

# 철도 운영의 형평성 향상 가치 산정방안 연구

Estimation of the value of equity improvement by railway operations

장 수 은

(한국교통연구원  
철도동북아교통연구실 책임연구원)

정 규 화

(한국교통연구원  
철도동북아교통연구실 연구원)

김 성 수

(서울대학교  
환경대학원 교수)

## 목 차

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| I. 서론                  | 2. 형평성 향상 가치 원단위  |
| II. 이론적 배경             | 3. 형평성 향상 가치 산정방안 |
| III. 형평성 향상 가치 산정방안 정립 | IV. 결론            |
| 1. 철도 수요의 요금 탄력성       | V. 참고문헌           |

## I. 서론

형평성은 매우 추상적인 개념이므로 연구자에 따라 다양하게 해석될 수 있다. 그러나 통상적으로 이 개념은 서로 상충된 집단의 이해를 조정하여 한정된 자원의 정의로운 분배를 거론할 때 자주 언급된다. 즉, '특정 교통서비스를 제공하기 위한 비용을 누구에게 부담시킬 것인가' 또는 '공급된 교통서비스의 혜택을 어떤 집단으로 확대할 것인가' 등의 문제를 검토할 때 형평성이라는 개념이 규범적 기준으로 활용된다.

그러나 집단 간 비용 배분 문제는 경제적 타당성 평가에서 이전비용(economic transfers)이므로 서비스 혜택의 확대 문제가 주된 이슈가 된다. 이런 맥락에서 교통부문의 형평성은 '계층 간 형평성'과 '지역 간 형평성'으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 이 중 '지역 간 형평성'은 기존 (예비)타당성 조사의 정책적 분석에서(지역균형발전 분석) 이미 다루고 있으므로 본 연구에서는 계층 간 형평성만을 연구대상으로 설

정한다.

철도사업의 '계층 간 형평성'은 다양하게 나타날 수 있으나 사회적 약자들의 이동성 확보에 따른 형평성 향상 가치가 대표적이다(Litman, 2006). 이는 경제적, 사회적, 물리적으로 교통의 혜택을 받지 못하던 사람들이 공공서비스, 교육, 의료 및 고용기회의 접근성이 향상되는 것을 의미한다. 또한 대중교통 통행자들과 자동차 이용자들 간의 상대적 이동성의 격차가 감소되는 것을 포함한다. 따라서 본 연구에서 검토하는 형평성의 향상은 최근 교통부문에 많은 관심을 얻고 있는 주제인 사회적 통합(social inclusion)과도 연결될 수 있다.

이동성 확보에 기반한 형평성 향상 가치를 추정하기 위해서는 이동성 증가 편익에 대한 소비자의 지불용의액을 추정해야 한다. 그러나 이는 매우 어려운 작업이므로 본 연구에서는 공익목적의 위해 감면된 요금 규모로 형평성 향상 가치를 대체 추산한다. 공익 목적의 요금 감면액은 국민 경제적 차원에서 비용의 변화 없

이 사회적 약자 집단에게 이동성 편의를 제공하게 되므로 이를 소비자 잉여의 증가로 고려할 수 있다. 물론 증가된 통행량의 한계 운영비용을 물리적인 '0'으로 볼 수는 없으나 대중교통 특히 철도의 경우 거의 무시할 수 있는 수준으로 보아도 무방할 것이다.

다음 장에서는 본 연구의 이론적 배경을 살펴본다. 특히 사회적 교통약자의 이동성 개선과 형평성 향상과의 연관성을 논하고, 소비자 잉여 산출방안을 개념적으로 제시한다. 그 다음 장에서는 형평성 향상 가치 산정방안을 정립한다. 먼저 요금감면에 따른 사회적 교통약자의 탄력적/비탄력적 수요에 관해서 살펴본 후 일반, 광역 및 도시철도의 형평성 향상 원단위를 도출한다. 마지막 결론 부분에서는 연구의 성과, 한계 및 향후 연구과제를 정리한다.

## II. 이론적 배경

교통부문 투자와 형평성 간의 관계를 논한 연구는 국내외적으로 흔치 않다. 그나마도 지역간 형평성을 언급한 정도이며, 그 내용적 깊이는 국내 (예비)타당성조사의 지역균형발전 분석과 대동소이하거나 그 보다 낮은 수준이다.

계층 간 형평성에 관해서는 Leigh, Scott and Cleary INC.(1999)의 연구를 검토할 수 있다. 이 연구에서는 이동성 격차(mobility gap)라는 개념을 통해 대중교통의 서비스 수준(LOS)을 제시하고 있다(<표 1 참조>). 이동성 격차는 승용차 이용자의 이동성과 대중교통 이용자의 이동성의 차이를 나타내는 지수이다. 이 때 이동성 격차는 자동차 보유 여부, 연령대(21-65세는 자동차 의존), 소득수준(저소득자 일수록 대중교통 의존), 인종과 거주상태에 따라 다양한 것으로 보고되고 있다.

<표 1> 대중교통의 서비스 수준

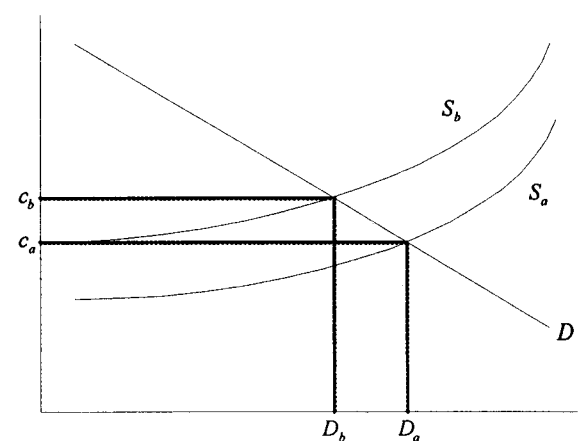
대중교통의 이동성 <sup>1</sup>	대중교통의 서비스수준
90% 이상	A
85-89%	B
70-84%	C
25-49%	D
10-24%	E
10% 미만	F

자료: Leigh, Scott and Cleary INC.(1999)를 Litman (2006)에서 재구성

주: 1. 승용차 이용자의 이동성을 100으로 본 대중교통 이용자의 이동성 지수

Leigh, Scott and Cleary INC.(1999)의 방법론은 철도를 비롯한 대중교통의 이동성을 평가할 수 있는 유용한 수단일 수는 있으나 이동성 격차 감소를 통한 형평성의 향상 규모를 정량적으로 산출할 수 없는 한계가 있다. 본 연구에서는 서론에서 언급한 바와 같이 공익목적의 요금감면액 규모로 형평성 개선 가치를 추산한다.

일반, 광역 및 도시철도는 사회적 교통약자인 노인, 장애인, 국가유공자에게 요금감면 서비스를 제공하고 있다. 요금감면에 따라 사회적 교통약자의 이동성이 개선되며 그 결과 계층간 이동성 격차가 완화되므로 이를 형평성의 향상으로 간주할 수 있다.



<그림 1> 형평성 향상 가치 산정 개념도

<그림 1>은 형평성 향상에 따른 소비자 잉여의 증가분을 개념적으로 제시한 것이다. 먼저 사회적 교통약자의 철도이용 수요함수  $D$ 는 선형으로 단순화하였다. 요금감면 서비스가 제공되지 않을 경우의 공급함수는  $S_b$ , 그 때의 운임수준과 수요는  $c_b$ 와  $D_b$ 로 각각 나타내었다. 요금감면 서비스가 제공될 경우 공급함수는 우하향하게 되고  $S_a$ , 운임수준 및 수요 또한  $c_a$ 와  $D_a$ 로 변경된다. 여기서  $D_b$ 는 요금감면 여부와 무관하게 철도를 이용하는 규모를 의미하게 되고  $D_a - D_b$ 는 요금감면에 따라 유발되는 수요를 나타낸다. 따라서 요금감면에 비탄력적인 수요의 경우 감면액 전부가 소비자 잉여가 되며 요금감면에 탄력적인 수요는 감면액의 약 1/2 가량(rule of a half)이 편익으로 발생한다. 즉, 소비자 잉여의 증가분은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$VOEI = D_b(c_b - c_a) + \frac{1}{2}(D_a - D_b)(c_b - c_a) \quad (1)$$

여기서  $VOEI$ 는 형평성 향상 가치(values of equity improvement)이다.

이러한 방법론을 적용할 경우 몇 가지 문제점이 발생할 수 있다.

첫째, 소비자 잉여의 증가분은 비용의 변화와 비교·차감되어야 사회적 순잉여분을 산정할 수 있다. 서론에서 언급한 바와 같이 증가된 철도수요의 한계 운영비용을 물리적으로 '0'으로 볼 수는 없으나 대량수송을 특징으로 하는 철도의 경우 무시할 수 있는 수준이라고 가정하여도 큰 무리가 없을 것이다. 따라서 식 (1)에 의해 산정한 규모 전체를 형평성 향상의 증가분으로 보아도 무방할 것이다.

둘째, <그림 1>의 개념도에서는 선형 수요함수를 가정했으나, 시장의 실제 수요함수는 볼록(convex) 또는 오목(concave)형 일 수 있다. 볼

록형 수요함수일 경우 본 연구의 방법론은 형평성 향상 가치를 과다 추정하게 되고 오목형일 경우 과소 추정하게 된다. 그러나 시장 수요함수의 형태를 정확히 파악하기 힘든 상황을 고려할 때 선형 수요함수로 근사추정 하여도 큰 무리가 없을 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구에서 제시하는 방법론을 적용하기 위해서는 요금감면에 탄력적/비탄력적 통행수요를 사전에 파악해야 한다. 그러나 요금감면은 기 시행중인 제도이고 사회적 교통약자 집단의 수요함수에 관해서는 연구된 바가 없다(이를 파악하는 것은 본 연구의 범위를 벗어난다). 따라서 본 연구에서는 관련 문헌 검토를 통해 철도 수요의 요금 탄력성 값을 조사하고 그 수치가 사회적 교통약자 집단에도 동일하게 적용된다고 가정한다.

마지막으로 이동성 개선에 따른 형평성 향상 가치를 직접적으로 (예비)타당성조사의 편익 항목으로 계상하기에는 무리가 있다. 이는 요금감면이 고려된 수요가 한국교통연구원의 국가교통DB에 기 구축되어 있기 때문이다. 즉, 이동성의 향상은 기존의 통행시간 절감 편익 항목에서 고려되고 있으므로 사회적 교통약자의 형평성 향상 가치의 전부 또는 상당 부분은 기 계상된 것으로 보아야 한다. 다만 현행 (예비)타당성조사에서 고려하지 않는 유발수요를 교통수요분석에서 명시적으로 검토할 경우 본 연구의 방법론은 보다 유용할 수 있을 것이다.

### III. 형평성 향상 가치 산정방안 정립

본 장에서는 형평성 향상 가치 산정방안을 정립한다. 먼저 문헌검토를 통해 철도 수요의 요금 탄력성 값을 조사하고 철도의 서비스 유형별 형평성 향상 가치 원단위를 제시한다. 단 고

속철도의 경우 공익 목적의 요금 감면 서비스를 제공하지 않으므로 연구에서 제외한다.

### 1. 철도 수요의 요금탄력성

제II장에서 언급한 바와 같이 사회적 교통약자 집단의 통행수요는 운임감면과 무관하게 철도를 이용하는 비탄력적 수요와 운임감면에 의해 새롭게 철도를 이용하게 된 탄력적 수요로 구분할 수 있다. 이 두 가지 유형의 수요는 원칙적으로 사회적 교통약자 집단의 수요함수 분석을 통해 도출하는 것이 바람직하다. 그러나 이에 관해서는 연구된 바가 없으므로 본 연구에서는 관련 문헌 조사를 통해 철도 유형별 수요의 요금탄력성 값을 추산하고 이 값이 사회적 교통약자 집단에 동일하게 적용될 수 있다고 가정한다.

<표 2> 철도 수요의 요금 탄력성 추정 사례

구분	연구자	평균	단기	장기
일반철도 (지역간 철도)	Owen and Phillips(1987)	-0.89	-0.69	-1.08
	Oum et al.(1990)	-0.85	-	-
	Goodwin(1992) <sup>1</sup>	-0.47	-	-
	Lee et al.(2004)	-0.76	-	-
	Wardman(2006)	-0.85	-	-
	평균	-0.76	-	-
광역철도 및 도시철도	Fairhurst et al.(1987)	-0.30	-0.20	-0.40
	Goulcher(1990)	-0.50	-0.40	-0.60
	Voith(1991)	-1.11	-0.62	-1.59
	Gilbert and Jalilian(1991)	-0.55	-0.40	-0.70
	Vuuren(2002) <sup>2</sup>	-0.68	-	-
	평균	-0.63	-	-

주: 1. 10개 문헌 평균  
2. Waard(1990) 인용

<표 2>는 철도 수요의 요금 탄력성 추정 사례를 해외 연구를 중심으로 정리한 것이다. 서비스 유형을 일반철도와 광역 및 도시철도로 구분했으며, 탄력성 추정치를 평균, 단기, 장기

값으로 제시하였다. 연구자에 따라 추정된 값에 일부 편차를 보이거나 상당히 유사한 수치를 제시하고 있는 것으로 볼 수 있다. 즉, 지역간 철도의 경우 평균 -0.76, 도시부 철도의 경우 약 -0.63 수준을 나타내고 있다.

그러나 해외의 수치를 국내 연구에 직접적으로 적용하는 데 다소 무리가 있다. 더군다나 조사된 탄력성 추정사례는 전체 철도 여객을 대상으로 했으므로 사회적 교통약자의 이동성 개선을 검토하고 있는 본 연구의 방향과 거리가 있다. 그럼에도 불구하고 공신력 있는 국내외 연구의 미진함을 고려할 때 한시적으로 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

### 2. 형평성 향상 가치 원단위

#### 1) 일반 및 광역철도

일반 및 광역 철도의 공익목적 요금 감면액은 공익서비스(PSO; Public Service Obligation) 비용으로부터 산출할 수 있다. PSO 비용은 '운임 감면액', '경영손실보전액', '국가 특수목적 사업비'로 구분된다.

<표 3> 일반·광역철도의 공익 목적 운임감면 비율

구분	경로 <sup>1</sup>	장애인 <sup>2</sup>	국가유공자 <sup>3</sup>	군인 <sup>4</sup>
전동차	100%	100%	100%	0%
고속철도	0%	0%	0%	0%
새마을	0%	0%	6회 무임승차 후 50%	10%
무궁화	30%	50%		
통근열차	50%	50%		

주: 1. 노인복지법 제26조  
2. 장애인복지법 제2조  
3. 국가유공자등 예우 및 지원에 관한 법률 제66조  
4. 한국철도공사 여객운송 취급 세칙

먼저 운임감면액은 사회적 약자를 대상으로 <표 3>과 같이 운임을 감면한 금액이다. 경로, 장애인, 국가유공자 및 군인에 대하여 운임이 감면되었지만 2007년부터 군인 할인제도가 폐

지되었다.

다음으로 경영손실보전액은 경영손실 보상 대상 노선(<표 4> 참조)의 적자를 보전하기 위해 지급되는 보조금이다. 이는 한국철도공사의 순수원가 계산방식에 의해 산출된 비용과 수입의 차액 기준으로 산정한다.

<표 4> 경영손실 보상 대상 노선

단위: km, 개

구분	구간	연장	역수	비 고 (포함지선)
경의선	도라산~서울	59.8	18	고양기지선, 수색객차출발선
용산선	용산~수색	9.3	2	용산삼각선, 효창선
교외선	능곡~의정부	31.8	7	-
경북선	김천~영주	137.5	17	문경선
군산선	군산~익산	34.7	6	목구선
영동선	영주~강릉	219.5	39	삼척선, 묵호항선, 북평선, 북영주선
정선선	구절리~증산	45.9	6	-
태백선	제천~백산	113.9	21	함백선, 태백삼각선
동해선	부산진~포항	184.8	39	우암, 가야, 부전, 온산, 괴동, 장생포, 울산항선
진해선	창원~통해	21.2	6	-
대구선	동대구~영천	34.9	6	-
경전선	송정리~삼랑진	323.9	54	광양항선, 광양제철선, 미전선

자료: 2005 회계연도 경영성적 보고서, 한국철도공사, 2006

마지막으로 국가 특수 목적 사업비는 특별동차사무소의 운영 및 유지관리를 위하여 지출한 비용이다.

이 중 경영손실보전액은 '지역 간 형평성'과 관련되며 국가 특수 목적 사업비는 '계층 간 형평성'과 거리가 있으므로, 운임감면액의 규모만으로 형평성 개선 가치로 계상하는 것이 바람직하다. 또한 일반철도의 경우 공익목적 운임감면 대상에서 군인할인 제도가 2007년부터 폐지되었으므로 이를 제외한 나머지 감면액으로 형평성 향상 가치를 추산한다.

이를 위하여 2004-2005년간 한국철도공사의 열차 등급별·지급 대상별 공익목적 운임감면액 자료(<표 5>)를 활용한다. 우선 고속철도는 운임감면 서비스를 제공하지 않기 때문에 형평성 향상 가치 고려대상에서 제외한다. 다음으로 새마을, 무궁화 및 통근열차를 일반철도로 집계하고 전동차는 광역철도로 집계하여 각각의 형평성 향상 가치 원단위를 추산한다.

<표 5> 열차 등급별·지급 대상별 공익목적 운임감면액

단위: 천원

년 구 분	합계	경로	장애인	국가 유공자	군인
고속	-	-	-	-	-
2 새마을	629,599	0	0	453,799	175,801
0 무궁화	24,320,278	13,772,127	9,468,405	907,679	172,068
0 통근	1,358,541	1,259,972	94,264	3,847	458
4 전동차	55,831,000	40,812,461	10,384,566	4,633,973	0
합계	82,139,419	55,844,561	19,947,234	5,999,297	348,327
고속	-	-	-	-	-
2 새마을	681,654	0	0	528,811	152,844
0 무궁화	22,628,474	12,703,339	8,955,659	691,315	278,163
0 통근	1,815,396	1,661,935	145,131	5,979	2,351
5 전동차	74,964,782	57,875,462	13,010,487	4,078,833	0
합계	100,090,307	72,240,735	22,111,276	5,304,938	433,358

자료: 한국철도공사 내부자료

<표 6> 한국철도공사의 서비스 등급별 수송실적

단위: 천인-km

서비스 등급 구분	2004	2005	
고속철도	5,575,302	8,936,997	
일반철도	새마을	2,964,834	2,248,319
	무궁화	8,765,332	7,388,757
	통근(통일)	618,138	502,033
	소계	12,348,304	10,139,109
광역철도(전동차)	10,537,015	11,928,106	
합계	28,460,621	31,004,212	

자료: 2004-2005년도 경영성적보고서 자료 재구성

한국철도공사의 서비스 등급별 수송실적은

<표 6>과 같다. 2005년에는 2004년보다 고속철도 수요는 큰 폭으로 증가하였고, 광역철도는 소폭증가, 일반철도는 감소하는 추세를 보인다.

일반철도의 형평성 향상 가치 원단위는 <표 7>과 같이 산정한다. 일반철도의 공익목적 운임감면액을 총 수송인-km(<표 6>)로 나누어 원단위를 계산한다. 추정된 원단위는 2004년에 비해 2005년에 소폭 증가한 것으로 나타났으며 이것은 운임감면액보다 수송실적이 더 크게 감소했기 때문이다. 수송실적의 감소는 2004년 4월 고속철도의 개통과 더불어 일반철도의 편성횟수가 감소한 것이 가장 큰 원인인 것으로 추정된다.

<표 7> 일반철도의 형평성 향상 가치 원단위

단위: 천원, 천인-km, 원/인-km

구분	2004년	2005년
운임감면액 <sup>1,3</sup> (A)	25,960,092	24,692,167
수송실적 <sup>2</sup> (B)	12,348,304	10,139,109
원단위 (A/B)	2.10	2.44
원단위 평균	2.27	

주: 1. 2004-2005년도 경영성적보고서 자료 인용  
2. 한국철도공사 내부자료 이용  
3. 군인에 대한 운임감면액 제외

<표 8> 광역철도의 형평성 향상 가치 원단위

단위: 천원, 천인-km, 원/인-km

구분	2004년	2005년
운임감면액 <sup>1</sup> (A)	55,831,000	74,964,782
수송실적 <sup>2</sup> (B)	10,537,015	11,928,106
원단위 (A/B)	5.30	6.29
원단위 평균	5.80	

주: 1. 2004-2005년도 경영성적보고서 자료 인용  
2. 한국철도공사 내부자료 이용

<표 8>은 광역철도의 형평성 향상 가치 원단위를 제시한 것이다. 광역철도의 공익목적 운임

감면액을 총 수송인-km(<표 6>)로 나누어 원단위를 계산한다. 2004년과 비교하여 2005년의 원단위가 증가한 것을 확인할 수 있다. 이는 2005년 1월 완공된 '서울-천안' 간 복선전철화 사업의 효과에서 그 원인을 찾을 수 있다.

## 2) 도시철도

도시철도 또한 관련법에 의거하여 노인, 장애인 및 국가유공자를 대상으로 무임승차 혜택을 제공하고 있다. 이를 바탕으로 도시철도의 형평성 향상 가치를 계산하기 위해서 2006년도 지하철 수송계획(서울메트로, 2006) 및 2006년도 도시철도 수송계획(서울도시철도공사, 2006)의 연간 무임승차 인원 자료와 각 운영기관의 전체 수송실적자료(한국철도공사 내부자료)를 이용하였다.

<표 9> 도시철도 운영기관 별 무임수송인원 현황

단위: 천인

운영기관	구분	2004년	2005년
서울메트로 <sup>1</sup>	경로	90,770	97,921
	장애인	12,886	13,626
	국가유공자	4,144	4,110
	소계	107,800	115,657
서울도시철도공사 <sup>2</sup>	경로	47,222	51,856
	장애인	10,587	12,070
	국가유공자	3,445	3,925
	소계	61,255	67,852
부산교통공사 <sup>3</sup>	소계	39,794	47,906
대구지하철공사 <sup>3</sup>	소계	8,848	12,473
인천지하철공사 <sup>3</sup>	소계	4,899	5,280
광주도시철도공사 <sup>3</sup>	경로	-	2,441
	장애인	-	354
	국가유공자	-	154
	소계	1,656	2,948

자료: 1. 2006년도 지하철 수송계획  
2. 2006년도 도시철도 수송계획  
3. 각 운영기관별 내부자료

국내 도시철도 운영기관별 무임수송인원은

<표 9>와 같다. 서울메트로와 서울도시철도공사는 무임승차인원을 경로, 장애인 및 국가유공자로 구분하고 있으며 광주도시철도공사는 2005년부터 무임수송인원을 세분화한데 비해 타 지역의 도시철도 운영기관은 전체 인원만 집계하고 있다. 대전도시철도공사는 개통 후 운영기간이 짧아서 자료 수집에서 제외하였다.

서울지역(서울메트로, 서울도시철도공사)을 제외한 타 도시 도시철도의 경우는 수송인-km 자료가 구축되지 않으며 무임수송인원에 대한 환산운임자료가 존재하지 않아 원단위 산정과정에서 제외하였다. 반면 서울메트로와 서울도시철도공사의 경우 수송인-km 자료의 확보가 가능하므로 무임수송 환산운임을 운행실적자료(인-km)로 나누어 인-km 당 형평성 향상 가치 원단위를 산정하였다.

<표 10> 도시철도의 형평성 향상 가치 원단위

단위: 백만원, 백만인-km, 원/인-km

구분	2004년	2005년
서울메트로 <sup>1</sup>	86,561	104,091
서울도시철도공사 <sup>2</sup>	49,225	61,067
환산운임합계(A) <sup>3</sup>	91,483	165,158
수송실적(B) <sup>4</sup>	24,627	24,880
원단위(A/B)	3.71	6.64
원단위 평균	5.18	

- 주: 1. 2006년도 지하철 수송계획의 자료 인용  
 2. 2006년도 도시철도 수송계획의 자료 인용  
 3. 무임승차 인원내 당해 연도 1구간 운임을 적용  
 4. 한국철도공사 내부자료 이용

<표 10>에서 2005년의 원단위가 2004년 대비 1.8배 정도로 높게 산정된 것을 확인할 수 있다. 이러한 원인은 세 가지로 추론해 볼 수 있다. 첫째, 2004년 7월 시행한 대중교통통합거리비례제로 전체적인 운임이 인상되어 수송실적에 비해 환산운임이 크게 증가하였다. 둘째, 고령화 사회의 가속화로 노인 인구가 급격하게

증가하면서 경로 무임 수송인원이 증가하였다. 마지막으로 광역철도의 개통으로 인한 네트워크 효과로서 '서울-천안' 간 복전전철의 개통(2005년 1월)으로 서울시 도시철도의 이용자 수도 간접적인 증가한 것으로 추론할 수 있다.

### 3. 형평성 향상 가치 산정방안

본 절에서는 철도 운영에 따른 형평성 향상 가치 산정방안을 제시한다. 우선 철도수요의 요금탄력성 값을 이용해 운임감면과 무관하게 철도를 이용하는 수요와 운임감면에 따라 철도를 이용하게 된 수요를 개략적으로 구분한다. 다음으로 산정된 수요에 형평성 향상 가치 원단위를 적용하여 철도 서비스별 소비자 잉여를 계산한다. 마지막으로 사업시행사와 미시행사의 형평성 가치의 차이로 철도의 형평성 향상 가치를 산정한다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$VOEI = VOE_{\text{사업시행}} - VOE_{\text{사업미시행}}$$

$$s.t. VOE = \sum_{m=1}^3 \sum_o \sum_d \{ D_{od}^m \times (1 + \epsilon_c^m) \times V_e^m \times 365 \} + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^3 \sum_o \sum_d \{ D_{od}^m \times (-\epsilon_c^m) \times V_e^m \times 365 \}$$

여기서,  $VOEI$ 는 연간 형평성 향상 가치,  $VOE$ 는 형평성 가치,  $D_{od}^m$ 는  $m$ 철도의 특정  $OD$ 간 수송실적(인-km),  $\epsilon_c^m$ 는  $m$ 철도의 수요의 요금 탄력성 원단위( $\epsilon_c^1$ : -0.76,  $\epsilon_c^2$ : -0.63,  $\epsilon_c^3$ : -0.63),  $V_e^m$ 는  $m$ 철도의 형평성 향상 가치 원단위( $V_e^1$ : 2.27,  $V_e^2$ : 5.80,  $V_e^3$ : 5.18),  $m$ 은 철도의 서비스 등급 구분이다(1: 일반철도, 2: 광역철도, 3: 도시철도).

### IV. 결론

본 연구에서는 철도 운영의 형평성 향상 가치

를 산정하기 위한 방안을 검토하였다. 이를 위해 형평성 향상 가치의 개념을 정의하고, 철도의 서비스 등급별 형평성 가치의 산정방법론 및 원단위를 제시하였다. 등급별 분류 과정에서 공익 목적의 요금 감면 서비스를 제공하지 않는 고속철도를 제외하고, 일반철도와 광역철도 및 도시철도에 대하여 형평성 향상 가치 원단위를 각각 산정하였다. 본 연구의 결과가 철도의 사회·경제적 가치를 보다 신중하게 검토하는 데 일조할 수 있기를 기대한다.

비록 본 연구에서 형평성 향상 가치 산정방안을 제시하였지만 관련 자료의 미비 등으로 몇 가지 한계점이 나타난다. 무엇보다 사회적 교통약자 집단의 수요함수를 직접 고려하지 못한 점을 들 수 있다. 비록 이 부분이 철도 운영의 형평성 향상 가치 산정 방법론을 제시하고자 하는 본 연구의 범위를 벗어나 수혜집단의 수요함수에 관한 체계적 분석이 수행되어야 운임감면에 탄력적/비탄력적 수요의 규모를 보다 합리적으로 추정할 수 있을 것이다. 이와 관련하여 국내의 연구가 전무하므로 활발한 후속 연구를 기대해 본다. 다만 본 연구에서 대안으로 제시한 수요의 요금탄력성을 활용하는 방안은 한시적으로 적용할 수 있을 것으로 가정한다. 다음으로 도시철도의 형평성 향상 가치 원단위 산정과정에서 지방 운영기관의 자료 구축 수준에 한계가 있어 서울시의 자료만을 이용하였으므로 대표성의 문제가 발생할 수 있다. 또한 '04-'05년 자료를 평균하는 과정에서 2개년도 값의 차이가 큰 관계로 원단위가 과소 추정되었을 우려가 있다. 마지막으로 일반철도 및 광역철도도 네트워크의 확장과 더불어 형평성 가치 원단위가 점차 증가하는 추세이나 '04-'05년 자료를 평균하여 원단위를 산정한 값이 과소 추정되었을 가능성을 배제할 수 없다. 본 연

구의 결과에 이러한 추가 과제가 해결된다면 보다 합리적으로 형평성 향상 가치를 산정할 수 있을 것으로 기대된다.

## V. 참고문헌

1. 서울도시철도공사, 2006년도 도시철도 수송계획, 2006.
2. 서울메트로, 2006년도 지하철 수송계획, 2006.
3. 한국철도공사, 2004 회계연도 경영성적 보고서, 2005.
4. 한국철도공사, 2005 회계연도 경영성적 보고서, 2006.
5. Fairhurst, M., Lindsay, J. and Singha, M., *Traffic Trend Since 1970*, Economic Research Report R266, London Regional Transport, April, 1987.
6. Gilbert, C. and Jalilian, H., The demand for travel and for travel cards on London Regional Transport, *Journal of Transport Economics and Policy* 25, pp. 3-29, 1991.
7. Goodwin, P., A review of new demand elasticities with special references to short and long run effects of price changes, *Journal of Transport Economics and Policy* 26, pp155-170, 1992.
8. Goulcher, A., *Fares Elasticities for Underground Travel*, Research Note U13, Strategic Planning Unit, London Underground Ltd, 1990.
9. Lee, J., Chon, K. and Park C., Accommodating heterogeneity and heteroscedasticity in intercity travel mode choice model: formulation and application



- to Honam, South Korea, high speed rail demand analysis, *Transportation Research Record* 1898, pp. 68-79, 2004.
10. Leigh Scott and Cleary INC., *Transit Needs and Benefits Study*, Colorado Department of Transportation, 1999.
  11. Litman, T., *Evaluation Public Transit Benefits and Costs*, Victoria Transport policy Institute(VTPI), 2006.
  12. Oum, T., Waters, W. and Yong J., *A Survey of Recent Estimates of Price Elasticities of Demand for Transport*, Working Papers, The World Bank, 1990.
  13. Owen, A. and Phillips, G. The characteristics of railway passenger demand—a econometric investigation, *Journal of Transport Economics and Policy*, pp231-253, 1987.
  14. Voith, R., The long-run elasticity of demand for commuter rail transportation, *Journal of Urban Economics* 30, pp. 360-372, 1991.
  15. Vuuren, D., Optimal pricing in railway passenger transport: theory and practice in the Netherlands, *Transport Policy* 9, pp. 95-106, 2002.
  16. Waard, V., *Koncept Elasticiteiten Handboek*, Rijkswaterstaat, Directorate General of Public Works and Water Management, Dienst Verkeerskunde, 1990
  17. Wardman, M., Demand for rail travel and the effects of external factors, *Transportation Research Part E* 42, pp. 129-148, 2006.