

영동선 신갈-호법구간 단계개방 및 조기개통 효과분석

The Effect on Early & Step by Step Opening of Yeongdong Expressway



한동희



이승준



허은진



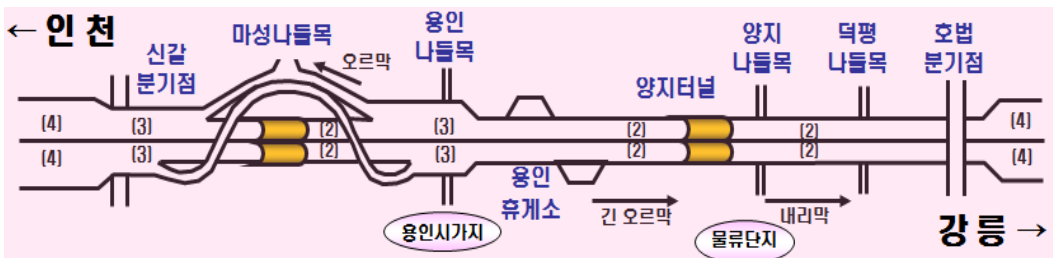
백승걸

1. 서론

수도권의 지정체가 극심한 고속도로 구간의 가장 근본적인 해결방안은 도로의 용량을 증가시키는 것이다. 물론 운영방법 개선 등 다양한 방안이 검토될 수 있지만 교통수요에 대응 하지 못하는 도로 용량 부족현상을 근본적으로 해결할 수 있는 것은 고속도로의 차로수를 확장하여 용량을 확보해주는 것으로 가장 직접적이면서도 즉각적인 효과를 볼 수 있는 방법이라고 할 수 있다. 문제는 도

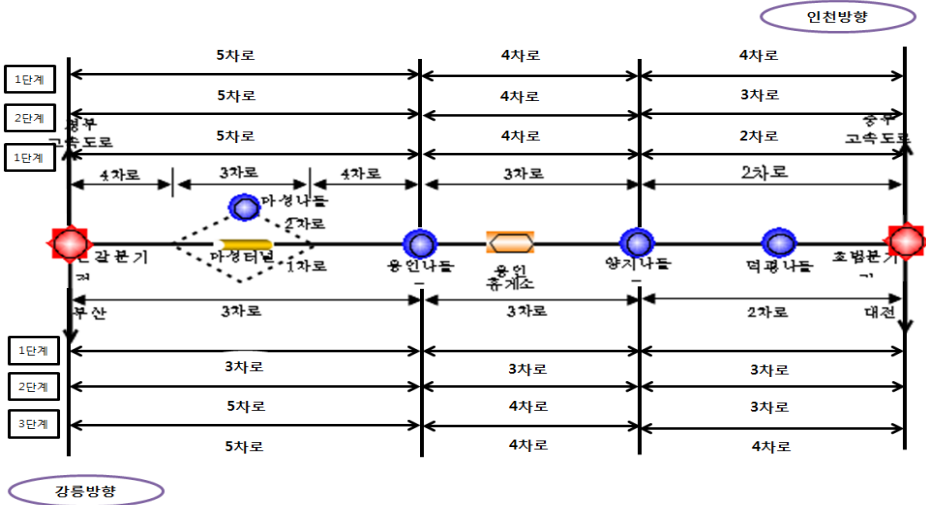
로확장이 가능한 여건이 되어야 하고 일단 확장을 진행하게 되는 경우에 확장공사기간 동안 해당구간에서 발생하는 지정체 문제는 확장여부의 결정에 영향을 줄 수 있을 정도로 심각할 수 있으며 또한 이러한 지정체가 보다 넓은 고속도로 구간에 파급되는 측면을 고려할 때 가장 효율적인 대안을 찾고자 하는 노력이 필요한 상황으로 볼 수 있다.

본고에서 소개하고자 하는 사례는 위와 같은 문제가 발생하는 가장 대표적인 사례로서 영동고속



〈그림 1〉 현재 영동선 신갈-호법 교통여건

한동희 : 한국도로공사 도로교통연구원 교통연구실 선임연구원, airchild@ex.co.kr, 직장전화:031-371-3485, 직장팩스:031-371-3319
 이승준 : 한국도로공사 도로교통연구원 교통연구실 책임연구원, samuellee@ex.co.kr, 직장전화:031-371-3427, 직장팩스:031-371-3319
 허은진 : 한국도로공사 도로교통연구원, 교통연구실 연구원, dew611@ex.co.kr, 직장전화:031-371-3304, 직장팩스:031-371-3319
 백승걸 : 한국도로공사 도로교통연구원 교통연구실 수석연구원, bsctrans@ex.co.kr, 직장전화:031-371-3301, 직장팩스:031-371-3319



〈그림 2〉 단계별 개방 계획

도로의 신갈~호법 구간의 확장공사이다. 이 확장 공사를 계획하고 시공하는 과정에서 보다 효율적으로 교통소통 상태를 개선하기위해 단계별 확장을 시행하였고 이에 대한 효과를 분석하였다.

현재 영동선 신갈-호법구간은 각 구간별, 방향별로 차로수가 일정하지 않다. 강릉방향은 신갈에서 용인까지는 3차로, 용인부터 호법까지는 2차로이며, 인천방향은 호법부터 마성까지는 2차로, 마성부터 신갈까지는 3차로이다. 영동선 신갈-호법구간의 혼잡이 계속되면서, 차로수의 확장이 시급한 실정이다. 확장을 시행하고 있었으나, 비용대비 소통원활 효과를 최적화 하기위하여, 공사완료 시기에 대한 분석이 선행되어야 한다.

따라서, 2012년 12월 말 공사완료예정이었던 계획을 2011년 11월 말로 1년 1개월 단축하였을 때의 효과분석과 단계별로 개방하였을 때의 효과 분석을 시행하였다.

통행속도 개선효과로 방향별, 구간별 교통량 변화에 따른 통행속도 증가 효과를 분석하였으며, 단계별 확장으로 인한 개통시기 단축기간에 대해 발생하는 시간절감편익, 환경비용편익을 산출하였다.

이에 본 연구는 영동선 신갈-호법구간의 확장공사 시행에 대한 종합적인 효과분석 결과를 제시하는 것이 본 사례연구의 목적이다.

II. 단계별 개방효과 분석

분석방향을 설정하기 위하여 개방 우선순위를 먼저 검토하였다. 전후연계성, 개방효과, 용지 확보, 교통전환, 시공용이성 등을 검토항목으로 하여 가중치를 적용하여 선정하였다.

당초 2012년 12월 말 공사완료예정이었던 것을 1년 1개월 단축시킴으로써 발생하는 편익과 단

〈표 1〉 방향별 개방 우선순위 검토(인천/강릉방향)

구분 (가중치)	신갈-용인	용인 - 용인 (휴)	용인 (휴) - 양지	양지 - 덕평	덕평 - 호법
전후연계성 (10)	1(10) 5(50)	2(20) 4(40)	3(30) 3(30)	4(40) 2(20)	5(50) 1(10)
개방효과 (8)	1(8) 3(24)	2(16) 2(16)	3(24) 1(8)	4(32) 4(32)	5(40) 5(40)
시공용이성 (2)	5(10) 5(10)	1(2) 1(2)	4(8) 4(8)	2(4) 2(4)	3(6) 3(6)
용지확보 (6)	1(6) 1(6)	2(12) 2(12)	2(12) 2(12)	3(18) 3(18)	3(18) 3(18)
교통전환 (4)	5(20) 5(20)	1(4) 1(4)	3(12) 3(12)	4(16) 4(16)	2(8) 2(8)
계	54[1] 110	54[1] 74[2]	86[2] 70[1]	110 90	122 82

〈표 2〉 단계별 개방계획(인천방향)

일시/구간	구간별 차로수					
	호법- 덕평	덕평- 양지	양지- 용인(휴) 용인(휴)	용인(휴) -용인	용인- 마성	마성- 신갈
현재	2	2	2	2	3	3
2010. 09.17	2	2	2	3	4	4
2010. 12.29	2	2	3	3	4	4
2011. 07.20	2	2	4	4	5	5
2011. 09.05	3	3	4	4	5	5
2011. 11.30	4	4	4	4	5	5

〈표 3〉 단계별 개방계획(강릉방향)

일시/구간	구간별 차로수					
	신갈- 마성	마성- 용인	용인- 용인(휴) 용인(휴)	용인(휴) -양지	양지- 덕평	덕평- 호법
현재	3	3	2	2	2	2
2010. 02.10	3	3	2	3	2	2
2010. 07.23	3	3	3	3	2	2
2011. 06.05	3	3	3	3	3	3
2011. 07.20	5	5	4	-	3	3
2011. 11.30	5	5	4	-	4	4

계별로 각 구간을 개방시키는 계획에 수립하고, 분석하였다.

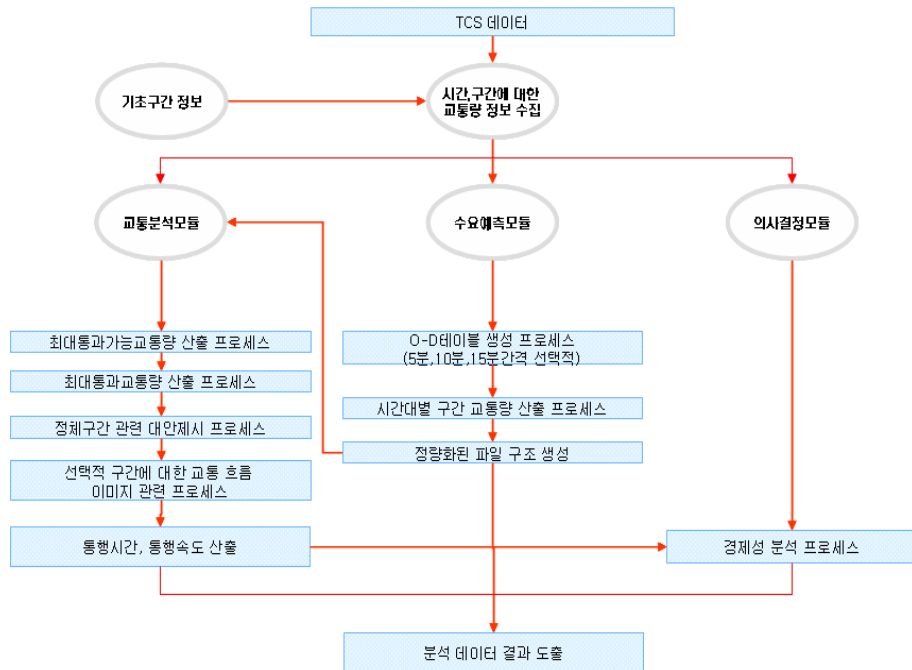
1. 통행속도 개선효과 분석

1) 분석방법론

통행속도분석을 위하여 해당구간에 대한 기초자료를 수집하였다. 본선교통량은 분석구간 및 인접

구간의 VDS 자료를 수집하였으며, TCS자료를 이용하여 진출입교통량을 추출하였다. 연평균 증가율과 월별 변동계수의 적용을 위하여 최근 3년간 고속도로 교통량 조사자료를 이용하여 분석하였다. 또한, 고속도로 교통분석프로그램인 ExTRAM을 이용하여 차로 확장 후 통행속도 개선효과를 분석하였다.

ExTRAM은 우리 연구원에서 2008년에 수행



〈그림 3〉 고속도로 교통분석 프로그램 흐름도

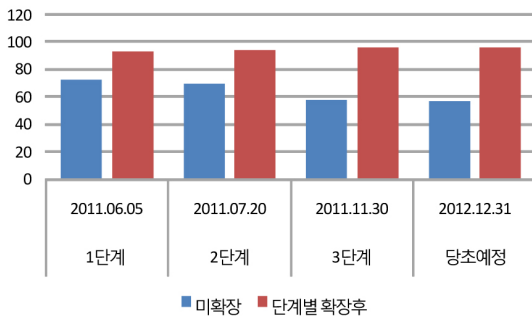
〈표 4〉 통행속도 개선효과(강릉방향)

구분	통행속도 (km/h)	증감 (%)
1단계	73	27.4
2단계	70	34.3
3단계	58	65.5
당초예정	57	68.4

〈표 5〉 통행속도 개선효과(인천방향)

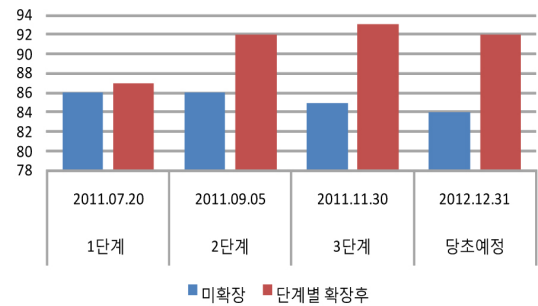
구분	통행속도 (km/h)	증감 (%)
1단계	86	1.1
2단계	86	6.5
3단계	85	8.6
당초예정	84	8.7

통행속도 개선효과(강릉방향)



〈그림 4〉 통행속도 개선효과(강릉방향)

통행속도 개선효과(인천방향)



〈그림 5〉 통행속도 개선효과(강릉방향)

완료된 “교통소통진단 지원시스템 개발”의 교통지정체 분석프로그램으로 고속도로의 혼잡문제를 해결함에 있어 과학적이고 체계적인 혼잡관리방안의 모색을 지원하기 위해 다양한 교통운영관리 기법을 적용하여 대안별 효과분석제시가 가능한 프로그램이다.

주요기능으로는 버스전용차로제 시행, 부가차로 설치, Local/Express Lanes 설치 등에 따른 교통현황 분석 및 네트워크 맵을 이용한 구간별 지정체 구간 출력과 최대 정체 길이, 손실 비용 산출 등의 효과 분석 등이 있다.

2) 분석결과

방향별로 통행속도 개선효과의 폭은 다르게 나타났다. 시행 전보다 소통상태가 원활해질 것으로 예상되었다. 통행속도가 증가함으로써 분석구간의 서비스 수준 또한 향상되어 이용자 측면에서도 만족도가 높아질 것으로 판단되었다.

혼잡이 심각했던 강릉방향은 1단계 확장시 통행 그러나 확장 후 평균통행속도는 평균 90km/h 정

도로 소통상태가 원활해질 것으로 예상되었다.속도가 73km/h에서 93km/h로 27.4% 증가되었으며, 2단계와 3단계에 걸쳐 단계별 확장 공사후 통행속도가 더욱 향상될 것으로 판단되었다. 또한, 당초 공사완료 예정시기보다 1년 1개월 앞당기게 되었을 때, 68.4% 증가효과가 예상되었다.

인천방향은 강릉방향에 비해 단계별 확장 후 통행속도 증가율이 미미하게 나타났으나, 현재 강릉방향보다는 소통상태가 양호한 편이기 때문에 절대적인 양의 향상은 적게 나타난 것으로 판단된다.

2. 사회적 편익효과 분석

1) 분석방법론

편익산정을 위하여 2010년에 한국개발연구원에서 발행된 도로·철도부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 보완연구(6판)에서 제시하는 계수값들을 적용하였다. 주행속도 산출을 위하여 BPR 지체함수를 이용하였으며, 승용차 환산계수 및 집중율을 적용하여 산출하였다.

〈표 6〉 지체함수 산정 시 적용계수

계수	고속도로 편도4차로	고속도로 편도3차로	고속도로 2차로	용량 (C)
α	0.601	0.601	0.645	2,200 승용차
β	2.378	2.378	2.047	

$$T = T_0 \times [1 + \alpha (V/C)^\beta]$$

- 여기서 T : 링크의 통행시간(시간)
- T0 : 이상적인 상태에서의 통행시간(시간)
- V : 교통량(승용차)(대/시)
- C : 용량(승용차)(대/시)

차종별 시간가치를 적용하여 확장공사 전·후의 통행시간 차를 산출하여 통행시간 절감편익을 산정하였다. 또한, 오염물질 배출량 변화와 오염물질별 환경피해비용 원단위를 적용하여 대기오염 절감편익을 산정하였다.

$$VOT = \sum_l \sum_{k=1}^3 (T_{kl} \times P_k \times Q_{kl} \times 365)$$

- 여기서 VOT : 통행시간가치
- Tk : 차종별 통행시간
- Pk : 차종별 시간가치
- Qkl : 차종별 통행량
- k : 차종(승용차, 버스, 화물차)

2) 사회적 편익분석결과

사회적 편익분석은 단계별 개방 효과에 따른 통행시간비용 절감편익과 환경비용 절감편익 두 가지 분석결과를 산정하였다.

편익산정시 교통량은 「2009년 고속도로 교통량 조사자료」를 토대로 연평균 증가율을 적용하여 2010과 2011년의 교통량을 추정하여 사용하였다.

2010년 단계별 개방 효과에 따른 통행시간비용 절감편익은 총 267억원으로 추정되었다. 강릉방향은 120억원, 인천방향은 147억원으로 인천방향의 통행시간비용 절감편익이 강릉방향보다 27억원 정도 높게 산정되었다. 환경비용 절감편익은 강릉방향 12억원, 인천방향 15억원으로 총 27억원이 산정되었다. 따라서, 2010년 단계별 개방에 따른 총 편익은 294억원으로 예상되었다.

또한, 2011년 단계별 개방 효과에 따른 통행시간비용 절감편익은 총 89억원으로 추정되었다. 강릉방향은 60억원, 인천방향은 29억원으로 강릉방향의 통행시간비용 절감편익이 인천방향보다 31억원 정도 높게 산정되었다. 환경비용 절감편익은 강릉방향 6억원, 인천방향 3억원으로 총 9억원이 산정되었다. 따라서, 2011년 단계별 개방에 따른 총 편익은 98억원으로 예상되었다.

2010년의 확장공사 시행구간을 살펴보면, 강릉방향은 용인에서 양지의 차로만 확장하기 때문에,

〈표 7〉 2010년 통행시간 절감편익

(단위 : km/h)

구분	강릉방향			인천방향		
	운행속도(침두시)		편익비(억원)	운행속도(침두시)		편익비(억원)
	당초	변경		당초	변경	
합계			120			147
신갈-마성	96(76)	96(76)		96(74)	98(98)	39
마성-용인	97(78)	97(78)		96(76)	98(86)	22
용인-양지	92(63)	98(83)	120	91(60)	97(81)	86

〈표 8〉 2010년 환경비용 절감편익

구분	구분	CO (일산화탄소)	NOx (질소산화물)	HC (탄화수소)	PM (미세먼지)	CO2 (이산화탄소)
	저감량 (Ton)	강릉방향	25	31	5	2
	인천방향	31	39	6	3	3,412

<표 9> 2011년 통행시간 절감편익

(단위 : km/h)

구분	강릉방향			인천방향		
	운행속도(침두시)		편익비(억원)	운행속도(침두시)		편익비(억원)
	당초	변경		당초	변경	
합계			60			29
신갈-마성	97(76)	99(99)	12	98(85)	99(91)	4
마성-용인	97(78)	99(92)	6	98(86)	99(92)	2
용인-양지	98(83)	99(91)	5	97(81)	99(89)	6
양지-덕평	94(70)	98(88)	18	94(70)	98(88)	8
덕평-호법	92(65)	98(84)	19	92(65)	98(84)	9

<표 10> 2010년 환경비용 절감편익

구분		CO (일산화탄소)	NOx (질소산화물)	HC (탄화수소)	PM (미세먼지)	CO2 (이산화탄소)
저감량 (Ton)	강릉방향	15	17	3	1	1,404
	인천방향	7	9	1	1	648

<표 11> 조기개통으로 인한 통행시간 절감편익

(단위 : km/h)

구분	강릉방향			인천방향		
	운행속도(침두시)		편익비(억원)	운행속도(침두시)		편익비(억원)
	당초	변경		당초	변경	
합계			281			302
신갈-마성	96(75)	99(91)	44	96(73)	99(90)	51
마성-용인	97(77)	99(92)	23	96(75)	99(91)	27
용인-양지	91(62)	99(90)	98	90(58)	99(88)	114
양지-덕평	94(69)	99(93)	55	94(69)	99(93)	51
덕평-호법	92(63)	99(91)	61	92(63)	99(91)	59

<표 12> 조기개통으로 인한 환경비용 절감편익

구분		CO (일산화탄소)	NOx (질소산화물)	HC (탄화수소)	PM (미세먼지)	CO2 (이산화탄소)
저감량 (Ton)	강릉방향	66	78	12	5	6,644
	인천방향	72	84	13	6	6,526

양지에서 신갈구간의 차로를 모두 확장하는 인천\방향에 비해 총 편익이 적게 발생하게 되었다. 그러나 2011년도에 발생한 편익은 강릉방향보다 인천방향보다 크게 산정되었으며, 결론적으로 2년에 걸친 단계별 개방에 따른 사회적 편익은 강릉방향과 인천방향의 개선효과 수준이 유사한 것으로 판단되었다.

또한, 1년 1개월 조기개통에 의한 효과는 총 622억원으로 산정되었다. 이 중 통행시간비용 절감편익은 강릉방향 총 281억원, 인천방향 총 302억원으로 총 583억원으로 산정되었으며, 환경비

용 절감편익은 강릉방향 19억원, 인천방향 20억원으로 총 39억원이 산정되었다. 공사기간을 단축 시킴으로써 공사기간에 따른 손실을 줄일 수 있으며, 공사기간동안 발생하게 될 혼잡의 전이 및 파생을 방지할 수 있을 것이다.

III. 결론

본 연구에서는 영동선 신갈-호법구간의 확장공사에 따른 통행속도 개선효과와 사회적 편익에 대

한 분석을 수행하였다. 분석결과 2012년 12월까지 단계별 확장(단계별 개방 및 조기개통)이 이루어지지 않았을 경우와 비교했을 때 강릉방향은 68.4%, 인천방향은 8.7%의 통행속도 개선효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한, 사회적 편익 분석결과 단계별 확장(단계별 개방 및 조기개통)에 따라 발생하는 총 사회적 편익은 1,014억원으로 산정되었다.

도로의 신설 및 확장은 고속도로에만 국한된 것이 아니다. 용량증대와 안전측면 등의 향상을 위하여 다양한 공사를 시행하게 된다. 그러나, 궁극적으로 혼잡완화와 서비스 수준 향상을 위하여 시행하는 공사로 인하여 공사기간 중 주변구간의 혼잡을 추가로 발생시키게 된다.

본 연구에서도 공사시행 전·후의 통행속도 개

선효과와 그로 인해 발생하는 편익을 산출하여 전반적인 향상수준을 예측하였으나, 공사 기간 중 발생하는 혼잡 예측에 대한 분석은 시행하지 않았다.

향후, 도로사업 시행 시 개선효과와 더불어 혼잡 파생에 대한 분석방법론이 정립될 필요가 있다.

참고문헌

1. 한국도로공사, FTMS(Freeway Traffic Management System) 교통이력자료.
2. 한국개발연구원(2010), 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제6판).
3. 한국도로공사(2010), 2009 고속도로 교통량 조사.