

## 한일 해저터널의 추진현황 및 기술적 고찰

황재윤(부산광역시의회 정책연구실)

### 1. 서론

한일 해저터널 사업은 200km이상의 세계최대 터널사업으로 엄청난 사회경제적, 국토공간적 파급효과를 초래할 수 있다. 그러나 사업내용에 대한 근거나 실질조사는 주로 일본측에서 이루어졌고, 국내의 연구수준은 이 결과를 의존하는 형태에 있다. 경의선 및 동해선을 잇는 등 한반도종단철도(TKR) 및 대륙횡단철도(중국횡단철도(TCR), 시베리아횡단철도(TSR) 등)와 아시아 하이웨이망이 본격화되고, 한미FTA 협상타결을 계기로 한일 FTA 필요성이 현실적 의제로 등장하면서 자유무역에 따른 교역기반 확대의 필요성이 제기되며, 세계경제 위기를 경험하면서 국제적인 경제공동체 건설에 대한 관심이 높아졌다. 사업가능성 여부를 따지기 이전에 관련 사업에 대하여 구체적으로 다양한 시각에서 한일 해저터널의 기술적 검토, 국토파급효과, 경제적 타당성 등 크고 작은 많은 연구의 수반을 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 한일 해저터널의 추진현황을 살펴보고 분석 고찰하고자 한다.

### 2. 한일 해저터널 개요 및 현황

#### 2.1 추진상황

표면적으로는 1981년 통일교 문선명 총재가 서울에서 열린 한 포럼에서 국제평화고속도로 건설 방안을 제안하면서 비롯되었다. 이후 일본에서는 1983년 홋카이도(北海道)대 명예교수였던 사사야스오(佐佐保雄)씨가 일한터널연구회를 설립해 본격 검토에 들어갔음. 연구회는 △정책·이념 △지형·지질 △설계시공 △환경·기상 등 4개 전문위원회를 두고 25년째 조사와 연구를 한 뒤 ‘터널 건설이 가능하다’는 결론을 내렸다. 1986년부터 일본의 일한터널연구회가 터널의 시발점으로 제안한 일본 규슈(九州) 사가(佐賀) 현 북서부에 있는 도시인 가라쓰(唐津)에 탐사용 터널 건설공사를 시작해 현재 400m가량을 파 놓은 상태이다. 최근 유라시아 철도네트워크 건설의 필요성이 대두되면서 다시 한일 해저터널 건설이 거론되기 시작하였다. 2000년 9월 모리 요시로 일본 수상은 아시아 유럽 정상회담(ASEM)에서 “한국과 일본을 잇는 해저터널을 만들어 ASEM철도라 이름을 붙이자”고 언급했다. 우리나라에서는 1990년 노태우, 2000년 김대중 전 대통령 등이 일본측에 해저터널 건설을 제의하면서 양국간의 관심 사항으로 떠올랐다. 노무현 대통령도 2003년 고이즈미 준이치로 일본 총리와 정상회담을 가진 자리에서 한일 해저터널 추진에 대해 공식 언급한 바 있다. 한국 측은 2003년 한국교통연구원과 한국철도기술연구원이 건설교통부 발주를 받아 ‘한일 해저터널 필요성 연구’ 용역을 실시하였다. 2007년에는 허남식 부산광역시장의 공식적으로 타당성 여부를 검토하겠다고 밝혔다. 이에 따라 2008년 6월 부산발전연구원이 태스크포스(TF)를 만들었고 한

차례 세미나를 실시하였다. 한일 해저터널에 대한 한국 측의 조사연구는 현재 걸음마 단계이다.

## 2.2 사업개요

일한터널연구회가 제시하고 있는 한일 해저터널의 후보노선은 모두 3개로 이중 2개는 한국측 기점을 거제로 잡고 있고 C노선만 부산 영도를 상정하고 있다. 일본측 기점은 모두 큐슈우(九州)의 가라쓰(唐津)시 동송포(東松浦)반도로 경유지는 이키(壹岐)섬과 쓰시마(對馬島)를 거치는 루트이다. A노선은 거제시 일운면 와현리 서이말 등대 부근-대마도 남쪽-이키섬 관통-동송포 반도, B노선은 거제시 남부면 다포리 다포마을 청장산-대마도 윗섬-대마도 아랫섬-이키섬-동송포 반도, C노선은 부산 영도-대마도 윗섬 북단-대마도 아랫섬-이키섬-동송포 반도이다.

- 사업기간 : 15~20년 정도
- 예상사업비 : 단선 101조원, 복선 201조원

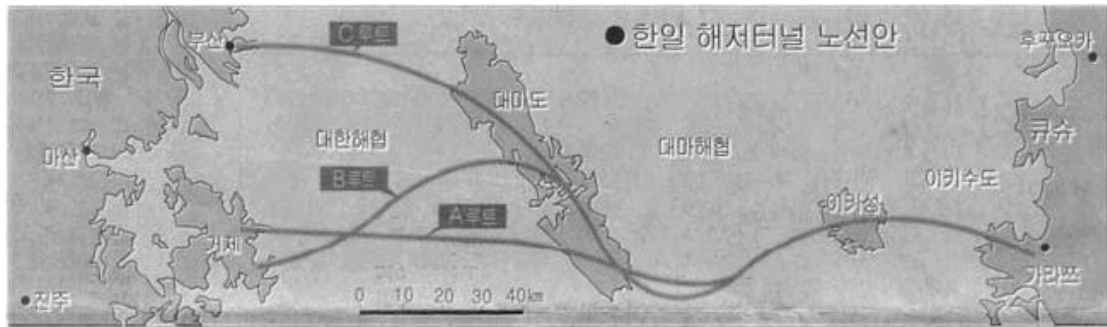


그림 1. 한일 해저터널 노선(안)

표 1. 노선별 사업개요

구 분	A노선	B노선	C노선(부산)
노선경로	唐津~이끼~對馬(下鳥)~巨濟島	唐津~이끼~對馬(下鳥)~對馬(上鳥)~巨濟島	唐津~이끼~對馬(下鳥)~對馬(上鳥)~釜山
총 연 장	209km	217km	231km
해저거리	145km	141km	128km
육상거리	64km	76km	103km
최대수심	155m	160m	220m
교통수단	新幹線, 리니어모터카, 道路·鐵道併用方式		
공사기간	15~20년 정도		
건설비 (기준 : 230km)	철도·도로병용 단선터널 : 1,012,000억원		
	철도·도로병용 복선터널 : 2,001,000억원		
인 공 섬	환기 등을 고려해서 약20km마다 1곳 필요		

### 3. 사업의 기술적 검토 및 평가

#### 3.1 노선대안

일본측은 거제~가라쓰 2개 노선과 부산~가라쓰 1개 노선 등 3개 잠정안을 제안했는데 거제 구간 중 서측 구간을 1순위로 꼽고 있다. 한국에서는 2008년 10월에 부산발전연구원이 부산~후쿠오카 노선을 제안했다. 부산발전연구원은 부산 강서지역에 국제복합터미널을 지어 해저터널을 연결하면 공항과 항만, 아시안하이웨이(AH), 중국횡단철도(TCR) 및 시베리아횡단철도(TSR) 등의 교통망과 연계할 수 있어 기존 일본 노선보다 훨씬 낫다고 주장했다.

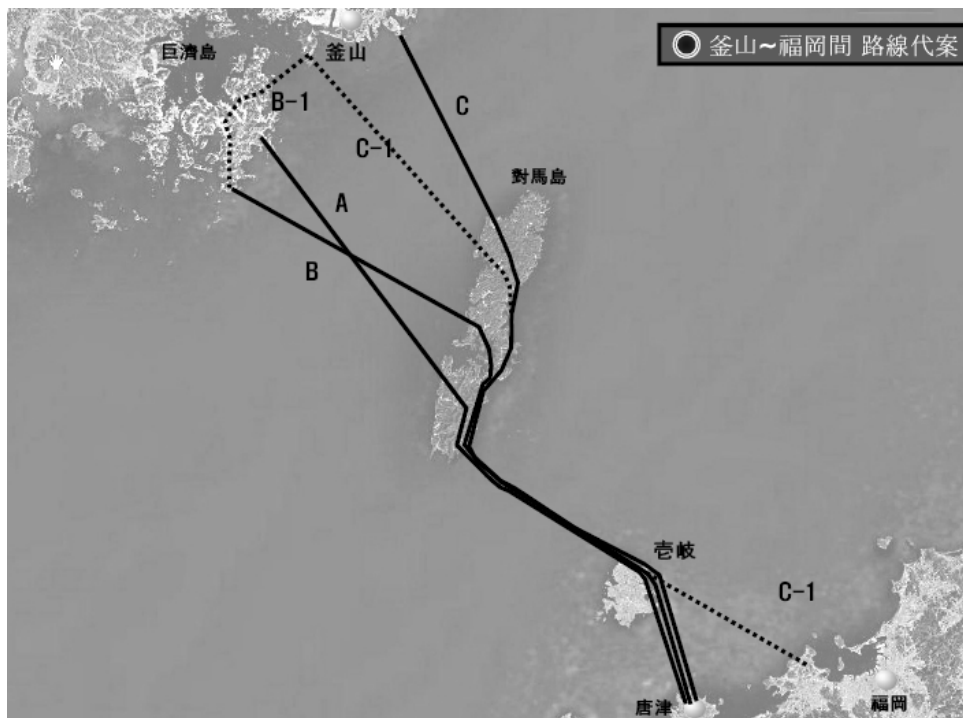


그림 2. 한일 해저터널 예상노선도

#### 3.2 수송수단

신간선, 리니어모터카, 자동차·철도병용을 검토하고 있으나, 자동차의 경우 230km의 터널 내에서 안전운행이 곤란하고 배기가스 환기시설 공사비 과다로 수송수단 선정이 사실상 어렵다. 신간선과 고속주행이 가능한 리니어모터카, 일반철도는 각종 차량과 화물의 수송이 가능한 RailCar형식이 유력하다.

#### 3.3 터널 시공법 검토

##### ○ 한일 해저터널 시공공법

- 산악터널공법 : 지반이 비교적 단단한 곳에 적용 (NATM, TBM, ASTM)
- 실드터널공법 : 지반이 비교적 무른 곳에 적용

- 침매터널공법 : 거리가 가깝고 수심이 얕은 항만·하천 횡단시 적용
- 예상 적용공법
  - 한일 해저터널의 시공공법은 그 사례가 드물기 때문에 지질, 지형조건을 감안하여 NATM, 이수가압식 쉴드공법(전면 폐쇄형) 등 각종 공법의 조합시공 예상

### 3.4 종단 및 횡단선형

종단 선형은 해저지질의 상태에 따라 검토되었다. 대한해협지역에 두께 약 400m의 미고결층(未固結層)이 연장 40km에 걸쳐서 분포, 이를 피하기 위해 해저하 약 1,000m 심도의 암반층을 통과하거나 약 300m 심도의 반고결층(半固結層) 통과, 또는 약 50m 심도의 미고결층을 통과하는 3개안을 중점적으로 검토하고 있다.

### 3.5 지형 및 지질

거제도는 백악기의 경상누층군의 퇴적암층(주로 셰일, 사암의 호층)이 주를 이루며, 화강암류의 관입이 형성되어 있는데 치밀하고 강도 크다. 대한해협은 쓰시마(對馬)섬 서쪽에 쓰시마 해분(海盆, trough)이 쓰시마섬과 나란히 있어 수심의 최심부는 230m이고, 탄성과 속도가 1,900m/sec 정도의 깊은 연약 퇴적층이 있다. 또한 큰 단층이 있어 터널의 최대 난공사 시점이 될 것으로 예상된다. 쓰시마해협의 기반암은 단층의 서쪽으로 대주층(對州層)군과 동쪽으로 승본층(勝本層)군이 분포하며, 암반강도는 300kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 수심은 최대 120m이다. 이끼수도(臺岐水道)는 중앙부에 화성암류가 발달하고 있고, 암반강도는 300~400kg/cm<sup>2</sup>의 연약암으로 최대수심이 약 60m정도이며, 두 해협은 평균 수심 70m이하로서 전 해역이 대륙붕에 속한다.

### 3.6 해저터널 굴착공법 및 단면설계 안

#### 3.6.1 PLAN A(Mud Shield Method)

A안은 일본도로터널위원회에서 제안한 계획으로, 자동차교통의 수용을 위한 터널을 건설하고, 자기부상열차를 병행할 수 있도록 한다. 직경 14m의 이수가압쉴드공법으로 터널을 굴착하고, 18km 간격으로 인공섬을 건설하는 계획이다. 한국의 거제도와 일본의 대마도를 연결하기 위한 노선으로서 대한해협의 가장 짧고 천심도(淺深度)인 노선을 통과하는 안이다. 고려사항으로는 시공비용(18조엔), 터널 내에서의 교통 안전성, 최대 약 255m 심도에서 쉴드공법의 적용성, 터널의 안정성, 세그먼트의 실링 방법, 조인트의 구조 등 이외에도 환기·급기·집진시스템, 새로운 자동차 연료개발, 고속주행 자기부상열차의 진행에 따른 풍압 등에 관한 연구가 필요하다.

#### 3.6.2 PLAN B(NATM 혹은 Multi-Face Shield Method)

B안은 세이칸터널을 기본 모델로 하여 높은 수압을 감소시키기 위해 해수면 하 지반내 심도 약 100m에 인공 불투수층(banking structure)을 구축하도록 구상하였다. 제시한 시공 방법은 이수가압쉴드공법과 주입공법을 병행한 NATM을 적용하도록 하고 있으며, 필요에 따라서는 Multi-Face Shield Method의 적용을 계획하였다. 고려해야 할 점은 약 200m이상

의 심도에서 이수가압철도공법의 적용 가능성과 동일 심도에 대한 NATM에서의 그라우팅과 굴착공법이 주요 관건이다.

### 3.6.3 PLAN C(NATM)

C안은 터널의 전 구간을 NATM으로 시공하는 것으로 제안되었는데, 1차 지질조사 결과로 부터 이 노선에 위치한 쓰시마 해협을 미고결층 두께가 수백 m에 달하는 것으로 조사되었다. 따라서 지하 1,000m까지의 굴착을 위한 시공성과 지하에 건설되는 역사(驛舍) 등의 영구구조물의 유지와 사용성 등의 문제가 지적되었다. 터널의 단면은 차량을 탑재할 수 있는 자기부상열차로 선정되었고, 단면의 크기는 세이칸 터널과 유사하며, 최대 종단구배는 7%로 계획되었다.

### 3.6.4 PLAN D(NATM)

D안은 NATM을 적용하기 위해 미고결층을 가장 짧게 통과하도록 노선을 선정하였으며, 교통 수단으로는 신간선(新幹線)을 적용하는 것으로 계획하였다. D안의 적용을 위해서는 해수면 하 지반의 수백 m 심도에서 주입기술의 적용 가능성, 굴착 속도, 인공섬까지의 수직구 굴착기술, 미고결 퇴적층의 통과를 위한 기술, 또한 전 노선의 절반이 2%의 구배에 따른 시공상 문제점들을 극복해야 한다.

### 3.6.5 기 타

이상의 4개안 이외에도 해저면에 함형(函形)의 튜브터널을 밀착시켜 건설하는 침매튜브터널(Immersed Tube Tunnel)과 선박의 항해에 지장을 주지 않을 정도의 심도에 터널을 띄우고 이를 케이블로 고정시키는 수중침설터널(Submerged Bridge Tube Tunnel) 등이 거론되었다. 그리고 승객들의 관광을 목적으로 요부꼬(九州)-이끼(臺岐)구간의 교량 계획안도 제시되었다.

## 4. 한일 해저터널에 대한 쟁점사항

### 4.1 긍정적인 여론

#### (1) 동북아 물류중심지 급부상 및 남북관계 개선

한반도 종단철도, 시베리아 횡단철도, 중국 횡단철도 등과 연계되어 동북아중심국가로 급부상, 해저터널 건설이 남북관계를 획기적으로 개선시키는 역할이 전망된다.

#### (2) 국내 건설경기의 부양과 수도권 집중에 따른 국토의 불균형 개선

거대 토목공사 시행으로 고용확대와 함께 침체되어 있는 건설경기를 부양시키고 부산을 중심으로 남부권의 성장 잠재력이 높아 수도권 집중에 따른 국토의 불균형이 개선될 것이다.

#### (3) 터널기술향상 및 국제 건설시장 확대

해저터널 건설을 통한 해양탐사, 지반조사, 터널굴착 장비개발, 터널유지관리기술, 배수, 환기 등에 대한 기술발전이 기대된다. 핵심기술 개발 및 시공경험을 토대로 국제적인 대규모 공사 참여가 확대될 것이다.

## 4.2 부정적인 여론

### (1) 부산항·광양항의 환적·허브 기능 저하

한일 해저터널 건설시 동북아시아 허브·환적 기능이 일본의 큐슈지역으로 분산됨에 따라 부산항·광양항의 동북아 관문 기능이 축소될 것이다.

### (2) 부산이 통과지로 전락되어 해운 및 항공산업 위축

한일 해저터널이 건설되면 아시아의 관문인 부산이 대륙으로 통하는 시발 및 종착지의 장점을 잃고 통과지로 전락되면서, 해운·항공 등 인접산업이 동반 위축될 것이다.

### (3) 일본경제의 종속 및 과도한 건설비에 비해 경제성 낮음

일본 경제가 대륙으로 열리는 발판이 되면서 부산 경제력의 8배에 이르는 일본 북규슈권에 종속되며, 천문학적인 사업비가 투입되는데 비해 경제성이 매우 낮다.

## 5. 결론

한일 해저터널을 건설하는 것이 타당한지 아니면 현재의 해상으로 이동하는 것으로도 충분한 것인지, 우리나라의 연결지점이 부산과 거제도도로만 한정되어야 하는 것인지, 연결된다면 어느 지역이 적합한 것인지에 대한 분석과 연구가 진행되어야 한다. 일본측이 제안한 한일 해저터널의 사업의 이해득실을 조속히 찾아야 하겠지만, 사업시행 여부와 관계없이 타당성 분석과 득실 계산 같은 연구를 해놓아야 향후 우리의 발언권을 강화할 수 있을 것이다. 감정적 논리가 아니라 연구를 통한 반대논리나 한일 해저터널 개발 타당성 논리를 파악해야 한다.

## 참고문헌

1. 교통개발연구원·한국철도기술연구원, 2003, 한일해저터널의 필요성 연구, 건설교통부.
2. 배규진, 2001, Global and Transportation System의 구상 및 한일해저터널의 건설, 건설기술정보, pp. 1-8.
3. 부산광역시의회·부산발전연구원, 2008, 부산광역시의회-부산발전연구원 정책워크숍, pp. 11-29.
4. 황재윤, 2009, “한일 해저터널 건설 현황과 과제”, 제5회 정책연구 브리핑, 부산광역시의회, pp. 31-53.
5. Hwang, J.-Y., 2003, Stability Evaluation of Rock Blocks in Tunnels for Observational Method. Ph.D. Dissertation, Kyoto University, Kyoto, p. 289.
6. 日韓터널硏究會, 1999, 韓日터널報告資料, 日韓터널硏究會, pp. 1-21.