필리핀 블라칸 공무국외출장 결과보고

Ⅰ 출 장 개 요

□ **(대 상 지)** 필리핀 블라칸 정수장 및 관망

□ **(출장기간)** '26. 10. 25.(일) ~ 10. 30.(금), 5박 6일

□ **(출장인원)** 물종합진단처 3인, 수도관리처 1인

□ **(출장사유)** 기술지원 요청*에 따른 필리핀 블라칸 정수장 기술진단 수행

* 필리핀 블라칸 정수장 기술진단 요청(글로벌사업본부-2442, '26.10.15.)

□ **(수행업무)** 분야별 현안사항* 정밀진단 및 SWNM·AI 도입 검토

* (공정) 망간대응/여과지진단, (설비) 송수펌프진단, (관망) 구조안정성/수질안전성

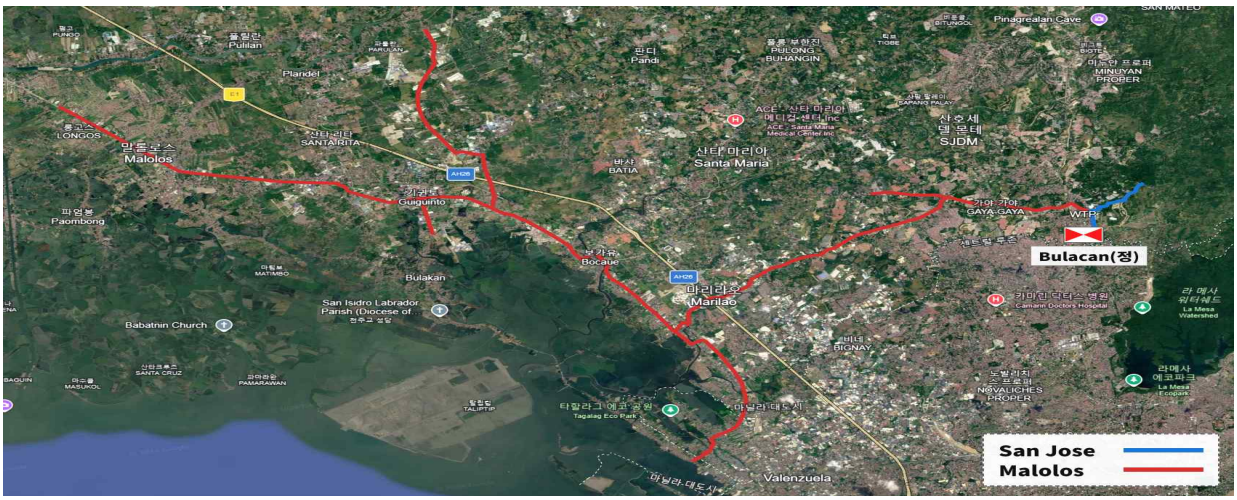
Ⅱ 블라칸(정) 현황

□ **(시설현황)** 시설용량 388천㎥/일, 송수관로 67.4km(D1,500~300)

□ **(운영현황)** '26년 일최대 286천㎥(가동률 74%), 일평균 258천㎥(이용률 66%)

* (일최대) SanJose 53천㎥, Malolos 233천㎥, (일평균) SanJose 43천㎥, Malolos 215천㎥

구 분	계열 1	계열 2	비 고
시설용량	200천㎥/일	188천㎥/일	-
가압장	W24.7 × L53.2 × H7.5m / 펌프 69.5㎥/min × 15mH × 230kW × 5대		공통
착수정	W10.0 × L6.0 × H4.0m × 2지		공통
혼 화	W4.4 × L2.0 × H4.0m × 8지	W4.4 × L2.0 × H4.0m × 8지	-
응 집	W12.0 × L12.0 × H2.5m × 8지	W12.0 × L12.0 × H2.5m × 8지	-
침 전	W12.0 × L20.6 × H4.0m × 2수로 × 8지	W12.0 × L20.6 × H4.0m × 2수로 × 8지	경사관
여과 (급속)	W4.4 × L12.0m × 2베드 × 10지	W4.4 × L12.0m × 2베드 × 10지	조립여과, 여층깊이1m
정수지	W36.2 × L50.0 × H5.5m × 2지		공통
송수펌프	33.2㎥/min×120mH×880kW×3대(인버터)	67.8㎥/min × 40mH × 500kW × 4대	A, B계열
배출수지	W9.0 × L17.0 × H2.5m × 2지		공통
라 군	-	W19.0 × L35.0 × H1.7m × 4지	A계열 미설치



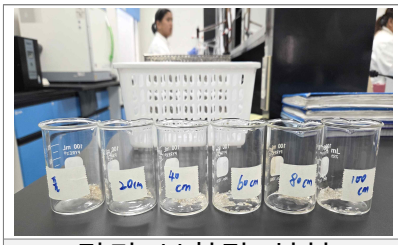
Ⅲ 출 장 결 과

현장 진단결과

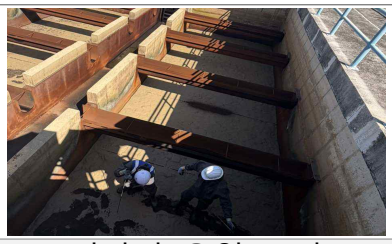
1. 여과공정 진단

□ **(운영현황)** 2계열(1,2)로 구성되었으며, **평균가동률 약 68%**로 운영

□ **(진단내용) 망간 부착량** 및 **처리능력 평가, 여과지 운영**(여과속도, 여과지속시간 등) 및 **역세척 효율**(역세척 속도, 배수탁도 등) **진단·평가**



망간 부착량 실험



여과지 운영 조사



역세척 효율 조사

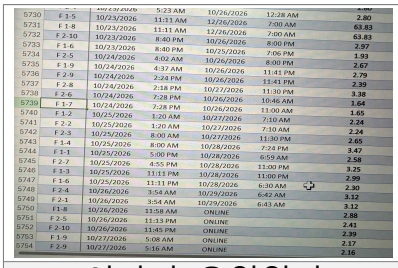
① **(망간실험)** 여과지 1개소(1계열 #7번) 역세척 이후 **망간 부착량**은 **1.361mg/g**(Mn/모래)이며, **여과지 전층**에 **망간사**가 **고르게 형성**되어 있음

☞ **(검토의견) 망간사**를 지속적으로 **유지**하기 위한 **설비(중염소 등) 도입** 및 **적정운영**(여과유출 잔류염소 0.5ppm 유지, 모니터링 강화) 필요

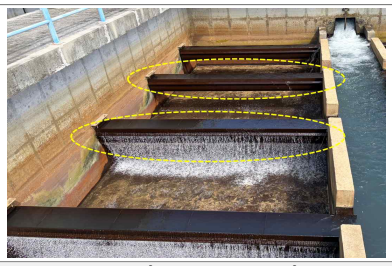
* 필요시 고농도 망간 처리를 위한 과망간산나트륨 주입설비 도입 검토

② **(여과지운영) 여과지속시간**은 **48~72h**(설계40~52h)이며, **여과속도**는 **130~150m/d**(설계 240m/d)로 운영 중이며, **여층깊이**는 **97~100cm**로 적정하나, **트러프 단차**가 발생해 **유입수**가 **불균일**하게 **유입**됨

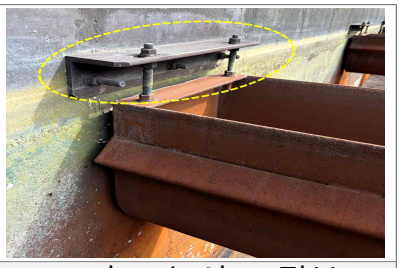
☞ **(검토의견)** 가변형 **트러프**의 **높이**를 **조정**하여 **유입수 균등화** 필요



여과지 운영일지



트러프 불균일



트러프 높이 조정부

③ **(역세척효율)** 최종 배수탁도(40~50NTU)가 높고, **역세척 효율**이 **낮음**

☞ **(검토의견) 역세척 시퀀스 조정**을 통해 역세척 **효율 개선** 필요

2. 송수펌프 진단

□ **(운영현황)** 2계열(A,B)로 구분 설치, 계열별 펌프용량은 동일하며 **A, B계열 송수펌프 총 7대 중 3대 운영 중**(4대 고장으로 가동불가)

○ **(A 계열)** 펌프 3대 중 1대(#B호기)로 인버터제어(55Hz)하여 공급 중

* 펌프 2대 가동중지 / (#A호기) 축정렬 불량('26.10.23), (#C호기) 인버터(파워셀) 이상('26.08.24)

○ **(B 계열)** 펌프 4대 중 상시 2대(#A, C호기) 가동하여 용수공급 중

* 펌프 2대 가동중지 / (#B,D호기) 계획정전 이후 펌프 재기동 과정에서 리액터 파손('26.10.17)

□ **(진단내용)** 가동 중인 송수펌프·모터의 **진동, 베어링온도 측정**을 통한 상태진단과 **효율 측정**을 통한 준공대비 성능저하 진단


진동 측정


소음 측정


베어링 온도 측정

① **(상태진단)** 송수펌프 진동, 베어링온도 측정결과 **기준 이내로 양호**

< 진동·베어링 온도 측정결과 >

구 분	계열	호기	진동(rms, mm/s)			베어링 온도(℃)			비고
			기준값	측정값(최대)	진단결과	기준값	측정값(최대)	진단결과	
펌프	A	#B	A등급≤4.2	1.7	A등급	75	52	양호	
	B	#A	B등급≤6.1	2.4	A등급		50	양호	
		#C	C등급≤9.5	1.3	A등급		49	양호	
모터	A	#B	A등급≤2.3	2.5	B등급		57	양호	
	B	#A	B등급≤4.5	1.6	A등급		57	양호	
		#C	C등급≤7.1	1.7	A등급		56	양호	

② **(효율측정) A계열 #B호기 84.4%**로 준공효율 86% 대비 **1.6% 저하**

※ 유량계 교정 미실시에 따라 측정정확도가 확보되지 않아, 경향파악 수준으로 활용

< A계열 #B호기 펌프효율 측정결과 >

양정(m)	99	101	107	110	116	120*	비고
성능곡선 효율(%)	81.6	82.3	84.2	84.9	85.8	86	
측정 효율(%)	75.9	76.8	81.6	81.0	83.3	84.4(추정)	

* 운영상 밸브 교축이 제한되어 정격점(120m)에서 측정 불가, 추정치로 계산

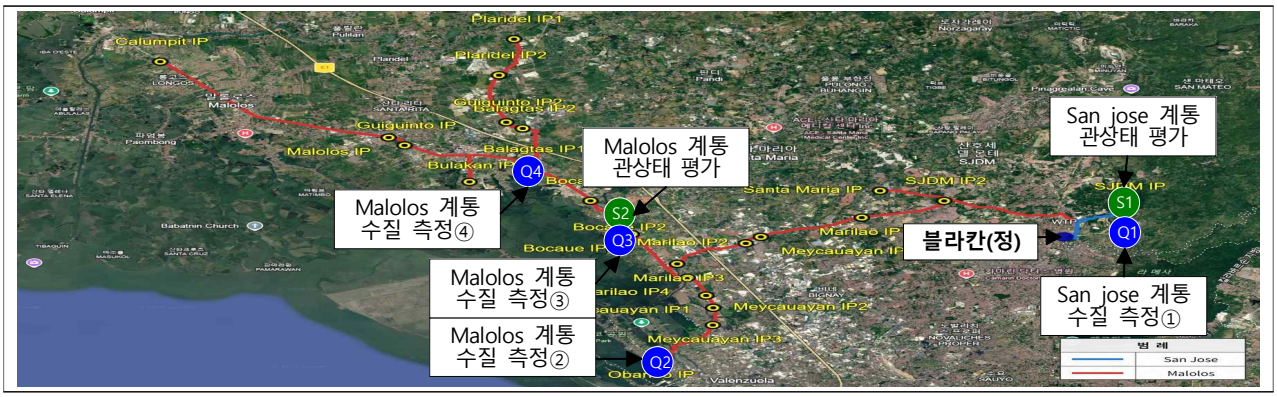
☞ **(검토의견)** 가동 중인 **송수펌프 A계열 #B호기, B계열 #A·C호기**의 **진동·베어링온도는 기준 이내로 양호**하며, **A계열 #B호기 효율**은 **유량계 미교정에 상태의 측정값으로 성능판단에 한계가 있어, 교정 후 효율 재측정**과 **분해점검 및 내부 상태 점검**을 통해 **성능확인** 필요

3. 관망진단

□ **(운영현황)** 정수지에서 2개 계통으로 분할하여 총 24개 수용가 공급

* 시설용량은 388천㎥/일, 관로 연장은 67.4km(San Jose 3.9km, Malolos 63.5km)

□ **(진단내용) 관상태 평가** 2개소, **수질 측정 및 시료 채취** 4개소



① **(관상태 평가) 비파괴 장비를 활용한** 관 상태 평가 2개소(계통별 1개소)

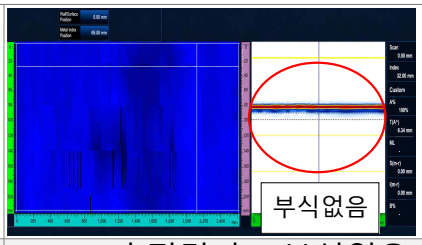
- 비파괴 장비 : 위상배열 초음파(PAUT), 계장화압입시험기

☞ **(평가결과) 관 내·외면 부식은 없으며 관 두께** 및 **인장강도** 기준치 이하로 **양호**

구 분	관 두께(mm)		부식깊이 (현장측정, mm)	인장강도(Mpa)	
	기준	현장측정(평균)		기준	현장측정(평균)
Sanjose 계통 (SP, 700mm)	6.00	6.34	0.00	400	520
Malolos 계통 (STS, 200mm)	4.00	4.60	0.00	400	501



부식깊이 측정(PAUT)



PAUT 측정결과 : 부식없음



인장강도 : 양호

② **(수질 측정)** 4개소 수질시료 채취 후 3개 항목(탁도 등) 현장 측정

- 망간 등 나머지 6개 항목은 **국내 반입 및 공인기관 분석 의뢰**

☞ **(측정결과)** 현장 측정한 **탁도, 잔류염소, pH** 3개 항목은 **기준치 이하로 양호**



탁도(기준 5.0NTU 이하)



잔류염소(기준 0.3~1.5mg/L)



pH(기준 6.5~8.5)

4. AI정수장 및 SWNM 도입검토

□ (운영현황) SCADA 서버 2대, COS 3대로 구성되어 **정수장 및 관로상 분기점(24개소)**에 대해 중앙제어실에서 운영감시·제어 중

○ **(시스템)** SCADA, PLC, TM 등 **감시제어설비 구성 및 규격**은 **양호**하며, **자체 폐쇄망**(외부연계 無) 구성·운영으로 **보안성 적정**

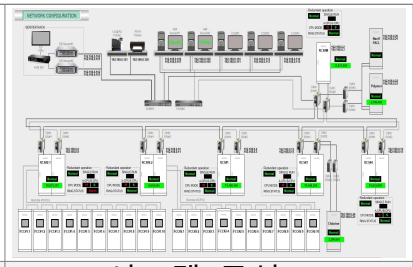
○ **(현장감시)** 분기점 24개소에 대한 실시간 유량 및 압력 데이터를 유선통신으로 취득 중이며, **TM#M은 2가지 설비로 이원화** 운영

○ **(데이터)** 대부분의 **운영데이터***는 SCADA를 통해 적정 취득 중이나 **품질관리가 미흡**하여, **수질·GIS·시설정보 등은 수기 관리** 중

* 총 6,942개 태그 중 1,310개 태그에 대해 경보(TTS, Text To Speech) 운영



중앙제어실 전경


시스템 구성도


태그 리스트

□ **(진단내용)** 블라칸 정수장·관망에 AI정수장 및 SWNM 도입을 위한 **감시제어설비, 데이터관리 현황** 및 **현장 계측기 정상작동 여부 조사**

① **(AI정수장)** 정수처리 공정별 유량·압력·수위**계**는 적정 운영 중으로 SCADA를 통해 **2년치 운영데이터를 저장 중**이며, **수질 데이터**는 계측기 관리 미흡으로 주기적으로 인력 측정하여 **수기 관리** 중

☞ **(검토의견) AI정수장**은 과거 운영데이터 불충분 및 신뢰성 저조로 **즉시 적용 곤란**, 체계적인 데이터 축적 및 품질관리 후 단계적 적용 필요

* **미사용 수질계측기 정상화** 및 1분 단위 **수질데이터 축적 선행 필요**하며, 펌프·계측기 등 설비고장 시 보수지연에 따른 장기간 수동운전으로 **자동제어 조건 세부 검토 필요**

② **(SWNM)** 실시간 **유량, 압력 데이터 유선통신**으로 **취득** 중이나, 일부 계측기 보수 및 검·교정을 통한 **데이터 신뢰성 확보 필요**

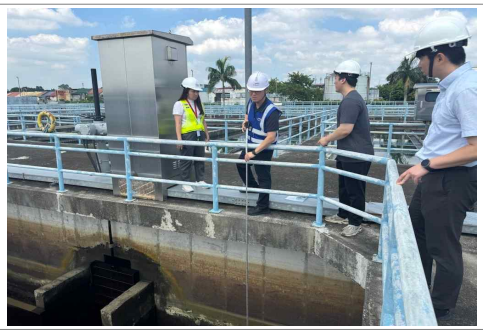
☞ **(검토의견) SWNM**은 **즉시 적용가능**하나, 관로상 일부 계측기 보수 필요

* GIS는 관망해석S/W를 통해 관리 중이며, 시설 및 민원정보는 엑셀로 관리 중으로 SWNM 적용을 통해 데이터 기반의 과학적 관망운영 및 시설관리체계 구축 필요

현장 역량강화 교육

□ **(교육대상/장소)** 현지 운영인력 약 10명 / 주회의실 및 진단현장

□ **(교육내용)** 분야별(공정, 설비, 관망) 진단 관련 교육·실습

<table>
<tr><th>분 야</th><th colspan="2">세부내용</th></tr>
<tr><td rowspan="3">공정</td><td colspan="2">■ (여과지운영) 여과관련 운영자료 작성 및 여과지 조사 방법 교육</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>여과지 조사항목 및 방법 등</td><td>운영자료 관리 방법 등</td></tr>
<tr><td rowspan="3">설비</td><td colspan="2">■ (펌프효율) 수집데이터 및 측정절차, 효율계산 및 판정 방법 교육</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>수집데이터 및 측정절차 등 교육</td><td>효율측정 실시</td></tr>
<tr><td rowspan="3">관망</td><td colspan="2">■ (진단장비) 비파괴 진단 장비(PAUT, 계장화압입시험기) 소개</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">PAUT 장비 설명 및 시연</td></tr>
</table>

Ⅳ 향후계획

□ ’26. 11월 : 필리핀 블라칸 진단 결과보고