

고속철도 서비스 확대를 위한 수도권 고속철도 확충 방안 고찰
Method for increasing rail operation capacity of capital high speed rail
with expanding the high speed railway service

노병국* 김용배* 신동원**
Roh, Beung-Guk Kim, Young-Bea Shin, Dong-Won

ABSTRACT

In 1998, because of the economic crisis called IMF Crisis in Korea, Kyungbu high speed railway project could run by modifying the original plan to open it as a 1st phase only by utilizing the existing railway lines from Seoul to Siheung and the other one from Daegu to Pusan. The modified plan includes that the line from Daegu to Pusan will be constructed as a second phase in next time. Starting railway operation with the changed plan, the combined application operation of high speed rail, passenger rail and freight rail was caused partly from Seoul to Siheung to run into capital area. As a result, the opinion for additional railway line construction is insisted continuously because the operation volume of passenger rail was forced to be reduced, the service quality of it was decreased and it became difficult to add new high speed services. Moreover, with regard to Honam high speed rail, the new construction plan of station in Kangnam metro area as a basement station for starting from Suseo was changed to the plan of turning out at Osong because of the economic effectiveness and this kept resident people in Kangnam metro area and southern Kyungki area unable to get the opportunity of high speed rail service benefit.

After beginning of Kyungbu high speed railway operation, national transportation system developments are focused on high speed rail, and when the second phase construction of Kyungbu high speed rail, beginning operation of Kyungjeon line, Jeolla line double track construction, Honam high speed rail in 2014, is completed, the demand for high speed rail will be increased and it is unavoidable to make Kwangmyung station as a basement station and to reduce the number of passenger rail operation. At this moment, it is valuable to consider adding the railway line capacity in capital area to improve the transferring service for citizen who live in area without Kyungbu high speed rail station and to expand the service area from Kangbuk to Kangnam and southern Kyungki area.

Accordingly, in this paper, the effective rail operation method, facility plan and the other issue to be reviewed for increasing capital high speed railway lines will be mentioned.

국문요약

경부고속철도 건설계획이 1998년 IMF로 인하여 서울~시흥구간 및 대구~부산간은 기존 경부선을 이용하여 우선 개통하고, 2단계로 대구~부산구간을 신설 개통하는 것으로 변경됨에 따라 서울도심 입출구부인 서울~시흥구간은 고속열차, 일반열차 및 화물열차의 혼용운행으로 일반열차 운행횟수 축소로 인한 서비스 저하, 고속철도 서비스 추가 어려움 등으로 동 구간의 신설확장에 대한 지속적인 필요성이 제기되어 왔으며, 호남고속철도 또한 수서 출발을 위한 강남권 고속철도 건설계획이 경제성 등의 이유로 오송에서 분기하는 것으로 변경됨에 따라 강남권 및 경기남부지역 주민들의 고속철도 서비스혜택의 기회가 박탈되는 결과를 초래하였다.

경부고속철도 개통이후 국가교통체계가 고속철도 중심으로 변화하고 있고, 경부고속철도 2단계 개통, 경전선 및 전라선 복선전철 완공, 2014년 호남고속철도 개통시 고속열차 추가수요가 발생하나, 서울~시흥구간의 선로용량 부족으로 고속열차 광명역 출발, 일반열차 운행횟수 축소 등의 파행적인 열차운영 불가피하므로 이와 같은 문제점을 근본적으로 해소하기 위한 강북구간(광명~화전)의 선로확장과 더불어 강남구간(수서~평택)의 고속철도 신설을 추진하여야 한다.

이에 따라 본 고찰에서는 수도권 고속철도 선로확충을 위한 효율적인 열차운영방안, 시설계획 등 고려하여야 할 사항에 대하여 검토하고자 한다.

† 책임저자 : 노병국, 한국철도시설공단, 사업전략처, 팀장

E-mail : rohbk@hanmail.net

TBL : (042)607-3092 FAX : (042)607-3899

* 정희원, 한국철도시설공단, 사업전략처, 과장

** 정희원, 한국철도기술공사, 토목사업본부, 이사

1. 서 론

최근 환경에 대한 관심 증대로 친환경 운송수단인 철도에 대한 평가가 변하고 있으며, 발리 로드맵 채택에 따라 우리나라도 2013년부터 온실가스 감축대상에 포함될 것으로 예상되므로 정부의 국정지표로 제시된 ‘저탄소 녹색성장’ 측면에서도 친환경 운송수단인 철도의 역할 확대, 특히 고속철도의 필요성이 증가하고 있다.

고속철도 중심의 국가교통체계 변화로 고속철도 이용수요 증가 및 서비스 증대를 위해서는 고속열차 운행회수 증가뿐만 아니라 정시 도착 서비스가 필요하나, 수도권 고속철도 운행노선 부재로 고속열차가 운행되는 서울~시흥구간에 일반전동화물열차 혼용운행에 따라 고속열차 서비스와 운행회수의 제한으로 고속열차는 수도권을 진입하여서는 일반열차 속도 수준으로 운행되고 있는 실정이다.

특히, 2011년 경전선 및 전라선 개통, 2014년 호남고속철도 개통시 고속철도를 부득이 광명역에서 사중착시키거나 일반열차 운행회수 축소가 불가피한 실정이며, 이에 따라 철도서비스 저하는 물론 도로교통의 혼잡도는 심각할 것으로 판단된다.

따라서, 본 논문에서는 고속열차, 일반열차 및 전동차 등 철도교통 서비스 극대화를 위한 수도권 고속철도 건설방안, 시설계획 및 운행계획에 대하여 고찰해보고자 한다.

2. 수도권 고속철도 필요성

현 경부선 서울~시흥구간의 열차운행현황은 선로용량 171회/일 대비 열차운행회수 170회/일로서 휴일 또는 명절 등 열차운행회수 증가가 필요 할 경우에 유지보수 및 선로점검 시간을 단축하여 실 운행 시간을 늘리고 있으며, 향후 경부 축에 연계되는 사업 개통시 수도권 철도운행은 심각한 문제로 대두될 것으로 예상되므로 수도권 고속철도 건설 사업은 조속한 추진이 필요하다 하겠다. 병목현상이 극심한 서울~시흥구간의 선로용량 확대방안을 고찰해보면 다음과 같다.

도표 1. 열차운행 현황

구 분	KTX		여객열차(급행전철)				화물열차	비 고
	경부선	호남선	경부선	호남선	전라선	장항선		
열차회수	52	18	40	17	12	16	15	
소 계	70		85				15	
합 계	170							

첫 번째, 신호방식을 현재 ATS에서 ATP로 변환하여 선로용량을 확보하는 방안으로 열차운행에 필요한 지상정보(선로제원, 신호기정보)를 발리스로 전송받아 차량에 탑재된 컴퓨터가 차량의 상태를 감안하여 운행속도를 계산하여 자동으로 열차를 정지 또는 감속하여 차량의 간격을 조정하는 방안이다.

도표 2. 서울~시흥구간 선로용량 확보 현황

기준년도	시스템	선로용량(회)	비 고
2000년	ATS	122	일반열차운행
2003년	ATS	135	신호기 간격 조정 650m ⇒ 600m
2004년	ATP	171	고속철도 개통으로 일반열차 감축

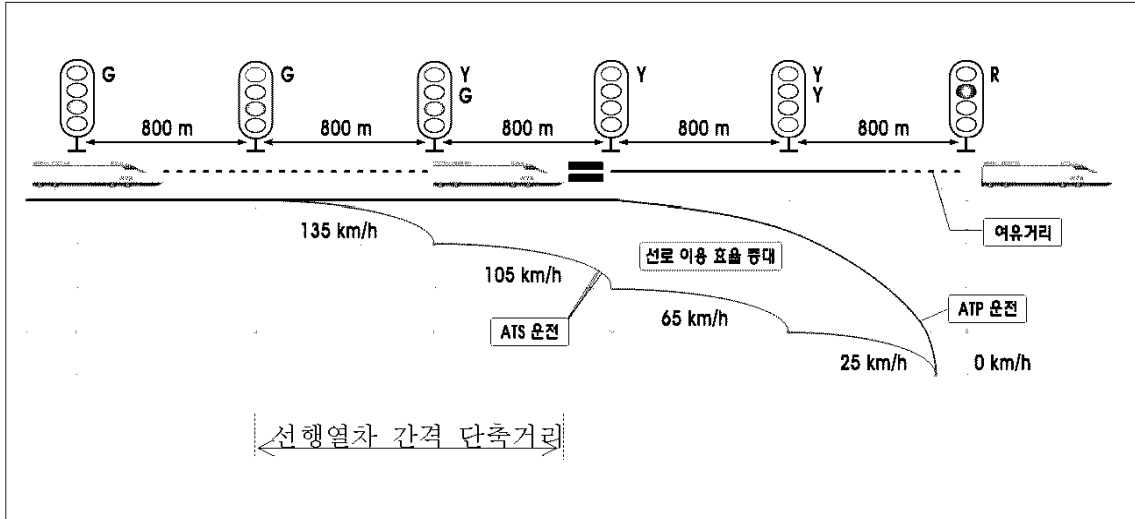


그림 1. 신호방식 변화 효과

서울~시흥구간 신호방식 변환에 따른 검토결과 첨두시 열차운행시격을 3~4분까지 단축이 가능하며, 선로용량은 5~10% 확보 가능한 것으로 예상되나, 서울~시흥구간은 이미 신호기 간격 조정으로 선로용량이 증대되어 ATP 신호방식으로 변환하더라도 선로용량은 약 5% 증대될 것으로 예상되므로, 현재의 열차운행 패턴을 감안할 때 ATP 신호방식 구축시 선로용량은 약 9회 증가(171→180회/편도) 할 것으로 예상된다.

두 번째, 열차종별, 속도 등 열차운행 패턴을 단순, 통일화하는 방안으로 KTX, 새마을, 무궁화 등 열차운행 속도를 통일화하고, 새마을, 무궁화 열차의 영등포역 무정차, 급행전동차 및 화물열차 운행정지를 가정할 경우 서울~시흥구간 선로용량은 이론적으로 약 216회(18시간 / 5분 = 216회)로 늘어날 것으로 예상된다.

세 번째, 현재 운행하고 있는 서울~시흥구간의 화물열차 운행횟수(15회)를 축소하여 고속열차 운행회수를 확보하는 방안이다. 각 대안에 대한 검토결과, 첫 번째 방안은 기 선로조건 최적화에 따라 선로용량 확충 횟수가 많지 않고, 두 번째 방안은 현실적으로 실현 가능성이 없으며, 세 번째 방안은 화물열차 우회 운행으로 민원발생 등의 문제점이 발생된다.

위 대안은 현재 운행수준의 선로용량 확보는 가능한 것으로 검토되나, 2010년 경부고속철도 2단계 개통시 증가되는 고속열차는 서울~시흥구간 선로용량 부족으로 광명역 시·종착이 불가피하며, 2015년 호남고속철도 개통시에는 심각한 문제가 초래될 것으로 예상된다.

따라서, 서울~시흥구간은 열차종별에 따른 기능정립 및 열차운행의 극대화를 위한 고속철도 신선 건설이 시급한 실정이다.

도표 3. 장래 열차운행 계획

구 분		2011년 열차횟수		2015년 열차회수		비 고
		주중	주말	주중	주말	
경부선 (KTX)	서울출발	58	73	60	77	현재기준 대비
	광명출발	15	18	25	32	
호남선 (KTX)	용산출발	24	38	27	41	
	광명출발	6	10	12	19	
일반열차		76(-9)	60(-25)	76(-9)	53(-32)	
화물열차		13(-2)	0(-15)	8(-7)	0(-15)	
계		171	171	171	171	

또한, 서울~시흥구간의 선로용량 확충과 더불어 향후 경기 북측 개발계획으로 인한 인구 증가에 따라 철도 이용수요에 대비하고, 장래 남북연결 및 대륙철도 연결 운영을 고려하여 서울~수색 구간의 고속철도 신선 건설이 필요하며, 강남권 및 경기 남측 국가지정개발지구인 판교, 광교, 동탄, 평택국제도시화 등 대규모 개발계획을 고려할 때 수도권 남부 고속철도 신선 건설이 필요하다.

3. 수도권 고속철도 건설 최적화 방안

경부고속철도 기본계획 시 서울역 및 서울차량기지 연계를 위해 고속철도 전용선로를 건설하는 것으로 계획하였으나, 1998년 IMF로 인해 남서울역(현 광명역)으로 고속철도 전용선로가 타절되어 현재 운행 중에 있으나, 경부고속철도 2단계 개통(2011년) 및 호남고속철도 개통(2015년)시에는 서울~시흥 구간 선로용량 이 초과되므로 동 구간의 선로용량 확충 및 원활한 고속철도 서비스 제공을 위해서는 고속철도 전용선로 건설이 필요하다. 이에 따라 현 운행선 열차운행에 지장이 발생하지 않고 고속철도 기능에 부합되며, 장래 국가철도망 구축 계획에 적합한 시설계획을 수립하고, 서울 강남권 및 경기남부 개발계획 지역의 고속철도 신규 서비스 제공을 위한 고속철도 신선 건설 최적화 방안을 제시하고자 한다.

3.1 경부고속철도 추진현황

- '83~'85 : 경부축의 장기교통투자 및 고속철도건설 타당성조사
 - 경부축의 철도 및 고속도로가 90년대초 용량한계에 도달하므로 새로운 교통시설 확충 필요
- '90. 6 : 경부고속철도 기본계획
 - 지하 서울역을 건설하여 고속철도 전용선로 계획
 - 서울시 통과구간 및 서울역~수색간 지하건설 계획
- '93. 6 : 경부고속철도 제1차 기본계획 수정
 - 서울~시흥 구간은 투자비를 최대한 절감하여 기존 경부선을 활용하고, 용량한계를 고려하여 수요를 분산시키기 위해 남서울역(현 광명역)을 신설
 - 서울역~남서울역간 기존 철도 이용
- '98. 7 : 경부고속철도 제2차 기본계획 수정
 - 서울역 지상구간 개량
 - 남서울역(현 광명역)~수색간 지하신선 건설계획은 기존선 활용으로 변경
 - 서울역 및 용산역은 지상 확장 이용
- '02. 8 : 경부선 서울~시흥간 선로확장 사업 예비타당성 조사
 - 서울~시흥간 직선화 지하고속철도 전용 신선을 건설하는 방안이 최적 대안으로 검토
 - 서울 정거장 지하역사, 총사업비 15,220 억원, B/C 1.03
- '07.12 : 수도권 철도망 개선방안 연구
 - 기존 경부선 노선과 병행하여 서울~용산~노량진 구간은 지상건설, 노량진~광명간 지하건설로 계획
 - 서울 정거장 지상역사 이용, 총사업비 15,229 억원, 서울~수색구간은 기존선 하부 대심도로 계획

3.2 경부고속철도 수도권 구간(서울~시흥) 선로확충 계획

3.2.1 건설 노선대안

서울~시흥구간의 기존선(경부선) 혼용구간에 대하여는 여러 가지 대안으로 검토가 가능하나, 고속철도의 기능을 유지하는 직선화 방안과 지형여건 등을 고려한 기존선 하부 건설 방안으로 대별할 수 있을 것이다.

또한, 서울~시흥구간의 건설만으로는 고속철도의 본 기능 즉 차량기지 운영부분에서 고양차량기지 까지 기존 경의선(서울~화전구간)을 이용한 입출고에 따라 선로용량 부족이 예상되므로 원활한 열차운영계획을 위하여 본 구간도 고속철도 운영을 위한 입출고선 건설을 고려하여야 할 것으로 판단되어, 시흥~서

을~화전까지를 고려한 건설대안을 제안하고자 한다.

건설대안 중 직선화 방안에 대하여는 지하공간 구간의 법적 소유권의 한계, 사업시행으로 인한 구분지상권 및 지상재산권 피해에 대한 보상 등의 문제에 대하여는 본 논문에서 고려하지 않는 것으로 하며, 기존선 하부 지하화 안에 대한 열차안전운행 확보를 위하여 고려할 사항에 대하여 살펴보고자 한다.

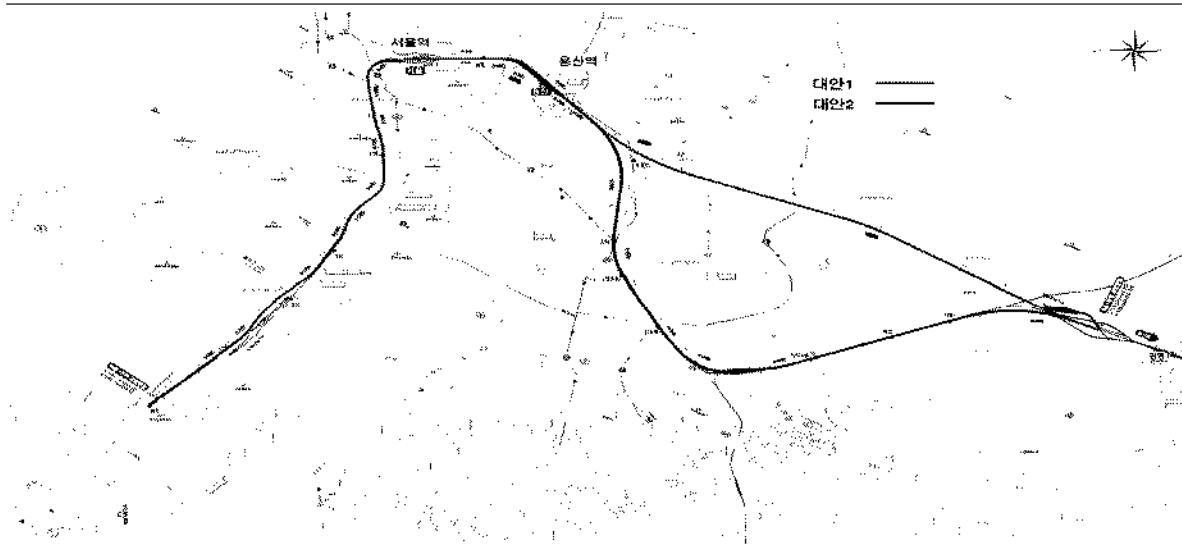


그림 2. 강북권 대안별 노선도

3.2.2 대안 비교

본 사업은 2011년 경부고속철도 2단계 및 전라선 복선전철 개통, 2015년 호남고속철도 개통에 따른 서울~시흥구간 선로용량 초과 발생으로 수도권 고속철도 신선을 건설하여 선로용량을 확충하고 효율적인 고속철도 운영을 위한 사업으로서 위 2가지 대안에 대한 검토결과 노선연장 및 건설비는 다소 증가하나 집단민원 방지로 사업추진상 문제점을 최소화 할 수 있는 대안2가 우수할 것으로 검토되었다.

도표 4. 대안별 비교표

구분	대안 1	대안 2
노선개요 및 건설계획	<ul style="list-style-type: none"> 경부고속철도 기본계획시 제시된 노선으로 고속철도 노선 기능과 현 운행선 열차운행 지장 최소화 노선 주거 및 대형상가, 한강 등 통과로 대심도 터널, 서울·울산 지하역사 계획 	<ul style="list-style-type: none"> 주변개발계획에 따라 주거 및 대형상가 하부 통과시 대단위 민원등 문제점 발생을 고려하여 현 운행선과 병행토목 계획 현운행선 운행에 지장이 발생치 않도록 기존선 하부 지하터널, 서울·울산 지하역사 계획
노선특징	<ul style="list-style-type: none"> 고속철도 노선기능 및 열차운행 측면에서 유리하고 노선연장 축소에 따른 시간 단축 및 건설비 축소 주거밀집지역 하부 통과로 대단위 민원 발생사전 사업 공정 지장발생 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 철도 운행선 하부 지하건설로 민원 축소, 사업공정 추진 가능 노선 기존선 철도선형 유지로 노선연장 및 건설비 증가, 운행시간 연장 발생

3.3 강남권 고속철도 건설 계획

3.3.1 건설 노선대안

강남권의 고속철도는 호남고속철도 기본계획 시 고려한 강남권역 고속철도 신설역인 수서역을 시발점

으로 하여 평택 인근에 기존 경부고속철도와 접속하는 대안을 제안하고자한다

도심지내 고속철도역 신설을 위한 부지확보 및 시설계획의 어려움으로 지하철 3호선과 분당선이 교차하는 수서 사거리와 인접한 지역에 고속철도역을 신설하고, 주박기지 및 경검수 시설을 위한 차량기지 건설을 통하여 효율적인 열차운영이 가능하도록 계획하였으며, 정거장은 동탄 제2신도시 개발계획을 포함하여 동탄지역에 지하 고속철도역을 신설하는 것으로 검토하였다.

강남권의 고속철도 분기점을 천안아산역까지 확장하는 것도 검토하였으나 사업비 측면에서 불리할 것으로 판단되며, 평택분기점에서 오송역까지 구간은 현재의 선로로 열차운행이 가능한 것으로 검토되어 경제성을 감안하여 평택인근에서 접속하는 것으로 대안과 경부고속철도상에 고속철도역(평택역) 설치하는 대안을 검토하고자 한다.

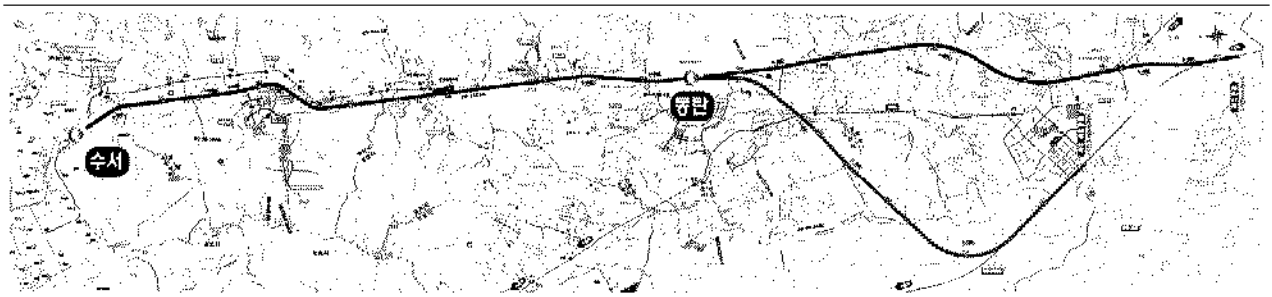


그림 3. 강남권 대안별 노선도

3.3.2 대안 비교

노선대안은 경부고속철도 접속방법에 따라 2가지 대안으로 검토 하였으며, 검토 결과 경부고속철도 교량상에 접속하는 대안은 건설연장 단축에 따른 사업비 감소, 경부고속철도 평택역 설치로 강북권 및 강남권 이용자 편의 제공 등의 장점이 있으나, 경부고속철도 교량상 분기기 접속에 따른 안전성 확보 불리, 시공기간 동안 열차서행 등 많은 문제가 있는 것으로 분석되었다. 경부고속철도 토공구간에 접속하는 대안은 열차안전운행 확보, 운행거리 단축 측면에서 유리한 것으로 분석되었다.

도표 5. 강남권 대안별 비교표

구 분	대안 1	대안 2
노선개요 및 건설계획	<ul style="list-style-type: none"> 강남 남측 및 수도권 도시철도 연계 수서 차량기지 인근에 수도권고속철도 시발역을 선정하고 지역개발계획 지구인 판교, 광교, 동탄, 평택신도시 계획지구와 인접 경부고속 철도 교량(어연고가)에 접속하는 대안 수도권 고속철도 계획노선이 대부분 지역 개발계획 지구를 통과하므로 지하건설로 계획하고, 경부고속철도 접속으로 평택통과 구간은 지상으로 계획 	<ul style="list-style-type: none"> 강남 남측 및 수도권 도시철도 연계 수서 차량기지 인근에 수도권 고속철도 시발역을 선정하고 지역개발계획 지구인 판교, 광교, 동탄, 평택신·구도시를 통과하여 경부고속 철도 토공부에 접속하는 대안 수도권 고속철도 계획노선이 대부분 지역 개발계획 지구를 통과하므로 지하건설로 계획하고, 경부고속철도 접속으로 평택통과 구간은 지상으로 계획
노선특징	<ul style="list-style-type: none"> 경부고속철도 평택역 접속으로 노선연장 단축, 사업비 축소 및 평택역 이용자 서울 및 강남권 진입 가능 경부고속철도 기존 운행 교량구조물 분기기 접속으로 고속철도 운행중 건설에 따른 안전성 측면 우려 	<ul style="list-style-type: none"> 경부고속철도 토공부 접속으로 열차운행성 측면 양호, 구조물 안전성 측면 양호, 시공성 및 공기단축 가능 경부고속철도 토공부 접속으로 노선연장 증가 및 평택시 일부 주거균락 통과로 민원 발생 우려

4. 건설기준 및 방재계획

4.1 건설기준

수도권 고속철도 건설 사업구간 중 서울~시흥 및 서울~수색 구간의 경우 현 지상 운행선 선형을 최대한 고려하여 선형을 계획하고, 수도권 남부 고속철도 신선 건설사업의 경우 지역개발계획 및 경부고속도로하부 이용으로 선로조건 및 열차운행계획 결과에 따른 건설기준을 제시하도록 한다.

4.1.1 열차운행 검토결과

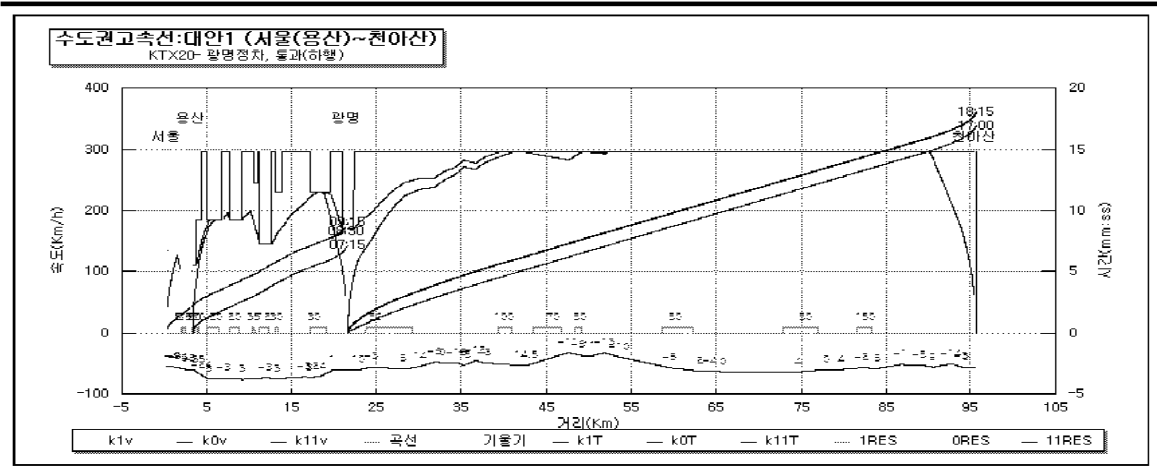


그림 4. 서울~광명 구간

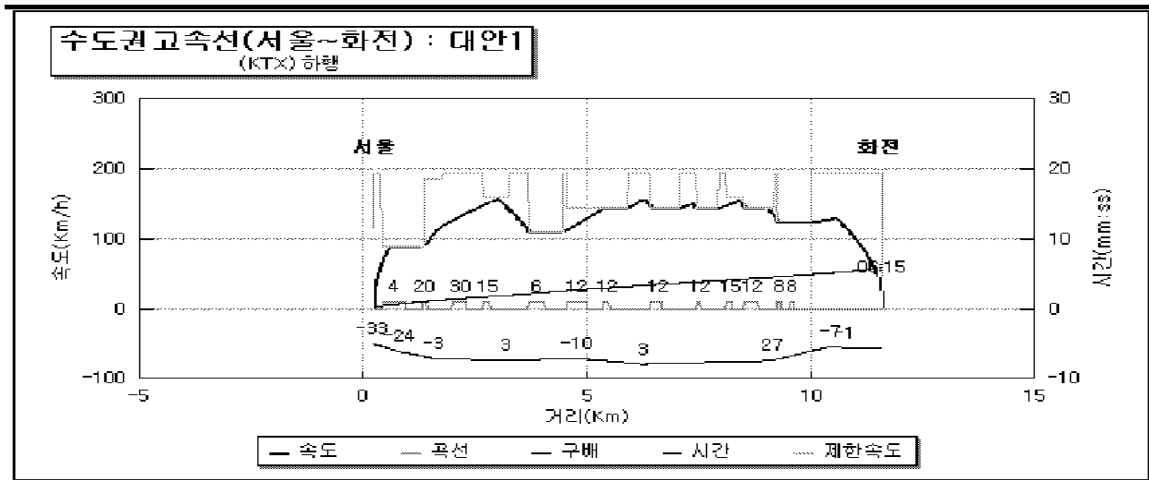


그림 5. 서울~수색 구간

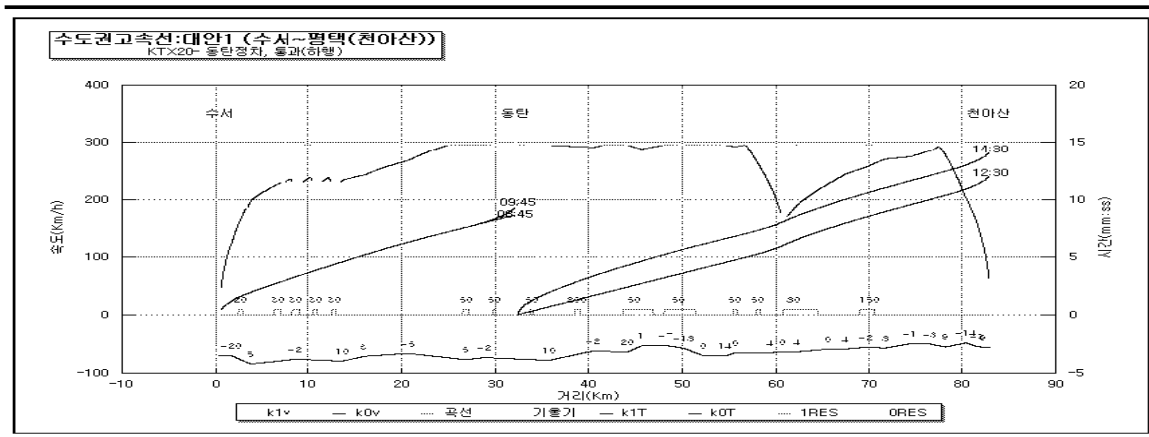


그림 6. 수도권 남부 고속철도 계획 구간

도표 6. 노선별 열차운행 검토결과

구 분	서울~시흥구간	서울~수색구간	수도권 남부
열차운행 검토결과	230km/h	155km/h	295km/h
적용 설계속도	250km/h	200km/h	350km/h

4.1.2 건설기준 검토

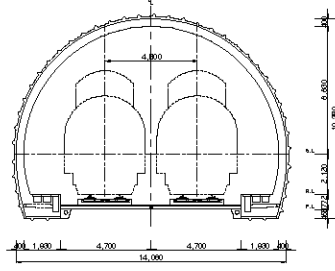
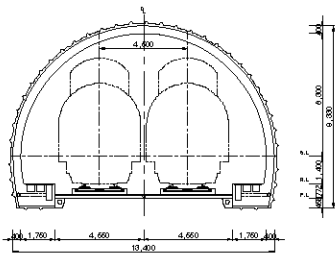
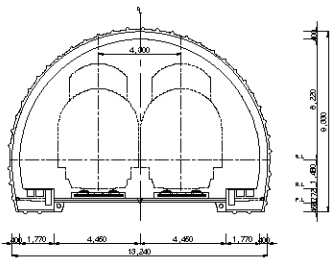
도표 7. 구간별 건설기준 검토

구 분	서울~시흥구간	서울~수색구간	수도권 남부	비 고
설계속도	250km/h	200km/h	350km/h	설계속도 300km/h 이하의 경우 최근 상업운행 노선들에서 채택중
선로중심간격	4.50m	4.30m	4.80m	
곡선반경	2,000m 이상	2,000m 이상	5,000m 이상	
선로기울기	25/1,000 이하 부득이 한 경우 35/1,000 이하	25/1,000 이하 부득이 한 경우 30/1,000 이하	25/1,000 이하 부득이 한 경우 30/1,000 이하	정거장 전후구간 부득이한 경우 현황 조건을 고려하여 전동차 전용선의 선로조건을 감안하여 35/1,000 적용

4.1.3 효과 분석

수도권 고속철도의 경우 대부분 통과구간이 대부분 터널로 계획함에 따라 터널 단면적의 축소는 전체 사업비에 많은 영향을 미칠 것으로 분석되므로 TPS결과에 따른 건설기준을 다르게 적용함으로, 최적 터널 단면을 산정한 결과 기존의 고속철도 설계기준에 따른 단면적과 비교하여 사업비의 절감효과를 아래와 같이 분석하였다.

도표 8. 설계속도별 단면적 비교

구분	350Km/h	250km/h	200km/h
개념도			
단면적(m ²)	96.67	79.79	73.76
m@단가(천원)	17,519	15,003	14,998

※ 패턴3에 대한 m²@단가입

서울~시흥구간의 경우 고속철도 설계기준에 따른 터널 단면적에 비하여, 16.77~17.91m²의 절감효과와 함께 도표 8과 같이 m당 2,516천원~2,521천원의 절감효과가 발생하여 본 노선의 경우 전체 터널길이를

고려하면 약 352억~212억원의 사업비 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다

4.2 방재계획

일반적인 방재기준은 “고속철도 터널방재기준(한국철도시설공단)” “철도시설안전기준에관한세부규칙(건설교통부)” “철도시설안전세부기준(건설교통부)”을 고려하여 주요 방재시설에 대한 계획을 수립하도록 규정되어있으며, 경부고속 철도 2단계 설계시 “경부고속철도 설계기준(터널방재)”에 따라 대피통로간 간격이 2.5km를 넘지 않도록 설계하였으나, 위 규정 중 철도안전에 관한 법률인 “철도시설안전기준에관한세부규칙(건설교통부)”에서 터널내 대피통로 간격은 정량적 위험성 분석에 따라 적정성을 결정하도록 규정하고 있으므로, 본 논문에서는 QRA(정량적위험성평가)를 시행하여 효율적인 방재계획 수립을 시행하였다.

4.2.1 주요 방재기준

(1) 고속철도 터널방재기준

- 대피로는 도보로 활용 가능하도록 폭 70cm 이상으로 설치
- 대피통로 간격은 최대 2.50km 이내로 설치
- 연장 2.50km 이상인 터널 입·출구부 및 경사터널, 수직터널 진입부에는 방재구호지역 설치
- 터널 연장이 15km이상 되는 터널은 구난 승강장 설치

(2) 철도터널 방재기준

- 단선병렬터널에는 교차통로, 복선터널에는 수직터널 또는 경사터널을 설치하고 대피통로로 활용

(3) 철도시설 안전 세부 기준

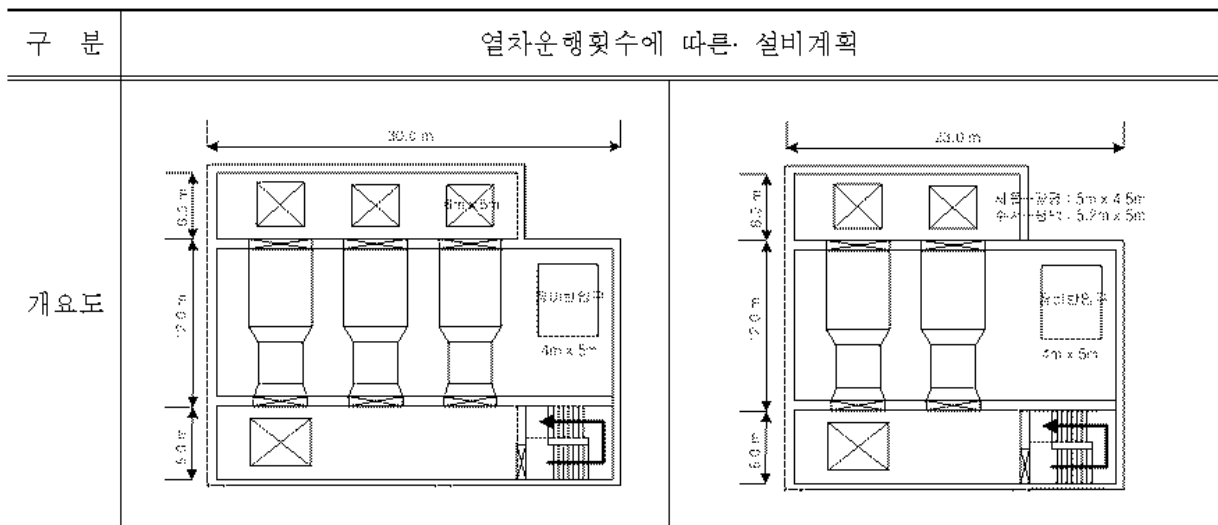
- 수직터널의 높이가 30m 이상인 경우 계단 이외에 추가적인 안전 공간 또는 엘리베이터 계획

4.2.2 세부 시설계획

(1) 방재용 팬 설치 기준

터널내 화재사고 발생시 승객의 피난방향에 따라 연기를 제어하기 위해 팬의 역회전 80% 운전 효율이 가능하도록 하고, 방재용 팬은 평시 일정시간 동안 환기목적으로 가동하여 팬의 성능을 유지토록 한다.

도표 9. 환기실 계획



(2) 화재강도 및 사회적 위험기준

화재강도는 도표 9와 같이 화재강도를 적용하였으며, 사회적 위험기준에 대하여는 국내 위험기준이 정

립되어 있지 않으나, 철도터널의 안전성분석의 평가절차서에서는 홍콩 PH1 기준을 제시하고 있고 국내에서 수행된 대부분의 철도터널 안전성 분석 사례에서도 홍콩 PH1 기준을 적용하고 있으며, 철도교통의 안전수준이 다른 교통 분야 보다 높은 점을 고려하여 위험도 수준을 높게 요구하는 홍콩 PH1 기준을 사회적 위험 기준으로 선정하였다.

참고적으로, 도로터널의 경우 국토해양부 연구과제의 일환으로 실시된 프로젝트에서 영국 HSE기준을 제시하고 있으며, 각 기준은 도표 10에 나타내었다

경부고속철도에서는 대피통로를 2.5km간격이하로 설치토록 설계기준을 정하였으나, 본 논문에서는 최대대피통로간격을 4km까지 확대하여 위험분석을 시행 하였다.

도표 10. 적용화재 강도

구 분	객차화재	기관차화재
개요도		
적 용	<ul style="list-style-type: none"> • 최대화재강도 : 10MW • 화재성장율 : 0.025 MW/min² • 화재하중 : 70GJ • EUREKA 499 Fire test 데이터 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 최대화재강도 : 10MW • 화재성장율 : 0.1 MW/min² • 화재하중 : 60GJ • 변압기유 용량 1000kg 적용

도표 11. 위험기준 해외사례

구분	홍콩 PHI	영국 HSE
위험 기준		
비고	<ul style="list-style-type: none"> • 평가기준 	<ul style="list-style-type: none"> • 비교검토

(3) 구난역 설치 기준

구난역은 여러 국내의 사례를 분석한 결과 도표 15와 같이 고속열차 길이를 고려하여 횡경을 터널 양 측면에 40m 간격마다 설치하고 대피자는 횡경을 통해 수직구의 대피통로를 따라 외부로 탈출토록 계획 하며, 수직구에서는 횡경의 연기 유입 방지를 위해 방연문 및 적정 풍량의 가압설비 설치를 제안한다.

도표 12. 영동선 솔안터널(동백산~도계) 사례

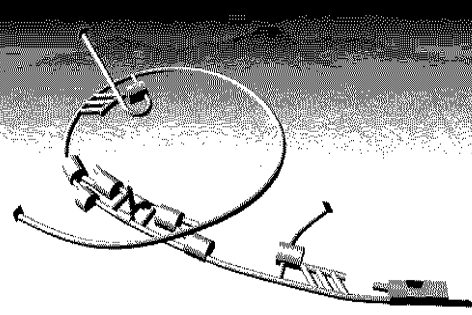
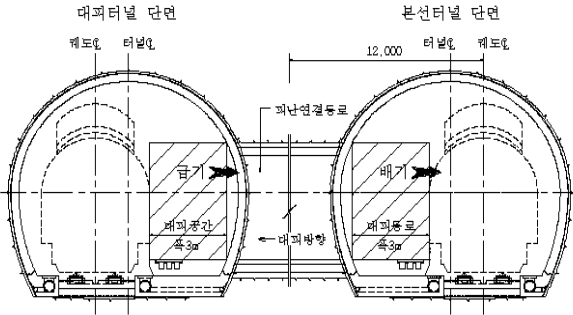
구분	솔안터널	
터널 개요		<ul style="list-style-type: none"> • 터널위치 : 한국, 동백산~도계 • 터널형식 : 단선터널 • 터널연장 : 16.24 km • 제연설비, 구난역 1개소 및 구난대피소 2개소 설치
구난역 개요		

도표 13. 세이칸(Seikan) 터널 사례

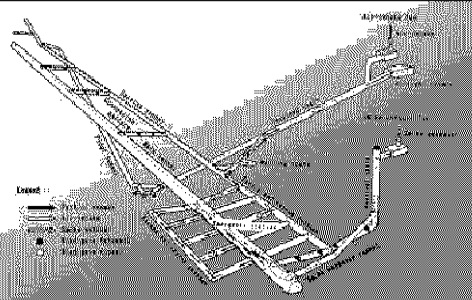
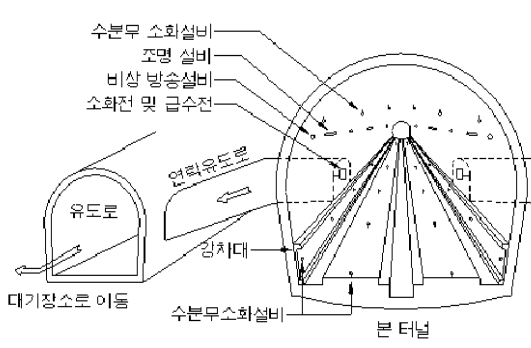
구분	세이칸 터널	
터널 개요		<ul style="list-style-type: none"> • 터널위치 : 일본, Yoshioka~Tappi • 터널형식 : 복선터널 + 서비스터널 + 파이롯터널 • 터널연장 : 53.85 km(해저 23.3 km) • 제연설비 및 구난역 2개소 설치
구난역 개요		

도표 14. 고타드 베이스(Gotthard base) 터널 사례

구분	고타드 베이스 터널	
터널 개요		<ul style="list-style-type: none"> • 터널위치 : 스위스, Ewstfeld~Bodio • 터널형식 : 단선병렬터널 • 터널연장 : 57 km • 제연설비 및 구난역 2개소 설치
구난역 개요		

도표 15. 로치버그 베이스(Lotschberg) 터널 사례

구분	로치버그 터널	
터널 개요		<ul style="list-style-type: none"> • 터널위치 : 스위스, Frutigen~Raron • 터널형식 : 단선병렬, 단선+서비스터널 • 터널연장 : 35.6 km • 제연설비 및 구난역 2개소 설치
구난역 개요		

도표 16. 수도권 고속철도 구난역 개요

구 분	구난역(Emergency station)	
구난역 개요		
단면 개요	<p>횡경 단면도 A-A</p>	<p>횡경 단면도 B-B</p>

(4) 공사중 환기 설비계획

터널 굴착공사에는 화약에 의한 발파, 증장비 엔진의 매연 및 슛크리트 작업 등에서 발생하는 유해가스 및 분진, 가연성 가스에 의한 폭발의 위험 등을 제거하여 작업자의 안전과 능률적인 작업을 할 수 있도록 굴착연장에 따라 터널내 쾌적한 작업환경을 조성할 필요가 있다.

도표 17. 수도권 고속철도 공사중 환기 설비계획

구 분	급기식 + 집진설비 (굴착연장 1,500m 이상 터널)	급기식 (굴착연장 1,500m 미만 터널)
개요도		

4.2.3 검토 결과

위험도 분석결과 수색(행신)~서울 구간의 위험도는 PHI 기준의 ALARP(As low as reasonably practicable) 및 HSE 기준의 Acceptable 구간에 위치하여 적정 수준의 위험을 나타내고 있으며, 서울~광명 구간의 위험도는 구난역 미고려시 PHI 기준의 ALARP 구간을 초과하므로 구난역 설치 등의 안전 대책이 요구됨된다.

구난역 1개소 고려시 PHI 기준의 ALARP 구간으로 위험이 저감되었으며 HSE 기준의 ALARP 구간 내에 위험이 분포하고 있다.

수서~평택 구간의 위험도는 구난역 1개소 고려시 PHI 기준의 허용가능구간을 일부 초과하므로, 구난역 추가 등의 안전대책이 요구됨 따라서, 적정 위치(수직구5)에 구난역 1개소를 추가하여, 총 2개소의 구난역을 설치한 경우 PHI의 ALARP 구간내에 위험이 분포하고 있음을 알 수 있다.

도표 18. 구간별 위험도 분석결과

<p>행신~서울</p>		<ul style="list-style-type: none"> - 해석연장 : 9,760m - 열차운행 : 104대/일 - 대피로, 비상조명, 배연설비, 방화문 및 대피통로 2개소 검토
<p>서울~광명</p>		<ul style="list-style-type: none"> - 해석연장 : 17,685m - 열차운행 : 208대/일 - 대피로, 비상조명, 배연설비, 방화문 및 대피통로 4개소 검토
<p>수서~평택</p>		<ul style="list-style-type: none"> - 41,325m - 96대/일 - 대피로, 비상조명, 배연설비, 방화문 및 대피통로 11개소 (구난역 1개소) 검토

5. 기대효과

본 사업의 시행으로 인하여 여러 가지 기대효과가 있을 것으로 사료되나, 다음과 같이 몇 가지의 효과를 기대할 수 있을 것이다

(1) 고속철도 이용객의 대폭 증가로 철도공사 경영개선 기대

경부·호남 고속철도 이용객이 2007년 기준 일일 10만명에서 2035년 기준 23만명으로 증가가 예상되며, 서울~시흥간 선로용량 확보로 전라선, 경전선 등에 원활한 고속철도 서비스 제공으로 철도공사 경영개선이 기대된다

(2) 고속철도역 접근시간 단축으로 유발수요 창출

수서역 신설 시 강남 및 수도권 남부 등 업무밀집지역에서 고속철도역까지 접근시간이 20~46분정도 단축된다.

도표 19. 소요시분 조사 결과

삼성역 출발	서울역 50분 소요	수서역(신설) 26분 소요	△ 24분
대치역 출발	서울역 64분 소요	수서역(신설) 18분 소요	△ 46분

(3) 동탄 등 신도시 활성화 유도 및 서울지역 인구분산 촉진

수도권 남부지역인 동탄 및 판교 등 신도시에 고속철도서비스 제공으로 신도시 활성화와 서울지역 인구분산 촉진을 유도 할 수 있다.

(4) 남북 및 대륙철도 연계기반 구축

경부선(서울~시흥) 및 경의선(서울~수색간) 선로용량 확보로 한반도 내외 변화에 따라 대륙철도(TSR, TCR) 연계에 대비 할 한반도내 철도망 기반을 마련할 수 있다.

6. 결 론

본 “수도권 고속철도 건설사업”은 서울~시흥구간 선로용량 확충방안으로 경부고속철도 건설 기본 계획 시 검토되었으나, 1998년 IMF 사태에 따른 남서울(현 광명) 정거장으로 고속철도 전용노선 종착지가 변경되어 현재 운영중에 있는 실정이므로 본 사업 추진이 지연되거나 추진되지 않을 경우에는 2010년 경부고속철도 2단계, 2011년 경전선 및 전라선 복선전철, 2015년 호남고속철도 개통에 따라 서울~시흥구간의 철도수송체계에 심각한 문제점이 예상된다.

특히, 병목현상이 극심한 경부선 서울~시흥구간의 선로용량 확보가 절실하므로 일반철도와 혼용하는 광명~서울~화전구간의 선로용량 확충 사업과 강남권역 및 경기남부 지역의 고속철도 신규 서비스 제공을 위한 수서~평택 고속신선 건설 사업은 조속한 추진이 필요한 것으로 분석되었다.

수도권 고속철도 건설 사업의 시설계획에 대하여는 열차모의시운전(TPS) 결과를 통해 구간별로 건설 기준을 차등화 하여 건설비를 최적화할 수 있도록 제안하였으며, 대심도 장대터널 계획에 따라 승객의 안전 확보를 위하여 QRA(정량적 위험도분석) 통해 구난역 설치 등 최적의 방재시설계획을 제안하고자 한다. 동 제안에 대한 면밀한 세부 검토를 통하여 최적의 고속철도가 건설되기를 기대해 본다.

참고문헌

1. “수도권 철도망 개선방안연구”, 2007, 대한교통학회
2. “국가철도망 구축계획”, 2004, 국토해양부
3. “경부선 서울~시흥간 선로확장 예비타당성 조사”, 2002, KDI