

남극세종과학기지 노후시설 및 환경개선 사업을 위한 환경영향평가

Environmental Evaluation for the renovation of
King Sejong Station



2016. 02. 29

한국해양과학기술원 부설
극 지 연 구 소



제 출 문

극지연구소장 귀하

본 보고서를 “남극세종과학기지 노후시설 및 환경개선 사업을 위한 환경영향평가” 사업의 최종보고서로 제출합니다.

2016. 2. 29



연구책임자 : 김 지 희

참여연구원 : 김 상 희

김 정 훈

박 상 종

소 재 은

윤 영 준

이 기 성

정 호 성

지 정 민



남극세종과학기지 증축공사 초기 환경영향평가서(안)

2016. 2





- 목 차 -

요약문	ix
1. 활동의 개요	1
1.1 남극 활동 정보	1
1.2 남극 활동 내용	6
1.2.1 활동의 목적 및 필요성	6
1.2.2 상세 내용	8
1.2.2.1 주요 활동 지역	8
1.2.2.2 하계연구동 설치	10
1.2.2.3 정비동 설치	13
1.2.2.4 기존 건축물 보수·보강 및 용도변경	14
1.2.2.5 노후 유류탱크 교체	17
1.2.2.6. 기타 부대시설	19
1.2.3 현장조직 및 인력운영	19
1.2.3.1 남극 현장조직	19
1.2.3.2 인력운영	22
1.2.4 공사자재(장비) 보급 및 하역	22
1.2.4.1 운송 개요	22
1.2.4.2 자재 운송	23
1.2.4.3 자재 하역	25
1.2.5 가설공사계획	26
1.2.6 공정 계획	28
1.2.7 건설장비 및 유류사용량	29
1.2.8 활동으로 인한 영향 및 파급 효과	30
2. 평가수준의 결정 근거 및 평가서 적용 법규	31
2.1 제안된 활동으로 인한 남극 환경영향	31
2.1.1 남극 환경 영향	31
2.1.2 환경 관리 계획	32
2.2 평가수준의 결정 근거	32
2.2.1 국내 사례 분석	32

2.2.2 국외 사례 분석	34
2.2.3 초기환경영향평가 수준 결정 사유	41
2.3 평가서 적용 법규 및 지침	42
3. 제안된 활동의 대안 설정 및 평가	44
3.1 하계연구동의 건축계획에 대한 대안	44
3.2 기존구조물 보수보강만을 시행할 경우	48
3.2.1 연구동 및 숙소1동 보수보강 경우	48
3.2.2 중장비보관동 및 창고동 보수보강 경우	49
3.3 재생에너지 생산 방식 및 설치 위치를 변경할 경우	50
3.3.1 재생에너지 생산 방식 대안	50
3.3.2 태양광 발전 시스템의 설치 위치의 대안	51
3.4 제안된 활동을 하지 않는 대안	52
4. 중점 평가 항목의 설정	54
4.1 환경 영향 평가 대상지역 설정	54
4.2 중점 평가 항목 및 선정사유	55
4.2.1 대기	55
4.2.2 해양 환경	55
4.2.3 토양	56
4.2.4 폐기물	56
4.2.5 소음	56
5. 환경 현황	57
5.1 지질 및 지형	57
5.1.1 지형	57
5.1.2 지질	58
5.2 기후	58
5.2.1 기온	58
5.2.2 풍향 및 풍속	59
5.2.3 강수량	59
5.3 해양 환경	59
5.3.1 물리적 특성	59

5.3.2 식물상	59
5.3.3 동물상	60
5.4 육상 동식물상	61
5.4.1 식물상	61
5.4.2 동물상	63
5.5 인간의 활동	64
5.6. 보호구역, 역사적 장소 및 기념물 현황	65
6. 제안된 활동으로 인한 영향 예측 및 저감 방안	66
6.1 방법 및 자료	66
6.2 대기질	66
6.2.1 영향 예측	66
6.2.1.1 예측 범위 및 대상	66
6.2.1.2 공사시 대기오염물질 배출량 산정	67
6.2.1.3 공사시 예측 결과	68
6.2.1.4 운영시 대기오염물질 영향 예측	70
6.2.2 저감 방안	71
6.2.2.1 공사시	71
6.2.2.2 운영시	72
6.3 토양	74
6.3.1 영향 예측	74
6.3.2 저감 방안	74
6.4 해양 환경	75
6.4.1 영향 예측	75
6.4.2 저감 방안	77
6.5 폐기물	78
6.5.1 영향 예측	78
6.5.2 저감 방안	79
6.6 소음 및 진동	81
6.6.1 영향 예측	81
6.6.2 저감 방안	83
6.7 동식물상	84
6.7.1 영향 예측	84

6.7.2 저감 방안	84
6.8 누적영향	84
6.9 영향 매트릭스	86
7. 모니터링 및 검증	88
8. 결 론	90
9. 부 록	91
[작성자]	91
[자문위원]	91
[참고문헌]	91
[첨부 1] 외교통상부고시 제2011-4호	95
[첨부 2] 남극장보고기지 풍력발전기 설치 검토보고 및 설계 변경	103
[첨부 3] 환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인	106
[첨부 4] 환경정책기본법 시행령 [별표] 환경기준(제2조 관련)	112
[첨부 5] 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법 (환경부고시 제2013-94호)[별표 2]	121
[첨부 6] 대기오염물질 배출량 산정	124
[첨부 7] 하수도법 시행규칙 [별표 1] 공공하수처리시설·간이공공하수 처리시설의 방류수수질기준	126
[첨부 8] 남극세종과학기지 건축자재 석면 시험 결과	130
[첨부 9] 남극세종과학기지 증축 공사시 폐기물 관리방안	132
[첨부 10] 남극환경보호 및 안전사고 예방을 위한 공사감독 체크 리스트	138
[첨부 11] 비상 계획	146
[첨부 12] 안전관리 및 안전사고 방지계획	150
 [남극 세종과학기지 증축공사를 위한 초기환경영향평가서(안)에 대한 검토 회의 결과]	152
[남극 세종과학기지 증축공사를 위한 초기환경영향평가서(안)에 대한 검토 회의 결과에 따른 보완 조치 계획 및 이행현황]	155

- 표 목 차 -

표 1-1. 기존 세종과학기지 건축물 면적 및 건축 내역	9
표 1-2. 하계연구동 연구모듈 면적 계획	11
표 1-3. 세종과학기지 수용인원 가능 현황 및 공사 후 수용 가능 인원	11
표 1-4. 하계연구동 실별 면적표	12
표 1-5. 공사 참여 인원 및 직책별 담당 업무	20
표 1-6. 공사자재 운송물량	23
표 1-7. 건설공사 공정표	28
표 1-8. 건설기간 중 활용 장비 현황 및 용도	30
표 1-9. 건설장비 유류 소모량	30
표 2-1. 1998년 이후 기지 건설 및 재건축, 증축을 위한 ATCPs의 환경영향평가 수행 현황	34
표 2-2. 환경영향평가서 적용 법규, 지침 및 관련 자료 목록	43
표 6-1. 건설장비에 의한 오염물질 배출량	67
표 6-2. 가설사무소 발전기에 의한 오염물질 배출량	68
표 6-3. 공사시 주변지역 24시간 가중농도	69
표 6-4. 공사시 주변지역 전체 모델링기간(3개월) 가중농도	69
표 6-5. 에너지 절감을 위한 패시브 계획	72
표 6-6. 에너지 절감을 위한 액티브 계획	73
표 6-7. 건설공사 전과 공사 후 운영시 발생하는 연간 유류 소모량 및 단위면적당 비교	74
표 6-8. 남극세종과학기지 오수발생량 (1인 1일 오후발생량 200ℓ)	76
표 6-9. 남극세종과학기지 방류수 수질(2007년 설치 당시, 관련 하수도법 시행규칙 제16조)	76
표 6-10. 건설 공사 기간 중 발생량 오수 발생량 및 가중 오염 정도	76
표 6-11. 공사기간 중 가동 오수처리설비 개요	77
표 6-12. 방류수 수질기준 및 공사기간 중 오수처리시설(정화조) 목표 수질	77
표 6-13. 제안된 활동으로 인한 폐기물 발생량	78
표 6-14. 공사시 투입 인원예 의한 생활폐기물 발생량 예측	78
표 6-15. 철거건물 성상별 폐기물 발생량 예측	79
표 6-16. 건설 기간 중 발생하는 폐기물 처리 등 종합 환경관리계획	80
표 6-17. 공사시 폐기물 저감 및 관리시설 운영 방안	80

표 6-18. 공사시 장비투입대수 및 합성소음도	82
표 6-19. 공사시 이격거리별 예측소음도	82
표 6-20. 영향 매트릭스	87
표 7-1. 세종과학기지 증축공사시 환경영향 모니터링 계획	88
표 7-2. 세종과학기지 운영에 따른 환경영향 감시를 위한 모니터링 항목	89

- 그림 목 차 -

그림 1-1. 활동이 이루어질 바톤반도 세종과학기지의 위치와 남극내 위치	1
그림 1-2. 세종과학기지 증축공사 조감도	5
그림 1-3. 세종과학기지 현황	7
그림 1-4. 극심한 부식 환경에 노출된 남극세종과학기지 건축물	8
그림 1-5. 사용성 저하된 건축물과 부식이 진행중인 단일벽 유류탱크	8
그림 1-6. 세종과학기지 건물 배치	9
그림 1-7. 하계연구동 설치 위치도	10
그림 1-8. 하계연구동 투시도(재건축)	10
그림 1-9. 하계연구동 평면도	12
그림 1-10. 재건축 정비동 위치도 (붉은색 표시)	13
그림 1-11. 정비동과 측면 옥외 설치할 감압챔버 평면도	14
그림 1-12. 보수보강 대상 건축물 (붉은 표시)	15
그림 1-13. 폐기물 처리동 공간 활용 계획	16
그림 1-14. 남극세종과학기지 내 유류탱크 설치 위치 (붉은 표시)	17
그림 1-15. 노후화된 기지 유류탱크 및 COMNAP 유류탱크제작 권고사항	18
그림 1-16. 연차별 유류탱크 철거 및 설치계획과 교체작업장 위치	18
그림 1-17. 중장비보관동 주변 배수로 설치 도면	19
그림 1-18. 공사자재 하역 경로	22
그림 1-19. 남극세종과학기지 자재 보급 해상 운송 경로(1차년도)	25
그림 1-20. 남극세종과학기지 하역작업 전경 (대수선 당시)	25
그림 1-21. 기존 시설을 이용한 가설시설 구축 계획	27
그림 2-1. 세종기지 내 공사부지 및 건설 장비 이동 동선	31

그림 3-1. 하계연구동 재건축 가능 부지(붉은 점선내 건축물은 기존 건축물)	44
그림 3-2. 연구동 및 숙소동의 문제점 및 노후 현황	49
그림 3-3. 기존 중장비보관동과 창고동 현황	50
그림 4-1. 공사로 인한 대기오염물질 영향 평가 대상지역 범위	54
그림 4-2. 제안된 활동으로 인해 영향이 집중되는 세종기지 부지내 지역	55
그림 5-1. 부두 인근의 저서 생물상	60
그림 5-2. 부두 인근의 저서 동물상	61
그림 5-3. 세종기지 주변 식생분포도(상, Kim et al. 2007)와 바톤반도 전체 현존식생도 (하, 2012~2016)	62
그림 5-4. 바톤반도에 분포하는 조류 분포 조사 자료 (2014-15년 자료)	64
그림 6-1. 공사시 24시간 평균 PM-10 등농도곡선(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70
그림 6-2. 공사시 24시간 평균 NO ₂ 등농도곡선(단위 : ppb)	70
그림 6-3. 공사시 24시간 평균 SO ₂ 등농도곡선(단위 : ppb)	70
그림 6-4. 공사시 24시간 평균 CO 등농도곡선(단위 : ppb)	70
그림 6-5. 공사 장비 운영으로 인한 비산먼지 발생 억제 및 안전사고 방지를 위한 현장 운영 계획	71
그림 6-6. 건설공사로 인한 먼지 발생 방지를 위한 건설자재 제작 및 현장 작업 계획	72
그림 6-7. 분야별 중요 액티브 계획	73
그림 6-8. 공사시 장비 가동에 의한 소음영향예측	75
그림 6-9. 유류탱크 철거 및 설치 세부 계획	75
그림 6-10. 세종과학기지 오수처리 계통도 및 유입수와 방류수 비교	76
그림 6-11. 공사시 장비가동에 의한 소음영향예측	83
그림 6-12. 하계연구동 및 정비동 PC기초 개념도	84
그림 6-13. PC기초 줄기초 터파기로 물량 최소화 및 굴착시 진동 최소화	84



[요약문]

I. 활동의 개요

남극세종과학기지(이하, 세종기지)는 남극 남셰틀랜드군도 킹조지섬 바톤반도에 1988년 건설되어 남빙양의 해양물리, 지구물리, 지질, 육상 및 해양 생태계 연구를 수행해 오고 있다. 특히 기후변화의 영향이 뚜렷하게 나타나고 있는 지역적 특성에 주목하여 국내외 연구자들의 기후변화에 대한 생태계 반응연구가 활발히 진행 중이다.

세종기지는 1988년 준공 이래 1991년에 창고와 장비보관동 증축공사, 2008년 본관동, 발전동 등 비교적 큰 규모의 신축과 개축 공사를 수행하여 현재에 이르렀다. 그러나 30년 가까이 사용한 연구시설과 하계숙소동 및 일부 건축물의 경우 노후로 인한 안정성문제 등이 제기되어 철거 후 개축이 필요한 상태이며, 일부 건축물은 보수보강이 필요하다.

기존의 세종기지에서 철거될 건축물의 연면적은 약 769㎡이며, 철거되는 건축물의 용도를 대신하여 재건축되는 하계연구동 등의 연면적은 약 1,636㎡로 최소수명은 25년으로 예상된다. 건물의 안전성과 내구성 및 활용도 향상을 위해 구조 변경 등 보수·보강예정인 건물의 연면적은 1,244㎡로, 이 경우 최소 수명은 15년으로 예상된다. 이외 친환경 기지 운영을 위해 약 60kW 용량의 태양광발전시스템을 도입하고 기존의 유류탱크를 이중벽구조의 유류탱크로 교체하여 환경에 대한 영향을 저감하고자 한다.

II. 평가수준의 결정 근거

제안된 활동은 세종기지 부지 내에서 노후 건축물 일부를 철거한 후 동일 부지에 기존의 건물 기능을 통합한 건물을 재건축하고 기존 시설의 사용성 및 환경에 대한 영향 저감을 위해 보수·보강하는 건설 공사로서, 장기적으로는 재생에너지 사용과 에너지 효율, 기지 안정성 등이 향상되어 남극 환경에 대한 영향을 저감할 수 있을 것으로 판단된다. 국내외 사례에서와 같이 이미 교란이 이루어진 기지 부지 내에서만 이루어지는 활동으로, 본 공사로 인해 남극 환경에 미치는 영향은 사소하거나 일시적인 영향으로 예측되어 초기환경영향평가 수행을 결정하였다.

III. 제안된 활동에 대한 대안

제안된 활동의 대안으로는 활동의 가장 큰 비중을 차지하고 있는 하계연구동의 건축계획을 바꿀 경우, 기존 구조물 보수·보강만을 시행할 경우, 태양광발전시스템의 설치 위치, 그리고 활동을 하지 않을 경우 4가지 대안을 설정하였다.

하계연구동은 에너지 사용을 최소화하기 위한 집약적 2층구조의 디자인으로 용도별 실을 통합하여 각 층별로 배치한 효율적인 구조를 선정하였다.

연구동과 숙소동을 보수 보강만 할 경우 그 간 지속적으로 제기된 소음과 진동, 부식 문제를 해결할 수 없어 사용자의 안전문제, 연구효율성 저하 등을 해결하기 위하여 해당 건물은 재건축하는 것으로 결정하였다.

태양광발전시스템은 지반교란의 최소화와 설비 용량을 늘리기 위해 하계연구동 지붕에 설치하는 안으로 선정하였다.

IV. 세종과학기지 주변의 환경 현황

세종기지가 위치한 바톤반도의 약 반은 아직도 만년빙 또는 만년설에 의해 덮여 있으나, 노출된 지반에는 선태식물, 지의류, 해양조류 및 무척추 동물 등 다양한 생물들이 서식하고 있다. 그러나 1988년 형성된 기지 부지내에는 뚜렷한 생물상을 관찰하기 어렵다.

세종기지 주변은 지리적 특성상 강한 바람이 자주 부는 곳이며 여름철에는 북서풍과 동풍이, 겨울철에는 동풍과 북풍이 우세하다.

기지 부지는 주로 빙퇴석층(moraine)으로 이루어져 있으며 원마도가 매우 나쁘지만 해안가는 원마도가 양호한 자갈로 구성된다.

기지에서 동남쪽으로 약 2km에는 남극특별보호구역 171번 나레브스키 포인트가 위치하고 있으며 젠투펭귄과 턱끈펭귄 군서지로 2009년에 지정되었다.

V. 제안된 활동으로 인한 영향 예측, 평가 및 저감 방안

세종기지 증축공사에 따른 남극 환경에 대한 영향 평가는 지난 27년간 세종기지 주변에서 수행한 연구 및 관측자료와 운영 자료를 토대로 실시하였다. 건설로 인한 대기오염물질, 연료 및 유류 유출, 폐기물, 오폐수, 소음 발생 및 생태계 영향 등과 같은 주요 요인에 대하여 환경적 영향을 예측하고 이를 감소시키기 위한 최적의 저감 방안을 수립하였다. 또한 건설 이후 운영시에도 에너지 소모로 인한 대기오염물질 발

생을 줄일 수 있도록 최적의 저감 방안을 수립하였다.

제안된 활동으로 인해 예상되는 주요 환경 영향 요인으로는 연료사용으로 인한 불가피한 대기오염물질 배출, 오일교환, 급유 시 연료 유출, 건설폐기물, 폐유, 생활폐기물 등 유해 및 무해 폐기물 발생, 건설 시 발생하는 오폐수, 장비 가동으로 인한 소음 발생, 해양 및 육상 생태계의 교란 가능성 등 이다.

대기오염물질의 배출을 줄이기 위해 공사중 불필요한 공회전을 없애고 공사장비가 동시에 투입되지 않도록 작업 공정을 수립하며 연료 소비를 최소화 하는 장비 이동 경로를 확보할 계획이다. 운영시 유류 사용량을 최대한 줄이기 위하여 외피면적을 최소화하고 건물의 벽체, 지붕, 바닥, 창호에 고성능 단열재를 사용할 계획이며 건물내 열원 및 환기설비의 고효율화와 태양광발전시스템을 도입할 계획이다.

건설시 가설시설에서 발생하는 오폐수는 침지식분리막 활성슬러지공법으로 처리하여 국내 청정지역 방류수수질 기준 (BOD 5mg/l 이하, COD 20mg/l 이하, SS 10mg/l 이하)에 부합하도록 처리하여 방류할 계획이다.

소음의 경우 공사 부지 인근에 서식하는 도둑갈매기류에 큰 영향이 미치지 않도록 건설시 장비를 분산 투입할 계획이다.

세종기지 주변에 주요 생물종 서식지가 존재하지 않는 점을 감안하면, 제안된 활동으로 주변 생태계에 심각한 영향은 미치지 않을 것으로 판단된다.

VI. 모니터링 및 검증

세종기지 증축공사로 인하여 야기될 수 있는 환경영향 요인은 공사기간 동안 지속적으로 감시할 계획이며, 운영시 환경변화의 지속적인 모니터링은 극지연구소에서 수행하고 있는 ‘남극과학기지 포괄적 환경모니터링 및 장기환경자료 DB구축’의 일환으로 수행될 예정이다. 환경영향 요인에 대한 지속적인 모니터링을 통하여 기지 운영을 개선하고 변경하여 환경적 영향을 최소화할 것이다.

VII. 결론

세종기지 부지내에서 기존 연구동을 철거하고 하계연구동과 정비동을 재건축하는 활동과 이중벽구조로의 유류탱크 교체 및 노후시설의 보수 보강 공사로 인하여 남극 환경에 미치는 영향은 중점 항목 평가를 통한 각 항목 별 영향 예측 결과와 같이 ‘소하거나 일시적’일 것으로 판단된다. 또한 본 환경영향평가서에서 제시한 저감 방안

을 준수하여 그 영향은 더욱 줄어들 것으로 기대된다. 또한 노후 시설의 개선과 환경 영향 저감을 위한 설비 개선을 통해 향후 기지 운영으로 인한 남극환경에의 직간접적인 영향을 저감할 수 있을 것으로 기대된다.



○ 남극 현지 공사기간

- 1차년도 남극활동(공사) 기간 : 2016년 11월부터 ~ 2017년 4월까지
- 2차년도 남극활동(공사) 기간 : 2017년 11월부터 ~ 2017년 12월까지

○ 공사규모

구분	증축	보수보강	철거	기타
연면적(m ²)	1,635.7	1,244.0	768.8	유류탱크 교체 외

○ 세부 공사내용

- 철거 대상건축물

구 분	규 모(m ²)	비고
지질지구물리연구동	175.00 m ²	구조물 노후화로 보수를 통해 내구성을 유지(향상)할 수 없는 한계에 도달
생물해양연구동	268.00 m ²	
숙소1동	210.00 m ²	
舊목재창고 & 잠수동	115.80 m ²	
합 계	768.80 m ²	

- 보수보강 대상건축물 (예상수명: 최소 15년)

구 분	규 모(m ²)	비고
폐기물처리동(구정비동)	144.00 m ²	기지발생 폐기물처리 공간 확보
숙소2동	140.00 m ²	보수 후 남극세종과학기지 ¹⁾ 역사관실로 활용예정
증장비보관동	160.00 m ²	전면 행거도어 교체 등(궤도차량 전용 보관)
장비보관동&창고동	800.00 m ²	전후면 외벽교체, 방풍셔터설치, 바닥 슬래브조성 등
유류유출방지시설	-	유류탱크 전면교체 및 유류탱크하부 보수보강 및 캐트워크 설치 등
합 계	1,244.00 m ²	

1) 역사관실 : 역사관실 내부 시설 및 기자재는 본공사에서 제외

- 증축 대상건축물 (예상 수명: 최소 25년)

구 분	규 모(m ²)	비고
숙소 연구동	1,475.64 m ²	침실, 연구실, 휴게실&도서관 등
정비동	160.05 m ²	정비실, 냉동냉장실, 잠수정비실, 사무실 등
합 계	1,635.69 m ²	

- 기타 부대공사

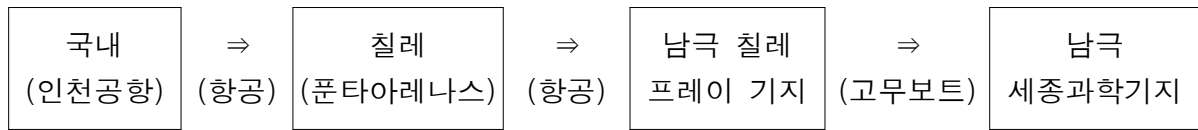
토 목	기계설비	전기설비	비고
- 배수로 공사 - PC기초 및 지중암거	- 저유탱크 교체 - 감시제어시스템 - 냉동·냉장실	- 태양광 발전설비	

○ 연차별 추진계획

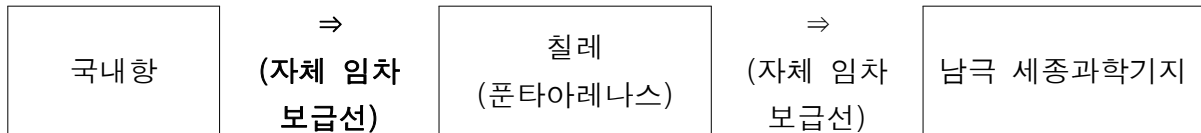


○ 이동 정보

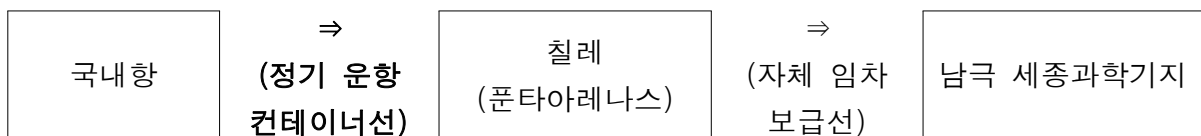
- 인력 이동



- 1차년도 자재 이동



- 2차년도 자재 이동



○ 활동 책임자 및 참여 인원

- 활동 책임자 인적사항

성명	소속	직책	주소 및 연락처
지정민	극지연구소 시설보안팀	선임기술원	인천시 연수구 송도미래로 26 (032-770-8740)

- 시공사 참여 인원 (1차년도 계획)

시공사 참여인력	No.	직종	인원	담당 업무	비고
	1	관리	5명	현장대리인 및 안전관리자	
	2	다기능	22명	콘크리트공 및 건축 내외장 작업	
	3	장비	6명	건설중장비 및 하역장비 조종	
	4	철골	8명	철거 및 증축동 철골 세우기	
	5	설비	12명	건축 기계설비, 유류탱크 교체 등	
	6	전기	8명	건축 전기설비 작업	
	합계		61명		

- 시공사 참여 인원 (2차년도 계획)

시 공 사 참 여 인 력	No.	직 종	인원	담당 업무	비고
	1	관리	3명	현장대리인 및 안전관리자	
	2	다기능	10명	콘크리트공 및 건축 내외장 작업	
	3	장비	4명	건설중장비 및 하역장비 조종	
	4	철골	4명	철거 및 증축동 철골 세우기	
	5	설비	6명	건축 기계설비, 유류탱크 교체 등	
	6	전기	4명	건축 전기설비 작업	
	합 계		31명		

○ 다른 남극협의 당사국과의 공동 활동 : 무



그림 1-2. 세종과학기지 증축공사 조감도

1.2 남극 활동 내용

1.2.1 활동의 목적 및 필요성

남극세종과학기지(이하, 세종기지)는 남극 남셰틀랜드군도 킹조지섬 바톤반도에 1988년 건설되어 남빙양의 해양물리, 지구물리, 지질, 대기과학, 육상 및 해양 생태계 연구의 기반이 되어왔다. 특히 기후변화의 영향이 뚜렷하게 나타나고 있는 지역적 특성에 주목하여 국내외 연구자들의 기후변화에 대한 생태계 반응연구가 활발히 진행 중이다.

1988년 2월 준공된 세종기지의 시설은 준공 이후 1991년과 2008년에 2번의 증개축을 통하여 현재 모습으로 운영 중이다.

특히 세종기지의 2차 증축은 남극에서의 기지운영에 필수적인 주요 전기 설비와 기계 설비를 전면 교체하여 기지운영의 효율성과 안전성 향상을 도모하였고 열병합 설비를 도입하여 기지를 보다 친환경적으로 운영하고자 하였다. 월동기간 동안 대원들의 안전과 편의를 위해 생활 편의시설을 하나의 건물에 배치한 생활관동을 신축하여 고립된 지역에서 1년 남짓 근무해야하는 월동연구대의 근무환경을 개선하는 동시에 동계기간 동안의 에너지 소모를 줄이고자 하였다.

세종기지의 건물과 시설은 극한의 환경(강풍, 적설, 부식 등)에 항시 노출되어 있어 정상적인 운영을 위해 구조물 내구성 저하를 막기 위한 지속적인 유지관리가 무엇보다 중요하다. 기지 준공 이후 국내에서 전문 분야별 월동연구대를 파견하여 일반적인 기지 유지관리업무를 수행하였고 이와 별도로 정기 유지보수인력을 남극하계기간에 파견하여 보다 전문적인 유지보수를 시행하였으나 30년 가까이 사용한 일부 건축물의 경우에는 유지보수를 통하여 건축물 본연의 기능을 지속하기에는 한계에 도달하였다.

특히 과학기지로서의 기능 수행을 위한 연구기반시설(지질지구물리연구동, 생물해양연구동) 및 거주시설인 숙소 1, 2동은 부식으로 인한 노후화로 구조적 안정성이 저하되었다(그림 1-4). 또한 그간 컨테이너 건물의 구조적 문제로 연구자와 방문자의 민원이 끊이지 않았던 소음, 진동 문제를 근본적으로 해결 방안이 절실한 상황이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 한국해양과학기술원 극지연구소에서는 우리 정부의 지원을 받아 해당 건축물과 시설을 철거하고 동일 부지에 보다 견고하고 남극 환경에

친화적인 건물을 재건축하고자 한다. 이와 더불어 거주 및 연구동 이외에 기지운영에 필요한 다양한 장비의 보관을 위한 중장비보관동과 창고동 등 부대 건축물은 보수·보강하여 내구성과 활용성을 증대시키고자 계획하였다.

또한 남극 환경에의 유해한 영향을 사전에 예방하고 저감하고자 유류보관 시설을 교체하고 기존 정비동을 용도 변경하여 폐기물관리시설을 신설하고자 한다. 기존의 노후된 단일벽 구조의 유류탱크는 이중벽 구조의 탱크로 교체하여 남극국가운영자위원회(COMNAP)에서 제안하는 ‘Fuel Manual’의 유류저장에 관한 요건을 적극적으로 수용하고 폐기물처리동을 신설하여 기지운영의 안정성과 효율성을 도모할 계획이다. 제안된 활동을 통하여 일시적인 환경 영향이 발생할 수 있으나 장기적으로는 기지운영으로 인하여 발생하거나 발생할 수 있는 남극 환경에 대한 영향을 저감할 수 있을 것으로 판단되며, 남극방문연구자에게 보다 안전하고 쾌적한 연구환경을 제공하여 남극과학발전과 인류 공동의 관심사인 기후변화 연구에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



그림 1-3. 세종과학기지 현황



그림 1-4. 극심한 부식 환경에 노출된 남극세종과학기지 건축물



그림 1-5. 사용성 저하된 건축물과 부식이 진행중인 단일벽 유류탱크

1.2.2 상세 내용

1.2.2.1 주요 활동 지역

제안된 활동지역은 우선 철거 후 재건축을 계획하고 있는 기존의 연구동 및 숙소동이 위치한 지역이며, 보수보강을 위한 공사는 중장비보관동, 정비동, 창고동 지역이다 (그림 1-6, 표 1-1). 또한 현재 유류탱크 설치 지역에서 교체작업이 진행될 계획이고, 모든 건설인력의 숙식은 기지 부지내에서 이루어질 예정이므로 전체적인 활동지역은 남극세종과학기지 부지 내로 한정 된다.

1.2.2.2 하계연구동 설치

본 공사를 통하여 기존의 2개 연구동과 숙소 1동은 철거되고 숙소 2동은 용도 변경을 통하여 ‘남극연구 역사관실’로 활용될 계획이다. 이들 건물의 기능을 대신하기 위하여 하계연구동을 기존 연구동 부지에 재건축하고, 재건축되는 하계연구동은 연구기능 외 거주기능과 휴게기능을 포함한 복합 연구동 개념으로 연구실험모듈과 하계숙소 모듈로 계획되었다(그림 1-7).

또한 재건축되는 하계연구동은 단일건축물로 기존 용도별 개별 건축물로 운영될 경우와 비교할 때 에너지 소비를 최대한 절감할 수 있도록 계획되었다.

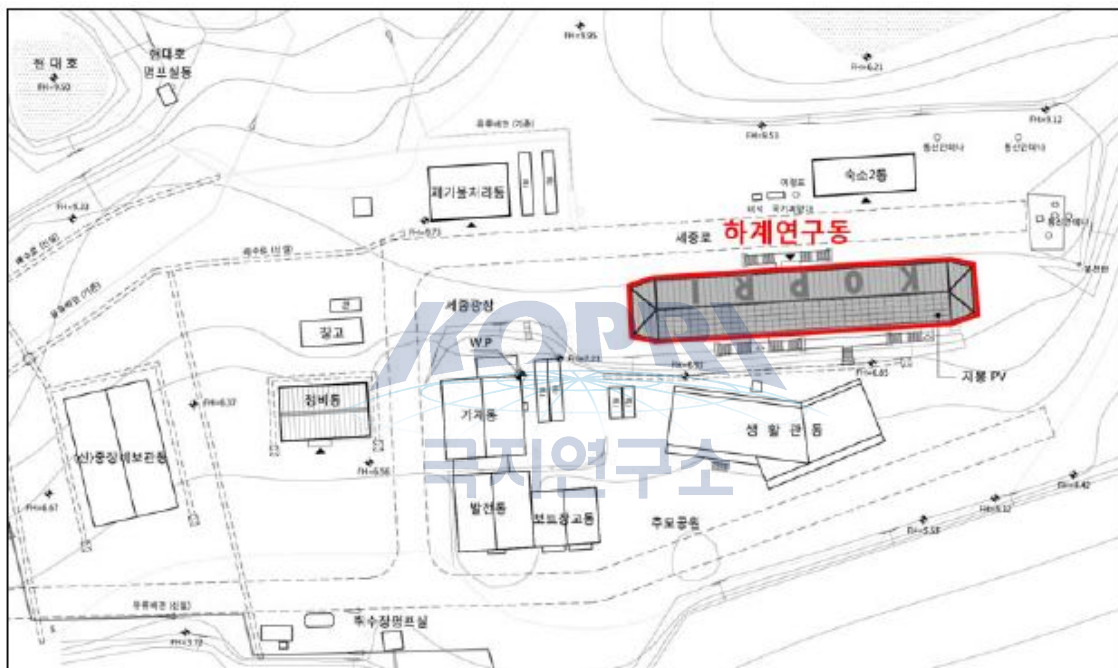


그림 1-7. 하계연구동 설치 위치도



그림 1-8. 하계연구동 투시도(재건축)

○ 연구실험 모듈

하계연구동내 연구실험 모듈은 1층으로 통합하여 분산 배치된 건물의 그룹화 계획으로 통일성 및 인지성을 확보하도록 하였고 좌측에는 Wet Lab, 우측에는 Dry Lab.을 배치하였으며, 운영시기와 이용 시간대를 고려하여 숙소동과 연구동의 층별 조닝으로 각 시설별 독립성을 확보하도록 계획하였다. 공용공간을 중앙에 배치하여 접근성과 연구자 근무환경 개선을 도모하였다.

표 1-2. 하계연구동 연구모듈 면적 계획

현재(공사전)			변경(공사후)	
구분	면적(m ²)		구분	면적(m ²)
연구 공간	Dry Lab	63.1	Dry Lab	118.41
	Wet Lab	35.0	Wet Lab	231.45
	해양연구실	109.0		
	대기과학연구실	46.0	대기과학연구실	68.68
	저온실험실	21.9	연구실	51.84
	시료전처리실	28.3		
	소계	303.3	소계	470.38

○ 하계숙소 모듈

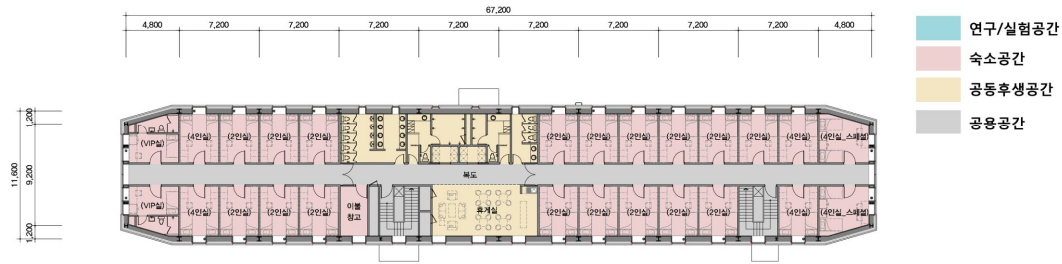
하계숙소 모듈은 기존 다인실(8인)을 폐지하고 1인실~4인실로 구성하여 거주환경을 개선하였다. 하계연구 기간에만 활용되는 숙소 모듈 특성상 동계기간 중에는 폐쇄하여 에너지 절감을 도모할 수 있도록 계획하였고 장방형 단위 모듈 계획으로 연구자 개인 프라이버시 확보에 유리한 평면을 선정하였다. 숙소 모듈을 2층의 단일층에 배치하여 하계기간 주야로 활용되는 연구실험실에서 발생하는 소음 영향을 저감하고자 하였다(그림 1-9).

이 외에도 하계숙소동 내 샤워실, 세탁실과 같은 편의시설을 계획하여 장기간 기지 생활의 편의성 향상을 도모하였다.

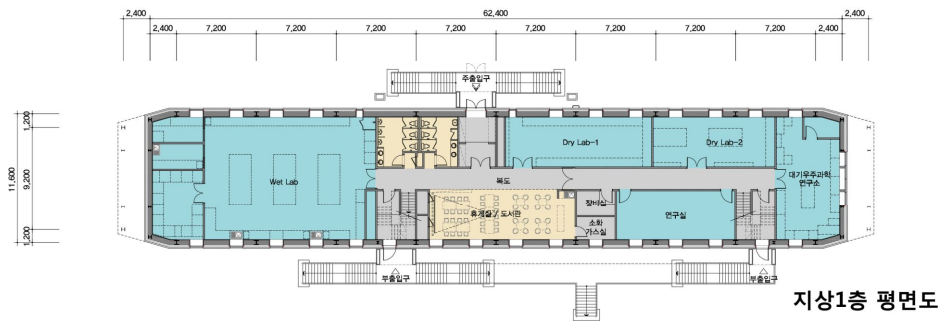
표 1-3. 세종과학기지 수용인원 가능 현황 및 공사 후 수용 가능 인원

현재(공사전)				변경(공사후)			
구분		실수	수용인원	구분		실수	수용인원
생활관동	1인실	18실	18명	생활관동	1인실	18실	18명
숙소1동	2인실	11실	22명	하계 연구동 (60명)	1인실	2실	2명
숙소2동 (51명)	2인실	1실	2명		2인실	17실	34명
	3인실	5실	15명		4인실	6실	24명
	4인실	1실	4명				
	8인실	1실	8명				
합계		37실	69명	합계		43실	78명

○ 평면도



지상2층 평면도



지상1층 평면도

그림 1-9. 하계연구동 평면도

표 1-4. 하계연구동 실별 면적표

층별	구분	실명		면적(㎡)	비고
1층	연구부분	대기우주과학연구실		68.68	
		Dry Lab.		118.41	
		Wet Lab.		231.45	
	공동후생	연구실		51.84	
		휴게실&도서관		63.67	
		화장실(남,여)		31.46	
		공용공간		140.33	
소계			705.84		
2층	숙소부분	침실	2인실	293.76	17실
			4인실	69.12	4실
			4인 스페셜	41.04	2실
			VIP실	41.04	2실
	공동후생	이불창고		12.72	
		휴게실		46.39	
		화장실(남,여)		41.04	
		샤워실(남,여)		35.40	
		세탁실		7.9	
		공용부분		168.96	
		소계			757.37
총 연면적			1463.21		

1.2.2.3 정비동 설치

현재 남극세종과학기지 정비동은 유지보수 장비 정비 공간 제공이라는 건축물 본연의 기능 외에 소각기가 설치되어 소각가능한 기지 발생 폐기물을 처리하는 용도로도 활용된다. 특히 남극하계기간 중 기지체류인력의 증가로 기지 발생 폐기물 또한 증가하여 효율적이고 안전한 폐기물 처리와 원활한 정비동 기능을 수행하기 위해서는 두 기능을 분리한 독립 건물의 필요성이 제기되고 있다. 또한 소각기에서 발생하는 배출가스가 기지내 운영 중인 대기관측 장비에 미치는 영향이 크므로 임의의 위치를 선정하여 소각기를 가동할 수 없는 현실을 반영하여 기존 정비동을 폐기물처리동으로 활용하고 정비동은 현재 목재창고 철거 후 해당 위치에 재건축하는 것으로 계획하였다. 재건축되는 정비동에는 해양연구에 필수적인 잠수동 기능을 흡수하고 협소한 냉동냉장시설을 보완코자 신규 냉동냉장 창고를 건물내 반영하였다. 또한 과학잠수 활동시 비상상황을 대비하여 일체형 감압챔버를 옥외 설치할 계획이다.

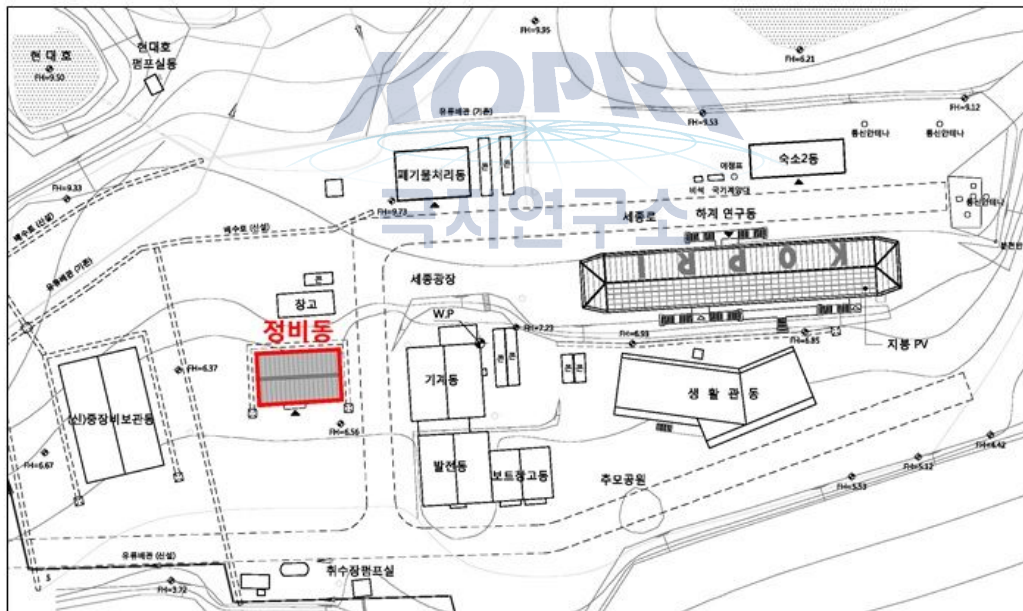


그림 1-10. 재건축 정비동 위치도 (붉은색 표시)

○ 정비동 평면도 및 실별 면적표

실명	정비실	냉동 냉장실1	냉동 냉장실2	전실	사무실	잠수 준비실	합계
연면적(㎡)	86.77	22.62	25.88	8	11.39	23.79	86.77

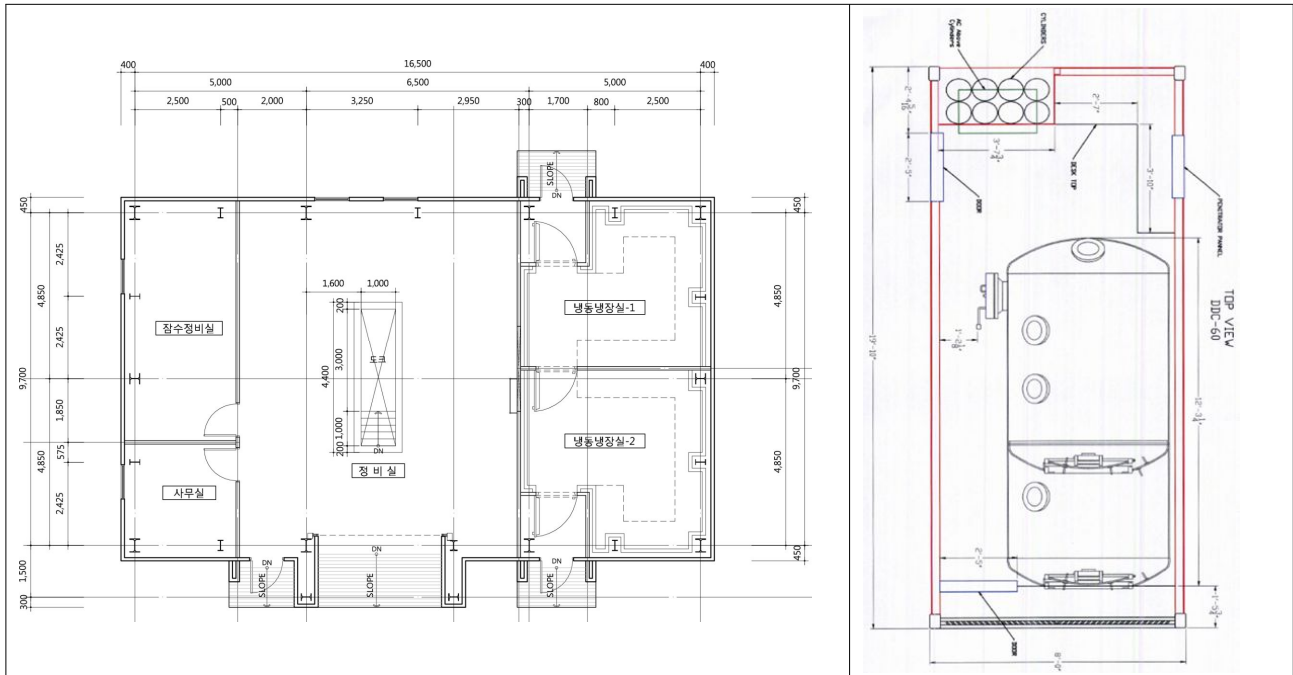


그림 1-11. 정비동과 측면 옥외 설치할 감압챔버 평면도

1.2.2.4 기존 건축물 보수·보강 및 용도변경

○ 보수·보강

1988년과 1991년 준공된 건축물 대부분은 월동연구대의 정기 유지보수에도 불구하고 극심한 환경에 노출되어 골조 및 외장재의 부식이 심각한 수준이다. 이에 앞서 언급한 바와 같이 상대적으로 중요도가 높고 골조 부식 및 구조적 한계로 보수가 어려운 건축물은 철거 후 재건축하는 것으로 계획하였으나 기지운영을 위한 부대 건축물은 상대적으로 중요도가 낮고 별도의 기계·전기설비가 필요하지 않으므로 일부 보수보강을 통하여 구조물의 내구성과 사용성을 증가시키기로 결정하였다(그림 1-12).

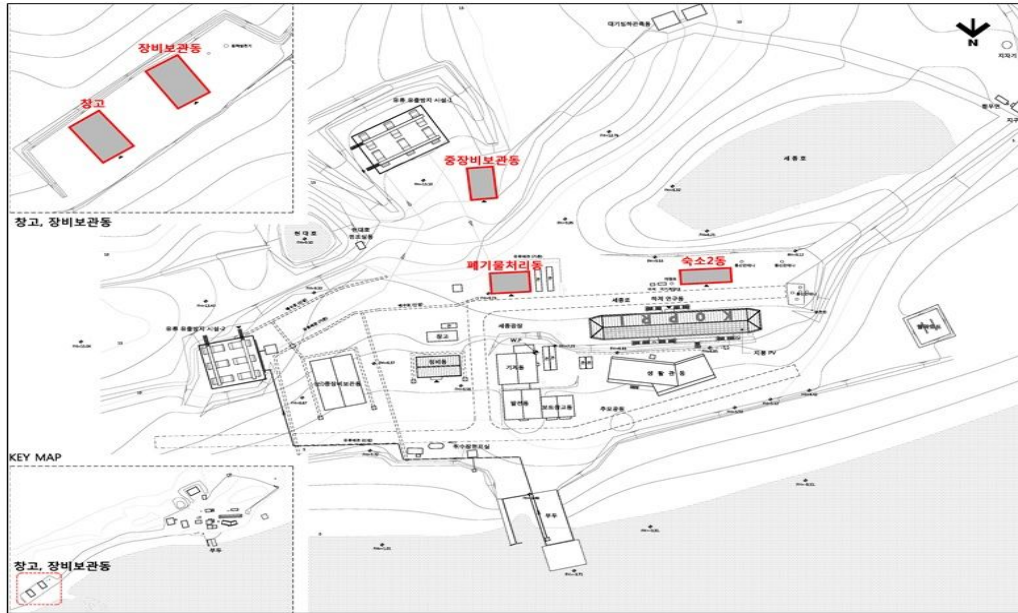


그림 1-12. 보수보강 대상 건축물 (붉은 표시)

숙소2동 (140㎡)	중장비보관동 (160㎡)	장비보관동 및 창고동 (800㎡)
이전설치 후 남극세종과학기지 역사관실로 활용	전면 행거도어 교체 등 (궤도차량 전용 보관)	전후면 외벽교체, 방풍셔터설치, 바닥 슬래브 등
		

○ 용도변경

정비동 -> 폐기물처리동

상기 1.2.2.3 정비동 설치에서 언급한 바와 같이 기존의 정비동은 보수보강하여 폐기물처리동으로 용도 변경될 계획이다. 기지 운영시 각 동에서 수거된 각종 폐기물은 ‘대한민국남극과학연구단 폐기물관리지침’에 따라 1차적으로 폐기물처리동에 수집 보관되며, 최종적으로 나무박스에 성상별, 종류별로 포장 후 선박을 통해 남극외로 반출된다. 폐기물처리동에서는 기존의 소각시설이 운영되며, 생활폐기물 분리수거장, 건전지 등의 지정폐기물 분리수거장 등이 분리 운영될 계획으로 상세 활용계획은 그

림 1-13과 같다.

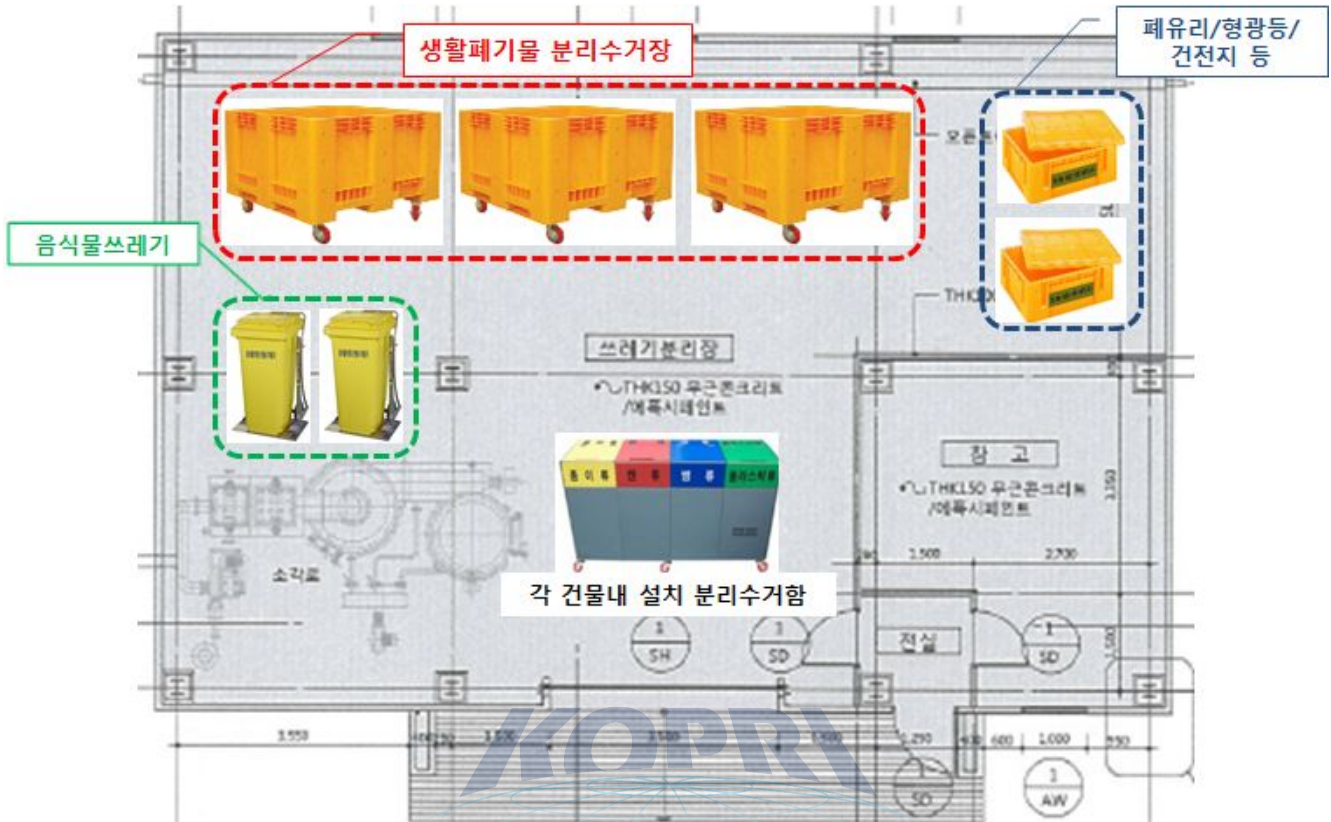


그림 1-13. 폐기물 처리동 공간 활용계획

세종과학기지에서 운영되고 있는 소각시설은 횡형축로식으로 1~2차 연소실과 버너 등으로 구성되어있다. 소각기의 운영은 폐기물관리지침에 따라 소각 가능한 음식물쓰레기와 재활용이 어려운 폐지 등을 소각하며 하계기간에는 거의 매일 가동하고 동계기간에는 주 2-3회 가동하고 있다. 소각 후 발생하는 재는 매립쓰레기로 분리하여 남극외로 반출된다.

숙소2동 -> 남극세종과학기지 역사관실

우리나라 남극진출의 상징인 남극세종과학기지 내에 우리의 남극 연구와 탐험 역사를 보존하고 기지 방문자와 연구자들에 대한 교육과 홍보의 장으로 활용하기 위하여 기존의 숙소 2동을 보수·개조하고 역사관실로 용도 변경하여 활용기로 계획하였다. 용도 변경된 숙소 2동 내부공간은 우리나라 극지연구의 발자취와 기지 소개, 남극기지 방문을 기념할 수 있는 기념품 점 그리고 숙소 일부를 보존하여 최초 기지 생활상을 전시하는 것으로 계획하였다.

1.2.2.5 노후 유류탱크 교체

기지운영에 필요한 유류(극지용 경유)를 보관하기 위하여 900tonf 용량의 유류탱크가 설치되어 있다. 각 유류탱크 용량은 150tonf으로써 총 6기이다(그림 1-14). 유류탱크 재질은 SS400이며 두께는 9mm 강판 1겹으로 1988년 기지 건설당시 제작되었고 2008년에는 유류유출로 인한 환경사고에 대비하기 위하여 남극국가운영자위원회(COMNAP)가 제공하는 Fuel Manual에서 권고하고 있는 여러 가지 방법 중 유류탱크 주변에 유류오염방지턱(Oil Bund)을 설치하는 방안을 채택하여 설치하였다(그림 1-15).

콘크리트 구조물로 제작된 Oil Bund 특성상 열화작용 및 균열이 발생할 수밖에 없으므로 보다 근본적인 유류유출 방지를 위해서는 동 매뉴얼의 제안사항 중 하나인 이중벽 유류탱크를 제작하는 것이 보다 안전한 방법이라 할 수 있다. 이에, 기존 유류탱크를 철거하고 기존 위치에 신규 제작된 이중벽 구조의 유류탱크를 설치하여 남극 환경에 대한 영향을 사전에 방지하고자 한다.

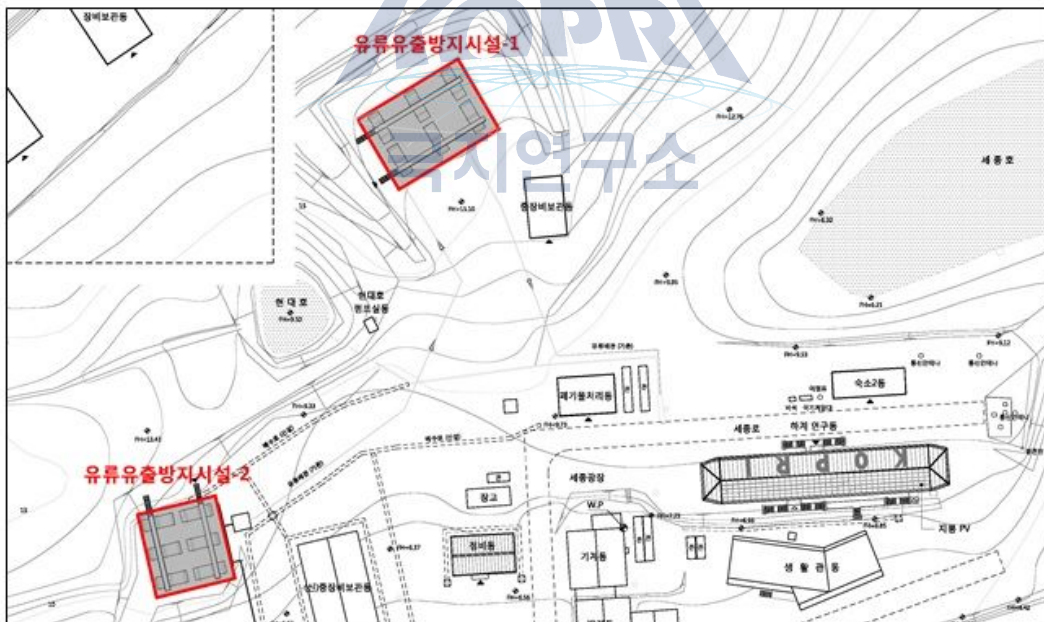


그림 1-14. 남극세종과학기지 내 유류탱크 설치 위치 (붉은 표시)



Spillage containment

The containment facility shall have the capacity to contain the contents of at least the largest tank, should a spill occur, plus an allowance of at least 10% for snow, ice or water accumulation.

- Containment may take various forms including, for example:
- Bunding around the installation or around individual tanks;
- Remote bunding with interconnecting drainage from tank installation
- Double skin tanks, horizontal or vertical, with the outer skin being the containment; or
- Flexible bladders within containment structure.

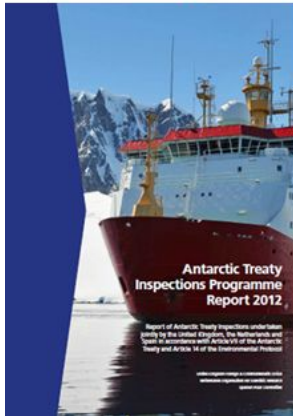


그림 1-15. 노후화된 기지 유류탱크 및 COMNAP 유류탱크제작 권고사항

유류 탱크 제거시 탱크 내에 남아있는 유류의 유출이 있을 수 있으므로 유류 유출로 인한 토양오염 예방을 위하여 연차별 철거 및 설치를 위한 세부계획을 수립하였다(그림 1-16).



그림 1-16. 연차별 유류탱크 철거 및 설치 계획과 교체작업장 위치

1.2.2.6 기타 부대시설

○ 배수로 설치

2008년 신축한 중장비보관동의 경우 장비 입반출, 정비 등을 위하여 기지 주요 건물과 최단 거리 동선을 유지하도록 아래와 같이 계획하였으나, 남극 하계기간 중 융설수의 과다 유입으로 식수원인 현대호의 범람함께 주변 융설수가 보관동 내에 유입되어 장비보관에 문제점이 발생하고 있다. 따라서, 제안된 활동 중에 중장비보관동 주변에 배수로를 설치하여 건물의 사용성을 높이고 부가적으로는 융설수로 인한 해안가 침식을 방지하고자 한다.

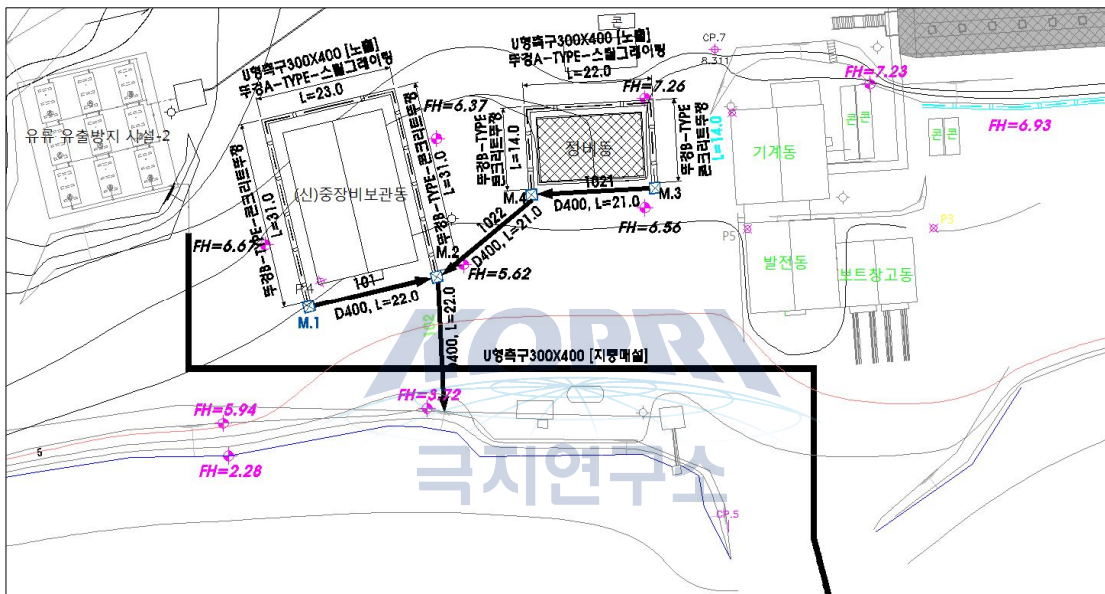
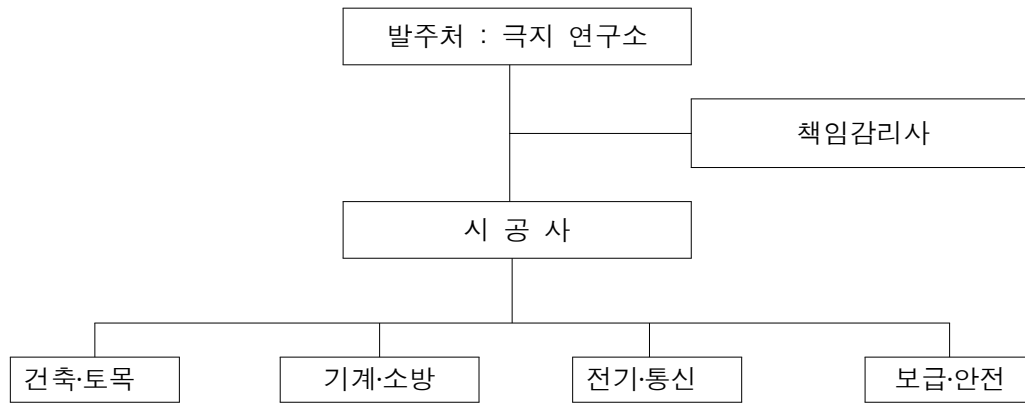


그림 1-17. 중장비보관동 주변 배수로 설치 도면

1.2.3 현장조직 및 인력운영

1.2.3.1 남극현장조직

공사인력의 이동에 막대한 예산이 소요되고 남극 입출이 극히 제한적인 현장여건을 반영하여 최적의 인력규모를 도출하고 최소 임계규모의 조직을 구성하여 공사를 수행할 계획이다.



1.2.3.2 인력운영

인력운영 기본방향은 작업효율을 최대화하는 방향으로 다음과 같이 설정하였다.

사업주인 극지연구소와 책임감리사에서는 공정관리 및 품질관리를 위하여 최소의 인력(검사원, 책임감리원 등)을 파견하며 시공사에서는 현장책임자(현장대리인)와 각 분야별 담당자를 파견할 계획이다. 기능 인력은 직종별로 최소화한 56명을 선발하고 공종별로 작업을 이끌 수 있는 작업반장을 선임하여 신속정확하고 정밀시공을 할 수 있도록 계획하였다. 현장 출입이 극히 제한적인 현지여건을 감안하여 직종별 인원은 담당 작업 종료 시 타 직종의 지원인원으로 투입하는 Full system으로 운영할 계획이다.

표 1-5. 공사 참여 인원 및 직책별 담당 업무

극지연구소 책임감리사	No.	직책	담당업무	비고
	1	검사원	본공사 총책임자(검사원 업무 병행)	극지연구소
	2	//	전기, 기계분야 검사원	//
	3	책임감리원	책임감리 단장(건축)	책임감리사
	4	//	기계, 소방설비 담당	//
	5	//	전기, 통신설비 담당	//

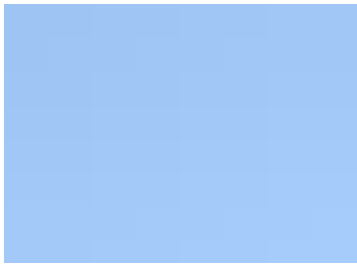
시공사 관리인력	No.	직책	담당업무	비고
	1	현장대리인	현장시공자를 대표하여 시공 총괄	건설 1차 년도
	2	토목, 건축공구장	토목, 건축분야 시공담당	
	3	기계, 소방공구장	기계, 소방분야 시공담당	
	4	전기·통신공구장	전기, 통신분야 시공담당	
	5	품질, 안전	품질, 안전(해상 포함) 담당	
	1	현장대리인(건축)	현장시공자를 대표하여 시공 총괄	건설 2차 년도
	2	기계, 소방공구장	기계, 소방분야 시공담당	
	3	전기·통신공구장	전기, 통신분야 시공담당	

시공사 기능인력	No.	직종	인원	담당작업	비고
	토목, 건축	목공	3명	거푸집제작설치, 칸막이벽설치 등	건설 1차 년도
		철골공	8명	철골조립설치, 하역작업, 옥외배관	
		천정공	2명	천정틀 및 천정재 설치	
		도장공	2명	철골도장 및 각종 도장작업	
		도배공	2명	침실, 대장실 등 도배작업	
		콘크리트공	4명	현장콘크리트생산 타설 및 양생, 토공작업	
		철근공	3명	철근 가공조립	
		타일공	2명	화장실 및 주방 타일 설치	
		미장공	2명	콘크리트표면 마감미장	
		중기조종원	6명	크레인, 백호 등 중장비 조종	
		측량사	1명	현지측량	
		총무	1명	후생복지 및 식당 비품관리	
	소계		36명		
	기계, 소방	배관공	6명	배관조립설치	건설 2차 년도
		보온공	2명	배관재 보온작업	
		용접공	2명	배관용접	
		덕트공	2명	공조덕트 작업	
		소계	12명		
	전기, 통신	전공	4명	전력간선 및 옥내 배선 등 전기공사	
		통신공	4명	방송, CCTV, 유무선 통신공사	
		소계	8명		
	총원		56명		
	토목, 건축	다기능	10명	건축 내외장 작업	건설 2차 년도
		장비	4명	건설중장비 및 하역장비 조종	
		철골, 판넬	4명	건축외장 판넬 작업	
	기계	배관공	6명	건축 기계설비, 공조 덕트 작업	
	전기	내선전공	4명	건축 전기설비 작업	
	총원		28명		

1.2.4 공사자재(장비) 보급 및 하역

1.2.4.1 운송 개요

남극에서의 건설공사 수행에 있어 가장 어렵고 중요한 사항은 막대한 양의 건설자재와 중량의 건설 장비를 남극까지 운반하고 안전하게 하역하는데 있다. 일반적으로 기지운영을 위한 보급품은 국내에서 포장 및 컨테이너 입고하여 해상운송수단으로 기지까지 운반된다. 그러나 금번 공사와 같이 대규모의 공사자재가 투입되는 경우, 모든 자재를 컨테이너에 입고하여 운반할 경우 컨테이너 임차비 등 막대한 예산이 소요되며 또한 보급 컨테이너를 다시 칠레로 반출하여 처리해야 하는 어려움이 있다.



자재포장 및 컨테이너 입고

남극 현장에서 하역작업

남극 해상에서의 하역작업 또한 급변하는 남극 해상의 기상조건에 노출된 작업 환경에 따라 항시 안전사고의 위험에 노출되고, 또한 작업의 난이도와 피로도가 매우 큰 관계로 자재보급과 함께 본 공사 성공의 중요한 열쇠를 제공한다.

대형 선박 접안이 가능한 부두시설이 부재한 관계로 공사자재는 그림 1-18과 같이 보급선 ↔ 바지선 ↔ 육상 크레인 경로로 이동된다.

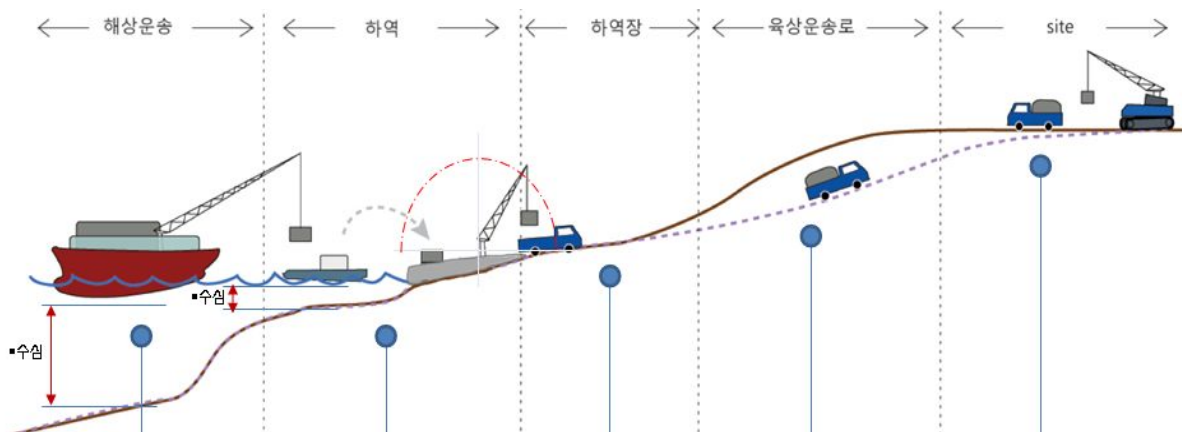


그림 1-18. 공사자재 하역 경로

1.2.4.2 자재운송

○ 공사자재 운송물량

본공사 수행을 위한 주요 자재는 건축공사의 철골, 판넬 및 콘크리트 기초자재가 가장 큰 비중을 차지하고, 그 외 유류탱크와 전기 및 기계설비 자재가 포함된다. 운송 물량은 보수보강 포함하여 약 8,000CBM으로 산출되며 20' 컨테이너로 환산시 약 280대분에 해당하는 큰 물량이다.

표 1-6. 공사자재 운송물량

년도	구분	종류		수량	부피(CBM)	선적	비고
1차년도 (‘16~’17)	Container	20'	Dry	12대	336	평택/마산	
			R/F	2대	52	//	식료품
		40‘	Dry	20대	1,120	//	
			F/R	1대	52	//	크레인
	소계				1,560		
	Bulk	Wooden Box		90대	4,680	평택/마산	
		유류탱크		6기	900	//	
		바지선		1대	500	//	80tonf
		예인선		1대	360	//	29tonf
소계				6,440			
합계				8,000			
2차년도 (‘17)	Container	20'	Dry	15대	420	평택/마산	
			R/F	1대	28	//	
	합계				448		

* F/R: Flat Rack, R/F: Reefer, 20' Dry $\approx$ 28CBM, 40' Dry $\approx$ 52CBM

○ 공사자재 운송방안

남극 현장까지 운송비 절감과 선박 운영으로 인한 환경 영향 저감 및 효율적인 공사 진행을 위해서는 건설 1차년도(‘16~’17)에 대부분의 공사자재를 보급하는 방안을 채택하였다. 1차년도(‘16~’17)에 대형 보급선을 임차하여 국내에서 체계적으로 자재를 선적, 운송하며 2차년도(‘17)에는 자재물량이 적으므로 국내-칠레간 정기 운항 컨테이너선을 이용할 계획이다.

구분	운송물량	운송경로		비고
		국내-칠레	칠레-남극	
1차년도 ('16~'17)	8,000CBM	임차 보급선	임차 보급선	
2차년도 ('17)	448CBM	정기 컨테이너선	임차 보급선	



VESEL NAME	SHINSUNG EVER	OWNER	SHINSUNG SHIPPING
NATIONALITY	KOREA	INT'L TON	10,850
CALL SIGN	DSRD4	GROSS TON	10,850
CLASSIFICATION	K.R	NET TON	4,486 TON
PORT OF REGISTRY	JEJU	D.W.T	15,009.670 TON
BUILT YEAR	JUNE, 2011	LOADABLE Q'TY	14,500TON
BUILT PLACE	MOKPO SHIPYARD, KOREA	BALE CAPACITY	20,416.3
IMO NO.	9513206	GRAIN CAPACITY	20,988.2
OFFICIAL NO.	JJR-111028	L.O.A (M)	126.80M
INMARSAT NO.	444000549 444000550	BREATH (M)	21.50M
CONTACT POINT	(T)870-773-190-941 (F) 870-783-194-941 E-MAIL: s_ever@networkship.com	DEPTH (M)	14.50M
SERVICE SPEED	ABT. 12.5 KTS	S.DRAFT (M)	9.49M
MAIN ENGINE	MAN B&W 6S 35MC 6060PS X173 RPM	DERRICK CAPACITY	30T X 2(CRANE) 30T X 2(DRK)
HATCH / HOLD	2H/2H	HOLD TYPE	TWEEN DECK
HATCH TYPE	MACG FOLDING	HEIGHT	
HATCH SIZE	NO.1: 32.2 X 14.0 NO.2: 32.2 X 14.02	H.COAMING	1.7M
TANCK TOP ST.	L.D: 15TON/M2 T.D: 3.5TON/M2		

<건설 1차년도 임차(예정) 보급선 제원>



그림 1-19. 남극세종과학기지 자재 보급 해상 운송 경로(1차년도)

1.2.4.3 자재하역

하역물량 자체가 기존의 기지 운영만을 위한 물량과 비교할 수 없을 정도로 크므로 하역기간 단축을 위해서는 기지보유 하역장비외 별도의 장비가 필요하다.

기존에는 고무보트와 기지 보유한 소형 바지선을 활용하여 하역작업을 시행하였으나 본 공사 1차년도 대형 보급선은 수심의 제한으로 부두에 근접할 수 없으므로 안전한 하역작업을 위해서는 별도의 바지선과 예인선을 투입할 계획이다.



그림 1-20. 남극세종과학기지 하역작업 전경 (대수선 당시)

1.2.5 가설공사계획

공사 인원을 위한 가설 시설은 최대한 기존 시설을 활용하고 공사인력의 규모에 적합하도록 계획하였다. 가설시설에서 활용할 용수는 현재 숙소 1동의 배관에서 최대한 거리로 분기해서 활용할 계획이며 용수 배관의 동파방지를 위해 열선 내장형 단열배관을 사용하고, 1차년도 공사 완료 후 철수시 배관 내부 용수를 제거하여 보관하여 동파를 예방할 계획이다.

○ 가설 전기/ 가설용수 계획

구 분	세부 계획	준치기간	비고
가설 전원 공급	· 공사용 발전기 별도 설치 · 발전기 1대, 분전반 4개소 설치	1차, 2차년도 공사	발전기 보관창고 : 자재 포장 컨테이너 활용
가설 급수 시설	· 기지내 현대호 수원 활용 · 생활용수 + 공사용수	-	· 1차년도 철수 시 배관 동파방지

○ 세종기지 용수 현황분석 및 공사시 최대 가설용수 사용량 예측

구 분		세 부 내 용	비 고
남 극 기 지 용 수 활 용 현 황		·현대호 활용 - 저수용량 : 1,700m³ - 깊 이 : 2.5m - 면 적 : 23 × 24m - 주요시설 : 현대호 인접 펌프동 설치 및 열선이 내장된 단열배관으로 용수 공급 동파방지	
공 사 시 최 대 가설용수 사 용 량	일 최대 공사용수	·하계연구동 토핑콘크리트 타설시 : 8.48Ton/일 - 토핑콘크리트 106m³, 1층&2층 2회 타설 - 106m³ × 160ℓ/m³ ÷ 2회	·토핑콘크리트 규격 : 25-18-12
	일 최대 생활용수	·피크시 1차년도(2016.11~2017.3) : 9.15Ton/일 - 61명 × 150ℓ/인·일	

○ 가설사무실 설치 계획

가설시설 설치로 인한 자재보급 증가와 이로 인한 환경영향 및 비용 절감을 위하여 철거대상인 기존의 연구동을 개조하여 가설숙소와 사무실을 구축할 계획이다. 1

차년도 선발대 현장 도착 후 기존건물 내부 해체-레이설치-양중 및 슬라이딩-정착 고정 및 유틸리티 연결-내부인테리어 순으로 가설 숙소 구축할 계획이다.

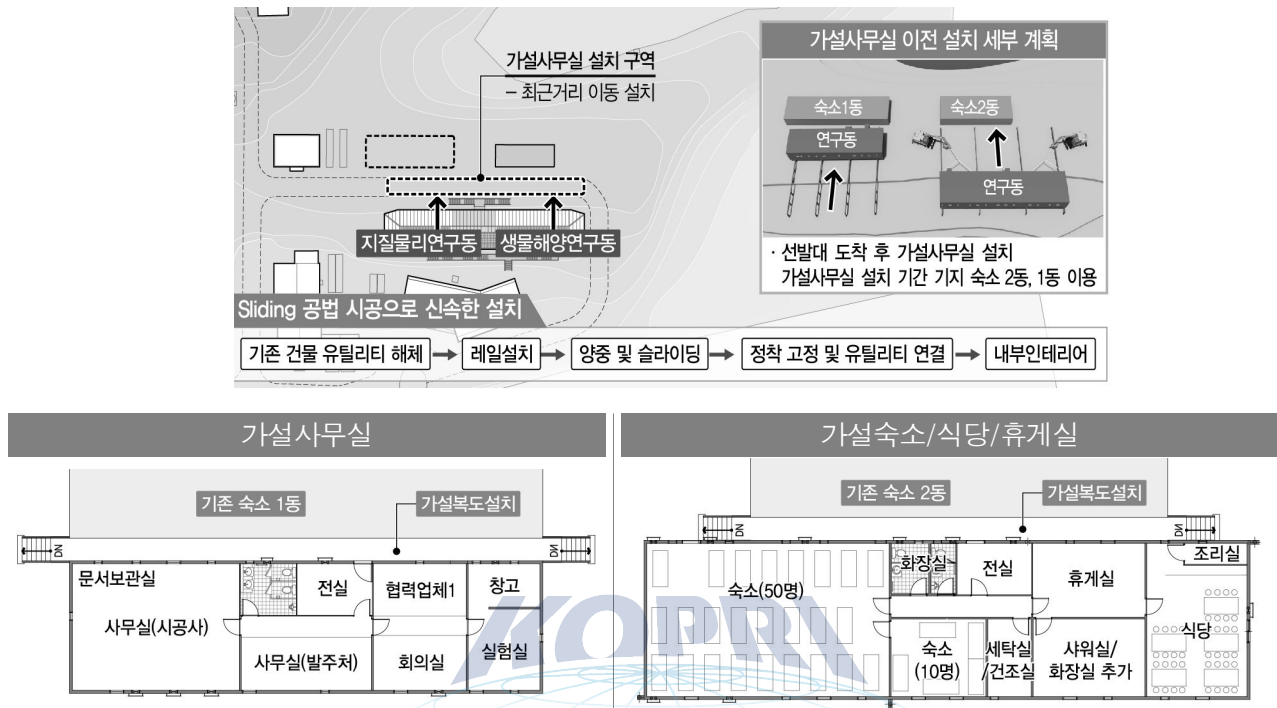


그림 1-21. 기존 시설을 이용한 가설시설 구축 계획

○ 오폐수처리 시설

공사인력에 의해 발생하는 생활하수는 가설 오수 처리시설을 설치하여 관리할 계획이다. 공사시 투입 인원규모를 고려하여 시설 규모를 산정하고, 침지식 분리막 활성슬러지 공법을 채택하였다. 채택된 시설은 초집적 컨테이너형의 패키지 시스템으로 건설화물과 함께 운반되어 현장에 설치할 계획이며, 건설 공사 완료 후 국내로 반출할 계획이다.

<오수처리시설>

처리용량	처리공법	시설 사례
5톤/일	침지식분리막 활성슬러지공법	

1.2.6 공정계획

남극 하계기간 (11월~3월)에 한정된 남극 현장 작업기간을 고려하여 국내 제작물을 최대화(약 85%)하여 현장 투입 인력 최소화하고 건설자재의 부피와 선적물량을 감소시켜 운송과 하역기간을 단축할 계획이다. 건설 1차년도에 대부분의 공사자재를 보급할 계획이며 구체적인 공정계획은 표 1-7와 같다. 1.1.3 연차별 추진계획에서 언급한 바와 같이 건설 1차년도에는 철거공사와 하계연구동 재건축 및 숙소 2동 보수보강 작업, 그리고 유류탱크 교체작업이 이루어진다.

건설 2차년도에는 부대시설 보수보강과 최종 시운전 및 건설폐기물 정리와 반출 작업을 수행할 계획이다.

표 1-7. 건설공사 공정표

공정		일정			2016년											
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1차 년 도	공사자재 보급															
	공사인력 투입&자재 하역															
	기존 건축물 철거															
	하계연구동 재건축															
	정비동 재건축															
	기존 건축물 보수보강															
	유류탱크 교체															
	1차년도 건설폐기물 정리															
2차 년 도	공사자재 보급															
	공사인력 투입&자재 하역															
	기존 건축물 보수보강															
	2차년도 건설폐기물 정리															
	시운전 및 공사 준공															



구 분	2016			2017				
	10	11	12	1	2	3	4	5
주요일정	선발대 도착(40명)	후발대 도착(20명)					1차 철수(30명)	2차 철수(24명)
목재창고 & 잠수동		자재 하역			하계연구동 시공			
숙소 1동		목재창고 & 잠수동 철거			정비동 시공			
생물해양연구동					연구원 숙소사용		숙소 1동 철거	
지질지구연구동		가설숙소/식당 설치	가설숙소/식당 운영				생물해양연구동 철거	
		가설사무실 설치	가설사무실 운영				지질지구연구동 철거	

1.2.7 건설장비 및 유류사용량

○ 장비가동계획

남극 현장까지 공사용 장비 보급이 여의치 않은 실정을 감안 본 공사수행을 위한 건설장비는 현재 기지내 보유중인 장비를 최대한 활용하도록 계획하였다.

기지내 보유중인 각종 장비는 아래와 같으며, 중량물의 안전한 취급을 위하여 이와 별도로 60tonf급 크레인을 건설 1차년도에 신규 보급할 계획이다.

○ 유류사용량

본 공사 수행을 위하여 사용하는 건설장비의 일 가동 시간을 4~8시간 기준으로 일간 유류소모량(경유)과 총 유류 소모량을 정리하면 표 1-9와 같다. 건설장비 가동으로 인한 기타 유류(엔진오일, 작동유 등) 소모량은 통상적인 방법인 총 유류 소모량의 0.1%가 소요된다고 가정하여 $30,200\text{l} \times 0.1\% = 30.2\text{l}$ 로 산출하였다. 가설 사무실 운영과 공사시 필요한 전기 생산에 필요한 발전기 사용에는 199,350l의 경유가 필요하여 본 공사를 위해 약 229,730l의 유류가 소모될 것으로 예상된다.

표 1-8. 건설기간 중 활용 장비 현황 및 용도

장비명	수량(대)	규격	용도
굴삭기	2	0.8m ³ , 1.0m ³	터파기 등 토공사
유압크레인	2	16톤, 60톤	자재 하역, 철골조립&판넬작업
덤프트럭	1	8톤	골재운반 호안공사 피복석 운반 등
지게차	2	3톤	공사자재 운반
다목적굴삭기	1	5톤	판넬 제작설치 및 자재운반
1톤 트럭	1	1톤	소형 자재 운반
발전기1	1	275KW	가설시설용
발전기2	1	25KW	공사용
발전기3	2	10KW	공사용
계	13		

표 1-9. 건설장비 유류 소모량

주요 장비명	수량(대)	가동 시간	가동기간 (개월)	시간당 유류 소모량 (ℓ/hr)	일간 유류 소모량 (ℓ)	총 유류 소모량 (ℓ)
굴삭기	2	8	3.0	42.0	336	20,160
크레인	2	8	3.0	15.3	122	7,320
덤프트럭	1	4	1.0	9.0	36	720
지게차	2	4	1.0	4.0	16	320
다목적굴삭기	1	4	2.0	6.0	24	960
1톤 트럭	1	4	3.0	3.0	12	720
소계	9	-	-	-	546	30,200
발전기(275KW)	1	24	5.0	52.3	1,255.2	188,280
발전기(25KW)	1	5		5.0	25.0	3,750
발전기(10KW)	2	5		5.0	25.0	7,500
소계	4	-	-	-	1,305.2	199,530
합계	13	-	-	-	1,851.2	229,730

1.2.8 활동으로 인한 영향 및 파급 효과

제안된 활동으로 인하여 공사용 부지정지로 인한 지반교란 및 건설장비 사용과 철거작업으로 인한 소음, 대기오염물질 등이 공사기간 동안 발생될 것으로 예상된다.

본 활동으로 인하여 예상되는 남극환경에 대한 영향을 최소화하고 남극연구 인프라 확충 필요성에 대한 요구를 달성하기 위하여 기존의 부지내로 활동을 제한하였다. 본 활동은 기존 운영시설 중 노후 시설을 철거하고 동일 부지에 재건축하는 공사와 재활용 가능한 시설의 보수 및 용도 변경 공사로 구성되어 있어 남극환경에 대한 그 영향은 지엽적이고 일시적일 것으로 예상된다.

서두에 언급한 바와 같이 본 활동을 통하여 기지 시설물의 내구성을 향상함으로써 전체 철거 후 신축경우보다 환경영향이 적을 것으로 판단되며, 분산된 기능 통합과 에너지 효율 및 안전성 향상을 도모하여 장기적으로는 기지 운영으로 인한 환경 영향을 저감하는 효과를 기대할 수 있다. 또한 본 공사를 통해 기지내 부족한 연구 인프라 확보가 가능하여 국내외 연구자들의 기지 체류와 연구활동이 원활하여 국내외 협력 연구 등이 활성화 될 수 있으며 관련 분야 연구 발전이 기대된다.

또한, 남극운영자위원회가 권고하는 국제기준에 부합하는 시설(유류탱크)개선으로 남극환경을 보다 적극적으로 보호함과 동시에 남극국제사회에 친환경기지운영 개선 사례를 제공함으로써 친환경국으로서의 국제적 위상을 제고할 것으로 기대된다.

2. 평가수준의 결정 근거 및 평가서 적용 법규

2.1 제안된 활동으로 인한 남극 환경 영향

2.1.1 남극 환경 영향

세종기지 내 기존 노후 시설 철거, 하계연구동 및 정비동 건설, 사용 가능 노후 시설의 보수 보강공사로 인한 공간적 영향의 범위는 건설공사가 이루어지는 세종기지 부지와 부두연안, 건설장비의 이동루트를 포함한다. 예상되는 영향의 범위는 월동기 지로서 운영되고 있어 지속적인 인간의 활동이 이루어지고 있는 세종기지 부지 내와 부두 인근 해양환경이 될 것이다 (그림 2-1 참조). 공사기간 동안 발생하는 중장비로 인한 대기오염물질 발생과 건설장비의 주유시 소량의 유류유출로 인한 토양오염이 발생할 수 있다. 또한 기초공사와 굴착으로 인한 소음이 발생하여 주변에 서식하고 있는 갈색도둑갈매기에 영향을 미칠 수 있으며, 공사로 인한 폐기물이 발생된다.

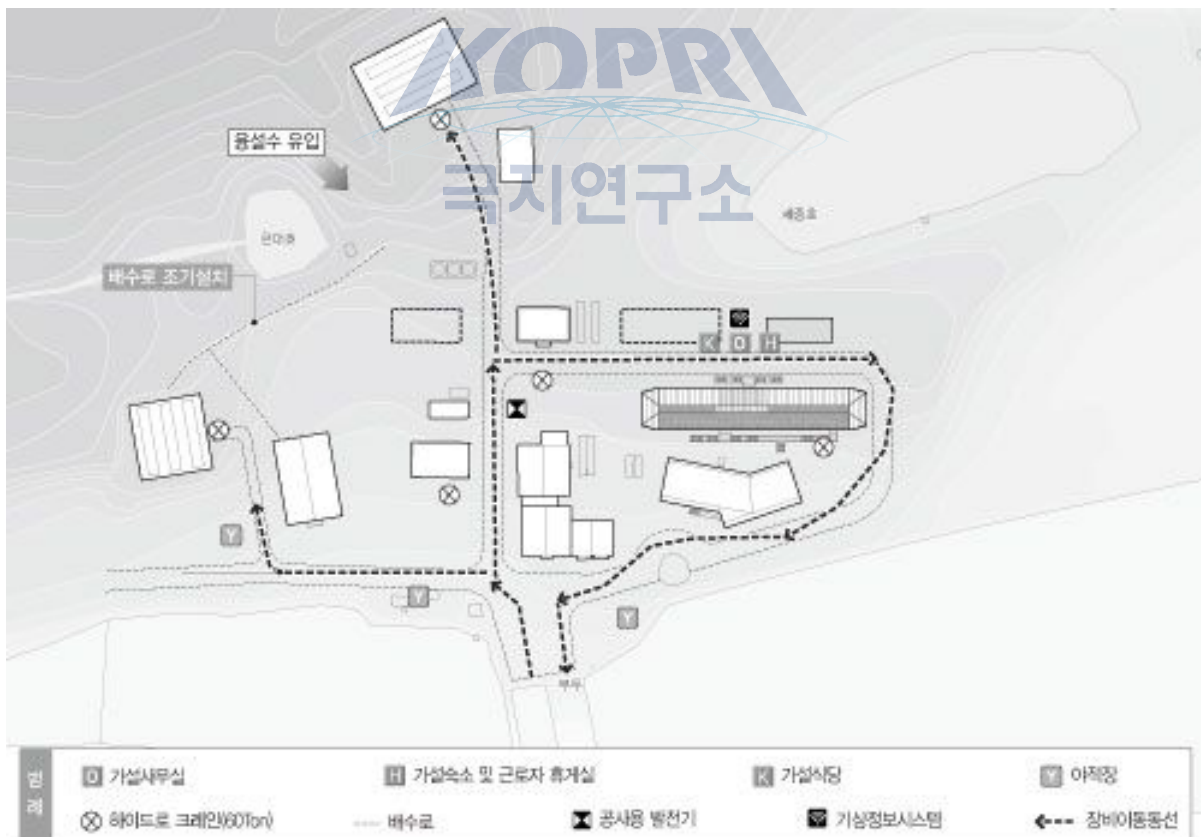


그림 2-1. 세종기지 내 공사부지 및 건설 장비 이동 동선

2.1.2 환경 관리 계획

제안된 활동으로 인한 영향을 최소화하기 위해 공사를 위한 장비는 지정된 이동루트를 준수하고, 장비 가동으로 인한 유류사용량과 유출가능성을 줄이기 위하여 불필요한 공회전은 금지하고 주유시와 엔진오일교환시 유류가 토양에 흘러들어가지 않도록 방수포위에서 작업하도록 관리할 계획이다. 또한 유사시를 대비하여 유류오염 방제장구를 비치할 계획이다. 부두 인근 해양환경에 대한 부유물질의 확산 및 보급 선박으로부터의 유류유출은 오타방지막을 설치하여 최대한 방지할 계획이며, 공사로 인한 폐기물은 세종기지 폐기물 관리계획에 따라 소각 가능한 폐기물이외의 모든 폐기물은 성상별로 분리하여 폐기물보관소에 보관하였다가 2차년도 공사완료 후 전량 남극외로 반출할 계획이다. 공사인력이 환경관리계획을 철저히 준수하도록 출국전 국내에서 1회 남극 도착 후 기지에서 1회의 환경교육을 실시할 계획이며, 작업반장의 책임하에 폐기물 수거 및 분리, 관리하고 주기적으로 활동책임자에게 보고하고 활동책임자는 현장 점검을 실시할 것이다.

2.2 평가수준의 결정 근거

남극 활동을 위한 환경영향평가서 작성은 외교부고시 제2011-4호(남극 환경영향평가서 작성에 관한 세부 지침, 첨부 1)에 따라 평가수준을 결정하고 그 근거로 국내외 남극환경영향평가 사례를 제시하도록 되어있다.

2.2.1 국내 사례 분석

○ 세종기지 대수선 및 증축

－ 사업 목적

- 세종기지의 노후화된 기지시설의 개보수를 통하여 안전사고를 미연에 방지
- 남극 연구활동의 증가로 연구자의 수용 및 연구시설확충을 위한 공간 확보
- 기지운영에 따른 남극환경 영향 저감을 위한 시설 확충

－ 사업 내용

▪ 현지 공사 기간

당초 계획: 2007. 11~2008. 02 남극하계기간

실제 공사기간: 2007. 11~2009. 02 (남극하계기간)

- 활동 지역: 남극세종과학기지 부지 내

▪ 건설 공사 내용

기존시설 개보수 및 용도 변경

기존 건물 및 시설 명		면적(m ²)	내역
변경 건물 용도	본관동	175	지질지구물리연구동으로 변경
	연구동	202	생물해양연구동으로 변경
	숙소 1동, 2동	350	시설 보수 보강
	기계동	400	시설 보수 보강
토목분야	담수호(현대호)		용수 확보를 위한 인공호 확장 보수
	부두		부두 확장 및 보강
	유류탱크		유류 오염 방지턱 설치

신축 및 증축 건물

건물명	건축면적(m ²)	연면적(m ²)	내역
생활동	550	1,040	1층: 식당, 주방, 휴게실, 식품창고 등 2층: 대장실, 총무실, 통신실, 침실 등
대기빙하연구동	114	106	고층대기관측실, 통제실, 빙하관측실 대기-에어로졸 관측실, 펌프실 등
보트창고동	147	137	고무보트 4대 설치, 대차 및 레일 설치
중장비보관동	437	431	기지중장비 보관을 위한 공간 확보
발전동 및 연결통로	254	250	발전실, 생물학적 오폐수처리시설 설치 등
펌프동	11	9	용수용 담수호 급수 펌프실
합 계	1,513	1,973	

– 평가 수준

- 기존의 세종기지 부지 내에서 활동이 이루어지므로 제안된 활동으로 인한 남극 환경에의 영향은 사소하고 일시적인 것으로 예측하여 초기환경영향평가 수행

○ 세종기지 측지관측동 및 조위계 설치

– 사업 목적

- 장기적이고 연속적인 조위관측 자료 확보와 남극의 결빙 환경에서의 안정적인 측지관측장비의 운영을 위하여 측지관측동과 집수정내 조위계 설치

– 사업 내용

- 현지 공사 기간 : 2014년 12월 1일~2015년 2월 16일

- 활동 지역: 세종기지 부두인근 부지 및 부두 옆 조간대
- 건설 공사 내용

측지관측동 (76.3m²) 및 조위계 설치를 위한 집수정

실명	측지관측실	공동실험실	공용공간	합계
면적(m ²)	23.4	36.9	16.0	76.3

- 평가 수준

- 기존 기지 부지 내에서 이루어지는 건설공사의 경우로 사소하고 일시적인 영향으로 평가하여 초기환경영향평가 수행

2.2.2 국외 사례 분석

○ 기지 재건축, 신축, 기지운동을 위한 각종 공사를 위한 국외 남극환경영향평가 자료의 경우 남극조약사무국 웹사이트의 Environmental Protocol의 EIA database의 관련 자료를 수집하여 분석함

- 환경보호의정서 발효 이후인 1998년부터 2015년까지의 자료를 참고함
- 국가별로 평가서를 업로드 한 경우도 있지만 남극조약에서 문서 공유를 강제하지 않으므로 많은 경우 환경영향평가 수행 목록만을 제공하고 있음

표 2-1. 1998년 이후 기지 건설 및 재건축, 증축을 위한 ATCPs의 환경영향평가 수행 현황

수행연도	활동 국가명	활동 내용	ATCM(CEP) 보고 현황
2015	벨라루스 (final CEE)	▪ 동남극 벨라루스 신기지 건설을 위한 최종 CEE 제출	IP39
2014	호주 (IEE)	▪ 데이비드기지에 Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty(CTBT) 건설공사 - 2015/16~2017/18 3개 시즌 - 약 2,634 m ² 의 운영건물과 관련 시설 설치	EIA database
	중국 (IEE)	▪ 킹조지섬 장성기지에 온실 건물 신축 - 2014/15 시즌 4~5개월 - 약 36m ² 규모 건물과 공사면적 100m ²	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 남극기지(맥머도, 남극점, 파머기지)의 전반에 대한 리모델링, 철거 계획	EIA database
2013	중국 (draft CEE)	▪ 남극 빅토리아랜드에 중국의 신기지 건설 - 현장건설기간: 2015/16~2016/17 (2개 하계시즌) - 공사규모: 5,528m ² - 수용인원: 하계 80명, 동계 30명	WP 16 (ATCM 2014)
	중국	▪ 태산 기지 건설 (신설)	IP 21

	(IEE)	- 목적: 2008년 동남극 가장 높은 Dome A 빙상위에 쿤 룬기지를 건설하고 기지운영을 위해 연안의 종산기 지로부터 물자와 인력을 지원을 위해 중간지점에 하계기지 설치 - 현지 공사 기간: 2014. 01~02 (60일간) - 활동 지역: 동남극 프린세스 엘리자베드랜드 (76°58' 27"E, 73°51'50"S) - 건설공사 내용 건축 면적: 약 300m² (최대 25명 수용) 주요 시설: 숙소모듈, 생활모듈, 연구실 모듈, 창고, 용수공급 모듈, 오폐수처리 모듈, 폐기물 처리 모듈로 구성 ▪ 평가수준 결정 - 기지건설 등의 활동이 전혀 없었던 곳으로 포괄적 환경영향평가를 할 수 있으나 기지규모가 작고 하계기간에만 운영하는 점을 들어 초기환경영향평가 수행 (ATCM 2013a)	(ATCM 2013a)
	페루 (IEE)	▪ 마추피추기지 발전동 신축 - 현지공사기간: 2014/15 - 공사규모: 약 120m²	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 관측시설(Long Duration Ballon Facility) 이동 설치 - 현지공사기간: 2014.2~2015.2 - 공사규모: 7여개의 건물 이동 및 설비 이동 설치	EIA database
	브라질 (IEE)	▪ 페라즈 기지 재건축 - 목적: 2012년 화재로 전소된 남극 킹조지섬에 위치한 Comandante Ferraz 기지의 잔해를 철거하고, 지속적인 남극활동을 위해 동일부지에 기지 재건축 - 현지 공사 기간: 2014. 01~02 (60일간) - 활동 지역: 남극 킹조지섬 어드미럴티만 페라즈기지 부지내 - 건설공사 내용 건축 면적:약 4,500m² (하계: 64명, 동계: 34명) ▪ 평가수준 결정 - 기존의 부지를 재정비하여 재건축할 계획이며, 공사로 인한 남극환경에 대한 영향이 공사기간 중 일시적일 것으로 예상하여 초기환경영향평가 실시	IP 58 (ATCM 2013b), IP 6 (ATCM 2014)
2012	브라질 (IEE)	▪ 킹조지섬 페라즈기지 비상 모듈 설치 - 기지 화재로 인한 비상시설 필요. 기지 재건 기간 동안 사용(약 5년 활용) - 현지공사기간: 2012/13 - 공사규모: 약 1,000m² - 주요시설: 생활공간, 실험공간, 발전동 등 ▪ 평가수준 결정 - 기존 기지 부지 내에서 이루어지는 건설공사의 경우로 사소하고 일시적인 영향으로 평가하여 초기환경영향평가 수행	WP 53 (ATCM 2012a)
	프랑스	▪ 동남극 드몽드빌기지 풍력발전기 설치	EIA

	(IEE)		database
	폴란드 (IEE)	▪ 킹조지섬 악토스키기지 유류탱크 교체	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 남극점기지 천문관측 시설설치공사 - 공사규모: 230mx115m	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 2차 유류탱크 5기 건설 공사 - 현지공사기간: 2012/13~2013/14 - 공사규모 7,570톤규모 유류탱크 5기설치 - 1차공사(2007/08~2011/12) 일부 설치완료	EIA database
2011	중국 (IEE)	▪ 중산기지 생활동 신축 - 현지공사기간: 2011/12~2013/14 - 공사규모: 2층 건물 신축 (연면적 1,046m ²), 46명 거주예정 ▪ 평가수준 결정 - 기존 기지 부지 내에서 이루어지는 건설공사의 경우로 사소하고 일시적인 영향으로 평가하여 초기환경영향 평가 수행	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지내 건설활동 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 1차 유류탱크 건설 공사 계속 - 공사규모 7,570톤규모 유류탱크 5기설치 - 1차공사(2007/08~2011/12) 일부 설치완료	EIA database
2010	인도 (final CEE)	▪ 동남극 라스만힐 신기지 건설	IP 64
	중국 (IEE)	▪ 중산기지 발전동 신축 - 현지공사기간: 2013~14 - 공사규모: 연면적 396m ² , 300kW 발전기 3대, 비상발전기 30kW 1대	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지내 건설공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	우루과이 (IEE)	▪ 킹조지섬 아르티가스기지 유류탱크 교체 - 상세내용 기재 없음	EIA database
2009	인도 (IEE)	▪ 동남극 라스만힐 기지공사를 위한 접근루트 건설공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지내 건설공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	스페인 (IEE)	▪ 리빙스턴섬 후안카를로스1세기지 리모델링공사	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 미국맥머도기지 관측시설(SuperDARN) 설치공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 미국맥머도기지 휘발류대용량 저장탱크 교체 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	우루과이 (IEE)	▪ 킹조지섬 아르티가스기지 유류탱크 교체 - 상세내용 기재 없음	EIA database
2008	중국 (final CEE)	▪ 동남극 DomeA 쿤룬기지 건설을 위한 최종 CEE	EIA database

	호주 (IEE)	■ 남극기지(케이시, 데이비스, 모슨기지)의 유기물쓰레기 처리시스템 업그레이드를 위한 건설공사 - 현지공사기간: 2008/09 - 공사내용: 소각기교체 등	EIA database
	벨기에 (IEE)	■ 엘리자베스 기지 건설을 위한 활동 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	중국 (IEE)	■ 동남극 중산기지 폐기물처리 및 오폐수처리시설을 위한 건물 신축 - 현지공사기간: 2006/07~2007/08 - 공사규모: 약 988m², 2층 건물	EIA database
	중국 (IEE)	■ 킹조지섬 장성기지 연구동 신축 - 현지공사기간: 2007/08~2008/09 (10개월) - 공사규모: 약 155m², 소각기 및 오폐수처리시설 설치	EIA database
	뉴질랜드 (IEE)	■ 동남극 스콧기지 풍력발전기 3기 설치	EIA database
	영국 (IEE)	■ 남쉐틀랜드군도 Wiencke I.에 Nissen Hut 재건축 - 현지공사기간: 2009/10 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	■ 맥머도기지 1차 연료탱크 교체 - 현지공사기간: 1차공사(2007/08~2011/12) 일부 설치 - 공사규모 7,570톤 규모 유류탱크 5기설치	EIA database
2007	중국 (draft CEE)	■ 동남극 Dome A 기지 신축 - Dome A 지역 빙하시추 및 천문우주관측을 위한 하계 기지 - 현장공사기간: 2008/09 - 공사규모: 총연면적 1,823m² 15~20명 수용 본관동, 유류탱크, 빙하시추장비 저장 운영 시설, 태양광시설 등 ■ 평가수준 결정 - 비교적 규모가 작고 하계기지로 운영되는 점을 들어 제안된 활동으로 인해 남극환경에 미치는 영향은 사소하거나 일시적이라는 결론을 내렸으나 원시적인 새로운 지역에 기지를 건설하므로 CEE를 수행함	WP 5 ATCM (2008)
	호주 (IEE)	■ 데이비스 기지 생활동 신축 - 현지 공사 기간 : 2007/08~2009/10 (3개 하계시즌) - 활동 지역: 호주 데이비스기지 부지 내 - 건설공사 내용 건축 면적: 약 470 m² (최대 130명 수용) 주요 시설: 주방, 식당, 레크레이션 공간(라운지, 바, 도서관, 박물관, 극장 등) ■ 평가수준 결정 - 기존 기지 부지 내에서 이루어지는 건설공사의 경우로 사소하고 일시적인 영향으로 평가하여 초기환경영향평가 수행 (Australian Antarctic Division 2007)	EIA database
	인도 (IEE)	■ 마이트리 기지 풍력발전기 공사 - 현지공사기간: 2007/08 - 공사규모: 6kW 급 발전기 설치	IP 21
	인도 (IEE)	■ 마이트리 기지 위성기지국 설치 - 현지공사기간: 2007/08	EIA database

	이탈리아 (IEE)	- 마리오쥬켈리 기지 부두 재건축 - 현지공사기간: 2007/08 - 공사규모: 파랑에 의한 기존부두 파손으로 철거 및 확장공사	IP 72
2006	벨기에 (final CEE)	동남극 프린세스엘리자베스 기지 건설을 위한 최종 CEE	IP 제출
	인도 (draft CEE)	- 동남극 라스만힐 신기지 건설 - 현지공사기간: 2009/10~2011/12 - 공사규모: 연면적약 2,565m² 하계 25명, 동계 15명	WP 4 ATCM (2007)
	우크라이나 (CEE)	- 동남극 Vernadsky 기지 유류탱크 공사 - 현지공사기간: 2006/2007 - 공사규모: 약 200 m³	WP 36 ATCM (2006)
		-	
	중국 (IEE)	- 도로 신설 - 공사규모: 80mx 5.5m	EIA database
	이탈리아 (IEE)	- 동남극 마리오쥬켈리기지 인근 소형비행기 활주로 건설 - 에니그마 호수에 소형비행기 활주로 건설	IP 42
	노르웨이 (IEE)	- 트롤기지내 두 번째 통신안테나 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	노르웨이 (IEE)	- 트롤기지내 Galileo Sensor 기지국 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
2005	벨기에 (draft CEE)	- 동남극 프린세스엘리자베스 기지 신설 - 현지공사기간: 2007/08~2008/09 - 공사규모: 건축연면적 700m², 최대 20 명 수용 규모의 하계기지 - 평가수준 결정 - 비교적 규모가 작고 규모의 하계기지이나 원시적인 새로운 지역에 기지를 건설하므로 CEE를 수행함	WP 25 ATCM (2006)
	영국 (draft CEE)	- Halley VI 기지 신축 - 현지공사기간: 2007/08~2009/10 (3개 시즌) - 공사규모: 건축연면적 2,498 m², 5개의 모듈로 제작, 최대수용인원 52명, 월동 16명	WP 19 ATCM (2005)
	미국 (IEE)	- 트롤기지내 두 번째 통신안테나 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	독일 (final CEE)	노이마이어 III기지 신축을 위한 최종 CEE	EIA database
	중국 (IEE)	- 킹조지섬 장성기지 페인트칠 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	- 쇼와기지 토목공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	- Ionosphere 관측소 및 라인 확장설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	노르웨이 (IEE)	- 트롤기지내 위성수신 및 관제시설 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	영국 (IEE)	- 로데라 기지 리모델링 및 재건축 - 현지 공사 기간 : 2007/10~2009/10	EIA database

		- 활동 지역: 영국 로데라기지 부지 내 - 건설공사 내용 건축 면적: 약 2,932 m² 주요 시설: 숙소동, 연구동, 생활동 신축	
	우루과이 (IEE)	▪ 킹조지섬 아르티가스 기지 연구시설 재건축 - 상세내용 기재 없음	EIA database
2004	독일 (draft CEE)	▪ 노이마이어 III기지 신축 - 현장공사기간: 2007/08~2008/09 - 공사규모: 연면적 4,473m², 난방구역 1,850m², 수용 인원 40명	IP 30 ATCM (2005)
	노르웨이 (final CEE)	▪ 트롤기지의 월동기지운동을 위한 업그레이드 공사	IP
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 창고, 유류방지턱 및 소각기건물 건설 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 라이다 운영 건물 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 연료이송파이프, 탱크, 풍력발전기 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 Ionosphere 관측 건물 신축 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 가솔린 저장탱크 교체 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 남극점기지 직경 10m 안테나 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 디젤발전기 교체, 물생산시설 교체 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
2003	체코 (draft CEE)	▪ 남극반도 제임스로스섬에 신기지 건축 - 연간 5개월동안 운영하는 하계기지 - 현지공사기간: 2004/05~2005/06 - 공사규모: 약 400m², 수용인원 약 15명	IP 3 ATCM (2004)
	노르웨이 (draft CEE)	▪ 트롤기지의 월동기지운동을 위한 업그레이드 공사 - 현지공사기간: 2004/05~2005/06 - 공사규모: 증축 연면적 704m², 최대 30 명 수용 규모의 월동기지로 전환	WP25 ATCM (2004)
	호주 (IEE)	▪ 데이비스 기지 생활동 신축 (당초계획) - 현지 공사 기간 : 2003/04~2005/6 (3개 하계시즌) - 공사규모: 건축 면적: 약 470 m² (최대 130명 수용) 주요 시설: 주방, 식당, 레크레이션 공간(라운지, 바, 도서관, 박물관, 극장 등)	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 새설비 설치 관련 IEE 4건 - 상세내용 기재 없음	EIA database
2002	아르헨티나 (IEE)	▪ 기지전체 전선 교체	EIA database
	일본	▪ 쇼와기지 유류탱크 주변 지반 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA

	(IEE)		database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 인텔셋안테나 설치 및 예보를 위한 발전소 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 외부 건물 건축 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 안테나 기초작업 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 파머기지 위성통신 지상국 건설 및 운영 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ Dome C기지에 관측 타워 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
2001	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 연료탱크 설치 및 태양전지판, 파이프라인 설치공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 전기파워초소 및 케이블 설치공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	뉴질랜드 (IEE)	▪ 스콧기지 오폐수처리시설 설치 공사 - 현지공사기간: 2001~2003 - 공사규모: 생물학적 오폐수처리시설 및 처리동 신축 토목공사 규모: 15mx15m	EIA database
2000	호주 (IEE)	▪ 모슨기지 600톤급 물탱크 설치 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	호주 (IEE)	▪ 모슨기지 풍력발전기 설치공사 - 현장공사기간: 2001/02~2002/03 - 공사규모: 280 kW급 수평형 풍력발전기 4기 설치 지반 3m 깊이 굴착	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 내 관측소 철거 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 태양전지판 설치 및 보일러 설치, 연료탱크 철거 및 설치공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 폐기물 저장동 건설 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 창고 지붕공사, 유류오염 토양 제거 및 운반	EIA database
	영국 (IEE)	▪ 할리 V 기지 청정실험실(CAS Lab) 건설 및 운영 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 남극점기지 MARISAT/GOES 안테나 설치 및 RF 빌딩 건설공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 무선통신 시설 교체 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 infrasonic array 설치공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 MTRS-2 안테나 설치공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database

1999	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지설비공사 - 태양전지판, 풍력발전기 설치 - 하계숙소동 건축, 헬리포트 공사 - 소각기교체 및 폐기물처리동 공사	EIA database
	일본 (IEE)	▪ 쇼와기지 연구동 재건축 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	노르웨이 (IEE)	▪ 트롤기지 설비공사 - 물공급 및 전기 공급시스템 교체	EIA database
	스페인 (IEE)	▪ Juan Carlos I 기지 소각기 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	스페인 (IEE)	▪ Gabriel de Castilla 기지 새건물 건축공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기지 과학지원센터 건축 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 파머기지 부두 변경 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
1998	중국 (IEE)	▪ 중산기지 80m 도로 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	중국 (IEE)	▪ 중산기지 유지보수, 소각기 설치 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	중국 (IEE)	▪ 장성기지 페인트칠 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	중국 (IEE)	▪ 중산기지 페인트칠 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	미국 (IEE)	▪ 맥머도기자인근 파워시스템 네트워크 개선 공사 - 상세내용 기재 없음	EIA database
	우루과이 (IEE)	▪ ECARE 재건축 - 상세내용 기재 없음	EIA database

2.2.3 초기환경영향평가 설정 사유

남극에서의 기지 건설 및 기존기지의 재건축, 리모델링, 설비 신축 및 교체 등과 관련하여 1998년부터 2015년까지의 각 당사국에서 수행된 환경영향평가는 새로운 지역에 신규 기지를 설치하는 경우와 기존 기지를 다른 장소로 옮겨 짓는 경우에 CEE로 평가하였고 그 규모의 크고 작음과 관계없이 기존 기지가 자리한 위치에서 철거 및 재건축, 설비교체 등을 수행할 경우 대부분의 경우 IEE를 수행하고 있다. 노르웨이 트롤기지의 경우 기존에 하계기지로 운영되어온 설비와 연구시설을 증축하여 월동기지로 전환하면서 CEE를 수행하였으며, 월동기지로 운영될 경우 연료소모 등으로 인한 누적영향이 하계기지 운영시보다 증가할 것으로 예측하고 CEE를 수행하였다.

노르웨이 트롤기지 위성 시설관련 초기환경영향평가에서 언급한 바와 같이 ‘minor’

or transitory의 개념이 정확하게 정립되어 있지 않아 당사국마다 해석이 다른 실정이나 대체적으로 CEP 시스템내에서 새기지 건설, 기지 이동, ANDRILL 및 EPICA 시추 프로젝트와 같은 주요 활동에 대해서는 CEE를 수행하고 있다 (ATCM 2005). ‘사소하거나’ ‘일시적인 영향’의 개념에 대해 당사국들은 정확한 정립의 필요성에 대해 언급하고 ATCM과 CEP에서 논의할 것을 요구하여 21차 ATCM(1997)과 1차(1998), 2차(1999) CEP에서 뉴질랜드와 호주가 Working Paper를 제출하여 논의를 이끈 바 있으나 정확한 개념은 도출하지 못하였다.

제안된 활동은 세종기지 부지 내에서 건축면적 약 769 m²의 노후 건축물을 철거한 후 동일 부지에 약 1,636 m²를 재건축하고 기존 시설의 사용성 및 환경에 대한 영향 저감을 위해 보수 보강을 하는 건설 공사이다.

상기의 국내외 사례에서와 같이 기존 기지 내 부지에서의 활동과 재건축 건설공사임인 점과 폐기물 처리동 개선, 유류탱크 교체 및 재생에너지 사용 등을 감안할 때 장기적으로는 남극환경에 대한 영향을 저감할 수 있으며, 기지운영과 별개로 본 공사로 인해 남극환경에 미치는 영향은 공사기간 동안 발생하여 일시적인 영향으로 예측되어 초기환경영향평가 수행을 결정하였다.

2.3 평가서 적용 법규 및 지침

남극세종과학기지의 증축공사를 위한 초기환경영향평가는 ‘환경보호에 관한 남극조약 의정서’와 부속서1에 기초한 ‘남극활동및환경보호에관한법률과 그 시행령의 준수를 원칙으로 한다. 이와 관련하여 평가서의 내용은 동 의정서의 제3조 환경원칙(environmental principles) 2항 (c)에서 규정한 남극환경보호원칙에 관한 세부지침에 해당하는 ‘남극활동을 위한 환경영향평가 지침(Guideline for Environmental Impact Assessment in Antarctica)’에서 제시하는 사항들을 고려하여 남극 환경영향평가서 작성에 관한 세부지침에 따라 작성되었다.

또한 공사중 유류유출에 관한 대응방안, 폐기물 관리, 비상계획 및 외래종 유입방지 등과 관련한 자료는 남극국가운영자위원회(COMNAP)에서 제공하는 관련 지침 및 자료와 그에 기초하여 작성된 극지연구소 관련 지침에 따랐다.

대기질, 수질, 소음 등 구체적인 매체에 대한 환경기준은 남극환경보호위원회의 환경영향평가 지침에 명시되어 있지 않으므로 국내 환경관련법에 근거한 환경기준 등을 고려하여 평가를 실시하였다. 장보고과학기지 건설을 위한 포괄적 환경영향평가서에서도 언급한 바와 같이 국내의 환경기준은 인체에 대한 위해성 및 자연 생태계에 대한 영향을 고려하여 국제기준과 비교하여 상대적으로 최대한 엄격하게 설정되어 있으므로 이를 남극활동에 적용하는데 적

합할 것으로 판단된다.

동 평가서 작성에 적용 및 고려된 법규 및 지침 등의 자료는 아래 표 2-2에 정리하였다.

표 2-2. 환경영향평가서 적용 법규, 지침 및 관련 자료 목록

국내외 법규, 지침 및 문서	비고
남극활동및환경보호에관한법률 및 시행령	
남극 환경영향평가서 작성에 관한 세부지침 제정(외교통상부고시제2011-4호)	첨부 자료 1
환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인 (개정 2013.01.01.)	첨부 자료 3
환경정책기본법 시행령 [별표] 환경기준 (제2조 관련)	첨부 자료 4
자동차 총 오염물질 배출량 산정방법 (환경부고시 제 2013-94호) [별표 2] 자동차의 총 오염물질 배출량의 산정방법(제4조 관련)	첨부 자료 5
하수도법 시행규칙 [별표 1] 공공하수처리시설·간이공공하수처리시설의 방류수수질기준(개정 2014.7.17.)	첨부 자료 7
국가 대기오염물질 배출량 산정방법편람 (Ⅲ) 국립환경과학원	2013
소음·진동으로 인한 가축피해 평가 및 배상액 산정기준의 합리적 조정방안 연구/ 중앙환경분쟁조정위원회	2009
Guidelines for Environmental Impact Assessment in Antarctica (COMNAP)	2005
MARPOL 73/78 Annex VI Prevention of air pollution from ships	2005
The COMNAP Fuel manual, incorporating revised guidelines for fuel handling and storage in Antarctica XXXXI ATCM (IP091)	2008
Checklists for supply chain managers (COMNAP, SCAR)	2010
Resolution 6 (2011) Non-Native species manual (CEP)	2011
Resolution 2 (2013) Antarctic Clean-up manual ATCM XXXVI-CEP XVI	2013
Resolution 1 (2014) ATCM XXXVII-CEP XVII Fuel Storgae and Handling	2014

3. 제안된 활동의 대안 설정 및 평가

이번 초기환경영향평가서에 제안된 활동의 대안으로는 활동의 가장 큰 비중을 차지하고 있는 하계연구동의 건축계획을 바꿀 경우, 기존구조물 보수·보강만을 시행할 경우, 재생에너지 생산방식 및 태양광 발전시스템의 설치 위치를 변경할 경우, 그리고 활동을 하지 않을 경우, 4가지 대안을 설정하여 검토하였으며 남극 환경에 대한 영향 최소화화 효율성을 고려하여 최적의 안을 선정하였다.

3.1 하계연구동의 건축계획에 대한 대안

본 공사를 통하여 재건축되는 하계연구동은 기존 지질지구물리연구동, 생물해양연구동 및 숙소 1동을 철거한 부지에 재건축될 예정이다.

재건축 하계연구동의 배치는 기존 건축물과 부대시설과의 연계성, 에너지 절약 및 유지관리의 편리성, 향후 기지 증축을 고려한 확장성 그리고 남극세종과학기지의 상징성 등을 고려하여 3가지 안을 도출·평가하였다. 각 대안별 특징 및 장단점은 아래 그림과 같으며 3가지 대안 중 에너지 절약 및 향후 증축가능 부지 확보가 용이한 3안을 최종안으로 선정하였다.

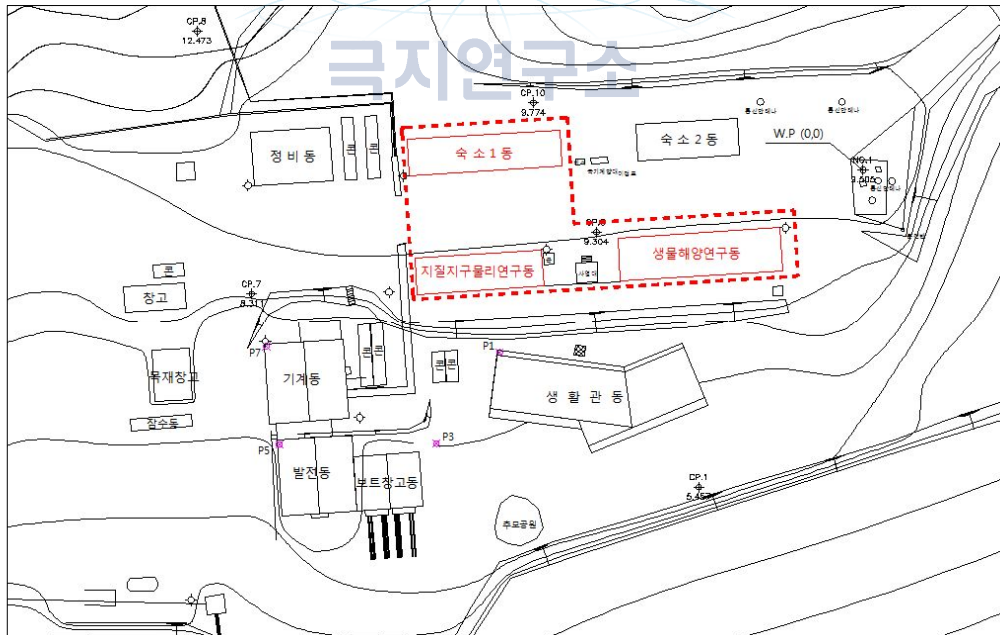


그림 3-1. 하계연구동 재건축 가능 부지(붉은 점선내 건축물은 기존 건축물)

【 제 1 안 】

구분	내용
평면	■ 배치도 연구동 2F, 숙소동 1F, 생활관동 2F, 세종로, 출입구, core, KOPRI 극지연구소 - 위계감 있는 배치로 상징성 부여 - 연구동과 숙소동 독립성 확보 - 주종향과 자연채광을 고려한 배치 - 각시설군의 명확한 조닝
단면	■ 단면도 연구동, 숙소동, 생활관동, 연결통로, KOPRI 극지연구소 EL+21.8, EL+17.0, EL+13.8, EL+9.3, EL+11.2, EL+6.2, 계단상 +9.954 12,500, 4,800, 3,200, 4,500, 6,800 Dry Lab, Wet Lab, 침실, 복도
장점	○ 건축물 용도별 구분 명확하고 상징적인 디자인 ○ 숙소의 가로배치로 자연채광 극대화 ○ 생활관동과 연구동간 외부환경영향을 받지않는 통로 연결로 안정성 확보
단점	○ 기존 내부 도로인 “세종로” 기능 유지 및 생활관동과 동선 확보 불리 ○ 단일 건축물로 계획된 3안에 비해 공사비 상승 및 벽체 단열면적 증가로 인한 에너지 절감 효율 감소 ○ 향후 기지 확장을 고려한 증축부지 미확보

【 제 2 안 】

구분	내용
평면	■ 배치도 - 자연지형에 순응하는 배치 - 주동양에 평행배치 - 각 시설군 간섭을 최소화하여 조망 확보 - 공동후생공간 연결내 배치로 이용이 편리함 - 각 시설군의 명확한 조닝
단면	■ 단면도
장점	◦ 건축물 용도별 구분 명확화(숙소동과 연구동 분리) ◦ 단층 건축물로 계획하여 풍하중 등 구조적으로 유리 ◦ 주요 시설간 이동시 외부환경영향을 받지않는 통로 연결로 안정성 확보
단점	◦ 기존 내부 도로인 “세종로” 기능 유지 및 생활관동과 동선 확보 불리 ◦ 단일 건축물로 계획된 1안에 비해 공사비 상승 및 벽체 단열면적 증가로 인한 에너지 절감 효율 감소 ◦ 향후 기지 확장을 고려한 증축부지 미 확보

【 제 3 안 】

구분	내용
평면	
단면	
장점	◦ 에너지 사용을 최소화하기 위한 집약적 배치계획 ◦ 단일 건축물로 계획함에 따라 실 용도별 구분은 층별, 위치별 구분 ◦ 기존 내부 도로인 “세종로” 기능 유지 및 생활관동과 최단거리 동선 확보 ◦ 2층 구조로 계획하여 단층 경우와 비교시 경제적인 공사비 소요 ◦ 기존 숙소 1동 부지는 향후 증축 필요시 다른 지역의 회손 없이 증축 부지로 활용 가능
단점	◦ 다른 대안에 비해 상징성이 다소 미흡 ◦ 외기에 노출된 이동통로 구성으로 기상에 따라 편의성 및 안정성 다소 미흡

3.2. 기존구조물 보수·보강만을 시행할 경우

3.2.1. 연구동 및 숙소1동 보수보강 경우

○ 연구동 및 숙소 1동 현황

지난 2008년 남극세종과학기지 대수선공사를 통하여 기존 본관동(주방&식당 용도)은 지질지구물리연구동으로 기존 연구동은 생물해양연구동으로 용도변경 하였다.

상기 건축물과 숙소 1, 2동은 모두 1988년도 최초 기지 준공당시의 건축물로서 이미 언급한 내구성 저하 외에도 소음, 진동으로 연구활동 수행 및 주거용 건축물로서 기능수행에 많은 불편과 제약이 있었다.

건축 평면계획상으로도 공용 공간(복도, 전실 등) 면적이 협소하여 이용자 동선 확보 및 장비 입·반출에 상당한 제약이 있는 실정이다. 또한, 구조재인 철골부재의 경우 극심한 부식 환경에 장기간 노출되어 상대적으로 취약한 2차 부재(Secondary member)는 주부재보다 부식 진행 정도가 심각한 수준이다(그림 3-2).

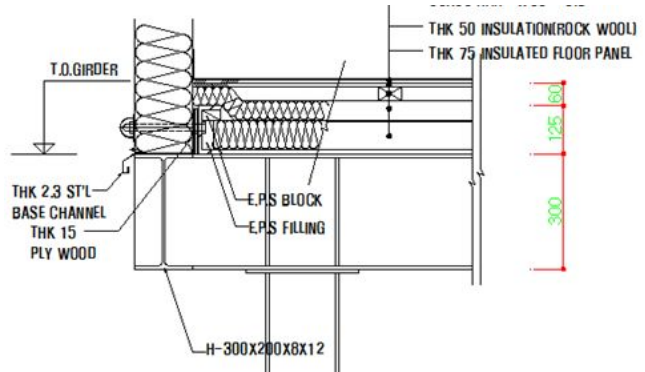
○ 연구동 및 숙소 1동 보수보강 방안

거주자의 사용성의 가장 큰 척도인 소음과 진동 문제 해결을 위하여 다각도로 방안을 모색하였으나, 기존 건축물은 아래 그림 3-2 a, b와 같이 유연한 구조를 채택·시공하여 구조부재의 보수보강으로는 투자비용 대비 효과가 미미하고 소음, 진동문제에 대한 근본적 해결방안이 될 수 없다. 기존 2개 연구동과 숙소 1동의 보수보강을 통하여 거주자 사용성을 향상하려면 기존 건축물 바닥을 강한 격막(Rigid Diaphragm)을 지닌 구조로 변경해야 하며, 이 경우 기존 건축물의 하중변경에 따른 구조부재 변경을 수반하여 궁극적으로 기존 건축물의 기초와 외장재를 제외하고는 전면 교체가 필요하다.

상기와 같이 보수·보강 경우에도 철거 후 재건축과 거의 유사한 작업량이 소요되고 또한 공간 계획적 측면에도 한계가 있으므로 거주환경 개선과 연구인프라 확충을 위해서는 철거후 재건축하는 방안이 최적의 방안이라 판단된다.



a. 지질지구물리연구동 전경



b. 바닥구조 단면도(목재장선 구조)



c. 연구동 출입문 프레임 부식



d. 연구동 철골 부식

그림 3-2. 연구동 및 숙소동의 문제점 및 노후 현황

3.2.2. 중장비보관동 및 창고동 보수보강 경우

○ 중장비보관동 및 창고동 현황

세종기지에는 연구동과 숙소동 외에도 기지운영을 위한 많은 부대건축물이 존재한다. 2000년 준공된 중장비보관동은 궤도차량 보관전용 건축물로서 동계기간 기지 보유 중장비의 안전한 보관을 위하여 필수적인 건축물이다. 1991년 준공된 창고동과 장비보관동은 기지 유지보수자재 보관이 주용도인 건축물로 외부 활동이 어려운 동계 기간 중 월동연구대가 실내에서 체육활동을 할 수 있는 공간을 제공한다.

중장비보관동과 창고동 모두 부식으로 인하여 건물 사용성이 크게 저하된 실정이다. 중장비보관동의 경우 전면행거도어의 부식으로 개폐불량으로 안전사고 발생 위험이 있으며 창고동의 경우는 전·후면 외장판넬 부식으로 벽체 및 이음부를 통하여 눈, 비유입 현상이 심각한 실정이다(그림 3-3).



a. 중장비보관동 전경



b. 창고동 전경



c. 강풍 및 블리자드 발생 시 시설노후화에 따른 눈·비 유입 현상

그림 3-3. 기존 중장비보관동과 창고동 현황

○ 중장비보관동 및 창고동 보수보강 방안

중장비보관동과 창고동은 난방이 되지 않고 거주하지 않는 장비나 자재 보관용도의 건축물로서 연구동과 숙소동의 경우와 같이 전면 재건축하기 보다는 보수보강하여 건축물의 기능을 유지하는 방안이 예산집행 측면에서 효율적이다. 중장비보관동 경우 전면 행거도어를 교체하여 안전사고를 미연에 방지하고 창고동의 경우 극심한 부식으로 보수가 불가한 전후면 외벽판넬을 교체하여 외부 눈·비 유입을 방지한다.

3.3. 재생에너지 생산 방식 및 설치 위치의 대안

3.3.1 재생에너지 생산 방식 대안

현재 운영되고 있는 남극기지의 재생에너지 생산 방식은 남극의 풍부한 풍력을 이용한 풍력발전시스템과 백야기간이 이어지는 하계 기간 동안 효율이 높은 태양전지판을 이용한 태양광발전 시스템이다.

○ 풍력발전 시스템

풍력발전의 경우 기지가 입지한 환경조건과 운영상의 장단점에 따라 소형의 수직형 블레이드형식의 발전기에서부터 대형의 수평블레이드 방식의 발전기까지 다양하게 적용되고 있다. 대형의 수평 블레이드형 발전기의 경우 남극에 서식하는 조류에 대한 영향과 저주파 소음 발생으로 인한 논란이 끊이지 않고 있다. 뉴질랜드에서 동남극 로스섬에 설치한 발전기의 경우 메가급 풍력발전기를 설치하여 미국 맥머도기지와 생산된 전기를 공유하고 있으며, 발전시스템의 유지를 위해 전문인력이 투입되고 있다. 호주의 경우 모슨 기지에 280kW급 발전기 3대를 설치 운영중에 있으며 유지관리에 전문인력이 필요하다.

2014년 준공된 장보고기지의 경우 서식조류에 대한 영향과 월동대의 유지관리 편의성, 운반 및 설치의 안정성을 고려하여 당초 소형의 수직형발전기를 적층하여 약 40kW 용량의 풍력발전기를 설치하고자 계획하였으나, 국내외적으로 강한 바람과 블리자드가 잦은 남극 환경에서 검증된 동용량의 수직형 발전기의 수급이 불가능하여 0.3kW 수직형블레이드 5기만을 설치한 상태이다(첨부 2. 남극장보고기지 풍력발전기 설치 검토보고). 세종기지의 경우에도 2007년 대수선 당시 적용하고자 시험적으로 한국에너지기술연구원과 협력하여 수평형 블레이드 방식을 적용한 바 있으나 빙결과 강한 바람으로 인해 파손되어 철거한 상태이다.

○ 태양광 발전 시스템

태양전지판의 경우 벨기에 프린세스엘리자베스기지, 일본쇼와기지, 인도 바라티기지, 중국 쿤룬기지 등에 2000년대 중반부터 지속적으로 적용사례와 설치용량이 증가하는 추세이며, 강한 바람에 의한 패널 손상 가능성을 제외하고 비교적 안정적으로 운영되고 있다. 장보고기지의 경우에는 강한 바람에 의한 패널 손상 가능성을 극복하기 위해 발전동 지붕에 적용하였으며, 극야기간을 제외하고 비교적 안정적인 전력 생산이 가능하여 2014년 10월 총발전량은 2,908 kWh에 달하였다.

따라서 상기의 검토 내용을 반영하여 세종기지 증축공사를 통해 태양전지판을 신축 연구동 지붕에 적용하여 재생에너지 활용으로 화석에너지 사용량을 가능한 줄이고자 한다.

3.3.2. 태양광 발전 시스템 설치 위치의 대안

본 공사를 통해 기지 운영에 필요한 에너지 생산을 위한 발전기 유류 소모량을 줄이

고 그로 인한 대기오염물질의 발생을 저감하기위하여 태양광 발전 시스템을 도입하고자 한다. 태양광 발전시스템은 옥외에 독립적으로 설치하는 1안과 하계연구동 지붕에 설치하는 2안이 고려되었다. 설치용량의 크기와 지반 교란으로 인한 환경영향이 없는 2안을 최종 선정하였다.

1안) 별도 옥외부지에 설치할 경우	2안) 하계연구동 지붕에 설치할 경우
 • 태양광설치 용량 47(kW) 설치 가능 • 별도 설치 공간 필요	 • 하계연구동 지붕에 태양전지판 용량 60(kW) 설치 가능 • 별도 설치공간 불필요

3.4 제안된 활동을 하지 않는 대안

제안된 활동을 하지 않을 경우 활동으로 인한 남극환경에 대한 환경영향이 발생하지 않을 것이다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 유지보수 작업으로는 기존건축물의 노후화로 인한 내구성 저하를 방지하기 어려운 실정이다. 연구동과 숙소동의 경우 구조물의 부식 외에도 진동, 소음으로 인한 거주자 거주환경이 지속적으로 악화되어 장기간 남극 연구 활동에 큰 제약조건으로 작용한다.

기지운영 측면에서도 각종 장비의 안정적 보관이 불가하여 장비의 내구성 저하로 인한 사용수명 단축이 예상되고, 이는 결국 대체장비를 구매 보급함에 따른 예산소요와 대형 보급선 운항으로 인한 환경영향 유발이 예상된다.

설치한지 약 27년이 경과한 유류탱크의 경우 홀겹으로 제작되어 있어 항시 유류 유출의 위험을 내포하고 있다. 비록 유류탱크 주변 유류오염 방지턱(Bund)이 설치되어 유류유출 사고 발생시 주변 토양 오염을 1차적으로 방지할 수 있지만 불리자드 상항시 유출된다면 강설로 인한 방지턱내 적설로 유출유류가 방지턱을 넘을 수 있는 가능성 또한 배제할 수 없으므로 보다 철저한 예방을 위해 근본적으로는 이중벽 구조를 지닌 유류탱크 교체가 가장 바람직한 방법이라 할 수 있다.

결론적으로 제안된 활동을 하지 않을 경우 건축물의 노후화로 인한 내구성저하를 방지할 수 없으므로 장기적으로는 보수보강 대상 건축물마저 전면 철거후 재건축 할 수밖에 없는 상황이 발생할 것으로 예상된다. 본 활동은 안정적이고 친환경적인 남극 세종과학기지 운영에 필수적이며, 조속히 시행함이 중장기적으로 기지 운영예산 절감과 환경영향 저감, 더불어 선진 연구인프라를 조성함으로써 연구성과의 수월성 제고에 크게 기여할 수 있다.



4. 중점 평가 항목의 설정

4.1 환경 영향 평가 대상지역 설정

제안된 활동은 건설 장비 및 인력의 행동반경을 고려할 때 하계연구동 및 정비동의 재건축과 보수보강 공사가 이루어지는 집중영향 지역을 포함하여 세종기지 부지내 (약 15,411 m²)로 제한될 것으로 예상되지만, 남극지역은 풍속이 강하고 환경변화에 민감한 지역임을 고려하여 대기오염물질 영향의 경우 ‘환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인, 2013.1.1., 환경부(첨부 3)’에 의한 대기질 평가사업 중 면사업(산업단지, 골프장 등)의 평가범위 중에서 가장 넓은 범위인 반경 2.0km를 평가대상지역으로 설정하였다(그림 4-1, 4-2).

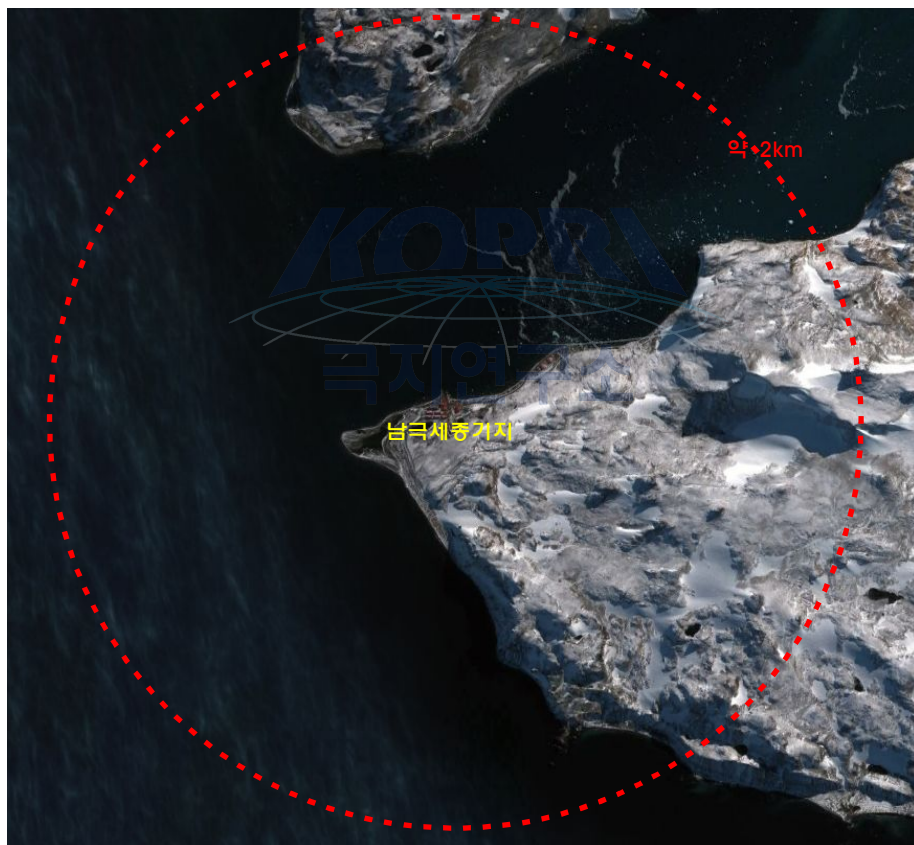


그림 4-1. 공사로 인한 대기오염물질 영향 평가 대상지역 범위



그림 4-2. 제안된 활동으로 인해 영향이 집중되는 세종기지 부지 내 지역

4.2 중점 평가 항목 및 선정사유

4.2.1 대기

세종기지에서는 하계에 기지운영을 위한 화물의 선적과 하역을 위해 중장비를 사용하고 있으므로 장비 운영으로 인한 대기오염물질은 배출되나 제안된 활동으로 인한 건설기간 동안 대기오염물질의 배출량이 증가할 것으로 예상되어 중점 평가 항목으로 선정하였다. 세부 평가항목은 환경정책기본법 제2장 제1절 '환경기준' 및 동법시행령 제2호에 의한 대기질 환경기준 설정항목(첨부 4)중 공사장비 내연기관의 연료사용에 의해 주로 발생하는 PM-10, NO₂, SO₂, CO를 선정하였다.

4.2.2 해양 환경

제안된 활동을 위해 하계기간 동안 기지 물품 하역과 폐기물 선적을 위하여 보급선과 바지선, 고무보트의 운항이 빈번히 이루어지는 부두지역이다. 또한 가설시설의

오수처리시설에서 처리된 배출수의 방류는 세종기지 부두 인근(기지 운영을 위한 방류구 위치)에서 이루어질 계획이므로 방류수에 의한 해수질 영향이 예상되어 중점항목으로 선정하였다.

4.2.3 토양

제안된 활동은 기지 부지로 조성되어 이미 지반과 토양의 교란이 이루어진 곳이기
는 하나 건설장비 운영시 소량의 유류 유출 발생 가능성이 있으므로 중점항목으로 선정하였다.

4.2.4 폐기물

건설활동으로 인하여 내외장 작업시 발생하는 단열 패널, 보온재, 목재 등의 무해
고형폐기물이 대부분 발생될 것으로 예상되며 폐유와 엔진오일과 같은 일부 유해 폐
기물도 함께 발생될 것으로 예상되어 중점항목으로 선정하였다.

4.2.5 소음

기존 건축물 철거와 재건축 등의 공사로 인한 중장비 운영으로 인한 소음이 발생
하여 주변에 서식하고 있는 도둑갈매기류의 생육에 방해가 될 수 있으므로 중점항목
으로 선정하였다.

KORRI
극지연구소

5. 환경 현황

5.1 지형 및 지질

5.1.1 지형

우리나라의 세종과학기지가 위치한 바톤반도의 약 반은 아직도 만년빙 또는 만년설에 의해 덮여있다. 이 지역은 빙하에 의한 빙식작용 및 그에 따른 특징적인 지형과 한대 지방에서만 볼 수 있는 특징적인 지형, 즉 빙퇴석층 (moraine), U자형 계곡, 서어크 (cirque), 빙하호 (glacial lake), 다각형구조 (polygon structure), 인젤버어그 (inselberg), 그리고 빙하가 지나간 자국인 조선 (striation) 등이 잘 발달되어 있다. 특히 빙퇴석층은 해안 가까운 골짜기 도처에 발달되어 있으며 분급과 원마도가 매우 나쁘다. 이 지역의 영구동토대는 지하 1 m 정도 아래에 위치하고 있으며 비가 오거나 눈이 녹은 물이 스며들지 못하고 흘러내리며 지역에 따라 유량이 상당한 곳도 있다 (과학기술처 1988).

남극 기후 특성 때문에 화학적 풍화작용은 거의 이루어지지 않고, 물리적 풍화작용이 우세하여 모든 암석편이 모서리가 마모되지 않고 날카로운 각을 이루고 있는 것이 특징적이며, 따라서 토양의 발달이 불량하다. 특히 응회암질암에서는 응회암이 쌓일 때의 성층면을 따라서 수분이 들어가 동결되며 생기는 균열 때문에 쪼개지는 기계적 풍화현상을 쉽게 볼 수 있다.

또한 바톤반도에서는 현재의 해수면 보다 높은 곳 (3-4 m, 20 m 부근, 100 m 부근, 150 m 부근, 250 m 부근 등)에서 해안가에서만 볼 수 있는 원마도가 양호한 자갈들이 확인 되어 여러 번의 해수면 변동이 있었음을 시사하고 있다.

5.1.2 지질

바톤반도 일대에는 제 3기초의 중성 및 산성의 화성암류가 광범위하게 분포되어 있고 (Davies 1982), 이들 하부에는 화산원 실트스톤 (volcanogenic siltstone) 또는 화산원 세립질 사암 (volcanogenic fine sandstone)이 남서쪽 또는 남쪽 해변 도처에 분포되어 있다. 세종기지가 위치한 해안지역은 해변지역으로 해변을 구성하는 자갈의 평균 입자 크기(SZm)는 -4.16 Ø로서 대부분 잔자갈 (pebble)에 속한다. 대상지역은 역질 해변 (gravel beach) 이고 해변역을 이루는 암석이 화산암 단일 조성이며, 전체적으로 낮은 원마도를 보인다.

5.2 기후

세종과학기지의 기상관측소 ($62^{\circ}13'S$, $58^{\circ}47'W$)는 1988년 세종기지 준공과 더불어 기상관측을 시작하여 현재까지 지속되고 있다. 세종기지가 위치한 킹조지섬의 위치는 기상학적인 면에서 고위도 저압대에 속하는 지역으로서 중위도 편서풍과 극동풍이 만나 극전선이 형성되는 곳이다. 그리고 남극대륙 연안을 따라 동글게 반 영구적으로 형성되고 있는 저기압계 - 주로 웨델해, 벨링스하우젠해, 로스해, 그리고 프리츠만 등에 중심을 둔 4개의 저기압 - 중에서 웨델해와 벨링스하우젠해의 두 저기압과 극고기압 또는 확장된 이동성 아열대 고기압 등으로 이루어지는 기압패턴의 영향을 받는 위치에 놓여 있다 (과학기술처, 1993). 따라서 전반적으로 기압은 낮고 변화가 심하며 강한 상승기류가 발달하여 흐린 날이 많다. 또한 주변 해양의 영향으로 습도가 높고 안개가 자주 발생한다. 특히 남동계열의 강한 바람과 함께 많은 양의 눈이 날리며, 이로 인해 시정이 극히 나빠지는 현상인 블리저드가 겨울철에 많이 발생한다.

5.2.1 기온

1988년부터 2014년까지 관측된 연평균기온은 $-3.0 \sim -0.5^{\circ}\text{C}$ 이다 (한국해양과학기술원 부설 극지연구소 2015). 가장 낮은 기온은 -25.6°C 로 1994년 7월 24일에 관측되었으며 가장 높은 기온은 13.2°C 로 2004년 1월 24일에 관측되었다. 겨울철 (6월~9월) 평균 기온은 $-5.1 \sim -3.7^{\circ}\text{C}$ 이며, 현장조사를 위한 야외활동과 건축활동이 이루어지는 여름철 (12월~2월)의 평균기온은 $0.8 \sim 2.0^{\circ}\text{C}$ 로 비교적 온화하다. 이 시기에는 바톤반도를 덮고 있던 눈이 대부분 녹아 내려 다량의 융설수가 기지 주변으로 흘러내린다. 지난해 2013년에는 11월과 12월 평균기온 이 각각 -1.3°C 와 -0.7°C 로 예년에 비해 매우 추운 여름이었다. 2013년은 관측 이래 12월 최저기온(-8.5°C)을 기록하였다.

5.2.2 풍향 및 풍속

세종기지에서 관측된 풍속은 연평균 $7.1 \sim 8.8 \text{ m/s}$ (1988년~2014년) 정도이다. 최대 풍속은 50.8 m/s 로 2013년 8월 19일에 관측되었다. 2013년의 경우 여름이 시작되는 11월부터 여름이 끝나가는 2월까지 최대풍속이 $34.8 \sim 45.9 \text{ m/s}$ 로 예년에 비해 여름철에 매우 강한 바람이 불었다. 2013년 겨울철에는 주로 동풍과 강한 북풍이 불었고 여름철에는 북서풍과 동풍이 불었다. 세종기지 주변은 지리적 특성상 강한 바

람이 자주 부는 곳이다.

5.2.3 강수량

세종기지에서 관측된 연중 강수량은 227.4~1055.3 mm (1988년~2014년) 이다. 2003년 2월 25일에 59.0 mm로 최대 강수량을 기록하였다. 2009년 한 해 동안의 강수량이 1,055.3 mm로 가장 많았다. 상대습도는 해양의 영향을 받아 89% 정도로 매우 높다.

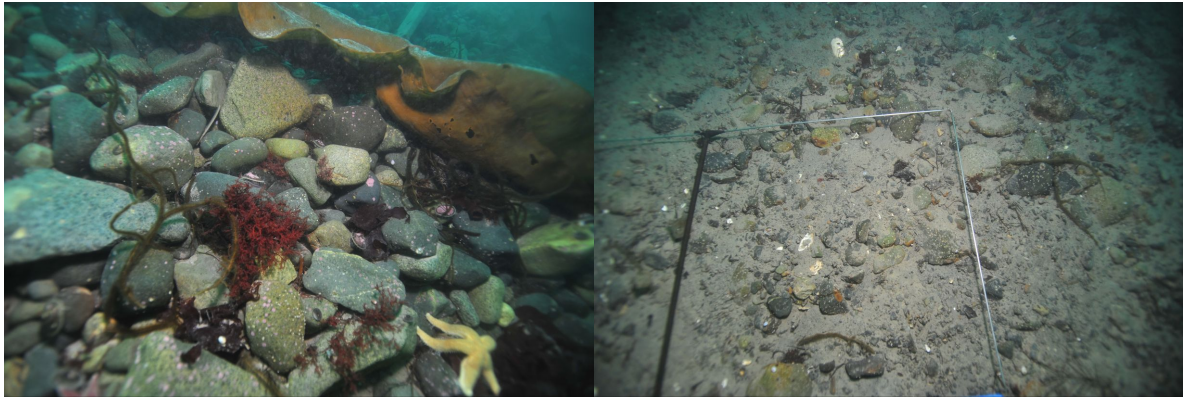
5.3 해양 환경

5.3.1 물리적 특성

세종기지 앞 마리안 소만(Marian Cove)은 길이 3.5 km, 폭 1.2 km의 작은 피요르드로 바톤 반도와 위버 반도에 둘러싸여 있다 (유 등 1999). 최대 수심은 약 130 m이고 소만의 안쪽에는 20 m 높이의 조수빙하가 위치하고 소만 입구는 맥스웰만과 접하고 있다. 북부 및 남부 연안은 자갈 해변이 넓게 발달하고 연안을 따라 육상 빙하에서 기원하는 용설수류가 하계 동안 발달한다. 여름철에 남극 극전선 남쪽에 존재하는 표층수의 유입으로 인해 고온의 맥스웰만 유입수가 소만으로 들어온다. 특히 여름의 수층구조 변화는 조석, 바람, 기온, 강수 및 유빙에 의해 주로 일어난다 (유 등 2002). 빙하성 유출이 활발한 여름에 소만의 부유물질은 주로 육상기원의 쇄설성 퇴적물이다. 수심 2 m 정도의 얇은 수심에는 저온, 저염, 고탁도의 표층 필름이, 수심 15~35 m 사이에는 고온, 저탁도의 맥스웰만 표층수가 수심 40~65 m에는 저온, 저염, 고탁도의 중층 필름이 구분된다.

5.3.2 식물상

부두 인근은 크고 작은 자갈로 이루어진 기질이 수심 15~20 m까지 이어지고 그 이상 수심은 모래가 섞인 빨질로 이루어져 있다. 이 지역은 유빙의 영향을 자주 받는 곳으로 해조류의 생육이 빈약하다. 수심 10 m 부근의 자갈에는 물집잎파래(*Ulva bulbosa*)가 주로 서식하고 대형 갈조류인 큰잎나도산말(*Himantothallus grandifolius*)과 같은 산말류와 홍조류인 장끼벗곱슬이(*Plocamium cartilagineum*), 둥근비단잎(*Iridaea cordata*) 등이 관찰된다(그림 5-1).



a. 부두앞 수심 10 m 저서생물상

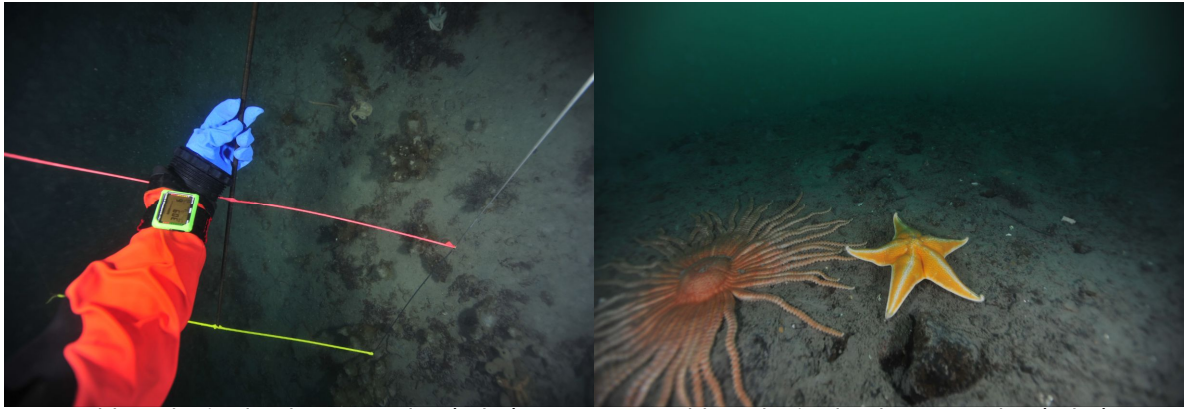
b. 부두앞 20 m 부근 저서기질

그림 5-1. 부두 인근의 저서 생물상

5.3.3 동물상

2010년부터 2014년까지 남극 하계 시즌에 세종기지 주변 해역에 서식하는 동물 플랑크톤들의 형태 분류, 분자마커를 이용한 분자계통연구 결과, 해양에는 부유성 및 저서성 요각류(Copepoda), 단각류(Amphipoda), 난바다곤쟁이류(Euphausiids), 등각류(Isopoda) 등이 우점하는 것으로 확인 되었으며 특히 단각류의 경우 5과 22종을 동정하였고 *Proteobbingia* sp. 와 *Bovallia gigantea*가 우점종으로 나타났다. 요각류는 11종, 난바다곤쟁이류 2종을 확인하였고 단각류는 *Glyptonotus antarcticus*가 우점종으로 나타났다. 세종기지앞 해안에서는 단각류인 *Proteobbingia longicornis*와 *Paraceradocus gibber*, 난바다곤쟁이류에 속하는 *Eupausia superba*와 진드기의 생육이 확인되었다.

자갈이 잘 발달된 10 m 이내의 얕은 수심에는 삿갓조개류인 *Nacella* sp.가 녹조류인 물집잎파래(*Ulva bulbosa*)에 부착하여 생육하며 다양한 불가사리류가 서식한다. 20 m 이상 수심은 모래가 섞인 빨로 되어 있고, 남극큰띠조개 (*Latenula elliptica*), 멍게류, 갯지렁이류(*Flabelligera* sp.), 고둥류 (*Neobuccinum eatoni*)가 서식한다. 이 지역의 타 지역에 비해 단순한 저서동물상을 보이고 있다.



a. 부두앞 수심 약 30 m에 서식하는
머게류

b. 부두앞 수심 약 20 m에 서식하는
불가사리류

그림 5-2. 부두 인근의 저서 동물상

5.4 육상 동식물상

5.4.1 식물상

1988년에 형성된 부지내에서 인간의 활동이 주로 이루어지고 있어 부지 내에서는 뚜렷한 식생을 관찰 할 수 없다.

해발 0-5 m 사이의 조사 지역은 해풍, 해수의 영향, 여러 개의 웅덩이, 도로 등에 의해 형성된 다양한 미세 환경에 적응하여 여러 군집들이 형성되어 있었다. 특히 이 지역에서 선태류의 다양한 군집이 형성될 수 있었던 것은 pond-2와 3에 의한 충분한 수분 공급과 융설수에 의해 운반된 토사의 침적, 야생조류에 의한 시비 등을 들 수 있다. 한편 이 지역에서 관찰되는 지의류는 주로 가상지의류와 *Usnea antarctica*, *U. aurantiaco-atra*, *Stereocaulon alpinum*, *Himantormia lugubris*, *Placopsis contortuplicata*이었으며 이들 종의 분포는 염분의 농도와 밀접한 관련이 있다 (Lindsay 1971). 이들은 주로 염분 농도가 낮고 질소성분이 부족한 곳에서 잘 자라는 종들로 해안 지역에서 생육하기에 적합하지 않지만 이 지역에서 자주 관찰되는 이유로 해양성 남극지대에 속하는 킹조지섬은 대륙성 남극지대에 비해 기후 조건이 온화하고 강수량이 많아 해풍에 의해 운반되는 염분의 농도가 희석되었기 때문이라고 생각되고 있다 (Inoue 1991).

해발고도 5-10 m에 해당하는 지역으로, 세종기지의 건물 대부분이 이곳에 위치해 있으며 인공적으로 조성된 기지 주변을 제외하고는 대부분 경사면을 이루고 있다. 상

부의 기질은 하부 지역에 비해 크고 거친 돌들로 이루어져 있으며 이들은 융설수의 흐름과 함께 밀려 내려온 것으로 생각된다. 도로 주변과 pond-4 주변의 낮은 지대의 기질은 크고 작은 자갈과 토양으로 구성되어 있다. 이 지역은 다른 지역에 비해 경사각이 크고 잦은 산사태로 인해 식생이 거의 관찰되지 않는다.

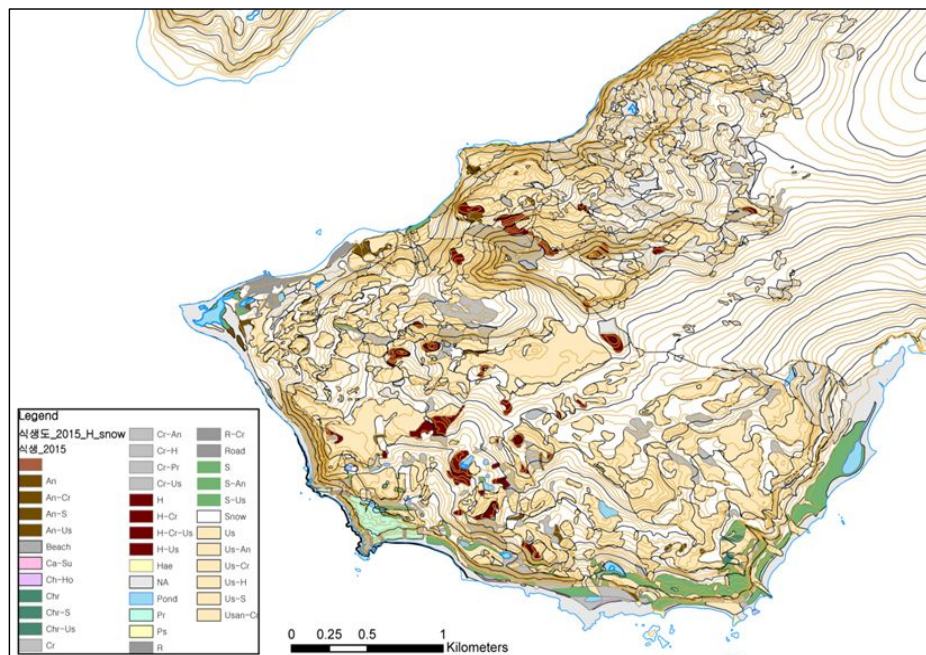
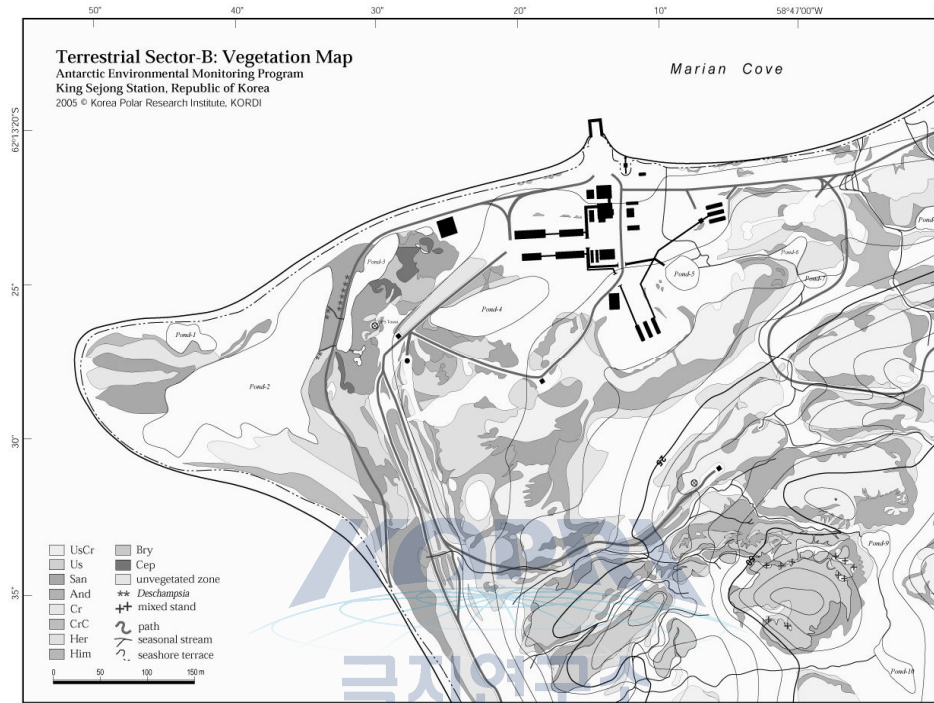


그림 5-3. 세종기지 주변 식생분포도(상, Kim et al. 2007)와
 바톤반도 전체 현존식생도(하, 2012~2016)

5.4.2 동물상

○ 무척추동물상

2010년부터 2013년까지 남극 하계 시즌에 세종기지 주변육상에 서식하는 동물 플랑크톤들의 형태 분류, 분자마커를 이용한 분자계통연구 결과, 토양과 담수에서는 완보동물(Tardigrada), 윤형동물 (Rotifera), 선충류 (Nematoda)와 곤충류 *Belgica antarctica*, springtail species *Gomphiocephalus hodgsoni* 등이 관찰되었다.

○ 척추동물상

세종기지가 위치한 바톤반도의 북쪽 해안에는 해표나 물개와 같은 척추동물의 번식지 및 휴식지는 없으며 척추동물상으로는 몇 개체의 해양조류를 들 수 있다.

남극 일대에서는 황제펭귄의 번식지를 제외하고 해빙지역(ice-free zone)이 조류의 번식지로 이용되고 있다. 킹조지섬에서도 조류의 번식지는 해빙지역으로 제한되어 있다. 도둑갈매기류의 번식지 역시 해빙지역에 형성된다 (김 등 2005). 도둑갈매기류는 지의류 및 이끼류를 사용하여 둥지를 짓기 때문에, 이들의 둥지장소는 식생이 분포하는 지역에 위치하는 특성을 보인다. 2011년 조사시까지 기지 주변과 바톤반도에 서식하는 도둑갈매기류의 둥지가 100여개에 달하였으나 2012년 킹조지섬지역 기상변화로 강설량의 증가로 지반이 노출되지 않아 1개의 둥지도 발견할 수 없었다. 점차 둥지수를 회복하고 있기는 하나 2014/15년 조사시에는 남극도둑갈매기 11개 둥지와 남극도둑갈매기와 갈색도둑갈매기 혼합쌍 1개 둥지가 관찰되었다(그림 5-4). 활동 예정 지역인근에 가장 가깝게 서식하는 조류는 남극도둑갈매기와 남극제비갈매기로 약 250미터 이상의 거리에서 둥지가 관찰되고 있다(그림 5-4).

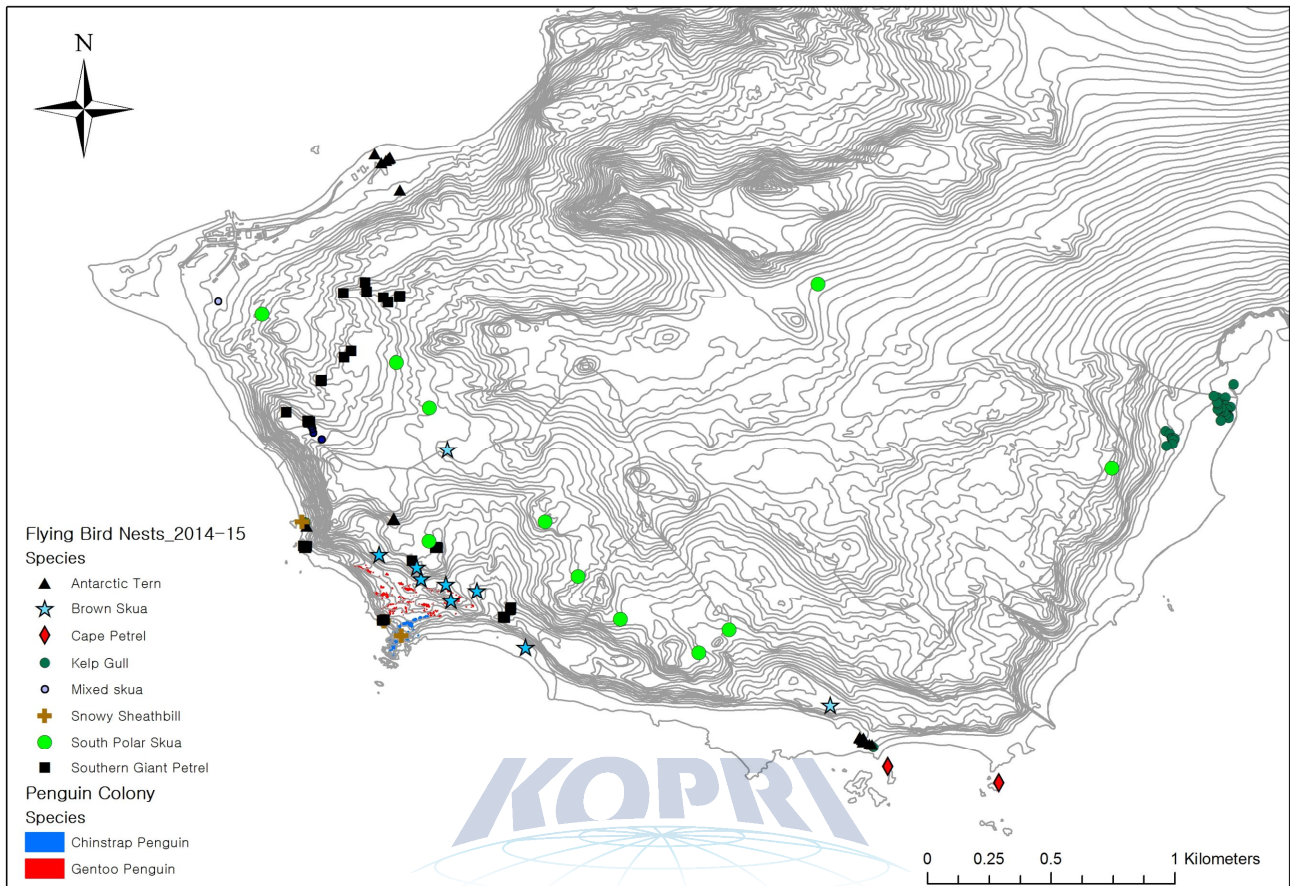


그림 5-4. 바톤반도에 분포하는 조류 분포 조사 자료 (2014-15년 자료)

5.5 인간의 활동

세종기지와 인근에서의 일반적인 인간의 활동은 연중 연구를 수행하고 기지를 운영하는 월동연구대의 활동과 남극하계 기간인 매년 11월부터 2월까지 이루어지는 하계 연구를 위한 것이다. 하계 연구활동 인원은 2004/05년에 급격히 증가하여 101명에 달하였고 이후에도 100명 이상의 연구자들이 기지를 방문하고 있으나 남극장보고 과학기지를 기반으로 한 연구활동이 본격화 되면서 연구 인력이 분산되어 2015/16년 하계활동을 위해 70~80명 수준으로 줄었다. 하계 기간 동안 기지 방문자는 대부분 인근의 칠레기지에서부터 고무보트를 이용하여 세종기지 부두로 들어온다. 월동연구대는 매년 17~18명이 파견되며 기지 운영 및 하계 연구자들에 대한 지원 업무와 해양 식물플랑크톤 군집 변동과 대기관측 연구 등의 월동연구를 수행한다.

5.6 보호구역, 역사적 장소 및 기념물 현황

세종기지에서 남동쪽으로 약 2km의 거리에는 남극특별보호구역 171로 지정된 펭귄군서지(ASPA No. 171 Narebski Point)가 위치하고 있다. 2009년 젠투펭귄과 턱끈펭귄을 포함한 번식조류와 주변의 식생 등의 과학적 가치와 생태적 가치의 중요성에 주목하여 우리나라의 제안으로 지정되어 관리되고 있다.

ASPA No. 171을 제외하고 바톤반도에는 남극조약시스템에 등록된 역사적 장소(HSM)나 특별보호구역, 특별관리구역이 존재하지 않는다.



6. 제안된 활동으로 인한 영향 예측 및 저감 방안

6.1 방법 및 자료

환경영향평가는 일반적으로 환경현황 파악, 활동으로 인한 영향 예측, 평가와 저감 방안 수립의 단계를 거쳐 이루어진다. 제안된 활동을 위한 초기환경영향평가의 경우도 이러한 기본 체계를 이용하여 실시되었다. 세종기지의 주변 자연환경 및 기상자료 등은 1988년 기지가 운영되기 시작한 이래 27년간 축적해온 것이며 이를 환경영향평가의 기초 자료로 활용하였다.

남극환경에 미치는 매체별 (대기, 토양, 해양환경, 동식물상 등) 잠재적 영향의 정도는 영향의 가능성, 범위, 기간 및 강도의 4가지 측면에 대해 예측하고 저감방안과 함께 남극활동을 위한 환경영향평가 지침에 따라 영향 매트릭스를 작성하였다.

6.2 대기질

6.2.1 영향 예측

6.2.1.1 예측 범위 및 대상

○ 영향 예측 범위

주요 대기오염물질은 건설자재의 운송을 위한 수송 선박과 건설장비에 필요한 연료의 사용으로 발생한다. 평가시기는 공사시 중 하계연구동 재건축, 정비동 재건축, 기존 건축물 보수보강 공정이 동시에 이루어져 공사장비 투입으로 인한 연료사용량이 최대일 것으로 예상되는 2017년 1~3월(3개월)을 선정하였다. 영향 예측을 위한 공간적 범위는 남극지역은 풍속이 강하고 환경변화에 민감한 지역임을 고려하여 '환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인, 2013.1.1., 환경부'에 의한 대기질 평가사업 중 면사업(산업단지, 골프장 등)의 평가범위 중에서 가장 넓은 범위인 반경 2.0km를 평가대상지역으로 설정하였다(첨부 4).

○ 영향 예측 대상

세종기지 주변으로 별도의 영향예측지점은 없으므로 거리별(사업지구 중심으로부터 반경 1km, 2km), 방향별 영향검토를 위해 8개 지점을 설정하였다. 또한, 기지 남측으로 펭귄군서지인 ASPA No. 171이 위치해 있어 이를 본 공사의 영향예측지점으로 설정하였다.

6.2.1.2 공사시 대기오염물질 배출량 산정

공사시 투입장비의 연료사용에 따른 오염물질 배출이 예상되므로 표 1-9에서 제시한 건설장비와 공사시 가설사무소 운영이 계획되어 있어 가설사무소 발전기 연료사용에 따른 오염물질 발생량을 산정하였다.

건설장비의 연료사용에 따른 오염물질 배출량은 PM-10, NO₂, CO의 경우 장비별 연료사용량 및 ‘자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(V) (국립환경과학원 2007)’에 제시된 배출계수를 이용하여 산정하였으며, SO₂의 경우는 장비별 연료사용량 및 ‘자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정(환경부고시 제2013-94호)’에 제시된 배출량 산정식을 이용하였다(첨부 5). 각각의 산정방법은 첨부 6에 제시하였다.

활동지역은 지역 특성상 바람이 자주 부는 지역으로 공사로 인한 대기 오염물질은 빠르게 확산되어 주변 환경(눈, 식생 등)에 대한 영향은 거의 없을 것으로 판단되며 공사시 시간당 대기오염물질의 배출량은 표 6-1과 같이 PM-10 0.0045g/s, NO₂ 0.2471g/s, SO₂ 0.0003g/s, CO 0.0718g/s로 산정되었다.

표 6-1. 건설장비에 의한 오염물질 배출량

구 분	연료사용량 (ℓ/hr)	오염물질 배출량 (g/s)			
		PM-10	NO ₂	SO ₂	CO
굴삭기	42.0	0.0027	0.1408	0.0002	0.0483
크레인	15.3	0.0007	0.0597	0.0001	0.0079
덤프트럭	9.0	0.0001	0.0081	0.0000	0.0023
지게차	4.0	0.0006	0.0181	0.0000	0.0060
다목적굴삭기	6.0	0.0004	0.0201	0.0000	0.0069
1톤 트럭	3.0	0.0000	0.0003	0.0000	0.0004
합 계	79.3	0.0045	0.2471	0.0003	0.0718

주) PM-10은 입자크기별 누계구성비율 0.96을 적용하였으며, NO₂는 NO_x의 100%를 적용하였음

가설시설 발전기의 연료사용에 따른 오염물질 배출량은 ‘국가 대기오염물질 배출량 산정방법편람(Ⅲ) (국립환경과학원(2013)에 제시된 배출계수를 이용하여 산정하였다(첨부 6). 가설사무실 발전기 운영에 따른 대기오염물질의 배출량은 PM-10 0.0035g/s, NO₂ 0.0415g/s, SO₂ 0.0002g/s, CO 0.0233g/s로 산정되었다(표 6-2).

표 6-2. 가설사무소 발전기에 의한 오염물질 배출량

구 분	연료사용량 (ℓ/hr·대)	수량 (대)	오염물질 배출량 (g/s)			
			PM-10	NO ₂	SO ₂	CO
발전기1	52.3	1	0.0029	0.0349	0.0002	0.0195
발전기2	5.0	1	0.0003	0.0033	0.0000	0.0019
발전기3	2.5	2	0.0003	0.0033	0.0000	0.0019
합 계	59.8	4	0.0035	0.0415	0.0002	0.0233

주) PM-10은 입자크기별 무게구성비율 0.96을 적용하였으며, NO₂는 NOx의 100%를 적용하였음

○ 예측 모델

공사시 오염물질의 영향을 예측하기 위해 U.S. EPA에서 사용중인 대안모델 (Alternative Models)인 ISCST3(Industrial Source Complex Short Term Model))을 이용하여 예측하였다. ISCST3에서 입력되는 지형조건은 1:5,000도 수치지형도(지역 바톤반도)를 이용하여 리셉터에서의 POINT 높이를 추출하였다. 기상자료는 활동지역인 세종기지에서 자동기상관측장치(AWS)를 이용하여 측정한 2014년 1월~3월 기상 자료를 이용하였으며 상층기상관측자료는 부재하여 남극 Dome C지역에서 이탈리아가 관측한 결과(Casasanta et al. 2014)를 참조하여 혼합고 300m를 가정하였다.

6.2.1.3 공사시 예측 결과

공사시 영향예측을 실시한 결과, 팽권마을(ASPA No. 171) 등 주변지역에 미치는 가중농도가 매우 낮은 것으로 분석되어 대기오염물질 배출로 인한 대기질 영향은 미미할 것으로 판단된다 (표 6-3, 6-4, 그림 6-1~4)

그러나 대기오염물질 배출로 인해 눈, 얼음 또는 바위 표면의 오염이 발생할 수 있으며, 이로 인하여 바위틈에 서식하는 생물군이 존재할 경우 영향을 미칠 수 있다.

표 6-3. 공사시 주변지역 24시간 가중농도

구분		East	West	South	North
먼지 (ug/m ³)	1.0km	0.03	0.02	0.02	0.01
	2.0km	0.01	0.01	0.01	0.00
	ASP A 171	0.01			
NO ₂ (ppb)	1.0km	0.73	0.79	1.35	0.21
	2.0km	0.28	0.30	0.48	0.07
	ASP A 171	0.25			
SO ₂ (ppb)	1.0km	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.0km	0.00	0.00	0.00	0.00
	ASP A 171	0.00			
CO (ppb)	1.0km	0.39	0.43	0.73	0.12
	2.0km	0.15	0.16	0.26	0.04
	ASP A 171	0.13			

표 6-4. 공사시 주변지역 전체 모델링기간(3개월) 가중농도

구분		East	West	South	North
먼지 (ug/m ³)	1.0km	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.0km	0.00	0.00	0.00	0.00
	ASP A 171	0.00			
NO ₂ (ppb)	1.0km	0.08	0.05	0.06	0.01
	2.0km	0.03	0.02	0.02	0.00
	ASP A 171	0.01			
SO ₂ (ppb)	1.0km	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.0km	0.00	0.00	0.00	0.00
	ASP A 171	0.00			
CO (ppb)	1.0km	0.04	0.03	0.03	0.01
	2.0km	0.01	0.01	0.01	0.00
	ASP A 171	0.01			

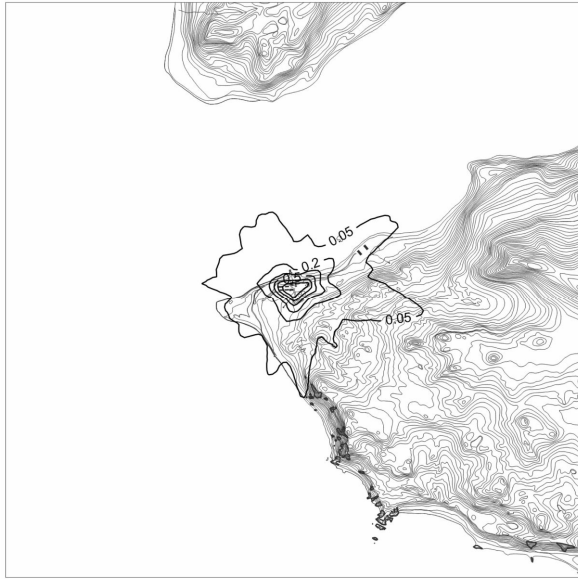


그림 6-1. 공사시 24시간 평균 PM-10 등농도곡선(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

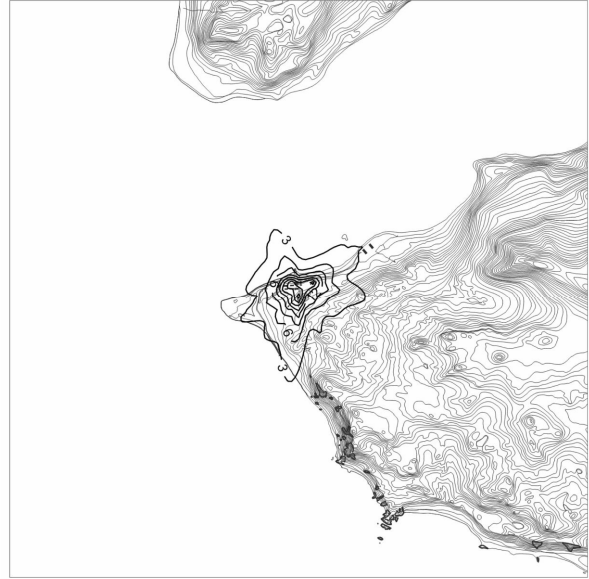


그림 6-2. 공사시 24시간 평균 NO₂ 등농도곡선(단위 : ppb)

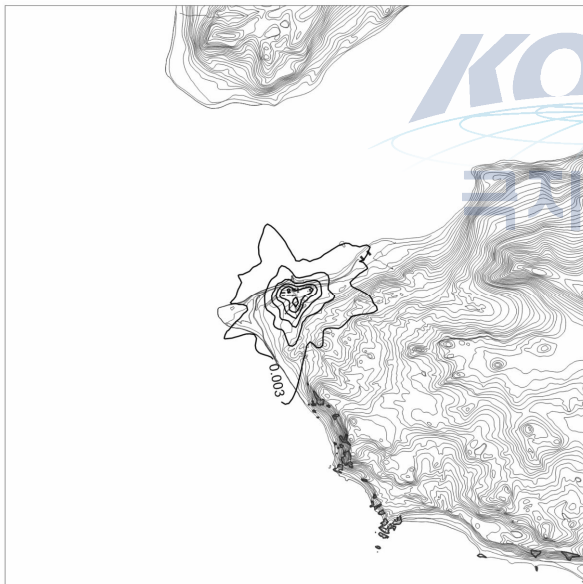


그림 6-3. 공사시 24시간 평균 SO₂ 등농도곡선(단위 : ppb)

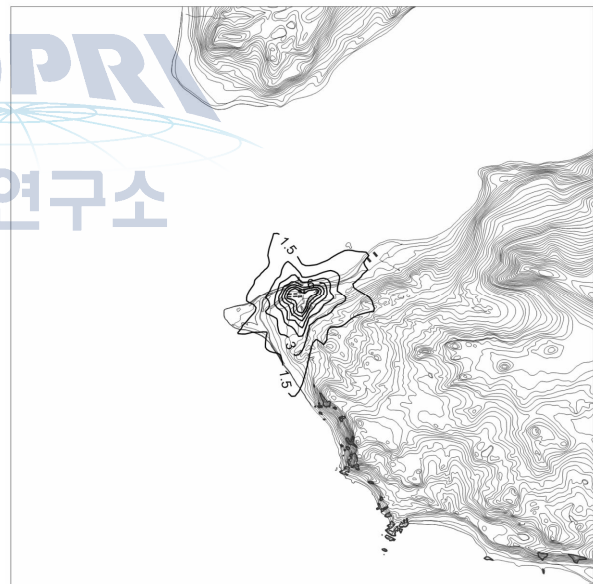


그림 6-4. 공사시 24시간 평균 CO 등농도곡선(단위 : ppb)

6.2.1.4 운영시 대기오염물질 영향 예측

제안된 활동이 완료된 후 하계연구동과 정비동의 시설이 가동될 경우 기지 연면적이 982m² (재건축면적-철거면적) 정도 증가하여 연간 유류 소모량이 다소 증가할 것

으로 예상되며 이로 인한 대기오염물질 발생이 증가할 것으로 예상된다 (표 6-7).

6.2.2 저감 방안

6.2.2.1 공사시

수송선은 MGO (Marine Gas Oil) 등과 같은 저유황 (3.5%보다 황함유량이 낮은 연료, MARPOL 73/78)를 사용할 계획이다. 장비의 경우 대기배출 최소화를 위하여 높은 기준을 적용할 계획이며 공사중 불필요한 공회전을 없애고 다량의 공사장비가 동시에 투입되지 않도록 작업공정을 수립토록 하며 연료 소비를 최소화 하는 장비 이동 경로를 확보할 계획이다.

장비의 이동과 건설자재 절단, 용접 등으로 발생할 수 있는 비산먼지 발생을 억제하기 위하여 최단 장비이동 동선을 선정하여 10km/h 이하로 서행하고 노면 건조시 주기적인 살수로 비산먼지 발생을 방지할 계획이다(그림 6-5). 또한 건설자재의 국내 제작 극대화로 현장작업을 최소화하고 집진기가 설치된 컨테이너 작업장을 활용하여 절단, 용접 등의 작업을 수행하고 작업장은 진공청소로 먼지 확산을 방지할 계획이다(그림 6-6).

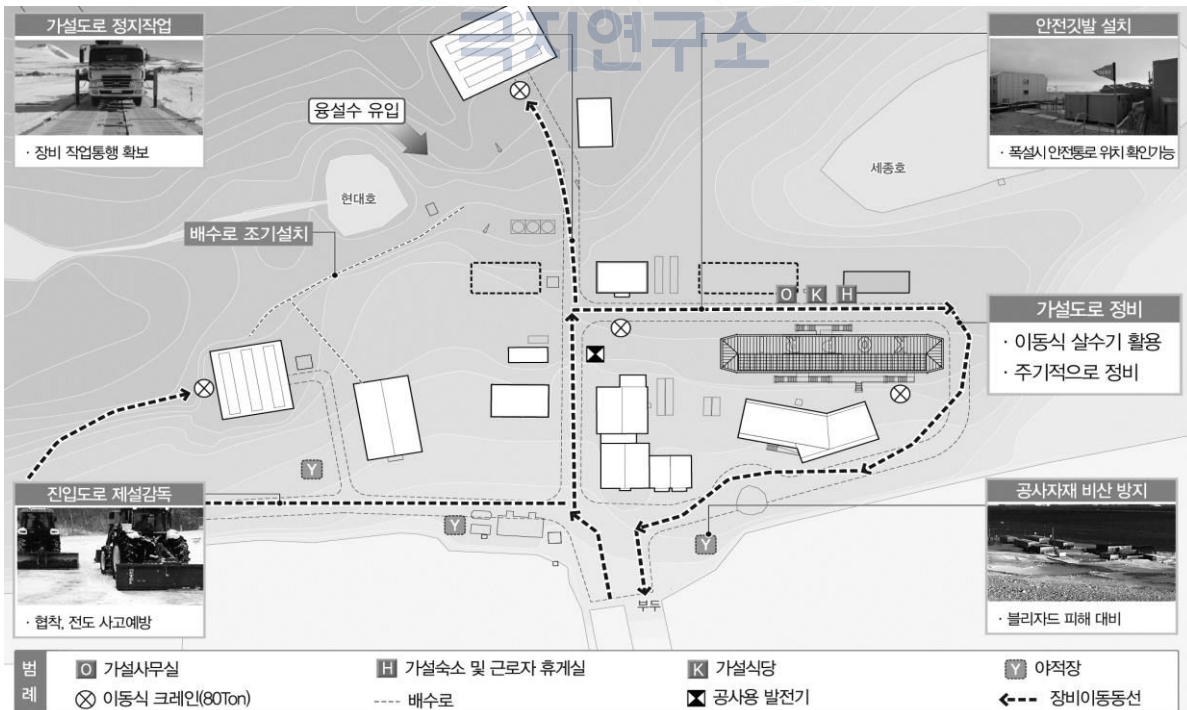


그림 6-5. 공사 장비 운영으로 인한 비산먼지 발생 억제 및 안전사고 방지를 위한 현장운영 계획

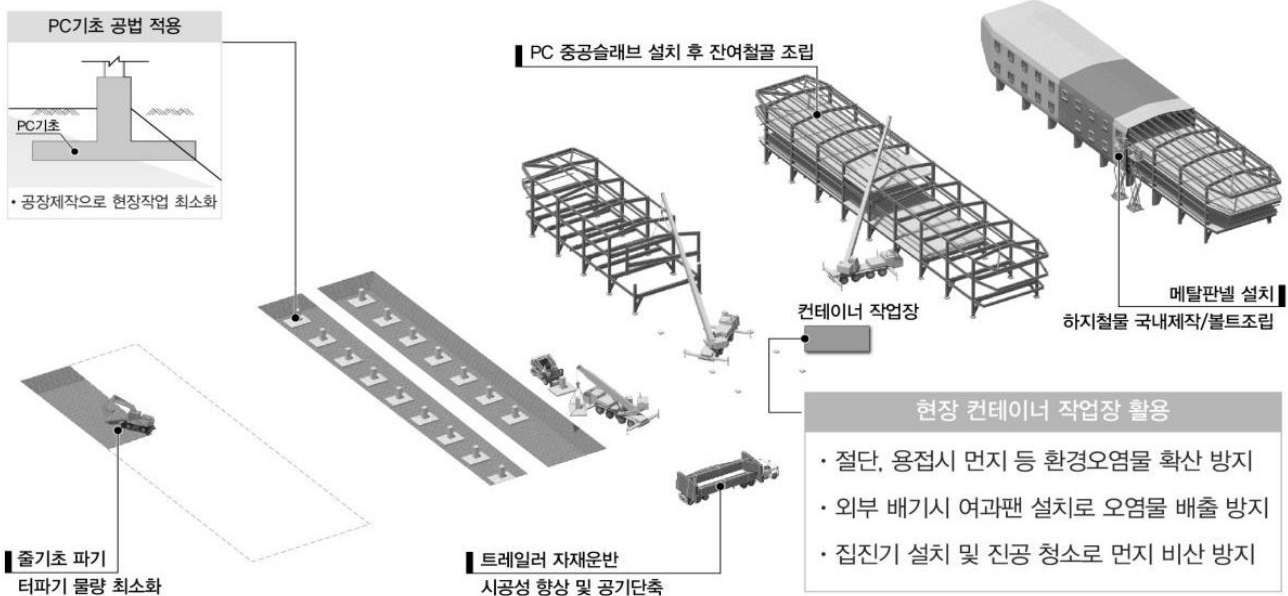


그림 6-6. 건설공사로 인한 먼지 발생 방지를 위한 건설자재 제작 및 현장작업 계획

6.2.2.2 운영시

기지사설의 연면적 증가로 발생하는 유류 사용량을 최대한 줄이기 위하여 재건축 건물에 대한 에너지 절감 계획을 수립하여 적용할 계획이다.

○ 패시브 계획

에너지 소모량이 가장 많을 것으로 예상되는 하계연구동의 외피면적을 최소화할 수 있도록 요철이 없는 단순한 형태의 외형을 추구하였으며, 건물의 벽체, 지붕, 바닥, 창호에 고성능 단열재를 사용할 계획이다 (표 6-5).

표 6-5. 에너지 절감을 위한 패시브 계획

외벽재	지붕재	바닥재	창호
• 열관류율 0.117W/m²K • 경질우레탄폼100/미네랄울100	• 열관류율 0.109W/m²K • 경질우레탄폼100/미네랄울125	• 열관류율 0.116W/m²K • 경질우레탄폼100/미네랄울100	• 열관류율 0.885W/m²K • THK43 로이삼중유리(아르곤)

○ 액티브 계획

건물내 열원 및 환기설비의 고효율화, 조명 및 전열 설비의 고효율화를 도모하고 재생에너지를 활용하여 에너지 사용 증가로 인한 유류 사용량을 절감하고자 계획하였다 (표 6-6). 태양광발전 패널의 경우 당초 지면 설치형으로 계획하였으나 지반 훼손과 강풍에 의한 영향 최소화를 위해 건물 지붕에 배치함으로써 설치용량을 47kWp에서 60kWp로 설치할 계획이다.

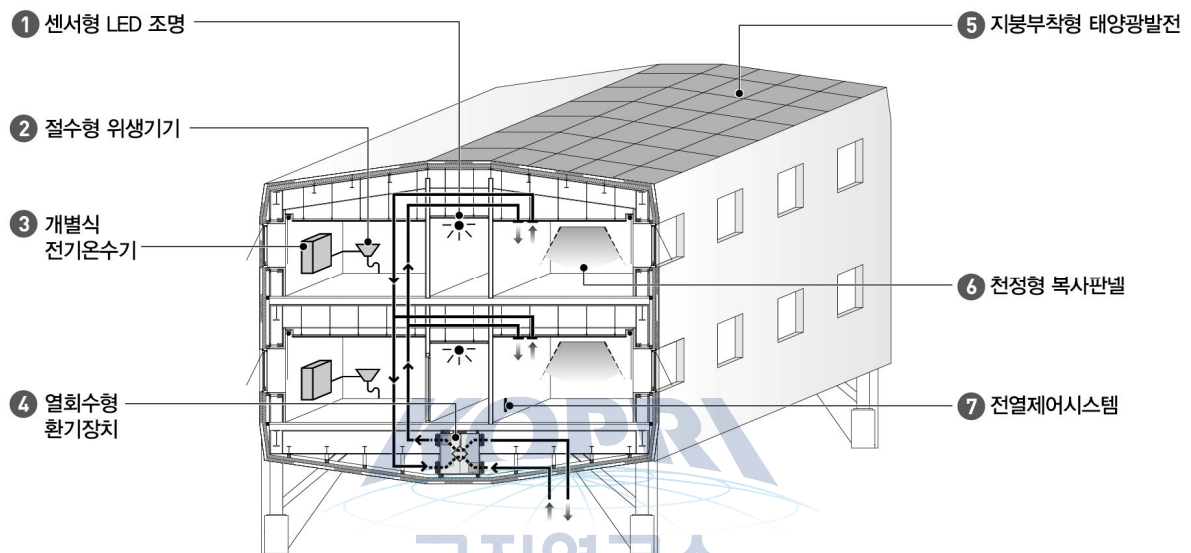


그림 6-7. 분야별 중요 액티브 계획

표 6-6. 에너지 절감을 위한 액티브 계획

천정형 복사판넬 난방	열회수 환기장치	전열제어시스템 및 고효율 LED 센서등	건물부착형 태양광 발전시스템
• 복사난방으로 온열 쾌적감 향상 • 중앙제어 가능으로 난방 효율향상	• 열회수형 환기장치 적용 • 환기 열손실 저감 및 공기질 향상	• 센서형 고효율 LED조명기구 적용 및 중앙 처리부에 의한 작동으로 조명에너지 절감	• 하계 일사량 최대 확보 • 태양광 발전 생산량 : 36,162kWh/yr • 연간 유류사용량 11,427L 절감

상기와 같은 에너지 절감 계획을 적용함으로써 기존 기지건물의 단위 면적당 유류 사용량에 비하여 절반이하의 소모량(약 44%)이 예측되어 기지 증축으로 예측되는 부

정적 영향을 최소화하였다(표 6-7).

표 6-7. 건설공사 전과 공사 후 운영시 발생하는 연간 유류 소모량 및 단위면적당 비교

건설공사 전			건설공사 후		
구 분	연면적 (㎡)	연간유류사용량(ℓ/yr) (단위면적당 사용량: ℓ/㎡)	구 분	연면적 (㎡)	연간유류사용량(ℓ/yr) (단위면적당 사용량: ℓ/㎡)
잔존건물 연면적	3,665	231,715 (63.224)	잔존건물 연면적	3,665	231,715 (63.224)
철거예정 연면적	653	41,285 (63.224)	재건축 연면적	1,635	45,595 (27.887)
총 연면적	4,318	273,000 (63.224)	총 연면적	5,300	277,310 (52.323)

6.3 토양

6.3.1 영향 예측

유류 유출로 인한 토양오염 가능성은 건설 장비의 연료주입과 오일교환 시에 발생한다. 이 경우 유출은 주로 활동지역 내로 국한될 것이며, 세종기지에서 사용하는 연료는 휘발성으로 유출 시 빠르게 휘발될 것으로 예상되나 일부 잔유물이 남을 수 있다. 또한 유류탱크 교체에 위한 기존 탱크 해체시 소량의 연료가 유출되어 연료 유출로 인해 토양 오염과 식물군에 악영향을 미칠 수 있으나, 활동 지역내에는 뚜렷한 식물군집이 형성되어 있지 않다.

6.3.2 저감 방안

대부분의 유류 유출은 장비 주유시에 발생하여 소량으로 한정되어 심각하지 않을 것으로 예상되나 남극 환경에 대한 영향을 최대한 줄이기 위하여 연료주유는 방제시설이 갖추어진 세종기지 주유시설에서 주유하고 엔진오일 교환시에는 방수포와 흡착포를 비치하여 소량의 유출에도 대비할 계획이다. 철거 전 유류 탱크 주변에 흡착포와 빈 경유 드럼, 소형 펌프 등을 비치하여 유사시 신속하게 대처할 수 있도록 준비하고, 탱크 내부에 잔존하는 연료는 유류용 ISO 탱크에 옮겨 닦아 기지 운영시 사용할 계획이다. 이송후에도 남아있는 유류는 흡착포로 제거하여 충분히 환기시킨 후 절단하여 우드박스에 보관하였다가 2차년도 건설폐기물 반출시 함께 반출할 계획이다(그림 6-8) 상세한 철거 과정 및 설치 과정은 아래와 같다(그림 6-9).



그림 6-8. 유류탱크 교체시 흡착포 설치 구역

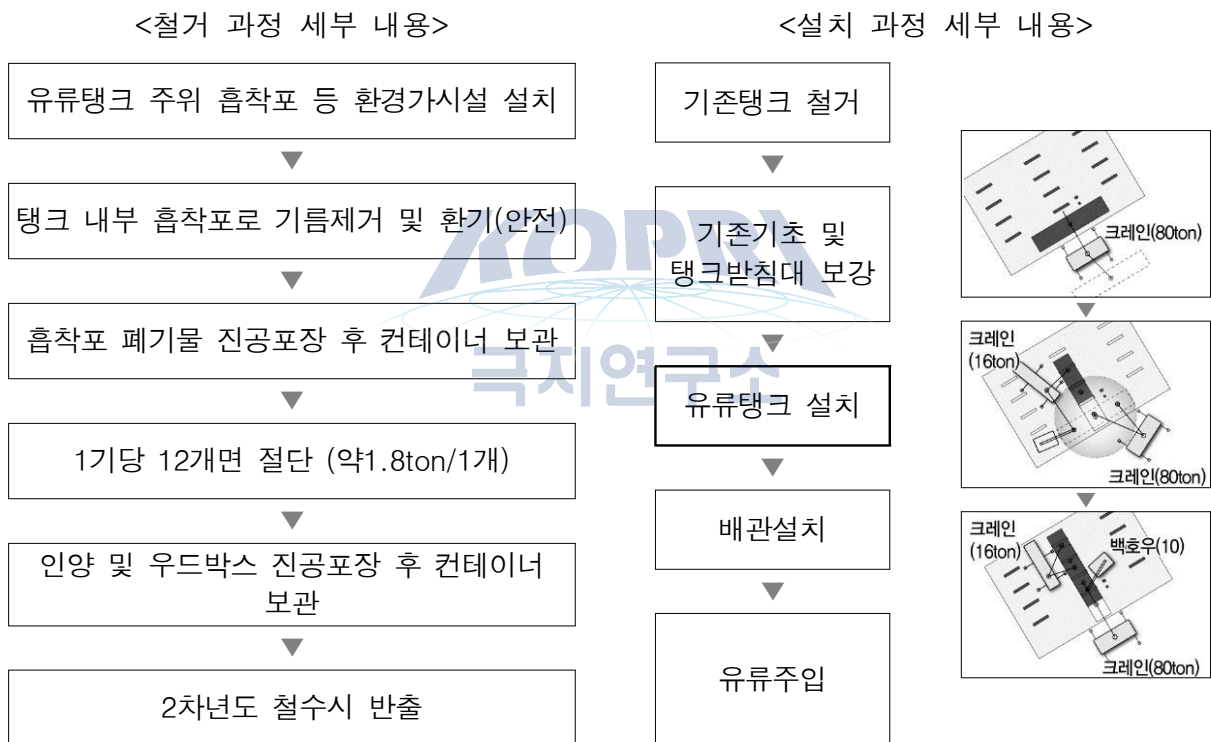


그림 6-9. 유류탱크 철거 및 설치 세부 계획

6.4 해양 환경

6.4.1 영향 예측

건설공사를 화물선에서의 공사용 유류 보급 시 유류유출 발생 가능성이 있으며, 고무보트 주유시 소량의 유류 유출이 발생할 수 있다. 또한 가설시설 중 오폐수 처리 시설에서 발생하는 방류수로 인해 주변 해양환경에 영향을 미칠 수 있다.

현재 세종기지 운영으로 인해 발생하는 오수의 양은 200ℓ/일로 하계기간 약 10톤과 동계기간 약 3.6톤의 오수가 발생되며 미생물을 이용한 생물학적 방법에 의해 처리되고 있다 (표 6-8, 6-9, 그림 6-10). 건설 공사 기간 중 공사인력으로 인하여 발생하는 1일 오수 발생량은 남극장보고과학기지 건설당시 실제 발생한 100ℓ/인·일을 기준으로 산정하였다(표 6-10).

표 6-8. 남극세종과학기지 오수발생량 (1인 1일 오수발생량 200ℓ)

기간	12월~익년 2월	3월~11월	처리용량	비고
평균체류인원	50명	18명	20톤/일	적합
발생량	10톤/일	3.6톤/일		

표 6-9. 남극세종과학기지 방류수 수질(2007년 설치 당시, 관련 하수도법 시행규칙 제16조)

구분	생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/ℓ)	화 학 적 산소요구량 (COD)(mg/ℓ)	부유 물질 (SS) (mg/ℓ)	총 질소 (T-N) (mg/ℓ)	총 인 (T-P) (mg/ℓ)	총대장균 군 수 (개/ml)
방류수	4.2	5.3	2.4	9.67	0.88	1,100
기준치 (특정지역)	10이하	40이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하

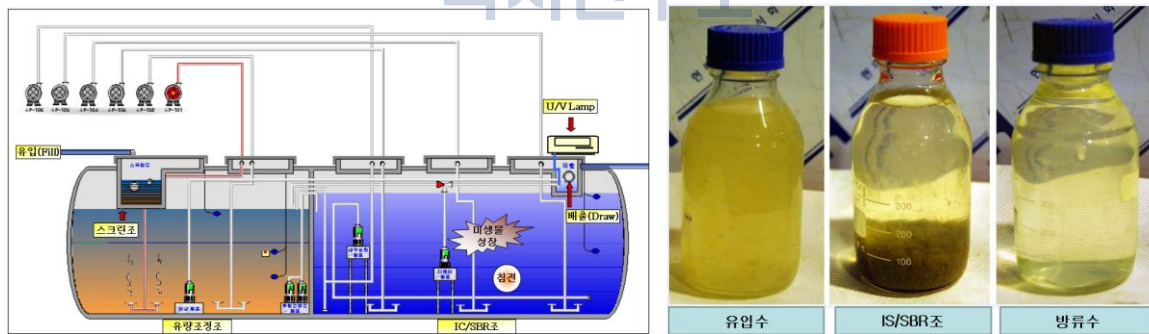


그림 6-10. 세종과학기지 오수처리 계통도 및 유입수와 방류수 비교

표 6-10. 건설 공사 기간 중 오수 발생량 및 가중오염 정도

공사기간	인력규모	1)오수발생량	방류수수질	가중오염여부
1차	'16.11~'17.3 (5개월)	총 61명 (34명)	총 6.1톤/일 (5.1톤/일)	특정지역 방류수 수질기준 만족 공사기간 중 막공법 오수처리기 가동으로 수질 가중오염 최소화
2차	'17.11~12(2개월)	36명	3.6톤/일	

1) 1인 1일 오수발생량은 남극장보고과학기지 건설당시 실제 발생량 기준으로 100ℓ/인/일 적용

※ 괄호() 안 인력은 공사기간 중 기존 숙소2동 사용 인력으로서 기지 오수처리시설 이용인력임

6.4.2 저감 방안

건설공사를 위한 화물선에서의 공사용 유류 보급 시 유류유출 발생 가능성을 배제하고 보급 편의를 위해 공사용 유류는 ISO탱크로 보급할 계획이다. 고무보트 주유시 해양으로의 유류 유출을 방지하기 위하여 주유는 가능한 방재도구가 비치된 육상의 지정된 장소에서 수행하며, 해상에서의 재급유시에는 보트내에 흡착포를 비치하여 소량의 유류가 유출되었을 경우를 대비하도록 한다.

공사인력으로 인해 발생하는 오수는 기존의 생물학적 공정의 단점(미생물의 침강성에 의존)을 개선한 침지식분리막 활성슬러지공법¹⁾을 적용한 처리시설을 거쳐 고도처리 후 하수도법 시행규칙 별표 1의 공공하수처리시설의 방류수수질 기준(첨부 7)의 1지역에 해당하는 수질을 준수하여 부두인근에 방류할 계획이다(표 6-11, 6-12).

표 6-11. 공사기간 중 가동 오수처리설비 개요

항 목	공사중 오수처리시설 신설계획
처리용량	5톤/일 (1대)
처리공법	침지식분리막 활성슬러지공법
운송방법	초집적 컨테이너형의 MBR 하수처리 패키지 시스템-선박이용
사후처리	준공 후 기지반출

표 6-12. 방류수 수질기준 및 공사 기간 중 오수처리시설의 목표 수질

항 목	수질기준	목표수질
BOD (mg/ℓ)	5 이하	5 이하
COD (mg/ℓ)	20 이하	18 이하
SS (mg/ℓ)	10 이하	5 이하
T-N (mg/ℓ)	20 이하	18 이하
T-P (mg/ℓ)	0.2 이하	0.2 이하
대장균군(개/100ml)	1,000 이하	1,000 이하

1) 침지식 분리막활성슬러지공법의 처리 공정은 미생물의 침강에 의존하는 기존 생물학적 공정의 단점을 개선하여 하폐수내의 유기물과 SS, 질소, 인을 동시에 제거할 수 있는 공법으로 무산소조/혐기로 이루어진 반응조와 호기조 내부의 침지형 중공사막(Hollow Fiber Membrane)으로 구성된 하폐수의 생물학적 질소인 고도처리기술로서 흡입여과방식에 의해 슬러지와 처리수를 분리함으로써 처리수질을 달성하는 기술이다. 또한 분리막의 처리유효면적을 확장하여 집적도를 높여 분리막을 집약함으로써 국제 컨테이너 규격으로 시스템이 개발되었다. 국내는 물론 해외 현장에서 사용성이 높은 것으로 평가되고 있다.

6.5 폐기물

6.5.1 영향 예측

건설폐기물은 주로 컨테이너를 활용하여 건설하였던 철거된 건물에서 나오는 철판, 철골, 콘크리트 기초, 내장재, 배관자재 등으로 예상되는 건설폐기물 발생량은 20ft 컨테이너기준 20대 분량과 해체 유류탱크 6기, 중장비 운영으로 인한 폐유가 발생할 것으로 예측된다(표 6-13). 또한 공사시 투입 인원에 의해 생활폐기물이 발생할 것으로 예측된다(표 6-14). 건물 철거로 발생하는 폐기물의 종류와 양, 처리 방법을 요약하여 표 6-15에 정리하였다. 세종기지 건설당시 단열재로 석면사용에 대한 논란이 있었으나 철거 대상 건축물과 시설에서 채취한 단열재에서는 석면이 검출되지 않았다(첨부 8).

표 6-13. 제안된 활동으로 인한 폐기물 발생량

구분	부피	무게	컨테이너 (TEU)
건설폐기물	520 CBM	300 Ton	20
폐유	170 ℓ		-

주) 건설장비 엔진오일 교체주기: 250시간 당 1회.

국내기준: 2~3개월 1회 엔진오일 교환. 기타 오일은 6개월~1년 1회

표 6-14. 공사시 투입 인원에 의한 생활폐기물 발생량 예측

배출원단위	투입인원		발생량
생활폐기물 0.5kg/인·일	1차년도	61인	30.5 kg/일
	2차년도	36인	15.5 kg/일
분뇨 0.3ℓ/인·일	1단계	61인	18.3.0ℓ/일
	2단계	36인	10.8ℓ/일

자료: 남극세종과학기지 대수선 및 증축사업 건설지, 극지연구소 2009

표 6-15. 철거건물 성상별 폐기물 발생량 예측

건 물	면적 (㎡)	폐기물 종류(Ton)				비 고
		철골	판넬	목재	일반기타	
①목재창고&잠수동	115	-	-	5	1	·완전철거
② 지질물리연구동	175	25	6.5	-	4	·완전철거
③ 생물해양연구동	268	35	9.9	-	6	·완전철거
④ 숙소1동	140	18	5.18	-	3	·완전철거
⑤ 유류탱크	-	120	-	-	-	·완전철거 교체 6기 × 20Ton/1기
창고동	96	-	4	-	-	·철거부위 전·후면 판넬
장비보관동	96	-	4	-	-	·철거부위 전·후면 판넬
기타	-	-	-	-	10	
계	890	198	29.58	5	24	
		198	58.58			
처 리 방 법		·현장 지정장소 적재 재 활용 (유류탱크 제외)	절단작업 → 우드박스 입고			 ▶ 철거 건물의 성상별 폐기물 분류 후 철수 시 100% 반출
			→ 컨테이너 적재 → 2차년도 철수시 반출			

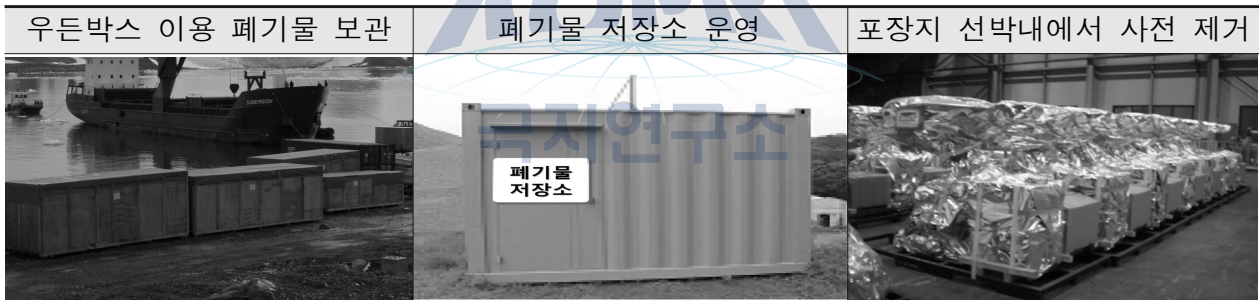
6.5.2 저감 방안

제안된 건설 공사로 인한 폐기물 발생을 줄이기 위해 재건축되는 하계연구동 등의 건축 자재는 가능한 국내 제작(국내 제작율 85%)하여 보급하고자한다. 건축물의 골조는 모듈러프레임을 적용하고 PC기초와 PC중공슬래브를 적용하여 공사기간 단축은 물론 폐기물 발생을 저감하고자 한다. 또한 철거대상인 지구물리연구동과 생물해양연구동을 개조하여 가설시설로 활용함으로써 투입 및 철수화물량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 폐기물 발생량을 현저히 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 또한 철거시에도 컨테이너 건물을 가능한 해체하지 않고 컨테이너 단위로 분리하여 먼지 발생을 방지하고 폐기물 적재에 활용할 계획이다. 바람이 잦은 현장의 기상특성상 중량이 작은 폐기물은 날림이 발생할 가능성이 많으므로, 작업시에는 항상 폐기물자루를 휴대하여 발생시마다 폐기물자루에 보관할 계획이다. 세종기지 증축공사 과정에서 발생하는 모든 폐기물(폐유포함)은 첨부 9의 폐기물 관리계획에 따라 폐기물 성상별로 관리되고 반출될 예정이며 폐기물 처리 종합 환경관리계획을 요약하면 표 6-16과 같다. 표 6-17는 공사시 폐기물 저감을 위한 방안과 관리시설 운영 계획이다.

표 6-16. 건설 기간 중 발생하는 폐기물 처리 등 종합 환경관리계획



표 6-17. 공사시 폐기물 저감 및 관리시설 운영 방안



보 관	폐기물 보관시설 설치시 주의사항										
보 관 및 관리사항	·지정폐기물은 지정폐기물외의 폐기물과 구분하여 보관 ·보관중인 지정폐기물의 종류별로 양 및 보관기관 등을 기재한 표지판 설치 ·표지판 규격 : 가로 60cm이상, 세로 40cm이상 (드럼 등 소형용기에 부착하는 경우 가로15cm이상, 세로10cm이상) ·표지의 색깔 : 황색바탕에 흑색선 흑색글자										
표지판의 설치규격	<table> <tr> <th colspan="2">지정 폐기물 보관 표시</th></tr> <tr> <td>① 폐기물 종류:</td><td>③ 총 보관량: 톤</td></tr> <tr> <td>② 보관기간:</td><td>④ 관리책임자:</td></tr> <tr> <td>⑤ 취급시 주의사항:</td><td> • 보관시: • 운반시: </td></tr> <tr> <td>⑥ 운반 예정 장소:</td><td></td></tr> </table>	지정 폐기물 보관 표시		① 폐기물 종류:	③ 총 보관량: 톤	② 보관기간:	④ 관리책임자:	⑤ 취급시 주의사항:	• 보관시: • 운반시:	⑥ 운반 예정 장소:	
지정 폐기물 보관 표시											
① 폐기물 종류:	③ 총 보관량: 톤										
② 보관기간:	④ 관리책임자:										
⑤ 취급시 주의사항:	• 보관시: • 운반시:										
⑥ 운반 예정 장소:											

6.6 소음 및 진동

6.6.1 영향 예측

건설 공사시 발생하는 합성 소음도를 산정하고 그 영향을 예측하기 위하여 점음원 거리 감쇠식을 적용하였다. 그 결과를 바탕으로 소음으로 인한 영향을 평가하고 저감 대책을 수립하였다. 공사시 소음은 주로 선적 및 하역 작업, 장비 가동 및 기타 건설 작업 과정에서 발생되며, 공정상 주 발생소음은 장비 가동에 따른 소음을 기준으로 예측항목을 설정하였다. 예측 범위는 공사가 이루어지는 기지와 주변 지역 이격거리 2km 이내 지역을 설정하였다. 또한 건설 공사시 부지 내에서 건물 기초 공사를 위한 지반 타격에 따른 진동이 발생할 수 있다.

○ 소음 예측방법

국립환경과학원에서 제시한 장비별 소음특성 자료를 참고하여 장비합성 소음도를 산출후 이격거리에 따른 소음도를 예측하였다. 공사시 장비투입에 의한 소음영향예측은 합성소음도 산출식(식1), 점음원거리 감쇠식(식2)을 이용하였다.

식1) 합성소음도 산출식

$$SPL = 10\log(10^{SPL1/10 \times N1} + \dots + 10^{SPLi/10 \times Ni})$$

→ SPL : 합성소음도(dB(A))
→ SPL1 …… , SPLi : 음원의 발생소음도(dB(A))
→ N1 …… , Ni : 발생소음원의 투입대수

식2) 점음원 거리감쇠식

$$SPL = SPL_0 - 20 \log \left(\frac{r}{r_0} \right) \text{ (dB(A))}$$

→ SPL : 예측지점(r)지점에서의 소음도(dB(A))
→ SPL₀ : r₀지점에서의 소음도(dB(A))
→ r₀ : 소음원에서 기준지점까지의 거리(m)
→ r : 소음원에서 예측지점까지의 거리(m)

○ 환경목표기준 설정

현지의 별도 기준이 없으므로 국내 기준을 적용하였으며, 이에 따라 소음진동관리법에 의거하여 주거시설의 소음 환경목표기준은 생활소음규제기준(주간)의 공사장지역기준인 65dB(A)이하로 설정하였으며, 보호동물에 대해서는 “환경분쟁 피해배상액 산정기준 조정·보완시행(2009. 1, 중앙환경분쟁조정위원회)”를 참고하여 가축 등에 관한 소음피해기준인 60dB(A)이하로 설정하였다.

○ 장비투입에 따른 합성소음도 및 이격거리별 소음도

공사시 모든 장비가 동시에 같은 장소에 투입되는 것이 아니고 공정계획에 따라 공사구간별로 분산 투입되므로 본 예측에서는 공정별 주로 이용되는 장비의 기능을 감안

해 공사시 동시투입이 가능한 장비를 선정하여 합성소음도를 산정하였으며, 합성소음도 산정결과 88.9dB(A)로 예측되었다. 또한, 이격거리별 소음도 예측결과 약 70m 이내 지역에서 주거시설에 대한 소음목표기준인 주간 65dB(A), 약 210m 이내 지역에서 가축에 대한 소음목표기준인 주간 60dB(A)을 초과하는 것으로 나타났다.

표 6-18. 공사시 장비투입대수 및 합성소음도

장 비 명	동력 (HP)	투입대수 (대)	소음도(dB(A))		합성소음도 (dB(A))	비고
			7.5m 기준	15m 기준		
굴삭기	75~140	1(2)	76.3	71.7	88.9	지게차에 대한 15m의 소음도가 없으므로 7.5m 기준으로 합성소음도 산정
크레인	-	1(2)	78.2	70.1		
덤프트럭	-	1	84.7	74.9		
지게차	-	1(2)	74.7	-		
다목적 굴삭기	-	1	76.3	71.7		
1톤 트럭	-	1	84.7	74.9		
계		6(9)				

주1) 트럭은 덤프트럭의 소음도로 대체하였음

2) ()안의 숫자는 사업지구 전체에 대한 총장비대수임

자료 : 건설기계류의 소음 특성, 2003. 7, 국립환경과학원

표 6-19. 공사시 이격거리별 예측소음도

구 분	동시 투입대수	합성소음도 (dB(A))	이격거리별 소음도(m, dB(A))								
			10	20	40	70	100	120	150	180	210
건설공사	6	88.9	86.4	80.4	74.3	69.5	66.4	64.8	62.9	61.3	59.9

○ 소음영향 예측결과

상기 이격거리별 예측소음도에서 제시한 바와 같이 210m에서 소음목표기준 (60dB(A))을 하회하며, 기지 주변에 서식하는 도둑갈매기류와 남극제비갈매기에 대한 영향이 다소 있을 수 있으나 대부분의 동지가 이보다 더 멀리 이격되어있어 이들 조류에 대한 영향은 적을 것으로 판단된다. 또한 남동측 펭귄마을은 본 공사지역으로부터 약 2km 이격되어 있어 공사장비 소음에 따른 영향은 미미할 것으로 판단된다.

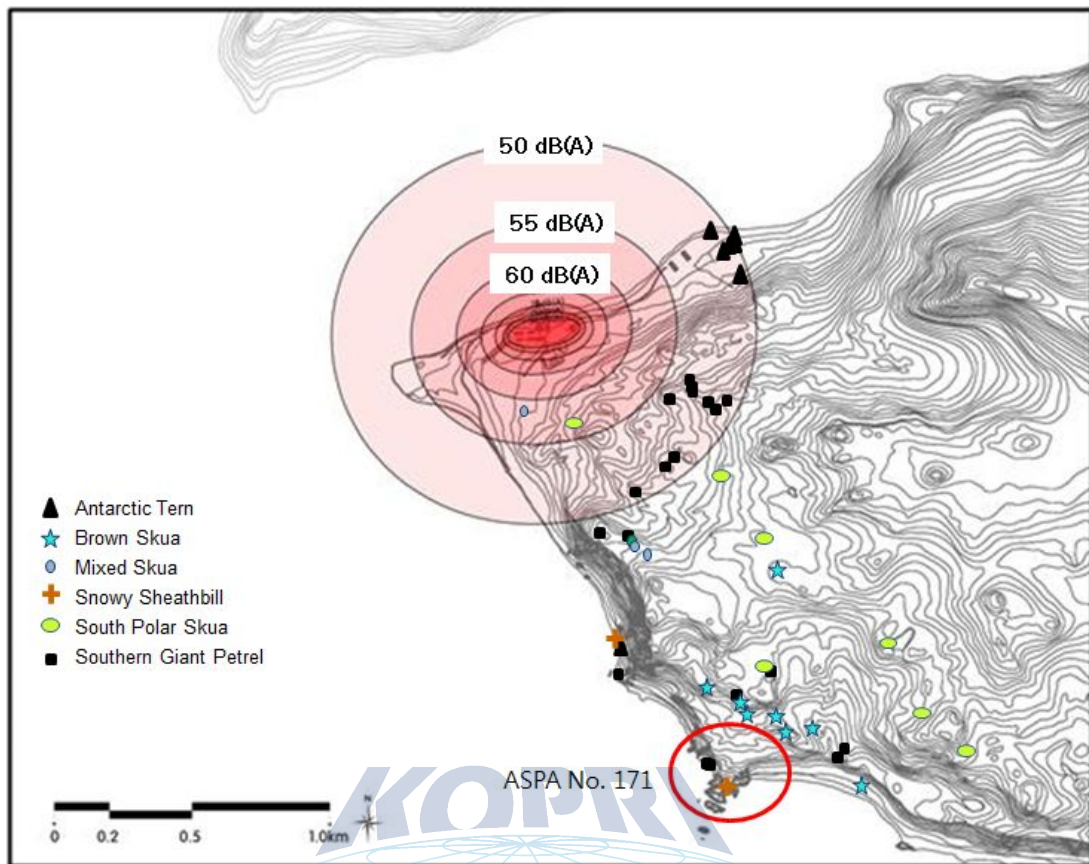


그림 6-11. 공사시 장비가동에 의한 소음영향예측

6.6.2 저감 방안

기지 부지 인근에 서식하는 조류의 경우 대부분 60 dB(A) 영향 지역에서 벗어나 있으나 소음 발생이 기준치를 넘지 않도록 감시할 계획이다. 펭귄군서지(ASPA No.171)의 경우 기지에서 약 2km 정도 이격되어 있어 공사소음으로 인한 펭귄들과 군서지 주변에서 휴식을 취하는 해표류에 대한 영향은 미미할 것으로 판단된다. 그러나 보다 적극적인 소음 저감 방안으로 공사시 발생하는 소음을 최소화하기 위해서 건설 장비를 최대한 분산 투입하여 사용할 계획이다. 아울러 차량 운행 시 불필요한 자동공회전 지양을 통해 장비운행으로 인한 소음영향을 최소화하도록 할 계획이다.

현장 기초 공사시 지반 진동 발생을 원천적으로 배제하기 위하여 국내에서 PC 기초를 전량 제작 보급하여 현장에서는 지반 타격 없이 공사를 진행할 계획이다(그림 6-12). 건설 현장인 세종기지 부지는 해변지역으로 암반이 없이 대부분 잔자갈(pebble)로 이루어져 있어 기초 공사에 지반 타격이 필요 없으며 백호를 이용한 굴착 작업으로 진동 발생이 거의 없다(그림 6-13).

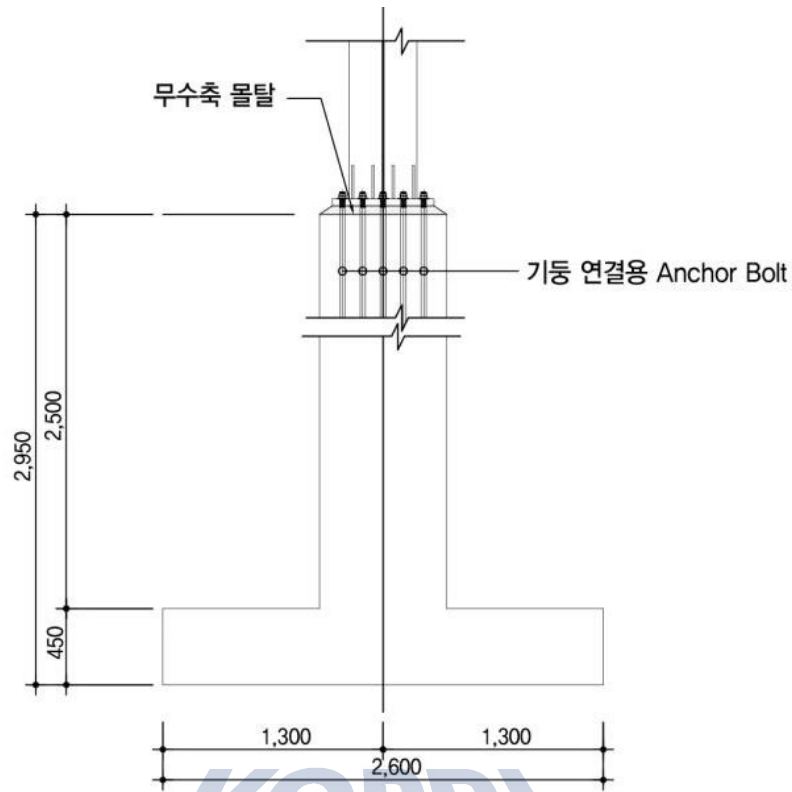


그림 6-12. 하계연구동 및 정비동 PC기초 개념도

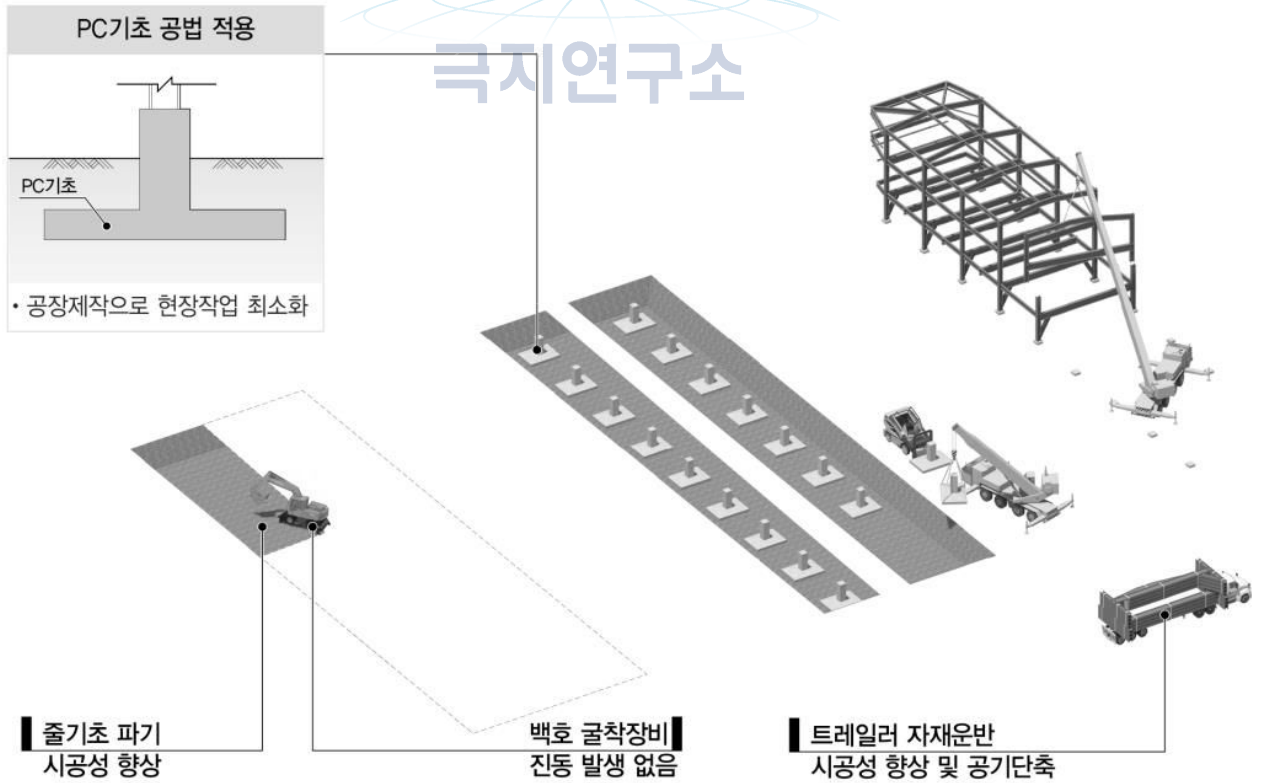


그림 6-13. PC기초 줄기초 터파기로 물량 최소화 및 굴착시 진동 최소화

6.7 동식물상

6.7.1 영향 예측

제안된 활동지역의 육상에는 5.4 육상동식물상에서 언급한 바와 같이 1988년 세종기지 건설시 부지정리과정에서 교란이 이루어져 뚜렷한 식생의 발달을 찾아보기 어렵다. 또한 기지 부근에 가장 가까운 곳에 서식하는 도둑갈매기류의 경우에도 대부분 활동지역에서 200~300 m 가량 떨어져 있어 소음으로 인한 영향은 적을 것으로 예상된다.

건설인력의 활동으로 인한 동식물상에 대한 영향이 있을 수 있으나 인력의 활동 구역은 기지 부지내로 제한되므로 직접적인 영향을 거의 없을 것으로 예상된다. 건설인력과 건설자재의 투입, 건설인력을 위한 식품류 등의 보급시 우발적으로 남극외의 외래종이 유입되어 남극생태계에 영향을 미칠 수 있는 가능성이 있다.

6.7.2 저감 방안

제안된 활동으로 인한 주변 동식물상에 대한 활동 인력들의 영향을 최소화하기 위하여 남극 출발전과 남극 도착 후 각각 1회씩 남극환경교육을 실시하여 남극 환경에 대한 주의 사항 등을 상기시키고 인력들의 기지 부지 이외 지역의 출입을 가능한 제한할 계획이다.

또한 인원, 장비 및 물품 등에 의하여 유입되어 확산될 수 있는 남극외의 외래종 유입을 방지할 수 있도록 자재와 물품 보급전에 COMNAP과 SCAR에서 개발한 외래종 Checklist (ATCM 2011)에 따라 검사하고 인원 파견 전에 COMNAP에서 개발한 외래종 교육 모듈(ATCM 2015)을 활용, 교육을 실시하여 자재, 인원들의 피복, 신발 등을 철저히 세척, 살균하도록 할 것이다. 공사에 사용되는 차량의 경우 대부분 세종기지에서 활용하고 있는 장비를 사용하나 새로 보급하는 크레인 등 반입 중장비의 경우 선적전 고압살수기로 바퀴 및 차량을 세척하여 차량에 묻어 남극에 반입될 수 있는 토양과 그로 인한 식물 종자 등의 유입을 철저히 예방할 계획이다.

6.8 누적 영향

제안된 활동에 따라 기지 내에서 단기간의 인간 활동으로 인한 환경 영향이 추가적으로 발생하여 기지운영에 따른 누적 영향이 부가 될 수 있으나 인력규모와 기간으

로 볼 때 사소하거나 일시적일 것으로 예상된다. 기지 건설 후 하계연구동과 정비동의 운영에 따른 에너지 사용이 기지 운영에 따른 누적 영향에 부가 될 것으로 예상되거나 재건축 건물의 건축자재의 효율성과 규모 면에서 볼 때 전체 기지 운영에 따른 영향에 크게 부가 되지 않을 것으로 예상되며 태양광발전을 활용한 재생에너지 사용을 통해 그 영향이 저감될 것으로 예상된다. 기지운영으로 인한 누적 영향은 극지연구소에서 수행하고 있는 ‘남극과학기지 포괄적 환경모니터링 및 환경자료 DB구축’ 과제를 통해 연속적이고 장기적으로 감시할 계획이다.

6.9 영향 매트릭스

제안된 활동으로 인하여 예측되는 영향을 종합하여 표 6-20에 영향 매트릭스를 제시하였다. 활동의 세부 내용들은 환경적 스트레스 요인과 영향을 예측하여 각 스트레스 요인 및 영향의 가능성, 범위, 기간, 중요도의 정도에 따라 독립적으로 평가되었다. 평가 결과에 따라 각 스트레스 요인별 저감방안을 제안하였다.



표 6-20. 영향 매트릭스

활동	예측되는 영향	가능성	범위	기간	강도	저감 방안
재건축 건물 기초공사	기초 공사에 따른 지반교란	높음	기지 활동지역 내	초기 건설기간	낮음	조성된 부지 내에서 계획된 이동경로에 한하여 건설차량 이동
건설장비 가동으로 인한 대기 오염물질배출	눈, 대기 및 빙하퇴적물에 대한 오염	보통	기지 주변	건설기간	낮음	지역특성상 바람에 의해 빠르게 확산될 것으로 예상되나 불필요한 장비 운영을 방지하여 영향 최소화
건설장비 재급유	연료 유출로 인한 토양 오염	낮음	급유 시설 주변	건설기간	보통	연료 주입시 주의 및 방제물품 비치로 유출시 즉각 대처
유류탱크 해체	연료 유출로 인한 토양 오염	낮음	유류 탱크 주변	1차 년도	낮음	흡착포를 설치한 유류 오염 방지턱 내에서 작업
철거 및 건설 공사	폐기물로 인한 토양 오염	낮음	기지내	건설기간	낮음	• 건설폐기물 최소화를 위한 현장조립시공 • 폐기물은 분리수거 후 재이용 및 남극외 반출
철거 및 건설 공사	소음발생으로 인한 동물군집 감소	낮음	기지 주변	건설기간	낮음	• 장비 분산 투입 등 저소음 공법 적용
재건축 건물 운영	연료소모로 인한 대기오염물질 발생	높음	기지 주변	운영 기간	낮음	• 고효율 자재 적용으로 소비에너지 최소화 • 재생에너지 활용
장비 및 자재 하역	해양생태계 교란	낮음	부두 인근	하역기간	낮음	• 해양생태계가 상대적으로 빈약 • 오탁방지막 설치
가설시설운영	해양수질 악화	낮음	부두 인근	건설기간	낮음	• 침지식막분리활성슬러지공법 적용으로 고도처리 후 방류

7. 모니터링 및 검증

극지연구소는 환경모니터링 및 검증 계획을 수립하여 세종과학기지 증축 및 보수 보강 공사 단계에서 완료 후 운영단계까지 환경관련 오염 발생원 관리, 오염대책 및 효과 관리, 환경 유지 점검 등을 실시한다. 건설 기간 동안 수행할 모니터링 계획은 표 7-1과 같으며 공사감독관은 환경영향 요인에 대한 체크리스트(첨부 10)에 따라 1일 또는 주기적으로 현장상황을 점검·기록하고 조치할 계획이다. 운영단계의 모니터링은 극지연구소의 ‘남극과학기지 포괄적 환경모니터링 및 장기환경자료 DB구축’과제의 일환으로 지속적으로 수행될 것이다. 본 모니터링과제의 수립시 남극국가운영자위원회(COMNAP)의 모니터링 가이드라인(COMNAP 2005)에서 제안하는 검증 항목들을 적극 수용하였으며 세종기지에서 모니터링하는 항목들은 표 7-2와 같다.

○ 불가피한 상황 발생시 대책

- 건설과정에서 환경 기준을 충족시키지 못할 경우, 현장의 감독관은 동 기준을 충족시킬 수 있는 저감방안을 마련할 때까지 공사 일시 중지

○ 보고 및 공개

- 모니터링 및 검증 요원은 정기적으로 책임자에게 보고하고, 책임자는 모니터링 검증 총괄보고서를 작성하여 남극활동결과 보고시 제출함
- 모니터링 프로그램은 공개를 원칙으로 함

표 7-1. 세종과학기지 증축 공사시 환경영향 모니터링 계획

항 목	모니터링 대상	점검주기
공사 장비 가동	공사 장비 연료 유입 및 소비량	1회/주
	공사 장비 오일교환, 폐유 발생량	1회/주
오수처리시설	오수발생량	1회/주
	방류수 수질 (BOD, COD, SS, T-N, T-P, 총대장균수)	1회/주
폐기물 관리 시설	폐기물 관리시설 상태, 성상별 폐기물 발생량	1회/주
유류 관련 시설	유류 저장시설/폐유 보관시설 누유 점검	1회/일
소음	소음도 변화 (도둑갈매기류 분포 지역)	공사장비 가동시

표 7-2. 세종과학기지 운영에 따른 환경영향 감시를 위한 모니터링 항목

지표	모니터링 항목	조사 주기
족적	인간의 활동이 있는 지역 - 건물, 길, 배관 등의 공간적 점유 - 야외조사 지역 및 그 수(남극활동계획서 및 하계보고서)	활동시
대기질	- 오존, 에어로졸, SO ₂ , NO _x 분석	연중
토양질	- 인간활동으로 인한 침식감시 - 기지주변 조사지역 정점선정 및 3년주기 시료채취 (Metal, TPH, PAH 분석) - 유류유출시 유출지역 집중조사	연중 침식감시 정기: 3년 오염시
해수질	- TSS, DO, Salinity, 수온, Chla - 부두앞: T-N(질산염, 아질산염, 암모늄), T-P(인산염), CTD - 배수구 및 부두주변 정점: 영양염, CTD, 대장균 분석	하계기간
담수질	- 세종기지의 경우 배출수가 담수에 직접 영향을 미치지 않으므로 배출수 항목과 같은 수질검사 미수행 - 식수원(현대호)의 경우 하계기간 중 월 2회 대장균 검사	
눈과 얼음의 quality	기지주변 눈질 분석 (Metals, 입자성물질, POPs)	1회/하계
식생	- 기지 운영 영향 지역 식생도 작성 및 주기별 변화 조사	하계기간
Wildlife health	- 기지 운영 영향 지역 번식조류 개체군 크기 및 번식 성공률 조사 (매년 하계), 기타 포유동물 센서스	하계기간
연료 취급	- 연료소비량 (발전기, 중장비, 조디악 구분) - 유류 유출 보고 (양식에 따라)	1회/주 (연중) 유출시
항공기/차량 운행	- 이동 및 운반용 차량 연료소비량 - 차량 이동거리 기록 - 항공기(헬기) 착륙 횟수	
고형 및 액체 폐기물	- 고형폐기물 (성상별 발생량 및 반출량) - 액체폐기물 (성상별 발생량 및 반출량) - 음식물 쓰레기 발생량 - 소각폐기물 (성상별 발생량)	1회/주 (연중) 반출시
오폐수 (방류수)	- 방류수 부피 - TSS, DO, BOD, COD, pH, T-N, SS의 자동관측 - T-P, 대장균	실시간 실시간 2회/주
야외 활동	- 야외활동시 활동인원수/day, 야외캠프 위치에 대한 기지 보고 의무화	활동시
외래종 유입	- 온실 운영 감시 - 무척추동물, 식물 등 유입 감시 (입출자 대상 채취) - 기존 유입종의 개체군 크기, 분포 및 변화 감시	연중 하계
해양퇴적물	방류수 및 부두 선박운항으로 인한 영향 조사를 위한 분석 - Metals, TPH, PAH, 대장균 등 미생물분석	하계
저서생태계	- 부두 및 방류수 유입지역과 대조구에 정선설치 하계기간 동안 주변 생태계 조사	하계

8. 결 론

제안된 활동으로 인해 남극환경에 미치는 환경영향은 건물 기초 작업 등으로 인한 지반에 대한 영향, 장비운영 및 가설발전기 사용으로 인한 대기오염물질 방출 및 오수 발생으로 인한 해양수질 영향, 폐기물 발생, 소음 발생으로 인한 주변 서식 동물상에 대한 영향 등을 들 수 있다. 굴착으로 인한 지반에 대한 영향은 피할 수 없는 영향이나 그 피해를 저감하기 위해 기존 건물을 철거한 교란된 지역에서 공사가 이루어질 계획이다. 또한 공사로 인한 대기오염물질 발생이 예상되나 공사기간 동안 제한적으로 발생하며 남극의 기상 조건에 의해 대부분 급속히 확산되어 주변 식생이나 토양에 대한 영향은 미미할 것으로 예측·예측되었다. 기존 건물 철거와 공사로 인한 폐기물 발생량을 예측하고 환경영향을 최소화 할 수 있는 철거계획에 따라 철거 및 보관, 운송을 통해 남극 현장에서 100% 철거하여 폐기물로 인한 환경영향을 배제하도록 계획하였다. 가설시설로부터 발생하는 오수는 현재 세종과학기지에서 운영되고 있는 오수처리시설의 처리능력 이상의 고도처리설비를 운영하여 배출로 인한 해수 수질 영향을 최소화할 수 있도록 계획하였다. 공사 장비운영 및 철거시 발생하는 소음으로 인한 주변 서식 동물상에 대한 영향이 있을 수 있으나 건설부지 인근에 서식하는 개체가 매우 제한적으로 이들에 대한 영향은 피할 수 없으나 대부분의 조류는 공사장 소음 영향 지역 밖에서 번식하고 있어 주변 조류군집에 대한 영향은 크지 않을 것으로 예측되었다.

결론적으로 세종기지 부지내에서 기존 연구동을 철거하고 하계연구동과 정비동을 재건축하는 활동과 이중벽구조로의 유류탱크 교체 및 노후 시설의 보수 보강 공사로 인하여 남극환경에 미치는 영향은 중점 항목 평가를 통한 각 항목 별 영향 예측 결과와 같이 ‘사소하거나 일시적’일 것으로 판단된다. 또한 본 영향평가서에서 제시한 저감방안을 준수하여 활동을 수행함으로써 그 영향은 더욱 줄어들 것으로 기대된다. 제안된 활동의 결과로 세종기지를 기반으로 한 국내외 연구자들의 연구활동이 더욱 활성화되어 기후변화 영향이 가장 뚜렷하게 나타나고 있는 기지 주변에서의 연구활동을 통해 다양하고 질적으로 우수한 연구자료 확보가 기대된다. 또한 노후시설의 개선과 환경영향 저감을 위한 설비 개선을 통해 기지운영으로 인한 남극환경에의 직·간접적인 영향을 저감할 수 있을 것으로 예상된다.

9. 부 록

[작성자]

성 명	소 속	직 위	연 락 처
김지희	한국해양과학기술원 부설 극지연구소 생태과학연구실	책임연구원	032-760-5512 jhalgae@kopri.re.kr
지정민	한국해양과학기술원 부설 극지연구소 시설보안팀	팀장	032-770-8740 jjm2323@kopri.re.kr
이기성	한국해양과학기술원 부설 극지연구소 시설보안팀	선임기술원	032-770-8751 lgs@kopri.re.kr

[자문 위원/자문 분야]

- 박제량 홍익대학교 건설도시공학부 토목공학과 조교수/대기오염물질 및 소음영향
- 이상환 광해관리공단 광해기술연구소 수질토양기술팀장/ 토양오염방지
- 이원석 국립환경과학원 환경측정분석센터/환경오염물질
- 김상희 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 선임연구원/무척추동물상
- 김정훈 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 선임연구원/조류생태학
- 유규철 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 책임연구원/해양 환경
- 최한구 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 책임연구원/저서생물상

[참고 문헌]

- 과학기술처 1988. 바톤반도의 육상환경. 남극 과학기지 주변 환경조사. pp. 43-106.
- 과학기술처 1993. 바톤반도와 위버반도의 해빈 자갈에 관한 연구. 남극환경 및 자원
탐사 기술. BSPN 00183-604-7. pp. 153-182.
- 국립환경과학원 2007. 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(V).
- 국립환경과학원 2013. 국가대기오염물질 배출량 산정방법 편람 III.
- 극지연구소 2009. 남극세종과학기지 대수선 및 증축사업 건설지.

- 김정훈, 정호성, 김지희, 유정철, 안인영 2005. 남극 킹조지 섬의 바톤 및 위버반도에
서 번식하는 도둑갈매기류의 둥지분포. Ocean and Polar Res. 27, 443-450.
- 유규철, 윤호일, 오재경, 김예동, 강천윤 1999. 남극 킹조지섬 마리안 소만의 하계 수
층 특성과 부유물질 분산. 한국해양학회지. 4(4) 266-274.
- 유규철, 강천윤, 윤호일, 석동우, 오재경 2002. 남 쉼틀랜드 군도 마리안 소만의 계절
적인 수층 특성과 부유물질 분산. 지질학회지. 38(4) 573-593.
- 한국건설기술연구원 2010. 건설공사 표준품셈.
- 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 2014. 남극 세종과학기지주변 인간활동으로 인
한 환경변화 모니터링. BSE413040-1-11. pp. 69-157.
- 한국해양연구원 부설 극지연구소 2007. 남극 세종과학기지 대수선공사를 위한 초기환
경영향평가서.
- 한국해양연구원 부설 극지연구소 2009. 남극 세종기지주변 인간활동으로 인한 환경변
화 모니터링. BSPE08040-106-3. pp 51-63.
- 행정안전부 2011. 관보 [고시] 외교통상부고시 제2011-4호 (남극 환경영향평가서 작
성에 관한 세부지침 제정)
- 환경부 2010. 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정 (환경부고시 제
2010-161호).
- 환경부 2013. 환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인.
- 환경부 2014. 공공하수처리시설·간이공공하수처리시설의 방류수수질기준 (하수도법
시행규칙 별표 1).
- 환경부 2015. 건축물의 용도별 오수발생량 및 정화조 처리대상 인원 산정방법 (환경
부고시 제2015-133호).
- 환경부 2015. 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행 규칙. 별표 13. 수질오염물질
의 배출허용기준.
- ATCM 2011. Raising awareness of non-native species introduction: Workshop
results and checklist for supply chain managers (WP012).
- ATCM 2012a. Comandante Ferraz Station: Proposed Plan for the Demolition and
Construction of Antarctic Emergency Modules (WP53)
- ATCM 2012b. Antarctic Treaty Inspection Programme Report 2012.
- ATCM 2013a. Initial Environmental Evaluations for the construction of Inland

- Summer Camp, Princess Elizabeth Land, Antarctica (IP 21) XXXVI ATCM.
- ATCM 2013b. Terms of reference of the initial environmental evaluation (IEE): Reconstruction and operation of Ferraz Station (Admiralty Bay, Antarctica (IP 58) XXXVI ATCM.
- ATCM 2014. Reconstruction project of the Brazilian Antarctic Station (Admiralty Bay, Antarctica (IP 6) XXXVII ATCM.
- ATCM 2015. COMNAP Practical Training Modules: Module 2 Non-native species (IP 101).
- Australian Antarctic Division 2007. Initial Environmental Evaluation for Construction of a new Living Quarters Building at Davis Station, Antarctica.
- Casasanta, Giampietro, Ilaria Pietroni, Igor Petenko, and Stefania Argentini. "Observed and Modelled Convective Mixing-Layer Height at Dome C, Antarctica." *Boundary-Layer Meteorology* 151, no. 3 (2014): 597–608. doi:10.1007/s10546-014-9907-5.
- COMNAP 2005. Practical Guidelines for Developing and Designing Environmental Monitoring Programmes in Antarctica (WP26) XXVII ATCM.
- COMNAP 2008. COMNAP Furel Manual Version 1.0
- Davies R.E.S. 1982. The geology of the Marian Cove area, King George Island and Tertiary age for its supposed Jurassic volcanic rocks. *Br. Antarctic. Sur. Bull.* 51: 151–165.
- Inoue M. 1991. Ecological notes in the differences in flora and habitat of lichens between the Syowa Station area in continental Antarctic and King George Island in maritime Antarctic. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.* 4: 91–106.
- IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- Kim J.H. Ahn I-Y. Lee K-S. Chung H. and Choi. H-G. 2007. Vegetation of Barton Peninsula in the neighbourhood of King Sejong Station (King George Island, maritime Antarctic). *Polar Biol.* 30: 903–916.
- Lindsey D.C. 1971. Vegetation of the South Shetland Islands. *Br. Antarctic. Surv. Bull.* 25: 25–57.
- http://www.ats.aq/devAS/ep_eia_list.aspx?lang=e



[첨부 자료 1] 외교부(외교통상부)고시 제2011-4호

제17513호

관 보

2011. 5.23.(월요일)

③ 시·도지사는 내용연수가 경과한 소방자동차를 불용처분 하여야 한다. 다만, 내용연수가 경과한 경우라도 다음 각 호의 경우에는 해당 기간 동안 연장사용이 가능하다.

1. 시·도지사가 제17조에 따른 점검결과, 관계 전문가의 의견 등을 고려하여 연장사용을 결정 한 경우: 1년
2. 제19조제2항의 해체정비를 받은 경우: 2년

부칙

이 규칙은 공포한 날부터 시행한다.

◇개정이유 및 주요내용

노후화된 소방자동차 때문에 안전사고가 발생하여 소방대원 및 국민의 안전을 위협함에 따라 이에 대한 대책으로 내용연수가 경과한 소방자동차를 불용처분하되, 시·도지사가 소방자동차의 점검결과, 관계 전문가의 의견 등을 고려하여 연장사용 결정을 한 경우에는 1년, 해체정비를 받은 경우에는 2년간 연장사용할 수 있도록 하려는 것임. <행정안전부 제공>

고

시

●외교통상부고시제2011-4호

남극 환경영향평가서 작성에 관한 세부지침 제정

「남극활동 및 환경보호에 관한 법률」 제7조제5항, 같은 법 시행령 제6조제1항 및 제2항, 같은 법 시행규칙 제3조의 규정에 따라 ‘남극환경영향평가서 작성에 관한 세부지침’을 다음과 같이 제정하고 고시합니다.

2011년 5월 23일

외교통상부장관

남극 환경영향평가서 작성에 관한 세부지침

제1장 총칙

제1조(목적) 이 지침은 「남극활동 및 환경보호에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제7조제5항, 같은 법 시행령(이하 “령”이라 한다) 제6조제1항 및 제2항, 같은 법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다) 제3조의 규정에 따라 환경영향평가서의 작성에 필요한 세부사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “영향”이란 남극 활동으로 인하여 환경에 변화를 가져오는 모든 영향으로 직접적인 영향과 간접적인 영향, 단기적인 영향과 장기적인 영향을 포함한다.
2. “대안”이라 함은 당해 남극활동으로 인하여 환경에 미치는 영향을 저감 또는 방지할 수 있는 모든 합리적인 방안으로서 입지, 규모, 기간 및 시기, 공법, 기타의 저감방안 등 조건이 다른 여러 가지를 말한다.
3. “저감”이라 함은 환경에 미치는 영향을 제거·감소·완화 시키는 것을 말한다.

4. “남극환경모니터링”이라 함은 법 제17조 규정에 의하여 남극활동의 허가를 받은 자가 해당 남극활동으로 인해 남극환경에 미치는 영향의 정도를 파악하기 위해 조사·분석·평가하는 행위를 말한다.

5. 기타 이 지침에서 별도로 정하지 않은 용어의 정의는 법 제2조를 준용한다.

제2장 평가서 작성에 관한 사항

제3조(환경영향평가서의 구분) 환경영향평가서는 다음의 각 호의 구분에 따라 예비환경영향평가서, 초기환경영향평가서, 포괄적환경영향평가서로 구분되어 작성되어야 한다.

1. 예비환경영향평가서 : 단순 방문 등 남극환경에 극히 사소하거나 극히 일시적인 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우
2. 초기환경영향평가서 : 건축물 또는 설비의 수선·변경 등 남극환경에 사소하거나 일시적인 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우
3. 포괄적환경영향평가서 : 건축물 또는 설비의 신축·신설 등 남극환경에 사소하거나 일시적인 것을 넘는 심각한 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우

제4조(예비환경영향평가서의 구성) 법 제7조제1항제1호에 의한 예비환경영향평가서에는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.

1. 요약문

가. 남극활동 및 남극환경영향에 대한 전반적인 요약

2. 활동의 개요

가. 남극활동 관련 정보(대상지역, 이동관련 정보, 남극체류날짜, 책임자 인적사항, 참가자 명단, 다른 남극협의당사국과의 공동활동 유무 등)

나. 남극활동 내용(목적 및 필요성, 활동 상세내용, 영향 및 파급효과 등)

다. [별표1]의 남극 환경영향 사전검토표의 각 항목에 대한 검토 내용

라. 환경관리계획 : 남극 활동에 따라 예상되는 환경영향에 대한 대응방안

마. 계획된 남극활동의 경로 및 주된 활동 지역을 확인할 수 있는 지도(각 국이 설치한 기지 인근 지역이 아닐 경우)

3. 평가수준의 결정근거

가. 제2호의 다목 및 라목을 근거로 남극활동으로 인한 환경영향 및 그에 대한 적절한 저감방안을 요약하여 평가수준을 예비환경영향평가로 설정한 사유 제시

제5조(초기환경영향평가서의 구성) 법 제7조제1항제2호에 의한 초기환경영향평가서에는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.

1. 요약문

가. 남극활동 및 남극환경영향평가에 대한 전반적인 요약문

나. 목적, 필요성, 현안, 고려된 대안, 현재의 환경상태, 각 대안별 영향에 관한 요약문

2. 활동의 개요

가. 남극활동 관련 정보(대상지역, 이동관련 정보, 남극체류날짜, 책임자 인적사항, 참가자 명단, 다른 남극협의당사국과의 공동활동 유무 등)

나. 남극활동 내용(목적 및 필요성, 활동 상세내용, 영향 및 파급효과 등)

다. 계획된 남극활동의 경로 및 주된 활동 지역을 확인할 수 있는 지도

3. 평가수준의 결정근거

가. 환경영향에 대한 전반적인 내용 요약

나. 환경관리계획 : 남극 활동에 따라 발생이 예상되는 환경영향에 대해 구체적인 저감방안 요약

다. 평가수준의 결정 근거 : 이미 실시된 바 있는 국내·외 초기환경영향평가의 사례와 가목 및 나목을 근거로 하여 평가수준을 초기환경영향평가로 설정한 사유 제시

4. 대안의 설정 및 평가

가. 남극활동의 목적 또는 필요성을 고려하여 지역, 규모, 인원, 시기 및 기간, 방법 등 해당 남극활동에 대한 대안 검토 내용

나. 남극활동이 이루어지지 않았을 때의 장래 환경 상태의 예측

5. 중점평가항목의 설정

가. 제8조의 규정에 따라 환경영향평가 대상지역을 설정

나. [별표2]의 평가항목 중 남극 활동으로 인해 가목의 대상지역에 직접적인 영향이 미치는 항목을 중점항목으로 선정

다. 선정된 중점항목에 대한 선정 사유

6. 항목별 주요 평가내용

가. 제9조를 참조하여 실시한 대상지역에 대한 현황 조사 내용

나. 제10조 및 제11조를 참조하여 남극활동으로 인한 직접적인 환경영향을 예측 및 평가하며, 동일 혹은 인근 지역에서 과거 시행되었거나 시행중인 혹은 계획 중인 활동으로 인한 누적적 영향을 포함

다. 오염저감방안은 제12조를 참조하여 가능한 모든 대안을 검토한 뒤 최적의 저감방안을 선정하여 그 이유와 함께 제시

7. 부록(평가관련 각종 참고자료)

가. 작성자 및 자문위원

나. 참고문헌, 색인, 용어해설 등

제6조(포괄적환경영향평가서의 구성) 법 제7조제1항제3호에 의한 포괄적 환경영향평가서에는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.

1. 요약문

가. 남극활동에 대한 전반적인 요약문

나. 목적, 필요성, 현안, 고려된 대안, 현재의 환경상태, 각 대안별 영향에 관한 요약문

2. 활동의 개요

가. 남극활동 관련 정보(대상지역, 이동관련 정보, 남극체류날짜, 책임자 인적사항, 참가자 명단, 다른 남극협의당사국과의 공동활동 유무 등)

나. 남극활동 내용(목적 및 필요성, 활동 상세내용, 영향 및 파급효과 등)

다. 계획된 남극활동의 경로 및 주된 활동 지역을 확인할 수 있는 지도

3. 평가수준의 결정근거

가. 환경 영향에 대한 전반적인 내용 요약

나. 환경관리계획 : 남극 활동에 따라 발생이 예상되는 환경영향에 대해 구체적인 저감방안 요약

다. 평가수준의 결정 근거 : 이미 실시된 바 있는 국내·외 포괄적 환경영향평가의 사례와 가목 및 나목을 근거로 하여 평가수준을 포괄적환경영향평가로 설정한 사유 제시

4. 대안의 설정 및 평가

가. 남극활동의 목적 또는 필요성을 고려하여 지역, 규모, 인원, 시기 및 기간, 방법 등 해당 남극 활동에 대한 대안 검토 내용

나. 남극활동이 이루어지지 않았을 때의 장래 환경 상태의 예측

5. 증점평가항목의 설정

가. 제8조의 규정에 따라 환경영향평가 대상지역을 설정

나. [별표2]의 평가항목 중 남극 활동으로 인해 가목의 대상 지역에 직접적인 영향 및 간접적인 영향이 미치는 항목을 증점항목으로 선정

다. 선정된 증점항목에 대한 선정 사유

6. 항목별 주요 평가내용(현황, 영향 예측 및 오염저감방안)

가. 제9조를 참조하여 실시한 대상지역에 대한 현황 조사 내용

나. 제10조 및 제11조를 참조하여 남극활동으로 인한 직접적인 환경영향과 간접적인 환경영향을 예측 및 평가하며, 동일 혹은 인근 지역에서 과거 시행되었거나 시행중인 혹은 계획 중인 활동으로 인한 누적적 영향을 포함

다. 오염저감방안은 제12조를 참조하여 환경영향에 대한 완화 및 복원방법을 포함하여 가능한 모든 대안을 검토한 뒤 최적의 저감방안을 선정하여 그 이유와 함께 제시

라. 사용된 환경영향 예측 기법 및 데이터

7. 남극환경모니터링 계획

가. 남극활동의 유형, 규모, 남극활동을 수행하는 장소의 환경특성을 고려하여 수립

나. 검증 가능한 가설 설정 및 모니터링할 분야 및 매체 선정

다. 자료 습득방법, 샘플링 설계, 자료 수집 빈도 및 시기

라. 조사 지역, 항목, 시기, 기간, 주기 또는 빈도, 인력 및 장비, 예상치 못한 상황 발생 시 대응 계획

8. 남극활동으로 인한 불가피한 영향(저감할 수 없는 영향)

9. 현재의 기술로는 예상할 수 없는 불확실성 및 지식의 공백

10. 부록(평가관련 각종 참고자료)

가. 작성자 및 자문위원

나. 참고문헌, 색인, 용어해설 등

제7조(평가서작성에 관한 지침) ① 평가서는 과학적인 사실에 근거를 두고 객관적, 논리적으로 작성되어야 한다.

② 남극활동으로 인하여 환경에 미칠 각 영향의 중요도를 규명하여 중요한 사항을 집중적으로 고찰하여야 하며, 경미한 사항은 간략히 기술할 수 있다.

③ 평가서에 사용되는 전문용어에 대하여는 일반인이 이해할 수 있도록 해설을 붙여야 한다.

제8조(환경영향평가 대상지역의 설정) ① 제5조제5호가목 및 제6조제5호가목의 환경영향평가대상지역의 설정은 남극활동으로 인하여 환경에 영향을 미칠 것으로 예상되는 지역으로 하되, 환경영향이 미치는 지역의 범위는 과학적으로 예측·분석한 결과에 의하여야 한다.

② 제1항의 규정에 의한 환경영향 예측·분석에 사용된 기법, 내용, 관련자료 등을 객관적으로 제시하고, 그 타당성을 명시하여야 한다.

제9조(환경현황조사) ① 제5조제6호가목 및 제6조제6호가목의 남극환경에 대한 현황조사는 국내·외 기존 남극활동에 관한 환경영향평가, 모니터링보고서, 관측활동 보고서 및 논문 등의 기존자료 또는 전문가의 의견을 듣는 방법으로 작성하되, 필요한 경우에는 현지조사를 실시 할 수 있다.

② 기존자료에 의한 조사를 실시하게 되는 경우에는 가장 최근의 자료를 인용하고 본문의 해당내용 하단에 인용문헌 또는 그 출처를 표기하여야 한다.

제10조(영향의 예측·분석) ① 제5조제6호나목 및 제6조제6호나목의 영향의 예측·분석은 환경현황조사내용을 토대로 당해 남극활동으로 인하여 변화되는 환경 인자를 고려하여 제12조의 저감대책의 수립 전·후로 나누어 실시하여야 한다.

② 평가항목 상호간에 관련이 큰 사항에 대하여는 상호 연계하여 영향의 예측·분석을 실시하여야 한다.

③ 영향의 예측·분석을 함에 있어서 현재의 기술적 상황을 고려하여 정량화가 가능한 경우에는 정량적 방법으로, 정량화가 곤란한 경우에는 객관적·정성적 방법으로 예측·분석하여야 한다.

④ 기지 건설 등 건설공사가 필요한 경우 공사 시와 운영 시로 나누어 작성하여야 한다.

제11조(예측·분석에 따른 평가) ① 제5조제6호나목 및 제6조제6호나목의 평가항목별로 예측·분석한 결과에 대한 평가 시 남극활동이 이루어지지 않았던 것처럼 남극 환경을 최대한 보전하는 관점에서 평가를 실시하여야 한다.

② 국내의 환경기준을 참고하거나 현재의 과학적 지식, 경험 및 외국에서 사용되고 있는 기준, 남극조약의 환경관련 결정 내용 등을 활용하여 남극 환경에 대한 영향의 최소화를 환경보전목표로 설정하고 이를 토대로 평가를 행한다.

제12조(저감대책의 수립) ① 제5조제6호다목 및 제6조제6호다목의 오염저감대책은 환경현황 및 영향의 예측·분석·평가 등의 내용을 토대로 합리적이고 구체적인 내용으로 수립되어야 한다.

② 평가서에 제시하는 저감방안에 대하여는 가능한 모든 대안을 비교하여 최적의 방안을 선정하여야 한다.

③ 기지 건설 등 건설공사가 필요한 경우 공사 시와 운영 시로 나누어 작성하여야 한다.

제13조(남극조약과의 관계) 평가서 작성 시 남극조약의 환경보호위원회와 기타 의정서 협의당사국이 정하는 남극환경 관련 결정, 기준 등에 부합되도록 작성한다.

제14조(비밀에 관한 사항) 평가서의 내용 중 비밀(대외비 포함)로 분류되어야 할 사항은 별책으로 분리·작성할 수 있다.

부칙

제1조(시행일) 이 지침은 고시한 날부터 시행한다.

제2조(남극 환경영향평가서 작성 등에 관한 적용례) 이 지침은 시행일 이후 별 제5조에 따른 남극활동의 허가를 신청하는 건부터 적용한다.

[별표 1]

남극 환경영향 사전 검토표

항목	예	아니오
① 남극특별보호구역의 출입		
② 방사능물질, 화학약품, 페인트 등의 물질 사용		
③ 폭약의 사용		
④ 동·식물(씨앗 포함), 미생물, 살균되지 않은 토양의 남극지역 내 반입		
⑤ 동·식물 또는 서식지의 훼손		
⑥ 자연표본(돌, 토양, 화석, 물, 얼음, 뼈, 깃털 등)의 채취		
⑦ 시설물(기념표, 팔뚝, 기후측정기, 정보기록기 등)의 설치		
⑧ 얼음이 없는 지역에서의 교란행위 (도보여행, 차량운행, 토양채취, 시설물 설치 등)		
⑨ 남극활동이 없었던 지역으로의 방문		
⑩ 기타 교란행위 (소음 또는 먼지 등)의 발생		
⑪ 해양 오염		

※ 위 표 중 '예' 항목에 표시할 경우 다음 표를 참고하여 구체적인 설명 자료를 작성하여 예비환경영향평가서에 포함하여 제출하여야 함

<참고> 남극 환경영향 사전검토표 추가 설명자료 예시

① 남극특별 보호구역의 출입	역사적 유물이 있는 곳을 포함한 모든 남극지역내의 출입하고자하는 보호구역을 명시 - 각 보호지역에서의 활동의 목적 및 다른 지역에서 대체활동을 못하는 정당한 사유를 명시 - 관련 관리계획의 준수를 위한 계획서 작성 - 활동이 샘플의 채취와 관련이 있다면 보호구역내에서의 정확한 위치를 지도에 명시
② 화학물질의 사용	사용할 화학물질의 목록을 작성하고 방사능물질 관련일 경우 반감기 등을 명시 - 화학물질이 환경에 방출되지 않도록 안전관리 계획수립 - 만약 환경에 방출을 해야만 할 경우 사용량 및 제어방안 수립 - 최종 처리계획 수립(한국으로 다시 가져온다 등)
③ 폭약의 사용	폭약의 양 및 환경(동·식물 및 서식지 등)에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 방안 수립
④ 동식물 및 토양의 반입	반입하고자 하는 모든 생명체 및 토양의 목록 작성 및 반입의 목적 및 필요성을 설명 - 반입할 생명체가 유전자 조작체(GMO, LMO)여부를 명시 - 최종 처리계획을 포함하여 생명체가 남극지역에 방출되지 않을 수 있는 방안 수립
⑤ 동·식물 또는 서식지 훼손	활동의 대상이 될 수 있는 모든 동·식물 목록 작성 및 활동내용 기술 (채집, 피(血)채취, 서식지 파손 등) - 대상 동·식물 및 서식지에 대한 영향을 최소화할 수 있는 방안 수립 - 특별히 허가서를 받은 경우 허가서의 사본을 첨부하고 허가서가 필요 없다고 판단한 경우 그 이유를 설명
⑥ 자연 표본의 채취	채취하려고 하는 모든 대상물의 목록작성 - 필요성을 기술 - 허가서를 받은 경우 허가서의 사본을 첨부하고 허가서가 필요 없다고 판단한 경우 이유를 설명
⑦ 시설물 설치	모든 설치물의 목록 작성 - 필요성을 기술 - 제거 계획수립 (언제, 어떻게 등을 포함)
⑧ 얼음이 없는 지역에서의 교란행위	활동을 하려고하는 얼음이 없는 지역 명시 - 해당 지역의 현황 (훼손지인지 천연의 지역인지) 기술 - 예상 영향지역의 명시 (크기 포함) - 예상되는 훼손의 종류
⑨ 남극 미방문지로의 방문	미방문되었거나 미사용되었던 지역에서의 활동 필요성 기술 - 환경영향 저감방안 및 모니터링 계획 수립
⑩ 기타 교란행위	활동이 미칠 수 있다고 여겨지는 기타 환경영향에 관한 기술
⑪ 해양 오염	활동이 해양 생태계 및 수질에 영향을 미칠 수 있다고 여겨지는 사항에 관한 환경영향에 관한 기술

[별표 2]

평가항목 및 항목별 주요평가내용

평가항목	주요평가내용
1. 대기	- 배출원별 오염물질의 특성 분석 및 저감방안 - 연료사용계획 및 열공급방식 검토·분석 - 풍향·풍속과 오염물질의 확산 관계 및 저감대책
2. 기상	- 기온, 증발량, 일조시간, 안개일수, 적설량 등 기상변화 예측 및 대책 - 남극활동으로 인한 국지기상의 변화 및 대책
3. 수질 및 수자원	- 수계의 현황(유속, 유량, 수위, 수질)과 이에 미치는 영향 및 대책 - 오염원 발생 시 오염원별 특성 분석 및 오·폐수 처리대책 - 용수공급계획과 용수사용량과의 관계분석(용수사용량 저감 및 재이용계획포함) - 처리수 방류지점 선정에 관한 분석 - 지하수의 수맥차단, 수량감소 및 오염방지대책
4. 해양환경	- 오염물질 등으로 수질에 미치는 영향 및 대책 - 해수유동상태의 변화 및 그에 따른 수질예측과 저감 대책(대안의 선정·비교 등) - 해저지형 및 수심의 변화정도에 따른 영향 및 대책 - 해안생태계 및 동·식물에 미치는 영향 및 대책
5. 빙설(氷雪)	- 빙상, 빙하, 빙봉의 분포 및 형상 - 빙상, 빙하, 빙봉의 교란 위치·범위 및 표층의 변화 예측 및 대책 - 빙하의 이동 방향 - 항구적인 노출지대 및 용설(融雪)에 따른 무설지역의 범위 및 시기
6. 토양	- 지표 교란의 위치 및 범위 예측 및 대책 - 기름, 독극물, 슬러지 및 오염물질의 저장, 운반, 이용 등에 따른 영향 및 대책 - 오·폐수 방류구 부근의 토양오염 및 방지대책
7. 지형 및 지질	- 역사적·경관적·학술적·문화적 또는 자연환경보전상 보전가치가 있는 지형·지질의 조사 및 보전대책 - 지형변화(지반침하, 지각운동, 기반암의 침도와 특성, 지하수 유출, 침강, 퇴적 등)를 야기하는 지형·지질의 특성파악, 영향의 정도 및 대책
8. 동식물	- 동·식물 개체군, 군집, 군락의 변화예측 및 대책 - 토착종, 희귀종, 멸종위기에 처한 종의 유무에 대한 검토 및 대책 - 온배수 배출에 따른 주변 해양동·식물상 변화예측 및 대책 - 생물의 번식기, 철새도래지 등을 고려한 활동 시간대의 조정필요성 여부 - 동·식물의 이동로, 서식·생육환경의 교란 및 훼손여부와 그에 따른 영향 및 대책 - 동·식물상과 종 및 개체수의 분포상황, 종의 다양도 산출 및 보전대책 - 자연식생의 보존 방안
9. 남극 자산 및 특별구역	- 남극사적 기념물의 보전에 대한 영향 예측 및 대책 - 남극 특별보호구역 및 특별관리구역에 대한 영향 예측 및 대책
10. 폐기물	폐기물의 성상별 발생량 예측 및 처리대책 (반출, 재활용 방안 등의 검토·분석)
11. 소음·진동	- 소음원 조사 및 저감대책 - 소음·진동을 고려한 시간대별 활동계획 - 폭약사용 등으로 인한 소음·진동예측 및 저감대책

남극제2기지(장보고) 풍력발전기 설치 검토보고

2013. 08. 30

1. 입찰안내서 및 실시설계 시

- 입찰안내서 : 신재생에너지 계획(276p)
 - 풍속(m/s) : ○ 평균 및 일간최대 : 6.4m/s / 38.6m/s
○ 순간 최대풍속 : 64.9m/s
 - 3 블레이드의 수평형 풍력발전기 권장
- 실시설계 과정에서
 - 남극에 설치하여 가동되고 있는 일본 쇼와기지의 수직형 풍력발전기를 감안하여 운반과 설치가 용이하고 소음이 적은 수직형 풍력발전기로 정리
 - 규격은 4kw x 3개 적상/주 x 4주 = 48kw 로 설계

2. 공사 시공계획 과정

- 터키사에서 국내 전문 풍력발전기 제작사에서 개발한 제품이 바람과 기온에서도 남극에 버금가는 몽골 산악에 설치하여 가동 중인 풍력발전기를 제시.
- 터키사에서 제시하는 풍력발전기를 2차 현장조사 기간인 2011~2012 기간에 현지 에 설치 시험(건설중장비가 없으므로 소형인 400w 제품을 현장 샘플시공) 후 남극 1차 현장공사 시 까지 이상 없이 가동될 경우 국산제품을 검토키로 하여 현지 시공 하였으나 이미 2012. 11월 파손된 것을 확인하여 국내제품으로 설치검토 불가 판단.

3. 설치 가능제품 검토

- 일본 쇼와기지 설치 제품(NIPPI 사) 확인 결과 본 제품도 운영 중 고장으로 가동을 중지한 상태이고 원인 파악과 개선을 검토 중으로 일본 제품도 불가.
- 2013. 7 COMNAP 회의 시 남극에 설치되어 가동되고 있다는 필란드 WINDSIDE 제품을 소개 받음

4. 터키사에서 WINSIDE사 제품 파악 검토

- WINDSIDE 사 제품 중 남극 현지에 설치되어 검증된 제품은
 - WS-0.15, WS-0.30 2개 모델로 전력생산 150W, 300W의 소용량 모델이며
 - 호주, 미국, 독일 기지에 설치되어 가동되는 것으로 우리가 필요로 하는 단위 용량의 1/10 정도 수준임
- 단위용량 상 적용 가능한 제품 검토
 - 용량 4KW급 적용 시 2014년 4월에나 가능하므로 2KW 급으로 검토
 - 'WS-2AK', 'WS-2B'를 추천 받아 검토

구 분	WS-2AK	WS-2B	비 고
남극 현지실적	없음	없음	
납품 기한	2014년 4월	2014년 1월(NZ. CHCH)	WS-2AK 공기 내 납품불가 (신양기술)
설계 풍속	60 m/s	40 m/s	WS-2B 입찰기준 부족
기초 구조계산	미 접수	미 접수	
공사비 견적	미 접수	장비비 만 약 3억원(5대)	기초PC. 는 건설사서 제작 운반, 설치 건설사 시행
하자 보증	2년	2년	
대금 조건	선금 25% 요구	선금 25% 요구	

5. 종합 검토

- 소용량 풍력발전기(KW 급)로 남극에 설치되어 강풍, 강설, 극저온에서 제대로 가동되는 풍력발전기가 아직 없으며
- 그동안 남극에 설치하였던 기종은 아니나 가능할 것으로 검토한 핀란드 WINDSIDE사 제품의 WS-2AK(설계풍속 60m/s)는 납기가 어렵고, 대체품으로 추천한 'WS-2B'는 설계풍속이 40m/s 로 입찰조건과도 맞지 않고 장비제원 상 남극 현지 적용이 불가능한 제품으로 판단됨.
- WINDSIDE사의 국내 AGENT 인 신양기술도 2013년 1월 AGENT 계약이 체결되어 WINDSIDE사와의 협업 및 신뢰 관계 구축이 미흡하고, 절대적인 시간도 진행하기에는 RISK가 크다는 의견임
- 현재 상황을 종합적으로 검토해 볼 때
검증된 제품의 부재와 남극의 풍속 조건 미 충족, 강설, 극저온에 따른 장비 가동

과 강재의 성능 등을 감안할 때 금차년도 공사에 입찰조건을 충족할 수 있는 제품이 없는바 공사 제외하고 추후 시간을 가지고 연구사업으로 진행하는 것이 바람직 하다 사료됨

「 극지의 한국, 미래의 도전 」



극 지 연 구 소



수신자 내부결재
(경유)

제목 남극장보고과학기지 풍력발전기 설치공사 설계변경 실시

1. 관련

가. KOPRI-139(2013.09.02) "풍력발전기 설치관련 최종 확정안 통보"

나. HGP-13-SPC-159(2013.10.02) "풍력발전기 실정보고 건"

2. 상기 문서와 같이 남극장보고과학기지 풍력발전기 설치공사와 관련하여 지난 현지 2차 정밀조사 당시(2012.2) 시험 설치하여 검증에 실패한 바 있는 국산제품에 대해 남극의 특수환경(강풍, 강설, 극저온)을 극복할 수 없다는 최종 판단을 내리고, 남극에 설치한 실적이 있으며 그 성능이 검증된 바 있는 제품을 적용하고자 아래와 같이 설계변경을 시행코저합니다.

- 아 래 -

가. 설계변경 내용

- 당초 설계에 반영된 국산제품(하이에너지코리아)의 성능을 검증하기 위하여 정밀조사 당시 SAMPLE용 풍력발전기(400W)를 설치한 결과 남극의 환경조건을 극복하지 못하고 파손되어 검증에 실패함
- 남극에 풍력발전기를 설치한 실적이 있으며 그 성능이 검증된 바 있는 Windside사 제품을 적용하고, 발전량 및 공사비를 고려하여 발전기 용량과 수량을 조정함
- Windside사 제품 중 최대 발전량이 150W, 300W인 소형 발전기만 호주, 미국, 독일 기지에 설치 및 검증된 실적이 있어 300W 풍력발전기 5기를 적용함

구 분	당 초	변 경	비 고
제조사	하이에너지코리아(국산)	Windside(핀란드)	
용량	10KW × 4SET = 40KW	0.3KW × 5기 = 1.5KW	
지지구조물	구조용 강관 - 3개소	Hot Dip Gravanized Steel - 3개소	

[첨부 3] 환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인 개정 2013.01.01.

- 대기질관련 부분만 발체

환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인

가. (대기질 · 악취 · 소음 · 진동)



환경부
국토환경평가과

환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인

나. (대기질 · 악취 · 소음 · 진동)

제정 2012.01.11.

개정 2013.01.01.

다. I. 목 적

- 환경영향평가 환경영향평가협의회 단계에서 개발계획의 시행으로 인한 대기질 · 악취 · 소음·진동의 평가범위 설정을 위한 업무에 활용할 수 있도록 참고기준을 제시함.

II. 대기질·악취

1. 내 용

- 환경영향평가 정보지원시스템(EIASS, <http://www.eiass.go.kr>)에 등록된 평가서의 대기질·악취 평가범위 설정결과를 활용함
- 악취의 경우 개발계획 시행에 따른 악취영향이 고려되는 산업단지와 폐기물처리시설을 대상으로 함
- 시간적 범위는 공사 시 및 운영 시 평가범위를 고려함

<평가사업별 대기질·악취 평가범위 가이드라인>

평가항목	평가사업	평가범위 설정 기준
대기질	골프장	2.0km
	택지개발	0.5km
	항만	3.0km
	토석채취	2.0km
	하천	0.5km
	철도	0.5km
	도로	0.5km
	산업단지	2.0km
	발전소	10.0km
	폐기물처리시설	5.0km
악취	산업단지	2.0km
	폐기물처리시설	5.0km

※ 개발사업별 대기질·악취 평가범위 분포결과를 바탕으로 빈도수 비교·검토를 통해 사업별 대기질·악취 평가범위를 설정

- 골프장, 항만, 하천, 도로, 산업단지(대기질), 발전소의 경우 유사한 빈도수 분포를 고려하여 설정
- 택지개발, 토석채취, 철도, 폐기물처리시설(대기질), 산업단지(악취), 폐기물처리시설(악취)의 경우 빈도수 분포가 상대적으로 최대가 되는 평가범위를 설정함

2. 한계 및 활용방안

○ 본 대기질·악취 평가범위 설정 가이드라인은 기존 개발계획의 환경영향 평가서 자료를 수집·분석한 결과로서 실제 평가범위와 상이할 수 있음

- 개발계획의 종류 및 규모, 개발지역의 특성(지형적 및 기상적 요소 등), 오염물질 종류 등의 차이에 따라 평가범위의 분포는 다양하게 나타남
 - 예) 개발계획의 종류 : 점오염원(발전소 등), 면오염원(산업단지 등), 선오염원(도로 등)
 - 예) 지형적 및 기상적 요소 : 산악지역 및 농경지역, 내륙지역 및 해안 지역 등
 - 예) 오염물질 종류 : 1차 오염물질(PM-10 등), 2차 오염물질(오존 등), 악취물질(암모니아 등)
 - 따라서, 향후 개발계획의 각종 환경영향평가 과정에서 지역주민 등의 의견수렴, 대기질·악취 예측모델 등을 활용하여 대기질·악취 평가범위를 조정하는 것이 필요함
- 이러한 점을 감안하여, 개발계획(사업)의 특성, 입지여건, 지역 특성 및 환경현황 등을 종합적으로 고려하여 대기질·악취 평가범위를 설정하는

것이 바람직함.

<대기질·악취 평가범위 설정 시 고려사항>

고려사항	방 안	비 고
법적규제지역	사업지역이 법적규제지역에 포함되거나 인접하는 경우 평가범위 확대	대기환경규제지역, 특별대책지역, 악취관리지역 등
지역특성	인구밀도 높은 지역 또는 문화재 등이 평가범위와 인접한 경우 평가범위 확대	영향대상(인구밀도), 보존대상(문화재), 환경민원(비산먼지, 악취 등) 등
저감대책	저감방안에 따라 평가범위가 현격하게 변하는 경우 저감시설의 효율 등을 고려하여 평가범위 조정	저감시설 효율 및 적정 운영여부는 의견수렴 후 판단 가능
환경용량	환경용량을 검토하여 필요한 경우 평가범위를 확대	대기오염물질 총량규제지역 등

<참고 1> 평가사업별 대기질 및 악취 평가범위 분석결과

평가항목	평가사업 (건수)	평가범위 분포		
		최소값 - 최대값	구분	비율
대기질	골프장 (56건)	0.3km - 5.0km	0.3km	5%
			0.5km	5%
			1.0km	29%
			2.0km	21%
			3.0km	11%
			5.0km	9%
			기타	20%
	택지개발 (70건)	0.2km - 3.0km	0.2km	10%
			0.3km	16%
			0.5km	37%
			1.0km	11%
			2.0km	11%
			3.0km	9%
			기타	6%
	항만 (33건)	1.0km - 5.0km	1.0km	24%
			2.0km	24%
			3.0km	22%
			5.0km	15%
			기타	15%
	토석채취 (52건)	0.5km - 2.5km	0.5km	15%
			1.0km	15%
			1.5km	8%
			2.0km	48%
			2.5km	10%
			기타	4%
	하천	0.2km - 0.5km	0.2km	19%

	(21건)		0.3km	43%
			0.5km	38%
	철도 (39건)	0.2km - 0.5km	0.2km	13%
			0.3km	31%
			0.5km	56%
	도로 (50건)	0.2km - 0.5km	0.2km	36%
			0.3km	28%
			0.5km	36%
	산업단지 (63건)	0.5km - 4.0km	0.5km	11%
			1.0km	30%
			2.0km	26%
			3.0km	14%
			4.0km	6%
	발전소 (34건)	1.0km - 10.0km	기타	13%
			1.0km	12%
			2.0km	15%
			5.0km	29%
			10.0km	23%
	폐기물처리시설 (29건)	2.0km - 5.0km	기타	21%
			2.0km	17%
			3.0km	24%
			5.0km	52%
악취	산업단지 (48건)	0.5km - 4.0km	기타	7%
			0.5km	8%
			1.0km	19%
			2.0km	35%
			3.0km	17%
	폐기물처리시설 (22건)	1.0km - 5.0km	4.0km	8%
			기타	13%
			1.0km	14%
			3.0km	23%
			5.0km	50%
			기타	13%

3. 분석결과

- 개발사업 규모, 개발지역 특성 등에 따라 다양한 분포를 보여주고 있음
- 개발사업별 대기질·악취 평가범위 분포결과를 바탕으로 빈도수 비교·검토를 통해 사업별 대기질·악취 평가범위 설정(안)을 제안함
 - 골프장, 향만, 하천, 도로, 산업단지(대기질), 발전소의 경우 유사한 빈도수 분포를 고려한 평가범위를 설정함
 - 택지개발, 토석채취, 철도, 폐기물처리시설(대기질), 산업단지(악취), 폐기물

처리시설(악취)의 경우 빈도수 분포가 상대적으로 최대가 되는 평가범위를 설정함



[첨부 4] 환경정책기본법 시행령 [별표] 환경기준 (제2조 관련)

[별표] <개정 2012.11.27> [시행일:2014.1.1] 제3호가목1)의 포름알데히드에 대한 부분

[시행일:2015.1.1] 제1호의 미세먼지(PM-2.5)란, 제3호가목1)의 헥사클로로벤젠에 대한 부분

환경기준(제2조 관련)

1. 대기

항 목	기 준	측 정 방 법
아황산가스 (SO ₂)	연간 평균치 0.02ppm 이하 24시간 평균치 0.05ppm 이하 1시간 평균치 0.15ppm 이하	자외선 형광법 (Pulse U.V. Fluorescence Method)
일산화탄소 (CO)	8시간 평균치 9ppm 이하 1시간 평균치 25ppm 이하	비분산적외선 분석법 (Non - Dispersive Infrared Method)
이산화질소 (NO ₂)	연간 평균치 0.03ppm 이하 24시간 평균치 0.06ppm 이하 1시간 평균치 0.10ppm 이하	화학 발광법 (Chemiluminescence Method)
미 세 먼 지 (P M - 1 0)	연간 평균치 50 μ g/m ³ 이하 24시간 평균치 100 μ g/m ³ 이하	베타선 흡수법 (β - Ray Absorption Method)
미 세 먼 지 (P M - 2 . 5)	연간 평균치 25 μ g/m ³ 이하 24시간 평균치 50 μ g/m ³ 이하	중량농도법 또는 이에 준하는 자동 측정법
오 존 (O ₃)	8시간 평균치 0.06ppm 이하 1시간 평균치 0.1ppm 이하	자외선 광도법 (U.V Photometric Method)
납 (Pb)	연간 평균치 0.5 μ g/m ³ 이하	원자흡광 광도법 (Atomic Absorption)

		Spectrophotometry)
벤젠	연간 평균치 5 μ g/m ³ 이하	가스크로마토그래피 (Gas Chromatography)

비고

1. 1시간 평균치는 999천분위수(千分位數)의 값이 그 기준을 초과해서는 안 되고, 8시간 및 24시간 평균치는 99백분위수의 값이 그 기준을 초과해서는 안 된다.
2. 미세먼지(PM-10)는 입자의 크기가 10 μ m 이하인 먼지를 말한다.
3. 미세먼지(PM-2.5)는 입자의 크기가 2.5 μ m 이하인 먼지를 말한다.

2. 소음

(단위: Leq dB(A))

지역 구분	적용 대상지역	기 준	
		낮 (06 : 00 ~ 22 : 00)	밤 (22 : 00 ~ 06 : 00)
일반 지역	"가"지역	50	40
	"나"지역	55	45
	"다"지역	65	55
	"라"지역	70	65
도로변 지역	"가" 및 "나"지역	65	55
	"다"지역	70	60
	"라"지역	75	70

비고

1. 지역구분별 적용 대상지역의 구분은 다음과 같다.

가. "가"지역

- 1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항제1호라목에 따른 녹지지역
- 2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항제2호가목에 따른 보전관리지역
- 3) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항제3호 및 제4호에 따른 농림지역 및 자연환경보전지역
- 4) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조제1호가목에 따른 전용주거지역
- 5) 「의료법」 제3조제2항제3호마목에 따른 종합병원의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역
- 6) 「초·중등교육법」 제2조 및 「고등교육법」 제2조에 따른 학교의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역
- 7) 「도서관법」 제2조제4호에 따른 공공도서관의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역

역

나. "나"지역

- 1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항제2호나목에 따른 생산관리지역
- 2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조제1호나목 및 다목에 따른 일반주거지역 및 준주거지역

다. "다"지역

- 1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항제1호나목에 따른 상업지역 및 같은 항 제2호다목에 따른 계획관리지역
- 2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조제3호다목에 따른 준공업지역

라. "라"지역

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조제3호가목 및 나목에 따른 전용공업지역 및 일반공업지역

2. "도로"란 자동차(2륜자동차는 제외한다)가 한 줄로 안전하고 원활하게 주행하는 데에 필요한 일정 폭의 차선이 2개 이상 있는 도로를 말한다.
3. 이 소음환경기준은 항공기소음, 철도소음 및 건설작업 소음에는 적용하지 않는다.



3. 수질 및 수생태계

가. 하천

1) 사람의 건강보호 기준

항목	기준값(mg/L)
카드뮴(Cd)	0.005 이하
비소(As)	0.05 이하
시안(CN)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.01)
수은(Hg)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.001)
유기인	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)
폴리클로리네이티드비페닐(PCB)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)
납(Pb)	0.05 이하
6가 크롬(Cr6+)	0.05 이하
음이온 계면활성제(ABS)	0.5 이하
사염화탄소	0.004 이하
1,2-디클로로에탄	0.03 이하
테트라클로로에틸렌(PCE)	0.04 이하
디클로로메탄	0.02 이하
벤젠	0.01 이하
클로로포름	0.08 이하
디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	0.008 이하

안티몬	0.02 이하
1,4-다이옥세인	0.05 이하
포름알데히드	0.5 이하
헥사클로로벤젠	0.00004 이하

2) 생활환경 기준

등급	상태 (캐릭터)	기 준								
		수소 이온 농도 (pH)	생물 화학적 산소 요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소 량 (DO) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	대장균군 (균수/100mL)	
									총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia 	6.5 ~ 8.5	1 이하	2 이하	2 이하	25 이하	7.5 이상	0.02 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib 	6.5 ~ 8.5	2 이하	4 이하	3 이하	25 이하	5.0 이상	0.04 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II 	6.5 ~ 8.5	3 이하	5 이하	4 이하	25 이하	5.0 이상	0.1 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III 	6.5 ~ 8.5	5 이하	7 이하	5 이하	25 이하	5.0 이상	0.2 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV 	6.0 ~ 8.5	8 이하	9 이하	6 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하		
나쁨	V 	6.0 ~ 8.5	10 이하	11 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.5 이하		
매우 나쁨	VI 		10 초과	11 초과	8 초과		2.0 미만	0.5 초과		

비고

1. 등급별 수질 및 수생태계 상태

가. 매우 좋음: 용존산소(溶存酸素)가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계로 여과·살균 등 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.

나. 좋음: 용존산소가 많은 편이고 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.

다. 약간 좋음: 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있음.

라. 보통: 보통의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 일반 생태계로 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.

마. 약간 나쁨: 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용하거나 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.

바. 나쁨: 다량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 산책 등 국민의 일상생활에 불쾌감을 주지 않으며, 활성탄 투입, 역삼투압 공법 등 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.

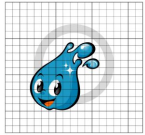
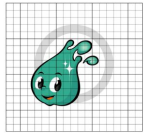
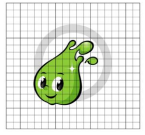
사. 매우 나쁨: 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움.

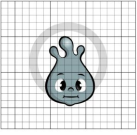
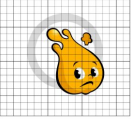
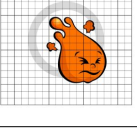
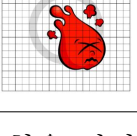
아. 용수는 해당 등급보다 낮은 등급의 용도로 사용할 수 있음.

자. 수소이온농도(pH) 등 각 기준항목에 대한 오염도 현황, 용수처리방법 등을 종합적으로 검토하여 그에 맞는 처리방법에 따라 용수를 처리하는 경우에는 해당 등급보다 높은 등급의 용도로도 사용할 수 있음.

2. 상태(캐릭터) 도안

가. 모형 및 도안 요령

등급		도안 모형	도안 요령	색 상		
				원	물방울	입
매우 좋음	Ia			검은색 (black, K) 15%	파란색(cyan, C) 100~90%, 빨간색(magenta, M) 20~17%, 검은색(black, K) 5%	빨간색(magenta, M) 60%, 노란색(yellow, Y) 100%
					파란색(cyan, C) 85~80%, 노란색(yellow, Y) 43~40%, 빨간색(magenta, M) 8%	빨간색(magenta, M) 60%, 노란색(yellow, Y) 100%
					파란색(cyan, C) 57~45%, 노란색(yellow, Y) 96~85%, 검은색(black, K) 7%	
좋음	Ib					
약간 좋음	II					

보통	III			파란색(cyan, C) 20%, 검은색(black, K) 42~30%	
약간 나쁨	IV			빨간색(magenta, M) 35~30%, 노란색(yellow, Y) 100%, 검은색(black, K) 10%	
나쁨	V			빨간색(magenta, M) 65~55%, 노란색(yellow, Y) 100%, 검은색(black, K) 10%	
매우 나쁨	VI			빨간색(magenta, M) 100~90, 노란색(yellow, Y) 100%, 검은색(black, K) 10%	

나. 도안 모형은 상하 또는 좌우로 형태를 왜곡하여 사용해서는 안 된다.

3. 수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표

생물 등급	생물 지표종		서식지 및 생물 특성
	저서생물(底棲生物)	어류	
매우 좋음 ~ 좋음	옆새우, 가재, 빨하루살이, 민하루살이, 강도래, 물날도래, 광택날도래, 떠무늬우묵날도래, 바수염날도래	산천어, 금강모치, 열목어, 버들치 등 서식	-물이 매우 맑으며, 유속은 빠른 편임. -바닥은 주로 바위와 자갈로 구성됨. -부착 조류(藻類)가 매우 적음.
좋음 ~ 보통	다슬기, 넓적거머리, 강하루살이, 동양하루살이, 등줄하루살이, 등딱지하루살이, 물삿갓벌레, 큰줄날도래	쉬리, 갈겨니, 은어, 쏘가리 등 서식	-물이 맑으며, 유속은 약간 빠르거나 보통임. -바닥은 주로 자갈과 모래로 구성됨. -부착 조류가 약간 있음.
보통 ~ 약간 나쁨	물달팽이, 턱거머리, 물벌레, 밀잠자리	피라미, 끄리, 모래무지, 참붕어 등 서식	-물이 약간 혼탁하며, 유속은 약간 느린 편임. -바닥은 주로 잔자갈과 모래로 구성됨. -부착 조류가 녹색을 띠며 많음.
약간 나쁨	원돌이물달팽이, 실지렁이, 붉은깔따구, 나방파	붕어, 잉어, 미꾸라지, 메기 등 서식	-물이 매우 혼탁하며, 유속은 느린 편임.

매우 나쁨	리, 꽃등에	-바닥은 주로 모래와 실트로 구성되며, 대체로 검은색을 띠며. -부착 조류가 갈색 혹은 회색을 띠며 매우 많음.
-------	--------	---

4. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

나. 호소

1) 사람의 건강보호 기준: 가목1)과 같다.

2) 생활환경 기준

등급	상태 (캐릭터)	기 준									
		수소이온 농도 (pH)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	총질소 (T-N) (mg/L)	클로로 필-a (Chl-a) (mg/m³)	대장균군 (군수/100mL)	
										총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia 	6.5~8.5	2 이하	2 이하	1 이하	7.5 이상	0.01 이하	0.2 이하	5 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib 	6.5~8.5	3 이하	3 이하	5 이하	5.0 이상	0.02 이하	0.3 이하	9 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II 	6.5~8.5	4 이하	4 이하	5 이하	5.0 이상	0.03 이하	0.4 이하	14 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III 	6.5~8.5	5 이하	5 이하	15 이하	5.0 이상	0.05 이하	0.6 이하	20 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV 	6.0~8.5	8 이하	6 이하	15 이하	2.0 이상	0.10 이하	1.0 이하	35 이하		
나쁨	V 	6.0~8.5	10 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.15 이하	1.5 이하	70 이하		
매우 나쁨	VI 		10 초과	8 초과		2.0 미만	0.15 초과	1.5 초과	70 초과		

비고

1. 총인, 총질소의 경우 총인에 대한 총질소의 농도비율이 7 미만일 경우에는 총인의 기준을 적용하지 않으며, 그 비율이 16 이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 않는다.
2. 등급별 수질 및 수생태계 상태는 가목2) 비고 제1호와 같다.
3. 상태(캐릭터) 도안 모형 및 도안 요령은 가목2) 비고 제2호와 같다.
4. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

다. 지하수

지하수 환경기준 항목 및 수질기준은 「먹는물관리법」 제5조 및 「수도법」 제26조에 따라 환경부령으로 정하는 수질기준을 적용한다. 다만, 환경부장관이 고시하는 지역 및 항목은 적용하지 않는다.

라. 해역

1) 생활환경

항 목	수소이온농도 (pH)	총대장균군 (총대장균군수/100mL)	용매 추출유분 (mg/L)
기 준	6.5 ~ 8.5	1,000 이하	0.01 이하

2) 생태기반 해수수질 기준

등급	수질평가 지수값(Water Quality Index)
I (매우 좋음)	23 이하
II (좋음)	24 ~ 33
III (보통)	34 ~ 46
IV (나쁨)	47 ~ 59
V (아주 나쁨)	60 이상

3) 해양생태계 보호기준

(단위: µg/L)

중금속류	구리	납	아연	비소	카드뮴	크롬(6가)
단기 기준*	3.0	7.6	34	9.4	19	200
장기 기준**	1.2	1.6	11	3.4	2.2	2.8

* 단기 기준: 1회성 관측값과 비교 적용

** 장기 기준: 연간 평균값(최소 사계절 동안 조사한 자료)과 비교 적용

4) 사람의 건강보호

등 급	항 목	기 준(mg/L)
모든 수역	6가 크롬(Cr^{6+})	0.05
	비소(As)	0.05
	카드뮴(Cd)	0.01
	납(Pb)	0.05
	아연(Zn)	0.1
	구리(Cu)	0.02
	시안(CN)	0.01
	수은(Hg)	0.0005
	폴리클로리네이트비페닐(PCB)	0.0005
	다이아지논	0.02
	파라티온	0.06
	말라티온	0.25
	1,1,1-트리클로로에탄	0.1
	테트라클로로에틸렌	0.01
	트리클로로에틸렌	0.03
	디클로로메탄	0.02
	벤젠	0.01
	페놀	0.005
	음이온 계면활성제(ABS)	0.5



[첨부 5] 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법 (환경부고시 제2013-94호)

[별표 2]

자동차의 총 오염물질 배출량의 산정방법(제4조 관련)

1. 열간시동 배출량

열간시동 배출량은 자동차 엔진이 예열된 상태에서 배출되는 오염물질로서 차종별, 배출가스 규제 연식별 오염물질별 배출량을 합하여 산출하며 산출식은 다음과 같다.

$$ERHOT_{ij} = \sum (EHOT_{ijm} \times VKT_j \times N_{jm}) \times 365 \times 10^{-3}$$

여기서 $ERHOT_{ij}$: 오염물질별(i), 차종별(j) 열간시동 배출량(kg/년)

$EHOT_{ijm}$: 오염물질별(i), 차종별(j), 배출가스 규제연식별(m)(또는 저공해자동차 중별) 배출계수(g/km)(별표 2)

VKT_j : 차종별(j) 일일 주행거리(km/일)

차종별 일일주행거리(km/일) : 자동차관리법 시행규칙 제80조 제1항 및 자동차종합검사의 시행 등에 관한 규칙 제20조에 의한 자동차검사 전산정보처리조직(VIMS)에 입력된 자료를 바탕으로 교통안전공단에서 제공하는 자료(자동차 주행거리 실태조사 자료)로서 확인

N_{jm} : 차종별(j), 배출가스 규제연식별(m)(또는 저공해자동차 중별) 판매대수

2. 냉간시동 배출량

가. 자동차 엔진이 예열되지 않은 상태에서 배출하는 오염물질로서 열간시동 배출량에 냉간시동 배출량 환산계수를 곱하여 다음과 같이 산출한다

$$ERcold_{ij} = ERHOT_{ij} \times \text{냉간시동 배출량 환산계수}$$

여기서 $ERcold_{ij}$: 오염물질별(i), 차종별(j) 냉간시동 배출량(kg/년)

ERHOT_{ij} : 오염물질별(i), 차종별(j) 연간시동 배출량(kg/년)

<냉간시동 배출량 환산계수>

차종	HC	CO	NO _x	PM
휘발유 자동차	2.952	1.875	0.705	-
LPG 자동차	0.125	0.406	0.000	-
경유 자동차	0.253	0.139	0.036	0.217

3. 증발 배출량

가. 휘발유 자동차와 가스자동차에서 배출되는 증발가스에 의한 탄화수소 배출량은 연료탱크나 엔진의 연료공급부위에서 배출되는 것으로서 주간증발손실(Diurnal Loss)과 주행증발손실(Running Loss)로 구분된다.

나. 증발 배출량은 다음 식과 같이 산출한다.

$$\text{증발배출량}(E_{\text{eva,voc}}) = ed \times N \times 365 \times 10^{-3} + R$$

여기서 $E_{\text{eva,voc}}$: 증발배출량(kg/년)

ed : 주간증발손실량(g/day-veh)

N : 자동차 판매대수

R : 주행증발배출량에 의한 연간 총배출량(kg/년)

$$R = \text{Ref} \times N \times \text{VKT} \times 365 \times 10^{-3}$$

주간증발 손실량(ed)	주행손실 배출량(Ref)
0.732 g/day-veh	0.0055 g/km

4. 황산화물 배출량

황산화물은 연료중에 함유한 황의 연소에 의하여 배출하는 오염물질로서 차종별 연간 평균 연료소비량을 산출하여 다음 식과 같이 계산한다.

$$\text{SO}_2\text{배출량(kg/년)} = \text{연료소비량}(\ell/\text{년}) \times \text{연료비중} \times \text{황함유량} \times 2/100$$

여기서 연료비중 : 휘발유 0.730, 경유 0.825, LPG 0.508

연료소비량(ℓ /년) : 차종별 연간 주행거리(km/년)에 공인연비(km/ ℓ)의 80%를 나누어 산출한다.

<연료중 황함유량>

년도	휘발유	경유	LPG
2005년 1월 1일 이후	0.013%	0.043%	0.01%
2006년 1월 1일 이후	0.005%	0.003%	0.01%
2009년 1월 1일 이후	0.001%	0.001%	0.004%



[첨부 6] 대기오염물질 배출량 산정

- ‘자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(V), 2007, 국립환경과학원’에 제시된 배출계수를 이용하여 산정

<PM-10, NOx, CO 배출계수 산정(g/L로 변환)>

장 비 명 (규격)	장비별 오염물질 배출계수			오염물질 배출계수 단위환산(g/L)			적 용
	PM	NOx	CO	PM	NOx	CO	
굴삭기 (0.8m³, 1.0m³)	0.08g/kWh	4.11g/kWh	1.41g/kWh	0.2350	12.0719	4.1415	130kW이상
유압크레인 (16ton, 60ton)	0.06g/kWh	4.78g/kWh	0.63g/kWh	0.1762	14.0399	1.8504	130kW이상
덤프트럭(8ton)	0.048g/km	4.532g/km	1.262g/km	0.0343	3.2371	0.9014	초대형화물자동차
지게차(3ton)	0.18g/kWh	5.55g/kWh	1.84g/kWh	0.5287	16.3015	5.4045	130kW이상
다목적굴삭기(5ton)	0.08g/kWh	4.11g/kWh	1.41g/kWh	0.2350	12.0719	4.1415	130kW이상
1톤 트럭(1ton)	0.001g/km	0.063g/km	0.087g/km	0.0050	0.3150	0.4350	소형화물자동차
<배출계수 단위환산(g/L) 계산식> ■ 굴삭기, 유압크레인, 지게차, 다목적굴삭기의 배출계수(g/L) = $\frac{\text{배출계수(g/kWh)}}{860(\text{Kcal/kWh})^{1)}$ $8,420 \times 0.3(\text{Kcal/L})^{2)}$ ■ 덤프트럭, 1톤 트럭의 배출계수(g/L) = $\frac{\text{배출계수(g/km)}}{15(\text{km/hr})^{3)}$ 연료사용량(L/hr)							

주) 1. 1KWh = 1KJ/s×3,600s×0.23885cal≒860kcal(1W=1J/s, 1J=0.23885cal)

2. 경유 순발열량(8,420Kcal/L)의 30%가 동력에너지로 변환

3. 공사장 내 덤프트럭 평균 이동속도는 15m/s를 적용

자료 : 1. 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(V) : 건설기계 오염물질 배출계수 산정, 2007, 국립환경과학원

2. 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정, 환경부고시 제2010-161호

- SO₂ 의 경우 장비별 연료사용량 및 ‘자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정(환경부고시 제2010-161호)에 지시된 배출량 산정식 이용

<SO₂ 배출량 산정식>

- SO₂ 배출량(kg/hr) = 연료소비량(l/hr) × 연료비중 × 황함유량 × 2/100
여기서, 연료비중 : 휘발유 0.730, 경유 0.825, LPG 0.508,
황함유량 : 휘발유 0.001%, 경유 0.001%, LPG 0.004%

자료 : 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정, 환경부고시 제2010-161호

<내연기관 연소시 TSP 입자크기별 구성비(디젤연료)>

입자크기(μm)	누계구성비(%)	비 고
1.0이하	82.0	
3.0이하	90.0	
6.0이하	93.0	
10.0이하	96.0	PM-10
전 체	100.0	

자료 : Compilation of Air Pollution Emission Factors, U.S. EPA.

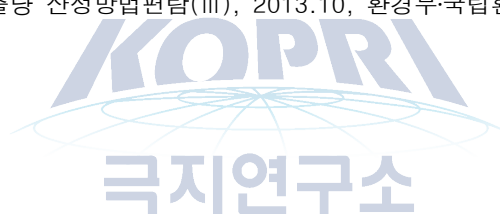
<발전기 배출계수 산정(g/L로 변환)>

사용연료	PM-10	NO _x	SO ₂	CO
경유 및 등유	0.198	2.4	0.017	1.344

주) 1.배출계수는 참고문헌 중 '에너지산업 연소 공공/민간발전 1,2,3종 보일러 배출계수' 적용

2.'SO₂'의 경우 연료 중 '황함유량 0.001%' 적용

자료 : 국가 대기오염물질 배출량 산정방법편람(III), 2013.10, 환경부·국립환경과학원



[첨부 7] 하수도법 시행규칙 [별표 1] 개정 2014.7.17.

공공하수처리시설·간이공공하수처리시설의 방류수수질기준

(제3조제1항제1호 관련)

1. 공공하수처리시설의 방류수수질기준

가. 방류수수질기준

구분		생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총질소 (T-N) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	총대장균 군수 (개/ml)	생태 독성 (TU)
1일 하수처리용량 500m³ 이상	I 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.2 이하	1,000 이하	1 이하
	II 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.3 이하	3,000 이하	
	III 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하		
	IV 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하		
1일 하수처리용량 500m³ 미만 50m³ 이상		10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하		
1일 하수처리용량 50m³ 미만		10 이하	40 이하	10 이하	40 이하	4 이하		

비고

1. 공공하수처리시설의 페놀류 등 오염물질의 방류수수질기준은 해당 시설에서 처리할 수 있는 오염물질항목에 한하여 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙」 별표 13 제2호나목 페놀류 등 수질오염물질 표 중 특례지역에 적용되는 배출허용기준 이내에서 그 처리시설의 설치사업 시행자의 요청에 따라 환경부장관이 정하여 고시한다.
2. 1일 하수처리용량이 500m³ 미만인 공공하수처리시설의 겨울철(12월 1일부터 3월 31일까지)의 총질소와 총인의 방류수수질기준은 2014년 12월 31일까지 60mg/L 이하와 8mg/L 이하를 각각 적용한다.
3. 다음 각 지역에 설치된 공공하수처리시설의 방류수수질기준은 총대장균군수를 1,000개/ml 이하로 적용한다.

가. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙」 별표 13에 따른

청정지역

나. 「수도법」 제7조에 따른 상수원보호구역 및 상수원보호구역의 경계로부터 상류로 유하거리(流下距離) 10km 이내의 지역

다. 「수도법」 제3조제17호에 따른 취수(取水)시설로부터 상류로 유하거리 15km 이내의 지역

4. 영 제4조제3호에 따른 수변구역에 설치된 공공하수처리시설에 대하여는 1일 하수처리용량 50m³ 이상인 방류수수질기준을 적용한다.

5. 생태독성의 방류수수질기준은 물벼룩에 대한 급성독성시험을 기준으로 하며, 다음의 요건 모두에 해당하는 공공하수처리시설에만 적용한다.

가. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙」 별표 4 제2호3), 12), 14), 17)부터 20)까지, 23), 26), 27), 30), 31), 33)부터 40)까지, 46), 48)부터 50)까지, 54), 55), 57)부터 60)까지, 63), 67), 74), 75) 및 80)에 해당하는 폐수배출시설에서 배출되는 폐수가 유입될 것

나. 1일 하수처리용량이 500m³ 이상일 것

6. 생태독성(TU) 방류수수질기준 초과원인이 오직 염(산의 음이온과 염기의 양이온에 의해 만들어지는 화합물)을 말한다. 이하 같다)으로 증명된 경우로서 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제9호의 공공수역 중 항만·연안해역에 방류하는 경우 생태독성(TU) 방류수수질기준을 초과하지 않은 것으로 본다.

7. 제6호에 따른 생태독성(TU) 방류수수질기준 초과원인이 오직 염이라는 증명에 필요한 구비서류, 절차·방법 등에 관하여 필요한 사항은 국립환경과학원장이 정하여 고시한다.

나. 지역 구분

구분	범위
I 지역	가. 「수도법」 제7조에 따라 지정·공고된 상수원보호구역 나. 「환경정책기본법」 제22조제1항에 따라 지정·고시된 특별대책 지역 중 수질보전 특별대책지역으로 지정·고시된 지역 다. 「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항, 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항, 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제

	1항 및 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항에 따라 각각 지정·고시된 수변구역 라. 「새만금사업 추진을 위한 특별법」 제2조제1호에 따른 새만금사업지역으로 유입되는 하천이 있는 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
Ⅱ지역	「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제22조제2항에 따라 고시된 중권역 중 화학적 산소요구량(COD) 또는 총인(T-P)의 수치가 같은 법 제24조제2항제1호에 따른 목표기준을 초과하였거나 초과할 우려가 현저한 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
Ⅲ지역	「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제22조제2항에 따라 고시된 중권역 중 한강·금강·낙동강·영산강·섬진강 수계에 포함되는 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역(Ⅰ지역 및 Ⅱ지역을 제외한다)
Ⅳ지역	Ⅰ지역, Ⅱ지역 및 Ⅲ지역을 제외한 지역

2. 간이공공하수처리시설의 방류수수질기준

가. 방류수수질기준

구분	생물화학적 산소요구량(BOD) (mg/L)		총대장균군수 (개/ml)	
Ⅰ 지역	2014년 7월 17일부터 2018년 12월 31일까지	60 이하	2014년 7월 17일부터 2018년 12월 31일까지	—
	2019년 1월 1일부터 2023년 12월 31일까지	60 이하	2019년 1월 1일 이후	3,000 이하
	2024년 1월 1일 이후	40 이하		
Ⅱ 지역	2014년 7월 17일부터 2019년 12월 31일까지	60 이하	2014년 7월 17일부터 2019년 12월 31일까지	—
	2020년 1월 1일부터 2024년 12월 31일까지	60 이하	2020년 1월 1일 이후	3,000 이하
	2025년 1월 1일 이후	40 이하		
Ⅲ・Ⅳ지역	—		—	

비고

1. 위 방류수수질기준은 1일 하수처리용량이 500m³ 이상인 공공하수처리시설에 유입되는 하수가 일시적으로 늘어날 경우 이를 처리하기 위하여 설치

되는 간이공공하수처리시설에 대해서만 적용한다.

2. 환경부장관은 2014년 7월 17일부터 2018년 12월 31일까지의 기간에 새로 설치되는 간이공공하수처리시설에 대해서는 위 방류수수질기준보다 완화된 기준을 정하여 고시할 수 있다.

나. 지역 구분: 제1호나목과 같다.



[첨부 8] 남극세종과학기지 건축자재 석면 시험 결과

YOUR PARTNER FOR THE BEST QUALITY

TEST REPORT

우 415-873 경기도 김포시 월곶면 해기봉로 196 TEL (031)999-3000 FAX (031)999-3001

성적서번호 : TAH-004355 접수 일자 : 2015년 04월 06일
 대표자 : 김재형 시험완료일자 : 2015년 04월 17일
 업체명 : 한국해양과학기술원부산국제연구소
 주소 : 인천광역시 연수구 송도미래로 26 (송도동 한국해양과학기술원부산국제연구소)
 시험명 : 남극세종과학기지 건축자재 석면 TEST

시험 결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
석면	%	기계동 2층 유지반 천장덱스	검출안됨	KS L 5300 : 2009
석면	%	유류탱크 보온단열 재	검출안됨	KS L 5300 : 2009
석면	%	차질지구 관리동 배관보온 재	검출안됨	KS L 5300 : 2009
석면	%	숙소2동 천장덱스(2 02호)	검출안됨	KS L 5300 : 2009
석면	%	차질지구 관리동 천관 천장마감 재	검출안됨	KS L 5300 : 2009
석면	%	숙소1동 천장덱스(1 01호)	검출안됨	KS L 5300 : 2009
석면	%	생물해양 연구동 실내 천장덱스	검출안됨	KS L 5300 : 2009

- 다음 페이지 -

Chang Gwan-jung
 작성자: 관주형
 Tel : (031-999-3177)

Lee Juchyung
 기술책임자: 이재형
 E-mail : jhlood@ktr.or.kr

2015년 04월 17일

KTR

한국화학융합시험연구원장



위변조 확인용 QR code

Page: 1 of 2

전자문서본은 시험결과에 대한 참고용입니다.

전자문서본(Electronic Copy)

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

TEST REPORT

우 415-873 경기도 김포시 일곡면 여기봉로 196

TEL (031)999-3000

FAX (031)999-3001

성적서번호 : TAH-004550

접 수 일자 : 2015년 04월 08일

대 표 자 : 김예은

시험완료일자 : 2015년 04월 17일

업 체 명 : 한국화학융합시험연구원

주 소 : 인천광역시 연수구 송도대로 26
(송도동) 한국화학융합시험연구원

시 호 : 영-남북세종과학기지 건축자재 시험 TEST

시험 결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
시험	%	청고용 벽체 단열재	검출안됨	KS L 5300 : 2009
시험	%	생물해양 연구용 시약&실험 기구 보관실 전장박스	검출안됨	KS L 5300 : 2009

* 용 도 : 품질관리용

- 비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과이며, 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,
성적서의 진위확인인 홈페이지(www.ktir.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송을 목적으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(동본 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

극지연구소

Korea Testing & Research Institute

직접자 : 박주현
Tel : 031-09993172

Lee Gachyung

기술책임자 : 이재형
E-mail : jiles@ktir.or.kr

2015년 04월 17일

KTR

한국화학융합시험연구원장



위변조 확인용 QR code

Page : 2 of 2

전자문서본은 시험결과에 대한 참고용입니다.

전자문서본(Electronic Copy)

[첨부 9] 남극세종과학기지 증축 공사시 폐기물관리 방안

■ 폐기물 관리 방안

① 관리방안

- 남극 활동으로 인해 생성되는 폐기물 발생을 억제하고, 재이용·재활용하며, 가능한 범위 내에서 환경에 미치는 영향이 최소화될 수 있도록 폐기물을 처리
- 폐기물은 최대한 발생 장소로부터 분리·압축하여 제거
- 하수, 오수 또는 음식 폐기물을 제외한 모든 폐기물은 재활용 또는 안전한 처리를 위해 남극조약 지역 밖으로 반출
- 기지 건설 시 음식 폐기물과 오수처리시설에서 발생하는 슬러지는 음식물 처리기를 통해 탈수 건조하여 남극조약 지역 밖으로 전량 반출

② 폐기물의 성상 기준 및 관리기준

구 분		관리기준
일반폐기물 (비유해)	재활용	• 재활용이 가능한 폐기물로서, 분리수거하여 남극 밖으로 반출된 후 재처리 과정을 통해 재활용된다.
	매립	• 쓰레기와 같은 재활용이 불가능한 일반 생활폐기물로서, 남극 밖으로 반출되어 매립된다.
지정폐기물 (유해)		• 부적절한 처리에 의해 환경파괴를 일으킬 수 있는 위험성이 있어 그 처리에 특별한 기술이 필요한 폐기물(유해화학물질 포함)로서, 남극 밖으로 반출된 후 허가 받은 처리업체에 인계된다.

③ 발생 예상 폐기물 현황

구 분	발생 폐기물	비 고
일반폐기물	• 마분지 식용유, 오래된 음식 • 의류, 섬유, 종이, 캔 • 전기, 전자제품, 토너/카트리지 등	• 기지건설시 발생 예상 폐기물
건설폐기물	• 금속(고철), 목재(포장재 포함), 유리, 종이 • 배터리, 부동액, 연료, 윤활유, 접착제 • 페인트, 유기용제, 플라스틱 등	• 기지건설시 발생 예상 폐기물
지정폐기물	• 광화학물질, 드럼, 방사성 폐기물, 배터리, 부동액, 수은(온도계) • 연료, 윤활유, 에어로졸, 오수, 잔반 • 의료 폐기물, 플라스틱, 형광등, 램프 등	• 기지건설시 발생 예상 폐기물

④ 남극 조약 환경보호 의정서 상의 금지품

구 분	내 용
금 지 품	• 폴리염화비페닐류 (PCBs) • 멸균되지 않은 토양 • 플라스틱렌 구슬, 나무토막 또는 유사한 형태의 인공 포장재(질석 제외) • 과학적·의학적이거나 또는 위생상 목적 외의 살충제
금지생물종	• 모든 외래 동물(예, 개), 식물(예, 관상용 식물) 또는 미생물(예, 바이러스, 박테리아, 효모 및 균류)

■ 폐기물 최소화 방안

- 폐기물의 발생억제, 재이용, 재활용, 에너지 회수 및 매립이나 소각을 통해 최종 처리되는 폐기물을 최소화
- 남극에서의 폐기물을 최소화는 환경보호와 더불어 처리 및 운송 노력과 비용 절감에 많은 비중을 차지함

① 구매/포장 시의 발생 억제

구 분	내 용
구매지침	• 가능한 폐기물 발생량이 적고 환경 유해성이 적은 것을 선택 • 남극에서 사용할 장비나 소모품을 구입할 때 필요량 검토
포장	• 폐포장용기 및 자재를 주기적으로 점검하여 폐기물 발생억제, 취급 용이성, 안전 및 비용 효율을 고려해 포장계획 수립 • 컨테이너 취급이 불가능한 지역에서는 선박에서 컨테이너 내부의 화물을 꺼내서 나무박스 단위로 처리 - 건설용자재 및 개인용품의 최종 포장 시 과도한 포장재는 모두 제거 - 폴리스티렌 포장재(스치로폼 조각 포함)는 에어캡과 종이로 대체 - 질석은 유해 화학물질을 포장할 때만 사용

② 재이용의 극대화

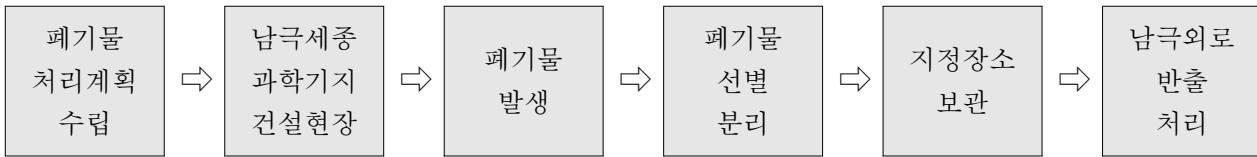
구 분	내 용
물자절약	• 남극에서의 재이용을 통한 물자 절약은 폐기물 감소와 함께 보급품의 절감 효과 - 복사 및 프린트 용지는 가능한 이면지 활용 - 목재 및 금속 재료는 가능한 재이용 또는 재활용 - 천조각 또는 못 입는 의류는 가능한 작업장에서 걸레로 사용

포장 상자	• 카톤박스 : 일정부분 충격을 흡수해주는 3중의 견고한 골판지 상자로서, 컨테이너 내의 화물적재에 적합하도록 고안되었다. 가능한 여러 차례 재이용하며, 활용성이 떨어지는 상자는 남극에서 경량 폐기물 반출에 이용 - 재이용을 고려해 야외에서 습기에 노출되지 않도록 주의 - 모든 표기는 박스에 직접 하지 말고 비닐로 테이핑하여 처리 - 최종 포장시 뚜껑을 덮은 후 플라스틱 팔레트 위에 얹어 비닐 밴딩으로 함께 고정 • 나무 상자 : 벌크(비규격 또는 과중량)화물의 운송에 활용된다. 남극에서는 폐기물 반송에 재이용 • 플라스틱 상자 : 액체형 재료를 담을 수 있는 상자로서, 재이용 • 접을 수 있는 플라스틱 상자 : 의류 및 모포류 등 경량물의 운송에 활용되며, 사용 후에는 접어두었다가 재이용
포장재	• 종이, 마분지, 에어캡, 질석, 폴리스티렌 포장재 등은 깨끗하게 보관하였다가 남극에서 반출되는 물품을 포장하는데 재이용 - 목재 및 고철은 가능한 재이용 또는 재활용 - 종이 및 마분지는 깨지기 쉬운 품목의 포장재로 사용 - 화학물질 포장에 사용되었던 질석은 유해 화학 폐기물의 포장에 사용
재판매	• 남극에서 더 이상 필요 없다고 판단되나 사용이 가능한 특정 품목은 재판매를 위해 반출 • 일부 소모성 자재들은 국내로 반송하지 않고 칠레 등 기항지에서 재판매(예를 들어, 빈 압축가스 실린더나 드럼은 현지에서 처분 가능)
재활용을 위한 분리수거	• 반출되는 폐기물이 가능한 많이 재활용될 수 있도록 철저히 분리수거

■ 폐기물 처리절차

처리절차	중점관리사항
수집 및 보관	• 폐기물 성상별 분리수거 • 성상별 재활용, 매립처리(남극외 반출 후), 소각처리 (남극외 반출 후)
포장 및 표시	• 포장용기 및 성상별 포장계획 • 폐기물 종류별 표시기준 적용
저장	• 컨테이너 선적 • 폐유, 폐화학물질 지정시설에 보관

① 건설폐기물 처리 프로세스



- 기지 건설시 발생하는 폐기물을 적정하게 처리·보관하였다가 남극 밖으로 전량 반출
- 폐기물 반출 이전까지의 성상별 분리수거, 압축, 건조, 포장후 반출
- 폐콘크리트, 폐목재 등과 같은 타 자재와 혼합되어 사용되는 폐기물과 마감공사에서 많이 배출되는 폐합성수지 등 타 자재와 혼합되어 사용되지 않은 폐기물을 철저히 선별 분리하여 일반폐기물 및 지정폐기물 처리절차에 의해 보관 및 반출 처리한다.

처리절차	중점관리사항
수집 및 보관	• 폐기물 성상별 분리수거 • 성상별 재활용, 매립처리(남극외 반출 후), 소각처리 (남극외 반출 후)
포장 및 표시	• 포장용기 및 성상별 포장계획 • 폐기물 종류별 표시기준 적용
저장	• 컨테이너 선적 • 폐유, 폐화학물질 지정시설에 보관

① 수집 및 보관

- 남극 활동으로 발생하는 모든 폐기물은 구역별 분리수거함에 수거 후 주기별로 지정된 집적함에 운반 보관
- 분리수거함에 담기 어려운 대형 폐기물은 발생 즉시 집적함으로 이동
- 운반 중 유출 가능성이 있는 폐기물은 이중 포장하거나 별도의 적절한 용기에 수거
- 폐기물을 집적함으로 운반 시 종류에 따라 구분된 색상의 쓰레기봉투를 이용
 - 녹색 : 재활용 폐기물
 - 흑색 : 매립용 일반폐기물
- 모든 폐기물은 종류별 특성에 따라 카톤박스 또는 밀폐형 드럼 등에 집적시켜 보관

② 포장 및 표시

재 료	사용 방법
카 톤 박 스	• 누수의 염려가 없는 소형 고체 폐기물을 포장하는데 주로 사용. 용기를 손상시킬 수 있는 뾰족한 물체를 그대로 박스에 담지 않는다. 선적하기 전 모든 상자의 안전을 재점검.

200L 공 드럼	- 폐유, 흡수제, 기름필터 등을 담기 위해 사용된다. 폐유가 새지 않도록 드럼 및 뚜껑의 봉인 상태가 양호한지 확인한다. 휘발유 저장에는 휘발유 전용 드럼만을 사용. - 리드와 링, 클램프와 너트 등으로 밀봉되는 개방형 드럼은 유리나 캔, 소각재 등을 포장하는데 사용. - 개방형 드럼을 선적할 때에는 내용물 누출을 예방하기 위해 반드시 망을 이용해 들어 올려야 한다. 드럼 리프팅 클램프를 사용금지. - 드럼이 너무 무거우면 운반자가 처리하기 곤란하므로 필요 이상 채우지 않는다. 액체의 경우 기온 상승에 따른 팽창을 고려해 10% 정도의 여유 공간을 둔다.
나 무 상 자	누수의 염려가 없는 대형 또는 중량물의 폐기물 포장에 사용. 상태가 양호하고 폐기물에 적절한 크기인지 확인. 상자의 파손을 예방하기 위해 폐기물을 지나치게 많이 담지 않는다.
비 포 장	- 폐목, 금속 또는 파이프와 같은 대형 폐기물은 팔레트 위에 직접 고정시킬 수 있다. 튀어나온 못, 나사 등은 사전에 모두 제거되어야 하며, 뽕족한 모서리에는 방충 조치를 취한다. 금속 밴드로 팔레트와 함께 고정. - 저장 탱크, 스노우모빌 등 일부 대형 폐기물은 해체하지 않고 그대로 운송할 수 있다.

■ 폐기물 관리대책

구 분	폐기물의 분류	폐기물 관리대책
폐기물 발생의 최소화	포장지, 운반용기	- 폐기물의 발생 억제를 위해 자재 선적시 운반용기 및 포장지(비닐) 사전 제거 - 자재 하역시 선박에서 사용될 양만 하역 후 정리 - 재활용 가능한 폐기물은 최대한 재활용하여 처리량 최소화 - 발생 폐기물은 분리수거후 전량 반출
유해 폐기물	폐배터리, 전구, 접착제, 용제	자재하역후 발생된 우든박스등 포장용기 및 BOX를 활용하여 전량 수거후 반출
고형 폐기물	건축 잔여자재, 목재, Con'c 잔여물, 금속류 등	- Con'c 잔여물은 적정크기 이하로 분쇄후 자재하역후 발생된 컨테이너를 활용하여 전량 수거후 반출 - 파렛트 및 폐목재류는 재활용후 잔여물은 폐기물 보관소에 적재 후 전량 반출 - 금속류 등은 굴삭기를 이용 압축하여 전량 수거후 반출
액상 폐기물	폐유, 윤활유, Paint류	전량을 일정 용기에 수거하여 밀봉 반출
기타 폐기물	잡쓰레기	- 우든박스 이용 분리수거함용 쓰레기 수거함을 배치 발생원별로 분리보관 후 전량 반출 - 사무실 발생 폐지는 이면지 활용등 재활용

■ 생활폐기물 저감대책

구분	저감대책
생활폐기물	• 재활용이 불가능한 폐기물은 별도 배출 • 음식물 쓰레기는 식단조절 및 배식 인원수의 정확한 파악으로 사전 감량화 • 폐기물은 전량 국내 반입 후 위탁처리 • 고형폐기물은 분리수거한 후 재이용 및 남극 외부로 전량 반출 • 분리수거 현장인력에 의한 재활용 및 분리수거



[첨부 10] 남극환경보호 및 안전사고 예방을 위한 공사감독 체크 리스트

(1) 환경 Check List (대기오염-1)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	
공 종	대기오염	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 불필요한 기계.장비 사용은 없는가			
2. 장비사용에 대한 주기적인 관리는 하는가			
3. 비산회 발생시 적절히 처리되고 있는가			
4. 차폐막은 설치 관리하는가			
5. 관리감독자는 선임되어 있는가			
6. 해당작업 실시전 교육은 실시 하는가			
7. 대기환경 점검주기(1회/1일)를 지키고 있는가			
8. 대기오염 입자상 물질 - 1)매연 2)먼지 3)분진 4)비산화			
총 합 의 견			

시 공 회 사 : 소속	직책	성명	(인)
환경관리책임자 : 소속	직책	성명	(인)
감 독 원 : 소속	직책	성명	(인)

(2) 환경 Check List (대기오염-2)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	
공 종	대기오염	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 고철 등의 절단작업은 가급적 옥내에서 실시할 것			
2. 야외절단시 분진유출 방지시설 설치상태			
3. 옥내작업 지침 준수 여부 1) 길이 15M 미만 2) 고철 등의 절단작업			
4. 강풍시 도장작업 작업중지 여부 - 평균 초속 8M 이상인 경우			
5. 현장내 불법소각 실시 여부			
6. 현장내 차량과속 운행여부 (시속 20km 이하)			
7. 토사운반차량 덮개고정 실시상태			
8. 터파기와 복토시 풍속이 평균초속 8M이상일 경우 작업 실시상태			
9. 공사장내 차량통행도로는 공사 착공전에 다짐공사 실시여부			
10. 야적물질에 대한 조치 여부			
총 합 의 견			

시 공 회 사 : 소속

직책

성명

(인)

환경관리책임자 : 소속

직책

성명

(인)

감 독 원 : 소속

직책

성명

(인)

(3) 환경 Check List (소음)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	
공 종	소음	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 자재의 하역 및 시공시 불필요한 소음이 발생되지 않도록 조심스럽게 취급 여부			
2. 가능한 한 저소음장비 채택 여부			
3. 공사작업구간내에서의 장비 운용 여부			
4. 불필요한 급발진, 급정지와 공회전 발생 여부			
5. 현장내 차량과속 운행여부 (시속 20km 이하)			
6. 공사장의 소음기준(50db)을 준수 하고 있는가			
7. 차량건설기계의 점검 및 정비는 주기적(1회/2주) 실시 여부			
8. 소음저감을 위한 근로자 안전교육 실시 여부			
9. 시간상 장비의 배치를 적정하게 하였는가?			
총 합 의 견			

시 공 회 사 : 소속

직책

성명

(인)

환경관리책임자 : 소속

직책

성명

(인)

감 독 원 : 소속

직책

성명

(인)

(4) 환경 Check List (수질, 토양, 환경)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	
공 종	수 질 환 경	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 연료 및 유류 유출 발생원은 없는가			
2. 관리담당자는 선임되어 있는가			
3. 배출수 발생억제를 위한 조치는 되어 있는가			
4. 배출수의 오염물질제거는 되어 있는가			
5. 악취 발생원은 없는가			
6. 융설등으로 인한 물고임 상태는 있는가			
7. 환경 점검주기(1회/2주)는 지키고 있는가			
8. 수질오염 대상물질 - 1)폐수 2)오수			
9. 배출구 연결지점 누수확인 상태			
10. 오수정화시설 설치 및 운영 상태			
11. 중장비 폐오일류 수거 및 사후 관리 여부			
총 합 의 견			

시 공 회 사 : 소속	직책	성명	(인)
환경관리책임자 : 소속	직책	성명	(인)
감 독 원 : 소속	직책	성명	(인)

(5) 환경 Check List (자재 점검 사항)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	
공 종	자재 점검 사항	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 포장 상태			
2. 식별 표시 (고유번호 / 제조일자 / 유효기간)			
3. 도장 / 도금 상태			
4. 이물질 유입 방지			
5. 항목의 꼬리표 부착 및 확인			
6. 저장장소 적합 여부 확인			
총 합 의 견			

시 공 회 사 : 소속	직책	성명	(인)
환경관리책임자 : 소속	직책	성명	(인)
감 독 원 : 소속	직책	성명	(인)

(6) 환경 Check List (유류 하역 점검사항)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	현대건설주식회사
공 종	유류 하역 점검사항	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 주변의 화기 제거 점검			
2. 유종 및 수량 확인			
3. 접지 상태 확인			
4. HOSE와 주입구의 연결 상태 확인			
5. 탱크의 잔량 확인			
6. 유출된 기름 유무 확인			
7. 유출된 기름 처리 확인			
총 합 의 견			

시 공 회 사 : 소속	직책	성명	(인)
환경관리책임자 : 소속	직책	성명	(인)
감 독 원 : 소속	직책	성명	(인)

(7) 환경 Check List (유통저장소 점검사항)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	
공 종	유류저장소 점검사항	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 유류탱크 누유 확인			
2. 폐유 처리는 지체없이 하는가?			
3. 폐유 용기에 물이 유입되지 않는가?			
4. 소방시설은 적절하게 배치되어 있는가?			
5. 비상연락망의 배치 상태 점검			
종 합 의 건			

시 공 회 사 : 소속

직책

성명

(인)

환경관리책임자 : 소속

직책

성명

(인)

감 독 원 : 소속

직책

성명

(인)

(8) 환경 Check List (토양)

공 사 명	남극세종과학기지 증축공사	시 공 사	현대건설주식회사
공 종	토 양 환 경	점 검 일 자	

점검내용	점검결과		조치결과
	양 호	불 량	
1. 연료 및 유류 유출 발생원은 없는가			
2. 관리담당자는 선임되어 있는가			
3. 건축폐자재의 정리정돈은 바로 실시 되는가			
4. 주유작업 바닥은 유류침투 방지패드가 설치되어 있는가			
5. 발전기 설치구간 하부는 유류침투 방지패드가 설치되어 있는가			
6. 누유방지턱의 제작상태는 양호하게 관리되는가			
7. 송유관 작업시 하부 흡착포는 설치되어 있는가			
8. 사용된 납산배터리의 지정폐기물 저장소 보관상태			
9. 중장비 폐오일류 수거 및 사후 관리 여부			
10. 중장비 폐오일류 수거 및 사후 관리 여부			
총 합 의 견			

시 공 회 사 : 소속	직책	성명	(인)
환경관리책임자 : 소속	직책	성명	(인)
감 독 원 : 소속	직책	성명	(인)

[첨부 11] 비상 계획

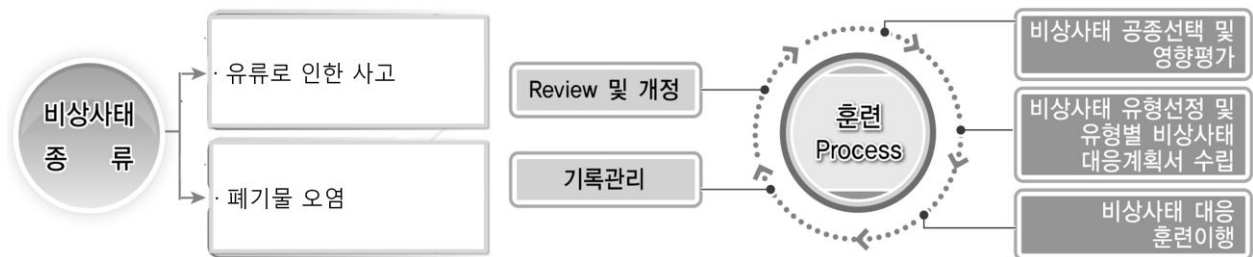
① 현장 안전조직 및 중점 세부관리계획

구 분		업무범위
비상대책위원장 현장관리책임자 통 제 반 · 상황통제 · 대내외 연락 환경관리자 피해복구반 · 복구활동 · 장비, 인력 소요파악 환경관리감독자 (공사담당) 구 조 반 · 인명구조 · 의료진 투입 · 병원 후송 환경관리감독자 관리담당 지 원 반 · 소요장비, 자재지원 환경관리감독자 공무담당	위원장	현장 총괄 지휘, 비상사태 대책 상황실 유지, 유관기관 대처, 비상사태 수습책 마련
	통제반	비상사태 대책 수립, 상황전파, 피해지역 주변상황 조치,
	피해복구반	복구반 운용 및 지휘, 긴급조치, 응급복구, 오염원 제거
	구조반	인명구조 및 재해확산 방지, 피해자 응급조치
	지원반	행정지원, 비상 사태시 필요 장비 동원 및 협조

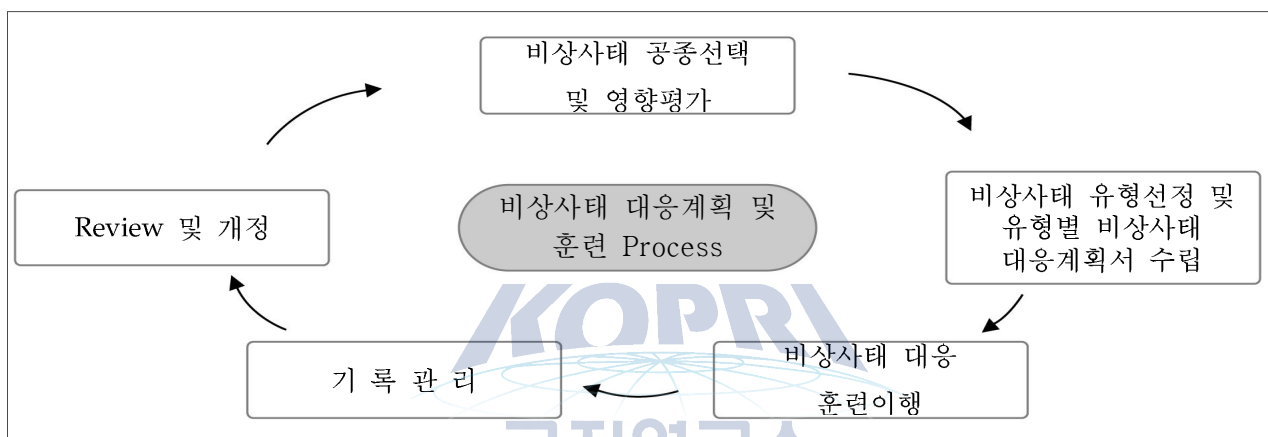
② 업무분장

환경관리체계	업 무 범 위
현 장 관 리 책임자	- 현장 환경관리업무 총괄책임 - 현장점검 및 사업장 환경개선에 관한 지시·교육 - 환경관리자/환경관리감독자의 환경업무 지도·감독 - 환경보전(오염방지)계획의 수립에 관한 사항 - 현장 환경관리규정의 작성에 관한 사항 - 환경오염방지설비, 시설설치 운영에 관한 사항 - 근로자의 환경교육에 관한 사항 - 기타 환경관련 업무전반에 관한 사항
환 경 관 리 자	- 기지 건설 작업장내의 오염배출 가능성 있는 설비, 장비의 점검 및 감독 - 환경교육계획 수립 및 수행 - 현장 내 환경오염방지 상태 순회점검, 지도 및 조치 건의 - 현장 내 환경오염발생의 원인조사 및 예방대책수립
환 경 관 리 감독자	- 현장에 관련된 기계, 기구, 장비 및 시설의 오염 배출 방지에 대한 확인감독 및 조치 - 기타 환경관리 총괄책임자가 지시하는 환경보전업무 일체를 수행 - 환경시설의 운용, 유지 및 관리에 대한 협조 - 당해 작업장에 대한 환경관리자의 지도·조언에 대한 협조

③ 비상사태 종류 및 훈련절차



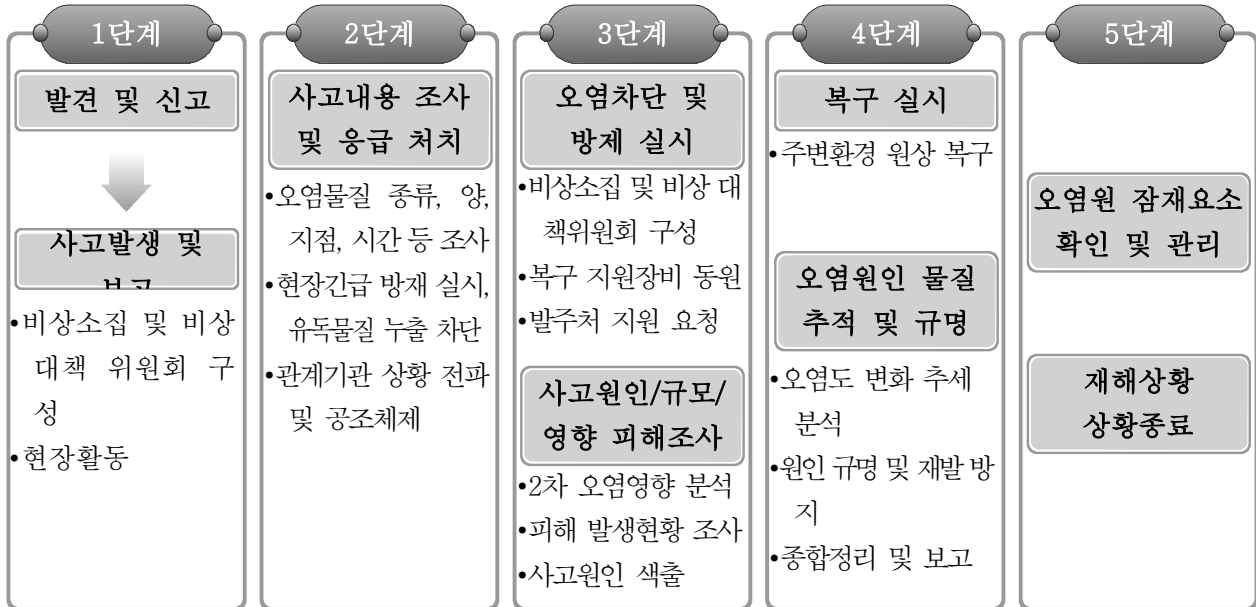
④ 비상사태 대응계획 및 훈련 Process



⑤ 비상사태 업무 Flow

발견 및 신고	• 최초발견자 통제반 무선연락
사고발생 보고	• 비상대책위원장이 비상 대응조직 가동 • 안전여부 판단 후 오염처리반 즉시 사고지역 투입지시
사고 내용 조사 및 응급조치	• 현장 긴급 방재 실시 • 현장에 투입된 오염처리반은 오염유출량, 제거 및 조치수단 파악, 보고
오염 차단 및 방제실시	• 2차 오염영향 분석 및 피해발생현황 조사
복구 실시	• 주변환경 원상복구
오염원 규명	• 원인규명 및 재발방지, 종합정리 및 보고

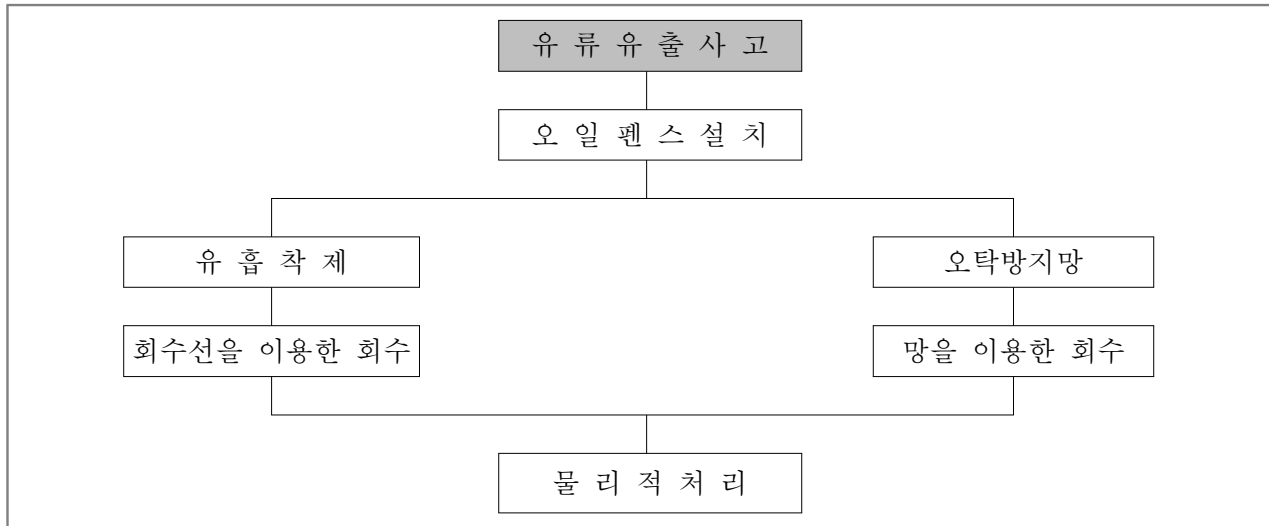
⑥ 단계별 대응체계 수립



⑦ 비상사태 대응훈련 시나리오

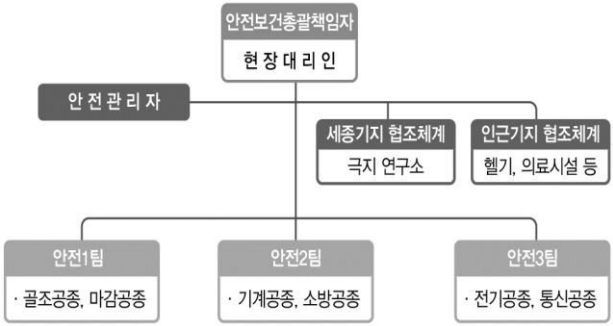
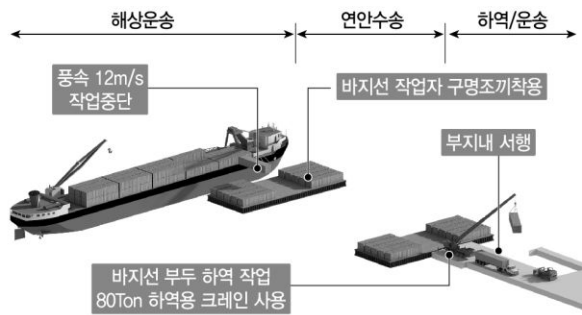
구 분	훈 련 상 황
일시 및 내용 (상황설정)	• 일시 : 200X. XX. XX 오후 13:00 • 현장 작업구간에 유류유출 발생
오후 13시 20분	• 최초발견자 유류유출 현황을 상황반에 무선연락
오후 13시 25분	• 통제반 및 구조반은 안전확보를 위해 현장진입 통제 및 인명피해 발생시 인명구조(피해자 안전확보)
오후 13시 31분	• 사고보고 받은 비상대책위원장(현장대리인)은 비상대응조직을 가동하고 오염 처리반을 즉시 사고지역에 투입지시
오후 13시 37분	• 사고현장에 투입된 피해복구반은 오일웬스 및 흡착포 등을 이용하여 기름 확산 억제 및 기름오염의 정도 및 유출량, 유출원인, 유출제거 및 조치수단을 파악하여 통제반장에게 보고
오후 13시 38분	• 통제반장은 동 사실을 비상대책위원장 및 관련기관에게 보고, 피해복구반장은 기름오염 제거작업 실시 중 오염방제가 불가한 상황 발생
오후 13시 46분	• 통제반장은 동 사실을 비상대책위원장에게 보고하고 즉시 감독관에 보고한 후 방제조합에 협조요청
오후 13시 55분	• 피해복구반 및 방제설비 투입시 현장상황 설명 후 인수인계
오후 14시 20분	• 방제처리 완료보고에 의해 유류오염방제 부서해체 방송과 함께 훈련종료

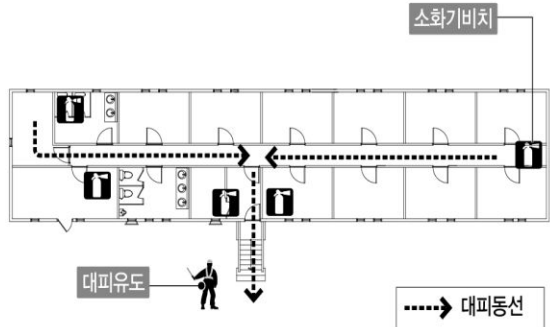
⑧ 비상사태 대응훈련 시나리오



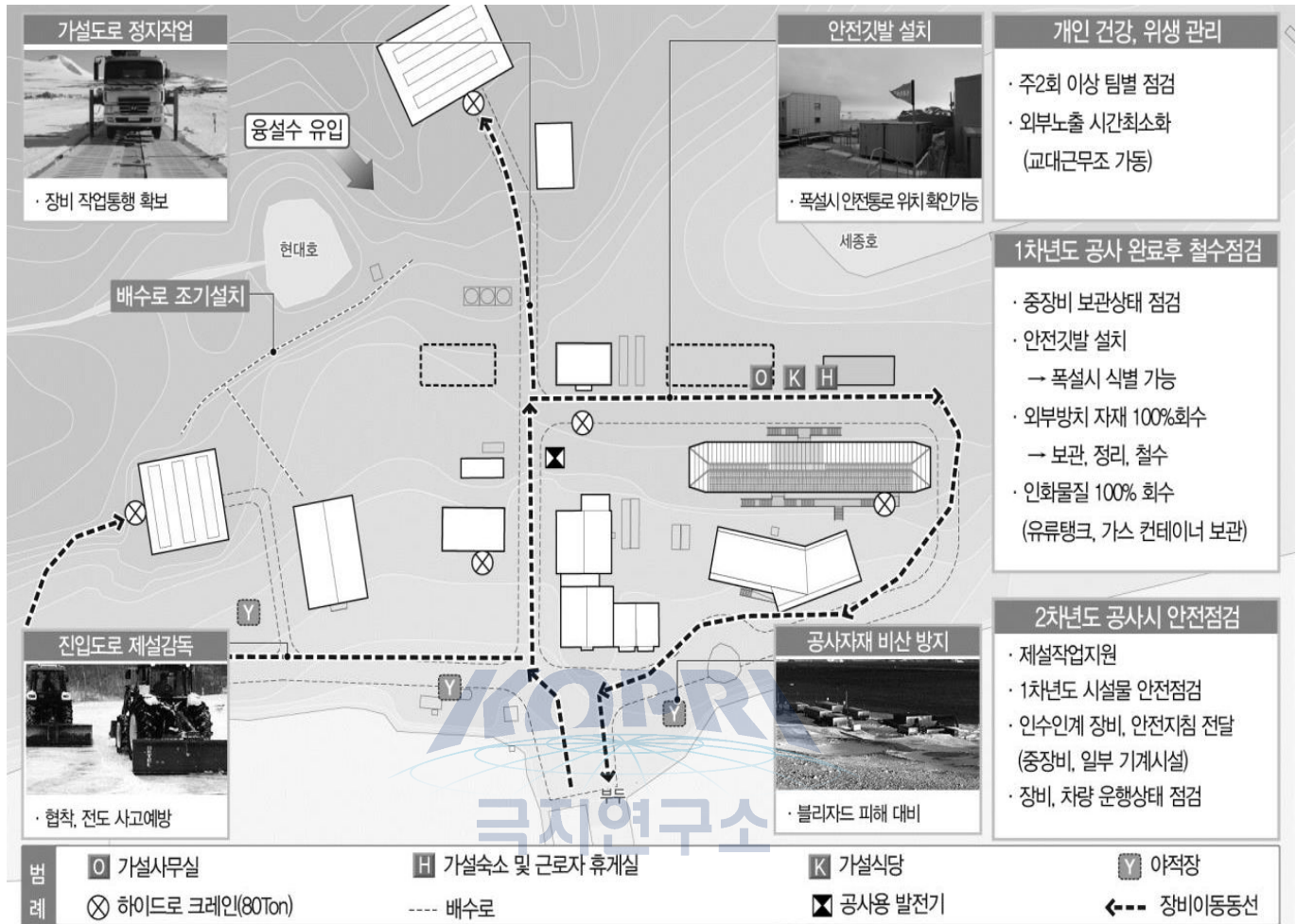
[첨부 12] 안전관리 및 안전사고 방지계획

① 현장 안전조직 및 중점 세부관리계획

안전관리조직	하역 및 상차시 선적 안전대책
 안전보건총괄책임자 현장대리인 안전관리자 세종기지 협조체계 극지연구소 인근기지 협조체계 헬기, 의료시설 등 안전1팀 · 골조공중, 마감공중 안전2팀 · 기계공중, 소방공중 안전3팀 · 전기공중, 통신공중	 해상운송 연안수송 하역/운송 풍속 12m/s 작업중단 바지선 작업자 구명조끼착용 부지내 서행 바지선 부두 하역 작업 80Ton 하역용 크레인 사용
•작업특성을 반영한 안전팀 운영	•자재운반시 추락 및 차량전도방지 대책 수립

안전중점관리 사항	가설숙소 생활안전 및 보건위생대책
투입인력 관리 •직종별 구분, 그 하부로 각팀장제를 도입하여 맨투맨 안전관리	 소화기배치 대피유도 → 대피동선
현장작업 통제 •작업 불능일 기준에 의거 현지작업 중단, 여유 시간을 안전교육 및 레크레이션 시간으로 활용	•2인 1조 이동, 근로자 소화기 배치 및 인화물질 반입금지
외부 주요공정에 대한 적극적인 대처 •고소작업 및 중장비 운영시 안전관리자 및 전담관리직원 현장 상주	
신속한 후속 조치 •현지조치 및 칠레의 대형병원 이송, 국내로 송환 등 조치	
•현장 맞춤형 안전대책 수립 및 관리	

② 연차별 중점 안전관리 및 점검계획



남극 세종과학기지 증축공사를 위한 초기환경영향평가서(안) 검토 회의 결과

< 공사 개요 >

- ◆ 연구동 및 숙소1동 등 노후시설 철거(768.8㎡), 노후시설 개·보수(1,244㎡), 하계연구동 및 정비동 증개축(1,635.7㎡)으로 안전사고 예방, 연구기반 시설 확충 및 에너지 효율 제고를 목적으로 함

○ 공사(계획)기간 및 장소

- 1차년도: '16.11~'17.4월(남극의 하계)
- 2차년도: '17.11~'17.12월(남극의 하계)
- 남극 킹조지섬 바톤반도 세종기지 부지 내

○ 주요 내용

- '88년 세종기지 준공당시 건설된 연구동과 숙소 1동의 심각한 노후화로 전면 개축을 위한 철거
- 중장비보관동 및 창고동 ('91년 증축) 등 노후 시설 보수 보강, 숙소2동은 보수하여 남극역사관실로 용도변경
- 유류 오염 방지를 위하여 단일벽구조의 유류탱크를 이중벽구조로 전면 교체(ATCM 및 COMNAP 권고사항)
- 철거부지에 하계연구동과 정비동 증개축(1,635.7㎡) 및 재생에너지(태양광발전설비 60kW) 설비 설치

□ 주요 검토사항

○ 환경영향평가 수준 결정의 타당성

- '남극활동 및 환경보호에 관한 법률' 제7조, 동법 시행령 제6조, 시행규칙 제3조 및 외교부고시 제2011-4호에 따라 환경영향평가 수준을 결정하여야 함
- 제안된 활동이 남극 환경에 사소하거나 일시적인 영향을 미칠 경

우로 예상하여 초기환경영향평가를 작성하였으나 국제적으로 유사활동의 경우 초기환경영향평가를 수행한 경우와 포괄적 환경영향평가를 수행한 경우가 있으므로 평가수준 결정의 근거 보완이 필요함

- 경우에 따라서는 포괄적환경영향평가 수행을 검토하여야 함

○ 환경영향평가서 작성시 구체적 기술 및 일부 항목 추가 필요

- 환경영향 예측 결과에 대한 제시 근거가 불충분함
- 지반 진동발생에 관한 언급이 없으며, 공사로 인한 소음뿐만 아니라 진동도 주변 서식조류에 영향을 미칠 수 있으므로 평가 항목에 추가되어야 함
- 유류 탱크 교체 작업에 대한 상세한 기술 부족
- 철거계획에 상세한 기술이 요구됨. 철거로 인해 발생하는 폐기물의 종류와 폐기물량 등이 구체적이지 않음
- 폐기물처리동의 보수·보강시 소각기 운영을 포함한 폐기물처리동의 구체적 활용계획 제시 필요
- 신재생에너지 적용 계획에 대한 검토 필요. 풍력발전기 적용을 위한 기술검토 등
- 공사이전의 세종기지에서 발생하는 오수의 양과 처리수질을 제시하고 공사로 인해 가중되는 수질 오염의 정도를 제시하여야 함
- 평가서에 기준으로 언급한 관련 법령 및 지침을 첨부할 것

○ 환경 영향 저감 방안의 추가적 기술 필요

- 비산먼지 발생에 따른 저감 방안 기술이 부족함
- 공사중 생활폐기물 증가량의 예상과 그에 대한 처리방안의 구체적

기술 필요

- 외래종 유입 방지를 위한 공사차량에 대한 대비책 보완 필요
- 공사 기간을 감안하여 가설 오폐수처리시설 등의 가동에 문제가 생길 경우에 대한 대안이 있어야 함

○ 비상상황에 대비한 비상계획 등 추가 필요

- 환경비상상황이나 안전사고 상황을 대비한 비상계획 수립 필요
- 남극 환경보호와 안전사고 예방을 위해 공사 감독의 Check list 제시

○ 기타 사항

- 남극 활동 전 ATCM에 활동에 관한 사항을 Information paper로 제출하는 것이 바람직함
- 칠레정부의 협조가 필요할 경우 외교부에서 협력할 것임

남극 세종과학기지 증축공사를 위한 초기환경영향평가서(안) 검토 회의 결과에 따른 보완 조치 계획

□ 주요 검토사항에 대한 조치 계획

○ 환경영향평가 수준 결정의 타당성 결정 근거 보완

- 제안된 활동이 남극 환경에 미치는 영향은 ‘남극 환경영향평가서 작성에 관한 세부지침’의 제3조(환경영향평가서의 구분)의 초기환경영향 평가의 수준(건축물 또는 설비의 수선·변경 등 남극환경에 사소하거나 일시적인 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우)으로 판단하였음
- ‘남극 환경영향평가서 작성에 관한 세부지침’의 제5조와 제6조의 3. 평가수준 결정근거의 다목의 평가수준 결정근거에서 이미 실시된 바 있는 국내·외 사례와 가목 및 나목을 근거로 하여 평가수준을 결정한 사유를 제시하도록 되어있으므로 이에 해당하는 국외 사례를 보완할 계획임

평가서 조치 현황

- 환경보호의정서 발효 시점인 1998년부터 2015년까지 기지 건설 및 재건축, 증축을 위한 남극조약당사국들의 환경영향평가 수행 현황 분석 (p. 34~41, 표 2-1) 반영
- 국외 사례 분석을 바탕으로 초기환경영향평가 수행 근거 보완(p. 41~42)

☞ 기존 기지의 증개축시 세종기지보다 큰 규모의 경우에도 초기 환경영향평가를 수행(예, 2009-2011년 영국 로데라기지 증개축 완

료 2,932 m²)한 바 있으며, 새로운 위치에 기지를 신축한 경우 포괄적 환경영향평가(예, 벨기에 프린세스엘리자베스 기지, 영국 할리 VI 기지 등)를 주로 수행하였음

- 본 사업 초기환경영향평가 사전 검토회의에서 논의된 바와 같이 환경영향평가 수준 결정의 타당성에 대한 객관적이고 논리적인 배경을 추가 설명하고, ATCM 회원국들의 문제제기에 대비한 사전 답변마련 등 국가적 차원의 대처방안을 제시코저 함

첫째, 환경영향평가 수준 결정(IEE 또는 CEE)에 따른 장단점 비교 및 발생 가능한 예상 문제점 정리

평가 수준	장 점	단 점	발생 가능 문제점
IEE	- 국내절차 이행과 환경영향평가 요약에 대한 CEP보고로 남극활동 허가 기간 단축	- 활동 후 환경보호위원회에서 환경영향평가 세부사항 또는 수준에 대한 질의가 있을 수 있음	- CEP 질의 가능성 ※ 질의가 있을 경우 IEE 수행 근거 제시와 저감방안, 공사 결과 세종기지운영에 따른 누적영향 감소에 대한 설명 등으로 해소 가능
CEE	- 환경영향평가지 당사국들의 의견 수렴 및 반영이 가능함	- ATCM 시작 120일 전까지 영문 초안을 당사국들과 CEP회원국들에 회람하는 등 국외절차로 인한 남극활동 허가를 위한 기간이 길어짐	- 건설사업 일정 차질로 인한 세종기지 기반 연구활동 및 안전성개선 지연 - 시공사와의 계약 문제 발생

둘째, 제39차 ATCM(19차 CEP)에 IEE요약을 포함한 IP 제출

셋째, ATCM 회원국들 중 환경영향평가 수준 결정에 대해 언급할 경우를 대비한 답변 마련

- 공사로 인한 영향의 일시성과 기존 부지에서의 활동

· 공사 결과 환경영향 저감 효과 외

(유류탱크의 안정성, 폐기물관리의 효율성, 재생에너지, 열효율 등)

넷째, CEE로의 환경영향평가 수준 결정시 제40차 ATCM 개최
120일전 CEE 초안 제출 및 공사 60일전 최종 CEE 제출(공사 1
년 지연 불가피)

○ 환경영향평가서 작성시 구체적 기술 및 일부 항목 추가 보완

검토 의견	조치 계획	이행 현황
지반 진동발생에 관한 기술 및 진동으로 인한 서식조류 영향 예측 필요	진동 발생을 원천적으로 배제한 공법에 대한 상세기술	본문 반영 p. 81, 83 그림 6-12, 6-13
유류 탱크 교체 작업에 대한 상세한 기술 부족	유류탱크 철거작업에 대한 연차별 계획 및 유류유출 예방을 위한 현장계획 수립	본문 반영 p. 18, 74 ~ 75 그림 1-16
철거계획에 상세한 기술이 요구됨. 철거로 인해 발생하는 폐기물의 종류와 폐기물량 등이 구체적이지 않음	철거계획에 따른 건물별 발생 폐기물의 종류와 양, 폐기물의 관리와 반출계획을 구체적으로 제시할 것임	본문 반영 p 28, 78 ~ 80, 표 6-15 ~ 6-17, 첨부 9
폐기물처리동의 보수·보강시 소각기 운영을 포함한 폐기물처리동의 구체적 활용계획 제시 필요	폐기물처리동의 상세배치도 및 소각기 운영계획을 포함한 폐기물처리동 활용계획 제시	본문 반영 p. 15 ~ 16. 그림 1-13
신재생에너지 적용 계획에 대한 검토 필요. 풍력발전기 적용을 위한 기술검토 등	장보고기지 건설시 다각적으로 검토한 바 있는 풍력발전기의 도입에 대한 검토 내용 추가	본문 및 첨부 반영 p. 50 ~ 51, 첨부 2.
공사이전의 세종기지에서 발생하는 오수의 양과 처리수질을 제시하고 공사로 인해 가중되는 수질 오염의 정도를 제시하여야 함	추가 자료 제시	본문 반영 p. 76 ~ 77 표 6-8 ~ 6-10, 그림 6-10

가설 용수 공급 계획 및 구체적 사용량 예측 필요	가설 용수 계획 및 사용량 예측 자료 상세 제시	본문 반영 p. 26
평가서에 기준으로 언급한 관련 법령 및 지침을 첨부할 것	국내 환경기준을 포함한 관련법률 및 지침 추가	본문 및 첨부 반영 p. 42 ~ 43, 표 2-2, 첨부 1, 2 ~ 7

○ 환경 영향 저감 방안의 추가적 기술 필요

검토 의견	조치 계획	이행 현황
비산먼지 발생에 따른 저감 방안 기술이 부족함	장비 이동 동선 선정 및 주기적 살수로 비산 먼지 발생 방지에정	본문 반영 p. 71 ~ 72, 그림 6-5, 6-6
공사중 생활폐기물 증가량의 예상과 그에 대한 처리방안의 구체적 기술 필요	폐기물의 발생량과 관리 및 반출계획을 구체적으로 제시할 것임	본문 및 첨부 반영 p. 78 ~ 80 표 6-14 ~ 6-17 첨부 9
외래종 유입 방지를 위한 공사차량에 대한 대책 보완 필요	공사차량의 투입전 세척 등 외래종 유입 방지 대책 보완	본문 반영 p. 85
공사 기간을 감안하여 가설 오폐수처리시설 등의 가동에 문제가 생길 경우에 대한 대책이 있어야 함	오폐수처리시설 운영 전담 인원 파견 및 배관 등에 보온 자재 설비 보완, 주기적 점검	첨부 반영 첨부 10. 공사감독 체크 리스트

○ 비상상황에 대비한 비상계획 등 추가 보완

검토 의견	조치 계획	이행 현황
환경비상상황이나 안전사고 상황을 대비한 비상계획 수립 필요	환경 비상시 대응 체계 및 조치 계획 수립 및 평가서 반영	첨부 반영 p. 146 ~ 149 (첨부 11), p. 150 ~ 151 (첨부 12)
납극 환경보호와 안전사고 예	안전관리 및 안전사고 방지 계획을 수립하고 check list	첨부 반영 p. 138 ~ 145 (첨부

방을 위해 공사 감독의 Check list 제시	와 함께 평가서에 반영	10)
-------------------------------	--------------	-----

○ 기타 사항

- 남극 활동 전 2016년 칠레에서 개최되는 39차 ATCM(19차 CEP)에 제안된 남극활동과 환경영향 저감방안에 대한 내용을 Information Paper로 제출할 예정이며, 회원국들의 의견수렴 후 본 사업의 환경영향평가 수준을 최종 확정코저 함

