

유체(음식물류폐기물)의 흐름이다. 이러한 공정특성과 투입되는 처리대상 물질의 생분해도에 따라 처리에 요구되는 체류시간이 달라지며, 공정의 효율도 변화한다. 이 가운데 가장 대표적인 반응기 형태는 완전혼합형반응기(Continuous Stirred Tank Reactor, CSTR)과 상향류식 혐기성슬러지 층상반응기(Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB)이다. 완전혼합형반응기(CSTR)은 가장 기본적인 형태의 반응기로 소화조 내의 미생물이 처리기질에 균질하게 부유되어 있는 상태에서 혐기성소화 반응이 이루어진다. 상향류식 혐기성슬러지 층상반응기(UASB)는 혐기성소화 미생물이 반응조 내에서 입상 슬러지층(granular sludge blanket)을 형성하도록 하여 완전혼합형반응기(CSTR)과 같이 미생물이 완전 부유상태로 성장하는 것에 비하여 반응조 내에 머무르는 시간을 연장시킨 공법이다. 따라서 상향류식 혐기성슬러지 층상반응기(UASB) 형태의 반응조에서는 유입된 처리기질의 수리학적 체류시간(Hydraulic Retention Time, HRT)보다 미생물의 체류시간(Solid Retention Time, SRT)이 더 길다. 결과적으로 반응조 내에 존재하는 미생물량이 높기 때문에 처리대상 물질의 성상에 따라 완전혼합형반응기(CSTR) 공법보다 향상된 처리효율을 기대할 수 있는 공법이다. 관 흐름형 반응조(Plug flow reactor, PFR)는 유입된 폐수가 반응조 내에서 이동하면서 농도가 순차적으로 감소되며, 완전혼합형반응기(CSTR)에 비해 짧은 처리시간을 요구하나, 고농도 유입시 유입부에 큰 부하를 받는 것으로 알려져 있다.

〈표 5-5〉 혐기성소화 반응조의 종류

기술명	특징	체류시간(HRT)	실규모 시설
완전혼합형반응기(CSTR)	부유상 미생물의 완전교반 반응	10~40일	Toomebridge, Northern Ireland (1989)
상향류식 혐기성슬러지 층상반응기(UASB)	혐기미생물의 입상슬러지층 형성	6.5~24일 (SRT: 14~50일)	Tilburg, Netherlands (1994)
관 흐름형 반응기(PFR)	유입물의 흐름을 유지하며 반응진행 (플러그 흐름)	5~15일	Farm Fed, Coleraine, Northern Ireland (1992)

자료: Eunomia Research & Consulting (2006) "Feasibility Study Concerning Anaerobic Digestion in Northern Ireland"

• 단상 및 이상 혐기성소화

음식물류폐기물의 혐기성소화과정을 크게 3단계로 나누어 볼 때, 종래의 재래식 혐기성반응조(단상소화조)는 산생성균에 의한 가수분해/산생성(Hydrolysis/

Acidification) 반응이 메탄생성균에 의한 메탄 생성반응(Methanation)보다 더 빠르게 진행되는 것에 기인하며, 그 결과 소화조 내 유기산이 축적되고, 충분한 완충능력이 없으면 pH는 결국 낮아져 결국 메탄생성균은 낮은 pH에서 성장 저해를 받아 결국 소화조의 정상적인 기능을 잃게 된다. 특히, 높은 수분함량과 가용성 유기 성분의 빠른 수화 및 산성화 특성을 지닌 음식물류폐기물을 단상 소화조에서 처리 할 경우, 낮은 부하율을 유지하지 않는 한 소화조는 정상 상태를 유지하기 어렵다. 따라서 최대 유기물 부하율 조건에서 높은 유기물 제거율과 바이오가스 생성을 극대화하기 위해서 단상 소화조 내 형성된 고농도 유기산을 다른 소화조에 이송하여 원활한 메탄 생성반응이 진행될 수 있도록 하는 조치가 필요하게 되어 이상 혐기성소화공정(two-phase anaerobic digestion)의 적용이 고려된다. 즉 phase I 반응조에서 산 생성균에 의해 가수분해 및 산 생성 반응이 진행되고, phase II 반응조에서는 메탄생성균에 의해 고농도 유기산을 바이오가스로 전환하도록 제반환경을 조성하여 결과적으로 높은 유기물부하 조건에서도 유기물 분해 효율 극대화와 동시에 소화공정의 안정성을 확보하는 것이 상 분리 공정의 목적이다.

③ 생산된 바이오가스 활용방안 검토

혐기성소화의 가장 큰 장점은 바이오가스를 생산할 수 있는 것이며, 생성된 바이오 가스는 대부분이 메탄 및 이산화탄소로 구성되어 있어, 이러한 바이오가스의 이용은 크게 이산화탄소의 분리 유무에 따라 그 사용처가 결정되어진다.

다음 표는 이산화탄소의 분리 유무에 따른 장단점을 나타내고 있다.

(표 5-6) 바이오가스 활용 구분

구분	장점	단점	사용처
CO ₂ 무분리	-CO ₂ 분리 없이 바로 발전 -초기 투자비 낮음 -발전차액 등으로 경제성 확보 가능	-열량이 5,000kcal이하로 비교적 낮음 -전력 생산 후에만 원거리 이송	-전력(가스엔진, 가스터빈, 증기터빈, 연료전지) -보일러 연료
CO ₂ 분리	-열량 Max9,500kcal로 높음 -원거리 공급가능(기체, 액체, 고체) -판매가격 높음	-CO ₂ 분리: 정제 필요 -초기 투자비 높음(정제설비)	-수송기계 연료(자동차, 철도, 선박 등) -도시가스 공급(천연가스 주입 및 공급)

2. 고품폐기물 처리공정 선정

가. 기본방향

최적대안의 제시에 있어서 공정의 선정은 총 3단계로 구분이 되며 각 단계별 주요항목 및 세부검토항목은 아래에 제시하였다.

- 1단계: 적용 공정별 도입가능성 검토
 - 폐기물 관련 정책 및 추진방향과의 적합여부
 - 시설설치에 필요한 기반 인프라 항목 확보 가능여부
 - 현지 적용사례 및 타 실증사례

- 2단계: 적용 공정기술의 평가
 - 폐기물의 발생 및 처리현황을 반영한 폐기물 반입조건 평가
 - 기술적 특성 및 경제성 및 유지관리의 용이성 평가

- 3단계: 시설 설치 및 운영관점 복합평가
 - 폐기물의 자원화 여부 및 최종부산물 이용효율 평가
 - 사업 추진비용 및 경제적 타당성 평가
 - 환경성 및 안정성, 현지 특성과의 부합여부 평가

나. 공정선정

이전에 검토한 처리시설 중 스리랑카 현지 경제 및 사회 여건을 고려하여 본 시범사업에 적합한 처리시설을 단계별로 검토한 결과를 다음 표에 나타내었다. 1~3단계 평가결과, 기계적 처리시설(선별시설)과 생물학적 처리시설이 스리랑카 현지 폐기물 정책 등을 고려한 여건, 적용가능성, 운영용이성, 경제성 및 시설 조성 관점에서 가장 적합한 것으로 검토되었다.

적용한 공정에 대한 안정적 운영을 위해서는 설계인자 확보가 필수적이다. 설계인자를 확보하기 위해서는 시범사업시행 전단계로 사업대상지역의 폐기물성상에 대한 기초조사 및 bio-drying 최적조건조사를 위한 연구과제를 수행하여야 할 것으로 판단된다.

〈표 5-7〉 1단계: 적용 공정별 도입 가능성 검토

구분	소각시설	기계적 처리시설	생물학적 처리시설
폐기물관련정책 및 추진방향과의 적합성	<ul style="list-style-type: none"> •소각후 감량화로 폐기물 최소화 정책에 부합하나 소각폐열이용처 미확보시 자원순환(재활용) 정책에 부적합 	<ul style="list-style-type: none"> •분리, 압축, 선별을 통한 자원 재활용 및 매립 대상 폐기물 최소화로 폐기물 정책과 부합 	<ul style="list-style-type: none"> •유기성 물질의 생물학적 처리(퇴비화)의 경우 자원화정책인 "Pilisaru 사업" 과 부합
시설설치에 필요한 기반인프라 항목 확보 가능성	<ul style="list-style-type: none"> •전력, 약품및 용수 공급 불안정시 안정적인 운전이 어려움 •기자재 제작 및 설치 인프라 조성이 전무 	<ul style="list-style-type: none"> •수선별을 통한 지역주민을 대상으로 하는 일자리 제공 가능 •단순시설(컨베이어벨트 등)의 경우 현지제작 가능 	<ul style="list-style-type: none"> •단순퇴비화시설의 기본적인 제작 및 설치 인프라는 확보되어 있음 •혐기성소화시설은 제작 및 설치 인프라 조성이 전무
현지적용사례 및 타 실증사례	<ul style="list-style-type: none"> •스리랑카 현지 적용 및 실증사례 없음 	<ul style="list-style-type: none"> •유기물 분리 목적의 단순 선별시설은 매립지내 다수 설치 운영 사례 있음 •재활용을 위한 선별시설 사례 없음 	<ul style="list-style-type: none"> •"Pilisaru사업" 으로 단순퇴비화(자연 건조) 시설 보급중 •혐기성소화시설의 적용 및 실증사례 없음

〈표 5-8〉 2단계: 적용 공정기술 평가

구분	소각시설	기계적 처리시설	생물학적 처리시설
폐기물 반입조건	<ul style="list-style-type: none"> •고형폐기물 발열량이 낮아 보조연료 과다 소요 예상 •소각가능 최소발열량 (1,500kcal/kg) 이상을 만족시키기 위해 유기성폐기물 사전선별 필요 	<ul style="list-style-type: none"> •분리·선별·압축을 위한 사전설비로 파봉설비 필요 •수거 폐기물 원래 상태로 기계적 처리 가능 	<ul style="list-style-type: none"> •고형폐기물 중 유기성 폐기물을 선별한 후 미생물을 이용하여 처리하는 시설 •유기성 폐기물 분리·선별시설 필요
기술적 특성	<ul style="list-style-type: none"> •전세계적으로 가장 폭넓게 사용되고 있는 열처리기술 •기술적으로 안정적이거나 소규모 보다는 대규모(50톤/일 이상)의 시설에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> •폐기물 단순처리기술이며, 자원화 감량화를 위한 기본적인 기술임 •폐기물 감량화를 우선 추진하는 국가에 적합함 	<ul style="list-style-type: none"> •퇴비화시설은 처리공정과 구성기기 단순함 •혐기성소화시설은 기술적으로 복잡하고 지역별 유기물 특성에 따라 적용 가능성 사전 검토 필요

〈표 계속〉

구분	소각시설	기계적 처리시설	생물학적 처리시설
유지관리 용이성 및 신뢰성	<ul style="list-style-type: none"> •복합기계설비 구성으로 전문적인 유지관리 기술 필요 •전세계적으로 폭넓게 사용되고 있어 신뢰성 높음 	<ul style="list-style-type: none"> •시설이 단순하여 운영 기술의 전문성이 요구 되지 않음 •유지관리가 용이 •단순시설 구성으로 기기 신뢰성 높음 	<ul style="list-style-type: none"> •퇴비화시설은 단순기 기구성으로 유지관리 용이하며, 운영의 신뢰성 높음 •혐기성소화시설의 경우 고도의 운전기술을 요구하며, 유지관리가 어렵고, 현지적용에 대한 신뢰성 확보 필요
운영비 등 경제성	<ul style="list-style-type: none"> •보조연료 사용 및 대기오염 방지설비 운영에 따른 약품사용으로 운영비 과다소요 •전력 소비량이 높고, 폐열이용처 미확보시 경제성 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> •전력 과다소모 기기가 없고, 시설 주간(8시간)운영, 약품사용이 없으나, 다수의선별인력 운영으로 운영비 다소 높음 •소각시설보다는 경제성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> •퇴비화시설은 전력소비와 운영인력이 적어 운영비 가장 낮고 경제성 가장 우수 •혐기성소화시설은 전력과다 소요 및 전문운영인력 운영으로 운영비 높고 경제성은 낮음

〈표 5-9〉 3단계: 시설설치 및 운영관련 복합평가

구분	소각시설	기계적 처리시설	생물학적 처리시설
폐기물 자원화 여부 및 부산물 이용효율	<ul style="list-style-type: none"> •폐열이용처미확보시 자원화 불가 •발생부산물(소각재)처리를 위한 별도 비용소요로 부산물 이용효율 전무 	<ul style="list-style-type: none"> •수선별을 통한 유기물 선별 판매로 자원화 가능 •유기물 선별판매, 유기성폐기물 퇴비화 원료 사용, 이외 고품 폐기물 RDF원료 판매 가능 	<ul style="list-style-type: none"> •퇴비화: 퇴비생산 및 판매 •혐기성소화: 바이오가스이용 전력생산, 소화슬러지 이용 퇴비생산 판매 •부산물 이용 효율 매우 높음
사업추진비용 및 경제적 타당성	•2.7억원/톤	•1.0억원/톤	<ul style="list-style-type: none"> •퇴비화: 0.2~0.5억원/톤 •혐기성소화: 1.5억원/톤
환경성, 안전성 및 현지특성과의 부합여부	<ul style="list-style-type: none"> •환경성 및 안전성이 낮음 (대기오염물질, 소각재 발생 등) •현지 여건상 설치 운영이 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> •유해물질 발생이 없어 환경성 및 안전성 높음 •현지 자원화 여건에 적합(자원화 대상물 선별, 퇴비 원료, RDF 원료 공급가능) 	<ul style="list-style-type: none"> •환경성 및 안전성이 높음(유해물질 발생 없음) •현지 자원화 여건에 적합(퇴비생산 가능) •혐기성 소화시설의 경우 현지 특성에 부적합(운영여건, 운영비, 사업비 등)
선정(안)		(선별시설)	(Bio-drying)

다. JICA사업과의 차별성 검토

JICA의 지원을 받아 기존 Gohagoda 지역에 조성된 매립장은 매립장을 조성하고 단순 매립처리하는 것에만 목적을 두고 진행된 사업으로 운영의 효율성과 시설의 유지관리에 대한 사항은 수원국인 스리랑카 캔디지역 정부에 일임을 한 사항이다. 이로 인하여 위생매립장으로 조성이 되었음에도 현재는 비위생매립장으로 운영이 되고 있으며, 후속 사업으로 진행이 이뤄지지 않아 매립대상 폐기물의 선별, 자원화가 이뤄지지 않고 있다. 또한 안정적인 침출수를 처리하기 위한 시설도 미흡하여 여러 차례 보수와 개선을 통하여 현재 운영 중에 있는 것으로 조사되었다.

동일 부지내 설치될 예정인 본 중간처리시설은 단순 시설 건설이 아닌 시설을 안정적으로 운영할 수 있도록 시설 운영 및 유지관리에 대한 전반적인 교육을 실시할 계획이다. 또한 매립으로 인한 환경영향을 최소화하고 폐기물의 자원화라는 스리랑카의 폐기물정책에 부합하는 시설이기도 하다. 운영비 절감을 위해서 사용전력은 전량 태양광발전을 통하여 충당토록 하였으며, 신규 조성되는 EDCF 매립장내 매립대상물을 감소시켜 매립장 수명연장을 도모할 수 있다.

제2절 고하고다 폐기물 중간처리시설 기본계획

1. 시설개요

〈표 5-10〉 시설개요

구분	내용
처리대상물	•생활폐기물
시설용량	•50톤/일
설비개요	•반입·전처리설비, Bio-drying설비, 선별설비
주요특징	•유기성폐기물이 다량 혼합된 폐기물의 감량화와 선별을 통하여 자원화를 도모하기 위한 기술 •현지 자원화 여건에 적합한 공정 적용 (자원화 대상물 선별, 퇴비 원료, SRF원료 공급가능) •환경성 및 안전성이 높음 (유해물질 발생 없음)

[그림 5-6] 조감도



가. 시설용량 산정

현재 스리랑카의 도시고형폐기물의 발생량은 경제성장 및 도시인구의 급격한 증가, 계획되지 않은 도시화 및 경제활동과 자원소비량의 증가로 인해 급격하게 증가하고 있다.

스리랑카의 MSW발생량은 1999년 6,500톤/일로 조사되었으나 2009년에는 인구증가 및 산업화로 MSW발생량도 증가하여 7,250톤/일로 조사되었다.

이렇게 급속하게 증가하는 폐기물 발생량에도 불구하고 현재 스리랑카에서는 적절한 처리가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 스리랑카에서 발생하는 대부분의 폐기물은 높은 유기물함량과 수분함량을 가지고 있으나 수거 후 재활용되지 않고 관리가 미흡한 비위생매립장에서 최종처리가 되고 있다.

Kandy MC의 2014년 폐기물발생량은 현지사무실 전수조사결과 177,0ton/day로 조사되었으며, 이중 수거·처리량은 매립 약 70ton/day, 재활용 36,0ton/day, 퇴비화 6,0ton/day로 조사되었다.

이번 시범사업을 통해서 폐기물의 수분함량을 낮추고, 재활용선별량을 높여 최종처분지인 매립장으로 가는 폐기물의 양을 줄이는 것을 목적으로 계획하였다.

당초 Kandy지역 내 설치예정인 EDCF매립장의 매립대상량의 저감 및 자원화를 목적으로 2개소를 설치하는 것으로 추진하였으나, 1개소는 사업부지 현지역으로 선정이 지연되어 우선적으로 1개소만 진행하는 것으로 계획하였다.

발생폐기물 177ton/day중 63%만 수거되고 있고, 향후 수거노선 개선 및 정책 개선으로 발생량 중 수거비율을 80~90%까지 높인다는 가정 하에 약 150ton/day(85%)를 수거했을 시, 이 중 사전재활용(30%)과 퇴비화(5%)를 통하여 50ton/day로 처리되고, 100ton/day가 매립대상폐기물로 분류된다.

따라서 2개소에서 100ton/day를 처리, 각 개소당 50ton/day를 처리하는 것으로 하여 중간처리시설의 시설규모를 50ton/day로 선정하였다.

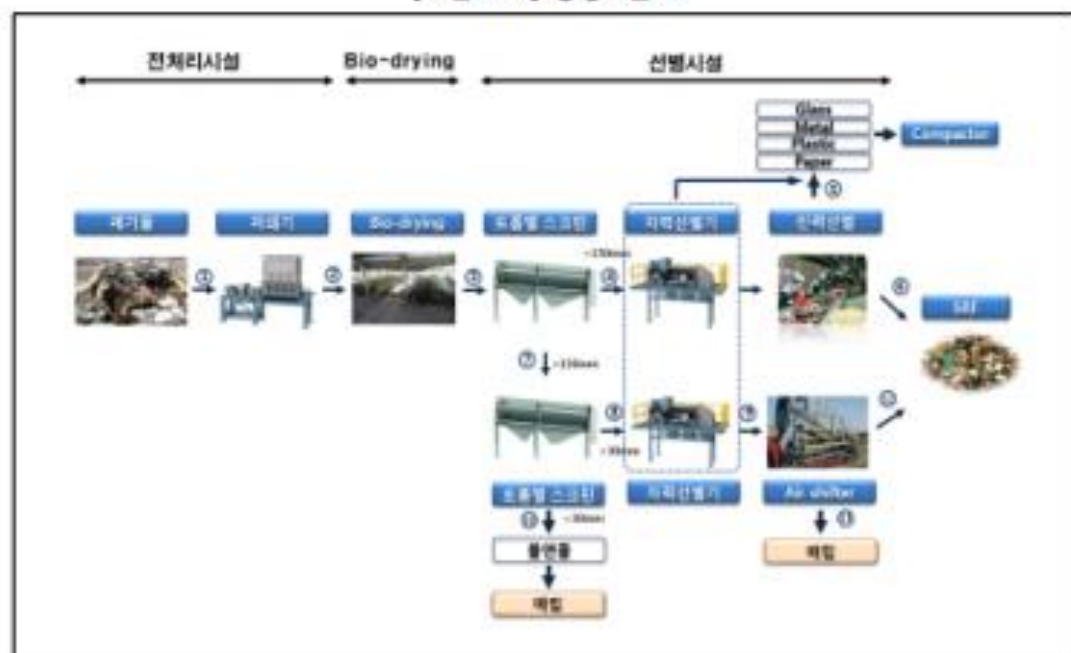
나. 부산물 처리계획

본 중간처리시설에서 발생하는 부산물은 크게 퇴비원료, SRF원료 및 잔재물로 구분된다. 퇴비원료는 EDCF매립장내 설치될 예정인 퇴비화시설의 퇴비원료로 공급하고, 잔재물은 EDCF 매립장으로 이송 매립할 계획이다. 그리고, SRF원료는 발열량이 3,000kcal/kg이상으로 스리랑카내 시멘트 제조업체의 연료로 공급할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나, 시멘트 업체에 공급하기 위해서는 시멘트 업체와 공급에 대한 사전 협의가 이뤄져야 한다. 이는 사업 추진과정에서 Kandy MC측에서 스리랑카내 시멘트 업체와 협의를 진행하여야 할 사항이다.

2. 공정흐름도

반입폐기물은 전처리시설인 파쇄기에서 균질화한 후 bio-drying설비에서 생물학적 건조과정을 거쳐 후속 선별시설에서 안정적인 선별이 이뤄질 수 있도록 하였다. 생물학적 건조 후 선별시설에서 트롬멜스크린을 사용하여 입도, 비중선별로 매립장 이송물질과 SRF원료로 구분한다. 트롬멜스크린 이후 재활용가능 유기물을 자력선별과 인력선별로 분리한다. 비선별물질은 SRF원료로 압출결속 후 수요처에 공급하는 것으로 공정을 구성하였다.

[그림 5-7] 공정흐름도



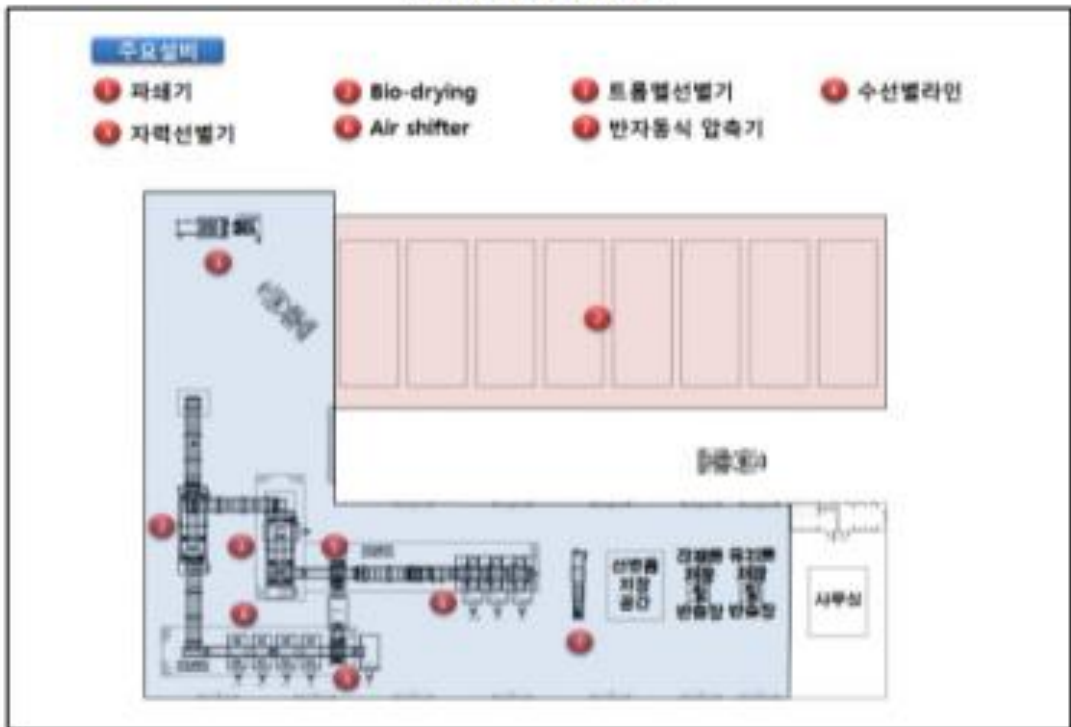
<표 5-11> 물질수지

Categories		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
Combustibles	Organics	34,37	34,37	20,62	3,09	-	3,09	17,53	1,40	1,40	16,13	1,26	0,14
	Paper	8,75	8,75	6,13	0,91	0,18	0,73	5,21	0,41	0,41	4,79	0,04	0,38
	Plastic	0,85	0,85	0,76	0,38	0,26	0,11	0,38	0,07	0,07	0,30	0,01	0,07
	Textile	0,95	0,95	0,85	0,25	-	0,25	0,59	0,12	0,12	0,48	0,01	0,11
	etc	2,95	2,95	2,06	0,62	-	0,62	1,44	0,28	0,28	1,15	0,08	0,20
	Sub Total	47,88	47,88	30,44	5,27	0,45	4,82	25,17	2,30	2,30	22,87	1,40	0,89
Non Combustibles	Metal	0,10	0,10	0,10	0,01	0,09	-	0,08	0,07	-	0,01	-	-
	Glass	0,55	0,55	0,55	0,08	0,07	0,01	0,47	0,42	0,42	0,05	0,42	-
	etc	1,49	1,49	1,34	0,26	-	0,26	1,07	-	-	1,07	-	-
	Sub Total	2,14	2,14	1,99	0,36	0,16	0,27	1,62	0,49	0,42	1,13	0,42	-
Total		50,03	50,03	32,43	5,63	0,61	5,09	26,80	2,80	2,72	24,00	1,82	0,90

[그림 5-8] 배치계획도



[그림 5-9] 기기배치도



3. 단위설비별 세부사항

가. 반입전처리설비

반입전처리설비는 생활폐기물의 반입부터 Bio-drying에 투입하기 전단계까지의 설비이다. 계량대에서 계량된 폐기물 이송차량이 반입장에 폐기물을 반입하여 전처리 설비인 파쇄기로 이송하여 파쇄 및 균질화한 후 페이로더를 이용, Bio-drying설비로 이송한다.

〈표 5-12〉 반입·전처리설비

구분	내용
계량대	•반입대상 생활폐기물과 반출대상물의 계량을 위한 설비
파쇄기	•파쇄기는 반입된 생활폐기물 중 부피가 큰 대형폐기물 균질화(300mm이하) 설비로서, 안정적인 Bio-drying을 위한 전처리설비 •선별, 분쇄, 건조 및 성형 등에 알맞은 크기로 파쇄시켜 공급함으로써 Bio-drying시 안정적인 건조가 이뤄지도록 하는 장치

① 파쇄기 용량계산:

$$50\text{ton/day} \div 8\text{hr/day} \times 1.1(\text{여유율}) = 7.0\text{ton/hr}$$

나. Bio-drying 설비

Bio-drying설비는 전처리에서 파쇄균질화된 높은 함수율의 유기성폐기물이 포함된 생활폐기물을 생물학적으로 건조하기 위한 설비이다. 생물학적으로 건조된 폐기물은 페이로더를 이용하여 선별공정으로 이송, 트롬멜 장치로 투입한다.

〈표 5-13〉 Bio-drying 설비

구분	내용
Bio-drying	•Bio-drying은 고품질의 폐기물 고형연료의 생산을 위해 폐기물 내 유기성 물질의 호기성 분해로부터 발생하는 열을 이용하여 폐기물을 건조시키는 기술(함수율 65% → 35~40%) •높은 함수율의 폐기물의 안정적 선별을 위해 함수율을 낮추는 기술 •Bio-drying 공정은 퇴비화(30일 이상)에 비해 짧은 8일로 계획 •Bio-dryig 부산물은 생분해도 측면에서 충분히 안정화되지 않아 퇴비화 원료로 공급하여, 추가적인 안정화 공정을 거친 후 퇴비로 사용하는 것으로 계획

① Bio-drying 용량계산:

- 1개 더미 당 필요부피: $50\text{ton/day} \div 0.2\text{ton/m}^3(\text{겉보기밀도}) = 250\text{m}^3/\text{day}$
- 1개 더미 용량계산: $6\text{mW} \times 15\text{mL} \times 3\text{mH} = 270\text{m}^3/\text{day}$

다. 선별설비

Bio-drying에서 생물학적으로 건조된 폐기물을 선별하여 유기물(SRF 및 퇴비 원료, 금속 등)과 매립대상물로 구분하는 공정이다.

(표 5-14) 선별설비

구분	내용
트롬벨스크린	<ul style="list-style-type: none"> · 원통내 100mm와 30mm의 직경을 가진 원통형 스크린을 이용 깨진 유리파편이나 헝겍물 같은 작은 쓰레기를 빼내고 재활용 가능한 폐기물을 크기에 따라 선별해내는 장치.(스크린 직경은 추후 변동 가능) · 트롬벨스크린을 다양한 구경으로 구성하여 폐기물을 크기별로 선별 가능하며 선별라인 투입부에 주로 설치하여 폐기물을 입도별로 선별 공급함으로써 선별효율을 극대화시키는 역할
자력선별기	<ul style="list-style-type: none"> · 자력선별기는 전류 공급이 필요하지 않은 영구 자석을 이용하여 폐기물속의 철금속만을 선별해내는 장치 · 대형 영구자석을 둘러싼 벨트가 회전하면서 컨베이어 위로 이동되는 폐기물속에서 금속류 폐기물을 선별
인력선별	<ul style="list-style-type: none"> · 인력선별은 트롬벨스크린, 자력선별기로 선별하지 못하는 종이류, 유리류, 플라스틱등의 재활용 가능한 물질을 사람이 직접 분류, 선별
Air shifter	<ul style="list-style-type: none"> · 폐기물의 비중을 이용하여 공기 분사식 선별장치로 대상 폐기물에 공기를 분사하여 폐기물을 비중에 따라 선별하는 장치 · 컨베이어로 이송된 폐기물들은 선별기 내부로 투입되고 무겁고 형태를 갖춘 매립대상물(유리조각, 돌맹이 등) 아래로 떨어져 선별되며, 가벼운 SRF 원료 물질은 송풍기 바람에 의해 날려가 내부에 장착된 진공흡착기로 선별

① 용량계산

- 자력선별기: $(5,63+2,80)\text{ton/day} \div 8\text{hr/day} \times 1,02(\text{여유율}) \div 2\text{대} = 0,5\text{ton/hr}$
- Air-shifter: $2,72\text{ton/day} \div 8\text{hr/day} \times 1,2(\text{여유율}) = 0,4\text{ton/hr}$
- 인력선별: 60kg/인·일 로 계산, 10명의 수선별인원 필요

라. 기타 설비

기타 설비는 선별설비를 거친 자원화 부산물(재활용대상물질, SRF원료)을 압축하는 압축기, EDCF매립장으로 이송하기 위한 설비와 반입장내에서 운용하는 장비로 구성되어 있다.

〈표 5-15〉 기타 설비

구분	내용
압축기	<ul style="list-style-type: none"> • 압축기는 유압실린더의 강력한 힘을 이용하여 재활용품의 부피를 축소하고 압축물을 만들어 내는 장치 • 종이, 카드보드, 플라스틱, 필름류 등 재활용 가치가 있는 선별 폐기물 및 SRF원료의 압축에 사용되며 선별라인 최종배출부분에 설치
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 선별된 물질 중 EDCF매립장으로 이송처리해야하는 퇴비화원료와 매립대상 물질을 저장·이송하는 장비: 차량(15톤) 2대, 암함박스 2개 • 반입장내 폐기물 및 Bio-drying 후 폐기물 이송을 위한 장비: 레이로더(10톤) 1대

① 반자동식 압축기 용량계산:

$$(5.63+0.61)\text{ton} \div 8\text{hr} \times 1.05(\text{여유율}) = 0.8\text{ton/hr}$$

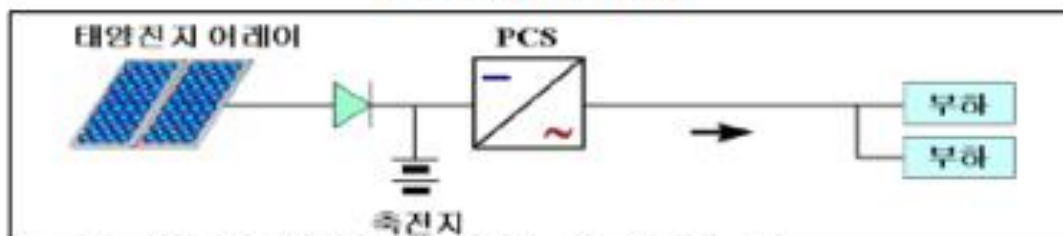
마. 기타 부대시설 계획

중간처리시설 지붕에 태양광발전설비를 설치하는 것으로 계획하였다. 태양광 발전시스템은 크게 독립형 시스템(Stand Alone System)과 계통연계형 시스템(Grid-Connected System) 2가지로 구분된다.

1) 독립형 시스템(Stand Alone System)

독립형 시스템은 산간지역 및 도서지역과 같이 전기가 들어오지 않는 지역에서 태양광발전만으로 전기를 공급하는 시스템으로 전기를 생산하는 태양광모듈, 심야나 약천후에도 전기를 쓰기 위해 생산된 전기를 저장하는 전력저장장치(축전지 등) 그리고 발전된 직류를 교류로 변환해 주는 인버터로 구성되어 있다.

[그림 5-10] 독립형 시스템

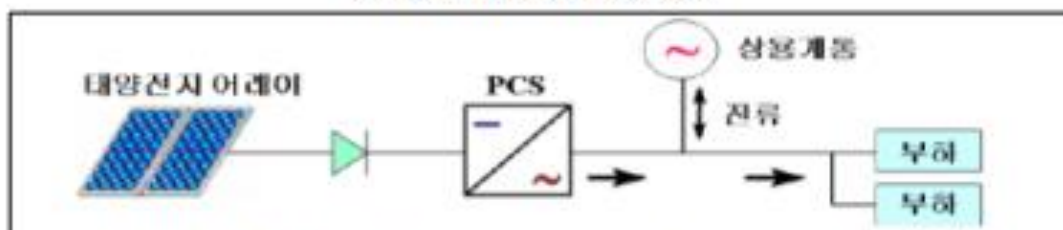


자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

2) 계통연계형 시스템(Grid-Connected System)

계통연계 시스템은 태양광발전으로 얻은 전기와 전력계통을 함께 쓰는 시스템으로 심야나 악천후로 태양광발전 불가시 기존 전력계통으로부터 전기를 공급받고, 태양광발전으로 생산한 전기가 남을 경우에는 매전할 수 있는 방식이다.

[그림 5-11] 계통연계형 시스템



자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

<표 5-16> 태양광 발전시스템 비교

구분	독립형시스템 (Stand Alone System)	계통연계형 시스템 (Grid-Connected System)
원리	태양광시스템에서 생산된 전기를 전력저장장치에 저장 후 필요시 사용하는 방식	태양광시스템을 기존 전력계통에 연결하여 사용하는 방식
사용처	전력공급이 어려운 산간 및 도서지역 휴대용기기, 가로등 등 소용량 기기	전력계통 연결가능 태양광발전설비
특징	<ul style="list-style-type: none"> 초창기 태양광발전형태 부하소비전력만큼 태양광용량설치 필요 별도 전력저장장치 필요(공간, 비용 추가 소요) 24시간 전력공급을 받아야 하는 경우 적용 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 최근 설치되는 대부분의 태양광발전 형태 전력계통과 연결, 부하 소비전력보다 적은 용량 설치가능 전력계통 연결로 생산전력 매전 가능 별도 전력저장장치 불필요(공간, 비용 절약)
검토 의견	최근 설치되는 대부분의 태양광발전 형태이고, 전력계통과 연결로 매전 및 수전이 가능한 계통연계형 시스템 선정	

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

4. 전기·계측제어설비계획

가. 개요

1) 일반사항

본 시범사업에 따른 운전 및 유지관리에 필요한 전기설비에 대한 기본계획으로서 안전성 및 신뢰성 있는 전원공급, 효율적이고 경제적인 운전 및 감시제어를 수행할 수 있도록 전원 인입설비, 동력제어설비, 감시제어설비 및 건축전기설비를 구성토록 한다.

2) 설계기준

설비의 운전 및 유지관리에 필요한 전기설비를 구성하는데 있어 안정된 전력을 신뢰성 있게 공급하고, 편리하고 경제성 있는 설비 구축을 위하여 다음과 같은 사항을 기준으로 계획한다.

- ① 전력공급의 신뢰성 및 인명과 기기에 대한 안전성
- ② 설비운영의 기능성 및 영구성
- ③ 경제성 및 유지보수의 편리성
- ④ 비상시 사고 파급의 최소화
- ⑤ 기기의 호환성
- ⑥ 부식에 대한 보호
- ⑦ 습기 및 먼지로부터의 보호
- ⑧ 운전 및 운영의 극대화 도모
- ⑨ 증설 및 시설연계에 대한 고려

3) 사업의 범위

가) 전기설비공사

- 수변전 및 배전설비
- 동력설비, 조명 및 전열설비
- 접지 및 낙뢰보호설비
- 전화, TV 공시청, 방송 등 정보통신설비

- 소방설비 등 기타 필요한 설비
- 매전설비(계통연계는 스리랑카 전력청인 CEB와 협의 후 진행)

나) 계측제어설비공사

- 운영관리용 컴퓨터설비와 주변기기
- 중앙 및 현장제어설비
- 현장계측기기
- 시설운영 및 안전관리를 위한 CCTV 설비

나. 전기 설비

1) 수변전설비 계획

가) 수전설비

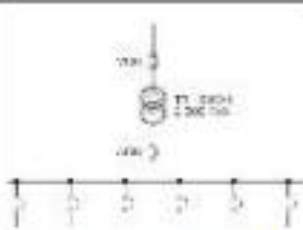
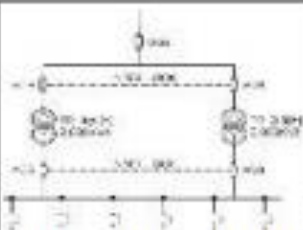
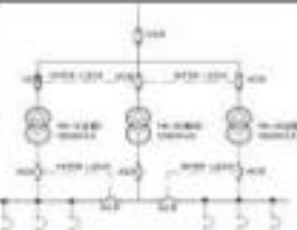
수전전압은 스리랑카 전력청으로부터 3상4선식 22.9kV-Y 50Hz을 기준으로, 수전방식은 현장여건 등을 종합적으로 검토 및 협의하여 구성토록 한다.

나) 변압기 설비

① 변압기 Bank 구성

변압기 Bank는 설비의 규모 변압기 용량, 전동기 용량 및 태양광발전설비 사용 등을 종합적으로 감안하여 1Bank 방식으로 계획한다.

〈표 5-17〉 변압기 뱅크구성 검토

구분	1Bank 구성	2Bank 구성	3Bank 구성
구성 방식			
장단점	• 가장 간단하고 경제적이거나 변압기의 이상시에 대한 대책을 수립하여야 함.	• 경제적으로는 불리하나 상용변압기 이상 시 예비변압기로 대체하므로 처리시설 설비 전체를 중단 없이 운전이 가능	• 경제적으로 다소불리하나 한쪽 변압기 이상시 전전상의 변압기에 의해 주요 필수부하에 전원을 공급

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

② 변압기 형식 선정

옥내 큐비클에 설치되는 변압기의 특성상 화재의 위험이 없고, 설치 면적 및 전력손실이 적으며, 유지관리가 용이하도록 계획한다.

〈표 5-18〉 변압기 형식 선정 검토



구 분	저소음고효율 풀드변압기	아몰퍼스 풀드변압기	풀드변압기
구성방식			
철심재질	자구미세화 강판	아몰퍼스 합금	방향성 규소강판
장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 변압기 분리, 코아 재권선 가능 • 저소음 철심 및 효율 우수 • 고조파 대응력 우수 	<ul style="list-style-type: none"> • 변압기 분리, 코아 재권선 불가 • 소음심함, 제작용량의 제한 	<ul style="list-style-type: none"> • 무부하 및 부하손실 많음 • 유지·보수 유리 • 절연강도 약함(보완필요) • 소음심함
수명	반영구적	반영구적	반영구적
소음	60dB	70dB	68dB
유지보수	쉽고편리	쉽고편리	쉽고편리
전력손실	아주낮음	다소낮음	낮음
경제성	146%	200%	100%

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

다) 수배전반 형식

수배전반 형식은 바이오가스화 시설내의 부식성 가스 및 분진, 유지관리의 편리성, 전원공급의 신뢰성 측면을 감안하여 계획한다.

〈표 5-19〉 수배전반 형식 검토

형식	일반 폐쇄형 배전반	전자화 배전반
구성	•유도형 계전기+아날로그 계측기+변환기	•디지털 계전기
작동 원리	•아날로그식 전기회로 방식 또는 유도 원판(COIL)형	•마이크로 프로세서를 이용한 수식 연산방식
외형도		
계측 정밀도 및 일치성	•1.0 CLASS의 ANALOG식 표시이므로 계기오차 및 판독의 오차가 많음 •LOCAL측의 계측치와 감시반의 계측치가 상이할 수 있음	•0.5 CLASS의 DIGITAL METER로 계기 오차 및 판독의 오차가 없음 •LOCAL측의 계측치와 중앙감시 모니터계측치가 일치
사양 변경 유연성	•변경사양에 맞는 자재로 교체해야 하며 별도의 경비가 추가됨	•PROGRAM의 DATA를 수정하여 변경 가능하므로 변경이 용이하고, 별도의 비용이 필요하지 않음
자기 진단 기능	없음	있음
사후 관리	•각종 계측기 및 조작, 제어 SWITCH류가 기계식으로 되어 있어 사용 연한에 따라 고장 빈도가 높음	•DIGITAL 방식으로 되어 있어 동작이 정확하고 안전하며 고장빈도가 적고 필요시 교체가 용이함
금액	100%	110~120%

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

라) 차단기 선정

① 특고압 차단기

특고압 및 고압차단기는 다음의 차단기 특성의 비교에서와 같이 최근까지 국내외에서 일반적으로 채용되고 있는 진공차단기, 유입차단기 및 공기차단기등을 검토하여 차단기의 동작 신뢰도가 높고 화재의 위험이 없으며 보수 및 부품의 조달이 용이한 방식으로 계획한다.

〈표 5-20〉 특고압 차단기 특성의 비교

구 분	진공차단기 (V.C.B)	유입차단기(O.C.B)	공기차단기(A.B.B)
소호원리	• 밀봉된 진공용기내에서 ARC를 차단하여 전자의 확산에 의하여 소호	• 유중소호실에는 ARC가 발생시 고온으로 기름이 분해하여 수소 및 열전도가 좋은 가스를 발생시켜 ARC를 냉각 소호	• 소호매체는 10~30kg/cm ² 정도의 압축공기를 사용한다. 이것으로 ARC를 흡수하여 소호한다.
체 적 (%)	100	106	350
중 량 (%)	100	115	200
차단성능	우 수	소전류대역에서 ARC 시간이 김	우 수
소호특징	• 완전히 무점호 • 과전압발생의 위험성이 있음 • 아크 시간이 가장 짧음	• 완전히 무점호 • 과전압 발생의 위험성이 없음 • 아크 시간이 약간 김	• 재점호의 가능성이 없음 • 과전압 발생의 위험성이 있음 • 아크 시간이 짧음
보수·점검	간단함	유의 취급이 불편	공기압축기의 점검

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

② 저압 차단기

저압차단기는 기중차단기(ACB)를 사용하고, 차단기의 차단용량은 적정용량으로 선정하기 위하여 고장전류를 계산하여 비대칭단락전류이상의 값을 적용한다.

〈표 5-21〉 저압 차단기

항 목	규 격
형 식	인출형, 4극 단두형
투입방식	모타 스프링식
트립방식	전자식
설치방법	인출형

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

③ 배선용차단기(MCCB)

간선의 고장전류는 분기 및 제어전원에 비해 크므로 표준형보다 차단용량이 큰 고차단용으로 설치하며, 분기회로의 대부분은 동력설비로서 고장전류가 전동 및 전열회로에 비하여 크므로 경제형보다 차단용량이 큰 표준형으로 설치한다.

2) 배전설비

가) 배전방식

본 바이오가스화 시설의 배전방식은 부하의 분포상태, 시설별 용량 등을 고려하고 전압강하등을 종합적으로 검토하여 적정하게 계획한다.

나) 배전전압

배전방식 및 전압은 설비별 용량 및 특성에 따라 다음의 예시를 참조하여 계획한다.

- 전력인입 : AC 3 ϕ 4 W, 22.9kV
- 저압 배전계통 : AC 3 ϕ 4 W, 380/220V
- 동력설비용 전원 : AC 3 ϕ 380V
- 조명전원 : AC 220V
- 비상조명 전원 : DC 110V
- 제어전원 : AC 220/110V, DC 110V
- 계측제어 설비 : AC 220/110V, DC 24V

다) 전압강하

〈표 5-22〉 전압강하 기준

내선규정			설계적용		
배선구간	배선길이(L)	허용전압강하	적용구간		기준전압강하율
변압기 ↓ 부하	120[M]이하	5[%]이하	변압기 M C C ↓ 부하	간선	2[%]이하
	200[M]이하	6[%]이하		분기선	3[%]이하
	200[M]초과	7[%]이하			

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

3) 전력계통 감시제어

가) 개요

기본적으로 전력계통의 각 주요설비들은 중앙제어실에서 제어되며 아래 기기의 운전상태를 주로 감시토록 한다.

- 22.9kV 수전계통
- 각 차단기 및 개폐기의 개폐상태

나) 경 보(Alarms)

전력설비 계통의 이상 발생시 경보가 되도록 한다. 단, 필요한 경우 전동기 관련 정보는 해당 주기기 계통의 모니터에 경보될 수도 있다.

4) 동력설비

가) 일반사항

동력설비는 기본적으로 전동기제어반, 현장조작반 등에서 조작이 가능하도록 하며, 회로상의 선택스위치에 의해 동력설비의 운전 순위는 현장조작반에서의 조작을 최우선으로 한다. 관련설비 또는 계측기와의 연동에 의한 자동운전 또는 수동조작을 선택할 수 있도록 한다.

나) 전동기 제어반

전동기 제어반은 단위인출 폐쇄자립형으로 최신기자재를 사용한 유지보수 및 운전조작이 편리한 구조이며, 설비별 부하분배를 고려하여 계획하여야 한다. 또한, 각 동력설비별로 개별 유닛을 조합하여 시설하는 것으로 하며 Feeder 이외에는 자동 또는 연동 등으로 인하여 회로 구성상 유닛이 복잡하여지는 점을 감안하여 최소규격을 300mm로 한다. 전동기 공급전압은 부하종류 및 용량에 따라 다음과 같이 적용한다.

〈표 5-23〉 전동기 공급전압

전동기 용량	공 급 전 압
75[kW] 미만	삼상:380V, 단상:220V
75 ~ 200[kW] 미만	380V
200[kW] 초과	6.6kV

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

다) 현장조작반

현장에서 각 설비의 운전 상태를 확인하며 조작하거나 유지보수 시 용이하게 운용할 수 있도록 부하에 인접한 곳에 현장조작반을 설치하도록 계획한다.

라) 전동기 기동방식의 선정

전동기의 초기 전압강하를 고려하여 기동전류를 저감할 수 있는 기동방식을 선정한다.

(표 5-24) 전동기 기동방식 비교

구분	전진압기동	Soft Starter	VVVF 기동
기동전류	100%	33%	가변
기동토크	100%	33%	가변
단자전압	100%	100%	0~100%
장점	•가속 토크가 커서 기동시간이 짧음	•기동시간, 토크 조정가능 •저전류 기동	•기동시간, 기동토크 조정 가능 •전압 및 주파수 가변에 의한 전력 절감
단점	•기동전류가 크고 전압강하의 원인이 됨	•SCR 스위칭시 약간의 Noise발생	•대용량에서 기기비용 고가 •가변속 기기 필요
선정	15kW 이하	15kW초과 55kW미만	속도제어가 필요한 전동기

자료: 광주 광산구 저탄소녹색마을 조성 타당성조사 및 기본계획, 전화, 2011

5) 접지 및 피뢰설비

설비의 접지는 스텝량 기준에 부합되도록 하고 현장상황에 따라 공용 접지로 계획하며, 피뢰설비는 건축물이 충분히 보호될 수 있는 보호반경을 계획하여 스텝량 기준에 맞도록 적용한다.

다. 계측제어설비

본 시범사업의 계측제어설비는 효율적인 처리시설 운영을 달성하기 위하여 안정된 운전, 효율성 있는 감시, 조작의 용이성 및 인명과 기기의 안전성을 최대한 고려하여 안정된 운전을 할 수 있도록 계획한다.

5. 토목계획

본 토목계획은 사업부지의 계획고가 별도의 구조물이 없는 평탄지형으로 가정하였다. 또한, 부지에 대한 측량, 지반조사를 수행하지 않은 사항으로 옹벽 등의 토목구조물은 없는 것으로 가정하여 계획하였다. 본 사업에서 요구되는 토공, 우수, 우수, 오배수, 도로포장, 부대시설 등을 포함하여 토목공사에 설계 및 시공계획에 필요한 최적에 방안을 적용한다.

가. 사업부지

1) 부지정지

본 사업부지의 계획고는 별도의 구조물없이 차량 및 사람에 진출입이 가능한 것으로 가정하였다. 또한, 주변여건을 감안한 절, 성토량이 같은 것으로 가정하여 토량운반은 원천적으로 없는 것으로 계획하였다.

2) 처리장내 도로계획

진입도로는 매립장내 비포장도로를 이용하며, 구내도로는 유지관리 차량의 각 구조물 접근이 용이하고 유지관리 시 각종 물품의 반출입이 용이하도록 동선을 계획하였다.

3) 포장계획

포장의 공법은 각 포장의 특성을 파악한 후, 시공성 뿐 만 아니라 유지보수를 고려하여 장기적인 측면에서 선정하여야 하며, 포장단면은 지반여건을 감안하여 포장두께를 결정하여야 한다.

나. 오·우수배제계획

1) 우수배제계획

시설 내 우수배제는 장내도로의 양측면에는 L형측구를 설치하고 도로중앙에 있는 우수관거에 연결하여 우수맨홀로 유입시켜 유출시킨다. 적용할 수 있는 합리식으로는 강우강도 공식은 Talbot형, Sherman형, Japanese형 및 이원환식 등이 있다.

2) 오수배제계획

시설내의 오수배제계획은 각 폐수처리 구조물에서 발생하는 오수를 유량조정조로 이송하여 처리하여야 한다.

3) 상수도 공급계획

시설 내 사용수는 그 사용 목적과 사용가능 수질에 따라 생활용수와 공정수로 구분되며, 상수도는 인입되는 상수관거에서 분기 후 신설관거를 매설하여 시설로 인입토록 계획을 수립하여야 한다.

다. 기초자료조사

1) 측량

측량은 측량법 및 관계규정에 의거 실시하고 현장답사 후 선정된 점을 평면 직각 좌표를 구하고 수준점을 이용하여 표고를 구한 다음 측량을 실시하여야 한다.

2) 지반조사

지형적 특성과 구조물 계획에 따른 지반조사를 실시하여 지층분포 및 지반의 공학적 특성을 파악하여 합리적이고 경제적인 도로포장 및 구조물설계를 위한 토질조사를 실시하여야 하며 조사의 방법 및 개소는 조사목적, 지반의상황, 건물 등의 배치상태에 따라 결정한다

라. 연약지반검토

연약지반이란 점토나 실트와 같은 미세한 입자의 흙이나 간극이 큰 유기질토 또는 이탄토, 느슨한 모래 등으로 구성되어 있으며, 제체 및 구조물의 안정과 침하문제를 발생시키는 지반을 말한다.

연약지반의 판정은 쌓기 규모나 구조물의 목적에 따라 상대적인 의미로 평가된다. 즉, 시공성, 지반의 활동파괴, 구조물 지지력 확보 여부, 장기적인 압밀침하 등에 대한 안정성 평가를 실시하여 불안정한 경우 연약지반으로 취급하여 지반조사결과를 토대로 하여 대책을 강구하여야 한다.

6. 건축계획

가. 건축개요

〈표 5-25〉 건축개요

구분	내용	비고
사업명	스리랑카 폐기물 중간처리 시범사업 시설	
대지위치	Gohagoda landfill site in Kandy MC	
대지면적	17,928,00㎡	설계시 변동가능
건축면적	4,112,77㎡	설계시 변동가능
연면적	4,112,77㎡	설계시 변동가능
건폐율	22.94%	
용적율	22.94%	
규모	지상1층 / 최고높이: 12.525	설계시 변동가능
주차계획	21대(대형주차9대, 일반주차12대)	설계시 변동가능
조경	9,569㎡	설계시 변동가능
용도	폐기물 중간처리시설(자원화시설)	
구조	철골(P, E, B)구조 + 철근콘크리트구조	설계시 변동가능

나. 계획의 주안점

중간처리시설 설비용량을 충족할 수 있는 규모산정과 반입동선 및 작업공간이 조화될 수 있도록 계획하였고 무엇보다 내부작업동선에 안전성과 장비운영에 적합한 공간이 될 수 있도록 계획 다음과 같은 주안점을 설정하였다.

처리장의 기능 및 부지의 법적규제에 적합한 배치가 되도록 하고 기능적인 건축물은 Bio-drying 및 선별을 고려한 시설배치를 우선으로 하고 기타 건축물은 동선, 접근 및 운영을 고려하여 배치하여야 한다. 대지이용의 효율성과 운전기능의 합리화를 최대한 도모할 수 있도록 건물의 특성을 고려한 배치계획을 수립하여야 하며, 기능적 특성과 주변과 조화를 이룰 수 있는 배치가 되도록 한다. 합리성, 효율성, 시공성 등을 고려하여 필요한 건축물을 배치하며, 공정의 모든 운영관리는 관리사무실을 중심으로 이루어지도록 한다.

출입구는 외부 인원, 차량통제를 고려하여 적절한 통제감시 System을 도입하여 경제적 유지관리가 되도록 하며, 주차장은 근무요원 및 방문객을 고려하여

이용에 불편이 없도록 설치하여야 한다. 차량동선은 유지관리동선과 견학동선을 분리하여 계획해야 한다.

다. 배치계획 및 동선계획

1) 배치계획

가) 진출입구

진출입차량 전체를 감시할 수 있게 진출입로에 경비실을 위치시키고 이용차량 제원에 따른 회전반경 및 작업소요공간을 확보하였으며 동선축에 안전성 등을 고려하여 반입공간과 진출입차량 운행공간을 출입구 위치선정에 반영하였다.

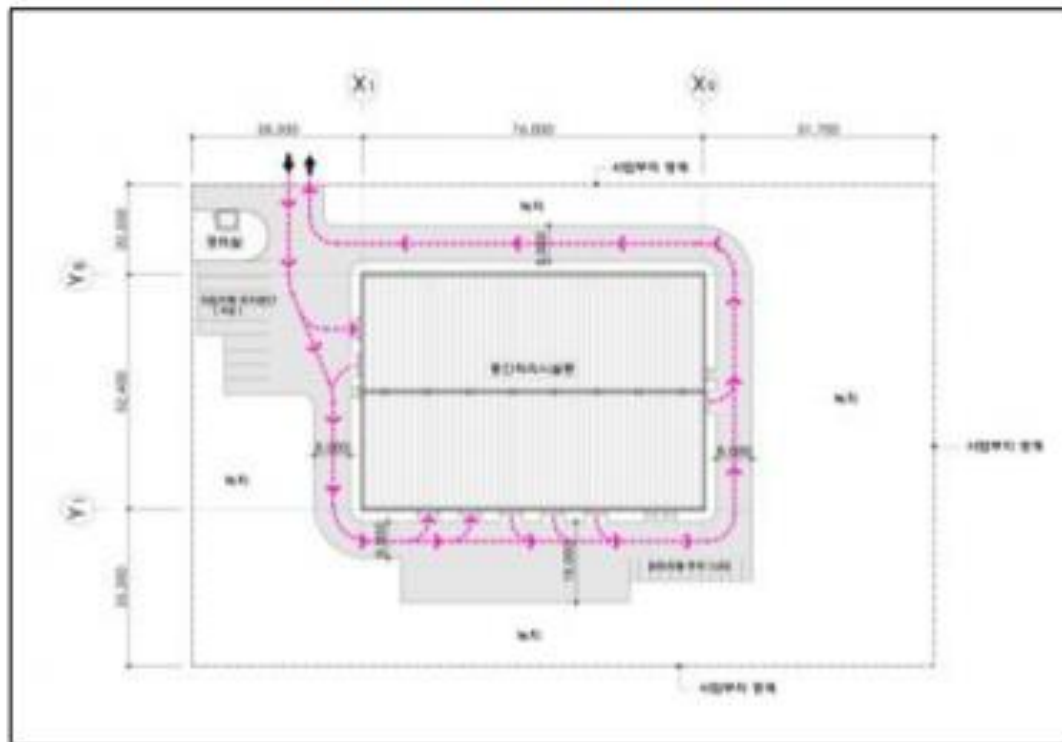
나) 공간구성

시설 공간은 반출입 공간, 처리시설 공간, 주차 공간으로 구성하고, 녹지공간은 인접부지와외 차폐목적 및 관리업무 공간과 처리시설간의 완충역할을 수행하며 쾌적한 환경을 조성하였다. 반입공간은 출입구에서 접근이 쉽고 처리시설공간과의 연계성을 고려하여 계획, 건물 주변에 휴게공간을 조성하여 근무요원 및 방문객들에게 편의시설을 제공토록 계획하였다.

2) 동선계획

각 차량의 동선간섭을 피하도록 계획하여 동선의 단순화를 도모하며, 각 시설에 대한 진입동선을 확보하고 시설의 기능을 충분히 반영하여 계획하였다. 이용차량에 제원을 설정하고 이에 따른 회전반경 및 작업소요 공간 동선축의 안전성 등을 고려, 반입공간과 진출입차량 운행 고려한 출입구 위치 등을 반영하였다. 목적별 이용자별 주차공간 분리하며, 반입차량 대기주차공간 및 회전반경을 반영한 작업공간 확보하고, 시설내 차량통행은 일방통행으로 반영하였다.

[그림 5-12] 건물배치 및 차량동선 계획도

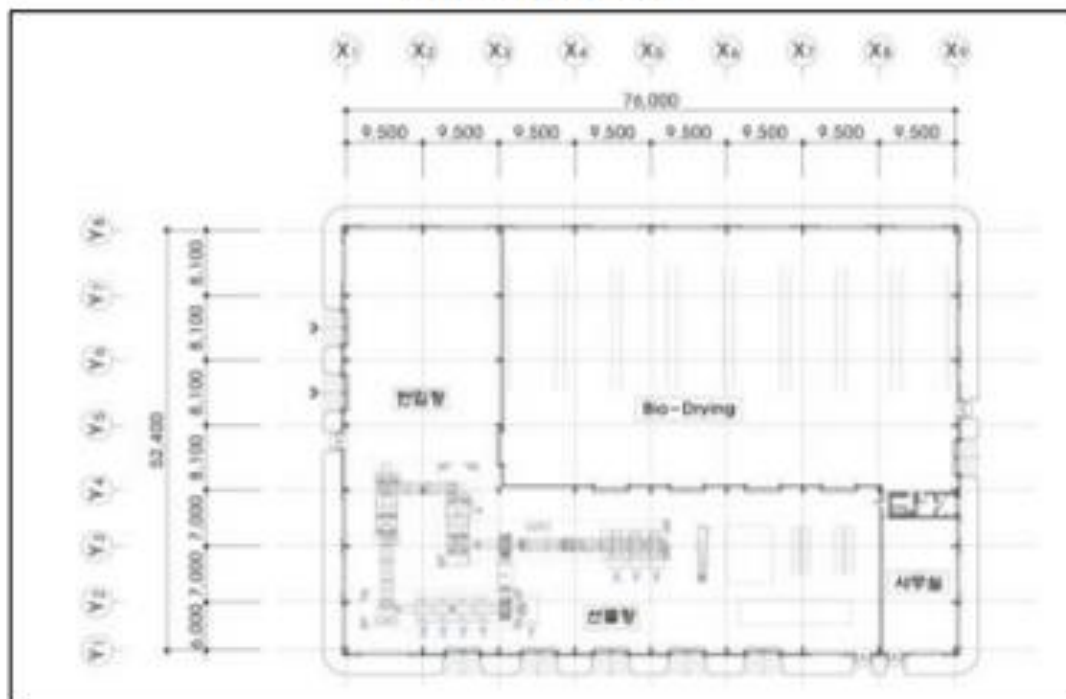


라. 처리시설동 평·입·단면 계획

1) 평면 계획

기능 및 사용목적의 관련성을 충분히 고려하여 반입공간, Bio-Drying 및 선별설비공간과 관리공간의 규모와 위치를 선정하였다. 건물의 고유기능 및 외적 조건(일조, 통풍, 풍향 등)을 고려하였으며, 동선흐름이 기능상 문제점이 없도록 구성하였다. 내부에 반입차량회전반경 및 장비운영에 최소한의 거리를 확보하여 유지관리에 지장이 없도록 하고 관리원이 거주하는 사무실은 외기에 면하도록 계획하여, 공간 쾌적성을 확보하였다.

[그림 5-13] 1층 평면도



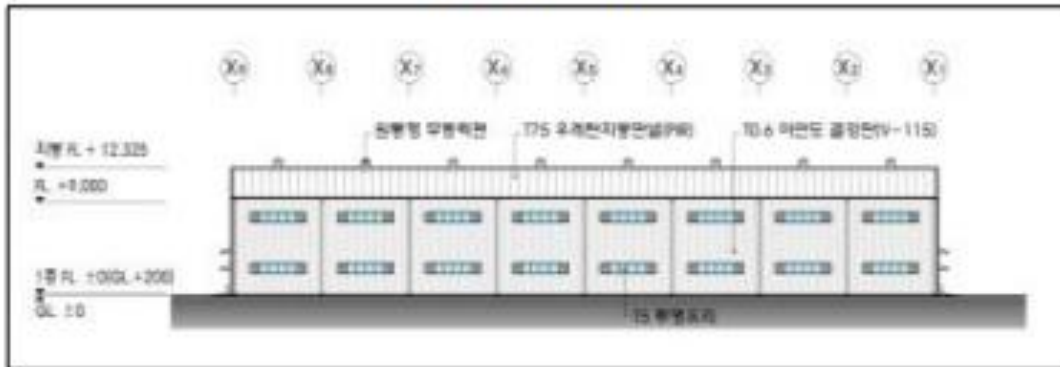
2) 입면계획

건물의 외벽은 주변경관과 조화를 이루도록 하고 유지관리가 용이하도록 단순화하여 단일재료 적용하였으며, 입면계획에 있어서 단순 색채의 외관으로 배제하고 처리시설 및 지역특성을 고려한 색채계획 반영하였다. 실환기를 위한 그릴과 방충망 설치, 용성과 내구성이 우수한 알루미늄 서터사용하였으며, 고측창 설치로 효과적인 자연채광 유입을 할 수 있다.

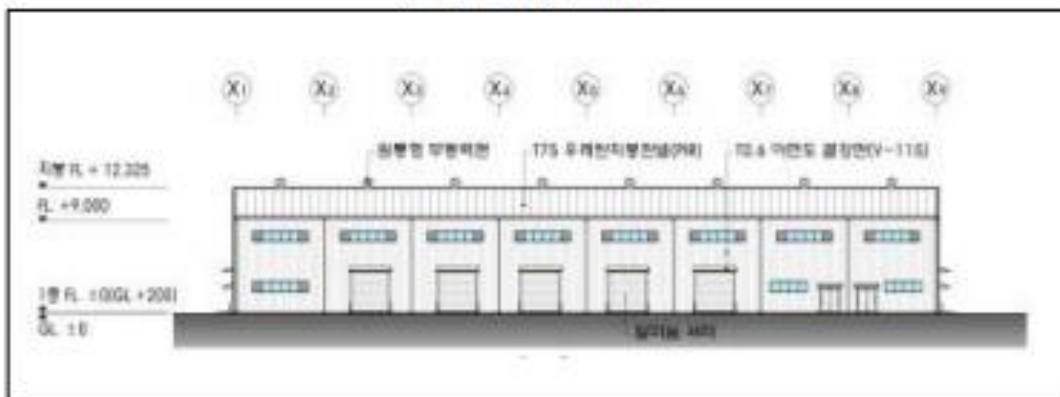
[그림 5-14] 정면도



[그림 5-15] 좌측면도



[그림 5-16] 우측면도

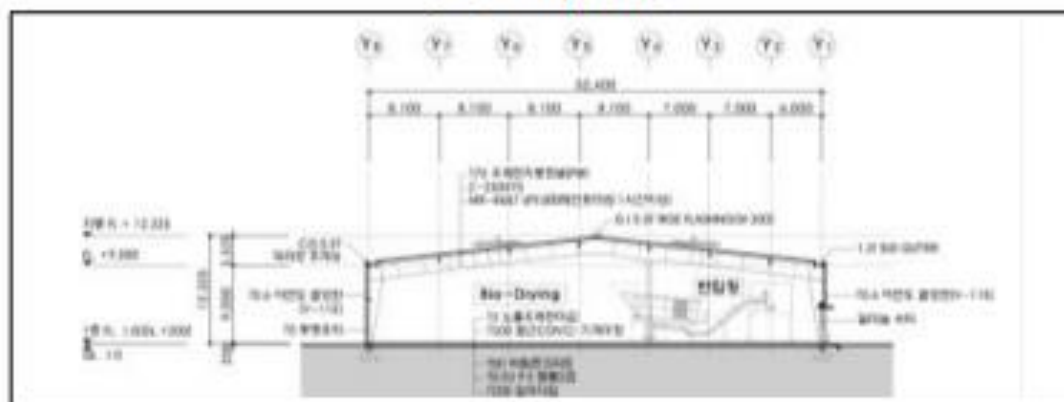


3) 단면계획

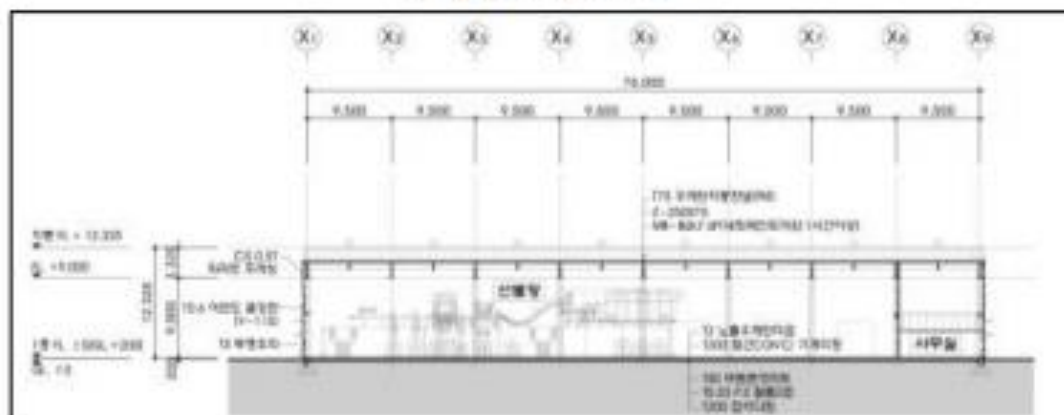
건물의 단면계획은 기계, 전기 등 설비의 소요높이와 유지관리 및 운전기능에 의해 결정되어야 하며, 특히 반입차량 및 운용장비를 위한 여유 공간 등의 확보를 위한 적절한 층고를 계획하여 유지관리에 지장이 선정하였다.

출입구 높이는 설비의 반출입이 용이하도록 차량높이 등을 감안하여 충분한 높이로 계획하였다. 반입장 차량제원을 고려한 유효층고는 6m이고, 선별설비 높이 및 유지관리공간을 확보할 수 있는 유효층고는 7.5m이다. 따라서 건축물 유효높이 7.5m로 반영하고 유지관리공간 및 조명설비 소요높이, 건축구조물 높이 등을 반영한 건축물높이는 9.0m로 결정하였다.

[그림 5-17] 종단면도



[그림 5-18] 횡단면도



4) 마감계획

실별 기능에 부합하는 제품을 우선적으로 사용하여야 하며, 각 실들의 기능성이 확보되도록 바닥, 벽, 천장 등의 마감재를 선정해야 한다. 기능상 문제가 발생되지 않도록 적절한 품질확보해야 하며, 바닥재는 타일, 에폭시 라이닝 등 각 실의 기능에 적합한 동등 이상의 마감재를 사용하고, 텍스, 페인트 또는 동등 이상의 재료를 실별 기능에 부합되도록 선정해야 한다.

각실 칸막이는 기능상 문제가 없으면 가급적 경량칸막이를 설치하여, 필요시 쉽게 변경할 수 있는 구조로 반영하였다. 샤워실 및 화장실은 바닥 및 내벽마감재 타일을 사용하여야 하며 천장 마감재는 습기에 강하고 청결성이 유지되는 알루미늄 천장재 등 동등 이상의 재료 사용해야 한다. 창에는 일사률 조절할 수 있는 차양 장치 설치하며, 창호에 곤충 등을 방호하기 위한 방충망 설치해야 한다.

5) 주요외장재 사용계획

〈표 5-26〉 주요외장재 사용계획

구분	재료명	비고
외벽	THK 0.6 아연도 골강판	
지붕	THK 75 우레탄지붕판넬	
창호	THK5 투명유리	
서터	알미늄서터	

6) 주요실별 내부마감재 선정

〈표 5-27〉 주요실별 내부마감재 선정

실명	바닥	벽	천정
반입장	콘크리트 면처리	골강판 노출	지붕판넬 노출
사무실	무석면비닐타일	석고보드2겹/수성페인트	무석면텍스
선별장	콘크리트 면처리	골강판 노출	지붕판넬 노출
화장실	자기질타일	자기질타일	PVC 천정재
Bio-Drying	콘크리트 면처리	골강판 노출	지붕판넬 노출

7. 구조계획

가. 일반사항

구조계획은 단일공간에 기능성을 위한 무주공간에 필요성과 하중조건 등을 반영하여 상부철골 구조는 P,E,B(Pre Engineered Building System)공법으로 하부구조는 Mat slab형태 적용하였다.

처리장의 기능은 재해 시에도 기능을 확보해야 한다는 점을 고려하여 일반 건축물보다 안전율을 높게 적용하였다. 구조계산은 내화구조 및 내진설계 적용하였으며, 구조계획 시 기초에 대한 안정성과 부동침하에 대한 안정성도 검토하여 경제적인 구조가 되도록 계획하였다.

나. 적용기준

1) 설계근거 기준

- 적용법령: 대한민국 건축법 및 동시행령
- 적용규칙: 국토해양부령령 "건축구조 기준에 관한 규칙"
- 적용규준: 국토해양부제정 "콘크리트 구조설계기준"
- 적용사양: 국토해양부부 "건축공사 표준시방서"

2) 콘크리트구조의 성질 및 특성

- 콘크리트
압축강도: $f_{ck} = 24\text{MPa}$
- 철근(KS D 3504)
항복강도: $f_y = 400\text{MPa}(SD 40)$
- 구조용 강재: KS 규정에 따른다.

3) P.E.B (PRE-ENGINEERED BUILDING SYSTEM)

- 적재하중: 0.2 kN/m^2
- 활하중: 0.6 kN/m^2
- 풍하중: 30 m/sec
- 주골조 범위: 수평 H/120, 수직 L/240

다. 건축물의 안정성

횡하중 및 중력하중에 저항할 수 있는 안전한 구조설계가 되어야 하고, 자연 재해에 안전성을 확보할 수 있도록 계획하였다. 휨, 전단에 의한 부재단면의 적정성 확인 및 균열, 처짐 등 사용성을 검토하였다.

8. 기타계획

가. 냉방 및 환기설비

관리실 등에 사람상주 거실만 냉방계획을 적용함으로써 가장 경제적이고, 유지관리가 용이하도록 계획하다. 환기설비는 각 실의 성격에 적절한 환기방식을 채택할 수 있으나 화장실을 제외한 전체실은 균등하게 자연환기 되도록 무동력 뱃플레이트 방식으로 적용하였다.

나. 소방설비

소방설비에 대한 설계 및 시공은 스리랑카 관련법규에 따라 수행하여야 하며 필요한 인허가 사항 수행하여야 한다. 설계 및 시공시에는 초기 화재감지, 초기 화재진압, 화재피해의 최소화, 화재발생 및 확산방지, 화재로부터의 인명 및 시설물 보호를 최우선으로 고려해야 한다.

다. 조경

조경계획은 건축물과 주변 경관이 조화될 수 있도록 식재계획을 수립하며, 이곳에 종사하는 근무자 등을 위해 쾌적한 옥외 휴식공간을 제공할 수 있도록 계획해야 한다. 현지의 기후와 자연경관을 고려한 계획을 수립해야 하며, 수종은 가급적 현지자생 수종을 선택해야 한다.

조경면적 및 수종, 규격, 상록비율, 식재밀도, 수급관계, 수목특성 등을 고려하여 배식계획 반영하고 각 공간의 기능 및 형태를 분석하여 조경 시설물을 배치해야 한다. 각종 관련공사(건축, 토목, 기전 등) 검토 후 지하, 지상 구조물을 파악하여 그에 따른 배식 및 보완조치를 강구하고, 토목포장재료 및 배수처리관계, 가로등, 기타 시설물 등이 서로 상충되지 않도록 계획해야 한다.

제3절 시범사업 주변지역 지원방안

1. 기본방향

한국에서는 폐기물처리시설 건립 시 소음악취, 대기오염, 자연경관 파괴, 지가 하락, 건강에 대한 위협 등과 같은 부정적 외부효과로 인하여 주변지역주민들의 반대로 인하여 사업진행에 많은 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제는 스리랑카에서도 비슷하게 일어나고 있다. 최근 한 프로젝트에서 정부와 매립장건립을 위한 입지선정을 협의를 통하여 완료하였음에도 불구하고, 주민들의 반대로 인하여 입지를 변경하는 사례가 발생하기도 했다. 이와 같은 변경으로 인한 시간적 경제적 손실을 방지하기 위해 이러한 갈등을 미리 방지하기 위한 전략이 필요하다. 갈등이 일어나는 주요한 원인은 크게 님비현상과 지역주민들과 사전 협의 미수행으로 판단된다. 이에 대한 해결방안으로 한국의 사례를 참조하여 적절한 갈등관리방안을 제시하도록 하겠다. 또한, 주변지역과 연계한 수거노선계획을 수립함으로써 해당지역의 생활여건 개선향상에 기여하고자 한다.

2. 주변지역 갈등관리 방안

가. 적정한 경제적 지원

님비현상으로 인하여 피해 또는 손실은 입은 지역과 주민들에 대한 합리적 보상체계가 결여되어 있는 경우 갈등이 발생된다. 이러한 갈등을 예방 및 해소하기 위해서 근본적이고 장기적인 관점에서 지역주민들을 위한 보상과 혜택을 주어야 한다. 한국의 경우 주민지원기금을 통해 마을개선 소규모 사업, 마을발전기금 조성, 해외 사례 견학비용 지원, 마을 행사지원 등에 사용되며, 이 기금의 조성은 쓰레기 반입비용 중 일부와 지방정부 출연금 등으로 구성된다. 또한 주민지원기금으로 할 수 없는 마을 안길, 농로포장, 마을회관 건립, 상수도 인입시설 과 같은 대규모 사업의 경우는 주민숙원 사업비의 형태로 지원하고 있다. 세부적인 마을환경 개선사업 방안은 다음 표와 같다. 이러한 사업들 중 대상지역 주민의 의견수렴을 통하여 해당 마을에 적절한 사업들을 검토한 후 지원해야 한다.

(표 5-28) 마을 환경 개선사업 방안

구분	내용
지붕 교체 사업	석면으로 지어진 지붕을 일반 단열지붕으로 교체 석면 철거비용 지원 방안 협의 필요
마을회관 건립	인근 주민의 마을회관을 이용 여가생활 증대 마을공동체 활동 공간 제공
태양광설치 사업	마을회관 태양광설비 설치하여 자립형 마을 구축 태양광설치 비용 지원방안 협의 필요
진입도로 설치	진입도로 설치를 통한 주변 교통난 해소
하수도 정비사업	마을 우수 및 하수관거 정비 마을하수도 설치를 통한 마을위생 및 안정적 하수처리 기여
상수도 인입사업	마을 상수관거 정비 마을별, 가정별 공급여부 확인 후 부족 비용 마련방안 등

나. 지역주민 고용 창출

폐기물 처리시설 중 소각시설, 유기성폐기물 자원화, 재활용 선별시설 등은 시설 특성상 많은 투입 인원이 필요하다. 본 시범사업에 해당되는 재활용 선별 시설의 경우 수선별 공정에 필요한 인원을 인근지역 주민을 채용함으로써 지역 주민의 고용창출효과에 기여할 수 있도록 한다. 중간처리시설 시범사업을 통한 10인에 대한 고용창출에 따른 편익은 연간 6.7백만원이며 세부적인 사항은 다음 표와 같다.

(표 5-29) 지역주민 고용 창출에 따른 편익 효과

구분	노임단가
site manager	55,030
technical officer	34,400
pump/machine operator	18,860
administrative officer	34,075
management assistant	27,885
workers	17,845

자료: Engineer`s unit rates for construction works in Sri Lanka

항목	내역	연간 고용창출 편익	
		USD/년	WON/년
수선별인원	*Workers 10인 x 1,610,08USD/인·년	6,148,87	6,708,420

다. 지역주민들과 사회적 협의 선행

입지타당성 조사 기간 중 입지후보지별 현지방문 주민설명회를 통하여 입지선정 이유 및 객관적 평가표를 제시하여 주민들이 사전에 인지할 수 있도록 한다. 이 주민설명회를 개최할 당시 입지선정위원회, 전문연구기관, 행정기관 등이 참석하여 각 분야별 세부사항을 설명하여 주민들에게 신뢰성을 주도록 해야 한다. 타당성조사가 끝난 후에는 입지후보지별로 점수화하여 최적후보지 선정 이유 등 타당성을 해당지역주민들에게 알리고, 해당지역주민들의 의견을 청취하고 적절한 지원방안을 검토한 후 최종적으로 입지선정을 완료하도록 해야 한다.

[그림 5-19] 입지타당성조사 절차도



3. 주변도로망과 연계한 수거노선계획 수립

가. 기존수거노선

현재 캔디지역에서는 Patadubara PS 전 지역은 폐기물 미수거지역이며, Kundasale PS 지역의 일부지역만 폐기물수거가 이뤄지고 있다. 수거가 이뤄지지 않은 지역 내 발생폐기물은 자체처리 또는 불법적으로 처리되고 있는 것으로 조사되었다.

폐기물 수거는 일반적으로 수거차량 1대와 3~4명의 수거요원이 1개조로 운영되며, 수거요원은 장비 운전 및 폐기물 적재 작업을 지원하며 수거방식은 수거일별로, 주중 5일 중 2일 또는 3일을 지정하여 음식물만 수거하고 나머지 3일 또는 2일간은 음식물과 일반폐기물을 혼합하여 수거한다.

[그림 5-20] 폐기물 수거 및 운반



나. 수거노선 개선

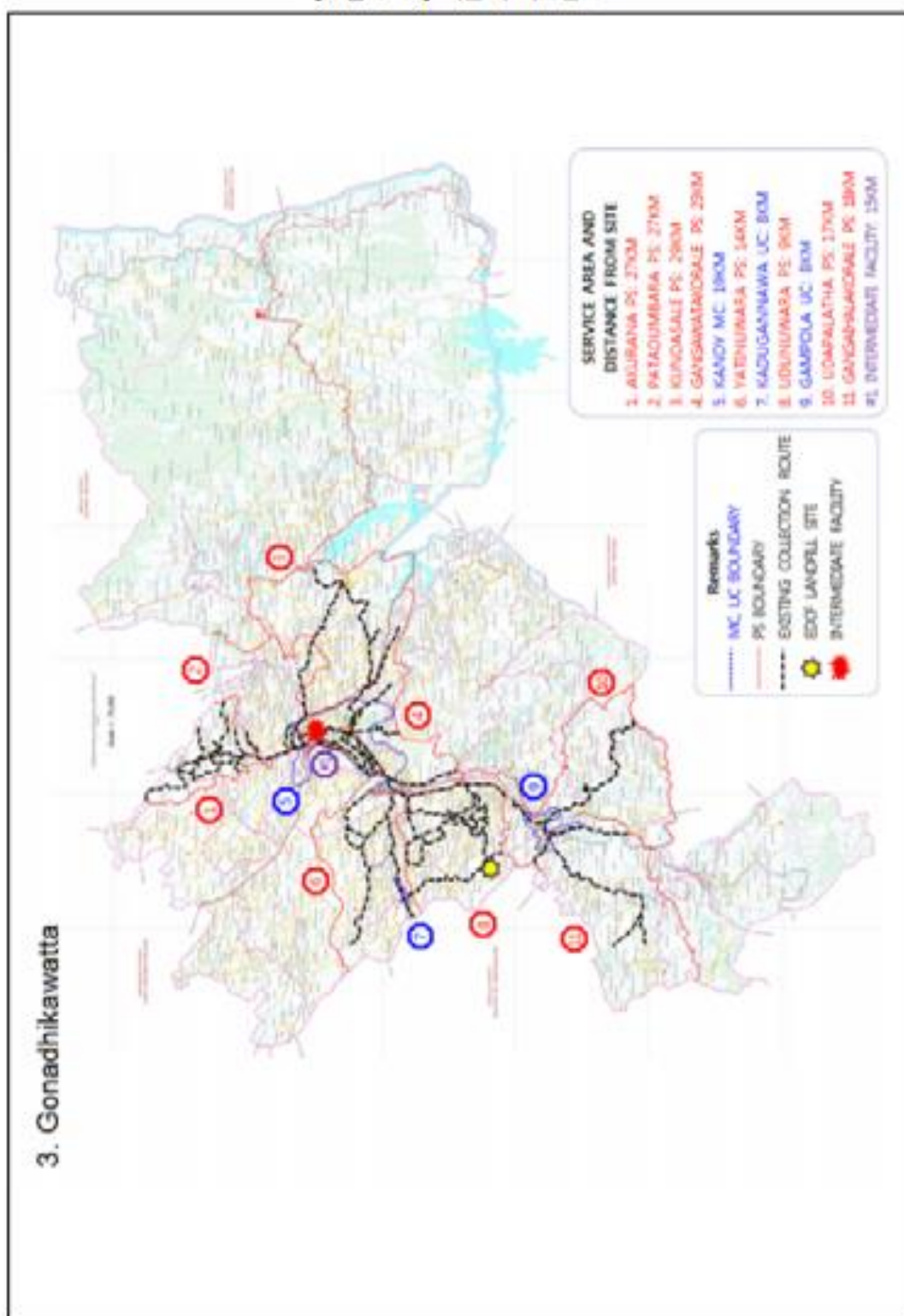
현재 계획중인 Udunuwara PS지역내 EDCF 매립장 조성사업과 연계되는 본 중간처리시설 시범사업을 통하여 기존 미수거지역인 Patadubara PS지역과 일부 지역이 미수거 되고 있는 Kundasale PS 지역에 대한 수거노선을 신설 및 개편하여 본 중간처리시설로 반입하는 것으로 수거노선계획을 수립하였다.

수거노선 신설 및 개선을 통하여 현재 65% 수준인 폐기물 수거비용을 80 ~ 90% 이상으로 끌어올릴 수 있을 것으로 예측된다. 또한 폐기물 수거횟수를 조정하여 지역 내 발생폐기물의 안정적인 수거기반 구축이 가능할 것으로 기대된다.

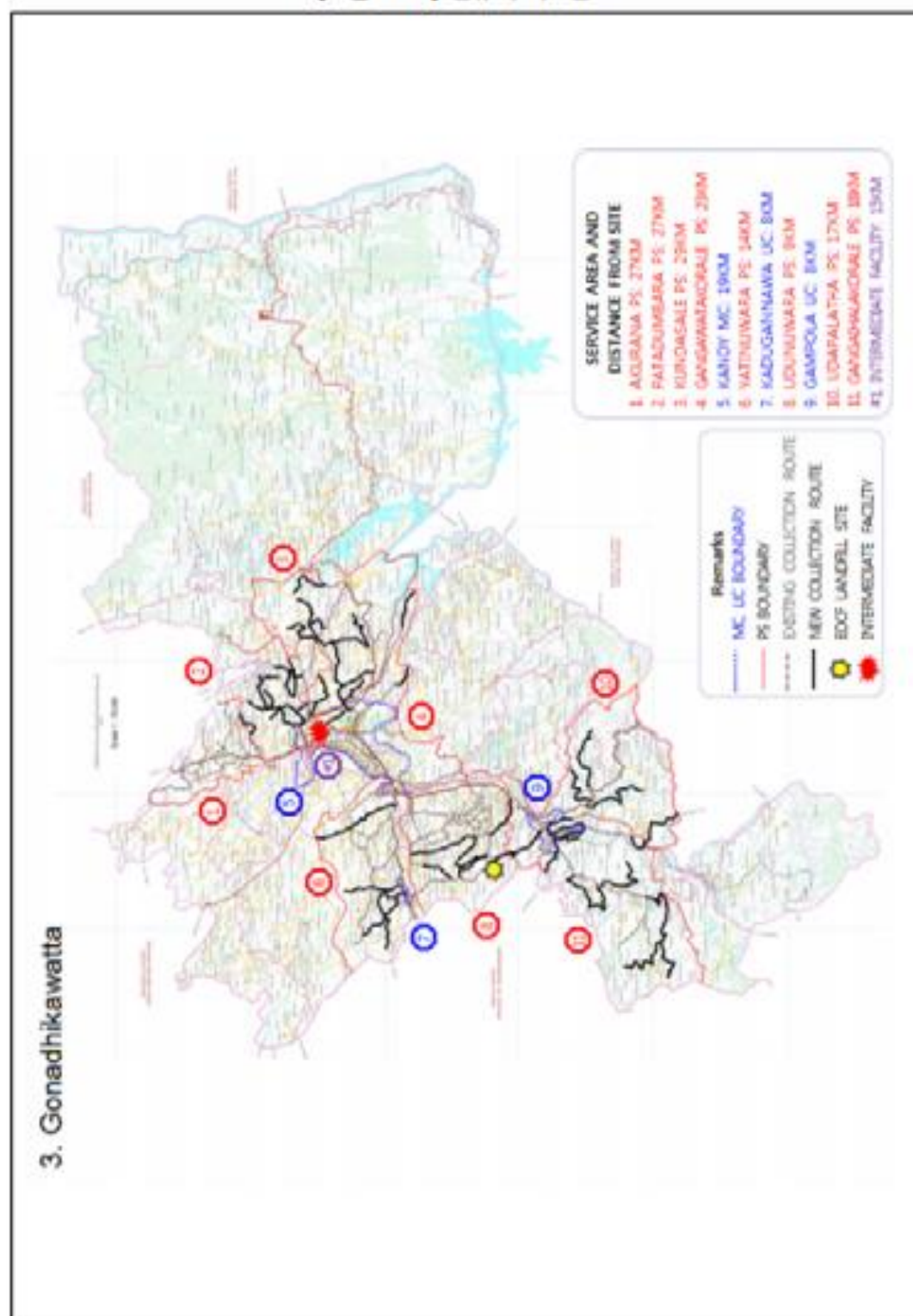
이로 인하여, 미수거지역내 폐기물수거·처리 기반을 구축, 환경·위생적 측면에서 주민생활개선이 이뤄질 것으로 사료된다.

미수거지역에 대한 수거횟수는 일 1회, 수거대상 폐기물은 발생 고형폐기물이며, 이중 유기성폐기물은 별도 분리하지 않고 있으므로 현재 단계에서는 별도 분리없이 발생 고형폐기물을 전량 수거 후 중간처리시설에 처리하는 것으로 계획하였다.

[그림 5-21] 기존 수거노선도



[그림 5-22] 신규 수거노선도



제4절 사업성 검토

1. 사업비 산정

본 스리랑카 중간처리시설 건립사업에 소요되는 공사비로는 시설투자에 대한 기계, 전기, 토목, 건축, 조경 공사비로 구분하였다.

사업비는 시설공사비 6,311백만원, 설계비 271백만원, 감리비 91백만원, 부대비 271백만원으로 총사업비 7,409백만원으로 산정되었다.

〈표 5-30〉 소요사업비 산정

구분	금액(백만원)	금액(USD)2)	비고	
공사비	기계	3,267	2,994,125	
	전기	403	369,395	기계공사비의 16%
	건축	2,441	2,236,948	
	토목	200	182,943	부지정지 비용
	소계	6,311	5,783,411	
설계비	271	248,492	엔지니어링사업대가 기준 (산업통상자원부 고시 제2014-166호)	
감리비	91	83,253	엔지니어링사업대가 기준 (산업통상자원부 고시 제2014-166호)	
부대비	271	248,687	공사비의 4.3%	
예비비	464	425,135	수송비 (한국 → 스리랑카 현지)로써, 기자재 비용의 10%	
소계	1,097	1,005,566		
총사업비	7,409	6,788,977	통관비용 제외	
기자재비	3,267	2,994,125	기계 + 건축재료비	

주1: 토목공사비는 실제 측량 및 지반조사 후 설계수행 후 산정가능하며, 현 계획단계에서는 단순 부지정지 비용만을 계상하였음.

전기 및 계측제어 공사비는 스리랑카 현지 전력인입 여건에 따라 변경될 수 있으며, 현 계획 단계에서는 기계공사비의 16%를 적용하였으며, 공사시 세부적인 공사비 산정이 필요함.

주2: 환율 = 1091.27won/USD

2. 유지관리비 산정

가. 유지관리비

본 스리랑카 중간처리시설의 유지관리비용을 산정한 결과 인건비는 약 6,650만원, 연료비는 약 1,530만원, 유지보수비는 약 2,900만원으로 산정되었으며, 시설운영수익으로는 재활용품 판매수익으로 약 4,040만원으로 산정되었다. 유지관리비 및 시설운영수익은 다음과 같다.

〈표 5-31〉 유지관리비 산정

구분	금액		비고
	WON/yr	USD/yr	
인건비	66,477,316	60,917	세부산출
전력비	-		세부산출 (태양광발전시설로 사용량 대체)
연료비	15,336,724	14,054	세부산출
상하수도비	158,849	146	세부산출
예비비(각종검사비)	593,390	544	운영비의 5%
유지보수비	36,705,089	33,635	기계, 전기 공사비의 1%
합계	119,271,367	109,296	

〈표 5-32〉 시설운영수익

구분	금액		비고
	WON/yr	USD/yr	
재활용품 판매수익	33,890,464	31,055,98	세부산출
합계	33,890,464	31,055,98	

주: 환율 = 1091.27won/usd

나. 세부산출내역

1) 인건비

본 시설의 인건비는 스리랑카 노임단가를 기준으로 작성하였으며, 연간 인건비는 약 6,647만원으로 산정되었다.

〈표 5-33〉 월간 노임단가

구분	노임단가	
	RS/month	USD/month
site manager	55,090	413,76
technical officer	34,400	258,65
pump/machine operator	18,860	141,81
administrative officer	34,075	256,20
management assistant	27,885	209,66
workers	17,845	134,17

자료: Engineer's unit rates for construction works in Sri Lanka

〈표 5-34〉 스리랑카 연간 인건비 산정

항목	내역	연간운전경비		
		USD/yr	WON/yr	
운영소장	Site manager 1인 x 4,965,1USD/인·년	4,965,11	5,416,938	
전처리 팀장	Technical officer 1인 x 3,103,7USD/인·년	3,103,76	3,386,202	
유지관리팀장	Administrative officer 1인 x 3,074,4USD/인·년	3,074,44	3,354,210	
M B T	기술운전	Machine operator 3인 x 3,074,4USD/인·년	9,223,31	10,062,629
	반입·반출 관리	Machine operator 3인 x 3,074,4USD/인·년	9,223,31	10,062,629
	반입·반출 운전	Machine operator 2인 x 3,074,4USD/인·년	16,100,75	17,565,920
	수선별	Workers 10인 x 1,610,08USD/인·년	6,148,87	6,708,420
관 리	중앙제어실	Workers 2인 x 1,610,08USD/인·년	3,220,15	3,513,184
	정비원	Management assistant 2인 x 2,515,9USD/인·년	5,031,88	5,489,781
	청소원	Workers 2인 x 1,610,08USD/인·년	3,220,15	3,513,184
합 계			66,477,316	

2) 전력비

다음은 스리랑카 전력단가를 기준으로 전력요금을 산정한 결과 약 4,805만원이었으나, 본 시설의 전력사용량은 태양광발전생산 전력으로 대체할 예정이다. 따라서, 별도의 전력요금은 없는 것으로 산정하였다.

〈표 5-35〉 전력비 산정

구분	평균소비전력 (kwh)	사용전력량 (kwh/Mon)	요금 (won/kw)	사용월	요금합계 (won)	비고
Fixed charge			24,510	12	294,120	
Demand charge	100		8,170	12	9,804,000	
Unit charge(day time)		24,000	83,743	12	24,117,840	
Unit charge(at peak)		4,800	191,995	12	11,058,912	
Unit charge(at off peak)		4,800	48,203	12	2,776,492	
합 계					48,051,364	태양광발전대체

Ref) ceylon electricity board (www.cob.lk)

3) 연료비

연료비는 가동시간 8시간, 가동률 50%, 가동일수 260일을 기준으로 불도저, 암돌트럭의 연료비를 작성하였으며 연간 약 1,533만원으로 산정되었다.

〈표 5-36〉 스리랑카 연료비 기준단가

구분	가 격		비고
	RS	USD	
Lanka Petrol 92 Octane	117,00	0,88	
Lanka Petrol 95 Octane	128,00	0,96	
Lanka Auto Diesel	95,00	0,71	
Lanka Super Diesel 4 Star	110,00	0,83	
Lanka Kerosene	59,00	0,44	
Lanka Industrial Kerosene	88,00	0,66	
Lanka Furnace Oil 800	82,20	0,62	
Lanka Furnace Oil 1500	80,00	0,60	
Lanka Furnace Oil 3500	80,00	0,60	

자료: Ceylon Petroleum Corporation(www.ceypetco.gov.lk)

주: 환율=133RS/USD

〈표 5-37〉 연간 연료비 산정

구분	가동대수	연료소모량 (L/hr)	가동시간 (hr)	가동률 (%)	경유단가 (won/L)	가동일수 (day)	연료비 (won)	비고
불도저	1	5.0	8.0	50	776	260	4,035,980	
암롤트럭	2	7.0	8.0	50	776	260	11,300,744	
합계							15,336,724	

4) 상하수도비

상하수도비는 가동일수 260일, 일 소모량 1톤을 기준으로 작성하였으며, 연간 상하수도비는 158,849원으로 산정되었다.

〈표 5-38〉 연간 상하수도비 산정

구분	일소모량 (ton/day)	용수단가 (won/ton)	가동일수	용수비합계		비고
				WON	USD	
전처리시설	1.0	611.0	260	158,849	145.6	
합계				158,849	145.6	

주 1: '스리랑카 조각시설 타당성조사 보고서' 용수비 참고
 용수비 사용료: 0.56USD/m³
 환율 = 1091.27won/usd

5) 재활용품 판매수익

다음은 재활용품 판매단가를 기준으로 작성하였으며, 연간 재활용품 판매수익은 약3,389만원으로 산정되었다.

〈표 5-39〉 스리랑카 재활용품 판매단가

구분	가격		비고
	RS./kg	USD/kg	
Tin	5.0	0.038	
Mixed Plastics	5.0	0.038	
Aluminum	60.0	0.451	
Iron	35.0	0.263	
Pertilizer bag	5.0	0.038	
Wire	60.0	0.451	
Coconut shell	5.0	0.038	

출처: Engineer's unit rates for construction works in Sri Lanka
 주: 환율 = 1091.27won/usd

〈표 5-40〉 스리랑카 재활용품 판매단가

구분	재활용발생 (ton/day)	순도율	판매대상량 (ton/day)	판매단가 (Rs/kg)	판매단가 (ton/day)	판매율 (%)	판매수익 (won/yr)
Metal	0.10	80%	0.08	35.0	285,950	80%	4,758,208
Glass 1)	0.45	80%	0.36	28,875	235,909	80%	17,547,082
Paper	0.64	95%	0.61	5.0	40,850	80%	5,190,270
Plastic	0.67	100%	0.67	5.0	40,850	90%	6,394,904
합계	1.86		1.72				33,890,464

주: '코스타리카 폐기물관리 마스터플랜 용역' 참고하여 산정(Metal판매단가 x 0.875)

3. 운영관리방안

본 스리랑카 중간처리시설에 대한 운영은 캔디MC에서 주관하여 운영하는 것으로 계획하였다. 그에 따른 운영관리방안은 다음과 같다.

가. 운영관리항목

본 중간처리시설의 운영관리계획은 각 시설의 운영에서부터 사후관리까지 총괄적으로 이루어져야 한다.

〈표 5-41〉 중간처리시설 운영관리항목

구분	항목	비고
진출입 차량관리	• 계량, 폐기물량 기록	
시설 운영	• 중간처리시설 운영	
시설 관리	• 중간처리시설, 부대시설 관리	
장비 관리	• 중간처리시설, 운영관리, 지원장비 관리	

나. 운영관리조직

본 시설의 효율적인 운영관리를 위하여 각 분야별 기술요원으로 구성된 조직이 필요하며, 하루 8시간 가동을 기준으로 하고, 감독 및 제어 방식은 중앙제어 방식으로 한다.

운영소장을 중심으로 관리팀과 기술팀으로 크게 구분하였으며, 수선별설비를 적용하여 별도로 수선별팀 10인을 계획하였다.

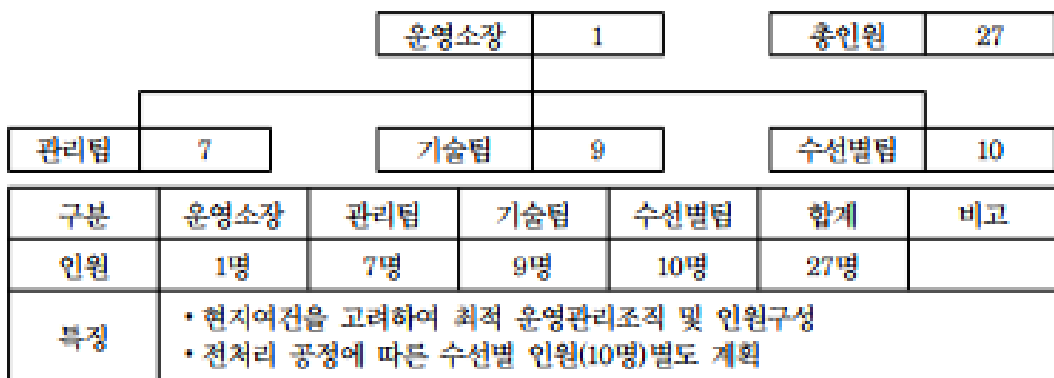
또 현지여건을 고려하여 운전원을 투입하여 운영인력의 업무부담을 최소화하였으며, 전처리에 따른 수선별 인원을 별도로 계획하였다.

이에 따른 운영관리조직은 다음과 같다.

(표 5-42) 중간처리시설의 운영관리인원 직무내용

구분	1일 근무인원	총 근무인원	근무기준	직무내용
운영소장	1	1	주간근무	총괄업무 수행 및 대외업무 수행
관리팀	7	7	주간근무	중앙제어실, 정비, 청소
기술팀	9	9	주간근무	운전, 반입·반출관리
수선별팀	10	10	주간근무	수선별등 반입폐기물 전처리
합계	27	27		

[그림 5-23] 운영관리 조직도



다. 운영관리계획

1) 기본사항

중간처리시설의 운전관리는 반입량, 재활용품 반출 등 여러 가지 요인을 고려하여 융통성있게 계획되어야 한다.

중간처리시설의 적절한 유지관리를 위하여 시설의 기능을 합리적이고 안전하게 발휘하도록 적절한 방법에 의해 운전하는 동시에 시설의 기능을 손상되지 않

계 보수점검 정비를 행하여야 한다.

유지관리업무는 운전관리 및 보수점검을 통계적으로 하는 기술 및 운영상 업무이며, 일상의 보수점검은 원활한 관리를 위하여 필요하다. 또한 운전관리를 안전하게 하기 위해서는 시설의 변동 및 전 장치의 관련사항을 정확히 파악하여 양호한 보수를 하여 운전관리와 보수점검이 일치되도록 한다.

2) 중간처리시설의 운영

폐기물의 반입, 선별, 반출 등은 처리구역의 분리수거, 생활폐기물 반입량, 반입량의 시간대별 변화, 계절별 변동 등과 밀접한 관계를 가지고 있으므로 이를 고려한 운전 및 가동이 이루어져야 한다. 중간처리시설이 효과적으로 운전될 수 있도록 상기와 같은 제반조건들을 고려하여 적절히 운전함으로써 유지관리비의 절감과 효과적인 운전관리를 도모할 수 있다.

중간처리시설 기술관리자는 설비내용에 충분한 기술지식을 갖고 각 시설기기의 운전상황, 조작방법등을 현장 작업원에게 기술지시가 가능하여야 한다. 장치의 운전에 책임을 갖고 오조작이나 사고등이 발생하지 않도록 평소에 기기의 점검 운전 상황의 감시를 소홀히 해서는 안된다.

각 시설의 처리능력 파악, 운전방법의 검사나 개선을 위해서 주요설비로 운전 기준치와 대비하여 적부를 판단하고, 이상유무나 운전방법의 개선을 도모한다. 기타시설의 각 부분은 정기점검이나 일반점검등으로 구분하여 일정기간이나 주요항목에 대해 점검하도록 한다.

작업원은 기술관리자의 지시를 받아 담당한 선별작업에 대해 책임을 가지고 임해야 하며 사고등이 발생하지 않도록 유의해야 한다.

선별시설에서는 선별처리 대상물질 및 선별물질의 정리, 청돈이 매우 중요하다. 작업장은 각종표시에 의해 주의를 환기시키며 채광, 조명에 유의하여 쾌적한 작업환경이 되도록 한다. 각 설비의 주변은 강재의 공작물이 많고 갑전, 기름 등에 의해 미끄러짐, 고온도의 접촉, 분진의 비산, 악취의 발생, 소음진동의 발생 등 작업환경의 개선과 사고발생의 방지에 세심한 배려가 필요하다.

3) 인원 및 차량통제계획

시설 운영 시 각종 차량과 인원의 출입이 빈번하므로 안전사고를 방지하고 내부시설물의 보호와 위생적인 작업환경조성을 위해 시설내부에서의 통제계획을

수립하여 운영해야 한다.

시설에 출입하는 인원은 시설에 소속된 인원과 소정의 목적으로 방문하는 외래방문객으로 구분하여 통제하되, 내부 작업인원은 안전사고 측면에서, 외래 방문객은 작업에 지장을 초래하지 않도록 통제하여야 한다.

가) 외부인원 통제

중간처리시설 견학자는 시설 운영현황을 견학하고자 방문하는 인원은 우선 관리동 내 사무실로 안내하여 선별시설의 현황을 설명한 후 담당직원의 통제하에 목적인 시설을 견학하도록 한다.

공무를 위한 방문객은 시설과 관련된 관계기관이나 제품납품업자 등의 업무와 관련된 방문인원은 관계직원의 안내하에 관련부서에서 업무를 수행토록 한다.

나) 내부차량 통제

외부 진출입 차량은 중간처리시설에 소속된 차량으로서 외부출입을 자주하는 차량은 폐기물 운반용 차량이며, 외부로의 출입 시는 승인을 득하여 실시하도록 한다.

시설 내 작업차량은 시설 내에서 작업하는 차량 등은 작업완료 후에는 작업위치에 그대로 주차하도록 하고 검사, 수리 외의 경우는 외부로의 출입을 통제한다.

다) 외부차량 통제

폐기물 반입차량은 시설 내에 가장 많은 교통량을 차지하는 차량으로 그 기본 동선은 진입로 → 정문(입구) → 폐기물반입장 → 정문(출구) → 진출로가 되며 모든 차량의 기록사항은 계량요원이 기록 관리토록 한다.

폐기물(매립대상물질, 퇴비화대상물질) 및 유가물 반출차량은 입구에서 제반사항을 기록한 후 선별품 저장장소로 이동 → 폐기물, 유가물 '상차' → 계량대 이동 → 반출토록 한다.

4) 유지관리계획

본 중간처리시설은 다음<표 5-1>과 같은 사항을 고려함으로써 유지관리가 용이하고 설비운영이 경제적으로 될 수 있도록 하며, 에너지 절감에도 이바지할 수 있도록 하였다.

〈표 5-43〉 유지관리 계획 시 고려사항

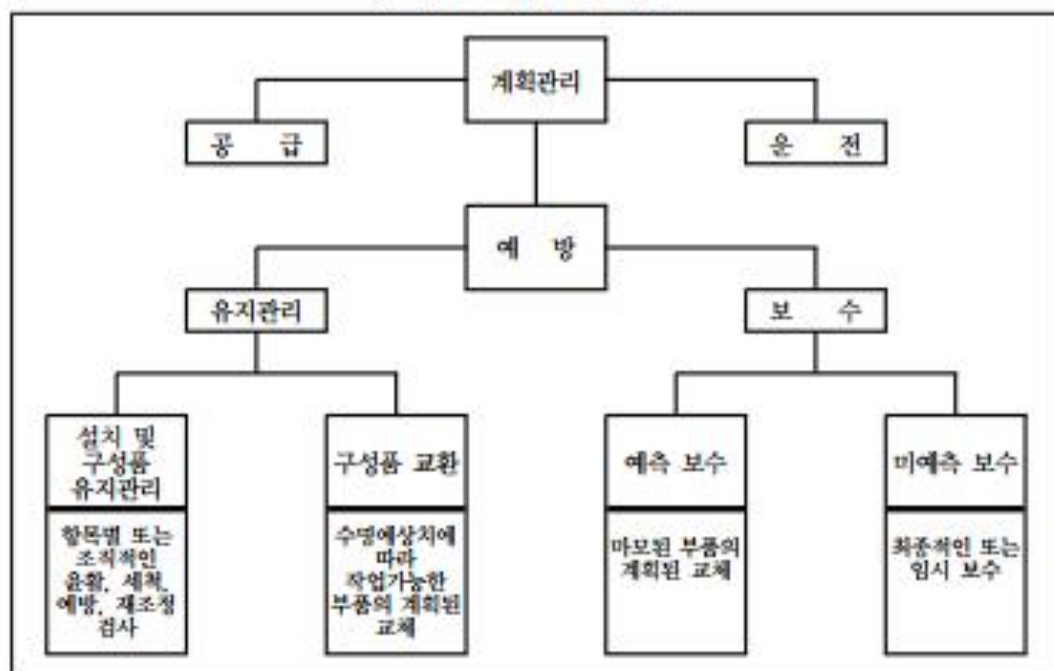
구 분	고려사항
인력절감측면	<ul style="list-style-type: none"> • 작업효율을 고려한 인원배치로 인력투입 최소화 • 작업원의 정기교육으로 작업
유지관리측면	<ul style="list-style-type: none"> • 정기보수 실시계획 및 정기점검 • 적정보수 비품유지 및 관리 • 과부하 운전방지

5) 유지보수 방안

선별시설의 유지보수는 점검으로부터 시작하여 검사 및 정비하는 것으로써 모든장비의 운전상태는 매일 점검되어야 하며, 만약 비정상적인 작동상태가 발견되면 즉시 필요한 조치가 취해져 시설의 효율성을 최대로 유지시켜야 한다.

또한 시설의 일정기간 운전 후에는 기계적 마모등으로 인해 검사 및 보수가 필요하게 되며, 검사를 하고 있는 동안 부품을 교체한다. 전체적인 설비의 유지보수는 계획적이어야 하며 예방차원에서 다음과 같은 방법으로 시행하여야 한다.

[그림 5-24] 유지보수방안

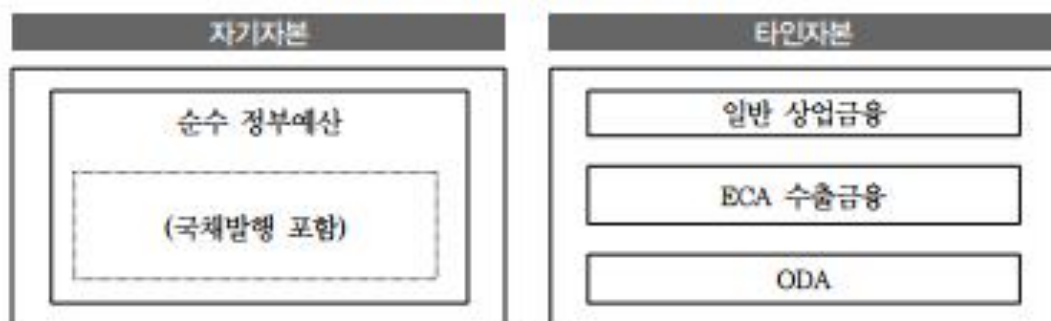


4. 자원조달방안

가. 시범사업에 적용가능한 금융조달 방안

통상 인프라사업 수행을 위한 투자비는 사업추진 주체의 자기자본 또는 타인 자본으로 조달할 수 있다.

[그림 5-25] 투자비 조달자원 분류



자료: 한국수출입은행

1) 자기자본을 통한 사업비 조달

먼저 자기자본으로 투자비를 충당하기 위해서는 사업추진 주체인 스리랑카 정부 또는 본 사업지 지방자치단체의 예산지출이 필요하다.

[표 5-44] 투자비 조달자원 분류 (%)

구분	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15F	'16F
GDP (% Change)	3.5	8.0	8.2	6.3	7.3	7.4	6.8	6.5
Inflation (% Change)	5.0	6.8	4.9	9.2	4.7	2.1	3.0	4.0
Gov. F-B1)/GDP	△9.9	△8.0	△6.9	△6.5	△5.9	△5.3	△5.0	△4.9
Gov. Debt2)/GDP	86.2	81.9	78.5	79.2	78.3	75.5	75.3	75.7

주1: Government Financial Balance

주2: Central Government Debt only

출처: Moody's Global Credit Report - Sri Lanka, 18 Jun 2015

스리랑카의 GDP 대비 정부부채 비율은 '09년 86.2%에서 '14년 75.5%로 점차 감소추세에는 있으나 경제규모에 비해 정부부채 규모가 다소 과중한 편이다. 또한, 스리랑카는 최근 인터넷 세금수납환경 구축, 토지임대세(15%) 도입, 통신

세 인상(20%~25%) 등의 노력으로 재정수지가 개선되고는 있으나, GDP 대비 재정수지 적자비율이 `09년 9.9%에서 `14년 5.3%로 만성적인 재정수지 적자를 기록하고 있다.

따라서, 본 사업에 대한 정부재정 투입은 최소화할 필요가 있다. 즉, 본 사업에 금융조달 방안으로 타인자본(금융조달)을 우선 고려한 뒤, 불가피한 경우 잔여투자비 한도내에서 자기자본(정부재정)으로 투자비를 충당하는 것이 바람직하다.

2) 타인자본을 통한 사업비 조달

타인자본의 조달방안으로는 상업성 여부에 따라 일반 상업금융, ECA(Export Credit Agency) 수출금융 또는 공적개발원조(ODA, Official Development Assistance) 등이 있다.

가) 일반 상업금융

일반적으로 차주의 신용 및 담보가 확실하거나, 프로젝트의 현금흐름이 안정적으로 보장되는 사업의 경우 상업금융을 통해 사업비를 조달할 수 있다. 상업금융은 ECA 수출금융 또는 공적개발원조보다 금리가 높고, 상환기간이 짧은 편인 반면, 심사 및 집행에 소요되는 시간은 짧은 편이다.

그러나, 본 사업의 경우 재활용품 판매수입은 연간 USD 2,8만\$에 불과할 것으로 보이고 당장은 잔여 투자비를 충당할 만한 수준의 반입수수료(Tipping Fee) 수취가 사회적정치적 공감대 부족으로 어려워 보이므로, 결국 사업 현금흐름만으로는 총 투자비 USD 7,5백만\$를 충당하기는 힘든 구조이다. 즉, 본 사업은 낮은 상업성으로 인해 일반 상업금융기관의 참여는 근본적으로 기대하기 힘들다.

나) ECA 수출금융

다음으로 ECA를 통한 금융조달을 고려해 볼 수 있다. 상업금융도 마찬가지이지만, ECA 수출금융도 크게 차주의 신용과 담보를 바탕으로 신용공여를 하는 기업금융(Corporate Finance)방식과 프로젝트의 현금흐름을 주요 상환재원으로 사용하는 프로젝트 금융(Project Finance)방식이 있다.

먼저, 기업금융방식의 ECA수출금융의 경우 본 사업처럼 상업성이 떨어지는 사업에 기업이 직접 자체 신용과 담보를 제공함으로써 여신을 제공받아 사업을 하고자 하는 민간기업을 찾기는 어려우므로 기업을 차주로 한 기업금융방식의 자금조달은 불가능하다고 할 수 있다. 또한, 본 사업의 개발대상인 고품폐기물 중간처리시설이 사회공공인프라인 특성을 감안하여 스리랑카 정부를 차주로 한 외국정부앞 ECA 수출금융방식도 고려할 수 있으나, 총 투자비 USD 7.5백만\$ 수준으로 사업규모가 너무 작아 현실적으로 역시 고려하기가 어렵다.

프로젝트 금융의 경우, 사업주체의 신용과는 별개로 프로젝트 자체 사업성과 현금흐름을 담보로 대출을 일으켜 향후 발생하는 현금흐름으로 대출을 상환하는 방식의 금융을 말한다. 일반적으로 프로젝트 금융은 최소한 DI(수출입은행 국별 신용도)이상의 등급을 보유한 국가에서 가능하며, 스리랑카의 신용등급은 수출입은행 국별신용도 D1, OECD 6등급인 점을 고려하면 본 사업은 최소 지원기준은 충족하고 있으나 국가리스크는 큰 편이라 할 수 있다.

그리고 본 사업의 총 투자비는 USD 7.5백만\$ 수준으로, 통상 USD 1억\$ 이상 규모의 사업에서만 프로젝트 금융이 적용되고 있다는 점을 감안하면 ECA 및 국제금융기관의 참여가능성은 매우 낮다고 할 수 있다. 즉, 차주의 신용보다 프로젝트의 사업성을 기초로 대출을 일으키는 프로젝트 금융의 특성상, 기술, 시장, 법률, 회계, 환경 등 각 분야 컨설턴트 고용으로 다양한 사업 리스크 회피방안을 마련하는 것이 기본이며, 이러한 금융취급을 위한 제반비용 등의 부담으로 최소한 USD 1억\$이상의 사업에서만 프로젝트 금융이 취급되는 것이 일반적이다. 본 사업의 경우, 프로젝트금융 취급관련 부대비용이 총 투자비를 초과할 것으로 보여 프로젝트 금융으로 취급하기는 어려워 보인다.

뿐만 아니라, 공공인프라사업의 특성 및 폐기물종량제 실시에 대한 사회·정치적인 공감대가 충분히 형성되지 못한 점 등을 고려할 때 상환재원에 활용할 수 있는 프로젝트 운영수익이 충분치 못할 것으로 추정되어 프로젝트에 참여할 민간사업자 및 ECA 등도 없을 것으로 예상된다.

그 외, OECD수출신용협약에 따라 프로젝트금융으로 인정받기 위해서는 다음의 조건이 선행되어야 한다.

- i) 프로젝트 자체의 현금흐름으로 원리금상환이 가능하고 프로젝트자산을 담보로 설정해야 하고
- ii) 독립된 프로젝트회사(Special Project Vehicle)가 자체수익을 창출해야 하고

- iii) 프로젝트 참여자간 리스크 분배가 적절히 이루어지고
- iv) 프로젝트발생수익을 운영비와 원리금상환에 우선 사용해야 하며
- v) 정부앞 대출은 허용하지 않아야 한다.

그러나, 본 사업의 경우 사실상 동 조건을 충족하기는 어려워 보인다.

따라서, 본 사업은 프로젝트금융방식의 ECA 수출금융으로 금융조달하기는 어려워 보인다.

그 외 프로젝트금융 방식과 유사하게 PPP (Public Private Partnetship)제도를 활용한 금융조달 방안도 있다.

전통적으로 사회간접자본시설 등 공공인프라는 정부 등 공공부문에 의해 공급되어 왔으며 재정을 재원으로 하는 경우가 대부분이었다. 그러나, 개도국 경제 성장을 위한 인프라 수요는 빠르게 증가하는 반면 개도국 정부는 재정능력의 한계로 대규모 공공 인프라사업의 경우 재정만으로는 인프라 확충이 어려운 경우가 많다. 이러한 경우 정부는 해외직접투자(Foreign Direct Investment)를 유치함으로써 인프라 건설사업에 소요되는 자금을 충당하기도 한다. 개도국이 경제발전을 위해 주로 이용되는 것이 PPP제도이다. PPP란 대규모 자본이 필요한 정부의 공공 인프라 구축사업에 민간부문의 효율성경험 및 자본 등을 참여시켜 정부와 민간부문이 리스크와 보상을 공유하는 사업모델이다. 민간부문은 공공 인프라의 설계건설금융운영에 대한 리스크를 부담하고 정부는 정책적 지원 등을 제공하는 방식으로 역할을 분담한다.

PPP를 통해 공공 인프라 구축에 민간의 참여를 촉진하게 되면 부족한 재원을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 민간부문의 효율성, 기술, 경영 기법 등을 도입함으로써 낮은 가격에 양질의 공공서비스 제공이 가능해 진다는 장점이 있다. 그러나 초기 투자비용이 높고, 투자비 회수에 장기간이 소요 된다는 단점이 있다.

일반적으로 PPP제도를 활용할 경우, 프로젝트 금융방식으로 사업비를 조달한다. 프로젝트 금융은 앞서 설명한 바와 같이, 해당사업의 사업성이 검증되어야 하고 대출기간 동안 일정한 수익창출이 가능해야 한다. 즉, 대주인 금융기관은 부채상환비율(DSCR)을 통해 미래의 현금흐름으로 원리금 상환이 가능한지의 여부(상환능력)를 판단한다. 그러나, 미래현금흐름이 안정적으로 확보되지 않는 경우, PPP에서는 추가적인 신용보강장치 요구를 통해 사업성을 보완하는 방식으로 금융조달을 성사시킬 수 있다. 실제로, 공공 인프라 PPP사업에서는 정부의 지원을 요구하는 경우가 대부분이다. 예를 들어, PPP사업이 충분한 현금흐름을

창출하지 못하는 경우에 대비하여 정부는 다양한 방법으로 사업을 지원한다. 그 대표적인 예가 발전사업에서의 최소수입보장(Minimum Revenue Guarantee)으로, 사업이 일정한 수익을 내지 못하면 정부가 그 차액을 보전하는 방식이다.

[그림 5-26] 일반적인 PPP 구조도



자료: 한국수출입은행

이러한 PPP사업을 하기 위해서는 발주국 정부가 지분투자, 재정지원 등으로 프로젝트 신뢰도를 높일뿐만 아니라, 투자 관련 각종 법·제도(인·허가, 조세, 외화송금 등) 마련, 정부의 보증제공 체계 등 PPP 법제가 마련되어 있어야 한다.

대부분의 공공 인프라사업은 정부로부터 제공되어야 한다는 인식때문에 사용자 징수 또는 인상에 국민들의 저항이 심하므로 인프라 사업에 높은 수익성 또는 사업성을 기대하기 어렵고 기대했던 수익을 창출하지 못하는 경우가 많다. 따라서 인프라 사업의 경우 정부의 재정지원범위에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

본 사업으로 창출될 현금흐름은 재활용품 판매수입과 반입수수료 크게 두가지이다. 그러나, 재활용품 판매수입은 연간 USD 2.8만\$에 불과할 것으로 보이고 반입수수료는 사회적·정치적 공감대 부족으로 충분히 수취하기가 어려워 보므로 결국 사업 현금흐름만으로는 총 투자비 USD 7.5백만\$를 충당하기는 힘든 구조이다. 이에 대해 스리랑카 정부가 PPP를 활용하여 최소수익을 보장해주는 등

사업성 보강장치를 마련할 수는 있으나 근본적으로 프로젝트 금융방식으로 추진 하기에는 사업규모가 지나치게 작은 측면이 있다.

다) 공적개발원조 (ODA)

앞서 살펴본 바와 같이 본 사업의 금융조달 방안으로 일반 상업금융 및 ECA 수출금융은 고려하기 어려우므로, 우선적으로 고려해야할 유일한 금융조달 방안 은 결국 공적개발원조(ODA)이다.

공적개발원조는 상환의무(Repayment Obligation)의 유무를 기준으로 크게 무상원조(Grant)와 유상원조(Concessional Loan)로 구분된다. 한국은 2010년 OECD의 개발원조위원회(DAC)에 가입하였다.

① 무상원조

한국의 공적개발원조(ODA) 중 무상원조(Grant)는 기획재정부(Ministry of Strategy and Finance)의 KSP(Knowledge Sharing Program)사업, 외교부 (Ministry of Foreign Affairs) 산하 한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency; KOICA)의 개발원조사업, 그리고 산업통상자원부, 미래창조과학부, 국토교통부 등 정부부처와 지방자치단체의 소규모 무상원조사업이 있다. 무상원조 공여는 기술협력(Technical Cooperation), 예산지원(Budget Support), 부채경감(Debt Relief), 식량지원(Food Aid), 긴급지원/인도적 지원, NGO를 통한 지원 등 다양한 형태로 지원되고 있다.

지원분야로는 개발도상국의 개발우선순위와 한국의 비교우위를 반영한 5대 중점분야(공공행정, 교육, 보건, 농어촌개발, 산업에너지)를 채택하여 집중적으로 지원 중이다.

무상원조 수원국은 유상원조와 마찬가지로 OECD DAC 수원국 리스트상의 국가여야만 하며, 그 중에서도 통상 3년 단위로 선정되는 유무상 통합 중점협력국¹⁾에 많은 재원이 집중되고 있다. 2015년 현재 24개의 중점협력국이 선정되었다.

1) 국무조정실에서는 국제개발협력 통합추진 노력의 일환으로 유무상 통합 중점협력국을 선정하고 있다. 2010년의 경우 26개 중점협력국을 선정하였고 전체 양자 개발협력 재원의 70% 이상을 해당국에 배정하고 유무상 통합 국가전략(CPS: Country Partnership Strategy)도 수립하였다.

〈표 5-45〉 제 1기(2010년) 유무상 통합 26개 중점협력국 리스트

지역	중점협력국 (26개국)
아시아(11개국)	네팔, 동티모르, 라오스, 몽골, 방글라데시, 베트남, 인도네시아, 캄보디아, 필리핀, 스리랑카 , 파키스탄.
오세아니아(1개국)	솔로몬군도
중남미(4개국)	콜롬비아, 페루, 볼리비아, 파라과이
중동·CIS(2개국)	우즈베키스탄, 아제르바이잔
아프리카(8개국)	가나, DR콩고, 나이지리아, 에티오피아, 모잠비크, 카메룬, 르완다, 우간다

자료: 한국수출입은행, EDCF

〈표 5-46〉 제 2기(2015년) 유무상 통합 24개 중점협력국 리스트

지역	중점협력국 (26개국)
아시아(11개국)	네팔, 라오스, 몽골, 미얀마, 방글라데시, 베트남, 스리랑카 , 인도네시아, 캄보디아, 파키스탄, 필리핀
중남미(4개국)	볼리비아, 콜롬비아, 파라과이, 페루
중동·CIS(2개국)	아제르바이잔, 우즈베키스탄
아프리카(7개국)	가나, 르완다, 모잠비크, 세네갈, 우간다, 에티오피아, 탄자니아

자료: 한국수출입은행, EDCF

〈표 5-47〉 무상지원 수원국 분류 현황

구분	최빈국 (LDCs; Least Developed Countries)	기타 저소득국 (LICs; Other Low Income Countries)	하위중소득국 (LMICs; Lower Middle Income Countries and Territories)	상위중소득국 (UMICs; Upper Middle Income Countries and Territories)
1인당 GNI ('13년기준)	905달러 이하	1,045달러 이하	1,046달러 ~4,125달러	4,126달러 ~12,745달러
해당 국가	아프간, 앙골라, 부탄 등 48개국	북한, 케냐, 타지키스탄, 짐바브웨 등 4개국	아르메니아, 볼리비아, 카메룬 등 36개국	아르헨티나, 중국, 칠레, 이란 등 58개국

스리랑카는 1인당 GNI 3,170달러('13년기준)로 세계은행 소득그룹별 국가분류상 하위중소득국(LMICs: Lower Middle Income Countries and Territories)에 해당하며, 제2기 유무상 통합 중점협력국에도 포함되어 무상원조 확대가 예상되는 국가 중 하나이다.

일반적인 무상원조 협력사업의 유형은 다음과 같다.

㉠ 지식공유사업(Knowledge Sharing Program, KSP사업)

경제발전경험 공유사업인 KSP 사업은 한국의 발전경험과 지식을 바탕으로 협력대상국의 수요와 여건을 고려한 맞춤형 정책연구, 정책자문 및 역량배양을 지원하는 사업으로 대상국의 경제사회 발전에 기여하는 지식집약적인 개발협력사업이다. KSP 사업은 다음의 세가지 사업으로 구성된다.

- 국가정책자문사업 : 협력대상국이 필요로하는 주제에 대해 다양한 경험과 전문지식을 갖춘 KSP 정책자문관들이 협력대상국의 정책 담당자 및 전문가들과 협력하여 공동연구교육정책자문기술원조 등을 실시하는 사업으로 2004년~2012년간 38개 협력대상국앞 441개 주제로 지원한 바 있다.
- 국제기구와의 공동건설팅사업 : 한국의 발전경험과 WB, ADB 등 국제기구의 개발전문성 및 네트워크를 연계하여 공동으로 개발건설팅을 제공하는 사업으로 대표적으로 한-태 인프라개발에 대한 비교평가분석사업(2011년, ADB와 공동진행), 아시아 6개국 녹색무역 촉진정책 사례연구사업(2011년, WB와 공동진행) 등이 있다.
- 경제발전경험 모듈화사업 : 한국의 발전경험을 경제일반, 행정ICT, 농업, 보건의료, 산업에너지, 인적자원, 국토건설, 환경의 8대분야를 중심으로 체계적으로 정리하여 총체적 개발지식 콘텐츠를 구축지원하는 사업으로 현재는 2012년 구축된 한국 경제발전경험 100대 모듈 전과 및 확산을 촉진하기 위해 우수모듈을 중심으로 e-Contents화를 추진하고 있다.

㉡ 프로젝트 사업(Development Projects)

개발도상국의 경제사회 개발에 필요한 건물시설물 등 인프라 구축, 장바기자재 등의 물자지원과 같은 물적 협력수단과 연수생 초청, 전문가 파견 등의 인적 협력수단을 결합하여 다년간(2~5년) 지원하는 사업으로, 사업의 발굴, 계획수립 및 심사, 실시, 평가에 이르는 각 요소를 하나의 사업으로 통합하여 지원하는 종합적인 협력 사업이다. 예를 들어 직업훈련원 또는 의료센터 등을 건설하고 기자재 공급, 기술자문 및 전문가를 파견하는 등 사업의 전과정을 체계적으로 지원하는 형태가 이에 해당한다.

㉢ 봉사단 사업(World Friends Korea, WFK)

한국정부는 각 행정부처에 분산되어 있던 정부 해외 봉사단 사업을 통합하여

WFK라고 명명하였으며, WFK 봉사단 연간 선발 및 교육 계획 수립 등 총괄 업무를 KOICA에 위임하고 있다. WFK 봉사단 중 전문가 수준에 준하는 해당분야 경력 10년 이상의 중장기 자문단과 일반 해외 봉사단이 있다.

㉔ 연수 사업(Fellowship Program, CIAT)

글로벌 연수사업은 개발도상국의 정책 입안자, 공무원, 분야별 전문가 등을 국내에 초청하여 한국의 개발경험과 기술을 전수하는 글로벌 연수사업이다.

본 사업의 경우, 프로젝트 사업(Development Projects)형태의 무상원조를 고려해 볼 수는 있으나 이미 폐기물관련 타 프로젝트를 무상원조 협력사업으로 진행 중이며, 본 사업에 대해서는 협의된 바 없어 지금부터 무상원조 협력사업으로의 선정 논의를 시작해 대상사업으로 선정되더라도 최소 2~5년이 추가적으로 소요될 수 있어 시범사업 컨셉에는 적합하지 않은 측면이 있다. 다만, 스리랑카 정부가 무상원조방식을 가장 선호한다면 먼저 한국정부와 논의를 해 볼 수는 있다.

㉕ 유상원조

개발도상국의 경제발전 지원 및 한국과 개발도상국간의 경제교류 증진을 목적으로 '87년 설치된 대외경제협력기금(Economic Development Cooperation Fund: EDCF)은 ODA 중에서도 원리금상환의 의무가 있는 양허성 차관, 즉 유상원조에 해당된다. EDCF의 운용주체는 한국 정부(기획재정부)이며 차관사업의 결정을 포함한 모든 업무를 총괄하고 있다. 한국수출입은행은 정부의 위탁을 받아 '91년부터 EDCF의 운용·관리에 관한 실무를 대행하고 있다. EDCF는 국제개발협력사업을 추진하는 정부부처기관간 연계성 강화, 중복방지 및 효과성 제고를 위한 연계지원을 강화하고 있다.

㉖ 지원대상국가

EDCF 차관의 지원대상국가는 소득수준에 따라 5개 그룹으로 분류되며, 매년 세계은행의 소득그룹별 국가분류 변경에 따라 소속그룹을 재조정하고 있다.

스리랑카는 1인당 GNI 3,170달러('13년기준)로 제 4 그룹에 해당되며, EDCF 지원 대상국에 속한다.

[그림 5-27] '15년 현재 국가분류 현황 ('13년 1인당 GNI기준)

- 제1그룹: UN 분류 최빈국
- 제2그룹: 최빈국을 제외한 1인당 GNI 1,045달러 이하 국가
- 제3그룹: 1인당 GNI 1,046~1,985달러 국가
- 제4그룹: 1인당 GNI 1,986~4,125달러 국가
- 제5그룹: 1인당 GNI 4,126~7,184달러

자료: EDCF

㉠ EDCF 지원형태

EDCF의 지원형태는 크게 개도국 정부 또는 법인에 대한 차관, 민자사업법인 또는 집합투자에 대한 출자, 협력사업 채무보증이 있다. 그리고, 개도국 정부 또는 법인에 대한 차관은 개발협력차관, 기자재차관, 민자사업차관, 기금전대차관, 물자차관으로 분류할 수 있다.

(표 5-48) EDCF 차관의 종류

구분	내용
개도국 정부 또는 법인에 대한 차관	
개발사업차관	상하수도 설비, 병원, 환경설비, 교통통신시설 등 사회간접자본의 건설에 소요되는 자금 지원
기자재차관	개발사업의 수행에 필요한 기자재 조달에 소요되는 자금 지원
민자사업차관	민자사업의 시행을 위해 필요한 자금을 개도국 정부 또는 민자사업법인 앞 지원
기금전대차관	개도국의 금융기관에 신용한도를 설정해 주고 각각의 최종수익자가 필요한 기자재를 한국으로부터 수입할때 설정된 한도내에서 자금 지원
물자차관	개도국의 긴급한 국제수지 지원 및 국내 경제안정을 위해 물자를 한국으로 수입하는데 필요한 자금 지원
민자사업법인에 대한 출자	개도국의 개발효과 및 개도국과의 경제협력증진 효과가 크다고 인정되는 경우, 민자사업차관과 연계하여 민자사업법인에 출자
집합투자기구에 대한 출자	개도국의 개발효과 및 개도국과의 경제협력증진 효과가 크다고 인정되는 경우, 투자의 과실을 출자자에게 배당하는 구조로 설립되는 집합투자기구에 출자
협력사업채무보증	개도국 정부의 EDCF 앞 복보증(Counter Guarantee)을 조건으로 개도국 인프라 사업을 지원하는 금융기관 앞 정치적 위험에 대해 보증을 지원

출처: EDCF

㉔ EDCF 지원조건

EDCF의 지원조건은 다음과 같으며 동 범위내에서 국가그룹별로 금리 및 상환기간이 결정된다.

〈표 5-49〉 EDCF 차관 조건 (일반)

구 분	주요 조건
용자한도	총사업비용 범위내(단, 최빈국 이외의 국가에 대한 비구속성 차관은 85% 이내)
이자율	연 0.01~2.5%
상환기간	40년 이내
거치기간	15년 이내
원금상환방법	연 2회 정기분할
이자징수방법	매 6개월 후취
담보	<ul style="list-style-type: none"> - 자주가 중앙정부 또는 중앙은행인 경우 담보 면제 - 자주가 지방자치단체 또는 법인인 경우 : 중앙정부, 중앙은행 또는 국제개발금융기구의 지급보증

자료: EDCF

[그림 5-28] EDCF 수송절차



출처: EDCF

㉕ EDCF 신청방법 및 지원절차

본 사업은 상업성 부재, 작은 사업규모 등으로 인해 일반 상업금융 및 ECA 수출금융을 통한 사업비 조달이 어려우므로 결국 유일한 대안은 공적개발원조(ODA)이다. 그리고, 앞서 살펴본 바와 같이 본 사업은 공적개발원조의 대상이 될 수 있는 사업이다. 특히, 본 사업에 대한 지원가능성 측면에서 EDCF 유사차관이 더욱 적합할 것으로 보인다.

〈표 5-50〉 EDCF 지원절차

단 계	진 행 절 차
사업지원요청	수원국 정부는 해당사업에 대한 지원요청서를 외교경로를 통하여 우리정부에 제출
현지심사	기획재정부장관이 수출입은행에 사업에 대한 심사 의뢰 수출입은행은 차관계약(Loan Agreement: L/A)의 주요 내용 및 사업 시행에 필요한 사항 등 심사시 합의 내용에 대해 토의록(Minutes of Discussion: MOD)을 체결하고 심사보고서를 작성한 후 기획재정부장관에게 제출
사업승인	기획재정부장관은 외교부장관, 미래창조과학부장관, 산업통상자원부장관 및 사업의 주무장관과의 협의를 거쳐 사업에 대한 지원규모, 지원조건 등의 내용이 포함된 지원방침을 결정
승인통지	외교부장관은 기획재정부장관으로부터 통지받은 지원방침을 수원국 정부에 통보
정부간협정체결	수원국 정부가 수락하면 정부간 시행약정(Arrangement)을 체결. 단, 정부간 기본약정(Framework Arrangement: F/A) 체결국의 경우는 시행약정 생략
차관계약교섭 및 체결	정부간 협정(시행약정 포함) 내용에 따라 수출입은행장은 수원국 정부와 차관계약 내용에 대한 협의를 거친 후 차관계약 체결
컨설턴트 고용	사업실시기관은 차관계약의 내용에 따라 컨설턴트를 선정하고 고용계약 체결
구 매	사업실시기관은 차관계약의 내용에 따라 입찰을 실시하고, 낙찰자와 구매계약 체결
자금지출	차관계약, 고용계약 및 구매계약 내용에 따라 자금지출
사 후 판 리	사업완공평가(사업완공보고서 접수시점)시에는 사업이 당초 계획대로 수행되었는지를 점검 사후평가(완공점검 후 2년)시에는 사업의 준비단계부터 사업시행에 따른 사회경제적 파급효과, 수원국 국민들의 복리증진 및 경제발전에 대한 기여도 등을 종합적으로 평가

출처: EDCF

나. 본 사업에 대한 EDCF 유상차관 적용방안

스리랑카에 대해 EDCF 유상차관은 `14년말 현재 27개 사업, USD 554.9백만 \$을 지원한 바 있다.

먼저 본 사업의 EDCF 유상차관의 수용가능성에 대해 검토해보면, 다음과 같은 세가지 기준을 충족하여야한다.

- 국가 적격성: 스리랑카는 1인당 GNI 3,170달러(`13년기준)로 세계은행 소득그룹별 국가분류상 III그룹, EDCF 소득그룹별 국가분류상 IV그룹에 해당하여 원조차관 가능국가이다.
- 최저 양허성 수준: EDCF 차관의 특성상 대출기간이 길어, 이를 통해 양허성 수준 충족가능하다.
- 프로젝트 적격성 (상업성 여부): 본 사업의 현금흐름으로 사업비 충당이 어려우므로 상업성이 떨어져 EDCF차관 수용이 가능하다.

앞서 살펴본 바와 같이, EDCF의 차관 중 수원국 정부 또는 법인알 차관은 크게 4가지가 있다. 개발사업차관, 기자재차관, 민자사업차관, 기금전대차관, 물자차관이 그것이다.

이 중 본 사업은 사업규모, 사업성격 등을 감안 시 적합한 것은 개발사업차관 또는 기자재차관이다. 본 사업의 총 사업규모는 USD 7.5백만\$로 이 중 기자재비(기계설치 공사비 포함) USD 3.3백만\$, 건축, 토목공사 등 현지화 용역비가 USD 4.2백만\$을 차지하고 있다.

(표 5-51) 해외 스리랑카 EDCF 지원현황 (2014년말 현재)

	사 업 명	승인시기	승인액 (백만불)
1	콜롬보~골간 도로개보수	'90.12	14.5
2	병원시설개선	'96.04	12.6
3	Horana 지방 전화망현대화	'96.04	15.0
4	Gampaha 지역 통신망 현대화	'96.04	15.0
5	송배전망 개선	'96.04	8.3
6	의료기기 구매	'96.08	10.0
7	Ratnapura~Bandarawela 간 도로개보수	'96.08	30.0
8	공무원주택 건설	'96.08	10.0
9	의료장비 구매 (소액차관)	'00.10	2.6
10	Galle광역시 상수도개발	'00.10	26.7
11	발란고다~반다라웰라간 도로개보수	'02.12	17.6
12	Galle 광역시 상수도개발(2차)	'04.08	14.8
13	전자정부 확충	'04.12	15.0
14	함반토타 행정단지 건설	'05.12	20.0
15	골광역시 상수도 개발(2차) 보충용자	'06.11	6.4
16	니아가마 국립직업훈련원 개선	'06.11	8.8
17	전자정부 확충(2차)	'08.05	6.7
18	Padeniya~Anuradhapura 도로 개선	'08.08	55.0
19	Ruhunupura 상수도 개발	'08.12	76.3
20	Hatton~Nuwara Eliya 도로 건설사업	'09.12	40.0
21	고체폐기물 매립장 건립사업	'10.12	33.5
22	Colombo 중앙직업훈련원 및 Gampaha 기술대학 건립사업	'11.10	26.0
23	Padeniya~Anuradhapura 도로 개선(보충용자)	'12.07	11.1
24	데두루오야 상수도 개발사업	'13.12	58.0
25	두원웰라 상수도 개발사업	'13.12	21.0
26	하본~누외리엘리아 도로개선사업(보충용자)	'14.12	17.0
27	감파하지구 행정복합청사 건립사업	'14.12	34.0
	합 계 (총 27개)		554.9

자료: EDCF

먼저 개발사업차관의 경우, 사업지원요청부터 현지심사, 사업승인, 승인통지, 협정체결 등 자금지출이 발생하기까지 통상 수년이 소요된다. 특히, 정식의 사업 타당성 조사(F/S) 보고서와 사업실시계획서 등 관련서류가 한국정부에 제출되어야 하므로 F/S 등 여신취급을 위한 상당한 시간이 소요될 것으로 예상된다. 또한 한국-스리랑카 정부 간 정책협의 진행시 본 사업이 사업 주요 리스트에 포함되어 논의되고 또 선정되어야 한다. 따라서, 사업타당성조사(F/S) 등을 새로 받고, 양국 정부간 정책협의를 통한 선정절차를 거쳐야하는 등 소요되는 시간비용

측면에서 시범사업으로 본 건을 개발사업차관으로 추진하는 것은 적합하지 않다.

뿐만 아니라, 토목건설공사 등 현지화비용이 발생하는 부분에 대해서는 EDCF차관 적용이 원칙적으로 불가능하다. 다만, 해당국 정부의 예산이 부족하거나 사업실시기관이 현지화 소요비용 조달에 어려움이 있는 경우 제한적으로 현지화소요비용을 지원할 수도 있다.

만약, 상당한 시간이 소요되더라도 여타지역의 시범사업과 결합하여 사업규모를 확대하고 정책협의 안건으로 양국 정부가 논의선정한 경우에는 개발사업차관이 가장 적합한 금융지원방안이 될 수도 있다.

개발사업에 필요한 기자재 구입비용을 지원하는 기자재차관의 경우, 현지화비용이 발생하는 일반 건설비, 토목공사비 등은 지원이 불가능하나, 기자재 구입비용은 전액 조달할 수 있다. 또한, 기자재의 특성상 구입단가를 직관적으로 파악할 수 있으므로 사업계획이 수립되고 기자재 가격산정이 사업실시기관에 의해 이루어졌거나 국제가격과 비교할 때 적정하다고 판단되는 자료가 있으면 예외적으로 사업타당성 조사(F/S) 없이 취급할 수 있다는 장점이 있다. 따라서, 본 보고서상의 사업비 분석(Pre F/S)결과를 기초로 사업타당성 조사(F/S)를 생략함에 따라 개발사업차관에 비해 소요되는 시간을 절약할 수 있다.

그리고, 본 사업의 경우 소규모 사업이므로 소액차관(Compact loan)제도도 활용이 가능하다.

소액차관 제도는 `07년 EDCF 차관사업에 대한 한국 중소기업의 사업참여를 확대하기 위해 도입된 제도로서, 차관규모가 USD 5백만\$ 이하인 소액차관사업은 사업참여자를 한국 중소기업으로 제한하고 사업의 원활한 진행을 위해 사업신청, 심사, 구매 등 제반 절차를 대폭 간소화하여 시행하는 제도이다.

〈표 5-52〉 소액차관 지원조건

구분	내용
융자한도	5백만불 이하의 사업비 100%이내
금리	연 0~0.1%
상환기간 및 거치기간	양허성 수준을 초과하지 않는 범위내에서 결정
상환방법	연 2회 6개월 균등분할상환
담보	지방정부가 차주가 될 경우, 해당국 중앙정부 또는 중앙은행의 보증 필요

출처: EDCF

소액차관 제도는 금융의 취급용이성을 높이고, 사업기간을 단축시킬 수 있으며 금리 또한 0%수준으로 낮아진다는 점이 가장 큰 장점이다. 본 사업의 경우, 사업규모가 작아 소액차관 제도를 활용시 차관 실행을 위한 절차를 간소화할 수 있고 자금지출까지 소요되는 시간도 줄일 수 있어 본 사업에서는 우선적으로 고려할 필요가 있다. 단, OECD 수출협약상 양허성 수준을 준수하는 범위내에서 대출상환기간이 정해질 것이며, 수출업자는 대한민국 적격 중소기업간 제한경쟁 입찰 또는 경쟁입찰로 지정되어야 한다.

다. 소 결

본 사업에서 적합한 자금조달 방안은 EDCF 차관 중 소액차관형태의 기자재 차관이다. 이 경우, 본 사업의 기자재비용 USD 3,3백만\$에 대해 EDCF 소액차관을 통한 조달을 우선적으로 고려해 볼 수 있다.

본 사업에 대한 EDCF 차관의 조건은 다음과 같이 예상되며, 최종적인 차관 실행여부 및 세부조건 등은 향후 EDCF의 현장실사 및 사업검토 등에 따라 결정될 예정이다.

〈표 5-53〉 본 사업에 적용될 EDCF차관 조건

구 분	내 용
용자한도	5백만불 이하의 사업비 100%이내
금리	연 0%~0.1% 이내
대출기간	40년
거치기간	10년
상환방법	연 2회 6개월 균등분할상환
담보	지방정부가 차주가 될 경우, 해당국 중앙정부 또는 중앙은행의 보증 필요

출처: EDCF

잔여 투자비인 건축, 토목공사 비용은 현재로서는 스리랑카 정부의 자기자본만이 유일한 충당방안이다.

만약, 상당한 시간이 소요되더라도 정책협의 안건으로 양국 정부가 논의선정한 경우에는 무상원조 또는 개발사업차관으로 조달하는 방법도 고려할 수 있으나 사업규모 및 시범사업으로서의 특성 등을 감안할 때 바람직해보이지는 않는다.

결론적으로, 본 사업의 재원은 다음과 같이 조달할 것을 제안한다.

〈표 5-54〉 본 사업에 대한 금융조달 방안

구분	금액	대상 및 조건
기자재	USD 3.3백만\$(예상금액)	소액차관
토목건축공사 등	USD 4.2백만\$	스리랑카 정부재원
총 사업비	USD 7.5백만\$	

자료: 한국수출입은행

5. 사업성 분석

가. 분석 방식

1) 분석모형 및 지표

가) 분석모형

시범사업인 캔디(Kandy)시(市) 고품폐기물 중간처리(Intermediate Treatment) 시설 사업(이하 '본 사업')의 사업성 분석 모형으로는 현금흐름할인분석법(Discounted Cash Flow Method: 이하 'DCF')을 이용하였다. DCF는 분석 대상 사업 추진으로 인한 미래 비용과 수입의 현금흐름을 예측한 후, 가중평균 자본비용(Weighted Average Cost of Capital: WACC) 등으로 대변되는 목표 수익률(또는 자본의 기회비용)로 할인한 비용과 수입의 현재가치를 구하여 평가하는 방법이다²⁾.

DCF는 사업기간이 장기간인 대규모의 인프라 시설 사업, 개발사업 등의 사업성 분석에 일반적으로 사용되는 분석 방식이다. 한편 한국에서 대규모 국가 사업들의 타당성 분석을 담당하는 국가 연구기관인 한국개발연구원(Korea Development Institute: 이하 'KDI')에서도 특정 사업의 사업성 분석 시에는 DCF를 일반적으로 사용한다. 이러한 점들을 감안하여, 본 사업의 사업성 분석에서도 DCF를 사용하기로 한다.

2) 자료: 『에비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수장보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008) p.82

내) 분석지표

DCF에서 사용되는 분석지표에는 수익성지수(Profitability Index: 이하 'PI'), 재무적 순현재가치(Financial Net Present Value: 이하 'FNPV'), 재무적 내부수익률(Financial Internal Rate of Return: 이하 'FIRR')³⁾ 등이 있다. 본 사업의 사업성 분석에서는 분석 결과로서 이들 3가지 분석지표를 도출하도록 한다.⁴⁾

① 수익성지수(PI)

PI란 대상사업에 대한 투자로부터 장래 발생하는 현금유출의 현재가치에 대한 현금유입의 현재가치의 비율을 말한다. PI가 1보다 크면 재무적 타당성이 있는 것으로 판단한다.

$$PI = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} \div \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, r : 할인율

n : 분석기간

R_t : t 기간에 발생하는 현금유입액

C_t : t 기간에 발생하는 현금유출액

위 식에서 r 은 할인율로서 투자로부터 획득해야 할 최소한의 목표 수익률을 말한다. 이는 투자에 대한 자본비용 또는 기회비용으로 이해할 수 있다. PI와 FNPV를 산출하기 위해서는 이 할인율이 먼저 결정되어야 한다.

FNPV는 특정 사업의 사업성을 절대적 금액으로 측정하는데 비하여, PI는 해당 사업의 비용 대비 수입을 상대적 비율로서 측정한다.

② 재무적 순현재가치(FNPV)

특정사업에 대한 투자로부터 기대되는 미래 현금유입액의 현재가치 합계와 현금유출액의 현재가치 합계의 차이를 FNPV라고 한다. 산출된 FNPV가 0보다 크

3) 자료: 전계서 p.82

4) 이하의 분석 지표들에 대한 설명들은 전계서 pp.272~274의 내용들에서 부분 발췌, 정리한 것임

면 사업성이 있는 것으로 평가한다.

$$\begin{aligned}
 FNPV &= \text{현금유입액현재가합계} - \text{현금유출액현재가합계} \\
 &= \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}
 \end{aligned}$$

분석지표로서 FNPV를 사용할 경우의 장점으로, FNPV가 화폐의 시간가치를 감안한다는 점, 사업 자체의 가치 증가분이 금액으로 표시된다는 점 등을 들 수 있다. 반면 단점으로는 계산이 복잡하고 FIRR에 비해 현실감이 떨어진다는 점을 들 수 있다.

③ 재무적 내부수익률(FIRR)

평가 대상 사업에 대한 투자로부터 기대되는 현금 유입액과 현금 유출액의 현재가치 합계를 일치시키는 할인율을 FIRR이라고 한다. 이 FIRR이 투자자의 목표 수익률보다 높은 경우 사업성이 있는 것으로 평가한다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+FIRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+FIRR)^t}$$

위 식을 만족시키는 FIRR이 재무적 내부수익률이다. FIRR은 현금흐름에 기초를 두고 현재가치로 할인하는 과정을 통하여 계산되므로, 화폐의 시간가치를 고려할 수 있는 지표이다. 또한 현금흐름을 할인할 기준(할인율)이 정해지지 않더라도 계산이 가능한 장점이 있다. 한편 계산된 수익률을 제시하여 투자주체가 판단될 수 있도록 하는데, 이 때 FIRR이 퍼센트로 표시되므로 현실감을 줄 수 있다. 반면에 FIRR은 상대적으로 계산이 복잡하고, 복수의 값이 도출될 수 있는 단점이 있다.

2) 분석의 전제

가) 분석의 기준시점

본 사업의 사업성 분석을 위한 비용과 수입은 2014년 말(末) 불변가격 기준으로 추정하였다.

나) 분석기간

본 사업의 사업성 분석 대상 기간은 건설기간과 운영기간으로 대분(大分)할 수 있다. 건설기간은 공사기간 12개월(2016. 1. ~ 2016. 12.)과 착공 이전에 설계기간 2개월(2015. 11. ~ 2015. 12.)로 설정하였다.

운영기간은 본 사업 시설의 내용연수를 감안하여, 20년으로 설정하였다. 이에 따라 본 사업성 분석에서의 운영기간은 2017년~2036년으로 설정하였다.

다) 할인율

DCF에서는 분석 대상 사업에서 기대되는 미래 현금흐름의 현재가치를 계산하기 위해 추정된 현금흐름을 적절한 할인율로 할인하여야 한다. 한편 본 분석에서는 비용과 수입을 2014년 말(末) 불변가격 기준으로 추정하는 점을 감안하여, 할인율은 실질 할인율을 적용하기로 한다.

본 분석에서의 할인율은 한국의 국고채 금리와 KDI의 사업성 분석에 적용되는 할인율간의 격차를 참조하여 설정하였다. 한국의 5년물 국고채의 최근 5년간 평균 금리 수준은 약 3.5% 수준을 보이고 있다.

〈표 5-55〉 한국의 과거 5년간 국고채(5년물) 금리

연도	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	평균
금리	4.31%	3.90%	3.24%	3.00%	2.84%	3.46%

자료: 한국은행경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr>)

반면, KDI의 사업성 분석 시 적용되는 할인율은 실질 5.5% 수준이다. 이에 따라 KDI의 할인율을 한국의 국고채 금리와 단순 비교하면 2.0%p의 격차를 보이고 있다.

스리랑카의 2014년 10월 현재 기준금리는 6.5% 수준으로 파악된다⁵⁾. 스리랑카의 국가위험(Country Risk) 등을 감안할 때, 스리랑카 사업에 적용되는 할인율과 스리랑카 기준금리간의 격차는, 한국에서 추진되는 사업에 적용되는 할인율과 한국의 국고채 금리 간의 격차(2.0%p)보다 커야 할 것으로 판단된다. 이러한 점을 감안하여, 본 사업에 적용되는 할인율은 스리랑카 기준금리(6.5%)에 4.5%p 정도의 격차를 둔 실질 11.0% 수준으로 설정하였다.

이와 같이 설정된 할인율은 본 사업성 분석 과정에서 PI와 FNPV를 도출할

5) 자료: 「스리랑카의 투자환경위험 평가보고서」 (한국수출입은행 해외경제연구소, 2014. 10.)

때 적용되었다.

라) 사업추진주체 및 자원조달구조

본 사업은 시범사업인 점과 스리랑카 현지의 환경시설 운영 역량 등을 감안, 스리랑카 정부(중앙정부 또는 사업시설 위치 지자체)를 본 사업의 추진주체로 설정하였다.

본 사업은 한국의 EDCF(Economic Development Cooperation Fund) 차관 제공을 통해 추진될 예정이다. 한편 본 사업은 사업비 규모가 74억원(6.8백만 USD) 수준으로 상대적으로 사업 규모가 작다. 이러한 점 등을 감안하여 본 사업에 대한 '자원조달방안' 검토 부문에서는 적합한 자금조달 방안으로 EDCF 차관 방식 중 소액차관(Compact Loan) 형태의 기자재 차관을 제안하였다. 이러한 점을 감안하여, 본 사업의 사업성 분석 과정에서도 EDCF 차관 제공은 소액 차관(Compact Loan) 형태의 기자재 차관을 가정하였다. 이 때 차관을 제공받는 차주는 본 사업의 추진주체인 스리랑카 정부(중앙정부 또는 사업시설이 위치한 해당 지자체)가 될 것으로 보인다.

본 사업에 대한 EDCF의 소액차관(Compact Loan) 형태의 기자재 차관 제공 금액은 본 사업 총 투자비[7.5백만USD(82.3억원)] 중 기자재비 해당 금액(기계 분야 공사비(설치비 포함)와 동 금액의 물가변동비를 합한 금액 3.3백만 USD(36.4억원)]으로 설정하였다. 기자재비 이외 기타 금액[4.2백만USD(45.9억원)]은 스리랑카 정부가 투입하는 것으로 가정하였다.

EDCF 소액차관(Compact Loan)은 무이자로 제공되는 점을 감안, 본 사업 차입금의 금리도 0%로 설정하였다. 한편 소액차관의 상환기간은 추후 사업 추진 시 확정될 예정이나, 본 분석에서 상환조건은 일단 본 사업의 운영기간(20년) 중 10년 거치, 10년 원금 균등 분할 상환하는 것으로 가정하였다.

매) 기타

본 사업은 부가가치세(Value Added Tax: V.A.T.) 과세 대상 사업으로 가정하고 사업성을 분석하였다. 이에 따라 사업성 분석 과정에서 비용과 수입들은 부가가치세(V.A.T.) 제외 금액으로 투입하였다⁶⁾. 부가가치세율은 스리랑카 현지 세율인 11%⁷⁾를 적용하였다.

6) 부가가치세(V.A.T.) 면세 사업의 경우 사업성 분석 과정에서는, 수입은 부가가치세(V.A.T.) 제외 금액으로, 비용은 부가가치세(V.A.T.) 포함 금액으로 투입

나. 분석 시나리오 설정 및 비용·수입 추정

1) 분석 시나리오 설정

본 사업의 사업성 분석 시나리오는 2가지 관점, 즉 ①고려되는 수입 항목, ② EDCF 차관의 상환 재원을 감안하여 설정하였다.

가) 고려되는 수입 항목의 관점

첫 번째 관점, 즉 고려되는 수입 항목에 따라서는 2가지 시나리오를 설정하였다. 이들 2가지 시나리오를 편의 상 '시나리오 1-1' 과 '시나리오 1-2' 로 이름을 붙이면, 시나리오별 내용은 다음과 같다.

'시나리오 1-1' 은 수입 항목에 반입 폐기물 중 재활용품 판매 수입만을 고려하는 것이다. 동 시나리오에서는 이러한 수입 추정 결과와 비용 추정 결과를 이용하여, 사업성 분석 지표(PI, FNPV, FIRR)들을 도출하게 된다.

'시나리오 1-2' 는 수입 항목에 재활용품 판매 수입 이외에 폐기물 반입 수수료 수입을 추가 고려하는 것이다. 동 시나리오에서는 사업성을 확보⁷⁾할 수 있는 최소한의 폐기물 반입 수수료 단가(Tipping Fee) 수준을 도출하게 된다.

나) EDCF 차관 상환 재원의 관점

두 번째 관점, 즉 EDCF 차관의 상환 재원에 따라서는 2가지 시나리오를 설정하였다. 이들 2가지 시나리오를 편의 상 '시나리오 2-1' 과 '시나리오 2-2' 로 이름을 붙이면, 시나리오별 내용은 다음과 같다. '시나리오 2-1' 은 본 사업에서 발생하는 현금흐름(Cash Flow)에서 EDCF 차관 금액을 상환하는 것으로 가정하는 것이다.

반면에 '시나리오 2-2' 는 스리랑카 중앙정부가 별도의 예산 등을 통해 EDCF 차관 금액을 상환하는 것으로 가정하는 것이다. 즉, 본 사업에서 발생하는 현금흐름(Cash Flow)에서는 EDCF 차관 금액을 상환할 필요가 없는 것으로 보는 것이다.

한편 본 분석에서는 '시나리오 2-2' 를 투자비 회수 여부에 따라 2가지 시나리오로 세분하였다. 첫 번째 세부 시나리오(시나리오 2-2-1)는 EDCF 차관

7) 자료: 대한무역투자진흥공사(Korea Trade-Investment Promotion Agency) 해외비즈니스포털 (<http://www.globalwindow.org>) 중 스리랑카 국가정보

8) 즉, PI가 1.0 이상, FNPV가 0.0 이상으로 도출

금액 이외의 투자비를 본 사업의 수입으로 회수하는 것이다. 두 번째 세부 시나리오(시나리오 2-2-2)는 EDCF 차관 금액 이외의 투자비를 본 사업에서 회수하지 않는 것이다. 동 시나리오에서는 본 사업의 수입은 시설 운영기간 동안의 운영비 충당에만 사용하는 것으로 가정한다.

다) 분석 시나리오 종합

본 분석에서 고려되는 시나리오들을 종합하여 정리하면 다음 쪽(Page)의 표와 같다.

〈표 5-56〉 분석 시나리오 종합

분석 시나리오		수입 항목	
		반입수수료 미고려	반입수수료 고려
EDCF 차관 상환 재원	본 사업 현금흐름	<ul style="list-style-type: none"> - 재활용 판매수입만 고려(폐기물 반입수수료 수입 미고려) - 본 사업 현금흐름에서 EDCF 차관 상황 → 사업성 분석 지표(PI, FNPV, FIRR) 도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 재활용 판매수입 및 폐기물 반입수수료 수입 고려 - 본 사업 현금흐름에서 EDCF 차관 상황 → 사업성 확보 가능 최소 반입 수수료 단가 도출
	별도 예산 투자비 회수	<ul style="list-style-type: none"> - 재활용 판매수입만 고려(폐기물 반입수수료 수입 미고려) - 중앙정부의 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상황 - 본 사업의 수입으로 투자비 회수 → 사업성 분석 지표(PI, FNPV, FIRR) 도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 재활용 판매수입 및 폐기물 반입수수료 수입 고려 - 중앙정부의 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상황 - 본 사업의 수입으로 투자비 회수 → 사업성 확보 가능 최소 반입 수수료 단가 도출
	투자비 미회수	<ul style="list-style-type: none"> ※ 투자비를 회수하지 않으므로, 수익률이 고려되는 사업성 분석 지표들은 별도로 도출하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> - 재활용 판매수입 및 폐기물 반입수수료 수입 고려 - 중앙정부의 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상황 - 본 사업의 수입은 운영기간 운영비 충당에만 사용 → 운영비 충당이 가능한 최소 반입 수수료 단가 도출

2) 비용 추정

본 사업 추진에 따라 소요되는 비용은 건설기간의 총투자비와 운영기간의 운

영비로 대분(大分)할 수 있다. 한편 본 분석에서 적용된 환율은 분석 수행 당시의 환율로서, 1Rs 당 8.17원, 1USD 당 1,091.27원을 적용하였다.

가) 총투자비(건설기간) 추정

건설기간의 총투자비는 총사업비에 물가변동비와 건설이자를 추가하여 추정하였다.

① 총사업비 추정

총사업비는 공사비, 설계비, 감리비, 부대비, 예비비로 구분되며, 이들 항목은 2014년 말(末) 불변가격 기준으로 추정하였다. 공사비는 기계, 전기, 건축, 토목 공사비로 세분되며, 금액은 5,8백만USD(63억원)으로 추정되었다. 공사비 이외 설계비, 감리비, 부대비, 예비비에 소요되는 금액들은 1,0백만USD(11억원)로 추정되었다. 이에 따라 총사업비는 약 6,8백만USD(74억원)로 추정되었다.

〈표 5-57〉 총사업비 추정 결과

구분	금액		비고
	(천USD)	(백만원)	
공사비	5,783	6,311	기계, 전기, 건축, 토목
설계비	248	271	한국의 엔지니어링사업대가 기준
감리비	83	91	한국의 엔지니어링사업대가 기준
부대비	249	271	공사비의 4.3%
예비비	426	464	수송비(한국→스리랑카 현지)로서, 기자재비의 10%
총사업비	6,789	7,409	

주 1: 부가가치세(V.A.T.) 제외 금액

주 2: 1USD = 1,091.27원 적용

② 총투자비 추정

물가변동비는 본 사업의 건설기간 중 물가변동에 대비하여 확보하는 예비비 성격의 비용에 해당한다. 물가변동비의 추정을 위해서는 스리랑카의 연간 물가 상승률을 추정해야 한다. 검토 결과, 스리랑카의 최근 5년간 평균 소비자 물가 상승률은 연 5.68% 수준으로 나타난다. 한편 스리랑카의 소비자 물가 상승률은 시간의 경과에 따라 하향 안정화 추세를 보이는 점을 감안하여, 본 분석에서 장래 스리랑카의 물가 상승률은 연 5.5% 수준으로 가정하였다. 이러한 물가 상승률을 총사업비에 적용하여 물가변동비를 추정하였다.

〈표 5-58〉 스리랑카의 최근 5년간 소비자 물가 상승률

연도	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	평균
금리	6.8%	4.9%	9.2%	4.7%	2.8%	5.68%

주: 2014년의 물가 상승률은 예상치임

자료: 대한무역투자진흥공사(Korea Trade-Investment Promotion Agency) 해외비즈니스포털
(<http://www.globalwindow.org>) 중 스리랑카 국가정보

건설이자는 건설기간 중 발생하는 차입금에 대한 지급이자에 해당한다. 본 사업의 경우에는 재원조달 부분에서 언급되었듯이, EDCF 소액차관이 무이자로 제공될 예정이다. 이러한 점을 감안하여 건설이자는 발생하지 않는 것으로 가정하였다.

이러한 과정을 거쳐 본 사업의 건설기간 중 총투자비는 약 7.5백만USD(82억원)로 추정되었다.

〈표 5-59〉 총투자비 추정 결과

구분	금액		비고
	(천USD)	(백만원)	
총사업비	6,789	7,409	
물가변동비	753	822	연 물가상승률 5.5%
건설이자	-	-	금리 연 0%
총투자비	7,542	8,230	

주 1: 부가가치세(V.A.T.) 제외 금액

주 2: 1USD = 1,091.27원 적용

나) 운영비(운영기간) 추정

본 사업의 운영기간에 대해 추정된 운영비는 인건비, 연료비, 상하수도비, 유지보수비, 예비비 등으로 구성된다. 운영비 추정 결과, 비정기적으로 소요되는 대수선비를 제외한 연간 운영비는 109천USD(119백만원)이 소요될 것으로 추정되었다.

〈표 5-60〉 운영비 추정 결과 (대수선비 제외)

구분	금액		비고
	(USD)	(천원)	
인건비	60,917	66,477	플랜트 소장 외 26명 : 스리랑카 평균 노임 적용
연료비	14,054	15,337	분도지, 압플트러 가동용 연료비
상하수도비	146	159	전처리(MBT)설비 용수 비용
유지보수비	33,635	36,705	기계, 전기공사비의 1%
예비비(각종 검사비)	544	593	(인건비+연료비+상하수도비+유지보수비)의 5%
합계	109,295	119,271	

주 1: 부가가치세(V.A.T.) 제외 금액

주 2: 2014년 말(末) 물변가격 기준

주 3: 1USD = 1,091.27원 적용

한편 대수선비는 운영개시 이후 10년 주기로 기계, 전기공사비의 50% 해당 금액(1.7백만USD(18.4억원))을 투입하는 것으로 추정하였다. 대수선비를 포함한 연간 운영비는 연평균 0.28백만USD/년(3.03억원/년) 수준으로 추정되었다.

3) 수입 추정

분석 시나리오 설정 부분에서 언급된 바와 같이, 본 분석에서 고려된 수입 항목은 재활용품 판매 수입과 폐기물 반입 수수료(Tipping Fee) 수입의 2가지이다.

가) 재활용품 판매 수입

본 사업 시설 운영 과정에서 발생하는 판매 대상 재활용품의 품목은 금속(Metal), 유리(Glass), 종이(Paper), 플라스틱(Plastic)의 4가지로 구분 가능할 것으로 예상된다. 하루 재활용품 발생량은 1.86톤 정도로 예상되며, 이 중 해당 재활용품의 순도율을 고려한 판매 대상량은 1.72톤 정도일 것으로 예상된다.

재활용품 판매 대상량에 품목별 판매단가와 판매율, 그리고 본 사업 시설의 연간 운영일수(260일/년)을 적용하여 연간 재활용품 판매수입을 추정하였다. 이 과정에서 판매단가는 스리랑카의 재활용품 품목별 평균 판매단가(부가가치세(V.A.T.) 제외 금액)를 적용하였다. 재활용품 판매수입은 연간 28천USD(31백만원) 수준으로 추정되었다.

〈표 5-61〉 연간 재활용품 판매 수입 추정 결과

품목	재활용발생량 (톤/일)	순도율	판매대상량 (톤/일)	판매단가 (Rs/kg)	판매율	판매수입	
						(USD/년)	(천원/년)
금속(Metal)	0.10	80%	0.08	31.5	80%	3,928	4,287
유리(Glass)	0.45	80%	0.36	26.0	80%	14,486	15,808
종이(Paper)	0.64	95%	0.61	4.5	80%	4,285	4,676
플라스틱(Plastic)	0.67	100%	0.67	4.5	90%	5,279	5,761
합계	1.86		1.72	-		27,978	30,532

주 1: 판매대상량 = 재활용 발생량 × 순도율

주 2: 판매수입 = 판매대상량 × 판매단가 × 판매율 × 260일(연간 시설 운영일)

주 3: 판매단가는 부가가치세(V.A.T.) 제외 금액임

주 4: 2014년 말(末) 불변가격 기준

주 5: 1Rs = 8.17원 적용

주 6: 1USD = 1,091.27원 적용

9) 본문에서와 같은 적용(운영개시 이후 10년 주기로 기계, 전기공사비의 50% 해당 금액을 대수선비로 투입) 사례는 「구라남양주 에코커뮤니티 민간투자사업 사업제안서」의 관련 내용 참조

나) 폐기물 반입 수수료(Tipping Fee) 수입

폐기물 반입 수수료(Tipping Fee) 수입 추정을 위한 폐기물 반입량은 하루 50톤으로 추정되었다. 여기에 본 사업 시설의 연간 운영일수(260일/년)를 적용하여 폐기물 반입 수수료(Tipping Fee) 수입을 추정하였다.

기 언급된 바와 같이 폐기물 반입 수수료(Tipping Fee) 수입은 사업성 확보가 가능한 최소 폐기물 반입 수수료(Tipping Fee) 단가 수준을 도출하는 목적에서 추정되었다.

다. 분석 결과

언급된 과정을 거친 분석 시나리오별 사업성 분석 결과는 아래의 표와 같다. 아래의 표에서 '반입수수료 고려' 시나리오들에서의 결과는 사업성 확보가 가능한 최소 반입수수료 단가를 의미한다.

〈표 5-62〉 시나리오별 사업성 분석 결과

분석 시나리오		수입 항목			
		반입수수료 수입 미고려		반입수수료 수입 고려	
EIDCF 자관 상환 재원	본 사업 현금흐름	PI	0.03	79.8USD/톤 (87,121원/톤)	
		FNPV	-6.7백만USD(-73.2억원)		
		FIRR	n.a.		
	별 도 예 산	투자비 회수	PI	0.38	50.9USD/톤 (55,559원/톤)
			FNPV	-4.3백만USD(-46.7억원)	
			FIRR	n.a.	
	투자비 미회수	X		19.2USD/톤 (20,943원/톤)	

주: '반입수수료 미고려' 시나리오들에서는 FNPV가 음(-)의 값으로 나와, 마이크로소프트 엑셀(Microsoft Excel) 프로그램에서 FIRR을 계산하지 못하는 상황 발생 ⇒ 'n.a.' 로 표기

사업성 분석 결과, 반입수수료 수입을 고려하지 않을 경우 수익성지수(PI)는 시나리오에 따라 0.03~0.38 수준을 보이고 있다. 한편 반입수수료 수입을 고려할 경우 사업성을 확보하기 위한 최소 반입수수료 단가는 시나리오에 따라 약 19USD/톤(21천원/톤)~80USD/톤(87천원/톤) 수준을 보이고 있다.

개별 분석 시나리오들에서 사업성 분석 지표 도출을 위한 현금흐름표(Cash Flow)들을 정리하면 다음의 표들과 같다.

〈표 5-63〉 현금흐름표(USD 단위)(반입수수료 미고려 & 본 사업 현금흐름에서 EDCF 차관 상환)

(단위: 천USD)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		560	0	0	28	28	28	28	28
재활용품 판매수입		560	0	0	28	28	28	28	28
불변현금유출		12,338	248	6,540	109	109	109	109	109
사업비		6,789	248	6,540					
운영비		5,549			109	109	109	109	109
순현금흐름		-11,779	-248	-6,540	-81	-81	-81	-81	-81
현금유입현가		181	0	0	20	18	17	15	13
현금유출현가		6,889	224	5,308	80	72	65	58	53
순현금흐름현가		-6,708	-224	-5,308	-59	-54	-48	-43	-39
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		28	28	28	28	28	28	28	28
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	28
불변현금유출		109	109	109	109	1,791	109	109	109
사업비									
운영비		109	109	109	109	1,791	109	109	109
순현금흐름		-81	-81	-81	-81	-1,763	-81	-81	-81
현금유입현가		12	11	10	9	8	7	6	6
현금유출현가		47	43	38	35	512	28	25	23
순현금흐름현가		-35	-32	-29	-26	-504	-21	-19	-17
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		28	28	28	28	28	28	28	
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	
불변현금유출		109	109	109	109	109	109	1,791	
사업비									
운영비		109	109	109	109	109	109	1,791	
순현금흐름		-81	-81	-81	-81	-81	-81	-1,763	
현금유입현가		5	5	4	4	3	3	3	
현금유출현가		21	19	17	15	14	12	180	
순현금흐름현가		-15	-14	-12	-11	-10	-9	-177	

(표 5-64) 현금흐름표(원화 단위)[반입수수료 미고려 & 본 사업
현금흐름에서 EDCF 차관 상환]

(단위: 백만 원)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		611	0	0	31	31	31	31	31
재활용품 판매수입		611	0	0	31	31	31	31	31
불변현금유출		13,465	271	7,137	119	119	119	119	119
사업비		7,409	271	7,137					
운영비		6,056			119	119	119	119	119
순현금흐름		-12,854	-271	-7,137	-89	-89	-89	-89	-89
현금유입현가		197	0	0	22	20	18	16	15
현금유출현가		7,517	244	5,793	87	79	71	64	57
순현금흐름현가		-7,320	-244	-5,793	-65	-58	-53	-47	-43
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		31	31	31	31	31	31	31	31
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	31
불변현금유출		119	119	119	119	1,955	119	119	119
사업비									
운영비		119	119	119	119	1,955	119	119	119
순현금흐름		-89	-89	-89	-89	-1,924	-89	-89	-89
현금유입현가		13	12	11	10	9	8	7	6
현금유출현가		52	47	42	38	559	31	28	25
순현금흐름현가		-39	-35	-31	-28	-550	-23	-21	-19
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		31	31	31	31	31	31	31	
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	
불변현금유출		119	119	119	119	119	119	1,955	
사업비									
운영비		119	119	119	119	119	119	1,955	
순현금흐름		-89	-89	-89	-89	-89	-89	-1,924	
현금유입현가		6	5	5	4	4	3	3	
현금유출현가		22	20	18	16	15	13	197	
순현금흐름현가		-17	-15	-14	-12	-11	-10	-194	

〈표 5-65〉 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 고려 & 본 사업
현금흐름에서 EDCF 차관 상환]

(단위: 천USD)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		21,317	0	0	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066
반입수수료 수입		20,757			1,038	1,038	1,038	1,038	1,038
재활용품 판매수입		560			28	28	28	28	28
불변현금유출		12,338	248	6,540	109	109	109	109	109
사업비		6,789	248	6,540					
운영비		5,549			109	109	109	109	109
순현금흐름		8,978	-248	-6,540	957	957	957	957	957
현금유입현가		6,889	0	0	779	702	633	570	513
현금유출현가		6,889	224	5,308	80	72	65	58	53
순현금흐름현가		0	-224	-5,308	699	630	568	511	461
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066
반입수수료 수입		1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	28
불변현금유출		109	109	109	109	1,791	109	109	109
사업비									
운영비		109	109	109	109	1,791	109	109	109
순현금흐름		957	957	957	957	-725	957	957	957
현금유입현가		462	417	375	338	305	274	247	223
현금유출현가		47	43	38	35	512	28	25	23
순현금흐름현가		415	374	337	303	-207	246	222	200
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	
반입수수료 수입		1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	
불변현금유출		109	109	109	109	109	109	1,791	
사업비									
운영비		109	109	109	109	109	109	1,791	
순현금흐름		957	957	957	957	957	957	-725	
현금유입현가		201	181	163	147	132	119	107	
현금유출현가		21	19	17	15	14	12	180	
순현금흐름현가		180	162	146	132	119	107	-73	

〈표 5-66〉 현금흐름표(원화 단위)(반입수수료 고려 & 본 사업
현금흐름에서 EDCF 차관 상환)

(단위: 백만 원)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		23,262	0	0	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163
반입수수료 수입		22,652			1,133	1,133	1,133	1,133	1,133
재활용품 판매수입		611			31	31	31	31	31
불변현금유출		13,465	271	7,137	119	119	119	119	119
사업비		7,409	271	7,137					
운영비		6,056			119	119	119	119	119
순현금흐름		9,798	-271	-7,137	1,044	1,044	1,044	1,044	1,044
현금유입현가		7,517	0	0	850	766	690	622	560
현금유출현가		7,517	244	5,793	87	79	71	64	57
순현금흐름현가		0	-244	-5,793	763	688	619	558	503
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163
반입수수료 수입		1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	31
불변현금유출		119	119	119	119	1,955	119	119	119
사업비									
운영비		119	119	119	119	1,955	119	119	119
순현금흐름		1,044	1,044	1,044	1,044	-791	1,044	1,044	1,044
현금유입현가		505	455	410	369	332	300	270	243
현금유출현가		52	47	42	38	559	31	28	25
순현금흐름현가		453	408	368	331	-226	269	242	218
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	
반입수수료 수입		1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	
불변현금유출		119	119	119	119	119	119	1,955	
사업비									
운영비		119	119	119	119	119	119	1,955	
순현금흐름		1,044	1,044	1,044	1,044	1,044	1,044	-791	
현금유입현가		219	197	178	160	144	130	117	
현금유출현가		22	20	18	16	15	13	197	
순현금흐름현가		197	177	160	144	129	117	-80	

〈표 5-67〉 현금흐름표(USD 단위)(반입수수료 미고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환(투자비 회수))

(단위: 천USD)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		3,554	0	2,994	28	28	28	28	28
재활용품 판매수입		560			28	28	28	28	28
EDCF 차관		2,994	0	2,994					
불변현금유출		12,338	248	6,540	109	109	109	109	109
사업비		6,789	248	6,540					
운영비		5,549			109	109	109	109	109
순현금흐름		-8,785	-248	-3,546	-81	-81	-81	-81	-81
현금유입현가		2,611	0	2,430	20	18	17	15	13
현금유출현가		6,889	224	5,308	80	72	65	58	53
순현금흐름현가		-4,278	-224	-2,878	-59	-54	-48	-43	1-39
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		28	28	28	28	28	28	28	28
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	28
EDCF 차관									
불변현금유출		109	109	109	109	1,791	109	109	109
사업비									
운영비		109	109	109	109	1,791	109	109	109
순현금흐름		-81	-81	-81	-81	-1,763	-81	-81	-81
현금유입현가		12	11	10	9	8	7	6	6
현금유출현가		47	43	38	35	512	28	25	23
순현금흐름현가		-35	-32	-29	-26	-504	-21	-19	-17
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		28	28	28	28	28	28	28	
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	
EDCF 차관									
불변현금유출		109	109	109	109	109	109	1,791	
사업비									
운영비		109	109	109	109	109	109	1,791	
순현금흐름		-81	-81	-81	-81	-81	-81	-1,763	
현금유입현가		5	5	4	4	3	3	3	
현금유출현가		21	19	17	15	14	12	180	
순현금흐름현가		-15	-14	-12	-11	-10	-9	-177	

주: 본 사업의 현금흐름 이외에 별도의 예산에서 EDCF 차관을 상환하는 경우, 동 차관 수령액은 본 사업의 현금흐름(Cash Flow)에서 상환할 필요가 없으므로, 본 사업의 입장에서는 결과적으로 현금 유입에 해당함. 이에 따라 'EDCF 차관' 수령액은 '현금유입' 항목으로 분류

(표 5-68) 현금흐름표(원화 단위)(반입수수료 미고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환(투자비 회수))

(단위: 백만원)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		3,878	0	3,267	31	31	31	31	31
재활용품 판매수입		611			31	31	31	31	31
EDCF 차관		3,267	0	3,267					
불변현금유출		13,465	271	7,137	119	119	119	119	119
사업비		7,409	271	7,137					
운영비		6,056			119	119	119	119	119
순현금흐름		-9,587	-271	-3,870	-89	-89	-89	-89	-89
현금유입현가		2,849	0	2,652	22	20	18	16	15
현금유출현가		7,517	244	5,793	87	79	71	64	57
순현금흐름현가		-4,668	-244	-3,141	-65	-58	-53	-47	-43
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		31	31	31	31	31	31	31	31
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	31
EDCF 차관									
불변현금유출		119	119	119	119	1,955	119	119	119
사업비									
운영비		119	119	119	119	1,955	119	119	119
순현금흐름		-89	-89	-89	-89	-1,924	-89	-89	-89
현금유입현가		13	12	11	10	9	8	7	6
현금유출현가		52	47	42	38	559	31	28	25
순현금흐름현가		-39	-35	-31	-28	-550	-23	-21	-19
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		31	31	31	31	31	31	31	
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	
EDCF 차관									
불변현금유출		119	119	119	119	119	119	1,955	
사업비									
운영비		119	119	119	119	119	119	1,955	
순현금흐름		-89	-89	-89	-89	-89	-89	-1,924	
현금유입현가		6	5	5	4	4	3	3	
현금유출현가		22	20	18	16	15	13	197	
순현금흐름현가		-17	-15	-14	-12	-11	-10	-194	

주: 본 사업의 현금흐름 이외에 별도의 예산에서 EDCF 차관을 상환하는 경우, 동 차관 수령액은 본 사업의 현금흐름(Cash Flow)에서 상환할 필요가 없으므로, 본 사업의 입장에서는 결과적으로 현금 유입에 해당함. 이에 따라 'EDCF 차관' 수령액은 '현금유입' 항목으로 분류

(표 5-69) 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 고려 & 별도 예산
등에서 EDCF 차관 상환(투자비 회수)]

(단위: 천USD)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		16,791	0	2,994	690	690	690	690	690
반입수수료 수입		13,237			662	662	662	662	662
재활용품 판매수입		560			28	28	28	28	28
EDCF 차관		2,994	0	2,994					
불변현금유출		12,338	248	6,540	109	109	109	109	109
사업비		6,789	248	6,540					
운영비		5,549			109	109	109	109	109
순현금흐름		4,453	-248	-3,546	581	581	581	581	581
현금유입현가		6,889	0	2,430	504	454	409	369	332
현금유출현가		6,889	224	5,308	80	72	65	58	53
순현금흐름현가		0	-224	-2,878	424	382	345	310	280
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		690	690	690	690	690	690	690	690
반입수수료 수입		662	662	662	662	662	662	662	662
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	28
EDCF 차관									
불변현금유출		109	109	109	109	1,791	109	109	109
사업비									
운영비		109	109	109	109	1,791	109	109	109
순현금흐름		581	581	581	581	-1,101	581	581	581
현금유입현가		299	270	243	219	197	178	160	144
현금유출현가		47	43	38	35	512	28	25	23
순현금흐름현가		252	227	204	184	-315	149	135	121
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		690	690	690	690	690	690	690	
반입수수료 수입		662	662	662	662	662	662	662	
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	
EDCF 차관									
불변현금유출		109	109	109	109	109	109	1,791	
사업비									
운영비		109	109	109	109	109	109	1,791	
순현금흐름		581	581	581	581	581	581	-1,101	
현금유입현가		130	117	105	95	86	77	69	
현금유출현가		21	19	17	15	14	12	180	
순현금흐름현가		109	98	89	80	72	65	-111	

주: 본 사업의 현금흐름 이외에 별도의 예산에서 EDCF 차관을 상환하는 경우, 동 차관 수명액은 본 사업의 현금흐름(Cash Flow)에서 상환할 필요가 없으므로, 본 사업의 입장에서는 결과적으로 현금 유입에 해당함. 이에 따라 EDCF 차관 수명액은 '현금유입' 항목으로 분류

(표 5-70) 현금흐름표(원화 단위)(반입수수료 고려 & 별도 예산
등에서 EDCF 차관 상환(투자비 회수))

(단위: 백만원)

항목	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		18,323	0	3,267	753	753	753	753	753
반입수수료 수입		14,445			722	722	722	722	722
재활용품 판매수입		611			31	31	31	31	31
EDCF 차관		3,267	0	3,267					
불변현금유출		13,465	271	7,137	119	119	119	119	119
사업비		7,409	271	7,137					
운영비		6,056			119	119	119	119	119
순현금흐름		4,859	-271	-3,870	634	634	634	634	634
현금유입현가		7,517	0	2,652	550	496	447	402	363
현금유출현가		7,517	244	5,793	87	79	71	64	57
순현금흐름현가		0	-244	-3,141	463	417	376	339	305
항목	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		753	753	753	753	753	753	753	753
반입수수료 수입		722	722	722	722	722	722	722	722
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	31
EDCF 차관									
불변현금유출		119	119	119	119	1,955	119	119	119
사업비									
운영비		119	119	119	119	1,955	119	119	119
순현금흐름		634	634	634	634	-1,202	634	634	634
현금유입현가		327	294	265	239	215	194	175	157
현금유출현가		52	47	42	38	559	31	28	25
순현금흐름현가		275	248	223	201	-344	163	147	132
항목	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		753	753	753	753	753	753	753	
반입수수료 수입		722	722	722	722	722	722	722	
재활용품 판매수입		31	31	31	31	31	31	31	
EDCF 차관									
불변현금유출		119	119	119	119	119	119	1,955	
사업비									
운영비		119	119	119	119	119	119	1,955	
순현금흐름		634	634	634	634	634	634	-1,202	
현금유입현가		142	128	115	104	93	84	76	
현금유출현가		22	20	18	16	15	13	197	
순현금흐름현가		119	107	97	87	79	71	-121	

주: 본 사업의 현금흐름 이외에 별도의 예산에서 EDCF 차관을 상환하는 경우, 동 차관 수령액은 본 사업의 현금흐름(Cash Flow)에서 상환할 필요가 없으므로, 본 사업 입장에서는 결과적으로 현금 유입에 해당함. 이에 따라 EDCF 차관 수령액은 '현금유입' 항목으로 분류

〈표 5-71〉 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 고려 & 별도 예산
등에서 EDCF 차관 상환(투자비 미회수)]

(단위: 천USD)

항목 \ 연도	연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입		5,549	0	0	277	277	277	277	277
반입수수료 수입		4,990			249	249	249	249	249
재활용품 판매수입		560			28	28	28	28	28
불변현금유출		5,549	0	0	109	109	109	109	109
운영비		5,549			109	109	109	109	109
순현금흐름		0	0	0	168	168	168	168	168
항목 \ 연도	연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입		277	277	277	277	277	277	277	277
반입수수료 수입		249	249	249	249	249	249	249	249
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	28
불변현금유출		109	109	109	109	1,791	109	109	109
운영비		109	109	109	109	1,791	109	109	109
순현금흐름		168	168	168	168	-1,514	168	168	168
항목 \ 연도	연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입		277	277	277	277	277	277	277	
반입수수료 수입		249	249	249	249	249	249	249	
재활용품 판매수입		28	28	28	28	28	28	28	
불변현금유출		109	109	109	109	109	109	1,791	
운영비		109	109	109	109	109	109	1,791	
순현금흐름		168	168	168	168	168	168	-1,514	

주: 동 시나리오에서는 본 사업의 수입은 시설 운영기간 동안의 운영비 충당에만 사용하는 것으로 가정. 이에 따라 현금 유입 및 유출 항목은 운영기간 수입과 운영비에 한정하여 기술

〈표 5-72〉 현금흐름표(원화 단위)[반입수수료 고려 & 별도 예산
등에서 EDCF 차관 상환(투자비 미회수)]

(단위: 백만원)

항목 \ 연도	합계	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
불변현금유입	6,056	0	0	303	303	303	303	303
반입수수료 수입	5,445			272	272	272	272	272
재활용품 판매수입	611			31	31	31	31	31
불변현금유출	6,056	0	0	119	119	119	119	119
운영비	6,056			119	119	119	119	119
순현금흐름	0	0	0	184	184	184	184	184
항목 \ 연도	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
불변현금유입	303	303	303	303	303	303	303	303
반입수수료 수입	272	272	272	272	272	272	272	272
재활용품 판매수입	31	31	31	31	31	31	31	31
불변현금유출	119	119	119	119	1,955	119	119	119
운영비	119	119	119	119	1,955	119	119	119
순현금흐름	184	184	184	184	-1,652	184	184	184
항목 \ 연도	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
불변현금유입	303	303	303	303	303	303	303	
반입수수료 수입	272	272	272	272	272	272	272	
재활용품 판매수입	31	31	31	31	31	31	31	
불변현금유출	119	119	119	119	119	119	1,955	
운영비	119	119	119	119	119	119	1,955	
순현금흐름	184	184	184	184	184	184	-1,652	

주: 동 시나리오에서는 본 사업의 수입은 시설 운영기간 동안의 운영비 충당에만 사용하는 것으로 가정. 이에 따라 현금 유입 및 유출 항목은 운영기간 수입과 운영비에 한정하여 기술

제6장 결론 및 한계

조판기 (국토연구원)

제1절 결론

현재 스리랑카의 폐기물 관리 정책은 한국의 1980년대 초반과 비슷한 상황이다. 2007년 처음 수립된 국가정책의 목표는 폐기물 배출자, 관리자, 서비스 제공자 모두 사회적·환경적 책임을 분명히 하고, 고형폐기물발생의 최소화를 통한 폐기물양의 최소화 도모하고자 하였다. 궁극적으로 폐기물 처리로 인해 발생하는 부가적인 환경영향을 최소화해 주민과 생태계의 건강 및 복지를 제공하고자 하는 것이다. 이에 따라 스리랑카 정부의 주요 환경 정책 전략으로 폐기물발생 최소화(Reduce), 재사용(Reuse), 재활용(Recycle)이라는 3R 정책을 시행 중이다. 그러나, 이러한 정책 및 전략수립에도 불구하고 제대로 실행되지 않아서 폐기물처리에 적합한 입지선정의 어려움, 체계적인 수거시스템 결핍, 대중의 인식 결핍, 자원조달의 어려움, 지방정부의 고형폐기물문제에 대한 적은 관심, 기술전문가의 부족, 행정조직체계의 문제점, 모니터링시스템의 부족 등의 문제점이 지속되고 있다.

2007년에 처음으로 수립된 국가고형폐기물관리 정책은 통합적이고 환경적으로 건전한 고형폐기물 관리의 실행을 목표로 하였으나, 현실적으로 실행하는데 있어서 한계에 직면하여 제대로 실행되지 않았다. 그로 인하여 여전히 다양한 문제들이 발생하여 각 종 환경오염 및 위생문제를 야기 시키고 있다. 이러한 문제점들을 개선하기 위해서는 기존계획이 제대로 실행되지 않은 이유를 분석하고, 현 시점에 맞는 2차 폐기물관리정책을 수립할 필요가 있다. 현재 스리랑카의 폐기물관리에 있어서 시급성을 고려하여 사항별로 정리하면 다음과 같다.

즉, 사람들이 불법투기를 하지 않도록 모두 모으는 것 또는 불법투기를 막는 방법, 단독주택에서 생활폐기물의 대부분을 차지하는 음식물을 옥내 퇴비화하는 것, 처리시설의 적정규모를 정하고 직접 운반할지 적환장을 운영할지 등의 전체 처리체계를 정립하는 것, 매립중심, 퇴비화중심의 처리시설에 맞는 관련 법규의 정비, 특히 퇴비품질이나 활용에 관한 법규의 정비, 자원확보를 위한 역할분담(정부, 지자체, 생산자, 배출자)이다. 본 사업에서는 스리랑카의 폐기물관리의 시급성을 우선적으로 고려하여 폐기물관리에 대한 기본방향, 단기중장기정책, 실행계획을 제시하였다.

본 사업에서는 스리랑카 전국의 고형폐기물 처리에 관한 정책자문을 바탕으로 가장 필요한 지역에 가장 필요한 시설을 대상으로 시범사업을 제안하였다. 고형폐기물 처리시설의 입지선정은 고형폐기물처리시설과 연계된 주변지역개발 등을 포함한 전략지역 선정기준을 세우고 그에 따른 시범사업 전략지역을 선정 후 선정지역 내 사업대상지 선정 기준을 설정 후 그 선정기준에 따른 사업대상지 선정을 할 계획하였다. 시범사업은 시범사업지역의 특성을 고려한 처리방식 선정으로 지역 내 발생 고형폐기물의 안정적 처리기반 구축을 목표로 하며, 스리랑카 폐기물 관리정책을 고려하여, 발생 고형 폐기물 처리의 안정성 및 투자의 경제성 등을 감안하였다.

제2절 사업의 한계

본 정책자문은 스리랑카 고형폐기물 처리 및 관리에 관한 정책컨설팅, 현재 스리랑카에서 가장 필요한 사업과 지역에 맞는 파일럿 프로젝트, 관련 공무원 초청연수 프로그램을 통한 직무교육 등을 포함한다. 먼저, 정책컨설팅은 스리랑카 일반현황 및 폐기물현황을 조사하고, 스리랑카와 한국의 고형폐기물관리 법과 정책을 비교검토하고, 폐기물분야 원조사업 사례조사를 바탕으로 국가 고형폐기물 계획 수립을 위한 정책 제언 및 인프라개발 자원조달을 위한 정책제언을 제시함으로써 스리랑카 정부가 향후 고형폐기물 국가기본계획 수립 시 중요 내용을 채택하여 한 단계 개선된 고형폐기물 정책을 수립할 수 있을 것으로 기대된다. 시범사업은 고형폐기물처리시설 후보지역 검토 후 전략지역을 선택하여

시범사업대상지를 선정하였다. 본 정책자문에서 제시한 지역과 시설은 스리랑카 정부(환경부)와 지자체(Kandy Municipal Council)와 합의 한 내용이다. 제안된 시범사업은 스리랑카에서 최초로 제안된 처리시설로 중간처리시설을 통하여 매립량을 1/2 정도 줄일 수 있는 효과를 가질 것으로 기대된다. 또한, 관련공무원 초청연수 프로그램을 통하여 우리나라의 폐기물관리 시스템에 관한 지식 및 노하우를 전달하였으며, 스리랑카 고위공무원들의 역량강화에 기여할 것으로 기대된다.

그럼에도 불구하고 본 정책자문의 한계 또한 존재한다. 본 사업에서 제시한 정책자문 내용과 시범사업은 스리랑카 정부의 지속적인 관심, ODA 사업을 통한 한국정부의 재정적 지원이 없이는 불가능할 것으로 생각된다. 따라서 한국정부는 금번 정책건설팅을 마친 후 지속적인 관심을 통하여 본 사업에서 제시한 내용이 실현될 수 있도록 관심을 가져야 할 것이다.

〈부록〉 스리랑카 고품폐기물 중간처리시설 건설사업 RFP

송동근, 박민석 ((주)건화)

제1절 사업개요

시설개요는 다음 표와 같다. 그리고, 본 시범사업의 사업비 중 소액차관으로 진행되는 중간처리시설의 기자재비는 공사비 중 기계공사 3,267백만원이다. 본 RFP는 기자재에 대한 사항만을 명기한다.

〈표 부록-1〉 사업개요

구분	내용
설치지역	• Sri Lanka Central Province Kandy MC, Gohagoda landfill site
처리대상물	• 생활폐기물
시설용량	• 50톤/일
설비개요	<ul style="list-style-type: none"> • 반입·전처리설비 <ul style="list-style-type: none"> -파쇄기 • Bio-drying설비 <ul style="list-style-type: none"> -Bio Tex 커버 및 고정체, Air배관 및 체크밸브, 송풍기, 산소온도-압력센서, 기타 관련설비 • 선별설비 <ul style="list-style-type: none"> -트롬멜스크린, 체인컨베이어, 벨트컨베이어, 자력선별기, Air shifter, 압축기, 수선별대, 계량대 • 태양광발전설비 200kW급 <ul style="list-style-type: none"> -태양전지 모듈, 인버터, 접속반, 구조물, 배전설비 • 기타설비 <ul style="list-style-type: none"> -레이더(10톤x1대), 암롤트럭(15톤x2대), 암롤박스(24m²x2개)
과업기간	• 착수일로부터 12개월
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 3,267백만원(2,994,125USD) -운반비 제외이며, 현지 설치 및 시공비 포함함

1. 일반요건

- 본 장은 제반시설 및 공사에 대한 일반적인 기술요건을 정의한다.
- 본 시설을 건설함에 있어 가장 중요한 요소는 신뢰성과 유효성이며 시설은 설계조건에 준해 원활히 운전되어야 한다.
- 공사는 인원 및 시설에 대한 방호 및 안전, 유지관리의 편의성을 충분히 고려하여 실시하여야 한다.
- 각종 긴급 상황발생에 대비하여 플랜트의 각 부분은 방호를 위한 제어, 예비 장비 확보 등 긴급 상황에 대처할 수 있도록 충분히 고려되어야 한다.
- 관련시설의 운전 및 유지관리의 편의성 및 효율성을 위해 시설간의 연계사항에 특별히 주의하여야 한다.
- 주요장비에 대한 등급선정 및 규격산정은 본 RFP에 따르되 장비 등급계산서를 제출하여 발주자의 승인을 득해야 한다.
- 장비설계에 있어 관리의 용이성 및 운전의 신뢰도를 고려하여야 하며 제반 부품들은 검사가 완료된 표준제품으로 가능한 한 호환성이 있어야 한다. 모든 자재는 양질의 신품이어야 하며 규정된 운전조건에 적합하여야 하고, 현장에서의 운전조건 변화에 따른 온도 및 대기 조건의 변동 시에도 찌그러짐이나 열화현상 등이 발생되지 않아야 한다.
- 모든 기자재는 정비, 점검 및 관리가 용이하도록 특별한 경우가 아니면 같은 기자재 업체가 공급되하도록 하며, 외자재 수입은 정부 승인 품목에 한한다.
- 유지관리비의 절감을 위한 에너지를 절약할 수 있는 기기가 사용되어야 한다. 본 중간처리시설내의 생활폐기물 반입은 수거운반차량에 의해 반입된다. 입찰자는 반입되는 생활폐기물의 성상개선을 위한 Bio-drying시설과 선별시설간 안정적인 연계처리가 가능하도록 효율적인 기기배치를 계획하여야 한다.

2. 설계, 표준화 및 호환성

- 플랜트의 각 부분은 운영실적이 있는 설계와 기술에 의거하여 설계 및 제작되어야 한다.

- 별도의 규정이 없는 한, 플랜트의 모든 부분은 현장의 특수한 기상 및 운전조건하에서 최대출력으로 연속운전이 가능하도록 설계, 제작되어야 한다.
- 플랜트는 정상가동시 또는 현장 기상 여건 하에서 발생할 수 있는 부하, 압력, 온도 등의 모든 변화조건하에서도 만족스런 운전이 되도록 설계되어야 하며, 이상 소음 및 진동 등이 발생되지 않아야 한다.
- 본 처리시설 설계 시에는 검사, 청소, 관리 및 보수작업을 위한 설비를 고려하여야 하며 운전 및 관리에 관계된 제반 안전 및 방호시설이 충분히 반영되어야 한다.
- 플랜트는 우수한 기능 및 운전을 고려하여 설계, 제작, 배치되어야 하며 모든 부분은 일반적이며 정확한 규격으로 설계, 제작되어야 한다.
- 본 시설에는 신뢰성이 확보된 제품 및 설계만을 적용하여야 한다.
- 발주자는 합리적 범위까지는 규격화 작업에 대한 협조를 요청할 권리를 가지며 이에 따른 단가변경은 허용되지 않는다.

가. 법규, 규칙, 코드 및 표준

제반업무는 다음의 법규, 규칙, 코드 및 표준의 계약일 현재 최신규격에 따라 수행되어야 한다.

1) 법규 및 규칙

본 시설의 설계 및 시공은 수원국 및 대한민국 법규/규칙에 따라야 한다.

2) 코드 및 표준

본 시설은 대한민국 코드 및 표준에 따라 설계 및 시공되어야 한다.

대한민국 코드 및 표준이외에 다음의 국제규격이 적용된다.

- ① International Standard Organization(ISO)
- ② International Electrotechnical Commission(IEC)

나. 기본계획 조건

1) 지역조건

- 위치: 본 사업지구는 행정구역상 스리랑카 중부주 캔디시 Gohagoda Dumping Site 내

[그림 부록-1] 사업설치예정부지



2) 기후조건

- 가) 기온: 최저 월평균 기온 22.7℃, 최고 월평균기온 29℃(2004년~2013년)
- 나) 풍향·풍속: 최저 월평균풍속 0.2km/hr, 최고 월평균풍속 7.5km/hr, 북풍·북서풍(0° ~90°)과 남서풍·서풍(225° ~315°)가 우세(2007년~2013년)

다) 강우: 최저 월평균강우량 0.0mm/hr, 최고 월평균강우량 19.2mm/hr
(1994년~2013년)

3) 폐기물 특성

다음의 폐기물 성상은 사업목적에 맞는 설계서 작성을 위한 설계기준 자료이
나, 실제와 상이할 수 있음에 유의하여야 하며, 향후 폐기물의 분리수거, 계절적
차이 및 사회여건의 변화 등을 감안하여야 한다.

〈표 부록-2〉 Kandy지역 폐기물 성분

구분	스리랑카 폐기물 성분(%)
생분해성(단기) Biodegradable(Short Term)	68.7
생분해성(장기) Biodegradable(Long Term)	
종이류	17.5
목재류	-
왕겨 및 섬유류	1.9
합성수지 및 플라스틱	1.7
건축폐기물 및 토사류	-
금속류	0.2
유리류	1.1
기타	8.9

자료: 스리랑카 현지사무소 전수조사 자료, 전화, 2014

4) 플랜트 설계기준

본 스리랑카 소규모 소각플랜트 건립사업은 폐기물관리법 시행규칙 제35조
관련 “[별표9] 폐기물 처분시설 또는 재활용시설의 설치기준” 에 제시된 기준과
본 기계시방서를 만족하여야 한다.

5) 유틸리티

가) 전력

- 수전 : 입찰자가 제시(CEB와 협의)
- 고압 : 3.3 kV, 3상
- 저압 : 400 V, 3상

- 조명설비 : 400/230 V, 3상, 4선
- 직류동력 및 제어전원 : 110 V DC
- 제어용 전원 : AC 110 V/230 V
- 모터정격전원 : 입찰자 제시

내 용 수

- 상수도 수질 기준에 준함

제2절 Bio-Drying 설비 기계 시방서

1. 기계 일반사항

가. 일반사항

1) 개 요

본 시방서는 스리랑카 중간처리시설 시범사업 중 Bio-Drying설비 설치사업에 대하여 적용하며, 설계도면, 사양서, 기타 도서에서 제시한 사항을 기준으로 하되, 이에 규정되지 않은 사항은 국토교통부 제정의 표준 사양서 및 공사 지침서의 해당 규정을 따라야 한다.

2) 재 료

가) 기기의 제작 및 설치에 사용되는 재료는 그 재료의 강도, 연성, 내구성 등이 사용목적에 적합하고 또한 현재 사용되는 것 중 우수한 것으로 선택한다. 재료는 다음의 요구사항에 따르는 것으로 한다.

- ① 최상품으로써 신제품일 것
- ② 결함이 없을 것
- ③ 적용하기에 적당하고 기계적으로나 전기적으로 과도한 하중에 의해 허용 응력을 초과하지 아니한 것
- ④ 이 시방서에서 표시된 대표적인 재료는 아래에 나열한 최신 표준규격에

따르도록 한다. 기계의 제조 및 설치를 위하여 사용될 재료는 사용목적에 의해 강도, 유연성, 내구성을 고려하여야 한다.

나) 이 시방서에서 기술되는 재료는 최신판 재료 규격에 준하여, 아래에 언급된 적용기준에서 설명되는 요구조건에 부합되어야 한다.

① 강 재

㉠ 구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품: KS D 4102

㉡ 탄소 주강품: KS D 4101

② 회주철 품(Gray Iron Casting)

㉠ 회주철품: KS D 4301

③ 구상흑연주철품(Spheroidal Graphite Iron Casting)

④ 구상 흑연주철품: KS D 4302

㉠ 압연강 및 구조용강(Rolled Steel and Structural Steel)

㉡ 일반 구조용 압연강재: KS D 3503

⑤ 탄소강

㉠ 기계구조용 탄소강재: KS D 3752

⑥ 스테인리스강

㉠ 스테인리스 강봉: KS D 3706

㉡ 열간압연 스테인리스강관 및 강대: KS D 3705

㉢ 냉간압연 스테인리스강관 및 강대: KS D 3698

㉣ 스테인리스 강선재: KS D 3702

㉤ 스테인리스 강선: KS D 3703

⑦ 파이프 및 튜브

㉠ 배관용 탄소강관: KS D 3507

㉡ 압력배관용 탄소강관: KS D 3562

㉢ 스텐레스 강관: KS D 3576, 3595

3) 마 감

가. 기자재의 표면 또는 외부 형상은 매끈하여야 하며, 용접면이 매끈하고 구조부재의 모든 모서리 및 구석을 잘 마무리하여야 한다. 특히, 부식방지를 위한 표면 도장 및 코팅은 매끈해야 한다.

나. 마감부재는 선에 일치하여야 하며, 비플립, 휨 및 허술한 접합이 없어야 한다.

4) 명 판

명판은 스테인레스 강판에 각인한 형식으로서 눈에 잘 띄는 위치에 단단히 부착하여야 한다. 기기 명칭 등은 한글 사용을 우선으로 하며, 필요한 경우 영문 표기도 가능하다. 기기 명판에는 최소한 다음 사항을 포함하여야 하며, 감리단의 승인을 득한 후 제작 납품한다.

- 가) 제작자명 및 연락처, 제작년월
- 나) 시공사명
- 다) 기기명칭
- 라) 기기의 형식 및 모델 번호
- 마) 일련번호
- 바) 사양 및 시험 상황
- 사) 정격 용량, 전압 또는 기타 표시하여야 할 사항

5) 외산 자재

성능 유지에 중요 부분으로서 국내 제품으로는 품질 저하의 우려가 있거나 또는 국내에서 규격품으로 생산되지 않는 부분에 대하여는 외국의 우수한 회사의 제품을 사용할 수 있다.

6) 설 치

가) 기기설치

도급자는 이 시방서에 의해 기초에 모든 시설을 설치하여야 하고, 설치할 모든 부품은 깨끗하게 청소한다. 모든 포장 내용물, 녹, 먼지, 모래 등 기타 외부 물질은 제거하고, 주유구 및 흡은 깨끗이 청소하여야 한다. 모든 봉합된 구멍 및 틈새(Passages)는 해로운 물질로 부터 피해를 입지 않도록 확실하게 포장되어야 한다. 볼트 및 나사는 단단하고 일정하게 조이고 무리한 조임으로 과응력이 되지 않도록 유의하여야 한다.

나) 조립

설치될 모든 기계 및 기기는 훼손되지 않도록 주의하여 취급하여야 한다. 인양시에는 부착된 인양고리를 사용하여야 하고, 인양고리가 마련되어 있지 않을 경우에는 인양으로 인해 피해를 입지않을 적당한 부분에 갈고리 혹은 밧줄로 묶어 인양하여야 한다. 각 시설물들은 도면에 도시된 혹은 공사감독관이 인정한 높이까지 파손되지 않도록 올려놓아야 한다.

다) 기기 기초

도급자는 모든 기계 및 기기 기초의 설계에 대하여 전적인 책임을 진다. 도급자는 공급할 기계 및 장비의 요구조건에 대하여 설계에 고려할 기초치수 및 중량과 외형치수를 포함한 기계성능을 보증하기 위한 기초에 관련된 모든 자료를 기기 제작도면 승인 요청시 제출하여 공사감독관의 승인을 받아야 한다.

라) 검 사

설치 후 모든 장비는 정확한 위치에 놓기, 정돈, 정확 및 운전에 영향을 미칠 수 있는 사항에 대하여 공사감독관의 검사를 받아야 한다. 기동하기 전에 다음의 작업사항을 행하여야 한다.

- ① 모든 포장재, 테이프 및 나무 받침대 등의 제거
- ② 주유계 확인 및 유량 보충
- ③ 회전축의 축 간격 및 구동부의 요동방지책 확인
- ④ 기기 작동에 필요한 전반적인 준비상태 확인

7) 소음 및 진동

가) 각종 펌프, 송풍기 및 회전기기는 부정교합을 최소화하여 기계 자체의 소음 및 진동을 최소화시키고 진동이 구조물 또는 배관으로 전달되는 것을 최소화하도록 하여야 하며, 필요에 따라서는 배관 연결부에는 신축관음, 베이스 하부에는 방진설비(방진스프링, 방진고무 등)를 설치하여야 한다.

나) 진동 유발 부위는 충분한 기초 위에 설치하고, 진동체를 탄성 지지체로 그 진동을 절감 시키며, 또한 비금속 등을 사용하여 진동유발을 경감시켜야 한다. 소음 유발 부위는 흡음판 및 방음장치 등을 시설물에 설치하여 소음을 최소화시킨다.

8) 윤활유 및 기타 소모재

도급자는 제작자가 추천하는 윤활유 및 기타 소모재를 설치 전, 시험 및 최종 승인에 필요한 충분한 양을 공급하여야 한다. 윤활유 및 기타 소모재는 가동에 따른 낭비가 없고 시동 및 정지시 세심한 주의를 요구하지 않아도 좋은 제품이어야 한다.

9) 공 구

가. 도급자는 모든 장비의 운전, 보수, 검사 및 교체 등에 필요한 편리하고, 규격에 맞는 신품의 공구들을 갖추어 보관상자 안에 넣어서 공급하여야 하며, 공급할 모든 공구들은 공사 감독관의 승인을 받아야 한다.

10) 안전설비

축이음부, 동력전달장치(체인 및 V벨트부), 노출 회전축 그 외 회전부분은 안전규칙과 규제사항에 적합한 안전 덮개를 하여야 하며 지지대, 부속품 및 고정구 등으로 구성되며, 분해 및 조립이 용이한 구조로 설계되어야 한다.

계단 및 통로의 양측은 핸드레일과 안전대가 설치되어야 하며, 고소 작업대의 경우 실수로 인한 실족방지 등 안전을 감안하여 제작, 설치하여야 한다. 배수피트 커버(Drain Pit Cover)는 펌프의 설치, 운영 및 안전을 감안하여 제작, 설치하여야 한다. 현장 조건에 따라 변경 시공하여야 할 필요가 있을 때는 도급자가 변경사유와 변경도면을 작성하여 공사감독관의 승인을 받아야 한다.

2. 기자재 시방서

가. 가연물 건조설비(Bio-Drying)

1) 적용범위

고형폐기물 전처리시설 처리공정에서 발생하는 유기성 및 가연성 폐기물에 대하여 별도의 열에너지 공급 없이 생물학적 발열 반응에 의한 처리시간, 처리효율의 불연속성 등을 개선한 가연물 건조설비(Bio-Drying)의 활용으로 기존 생

물학적 처리의 단점을 개선한 안정적인 퇴비원료 및 생물학적 건조물 생산이 가능해야 하며, 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-3〉 가연물 건조설비(Bio-Drying) 규격 및 수량

구분	사 양	비 고
형식	바이오 커버블 이용한 생물학적 건조(Bio-Drying Cover System)	
수량	8대	
용량	50Ton/Pile	겉보기밀도 (0.2~0.3ton/m3)적용 시
동력	총 22.4kW	2.8kW/대
규격	- Pile size : 6m × 15m × 3m - Bio-Tex Cover Size : 8m × 22m	

2) 구조 및 재질

가연물 건조설비(Bio-Drying)는 다음과 같은 설비로 구성된다.

- | | |
|------------------|----------|
| 가. Bio Tex Cover | 마. 산소센서 |
| 나. 공기배관 | 바. 온도센서 |
| 다. 체크밸브 | 사. 압력측정기 |
| 라. 송풍기 | 아. 현장제어반 |

3) 제작사양

가) BIO TEX COVER

Cover에 체크밸브를 장착하기 위하여 일정한 간격으로 홈 가공하여 체크밸브 부착 가능하게 구성한다.

- ① 형식 : Cover 타입
- ② 규격 : (W)8m × (L)22m
- ③ 수량 : 8EA

나) 공기배관

송풍량 공급 시 압력 손실이 최소화 될 수 있도록 홈을 가공하며, 유지보수가 용이 하도록 구성한다.

① 형식 : Air 공급관

② 규격 : 100A 이상

③ 수량 : 8Sets

다) 체크밸브

Bio-Tex Cover에 부착하여 내부에 발생하는 가스 압력이 상승할 시 체크밸브를 Open하여 배출할 수 있도록 구성한다.

① 형식 : 체크판 장착형

② 규격 : Ø100

③ 수량 : 8Sets (24EA 이상/Set)

라) 송풍기

Pile의 사이즈에 적합한 최적의 Air를 공급할 수 있는 사양으로 공급한다.

① 형식 : Turbo Fan

② 규격 : 3,120m³/hr × 320mmAq

③ 수량 : 8Sets

마) 산소센서

Bio-Cover System 내부의 산소 농도를 확인할 수 Data를 Signal (4 ~ 20mA)로 출력 가능한 타입으로 구성한다. (Data 값은 현장제어반 화면에서 확인 가능 / 10분 데이터)

① 형식 : Probe 취부형

② 규격 : Transmitter (W)60mm × (L)105mm × (H)42mm
: Probe Ø30 × (L)1,200mm

③ 측정범위 : 0.1 ~ 25 vol% Oxygen (4 ~ 20mA Output)

④ 수량 : 8EA

바) 온도센서

Bio-Cover System 내부의 온도범위를 확인할 수 Data를 Signal (4 ~ 20mA)로 출력가능한 타입과 Pile의 깊이별로 발생하는 열의 온도를 다점으로 측정 가능한타입으로 구성한다. (Data 값은 현장제어반 화면에서 확인 가능 / 10분 데이터)

- ① 형식 : Probe 취부형
- ② 규격 : Transmitter (W)100mm × (L)320mm × (H)80mm
: Probe Ø23 × (L)1,150mm
- ③ 측정범위 : 100 / 350 / 600 / 850 / 1,100mm (다점 측정가능)
(4 ~ 20mA Output)
- ④ 수량 : 8EA

사) 입력측정기

송풍기 토출 배관 부분에 취부가능한 타입으로 구성한다.

- ① 형식 : Probe 취부형
- ② 규격 : Ø80 × (L)126mm × (H)221 ~ 224mm
- ③ 측정범위 : Span Range 0 ~ 10 -600mmH₂O (4 ~ 20mA Output)
- ④ 수량 : 8EA

아) 현장제어반

생물학적 건조설비의 8 Pile을 통합 제어할 수 있으며, 외함, PLC, 인버터, 제어프로그램, 터치스크린 등으로 구성된다.

- ① 형식 : 옥외형
- ② 규격 : - (380V 타입)
- ③ 수량 : 1Set

4) 공급범위

- 가) 가연물 건조설비(Bio-Tex Cover를 이용한 Bio-Drying)의 제작, 납품, 설치 및 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 송풍기 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다. (단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 가연물 건조설비(Bio-Tex Cover를 이용한 Bio-Drying)의 인도, 납품설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.

- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 가연물 건조설비(Bio-Tex Cover를 이용한 Bio-Drying) 설치 시 관련 기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

제3절 선별설비 기계 시방서

1. 기계 일반사항

가. 일반사항

1) 개요

본 시방서는 스리랑카 중간처리시설 시범사업 중 선별설비 설치사업에 대하여 적용하며, 설계도면, 사양서, 기타 도서에서 제시한 사항을 기준으로 하되, 이에 규정되지 않은 사항은 국토교통부 제정의 표준 사양서 및 공사 지침서의 해당 규정을 따라야 한다.

2) 재료

가) 기기의 제작 및 설치에 사용되는 재료는 그 재료의 강도, 연성, 내구성 등이 사용목적에 적합하고 또한 현재 사용되는 것 중 우수한 것으로 선택한다. 재료는 다음의 요구사항에 따르는 것으로 한다.

- ① 최상품으로써 신제품일 것
- ② 결함이 없을 것
- ③ 적용하기에 적당하고 기계적으로나 전기적으로 과도한 하중에 의해 허용 용력을 초과하지 아니한 것
- ④ 이 시방서에서 표시된 대표적인 재료는 아래에 나열한 최신 표준규격에 따르도록 한다. 기계의 제조 및 설치를 위하여 사용될 재료는 사용목적 을 위해 강도, 유연성, 내구성을 고려하여야 한다.

나) 이 시방서에서 기술되는 재료는 최신판 재료 규격에 준하여, 아래에 언급된 적용기준에서 설명되는 요구조건에 부합되어야 한다.

① 강 재

㉠ 구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품: KS D 4102

㉡ 탄소 주강품: KS D 4101

② 회주철 품(Gray Iron Casting)

㉠ 회주철품: KS D 4301

③ 구상흑연주철품(Spheroidal Graphite Iron Casting)

④ 구상 흑연주철품: KS D 4302

㉠ 압연강 및 구조용강(Rolled Steel and Structural Steel)

㉡ 일반 구조용 압연강재: KS D 3503

⑤ 탄 소 강

㉠ 기계구조용 탄소강재: KS D 3752

⑥ 스테인리스강

㉠ 스테인리스 강봉: KS D 3706

㉡ 열간압연 스테인리스강판 및 강대: KS D 3705

㉢ 냉간압연 스테인리스강판 및 강대: KS D 3698

㉣ 스테인리스 강선재: KS D 3702

㉤ 스테인리스 강선: KS D 3703

⑦ 파이프 및 튜브

㉠ 배관용 탄소강관: KS D 3507

㉡ 압력배관용 탄소강관: KS D 3562

㉢ 스텐레스 강관: KS D 3576, 3595

3) 마 감

가) 기자재의 표면 또는 외부 형상은 매끈하여야 하며, 용접면이 매끈하고 구조부재의 모든 모서리 및 구석을 잘 마무리하여야 한다. 특히, 부식방지를 위한 표면 도장 및 코팅은 매끈해야 한다.

나) 마감부재는 선에 일치하여야 하며, 비틀림, 휨 및 허술한 접합이 없어야 한다.

4) 명 판

명판은 스테인레스 강판에 각인한 형식으로서 눈에 잘 띄는 위치에 단단히 부착하여야 한다. 기기 명칭 등은 한글 사용을 우선으로 하며, 필요한 경우 영문 표기도 가능하다. 기기 명판에는 최소한 다음 사항을 포함하여야 하며, 감리단의 승인을 득한 후 제작 납품한다.

- 가) 제작자명 및 연락처, 제작년월
- 나) 시공사명
- 다) 기기명칭
- 라) 기기의 형식 및 모델 번호
- 마) 일련번호
- 바) 사양 및 시험 상황
- 사) 정격 용량, 전압 또는 기타 표시하여야 할 사항

5) 외산 자재

성능 유지에 중요 부분으로서 국내 제품으로는 품질 저하의 우려가 있거나 또는 국내에서 규격품으로 생산되지 않는 부분에 대하여는 외국의 우수한 회사의 제품을 사용할 수 있다.

6) 설 치

가) 기기설치

도급자는 이 시방서에 의해 기초에 모든 시설을 설치하여야 하고, 설치할 모든 부품은 깨끗하게 청소한다. 모든 포장 내용물, 녹, 먼지, 모래 등 기타 외부 물질은 제거하고, 주유구 및 흡은 깨끗이 청소하여야 한다. 모든 봉합된 구멍 및 틈새(Passages)는 해로운 물질로 부터 피해를 입지 않도록 확실하게 포장되어야 한다. 볼트 및 나사는 단단하고 일정하게 조이고 무리한 조임으로 과응력이 되지 않도록 유의하여야 한다.

나) 조 립

설치될 모든 기계 및 기기는 훼손되지 않도록 주의하여 취급하여야 한다. 인양시에는 부착된 인양고리를 사용하여야 하고, 인양고리가 마련되어 있지 않은

경우에는 인양으로 인해 피해를 입지않을 적당한 부분에 갈고리 혹은 밧줄로 묶어 인양하여야 한다. 각 시설물들은 도면에 도시된 혹은 공사감독관이 인정한 높이까지 파손되지 않도록 올려놓아야 한다.

다) 기기 기초

도급자는 모든 기계 및 기기 기초의 설계에 대하여 전적인 책임을 진다. 도급자는 공급할 기계 및 장비의 요구조건에 대하여 설계에 고려할 기초치수 및 중량과 외형치수를 포함한 기계성능을 보증하기 위한 기초에 관련된 모든 자료를 기기 제작도면 승인 요청시 제출하여 공사감독관의 승인을 받아야 한다.

라) 검 사

설치 후 모든 장비는 정확한 위치에 놓기, 정돈, 정확 및 운전에 영향을 미칠 수 있는 사항에 대하여 공사감독관의 검사를 받아야 한다. 기동하기 전에 다음의 작업사항을 행하여야 한다.

- ① 모든 포장재, 테이프 및 나무 받침대 등의 제거
- ② 주유계 확인 및 유량 보충
- ③ 회전축의 축 간격 및 구동부의 요동방지책 확인
- ④ 기기 작동에 필요한 전반적인 준비상태 확인

7) 소음 및 진동

- 가) 각종 펌프, 송풍기 및 회전기기는 부정교합을 최소화하여 기계 자체의 소음 및 진동을 최소화시키고 진동이 구조물 또는 배관으로 전달되는 것을 최소화하도록 하여야 하며, 필요에 따라서는 배관 연결부에는 신축관음, 베이스 하부에는 방진설비(방진스프링, 방진고무 등)를 설치하여야 한다.
- 나) 진동 유발 부위는 충분한 기초 위에 설치하고, 진동체를 탄성 지지체로 그 진동을 절감 시키며, 또한 비금속 등을 사용하여 진동유발을 경감시켜야 한다. 소음 유발 부위는 흡음판 및 방음장치 등을 시설물에 설치하여 소음을 최소화시킨다.

8) 윤활유 및 기타 소모재

도급자는 제작자가 추천하는 윤활유 및 기타 소모재를 설치 전, 시험 및 최종

승인에 필요한 충분한 양을 공급하여야 한다. 윤활유 및 기타 소모재는 가동에 따른 낭비가 없고 시동 및 정지시 세심한 주의를 요구하지 않아도 좋은 제품이어야 한다.

9) 공 구

도급자는 모든 장비의 운전, 보수, 검사 및 교체 등에 필요한 편리하고, 규격에 맞는 신품의 공구들을 갖추어 보관상자 안에 넣어서 공급하여야 하며, 공급할 모든 공구들은 공사 감독관의 승인을 받아야 한다.

10) 안전설비

축이음부, 동력전달장치(체인 및 V벨트부), 노출 회전축 그 외 회전부분은 안전규칙과 규제사항에 적합한 안전 덮개를 하여야 하며 지지대, 부속품 및 고정구 등으로 구성되며, 분해 및 조립이 용이한 구조로 설계되어야 한다. 계단 및 통로의 양측은 핸드레일과 안전대가 설치되어야 하며, 고소 작업대의 경우 실수로 인한 실족방지 등 안전을 감안하여 제작, 설치하여야 한다. 배수피트 커버(Drain Pit Cover)는 펌프의 설치, 운영 및 안전을 감안하여 제작, 설치하여야 한다. 현장 조건에 따라 변경 시공하여야 할 필요가 있을 때는 도급자가 변경사유와 변경도면을 작성하여 공사감독관의 승인을 받아야 한다.

2. 기자재 시방서

가. 파쇄기

1) 적용범위

파쇄기는 고도의 유연성, 내구성을 유지하기 위하여 회전나이프는 비동기식 양방향으로 작동하도록 구성하고 수평으로 이동 조정이 가능해야 하며, 반드시 고정나이프가 장착되고 육성·재사용이 가능하여야 하며, 스프링이 포함된 침대 및 침대커버, 의자는 당연히 파쇄가 되고 콘크리트 및 대형 H 빔이 들어가도 자동 배출되거나 신호에 의해 정지되도록, 아래 규격 및 사양을 반드시 적용하

여야 한다. 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-4〉 파쇄기 규격 및 수량

구분	사양	비고
형식	2축 비동기 양방향 유압구동방식	
수량	1대	
용량	7 ton/hr	
파쇄규격	300mm × 300mm 이하 90% 보증	
동력	파쇄기 (110kW × 2EA) + 배출컨베이어 (3.7kW)	
사양	기본 380V, 60Hz	국내 기준

2) 구조 및 재질

파쇄기는 절단 테이블(고정 나이프)과 회전 나이프, 구동부의 이상적 회전수와 토크를 제공하기 위한 콤팩트 타입의 전동 유압장치 등으로 구성된다.

가) 투입호퍼 및 파쇄기 베이스(SS400)

나) 개방형 고정 나이프(고장력 내마모성 하독스강)

다) 회전 나이프(고장력 내마모성 하독스강)

라) 전동 유압장치(파워팩)

① 유압펌프 및 전동모터

② 유압모터

③ 오일 냉각팬

마) 파쇄물 배출컨베이어

3) 제작사양

가) 절단 장치(회전 및 고정 나이프)의 구성

① 개방되어 분리된 하나 이상의 고정식 하부 나이프세트와 상기 하나 나이프들과 교차하게 연장되는 두 개 이상의 평행 샤프트들과 상기 고정 나이프들 사이의 상기 개방 공간 내부로 부분 연장해 들어가며 상기 두 개의 샤프트상에 부착되는 회전 나이프세트 및 작업시 샤프트를 회전시키는 2개의 구동세트를 포함하며, 평판형태의 물체를 절단 하도록 구성

을 하여야 한다.

- ② 상기 2개 이상의 샤프트 중 하나 이상의 회전 나이프가 제1 지름을 갖는 하나 이상의 제1 회전 나이프 및 상기 제1 지름보다 작은 제2 지름을 갖는 하나 이상의 제2 회전 나이프를 포함하고, 상기 두 개의 샤프트들 중 다른 하나 상의 상기 회전 나이프는 제3의 지름을 갖는 하나 이상의 제3 회전 나이프 및 상기 제3 지름보다 작은 제4 지름을 갖는 하나 이상의 제4 회전 나이프를 포함하며, 제1 지름과 제3 지름의 합이 상기 2개 이상의 구동 샤프트들의 회전 축선들 사이의 간격의 두 배보다 크고, 상기 제1 지름과 상기 제4 지름의 합 및 상기 제2 지름과 상기 제3 지름의 합 각각이 2개 이상의 샤프트들의 회전축선 사이 간격의 두 배보다 더 작으며, 이는 상기 고정 나이프들의 마모수명을 연장하면서도 상기 회전 나이프들이 최초로 축방향 비틀림 모멘트를 이용하여 더 용이하게 평판형태의 물체를 통과하거나 처리하도록 하고, 제1 제4 회전 나이프를 구비하는 제1 회전 나이프 세트와 제2 제3 회전 나이프를 구비하는 제2 회전 나이프세트는 두 개의 고정 나이프 사이의 각 개구 내로 연장해 들어가며, 물체가 상대적으로 보다 세밀하게 절단 되게끔 상기 개구부들이 최소화될 수 있도록 회전 나이프들은 서로 중첩되지 않도록 설계하여야 한다.
- ③ 두 개의 고정 나이프들 사이의 하나 이상의 개구의 너비(b)는 제1 및 제4 회전 나이프의 두께의 합과 제2 및 제3 회전 나이프의 두께 합 각각에 비해 작도록 설계한다.
- ④ 회전 나이프들은 대체로 원판 형태이고 동일한 두께(t)를 가지며 상기 개구들이 동일한 너비(b)를 가질 때에 $b < 2t$ 를 만족하도록 설계한다.
- ⑤ 제1 및 제2 회전 나이프세트는 두 개의 고정 나이프 사이의 각 개구 내로 변갈아 연장해 들어가도록 설계한다.
- ⑥ 회전 나이프세트 내의 회전 나이프들은 서로 축방향으로 이격되도록 설계한다.
- ⑦ 회전 나이프의 제1 지름과 제3 지름은 동일한 크기이고, 회전 나이프 제2지름과 제4 지름은 동일한 크기로 설계한다.

나) 투입호퍼 및 파쇄기 베이스

- ① 투입호퍼는 대형폐기물의 충격에 견딜 수 있는 구조로 제작되어야 하며, 절

- 판의 재질은 SS400 6T 이상으로 사용하고 형강으로 보강을 하여야 한다.
- ② 투입방법은 잭크레인을 이용하여 투입되므로, 외부에 충분한 보강을 하여 충격 시 변형이 되지 않도록 하여야 한다.
 - ③ 파쇄기 베이스는 파쇄기를 안전하게 지지를 할 수 있도록 철판의 재질은 SS400 이상의 형강으로 제작하고 하부의 배출 컨베이어에 간섭이 없고 새어나오지 않도록 제작하여야 한다.
 - ④ 유지보수가 가능하도록 안전도어 및 안전난간 등을 설치하여야 한다.

다) 개방형 고정 나이프

- ① 개방형 고정 나이프의 재질은 내구성 및 내마모성이 뛰어난 하독스 500 이상의 재질을 사용하고 10개 이하로 구성하여야 한다.
- ② 개방형 고정 나이프는 모래, 자갈 등은 파쇄부를 거치지 않고 빠져나가도록 70mm 이상의 오픈구를 구성하여 불필요한 마모를 방지할 수 있도록 제작하여야 한다.
- ③ 고정 나이프의 절단부에는 끼임이나 걸림에 의한 청소나 수리를 하지 않도록 볼트나 조정이 필요한 부품이 전혀 없도록 제작하여야 한다.

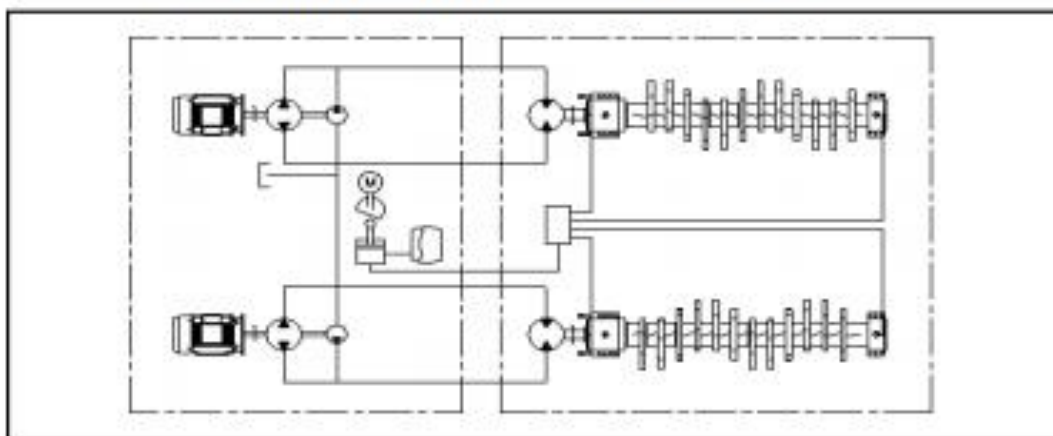
라) 회전 나이프

- ① 회전 나이프의 재질은 내구성 및 내마모성이 뛰어난 하독스 500 이상의 재질을 사용하여야 한다.
- ② 300mm 이하로 파쇄하고 성능 90% 이상을 보증하기 위한 회전 나이프의 숫자는 5개 × 60t 이하의 용접구조로 설계하여 유지보수비용을 절약할 수 있도록 제작하여야 한다.
- ③ 두 개의 회전로터는 각각의 전동모터와 각각의 가변형 유압펌프 및 각각의 유압모터로 구성되어 비동기 정·역회전이 가능하고 정회전 및 역회전 시에 모두 파쇄작업이 가능하도록 정회전방향 나이프 홀크는 1개와 역회전 방향 나이프 홀크는 2개로 구성하여 파쇄효율을 높이고, 투입되는 모든 폐기물의 파쇄작업에 용이하도록 설계 제작되어야 한다.

마) 전동 유압장치(파워팩)

- ① 전동 유압장치는 두 개의 회전 로터에 각각의 전동모터와 가변형 유압펌프가 일체형으로 장착되어 콤팩트하게 제작하여야 한다.

- ② 유압라인에 완충장치를 장착하여 고정 나이프 및 회전 나이프를 보호할 수 있어야 한다.
- ③ 유압모터는 사판식 피스톤모터에 감속기 내장 타입을 적용하여 저속 고토크의 효율을 극대화 할 수 있어야 한다.
- ④ 탱크로 리턴되는 오일을 냉각할 수 있도록 팬 쿨러를 장착하여 상승된 온도를 냉각할 수 있어야 하며, 겨울과 같은 혹한기에는 오일의 온도를 적정 온도까지 올릴 수 있는 히터장치가 장착할 수 있도록 구성되어야 한다.
- ⑤ 유압장치의 기본은 전동모터, 가변형 유압펌프 및 유압모터의 효율을 위하여 하기 도면과 같이 폐회로라인으로 구성하여야 한다.



바) PLC 제어 시스템

- ① PLC 제어는 파쇄기에 적합하고 안정적 컨트롤을 위해 지멘스S7을 적용하고, 필요시 라디오리모트 타입의 무선 리모트 컨트롤이 가능하도록 하여 작업효율을 높이도록 하여야 한다.
- ② 파쇄기를 작동시키면 로터, 컨베이어, 유압오일의 압력, 온도, 오일레벨 및 오일냉각기에 전자 감지 경고장치가 장착되어 최적의 상태를 유지할 수 있도록 제작하여야 한다.
- ③ 파쇄기의 모든 기능은 각 폐기물의 타입에 맞게 자동으로 조절되는 지능형 소프트웨어가 6가지 이상의 프로그램으로 장착 제어되는 PLC로 구성하여 다양한 성상에 적용되도록 하여야 한다.
- ④ 윤활유 수위가 내려가면 자동윤활시스템이 자동으로 경고를 하도록 구성하여야 한다.

사) 파쇄물 배출컨베이어

① 구동부

- ㉠ 구동부는 운반량의 조절이 가능하도록 속도 조절이 가능하도록 제작하며, 감속기는 기어드모터로 또는 워엄감속기 모터를 적용한다.
- ㉡ 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ㉢ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

② 컨베이어 가대

- ㉠ 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 ㄷ형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ㉡ 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤틀림이나 휨이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- ㉢ 파쇄폐기물 배출 연결 부분에는 파쇄폐기물의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈 방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

③ Take-Up

- ㉠ 운반 벨트의 긴장을 위해서 종동부 드럼에는 스트로크 200mm 이상의 나사식 긴장장치인 Take-up을 설치하여 벨트의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ㉡ Take-up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ㉢ Take-up 볼트는 원활히 작동하도록 하여야 한다.

④ 리턴 롤러

- ㉠ 리턴 롤러는 강관재로서, 볼 또는 롤러 베어링을 사용하여 동력 전달이 원활하고 마찰 손실이 적으며, 강도가 있어야 한다.
- ㉡ 리턴 롤러의 피치는 벨트의 처짐 및 컨베이어의 용량에 따라 적절한 간격을 갖는다.

⑤ 기타

- ㉠ 고무벨트는 충분한 두께를 가지며 ENDLESS 가공을 한다.
- ㉡ 구동드럼에는 고무코팅하여 벨트와의 접촉면은 슬립이 없고 동력전달 효율이 좋아야 한다.
- ㉢ 컨베이어는 파쇄폐기물 이송작업 시 이송물이 외부로 넘치지 않게 벨트 가이드의 높이를 100mm 이상으로 제작한다.

4) 공급범위

가) 파쇄기의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전

도 포함된다.

- 나) 제어반에서 파쇄기 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 파쇄기의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 파쇄기 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.
- 라) 본 설비는 원활한 성능 보증을 위하여 국내특허 등록번호 10-1266852의 특허기술이 적용된 설비를 반영하고, 특허가 반영된 설비를 법적 문제없이 발주처에 공급할 수 있어야 한다.

나. 트롬멜 스크린-1

1) 적용범위

트롬멜 스크린-1은 파쇄기로부터 파쇄된 혼합재활용품을 필요한 입도에 따라 선별하여 150mm 이상의 혼합재활용품을 수선별공정으로 공급하기 위한 설비이며, 트롬멜 스크린-1에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-5〉 트롬멜 스크린-1 규격 및 수량

구분	사양	비고
형식	드럼회전식	
수량	1대	
용량	7 ton/hr (150mm 분류)	
동력	16.5kW	인버터
규격	W2,900mm × L8,700mm × H7,100mm	

2) 구조 및 재질

트롬멜 스크린-1은 타공망 및 케이싱, 투입·배출 슈트 등으로 구성된다.

가. 타공망: STS304

나. 케이싱: SS400

다. 투입·배출슈트: SS400

3) 제작사양

가) 트롬멜 스크린은 복합적으로 혼합되어 있는 다양한 크기의 폐기물을 입도 별로 선별되도록 하며, 이러한 입도 분리를 위해 스크린의 선별 Hole의 크기 및 형상은 공급자가 제시한다.

나) 타공망은 폐기물의 부하를 충분히 견딜 수 있는 구조와 강도로 제작되어야 하며, 눈막힘과 걸림 현상이 발생하지 않도록 하여 원활한 분리작업이 될 수 있도록 한다.

다) 트롬멜 스크린의 타공망의 간격 및 크기는 일정하여야 한다.

라) 투시창을 설치하여 견학자 및 운전자가 선별상태를 볼 수 있도록 한다.

마) 트롬멜 스크린은 과부하 및 비상시 이물질 제거 및 배출이 용이한 구조로 설계되어야 한다.

바) 배출구는 입도 분리되어진 물질들이 원활하게 배출되는 구조로 해야 한다.

사) 폐기물 성상에 따른 부하 변동이 가능하도록 인버터를 설치하여야 한다.

아) 회전 원통의 회전속도와 설치각도는 폐기물이 적정한 속도를 가지고 타공 망을 빠져 나갈 수 있도록 설치하여야 하며, 또한 회전 원통 안에서 정체 되지 않는 경사각도를 유지하여야 한다.

자) 구동모터는 회전원통을 구동하기에 충분한 용량으로 설계되어야 한다.

차) 스크린 망의 설치 각도를 관리자가 조절할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 각도 조절시 전후단 설비의 연계를 고려하여야 한다.

4) 공급범위

가) 트롬멜 스크린-1의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.

나) 제어반에서 트롬멜 스크린-1 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에

서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 트롬멜 스크린-1의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 트롬멜 스크린-1 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

다. 트롬멜 스크린-2

1) 적용범위

트롬멜 스크린-2는 트롬멜 스크린-1로부터 150mm 미만으로 입도 선별된 혼합재활용품을 30mm 이상 혼합재활용품 및 30mm 미만의 유기물로 분리하기 위한 설비이며, 트롬멜 스크린-2에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-6〉 트롬멜 스크린-2 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	드럼회전식	
수량	1대	
용량	5~7 ton/hr (30mm 분류)	
동력	16.5kW	인버터
규격	W2,900mm × L8,700mm × H7,100mm	

2) 구조 및 재질

트롬멜 스크린-2는 타공망 및 케이싱, 투입·배출 슈트 등으로 구성된다.

가. 타공망: STS304

나. 케이싱: SS400

다. 투입·배출슈트: SS400

3) 제작사양

- 가) 트롬멜 스크린은 복합적으로 혼합되어 있는 다양한 크기의 폐기물을 입도 별로 선별되도록 하며, 이러한 입도 분리를 위해 스크린의 선별 Hole의 크기 및 형상은 공급자가 제시한다.
- 나) 타공망은 폐기물의 부하를 충분히 견딜 수 있는 구조와 강도로 제작되어야 하며, 눈막힘과 걸림 현상이 발생하지 않도록 하여 원활한 분리작업이 될 수 있도록 한다.
- 다) 트롬멜 스크린의 타공망의 간격 및 크기는 일정하여야 한다.
- 라) 투시창을 설치하여 견학자 및 운전자가 선별상태를 볼 수 있도록 한다.
- 마) 트롬멜 스크린은 과부하 및 비상시 이물질 제거 및 배출이 용이한 구조로 설계되어야 한다.
- 바) 배출구는 입도 분리되어진 물질들이 원활하게 배출되는 구조로 해야 한다.
- 사) 폐기물 성상에 따른 부하 변동이 가능하도록 인버터를 설치하여야 한다.
- 아) 회전 원통의 회전속도와 설치각도는 폐기물이 적정한 속도를 가지고 타공망을 빠져 나갈 수 있도록 설치하여야 하며, 또한 회전 원통 안에서 정체되지 않는 경사각도를 유지하여야 한다.
- 자) 구동모터는 회전원통을 구동하기에 충분한 용량으로 설계되어야 한다.
- 차) 스크린 망의 설치 각도를 관리자가 조절할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 각도 조절시 전후단 설비의 연계를 고려하여야 한다.

4) 공급범위

- 가) 트롬멜 스크린-2의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 트롬멜 스크린-2 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 트롬멜 스크린-2의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 트롬멜 스크린-2 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

라. 체인컨베이어-1

1) 적용범위

트롬멜 스크린-1에서 배출되는 150mm 이상의 혼합재활용품을 벨트컨베이어-1로 공급하여 수선별 및 자력선별을 하기 위한 이송을 위해 설치되며, 체인컨베이어-1에 따르는 부대 설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-7〉 체인컨베이어-1 규격 및 수량

구분	사양	비고
형식	체인벨트형	
수량	1대	
용량	3 ton/hr	
동력	7.5kW	
규격	W1,500mm × L9,600mm	

2) 구조 및 재질

체인컨베이어-1은 구동부, 컨베이어 가대, 운반체인 & 벨트, Sprocket Wheel, Take-Up 장치, 플라이트 등으로 구성된다.

- 가) 구동부: 기어드 모터, Sprocket, Driving Roller etc.
- 나) 컨베이어 가대: SS400
- 다) 운반체인: S45C
- 라) Sprocket Wheel: S45C

마) Take-Up: SS400 / S45C

바) 플라이트

사) 기타

3) 제작사양

가) 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 공급이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워엄속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 선정한다.

나) 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'C' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대는 운반용 체인의 안내레일을 구비하며, 안내레일은 형강 또는 각관으로 제작하며, 경사부와 직선부의 연결은 곡면으로 처리하여 체인이 원활이 구동하도록 제작한다.
- ③ 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤플림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
- ④ 후단설비와 연결되는 부분에는 폐기물의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

다) 운반체인

- ① 운반체인은 컨베이어 체인으로 하며 체인에는 운반물이 옆으로 흐르지 않는 형상의 것으로 적용하고, 적절한 간격으로 벨트를 고정시키는 어태치먼트를 구비하여야 한다.
- ② 체인의 강도는 운반하중을 충분히 견디는 것으로 선정하여야 한다.
- ③ 체인의 형상은 RF-TYPE 또는 동등 이상의 체인으로 선정한다.

라) Sprocket Wheel

- ① Sprocket은 구동부 Sprocket휠과 종동부 Sprocket휠로 구성되며 재질은 S45C로 하되, 열처리를 하여 내마모성이 우수하게 제작한다.

- ② Sprocket은 이송체인에 적합하게 제작하며, 샤프트에 키로 고정시키는 구조로 제작한다.

마) Take-Up

- ① 운반체인의 긴장을 위해서 종동부 Sprocket휠에는 스트로크 300mm의 나사식 긴장장치인 Take-Up을 설치하여 체인의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-Up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-Up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

바) 플라이트

- ① 플라이트는 컨베이어의 경사와 이송량을 고려하여 적절한 높이로 하며 체인스페이스에 볼트로 고정한다.
- ② 플라이트의 SS400 재질의 용접구조로 제작하며 이송 및 조립이 용이한 형상으로 제작한다.

새) 기타

- ① 고무벨트는 충분한 두께를 가지고 ENDLESS 가공을 한다.
- ② 고무벨트는 체인스페이스, 플라이트와 볼트로 고정하며, 플라이트와 플라이트 사이에는 회전 부위에서 처짐이 발생하지 않도록 적절한 간격으로 체인에 볼트로 고정하여야 한다.

4) 공급범위

- 가) 체인컨베이어-1의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 체인컨베이어-1 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 체인컨베이어-1의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.

- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 체인컨베이어-1 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

마. 체인컨베이어-2

1) 적용범위

트롬멜 스크린-1에서 선별되는 150mm 미만의 혼합재활용품을 트롬멜 스크린-2로 공급하기 위해 설치되며, 체인컨베이어-2에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-8〉 체인컨베이어-2 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	체인벨트형	
수량	1대	
용량	5 ton/hr	
동력	7.5kW	
규격	W1,500mm × L9,600mm	

2) 구조 및 재질

체인컨베이어-2은 구동부, 컨베이어 가대, 운반체인 & 벨트, Sprocket Wheel, Take-Up 장치, 플라이트 등으로 구성된다.

- 가) 구동부: 기어드 모터, Sprocket, Driving Roller etc,
- 나) 컨베이어 가대: SS400
- 다) 운반체인: S45C
- 라) Sprocket Wheel: S45C
- 마) Take-Up: SS400 / S45C
- 바) 플라이트
- 사) 기타

3) 제작사양

가) 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 공급이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워엄감속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 선정한다.

나) 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'C' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대는 운반용 체인의 안내레일을 구비하며, 안내레일은 형강 또는 각관으로 제작하며, 경사부와 직선부의 연결은 곡면으로 처리하여 체인이 원활이 구동하도록 제작한다.
- ③ 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤플림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
- ④ 후단설비와 연결되는 부분에는 폐기물의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

다) 운반체인

- ① 운반체인은 컨베이어 체인으로 하며 체인에는 운반물이 옆으로 흐르지 않는 형상의 것으로 적용하고, 적절한 간격으로 벨트를 고정시키는 어태치먼트를 구비하여야 한다.
- ② 체인의 강도는 운반하중을 충분히 견디는 것으로 선정하여야 한다.
- ③ 체인의 형상은 RF-TYPE 또는 동등 이상의 체인으로 선정한다.

라) Sprocket Wheel

- ① Sprocket은 구동부 Sprocket휠과 종동부 Sprocket휠로 구성되며 재질은 S45C로 하되, 열처리를 하여 내마모성이 우수하게 제작한다.
- ② Sprocket은 이송체인에 적합하게 제작하며, 샤프트에 키로 고정시키는 구조로 제작한다.

마) Take-Up

- ① 운반체인의 긴장을 위해서 종동부 Sprocket휠에는 스트로크 300mm의

나사식 긴장장치인 Take-Up을 설치하여 체인의 처짐 및 이탈을 방지한다.

- ② Take-Up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-Up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

바) 플라이트

- ① 플라이트는 컨베이어의 경사와 이송량을 고려하여 적절한 높이로 하며 체인스페이스에 볼트로 고정한다.
- ② 플라이트의 SS400 재질의 용접구조로 제작하며 이송 및 조립이 용이한 형상으로 제작한다.

사) 기타

- ① 고무벨트는 충분한 두께를 가지고 ENDLESS 가공을 한다.
- ② 고무벨트는 체인스페이스, 플라이트와 볼트로 고정하며, 플라이트와 플라이트 사이에는 회전 부위에서 처짐이 발생하지 않도록 적절한 간격으로 체인에 볼트로 고정하여야 한다.

4) 공급범위

- 가) 체인컨베이어-2의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 체인컨베이어-2 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 체인컨베이어-2의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 체인컨베이어-2 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

바. 벨트컨베이어-1

1) 적용범위

트롬멜 스크린-1에서 배출되어 체인컨베이어-1로부터 공급되는 150mm 이상의 혼합재활용품을 수선별 및 자력선별하기 위해 설치되며, 벨트컨베이어-1에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-9〉 벨트컨베이어-1 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	벨트형	
수량	1대	
용량	3 ton/hr	
동력	4.5kW	인버터
규격	W1,100mm × L18,500mm	

2) 구조 및 재질

벨트컨베이어-1은 구동부, 컨베이어 가대, Take-up 장치, Tail롤러 등으로 구성된다.

- 가) 구동부: 워엄속기 모터, 구동드럼 etc.
- 나) 컨베이어 가대: SS400
- 다) Take-Up: SS400 / S45C
- 라) Tail Roller: 강관제

3) 제작사양

가) 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 공급이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워엄속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

나) 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'C' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤틀림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
- ③ 후단설비와 연결되는 부분에는 혼합재활용품의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

다) Take-Up

- ① 운반 벨트의 긴장을 위해서 종동부 드럼에는 스트로크 200mm 이상의 나선식 긴장장치인 Take-Up을 설치하여 벨트의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-Up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-Up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

라) Tail 롤러

- ① Tail 롤러는 강관제로서, 볼 또는 롤러 베어링을 사용하여 동력 전달이 원활하고 마찰 손실이 적으며, 강도가 있어야 한다.
- ② Tail 롤러의 피치는 벨트의 처짐 및 컨베이어의 용량에 따라 적절한 간격을 갖는다.

마) 기타

- ① 고무벨트는 충분한 두께를 가지고 ENDLESS 가공을 한다.
- ② 구동드럼에는 고무코팅하여 벨트와의 접촉면은 슬립이 없고 동력전달효율이 좋아야 한다.
- ③ 컨베이어는 혼합재활용품 이송작업 시 이송물이 외부로 넘치지 않게 벨트 가이드의 높이를 100mm 이상으로 제작한다.
- ④ 순환벨트에서 떨어지는 잔류물을 수합하는 수합 시트를 구비하여 바닥에 이물질이 떨어지지 않게 하고 수합시트는 분해 조립이 쉽도록 제작해야 한다.

4) 공급범위

가) 벨트컨베이어-1의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.

나) 제어반에서 벨트컨베이어-1 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 벨트컨베이어-1의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 벨트컨베이어-1 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

사. 벨트컨베이어-2

1) 적용범위

트롬멜 스크린-2에서 배출되는 30mm 이상의 혼합재활용품을 자력선별 및 체인컨베이어-3으로 공급하기 위해 설치되며, 벨트컨베이어-2에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-10〉 벨트컨베이어-2 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	벨트형	
수량	1대	
용량	5 ton/hr	
동력	3.75kW	
규격	W1,100mm × L9,000mm	

2) 구조 및 재질

벨트컨베이어-2은 구동부, 컨베이어 가대, Take-up 장치, Tail롤러 등으로 구성된다.

- 가) 구동부: 워엄속기 모터, 구동드럼 etc.

- 나) 컨베이어 가대: SS400
- 다) Take-Up: SS400 / S45C
- 라) Tail Roller: 강관제

3) 제작사양

가) 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 공급이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워엄감속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

나) 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'ㄷ' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤뜰림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
- ③ 후단설비와 연결되는 부분에는 혼합재활용품의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

다) Take-Up

- ① 운반 벨트의 긴장을 위해서 종동부 드럼에는 스트로크 200mm 이상의 나선식 긴장장치인 Take-Up을 설치하여 벨트의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-Up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-Up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

라) Tail 롤러

- ① Tail 롤러는 강관제로서, 볼 또는 롤러 베어링을 사용하여 동력 전달이 원활하고 마찰 손실이 적으며, 강도가 있어야 한다.
- ② Tail 롤러의 피치는 벨트의 처짐 및 컨베이어의 용량에 따라 적절한 간격을 갖는다.

마) 기타

- ① 고무벨트는 충분한 두께를 가지고 ENDLESS 가공을 한다.
- ② 구동드럼에는 고무코팅하여 벨트와의 접촉면은 슬립이 없고 동력전달효율이 좋아야 한다.
- ③ 컨베이어는 혼합재활용품 이송작업 시 이송물이 외부로 넘치지 않게 벨트 가이드의 높이를 100mm 이상으로 제작한다.
- ④ 순환벨트에서 떨어지는 잔류물을 수합하는 수합 시트를 구비하여 바닥에 이물질이 떨어지지 않게 하고 수합시트는 분해 조립이 쉽도록 제작해야 한다.

4) 공급범위

- 가) 벨트컨베이어-2의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 벨트컨베이어-2 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 벨트컨베이어-2의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 벨트컨베이어-2 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

아. 체인컨베이어-3

1) 적용범위

벨트컨베이어-2를 통하여 자력선별 후 공급되는 30mm 이상의 혼합재활용품을 AIR SHIFTER로 공급하기 위해 설치되며, 체인컨베이어-3에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-11〉 체인컨베이어-3 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	체인벨트형	
수량	1대	
용량	3 ton/hr	
동력	7.5kW	
규격	W1,500mm × L7,000mm	

2) 구조 및 재질

체인컨베이어-3은 구동부, 컨베이어 가대, 운반체인 & 벨트, Sprocket Wheel, Take-Up 장치, 플라이트 등으로 구성된다.

- 가) 구동부: 기어드 모터, Sprocket, Driving Roller etc,
- 나) 컨베이어 가대: SS400
- 다) 운반체인: S45C
- 라) Sprocket Wheel: S45C
- 마) Take-Up: SS400 / S45C
- 바) 플라이트
- 사) 기타

3) 제작사항

가) 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 공급이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워감속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

나) 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'ㄷ' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대는 운반용 체인의 안내레일을 구비하며, 안내레일은 형강 또는 각관으로 제작하며, 경사부와 직선부의 연결은 곡면으로 처리하여 체인이 원

활이 구동하도록 제작한다.

- ③ 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤플림이나 힘이 발생하지 않도록 한다.
- ④ 후단설비와 연결되는 부분에는 폐기물의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

다) 운반체인

- ① 운반체인은 컨베이어 체인으로 하며 체인에는 운반물이 옆으로 흐르지 않는 형상의 것으로 적용하고, 적절한 간격으로 벨트를 고정시키는 어태치먼트를 구비하여야 한다.
- ② 체인의 강도는 운반하중을 충분히 견디는 것으로 선정하여야 한다.
- ③ 체인의 형상은 RF-TYPE 또는 동등 이상의 체인으로 선정한다.

라) Sprocket Wheel

- ① Sprocket은 구동부 Sprocket휠과 종동부 Sprocket휠로 구성되며 재질은 S45C로 하되, 열처리를 하여 내마모성이 우수하게 제작한다.
- ② Sprocket은 이송체인에 적합하게 제작하며, 샤프트에 키로 고정시키는 구조로 제작한다.

마) Take-Up

- ① 운반체인의 긴장을 위해서 종동부 Sprocket휠에는 스트로크 300mm의 나선식 긴장장치인 Take-Up을 설치하여 체인의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-Up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-Up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

바) 플라이트

- ① 플라이트는 컨베이어의 경사와 이송량을 고려하여 적절한 높이로 하며 체인스페이스에 볼트로 고정한다.
- ② 플라이트의 SS400 재질의 용접구조로 제작하며 이송 및 조립이 용이한 형상으로 제작한다.

새 기타

- ① 고무벨트는 충분한 두께를 가지고 ENDLESS 가공을 한다.
- ② 고무벨트는 체인스페이스, 플라이트와 볼트로 고정하며, 플라이트와 플라이트 사이에는 회전 부위에서 처짐이 발생하지 않도록 적절한 간격으로 체인에 볼트로 고정하여야 한다.

4) 공급범위

- 가) 체인컨베이어-3의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 체인컨베이어-3 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 체인컨베이어-3의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 체인컨베이어-3 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

자. 자력선별기-1

1) 적용범위

벨트컨베이어-2의 하단에 위치하여 컨베이어로 공급되는 혼합재활용품 내 철편 및 철류물 자동선별하기 위해 설치되며, 자력선별기-1에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-12〉 자력선별기-1 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	영구자석식	
수량	1대	
용량	0.5 ton/hr	
동력	1.5kW	
규격	W1,200mm × L2,700mm	

2) 구조 및 재질

자력선별기-1은 영구자석, 벨트 컨베이어, 자력선별기 서포트 등으로 구성된다.

가) 영구자석: Permanent Magnet

나) 벨트 컨베이어: SS400

다) 자력선별기 서포트: SS400

3) 제작사양

가) 영구자석

- ① 자석의 타입은 영구자석이며, 컨베이어에 이송된 혼합재활용품 중 철캔 및 철류를 선별하기 위하여 적당한 폭을 가지며, 철편이 함께 선별될 수 있도록 자석을 선정한다.
- ② 자력의 분포 및 선별 효율을 극대화하기 위한 배열 및 거리로 제작한다.

〈표 부록-13〉 자력선별기-1 영구자석 흡인력 예시

품 명	규 격	중 량(g)	흡인거리(mm) 이하
철 판	5t × 50 × 200	392	220
철 판	19t × 200 × 200	5,966	220
잔 널	100 × 50 × 300	2,808	220
영 글	50 × 6t × 300	1,329	220
볼 트	M10 × 55L	45	220
캔 봉	∅55 × 95L	39	220
못	∅4 × 125L	17	220

나) 벨트 컨베이어 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 동작이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워감속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

다) 벨트 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'ㄷ' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤틀림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
- ③ 배출 슈트와 연결되는 부분에는 재활용품 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

라) 벨트 컨베이어 Take-Up

- ① 운반 벨트의 긴장을 위해서 종동부 드럼에는 충분한 스트로크 이상의 나선식 긴장장치인 Take-up을 설치하여 벨트의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

마) 벨트 컨베이어 운반 롤러 및 리턴 롤러

- ① 운반 롤러, 리턴 롤러는 강관제로서, 볼 또는 롤러 베어링을 사용하여 동력전달이 원활하고, 마찰 손실이 적으며, 강도가 있어야 한다.
- ② 운반 롤러와 귀환 롤러의 피치는 벨트의 처짐 및 컨베이어의 용량에 따라 적절한 간격을 갖는다. 다만, 최종부산물 낙하하는 부분의 운반 롤러의 간격은 0.5 ~ 0.6m 이내로 한다.

바) 자력선별기 서포트

- ① 서포트는 특히 자석의 중량에 대비하여, 자력선별기의 벨트 컨베이어 작동시 하중 또는 선별품이 선별될 때의 중량을 감안하여 제작되며, 운전시 진동이나 흔들림이 없도록 견고하게 제작한다.

4) 공급범위

- 가) 자력선별기-1의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 자력선별기-1 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 자력선별기-1의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 자력선별기-1 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

차. 자력선별기-2

1) 적용범위

벨트컨베이어-1의 하단에 위치하여 컨베이어로 공급되는 혼합재활용품 내 철편 및 철류를 자동선별하기 위해 설치되며, 자력선별기-2에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-14〉 자력선별기-2 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	영구자석식	
수량	1대	
용량	0.5 ton/hr	
동력	1.5kW	
규격	W1,200mm × L2,700mm	

2) 구조 및 재질

자력선별기-2는 영구자석, 벨트 컨베이어, 자력선별기 서포트 등으로 구성된다.

가) 영구자석: Permanent Magnet

나) 벨트 컨베이어: SS400

다) 자력선별기 서포트: SS400

3) 제작사양

가) 영구자석

- ① 자석의 타입은 영구자석이며, 컨베이어에 이송된 혼합재활용품 중 철캔 및 철류를 선별하기 위하여 적당한 폭을 가지며, 철편이 함께 선별될 수 있도록 자석을 선정한다.
- ② 자력의 분포 및 선별 효율을 극대화하기 위한 배열 및 거리로 제작한다.

〈표 부록-15〉 자력선별기-2 영구자석 흡인력 예시

물 명	규 격	중 량(g)	흡인거리(mm) 이하
철 판	5t × 50 × 200	392	220
철 판	19t × 200 × 200	5,966	220
잔 널	100 × 50 × 300	2,808	220
앵 글	50 × 6t × 300	1,329	220
볼 트	M10 × 55L	45	220
랜 통	∅55 × 95L	39	220
못	∅4 × 125L	17	220

나) 벨트 컨베이어 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 동작이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워감속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

다) 벨트 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제

- 작하며, 형강은 'ㄷ' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤플림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
 - ③ 배출 슈트와 연결되는 부분에는 재활용품 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

라) 벨트 컨베이어 Take-Up

- ① 운반 벨트의 긴장을 위해서 종동부 드럼에는 충분한 스트로크 이상의 나사식 긴장장치인 Take-up을 설치하여 벨트의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-up 볼트는 원활히 작동하도록 하여야 한다.

마) 벨트 컨베이어 운반 롤러 및 리턴 롤러

- ① 운반 롤러, 리턴 롤러는 강관제로서, 볼 또는 롤러 베어링을 사용하여 동력전달이 원활하고, 마찰 손실이 적으며, 강도가 있어야 한다.
- ② 운반 롤러와 귀환 롤러의 피치는 벨트의 처짐 및 컨베이어의 용량에 따라 적절한 간격을 갖는다. 다만, 최종부산물이 낙하하는 부분의 운반 롤러의 간격은 0.5 ~ 0.6m 이내로 한다.

바) 자력선별기 서포트

- ① 서포트는 특히 자석의 중량에 대비하여, 자력선별기의 벨트 컨베이어 작동시 하중 또는 선별품이 선별될 때의 중량을 감안하여 제작되며, 운전시 진동이나 흔들림이 없도록 견고하게 제작한다.

4) 공급범위

- 가) 자력선별기-2의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 자력선별기-2 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다. (단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 자력선별기-2의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체

를 수행하여야 한다.

나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.

다) 자력선별기-2 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

카. AIR SHIFTER

1) 적용범위

체인컨베이어-3을 통하여 풍력선별기로 투입되는 혼합재활용품의 비중차를 이용하여 선별하도록 하며, 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-16〉 AIR SHIFTER 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	내부순환식	
수량	1대	
용량	0.4 ton/hr	
동력	31.6kW	인버터
규격	W3,700mm × L13,500mm × H3,700mm	

2) 구조 및 재질

AIR SHIFTER는 투입되는 폐기물의 비중차를 이용하여 빠르게 투입되는 폐기물에 공기를 분사함으로써 비중에 따라 선별하도록 하며, 고비중과 저비중의 폐기물을 효율적으로 분리하기 위하여 아래와 같이 구성된다.

가) 케이스: SS400

나) 풍력선별기 송풍기

다) 공기 분사 노즐: SS400

라) 공기 순환 덕트

마) 분리 드럼 플러: SS400

바) 저비중 배출 컨베이어: SS400

사) 투입 컨베이어: SS400

3) 제작사양

가) 케이스

- ① AIR SHIFTER의 몸체부는 SS400 이상의 재질을 사용하여 제작하여야 한다.
- ② 각 강판의 연결부는 공기가 새어나오지 않도록 볼트를 견고히 조여야 한다.
- ③ 각 연결 틈새에는 먼지나 기타 이물질이 부착 혹은 끼지 않도록 조치하여야 한다.
- ④ 투입되는 생활폐기물과 접촉 및 충돌에 의하여 부식 등의 손상이 발생하지 않도록 도장 및 적절한 보호 작업을 하여야 한다.
- ⑤ 몸체부에는 AIR SHIFTER의 내부를 볼 수 있는 점검창을 설치하고, 유지보수 시에 내부로 진입할 수 있는 점검문을 설치하여야 한다.

나) AIR SHIFTER 송풍기

- ① 공기 공급을 위해 터보형식(Turbo)의 송풍기를 사용하며, 선별 재질의 비중에 따라 유동적 운전이 가능하도록 구성한다.
- ② 송풍기의 재질은 SS400 이상의 재질과 강도가 우수한 것을 사용하고 도장을 실시하여 부식에 충분히 견디도록 한다.
- ③ 흡입구에는 스크린망을 설치하여 일정 크기 이상의 이물질의 흡입을 방지하도록 설치 한다.

다) 공기 분사 노즐

- ① 공기 분사 노즐은 이중 노즐(2층 구조)로 구성하여 최대 효율을 발휘할 수 있도록 하며, 토출구의 단면을 따라 고루퍼져 토출될 수 있는 형태를 유지하도록 제작한다.
- ② 공기분사노즐은 SS400, 2.5t 또는 동등 이상의 재질을 사용한다.

라) 공기 순환 덕트

- ① 송풍기의 공기 흡입을 위해 재순환 덕트를 설치하며, 공기 순환이 원활하도록 설치되도록 한다.
- ② 덕트에 사용되는 덕트의 재질은 철판(SS400)을 사용하며 두께 2.3t 이

상을 사용하여 원형으로 제작·설치한다.

- ③ 재순환 덕트의 흡입구 측에는 스크린망을 설치하며, 일정 크기 이상의 이물질의 유입을 방지하도록 제작/설치하여야 한다.
- ④ 공기 흡입 스크린 유닛의 스크린 망은 일정한 크기와 간격으로 제작되어야 한다.

마) 분리 드럼 롤러

- ① 분리 드럼 롤러는 고비중과 저비중의 분리를 잘하기 위한 경계 롤러 장치이다.
- ② 분리 드럼 롤러는 AIR SHIFTER 투입부와 공기 분사구 후단에 설치하며 긴 물건이 말리지 않도록 제작/설치한다.

바) 설치할 때 주의사항

- ① 모든 부품은 손상이 없고 녹, 먼지 등 이물질을 제거하여 설치한다.
- ② 계약자는 공장제작 성능검사가 완료된 기기류를 본 시방서와 제작자 설치기준 사양, 관련 KS 규격에 따라 설치하도록 하며, 책임 기술지도원 입회 아래 설치하고 타공사 수급자 (전기 및 토목)와 조작방식, 공사한계 등에 대하여도 충분히 협의 후 시행토록 하여 본 기기류 설계목적에 최대한 부합되도록 한다.
- ③ 설치를 위한 운반 시에는 면로프를 사용하고, 무리한 조작이 되지 않도록 하여야 한다.
- ④ 기기류가 손상되지 않도록 설치 시 취급에 유의하여야 하며, 부주의로 인한 손상이 발생 시 이에 대한 책임은 계약자에게 있다.
- ⑤ 설치로 인한 도장 손상 등은 경미한 사항이라도 계약자는 수정 조치하여야 한다.
- ⑥ 폐기물 흘러내림 방지를 위한 흘림방지막이를 설치해야 한다.

4) 공급범위

가) AIR SHIFTER의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함 된다.

나) 제어반에서 AIR SHIFTER 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서

공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 AIR SHIFTER의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) AIR SHIFTER 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

타. 벨트컨베이어-3

1) 적용범위

벨트컨베이어-3은 자력선별기-2에서 자동 선별 배출되는 철편 및 철류를 저장박스로 이송하기 위해 설치되며, 벨트컨베이어-3에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-17〉 벨트컨베이어-3 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	벨트형	
수량	1대	
용량	2 ton/hr	
동력	2.2kW	
규격	W1,100mm × L4,000mm	

2) 구조 및 재질

벨트컨베이어-3은 구동부, 컨베이어 가대, Take-up 장치, Tail물러 등으로 구성된다.

- 가) 구동부: 워엄속기 모터, 구동드럼 etc.
- 나) 컨베이어 가대: SS400

다) Take-Up: SS400 / S45C

라) Tail Roller: 강관제

3) 제작사양

가) 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 공급이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워감속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

나) 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'ㄷ' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤틀림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
- ③ 후단설비와 연결되는 부분에는 혼합재활용품의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

다) Take-Up

- ① 운반 벨트의 긴장을 위해서 종동부 드럼에는 스트로크 200mm 이상의 나선식 긴장장치인 Take-Up을 설치하여 벨트의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-Up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-Up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

라) Tail 롤러

- ① Tail 롤러는 강관제로서, 볼 또는 롤러 베어링을 사용하여 동력 전달이 원활하고 마찰 손실이 적으며, 강도가 있어야 한다.
- ② Tail 롤러의 피치는 벨트의 처짐 및 컨베이어의 용량에 따라 적절한 간격을 갖는다.

마) 기타

- ① 고무벨트는 충분한 두께를 가지고 ENDLESS 가공을 한다.

- ② 구동드럼에는 고무코팅하여 벨트와의 접촉면은 슬립이 없고 동력전달효율이 좋아야 한다.
- ③ 컨베이어는 철편 및 철류 이송작업 시 이송물이 외부로 넘치지 않게 벨트 가이드의 높이를 100mm 이상으로 제작한다.
- ④ 순환벨트에서 떨어지는 잔류물을 수합하는 수합 시트를 구비하여 바닥에 이물질이 떨어지지 않게 하고 수합시트는 분해 조립이 쉽도록 제작해야 한다.

4) 공급범위

- 가) 벨트컨베이어-3의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 벨트컨베이어-3 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 벨트컨베이어-3의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 벨트컨베이어-3 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

파. 벨트컨베이어-4

1) 적용범위

벨트컨베이어-4는 자력선별기-1에서 자동 선별 배출되는 철편 및 철류를 저장박스로 이송하기 위해 설치되며, 벨트컨베이어-4에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-18〉 벨트컨베이어-4 규격 및 수량

구분	사양	비고
형식	벨트형	
수량	1대	
용량	3 ton/hr	
동력	2.2kW	
규격	W1,100mm × L4,000mm	

2) 구조 및 재질

벨트컨베이어-4는 구동부, 컨베이어 가대, Take-up 장치, Tail롤러 등으로 구성된다.

- 가) 구동부: 워감속기 모터, 구동드림 etc.
- 나) 컨베이어 가대: SS400
- 다) Take-Up: SS400 / S45C
- 라) Tail Roller: 강관제

3) 제작사양

가) 구동부

- ① 구동부는 운반량이 일정한 속도로 공급이 가능하도록 제작하며, 감속모터는 기어드모터 또는 워감속기 모터를 적용한다.
- ② 감속모터의 동력 전달은 직결 또는 체인으로 한다.
- ③ 운반량을 충분히 감안하여 동력을 산정한다.

나) 컨베이어 가대

- ① 컨베이어 가대는 SS400 재질의 형강과 철판의 용접 또는 조립구조로 제작하며, 형강은 'C' 형강 및 강성을 유지할 수 있는 재료를 적용한다.
- ② 가대에는 적절한 보강을 하여 뒤틀림이나 휨이 발생하지 않도록 한다.
- ③ 후단설비와 연결되는 부분에는 혼합재활용품의 낙하 및 이탈방지를 위하여 낙하 및 이탈방지가 될 수 있는 구조를 적용한다.

다) Take-Up

- ① 운반 벨트의 긴장을 위해서 중동부 드림에는 스트로크 200mm 이상의 나

- 사식 긴장장치인 Take-Up을 설치하여 벨트의 처짐 및 이탈을 방지한다.
- ② Take-Up 장치는 분해조립이 용이한 조립식으로 제작하여야 한다.
- ③ Take-Up 볼트는 원활이 작동하도록 하여야 한다.

라) Tail 롤러

- ① Tail 롤러는 강관제로서, 볼 또는 롤러 베어링을 사용하여 동력 전달이 원활하고 마찰 손실이 적으며, 강도가 있어야 한다.
- ② Tail 롤러의 피치는 벨트의 처짐 및 컨베이어의 용량에 따라 적절한 간격을 갖는다.

마) 기타

- ① 고무벨트는 충분한 두께를 가지고 ENDLESS 가공을 한다.
- ② 구동드럼에는 고무코팅하여 벨트와의 접촉면은 슬립이 없고 동력전달효율이 좋아야 한다.
- ③ 컨베이어는 절편 및 절류 이송작업 시 이송물이 외부로 넘치지 않게 벨트 가이드의 높이를 100mm 이상으로 제작한다.
- ④ 순환벨트에서 떨어지는 잔류물을 수합하는 수합 시트를 구비하여 바닥에 이물질이 떨어지지 않게 하고 수합시트는 분해 조립이 쉽도록 제작해야 한다.

4) 공급범위

- 가) 벨트컨베이어-4의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 벨트컨베이어-4 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 벨트컨베이어-4의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분

을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.

다) 벨트컨베이어-4 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

하. 반자동식 압축기

1) 적용범위

선별된 재활용품을 압축하여 부피를 줄임으로써 보관 및 운송비를 절감하는 목적으로 설치하는 반자동식 압축기는 피스톤 브라켓의 센서를 감지한 후 동력을 제어하는 제어반과 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치, 시운전 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-19〉 반자동식 압축기 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	유압구동형 반자동압축기	
수량	1대	
용량	0.8 ton/hr	
동력	37.0kW	
규격	W1,000mm × L7,200mm	

2) 구조 및 재질

반자동식 압축기는 몸체, 투입호퍼, 압축실 및 압축 밀판, 유압장치, 실린더 등으로 구성된다.

- 가) 몸체: SS400
- 나) 투입호퍼: SS400
- 다) 압축실 및 압축 밀판: SS400
- 라) 유압장치: S45C
- 마) 실린더: S45C

3) 제작사양

가) 몸체

- ① FRAME의 구조는 압축시 발생하는 압력에 충분히 견딜 수 있는 형강 및 철판 용접구조로 제작하여야 한다.
- ② 압축시 몸체 변형을 방지하기 위하여 보강이 필요한 부분에 대하여는 충분한 보강을 설치하여야 한다. 보강은 SS400 재질의 철판을 사용하며, H-BEAM 또는 사각파이프, 형강류를 사용하여 보강하여야 한다.
- ③ 철판의 용접은 철판 두께의 적당한 모따기 한 후에 용접을 하며 충분한 용입이 이루어 질 수 있도록 하여야 한다.
- ④ 용접 부분의 슬래그나 스파타 등은 그라인더 또는 브러쉬로 반드시 제거하여야 한다.

나) 투입호퍼

- ① 투입호퍼는 압축시 재활용품의 일시 저장을 목적으로 설치한다.
- ② 투입호퍼의 모양은 직사각형으로 충분한 크기로 제작한다.
- ③ 투입호퍼의 재질은 철판 3.2T 이상 SS400 재질의 용접구조로 제작하여야 하며, 필요에 따라서 몸체와 분해조립이 가능한 구조로 한다.

다) 압축실 및 압축 밀판

- ① 압축실의 구조는 압축 시 발생하는 압축력에 충분히 견딜 수 있는 철판 및 레일의 용접 및 조립구조로 제작하여야 한다.
- ② 압축시 철판 및 레일의 변형을 방지하기 위하여 보강이 필요한 부분에 대하여는 충분한 보강을 설치하여야 한다.
- ③ 압축 밀판은 SS400 재질의 철판 및 형강을 사용하여 제작하며, 압축실과 일정한 간격을 두도록 제작한다.
- ④ 압축 밀판은 결속선이 손쉽게 삽입될 수 있는 구조로 제작하여야 한다.
- ⑤ 압축실 및 압축 밀판의 크기는 압축물의 크기를 고려하여 제작한다.

라) 유입장치

- ① 유압펌프는 압출물을 여유있게 압축할 수 있는 성능 이상의 펌프를 사용하여야 한다.

- ② 조작방법은 반자동 운전방식으로 하고 이에 적절한 유압회로를 구성하여야 한다.
- ③ 압축시 발생할 수 있는 과부하로부터 유압 부품을 보호하기 위하여 압력 조절밸브 및 압력스위치를 부착하여야 한다.
- ④ 유압부품은 이물질이 투입되지 않도록 밀폐된 구조로 하여야 한다.
- ⑤ 유압부품은 분해 및 조립이 용이한 구조로 설치하며 이상 시 즉시 조달이 가능한 부품을 선정하여야 한다.
- ⑥ 유압회로에 UNLOADING 밸브를 설치하여 무부하시 유압의 손실을 최대한으로 줄여야 한다.
- ⑦ 압축실린더는 위치센서 및 압력스위치를 설치하여 적절한 압축동작이 이루어지도록 한다.
- ⑧ 유압배관 파이프는 고압(250kg/cm²)배관용 파이프(스케줄 #80-KSD 3573-84기준)를 사용하여야 하며, 유압유의 냉각장치가 설치되어야 한다.
- ⑨ 유면 게이지는 유압탱크의 유량 파악이 가능한 게이지를 설치하여야 한다.
- ⑩ 유압탱크 측면 부위에 청소구를 설치하고 SEAL로 밀폐한 후에 BOLT로 조립할 수 있는 구조로 하여야 하며, 유압유의 유출을 방지하기 위해 탱크상부에 OIL FENCE를 설치한다.
- ⑪ 유압탱크 상단에 흘린 유압류를 제거할 수 있도록 DRAIN COCK를 설치하여야 한다.

마) 실린더

- ① 각 실린더의 SEAL은 ISO 규격의 U-PACKING을 사용하여야 한다.
- ② 압축실린더의 CAP은 TC TYPE으로 제작한다.
- ③ 작동유 누설을 방지하기 위해 O-RING을 각각 2개씩 설치한다.
- ④ O-RING 보호를 위해 BACK-UP RING을 설치하여야 한다.
- ⑤ 실린더 튜브는 정밀도를 위해 보링, 호닝가공(H7급) 하여야 한다.
- ⑥ 로드는 표면 고주파 열처리(HRC55) 후 Cr도금 하여야 한다.
- ⑦ 로드의 원활한 작동을 위하여 WEAR RING을 설치하여야 한다.
- ⑧ 실린더의 로드는 좌굴강도를 계산하여 안전한 강도를 유지하여야 한다.
- ⑨ 실린더의 튜브의 두께는 사용압력을 기준하여 충분한 강도를 유지할 수 있는 범위 내에서 제작하여야 한다.
- ⑩ 실린더는 제작 후 자체 테스트를 실시한 후 부착토록 하여야 한다.

4) 공급범위

- 가) 반자동식 압축기의 제작, 납품, 설치 및 기계기초의 시공은 본 공사로 하며, 시운전도 포함된다.
- 나) 제어반에서 반자동식 압축기 구동부까지의 동력배관 및 배선은 본 공사에서 공급한다.(단, 1차 측 전기는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.)

5) 기타사항

- 가) 시공자는 반자동식 압축기의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 반자동식 압축기 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

거. 수선별대 구조물

1) 적용범위

수선별대 구조물은 관련 기기의 지지, 수선별공간 확보, 유지관리 및 선별되어진 재활용품을 저장용기로 투입하기 위한 슈트 등을 구비한 구조물로 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-20〉 수선별대 구조물 규격 및 수량

구분	사양	비고
형식	철구조물 (슈트 및 본백걸이 13EA 포함)	
수량	1대	
규격	W5,000mm × L20,000mm × H3,500mm	

2) 구조 및 재질

상부에 설치되는 설비들의 하중을 고려하여 견고하게 제작되어야 한다.

가. 작업대: SS400

나. 슈트: SS400

3) 제작사양

가) 작업대

- ① 작업 중 발생하는 동하중 및 정하중에 충분히 견딜 수 있는 구조로 제작되어야 한다.
- ② 작업대의 프레임은 지지대에 견고하게 부착하고 바닥에는 Anchor Plate를 설치하고 충분한 길이의 Anchor Bolt를 조립한다.
- ③ 인력 작업이 이루어짐에 따라 오르내릴 수 있는 계단 또는 사다리가 설치되어야 한다.
- ④ 작업자의 낙하를 방지하기 위하여 Handrail, Toe Plate 등이 구비되어야 한다.
- ⑤ 상부는 Check Plate 3.2T 이상을 사용하며, 하부 발판 Span은 적당한 거리를 두어 발판이 찌그러지거나 돌출되지 않도록 견고히 제작한다.

나) 슈트

- ① 작업자의 좌, 우 움직임에 불편함이 없고 작업 시 불편함이 없도록 충분한 간격에 슈트를 설치한다.
- ② 작업자의 효율을 위하여 적당한 높이와 폭으로 제작한다.

다) 돌백걸이

- ① 철판 절단, 절곡 구조물을 견고하게 용접하여 작업대에 취부한다.
- ② 철판 3.2T 이상으로 형강류와 적절히 조합하여 견고하게 제작한다.
- ③ 사람이 운반할 수 있도록 손잡이가 있어야 하며, 이동이 용이하도록 밑면에 바퀴를 설치한다.

4) 공급범위

가) 수선별대 구조물의 제작, 납품, 설치를 본 공사로 한다.

5) 기타사항

가) 시공자는 수선별대 구조물의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.

나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.

다) 수선별대 구조물 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

너. 트롬멜 스크린 철구조물

1) 적용범위

트롬멜 스크린 철구조물은 트롬멜 스크린-2 및 관련 기기의 지지, 운전 및 유지관리를 위한 구조물로서 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치 등에 대하여 적용 한다.

〈표 부록-21〉 트롬멜 스크린 철구조물 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	철구조물	
수량	2대	
규격	W5,000mm × L13,000mm × H3,500mm	

2) 구조 및 재질

상부에 설치되는 설비들의 하중을 고려하여 견고하게 제작되어야 한다.

가. 작업대: SS400

3) 제작사양

가) 작업대

- ① 작업 중 발생하는 동하중 및 정하중에 충분히 견딜 수 있는 구조로 제작되어야 한다.
- ② 작업대의 프레임은 지지대에 견고하게 부착하고 바닥에는 Anchor Plate를 설치하고 충분한 길이의 Anchor Bolt를 조립한다.
- ③ 인력 작업이 이루어짐에 따라 오르내릴 수 있는 계단 또는 사다리가 설치되어야 한다.
- ④ 작업자의 낙하를 방지하기 위하여 Handrail, Toe Plate 등이 구비되어야 한다.
- ⑤ 상부는 Check Plate 3.2T 이상을 사용하며, 하부 발판 Span은 적당한 거리를 두어 발판이 찌그러지거나 돌출되지 않도록 견고히 제작한다.

4) 공급범위

가) 트롬멜 스크린 철구조물의 제작, 납품, 설치를 본 공사로 한다.

5) 기타사항

- 가) 시공자는 트롬멜 스크린 철구조물의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.
- 나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) 트롬멜 스크린 철구조물 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

더. AIR SHIFTER 철구조물

1) 적용범위

AIR SHIFTER 철구조물은 AIR SHIFTER 및 관련 기기의 지지, 운전 및 유지관리를 위한 구조물로서 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-22〉 AIR SHIFTER 철구조물 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	철구조물	
수량	1대	
규격	W5,000mm × L24,000mm × H3,500mm	

2) 구조 및 재질

상부에 설치되는 설비들의 하중을 고려하여 견고하게 제작되어야 한다.

가. 작업대 : SS400

3) 제작사항

가) 작업대

- ① 작업 중 발생하는 동하중 및 정하중에 충분히 견딜 수 있는 구조로 제작되어야 한다.
- ② 작업대의 프레임은 지지대에 견고하게 부착하고 바닥에는 Anchor Plate를 설치하고 충분한 길이의 Anchor Bolt를 조립한다.
- ③ 인력 작업이 이루어짐에 따라 오르내릴 수 있는 계단 또는 사다리가 설치되어야 한다.
- ④ 작업자의 낙하를 방지하기 위하여 Handrail, Toe Plate 등이 구비되어야 한다.
- ⑤ 상부는 Check Plate 3.2T 이상을 사용하며, 하부 발판 Span은 적당한 거리를 두어 발판이 찌그러지거나 돌출되지 않도록 견고히 제작한다.

4) 공급범위

가) AIR SHIFTER 철구조물의 제작, 납품, 설치를 본 공사로 한다.

5) 기타사항

가) 시공자는 AIR SHIFTER 철구조물의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.

나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분

- 을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.
- 다) AIR SHIFTER 철구조물 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

러. 계량대

1) 적용범위

차량에 의하여 시설 내 반입 및 반출되는 양을 계량하기 위한 설비이며, 이에 따르는 부대설비의 설계, 제작, 납품 및 검사, 설치 등에 대하여 적용한다.

〈표 부록-23〉 계량대 규격 및 수량

구 분	사 양	비 고
형식	4점 지주식 로드셀	
수량	1대	
용량	50ton	
동력	0.2kW	
규격	W3,000mm × L12,000mm	

2) 구조 및 재질

- ① 계량대는 기후조건에 상관없이 운전원의 계량 입력 등의 지장이 없도록 설치하여야 한다.
- ② 차량이 진입 및 진출할 경우에도 집판에 진동 또는 충격이 없도록 제작하여야 한다.

3) 제작사양

- ① 해당시설에 진·출입하는 차량을 계량함으로써 입·출고되는 물품의 중량을 정확히 계측할 수 있어야 하며 계량정보는 사용자가 자료를 관리할 수 있어야 한다.
- ② 계량대는 공장에서 제작되어 조립, 시운전 및 각종 시험에 합격한 제품으로, 현장에서는 조립 및 설치만 가능해야 한다.
- ③ 최소는금단위 10kg 이하

④ 측정오차

㉠ 단위 로드셀 오차 $\pm 0.1\%$

㉡ 총 오차 $\pm 0.1\%$

4) 공급범위

가) 계량대의 제작, 납품, 설치를 본 공사로 한다.

나) 단, 1차 측 전기 및 계량대 통신설비는 제외이며, 2차 배선공사는 현장 시공사양 및 동력 조건에 따라 일부 변경될 수 있다.

5) 기타사항

가) 시공자는 계량대의 인도, 납품 설치 및 이에 따른 행정 절차 일체를 수행하여야 한다.

나) 시공자는 제작, 납품, 설치자와 협조하고 완성 부품, 현장 조립부품 부분을 정확히 명시하여 반입, 설치하여야 한다.

다) 계량대 설치 시 관련 기기장치의 작업과 상호 악영향이 발생하지 않도록 현장 여건을 면밀히 검토하여 설치 작업한다.

참고 문헌

- 대한무역투자진흥공사 <http://www.kotra.or.kr/>
- 외교부, <http://www.mofa.go.kr/>
- 유기영, 「Zero Waste 도시, 서울의 새로운 도전」, SDI정책리포트 제61호, 서울: 서울연구원, 2010.
- 유기영 김법식, 「자원회수촉진형 생활폐기물처리 민관협력모델」, 서울: 서울연구원, 2010.
- 이정임 외, 「Zero Waste 도시 기반 구축 방안」, GRI정책연구 제63호, 경기: 경기개발연구원, 2013.
- 서동천, 「귀국보고서: 아시아재단 스리랑카 지역경제발전 거버넌스(LEG) 사업 전문가 파견」, 2014
- 손현, 「『폐기물 관리법』 상 폐기물 분류체계 분석」, 법연 vol.41, 한국법제연구원, 2013.
- 스리랑카 대한민국 대사관, <http://lka.mofa.go.kr/korean/as/lka/main/index.jsp>
- 정책브리핑 홈페이지, <http://www.korea.kr>
- 채영근, 「폐기물 관련 법령체계의 문제점 및 개선방안」, 환경법연구 제31권 2호, 한국환경법학회, 2009
- 한국국제협력단, 「스리랑카 콜롬보지역 폐기물통합관리시스템 시범구축사업 사전조사 결과보고서」, 경기: KOICA, 2008.
- _____, 「스리랑카 폐기물 에너지화 단지 지원사업 사전타당성조사 결과보고서 II」, 경기: KOICA, 2012.
- _____, 「인도네시아 8개도시 고품폐기물처리시스템구축 타당성조사 및 실시설계사업 사전타당성조사 결과보고서」, 경기: KOICA, 2011.
- 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구, 2014.
- 한국표준협회, 「Municipal Waste Compost Programme in Sri Lanka」, REPORT No.: CDM-2011-010, 2012
- 환경부, 자원순환사회로의 전환, 미래사회를 위한 선택, 2015.
- _____, 제1차 자원 재활용 기본계획, 1993.
- _____, 제2차 자원 재활용 기본계획, 1998
- _____, 제3차 자원 재활용 기본계획, 2003

- _____. 제4차 자원 재활용 기본계획, 2008
- _____. 제1차 국가 폐기물관리 종합계획, 1992
- _____. 제2차 국가 폐기물관리 종합계획, 2002
- _____. 제2차 국가 폐기물관리 종합계획수정계획, 2007
- _____. 제3차 국가 폐기물관리 종합계획 마련을 위한 연구, 2012
- _____. 환경30년사, 2010
- _____. 2008년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2009
- _____. 2009년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2010
- _____. 2010년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2011
- _____. 2011년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2012
- _____. 2012년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2013
- _____. 2013년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2014

ADB, Asian Development Outlook 2013,

_____. Country Operation Business Plan-Sri Lanka 2014-2016, March 2014,

_____. Country Partnership Strategy-Sri Lanka 2012-2016, October 2011, Central Bank of Sri Lanka: <http://www.cbsl.gov.lk/>

_____. Role of the business community reconciliation, January 2012,

_____. Annual report 2013,

Central Environmental Authority, <https://www.cea.lk>

Central Intelligence Agency, 「The World Factbook: Sri Lanka」, 2012

Department of Census and Statistics, <http://www.statistics.gov.lk/>

Department of Agriculture, <http://www.agridept.gov.lk/>

Department of Meteorology, <http://www.meteo.gov.lk/>

Disaster Management Centre(Ministry of Disaster Management), 「Corporate Plan」, 2010

_____. 「Towards a Safer Sri Lanka-A Road Map for Disaster Risk Management」, 2005

External Resources Department, Sri Lanka, 2013 Global Partnership Towards Development, December 2013,

IMF, 2014 Article 4 Consultation, Sri Lanka, September 2014,

-
- _____. Investing in Public Investment: An Index of public Investment Efficiency, February 2011,
- JICA Ex-Participants Association, <https://www.jeaswm.lk>
- JICA NSWMSC, *Manual on Funding and Financial Management for SWM Projects*, February 2008,
- _____, *Encouraging Public Participation in Solid Waste Management*, 2008,
- _____, *Guidelines for the Selection of Technical Assistance Scheme to Assist Local Authorities*, 2008,
- _____, *Monitoring and Evaluation for Solid Waste Management Projects*, 2009,
- _____, *Design Manual for Small Scale Composting Plants*, 2009,
- _____, *National Solid Waste Management Annual Status Report*, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011,
- JICA -Sri Lanka, <https://www.jica.go.jp/english/index.html>
- Ministry of Construction, Engineering Services, Housing & Common Amenities, Sri Lanka, *Sri Lanka 2011-2030 National Physical Plan And Project Proposals*, March 2012,
- Ministry of Defence and Urban Development, Sri Lanka, *Metro Colombo Urban Development Project*, January 2012,
- Ministry of Environment & Renewable Energy, Sri Lanka <https://www.environmentmin.gov.lk/policies.htm>
- Ministry of Environment and Natural Resources & UNEP, 「SRI LANKA ENVIRONMENT OUT LOOK」, 2009
- Ministry of Finance and Planning, Sri Lanka: <http://www.treasury.gov.lk>
- _____, *The Emerging wonder of Asia*, November 2010,
- _____, Fiscal Management Report 2015, October 2014,
- _____, Sri Lanka, Development Performance 2014,
- _____, 「2013 Annual Report」, 2014
- Ministry of Economic Development, Sri Lanka, Macro Action Plan 2011-2015,
- Ministry of Strategy and Finance, Republic of Korea, Private Participation

-
- in Infrastructure in Korea, November 2008,
- N,W,K,P,S, Nanayakkara and U, A, D, P, Gunawardena, *Role of Local Governments in Building Democracy: A study of Akkaraipattu Municipal Council of Sri Lanka*, South Eastern Univ, Department of Forestry and Environmental Science, University of Sri Jayewardenepura
- ODA Korea, *Country Partnership Strategy for Sri Lanka 2012-2016*
- Research Department One-text initiative, National Budget Making & Fiscal Devolution In Sri Lanka, December 2012,
- Sri Lanka Export Development Board, <http://www.srilankabusiness.com/>
- Sri Lanka Sustainable Energy Authority, <http://slsea.fclcloud.com/>
- Standard Chartered, Sri Lanka-Debt dynamics, April 2014,
- UNDP, Assessment of development results Sri Lanka, July 2012,
- _____, Sri Lanka national human development report 2014,
- UNEP, 「Green Economy」, 2013
- UNOPS, <https://www.unops.org>,
- Waste Management Authority-Western Province, Sri Lanka
<https://www.wpc.gov.lk/chief-ministry-waste.htm>
- World Bank, *Country Partnership Strategy(FY2013-FY2016)*, April 2012,
- _____, Investing in Infrastructure, Harnessing Its potential for Growth in Sri Lanka, 2013,
- _____, Financing for Development Post-2015, October 2013,
- _____, Sri Lanka Public Sector Accounting and Auditing, March 2007,
- _____, Sri Lanka Selected public expenditure Issues 2003/2004, Jung 2006,
- _____, Sri Lanka Development policy Review, December 2004,