

# 펌프

## 4-4. 냉각수펌프 인버터적용으로 인한 전력절감

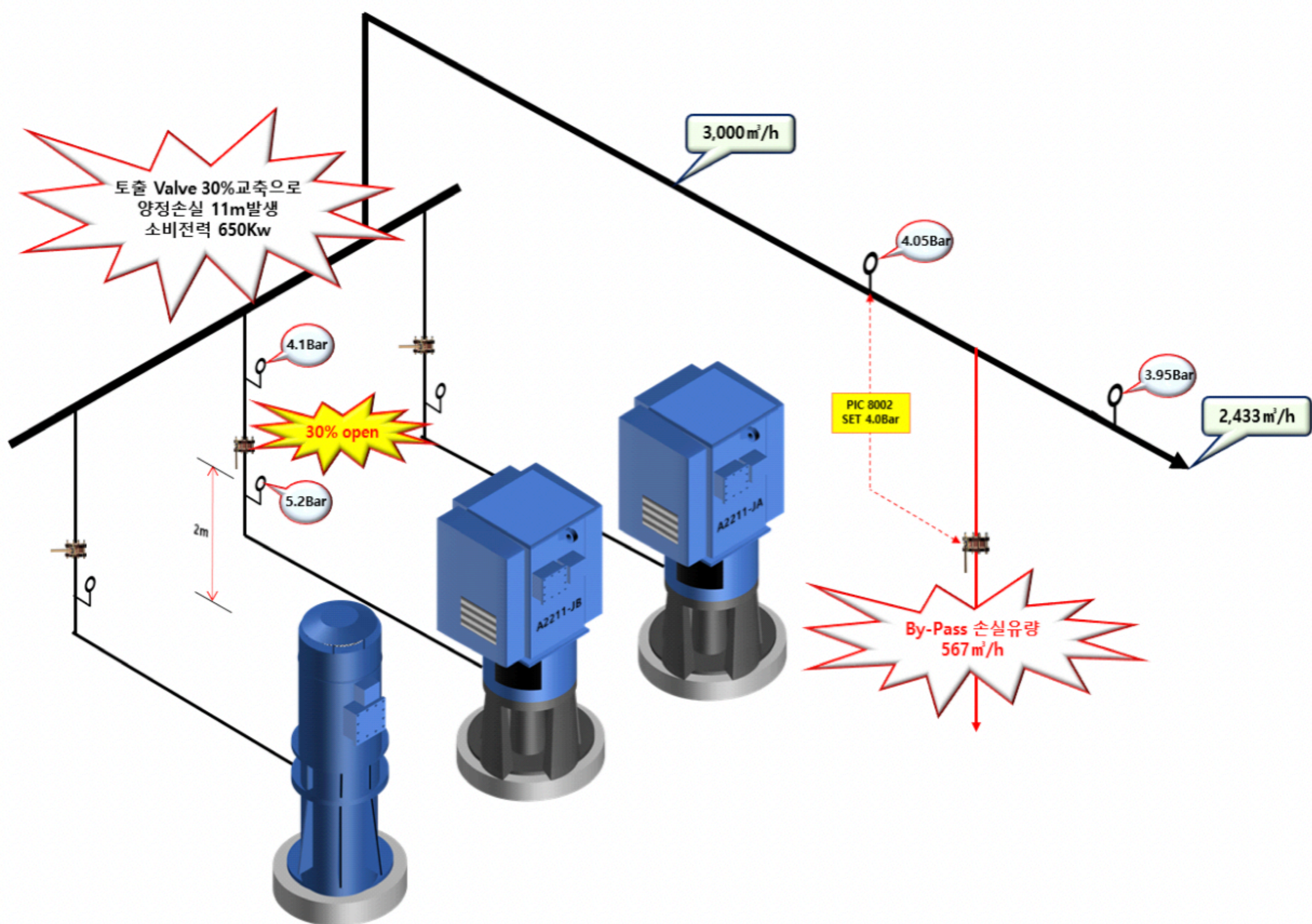
업종	자동차부품	전기, 전자, 반도체	기타
해당		0	

## 4-4. 냉각수펌프 인버터적용으로 인한 전력절감

### 가. 현황 및 문제점

RAW WATER INTAKE에서 공급된 원수는 RAW WATER STORAGE POND에 저장되고, 펌프를 통하여 1단지 및 2단지 CLARIFIER에 공급되며 원수(RAW)를 공급하기 위해 RAW Water Feed Pump가 3대 설치되어 1대가 상시 가동되고 있다.

진단 시 RAW Water Feed Pump의 운전종합효율이 67.9%로서 정격종합 효율 76.0%에 비하여 비교적 양호하게 운전되고 있지만 Pump의 토출밸브의 개도율을 약 30% Open 하여 운전함으로써 밸브 교축으로 인한 전력손실이 발생하고 있으며, 현장공급 설정압력(4.0Bar)초과 시 POND로 By-Pass 되는 유량손실이 발생되고 있다.



[그림 4-1] RAW Water Feed Pump 운전계통도

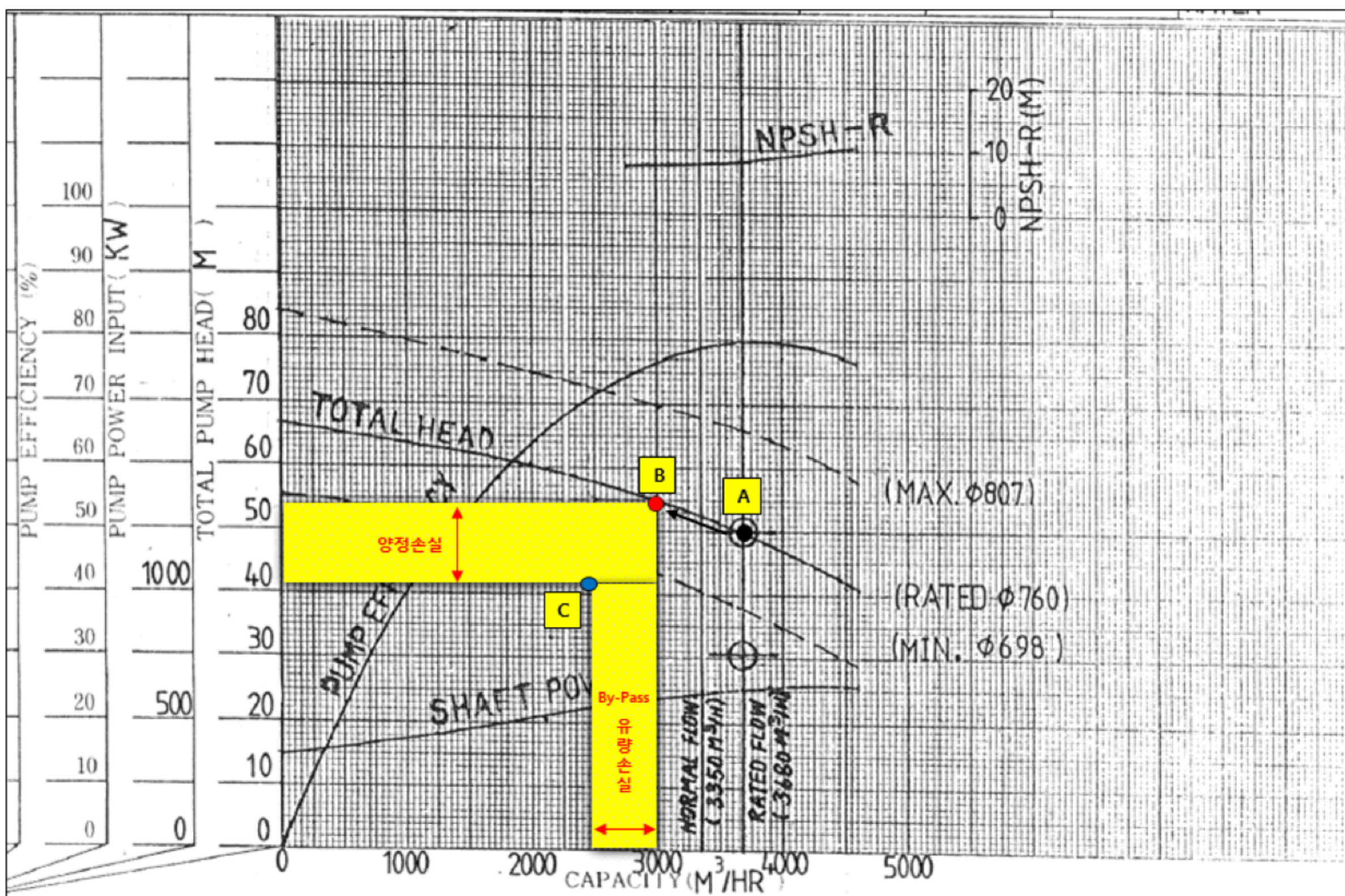


## 4-4. 냉각수펌프 인버터적용으로 인한 전력절감

[표 4-1] 정격사양 및 운전현황

구분	단위	RAW Water Feed system		비고	
		A2211(JA/ JB), A2213(JA)			
		정격	운전(A2211-JB)		
펌프	형식	-	700HVYM(현대)		사료
	축동력	kW	630.3	-	
	유량	m <sup>3</sup> /h	3,680	3,000(2,433)	()시스템
	운전양정	m	50	54(42.5)	()시스템
	효율	%	79.5	-	
전동기	출력	kW	770	-	
	효율	%	95.75	-	
	소비전력	kW	-	650	
종합효율	정격	%	76.0	-	
	운전	%	-	67.9(43.3)	()시스템

이는 시스템이 요구하는 양정(42.5m)보다 고양정(50m)의 펌프가 설치되어 공급밸브를 100% Open 시 유량 증가로 인한 모터의 소비전력이 상승되어 모터의 과부하 및 과유량을 방지하고자 압력을 상승시켜 밸브 개도율을 낮게 운전하고 있지만, 이 역시 필요유량보다 과유량 이므로 By-Pass운전을 하고 있다.



[그림 4-2] Q-H 곡선상의 문제점 해석



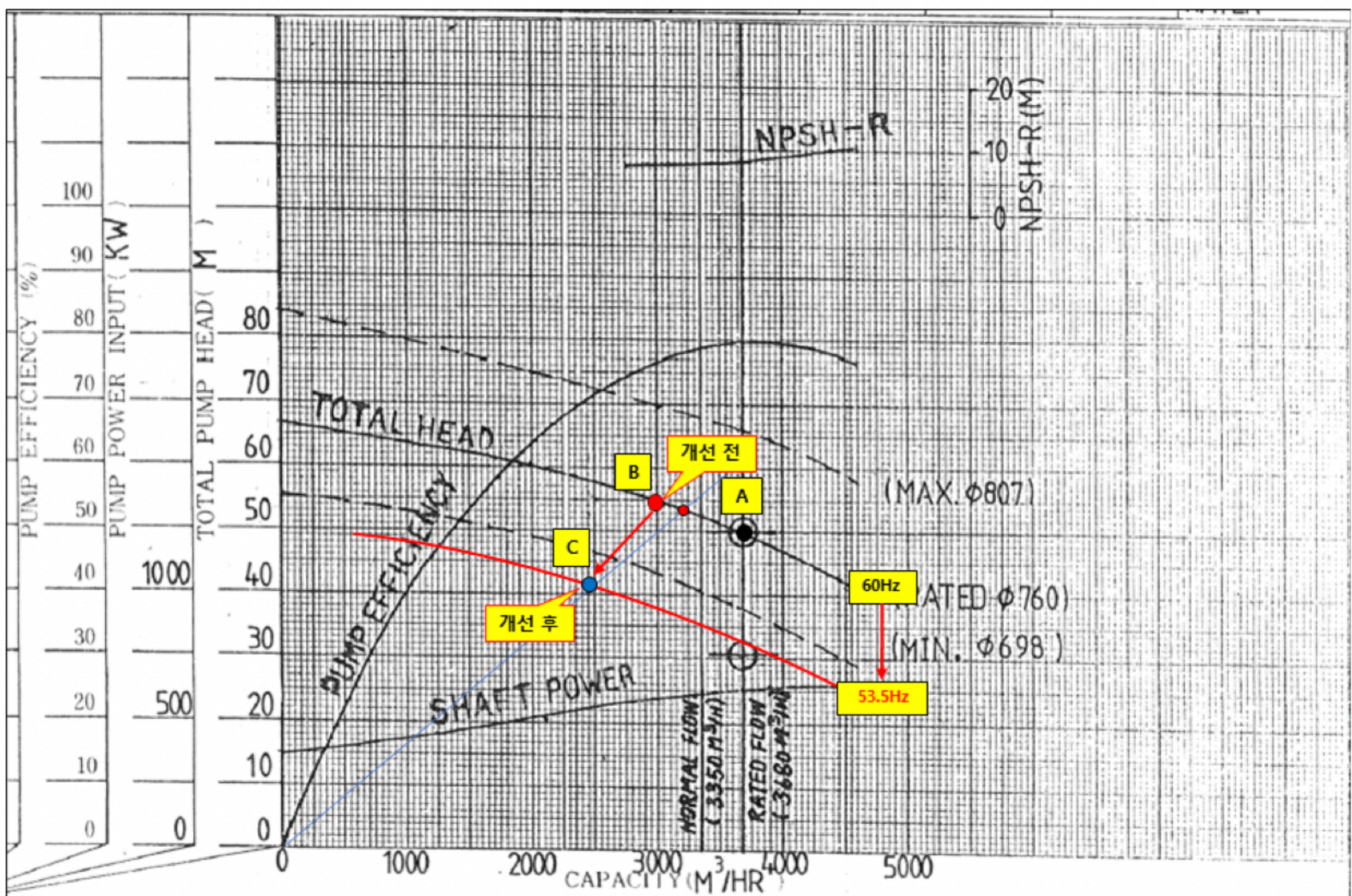
## 4-4. 냉각수펌프 인버터적용으로 인한 전력절감

### 나. 개선 방안

본 펌프의 경우에는 부하변동이 작고 정격 양정보다 시스템 양정이 작으므로 아래[그림4-3]와 같이 인버터에 의한 회전수제어를 하여 사용함이 바람직하다.

현재 운전압력에서 절감가능한 압력 11.5mAq을 제외한 예상 운전압력 42.5mAq 을 기준으로 Inverter 도입을 통해 운전하면 압력 상승에 따른 회전수제어가 가능하므로 소비전력을 절감할 수 있다.

Inverter도입시 펌프 성능곡선도상의 운전점은 다음과 같다.



[그림 4-3] 개선 후 운전점



## 4-4. 냉각수펌프 인버터적용으로 인한 전력절감

개선 후 펌프의 운전점은 Inverter 도입 시 주파수는 최소 53.5Hz로 운전 하게되며 Q-H곡선 운전 영역은 B점에서 저항곡선을 따라 내려와 C점에서 운전하게 되므로 교축손실 및 유량손실이 감소하는 것이다.

- ◆ 개선 시 펌프효율은 원Q-H곡선과 만나는 점의 효율이며, 인버터 도입시 (B)점에서 (C)점만큼 전력절감이 예상됨.
- ◆ 회전수 제어 시 예상주파수는 다음과 같이 예상할 수 있다.

$$\text{양정: } \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$N_2 = \left(\sqrt{\frac{H_2}{H_1}}\right) \times N_1 \quad N_2 = \left(\sqrt{\frac{42.5}{53.5}}\right) \times 60 = 53.5(\text{HZ})$$

- ◆ 회전수 제어시 소비전력 계산

구분	소비전력 (kW)	유량 (m <sup>3</sup> /min)	양정 (m)	펌프효율 (%)	전동기효율 (%)	인버터효율 (%)
(A2211-JB)	404.17	2,433	42.5	77	95.75	94.5
계	404.17	-	-	-	-	-

- 펌프 효율(η<sub>F</sub>): (성능곡선도상 개선 후 효율 적용함)

- 인버터 효율(η<sub>I</sub>): 94.5% (속도율 90%의 효율)

[표 1-2] 속도변화에 따른 인버터 효율

속도율(%)	주파수(Hz)	효율(%)	속도율(%)	주파수(Hz)	효율(%)
10	6	24.4	60	36	90.0
20	12	45.0	70	42	91.5
30	18	61.9	80	48	93.0
40	24	75.0	<b>90</b>	<b>54</b>	<b>94.5</b>
50	30	84.4	100	60	96.0

$$(1) \text{ 예상소비전력(kW)} = \frac{\text{비중 (kg/m}^3\text{)} \times \text{유량 (m}^3\text{/min)} \times \text{양정(m)}}{6.12 \times \text{펌프효율(\%)} \times \text{모터효율(\%)} \times \text{인버터효율(\%)}}$$

## 4-4. 냉각수펌프 인버터적용으로 인한 전력절감

### 다. 기대효과

설비전력 절감량 [MWh/년]	설비전력 절감율 [%]	절감량 [toe/년]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량 [tCO2eq/년]
2,153.47	37.82	493.14	222.37	212.5	0.96	986.99

#### (1) 계산 기준

- (가) 전력 단가: 103.26[원/kWh]
- (나) 연간가동시간: 8,760[h/년]
- (다) 개선 전 소비전력: 650[kW]
- (라) 개선 후 소비전력: 404.17[kW]

#### (2) 절감전력

$$= \text{개선 전 소비전력[kW]} - \text{개선 후 소비전력[kW]}$$

$$= 650 - 404.17 = 245.83[\text{kW}]$$

#### (3) 연간 전력절감량

$$= \text{절감 전력[kW]} \times \text{연간 가동시간[h/년]}$$

$$= 245.83 \times 8,760$$

$$= 2,153,470.8[\text{kWh/년}] \rightarrow 493.14[\text{toe}]$$

#### (4) 연간 절감액

$$= \text{연간 전력절감량[kWh/년]} \times \text{전력단가[원/kWh]}$$

$$= 2,153,470.8 \times 103.26 = 222.37[\text{백만원/년}]$$

#### (5) 투자비: 212.5(백만원)

설비명	규격	수량	금액(백만원)
인버터	770Kw	1set	170
간접비	25%		42.5
계			212.5

## 4-4. 냉각수펌프 인버터적용으로 인한 전력절감

### (6) 투자비회수기간

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{예상투자비(백만원)}}{\text{절감금액(백만원/년)}} \\ &= \frac{212.50}{222.37} = 0.96[\text{년}] \end{aligned}$$

### (7) 연간 설비 전력절감율

$$\begin{aligned} &= \text{전력 절감량[kWh/년]} / \text{개선 전 전력사용량[kWh/년]} \times 100 \\ &= 2,153,470.8[\text{kWh/년}] / 5,694,000[\text{kWh/년}] \times 100 \\ &= 37.82[\%] \end{aligned}$$

### (8) 온실가스 저감량

$$\begin{aligned} &= \text{탄소저감량(tc/년)} \times (\text{이산화탄소 분자량/탄소분자량}) \\ &= 269.18(\text{tC/년}) \times (44/12)(\text{CO}_2\text{eq/C}) \\ &= 986.99[\text{tCO}_2\text{eq/년}] \end{aligned}$$