

태안 제10호기

인적실수로 인한 발전정지 관련 조사결과 보고

2020.11

태안발전본부

감사부

1. 조사 배경

2020.10. 5.(월) 제①호기 계통병입 후 출력증발 중 10:24분 출력 450MW에서 발전기술원(BTG1)이 보일러 Ignitor 버너 점화장치(Pulse Ignitor) 강제인출 시뮬레이션 오조작으로 MFT¹⁾ 신호 발생하여 발전정지 초래

* 미분기 #D Ignitor 버너 점화장치 통신 오류에 따른 점검 및 정비작업(2020.10. 5. 9:18 ~ 10:17)

2. 조사 개요

- 조사자 : 감사부장 외 2명
- 조사기간 : 2020.10.21 ~ 10.23
- 중점조사내용 : 정지 경위, 설비운영 적정성, 관련자 귀책사유 등

1) Master Fuel Trip(주연료 공급 차단)

주 의 요 구(신분)

제 목 시뮬레이션 절차 위반 및 인적실수로 발전정지 초래
 소 관 부 서 태안발전본부 제☆발전처 발전운영실 ▲▲부
 조 치 부 서 태안발전본부 경영지원처 총무부
 구 분 발전운영
 내 용

1. 발전정지 개요

2020.10. 5.(월) 태안 제①호기를 아래 [표 1]과 같이 계통병입 및 출력증발 중 출력 450MW에서 발전기술원(□□□ 주임, BTG1)이 발전파트장(●●● 차장)의 승인 하에 발전파트장 PC에서 보일러 Ignitor 버너¹⁾ 점화장치(Pulse Ignitor) 강제인출 제어신호 시뮬레이션을 오조작하여 10시24분 MFT²⁾ 발생으로 발전정지 되었다.

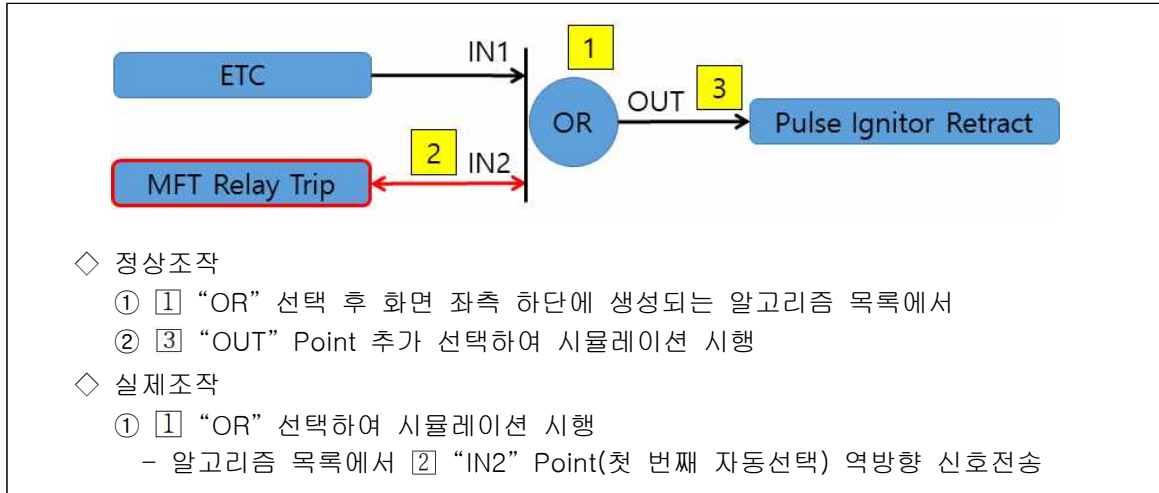
[표 1] 태안 제①호기 기동 및 정지 현황(2020.10. 5.)

시간	진행사항	비 고
03:50	보일러 점화	Warm-up 버너 ³⁾ A열 운전
05:55	발전기 계통병입	
08:09	출력 425MW, 미분기 #E,C,F 운전 중	Warm-up 버너 D열 운전 중
09:18	미분기 #D 기동준비 ⁴⁾ 시 - Warm-up 버너 Puge 및 인출 시퀀스 진행 중단 발생	시퀀스 중단 원인: Ignitor 버너 점화장치 리미트 스위치 통신오류 - 점화장치 및 Warm-up 버너 인입 상태
10:17	전기부/◆◆◆◆부 점검 및 정비 완료	리미트 스위치 케이블 및 제어카드 Fuse 교체
10:20	Warm-up 버너 D열 Purge 시행 검토	Logic 상 Ignitor 버너 점화 불가 - Ignitor 버너 점화장치 인출 선행 필요
10:23	Ignitor 버너 점화장치 강제인출 실시	BTG1이 발전파트장 PC에서 시뮬레이션 조작
10:24	MFT 동작으로 발전정지	

※ 자료: “태안발전본부 발전정지 조사 보고서” 재구성

- 1) Warm-up 버너, 석탄 버너 점화 역할
- 2) Master Fuel Trip(연료 공급 차단)
- 3) 석탄 버너 점화 전 보일러 노내 온도 상승 역할
- 4) 미분기 기동 전 해당 Warm-up 버너 소화 및 Purge, 인출 시퀀스 진행

[그림 1] 발전기술원 시뮬레이션 오조작 내용



2. 관계법령·규정 및 판단기준

“태안 ㉔,㉕호기 Simulation 업무 Flow”⁵⁾에는 [그림 2]와 같이 제어신호 시뮬레이션 절차를 주간, 야간/휴일로 구분하여 요청, 승인, 시행 등 각 단계별 업무수행부서를 명시하였는데 주간에 발전부(발전파트장)는 ‘시뮬레이션 등록 승인’을 하고 ◆◆◆◆부는 등록 승인 후 ‘시뮬레이션 시행’을 하도록 정하였다.

[그림 2] 제어신호 시뮬레이션 업무절차

구 분	업 무 절 차		
주 간	요청부서(전체부서) 시뮬레이션 필요성 인지	⇒	요청부서 (Geni)시뮬레이션 요청
	요청부서 작업시행	←	◆◆◆◆부 시뮬레이션 시행
야간/휴일	시뮬레이션 관리대장 각 2매 작성 (제어실/전산실)	⇒	시뮬레이션 시행 (요청/운전부서 확인)
		⇒	사후 Geni 등록

또한, “태안 ㉔,㉕호기 제어신호 Simulation 절차서”⁶⁾ 에 따르면 시뮬레이션은 담당부서에서 2인1조로 해당로직 재검토 후 시행하도록 되어 있다.

5) 태3발(계)-72977('18.12.17.) 붙임2

6) 태3발(계)-25229('18. 4.26.) 붙임2

3. 감사결과 확인된 문제점

태안 ㉔,㉕호기 통합제어시스템(ICMS)⁷⁾은 타 호기와 다르게 중앙제어실 근무 발전기술원과 발전파트장이 PC에서 제어로직을 모니터링 할 수 있는 개방형 로직관리시스템을 채택하고 있으며 제어신호 시뮬레이션 권한은 시기에 따라 아래 [표 2]와 같이 운영되어 왔다.

[표 2] PC 제어신호 시뮬레이션 권한설정 변경이력

시 기	전산실		중앙제어실		
	시스템 담당자	◆◆◆◆ 담당자	BTG1,2	발전과장	발전파트장
건설시운전 ~ 2019. 3.18.	○	○	○	○	○
2019. 3.19. ~ 2020.10. 7.	○	○	X	X	○ *
2020.10. 8. ~ 현재	○	○	X	X	X **

* 야간/휴일 동안 긴급 또는 비정상상황 발생 시 사용 목적

** 인적실수 방지 대책으로 발전파트장 PC 시뮬레이션 권한 삭제

위 표를 보면 제어신호 시뮬레이션 시행은 건설시운전 이후 2019. 3.18. 까지 발전기술원 PC에서도 가능하였으며 발전파트장 PC는 2020.10. 7. 까지 시뮬레이션 권한이 부여되었다.

한편, ■■■ 주임은 ‘야간 및 휴일에 Trouble 발생 시 시퀀스의 시급성을 고려하여 불가피한 경우 발전파트장에게 보고 후 ◆◆◆◆부와 유선 협의하여 발전기술원이 시뮬레이션을 해왔다.’고 진술하였다.

이와 관련 ◆◆◆◆부 제어전산담당 ♥♥♥♥ 차장은 ‘발전기술원 PC 시뮬레이션 권한 삭제(2019. 3.19.) 이전에는 계획예방정비공사 단위기기 시운전기간 중 야간/휴일에 필요 시 긴급한 사항 또는 간단한 조작요소의 경우 다음 공정으로 진행을 위해 시급성과 중요성을 판단하여 ◆◆◆◆부와 협의 후 발전기술원이 시뮬레이션을 시행한 적이 있다.’고 진술하였다.

또한, ■■■ 주임은 ‘이번에 문제가 된 점화장치는 미분기 교체 운전이 발

7) Integrated Control & Monitoring System. Emerson社. Ovation 제품

생활 경우 매번 인입/인출이 반복되는 설비로써 시뮬레이션 실시를 통해 Test 하거나 점화 및 소화 시퀀스 Fault 원인을 해소한 경험이 있었다.’고 진술하였다.

관계자 진술을 종합하여 판단해 보면 시뮬레이션 업무절차에 언급되지는 않았지만 야간/휴일에 긴급한 상황 등이 발생할 경우 ◆◆◆◆부와 협의가 되면 발전기술원도 시뮬레이션을 시행할 수 있었다는 의미로 해석된다.

하지만 사건 당일 발전파트장 및 발전기술원은 평일 주간 시간대임에도 불구하고 ◆◆◆◆부 담당자와 협의 없이 시뮬레이션을 시행하였으며, 이 과정에서 ◆◆◆◆부 수행 직무인 시뮬레이션 직접 시행, 2인1조가 아닌 발전기술원 1인 로직 검토 후 시행 등 제어신호 시뮬레이션 절차를 위반한 것과 더불어 인적 실수로 발전기 불시정지를 초래하였다.

관계부서 의견 및 검토 결과

당시 발전파트장 및 발전기술원은 위 지적사항에 대해 이의가 없으며, 향후에는 규정 및 절차를 철저히 준수 하겠다고 다짐하였다.

시뮬레이션을 직접 시행한 사유에 대하여 발전파트장 및 발전기술원은 ‘장시간 노 내에 인입된 미분기 #D Warm-up 버너를 조속히 정상화 시켜 고온으로 인한 설비 손상을 막고자 한 것’이라고 진술하였는데, 이에 대해 설비부서(보일러부) ●●● 차장은 ‘Warm-up 버너는 연소 시 오일과 연소용 공기가 혼합 공급되는 구조로써 연소용 공기는 버너 냉각 시스템의 역할도 수행하는데, 오일 및 공기 공급밸브가 차단된 비정상 상황에서 버너가 노 내에 장시간 노출 시 열화에 의한 기기 손상 등 2차 사고가 우려되며, 이에 따라 발전부 기술담당 송상현 차장에게 미분기 #D Ignitor 버너 점화장치 비정상 현상이 해결되면 신속하게 인출될 수 있도록 요청한 바가 있다.’고 진술하였다.

설비담당 차장의 진술 내용을 고려할 때 발전기술원의 시뮬레이션 행위는 “발전설비 보호를 위한 적극적인 조치에 해당”하는 것으로 판단된다.

아울러 ●●● 차장은 발전정지 후 복구노력과 관련하여 ‘■■■ 주임이 인적실수를 망설임 없이 인정하여 발전정지 원인을 파악하는데 크게 도움이 되었으며 재기동 시 보일러 점화, 출력증발 과정에서 미분기 Pre-Warming 및 밸브 Fault 등 Trouble 발생 시 신속한 조치로 기동일정을 계획 보다 약 2시간 단축하여 회사손실을 최소화 하는데 노력하였다.’ 고 진술하였다.

위 진술 내용은 아래 [표 3]와 같이 발전부에서 작성한 문서를 통해 계획 대비 1시간 57분 단축한 사실로 확인되었다.

[표 3] 제㉠호기 기동 및 출력증발 소요시간(2020.10. 5.)

구 분	계 획	실 적	단축시간
보일러 점화 ~ 계통병입	1시간20분 (12:40 ~ 14:00)	43분 (12:48 ~ 13:31)	37분
계통병입 ~ 자동발전기제어부하(870MW)	5시간 (14:00 ~ 19:00)	3시간40분 (13:31 ~ 17:10)	1시간20분
합 계	6시간20분	4시간23분	1시간57분

* 자료: 태☆운(발)-69813 “추석 연휴 경부하 기동/정지결과 보고”(2020.10.12.) 재구성

조치할 사항

태안발전본부장은 제㉠호기 출력증발 중 Ignitor 버너 점화장치 제어신호 시뮬레이션 절차 위반 및 인적실수로 발전정지를 초래한 관련자에 대해 ‘주의’ 조치하시기 바랍니다.(신분주의)

관 련 자

소 속	직 급	성 명	관리기간	귀책사유	조 치
제☆발전처 발전운영실 ▲▲부	3	●●●	'18.06. ~ '20.10.	제어신호 시뮬레이션 절차 위반 및 인적실수로 발전정지 초래	경 고
제☆발전처 발전운영실 ▲▲부	4	■■■	'18.06. ~ '20.10.		경 고