

펌프 IST 기준값 결정 기술 배경서 개발 과제 현황

'19 KHNP-KEPIC IST Workshop

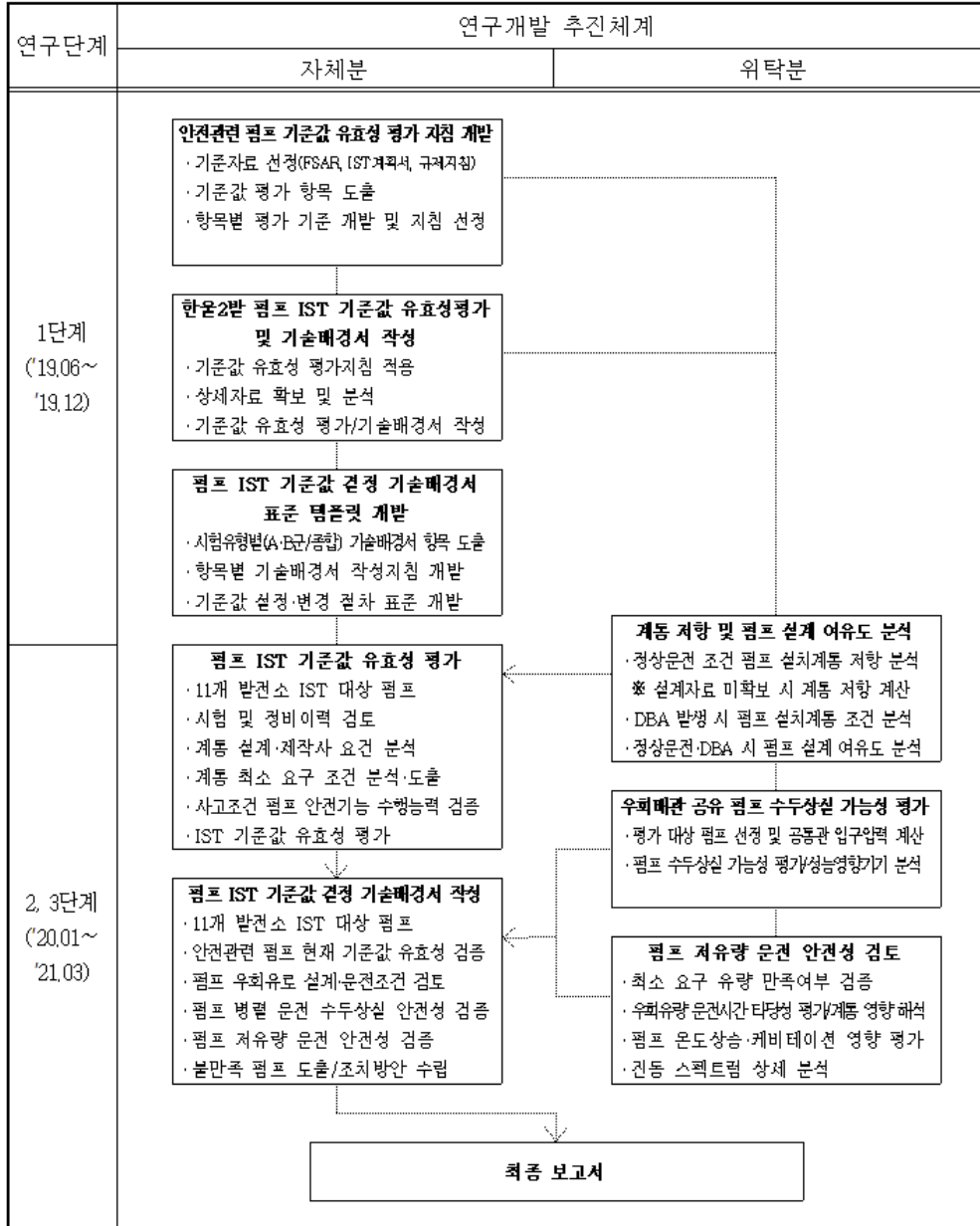
2019.08.

CONTENTS

- 과제 개요
 - 과제 주요 일정
 - 연구개발 내용·현황
 - 향후 일정
-

- 과제기간 : 2019.6.01~2021.3.31(22개월)
- 최종 기술개발 목표
 - 12개 가동원전 안전관련 펌프 가동중 시험 기준값 유효성 평가 및 기술배경서 개발
- 당해년도(1차년도) 기술개발 목표
 - 안전관련 펌프 IST 기준값 유효성 평가 지침 개발
 - 안전관련 펌프 IST 기준값 결정 기술배경서 표준 템플릿 개발
 - 한울2발 IST 대상 펌프 기준값 유효성 평가 / 기준값 결정 기술배경서 작성
 - 한빛1발 IST 대상 펌프 계통 저항 분석 / 펌프 설계 여유도 분석(위탁)

- 연구과제 착수 : '19.6.1
- 위탁분 계약 발주 요청 ('19.08) ※ '19.11. 위탁용역 착수 목표
- 한울2발 기술배경서 작성('19.10)
 - 펌프 분류/기준값 현황 검토
 - 상세자료 확보 및 분석
 - 기준값 유효성 평가
 - 수두상실/저유량 운전 안전성 평가
 - 기술배경서 작성
- 기술배경서 표준 템플릿 / 기술배경서 작성지침 작성('19.12)
 - 발전소 작성 기술배경서 검토 : 고리2발, 한빛1발, 한울1발, 월성3발, 새울1발
 - 유효성 평가 지침 및 기술배경서 표준 템플릿 초안 작성
 - ※ 유효성 평가 지침 : 기술배경서 작성지침, 기준값 설정·변경 절차
 - 유효성 평가 지침 및 기술배경서 표준 템플릿 독립검토 및 발간
- 9개 발전소 기술배경서 작성(한빛1발 등 9개 원전) / 중간보고서(~'20.12)
- 2개 발전소 기술배경서(고리2발, 한울3발) / 최종보고서(~'21.3)



[자체] 한울2발 기술배경서

- 자체 개발분
- 위탁용역 수행 시 Reference

[위탁] 펌프 설계여유도 분석 / 운전 안전성 평가

- 위탁 용역분
- 펌프 유효성 평가 시 필요 DB 확보
- 저유량/재순환 운전 안전성 검증

“기준값 및 허용범위 결정배경서” 비교

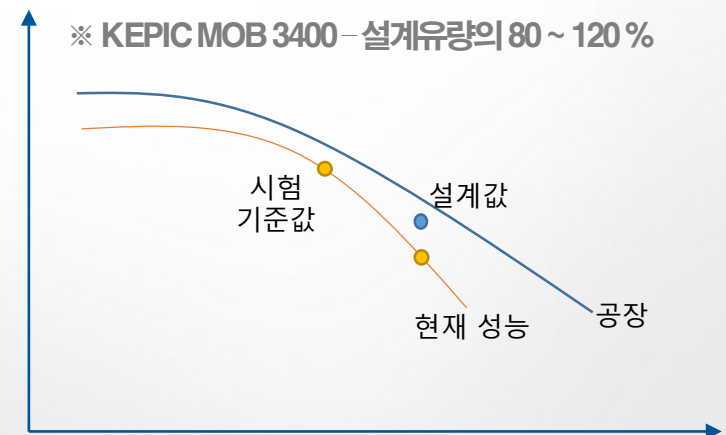
		고리2발 (충전펌프)	한빛1발 (보조급수펌프)	한울1발 (보조급수펌프)	월성3발 (고압안전주입펌프)	새울1발 (고압안전주입펌프)
기본정보	호기	○	○	○	○	○
	기기명칭	○	○	○	○	○
	기준값 재설정 번호	○	×	×	△ (관련문서 표기)	○ (기준값변경서)
	기준값 변경일	○	×	×	×	○
	절차서	○	×	×	○	○
시험항목 (기준값 및 허용범위)	시험유량	○	B군시험 기준유량 : 완화요청서로 대체	○	○	○
	차압	○	○	○	○	○
	진동	○	×	×	△ (기술기준 표기)	○
기준값 및 허용범위 결정 배경 (근거 및 사유)	설계유량 정보	○	×	○	○	○
	설계차압	○	×	○	○	○
	최소유량 정보	○	△ (간접 표기)	○	△ (관련문서 표기)	○
	시험 정보 (A군/B군/종합)	○	○	○	○	○
	적용기술기준	○	○	○	○	○
검토 결과		<ul style="list-style-type: none"> • 기준값은 현재 유효한 성능곡선 상에 있어야 함. • IST 자체가 원안위고시, KEPIC 또는 ASME 코드에 따른 것이므로 근거 항목에 코드를 기술하는 것은 불필요 • 유효 성능곡선 관련 내용 포함 필요 • 기준점(유량, 차압, 진동 등)이 적절히 선정되었는지 관련 정보 포함 필요 				

“기준값 결정 기술배경서-유효성 평가” 항목(안)

그룹 번호	계통	펌프 번호	펌프명칭	기준값 유효성 평가	
				평가항목	평가결과
1	SI	PP01A	저압안전 주입펌프	① 설계성능 : 설계유량 _____ L/sec, 설계차압 _____ kg/cm ² (근거 : <input type="checkbox"/> FSAR _____ / <input type="checkbox"/> 운영기술지침서 _____ / <input type="checkbox"/> 계통운전절차서 _____ / <input type="checkbox"/> 가동중시험 절차서 _____ / <input type="checkbox"/> 구매사양서 또는 제작사 자료 _____) ② 유효 성능곡선 여부 : <input type="checkbox"/> 만족 / <input type="checkbox"/> 불만족 (관련 문서 : _____) (성능곡선 근거 : <input type="checkbox"/> 인수검사시험 / <input type="checkbox"/> 시운전시험 / <input type="checkbox"/> 최초 가동중시험 / <input type="checkbox"/> 기준값 재설정 시험) (시험일시 : _____) - 5점 측정 만족 여부 : <input type="checkbox"/> 만족 / <input type="checkbox"/> 불만족 (불만족시 타당성 : _____) - 설계차압 대비, 설계유량에서의 차압성능 : _____ % (설계성능의 97%~105% : <input type="checkbox"/> 만족 / <input type="checkbox"/> 불만족) (설계유량 : _____ L/sec, 설계차압 : _____ kg/cm ²) ※ 불만족시, 안전기능 수행 능력 확인 (별도 불임 안전수행능력 평가서 : _____) - 펌프 상태 진단 변수 안전성 확인 (관련 문서 : _____) · 진동주파수 분석 : <input type="checkbox"/> 양호 / 베어링 온도 : <input type="checkbox"/> 양호 / 모터 전류(기동, 운전) : <input type="checkbox"/> 양호 · 기타 제작사 요구 사항 : <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 있음 (_____) · 특이사항 또는 조치사항 (_____) ③ 기준점이 성능곡선상에 있는지 여부 : <input type="checkbox"/> 만족 / <input type="checkbox"/> 불만족 (기준유량 : _____ L/sec, 기준차압 : _____ kg/cm ²) ④ A군 또는 B군시험시 기준유량 ≥ 최소유량 : <input type="checkbox"/> 만족 / <input type="checkbox"/> 불만족 (최소유량 : _____ L/sec) ⑤ 종합시험 기준유량 = 설계유량의 ±20% 이내 : <input type="checkbox"/> 만족 / <input type="checkbox"/> 불만족 (설계유량의 _____ %) ⑥ 재순환 유로 공유 여부 : 수두상실 가능성 평가 결과 ⑦ (조치 필요 사항 : _____)	<input type="checkbox"/> 만족 <input type="checkbox"/> 불만족

1. 설계요건검토서(최소요구성능)
2. 초기 기준값 유효성 평가서(유효성능곡선)
3. 기준값 재설정 유효성 평가서
4. 우회유로 공유펌프 수두상실 가능성 평가

- 현재 기준값의 유효성 입증(설계값 대비)
 - 설계값(FSAR), 기준값 유효성 인정 범위(KINS/GT N033), 기타사항(공장성능곡선)
- 시험 결과 허용범위 설정 근거: KEPIC MOB, 운영기술지침서 요구사항
- 설계값 대비 유효성 미확보 시 필요사항
 - 계통 요구치, 안전해석 요구치* 만족 여부 확인
 - * 안전주입펌프, 보조급수펌프, 격납건물살수펌프, 정지냉각펌프, 잔열제거펌프 등
- 고려해야 할 자료
 - 계통 설계서(System Curve 계산), 펌프 설계서(Pump Sizing Calculation),
 - FSAR(해당계통, 펌프 Spec, 안전해석 결과), 운영기술지침서, 계통 Operation Guide
 - Interface / Design Requirement, 펌프 안전해석 입력치(유량-수두)



❖ 1차기기냉각해수펌프

➤ 설계 Data 및 시험값

- 설계값 : 28,000 gpm – 133 ft
- 정기시험 기준값 : 25,360 gpm – 124.7 ft / 25,360 gpm – 130.3 ft
- 계통 요구치 : 28,000 gpm – 124 ft

➤ 유효한 5개 점 성능 데이터(유효 성능곡선) 부재

➤ 성능 데이터 부재로 설계유량 28,000 gpm에서의 차압 성능 검증 불가

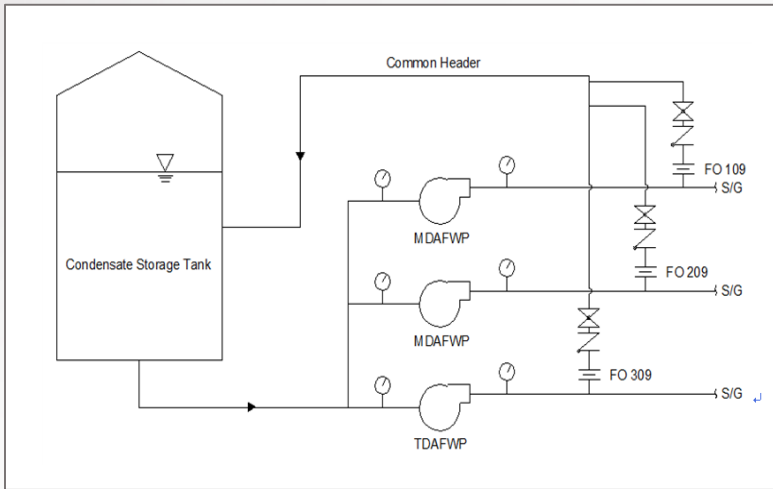
➤ (조치) 해당 펌프 임펠러 교체 후 5개 점 시험

▪ 시험결과

유량	24,000 gpm	25,000 gpm	25,361 gpm	26,000 gpm	28,000 gpm
차압	140 ft	139 ft	137 ft	136 ft	133 ft
비고			시험 기준 유량		설계유량

➤ 설계유량에서 차압성능의 100 % 만족(KINS/GT-N033)

➤ 시험 기준 유량(설계유량의 80% 이내)에서 137 ft로 기준차압 재설정(KEPIC MOB)



- 2대의 MDAFWP와 1대의 TDAFWP
동시 자동기동 조건 있음
- 3대 펌프의 기동 동작시간 검토 결과
최대 16초 동안 동시 우회유로 운전될 가능성 있음
- 3대 펌프 병렬 우회유로 운전 시
수두상실(Dead-Heading) 안전성 입증 필요



- 3대 펌프 동시 우회유로 운전 시
공통관 전단압력이 충분히 감소
→ 펌프 간 간섭으로 인한
수두상실 가능성은 극히 미미
※ 저유량 운전 시 Cavitation 발생
가능성 또한 극히 미미
(흡입유체 온도상승 반영, 계산)

	모터구동 보조급수펌프 A	모터구동 보조급수펌프 B	터빈구동 보조급수펌프
오리피스	FO 109	FO 209	FO 309
우회유량	99.9 gpm	95 gpm	174.4 gpm
펌프 토출압력	4038.39 ft	4038.85 ft	4233.92 ft
펌프 토출구 ~ 오리피스 전단 압력강하	1.81 ft	1.64 ft	1.07 ft
오리피스 압력강하	3990.11 ft	3988.72 ft	4182.39 ft
오리피스 후단 ~ 공통관 전단 압력강하	5.78 ft	7.06 ft	5.53 ft
공통관 전단 압력	40.69 ft	41.43 ft	44.93 ft

**THANK
YOU**