

## 해협 횡단을 위한 『도로 시설물』로서의 해저터널



이성기  
(주)태조엔지니어링  
사장



이석천  
(주)태조엔지니어링  
이사



박동규  
(주)태조엔지니어링  
부장



허도화  
(주)유신코퍼레이션  
부장

### 1. 서론

최근 국가경제 발전 및 국가경쟁력 향상을 위한 사회기반시설 확충의 일환으로 육지와 섬, 육지와 반도 등을 연결하는 해협 연결 교통망 건설이 활발히 추진되고 있다. 이러한 해협 연결 교통시설은 섬주민의 생활환경 개선, 관광수요 유발 등 여러 가지 이점을 기대할 수 있지만, 아울러 인공 구조물 건설로 인해 야기되는 해양 생태계 교란, 해상 교통수단과의 간섭문제를 신중히 검토하여 해협을 횡단하는 구조물 형식을 결정하여야 한다.

해협을 횡단하는 도로시설물로는 30여 년 전까지만 해도 대부분 해상교량으로 건설되었으나 점차 해저터널 건설 실적이 증가하고 있다. 국내에서도 부산~거제간 연결 도로(침매터널)가 최근에 개통되어 운영 중에 있으며, 보령~태안 구간중 대천에서 원산도 구간이 해저 NATM 터널로 계획되어 착공되는 등 앞으로 해저터널 건설이 증가할 것으로 예상된다.

이에 국내외 해양 횡단 시설물의 사례분석을 통하여 해저터널의 선정 배경, 해저터널의 적정성 등에 대하여 기술하고자 한다.

### 2. 해협 횡단 도로시설물 형식

해협을 횡단하는 도로시설물은 해상교량과 해저터널, 그리고 해상교량과 해저터널이 결합된 형태 등이 대표적이다. 해협 횡단 시설물의 형식은 해협의 폭, 해양의 최대수심, 도로의 성격, 해역 주변의 현황과 같은 지역적 특성과 과업의 경제성, 환경성, 시공성, 안전성, 유지관리성 등을 모두 고려하여 결정하여야 한다.

해상교량은 해저터널보다 설계 및 시공경험이 풍부하여 경제성, 시공성, 안정성에 대하여 오랜 기간 동안 자료의 축적이 이루어져 왔다. 해외에서는 장대교량의 경우 대부분 설계 측면에서 유리한 현수교로 건설되고 있으며,

표 1. 국내 주요 해상교량 건설 현황

교량명	교량형식	도로길이	주경간	형하고	통항선박	해상교량 결정 요소
거가대교	사장교	8.20km	475m	52m	12,000TEU왕복	군함 주요 통항 항로
목포대교	사장교	3.06km	500m	53m	55,000DWT단독	통항대상선박
마창대교	사장교	1.70km	400m	64m	30,000DWT왕복	통항대상선박 통항안전성
인천대교	사장교	12.3km	800m	70.4m	70,000DWT왕복	3차례의 시뮬레이션 수행 경제성 원칙
광양대교	현수교	3.62km	1,530m	85m	140,000DWT왕복	통항안전성
북항대교	사장교	3.33km	540m	60m	140,000DWT단독	통항대상선박 항로 폭 확장 불가능

2007년 현재 전 세계에서 주경간장이 1,000m 이상이 되는 총 23개의 교량 중 중국에서 건설 예정인 2개의 교량만이 사장교이다. 이는 주경간장이 길 경우에 사장교보다 현수교가 경제적이고 외관이 수려하기 때문인 것으로 판단된다. 일본과 중국의 경우 주경간장 1,000m 이상의 장대교량이 4개로 세계에서 가장 많이 건설되어 있다.

국내에서도 해상교량의 건설이 늘어나고 있고 규모 측면에서도 국의 사례와 비교하였을 때 주경간장이 점차 대형화되는 추세이다. 우리나라의 해상교량 형식을 결정하는 요소로 해협을 통항하는 선박의 규모가 있으며 통항대상선박의 규모는 교량의 주경간과 과업의 경제성에 영향을 미친다.

해상교량의 건설이 증가함에 따라 해상교량과 관련한 해양사고의 가능성도 점차 증가하고 있다. 전 세계적으로 1960년대에는 선박과 해상교량과의 충돌사고가 평균 0.5건/년, 1970년대에는 평균 2.5건/년, 1980년대 이후에는 평균 6.9건/년으로 발생하고 있는 것으로 조사되었으며 특히, 1990년대 이후로는 평균적으로 매년 9.7건의 사고가 발생하여 매년 충돌 횟수가 증가하고 있다(한국해양대학교, 2007).

이 중 놀랄만한 것이 해상교량의 교각과 충돌한 사고는 16건인데 비하여, 교량의 상판과 충돌한 사건이 21건이나 발생하였다. 해상교량의 상판과 충돌한 사건 중 선박 승

무원간 또는 항만당국과의 적절한 의사소통(기상 불량 시 통항 및 통항보고 무시)이 이루어지지 못하여 발생한 것이 12건(75%)이나 된 것으로 보고되었다.

우리나라에서는 내항선 및 예인선(예부선)이 운항부주의 및 조류의 영향 등으로 인하여 해상교량과 충돌한 사건이 2006년도에 4건, 2007년도 11월까지 1건의 사고가 발생한 것으로 파악되었다.

최근 국내에 건설되는 해상교량은 교량 하부를 통항하는 해상 이용자의 안전과 해당 항만의 효율적 운영과 장래 발전 등에 미치는 영향을 충분히 고려하지 않고 육상 도로시스템의 연장선상에서 경제 원리를 우선하여 추진되는 경향이 있어, 장래 항만의 지속적인 발전과 해상교통안전 확보에 지장을 초래할 우려가 있다. 해상교량은 교량하부 통과 예상 최대선박, 해당항만의 주 통항선박, 항만 개발계획을 고려한 최대선박에 따라 주경간 및 형고가 달라지고 교량 건설 후 통항 선박규모의 변경에 어려움이 있다.

이와 비교하여 해저터널은 환기, 배수 및 조명 등의 유지관리비용 증가, 운전자들의 운전중 폐쇄감, 화재발생시 위험 증가 등의 단점이 있으나 해양환경과 항만 출입 통항선박에 미치는 영향이 전무하고, 기후조건 및 해양상태와 상관없이 통행이 가능하다는 장점이 있다.

### 3. 해외 해저터널 적용사례 분석

#### 3.1 일본 동경만 해저터널(아쿠아라인)

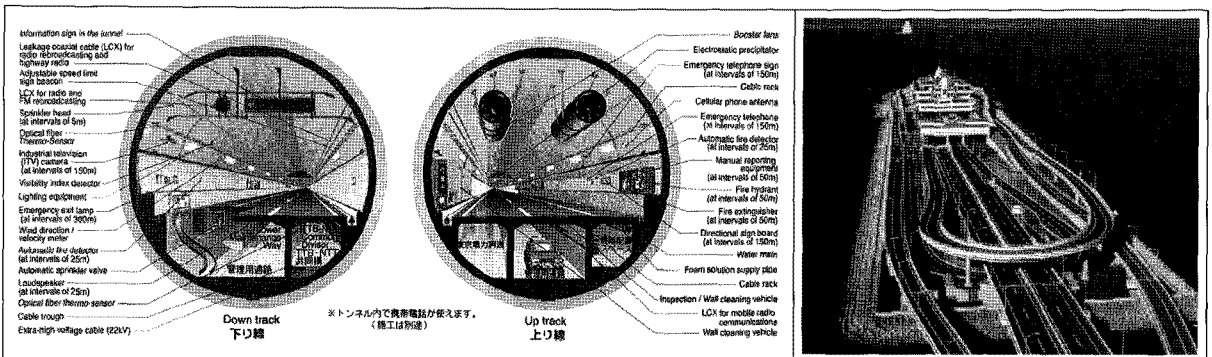
동경만 아쿠아라인은 동경만횡단도로주식회사(민간, 지방공공단체, 일본 도로공단 출자)가 총사업비 1조 4천억 엔을 투입하여 동경만을 관통하는 카나가와현의 가와사끼(川崎)에서 시바현의 기사라즈(木更津)까지 연결도로이며, 1966년에 사업을 구상하기 시작하여 1997년에 완공되었다. 설계속도 80km/h의 4차선 도로로, 총 길이 15.1km 중 동경만을 항해하는 90% 이상의 배가 출입하는 가와사끼 쪽의 9.5km는 해저터널로 건설하고, 비교적 수심이 얇은 기사라즈쪽의 4.4km는 교량으로 건설하였다. 터널의 중앙부와 터널과 교량의 접속부는 두 개의 인공섬을 만들어 연결하고 있는데 인공섬에는 480대의 차량을 주차할 수 있는 주차장과 편의시설 등이 있다.

해저터널 굴착에는 심도 60m, 해저면 15m 아래를 6기압에 달하는 고수압, 연약지반의 조건하에서 막장안정과 지수를 위해 직경 14.14m, 중량 3,200톤의 대구경 쉴드 기계를 사용하였다. 쉴드터널은 일방향 2차로 병렬터널로서 총 시공연장은 19.159km(상행선 9.576km, 하행선 9.583km)에 달한다. 굴진속도는 평균 150m/월, 최대

260m/월이었다.

장대 도로터널의 효율적인 환기와 시공 중 작업구 개설을 위해 가와사끼 인공섬 및 기사라즈 인공섬을 시공하였다. 1989년 8월에 SCP(Sand Compaction Pile)선에 의해 지반개량을 실시한 후 1994년 8월에 인공섬 내부가 구축되기까지 약 5년이 소요되었다. 즉, 총 8년 7개월간의 공사기간 중 인공섬 건설에만 5년으로 쉴드 굴착기간보다 더 오랜 시간이 소요되었다. 2개의 환기탑(우탑: 높이 90m, 좌탑: 높이 75m)이 설치된 가와사끼 인공섬은 지중연속벽으로 시공되었으며 내경 98m, 높이 199m, 두께 2.8m에 달하는 세계 최대 규모이다.

동경만 횡단 구조물 형식을 해저 쉴드터널로 결정하기까지는 긴 기간이 소요되었다. 1971년의 동경만 횡단 계획에 의하면, 교량으로 횡단하는 것을 기본 골격으로 하되 전구간 교량의 경우 하네다공항의 비행기 이착륙에 영향을 주며, 동경만에 대형 선박이 출입할 수 없는 점을 반영하여 중앙부 약 3km를 침매터널, 교량과 터널의 접속부는 환기설비를 겸한 인공섬을 계획하였다(A안). 또 다른 계획은, 터널 중앙부에도 환기용 인공섬을 설치하는 안을 제안하였으며 약 5km의 넓은 항로 폭을 확보하고, 섬을 가운데 두고 선박의 항로를 동쪽과 서쪽으로 분리하였다(B안).



(a) 아쿠아라인 단면 현황

(b) 인공섬 전경

그림 1. 아쿠아라인 단면 현황 및 인공섬 전경

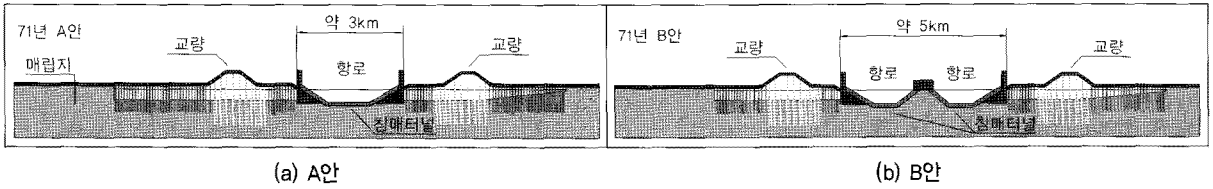


그림 2. 1971년 동경만 횡단 계획

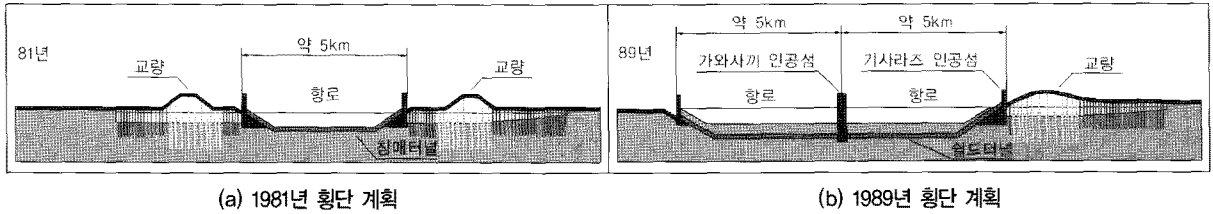


그림 3. 동경만 횡단 계획의 변경

그 후 1981년에는 환기 기술의 발전으로, 중앙 인공섬을 생략하고 약 5km를 1개의 터널로 계획하여 건설비용을 절감하는 안을 추진하였다가 1989년 최종적으로 터널을 종래의 침매방식에서 실드공법으로 변경하고 교량공사가 곤란한 가와사끼측도 실드터널 공법으로 건설하였다. 아쿠아라인이 건설되기 전에 가와사끼에서 기사라즈까지의 통행거리는 약 110km이었으나, 아쿠아라인의 건설로 인해 통행거리는 약 30km로 줄었고 통행시간도 1/4로 단축되었다.

### 3.2 노르웨이 해저터널

노르웨이의 해안가는 피요르드 형식으로 수많은 섬이 분포하고 있으며, 섬과 육지사이의 수심이 급격히 깊어지는 지형적인 특징을 지니고 있다. 1970년대 후반만 하더라도 노르웨이에서는 페리 외에 교량만이 해협을 연결하는 유일한 수단이었으나 교량의 규모가 커지고 공사비가 증가됨에 따라 부교(pontoon bridge), 침매터널 및 해저터널과 같은 대안이 모색되었다.

1982년 Vardø 터널 완공 후, 노르웨이에는 27개의 해저도로터널이 건설되었다. 또한 파이프라인 터널 등의 석

유산업 관련 터널이 8개 완공되었으며, 상하수도와 관련하여 8개의 해저터널이 있다. 이 모든 터널들은 모두 기반암에 Drilling and Blast 공법을 이용하여 굴착하였으며, 감지천공과 선진그라우팅 등이 적용되었다.

노르웨이의 터널 중 Bømlafjord 터널이 7.9km로 가장 길며, 가장 깊은 터널은 Eiksund 터널로 해수면으로부터 287m이하 심도에 위치한다.

노르웨이 해저터널의 대부분은 NMT(Norwegian Method of Tunnelling)로 시공되었다. NMT는 양호한 암반이 잘 발달되어 있는 노르웨이 지반조건에서 콘크리트 라이닝을 생략하는 대신 영구 지보재를 적용하는 경제적인 터널 시공법으로서 제안되었다. 이는 인구밀도가 우리나라의 3%정도 수준으로 아주 낮은 반면, 산악지형과 피요르드 해안이 발달된 노르웨이 지형 특성상, 터널 건설 공사비를 절감할 수 있는, 즉 경제적인 터널건설이 매우 중요했던 것이다.

그림 4는 공사비 측면에서 노르웨이의 지중굴착식터널(Bedrock tunnel)이 종류식 환기와 적당한 지보를 적용할 경우 해상 특수교량이나 침매터널보다 유리하다는 것을 보여준다. 따라서, 지반조건이 양호하여 최소한의 암피복을 확보하고 차수그라우팅을 줄일 수 있는 경우 지중

굴착식 터널의 경제성은 대형 해상교량이나 침매터널보다 상당히 유리하다.

또한 유럽에서는 일반적으로 종단경사를 5% 이상으로 적용하는 것이 불가능하지만, 노르웨이에서는 종단경사를 10%까지 설계할 수 있다. Eiksund 해저터널에서 최대 심도까지의 종단경사를 9.6%로 계획하였으며, Oslofjord 해저터널에서는 3차로 터널 내에서 양방향 교행 조건으로 종단경사를 7%로 계획하였다. 이와 같이 노르웨이 규정은 해저터널 건설에 유리하고 다른 나라와 비교할 때 환기·방재 분야의 기준도 상대적으로 유연한 측면이 있다.

### 3.3 중국 상안터널

샤먼(하문시, 厦门市)은 중국 푸젠성(복건성, 福建省) 남부에 있는 도시로, 국제적으로는 아모이(Amoy)로도 알려져 있다. 중국의 5대 경제 특구의 하나이고, 부상급시로도 지정되어 있다. 이 곳에 중국 자체적으로 설계한 최초 해저터널인 상안터널이 2005년 5월 건설이 시작되어 2010년에 개통됨으로써 호리구(샤먼도)와 육지측인 상안구를 연결한다. 전체 노선 약 9km 중 바다를 건너는 터널의 길이는 5.95km이고 최대 수심은 해수면으로부터 약 70m이다. 터널은 전체 6차선으로 차량속도는 최고 80km/h이다.

상안터널은 상공업 지역과 항만 지역을 연결하는 터널로 대형차량 통행량이 많아 제트팬 종류식 환기방식을 적용하면서 터널별로 종점측 해안가에 환기용 연직갱이 설치되었다.

상안터널의 시점부는 풍화토, 종점부는 모래층이 분포하여 상당히 불량한 지반조건에 위치하고 있다. 따라서 해당 구간 통과를 위해 지중연속벽, 그라우팅, CRD 굴착공법 등을 적용하였다. 해저구간은 상대적으로 양호한 지반이 분포하지만, 풍화대구간 막장 안정을 위해 필요에 따라 굴진면에 콘크리트 보강벽을 설치하고 프리그라우팅

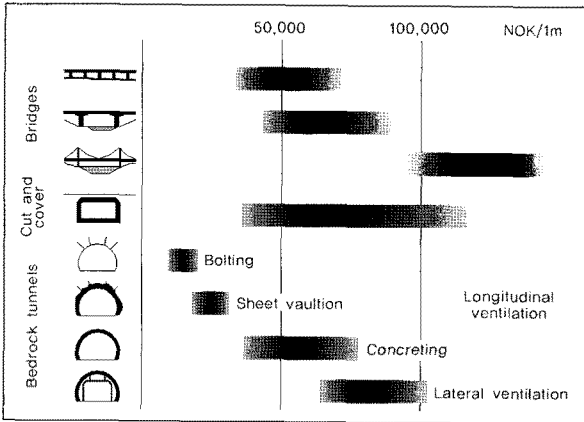


그림 4. 해협횡단 도로구조물의 공사비 비교(노르웨이,1984)

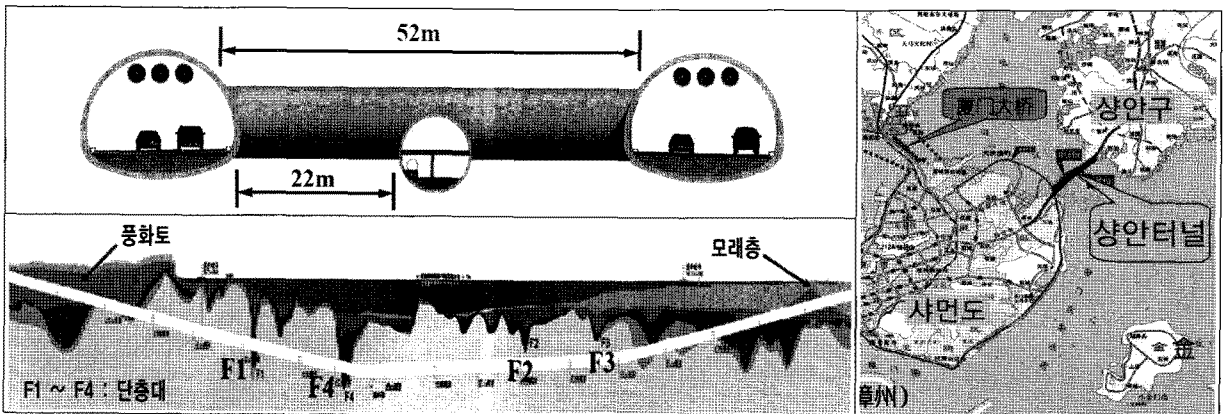


그림 5. 상안터널 현황

등의 지반보강을 시행하였다. 해저터널 굴착 중 붕락 또는 급작스런 용출에 의한 갯내 침수사고 발생에 대비하여 풍화대 전방 50m 지점에 방수문을 설치하였으나, 현장 관계자에 따르면 한번도 침수사고가 발생되지 않았기 때문에 사용된 적이 없다고 한다.

상안터널 구간의 시설물 형식 결정 배경을 보면, 계획 단계에서 기술적으로는 교량과 터널의 건설이 모두 가능한 것으로 평가되었다. 즉, 사장교, 현수교 등의 해상교량과 침매터널, 쉴드 TBM 등의 터널을 심도있게 검토하였으나, 육지와 사면도를 연결하는 3개의 교량을 운영하고 있음에도 불구하고 지중굴착식 터널로 계획한 것은 연중 빈번한 태풍과 같은 악천후의 영향을 받지 않고 이 지역에서 서식하고 있는 돌고래를 비롯한 해양생태계에 미치는 영

향을 최소화하며 전시에는 폭격에 대한 안전성 등을 고려하였기 때문이다. 관계자들은 해저터널이 여하한 조건에서도 통행을 항상 보장할 수 있으며, 이 일대 해역의 활유어 등 희귀종을 보호할 수 있다고 한다.

## 4. 국내 해저터널 적용사례 분석

### 4.1 부산~거제간 연결도로 거가대교 침매터널

부산~거제간 연결도로는 경남 거제시 장목면과 부산광역시 강서구 가덕도를 연결하는 대규모 사업으로 8.2km의 거가대교 가운데 가덕도와 대죽도 사이 3.7km는 침매

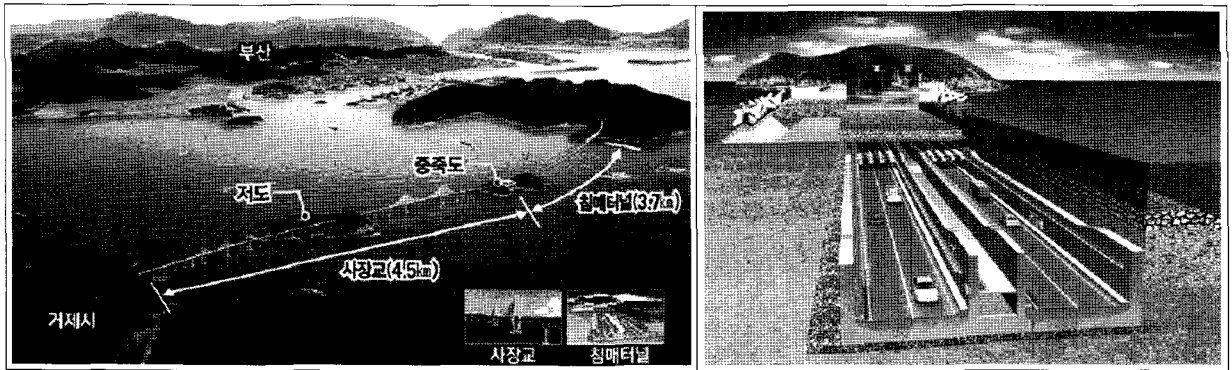


그림 6. 거가대교 공사 개요 및 침매터널 단면

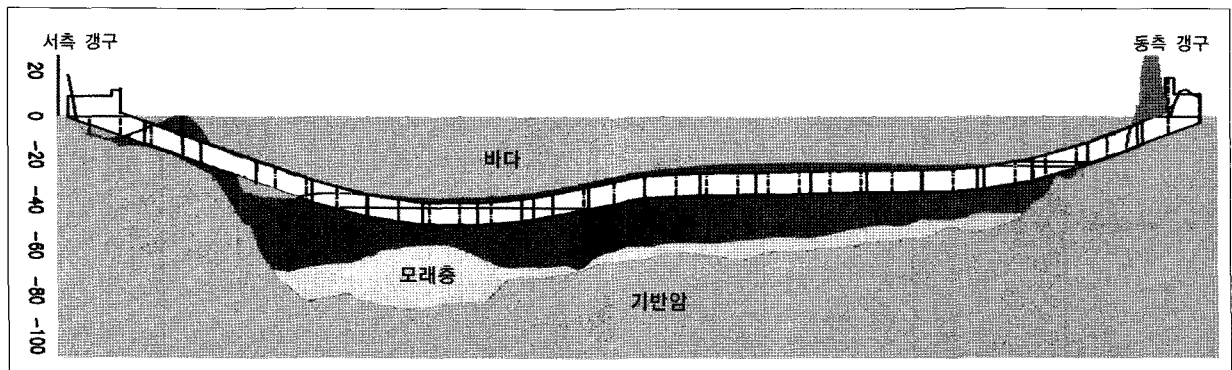


그림 7. 거가대교 침매터널 지반조건

터널로, 대죽도~중죽도, 저도, 거제도 구간에는 2개의 사장교가 가설되었다. 육상에서 터널 구조물을 제작한 뒤 최대 수심 40m의 바다 밑에 가라앉혀 터널을 만드는 침매터널은 국내에서 처음 시도되는 공법이다.

터널은 길이 180m 크기의 직육면체 형태의 콘크리트 구조물 18개로 구성된다. 구조물이 제작되면 도크에 물을 채워 띄운 뒤 바지선으로 현장까지 예인한 후 구조물에 물을 채워 가라앉힌다. 콘크리트 구조물은 중앙통로와 폭 9.7m인 양쪽 차로(각 2차로)로 구성되며, 폭 4.2m의 중앙통로는 유지보수 통로로 이용된다.

침매터널은 부등침하에 매우 민감하여 최대 35m 두께의 연약한 점토에 의해 부등침하가 지속적으로 발생할 가능성이 있으므로 터널 하부를 심층혼합처리공법(Cement Deep Mixing, CDM)을 적용하였다.

바닷속 작업으로 인한 시공성 불량과 공사비 증가가 예

상되었음에도 침매터널을 적용한 배경은 부산 가덕도와 거제도를 잇는 바닷길이 바로 해군부대의 작전영역에 포함되기 때문이다. 즉, 해상교량이 가설될 경우에는 유사시 적군에 의해 교량이 피폭될 때 이군의 작전이 불가능해진다. 또한 가덕도와 저도 사이 해저구간의 지반조건과 침매터널 시종점측 도로 종단 구성상 침매터널이 최적인 터널공법으로 판단된다.

#### 4.2 보령~태안(1공구)건설공사 보령터널

충청남도 보령시와 태안군 사이에 위치하는 천수만 입구 해저에 국내 최초의 지중굴착식 해저도로터널인 보령터널이 계획되어 이 구간에서 단절된 77번 도로를 연결하게 될 예정이다. 본 노선은 총 연장 7.985km의 국도77호선 연결구간으로서 도서주민의 생활환경개선과 지역발전

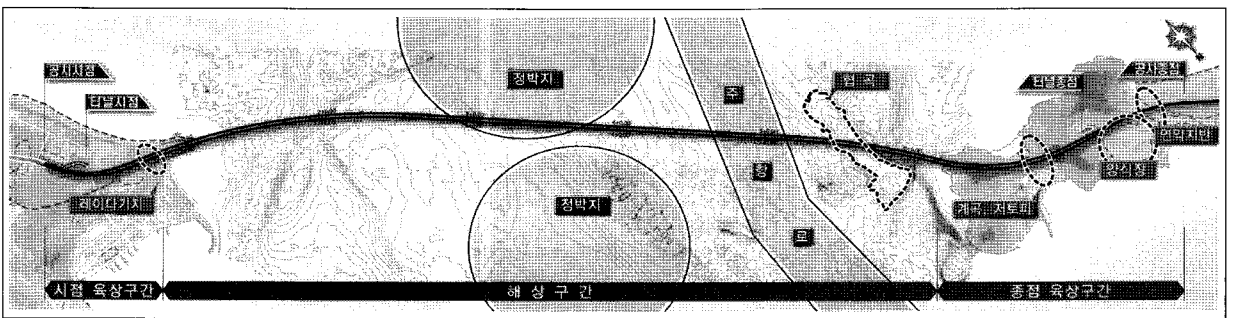


그림 8. 보령터널 평면 현황

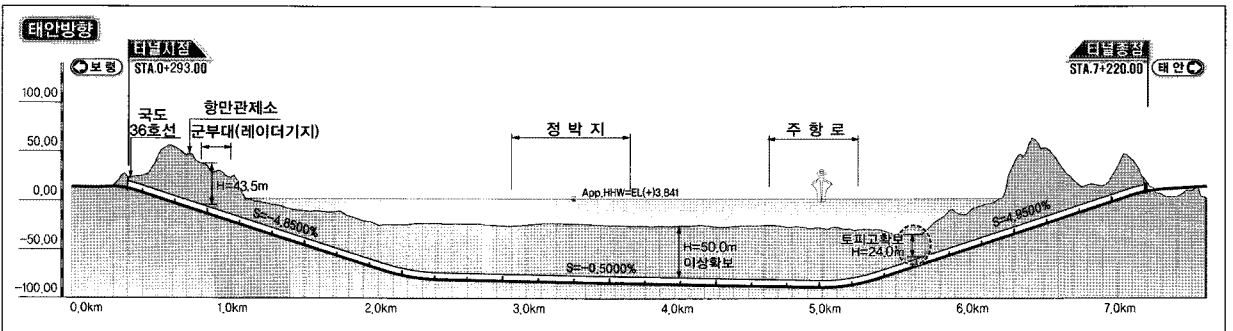


그림 9. 보령터널 구간의 현황

표 2. 천수만 횡단 구조물 형식 비교

구분	해저터널	접속교 + 현수교	접속교+인공섬+해저터널
구조물 개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일방향 2차로 병설터널</li> <li>• 연장 : 6.9km(해저 5.1km)</li> <li>• 단면 : 폭 12.0m, 높이 8m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양방향 2차로 교량</li> <li>• 접속교 : 4.3km(폭 12.2m)</li> <li>• 현수교 : 1.1km(폭 14.0m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 접속교 : 3.3km(양방향2차로)</li> <li>• 인공섬 : 0.75km</li> <li>• 터널 : 2.40km(일방향1차로 병설)</li> </ul>
해상 교통	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주항로와 정박지 구간 해저면 50m 하부 통과로 간섭 배제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주항로부 과도한 경간장 필요</li> <li>• 정박지 간섭으로 이설 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정박지 간섭으로 이설 필요</li> </ul>
환경성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 생태계 영향 최소화</li> <li>• 공용중에도 해양 오염 배제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시공중뿐만 아니라 공용중에도 해양 오염 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공차폐물에 의한 해수유동 변화</li> <li>• 천수만에 미치는 영향이 가장 큼</li> </ul>

축진 및 관광 교통수요에 효율적으로 대처하기 위해 계획되었다. 보령터널은 설계속도가 70km/h인 2차선 병렬터널로, 총 연장은 6.927km이고 해저구간 연장만 5.1km에 달하며 해수면에서는 최대 약 80m, 해저면에서는 최대 약 60m 하부에 계획되었다.

본 과업은 2009년 기본설계, 2010년 12월에 실시설계가 완료되어 현재 착공 중에 있다.

보령터널의 평면선형은 그림8과 같이 시점부 대전측 및 종점 원산도측 모두 해안선상의 돌출부를 최대한 이용하여 해저구간을 최소화하였다. 지형적 특성은 양측 육상부가 소규모 산지지형을 이루고 해저부는 비교적 평탄하며 종점측 해저가 약간 깊은 특징을 가지고 있다.

육상부의 과업 시종점부가 해안선과 근접하여 시종점부는 도로 최대종단경사 5%에 근접하여 계획되었다. 지형적 특징으로 인해 해저터널의 최소 토피고는 해저 중간부가 아닌 해저 양측의 경사구간에서 발생하며 약 24m 정도이다.

전체 노선 중에서 천수만 유입부에 해당하는 대전항과 원산도 구간은 대형선박이 드나드는 주항로 및 대형선박이 체류하는 정박지가 위치하고 있다. 또한 수산자원보호구역, 철새도래지를 포함하는 조류 서식지, 어장, 해수욕장이 인근에 분포함으로써 해양 생태계 보전이 요구되는 구간이다. 따라서 대전항과 원산도 사이의 해상구간을 통과할 구조물 형식 선정시 차량의 주행성과 더불어 해상교통 수단과의 간섭문제, 구조물 시공으로 인해 해상환경에

미치는 영향을 종합적으로 분석하였다. 표 2는 천수만 횡단 구조물 형식별 장단점을 비교한 것으로, 선박과의 간섭을 배제하고 해상환경에 미치는 영향을 최소화하며, 각종 악천후에도 차량의 주행안정성이 보장되는 해저터널을 선정하였다.

구조물 형식을 해저터널 형식으로 선정한 후, 조사된 지반조건과 경제성을 평가하여 최적의 터널공법을 선정하였다. 보령터널 구간은 풍화대에서 경암층까지의 다양한 지층조건과 다수의 지질이상대가 분포하는 복합지반이므로, 시공 중 선진조사와 선진보강을 적용하여 현장 대응성이 우수한 NATM 공법을 선정하게 되었다.

## 5. 해저터널 공법 비교

해저터널의 건설공법은 수심과 터널깊이에 따른 수압 조건, 지반조사의 한계로 인한 불확실성, 통항대상선박의 규모 및 해협 폭, 유속 등의 수리조건, 시공성, 공사기간, 경제성, 해양환경 영향 등을 고려하여 경제적이고 안전한 공법을 선정하여야 한다. 현재 국내외에서 시공된 해저터널의 공법으로는 Drill and Blast 공법(NATM, NMT), 침매터널공법, 쉘트TBM공법 등이 있다.

Drill and Blast공법은 굴착 후 빠른 시간내에 굴착면에 슛크리트 타설로 굴착면을 밀봉시킴으로써 원지반의 강도 노화를 방지하여 원지반의 지지력을 적극적으로 활



표 3. 해저터널 공법별 특징 비교

구 분	NATM 터널	실드TBM 터널	침매터널
지반조건	• 대부분 조건에서 가능	• 모든 조건에서 가능	• 지반조건 영향 적음
수압대응성	• 보조공법으로 대응	• 수압에 대응 가능	• 합체 연결부 방수 성능 중요
시공성	• 작업장 비교적 소규모	• 버력, 세그먼트 적치장 필요	• 대규모 지상 도크가 필요
환경성	• 환경 영향 미미함	• 환경 영향 미미함	• 트렌치 굴착으로 수질오염 유발
안정성	• 막장 변화 대응 가능	• 막장 붕괴 방지가능	• 합체연결 등에 정밀시공 필요
유지관리	• 배수터널로 용수를 집수하여 처리	• 비배수터널로 누수 발생량만 처리	• 비배수터널로 누수 발생량만 처리

용하는 공법으로 일반적인 터널 시공에 가장 많이 적용되는 공법이다.

이 공법은 토사에서 경암지반에 이르기까지 모두 시공이 가능하며 갑작스런 지질변화에도 즉시 대응이 가능하다. 산악터널에서 안정성 확보와 경제적인 시공이 가능한 장점이 있으나 해저터널에서 차수에 실패할 경우 막대한 양의 침투수가 발생하므로 이에 대한 시공관리가 매우 중요하다.

침매터널공법은 주로 해협 및 하천을 횡단하여 연약지반의 저면에 트렌치를 굴착하여 육상에서 제작된 구조물을 수중에 침수, 설치, 접합하여 구조물을 설치하는 공법으로 공장 제작으로 품질이 좋은 구조체가 제작가능하다. 또한 사전에 구조물을 제작할 수 있으므로 공기 단축이 가능하며 구조물의 형상치수를 마음대로 결정할 수 있다. 그러나 시공시의 해상조건이나 조류의 흐름이 빠른 곳에서는 시공이 어려우며 해수의 심도가 일정 깊이 이상에서는 시공이 불가능한 단점이 있고 합체 연결부의 시공에 높은 정밀성이 요구된다.

실드TBM공법은 TBM 커터헤드로 지반을 굴착하며 후방에서 터널의 복공부재를 조립 후 설치하고 이 복공부재를 이용하여 반력을 얻으면서 실드를 추진하는 공법이다. 실드공법의 장점은 인력이 최소로 소요되므로 안전하고

불량한 지반조건에서 다른 터널공법에 비하여 상대적으로 높은 막장안정성을 기대할 수 있으며 품질이 확실한 터널라이닝을 확보할 수 있다는 것이다.

단면형상이 원형뿐만 아니라 여러 형태로 제작이 가능하도록 개발되고 있어 활용성이 점차 커지고 있으나 장비의 특성상 터널 선형조건의 제약이 있으며 고가의 장비가격으로 인하여 초기 투자비 부담이 큰 단점이 있다.

참고문헌

1. 한국해양대학교 산학협력단(2007), “항만횡단 해상교량 건설 시 기준 및 절차수립”, 최종보고서 요약본, pp. 3-14.
2. 신희순(2009), “해저터널 개발”, 한국지구시스템공학회지, 제 46권 제1호, pp. 125-133.
3. 장수호, 김상환, 이성원, 배규진(2010), “실드TBM에 의한 장대 해저터널의 건설”, 한국터널공학회지 Vol. 12, No. 3, pp. 9-22.
4. 보령~태안(1공구)건설공사(2010), “실시설계보고서”.
5. B. Nilsen, J.E. Henning(2009), “Thirty years of experience with subsea tunnels”, The Fifth Symposium on Strait Crossings, pp. 35-44.
6. Egil Lundebrkke(1984), Norwegian Tunnelling Society Publication no.4, “Road Tunnelling”, Tunnels as Elements of the Road System, pp. 1-3.
7. 山中後治, 赤池, 佐藤千春, “東京灣をつなぐ”, 太平社, pp. 4-5.