▨ 연구논문

SLP를 이용한 산업기술연구단지 최적공간배치 결정
- 울산산업기술연구단지를 중심으로 -

- Facilities Location Allocation of Ulsan Industrial Technology Research Park Using SLP Procedures -

김 복 만 *
Kim, Bok Man
최 성 운 **
Choi, Sung Woon

Abstract

This paper describes a study which was undertaken in Ulsan City. The modified SLP procedures consider the quantitative flow aspect of the facilities layout problem as well as the qualitative closeness rating aspect. Conclusions are drawn as to the effectiveness of the proposed model in providing Ulsan City with better means of making the facilities location allocation decision for Industrial Technology Research Park.

1. 서 론

오늘날 세계각국은 자국산업의 경쟁력 강화를 위해 기존 산업구조의 고도화와 첨단산업의 창출을 위한 연구개발(R&D)에 인적, 물적 자원을 집중적으로 투자하고 있다.

우리나라도 다가올 21세기 정보화사회에 대비해 정부의 연구개발자금 지원확대, 중장기 과학기술개발계획 수립 및 추진, 민간기업의 연구개발 확대방안 등이 마련되어야 하며 특히 연구, 학술, 생산 기능을 갖춘 연구단지의 건설을 산업육성의 최우선 정책으로 추진하여야 한다.

지금까지 국내 연구단지의 건설은 중앙정부 주체의 개발계획으로 인한 재정부담과다, 산업집적을 무시한 입지 지정, 지역특수성을 무시한 획일적 기능 부여 등으로 연구단지의 건설이 활발히 추진되고 있지 못한 실정이다.[2,5]

특히 국내 최대공업도시인 울산은 어느 지역보다도 연구단지건설의 당위성과 필요성이 인정될 뿐만아니라 유리한 입지조건 임에도 중앙정부의 국토균형개발 정책으로 첨단과학 산업단지 건설계획에 울산을 제외하였다. 이에 울산지역의 대학, 산업체, 지방자치단체가 중앙정부의 지

* 울산대학교 수송시스템공학부 산업공학전공
** 경원대학교 산업공학과

원없이 산업기술연구단지 건설을 계획하여 추진해 오고 있다.

본 연구는 울산에서 추진중인 산업기술연구단지의 공간배치에 관한 연구로서 선행연구[2,3]에서 결정하여 울산광역시 도시기본계획에 지정한 울산군 온산읍 삼평리일대 816천평의 연구단지 예정부지에 대한 공간배치를 SLP의 최적배치 결정절차에 따라 울산산업기술연구단지의 기능별 시설용지의 최적배치를 결정하였다.[15]

2. 연구단지 공간배치의 고찰

2.1 공간배치의 유형

첨단산업단지, 테크노폴리스, 과학연구도시 등의 연구단지를 건설하는 것은 규모에 따라서는 일종의 신도시를 건설하는 것과 같은 것으로서 각 지역의 자연자원 · 역사 · 전통 및 기존의 도시 특성을 토대로 연구단지를 건설해야 한다. 뿐만 아니라 연구단지 건설에 소요되는 엄청난 개발비를 줄이면서 가급적 기존시설을 재활용하고 모도시의 도시기반시설에 의존하면서 비용절감적 접근방법을 선택하는 것이 현명하다.

산업기술연구단지가 지역산업에 미칠 파급효과는 매우 클것이므로 연구단지 건설은 입지 지역의 산업을 고려할 필요가 있다. 첨단산업단지, 연구단지를 건설함에 있어서 일반적으로 크게 두가지의 입지적 유형이 있을 수 있다.[7]

하나는 모도시와 전혀 상관없이 완전히 경제적으로나 공간적으로 독립되어 자족적 신도시형의 연구단지를 계획하는 것이고, 다른 하나는 그와는 달리 모도시에 전적으로 의존하면서 건설하는 의존형이 있다. 앞의 유형은 다시 자립도시형과 부도심형의 두가지로 나눌 수 있고 후자의 유형에는 모도시거점형과 다핵도시형의 둘로 분류할 수 있다.

울산산업기술연구단지의 공간배치 유형은 연구단지의 위치, 규모, 특성과 울산공업단지의 산업구조 그리고 기존도심의 기반시설과 편익시설의 이용가능성 등을 고려하여 결정해야하며, 특히 앞으로 테크노폴리스로 발전할 수 있는 연구단지의 유형으로 개발해야 한다.

2.2 연구단지 주요기능별 배치

연구단지의 공간배치 유형이 모도시 의존형이든 자족형이든간에 단지내의 공간배치는 각 기능에 따라 결정된다.[20]

1) 학술연구기능의 배치

교육, 연구, 창업보육, 관리, 지원 등의 학술 · 연구기능(academic zone)은 과학연구도시의 중심기능인 동시에 정보 · 연구 · 국제교류와 빼놓을 수 없는 연관성을 띄고 있다. 이들 기능은 원칙적으로 단지의 중심지구(center)에 입지해 있어야 한다.

그러나 경우에 따라서는 모도시와 가까운 곳에 위치할 수도 있다. 모도시의의존형다핵도시형 연구도시에 있어서는 연구 · 학술기능을 각 기능별로 집함(clustering)시켜 입지할 수도 있다.

2) 생산기능의 배치

첨단산업의 생산활동에 들어갈 산업지역(industrial zone)은 대규모 형태를 지양하고 중소기업규모를 띄고 있는 것이 특징이다. 이들은 자연에 큰 훼손을 주지 않으므로 오히려 자연환경에 둘러싸여 조화를 이루도록 유도하는 것이 바람직하다.

이들 산업들은 경우에 따라서 모도시를 둘러싸고 환상도로(radial road)를 따라 환상형으로 위치하기도 하고 유관산업과 집합을 이루기도 한다.

항공수송에 의존하는 생산기능은 말할 필요조차 없이 공항이 근접되어 생산단지를 조성해야 하지만 연구 · 교육기능이 모도시에 의존되어 있을 경우에는 모도시와 가까운 곳에 위치하는 것이 유익할 것이다. 이와는 달리 생산기능은 도심과 먼 비교적 저렴한 지역에 배치하는 것도 유익할 것이다.

3) 주거기능의 배치

주거지역(habitation zone)을 배치하는 것은 다른 기능과 달리 특히 자연·지형·지세를 참고하여야 하며 모도시의 집적도(agglomeration), 기존계획의 유무, 연구단지 개발계획의 목표 등에 따라 다양한 형태를 갖는다.

주택개발에 있어서는 입주자의 기호에 따라 주택유형, 위치 및 규모 등에 다양성을 갖추어 그들로 하여금 선택의 폭을 넓혀주는 것이 좋다.

주택지를 개발함에 있어서는 자연경관을 살려 전원적 냄새가 풍기도록 주거환경을 보존함이 중요하다.

주택지를 연구단지의 종사자를 직업별로 나누어 조성하는 것도 하나의 대안이 될 수 있으나 이것은 사회적 통합(social integration)의 측면에서 신중히 검토되어야 한다.

그러나 어떤 형태이든 주택단지내에는 반드시 생활편익시설, 공공시설 및 위락시설을 갖추어야 한다.

원주민들은 단지조성사업중에 일단은 다른 곳으로 이주를 원칙으로 하고 있으나 연구단지에서 창출된 각종 일자리에 원주민을 고용토록 할 경우 희망 원주민은 주택단지내 다른 종사자와 함께 거주토록 해야 한다.

2.3 연구단지의 유형별 수용기능

연구단지는 주기능을 담당하는 시설용지로서 교육용지, 연구용지, 창업보육용지, 산업시설용지를 묶어주어 연구개발과 생산화를 동반해야 하지만, 개발계획시 두 활동중 어느 한 측면에 중점을 두느냐에 따라 각기 다른 모습으로 건설될 수 있다.

연구 및 생산활동의 위계를 바탕으로하여 어떤 기능에 중점을 두어 개발하느냐에 따라 연구단지의 개발 유형은 다음과 같은 4가지로 분류할 수 있다.[3,20]

1) 종합첨단과학산업연구단지 : 첨단과학 산업연구단지의 모든 구성요소가 모두 결합된 형태로 순수한 의미에서의 첨단과학산업연구도시(technopolis)의 성격을 가진다.
2) 종합연구산업단지 : 단지개발형의 첨단산업단지이며 학원기능을 제외한 기능을 갖춘 유형으로 연구개발과 생산활동이 균형을 이룰 수 있다.
3) 특정연구 산업단지 : 기존의 학원기능과 연구기능을 활용하여 첨단산업 특정분야의 연구개발 산업 기능이 결합된 형태로 산업기능이 더욱 강조된다.
4) 첨단산업단지 : 단지 전체에 산업생산기능이 대부분을 차지하며, 극히 일부의 연구 및 중추시설 기능 등이 보완적 형태로 존재한다.

위의 4가지 개발 유형 중 국내에서 첨단산업단지로 일컬어지고 있는 산업생산기능 중심의 개발유형은 공업단지의 유치업종을 첨단산업분야로 제한한 것이기 때문에 연구와 생산기능의 적정한 배분이 첨단과학산업단지의 개념 정의임을 생각해 볼 때 연구기능의 취약화를 감안한다면 엄밀한 의미에서 첨단과학산업단지 부류에 포함시킬 수 없다는 주장도 있다.

울산산업기술연구단지의 수용가능한 기능들은 대학(원), 산업기술연구소, 기업체연구소, 창업보육, 정보통신산업 관련 중소기업, 연구·업무·정보지원시설, 주거시설, 편의시설 등이 입지계획되어있어 종합첨단과학산업연구단지와 종합연구산업단지의 절충형의 개발유형이라고 할 수 있으나 초기에는 구성요소의 수용가능성으로 보아 종합연구산업단지에 가깝다고 하겠다.

표 1. 각 개발유형의 기능별 수용가능성[20]

구 분	학 술 연 구			산 업			편의 및 지원			
	대학	연구소	기업체 연구소	창업 기업	중소 기업	대기업	주거	정보 통신	연구개 발지원	일반편의
종합 첨단과학 산업연구단지	• ○	○	○	○	×	○	•• ○	••• ○	○	○
종합연구산업단지	×	○	○	○	○	○	×	○	○	○
특정연구산업단지	×	×	○	×	○	○	×	×	×	×
첨단산업단지	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×

주) ○ : 강, × : 약, • : 신규건설 •• : 배후도시건설 ••• : 정보통신센터 및 연구개발센터 건설

3. 연구단지 기능별 시설용지면적

3.1 기능별 시설용지[3]

1) 연구시설용지(연구개발기능)

새로운 제품개발과 혁신기술의 수용등을 위해 신규연구소의 설치를 희망하는 기업체에게 연구소를 세울수 있는 부지를 제공하며 연구소의 설립과 병행하여 장차 산업시설 설치를 적극적으로 희망하는 기업체를 우선적으로 유치함으로서 연구개발과 생산화의 연계를 꾀할 수 있는 지역이다. 첨단과학 산업단지, 산업기술연구단지의 개발목적상 대규모의 산업체를 당해 지역으로 유치시키는 것뿐만 아니라 지역자체의 혁신적 기업활동과 연구개발기능을 함께 수용함으로써 자립적인 산업의 발전을 추구하는 것이 궁극적인 목적이므로 모든 시설용지 중 연구시설용지의 위치와 산업체와의 연계성을 가장 중요한 요소로 생각하고 연구시설을 배치토록 해야 한다. 연구시설의 배치에서 연구지구의 개발을 촉진하기 위해 선도적인 역할을 할 수 있는 정부출연의 연구소를 계획적으로 유치하는 것이 유리하고 이와함께 관련부문의 민간연구소를 함께 입지시키며 첨단과학산업의 전략적인 유치산업의 연구소를 우선적으로 입지시키는 것이 바람직하다.

2) 창업보육용지(창업보육기능)

첨단산업분야의 선도적인 연구개발을 수행하는 연구원들이 산업활동에 참여할 수 있도록 하며, 부차적으로 당해분야에 관심을 두고 있으나 부지매입, 공장건설 등의 투자에 무리가 있는 중소기업이 함께 참여할 수 있는 여건을 조성키 위하여 배분되는 시설용지로서 분양 혹은 임대 등 다양한 입주방식과 지원대책이 필요한 지역이다. 특히 모험자본 기업가들과 연구소의 연구원들 중 자신의 혁신적인 연구개발 성과를 상품화하기 원하는 스핀오프(spin off)활동을 수용키 위해서는 공공부문의 대폭적인 지원과 건설이 필요한바, 인큐베이션센타(incubation center)가 이 범주에 속한다. 특히 소프트웨어개발, 공정개선의 상품개발, 신규수요의 대처등에 있어서 대기업보다 혁신능력을 지니고 있는 중소기업의 적응 및 발전이 훨씬 빠르기 때문에 창업보육용지에 입주할 혁신적인 중소기업들의 활동은 산업기술연구단지 전체를 활성화시킬 수 있다.

3) 산업시설용지(생산기능)

기업 유치를 통해 고용을 창출하고 지역경제를 활성화 시키는 역할을 할 수 있는 시설용지이다. 이곳에 배치되는 시설은 대량생산을 지향하는 공장(생산시설)과 부속시설 등이며, 각 공장부지에 연구개발시설을 함께 설치 할 수 있다. 특히 첨단과학 산업단지내에 수용되는 산업체는 과학연구 및 기술창업지구의 연구개발 등과의 긴밀한 연결을 통해 기술고도화, 혁신기술정보의 취득이 용이하기 때문에 일반공업단지 입주업체에 비해 첨단산업부문에 있어 매우 유

리한 고지를 점령한다. 그뿐만 아니라 정보통신매체를 공유하거나 연구개발 지원체제의 혜택을 받음으로써 산업체의 어려운 상황에 대처할 수 있다.

4) 관리 및 지원시설용지(연구단지 지원기능)

연구단지의 관리와 단지내 모든 시설에 대한 직간접의 지원기능을 구비함으로써 연구개발 및 생산활동에 도움을 주며 지원시설 이용자의 편의를 제공하는 지역으로 부도심규모로 개발된 기술도시인 경우 다음과 같은 시설들이 배치될 수 있다.

- 통신 및 기술정보 지원시설 - 정보통신센타, 계산, 번역센타, 연구개발지원, 기술정보 Data bank 등
- 일반 편의시설 - 국제회의장, 비지니스호텔, 은행, 세관, 경찰서, 소방서, 우체국, 스포츠 및 휴게시설
- 관리 및 공공시설 - 관리재단사무소, 중앙 및 지방자치단체지부(원)

특히 첨단과학산업단지는 기술 정보화와 국제화 속에서 끊임없이 도시의 고용력(urban fascination)을 재생해 갈 뿐만이 아니라 도시전체와 주변지역에 이르기까지 다양한 기업활동과 기술정보들이 모이는 결절거점(nodal point)으로서 종합정보, 기술정보, 산업정보, 생활정보, 취업정보 등의 공급지 역할을 담당할 수 있다. 따라서 산업·연구기능의 활성화를 위한 연구개발 지원기능과 더불어 종합정보통신센타의 배치가 우선적으로 검토되어야 한다.

5) 주거용지(주거기능)

연구소, 산업시설 등의 종사들을 위한 배후주거지의 건설은 산·학·주라는 테크노폴리스(technopolis)구성상 기본적인 요인이 된다. 연구단지는 개발의 이미지가 전원적인 환경조건을 지니고 있는 지역으로 계획되어야 하기 때문에 주거환경의 질적인 측면에서 일반 공업단지에 비해 유리한 입장이지만 층수나 건축밀도 등에서는 상당한 제한을 받을 수 밖에 없다. 따라서 대부분의 경우 저층 저밀도의 연립주택, 저층아파트 혹은 단독주택용지와 주거용 근린편의시설이 함께 배치된다.

3.2 기능별 시설용지 배분의 착안점

연구단지의 자연환경적 분위기를 조성하기 위해 단지내·외부의 여건을 적절히 수용해야 하는바, 주변여건을 연구단지안으로 끌어들이기 위해 하천을 적극 활용하고 단지내의 지형이 높고 자연경관이 좋은 임야 등의 환경적 요소는 가급적 보존해야 한다.

교육(학술), 연구, 창업보육, 생산, 주거, 지원시설 등의 기능이 연구단지내에서 확보되도록 하며 서로 유기적으로 연결하되, 다음과 같은 측면을 시설용지 배분시에 검토하여야 한다.

1) 이질기능의 계획적 분리

산업시설용지와 주거단지, 산업시설지구와 연구지구 등 기능이 서로 상반되는 것은 서로분리시켜 활동에 따른 마찰이 발생하지 않도록 사전에 방지한다. 그렇게 하기위해 단지내 평탄지에 산업시설지구를 배정하여 오염물질 배출에의한 공해 피해의 방지와 함께 연구지구와 산업시설지구의 연계성을 부여키 위하여 그 사이에 창업보육지구를 배치하여 기능의 완만한 변화와 연계를 갖도록함이 유리하다.

2) 중심성의 제고

중심지원 및 관리시설지구, 연구지구, 창업보육지구 등은 연구단지의 특성이 드러나는 곳이므로 도시설계기법에 의한 건축선, 건물배치, 계획조경 등의 실시로 연구단지 중심성을 갖도록 하여 일반공업단지와 차이점을 한눈에 알 수 있도록 한다.

3) 자연환경적 측면의 수용

연구시설지구의 배치는 구릉지 등 지형을 일부 활용할 수 있으며 이러한 자연조건이 연구분위기를 증진시키는데 도움을 줄 수 있다.

이상의 내용을 종합해 볼 때 경관이 좋은 임야는 존치시켜 전원적인 외부환경을 확보하고

전체적인 기능 및 시설용지 측면에서 기능이 상반되는 산업시설지구와 주거단지는 연구단지의 양끝에 배치하며 그 가운데 중심지원시설, 창업보육 및 연구지구들이 들어서도록 함으로써 용지간의 위계에 따라 배치하는 토지이용구상의 프로트타입(proto type)이 제시될 수 있다.

3.3 기능별 시설용지의 배분

연구단지 계획부지 전체를 각 기능별 시설용지로 배분하는 작업에 일반적인 배분기준을 제시하는 데에는 무리가 많다. 그러나 연구단지의 개발유형에 따라 기능별 시설용지의 면적을 결정하는 것이 바람직하다.

표 2는 국내 첨단산업연구단지의 계획을 바탕으로 하여 각시설용지의 배분비율을 설정한 것으로 새로운 연구단지를 계획할 경우 기능별 시설용지 배분작업단계에서 기초적 참고자료로 이용할 수 있다.[20]

표 2. 연구단지 유형별 모듈 및 시설용지배분 비율

(단위 : %)

단지조성유형	단지구성요소결합형태					용지배분비율「모듈」(시설민적기준)				
	산업	연구	학원	주거	중추	산업	연구	학원	주거	중추
종합첨단산업연구도시	○	○	○	○	○	14 (7.6)	9 (4.9)	9 (4.9)	57 (30.8)	4 (2.2)
종합연구 산업단지	■	■	-	△	○	31 (16.7)	20 (10.8)	-	83 (20.5)	4 (2.2)
특정연구 산업단지	■	○	-	△	△	39 (21.1)	13 (7.0)	-	38 (20.5)	3 (1.6)
순수첨단생산단지	■	△			△	81 (43.7)	9 (4.9)	-	-	3 (1.6)

주) • 비율강조정도 •• 전체대상 용지면적의 50.4%로 설정 ••• ( )내는 대상지 전체용지에 대한 백분비율
■ 매우 강조, ○ 강조, △ 보통

표 3. 연구단지 기능별 시설용지 면적

(단위 : 천평, %)

구 분	광 주		부 산		포 항		전 주		울 산	
계	5,700	100.0	2,000	100.0	657	100.0	1,070	100.0	816	100.0
연 구	673	11.8	106.147	5.3	130	19.8	379	35.4	43	5
산 업	1,010	17.7	288.525	14.4			202	18.9		
창업보육					55	8.4			254	31
교 육	430	7.5	48.703	2.4	200	30.4			230	28
주 거	596	10.5	167.040	8.4	110	16.7	58	5.4	43	5
중심지원	151	2.7	42.320	2.1	135	20.5	55	5.2	47	6
공 원	659	11.6	132.828	6.7	27	4.1			142	18
녹지(유보지)	778	13.6	912.603	45.6						
시설녹지	100	1.8	12.544	0.6						
도 로	447	7.8	214.382	10.8			376	35.1	36	5
편익시설									11	1
하 천	856	15.0	18.785	0.8						
환경시설			24.170	1.2					10	1
기 타			31.943	1.6						
	· 민간연구소-산업시설에 포함 · 중심지원-정보통신시설 포함 · 녹지-골프장 포함		· 2개대안중 I 안 · 편익시설은중심지원에 포함		· 중심지원시에 연구지원, 업무지원, 정보지원 배치 · 연구지원중심 (25) · 업무지원중심 (55) · 경영정보지원 중심 (45) · 환경시설은 쓰레기, 하수처리장		· 중심지원에 상업용지포함		· 공원에 녹지시설 포함 · 도시기본계획에 제시된 배분면적임 · 기업체연구소는 창업보육에 포함	

국내 첨단산업단지중 대표적인 연구단지의 기능별시설용지면적 배분은 표 3 과 같다.

이표에서 알수 있는 바와같이 각 기능별시설용지면적 배분에 일정한 기준이 없으며 연구단지 목적, 특성, 규모 등에 따라 동일한 기능의 시설용지라할지라도 시설용지배분면적에 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

3.4 산업기술연구단지 기능별 시설용지 면적결정

1) 토지이용기본방향

울산산업기술연구단지 건설은 울산이 21세기 세계적 공업도시로 발전을 위해서 다른 도시개발사업보다도 우선 사업으로 추진되어야 한다. 연구단지 기능별 토지이용계획은 기존연구단지에 관한 자료를 기초로하여 다음의 기본방향을 고려하여 연구단지의 기능별 시설을 배분하고, 최적지구에 배치해야 한다.

- 21세기 울산의 세계화 전진기지의 중심시설인 신항만, 물류단지, 업무단지와 더불어 연구단지가 핵심시설이 될 수 있도록 토지이용 계획 수립
- 쾌적한 도시환경의 조성을 위하여 공원, 녹지, 공공용지, 완충공간을 확보하고 수림지, 저수지, 강변 등 자연경관이 수려한 곳의 최대한 보전과 합리적개발의 조화를 도모
- 지형적인 여건을 고려하여 시설배치 가용지가 확보될 수 있는 합리적이고 효율적인 공간계획을 수립
- 공원녹지체계는 각 기능별 상호간의 접근성과 주변 자연경관과의 연계성을 고려하여 공원과 차단녹지를 형성하고 회야강변에 친수공간 개발
- 연구단지 주 진입도로는 기존도시계획도로와 연계하여 가로망체계를 확립하고 연구단지내 가로망은 기능별 시설용지와 지형에 따라 원활한 교통소통이 될수 있는 규모와 선형을 결정
- 시설용지는 획일적인 획지계획을 지양하고 지형과 시설규모에 따라 다양하게 배치
- 기존취락지의 원주민은 단지내 이주단지를 확보하여 이주희망자에게 주택지를 제공
- 연구, 산업, 교육(학술), 주거 및 서비스 등의 기능별 규모와 여건, 그리고 장래 수요를 대비하여 합리적으로 배분
- 주거지는 쾌적한 환경조성이 가능한 곳이면서 기존시가지(부도심)와 접근성이 용이한 곳에 입지
- 업무지원(business core), 연구지원(research core), 정보지원(information core)기능 등의 시설은 접근이 용이한 연구단지 중심지원시설 용지에 배치
- 교육(학술)시설인 대학(원), 산업기술원(대학원)은 연구기능과 접근도가 높고 자연경관이 양호한 곳에 배치
- 연구시설과 창업보육시설은 상호불가분의 관계이므로 최근접 지구에 배치
- 장래 인구 5만명의 테크노폴리스로 발전에 대비하여 연구단지 확장을 위한 유보지 7만~12만평을 인접 자연녹지에 확보

2) 기능별 시설구분

연구단지는 교육(학술), 연구, 산업, 창업보육, 주거 등의 기능이 잘 조화될 수 있도록 기능별로 최적지에 적정규모로 배치되어야 한다.

(1) 연구기능(R&D Zone)
- 기존산업의 고도화와 첨단산업의 연구개발을 실용화(pilot plant)할 수 있는 기능
- 기존공업과 관련된 10개분야 연구소(초기에는 연구부)와 기업체 연구소를 연구단지내에 입지

(2) 교육기능(Academic Zone)
- 고급두뇌 집적 및 첨단기술인력 현지양성체제 구축
- 대학과 기업간의 산학협동의 주도적 역할

- 대학원 대학인 산업기술원 설립

(3) 산업기능(Industrial Zone)
- 울산공단입지 업종의 연구결과는 울산공단내 기업체의 생산시설을 이용
- 첨단산업의 연구결과를 신속히 제품화시킬 수 있는 생산시설
- 정보화시대 울산공단에 관련업체가 입지하지 않은 정보통신, 환경에너지 산업 등 산업 관련기업체를 연구단지내 입지.

(4) 창업보육기능(BI Zone)
- 연구개발 성과를 상품화하고 이끌어내려는 스핀옵(spine-off)활동을 수용
- 창업보육센터(business incubation center)를 설치운영
- 창업보육 용지에 입지한 기업체연구소의 연구개발 협동

(5) 주거기능(Halitation Zone)
- 연구원과 기술자 등 단지내 거주자와 부양가족을 위한 정주공간
- 거주형태와 규모를 다양하게 배치해야하나 우선 아파트와 기숙사를 건축
- 주거단지내 초, 중등학교 입지

(6) 중심지원기능(C.B.D Zone)
- 연구단지내 거주자 및 각 기능별 시설에서 이용할 각종 편익 서비스기능 시설
- 금융, 상업, 보건위생, 체육 등의 일반서비스 시설
- 시설운영실, 연구장비실, 자료실, 직업훈련원 등 연구지원 시설
- 연구단지 운영에 관련된 각종 업무지원 시설
- 산업기술정보원과 중앙전자계산소 등 종합정보통신센터 기능

(7) 공원 및 녹지(Park & Open space)
- 연구단지 전지역에녹지환경 조성을 위해 공원, 차단녹지이외 기능별 시설용지에 일정 면적의 녹지를 조성하여 전체면적 40%~50%의 녹지 조성
- 오픈 스페이스는 레크레이션 공간, 자연보전, 환경적 장해요소에 대한 완충역할 공간
- 자연경관을 최대한 보존하는 범위내에서 연구단지건설

(8) 도로(Road)
- 연구단지 주 진입도로는 대로로 개설하고 울산시도시계획상의 주간선 도로망과 연계
- 연구단지 내부 가로망 형성은 기능이 서로다른 지구는 주간선 도로로 구획하고 동일 기능지구내에는 보조간선도로 설치
- 중심업무 시설지구에 다목적 교통광장 설치

(9) 환경시설(Environmental Zone)
- 연구단지에서 발생하는 생활, 산업 오폐수처리 시설
- 연구단지 내 저지대에 하수처리 시설 설치

3) 기능별 시설 용지면적 결정

연구단지에 입지할 각 기능별 시설용지의 면적결정은 국내 기존 연구단지에 입지한 기능별 시설용지 면적실태와 울산의 산업구조, 공업단지, 도시계획, 선정된 입지의 면적과 특성 등을 고려하여, 앞서 설정한 토지이용 기본방향과 기능별 시설의 접근성을 기초로 연구단지의 기능별 시설용지 면적을 결정한다. 울산산업기술연구단지의 기능별 시설용지면적은 울산도시기본계획에 지정된 울주군 온산읍 삼평리일대 816천평을 대상으로 표 4 와 같이 각기능별 시설용지의 면적을 결정했으며 장래 테크노폴리스로 확장을 위한 자연녹지 1000천평을 확보해두었다.

표 4. 연구단지 기능별 시설용지 면적

구 분	면 적			비 고
	천m²	천평	구성비(%)	
계	2699.0	816	100	
연구시설용지	264.6	80	9.8	산업기술연구소
교육시설용지	496.1	150	18.4	산기원,신설대학(원)
창업보육시설용지	396.9	120	14.7	기업체연구소 포함
산업시설용지	198.4	60	7.4	첨단산업 유치
중심지원시설용지	297.6	90	11.0	편익, 연구, 업무, 정보지원시설
주거단지	330.7	100	12.3	초·중학교 용지포함
도 로	198.4	60	7.4	주차장, 교통광장 포함
공 원	330.7	100	12.3	중앙공원
녹 지	165.3	50	6.2	차단녹지
환경시설용지	19.8	6	0.7	하수처리장
하 천	-	-	-	하천면적은 제외
자연녹지(확장예정)	(3307.6)	(1,000)	-	확장예정지는 제외

4. 연구단지 기능별 시설용지 배치

4.1 시설배치 결정 절차

일정한 공간에 여러가지 시설의 합리적 배치계획에 대한 조직적인 접근방법인 체계적배치계획(SLP : Systematic Layout Planning)을 이용하여 연구단지 기능별 시설용지 배치하였다.[11,12] 이 방법은 배치대상이 되는 활동간의 물자흐름에 따른 정량적요인, 활동간 관련의 정성적요인 그리고 공간요소의 세가지 기본적 사항에 기초를 두고 있다. SLP를 이용하여 시설이나 설비의 배치를 계획할 때는 보편적으로 먼저 전체배치에 적용하고 다음에 부서들의 세부배치에 반복 적용한다. 전체배치에서 부서, 기능별시설간의 관련이, 그리고 세부배치에서는 부서, 시설내의 각종 설비간의 관련이 분석의 중심이 된다. 이와같은 SLP는 주로 공장내의 설비배치, 공장건물 배치계획에 널리 활용되고 있으나, 본 연구와 같이 대단위 면적의 연구단지에 대규모의 기능별 시설용지를 어떻게 배치할 것인가 하는 배치계획 문제를 다루는 경우는 그리 흔치 않다.

지금까지 소규모 면적인 공장의 생산활동 관련 설비의 최적배치계획에 주로 활용되어 온 SLP를 연구단지 기능별 시설용지 면적 배치계획 수립에 확대적용하기로 하였다.

SLP에 의한 최적배치 결정절차는 일단 적절한 정보가 수집된 후에 물자흐름(flow)분석과 활동(activity)분석을 시작으로 흐름-활동관련도(flow-activity relationship diagram)를 만들고 관련도에 공간(space)을 고려하여 공간-관련도(space relationship diagram)를 만든다. 공간-관련도, 수정고려사항, 실제적 제한사항을 근거로 여러가지 배치대안을 설계하고 이를 평가한 후 최적배치를 선택하는 10단계에 걸쳐 이루어진다.

4.2 연구단지 기능별 시설용지의 최적배치대안 개발

울산도시기본계획에 지정된 울주군 온산읍 삼평리 일대 816천평의 부지에 연구단지의 최적배치를 아래와 같이 SLP 10단계 절차에 따라 결정하였다.

단계 1 : 물자흐름 분석

생산시스템에서 발생하는 자재, 작업자, 장비 등의 이동과 같이 정량적으로 측정할 수 있는 흐름의 크기를 활동간에 대해서 생산형태에 따라 여러가지 분석방법을 사용하여 분석하고 있다. 본 연구의 연구단지 기능별 시설간의 물자흐름분석은 기종표(from-to chart)를 이용하여 연구단지에 배치할 연구, 교육, 주거, 창업보육, 산업, 중심지원, 환경 등 7가지 기능별 시설들간의 사람과 업무의 흐름에 관한 정보를 파악하였다. 연구단지 중앙에 위치해야할 공원과 외부와 차단을 위해 설치할 녹지 그리고 기능별시설 용지배치에 따라 결정될 가로망 중심지원은 최종단계에서 배치하였다.

단계 2 : 활동간 관련분석

연구단지의 각기능별 정성적 요인에 의한 각 기능별 시설이용 활동간의 관련을 분석 활동관련표(activity relationship chart)를 작성하여, 활동간의 상대적 근접도를 활동간관련표를 이용하여 연구단지 기능별 시설들간의 근접관계를 분석하였다.

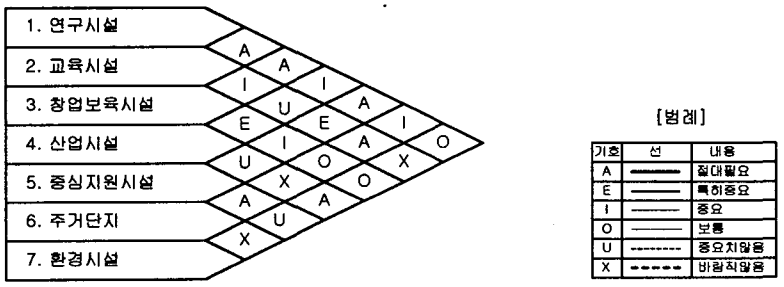

그림 1. 활동관련표

단계 3 : 흐름-활동관련도 작성

흐름-활동관련도는 단계 1과 2의 분석결과 얻어진 정보를 결합하여 각 기능별 시설이용 활동들의 최적에 가까운 지리학적 배열을 나타낸다. 연구단지 기능별 시설의 활동에 대한 흐름-활동관련도를 작성한 결과 중심지원 시설은 대부분의 시설들과 근접해야 하며 연구소와 창업보육, 대학과 연구소, 산업과 연구소 간에도 근접배치해야 할 것으로 나타났다. 시행착오방법으로 작성된 여러가지 흐름-활동관련도 중에서 최적 대안을 선택하여 공간상호 관련도를 작성하였다.

단계 4, 5 : 소요면적 결정

각 기능별 시설이용 활동의 필요한 공간의 크기과 형태를 사용가능한 면적 건물형상, 자본 등의 제한조건을 고려하여 결정한다. 연구단지 기능별 시설의 소요면적 결정은 표 4 연구단지 기능별 시설용지면적을 기준으로 조정 결정하였다.

단계 6 : 공간상호관련도 작성

단계 3에서 선택한 최적 흐름-활동관련도의 지리적 배치를 유지하면서 단계 4와 5로부터 구해진 각 기능별시설 소요면적의 상대적인 크기를 추가하여 그림 2와 같은 공간상호관련도(space relationship diagram)을 작성한다. 연구단지의 각 기능별 시설들간의 최적 흐름-활동관련도와 결정된 소요면적으로 공간-상호관련도를 작성하여 분석하였다.

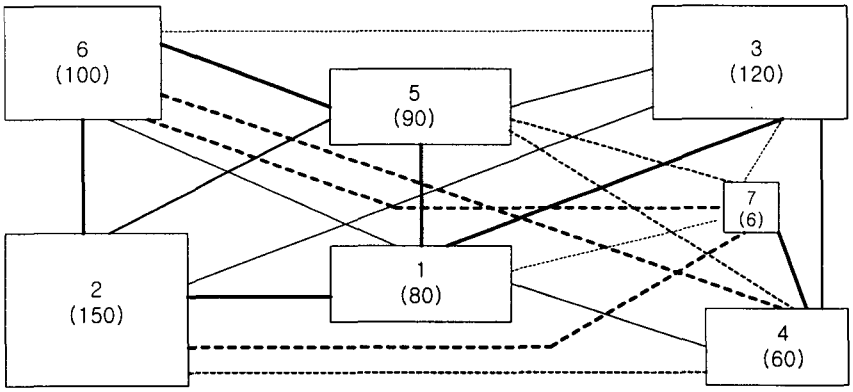

그림 2. 공간상호 관련도

단계 7, 8, 9 : 배치대안 개발

이론적으로 이상적인 배열을 나타내는 공간-상호관련도를 바탕으로 여러가지의 블록평면도 대안을 개발한다. 이때 내적 고려사항과 외적 제한사항이 실질적으로 고려되어야 한다. 연구단지의 각 기능별 시설들의 배치에는 지정된 연구단지입지의 지형, 면적, 울산공단의 특성 등을 고려하여 작성된 여러종류의 블록평면도 중에서 3가지 배치대안을 선택하였다.

단계 10 : 평가 및 선택

단계 9에서 개발된 배치대안중 선택된 3가지 배치대안 중 최적배치대안의 선택을 위한 평가는 울산산업기술연구단지에 대한 ① 토지이용 기본방향, ② 도시기본계획에 지정된 연구단지 지구의 지형, ③ 연구단지의 기능별 시설 배분기준, ④ 연구단지 기능별 시설의 조화 등을 고려한 평가기준에 따라 3가지 배치대안을 비교, 평가한 결과 그림 3의 배치대안을 최적공간배치계획(안)으로 확정하였다. 이상의 SLP 에 의한 최적배치 결정절차에 따라 울산산업기술연구단지의 최적배치는 그림 3의 연구단지 블록평면도와 같이 배치되며 공원(100천평)은 중앙, 차단녹지(50천평)는 기능별 시설용지의 배치에 따라 적절한 위치에 배치하며 도로(60천평)의 선형은 기능별 시설용지의 배치에 따라 결정된다.

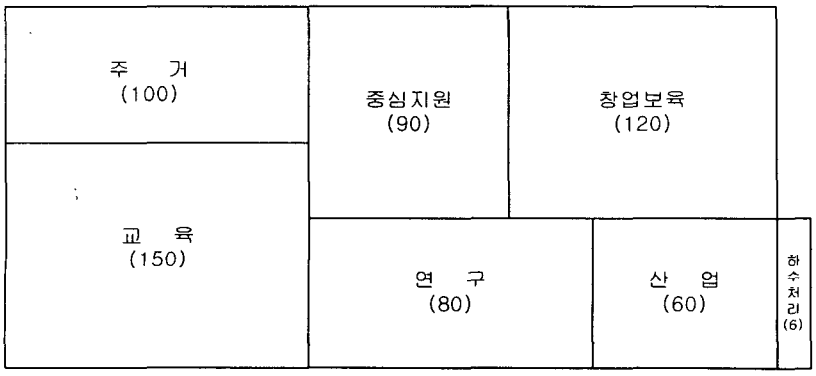

그림 3. 연구단지 최적배치 블록평면도

4.3 연구단지 최적 배치 결정

연구단지 기능별 시설용지 배치 절차에 따라 결정된 울산산업기술연구단지의 최적 배치는 그림 4와 같이 결정하였다.

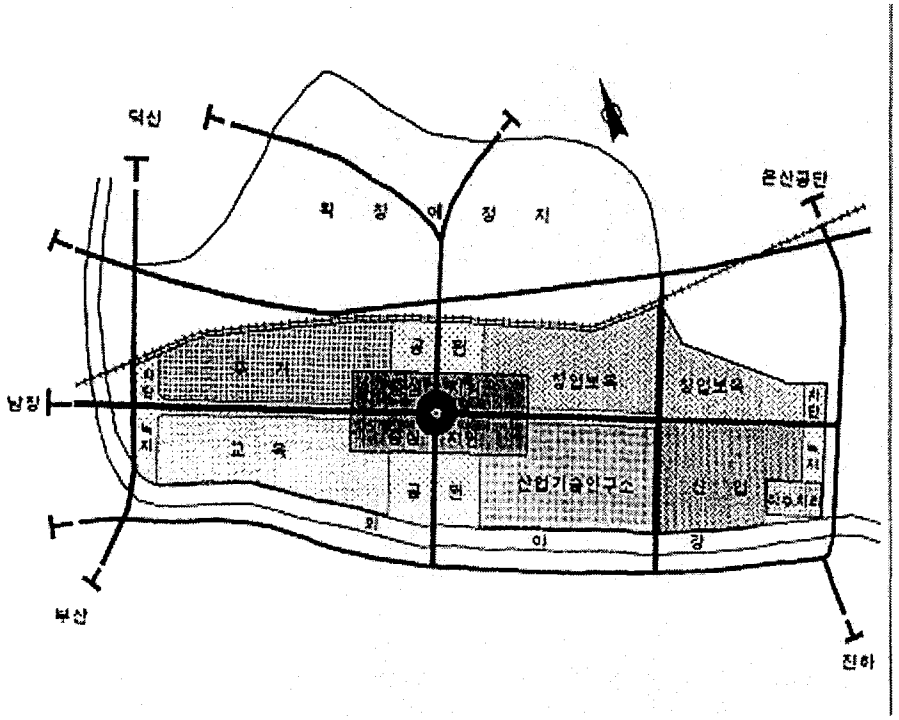

그림 4. 울산산업기술연구단지 최적 배치

선택된 울산산업기술연구단지의 배치는 연구단지를 구성하고 있는 각 기능별 시설의 편리성과 효율 성의 최대화를 전제로 구상하였다.

- 연구시설용지는 연구단지의 핵심기능으로 각기능별 시설의 접근이 용이한 지역
- 교육시설용지는 연구시설과 인접하고 교육환경 여건을 갖춘 지역
- 창업보육용지는 연구 및 산업의 연계성과 기업체연구소 설치가 유리한 지역
- 산업용지는 연구시설, 창업보육시설과 인접하고 교육 및 주거 단지에서 멀리 떨어진 지역
- 중심지원시설과 편익시설은 이용의 편리성과 접근성을 고려하여 연구단지의 중심축 지역
- 주거단지는 쾌적한 주거환경과 기존 도심지와 인접한 지역
- 공원 및 차단녹지는 연구단지의 녹지환경체계를 고려하여 공원은 연구단지 중앙에 차단녹지는 연구단지의 양끝 지역
- 도로의 규모와 선형은 연구단지 배치와 지형을 고려한 적합지역
- 하수처리장은 연구단지의 지형과 인접시설을 고려하여 연구단지의 최하단부 지역

에 울산산업기술연구단지의 각 기능별 시설용지의 배치를 결정하였다.

5. 결 론

울산은 국내 어느도시보다도 산업기술연구단지의 건설 여건이 유리함에도 정부의 연구단지 개발계획에서 울산이 제외되자 울산지역의 대학, 지방자치단체, 경제단체에서 1990년부터 울산지역의 독자적 울산산업기술연구단지 건설을 추진해온 결과 연구단지 건설의 기반이라고 할 수 있는 연구단지 입지를 울주군 온산읍 삼평리 일대 816천평을 2016년 울산광역시 도시기본계획에 연구단지 입지지구로 지정하였으며 앞으로 추진될 연구단지의 기본계획, 기본 및 실시설계에 앞서 선행연구에서 제시된 울산산업기술연구단지의 구성과 운영방안 그리고 지정된 연구단지 입지의 지형을 고려하여 연구단지에 입주할 각기능별 시설용지의 소요면적 결정과 최적공간배치 계획이 마련되어야 한다.

본 연구에서는 연구 발표된 울산산업기술연구단지 건설에 관한 개발전략, 건설구상, 입지결정 등의 연구결과를 기초로 국내·외 기존연구단지의 배치실태와 2016년 울산도시기본계획에 지정된 연구단지 입지의 위치, 지형적 특성 등을 고려하여 울산산업기술연구단지의 각기능별 시설용지의 최적배치방안을 결정하였다.

본 연구결과 결정된 연구단지 배치는 이론적, 실제적 여건을 충분히 반영한 기능별 시설용지 배치방안으로 연구단지가 조화로운 공간구조를 형성할수 있고, 각 기능별 시설을 효율적으로 운영할 수 있는 최적배치로서 울산산업기술연구단지의 계획 수립과 기본 및 실시설계의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 과학기술처, 과학 및 산업기술발전 기본계획, 과학기술처, 1990.
[2] 김복만, 울산산업기술연구단지 최적입지 결정, 울산상공회의소, pp.3-10, 1995.
[3] 김복만, 산 · 학 · 관에의한 울산산업기술연구단지 건설구상, 경남개발연구원, pp.21-24, 1995.
[4] 김복만, 단계적최적입지 결정방법에 관한 연구, 한국공업경영학회지 17-30, pp.11-21, 1994.
[5] 김복만 외 3, 공업도시 울산의 발전방향과 전략에 관한연구, UOU 4-1, pp.169-250, 1994.
[6] 김복만 외 3, 울산광역도시계획 타당성연구, 울산시, pp.155-159, 1989.
[7] 김 원 주, 기술도시 건설의 방향, 대한상공회의소, pp.132-139, 1986.
[8] 김종기, 첨단산업의 입지정책, 한국개발연구원, 1988.
[9] 대한민국정부, 제3차 국토종합개발 10개년 계획, 대한민국정부, 1992.
[10] 대한상공회의소, 공업단지 입지현황, 대한상공회의소, 1991.
[11] 박순달 외, 산업공학개론, 희중당, pp.84-89, 1993.
[12] 박경수, 설비관리론, 영지문화사, pp.68-108, 1992.
[13] 울산상공회의소, 울산공업단지 현황, 울산상공회의소, 1996.
[14] 울산상공회의소, 2000년대 공업도시 울산, 울산상공회의소, pp.328-338, 1992.
[15] 울산시, 2016년 울산도시기본계획, 울산시, pp.269-277, 1997.
[16] 이상호 외, 일본의 공업배치전개와 정책, 산업연구원, pp.19-24, 1992.
[17] 이전영, 포항테크노폴리스 구상과 정보통신 기술의 역할, 산업과학기술연구소, pp.167-128, 1992.
[18] 장수영, 첨단기술개발과 첨단과학산업연구단지조성, 한국과학재단, 1990.
[19] 최상호, 외국의 리써치코아, 구미서관, 1990.
[20] 한국기술정보컨설팅, 첨단과학산업단지개발계획 및 추진사례, 한국기술정보컨설팅, pp.43-58, 1991.
[21] Losch. A., The Economics of Location, Yale Univ. Press, 1954.
[22] Smith. D. M., "A Theoretical Framework for Geographical Studies of Industrial Location, Economic Geography, Vol. 42. pp.95-113, 1966.
[23] Hoover. E., Location Theory and the Shoe and Leather Industries, Harvard Univ. Press, 1937.
[24] Stafford. H. A., The Anatomy of the Location Decision : Content Analysis of Case Studies, John Wiley & Sons, pp.169~177, 1974.
[25] Greenhut. M. L., Plant Location in Theory and in Practice : The Economics of Space, Univ. of North Carolina Press, pp.130-132, 1956.
[26] Townroe. P. M., Industrial Location Decisions-A Study in Management Behaviour, Center for Urban and Regional Studies, pp121-123, 1971.
[27] University of California At Berkeley Research Center, Feasibility Study, Market Study Financial Analysis and Preliminary Plan, March, 1990.
[28] Isard. W., Location and Space Economy, MIT Press, 1956.