

기획연구 2010 - 05

충청남도 산업단지 내 도로의 횡단구성 현황과 개선방안

도명식·윤정미

발 간 사

1960년대부터 조성되기 시작한 산업단지는 국가 경제성장과 지역발전 측면에서 중요한 역할을 수행하였으며, 충청남도의 경우 산업단지는 수도권 압출에 의한 수도권 기업 이전 및 산업구조 변화 등으로 서북부 지역을 중심으로 많이 조성되었습니다.

산업단지 조성시 계획되는 도로는 기존의 도시지역에 적용한 법 및 시설 기준 등 즉, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 도시계획시설의 결정 구조 및 설치기준에 관한 규칙, 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 등에 의해 계획되고 있습니다. 그러나 산업단지 도로는 일반 도시지역의 도로계획과는 이용 특성 및 교통 특성의 차이를 가지고 있기에 이를 고려하여 도로 및 교통 특성이 고려된 계획이 이루어져야 합니다. 이를 위해 우선 산업단지 업종별 교통 특성에 관한 기준 연구 및 산업단지 내 도로의 유형에 관한 연구 등이 수행되어야 하지만 현재 이에 관한 연구는 거의 진행되지 않고 있어 산업단지 내 안전성과 이동성을 확보할 수 있는 도로 계획이 불가능한 실정입니다.

이러한 시점에서 이 연구는 기존 법에서 제시하고 있는 도로 설계기준을 기초로 하여 산업단지가 가지고 있는 여건 및 특성을 고려하여 도로, 보도, 자전거 도로의 적정 폭원 등 횡단구성을 제시하였습니다.

이 연구 결과를 토대로 기존 산업단지 도로 조성시 안고 있는 문제점을 인식하고 극복하여 향후 충청남도 산업단지 조성시의 기초 자료로 활용할 수 있을 것이며, 산업단지 조성시 원활한 물류의 이동과 보행자를 포함한 이용자의 안전성을 보장할 수 있는 기초 연구로 활용될 수 있을 것으로 기대합니다.

그동안 이 연구를 맡아 성실하게 추진해 온 한밭대학교 도명식 교수님과 이용준 연구원, 우리 연구원 윤정미 박사의 노고에 감사의 뜻을 표합니다.

2010년 12월 31일

충남발전재단연구원장 박 진 도

연구 요약

1. 연구 배경 및 목적

최근 산업구조 변화와 수도권 압출에 의한 수도권 기업 이전 및 사업 확장 등으로 인하여 충남도 서북부 지역을 중심으로 산업단지 조성이 활발히 이루어지고 있으나, 산업단지를 조성하면서 이루어지는 도로계획에 있어 일반 도심지 내의 도로와는 차량 및 보행자, 자전거 이용자의 이용 특성, 통행량과 차종 등 교통 특성이 차이가 나므로 이를 고려한 산업단지 내 도로 계획이 이루어져야 함에도 불구하고 현실적으로는 충분한 주변의 도로 및 교통특성을 고려한 계획이 이루어지고 있지 못한 실정이다.

특히 대형차량 운행이 빈번한 산업단지 내 도로의 특성을 감안하여 도로 이용자의 안전을 보장할 수 있는 도로의 횡단구성에 대한 연구가 필요하나, 우리나라의 도로 관련법은 도시부 도로와 지방지역의 도로의 설계에 대한 최소 기준을 제시하는 수준에 머무르고 있는 실정이다.

본 연구는 대형차량 운행이 빈번한 산업단지 내 도로의 특성을 고려하여 단지 내부 도로의 안전성(safety)과 원활한 이동성(mobility)을 확보할 수 있는 도로의 횡단구성 특히 도로 폭원을 제시하는 것을 그 목적으로 하며, 본 연구의 세부 연구 목표는 다음과 같다.

- 1) 국내·외 도로 횡단구성에 관한 구조·시설 기준에 관한 해설 및 지침 등에서 제시하고 있는 도로 폭원의 산정방법에 대한 고찰
- 2) 충남도에 기 조성된 산업단지 가운데 규모, 유치 업종의 특성 등을 고려해 현황 조사 및 분석 대상 산업단지를 선정하고 선정된 지역을 대상으로 한 도로 횡단구성 및 교통관련 특성 분석을 기반으로 도로의 횡단면 구성의 문제점 도출
- 3) 산업단지 내 도로의 특성을 고려하여 안전성(safety)과 원활한 이동성(mobility)을 확보할 수 있는 도로의 횡단구성안과 횡단구성을 위한 프로세스를 제시

2. 주요 연구내용

국내·외 관련 연구 및 지침 등의 문헌 고찰을 통해 산업단지 내 도로의 횡단구성에 대한 기준 등에 대해 살펴보고 특히 차량, 보행자, 자전거 통행량 등의 교통관련 특성과 도로의 구조에 대한 검토를 실시하였으며, 분석 대상은 산업단지를 크기와 특성 등을 고려하여 선정하고 실제 도로의 횡단구성 및 교통특성에 대한 현장조사를 통해 문제점을 도출하였다. 이 과정에서 관련법과의 정합성 여부를 살펴보고 산업단지 내 도로가 가지는 특성을 고려하여 도로 폭원과 자전거 및 보행자 통행의 안전성을 점검하였다.

최근의 유류비 및 인건비의 상승으로 인한 물류 화물의 대형화에 따라 차량의 대형화가 지속적으로 이루어짐에 따라 산업단지의 조성시기와 규모에 따라 도로의 횡단면 구성 등 기반시설 정비에 많은 수준의 차이가 존재함을 확인하였다. 즉, 1990년대 초기에 조성된 산업단지의 경우 설계기준차량인 세미트레일러의 최소회전반경(12m)과 도로의 최소폭(15m)을 충족하지 않는 내부도로가 상당 수 있는 것으로 조사된 반면, 최근에 조성된 산업단지의 경우에는 차로의 수, 차로폭 등의 설계 기준을 충족하는 것으로 나타나 산업단지 재생프로그램의 도입이 절실한 것으로 조사되었다.

나아가 보행자 및 자전거 이용자를 대형 화물차량의 통행으로 부터 보호할 수 있는 공간인 보행공간이 외부 간선도로에서 산업단지로의 주 출입구에도 설치되어 있지 않는 등 산업단지의 조성시기와 수준(국가산업단지와 일반산업단지)에 따라 많은 차이를 보였다.

따라서 기존 관련법에서 제시한 최소 구조 및 설계 기준을 기반으로 산업단지가 가지는 도로 및 교통여건을 고려한 산업단지 내부 도로의 폭원, 보도, 자전거 도로의 적정 폭원 등 횡단구성 안을 제시하였다. 이를 통해 기존의 도시부 및 지역간 도로의 횡단구성에 대한 기준 및 지침을 활용한 기존 산업도로 횡단면 설계의 문제점을 극복하고 향후 지역의 산업단지 조성사업의 시행에 있어 원활한 물류의 이동과 보행자를 포함한 이용자의 안전성을 보장할 수 있는 도로의 횡단구성(특히 도로 폭원)의 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 결론 및 정책제언

장거리 대형 화물차량의 통행이 상대적으로 잦으면서 침두와 비침두시 통행량의 차이가 많

지 않고 주거지에서 떨어진 지리적인 여건으로 인해 보행자 및 자전거 통행이 거의 없는 산업단지 내 교통 특성을 감안하면 차로의 구성에는 여유가 있었으나, 동일한 산업단지 내에 건설된 도로의 횡단구성에 상당한 차이가 존재하는 것으로 나타났다.

또한 산업단지의 조성시기와 규모, 수준(국가산업단지와 일반산업단지)에 따라 도로 설계의 일관성과 최소기준의 충족성 여부에 많은 편차를 보였으며, 보행공간 및 자전거 이용자에 대한 배려도 단지별로 차이를 보였다.

조사 대상 산업단지에서 일부 내부 도로구간의 경우 차량의 통행이 거의 없거나 불법 주차한 차량으로 점유된 공간이 많이 있는 것으로 나타나 산업단지 조성초기 단계에서 업종별, 입·출하량 및 차종구성, 평균적재율 등을 고려한 공간배치 등 토지이용계획과 도로 및 교통계획의 효율화 방안을 보다 적극적으로 모색하여야 할 것이다.

나아가 산업단지 내의 도로를 대상으로 한 최소 차로폭, 최소 회전반경 등 설계시 고려해야 할 요소들이 많이 있지만 산업단지로의 유출입 통행뿐만 아니라 출발지(origin)와 목적지(destination)간 도로의 곡선부나 교차로의 횡단면 구성도 운전자 및 보행자의 안전에 큰 영향을 미치기 때문에 보다 광범위한 범위를 대상으로 한 현황 조사와 설계 기준에 대한 향후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 산업단지 내 입주할 업종 및 품목에 따라 입·출하량 및 차종구성, 평균적재율 등이 상이하여 통행발생량에 영향을 미치기 때문에 산업단지별 특성을 고려한 체계적인 유형 및 업종의 분류가 선행되어야 하며 입주업체 및 생산 물동량 특성을 고려한 원단위 산정방안이 마련되어야 할 것이다. 이를 통해 수요의 과대추정 또는 부실예측 등 수요예측 결과에 대한 신뢰성에 영향을 미치는 요소들을 제거하여 합리적인 도로의 횡단구성에 대한 설계가 이루어질 수 있기 때문에 향후 연구과제로 제안하고자 한다.

차 례

제1장 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 방법 및 선행연구 현황	2
1) 연구방법	2
2) 선행연구현황	4
(1) 국내 선행연구	4
(2) 국외 선행연구	5
(3) 선행연구와의 차별성	5

제2장 산업단지와 도로 횡단구성의 고찰

1. 산업단지 개요	8
1) 산업단지의 정의와 종류	8
2) 충남의 산업단지 현황	9
2. 도로 횡단구성의 개요	14
1) 도로 횡단구성의 요소	14
2) 설계시간 교통량과 차로 수 결정	15
(1) 설계지배요소 및 기준	15
(2) 산업단지의 장래 교통량 추정	17
3) 국내의 관련 기준	19
(1) 설계기준 자동차의 종류와 제원	19
(2) 보행자의 체형	25
(3) 자전거의 제원	27
3. 관련 법률 및 기존 연구 고찰	29
1) 국토의 계획 및 이용에 관한 법률	29

2) 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	30
3) 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙	31
4) 자전거 이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙	38
5) 산업입지의 개발에 관한 통합지침	40
6) 교통노면표시 설치·관리 매뉴얼	41
7) 기존 연구 고찰	43

제3장 산업단지 내 도로 및 교통특성 분석

1. 연구방법	46
2. 산업단지 내 도로 및 교통특성 조사	46
1) 조치원 일반산업단지 도로 및 교통특성 조사	50
2) 천안 제4산업단지 도로 및 교통특성 조사	53
3) 아산 고대부곡국가산업단지 도로 및 교통특성 조사	60
3. 문제점 종합 및 시사점	67

제4장 도로 횡단면 설계 개선 방안

1. 기본 방향	69
2. 도로 횡단면 구성(안) 제시	70
1) 설계차량의 제원과 최소곡선반경 기준	70
2) 포괄적인 도로설계 기준	71
3) 보도와 자전거 도로의 설치 기준	72
3. 개선 방안	73

제5장 요약 및 정책적 제언

1. 요약	81
2. 활용효과 및 방안	82
3. 향후 과제	83

참고문헌	84
------------	----

표 차 례

<표 1> 연구 협의	3
<표 2> 선행연구와의 차별성	6
<표 3> 유형별 산업단지 현황(단위 : 개, 천㎡, %)	9
<표 4> 입주 및 고용(단위 : 개사, %, 명)	10
<표 5> 충남의 국가산업단지(단위 : 천㎡, %)	10
<표 6> 충남의 일반산업단지(단위 : 천㎡, %)	12
<표 7> 화물발생량의 분석을 위한 조사항목(예시)	18
<표 8> 「자동차관리법」의 자동차 제원(단위 : m)	20
<표 9> 「자동차 안전기준에 관한 규칙」(제4조 길이·너비 및 길이)(단위 : m)	21
<표 10> 미국 AASHTO의 설계기준 자동차	24
<표 11> 일본 도로구조령의 설계기준 자동차	25
<표 12> 독일 RAS-K의 설계기준 자동차	25
<표 13> 한국인의 표준체형	26
<표 14> 자전거의 제원(KS R 8002)	27
<표 15> 한국산업규격의 일반용 자전거 제원	28
<표 16> 각국의 설계기준 자전거	28
<표 17> 도로의 규모별 구분	30
<표 18> 서비스 수준별 교통류의 상태	31
<표 19> 도로별 설계 서비스 수준	32
<표 20> 도로의 기능별 구분에 따른 설계속도	33
<표 21> 도로별 차로의 최소 폭에 대한 기준	33
<표 22> 노상시설에 의한 장애 폭	35
<표 23> 평면교차부 도로모통이의 길이	37
<표 24> 도로의 구분에 따른 중앙분리대 최소 폭	37
<표 25> 연속류 자전거도로의 용량	38
<표 26> 도시지역 자전거보행자겸용도로 폭(분리)	39
<표 27> 도시지역 자전거보행자겸용도로 폭(비분리)	39

<표 28> 도로유형에 따른 보행·자전거 환경 개선 기대효과	44
<표 29> 조사 대상 산업단지의 현황 및 특성 조사방법	47
<표 30> 일반국도의 12종 분류체계	48
<표 31> 4종 차종분류 기준	49
<표 32> 조치원 일반산업단지 현황	50
<표 33> 조치원 교통량(비첨두시, 단위 : 대, 명)	53
<표 34> 천안 제4일반산업단지 현황	54
<표 35> 천안 제4산업단지 교통량(비첨두시, 단위 : 대, 명)	59
<표 36> 아산 고대부곡국가산업단지 현황	60
<표 37> 아산 부곡국가산업단지 교통량(첨두시, 단위 : 대, 명)	64
<표 38> 아산 고대국가산업단지 교통량(단위 : 대, 명)	67
<표 39> 설계기준차량의 제원과 최소회전반경	71
<표 40> 도로 횡단면 구성 요약	79

그림 차례

<그림 1> 연구 흐름도	2
<그림 2> 현황 조사 대상지 위치	4
<그림 3> 충청남도 산업단지 현황	11
<그림 4> 횡단구성요소와 그 조합의 예	15
<그림 5> 설계기준 자동차의 제원 (단위 : m)	21
<그림 6> 기타 자동차의 제원 (단위 : m)	22
<그림 7> 인체타원	26
<그림 8> 도로이용자의 기본적인 치수(일본, 도로구조령의 해설과 운용)	26
<그림 9> 설계기준 자전거의 제원	27
<그림 10> 보도의 유효폭	35
<그림 11> 보차도 경계선의 설치	36
<그림 12> 회전에 따른 주행패적	36
<그림 13> 도로모퉁이의 설치	37
<그림 14> 도시지역 자전거보행자겸용도로 횡단구성(분리)	39
<그림 15> 도시지역 자전거보행자겸용도로 횡단구성(비분리)	40
<그림 16> 횡단보도 표시 설치 예시도(경찰청, 2005)	42
<그림 17> 자전거 횡단도 표시 기준(행안부, 2010 VS. 경찰청, 2005)	43
<그림 18> 조치원 산업단지 현황 및 횡단면도 구성	51
<그림 19> 조치원 교통량 조사지점도	52
<그림 20> 천안 제4산업단지 토지이용계획도	55
<그림 21> 천안 제4산업단지 교통량 및 횡단면 조사지점	56
<그림 22> 천안 제4산업단지 횡단면도 구성	57
<그림 23> 천안 제4산업단지 교통량 조사지점도	58
<그림 24> 아산국가산업단지 용도별 구획평면도	61
<그림 25> 아산국가산업단지 업종별 배치계획도	61
<그림 26> 아산 부곡국가산업단지 현황	62
<그림 27> 아산 부곡국가산업단지 횡단면도 구성	63

<그림 28> 아산 부곡국가산업단지 교통량 조사지점도	64
<그림 29> 아산 고대국가산업단지 현황	65
<그림 30> 아산 고대국가산업단지 횡단면도 구성	66
<그림 31> 아산 고대국가산업단지 교통량 조사지점도	66
<그림 32> 설계기준 차량의 제원(회전반경)	70
<그림 33> 도로 횡단면 구성을 위한 설계 프로세스	74
<그림 34> 도로 횡단면 구성도 (A-type)	75
<그림 35> 도로 횡단면 구성도 (B-type)	76
<그림 36> 도로 횡단면 구성도 (C-type)	77
<그림 37> 도로 횡단면 구성도 (D-type)	78

제1장 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

국민의 소득수준의 향상, 급속한 노령화 시대의 도래와 경제·사회적 발전으로 인한 가치관의 변화로 도로에 대한 이용자의 요구사항은 다양해져, 기존의 건설과 확장위주의 도로 정책 방향이 인간중심적이고 환경 친화적인 방향으로 전환되고 있다.

최근 산업구조 변화와 수도권 압출에 의한 수도권 기업 이전 및 사업 확장 등으로 인하여 충남도 서북부 지역을 중심으로 산업단지 조성이 활발히 이루어지고 있으나, 산업단지를 조성하면서 이루어지는 도로계획에 있어 일반 도심지 내의 도로와는 차량 및 보행자, 자전거 이용자의 이용 특성과 통행량과 차종 등 교통 특성이 차이가 나므로 이를 고려한 산업단지 내 도로 계획이 이루어져야 함에도 불구하고 현실적으로는 충분한 주변의 도로 및 교통특성을 고려한 계획이 이루어지고 있지 못한 실정이다.

특히 대형차량 운행이 빈번한 산업도로의 특성을 감안하여 도로 이용자의 안전을 보장할 수 있는 도로의 횡단구성에 대한 연구가 필요하나, 우리나라의 도로 관련법은 도시부 도로와 지방지역의 도로의 설계에 대한 최소 기준을 제시하는 수준에 머무르고 있는 실정이다.

본 연구는 대형차량 운행이 빈번한 산업도로의 특성을 고려하여 단지 내부 도로의 안전성(safety)과 원활한 이동성(mobility)을 확보할 수 있는 도로의 횡단구성 특히 도로 폭원을 제시하는 것을 그 목적으로 하며, 본 연구의 세부 연구 목표는 다음과 같다.

1) 국내외 도로 횡단구성에 관한 구조·시설 기준에 관한 해설 및 지침 등에서 제시하고 있는 도로 폭원의 산정방법에 대한 고찰

2) 충남도에 기 조성된 산업단지 가운데 규모, 유치 업종의 특성 등을 고려해 선정된 4곳을 대상으로 한 현장조사(도로 및 교통관련 특성조사 등)를 기반으로 교통 및 횡단면 구성의 문제점 도출

3) 산업도로의 특성을 고려하여 단지 내부 도로의 안전성(safety)과 원활한 이동성(mobility)을 확보할 수 있는 도로의 횡단구성안을 제시

2. 연구 방법 및 선행연구 현황

1) 연구방법

본 연구에서는 충청남도 권역의 산업단지 조성과 관련하여 안전성과 이동성의 확보를 고려한 산업단지 내 도로의 횡단구성 특히 도로 폭원을 제시하기 위해 다음과 같은 연구방법으로 수행하였다(그림1 참조).

구 분	연구 목표	주요 내용 및 범위
1 단 계	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 관련 연구 및 지침 리뷰 및 문제점 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 도로의 횡단구성에 대한 지침 (도로구조령, 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙) 등
2 단 계	<ul style="list-style-type: none"> 대상 산업단지의 도로 및 교통 특성에 대한 현장 조사 기존 지침과의 정합성 분석 및 산업단지의 도로 및 환경을 고려한 폭원 제시 방안 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 충남도 및 국내 산업단지의 도로 횡단구성 계획의 문헌조사 산업단지의 규모 및 활용 특성을 고려한 조사 대상 산업단지의 선정과 도로 및 교통 특성 조사
3 단 계	<ul style="list-style-type: none"> 전문가들과 세미나 개최 안전성과 이동성을 확보할 수 있는 산업도로의 횡단구성 안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 도로, 교통 및 산업단지 계획과 관련된 전문가들과의 세미나 개최를 통한 협의 산업단지의 특성을 고려한 도로 폭원 및 보도, 자전거 도로의 적정 폭원 제시

〈그림 1〉 연구 흐름도

먼저, 국내·외 관련 연구 및 지침 등의 문헌 고찰을 통해 산업단지 내 도로의 횡단구성에 대한 기준 등에 대해 살펴보고 특히 교통량, 보행자, 자전거 통행량 등의 교통관련 특성과 도로의 구조에 대한 리뷰를 실시하였다.

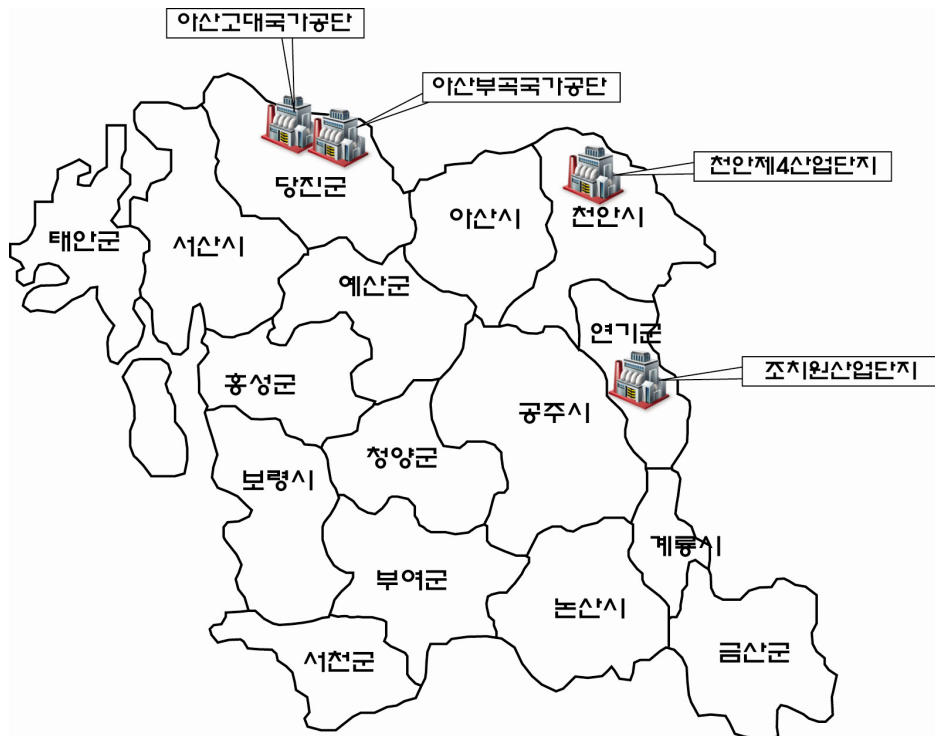
둘째, 분석 대상이 되는 산업단지를 크기와 특성 등을 고려하여 선별하고 실제 도로의 횡단 구성 및 교통특성에 대한 현장조사를 통해 문제점을 도출하였다. 이 과정에서 관련 법과의 정합성 여부를 살펴보고 산업단지 내 도로가 가지는 특성을 고려하여 도로 폭원과 자전거 및 보행자 통행의 안전성을 점검하였다.

마지막으로 기존 관련법에서 제시한 최소 기준을 기반으로 산업단지가 가지는 도로 및 교통 여건을 고려한 산업단지 내부 도로의 폭원, 보도, 자전거 도로의 적정 폭원 등 횡단구성 안을 제시하였다. 이 때 도로, 교통 및 산업단지 계획과 관련된 전문가들과의 세미나 개최를 통해 최종 안 도출을 위한 연구협의회를 거쳤다.

〈표 1〉 연구 협의

구분	일시	참석자	주요내용
1차 협의회	2010.10.12	<ul style="list-style-type: none"> • 김우현 박사 (동명기술공단) • 박재현 이사 (드림 ENG) 	<ul style="list-style-type: none"> • 산업단지의 차량 운행특성과 도로형 단면 설계 방향
2차 협의회	2010.10.19	<ul style="list-style-type: none"> • 변완희 박사 (LH토지주택연구원) • 이재영 박사 (대전발전연구원) • 이일영 대표 (대건 E&C) • 최현욱 이사 (평화엔지니어링) 	<ul style="list-style-type: none"> • 이동성과 안전성을 고려한 산업단지 내 도로의 설계 방안 • 보행환경 및 자전거 통행특성과 산업단지 내 도로 횡단면 구성 방향 • 수요 과대추정 또는 부실 예측 등 수요예측에서 발생할 문제점과 대책 • 관련 법률에서 명기한 최소 설계기준과 산업단지 내 도로 및 교통특성

본 연구의 공간적 범위는 충청남도 소재 산업단지 가운데 규모 및 특성을 고려하여 선정한 2개의 국가산업단지(아산 부곡, 아산 고대), 2개의 일반산업단지(조치원, 충남 제4)를 그 대상으로 한정하였다. <그림 2>는 본 연구를 위한 현황 조사 및 분석을 위한 대상지의 위치를 나타내고 있다.



〈그림 2〉 현황 조사 대상지 위치

2) 선행연구현황

(1) 국내 선행연구

국가별로 도로의 횡단면 설계를 위한 설계기준차량, 보행자의 체형과 자전거의 크기 등이 차이가 있으므로 각 국가별 도로의 설계를 위한 법률 및 지침도 그 내용의 범위와 수준은 차이가 있다.

먼저, 우리나라의 경우를 살펴보면, 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」 및 그 해설집 등에서는 지역 간 연결도로(지방부 도로)에 대한 최소치 기준만을 제시하고 있어 이용자의 다

양성과 각 도시의 특성을 표현하는 수단으로 사용되기에는 부족한 실정이며, 도시부 도로의 설계의 경우에도 준용되고 있는 법규 및 기준서가 다양한 도시부 도로의 설계에 적용하기에는 부족하고 경직된 구조로 작성되어 있는 실정이다.

한편, 신도시 근린생활권의 보행 및 자전거 이용환경에 대한 연구 가운데 도로의 구성요소와 유형에 대한 연구에서 보행공간과 자전거 도로, 노상주차장 등의 도로 유형과 차도 폭에 대한 연구가 수행되기도 하였지만, 근린생활권의 교통 특성을 고려하여 차도폭을 3.0m, 유효 보도폭을 2.0m, 자전거 전용차로의 설치 등을 권장하였지만 본 연구에서와 같이 산업단지 내 도로의 유형에 대한 연구결과는 거의 없는 실정이다(변완희, 2010).

(2) 국외 선행연구

국외의 도로 횡단면에 대한 기준 및 연구는 해당 국가의 차량 대수, 지형적 조건, 물류에서 화물차의 비중 등 교통 현황에 따라 크게 차이가 난다.

미국의 경우 “A policy on geometric design of highways and streets”에서 도로의 기능별로 먼저 구분한 후에 각각의 기능별 도로(local streets, collector road, arterial, freeway)를 도시부와 지방부로 구분하여 기준을 제시하고, 평면 및 입체교차로는 별도의 장을 구성하여 설계형태, 사례 등을 제시하고 있다(AASHTO, 1994).

독일의 경우 도로는 위치(도시부 또는 지방부), 인접하는 건축물, 주요 기능에 따라 5개의 범주그룹(A-E)으로 분류하며, 이때 적용되는 규정은 독일의 ‘도로설비규정’ 중 ‘도로망의 기능적 분류기준’에 따르고 있다(BAST, 1992).

한편, 일본의 경우는 1983년에 제정된 「도로구조령」에 의하여 도로의 구분을 지역에 따라 지방부와 도시부로 나누고, 도로의 구분에 따라 설계기준 교통량, 속도, 차로의 폭, 중앙분리대의 유무와 폭, 길어깨의 폭 등의 횡단면 구성기준을 정해놓고 있다.

(3) 선행연구와의 차별성

기존 국내연구에서는 국토해양부의 「도로의 구조·시설에 관한 규칙 해설 및 지침」에서 3종류의 설계기준자동차의 제원에 따른 도로의 횡단구성(주행 폭 등)을 산정하는 방안을 제시하였으나, 도로에 설계에 대한 최소치 기준만을 제시하고 있어 이용자의 다양성과 각 도로의 특성을 표현하는 수단으로 사용되기에는 부족한 실정이다.

김응철 외(2004)는 도시부 도로의 구조시설·기준 작성을 위한 기초연구에서 주요 국가의 설계기준의 비교 분석을 통해 도시부 도로의 설계지침의 필요성과 기본방향 및 설계요소를 분석하였으며, 최재성 외(2000)는 국도의 평면곡선부의 확폭량을 재설정하기 위한 연구에서 동적 궤도이탈(Off-tracking) 현상을 이용하여 속도에 따라 서로 다른 확폭량을 산정하는 방안을 제시하였으나 산업단지 내 도로를 대상으로 한 저속차량과 보행자, 보도의 설계 등에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

〈표 2〉 선행연구와의 차별성

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 <과제명: 도로의 구조·시설에 관한 규칙 해설 및 지침, 국토해양부(2010)>	• 설계기준자동차를 3가지(소형, 대형, 세미트레일러 등)로 구분	• 설계기준자동차의 제원에 따른 도로의 횡단구성(주행 폭 등)을 산정
	2 <과제명: 도로용량편람, 대한교통학회(2004)>	• 도로의 구조·시설에 관한 규칙 해설 및 지침에 따름	• 설계기준자동차의 제원에 따른 도로의 횡단구성(주행 폭 등)을 산정, 차로 수의 선정
	3 <과제명: 도시부 도로의 구조시설·기준 작성 기초연구, 김응철 외(2004)>	• 도시부 도로의 횡단면 설계기준 제시 • 도시부 도로의 설계기준 운영방안을 마련하기 위해 전문가의 설문조사 실시	• 주요 국가의 설계기준의 비교 분석 • 도시부 도로의 설계지침의 필요성과 기본방향, 설계요소 분석
본 연구	산업도로의 특성을 고려한 도로의 횡단구성, 특히 도로의 폭원과 보도 및 자전거도로의 적정 폭원 제시	• 기존 국내외 도로의 구조시설 및 기준의 리뷰 • 현장조사를 통한 도로, 교통, 산업단지별 특성 파악	• 산업도로의 교통 특성 조사 및 분석 • 설계기준차량의 제원과 곡선반경, 속도 등을 고려한 폭원 제시 • 보행자, 자전거 제원 등을 고려한 보도 및 자전거 도로의 적정 폭원 제시

특히 대형차량의 통행량이 상대적으로 많은 산업도로의 경우 일반 도시부 도로 및 지역 간 도로의 설계기준으로는 적용하는 데 많은 안전성에 대한 문제점이 있으므로 산업단지 내 도로의 교통 특성을 고려한 도로 횡단면의 설계방안에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 산업도로의 교통 특성과 도로 횡단면의 구성 현황을 조사하여 설계기준차량 가운데 세미트레일러와 같이 대형차의 제원과 곡선반경, 속도 등을 고려한 폭원을 제

시하는 것을 목적으로 한다. 나아가, 보행자, 자전거 제원 등을 고려한 보도 및 자전거 도로의 적정 폭원도 함께 제시하고자 한다.

따라서 본 연구를 통해 산업단지 내부도로의 도로 및 교통특성을 반영하여 도로의 횡단구성에 대한 기준을 제시하여, 지역의 산업단지 조성과 관련한 사업의 시행에 있어 원활한 물류의 이동과 보행자를 포함한 이용자의 안전성을 보장할 수 있는 도로의 횡단구성(특히 도로 폭원)의 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

제2장 산업단지와 도로 횡단구성의 고찰

1. 산업단지 개요

1) 산업단지의 정의와 종류

산업단지의 정의는 “산업입지 및 개발에 관한 법률” 제2조 5호에 명시되어 있는 바와 같이, 공장·지식산업관련시설·문화산업관련시설·정보통신산업관련시설·재활용산업관련시설·자원비축시설·물류시설 등과 이와 관련된 교육·연구·업무·지원·정보처리·유통 시설 및 이들 시설의 기능제고를 위하여 주거·문화·환경·공원녹지·의료·관광·체육·복지 시설을 집단적으로 설치하기위하여 포괄적 계획에 따라 지정·개발되는 일단의 토지로 명시되어 있으며, 산업단지의 종류는 크게 4가지로 구분된다.

먼저 1) 국가산업단지는 국가기간산업·첨단과학기술산업 등을 육성하거나 개발촉진이 필요한 낙후지역이나 2 이상의 특별시·광역시 또는 도에 걸치는 지역을 산업단지로 개발하기 위하여 지정된 산업단지이며, 2) 일반산업단지는 산업의 적정한 지방분산을 촉진하고 지역경제의 활성화를 위하여 제7조에 따라 지정된 산업단지이며, 3) 도시첨단산업단지는 지식산업·문화산업·정보통신산업, 그 밖의 첨단산업의 육성과 개발촉진을 위하여 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시지역 안에 제7조의2에 따라 지정된 산업단지이고, 마지막으로 4) 농공단지는 대통령령이 정하는 농어촌지역에 농어민의 소득증대를 위한 산업을 유치·육성하기 위하여 지정된 산업단지이다.

한편, 국가산업단지는 국토해양부장관이 지정하며, 일반산업단지와 도시첨단산업단지는 원칙적으로 시·도지사 또는 대통령령이 정하는 시장이 지정하며, 농공단지는 시장·군수 또는 구청장이 지정한다(산업입지 및 개발에 관한 법률 제6조 및 제7조).

2) 충남의 산업단지 현황

2009년 말 현재 전국의 산업단지는 총 858개(1,314,374㎡)가 지정되어 있으며, 유형별로는 국가산업단지가 40개, 일반산업단지가 401개, 도시첨단산업단지가 7개, 농공산업단지가 410개 지정되어 있고 전체 분양률은 97.8%로 나타났으며, 이 가운데 충남의 경우 국가산업단지가 5개, 일반산업단지가 42개, 농공산업단지가 87개 지정되어 있다.

한편 산업단지 유형별 입주업체와 고용을 살펴보면 국가산업단지에 입주한 업체가 약 4만 으로 일반산업단지 업체의 2만보다 약 2배 이상 입주한 것으로 나타났으며, 고용측면에서도 국가산업단지가 우위를 차지하는 것으로 나타났다.

〈표 3〉 유형별 산업단지 현황(단위 : 개, 천㎡, %)

시도	유형	단지수	지정 면적	관리 면적	산업시설구역				
					전체 면적	분양 대상	분양	미분양	분양률
전국	국가	40	802,305	555,039	263,732	232,581	231,283	1,298	99.4
	일반	401	445,763	439,351	264,304	131,685	125,107	6,578	95.0
	도시첨단	7	745	745	370	81	81	-	100.0
	농공	410	65,561	65,142	50,772	44,502	43,249	1,253	97.2
충남	국가	5	26,413	23,515	12,497	7,496	7,481	15	99.8
	일반	42	59,478	57,777	36,323	21,817	21,049	768	96.5
	농공	87	13,522	13,468	10,331	8,983	8,743	240	97.3

주 1. 전체면적은 미개발면적을 포함한 산업시설구역 총 면적을 의미하며, 분양대상은 산업시설구역 중 조성된 면적(미개발면적 제외), 분양률은 분양대상용지 중 분양된 면적의 비율임

주 2. 한국산업단지공단(2010) "전국산업단지현황통계 2010년 2/4분기" 내용에서 재정리

〈표 4〉 입주 및 고용(단위 : 개사, %, 명)

단지 유형	입주 및 가동업체						고용
	입주계약 업체 (A)	공장설립 완료업체 (B)	가동업체 (C)	가동/입주 업체비율 ¹⁾ (C/A)	가동/공장설 립업체비율 ²⁾ (C/B)	가동률 ³⁾	
국가	39,901	35,626	35,475	88.9	99.6	84.7	869,895
일반	18,199	16,383	16,072	88.3	98.1		527,063
도시첨단	110	109	109	99.1	100.0		854
농공	5,751	5,331	4,972	86.5	93.3		126,028
계	63,961	57,449	56,628	88.5	98.6		1,523,840

주 1. 가동/입주업체비율 : [가동업체/입주계약업체] × 100

주 2. 가동/공장설립업체비율 : [가동업체/공장설립완료업체] × 100

주 3. 가동률(한국산업단지공단(이하 한국산업단지공단)이 관리하는 국가산업단지에 한함) : [당분기 실제생산(금액)/당분기 정상생산능력(금액)] × 100

자료 : 한국산업단지공단(2010) "전국산업단지현황통계 2010년 2/4분기" 내용 재정리

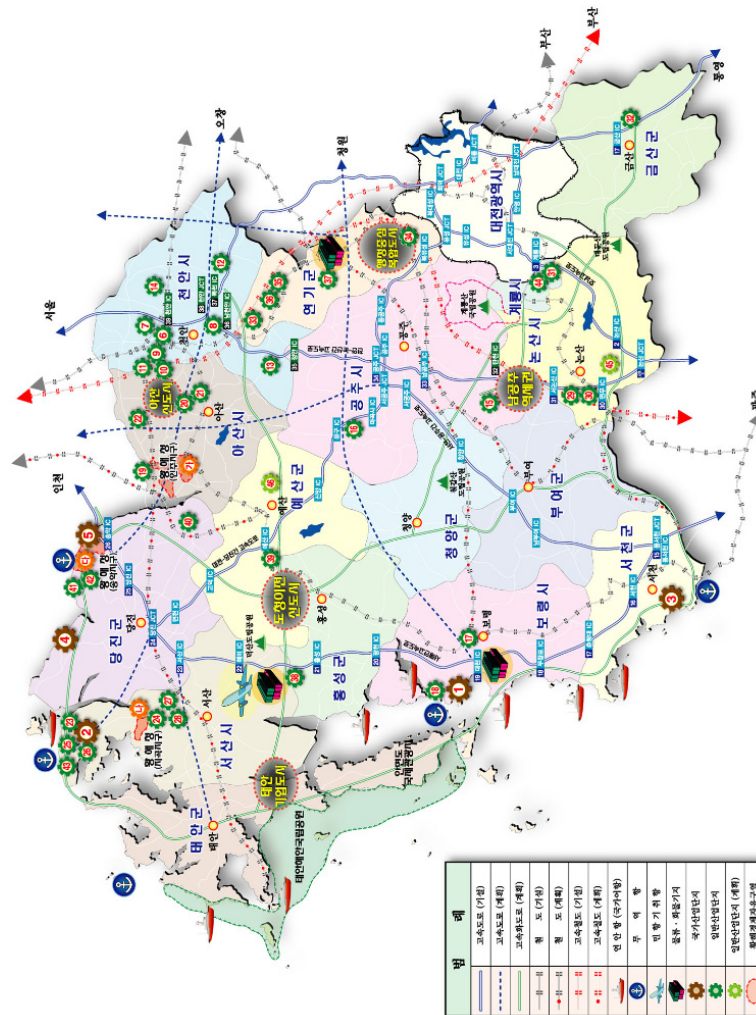
충남의 국가산업단지는 조성이 완료된 고정, 대죽자원비축, 아산국가, 고대지구와 부곡지구 국가산업단지가 있으며, 석문국가산업단지와 장항국가산업단지는 조성이 완료되지 않은 것으로 나타났다. <그림 3>에는 충청남도 산업단지 현황을 나타내고 있으며, 경기도 등 수도권 인접지역인 당진, 아산, 천안 등과 서해안(보령 등) 지역에 많이 분포하여 입지하고 있음을 알 수 있다(충청남도 <http://www.chungnam.net>).

〈표 5〉 충남의 국가산업단지(단위 : 천㎡, %)

구 분	단지명	조성 상태	지정 면적	관리 면적	산업시설구역				
					전체면적	분양대상	분양	미분양	분양률
충 남	고정	완료	4,596	4,596	1,357	1,357	1,357	-	100.0
	대죽자원비축	완료	912	912	391	391	391	-	100.0
	석문	미개발	12,006	9,465	4,605	928	913	15	98.4
	아산국가	완료	6,136	5,780	4,820	4,820	4,820	-	100.0
	고대지구	완료	3,024	3,024	2,694	2,694	2,694	-	100.0
	부곡지구	완료	3,112	2,756	2,126	2,126	2,126	-	100.0
	장항국가	미개발	2,763	2,762	1,324	-	-	-	-

자료 : 한국산업단지공단(2010) "전국산업단지현황통계 2010년 2/4분기" 내용 재정리

산업단지 현황



산업단지 지정현황			
구분	시·군	산업단지	주요산업
충청남도	대전광역시	대전광역시	대전광역시
		대전광역시	대전광역시
		대전광역시	대전광역시
		대전광역시	대전광역시
		대전광역시	대전광역시
	충청북도	충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
충청북도	충청북도	충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
	충청남도	충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
충청남도	충청남도	충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
		충청남도	충청남도
	충청북도	충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도
		충청북도	충청북도

〈그림 3〉 충청남도 산업단지 현황

〈표 6〉 충남의 일반산업단지(단위 : 천㎡, %)

구분	단지명	조성 상태	지정 면적	관리 면적	산업시 설구역	산업시설구역				
						전체면적	분양대상	분양	미분양	분양률
충 남	계룡시	계룡제1 (구:입암)	완료	327	327	160	160	110	50	68.8
	공주시	신평	미개발	483	483	290	-	-	-	-
		유구자카드	완료	96	96	61	61	7	54	11.5
	공주시	탄천	미개발	997	997	569	-	-	-	-
	논산시	논산	완료	253	253	165	165	165	-	100.0
		논산2	조성중	507	506	384	-	-	-	-
		동산	미개발	706	706	449	-	-	-	-
	보령시	관창	조성중	2,453	2,442	1,264	1,264	1,264	-	100.0
		영보	미개발	1,214	1,214	634	-	-	-	-
	서산시	대산	조성중	1,083	1,082	894	894	894	-	100.0
		대산제2	미개발	1,139	1,139	957	-	-	-	-
		대죽	완료	2,101	2,101	1,540	1,540	1,540	-	100.0
		서산	조성중	4,051	4,051	2,668	2,055	2,055	-	100.0
		서산2	미개발	816	816	587	-	-	-	-
		서산테크노 밸리	조성중	1,992	1,991	840	-	-	-	-
	아산시	아산테크노 밸리	조성중	2,984	2,984	1,374	1,374	1,374	-	100.0
		운용	미개발	74	73	64	-	-	-	-
		인주	완료	3,432	3,431	2,466	2,466	2,466	-	100.0
		인주1	완료	1,455	1,455	893	893	893	-	100.0
		인주(외국인)	완료	165	164	159	159	159	-	100.0
		인주2	완료	1,812	1,812	1,414	1,414	1,414	-	100.0
		탕정제2	조성중	2,114	2,114	704	504	504	-	100.0
		탕정테크노 컴플렉스	조성중	2,467	2,467	1,571	1,571	1,571	-	100.0

〈표 6 계속〉

구분	단지명	조성 상태	지정 면적	관리 면적	산업시 설구역	산업시설구역				
						전체면적	분양대상	분양	미분양	분양률
충 남	천안시	마정(구 마정기계)	완료	150	150	99	99	99	-	100.0
		천안산업기술	완료	183	183	131	131	131	-	100.0
		천안영상문화 복합(외국인)	조성중	493	493	188	151	151	-	100.0
		천안제2	완료	823	823	567	567	567	-	100.0
		천안3	조성중	2,334	2,129	1,387	1,069	1,069	-	100.0
		천안제3	조성중	1,620	1,619	896	578	578	-	100.0
		천안(외국인)	완료	714	510	491	491	491	-	100.0
		천안제4	완료	1,006	1,002	629	629	629	-	100.0
		천안제5	조성중	1,511	1,510	832	-	-	-	-
		천흥	완료	651	651	421	421	421	-	100.0
		풍세	조성중	1,630	1,630	764	-	-	-	-
	금산군	금산	완료	872	872	712	712	712	-	100.0
	당진군	송산	조성중	5,539	4,067	3,311	2,649	2,649	-	100.0
		송산2	미개발	5,606	5,606	3,281	-	-	-	-
		합덕	조성중	988	988	572	-	-	-	-
	연기군	소정	완료	271	270	181	181	181	-	100.0
		월산	완료	1,380	1,380	954	954	954	-	100.0
		전의	완료	492	492	346	346	346	-	100.0
		전의2	조성중	833	832	563	321	321	-	100.0
		조치원	완료	950	950	869	869	869	-	100.0
	예산군	예당	조성중	996	996	664	664	-	664	-
		예산	미개발	1,567	1,567	1,082	-	-	-	-
		예산테크노 밸리	조성중	779	778	369	-	-	-	-
	홍성군	홍성	미개발	1,135	1,135	760	-	-	-	-

자료 : 한국산업단지공단(2010) "전국산업단지현황통계 2010년 2/4분기" 내용 재정리

한편, 충남의 일반산업단지의 현황은 <표 6>에 나타난 바와 같이 총 42개의 단지가 조성되어 있고 지정면적은 59,478천㎡에 전체 분양율은 96.5%로 양호한 실적을 보이고 있다. 충남에서 일반산업단지가 가장 많은 시·군은 천안시로 조성이 완료된 대표적인 단지는 풍세산업단지와 천안 제4산업단지가 있다. 그 다음으로 인주산업단지와 현재 조성중인 아산테크노벨리, 탕정 제2산업단지가 있는 아산시와 대죽산업단지와 조성중인 서산테크노벨 리가 입주해 있는 서산시의 순으로 나타났다.

2. 도로 횡단구성의 개요

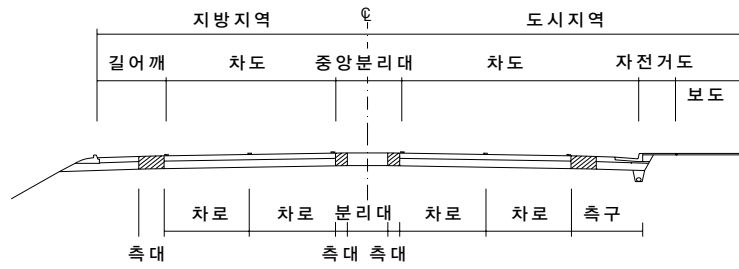
1) 도로 횡단구성의 요소

도로 횡단면의 설계요소의 크기나 모양은 그 도로의 용도에 따라 다르다. 높은 설계교통량을 가진 도로는 당연히 많은 차로를 필요로 하거나 넓은 갓길이나 중앙분리대 또는 출입제한을 필요로 할 것이다. 그러나 대형 화물의 수송을 위한 이동성 확보가 필요한 산업단지 내부 도로의 경우 상대적으로 적은 승용차의 통행량과 대형 화물차량의 이동을 고려한 횡단면의 설계가 필요하다.

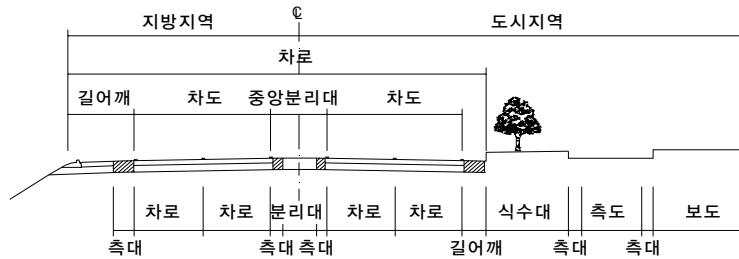
도로 횡단면의 설계요소는 크게 3가지로 나눌 수 있으며, 차도, 노변시설, 교통분리시설이 그 것이다. 먼저 횡단구성 요소를 정리하면 다음과 같다.

- ① 차도(차로 등에 의해서 구성되는 도로의 부분)
- ② 중앙분리대
- ③ 길어깨
- ④ 정차대(차도의 일부)
- ⑤ 자전거 전용도로
- ⑥ 자전거·보행자 겸용도로
- ⑦ 보도
- ⑧ 식수대
- ⑨ 측도(차도의 일부 : frontage road)
- ⑩ 전용차로

횡단면의 구성요소에 대한 조합의 예는 <그림 4>와 같다.



(a) 식수대가 없는 경우



(b) 식수대가 있는 경우

〈그림 4〉 횡단구성요소와 그 조합의 예

차도는 차로로 구성되며, 횡단구성 요소 중 정차대, 식수대, 중앙분리대 등은 지역적인 특성이나 도로의 성격에 따라 횡단 구성요소가 달라질 수 있으며, 반드시 안전성이나 주행성을 고려하여야 한다.

2) 설계시간 교통량과 차로 수 결정

(1) 설계지배요소 및 기준

도로는 이동성, 편의성, 운영의 경제성 및 안전성을 제공하고 바람직한 토지이용을 촉진할 수 있도록 설계되어야 한다. 도로의 노선계획이나 설계는 지형이나 주위의 구조물 또는 주위의 토지이용 등 환경적인 요인에 의해 지배를 받을 뿐만 아니라 교통량 및 교통구성, 설계차량, 설계속도, 운전자나 보행자 특성 등과 같은 교통조건에 의해 지배를 받으며, 건설하고자 하는 도로의 설계 서비스 수준이나 출입제한 여부에 따라서도 영향을 받는다. 이처럼 설계를 좌우하는 요소를 설계지배요소(design control)라 한다(도철웅, 2004).

이 같은 설계지배요소 가운데 설계시 반드시 그 값이 주어져야 하는 설계지정항목은 주로

그 시설을 이용할 장래의 교통조건으로 교통량 및 구성, 설계차량, 설계속도 및 설계 서비스 수준, 즉 장래의 서비스 수준이다. 이들 설계요소는 각각의 항목별로 설계계획서 내에 언급이 되어야 하며, 이 항목에는 현재의 AADT, 목표연도의 AADT, 목표연도의 K계수, 방향별 교통량분포(D계수), 대형차량의 구성비, 설계속도, 설계 서비스수준 등이 있다.

한편 장래 교통량은 대상 도로의 장래 예상되는 서비스 수준을 판단하게 하고 새로 건설하거나 개선할 도로의 종류와 기하구조를 결정하는 데 기본적인 자료이며, 도로설계의 기초가 되는 교통량자료는 첨두시간교통량으로 설계목표연도의 첨두시간 예상교통량으로 설계시간 교통량(DHV; Design Hourly Volume)이라 한다.

설계시간 교통량을 산출하기 위해서는 미국의 AASHTO에서 제안한 방법으로 1년에 걸친 시간 교통량을 크기 순으로 배열했을 때 기울기가 급변하는 지점인 30번째 시간에서의 교통량의 연평균 일 교통량에 대한 백분율, 즉 K_{30} 값을 권장하고 있으나, 우리나라의 경우 교통량이 폭증하는 공휴일(추석, 구정, 연휴 등)이 많기 때문에 우리나라에 그대로 도입하기에는 문제가 많은 실정이다. 따라서 도시부 도로에서는 매주 평일 최대시간교통량을 52주간 구하여 이를 평균한 값을 30HV로 보기도 한다(박창호, 2000).

이 때 중방향 설계시간 교통량은 AADT 및 K계수와 D계수를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$DDHV = AADT \times K \times D$$

여기서, DDHV: 중방향 설계시간 교통량(대/h)

AADT: 연평균 일교통량(대/h)

K: 첨두시간 교통량(30HV)의 AADT에 대한 비율

D: 첨두시간 중방향 교통량의 양방향 교통량에 대한 비율

여기서 K값은 AADT가 비교적 큰 도로에서는 비교적 낮고, 개발밀도가 증가하면 감소하며, 관광도로, 지방부 도로, 교외도로, 도시부 도로의 순으로 점점 적어지는 특징이 있기 때문에, 대상 도로와 유사한 교통량 변동 특성을 가지면서 상시조사나 보정조사를 하는 도로를 찾아 그 값을 사용하는 것이 비교적 정확한 K값을 구할 수 있는 방법이다.

한편 D값은 양방향도로에서 양방향 왕복교통량에 대한(침두 1시간 단위) 교통량이 상대적으로 많은 방향 즉, 중방향(重方向) 교통량이 차지하는 비율을 말하며, 고속도로가 50~60%, 보통 2차로 도로가 55~75%의 범위를 가지는 특징이 있으며 도시에 인접해 있는 도시교통의 특성이 강할수록 D계수 값은 적어진다.

따라서 설계시간 교통량이 산출되면 이를 차로당 허용할 수 있는 교통량 즉, 설계서비스 교통량으로 나눈 값을 올림한 것이 차로 수가 된다. 여기서 설계서비스 교통량(service volume)은 대상도로에 제공하고자 하는 서비스수준(level of service)에 해당하는 교통량으로 서비스수준의 선정은 도로의 기능, 주변의 토지이용, 소요공사비 등을 고려하여 정해지며 우리나라의 경우 도시지역의 일반도로의 경우 설계서비스수준은 D 정도이며 산업단지 연결도로나 산업단지 내 도로와 같은 특수한 목적의 도로의 경우 특별한 설계지침 등이 부재한 실정이다.

(2) 산업단지의 장래 교통량 추정

매년 다양한 지역 및 국가단위의 교통계획 수립 등에 대한 연구가 수행되고 있으며 이 가운데에서 장래개발계획에 따른 통행발생수요 추정시 원단위 모형이 많이 사용되고 있다. 통행발생 원단위와 관련된 선행연구를 살펴보면 주로 교통영향평가의 대상인 교통유발 시설물에 대한 원단위 조사 및 기존 교통영향평가에 사용된 원단위 자료의 비교분석에 대한 것이 대부분이다. 국외의 경우에도 주로 소규모 교통유발시설물에 초점을 두고 주기적으로 통행발생 자료를 수집하여 시설별로 특성변수를 선정하여 통행발생률을 시계열적인 단위로 즉, 시간대별 혹은 요일별로 모형을 작성하여 추정하고 있다(FHWA, 1985; ITE, 2003).

일반적으로 산업단지를 대상으로 한 통행발생량 추정을 위한 원단위는 크게 세 가지로 구분할 수 있으며, 1) 유사시설의 교통조사를 통해, 시설의 특성별(근생, 업무, 산업시설 등)로 분류하여 원단위를 산정하는 방법으로 주로 교통영향평가에서 이용하는 방법이 있으며, 2) 국가교통DB사업에서 물류현황조사 또는 화물기종점 통행량 조사에서 정리된 유출입 교통량조사를 이용하여 산정하는 방법과 3) 공장부지 면적당 품목별 화물 발생량을 이용하여 원단위를 산정하는 방법이 그것이다(추상호, 2008).

산업단지의 원단위 산정을 위한 조사항목 및 방법은 조사대상과 목적에 따라 달라질 수 있으며, 산업단지의 화물발생 원단위는 국가교통DB의 화물통행량 조사나 사업대상 산업단지 인근도로 교통량 및 노측조사 결과를 토대로 발생/도착 원단위를 산출하고 있으며, <표 7>의 예시에서 보는 바와 같이 사업체 조사와 화물자동차 통행실태 조사가 함께 수행되어야 한다.

〈표 7〉 화물발생량의 분석을 위한 조사항목(예시)

구분		조사 및 분석항목
사업소 개요		총 종사자수 사업장의 물동량 사업체 부지면적 연간 매출액 기타 물류시설의 보유현황 화물차량 보유현황
연간수송현황		주요 입출하 품목, 입출하량, 톤당 평균가격 입출하시 이용한 운송수단 이용화물차 톤급 주이용 운송수단 및 화물중계지명 입출하 빈도
수송실적(3일)	입하	입하실적 입하명, 입하품목 등
	출하	출하실적 출하명, 출하품목 등

자료 : 추상호(2008) 연구 재정리

한편 예비타당성조사 단계에서 일반적으로 산업단지 원단위를 산정하는 방법은 산업단지를 이용하는 차종별 교통량을 조사한 후 산업단지 연면적을 이용하여 수단별 원단위를 직접 계산하는 방법과 산업단지 면적당 생산되는 물동량을 계산한 후, 이를 차량 대수로 전환하는 방법이 주로 활용된다. 그러나 현재 구체적인 화물차 톤급별 적재톤수나 가동시간 및 상품의 입출하 시간대별 통행특성을 고려하지 못하고 있을 뿐만 아니라 기존의 통행발생 원단위 자료를 이용하여 장래 산업단지의 연상면적 등에 단순히 원단위를 곱하여 발생량을 추정하기 때문에 규모별, 업종별 원단위의 특성을 반영하지 못하고 있는 실정이다.

또한 교통영향평가 단계에서 교통유발 원단위는 산업단지의 토지이용 용도를 구분하여 이를 토대로 원단위 및 발생량을 산정하고 있으며, 장래 물동량 증가를 감안하여 연도별 다른 원단위를 산정하여 적용하고 산업단지 유출입 교통량 조사를 통한 차량단위의 원단위 이외에도 산업단지에서 생산되는 물동량과 차종별 분담률 및 적재톤수를 이용하여 간접적인 방법으로 차량원단위를 산정하는 방법도 활용하고 있다. 그러나 개략적인 조사항목만을 제시하고 있을 뿐 구체적인 조사항목, 조사시간, 조사방법 등에 관한 내용이 누락되어 있어 분석가의 자의적인 판단에 의한 동일용도 및 유사규모 시설물 조사로 원단위 자료의 신뢰성에 문제점이

있다(추상호, 2008).

요약하면, 산업단지 내 도로의 차로 수 산정과 그에 따른 횡단구성의 설계를 위해 장래의 통행발생량의 추정은 반드시 필요하며 일반적으로 이용되는 원단위를 이용한 장래 통행량의 추정에는 다음과 같은 문제점이 있다.

먼저, 산업단지 개발계획 초기 단계에서 입주할 업종 및 품목에 대한 정확한 예측이 불가능하며 입주율과 가동율에 따라서도 통행발생량은 큰 차이를 보일 수 있다.

둘째, 하나의 업종에 대해 평균 원단위를 적용하는 것이 일반적으로 사용되고 있지만 면적 또는 종사자의 수 등 생산능력에 따라 통행발생량이 차이를 보일 수 있으므로 생산능력과 생산량에 영향을 미치는 요인을 감안한 원단위 산정방안에 대한 검토도 필요할 것으로 판단된다.

셋째, 산업단지 내 입주할 업종 및 품목에 따라 입·출하량 및 차종구성, 평균적재율 등이 상이하여 통행발생량에 영향을 미치기 때문에 이를 고려한 원단위 산정이 필요하다.

그러므로 산업단지별 특성을 고려한 체계적인 유형 및 업종의 분류가 선행되어야 하며 입주 업체 및 생산 물동량 특성을 고려한 원단위 산정방안이 마련되어야 수요의 과대추정 또는 부실예측 등 수요예측 결과에 대한 신뢰성에 영향을 미치는 요소들을 제거하여 합리적인 도로의 횡단구성에 대한 설계가 이루어질 수 있을 것이다.

따라서 현재 조사 대상인 산업단지의 조성당시 개발계획에서 추정된 장래교통량의 수준과 그에 따른 차로 수의 산정에 대한 검토와 적정성 분석은 본 연구의 범위를 벗어나므로 향후 연구과제로 제안하기로 하고 조사 대상 산업단지 내부 도로를 대상으로 현재의 차량, 보행자, 자전거 통행량의 수준을 조사하여 혼잡의 여부를 판단하고 도로의 횡단구성에 대한 현황 조사를 기반으로 설계기준과의 정합성과 개선방안 제시를 본 연구의 주목적으로 한정하기로 한다.

3) 국내외 관련 기준

(1) 설계기준 자동차의 종류와 제원

국가별로 도로상을 주행하는 차량에는 매우 다양한 형태가 있으며, 이들 자동차의 각 형태별로 도로를 설계한다는 것은 매우 복잡하며 실제로 여러 형태의 자동차가 공존하므로 이들을

규모와 형식 등을 고려하여 각 범위를 대표할 수 있는 차종을 구분하여 설계기준 자동차로 규정하고 있다.

실제로 특정한 도로구간을 설계할 경우 설계기준 자동차의 선정은 그 도로를 상당한 빈도로 이용할 것으로 예측되는 가장 큰 규격의 자동차로 하여야 하며, 설계기준 자동차의 치수, 성능 등은 도로의 폭원, 곡선부의 확폭, 교차로의 설계, 종단경사, 시거 등에 큰 영향을 미친다.

우리나라의 경우, 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서는 설계기준 자동차를 승용자동차, 소형자동차, 대형자동차, 세미트레일러의 네 종류로 구분하고 이러한 제원을 정하고 있다.

승용자동차 및 소형자동차는 폭원, 시거, 종단경사 등의 기준을 정하기 위하여 필요하며 대형자동차 및 세미트레일러는 폭원, 곡선부의 확폭, 교차로의 설계, 종단경사 등을 결정하기 위하여 필요하다. 설계기준 자동차의 제원 중 소형자동차는 일반적인 구급·구난 차량이 통행이 가능한 국내 시판 운영 중인 차량의 크기 등을 고려하였고, 대형자동차에 있어서는 뒷부분 2축 트럭, 세미트레일러에 있어서는 5축을 갖는 차를 가정하여 정하고 있으며 신설 또는 개량할 도로의 설계의 기초가 된다.

설계기준 자동차의 치수는 「자동차관리법 시행규칙」에 의한 종별 구분과 「자동차 안전기준에 관한 규칙」에 따른 자동차의 제한 길이를 기준으로 국내에서 판매되고 있는 자동차의 제원을 참조하여 규정하고 있다.

〈표 8〉 「자동차관리법」의 자동차 제원(단위 : m)

구 분	길이	너비	높이	비 고
승용자동차	4.7	1.7	2.0	소형
승합자동차	4.7	1.7	2.0	소형
화물자동차	3.6	1.6	2.0	경형(배기량 1,000cc 미만)
특수자동차	3.6	1.6	2.0	경형(배기량 1,000cc 미만)

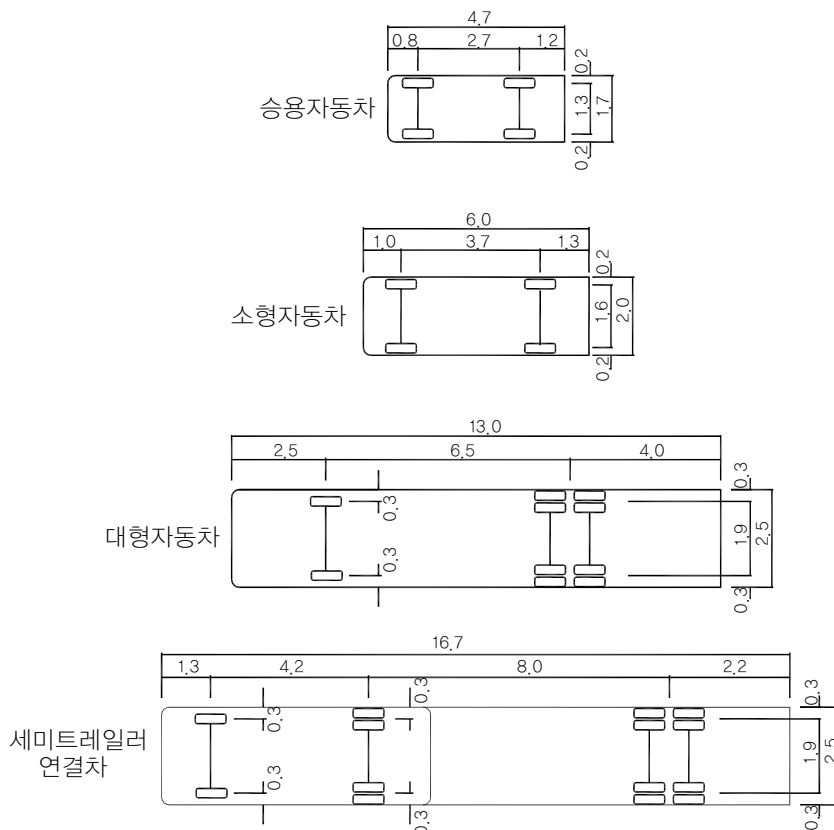
「자동차관리법 시행규칙」에서 규정하는 자동차는 승용자동차, 승합자동차, 화물자동차, 특수자동차 및 이륜자동차로 구분하며 이륜자동차를 제외한 4개 차종을 대상으로 세부적으로 경형, 소형, 중형, 대형으로 구분한다. 이 중 자동차의 길이, 너비, 높이로 구분하는 자동차의 종류는 <표 8>과 같다. 「자동차관리법」에서 규정하는 종별제원 이외의 제원은 「자동차안

전기준에 관한 규칙」에 규정되어 있다.

여기서 특례기준의 규정은 제한된 구간이나 목적을 위하여 운행이 필요한 자동차에 대한 규격의 제한 값으로서 보도용자동차, 분리하여 운반할 수 없는 규격화된 물품을 운송하는 자동차, 2층 대형승합 자동차, 최고속도가 매시 25킬로미터 미만인 자동차 및 그 밖의 특수용도에 사용하는 자동차 등이 해당한다.

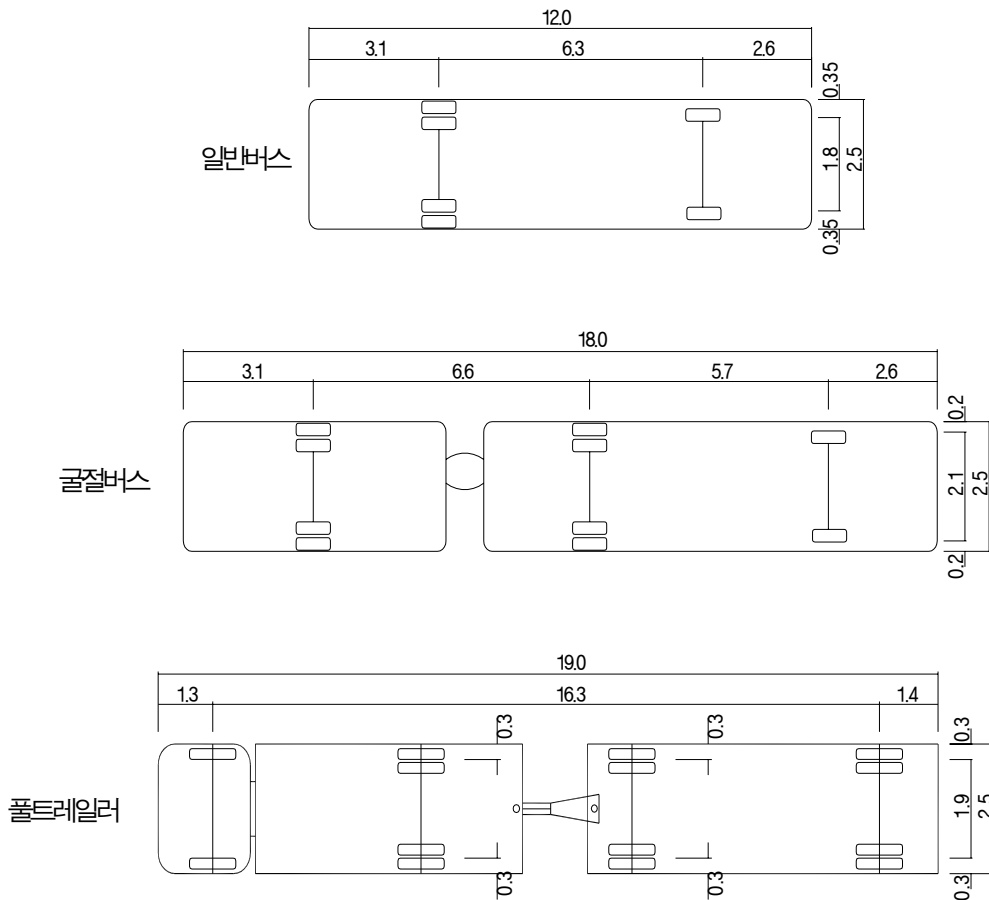
〈표 9〉 「자동차 안전기준에 관한 규칙」(제4조 길이·너비 및 길이)(단위 : m)

구 분	길이	너비	높이	최소 회전 반지름	비 고
일 반 기 준	13.0(16.7)	2.5	4.0	12.0	() : 세미트레일러
특 례 기 준	19.0	2.75	없음	15.5	제114조 제1항 관련



〈그림 5〉 설계기준 자동차의 제원 (단위 : m)

또한, 관련법(「도로교통법」 제26조, 「동법 시행규칙」 제17조)에 따르면 자동차의 구조 또는 적재화물의 특수성으로 인해 운행제한 기준을 초과하는 경우 관리청의 허가를 받아 운행하도록 하고 있다. 따라서 공용중인 도로의 구조와 운행차량의 안전, 관련법에 따른 운행의 제한 등을 고려하여 설계기준 자동차의 제원은 일반기준 값을 초과하지 않는 것으로 한다.



〈그림 6〉 기타 자동차의 제원 (단위 : m)

설계기준 자동차의 제원을 규정함에 있어 우선, 승용자동차의 길이는 「자동차관리법 시행규칙」에 의한 최대치 4.7m를 사용하였으며, 소형자동차의 길이는 국내에서 판매되고 있는 소형자동차의 제원을 참고하여 규정하고 있다.

한편, 중·대형 자동차에 대해서는 수송 효율을 향상시키기 위하여 법정 제한 길이에 가까

운 차량이 많이 생산되고 있으며, 특히 우리나라의 경우 전체길이가 13m에 가까운 대형 자동차의 점유율이 앞으로 계속 증가할 것으로 예상되고 있다.

이러한 추세를 고려하여 설계기준 자동차의 대형 자동차의 길이를 법정 제한 길이인 13m로 결정하였다. 대형 자동차에는 버스, 트럭 등이 포함되고 있으나 앞 내민 길이, 축거(軸距) 및 뒷 내민 길이에 대해서는 뒷부분 2축 트럭으로 정한 것이다.

연결차에는 세미트레일러, 폴트레일러 및 중(重-doubles) 트레일러 등이 있으며 일반적으로 폴트레일러, 중트레일러가 세미트레일러에 비하여 운행 빈도 및 운행거리상 대표성을 결여하고 있어 설계기준 자동차의 제원으로서의 채용하지 않고 있다.

연결차의 길이는 세미트레일러에서 16.7m, 폴트레일러에서 19m의 규제치가 있으나, 길이 19m 특례를 인정하는 트레일러는 분리 운송이 불가능한 건설 중장비 등 운송용 저장트레일러로 제한하고 있으며, 일반적으로 회전 시에는 세미트레일러가 큰 점유폭을 필요로 하므로 폴트레일러는 고려할 필요가 없다. 세미트레일러의 길이는 12m형상의 컨테이너로 운송하기 위한 연결차의 길이로서, 필요한 길이는 16.7m를 사용하고 있다. 그 밖의 자동차로는 버스전용차로의 설계기준 자동차인 일반버스, BRT 설계기준 자동차인 굴절버스, 기타 폴트레일러가 있다.

해외의 설계기준 자동차 제원은 각국의 도로 및 교통 여건과 자동차 안전기준에 의거하여 다양한 차종을 설계기준 자동차로 채용하고 있으며, 미국의 AASHTO에서는 <표 10>에 나타난 바와 같이 설계기준자동차(Design Vehicle)를 일반적으로 승용차, 버스, 트럭 및 레크레이션 차량 등 4가지로 분류하고 이를 일반적인 차종분류에 포함되는 차량을 대표하여 19개 설계기준 자동차로 구분하고 있다.

일본에서는 설계기준 자동차를 보통도로와 소형도로로 구분하여 규정하고 있으며 보통도로의 설계기준 자동차는 소형자동차, 보통자동차, 세미트레일러로 구분하며 소형도로의 설계기준 자동차는 소형자동차 등으로 규정하고 있으며, 최소회전반경은 세미트레일러의 12m로 우리와 같다(표 11 참조).

독일의 설계기준 자동차는 <표 12>에서 보는 바와 같이 승용차, 화물차, 2축 및 3축 트럭, 일반버스 및 굴절 버스, 이중 트레일러로 구분하여 규정하고 있으며, 최소회전반경은 이중트레일러의 12.5m를 적용하고 있다.

〈표 10〉 미국 AASHTO의 설계기준 자동차

제원(단위 : m) 자동차별	기호	높이	폭	길이	앞내민 길이	뒷내민 길이	축거 1	축거 2	축거 3	축거 4
승용차	P	1.3	2.1	5.8	0.9	1.5	3.4			
단축트럭	SU	3.4- 4.1	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1			
버스										
주(州)간버스	BUS-12	3.7	2.6	12.2	1.8	1.9	7.3	1.1		
	BUS-14	3.7	2.6	13.7	1.8	2.6	8.1	1.2		
도시 통근버스	CITY-BUS	3.2	2.6	12.2	2.1	2.4	7.6			
일반 통학버스(65인승)	S-BUS 11	3.2	2.4	10.9	0.8	3.7	6.5			
대형 통학버스(84인승)	S-BUS 12	3.2	2.4	12.2	2.1	4.0	6.1			
분절버스	A-BUS	3.4	2.6	18.3	2.6	3.1	6.7	5.9		
트럭										
중형 세미트레일러	WB-12	4.1	2.4	13.9	0.9	0.8	3.8	8.4		
중형 세미트레일러	WB-15	4.1	2.6	16.8	0.9	0.6	4.5	10.8		
주간 세미트레일러	WB-19	4.1	2.6	20.9	1.2	0.8	6.6	12.3		
주간 세미트레일러	WB-20	4.1	2.6	22.4	1.2	1.4- 0.8	6.6	13.2- 13.8		
"Double-Bottom" 세미트레일러/트레일러	WB-20D	4.1	2.6	22.4	0.7	0.9	3.4	7.0	7.0	
삼단 세미트레일러/ 트레일러	WB-30T	4.1	2.6	32.0	0.7	0.9	3.4	6.9	7.0	7.0
Turnpike Double 세미트레일러/트레일러	WB-33D	4.1	2.6	34.8	0.7	0.8	4.4	12.2	13.6	
레크레이션 차량										
이동주택차	MH	3.7	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1			
차량 및 캠핑 트레일러	P/T	3.1	2.4	14.8	0.9	3.1	3.4			
차량 및 보트 트레일러	P/B		2.4	12.8	0.9	2.4	3.4			
이동주택차 및 보트 트레일러	MH/B	3.7	2.4	16.2	1.2	2.4	6.1			

자료 : 대한토목학회(2009), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설

〈표 11〉 일본 도로구조령의 설계기준 자동차

설계차량 \ 제원(m)	폭	높이	길이	축간거리	앞내민거리	뒷내민거리	최소 회전 반지름
소형자동차	1.7	2.0	4.7	2.7	0.8	1.2	6.0
소형자동차 등	2.0	2.8	6.0	3.7	1.0	1.3	7.0
보통자동차	2.5	3.8	12.0	6.5	1.5	4.0	12.0
세미트레일러 연결차	2.5	3.8	16.5	앞축간거리: 4.0 뒷축간거리: 9.0	1.3	2.2	12.0

자료 : 대한토목학회(2009), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설

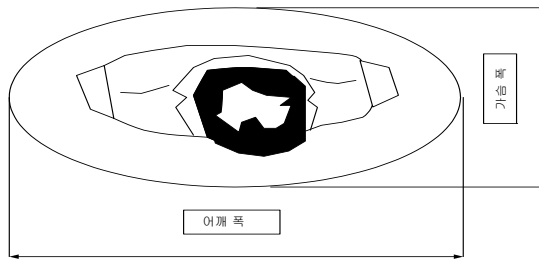
〈표 12〉 독일 RAS-K의 설계기준 자동차

설계차량 \ 제원(m)	폭	높이	길이	축간거리	앞내민거리	뒷내민거리	최소 회전 반지름
승용차	1.75	1.5	4.7	2.7	0.8	1.2	5.8
화물차	2.1	2.2	6.0	3.5	0.7	1.8	6.1
2축 트럭	2.5	3.8	12.0	6.5	1.5	4.0	12.0
3축 트럭	2.5	3.3	9.5	4.9	1.6	3.0	9.8
일반버스	2.5	3.0	11.0	5.6	2.4	3.0	11.2
굴절버스	2.5	3.0	17.3	5.6/6.2	2.5	3.1	10.5~11.3
이중트레일러	2.5	4.0	18.0	5.0/5.3	1.1/1.3	1.2/2.9	12.5

자료 : 대한토목학회(2009), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설

(2) 보행자의 체형

「도로용량편람」에서는 한국인의 표준체형을 근거로 하여 한 사람이 차지하는 점유공간으로 보행자도로의 서비스수준을 산정하고 있으며 점유공간을 나타내는 인체타원은 <그림 7>과 같다.

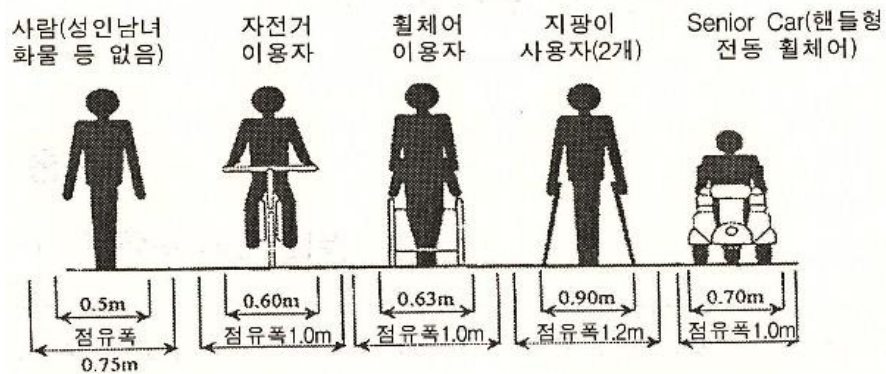


〈그림 7〉 인체타원

또한, <표 13>에는 한국표준과학연구원의 자료에 의한 한국인의 표준체형을 나타내고 있다.

〈표 13〉 한국인의 표준체형

구 분	어깨 폭	가슴 폭
평 균	39.0cm	32.7cm
90-percentile	39.5cm	33.5cm
95-percentile	39.9cm	37.2cm



〈그림 8〉 도로이용자의 기본적인 치수(일본, 도로구조령의 해설과 운용)

한편, 우리나라와 체형이 비슷한 일본의 보도 및 자전거도로 시설한계 기준은 우리나라의 기준과 크게 다르지 않음을 확인할 수 있다. 즉, 일본의 보행자의 점유폭은 0.75m를 표준으로 하고, 휠체어의 점유폭은 1.0m로 하고 있다(그림 8 참조).

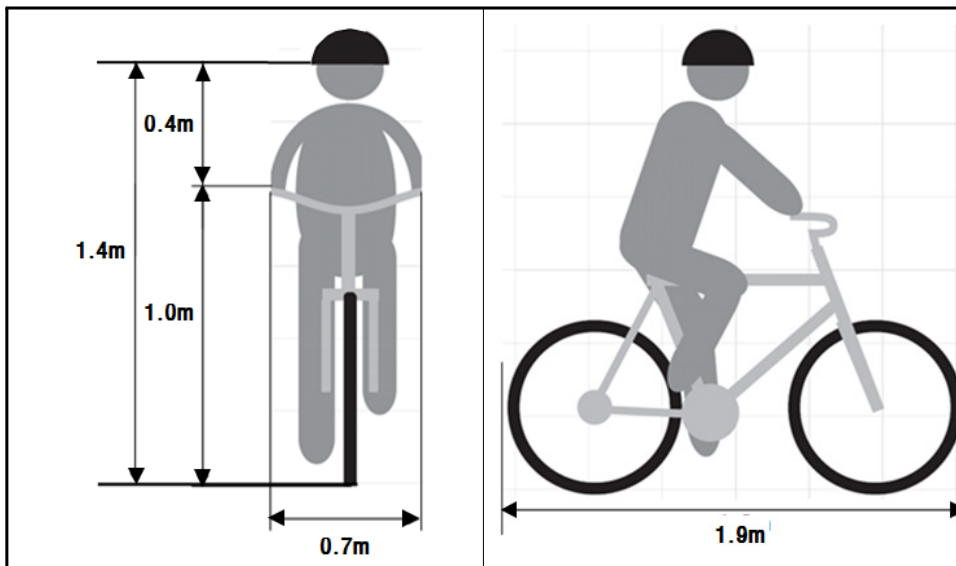
(3) 자전거의 제원

우리나라에는 도로(보도 및 자전거도로 포함)를 이용하는 자전거의 제원에 대한 관련법상 규정이 없으나 KS규정(KS R 8002)에 의한 자전거의 제원은 다음과 같다.

〈표 14〉 자전거의 제원(KS R 8002)

폭(m)	높이(m)	길이(m)
0.35~0.7	1.1	1.9

한편, 지식경제부 기술표준원 국가표준종합센터에서 제시하고 있는 자전거의 규격은 폭 0.7m, 길이 1.9m 이하, 높이 1.0m의 수치를 적용하고 노면으로부터 자전거운전자가 장애물을 인지하고 안전하게 정지하기 위하여 필요한 자전거운전자의 눈높이는 1.4m이다(그림 9 참조).



〈그림 9〉 설계기준 자전거의 제원

또한 한국산업규격의 일반용 자전거의 제원은 <표 15>에서 나타낸 바와 같이 자전거 종류별 안장의 높이를 구분하였으며, 자전거의 길이나 폭은 KS규정과 동일하다.

〈표 15〉 한국산업규격의 일반용 자전거 제원

구분 자중안장 최대높이 제원(mm) ¹⁾	스포츠차	미니 사이클	경쾌차	실용차	어린이차		
					스포츠 차형	미니 사이클형	경쾌 차형
	850 초과 1100 이하	750 초과 1100 이하			635 초과 850 이하	635 초과 750 이하	
자전거의 길이(mm)	1900 이하						
자전거의 폭(mm)	350~700						
차륜 지름의 호칭(in)	26 또는 27	24 이하	25 이상	26	24 이하	22 이하	24 이하
차중(kg) ²⁾	12~18	16~20	14~20	22~24	13~18	15~18	

※ 1) 자전거의 시트 포스트를 끼워 맞추어 한계 표시까지 끌어올려서 공용 상태에서 적립시켰을 때의 안장자리면 중앙부의 지상높이

2) 그 자전거의 표준 시방에 따른 무게

한편, 자전거도로의 설계에 이용하는 각국의 설계기준 자전거의 제원은 <표 16>과 같이 국가별로 조금씩 상이한 것을 알 수 있다.

〈표 16〉 각국의 설계기준 자전거

구 분	핸들 폭(m)	높이(m)	길이(m)	비고
일 본	0.6	1.86	1.9	
독 일	0.6~0.7	-	1.85 (3.2)	() : 수레자전거
미 국	0.75	2.5	-	
호 주	(1.00)	2.2	-	() : 점유폭

지금까지 각 국가별 도로의 횡단면 설계를 위한 설계기준차량, 보행자의 체형과 자전거의 크기 등에 대한 차이를 살펴보았다. 결국 각 국가별 도로의 특성, 수송 가격 및 유통비용, 인건비 등의 차이로 인해 화물의 크기와 수송거리가 차이가 남으로 인해 차량의 제원도 서로 차이가 남을 알 수 있다.

따라서 도로·교통 및 사회경제적인 환경 차이 뿐만 아니라 각 국가별 도로의 횡단면 설계를 위한 법률 및 지침도 그 내용의 범위와 수준은 차이가 있음을 알 수 있다.

3. 관련 법률 및 기존 연구 고찰

1) 국토의 계획 및 이용에 관한 법률

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조(국토의 용도구분)에 의해 국토를 토지의 이용 실태 및 특성, 장래의 토지이용방향 등을 고려하여 크게 4가지로 구분하고 있는데, 1) 도시지역, 2) 관리지역, 3) 농림지역과 4) 자연환경보전지역이 그것이다.

먼저, 도시지역은 인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 당해 지역에 대하여 체계적인 개발·정비·관리·보전 등이 필요한 지역이며, 관리지역은 도시지역의 인구와 산업을 수용하기 위하여 도시지역에 준하여 체계적으로 관리하거나 농림업의 진흥, 자연환경 또는 산림의 보전을 위하여 농림지역 또는 자연환경보전지역에 준하여 관리가 필요한 지역을 말한다.

한편, 농림지역은 도시지역에 속하지 아니하는 농지법에 의한 농업진흥지역 또는 산지관리법에 의한 보전산지 등으로서 농림업의 진흥과 산림의 보전을 위하여 필요한 지역이며, 자연환경보전지역은 자연환경·수자원·해안·생태계·상수원 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성 등을 위하여 필요한 지역이다.

여기서 국가산업단지, 지방산업단지와 도시첨단산업단지는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제42조(다른 법률에 의하여 지정된 지역의 용도지역지정 등의 의제)에 의해 「산업입지 및 개발에 관한 법률」의 규정에 따른 산업단지(국가, 지방, 도시첨단)를 “도시지역으로 결정·고시된 것으로 본다”라고 명시되어 있다.

또한 동법 제51조에 의해 국가, 일반, 도시첨단산업단지 및 농공단지는 국토해양부장관, 시·도지사 또는 대도시 시장에 의해 해당 지역의 전부 또는 일부에 대해 제1종 지구단위계획구역으로 지정할 수 있게 함으로써 토지 이용을 합리화하고 그 기능을 증진시키며 미관을 개선하고 양호한 환경을 확보할 수 있도록 하였다.

2) 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙

“도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙”에 의하면 도로를 사용 및 형태별 구분에 의해 1) 일반도로, 2) 자동차 전용도로, 3) 보행자전용도로, 4) 자전거전용도로, 5) 고가도로 및 6) 지하도로로 나누며, 규모별 구분에 의해 1) 광로, 2) 대로, 3) 중로, 4) 소로로 구분하고 있다. 또한 기능별 구분에 의해 1) 주간선도로, 2) 보조간선도로, 3) 집산도로, 4) 국지도로, 5) 특수도로로 구분하고 있다.

〈표 17〉 도로의 규모별 구분

	광로	대로	중로	소로
1류	폭 70m 이상	폭 35-40m	폭 20-25m	폭 10-12m
2류	폭 50-70m	폭 30-35m	폭 15-20m	폭 8-10m
3류	폭 40-50m	폭 25-30m	폭 12-15m	폭 8m 미만

주. 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙

여기서, 주간선도로는 시·군내 주요지역을 연결하거나 시·군 상호간을 연결하여 대량통과교통을 처리하는 도로로서 시·군의 골격을 형성하는 도로이며, 보조간선도로는 주간선도로를 집산도로 또는 주요 교통발생원과 연결하여 시·군 교통의 집산기능을 하는 도로로서 근린주거구역의 외곽을 형성하는 도로이다.

집산도로 (集散道路)는 근린주거구역의 교통을 보조간선도로에 연결하여 근린주거구역내 교통의 집산기능을 하는 도로로서 근린주거구역의 내부를 구획하는 도로를 말하며, 국지도로는 가구(도로로 둘러싸인 일단의 지역)를 구획하는 도로를 말하며, 특수도로는 보행자전용도로·자전거전용도로 등 자동차 외의 교통에 전용되는 도로를 말한다.

한편, 동 규칙 제10조 5호에 의하면 도로의 폭은 당해 시·군의 인구 및 발전전망을 감안한 교통수단별 교통량분담계획, 당해 도로의 기능과 인근의 토지이용계획에 의하여 정하도록 되어있으며, 제10조 6호에 의하면 차로의 폭은 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」에 따르도록 명기하고 있다.

또한 용도지역별 도로율은 「도시교통정비촉진법」 제15조에 따른 교통영향분석·개선대책

건축물의 용도·밀도, 주택의 형태 및 지역여건에 따라 적절히 증감할 수 있도록 2010.3월에 개정하면서 주거지역은 20% 이상 ~ 30%퍼센트 미만(주간선도로의 도로율은 10% 이상 ~ 15% 미만), 상업지역은 25% 이상 ~ 35%퍼센트 미만(주간선도로의 도로율은 10% 이상 ~ 15% 미만), 공업지역은 10% 이상 ~ 20%퍼센트 미만(주간선도로의 도로율은 5% 이상 ~ 10% 미만)으로 명시하고 있다.

3) 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙

도로의 기능별 구조 및 시설에 대한 전반적인 기준을 제시하고 있는 일종의 가이드라인 역할을 하고 있는 것이 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」이며, 최근(2009.01)에 개정되어 사용되고 있다.

〈표 18〉 서비스 수준별 교통류의 상태

서비스 수준	교 통 류 의 상 태
A	운전자는 교통류 내의 다른 운전자 출현에 영향을 받지 않는다. 교통류 내에서 원하는 속도 선택 및 방향조작 자유도는 아주 높고 운전자와 승객이 느끼는 안락감이 매우 우수하다.
B	원하는 속도 선택의 자유도는 비교적 높으나 통행자유도는 서비스 수준 A보다 어느 정도 떨어진다. 이는 교통류 내 다른 운전자의 출현으로 각 개인의 행동이 다소 영향을 받기 때문이다.
C	교통류 내의 다른 차량과의 상호작용으로 인하여 통행에 상당히 영향을 받기 시작한다. 속도의 선택도 다른 차량의 출현에 영향을 받으며 교통류 내의 운전도 운전자가 주의를 기울여야 한다. 이 수준에서 안락감은 상당히 떨어진다.
D	속도 및 방향 조작 자유도는 모두 매우 제한되며 운전자가 느끼는 안락감은 일반적으로 나쁜 수준으로 떨어진다. 이 수준에서는 교통량이 조금만 증가하여도 운행상태에 문제가 발생한다.
E	교통류 내의 방향조작 자유도는 매우 제한되며 방향을 바꾸기 위해서는 차량이 길을 양보하는 강제적인 방법을 필요로 한다. 교통량이 조금 증가하거나 작은 혼란이 발생해도 와해상태가 발생한다.
F	교통량이 그 지점 또는 구간 용량을 넘어선 상태이다. 이러한 상태에서 차량은 자주 멈추며 도로의 기능은 거의 상실된 상태이다.

도로의 설계에서 가장 중요한 단계가 차로수의 선정이며, 교통류의 서비스 수준에 따라 결정된다. 제2장에서 언급한 바와 같이 교통류의 서비스 수준(LOS : Level of Service)이란 교통량, 속도, 밀도 등 연속적인 변수를 이용하여 도로조건과 교통조건을 반영하여 도로설계에 적용할 때 매우 중요한 요소이다.

이론적으로 볼 때는 설계 서비스 교통량보다 교통량이 많은 경우 그 도로는 혼잡을 겪게 되므로 설계 서비스 수준은 상당히 신중히 결정되어야 할 설계요소이다. <표 19>에서 보는 바와 같이 현실적으로 도시지역에서는 고속도로나 간선도로의 경우 C 혹은 D, 일반도로의 경우 D를 선택한다.

〈표 19〉 도로별 설계 서비스 수준

도로구분 \ 지역구분	지방지역	도시지역
고속도로	C	D
일반도로	D	D

설계속도는 차량의 주행조건이 도로의 구조적인 조건만으로 지배되고 있는 경우에 평균적인 운전기술을 가진 운전자가 안전하고도 쾌적성을 잃지 않고 주행할 수 있는 적정 속도로 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서는 도로의 기능에 따라 운전자가 기대하는 속도를 해당 도로의 표준설계속도를 정하는 원칙 하에서, 다만 지형상황으로 인하여 표준 설계속도에서 20km/h까지 감한 속도를 설계속도로 할 수 있도록 하였다.

즉, 표준 설계속도가 60km/h라면 곡선반지름이 크고 시거가 충분히 확보된 구간에서는 그 정도에 따라 60km/h로 설계하면 되며, 곡선반지름이 작고 시거가 나쁜 구간에서는 50km/h 또는 40km/h로 설계할 수 있도록 허용하고 있다. 그러나 설계속도를 하나의 설계구간 내에서 변화시킨다는 것은 주행상 문제가 많으므로 변경지점에 대해서는 운용상 특별한 주의가 필요하다.

일반도로의 설계속도는 <표 20>에서 보는 바와 같이 최고 80km/h로 제한하고 있으며, 지형상황 등을 참작하여 부득이하다고 인정하는 경우에는 예외적으로 단구간에 한하여 20km/h까지 줄여서 적용할 수 있다.

〈표 20〉 도로의 기능별 구분에 따른 설계속도

도로의 기능별 구분		설계속도(킬로미터/시간)		
		지방지역		도시지역
		평지	산지	
고속도로		120	100	100
일반도로	주간선도로	80	60	80
	보조간선도로	70	50	60
	집산도로	60	40	50
	국지도로	50	40	40

도로의 차로 수는 도로의 구분 및 기능, 설계시간교통량, 도로의 계획목표연도의 설계서비스 수준, 지형상황, 나누어지거나 합하여지는 도로의 차로 수 등을 고려하여 정하여야 하며, 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 제10조에 명시되어 있는 도로별 차로의 최소 폭에 대한 기준은 다음과 같다.

〈표 21〉 도로별 차로의 최소 폭에 대한 기준

도로의 구분			차로의 최소 폭(미터)		
			지방지역	도시지역	소형차도로
고속도로			3.50	3.50	3.25
일반도로	설계속도 (킬로미터/시간)	80이상	3.50	3.25	3.25
		70이상	3.25	3.25	3.00
		60이상	3.25	3.00	3.00
		60미만	3.00	3.00	3.00

자전거 및 보행자를 자동차 교통으로부터 분리할 때의 판단기준은 자동차 교통량이 500대/일 이상일 때를 기준으로 하고 자전거, 보행자의 교통량을 감안하여 필요한 경우에 자전거 보행자 겸용도로를 설치한다. 또한 자전거가 매우 적을 경우에는 보도로서 계획하는 것이 현실적이지만 이 경우에도 자전거의 교통안전이 확보되도록 유의해야 한다.

자전거·보행자 겸용도로를 검토하는 데 있어서는 자전거 교통과 보행자 교통과의 마찰이 생기지 않도록 적절한 폭을 확보하고, 설치 후에는 불법 점유물 등으로부터 장애를 받지 않아야 한다.

한편, 보행자의 안전과 자동차 등의 원활한 통행을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 도로에 보도를 설치하여야 한다. 이 경우 보도는 연석이나 방호울타리 등의 시설물을 이용하여 차도와 분리하여야 하고, 필요하다고 인정되는 지역에는 「교통약자의 이동편의 증진법」에 따른 이동편의시설을 설치하여야 한다. 이때, 보도의 유효폭은 보행자의 통행량과 주변 토지 이용 상황을 고려하여 결정하되, 최소 2미터 이상으로 하여야 하며, 지방지역의 도로와 도시지역의 국지도로는 지형상 불가능하거나 기존 도로의 증설·개설시 불가피하다고 인정되는 경우에는 1.5미터 이상으로 완화할 수 있다.

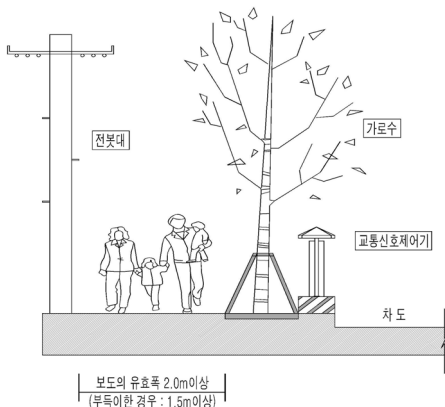
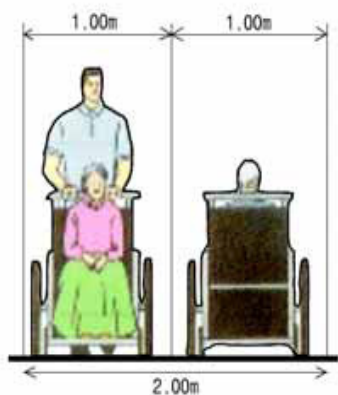
보도의 효용은 보행자의 안전, 자동차의 원활한 통행의 확보, 도시시설로서의 도로 주변 서비스 등 여러 가지 효용성이 있으나 무엇보다도 안전하고 원활한 교통을 확보하기 위하여 원칙적으로 보행자의 통행은 자동차의 교통으로부터 분리하고 경제적조건, 시설의 효용성, 교통안전시설 정비사업의 실시상황 등을 고려하며, 대체로 보행자 수가 150인/일 이상, 자동차 교통량이 2000대/일 일때 보도 설치의 기준으로 하고 있다.

그러나 보행자의 수가 적더라도 자동차 교통량이 아주 많거나 학생, 유치원 아동들의 통로가 되는 경우, 인구밀집지역 등 국부적으로 보행자가 많은 곳에는 보행자의 안전과 교통 원활을 위하여 보도 등을 설치하도록 하고 있으나, 본 연구의 대상지역인 산업단지 내부의 경우에도 보행자의 수가 적지만 대형화물차량의 통행으로 인해 소수의 보행자나 자전거 이용자라 할지라도 사고에 대한 불안감 및 대형 인명사고로 이어질 가능성이 높으므로 보행자를 분리하는 것이 필요하다고 판단된다.

나아가, 보도는 도로의 양측에 설치하는 것이 일반적이나 장소에 따라서는 도로의 편측에만 설치하든가 또는 보행자를 다른 도로로 우회시켜 본선은 보행자의 통행을 금지하는 경우도 있다. 보도설치에 대한 계획 및 구조·시설에 기준은 「보도 설치 및 관리지침」에 따른다.

보도는 보행자의 안전하고 원활한 통행을 위하여 연속성, 평탄성 및 일직선 형태의 보행 경로를 유지하도록 한다. 보도의 폭은 보행자 교통량 및 목표 보행자 서비스 수준에 의해 결정하되, 가능한 여유 있는 폭이 확보될 수 있도록 한다. 다만, 주변지형여건, 지장물 등으로 유효 보도폭 2.0m를 확보할 수 없는 경우에는 1.5m까지 유효 보도폭을 축소할 수 있다.

한편, <표 22>에서 나타낸 바와 같이 보도에 가로등이나 가로수 등 노상시설물을 설치하는 경우에는 보도의 폭은 노상시설에 의한 장애 폭과 유효 보도폭으로 하며, 노상시설에 의한 장애 폭은 다음과 같다.



〈그림 10〉 보도의 유효폭

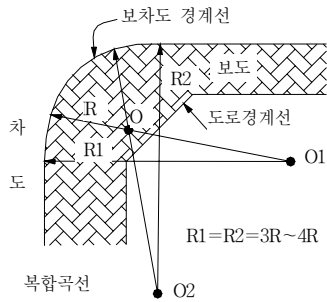
〈표 22〉 노상시설에 의한 장애 폭

노상시설	장애 정도(m)	노상시설	장애 정도(m)
가로등	0.8 ~ 1.0	휴지통	0.9
교통신호등 지주	0.9 ~ 1.2	지하철 환기구	0.8
교통안전 표지판	0.6 ~ 0.8	가로수	0.9 ~ 1.2
우체통	1.0 ~ 1.1	가로수 보호지주	1.5
공중전화박스	1.2	신문 가판대	1.2 ~ 2.0

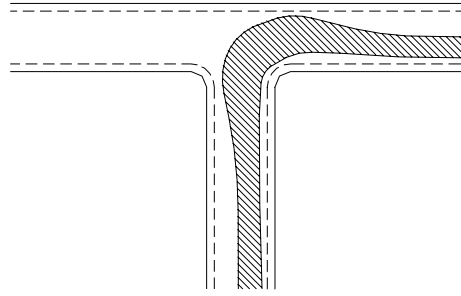
주. 도시관리계획수립지침

한편, 교차로에서 도로모퉁이의 보차도 경계선의 형상은 원 또는 복합곡선을 사용하며, 이 때 곡선반지름이 너무 작으면 회전자동차가 대향차로 또는 타차로를 침범하게 되므로 그 값을 가급적 크게 하는 것이 바람직하다.

그러나 일반적으로 용지의 제약이 적은 경우는 별도의 우회전차로 및 도류로를 설치하게 되므로 적절한 회전반지름을 사용할 수 있으나, 그렇지 않은 경우 일반적인 최소기준으로 시가지의 간선 도로급에서는 12m 이상, 집산도로의 경우 10m이상, 국지도로의 경우 6m 이상을 사용하여야 하며, 대형차의 통행이 극히 적고 주변도로 상황 등으로 그 적용이 곤란한 경우는 자동차의 회전 가능 여부 등을 판단하여 그 값을 적용하여야 한다.



〈그림 11〉 보차도 경계선의 설치



〈그림 12〉 회전에 따른 주행패적

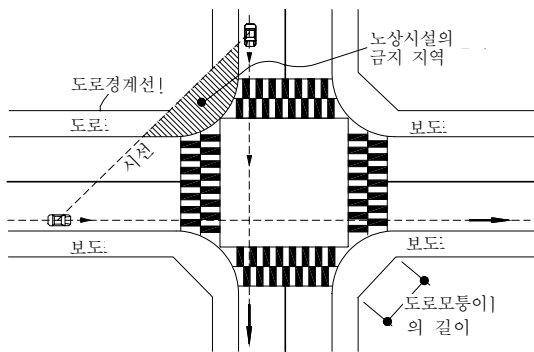
도로모퉁이의 길이를 정하는 데 있어서는 대상으로 하는 평면교차로에서의 자동차, 보행자, 자전거 등이 안전하며 원활하게通行할 수 있도록 충분한 투시와 회전반지름 및 유효 보도폭의 확보를 도모하는 것과 도로 녹화를 위한 공간의 확보, 또는 경관형성의 여러 가지 관점에서 종합적으로 검토할 필요가 있다.

특히 도시지역 도로에 있어서는 보행자 교통이 상당히 많기 때문에 단순히 자동차의 원활한 통행뿐만 아니라 안전하며 쾌적한 보행공간 혹은 양호한 도로공간의 형성에도 충분히 배려하여 답답한 교차로가 되지 않도록 할 필요가 있다.

원칙적으로 도로모퉁이는 <그림 13>과 같이 교차로 내의 시거가 확보될 수 있도록 시거 삼각형의 투시선을 따라 설치하는 것이 원칙이다. 그러나 일반적으로 건물 등의 장애물은 도로 경계선에서 일정 이격거리를 유지하며 시가지에서는 대부분의 도로가 네트워크를 형성하여 구획정리를 하고 있으므로 평면교차로의 모퉁이에 대하여 하나하나 계산을 하는 것은 실용적이지 않기 때문에 직각 교차로의 경우 다음의 표의 값을 표준적으로 사용하고 있다.

단, 도로폭원이 8m 미만의 경우, 10m 미만의 도로와 25m 이상의 도로가 교차되는 경우, 12m 미만의 도로와 35m 이상의 도로가 교차되는 경우는 설치하지 아니할 수 있다.

이 표준치는 일반적인 경우의 표준치이며, 특히 좌우회전 교통량이 많은 경우, 설계기준 자동차를 변경하는 경우, 광폭의 보도 등이나 정차대를 가진 경우, 제설공간을 고려할 필요가 있는 경우, 도로의 교차각이 90°에서 상당히 다른 경우 등 주변상황을 특별하게 고려해야 할 경우는 일반적인 교차방법(시거 삼각형)에 따라 각각 검토할 필요가 있다.



〈그림 13〉 도로모퉁이의 설치

〈표 23〉 평면교차부 도로모퉁이의 길이

폭 원	40m 이상	20m 이상	15m 이상	12m 이상	8m 이상
40m 이상	12m	10m	8m	6m	5m
20m 이상	10m	10m	8m	6m	5m
15m 이상	8m	8m	8m	6m	5m
12m 이상	6m	6m	6m	6m	5m
8m 이상	5m	5m	5m	5m	5m

한편, 4차로 이상인 도로에는 도로기능과 교통 상황에 따라 안전하고 원활한 교통을 확보하기 위하여 필요한 경우 중앙분리대를 설치하여야 하며, 중앙분리대의 폭은 도로의 구분에 따라 다음 표의 값 이상으로 한다.

〈표 24〉 도로의 구분에 따른 중앙분리대 최소 폭

도로의 구분	중앙분리대의 최소 폭(미터)		
	지방지역	도시지역	소형차도로
고속도로	3.0	2.0	2.0
일반도로	1.5	1.0	1.0

중앙분리대에는 측대를 설치하여야 한다. 이 경우 측대의 폭은 설계속도가 시속 80킬로미터 이상인 경우는 0.5미터 이상으로 하고, 시속 80킬로미터 미만인 경우는 0.25미터 이상으로 한다. 그리고 차로를 왕복 방향별로 분리하기 위하여 중앙선을 두 줄로 표시하는 경우 각 중앙선의 중심 사이의 간격은 0.5미터 이상으로 한다.

일반적으로 산업단지 내 도로의 설계속도는 시속 80km/h를 넘지 않기 때문에 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에 의하면, 중앙분리대를 설치한 경우 측대는 0.25m 이상이면 충분하다.

4) 자전거 이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙

자전거 통행의 특성을 간단히 살펴보면, 자전거는 장거리 이동을 위한 목적보다는 단거리를 이동할 때 주로 이용되며 대체로 20km/h~30km/h의 속도로 주행한다. 자전거 통행에 있어서의 용량이란 폭 1.5m를 만족하고 측방여유 0.5m 이상인 평지의 자전거도로에서 날씨가 맑을 때 일정 시간동안 최대통과 가능한 자전거 대수를 말한다.

자전거도로의 서비스수준은 도로용량편람(2001)에서 제시된 바와 같이 상충횟수를 중심으로 평가하며, 교차로의 경우는 제어지체, 도시가로상의 경우는 평균통행속도를 효과적으로 사용한다.

〈표 25〉 연속류 자전거도로의 용량

구분	용량(대/시)
일방향 1차로	3,500

한편, 자전거도로의 구조와 시설기준에 관하여는 「자전거 이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따라야 하며, 자전거도로는 다음과 같이 세 가지로 구분된다.

- ① 자전거 전용도로 : 자전거만이 통행할 수 있도록 분리대·연석, 기타 이와 유사한 시설물에 의하여 차도 및 보도와 구분하여 설치된 자전거도로
- ② 자전거·보행자 겸용도로 : 자전거 외에 보행자도 통행할 수 있도록 분리대, 연석, 기타 이와 유사한 시설물에 의하여 차도와 구분하거나 별도로 설치된 자전거도로
- ③ 자전거·자동차 겸용도로 : 자전거 외에 자동차도 일시 통행할 수 있도록 차도에 노면표시로 구분하여 설치된 자전거도로

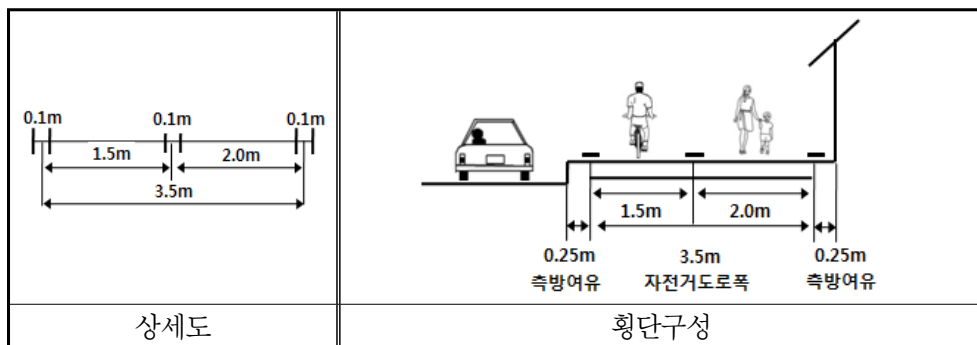
자전거 도로의 설치에 대한 기준은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」해설 및 지침에 명시되어 있는데 자동차 교통량이 500대/일 이상이면 자전거 및 보행자를 자동차 교통으로부터 분리해야 하며, 자전거 교통량이 500~700대/일 이상이면 자전거 통행을 보행자와도 분리할 것을 권고하고 있다.

따라서 자전거 통행량이 500대/일 미만인 경우에는 자전거·보행자 겸용도로의 기준을 따르면 될 것이다. 자전거보행자겸용도로에서 보도의 유효폭은 보행자의 교통량과 주변 토지 이용 상황을 고려하여 결정하되, 최소 2.0m 이상으로 해야 한다. 다만, 도시지역의 국지도로와 지방지역도로는 기존 도로의 증설·개설시 및 주변 지형 여건, 지장물 등으로 유효보도폭 2.0m를 확보할 수 없는 경우에는 1.2m까지 유효보도폭을 축소할 수 있도록 했다.

〈표 26〉 도시지역 자전거보행자겸용도로 폭(분리)

자전거보행자겸용도로 폭 (m)		
자전거도로	보도	합계
1.5	2.0	3.5

주. 도시지역 보도폭은 부득이한 경우 1.2m까지 축소 할 수 있음



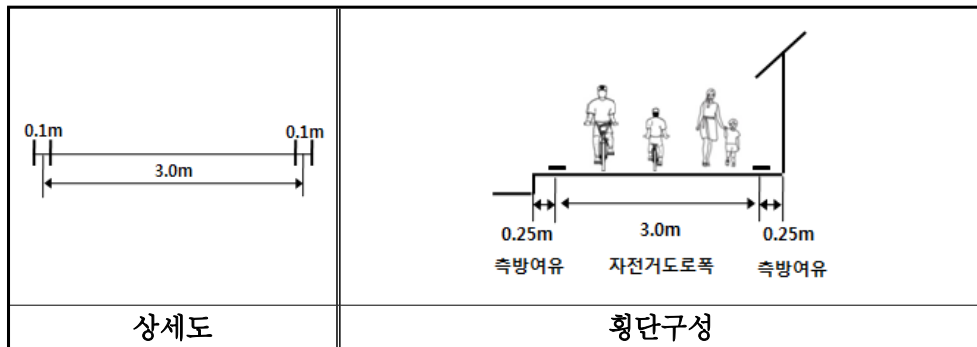
주. 측방여유는 최소 기준임

〈그림 14〉 도시지역 자전거보행자겸용도로 횡단구성(분리)

〈표 27〉 도시지역 자전거보행자겸용도로 폭(비분리)

구 분	폭(m)
자전거보행자겸용도로	3.0

따라서 산업단지내의 도로의 횡단면 설계에서 자전거 통행량이 500대/일 미만인 경우에는 자전거·보행자 겸용도로 가운데 비분리의 횡단구성(폭 3.0m + 측방여유 0.25×2)의 기준에 준용하면 된다.



주. 측방여유는 최소 기준임

〈그림 15〉 도시지역 자전거보행자겸용도로 횡단구성(비분리)

만약 자전거 교통량이 500~700대/일 이상이면 자전거 통행을 보행자와도 분리하여 자전거·보행자 겸용도로 가운데 분리의 횡단구성(일방양일 경우: 보도폭 2.0m + 자전거 도로 1.5m + 측방여유 0.25×2; 양방향일 경우: 보도폭 2.0m + 자전거 도로 2.4m + 측방여유 0.25×2)의 기준을 따르도록 한다.

5) 산업입지의 개발에 관한 통합지침

국토해양부와 환경부에서 2010.2월에 개정 고시한 「산업입지의 개발에 관한 통합지침」의 내용에는 산업단지안의 도로확보기준이나 간선도로의 폭에 대한 원칙적인 기준을 제시하고 있으며, 농공단지의 지정·개발 및 지원에 관하여는 「농공단지의 개발 및 운영에 관한 통합지침」에 따르도록 명시하고 있다.

통합지침 제14조(공공녹지·도로·철도 및 환경기초시설)에 산업단지안의 도로확보기준을 살펴보면, 단지규모별 적정 도로면적비율은 산업단지의 규모가 1제곱킬로미터 이상인 경우에는 산업단지 면적의 10%, 1제곱킬로미터 미만인 경우에는 산업단지 면적의 8% 이상으로 하며, 공장부지가 평균 1만제곱미터 이하의 소규모로 획지 분할된 경우에는 도로면적비율을 산업단지 면적의 2%범위 안에서 상향조정할 수 있다라고 명시하고 있다.

또한, 도시계획도로 등 지역간 연결도로가 단지내를 통과하지 아니할 경우 또는 공장부지의 규모가 평균 10만제곱미터 이상의 대규모 공장이 입지하여 세부도로망 계획이 필요하지 아니한 경우에는 도로면적비율을 하향조정할 수 있다라고 명시하고 있으며, 화물주차장외에 산업

단지 근로자 및 이용자들의 주차편의를 위한 공영주차장의 설치를 위해 당해 행정기관의 장과 협의하여 설치여부와, 설치가 필요한 경우 그 규모에 대하여 검토를 의무화하고 있다.

한편, 본 연구에서 고려대상인 단지내 간선도로의 폭은 원칙적으로 '화물자동차의 통행에 불편이 없도록 15미터 이상 확보하여야 하며, 3만제곱미터 미만의 산업단지에 대하여는 그러하지 아니한다'라고 명시하고 있다. 따라서 3만 제곱미터 이상의 산업단지안의 최소 도로 폭을 15미터로 규정하고 있음을 알 수 있다.

2010.2월에 신설된 조항 가운데 단지 내 도로 및 보도·자전거도로는 차량 및 보행자·자전거의 통행량, 통행형태 등과 산업단지 토지이용의 특성을 고려하여 도로 횡단구조의 조정 또는 일방향으로 통행계획을 수립하여 설치할 수 있도록 했다. 한편, 단지 내 도로, 보도 및 자전거도로의 횡단구성 및 규모에 대해서는 해당 산업단지에 입주할 기업의 특성(업종 등)과 규모에 따라 차량(특히 대형차량), 보행자, 자전거 통행량과 통행특성이 결정되며, 이를 위해 사업시행자로 하여금 영향평가 대상사업에 해당하는 사업을 시행하는 경우에는 「환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법」 제4조 및 동법 시행령 제2조의 규정에 의해 실시계획의 승인 전에 영향평가를 실시하도록 명시하고 있다.

또한 산업단지 지정권자는 산업단지를 지정(변경하는 경우 포함)하거나 실시계획을 승인(변경하는 경우 포함)하고자 하는 경우에는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제8조 및 제9조 등에 따라 중앙(지방)도시계획위원회의 심의를 거치도록 하고 있으며, 이 과정에서 산업단지 개발과 관련된 전문가를 위원으로 참여할 수 있도록 하였다(2010.2월 개정에 포함).

6) 교통노면표시 설치·관리 매뉴얼

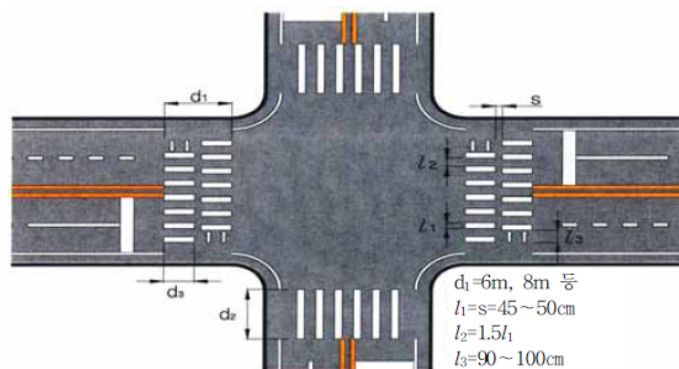
교통노면표시는 교통안전과 원활한 소통을 도모하는 중요한 기능을 수행하므로 필요한 지점에 정확하게 설치·관리되어야 하며 이를 위해 경찰청에서 2005.10월 「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」을 발간하였다.

대형차량의 통행이 빈번한 산업단지내 도로의 경우 교차로에서의 회전이 차량을 운전하는 운전자의 안전뿐만 아니라 보행자, 자전거 운전자의 안전에 큰 영향을 미치기 때문에 노면표시의 설치 및 관리는 매우 중요한 요소이다.

우선, 매뉴얼에서 제시하고 있는 횡단보도와 정지선에 관한 규정을 살펴보면 횡단보도의 폭은 백색으로 최소 4m 이상으로 하고, 교통안전표지와 함께 설치하되, 신호기가 없는 횡단보

도에서는 정지선을 횡단보도로부터 약 2~3m 전방에 설치하며, 신호기 있는 단일로 횡단보도에서는 정지선에 정지한 운전자가 신호등을 식별할 수 있어야 하므로 정지선을 횡단보도에서 최대 5m를 넘지 않는 범위에서 조정하도록 하고 있다.

또한 편도 3차로 이상의 도로에서는 신호주기 내에 보행자의 안전한 횡단이 곤란할 경우에는 도로 중간에 안전지대를 설치하도록 하고 있으며, 횡단보도의 폭원이 4m를 초과하는 경우에는 2m 단위로 확폭하고 폭원이 6m 이상인 경우에는 도로 폭원을 2등분하여 설치하도록 하고 있다.

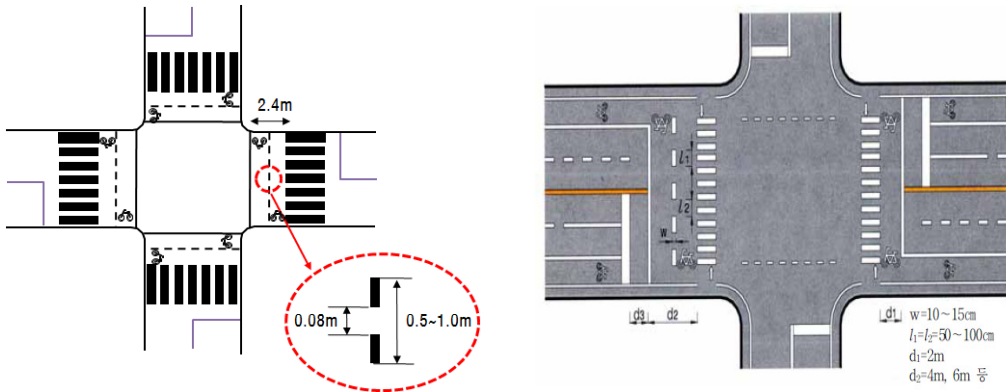


〈그림 16〉 횡단보도 표시 설치 예시도(경찰청, 2005)

한편, 자전거횡단도의 설치는 자전거 통행량이 시간당 50대 이상인 지점에 설치하여야 하며, 횡단도의 폭원은 통행량, 신호주기, 도로 폭원 등을 고려하여 결정하지만 최소 2m이상으로 설치하고 백색실선으로 노면의 전폭을 가로질러 설치하도록 하고 있다.

횡단보도와 자전거 횡단도의 경우, 「도로교통법」 제10조에 의해 “지방경찰청장은 도로를 횡단하는 보행자의 안전을 위하여 행정자치부령이 정하는 기준에 의하여 횡단보도를 설치할 수 있다”라고 규정하고 있으며, 자전거 횡단도의 설치규격은 도로교통법시행규칙에 따르도록 하고 있다.

그러나 <그림 17>에서 보는 바와 같이 자전거 횡단도의 위치가 2010.7월 제정된 「자전거 이용시설 설치 및 관리 지침」의 자전거 횡단도 설치 기준 도면과 일치하지 않는 등 혼란을 야기할 소지가 있는 것으로 나타났다. 따라서 상위법에 부응하는 매뉴얼의 개정이 필요할 것으로 판단된다.



〈그림 17〉 자전거 횡단도 표시 기준(행안부, 2010 VS. 경찰청, 2005)

7) 기존 연구 고찰

앞 절에서 살펴본 바와 같이 국외의 도로 횡단면에 대한 기준 및 연구는 해당 국가의 차량 대수, 지형적 조건, 물류에서 화물차의 비중 등 교통 현황에 따라 크게 차이가 난다.

미국의 경우, AASHTO(1994)에서는 도로의 기능별로 먼저 구분한 후에 각각의 기능별 도로(local streets, collector road, arterial, freeway)를 도시부와 지방부로 구분하여 기준을 제시하고, 평면 및 입체교차로는 별도의 장을 구성하여 설계형태, 사례 등을 제시하고 있으며, 차량의 정적 및 동적주행 특성을 고려한 도로의 곡선부 설계에 대한 연구가 오래전부터 진행되었다(Bernard et. al., 1980; Gillespie, 1992). 한편 Francher, et. al.(1986)은 대형화물차량의 거동 특성을 연구하여 발표하였으며, Glaus and Harwood (1991)은 동적궤도이탈모형(offtracking)을 이용한 차량의 거동에 대한 연구를 수행하였다.


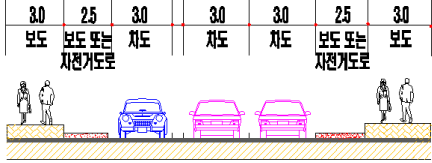
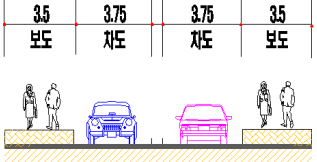

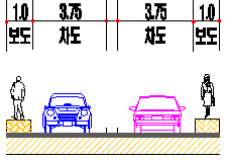
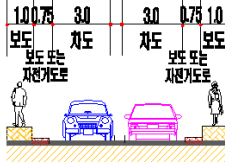
독일의 경우도 도로를 위치(도시부 또는 지방부), 인접하는 건축물, 주요 기능에 따라 5개의 범주그룹(A-E)으로 분류하며, 이때 적용되는 규정은 독일의 ‘도로설비규정’ 중 ‘도로망의 기능적 분류기준’에 따르고 있다(BAST, 1992).

한편, 일본의 경우는 1983년에 제정된 「도로구조령」에 의하여 도로의 구분을 지역에 따라 지방부와 도시부로 나누고, 도로의 구분에 따라 설계기준 교통량, 속도, 차로의 폭, 중앙분리대의 유무와 폭, 길어깨의 폭 등의 횡단면 구성기준을 정해놓고 있다.

국내의 경우 김웅철 외(2004)는 도시부 도로의 구조시설 기준 작성을 위한 기초연구에서 주

요 국가의 설계기준의 비교 분석을 통해 도시부 도로의 설계지침의 필요성과 기본방향 및 설계요소를 분석하였으며, 최재성 외(2000)는 국도의 평면곡선부의 확폭량을 재설정하기 위한 연구에서 동적궤도이탈(Off-tracking) 현상을 이용하여 속도에 따라 서로 다른 확폭량을 산정하는 방안을 제시하였다.

〈표 28〉 도로유형에 따른 보행·자전거 환경 개선 기대효과

유형	도로 단면		차로수	차로폭	보행·자전거 공간
20m 집산 도로	현행		4.0	14.0	6.0
	개선		3.0	9.5	10.5
15m 집산 및 접근 도로	현행		2.0	7.5	6.0
	개선		2.0	6	7.5
10m 집산 및 접근 도로	현행		2.0	7.5	2.0
	개선		2.0	6.0	3.5

또한 국토해양부의 「도로의 구조·시설에 관한 규칙 해설 및 지침」에서 3종류의 설계기준 자동차의 제원에 따른 도로의 횡단구성(주행 폭 등)을 산정하는 방안을 제시하였으나, 도로에 설계에 대한 최소치 기준만을 제시하고 있어 본 연구에서 초점을 두는 산업단지 내 도로를 대상으로 한 저속차량과 보행자, 보도의 설계 등에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

한편 변완희 등(2010)은 신도시 근린생활권의 보행 및 자전거 이용환경에 대한 연구에서 도로의 구성요소와 유형에 대한 연구에서 보행공간과 자전거 도로, 노상주차장 등의 도로 유형과 차도 폭에 대한 연구가 수행된 바 있다.

이 연구에서 근린생활권의 교통 특성을 고려하여 차도폭을 3.0m, 유효보도폭을 2.0m, 자전거 전용차로의 설치 등을 권장하면서 도로유형에 따른 보행·자전거 환경 개선을 위한 기대효과에서 도로의 폭, 도로 단면, 차로폭, 보행자·자전거공간을 <표 28>과 같이 제시하였다.

그러나, 근린생활권을 대상으로 한 연구이므로 세미트레일러의 최소곡선반경인 12m, 도로의 최소폭 15m 기준을 충족시키지 못하고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서와 같이 산업단지내 도로의 유형에 대한 연구결과는 거의 없는 실정이다.

제3장 산업단지 내 도로 및 교통특성 분석

1. 연구방법

대형 화물차량의 이동에 따른 운전자, 보행자들의 안전을 고려한 도로의 구조 및 시설에 대한 연구는 승용차 중심의 연구가 이루어지고 난 후 관심을 가지게 되었다. 최근 유류비와 인건비의 상승으로 인한 물류비용의 증가로 인해 화물차량의 대형화가 이루어지고 있으며, 이로 인한 도로 곡선부에서의 최소 회전반경, 차로 폭, 도로 포장면의 강도 등 도로 및 교통공학의 전반적인 시설기준에 대한 재검토가 국가별로 활발하게 진행되고 있는 실정이다.

국내의 경우 김웅철 외(2004)는 도시부 도로의 구조시설 기준 작성을 위한 기초연구에서 주요 국가의 설계기준의 비교 분석을 통해 도시부 도로의 설계지침의 필요성과 기본방향 및 설계요소를 분석하였으며, 최재성 외(2000)는 국도의 평면곡선부의 확폭량을 재설정하기 위한 연구에서 동적퀘도이탈(Off-tracking) 현상을 이용하여 속도에 따라 서로 다른 확폭량을 산정하는 방안을 제시한 바 있다.

그러나 대형차량의 통행량이 상대적으로 많은 산업도로의 경우 일반 도시부 도로 및 지역간 도로의 설계기준으로는 적용하는 데 많은 안전성에 대한 문제점이 있으므로 본 장에서는 산업도로의 교통 특성과 도로 횡단면의 구성 현황을 조사하여 문제점을 분석하고 설계기준차량인 세미트레일러의 통행을 위한 곡선반경 및 차로 폭원을 제시하고자 한다. 나아가, 보행자, 자전거 제원 등을 고려한 보도 및 자전거 도로의 적정 폭원도 함께 제시하고자 한다.

2. 산업단지 내 도로 및 교통특성 조사

충청남도의 기 조성된 산업단지 가운데 문헌조사와 이용 특성, 규모, 유치 업종의 특징 등을 고려해 현황 조사 및 문제점 도출을 위해 아래와 같은 과정을 거쳐 조사대상 산업단지를 선정

하였다.

먼저, 도로 및 교통특성 조사를 위해 1) 국가산업단지 및 일반산업단지로 구분하고, 2) 산업단지의 크기 및 대형차량의 통행량의 크기로 구분하여 대상 지역을 선정하였다. 이때 국가산업단지는 연구 대상에는 포함되지 않지만 일반산업단지와 비교를 위해 추가로 선정하였다. 따라서 최종적으로 조치원 산업단지, 천안 제4일반산업단지, 아산 부곡국가산업단지 및 아산 고대국가산업단지가 대상지역으로 선정하였다.

한편, 선정된 대상 산업단지의 현황 및 특징, 조사방법을 정리하면 <표 29>와 같으며, 교통특성조사에는 차종별 유출입 교통량, 보행자 통행량, 자전거 통행량 등이 포함되며, 조치원 산업단지의 경우 관리사무소를 방문하여 면접조사도 병행하였다. 면접조사는 교통특성조사와 도로 횡단면 조사가 끝난 후 발견된 문제점에 대한 토의와 애로 사항에 대한 청취, 불법주차 현황 및 대책 등이 포함되었다.

도로 횡단면 조사는 차로의 수, 폭, 보도의 폭, 자전거 차로의 유무와 점용여부, 폭, 중앙분리대의 유무와 폭, 최소 곡선반경, 전체 도로의 폭 등에 대한 조사가 포함되었다.

<표 29> 조사 대상 산업단지의 현황 및 특성 조사방법

구분		조치원	천안 제4	아산 부곡	아산 고대
현 황 조 사	유형	일반	일반	국가	국가
	사업시행자	연기군수	천안시장	한국토지공사	
	관리기관	연기군	천안산업단지 관리공단	한국산업단지관리공단	
	조성완료시점	1992	2007	2007	
	관리 총 면적(천㎡)	940	1002	6136	
	입주업체수	16	64	105	
	주요 업종	비금속, 섬유의복	기계, 전기전자	기계, 철강, 운송장비	
조 사 내 용	교통특성조사	○	○	○	○
	면접조사	○	○	×	×
	도로 횡단면 조사	○	○	○	○
	조사 일시	2010.10.14 (09:00~13:00)	2010.10.14 (15:00~19:00)	2010.10.18 (08:30~14:00)	2010.10.18 (08:30~14:00)

산업단지의 도로 및 교통특성에 대한 조사는 비교적 소·중규모인 조치원 산업단지와 천안 제4산업단지의 경우 비첨두시간대만을 조사하였고 두 국가산업단지의 경우에는 비첨두와 첨두 시간대로 구분하여 특성조사를 실시한 다음 시간당 특성값으로 환산하는 일반적인 방법을 채택하였다.

한편, 교통조사를 위한 차종의 분류는 현재 일반국도의 차종분류 체계는 12종을 기준으로 조사하여 매년 통계연보를 발간·배포하고 있다. 1973년 7종 분류체계에서 시작한 차종의 분류는 2006년부터 현재의 12종 분류체계를 도입하여 활용하고 있으며, 도로의 설계, 유지보수, 시설물의 설계 및 서비스 수준의 평가 등의 기초 자료로 활용하고 있다.

본 연구에서는 <표 30>에서 나타난 기존의 12종 분류체계의 틀을 유지하면서 산업단지 내 도로에 영향을 미치고 도로 횡단면 설계의 기준이 되는 대형 화물차량의 통행량과 보행자 및 자전거 통행량을 조사하기 위해 차량은 4종 분류로 그룹핑을 하였으며, 보행자와 자전거 통행량은 따로 조사하였다.

〈표 30〉 일반국도의 12종 분류체계

구분	분 류 기 준	예 시 차 량
1	승용·승합 자동차(16인승 미만)	소나타, 소렌토, 카니발, 그레이스 등
2	승합자동차(16인승 이상)	고속버스, 시내버스, 마을버스 등
3	2축 구성의 2.5톤 미만의 화물 자동차	포터, 봉고 등
4	2축 구성의 8.5톤 이하의 화물 자동차	마이티, 라이노 등
5	3축 구성의 화물자동차	해당 제원의 레미콘, 덤프, 카고트럭
6	4축 구성의 화물자동차	해당 제원의 덤프, 카고트럭
7	5축 구성의 화물자동차	해당 제원의 덤프, 카고트럭
8	2단위 4축 구성의 세미트레일러	
9	2단위 4축 구성의 풀트레일러	
10	2단위 5축 구성의 세미트레일러	
11	2단위 5축 구성의 풀트레일러	
12	2단위 6축 구성의 세미트레일러	

〈표 31〉 4종 차종분류 기준

구분	분류기준	예시차량	
1종	승용·승합 자동차(16인승 미만)	소나타, 소렌토, 카니발, 그레이스 등	
2종	승합자동차(16인승 이상)	고속버스, 시내버스, 마을버스 등	
	2축 구성의 2.5톤 미만의 화물 자동차	포터, 봉고 등	
	2축 구성의 8.5톤 이하의 화물 자동차	마이티, 라이노 등	
3종	3축 구성의 화물자동차	해당 제원의 레미콘, 덤프, 카고트럭	
	4축 구성의 화물자동차	해당 제원의 덤프, 카고트럭	
	5축 구성의 화물자동차	해당 제원의 덤프, 카고트럭	
4종	2단위 4축 구성의 세미트레일러	해당차량	
	2단위 4축 구성의 폴트레일러	해당차량	
	2단위 5축 구성의 세미트레일러	해당차량	
	2단위 5축 구성의 폴트레일러	해당차량	
	2단위 6축 구성의 세미트레일러	해당차량	

1) 조치원 일반산업단지 도로 및 교통특성 조사

조치원 일반산업단지는 <표 32>에서와 같이 1992년에 준공되어 약 15개의 업체가 입주한 상대적으로 규모가 작은 산업단지에 속한다. 입주업체는 비금속이 3개 업체, 섬유의복이 2개 업체이고 나머지는 음식료, 석유화학, 전기전자, 운송장비 관련업체가 1개씩 입주해 있다.

〈표 32〉 조치원 일반산업단지 현황

구 분		내 용									
조성목적 및 특징		농촌지역의 산업구조 조정으로 지역경제 균형발전과 주민 소득증대에 기여									
사업시행자/관리기관		연기군수 / 연기군									
위치		조치원 남쪽 7km지점의 충청남도 연기군 남면 연기리, 눌왕리 일대									
지형 및 지반		산간지 및 농경지									
기 후(연평균)		온도 : 12.1℃, 강수량 : 1,631mm, 강우일수 : 133일, 습도 : 72%, 최대풍향 : 북서풍									
추진경위		1985. 5. 20 유치지역지정(산업자원부고시 제85-34호) 1986. 5. 10 국토이용계획변경(건설교통부고시 제194호) 1986. 5. 23 공단예정지지정(산업자원부고시 제86-26호) 1992. 5. 28 단지준공									
조성기간		1986 ~ 1992(사업비 295억원)									
면적	관리면적	총면적 : 940천㎡ 산업시설구역 : 720천㎡ 지원시설구역 : 2천㎡ 공공시설구역 : 93천㎡ 녹지구역 : 119천㎡ 기타시설구역 : 6천㎡									
	분양면적	총면적 : 720천㎡ 산업시설구역 : 720천㎡									
	최소분양면적	산업시설구역 : 21,487㎡									
입주업체 현황	업체수	입주업체 : 16개사 가동업체 : 15개사									
	고용인원	1,720명(남 1,209명, 여 511명)									
	생산, 수출	생산액 : 3,467억원 수출액 : 195백만불									
	업종구분	구 분 계	음식료	섬유의복	석유화학	비금속	전기전자	운송장비	기타		
		가동업체(개사)	15	1	2	1	3	1	1	6	
	근로자수(명)	1,720	280	237	107	59	83	412	542		
	배후지역	연기군 제조업체수 444개사, 근로자수 10,779명									
입지여건	도로	고속도로 : 경부고속도로 청주 IC(15km), 청원 IC(12km) 이용(서울 142km, 대전 44km) 국 도 : 1번(목포↔연기↔신의주)									
	철도	경부선 조치원역(10km) 이용									

단지로의 통행량이 가장 많은 지점은 출입구 역할을 하고 있는 두 곳으로 시간당 교통량은 크지 않았으나, 대형 화물차의 통행량이 상대적으로 많았다.

도로 횡단구성에 대해 5지점을 선정하여 조사한 결과, <그림 18>과 같이 출입구의 역할을 하는 1지점(A-A' 단면)의 경우 양방향 2차로로 1차로당 차로폭이 3.2m이고 보행자와 자전거 통행을 위한 보도와 자전거 도로가 없어 매우 열악한 도로 횡단면 구조를 나타내고 있었다. 다만 시간당 보행자와 자전거 통행량은 거의 없는 것으로 조사되었다.



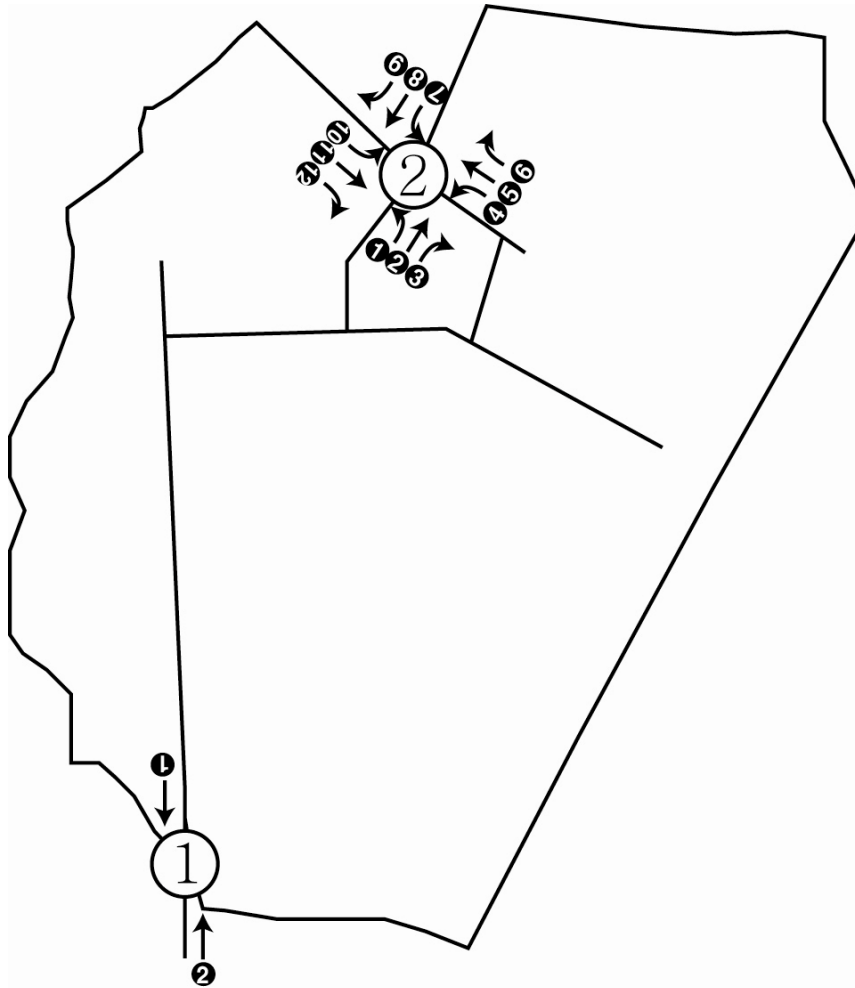
〈그림 18〉 조치원 산업단지 현황 및 횡단면도 구성

한편 연기4거리 방면으로 진·출입하는 차량들이 많은 E-E'단면의 경우에는 3.2m 양방향 2차로에 보도가 2.0m 폭으로 구성되어 있었다. 보도에는 노상시설(가로등, 교통안전 표지판 등)과 가로수도 식재가 되어있어 보도의 유효폭 2.0m를 규정하고 있는 규칙을 준수하지 못한 것으로 나타났다. 물론 보행자와 자전거 통행량은 거의 없었다.

한편, 풍림산업과 국일방직 등 대형차량의 통행량이 상대적으로 많은 공장의 주 출입구로 사용되는 B-B'단면과 C-C'단면의 경우도 3.2m의 양방향 2차로에 보도가 2.0m의 폭으로 구성


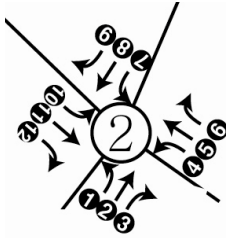
되어 있는 것으로 조사되었다. 현황조사지점 B의 사진에도 나타나 있는 바와 같이 대형차량의 회전을 위한 회전반경이 확보되지 못함으로 인해 보도는 차도로 이용되고 있었으며, 보도에 설치된 소화전이 파손된 것으로 조사되었다.

또한 보행자와 자전거의 통행이 거의 없어 보도는 불법 주차한 차량으로 점유되어 있었으며, 상대적으로 차로의 폭이 넓은 D-D'단면의 경우에는 양쪽 모두 불법 주차한 차량으로 대형 화물차가 이동을 할 경우에는 교행이 불가능한 실정이었다.



〈그림 19〉 조치원 교통량 조사지점도

〈표 33〉 조치원 교통량(비첨두시, 단위 : 대, 명)

위 치	방향(조치원 산업단지)		승용차 (1종)	소형차 (2종)	대형차 (3종)	트레일러 (4종)	자전거	보행자
1		①	28	8	24	0	1	1
		②	28	20	24	1	0	1
2		①	0	0	0	0	0	0
		②	8	12	4	0	0	0
		③	0	0	0	0	0	0
		④	0	4	0	0	0	0
		⑤	0	0	0	0	0	0
		⑥	12	8	4	0	0	0
		⑦	12	8	0	0	0	0
		⑧	24	8	12	0	0	0
		⑨	0	0	0	0	0	0
		⑩	0	8	0	0	0	0
		⑪	8	12	0	0	0	0
		⑫	0	0	0	0	0	0

조치원 일반산업단지의 경우에는 대형화물차량의 통행이 잦은 공장들에 대한 입지선정이 초기 단계부터 문제가 있음을 알 수 있으며, 대형화물차량의 회전특성을 반영하지 못한 도로 횡단면의 설계가 이루어졌을 뿐만 아니라 보행자와 자전거 통행도 거의 불가능함을 확인할 수 있다.

따라서 2009.12월에 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제39조의2에 신설된 20년 이상 지나 노후화된 산업단지에 대한 ‘재생사업지구의 지정’을 통해 열악한 도로 횡단면 구성에 대한 재설계가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 나아가 향후 산업단지 조성 초기단계에서 업종에 따라 이용되는 차량의 제원이 상이하므로 대형차량의 통행이 잦은 업종을 분리하여 분포시키는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 즉, 토지이용계획단계에서부터 산업단지 특성을 고려한 도로 횡단면 설계가 도입될 수 있도록 관련 계획들 간의 효율화 방안을 적극 모색하여야 할 것이다.

2) 천안 제4산업단지 도로 및 교통특성 조사

2007.12월에 준공되어 비교적 최근의 일반산업단지의 도로 횡단면 설계의 전형을 살펴볼 수

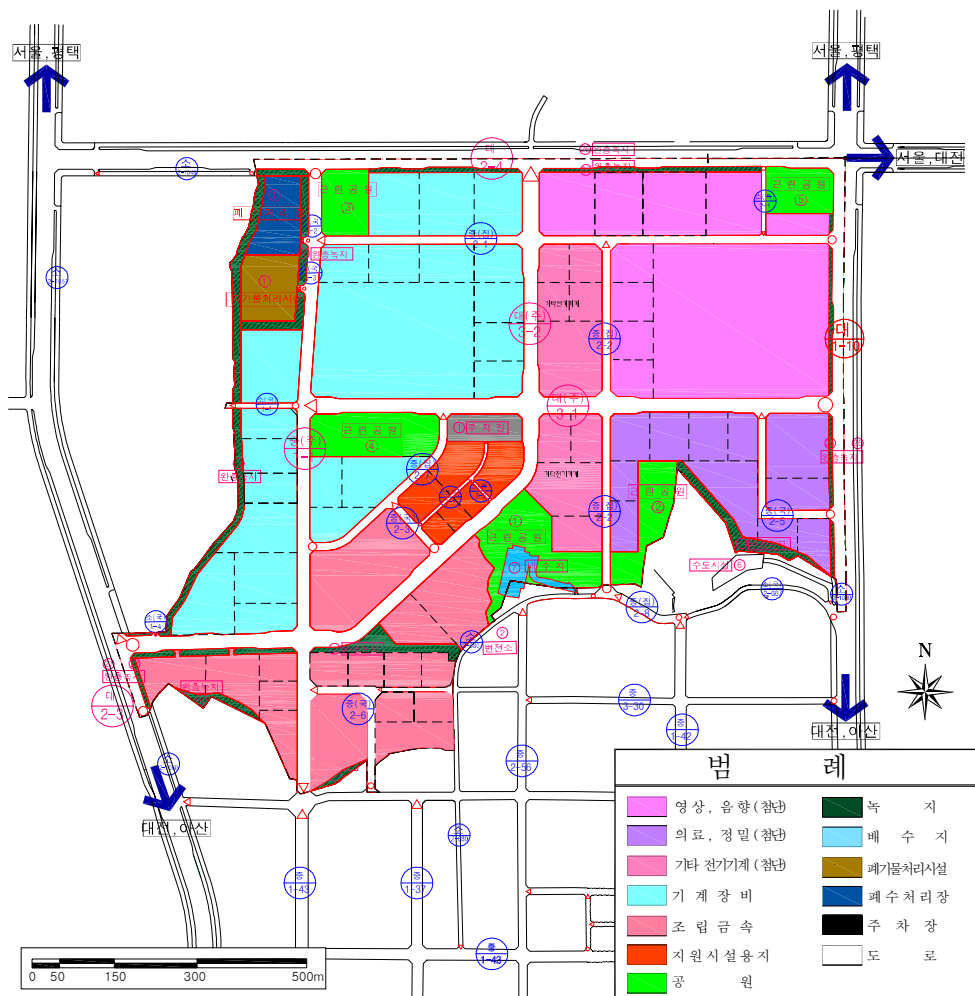
있을 뿐만 아니라 입주한 업체가 주로 기계(37개 업체)와 전기전자(14개 업체) 관련 업종이 많아 대형화물차량의 통행량이 많을 것으로 예상되어 대상 지역으로 선정하였다.

〈표 34〉 천안 제4일반산업단지 현황

구 분		내 용			
조성목적 및 특징		수도권 공장의 지방이전으로 지방재정자립에 기여하기 위해 조성중인 산업단지			
사업시행자/관리기관		천안시장 / 천안산업단지관리공단			
위치		천안 북서쪽 5km지점의 충청남도 천안시 서북구 직산읍 신갈리, 모시리, 차암동, 업성동 일원			
지형 및 지반		남북방향의 구릉지대			
기 후(연평균)		온도 : 12.1℃, 강수량 : 1,256mm, 강우일수 : 83일, 습도 : 62%, 최다풍향 : 동풍			
추진경위		2001. 11. 29 산업단지지정승인고시			
조성기간		2003. 1 ~ 2007. 12(사업비 : 1,405억원)			
면적	관리면적	총면적 : 1,002천m ² 산업시설구역 : 629천m ² 지원시설구역 : 23천m ² 공공시설구역 : 299천m ² 녹지구역 : 51천m ²			
	분양면적	총면적 : 629천m ² 산업시설구역 : 629천m ²			
	미분양면적	분양완료			
	최소분양면적	산업시설구역 : 3,300m ²			
입주업체현황	업체수	입주업체 : 64개사 가동업체 : 51개사			
	고용인원	2,793명(남 2,092명, 여 701명)			
	업종구분	구 분	계	기계	전기전자
		가동업체(개사)	51	37	14
		근로자수(명)	2,793	1,569	1,224
	배후지역	천안시 제조업체수 3,237개사, 근로자수 59,747명			
입지여건	도로	고속도로 : 경부고속도로 천안 IC(7km) 이용(서울 90km, 대전 90km) 국 도 : 1번(서울↔천안↔신의주) 지 방 도 : 628번(응봉↔온양), 693번(성거↔안성)			
	철도	고속철도 천안역(7km), 경부선, 장항선 천안역(7km)			
	항공	청주공항(35km) 이용			
	항만	평택항(20km) 이용 : 2~5만톤급 선박접안가능, 화물하역능력 2,450만톤/년, 화물접안능력 6~8선좌			

천안 제4산업단지의 토지이용계획도는 <그림 20>에서 보는 바와 같이 기계장비, 영상 및 음향, 전기기계, 조립금속 등 기계관련 업종이 많이 분포하고 있으며, 비교적 동질 업종별로 배치하였으며, 공원과 녹지계획도 비교적 잘 정비되어 있음을 알 수 있다.

특히 도로망 계획에서 거의 모든 가로에 좌회전과 우회전 차량을 위한 전용차로를 배치한 점이 특징인데 산업단지 내 대형 화물차량(세미트레일러 포함)의 경우 회전을 위해 차로를 변경하기 어려운 점을 감안한다면 별 효용이 없는 것으로 판단된다.



<그림 20> 천안 제4산업단지 토지이용계획도

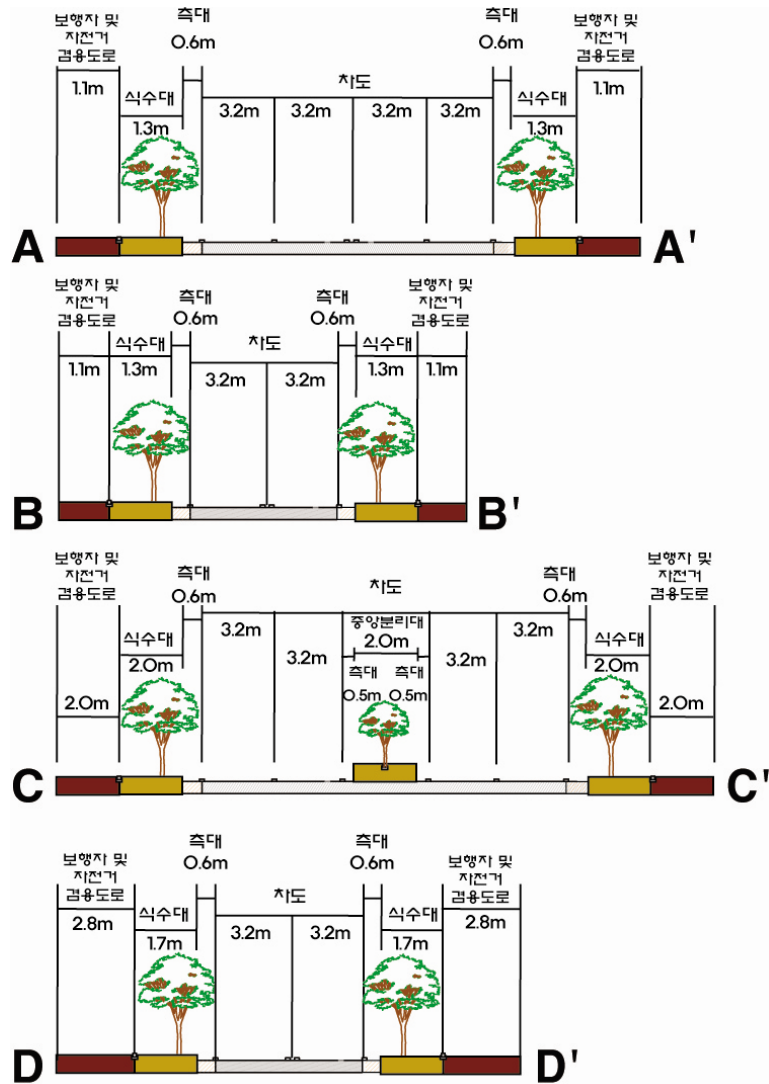
한편, 산업단지의 주 출입구 역할은 <그림 21>에서 보는 바와 같이 변영로와 북부대로에서 공단으로 진출입하는 차량이 주로 이용하는 교통량조사 1번 지점과 평택과 직산방면의 진출입이 많은 교통량조사 3번 지점이다.

비침두시 시간당 교통량을 조사한 결과, 1번 조사지점의 경우 공단으로의 유입과 출입의 비율은 거의 동일한 수준을 보였으며, 승용차의 통행량이 전체의 70%를 차지하는 것으로 나타났다. 이에 반해 평택과 직산방면으로의 유출입을 살펴보면 유입교통량과 유출교통량의 비율은 거의 비슷한 수준을 보였으나, 승용차의 통행량과 화물을 적재한 차량의 비율이 거의 같아 상대적으로 화물차량의 통행량이 많은 것으로 조사되었다.

특히 소형화물을 적재한 차량의 통행량이 공단으로의 유입의 경우 전체 화물차량의 40% 수준 이었으며, 유출의 경우 60% 수준에 달하는 것으로 조사되었다.



<그림 21> 천안 제4산업단지 교통량 및 횡단면 조사지점



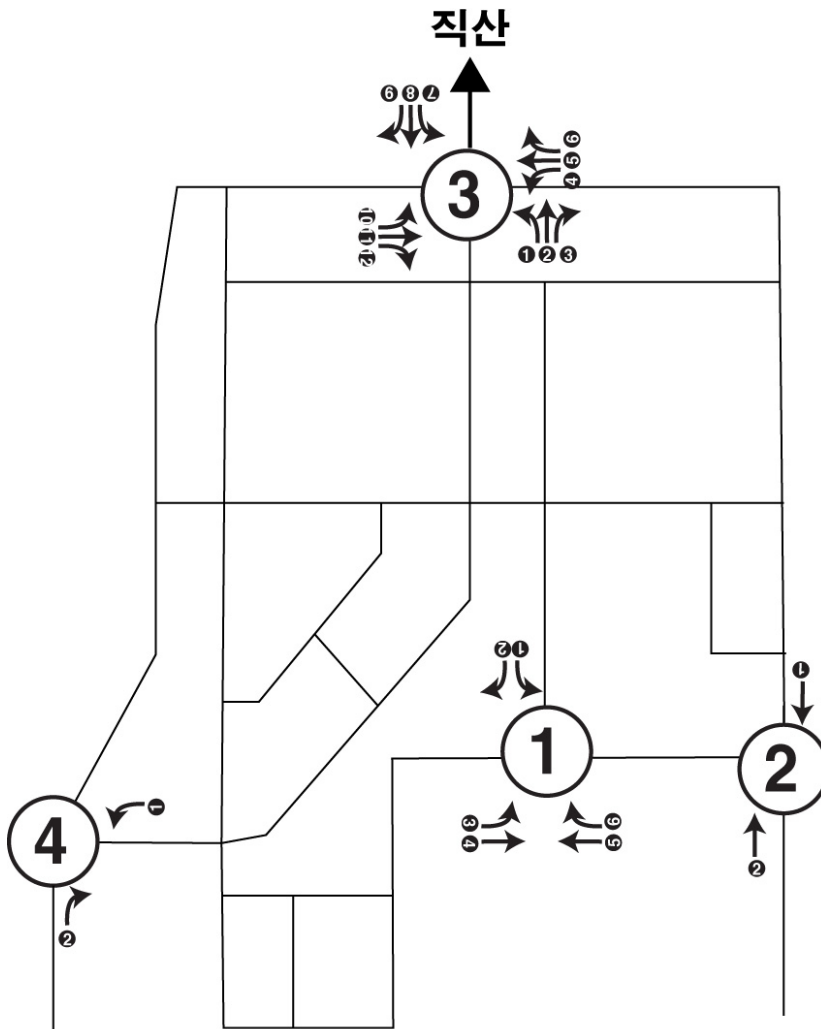
〈그림 22〉 천안 제4산업단지 횡단면도 구성

한편, 도로의 횡단면 구성을 조사한 결과 <그림 22>에서 보는 바와 같이 모든 도로의 차로 폭이 차로 수에 상관없이 3.2m로 동일한 것으로 나타났다. 먼저 A-A'단면의 경우 3.2m의 차로 폭을 가진 양방향 4차로의 단면으로 구성되어 있으며, 보도의 유효폭이 1.1m로 협소한 것으로 조사되었다.

제4산업단지에서 제일 광로에 해당하는 C-C'단면의 경우 2.0m의 중앙분리대가 설치되어 있으며, 2.0m 폭의 식수대와 2.0m 폭의 보도는 자전거·보행자 겸용도로로 지정되어 자전거 통

행이 가능하도록 설계되어 있으나 보행자와 자전거 통행이 별도의 구분 없이 이루어지는 경우 최소폭을 3.0m로 명시한 최근의 지침에는 부합되지 않는 것으로 나타났다. 또한 공용주차장과 공원부지도 마련되어 있었으며, 좌회전 및 우회전 전용차로가 설치되어 있었다.

한편 산업단지 외곽도로에 해당하는 D-D'단면의 경우 3.2m 폭의 차로와 1.7m 폭의 식수대 및 2.0m 유효폭을 가진 보도(자전거 보행자 겸용도로)로 구성되어 있었으나 사진에서 보는 바와 같이 보행자 및 자전거 통행량이 거의 없어 보도에 잡풀들이 자라고 있음을 알 수 있다.



〈그림 23〉 천안 제4산업단지 교통량 조사지점도

〈표 35〉 천안 제4산업단지 교통량(비첨두시, 단위 : 대, 명)

위 치	방향(천안제4산업단지)		승용차 (1종)	소형차 (2종)	대형차 (3종)	트레일러 (4종)	자전거	보행자
1		①	96	28	8	0	0	0
		②	56	24	4	0	0	0
		③	56	20	4	0	0	0
		④	0	0	0	0	0	0
		⑤	8	4	0	0	0	0
		⑥	36	24	8	0	0	0
2		①	132	68	12	0	0	0
		②	112	76	8	0	0	0
3		①	0	0	0	0	0	0
		②	128	84	18	12	0	0
		③	8	0	0	0	0	0
		④	16	4	0	0	0	0
		⑤	0	0	0	0	0	0
		⑥	52	16	5	3	0	0
		⑦	32	32	0	0	0	0
		⑧	152	124	11	13	0	0
		⑨	4	4	0	0	0	0
		⑩	0	8	4	0	0	0
		⑪	0	0	0	0	0	0
		⑫	0	0	0	0	0	0
4		①	64	40	9	3	0	0
		②	32	32	0	0	0	0

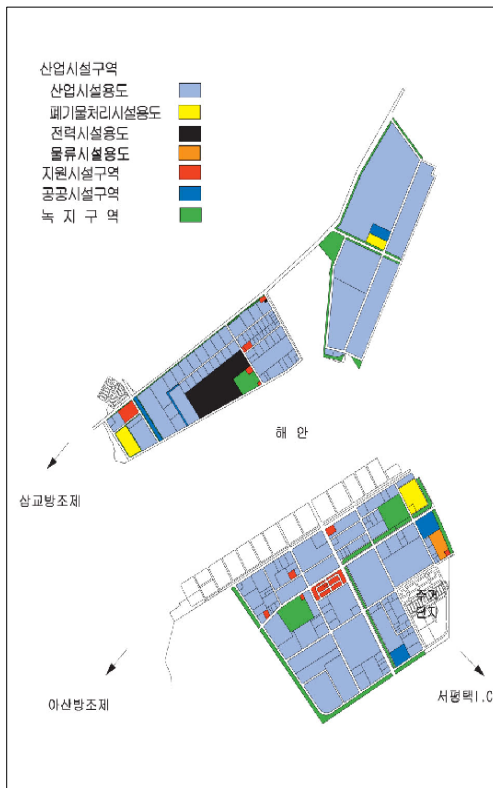
전반적으로 천안 제4산업단지의 경우 최근에 조성된 단지에 해당하여 대형화물차량의 회전 반경을 고려한 도로의 횡단면 설계와 식수대의 설치로 인한 쾌적한 보행자 환경의 조성에는 노력하였으나, 일부 도로의 최소폭과 보도의 유효폭이 설치 기준에 미치지 못한 것으로 조사되었다.

3) 아산 고대부곡국가산업단지 도로 및 교통특성 조사

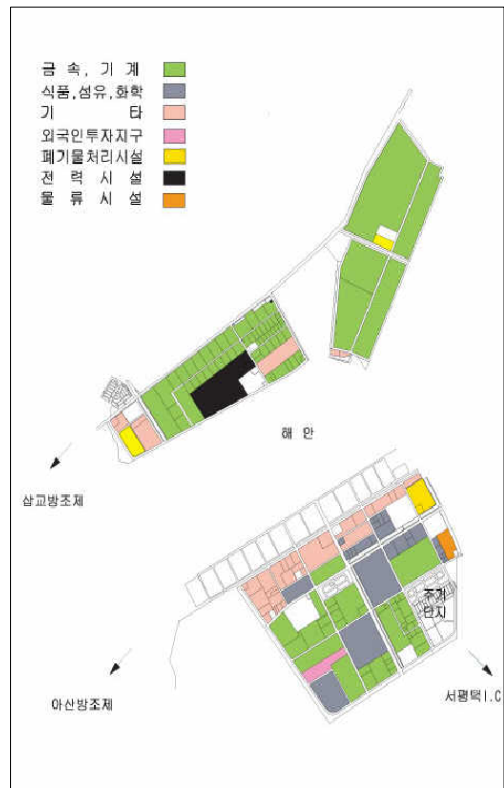
충남 당진군 송악면 일대에 조성된 아산 고대부곡국가산업단지는 비교적 최근(2007.12)에 조성된 단지로 입주업체의 특성을 살펴보면 철강과 기계관련 업종이 전체의 70%를 차지하고 있어 대형화물차량의 통행량이 많을 것으로 판단되어 조사 대상지역으로 포함시켰다.

〈표 36〉 아산 고대부곡국가산업단지 현황

구 분		내 용												
조성목적 및 특징		기계, 자동차 관련 업종 및 수도권 이전공장의 공업용지 수요에 대처하고 수도권 정비 및 중부권 개발 촉진, 경기도와 충청남도 총 5개 지구로 구성												
사업시행자/관리기관		한국토지공사 / 한국산업단지공단(서부지역본부)												
위치		충남고대·부곡지구 : 충남 당진군 송악면 고대리·한진리·북운리 일원												
지형 및 지반		일부 해면매립, 일부 절토												
기 후(연평균)		온도 : 12.3℃, 강수량 : 1,616mm, 강우일수 : 94일, 습도 : 62%, 최다풍향 : 북서풍												
추진경위		1979. 12. 14 산업기지개발구역지정(건설교통부고시 제614호) 1991. 4. 30 국가산업단지지정(산업자원부고시 제91-20호) 1998. 12. 1 아산국가산업단지 포송지구(1단계) 준공 (서울지방국토관리청) 1999. 1. 20 아산국가산업단지 충남 고대지구 준공 (대전지방국토관리청) 2000. 12. 22 아산국가산업단지 충남 부곡지구 준공 (대전지방국토관리청) 2002. 5. 7 아산국가산업단지 포송지구(2단계) 준공 (서울지방국토관리청)												
조성기간		1992. 12 ~ 2007. 12(사업비 8,536억원)												
면적	관리면적	총면적 : 6,136천㎡ 산업시설구역 : 5,607천㎡ 녹 지 구 역 : 167천㎡ 기 타 구 역 : 362천㎡												
	분양면적	총면적 : 5,607천㎡ 산업시설구역 : 5,607천㎡												
	최소분양면적	산업시설구역 : 1,650㎡												
업체수		입주업체 : 105개사 가동업체 : 105개사												
고용인원		3,316명(남 3,037명, 여 279명)												
생산, 수출		생산액 : 8,233억원 수출액 : 20,400백만불												
입주업 체현황	업종구분	구 분	계	음식료	목재 종이	석유 화학	비금속	철강	기계	전기 전자	운송 장비	기타	비제조	
		가동업체(개사)	105		2	2	4	19	53	3	8	14		
		근로자수(명)	11,222	204	153	1,626	241	1,783	2,520	2,056	2,053	18	568	
	배후지역	평택시 제조업체수 1,568개사, 근로자수 62,154명 당진군 제조업체수 620개사, 근로자수 10,211명												
입지 여건	도로	고속도로 : 서해안고속도로 서평택(안중) IC 및 송악 IC 인접 국 도 : 39번(부여↔아산↔의정부), 45번(서산↔아산↔가평)												
	철도	경부선 평택역(27km), 천안역(40km) 이용(산업철도 계획중)												
	항공	김포공항(70km) 이용												
	항만	단지내 평택(아산)항 이용 : 3~7만톤급 46선적 선박접안 가능, 화물하역능력 2,450만톤/년, 화물접안능력 21선좌												



〈그림 24〉 아산국가산업단지 용도별
구획평면도



〈그림 25〉 아산국가산업단지 업종별
배치계획도

한편, <그림 24>와 <그림 25>에는 아산국가산업단지의 용도별 구획평면도와 업종별 배치계획도를 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 대부분의 업종이 금속기계로 이루어져 있다.

또한 부곡산업단지와 고대산업단지가 서로 분리되어 구성되어 있어 교통 및 도로 횡단면에 대한 실시조사도 분리하여 조사하였다.

먼저 부곡산업단지의 경우를 살펴보면, 서해안고속도로와 매우 인접해 있고 38번 국도변에 위치하고 있으며 배후에 해상으로의 접근도 가능하여 지리적인 여건은 매우 양호한 것으로 나타났다. <그림 26>에서 보는 바와 같이 산업단지로의 유출입도 4곳으로 국도 38호선과 인접하여 위치하고 있었으며, 주 출입구는 교통량조사지점 2와 3인 것으로 나타났다.

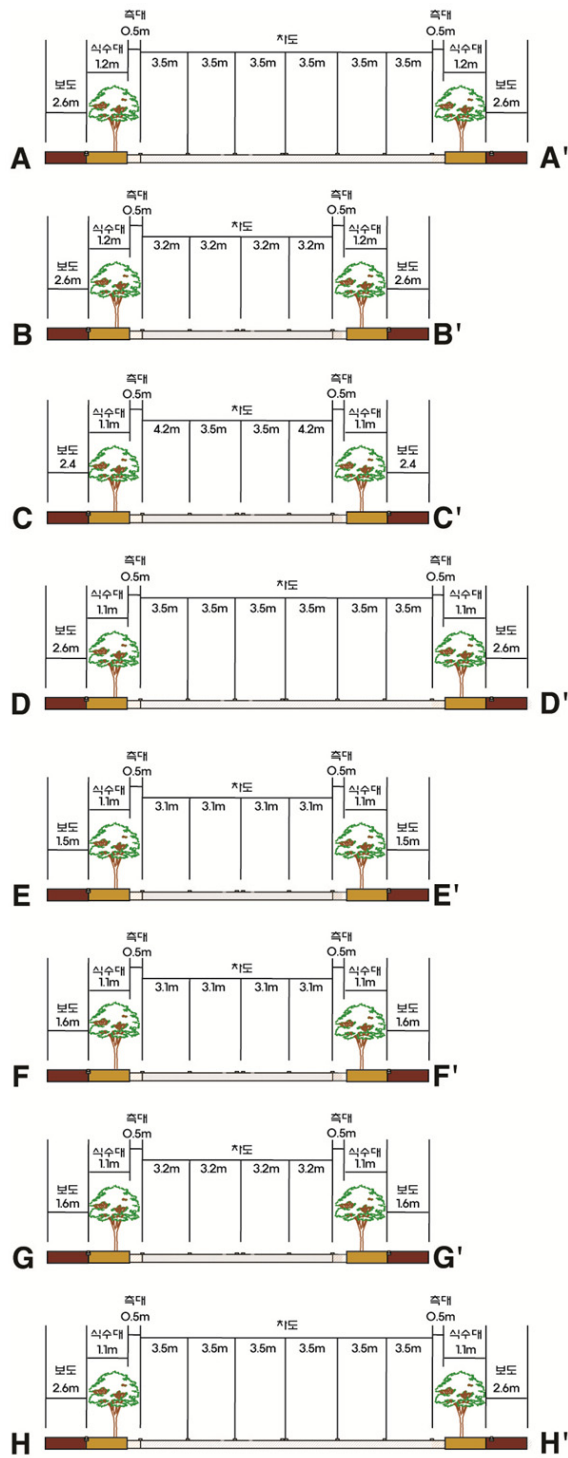


〈그림 26〉 아산 부곡국가산업단지 현황

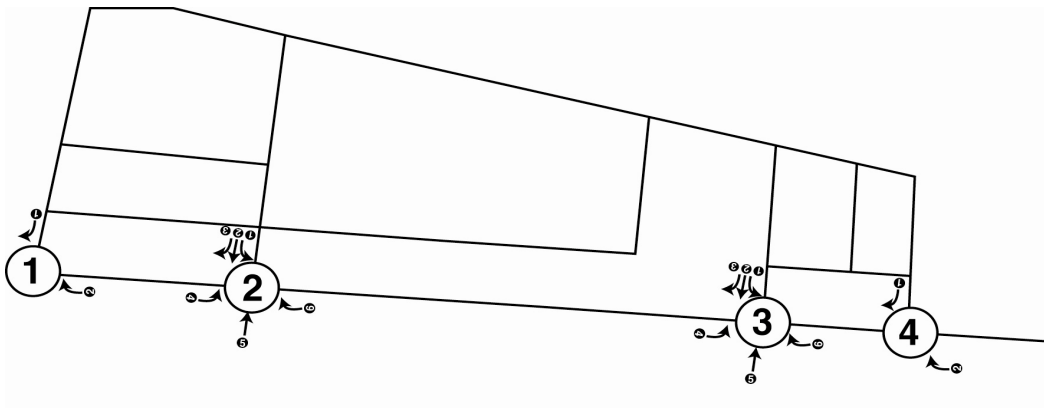
한편, 침두시 통행량을 조사한 결과 주거지에서 출퇴근 통행이 조사지점 2와 3에 집중되는 것을 알 수 있으며, 대형화물차량의 통행량도 조사지점 2와 3에 집중되는 현상을 나타내고 있었다(표 37 참조).

통행량이 혼잡한 수준을 나타내지는 않았지만 부곡산업단지내에 조성된 도로 가운데 가장 차로 수가 적은 지점에 통행량이 집중되는 것은 단지 내의 접근성이 용이하기 때문으로 판단된다.

또한 <표 37>에서 알 수 있는 바와 같이 자전거 통행 및 보행자의 통행도 다른 유출입 지점에 비해 상대적으로 많았지만 3지점의 경우 보도의 폭(G-G'단면)은 단지 내에서 가장 좁은 1.6m에 불과한 것으로 조사되어 토지이용계획단계에서 단지 내 업종의 배치와 이용할 차량, 보행자, 자전거의 통행특성을 고려한 도로의 횡단면 설계가 이루어지지 못하였음을 알 수 있다. 나아가 C-C'단면의 한 차로폭이 4.2m인데 비해, E-E'단면의 경우에는 3.1m로 단지 내 도로의 폭에 큰 차이가 있는 점도 문제점으로 분석되었다.



〈그림 27〉 아산 부곡국가산업단지 횡단면도 구성



〈그림 28〉 아산 부곡국가산업단지 교통량 조사지점도

〈표 37〉 아산 부곡국가산업단지 교통량(첨두시, 단위 : 대, 명)

위 치	방향(아산 부곡국가산업단지)		승용차 (1종)	소형차 (2종)	대형차 (3종)	트레일러 (4종)	자전거	보행자
1		①	27	10	2	16	0	0
		②	22	5		3	0	2
2		①	54	0	0	10	0	0
		②	12	6	4	0	2	0
		③	8	0	0	18	0	0
		④	22	2	2	14	0	0
		⑤	94	2	0	0	0	0
		⑥	80	16	2	8	0	0
3		①	28	4	8	8	2	0
		②	44	12	6	2	0	2
		③	6	0	0	4	0	0
		④	22	8	6	20	2	0
		⑤	32	10	2	0	0	0
		⑥	30	10	6	8	2	0
4		①	64	20	12	32	0	0
		②	16	0	0	0	0	0

<표 37>에 나타난 부곡국가산업단지의 첨두시 교통량을 조사한 결과 승용차의 비율이 전체의 약 60%를 차지하는 것으로 나타났으며, 화물차의 비중은 전체의 20~30% 수준이며, 그 가운데에서도 트레일러의 통행비중이 좀 더 높게 나타났다.

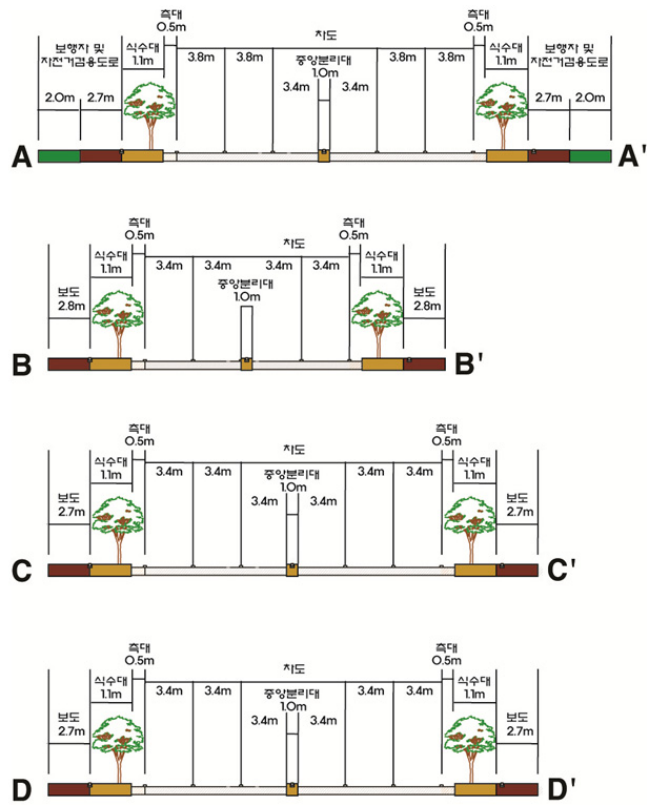
한편, 아산 고대국가산업단지의 경우는 공단으로의 유출입이 두 지점에 한정되어 있으며, 승용차의 유출입은 두 지점에 비슷하게 분포하는 것으로 조사된 반면, 대형 트레일러의 유출입은 2번 지점에 집중됨을 알 수 있다. 특히 고대국가산업단지로의 트레일러의 유출입은 서해안 고속도로 방향인 것으로 나타났다.



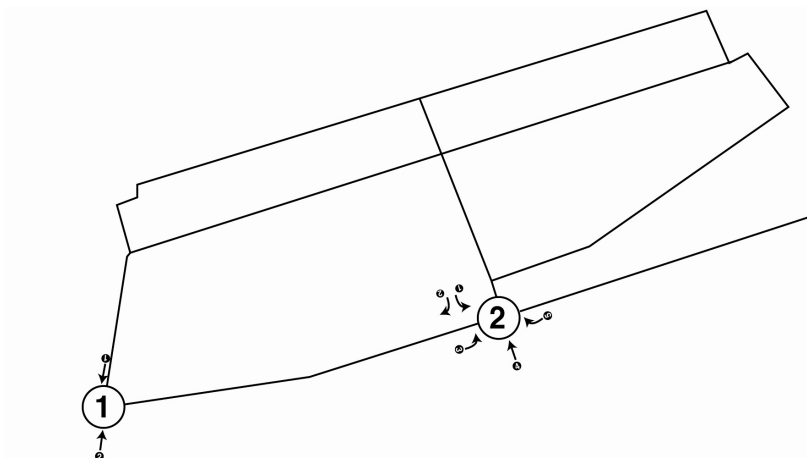
〈그림 29〉 아산 고대국가산업단지 현황

도로의 횡단면의 특성을 조사한 결과, 단지 내 주요도로는 양방향 6차도로 구성되어 있고 보조간선도로는 4차도로 이루어져 있으며, 차도와 보도사이에는 폭 1.1m의 식수대가 설치되어 있는 것을 알 수 있다.

특이한 점은 주 출입구 역할을 하는 A-A'단면의 경우 차로폭이 3.4m-3.8m-3.8m로 이루어져 있으며, 보도(2.7m)와 자전거도로(2.0m)의 자전거·보행자 겸용도로(분리형)가 있다는 점이다. 그러나 이 자전거·보행자 겸용도로는 주위의 도로와 연결이 되어 있지 않았으며 자전거 통행량도 거의 없는 것으로 조사되었다.



〈그림 30〉 아산 고대국가산업단지 횡단면도 구성



〈그림 31〉 아산 고대국가산업단지 교통량 조사지점도

〈표 38〉 아산 고대국가산업단지 교통량(단위 : 대, 명)

위 치	방향(아산 고대국가산업단지)	승용차 (1종)	소형차 (2종)	대형차 (3종)	트레일러 (4종)	자전거	보행자	
1		①	64	14	8	10	0	0
		②	30	12	12	6	0	0
2		①	33	15	20	47	0	0
		②	9	10	1	3	0	0
		③	7	9	8	7	0	0
		④	0	1	0	0	0	0
		⑤	24	17	24	43	0	0

주. 1번 출구 : 침두시, 2번 출구 : 비침두시

<표 38>에는 국도 38호선에서 산업단지로 연결되는 두 지점에서 조사한 교통 특성을 나타내고 있는 것으로 오전 침두시에는 승용차의 출근목적의 통행량으로 비교적 승용차의 비율이 높게 나타났으며, 오전 비침두시에는 승용차 통행량보다 화물차량의 통행량이 상대적으로 많은 것으로 조사되었다. 특히 기계관련 업종의 기업이 입주한 영향으로 트레일러 통행량뿐만 아니라 중형 화물차량의 통행량도 전체의 20% 수준을 보였다.

따라서 고대국가산업단지의 경우 보행자와 자전거 통행량이 거의 없는 특성을 감안하면 자전거 · 보행자 겸용도로의 설치가 바람직하며 주변 도로와의 연결성도 고려한 설계가 이루어졌으면 하는 아쉬움이 있다. 또한 차로수가 통행량에 비해 과도한 구간이 많아 불법주차를 유도하거나 대형차량들의 과속을 유도할 가능성이 있으므로 설계시 지양해야 할 점으로 나타났다.

3. 문제점 종합 및 시사점

앞 절에서 산업단지의 규모별 · 업종별 특성을 고려하여 선정된 4곳의 산업단지를 대상으로 한 교통 및 도로 횡단면 구성의 특성을 조사 · 분석하였다. 최근의 유류비 및 인건비의 상승으로 인한 물류 화물의 대형화에 따라 차량도 대형화되어 전반적으로 최근에 조성된 산업단지일수록 도로의 폭과 구성이 이러한 특성을 고려하여 설계된 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 4개 산업단지내의 도로를 대상으로 차량 통행량, 보행자 및 자전거 통행특성과 도로의 횡

단면 구성을 조사한 결과 크게 네 가지의 문제점을 정리할 수 있다.

첫째, 동일한 산업단지 내 도로의 횡단면임에도 불구하고 차로의 폭이 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 산업단지의 차량 이용특성을 고려하여 차로의 최소폭은 일반 도시구간보다 넓게 설계할 수 있지만 네트워크로 구성된 내부도로에서의 차로의 폭의 차이는 차량들의 과속 운행과 불법주차를 유도할 수도 있기 때문에 일정한 기준이 마련되어야 할 것이다.

둘째, 일반산업단지의 경우 설계기준차량인 세미트레일러의 최소회전반경(12m)와 도로의 최소폭(15m)을 충족하지 않는 내부도로가 상당 수 있는 것으로 조사되었다. 최소한의 도로 횡단면 구성에 필요한 기준을 충족시키지 못하는 경우 물류의 이동뿐만 아니라 보행자의 통행에도 큰 위협이 되기 때문에 시급한 개선대책이 마련되어야 할 것이다. 대안으로서는 2009.12월에 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제39조의2에 신설된 ‘재생사업지구의 지정’을 통해 열악한 도로 횡단면 구성에 대한 재설계가 이루어질 수 있을 것이다.

셋째, 보행자를 대형 화물차량으로부터 보호할 수 있는 공간인 보도가 외부 간선도로에서 산업단지로의 주 출입구에도 설치되지 않는 등 보행자의 이동과 안전에 최소한의 조건을 충족시키지 못하는 단지가 존재하는 것으로 조사되었다. 산업단지내의 통행특성상 보행자와 자전거 통행량이 극히 적지만 법률에도 예외 규정을 두고 있는 바와 같이 보도의 설치기준을 충족하지 못하는 곳에는 최소한의 폭으로 도로 횡단면 구성에 포함시켜야 할 것이다.

마지막으로 차로의 수에 대한 산정은 도로 네트워크 계획에서 매우 중요한 요소로 장래 통행수요, 설계속도, 서비스 수준 등 다양한 변수를 고려하여 결정하게 되며 과소 산정은 물류의 수송에 큰 장애가 될 수 있다. 그러나 대부분의 조사 대상 산업단지에서 일부 구간의 경우 차량의 통행이 거의 없거나 불법 주차한 차량으로 점유된 공간이 많이 있는 것으로 나타났다.

따라서 산업단지 조성초기 단계에서 업종별로 화물의 크기와 중량이 비슷한 점을 고려한 공간배치와 함께 도로의 횡단면 구성에 대한 계획이 이루어져야 할 것이다. 즉 산업단지 조성 초기 단계에서 업종별, 입·출하량 및 차종구성, 평균적재율 등을 고려한 공간배치 등 토지이용계획과 도로 및 교통계획의 효율화 방안을 보다 적극적으로 모색하여야 할 것이다.

제4장 도로 횡단면 설계 개선 방안

1. 기본 방향

산업단지는 대형화물차량의 통행이 잦으며 상대적으로 도심지에 비해 자전거 및 보행자의 통행량이 적다는 교통특성을 고려한 도로의 횡단구성 특히 도로 폭원(보도 및 자전거 도로 포함)을 제시하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 고려할 사항들이 있다.

먼저 자동차, 보행자 및 자전거의 제원을 살펴보아야 한다. 국내·외 모두 도로의 설계를 위한 설계기준 자동차의 종류와 제원은 법률로 명시하고 있으며, 자전거 제원 및 보행자의 체형은 국가별로 조금씩 차이가 있다. 국내에서는 도로의 설계를 위한 설계기준 자동차에 대해 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에 고속도로 및 주간선도로에는 세미트레일러를 기준으로 할 것을 명시하고 있으며, 보조간선도로 및 집산도로에는 세미트레일러 또는 대형자동차를 기준으로 하고, 국지도로의 경우에는 대형자동차 또는 승용자동차의 제원을 기준으로 도로의 횡단구성을 설계하도록 명시하고 있다.

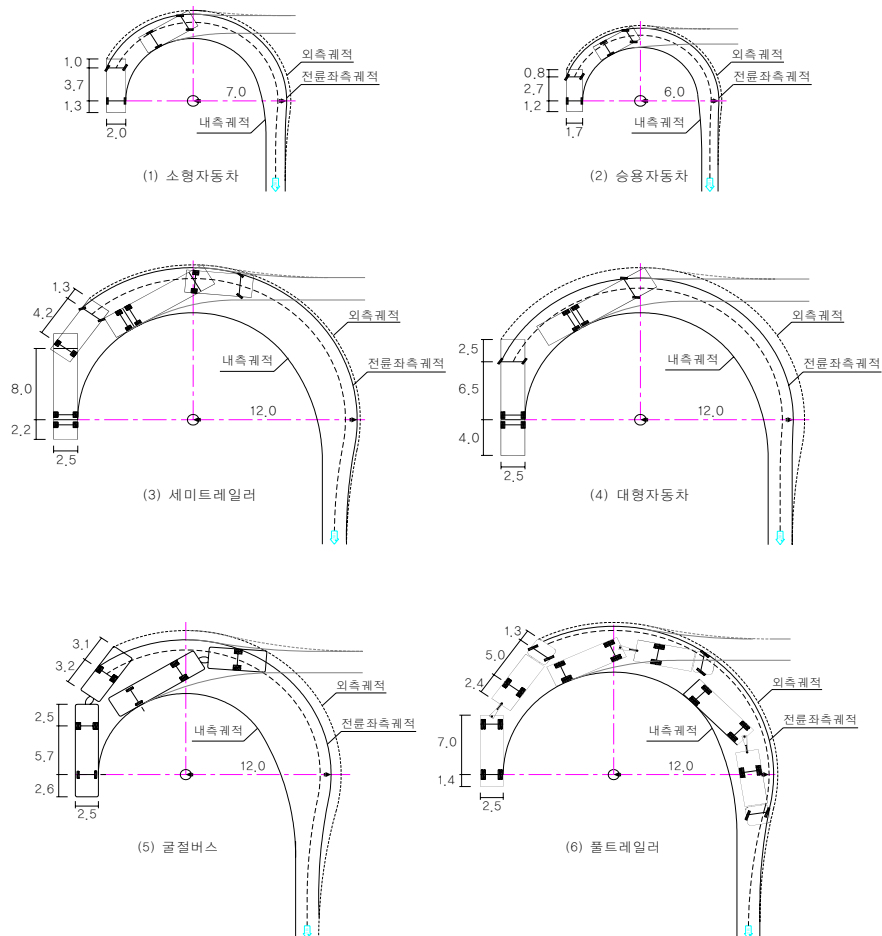
둘째는 산업단지의 조성을 계획하고 유치할 업종과 업종별 단지내의 배치 계획을 수립할 때 포괄적인 기준을 만족해야 한다. 「산업입지의 개발에 관한 통합지침」 제14조의 산업단지 안의 도로확보 기준이 그 대표적인 사례이다. 또한 최소회전반경, 최소 차로폭 등의 공학적 기준을 제시하고 있는 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에 적합해야 함도 당연하다.

마지막으로 아무리 산업단지내의 도로확보 기준이나 공학적인 구조 및 시설 기준을 충족한다 할지라도 차량을 운전하는 운전자의 안전과 이동성뿐만 아니라 보행자 및 자전거 이용자의 안전을 충족하지 못하는 도로 횡단면의 설계는 의미가 없다. 따라서 본 장에서는 산업단지내의 교통 특성을 고려한 도로의 횡단면 구성에 대한 안을 제시하고자 한다.

2. 도로 횡단면 구성(안) 제시

1) 설계차량의 제원과 최소곡선반경 기준

본 연구에서 대상으로 하고 있는 산업단지 내 도로의 경우에는 도로의 기능적인 측면을 고려하면 집산도로나 국지도로에 해당하지만 산업단지의 교통특성을 고려하면서 회전 시 플트레일러에 비해 세미트레일러가 큰 점유폭을 필요로 하기 때문에 <그림 32>와 <표 39>에서와 같이 설계기준 차량인 세미트레일러의 제원과 최소회전반경을 고려한다.



〈그림 32〉 설계기준 차량의 제원(회전반경)

<그림 32>에서 나타난 설계기준 자동차의 최소 회전반지름은 속도 15km/h 이하에서 측정 한 값으로 바퀴내측 반지름과 바퀴 외측반지름이 다르며, 여기서 최소 회전 반지름은 전륜 좌측 바퀴의 회전 반지름을 말한다.

〈표 39〉 설계기준차량의 제원과 최소회전반경

제원(미터) 자동차종류	폭	높이	길이	축간거리	앞내민 길이	뒷내민 길이	최소회전 반지름
승용자동차	1.7	2.0	4.7	2.7	0.8	1.2	6.0
소형자동차	2.0	2.8	6.0	3.7	1.0	1.3	7.0
대형자동차	2.5	4.0	13.0	6.5	2.5	4.0	12.0
세미트레일러	2.5	4.0	16.7	앞축간거리 4.2 뒤축간거리 9.0	1.3	2.2	12.0

한편, 국토해양부와 환경부에서 2010.2월에 개정 고시한 「산업입지의 개발에 관한 통합지침」의 내용에는 산업단지안의 도로확보기준이나 간선도로의 폭에 대한 원칙적인 기준을 제시하고 있으며, 본 연구에서 고려대상인 단지 내 간선도로의 폭은 원칙적으로 화물자동차의 통행에 불편이 없도록 15m 이상 확보하여야 하며, 3만제곱미터 미만의 산업단지에 대하여는 그러하지 아니한다라고 명시하고 있다. 따라서 3만 제곱미터 이상의 산업단지안의 최소 도로 폭을 15m로 규정하고 있음을 알 수 있다.

2) 포괄적인 도로설계 기준

산업단지 내 도로의 설계는 계획단계 즉 토지이용계획과 전체적인 단지 내 업종의 배치 단계에서 만족해야 할 기준이 있다. 즉, 차로수나 차로폭 등과 같은 공학적인 설계요소와 상관없이 포괄적인 도로확보기준을 충족해야 한다.

이러한 포괄적인 기준은 예외 규정을 명시하고 있는데 국토해양부와 환경부에서 2010.2월에 개정 고시한 「산업입지의 개발에 관한 통합지침」 제14조(공공녹지·도로·철도 및 환경기초시설)에 따르면 산업단지안의 도로확보기준은 단지규모별 적정 도로면적비율이 상이한데 산업단지의 규모가 1제곱킬로미터 이상인 경우에는 산업단지 면적의 10%, 1제곱킬로미터 미

만인 경우에는 산업단지 면적의 8% 이상으로 하며, 공장부지가 평균 1만제곱미터 이하의 소 규모로 획지 분할된 경우에는 도로면적비율을 산업단지 면적의 2%범위 안에서 상향조정할 수 있으며, 또한, 도시계획도로 등 지역간 연결도로가 단지내를 통과하지 아니할 경우 또는 공장 부지의 규모가 평균 10만제곱미터 이상의 대규모 공장이 입지하여 세부도로망 계획이 필요하지 아니한 경우에는 도로면적비율을 하향조정할 수 있다라고 명시하고 있다.

3) 보도와 자전거 도로의 설치 기준

보도는 보행자의 안전하고 원활한 통행을 위하여 설치하며, 보도의 폭은 보행자 교통량 및 목표 보행자 서비스 수준에 의해 결정하게 된다. 원칙적으로 보행자의 통행은 자동차의 교통으로부터 분리하고 경제조건, 시설의 효용성, 교통안전시설 정비사업의 실시상황 등을 고려해서 일반적으로 보행자 수가 150인/일 이상, 자동차 교통량의 2000대/일 일때 보도 설치의 기준으로 하고 있다.

또한 자전거 및 보행자를 자동차 교통으로부터 분리할 때의 판단기준은 자동차 교통량이 500대/일 이상일 때를 기준으로 하며 자전거 및 보행자의 교통량을 감안하여 필요한 경우에 자전거 보행자 겸용도로를 설치할 수 있으며, 자전거·보행자 겸용도로를 검토하는 데 있어서는 자전거 교통과 보행자 교통과의 마찰이 생기지 않도록 적절한 폭을 확보하고, 설치 후에는 불법 점유물 등으로부터 장애를 받지 않아야 한다.

만약, 보행자의 안전과 자동차 등의 원활한 통행을 위하여 보도를 설치할 경우에 보도는 연석이나 방호울타리 등의 시설물을 이용하여 차도와 분리하여야 하고, 필요하다고 인정되는 지역에는 「교통약자의 이동편의 증진법」에 따른 이동편의시설을 설치하여야 한다. 이때, 보도의 유효폭은 보행자의 통행량과 주변 토지 이용 상황을 고려하여 결정하되, 최소 2미터 이상으로 하여야 하며, 지방지역의 도로와 도시지역의 국지도로는 지형상 불가능하거나 기존 도로의 증설·개설시 불가피하다고 인정되는 경우에는 1.5미터 이상으로 완화할 수 있다.

나아가, 보도는 도로의 양측에 설치하는 것이 일반적이나 장소에 따라서는 도로의 편측에만 설치하든가 또는 보행자를 다른 도로로 우회시켜 본선은 보행자의 통행을 금지하는 경우도 있다. 그러나 보도의 설치기준이 명확히 제시되고 있지만 보행자의 이동에 심각한 위해가 될 소지가 있는 경우에는 보행자의 수가 극히 적더라도 예외적으로 보도의 설치가 권장된다.

따라서 대형 화물차량의 운행으로 인해 비록 보행자의 통행량은 적지만 보도의 설치도 필요하며 새로 개정된 「자전거 이용시설의 구조·시설기준에 의한 규칙」에도 자전거·보행자 겸용(비분리)도로를 설치할 수 있게 하였다. 즉, 자전거 통행이 거의 없는 경우 보도에 분리대나 노면표시 없이 통행할 수 있으므로 최소한의 보행자와 자전거 통행자의 이동권은 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 개선 방안

본 절에서는 산업단지 내 도로 네트워크의 교통 및 도로 횡단면 구성에 대한 문제점을 개선하고 이용자 모두의 안전과 이동성을 지원할 수 있는 도로 횡단면 구성에 대한 개선 방안을 제시하고자 한다.

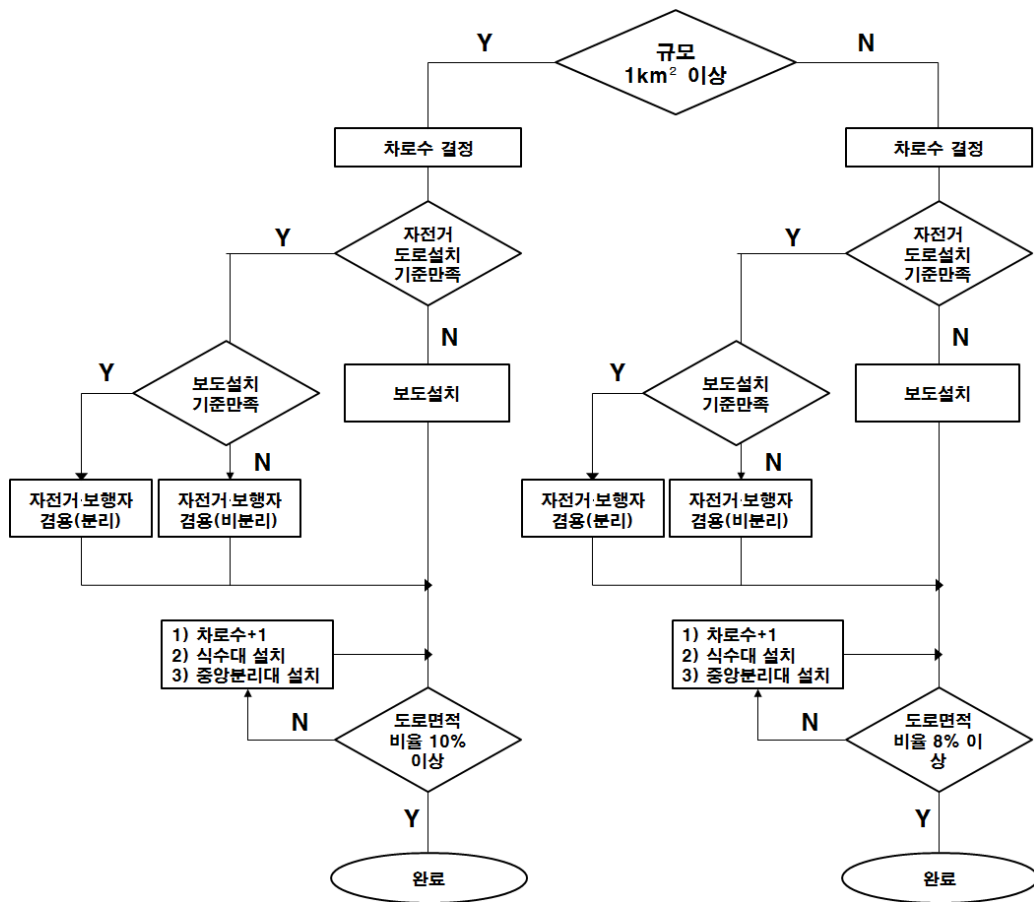
앞 절에서 언급한 기본 방향에 기초하여 도로 횡단구성 설계를 위한 프로세스를 요약하여 나타내면 <그림 33>과 같다.

간단하게 요약하면, 우선 「산업입지의 개발에 관한 통합지침」 제14조(공공녹지·도로·철도 및 환경기초시설)에 의하면 산업단지안의 도로확보기준은 규모가 1제곱킬로미터 이상여부에 따라 산업단지 면적의 10%와 8% 이상으로 구분되며, 차로 수는 교통수요, 도로 조건과 밀도 등 종합적인 요인을 고려하여 외생변수로 주어지게 된다.

또한 산업단지 내 도로의 특성상 대형 화물차량의 통행으로부터 보행자와 자전거 이용자의 안전을 지키기 위해서 비록 보도 및 자전거 도로의 설치를 위한 최소 기준을 충족시키지 못하는 경우라도 예외 조항을 두어 보도의 설치를 권장하는 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」의 기본 원칙에 따라 도로의 최소 횡단구성(안)을 제시하고자 한다.

그리고 자전거 도로의 설치기준(차량으로부터 자전거 및 보행자를 분리시키는 기준)과 보도 분리설치기준(자전거 통행과 보행자의 분리기준)의 충족여부에 따라 보도(2m)만 설치하는 경우, 자전거·보행자 겸용(비분리)도로를 설치하는 경우와 자전거·보행자 겸용(분리)도로를 설치하는 경우로 구분된다.

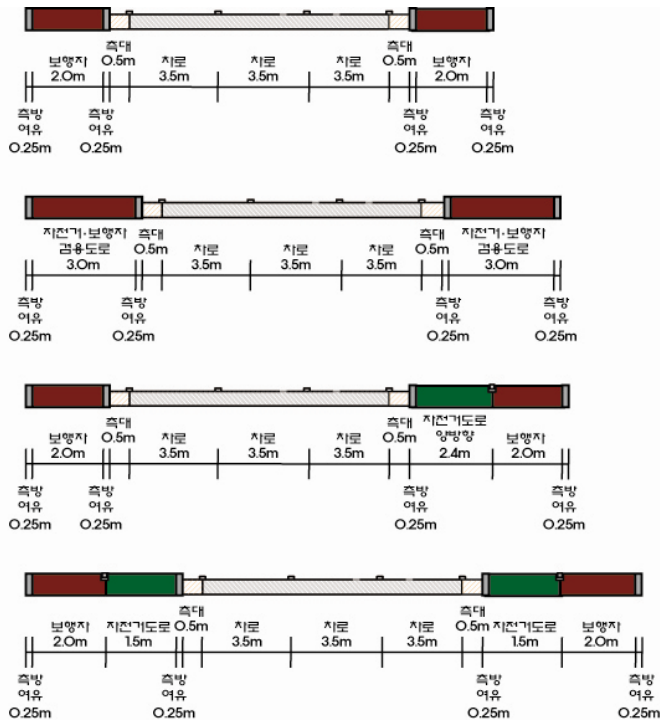
이때 산업도로의 최소 도로 폭인 15m와 설계기준차량인 세미트레일러의 최소 회전반경 12m를 충족시키기 위해 본 연구에서는 양방향 3차로의 홀수차로제를 최소 차로수로 제안(A-type) 한다.



따라서 본 연구에서 제안하는 양방향 3차로(폭 3.5m)에 최소 보도폭 2.0m에 측방여유폭과 측대를 포함하면 16.5m의 최소 폭으로 구성된다.

이 최소 폭 기준에서 자전거·보행자 겸용(비분리)도로(폭 3.0m)를 설치하는 경우(A-1)와 한쪽에 양방향 자전거 도로(폭 2.4m)를 설치하는 경우(A-2)와 양쪽에 단방향 자전거 도로(폭 1.5m)를 설치하는 경우(A-3)로 나눌 수 있다.

<그림 34>에는 A-type의 기본형인 보도만 설치된 경우와 자전거·보행자 겸용도로에서 자전거 통행과 보행자를 분리여부에 따라 두 가지 대안을 제시하여 모두 3가지 가능 대안을 나타내고 있다.



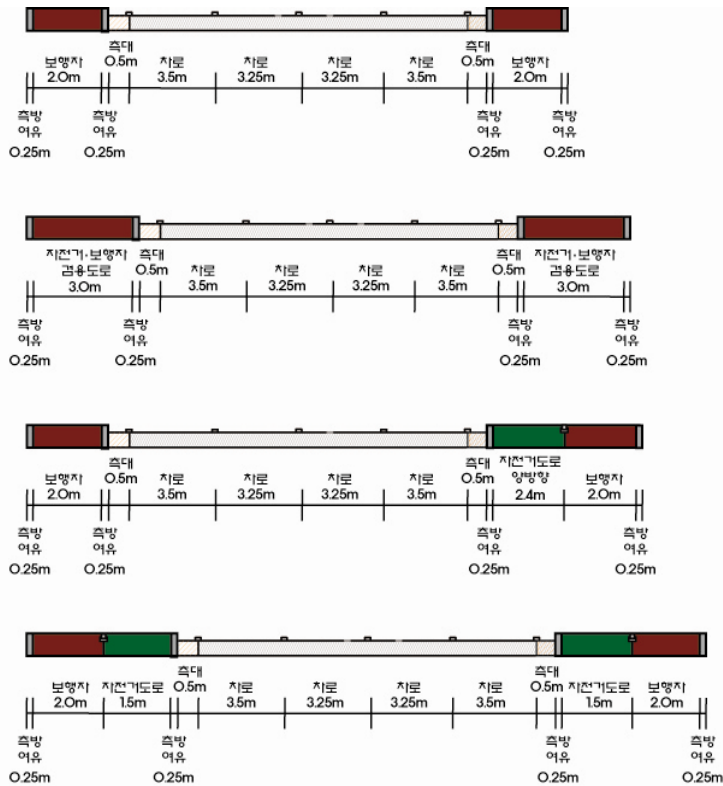
〈그림 34〉 도로 횡단면 구성도 (A-type)

한편 <그림 35>에는 장래 통행수요, 설계속도, 서비스 수준 등 다양한 변수를 고려해서 산정된 차로수가 양방향 짝수인 경우 가운데 최소 차로 수인 4차로인 경우를 대상으로 도로 횡단면 구성을 나타내었다.

양방향 4차로(폭 $3.5\text{m} \times 2 + \text{폭 } 3.25\text{m} \times 2$)에 최소 보도폭 2.0m에 측방여유폭과 측대를 포함하면 19.5m의 최소 폭으로 구성된다(B-type). 가운데 차로와 바깥 차로의 차로 폭이 차이가 나는 것은 주 통행수단의 차이에 기인한 것이다.

최소 폭 기준에서 자전거·보행자 겸용(비분리)도로(폭 3.0m)를 설치하는 경우(B-1)와 한쪽에 양방향 자전거 도로(폭 2.4m)를 설치하는 경우(B-2)와 양쪽에 단방향 자전거 도로(폭 1.5m)를 설치하는 경우(B-3)로 나눌 수 있다.

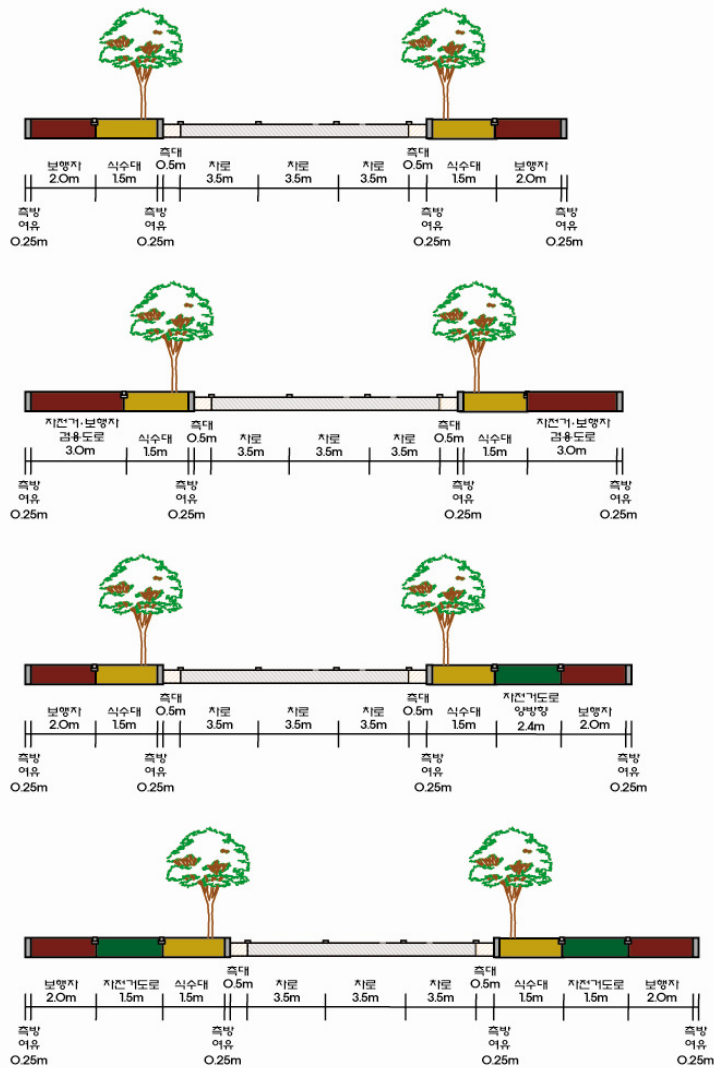
<그림 35>에는 B-type의 기본형인 보도만 설치된 경우와 자전거·보행자 겸용도로에서 자전거 통행과 보행자를 분리여부에 따라 두 가지 대안을 제시하여 모두 3가지 가능 대안을 나타내고 있다.



〈그림 35〉 도로 횡단면 구성도 (B-type)

한편 <그림 36>에는 A-type의 홀수차로제에서 도로면적 비율을 만족하지 못하는 경우를 가 정하여 식수대를 설치한 사례이다. 이 식수대 폭 1.5m에는 가로수 보호지주 뿐만 아니라 <표 22>의 가로등, 교통신호등 지주, 교통안전 표지판, 공중전화박스 등 노상시설의 설치를 할 수 있는 공간을 포함하고 있으므로 노상시설을 포함하는 경우에는 19.5m의 폭이 산업단지 내 도 로의 최소 폭이라 할 수 있다.

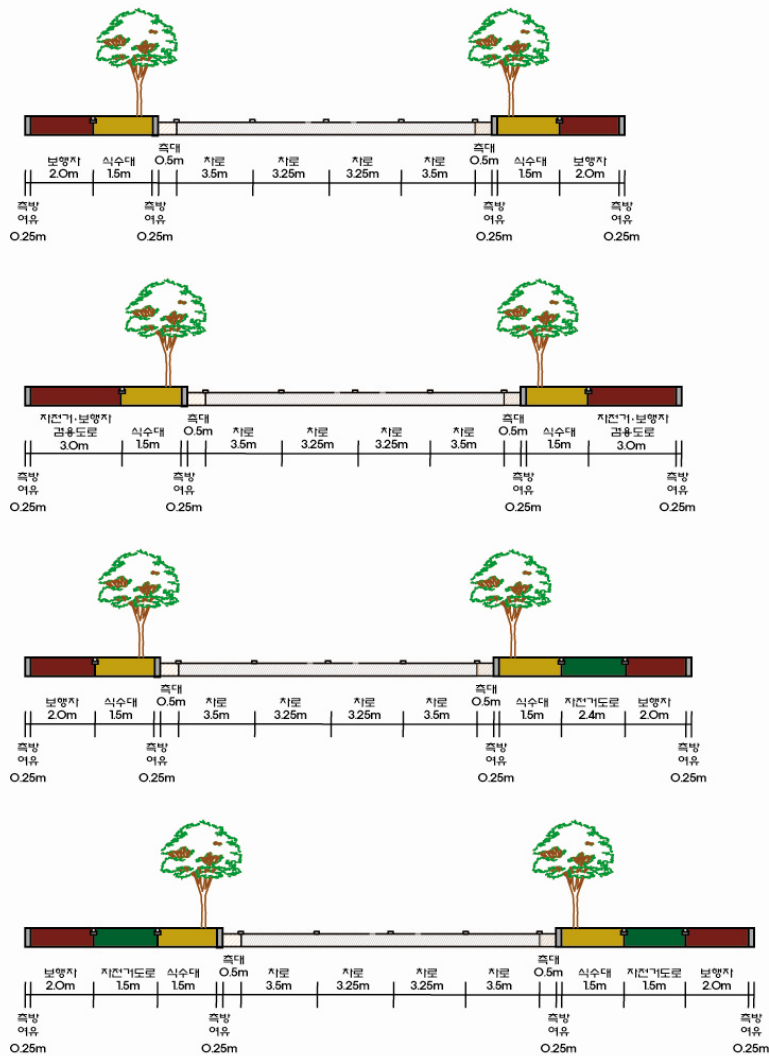
양방향 3차로(폭 3.5m)에 최소 보도폭 2.0m에 측방여유폭과 측대를 포함하고 양쪽에 식수 대(폭 1.5m)를 설치하면 19.5m의 최소 폭으로 구성(C-type)된다. 이 최소 폭 기준에서 자전 거 · 보행자 겸용(비분리)도로(폭 3.0m)를 설치하는 경우(C-1)와 한쪽에 양방향 자전거 도로(폭 2.4m)를 설치하는 경우(C-2)와 양쪽에 단방향 자전거 도로(폭 1.5m)를 설치하는 경우(C-3)로 나눌 수 있다.



〈그림 36〉 도로 횡단면 구성도 (C-type)

<그림 37>은 양방향 4차로(폭 3.5m×2 + 폭 3.25m×2)의 B-type에 식수대를 포함하는 경우의 사례를 나타낸 것이다. 차로의 폭에 최소 보도폭 2.0m에 측방여유폭과 측대를 포함하면 22.5m의 최소 폭으로 구성된다(D-type).

최소 폭 기준에서 자전거·보행자 겸용(비분리)도로(폭 3.0m)를 설치하는 경우(D-1)와 한쪽에 양방향 자전거 도로(폭 2.4m)를 설치하는 경우(D-2)와 양쪽에 단방향 자전거 도로(폭 1.5m)를 설치하는 경우(D-3)로 나눌 수 있다.



〈그림 37〉 도로 횡단면 구성도 (D-type)

지금까지 산업단지안의 도로확보기준(규모가 1제곱킬로미터 이상: 면적의 10%; 1제곱킬로미터 미만: 면적의 8% 이상)과 산업도로의 최소 도로 폭인 15m와 설계기준차량의 최소 회전반경 12m를 모두 충족시키면서 과다 설계가 되지 않는 도로 횡단면 구성안을 제시하였다. 이를 위해 본 연구에서는 양방향 3차로의 홀수차로제를 최소 차로수로 제안하였다.

또한 자전거 도로의 설치기준(차량으로부터 자전거 및 보행자를 분리시키는 기준)과 보도 분리설치기준(자전거 통행과 보행자의 분리기준)의 충족여부에 따라 보도만 설치하는 경우,

자전거·보행자 겸용(비분리)도로를 설치하는 경우와 자전거·보행자 겸용(분리)도로를 설치하는 경우로 구분하여 개선안을 제시하여 도로 횡단면 구성을 요약하여 정리하면 <표 40>과 같다.

〈표 40〉 도로 횡단면 구성 요약

차로수 (양방향)	유형	보도	자전거보행자 겸용 (비분리)	자전거보행자겸용 (분리)		식수대	폭(m)
		2.0m	3.0m	양방(2.4m)	일방(1.5m)	1.5m	
3	A	○	×	×	×	×	16.5
	A-1	○	○	×	×	×	18.5
	A-2	○	×	○	×	×	18.9
	A-3	○	×	×	○	×	19.5
4	B	○	×	×	×	×	19.5
	B-1	○	○	×	×	×	21.5
	B-2	○	×	○	×	×	21.9
	B-3	○	×	×	○	×	22.5
3	C	○	×	×	×	○	19.5
	C-1	○	○	×	×	○	21.5
	C-2	○	×	○	×	○	21.9
	C-3	○	×	×	○	○	22.5
4	D	○	×	×	×	○	22.5
	D-1	○	○	×	×	○	24.5
	D-2	○	×	○	×	○	24.9
	D-3	○	×	×	○	○	25.5

주 1. 측대(폭 0.5m) 및 측방여유폭(폭 0.25m) 포함한 수치임

여기서 차로의 수가 양방향 4차로 이상인 경우에도 확장하여 적용할 수 있으며 도로의 면적 비율을 충족하지 못하거나 경관성 등을 고려하여 중앙분리대를 설치할 수도 있을 것이다. 만약 중앙분리대를 설치할 경우에는 중앙분리대 폭에 산업단지 내 단지의 설계속도에 따른 측대의 양쪽 폭이 추가되면 된다.

설계속도가 60km/h 이상이면 측대는 최소 0.5m이며, 60km/h 이하인 경우에는 측대의 최소 폭은 0.25m이면 충분하다. 대부분의 산업단지의 경우 내부 도로의 설계속도를 대형 화물차량의 과속으로 인한 사고 가능성을 감안하여 60km/h 이하로 설계하는 점을 감안한다면 측대

의 폭은 0.25m이면 가능하리라 판단된다.

즉, 본 연구에서 개선방안으로 제시한 도로 횡단면 구성안은 어디까지나 최소 도로의 폭임을 밝혀두며 대상 산업단지의 업종이나 특성을 고려하여 도로의 횡단구성을 응용하여 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

예를 들어 산업단지 내에 주거공간이 있거나 주거지와 산업단지가 인접한 경우에는 자전거의 통행특성이 일반 산업단지와 크게 상이한 경우에는 자전거 전용도로의 설치도 가능하리라 판단되며 이러한 예외의 조건에 대해서는 영향평가 등 사전 심의단계에서 충분히 고려하여 설계할 수 있을 것이다.

제5장 요약 및 정책적 제언

1. 요약

- 최근의 유류비 및 인건비의 상승으로 인한 물류 화물의 대형화에 따라 차량의 대형화도 지속적으로 진행됨에 따라 산업단지의 조성시기와 규모 및 수준에 따라 도로의 횡단면 구성 등 기반시설 정비에 많은 수준의 차이가 존재하였다.
- 충남의 일반산업단지의 경우 설계기준차량인 세미트레일러의 최소회전반경(12m)과 도로의 최소 폭(15m)을 충족하지 못하는 내부도로가 상당 수 있는 것으로 조사된 반면, 최근에 조성된 산업단지의 경우에는 차로의 수, 차로폭 등의 설계 기준을 대부분 충족하는 것으로 나타나 기존 산업단지의 노후화된 기반시설에 대한 재생프로그램의 도입이 절실한 것으로 조사되었다.
- 산업단지 내의 교통 특성을 조사한 결과 물동량과 종사자의 통행량 처리를 위한 차로의 구성(차로의 수, 폭, 보행공간 등)에는 충분한 여유가 있었으나, 동일한 산업단지 내 도로의 횡단면임에도 불구하고 차로의 폭이 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다.
- 장거리 대형 화물차량의 통행이 상대적으로 잦으면서 침두와 비침두시 통행량의 차이가 많지 않고 주거지에서 떨어져 위치한 지리적인 여건으로 인해 보행자 및 자전거 통행이 거의 없는 산업단지 내 교통 특성을 감안하면 차로의 구성에는 여유가 있었으나, 동일한 산업단지 내에 건설된 도로의 차로임에도 불구하고 폭에 상당한 편차가 존재하여 과속운행이나 불법주차를 유도하는 불합리한 도로 운영이 존재하는 것으로 나타났다.
- 보행자 및 자전거 이용자를 대형 화물차량의 통행으로부터 보호할 수 있는 공간인 보행공간이 외부 간선도로에서 산업단지로의 주 출입구에도 설치되지 않는 등 보행자를 고려한 횡단면 설계가 산업단지의 조성시기와 수준(국가산업단지와 일반산업단지)에 따라

많은 차이를 보였다.

- 산업단지 조성시기가 오래된 일반산업단지의 경우 보행자의 이동과 안전을 위한 최소한의 조건을 충족시키지 못하거나 아예 보행공간이 없는 단지도 있었으며, 자전거·보행자 겸용도로가 단지 내에서 서로 연계되어 설치되지 않고 광로에 편의상 지정하여 운영하는 경우가 있는 것으로 나타났다.

2. 활용효과 및 방안

- 기존의 도시부 및 지역간 도로의 횡단구성에 대한 기준 및 지침을 활용하여 산업도로의 폭원 등 시설기준에 적용하기에 어려움이 많았으나 향후 지역의 산업단지 조성사업의 시행에 있어 원활한 물류의 이동과 보행자를 포함한 이용자의 안전성을 보장할 수 있는 도로의 횡단구성(특히 도로 폭원)의 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.
- 특히 해당 산업단지의 특성(유치 업종, 거주지로 부터의 거리, 화물의 종류와 크기 등)을 고려하여 도로의 횡단면 구성(자전거·보행자 도로, 식수대, 중앙분리대 설치 등)을 탄력적으로 적용할 수 있을 것으로 기대된다.
- 산업단지 조성 초기에 선결해야 할 지침 및 규정, 예를 들어 「산업입지의 개발에 관한 통합지침」, 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 및 「자전거 이용시설의 구조·시설기준에 의한 규칙」 등을 충족하면서 경제적인 도로 횡단면 구성을 위한 프로세스를 제시함으로써 손쉽게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.
- 조사 대상 산업단지에서 일부 내부 도로구간의 경우 차량의 통행이 거의 없거나 불법 주차한 차량으로 점유된 공간이 많이 있는 것으로 나타나 산업단지 조성초기 단계에서 업종별, 입·출하량 및 차종구성, 평균적재율 등을 고려한 공간배치 등 토지이용계획과 도로 및 교통계획의 효율화 방안을 보다 적극적으로 모색하여야 할 것이다.

3. 향후 과제

- 산업단지 업종별 교통 특성에 대한 연구가 필요하다.
 - 첨단 산업에서부터 기계·전기 등의 제조업까지 다양한 업종으로 구성된 산업단지별 교통 특성(중차량 비율, 중량 비율, 통행시간의 인식 차이, 수송 빈도 등)에 대한 장기적인 모니터링이 필요하며 이를 통해 산업단지 내 유치 업종별 차이를 고려한 도로의 횡단면 설계에 대한 연구가 필요하다.

- 산업단지별 유형, 업종, 생산 물동량 등의 특성을 고려한 원단위 산정방안에 대한 연구가 필요하다.
 - 산업단지 내 입주할 업종 및 품목에 따라 입·출하량 및 차종구성, 평균적재율 등이 상이하여 통행발생량에 영향을 미치기 때문에 산업단지별 특성을 고려한 체계적인 유형 및 업종의 분류가 선행되어야 하며 입주업체 및 생산 물동량 특성을 고려한 원단위 산정방안이 마련되어야 수요의 과대추정 또는 부실예측 등 수요예측 결과에 대한 신뢰성에 영향을 미치는 요소들을 제거하여 합리적인 도로의 횡단구성에 대한 설계가 이루어질 수 있을 것이다.

- 산업단지 인근의 도로 횡단면 구성과 설계 기준에 대한 연구가 필요하다.
 - 산업단지 내 도로를 대상으로 한 최소 차로폭, 최소 회전반경 등 설계시 고려해야 할 요소들이 많이 있지만 산업단지로의 유출입 통행뿐만 아니라 출발지(origin)와 목적지(destination)간 도로의 곡선부나 교차로의 횡단면 구성도 운전자 및 보행자의 안전에 큰 영향을 미치기 때문에 보다 광범위한 범위를 대상으로 한 현황 조사와 설계 기준에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- 경찰청 교통기획과(2005) 교통노면표시 설치·관리 매뉴얼
- 국도의 계획 및 이용에 관한 법률(2010) 법제처 국가법령정보센터 (<http://www.moleg.go.kr>)
- 김용석·노관섭·조원범·임광수·최준일 (2005) “보행자 안전성 확보를 위한 보도 설치 기준 연구”, 도로교통 제99호 봄, pp.80-92.
- 김용철·오주택·강진구·최연숙(2004), “도시부 도로의 구조시설 기준 작성 기초연구 -횡단구성을 중심으로-”, 대한교통학회지 제22권제4호, pp.69-82.
- 대한토목학회(2009), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설
- 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙(2010) 법제처 국가법령정보센터 (<http://www.moleg.go.kr>)
- 도철웅(2004) 교통공학원론(상), 청문각
- 박창호 외(2000) 교통공학개론, 영지문화사
- 변환희·임주호·이승호·임하얀(2010) 신도시 근린생활권의 보행 및 자전거 이용환경 개선방안 연구, 토지주택연구원
- 산업입지 및 개발에 관한 법률(2010) 법제처 국가법령정보센터 (<http://www.moleg.go.kr>)
- 산업입지의 개발에 관한 통합지침(2010) 법제처 국가법령정보센터 (<http://www.moleg.go.kr>)
- 손상락(2010) 산업단지 특례법에 의한 산업단지 개발실태와 개선방안, 경남발전연구원
- 일본 도로구조령(2010) 일본국토교통성 (<http://www.mlit.go.jp>)
- 자전거 이용시설 설치 및 관리 지침(2010) 법제처 국가법령정보센터 (<http://www.moleg.go.kr>)
- 최재성·김우현(2002), “도로 평면곡선부에서 동적궤도이탈모형 개발에 관한 연구(굴절차량을 중심으로)”, 대한교통학회지 제20권제3호, pp.115-128.
- 최재성·백종대(2000), “평면곡선부 확폭량 재설정에 관한 연구”, 대한교통학회지 제18권제4호, pp.51-62.
- 추상호·정성봉 (2008) 통행발생 원단위 적용의 신뢰성 향상방안 -택지 및 산업단지를 대상으로-, 한국교통연구원.

충청남도 <http://www.chungnam.net>

충청남도(2006), 충청남도 산업입지 중·장기 기본계획

한국도로교통협회(2001), 도로설계기준

한국산업단지공단(2010), 전국산업단지현황통계 2010년 2/4분기.

한국토지공사(2006), 산업입지지원단위 산정에 관한 연구.

AASHTO(1994), A policy on geometric design of highways and streets.

BAST(독일 연방도로교통 연구소)(1992), RAS(도로설계 시방서)

Bernard, J.E. and Vanderploeg, M.,(1980) “Static and dynamic offtracking of articulated vehicles”, Paper No.800151, SAE, Warrendale, PA.

FHWA (1985) Development and application of trip generation rates.

Francher, P.S. Ervin, R.D., Winkler, C.B. and Gillespie, T.D. (1986) “A factbook of the mechanical properties of the components of single unit and articulated heavy vehicles”, Report DOT HS 807125, NHTSA, U.S. DOT.

Gillespie, T.D. (1992) Fundamentals of Vehicle Dynamics, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.

Glaus, W.D. and Harwood, D.W. (1991) “Superelevation and body roll effects on offtracking of large trucks”, Transportation Research Record 1303, TRB, Washington, D.C.

Heald, K.L., (1986) “Use of the WHI offtracking formula”, Transportation Research Record 1052, TRB, Washington, D.C.

Institute of Transportation Engineers (2003) Trip generation handbook 7th ed.

Sayers, M.W., (1986) “Vehicle offtracking models”, Transportation Research Record 1052, TRB, Washington, D.C.

■ 집 필 자 ■

연구책임 : 한밭대학교 도시공학과 도명식 교수

공동연구 : 충남발전연구원 지역정책연구부 윤정미 책임연구원

기획연구 2010-05 · 충청남도 산업단지 내 도로의 횡단구성 현황과 개선방안

글쓴이 · 도명식, 윤정미 / 발행자 · 박진도 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2010년 12월 31일 / 발행 · 2010년 12월 31일

주소 · 충청남도 공주시 금홍동 101 충남발전연구원 (314-140)

전화 · 041-840-1203(직통) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1219

ISBN · 978-89-6124-165-6 03350

<http://www.cdi.re.kr>

©2010. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.