

친환경교통수단으로서 KTX의 역할과 기대

A Role and Expectation of the KTX as a Pro-environmental Transport Mode

방연근 | 한국철도기술연구원 책임연구원

Abstract

Green gas Emissions Trading System(ETS) came into effect in the Europe last year 2005. All transport modes have tried to reduce green gas emission and EU member countries are promoting the use of environmental friendly transport mode to avoid economic loss due to green gas emission. Besides ETS, rapidly rising of oil price and peak oil urge to invest more in the environmental friendly public transport mode and to discourage the use of private cars. The operation of KTX is estimated to bring external cost reduction up to 570 bil. won in 2004 based on European external unit costs of transport modes. This result implies that the expansion of high speed rail network and reconsideration of East-West high speed rail network which is not considered because of weak economic validity is required.

Keywords : external cost(외부비용), high speed rail network(고속철도망), ETS(배기가스배출거래제), peak oil(석유생산 정점)

1. 서론

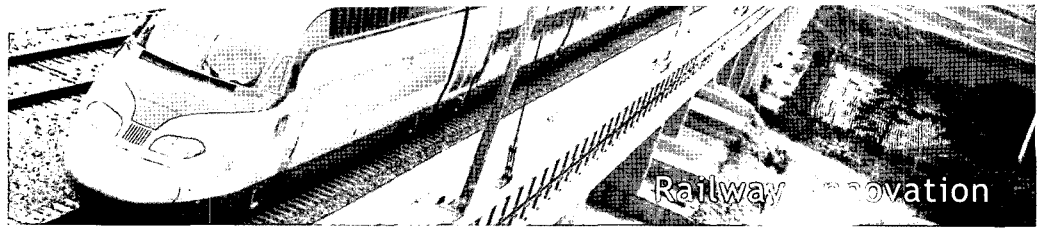
단군 이래 최대의 역사라고 했던 고속철도건설사업이 완료(1단계)되어 성대하게 KTX 개통식을 한 지가 어제 같은데 벌써 2년이 되었다는 것에 새삼 세월의 빠름을 느끼게 된다. 철도 르네상스를 가져오는 대표적인 상품이 고속철도였다 점에서 고속철도의 운행은 철도의 경쟁력 회복을 의미하는 것이었다.

우여 곡절이 있었지만 KTX가 운행되고 나서 철도운송실적이 증가하고 있는 것은 참으로 다행한 일이고 향후 고속철도망의 확대를 전망할 수 있게 하고 있다.

철도가 상대적으로 다른 교통수단에 비해 친환경적이라는 데에 이의를 제기하는 사람은 아마 없을 것이다.

그러나 이러한 친환경적인 철도의 망을 확대하고자 할 때는 경제성을 내세워 쉽게 동의하지 않고 있는 것이 현실이기도 하다. 이러한 현실에 변화가 있어야 함을 KTX 개통 2주기를 맞이하면서 논하기로 한다.

이하에서는 KTX의 환경과 관련된 경제 사회적 효과를 조망하는데 주력하기로 한다.



2. 환경문제와 교통

지난 2005년은 지구온난화에 대비한 Kyoto 협약을 준수하기(2008~2012년간에 실시될 예정임) 위한 배기가스 감축 노력이 유럽에서 구체적인 결실을 보게 되었다는 점에서 매우 의미 있는 한 해가 되었다고 할 수 있다.

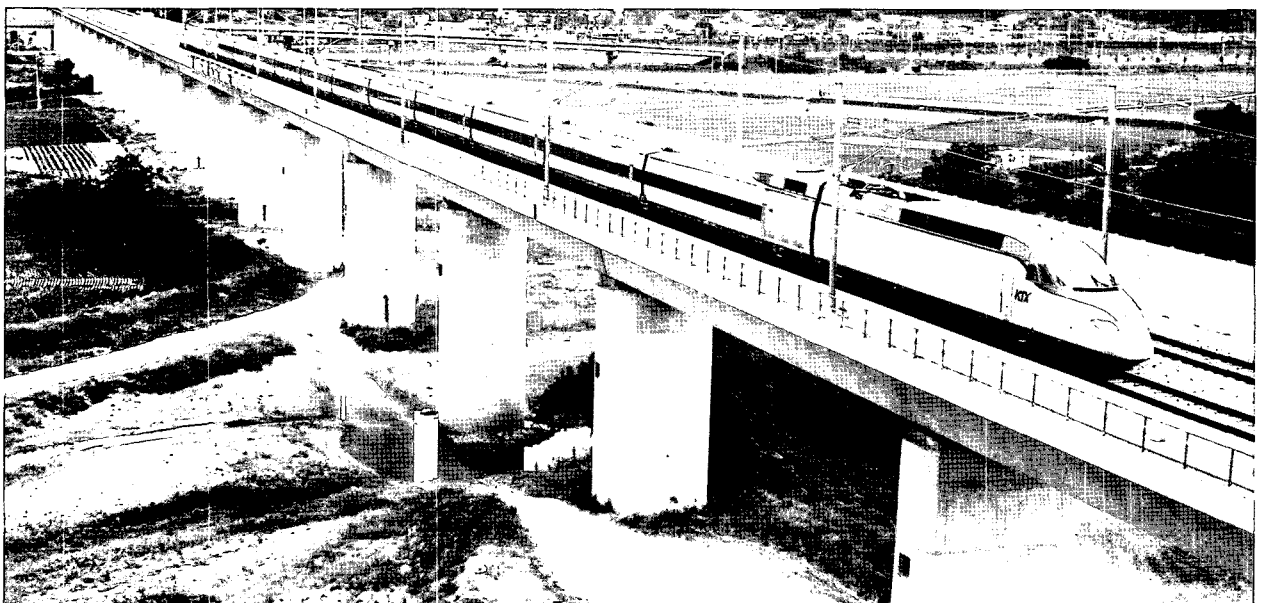
2004년 10월 EU 25개국에 대한 배기가스(이산화탄소) 할당계획(National Allocation Plan, NAP)이 공표되고 2005년 6월 그리스를 마지막으로 25개국 할당계획이 EC에서 승인됨으로써 해당 사업장마다 할당된 이산화탄소 배기량을 초과할 경우 톤당 40유로의 벌금을 물어야 하며, 이 벌금은 3년 후에는 100유로로 인상될 예정이다. 이산화탄소 배출 사업장은 자체 할당된 허용량을 초과하는 경우 친환경 사업장(허용된 할당량보다 적게 이산화탄소를 배출하는 사업장)에서 허용량을 구매하여야 한다.

EU 배기가스거래제도(Emissions Trading Scheme, ETS)의 1단계는 2005년에 1월에 시작하여 2007년 12월에 끝나며, 전력산업, 철강 및 제철, 유리제조, 시멘트, 요업 및 벽돌생산 산업이 대상이다. 2단계는 2008년에 시작하여 2012년에 끝나는데, 2단계부터는 항공운송사업 및 다른 산업들이 포함될 예정이다. EU 의회는 국제항공운송사업 및 해운산업이 2단계에 포함되기를 희망하고 있다. 현재 유럽의 25개국 1만1,400개의 사업장이 참여하고 있으며, 앞서

언급한 바와 같이 2005년 1월 1일부터 이산화탄소 배출 허가를 매매할 수 있게 되었다. 1단계에서 EU ETS가 대상으로 하는 이산화탄소 배출량은 65억7천만톤이며 이는 EU 전체 배출량의 40%에 해당하는 것으로 추산되고 있다.

교통부문은 이산화탄소를 가장 배출하는 산업부문의면서 1단계 EU ETS에 포함되어 있지 않다. 또한 1999년 EEA(European Environment Agency) 전략에서 1998년 수준의 철도, 해운, 내륙수로운송의 시장점유율을 2010년까지 회복하고, 경제성장과 교통량성장과의 연결고리를 끊는다는 목표를 설정한 이후, 교통부문에서 이에 대한 구체적인 계획과 현 교통수요 수준이 환경에 미치는 영향에 대한 포괄적인 기술이 없다는 점이 비판의 대상이 되고 있다. 자동차 기술과 연료의 발전으로 자동차 부문에서의 연비는 개선되고 있으나, 철도와 해운에서의 연비개선은 미미한 실정이다. 육상 트럭운송에서의 연비개선은 지난 20년간 거의 이루어지지 않고 있으며 항공은 여전히 가장 연비가 나쁘고 기술발전이 거의 없는 것으로 평가되고 있다(참고문헌 7).

우리나라의 수송부문 연평균 에너지 소비증가율과 온실가스 배출증가율은 각각 7.2%와 7.3%로 세계적으로 높은 수준이다. 수송 부문의 에너지 소비율은 21%이며 일산화탄소(CO) 등 대기오염물질 배출률은 56%이다('02). 특히 대도시에서는 자동차 대기오염물질 배출률이 매우 높는데, 2002



년 서울시의 경우 대기오염물질 총배출량의 67%에 이른다. 질소산화물 등 오염물질의 배출증가는 오존주요보(0.12ppm/시간) 발령일수 증가로 이어지고 있다(참고문헌 2).

3. 에너지 문제의 전망

석유 값이 배럴 당 60달러를 넘나들고 있는 요즘, 뉴욕 타임즈(참고문헌 11)에서는 석유에 의존하는 전략을 수정하여야 하는 이유로서 부시 미국 대통령이 제시한 국가안보 이외에 지구온난화에 대한 대처, 석유시대의 종언을 들고 있다. 값싸고 풍부한 것으로 여겨졌던 석유시대의 종언이 2037년 또는 2047년으로 예측된다는 것이다. 물론 여기서 석유시대의 종언이란 더 이상 값싸게는 석유를 사용할 수 없게 되었다는 것을 의미하는데, 석유의 공급이 석유에 대한 수요를 충족시키지 못하기 때문이다. 이 시점이 2037년 또는 2047년으로서 석유 값이 천정부지로 오를 수밖에 없다는 것이다. 이러한 전망을 미국 에너지성 에너지정보국 공식 보고서에 기초하여 알리고 있다(참고문헌 8).

현재 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)는 non-OPEC 산유국들이 생산의 정점(peak oil)을 지났다고 인정하고 있으며, 과거 발굴된 유전들은 15년 이내에 생산량이 감소할 것으로 전망하고 있다(참고문헌 3). 미국 프린스턴 대학의 Kenneth S. Deffeyes 교수로 대변되는 비판론자들은 이미 지난해 2005년 11월 24일에 세계석유생산의 정점을 지났으며, 석유가 급등은 현실로 다가오고 있다고 주장하고 있다(Campbell & Laherrere는 2004년, Laherrere는 2010년을 주장). 그리고 공급이 수요를 별로 초과하지 못하는 상황에서 즉 여력이 많지 않은 상황에서 이상 한파, 테러 등에 의한 유정의 파괴, 산유국의 정치불안 등으로 쉽게 석유쇼크파동(Oil Shockwave)가 발생할 수 있다고 우려하고 있다.

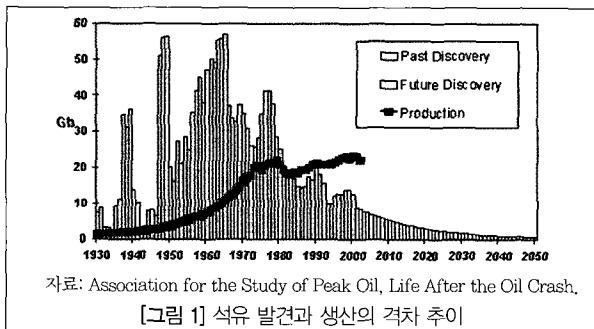
최대 산유국인 사우디 아라비아가 수행할 수 있었던 범퍼 역할도 이제는 불확실한 것으로 여겨지고 있다. 사우디 아라비아도 이미 생산정점에 도달하였거나 곧 다다를 것으로 보이기 때문이다(지난 반세기 동안 사우디가 생산한 석유량은 550억 배럴이지만, 이제는 1일 1,250만배럴 생산이 쉽지 않을 것으로 보이며 향후 필요한 1일 1,500만 배럴의 생산

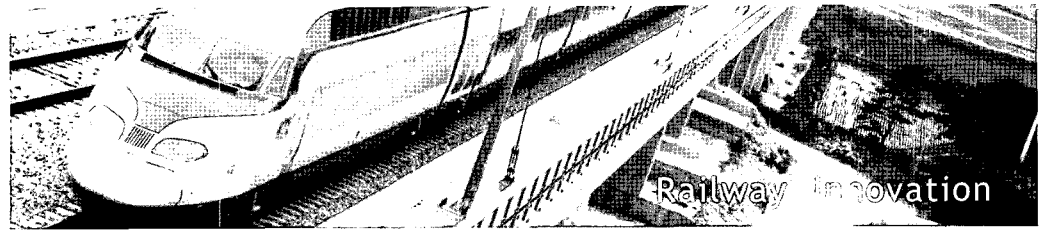
은 불가능한 것으로 판단되고 있다(참고문헌 9)).

낙관론자들은 이러한 수요와 공급의 불일치 현상은 그동안 여러 차례 있어 왔으며 그때마다 기술발전으로 극복하였으며 석유 매장량 추정치가 증가해온 점을 강조하고 있다.

비전통적인 석유(nonconventional oil, 캐나다 oil sands, 심해개발, 천연액화가스개발 등)의 시장점유율이 1990년 10%에서 2010년에는 30%로 증가하여 석유의존을 줄일 것이라고 주장하고 있다(참고문헌 5). 그러나 이들이 제시하고 있는 석유소비 증가에도 불구하고 안심하고 석유를 사용할 수 있는 기간이 향후 25년이라는 점은 석유시대의 종언에 대비하기 위해서는 최소한 20년이 필요하다는 주장(참고문헌 12)에 입각하여 볼 때는 오히려 지금부터 석유시대의 종언에 대비한 노력을 강화하여야 한다는 것을 시사하게 된다(참고문헌 6).

대응방안으로 고려되고 있는 안들은 연비개선차량, 가솔린과 전기를 혼용하는 Hybrid 차량, 수소차량의 대중화(미국 National Academy of Engineering에서는 30년 이내에는 수소를 연료로 하는 차량의 대중화는 힘들다고 보고 있다(참고문헌 10)). 에탄올 등 대체에너지 개발, 채광 및 생산비용이 엄청나게 증가하는 Tar 및 Shale Oil의 개발, 유류세의 인상(유럽에서 주장) 등등이 논의되고 있지만 충분한 해답이라고 인정되지 못하고 있다. 무엇보다도 온실가스의 40%를 배출하고 있는 차량의 연비개선과 이들 차량의 운행을 억제하고 철도, 내륙수로와 같은 친환경 대중교통수단의 활성화를 유도하고 이를 뒷받침하기 위한 인프라 구축이 시급하다고 여겨지고 있다. 철도입장에서는 경쟁력있는 고속철도망의 확대가 필요하고 이런 관점에서 과거 경제논리로 사장되었던 동서고속철도의 건설 등이 바로 검토되어야 하는 등의 조치가 필요할 것으로 보인다.





무엇보다도 온실가스의 40%를 배출하고 있는 차량의 연비개선과 이들 차량의 운행을 억제하고 철도, 내륙수로와 같은 친환경 대중교통수단의 활성화를 유도하고 이를 뒷받침하기 위한 인프라 구축이 시급하다고 여겨지고 있다.

4. 철도의 친환경성

유럽에서 발표된 온실가스배출, 공기오염비용, 소음비용, 사고비용, 이들을 종합한 외재비용 등에서 비교한 자료를 참고하면(참고자료 4), 도로에 비해 철도의 친환경성이 상대적으로 크다는 것을 알 수 있다. 외부비용(external costs)의 비교 및 온실가스가 시장에서 거래된다는 것을 전제로 한 교통수단의 환경비교우위분석에 사용된 표는 <표 1>와 <표 2>이다.

유럽의 교통수단 사정이 우리와 같이 않다는 점에서 우리 교통수단 현실에 대한 조사를 바탕으로 한 비교분석이 중요하다. 우리나라에서는 2002년에 한국환경정책·평가연구원에서 육상교통수단의 친환경성을 비교분석한 결과를 내놓고 있다(참고문헌 1). 그러나 여기서 제시되고 있는 것은 도로와 철도의 비교이어서 항공부문이 누락되어 있는 점, 그리고 유럽과 사정이 다르다고는 하나 CO₂ 배출원단위가 크게 차이가 나는 점 때문에 KTX를 포함한 교통수단의 외부비용과 온실가스 비용을 산출하는데 직접 이용하지는 않았다.

<표 1> 수송수단별 온실가스배출 비교(g/인·km)

	철도		승용차 및 버스		항공	
	도시간	승용차	버스	국내선	일반	
CH ₄	0.007	0.120	0.004	0.030	0.129	
N ₂ O	0.003	0.019	0.002	0.006	0.000	
NO _x	1.80	1.312	0.433	1.673	0.172	
CO	0.222	17.603	0.663	0.350	52.468	
NM VOC	0.072	3.221	0.182	0.110	1.179	
CO ₂	135.918	162.268	67.771	219.638	156.489	
계(CO ₂ 환산)	152.042	224.441	74.040	236.834	222.468	

자료: Apelbaum Consulting Group 1997, BTE personal communication, 참고. 비도시의 경우 승용차의 CO₂ 배출량은 0.18(kg/인킬로.1987-1988년간), 지방열차의 경우 CO₂ 배출량은 0.07(kg/인킬로.1987-1988년간)이었음. 자료: Victorian EPA 1994, p.18.

<표 2> 1995년 교통수단 외재비용

	여객(유로/1000인km)	화물(유로/1000톤km)
도로	87(승용차), 38(버스)	88
철도	20	19
항공	48	205

자료: INFRAS, IWW Universitaet Karlsruhe 2000

5. KTX의 성과 및 환경비용효과 산출

5.1 철도운행실적의 변화

철도공사 전체 여객영업실적은 2003년 272억3천만인/km, 8억9천만 명에서 KTX가 운행되고 나서 각각 284억6천만인/km, 9억2천만 명으로 증가되었다. 철도공사 여객영업실적이 1992년이래 계속 감소하는 추세이었던 점을 감안하면 KTX로 인하여 실적이 증가하는 전환점이 이루어진 것으로 판단할 수 있다.

<표 3> KTX 운행 후의 실적변화

(단위 1,000)

	인	인-km	톤	톤-km
2003년 전체	894,621	27,227,661	47,110	11,056,984
2004년 전체	921,223	28,458,594	44,512	10,640,917
2004년 KTX	19,791	5,551,264		
2005년 KTX	32,368	9,079,042*		

* : 2004년 KTX 평균 km를 적용한 추정값임.

이러한 철도운송실적의 증대는 289억 원의 외재비용을 초래하고, 66억 원의 온실가스 비용(톤당 30유로로 계산)을 발생시킨 것으로 추산된다.

5.2 항공운송실적의 변화

KTX가 운행되는 서울, 대구, 부산 지역에서 해당 공항의 항공편과 운송실적은 대폭 감소 하였다는 것을 알 수 있다.

상당 부분 항공여객이 고속철도인 KTX로 유입되었다고 볼 수 있는데, 노선별로 2003년 실적과 KTX 도입 후의 2005년 수송실적 차이를 살펴보면 김포-대구 노선에서 324,173,437.5 인/km가 감소하였고, 김포-부산 노선에서 812,035,368.6인/km가, 김포-광주 노선에서 118,348,650 인km가 감소하였음을 알 수 있다.

〈표 4〉 항공운송실적 변화

김포-대구 노선 실적(159마일, 255,831km)

	운항회수	여객(명)	여객km	화물(톤)	톤km
2005	2323	169153	43274581	2366	605296
2004	5447	583720	149333671	4946	1265340
2003	13089	1436292	367448019	6881	1760373

김포-부산 노선 실적(214마일, 344,326km)

	운항회수	여객(명)	여객km	화물(톤)	톤km
2005	21628	2861589	985319494	39578	13627734
2004	25321	3815356	1313726270	60600	20866156
2003	31518	5219922	1797354863	59237	20396839

김포-광주 노선 실적(164마일, 263,876km)

	운항회수	여객(명)	여객km	화물(톤)	톤km
2005	6894	747027	197122496	6629	1749234
2004	7571	940252	248109936	6845	1806231
2003	9532	1195528	315471146	7851	2071690

이러한 실적변화를 바탕으로 항공부문에서의 외재비용을 계산한 결과 708억원이 감소하였음을 알 수 있었다. 또한 EC에서 예측하고 있는 CO₂ 톤당 가격 30유로를 적용할 경우 104.7억원이 감소하는 효과를 가져왔다.

5.3 도로부문에서의 변화

KTX가 운영된 2004년 고속도로에서의 승용차 운행대수가 감소추세를 보이거나 2005년에는 오히려 증가하여 일관된 해석을 어렵게 하고 있다.

그러나 환경편익을 추정하기 위해 2004년도의 감소분을 KTX 효과로 간주하였는데 다만 감소분 중 추세를 고려하여 2003년도 감소분을 제외한 나머지 부분만을 KTX 효과로 보았다.

〈표 5〉 도로부문에서의 변화

경부고속국도 차량운행 실적

(단위: 대/일)

	2002	2003	2004	2005
총계	84718	83118	83952	81383
승용차	46320	45563	43990	46997
버스	9755	8624	8870	9842

호남고속국도 차량운행 실적

	2002	2003	2004	2005
총계	33617	33746	30856	31666
승용차	19887	19377	18047	18261
버스	3959	4221	3451	3979

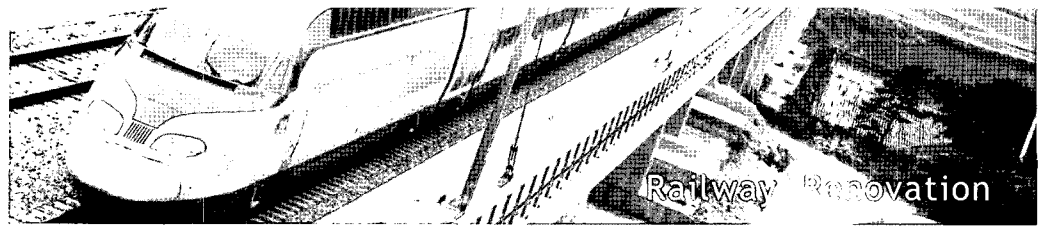
자료: 건설기술연구원, 도로교통량조사통계-노선별 도별평균일교통량, 각년도

KTX 운행구간에서 고속버스 운행실적은 평균 이상으로 감소하였다고 할 수 있다. 고속버스의 승객이 KTX로 전이하였다고 볼 수도 있는 부분이다. 고속버스 운송실적의 감소는 외재비용에서 147억 원, 온실가스비용에서 8.7억 원의 감소를 가져왔다.

〈표 6〉 고속버스 왕복수송실적(경부선)

	거리km	2002	2003	2004	차이(명)	인km차이
서울-천안	84.1	1445174	1464286	1460856	3430	288463
서울-아산	100	356012	339338	335832	3506	350600
서울-대전	153.2	2105910	1962228	1779808	182420	27946744
동서울-대전	166.7	600476	565730	520812	44918	7487831
서울-대구	297	1115023	1047994	770077	277917	82541349
동서울-대구	310.5	372203	377418	308927	68491	21266456
서울-경주	362.7	294615	277920	249088	28832	10457366
서울-울산	407.5	689318	632089	579266	52823	21525373
서울-부산	431.5	871488	809731	584713	225018	97095267
동서울-부산	445	158652	167752	126449	41303	18379835
대전-대구	148.7	244281	229048	200476	28572	4248656
대전-포항	235.2	159731	141566	138458	3108	731002
대전-울산	259.1	217843	195815	190014	5801	1503039
대전-부산	283	104398	92640	68806	23834	6745022

주: 실적차이는 2003년과 2004년의 차이임. 차이합계 989,973명, 300,567,002 인km



〈표 7〉 고속버스 호남선 및 경인선 수송실적

	거리km	2002	2003	2004	차이(명)	인km차이
서울-유성	155.7	1171263	1207830	1127296	80534	12539144
서울-연무대	165.2	205766	229452	267808	-38356	-6336411
서울-익산	198.6	482112	479063	462437	16626	3301924
서울-김제	214.8	97738	98428	105092	-6664	-1431427
서울-정읍	236.2	388286	317483	275396	42087	9940949
동서울-정읍	279.2	73216	55962	53360	2602	726478
서울-장성	273.9	10214	10615	11137	-522	-142976
서울-목포	343.1	304010	321992	342249	-20257	-6950177
서울-광주	290.9	2547803	2593192	2614688	-21496	-6253186
동서울-광주	330.9	532611	487811	449367	38444	12721120
인천-대전	174.0	434524	411789	393074	18715	3256410
인천-부산	452.6	117893	114644	95572	19072	8631987
인천-서부산	445.8		15827	24036	-8209	-3659572
인천-대구	317.6	188127	191777	169797	21980	6980848
인천-광주	311.4	328695	332249	344188	-11939	-3717805
인천-익산	225.0	116278	94332	99316	-4984	-1121400
인천-목포	352.9	136566	140922	140905	17	5999

주: 서울-논산은 서울-연무대에 포함. 실적차이는 2003년과 2004년의 차이임. 차이합계 127,650명, 28,491,905인km

5.4 환경편익의 종합

KTX 운행으로 인한 철도수송실적 증대는 철도부문에서 289억 원의 외재비용, 온실가스가 톤당 30유로에 거래된다고 전제할 때 66억 원의 온실가스 비용을 증대시키었지만, 항공부문과 고속버스 부문에서 운송실적의 감소를 초래하여 항공부문에서 708억 원의 외재비용, 104.7억 원의 온실가스 비용의 감축을, 고속도로 승용차부문에서 5,166억 원의 외재비용, 399.8억 원의 온실가스비용 감소를, 고속버스 부문에서 147억 원의 외재비용, 8.7억 원의 온실가스비용의 감축을 가져왔다. 따라서 KTX 운행으로 인한 순외재비용의 감축은 항공, 고속도로 승용차, 고속버스 감소분에서 철도의 증가분을 뺀 5,732억 원이고, 순온실가스비용의 감축도 마찬가지로 방식으로 계산하여 447.2억 원을 얻었다.

6. 결어

KTX의 개통 2주년을 계기로 고속철도운행이 환경개선에 기여하는 바를 살펴보았다. 국내 자료를 활용할 수 없어 유럽의 자료를 이용하기는 하였으나 10년전에 조사된 자료이어서 그간의 도로환경 악화를 감안한다면 철도의 환경우위성이 과소평가되었을 수도 있을 것이다. 그렇다 하더라도 유럽에서 온실가스가 거래되는 오늘의 상황과 peak oil이 먼 현실처럼 볼 수 없는 오늘의 현실을 고려한다면 환경편익이 매우 큰 철도로 교통수요를 유인할 수 있는 고속철도망의 확대 건설은 다시 고려되어야 한다고 본다. 경제적인 이유로 잠자고 있는 동서고속철도의 건설은 반드시 재검토되어야 할 것이다. ☞

참고 문헌

1. 김준순 외, 2002. 육상교통수단의 환경성 비교분석, 한국환경정책·평가연구원
2. 대통령자문 지속가능발전위원회, 제69회 국정과제회의 본보고서, 지속가능한 교통정책, 2005. 12.
3. Adam Porter, 2005. IEA Confronts "Peak Oil", www.peakoil.net/IEA2005.html
4. ACIL Consultant, 2001, Rail in Sustainable Transport: A Report to the Rail Group of the Standing Committee on Transport
5. Daniel Yergin, It's not the End of the Oil Age, Washington Post, 2005.7.31
6. David Goodstein, 2005. Out of Gas: The End of the Age of Oil
7. EEA, 2001, Annual EC greenhouse gas inventory 1990~1999.
8. John H. Wood et.al, Long-Term World Oil Supply Scenarios, www.eia.doe.gov
9. Matthew R. Simmons, 2005, Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy, Wiley).
10. National Academy of Engineering 및 Board on Energy and Environment Systems, 2004. The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers, and R&D Needs.)
11. New York Times, The End of Oil, 2006. 3. 1
12. Robert L. Hirsch, Testimony on Peak Oil, Before the House Subcommittee on Energy and Air Quality, 2005.12.7