

환경친화적 산업단지 조성 기법 연구

연구지원 2011-23호

환경친화적 산업단지 조성 기법 연구

지은이 이은엽 · 이현주 · 김정곤 · 김경식

발행인 김수삼

발행처 한국토지주택공사 토지주택연구원

출판등록

편집 서이나

주소 (우)305-810 대전광역시 유성구 전민동 462-2

전화 042) 866-8400

전송 042) 866-8405

전자우편 lh@lh.or.kr

ISBN 978-89-92525-63-3 03100

이 책의 내용을 쓰고자 할 때는 저작권자와 토지주택연구원의 허락을 받아야 합니다.

- 이 출판물은 우리 공사의 업무상 필요에 의하여 연구검토 한 기초자료로서 공사나 정부의 공식적인 견해와 관계없습니다.
- 우리 공사의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.



연구지원 2011-23

환경친화적 산업단지 조성 기법 연구

Construction Techniques of Environment Friendly Industrial Estate

토지주택연구원

참여연구진

연구총괄

이은엽 토지주택연구원 수석연구원

연구원

이현주 토지주택연구원 연구위원

김정곤 토지주택연구원 수석연구원

연구보조원

김경식 토지주택연구원 연구원

심의위원

김종림 토지주택연구원 연구전략단장

강병주 한남대학교 도시부동산학과 교수

반영운 충북대학교 도시공학과 교수

최정석 중부대학교 도시행정학과 교수

이용수 한국환경정책평가연구원 선임연구위원

류대호 도화엔지니어링 이사

노성화 산업경제처 단지개발부장

최준엽 산업경제처 단지개발과장

연구요약

1. 연구개요

산업구조가 전환되면서 공장 중심의 산업단지 조성에서 다양한 기능과 용도를 결합할 복합 산업단지 조성이 증가하고 있다. 또한 도시와 연계해 산업단지가 배치되거나 산업단지 주변에 주거시설들이 입지하면서 환경에 대한 영향정도가 높아지고 있다. 산업단지는 공해를 유발할 수 있는 업종들이 입지함에 따라 택지개발 및 주택개발 사업과는 다른 입지선정과 계획기법을 적용할 필요가 있다. 현지 여건을 고려하지 못한 입지 선정과 개발계획 수립은 민원문제를 발생하게 되고 환경영향 평가 단계에서 지구계 및 토지이용계획을 변경하여 사업 기간이 지연되는 원인으로 작용한다. 환경 문제를 미연에 방지하고 개발계획 변경 등에 따른 사업성 악화를 줄이기 위해서는 대상지 여건을 고려한 계획안을 적용하는 것이 요구된다.

최근 들어 사회전반에 걸쳐 녹색성장을 고려한 친환경 개발 방식이 강조되고 있어 산업단지도 친환경적 조성에 대한 요구와 필요성이 높아지고 있다. 산업부문에서 저탄소 사회 패러다임에 부응하고 공간개발의 패러다임인 친환경 개발을 위해서 산업단지의 입지특성과 환경여건을 고려한 입지선정과 개발계획 기법들을 적용해 나가는 것이 중요해지고 있는 시점이다.

이러한 점에서 본 연구는 산업단지라는 특수한 여건을 고려하여 친환경적 산업단지조성을 위해 요구되는 지구계 선정 기준과 친환경 계획요소 및 계획기법을 도출하고 법적, 제도적 개선방안을 모색해 보았다.

2. 이론 및 선행연구 고찰

산업단지의 환경친화적 개발에 대한 관심이 증가하면서 이와 관련된 다양

한 용어가 사용되고 있다. 친환경 산업단지, 환경친화적 산업단지, 지속가능한 산업단지, 생태산업단지, 저탄소 녹색산업단지 등이 그 예이다. “친환경 산업단지”에서 “친환경”이란 용어는 지속가능성 개념의 한 부분으로, 그 중 자연환경과 생태적 측면을 강조한 것으로 볼 수 있다. 결국, 환경친화적 산업단지란 환경오염을 사전에 예방하고 저감시켜 단지내 생태 및 경관의 기능을 향상시키기 위해 종합적으로 계획되고 개발되는 산업단지를 의미한다.

환경친화적인 산업단지를 계획하고 개발하여 경제성장을 견인할 뿐 아니라 환경오염 문제와 자원고갈 문제를 동시에 해결하려는 움직임들이 증가하고 있다. 이에 따라 산업단지가 안고 있는 환경문제를 해결하기 위해 다양한 연구들을 수행하고 있다. 산업단지의 환경문제와 환경피해를 줄이기 위한 저감 방안 연구, 환경친화적 산업입지에 관한 연구, 그리고 생태산업단지에 대한 연구들이 시도되고 있다. 산업단지를 환경적 관점에서 분석하고 대안을 모색해 본 선행 연구들은 환경 친화적 산업단지의 필요성에 대해 공감하고 있으며 친환경 산업단지 조성이 중요하다는 점을 강조하고 있다. 산업단지의 입지와 관련한 정책 및 제도에 대한 이론적 검토와 단위시설 중심의 연구들은 있으나 공간계획을 통해 환경적 영향을 최소화하기 위한 연구들은 미흡한 것으로 나타났다. 토지이용 및 공간 계획 차원에서 산업단지를 환경 친화적으로 조성하기 위한 실천적 연구가 보다 증가될 필요가 있다. 산업단지 입지가 환경적 부작용을 줄여주고 지역내 다른 용도들과 환경 친화적으로 연결되기 위해서는 공간 차원에서 산업입지와 토지이용계획에 대한 대안들을 모색해 나갈 필요가 있다. 이러한 점에서 환경친화적 산업입지를 위한 다양한 시각들을 종합할 수 있는 연구가 필요하며, 산업단지에 의한 환경영향과 피해를 줄이기 위한 친환경 계획요소와 개발계획 내용들에 대한 연구들이 보다 증가될 필요가 있다.

3. 산업단지 환경실태 및 관련제도 분석

1) 산업단지 환경실태

산업단지에서는 대기오염, 소음, 악취 등이 주요한 환경민원으로 발생하고 있으며, 이들 요인에 대해 민감하게 반응하고 있음을 알 수 있다. 최근 들어

산업단지와 주거시설들이 연접하여 배치하는 경우가 증가하고 있어 산업단지 배치에 따른 환경적 영향 정도를 파악하고 환경 피해를 저감할 수 있는 접근 방식이 중요해지고 있다.

기존의 공장 중심의 배치에서 복합개발 증가로 인해 주거공간들이 확산함에 따라 환경민원이 지속적으로 증가될 개연성이 높아지고 있다. 산업단지 입지대상의 물리적 환경을 친환경적으로 개발하는 접근이 미흡할 경우 환경적 문제가 대두될 수 있다.

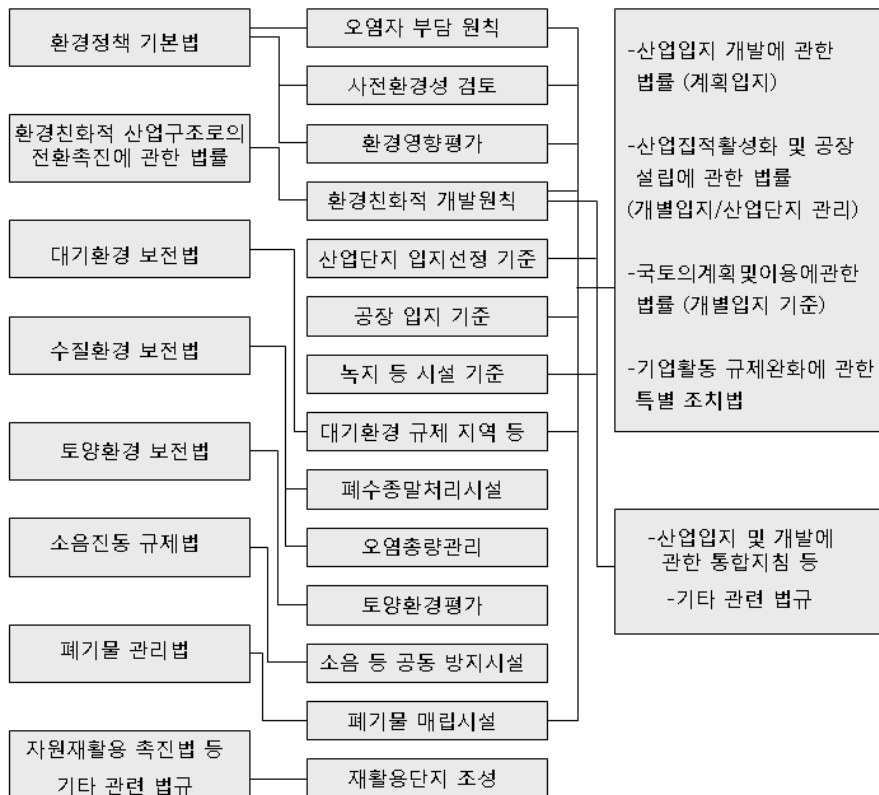
산업단지의 물리적 환경 부문에서 나타나고 있는 환경적 문제를 살펴보면 과다한 절성토와 그에 따른 지형변화로 지역 본래의 우수한 생태환경 및 원형지를 훼손하는 경우가 많다. 또한 동식물상에 미치는 영향 정도를 파악하는 것이 미흡하거나 대상지역이 보유하고 자연환경을 잘 활용하여 친환경적 개발계획을 수립하는 부분도 보완해야 할 점이 많은 것으로 나타났다. 기존 공업지역 내에 위치한 주민 거주지역이 도시계획상 용도지역과 상충되어 주민 편의시설 및 기반시설이 부족하여 거주지역의 생활환경 개선을 위한 근본 대책 마련이 필요한 것으로 나타났다. 또한, 공장 및 하천에서 발생하는 악취, 무질서한 주차문제와 화물 운송, 단지내 차량통행 등에 따른 복잡한 도로 환경도 산업단지에서 해결해야 할 환경문제로 나타났다.

2) 산업단지 관련 환경 제도 여건분석

산업단지의 환경문제를 근본적으로 해결하고 친환경적인 산업단지를 조성하기 위해 근간이 될 수 있는 별도의 관련 법률은 마련되어 있지 않다. 산업단지와 관련된 환경 규정들은 대기, 수질, 폐기물 등 각 오염매체별 소관법률이나 환경 관련 법체계 내에 규정하고 있다. 환경친화적 관점에서 살펴 볼 때 현행 산업단지 입지와 관련된 제도들은 종합적인 시각을 바탕으로 환경을 대하는 접근이 다소 미흡하다. 산업단지의 입지를 규정하고 개발방향을 제시하는 산업입지 개발지침에는 환경 친화적 산업입지개발을 위한 기본원칙만을 선언적으로 제시하고 있을 뿐 구체적인 기준 설정은 미흡하다. 산업입지법 제2조의 6은 산업단지 개발사업에 포함시킬 사업을 제시하고 있는데 환경관련 시설은 하수도, 폐기물처리시설, 기타 환경오염방지시설 사업으로 규정하고 있다. 이는 산업단지의 환경관리를 시설위주 즉, 사후처리 중심으로 접근하고

자 하는 방식이 바탕이 되고 있음을 알 수 있다. 지속가능한 개발이 주요 의제로 부각되고 있는 시점에서 생태산업단지 또는 친환경 산업단지 조성이 요구되고 있는 점을 고려해 볼 때 자원 순환형, 생태환경개선 등을 포함시킬 필요가 있다.

또한 산업입지법에 의해 수립되는 산업입지공급계획 역시 산업용지의 공급에 초점을 두고 있어 기존 산업단지의 재정비 등 수요관리를 포함한 생태, 효율성 측면을 고려할 필요가 있다. 산업입지 공급계획의 경우 장기적 관점에서 계획입지와 개별입지의 비율을 설정하고 있으나 기업들의 개별입지를 지양하고 계획입지를 촉진하기 위한 효과적 수단이나 구체적 방안을 제시하는 부분에 있어서는 미흡한 측면이 있다. 법적, 제도적 측면에서 친환경 산업단지 조성을 위해서는 개별입지를 가급적 억제하고 계획입지를 확대시킬 수 있는 틀을 마련할 필요가 있다.



(그림 1) 친환경 산업단지 조성 관련 법제도 종합 검토

4. 국내외 친환경 산업단지 개발동향과 사례

최근의 산업단지의 개발유형을 살펴보면 공장만을 단독으로 입지시키는 경우 보다는 주거시설과 상업업무시설 등의 지원시설을 혼용시킨 복합용도 개발이 증가하고 있다. 기존의 공장 단독입지와 비교해 볼 때 친환경 개발의 필요성이 더욱 높아지고 있다 할 수 있다.

친환경 개발 방식의 접목은 신규 산업단지에 비해 기존의 산업단지를 재정비 또는 재생시키고자 하는 경우에 보다 관심이 높은 것으로 나타났다. 친환경 산업단지 개발의 기본 방향은 지속가능한 재료 및 건설기술 사용, 에너지 효율 극대화, 자연자원의 이용, 자동차 사용 감소, 에너지 효율 극대화, 환경디자인 적용 등이 대표적이라 할 수 있다. 친환경 산업단지 개발을 위해 적용되고 있는 부문별 계획내용들을 살펴보면 생활환경 부문에 있어서는 분진, 소음, 대기 방향 등을 고려한 계획적용이 중요하게 고려되고 있다. 또한, 존치되어 있는 자연녹지 훼손의 최소화 유도, 중앙녹지 및 바람축 형성도 중요 고려사항으로 나타났다. 싱가포르의 경우 공업업종 유형에 따라 주거지역과 공업지역 사이의 완충거리에 차등을 두어 적용하고 있어 국내의 경우도 획일적 제한규정 보다는 여건에 따라 탄력적으로 완충녹지 폭과 면적 등을 적용시키는 방안이 고려될 필요가 있다. 일본의 경우 산업단지의 녹지조성에 대해서 매우 엄격한 기준을 적용하고 있으나 개별 공장이 확보하여야 하는 녹지비율에 산업단지의 공공녹지 면적을 합산하여 산정함으로써 계획입지 기업들이 추가적인 비용 부담 없이 완충녹지를 확보할 수 있도록 한 점은 눈여겨 볼 대목이라 할 수 있다.

[표 1] 외국사례의 시사점

시사점	주요내용
엄격한 환경규제	<ul style="list-style-type: none"> · 환경문제가 산업입지 개발의 추진여부를 결정 · 수자원이나 습지관련 규제 저촉시 사업추진 곤란 · 지방정부는 신규개발보다 기개발지의 재활용 선호
규제의 탄력적 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 필요성이 인정될 경우 보전지역의 개발을 통한 산업단지 간설도 허용 · 녹지율 등의 책정시 기업부담 경감을 위한 특례조치의 적용(일본)
다양한 유형의 환경친화적 산업입지 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 산업단지의 환경친화적 재정비, 용도지역제나 산업단지 관리지침을 활용한 환경친화적 산업입지 개발 등 다양한 접근방법을 활용 · 생태산업단지 등은 장기적 시범사업으로 추진

5. 친환경 산업단지 조성을 위한 계획요소 및 계획기법 도출

1) 입지선정시 주요 검토 사항

친환경 산업단지 조성을 위한 입지선정시 검토가 필요한 주요 요소는 자연 환경 부문에서는 지형, 지질, 기상이 중요 항목으로 나타났으며, 생활환경 부문에서는 공간구조, 보전적지, 경관 요소가 생태환경 부문에서는 동식물상과 생태녹지 요소가 중요 항목으로 나타났다.

구분	항목	세부항목
자연환경	지형	<ul style="list-style-type: none"> • 급경사 지역의 입지제한 • 대규모 절성토 및 지형변동 발생지역 제외
	지질	<ul style="list-style-type: none"> • 보전가치가 우수한 특이 지형지질 제외 • 개발이 제한되는 지질
	기상	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수발생, 침수 발생 등 재해 위험지역 배제
생활환경	공간구조	<ul style="list-style-type: none"> • 공해업종과 인근 주거지역의 적정 이격
	보전적지	<ul style="list-style-type: none"> • 보호지역 및 보전용도상의 개발입지 제한
	경관	<ul style="list-style-type: none"> • 보전가치가 높은 문화경관의 훼손 회피
생태환경	동식물상	<ul style="list-style-type: none"> • 보전 필요 동식물종 집단 및 서식처 제외 • 생태자연도 및 녹지자연도 보전등급의 입지 제한
	생태녹지	<ul style="list-style-type: none"> • 적정 공원녹지 확보 • 중요 생태녹지축 연계

[그림 2] 입지선정시 주요 검토 요소

2) 지구계 설정시 주요 고려 요소

지구경계 설정시 고려해야 할 주요 요소를 자연 환경적 요인, 인문 사회적 요인, 도시 계획적 요인별로 파악한 결과는 아래의 표와 같다.

[표 2] 지구계 설정시 고려요소

구 분	고려 요소
자연환경적 요인	<ul style="list-style-type: none"> · 양호한 수림지 등 자연자원 적극보호 (녹지자연도 8등급, 생태자연도 1등급지를 고려한 환경적 측면 검토) · 고지대 및 급경사지 등으로 많은 절개지가 발생하게 되는 경우에는 자연경관 훼손, 과도한 토량발생이 예상되는 지역은 배제토록 함 · 15m이상 과다 경사면 발생지 제외 · 지구계 부근 경사도 25°이상은 경사면 검토를 통해 가급적 제척 · 구역 경계부의 산지 표고의 50/100이상은 과다 절개지 발생 고려 제척 · 침수 및 붕괴위험이 내재되어 있는 지역은 가급적 제외토록 함 · 바람길, 물길 도입이 가능하도록 지구경계 설정 · 수계 및 경지 정리된 양호한 농지 편입 최소화 · 사업부지내 저수지 등 수자원이 입지해 있는 경우는 단지내 친수공간으로 개발하기 위하여 지구내 포함 · 저수지는 제내지 측 안 턱 하단 부분 경계 설정 · 하천정비기본계획 제방선 기준 설정 · 상류 10km이내 20m의 하천변 녹지보전
인문사회적 요인	<ul style="list-style-type: none"> · 문화재로 지정되어 있거나 문화재 지표조사 결과 문화재로 보존가치가 높은 지역은 제외함 · 특수시설, 공장, 밀집취락, 양호한 건축물 등의 경우 상위계획과의 정합성, 정비계획 수립여부, 주변 환경 영향 등을 고려 결정 · 산재되어 있는 주택 등 건축물은 포함하여 개발 · 지구 외곽에 밀집된 주거, 업무, 상업용 건물은 제외 · 철탑, 노거수 등이 경계부에 입지할 경우 제척 · 살가래가, 인근 사업지구 보상가 등 종합검토 및 기개발지 제척 · 도시 발전축 및 향후 토지활용 가치가 높을 것으로 예상되는 지역은 포함하여 적정 활용성 검토 · 진입도로 확보 및 지원 가능성을 고려해 경계설정 · 주변 지역 연결을 위한 도로개설이 필요한 경우 포함 여부 검토 · 불필요한 교통 발생 유발 지역은 경계 제외 고려 · 주변 공해 유발 위험시설이 입지해 있는 경우 영향권 분석을 통해 경계 결정 · 단지 인근 기존 공공시설 활용 효과 고려 경계 고려 · 기타 관련 법률상 개발규제 지역으로 지정된 지구, 구역 등을 제외하여 지구계를 설정함
도시계획적 요인	<ul style="list-style-type: none"> · 정형화 및 경사도를 고려한 지구계 조정으로 지구 내외의 토지이용 효율 제고 · 용도지역(계획관리지역) 및 개발여건 양호지역을 고려한 경계 설정 · 도시기본계획 등 상위계획과의 정합성을 고려한 경계 설정 · 도시계획시설(도로)에 의한 경계 설정 · 주변지역 난개발 방지를 위한 취락지구 경계 등 · 경지 정리된 농업진흥지역은 친환경적 개발 유도

3) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획기법

친환경 산업단지 조성을 위해 적용이 필요한 핵심적 계획요소들은 산업단지의 입지유형에 따라서 우선적으로 검토가 되어야 할 내용들이 있는가 하면, 산업단지의 친환경적 개발을 위해 공통적으로 적용이 요구되는 계획요소들로 구분해 볼 수 있다. 산지구릉지의 경우는 평지형에 비해 우선해서 고려해야 할 적용 대상들이 많게 되므로 친환경 산업단지 조성을 위해서 이들 요소들 (표 3 참조)을 중요한 계획요소로 적용시킬 필요가 있다.

[표 3] 친환경 산업단지의 주요 계획요소

계획항목	계획 요소	개발 유형	
		산지 구릉지	평지형
지형 및 토양	- 지형과 경사를 고려한 단지 배치 계획	◎	○
	- 투수성 포장면의 확대	○	○
수질	- 점, 비점오염원 저감대책 수립	○	○
토지 이용 계획	- 공해 유발업종의 분리배치 및 적정이격 계획	◎	◎
	- 에너지 절약형 토지이용계획 수립	○	○
	- 바람길 계획	◎	○
	- 수순환망 계획	◎	○
교통계획	- 도로변 소음저감	○	○
	- 대중교통 시스템 계획	○	○
	- 보차 분리계획	○	○
	- 주차공간 확보 방안 마련	○	○
녹지	- 공원녹지 확충 및 접근성 향상 도모	○	○
	- 완충녹지 및 차폐녹지 설치	○	○
	- 녹지의 연속성 확보	○	○
경관	- 경관보전 및 관리계획	◎	○
	- 경관형성 및 경관축 설정	○	○
에너지	- 에너지원 병용 확대	○	○
생태환경 향상	- 생태자연도 상위등급의 보전	◎	◎
	- 중요 서식처 보전 및 비오톱 조성 계획	◎	◎

◎ : 매우 중요 , ○ : 중요

6. 친환경 산업단지 개발 방안 적용

앞서 도출된 친환경산업단지 조성을 위한 주요 계획요소들을 적용하기 위해 도심입지형과 도심외곽형 산업단지로 입지유형을 분류하고 각각 산지·구릉지, 평지형으로 구분하여 친환경산업단지 개발구상안을 적용하였다.

6.1 도심 입지형 친환경 산업단지 개발 방안

1) 평지형

□ 입지현황

자연생태적 입지현황을 살펴보면 본 대상지 주변의 녹지는 산업단지 조성 시 단절되어있으며, 산업단지 내부에는 녹지 조성이나 바람통로가 미 반영되어 있다. 교통 및 접근성과 관련해 분석한 결과, 현재 주변의 정주지와 혼합된 교통체계 및 도시외곽으로 공간적 팽창이 이루어지면서 교통량이 증가되어 접근성이 제약되고 있으며, 고속도로 진입 지역에 신개발이 이루어지면서 접근성이 열악해진 상태이다.

공간구조 및 토지이용 측면에서 볼 때 전통적인 1,2차 산업단지로 보행, 자전거도로가 단절되어 있는 구조이며 주변 정주지와 연계된 공간구조 보다는 이동, 수송 중심의 도시기반 체계로 구성되어 있다. 산업입지 지역의 경우 인근 하천과의 연계성이 차단되어 있으며 단지 내에 녹지나 수변공간이 결여되어져 있어 도시의 건전한 기후대 형성에 있어서도 유리하지 못한 측면을 지니고 있다.



(그림 3) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)

□ 개발구상

자연생태적 입지 측면에서 4개의 녹지축을 구축하고, 단지 중심부에 녹지 +수계 축을 조성하여 Green Circulation을 형성하도록 구상하였다. 교통 및 접근성을 개선하기 위해서 교통체계가 구도심 구조를 하고 있어 화물차량의 불필요한 통과를 억제하도록 하고, 단지 내에 분산형 녹지+주차시설 설치와 녹지축과 연계된 보행, 자전거 네트워크를 구축하도록 계획하였다. 공간구조 및 토지이용 측면에서는 산업단지 남, 동측의 정주지와 격리된 공간구조를 띄고 있어 기능분산의 효과가 부족한 문제점을 보완하기 위해 분산형 교통체계와 녹지축을 연계하였으며 이동거리 단축을 위해 상업, 서비스 시설 중심의 동·서로 공간을 분리 재배치하도록 구상하였다. 대상지 중심부 남·북으로 연결되는 수변공간+녹지공간+보행으로 구성된 Urban Cooling System을 구축하도록 구상하여 도시내 미기상 개선을 고려하도록 하였다.



(그림 4) 현황 분석에 따른 개발구상안(도심입지 평지형 산단)

2) 산지구릉지형

□ 입지현황

자연생태적 입지측면에서 본 대상지는 기존의 도로를 중심으로 녹지축이 형성되어 있으나 산업단지가 조성되면서 도심으로 흐르는 신선한 공기통로의 순환체계가 영향을 받고 있다. 산업단지 토지이용계획은 공기통로, 녹지 축이 단절된 형태로 구성되어 있다. 교통 및 접근성 측면에서 살펴보면 경사도를 가진 단지로 자동차 중심의 도로로 형성되어 있다.

공간구조 및 토지이용 측면에서 분석한 결과 주거단지는 화물차 통과량이 다수 발생할 수 있는 여건을 지니고 있고 대기 및 소음이 심한 위치에 입지 하고 있으며, 상업시설은 이동거리를 고려하지 못한 공간구조를 지니고 있다.

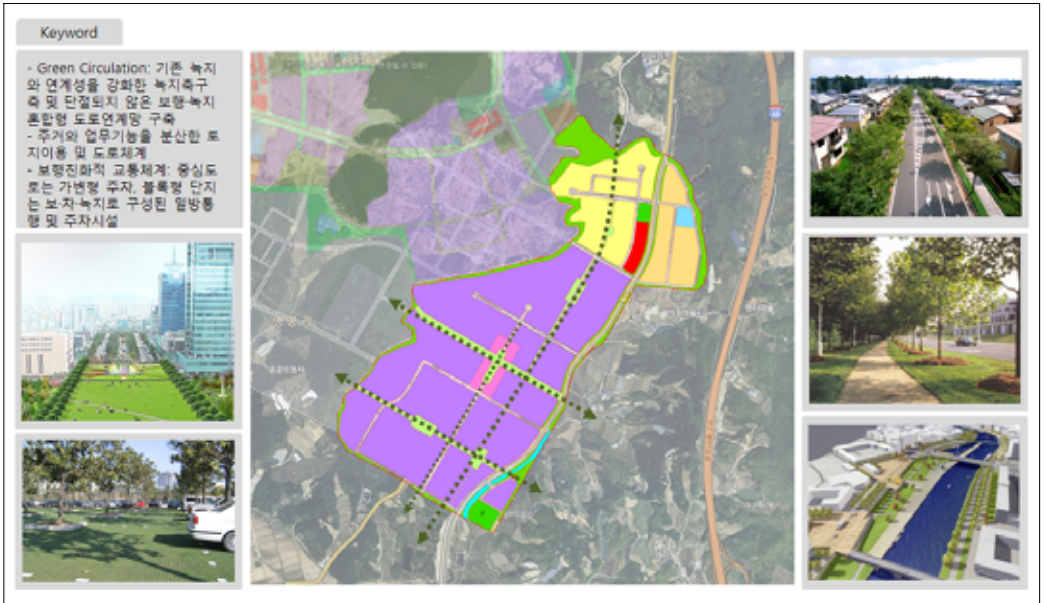
도시기후 측면에서 보면 바람통로, 녹지체계 등이 단절되어 있고, 단지 내부에 수변공간이 없어 도시 열섬화가 예상되는 토지이용을 띄고 있다.



(그림 5) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)

□ 개발구상

자연생태적 입지 측면에서는 단절된 녹지축을 복원하고, 보행+녹지 네트워크와 연계된 Green Circulation을 구현하며, 단지 남부에 위치한 도로는 도심으로 연결되는 중요한 바람통로의 역할을 구현할 수 있도록 계획하였다. 교통 및 접근성 측면에서는 교통체계가 모든 도로를 통과할 수 있는 구조로 구성되어 있어 화물차량의 불필요한 통과가 예상됨으로 분산형 교통체계로 전환하고, 단지 내에 분산형 녹지+주차시설 설치와 녹지축과 연계된 보행, 자전거 네트워크를 구축하도록 구상하였다. 공간구조 및 토지이용 측면에서는 산업단지 남측에 배치된 주거단지는 동-서 축 중앙에 배치하고, 친환경 건축으로 조성하여 남-북의 녹지축의 기능과 동-서 바람통로 역할을 할 수 있도록 재배치하고, 녹지축을 중심으로 동, 서로 산업단지를 분리 배치하도록 하였다. 남측의 동-서 도로 주변은 건축물의 높이를 규제하고 친환경 단지 및 건축으로 조성하도록 구상하였다. 단지내 경사면을 형성하고 있는 지형을 활용하여 단지 내의 빗물과 중수를 이용한 수공간을 조성하고, 남-북 녹지축과 동-서 녹지축과 연계하여 Urban Cooling 체계를 구축하였으며, 남측 도로 변에는 여름철 열섬완화를 위해 수로를 조성 하도록 구상하였다.



(그림 6) 현황 분석에 따른 개발구상안(도심입지 산지·구릉지형 산단)

6.2 도심 외곽형 친환경 산업단지 개발 방안

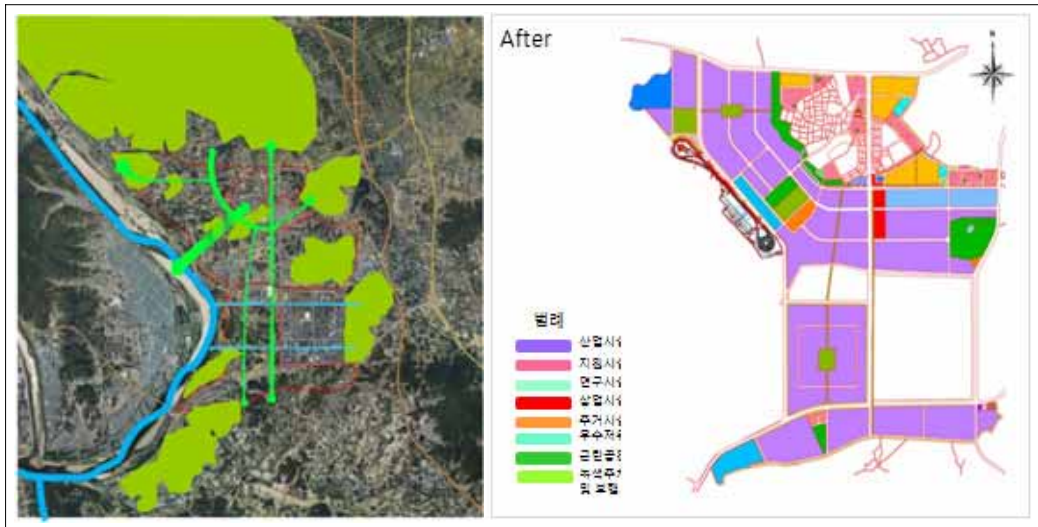
1) 평지형

□ 입지현황

자연생태적 입지의 경우 하천과 주변에 산발적으로 분포된 녹지 등 도시외곽에 풍부한 자연환경을 갖추고 있으나, 단지입지로 인해 생태계, 녹지, 수계 등의 훼손이 예상된다. 향후 산업단지로 인해 주변 도심에도 부정적 환경피해가 발생할 것으로 예측되는 지역이다. 교통 및 접근성과 관련해서 살펴본 결과 주변 중심도로와 연계된 도로체계는 극심한 통과차량이 예상되며, 도시 외곽에 위치하고 있어 산업단지로서 접근성이 반영되어 있지 않다.

공간구조 및 토지이용 측면에서 분석한 결과 산업단지 주변 정주지의 공간구조를 반영하지 못하고 있으며, 공간구조를 고려하지 않은 사업방식의 토지이용도 배분으로 계획되어 있다. 산림, 하천 등 주변의 신선한 공기생성 조건을 가진 입지임에도 불구하고 바람통로, 수변공간, 녹지가 단절 또는 산발적으로

계획되어 Urban Cooling 체계가 반영되지 못하고 있다.



(그림 7) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)

□ 개발구상

자연생태적 입지 측면에서 Green Circulation은 하천과 연계된 중심 녹지축과 남-북으로 연결되는 녹지 축은 보행 및 자전거 도로 기능을 포함한 녹지로 조성하도록 구상하였다. 교통 및 접근성과 관련해서는 불필요한 통과 차량은 단지 주변 동측에 위치한 남-북 도로를 이용하도록 고려하였으며 단지의 주도로는 녹지+보행=자전거 도로를 조성하여 속도제한을 유도하고, 단지 내부의 분산형 주차시설은 녹지공원과 주차시설이 공유하는 방식으로 조성하여 불필요한 통과차량을 억제하도록 교통체계를 재구성하였다.

공간구조 및 토지이용의 경우 주변의 정주지와 연계한 공간구조를 위해서 산업단지 전체의 토지이용계획 재수립이 요구되어져 단지 내의 이동거리를 고려한 상업, 서비스 시설을 조성하고, 녹지와 연계하여 보행친화적 공간구조로 보완하도록 구상하였다.

도시내 미기후 개선을 위해서 하천과 녹지로 연계된 중심녹지축은 산업단지의 중심 Urban Cooling 역할을 담당하도록 하고 이와 연계된 보조 녹지축에는 빗물이용 수로 등을 조성하여 Circulation효과를 유도하였다.



(그림 8) 현황분석에 따른 개발구상안(도심외곽 평지형 산단)

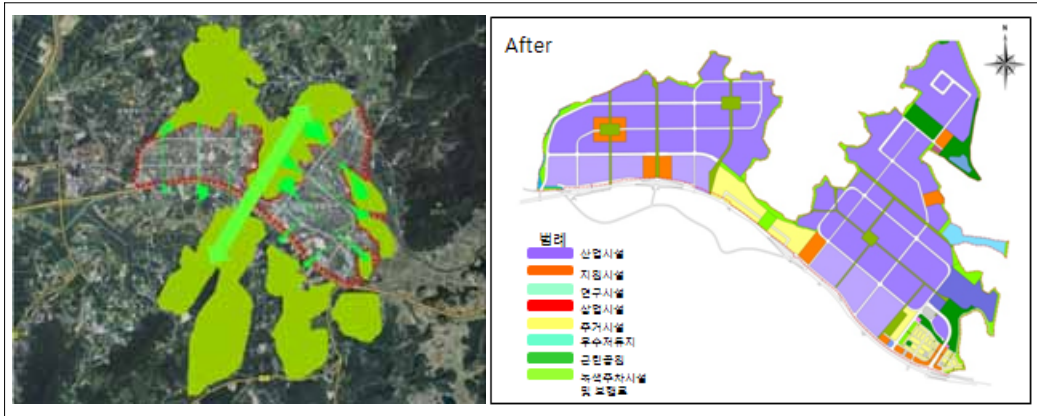
2) 산지구릉지형

□ 입지현황

자연생태적 입지의 경우 하천과 산림이 어우러진 우수한 자연 생태환경을 가지고 있는 입지에 산업단지를 조성함으로써 기존 자연환경을 최대한 보존하는 방안 마련이 시급한 것으로 나타났다. 교통 및 접근성 측면에서 분석한 결과 단지 동측의 남-북으로 통과하는 고속도로와 산업단지로 진입할 수 있는 도로체계는 단지 남측이 중심 유입도로가 예상됨에도 불구하고 단지 진입부에 주거단지 배치로 소음, 대기오염 등이 예상되며, 단지 서측에 개발 예정인 신개발 지역과의 교통연계성이 고려될 필요가 있다.

공간구조 및 토지이용 부분에서 살펴본 결과 고속도로 등 접근성을 고려한 주거단지 배치는 향후 화물차량이 통과하는 중심 유입부로서 대기오염, 소음 등이 예상됨으로 재배치가 필요하며, 수변공간과 기존 녹지와 연계성을 고려한 공간구조 및 토지이용이 반영될 필요가 있었다. 또한 남-북, 동-서로 연계된 토지이용계획과 도로체계는 많은 양의 통과차량이 발생될 것으로 예상

되며, 녹지와 연계된 수변공간(하천)이 중심도로를 동일하게 통과하도록 되어 있어 열섬 및 탄소배출 심화지역으로 분석되었다.



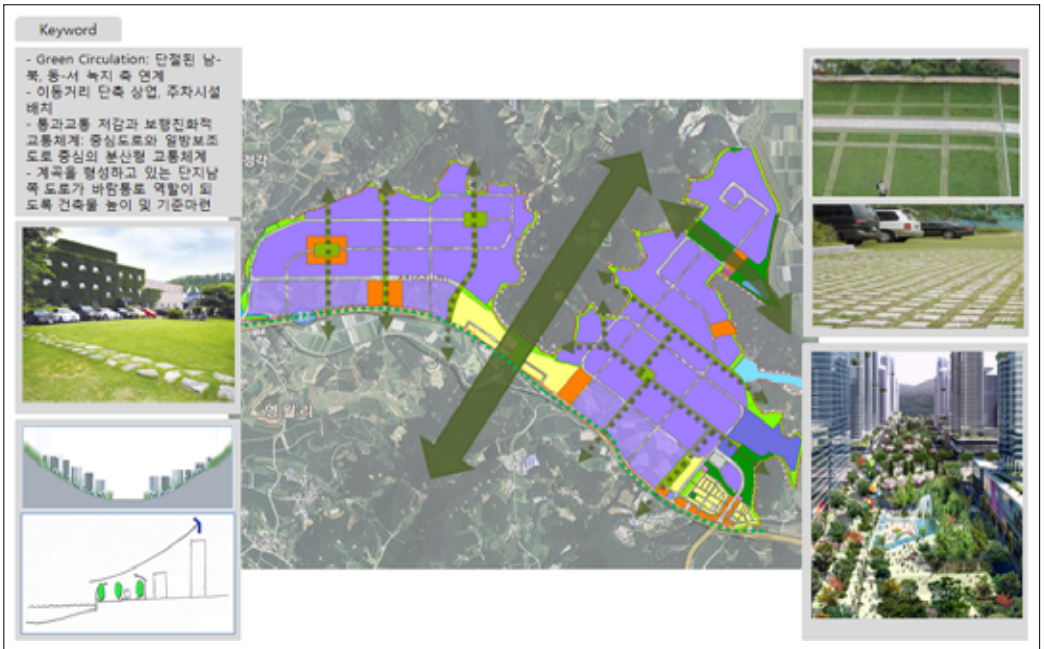
(그림 9) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)

□ 개발구상

자연생태적 입지 부분에서는 단지 중심부를 관통하는 남-북의 녹지 축과 동-서 녹지축을 조성하여 Green Circulation이 형성되도록 하고, 통과차량이 가장 많이 예상되는 단지 남측 진입부에는 녹지와 수변공간을 조성하여 탄소 흡수뿐만 아니라 대기오염억제 등의 효과를 유도하여 사전에 환경피해를 차단하도록 구상하였다.

교통 및 접근성 부분의 경우 고속도로에 연계된 단지 남측의 유입도로는 단지를 남과 북으로 분리하는 도로체계를 조성하여 불필요한 통과차량을 억제하고, 녹지축을 훼손하지 못하도록 하며, 또한 2개로 분리된 산업단지, 주거단지와 분리된 교통체계 기능을 고려하여 블록형 분산 주차시설을 구상하였다. 공간구조 및 토지이용의 경우 통과차량에 의한 대기오염, 소음 등을 고려하여 주거단지는 단지 북부에 배치하고, 산업단지와 보행 및 자전거 교통망을 연계한 자동차 이동을 최소화한 단지로 조성하며, 보행과 자전거 이동거리를 고려한 상업, 서비스업을 배치토록 구상하였다. 도시 미기후 개선을 위해서는 남-북 축으로 연계된 단지 중심도로는 녹지, 하천, 수공간, 보행 및 자전거 도로를 조성하여 Cooling체계를 형성하도록 구상하고 단지 내부의 녹지에 다양한 규모의 빗물자연정화 연못 등을 조성하여 단지 내부의 신선한 공

기가 생성되는 Urban Cooling Circulation이 형성되도록 고려하였다.



(그림 10) 현황분석에 따른 개발구상안(도심외곽 평지형 산단)

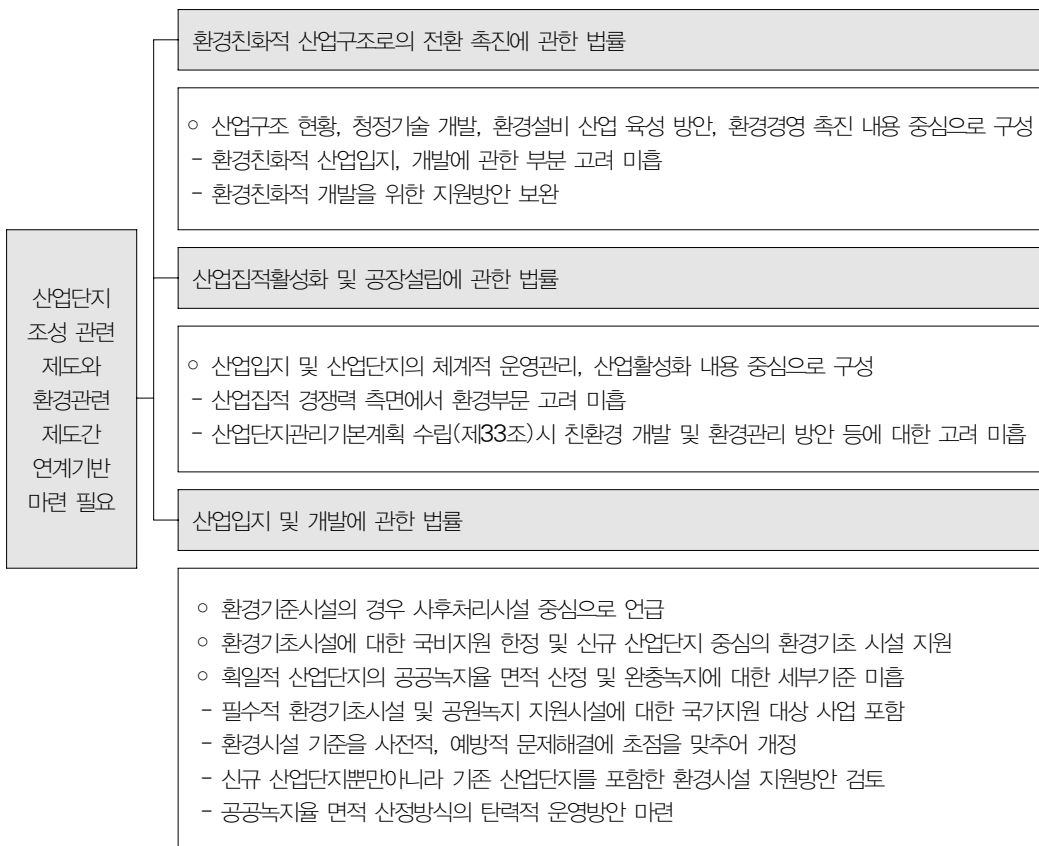
7. 친환경 산업단지 조성을 위한 제도 개선 방안

산업단지의 계획 및 조성과 관련해서는 산업단지 조성 및 운영과 관련된 법률, 산업단지 조성을 위한 공간계획 관련 법률, 기업의 산업 활동을 지원하기 위한 규제 완화 관련 특별 조치법, 그리고 환경적인 측면을 평가하기 위한 환경 관련법들이 연관 되어 있다.

친환경 산업단지 조성을 위해서는 “산업입지 및 개발에 관한 법률”에서의 사후처리시설 중심의 접근방식을 선 계획을 통한 효율적 오염관리로 전환 할 필요가 있다. “산업입지 및 개발에 관한 법률”과 “산업입지개발지침”을 살펴보면, 예정지구 선정기준 및 지구경계 설정기준에 환경적 고려가 미흡한 측면이 있다. 산업단지 입지로서 부적절한 지역과 환경적으로 보호해야 할 지역 등에 대한 명확한 기준 제시를 통해 환경적 측면을 고려한 산업단지 조성을 유도해 나갈 필요가 있다. 또한, 산업단지는 입지 업종이 다르고 이에 따라 환경 민감 정도가 다르므로 대상지역의 환경적 여건과 업종에 따라서 환경오염 저감

을 위한 녹지율과 이격거리 등을 탄력적으로 운영하는 제도 보완이 필요하다. 친환경 개발을 위해 녹지율을 상향 조정하고 생태환경 계획 등을 수립해도 분양시점에서 사업자에 의해 녹지율 등이 조정되는 사례가 발생하고 있어 친환경 산업단지 조성을 위한 별도의 지침들을 마련하여 시행할 필요가 있다.

아울러, 친환경적인 산업단지를 조성하고 운영하기 위해서는 별도의 “친환경 산업단지 입지선정 및 개발계획 지침”을 마련하여 시행하는 것이 친환경적 계획안을 중간에 변경하지 않고 적용시키는데 효과적일 것으로 판단된다.



(그림 11) 관련 법·제도간 연계 방안

8. 결론 및 제언

본 연구는 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 지구계 설정과 계획기법을 도출하기 위해 문헌조사와 현지조사를 통해 국내에 조성된 산업단지의 환경적 문제를 분석하고 국내외 사례조사를 통해 친환경 산업단지 조성에 적용된 주요 계획기법을 검토하였다. 이러한 조사자료를 토대로 친환경 산업단지의 조성을 위해 요구되는 지구계 고려사항과 계획요소들을 파악하고자 전문가 설문조사 및 분석을 실시하였으며, 도출된 계획요소별로 적용기법들을 제안하였다. 계획요소 및 계획기법을 적용한 친환경 산업단지 조성모델을 제시하고 현재 환경친화적 산업단지 조성에 제약이 따르고 있는 부분을 검토하여 법적 제도적인 개선 방안도 모색하였다. 입지선정 및 지구계 결정시 주요 검토 사항으로 자연환경부분에서는 급경사 지역의 입지제한, 대규모 절성토 및 지형변동 발생 지역 제외, 보전가치가 우수한 특이 지형 및 지질대 제척, 침수 등 재해위험지역 배제가 중요 항목으로 나타났다. 생활환경 부분에서는 공해업종과 인근 주거지역의 적정 이격, 보호지역 및 보전용도상의 개발입지 제한, 보전가치가 높은 문화재 시설로부터 회피, 중요 동식물 서식처 등의 제척, 생태환경 부분에서는 중요 녹지축의 연계 등이 우선적으로 고려되어야 할 대상으로 나타났다. 친환경 산업단지 조성을 위한 부분별 주요 계획요소의 경우는 자연환경 부분에서 지형과 경사를 고려한 단지배치계획, 투수성 포장면 확대, 잠 비점 오염원 저감대책 수립 등이 도출되었다. 생활환경 부분에서는 공해유발 업종의 분리배치와 이격, 에너지 절약형 토지이용계획 수립, 바람길 계획, 수순환망 계획, 도로변 소음저감, 대중교통 시스템 계획, 보차 분리계획, 주차공간 확보, 공원녹지 확충 및 적정 배치, 완충녹지 및 차폐녹지 설치, 녹지의 연속성 확보, 경관보전 및 경관형성, 그리고 에너지원 병용 확대 등이 중요 계획요소로 나타났다. 생태환경 부분의 경우는 생태자연도 상 위등급의 보전, 중요 서식처 보전 및 바이오톱 조성계획 등이 핵심적 계획요소로 제시되었다.

환경친화적 산업단지 조성을 위한 관련 법제도를 검토한 결과 산업단지 조성과 관리를 위한 지원법, 환경성 평가를 위한 관련법, 기업활동 지원을 위한 규제제한 특례법 등 다양한 법률이 연계되어 있는 것으로 나타났다. 관련 법

제도를 환경적 측면에서 살펴보면 배출시설 위주의 대책이 주가 되고 있어 산업입지의 환경친화적 개발을 유도하고 지원하는 부분에 대한 규정은 미흡한 것으로 나타났다. 산업입지 및 개발에 관한 법률의 경우 사후처리시설 중심의 환경시설 설치 규정을 통해 환경영향을 줄이려 하고 있으나 친환경 산업단지를 개발하기 위해서는 사후 처리보다는 선 계획을 통해 사전에 영향을 저감시키는 접근 방법이 모색되는 것이 효율적일 수 있다. 이러한 점에서 산업단지 조성을 위한 개발계획 수립단계에서부터 환경영향 저감을 위한 접근이 될 수 있도록 방법들을 모색할 필요가 있다. 또한 친환경 산업단지 조성에 대한 사회적 공감대가 형성되어 있고 필요성에 대해서도 인지하고 있으나 환경친화적 산업단지를 구축하기 위한 실질적이고 구체적인 적용기준들이 마련되어 있지 않다. 공사에서 친환경 산업단지 조성을 위한 계획기준들을 마련하고 운영하여 환경친화적 산업단지 조성을 선도해 나갈 필요가 있다. 이를 통해 친환경적 산업단지 조성을 확산시키는데 크게 기여할 수 있을 것이다.

본 연구는 산업 단지의 물리적 환경을 친환경적으로 조성하기 위한 기법들을 발굴하는 것에 초점을 맞추고 있어 생산공정과 비생산공정에 대한 각 부문별 친환경 공간계획기법과 이 두가지 부문을 연계한 통합적 친환경 계획기법에 대한 고찰은 부족했다고 할 수 있다.

친환경 산업단지는 신규 산업단지뿐만 아니라 기존 산업단지를 재생 하는데 있어서도 활용성과 적용성이 높은 대상이다. 노후 산업단지의 재정비 또는 재생에 대한 중요성이 높아지고 있는 시점을 고려해 볼 때 노후 산업단지를 환경친화적으로 재생하기 위한 연구가 뒷받침 될 필요가 있을 것이다. 아울러, 산업단지를 조성하고 원활한 공급을 위해서는 분양가도 중요하게 작용한다. 친환경적 계획기법을 적용하였을 경우의 사업비 변동 정도를 분석하여 환경적 측면도 반영하고 경제성도 확보하기 위한 방안을 후속 연구에서 수행할 필요가 있을 것이다.

차례

제1장 서론	1
1.1 연구배경 및 목적	3
1.1.1 연구배경 및 필요성	3
1.1.2 연구목적	5
1.2 연구 범위 및 방법	6
1.2.1 연구 범위	6
1.2.2 연구 내용	8
1.2.3 연구 방법	8
1.3 연구수행체계	10
제2장 이론 및 선행연구 고찰	11
2.1 이론 고찰	13
2.1.1 산업단지 정책 및 계획의 새로운 흐름	13
2.1.2 친환경 산업단지 정책 동향	16
2.1.3 친환경 산업단지의 개념정의	17
2.2 선행연구 고찰	19
2.2.1 환경문제 및 환경영향 저감 관련 연구	20
2.2.2 환경친화적 산업입지 관련 연구	21
2.2.3 생태산업단지 조성 관련 연구	23
2.3 시사점 도출	25
제3장 산업단지 환경실태 및 관련제도 분석	27
3.1 산업단지 환경실태	29
3.1.1 산업단지 계획 및 조성시의 환경문제 검토	29
3.1.2 환경민원 및 환경영향평가 주요 검토의견	32
3.1.3 산업단지의 환경실태	35

3.2 산업단지 관련 환경제도 현황 및 실태	46
3.2.1. 산업단지 관련 환경제도 개관	47
3.2.2. 친환경 산업단지 조성의 법제도적 여건	55
제4 장 국내외 친환경 산업단지 개발동향과 사례	61
4.1 외국의 친환경 산업단지 개발 및 정비사례	63
4.1.1 영국의 트래포드 파크(Trafford Park, England)	63
4.1.2 싱가포르 과학 산업단지	64
4.1.3 영국 노팅햄 사이언스 파크(Nottingham Science Park, England)	65
4.1.4 독일의 도르트문드 기술과학공원(Technology Park Dortmund, Germany)	67
4.1.5 PHOENIX EAST/WEST	69
4.2 국내 친환경 산업단지 개발 및 정비사례	71
4.2.1 대구사이언스파크	71
4.2.2 광주 빛그린 산업단지	75
4.3 국내외 사례의 시사점	77
제5 장 친환경 산업단지 조성을 위한 계획요소 및 계획기법 도출	81
5.1 계획요소 선정의 분석틀	83
5.1.1 조사 목적 및 대상	83
5.1.2 조사 내용 및 방법	84
5.1.3 설문 분석틀	84
5.2 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획요소 도출	85
5.2.1 친환경 산업단지 지구계 설정 중요도 분석	85
5.2.2 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획요소 도출	87
5.2.3 분석 종합	95
5.3 친환경 산업단지 조성을 위한 입지선정 및 지구계 설정기법	98
5.3.1 고려사항	98
5.3.2 지구계 설정 방향	99
5.4 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획기법	107
5.4.1 분석절차 및 방법	107

5.4.2 개발유형별 주요 계획기법 적용 검토	107
5.4.3 자연환경 부문의 계획기법	109
5.4.4 생활환경 부문의 계획기법	116
5.4.5 생태환경 부문의 계획기법	160
제6장 친환경 산업단지 개발방안 적용	175
6.1 친환경 산업단지 개발 입지	177
6.1.1 자연 생태적 입지	177
6.1.2 교통 및 접근성	179
6.1.3 공간구조와 토지이용	179
6.1.4 도시기후	181
6.2 도심 입지형 친환경 산업단지 개발 방안	182
6.2.1 평지형	182
6.2.2 산지·구릉지형	185
6.3 도심 외곽형 친환경 산업단지 개발 방안	188
6.3.1 평지형	188
6.3.2 산지·구릉지형	191
제7장 친환경 산업단지 조성을 위한 제도개선 방안	195
제8장 결 론	201
8.1 연구결과 종합	203
8.2 연구 제안	206

표 차례

[표 3-1] 산업단지 개발이 환경에 미치는 영향	30
[표 3-2] 대전 1.2 산업단지 환경 민원 현황	32
[표 3-3] 산업단지의 녹지 확보 기준 비교	41
[표 3-4] 주요평가항목(제5조제1항제1호 관련)	47
[표 3-5] 산업입지 및 산업단지조성 사업 평가항목 및 평가범위	48
[표 3-6] 친환경 산업단지 조성차원에서 산업입지 관련 제도상의 한계	59
[표 4-1] 업종별 배치계획	64
[표 4-2] 산업단지 조성 및 운영시 환경영향 저감방안(대구사이언스파크)	75
[표 4-3] 산업단지 조성 및 운영시 환경영향 저감방안(광주 빛그린)	77
[표 4-4] 외국사례의 시사점	78
[표 5-1] 환경유형 항목별 중요도	86
[표 5-2] 지구계 결정시 부문별 고려요소의 중요도	86
[표 5-3] 지형 부문별 중요 계획요소	87
[표 5-4] 수질 부문의 중요 계획요소	88
[표 5-5] 토양 및 지하수 부문의 중요 계획요소	88
[표 5-6] 대기 부문의 중요 계획요소	89
[표 5-7] 토지이용계획 부문의 중요 계획요소	90
[표 5-8] 교통계획 부문의 중요 계획요소	91
[표 5-9] 공원녹지 계획 항목의 중요도	91
[표 5-10] 경관계획 항목의 중요도	92
[표 5-11] 에너지 계획 항목의 중요도	93
[표 5-12] 폐기물 처리 계획 항목의 중요도	93
[표 5-13] 자연생태 부문 계획 항목의 중요도	94
[표 5-14] 수생태계 계획 항목의 중요도	95

〔표 5-15〕 친환경적 산업단지 입지 선정을 위한 체크리스트	100
〔표 5-16〕 입지선정 배제의 절대적 기준	101
〔표 5-17〕 입지선정 배제의 상대적 기준	102
〔표 5-18〕 지역경계 설정시 자연환경적 요인 고려 요소	103
〔표 5-19〕 지역경계 설정시 인문사회적 요인 고려 요소	104
〔표 5-20〕 지역경계 설정시 도시계획적 요인 고려 요소	105
〔표 5-21〕 산업단지 개발유형별 적용 계획기법 체크리스트	108
〔표 5-22〕 인공지반 및 자연지반의 녹화	113
〔표 5-23〕 비점오염원 저감대책	115
〔표 5-24〕 악취 배출량에 따른 거리별 예상 악취 세기	119
〔표 5-25〕 소음완화를 위한 지역별 식재수종	136
〔표 5-26〕 소음환경기준	136
〔표 5-27〕 완충녹지의 경관보전 및 창조를 위한 조성 기본유형	148
〔표 5-28〕 대기오염 정화 수종	153
〔표 5-29〕 녹지자연도 등급의 산정기준	161
〔표 5-30〕 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트	166

그림 차례

[그림 1-1] 연구의 공간적 범위	6
[그림 1-2] 연구방법 체계	9
[그림 1-3] 연구수행체계도	10
[그림 3-1] 산업단지의 일반 환경오염 현황	33
[그림 3-2] 지형변동의 사례	36
[그림 3-3] 경제자유구역사업 OO지구의 지구계 및 토지이용 변경 사례	36
[그림 3-4] 경북 OO 일반산업단지 지구계 변경 사례	37
[그림 3-5] 경북 OO산업단지의 사업성 분석결과 비교(예시)	38
[그림 3-6] 산업단지내 대기오염(좌) 및 수질오염 현황(우)	40
[그림 3-7] 대전 1,2 산업단지 환경실태조사	43
[그림 3-8] 마천지방 산업단지 환경실태조사	43
[그림 3-9] 서대구 산업단지 환경실태조사	44
[그림 3-10] 대구 3 공업단지 환경실태조사	44
[그림 3-11] 단지내 불량경관 요소	45
[그림 3-12] 통과노선상의 시각 불량 경관 요소	45
[그림 3-13] 친환경 산업단지 조성 관련 법제도 종합 검토	55
[그림 4-1] 트래포드 파크 전경	64
[그림 4-2] 싱가포르 과학산업단지	65
[그림 4-3] 영국의 노팅햄 사례	66
[그림 4-4] 독일의 도르트문드 기술과학공원 사례	67
[그림 4-5] 독일의 도르트문드 기술과학공원 녹지체계	68
[그림 4-6] 독일의 도르트문드 기술과학공원 블록단위 녹지계획	69
[그림 4-7] PHOENIX EAST/WEST의 주변 현황	70
[그림 4-8] PHOENIX EAST/WEST의 기본계획	70

[그림 4-9] PHOENIX WEST의 기본계획	71
[그림 4-10] 대구사이언스파크 조감도(좌) 및 위치도(우)	72
[그림 4-11] 대구사이언스파크 지구계 설정(예시)	73
[그림 4-12] 대구사이언스파크 공간배분구상도	74
[그림 4-13] 광주 빛그린 산업단지 조감도 및 위치도	76
[그림 5-1] 친환경 산업단지 지구계 및 계획요소 중요도 평가항목 선정과정	83
[그림 5-2] PSR 구조를 통한 산업단지의 개발 방안 도출	85
[그림 5-3] 입지선정 및 지구계 결정시 검토 주요 요소	95
[그림 5-4] 부문별 주요 계획 항목 및 계획 요소	96
[그림 5-5] 부문별 주요 계획 요소 재조정	97
[그림 5-6] 비탈면 처리 방식에 따른 사업성 시물레이션 예시	106
[그림 5-7] 친환경 산업단지 계획기법의 도출과정	107
[그림 5-8] 경사지의 예시(좌)와 경사지에 따른 배치계획 예시(우)	109
[그림 5-9] 경사지의 절토방안 예시(좌)와 채곡부의 개발 예시(우)	110
[그림 5-10] 경사지 개발 사례 예시	111
[그림 5-11] 강우의 순환체계	111
[그림 5-12] 투수성 자연지반 조성의 예	112
[그림 5-13] 도로 및 주차장 주변 침투형 우수녹지 예시	113
[그림 5-14] 완충저류시설의 예시	114
[그림 5-15] 대기오염물질 배출원 및 순환	116
[그림 5-16] 현재의 산업시스템	117
[그림 5-17] 무배출 지향 지속가능 사회시스템	117
[그림 5-18] 사업지구에 영향을 미치는 지형과 실시간 풍향 정보 예시	118
[그림 5-19] 악취 배출원별 악취 영향범위 예시	119
[그림 5-20] 건물의 향에 따른 난방수요 및 에너지 소비량	120
[그림 5-21] 지형에 따른 난방 에너지 수요 (MVEL, 2002)	121
[그림 5-22] 에너지 효율을 고려한 배치계획	122
[그림 5-23] 지형적 조건과 건물배치를 고려한 바람길 분석	123
[그림 5-24] 바람길 통로상에 입지한 악취 발생 업종	124
[그림 5-25] 악취배출원 A로 인해 피해지역 B가 악취의 영향을 받는 풍향 예시	124

[그림 5-26] 바람길 유입을 위한 배치계획	124
[그림 5-27] 바람의 흐름 다이어그램	125
[그림 5-28] 주 방향 바람의 다이어그램	125
[그림 5-29] 배치 유형에 따른 바람길 흐름 정도	126
[그림 5-30] 태양경로와 바람의 방향	127
[그림 5-31] 기준 수체계 복원(좌)과 생태연못(우)	128
[그림 5-32] 물순환 체계(좌)와 물흐름 분석도(우)	129
[그림 5-33] 저류형 화단 개념도(좌)와 물테물테 시스템(우)	129
[그림 5-34] 수체계를 활용한 블루네트워크 형성 예시	130
[그림 5-35] 분산식 빗물관리시스템(좌) 및 물순환 시스템 구축 예시(우)	131
[그림 5-36] 기존 우수지(좌) 및 빗물활용 생태습지형 우수지 예시(우)	132
[그림 5-37] 실개천(좌)과 생태연못(우) 조성 예시	132
[그림 5-38] 저류지 계획도면 예시	133
[그림 5-39] 도로에서 발생하는 소음 전달(좌)과 방음시설에 의한 소음차단 예시(우)	134
[그림 5-40] 방음독 조성 방안 예시	135
[그림 5-41] 도로변 방음벽 녹화 사례	135
[그림 5-42] 방음식재에 의한 소음 차단의 예	135
[그림 5-43] LA의 전기 모노레일 대중교통시스템(좌) 및 신규 대중교통 시스템 예시(우)	137
[그림 5-44] 친환경적 교통체계 구축 예시도면	138
[그림 5-45] 자전거 도로(좌) 및 자전거 도로체계의 연계(우) 예시	138
[그림 5-46] 하천 수변의 보행자로(좌)와 싱가포르 파크커넥터 그린웨이(우)	139
[그림 5-47] 대전1,2 산업단지 교통체계	140
[그림 5-48] 보차분리 계획 예시	141
[그림 5-49] 블록별 공용주차장 설치 예	142
[그림 5-50] 공공공간을 활용한 지하 주차장 설치 예	143
[그림 5-51] Greenway를 통한 녹지의 연계 사례	144
[그림 5-52] Akpnar 공업 지대의 부지전경(좌) 및 녹지조성체계(우)	145
[그림 5-53] 벽면 녹화 사례	146
[그림 5-54] 완충녹지대 설치 예시	146

[그림 5-55] 산업공간과 주거공간 사이의 완충녹지 조성 예시	147
[그림 5-56] 산업시설 주변의 완충녹지대 설치	148
[그림 5-57] 오픈스페이스의 연계 체계	149
[그림 5-58] 단지내 녹지공간 연계(좌) 및 공원녹지의 위계 설정(우) 예시	150
[그림 5-59] 생태순환 녹도 예시(좌) 및 Greenways Map(우)	150
[그림 5-60] 오창과학산업단지내 생태통로 현황사진	151
[그림 5-61] 도로변 가로수 식재를 통한 녹지체계 구축 예시	151
[그림 5-62] 육교형 생태통로의 설치 평면도(좌) 및 박스형 생태통로의 설치 단면도 예시(우)	152
[그림 5-63] 녹도의 조성 예시	153
[그림 5-64] 축상 경관(좌) 및 거점 경관(우)	155
[그림 5-65] 조망되는 스카이라인 예시	155
[그림 5-66] 경관이 조화된 특화거리 조성 예시	156
[그림 5-67] 경관 조망점 조성 (좌) 및 경관자원 분포도(우) 예시	157
[그림 5-68] 산책로변 건축물 높이 제한(좌) 및 산책로변 시각통로 확보(우)	157
[그림 5-69] 산업단지 내 태양광 발전 패널 설치 현장	158
[그림 5-70] 폐열병합발전의 개념도	159
[그림 5-71] 열병합발전의 예	159
[그림 5-72] 생태네트워크체계(야생동물의 이동로 조성)	163
[그림 5-73] 수변과 연계된 생물서식처 조성 예	163
[그림 5-74] 공원내 비오톱 조성공간	164
[그림 5-75] 서식처 조성의 예	165
[그림 6-1] 녹지 축 및 녹지공간 계획 및 설계기법 예시	178
[그림 6-2] 단절되지 않은 녹지 네트워크	178
[그림 6-3] 접근성과 교통망 연계 예시	179
[그림 6-4] 다양한 기능배치 예시	180
[그림 6-5] Green Circulation을 반영한 단지배치 예시	180
[그림 6-6] Urban Cooling System을 반영한 계획 기법예시	181
[그림 6-7] 도심입지 평지형 산단	183
[그림 6-8] 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)	184
[그림 6-9] 현황 분석에 따른 개발구상안(도심입지 평지형 산단)	184
[그림 6-10] 도심입지 산지·구릉지형 산단	186

[그림 6-11] 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)	187
[그림 6-12] 현황 분석에 따른 개발구상안(도심입지 산지·구릉지형 산단)	187
[그림 6-13] 도심외곽 평지형 산단	189
[그림 6-14] 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)	190
[그림 6-15] 현황분석에 따른 개발구상안(도심외곽 평지형 산단)	190
[그림 6-16] 도심외곽 산지·구릉지형 산단	192
[그림 6-17] 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)	193
[그림 6-18] 현황분석에 따른 개발구상안(도심외곽 평지형 산단)	193
[그림 7-1] 친환경 산업단지 조성을 위한 법적·제도적 개선 방안	199

제1장

서론

1

제1장 서론

1.1 연구배경 및 목적

1.1.1 연구배경 및 필요성

우리나라는 지난 30여 년 동안 급속한 경제성장을 이루었고 세계 10위권의 교역국으로 성장하게 되었다. 산업분야의 발전은 국가 경제의 성장을 가져왔으나 산업체들이 입지한 산업단지 주변지역에는 환경문제가 발생하게 되었다. 경제개발 우선의 산업정책 추진과 환경문제에 대한 관심 부족은 산업단지 조성에 따른 오염물질 발생과 환경오염 피해라는 순차적인 환경문제를 야기해 왔다. 산업단지 주변지역의 환경오염과 피해는 심각한 지역문제를 발생시키면서 환경오염 피해를 보상하고 개선하기 위한 사회적 비용이 증가하게 되었다. 이에 따라 산업단지는 국가발전의 중요한 기반시설로 기여해 왔지만 다른 한편 오염물질의 배출원이자 사회적 갈등을 양산하는 기피시설로 인식되기도 하였다.

산업단지 조성으로 환경오염과 생태계 훼손 문제가 발생될 경우 단지내 환경악화는 물론이고 인근의 거주환경에도 부정적 영향을 미치게 된다. 더욱이 사회전반에 걸쳐 환경에 대한 가치가 증시되면서 산업단지의 환경문제는 지역현안으로 부각되기도 하며 사회적 이슈로 확대되는 경우가 있다.

최근 들어 산업구조를 전환하면서 개별 공장 중심의 산업단지 조성에서 복합 산업 단지 조성이 증가하고 있고 도시와 연계해 산업단지를 조성하거나 산업단지 주변에 주거시설들이 입지하면서 환경에 대한 영향정도가 높아지고 있는 상황이다. 더욱이 사회전반에 걸쳐 녹색성장을 고려한 친환경 개발 방식이 주를 이루고 있어 산업단지의 경우도 친환경적 조성에 대한 필요성과 요

구가 증가하고 있다. 기존의 개발방식과는 달리 사업 대상지의 생태계 훼손을 최소화하고 주변 지역에 대한 환경적 민감도를 줄이기 위한 친환경적 개발에 대한 요구가 높아지고 있다.

친환경 산업단지의 조성은 크게 두 가지 차원에서 논의될 수 있다. 하나는 산업공정에서 발생하는 폐기물 등을 줄이는 산업적 측면에서의 접근이고 다른 하나는 비생산 공정에서 산업단지 입지와 조성을 친환경적으로 개발하는 것이다. 생산공정에서의 친환경 산업단지 조성은 산업단지를 조성하고 난 이후에 고려될 부분이 많으며 관리적인 부분과 연계하여 검토될 필요가 있다. 따라서 친환경 산업단지를 조성하기 위해서는 산업단지의 입지, 공간 배치, 토지이용, 지역경제설정 등 공간 계획적 차원에서 환경영향을 저감시킬 수 있는 방안이 우선적으로 고려될 필요가 있다.

지금까지 산업단지가 안고 있는 환경문제를 공간적 차원에서 대처하고자 다양한 노력과 연구들이 진행되어 왔으나 이론 연구 및 전략 수립 차원의 접근이 많았다. 산업단지의 입지여건 등을 종합적으로 고려하여 환경적 영향을 줄이기 위한 공간계획적 측면에서의 해결방안에 대한 접근은 상대적으로 미흡했다. 산업단지를 친환경적으로 개발하기 위한 근거가 될 수 있는 관련 법 제도에서도 환경문제를 근본적으로 해결하는데 있어 미흡한 측면이 있다. 이로 인해 개발대상지의 주변 여건과 자연환경에 대한 고려가 미흡하고 환경친화적인 경계설정과 계획이 수립되지 못하여 인허가 단계에서 지구계를 조정하는 사례가 발생했다. 산업단지와 주변지역의 환경적 여건을 고려하지 못한 지구계 및 공간계획의 수립으로 환경영향평가 기간이 증가하게 되고 이는 결국 사업기간 증가와 사업비 상승으로 이어지게 되었다. 이러한 점에서 대상지와 주변지역의 여건을 고려한 환경친화적 입지선정과 개발계획 수립은 매우 중요한 요소라 할 수 있다.

산업부문에서 저탄소 사회 패러다임에 부응하고 친환경 공간 개발을 유도하기 위해서는 산업단지의 입지조건과 환경여건을 고려한 지구계 설정, 친환경 계획요소 및 계획기법이 적용될 필요가 있다. 친환경적 산업단지의 입지선정과 계획기법의 적용을 위해서는 산업단지가 지니고 있는 특수한 환경적 상황을 고려한 친환경 계획 기법을 마련하고 적용방안을 모색해야 한다. 이러한 점에서 주거단지 등을 대상으로 연구하여 왔거나 적용되어 온 친환경 개발계

획 기법들을 산업단지에 적용하는 것에는 여러 가지 한계가 따를 수 있다. 산업단지는 주거단지와는 달리 환경적 민감 정도가 높고 환경 변수들도 다양하게 관여되므로 산업단지에 적합한 친환경 계획기법을 마련할 필요성이 높다.

산업단지가 처해 있는 여러 가지 환경적 여건을 고려해서 친환경적 산업단지로 조성하기 위해서는 일반적인 친환경 계획기법의 적용이 아니라 산업단지가 안고 있는 특수한 환경적 여건에 적합한 친환경 계획기법 적용이 필수적이다.

이러한 점에서 산업단지의 환경적 여건을 검토하고 이에 기반하여 산업단지의 유형과 환경여건에 적합한 친환경 개발계획 기법을 마련하는 것이 필요한 시점이라 할 수 있다.

1.1.2 연구목적

산업단지를 조성하는데 있어 현지 여건을 고려하지 못한 입지 선정과 개발 계획 수립으로 지구계 및 토지이용계획 변경을 수반하여 사업 기간이 지연되는 사례들이 발생하고 있다. 산업단지 개발로 인한 환경 문제를 미연에 방지하고 개발계획 변경 등에 따른 사업성 악화를 줄여 주기 위해서는 대상지 여건을 고려한 친환경 산업단지 조성계획 적용이 필수적이다. 공사에서도 산업단지 개발시 지구계 설정의 중요성을 인식하고 산업단지의 지구계 결정을 위한 운영지침을 마련해 놓고 있으나 지구계 결정 사항을 택지개발에 준용토록 하고 있어, 산업단지가 지니고 있는 특수한 환경적 여건을 제대로 반영하지 못하고 있다.

택지개발 및 주택개발 사업과는 달리 산업단지는 산업시설이 입지함에 따라 환경오염 유발 및 영향요소들이 내재하고 있어 일반적인 공간개발 방식과는 다른 차원의 친환경적 계획 기법 적용이 필요하다.

산업단지 개발업무 지침에서도 지구계 결정은 택지개발 업무 처리지침을 준용하도록 하고 있다. 그러나 주거지 공급을 위한 택지 개발과는 달리 산업단지는 공해유발 및 환경영향 업종들이 다수 입지하는 경우가 많아 특수한 환경적 여건을 고려한 계획 기법을 반영하는 것이 요구된다. 산업단지는 산지·구릉지 또는 평지에 입지하게 될 경우와 단독으로 배치하거나 도시와 연결

해 배치할 경우에 따라서 환경적 영향정도가 다르게 나타나므로 이들 유형별로 적합한 친환경 계획기법이 마련될 필요가 있다.

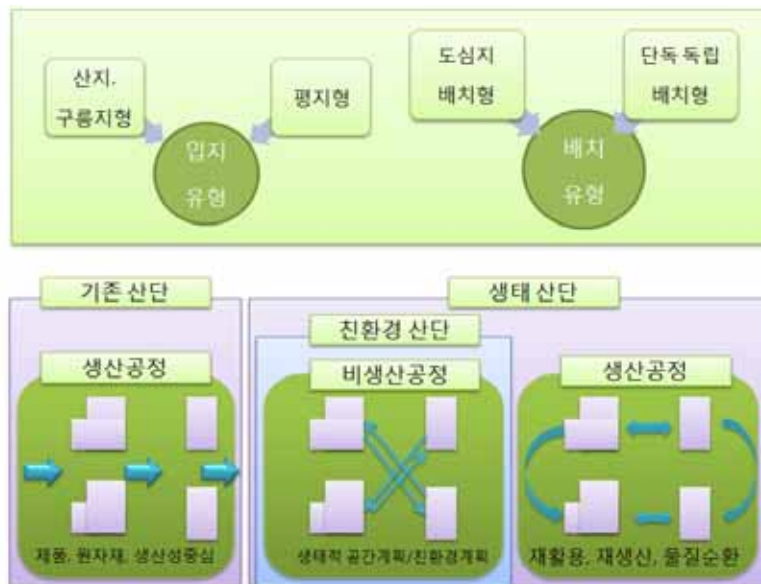
이러한 점에서 본 연구는 산업단지라는 특수한 여건을 고려하여 친환경적 산업단지조성을 위해 요구되는 지구계 선정, 친환경 계획요소 및 계획기법을 도출하고 사례지를 선정하여 친환경 산업단지 개발방안을 적용시키는데 연구의 목적이 있다.

1.2 연구 범위 및 방법

1.2.1 연구 범위

1) 공간적 범위

본 연구의 연구대상인 산업단지는 공사에서 조성한 산업단지로 국가 산업단지, 일반 산업단지를 대상으로 하였으며, 산업단지의 개발 유형은 복합형 산업단지로 범위를 설정하였다.



(그림 1-1) 연구의 공간적 범위

산업단지의 입지 유형은 산자구릉지형과 평지형으로 구분하여 2가지 유형별 조성 방안을 살펴보았으며, 산업단지의 배치 형태는 도심내 배치형과 도심외곽인 농촌지역에 배치되어 있는 유형으로 구분하여 개발 방안을 검토하였다. 이들 각각의 유형별로 지구계 설정 방안, 친환경 계획요소 및 계획기법을 살펴보고, 유형별로 친환경적 산업단지의 개발방안을 제안하였다.

2) 내용적 범위

친환경 산업단지 조성은 생산 공정 분야에서 에너지 및 물질순환을 도모하고 비생산 공정분야에서 환경친화적 공간 개발을 도모하는 것이 가장 완결적인 대안이라 할 수 있다. 산업단지의 공간을 친환경적으로 계획하고 그 기반위에 생산 활동에서 발생하는 에너지 및 물질간 순환체계를 구축하는 것이 효과적이다. 생산공정 분야는 공장내 시설 및 재료들을 자원순환과 재활용을 통해 자원 순환적 생산구조를 형성시켜 환경문제를 줄이는 방식이며, 비생산 공정분야는 산업단지내 토지이용 및 공간배치를 친환경적으로 구성하여 환경적 문제를 해결하는 접근 방식을 의미한다.

그러나 환경친화적이고 지속가능한 산업단지를 조성하기 위해서는 생산공정 부문이 중요하나 산업단지를 구축하고 난 이후에 검토될 필요가 있고 순환체계 구축은 시스템적인 접근이 필요하므로 공간계획을 통한 친환경적 개발을 모색하는 것에 현실적인 한계가 있다.

이러한 점에서 본 연구는 생산공정 부분은 제외하고 비생산 공정 부분인 공간계획 분야에 한정하여 친환경적인 산업단지 조성을 위해 요구되는 입지 및 계획기법을 제시하고자 하였다.

3) 단계적 범위

본 연구에서 도출하고자 하는 계획요소 및 계획기법은 산업단지 조성을 위한 전 과정에 걸친 친환경 계획 항목과 내용들을 도출하는 것이 아니라 입지선정과 개발계획(기본계획)을 수립하는 단계에 국한시켜 기법들을 도출하였다.

1.2.2 연구 내용

본 연구의 주요 내용은 다음과 같다. 먼저 친환경적인 산업단지의 이론과 개념을 정립하기 위해 산업단지 정책 및 계획의 새로운 흐름을 고찰하고 친환경 산업단지의 정책동향과 발전방향을 모색하였다.

둘째, 산업단지 입지선정 및 조성시의 환경문제를 검토하였다. 이를 위해서 환경민원사항을 조사분석하고, 산업입지 유형별로 환경성 문제를 검토하여 환경요인에 대한 고려가 미흡하여 발생된 개발계획 변경사례를 분석하였다. 아울러 제도적 차원에서의 문제점도 분석 하였다.

셋째, 국내외 친환경 산업단지 조성사례를 조사분석 하였다. 주요 내용으로는 국내외 친환경 산업단지 조성사례를 분석하고 적용가능한 시사점을 도출하였다. 이를 통해 산업단지가 처해 있는 특수한 환경여건을 고려하여 적용되고 있는 주요한 친환경 계획내용들을 검토 하였다.

넷째, 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 주요 계획요소 및 계획기법을 도출하였다. 친환경 산업단지 조성을 위한 물리적 계획지표와 계획요소를 검토하고 친환경 계획 기법을 제안하였다.

다섯째, 친환경 산업단지 조성을 위한 계획요소 및 계획기법을 적용시키기 위해 사례지역을 선정하여 산업단지 유형별로 계획기법을 적용시켜 보았다. 친환경적 산업단지 조성을 위한 입지여건별 지구계 설정 방안과 주요 고려사항, 친환경 계획요소, 친환경 계획기법들을 적용하였다.

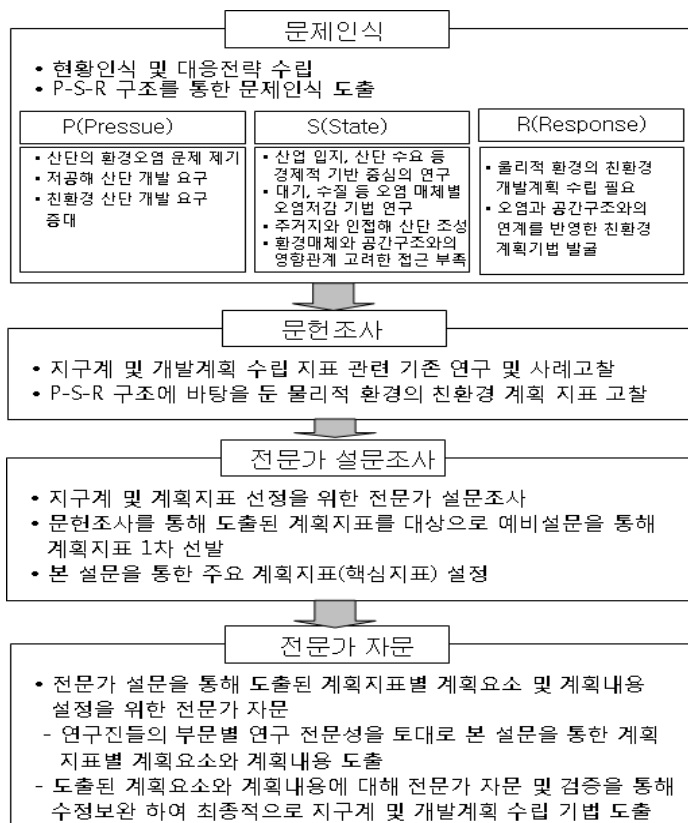
여섯째, 친환경 산단 조성을 위한 제도적 개선방안을 제안하였다. 친환경 산단 조성을 위해 개선 및 지원이 요구되는 제도적 부분을 고찰하였다.

1.2.3 연구 방법

친환경 산업단지 조성을 위한 지구계 및 개발계획 기법을 마련하기 위하여 문헌 및 사례 조사, 전문가 설문 및 자문 등의 과정을 거쳐 연구를 수행하였다. 문헌조사에서는 친환경 산업단지 관련 정책 및 제도, 개발 동향을 조사하였으며, 산업단지로 인해 발생하고 있는 환경 영향 요인과 환경민원 사례, 산업단지 개발 과정에서 발생된 개발계획 변경 사례, 국내 산업단지의 입지선정 기준과 친환경적 계획 지표 및 계획 기법 등을 검토하였다.

친환경 산업단지 조성을 위해 도입이 요구되는 주요 계획 요소와 중요 계획기법들을 도출하고자 전문가 설문 조사를 실시하였다. 설문은 예비 설문조사와 본 설문 조사로 나누어 환경계획 및 설계, 단지계획 및 설계, 도시계획 및 설계, 환경공학(대기, 소음, 수질 등)분야의 전문가들을 대상으로 총 73부의 설문을 회수하여 분석하도록 하였다. 설문 분석은 SPSS ver 12.0 통계 프로그램을 이용하여 분산분석(one-way ANOVA)을 통해 계획 요소간 중요도를 분석하여 친환경 산업단지 조성을 위해 필요한 주요 계획요소를 도출하는데 활용하도록 하였다.

국내의 친환경 산업단지 계획 및 조성사례와 국내 산업단지의 환경적 영향요인을 분석하기 위해 현지답사 및 조사를 실시하였으며, 친환경 산단 조성을 위한 계획요소 및 개발계획 수립기준의 적정성과 타당성을 검증하기 위해 전문가 자문을 거치도록 하였다.



(그림 1-2) 연구방법 체계

1.3 연구수행체계

연구 체계는 크게 이론연구 및 현황 조사분석, 친환경 산업 조성을 위한 계획요소와 기법 제시, 개선방안 및 활용방안 제시 등 3단계로 구분할 수 있다. 세부적인 내용은 아래의 <그림 1-3>와 같다.

수행단계	연구흐름도	특기사항
이론연구현 황분석 실태조사	선행연구 검토 - 친환경 산업 정책동향 및 제도 고찰	
	여건분석 <div> 환경 문제 검토 - 산업 개발과정상의 환경문제 조사분석 - 주요 환경민원사례 - 환경영향평가 주요 협의의견 조사분석 </div> <div> 지구계 및 개발계획변경 사례 - 산업 개발시 지구계 및 개발계획 변경사례 조사분석 - 산업 지구계 및 개발계획 변경에 따른 사업성 악화문제 등 분석 </div>	관계기관 및 실무자 간담회
	해외사례조사 - 해외 친환경 산업 조성 정책 및 제도 분석 - 사례지역 현지조사를 통해 친환경 계획요소 및 기법, 토지이용계획 기법 도출	
기법제시	친환경 산업 조성을 위한 계획지표 및 계획요소 도출 - 문헌조사를 통한 계획지표 및 요소 도출 - 전문가 설문조사를 통한 지표 및 계획요소 조정/확정 - 친환경 산업단지 조성을 위한 계획요소 도출	전문가 설문
	친환경 산업 조성을 위한 지구계 및 계획 기법 검토 - 친환경 계획수립을 위한 주요 고려사항 도출 - 친환경 산업단지 조성을 위한 지구계 설정 및 계획기법 제시	전문가 간담회
	산업단지 유형별 친환경 계획모형 적용 - 친환경 계획기법을 적용한 계획모형 도출 - 4가지 유형별 친환경 산업단지 계획모형 적용	
개선방안 및 활용방안	제시된 기준방안에 대한 전문가 워크숍 및 관계기관 협의 - 주요 계획요소/계획기법/모델 적용/제도개선 적용방안 등	국토부 및 환경부 등 유관기관
	정부의 “산업입지 개발 지침” 개선자료 활용방안 모색 - 저탄소 녹색성장 시대에 부응하는 산업입지개발지침 개선방안 제안	정부 유관기관 업무협의

[그림 1-3] 연구수행체계도

제2장

이론 및
선행연구 고찰

2

제2장 이론 및 선행연구 고찰

2.1 이론 고찰

2.1.1 산업단지 정책 및 계획의 새로운 흐름

산업혁명 후 세계 경제는 괄목할 성장을 이루었으나 산업활동으로 인해 배출된 대량의 폐기물은 주변지역을 오염시키고 생태계를 파괴하는 등의 부정적인 영향을 끼쳤다. 이에 따라 70년대 이후 각국에서는 규제정책을 통하여 대기 및 수질오염원을 제한시키고 유독성 산업폐기물을 규제하려는 노력을 경주해 오고 있다. 경제적 목적으로 만들어진 산업단지를 환경관리의 측면에서 활용하게 되었다. 철강, 화학, 비철금속 등 오염유발산업의 성장은 고도의 경제성장을 가져다 주었지만 동시에 입지지역의 환경상태를 악화시키는 부작용도 유발하였다. 이런 문제를 해결하기 위한 노력으로 특정지역에 산업을 집중시켜 환경오염범위를 통제하고 관리하려는 의도로 산업단지를 건설하였다. 이는 환경오염을 해결하기 위하여 산업정책과 환경정책을 통합하려는 시도이다.¹⁾

그러나 20세기부터 전 세계적으로 환경에 대한 관심이 증가하면서 지속가능한 개발이념에 기초한 환경적 원칙을 산업활동에 적용시키려는 적극적인 시도가 진행되고 있다. 특히 자원고갈, 온실가스로 인한 기후변화가 현실적 위협으로 등장하고 있어 에너지와 환경문제가 국가경제의 미래를 결정하는 주요변수로 부각 되면서 환경에 대한 중요성이 보다 강조되고 있으며 녹색성장은 향후 100년을 지배할 메가트렌드로 급부상하였다. 1995년 교토의정서와 2007년 Post-2012 협상 프로세스가 출범²⁾함에 따라 환경문제는 더 이

1) 최정석, 2002, "생태산업단지 개발을 위한 우리나라의 산업환경정책의 개선방안", 「한국도시행정학회 도시행정학보」 제 15집, 제1호, p. 90.

상 선진국만의 문제가 아니라 전 세계적 이슈로 확산되었으며 세계 각국은 이러한 에너지와 환경문제를 고려하여 경제성장 전략을 수립하게 되었다. 이에 따라 녹색산업, 녹색기술을 활용한 새로운 성장동력 산업이 육성되고 온실가스 감축을 통한 저탄소형 산업구조로의 전환이 최대의 현안과제로 대두되고 있다.³⁾

우리나라도 이러한 세계적인 움직임에 부응하여 2008년 이명박 정부가 광복절 경축사에서 “저탄소 녹색성장”을 국가비전으로 제시하였고 정부는 각 부처별로 녹색성장을 위한 추진전략을 수립하고 이를 실현하기 위한 구체적인 실천전략들을 마련하고 있다.

우리나라는 화학원료를 바탕으로 성장한 산업구조를 가지고 있는 나라로서 석유소비 세계 7위, 석유수입 세계 4위의 국가이나 에너지 효율성을 미국, 일본, 독일 등과 비교할 때 30~50%에 불과한 수준으로 에너지 소비가 많은 나라이다. 에너지 소비량 중 60%정도가 산업부문에 사용되고 특히 현재의 우리나라 주력산업인 자동차, 철강, 석유화학, 정유 등이 모두 에너지 다소비 업종이므로 산업부문에서 녹색성장을 주도하여야 국제경쟁력을 강화할 수 있을 뿐 아니라⁴⁾ 우리의 지속가능한 생존을 보존할 수 있다.

산업입지 정책 중 중요한 부분을 차지하는 것 중의 하나가 산업기능을 지원하는 산업단지의 조성방안이다. 우리나라 산업단지의 개발은 공업입지가 불리한 지역에 기업의 생산활동을 위해 필요한 기반시설을 계획적으로 공급하고 기업의 용지확보를 용이하게 함으로써 기업의 지방기피 현상을 완화시키고 조속한 시간내에 공업입지를 전국적으로 확대시키는 중요한 수단으로 활용되었다.⁵⁾ 따라서 이전까지 ‘녹색성장’과 ‘산업단지’는 거의 대척점에 가깝게 인식될 정도로 엄격한 환경규제를 산업단지 개발의 장애요인으로 보기도 하였다. 산업단지 개발과정에서 환경적 요구가 과도하게 되면 산업단지가 제대로 활성화되지 못하고 국가의 토지이용이 불합리하게 이루어질 수 있다는 반론이 제기되기도 하였다.

2) 교토의정서 상의 부속서 1국가(EU, 미국, 일본, 러시아 등) 경우 2020년까지 1990년 대비 25~40% 감축목표를 확인, 개도국의 경우 '09년까지 기술, 재정 등의 지원을 통해 '측정보고, 검증 가능한 방법으로 적정한 감축행동 계획을 수립토록 함

3) 조혜영, 김지영, “산업단지 녹색경쟁력 강화방안”, 『산업입지』 2009 가을호, p.24.

4) 류승한, 2009, “녹색성장시대의 산업입지 정책방향”, 『산업입지』 2009 가을호, p.4.

5) 이현주외, 2007, 「산업단지의 수요분석 기법에 관한 연구」, 국토도시연구원, p. 74.

그동안 우리나라는 국가 정책적으로 ‘산업입지 및 개발에 관한 법률’과 ‘산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률’을 제정하여 산업단지 개발을 중심으로 산업입지정책을 추진하고 있다. 무계획적이고 개별적으로 입지한 공장들은 주변에 환경오염을 유발시킬 뿐 아니라 주민과의 갈등을 초래할 수 있기 때문에 정부는 산업입지정책을 통하여 개별입지를 지양하고 계획입지를 유도하고 있다.⁶⁾ 최근의 패러다임 변화는 산업시설의 입지에 있어서 더욱 환경기준이 엄격해지고 환경기준시설 정비를 위한 투자비용이 증가할 것이므로 규모의 경제를 실현하기 위하여 더욱 개별입지보다는 산업단지내로의 제조업체 입지를 유도하는 쪽으로 국가의 산업입지 정책을 마련하고 있다.

환경을 중시하는 패러다임은 산업단지내 토지이용계획의 변화에도 영향을 주고 있다. 환경의 가치와 어메니티를 강조하는 노동자들의 요구를 수용하여 정부는 산업단지내 산업시설용지 비율을 하향 조정하고 대신 녹지 또는 지원시설의 용지 비중을 증가시키는 쪽으로 정책을 추진하고 있다. 산업단지 초창기에 조성비용의 최소화를 위하여 산업시설용지 위주로 개발을 하였으나 현재는 주거, 지원시설용지 및 녹지의 비중이 증가하고 있다. 60년 국가산업단지의 산업시설 용지 비중은 74%였으나 오늘날에는 53%내외를 이루고 있고 5%미만을 차지하던 녹지면적은 최근에는 약 10% 내외로 증가하였다.⁷⁾

최근 들어 환경친화적 산업단지 개발에 대한 논의가 활발해지면서 단순히 토지이용계획에서의 녹지면적의 증가라는 소극적인 산업 환경 정책을 넘어서 환경손실을 최소화하면서 기업성장을 극대화시킨다는 신개념에 기초하여 개발하는 생태적 산업단지, 녹색산업단지가 주목을 받고 있다.⁸⁾

6) 최정석, 2002, “생태산업단지 개발을 위한 우리나라의 산업환경정책의 개선방안”, 『한국도시행정학회 도시행정학보』 제 15집, 제1호, p. 92.

그러나 산업법과 산집법도 기본적으로 산업 및 산업단지 개발을 활성화시킬 목적으로 제정되었으므로 토지이용에 관한 각종 특례규정을 둬으로써 환경에 대한 고려가 미진한 상태에서 산업단지 개발이 진행되었을 뿐 아니라 산업단지 공급과정에서 해당지역 및 주변지역의 토지용도가 변경되는 경우가 발생하여 환경문제를 유발하는 경우가 발생하기도 하였다.

7) 이현주외, 2007, 「산업단지의 수요분석 기법에 관한 연구」, 국토도시연구원, p. 15.

8) 이순자, “환경친화적 지역개발모델, 미국 생태산업단지”, 『국토』, p. 55.

생태산업단지는 산업의 발전과 생태가치의 보전을 병행하는 최초의 계획적이고 실천적인 노력의 결과라고 인식되고 있다.

2.1.2 친환경 산업단지 정책 동향

이전에도 산업단지를 개발하는데 있어서 환경을 완전히 도외시 한 것은 아니었다. 우리나라의 경제가 중화학공업의 성장시대로 진입하면서 점차 환경문제가 심각해짐에 따라 이를 해결하려는 정책들이 마련되었다. 그러나 그 방법은 주로 산업단지에 환경기초시설을 건설해서 환경오염을 방지하는 것이다. 이 방법은 오염물질의 사후처리방법으로 발생지점에서 이미 생태계에 영향을 미치는 물질에 대해서만 초점을 맞춘 국지적이고 소극적 조치이며 고비용 방법이며 정책 운영이 파행적으로 이루어지기도 한다. 이 결과 산업분야에서의 환경정책이 소기의 목적을 달성하지 못한 것이 사실이다. 오늘날처럼 환경에 대한 관심이 높아지는 시점에서 보다 적극적이고 선제적인 조치가 필요하다는 의견이 힘을 얻고 있으며 이런 방향으로 환경정책이 마련되고 있다.

최근 부상하는 '녹색성장'이란 패러다임이 전 세계적인 트렌드로 등장하면서 산업단지 환경정책에서도 새로운 방향으로의 전환이 시도되고 있다. 아시아 태평양 환경개발 장관회의(05.3.28)는 녹색성장이란 용어를 공식적으로 사용하면서 '지속 불가능한 성장 즉 '선개발 후정화'라는 과거 패러다임에서 탈피하여 지속가능한 경제성장 즉 녹색성장이라는 새로운 패러다임으로 시급히 전환해야 한다'고 주장하였다. 이때의 녹색성장은 녹색기술을 신성장 동력으로 삼아 산업구조와 삶의 양식을 저탄소친환경으로 전환하지는 취지로서 환경(Environment), 에너지(Energy), 경제성장(Economy)을 동시에 해결 가능한 3E의 상생의 신국가발전 패러다임으로 정의하고 있다.⁹⁾

오늘날에 와서 경제성장을 책임지던 산업단지 정책은 환경오염뿐 아니라 자원고갈의 문제까지 해결해야하는 정책적 숙제를 안게 되었다. 이에 환경적으로 잘 계획되고 개발된 산업단지를 개발하여 경제성장을 견인할 뿐 아니라 환경오염 문제와 자원고갈 문제를 동시에 해결하려는 움직임들이 늘어나고 있다. 이를 위하여 현재 이원적으로 운영하고 있는 산업정책과 환경정책이 통합되어야 시너지 효과를 누릴 수 있을 것이다. 그러나 아직은 환경관련 소프트웨어 요인을 규정하는 정책과 물리적 시설물과 공간조직을 규정하는 제도적 원칙들이 통합, 정비되어 있지 않은 실정으로 서로 대치되는 경우도 종종 발

9) 조혜영, 김지영, "산업단지 녹색경쟁력 강화방안", 「산업입지」 2009 가을호, p.25.

생하여 이 두 가지 요건을 충족시키기 위하여 개발계획 단계에서 많은 시간
작제정적 측면에서 불필요한 소모가 발생한다. 따라서 향후의 산업단지 정책
은 환경친화적 산업개발을 지원하기 위하여 산업정책과 환경정책의 통합을
추구하는 방향으로 나아가야 할 것이다.¹⁰⁾

2.1.3 친환경 산업단지의 개념정의

최근 산업단지의 환경친화적 개발에 대한 관심이 증가하면서 이와 관련된
다양한 용어가 사용되고 있다. 친환경 산업단지, 환경친화적 산업단지, 지속
가능한 산업단지, 생태산업단지, 저탄소 녹색산업단지 등이 그 예이다. 이들
각각의 용어는 동일한 의미를 지니고 있는 것으로도 볼 수 있으나 그 개념
에 있어서는 서로 상이한 의미를 지니고 있으며, 일부 용어의 경우는 연구
자에 따라 서로 다른 의미로 사용되기도 한다.

환경친화적 산업단지와 친환경 산업단지, 지속가능한 산업단지라는 용어
는 상호 유사한 개념으로 사용되나 생태산업단지는 생태학에 근거한 개념이
고 생산공정 부분에서 물질 및 에너지 순환의 의미를 내포하고 있어 다소
다른 의미로 볼 수 있다. 저탄소 녹색산업단지는 개념이 논의된 지 얼마 되
지 않은 용어이나 현 정부의 정책방향과 매우 부합되는 용어로서 생태산업
단지와 유사한 의미로 사용되고 있다. 그러나 생태산업단지보다 탄소배출
저감을 더욱 강조하며 저에너지 위주의 산업단지를 강조하는 것이 차이점이
라 할 수 있다. 그러나 이 개념도 아직 완전히 정립된 것이 아니라 일부 연
구자가 주장하는 내용이다. 따라서 본 연구에서 사용하고 있는 “친환경 산업
단지”의 개념을 명확히 정립하는 것이 필요하다고 볼 수 있다.

친환경 산업단지와 관련하여 최근 가장 빈번하게 사용하고 있는 용어는
생태산업단지(eco-industrial ecology)이다. 생태산업단지는 방법론상 산
업생태학(industrial ecology)과 밀접한 관련을 지니고 있다. 산업생태학은
산업시스템을 자연생태계와 유사한 개념으로 보고 생태계의 물질순환과 같
은 유사한 시스템을 산업생태계에 적용시키는 개념이다. 다시 말해 생태산

10) 최정석, 2002, “생태산업단지 개발을 위한 우리나라의 산업환경정책의 개선방안”, 「한국도시행정학회 도시행정학보」 제 15
집, 제1호, p. 89.

업단지는 서로 다른 산업체나 조직간 물자와 에너지의 재활용 및 재순환(recycling)을 가장 중요한 원칙으로 한다(Yang & Lay, 2004).

미국 대통령 산하 지속발전위원회(Eco-Efficiency Task Force)에서는 생태산업단지를 “기업과 지역사회가 경제적 이익과 환경의 질적개선 및 인적 자원의 발전을 목적으로, 기업과 기업, 기업과 지역사회가 자원(정보, 원자재, 물, 에너지, 기반시설 및 자연적 서식지)의 효율적 공동 활용을 위해 상호 협력하는 기업 커뮤니티”로 정의하고 있다. 한편, 보다 포괄적인 관점에서 미국의 환경보호청(EPA)에서는 생태산업단지를 “환경관리 및 재활용과 관련하여 상호 협력함으로써 환경적경제적 성과를 제고하고자 하는 제조업과 서비스 기업의 공동체”로 정의하고 “상호협력을 통해 이들 기업은 각각의 개별기업이 얻을 수 있는 이익의 합보다 더 큰 집단적 이익을 얻게 된다”고 밝히고 있다(S.Martin et al., 1996). 크게 볼 때 생태산업단지는 생태적 산업개발(eco-industrial development : EID)의 한 유형으로 간주된다. EID는 생태산업단지와 생태적 산업네트워크로 구분된다. 생태산업단지는 산업생태학에 이론적 근거를 둔다는 점에서는 생태적 산업네트워크와 동일하나 생태산업단지가 공간적 개념을 포함하는 반면, 생태적 산업네트워크는 그렇지 않다는 점에서 중요한 차이가 있다. 따라서 생태산업단지는 산업시스템상의 공생적 관계가 특정한 산업단지내에 국한하여 나타나는 경우로 구분하여 사용하는 것이 일반적 경향이다.

생태산업단지와는 달리 “친환경 산업단지”는 학문적 논의의 결과가 아닌 일반적 용어로서 의미를 지니게 된다. 따라서 이들 용어는 최근 빈번하게 사용되고 있는 개념에도 불구하고 이론적 근거나 기준의 명확성 등은 상대적으로 결여되어 있다. “친환경 산업단지”에서 “친환경”이란 용어는 지속가능성 개념의 한 부분으로, 그 중 자연환경과 생태적 측면을 강조한 것으로 볼 수 있다. 따라서 친환경 산업단지는 “산업단지를 둘러싼 주변 환경과의 조화 또는 환경의 보존 등을 중시하며, 산업단지 주변지역의 환경용량 파악, 생물다양성 확보, 천연자원의 보전 등을 고려하여 개발되고 관리되는 산업단지”로 정의할 수 있을 것이다(조혜영 외, 2002). 유사 개념으로는 한승호(2003)는 “지속가능한 산업단지”라는 용어를 사용하고 있는데, 지속가능한 산업단지는 “내부적 물질순환과 외부적 환경친화화를 통한 물리적 지속가능성

과 삶의 질, 문화형성을 통한 사회적 지속가능성이 보장되는 산업단지”로 규정되고 있다. 지속가능한 산업단지라는 용어는 자연환경 외에 사회적 지속가능성도 포함하고 있어 가장 포괄적 개념이라 볼 수 있다. 그러나 지속가능한 산업단지라는 용어는 아직 일반화된 개념은 아니라 할 수 있다.

최근 부상하고 있는 ‘녹색산업단지’의 개념은 논의의 초보단계로서 일부 연구자들이 그 정의를 나름대로 제안하고 있는 실정이다. 그중 주목할 만한 조혜영, 김진영이 제시한 정의를 소개하면 “녹색산업단지란 녹색인프라(하드웨어)의 구축과 녹색기술에 기초한 녹색 네트워크가 유기적으로 작동함으로써 환경 및 에너지 절감을 유도하고 동시에 녹색산업의 육성을 도모해 물리·경제적 지속가능성을 담보할 수 있는 산업단지”를 의미한다.¹¹⁾

이러한 점에서 “친환경 산업단지”의 개념은 생태산업단지의 개념이나 녹색산업단지의 개념을 수용하는 것은 현실적으로 어려움이 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서의 친환경 산업단지는 생산공정 분야를 제외하고 비생산공정 분야에서의 산업단지 주변의 동식물과 그 서식지 및 녹지, 지형 등 물리적 환경과 환경오염 관리 등을 포함하는 자연환경 부분의 환경성, 건강성, 경관과 미관 및 지역주민의 삶의 질까지도 고려한 포괄적이고 종합적인 환경계획 및 관리가 이루어지는 의미로 정의내리고자 한다. 즉, 환경친화적 산업단지란 환경오염을 사전에 예방하고 저감시켜 단지내 생태 및 경관의 기능을 향상시키기 위해 종합적으로 계획되고 개발되는 산업단지를 의미한다.

2.2 선행연구 고찰

산업단지가 안고 있는 환경문제를 해결하기 위한 연구 접근은 크게 산업단지의 환경문제와 환경피해를 줄이기 위한 저감방안, 환경친화적 산업입지에 관한 연구, 그리고 생태산업단지에 대한 연구들이 주로 수행되어 왔다. 분야별로 선행 연구 사례들을 고찰한 결과는 다음과 같다.

11) 조혜영, 김진영, “산업단지 녹색경쟁력 강화방안”, 『산업입지』 2009 가을호, p.27.

2.2.1 환경문제 및 환경영향 저감 관련 연구

구본학과 이은엽(2000)은 “환경친화적 산업단지 조성을 위한 환경성 평가 지표개발 및 적용에 관한 연구”를 통해 환경친화적 산업단지의 환경성 평가를 위한 평가항목들을 발굴하고 평가항목들을 실제 산업단지에 적용시켜 산업단지내에 거주하고 있는 거주민들이 체감하는 환경인식 정도를 파악해 보았다. 그리하여 7개의 평가영역과 37개의 평가항목을 도출하였으며, 이중 환경오염 저감 및 폐기물감소의 평가영역에서 가장 민감한 인식을 보이고 있는 것으로 나타났다.

임종인 등(2006)¹²⁾은 김해지역 산업집적지의 실태조사 연구를 통해 김해 소재 공장의 경우 공업지역 및 준공업 지구 이외의 개별입지에 위치하고 있어 도시미관 저해, 환경오염, 기반시설 취약 등의 문제를 안고 있다고 밝히고 있다.

충남발전연구원(2006)¹³⁾의 “충청남도 산업단지 오폐수 처리실태 분석 및 관리방안”에서는 산업단지에서 발생하는 오폐수를 통합적으로 관리하기 위한 폐수종말처리시설을 설치하는 경우, 오폐수 관리를 위한 설치 및 운영비용이 개별처리 방식보다 유리한 것으로 나타났다.

환경부한국토지공사(2006)¹⁴⁾에서 수행한 “단지조성사업의 환경영향 저감 방안에 관한 연구”에 따르면 환경영향의 효율적인 저감대책을 수립하기 위해서는 주거지역과 해당 업종의 필요 최소이격거리(MSD)를 산업단지개발계획상의 이격거리와 비교하여 MSD를 달성할 수 있도록 업종을 배치하고 저감 효율이 우수한 저감시설을 설치 운영하며 주풍향과 완충녹지 폭에 대한 자료를 참고하여 산업단지 경계에 완충녹지를 조성하는 것이 필요한 것으로 제안하고 있다.

부산발전연구원(2007)¹⁵⁾의 “신평·장림 지방산업단지와 사상공업지역 환경개선 방안”연구 결과, 환경문제중 대기와 수질문제를 야기하는 원인으로는

12) 임종인, 육근찬, 김진영, 2006, 김해지역 산업집적지 실태조사 및 개선방안 연구, 한국산업단지공단

13) 충남발전연구원, 2006, 충청남도 산업단지의 오폐수 처리실태분석 및 관리방안

14) 환경부한국토지공사, 2006, 단지조성사업의 환경영향 저감방안에 관한 연구

15) 부산발전연구원, 2007, 신평·장림지방산업단지와 사상공업지역 환경개선 방안

기업활동에 의해 배출되는 오염물질들이 관리 운영 미숙 등의 사유로 공공유역으로 배출되는 경우와 이들 배출된 오염물질들이 노후화되거나 시설개선이 필요한 환경기초시설, 배제시설 등에 노출됨으로써 주변 환경에 악영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

안산환경기술개발센터(2007)¹⁶⁾에서는 “반월시화 산업단지 깨끗하고 쾌적한 환경조성 방안 연구”를 통해 반월 및 시화 산업단지가 환경오염도시, 오염공단이라는 기존 도시이미지를 개선하여 지속가능하면서 살기 좋은 도시라는 이미지를 부각시킬 수 있는 환경개선 사업 모델과 지속가능한 운영방안을 제안하였다. 연구결과 원충녹지, 근린공원, 녹도, 비산먼지대책 수립, 완제품 및 원료의 옥외공간 적치개선, 주차시설 개선, 시화호 수변생태 및 친수공원 조성, 수 환경구상, 가로 및 가로수 녹화와 경관개선, 벽면녹화 등을 시급한 환경개선 사업의 주요모델로 제시하였다.

2.2.2 환경친화적 산업입지 관련 연구

조혜영 등(2002)은 환경친화적 산업단지 구축 방안 연구를 통해 산업단지 환경관리의 제도적 기반 및 산업단지 환경실태를 파악하고 환경친화적 산업단지 추진방안 및 제도개선 방안을 제안하였다.

환경친화적 산업단지 구축방안 연구(산업단지 공단, 2002)에서는 산업단지의 환경관리와 관련된 제도적 기반과 환경실태를 파악하여 향후 환경친화적 단지 조성에 필요한 구체적 추진 방안 등 제도적 개선방안을 제시하였다. 연구를 통해 단지내 환경개선을 위한 방안으로 녹지공간 확대, 주변지역과의 완충을 위한 거리 확보 등을 제안한 바 있다.

국토연구원(2004)에서는 환경친화적 산업입지를 위한 제도개선 방안 연구를 통해 산업발전과 환경보전이 조화를 이룰 수 있는 산업입지 개발 방향 및 추진전략을 제시하였다.

건설교통부한국토지공사(2005)에서는 산업입지 제도개선 방안 연구를 통해 산업입지 정책 여건 변화를 전망하고 현행 제도의 한계를 분석하였다.

산업집적지 실태조사 및 개선방안 연구(한국산업단지공단 산업연구원, 2006)

16) 안산환경기술개발센터, 2007, 반월시화 산업단지 깨끗하고 쾌적한 환경조성 방안 연구

수행을 통해 산업단지를 둘러싸고 있는 경제 및 환경변화를 고려하여 우리나라 산업집적지의 실태조사를 통해 문제점을 도출하고 기피 시설로 인식되었던 산업집적지를 선호시설로 전환할 수 있는 환경개선 방안을 제안하였다.

임종인 등(2006)은 김해지역의 산업집적지 실태조사 및 개선방안 연구를 통해 개별입지의 문제로 무등록 공장이 양산되고 있어 환경처리시설 미비에 따른 환경문제 야기로 주민과의 마찰이 빈번하게 발생하고 있으며, 잔담임야 등을 공장용지로 용도를 전환하는 사례가 다수 발생하고 있어 토지이용의 비효율성과 난개발로 주거환경 악화가 우려되는 것으로 나타났다. 또한 개별입지 집중지역은 지하수오염의 증가 우려가 높는데, 이는 개별 입지한 기업의 경우 공업용수로 지하수를 사용하고 있어 이들 지역에서 개별입지가 지속적인 성장을 보일 경우 심각한 지하수 고갈 문제를 초래할 수 있는 것으로 밝히고 있다.

경기개발연구원(2009)¹⁷⁾은 산업단지 조성사업 개선방안 연구를 통해 산업단지 조성 완료 후 기업들이 입주하여 경영활동을 전개하는 단계에서는 건폐율, 녹지율, 도로율, 주차장 면적, 편의시설 등 산업단지 내 제반 입주환경요소들의 취약성 문제가 기업 경영활동의 경쟁력과 종사자들에게 삶의 질을 저하시킨다는 측면에서 많은 문제가 있는 실정이라고 밝혔다. 그러나 이러한 입주환경의 질적 개선을 위해서는 조성비용 상승으로 분양가의 추가 상승 요인으로 이어지는 문제가 있다고 지적하고 있다. 특히, 비용측면의 제약요인과 별개로 시행주체의 산업단지 개발 기본컨셉이 입주환경의 질적 측면을 중시하여 기능 구성이나 공간 설계를 하지 않는 데 따른 문제점도 있다고 지적하고 있다. 즉 사업주체들이 추구하는 산업단지 모델 자체가 선진국형이 아닌 개발 도상국형에 머물러 있어 입주환경의 품질이 높은 산업단지 개발에 한계가 있다고 하였다.

한국산업단지공단(2009)¹⁸⁾의 “노후지역 재정비 제도 개선방안 연구”에 따르면 노후 공업지역의 문제점으로는 진입도로가 협소하다는 공통적인 문제점뿐만 아니라 내부 도로공간도 협소하여 원자재의 반출입에 어려움을 겪는 것으로 나타나고 있다. 또한, 환경오염 등에 따른 민원발생 문제도 제기되고

17) 경기개발연구원, 2009, 산업단지 조성사업 개선방안 연구, p.105-106

18) 한국산업단지공단, 2009, 노후공업지역의 재정비제도 개선방안 연구, p.17-20

있는데, 산업단지의 경우 공동의 환경오염방지사설의 설치 및 운영을 통하여 산업입지와 관련된 오염을 최소화하여 환경오염을 방지할 수 있지만, 개별입지 노후 공업지역은 폐기물 처리시설, 하수처리시설 부족으로 주거지역 주민들과의 마찰이 우려되고 있다. 또한 개별집적지의 경우 차단녹지 등이 충분하지 않아 인근 주민들과의 환경문제로 인한 민원이 끊이지 않고 있는 실정으로 나타나고 있다. 아울러, 일부 노후 공업지역의 경우 주변 경관을 훼손하거나 또는 산업쓰레기 투기, 폐업 공장 방치 등의 문제도 유발되고 있는 것으로 나타났다.

2.2.3 생태산업단지 조성 관련 연구

환경부(2000)¹⁹⁾는 “지속가능한 개발을 위한 생태산업단지 구축방안 연구”수행을 통해 생태산업단지에 대한 개념과 시스템, 그리고 향후 추진전략과 정책적 방향을 개발하여 국내 산업단지를 환경친화적인 생태산업단지로 유도할 수 있는 토대를 구축하기 위한 방안을 연구하였다. 연구에서는 생태산업단지를 위한 주요 계획요소를 7가지로 제안하였다. 1) 주변 환경을 고려한 단지의 입지, 2) 폐기물이나 부산물의 발생 최소화, 3) 단지의 친환경적인 토지이용 및 환경성 평가기준, 4) 환경시설 보조금, 세금감면 등의 경제적 지원이나 인센티브 제공, 5) 폐기물이나 부산물의 교환이용체계, 6) 정부 및 지역사회, 산업단지간의 협력체계, 7) 폐기물 발생 최소화를 위한 입주업체의 결합 등이다. 김호범(2008)²⁰⁾은 “반월시화 산업단지의 지속발전 가능한 생태산업단지 구축”연구를 통해 산업단지에서 배출되는 폐기물의 외부 배출을 최소화하고 단지내에서 사용하는 에너지는 폐열 활용과 더불어 신재생 에너지를 사용하는 에너지 자족단지를 지향한다. 또한, 가깝적 인근의 산업과 농업 및 어업까지 포괄하는 종합적 생태산업단지를 조성해야 하며, 정부의 지원과 효율적 운영을 위해 지역사회정보를 원활하게 교환할 수 있는 네트워크 시스템 구축이 필요하다고 하였다.

최정석(2002)²¹⁾은 “생태산업단지 개발을 위한 우리나라의 산업 환경정책

19) 환경부, 2002, 지속가능한 개발을 위한 생태산업단지 구축방안

20) 김호범, 2008, 반월시화 산업단지의 지속발전 가능한 생태산업단지 구축, 한양대학교 산업경영디자인대학원 석사학위논문

의 개선 방안”연구를 통해 환경부의 환경정책과 국토부 등의 산업정책의 통합을 위한 활발한 협력이 필요하고 시스템적 산업단지 개발을 위해서는 선계획, 후개발에 의한 산업단지 개발의 필요성을 연구하였다.

Singhal S(2002)²²⁾는 소규모 지역 또는 비계획된 산업단지의 많은 수의 산업이 집중된 곳에서 환경적 영향은 지역 또는 세계적 지속가능한 개발을 선도하는 데 있어 심각한 위협을 초래할 수 있다. 생태학적으로 균형 잡힌 산업 시스템의 형성은 다양한 환경 및 경제적 이익을 초래할 수 있다고 하였다.

이재준(2003)²³⁾은 “생태산업단지 개발전략 및 정책방향에 관한 연구”를 통해 생태산업단지 개발전략 및 정책 방향을 도출하고자 하였다. 연구를 통해 생태산업단지 조성을 위한 구성요소, 개발유형, 개발전략, 물질 순환 및 정보 체계 등에 관한 구체적인 계획요소를 도출하고 중요도를 조사하여 정책방향을 제시하였다.

“산업단지의 환경개선을 위한 생태산업단지(EIP)전략 활용방안(최정석, 2004)²⁴⁾ 연구에서는 우리나라의 생태산업단지의 개발 방향으로 전통적인 산업단지를 대상으로 재정비 방안을 모색하고, 산업단지와 주변지역과의 산업생태학적 관계 형성, 생태산업단지를 또 하나의 개발방식으로 보기 보다는 산업구조 조정의 차원으로 이해하고 있다. 생태산업단지 개발은 지역개발사업 혹은 도시개발사업 등과 연계성을 가질 필요가 있으며, 생태산업단지는 산업정책, 환경정책, 토지정책의 통합적 관점에서 개발하는 것이 중요하다고 밝혔다.

Roberts,B.H(2004)²⁵⁾에 의하면 호주에서 생태산업단지가 더욱 지속가능한 산업발전을 이루는 방법의 하나로서 주정부에 의해 새롭게 고려되고 있는 상황인 것으로 나타났다. 브리즈번에서 22km 서쪽에 떨어진 시너지 파크는 오스트라에서 최초로 계획된 생태산업단지로 시너지 파크의 계획과 개발안은 프로젝트에 관심을 가진 공공관리자 또는 개발사업자들에게 커다란 변화를 주었다.

21) 최정석, 2002, 생태산업단지 개발을 위한 우리나라의 산업환경정책의 개선방안, 도시행정학보 15(1) :87-111

22) Singhal S.,Kapur A.(2002), Industrial estate Planning and Management in India-an Integrated approach towards Industrial Ecology, Journal of Environmental Management 66(1) : 19-29

23) 이재준, 2003, 생태산업단지 개발전략 및 정책방향에 관한 연구, 국토계획 30(3) :203-220

24) 최정석, 2004, 산업단지의 환경개선을 위한 생태산업단지(EIP)전략 활용방안, 환경정책 12(1) : 119-147

25) Roberts,B.H(2004), The Application of Industrial Ecology Principles and Planning Guidelines for the Development of Eco-Industrial Parks

2.3 시사점 도출

이상과 같이 산업단지에 대한 환경 관련 연구들은 산업입지가 환경에 미치는 영향 분석과 개선 방안 중심으로 연구를 진행하여 왔으며, 산업단지의 입지와 관련해서는 정책 및 제도적 측면 등 이론적 연구가 주로 수행되어 왔다. 산업단지와 관련된 공간계획 분야는 토지이용상의 효율성 및 산업입지 주변 지역과의 토지이용 조화를 강조하고 있으며 생태산업단지에 대한 연구들은 대부분 자원 순환형 산업시스템 구축 등에 중점을 두고 연구들을 진행한 것을 알 수 있다.

산업단지를 환경적 관점에서 분석하고 대안을 모색해 본 선행 연구들은 환경 친화적 산업단지 조성에 대한 필요성에 대해서 공감하고 있으며 친환경 산업단지 조성이 중요하다는 점을 강조하고 있다.

친환경적 산업단지 조성을 위해서는 적절한 입지선정이 중요하며, 이를 토대로 토지이용과 공간 계획적 관점에서 환경 피해를 줄이면서 양호한 단지환경을 조성하기 위한 대안을 모색하는 것이 중요하다는 점을 알 수 있다.

그러나 환경친화적 산업단지 조성을 위해서 요구되는 단위시설들에 대한 연구들은 수행된 바 있으나 공간계획을 통해 환경적 영향의 최소화 방안을 모색해 보는 차원의 연구는 상대적으로 미흡했다.

최근 들어서는 산업생태학적 관점에서의 연구들이 다양하게 진행되고 있다. 생태학적 원리를 이용하여 신규 산업단지 개발이나 기존 산업단지 재정비에 적용하고자 하는 연구들이다. 이들 연구들은 아직까지 개념 및 이론모델들에 치중되어 있다고 할 수 있다. 환경친화적 산업단지를 산업시스템 그 자체만의 문제로 한정하기에는 여러 가지 한계가 있다. 생산 공정상의 오염을 줄이고 자원순환을 도모하더라도 단지 내외부 환경이 적합하지 못할 경우 이를 친환경 산업단지로 규정하는데 한계가 있다. 에너지 순환과 자원의 재활용 정도를 높이고 오염물질 배출을 억제하는 것만으로는 진정한 의미의 친환경 산업단지를 달성할 수 없으며, 토지이용이나 경관적 측면의 접근도 필요 하다. 따라서, 산업시스템 측면에서 뿐만아니라 토지이용 및 공간 계획적 차원에서 산업단지를 환경친화적 단지로 조성하기 위한 실천적 연구들이 보다 확산될 필요가 있다. 즉, 환경 친화적 산업입지를 위해 다양한 시각을 종합할 수 있

어야 하며, 산업단지로 인한 환경영향과 피해를 최소화하기 위해 산업단지 유형별 친환경 계획요소를 도출하고 친환경 개발계획 방안을 마련하는 연구들이 보다 활발하게 진행될 필요가 있다.

제3장

산업단지

환경실태 및

관련제도 분석

3

제3장 산업단지 환경실태 및 관련제도 분석

3.1 산업단지 환경실태

본 장에서는 산업단지가 안고 있는 환경문제 전반에 대해서 살펴보고 환경 관리와 관련된 법.제도적 여건을 파악하여 공장시설의 집적과 생산활동에 의해 발생하는 환경적 문제를 진단하고 이를 해결하기 위한 방안들을 모색하고자 한다. 이러한 산업단지가 지니고 있는 환경문제들을 물리적 환경과 제도적 측면에서 파악하고자 관련 문헌과 현장조사를 토대로 분석 하였다.

3.1.1 산업단지 계획 및 조성시의 환경문제 검토

우리나라의 산업단지는 대도시에 집중되어 있는 공업지역을 지방에 분산시키고 지역산업을 육성하고 산업 관련 효과를 고려하여 공업입지의 개별화 및 단지화의 의미로 이루어졌다. 이러한 산업입지 정책은 공업입지를 대도시에 과다 집중시키게 되었고 개발 소외지역을 양산시켜 지역간 성장격차가 심화되었다. 지역발전의 선도 정책수단으로 공업입지의 합리적 계획을 요구하게 되었으며, 공업의 집단배치를 통한 토지이용의 효율화를 꾀하고 규모의 경제 외 집적이익을 추구하면서 환경관리의 체계화를 위해 계획적 배치의 필요성이 증가되었다.

그러나 대도시에서 이전한 공장이 입지한 지방 중소도시는 자연환경 훼손과 공해로 인해 지역 환경의 오염문제가 대두되게 되었다. 이로 인해 제도적 장치로서 환경영향평가를 실시하여 산업단지 조성 사업 이전에 환경 영향을 충분히 검토하여 신중한 계획이 이루어지도록 제도적(산업입지 및 개발에 관한 법률 시행령 제21조)장치가 마련되어 있으나 사후 환경관리 대책의 미비

로 실효성이 미흡한 것으로 나타났다. 미국 등 선진국에서는 계획적 개발로 좋은 환경에 입지해 있는 산업단지를 Industrial Park(산업공원)라고 부르고 근처의 주거지역과의 조화를 도모하고 있다.

[표 3-1] 산업단지 개발이 환경에 미치는 영향

환경영향평가 환경 인자			평가항목														
			자연환경					생활환경					사회·경제환경				
			기상	지형 지물	동식 물 상	해양 환경	토지 이용	대 기 질	수질	폐 기 물	소음 진동	위락 경관	인구 및 주거지	산 업	공공 시설 및 교육	교통	문 화 재
건설 단계	자연형질 변경	지형변화	▲	■	●						▲	▲					
		호안·안벽축조		▲	●	●	○	▲	▲		▲			○	○	○	
		준설		●	●	●		▲	▲		▲						
		매립		■	●	●		▲	●					○			
	자재채취 운반	골재채취 및 운반						▲			▲					■	
		토사운반						■			■					■	
		기재재운송						■			■					■	
	시설공사 또는건설 공사	절토		■	▲			■	■		●	▲					▲
		성토		■	▲			■	■		●	▲					
		굴삭			▲						●						
		항타									●						
		콘크리트공사			▲				■								
		배수공사			■				■								
		조경			□		△					□					
이용 단계	구조물 이용	건축물					○					○	○	○	○		
		도로						▲			▲					▲	
		유발교통						▲			▲					▲	
		오수발생			▲	▲			●								
		시설물가동					○						○				
		폐기물								▲	●						
	이용	고용인구							▲		▲		▲	○		▲	

주 : ○ 건설되면 상당히 좋다

□ 건설되면 비교적 긍정적이다

△ 건설되면 긍정적이나 그 영향이 작다

● 악 영향이 크다

■ 악 영향이 다소 있다(보통정도)△

▲ 악 영향이 있으나 미미하다

※ 자료 : 국토연구원, 환경친화적 국토개발사업 추진방안, 1998, p.68

국내의 경우 산업단지를 개발하는 과정에서 환경적 측면이 상대적으로 덜 중요하게 고려되는 이유를 몇 가지 측면에서 살펴볼 수 있다. 우선, 조성된 공업용지의 입지조건이 기업에서 희망하는 조건과 일치할 때는 분양이 순조롭게 이루어지나, 그렇지 않은 경우는 분양이 어려워 공급 과잉 문제로 나타날 수 있다는 점이다. 원활한 분양을 위해서 산업단지의 입지선정 과정에서 분양받을 기업의 경제적 측면이 중시되고 개발지역의 환경적 측면은 과소 평가되기 쉬운 상황이 발생하게 된다. 또한 공공기관 등에서 조성한 계획입지가 아니라 기업 스스로가 개별입지로 공장을 조성하게 되는 경우는 공공기관에 의해 공급되는 계획입지 보다는 생태적 측면이 덜 중요시 되고 환경오염 억제에 기여할 수 있는 기반시설(하수처리시설, 폐기물처리시설, 녹지, 경관 등)이나 지원시설이 과소 공급되는 점에서도 이유를 찾아 볼 수 있다.

국가공단이건 지방공단이건 농공단지가건 공통적으로 산업단지 개발시에 지역 환경과 자연생태계에 미치는 영향 및 부존 문화재에 대한 피해 여부를 검토하여야 하나 실제로 개발과정의 각 단계를 살펴보면 환경적 검토가 적절히 이루어지지 못하고 있다. 환경적 타당성을 검토하기 위한 구체적 기준이 마련되지 못하고 각종 법률에 의거해 산업단지 개발의 제약사항을 검토하는 수준에 머물게 된다. 부문별 계획에서도 생산 공간과 주거·생산지원 공간과의 완충공간 확보, 쾌적성을 위한 녹지공간의 확보 그리고 토지이용계획 수립 시 일정 비율의 공원·녹지 확보를 규정하고 있으나 대기정화나 소음 완화는 어느 정도 기대가 되나 오염물질을 근본적으로 저감시키는 것에는 한계가 있다. 또한, 업종 배치시 업종별로 환경적 영향을 검토하고, 유치 업종간의 계열화를 도모하고 있으나 입주 업종간의 생태학적 고려가 미흡하여 자원 이용이 제대로 이루어지지 못하는 한계도 있다.

교통측면에서 보면, 접근성 향상은 물론 교통발생량의 최소화를 도모하고 있으나 이동 저감을 위한 압축적인(compact) 교통계획이 이루어 지지 못하고 있다. 용수 공급 과정에서는 지역의 수자원을 개발 이용함에 따라 발생할 수 있는 환경적 피해가 다각적으로 고려되지 않고, 하·폐수 처리 과정에서는 업종별 자체 처리 및 하수종말처리장을 이용하거나 공동폐수처리장, 폐기물처리장을 설치하고 있지만 수자원의 사이클링을 극대화하여 용수이용을 최소화하고, 공장에서 처리된 폐수나 폐기물을 공업단지내의 다른 공장이 활용하는 순환시스템은 고려가 미흡한 실정이다.

3.1.2 환경민원 및 환경영향평가 주요 검토의견

1) 환경민원 내용

산업단지에 대한 환경민원의 대부분은 대기오염, 소음, 진동, 악취 등 일반적으로 해당 주민들이 직접 느낄 수 있는 것들이 차지하고 있다. 사업장 환경 등으로 인한 각종 질병발생 등과 이로 인한 대책 요구, 수질오염으로 인한 생존권 위협, 산업단지 내 산업폐기물 매립장 입주 반대 등에 대한 내용들이 주를 이루고 있다.

산업단지는 다수의 기업들이 일정한 공간에 집적하여 생산 활동을 수행함에 따라 환경문제의 발생빈도와 발생 가능성이 높고 환경문제가 발생하게 되면 주변지역과 입주업체에 대한 영향정도가 상대적으로 높다는 특성이 있다.

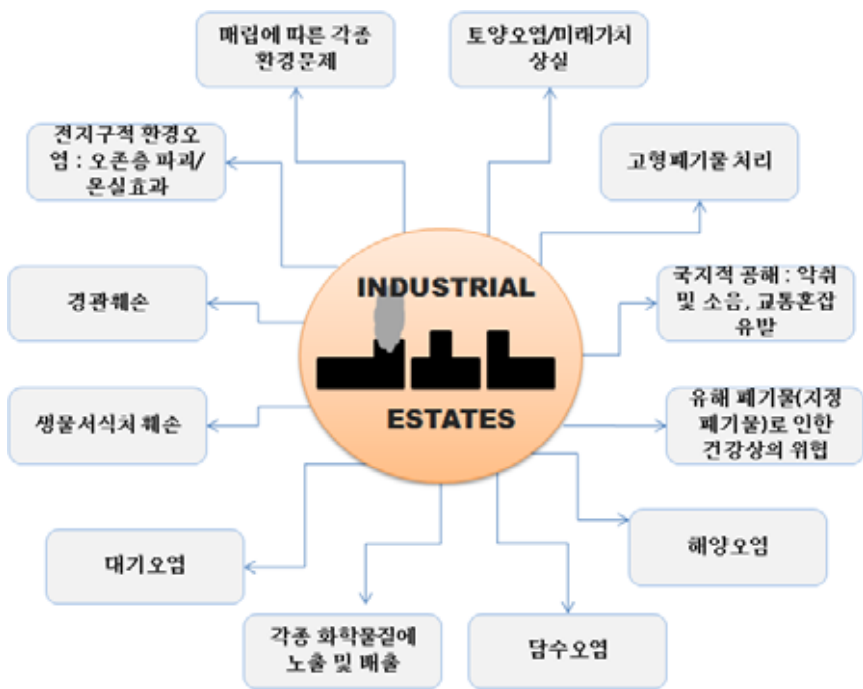
그러나 산업단지 내부 또는 주변지역에서 발생한 환경문제를 해결하는 것이 쉽지 않은데 오염원 인자 및 환경 피해에 대한 책임이 모호하다는 점을 들 수 있다. 개별기업들의 경우 환경오염물질을 배출 허용 기준 이내로 배출하고 있으나 기업들이 집적하게 됨으로써 발생 오염물질 총량이 상대적으로 높아지게 되므로 환경규제기준이 환경오염 피해를 유발하는 임계수준(threshold)과 일치하지 않게 되며, 환경오염 물질을 배출하는 업체 즉 오염 원인자를 찾기 또한 쉽지 않은 문제를 지니고 있다. 또한, 산업단지내 오염원들이 복합 오염의 문제를 지니고 있다는 점도 환경문제 해결을 어렵게 만드는 원인의 하나로 작용되고 있다. 산업단지내에서 발생하는 환경오염의 경우 즉각적으로 발생하는 경우도 있으나 대부분은 장기간에 걸쳐 환경피해가 출현하게 되므로, 장기간의 시간경과로 인해 근본적인 원인을 찾는 데 어려움이 있다.

[표 3-2] 대전 1,2 산업단지 환경 민원 현황

민원의 종류	최근 3년간 민원 건 수	민원 주요 내용
계	243	
매연	9	폐기물 처리과정에서 발생하는 검댕, 분진 및 낙진 피해
악취	166	산단에서 발생하는 악취로 생활, 건강상의 불편 호소
폐수	22	정화되지 않은 공장 폐수를 그대로 방류
분진	18	비산먼지, 분진 등의 발생으로 주거 생활 곤란 호소
기타	28	차량 소음, 도로 위 비산먼지 등으로 인한 불편 호소

※ 자료 : 대전광역시, 2009, 산업단지 정비계획수립 지원대상 신청서

산업단지에 대한 환경통계 자료들의 정확도가 떨어지고 대기, 수질, 소음 및 진동, 악취 등에 대한 자료는 주요 도시 또는 특별한 지역에만 제한적으로 구축되어 있어 산업단지에서 발생하는 환경문제를 정확하게 파악하는 것에 한계가 있다. 이로 인해 산업단지에 관련된 환경 실태들은 개개 산업단지별로 각종 민원이나 피해사례 등을 통해서만 알 수 있다는 한계를 지니고 있으나 공통적으로 대기오염, 악취, 소음 등이 주요한 환경오염 문제로 나타나고 있는 것을 알 수 있다.



(그림 3-1) 산업단지의 일반 환경오염 현황

2) 환경영향평가의 주요 평가내용

환경성검토 과정상에 나타난 부문별 개발계획 수립에 대한 주요 부동의 조건들을 살펴보면 경관영향의 부정적 요소 고려, 질성토 및 지형변화 최소화를 요구하는 경우가 많은 것으로 나타났다. 산업단지 개발시 적절한 수준의 질성토와 자연 지형을 활용한 개발계획 수립이 미흡한 사례가 많다는 점을 설명해 주는 결과로 해석할 수 있다. 원형지 보전의 부적합에 따른 부동의 사례도

높은 것으로 나타나고 있다. 양호한 환경조건을 지닌 지형들을 잘 활용하지 못하고 훼손이 발생함에 따라 자연환경 훼손에 따른 환경문제가 발생하고 있는 것으로 나타났다.

개발사업에 따른 동식물상의 영향 정도를 예측하고 영향저감 대책을 수립하는 것이 미흡한 점도 지속적으로 지적되고 있는 내용으로 나타나고 있다. 주요 동식물 서식처를 지구계 결정단계부터 고려하여 서식처가 훼손되지 않도록 고려해 줄 필요가 있는 것으로 확인되었다. 또한 환경매체에 대한 오염 저감 및 영향대책 등이 미흡하여 부동의 되는 경향도 자주 발생하고 있다. 대기오염 및 악취 저감시설의 적절한 설치가 미흡하거나 수질오염 저감 시설 설치가 미비하여 보완을 요구하는 경우도 많은 것으로 나타났다. 산업단지의 경우 입지 업종에 따라 대기 및 악취, 수질오염 문제 등에 차이가 있을 수 있으나 첨단 무공해 산업단지를 제외하고는 산업단지 특성상 대기 및 악취, 수질오염 문제 등이 상존하게 되므로 이에 대응한 적절수준의 환경 대응전략 수립이 요구된다고 할 수 있다. 실제적으로 군산 지방 산업단지 주변지역의 환경 피해 실태를 조사한 연구²⁶⁾에 따르면 산업단지 인근 5개 마을에 대기오염과 악취 등의 피해를 주고 있고 건강상에도 부정적인 영향을 미치고 있는 것으로 조사되었으며 많은 산업단지의 경우에 대기, 수질, 소음, 폐기물에 의한 악취 등의 민원이 지속적으로 발생하고 있는 것으로 확인되었다.

산업단지 조성을 위한 계획수립 및 개발시 입주 업종의 공간배치가 부적절한 경우도 주요 지적사항으로 나타나고 있다. 주거단지와 인접한 부지는 환경오염 유발물질 및 소음 등을 발생시키지 않는 업종들을 배치할 필요가 있으나 이 부분에 대한 고려가 미흡한 것으로 나타났다. 산업단지 내 폐기물 유발업종들이 입지하는 경우 적절한 폐기물 처리시설을 설치해야 하나 이 부분에 대한 고려가 다소 미흡한 면이 많은 것으로 나타나고 있다. 아울러, 최근 들어 건강영향을 고려하는 것이 중요하게 부각되고 있어 건강영향평가를 시행하고 있으나 현재까지 건강영향을 고려한 저감시설 설치 여부에 대한 고려가 부족한 점도 주요 지적사항으로 확인되었다.

26) 시민환경연구소, 군산지방산업단지 주변지역 환경피해조사연구, 2001

개발계획 수립시 사전환경성 검토 주요 지적사항

- 시설공급 안정성 생태적 측면이 과소 평가되어 환경오염 처리시설 과소공급
- 적정 수준의 절성토 및 지형변화 최소화, 자연지형을 활용한 개발계획 수립 미흡
- 원형지 보전의 미흡, 우수하거나 양호한 생태환경 및 경관훼손에 대한 문제
- 개발사업 시행에 따른 동식물상의 영향정도 검토 미흡
- 환경매체에 대한 오염저감 및 영향대책 마련 미흡 : 대기오염 및 악취저감, 수질오염 저감 시설 설치 미흡
- 입주 업종간 공간배치 부적절성 문제 : 주거지와 인접한 부지는 환경오염 유발물질 및 소음 발생 저감 업종 위주로 배치 필요
- 폐기물 유발업종들이 입지하는 경우 적정 폐기물 처리시설 설치 미흡
- 건강영향평가 시행에 따른 건강 영향 고려 저감시설 설치 여부 고려 미흡

3.1.3 산업단지의 환경실태

1) 지형훼손

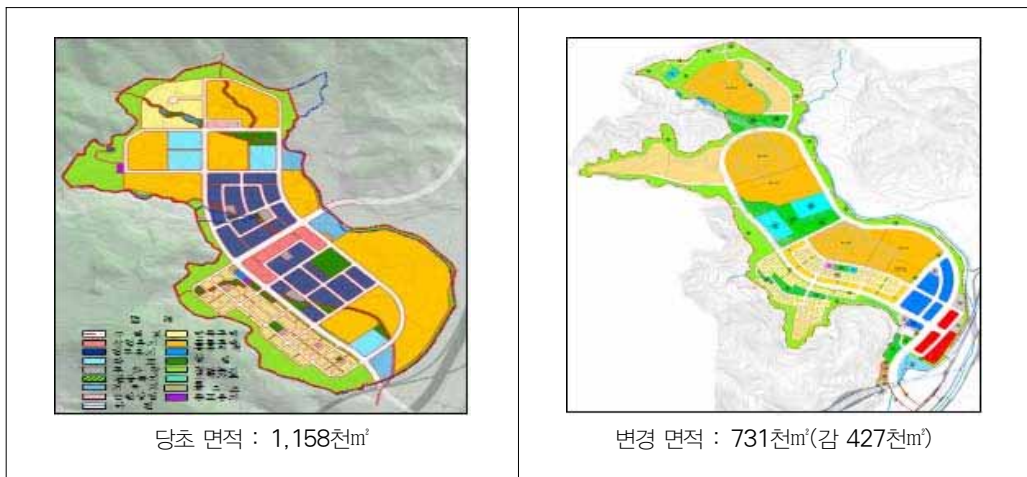
산업단지 조성시 초기단계에서 지형 및 지질에 대한 여건 검토가 미흡할 경우 중요한 지형·지질과 동식물상, 그리고 자연환경에 미치는 부정적 영향이 발생한다. 특히, 산지·구릉지에 입지한 산업단지의 경우는 지형훼손에 따른 환경적 영향이 직·간접적으로 나타나게 되므로 계획단계에서부터 사업 시행에 따른 지형 및 지질의 영향정도를 파악하는 것이 중요하다.

산업단지의 입지과정에서 지가 등을 낮추기 위해서 도시 보다는 도시외곽으로 논·답 등 보다는 산림을 개발하여 단지를 조성하는 사례들이 증가하고 있어 산지 훼손과 이에 따른 지형들이 변경되는 사례들이 발생하고 있다.



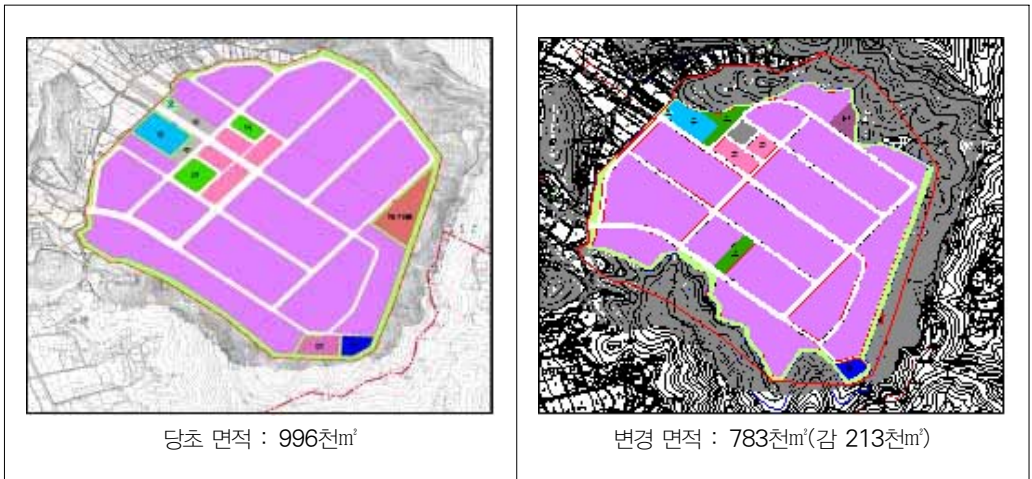
(그림 3-2) 지형변동의 사례

특히, 지형훼손이 크게 발생하게 되면 사전환경성 검토 단계에서 지형 훼손 최소화를 위한 조치 요청이 있게 되므로 지구계 및 토지이용계획을 변경해야 하는 상황이 발생한다. 지구경계 및 토지이용계획 등 개발계획을 변경하게 되면 사업 프로세스를 불가피하게 조정해야 하고 이를 보완하기 위해 사업기간 등이 지연되므로 사업성에 부정적 영향을 미칠 수 있다. 아래 사례에서 보듯이 녹지자연도 7·8등급(전체 면적 대비 31%)의 양호한 식생들이 분포하고 있는 대상지를 산업단지로 조성하는 과정에서 환경훼손 부분을 보완하라는 조치사항으로 인해 이들 식생지역을 보존하고 과다한 법면발생(사면 15m 이하)을 줄이기 위해 지구계를 조정한 사례가 있다.



(그림 3-3) 경제자유구역사업 OO지구의 지구계 및 토지이용 변경 사례

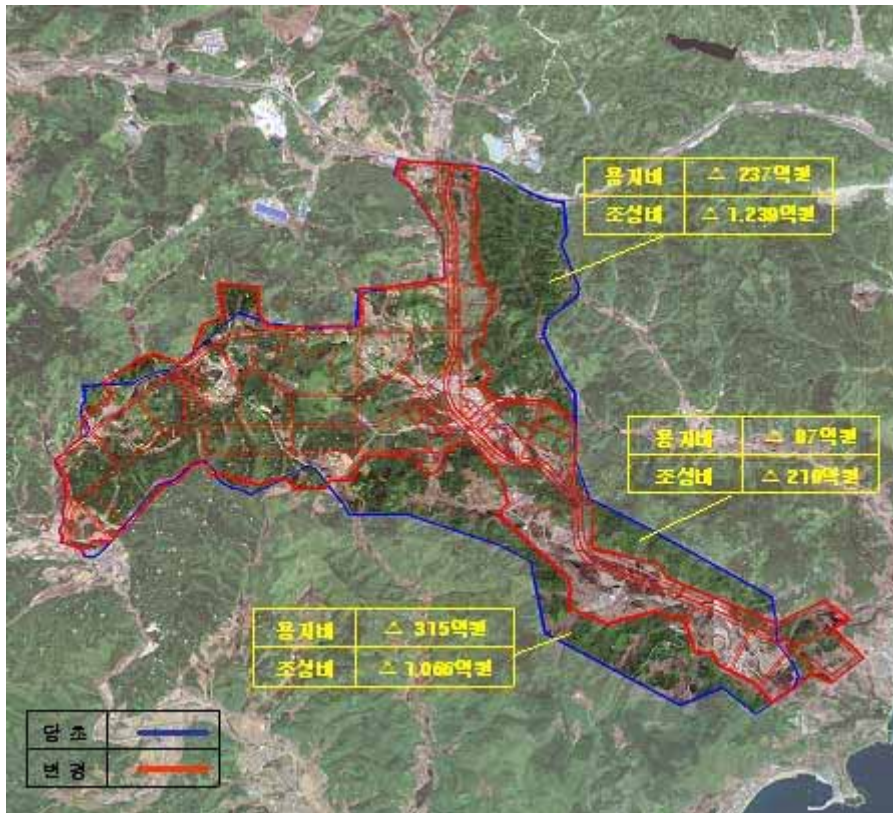
또한, 당초 지자체에서 지구계 결정시 지형, 문화재 조사 결과 및 환경 여건을 고려하지 않고 지구계를 결정한 결과 과도한 경사면 발생과 문화재 훼손에 대한 우려로 인해 옹벽 등 불필요한 구조물 및 법면 발생을 최소화 할 수 있도록 지구계를 조정한 사례도 있다.



〔그림 3-4〕 경북 OO 일반산업단지 지구계 변경 사례

계획단계에서부터 환경에 미치는 영향 등을 사전에 검토하여 지구계를 설정하고 개발계획을 수립하게 되면 환경훼손도 줄이면서 사업성 악화도 감소시킬 수 있다. 이러한 사례는 경북 OO산업단지에서 살펴볼 수 있다. 본 대상지는 산업단지를 조성하는 과정에서 지구계 변경과 그에 따른 설계변경으로 토공 발생량을 축소하고 법면 발생을 감소하여 조성원가를 설계 변경 이전 대비 m^2 당 34,000원 정도로 사업비를 절감하는 것으로 나타났다.

결국, 사업대상지의 원지형 등이 과도하게 훼손되는 것을 방지하고 합리적인 지구계와 개발계획이 수립될 경우 자연환경 보전을 통한 친환경적 단지 조성은 물론이고 조성원가를 줄여 사업성도 증가시켜 줄 수 있을 것이다.



구 분	면 적(천㎡)	사업비(억원)	용지비((억원)	조성비(억원)	조성원가(천원/㎡)
당 초	9,297	13,408	1,941	9,592	220
변 경	6,691	8,185	1,295	5,591	186
증 감	△ 2,606	△ 5,223	△ 646	△ 4,001	△ 34

※ 지구계 조정 결과 면적 및 사업비는 당초 대비 각각 28%, 39% 감소되었으며 조성원가는 15% 절감

(그림 3-5) 경북 OO산업단지의 사업성 분석결과 비교(예시)

2) 대기 및 악취

산업단지만 독립적으로 배치되어 있고 인근에 주거지역이 입지하지 않은 경우는 산업단지로 인한 대기 및 악취문제가 덜 문제시 되겠으나 산업단지가 조성되고 난 이후 인근에 택지개발 및 도시개발사업 등으로 주거지역이

입지하게 되면 산업단지에서 발생하는 대기오염 및 악취 영향으로 피해가 우려된다. 특히, 공해 유발 업종 등의 생산업체가 밀집하여 입지하고 있는 산업단지에서 아황산가스의 배출량이 높게 나타나고 있어 악취문제가 우려된다. 대기 및 악취 문제를 발생시키는 공장 업종으로는 석유화학 업종, 비금속, 철강, 운송 장비, 가죽 피혁제품들로 나타났으며, 이들 업종이 입지한 산업단지 주변에 생활공간이 배치되는 경우 악취로 인한 민원문제가 제기될 개연성이 높다.

산업단지 입지와 대기오염 관계를 살펴보면 산업입지 지역의 주풍향이 주 간에는 편서풍이고 야간에는 남동풍이 발생하는 지역에서는 풍향의 영향으로 인해 악취 영향을 많이 받게 되며, 산단 인근에 신도시 등이 입지해 있는 지역에서는 악취에 따른 민원 문제가 지속적으로 발생될 우려가 높다. 특히, 최근에 개발되고 있는 산업단지들은 주거지와 연결되어 개발되거나 계획 구역 내에 산업단지와 주거단지가 혼합 배치되는 경우가 많아 대기오염 문제와 악취에 대해 더욱 민감해 질 수 있는 환경적 여건을 지니고 있다 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 공장입지 지역과 주거지역 사이에 대기오염 및 악취를 완화시킬 수 있는 완충녹지가 미미한 경우가 많으며, 분지형에 입지한 산업단지들의 경우 업종별로 유발되는 대기오염물질이 환류되지 않고 정체되어 악취가 빠져 나가지 않는 문제 등도 발생하고 있다. 친환경 산업단지 조성을 위해서는 오염 및 악취발생을 줄이기 위한 방안을 마련하고 오염원들이 정체되지 않도록 적합한 지형과 지세를 활용하여 산업단지를 입지시키고 환경여건에 대응한 개발계획을 수립하는 것이 필요하다.

3) 수질오염

국내에서 발생되고 있는 산업폐수는 주로 제품제조, 수리, 세척 등 제조업 시설에서 배출되는 것으로 이를 처리하는 폐수 배출시설은 전국에 37,621개소가 있으며 이곳에서 발생하는 산업폐수는 하루 4,068톤에 이르고 있다. 산업폐수 처리는 주로 폐수종말 처리시설을 설치하여 처리하고 있으며, 그 외의 개별 공장은 자체적인 오염방지시설을 설치하여 처리하고 있다. 산업단지에 설치된 폐수종말 처리장은 전국에 114개소(산단 30, 농공단지 84)가 있으며, 시설용량은 732천 m^2 /일로 나타났다.

산업폐수의 배출 특성은 사전 처리시설, 도금시설 등 소규모 사업장이 전체 폐수배출사업장의 90%에 해당될 정도로 큰 비중을 차지하고 있으나 소량의 폐수를 배출하여 폐수발생 방지 및 처리 시설을 설치하기에는 규모면에서 영세성을 지니고 있어 시설설치에 한계가 있다는 문제를 지니고 있다.

주요 업종별 폐수배출사업장 현황을 살펴보면, 사업체수는 사진처리·인쇄출판업이 15,758개사로 가장 많고 다음은 운수장비(13,887개사), 음식료(3,591개사)의 순으로 배출하고 있다. 반면 제지(375개사), 화학(1,389개사), 섬유 및 피혁(1,992개사)업종은 폐수배출 사업장의 수가 상대적으로 적게 나타났다. 1일 폐수 방류량을 살펴보면, 폐수방류량이 많은 업종은 섬유피혁(658천 m^3), 제지(326천 m^3), 화학(307천 m^3)업종의 순으로 높게 나타났다. 상대적으로 방류량이 적은 업종은 사진처리·인쇄출판(3천 m^3), 운수장비(51천 m^3), 비금속(167천 m^3)업종으로 조사되었다. 결국, 업종별로 폐수배출 관련 자료들을 종합해 볼 때, 사진처리 및 인쇄출판, 운수장비 업종의 경우 폐수배출 사업장의 수는 많으나 1일 폐수발생량과 방류량은 다른 업종에 비해 적으며, 폐수배출 사업장의 수가 적은 제지, 섬유·피혁업종에서는 1일 폐수발생량과 방류량이 다른 업종에 비해 많은 것으로 나타났다. 특히 하천복개로 인해 산업단지내의 수질오염 정도를 파악하는데 여러 가지 어려움이 따르고 있으며 육안으로 확인되지 않는 부분들이 있어 수질오염을 저감시키거나 수질오염을 방지하기 위한 적극적 대안을 마련하는데 제약이 따르고 있다.



(그림 3-6) 산업단지내 대기오염(좌) 및 수질오염 현황(우)

4) 공원녹지 부족

산업단지내 공원녹지 부문과 관련되어 발생되고 있는 환경적 문제를 살펴 보면 크게 부적절한 배치, 빈약한 녹지대, 오염물질 저감에 대응된 식재기법 적용 미비 등을 들 수 있을 것이다.

공공녹지율과 관련해서는 산업단지 개발 지침에 의해 규정되어 있으나 규정된 녹지비율에 미치지 못하는 산업단지가 많은 것으로 나타났다. 예로 인천 남동단지의 경우 총면적이 9.5km²로 개발지침상 규정을 적용해 보면 최소 10%이상의 녹지구역을 확보해야 하나 조성된 면적은 약 0.4km²로 전체 단지의 약 4.1%만을 점유하고 있으며, 시화단지의 경우도 총면적 16.4km²중 녹지지역은 0.8km²로 전체의 5.0%만을 점유하고 있다.

[표 3-3] 산업단지의 녹지 확보 기준 비교

구 분		녹지확보기준 (산업입지개발 통합지침 제14조)	공공녹지확보기준 (기업활동규제완화법 제21조)
산업 면적	3km ² 이상	10-13%	10-12%
	1-3km ²	7.5-10%	7.5-10%
	1km ² 미만	5-7.5%	5-7.5%
예외규정		<ul style="list-style-type: none"> - 2% 범위 안에서 하향조정가능 · 단지주변에서 충분한 공공녹지 확보 · 매립지와 같이 평지에서 공공녹지 확보 - 녹지율의 상향 조정 · 과학산업단지의 개발 · 우량산림 및 자연경관보전필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 실시계획 승인권자의 인정시 공공녹지의 조성의무 유예 - 완충녹지대 제외 - 산단 경계에 보존임지 등이 위치 (실시계획 승인권자가 인정)
시설계획규정		<ul style="list-style-type: none"> - 공공녹지의 최소규모 : 500m² - 폐기물처리시설부지(매립, 폐기물관리 법제2조)를 녹지에 포함 	<ul style="list-style-type: none"> - 환경영향평가협의 결과 등에도 불구하고 본 법의 규정을 적용

주 : 환경영향평가서 협의기준 (전체 산업단지 면적의 5-29%)

녹지의 대기정화기능 측면에서 볼 때 걱정하지 못한 녹지공간은 오염물질의 완충공간으로서 제 기능을 발휘하지 못하는 문제를 안게 되며 전체적으로 단지내 환경을 개선시키는데 여러 가지 제약요소로 작용하게 된다. 산업단지의 대기환경 개선과 불량경관을 차폐하는 기능 유지를 위해서는 기존 공장내 식재비율을 확대하고 어메니타공간 확충을 위한 식재대를 적재적소에 배치해

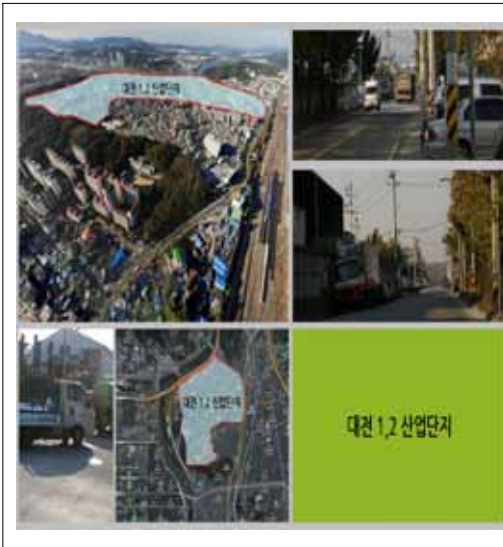
줄 필요가 있다. 일례로, 반월시화 산업단지의 경우도 완충녹지 조성을 통해 2005년도에 963건이던 민원이 2009년도에는 276건으로 71%나 감소하는 큰 효과를 거둔 것을 통해 완충녹지의 환경오염 저감 기능과 효과를 확인해 볼 수 있다.

산업단지개발지침상에 악취 등 대기오염물질이 다량 배출되는 업종을 유지하는 산업단지를 조성하는 경우에는 인접 주거지역과의 적정한 거리 및 녹지 확보 등 대기오염물질로 인한 주민피해 발생을 예방하기 위한 방안을 고려해야 한다고 명시되어 있다(지침 제13조의3). 그러나 많은 경우 단지와 주변 아파트간의 거리가 충분히 확보되기 어렵게 설계되어 있으며, 완충용 녹지 또한 주변지역에 대한 피해를 방지할 수 있을 만큼 충분한 폭원을 확보하지 못하는 경우가 많다. 특히 공해 등 오염유발 물질에 대응력이 높은 수종을 도입한 녹지대 조성 등이 미흡한 것도 개선이 요구되는 사항이다.

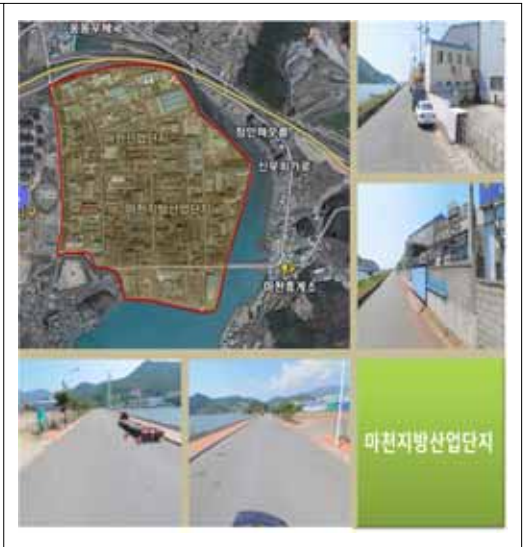
법적으로 “도시공원 및 녹지 등에 관한 법률”에 따르면 공장 및 사업장의 공해차단을 위해서 완충녹지의 폭을 10m이상으로 규정하고 있는데, 거주지와 인접된 업종에 따라서 완충녹지의 폭을 유연성 있게 설정하는 것이 중요하나 일률적인 규정으로 완충녹지의 폭을 결정함으로써 실효성이 떨어질 수 있다. 일본의 경우도 각종 공해와 자연 재해 등의 방지 또는 도시내의 이질적인 토지 이용간의 공간적 차단을 위해 완충녹지를 설치하고 있다. 제 1 종 완충녹지는 공업 단지 혹은 공업지역과 주택지등 다른 용도지역과의 사이에 50~200m 폭의 면상형 완충녹지 수림대를 설치하며 제 2 종 완충 녹지는 토지이용의 상충 지역이나 재해발생지역간에 20~50m의 수림대를 설치하도록 규정하고 있다. 국내 보다는 완충녹지대의 폭을 넓게 설정하고 있는 것을 알 수 있다.

산업단지 내에 근린공원과 차폐녹지가 조성된 경우에도 집하시설로 인해 가려져 있어 도로에서 보이지 않고 이용하기에 부적합한 입지 및 배치로 접근성이 떨어져 공원녹지를 제대로 활용하지 못하고 있다. 단순히 공원 녹지 비율을 확보하려는 점에 목표를 두게 되어 적절한 녹지배치가 이루어지지 못하는 경우가 있는데, 단순히 녹지량 확보를 위해 공원녹지를 배치할 것이 아니라 단지내 생태순환, 녹지네트워크, 오염저감, 종업원들의 휴식제공 등의 기능을 종합적으로 고려하여 적절한 배치와 공원녹지량을 확보해 줄 필요가 있다.

아래의 그림에서 살펴 볼 수 있듯이 대전 1, 2 산업단지와 마천 지방 산업단지의 경우 하천과 면한 단지 외곽부에 완충녹지 또는 차폐녹지 등이 미설치되어 있어 시각적으로 불량한 개별 공장들이 그대로 노출되어 있다. 서로 다른 기능과 공간이 면하는 전이지대에는 완충녹지대를 형성하여 공간간 기능 충돌과 오염원이 유입되지 않도록 고려할 필요가 있다.



〔그림 3-7〕 대전 1,2 산업단지 환경실태조사



〔그림 3-8〕 마천지방 산업단지 환경실태조사

5) 주차 및 도로문제

산업단지의 경우 내부도로 정체 및 주차문제가 심각한 경우가 많으며, 노후화, 편의시설 미흡 역시 산업단지내 환경을 악화시키는 주요 원인의 하나로 작용하고 있다.

노후 공업지역의 경우는 진입도로가 협소하다는 공통적인 문제뿐만 아니라 내부 도로공간도 협소하여 원자재의 반출입에 어려움을 겪는 것은 물론이고 주차시설 부족으로 인해 도로변 주차가 더해져 도로환경이 열악한 경우가 많다.

더욱이 일부 산업단지는 대형 필지들이 소필지로 분필화가 심화되면서 도로 환경여건이 더욱 열악한 양상을 보이고 있다.

일반적으로 협소한 도로체계는 산업단지에 비해 공업지역이 더욱 심각한 양상을 보이고 있다. 예로, 대구시의 대표적인 노후 공업지역인 제3공단 및 서대구 공단의 경우 기반시설의 노후화가 심각한 수준으로 특히 도로 확보율이 매우 저조한 상태이다. 진입도로 및 내부 간선도로의 폭이 협소하여 원자재 반입에 여러 가지 어려움을 겪고 있다. 공용주차시설 및 개별공장의 주차공간 부족 또한 도심 노후공업지역이 가지고 있는 문제점으로 이러한 주차공간의 부족은 도로변 불법주차를 야기해 비좁은 내부 도로환경을 더욱 악화시키는 요인으로 작용하게 된다.

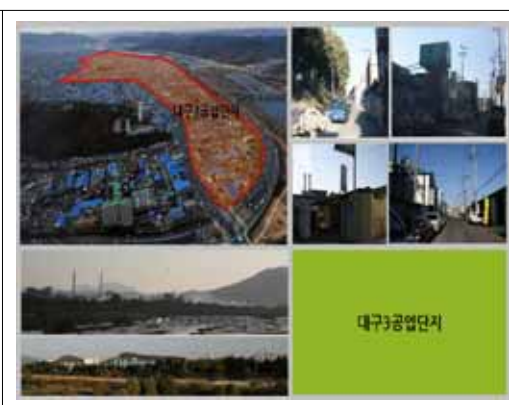
일부 공단지역은 지자체에서 지역의 부족한 보행자 도로를 보완하기 위해 보행자 전용도로 선을 설치하였으나 이 경우도 주차공간으로 활용되고 있는 실태가 많이 발생되고 있으며, 무질서한 노상주차는 공장건물 및 경관과 더불어 지역의 이미지를 저하시키는 부정적 요인으로 작용하고 있다.

기존 공업지역의 내부 도로는 차량의 교차통행이 불가능한 소로가 대부분을 이루고 있을 뿐만 아니라 일부 지역은 급경사면을 도로로 활용하고 있다. 이로 인해 차량통행의 어려움은 물론이고 인근 사업장의 안정성 확보차원에서 여러 가지 위협요소를 내포하고 있다.

산업단지에 비해서 개별입지 집적지에서 문제가 더욱 많이 발생되고 있으며 개별 집적지의 경우 산업단지와 달리 진입도로가 계획적으로 건설되지 않는 관계로 기존의 국도나 지방도를 활용할 수 밖에 없어 공업기능의 집중에 따라 정체현상이 심화되고 있다.



〔그림 3-9〕 서대구 산업단지 환경실태조사



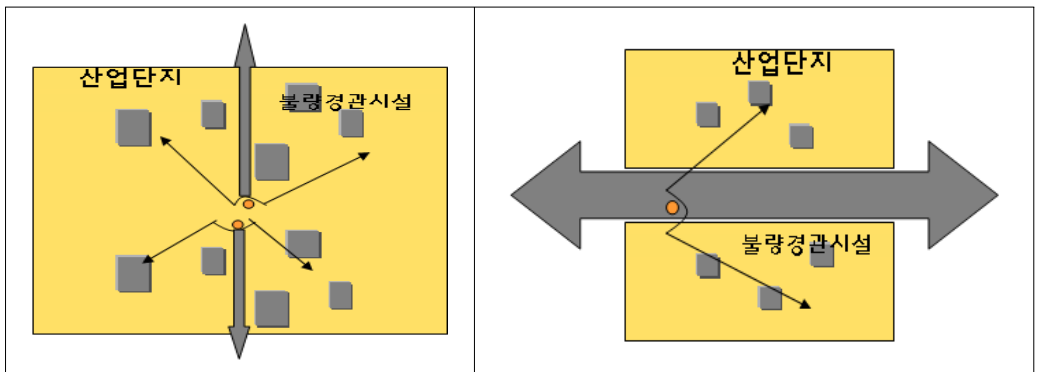
〔그림 3-10〕 대구 3 공업단지 환경실태조사

6) 소음문제

산업단지에 대한 환경민원의 대부분은 대기오염, 소음, 진동, 악취 등으로 나타나고 있다. 소음은 공장의 생산과정에서 발생하는 소음도 있으며, 도로변에서 화물운송 등을 위한 차량운행으로 인해 발생하는 교통소음 등이 있다. 산업단지가 별도로 독립되어 단독 배치되는 경우에는 소음문제가 덜 중요시 될 수 있으나 인근에 주거단지 등이 연접해 있는 경우에는 환경적 민감도가 높아 민원문제가 지속적으로 제기될 수 있는 요소라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 많은 산업단지에서 주거단지와 공장지대 사이에 소음감쇄를 위한 완충녹지 설치가 미흡한 면이 있으며, 소음감소를 위한 시설설치도 부족한 부분이 있는 것으로 나타나고 있다.

7) 경관훼손 문제

산업단지 내에는 각종 생산시설과 집하장 등이 설치되어 있어 시각적으로 불량한 경관이 출현하게 된다. 시각적으로 불량한 경관들은 단지내에서도 발생되고 있지만 통과도로 주변에 산업단지가 배치된 경우에는 목적지를 향하는 도중에 산업단지를 접하면서 시각적으로 불량한 경관요소들이 시야에 들어오는 경우가 발생하고 있다.



[그림 3-11] 단지내 불량경관 요소

[그림 3-12] 통과노선상의 시각 불량 경관 요소

이상을 종합해 볼 때 산업단지에서 발생하는 주요 환경민원의 경우 대기오염, 소음, 악취 등으로 나타났으며, 이들 요인에 대해 민감하게 반응하고 있음을 알 수 있다. 특히 최근 들어 산업단지와 주거시설이 연접 배치되는 경우

가 증가하고 있어 산업단지 배치에 따른 환경적 영향 정도를 파악하고 환경 피해를 저감시킬 수 있는 접근방식이 중요하다.

계획적으로 입지되고 있는 산업단지는 환경오염처리 시설의 설차운영을 통해 환경오염을 저감시킬 수 있는 여건이 어느 정도 형성될 수 있지만, 개별입지인 노후 공업지역의 경우는 폐기물 처리시설, 하수처리시설 등의 부족으로 인근의 주민들과 환경 마찰이 자주 일어나고 있는 것으로 나타났다.

개별 공장 집적지의 경우는 차단녹지가 충분하지 않아 인근 주민들과의 환경문제로 인한 민원이 끊이지 않는 상황이며, 도심내 기존 공업지역은 주거지와 연결되어 있음에도 불구하고 완충녹지가 미흡하여 소음, 악취 등의 문제가 발생하고 있다. 일부 산업단지 및 공업지역의 경우 주변 경관을 훼손하거나 산업쓰레기 투기, 폐업 공간의 방치 등의 문제도 발생하고 있다.

복합개발에 따른 주거기능의 확대로 공업지역 내에서 환경민원이 지속적으로 발생될 개연성이 높아 산업단지의 물리적 환경을 친환경적으로 개발하는 접근이 미흡한 경우도 환경적 문제가 대두될 수 있음을 알 수 있다.

산업단지 개발시 출현하고 있는 물리적 공간의 환경문제는 과도한 절성토와 그에 따른 지형변화 초래로 대상지역 본래의 우수한 생태환경 및 원형지가 훼손하는 경우로 나타났다. 사업시행에 따라 동식물상에 미치는 영향 정도를 파악하는 것이 미흡하거나 대상지역이 보유하고 있는 자연환경을 잘 활용하여 친환경적 개발계획을 수립하는 부분에 있어서도 보완해야 할 부분들이 많은 것으로 나타났다. 또한 기존 공업지역 내에 위치한 주민 거주지역이 도시계획상 용도지역과 상충되어 있어 주민 편의시설 및 기반시설이 부족하여 생활환경이 열악한 문제도 나타나고 있으므로 주민 거주지역에 대한 근본대책 마련이 필요한 것으로 나타났다. 아울러, 공장 및 하천에서 발생하는 악취, 좁은 도로환경과 공장 화물 운송, 단지내 차량통행 등에 따른 복잡한 통행 환경도 현재 산업단지가 안고 있고 해결해야 할 환경문제로 나타났다.

3.2 산업단지 관련 환경제도 현황 및 실태

산업단지가 지니고 있는 환경문제를 해결하고 친환경적인 산업단지를 조성하기 위해 근간이 될 수 있는 별도의 관련 법률은 마련되어 있지 않다. 다

만, 산업단지와 관련된 환경 규정들은 대기, 수질, 폐기물 등 각 매체별 소관 법률이나 환경 관련 법체계 내에 규정하고 있다. 환경관리와 관련해 볼 때 과거의 “공업배치및공장설립에관한법률”로는 산업단지 관리기관에서 실질적으로 할 수 있는 환경관리업무가 매우 제한적이었다. 이러한 이유로 산업단지에 대한 환경관리를 지방자치단체 및 지방 환경청에서 담당하고 있으며, 관리기관의 경우 환경개선을 위한 녹지조성 및 민원의 중개역할 담당 등 매우 제한적인 역할을 수행하고 있다.²⁷⁾

3.2.1 산업단지 관련 환경제도 개관

1) 사전환경성 및 환경영향평가 제도 검토

“환경영향평가협의 및 협의내용 관리 등에 관한 업무처리규정”에 의하면 산업입지 및 산업단지 조성에 따른 주요 평가항목으로 지형 및 지질, 동식물, 수리·수문, 토지이용, 대기질, 수질, 폐기물, 소음진동, 악취 등이 설정되어 있다.

[표 3-4] 주요평가항목(제5조제1항제1호 관련)

구 분	대 상 사 업	주 요 평 가 항 목
산업입지 및 산업단지의 조성	1) 산업단지 개발사업 2) 중소기업단지 조성사업 3) 자유무역지역 조성사업 4) 공장 조성사업 5) 공업용지 조성사업 6) 산업기술단지 조성사업	지형지질, 동식물 수리수문, 토지이용, 대기질, 수질, 폐기물, 소음진동, 악취, 주거, 산업

사업별 환경영향평가 항목 체크리스트는 환경교통재해등에 관한 영향평가법 시행령 별표1의 사업분류에 따라 17개 사업으로 구분작성되며 체크리스트에서는 각각의 사업유형별로 평가항목·범위 획정시 검토해야할 사항들을 23개 환경영향평가 항목중 13개 내지 21개의 필요한 항목을 선택하고 있다.

27) 조혜영. 2003. 산업단지 환경관리 현황과 개선방안. 제 1회 국제산업생태학 및 생태산업단지(EIP) Conference 발표자료. 국가청정생산지원센터.

(표 3-5) 산업입지 및 산업단지조성 사업 평가항목 및 평가범위

항 목	구 분	평 가 범 위
기 상	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> • 기상 자료 분석 • 부지기상
	지형 지질	<ul style="list-style-type: none"> • 지형조사(표고/경사/지형특성 등) • 지질조사(암상/지질구조 등) • 보전가치가 있는 지형지질조사 • 토질조사(공학적 특성) • 토양조사(토양종류/토양대 등) • 지반조사(사면붕괴/지반침하/지하공동 등) • 광물자원조사(광구/광산현황 등) • 수자원조사(천연생/습지/지하수/지표수의 지화학적 특성 등)
지형 지질	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 토공량 예측 • 절성토 규모 예측 및 저감방안 • 지형훼손에 따른 유발영향(온도, 풍향, 조도 등의 변화/토사유출 등으로 인한 퇴적/침식 등) • 비옥토양 예측 및 활용방안 • 토취장/사토장 선정 및 사후복구방안 • 지질재해 예측 및 대책(사면안정/지반침하/붕괴 등) • 보전가치 지역의 존재시 영향의 정도 및 보전방안 • 광물자원 활용상 영향 및 대책
	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> • 육상 동식물상 • 육수 동식물상 • 현존 식생도 및 녹지자연도 제시
동식물	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 사업시행 전후의 동식물상의 변화 및 대책 • 이동로, 서식지 차단 또는 훼손여부 • 멸종위기(보호)야생동·식물, 천연기념물 현황 및 보호대책 • 철새도래지 분포현황 및 보호대책
	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> • 강수량 및 강우강도 등 수문관측 자료 • 유형 및 하천특성 • 수자원이용 현황
수라 수문	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 하천수계 등의 수량에 미치는 영향 및 대책 • 유출계수 변화와 그에 따른 영향 및 대책 • 하류수계의 유지용량 예측 및 대책
	현황 조사	

항 목	구 분	평 가 범 위
토지이용	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> • 용도, 지목별 토지이용현황 • 사업 및 주변지역 토지이용계획 및 규제여부(상위관련계획의 반영여부, 개발계획 포함)
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 입지선정에 관한 분석평가 • 녹지 및 완충녹지 설치 계획(생태네트워크의 적절성) • 사업지구 및 주변지역 토지이용 변화 • 환경현황을 고려한 토지이용계획 분석평가 • 입주업종 배치 및 배분계획
대기질	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> • 환경기준 항목별 현황농도 조사 • 오염물질 발생 현황조사 • 환경기준, 규제기준, 방지대책 조사
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 배출원별 오염물질 특성분석 및 저감방안 • 정온시설 영향 및 저감방안 • 연료 사용계획 및 열공급방식 검토분석 • 풍량, 풍속과 오염물질의 확산 관계 및 저감대책 • 공사시 비산먼지로 인한 예측 및 대책
수 질	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> • 하천(호소) 지하수 조사 • 수자원 이용상황 • 주변 수질 오염원 조사 • 처리시설현황조사
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 발생오염별 특성 분석 및 오폐수처리대책 • 용수공급계획과 용수사용량과의 관계분석 • 처리수 방류지점 선정에 관한 분석 및 수질영향 및 대책 • 상수원수, 농업용수 및 농업용수 등 하류수질에 미치는 영향 및 대책 • 사업수행에 의한 수질예측 및 수질보전대책 • 초기우수 및 토사 유실에 의한 처리계획 • 침출수처리 및 차수대책 • 지하수의 수맥차단, 수량 감소 및 오염방지대책
토 양	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> • 현황농도조사 • 토양오염물질의 주요발생원 현황
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 기름, 독극물, 슬러지 및 오염물질의 저장, 운반, 이용 등에 따른 영향 및 대책 • 지정폐기물 및 사업장 배출시설계 폐기물로 인한 토양오염가능성 및 대책 • 오폐수방류구 부근의 토양오염 및 방지대책 • 저장물 철거로 인한 영향

항 목	구 분	평 가 범 위
폐기물	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> 쓰레기 및 분뇨처리, 처분상황
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 폐기물의 성상별 발생량 예측 및 처리대책 폐기물처리시설 <ul style="list-style-type: none"> ① 부지확보계획, ② 입지의 적정성 및 대안검토
소음 · 진동	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> 소음·진동 현황 조사, 주요 소음·진동발생원 및 정온시설 현황파악
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 이용시 소음원조사 및 저감대책 공사 장비에 의한 영향예측 및 저감방안 차량, 항공기 등 이동오염원의 변화량 예측 및 대책 공장설비 등의 고정오염원 배치계획
악 취	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> 취기의 원인물질 및 농도 측정, 주요발생원 상황 조사
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 악취발생원 조사 및 저감대책 악취영향 범위, 농도와 그에 따른 대책
전파장애	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> 전파, 수신상황 및 고압선로 현황
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 전파장애 요인검토 및 전자파장애 요인검토 전파장애 정도와 저감대책 및 전자파영향정도와 저감대책
위락 경관	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> 위락시설의 분포상황 및 주요경관 자원조사 및 목록화
	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 기존 경관지역의 활용방안 및 지역경관의 특성을 고려한 계획 조망변화로 인한 영향의 정량적 평가와 대책
위생 공중보건	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 사업장내 근무자 및 주변지역 주민의 보건위생 대책 전염병등 질병유발요인의 검토 및 대책
	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> 기존도로망의 교통량, 주차시설, 기존도로의 도로별 V/C, 서비스수준
교 통	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 교통량의 변화와 도로계획과의 관계분석 및 저감대책의 적절성 주차장, 환승장 입지 및 용량의 적정성 검토
	현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> 문화재 분포현황 및 문화재 보호구역 지정 현황
문화재	영향 예측 및 대책	<ul style="list-style-type: none"> 문화재에 미치는 영향의 정도 및 대책
	현황 조사	

2) 산업집적 활성화 및 공장설립에 관한 법률

가. 산업단지 관리 업무

산업단지 관리기관은 산업단지의 안전관리, 공해관리, 환경관리 등을 포함한 방재계획을 수립, 시행하여야 하며 입주기업체에 대하여 필요한 지시 등을 할 수 있다(법 제45조). 산업단지 방재계획에는 위험시설의 안전관리에 관한 사항, 공해방지에 관한 사항 등이 포함되어야 하며(시행령 58조 1항) 관리기관은 입주기업체에게 공장시설물 및 공장 작업장의 안전관리와 그 경비에 관한 사항, 공해방지시설의 설치 및 점검 등 관리에 관한 사항과 종업원의 복지 증진을 위한 시설에 관한 사항, 녹지의 조성 등 공장의 환경개선에 관한 사항과 관련 지시를 할 수 있다(시행령 58조 2항).

나. 산업단지 발전계획 수립

산업단지의 장기발전계획 수립시 장기발전계획 등의 내용 외에 환경오염 방지대책에 관한 사항도 포함하도록 규정하고 있다(시행령 58조의 2).

다. 공장입지의 기준

공장입지 기준의 내용 중 제조업종별 환경오염 방지에 관한 사항 및 환경오염을 일으킬 수 있는 공장의 입지제한에 관한 사항을 고시하여야 한다(법 제8조).

3) 산업입지 및 개발에 관한 법률

산업입지 개발의 기본지침인 산업입지개발지침의 내용에는 환경영향평가를 포함하는 환경보전에 관한 사항이 포함되어야 한다(법 제5조)라고 명시되어 있으며, 산업단지 개발의 기본방향은 자원순환형 사회가 구축될 수 있도록 산업단지 안 또는 인근의 연관 산업 등에서 발생하는 부산물, 폐기물 및 폐에너지 등의 자원재활용을 통하여 효율성을 증진하는 친환경적인 산업단지가 될 수 있도록 한다(지침 제3조 제4항). 검토기준으로는 국토건설종합계획, 공업배치기본계획, 산업입지공급계획, 지역개발계획, 도시계획 등 관련계획 및 도로, 광역상수도, 하수도 등 기반시설 건설계획과의 연계성 여부를 검토한다

(지침 제 7조 제1항)고 되어있다. 공원녹지 및 환경기초시설의 기준을 살펴 보면, 공공녹지의 경우는 산업단지 특성에 따라 일부 조정이 가능하나 3km^2 이상은 10~12%, $1\text{km}^2 \sim 3\text{km}^2$ 는 7.5~9%, 1km^2 미만은 5~6.5%정도로 녹지비율 기준을 제시하고 있다.

산업단지 환경기초시설 설치기준상에는 산업단지는 원칙적으로 단지전용 폐수종말처리시설 및 폐기물 처리시설을 설치하도록 하고 있다.

유치업종에 따른 고려사항으로는 악취 등 대기오염물질이 다량 배출되는 업종을 유치하는 산업단지를 조성하는 경우에는 인접 주거지역과의 적절한 거리 및 녹지확보 등 대기오염물질로 인한 주민피해 발생을 예방하기 위한 방안을 고려하도록 한다(지침 제13조의3)

4) 산업입지 및 개발에 관한 통합지침

제7조 8의 3항에 의하면 주거시설을 계획함에 있어 산업시설에서 발생하는 분진, 소음, 진동 등의 환경공해로 인한 주거환경의 피해를 방지하도록 하고 산업시설 예정지역과 그 주변지역의 지리적 특성 등 특별한 사정이 있는 경우에 산업시설에서 떨어진 곳에 주거시설용 부지를 조성하고 산업시설에서 주거시설까지 연결하는 교통망 등을 설치함으로써 산업시설과 주거시설이 상호 유기적으로 연계되어 그 기능을 보완할 수 있어야 한다고 명시하고 있다.

제13조 3에서는 산업단지의 개발을 위한 기반시설계획에는 도로(폭 15m 이상에 한함), 철도, 항만 등 교통시설계획과 화물터미널, 창고 등 물류시설 설치계획, 공업용수 및 생활용수 등 용수공급계획, 폐·하수처리계획, 공원녹지·자연·녹지·차단녹지 등 공원녹지계획, 산업폐기물의 매립, 소각, 분해 등 폐기물 처리시설계획, 에너지공급 및 통신시설계획 등을 포함하도록 하고 있다.

5) 환경친화적 산업구조로의 전환촉진에 관한 법률

가. 설비자금 등 지원(법 제5조)

정부는 종합시책 또는 산업환경 실천과제의 추진을 위하여 사업자가 실시하는 생산공정의 개선, 설비의 개체 및 신증설 투자사업에 대하여 기금, 회계 또는 자금에서 필요한 지원을 할 수 있다.

나. 기술개발사업지원(법 제6조)

환경친화적인 산업구조로의 전환을 촉진하기 위하여 청정생산기술, 사업자 단체가 지원 요청한 기술 또는 환경설비기술을 개발하기 위하여 기관, 단체, 사업자 등이 소요하는 자금을 지원할 수 있다.

다. 기타

청정 생산기술의 이전 및 확산을 위한 자금지원(법 제8조) 및 종합 시책 수립 연구 또는 산업 환경 실천과제의 발굴을 위한 사업 등에 보조금 지급(법 제 12조)등의 지원 대책이 있다.

6) 환경영향평가법

영향평가대상사업(법 제4조)규정에 따라, 산업입지 및 산업단지 조성시 환경 영향평가를 받아야 한다.

7) 대기환경보전법

가. 대기환경규제지역의 지정(법 제8조의 3)

환경기준을 초과하였거나 초과할 우려가 있는 지역으로서 대기질의 개선이 필요한 지역(제1항)이나 지형 및 기상조건 등으로 보아 인접한 지역으로부터 발생된 대기오염물질의 유입이 환경기준의 초과에 상당한 영향을 미치는 것으로 인정되는 때에는 당해 대기오염물질이 발생된 지역을 대기환경 규제지역의 범위에 포함시킬 수 있다(제 2항).

나. 총량규제(법 제9조 제1항)

대기오염상태가 환경기준을 초과하여 주민의 건강, 재산이나 동식물의 생육에 중대한 위해를 가져올 우려가 있다고 인정하는 구역 또는 특별대책 지역중 사업장이 밀집되어 있는 구역의 경우에는 당해 구역안의 사업장에 대하여 배출되는 오염물질을 총량으로 규제할 수 있다.

다. 환경친화기업 지정(법 제10조의 2)

환경개선에 크게 기여하는 사업장은 환경친화기업으로 지정할 수 있으며(제1항), 이 사업장은 배출시설의 설치허가를 신고로 대신할 수 있고, 배출 부과금의 감면, 사업장 배출시설 등의 보고, 검사를 면제할 수 있다.

라. 공동방지사설의 설치(법 제13조 제1항)

산업단지 기타 사업장이 밀집된 지역의 사업자는 배출시설로부터 배출되는 오염물질의 공동처리를 위한 공동방지사설을 설치할 수 있으며, 이 경우 각 사업자는 사업장별로 해당 오염물질에 대한 방지사설을 설치한 것으로 볼 수 있다.

8) 폐기물관리법

사업장 폐기물을 배출하는 사업자는 사업장 안에서 발생하는 모든 폐기물을 적정하게 처리하여야 하며, 생산공정에 있어서는 기술개발 및 재활용 등의 방법으로 사업장 폐기물의 발생을 최대한 억제하도록 한다(법 제24조). 사업장 폐기물 배출자는 그의 사업장에서 발생하는 폐기물을 스스로 처리하거나 폐기물 처리업의 허가를 받은 자, 다른 사람의 폐기물을 재활용하는 자, 폐기물 처리시설을 설치 및 운영하는 자 또는 해양오염방지법에 의하여 폐기물 해양배출업의 등록을 한 자에게 위탁하여 처리하여야 한다(법 제25조).

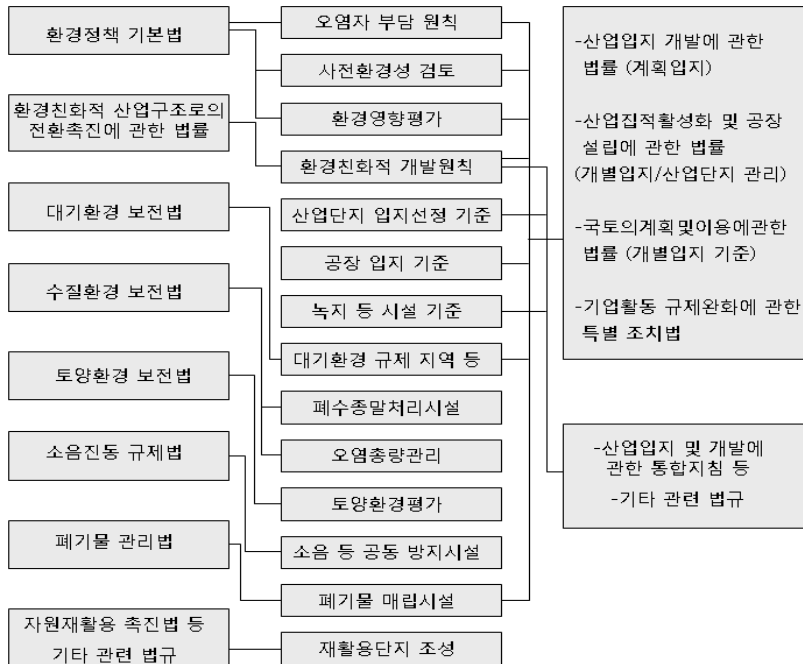
9) 폐기물처리시설설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률

가. 산업단지조성 등에 따른 폐기물처리시설의 설치·운영(법 제5조)

산업단지, 공장, 관광지 또는 관광단지를 개발, 설치, 증설하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 의하여 당해 산업단지 등에서 발생하는 폐기물을 처리하기 위한 폐기물처리시설을 직접 설치·운영하거나 타인으로 하여금 설치·운영하도록 하여야 한다(제1항)

나. 폐기물처리시설 부지 확보(법 제7조)

폐기물 처리시설을 설치하여야 하는 자는 미리 그 시설의 부지확보계획을 당해 산업단지 등의 개발·설치 증설 계획에 포함시켜야 한다.



[그림 3-13] 친환경 산업단지 조성 관련 법제도 종합 검토

3.2.2 친환경 산업단지 조성의 법·제도적 여건

1) 정책방향 여건

환경친화적 관점에서 살펴 볼 때 현행 산업단지 입지와 관련된 제도들은 종합적인 시각을 바탕으로 환경을 대하는 접근이 다소 미흡하다. 산업입지 개발지침에서 환경 친화적 산업입지개발을 위한 기본원칙만을 선언적으로 제시하고 있을 뿐 구체적인 기준 설정은 미흡하다. 산업입지법 제2조의 6은 산업단지 개발사업에 포함시킬 사업을 제시하고 있는데 환경관련 시설은 하수도, 폐기물처리시설, 기타 환경오염방지시설 사업으로 규정하고 있다. 이는 산업단지의 환경관리를 시설위주 즉, 사후처리 중심으로 접근하고자 하는 방식이 바탕이 되고 있음을 알 수 있다. 지속가능한 개발이 주요 의제로 부각되고 있는 시점에서 생태산업단지 또는 친환경 산업단지 조성이 요구되고 있는 점을 고려해 볼 때 자원 순환형, 생태환경개선 등을 포함시킬 필요가 있다.

또한 산업입지법에 의해 수립되는 산업입지공급계획 역시 산업용지의 공급에 초점을 두고 있어 기존 산업단지의 재정비 등 수요관리를 포함한 생태, 효

울성 측면을 고려할 필요가 있다. 산업입지 공급계획의 경우 장기적 관점에서 계획입지와 개별입지의 비율을 설정하고 있으나 기업들의 개별입지를 지양하고 계획입지를 촉진하기 위한 효과적 수단이나 구체적 방안을 제시하는 부분에 있어서는 미흡한 측면이 있다.

친환경 산업단지 조성을 위해서는 개별입지를 가급적 억제하고 계획입지를 확대시킬 수 있는 틀이 마련될 필요가 있다.

2) 입지 관련 제도상의 문제점

산업단지의 예정지구 및 지구경계 선정기준에 환경적 고려사항이 미흡하여 지구지정 및 지구계 설정시 협의기관과의 조정사유가 발생하고 있다. 산업입지개발지침 제7조(검토기준)의 내용중 환경과 연관이 있는 사항은 1항 4호 “산업단지 개발시 지역 환경 및 자연생태계에 미치는 영향과 부존 문화재에 대한 피해여부”로 국한되어 있다. 매우 포괄적이고 광범위하게 표현되어 있어 실질적으로 환경에 미치는 영향을 살펴보기 어려울 것으로 판단된다. 또한 제 8조(민간기업 등의 산업단지 지정요청)제4항에 의하면 산업단지 지정 또는 지정신청을 할 수 없는 지역으로 자연환경보전지역, 상수원 보호구역, 문화재 및 문화재보호구역, 자연생태계보전지역, 보존국유림보안림천연보호림채종림시험림, 임업진흥구역, 조수보호구역 만을 설정해 놓고 있어 환경적 배려가 미약한 것으로 보여진다. 아울러 지정신청을 할 수 없는 지역을 포함하여 지구지정을 신청하는 경우도 있는 것으로 나타나고 있다.

따라서 산업단지 입지로서 부적절한 지역, 환경적으로 보호해야 할 지역은 입지를 제한할 수 있도록 지침 상에 반영시킬 필요가 있을 것이다.

택지개발촉진법 제3조의 2(택지개발예정지구 지정제안)에 의하면 예정지구 지정 제안시 환경성검토에 필요한 자료로서 국토해양부령이 정하는 자료(1. 택지개발예정지구의 식생, 그 주변 지역의 개발현황 등 생태적 특성에 관한 자료, 2. 택지개발예정지구의 오염도 및 오염원 현황, 3. 택지개발사업의 시행으로 인한 생태계 등 자연환경 및 대기질, 수질, 토양, 폐기물, 소음, 진동, 악취 등 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책, 4. 그밖에 환경성검토에 필요한 당해 택지개발예정지구의 특성)을 국토해양부장관에게 제출하도록 명시되어 있는데 반하여 “산업입지및개발에관한법률”에는 이 부분이 명기되어 있지 않다.

해양을 매립하여 부지를 조성할 경우 지침 제15조(환경영향평가 등)에 명

시된 공유수면매립에 관한 피해영향조사만 수행하도록 되어 있는 점도 매립지를 활용한 산업단지를 친환경으로 조성하고 유도하는데 제약이 있다. 농공단지의 경우 입지선정기준은 마련되어 있으나 실무적으로 이를 준용하지 않고 있는 문제점이 있다.

3) 환경기초시설 관련 제도상의 문제점

산업입지법상 환경관련 시설은 하수도, 폐기물처리시설 및 기타 환경오염 방지시설 사업으로 규정하고 있다. 이들 시설 위주의 규정은 사전예방보다는 사후처리 중심의 환경관리를 강조할 가능성이 높고, 실질적으로도 사후처리 중심의 환경기초시설 설치가 차지하는 비중이 높다 하겠다. 또한 장기적 관점에서 볼때 자원순환형 산업단지 및 친환경 산업단지를 확산시키는데 있어 제약요인이 될 수도 있다.

4) 공원녹지 및 경관 관련 제도상의 문제점

공원녹지율에 대해서 살펴보면 산업단지에서의 공원녹지율은 산업입지개발 지침, 기업활동규제 완화에 관한 특별조치법, 사전환경성검토편람 상에서의 공원녹지확보율 등이 각각 적용되고 있으며 각각의 경우마다 규정하고 있는 내용이 서로 달라 많은 논란이 있다. 또한, 택지개발사업에서 지적한 것과 같이 평가기준이 미흡하다는 점등도 문제라 할 수 있다²⁸⁾.

산업단지와 주거지역을 혼합 배치한 복합산업단지를 개발할 경우 산업단지와 주거지역 사이의 완충녹지 폭, 그리고 주거지역내 공원녹지율 등에 대한 특별한 기준이 없어 환경문제에 적절하게 대처하는데 한계가 따를 수 있다. 현재 산업단지의 녹지비율은 기업활동규제완화특별법의 규정을 적용하고 있으며 산업단지 규모에 따라 녹지율의 상한선을 설정하고 있다. 녹지율 상한제의 도입은 환경성 검토시 산업단지의 공공녹지율이 과도하게 높게 책정되어 기업의 입주비용 부담이 증가되는 것을 방지하기 위한 조치라 할 수 있다. 공공녹지율의 증가가 기업의 입주비용 부담증가로 연계될 수 있으므로 과도하게 높은 녹지율 조성은 지양될 필요가 있다. 일률적으로 최대 녹지율을 적용하게 될 경우에는 산업단지별로 다양한 유형과 입지여건이 반영된 적정비율의 녹지를 조성하는데 제약 요인으로 작용할 수 있다. 획일적으로 최대 녹지율을 책정하기보다는 대

28) 환경부·한국토지공사, 2004, 단지조성사업의 환경성검토에 관한 연구, p.177-178

상지역의 입지여건과 환경특성을 고려하여 유연하게 녹지율을 산정해 나가는 것이 경제성도 확보하면서 동시에 환경성도 높이는데 효과적일 수 있다.

더욱이 현행 산업단지 개발사업에는 녹지율 상한에 대한 기준은 규정되어 있으나 녹지조성을 위한 세부적 기준이 없어 녹지가 제 기능을 발휘하는데 한계로 작용될 수 있다. 일부 산업단지 개발 사업시행자들은 녹지설치 방식에 대한 세부기준이 없다는 점을 악용하여 실질적으로 완충녹지의 기능을 할 수 없는 비탈면 등에 형식적인 녹지를 조성하는 경우도 있다. 완충녹지의 조성이 산업단지를 주변지역으로부터 차폐하는 것을 목적으로 하고 있음에도 불구하고 공장부지 보다 낮은 곳에 위치한 비탈면에 완충녹지를 조성함으로써 실제 완충 및 차폐의 기능이 결여될 수 있다.

산업단지를 조성하는데 있어 단순히 법적으로 정해진 녹지비율만을 확보하는 수준에서 녹지를 조성하여 녹지의 환경오염 정화기능, 소음 및 악취 등의 차단기능, 환경재난시의 완충지대 역할, 생태계 연계수단, 쾌적한 단지환경 제공이라는 기능을 발휘하지 못하고 있다. 또한, 현행 산업입지 제도는 경관에 대한 고려가 미흡하다는 문제점도 내포되어 있다. 산업입지 개발지침에서는 경관 보전을 위해서 교량 등 보상 구조물의 형태결정과 건축물 등 색채를 단지전체의 미관을 고려하여 시공할 수 있도록 필요한 조치를 취할 수 있도록 규정하고 있다. 그러나 산업단지 개발계획의 승인과정에서는 아직 개별 공장들이 입주한 상태가 아니므로 산업단지 전체를 고려한 경관형성에 적합한 형태나 채색을 결정하는 것에 한계가 있다. 이러한 문제 해결을 위해서 산업단지 전체를 대상으로 경관계획을 세우고 이것을 산업단지개발계획의 승인시에 심의하도록 하며 산업단지 기본관리계획에도 반영하는 방안을 검토해 볼 필요가 있을 것이다.

5) 산업입지 기준 제도의 문제점

현행 공장입지 기준은 개별기업 수준에서의 환경에 대한 고려에 중점을 두어 누적 환경영향에 대한 고려가 미흡하다는 점이다. 환경 관련 제도들이 개별입지에 비해 산업단지의 환경관리를 더욱 중시하는 것은 좁은 지역 내에 공장이 집적되어 있기 때문이다. 그러나 현실적으로 개별입지 기업 역시 고립된 지역에서 단독으로 입지하기 보다는 특정지역에 집적된 것이 일반적이다. 현재 공장입지기준이 개별공장 수준에서 환경에 대해 고려하고 있을 뿐 공장의 집적에 의한 누적환경영향에 대한 고려는 미흡한 한계를 지니고 있다.

특히, 공해업종이 집단적으로 배치된 산업단지를 조성할 경우에는 환경수용력이 큰 지역으로 토지적성평가 및 환경관련 평가를 통해 개발이 적합하다고 판단되는 곳, 인구밀집지역과 이격되어 있으며, 동시에 수계에서 일정 거리 이상 이격된 기준들을 마련하여 입지시킬 필요가 있다.

[표 3-6] 친환경 산업단지 조성차원에서 산업입지 관련 제도상의 한계

대구분	소구분	세부내용
환경제도의 한계	환경친화적 산업입지에 대한 인식부족	<ul style="list-style-type: none"> - 배출시설 위주의 대책으로 산업입지의 환경친화적 개발에 대해서는 미흡 - 사전예방적 환경오염관리의 정책 미흡 - 계획입지와 개별입지에 대한 환경규제의 형평성 부족
	사전환경성검토 및 환경영향평가제도의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 산업입지의 개발과정에 중점을 둬서 사후관리단계상 환경문제 소홀 - 입지지정후의 사후적인 환경관리 수단화 - 해당지역에 대한 면적 관리 곤란 - 사전환경성검토와 환경영향평가 항목의 중복성 - 협의기간의 장기화와 협의과정상에 법률적 기준을 초과하는 시설설치 요구
	개별공장의 환경개선에 대한 지원미흡	<ul style="list-style-type: none"> - 개별공장의 환경개선 지원 미흡 - 청정기술 및 환경친화적 기술개발에 대한 지원미흡 - 환경친화적 기업에 대한 인센티브 제공 부족
	기타	<ul style="list-style-type: none"> - 산업단지의 소음 및 악취에 대한 대책 미흡 - 토양환경평가제도의 실효성 부족
산업입지제도의 한계	환경친화적 개발에 대한 적극적 수용태세 부족	<ul style="list-style-type: none"> - 사후처리시설 중심의 환경시설 규정 - 산업집적활성화기본계획 및 공업배치기본계획에서 환경친화적 산업입지 개발을 위한 정책방안 및 추진수단 규정 미비
	환경기초시설 관련 제도상의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 환경기초시설의 범위 협소 - 환경기초시설에 대한 국가지원의 미흡
	녹지관련 제도의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 일률적 녹지율 상한제의 적용 - 실효성 있는 녹지조성을 위한 세부기준의 미비 - 경관관리를 위한 세부계획 및 기준의 미비
	공장입지기준의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 개별공장 중심의 기준적용으로 누적적 환경영향에 대한 고려 미비
	유치지역 제도상의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 지방 이전 기업중심의 지역지정 기준으로 공해업종의 집단화를 위한 지역지정에 부적합 - 개별기업의 집적에 따른 누적적 환경영향에 대한 검토 미흡

자료 : 국토연, 환경친화형 산업입지, p.89참조 수정

제 4장

국내외 친환경 산업단지 개발동향과 사례

4

제4장 국내외 친환경 산업단지 개발동향과 사례

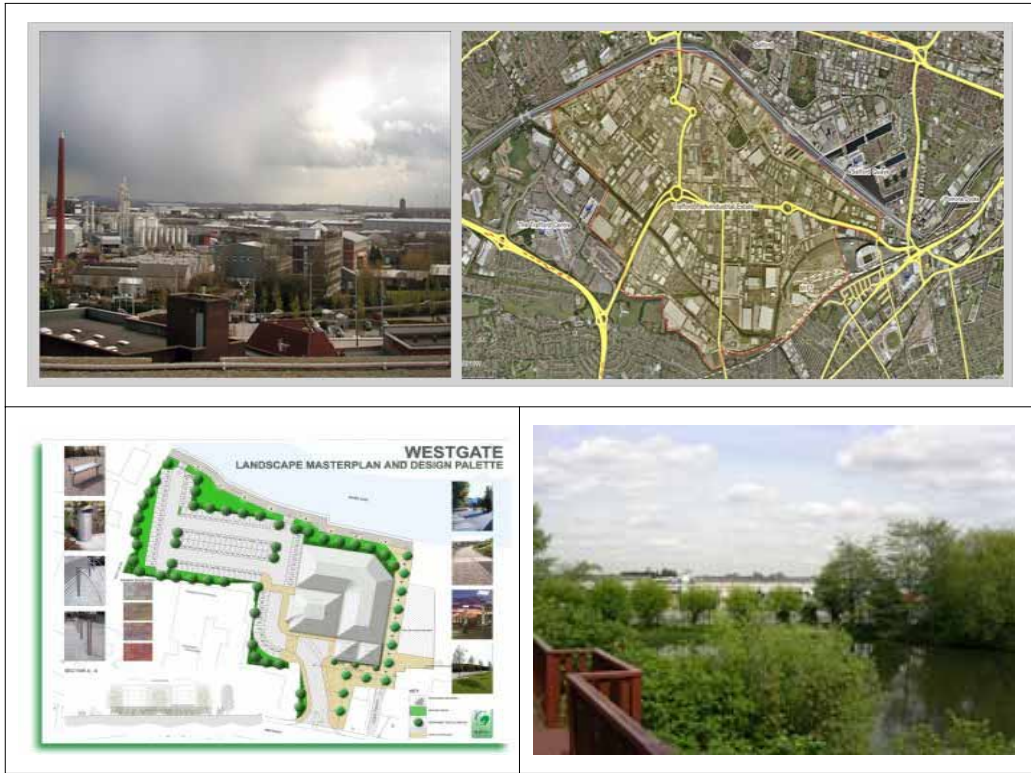
4.1 외국의 친환경 산업단지 개발 및 정비사례

4.1.1 영국의 트래포드 파크(Trafford Park, England)

세계 최초의 산업단지중 하나로 알려진 영국의 트래포드 산업단지는 면적 1,150ha, 입주기업수 1,350개소, 고용자 수 43,500명의 대규모 산업단지이다. 트래포드 파크는 열악한 도로환경과 체계적이지 못한 도로 구조로 인해 교통 체증이 심각하였으며 이로 인해 지역적 이미지가 훼손되어 왔다. 이를 해결하기 위해 트래포드 파크 내에 화물운송 유료터미널을 확보하고 맨체스터 선박운하 및 내부 도로망의 현대화를 추진하여 교통체계 개선을 위한 노력을 실천하였다.

트래포드 파크는 4개의 지역으로 나누어 개발되었는데, 용도로는 공업지와 상업업무, 상업지역으로 구분되어 있다.

‘트래포드 파크 재개발 사업’은 약 330개의 개별 사업으로 세분화되어 시행이 되었으며 총 5천만 파운드의 비용을 투입하여 도로 노선 환경을 개선하였다. 트래포드 파크 정문과 단지내 주요 랜드마크를 조성하여 지역 이미지를 회복하고 경관, 보행자 도로 조성, 다양한 식재, 공공예술 사업 등 공업지역 내 쾌적성과 미관을 고려한 계획들을 수립하여 적용하였다.



(그림 4-1) 트래포드 파크 전경

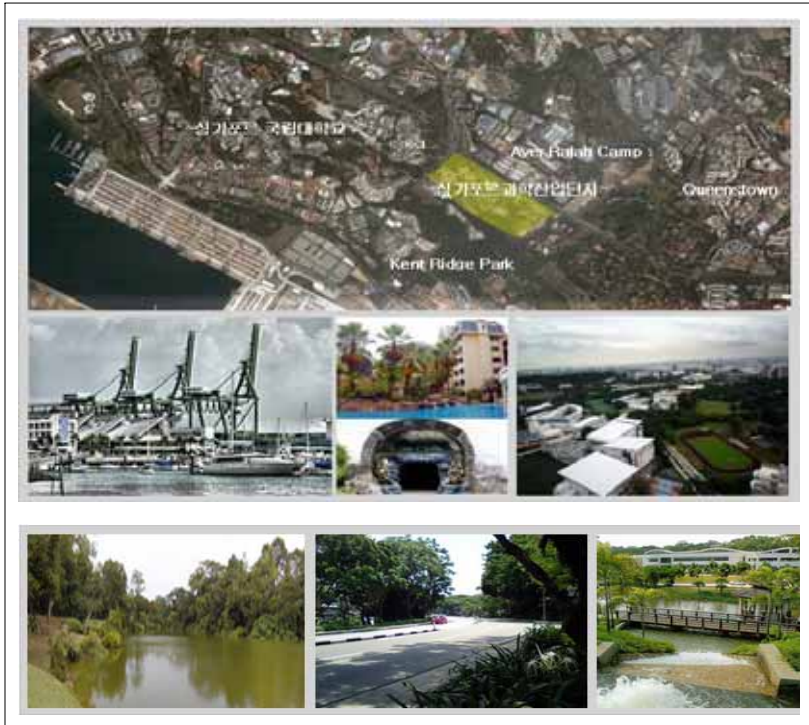
4.1.2 싱가포르 과학 산업단지

일하고, 즐기고, 사는(Work, Play, Live) 공간이 어우러진 21세기 산업 단지의 새로운 개념을 도입한 싱가포르 과학 산업단지에서의 토지이용계획 중 업종별 배치계획을 살펴보면 다음과 같다.

(표 4-1) 업종별 배치계획

업 종	내용
청정업종	완충지대(Buffer Zone)를 따로 두지 않음(소프트웨어 디자인, 개발 등)
경 공 업	공업건물과 주변 주거단지와의 사이에 50m이상의 완충거리 확보(건조식료품의 포장, 바이오테크놀로지 등)
일반공업	공업건물과 주변 주거단지와의 사이에 100m이상의 완충거리 확보(건조식료품 제조, 보석 가공 등)
특정공업	공업건물과 주변 주거단지와의 사이에 500m이상의 완충거리 확보(화학제조, 선박과 수전 등)

과학 산업단지에서의 생활환경을 고려하여 분진, 소음, 대기방향, 독성폐기물의 저장처리폐기, 물과 에너지소비, 종이 사용 등에 대한 주기적 관리를 시행하고 있다.



(그림 4-2) 싱가포르 과학산업단지

4.1.3 영국 노팅햄 사이언스 파크(Nottingham Science Park, England)

노팅햄 과학 산업단지는 노팅햄 시티 센터의 남서부에 위치해 있으며 부지는 대도시로 주요 간선도로 중 하나에 위치해 있다. 대상지는 도심 또는 부도심이 아닌 교외 지역에 위치해 있으며 마스터 플랜을 통해서 개발 되어 독특한 특징을 지니게 되었다. 노팅햄 사이언스 파크 계획의 기본적 접근방식은 지속가능한 재료와 건설기술 사용, 에너지 효율의 극대화, 자연자원의 사용, 자동차 사용 감소, 생물다양성 증가, 접근가능한 시설 조성, 건강한 생활을 제공하는 환경 디자인 등이다.

주변지역의 토지이용 현황을 살펴보면, 북쪽은 대학 및 레스토랑과 갤러리, 호수가 있고 남쪽은 Dunkirk 낚시 호수와 Beeston Siding's 자연보호지역이 있다. 서쪽은 노팅햄 테니스 센터와 동쪽은 과학산업단지가 입지해 있다.

공원은 대상지에서 탄소발자국과 환경영향을 줄이기 위해 자연주의적 환경으로 디자인 되었다. 40년 이상을 방치한 과거의 Beeston 철도 sidings 서식지가 3acre의 습지생성과 노팅햄 과학 산업단지를 통해 확장되어 현재는 550종의 동식물이 분포하고 있다. 또한 브로드 워크는 공원에 있는 건물로 보행자 전용 도로뿐 아니라 습지 지역과 야생 동물들이 즐기고 휴식하는 장소로 활용되고 있다.



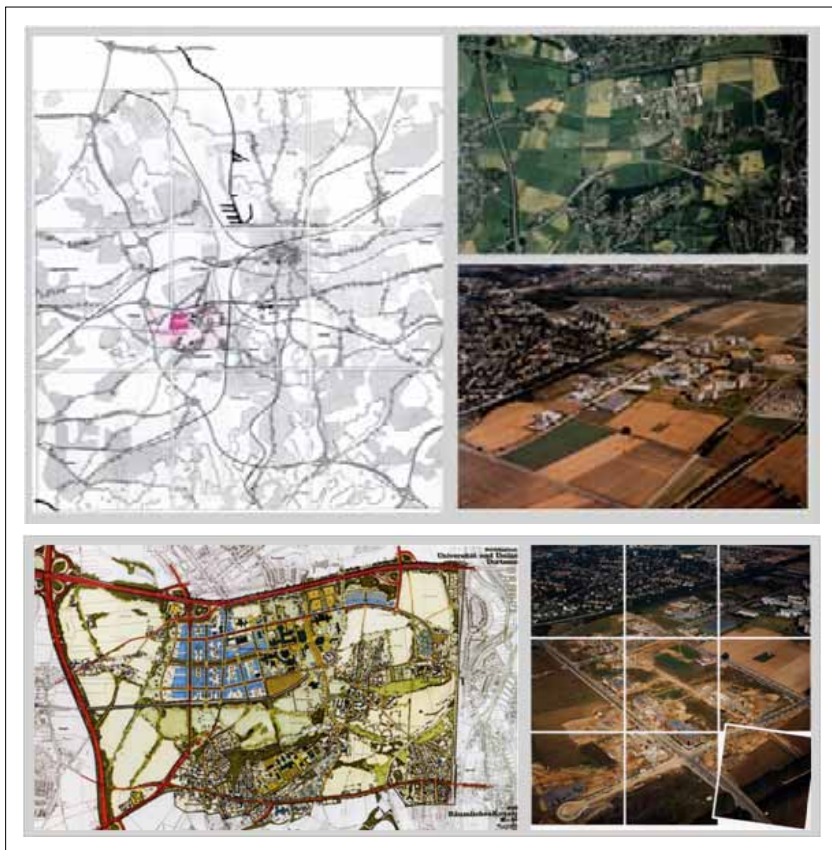
[그림 4-3] 영국의 노팅햄 사례

(출처 : <http://www.worldbuildingsdirectory.com>)

4.1.4 독일의 도르트문드 기술과학공원(Technology Park Dortmund, Germany)

도르트문드 기술과학공원은 1985년 35ha의 면적에 건설된 R&D중심의 산업단지로 230여개의 회사와 2개의 연방 연구소가 입주해 있다.

기술과학공원 주변에는 대학과 인접한 도시외곽 농업, 그리고 녹지지역 등이 있고, 국도1번과 바로 인접해 있으며 공항, 역으로부터 접근성이 우수하다. 또한 대학과 인접하여 산학연 네트워크가 구축되어 있다. 과학기술단지는 기존의 녹지와 교통체계 및 공간구조를 고려한 오픈스페이스 계획을 통해 자연녹지 훼손을 최소화 하였으며, 훼손된 자연녹지 보상기법을 적용하여 기존 녹지축 등을 복원하였다.



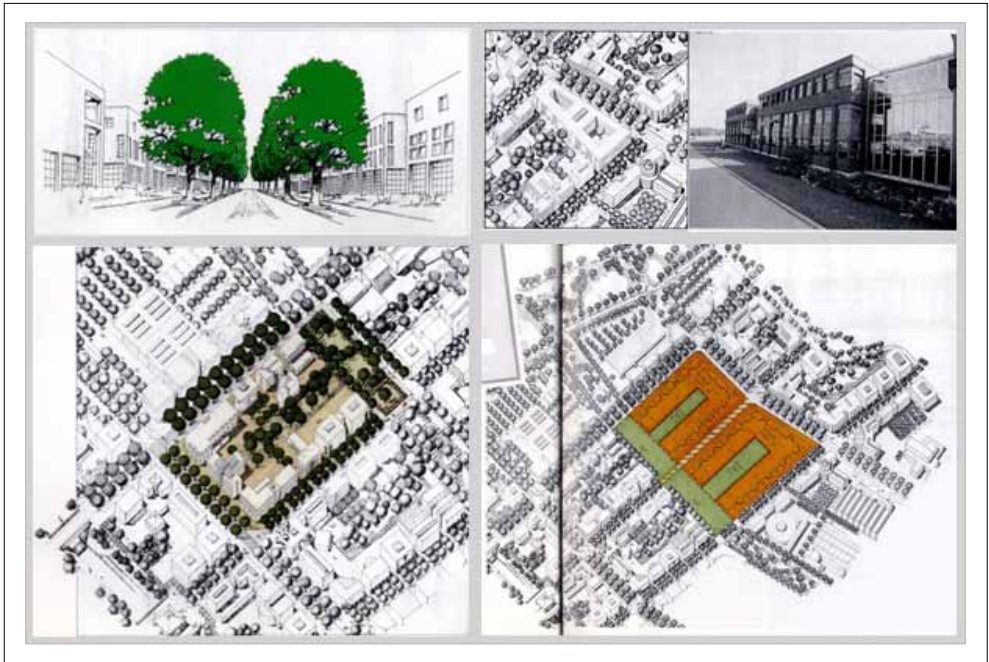
(그림 4-4) 독일의 도르트문드 기술과학공원 사례

과학기술공원은 기존 정주지의 공간구조와 지역적 특성을 고려하여 연계 계획을 수립하고 자원절약형 생태도시계획을 지향하도록 계획하였다. 그리고 직주근접의 계획 적용을 통한 일자리와 주거지의 접근성(이동거리)을 단축하였으며, 대학캠퍼스와 연계된 사회적, 문화적, 생태적 요소를 고려한 공간창출, 녹지경관 훼손을 최소화하는 교통체계 및 분산식 물순환 체계 구축 등의 도시 설계적 생태 산업단지 모델을 적용하였다.



(그림 4-5) 독일의 도르트문드 기술과학공원 녹지체계

기술과학 공원내 건축물 계획의 경우는 주변 여건을 고려하여 3층 높이로 제한하고 지형적 고도를 고려하여 일부는 4층 높이로 조성하였다. 또한 건축물 배치는 기본적으로 블록형으로 계획하고 자연스럽게 블록형 수목배치와 연계하도록 하였다. 그리고 대학 캠퍼스와 연계한 단지 중앙에 녹지 및 바람 축을 구축하였으며, 도로변의 수목 배치를 통해 녹지기능과 대기오염 정화기능을 도모하고자 하였다. 또한 단지 곳곳에 녹지와 연계된 광장을 조성하여 이용의 다양성을 반영하였다.



(그림 4-6) 독일의 도르트문트 기술과학공원 블럭단위 녹지계획

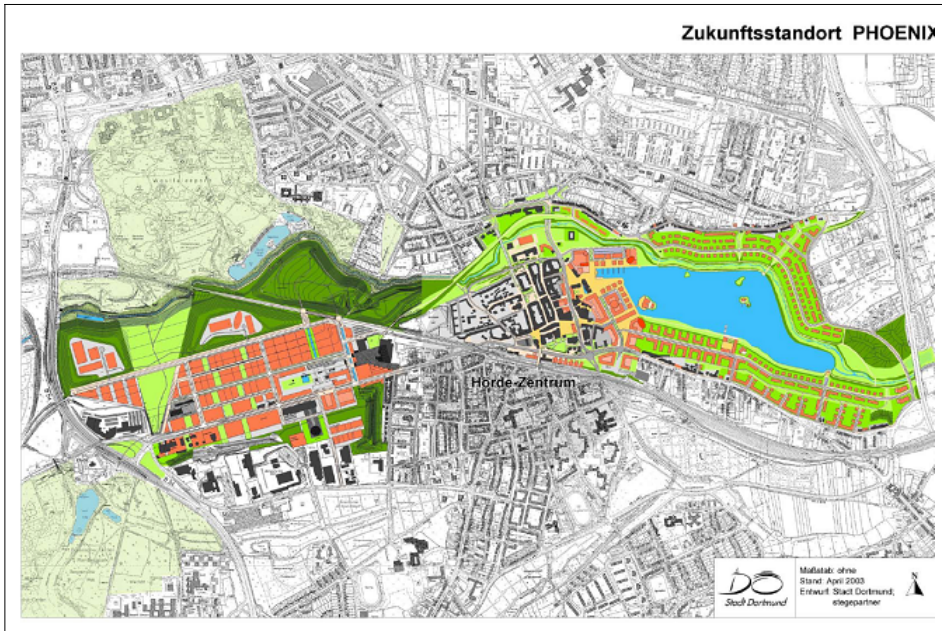
4.1.5 PHOENIX EAST/WEST

PHOENIX EAST/WEST는 약 200ha의 면적의 600년 이상의 철강공장 지대로 2001년 기존 공장의 폐쇄로 인해 토양오염이 심각한 도시지역을 '환경과 문화, 여가'를 주제로 개발계획을 수립하였다.

PHOENIX EAST/WEST는 도르트문트 시의 남과 북을 연결하는 중심축에 위치하며, 도시중심 녹지공원과 남부 녹지를 연결하는 중심에 위치하고 있고 루르지역 동부 중심지역으로 광역동부 녹지 축에 위치하고 있다. 이 지역은 과거 도시의 부중심지로 경제중심지의 역할을 하였으나, 공장 등의 폐쇄로 심각한 낙후지역으로 전락하였다.



(그림 4-7) PHOENIX EAST/WEST의 주변 현황



(그림 4-8) PHOENIX EAST/WEST의 기본계획

PHOENIX WEST지역은 약 110ha규모로 남-북의 도시중심과 연계된 경제적 중심축이자 녹지축이 형성되어 있으며 경제적 잠재력을 고려하고 생태적 입지여건을 반영하여 환경오염 없는 첨단산업단지로 조성하였다. 녹지축은 남-북의 중심축과 부중심지역의 환경적 질 향상을 위해 동-서축을 새로이 구축하였다. 녹지조성을 통해 다양한 생물서식공간 기능을 회복하고자 하였으

며 토양오염 지역을 감안하여 분리형 하수처리시스템을 구축하고 단지 곳곳에 분산식 생태정화시설을 조성하여 약 294,000m²의 면적에 토양정화 계획을 수립하였다. 그리고 에너지 저감과 효율을 고려한 재생가능 에너지 이용 계획을 수립하였다.



(그림 4-9) PHOENIX WEST의 기본계획

4.2 국내 친환경 산업단지 개발 및 정비사례

국내의 경우는 외국에 비해 상대적으로 친환경 산업단지 조성이 늦게 적용되었다고 볼 수 있다. 현재 일부 산업단지들은 물리적 환경을 기반으로 한 친환경 산업단지를 개발하고 있으며 일부는 생태산업단지를 통해 환경친화적 산업단지를 조성하는 사례들이 증가하고 있다. 국내의 친환경 산업단지에 대한 사례조사는 대구사이언스파크, 광주빛그린산업단지, 구미 하이테크밸리를 대상으로 하여 주요 계획내용들을 살펴보았다.

4.2.1 대구사이언스파크

대구사이언스파크는 대구광역시 달성군 구지면 일원에 입지하고 있으며 면적은 8,530,200m², 사업기간은 2009년부터 2014년까지이다.

대구광역시는 저 부가가치형 산업구조와 산업성장을 견인하기 위한 첨단 대기업군이 부재하여 도시경제가 쇠퇴하고 지역 내 고급인력의 유출 등이 발생함에 따라 국가산업단지인 대구사이언스파크 개발을 통해 침체된 대구 경제를 활성화시키고 첨단 산업 구조 전환을 통해 대구지역의 신성장 동력을 창출하고자 하였다. 이를 위해 최근 전략산업으로 육성 중인 신재생에너지, 메카트로닉스, 전자정보기기, 미래형 자동차 등 신산업의 산업입지 기반을 사전에 전략적으로 확보함으로써 경제 활성화를 도모하고자 하였다. 대구테크노폴리스, 달성 2차 산업단지와 연계된 첨단 산업벨트 구축을 통해 글로벌 경제거점의 육성과 저탄소 녹색성장의 세계적 선도지역으로 발전할 기회를 마련하고자 하였다.



〔그림 4-10〕 대구사이언스파크 조감도(좌) 및 위치도(우)

① 지구계 설정

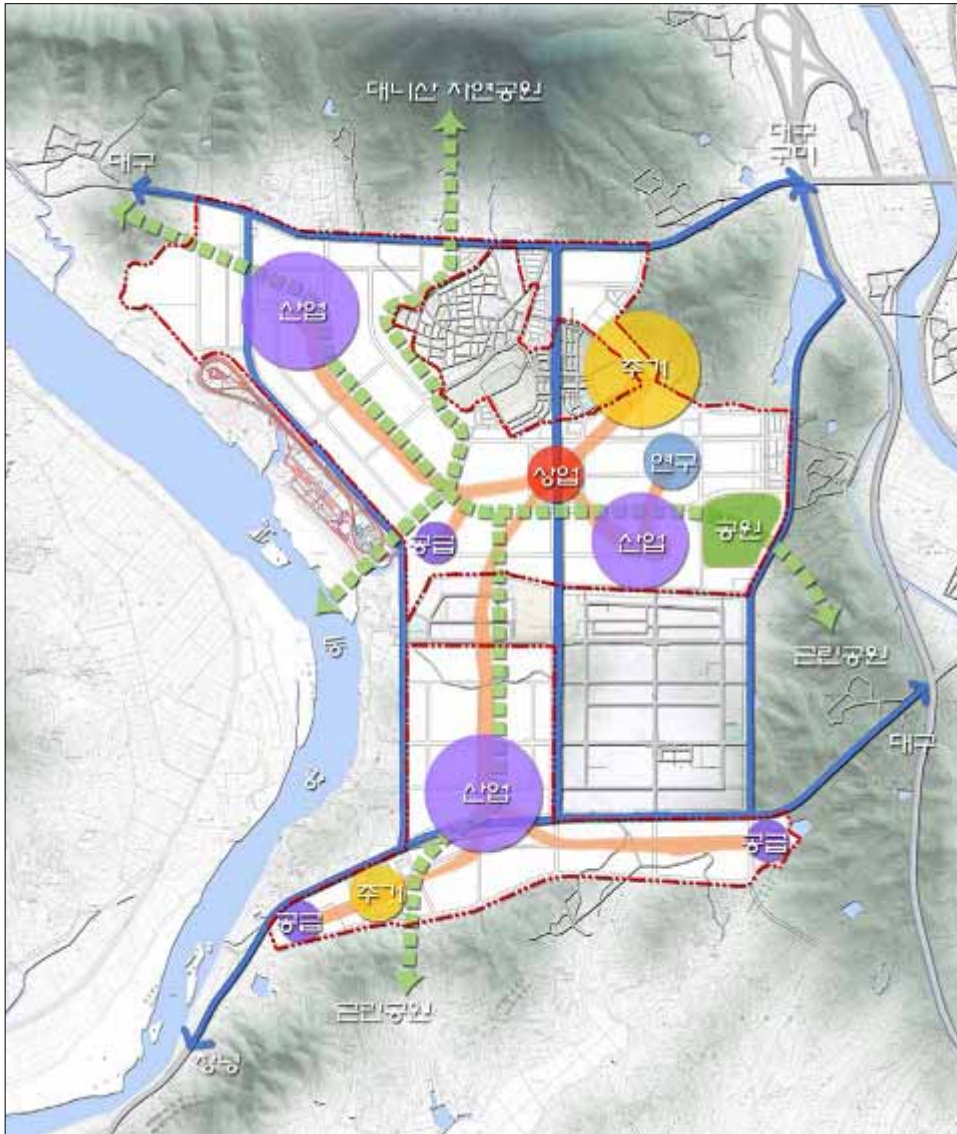
대구사이언스파크는 주변 산업단지인 달성 2차 산업단지와 배후 주거시설 및 기타 시설 그리고 자연환경을 고려하여 지구계를 결정하였다. 지구계 설정의 경계는 낙동강 제방, 현황도로, 도시계획도로, 도시계획시설, 산업단지, 주거단지, 공원 및 지형 등을 고려하여 결정이 되었으며 이 지역의 주민요구를 반영하여 농지 및 양호한 임야 등은 제척하도록 하였다.



(그림 4-11) 대구사이언스파크 지구계 설정(예시)

② 공간배분구상

생산 공간은 업종별 규모, 주변 환경 등을 고려하여 독립성과 연계를 통한 협력체계를 구축하도록 계획하였으며, 연구 공간과 긴밀한 연계체계를 도모할 수 있는 적정 위치에 계획하였다. 그리고 지원공간은 생산공간 및 연구 공간 등에 대한 접근성이 높은 지역에 입지할 수 있도록 고려하였다. 다양한 도시 서비스 기능을 수행하는 상업업무공간은 산업단지 중앙에 배치하여 각 공간 별 상호교류를 유도하도록 하였다. 주거공간은 생산공간과 공급처리시설로부터 차폐시키고 주풍향을 고려하여 배분계획을 수립하였으며 기존 시설과 연계하도록 계획하였다. 공공시설 공간의 경우 공원 및 녹지시설은 주거공간에서의 이용권 및 접근성을 고려하여 배치하였으며 공급처리시설은 주거공간과 이격하도록 계획하였다.



[그림 4-12] 대구사이언스파크 공간배분구상도

아울러, 아래의 표 에서 볼 수 있듯이 대기환경, 토양환경, 자연생태, 생활 환경 부문별로 산업단지 조성 및 운영시에 발생하게 될 환경적 영향을 저감 시키기 위한 방안을 마련하였다.

(표 4-2) 산업단지 조성 및 운영시 환경영향 저감방안(대구사이언스파크)

구 분		저 감 방 안
대기환경	기상	공원녹지 조성 유수지, 저류지 및 하천 계획 단지내 녹화 실시
	대기질	대기오염방지시설 설치 공원 및 녹지 조성(환경정화수목 식재)
	악취	악취저감시설 설치 및 매립장 악취 저감대책 수립 공원 및 녹지(환경정화수목 식재)
토양환경	토양	지구내 폐수처리장 유입 및 처리
	지형 지질	자연지형 경사를 최대한 유지하고 절성토량의 균형있는 계획 수립 절성토지역에 적정 비탈면 경사 및 사면 녹화 실시 토사유출 최소화 및 비옥토의 재활용 방안 모색
자연생태	동식물	이식방안 수립 보호수 이식체계 수립 생태네트워크 계획 및 생태환경 공간계획 수립
생활환경	소음 진동	건축선 이격, 저소음 포장 및 방음벽 설치 등 공장가동으로 인한 소음 영향 저감대책 수립
	경관	공원녹지 및 수변과의 연계된 경관축 구성 산지, 능성 및 평탄지형을 이용한 스카이라인 구성 산업단지내 조망형, 하천축, 도로축 및 시가지 경관 구성

4.2.2 광주 빛그린 산업단지

한미 FTA체결 등 범세계적으로 개방형 경제교류가 확대됨에 따라 농촌지역의 경제적 타격에 대비하여 새로운 산업기반을 마련하고자 본 사업을 추진하게 되었다. 또한, 광주전남의 제조업체수와 종업원 수 등이 상대적으로 낮아 국가산업단지 조성을 통하여 지역경제 활성화를 도모하는 측면도 지니고 있다. 광주전남의 산업단지 내 산업시설 용지의 미분양율(2007, 0.5%)이 전국 평균(1.3%)보다 낮아 즉시 입주가 가능한 산업 용지를 확보하여 공급할 목적으로 산업단지를 조성하게 되었다.



(그림 4-13) 광주 빛그린 산업단지 조감도 및 위치도

특히, 악취 발생을 저감시키기 위해 공원녹지 등 단지내 녹화를 실시하고 악취 유발 공중 밀폐 및 방지시설을 설치토록 하였다. 질성토를 최소화시키고 발생 경사면에 표준구배를 적용시켜 자연지형의 훼손을 최소화하고자 하였다. 자연생태를 보전하고 개선시킬 목적으로 수목을 이식하고 소음완화를 위해 완충녹지와 방음언덕을 설치하였다. 또한 비탈면 발생지역에 대해 친환경적 공법을 적용하여 비탈면을 보호하고 주변 경관과의 조화를 고려한 경관계획 수립과 자연자원을 활용하여 공원 및 녹지를 조성하도록 계획하였다.

[표 4-3] 산업단지 조성 및 운영시 환경영향 저감방안(광주 빛그린)

구 분		저 감 방 안
대기환경	기상	- 공원녹지 조성 - 우수지, 저류지 및 하천 계획 - 단지 내 녹화 실시
	대기질	- 대기오염물질 정화를 위한 대기오염방지시설 설치
	악취	- 배출시설의 악취관리대책 수립 - 악취유발공종 밀폐 및 악취방지시설 설치
토양환경	토양	- 지구 내 폐수처리장 유입 및 처리
	지형 지질	- 기존지형을 고려한 합리적인 토지이용계획 수립 - 절성토 발생 최소화와 지구내 처리 및 토석정보공유시스템 활용 처리 - 발생사면에 표준구배 적용 - 비옥토는 적정장소에 적치하여 활용
자연생태	동식물	- 수목 이식 및 재활용 - 침사지, 가배수로 설치 등을 육수생태계에 미치는 토사유출 영향 최소화
생활환경	소음 진동	- 완충녹지 및 방음언덕 설치
	경관	- 비탈면 발생지역 등에 친환경적 공법을 적용하여 자연과의 조화 및 비탈면 보호 - 주변 경관과의 조화를 고려하여 조경설계 등의 경관계획 수립 - 자연자원을 활용한 공원 및 녹지 조성

4.3 국내외 사례의 시사점

환경친화적 산업입지 개발과 관련하여 지역여건에 부합하는 다양한 접근방법이 활용되고 있다. 현재 우리나라에서는 환경친화적 산업입지 개발과 관련하여 생태산업단지가 미래 산업 사회의 전형처럼 강조되고 있다. 물론 선진국의 경우 우리나라에 비해 생태산업단지의 추진이 상대적으로 활발히 이루어지고 있다. 그러나 이들 국가의 경우에도 생태산업단지는 예외적 존재에 지나지 않는다. 대신 이들 국가들은 기존 산업단지의 재정비나 재개발, 지방정부의 조례 제정, 산업단지 관리자의 환경친화적 관리지침 작성 등 다양한 방법을 활용하여 산업단지의 환경친화성을 제고하고자 노력하고 있다.

산업입지 개발의 중요성에도 불구하고 많은 국가들은 매우 엄격한 환경규제 제도를 택하고 있음을 알 수 있다. 미국은 물론 기업 유치 지구나 8주 내 계획허가규정 등으로 인하여 친 기업적 제도를 지니고 있는 것으로 알려진 영국에서도 환경문제는 산업입지 개발 및 재정비 사업추진에 결정적 영향을 미치고 있다.

선진국의 경우 우리나라에 비해 환경규제 정도가 상대적으로 높다고 볼 수 있으나 적용 과정을 살펴보면 우리나라보다 구체적이면서도 탄력적이라고 할 수 있다.

[표 4-4] 외국사례의 시사점

시사점	주요내용
엄격한 환경규제	<ul style="list-style-type: none"> - 환경문제가 산업입지 개발의 추진여부를 결정 - 수자원이나 습지관련 규제 저촉시 사업추진 곤란 - 지방정부는 신규개발보다 기개발지의 재활용 선호
규제의 탄력적 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 필요성이 인정될 경우 보전지역의 개발을 통한 산업단지 건설도 허용 - 녹지율 등의 책정시 기업부담 경감을 위한 특례조치의 적용(일본)
다양한 유형의 환경친화적 산업입지 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 산업단지의 환경친화적 재정비, 용도지역제나 산업단지 관리지침을 활용한 환경친화적 산업입지 개발 등 다양한 접근방법을 활용 - 생태산업단지 등은 장기적 시범사업으로 추진

최근의 산업단지의 개발유형을 살펴보면 공장만을 단독으로 입지시키는 경우 보다는 주거시설과 상업업무시설 등의 지원시설을 혼용시킨 복합용도 개발이 증가하고 있다. 기존의 공장 단독입지와 비교해 볼 때 친환경 개발의 필요성이 더욱 높아지고 있다 할 수 있다.

친환경 개발 방식의 접목은 신규 산업단지에 비해 기존의 산업단지를 재정비 또는 재생시키고자 하는 경우에 보다 관심이 높은 것으로 나타났다. 친환경 산업단지 개발의 기본 방향의 경우 지속가능한 재료 및 건설기술 사용, 에너지 효율 극대화, 자연자원의 이용, 자동차 사용 감소, 에너지 효율 극대화, 환경디자인 적용 등이 대표적이라 할 수 있다. 친환경 산업단지 개발을 위해 적용되고 있는 부문별 계획내용들을 살펴보면 생활환경 부문에 있어서는 분진, 소음, 대기 방향 등을 고려한 계획적용이 중요하게 고려되고 있다. 또한, 존치되어 있는 자연녹지 훼손의 최소화 유도, 중앙녹지 및 바람축 구축도 중요 고려사항으로 나타났다. 싱가포르의 경우 공업업종 유형에 따라 주거지역과 공업지역 사이의 완충거리에 차등을 두어 적용하고 있어 국내의 경우도 획일적 제한규정 보다는 여건에 따라 탄력적으로 완충녹지 폭과 면적 등을

적용시키는 방안이 고려될 필요가 있다. 일본의 경우 산업단지의 녹지조성에 대해서 우리나라와 비교할 수 없을 정도로 엄격한 기준을 지니고 있다. 그러나 일본에서는 개별 공장이 확보하여야 하는 녹지비율에 산업단지의 공공녹지 면적을 합산하여 산정함으로써 계획입지 기업들이 추가적인 비용 부담 없이 완충녹지를 확보할 수 있도록 한 점은 눈여겨 볼 대목이라 할 수 있다.

에너지 활용의 효율성을 높이고자 재생가능 에너지 활용이 활발히 모색되고 있으며, 사업지구내 질성토 발생의 최소화, 자연지형 훼손 최소화를 통해 자연생태 보전을 위한 노력을 기울이고 있다. 또한 소음완화를 위해 완충녹지와 방음언덕을 설치하고 주변경관과의 조화를 위해 경관계획을 수립하는 점 등이 주요한 친환경적 적용기법이라 할 수 있다.

제5장

친환경 산업단지
조성을 위한
계획요소 및
계획기법 도출

5

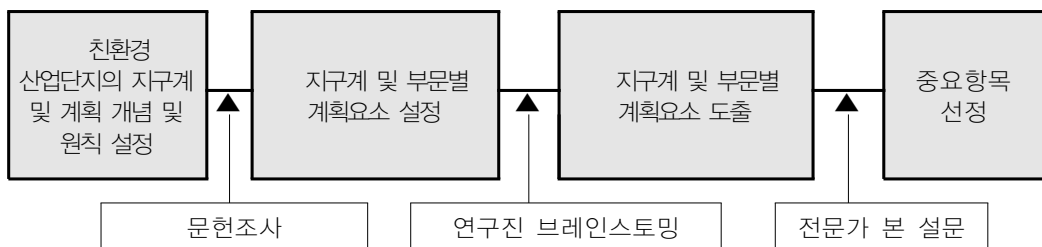
제5장 친환경 산업단지 조성을 위한 계획요소 및 계획기법 도출

본 장에서는 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 주요 계획요소를 파악하고자 설문지를 제작하여 산업단지 계획, 설계, 운영관리 분야의 전문가를 대상으로 조사를 수행하고 결과를 분석하여 친환경 산업단지 조성시 고려해야 할 주요 계획요소를 도출하는데 활용하였다.

5.1 계획요소 선정의 분석틀

5.1.1 조사 목적 및 대상

본 조사는 친환경 산업단지의 환경적 문제를 해결하고 친환경 개발방식이라는 사회적 패러다임에 부응하기 위한 친환경 산업단지 개발방안을 모색하기 위해 수행하였다. 친환경 산단 조성을 위해 필요로 하는 지구계 설정 및 개발계획 수립시의 중요 계획요소를 검토해 봄으로써 물리적 환경을 친환경적으로 계획하기 위한 방법들을 파악하고자 하였다. 조사대상은 산업단지 관련 분야에 종사하거나 경험이 있는 전문가들을 대상으로 하였으며, 주로 계획 및 설계, 운영, 평가 업무를 담당하는 연구원, 교수, 엔지니어링 업체, 공무원들을 대상으로 설문을 진행하였다.



(그림 5-1) 친환경 산업단지 지구계 및 계획요소 중요도 평가항목 선정과정

5.1.2 조사 내용 및 방법

조사내용은 크게 지구계 설정 부문에 대한 질의응답과 다른 하나는 개발계획 수립시의 부문별 주요 계획요소로 구분하여 중요도가 높은 주요 계획요소들을 파악하는 것을 목적으로 설문항목을 구성하도록 하였다. 설문항목은 기존 참고문헌을 통해 1차적으로 설문항목을 도출하도록 하였으며, 연구진 브레인스토밍과 전문가 면담조사를 통해 본 연구의 목적과 방향을 담아낼 수 있는 항목들로 재구성하여 설문항목을 작성하도록 하였다. 설문은 관련 분야 전문가들을 대상으로 총 150부의 설문지를 발송하였다. 설문지 발송 후 응답된 설문지중 답변이 충실하게 반영된 설문지를 대상으로 하고 통계처리를 위한 설문지로 선정한 결과 1차 취합은 41부, 2차 취합은 33부가 회수되었다. 설문 조사방법은 메일을 통한 설문조사로 이루어졌다. 설문분석은 SPSS 12.0을 사용하였으며, 응답의 신뢰성을 분석하기 위해 내적 일관성 신뢰도 (Internal Consistency Reality)를 검증하는 크론바흐 알파값(Crobach's Alpha)을 측정하여 분석하고, 지구계 결정시 중요 고려사항과 부문별 계획요소들의 중요도 값을 평균하고 이들 요소별로 전문가가 응답한 중요도의 평균값이 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 확인하기 위하여 분산분석(one-way ANOVA)을 수행하였다.

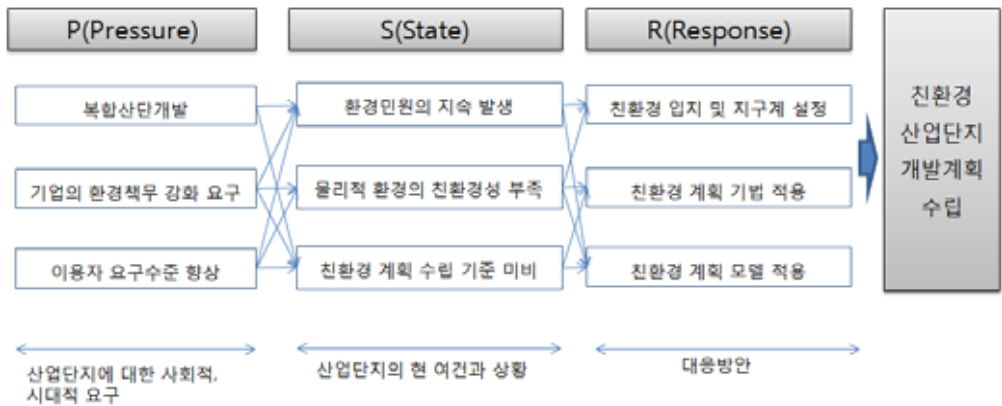
5.1.3 설문 분석틀

설문분석의 방향설정을 위해 PSR 구조를 적용하여 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 상황과 현재를 인식하고자 하였다(아래 그림 참조). 환경친화적 산업단지와 관련된 이론적 배경, 국내외 연구동향 및 관련제도 분석, 산업단지 종사자 면담조사, 산업단지 실태조사 등을 통해 산업단지의 환경적 여건과 실태를 분석하고 이를 토대로 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 지구계 설정과 개발계획 수립을 위해 요구되는 주요 계획요소를 분석하고자 하였다.

설문조사 대상자는 산업단지와 관련한 이해당사자로 계획 및 설계, 시공, 운영, 평가 등의 업무를 담당하고 있는 전문가들로 구성되어 조사하였다.

설문분석 내용은 지구계 설정시 주요 검토사항과 부문별 주요계획요소로 구분하여 구성하였다. 지구계 설정은 산업단지 지구계 설정시 부문별 고려 사항과 물리적 환경, 생활환경, 생태환경 부문에서 고려해야할 사항 등이며, 개발계획 수립시 주요 계획요소는 자연환경, 토지이용계획, 교통, 공원녹지, 경관, 에너지, 대기환경, 수질, 폐기물 부문으로 구성하고 설문조사 분석하였다.

설문조사의 분석결과는 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 지구계 결정사항 도출과 주요 계획요소, 그리고 계획기법을 도출하는데 직간접적으로 활용토록 하였다.



(그림 5-2) PSR 구조를 통한 산업단지의 개발 방안 도출

5.2 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획요소 도출

5.2.1 친환경 산업단지 지구계 설정 중요도 분석

1) 환경유형별 주요 고려사항 검토

산업단지를 구성하고 있는 환경유형별로 지구계를 설정하는데 있어 중요하게 고려해야 할 요소들을 검토한 결과, 3가지 지표 모두 평균값 이상인 4.0으로 중요도가 높은 것으로 나타났다. 지구계를 설정하는데 있어 물리적 환경, 생활환경, 생태환경 모두는 중요하게 반영되어야할 지구계 설정 지표로 이해 볼 수 있다. 상대적으로 생태환경을 고려한 지구계 설정이 4.44점으로 점수가 높게 나타났으며, 물리적 환경을 고려한 지구계 설정 역시 4.34로 중

요도가 높은 항목으로 결과된 점을 통해 지형, 지세 등의 물리적 환경과 중요 동식물 자원 등의 생태환경을 고려하여 입지선정과 지구경계를 설정하는 것이 중요하다고 해석해 볼 수 있다.

[표 5-1] 환경유형 항목별 중요도

구 분	평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
물리적 환경(지형, 지세 등)을 고려한 지구경계 설정	4.34	.648	3	5	2
생활환경(주거지역, 주요 이용시설, 문화재 등)을 고려한 지구계 경계 설정	4.06	.871	2	5	3
생태환경(동식물, 녹지 등)을 고려한 지구경계 설정	4.44	.560	3	5	1

2) 부문별 고려요소

친환경 산업단지 조성을 위한 부문별 고려사항 및 계획요소 항목들의 중요도 평가는 5점 리커트 척도를 활용하여 분석하였다. 지구계 설정시 고려해야 할 중요도 분석 결과, 대부분이 평균값(3.0)이상으로 나타났다.

[표 5-2] 지구계 결정시 부문별 고려요소의 중요도

구 분	평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
급경사 지역 제외	4.16	.840	2	5	5
생태우수 지역 제외	4.88	.333	4	5	1
대규모 절성토 발생지역 제외	4.34	.597	3	5	3
인접 임야와의 경계부를 넘지 않게 고려	3.28	.881	2	5	10
하천 등 수변에서 이격	3.66	1.057	1	5	9
도로의 경계부 내부로 설정	3.28	1.046	1	5	10
주변 주거지와 적정 이격	3.88	.864	2	5	7
주요 문화재 자원과의 적정 이격	4.03	.642	3	5	6
주요 정맥, 지맥, 기맥 존재 여부	3.72	.951	2	5	8
보전가치 및 특이지형의 존재지역 제외	4.44	.710	2	5	2
과거 홍수범람 및 재해지역 이격	4.19	.732	3	5	4

특히 생태 우수지역 제외는 4.88점으로 매우 높은 점수를 나타냈으며, 보전가치 및 특이지형 존재 지역 제외(4.44), 대규모 절성토 지역 제외(4.34), 재해지역으로부터 이격(4.19), 급경사 지역 제외(4.16), 주요 문화재 자원과 이격(4.03) 등이 상대적으로 중요도가 높은 요소로 결과되었다. 조사결과 응답자 대부분은 자연환경 및 생태자원을 지구계를 설정하는데 있어 고려해야 할 중요 기준으로 인식하고 있다는 점을 확인할 수 있었다. 따라서 친환경적 산업단지를 개발하기 위해서는 입지선정 및 지구 경계 설정단계에서 생태 우수지역, 대규모 절성토 발생 지역, 재해 위험 지역, 주요 문화재 분포지역 등은 제척하고 산업단지를 입지시키는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

5.2.2 친환경 산업단지 조성을 위한 중요 계획요소 도출

1) 자연환경 부문

자연환경 부문의 계획요소는 지형, 수질, 토양 및 지하수, 대기로 구분하여 살펴보았다.

□ 지형

지형부문에서 친환경 산업단지 조성을 위해 중요하게 고려해야 할 계획요소를 분석한 결과, 지형변동 최소화 및 경사지 활용(4.25)이 상대적으로 중요도가 높았다. 다음으로 급경사지 보전지역 설정(4.22), 절성토의 최소화 유도(4.16) 등의 항목이 중요하게 고려될 사항으로 나타났다. 이를 통해 친환경 산업단지 조성을 위해서는 지형변동과 절성토 발생량을 줄이기 위한 계획을 수립하는 것이 중요하게 고려될 필요가 있다는 점을 확인할 수 있었다.

[표 5-3] 지형 부문별 중요 계획요소

구 분	평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
급경사지 보전지역 설정	4.22	.745	3	5	2
고지대 보전지역 설정	4.03	.776	2	5	4
지형변동의 최소화 및 경사지 활용	4.25	.563	3	5	1
절성토의 최소화 유도	4.16	.672	3	5	3

□ 수질

산업단지의 경우 수질 오염 역시 중요하게 고려되어야 할 요소라 할 수 있다. 분석결과 오폐수 처리계획 수립의 경우 4.41점으로 점수가 매우 높게 나타났으며, 침출수 처리 및 차수대책 수립(4.28)도 중요하게 반영시킬 계획요소로 분석되었다. 이러한 결과를 바탕으로 산업단지의 친환경성을 제고 시키기 위해서는 점 및 비점오염원의 저감대책 수립과 발생오염원별로 오폐수 처리대책 마련, 침출수 처리 및 차수대책 수립 등을 우선해서 고려할 필요가 있다.

[표 5-4] 수질 부문의 중요 계획요소

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
오폐수 처리계획	오폐수 방류수계에 미치는 수질영향 최소화를 위해 점, 비점오염원 저감대책 수립	4.41	.495	4	5	1
	발생오염원별 오폐수 처리대책 수립	4.41	.610	3	5	1
수질악화저감계획	침출수 처리 및 차수대책 수립	4.28	.576	3	5	3
	사업수행에 따른 수질예측 및 보전대책 수립	4.09	.729	3	5	4
	초기우수 및 토사유실에 의한 처리 계획 수립	3.97	.689	3	5	5

□ 토양 및 지하수

최근 들어 산업단지 재정비 사례가 증가하면서 토양오염 문제가 중요한 이슈로 부각되고 있다. 토양 및 지하수 부문의 중요 고려사항을 파악한 결과 토양 및 지하수 오염대책 수립(4.25)이 중요도가 상대적으로 높은 항목으로 나타났다. 다음으로 오폐수 방류구 부근의 토양오염 및 방지대책 수립(4.19)도 중요하게 고려되어야 할 친환경 계획요소로 도출되었다.

[표 5-5] 토양 및 지하수 부문의 중요 계획요소

구 분	평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
오폐수 방류구 부근의 토양오염 및 방지대책 수립	4.19	.774	2	5	2
토양 및 지하수 오염대책 수립	4.25	.756	2	5	1
투수성 포장면의 확대	3.88	.655	3	5	3

□ 대기

친환경 산업단지 개발을 위한 대기 부분의 중요 계획요소를 파악한 결과 모든 항목에서 평균값(3.0)이상의 높은 점수가 나타났다. 부문별로 살펴보면 주거지 등의 방향으로 대기오염 및 악취 배출업종 설치를 지양(4.31)하고, 주거시설과 인접했을 경우 저감시설을 설치(4.25)하는 것이 상대적으로 중요한 것으로 결과되었다. 오염물질 이동경로를 고려하여 풍향 및 풍속 영향을 계획에 반영시키는 항목의 경우는 상대적으로 중요도가 낮았으나 주거공간으로 대기오염 및 배출업종을 지양하는 것이 중요하다는 점을 통해 바람에 대한 영향 역시 친환경 산업단지 조성시 중요하게 고려되어야 할 계획요소라 할 수 있다.

[표 5-6] 대기 부분의 중요 계획요소

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
바람 영향 고려	오염물질 이동경로를 고려하여 풍향, 풍속 영향을 계획에 반영	3.97	.925	2	5	4
대기오염 및 악취저감	배출원별 오염물질 특성을 고려한 저감대책 수립	4.09	.729	3	5	3
	주거지, 학교 등의 방향으로 대기오염 및 악취배출업종 설치 지양	4.31	.814	2	5	1
	주거지, 학교 등이 인접했을 경우 저감효율이 우수한 저감시설 설치	4.25	.836	2	5	2

2) 생활환경 부문

친환경 산업단지 조성을 위한 생활환경 부문에서 고려되어야 할 중요 계획요소는 토지이용, 교통, 공원녹지, 경관, 에너지, 폐기물 부문으로 구분하여 항목별로 중요한 계획요소들을 분석하였다.

□ 토지이용

토지이용계획 부문의 중요도 분석결과 에너지 절약형 토지이용계획 수립(4.34)에서 점수가 매우 높게 나타났으며, 기존지형을 최대한 활용한 시설배치(4.25), 건강영향평가를 반영한 토지이용계획 수립(4.03), 공해유발 업종의 분리배치(4.03), 물순환 공간체계 구축 및 주요시설간 유기적 연계 배치(4.00) 등의 계획항목들이 상대적으로 중요도가 높은 요소들로 파악되었다.

따라서 친환경 산업단지 조성을 위해서는 공간구조 및 토지이용계획 측면에서 친환경 계획요소를 적용시키는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다. 설문결과를 통해 전문가들은 에너지를 저감하고 기존지형을 최대한 활용하며 공해 유발 업종을 분리시켜 배치시키고 건강을 고려한 쾌적한 단지 환경을 창출하는 토지이용계획 수립이 중요하다고 인식하고 있음을 알 수 있다.

(표 5-7) 토지이용계획 부문의 중요 계획요소

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
공간구조	공해유발 업종의 분리 배치	4.03	.776	3	5	3
	에너지 절약형 토지이용계획 수립	4.34	.695	3	5	1
	복합적 토지이용계획 적용	3.78	.934	2	5	12
	기존 지형을 최대한 활용한 시설배치	4.25	.667	2	5	2
	물순환 공간체계 구축	4.00	.756	2	5	5
	산자락에 대규모 산단 조성시 바람길 확보	3.97	.890	2	5	7
	산업시설과 주거시설의 적정이격	3.88	.968	2	5	9
	변전소, 송전선로가 계획된 경우 전파장해 영향 및 저감계획 수립	3.81	.924	1	5	11
배치계획	유사 업종간 배치 유도	3.72	.917	2	5	13
	단지내 주요시설간 유기적 연계배치	4.00	.617	3	5	5
	일조량, 풍향 등을 고려한 시설배치	3.84	.840	2	5	10
	산업시설의 친환경적 블록 규모 및 배치	3.91	.849	2	5	8
건강영향평가 반영	건강영향평가 항목을 반영한 토지이용 계획 수립	4.03	.816	2	5	3

□ 교통

교통부문에서 친환경 계획요소에 대한 중요도 분석결과, 도로에 의한 녹지 축 단절 대책 마련(4.16)이 상대적으로 중요도 값이 높은 계획요소로 나타났다. 다음으로 도로변 소음저감(3.91), 외곽지역에 주차시설 설치와 단지내부와 연계교통망 마련(3.88) 등의 순으로 중요도가 높게 나타났다.

응답한 전문가 대부분은 친환경 교통시스템 마련을 위해서 도로에 의한 생태환경의 단절을 미연에 방지하고 도로변에서 발생하는 각종 소음에 적절히 대응할 수 있어야 한다고 인식하고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 혼잡스러운

내부 교통체계를 고려하여 외부에 주차시설을 설치하고 대중교통망과 연계한 단지내 교통시스템을 마련하는 것이 중요하다고 인지하고 있음을 알 수 있다.

[표 5-8] 교통계획 부문의 중요 계획요소

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
친환경 도로 계획	산업시설과 주거시설간 교통소통에 지장이 없도록 연결도로 확보	3.84	.912	2	5	5
	도로변 소음저감	3.91	.729	3	5	2
	도로에 의한 녹지축 단절 대책	4.16	.840	2	5	1
	대중교통수단의 도입	3.75	.873	2	5	6
	보차분리 계획	3.88	.787	2	5	3
	충분한 폭원 확보	3.66	.781	2	5	7
주차 계획	충분한 주차공간의 확보	3.63	1.120	1	5	8
	외곽지역에 주차시설 설치와 단지내부와 연계교통 체계 마련	3.88	.934	2	5	3

□ 공원녹지

친환경 산업단지 조성을 위해 공원녹지 부문에서 중요하게 반영해야 할 계획요소를 분석한 결과, 주거지와 공원용지 사이의 충분한 완충녹지 확보(4.34)와 원형녹지의 보전이(4.28)이 상대적으로 중요도가 높은 계획요소로 결과되었다. 이외에도 오픈스페이스 체계확보(3.94), 녹지요소간 연계성 확보(3.91)도 중요한 계획요소로 분석되었다.

[표 5-9] 공원녹지 계획 항목의 중요도

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
공원녹지 확보	공원유형별 적정면적 및 유치거리 확보(근로자 이용 활성화)	3.78	.967	1	5	6
	존치된 원형녹지의 보전	4.28	.845	1	5	2
완충 녹지	주거지와 공장용지 사이의 충분한 녹지확보	4.34	.597	3	5	1
	도로 외곽의 완충녹지대 설치	3.88	.745	2	5	5
	하천변 완충녹지대 설치	3.69	.924	1	5	7
녹지 체계	오픈스페이스의 체계 확보	3.94	.941	1	5	3
	녹지 요소간 연계성 확보	3.91	.849	2	5	4

설문결과, 전문가 대부분은 완충녹지대 설치를 친환경 산업단지 조성을 위해 공원녹지 부분에서 중요하게 고려해야 할 계획요소로 인식하고 있음을 알 수 있다.

□ 경관

경관계획 부문의 중요도를 분석한 결과 계획요소 모두 4.0점 이상으로 높은 점수를 나타냈다. 친환경 산업단지를 조성하기 위해서는 물리적 환경에 대한 환경적 영향을 고려하고 친환경적인 개발 이외에도 대상지내 경관을 보전하고 주변과 조화되는 경관을 형성하는 것이 중요하게 고려되어야 함을 확인해 볼 수 있다.

(표 5-10) 경관계획 항목의 중요도

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
경관보전	자연 및 역사문화경관의 보전	4.19	.687	3	5	1
경관형성	경관축 확보를 위한 배치계획	4.16	.761	3	5	2

□ 에너지

친환경 산업단지 조성을 위해 에너지 부분에서의 중요한 계획항목을 분석한 결과 거의 대부분 항목에서 높은 점수를 나타내고 있음을 알 수 있다. 특히 자원절약형 단지계획과 온실가스 저감을 위한 대안마련 항목의 경우 중요도 평균값이 4.47로 매우 높게 나타났다. 또한 에너지 효율을 높이기 위한 토지이용계획(4.38)과 대체에너지 활용량 증대(4.19)요소도 중요도가 높은 계획항목으로 확인되었다. 설문결과를 통해 친환경 산업단지 조성을 위해서는 온실가스 저감을 위한 공간계획 수립과 에너지 효율성 증대를 위한 공간조성이 중요하다는 점을 확인해 볼 수 있었다.

(표 5-11) 에너지 계획 항목의 중요도

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
온실가스저감대책수립	자원절약형 단지 계획	4.47	.563	3	5	1
	온실가스 저감을 위한 에너지 사용계획 마련	4.47	.563	3	5	1
대체에너지 활용	대체에너지의 활용량 증대	4.19	.639	3	5	4
	에너지원의 병용 확대	3.97	.854	2	5	6
에너지 효율성 증대	에너지 효율을 높이기 위한 토지이용 및 구조물 배치	4.38	.604	3	5	3
	대상지 여건과 환경을 고려하여 일조와 통기 조건의 최대 확보	4.09	.729	3	5	5

□ 폐기물

친환경 산업단지 조성을 위해 폐기물 부분에서의 중요한 계획항목을 분석한 결과 독성물질을 별도로 수거하고(4.34), 적정 폐기물 처리시설에 대한 설치계획을 수립하며(4.09), 쓰레기 수집과 선별체계 마련(4.06), 현장 폐기물 최소화 유도(4.03)등이 중요도가 높은 계획항목으로 분석되었다.

친환경 공간계획 측면에서 폐기물의 효율적 저감과 대책을 마련하기 위해서는 폐기물 처리시설 설치와 쓰레기 분리, 수거를 위한 공간계획 수립이 중요하게 고려되어야 할 계획요소로 나타났다.

(표 5-12) 폐기물 처리 계획 항목의 중요도

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
폐기물 처리계획	현장폐기물의 최소화 유도	4.03	.689	3	5	4
	적정 폐기물 처리시설의 설치계획(폐기물 재처리 계획)	4.09	.811	2	5	2
생활쓰레기 처리 계획	자동집하시설의 설치 권장	3.47	.975	2	5	6
	사료화 및 퇴비화 할 수 있는 시설 설치	3.81	.774	2	5	5
	쓰레기 수집과 선별 체계 마련	4.06	.871	2	5	3
	독성물질의 별도 수거 방법 수립	4.34	.739	3	5	1

3) 생태환경 부문

생태환경 부문에서의 친환경적 계획요소를 도출하기 위해서 자연생태계, 수생태계 부문으로 구분하여 각 부문별 주요 계획요소를 분석하도록 하였다.

□ 자연생태계

친환경 산업단지 조성을 위한 자연생태계 부분의 주요 계획요소를 분석한 결과, 모든 항목에서 4.0점 이상의 높은 점수를 확인할 수 있었다. 분석결과 생태계 평가결과의 계획반영(4.56)에서 중요도가 가장 높게 나타났으며, 중요 동식물종 및 집단서식처 보호(4.47), 생태자연도 상위등급의 보전(4.44), 녹지자연도 상위등급의 보전(4.31), 생태연결로 확보(4.28), 비오톱 조성지 확보(4.03) 등의 순으로 중요도가 높은 것으로 결과되었다.

결국, 친환경 산업단지 조성을 위한 생태환경 부문에서는 중요한 생태공간을 보전하기 위한 계획기법 적용이 우선적으로 적용될 필요가 있다는 점을 확인할 수 있었다.

(표 5-13) 자연생태 부문 계획 항목의 중요도

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
자연 생태계	생태계 평가결과의 계획반영	4.56	.614	3	5	1
	녹지자연도 상위등급의 보전	4.31	.687	3	5	4
	생태자연도 상위등급의 보전	4.44	.614	3	5	3
	생태연결로 확보	4.28	.629	3	5	5
	중요 동식물종 및 집단서식처 보호	4.47	.563	3	5	2
	비오톱 조성지 확보	4.03	.689	2	5	6

□ 수생태계

친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 수생태계 부분의 중요 계획요소를 분석한 결과, 기존 수체계의 보전과 하천조성(4.34)이 가장 중요도가 높은 항목으로 조사되었으며, 다음으로 실개천 보전과 조성(3.94), 저류지 확보(3.81) 등으로 나타났다. 이를 통해 수생태계 부문에서 친환경 산업단지 조성을 위해 우선적으로 고려해야 할 계획기법으로는 수체계의 보전과 하천조성이라는 점을 확인해 볼 수 있었다.

[표 5-14] 수생태계 계획 항목의 중요도

구 분		평균값	표준편차	최소값	최대값	중요도 순위
수생태계	기존 수체계의 보전과 하천조성	4.34	.597	3	5	1
	실개천의 보전과 조성	3.94	.710	2	5	2
	수경관을 이용한 친수공간 확보	3.59	.868	2	5	4
	저류지 확보	3.81	.732	2	5	3

5.2.3 분석 종합

전문가를 대상으로 한 설문조사 결과를 토대로 현실적인 여건을 고려하여 친환경 산업단지 조성을 위해 필요한 지구계 및 개발계획 수립 주요 계획요소를 정리한 결과는 다음과 같다.

1) 입지선정 및 지구계 결정시 주요 검토 사항

설문조사 결과를 바탕으로 친환경 산업단지 조성을 위한 입지선정과 지구계 선정시 검토가 필요한 주요 요소는 자연환경 부문에서는 지형, 지질, 기상으로 구분하여 세부항목을 정리하였으며, 생활환경 부문은 공간구조, 보전적지, 경관을 생태환경 부문에서는 동식물상과 생태녹지로 구분하여 세부적인 고려요소를 정리하였다.

구분	항목	세부항목
자연환경	지형	- 급경사 지역의 입지제한 - 대규모 절성토 및 지형변동 발생지역 제외
	지질	- 보전가치가 우수한 특이 지형지질 제외 - 개발이 제한되는 지질
	기상	- 홍수발생, 침수 발생 등 재해 위험지역 배제
생활환경	공간구조	- 공해업종과 인근 주거지역의 적정 이격
	보전적지	- 보호지역 및 보전용도상의 개발입지 제한
	경관	- 보전가치가 높은 문화경관의 훼손 회피
생태환경	동식물상	- 보전 필요 동식물종 집단 및 서식처 제외 - 생태자연도 및 녹지자연도 보전등급의 입지 제한
	생태녹지	- 적정 공원녹지 확보 - 중요 생태녹지축 연계

[그림 5-3] 입지선정 및 지구계 결정시 검토 주요 요소

2) 부문별 주요 계획요소

전문가 설문조사 결과를 토대로 중요도가 높게 나타난 계획요소들을 대상으로 하여 친환경 산업단지 조성을 위한 계획기준을 아래와 같이 3개 부문, 11개항목, 34개 계획요소로 정리해 볼 수 있었다. 다음 장에서는 이들 계획요소를 중심으로 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획기법을 제안하였다.

구분	계획항목	계획 요소
자연환경	지형 및 토양	<ul style="list-style-type: none"> - 급경사지 보전지역 설정 - 지형과 경사를 고려한 단지배치계획 - 오폐수 방류구 부근의 토양오염 및 방지대책수립 - 투수성 포장면의 확대
	대기	<ul style="list-style-type: none"> - 생활공간 주변에 대기오염 및 악취배출 업종 설치 지양 - 오염물질 이동경로를 고려한 풍향, 풍속 영향 계획 반영
	수질	<ul style="list-style-type: none"> - 점비점오염원 저감 계획 수립 - 발생오염원별 오폐수 처리계획 수립 - 침출수 처리 및 차수계획 수립
생활환경	토지이용계획	<ul style="list-style-type: none"> - 공해 유발업종의 분리배치 - 에너지 절약형 토지이용계획 수립 - 오염유발 업종과 주거시설의 적정 이격 - 바람길 계획 - 수체계 계획
	교통계획	<ul style="list-style-type: none"> - 도로변 소음저감 - 도로에 의한 녹지축 단절 방지 - 대중교통 시스템 계획 - 보차 분리계획 - 주차공간 확보 방안 마련
	녹지	<ul style="list-style-type: none"> - 공원유형별 적정면적 및 유치계획 수립 - 완충녹지 및 차폐녹지 설치 - 오픈스페이스 체계 확보, 녹도 조성 - 오염유발물질 흡수를 위한 녹지네트워크 계획
	경관	<ul style="list-style-type: none"> - 경관보전 및 관리계획 - 경관형성 및 경관축 설정
	에너지	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지 병용 확대 - 에너지 효율 제고를 위한 토지이용 및 배치계획
	폐기물	<ul style="list-style-type: none"> - 현장 폐기물 발생 저감 계획 - 독성 물질 처리계획
생태환경	자연생태계	<ul style="list-style-type: none"> - 생태자연도 상위등급의 보전 - 중요 동식물종 및 집단 서식처 보호 - 바이오툼 조성계획
	수생태계	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 수체계 보전과 수공간 조성 - 저류지 확보

(그림 5-4) 부문별 주요 계획 항목 및 계획 요소

3) 부문별 계획요소의 재조정

앞서 전문가 설문조사를 통해 도출된 주요 계획요소들 중에는 개발계획 이후에 산업단지를 운영 및 관리하는 시점에서 고려해야 할 계획 요소들이 일부 포함되어 있기도 하고 중복된 내용들도 있어 일부 계획요소를 재조정하여 최종적으로 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획요소들을 아래와 같이 설정하였다. 이를 통해 최종적으로 3개 부문, 8개 항목, 19개 계획요소를 선정하였다.

구분	계획항목	계획 요소
자연환경	지형 및 토양	<ul style="list-style-type: none"> - 지형과 경사를 고려한 단지배치계획 - 투수성 포장면의 확대
	수환경	<ul style="list-style-type: none"> - 점, 비점 오염원 저감 대책 수립
생활환경	토지이용계획	<ul style="list-style-type: none"> - 공해 유발업종의 분리배치 및 적정이격 계획 - 에너지 절약형 토지이용계획 수립 - 바람길 계획 - 수순환망 계획
	교통계획	<ul style="list-style-type: none"> - 도로변 소음저감 - 대중교통 시스템 계획 - 보차 분리계획 - 주차공간 확보 방안 마련
	녹지	<ul style="list-style-type: none"> - 공원녹지 확충 및 접근성 향상 도모 - 완충녹지 및 차폐녹지 설치 - 녹지의 연속성 확보
	경관	<ul style="list-style-type: none"> - 경관보전 및 관리계획 - 경관형성 및 경관축 설정
	에너지	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지원 병용 확대
생태환경	생태환경 향상	<ul style="list-style-type: none"> - 생태자연도 상위등급의 보전 - 중요 서식처 보전 및 비오톱 조성 계획

(그림 5-5) 부문별 주요 계획 요소 재조정

5.3 친환경 산업단지 조성을 위한 입지선정 및 지구계 설정 기법

5.3.1 고려사항

과거 산업단지 개발은 주변여건이나 특성을 충분히 고려하지 않고 대부분 대규모 용지개발을 중심으로 이루어져왔다. 또한 사업진행의 편이를 위해 주로 기존 산림이나 농경지 또는 그린벨트 지역을 대상으로 이루어졌다. 이는 주변지역이나 자연과의 공생, 쾌적한 공간의 창출과는 거리가 있게 된다. 이러한 문제점을 보완하고 환경 친화적 산업단지를 개발하기 위해서는 주변지역의 자연 여건과 특성을 고려한 입지선정 방식이 요구된다.

특히, “산업단지 인허가 절차 간소화 특례법”에 따라 산업단지 조성 절차가 보다 간소화되어져 무분별하게 산업단지를 조성하는 사례들이 증가하고 있는 것으로 나타나고 있다. 입지선정 및 지구계 설정시 환경적으로 고려해야 할 사항들을 사전에 검토하여 입지 및 지구계 설정의 적정성을 확인해 볼 필요가 있다.

환경성 검토단계에서 입지유형(평지형, 산자구릉지형 등)에 따라 자연지형의 보전 비율, 그린네트워크 및 블루네트워크의 형성, 경관 및 수변경관 보존률 등이 중요하게 작용하므로 이 부분에 대한 검토가 중요하다고 볼 수 있다.

물리적 환경부문에서의 친환경적 개발을 유도하기 위해서는 지구계 설정단계에서 중요한 자연환경자원을 적절하게 보전하기 위한 계획수립이 선행될 필요가 있으며 단지내 주요한 수자원 및 녹지자원들이 네트워크를 형성하여 단지내 물리적 환경 및 생활환경을 개선할 수 있도록 고려해 줄 필요가 있다.

자연환경 부문의 경우는 생태자연도 1등급지역은 원형 보전 또는 사업지구에서 제외하도록 하며, 녹지자연도 7등급 이상이면서 경사도가 20도 이상인 지역이 차지하는 비율이 전체 사업면적의 50% 이상을 차지할 경우에도 사업시행에 따른 환경훼손 우려가 높아 부적절한 입지조건을 지니게 되므로 지구계에서 제척하는 것이 필요하다. 아울러 대규모 절성토 등으로 경관영향이 클 것으로 예상되는 지역 또한 사업지구에서 제외하는 것을 고려할 필요가 있으며, 주요 정맥 인접지역의 경우는 일정 거리를 이격시켜 지구계 및 입지를 선정해 줄 필요가 있다.

생활환경 측면에서 살펴 보면 대기질, 악취, 건강 영향에 부정적 요소로 작용될 지역, 상수원 보호구역 등 수질보전이 필요한 지역의 상류 및 저수지 상류 등이 포함된 경우에도 가급적 부적절한 입지조건을 지녔다고 볼 수 있으므로 사업지구에서 제외토록 하는 것이 요구된다. 사업지구 경계부에 주거 지역, 학교 등이 다수 위치하고 있을 경우에는 이들 시설로부터 이격시켜 지구계를 설정하고 하천 등 수변지역으로부터도 적정 이격시켜 지구계를 설정 하는 것이 필요하다. 특히, 산업단지 개발과정에 있어 문제점의 하나가 높은 분양가에 따른 수급 불균형 문제인데, 단지 지정 후 토지매수까지의 계획 및 인허가 단계의 장기화에 따른 추가적 지가상승 문제가 작용한다. 이러한 점에서 인허가 절차의 신속한 진행은 분양가를 낮추는 방안의 하나이고 이를 위해서는 적절한 입지선정과 환경 친화적 산업단지 조성이 인허가 절차를 줄이 는데 어느 정도 도움이 될 수 있을 것으로 보여진다.

5.3.2 지구계 설정 방향

1) 기본방향

과거에는 산업단지가 주거지역 등과 이격 되어 입지함으로써 공장에서 배출되는 오염물질이 주변지역에 미치는 영향을 고려하는 것이 상대적으로 미흡했다고 할 수 있다. 그러나 최근 들어 산업단지가 복합형으로 개발되는 사례가 증가함에 따라 산업단지와 주거지역이 동일 공간에 인접하여 배치되는 공간구조 형태가 증가하고 있고, 산업단지가 도시와 인접하여 배치되거나 산업단지가 들어서고 난 이후에 주변지역에 택지개발 사업 등의 시행으로 주거 지역이 입지하여 산업단지가 주변에 미칠 환경적 영향에 대한 고려가 중요하게 부각되고 있다.

이로 인해 산업단지에 대한 입지를 선정하는 과정에서 주변지역에 주거지역이 있는지를 검토 할 필요가 있으며, 주거지역이 인접되어 있는 경우에는 적정 이격 거리를 검토하여 입지와 배치를 선정할 필요가 있다. 적정한 이격 거리를 고려함에 따라 산업단지의 입지 선정단계에서 산업단지가 지형적으로 차폐가 될 수 있는지를 검토할 필요가 있다. 산업단지 조성 예정지와 인접하여 공동주택 등이 입지해 있는 경우 배출원(공장 연돌 등)의 높이와 수용점

(공동주택 등)의 높이가 유사할 경우 환경오염이 미치는 영향 정도가 높을 수 있어 공동주택의 평균높이 등을 파악하는 것이 필요할 것이다. 특히 지형에 대한 고려가 미흡한 상태로 개발계획을 수립하는 경우 환경성 검토 단계에서 보완을 요청받는 경우가 많으므로 지구계를 재설정하고 토지이용계획을 변경하는 사례로 확대될 수 있다. 사전에 적정입지를 선정하는 것은 환경에 대한 고려뿐만 아니라 사업지연, 사업성 악화 등을 미연에 방지하기 위한 차원에서도 중요한 검토사항이라 할 수 있다. 친환경 산업단지 조성을 위해서는 적정 입지 선정이 중요하며 산업단지를 개발하게 될 경우에는 개발계획 수립 이전에 적정 입지 선정이 진행될 필요가 있다.

이러한 점에서 친환경 산업단지의 조성을 위해 사전에 고려해야 할 중요 사항들은 다음과 같이 설정할 수 있다(아래의 표 5-15참조).

(표 5-15) 친환경적 산업단지 입지 선정을 위한 체크리스트

계획상의 핵심 이슈	고려사항
자연친화형 입지선정	- 자연친화형 산업단지의 특성을 고려한 입지 설정
자연지형 훼손 최소화	- 입지선정시 부지정지 등으로 자연지형의 훼손이 대량 발생할 우려가 있는 지역은 배제토록 함
생태 민감지역 제외	- 중요 생물종 및 생물서식처 등이 입지해 있는 지역은 배제 - 양호한 수림지 등 자연자원은 적극 보존(생태자연도 고려) - 수계 및 경지정리된 양호한 농지 편입 최소화
재난 및 재해 위험지역 제외	- 당해 지역이 소방방재청이 지정한 홍수 위험구역에 해당되는지 확인(홍수지도 등)하여 위험지역은 배제토록 함
주거지역과 적정 이격	- 주변지역에 주거단지가 입지해 있는 경우는 적정하게 이격될 수 있도록 입지 선정

2) 입지 선정시 제척의 절대 기준

친환경 산업단지를 조성하기 위해서는 대상지의 여건상 입지 선정 단계에서 산업단지의 입지를 배제시키는 것이 요구되는 절대적 제척기준이 있다. 환경기준과 제도 기준으로 구분하여 살펴볼 수 있다. 먼저 환경기준상 절대적으로 입지를 배제시킬 조건으로는 녹지자연도 8등급, 생태자연도 1등급 지역, 경사도 25%이상, 영급 3등급(21년)이상을 들 수 있다. 제도적 측면에서 입지를 배제시켜야 할 대상지는 각종 법제도에 의해 환경규제를 받고 있는 지

역들로 국립공원, 도시자연공원, 생태경관보전지역, 상수원 보호구역, 수변구역, 자연환경보전지역, 문화재 보호구역 등이 해당된다.

[표 5-16] 입지선정 배제의 절대적 기준

구분	항목	기준	비고
환경기준	녹지자연도	녹지자연도 8등급 이상	
	생태자연도	1등급 지역	
	경사도	경사도 25% 이상	경사도 25% 이상은 개발 시 과다법면 발생 등 우려, 환경보전을 요하는 지역
	임상도	영급 3등급(21년 이상)	
	경사면	- 15m이상 과다 경사면 발생지 제외 - 산지 표고의 50/100이상은 과다 절개지 발생 고려 제척	
	수계	습지	내륙습지 조사결과 자료 (환경부)
제도 기준	국토계획및이용에관한법률	자연환경보전지역	
	자연공원법	국립, 도립, 군립공원 구역	
	자연환경보전법	생태경관 보전지역	
	수도법	상수원 보호구역	
	도로법	접도구역	
	농어촌정비법	저수지 상류지역의 공장설립 제한지역	
	산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률	보안림, 산림유전자원보호림,채종림, 시험림	
	산지관리법	산지전용 제한지역	
	군사기지 및 군사시설보호법	군사기지 및 군사시설보호구역	
	한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률	수변구역	
	문화재 보호법	문화재 및 문화재 보호구역	

3) 입지 선정시 제척의 상대적 기준

친환경적 산업단지 조성을 위해서 절대적으로 입지를 배제시킬 지역은 아니지만 현지여건을 고려하여 입지를 선정하는데 판단이 필요한 상대적 선정 기준이 있다. 녹지자연도 7등급 지역 중 양호 임상이 70%이상인 지역과 경

사도 15%이상인 지역 등은 친환경 산업단지 조성을 위해 가급적 입지를 배제시킬 필요가 있다.

제도적 측면에서 살펴보면 산림법에 의한 보전임지, 천연보호림, 보안림, 채종림, 시험림 등이 해당되며, 국토계획법상의 보전녹지 등도 가급적 친환경적 산업단지 조성을 위해서 입지를 배제시킬 필요가 있다.

[표 5-17] 입지선정 배제의 상대적 기준

구분	항목	기준	비고
환경기준	녹지자연도	녹지자연도 7등급	7등급 지역중 양호임상이 70% 이상인 경우 환경보전 요구
	경사도	경사도 15% 이상	경사도 15% 이상의 경우 개발 제약
	임상도	영급 등급(21년 이상)	
제도 기준	산림법	보전임지(공익임지, 생산임지), 준보전임지중 임업생산용지	준보전임지중 산업임지는 임업이외 다목적 이용을 위하여 개발허용
		천연보호림, 보안림, 채종림, 시험림, 보존국유림, 임업진흥촉진지역	산림생태계 및 임업의 지속성을 위하여 보전을 요하는 산림
	국토계획및이용에 관한법률	자연녹지	생산녹지, 보전녹지와 환경기능상 연계
	국토계획및 이용에 관한법률	생산녹지지역, 보전녹지지역	

4) 지구계 설정 기준

지구경계 설정을 위해서는 크게 자연 환경적 요인, 인문 사회적 요인, 도시 계획적 요인별로 검토해 볼 필요가 있다. 자연환경적 요인과 관련해서는 양호한 수림지 등 자연자원을 적극 보호하고 수계 및 경지 정리된 양호한 농지 등의 편입을 가급적 최소화 시키는 구역으로 경계를 설정하고 고지대 및 급경사지역으로 절개지가 다수 발생할 우려가 있는 지역은 가급적 지구경계에서 배제시킬 필요가 있다. 또한 최근 들어 기후변화에 의한 재해, 재난 등의 피해사례가 증가하고 있으므로 지구계 설정시 침수 및 붕괴위험이 발생할 우려가 있는 지형지질은 가급적 피하여 경계를 설정하도록 한다.

[표 5-18] 지역경계 설정시 자연환경적 요인 고려 요소

구 분	고려 요소
자연환경적 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 양호한 수림지 등 자연자원 적극보호 (녹지자연도 8등급, 생태자연도 1등급지를 고려한 환경적 측면 검토) - 고지대 및 급경사지 등으로 많은 절개지가 발생하게 되는 경우에는 자연경관 훼손, 과도한 토랑발생이 예상되는 지역은 배제토록 함 - 15m이상 과다 경사면 발생지 제외 - 지구계 부근 경사도 25°이상은 경사면 검토를 통해 가급적 제척 - 구역 경계부의 산지 표고의 50/1000이상은 과다 절개지 발생 고려 제척 - 침수 및 붕괴위험이 내재되어 있는 지역은 가급적 제외토록 함 - 바람길, 물길 도입이 가능하도록 지구경계 설정 - 수계 및 경지 정리된 양호한 농지 편입 최소화 - 사업부지내 저수지 등 수자원이 입지해 있는 경우는 단지내 친수공간으로 개발하기 위하여 지구내 포함 - 저수지는 제내지 측 안 턱 하단 부분 경계 설정 - 하천정비기본계획 제방선 기준 설정 - 상류 10km이내 20m의 하천변 녹지보전



인문 사회적 측면에서는 문화재로 지정되어 있거나 가치가 높은 지역, 각종 법률에 의해 환경규제 지역으로 지정된 지역 또는 인근 지역 등은 가급적 배제시킬 필요가 있다.

(표 5-19) 지역경계 설정시 인문사회적 요인 고려 요소

구 분	고려 요소
인문사회적 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 문화재로 지정되어 있거나 문화재 지표조사 결과 문화재로 보존가치가 높은 지역은 제외함 - 기타 관련 법률상 개발규제 지역으로 지정된 지구, 구역 등을 제외하여 지구계를 설정함 (표 5-16참조) - 특수시설, 공장, 밀집취락, 양호한 건축물 등의 경우 상위계획과의 정합성, 정비계획 수립여부, 주변 환경 영향 등을 고려 결정 - 산재되어 있는 주택 등 건축물은 포함하여 개발 - 지구 외곽에 밀집된 주거, 업무, 상업용 건물은 제외 - 철탑, 노거수 등이 경계부에 입지할 경우 제척 - 실거래가, 인근 사업지구 보상가 등 종합검토 및 기개발지 제척 - 도시 발전축 및 향후 토지활용 가치가 높을 것으로 예상되는 지역은 포함하여 적정 활용성 검토 - 진입도로 확보 및 지원 가능성을 고려해 경계설정 - 주변 지역 연결을 위한 도로개설이 필요한 경우 포함 여부 검토 - 불필요한 교통 발생 유발 지역은 경계 제외 고려 - 주변 공해 유발 위험시설이 입지해 있는 경우 영향권 분석을 통해 경계 결정 - 단지 인근 기존 공공시설 활용 효과 고려 경계 고려



도시계획적 측면에서는 경사도를 고려한 지구계 설정으로 토지이용의 효율성을 높이도록 하고 용도지역 및 개발여건이 양호 지역을 고려하여 경계선을 설정하도록 한다. 또한 도시기본계획 등 상위계획과의 정합성을 고려하여 지구 경계를 설정하고 도시계획시설(도로)에 의한 경계를 설정한다. 주변지역 난개발 방지와 환경위해 발생에 따른 민원문제를 사전에 방지하기 위해 취락지구 등을 배제시켜 경계를 설정할 필요가 있다. 아울러 경지가 잘 정리된 농업진흥지역 등도 가급적 제외시켜 지구경계를 설정하도록 고려한다.

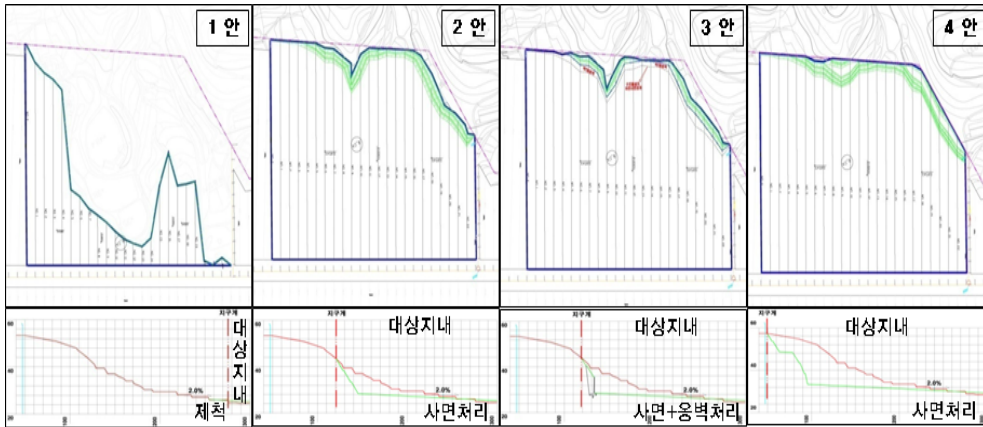
(표 5-20) 지역경계 설정시 도시계획적 요인 고려 요소

구 분	고려 요소
도시계획적 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 정형화 및 경사도를 고려한 지구계 조정으로 지구 내외의 토지이용 효율 제고 - 용도지역(계획관리지역) 및 개발여건 양호지역을 고려한 경계 설정 - 도시기본계획 등 상위계획과의 정합성 유지 - 도시계획시설(도로)에 의한 경계 설정 - 주변지역 난개발 방지를 위한 취락지구 경계 등 - 경지 정리된 농업진흥지역은 친환경적 개발 유도
지구계 설정 예시 도면	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. 녹지권 개발경계 2. 자동차 주정차시설 및 도로시설 경계 3. 도로시설 경계 4. 근린공원과 지형물 고려한 지구계 정형화 5. 취락지구 아래 및 지형고려 6. 연황도로 및 지형고려 7. 달성2차 일반산업단지 및 도로시설 경계 8. 도로시설 경계 9. 연황도로 및 주거지역 경계 10. 공원경계 및 지구계 정형화 11. 도로시설 및 취락지구 경계 12. 양호한 산지보호 및 지형고려 13. 구지현 주거지역 경계 14. 달성2차 일반산업단지 배후주거단지 경계 </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">대구 사이언스파크의 지구계 설정</p>

지구경계를 설정하는데 있어 환경성과 더불어 중요하게 고려해야 할 요소로는 사업성이 있다. 사업성 검토를 위한 시뮬레이션 적용으로 지구계를 설정하는 검토 자료로 활용할 수 있을 것이다. 예를 들어 구역 경계부의 절성토 구간에 대한 편입정도에 따라 보상비 및 공사비 검토를 위한 시뮬레이션을 통해서 사업 효율성을 판단하여 지구경계 설정시 활용해 볼 수 있을 것이다.

또한 연약지반에 산업단지를 조성하게 될 경우 연약지반 처리비용과 제척시의 사업성을 검토하기 위한 시뮬레이션도 시도해 볼 수 있다. 토지이용 구상(산업, 주거, 상업 등)의 활용성을 검토하거나 토지이용 활용가치 등 토지이용계획에 따른 절성토 지역 편입여부 등을 판단하기 위한 시뮬레이션 등을 통해 지구경계를 설정하기 위한 판단자료로 활용해 볼 수 있다.

□ 절토부(단면 A-A')



구 분	1 안	2 안	3 안	4 안
지구계 검토(안)	절토 대상지 제척	자연사면 처리가 가능한 부분까지 포함	옹벽설치 및 사면처리	소단을 설치한 대절토 사면 처리
구역면적(㎡)	60,273	155,169	154,978	159,302
분양면적(㎡)	60,273	145,170	149,534	150,445
공사비(백만원)	1,509 (토공:1,509, 구조물:0)	4,050 (토공:4,050, 구조물:0)	5,920 (토공:4,303, 구조물:1,617)	4,346 (토공:4,346, 구조물:0)
토지보상비(백만원)	3,375	8,689	8,678	8,921
조성원가(원/㎡)	81,031	87,752	97,623	88,185

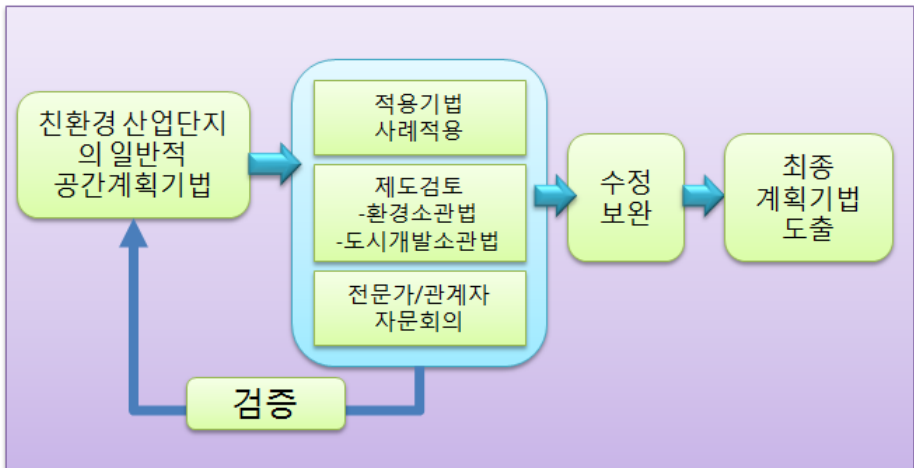
※ 보상비 56,000원/㎡, 공사비 5,440원/㎡

(그림 5-6) 비탈면 처리 방식에 따른 사업성 시뮬레이션 예시

5.4 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획기법

5.4.1 분석절차 및 방법

전문가 설문을 통해 도출된 계획요소들을 토대로 하여 친환경 산업단지 조성을 위한 일반적 계획기법들을 도출하고 자문회의, 연구진 회의 및 환경성 평가 내용에 대한 검토 과정을 통해 계획기법을 검증 하고 수정보완하는 과정을 거쳐 최종적으로 친환경 계획기법을 도출하였다.



(그림 5-7) 친환경 산업단지 계획기법의 도출과정

5.4.2 개발유형별 주요 계획기법 적용 검토

친환경 산업단지 조성을 위해 적용이 필요한 핵심적 계획요소들은 산업단지의 입지유형에 따라서 우선적으로 검토가 되어야 할 내용들이 있는가 하면, 공통적으로 산업단지의 친환경적 개발을 위해 적용이 요구되는 계획요소들로 구분해 볼 수 있다. 산지구릉지의 경우는 평지형에 비해 우선해서 고려해야 할 적용 대상들이 많게 되므로 친환경 산업단지 조성을 위해서 이들 요소들을 우선적으로 적용시킬 필요가 있을 것이다.

(표 5-21) 산업단지 개발유형별 적용 계획기법 체크리스트

계획항목	계획 요소	개발 유형	
		산지 구릉지	평지형
지형 및 토양	- 지형과 경사를 고려한 단지배치계획	◎	○
	- 투수성 포장면의 확대	○	○
수질	- 점, 비점오염원 저감대책 수립	○	○
토지 이용 계획	- 공해 유발업종의 분리배치 및 적정이격 계획	◎	◎
	- 에너지 절약형 토지이용계획 수립	○	○
	- 비람길 계획	◎	○
	- 수순환망 계획	◎	○
교통계획	- 도로변 소음저감	○	○
	- 대중교통 시스템 계획	○	○
	- 보차 분리계획	○	○
	- 주차공간 확보 방안 마련	○	○
녹지	- 공원녹지 확충 및 접근성 향상 도모	○	○
	- 완충녹지 및 차폐녹지 설치	○	○
	- 녹지의 연속성 확보	○	○
경관	- 경관보전 및 관리계획	◎	○
	- 경관형성 및 경관축 설정	○	○
에너지	- 에너지원 병용 확대	○	○
생태환경 향상	- 생태자연도 상위등급의 보전	◎	◎
	- 중요 서식처 보전 및 비오톱 조성 계획	◎	◎

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

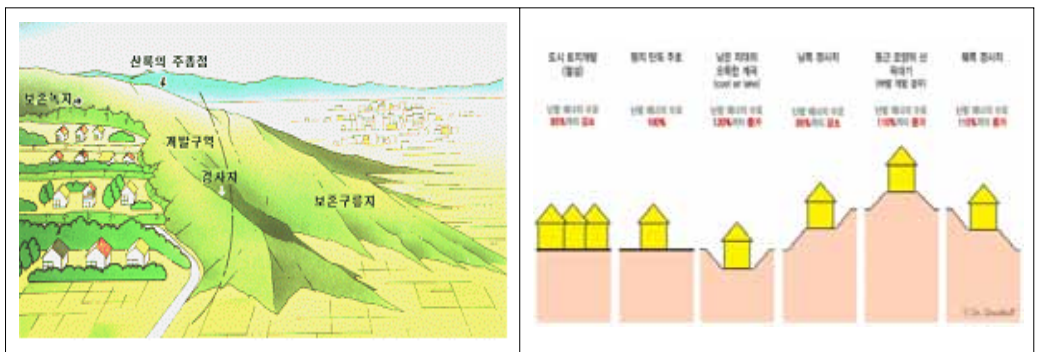
5.4.3 자연환경 부문의 계획기법

1) 지형 및 토양

가. 지형과 경사를 고려한 단지 배치 계획

□ 개요

기존지형의 다양성을 최대한 보전하고 활용할 수 있도록 고려하며, 지형변화를 낮추고 단위 면적당 토공량 절성토비를 줄여 자연지형의 보전과 경제성을 확보하도록 계획한다. 쉼기형 녹지축을 고려하도록 하며, 과도한 토량발생에 따른 사업비 증가를 사전에 검토하도록 한다.



[그림 5-8] 경사지의 예시(좌)와 경사지에 따른 배치계획 예시(우)

□ 고려사항

자연 경사지역의 개발을 억제하고 지형 및 경사에 순응하는 단지개발을 유도한다. 그리고 경사지 개발시 계단식 절토 보다는 계단식 개발의 중간 경사지는 자연경사를 적절히 활용하는 단지 배치 계획을 수립한다.



[그림 5-9] 경사지의 절토방안 예시(좌)와 계곡부의 개발 예시(우)

(출처 : <http://www.darchi.co.kr>)

□ 적용기법

평지와 경사지 경계부는 자연 상태로 보존하는 등 지형변화 최소화를 도모하며 가급적 옹벽발생을 줄이고 구릉지를 활용한 부지는 저층형 시설로 개발한다. 구릉지역을 살린 단지 배치시 고도조정에 대한 구체적인 방안을 마련토록 하며, 일정한 상대적 고도 이상의 지역은(절대 60%, 상대 50%) 개발을 제한하도록 한다. 그리고 입체적 토지이용을 도모하여 지형변형과 토공량 발생을 억제하며 절성토량의 균형을 고려하여 지형 변경 계획 및 설계를 진행한다. 또한 대상지의 지반고를 높여야 할 경우 수체계 등을 고려하며, 부지정지시 발생하는 양호한 표토는 임시 가적 후에 공원 및 녹지 조성시 활용하도록 한다. 절성토에 따라 발생한 비탈 경사면은 자연표토 복원공법 등을 적용하여 복원 처리하도록 한다.

산지표고의 50/100이상 지역을 대상으로 시설물을 설치하도록 하며, 15m 이상의 장대 법면 발생지역은 시설물 설치를 배제토록 한다. 경사도 25° 이상 지역은 시설물 설치를 제한하도록 하며, 단지내 주요 도입시설들은 5-15° 이내의 경사지역에 배치하도록 계획한다. 15° 이상 25°이내는 가급적 녹지로 조성하거나 구조적으로 안전성에 대한 위험이 적은 시설물을 배치한다.



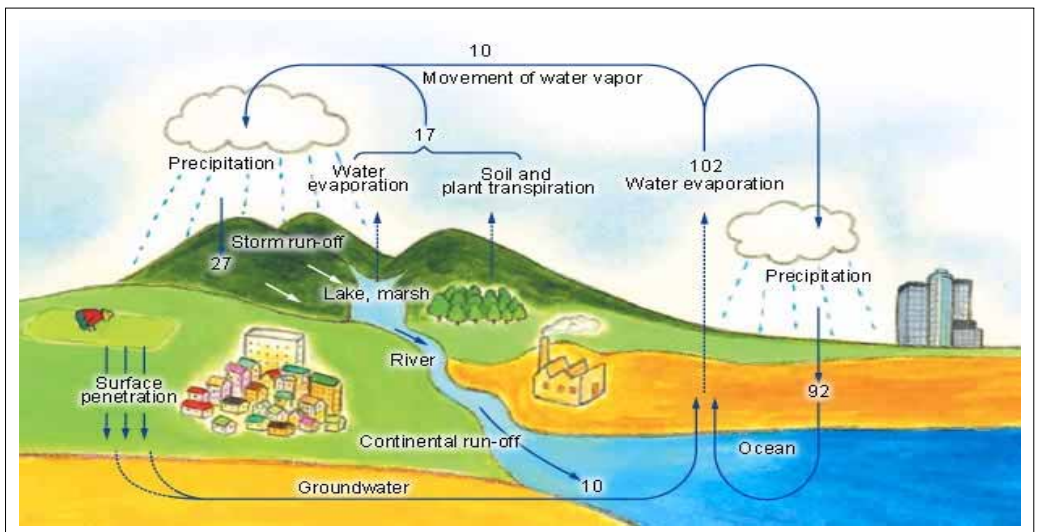
(그림 5-10) 경사지 개발 사례 예시

(출처 : <http://www.sdn.co.kr>)

나. 투수성 포장면의 확대

□ 개요

단지 내 생태면적을 제고를 통해 산업단지의 생태환경을 개선하도록 한다. 생태면적을 증가를 통해 건전한 물 순환 체계를 회복함으로써 자연의 물 순환 기능 유지와 개선을 유도한다.



(그림 5-11) 강우의 순환체계

(출처 : http://www.omsolar.net/en/system_z/index.html)

□ 고려사항

녹지 및 투수성 포장 조성을 통해 생태지반을 증진하도록 하며 주차공간과 보행자 및 자전거 도로와 같이 불가피하게 포장이 요구되는 공간은 투수성 포장을 도입하여 우수침투를 도모하도록 한다. 그러므로 생태면적률의 적정 확보를 통해 토양기능과 미기후 조절 및 대기질 개선, 물순환 기능과 동식물서식처로서의 기능 등을 향상시키도록 고려할 필요가 있다.



[그림 5-12] 투수성 자연지반 조성의 예 (좌: 자연 유수 수로, 우: 투수성 주차장)

□ 적용기법

산업단지 대상지 내 도로는 투수성 포장을 기본으로 하여 우수침투를 도모하도록 하며 자연지반을 높여 투수율을 높이도록 계획한다. 보행자도로, 자전거도로 그리고 광장 및 주차장 등은 투수성 포장공법을 적용하여 우수 침투율을 극대화 시켜 물 순환을 높이도록 한다.

생태면적률을 확보하기 위해 잔디 블럭을 이용한 주차장 포장을 확대하도록 한다. 또한 하중에 대한 부담이 적은 공간들을 대상으로 투수성 블록포장, 마사토 포장 등 다양한 투수성의 포장재를 적용한다. 투수성 포장재료가 막힘에 의해 기능저하가 발생하지 않도록 적합한 재료 선정과 적절한 관리 대책을 마련하도록 한다.

공원녹지를 포함해서 물의 자연순환이 가능한 자연지반녹지율[(자연지반 녹지면적/대지면적)×100]을 적정 수준으로 확보하도록 계획하며, 생태지반 지표[$\Sigma(\text{공간유형별면적} \times \text{가중치}) / \text{전체면적}$]가 일정수준(60%) 이상이 되도록 고려할 필요가 있다. 보도와 광장 그리고 주차장 등은 교통하중을 크게 고려하지 않는 곳에서는 투수성 포장을 50%(30% 의무사항)이상 권장하도록 한다.



(그림 5-13) 도로 및 주차장 주변 침투형 유수녹지 예시

(출처 : <http://lacreekfreak.wordpress.com/category/what/water-supply>)

(표 5-22) 인공지반 및 자연지반의 녹화

구 분	사 례	내 용
전면투수포장		포장방식 중 우수가 지하로 쉽게 유입되어 수자원 보호에 유효하다.
틈새투수포장		전면 투수포장에 비해 자원적 효과는 떨어지나, 경관 구성상 매우 유리하다.

2) 수질

가. 점, 비점오염원 저감대책

□ 개요

산업단지에서 발생할 수 있는 수질오염은 점오염원과 비점오염원으로 구분하여 발생원을 분류해 볼 수 있으며, 오염된 수질은 특성상 회복이 어렵고 또한 수질을 개선하기 위해서는 막대한 예산과 시간 및 노력 등이 필요하므로

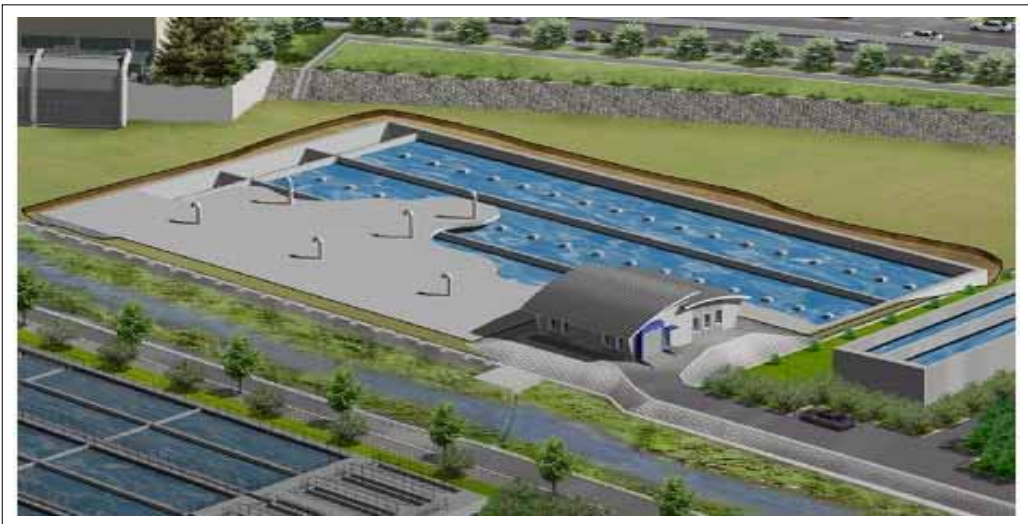
산업단지 조성단계에서 이를 고려하여 개발계획에 점, 비점오염원을 저감할 수 있는 저감기법을 수립하여 반영하도록 한다.

□ 고려사항

오염원별 오폐수 처리계획은 공장에서 발생하는 폐수를 처리하는 방법과 강우시 표면유출을 통해 이동하는 오염물질을 처리하는 방식을 고려해 볼 수 있다. 공장에서 발생하는 오폐수의 경우는 처리시설에 의한 직접적 저감이 가능하므로 강우시 도로 등을 따라 유입되는 비점 오염원 등의 처리가 중요하게 고려될 필요가 있다. 단지내 저류지 및 연못, 하천 조성지로 각종 유해물질들이 직접적으로 유입되지 않도록 적정 처리시설 및 대책 마련이 요구된다.

□ 적용 기법

점오염원은 오폐수처리장을 통해 정화하는 방법으로 완충저류시설을 설치하여 단지 내의 우수관로 전부를 유입시켜 처리할 수 있도록 하여 단지내 또는 인근 하천으로 직접 유입되는 것을 방지함으로써 수계의 수질오염을 방지할 수 있도록 한다. 특히 하천 유역에 새로 조성되는 산업단지에 대해서는 완충저류시설을 설치하도록 하고, 기존의 산업단지에 대해서는 부지의 여건, 오염사고의 발생 가능성 등을 고려하여 수질환경 개선을 목적으로 설치하도록 한다.



[그림 5-14] 완충저류시설의 예시

(출처 : <http://www.konetic.or.kr>)

비점오염원 저감을 위한 가장 이상적인 방법은 발생원의 오염을 저감시키는 방법이며, 도로 청소 실시, 투수성 포장을 실시해 우수의 지하침투를 증가시키고 동시에 비점오염원의 유출을 저감시키도록 한다. 단지내에서 발생하는 비점오염원은 아래의 표와 같이 오염원의 오염정도와 처리수준을 적절히 고려하여 적합한 저감시설을 도입해 주되, 가급적이면 자연형으로 조성해 준다.

(표 5-23) 비점오염원 저감대책

구 분		내 용
자연형	저류시설	강우유출수를 저류하여 침전 등에 의해 비점오염물질을 저감하는 시설(저류조, 연못 등)
	인공습지	침전여과흡착미생물 분해, 식생 식물에 의한 정화 등 자연상태의 습지가 보유하고 있는 정화능력을 인위적으로 향상시켜 비점오염물질을 저감하는 시설
	침투시설	강우유출수를 지하로 침투시켜 토양의 여과흡착 작용에 따라 비점오염물질을 저감하는 시설(유공(有孔) 포장, 침투조, 침투도랑 등)
	식생형시설	토양의 여과흡착 및 식물의 흡착(吸着)작용으로 비점오염물질을 저감함과 동시에 동·식물 서식공간을 제공하면서 녹지경관으로 기능하는 시설(식생수로, 식생여과대 등)
장치형	여과형 시설	강우유출수를 집수조 등에서 차집한 후 모래, 토양 등의 여과재(濾過材)를 통해 여과하여 비점오염물질을 저감하는 시설
	외류형 시설	중양화전로의 움직임으로 와류가 형성되어 기름그리스 등 부유성(浮游性) 물질은 상부로 부상시키고, 협집물은 하부로 침전분리시켜 비점오염물질을 저감하는 시설
	스크린형 시설	망의 여과분리 작용으로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설로서 비점오염물질을 저감하는 시설
기타형	응집침전 처리형 시설	응집제(凝集劑)를 사용하여 비점오염물질을 응집한 후, 침강시설에서 고형물질을 침전분리시키는 방법으로 부유물질을 제거하는 시설



[우수 웅덩이]

[습지 및 수생비오통]

[투수 포장된 보행로]

5.4.4 생활환경 부문의 계획기법

1) 토지이용계획

가. 공해 유발 업종의 분리 배치 및 적정이격 계획

□ 개요

최근 들어 공장과 주거지역이 혼합하여 배치되는 복합형 산업단지 유형 개발이 증가하고 있고 기존 산업단지 주변에 주거지역이 입지하거나 주거지역과 면해 산업단지를 조성하는 사례가 증가하고 있어 환경민원 문제가 지속적으로 제기되고 있다. 공해시설로부터 회피시키고 쾌적한 주거환경을 제공하기 위해서는 주거지역과 오염 배출 업종들을 적정 간격으로 이격시킬 필요가 있다.

악취를 다량으로 배출시킬 가능성이 있는 업종, 폐수처리 시설, 난분해성 물질 관련 업종, 특정 대기 및 수질 오염 물질 배출 예상 업종 등은 주거지역 등 생활 관련 시설들과 분리 배치시키도록 하고 적절한 거리를 두고 떨어뜨려 배치시킨다. 이를 통해 각종 오염에 의한 단지내 환경질 저해와 환경민원 발생을 저감시킬 필요가 있다.

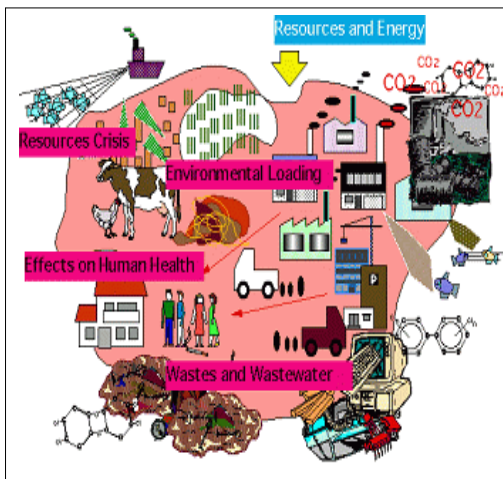


(그림 5-15) 대기오염물질 배출원 및 순환

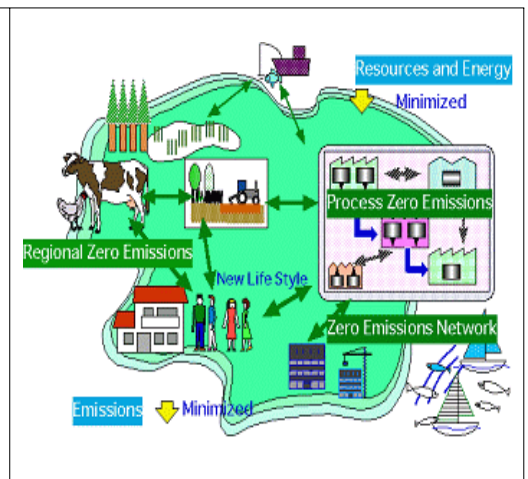
(출처 : <http://blog.daum.net/fresh-air/575>)

□ 고려사항

산업단지 내에서도 특히 공해 유발 정도가 높은 시설들은(도금, 염색, 화학, 피혁 관련 업종) 개발계획 수립시 가급적 일정한 지역에 집합시켜 배치시킴으로써 효율적인 오염저감 대책과 운영관리 방안을 마련할 필요가 있다. 또한 공해유발 업종들이 집중적으로 배치된 지역과 인근 지역들은 적절한 완충지대 및 공해 저감 시설들을 설치하여 공해 유발에 따른 환경피해 등을 저감시킬 필요가 있다.



(그림 5-16) 현재의 산업시스템



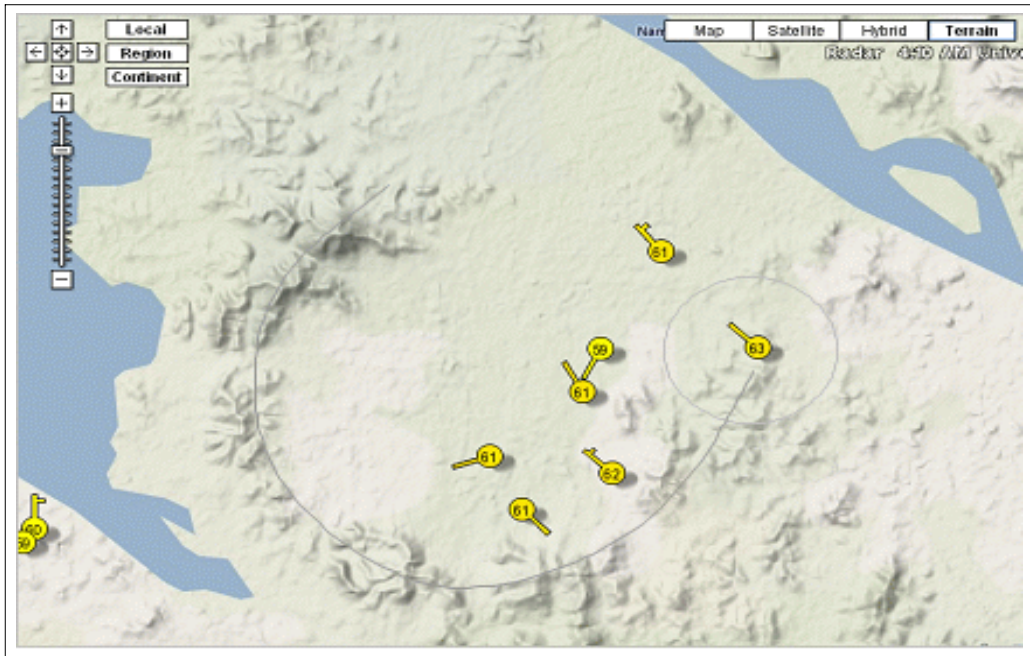
(그림 5-17) 무배출 지향 지속가능 사회시스템

□ 적용기법

복합 산업단지 내에는 공해 유발 정도가 높은 업종인 도금, 염색, 화학, 피혁 관련 업종들의 입지를 배제시킬 필요가 있다. 특히, 산업단지의 환경오염 방지를 위해서는 건설폐기물, 감염성 폐기물, 생활폐기물, 분뇨처리업, 축산 폐기물 등의 입주를 제한시킬 필요가 있다. 또한 인근에 주거지역 등이 입지한 경우에도 이들 업종들의 인접 배치를 가급적 제한할 필요가 있다.

부득이하게 일부 업종이 입지하게 될 경우에는 이들 시설들을 집합 배치시키고 생활공간과 적정하게 이격시켜 오염원들을 효율적으로 통합관리하고 처리하도록 한다. 또한 주변 시설에 대한 환경 영향을 줄일 수 있도록 차폐 또는 완충시설을 설치하여 환경피해를 저감하도록 계획한다.

산업단지 내 악취 및 대기오염 유발 가능 시설의 유형에 따라 대기오염 확산모델이 다르게 나타나므로 환경영향 범위를 고려하여 토지이용계획을 수립하도록 한다.



(그림 5-18) 사업지구에 영향을 미치는 지형과 실시간 풍향 정보 예시

(출처 : 이상문, 2009)

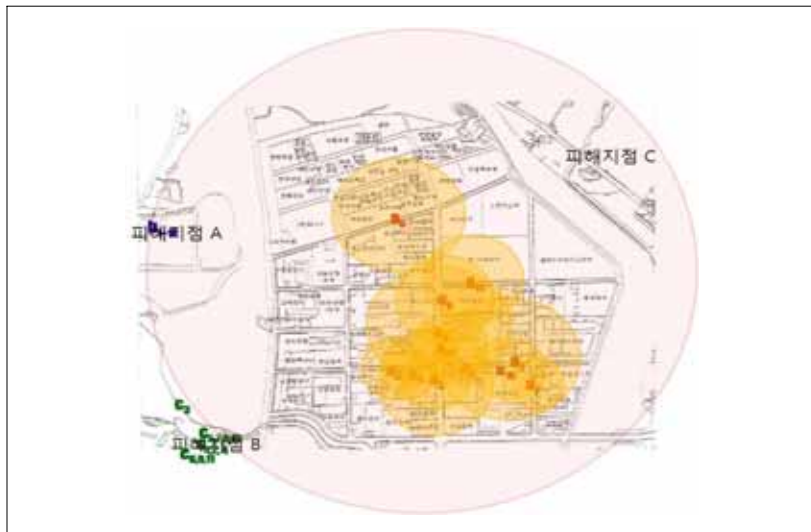
일반적으로 지표면에 면한 악취발생원(하수처리장, 슬러지 건조시설, 야적장, 폐수처리장 등)은 악취가 지표면에 확산되면서 사방으로 이동되어 배출원에서 멀어질수록 악취세기가 비례적으로 낮아진다. 반면, 높은 굴뚝 등 악취배출원이 높은 곳에 위치할 경우에는 악취영향이 직접적 영향을 미치는 지점은 부지경계선을 넘어 먼 곳까지 도달할 수 있다는 점을 감안하여 오염원과 생활공간을 배치하는 계획을 수립한다. 국내의 경우 허용 악취세기를 공업지역은 3.0을 넘지 않도록 하고 주거지역은 2.5 정도로 규정하고 있으므로 오염배출원의 농도를 고려하여 악취발생 업종이 위치한 곳과 주거지역의 이격거리를 적정하게 고려하여 계획안을 마련하도록 한다(참고로 일본은 주거지역에서의 허용악취 세기를 2.5~3.0정도로 규정, 공업지역은 3.0~3.5사이의 세기로 규정)

[표 5-24] 악취 배출량에 따른 거리별 예상 악취 세기

악취 배출량	배출원으로부터 거리별 최대 예상 악취세기					
	100m 이내	300m 이내	1km 이내	2km 이내	3km 이내	5km 이내
$1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ 미만	3.0-2.5 (10-30배)	피해없음				
$1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7$ 미만	3.5-3.0 (30-100배)	3.0-2.5 (10-30배)	피해없음			
$1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^8$ 미만	3.5이상 (100배 이상)	3.5-3.0 (30-100배)	3.0-2.5 (10-30배)	피해 없음		
$1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^9$ 미만	3.5이상 (100배 이상)	3.5-3.0 (30-100배)	3.0-2.5 (10-30배)	피해 없음		
$1 \times 10^9 \sim 1 \times 10^{10}$ 미만	3.5이상 (100배이상)		3.5-3.0 (30-100배)	3.0-2.5 (10-30배)		피해 없음

(출처 : 울산대학교 산학협력단, 2009, 배출원별 밀집지역의 악취피해 배상액 산정연구)

대기오염 및 악취 배출 업종을 고려하여 산업단지내 공간배치계획을 수립한다. 대기오염 및 악취배출업종의 구조 집적화를 통한 종합 환경 관리운영이 용이하도록 하며, 배후주거지 및 생활시설 등과 환경적 영향을 최소화하도록 거리를 이격시켜 배치하고 동시에 주풍향을 고려하여 바람의 영향이 최소인 지구에 입지하도록 계획한다.



[그림 5-19] 악취 배출원별 악취 영향범위 예시(마천 산단 사례)
(진한색 : 악취세기 3.0-3.5, 연한색 : 악취세기 : 2.5-3.0)

대기오염 및 악취배출업종의 경우 자체 완충녹지 설치를 의무화하도록 하며, 이에 대한 다양한 인센티브를 적용하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다.

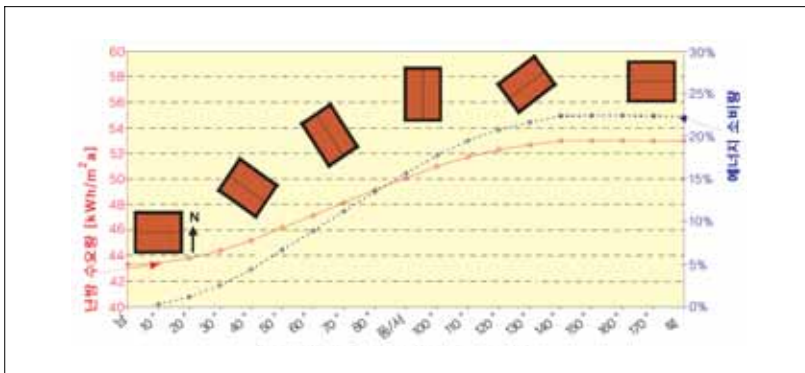
나. 에너지 절약형 토지이용계획 수립

□ 개요

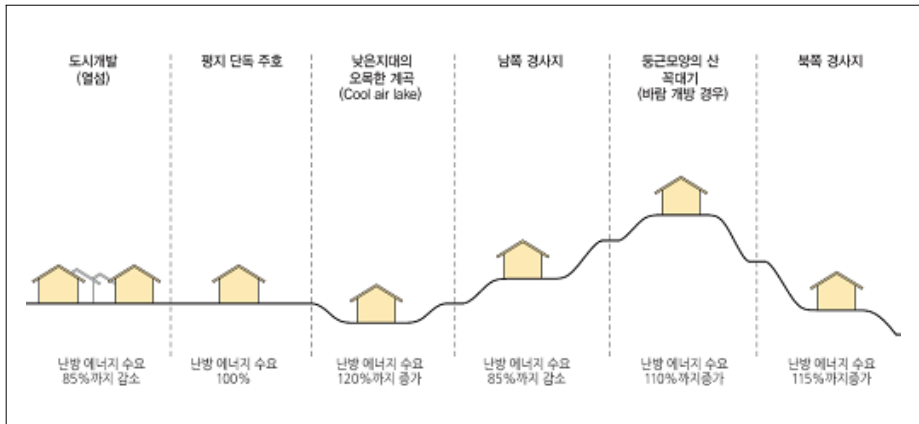
산업단지의 경우 산업생산 공정에서 많은 에너지를 필요로 하고 있어 다량의 에너지가 사용되고 있다. 환경친화적 산업단지 조성을 위해서는 에너지원의 사용량 감소를 통해 자원을 절감하고 탄소발생량도 줄이는 것이 요구된다. 에너지 절감을 위해서는 화석연료 대신에 대체에너지 등의 사용량을 높이고 재생 가능한 에너지를 지속적으로 활용하는 것이 요구되나 현 수준에서 제약이 있으므로 효율적 토지이용 차원에서 에너지 절약형 공간계획 기법을 적극적으로 도입할 필요가 있을 것이다.

□ 고려사항

산업단지 내에서 산업활동을 위해 필요로 하는 에너지의 사용량을 줄이는 것은 화석연료 등 재생 불가능한 자원을 절약할 수 있다는 점에서 환경친화적 산업단지를 위해 중요한 고려사항이라 할 수 있다. 화석 에너지의 사용량을 줄이기 위해서는 태양열 등의 대체에너지 사용량을 증가시키는 것이 직접적인 방법일 수 있으나 산업단지의 특성상 기존의 에너지원을 대체에너지로 활용하기에는 비용적 측면, 경제성 측면, 기술적 측면 등 여러 가지 한계가 있다. 이에 따라 대상 부지의 지형 등을 활용한 공간계획적 측면에서 에너지 사용량을 저감시키는 방법을 통해 에너지 저 소비형의 산업단지를 계획하는 방식을 고려할 필요가 있다. 에너지의 투입을 최소화시키기 위해서 교통발생량을 감소시키는 공간구조를 형성하고 에너지 절약형의 토지이용계획 기법을 도입하여 에너지 사용량을 줄이는 방법을 검토해 볼 수 있다.



[그림 5-20] 건물의 향에 따른 난방수요 및 에너지 소비량 (MVEL, 2002)



(그림 5-21) 지형에 따른 난방 에너지 수요 (MVEL, 2002)

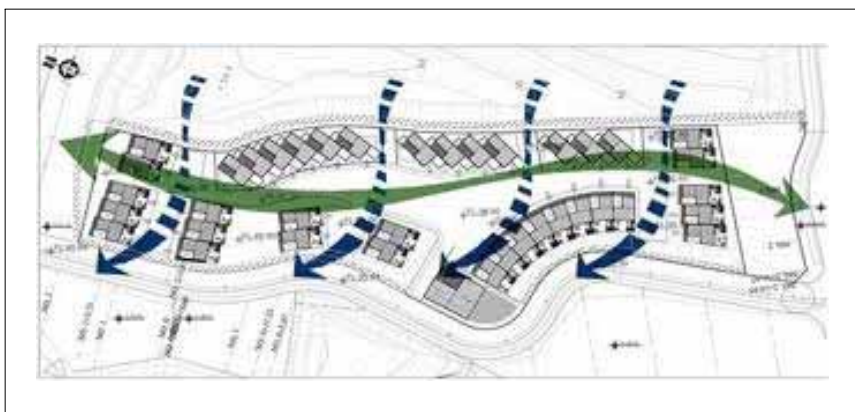
□ 적용기법

에너지 절약을 위한 토지이용 및 교통부문에서는 에너지 집약적 토지이용 밀도 고려, 주거시설과 지원시설간의 도보권내 위치, 대중교통지향형 단지개발, 자전거 도로 확보를 통한 안전한 자전거 이용망 확충, 친환경 보행자 도로 조성계획 등을 적용할 수 있다. 가급적 생활시설과 상업시설들은 주거공간으로부터 도보권내에 입지하도록 공간계획을 수립한다. 이를 위해서는 안전하면서도 걸어서 도달할 수 있는 적정 거리상에 시설물들을 배치시킬 필요가 있다. 또한 화물차량 등이 용이하게 출입 할 수 있도록 개인차량의 사용을 최소화시킬 필요가 있다. 개인차량 수송 부담률을 줄이기 위해서는 출퇴근 및 주요 시설들에 대한 접근이 편리하고 용이하게 이루어 질 수 있도록 교통체계를 마련하는 것이 필요하다. 이러한 점에서 개인교통 중심의 교통체계를 대중교통 중심의 교통체제로 개편할 필요가 있다. 안전하고 편리한 자전거 이용체계를 구축하여 개인교통 수송 부담률을 저감시키는 방안도 하나의 대안으로 활용해 볼 수 있을 것이다.

에너지 절감을 위한 단지 배치와 관련해서는 에너지 효율을 고려하여 태양 에너지를 많이 받아들일 수 있도록 남향으로 배치하고 정남향으로 배치할 수 없는 경우에는 남서향으로 건물군을 배치하도록 계획한다. 단 남동향은 아침에만 일조를 받게 되고 많은 그늘이 형성되는 단점이 있다.

통풍과 일조를 고려해서는 여름에는 남동풍의 영향을 받을 수 있도록 하여

자연바람을 받게 함으로써 여름철 냉방 사용을 절감시킬 수 있도록 하고 겨울철에는 북서풍의 영향을 덜 받을 수 있는 배치 및 공간계획을 통해 찬바람을 최대한 줄일 수 있는 계획을 적용한다. 또한 산책로나 단지내 공원, 광장 등 공용공간 등의 가로등과 같이 이용빈도가 낮은 장소의 조명시설 등은 태양전지를 이용한 가로등을 설치하고 여름철 일조량이 많은 경우 태양전지를 에너지원으로 활용하도록 한다.



(그림 5-22) 에너지 효율을 고려한 배치계획

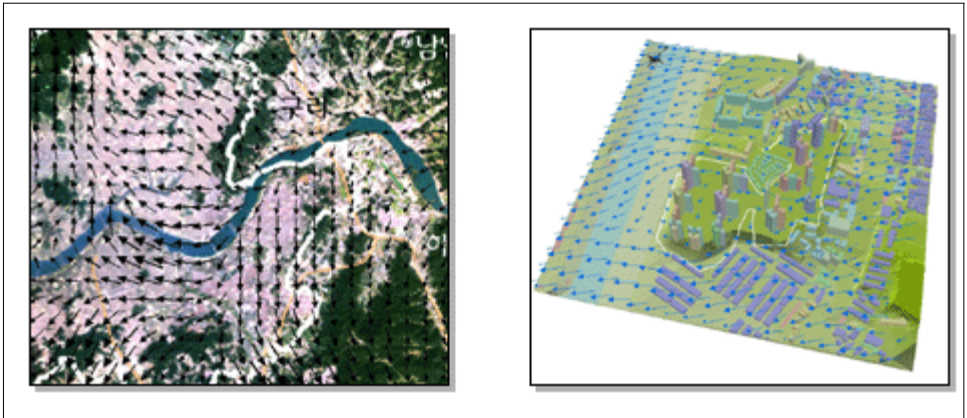
(출처 : <http://blog.naver.com>)

다. 바람길 계획

□ 개요

산업단지 내 공해 및 악취를 유발하는 업종에서 발생된 오염원이 단지내 생활공간 또는 인근의 주거공간으로 바람흐름으로 이동하여 환경문제가 발생하지 않도록 바람흐름의 영향을 줄이기 위한 계획안을 마련할 필요가 있다.

또한, 바람장이 미약하여 대기순환이 정체될 경우에는 대기 중으로 배출된 오염물질이 대기상에 축적되어 대기질이 악화되는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 대기 정체현상이 지속될 경우 오염배출원이 밀집된 지역일수록 대기질이 급속히 악화되어 심각한 오염문제를 발생하게 된다.



[그림 5-23] 지형적 조건과 건물배치를 고려한 바람길 분석

(출처 : <http://env.kweather.co.kr>)

골짜기나 산, 언덕 등을 따라서 조성된 바람길 방향이 산업단지로 향하게 될 경우 신선한 공기가 산업단지 내부로 유입될 수 있는 양호한 자연조건이 형성될 수 있다. 공기의 흐름을 방해하는 요소는 좁아지는 골짜기, 제방, 소음방지벽, 계곡이 비스듬히 있는 횡목(橫木), 큰 건축물 혹은 틈새 공간을 가로막는 건축물 입지 등이다. 특히 바람의 흐름을 차단하는 요소는 잔후 공간의 기온을 현저하게 저하시키고, 대기순환을 감소시키며 공기를 정체시키기 때문에 건축물 배치지역으로 공기의 흐름이 억제되어 에너지 소비부하가 증대되는 요인으로 작용할 수 있다.

□ 고려사항

산지구릉지에 입지한 산업단지의 경우는 외곽의 공기생성지역으로부터 바람이 단지내부로 유입되는 통로상에 공해유발업종이 배치되지 않도록 고려할 필요가 있으며, 평지에 입지한 산업단지의 경우도 단지내부에서 발생하는 미기후에 의해 오염물질이 주거단지로 흐르게 되는 노선상에 공해유발 공장들이 입지하지 않도록 고려해 줄 필요가 있다.



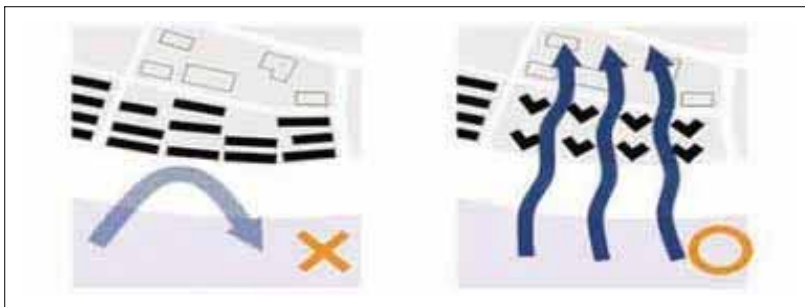
(그림 5-24) 바람길 통로상에 입지한 악취 발생 업종



(그림 5-25) 악취배출원 A로 인해 피해지역 B가 악취의 영향을 받는 풍향 예시

아울러, 풍속이 낮게 되면 대기순환이 정체되어 대기질이 악화되게 되므로 악취 및 대기오염문제가 대두될 수 있다. 특히 산업단지는 공해유발 업종들이 다수 분포하고 있다는 점에서 대기순환이 원활한 단지 구조를 형성하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다. 즉, 적절한 풍속의 발생을 통해 대기순환을 도모할 필요가 있다. 산지구릉지형의 경우는 최대한 산곡풍을 활용하여 바람순환이 이루어 질 수 있도록 고려할 필요가 있다. 평지형의 경우는 산업단지내에 넓은 광장 또는 공원, 그리고 녹지네트워크 및 블루네트워크를 형성하여 바람통로를 조성해 줌으로써 대기순환을 생성시켜 줄 필요가 있다.

바람길 조성을 통해 자연의 바람을 받아들이고 오염된 공기를 배출할 수 있도록 계획하며, 대상지의 바람 흐름을 파악하여 건물의 배치나 조성을 통해 사계절 풍향에 대응할 수 있는 양호한 바람환경을 창출한다.



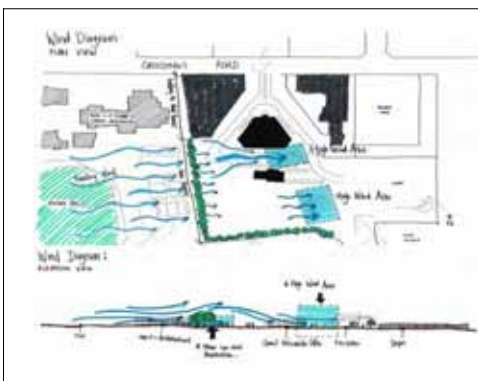
(그림 5-26) 바람길 유입을 위한 배치계획

(출처 : <http://gloomeany.tistory.com>)

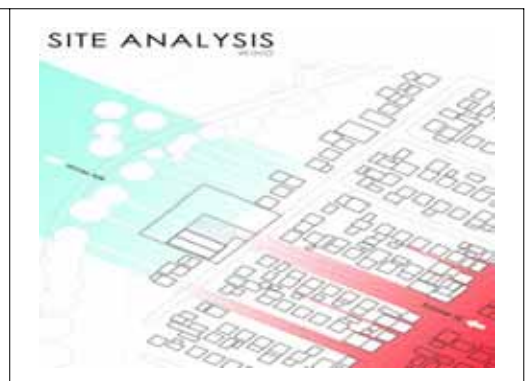
□ 적용 기법

대기이동에 따른 악취의 영향정도는 풍향, 풍속에 밀접한 영향을 받게 되므로 풍향과 풍속에 대한 자료를 토대로 바람의 영향권을 분석하고 이를 토대로 배치계획을 마련하도록 한다. 주풍향 통로에는 공해 및 악취를 유발시킬 수 있는 오염원을 배치시키지 않도록 한다. 다른 한편, 대기정체가 발생하게 되면 악취 및 대기오염 상태가 증가하게 되므로 적정하게 공기흐름을 유발시킬 수 있는 순환구조 형성도 동시에 고려해 줄 필요가 있다.

산지구릉지형 산업단지는 주변 외곽부의 산곡풍을 적절히 활용할 필요가 있다. 산곡풍은 무풍 혹은 약풍시에 국지적으로 바람을 생성시켜 바람으로 신선한 공기를 단지내로 유입시키도록 한다. 평지형의 경우는 바람에 영향을 줄 수 있는 요소들로 건물군과 넓은 광장 및 공원, 그리고 녹지축 및 수계축 등이 해당되므로 이들을 잘 활용하여 바람의 원활한 흐름이 발생할 수 있도록 계획에 반영시켜 주도록 한다. 특히, 공해를 유발할 우려가 높은 업종이 입지하게 되거나 인접해 주거지역이 배치되는 경우에는 풍속, 풍향과 이에 따른 대기오염과의 관계를 사전에 파악하여 적절한 대책을 수립하는 것이 필요하다. 개발계획 수립단계에서는 구체적으로 건물의 배치 밀도, 형태 등이 결정되지 않게 되므로 바람의 영향을 면밀히 분석하기 어려운 것이 사실이지만, 전반적인 구획안과 도로망, 녹지축, 그리고 용적률 조건 등을 최대한 활용하여 바람장 시뮬레이션 등을 통해 바람의 흐름과 이동조건을 파악하고 이를 토대로 토지이용계획 등을 조정하는 과정이 필요하다고 보여진다.



[그림 5-27] 바람의 흐름 다이어그램

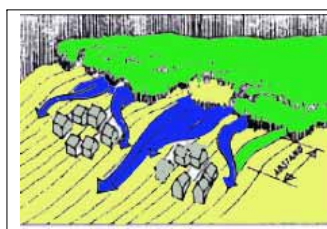


[그림 5-28] 주 방향 바람의 다이어그램

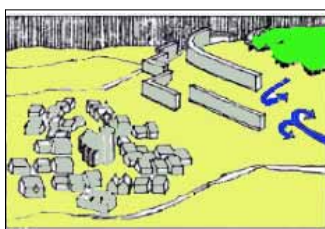
(출처 : <http://www.pushpullbar.com>)

주거단지 또는 일련의 건물군을 배치할 경우 산, 언덕, 계곡 등에서 형성되는 신선하고 찬바람이 유입되도록 바람길과 주변지역에는 바람의 흐름에 방해되지 않도록 단지의 배치 및 높이 등을 계획한다. 건물군 배치 시 계절별 풍향을 분석, 녹지축과 연계하여 계획한다. 단지 내 녹지 및 수변 공간 등 신선한 공기를 생성하는 지역을 고려한 토지이용 계획을 수립 한다

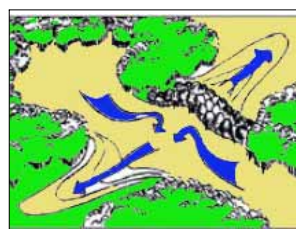
건물단위의 경우 통풍대를 설정하여 실내공기의 흐름을 유도하며 겨울과 여름에 불어오는 계절풍의 방향을 파악하여 겨울철 바람에 대해서는 상록수를 밀식하고, 여름철의 바람에 대해서는 하부의 줄기 사이로 풍도를 확보할 수 있는 활엽수를 적절하게 식재함으로써 부지를 통과하는 바람을 쾌적하게 조절함과 동시에 산업단지내 건물 주변의 미기후 조건을 완화시킨다.



산림과 주거지의 관계



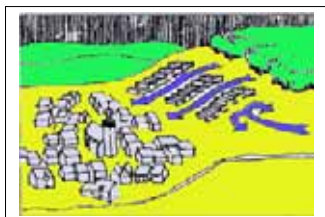
유용하지 못한 주거지 구조



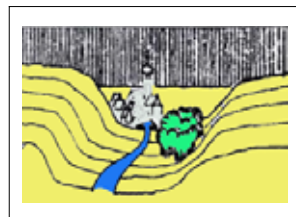
바람의 흐름을 바꿈



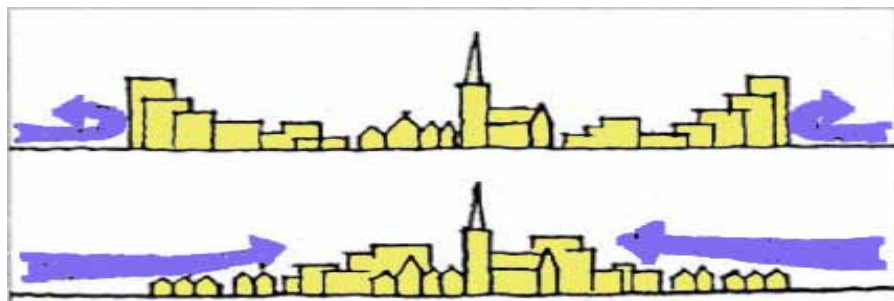
산림과 주거지의 높이



유익한 주거지 구조



주거지로의 바람 전환

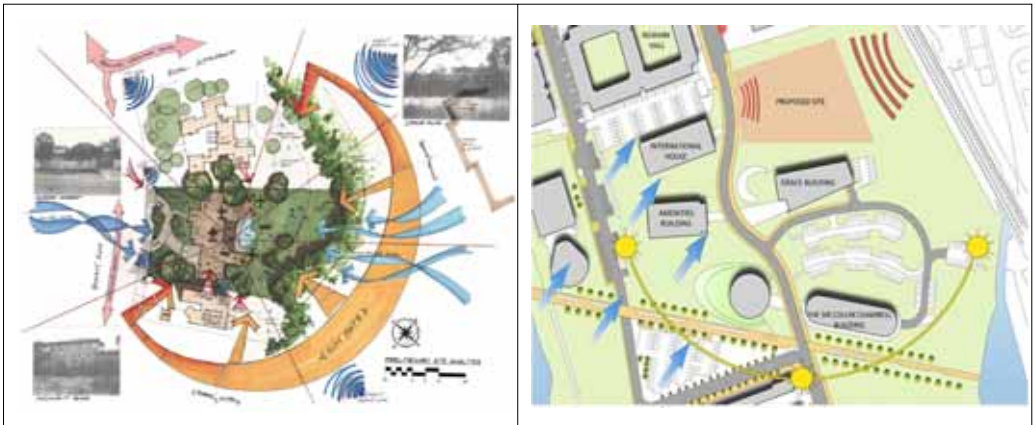


바람 흐름을 고려한 단지 주변 개발

(그림 5-29) 배치 유형에 따른 바람길 흐름 정도

산업단지 배치 계획시 건물 배치에 따라 단지 전체의 통풍이나 일조 등 단지 미기후에 영향을 받게 되므로 바람길을 고려한 단지계획, 일조를 고려한 단지계획, 에너지 절약을 위한 단지계획 등을 고려하여 블록의 형태를 계획한다.

경사지 개발이 불가피한 경우, 건물 구획시 고층·고밀 개발을 지양하고, 개별 건축물이 적정 간격을 유지하면서 위치하도록 한다. 특히 경사를 향해 평행하게 늘어선 구조물들은 경사지의 바람 흐름을 근본적으로 방해하기 때문에 경사를 향해 수직인 건축열 배치가 적극적으로 고려되어야 하며, 통풍길에 수직인 경사지역은 비어둔 채 유지되도록 계획할 필요가 있다. 이에 경사지 개발은 원칙적으로 저밀도 수준으로 유지하되, 자연적인 방해물의 높이(예 : 수목 높이)는 지면 근처에서의 바람흐름을 유지하는 정도로 벗어나지 않도록 한다. 또한 평평한 경사지는 양호한 통풍 및 찬공기 생성을 위해 큰 녹지 지역과 공지를 가진 점 형태의 개발을 절충하도록 한다.



〔그림 5-30〕 태양경로와 바람의 방향

(출처 : <http://www.pranjaldiwakirti.wordpress.com>)

라. 수순환망 공간계획

□ 개요

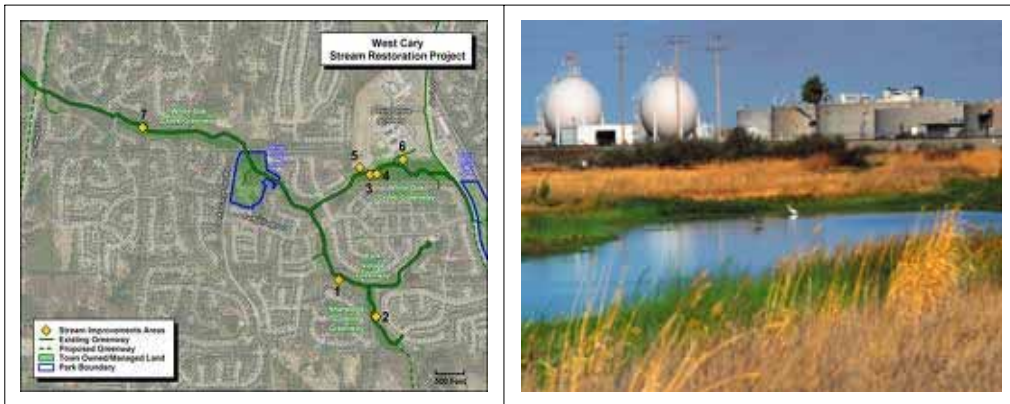
단지 내 생태환경을 향상시킨다는 측면에서 볼 때 수자원의 효율적 이용은 매우 중요하다. 따라서 이러한 수자원(물)을 어떠한 방식으로 사용하는가에

대한 노력은 친환경 산업단지 계획의 시금석이 될 수 있다. 수체계의 보전과 수공간 조성을 통해 수원확보 및 수환경 문제를 해결하여 친환경적 산업단지를 구성하도록 한다. 단지 내 기존 수계를 활용하여 수공간이 연속성을 가질 수 있도록 연결체계를 마련하는 것이 중요하며 단지내에서 사용된 수자원을 순환시켜 재이용함으로써 수자원을 절약할 필요가 있다.

□ 고려사항

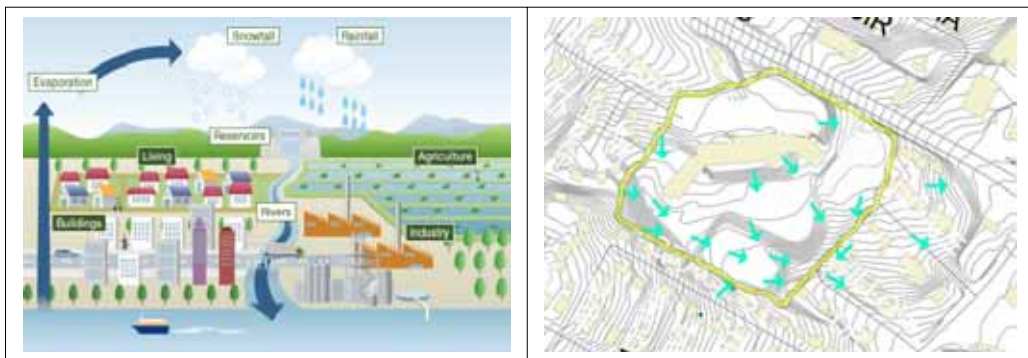
산업단지의 기존 수체계 보전과 이를 바탕으로 한 수공간 조성은 자연 생태계 원리에 적합하도록 물순환 구조로 조성한다.

단지 내에 다양한 형태로 기존 수계를 끌어들이 수 있는 수체계를 마련하고 수로 등이 복개되지 않고 오픈되어 상시 물의 상태를 확인할 수 있도록 하며, 우수를 집수하고 도로변에 침투수로를 조성하는 등 단지내의 수순환 체계를 구축하도록 한다. 아울러, 우수, 상수, 중수 및 오수 등의 순환적 재이용을 통해 수자원을 절약하고 에너지를 저감시키도록 한다.



(그림 5-31) 기존 수체계 복원(좌)과 생태연못(우)

건전한 물순환 체계 구축을 통해 산업단지의 환경성을 개선시키고 단지내 다양한 수공간 도입으로 자연순환 체계와 생물서식기반의 기능도 제고시키도록 한다.



(그림 5-32) 물순환 체계(좌)와 물흐름 분석도(우)

(출처 : <http://www.behance.net/gallery>)

한편, 과거의 영구저류지는 기존의 우수지와 마찬가지로 초기 집중 홍수량의 제어를 위한 치수 시설로서의 기능만을 담당하여 왔으나, 최근 토지이용의 효율성을 제고하기 위한 다양한 기능의 병용에 대한 의식이 높아지면서 저류공간을 치수기능 이외에 체육공원, 호수공원, 근린공원, 친수공원 등 타 용도와 병용하고 있는 사례가 증가하고 있는 실정이다. 최근 개발사업(산업단지조성사업 및 택지개발사업, 도시개발사업)이 점차 대규모화 되면서 재해방지를 위한 저류공간 또한 대규모화되고 있어 개발사업의 특성상 토지집약도가 높은 것을 고려할 때, 저류공간의 다기능화에 대한 압력은 더욱 증가될 것으로 판단된다. 특히, 초기 우수 집수가 용이하고 비점 오염저감의 효율성이 높아 비점오염 저감시설과 연계된 습지 조성 방식은 효율적 공간이용 차원에서 효과가 높을 것으로 기대된다.



(그림 5-33) 저류형 화단 개념도(좌)와 물대물데 시스템(우)

(출처 : Stormwater management manual, Portland State, 2004)

□ 적용기법

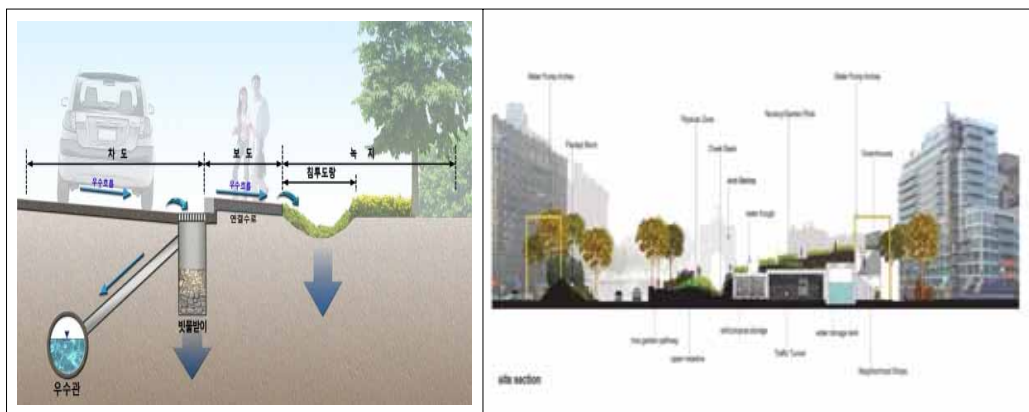
산업단지의 유역권에 대한 수계조사를 통해 물순환 체계가 형성될 수 있도록 수자원 계획을 수립한다. 산업단지 내에서 유출수가 지표면의 낮은 지형을 따라 자연스럽게 흘러갈 수 있도록 일정한 경사를 유지하도록 한다. 도로변에 자연배수시스템(Natural Drainage System)을 도입하여 도로변의 오폐수 정화는 물론 도로경관을 향상시키도록 계획한다. 산업단지 내에서 발생하는 우수 등을 집수하여 재활용하거나 공원 등의 수공간(연못)에 재활용하는 계획을 마련한다. 즉, 우수집수→재활용→침투수로→실개천→저류연못(retention pond)등으로 순환체계를 구축하도록 계획한다. 우수유출량이 많은 도로변에는 우수침투 및 저장공간을 조성한다.

산업단지내에서 기존 수체계를 활용하여 자연형의 하천 및 실개울 등을 조성하고 연결하여 단지내 물리적 환경과 생태환경을 개선하도록 계획한다. 단지내 복개하천 등이 발생하지 않도록 계획하며, 자연형 하천 조성은 하천을 따라 녹지가 형성될 수 있도록 고려하고 습지와 함께 거점녹지대를 조성하도록 한다. 강우시 외부로부터 오염물질이 직접적으로 유입되지 않게 오염원을 정화시킬 수 있도록 계획 하고, 자정능력을 극대화시킬 수 있는 하천이 되도록 계획한다.



(그림 5-34) 수체계를 활용한 블루네트워크 형성 예시

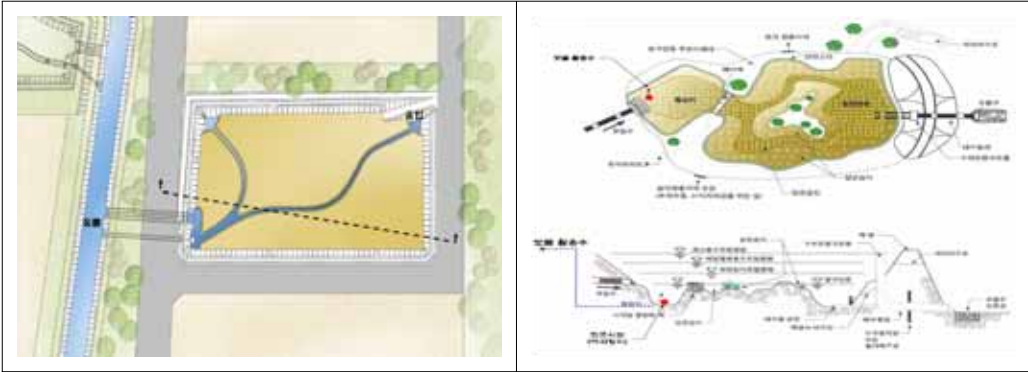
단지내 기존 수계를 연계시켜 수계가 모이는 합류지점에는 넓은 면적의 저류지 공간이자 연못, 호수공원 등을 조성하여 활용토록 하며, 수계들이 연결되어 단지 내에서 수공간 네트워크가 형성될 수 있도록 계획한다. 기존의 보전기술을 적용하여 토지이용계획을 수립하고 계획지역내에 하천, 습지, 숲, 산책로, 오픈스페이스 등 환경요소를 포함시켜 계획하도록 한다.



(그림 5-35) 분산식 빗물관리시스템(좌) 및 물순환 시스템 구축 예시(우)

우수는 공원내 관수용 또는 공용 화장실 등 공공공간 또는 시설에 활용하도록 고려하며, 단지내 침투수로 및 수로를 통해 순환될 수 있도록 계획하여 단지내에서 소비하거나 활용하고 단지 외부로의 유출량을 줄일 수 있도록 한다. 이 경우 우수 등이 재활용 될 수 있도록 적정 수질을 유지하도록 하고, 도로 등으로부터 수로 및 수공간으로 흘러들어오는 유입수들이 자연적으로 정화 처리될 수 있도록 자연정화 처리시설을 설치해준다. 오수의 경우는 단지 외부로 유출되기 이전에 최대한 정화될 수 있도록 침투수로를 비롯해 수질정화용 식생대, 또는 습지대를 거쳐 정화될 수 있도록 계획한다. 자연형 침투수로(잔디도랑 등)를 조성하는 경우 경사 6% 이상의 지역은 침투가 발생하지 않으므로 오염원 집중발생지역은 6%이상의 경사로 조성한다.

파이프 사용을 줄이고 침투면적 보전 및 확대를 통해 불투수면을 최소화시키도록 계획하며, 유출수 발생원에서의 체류시간을 확보하도록 흐름을 만족시키고 연장시켜 준다.



(그림 5-36) 기존 유수지(좌) 및 빗물활용 생태습지형 유수지 예시(우)

(출처 : 경남도청)

실개천은 우수 등을 활용할 수 있으며, 소량의 물을 흐르게 하고, 수심은 가급적 얇게 조성한다. 계획된 수량이 많거나 경사도가 심해 과다한 유속이 발생하게 될 경우 폭과 수심을 조절하여 개천 바닥의 소류력을 조절하도록 한다. 기존수로 또는 수원으로부터 띠형으로 계획하되 단지 내 보행자전용도로 또는 완충녹지 등을 활용하여 하천 등과 연계함으로써 생태 코리더(Corridor)를 형성할 수 있도록 한다.

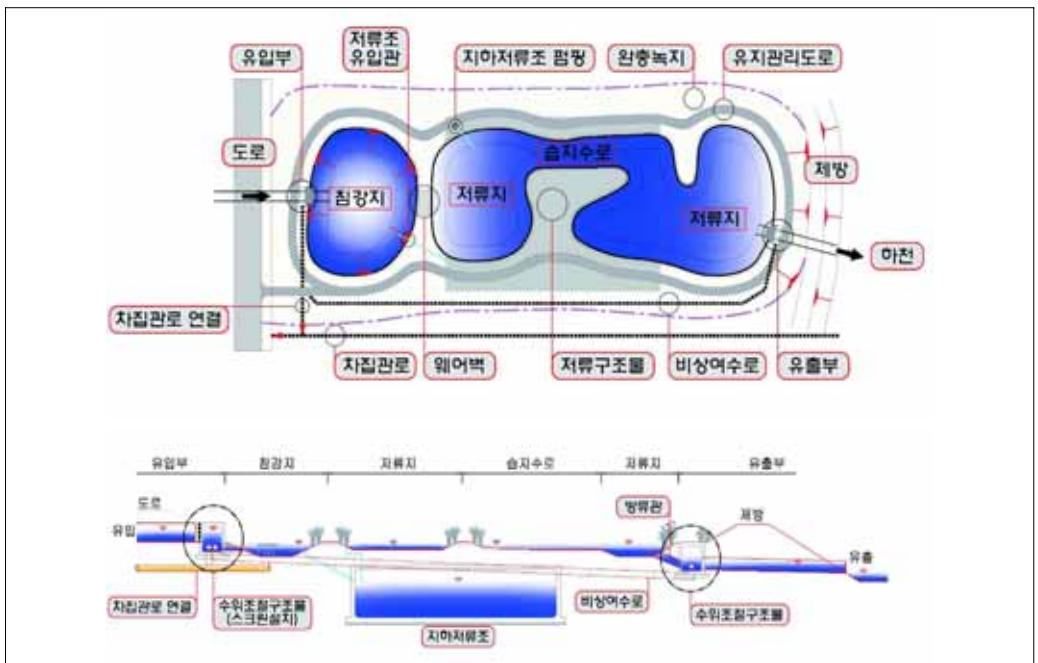


(그림 5-37) 실개천(좌)과 생태연못(우) 조성 예시

(출처 : <http://kvitters.com>)

저류지는 이용자의 안전을 고려하여 저류수심을 설정하고, 필요시에는 저류된 물이 모두 빠지는 구조로 계획한다. 우수저류 녹지 설치시는 상시저류녹지와 일시저류녹지로 구분해 볼 수 있으며, 상시 저류 녹지의 수심은 평상시 0.9m내외를 유지할 수 있도록 하고 바닥면은 물이 침투되지 않고 상시 물이 있는 형태로 계획한다. 저류시설의 배치는 주변지역과의 조화를 고려한 미관 등에 유의하도록 하고 저류시설에 유입되는 저류대상물(우수관거)의 유입계통을 검토하여 최적의 시설배치계획을 수립한다.

강우 유출수 처리 습지의 전체 표면적은 적어도 배수면적의 1% 이상이어야 하며, 습지 바닥은 내부 유로와 지형을 최대한 이용할 수 있도록 계획한다. 습지대상 지역은 기존의 우수지를 절·성토하여 조성하므로 습지 바닥내부 유로 및 지형을 조성함에 있어 기존 지형을 최대한 고려하여 계획한다. 습지기능을 도입하고자 하는 경우에는 습지의 최고 경계수위로부터 바깥쪽까지 최소 8m의 완충지역을 조성하도록 하고 유지관리 도로 및 기타 부대시설 계획을 수립하여 완충지역을 조성토록 계획한다. 강우 유출수 및 평상시 유입수의 처리를 위하여 필요한 체류시간을 가능한 한 12시간 이상으로 계획 한다.



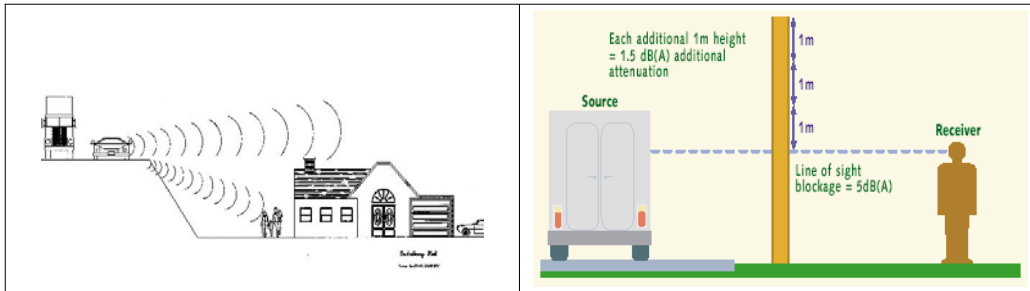
[그림 5-38] 저류지 계획도면 예시

2) 교통

가. 도로변 소음저감

□ 개요

산업단지는 도로에서 발생하는 교통량이 많은 관계로 주변으로 소음전달이 높게 된다. 쾌적한 단지환경을 조성하기 위해서는 도로변에 방음벽을 설치하고 인접하여 배치된 생활공간으로 전달되는 소음을 감소시킬 필요가 있다. 방음벽 설치시 인공구조물 보다는 방음벽 녹화 등을 활용하여 단지의 환경적, 사회적 이미지를 개선시키는 방안을 고려해 볼 필요가 있다.



(그림 5-39) 도로에서 발생하는 소음 전달(좌)과 방음시설에 의한 소음차단 예시(우)

□ 고려사항

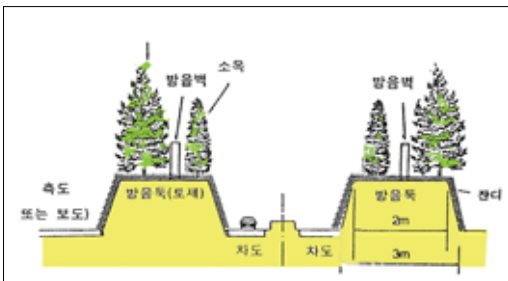
소음을 저감시키기 위한 방음 시설물 등은 콘크리트 블록이나 기타 인공재료를 사용하는 대신에 자연재료를 이용한 마운딩 조성 등을 통해 소음 감소를 고려한다. 또한 식물 재료를 밀식하여 식생벽을 설치하는 방안을 고려한다. 소음 발생빈도가 높은 대상지를 따라 밀생된 수림대를 조성하여 소음을 차단시키고 동시에 단지내 공기도 정화시키는 기능을 도모하도록 한다. 소음 차단을 위한 방음벽 및 방음시설 설치시 단지의 경관을 개선시킬 수 있도록 경관적 측면도 고려 한다.

□ 적용기법

소음을 유발시키는 소음발생원과 영향에 민감한 지역은 충분한 이격 거리를 확보하도록 계획하며, 자동차 이용량이 많은 간선 도로변에는 소음에 비교

적 영향을 덜 받거나 민감하지 않은 상업시설, 산업시설 등을 배치하고 배후에 주거시설을 배치하도록 한다. 즉, 소음영향이 큰 지역에는 비주거형 시설을 소음원의 전면에 배치토록 하며, 도로변에 공원, 체육시설 등의 공공시설을 배치하고 배후에 주거시설이 입지할 수 있도록 계획한다.

소음저감을 위해 완충녹지를 설치할 수 있으며 완충녹지 설치시 마운딩 처리(방음덕)와 병행한 방음림을 설치하여 소음 감소 기능을 높임과 동시에 경관 개선 효과도 기대할 수 있도록 한다.



(그림 5-40) 방음덕 조성 방안 예시



(그림 5-41) 도로변 방음벽 녹화 사례

(출처: <http://blog.naver.com>)

방음림 설치시 두 세 겹으로 연이어서 도로와 평행하게 완경사를 이루는 수림대를 만들면 효과가 높게 된다²⁹⁾. 방음덕은 상단부에 저목을 군식하고 측도측 방음덕 경사면에 소목, 중목, 대목순으로 랜덤 식재하며, 방음덕에는 초본류를 식재한다. 소음저감 효과를 높이기 위한 주요 식재 수종들은 표 5-25와 같다.



(그림 5-42) 방음식재에 의한 소음 차단의 예

29) 성목이 소음을 감쇄할 수 있는 거리는 최소 15m가 요구되므로 수목 배치시 열간 거리는 약 1m 정도가 바람직하다.

[표 5-25] 소음완화를 위한 지역별 식재수종

	수종분류	지역별 수종	
		중부지방	남부지방
침엽수	대목	화백, 스토브잣나무, 메타세콰이어, 낙우송	편백, 화백, 히말라야시다, 메타세콰이어, 낙우송
	중목	화백, 스토브잣나무	편백, 화백
	생울타리 저목 소목	노간주 나무, 서양측백, 측백 노간주 나무, 서양측백, 측백 노간주 나무, 서양측백, 측백	노간주 나무, 서양측백, 측백, 사철나무 노간주 나무, 서양측백, 측백, 사철나무 노간주 나무, 서양측백, 측백, 사철나무
활엽수	중, 대목	은행나무, 양버즘, 아까시아, 가중나무, 단풍나무, 침엽수, 유실수	가시나무, 은행나무, 양버즘, 아까시나무, 가중나무, 단풍나무, 유실수

도로변에 생활공간이 면한 경우에는 직각 배치를 하게 될 경우 단지내부에 까지 소음이 전달될 수 있으므로 적절한 대응 계획을 마련 한다. 단지내 주거 지역이 입지한 경우는 이면 도로의 차량 속도를 가급적 30km/h 이하가 될 수 있도록 교통계획을 수립한다. 보행자가 많은 구역에는 자동차의 주행속도를 감축시키기 위한 계획기법을 적용 한다.

[표 5-26] 소음환경기준

(단위 : dB)

지역구분	적용 대상지역	기준	
		낮(06:00-22:00)	밤(22:00-06:00)
일반지역	“다”지역	65	55
	“라”지역	70	65
도로변 지역	“다”지역	70	60
	“라”지역	75	70

참고 : 1. “다” 지역은 국제법 시행령 제30조의 규정에 의한 공업지역중 준공업지역

2. “라” 지역은 국제법 시행령 제30조의 규정에 의한 공업지역중 일반공업 지역 및 전용공업지역

※ 출처 : 환경부 한국토지공사, 2004, 단지조성사업에서의 환경성검토에 관한 연구, p.39

나. 대중교통 시스템 계획

□ 개요

교통수요에 따른 교통수단의 최적배분을 통해 에너지 발생량을 줄이고 에너지 효율을 도모할 수 있도록 친환경 교통계획을 수립하도록 한다. 아울러, 대중교통 활성화를 통해 개인교통 수요를 저감시켜 산업단지 내에 화물교통량 이동이 정체되지 않고 빠르게 입출입 할 수 있도록 한다.

□ 고려사항

단지내 주요 시설을 대중교통으로 연계하는 기반 구축을 통해 단지내 개인 자동차의 차량수요를 감소시켜 도로의 소통여건과 단지환경을 향상시키도록 한다. 아울러, 교통시설로 인한 비효율적인 토지이용계획을 최소화하기 위해 대중교통 중심의 교통망 계획을 수립한다.



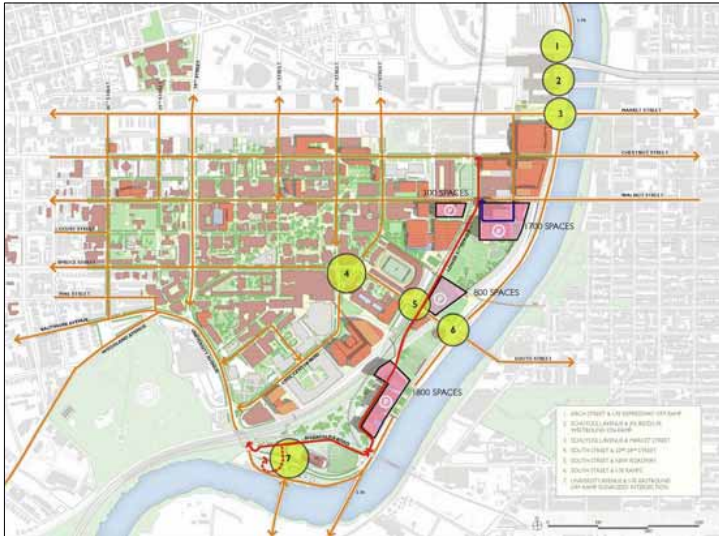
〔그림 5-43〕 LA의 전기 모노레일 대중교통시스템(좌) 및 신규 대중교통 시스템 예시(우)

(출처 : <http://aegisdevelopments.com>)

□ 적용기법

도시와 연계된 대중교통체계를 산업단지의 외곽부에 연결하며 산업단지내의 교통시스템은 보행자 우선의 교통체계 및 자전거 도로체계를 구축한다. 다만 물류 수송을 위한 간선도로는 물류 이동이 용이하도록 도로계획을 수립하고 일반 교통체계는 교통정온화 기법을 적극 적용시켜 개인 차량의 이용을 억제한다. 녹지네트워크와 보행자 및 자전거 교통체계를 연계하며 공원, 하천

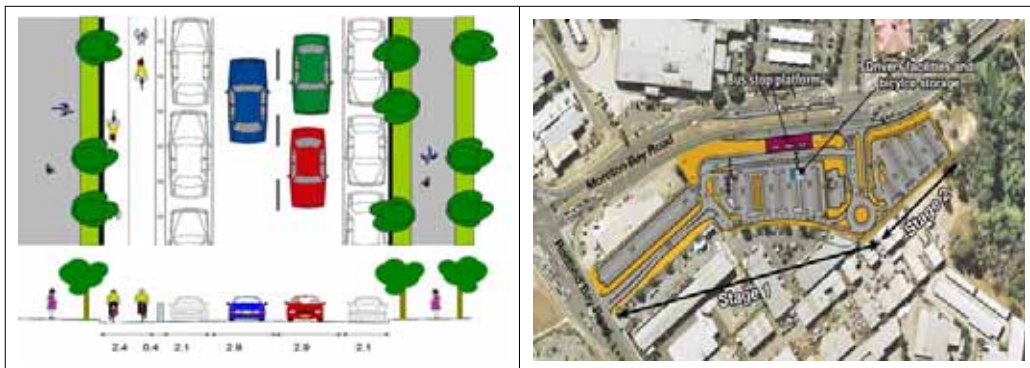
수계, 중심 상업지역, 지원시설지역 등을 연결하여 친환경적 교통체계를 구현하도록 한다.



〔그림 5-44〕 친환경적 교통체계 구축 예시도면

(출처 : <http://pennconnects.upenn.edu>)

생활권내 주요시설을 이용하고 통근, 통학에 자전거가 이용될 수 있도록 자전거 도로망 체계를 구축한다. 대중교통과 연결을 위한 자전거 도로와 공원이나 하천변과 연계시킬 수 있는 자전거 교통 네트워크를 구상한다.



〔그림 5-45〕 자전거 도로(좌) 및 자전거 도로체계의 연계(우) 예시

자전거도로는 지형이나 도로경사도, 경관 등을 고려하여 일방통행의 경우 약 1.5m이상, 양방통행의 경우 3m이상으로 계획한다. 자전거 도로 포장은

빗물배수가 원활한 투수성 포장재 사용을 원칙으로 하며 미끄럼을 방지 한다. 자전거도로는 차량 및 보행동선과 분리하도록 하며, 적절한 부대시설을 도입하여 자전거 이용의 안전성과 쾌적성을 확보하도록 한다. 자전거 이용자의 안전을 고려하여 자전거교통 안전표지, 자전거 주차 및 잠금장치를 위한 시설물 등을 설치하도록 한다.



(그림 5-46) 하천 수변의 보행자로(좌)와 싱가포르 파크넥터 그린웨이(우)

다. 보차 분리 계획

□ 개요

산업단지 내에 보도와 차도를 분리하여 보행 전용공간을 조성하는 것은 보행공간의 쾌적성과 안전성을 확보하는데 있다. 아울러 개인의 차량 이용량을 감소시켜 에너지 절감, 단지내 환경개선과 화물교통들의 원활한 진출입을 개선시키는 효과도 있다.

□ 고려사항

기존 산업단지의 경우, 차량 중심의 교통체계 계획이 수립 되어 사람의 보행이나 자전거 이용자를 위한 배려가 상대적으로 미흡하므로, 보행 안전이 요구되는 지점에 대해서는 보차분리를 통해 보행자들의 안전한 보행을 확보하도록 고려할 필요가 있다. 친환경 산업단지를 조성하기 위해서는 교통 부문에서 보행안전 확보를 위해 보차분리 교통체계를 마련해 줄 필요가 있다.

보행자 전용도로의 경우 산업단지내 녹지네트워크와 생물이동통로 등을 연계하여 종합적으로 계획한다면 그 효과를 높일 수 있을 것이다. 단지내의 공원이나 녹지요소와 연계시키고 보행로를 중심으로 식재대를 계획하여 보행공간 환경을 향상시키도록 한다.

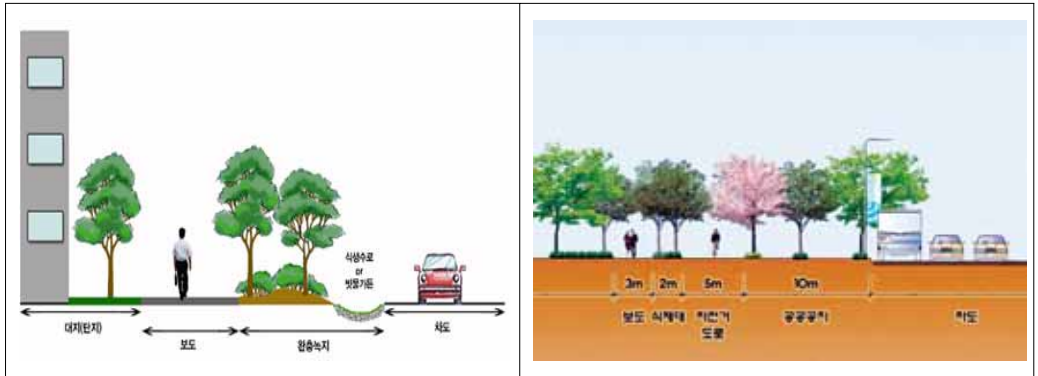


(그림 5-47) 대전1,2 산업단지 교통체계

□ 적용기법

보행로와 차도를 분리시켜 안전한 보행환경을 확보해줌으로써 교통발생량을 줄여주어 단지 환경을 개선할 수 있도록 계획한다. 보행자도로는 보행밀도와 행태를 고려하여 기능적으로 안전한 보행공간을 조성하며, 투수성 포장을 통해 생태적인 측면도 부가적으로 고려하며, 보도폭은 1.5m이상을 확보하도록 하고 자전거 및 차량으로부터 안전하도록 계획한다. 녹도형 자전거 도로를 조성할 경우에는 최소 3m이상(자전거 이용 고려시 6m이상)도로 폭을 확보하도록 한다. 차도와 교차되는 부분에는 험프 및 조명등 검용 블라드 등을 설치하고 포장재와 포장패턴 등은 연속되도록 계획하여 보행자 전용도로의 연속성을 유지하도록 한다.

보행약자를 고려하여 보행자 중심의 가로체계를 형성하도록 계획한다. 보행자 동선은 차도에 의해 단절되지 않도록 계획한다. 단지 내 보행자의 안전을 위하여 서행을 유도할 수 있는 기법을 적용한다.



(그림 5-48) 보차분리 계획 예시

(출처 : <http://webnews.gri.kr>)

라. 주차 공간 확보

□ 개요

산업단지의 경우 이면도로 등에 대부분 양렬로 노면 주차가 되어 있어 통행에 불편을 초래하고 있으며, 보행로 주차와 더불어 도로까지 적재물들이 적치 되어 있어 통행에 장애요소로 작용하고 있다. 공장 부지는 건폐율이 높아 실질적으로 주차공간 확보가 어려운 상황이며, 공장부지내 주차장은 가건물 또는 자재들을 적재하여 주차공간을 잠식하고 있어 단지내 주차공간 부족 문제를 해결하는 것이 요구된다.

□ 고려사항

산업 단지와 주변지역에서 발생하는 병목현상 및 주차문제의 심화로 산업단지 내 입주업체들의 산업 경쟁력에 부정적 요소로 작용하고 있다. 산업단지내 주차시설 부족으로 통행에 불편을 초래하고 있고 이로 인해 환경문제도 발생하고 있다. 그러나 산업단지내 도로 확충에는 한계가 있으므로 실현 가능한 다양한 방안들을 모색할 필요가 있다. 공용주차장 확보, 노면주차의 양성화, 부지내 주차장 등 다양한 방법들을 복합적으로 활용하기 위한 대안들을 접목하고 장기적으로는 대중교통 활성화를 통해 교통수요를 줄여나가는 방법들을 병행해 나갈 필요가 있다.



[그림 5-49] 블록별 공용주차장 설치 예

(출처 : <http://interworld21.co.kr>)

□ 적용기법

주차 공간 확보를 위해 블록단위 주차시설과 지하주차시설 계획을 통해 산업단지에서 발생하고 있는 주차문제를 해결할 수 있도록 계획한다.

블록단위 주차시설의 경우, 단지 내에서의 보행 및 자전거 교통 체계를 기본원칙으로 하여 단지의 출입이 빈번하게 이루어지는 블록에 일정 주차공간을 할애하여 지정된 구역에서의 주차행위가 이루어지도록 계획 한다. 다만, 물류 수송이나 기자재 관련 수송은 허용하도록 하며, 일정 지역마다 주차 블록을 지정하여 지정주차제 도입을 검토해 볼 수 있다.

그러나 일정 블록 단위를 대상으로 한 주차시설 계획은 사업비를 증대하여 입주업체에 부담을 가중시키므로 인센티브 도입 등 적절한 대안 마련이 필요하다.

지하 주차시설의 경우 산업단지의 경계부나 완충녹지가 조성되는 지역의 지하공간을 활용하여 주차계획을 실현하는 방안으로 이 역시 사업비 증대로 인한 입주업체에 부담을 가중시키므로 다양한 인센티브 도입 등 적절한 보상 대책이 필요하다.

신규 산업단지의 주간선도로, 보조간선도로, 집산도로에는 노상주차장을 가급적 배제시킬 필요가 있다. 다만, 신규단지를 재정비하는 경우에는 교통

및 통행에 불편을 주지 않는 선에서 이면 도로를 따라 노면 주차를 도입할 필요가 있다. 이 경우 10m 도로의 경우에는 양측에 주차가 가능하도록 주차선을 설정하고 8m, 6m 도로는 한 면만 주차하여 주차공간을 확보하는 방안을 검토해 볼 수 있다.

주차장을 찾기 위해 승용차가 불필요하게 주행하는 것을 최소화하기 위해 효율적인 주차 안내 체계를 구축할 수 있도록 지능형 교통체계를 도입하는 것을 고려할 수 있다. 지하에 주차장을 설치할 경우에는 지하수체계 또는 불투수층 확대에 따른 환경상의 영향이 최소화 되도록 하고, 주차장 상부는 가급적 녹화공간을 확보토록 한다.



(그림 5-50) 공공공간을 활용한 지하 주차장 설치 예

(그림 출처 : <http://archi100.com.ne.kr>)

한편, 증가되는 주차수요에 전적으로 대처하는 것에는 한계가 따르게 되므로 중장기적으로는 대중교통 활성화 및 자전거 이용 증대 등의 방안을 고려해 볼 필요가 있다.

3) 녹지

가. 공원녹지의 확충 및 접근성 향상 도모

□ 개요

단지내 공원 녹지의 조성 효과를 높이고 단지 전체의 녹지축과 유기적으로 연계성을 확보할 수 있도록 계획하며, 녹지축 혹은 중요 생태축과 연계되는 지역은 녹지지역으로 설정하고 보전가치가 높은 기존의 양호한 산림지역은

보전토록 한다. 공원녹지는 단지내에서 접근이 쉬운 거리 내에 배치하도록 하며 시각적 접근성을 높일 수 있도록 계획한다.



(그림 5-51) Greenway를 통한 녹지의 연계 사례

(출처 : <http://cdn.archdaily.com>)

□ 고려사항

단지내 공원녹지는 거주자는 물론이고 근로자들에게 휴식공간을 제공하는 기능을 수행하게 되므로 적절한 배치와 공급을 통해 주민과 근로자들에게 휴식과 재충전을 위한 공원을 제공하도록 한다. 이를 통해 자연과 산업이 어우러지는 산업공원(Industrial Park)을 유도하도록 한다. 단지 외곽에 식재를 보완하여 녹지를 확충하도록 하고 생태적인 공간을 확보하여 생물서식기능을 보완하며 외곽 녹지대는 이용성을 높일 수 있는 공간으로 구조를 개선하도록 한다. 또한, 녹도 및 가로 경관과의 연계를 통해 단지내 녹시량을 증가시키도록 한다.

□ 적용기법

산업단지의 공공 녹지비율³⁰⁾은 산업 단지의 규모가 3km² 이상인 경우에는 산업단지 면적의 10% 이상 13% 미만을, 산업단지의 규모가 1km² 이상 3km²

30) 공공녹지의 대상 및 적용범위는 도시계획법 및 도시공원법상의 경관녹지 및 완충녹지를 의미한다.

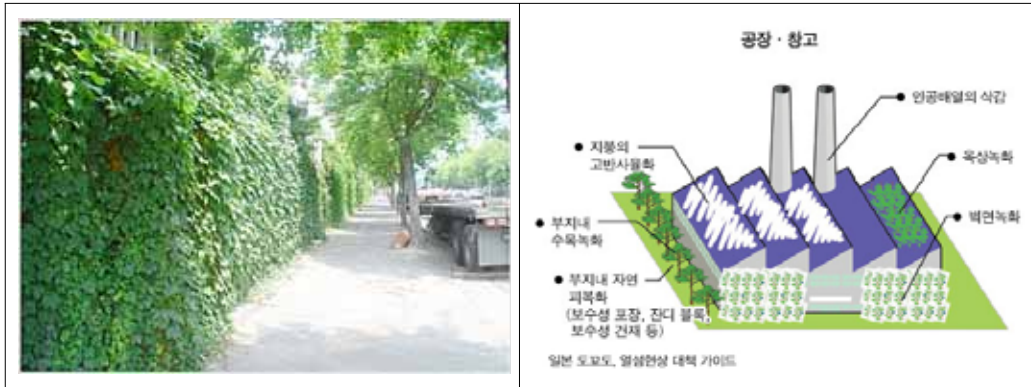
미만인 경우에는 산업단지 면적의 7.5% 이상 10% 미만, 산업단지의 규모가 1km² 미만인 경우에는 산업단지 면적의 5% 이상 7.5% 미만으로 계획한다. 공공녹지의 최소규모는 500m² 이상으로 하며, 단지주변 200m 안에 공공녹지가 있는 경우나 매립지와 같이 평지에서 공공녹지를 확보할 수 있는 경우에는 2%의 범위 안에서 하향 조정하되, 3km² 이상의 산업단지로서 산업단지의 특성 및 입지정책상 필요하여 관계부처 간에 협의를 거친 경우에는 2%의 범위 안에서 추가로 하향 조정할 수 있다. 단지내 조성된 공원녹지의 이용률을 높이기 위해서는 공원으로의 접근을 방해하는 요소를 차단하는 것이 중요하다. 이러한 점에서 공원내부로의 직접 진입이 가능하도록 동선을 계획하고 도로 등으로 인해 공원에 직접적으로 도달하기가 어려운 경우에는 구름다리(육교)등을 설치하도록 하며 공원주변 도로에서 차량속도를 제한하도록 계획하고 주변 보도와 연결성을 확보한다. 또한 공원과 주변녹지를 보행자 도로와 연결시켜 공원 이용자의 안전한 접근을 유도할 필요가 있다.



(그림 5-52) Akpnar 공업 지대의 부지전경(좌) 및 녹지조성체계(우)

산업단지 내 법적 녹지 설치면적 이외에도 녹지로 조성 가능한 공간을 중심으로 인공지반 녹화를 확대하는 방안도 검토해 볼 필요가 있다.

산업단지 내 옥상, 지붕, 지하주차장 상부 등에 인공지반 녹화를 적용하며 인공지반 녹화에 따른 유지관리 매뉴얼과 유지관리 지침을 작성하여 활용하도록 한다. 공장 및 건축물의 벽면 녹화는 개구부가 없는 벽면 길이에 적용하고 단지 내 방음벽의 환경 기능을 개선하기 위해서 벽면 녹화를 계획할 수 있다.



(그림 5-53) 벽면 녹화 사례(좌 : <http://blog.paran.com>)와 벽면녹화를 통한 기온저감 예시
(우 : <http://scienceall.com>)

나. 완충녹지 및 차폐녹지 설치

□ 개요

완충녹지는 대기오염, 소음, 진동, 악취, 기타 이에 준하는 공해와 각종 사고 방지를 위하여 설치한다. 산업시설로 인해 환경적 영향을 받는 생활공간은 중간에 완충 또는 차단녹지를 설치하여 환경적 피해를 줄이도록 한다. 완충녹지를 설치할 경우 충분한 폭, 녹지의 연속성, 식생의 자연성 등을 고려 한다.



(그림 5-54) 완충녹지대 설치 예시

□ 고려사항

완충녹지의 효과는 조성될 완충녹지의 폭, 길이, 높이, 식재수목의 종류 등에 따라 차이가 발생되며 산업단지의 특성에도 영향을 받게 되므로 완충녹지 조성 유형에 따라 효과가 달라진다. 따라서 완충녹지의 제원을 일률적으로 결정하기 보다는 산업단지의 특성 및 주변지역의 특성을 고려하여 정하는 것이 바람직하다. 완충녹지의 폭에 대한 기준은 “사전환경성검토편람(환경부, 2004)”에 명시되어 있는데 공단규모가 330만 m^2 이상인 경우는 50m, 공단규모가 그 미만인 경우에는 최소 30m로 정하고 있다. 그러나 이 기준은 330만 m^2 를 기준으로 하고 있어 우리나라 기존 공단의 규모를 고려해 볼 때 구분의 폭이 넓다고 할 수 있다. 특히, 산업단지과 주거단지 사이의 완충녹지의 폭 설정시에는 산업단지내 입주업종의 특성, 산업단지 주변 주거지역의 현황 및 지리적 특성, 산업단지 운영시 예상되는 대기질 영향정도 등을 감안하여 완충녹지의 폭을 조정하는 것이 필요하다.



[그림 5-55] 산업공간과 주거공간 사이의 완충녹지 조성 예시

□ 적용 기법

완충녹지는 산업단지 경계를 따라 설치하는 것이 바람직하나 주거지역 현황, 지형적 차폐, 경관적 영향 등을 고려하여 적정 폭을 설정하도록 한다. 완충녹지의 폭은 산업단지 내에 주거지역과 공업지역이 연접하여 있는 부분에는 폭 10m이상의 녹지대를 조성하고(도시공원 및 녹지 등에 관한 법률) 공단규모가 330만 m^2 이상인 산업단지가 주거지역과 연접해 있는 경우에는 폭 50m의 완충녹지대를 설치하도록 하며, 공단규모가 330만 m^2 미만인 산업단지가 주거지역

과 연접해 있을 때는 폭 30m의 완충녹지대를 설치한다. 또한 공단과 농경지가 연접해 있는 경우에는 사이에 폭 15m의 완충녹지대를 설치하도록 한다.

산업단지 조성시 사전환경성 검토나 환경영향평가시 자연경관영향 심의를 받도록 되어 있으므로 자연환경보전법에 규정되어 있어 완충녹지 조성시 경관 영향 등에 대한 검토가 병행될 필요가 있다.

(표 5-27) 완충녹지의 경관보전 및 창조를 위한 조성 기본유형

기 능		형 태	식 물
경 관	차 폐	마운딩	- 지하고가 낮은 식물 - 잎이 밀생하는 식물
	시각환경 개선	하부에 경관석	- 낙엽수, 관목, 지피, 초화류 등 다양

※ 출처 : 환경부, 2003, 환경친화적 완충녹지기준설정 및 조성기법 개발

완충녹지의 녹화면적률은 “도시공원및녹지등에관한법률”에 규정된 녹지설치 기준 중 완충녹지(제반 공해 방지)에 대한 면적률인 80%이상으로 설정할 필요가 있다. 아울러 완충녹지 내 조경 수종 등에 대해서는 “환경친화적 완충녹지 기준설정 및 조성기법 개발(환경부, 2003)”을 참고하여 적용하도록 한다.

이들 기준 외에 주 간선 도로변의 수림대 조성을 통해 소음 및 분진저감, 혐오시설 차폐, 대기오염 저감, 생물이동로 등의 기능을 수행하도록 계획하며, 공장지대로부터 분진, 악취, 유해성 휘발물질(VOC), 소음, 진동, 불량경관 등의 악영향이 발생하지 않도록 충분한 폭을 확보한 완충녹지대를 두어 이격하도록 계획한다.



(그림 5-56) 산업시설 주변의 완충녹지대 설치

(출처 : <http://fremontuniverse.com>)

다. 녹지의 연속성 확보

□ 개요

산업단지 내에 오픈스페이스를 확보하여 공단내 거주자 및 근로자들에게 물리적, 심리적 쾌적함과 안정감을 제공하고 대기, 물, 토양, 수목과 생물 등의 자원기반에 대한 기능 증진을 도모해 줄 필요가 있다.

산업단지 내 오픈스페이스 체계는 점, 선, 면의 세 가지 관점에서 구상하며, 점은 공지로 조성되는 오픈스페이스, 선은 보행자도로와 업무지원시설과 공장시설 간에 형성되는 보행공간, 면은 광장, 공원 등의 계획을 구상하여 각각의 점적인 오픈스페이스들을 선적인 보도로 연결하여 면적으로 수렴되는 오픈스페이스 체계를 형성하도록 한다.

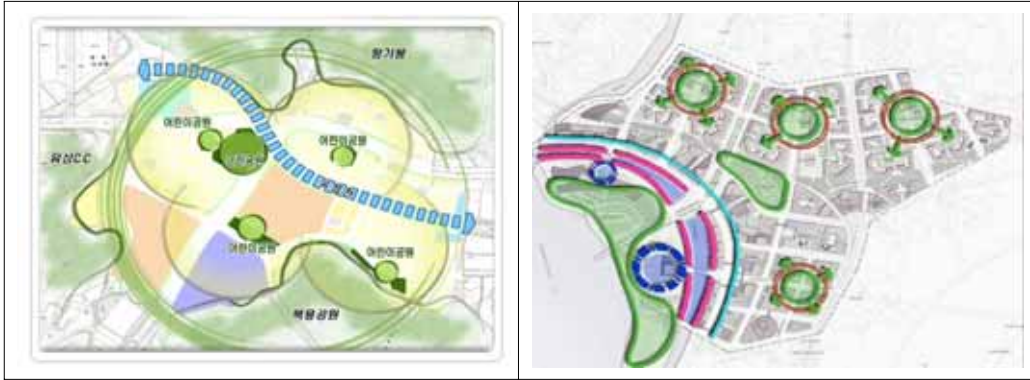


[그림 5-57] 오픈스페이스의 연계 체계 예시

(출처 : <http://southorange.org>)

□ 고려사항

산업단지 내 부족한 공원녹지의 확충을 위해 산업단지 개발시 지구 내의 존치 녹지 등을 적극적으로 활용하도록 하며, 공공공간 또는 유휴지 등을 활용하여 녹지요소를 도입하는 방안을 검토하고 보행로를 연결녹지로 조성해주도록 고려한다. 간선도로의 소음차단과 안전성 확보를 위해 도로공원 조성을 검토하고 단지내 공원과 연계하도록 구상한다.



(그림 5-58) 단지내 녹지공간 연계(좌) 및 공원녹지의 위계 설정(우) 예시

단지내 녹지, 물, 바람이 통합적으로 합류되는 곳에 오픈스페이스를 조성하여 산업단지의 온도 및 미기후를 조절하고 지구내 주요 탄소흡수원으로서의 역할을 담당하게 한다. 그리고 오픈스페이스 내에는 생태적 기능과 더불어 직원 편익과 휴식, 문화 및 레크레이션 등 다양한 활동이 이루어질 수 있도록 하고, 오픈스페이스 내 일정공간에는 트리뱅크³¹⁾를 조성하여 오염된 공기를 흡수하고 신선한 산소를 공급할 수 있도록 한다.



(그림 5-59) 생태순환 녹도 예시(좌) 및 Greenways Map(우)

(출처 : <http://www.victoria.ca>(좌), <http://www.townofcary.org>(우))

또한, 산업단지 내에 녹지축이 도로에 의해 단절되지 않고 녹지네트워크를 형성할 수 있도록 고려한다. 부득이 하게 녹지축이 단절될 경우에는 단절된 녹지축을 연결시켜 주어 단지내 생태기능과 순환기능 등이 차단되지 않도록 한다.

31) 트리뱅크란 오염된 공기를 나무의 광합성 작용에 의해 흡수하면서 맑은 공기로 정화되는 장소이다.

산업단지 내외부의 도로로 인해 기존의 녹지축이 단절되지 않고 연계될 수 있도록 생태 연결 브리지 개념을 적용시켜 단절된 녹지축을 연결해 준다.



〔그림 5-60〕 오창과학산업단지내 생태통로 현황사진

□ 적용기법

산업단지별 개발계획 수립시 도시공원 녹지축과 연계를 위한 단지내 녹지축을 조성하도록 하며 산업단지내 기존녹지와 서식처, 하천, 수계의 생태적 가치에 더해 환경영향 저감을 유도할 수 있도록 네트워크를 구축한다. 단지 외곽의 산지나 구릉지와 단지내부의 공원은 실개천, 녹도, 보행자전용도로, 가로수 등의 선적 생태네트워크 요소로 연결시켜주고 이들에 의해 단지내 연못, 옥상, 소규모 공원녹지 등의 점적 네트워크 요소를 연결하여 매트릭스 구조를 형성하도록 한다. 단지 내 보행자도로, 녹도, 실개천, 녹지회랑 등이 차량동선에 단절되지 않도록 체계적으로 조성해준다. 수계 주변에는 충분한 폭의 수변 완충녹지대를 조성하며 수공간 주변의 건축 및 개발에 대해서는 녹지율을 강화하도록 한다. 하천변 15m이내에는 가급적 도로 및 구조물 등의 시설물을 도입하지 않도록 하며 충분히 이격시켜 준다. 식재수종은 대기오염정화 등 이산화탄소 흡수능이 좋은 수종들을 선정하여 식재한다.

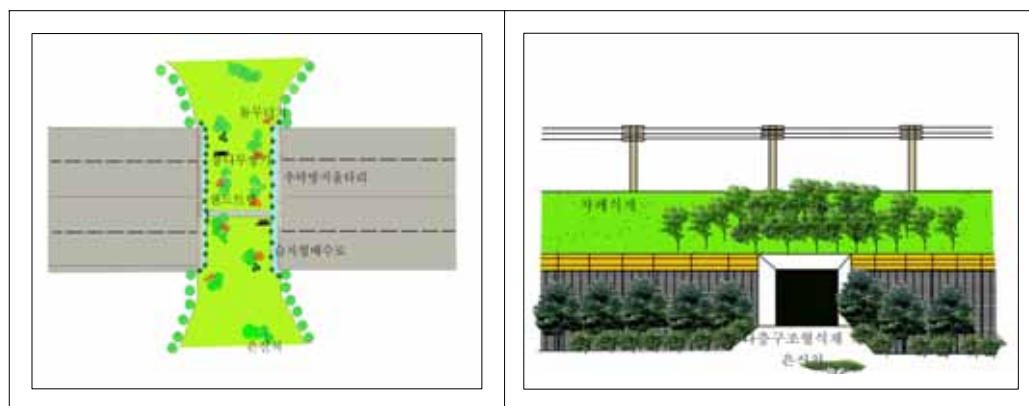


〔그림 5-61〕 도로변 가로수 식재를 통한 녹지체계 구축 예시

산업단지가 입지한 지역의 광역녹지축, 주녹지축 등을 파악하여 도로노선에 의해 녹지축이 단절되지 않도록 계획 시점부터 고려해 줄 필요가 있다.

부득이하게 도로 노선으로 인해 녹지축, 녹지핵 등이 단절될 경우에는 생태통로 등에 의해 녹지축이 연결될 수 있도록 하여 환경 친화적 산업단지가 구축되도록 한다.

산업단지내 도로가 주요한 산림을 관통하거나 녹지축 선상에 놓인 녹지가 단절될 경우에는 생태연결로(Eco-bridge)를 설치하고 도로 주변의 식생이 훼손된 경우에는 주변의 수종이나 생태계 천이단계를 고려하여 인공수림대를 조성하고 에코브릿지와 연결하여 생태계가 단절되지 않도록 연결계획을 수립한다. 도로에 의해 평지(낮은 구릉지, 평야지역)에 형성된 주녹지축이 단절된 경우에는 도로 밑으로 동물 이동통로를 설치하고 이동통로의 시작과 끝 부분에 녹지대를 조성하여 단지내에 서식하고 있는 생물상의 자연스런 이동이 유도될 수 있도록 계획한다. 특히, 산업단지내 신규 도로노선 계획시 도로선이 대상지역의 주녹지축을 횡단하게 되어 노선 변경이 어려울 경우에는 터널화 시키도록 한다.



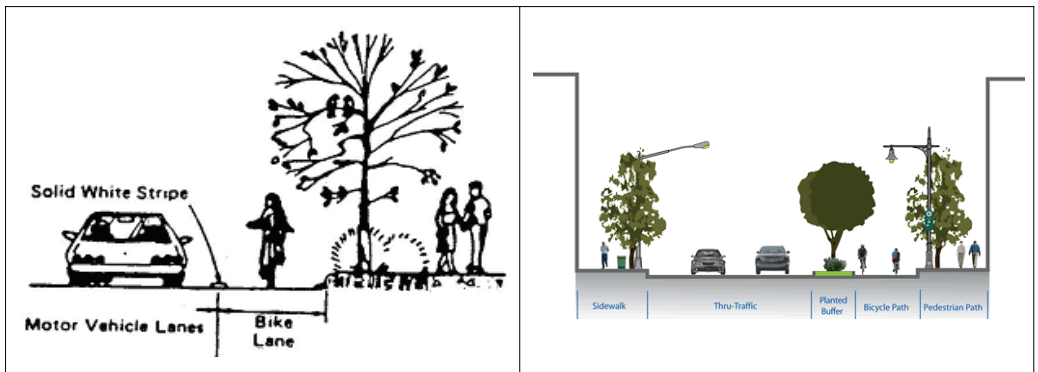
〔그림 5-62〕 육교형 생태통로의 설치 평면도(좌) 및 박스형 생태통로의 설치 단면도 예시(우)

녹도 조성시 공단내 블록별로 가로수를 특화시켜 식재하도록 한다. 업종별로 내공해성이 강한 수종들을 도입해 주거나 사람들의 이용이 많은 공간은 심미적 측면을 고려하여 수목을 식재하도록 한다. 녹도의 폭은 최소 20m 이상을 확보하며, 다층 식재기법을 도입한다.

[표 5-28] 대기오염 정화 수종

구 분	수 종
내공해성	은행나무, 느티나무, 때죽나무, 회화나무, 신갈나무, 팔배나무, 당단풍, 단풍나무, 칠엽수, 향나무, 편백, 화백, 메타세콰이어 등
CO ₂ 저감	잣나무, 양버즘나무 등
산소발생	소나무, 양버즘나무 등
녹음	은행나무, 느티나무, 단풍나무, 계수나무, 회화나무, 침엽수, 층층나무, 낙우송, 목련 등
대기정화	은행나무, 양버즘나무, 툼리나무, 향나무 등

가로수 특성을 부여한 생태녹지 네트워크 구축과 순환형 가로 체계망을 형성하도록 계획한다. 소규모 가로수 및 하부식재를 통해 가급적 녹지공간 면적을 확대시켜 줄 필요가 있다.



[그림 5-63] 녹도의 조성 예시

(출처 : <http://www.streetsblog.org/2008/04/10>)

4) 경관

가. 경관형성 및 경관축 설정

□ 개요

산업단지의 경우 다양한 업종의 공장들이 배치되고 관련 부품 및 생산품 등이 적재되는 경우가 많아 불량 경관이 다수 발생하고 있다. 특히 대기오염, 소음, 악취 등과 연계되어 시각적으로 불량한 경관이 발생하게 되면 산업단지의 이미지가 크게 훼손됨은 물론 환경적 측면에서도 바람직하지 않게

된다. 따라서 산업단지 내에서 불량한 경관 등은 차폐 또는 경관개선을 통해 시각적 환경을 개선시킬 필요가 있으며 중요한 랜드마크 등 보전가치가 있는 경관들은 보전계획을 통해 친환경적인 산업단지를 형성시켜 나갈 필요가 있다.

□ 고려사항

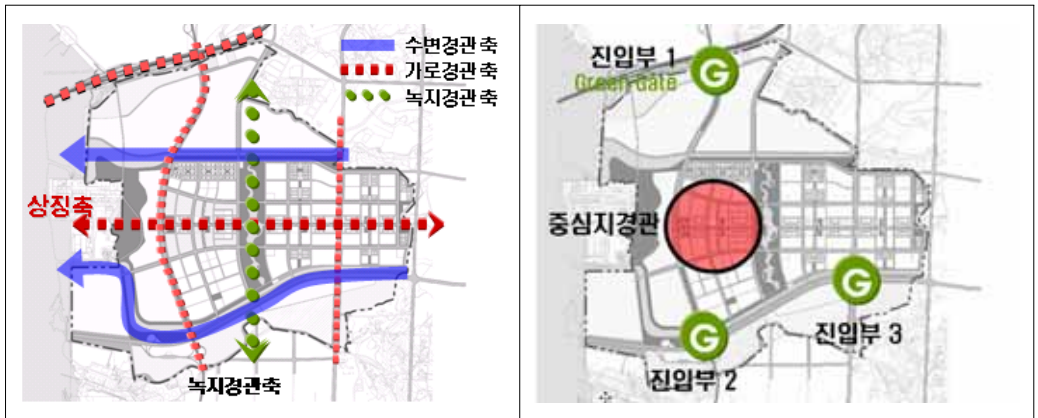
단지내 특성 및 자연 자원과 인문자원들을 잘 활용하여 친환경적이고 심미적인 경쟁력 있는 산업단지를 조성할 필요가 있다. 자연환경, 인공환경 모두를 고려하여 단지내부는 물론이고 단지외부에도 조화된 경관형성을 통해 친환경적인 산업단지를 조성해 나갈 필요가 있다.

□ 적용기법

산업단지를 관통하는 도로에서 조망되는 내부 경관들이 시각적으로 불량하지 않고 환경친화적 단지의 이미지를 보여줄 수 있도록 경관계획을 수립한다³²⁾. 또한, 단지내부로 진입하면서 독특하고 단지 이미지를 대표해 줄 수 있는 랜드마크적 경관을 형성하여 산업단지의 경관적 입지를 제고시켜 줄 필요가 있다.

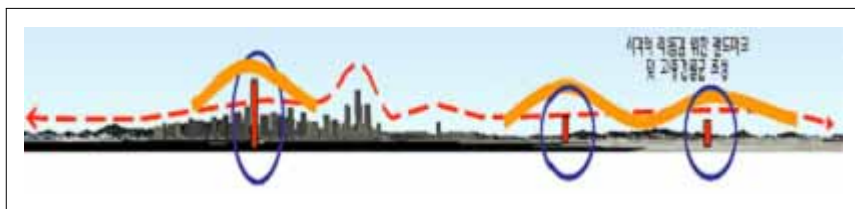
산업단지내 지형을 최대한 보존하고 지나친 지형 훼손은 지양하도록 하며, 지형을 훼손하여 시각적 압박감을 주는 거대옹벽(3m)이 발생하지 않도록 한다. 부득이하게 거대옹벽 등이 발생할 경우에는 노단식으로 처리해 주고 비탈면 식재를 통해 경관을 개선하도록 한다. 단지내 주요 건물군 등은 규모, 밀도, 형태를 주변경관과 조화될 수 있도록 계획할 필요가 있다. 주거공간 등은 획일적 배치를 지양하고 가능한 다양한 배치를 통해 경관적 매력을 높여주도록 계획한다. 단지 차원에서 조망 확보가 필요한 경우 적정 폭의 시각회랑을 설치해 준다.

32) 개발사업으로 인한 시각적 영향 범위를 1km이내의 지역으로 설정 검토하며 경관계획 수립을 위한 조망점 선정의 근경의 범위는 0.5km, 중경 범위는 0.5-1km, 원경의 범위는 1.5km내외로 적용시킬 수 있다.



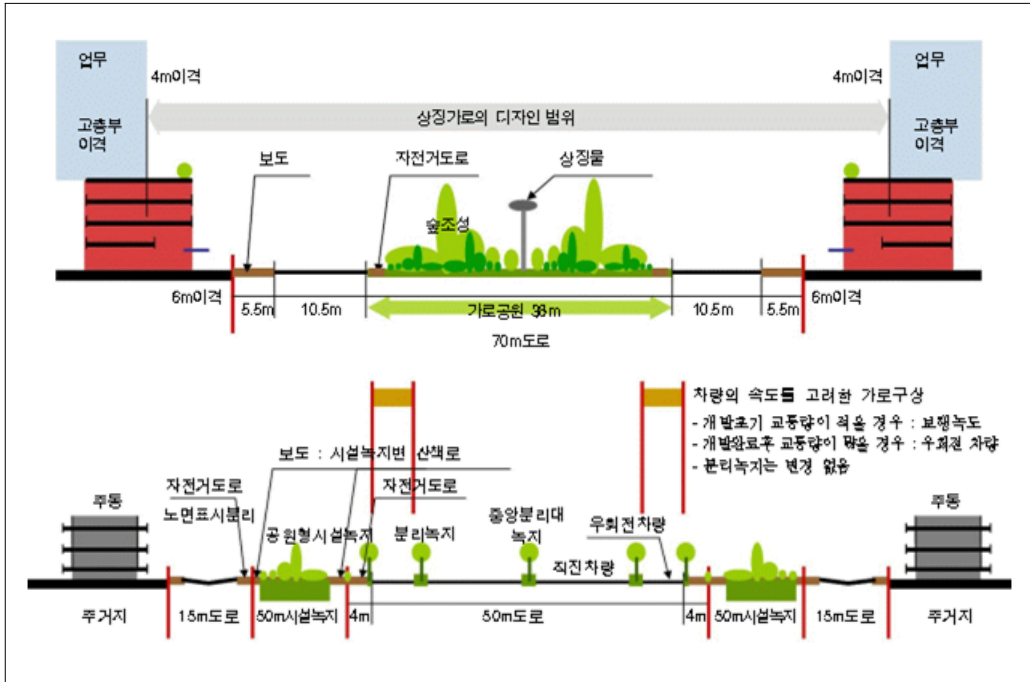
(그림 5-64) 축상 경관(좌) 및 거점 경관(우)

상업업무지역은 단지차원의 조망 보전계획을 고려하여 건축물 높아배차시 각통로 설치 등을 계획하고 산업단지 차원의 녹지축 형성계획과 연계하여 공원녹지와 연계될 수 있도록 한다. 보행자 도로의 경우 쾌적한 보행환경이 조성될 수 있도록 경관을 형성하고 가로수 식재를 통해 가로경관에 계절감을 부여한다. 녹음수를 식재하여 보행자들에게 그늘을 제공하고 계절감과 장소성 있는 공간으로 조성해 준다. 공장산업시설은 주변을 녹화하고 공원과 연계하여 쾌적한 환경을 제공해 주며 대규모 공장건축물의 시각적 압박감 완화를 위하여 완충녹지 설치나 차폐식재를 도입해 준다.



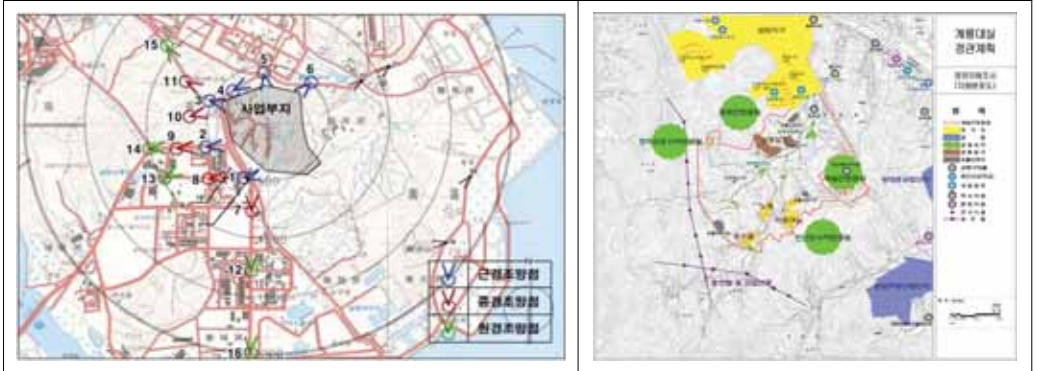
(그림 5-65) 조망되는 스카이라인 예시

도로 측면의 비탈면이 드러나 경관을 훼손하는 경우에는 식재잔디블록 시공을 통해서 경관을 개선시키고 주요 도로교차점에서 주요 경관자원(스카이라인랜드마크)을 향한 조망이 용이하도록, 도로선형 계획시 고려(적정지점에서 조망 확보)해 준다.



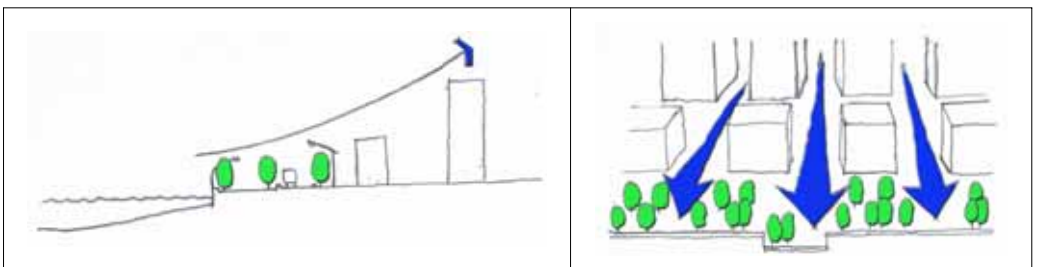
□ 적용기법

산업단지내 송전탑, 고가도로 등 존치시설이나 열병합 발전소, 쓰레기소각장, 하수종말처리장, 단지내 혐오시설 등 경관 위해 시설에 대해서는 경관에 나쁜 영향을 주지 않도록 계획단계에서부터 검토하고 차폐 녹화 등으로 불량 경관을 관리해 나가도록 한다.



〔그림 5-67〕 경관 조망점 조성 (좌) 및 경관자원 분포도(우) 예시

자연지형의 훼손을 최소화할 수 있도록 자연지형에 순응하는 토지이용계획 및 교통계획을 유도하며, 고지대 및 급경사의 개발입지를 제한시킨다. 보전이 필요한 동식물 서식처 및 보전적성 녹지자연도, 생태자연도, 표고, 경사율 등을 고려하여 자연순응형으로 개발(구체적 기준은 이 계획기준 제4장 제1절 자연순응형 개발에서 제시한 녹지자연도, 생태자연도, 경사도에 관한 기준을 따름)을 유도 한다. 또한 산업단지 주변의 산림 조망 및 스카이라인이 훼손되지 않도록 한다. 산업단지 및 인접지역에 지역의 중요 역사문화경관자원이 입지한 경우에는 이를 잘 보전하도록 계획한다.



〔그림 5-68〕 산책로변 건축물 높이 제한(좌) 및 산책로변 시각통로 확보(우)

5) 에너지

가. 에너지원 병용 확대

□ 개요

산업단지는 생산 공정상 많은 에너지를 필요로 하기 때문에 에너지 사용량이 다량 발생하게 된다. 특히, 기존에는 폐기물을 소각 처리하여 대기에 방출하는 방식을 주로 적용하다 보니 대기오염은 물론이고 에너지의 효율적 재활용이 미흡했던 측면이 있다. 이러한 점에서 산업단지 내에서 발생하는 에너지원의 재활용과 대체, 병용 방식의 적용을 통해 에너지를 효율적으로 저감시킬 필요가 있다.

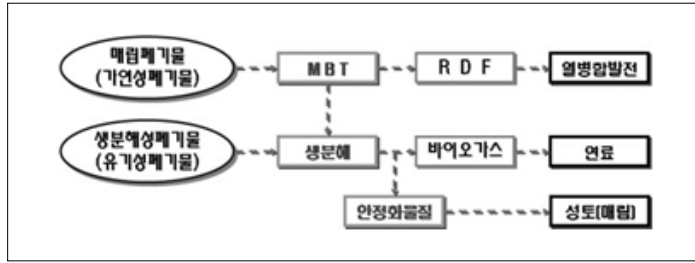
□ 고려사항

화석에너지원의 사용량을 절감하여 탄소발생량을 줄이고 오염정도를 낮추기 위해서는 자연에너지 등 대체에너지를 활용하는 것이 고려될 수 있다. 대체에너지 사용량을 확대함으로써 화석에너지원의 사용량을 줄여 탄소발생량을 줄일 수 있는 것이다. 다만, 현재의 국내 여건상 화석에너지원을 태양열, 풍력 등의 자연에너지로 대체하기에는 경제성이 적은 상황이므로 다양한 에너지원을 병합하여 활용함으로써 에너지원의 효율적 활용을 도모할 필요가 있다.



〔그림 5-69〕 산업단지 내 태양광 발전 패널 설치 현장

그러나 산업단지는 주거단지 등과 달리 많은 전력 사용을 필요로 하므로 재생에너지원을 전적으로 활용하는데 제약사항이 있을 수 있다. 이러한 점에서 산업단지 내에서 발생하는 폐기물 등을 병용하여 에너지원으로 재활용하는 방안을 고려해 볼 필요가 있다.



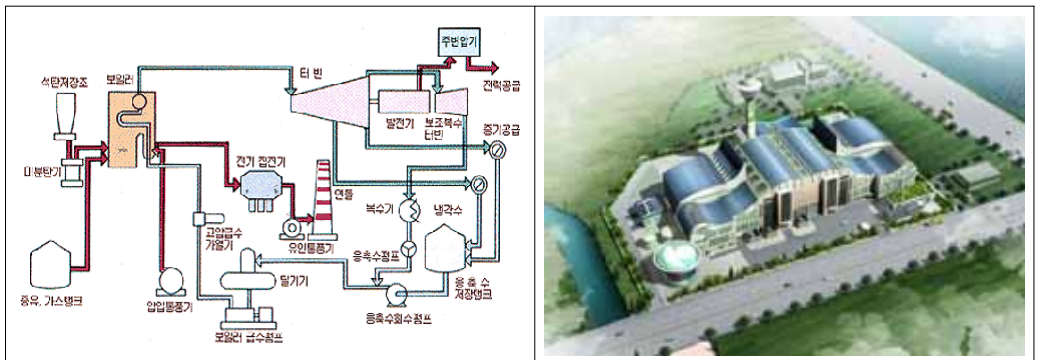
(그림 5-70) 폐열병합발전의 개념도

□ 적용기법

저탄소 및 에너지 활용 증대를 위해 혼합형 자연에너지의 활용을 적용시킬 필요가 있다. 사업지구내 적용가능한 자연에너지원을 검토하여 단지내에 공공시설을 대상으로 하여 활용 비율을 최소 5% 정도로 대체 활용하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다. 또한, 산업단지 내에서 발생하는 폐기물을 고형연료화가 가능한 기계적 처리방식을 활용해 가연성 및 불연성 등을 선별하고 가연성 부분을 연료화시키는 방안을 검토할 수 있다. 이를 통해 단지내 발생 폐기물을 소각방식을 통해 처리함으로써 소각열의 대기방출과 그에 따른 대기오염 등을 저감시키도록 한다.

산업단지내 에너지원의 집적화 및 고형연료(RDF)사용이 가능한 집단에너지 시설 시스템을 구축하여 에너지 효율을 높이도록 계획한다.

산업단지에서 나오는 폐기물이나 폐열을 다른 기업의 원료나 에너지로 재사용하는 등의 산업공생을 이루거나 산업단지 내 발생 폐기물을 고형화 연료로 재생산하여 원료로 재활용할 수 있는 열병합 발전시설을 도입할 수 있다.



(그림 5-71) 열병합발전의 예

(출처 : (위) <http://www.kcga.or.kr>, (아래) <http://blog.daum.net>)

5.4.5 생태환경 부문의 계획기법

1) 생태환경 개선

가. 생태자연도 및 녹지자연도 상위등급의 보전

□ 개요

단지 내에서 생태자연도 및 녹지자연도가 우수한 공간은 주로 산림지대에 해당되므로 가용면적이 부족하지 않은 경우에는 이들 장소를 존치시켜 공원 또는 녹지로 활용하여 단지내 환경개선을 도모하고 신선한 공기 등을 유발하는 공기 생성원 등으로 활용하도록 한다.

□ 고려사항

산업단지 내 생태자연도 및 녹지자연도 등급이 높은 지역이 다수 분포하게 될 경우에는 환경성 평가시 부동의 및 조치사항 요구 등으로 사업을 추진하는데 여러 가지 어려움이 발생할 수 있다.

개발 불가능자인 생태자연도 1등급지역과 녹지자연도 8등급 이상 공간은 개발사업에서 제외시키도록 한다. 생태자연도 2등급 이하 및 녹지자연도 7등급 이하라도 임상이 양호할 경우에는 시설물 설치를 가급적 배제시킬 필요가 있다. 특히, 임상 및 생태환경이 뛰어난 지역 등은 개발지의 외곽지대에 해당되는 경우가 많으므로 이들 지역은 공원으로 활용하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

□ 적용기법

산업단지의 경우 녹지자연도 8등급이상 지역, 녹지자연도 7등급이상으로서 급경사지역(경사도 20°~30° 이상)이 사업면적의 50% 이상이 되는 지역은 제척 시킬 필요가 있다. 특히, 환경친화적 산업단지의 조성을 위해서는 녹지자연도 7등급이상으로 급경사지역(경사도 20°~25°)이 사업면적의 30%이상 되는 지역의 경우에도 시설물 설치를 제한시키는 입지기준 강화가 필요하다. 사업대상지내 주요 자연환경은 최대한 훼손되지 않도록 계획하고 중요한 자연생태계는 보존하도록 한다.

(표 5-29) 녹지자연도 등급의 산정기준

권역	지역	등급	명칭	내용
육지권	개발지역	1	시가지 조성지	녹지식생이 거의 존재하지 않는 지구 (해안, 염전, 암석나출지 및 해안사구)
		2	경작지	논 또는 밭 등의 경작지구
		3	과수원	경작지나 과수원, 묘포장과 같이 비교적 녹지식생분량이 우세한 지구
	완충지역 (반자연지역)	4	이차초원 (A)	잔디군락이나 인공초지(목장) 등과 같이 비교적 식생의 키가 낮은 1차적으로 형성된 초원지구
		5	이차초원 (B)	갈대, 조릿대군락 등과 같이 비교적 식생의 키가 높은 2차적으로 형성된 초원지구
		6	조림지	각종 활엽수 또는 침엽수의 식재림지구(조림지구)은 수연사시 나무, 낙엽송, 잣나무 등
		7	이차림(A)	일반적으로 이차림이라 불리는 대상 식생지구(자연군락이 인간의 영향에 의해 성립되었거나 유지되고 있는 군락, 즉 천이 과정의 서어나무, 상수리나무, 졸참나무군락 등 유령림 약 20년생까지)
	보존지역 (자연지역)	8	이차림(B)	원시림 또는 자연식생에 가까운 지구(신갈나무, 물참나무, 가시나무 맹아림(벌채 후 줄기아랫부분에 싹이 터 시간이 경과함에 따라 형성된 숲)등: 소위 장령림 약 20-50년생)
		9	자연림	다종의 식생사회를 형성하는 천이의 마지막에 이르는 극상림지구 (가문비나무, 잣나무, 분비나무 등의 고령림, 약 50년생 이상)
		10	고사자연 초원	자연식생으로서 고산성 단층의 식생사회를 형성하는 지구(지라산 세석평전 등 고산지대의 초원지구)
수권	수역	0	수역	저수지, 하천유역지구(하중사구 포함)

나. 중요 서식처 보전 및 바이오툼 조성계획 수립

□ 개요

산업단지 내 존치되어 있는 생물서식처는 종의 공급원으로 중요한 기능을 발휘하게 되므로 훼손하지 않고 보전 또는 보전적 활용을 도모하도록 한다. 특히 산업단지내에 존치되어 있는 중요 동식물 서식처의 기능을 확인하지 않고 사업

을 집행하게 될 경우 환경성 검토 과정에서 보완 조치 또는 사업 부동의가 제시될 수 있어 계획 변경 등 사업추진에 여러 가지 장애가 발생할 수 있다. 산업단지 내에 중요 생물자원이 분포하거나 서식하게 될 경우 이를 활용하여 생물이 서식하기에 적합한 환경조건을 제공하여 비오톱을 조성하도록 한다. 비오톱 조성시는 서식종의 서식환경에 대해 충분히 조사 검토하고 목표로 하는 보호종이 서식하기에 적합한 환경 조건을 마련해 줄 필요가 있다.

□ 고려사항

산업단지 내 중요 동식물 서식처가 존재할 경우 영향권을 파악하여 사업시행권이 발생하지 않도록 고려해 줄 필요가 있으며, 동식물 서식처로서 기능을 지속적으로 유지할 수 있도록 수원, 먹이원 등 서식조건에 영향이 미치지 않도록 고려해 줄 필요가 있다.

존치되어 있는 생물서식처 평가결과 보존 필요성이 높게 나타난 경우에는 생물서식처를 제척하는 방안을 고려하도록 한다. 산업단지내 입지해 있을 경우에는 완충 또는 차폐시설을 설치하여 인간에 의한 간섭 등을 가급적 회피하여 서식환경이 침해되지 않도록 하고 이들을 활용하여 생태공원으로 조성하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

특히, 산업단지는 일반 개발지역과는 달리 환경적 영향에 더욱 민감하게 반응하는 지역이므로 비오톱 조성시 배출오염원에 의한 피해가 차단되거나 완화될 수 있도록 고려한다.

중요 생물서식처가 입지하고 있어 이를 활용한 비오톱 조성외에 단지내 생태환경 개선을 위해 신규로 비오톱을 조성할 경우에는 많은 예산이 소요되므로 기존부터 존치하고 있는 서식자원들(휴경논, 연못 등)을 활용하여 비오톱을 조성해 줄 필요가 있다.

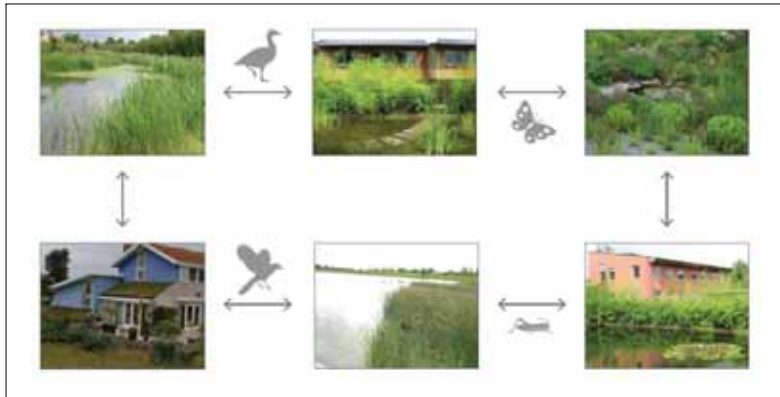
비오톱 기능이 지속적으로 유지되기 위해서는 적정수위 및 물순환 체계의 확보가 중요하며 다양한 생물상 유치 및 은신, 휴식을 위해 식이식물 등 다양한 식생구조를 구비할 필요가 있다.

□ 적용기법

입지선정 단계에서부터 사전영향성 검토를 통해 대상지역의 야생 동식물의 주요 서식처 및 이동통로를 파악하도록 하고 입지 선정 이후 중요 서식처가

발견되었을 경우에는 개발계획 수립시 최대한 서식처와 이동통로를 보호할 수 있도록 계획한다.

또한, 단지 내 생물서식네트워크가 단절되지 않고 연계될 수 있도록 고려하며, 야생동물의 이동로를 확보하고 생태네트워크를 구축하여 단지 내 생태 환경을 향상시키도록 한다.



(그림 5-72) 생태네트워크체계(야생동물의 이동로 조성)

단지 내 중요 생물자원의 분포현황에 따라 중요 생물서식처 보존계획을 수립하고 습지나 하천 등의 생물다양성 유지의 토대가 되는 주요 비오톱 보존 계획 수립과 함께 녹지축을 고려하여 생물서식처와 연계하도록 계획 한다.



(그림 5-73) 수변과 연계된 생물서식처 조성 예

(출처 : <http://fntv.co.kr>)

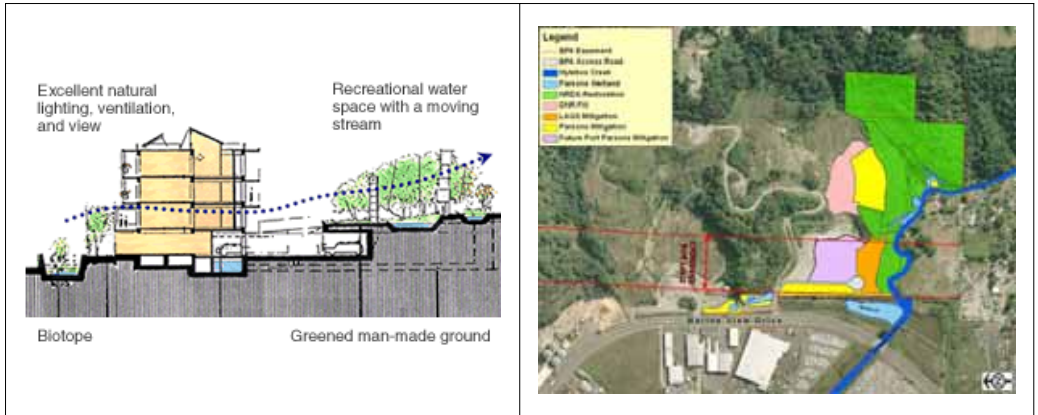
신규로 비오톱을 조성하기 보다는 빠른 생태적 안정화 도모 및 경제성을 고려해 기존의 생태자원(휴, 폐경지 등)을 기반으로 한 생태 복원기법을 적용하여 생물서식처를 조성해 준다. 서식공간의 가장자리나 경계부분은 외부에 의한 영향이 최소화될 수 있는 방안을 마련하도록 한다. 이를 위해 위계별(핵심공간-완충공간-전이공간)로 공간을 조성하고 관리 방안을 마련한다.



[그림 5-74] 공원내 비오톱 조성공간

생태연못, 생태습지 등을 거점으로 하여 설치규모는 최소 40m²이상으로 조성해 주며, 주변에 배후산림이 입지하는 경우 서식지와 주변 배후산림이 공간적, 기능적으로 연계 될 수 있도록 계획한다. 중요 생물서식처는 인위적인 접근을 최소화시키도록 하며, 완충녹지를 조성하여 간섭을 최소화하도록 유도한다. 완충녹지의 폭은 10m이상으로 설정한다.

생물서식처가 지속적으로 생물서식기반으로서 역할과 기능을 수행할 수 있도록 수문학적 특성을 고려하여 적정수준의 수위 및 수질이 유지될 수 있도록 계획한다.



〔그림 5-75〕 서식처 조성의 예

(출처 : <http://takenaka.co.jp>)

사전환경성 검토 및 대상지역의 동식물현황도 등을 분석한 후 중요한 생물자원의 서식지를 파악하고 중요 서식지가 출현할 경우 적절한 보전 및 복원 대책을 수립하고 습지나 하천 등 주요 수생바이오톱 보전 계획을 수립한다.

생물서식공간은 다공질 재료, 개방형 수로, 자생종 식재 등 다양한 생물이 서식하기에 적합한 환경조건을 제공하며 단지내 하천, 공원, 산책로 및 수로 주변을 덩굴숲 또는 관목림으로 조성하고 생물의 이동로와 은신처의 기능을 제공해줄 필요가 있다.

위의 결과들을 토대로 환경친화적 산업단지를 조성하기 위하여 요구되는 부문별 계획기법들에 대한 검토 사항들을 정리한 결과는 아래의 표 5-30과 같다.

(표 5-30) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획 요소	계획 기법	개발 유형	
				산지·구성지	평지형
자연환경 부문	지형 및 토양	지형과 경사를 고려한 단지배치계획	지형변화 최소화를 도모하여 공백발생을 줄임	◎	○
			구릉지를 활용한 부지는 저층형으로 개발	◎	○
			입체적 토지이용을 도모하여 지형변형과 토공량 발생을 억제	◎	○
			절·성토량 균형을 고려 지형변경 계획 적용	◎	○
			부지 정지시 발생하는 양호한 표토는 공원녹지 조성시 활용	◎	◎
			절성토에 따른 비탈면 경사지는 자연 복원 처리	◎	○
			경사도 25°이상, 15cm이상 장대 법면 발생하는 시설물 설치 지양	◎	○
			보행자 도로, 자전거 도로, 광장, 주차장 등은 투수성 포장 유도	○	○
			투수성 포장면이 막힘에 의해 기능이 저하되지 않도록 적합한 재료 및 관리대책 마련	○	○
			단지내에 침투형 우수독지를 도입하여 물순환성을 제고시킴	○	○
수환경	점·비점 오염원 저감 대책 수립	원충 저류시설을 설치하여 점 오염원이 단지내 하천으로 직접 유입되는 것을 방지	원충 저류시설을 설치하여 점 오염원이 단지내 하천으로 직접 유입되는 것을 방지	○	○
			비점 오염원은 오염정도와 처리수준을 고려하여 적합한 저감시설을 설치함	○	○
			자연형 정화처리 시설을 통해 자연적인 방법으로 오염원을 저감시키도록 함	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

(표 계속) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획 요소	계획 기법	개별 유형	
				산지·구릉지	평지형
생환경 부문	토지이용 계획	바람길 계획	풍향과 풍속에 대한 자료를 토대로 바람의 영향권을 분석하고 이를 토대로 토지이용 계획을 수립함	◎	○
			주풍향 통로에는 공해 및 악취를 유발시킬 수 있는 오염원을 배치시키지 않도록 함	○	○
			대기 정체가 발생하지 않고 적정하게 공기흐름을 유발시킬 수 있는 순환 구조를 형성함	○	◎
			평지형의 경우 바람에 영향을 줄 수 있는 요소들(건물군, 녹지축 및 수계축 등)을 활용하여 바람의 흐름을 원활하게 유도함	○	◎
			바람길과 주변지역에는 바람의 흐름에 방해되지 않도록 단지의 배치 및 높이 등을 계획함	○	○
			바람길을 고려한 단지계획, 일조를 고려한 단지계획, 에너지 절약을 위한 단지계획 등을 고려하여 블록의 형태를 계획	○	○
			경사지 개발이 불가피한 경우, 건물 구획시 고층 고밀 개발을 지양하고, 개별 건축물이 적정 간격을 유지하도록 함	◎	○
			경사를 향해 평행하게 늘어선 구조물들은 바람 흐름을 방해하므로 경사 방향에 수직인 건축열 배치가 되도록 계획	◎	○
	수순환망 공간계획		유출수가 지표면의 낮은 지형을 따라 자연스럽게 흘러갈 수 있도록 일정한 경사를 유지	◎	○
			도로변에 자연배수시스템(Natural Drainage System)을 도입하여 도로변의 오폐수 정화는 물론 도로경관을 향상시키도록 계획	○	○
			산업단지 내에서 발생하는 우수 등을 집중하여 재활용하거나 공원 등의 수공간(연못)에 재활용하도록 함	○	○
			산업단지내에서 기존 수체계를 활용하여 자연형의 하천 및 실개울 등을 조성하도록 함	○	○
			단지내 복개하천 등이 발생하지 않도록 계획하며, 자연형 하천 조성은 하천을 따라 녹지가 형성될 수 있도록 고려함	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

(표 계속) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획 요소	계획 기법	개발 유형	
				산지·구릉지	평지형
생활환경 부문	교통	도로변 소음 저감	소음발생원과 영향에 민감한 지역은 충분한 이격거리를 확보하도록 계획	○	○
			자동차 이용이 많은 간선 도로변에는 소음에 비교적 영향을 덜 받거나 민감도가 적은 시설을 배치하고 배후에 주거시설을 배치토록 함	○	○
			소음저감을 위한 완충녹지 설치시 마운딩 처리와 병행한 방음림 설치를 통해 소음감소와 경관 개선 효과를 동시에 소도	◎	○
			방음림은 도로와 평행하게 완경사를 이루도록 수림대를 조성해줌	○	○
생활환경 부문	교통	대중 교통 시스템 계획	도시와 연계된 대중교통체계를 산업단지와 연계하며 단지내 교통은 보행자 우선의 교통체계 및 자전거 도로체계를 구축함	○	○
			물류 수송을 위한 간선도로는 물류 이동이 용이하도록 하며 일반 교통체계는 교통정온화 기법을 적용하고 기급적 개인 차량의 이용을 억제	○	○
			공원녹지 네트워크를 보행자 및 자전거 교통체계와 연계하도록 함	○	○
			공원, 하천 수계, 상업지역, 지원시설 등을 연결하는 친환경 교통체계를 계획하도록 함	○	○
		보차 분리 계획	자전거 도로는 대중교통 체계와 연계를 도모하고 단지내 공원녹지 및 하천변과 연결할 수 있도록 네트워크를 형성함	○	○
			자전거도로는 차량 및 보행동선과 분리하도록 하며, 적절한 부대시설을 도입하여 자전거 이용의 안전성과 쾌적성을 확보	○	○
			보행로와 차도를 분리시켜 안전한 보행환경을 확보해줌으로써 교통발생량을 줄여주어 단지 환경을 개선할 수 있도록 계획	○	○
			보행자 도로는 보행밀도와 행태를 고려하여 기능적으로 안전한 보행공간을 조성하며, 자전거 및 차량으로부터 안전하도록 계획	○	○
			녹도형 자전거 도로는 최소 3m이상(자전거 이용 고려시 6m이상)의 도로 폭을 확보하도록 함	○	○
			보행 악지를 고려하여 보행자 중심의 가로체계를 형성하도록 계획	○	○
			보행자 동선은 차도에 의해 단절되지 않도록 계획하며, 단지 내 보행자의 안전을 위하여 서행을 유도할 수 있도록 계획	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

(표 계속) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획 요소	계획 기법	개별 유형	
				산지·구릉지	평지형
생활환경 부문	교통	주차공간 확보	블록단위 주차시설과 지하주차시설 계획을 통해 산업단지에서 발생하고 있는 주차문제를 해결하도록 계획	○	○
			물류 수송을 위한 간선도로는 물류 이동이 용이하도록 하며 일반 교통체계는 교통정문화 기법을 적용하고 가급적 개인 차량의 이용을 억제	○	○
			지하 주차시설의 경우 산업단지의 경계부나 완충녹지가 조성되는 지역의 지하공간을 활용하여 주차계획을 적용	○	○
			신규 산업단지의 주간선도로, 보조간선도로, 집산도로에는 노상주차장을 가급적 배제	○	○
			신규 단지를 재정비하는 경우에는 교통 및 통행에 불편을 주지 않는 선에서 이면 도로를 따라 노면 주차를 도입	○	○
			주차장을 쉽게 찾을 수 있도록 효율적인 주차 안내 체계를 위한 지능형 교통체계를 도입	○	○
녹지	녹지	공원 녹지의 확충 및 접근성 향상 도모	단지내 공원녹지의 이용률을 높이기 위해서 공원으로 접근을 방해하는 요소를 차단	○	○
			공원 내부로의 직접 진입이 가능하도록 동선을 계획하고 도로 등으로 인해 직접적으로 도달하기 어려울 때는 구름다리(육교)등을 설치	○	○
			공원 주변 도로에서 차량속도를 제한하도록 계획하고 주변 보도와 연결성을 확보	○	○
			공원과 주변녹지를 보행자 도로와 연결시켜 공원 이용자의 안전한 접근을 유도	○	○
			산업단지 내 법적 녹지 설치 면적 이외에도 녹지로 조성 가능한 공간을 중심으로 인공지반 녹화를 확대	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

(표 계속) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획 요소	계획 기법	개발 유형	
				산지·구릉지	평지형
생활환경 부문	녹지	녹지	완충녹지는 산업단지 경계를 따라 설치하는 것이 바람직하나 주거지 현황, 지형적 차폐, 경관적 영향 등을 고려하여 적장 폭 설정	○	○
			주거지역과 공업지역이 연결하여 있는 부분은 폭 10m이상의 녹지대 조성, 공단 규모가 330만㎡ 이상인 경우에는 폭 50m, 공단규모가 330만㎡ 미만인 경우는 폭 30m의 완충녹지대 설치. 또한 공단과 농경지가 인접해 있는 경우에는 사이에 폭 15m의 완충녹지대 설치	○	○
			완충녹지 내 조경 수종 등에 대해서는 “환경친화적 완충녹지 기준설정 및 조성기법 개발(환경부, 2003)”을 참고하여 적용	○	○
			주요선 도로변의 수림대 조성을 통해 소음 및 분진저감, 혐오시설 차폐, 대기오염 저감, 생물이동로 등의 기능을 수행하도록 계획	○	○
			공장지대로부터 분진, 악취, 유해성 휘발물질(VOC), 소음, 진동, 불량경관 등의 악영향이 발생하지 않도록 충분한 폭을 확보한 완충녹지대를 두어 이격	○	○
		녹지의 연속성 확보	단지내 기존녹지와 서식처, 하천 등을 연계하는 네트워크 구축	○	○
			보행단지 내 보행자도로, 녹도, 실개천, 녹지화랑 등이 치랑동산에 단절되지 않도록 체계적으로 조성	○	○
			수계 주변에는 충분한 폭의 수변 완충녹지대를 조성하며 수공간 주변의 건축 및 개발에 대해서는 녹지율을 강화	○	○
			도로 노선으로 인해 녹지축, 녹지핵 등이 단절될 경우에는 생태연결로를 활용 녹지축을 연결하여 환경 친화적 산업단지를 구축함	○	○
			내공해성이 강한 수종들을 도입해 주거나 사람들의 이용이 많은 공간은 심미적 측면을 고려한 수목 식재	○	○
			소규모 가로수 및 하부식재를 통해 기층적 녹지공간의 면적을 확대함	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

(표 계속) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획요소	계획기법	개별 유형	
				산지·구성지	평지형
생활환경 부문	경관	경관형성 및 경관축 설정	도로에서 조망되는 내부 경관들이 시각적으로 불량하지 않고 환경친화적 단지의 이미지를 보여줄 수 있도록 경관계획 수립	○	○
			단지내부로 진입하면서 독특하고 단지 이미지를 대표해 줄 수 있는 랜드마크적 경관을 형성하여 산업단지의 경관적 이미지를 향상	○	○
			산업단지내 지형을 최대한 보존하고 지나친 지형 훼손은 지양하도록 함	◎	○
			부득이하게 가대옹벽 등이 발생할 경우에는 노단식으로 처리해 주고 비탈면 식재를 통해 경관 개선 도모	◎	○
			단지내 주요 건물군 등은 규모, 밀도, 형태를 주변경관과 조화될 수 있도록 계획	○	○
			단지 차원에서 조망 확보가 필요한 경우 적정 폭의 시가회림을 설치	○	○
			사업업무지역은 단지차원의 조망 보전계획을 고려하여 간축을 높아배치시각통로 설치 등을 계획	○	○
			보행자 도로의 경우 쾌적한 보행환경이 조성될 수 있도록 경관을 형성하고 가로수 식재를 통해 가로경관에 계절감을 부여	○	○
			공장산업시설 주변은 녹화하고 공원과 연계하여 쾌적한 환경을 제공해 주며 대규모 공장건축물의 시각적 압박감 완화를 위하여 완충녹지 또는 치폐식재 도입	○	○
			도로교차점에서 주요 경관자원(스카이라인랜드마크)을 향한 조망이 용이하도록, 도로선형 계획시 고려	○	○
		경관보전 및 관리계획	경관 위해 시설은 단지내 경관에 나쁜 영향을 주지 않도록 계획단계에서부터 검토 하고 치폐 녹화 등으로 불량경관을 관리함	○	○
			산업단지 주변의 산림 조망 및 스카이라인이 훼손되지 않도록 고려	◎	○
			지역의 중요 역사문화경관자원이 입지한 경우에는 이를 잘 보전하도록 계획	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

(표 계속) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획 요소	계획 기법	개발 유형	
				산지·구릉지	평지형
생활환경 부문	에너지	에너지원 병용 확대	사업지구내 적용가능한 자연에너지원을 검토하여 공공시설의 대체 에너지원으로 활용하는 방안 고려	○	○
			산업단지내 에너지원 집적화 및 고형연료(RDF)사용이 가능한 집단에너지 시설 시스템을 구축하여 에너지 효율을 높이도록 계획	○	○
			산업단지 내 발생 폐기물을 고형화 연료로 재생산하여 원료로 재활용할 수 있는 열병합 발전시설을 도입	○	○
생태환경 부문	생태환경 개선	생태자연도 및 녹지자연도 상위등급의 보전	녹지자연도 8등급 이상 지역, 녹지자연도 7등급이상으로서 급경사지역이 사업면적의 50% 이상이 되는 지역에는 시설설치 배제	◎	○
			녹지자연도 7등급 이상으로 급경사지역이 사업면적의 30%이상 되는 지역의 경우에도 시설물 설치를 제한	◎	○
			상위 등급의 녹지지역은 단지내 자연공원 또는 숲지원으로 활용하는 방안을 고려함	◎	○
			사업대상지내 주요 자연환경은 최대한 훼손되지 않도록 계획하고 중요한 자연생태계는 보존하도록 함	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

(표 계속) 친환경 산업단지 조성을 위한 주요 계획 기법 체크리스트

계획부문	계획항목	계획 요소	계획 기법	개별 유형	
				산지·구릉지	평지형
생태환경 부문	생태환경 부문 생태환경 개선	중요 서식처 보전 및 비오토프 조성계획 수립	입지선정 단계에서부터 대상지역내 야생 동식물의 주요 서식처 및 이동통로를 파악하여 생물서식공간을 조성하도록 함	◎	○
			단지내에서 중요 서식처가 발견되었을 경우에는 최대한 서식처와 이동통로를 보호할 수 있도록 계획	○	○
			야생동물의 이동로를 확보하고 생태네트워크를 구축하여 단지 내 생태환경을 향상	◎	○
			조기의 생태적 안정과 경제성을 고려해 신규 비오토프 조성 보다는 기존의 생태자원(휴, 폐경지 등)을 활용하여 생물서식처를 조성토록 함	◎	○
			서식공간의 가장자리나 경계부분은 외부에 의한 영향이 최소화될 수 있는 방안을 마련	○	○
			생태연못, 생태습지 등을 거점으로 하여 서식처를 조성해 주고 배후산림이 입지하는 경우 서식처와 배후산림을 공간적, 기능적으로 연계함	◎	○
			중요 생물서식처는 인위적인 접근을 최소화시키도록 하며, 완충녹지를 조성하여 서식 생물에 대한 간섭을 최소화하도록 유도	○	○
			지속적으로 생물서식기반으로서 역할과 기능을 수행할 수 있도록 수문학적 특성을 고려하여 적정 수위 및 수질을 유지하도록 계획	○	○
			중요한 생물자원의 서식지를 파악하고 중요 서식지가 출현할 경우 적절한 보전 및 복원 대책을 수립	○	○
			단지내 하천, 공원, 산책로 및 수로 주변을 담불숲 또는 관목림으로 조성하고 생물의 이동로와 은신처의 기능을 제공해 줌	○	○

◎ : 매우 중요, ○ : 중요

제6장

친환경 산업단지
개발방안 적용

6

제6장 친환경 산업단지 개발방안 적용

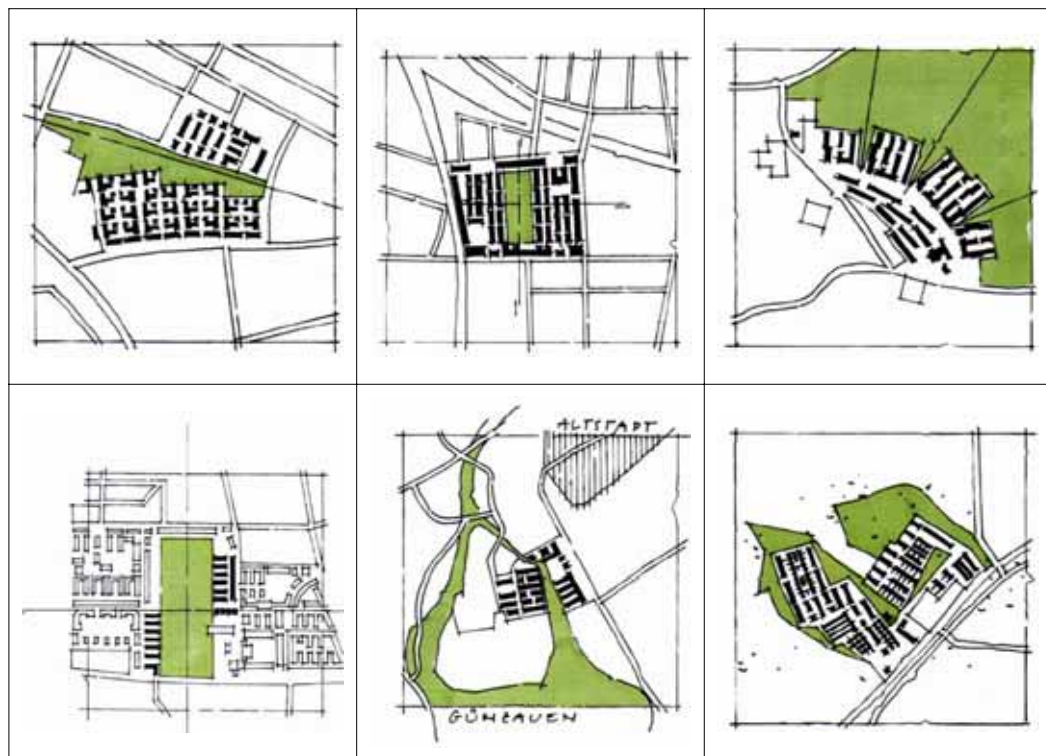
6.1 친환경 산업단지 개발 입지

6.1.1 자연 생태적 입지

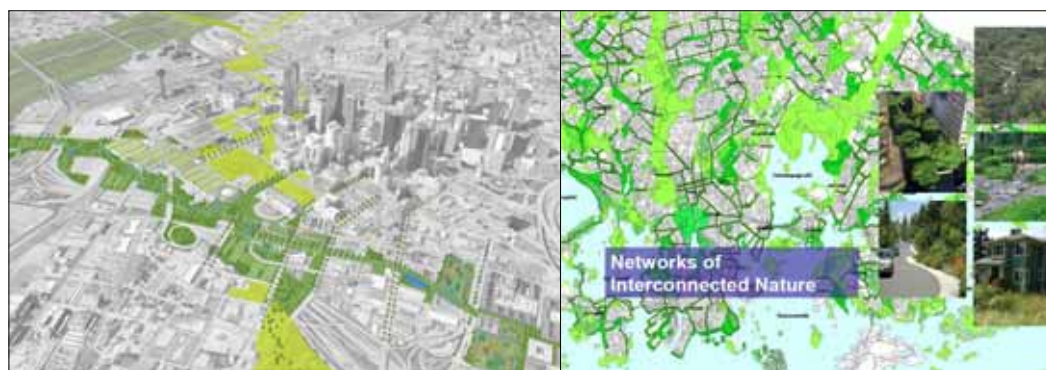
산업단지 대상지의 주변 및 기존 녹지, 수목 등 도시 생태적 요소를 개발 계획에 반영하기 위해서는 계획수립 초기 단계인 입지분석에서부터 체계적인 현황조사를 실시하고, 이를 근거로 보존 및 복원방안 마련이 필요하다.

자연 생태적 입지조건은 친환경 산업단지 개발에 있어서 가장 중요한 부분이다. 1990년대부터 이미 선진외국에서는 정주지개발뿐만 아니라 산업단지 개발에서도 ‘생태적 산업단지 개발’이 진행되고 있다. 독일은 ‘Arbeiten in Park’ ‘일은 공원에서’ 이라는 키워드를 산업단지 개발에 반영하고 있다. 생태도시 계획 및 기법들을 산업단지 개발계획에 반영하고 있는 것은 유럽 등의 선진국에서는 이미 20년 이상의 역사를 가지고 있는 것이다.

자연 생태적 입지조건을 보존하고 유지 및 향상시키기 위해서는 첫 번째로 주변 정주지와 연계뿐만 아니라 산업단지 내의 단절되지 않은 ‘Green Circulation’ 구축이다. 이는 계획 수립초기 단계에서 현황조사 분석을 토대로 공간적 위계(macro, meso, micro)에 따른 녹지연계를 토지이용계획에 반영하도록 하는 것이다. 산업단지뿐만 아니라 주변 정주지를 연계한 단절되지 않은 순환형 녹지네트워크 구축이다. 두 번째는 단절되지 않은 순환형 녹지네트워크와 보행, 수공간, 건축물 녹화까지 연계한 Multi Green Network 구축이다. 이는 입체적 녹지 네트워크를 말한다. 셋째는 기후변화와 에너지 문제 시대가 등장되면서 더욱 중요시 되고 있는 도시 열섬완화를 위한 공기순환 및 여과, 탄소흡수 기능을 담당할 수 있는 녹지공간 조성이다. 도로변 녹지 및 식재, 신선한 공기가 통풍, 순환되도록 녹지와 수공간과 연계한 녹지공간 조성이다.



(그림 6-1) 녹지 축 및 녹지공간 계획 및 설계기법 예시

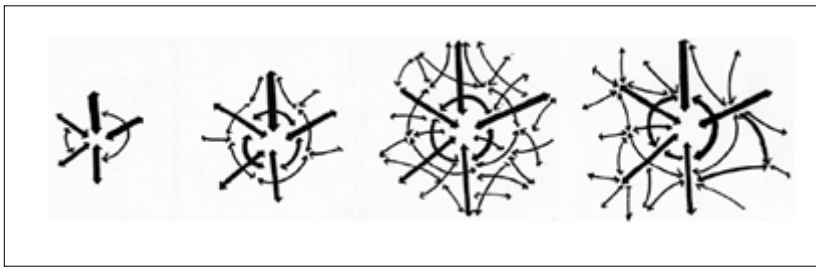


(그림 6-2) 단절되지 않은 녹지 네트워크

6.1.2 교통 및 접근성

산업단지의 가장 중요한 기능은 수송과 이동을 고려한 접근성이며, 접근성은 교통연계망과 주거 등 도시기능과의 접근성이다. 교통은 산업단지 내의 교통보다는 고속도로, 공항, 철로 등과의 접근성이 중요하다. 하지만 교통계획, 체계 등에 따라 대기오염뿐만 아니라 수송 및 이동의 접근성에 장애가 되기도 하다.

따라서 접근성 확보를 위해서는 첫 번째 주변 고속도로, 주도로, 간선도로 등 도로체계와 연계한 교통체계 구축이 중요하다. 두 번째로는 통과 교통량에 의해 수송 및 이동성에 장애가 되지 않도록 불필요한 통과 차량억제 방안을 마련하는 것이다. 이는 토지이용계획과 연계도 중요하다. 친환경 산업단지에서 무엇보다 중요한 것은 자동차 이용 억제를 위한 방안 마련이다. 산업단지 내에서 이동을 위한 보행 및 자전거 네트워크 구축이다. 국내의 산업단지는 근린상업지구와 마찬가지로 주차시설이 부족하여 산업단지의 접근성, 신속성 등에 커다란 장애의 원인이 되고 있다.



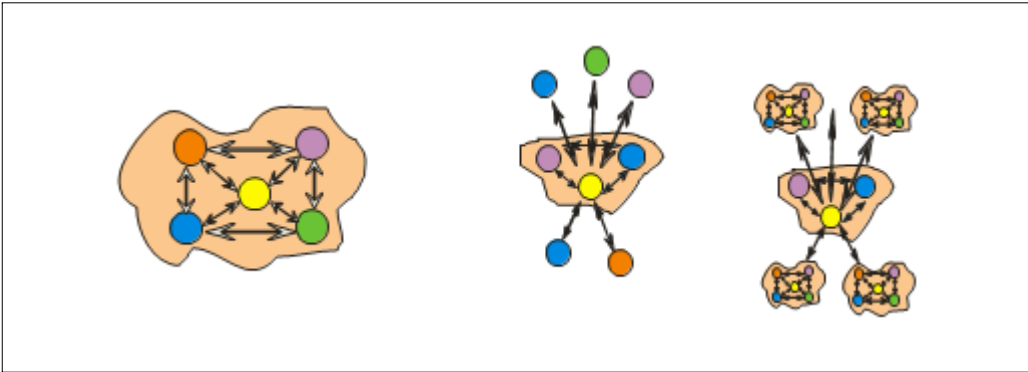
(그림 6-3) 접근성과 교통망 연계 예시

6.1.3 공간구조와 토지이용

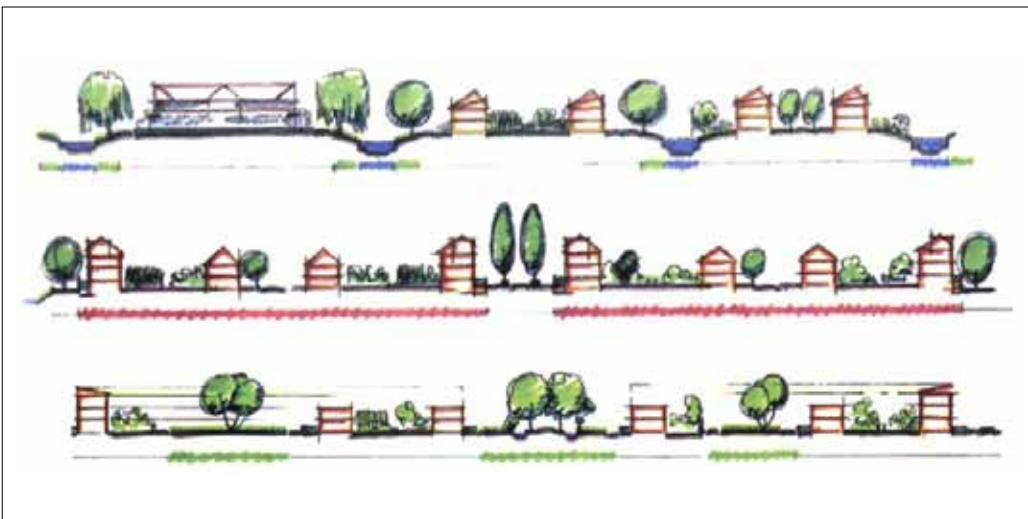
접근성을 위해 도시 기반시설과 도로망을 연계한 산업단지는 도시공간구조와 녹지축을 반영하여 한다. 이를 반영한 계획이 공간구조와 토지이용계획이다. 산업단지 공간구조는 정주지와 달리 기능이 다양하지는 않지만 화물차량, 소음, 대기오염 등을 고려한 기능분산 및 밀도배치가 매우 중요하다.

최근 굴뚝산업이 아닌 첨단산업, 서비스업종 중심의 산업구조에서는 주거와 여가의 기능을 포함한 산업단지 개발의 경우 산업, 상업, 여가, 주거 등 다양한 기능이 공유하는 토지이용계획이 요구된다.

따라서 산업단지 개발을 위한 공간구조 및 토지이용계획에 있어서는 첫 번째 이동거리 단축과 차량이용 억제, 불필요한 화물차량 통과를 억제하는 공간 및 기능배치가 중요하다. 두 번째는 녹지와 자전거, 보행 혼합 도로와 분리된 자동차 동선을 반영한 주차시설 배치이다. 세 번째는 녹지축과 바람길을 고려한 토지이용계획이다.



(그림 6-4) 다양한 기능배치 예시

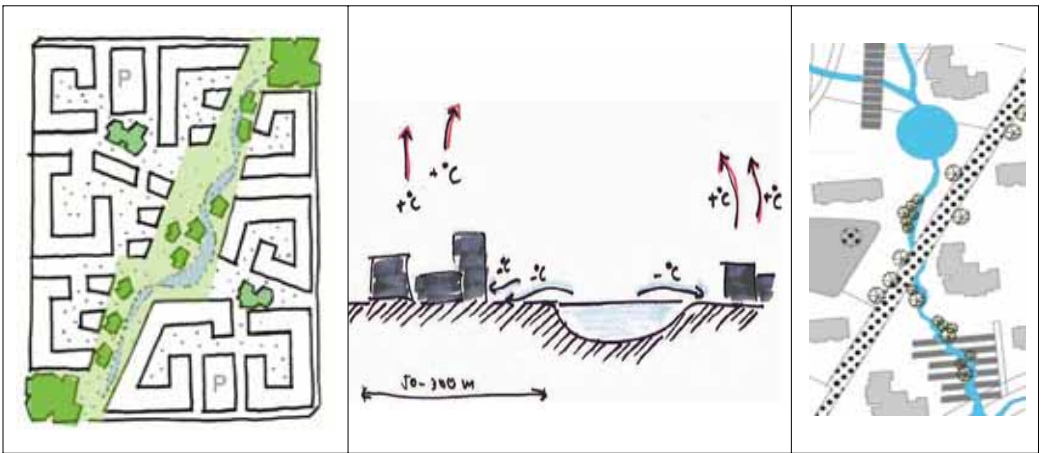


(그림 6-5) Green Circulation을 반영한 단지배치 예시

6.1.4 도시기후

기후변화와 에너지 문제가 심각한 최근에 산업단지 개발은 도시개발 보다 더욱 간과할 수 없는 부문이다. 최근의 친환경 산업단지 개발은 대기오염, 토양오염, 수질오염 억제뿐만 아니라 도시 열섬억제를 통한 에너지 저감 효과를 유도하는 개발이 요구된다.

도시기후를 반영한 친환경 산업단지 개발을 위해서는 첫 번째 Urban Cooling System 구축이다. Urban Cooling System이란 주변하천, 녹지축, 녹지공간과 바람통로를 연계한 네트워크를 말한다. 두 번째는 Urban Cooling 네트워크를 연계하여 밀도지역 등을 중심으로 수로, 빗물자연정화 연못 등을 조성하여 찬 공기 생성지역을 조성하는 것이다. 이는 여름철 열섬화로 인한 에너지 소비 억제에 커다란 역할을 담당한다. 세 번째 산업단지 주도로는 녹지+보행+녹지/수로+도로 체계로 조성하고, 도로 중앙에는 원형교차로에 Bio Retention를 조성한다.



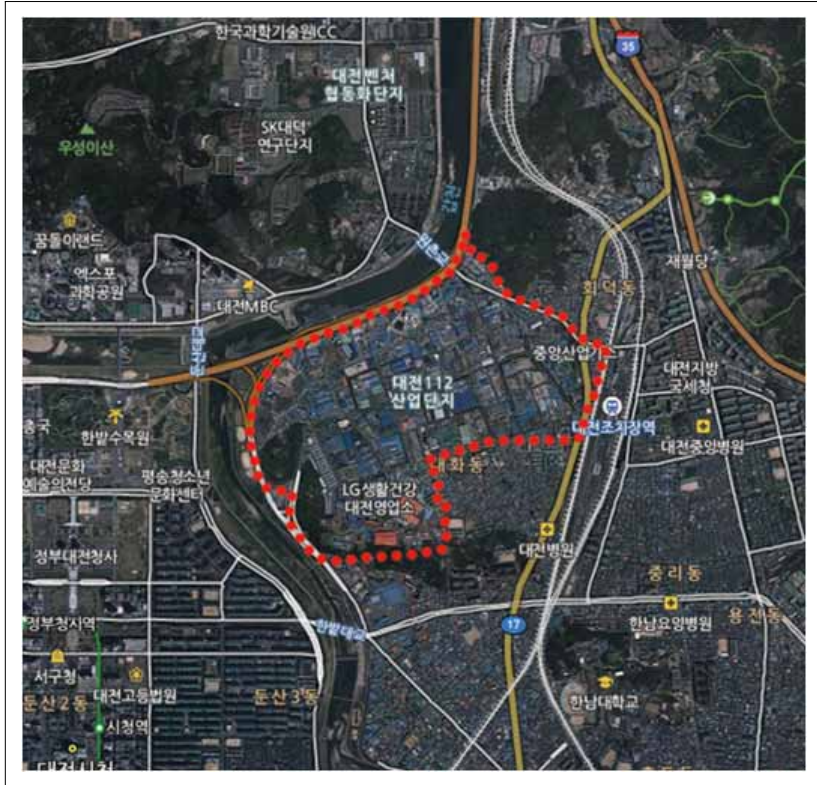
(그림 6-6) Urban Cooling System을 반영한 계획 기법예시

6.2 도심 입지형 친환경 산업단지 개발 방안

6.2.1 평지형

1) 입지현황

- 자연생태적 입지: 산업단지 주변에 녹지는 산업단지 조성 시 단절되어있으며, 산업단지 내부에는 녹지 조성이나 바람통로가 미 반영 되어 있다. 배후에 갑천이 흐르고 있으나 이와 연계하여 수순환 체계도 구축되지 않은 상황이다. 자연생태적 입지 여건을 종합해 볼 때 순환형 녹지네트워크와 수공간을 연계한 Multi Green Network구축이 미비한 상태이다.
- 교통 및 접근성: 현재는 주변의 정주지와 혼합된 교통체계 및 도시외곽으로 공간적 팽창이 이루어지면서 교통량이 증가되어 접근성이 억제되고 있는 상황이다, 고속도로 진입 지역에 신개발이 이루어지면서 산업단지로 진출입하는 데 장애가 발생하고 있는 상황이다.
단지내부는 주차시설이 부족하여 내부 도로에 차량들이 주차되어 있어 화물 운송, 차량이동에 제약이 발생되고 있는 상황이다.
- 공간구조 및 토지이용: 전통적인 1,2차 산업단지로 보행 및 자전거 도로체계가 형성되어 있지 않는 등 단지 전체는 순환 교통체계가 마련되어 있지 않은 상태이다. 주변 정주지와 연계된 공간구조 보다는 이동, 수송 중심의 도시기반 체계로 구성되어져 있다. 친환경적 관점에서 공간구조 및 토지이용을 분석해 보면 이동거리 단축과 개인 차량이용 억제, 불필요한 화물차량 통과를 억제하는 공간 및 기능배치가 미흡하다. 녹색교통 측면에서도 녹지와 자전거, 보도 등이 연계된 교통체계가 반영되지 않고 있으며, 도로에 무질서하게 차량들이 주차되어 있으며, 교통 혼잡과 통행불편을 줄이기 위한 주차시설이 부족한 것으로 나타났다.
- 도시기후: 하천과 연계성이 단절되어 있으며, 단지 내에 녹지나 수변공간이 연계되지 않아 바람통로가 조성되어 있지 않다. 이로 인해 도시내 Cooling System이 구축되지 못하여 쾌적한 도시기후를 형성하지 못하고 있다.



(그림 6-7) 도심입지 평지형 산단

2) 개발구상

- 자연생태적 입지: 4개의 녹지축을 구축하고, 단지 중심부에 녹지+수계 축을 조성하여 Green Circulation형성해 준다.
- 교통 및 접근성: 교통체계가 구도심 구조를 하고 있어 화물차량의 불필요한 통과를 억제하도록 하고, 단지 내에 분산형 녹지+주차시설 설치와 녹지축과 연계된 보행, 자전거 네트워크를 구축한다.
- 공간구조 및 토지이용: 산업단지 남, 동 축의 정주지와 격리된 공간구조를 띄고 있으며, 이로 인해 기능분산의 효과가 부족한 문제점을 보완하기 위해 분산형 교통체계와 함께 녹지축과 이동거리 단축의 상업, 서비스 시설을 중심의 동·서로 공간을 분리 재배치하였다.
- 도시기후: 중심부 남·북으로 연결되는 수변공간+녹지공간+보행으로 구성된 Urban Cooling System 구축하였다.



(그림 6-8) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)



(그림 6-9) 현황 분석에 따른 개발구상안(도심입지 평지형 산단)

6.2.2 산지·구릉지형

1) 입지현황

- 자연생태적 입지: 기존의 도로를 중심으로 녹지축이 형성되어 있으나 산업단지와 인근의 개발예정지 조성으로 인해 녹지축이 단절되었다. 기존의 녹지축에 산업단지가 조성되면서 도심으로 흐르는 신선한 공기통로의 순환체계가 영향을 받고 있다. 산업단지 토지이용계획은 공기통로, 녹지 축이 단절된 상태로 구성되어 있는 상태이다
- 교통 및 접근성: 3번국도와 충주 IC에서 진입도로를 통해 단지내로 접근할 수 있는 구조로 도로 노선이 설정되어 있어 교통량 증가가 예상되며, 현재의 토지이용계획상으로는 주거단지를 통과하여 산업단지로 화물차량들이 이동할 것으로 예상되어 교통 혼잡 및 사고위험이 우려되고 있다. 단지내부의 경우는 경사를 지니고 있으며 자동차 중심의 도로계획이 수립되어 있다.
- 공간구조 및 토지이용: 산업단지의 경우 주거지역 등이 포함된 복합산업단지로 조성하게 되며 주거단지에 대한 접근성을 높이고자 고속도로에서 연계된 진입도로를 계획하고 있다. 주거단지와 산업단지가 연결하여 입지해 있으며 주거단지를 우회하여 산업단지로 접근하는 도로를 계획하고 있으나 고속도로 IC로부터 산업단지로의 빠른 진입을 목적으로 우회도로 대신에 주거지역을 관통하여 산업단지로 진입하는 교통량이 많을 것으로 예상된다. 주거단지는 화물차 통과량이 다수 발생할 수 있는 여건을 지니고 있으며, 이로 인해 대기 및 소음 발생정도가 높을 것으로 보여진다. 토지이용계획의 상업시설들은 이동거리가 고려되지 못한 측면이 있어 단지내에서 차량 이용이 증가되는 환경여건을 지니고 있다. 화물차량에 의한 교통혼잡과 교통사고 위험, 그리고 대기오염과 소음을 줄이기 위한 주거단지 재배치를 필요로 하는 지역이라 할 수 있다.
- 도시기후: 현재의 토지이용계획에서는 바람통로, 녹지체계 등이 단절되고 있으며, 단지 내부에 수변공간이 없어 도시 열섬화가 예상되는 토지이용이 계획되어 있다. 산업단지의 미기후 개선을 위해서는 기존 녹지체계를 일부 복원하도록 하고 바람 생성지역으로부터 단지내부로 유입되는 바람통로가 차단되지 않도록 계획할 필요가 있다. 단지내 수공간을 도입하고 녹지축과 연계하여 단지내 Cooling 체계를 마련하도록 한다.



(그림 6-10) 도심입지 산자·구릉지형 산단

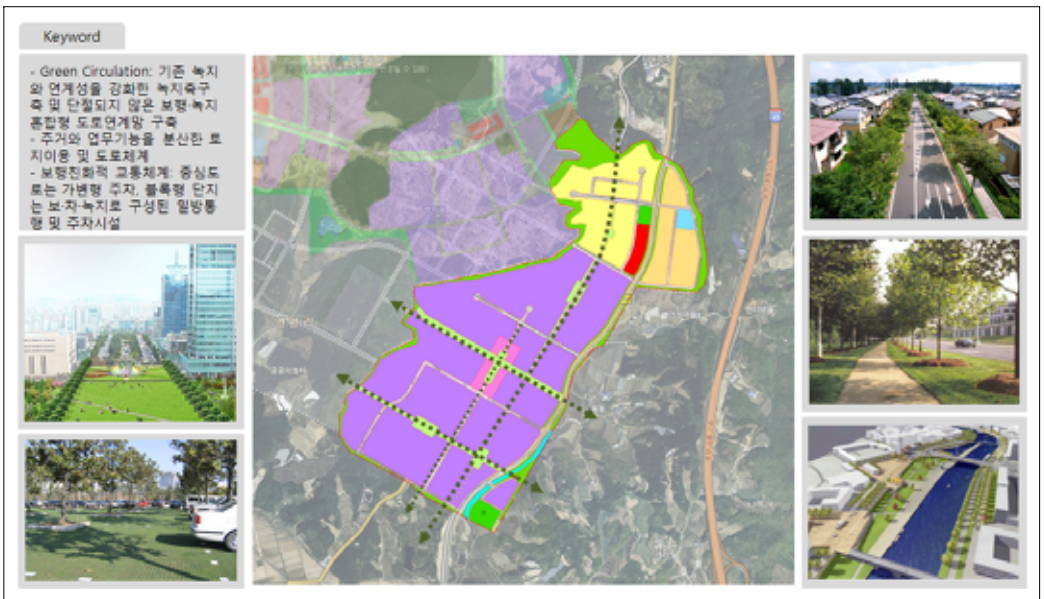
2) 개발구상

- 자연생태적 입지: 단절된 녹지축을 복원하고, 보행+녹지 네트워크와 연계된 Green Circulation을 구현하고, 단지 남부에 위치한 도로는 단지로 연결되는 중요한 바람통로의 역할을 수행하도록 계획한다.
- 교통 및 접근성: 교통체계가 모든 도로를 통과할 수 있도록 함으로서 화물 차량의 불필요한 통과가 예상됨으로 분산형 교통체계로 전환하고, 단지 내에 분산형 녹지+주차시설 설치와 녹지축과 연계된 보행, 자전거 네트워크를 구축하도록 한다.
- 공간구조 및 토지이용: 산업단지 남측에 배치된 주거단지는 동-서 축 중앙에 배치하고, 친환경 건축으로 조성하여 남-북의 녹지축의 기능과 동-서 바람통로 역할을 할 수 있도록 재배치하며, 녹지축을 중심으로 동, 서로 산업단지를 분리 배치한다. 남측의 동-서 도로 주변은 건축물의 높이를 규제하고 친환경 단지 및 주거지역으로 조성하도록 계획 한다.
- 도시기후: 경사면을 하고 있는 지형으로 단지 내의 빗물과 중수를 이용한

수공간을 조성하고, 남-북 녹지축과 동-서 녹지축과 연계하여 Urban Cooling 체계를 구축하고, 남측도로변에는 여름철 열섬완화를 위해 수로조성을 하도록 한다.



(그림 6-11) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)



(그림 6-12) 현황 분석에 따른 개발구상안(도심입지 산지-구릉지형 산단)

6.3 도심 외곽형 친환경 산업단지 개발 방안

6.3.1 평지형

1) 입지현황

- 자연생태적 입지: 대상부지를 중심으로 서쪽편에는 하천(강)이 흐르고 있으며 주변에는 낮은 구릉형 산림들이 형성되어 있으나 중요 생물서식처나 보존을 요하는 생태자원은 분포하지 않고 있다. 그러나 하천과 주변에 산발적으로 분포된 녹지 등으로 산업단지의 외곽은 풍부한 자연환경을 갖추고 있으며 단지가 입지하게 될 경우 생태계, 녹지, 수계 등이 훼손될 것으로 보여진다. 또한, 산업단지 조성으로 인해 주변 도심에도 부정적 환경피해가 예상되는 지역이라 할 수 있다.
- 교통 및 접근성: 산업단지 주변에는 5번 국도와 67번 지방도가 통과하고 있으며, 산업단지는 이들 주변 국도 및 지방도와 연계될 전망이다. 향후, 주변 중심도로와 연계된 도로체계는 극심한 통과차량이 예상되며, 도시 외곽에 위치하고 있어 산업단지로서 접근성이 반영되지 않은 상황이다. 단지 내 도로 체계도 노선설정이 많아 불필요한 통과차량이 발생될 우려가 있으며, 도로상에 차량 주차가 다수 발생할 것으로 보여진다.
- 공간구조 및 토지이용: 산업단지 주변 정주지의 공간구조를 반영하지 못하고 있으며, 공간구조를 고려하지 않은 사업방식의 토지용도 배분으로 계획되어 있다. 단지내 존치 녹지가 거의 없으며, 신규로 조성할 계획중인 공원 녹지는 분절 배치되어 있어 단지내 환경기능 개선 효과를 발휘하는데 한계가 있을 것으로 판단된다. 수공간 역시 녹지체계 등과 연계되지 못하고 면적으로 분산 배치되어 있어 생태적 기능과 단지 환경기능을 개선하는데 효과가 미비할 것으로 보여진다.
- 도시기후: 산림, 하천 등 주변의 신선한 공기생성 조건을 가진 입지임에도 불구하고 바람통로, 수변공간, 녹지가 단절 또는 산발적으로 계획되어 Urban Cooling 체계가 반영되지 못하고 있다.

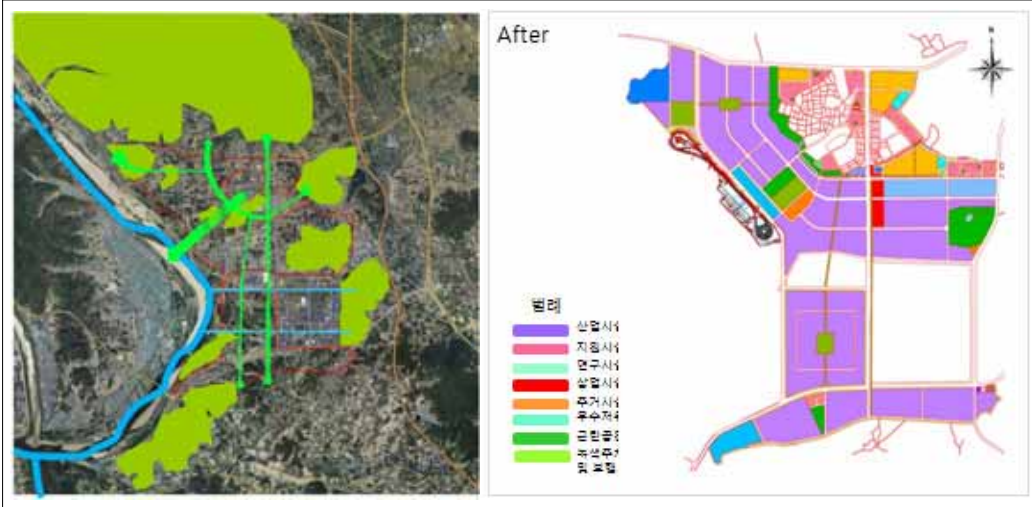


(그림 6-13)도심외곽 평지형 산단

2) 개발구상

- 자연생태적 입지: Green Circulation은 하천과 연계된 중심 녹지축과 남-북으로 연결되는 녹지 축은 보행 및 자전거 도로 기능을 포함한 녹지로 조성하도록 계획한다.
- 교통 및 접근성: 불필요한 통과 차량은 단지 주변 동측에 위치한 남-북 도로를 이용하도록 단지의 주도로는 녹지+보행=자전거 도로를 구성하여 속도제한을 유도하고, 단지 내부의 분산형 주차시설은 녹지공원과 주차시설이 공유하는 방식으로 구성하여 불필요한 통과차량을 억제하도록 교통체계를 재 구성한다.
- 공간구조 및 토지이용: 주변의 정주지와 연계한 공간구조를 위해서는 산업단지 전체의 토지이용계획 재수립이 요구되며, 현재의 공간형태에서는 단지 내의 이동거리를 고려한 상업, 서비스 시설을 조성하고, 녹지와 연계하여 보행친화적 공간구조로 보완 하였다.

- 도시기후: 하천과 녹지로 연계된 중심녹지축은 산업단지의 중심 Urban Cooling 역할을 담당하며, 이와 연계된 보조 녹지축에는 빗물이용 수로 등을 조성하여 Circulation효과를 유도하였다.



(그림 6-14) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)



(그림 6-15) 현황분석에 따른 개발구상안(도심외곽 평지형 산단)

6.3.2 산지·구릉지형

1) 입지현황

- 자연생태적 입지: 산지·구릉지형의 경우는 평지형에 비해 지구경계를 설정하고 개발계획을 수립하는데 있어 입지적 측면이 보다 중요하게 고려될 필요가 있다. 사업 부지를 개발하다 보면 절성토 지역이 다량으로 출현하여 지형훼손 및 자연생태 훼손문제가 발생하여 친환경적인 입지와 개발이 어려울 수 있다. 이러한 점에서 본 대상 부지는 하천과 산림이 어우러진 우수한 자연 생태환경을 가지고 있는 입지에 산업단지를 조성함으로써 자연생태의 훼손이 우려되고 있어 기존 자연환경을 최대한 보존하는 방안을 마련하는 것이 요구된다.
- 교통 및 접근성: 단지 동측의 남-북으로 통과하는 고속도로와 산업단지로 진입할 수 있는 도로체계는 단지 남측이 중심 유입도로가 예상됨에도 불구하고 단지 진입부에 주거단지가 배치되어 소음문제가 발생할 우려가 있다. 또한 도로 주변에 주거단지가 배치되어 차량에 의한 매연문제와 주풍향 통로상에 주거단지가 입지하여 공장으로부터의 오염물질이 주거지내로 유입될 수 있어 대기오염 문제가 발생할 수 있다. 또한 단지 서측에 예상되는 신개발 지역과의 교통연계성을 고려하여 교통계획을 수립할 필요가 있다.
- 공간구조 및 토지이용: 고속도로에서 접근성을 높이고자 주거단지를 배치하였으나 향후 주거단지 동측에 산업단지가 완공되면 주거단지의 전면부 도로는 화물차량이 통과하는 중심 유입부로 활용될 것으로 전망된다. 주거단지 전면부 도로가 화물차량의 통과노선으로 기능함에 따라 대기오염, 소음 등이 예상되므로 주거단지의 재배치가 요구된다. 주거단지를 사이에 두고 동서로 조성된 산업단지에 의해 녹지축에 파편화가 발생하여 생태적 기능 단절과 환경완충 기능이 감소될 수 있다. 산업단지의 환경기능을 개선할 수 있도록 수변공간과 기존 녹지와 연계성을 고려하여 공간구조 및 토지이용 계획을 수립하는 것이 요구되고 있다.
- 도시기후: 남-북, 동-서로 연계된 토지이용계획과 도로체계는 다량의 통과차량을 유발시킬 것으로 예상되며, 녹지와 연계된 수변공간(하천)이 중심 도로를 동일하게 통과하도록 되어 있어 열섬 및 탄소배출이 심화될 것으로 보여진다.

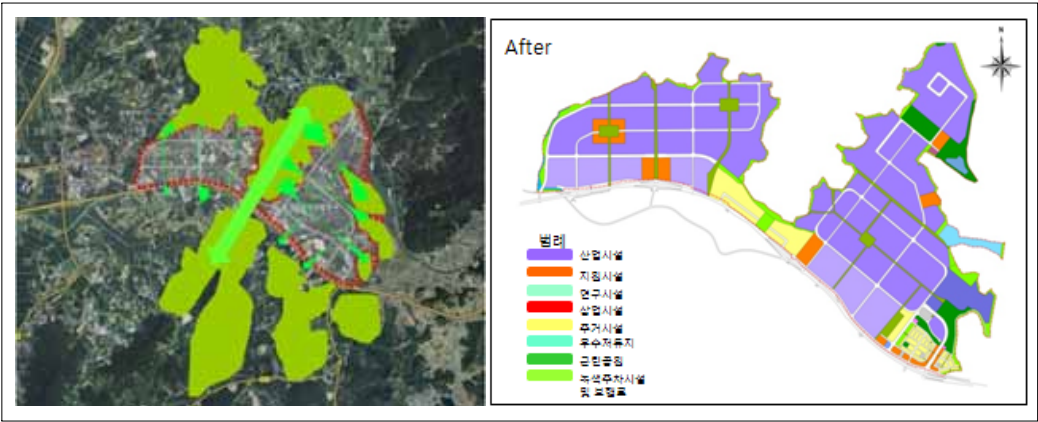


(그림 6-16) 도심외곽 산자·구릉지형 산단

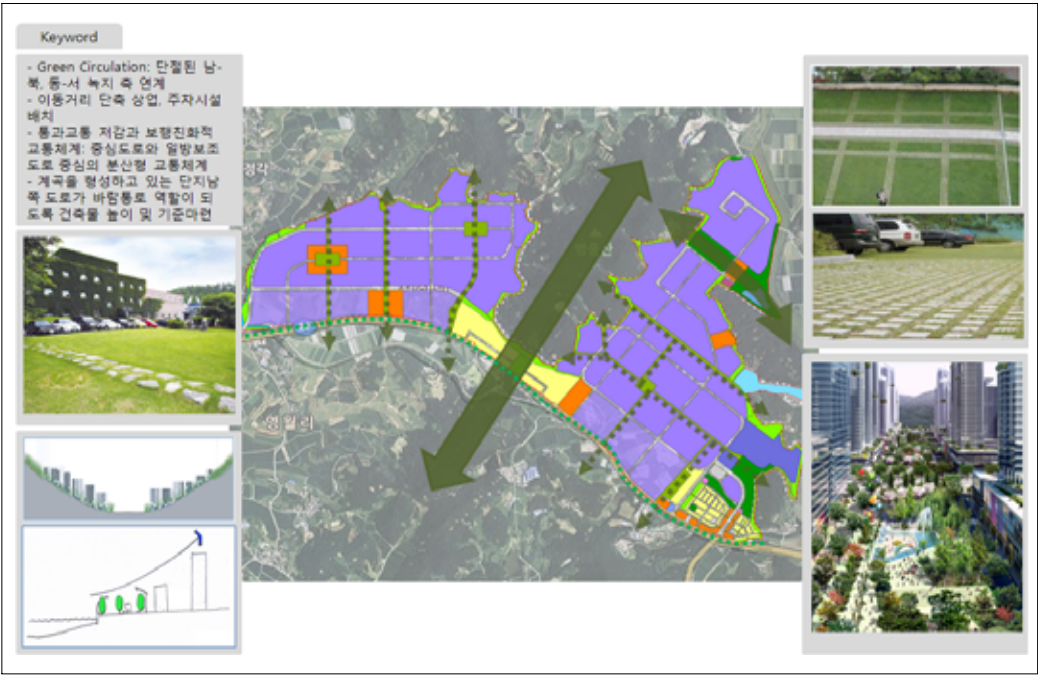
2) 개발구상

- 자연생태적 입지: 단지 중심부를 관통하는 남-북의 녹지 축과 동-서 녹지 축을 조성하여 Green Circulation이 형성되도록 하며, 통과차량이 가장 많이 예상되는 단지 남측 진입부에는 녹지와 수변공간을 조성하여 탄소흡수뿐만 아니라 대기오염억제 등의 효과를 유도하여 사전에 환경피해를 차단하도록 계획한다.
- 교통 및 접근성: 고속도로에 연계된 단지 남측의 유입도로는 단지를 남과 북으로 분리하는 도로체계를 조성하여 불필요한 통과차량을 억제하고, 녹지축을 훼손하지 못하도록 하며, 또한 2개로 분리된 산업단지, 주거단지와 분리된 교통체계 기능을 고려하며 블록형 분산 주차시설을 조성하도록 한다.
- 공간구조 및 토지이용: 통과차량에 의한 대기오염, 소음 등을 고려하여 주거단지는 단지 북부에 배치한다. 산업단지와 보행 및 자전거 교통망을 연계한 자동차 이동을 최소화한 단지로 조성하고, 보행과 자전거 이동거리를 고려한 상업, 서비스업을 배치하도록 한다.
- 도시기후: 남-북 축으로 연계된 단지 중심도로는 녹지, 하천, 수공간, 보행 및 자전거 도로를 조성하여 Cooling체계를 형성하도록 하며, 단지 내

부의 녹지에 다양한 규모의 빗물자연정화 연못 등을 조성하여 단지 내부의 신선한 공기가 생성되는 Urban Cooling Circulation이 형성되도록 계획한다.



(그림 6-17) 현황분석(좌) 및 토지이용계획 수립(우)



(그림 6-18) 현황분석에 따른 개발구상안(도심외곽 평지형 산단)

제7장

친환경 산업단지
조성을 위한
제도개선 방안

7

제7장 친환경 산업단지 조성을 위한 제도개선 방안

산업단지의 계획 및 조성과 관련해서는 다양한 법제도들이 상호 관련성을 지니고 있다. 산업단지 조성 및 운영과 관련된 법률, 산업단지 조성을 위한 공간계획 관련 법률, 기업의 산업 활동을 지원하기 위한 규제 완화 관련 특별 조치법, 그리고 환경적인 측면을 평가하기 위한 환경 관련법들이 연관 되어 있다.

“산업입지 및 개발에 관련된 법률”의 경우 사후처리시설 중심의 환경시설 규정을 통해 환경영향을 줄이려 하고 있으나 선 계획을 통한 효율적 오염관리로의 전환이 필요하다고 판단된다. “산업단지 인허가 절차 간소화를 위한 특별법”에는 타 법률에 따른 인허가 사항들이 의제 처리 되는 것으로 되어 있으나 실제로는 의제 처리 적용이 제한되어 이루어지고 있어 합리적 해결방안을 모색해 볼 필요가 있다. 또한 동 법률에 의해 산업단지를 조성하게 되는 경우 6개월 이내에 인허가가 완료됨에 따라 기반시설에 대한 국비지원 신청이 늦어져 산업단지 조성완료 시점에 기반시설 확보가 불가능하여 실수요 기업의 입주 및 분양이 지연되는 문제도 발생하고 있어 국비지원 시기를 적절히 조정할 필요가 있다. 또한, 국비지원 규모 결정이 산업단지 승인 시 확정되어져 시행자가 부담해야 할 기반시설이 증가될 경우 전체 사업에 대한 경제성이 떨어지므로 사업 시행 주체별로 상세한 국비 지원 규모에 대한 규정이 마련될 필요가 있다.

“산업입지개발 및 개발에 관한 법률”과 “산업입지개발지침”을 살펴보면, 예정지구 선정기준 및 지구경계 설정기준에 환경적 고려가 미흡하여 지구지정 및 지구계 설정시 협의기관과 의견 대립이 발생하고 있다. “산업입지개발지침” 제7조(검토기준)의 내용 중 환경과 연관이 있는 사항은 1항 4호 산업단지 개발시 지역환경 및 자연생태계에 미치는 영향과 부존 문화재에 대한 피해 여부”뿐이다. 관련 내용들이 매우 광범위하게 표현되어 있어 실질적으로 환경

에 미치는 영향을 파악하기 어려운 구조를 지니고 있다. 또한 제8조(민간기업 등의 산업단지 지정요청) 제4항에 의하면 산업단지지정 또는 지정 신청을 할 수 없는 지역으로 자연환경보전지역, 상수원보호구역, 문화재 및 문화재보호구역, 자연생태계보전지역, 보존국유림보안림천연보호림채종림시험림, 임업진흥권역, 조수보호구만을 설정해놓고 있어 환경적 배려가 미흡한 측면을 지니고 있다. 아울러 경우에 따라서는 지정 신청을 할 수 없는 지역을 포함하여 지구지정을 신청하는 경우도 있는 것으로 나타나고 있다.

산업단지 입지로서 부적절한 지역과 환경적으로 보호해야 할 지역 등은 입지를 제한할 수 있도록 관련 지침상에 반영을 하는 것이 친환경적인 산업단지를 조성하는데 효과적일 것으로 판단된다.

택지개발촉진법 제 3조의 2의 택지 개발 예정지구 지정 제안에 의하면 예정지구 지정 제안시 환경성 검토에 필요한 자료로서 국토해양부령이 정하는 자료 (1. 택지개발 예정지구의 식생 그 주변지역의 개발 현황 등 생태적 특성에 관한 자료, 2. 택지 개발 예정지구의 오염도 및 오염원 현황, 3. 택지개발 사업의 시행으로 인한 생태계 등 자연환경 및 대기질수질토양폐기물소음진동악취 등 생활환경에 미치는 영향 예측 및 저감대책, 4. 그밖에 환경성 검토에 필요한 당해 택지개발 예정지구의 특성)를 국토해양부 장관에게 제출하도록 명시 되어 있으나 “산업입지 및 개발에 관한 법”에는 언급되어 있지 않다. 공원녹지 조성과 관련해서는 일률적으로 녹지율 상한제를 적용하고 있고 주거지역과 공업지역과의 이격 거리도 획일적으로 규정하고 있다. 산업단지는 입지 업종이 다르고 이에 따라 환경 민감 정도가 다르므로 대상지역의 환경적 여건과 업종에 따라서 환경오염 저감을 위한 녹지율과 이격거리 등을 탄력적으로 운영하는 제도 보완이 필요하다고 사료된다. 싱가포르의 사례에서 볼 수 있듯이 산업시설 유형에 따라 녹지조성에 차등을 두는 방식을 도입하는 방안을 고려해 볼 필요가 있을 것이다. 또한, 녹지 확보 기준과 관련하여 산업입지 개발 지침과 기업 활동 규제 완화에 관한 특별조치법 그리고 사전 환경성 검토 편람이 서로 상충되고 있다는 점도 개선의 여지가 있다. 유관 법률의 정합성 및 제도 운영상의 혼란을 방지하기 위해서라도 통일된 제도가 적용될 필요가 있을 것이다. 아울러, 친환경 개발을 위해 녹지계획을 수립하고 심의의견을 반영하여 녹지율을 적용하고 개발안을 만들었다 해도 분양시점에서 사업시행자에 의해 녹지율이 조정되는 경우가 많이 발생하고 있으며

로 친환경 산업단지 조성을 위한 별도의 지침들을 마련하고 시행하는 것이 바람직할 것으로 보여진다. 현 단계에서 친환경적인 산업단지를 조성하고 운영하기 위해서는 별도의 “친환경 산업단지 입지선정 및 개발계획 지침”을 마련하여 시행하는 방안이 친환경적 계획안을 중간에 변경하지 않고 적용시키는데 효과가 높을 것이라 여겨진다. 또한, 산업단지내 공원녹지가 부족하고 접근성이 열악한 대상지는 단지 전체의 공원녹지 골격은 공공에서 담당하고 개별 필지는 개인 사업자들이 녹지를 도입하여 전체 녹지율을 향상시키고 환경도 개선해 나갈 수 있도록 제도 보완이 검토될 필요가 있다.



[그림 7-1] 친환경 산업단지 조성을 위한 법적·제도적 개선 방안

제8장

결론

8

제8장 결 론

8.1 연구결과 종합

본 연구는 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 지구계 설정과 계획기법을 도출하기 위해 문헌조사와 현지조사를 통해 국내에 조성된 산업단지의 환경적 문제를 분석하고 국내외 사례조사를 통해 친환경 산업단지 조성에 적용된 주요 계획기법을 검토하였다. 이러한 조사자료를 토대로 친환경 산업단지 조성을 위해 요구되는 지구계 고려사항과 계획요소들을 파악하고자 전문가 설문조사 및 분석을 실시하였으며, 도출된 계획요소별로 적용기법들을 제안하였다. 계획요소 및 계획기법을 적용한 친환경 산업단지 조성모델을 제시하고 현재 환경친화적 산업단지 조성에 제약이 따르고 있는 부분을 검토하여 법적 제도적인 개선 방안도 모색하였다.

산업단지의 환경 관련 연구들은 산업입지가 환경에 미치는 영향 분석과 개선 방안 중심의 연구가 주로 진행되어 왔으며, 산업단지의 입지와 관련해서는 정책 및 제도적 측면 등 이론적 연구가 중심이 되어 왔다.“친환경 산업단지”에서 친환경이란 용어는 지속가능성 개념의 한 부분으로, 그 중 자연환경과 생태적 측면을 강조한 것으로 볼 수 있다. 따라서 친환경 산업단지는 “산업단지를 둘러싼 주변 환경과의 조화 또는 환경의 보존 등을 중시하며, 산업단지 주변지역의 환경용량 파악, 생물다양성 확보, 천연자원의 보전 등을 고려하여 개발되고 관리되는 산업단지”로 정의할 수 있을 것이다. 이러한 기본개념을 토대로 친환경 산업단지가 지향해야 할 방향을 설정하기 위해서는 산업시스템 측면에서 뿐만아니라 토지이용 및 공간 계획적 차원에서 산업단지의 환경친화적 단지 조성에 대한 실천적 연구들이 보다 확산될 필요가 있다.

산업단지에서 발생되고 주요 환경민원 사항을 파악한 결과, 대기오염, 소음, 악취 등이 가장 민감하게 작용하고 있는 것을 알 수 있었다. 특히 최근 들어 산업단지와 주거시설이 연접 배치되는 경우가 증가하고 있어 산업단지 배치에 따른 환경적 영향정도를 파악하고 환경 피해를 저감시킬 수 있는 접근이 중요하다고 할 수 있다.

환경성 검토의 주요 지적사항을 살펴보면, 생태적 측면이 과소평가되어 환경오염 처리시설 과소공급, 적정수준의 절성토 및 지형변화 최소화, 자연지형을 활용한 개발계획 수립 미흡, 원형지 보전 미흡, 우수한 생태환경 및 경관 훼손, 개발사업 시행시의 동식물상의 영향정도 검토 미흡, 환경매체별 오염저감 및 영향 대책 마련 미흡, 입주 업종간 공간 배치의 부적절성 등으로 나타났다.

국내외 친환경 산업단지 개발동향과 사례를 살펴본 결과, 친환경 개발 방식의 접목은 신규 산업단지에 비해 기존의 산업단지를 재정비 또는 재생시키 고자 하는 경우에 보다 관심이 높은 것으로 나타났다. 친환경 산업단지 개발을 위해 적용되고 있는 부문별 계획내용들을 살펴보면 생활환경 부문에 있어서는 분진, 소음, 대기 방향 등을 고려한 계획적용이 중요하게 고려되고 있다. 또한, 존치되어 있는 자연녹지 훼손의 최소화 유도, 중앙녹지 및 바람통로 구축도 중요 고려사항으로 나타났다. 싱가포르의 경우 공업업종 유형에 따라 주거지역과 공업지역 사이의 완충거리에 차등을 두어 적용하고 있어 국내의 경우도 획일적 제한규정 보다는 여건에 따라 탄력적으로 완충녹지 폭과 면적 등을 적용시키는 방안을 고려할 필요가 있다.

산업단지 계획, 설계, 운영관리 분야의 전문가를 대상으로 설문조사를 수행하고 친환경 산업단지 조성시 고려해야 할 지구계 고려사항과 계획요소를 파악하였다. 그 결과 지구계 결정시 주요 검토 사항으로 자연환경부분에서는 급경사 지역의 입지제한, 대규모 절성토 및 지형변동 발생 지역 제외, 보전가치가 우수한 특이 지형 및 지질대 제척, 침수 등 재해위험지역 배제가 중요 항목으로 나타났다. 생활환경 부분에서는 공해업종과 인근 주거지역의 적정 이격, 보호지역 및 보전용도상의 개발입지 제한, 보전가치가 높은 문화재 회피, 중요 동식물 서식처 등의 제척, 생태환경 부분에서는 중요 녹지축의 연계 등이 중요하게 고려되어야 할 대상으로 나타났다. 친환경 산업단지 조성을 위

한 부분별 주요 계획요소의 경우는 자연환경 부분에서 지형과 경사를 고려한 단지배치계획, 투수성 포장면 확대, 점 비점 오염원 저감대책 수립 등이 도출되었다. 생활환경 부문에서는 공해유발 업종의 분리배치와 이격, 에너지 절약형 토지이용계획 수립, 바람길 계획, 수순환망 계획, 도로변 소음저감, 대중교통 시스템 계획, 보차분리계획, 주차공간 확보, 공원녹지 확충 및 적정 배치, 완충녹지 및 차폐녹지 설치, 녹지의 연속성 확보, 경관보전 및 경관형성, 그리고 에너지원 병용확대 등이 주요 계획요소로 제안되었다. 생태환경 부문의 경우는 생태자연도 상위등급의 보전, 중요 서식처 보전 및 비오톱 조성계획 등이 핵심적 계획요소로 제시되었다.

환경친화적 산업단지 조성을 위한 관련 법제도를 검토한 결과 산업단지 조성과 관리를 위한 지원법, 환경성 평가를 위한 관련법, 기업활동 지원을 위한 규제제한 특례법 등 다양한 법률이 연계되어 있는 것으로 나타났다. 관련 법제도를 환경적 측면에서 살펴보면 배출시설 위주의 대책이 주가 되고 있어 산업입지의 환경친화적 개발을 유도하고 지원하는 부분에 대한 규정은 미흡한 것으로 나타났다. 산업입지 및 개발에 관한 법률의 경우 사후처리시설 중심의 환경시설 설치 규정을 통해 환경영향을 줄이려 하고 있으나 친환경 산업단지를 개발하기 위해서는 사후 처리보다는 선 계획을 통해 사전에 영향을 저감시키는 접근 방법이 모색되는 것이 효율적일 수 있다. 이러한 점에서 산업단지 조성을 위한 개발계획 수립단계에서부터 환경영향 저감을 위한 접근이 될 수 있도록 방법들을 모색할 필요가 있다. 특히, 산업단지의 환경개선을 위해 녹지 부문이 중요하게 고려되고 있다. 그러나 국내에서는 일률적으로 녹지율 상한제를 적용하고 있고 주거지역과 공업지역과의 이격거리도 획일적으로 규정하고 있으나 대상지역의 환경적 여건과 공장 업종에 따라서 녹지율과 이격거리를 탄력적으로 운영할 필요가 있다. 녹지 확보 기준에 대해서 “산업입지 개발에 관한 통합 지침”과 “기업 활동 규제 완화에 관한 특별조치법” 그리고 “사전 환경성 검토 편람”이 서로 상충되고 있어 유관 법률의 정합성과 적용시의 혼란을 방지하기 위해서 기준에 대한 조정이 필요할 것이다.

친환경 개발을 위해 녹지계획을 수립하고 심의의견에 따라 녹지율을 반영하여 개발안을 수립하였어도 분양시점에서 사업시행자에 의해 녹지율 조정

등이 일어나는 경우도 많아 친환경 산업단지 조성을 위한 지침을 마련하여 친환경 계획내용들이 반영되고 계획안들이 변경되지 않고 적용될 수 있는 체계를 마련할 필요가 있다.

산업단지 인허가 절차 간소화를 위한 특례법에 의해 타 법률에 따른 인허가 사항들이 의제 처리 되는 것으로 되어 있으나 실제로는 적용에 제약이 있어 합리적 해결방안을 모색해 볼 필요가 있다. 또한 동 법률에 의해 사업 추진시 6개월 내에 인허가가 완료됨에 따라 기반시설에 대한 국비지원 신청이 늦어져 산업단지 조성완료 시점에 기반시설 확보가 어렵게 된다. 이로 인해 실수요 기업의 입주 및 분양이 지연되는 문제도 발생하고 있어 국비지원 시기를 적절히 마련할 필요가 있다. 또한, 국비지원 규모 결정이 산업단지 승인시 확정됨에 따라 시행자가 부담해야 할 기반시설이 증가될 경우 전체 사업의 경제성이 저감되어 환경의 질적 저하가 우려되므로 시행주체별로 상세한 국비 지원 규모에 대한 규정 마련이 필요할 것이다.

8.2 연구 제안

친환경 산업단지를 조성하기 위해서는 산업단지가 입지해 있는 대상지역의 물리적 환경을 친환경적으로 개발하는 것이 선행되어야 함은 주지의 사실이다. 그러나 여기에 더해 산업생산 공정에서 발생하는 폐기물 및 에너지를 재활용하거나 공유하는 산업공정시스템 분야에서 단지내 물질생산과 교환을 효율적으로 도모하는 것도 중요하다. 이러한 점에서 본 연구는 비생산공정 부분인 산업단지의 물리적 환경을 친환경적으로 조성하기 위한 기법 발굴에 국한되어 생산공정과 비생산공정 부분을 통합적으로 통찰해 보고 이 두 부분을 공간적으로 해결하기 위한 접근 방법은 부족했다고 할 수 있다. 추후 생산공정과 비생산공정 두 부문 모두를 고려한 친환경산업단지 조성 기법에 대한 후속 연구가 진행될 필요가 있다.

친환경 계획기법을 구체적으로 살펴보기 위해서는 연구 대상지를 선정하고 도출된 계획요소와 기법들을 적용하여 검증해 봄으로써 보다 실질적인 계획요소 및 기법들을 도출하는 것이 필요하다. 본 연구는 한정된 연구대상지를 토대로 계획기법을 적용하고 기본구상을 수립하여 세부적인 계획기법을 적용

하고 시뮬레이션 등을 적용하지 못해 제한된 친환경 계획기법을 도출한 측면이 없지 않다. 추후 연구대상지를 선정하여 도출된 계획요소와 기법들을 직접적으로 적용해 봄으로써 보다 구체적이고 실현 가능한 기법들을 도출하는 과정이 필요하다고 사료된다.

친환경 산업단지는 신규 산업단지뿐만 아니라 기존 산업단지를 재생 하는데 있어서도 적용이 필요한 부분이다. 국내에서 노후 산업단지의 재정비 또는 재생에 대한 중요성이 높아지고 있는 시점을 고려해 볼 때 노후 산업단지를 환경친화적으로 재생하기 위한 연구가 뒷받침 될 필요가 있을 것이다. 또한 친환경 산업단지 조성에 대한 사회적 공감대가 형성되어 있고 필요성에 대해서도 인지하고 있으나 구체적인 적용기준들이 마련되어 있지 않은 점이 있다. 친환경 산업단지 조성을 위한 계획안들이 마련되어 있어도 사업을 집행하는 과정에서 계획안들이 변경되는 사례들이 발생하고 있고 적용 내용과 기법에 대한 가이드라인이 마련되지 않아 적용에 제약이 있다. 이러한 점에서 공사에서 친환경 산업단지 조성을 위한 계획기준들을 마련하고 운영하여 환경친화적 산업단지 조성을 선도해 나갈 필요가 있다. 이를 통해 친환경적 산업단지 조성을 확산시키는데 크게 기여할 수 있을 것이라 사료된다.

친환경 산업단지를 조성한 후 원활한 공급을 위해서는 분양가도 중요하게 작용한다. 친환경적 계획기법을 적용하였을 경우의 사업비 변동 정도를 분석하여 환경적 측면도 반영하고 경제성도 확보할 수 있는 방안을 후속 연구에서 수행할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

B

BIBLIOGRAPHY

참고문헌

국내문헌

- 강진수, 이태용, 2002, 『생태산업단지의 물질흐름 최적화』, 한국청정기술학회 춘계학술 발표회 논문.
- 경기개발연구원, 2009, 산업단지 조성사업 개선방안 연구, p.105-106
- 구본학, 이은엽, 2000, 환경친화적 산업단지 조성을 위한 환경성평가지표 개발에 관한 연구, 한국환경복원녹화기술학회지 3(4) : 22-32
- 국토연구원, 1998, 환경친화적 국토개발사업 추진방안, p.68
- 국토연구원, 2004, 환경친화적 산업입지를 위한 제도개선 방안
- 김호범, 2008, 반월·시화 산업단지의 지속발전 가능한 생태산업단지 구축, 한양대학교 산업경영디자인대학원 석사학위논문
- 류승한, 2009, “녹색성장시대의 산업입지 정책방향”, 「산업입지」 2009 가을호, p.4.
- 부산발전연구원, 2007, 신평·장림지방산업단지와 사상공업지역 환경개선 방안
- 시민환경연구소, 군산지방산업단지 주변지역 환경피해조사연구, 2001
- 신기동 외, 2009, 산업단지 조성사업 개선방안 연구, 경기개발연구원 보고서
- 안산환경기술개발센터, 2007, 반월·시화 산업단지 깨끗하고 쾌적한 환경조성
- 울산대학교 산학협력단, 2009, 배출원별 밀집지역의 악취피해 배상액 산정연구
- 윤용석, 2006, 구릉지 활용을 위한 테라스하우스의 계획과 적용방안, 중앙대학교 석사학위논문
- 이순자, “환경친화적 지역개발모델, 미국 생태산업단지”, 「국토」, p. 55.
- 이재준, 2003, 생태산업단지 개발전략 및 정책방향에 관한 연구, 국토계획 30(3) :203-220
- 이현주의, 2007, 「산업단지의 수요분석 기법에 관한 연구」, 국토도시연구원, p. 74.
- 임종인, 육근찬, 김진영, 2006, 김해지역 산업집적지 실태조사 및 개선방안 연구, 한국산업단지공단
- 전준민, 2002, 「산업단지 환경현황 및 대책」, 「국가산단 제도, 환경개선 전국 워크숍」발표논문.
- 조경두, 2007, 「인천 서부산업단지의 환경실태조사 및 환경관리 방안」, 인천발전연구원
- 조혜영, 2003, 산업단지 환경관리 현황과 개선방안, 제 1회 국제산업생태학 및 생태산업단지(EIP) Conference 발표자료, 국가청정생산지원센터.
- 조혜영, 김지영, “산업단지 녹색경쟁력 강화방안”, 「산업입지」 2009 가을호, p.24.
- 충남발전연구원, 2006, 충청남도 산업단지의 오폐수 처리실태분석 및 관리방안
- 최정석, 2002, 생태산업단지 개발을 위한 우리나라의 산업환경정책의 개선방안, 도시행정학보

15(1) :87-111

- 한국산업단지공단, 2002, 환경친화적 산업단지 구축방안
한국산업단지공단, 2009, 노후공업지역의 재정비제도 개선방안 연구, p.17-20
한국토지공사, 2006.1, 저류지공원 조성계획에 관한 연구
환경관리공단, 2005, 대기오염물질 및 악취배출 사업장 오염물질 관리방안 마련
환경부, 2002, 지속가능한 개발을 위한 생태산업단지 구축방안방안 연구
환경부, 2003, 환경친화적 완충녹지기준설정 및 조성기법 개발
환경부·한국토지공사, 2006, 단지조성사업의 환경영향 저감방안에 관한 연구
환경부, 2009, 유수지를 활용한 비점오염 저감 사업 타당성 조사 보고서

국외문헌

- <http://www.streetsblog.org/2008/04/10>
<http://www.townofcary.org>
<http://www.victoria.ca>
<http://www.worldbuildingsdirectory.com/project.cfm?id=839>
Roberts,B.H(2004), The Application of Industrial Ecology Principles and Planning
Guidelines for the Development of Eco-Industrial Parks
Singhal S.,Kapur A.(2002), Industrial estate Planning and Management in
India-an Integrated approach
towards Industrial Ecology, Journal of Environmental Management 66(1) : 19-29
Stormwater management manual, Portland State, 2004