

터빈제어시스템 설계변경 소프트웨어 확인 및 검증 경험사례

원자력 학회

ENTECH CORE

ETC Entechcore
에너지핵심기술

00 목차

- 1. 회사 소개
- 2. 터빈제어시스템 설계
- 3. 가동원전 터빈제어시스템 설계변경
- 4. 소프트웨어 확인 및 검증

01 회사소개

대표 안병주

주소

- 본사

(34074)

대전광역시 유성구 지족로 148번길 5-34 엔텍타워

- 서울

(07945)

서울특별시 양천구 신정동 903-26 신정빌딩 406호



"기술과 신뢰를 바탕으로
고객만족과 복지 공동체 구현"



연혁

2009: 설립

2010: 벤처기업 등록

2011: 부설연구소 및 공장 설립, ISO9001 품질인증

2012: DCS, PLC 제어카드 정비적격업체 인증(중부발전)

2013: 계측제어분야 우수협력업체(중부발전)

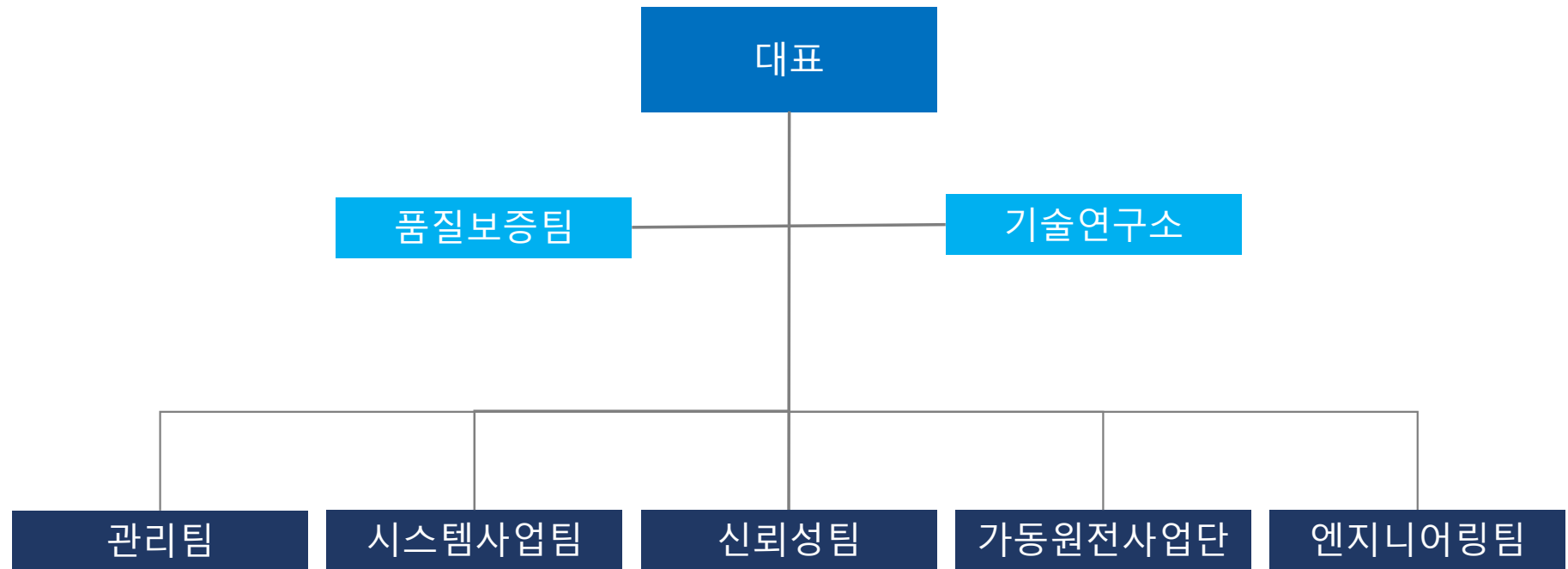
2014: 기술혁신중소기업 인증(중소기업청)

홈페이지

<http://www.entechcore.co.kr>

01 회사소개

엔텍코아 조직도



02 터빈제어시스템 설계

터빈제어시스템 역할

- 터빈/발전기를 기동하고 정격속도에서 발전기를 계통 병입. 부하를 제어하기 위해 터빈의 입구에 설치된 밸브 개도 제어
- 발전소 운전 중에 발생할 수 있는 터빈/발전기, 보조계통의 이상상태를 감지하여 터빈 부하를 감발하거나 필요 시, 터빈/발전기를 정지시키는 보호동작을 수행한다.

02 터빈제어시스템 설계

터빈제어시스템 주요기능

- 기동 시 터빈 Rotor 및 Chest 예열
- 속도(Speed) 제어
- 기동 중 임계속도 통과제어
- 터빈/발전기 자동 및 수동 계통병입 및 초기 부하(Block Load) 제어
- 부하(Load) 제어
- 증기밸브 개도 제한
- 터빈 비정상 운전 상태 보호(Runback, Setback등의 부하 급감발)
- 터빈 부하 운전 중 증기밸브/보호계통 시험
- 과속도 전용 보호기능(Emergency Overspeed Protection)
- 과속도 예방기능 (Power Load Unbalance 등)

03 가동원전 터빈제어시스템 설계변경

원자력발전소 터빈제어 및 보호설비 시스템 설계

원자력발전소 터빈제어 및 보호설비 시스템 설계

◇ 원 발주처	한국수력원자력(주)
◇ 품질보증요건	비안전등급 / A
◇ 적용기술기준	KEPIC & ASME / 원자력 관련 법규 / 품질보증 기준 및 표준 / 규제기준
◇ 수행업무	<ul style="list-style-type: none">1) 변경 유형<ul style="list-style-type: none">▪ 운영환경 변경 (OS 또는 SW Tool Upgrade, HW module upgrade)▪ 운영 중 발생했던 결함을 개선하기 위한 요건추가▪ 제어시스템 전면 교체로 인한 신규요건, 기존요건 변경2) SW 개발 공정 (IEEE 1074, 1997의 SDLC Process 준수)<ul style="list-style-type: none">▪ 영향 받는 소프트웨어 개발 프로세스 재 수행▪ 제어시스템 전면 교체 시 기존 SW 분석 후 Reverse Engineering3) 변경 내용<ul style="list-style-type: none">▪ 밸브 단일 회로 => 3중화▪ 터빈 운전 중 밸브 교체 가능하도록 유압 sol. 밸브 추가▪ 센서 형식변경 : 스위치 => 전송기▪ 공기식제어기 => 전기식▪ 급감발 회로 단일 => 3중화

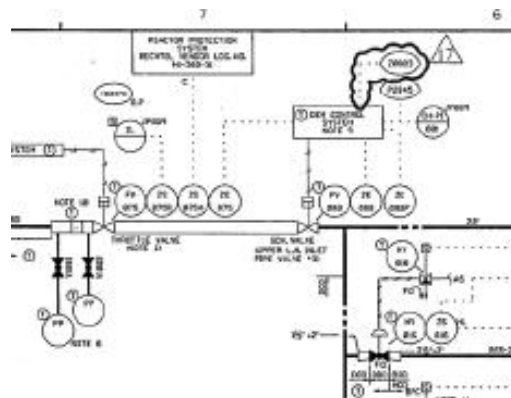
03 가동원전 터빈제어시스템 설계변경

한빛 1,2호기 터빈제어 및 보호설비 개선 설계용역

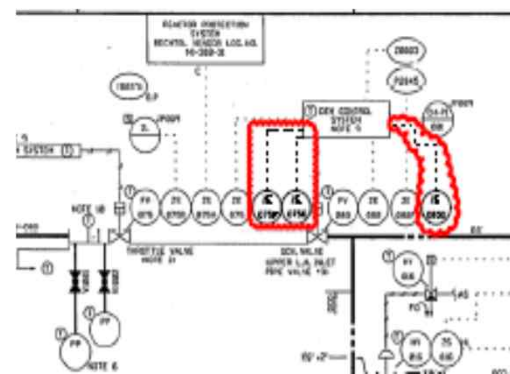
한빛1,2호기 터빈제어 및 보호설비 개선 설계용역	
◇ 원 발주처	한국수력원자력(주)
◇ 설계사/공급사	현대엔지니어링(주) / 두산중공업(주)
◇ 품질보증요건	비안전등급 / A / SC II
◇ 수행 범위	터빈제어 및 보호설비를 삼중화 설비, TV 제어루프는 이중화로 전면 교체
	• 공급사자료 검토 및 발전소 도면 개정안 작성
	• 도면 : P&ID 외 약 280장 (전기/계측)
	• 문서 : FSAR 개정안, 시험절차서, 정비절차서

03 가동원전 터빈제어시스템 설계변경

변경전

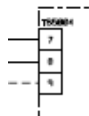


변경후

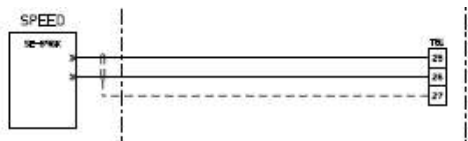
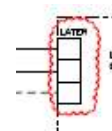


03 가동원전 터빈제어시스템 설계변경

변경전



변경후



04 소프트웨어 확인 및 검증

비안전 계통 소프트웨어 검증

안전기능에 따라 원자로 시설의 설비에 부여한 등급 1,2,3에 속하지 아니하는 원자로 시설의 설비에 부여한 등급.

용역 명: 가동원전 터빈제어시스템 공급 소프트웨어 V&V

안전등급: 비안전 등급

품질등급: A

Software Integrity Level(SIL): 2

비 안전 계통 소프트웨어 검증을 위한 주요 요건

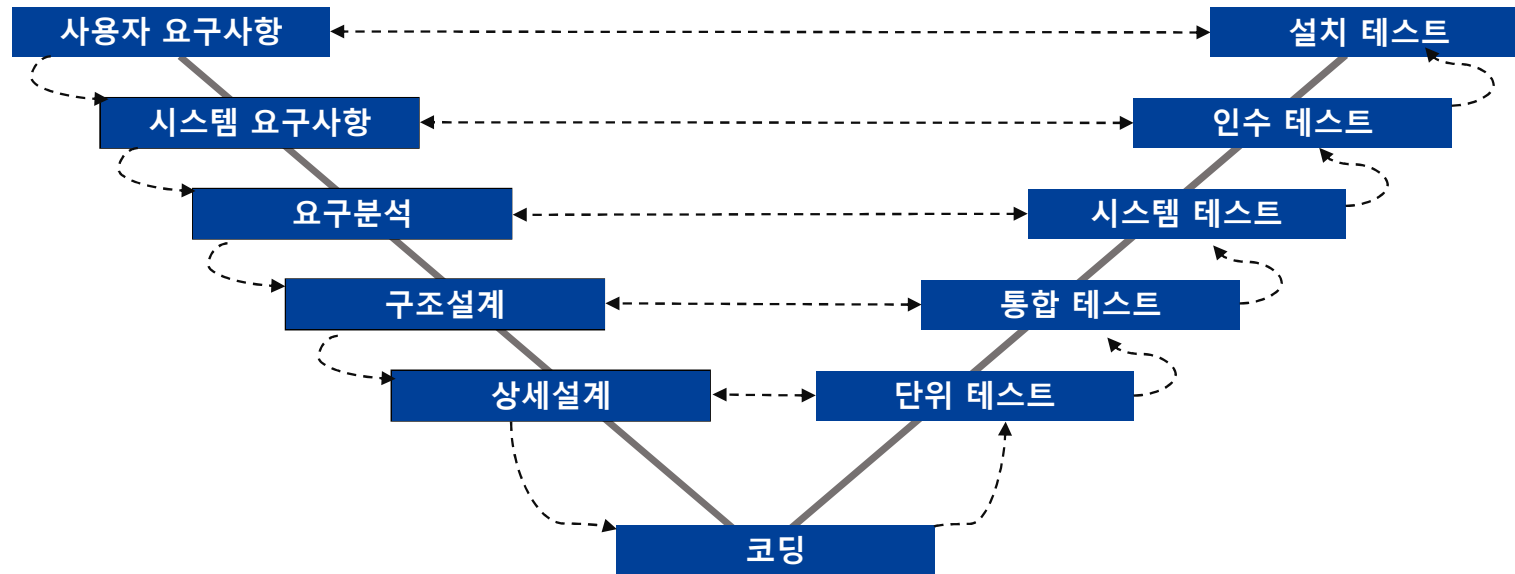
각 생명주기 단계에서 소프트웨어 V&V를 통한 소프트웨어 품질 확보

- 소프트웨어 확인 및 검증
- 독립적 검토
- 시험 관리 및 검토

04 소프트웨어 확인 및 검증

비안전 계통 소프트웨어 확인 및 검증 생명주기

안전기능에 따라 원자로 시설의 설비에 부여한 등급 1,2,3에 속하지 아니하는 원자로 시설의 설비에 부여한 등급.



04 소프트웨어 확인 및 검증

비안전 소프트웨어 V&V 단계

개념단계

- 소프트웨어 V&V 계획서(SVVP) 작성
- 개념문서 평가
- 하드웨어/소프트웨어/사용자 요건 할당 분석
- 추적성 분석

요건단계

- 추적성 분석
- 소프트웨어 요건검토
- 인터페이스 분석
- 시스템 시험 계획서 작성
- 인수시험 계획서 작성
- 형상관리 평가

설계단계

- 추적성 분석
- 소프트웨어 설계평가
- 인터페이스 분석
- 단위시험 계획서 작성
- 통합시험 계획서 작성
- 단위시험 설계서 작성
- 통합시험 설계서 작성
- 시스템 시험 설계서 작성
- 인수시험 설계서 작성

구현단계

- 추적성 분석
- 소스코드 및 소스코드 문서평가
- 인터페이스 분석
- 단위시험 사례 생성
- 통합시험 사례 생성
- 시스템시험 사례 생성
- 단위시험 절차서 작성
- 통합시험 절차서 작성
- 시스템시험 절차서 작성
- 단위시험 수행
- 인수시험 사례 생성

시험단계

- 추적성 분석
- 인수시험 설계
- 통합시험 실행
- 시스템시험 실행
- 인수시험 실행

04 소프트웨어 확인 및 검증

ITS(Issue Tracking System)

ITS는 프로젝트의 이슈를 추적하고 관리하는 도구. 이때 이슈는 새 기능, 수정해야 하는 결함, 문제가 된 이슈 등을 모두 통칭함.

- 체계적인 방법으로 관리
- 프로젝트 관리
- 작업 흐름 확인 용이함.

일련번호	날짜	내용	Issuer		주관		V&V 담당자	Resolution Summary					비고
			성명	소속	성명	소속		Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Date 5	
ITS-P-HB-001	2020.04.02	S/W V&V 사전회의 및 소프트웨어 확인 및 검증 계획서(SVVP) 검토	이동일	중앙연구원	고원웅	중앙연구원	홍지연	..W01. Phase 1W01. Issue 1 가동 원전 터빈제어 개선사업 SW V&V 사전 검토의견W00. Initial Issue w DataWITS-P-U001_20200402가동 원전 터빈제어 개선사업 SW V&V 사전 검토의견.pdf					
ITS-P-H002	2020.04.21	가동원전 터빈제어 개선사업 관련 한수원 중앙연구원 의견 조치계획	홍지연	(주)엔텍코아	허태영	(주)엔텍코아	홍지연	..W01. Phase 1W01. Issue 1 가동 원전 터빈제어 개선사업 SW V&V 사전 검토의견W02. 1st Resolution w DataW00. Resolution SheetW가동 원전 터빈제어 개선사업 한수원 중앙연구원 검토의견 조치계획.docx					
ITS-P-H003	2020.05.13	가동원전 개념단계 개정본, 요건단계 V&V 문건 발행	홍지연	(주)엔텍코아	허태영	(주)엔텍코아	홍지연	1. 기존에 나간 개념단계 V&V 문서와 계획서는 사내 품질보증절차서 개정으로 인해 서류코드가 개정되어 재정립하여 재 발행함. 또한 중앙연구원의 요청 사항도 반영함. 2. 요건단계 V&V 보고서는 V&V팀에 접수된 SRS를 기반으로 작성되었음 추후 미 접수된 문건들이 접수되는 대로 V&V를 수행할 예정					

ITS 작업 예시

04 소프트웨어 확인 및 검증

ITS(Issue Tracking System)

이력 및 이슈 관리

문서 발행 및 이메일 등 모든 업무가 언제 시작해서 언제 끝나는지에 관한 정보를 기록

이력 데이터의 종류

- 발생이력 데이터
- 변경 이력 데이터
- 진행이력 데이터



협동 및 의사소통

이해관계자 PM과 개발팀 그리고 V&V팀의 다양한 의사소통 및 협력이 필요

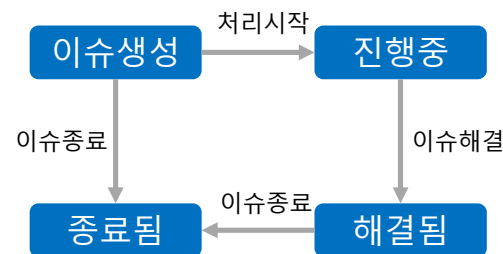
서로간의 문제를 해결하기 위한 시스템 구축

다른 팀의 이슈들에 대한 시스템 및 버전 공유 가능



작업흐름 확인

프로젝트 진행 시 발생하는 이슈가 다른 상태로 Transition되면 혼동을 방지하기 위해 진행상황을 ITS에 명기하여 처리현황을 기록



히스토리

이슈의 생성부터 종료까지 관리된 이력은 과거 해결한 이슈와 유사한 이슈가 발생한 경우 히스토리를 이용하여 이슈 이력을 참고



감사합니다