

해수면 수위에 따른 펌프 차압 계산 환산 사례

2018.8.30 / 제4회 IST 워킹그룹 워크숍 발표자료

신한울 1발전소 발전팀 주임 김성국

목 차

- I. 개요
- II. 수직장축펌프 차압 환산 방법
- III. 적용 사례
- IV. Q&A

1. 개요

- 1차기기 냉각 해수 펌프 & 1차기기 냉각 해수 스크린 세척 펌프

임펠러가 물에 잠겨있으며 별도의 입구압력 측정 계기 없음

- 정기시험 절차서 내 환산 방법 N/A

- 펌프 입구, 출구 측 압력 및 차압 기준값 Later
- 펌프 입구 및 출구 압력 환산 과정 N/A 또는 Later
- 초기 기준값 설정 시험 위한 절차서 현실화 필요

- 펌프의 가동중시험 요건 준수 위한 차압 측정 필요

- 펌프의 차압 = 펌프 출구압력 - 펌프 입구압력
- 해수면 수위에 따른 펌프 입구압력을 환산
- 환산 방법(과정) 및 결과식 절차서 반영

1. 개요

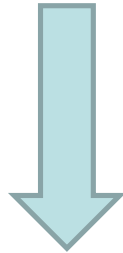
□ 차압 환산식 특징

- 각 발전소별 독립적인 계산식 적용
 - 보상압력 등 상수값 상이함
- 적용 계산식 영구적 사용
 - 설계 변경 등 변경사항 없으면 영구적 사용 가능
- 절차서 적용
 - 정기시험절차서 붙임에 환산 과정 삽입
 - 시험결과기록지에 환산식 적용
- 수직장축펌프 대상 압력 환산 적용
 - 작용 유체 : 해수(Sea Water)
 - 입구 및 출구 압력 환산

1. 개요

□ 기본 공식

$$P = \rho gh = \gamma h$$



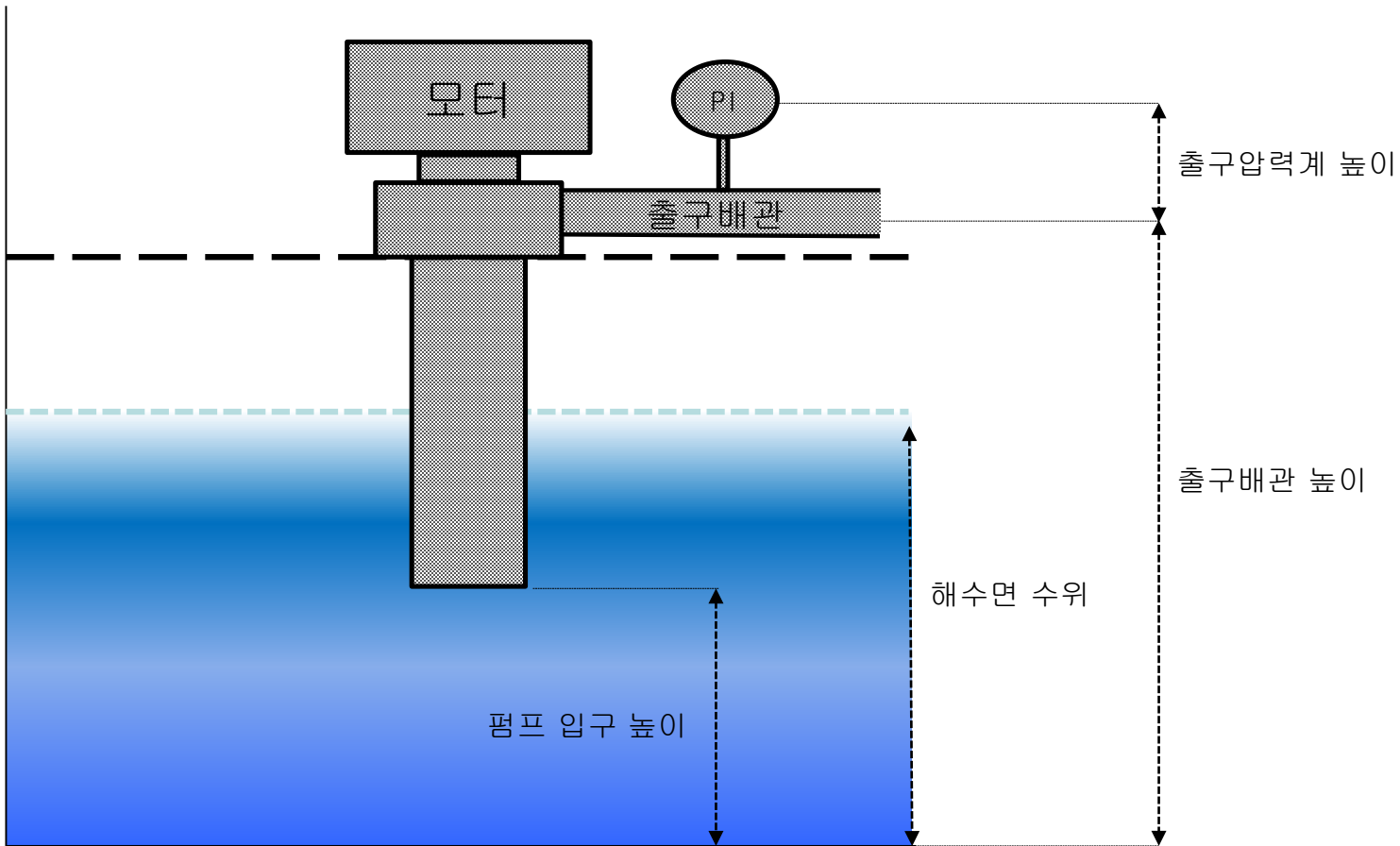
$$P_{\text{pump, suction}} = \gamma_{\text{sea water}} \times h_{\text{sea water}}$$

P = 압력, ρ = 밀도,
 g = 중력가속도, h = 높이,
 γ = 비중량

- 해수의 비중량 및 해수면의 높이를 이용하여 펌프의 흡입 압력 계산

2. 수직장축펌프 차압 환산 방법

□ 수직장축펌프



2. 수직장축펌프 차압 환산 방법

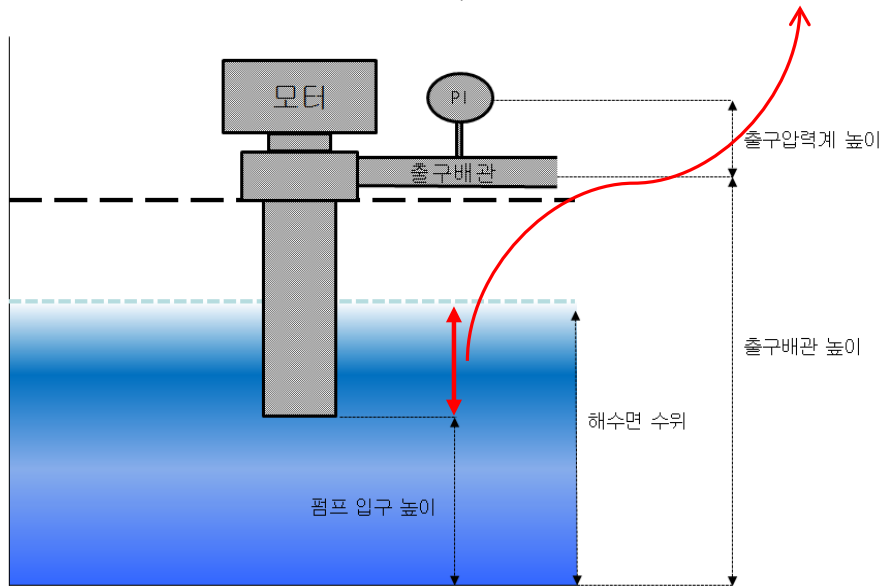
□ 차압계산 위한 필요 변수

- $\Delta P = P_{\text{Discharge}} - P_{\text{Suction}}$
- 펌프 입구 압력
 - 펌프 입구 높이
 - 해수면 높이
- 펌프 출구 압력
 - 출구 배관 높이
 - 출구 압력계 높이
- 해수 비중량(1026kgf/m^3)
밀도(1026kg/m^3)

2. 수직장축펌프 차압 환산 방법

□ 해수면 수위에 따른 펌프 흡입구 압력

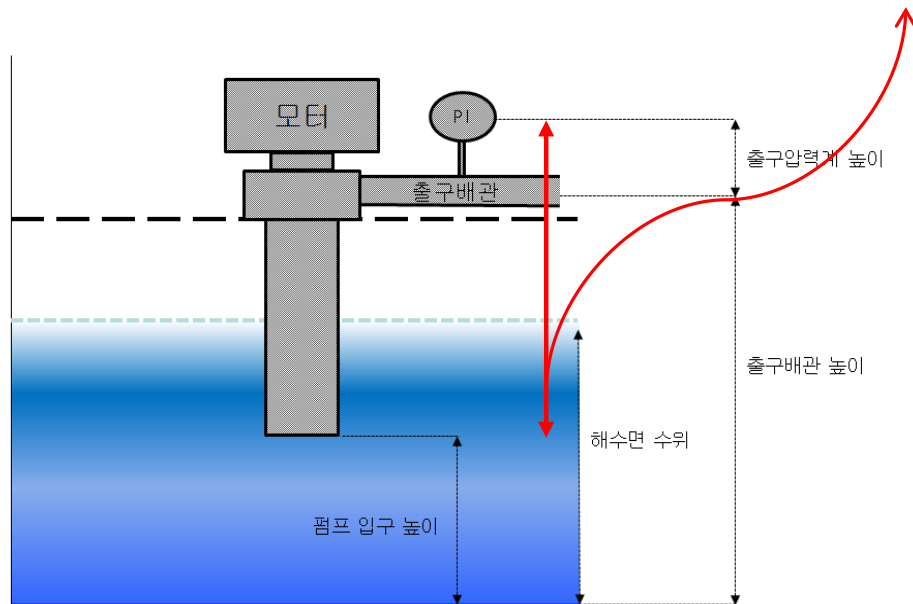
○ 펌프 입구압력 = (해수면 수위 - 펌프 입구 높이) × 해수밀도



2. 수직장축펌프 차압 환산 방법

□ 출구 압력계 위치 따른 압력 보상

$$\begin{aligned} \bigcirc \text{ 펌프 출구압력} &= \text{출구 압력계기 압력} + \text{압력보정} \\ &= \text{출구 압력계기 압력} + \text{해수 밀도} \times \\ &\quad (\text{출구압력계 높이} - \text{펌프 입구 높이}) \end{aligned}$$



- 압력보정 :
출구배관 ~ 출구압력계
출구배관 ~ 펌프 입구

2. 수직장축펌프 차압 환산 방법

□ 펌프 차압 환산

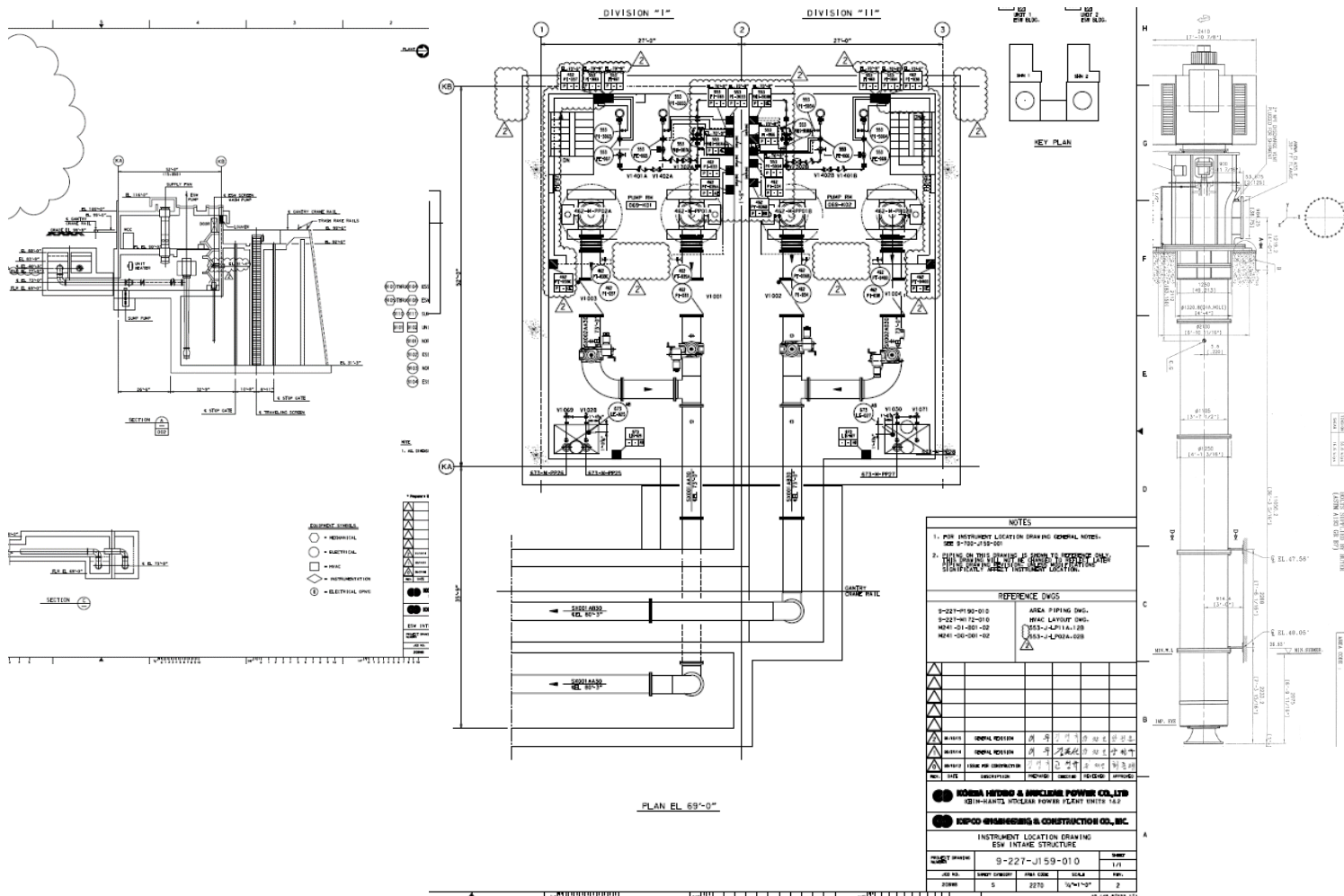
$$\begin{aligned} \text{○ 펌프 차압} &= \text{펌프 출구압력} - \text{펌프 입구 압력} \\ &= \{ \text{출구 압력계기 압력} + \text{해수 밀도} \times \\ &\quad (\text{출구압력계 높이} - \text{펌프 입구 높이}) \} \\ &\quad - \{ (\text{해수면 수위} - \text{펌프 입구 높이}) \times \text{해수밀도} \} \\ &= \text{출구 압력계기 압력} + \text{보정압력} \\ &\quad - (\text{해수면 수위} - \text{펌프 입구 높이}) \times \text{해수밀도} \end{aligned}$$

○ 고정값 → 해수 밀도, 출구압력계 높이, 펌프 입구 높이

3. 적용 사례

□ 펌프 변수 측정

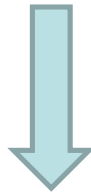
○ GA도면, 제작사 도면 등 참조



3. 적용 사례

□ 1차기기 냉각해수 펌프(ESW Pump)

- 펌프 입구 높이(취수구 바닥 기준) : 0.89m
- 펌프 출구 압력계 높이(취수구 바닥 기준) : 12.88m
- 해수면 수위 : MCR/현장 수위 지시계 지시값
- 해수 밀도 : 1026kg/m^3

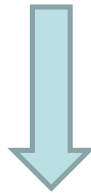


- 출구 보정압력 : 1.23kg/cm^2
- 펌프 차압 = 출구압력(지시값) + 1.23kg/cm^2
- (해수면 수위 - 0.89) $\times 0.1026$

3. 적용 사례

□ 1차기기 냉각해수 스크린세척 펌프(ESW Screen Wash Pump)

- 펌프 입구 높이(취수구 바닥 기준) : 2.29m
- 펌프 출구 압력계 높이(취수구 바닥 기준) : 12.01m
- 해수면 수위 : MCR/현장 수위 지시계 지시값
- 해수 밀도 : 1026kg/m^3



- 출구 보정압력 : 1kg/cm^2
- 펌프 차압 = 출구압력(지시값) + 1kg/cm^2
- (해수면 수위 - 2.29) $\times 0.1026$

3. 적용 사례

중양연구원 검토 요청

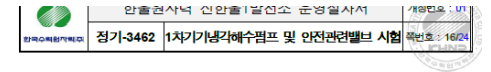
○ 1차기 냉각 해수계통 펌프 차압
계산과정 검토 결과 계산과정 및 수치 적합



○ 정기-3462 및 정기-3553 등 관련 시험
절차서에 계산 과정 및 차압 환산식 반영

3. 결론

- 1차기 냉각해수계통 펌프 차압 계산과정을 검토한 결과 계산과정 및 수치 적합함
- 중간계산과정에서 반응펌프 시 최종 펌프 차압 값에 영향을 끼치므로 펌프 차압 계산 시 필요한 출구압력계 보정압력과 펌프 흡입구 압력을 반응펌프하지 않은 상태로 차압 계산 권장함. 단, 가동중 시험에서 펌프 시험변수 기록 시 유효숫자 3자리로 관리할 것을 권장(발전처-KINS 협의중)하므로 시험 결과 기록지에는 펌프 입구압력, 출구압력 및 차압을 유효숫자 3자리로 기입 필요



붙임 13.2(1/8)

펌프 시험 결과 기록지

호기	신한울 1호기	검정일	검정자	(서명)			
기기명	1차기 냉각해수펌프(SX-PP01A)						
시험목적	A군 시험(3개월) □, 용합시험(2년) □, 기준값 재설정 □, 기타 □ ()						
검사항목	계기	관정기준			시험결과	판정결과	
		기준값	허용범위	경고범위			포지범위
유량 (L/sec)	SV-FI.049A	1.073				N/A	
헤드면 수위 (m) ①	SW-LB051A02	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
출구압력계치값 (kg/cm ²) ②	SC-FI.093	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
입구(수위)압력 (kg/cm ²) ③	주1) 참조	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
펌프출구압력 (kg/cm ²) ④	주1) 참조	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
펌프 차압 (kg/cm ²)	A군 시험	0.95~1.10 ΔPa	0.95 ≤ P < 0.95 ΔPa	< 0.93 ΔPa	> 1.10 ΔPa	□ □	
	용합 시험	0.95~1.03 ΔPa		< 0.93 ΔPa	> 1.03 ΔPa	□ □	
전동 (kW)	A	전동 측정계	Later	≤ 2.9V	2.5-V ≤ 6 V	> 6 V	□ □ □ □
	A		Later	또는 ≤ 8.25 m/sec	또는 8.25-V ≤ 17.78 m/sec	또는 > 17.78 m/sec	□ □ □ □
	H		Later				□ □ □ □
	B		Later				□ □ □ □

주1) ③ 입구(수위)압력 = (① - 0.89) × 0.1026 [kg/cm²]
 ④ 펌프출구압력 = 1.23 + ② [kg/cm²]

감사합니다.

(Q & A)

