

# 경부고속철도 사례분석을 통한 철도건설공기 개선에 관한 연구

## A Study on the Improvement of Railway Construction Schedule Using KTX Construction Case

양연종 · 정병현\*

Yeonjong Yang · Byunghyun Chung

**Abstract** In 2004, KTX operated in Korea on the 5th in the world. But there are various factor on planed schedule delay of Big National Construction Project like Seoul-Busan High Speed Rail Project(Seoul-Busan HSR). For example, Often change of government policy, project management control problem of design and construction, conflict of interested party like environmental organization/resident are the main delay factors. The suggestions for improvement of the construction schedule through the Seoul-Busan HSR will help to make a new leap forward in rail construction.

**Keywords** : Railway Construction, Construction Schedule, KTX

**초 록** 2004년에 세계에서 5번째로 한국에서 고속철도를 운영하게 되었으며, 2011년 서울~부산간 전구간의 철도건설이 완공되어 고속철도가 운행되고 있다. 경부고속철도와 같은 대형국책사업에 있어 계획된 공기에 영향을 미치는 요소는 다양하였다. 국내에서는 처음으로 시행된 고속철도 건설사업으로서 본 사업과정상에 갖은 국가정책의 변경, 설계 및 시공상 사업관리의 어려움, 환경단체나 지역주민 등 이해관계자와의 갈등 등이 철도건설공기에 영향을 주는 주요 요소로 볼 수 있으며 경부고속철도를 통해 경험한 지연요소에 대한 종류, 문제점 등을 분석하여 향후 대형국책사업 등의 시행에 있어서 사업관리 및 추진의 효율성 향상에 기여하고자 한다. 특히, 사업단계에서부터 철저한 공기관리가 필요하며, 아울러 최근 중요시되는 환경문제 등에 관해서는 사업전반에 걸쳐 관리가 필요한 것으로 나타났다.

**주요어** : 경부고속철도, 건설공기, 건설공기 개선

### 1. 서 론

높은 친환경성과 장거리 수송, 에너지 효율성이 부각되면서 철도는 명실상부한 미래의 교통 대안으로 떠올랐다. 또한 남북철도 연결과 유라시아 철도연결 등의 국가간 철도망 구축 움직임 등으로 교통·물류·관광 분야에서 관심이 집중되고 있다. 110여년 역사의 한국철도는 지난 2004년 세계에서 5번째로 고속철도를 개통하였으며 이를 계기로 철도 르네상스 시대를 선도하기 위한 다양한 발전전략을 펴하고 있다. 2009년 호남고속철도 착공, 2011년 1월 국토해양부 「국가기간교통망 구축계획」에 따른 철도확충, 2011년 수도권 고속철도 착공, 남북간 정세변화에 따른 연계철도망 구축 기대 등을 보면 지속적으로 철도건설사업의 증가가 예상된다. 철도교통이 타 교통수단에 비해 친환경, 정시성, 쾌적성 등 장점이 많음에도 불구하고 사업시행상 여러 문제에 부딪쳐 어려움을 겪고 있는 것이 사실이며, 이러한 요인이 사업의 장기화를 초래하게 되어 경제적으로 막대한 손실을 초래하게 된다. 철도사업은 대규모 예산을 수반하는 사업으로서 국

가예산의 상당부분을 차지하며, 국가경제에 상당한 과급효과를 주게 되며, 이로 인해 수시로 사회·경제적·환경적 논란의 쟁점이 되기도 한다.

또한, IMF와 같은 국가적 위기와 정부의 여건변동에 따라 투자 우선순위가 변경됨으로서 사업이 지연되는 경우가 빈번하게 되며, 현장의 시공관리 미흡으로 발생하는 부실을 만회하기 위한 추가기간 소요가 발생하게 되기도 하며, 계획 및 설계·건설과정에서 주민·환경단체·지자체 요구에 대한 갈등이 철도건설사업의 장기화가 원인이라 할 수 있다. 이러한 사항들을 고려하여 본 논문에서는 그간 진행된 경부고속철도 사례를 바탕으로 철도건설사업의 예산이나, 공사기간 대부분을 차지하는 노반 건설에 대하여 보다 효율적인 건설사업 추진방안을 연구하고자 한다.

### 2. 선행연구 고찰

경부 및 호남고속철도 뿐 아니라 일반철도, 광역철도 등 철도사업에 있어 철도 건설에 영향을 미치는 인자와 이에 따라 제시된 해결방안도 다양하다 하겠다. 선행된 연구사례를 살펴보면, 우선 건설분야로서 「광역철도의 건설 및 운영체계 개선에 관한 연구」 [1]에서는 광역철도의 기능이 불확실하고 건설 및 운영단계에서의 객관적 지원기준이나 적자보

\*Corresponding author.  
Tel.: +82-42-630-9331, E-mail: bhchung@wsu.ac.kr  
©The Korean Society for Railway 2012  
<http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2012.15.6.662>

준방안이 미흡하므로 광역철도 건설 확대를 위해서는 광역 철도 지정에 대한 정책개발이 필요하며, 중앙정부의 투자배 분비율을 확대하여 적용하는 방안 등을 제시하였다.

또한, 「광역도시철도건설을 위한 재원조달방안에 관한 연구(수도권을 중심으로)」[2]에서는 수도권 광역도시철도건설에 대한 재원분담체계를 확립하여 중앙정부지원수준을 30% 수준으로 유지하며, 일정부분 적극적인 지자체의 재원분담이 필요하며 중앙정부의 재원지원 확충을 위해서는 유류부담률의 인상을 통한 투자재원을 확충하는 방안 등을 제시하였다. 또한 갈등문제에 있어서 「경부고속철도 경남 양산 천성산 구간 노선갈등에 관한 연구」[3]에서는 경부고속철도 건설단계에서 가장 갈등이 심화되었던 천성산 구간에 대한 갈등의 주요쟁점과 갈등예방을 위한 개선방안으로 사후방안인 “갈등관리”가 아닌 “갈등예방”적 차원에서 사회적 합의를 이끌어 가는 것이 중요한 것으로 제시하였으며, 「공공갈등의 주민 참여적 해소 방안에 관한 연구」[4]에서는 청계천 복원사업, 부안 원전수거물시설 건립사업, 새만금간척사업 등을 사례로 갈등해결의 방안중 하나로 단기간 계획수립 보다는 장기간 계획을 통해 합리적인 해결방안을 제시하였다. 또한, 「경부고속철도 건설사업의 공기지연인자 분석에 관한 연구」[5]에서는 경부고속철도 1단계 사업에 대해 노선변경 및 설계검증, 환경갈등 등을 주요 지연요인이었으며, 이의 해결을 위해 공사발주방법 개선, 설계능력 향상, 환경분야에 대한 세심한 검토 등을 해결방안으로 제시하였다.

철도건설과 운영에 대한 기존 연구내용을 살펴보면 재원조달방안이나 갈등해결 방안 등 국부적인 항목에 중점을 두고 연구한 것을 알 수 있으며, 본 논문에서는 완전 개통된 경부고속철도 사례를 통해 사업계획과 설계·시공과정에서 발생하는 전반적인 문제점 분석을 통해 종합적인 개선방안에 대한 연구를 수행하고자 한다.

### 3. 경부고속철도 건설현황 및 문제점

#### 3.1 사업개요 및 추진내용

경부고속철도는 서울~천안~대전~대구~경주~부산(418.7km) 간 고속철도 신선건설로서 1단계(1992년 6월~2004년 4월)는 서울~대구간(293.4km) 신선건설과 대구~부산구간 및 대전·대구도심통과구간 기존선 전철화로서 운행시간은 2시간 40분(운행거리 408.5km)이며, 2단계(2002~2014)로는 대구~경주~부산 고속철도 신선건설(대전~대구 45.3km 포함하여 169.5km)로서 운행시간은 2시간 10분 (운행거리 419.8km)이다.

경부고속철도는 1973년 최초로 타당성 조사를 시행하여 1991년 1단계를 착공하여 공사하던 중 WJE 안전진단과 상리터널 폐광문제로 공정추진에 애로가 있었으며, 1997년 IMF의 발생으로 1,2단계로 사업계획을 수정하여 2004년 4월 1단계를 우선개통하게 되었다. 또한 2단계는 대전·대구 지상화, 천성산 터널반대 등 외부여건에 의한 사업지연이 발생하는 등 많은 어려움이 있었지만 2010년 11월 서울~부산 간 완전개통을 하였으며, 대전·대구 지상화 및 포항직결선

등 나머지 공사는 2014년까지 완공을 계획으로 진행되고 있다[6].

#### 3.2 사업추진상 문제점

단군이래 최대 국책사업이라 불리는 경부고속철도 전구간이 완공되면서 경제적·사회적 여건변화에 따른 사업계획의 변경, 경주구간 노선선정, WJE안전점검, 천성산 환경갈등으로 많은 문제점이 나타나게 되었으며, 이러한 요인들은 당초와 비교하여 16년의 공사지연과 사업비의 증가를 초래하게 되었다[7].

##### 3.2.1 사업계획 변경

###### 가. 1차 사업계획 수정

노선선정 이후 1992년 6월 30일 4개 공구(工區)를 착공하였으며, 착공이래 기술력 미흡으로 인한 상리터널 같은 노선변경, 문화재 발굴에 따른 역사이전, 지역주민에 의한 구조물 변경, 재원조달 문제 등으로 인해 사업이 지연되게 되었다.

사업의 지연에 따라 재정적 손실 또한 점차로 늘어나게 되었으며, 당초 5조 8천억원으로 책정되었던 건설 공사비가 제1차 계획 수정 때(1993년 6월) 10조 7천억원으로, 제2차 계획 수정 때(1998년 7월)에는 18조 4천억원 그리고 제3차 수정계획 때(2006년 8월)를 거쳐 4차(2007년 11월)에는 19조 9천억원으로 늘어났다. 시험선 착공(1991년) 이후 1993년이 되자 당초 1989년 불변가격으로 산출되었던 공사비가 물가상승 등으로 현실과 큰 차이를 보이게 되어 1993년 가격으로 재산정할 필요성이 제기되었으며, 사업추진도 착공 후 2년간 투자가 천안~대전 간의 시험선 구간 건설에 한정되어 당초 1998년의 개통은 실현되기 어려운 상황이었다. 이에 따라 1993년 불변가격으로 투자비를 산정하고 공기를 면밀히 검토한 결과, 사업비는 약 12조원, 공정은 3년 정도 지연되는 것으로 분석되어 1993년 6월에 사업계획을 수정(1차)하게 되었다.

사업계획 수정 당시(1993년) 새로운 문민정부의 출범과 함께 국가 재정운용 상태를 고려, 경부고속철도 건설사업비의 긴축이 요구되어 건설비가 많이 소요되는 지하구간인 대전·대구역사를 지상에 건설하기로 하고 교량상판을 당초 P.C Box에서 P.C Beam으로 변경하고 서울~시흥 간의 지하건설 구간을 수정, 기존 서울~시흥선을 활용키로 하는 등 당초 사업비 5조 8,400억원을 10조 7,400억원으로, 건설기간을 1992년~1998년에서 1992년~2001년으로 수정하였다[6].

###### 나. 사업계획 재수정

1차 사업계획 변경이 있은 후 경부고속철도 건설사업은 사업추진 과정에서 공사물량 변동, 물가상승, 지자체 및 관련기관의 요구사항 이행을 위한 투자비 반영, 차량선정 후 노반설계 전면보완 등으로 사업계획의 현실화 필요성이 제기되어 교통개발연구원에 기본계획 변경을 위한 용역을 시행(1997년 3월)하였다.

1997년 11월 때마침 불어 닥친 외환위기로 국가경계가

IMF 통제에 들어가는 경제적 어려움을 감안하여 사업계획을 다시 검토되는 과정을 겪어야만 하였다. 이후 이듬해인 1998년 4월 경제여건 변화와 신정부의 출범을 계기로 효율적이고 현실에 맞는 사업추진방안 마련이 요청되어 감사원, 재정경제원, 기획예산처 등에서 위촉한 전문가들로 합동작업반을 구성, 고속철도 건설사업을 전면 재검토하기 시작하였다. 이어 같은 해 7월 8일 사업계획에 대한 재검토작업 이후 다시 각계각층의 전문가들로 구성된 평가자문위원회에서 재검토 결과의 타당성 평가 및 자문을 거친 후 같은 해 7월 31일 당시의 어려운 경제·사회적 여건을 반영, 당초의 건설 기본계획을 다시 단계별로 나누어 건설하기로 수정의 결하였다[6].

다. 2단계 기본계획 확정

경부고속철도 2단계 사업 노반공사는 연장 169.5km로 토공이 72.1km(42.5%), 교량 23.4km(13.8%), 터널 74.0km(43.7%)로 터널공사가 전체공사 중 높은 비율을 차지하고 있다. 노반공사는 착공 당시 18개 공구로 분할하여 시공업체와 6개 구역으로 분할 후 감리업체를 선정하여 공사가 추진되었다. 사업추진 과정 중에서 환경갈등 및 논란이 제기되고 있는 일부구간을 제외한 대구~경주, 경주~울산 간 노반공사 10개 공구는 순조로운 공사가 진척되었다.

경부고속철도 2단계 사업은 전체 18개 공구 중 2005년 3월 13-1공구, 4월에는 13-2 공구가 착수되어 전 공구의 공사가 착수되었다. 2단계 사업 대전·대구 도심구간 통과 방안은 1990년 지하화에서 1993년 6월 지상화로, 1995년 4월, 지하화로 재수정되었다. 이후 1998년 7월 2차 사업계획 변경 시 지하화를 유지하기로 하였으나 기본계획 변경 후 대전·대구 도심구간 통과방식 재검토, 중간역 추가 신설 등 사업내용의 필요성이 제기되고, 총사업비 조정 등이 요구되어 기본계획 변경을 추진하였다.

2004년 하반기부터 건설교통부(현 국토해양부), 한국철도시설공단 합동으로 기본계획변경TF팀을 구성·운영하여 기

본계획변경(안)을 마련하고 같은 해 11월부터 사전협의를 착수하였다. 한편 2004년 5월 대전시, 같은 해 11월에는 대구시에서 대전~대구 도심통과 구간은 철로변 정비사업을 전제 조건으로 지상노선 건설을 건의하였다. 이에 따라 2005년 7월, 철로변 정비사업 시행범위에 대하여 현지실사를 거쳐 시행범위 조정(안)을 마련하여 지자체 및 관계기관에 협의를 거쳐 지상화로 최종 확정하였으며 2007년 말 실시 설계를 완료하고 2014년에 완공하기로 하였다.

확정된 기본계획은 2006년 11월 지자체의 중간역 추가신설 건의 등을 검토하여 오송, 김천(구미), 울산지역(3개 지역)에 중간역을 추가 신설하기로 하였으며, 중간 정차역 신설 등으로 사업비도 5조 6천981억 원에서 7조 1천900억 원으로 1조 4천 919억 원이 증가되었다. 이후 2007년 11월 부전중간역 신설에 대비하여 분기시설 설치를 위한 사업비 증가(7조 1,900 → 7조 2,136억 원)와 2009년 6월 대전·대구 도심 사업기간 변경(2010년 → 2014년)을 하게 되었다[7].

3.2.2 사업비관리

당초 2004년 착수 계획보다 2년 앞당긴 2단계 사업은 2002년 6월 착수하여 전체 18개 전 공구에서 공사가 진행되었다. 토지보상 민원, 인·허가 행정협의 지연 등을 포함한 현안사항을 중점관리 대상(8건)으로 선정하여 정기적으로 현장점검 확인을 하고 관계기관과 긴밀한 대응으로 원활하게 사업추진이 될 수 있도록 중점관리 하였다. 또한, 천성산 구간에 대한 환경갈등 해결을 위하여 3차례 공사가 중단되기도 하였으며, 이러한 환경갈등 요소를 제거하고 공사 중 환경훼손을 최소화하기 위하여 터널굴착의 차수공법 적용 등 친환경공법 적용, 자연생태변화 모니터링, 사후환경 영향조사 및 점검 등 공사를 친환경적으로 시행하였다. 그 결과 서울~부산간 총사업비는 20조 4,873억 원으로 이중 1단계는 12조 7,377억 원 2단계는 7조 7,496억 원이 소요되었다 이중 2단계 총사업비는 최초 기본계획 대비 구간별 실시 설계결과, 낙찰차액 반납, 현지여건변화에 따른 증가와 감소

Table 1 Change status of KTX construction plan

Category	Origin('90.6) (total)	1st('93.6) (total)	2nd('98.7) (total)	3rd('06.8) (2nd stage)	4th('07.11) (2nd stage)	5th('09.6) (2nd stage)	
Distance(km)	409	431	412	418.7	418.7	418.7	
Expnese (100 million won)	Total	58,000	107,400	184,358	199,277	199,513	199,513
	1st stage	-	-	127,377	127,377	127,377	127,377
	2nd stage	-	-	56,981	71,900	72,136	72,136
Travel time(min.)	100	124	116	130	130	138	
Max. speed(km/h)	300	300	300	300	300	300	
Intermediate stations	Cheonan, Daejeon, Daegu, Kyungju	Cheonan, Daejeon, Daegu, Kyungju	Cheonan, Daejeon, Daegu, Kyungju	Ulsan, Kimcheon(Gumi), Osong	Ulsan, Kimcheon(Gumi), Osong	Ulsan, Kimcheon(Gumi), Osong	
Construction period	'91.9~'98.12	'92. 6~'01.12	'92.6~'04.4(1) '04.1~'10.12(2)	'02~'10	'02~'10	'02~'14	
Daejeon, Daegu	underground	ground	underground	ground	ground	ground	

를 반복하였으나, 2006년 12월 대전·대구지상화, 3개역 추가(울산·김천구미·오송역)를 주요내용으로 하는 기본계획 변경이 수반되어 약 2조원 이상이 증가되었다. 경부고속철도 착수 후 13년간 장기 공사로 인해 지역요구사항 및 환경단체와의 갈등이 발생됨에 따라 이의 해소를 위해 사업비 증가 발생하였다[7].

### 3.2.3 공사관리

#### 가. 경주구간 노선선정

당초 문화재를 보호하기 위하여 형산강 건너 하천변과 경지정리가 완료된 지역에 노선과 역시설이 계획되었으나 이후 현지 합동조사반의 현장조사와 관계장관회의 등 의결을 거쳐 1996년 6월 경주노선 68km 92구간에 대해 당초의 노선을 폐지하고 새로운 노선을 선정기로 결정되었다.

이듬해인 1997년 1월 사회간접자본건설추진위원회에서는 경주노선을 화천리노선으로 확정 발표하였으며, 화천리노선은 경북 경산시 압량면에서 경남 울산시 두동면 간 연장 58.9km의 노선이며 이와 함께 울산, 포항지역 주민의 교통편의를 위하여 기존 동해 남부선을 고속철도와 함께 이설·전철화하여 고속철도와 연계토록 하였다. 같은 해 3월 폐광

부근 구간의 안전성 문제가 부각되어 경기도에 위치한 상리터널(2-1공구)의 노선이 변경되었다. 상리터널은 터널길이 2,260m 중 종점쪽(부산쪽)에서 298m를 굴착하고 터널복도가 낮은 구간은 지반을 보강하고 굴착해야하므로 공사가 일시 중단된 상태에서 독일 Kinschde 교수팀의 안전성 예비조사, 광업진흥공사의 지반안정성 평가, 미국·스위스의 국제용역, 교통개발연구원 등의 안전성에 대한 검증절차를 거쳐 보강 시 기술적인 불확실성, 공사기간 추정곤란 등을 감안하여 노선이 변경되었다[6].

#### 나. WJE사 안전진단 시행

1996년 8월 고속철도 건설의 안전성 문제가 제기되어 시공과 품질확보를 위해 안전진단 전문기관인 미국 WJE사에서 시공 구조물에 대한 안전진단을 실시하였다.

1997년 4월 17일 미국 WJE사의 안전점검 결과가 발표되었으며, 안전점검은 1992년 6월부터 1996년 4월까지 시공된 구조물 1,012개소가 대상이었으며, 점검항목은 교량 18개, 터널 15개, 토공 13개 등 총 46개였다. 안전점검 결과 총 1,012개소 중 567개소가 지적되었다. 발주처에서 WJE사, 감리단 및 시공사와 공동으로 지적사항에 대한 현장 확인 등

Table 2 Total project cost change in KTX Step 2

Stage	Date	Expense (100 million won)	Amount of change (100 million won)	Contents	Business plan
<b>Origin</b>	<b>1998.07</b>	<b>56,981</b>	-	basic plan	<b>2nd</b>
1st	2005.12	56,188	-793	inflation, site conditions change, the contract bid results (difference be returned)	
2nd	2006.04	56,550	362	inflation	
	<b>2006.08</b>	<b>71,900</b>		<b>business plan change(3rd)</b>	<b>3rd</b>
3rd	2006.12	71,844	15,294	basic plan change and volume changes of conduct design results	
4th	2006.12	72,168	324	inflation	
5th	2007.05	72,226	58	detail design change	
6th	2007.06	72,268	42	detail design contract	
	<b>2007.11</b>	<b>72,136</b>		<b>business plan change(4th)</b>	<b>4rd</b>
7th	2007.08	72,599	331	inflation, site conditions change	
8th	2008.04	73,561	962	detail design change, osong station plan change, buseon station diverse facilities add	
9th	2008.04	74,014	453	site condition change	
10th	2008.05	73,827	-187	detail design contract change	
11th	2008.10	75,436	1,609	detail design change	
12th	2008.12	75,162	-274	detail design site condition change, relations agency consultation project cost savings	
13th	2009.02	75,562	400	site condition change, sold difference, inflation	
14th	2009.05	77,362	1,800	detail design, site condition change, relations agency consultation project cost savings	
15th	2009.11	79,454	2,092	posang connect line detail design change etc	
16th	2010.07	79,905	451		
17th	2010.11	77,972	-1,933		
18th	2010.12	77,496	-476		
total		77,496	20,515	136% increase	

Source : railway construction plan for 2011(Korea Rail Network Authority)

합동조사를 실시한 결과, 재시공이 필요한 부분 39개소로 나머지는 보수 등으로 조치하였다. 부실방지에 대한 대책으로 향후 설계·시공·감리 등 분야별 책임소재를 명백히 할 수 있도록 공사실명제를 도입하고, 도급한도액이 낮고 시공경험이 없는 업체의 참여 억제를 위해 도급한도액 및 시공능력평가 공시액을 상향조정하였다. 또한 입찰참가자격도 ISO 9000 품질인증을 획득한 업체와 공중별 실적이 있는 업체로 제한하는 등 공사의 안전성 확보를 위한 품질관리와 현장점검 업무를 강화하게 되었다[6].

#### 다. 침묵균열 발생

2009년 1월 2단계사업 4공구(대구~울산)에서 사용된 15만 3천여 개 콘크리트 침묵 중 일부에 균열을 발견하고 문제된 구간을 포함하여 전수(全數)조사를 시행하였다. 침묵균열은 3차례의 조사 시행결과 전체 수량 20만 6천 5백여 개 중 시공 15만 3천여 개에서 균열발생 332개(0.0021%)인 것으로 집계되었으며 주로 응달이 심한 산악지대의 북쪽 사면에 위치하고 2008년 4월~5월 경 부설되어 우기를 거친 상선 측에서 발생한 것으로 나타났다. 발주처는 같은 해 1월 29일 시공사, 감리단, 독일기술자 등이 참석한 가운데 원인분석 및 보수방안을 검토하고 이어 시공사, 감리단, 외부전문가 등이 참석한 가운데 조치방안에 대한 협의와 현장 정밀조사 및 후속 처리방안을 마련하였다. 정부에서는 같은 해 2월 16일 침묵균열의 원인 및 대책마련을 위하여 산·학·연 민간 전문가 10인으로 정부 합동조사단을 구성하여 객관적이고 과학적인 방법으로 침묵균열의 원인 조사에 착수하게 되었다. 정부와 발주처에서는 합동조사단의 조사와는 별도로 같은 해 2월 23일부터 독일 레일원사 기술자가 방한한 가운데 침묵에 대한 전수 비파괴검사를 시행, 4월 8일 중간 조사결과를 발표하였다. 조사결과 매립전에 물에 의한 부피 팽창을 최소화하기 위해 압축성 방수층 전제나 그리스를 사용해야 하지만 물을 흡수하는 스펀지가 사용돼 겨울에 얼면서 침묵에 균열이 생겼음을 확인하였다. 또한 15만여 개에 스펀지가 사용되었고 이중 침수량이 40cc를 넘어 균열 발생 가능성이 있는 침묵은 1만 6천 개이며 실제 470여 개에서 균열이 발생했다는 결론이 나왔다. 침묵균열이 발생된 데에는 침묵 생산업체가 매립전에 잘못 넣은 스펀지를 감리자나 독일기술자들이 정밀 확인을 거치지 않았기 때문이라는 점도 확인되었다.

균열침묵의 보수공법으로는 균열 부위를 제거하고 앵커볼트를 사용하는 방법과 침묵의 철근 부위까지 콘크리트를 제거한 후 다시 타설하는 방법 등 여러 가지가 있으나 균열 부위를 제거하고 특수콘크리트를 타설한 후 철제 매립전(스틸볼트카바)을 설치하는 공법이 최적으로 검토되었으며, 균열침묵이 여러 개 연속되어 있을 경우에는 침묵 3개와 TCL층(침묵을 고정하는 상부, 콘크리트층)을 한꺼번에 제거하고 침묵을 교체하여 재시공하는 방법을 적용하도록 제안하였다. 또한, 균열여부와 상관없이 부설된 15만여 개 침묵 모두에 대해 매립전 내에 침투수의 결빙압이 발생하지 않도록 보강하기 위해 매립전내의 흡수성 충전재(스펀지)를 모두 제거

하고 성능을 검증받은 그리스를 주입하는 보강공법을 적용하였다. 이러한 침묵균열은 단계별 품질관리 절차를 준수하지 않은 것이 원인이며, 부실문제를 해결하기위한 시간적, 경제적 손실이 발생하였으며, 궁극적으로 고속철도에 대한 국민의 불안감 조성의 원인이 되었다[6].

#### 3.2.4. 환경갈등

##### 가. 천성산구간 공사 중단

경부고속철도 천성산구간(원효터널)은 지하 약 300~460m 지점을 통과하고, 단단한 암반에다 물이 투과하지 않아 습지에 영향을 미치지 않는 것으로 판단하였다. 그러나 2001년 경남 양산의 원효산~천성산~정족산 일대를 관통하는 원효터널(13.3km)과 부산지역 금정산 통과구간에 대하여 부산, 울산, 경남지역의 불교계 및 환경단체 등에서 사찰수행 저해 및 자연환경 훼손, 생태과파 등을 이유로 통과노선의 백지화를 요구하는 본 구간에 대한 환경문제 발생 등으로 고속철도 건설사업의 찬성과 반대의 환경갈등이 확산되어가고 있었다. 이어, 2002년 12월 '천성산과 금정산을 관통하는 경부고속철도 노선을 전면 재검토 백지화 하겠다'고 대통령 후보자가 공약하여 당선되었으며, 이후 노선재검토위원회를 구성하여 기존노선과 대안노선에 대하여 경제성 및 환경성 등을 전면 재검토하였다. 그 결과 2003년 9월 국정현안정책조정 회의에서 기존노선으로 재결정하고 공사를 재개하였으나, 천성산대책위측 지율승은 이에 불복하여 소송 제기 및 단식을 지속하여 2004년 8월 발주처와 지율승은 '공사중지 및 단식중단'을 하기로 합의하였으며 공사를 중지하였다. 일명 '도롱뇽 소송' 항고심 판결시 원심대로 기각이 결정(발주처 승소) 되어 일시 중단된 원효터널 공사를 2004년 11월 30일부터 재개하였으며, 2004년 10월 27일부터 시작한 지율승의 단식 장기화, 국회 건설교통위원회의 '지율승 살리기와 천성산 환경영향공동조사촉구 결의안'을 채택(2005년 2월 3일), 종교계 지도자들의 권고 및 언론과 국민여론을 고려하여 정부에서 환경영향공동조사를 시행하였다. 2006년 6월 2일 '도롱뇽 소송'으로 알려진 경부고속철도 천성산 구간의 공사착공금지 가처분신청 사건이 대법원에서 기각하였다. 2002년 10월 착수 후 3차례 공사중지(노선 재검토, 법원 조정, 환경영향공동조사), 2005년 11월부터 본격적으로 공사에 착수하여 2007년 10월 23일 굴착완료, 2007년 10월 관통 이후 수위 측정결과 공사로 인한 수위 변화는 없는 것으로 분석되었다[6].

##### 나. 문제점

천성산 갈등은 초기 노선 검토과정이나 노선재검토 과정에서 주요 이해당사자인 환경단체 등을 참여시키지 않은 것, 환경단체의 의견을 관심 있게 관리하지 않은 것, 또한 사업기간을 촉박하게 수립한 것도 하나의 문제라 볼 수 있으며, 갈등발생에 따라 결국 1년여의 공사를 중단해야하였으며, 이로 인한 경제적 손실은 이루 말할 수가 없다. Table 3은 주요 국책사업 공사중단 기간 및 사업 철회시 손실규모를 나타내고 있다[8].

**Table 3** The work stoppage period and losses of major national projects

Project	Losses due to business interruption	Loss value-added generating de to business interruption
Saemangum land reclamation	750billion won (construction delayed 2 years 6 months delay)	5,421.8billion won
Cheonsungsan tunnel	2,516.1billion won (construction delayed 1 years)	3,087.6billion won
Sapesan tunnel	554.7billion won	not consider value-added generate effect
Gerongsan nation park generate road	68.5billion won	not consider value-added generate effect
Kyungin channel	290billion won	not consider value-added generate effect
Hantangang dam	Cannot begin construction after 3 years conflict	not consider social conflict
Donggang dam	Cannot begin construction after 10 years conflict	not consider social conflict
Total	4,179.3billion won	35,509.4billion won

Source : Korea Chamber of Commerce & Industry Press Releases (April, 7, 2005)

## 4. 개선방안

### 4.1 정책적 측면

경부고속철도 건설사업은 경부축의 교통수단별 수송능력 및 투자효율성 등 타당성 연구를 통해 최적대안으로 제시된 방안에 대해 기술조사 용역을 시행하여 1990년 6월 최초의 사업계획을 정했는데 계획수립시 준비부족과 정책의 잦은 변경으로 사업계획이 변경됨에 따라 정부정책의 신뢰성 하락과 사업기간 지연에 따른 인적·물적 손실을 감안할 때 장기적인 안목에서 대형사업을 추진하는 것이 필요하다 생각되며 몇 가지 개선방안을 제시한다.

#### 4.1.1. 사업계획 수립

경부고속철도 당초 사업계획 수립시 기술적인 정확성보다는 정치적인 성향이 우선시 되어 정확도가 실제 추진과정에서는 계획과 실적간의 차이가 너무 커 계획으로서의 역할이 떨어져 있었다. 이제 경부고속철도가 완료되고 호남고속철도 및 수도권 고속철도가 본격적인 추진단계에 접어들고 있으므로 그동안의 사업실적을 분석하여 경험 자료로 활용한다면, 향후 계획 수립 시 정확성을 기할 수 있는 계기가 될 것이다. 경부고속철도와 같은 잦은 계획변경으로 인한 사업비 증가와 국민불신을 해소하기 위해서라도 계획수립단계에

서부터 흔들리지 않는 정책적 수립이 필요하다 할 것이다.

철도사업의 가장 큰 핵심은 예산의 뒷받침이라 할 수 있다. 철도건설을 예를 들면 경춘선, 수인선 복복선, 경인선 복복선 등 최소 10년 이상의 사업기간이 소요되었다. 그것은 정부의 정책에 따라 예산배정이 바뀌는 것을 의미하며, 투자 우선순위가 바뀔 경우 장기화로 사업계획이 바뀌게 된다.

국책사업이란 장기적인 안목과 예산집행의 효율성을 등을 고려하여 우선순위를 정하여 추진하여야 하며 한번 결정된 사업은 사업이 완료될 때까지 집중적으로 투자하여 적기에 개통되어 수익을 창출할 수 있도록 하여야 한다.

#### 4.1.2. 사업비 관리

경부고속철도는 예산확보와 집행의 효율을 기하기 위해 1단계와 2단계로 구분하였다. 1단계는 이미 2004년 완료되었으며, 1단계 시행착오를 2단계에 적용하여 사업비관리 시스템 등 향상된 관리체계를 적용하였다. 그러나 대부분의 사업비 증가요인은 관리체계에 문제점이 있어 발생한 것이 아니라 중간역 추가, 관계기관 협의결과 등 사업계획변경과 민원으로 인한 내용이라 할 수 있다.

부전역 분기시설추가, 고속철도 포항직결선 추가, 민원에 의한 구조물 변경을 사업비 증가를 예로 들 수 있으며, 기본계획이나 설계시 지역 개발계획이나 연계시설을 충분히 고려하지 않아 발생한 것이라 판단된다. 따라서 사업비 최소화를 위해서는 공사전 계획단계에서 충분한 규모를 산정하는 것이 우선적으로 필요하다 할 것이다.

## 4.2 공사관리 측면

### 4.2.1. 사업관리 활성화

공기지연 요인을 사전에 예방하기 위해서는 사업 계획단계에서부터 체계적인 사업관리가 필요하다. 프로젝트 추진 시에는 사업에 대한 규모, 사업비 및 공정이 확정되어야 하며, 지속적으로 관리되어야 한다. 고속철도 사업의 경우 초기 사업관리의 부재에 의해 해당사업의 규모, 사업비, 공정에 대한 이해와 구체적인 자료 없이 사업이 착수되었으며, 그로 인해 사업의 규모변경, 사업비 증가, 공기연장, 품질관리 기준의 변동 등 여러 가지 문제점들이 나타났다. 그러므로 사업전체에 대한 로드맵인 업무분류체계(WBS)의 체계적 구축과 업무분류체계를 기초한 사업비와 공기가 적정하게 확정되고 이를 관리하는 기법이 정착되어야 한다.

계획수립시 사업의 범위, 공기, 사업비, 품질관리기준, 위험(Risk) 관리방안, 위험(Risk)에 따른 예비비 편성에 대한 구체적인 계획을 수립하고 변경요인 발생시에는 반복적인 피드백(Feed Back)을 통해 사업관리가 이루어져야하며, 이러한 일련의 과정은 통합시스템속에서 움직여야 한다.

### 4.2.2. 설계기간 및 설계비 현실화

경부고속철도 1단계의 경우 교량형식이 자주 바뀌는 바람에 중간에 설계도면을 작성하여야하는 시행착오를 거치게 되었으며, 설계도서 작성시 현장조사 및 측량을 통해 현장여건을 충분히 반영하여야 하나 현실적으로 어려운 상황이었다. 국책사업의 조기완공을 위해 무리하게 설계기간을 축소

하는 경우가 발생하게 되며, 그동안의 설계노하우를 바탕으로 설계비를 적게 책정하는 경우가 비일비재하므로 설계기간과 설계비의 현실화를 통해 설계자의 책임있는 설계를 통해 내실있는 설계를 도모할 필요가 있다. 설계단계에서 가치공학(VE : Value Engineering)과 생애주기비용(LCC : Life Cycle Cost)을 확대 시행할 필요성이 있다. 또한 기획재정부의 총사업비 관리지침과 같이 설계단계에서 산정한 사업비가 시공단계에서 설계변경으로 20%이상의 사업비 증가가 될 때에는 설계에 대한 책임을 물어 설계사를 제재하는 방법도 병행할 필요가 있다. 그리고 설계단계에서 관행적으로 이루지는 하도급은 설계에 대한 전문성과 일관성을 저하시키며, 시공단계의 잦은 설계변경의 원인이 되기도 한다. 그러므로 설계분야의 불법 하도급도 공사분야와 같이 제재가 필요하다.

또한 잦은 설계변경 등을 방지하기 위해서는 대형공사에 대해서 터키 및 대안설계를 활성화 하여 현장 설계변경을 최소화 하고, 실적공사비 항목을 향상시킬 필요가 있으며, 최근 적용하기 시작한 물량내역수정입찰 등 다양한 입찰제도가 활성화 되어야 한다.

#### 4.2.3. 품질관리 활성화

WJE사의 안전점검결과 지적된 내용을 보면 대부분 시공관리를 소홀히 해서발생된 것으로 점검결과에 의해 도출된 각종 결함사항과 문제점은 면밀히 검토되고 정리되어 향후 동일한 시행착오가 발생하지 않도록 개선이 필요하다. 또한 공사의 안전성 확보를 위한 품질관리와 현장점검 업무를 더욱 활성화 할 필요가 있다. 철저한 시공 및 품질확보를 위해 시공사, 감리단, 발주처는 각각 독립적인 품질관리 조직을 유지하여 품질문제의 사전예방을 위한 자체점검 및 검사, 시험 등의 업무를 체계적으로 수행하기 위하여 품질관리체계를 구축하고, 특히 시공사는 품질관리시스템에 적합한 시험실과 품질관리 조직을 갖추어 공사 시행 시 단계별 절차에 의한 자발적인 품질관리 활동을 통한 책임시공 의지로 시공도록 유도할 필요가 있다. 작업수행에는 확인되어야 할 단계별 사항을 입회·정지점으로 구분하여 엄격히 관리하며, 부분적으로 완성된 구조물에 대하여는 시험·검사를 통하여 확인할 필요성이 있다.

### 4.3 갈등관리

#### 4.3.1 계획단계의 충분한 협의

행정적인 절차를 통해 의견을 수렴하는 것이 법·제도적으로 중요함에도 불구하고 자칫 형식적인 절차에 불과한 것으로 여겨져 이해관계자로부터 일방적 추진을 위한 수순 밟기로 오해받는 경우가 많을 뿐 아니라 환경단체와의 갈등으로 시한에 쫓길 경우에는 충분한 의견수렴 없이 일방적으로 추진되기가 쉽다. 그렇게 추진된 철도사업은 결국에는 더 큰 반발에 부딪혀 중도에 중단되기가 쉬우므로 사업초기에 시간이 걸리더라도 충분히 협의하는 것이 필요하며, 사전에 의견수렴과정에서 폭넓은 이해관계자가 참석할 수 있도록 제도적인 방안이 마련되면 철도사업으로 인한 갈등발생을 많이 완화시킬 수 있다.

#### 4.3.2 갈등관리 프로세스 활성화

그동안 갈등이 발생할 경우 대부분 현장 담당자들이 경험적으로 처리하는 것이 일반적이었다. 조직이 아닌 담당자의 성향에 따라 갈등해결의 결과는 편이하게 결정되게 되며, 천성산의 경우도 마찬가지였다고 판단된다. 앞으로는 보다 체계적이고 노선선정에 있어 갈등영향을 우선적으로 분석하여 갈등관리전문가로 갈등관리위원회를 구성하여 조정안을 도출하여 이해관계자와의 협의를 통해 해결하는 절차가 필요하 다 할 것이다.

#### 4.3.3 환경영향 평가과정 주민참여 확대

환경영향평가 대상사업의 시행으로 인하여 영향을 받게 되는 지역안의 주민을 대상으로 의견수렴이 필요하며, 현재는 주민의견수렴 절차가 환경영향평가를 위한 주민공람·공고 기간 중 한차례로 되어 있어 충분한 의견수렴이 곤란하므로 이를 확대하여 환경영향평가 시 언제든지 의견을 제시할 수 있도록 하여야 하며, 주민참여 방법 다양화 및 제시의견 반영여부 통보 등도 한 방법이다. 인터넷을 통한 의견수렴, 주민공람시 평가서와 함께 팸플릿 제작·배포, 제시된 의견에 대하여는 평가서에 반영여부를 기재토록 하며, 평가 관련서류를 인터넷을 통하여 공개함으로써 평가과정의 투명화로 평가서의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

## 5. 결 론

고속철도가 가지는 사회경제적 영향력은 매우 크기 때문에 국책사업으로서 국가가 주도적으로 건설하는 것을 여러 국가의 사례에서 나타나고 있다[7]. 이러한 영향력 때문에 국책사업의 사업관리는 매우 중요하다고 하겠다. 철도건설과 같은 국책사업이 난항을 겪는 이유는 다양하다. 여건변화에 따른 정부의 정책변경, 설계 및 공사단계의 관리상 문제, 환경 및 민원에 따른 갈등발생 등을 들 수 있으며, 이러한 부분들이 결국은 사업기간의 연장이나, 사업비의 증가요인으로 작용한다. 앞에서 보았듯이 경부고속철도는 단군 이래 최대의 국책사업인 만큼 그에 따른 난관을 많이 겪으면서 1991년 최초 착공이래 2011년 서울에서 부산까지 전구간 개통하게 되었다.

본 연구는 사업기간의 연장과 사업비의 증가가 불가피하였던 경부고속철도 사례를 바탕으로 문제점을 분석하였으며, 향후 시행되는 철도사업이 원활히 수행될 수 있도록 아래와 같이 개선방안을 제시한다.

첫째, 철도란 네트워크로서 해당 구간과 연계노선이 같이 완공되어야 효과가 발휘되는 것이 타 교통수단과 다른 점이라 할 수 있다. 따라서 장기적인 안목과 예산집행의 효율성을 등을 고려하여 우선순위를 정하여 사업을 추진하여야 하며 한번 결정된 사업은 전구간 사업이 완료될 때까지 집중적으로 투자하여 적기에 개통되어 이용자 편익의 극대화과 수익을 창출할 수 있도록 하여야 한다.

둘째, 공기지연 요인을 사전에 예방하기 위해서는 사업 계획단계에서부터 체계적인 사업관리가 필요하다. 프로젝트 추

진시에는 사업비관리, 공정관리, 품질관리가 시스템화 되어 지속적으로 관리되어야 한다[10]. 고속철도 사업의 경우 초기 사업관리의 부재에 의해 해당사업의 규모, 사업비, 공정에 대한 이해와 구체적인 자료 없이 사업이 착수되었으며, 그로 인해 잦은 사업변경으로 사업비 증가, 공기연장 등 여러 가지 문제점들이 나타나게 되었다.

셋째, 경부고속철도하면 천성산 갈등관리를 연상할 정도로 갈등해결에 많은 어려움을 겪어야 했다. 이것은 공기지연은 물론이고 손실비용도 2조 5천억원 정도로 추산되고 있다[11]. 기본계획이나 설계단계에서 충분한 협의를 통해 이해관계자와의 의견을 수렴하는 것이 중요하며, 갈등관리에 있어서 보다 체계적이고 조직화된 프로세스를 구성하여 활성화 하는 것 또한 필요하다.

사업추진시 주민참여가 원활하지 않은 점을 고려할 때 기본계획이나 환경영향평가시 주민참여방안을 확대하는 것도 한방법이라 생각되며, 호남고속철도 계룡산 통과구간의 경우 초기에는 환경단체와 갈등이 있었으나 기본계획단계(2005년)부터 환경단체를 참여시켜 의견을 수렴하고, 주기적으로 모니터링위원회를 개최하므로 해서 공사중인 현재(2012년)까지 커다란 갈등 없이 공사가 원활히 진행되고 있는 것은 좋은 사례라 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] C.H. Na (2007) A Study on the Construction and Operation System Improvement for Metropolitan Rapid Railroads, *Master Thesis*, Daejin University, pp. 57-60.
- [2] S.K. Back (1995) A Study on the financing plans for metropolitan railway construction focusing on Seoul Metropolitan Area, *Master Thesis*, Seoul National University, pp. 90.
- [3] M.C. Lee (2009) A Study on Conflict of The Construction of Yangsan Route in the Seoul-Busan High-speed Railway, *Master Thesis*, Ulsan University, pp. 70.
- [4] Y.P. Hong (2007) A Study on the Resolution of public conflict through the participation of residents, *Master Thesis*, Dongkuk University, pp. 142-145.
- [5] S.H. Lee (2004) A Study on the Analysis Methodologies of Delay Influence Factors in Construction of Korea High Speed Railway, *Master Thesis*, Yonsei University, pp. 163-170.
- [6] Korea Rail Network Authority(2011), The History of Kyungbu Highspeed railway construction III-1,2.
- [7] Korea Rail Network Authority (2010) Railway business Description Material of 2011.
- [8] Korea Chamber of Commerce & Industry (2005) Major national business interruption case analysis and implications.
- [9] Y.S. Lee., D.S. Moon (2007) A Study on the development of High Speed Rail(HSR) and its influence, *Journal of the Korean Society for Railway*, 10(1), pp. 23-37.
- [10] Korea Rail Network Authority (2010) Railway Plan & Construction, pp. 25-78.
- [11] Korea Rail Network Authority (2009) The Conflict resolution casebook of Public business, pp. 90-108.

접수일(2012년 11월 7일), 수정일(2012년 11월 21일),  
게재확정일(2012년 11월 28일)

**Yeonjong Yang** : yeon21@kr.or.kr

Construction Headquarters/Conventional Railway Division, Korea Rail Network Authority, 242 Jungang-ro Dong Gu, Daejeon 300-731, Korea

**Byunghyun Chung** : bhchung@wsu.ac.kr

Department of Transportation and Logistics, Woosong University, 171 Dongdaejon Dong Gu, Daejeon 300-718, Korea