

# 국내 최초의 거가대교 침매터널 공법에 의한 도로건설 사례



송 기 섭 | 정회원 · 대전지방국토관리 청장

하 만 복 | 정회원 · 경상대학교 부설연구소 연구원

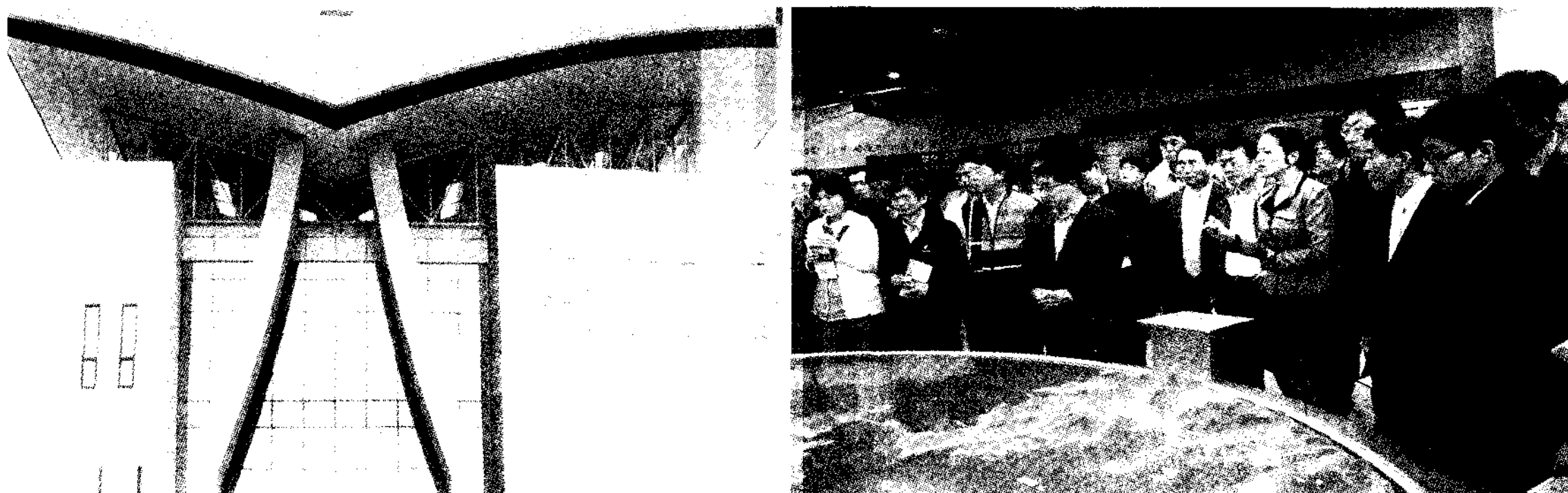
## 1. 소 개

국내 토목기술 중에서 도로분야의 경우 하천과 바다를 건널 때에는 대부분 교량으로 연결하는 것이 일반적이다. 그러나 해외에서는 터널을 사용하여 하천과 바다를 건너는 도로를 건설하는 사례가 많은 편이다. 국내의 경우 육상교통 중에서 지하철은 터널굴착에 의해서 하천 하단을 통과하여 건설되는 경우는 있었다. 도로의 경우 침매터널공법을 적용하여 바다 속에서 도로를 건설하는 사례가 최근에 있었다. 따라서 국내 토목기술자들의 관심사항이 되고 있는 거가대교구간에 적용된 침매터널에 대한 견학이 한국도로학회 영남지회와 대전 및 부산지방국토관리청이 주관이 되어서 건설현장 방문을 할 수 있게 되었다. 본 공법이 적용된 현장을 살펴보고 침매터널 전반적인 사항에 대하여 소개하고자 한다.

## 2. 현장의 홍보관 및 현장

최근 국내에서 이루어지고 있는 도로분야의 최대 토목공사인 관계로 부산~거제간 연결도로는 토목기술자 및 일반국민들의 관심사항으로 떠오르고 있어서 그림 1과 같이 홍보관 시설이 잘 설치되어 있었다. 홍보관 내부는 침매터널과 사장교에 대한 모형과 최첨단 영상시설이 비교적 잘 갖추어져 있었다.

부산~거제 연결도로는 바다를 교량으로 건너가다가 일부 구간을 바다 속으로 건너가게 되어있으며, 바다 속에 건설되고 있는 도로터널을 견학하기 위하여 부산에서 시작되는 침매터널 시공구간으로 갔었다. 그곳에서는 이미 공사가 진척되어서 견학할 시점에는 해저구간에 380m길이의 터널이 시공되어 있었고, 침매함체(1경간 180m)를 계속적으로 시공하고 있었다. 부산쪽 침매터널 시공현장에서 기시공된 구간과 시공 중인 현장을 직접 견학할 수 있었으며, 해저구간 380m까지 걸어가서 볼 수 있는 기회가 주어져서 침매터널 시공자인 대우건설의 안내로 그림 2의 입구에서 출발하여 그림 3과 같이 터널 안으로 들어갈 수 있었



〈그림 1〉 홍보관 및 내부 전시물

다. 대부분의 터널 시공 현장과는 다르게 매우 깨끗하게 정리되어 있는 것을 볼 수 있었다. 국내에서는 처음으로 적용된 사례이고 해저터널로도 처음이여서 해외에서 운용되고 있는 해저터널 및 구상하고 있는 터널들을 살펴보면 표1과 같다.

## 2.1 현장개요

방문한 현장에서 얻는 현장개요는 표 2와 같다. 부산-거제간 연결도로가 준공될 경우에는 다음과 같은 파급효과가 발생한다. 통행시간 2시간 50분으로 단축되며, 부산-거제간 거리가 140km에서 60km로 줄어들면서 기존의 통행시간이 3시간 30분에서 40분을 줄이는 효과가 발생된다. 또한 연간 총 4천억원 이상의 편

익이 발생하게 되는데 교통수요에 대한 통행요금 및 시간비용, 물류비용을 고려한 추정금액이다. 대전-통영간 고속도로와 경부고속도로 및 대구-부산간 고속도로가 U-Type형으로 연결되어 남해고속도로의 교통량을 분산시키되며, 부산과 거제를 거쳐 여수와 목포에 이르는 남해안 관광인프라를 조성할 수 있다. 지역 경제 활성화를 할 수 있게끔 해주며, 소비규모가 약 1조 2천억원대의 대규모 시장을 이룰 전망으로 각종 부대시설 등 대규모 고용 창출 효과가 예상된다. 부산-거제간 연결도로에서 사용된 기술은 국내 최초의 3주탑 연속 사장교와 국내최초의 도로침매터널건설기술로 국내 기술발전에 이바지 할 것이다.



〈그림 2〉 침매터널 입구부



〈그림 3〉 침매터널 내부

〈표 1〉 해외의 해저터널 현황 및 국내외 구상

터널명	국가	년대	공사 기간	터널길이		위 치	특 징	
				일반 구간	해저 구간			
요 요	오레순트 다 리	덴마크 스웨덴	1992 ~2000년	7년	16km	4km	-덴마크~스웨덴 -총공사비:37억달러	-육상·해저 복합운송로 -페베홀름(인공섬)을 중심으로 말외쪽의 2 층 다리와 코펜하겐쪽의 해저터널(왕복철 로, 왕복 2차선도로) 연결
	간 몬 터 널	일본	1936~ 1944년	9년	2,460 m	1,140 m	-혼슈~규슈	-일본 최초 해저터널 -세계최초 해저철도터널
	세이칸 철도터널	일본	1964~ 1988년	25년	53km	23km	-혼슈섬~북쪽후카이도 -총공사비:70억달러	-세계 최장 -지진발생시 터널주변의 암석과 흙이 충격을 흡수하도록 설계
	링 컨 터 널	미국	1930~ 1957년	27년	-3개 터널 -7.182 km	7.182 km	-맨하튼~워하켄 -총공사비:8,500만달러	-터널외부직경:9.4km -터널내부도로폭 : 6.54m -도로까지 최고수심 : 29.4m
	홀랜드 터 널	미국	1906~ 1927년 (실제착공: 1920년)	11년 (7년)	2.5km 2.6km (2개)		-뉴저지~뉴욕 -총공사비:48백만달러	-남쪽터널:2,536m -북쪽터널:2,593m -도로폭:6m -수심중심부:28.3m
	체세픽베이 브릿지	미국	-	-	-	-	-메릴랜드주~버지니아주 노퍽	-다리길이:17mile -인공섬 건설하여 연결 -수심이 깊은 중간지점은 해저터널로 연결 -일명 용궁으로 가는 다리
	유 로 터 널	영국 프랑스	1987~ 1994년	8년	50.45 km	38km	-프랑스~영국 -총공사비:150억달러	-2개의 철도터널과 1개의 서비스터널 -해저 주터널 직경:8.36m -해저 서비스터널연장:5.36m
	이스턴 하버터널	홍콩	1986~ 1989년	4년	2.2km		-홍콩섬~Kowloon의 동부 -총공사비:22억홍콩달러 (154억원)	-현재 3개의 터널이 빅토리아 항구 해저 연결 -향후 터널 1개 추가 신설 계획
	웨스턴 하버터널	홍콩	1993~ 1997년	5년	2,000 m	1,363 m	-SaiYingPun~ Kowloon의 서부 -총공사비: 57억홍콩달러 (400억원)	-침매공법사용 -Sai Ying Pun:Top down방식 적용 -Kowloon:Bottom up방식 적용
구 상	제주~완도간 해저터널	한국		7~8년	109km		-총공사비:25조원	-제주의 연륙교통난 해소 -해양관광개발의 획기적 발전 예상
	베링해협	미국, 러시아			96km			-일명 평화의 왕 터널 -완공시 세계 최장의 해저터널
	지브롤터 해저터널	스페인 모로코		2025년 완공 예정	38km		-푸타팔로마(스페인)~케이프 말라파타(모로코) -총공사비:약170억달러 예상	-완공시 세계에서 세 번째로 긴 터널이 될 예정 -연평균 1000만명이 철도를 이용하는 경제적 효과 예상
	한일터널	한국, 일본		15년	209km		-규슈~거제 -총공사비:약85조원이상	-중앙과 지방의 경제 격차 해소
	한중터널	한국, 중국		20년	374km		-서해안~산둥성 웨이하이 -총공사비:약109조원예상	-급증하는 대중국 물류수요대처와 경제교류 위해 필요

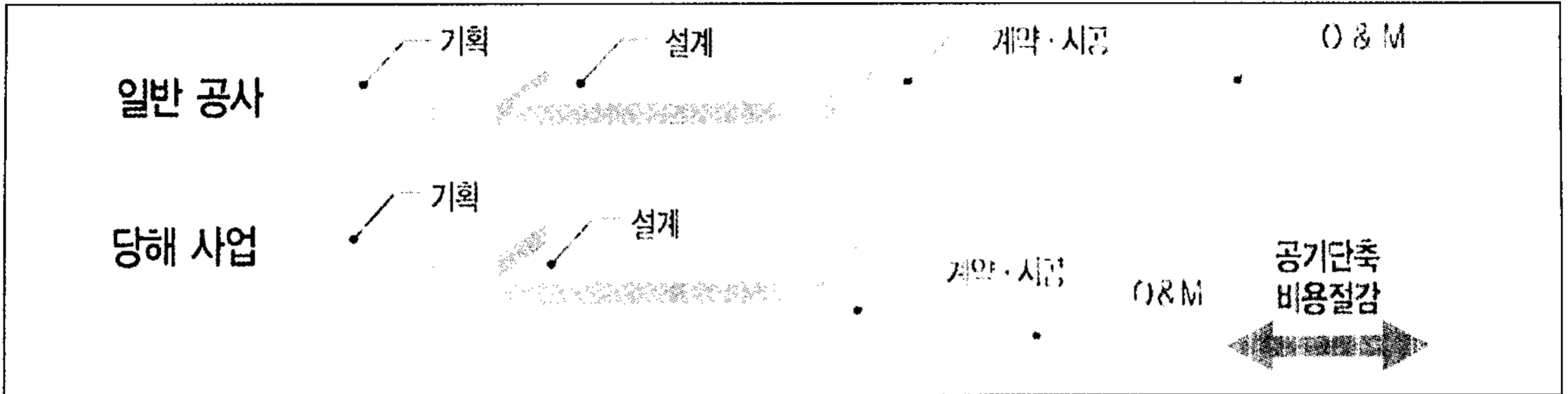
### 2.1.1 건설개요

교량은 연장 8,204m에 폭은 21.6m로 왕복 4차로도로이며 설계속도 80km로 설계 되었다. 교량 중에서 2주탑 사장교의 경우 주경간 475m에 항로고는 52m로 되어 있으며, 3주탑 사장교의 경우는 주경간 230m가

2개로 되어 있고, 항로고는 36m로 되어있다. 그 밖에 접속교량은 4개소이고 터널이 2개소가 있다. 본 논고에서 관심사항은 침매터널로 터널의 높이는 9.75m, 도로폭은 26.5m이고, 1개 길이가 180m인 합체가 18개로 구성되어 총 터널연장이 3,240m로 되어있다. 또한 2개의 인공섬을 조성하게 되어 있다.

〈표 2〉 부산-거제간 연결도로 개요

구 분	내 용	비고																
사업명	부산~거제간 연결도로 민간투자사업																	
시행자	GK해상도로주식회사																	
주무관청	부산~거제간 연결도로 건설조합																	
사업구간	부산광역시 강서구 천성동(가덕도) ~ 경상남도 거제시 장목면 유호리																	
사업기간	건설 - 2004. 12. 10 ~ 2010. 12. 09(72개월) 운영 - 2010. 12. 10 ~ 2050. 12. 09(40년)																	
주요시설	- 사장교 : 3.5km(주예비교 1.87km, 부예비교 1.65km) - 침매터널 : 3.7km, 육상터널 등 1.0km																	
사업비	14,469억원 - 1999. 12. 31 불변가 (조사/설계/공사 13,197억원, 부대비 등 1,272억원)																	
투자비	22,709억원 (ESC 5,757억원, 건설이자 2,483억원 포함)																	
재정지원	4,473억원 - 1999. 12. 31 불변가 (중앙정부 30%, 부산광역시/경상남도 각 35%)																	
사업추진방식	- BTO(Build, Transfer & Operate)방식 사업시행자가 초기 자본금을 투입하고 시설물을 완공하여 정부로 소유권을 넘긴 후 일정 기간 사업시행자가 운영권을 부여 받아 운영에 따른 통행료 수입으로 사업의 수익을 얻는 방식  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">사업시행자 시설물건설</div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">주무관청 소유권이전</div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">사업시행자 일정기간운영</div> </div>																	
도로운영	- 40년간 도로운영, 최소 수입보장 90%(초기 20년) - 통행요금 8,000원(1999. 12. 31 불변가, 승용차 기준)  <div style="text-align: center;"> <p><b>출자자 현황</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>출자자 현황 (Ownership Structure)</caption> <thead> <tr> <th>출자자</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>대우건설</td> <td>43.45%</td> </tr> <tr> <td>대구건설</td> <td>21.3%</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>8.0%</td> </tr> <tr> <td>두산건설</td> <td>13.6%</td> </tr> <tr> <td>한일건설</td> <td>5.3%</td> </tr> <tr> <td>원아종합건설</td> <td>1.5%</td> </tr> <tr> <td>한국도로관리(주)</td> <td>1.15%</td> </tr> </tbody> </table> </div>	출자자	비율 (%)	대우건설	43.45%	대구건설	21.3%	SK	8.0%	두산건설	13.6%	한일건설	5.3%	원아종합건설	1.5%	한국도로관리(주)	1.15%	
출자자	비율 (%)																	
대우건설	43.45%																	
대구건설	21.3%																	
SK	8.0%																	
두산건설	13.6%																	
한일건설	5.3%																	
원아종합건설	1.5%																	
한국도로관리(주)	1.15%																	



〈그림 4〉 공사방식

### 2.1.2 공사 방식

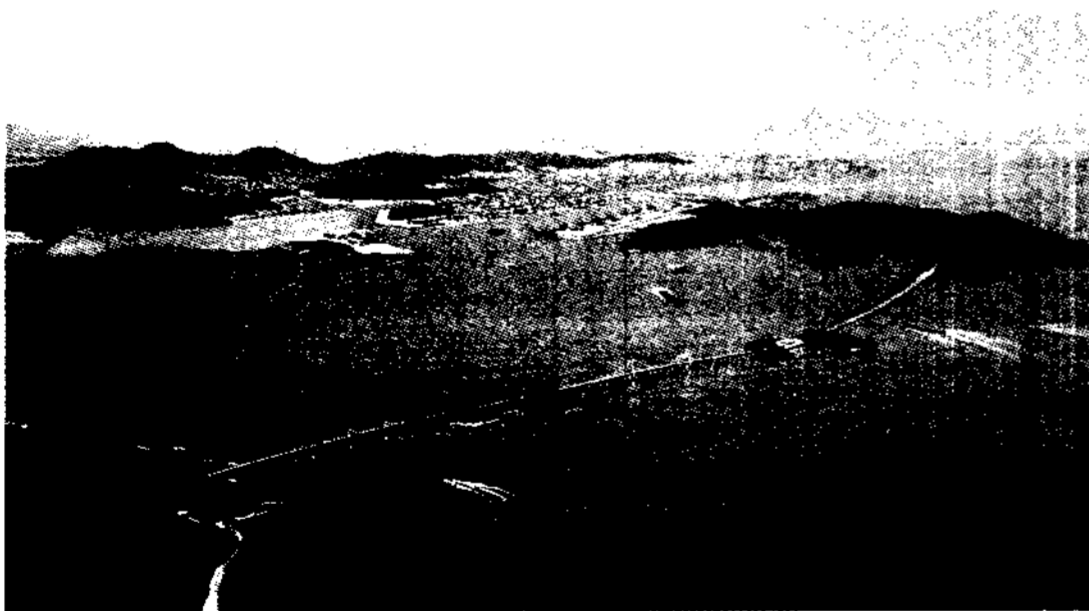
건설기간 단축 및 사업비 절감 등 효율적인 사업추진을 위하여 설계와 시공을 동시에 추진하는 방식으로 Fast Track으로 발주되었다. 그림 4와 같이 공사기간의 단축과 비용의 절감을 위하여 본 공사가 추진되는 것으로 되어있다.

해상에서 진행되는 공사이기 때문에 콘크리트 구조물을 육상에서 미리 제작하여 해상으로 운반, 시공하여 완성하는 방식을 채택함으로써 품질관리 및 정밀

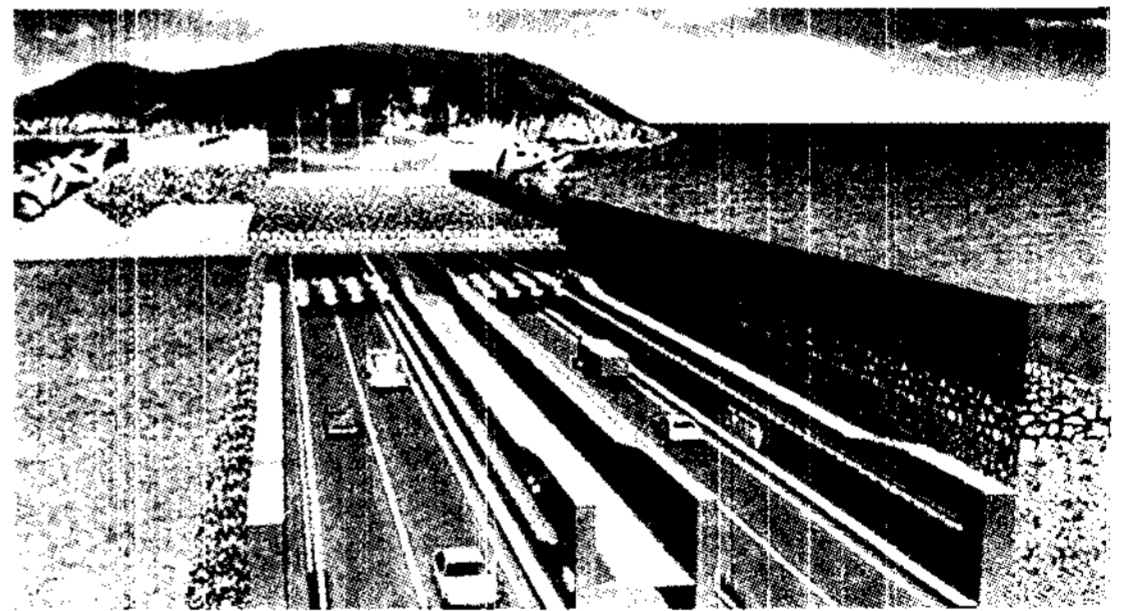
시공이 매우 중요한 건설요소중의 하나이다.

### 2.1.3. 조감도

국내에서 처음으로 시공되는 해상교량과 침매터널, 그리고 인공섬이 복합적으로 구성되어서 도로를 건설하는 프로젝트는 국내에서 처음으로 수행된다. 그림 5는 부산~거제간 연결도로의 조감도이며, 그림 6은 침매터널의 바다 밑 속에서의 조감도이다. 또한 그림 7과 8은 교량으로 구성된 부분의 조감도이다.



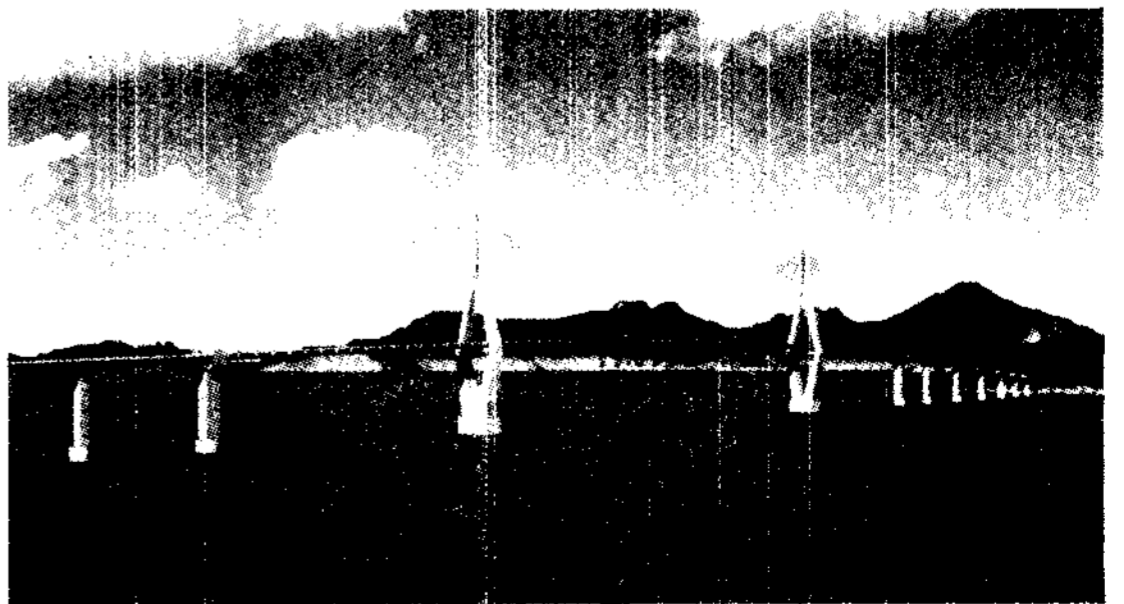
〈그림 5〉 부산-거제간 조감도



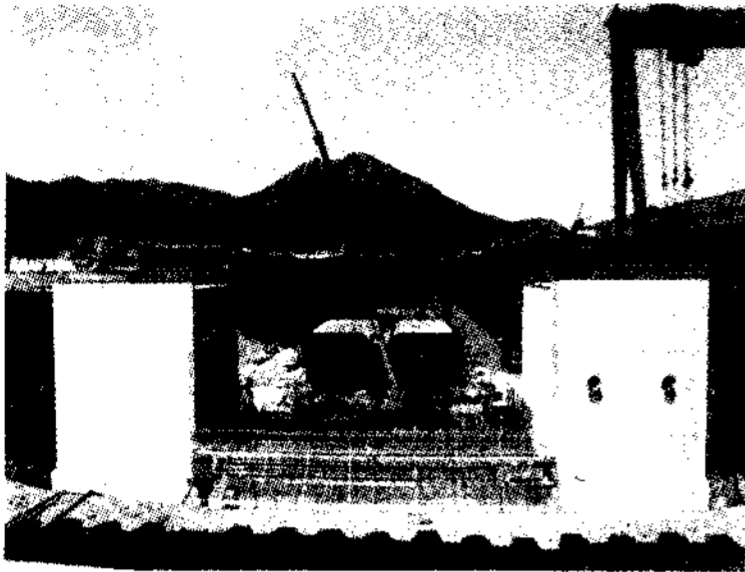
〈그림 6〉 침매터널 조감도



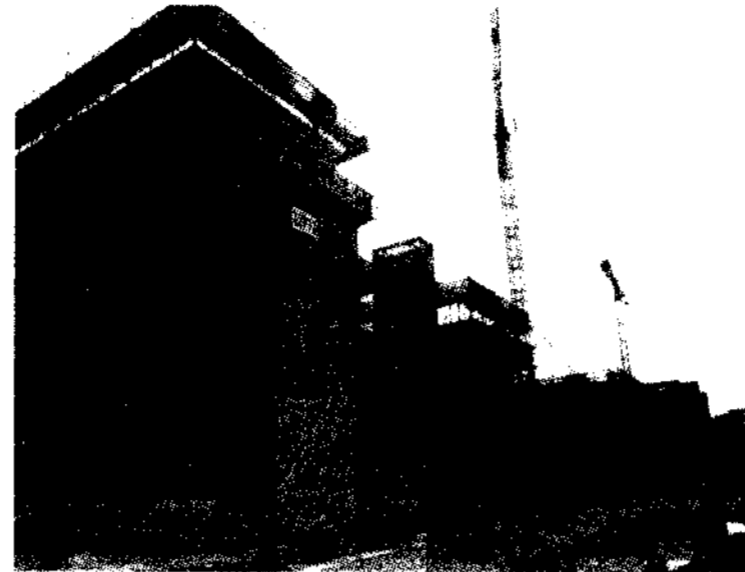
〈그림 7〉 3경간 주탑



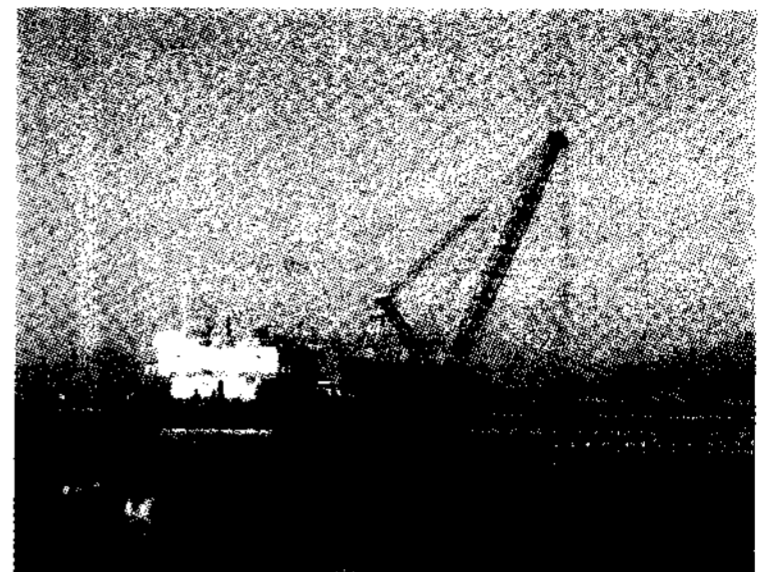
〈그림 8〉 2경간 주탑



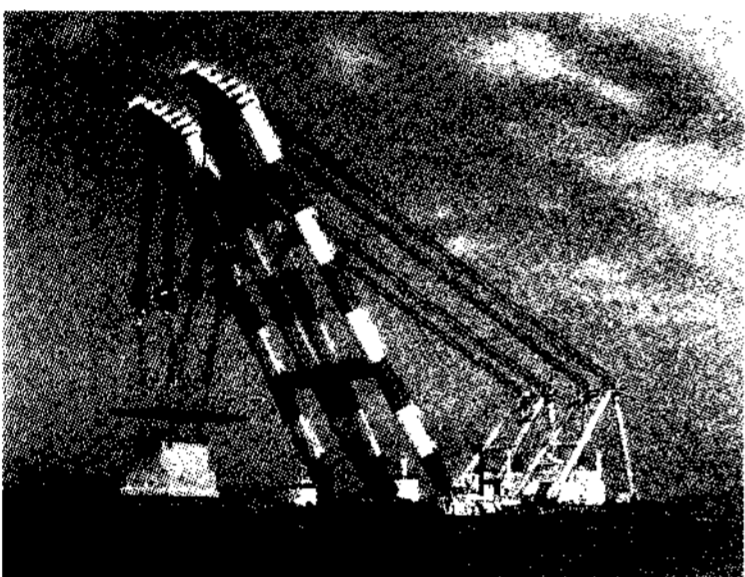
〈그림 9〉 침매함 제작장



〈그림 10〉 케이스 제작



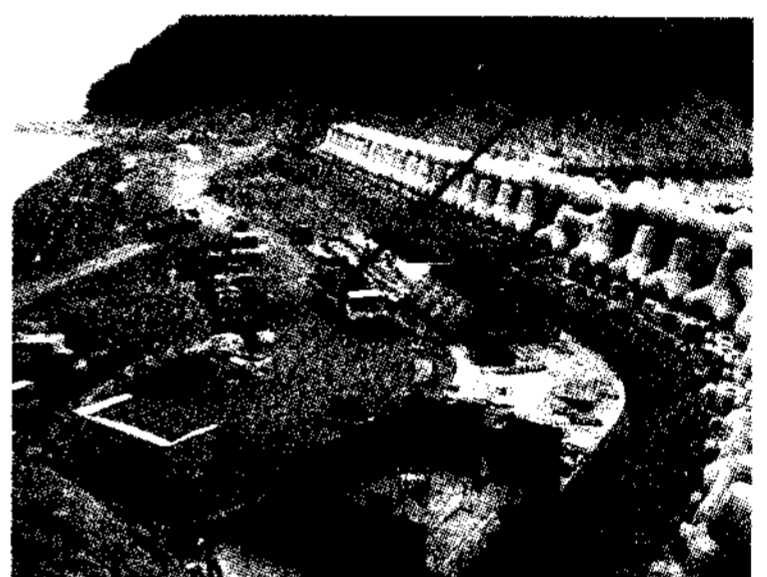
〈그림 11〉 케이스 기초굴착



〈그림 12〉 케이스거치



〈그림 13〉 침매터널구간지반보강



〈그림 14〉 인공섬조성

## 2.2 현장공사

현장은 콘크리트 구조물 제작장(그림 9, 10)과 사장교 현장(그림 11, 12), 그리고 침매터널 현장(그림 13, 14)으로 구성되어 있으며, 동시에 현장이 운용되고 있었다.

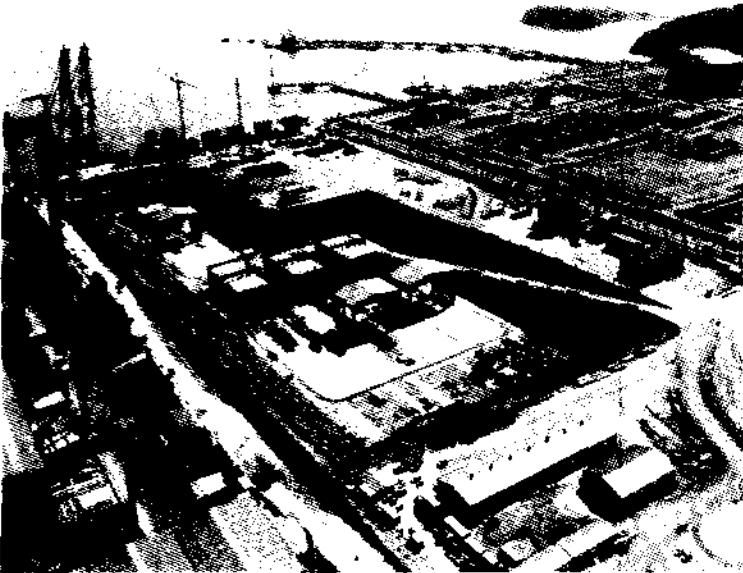
침매터널이 제작되어서 현장에 설치되는 것은 그림 15~22와 같다. 8개의 세그먼트(길이 22.5m)로 이루어진 함체(길이 180m) 총 18함체 중에서 네 개의 함체를 동시에 제작한다. 침매터널에 사용될 터널 침매함체는 그림 15~16과 같은 도크를 설치하여 제작한다. 육상에서 제작하기 때문에 시공품질을 향상할 수 있는 이점이 있다. 함체가 완성되면 그림 17-18과 같이 도크에 바닷물을 넣어서 침수 시켜서 침매함 상부부분만 바닷물에 뜰 수 있게 한다. 그림 19-20과 같이 예인선을 활용하여 침매터널이 설치되는 장소까지 운송한다. 그림 21-22와 같이 운송된 함체를 바닷물 속에 침수시켜서 설치하게 된다.

## 3. 현장에서 이용된 기술의 특징

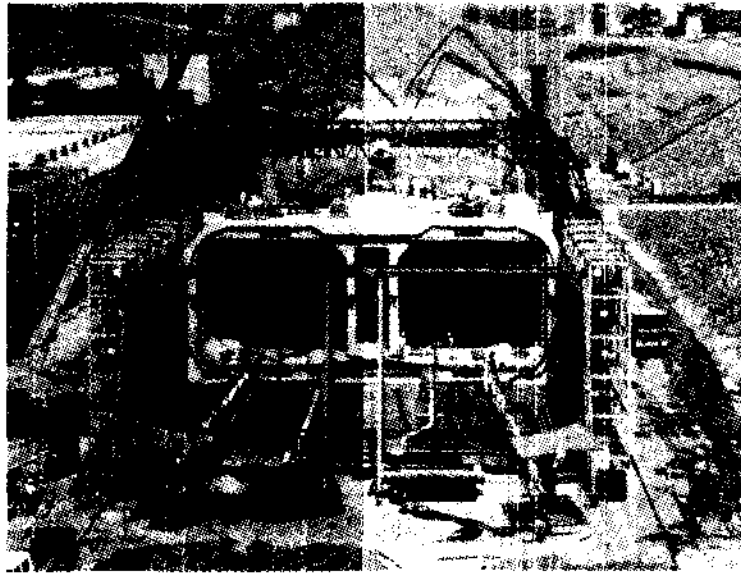
### 3.1 침매터널

침매터널은 지상 또는 수면상에서 제작한 함체를 물에 띄운 채 시공하고자 하는 위치까지 이동하여 준설선에 의해 미리 수중 굴착한 곳의 하천 또는 해상의 제 위치에 침설 시킨 후 수중에서 함체들을 연결하고 그 위에 토사 등으로 되메우기를 하여 터널을 완성하는 공법이다. 이러한 공법을 보통 Trench Method, Tube Sinking Method라고도 불리며, 이 공법으로 건설된 터널을 침매터널(Immersed Tunnel)이라 한다(그림 23).

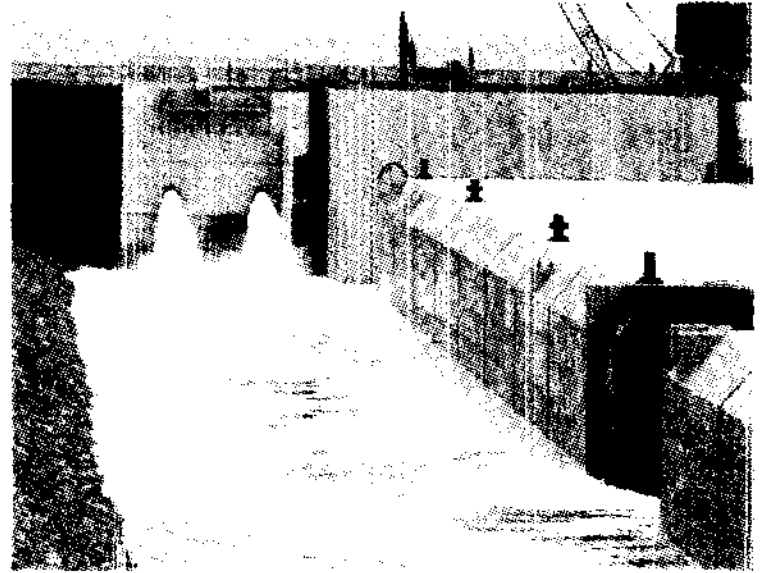
지중을 돌진하는 터널에 비해 흙 덮임이 작아도 되고, 선박의 항해 등에 지장이 없을 정도로 최소화할 수 있으므로 터널 연장을 단축할 수가 있다. 또한 터널에는 부력이 작용하고 있기 때문에 겉보기 비중이 작고 지반의 지지력은 그다지 필요하지 않기 때문에



〈그림 15〉 터널제작시설



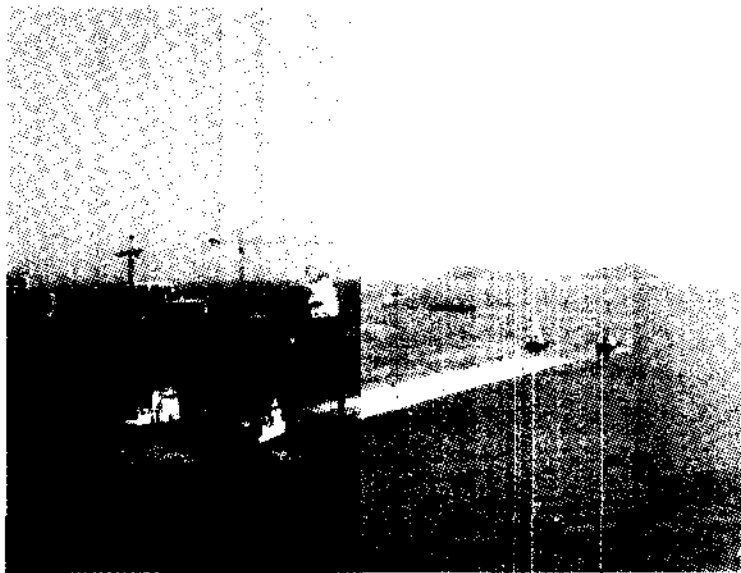
〈그림 16〉 도크내의 침매터널



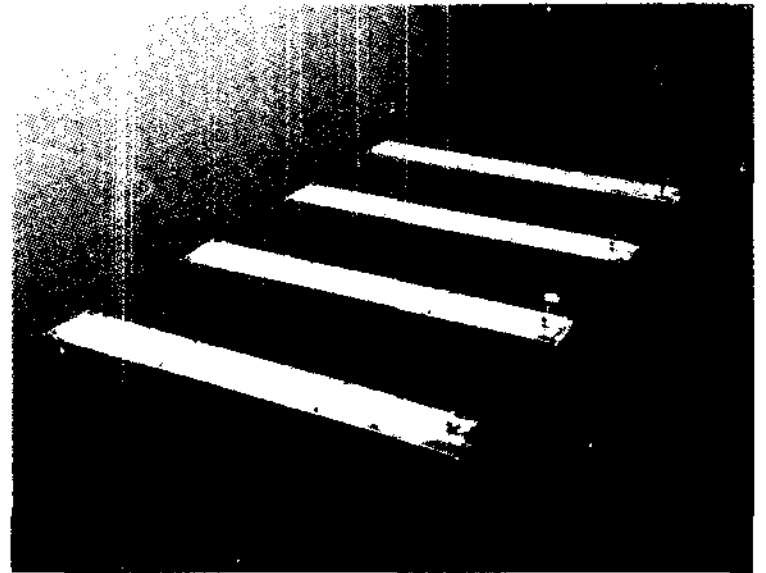
〈그림 17〉 작업장 침수



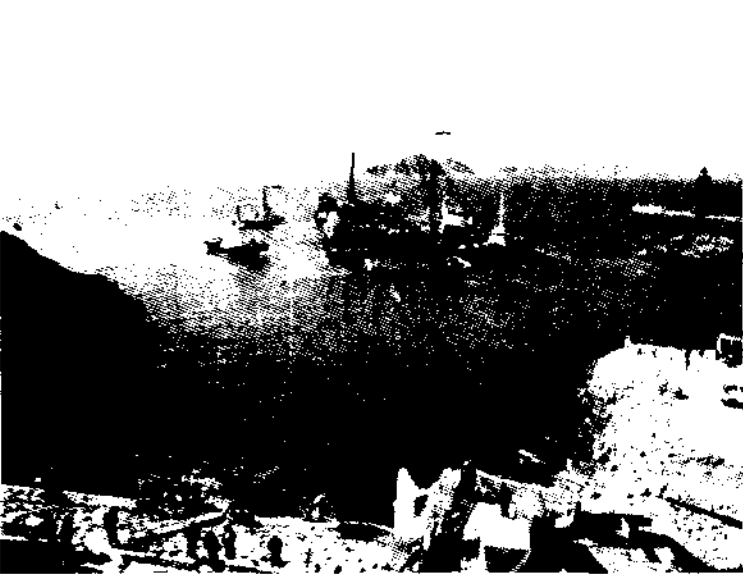
〈그림 18〉 합체 예인



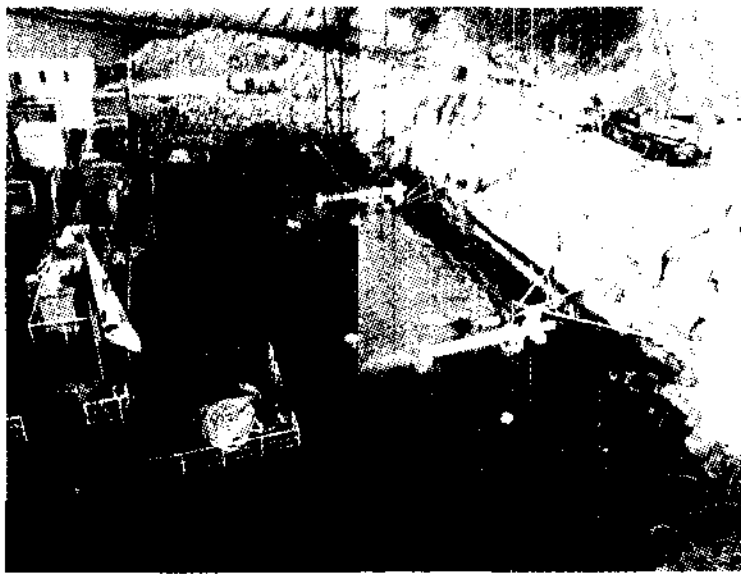
〈그림 19〉 합체 이동



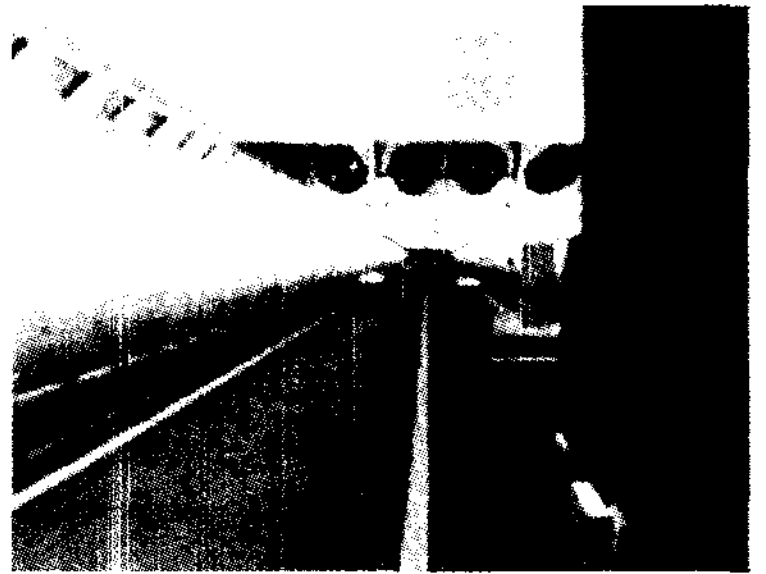
〈그림 20〉 합체 적제



〈그림 21〉 합체 시공



〈그림 22〉 합체 고정



〈그림 23〉 침매터널

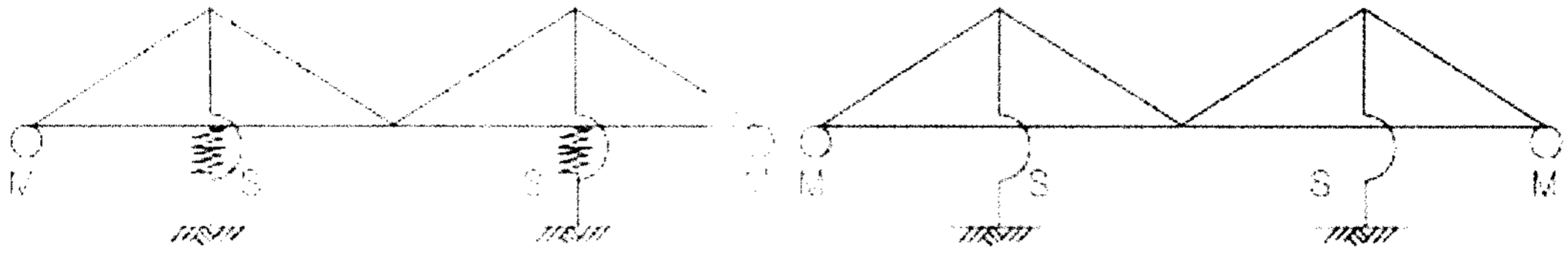
연약지반에도 적합하다. 침매함을 침설하는데 필요한 시간은 하루 정도이며, 항로에 대한 제약이 크지 않다. 또한 케이슨 공법과 같이 압기를 필요로 하지 않기 때문에 상당히 수심이 깊은 곳까지 안전하게 시공이 가능하다. 타공법에 비하여 시공의 능률이 좋고 공기를 단축할 수 있는 장점을 가지고 있다. 단면형성에 제약이 없고, 용도에 따라 선택할 수 있으며 특히 광폭원의 단면으로 하고 싶은 경우에 유리하다. 터널 합체는 고품질로 수밀성이 높은 구조체로 제작한다.

부산~거제간에 시공되고 있는 침매터널은 세계 최대의 대수심조간(50m)에서 연약지반(연약점토층 두

께 30m이상)위에 시공되고 있으며, 외해(外海)조건하에 시공되고 있다. 또한 국내 최초의 침매터널이며, 성능에 기초한 내구성 설계구조물(DuraCrete)이고, 일괄타설 적용 Mass Concrete Box구조물로 기상예보 시스템(Weather Forecasting System)을 적용하였다.

### 3.2 사장교

일반적으로 사장교는 초대형, 장경간용으로 개발된 교량형식으로 2차 세계대전 이후 과거의 강재가 많이 소모되는 교량에서 재료절감의 한 방법으로 강상판



〈그림 24〉 Floating System

형교, 사장교 및 합성교 설계법이 개발되었다. 사장교의 케이블은 하나 또는 그 이상이 주탑에서 내려져 상판과 연결되게 된다. 사장교는 교각의 숫자를 일반적인 교량보다 크게 경감시킬 수 있으므로 폭이 넓은 하천, 깊은 계곡 또는 해협과 만 등을 통과 하는 교량으로 적용되고 또한 다차로도로를 횡단하는 보도교통에 적용될 수 있다. 또한 선박의 항로구간에 형하공간 확보가 유리하여 여러 가지 장소에도 적합한 형식이다.

### 3.3 3주탑

교량의 경우 지간이 길어지면 공사비가 크게 증가하게 되므로 지형적 특성 및 기능적 측면을 고려하여 목적에 부합하는 경제적인 형식을 결정하게 된다. 다주탑 사장교는 그 거동의 복잡성과 힘의 불균형 등으로 인해 구조적 효율성은 떨어지나 장지간의 2주탑 사장교에 비해 경제적인 형식으로, 중국의 Ting-kau교, 프랑스의 Millau Viaduct 등과 같이 지형조건 및 기능성을 고려하여 적용된 사례를 찾아 볼 수 있다. 부산-거제간 도로의 경우 유사시 선박통행을 위한 2개의 부예비항로(202m · 136m)를 확보할 필요성에 의해서 3주탑 사장교를 적용하게 되었다.

### 3.4 Floating System (Floating Deck System)

Floating System(Floating Deck System)이란 주탑부에서 수직하중 지지장치(교량받침)를 생략하여 부모멘트를 감소시키고 응력집중현상을 완화시켜 보다 경

제적이고 안전한 구조물이 되도록 그림 24와 같이 설계하는 방식이다. 교량의 고유주기를 Shift-up시킴으로써 바람이나 지진과 같은 횡하중의 교량받침에서의 하중 집중현상 저감시키고, 활하중 및 온도변화에 의한 응력집중현상을 완화로 보강형 단면이 감소한다. 주탑부 보강형의 부모멘트 감소로 효율적이고 경제적인 설계가 가능하다.

### 3.5 LRFD (Load Resistance Factor Design)

구조물 설계는 어떤 설계개념이 사용되더라도 적절한 안전율을 확보해야 하며 설계규정은 과다하중과 저장도인 경우에 대해서도 최소 안전율을 확보할 수 있도록 만들어져야 한다. LRFD는 구조물에 작용하는 실제 하중과 재료의 실제 강도가 어떤 형태의 분포를 가지는 랜덤한 변수라는 점에 착안하여 작용하중 및 재료강도의 변동을 고려하여 구조물의 안전성을 확보할 수 있도록 한 가장 발전된 설계법이라 할 수 있다. 일반적으로 구조적 안전에 대한 요구는 식 1과 같다.

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (\text{식 1})$$

여기서, 좌측항은 부재나 시스템의 저항이고 우측항은 작용할 것으로 예상되는 하중의 합을 뜻한다. 좌측항에서 공칭저항은 설계강도를 얻기 위해 강도감소계수가 곱해진다. 우측항에서는 각각의 하중(사하중, 활하중, 풍하중 등)에 하중 증가계수를 곱하여 설계하중의 합을 구한다. 식1의 의미는 사용하는 재료의 최소



설계강도는 작용하는 최대 설계하중과 최소한 같아야 한다는 뜻이다. 식1은 LRFD의 기본식으로 정의할 수 있으며, LRFD의 설계개념을 함축적으로 잘 표현하고 있다.

LRFD는 모든 교량, 건물 및 각종 토목구조물에 적용될 수 있는 설계 개념이며, 허용응력설계법보다 훨씬 합리적이며, 경제적이다. 또한 기본 개념은 강도설계법과 유사하나, 강도설계법의 설계개념보다도 진일보한 개념으로 확률이론에 근거한 소성범위까지 고려하여 설계함으로써 구조물의 파괴나 거동의 예측에 있어서 현재로서는 가장 합리적인 설계개념이라고 할 수 있다.

LRFD는 강도, 극한, 사용성, 피로 및 파쇄 등의 한계 상태를 고려하는 설계법으로 구조물에 발생가능한 모든 한계상태 관련 파괴모드를 확인할 수 있다. 또한 각 한계상태에 적절한 안전수준의 결정과 지배적이고 주요한 한계상태를 고려한 구조단면의 설계과정을 거친다. 여기서 한계 상태라 함은 “구조물이나 구조요소가 그 소기의 목적을 달성하기에 부적합하게 되거나 구조적 기능을 상실한 상태”이며, 강도 또는 극한 한계상태는 구조물의 일부분 또는 전체의 붕괴와 관련되는 한계상태로 매우 낮은 발생확률을 가져야 하며, 사용 한계상태는 구조물의 용도상 구조적 기능이 저하, 손상된 한계상태로 강도 또는 극한 한계상태보다는 큰 발생확률을 허용할 수 있다.

### 3.6 Duracrete

구조물은 설치되는 시기부터 여러 가지 유해한 물리적, 화학적 환경의 영향을 받게 되고 이로 인하여 철근의 부식 등 구조물의 성능저하가 발생한다. 이러한 구조물의 열화현상(Deterioration)을 설계단계에서부터 방지 및 지연시켜 목표수명동안 구조물의 요구 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 하는 것을 내구성 설계라 한다.

본 견학을 통하여 살펴본 부산~거제간 연결도로 구조물의 내구성 설계기준으로 사용된 Duracrete는 유럽을 중심으로 각 국의 전문가가 참여하여 수년간의 연구와 실제 Project 적용을 통해 개발되었으며, 기존의 이론적인 내구성 설계법과는 달리 구조물의 성능을 기반(performance base)으로 실제 구조물의 거동 및 각종 실측데이터를 사용하여 개발된 가장 선진화된 설계법이라고 설명을 들었다. 이 설계법은 기존 콘크리트설계법이 강도 중심의 콘크리트 설계로 또한 Duracrete 설계에 의한 콘크리트설계로 강도와 염분 침투 저항성을 고려한 내구성 중심설계로 변화하였다.

일반적으로 해양환경에 위치한 콘크리트 구조물의 내구성 확보를 위해서 충분한 피복두께, 고품질의 불투수성 콘크리트(낮은 염화물 확산계수를 갖도록 배합), 콘크리트 생산시 염화물 확산계수 시험을 통한 검증, 염화물의 침투를 억제, 내부로 침투된 염화물에 의한 철근의 부식을 억제 및 지연시켜 신뢰성 등급을 90%(100년후 철근부식화률 10%)로 하였다.

### 3.7 Precast공법

프리캐스트공법은 현장타설 구조물과는 달리 공장에서 미리 구조물을 제작한 다음 시공 현장으로 이동하여 가설한다. 프리캐스트기술의 적용은 최근 들어 활발하게 이루어지고 있는데, 이는 여러 가지 복합적인 요인으로 인해 프리캐스트공법의 장점이 부각되어 채택되는 경우가 늘어가고 있기 때문이다. 그 요인으로는 현장 여건을 들 수 있는데, 콘크리트 타설 또는 거푸집 설치 등이 용이하지 않은 입지조건이나 해양공사 등 신속한 시공이 요구되는 경우에 사전에 제작된 부재를 이용하는 것이 효과적일 수 있다. 다른 중요한 이유는 토목구조물 건설에서 유발되는 환경 피해의 최소화이다. 최근의 도로 구간이 주로 산악지역이나 해상에 위치하는 경우가 많아서 이 지역에서는

교량건설로 인한 환경 피해의 민원이 많을 수 있고, 이를 적절하게 해결하는 방안으로 전체 구조물을 모두 조립식으로 가설하는 형태도 시도되고 있다.



조립식 구조물을 통한 금속 시공에서는 각 구성 부재 자체의 품질이 뛰어나기 때문에 설계와 시공에 큰 무리는 없으나, 연결부는 설계 및 시공에서 주의를 기울여 품질관리를 해야 하는 부분이다. 따라서 세그먼트 연결부에 대한 연구 및 시공기술개발은 현재도 꾸준히 이루어지고 있다. 프리캐스트 구조물을 공장에서 제작함으로써 품질관리가 용이하고, 크리프 등의 영향을 최소화 할 수 있는 장점이 있다. 또한 공장에서 제작한 프리캐스트 구조물을 현장에서 조립하는 공법으로 현장 인력절감 및 전천후 시공을 통한 공기 단축이 가능하다. 현장 콘크리트 타설을 위한 임시 동바리 및 거푸집 등이 필요 없으며 현장작업을 최소화

하여 안전사고를 방지 할 수 있다.

### 3.8 해상기초 Grouting

일반적으로 해상기초 Grouting공법이란 교량기초는 상부구조 및 하부구조에 작용하는 하중을 안전하게 지지 기반에 전달하는 구조체를 만들기 위해서 해저면의 원지반과 케이슨 기초 저면 사이를 무수축 몰탈인 그라우트를 주입하여 일체화하는 방법이다. 본 견학에서도 침매터널을 건설함에 있어서 가장 많은 문제가 되었던 부분이라고 들었다. 일반적으로 해상기초공법은 표 3과 같이 나누고 있으며, 침매터널공법과 관련하여 많이 사용하고 있다.

〈표 3〉 해상기초 공법

구 분	그라우팅 공법	쇄석 공법
개요도		
개요	- 지반굴착후 3개의 임시 PAD를 정위치 시킨후 그 위에 케이슨을 거치하여 케이슨 저면과 지반면사이를 그라우트로 주입하여 채워나가는 공법	- 지반굴착후 대략 1.5m정도의 쇄석다짐층을 형성 시킨후 그 위에 케이슨 거치
사 례	Oresund Bridge(덴마크)	Storebelt East Bridge(덴마크)
장 점	- 쇄석층 필요 없음 - 상대적으로 얇은 하부슬래브 적용	- 그라우팅 필요 없음
단 점	- 임시지지패드 필요 - 단기간에 그라우팅 작업을 완료해야 함	- 케이슨 거치를 위한 편평도 유지로 인해 상대적으로 하부 슬래브가 두꺼워짐 - 쇄석의 편평도 유지에 있어 상당한 주의가 필요

### 4. 현장견학을 마치며

건국 이래 건설역사의 새로운 장을 여는 국내 최초 침매터널과 최첨단 건설 미학이 어우러진 2주탑, 3주탑 연속 사장교가 2010년 준공 목표로 건설되고 있다. 이 공법은 단순 토목사업이 아닌 장래 대한민국 토목의 역사에 기리 남고 이를 계기로 침매터널에 대한 기술이전을 통하여 국내 기술을 외국에 수출하고 시공 수주를 할 수 있는 외자 유치의 기회로 이어져야 할 것이다. 또한 새로운 기술을 도입(프랑스, 덴마크 등) 하여 국내에 처음 적용하고 세계적으로도 손꼽을 정도의 기술을 적용함으로써 국내의 모든 토목 기술자

들에게 긍지와 자부심을 갖는 계기가 되었고, 이를 통하여 국내의 침매터널 기술이 세계최고가 되는 그날을 기대하며 이번에 주어진 기회를 잘 살려냈으면 하는 바람이 있습니다. 그리고 국내 신공법인 침매터널의 견학이 국내 기술자들에게 새로운 지식을 깨닫게 해주고 좀 더 폭넓은 기술발전의 계기가 되고, 그 부산물로서 기술개발과 국내토목기술의 발전에 기여하기를 바라면서 한국도로학회 영남지회와 대전 및 부산지방국토관리청에서 참가하여 행사를 빛내주신 것에 감사드립니다. 또한 견학을 위하여 도와주신 건설 현장관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

### 학회지 원고접수 안내

학회지 편집위원회에서는 다음과 같은 내용으로 여러분을 초대하고자 합니다. 언제든지 참여하시어 알찬 학회지를 만듭시다. 여러분의 원고를 기다리겠습니다. (연락처 : 학회사무국 또는 편집위원)

컬럼	내용 및 형식	비고
권두언/축사/제언/격려사	시사성 있는 내용으로 A4 2쪽이내 분량으로 작성	편비위원회 주관
특집	회원들에게 도로포장내용과 최신동향소개 : 특집편집위원회 주관하여 연재	게재원고료 지급 심의후 게재
기술기사	도로 및 도로포장과 관련된 기술보고서로서 A4 10쪽 이내 분량으로작성: 사례연구, 공사지, 성공 및 실패사례, 지역별 도로특성, 국내 산학연 합동연구, 국내외 관련연구소 소개등	심의 후 게재
기술위원회 세미나 주요내용	기술위원회 세미나 내용을 자세히 요약하여 그 내용을 회원들에게 알리는 칼럼	기술위원회 제공
해외기술동향	도로 및 도로포장관련 해외의 최신 연구내용 및 결과로 A4 4쪽 이내	
국내외 학술회의	도로 및 도로포장과 관련된 학술 및 기술강좌, 세미나 등의 내용소개	E-mail 이용가능
문화산책(교양)	교양과 관련된 내용으로 A4 4쪽 이내 : 수필, 취미생활(등산, 낚시 등), 독후감 및 의견제시 등 자유내용	거제원고료 지급 심의후 게재
국내외 신간도서 소개	최근 발간된 도로 및 도로포장 도서 내용소개 및 총평과 국내 회귀 입수 서적 소개	E-mail 이용가능
학교 및 업체연구소 소개	도로 및 도로포장관련 학교 연구실 및 업체 연구소의 A4 2쪽 내외 소개	게재분량 엄수
학회소식	정기총회 및 학술발표회 소식, 이사회 회의록, 기술위원회 활동소식 등	학회 사무국 제공
Q/A	도로 및 도로포장 관련 문제에 대한 질문과 답변	E-mail 이용가능
회원동정	주소변경, 직장변경, 경조사, 회원가입, 박사 및 석사학위 취득자 등	E-mail 이용가능

집필자는 필히 본인 및 공동집필자 사진을 첨부하십시오.

E-mail : ksre1999@hanmail.net