

설계분석 프로그램(Design-PED)을 이용한 환승센터 적합성 평가

Compatibility Evaluation of Transfer Center using Design-PED

이 승 봉

노 경 설

이 영 인

(서울대학교 환경대학원 석사과정) (서울대학교 환경대학원 석사과정) (서울대학교 환경대학원 교수)

Key Words : 설계분석 프로그램(Design-PED), 설계적정성 평가, 서비스수준 평가, 배치적정성 평가

목 차

- | | |
|---------------------------|------------------|
| I. 서론 | 3. 설계적정성 평가 |
| 1. 연구의 배경 및 목적 | 4. 서비스수준 평가 |
| 2. 연구의 범위 및 내용 | 5. 배치적정성 평가 |
| II. 선행연구의 고찰 | IV. 환승센터 평가예시 |
| 1. 이론적 고찰 | 1. 설계적정성 평가 예시 |
| 2. 선행연구의 고찰 | 2. 배치적정성 평가 예시 |
| III. 설계분석프로그램(Design-PED) | V. 결론 및 향후 연구 과제 |
| 1. 개요 | 참고문헌 |
| 2. 설계분석 프로그램의 구성 | |

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 녹색성장이 경제성장의 새로운 비전으로 제시되면서 교통 분야에서도 녹색교통이란 새로운 개념이 주목을 받고 있다. 녹색교통이란 이전의 승용차 중심의 교통체계에서 보행자와 자전거, 대중교통을 중심으로 교통 환경과 삶의 질을 높이고자 하는 교통체계를 말한다. 특히 녹색교통을 실현하기 위해서는 여러 가지 교통수단 중에서 대중교통의 역할이 크다고 할 수 있다.

왜냐하면 보행과 자전거 수단은 이동거리에 있어서 제약이 있기 때문이다. 이러한 맥락에서 일반 시민과 교통약자들이 대중교통을 편리하게 이용할 수 있도록 하여 대중교통 이용을 활성화시키기 위해서는 대중교통 환승센터의 중요성이 크다고 할 수 있다. 하지만 현재 건설되어 있는 많은 환승센터들은 점점 늘어나고 있는 이용수요에 비해 열악한 시설들을 갖추고 있는 환승센터가 많이 존재한다.

그리고 이를 개선하기 위해 시설물 현황을 분석하고 평가할 수 있는 도구도 없는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 환승센터 시설물의 설계지침과 배치적정성을 실제 환승센터에 적용하여 평가하는 프로그램을 이용하여 시설물 설치 현황을 분석하고 그에 따른 개선안을 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 내용

교통연계 및 환승시스템개발(환승센터 시설 운영 및 이용행태 알고리즘 개발)은 세부과제로 크게 설계분석 프로그램(Design-PED)과 운영분석 프로그램(3D-PED)으로 구분되어 있으며 현재 4차년도 연구가 진행 중에 있다.

본 연구에서는 설계분석 프로그램에 대한 소개와 실제 환승센터에 적용한 평가결과에 대하여 결과를 분석하고자 한다. 설계분석 프로그램의 경우 1)타세부과제에서 개발 중인 환승센터 설계편람의 설계기준 및 서비스수준을 바탕으로 CAD기반의 자동화 프로그램으로 볼 수 있다.

본 연구의 범위는 다음과 같다

- 설계분석 프로그램 방법론 정립(설계적정성 평가, 서비스수준 평가, 배치적정성 평가)
- 설계분석프로그램(Design-Pad) 개발
- 환승센터 평가 적용
- 연구의 활용성 제시

II. 선행연구의 고찰

1. 도시철도 정거장 및 환승편의시설 보완 설계 지침

1) 「교통연계 및 환승시스템 기술개발」 T1-1 세부과제인 「환승센터 시설배치 기준 및 설계 편람 개발」의 내용을 적용함.

「도시철도 정거장 및 환승편의시설 보완 설계 지침」(건설교통부, 2006)에서는 체계적이고 통일화된 도시철도 정거장 시공을 가능하게 하고 장애인, 노약자와 같은 교통약자를 포함한 모든 도시철도 이용승객의 안전과 이용 편의가 증진될 수 있도록 하기 위하여, 각 시설물별로 체계적인 재정립과 표준화 기준을 제시하고 있다. 따라서 이 지침서에는 승강장, 대합실, 내부계단, 에스컬레이터 등과 같은 여객시설, 승강시설, 통로, 장애인 및 노약자 시설, 기타시설 등으로 나누어 정량적인 수치와 정성적인 권고사항을 제시하고 있다.

2. 환승센터 설계기준 표준화

「환승센터 설계기준 표준화」(한국교통개발연구원, 2004)에서는 환승에 대한 개념, 필요성을 제시하고 있으며 환승센터의 설계요소와 기준을 각 시설물별로 수록하고 있다. 「도시철도 정거장 및 환승편의시설 보완 설계 지침」(건설교통부, 2006)과 다른 점은 개별적 시설물 설계 기준내용에 추가하여 환승센터의 기본방향, 유형별 우선순위, 현황과 문제점, 환승정보의 제공방안에 대해서 제시하고 있다. 따라서 기존에 없던 새로운 시설물이 추가될 경우 수록되어 있는 내용을 토대로 새로운 설계기준을 제시할 수 있을 것이다.

III. 설계분석 프로그램(Design-PED)

1. 개요

먼저 환승센터 시설물 최소설계기준 평가와 서비스수준 평가, 시설물 배치적정성의 평가를 위한 시뮬레이터인 설계분석 프로그램(Design-PED)에 대해 소개하고자 한다. 이 프로그램은 다음과 같은 기능을 갖고 있다.

첫째, 환승센터 시설물 설계요소에 대한 적정성 평가로 「복합환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」(국토해양부, 2009)에서 제시하고 있는 시설의 최소기준 만족여부를 평가한다. 예를 들어 “출입구는 최소 유효폭을 0.9m 이상 확보한다, 보행통로 최소 통로폭은 3.0m 이상 확보해야 한다.” 등의 설계기준을 적용하여 설계대안 시설의 설계적정성을 설계도면으로 자동 평가한다. 이를 통해 환승센터 시설물 설계의 문제점을 분석한다.

둘째, 환승센터 시설에 대한 서비스수준 평가로 「복합환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」(국토해양부, 2009)에서 제시하고 있는 개별 시설물에 대한 서비스수준을 평가한다. 환승센터의 유형별로 다르게 나타나는 보행자 구성 비율을 적용하여 환승보행시설의 서비스수준이 평가된다. 이를 위해서 이동공간에서의 PME(Pedestrian Moving Equivalent)와 대기공간에서의 PWE(Pedestrian Wating Equivalent)를 적용하여 서비스수준을 평가한다.

셋째, 환승센터 시설에 대한 배치적정성 평가로 「복합환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」(국토해양부, 2009)에서 제시하고 있는 외부시설(접근수단-주요수단), 내부시설(출입구-개찰구)의 배치기준에 따라 환승승객의 주요동선을 고려하여 평가한다.

2. 설계적정성 평가

환승센터 설계기준 평가는 「복합환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」(국토해양부, 2009)에서 제시하고 있는 설계기준을 토대로 환승센터의 표준화된 캐드도면을 입력하여 평가를 수행한다. 평가의 일련의 과정은 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 최소설계기준평가 수행과정

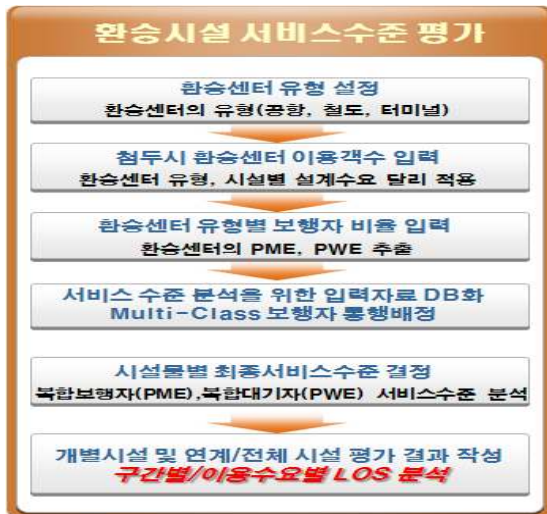
개별 시설물의 최소설계기준 적정성 평가 과정은 먼저 프로그램이 미리 정의된 레이어로 입력된 시설물정보와 평가기준에 필요한 레이어 정보를 인식한다. 이 정보를 최소설계기준과 비교하여 적합성, 부적합성 여부를 판단하게 된다. 설계분석 프로그램에서의 평가 대상 시설물은 다음 <표 1>과 같이 시설물을 크게 보행이동시설물, 환승지원시설, 외부시설로 구분하였고, 세부시설물은 총 21개를 구분하여 평가할 수 있도록 구성되어 있다.

<표 1> 환승센터 평가대상 시설물

구분	시설물	구분	시설물
보행이동시설	내부계단	외부시설	주차장
	외부계단		버스정류장
	에스컬레이터		택시승강장
	엘리베이터		자전거보관소
	통로		자전거도로
	무빙워크		자전거횡단도로
환승지원시설	대합실	보도	
	화장실	육교	
	매표소	횡단보도	
	집개표구	출입구	
	승강장		

3. 서비스수준 평가

환승센터의 서비스수준 평가기준은 「복합 환승센터 연계환승시설 설계편람(안), 국토해양부, 2009」에서 제시하고 있다. 평가는 환승센터의 종류에 따라 보행자의 구성비율을 구하여 PME / PWE를 산출한다. 산출된 환산계수를 이용하여 환산수요를 구하여 서비스 수준을 평가한다. 서비스수준평가의 수행과정은 다음 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 서비스수준 평가 수행과정

주 교통수단의 운행패턴에 따라 환승센터별, 시설물별로 적용되어야 하는 수요는 차이가 있다. 따라서, 환승센터 주 교통수단의 운행패턴에 따라 아래의 4가지 수요 중 하나를 선택하여 사용한다.

- ① 첨두피크시 수요
- ② 첨두 15분 수요
- ③ 첨두 5분 수요
- ④ 첨두 2분 수요

1일 수요에 기반 하여 정리하면 아래와 같은 일반식을 만들 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{첨두시 수요} &= \text{일일수요} \times \alpha \\ \text{첨두15분 수요} &= \text{첨두시 수요} \times \beta \\ \text{첨두5분 수요} &= \text{첨두시 수요} \times \gamma \\ \text{첨두2분 수요} &= \text{첨두시 수요} \times \delta \end{aligned}$$

여기서,

- α : 첨두시 피크계수 (Default 값 = 0.13)
- β : 첨두 15분 피크계수 (Default 값 = 0.3)
- γ : 첨두 5분 피크계수 (Default 값 = 0.125)
- δ : 첨두 2분 피크계수 (Default 값 = 0.07)

다음 <표 2>, <표 3>은 6가지 보행자군의 환산계수와 환승센터 유형별 PME / PWE를 나타내고 있다.

<표 2> 보행자구성에 따른 PME / PWE

항목	단순 보행자	가방 소지자	백팩 소지자	캐리어 소지자	카트 이용자	유아 동반자
PME	1.0	1.1	1.2	2.3	2.5	2.0
PWE	1.0	1.1	1.5	2.1	4.8	2.3

자료 : 국토해양부, 「복합환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」, 2009

<표 3> 환승센터 유형별 PME / PWE

구 분		PME	PWE
공 항	국제공항	2.1	3.217
	국내공항	1.776	2.442
철 도	고속철도	1.457	1.516
	도시철도	1.126	1.173
터 미 널	해상여객터미널	1.4	1.648
	고속·시외버스 터미널	1.315	1.36
	광역버스·BRT터미널	1.034	1.043

자료 : 국토해양부, 「복합환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」, 2009

4. 배치적정성 평가

환승센터의 배치적정성 평가기준은 「복합 환승센터 연계환승시설 설계편람(안), 국토해양부, 2009」에서 제시하고 있다. 평가는 외부시설 배치기준과 내부시설 배치기준으로 나누어지며, 평가지표로 이동거리 및 통행시간의 가중평균 값을 이용하여 시설물의 배치에 따른 보행자의 편의를 평가한다. 배치적정성 평가의 수행과정은 다음 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 배치적정성평가 수행과정

입력 자료는 표준CAD파일과 공간분할을 통하여 추출된 주요시설물의 노드정보와 CAD도면의 Line, Node, Block의 정보가 있다. 주요시설물의 노드정보를 환승센터 Multi-Class 보행자 통행배정을 이용하여 내부 / 외부의 경로 파일을 생성한다. 평가 대상경로의 경우 다음 <표 4>과 같이 외부시설 배치의 경우 주교통 수단으로 접근 가능한 교통수단들의 이동거리 및 통행시간의 평균값을 적용하며, 내부시설의 경우 제 1경로~제 4경로 출입구에서 개찰구까지의 이동경로를 나누어 시설물의 배치에 따른 보행자의 편의를 평가하다.

배치적정성평가의 결과 항목은 평균거리, 최단거리, 최장거리로 나누어 표출하도록 UI를 구성하였다. 결과 항목을 나누는 것은 최단거리, 최장거리를 활용하여 환승센터의 시설배치의 적합성 및 개선방향을 제시하기 위함이다.

<표 4> 평가대상경로

구분	내용	
내부	1경로	출입구 → 개찰구
	2경로	출입구 → 매표소 → 개찰구
	3경로	출입구 → 환승지원시설 → 개찰구
	4경로	출입구 → 매표소 → 환승지원시설 → 개찰구
외부	버스	버스정류장 → 주교통수단
	택시	택시정류장 → 주교통수단
	주차장	환승주차장 → 주교통수단
	지하철	4호선 승강장 → 주교통수단

환승센터의 내, 외부부시설의 배치기준 산정공식과 평가 기준은 다음 <표 5>, <표 6>, <표 7>과 같다.

<표 5> 외부시설 배치 기준 산정공식

$$\text{가중평균거리} = \frac{\sum P_i \times Ph_i}{P}, P = \sum P_i$$

P_i = 환승센터의 주 교통수단을 이용하기 위한 접근교통수단 별 수요
 Ph_i = 접근교통수단별 환승거리(Path)로서 접근교통수단 하차 지점에서 주교통수단 승차지점까지의 거리

<표 6> 내부시설 배치기준 산정공식

$$\text{가중평균거리} = \frac{\sum P_i \times Ph_i}{P}, P = \sum P_i$$

P_i = 내부이동 경로별 수요
 Ph_i = 내부이동경로거리로서 출입구에서 개찰구까지 거리

<표 7> 배치적정성 평가기준

LOS	내부시설		외부시설	
	환승시간	환승거리	환승시간	환승거리
A	1분이하	60m이내	1분이내	60m이내
B	1분~1.5분	60m~90m	1분~2분	60m~120m
C	1.5분~2분	90m~120m	2분~3분	120m~180m
D	2분~2.5분	120m~150m	3분~4분	180m~240m
E	2.5분~3분	150m~180m	4분~5분	240m~300m
F	3분이상	180m이상	5분이상	300m이상

자료: 국토해양부, 「복합환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」, 2009

※ 보행속도는 1.0m/sec로 가정하였음

※ 계단의 거리는 가중치로 2개를 적용하였음

IV. 환승센터 평가 적용

1. 설계적정성 평가 적용

최소설계기준 평가는 주요 환승센터를 대상으로 실시하였다. 평가를 위해서 대상도면을 프로그램에서 정의되어 있는 레이어로 표준화 작업을 실시하여 설계적정성 평가를 실시하였다.

대상 환승센터 설계적정성 평가결과는 다음의 표와 같은 결과를 얻었다. A 환승센터의 경우 평가대상 635개 중 약 12.9%인 82개 항목이 부적합으로 평가되었고, B 환승센터의 경우 평가대상 759개 중 약 19%인 143개 항목이 부적합으로 평가되었다. 마지막으로 C 환승센터의 경우 평가대상 1,032개 중 약 13%인 136개가 부적합한 것으로 평가되었다.

<표 8> A 환승센터 설계적정성 평가결과

구분	개요	설계적정성 평가항목	
		총 시설물	부적합 시설물
지상1층	보도, 버스정류장등	77	1
지하1층	a호선 대합실	206	34
지하2층	환승통로	150	10
지하3층	a호선 승강장	98	11
지하4층	환승통로	80	17
지하5층	b호선 승강장	24	9
총계		635	82 약12.9%

<표 9> B 환승센터 설계적정성 평가결과

구분	개요	설계적정성 평가항목	
		평가항목	부적합 평가항목
지상1층	수화물보관소 편의시설	202	54
지상2층	체크인카운터	237	44
지상3층	출입국심사대 보완검색대	240	37
지상4층	편의시설	70	8
총계		749	143 약19%

<표 10> C 환승센터 설계적정성 평가결과

구분	개요	설계적정성 평가항목	
		총 시설물	부적합 시설물
지상1층	매표소, 상점	293	42
지하1층	대합실	588	58
지하2층	승강장	251	36
총계		1,032	136 약13%

이와 같이 환승센터 시설물 설계기준 적정성 평가를 통해 해당 시설물이 최소 설계기준을 만족하는지 못하는 지를 평가함으로써 시설물 설치 현황과 개선해야 할 시설물을 명확히 알 수 있게 된다.

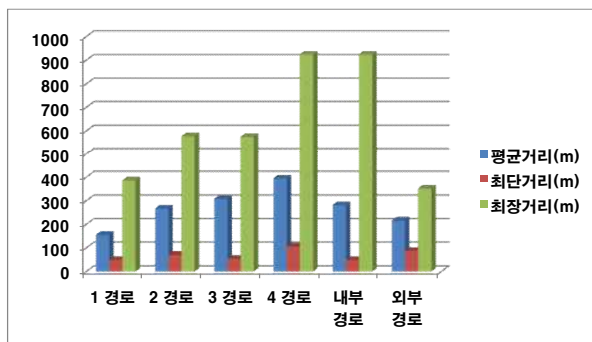
2. 배치적정성 평가 적용

배치적정성 평가는 주요환승센터를 대상으로 실시하였다. A 환승센터의 외부시설 배치적정성 평가는 주 교통수단을 a호선 승강장으로 선정하고 접근 교통수단을 버스정류장과 b호선 승강장으로 선정하여 평가를 실시하였다. 내부시설 배치적정성은 출입구에서 개찰구까지의 총 4가지의 경로로 나누어 평가를 실시하였다. 평가결과는 다음의 표와 같이 내부경로는 서비스수준 F, 제1경로 E, 제2경로 F, 제3경로 F, 제4경로 F값으로 나타났다. 외부경로는 서비스수준 D의 결과 값을 보였다.

B 환승센터의 경우 제1경로 B, 제2경로 F, 제3경로 F, 제4경로 F, 내부경로 전체의 평균은 F로 분석되었다.

<표 11> A 환승센터 배치적정성 평가결과

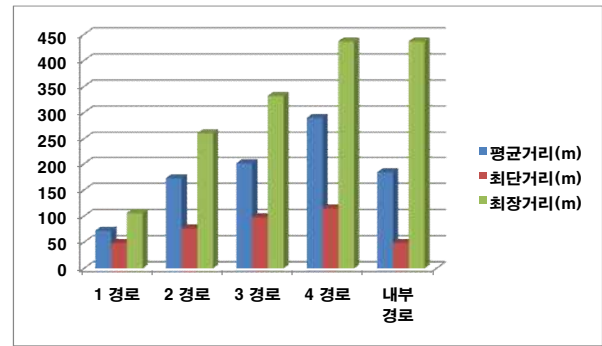
구분	LOS	평균거리(m)	최단거리(m)	최장거리(m)
1경로	E	156.675	50.197	387.431
2경로	F	268.629	72.639	579.253
3경로	F	309.3	55.712	576.652
4경로	F	396.074	107.463	925.404
내부경로	F	282.67	50.197	925.404
외부경로	D	217.604	89.232	353.589



<그림 4> A 환승센터 배치적정성 평가결과

<표 12> B 환승센터 배치적정성 평가결과

구분	LOS	거리(m)	최단거리(m)	최장거리(m)
1경로	B	73.101	49.546	106.478
2경로	E	173.161	77.393	261.047
3경로	F	201.61	98.391	332.889
4경로	F	290.835	115.617	437.27
내부경로	F	184.677	49.546	437.27



<그림 5> B 환승센터 배치적정성 평가결과

V. 결론

본 연구는 설계분석 프로그램을 통해 환승센터 시설물의 설계적정성과 시설물 배치적정성 평가하였다. 하지만 이번 연구에서는 대상 환승센터의 명칭은 명시하지 않는 것을 원칙으로 하였다.

Design-PED를 통한 설계분석을 통하여 현재 운영 중인 환승센터 시설물의 문제점을 분석하고 개선안을 도출함으로써 시설물 유지·운영 및 개선을 위해 사용할 수 있을 것이고, 새로운 환승센터의 최적 설계안을 도출할 수 있을 것이다. 또한, 설계기준 평가의 경우는 복합환승센터 뿐만 아니라 도시기반시설설계(공원, 광장, 체육시설), 주택단지설계, 항만시설설계 등 설계기준을 제시하고 있는 시설물들에 대한 평가를 위해 활용되어질 수 있을 것으로 기대된다.

설계분석 프로그램(Design-PED)은 현재 개발 중에 있으며 보완해야 할 사항들이 있다. 첫째, 현재 환승센터의 적합성평가는 설계 CAD도면을 바탕으로 평가하고 있다. 따라서 실제 분석결과가 현황과 잘 맞는지를 검토하기 위해서는 현장조사를 통한 검증과정이 필요할 것이다. 둘째, 이용자의 사용 편의성을 위하여 CAD도면 표준화 작업지침 작성과 프로그램 입력 자료의 자동화기능이 필요할 것이다. 마지막으로 분석결과를 좀 더 명확히 볼 수 있도록 인터페이스의 시각적인 보완이 필요할 것이다.

본 논문은 국토해양부 국가교통핵심기술개발 사업인 「교통연계 및 환승시스템 기술개발」의 지원을 받아 수행한 연구임

참 고 문 헌

1. 「복합 환승센터 연계환승시설 설계편람(안)」(국토해양부, 2009)
2. 「도로용량편람」(대한교통학회, 2004)
3. 「도시철도 정거장 및 환승편의시설 보완 설계 지침」(건설교통부, 2006)
4. 「환승센터 설계기준 표준화」(한국교통연구원, 2004)
5. 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률 시행령」(법제처, 2005)
6. 「대중교통수단 환승체계구축 연구」(서울시정개발연구원, 1995)
7. 「대중교통평가론」(김찬성, 정희돈, 2007)
8. 「대중교통 환승체계의 구축방안」(한국교통연구원, 1995)