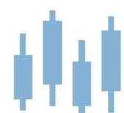
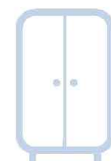


WP 21-06

도로 투자 평가에서의 통행시간 신뢰성 편익 도입방안

백정한 국토연구원 전문연구원 (jhbaek@krihs.re.kr)



※ 이 Working Paper의 내용은 국토연구원의 공식 견해가 아니며, 저자 개인의 의견입니다. 연구 내용에 대하여 궁금한 점은 저자의 이메일로 문의하여 주시고, 인용 시에는 저자 및 출처를 반드시 밝혀주시기 바랍니다.

차례

01 서론	05
02 통행시간 신뢰성의 개념 및 산정방안 고찰	07
03 국내 통행시간 신뢰성 지표 산정에 활용 가능한 데이터 검토	15
04 통행시간 신뢰성 편익 도입을 위한 필요조건	23
05 결론	29
부록	33

01 서론

1) 연구의 배경 및 목적

■ 사회간접자본사업의 추진 여부는 경제성 분석 등의 타당성 평가를 통하여 결정됨

- 예비타당성조사 운용지침 제14조에 따르면 총사업비가 500억 원 이상이면서 국가의 재정지원 규모가 300억 원 이상인 건설사업, 정보화 사업을 대상으로 타당성 분석을 진행
- 타당성 여부는 사업 전·후 발생하는 총 편익과 비용을 비교하여 평가를 진행하며, 사회간접자본의 유형에 따라 반영하는 편익의 유형과 비용 산정방법에 차이가 있음

■ 이 중에서 도로 부문 사업에 반영되는 편익은 계량화의 어려움 등으로 통행시간 절감, 차량운행 비용 절감, 교통사고 절감, 환경비용 절감이라는 4가지 편익으로 제한되어 있음

- 반면, 같은 교통시설인 철도 부문 사업에서는 주차비용 절감 편익, 선택가치 편익 등 새로운 가치를 반영할 수 있도록 방법론이 제시되어 있음(국토교통부 2017, 215-250)

■ 해외 주요 국들(영국, 네덜란드, 독일)은 교통사업의 효과로서 통행시간 절감뿐만 아니라 통행 시간 변동폭이 작아져서 안정성이 높아지는 효과를 통행시간 신뢰성 편익으로 반영(한국교통연구원 2016, 166을 참고하여 작성)

- 영국은 비용편익 분석에서 이 편익을 직접 반영하지는 않지만, 별도의 추가 항목으로 통행 시간 신뢰성 개선 정도를 제시
- 독일은 최근 개정된 타당성 평가 방법에 고속도로에 한정하여 이 편익을 추가

■ 최근 교통정보기술 발달로 통행시간 신뢰성 편익을 계량화하기 위한 시도가 진행되고 있음

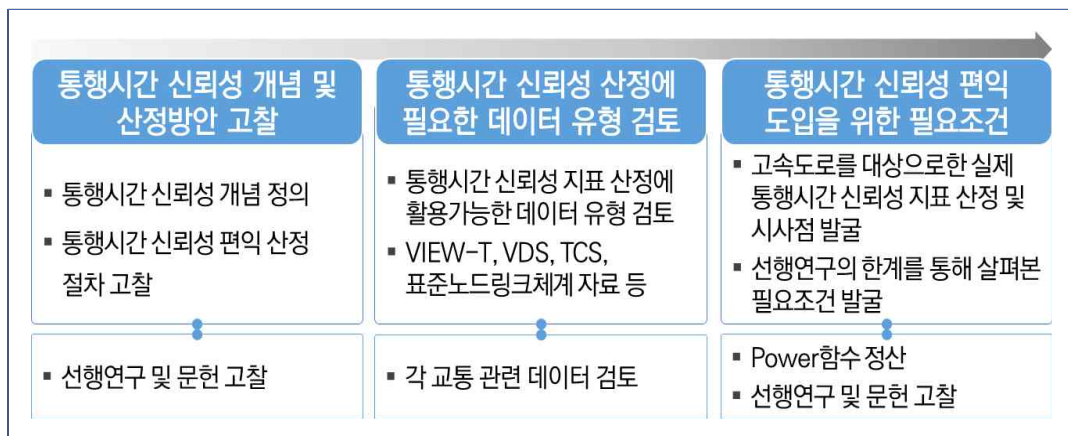
- 최근 들어 교통정보기술 발달로 네비게이션 통행자료, DSRC(차량용 사용을 위해 설계된 단거리 전용 무선 통신 기술) 자료 등 다양한 차량 통행자료를 활용할 수 있게 되면서 통행시간 신뢰성 향상 편익 계량화에 대한 기대가 고조(한국교통정책경제학회 2019, 1)

■ 이 페이퍼에서는 통행시간 신뢰성 편익 관련 최근 선행연구를 고찰하고 실제 투자 평가에 반영하기 위한 시사점을 제시하고자 함

2) 연구의 내용

- 도로 부문 통행시간 신뢰성 편익의 정의 제시
- 기존 연구 고찰을 통한 도로 부문 통행시간 신뢰성 측정 방법 및 통행시간 신뢰성의 화폐 가치화 방안 고찰
- 통행시간 신뢰성 편익 산정에 활용될 수 있는 데이터 유형을 검토하고 통행시간 신뢰성 지표 산정에 필요한 요소 제시

그림 1 연구의 흐름



출처: 저자 작성.

3) 주요 선행연구 및 차별성

- 기존 통행시간 신뢰성 관련 국내·외 연구의 의의와 한계를 진단하여 실제로 통행시간 신뢰성이 투자 평가 반영되기 위한 방향성을 제시함
- 실제로 수집되는 도로 부문 빅데이터를 활용하여 도로의 통행시간 신뢰성을 측정해보고 데이터 구축 및 분석 단계에서 고려되어야할 구체적인 사항을 언급함

4) 연구의 기대 효과

- 도로 투자사업에 새로운 가치인 통행시간 신뢰성 가치 편익을 반영하기 위한 방안을 모색하여, 향후 화물통행시간 절감 편익, 도로 쾌적성 개선 편익 등 도로 부문에서 추가 가치를 반영할 수 있는 기틀을 마련함

02 통행시간 신뢰성의 개념 및 산정방안 고찰

1) 통행시간 신뢰성의 개념

- 선행연구 검토 결과 통행시간 신뢰성은 동일한 기종점 간의 통행시간의 일관성(변동성) 정도 혹은 분포 정도, 기대 통행시간과 실제 통행시간의 차이를 의미

표 1 각 선행연구에서 정의한 통행시간 신뢰성의 개념

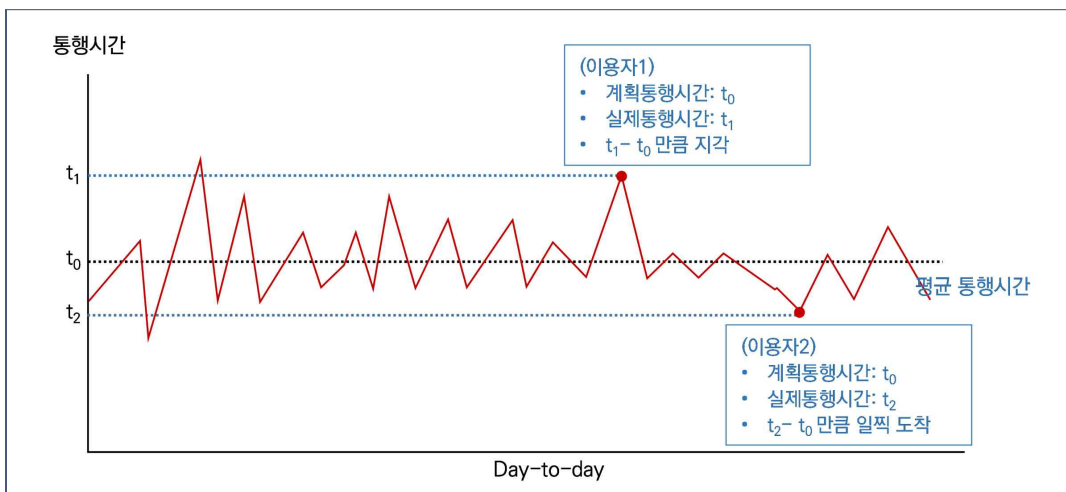
연구자	정의
최영은(2017)	• 다양한 요소(운전자 특성, 차량 간의 상호작용, 교통통제, 사고 날씨 등)로 인해 발생하는 동일한 기종점 간 통행시간 변동, 혹은 개별 통행자의 기대 통행시간과 실제 통행시간의 차이를 의미 • 공급자 측면과 이용자 측면에서 각각 통행시간 신뢰성을 정의하는 경우, (공급자 측면) 돌발상황에서 네트워크의 능력을 유지할 수 있는 능력, 네트워크가 제공하는 정시성 등 (이용자 측면) 동일 기종점을 유사한 시간대에 다니면서 경험하게 되는 통행시간의 변동성, 돌발상황에서 겪게 되는 극단적인 통행시간의 변화 등
TRB ¹⁾ 웹페이지	• 동일 통행이더라도 통행시간은 통행마다 차이가 있을 수 있기 때문에 통행시간을 일정한 분포로 볼 수 있으며, 이러한 관점에서 통행시간 신뢰성은 통행시간의 분포 정도로 정의 가능
한국교통정책경제학회(2019)	• 통행시간 신뢰성은 개별 통행주체의 기대 통행시간과 실제 통행시간의 차이 또는 동일한 기종점 간의 통행시간 변화를 나타내는 지표로서 통행시간 정시성, 변동성, 불확실성 등의 다양한 용어가 사용됨(통행시간의 변화가 적을수록 통행시간 신뢰성은 '높다'라고 표현 가능)
FHWA ²⁾ (2007)	• 통행시간 신뢰성은 하루와 하루 간, 시간과 시간 간 통행시간의 일관성 정도를 의미
Lyman et al.(2008)	• 주어진 기종점 통행시간의 일관성으로 정의
Guo et al.(2010)	• 통행시간 신뢰성은 통행시간의 불확실성과 관련됨
Chen et al.(2003)	• 미국 LA에서는 도로 서비스 수준 측정 지표가 밀도, 통행시간, 지체 등에 머물고 있는 한계를 보완하고자 신뢰성 개념이 포함된 90% 통행시간을 도입
Preston et al. (2009)	• 철도 등 대중교통수단의 경우의 정시성은 편성 시간표 대비 지연된 정도를, 신뢰성은 운행이 취소된 횟수를 의미
Cambridge Systematics Inc. et al.(2003)	• 개인교통수단의 통행시간에 대해서는 신뢰성이란 용어로 통행시간의 불확실성 (Uncertainty)이나 가변성(Variability) 등을 설명

주: 1) 미국 도로교통연구위원회(Transportation Research Board), 2) 미국 연방도로관리청(Federal Highway Administration)
출처: 연구자의 학술 논문 및 연구보고서.

■ 같은 기종점 간 통행이라도 시간·요일·사고·날씨 등에 따라 통행시간에 차이가 있을 수 있으며, 이러한 변동 정도를 통행시간 신뢰성의 개념으로 볼 수 있음

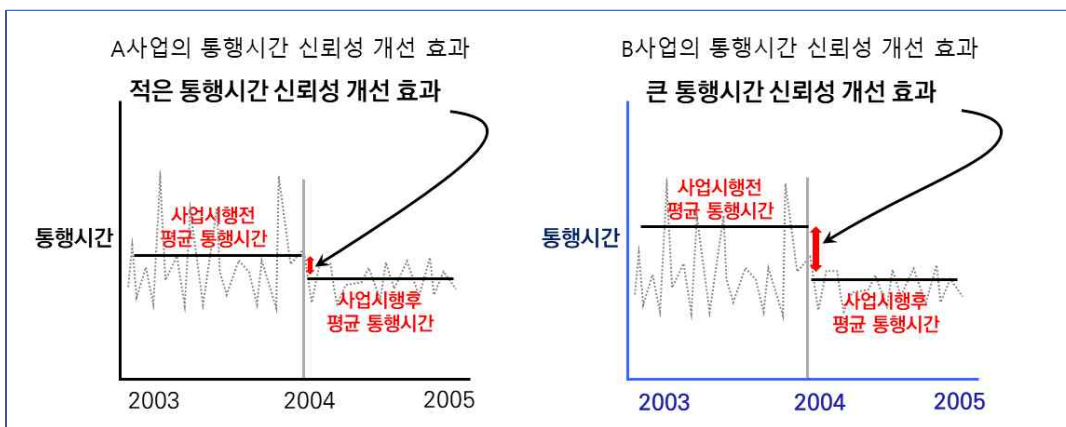
- 즉, 통행시간 변동 정도가 적을수록 통행시간 신뢰성이 높아지게 됨
- <그림 3>과 같이 사업 시행 후 통행시간 신뢰성이 개선된다면 통행시간의 변동 폭이 감소함
 - A 사업과 B 사업의 통행시간 신뢰성 효과를 서로 비교하게 되면, B 사업의 통행시간 신뢰성 개선 효과가 더 크다고 볼 수 있음

그림 2 통행시간 신뢰성의 개념



출처: 박찬운 2019, 4을 참고하여 저자 재작성.

그림 3 통행시간 신뢰성 개선 효과 예시



출처: FHWA. https://ops.fhwa.dot.gov/perf_measurement/reliability_measures/index.htm을 참고하여 작성 (2020년 11월 17일 검색).

■ 이러한 통행시간 신뢰성의 개념을 편익화하기 위해서는 ① 통행시간 신뢰성을 대표할 수 있는 지표를 설정하여 사업 전·후의 지표의 변화를 계량화할 수 있어야 하며, ② 계량화된 지표의 변화에 단위 지표당 원단위를 곱하여 화폐로 가치화할 수 있어야 함

2) 통행시간 신뢰성 지표의 산정방안

- 앞서 정의한 것과 같이 통행시간 신뢰성은 통행시간의 변동성, 즉 통행시간의 분포 정도를 측정하는 것으로 이해할 수 있음

- 통행시간 신뢰성 지표의 측정방안은 평균-분산 모형(Mean-Variance model), 일정 모형(Scheduling delays model), 평균 지체 모형(Mean-lateness model)으로 구분됨

- 연구 목적에 따라 통행시간 신뢰성을 측정하는데 다양한 지표가 사용되고 있으나, 통행시간만으로는 나타낼 수 없는 변동(요일·계절·시간 등)을 나타낸다는 점은 동일함

① 평균-분산 모형(Mean-Variance model)¹⁾

- 통행시간 변동성을 통행시간 분산, 표준편차, 누적분포 차이(90-50%), 사분범위 등으로 측정

- 이 중에서 미국 도로교통연구위원회(TRB) 웹페이지에서는 표준편차가 신뢰성 가치 추정 및 비용편익 분석에 가장 적합한 지표라고 제시
- 전문가 설문조사를 통하여 신뢰성 가치 추정을 위한 가장 적합한 지표를 조사한 결과 표준편차를 선택한 응답자가 가장 많았음(de Jong and Bliemer 2015)

- 특히 통행시간 표준편차는 효용함수 구축 및 통행시간 신뢰성 가치의 화폐화에 용이하여 도로 부문 통행시간 신뢰성 지표 연구에서 많이 활용되고 있음

- 통행시간 신뢰성 가치 산정은 설문조사 및 통행시간 데이터를 활용하여 아래와 같이 통행시간 표준편차가 포함된 효용함수식을 구축한 후, 통행비용의 계수(β_j)를 통행시간 표준편차의 계수(β_{SD})로 나누어 산정(한계대체율법)
- 한계대체율법은 통행자의 행태를 통행시간과 통행비용 등의 관계로 모형화하고 추정된 통행시간과 통행비용 모수의 비율을 통하여 시간가치를 산정하는 방법론(이승헌 외 2012, 요약2)

수식 1 가장 일반적으로 활용되는 신뢰성이 포함된 효용함수식

$$E(U) = \beta_T E(T) + \beta_{SD} SD(T) + \beta_C C$$

여기서, $E(U)$: 전체 효용 $E(T)$: 평균 통행 시간
 $SD(T)$: 통행시간 표준편차 C : 통행 비용

출처: Senna 1994를 참고하여 저자 작성.

1) 보다 구체적인 선행연구 사례는 부록 1에 제시함.

② 일정 모형(Scheduling delays model)

■ 개별 통행자의 선호 도착시간(Preferred Arrival Time: PAT)을 고려하는 모형

- Small(1982)에 따르면 목적지에 늦게 도착하는 경우, 심각한 문제가 발생하게 되고, 일찍 도착해도 시간 낭비가 발생하게 되므로 비효율을 체감함
- 아래 수식과 같이 지연 지체가 있는 경우, θ 만큼의 비효율이 증가

수식 2 일정 지체 모형(Small 1982)

$$C = \alpha T + \beta(SDE) + \gamma(SDL) + \theta D_L$$

여기서, C : 전체 비효율 SDE : 조기지체
 SDL : 지연지체 DL : SDL 이 1보다 크면 1, 아니면 0

출처: Small 1982를 참고하여 저자 작성.

- 모든 개별 통행자의 선호 도착시각을 알고 있어야 한다는 점에서 비용 편익 분석 적용이 어렵다는 한계가 있음

② 평균 지체 모형(Mean-lateness model)

- 철도의 정시성 지표로 사용하기 위해 영국의 철도운영회사연합(ATOC)이 제안한 개념
- 출발지에서의 계획시간과 실제시간의 차이, 도착지에서의 계획시간과 실제시간의 차이로 구성되어 주로 대중교통의 통행시간 신뢰성을 산정하는 데 활용됨
 - 따라서 평균 지체 모형은 대중교통의 통행시간 신뢰성을 평가하는 데 적합함

수식 3 평균 지체 모형

$$E(U) = \lambda Sched T + \mu \overline{L}^+$$

$E(U)$: 전체 효용
 $Sched T$: 스케줄 여행시간
 $\overline{L}^+$: 도착지에서 발생하는 평균지체

출처: Small 1982를 참고하여 저자 작성.

- 종합적으로 검토해 보았을 때, 도로 교통 부문에서는 이해가 쉽고 화폐화가 용이한 평균-분산 모형이 가장 많이 활용된 것을 확인함
 - 영국 교통부(DfT 2014)는 승용차에 대해서 통행시간 표준편차를 통행시간 신뢰성의 지표로 사용했음

■ 평균-분산 모형 관련 선행연구를 살펴본 결과, 통행시간 표준편차를 도로 용량 대비 통행량 (Volume/Capacity, v/c)으로 설명하려는 시도가 많은 것으로 나타났다

- v/c 값이 클수록 교통 상태가 혼잡해지며, 이로 인하여 통행시간 신뢰성이 떨어진다는 논리로 접근한 것으로 보이며, 추가적인 평균-분산 모형의 사례는 <부록 1>에서 설명함
- 한편 네덜란드에서는 실무에 적용이 용이하도록 일률적으로 통행시간 절감 편익의 25%를 계상하도록 단순화한 경우도 있음

표 2 통행시간 신뢰성 지표 관련 선행연구

연구	통행시간 신뢰성 지표	지표 형태
한국도로공사, 도로교통연구원(2013)	Buffer Time	• V/C별 지표 원단위 제시
한국교통연구원(2016)	통행시간 표준편차	• V/C별 지표 원단위 제시 • V/C에따른 표준편차 산정식 제시 • $\sigma_k = 0.003 \cdot (v/c - 0.65)^{0.491}$
최영은(2017)	통행시간 표준편차/ 평균 통행시간(CC)	• V/C에따른 표준편차 산정식 제시 • $CV = 0.2 CI^{0.37} d^{-0.27}$
장수은 외(2008)	통행시간과 계획된 통행시간의 차이	• 차선당 1시간 교통량에 따른 지표 산정식 제시 • $R = -0.000003Q^2 + 0.008Q + 1.2392$ (지역 간 연속류) • $R = -0.000009Q^2 + 0.0241Q + 0.0095$ (도시부 단속류) • $R = -0.00006Q^2 + 0.08Q + 8.8117$ (도시부 연속류)
교통시설 투자평가지침 3차개정안(2009)	통행시간과 계획된 통행시간의 차이	• 차선당 1시간 교통량에 따른 지표 산정식 제시 • $R = -0.000003Q^2 + 0.008Q + 1.2392$ (지역 간 도로) • $R = -0.000009Q^2 + 0.0241Q + 0.0095$ (도시부 단속류) • $R = -0.00006Q^2 + 0.08Q + 8.8117$ (도시부 연속류)
Dtf(2014)	통행시간 표준편차/ 평균 통행시간(CV)	• 차선당 1시간 교통량에 따른 지표 산정식 제시 • $CV = 0.16 CI^{1.02} d^{-0.39}$ • $\Delta\sigma_{ij} = 0.0018(t_{ij2}^{2.02} - t_{ij1}^{2.02})d_{ij}^{-1.41}$
네덜란드 지침 Besseling et al. (2004)	-	• 통행시간 신뢰성 편익의 25%
Ministry Manual for the Federal Transport Infrastructure(2015)	통행시간 표준편차	• $SD(x) = 0.2 \times (x - 0.75)^{1.7} \times \sqrt{\frac{L}{L_{Bezug}}}$
Hyder Consulting(2008)	통행시간 표준편차/ 평균 통행시간(CV)	• $CV = 0.16 CI^{1.02} d^{-0.39}$
Marco Kouwenhoven(2016)	통행시간 표준편차	• $\sigma = -0.54 + 0.48 \times MD + 4.54^{0.10} \log(MD + 1) - 0.009 \times L$

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 38을 참고하여 저자 작성.

3) 통행시간 신뢰성 가치(원단위) 산정방안

- 앞서 언급했듯이 도로 부문 통행시간 신뢰성 가치에 대한 연구는 신뢰성 지표 관련 연구와 신뢰성 가치(원단위) 산정 연구로 구분됨
- 이 중에서 두 번째인 통행시간 신뢰성 가치(원단위) 산정은 보통 선택실험법(Choice Experiment: CE)을 통해 측정되는 경우가 대부분
 - 선택실험법(CE)은 응답자들에게 가상 상황을 제시한 후 선호하는 대안을 선택하게 하는 방법으로 제시된 가상 상황들에 대해 그들이 선호하는 대안을 선택하므로 조건부가치평가법과 같이 응답자가 대상에 대한 가치를 직접 평가할 필요가 없음(정해영·배정환 2013, 116)
 - 선택실험법은 여러 가지 속성 각각의 변화에 따른 한계적(marginal) 지불의사액을 구할 수 있기 때문에 조사 당시와 상황이 달라졌을 때 조건부가치측정법보다 유연하게 대처할 수 있음 (이종훈 2015, 20을 참고하여 작성)
- 선택실험법(CE)을 통행시간 신뢰성 가치(원단위) 측정에 적용하게 되면 통행시간, 통행요금 등과 같은 특성들을 조합한 경로를 응답자에게 제시한 후 선택하게 하는 방식으로 진행됨
 - 아래와 같이 경로 선택 상황을 제시하고, 응답자가 선호하는 경로를 조사함

그림 4 통행시간 신뢰성 가치(원단위) 측정을 위한 조사 방안 예시

	경로선택 1.					요금	선택
노선	소요시간 범위						
	60분	70분	80분	90분	100분		
경부고속도로						2,400원	①
국도 1호선						0원	②

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 177을 이용해 저자 재작성.

- 효용함수의 변수로 통행비용(TC), 통행시간(TT), 통행시간 표준편차(TR) 등을 포함한 후, 정산된 통행비용 계수와 통행표준편차 계수의 비를 통하여 신뢰성 가치를 추정함(한계대체율법)

수식 4 통행시간 신뢰성 지표가 포함된 효용함수 예시

$$\begin{aligned}
 U_{\text{유료 경로}} &= \alpha + \beta_C(TC_{\text{유료 경로}}) + \beta_T(TT_{\text{유료 경로}}) + \beta_R(TR_{\text{유료 경로}}) \\
 U_{\text{무료 경로}} &= \beta_C(TC_{\text{무료 경로}}) + \beta_T(TT_{\text{무료 경로}}) + \beta_R(TR_{\text{무료 경로}})
 \end{aligned}$$

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 93을 참고하여 저자 재작성.

- 산정된 통행시간 신뢰성 가치는 원/인 단위이므로 평균 재차인원을 활용하여 원/대로 환산한 후, 사업 전·후의 통행시간 신뢰성 지수(표준편차)의 변화에 곱하여 신뢰성 향상 편익을 산정함
 - 신뢰성 향상 편익을 반영하여 고속도로 사업의 B/C를 재도출한 결과, 0.06~0.22 가량 증가하는 것으로 나타남(한국교통정책경제학회 2019)

수식 6 통행시간 신뢰성 가치 편익 산정방안

$$VOTRS = VOTR_{\text{미시행}} - VOTR_{\text{시행}}$$

$$\text{여기서, } VOTR = \sum_l \sum_{k=1}^3 (Q_{kl} \times STD_{kl} \times VOR \times 365)$$

$VOTR$: 통행시간신뢰성 비용

STD_{kl} : 통행시간신뢰성 지표(링크통행시간 표준편차) = $\alpha \cdot ci^\beta \cdot d^l \cdot TT_l$

VOR : 통행시간신뢰성 가치 = $VOT \times RR$

Q_{kl} : 링크별(l), 차종별(k) 일 교통량($AADT$)

k : 차종(1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

l : 개별 링크

VOT : 통행시간 가치

RR : 신뢰성 비율

TT_l : 링크통행시간

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 104를 참고하여 저자 작성.

4) 시사점

- 통행시간 신뢰성은 통행시간의 변동 정도를 의미하며 편익화하기 위해서는 통행시간 신뢰성 지표 산정과 통행시간 신뢰성 가치(원단위) 산정 절차가 필수적임
- 통행시간 신뢰성 지표 관련 연구에서는 통행시간 표준편차를 활용하려는 시도가 주류를 이룸
 - 사업 시행 전의 통행시간 표준편차를 측정하는 것은 가능하지만, 사업 시행 후의 통행시간 표준편차를 직접 측정하기는 한계가 있음
 - 따라서 사업 시행 전과 후의 도로 네트워크 데이터를 활용하여 얻을 수 있는 통행량 대비/도로 용량(v/c)으로 표준편차를 예측할 수 있는 수식을 정산한 후에 적용하는 경우가 대부분임
 - 선행연구마다 모형식의 계수에 다소 차이가 있기 때문에 모형의 적합도 검증 필요
- 통행시간 신뢰성 가치(원단위) 산정 연구에서는 선택실험법을 활용하여 측정하는 사례가 많은 것으로 나타났으며, 결과 검증은 시간 가치와의 비율(RR)로 진행되었음
 - 설문조사에 근거하여 조사되는 결과인 만큼 모집단을 대표할 수 있는 샘플링 과정과 일정 이상의 표본 개수가 뒷받침돼야 할 것으로 판단됨

03 국내 통행시간 신뢰성 지표 산정에 활용 가능한 데이터 검토

- 이 장에서는 앞서 설명한 통행시간 신뢰성 지표(표준편차)를 산정하는 데 활용 가능할 것으로 판단되는 데이터 유형을 살펴보고 각 데이터의 강점과 한계를 진단해보고자 함
- 통행시간 신뢰성 지표(표준편차)의 산정을 위해서는 각 도로의 통행시간 변동을 측정할 수 있도록 충분한 통행시간 실적 자료(시간대별 통행시간·통행량 등)가 필요할 것으로 보임
 - 차량 단위 데이터인 경우, 통행시간을 통하여 직접 통행시간 표준편차를 산출할 수 있으나 링크 단위 데이터인 경우, 각 링크를 통행하는 교통량과 통행시간 정보가 모두 필요함
 - 링크 단위 데이터의 경우, 교통량 가중 평균으로 평균 통행시간과 통행시간 표준편차를 산출하지 않으면, 많은 통행이 발생하는 시간대(통행시간 높음)와 적은 통행이 발생하는 시간대(통행시간 낮음)가 동일한 비중이 되기 때문에 통행시간의 분포가 커져서 통행시간 표준편차 또한 과다하게 산정될 수 있음

15

1) 한국교통연구원 VIEW-T 자료

- VIEW-T는 개별차량 단위 경로데이터를 기반으로 국가 전역의 교통기초DB와 공간적 패턴 분석기능을 제공하는 교통빅데이터 플랫폼(한국교통연구원 2017, 3)을 의미
 - 일부 도로의 교통데이터를 제공하는 기존 시스템과 달리 전국단위의 교통데이터를 제공하며, 개별차량 단위의 경로데이터 기반의 분석기능을 제공
- 국가 전역에서 수집되는 약 1억 건의 이동경로데이터(2018년 기준), 145억 건의 통신데이터(2017년 기준) 기반으로 구축(<https://viewt.ktdb.go.kr/>, 2020년 11월 17일 검색)
 - 월, 연도별 데이터 재가공 및 병합과정을 거쳐 시간대별 속도, 통행량 등이 제시되며, 실적이 없는 도로의 경우에는 주변 도로의 통행량과 속도 등을 활용하여 보정 후 표출함

■ 한국교통정책경제학회(2019), 박찬운(2019)에서는 본 데이터(VIEW-T 1.0)를 활용하여 신뢰성 지표(표준편차)를 산정했음

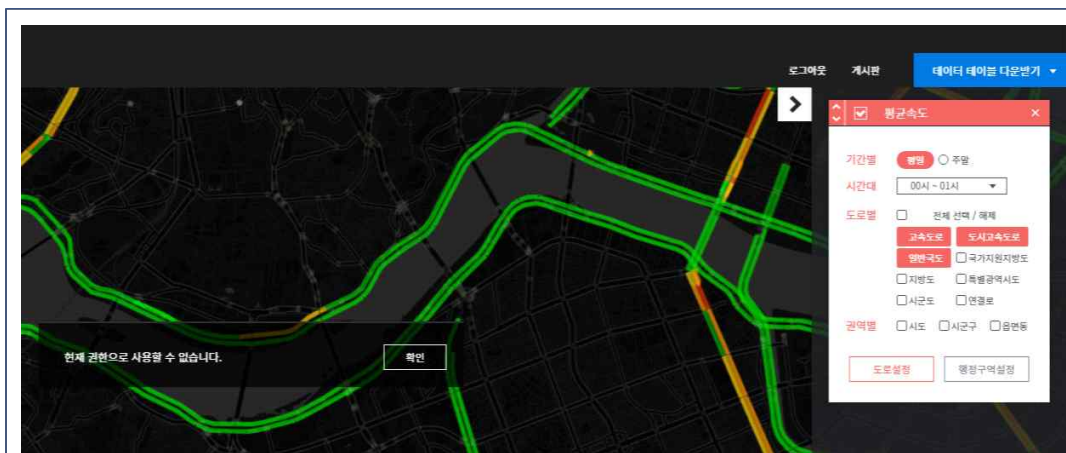
- 2015년 기준 1시간 단위로 구축된 링크의 속도 데이터를 활용함
- 현재 버전은 VIEW-T 2.0으로 2017년 기준 정보까지 제공하고 있으나, 웹상에서 시각화된 그림만 조회가 가능하며, 원본데이터는 접근이 불가함

표 4 VIEW-T 1.0 속도프로파일 자료 구성

항목	예시		비고
링크id	55580028801		11자리 링크구분 코드
속도(km/h)	속도	대수	통행속도 1~150km/h까지 차량대수 제시
	1	1	
	2	1	
	.		
	149	3	
	150	2	
도로등급	101		KTDB 배포자료 기준
시간	1		0~23시까지 링크당 24개 자료
위치	충북 옥천군		읍면동까지 제시
연장(km)	0.522		-
도로명	경부고속도로		-
차로수	2		-
교통량(대/시)	586		3종체계(승용차, 버스, 화물차)
VDF	2		KTDB 배포자료 기준

출처: 박찬운 2019, 32.

그림 5 VIEW-T 2.0의 속도프로파일 접근 제한



출처: 한국교통연구원 국가교통DB VIEW-T. <https://viewt.ktdb.go.kr/> (2020년 11월 17일 검색).

- VIEW-T에서는 표준노드링크 체계나 한국교통연구원(KTDB) 수요 분석용 네트워크가 아닌 자체적으로 직접 개발한 도로 네트워크가 탑재되어 표출되고 있음
- 한국교통정책학회(2019)와 박찬운(2019)에서는 본 네트워크를 통하여 통행시간 신뢰성 지표(표준편차) 예측 모델을 정산했으며, 이 모델을 한국교통연구원(KTDB) 수요 분석용 네트워크에 적용하여 통행시간 신뢰성 향상 편익을 산정했음
 - 아래와 같은 수식을 활용하여 링크별 표준편차를 산정했으며, 이를 종속변수로 하고 도로 연장, 평균 통행시간 대비 자유 통행시간²⁾을 독립변수로 하는 모델을 산정함
 - 도로 링크의 표준편차를 산정하기 위해서는 시간마다 통행량이 다르기 때문에, 통행속도와 교통량이 모두 필요함을 알 수 있음
 - 혼잡한 도로 링크일수록 평균 통행시간 대비 자유 통행시간이 커지기 때문에 v/c 와 동일한 개념으로 볼 수 있음

표 5 링크별 표준편차 계산방안

k 링크의 평균속도	k 링크의 표준편차
$\bar{x}_k = \frac{\sum_{t=1}^{24} \text{통행속도}_{t,k} \times \text{교통량}_{t,k}}{\sum_{t=1}^{24} \text{교통량}_{t,k}}$	$s_k = \sqrt{\frac{1}{\text{교통량}_k - 1} \sum_{t=1}^{24} ((\text{통행속도}_{t,k} - \bar{x}_k)^2 \times \text{교통량}_{t,k})}$

출처: 박찬운 2019, 34-35.

2) 한국도로공사 요금수납시스템(TCS) 및 차량검지시스템(VDS) 자료

- TCS(Toll Collection System: TCS) 및 VDS(Vehicle Detection System: VDS) 데이터를 기반으로 고속도로의 영업소 간 시간대별 통행시간과 통행량 등을 산출할 수 있음
 - TCS란 고속도로통행료 수납시스템을 의미하며, 차량이 통과한 입·출구 영업소의 지점과 통행시간 등이 저장됨
 - 고속도로 통행료 수납시스템(TCS)은 고속도로 톨게이트의 차량 요금수납시스템을 의미함(윤서연 외 2015, 17)
 - TCS 자료는 현금이나 전자카드 등으로 정차 후 통행료를 지불하는 시스템과 무선통신 기술을 통한 무정차 지불시스템인 하이패스시스템으로 구분할 수 있으며, 전국의 고속도로 영업소별 진출입 차량에 대한 통행량을 가장 정확하게 구득할 수 있는 자료임(윤서연 외 2015, 17)

2) 운전자가 혼잡을 느끼지 않는 자유 교통류에서의 통행시간을 의미.

- 고속도로 요금은 차량의 축별로 5개의 차종(소형·중형·대형·대형화물·특수화물 등)으로 구분하여 징수하고 있으며, 각각의 차종에 대한 출발, 도착시간 및 톨게이트 간 통행시간 정보를 담고 있음(윤서연 외 2015, 17)

- VDS란 차량검지기를 의미하며, 고속도로에 약 1km 간격으로 설치되어 실시간으로 교통량, 점유율, 속도, 대기행렬길이, 차량 길이 등의 정보를 검지하여 소통 및 돌발상황 등을 감시하는 장치를 의미(<http://www.sseway.co.kr:8015/Business/ITSInfo.asp>, 2020년 11월 17일 검색)

그림 6 요금수납시스템(TCS) 및 차량검지시스템(VDS) 자료의 제공 형태

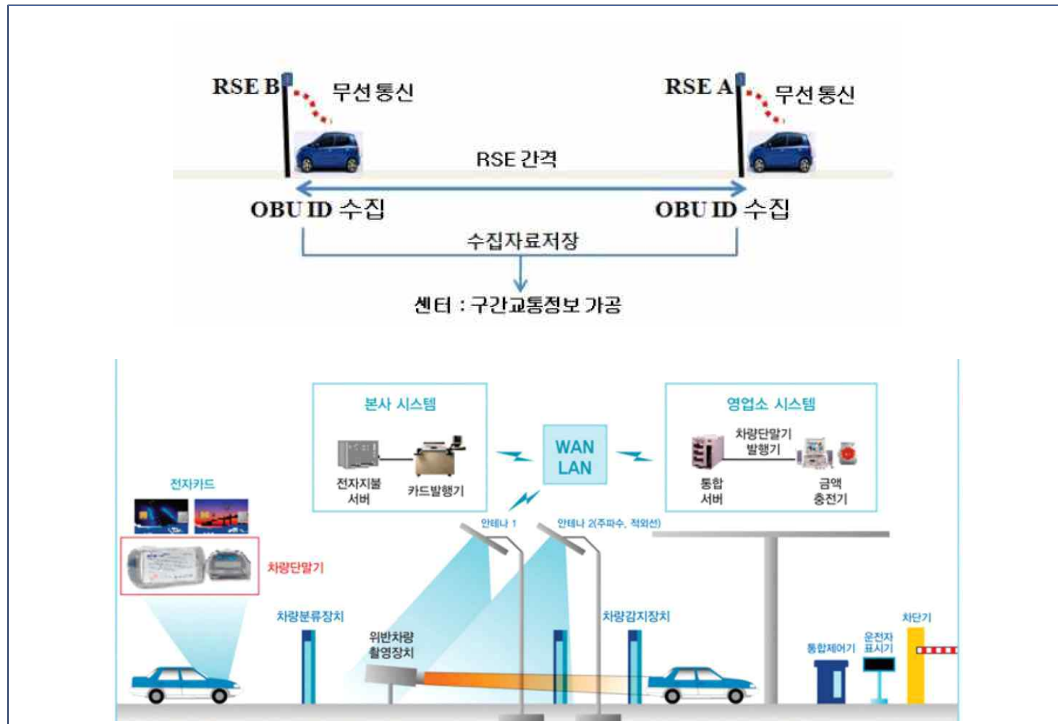


출처: 한국도로공사 고속도로 공공데이터 포털. <http://data.ex.co.kr/> (2020년 11월 17일 검색).

- 이상치 보정 등의 전처리 과정을 거친 후에 통행시간이 제시되기 때문에 고속도로 구간에 대해서는 정확도가 높은 통행시간이 제시될 수 있을 것으로 기대할 수 있음
- 그러나 고속도로를 대상으로 한 정보인 만큼 하위도로의 정보는 알 수 없다는 한계가 있음

3) 단거리 전용통신(DSRC) 관련 자료

- 톨게이트 간, 기종점 간 통행정보가 확인 가능한 TCS와 달리, 단거리 전용통신(Dedicated Shorted Range Communication: DSRC) 시스템에서는 차량의 하이패스 단말기와 노변기지국(Road Side Equipment: RSE)의 통신을 통하여 개별차량의 차량의 주행궤적을 파악할 수 있는 자료가 수집·저장되고 있음(한동희 외 2017, 17)
- 이러한 통신이 가능한 하이패스 단말기(IR/RF 겸용)는 전체 하이패스 단말기의 절반 수준인 것으로 추정됨(한동희 외 2017, 19)

그림 7 단거리 전용통신(DSRC) 시스템의 개념

출처: 한동희 외 2017, 19.

- DSRC 시스템을 통하여 아래와 같이 개별 차량단위로 데이터가 구축되게 되며, 이 경우 차량 단위로 통행시간을 측정할 수 있기 때문에 통행시간 신뢰성 산정이 가능할 것으로 판단됨

표 6 DSRC 시스템에서 구축 가능한 데이터 형식

OBU_ID (64자리)	센터 수집 시각	RSE 수집 시각	RSE ID	차종
31323.....63	2015-08-11 오후 08:00:10	2015-08-11 오후 08:00:00	2104010013501	1종
31413.....51	2015-08-11 오후 08:00:10	2015-08-11 오후 08:00:01	2104010013180	4종
31148.....19	2015-08-11 오후 08:00:10	2015-08-11 오후 08:00:01	2104010013936	1종
31248.....24	2015-08-11 오후 08:00:10	2015-08-11 오후 08:00:02	2104010013461	6종
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

출처: 한동희 외 2017, 21.

- 그러나 TCS 및 VDS 데이터와 동일하게 고속도로를 대상으로 통행시간 신뢰성 산정이 가능하다는 한계가 존재함

- 또한 대부분의 민자고속도로에는 노변기자국(Roadside Equipment; RSE)가 설치되지 않아 대표성 측면에서도 문제가 될 수 있음(한동희 외 2017, 20)

4) 국토교통부 교통소통정보 관련 자료(표준노드링크체계)

- 국토교통부 교통정보공개서비스에서는 2019년 3월 이후부터 각 도로링크(표준노드링크체계 기준)별 5분 단위의 통행속도를 제공하고 있음
- 링크별 통행시간은 알 수 있으나 동일 단위의 통행량은 확인할 수 없어 통행시간 표준편차를 계산하는 데 한계가 있음
 - 앞서 <표 6>에서 살펴본 바와 같이 링크별 통행시간 표준편차 산정을 위해서는 통행속도와 통행량이 필요

그림 8 국토교통부 교통정보공개서비스 교통소통정보 제공 형태

	DATE_TIME	LINK_ID	SPEED
1	2020-11-03 00:00:00.000	1000000100	25
2	2020-11-03 00:05:02.000	1000000100	21
3	2020-11-03 00:10:00.000	1000000100	23
4	2020-11-03 00:15:02.000	1000000100	26
5	2020-11-03 00:20:02.000	1000000100	23
6	2020-11-03 00:25:02.000	1000000100	23
7	2020-11-03 00:30:01.000	1000000100	22
8	2020-11-03 00:35:00.000	1000000100	25
9	2020-11-03 00:40:01.000	1000000100	25
10	2020-11-03 00:45:01.000	1000000100	23
11	2020-11-03 00:50:00.000	1000000100	23
12	2020-11-03 00:55:00.000	1000000100	23
13	2020-11-03 01:00:00.000	1000000100	25
14	2020-11-03 01:05:01.000	1000000100	22

출처: 국토교통부 교통정보공개서비스 교통소통정보(<http://openapi.its.go.kr/data/centerTraffic.do>, 2020년 11월 24일 검색)

- 또한 교통소통정보데이터(2020년 11월 3일 기준)의 링크 ID와 표준노드링크체계(2020년 11월 4일 배포 기준)의 링크 ID 비교 결과, 일치하지 않거나 누락된 링크 ID가 다소 발견됨
 - 전체 52만 개가량의 링크 ID 중 일치하는 링크 ID의 비율은 85% 수준이며, 나머지 15%는 일치하지 않는 것으로 나타남

표 7 교통소통정보와 표준노드링크체계 기준의 링크ID 차이

구분	링크ID 개수(A)	서로 일치하는 ID 개수(B)	불일치하는 ID 개수(A-B)
교통소통정보 기준	52만 2,445	44만 3,201	7만 9,244
표준노드링크체계 기준	52만 990	44만 3,201	7만 7,789

출처: 국토교통부 교통정보공개서비스 교통소통정보(<http://openapi.its.go.kr/data/centerTraffic.do>, 2020년 11월 24일 검색); ITS 표준노드링크 표준노드/링크 자료실(<http://nodelink.its.go.kr/data/data01.aspx>, 2020년 11월 24일 검색)의 데이터를 활용하여 저자 작성.

- 링크의 속성을 알 수 있는 표준노드링크체계를 기준으로 일치하지 않는 링크의 유형을 살펴본 결과, 시군·군도(107)에서 가장 많은 링크ID가 불일치하는 것으로 나타났음

- 그 원인을 면밀히 검토하기 위해서는 교통소통정보 기준의 링크 ID 차이도 살펴보아야 하지만, 상대적으로 위계가 낮은 지자체의 도로에서 링크 ID의 차이가 많이 발생했다고 볼 수 있음

표 8 불일치·일치 링크 ID의 도로 속성 비교(표준 노드링크체계 기준)

구분	101	102	103	104	105	106	107	108	전체
일치하는 링크ID	10,912 2.5%	2,013 0.5%	47,039 10.6%	83,883 18.9%	11,812 2.7%	38,003 8.6%	249,539 56.3%	- 0.0%	443,201 100.0%
불일치하는 링크ID	275 0.4%	21 0.0%	2,509 3.2%	13,455 17.3%	516 0.7%	1,388 1.8%	59,619 76.6%	6 0.0%	77,789 100.0%

주: 101(고속도로), 102(도시고속화도로), 103(일반국도), 104(특별광역시도), 105(국가지원지방도), 106(지방도), 107(시군·군도), 108(고속도로 연결램프).

출처: 국토교통부 교통정보공개서비스 교통소통정보(<http://openapi.its.go.kr/data/centerTraffic.do>, 2020년 11월 24일 검색); ITS 표준노드링크 표준노드/링크 자료실(<http://nodelink.its.go.kr/data/data01.aspx>, 2020년 11월 24일 검색)의 데이터를 활용하여 저자 작성.

- 이 밖에도 이동통신 유동인구 자료, 네비게이션 자료 등도 활용 가능할 것으로 판단되지만, 민간에서 보유한 데이터로 데이터 구독 측면에서 비용적 제약이 있기 때문에 제외했음

5) 시사점

- 고속도로의 경우, 통행시간 신뢰성을 측정하기 위한 데이터를 구독하는 것이 용이할 것으로 판단되지만, 하위 위계 도로의 경우 데이터 구독에 한계가 있음

- TCS, VDS, DSRC 시스템을 기반으로 각 도로구간의 링크와 고속도로의 통행시간과 통행량 등이 제공되는 것으로 나타남
- 반면 고속도로를 제외한 도로의 경우, 대부분의 자료(VIEW-T 제외)에서 통행시간 표준편차 산정에 필요한 데이터가 제공되지 않는 것으로 나타났음
 - 현재 VIEW-T 또한, 원본 데이터 접근이 불가하기 때문에 사실상 하위 위계 도로의 통행시간 표준편차의 산정은 불가능함

- 하나의 도로사업은 인근에 위치한 도로에도 영향을 주기 때문에 모든 유형 도로의 통행시간 표준편차를 산정할 수 있어야 함

- 예를 들면 고속도로 확장사업의 경우, 사업 시행 시 대체 경로인 국도의 통행량을 흡수할 수 있으며, 이는 결국 대체 경로 국도의 통행시간 신뢰성 향상에 기여할 수 있음
- 따라서 고속도로 사업의 통행시간 신뢰성 효과를 살펴보기 위해서는 모든 도로 유형의 통행시간 표준편차를 산정할 수 있어야 함

04 통행시간 신뢰성 편익 도입을 위한 필요조건

1) 통행시간 신뢰성 표준편차 모형 정산을 통하여 살펴본 필요조건

■ 본 분석에서는 데이터 구득이 가능한 VDS 데이터를 활용하여 통행시간 표준편차 모형을 직접 정산해보고, 그 과정 속에서 추가적으로 고려해야 할 사항을 살펴보았음

- 앞서 살펴본 바와 같이 통행시간 지표 중 가장 연구가 많이 진행되었던 통행시간 표준편차를 대상으로 하였음
- 모형식은 아래와 같이 가장 최근에 연구되었던 POWER 함수 형태를 활용하였음
- 기존 모형식과 같이 평균 통행시간, 자유속도, 링크 길이를 독립변수(X)로 하고 통행시간 표준편차를 종속변수(Y)로 설정했음

표 9 영국 교통부(DfT 2014)와 한국교통경제학회(2019)에서 연구된 표준편차 지표 모형 형태

영국 교통부(DfT 2014)		한국교통경제학회(2019)
$CV = 0.06 \cdot \alpha^{1.02} d^{-0.39}$ CV : $\frac{\text{통행시간 표준편차}}{\text{평균통행시간}}$ α : $\frac{\text{평균속도통행시간}}{\text{자유속도통행시간}}$ d : 링크길이 α, β, γ : 계수	⇒	$CV = \alpha_{\text{도로유형}} \cdot \alpha^{1.02} d^{-0.39}$ $CV = 0.169 \cdot \alpha^{0.345} d^{0.014}$ (도시부 고속도로) $CV = 0.142 \cdot \alpha^{1.087} d^{0.016}$ (지방부 고속도로) $CV = 0.130 \cdot \alpha^{1.129} d^{0.025}$ (도시부 신호 저밀도 일반도로) $CV = 0.256 \cdot \alpha^{0.252} d^{-0.004}$ (도시부 신호 고밀도 일반도로) $CV = 0.119 \cdot \alpha^{1.239} d^{0.020}$ (지방부 신호 저밀도 일반도로) $CV = 0.196 \cdot \alpha^{0.710} d^{-0.007}$ (지방부 신호 고밀도 일반도로)

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 40의 내용과 연구 결과를 참고하여 저자 작성.

- 고속도로만을 대상으로 통행시간 표준편차를 살펴본다는 점에서 한계는 존재하지만, 데이터가 비교적 정제된 상태이기 때문에 통행시간 표준편차 산정 과정에서 추가적으로 필요한 사항을 발굴할 수 있을 것으로 판단됨
- 통행시간 표준편차 산정에 사용한 원본 데이터는 VDS 지점 교통량·속도·지정체 분석 자료와 VDS존 자료를 결합하여 사용했음
- VDS 지점 교통량·속도·지정체 자료에서는 시간대별 교통량과 평균속도를 활용했으며, VDS존 자료에서는 VDS존 길이를 활용했음

그림 9 VDS 지점 교통량·속도·지정체 분석 자료와 VDS존 자료 제공 형태

VDS지점 교통량/속도/지정체 분석

Home > Dataset > 데이터 다운로드

자료 내구분	VDS 수집체계로부터 획득한 자료		
자료 소구분	VDS지점 교통량/속도/지정체 분석	자료 제공기간	2012년 이후
자료 집계주기	1일	자료 제공주기	1일
자료 구분	기준시간,기준시,기준일,VDS_ID,노선명,지점이름,노드명,도로이름,노선번호,도로명,교통량,평균속도		

Download 자료 선택

집계주기 1일 일차 월 1일 2020.12.05

조회

Download 자료 정보	
기준일자	파일크기
파일명	

다운로드

목록

VDS존

Home > Dataset > 데이터 다운로드

자료 내구분	ETC 수집체계로부터 획득한 자료		
자료 소구분	C_COMD_VDS존	자료 제공기간	2012년 9월 26일 이후
자료 집계주기	1일	자료 제공주기	1일
자료 구분	VDS_ID, 지점이름, VDS존시작이름, VDS존종료이름, 노선번호, VDS존구분구분코드, 노선구분구분코드, 지점종류구분구분코드, VDS존길이, 도로종류구분구분코드, 노선ID		

Download 자료 선택

집계주기 1일 일차 월 1일 2020.12.05

조회

Download 자료 정보	
기준일자	파일크기
파일명	

다운로드

목록

출처: 한국도로공사 고속도로 공공데이터 포털. <http://data.ex.co.kr/> (2020년 12월 7일 검색).

- 분석의 시간적 범위는 2020년 11월 2일(월)~2020년 11월 6일(금)이며, 일자별 데이터의 개수는 아래와 같음

표 10 분석에 활용한 VDS 지점 교통량·속도·지정체 데이터 개수 및 데이터 구조

일시	2020.11.02.		2020.11.03.		2020.11.04.		2020.11.05.		2020.11.06.			
데이터 개수	67만 5,456		68만 1,504		68만 2,080		68만 2,272		68만 2,368			
	기준 시간	기준 시	기준 일	VDS_ID	요일 명	지점 이칭	노드명	도로 이칭	노선 번호	도로 명	교통 량	속도 명
1	0	0	20201102	0010VDE00100	월요일	1.40	구서IC	0.20	10	경부선	76	88.01
2	0	0	20201102	0010VDE00200	월요일	2.40	영락IC	2.02	10	경부선	78	95.36
3	0	0	20201102	0010VDE00300	월요일	3.30	영락IC	2.02	10	경부선	76	88.35
4	0	0	20201102	0010VDE00400	월요일	4.50	부산TG	4.01	10	경부선	-1	-1.00
5	0	0	20201102	0010VDE00500	월요일	5.10	노포IC	5.08	10	경부선	55	90.72
6	0	0	20201102	0010VDE00600	월요일	6.30	노포JC	5.58	10	경부선	-1	-1.00
7	0	0	20201102	0010VDE00700	월요일	7.30	노포JC	5.58	10	경부선	70	94.47
8	0	0	20201102	0010VDE00800	월요일	8.30	노포JC	5.58	10	경부선	81	102.95

출처: 한국도로공사 고속도로 공공데이터 포털. <http://data.ex.co.kr/> (2020년 12월 7일 검색).

- VDS존 자료의 구조는 다음과 같으며, 위의 VDS 지점 교통량·속도·지정체 데이터에 VDS_ID 컬럼을 기준으로 조인하여 해당 구간의 길이(VDS 존 길이)를 산정했음

그림 10 VDS존 자료의 구조

	VDS_ID	지점 이름	VDS 존시작이름	VDS 존종료이름	노선 번호	VDS 존구분구분코드	노선구분번호	지점종류구분코드	VDS 존길이	도로구분구분코드	존ID
1	0010VDE00100	1.40	0.20	2.02	10	1	1	E	1820	101	0010CZE010
2	0010VDE00200	2.40	2.02	2.85	10	1	2	E	830	101	0010CZE011
3	0010VDE00300	3.30	2.85	4.01	10	1	3	E	1160	101	0010CZE011
4	0010VDE00400	4.50	4.01	5.08	10	1	4	E	1070	101	0010CZE020
5	0010VDE00500	5.10	5.08	5.58	10	1	5	E	500	101	0010CZE030

출처: 한국도로공사 고속도로 공공데이터 포털. <http://data.ex.co.kr/> (2020년 12월 7일 검색).

■ 앞선 데이터를 통하여 통행시간 표준편차, 평균 통행시간, 평균 속도 통행시간, 링크 길이는 구할 수 있지만 ① 데이터의 이상치를 제거하는 과정, ② 자유속도 통행시간을 결정하는 과정이 추가적으로 필요한 것으로 나타났음

- 박찬운(2019, 36)은 속도 이상치를 제거하기 위해서 속도가 평균을 기준으로 3σ 밖에 있는 데이터를 제외했음
- 자유속도 통행시간을 계산하기 위한 자유통행 기준속도는 교통수요 분석에 사용되는 초기 속도값 98.3km/h를 활용했음(박찬운 2019, 40)

■ 본 분석에서는 이상치를 제외하는 기준과 초기속도를 달리하여 각 파라미터의 변화를 살펴봄($CV = \alpha \cdot c^{\beta} d^{\gamma}$ 의 파라미터 α, β, γ)

- 살펴본 결과, 자유통행 기준속도에 변화를 주는 경우 β 의 값에만 영향을 끼치는 것으로 나타났으며, 자유통행 기준속도가 높아질수록 β 의 값이 감소하는 양상을 보임
- 한편, γ 는 기존 한국교통경제학회(2019, 40)에서 제시한 결과와 부호의 방향과 달리 음수로 정산되었으며, 이는 영국 교통부(Dtf 2014)의 결과와 부합함
- 사용한 기초자료의 차이로 계수값 차이가 발생한 것으로 추측되며, 가장 적합한 모형 선정을 위해서는 다른 데이터를 활용하여 모형식을 정산한 후, 계수 간의 결과 비교를 수행해야 할 것으로 판단됨

표 11 이상치 제거 기준과 자유통행 기준속도 변화에 따른 통행시간 표준편차 모형식 계수 변화

이상치 제거 기준	계수	자유통행 기준속도				
		80km/h	90km/h	98.3km/h	110km/h	120km/h
2 σ 밖의 데이터 제외	α	1.0082***	1.0082***	1.0082***	1.0082***	1.0082***
	β	0.0562***	0.0450***	0.0458***	0.0409***	0.0375***
	γ	-0.0018***	-0.0018***	-0.0018***	-0.0018***	-0.0018***
	R^2	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459	0.0459
	F값	151.8***	151.8***	151.8***	151.8***	151.8***
3 σ 밖의 데이터 제외	α	0.9515***	0.9515***	0.9515***	0.9515***	0.9515***
	β	0.1349***	0.1200***	0.1098***	0.0981***	0.0900***
	γ	-0.0023***	-0.0023***	-0.0023***	-0.0023***	-0.0023***
	R^2	0.1469	0.1469	0.1469	0.1469	0.1469
	F값	543.2***	543.2***	543.2***	543.2***	543.2***
4 σ 밖의 데이터 제외	α	0.8804***	0.8804***	0.8804***	0.8804***	0.8804***
	β	0.2395***	0.2128***	0.1949***	0.1741***	0.1596***
	γ	-0.0031***	-0.0031***	-0.0031***	-0.0031***	-0.0031***
	R^2	0.2482	0.2482	0.2482	0.2482	0.2482
	F값	1041.0***	1041.0***	1041.0***	1041.0***	1041.0***

주: ***은 유의수준 0.001 이하에서 유의.

출처: 저자 작성.

2) 선행연구의 각 연구의 한계 단락에서 살펴본 필요조건

■ 각 통행시간 신뢰성 관련 선행연구의 연구의 배경 및 한계 부분을 발췌하여 정리해봄

- 자료 수집의 어려움으로 특정 사례지역에 국한하여 분석이 진행되었다는 한계가 존재함
 - 앞서 데이터 유형에서 살펴본 바와 같이, 특히 하위도로의 경우 통행시간 신뢰성 지표 산정에 필요한 데이터 구득이 더욱 어려움
- 기반이 되는 데이터 자체의 신뢰성에 대한 검증이 필요함
 - 한국교통연구원의 VIEW-T 정보 또한 예측·가공된 데이터로 표준편차 신뢰성 산정 시 오류의 가능성을 배제할 수 없음
- 사업 후의 통행시간 신뢰성 개선 효과(통행시간 표준편차 감소량 등)를 측정할 수 있는 방안에 대한 추가적인 연구가 필요함
 - 사업 후의 효과를 산정하기 어렵기 때문에, 표준편차의 개선을 용량 대비 교통량이나 자유통행시간 대비 평균 통행시간으로 설명하려는 시도가 대부분

표 12 기존 연구에서 수행한 통행시간 신뢰성 연구의 한계

연구자	정의
최영은(2017)	- 관련 자료 수집의 어려움, 통행시간 신뢰성에 대한 정의 및 경제적 가치를 부여하기 위한 지표에 대한 이견 등으로 인해 통행시간 신뢰성 개선의 효과를 교통부문 사업의 의사결정과정에 본격적으로 포함시키고 있지 않음
TRB 웹페이지	- 통행시간 신뢰성을 검증할 실제 사례 및 RP데이터가 부족함
한국교통정책학회 (2019)	- 최근 들어 교통정보기술 발달로 네비게이션 통행자료, DSRC 자료 등 다양한 차량 통행 자료를 활용할 수 있게 되면서 통행시간 신뢰성 향상 편익 등의 계량화가 가능해짐 - 선행 연구에서는 고속도로만 국한하여 연구되었기 때문에 도로부문 신규 편익으로 수록되지 못함
장수은 외(2008)	- 통행시간 신뢰성에 대한 표준적 계량화 방안에 대한 연구가 부재
FHWA(2007)	- 현재 통행시간 데이터를 지속적으로 수집하는 기관은 거의 없으며, 각각의 통행 시간 데이터를 추정하는 방법간에도 오차가 있음 - 통행시간 신뢰성 측정을 위한 데이터 검증이 필요함
Lyman et al.(2008)	- ITS 체계가 구축된 특정 지역에서만 통행시간 신뢰성 데이터 구득이 가능 - 사업 전후의 신뢰성 향상 효과를 측정하기 위한 방법론 미흡
Guo et al.(2010)	- 도로의 혼잡률에 따라 시나리오를 설계하여 통행시간 신뢰성 산정 방안 검토
Chen et al.(2003)	- LA 주에 속하는 연속류 20mile(32km) 구간의 통행시간 데이터를 활용하여 신뢰성 계산 - 사업 전후의 신뢰성 개선 정도를 정량화 하지 못하였으며, 타 연구를 통하여 ITS 사업의 효과로 통행시간의 표준편차가 줄어든 수 있음을 시사

출처: 연구자의 학술 논문 및 연구보고서.

3) 기타 필요조건

- 통행시간 신뢰성 편익이 실제로 교통사업의 타당성 분석에 활용되기 위해서는 예비타당성조사 등 일반 용역에서도 활용할 수 있도록 명확한 가이드라인 제시가 필요함
 - 도로·철도 부문 예비타당성조사 지침 5판에서는 교통 수요 분석 시 국가교통 DB를 사용하도록 규정하고 있음(한국개발연구원 2008, 220)
 - 차량운행비용 절감 편익, 통행시간 절감 편익, 교통사고 감소 편익, 환경비용 절감 편익이 활용되고 있으며, 사업 전후의 통행시간과 VKT(km/일, 대)의 변화량에 제시되어 있는 편익별 원단위를 곱하여 산정하도록 명시하고 있음
- VDS, VIEW-T 데이터 등 통행시간 신뢰성 지표 선정에 활용 가능할 것으로 판단되는 데이터를 면밀히 검토하여 통행시간 신뢰성을 산정에 가장 적합한 데이터를 선정하고 모형을 정산한 후, 제공하는 것이 필요함
 - 교통수요 분석용 네트워크가 아닌 이종의 데이터를 활용하여 통행시간 표준편차 모형을 정산하면 편익(bias)이 생길 수도 있기 때문에 정산한 후에 실제 사례 분석을 통하여 모형이 문제없이 작동하는지 확인이 필요함
 - 사례 분석 시에 최종 도출되는 편익에 큰 차이가 없다면 실무에서 활용이 용이하도록 네덜란드의 사례와 같이 일률적으로 통행시간 절감 편익의 일부분을 계상하는 것도 고려할 수 있음
- 신설사업의 경우, 기존에 없던 도로링크가 생기는 것이기 때문에 통행시간 표준편차 개선 정도를 어떻게 측정할 것인지 추가적인 고민이 필요함
 - 도로 확장 및 시설 개량 사업에서만 통행시간 신뢰성 편익을 반영하게 된다면 도로 신설사업이 소외되는 결과를 가져올 수도 있음
- 통행시간 표준편차의 변화를 금액화하기 위한 원단위의 경우, 연구에 따라 RR(Reliability Ratio)이 차이가 있기 때문에, 어떤 값이 타당한지 검증이 필요함

05 결론

- 이 페이퍼에서는 도로 부문에서의 통행시간 신뢰성 편익의 개념을 살펴보고, 실제 교통투자 타당성 평가에 반영하기 위해 필요한 사항을 검토하였음
- 통행시간 신뢰성은 통행시간의 변동 정도를 의미하며 편익화하기 위해서는 통행시간 신뢰성 지표 산정과 통행시간 신뢰성 가치(원단위) 산정 절차가 필수적인 것으로 나타났음
 - 통행시간 신뢰성 지표 관련 연구에서는 통행시간 표준편차를 활용하려는 시도가 주류
- 그러나 객관적으로 통행시간 신뢰성 지표(표준편차)를 산정하기 위한 데이터 확보는 미흡한 실정임
 - 고속도로와 같은 상위 위계 도로의 경우 통행시간 지표(표준편차) 산정을 위한 기초 데이터가 많이 존재하는 반면 하위 위계 도로의 경우 데이터 구득에 제약이 있음
 - 고속도로의 사업 시행 시에 경쟁 노선인 하위 위계 도로의 통행량이 줄어들어 통행시간 신뢰성 개선 효과가 발생할 수 있기 때문에 하위도로의 신뢰성 지표 변화도 반영될 수 있어야 함
- 이러한 점에서 한국교통연구원에서 제공하는 VIEW-T 데이터의 존재는 고무적일 수 있음
 - VIEW-T에서는 하위도로를 포함한 모든 도로 유형의 시간대별 속도, 교통량을 수집·가공하여 제공하고 있기 때문에 통행시간 신뢰성 지표 산정 연구에 가장 적합한 데이터일 것으로 판단됨
 - 현재 VIEW-T에서는 시각화된 그림만 조회할 수 있지만, KTDB 교통분석자료 신청 등을 통해 도로 링크의 속성 데이터가 공개될 수 있다면, 통행시간 신뢰성 지표 관련 연구에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 보임
 - 예를 들면, 여러 형태의 통행시간 신뢰성 지표 모형을 정산해본 후, 어떤 계수 및 모형식이 적합한지 확인할 수 있으며, 본 페이퍼에서 살펴본 이상치 제거 및 자유통행 속도 기준도 제시할 수 있음
- 한편, 향후 연구로 신설사업의 경우에는 어떤식으로 통행시간 신뢰성 지표를 산정할 것인지, 표준편차의 변화를 금액화하기 위한 원단위가 어떤 값이 타당한지 등의 검토 또한 필요할 것으로 판단됨

참고문헌

국토교통부 교통정보공개서비스 교통소통정보. <http://openapi.its.go.kr/data/centerTraffic.do> (2020년 11월 24일 검색).

국토교통부. 2017. 교통시설 투자평가지침(제6차 개정). 세종: 국토교통부

국토해양부. 2009. 교통시설 투자평가지침 3차 개정안. 세종: 국토해양부

박찬운. 2019. 고속도로 통행시간 신뢰성 지표 추정 모형 개발. 박사학위논문, 서울대학교 대학원.

윤서연·이준용·김호정·육동형·김상록. 2015. 지역 간 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위한 빅데이터 활용방안 연구. 경기: 국토연구원

이승현·김세환·김동규·조미정·김명현·김성진·양세정. 2012. 예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구. 서울: 한국개발연구원

이종연. 2015. 삶의 만족도 접근법을 이용한 공공재의 가치평가. 세종: 한국개발연구원

장수은·강지혜·이승준. 2008. 통행시간 신뢰성 지표 개발 및 산정에 관한 연구. 대한교통학회지 26호: 217-226.

정해영·배정환. 2013. 호남선 KTX 완전개통에 따른 장거리 대중교통 수송분담률 예측. 산업혁신연구 29권, 4호: 111-140.

제2서해안고속도로. <http://www.sseway.co.kr:8015/Business/ITSInfo.asp>. (2020년 11월 17일 검색).

최영은. 2017. 유료도로 선택행태를 이용한 통행시간 신뢰성의 가치 추정. 교통연구 25권, 2호: 1-19.

한국개발연구원. 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판). 서울: 한국개발연구원.

한국교통연구원 국가교통DB VIEW-T. <https://viewt.ktdb.go.kr/> (2020년 12월 8일 검색).

한국교통연구원. 2016. 예비타당성조사 제도개선 연구. 세종: 한국교통연구원

_____. 2017. 2017년 「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」 교통혼잡지도 DB 구축. 세종: 한국교통연구원.

한국교통정책경제학회. 2019. 통행시간 신뢰성 향상 편익 등 신규 편익 발굴 연구 용역. 인천: 한국교통정책경제학회

한국도로공사 고속도로 공공데이터 포털. <http://data.ex.co.kr/> (2020년 11월 17일 검색).

한국도로공사. 2013. 고속도로 통행시간가치 분석 및 효과평가 연구. 경기: 한국도로공사.

한동희·김수희·박제진·이정희·김준현. 2017. 차량의 통행경로 자료를 활용한 교통분석체계 구축 연구. 경기: 한국도로공사 도로교통연구원.

Cambridge Systematics, Inc., Texas Transportation Institute, University of Washington and Dowling Associates. 2003. Providing a Highway System with Reliable Travel Times. F-SHRP Web Document 3. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.

Chen, C., Skabardonis, A. and Varaiya, P. 2003. Travel-time reliability as a measure of service. *Transportation Research Record* 1855, no.1: 74-79.

de Jong, G. and Bliemer, M. 2015. On including travel time reliability of road traffic in appraisal. *Transportation Research Part A*. no.73: 80-95.

Dft. 2014. Transport Analysis Guidance. London: Dft.

_____. 2017. TAG-Transport Analysis Guidance. London: Dft.

ITS 표준노드링크 표준노드/링크 자료실. <http://nodelink.its.go.kr/data/data01.aspx> (2020년 11월 17일 검색).

Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. 2016. Methodology Manual for the Federal Transport Infrastructure Plan 2030.

FHWA. https://ops.fhwa.dot.gov/perf_measurement/reliability_measures/index.htm (2020년 12월 8일 검색).

FHWA. 2007. https://ops.fhwa.dot.gov/publications/tt_reliability/TTR_Report.htm (2020년 12월 8일 검색).

Guo, F., Rakha, H. and Park, S. 2010. Multistate model for travel time reliability. *Transportation Research Record* 2188, no.1: 46-54.

Kouwenhoven, M., Warffemius, P. 2016. Forecasting travel time reliability in road transport : A new model for the Netherlands. ITE discussuon paper.

Lyman, K. & Bertini, R. L. 2008. Using travel time reliability measures to improve regional transportation planning and operations. *Transportation Research Record* 2046, no.1: 1-10.

Preston, J., Wall, G., Batley, R., Ibáñez, J. N. and Shires, J. 2009. Impact of delays on passenger train services: evidence from Great Britain. *Transportation research record* 2117, no.1: 14-23.

Senna, L. A. 1994. The influence of travel time variability on the value of time. *Transportation* 21, no.2: 203-228.

Small, K. 1982, The scheduling of consumer activities: Work trips. *American Economic Review*. Vol. 72, : 467-479.

TRB 웹페이지. <http://bca.transportationeconomics.org/benefits/travel-time-reliability> (2020년 12월 8일 검색)

[부록]

■ 통행시간 신뢰성 지표 유형 중 도로 분야 연구에서 가장 많이 사용된 평균-분산 모형 (Mean-Variance model)의 지표 산정방안에 대해서 구체적으로 살펴봄

- 평균-분산 모형 관련 선행연구를 살펴본 결과, 통행시간 표준편차를 도로 용량 대비 통행량(Volume/Capacity, v/c)로 설명하려는 시도가 많은 것으로 나타났음
- v/c 값이 클수록 교통 상태가 혼잡해지며, 이로 인하여 통행시간 신뢰성이 떨어진다는 논리로 접근한 것으로 보이며, 구체적인 사례는 아래와 같음

1) 통행시간 표준편차 관련 연구

■ 고속도로사업 타당성분석 현실화를 위한 편익 및 유지관리비 산정 개선 연구(한국교통연구원 2016)

- 2014년 1시간 단위의 평균 속도와 교통량 자료를 활용
- 공간적 범위는 7개 고속도로 노선(경부·남해·서해안·호남·중부·중부내륙·영동)의 IC 구간
- 혼잡도(V/C)가 높아짐에 따라 통행시간 표준편차가 증가하는 것을 확인하고 두 가지의 표준편차 추정 방안을 제안하고 전자를 채택
- (STEP 1) V/C별 표준편차의 원단위 제시
 - 시행 전후 V/C 변화에 따른 표준편차 파악하여 신뢰성 개선 정도 가늠
 - 단, V/C가 0~0.65의 비혼잡교통류 상태에서는 표준편차를 0으로 제시
- (STEP 2) V/C가 독립변수(X)고 표준편차가 종속변수(Y)인 모형식 제안
 - 독일 사례에서 소개된 함수식의 계수를 국내 데이터를 활용하여 재계산했는데 함수의 증감 패턴에 차이가 발생함
 - 독일 추정식($\alpha_k = 1.54 \cdot (v/c - 0.75)^{0.299}$) V/C가 증가함에 따라 표준편차가 증가하는 것으로 나타났으나, 이 연구의 추정식($\alpha_k = 0.003 \cdot (v/c - 0.65)^{0.491}$) V/C가 증가함에 따라 표준편차 증가량이 감소하는 형태를 보

■ 유료도로 선택행태를 이용한 통행시간 신뢰성의 가치 추정(최영은 2017)

- 자료구득 제약으로 고속도로와 무료도로를 구분하여 표준 편차 산정
- 2010년 가구통행실태조사의 유료도로 선택 행태를 바탕으로 모형 구축
 - 통행시간 신뢰성 변수가 포함된 효용 함수의 구축 및 선택실험법(한계대체율법)의 적용을 위해서는 개인 단위로 조사된 자료가 필요함
- 가구통행실태조사 표본의 한계, 데이터 구득 용이성 등을 고려하여 용인서울고속도로와 경부고속도로의 수원IC~한남IC 구간을 분석 대상으로 선정
- (STEP 1) 고속도로 구간은 경기도 교통정보센터에서 제공하는 2010년 당시 1시간 단위의 구간별 통행속도 자료 활용
 - 시간대별로 수집된 자료를 통하여 각 경로별 표준편차를 직접 계산
- (STEP 2) 도심부 도로 구간은 2010년 기준 통행속도 자료가 부재하여, 2015년 GPS를 통해 수집된 자료의 적정성 검토 후 활용
 - 영국 교통부(DfT 2014)에서 제안한 표준편차 예측식($CV = 0.148 CI^{0.781} d^{-0.285}$)을 차용하고, 분당수서고속화도로와 테헤란로의 1년간 통행속도 자료를 활용하여 계수는 재계산함($CV = 0.215 CI^{0.366} D^{-0.270}$)
 - CV : 표준편차/평균통행시간, CI : 실제통행시간/자유통행시간, d : 통행거리
 - 계수의 부호(+/-)가 동일하며, 계수 간 상대적 규모도 유사한 것으로 나타남

■ 영국 지침(TAG-Transport Analysis Guidance 2017)

- 통행시간 신뢰성 향상 편익을 BC 산정 시 직접 반영하지는 않지만, 개별적으로 산정하여 추가항목 도로 유형에 따라 제시
 - (고속도로) 자유속도 통행시간 대비 실제 통행시간의 비율을 독립변수
 - (도시부 도로) 사업 전·후 통행시간 변화는 독립변수

수식 1 영국(TAG)의 통행시간 표준편차 산정방안

지역 간 고속도로	도시부도로
$CV = 0.16 \cdot ci^{1.02} d^{-0.39}$ CV: 통행시간 표준편차 / 평균통행시간 ci: 평균속도통행시간 / 자유속도통행시간 d: 링크길이 α, β, γ: 계수	$\Delta\sigma_{ij} = 0.0018(t_{ij2}^{2.02} - t_{ij1}^{2.02})d_{ij}^{-1.41}$ $\Delta\sigma_{ij}$: i에서 j까지의 통행시간 표준편차 변화(초) t_{ij1}: i에서 j까지 사업시행 전 통행시간 t_{ij2}: i에서 j까지 사업시행 후 통행시간 d_{ij}: i에서 j까지의 경로의 거리(km)

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 21-22의 내용을 참고하여 저자 작성.

■ 독일 지침(Methodology Manual for the Federal Transport Infrastructure Plan 2030 2016)

- 독일의 연방정부 교통인프라 투자계획에서는 통행시간 신뢰성 향상 편의 항목을 반영
- 통행시간 표준편차는 교통량-용량비(V/C)를 독립변수로 하여 산정
 - 단, V/C가 0.75 이하인 경우(비혼잡 상태)에는 표준편차를 0으로 가정

수식 2 독일의 통행시간 표준편차 산정방안

$$SD(x) = \begin{cases} \text{if } (x \geq 0.75) \Rightarrow 0.2 \times (x - 0.75)^{1.7} \times \sqrt{\frac{L}{L_{Bezug}}} \\ \text{else } 0 \end{cases}$$

SD : 시간당 통행시간 표준편차
 x : 교통량/용량비
 a, b : 회귀식에서 나온 계수
 L : $Section \leq ngth(km)$
 L_{Bezug} : $Reference \leq ngth(km)$

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 23의 자료를 참고하여 저자 작성.

■ 도로의 통행시간 신뢰성 예측 모형 제시: 네덜란드를 대상으로(Forecarsting travel time reliability in road transport: A new Model for The Netherlands(Kouwenhoven 2016))

- 평균지체(Mean Delay)와 도로 길이(Length)를 선정하여 함수를 추정
 - 평균지체는 자유속도 통행시간과 평균속도 통행시간의 차이로 산정
- 분석 자료는 2012년 1년 중 평일인 251일을 대상으로 네덜란드 고속도로 250개 경로를 공간적 범위로 함

수식 3 Kouwenhoven의 통행시간 표준편차 산정방안

$$Y = -0.54 + 0.48 \times MD + 4.54^{0.10} \log(MD + 1) - 0.009 \times L$$

Y : 신뢰성 지표(분, 통행시간 표준편차)
 MD : $Meandelay$ (분)
 L : 링크길이(km)

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 25의 내용을 참고하여 저자 작성.

부표 1 그 외 표준편차를 이용한 연구(Kouwenhoven 2016)

모형	연구자모형(표준편차/분)	연구자(연구년도)
Linear Model	$\sigma = 0.71 + 0.17 TT$	Hellinga (2011)
	σ : 통행시간표준편차(분) TT : 통행시간(분)	
Length-standardi sed Linear Model	$\sigma = -0.41 + 0.78 TT/L$	SHRP2 (2014)
	σ : 통행시간표준편차(분/km) TT : 통행시간(분) L : 도로길이	
Length-standardi sed cubic Model	$\sigma = -0.09 - 0.38 (TT/L) + 1.37 (TT/L)^2 - 0.50 (TT/L)^3$	Mott MacDonald (2009)
	σ : 통행시간표준편차(분/km) TT : 통행시간(분) L : 도로길이	
Relation Between Coefficient of variation and Congestion Index	$CV = -0.050 CI^{3.344} L^{0.081}$	Eliasson (2006)
	CV : 통행시간표준편차/평균통행시간 CI : 평균통행시간/자유속도통행시간 L : 도로길이	
	$CV = \exp(-2.79 + 3.21(CI - 1) - 0.65(CI - 1)^3)$	Giestefeldt et al. (2014)
	CV : 통행시간표준편차/평균통행시간 CI : 평균통행시간/자유속도통행시간 L : 도로길이	
	$\sigma_{morning} = 1.63 MD^{0.73}$ $\sigma = -0.04 + 1.18 MD - 0.03 MD^2$ $+ 0.005 MD^3 - 0.003 L - 0.00003 L$	Peer et al. (2012)
	$\sigma_{morning}$: 아침첨두시통행시간표준편차(분) σ : 통행시간표준편차 MD : 평균지체(분) L : 도로길이(km)	

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 26.

부표 2 각 국의 통행시간 표준편차 신뢰성 지표 연구(de Jong, 2015)

국가	연구자 (연구년도)	통행시간 신뢰성 지표
영국	Arup (2004)	$CV = 0.148 CI^{0.781} D^{-0.285}$ CV : 통행시간표준편차/평균통행시간 CI : 평균속도통행시간/자유속도통행시간 D : 도로연장
호주, 뉴질랜드	Australian Transort Council (2006), NZ Transport Agency (2010)	$\sigma = s_0 + \frac{s - s_0}{1 + \exp[b(v/c - 1)]}$ σ : 신뢰성지표(표준편차) s_0 : 표준편차의최솟값 s : 표준편차의최댓값 v/c : 용량에대한교통량비 b : 매개변수

국가	연구자 (연구년도)	통행시간 신뢰성 지표
네덜란드	Hellinga (2011)	$\sigma = -11.091 + 0.9589 TT$ TT : 평균통행시간
	Kouwenhoven (2014)	$\sigma = a + b \cdot MD + c \cdot \ln(MD + 1) + d \cdot D$ MD : 평균지체 (실제통행시간과자유속도통행시간차이) D : 경로거리
미국	Mahmassani (2011)	$\sigma = a + b(T/D)$ $\sigma = 0.6182(TT^{all} - 1)^{0.5404}$ $TT^{all} = 1.0274 TT^{1.2204}$ $TI_i = T_i / T_i^0$
		σ : 표준편차 T : 통행시간 D : 통행거리 a, b : parameter TI_i : $dayi$ 의 특정 경로, 특정출발시간의 $index$ T_i : 통행시간 T_i^0 : 자유속도통행시간 TI_{all} : 모든 TI_i 의 평균
독일	Geistefeldt et al. (2014)	$\sigma = a(MD)^b$ MD : 평균지체 (실제통행시간과자유속도통행시간차이) D : 경로거리

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 24-25.

2) 버퍼 시간(사분 범위) 관련 연구

■ 통행시간 신뢰성 지표 개발 및 산정에 관한 연구(장수는 외 2008)

- 신뢰성 지표로 통행시간과 계획된 통행시간의 차이를 사용하고, 서비스수준에 따라 통행시간과 신뢰성이 달라진다는 가정하에 관계식을 도출함
- 지역 간 도로의 자료는 2008년 한국도로공사, 도시부 도로는 서울시 도로교통 자료를 수집하여 활용

수식 4 장수는 외(2008)의 통행시간 신뢰성 지표 산정방안

$R^h = t_a - t_p = t_a - \frac{\sum_{a=1}^N t_a}{N}$ $s.t. t_a \geq t_p$	$t_p = \frac{\sum_{a=1}^N t_a}{N} : \text{통행시간의 평균}$ $R^h : \text{지연시간}$ $t_a : \text{실제통행시간}$ $N : \text{관측된 실제 통행시간 분포의 개수}$
--	--

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 18.

부표 3 통행시간신뢰성 지표 연구(장수는 외 2008)

구분	연속류	단속류
지역 간 통행	$R = -0.000003Q^2 + 0.008Q + 1.2392$	-
도시부 통행	$R = -0.000009Q^2 + 0.0241Q + 0.0095$	$R = -0.00006Q^2 + 0.08Q + 8.8117$

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 20.

■ 고속도로 통행시간가치 분석 및 효과평가 연구(한국도로공사 2013)

- 신뢰성 지표로 완충시간(buffer Time)을 이용했으며, 도로에 대한 신뢰도 지표 원단위를 도로등급별로 구분하여 제시함

수식 5 한국도로공사(2013)의 통행시간 신뢰성 지표 산정방안

$$BT = U_{95} - AT$$

여기서, BT : 완충시간, AT : 평균통행시간
 U_{95} : 통행시간분포의 상위 95% 신뢰구간 값

출처: 한국교통정책경제학회 2019, 11.

- 2012년의 고속도로 및 국도 VDS(Vehicle Detection System)의 15분 단위자료를 활용함
 - 고속도로는 경부고속도로, 서해안고속도로, 영동고속도로의 3개 노선
 - 일반도로는 국도 1호선, 36호선, 38호선, 39호선, 3호선, 42호선의 6개 노선
- 도로 유형(고속도로, 일반도로) 및 V/C별 완충시간의 원단위 제시

국토연구원 Working Paper는 다양한 국토 현안에 대하여 시의성 있고 활용도 높은 대안을 제시할 목적으로 실험정신을 가지고 작성한 짧은 연구물입니다. 투고된 원고는 정해진 절차를 거쳐 발간되며, 외부 연구자의 투고도 가능합니다. 공유하고 싶은 새로운 이론이나 연구방법론, 국토 현안이나 정책에 대한 찬반 논의, 국내외 사례 연구나 비교연구 등 국토분야 이론이나 정책에 도움이 될 어떠한 연구도 환영합니다.

투고를 원하시는 분은 국토연구원 연구기획·평가팀(044-960-0582, jhkim@krihs.re.kr)으로 연락주십시오. 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.

WP 21-06

도로 투자 평가에서의 통행시간 신뢰성 편익 도입방안

연 구 진 백정한
발 행 일 2021년 3월 23일
발 행 인 강현수
발 행 처 국토연구원
홈 페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2020, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체가 적용되어 있습니다.

