Nominal steam press.(psia)	850	964	
No-load steam press.(psia)	1106	←	
Nominal steam temp.(°F)	525.2	540.2	
Nominal steam flow(lbs/sec)	1142/SG	1139/SG	
Nominal SG secondary side fluid mass(lbs)	109,000/SG	103,851/SG	
Max. steam moisture(%)	0.25	←	
Nominal feed temp.(°F)	446.6	440	
Nominal feed enthalpy(Btu/lb)	426.6	419.4	
AFW capacity(gpm)	1400	2628(max)	
AFW purge volume(ft <sup>3</sup> )	500	262	
AFW available(gal)	140,000	590,000(CST)	
AFW enthalpy(Btu/lb)	100	71.6	