

철도이용객데이터를 이용한 철도역사 설계시간계수 산정연구

Design Hourly Factor Estimation with Railway Passenger Data

오 태 호* · 이 선 하** · 천 춘 근*** · 유 병 영**** · 이 상 재*****

* 주저자 : 국립공주대학교 도시·교통공학과 석사과정

** 교신저자 : 국립공주대학교 건설환경공학부 교수

*** 공저자 : 국립공주대학교 건설환경공학과 박사과정

**** 공저자 : (주)건화 교통계획부 차장

***** 공저자 : 한국철도공사 연구원 책임연구원

Tae ho Oh* · Seon ha Lee** · Choon keun Cheon*** · Byung young Yu**** · Sang Jae Lee*****

* Dept. of Urban-Traffic Eng., Kongju National University

** Dept. of Civill and Environmental Eng Kongju National University

*** Dept. of Civill and Environmental Eng Kongju National University

**** Dept. of Transportation Planning., Kunhwa

***** Dept. of KORAIL Research Institute., Korail

† Corresponding author : Seon ha Lee, seonha@kongju.ac.kr

Vol.16 No.1(2017)

February, 2017

pp.64~77

ISSN 1738-0774(Print)

ISSN 2384-1729(On-line)

[https://doi.org/10.12815/kits.](https://doi.org/10.12815/kits.2017.16.1.64)

2017.16.1.64

Received 18 January 2017

Revised 2 February 2017

Accepted 3 February 2017

© 2017. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

요 약

국내 철도역사는 장래 지역사회 및 산업경제 발전 등을 고려하여 역사의 평균적인 1일 이용객량을 산정하고 이를 활용한 역사 규모설계가 시행 중이다. 하지만, 평균적인 1일 이용객 데이터는 1년간 다변화되는 이용객을 고려하지 못해 문제가 제기되고 있는 실정이다. 이에 대표적으로 광주송정역은 개통 후 당초계획 보다 많은 이용객으로 인해 역사 혼잡이 가중되고 있다. 따라서 본 연구에서는 1년간 다변화되는 이용객 고려를 위해 도로의 설계 시 활용되는 설계시간계수 개념을 인용하여, 철도분야에서 활용하고자 한다. 계수 산정을 위해 철도 이용객 데이터를 수집하고 지수모형 및 삼차방정식 모형을 활용하여 곡선모형 추정도 및 신뢰도 검증을 시행하였다. 변곡점 산정을 통한 설계시간계수 도출결과 지수모형을 활용하는 것이 철도이용객 설계시간계수 값을 잘 반영되는 것으로 분석되었다.

핵심어 : 설계시간계수, 회귀분석, 지수모형, 삼차방정식

ABSTRACT

Domestic railway station calculates average number of passenger per day by considering future regional society and development of industrial economy etc, is carrying out designs on railway station scale. However, problems are being suggested situationally because selected average passenger data does not consider passengers having been diversified for a year. For representative example, confusion of Gwangju-Songjeong Railway Station got worse due to passengers whose number is more than original plan since the opening. Therefore, this study quotes the concept of design hourly factor using in designing roads to consider passengers having been diversified for a

year in railway field. In order to calculate factor, collecting railway passenger data and also estimate, reliability verification were executed by using exponential model and 3rd equation model. As a result of deducing design hourly factor through inflection point calculation, utilizing exponential model is analyzed to well reflect the value of design hourly factor on railway passengers.

Key words : Design Hourly Factor, Regression Analysis, Exponential Model, 3rd equation

I. 연구개요

1. 연구의 배경 및 목적

국내 철도역사는 장래 지역사회 및 산업경제의 발전, 타 지역으로부터의 인구유입을 고려하여 국내 도로·철도 예비타당성조사 표준지침에 제시된 전통적인 4단계모형 기반 수요예측을 시행하고 있다. 이후, 철도역사는 예측수요인 1일 철도이용객을 역사규모 설계 시 활용하고 있다. 하지만, 1일 철도이용객은 1년간 다변화되는 역사 이용객 패턴을 반영하지 못하여 철도역사의 과소 및 과대설계가 이루어지고 있는 실정이다.

예를 들어, 2013년에 개통된 KTX 광주송정역은 당초 12,876여명/일로 예측되었으나, 실제 역사 개통 후 교통수단 간의 연계, 역사 이용패턴의 변경 등의 사유로 1일 이용객은 하루 평균 약 2만명 이상으로 집계되었다. 또한, 최근 SRT의 개통으로 일평균 6,000명 ~ 9,000명의 이용객 증가로 철도역사 내 혼잡가중으로 인한 이용객불편이 발생되고 있다. 또한, 2004년 개통된 KTX 광명역은 시·중착역으로 10만명/일의 수요예측이 되었으나, 개통 후 2016년 상반기 이용객이 약 23,000여명/일로 과다 수요예측으로 인한 역사의 과대설계 문제점이 발생되었다.

이와 같이 철도역사규모의 과소·과대 설계되는 문제를 해결하기 위해서는 철도역사에 대한 장래수요예측의 정확성과 함께 1년간 다변화되는 이용객을 대표할 수 있는 설계이용객수 산정이 중요하다.

따라서, 본 연구에서는 도로설계 시 적정 차로수 산정 검토 과정에서 계획 목표년도에 대상 도로구간 통과가 예상되는 시간교통량 산정 시 필요계수인 설계시간계수 개념을 인용하여, 1년을 대표하는 1시간 철도이용객 산정 방안으로 활용하고자 한다.

설계시간계수 개념을 인용함에 앞서 도로와 철도는 상이한 특성을 가지고 있으므로 이를 고려하여 기존 연구의 설계시간계수 산정 방법론과 새로운 방법론을 비교·검토가 필요하다

이를 통해, 적정설계시간계수 산정방법론제시 및 1년간 변화되는 철도이용객수 고려가 가능하다.

II. 기존연구검토

1. 설계시간계수

『HCM (2013)』에 제시된 설계시간계수는 도로설계의 기본이 되는 장래 시간교통량으로서, 설계대상구간을 통과할 것으로 예상되는 1시간 교통량을 의미하고 일반적으로 K로 통용된다.

설계시간계수는 주로 도로교통수요 변동 특성에 따라 변화한다.

설계시간계수가 클수록 교통수요 변동이 큰 것을 의미하며, 설계시간계수를 너무 높게 산정할 경우 도로의 통과교통량이 과다하게 계산되어 비경제적인 도로 건설의 우려가 있다.

반대로 너무 낮게 설정할 경우 통과교통량을 수용하기 어려운 도로건설로 인해 잦은 교통혼잡이 발생되므로 대상지역의 특성 및 교통수요 변동을 고려한 설계시간계수 산정이 중요하다.

설계시간계수의 일반적인 산정원리는 다음과 같다.

- ① 상시교통량 조사지점의 Data를 시간교통량 단위로 수집함(8,760시간=365일 x 24시간/일)
 - ② 수집된 Data를 많은 순서부터 내림차순으로 정렬하고 이를 시간 Data-순위 관계곡선으로 연결함
 - ③ 곡선이 급격히 변하는 지점(변곡점)을 산정함
 - ④ 변곡점의 Data/연평균 일교통량을 백분율을 산출하고 그 지점의 순위를 K순위로 함
 - ⑤ K순위 값에 해당하는 백분율 값을 설계시간계수로 지칭하고 그 때의 교통량을 설계시간교통량으로 함
- 위 절차에 따라 『HCM (2013)』에 공시된 지역별 설계시간계수 값은 다음 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Design Hourly Factor in manual

Table	Disign Horly Fator(K)
Urban	0.12(0.10 ~ 0.14)
Local	0.16(0.13 ~ 0.20)
Tourist	0.23(0.18 ~ 0.28)

2. 철도역사 규모설계 기준

철도역사 규모 설계 시 주요 여객시설에 대한 면적산정식을 검토하여 면적산정 시 철도이용객 데이터의 활용성을 검토하고자 하였다. 검토결과, 피크 시 1시간의 승·하차 이용객을 활용하여 면적을 산정하였으며, 이는 이용객이 최대가 되는 피크 시 이용객을 활용하여 다변화 되는 철도이용객을 고려하지 못해 역사 규모 설계에 있어서 적적면적설계가 어려움이 있는 것으로 판단된다.

『KRNA(2016)』에 제시된 철도역사 여객시설의 규모설계를 위한 면적산정식은 다음과 같다.

1) 콘코스

$$A = \frac{P' \times \alpha}{T_1} \times \alpha' \times \frac{1}{3} \times T_2 + \frac{1}{V \cdot \rho} \times \frac{P''}{3600} \times L + \frac{P' \times \alpha}{T_1} \times \frac{2}{3} \times T_2 \times \alpha'' + S_1 \quad (1)$$

여기서,	A = 콘코스 면적	T_1 = 단위시간(60분)
	α = 비승차객 활증률(1.0 ~ 3.0)	T_2 = 콘코스 내 체제시간(13분)
	α' = 콘코스 내 공간모듈(3.2m ² /인)	V = 보행속도(1.1m/s)
	α'' = 자유흐름 영역(2m ² /인)	ρ = 보행밀도(0.4인/m ²)
	P' = 피크시 1시간 승차인원	L = 콘코스 내 평균보행거리(0.5~3분간 진행거리)
	P'' = 피크시 1시간 하차인원	S_1 = 콘코스 내 편의시설면적 (콘코스 면적의 5% 이상으로 확보)

2) 대합실

$$A = a \times \left(\frac{T_3}{t} - 1 \right) \times (P' \times \alpha) \quad (2)$$

여기서,	$A =$	대합실 면적	P'	피크시 1열차당 승차인원
	$a =$	1인당 점유면적(1.5m ² /인)	$T_3 =$	대합실 내 체제시간(17분)
	$N =$	열차 최대 발차회수	$t =$	피크시 열차시각

3) 통로

$$W = \frac{1}{\rho \times v} \times \frac{PH}{T} + F \tag{3}$$

여기서,	$W =$	여객통로폭	$PH =$	피크시 1열차당 승·하차인원 (피크시 승·하차인원/열차횟수)
	$\rho =$	보행자 밀도(0.4인/m ²)	$T =$	열차운행시각(초)
	$v =$	보행자 속도(1.1m/s)	$F =$	여유폭원(1m이상, 상점설치 시 1.5m)

3. 관련연구검토

본 연구에서는 도로설계 시 활용되는 설계시간계수의 개념을 철도역사에 적용시키기 위해 설계시간 산정 방안에 관한 연구검토를 시행하였다.

Back et al.(2007)은 차량검지기 자료를 이용한 고속도로 설계시간계수 산정연구를 진행하였다. 변곡점 산정 방안으로는 지수모형을 활용하여 곡률이 최대가 되는 지점을 수학적 모형을 통해 해석하였다. 그 결과, 단순 K₃₀값이 아닌 차량검지기 자료를 기반으로 국내 실정에 맞는 도로 입지별 적정 설계시간계수 값을 재 산정하였다.

Km et al.(2010)은 도시부 고속도로 설계시간계수 추정방법의 문제점 및 개선방향을 제시하고자 하였다. 주요 내용으로는 도시부의 상습교통정체로 인하여 관측된 시간교통량이 실제 교통량과 차이가 있는 것을 문제점으로 제시하였다. 이에, 대칭이동방법을 이용한 혼잡시간대 교통량을 예측을 시행하였다. 분석결과를 바탕으로 도시부의 새로운 설계시간을 도출하여 국내 교통특성에 맞는 설계시간계수를 도출하였다.

Ha(2013)는 일반국도의 도로 유형별 설계시간계수를 산정하고자 하였다. 이때, 적정 시간순위 즉 변곡점에 맞는 순위를 산출하였다. 이때, 백승걸 외 3명의 연구와 동일한 방법인 지수모형을 활용한 설계시간계수를 도출하고 도로 유형별 회귀식 도출을 통해 변곡점 탐색을 시행하였다.

Ahn et al.(2013)은 변곡점 탐색을 통한 도로 설계시간계수 산정연구를 진행하였다. 이를 위해 변곡점 산정 방안으로는 Simple Linear Regression방안을 이용하였다. 이후, 순위곡선 변화탐색을 위해 두 점 사이 구간 값들에 대한 Simple Linear Regression을 추정하고 추정한 회귀 직선의 값과 순위곡선 상에 위치한 값 사이의 오차를 이용한 곡선변화를 탐색하였다. 분석결과 현재 사용되고 있는 설계시간순위(30순위)보다 하위권에서 발생되는 것으로 분석되었다.

Kim and Oh(2015)은 일반국도의 도로 유형별 설계시간계수를 재산정하였다. 이 연구에서 활용한 설계시간계수 산정방법은 변곡점 산정방안에 대해 구체화 하였는데, 변곡점 산정을 위해 곡선의 기울기 값이 일정하게 작아지는 점과 1순위 점을 직선으로 연결했을 때 직선위의 각 점에서 곡선까지의 직선거리가 최대가 되는 곡선의 점을 변곡점으로 설정함으로써 설계시간계수를 도출하였다. 분석결과 기존의 설계시간계수 값 보다는 작은 값이 도출되었다.

4. 기존연구와의 차별성

철도역사 규모 설계기준 및 기존연구 고찰결과 철도역사 내 시설물(콘코스, 대합실, 통로 등)의 규모설계를 위해서는 침투 1시간에 대한 승·하차 이용객수가 고려된다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 1년간의 다변화되는 보행량을 고려한 역사 규모설계가 가능하도록 침투시간이 아닌 설계기준 보행량을 적용하고자 하며, 이를 위해서는 설계시간계수도출이 필수적이다.

설계시간계수는 도로설계 시 도로 규모를 설계하는데 활용되어왔으며, 국내에 특화된 적용기준이 부재하여 미국의 연방도로관리청(FHWA)에서 제안한 1년 중 30번째 순위에 위치한 시간교통량을 현재까지 적용 중이다.

이에 국내연구진들은 국내실정에 맞는 설계시간계수의 적용 및 보완방안을 제시하고 있으며, 주로 설계시간순위를 찾기 위한 변곡점 탐색법의 많은 연구가 진행 중이다.

변곡점 탐색방안으로는 곡선이 접합되는 두 직선의 거리차 분석, SPSS를 활용한 선형회귀분석 및 지수분석 등 다양한 방법이 있었다.

하지만, 본 연구에서는 일반도로의 설계시간계수의 산정이 아니라 1년 중 대표되는 1시간의 철도역사 이용객수를 기반으로 예상되는 이용객을 고려할 수 있는 설계시간계수 산정이 필요하다.

이를 위해 선행연구에서 분석가 의견이 최소한으로 반영된 연구방법인 SPSS를 활용한 지수모형을 이용하여 적정 설계시간계수를 산정하고자 한다.

또한, 철도역사 이용객에 대한 순위도 곡선을 분석 후, 예상되는 적정 모형을 선정함으로써 2개의 모형의 적용 가능성에 대한 비교·분석을 시행한다.

종합적으로, 본 연구에서는 도로의 차로수 검토과정에서 활용되는 설계시간계수를 철도이용객수 산정에 활용하기 위해 SPSS를 이용한 회귀분석을 시행한다. 다음으로 1년 중 1시간을 대표하는 철도이용객 산출을 위해 적정모형 선정 및 적정 설계시간계수 값을 도출하고자 한다.

Ⅲ. 설계시간계수 산정

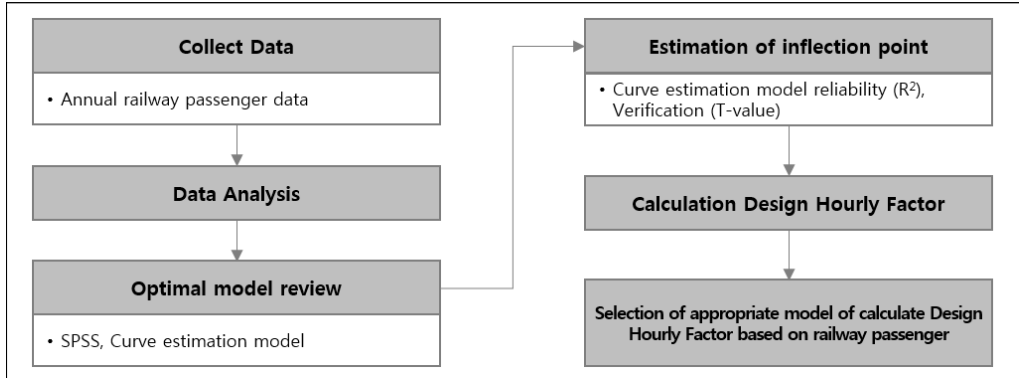
1. 산정 방법론

본 연구는 철도이용객에 맞는 적정 변곡점 탐색모형 검토 및 설계시간계수 도출을 위해 다음 <Fig. 1>과 같은 연구 과정을 수행한다.

먼저 자료수집 단계에서는 설계시간계수 산정을 위한 1년간 1시간의 철도이용객자료를 역사 유형별(도심, 지방, 관광)로 수집한다.

수집된 데이터를 내림차순으로 가공하고, SPSS회귀분석 중 곡선추정모형을 활용하여 기존모형 및 새로운 모형에 대하여 곡선추정 적합도(R^2) 및 신뢰도(t-value) 분석을 시행한다.

다음으로, 모형별 변곡점 산정방안을 시행하여 설계시간계수를 도출하고, 적정한 설계시간계수 값을 갖는 모형을 선정함으로써 철도역사 이용객에 적용 가능한 설계시간계수를 도출하고자 한다.



〈Fig. 1〉 Rank curve of Seoul station

2. 자료수집 및 분석

1) 자료수집

본 연구에서는 한국철도공사에서 관리하는 OLAB(한국철도공사 통계DB)에서 가공된 이용객 자료를 사용하였다. 이용객 자료 수집기간은 설계시간계수 산정이 요구되는 1년 365일(2014. 01. 01. ~ 2014. 12. 31.)에 대한 자료를 1시간 단위로 수집하였으며, 수집내용으로는 철도역사 별 이용객 승·하차 인원이다.

입지별 대표 철도역사는 역사 입지, 노선형식, 고속열차 정차여부를 고려하여 선정하였다.

2) 자료분석

수집된 자료는 역사의 입지별로 도심, 지방, 관광부로 구분하였다. 다음으로, SPSS를 활용한 이용객 Data 분석을 위해서는 오류를 발생시키는 Data 삭제를 위해 오류검증을 시행하였다.

오류를 유발하는 데이터의 범위로는 1시간 내 이용객 데이터가 없는 경우 “0”으로 표기되는데 이는 SPSS 분석 시 오류를 발생시키므로, 이를 제외하는 과정을 시행하였다.

그 결과, 설계시간계수 분석을 위해 수집된 역사별 자료의 분석시간범위는 다음 <Table 2>와 같다.

〈Table 2〉 Analysis range

Station		Analysis range
Urban	Seoul	7,306 hours
	Daejeon	4,585 hours
	Pyeongtaek	5,796 hours
Local	Hongseong	7,300 hours
	Gwangju songjung	6,936 hours
	Jeonju	7,301 hours
Tourist	Gohan	6,345 hours
	Jeongdongjin	3,747 hours

다음으로 1차적으로 가공된 데이터를 활용하여 곡선의 모형을 모사하기 위해 순위도 분석을 시행하였다. 순위도 분석에는 8,760개의 데이터가 활용되어야 하지만, 오류를 발생시키는 데이터는 값이 “0”인 것으로 본

분석에 큰 영향을 미치지 않으므로 이를 제외한 순위도 곡선을 작성하였다.

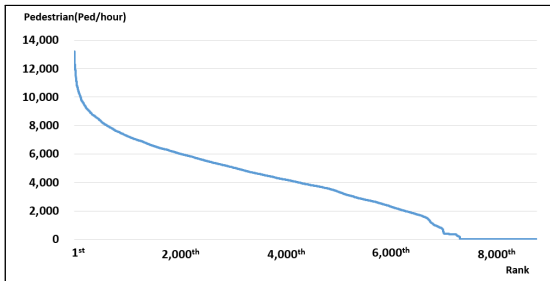
순위도 곡선 작성결과 곡선의 형태는 관련연구에서 분석되었던 도로설계 시 활용되는 설계시간계수의 순위도 곡선과 비슷한 형태를 보이는 것으로 분석되었다.

또한, 도로설계 시 변곡점으로 활용되는 30번째 값과는 확연하게 각 역사별로 변곡점의 위치가 다른 것으로 나타난다.

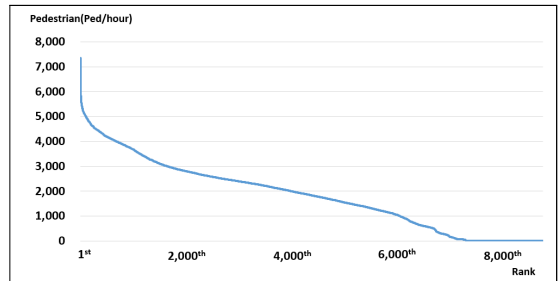
도심부 역사(서울, 대전, 평택)의 경우 다음 <Fig. 2> ~ <Fig. 4>와 같이 철도역사 이용객 Data가 꾸준히 분포되고 있으며, 누운 S자 의 허리 부분이 길게 나타내는 것으로 분석되었다.

지방부 역사(홍성, 광주송정, 전주)의 경우 다음 <Fig. 5> ~ <Fig. 7>과 같이 철도이용객이 2,000번째 순위에서 일정하게 줄어들어 L자 형태의 내각이 둔각으로 그려지는 그래프 패턴으로 분석되었다.

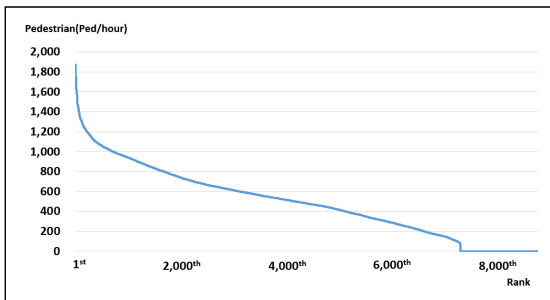
마지막으로 관광부 역사(고한, 정동진)의 경우 다음 <Fig. 8> ~ <Fig. 9>와 같이 평소이용객은 적으나 특정 일, 시간에만 급격하게 몰려 L자 형태와 가장 유사한 형태로 분석되었다.



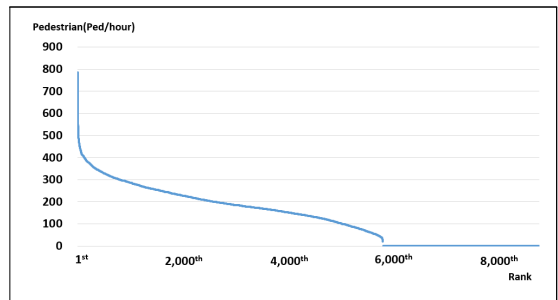
<Fig. 2> Rank curve of Seoul station



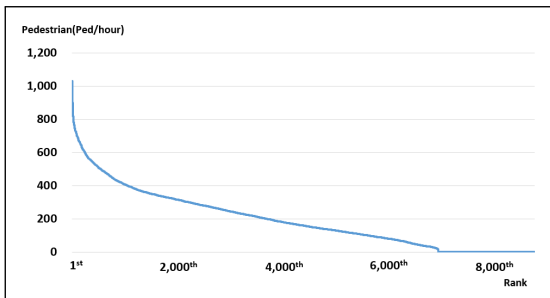
<Fig. 3> Rank curve of Daejeon Station



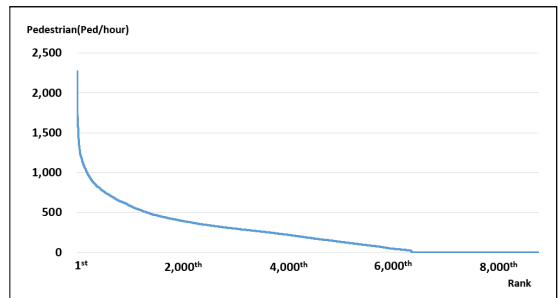
<Fig. 4> Rank curve of Pyeongtaek Station



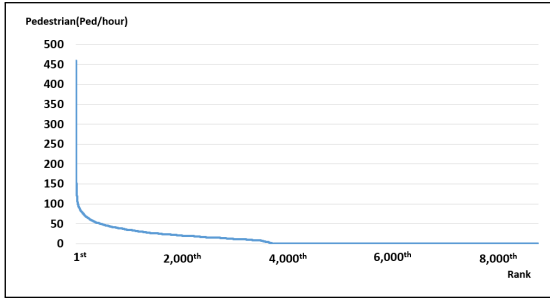
<Fig. 5> Rank curve of Hongseong Station



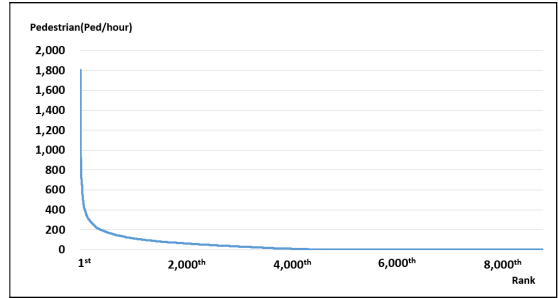
<Fig. 6> Rank curve of Gwangju-Songjung Station



<Fig. 7> Rank curve of Jeonju Station



〈Fig. 8〉 Rank curve of Gohan Station



〈Fig. 9〉 Rank curve of Jeongdongjin

3. 적정모형검토

철도이용객 추정에 적합한 적정 설계시간도출을 위해 곡선추정의 적합도 및 신뢰도 검증을 시행하였다. 모형 분석은 SPSS를 활용하여 회귀분석 중 곡선 추정모형을 활용하여 철도이용객 데이터와 적합한 모형을 산정하고자 하였다. 추정모형으로는 기존연구에서 도로설계 시 활용하였던 지수모형과 순위도 곡선분석 결과, 가장 유사할 것으로 판단되는 삼차방정식에 대한 검증을 시행하였다.

SPSS를 활용하여 분석을 시행한 결과, 전 역사의 데이터와 모형 간 곡선추정의 적합도 및 신뢰도 값은 다음 <Table 3>과 같이 분석되었다.

〈Table 3〉 Results of fitness and reliability

Station		Fitness(R ²)		Reliability(t-value)	
		Exponential	3 rd equation	Exponential	3 rd equation
Urban	Seoul	0.500	0.992	85.493	242.945
	Daejeon	0.455	0.995	78.111	349.497
	Pyeongtaek	0.660	0.986	119.020	212.544
Local	Hongseong	0.667	0.984	107.700	179.973
	Gwangjusongjung	0.673	0.978	119.342	183.454
	Jeonju	0.690	0.957	118.711	158.300
Tourist	Gohan	0.721	0.732	98.458	50.260
	Jeongdongjin	0.700	0.745	103.357	65.832

분석결과, 삼차방정식이 데이터의 순위도 곡선을 가장 잘 반영하고 있으며, 데이터 간의 신뢰도도 가장 높은 것으로 분석되었다.

도심 및 지방부 역사는 삼차방정식의 신뢰도 및 적합도가 확연하게 우세한 것으로 분석되나, 이용객량이 현저히 적은 관광부 역사에서는 지수모형의 신뢰도가 높은 것으로 분석되었다.

따라서, 기존도로에서 활용된 지수모형은 삼차방정식 보다 적합도 및 신뢰도가 떨어지긴 하지만, 관광부 역사에서 삼차방정식 보다 넓은 신뢰도 값을 갖는 것으로 분석되었다.

또한, 이외 역사의 분석결과 값이 통계적 허용 수준 내로 분석되었으므로 설계시간계수에 모형을 적용하는 데에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

따라서, 두 모형을 활용한 변곡점 산정으로 보다 설계시간계수 값을 잘 표현하는 모형선정이 필요하다.

4. 변곡점 산정방안

1) 지수모형 활용

기존 연구에서 설계시간계수 산정에 가장 적합하다고 판단된 모형은 지수모형이며, 모형의 기본적인 식은 다음 식(4)와 같다.

$$Y = a \cdot X^b \quad (4)$$

여기서, $Y =$ 시간당 철도이용객수
 $X =$ 시간교통량 순위
 $a, b =$ 계수

위 식에서 각 곡선의 기울기가 급변하는 지점(변곡점)을 결정하기 위해서는 곡선의 곡률 산정 및 최대가 되는 지점을 구하여야한다.

곡률을 구하는 공식은 다음 식(5)와 같다.

$$k = \frac{f''(x)}{(1 + f'(x)^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (5)$$

식 (1)과 식(2)를 활용하여 x 가 최대가 되는 식의 도출결과는 다음 식(6)과 같다.

$$x = (ab)^{\frac{1}{1+b}} \quad (6)$$

즉, SPSS 회귀분석을 시행하면, 그래프에 대한 회귀식으로 식(4)와 같이 도출되고, 도출된 식(4)에서 계수인 a, b 값을 식 (6)에 대입하여 곡률이 최대가 되는 변곡점(x)을 도출하였다.

2) 삼차방정식 활용

삼차방정식의 변곡점 산정하는 방안은 수학적 공식에 따라 삼차방정식을 2번 미분한 방정식의 y 값이 0이 되는 지점이다. 따라서, 공식을 활용한 변곡점 산정방안은 다음과 같다.

삼차방정식 모형의 기본적인 수학적 모형식은 다음 식(7)과 같다.

$$Y = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (7)$$

여기서, $Y =$ 시간당 철도이용객수
 $X =$ 시간교통량 순위
 $a, b, c, d =$ 계수

곡률이 최대가 되는 지점을 도출하기 위한 삼차방정식을 2번 미분한 방정식은 다음 식(8)과 같다.

$$x = -\frac{b}{3a} \tag{8}$$

즉, SPSS 회귀분석을 시행 후, 식(7)과 같이 도출되는 회귀식 중 a, b값을 식 (8)에 대입하여 변곡점(x)을 도출하였다.

3) 모형별 계수값 도출 결과

SPSS 회귀분석을 시행하여, 각 모형 별 변곡점 산정 시 활용되는 계수인 a, b값은 다음 <Table 4>와 같이 도출되었다.

<Table 4> Result of factor

Station		Exponential		3 rd equation(x10 ⁷)	
		a	b	a	b
Urban	Seoul	241,384.16	0.53	-0.48	5,685.51
	Daejeon	16,570.97	0.24	-0.28	3,281.14
	Pyeongtaek	4,536.38	0.24	-0.06	780.04
Local	Hongseong	1,664.46	0.25	-0.04	408.86
	Gwangju songjung	33,844.85	0.32	-0.04	517.25
	Jeonju	9,065.48	0.42	-0.12	1,447.34
Tourist	Gohan	2,624.68	0.67	-0.06	424.65
	Jeongdongjin	20,203.77	0.79	-0.18	1,498.04

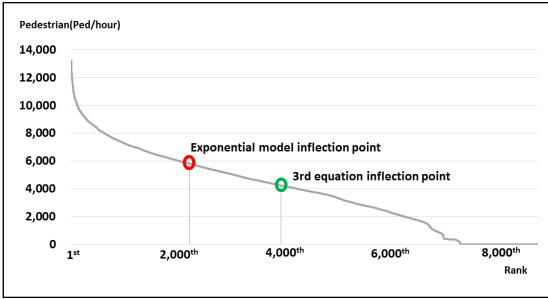
5. 설계시간계수 도출

1) 철도 역사별 변곡점 위치

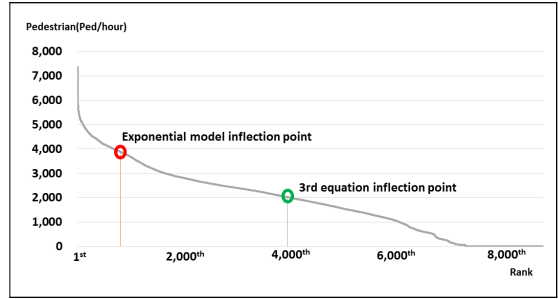
각 모형별 변곡점 산정 방안을 고려하여 순위도 곡선 내 변곡점의 위치는 다음 <Fig. 10> ~ <Fig. 17>과 같이 산출되었다.

분석결과 전반적으로 지수모형의 변곡점이 삼차방정식보다 전방에 위치한 것으로 분석되었다.

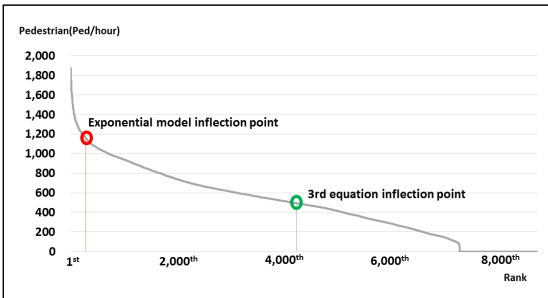
지수모형의 경우 각 역사별 이용객 데이터 분석 시간 및 이용객 수에 따라 약 100위에서 약 2,000위 까지 변곡점이 변경되는 것으로 분석되나, 삼차방정식의 경우에는 약 4,000위 전·후로 크게 변동되지 않는 것으로 판단된다.



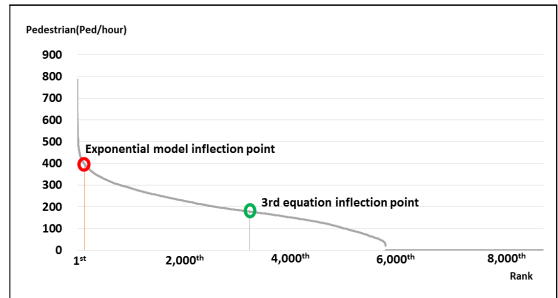
〈Fig. 10〉 Inflexion point of Seoul station



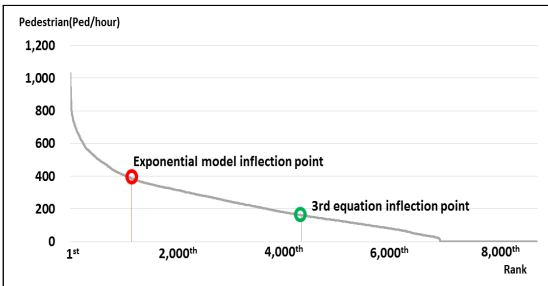
〈Fig. 11〉 Inflexion point of Daejeon Station



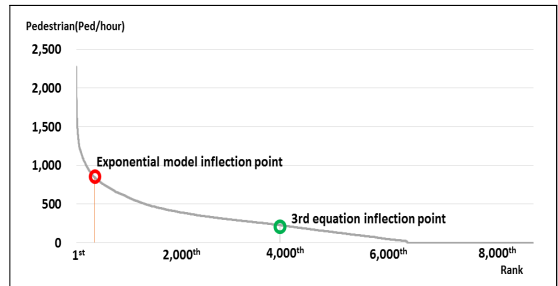
〈Fig. 12〉 Inflexion point of Pyeongtaek Station



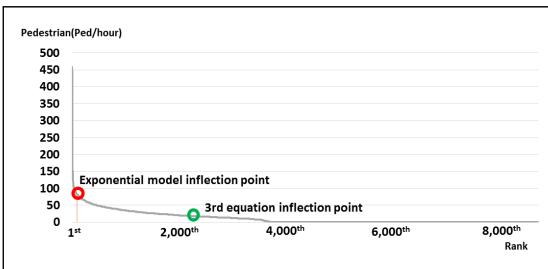
〈Fig. 13〉 Inflexion point of Hongseong Station



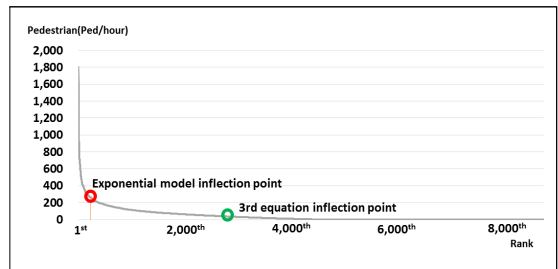
〈Fig. 14〉 Inflexion point of Gwangju-Songjung Station



〈Fig. 15〉 Inflexion point of Jeonju Station



〈Fig. 16〉 Inflexion point of Gohan Station



〈Fig. 17〉 Inflexion point of Jeongdongjin

2) 철도 역사별 설계시간계수

순위도 곡선 산출 후 각 모형별 도출된 순위에 맞는 설계시간계수 산출결과는 다음 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Result of Design Hourly Factor

Station		Exponential		3 rd equation	
		Rank	Factor	Rank	Factor
Urban	Seoul	2,211	0.06	3,932	0.05
	Daejoen	808	0.09	3,948	0.05
	Pyeongtaek	280	0.10	4,234	0.04
Local	Hongseong	125	0.13	3,239	0.06
	Gwangju songjung	1,139	0.13	4,331	0.04
	Jeonju	336	0.14	3,900	0.04
Tourist	Gohan	89	0.29	2,279	0.06
	Jeongdongjin	224	0.26	2,815	0.04

먼저, 기존의 도로설계 시 활용되었던 방법인 지수모형을 철도역사이용객 데이터에 적용하여 설계시간을 도출한 결과, 도로설계 적용방안과 유사하게 도심(0.06 ~ 0.10), 지방(0.13 ~ 0.14), 관광(0.26 ~ 0.29) 역사에 대해 구분이 가능하였으며, 도심 → 지방 → 관광 순으로 설계시간계수가 점차 증가하는 결과 값으로 분석되었다.

하지만, SPSS에서 철도이용객 데이터와의 곡선모형추정도 및 신뢰도가 지수모형 보다 우세하게 분석된 삼차방정식의 경우 역사 입지에 따라 설계시간 계수값의 차이가 없으며, 산출된 설계시간계수의 값이 분석 역사에서 모두 유사한 값(0.04 ~ 0.06)으로 도출되어 철도역사의 특징에 따라 설계시간계수 값의 패턴 분석이 불가능하다.

3) 분석결과 및 시사점

철도역사 이용객데이터를 기반으로 변곡점 산정 및 설계시간계수 도출결과, 삼차방정식은 3,000위 ~ 4,000 위로 주로 데이터의 중·후반부에 위치하여 설계시간계수 값의 차이가 불분명하여 역사별 특징을 구분하는데 어려움이 있었다.

하지만, 지수모형을 활용한 경우 역사별 이용객 수의 편차에 따라 변곡점 순위가 다르게 분석되었다.

서울역 및 광주송정역과 같은 대규모 역사의 경우 철도이용객이 꾸준히 발생되어 변곡점의 순위가 높게 (2,211위, 1,139위) 분석되고, 홍성역, 고한역, 정동진역과 같은 소규모 역사의 경우는 변곡점의 순위가 낮게 (125위, 89위, 224위) 분석되어 역사입지에 따라 설계시간계수가 확연하게 구분되는 분석결과를 도출되었다.

IV. 결 론

국내 철도역사 설계 시에는 1일 이용객수 데이터를 활용하여 1년간의 다변화되는 철도이용객을 고려하는데 어려움이 있었다. 이로 인해, 철도역사의 과대 설계로 인한 국가 예산낭비, 과소설계로 인한 이용객 불편

함 초래 등 문제가 지속적으로 발생되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 도로의 차로수 산정 검토과정에서 계획 목표연도에 따른 도로구간의 시간교통량 산정 시 활용되는 설계시간계수 개념을 활용하고자 한다.

설계시간계수는 통상적으로 K_{30} 계수로 1년 365일에 대한 시간 데이터(8,760개) 중 30번째 교통량을 활용하지만, 이는 미국연방도로관리청(FHWA)의 설계시간계수 산정방안을 인용한 것으로 국내 연구진 들은 우리나라에 적합한 설계시간계수 반영을 위해 다방면의 변곡점 산정 연구를 진행 중이다.

그 중, SPSS를 활용한 지수모형 분석이 설계시간 계수 산정 시 수학적 모형을 통한 변곡점 산정을 시행함으로써 분석가의견이 배제되어있는 방안으로 판단되어, 철도이용객에 대한 설계시간계수 산정 시 지수 모형을 포함한 다른 모형을 검토하였다.

다음으로, 철도이용객 데이터에 대해 순위도 곡선 작성결과 삼차방정식 모형과 유사하게 작성되어 최종적으로, 지수모형 및 삼차방정식에 대한 곡선모형 추정도 및 신뢰도 검증을 시행하였다. 곡선모형적합도(R^2) 및 신뢰도 검증(t-value) 결과 삼차방정식이 지수모형보다 곡선모형 추정(삼차방정식 : 평균 0.92, 지수모형 : 평균 0.63) 및 신뢰도(삼차방정식 : 평균 180.35, 지수모형 : 평균 103.77)가 우세한 것으로 분석되어 설계시간계수 산정 시 적절한 모형이 삼차방정식일 것으로 예상했다.

하지만, 변곡점 및 설계시간계수 산정 시 지수모형은 역사의 입지에 따라 설계시간계수가 구분(도심 : 0.06 ~ 0.10, 지방 : 0.13 ~ 0.14, 관광 : 0.26 ~ 0.29)되는 것으로 분석되었으나, 삼차방정식은 설계시간계수 값이 전 역사에서 유사(도심 : 0.04 ~ 0.05, 지방 : 0.04 ~ 0.06, 관광 : 0.04 ~ 0.06)하여 역사 특징에 따라 분류 기준을 적용하는 것이 불가한 것으로 분석되었다. 따라서, 철도역사 이용객에 대한 설계시간계수 산정 시 도로의 설계시간계수 추정과 같은 방법인 지수모형을 활용한 방안이 가장 적절한 것으로 판단된다.

연구의 활용방안으로는 신규역사 설계 시 본 연구에서 제시된 철도역사 입지별 설계시간계수 값의 범위를 활용하여 1년 중 1시간을 대표하는 이용수요예측이 가능하다. 이로 인하여, 철도역사의 적정 수요예측으로 철도역사의 과대설계에 따른 건축비용 낭비를 기피할 수 있으며, 과소설계에 따른 철도이용객의 혼잡민원사항을 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 기존 수요예측 시 활용되어왔던 방안인 열차 배차량을 바탕으로 1일 이용수요를 산정하는 것이 아닌 철도역사의 적정 1시간 이용수요를 기반으로 열차배차가 가능할 것으로 판단된다.

이를 가능케 하기 위해서는 산출된 적정 1시간 이용수요를 기반으로 시간대별 이용객수요 증감 가중치 연구를 추가적으로 시행하여 1일 동안 이루어지는 이용객수를 도출함으로써 열차배차가 가능할 것으로 판단된다.

향후 연구방안 및 한계점으로는 본 연구에서 제시한 설계시간계수 산정모형인 지수모형은 국내 약 300여 개 이상 되는 철도역사 중 8개의 역사를 대상으로 설계시간계수 분석을 시행하여 실제 설계단계 현장에 적용하기에는 무리가 있다. 따라서, 분석역사의 범위를 넓혀 모형의 적합성 검증 및 설계시간계수 값의 보정이 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Ahn S. C., Choi K. J. and Kim B. W.(2013), “Estimating Road Design Hourly Volume via Inflection Point,” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, vol. 33, no. 6, pp.2427-2435.
- Baek S. G., Kim B. J., Lee J. H. and Son Y. T. W.(2007), “Design Hourly Factor Estimation with

- Vehicle Detection System,” *Journal of the Korean Society of Transportation*, vol. 25, no. 6, pp.79-88.
- Ha J. A.(2013), “A Study on Characteristic Design Hourly Factor by Road Type for National High ways,” *Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation System*, vol. 12, no. 2, pp.52-62.
- Kim S. G., Kan S. W., Kim Y. C. and Ko S. Y.(2010), “Estimation Problem of Design Hour Factor(K) on Urban Expressways and its Improved Direction,” *Journal of the Korean Society of Transportation*, vol. 28, no. 2, pp.111-121.
- Kim T. W. and Oh J. S.(2015), “Estimation of K-factor according to Road Type and Economic Evaluation on National Highway,” *Journal of Contents*, vol. 15, no. 11, pp.582-590.
- Korea Rail Network Authority(2013), Building size planning, pp.1-5.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2013), Highway Capacity Manual, pp.4-7.