

(講演)

제 2 회

터널 시공기술 향상 대토론회 논문집

- 하 · 해저 터널 설계 / 시공 사례 중심으로

2002.8.30

대표주관 : 대한토목학회

공동주관 : 한국터널공학회

한국지반공학회

한국암반공학회

 **대한토목학회**

목 차

초 청 강 연

1. 일한터널 계획의 현황 3
高橋 彦治, 일한터널 연구회 회장
- ② 일한터널 계획안의 개략 비교·검토 24
濱 建介, 일한터널 연구회 상임이사

논문 및 사례발표

1. 부산 - 거제간 연결도로 민자사업 침매터널 설계 및 시공계획 38
김용일, 윤영훈, 조상국, 이내용 (대우건설)
2. 해저 LPG 비축기지 (Y-2 Project) 의 시공 58
이두화, 추석연, 김광진 (삼보기술단) 김성구, 나승훈 (LG건설)
3. 연약토사 터널굴진시 지반거동에 대한 이론적 고찰 75
김상환 (호서대학교) 정혁일, 윤상길 (바우컨설턴트)
4. 낙동강 하구 해저 실드터널 시공특성에 관한 연구 91
정경환, 김동해, 이승래 (동아지질), 전덕찬 (바우컨설턴트), 김상환 (호서대학교)
5. 부산 - 수영간 하저 대구경 SHIELD 터널 시공사례 106
- 굴진속도 분석을 중심으로 -
김훈, 윤현돈, 전성일, 윤영진 (두산건설)
6. 한강하저터널 단층파쇄대 구간에 대한 시공 및 운영중 계측 결과의 종합분석 123
이성기 (태조엔지니어링), 우종태 (경북대학교)
7. 안양천 하부통과 터널 시공 사례 142
황제돈, 이호 (에스코컨설턴트) 문상조 (유신코퍼레이션)
이준해 (서울시 지하철 건설본부)

日韓トンネル計画案の概略比較検討

日韓トンネル研究会
常任理事 濱 建介

1. はじめに

日韓トンネル計画に関わる土木技術的側面からの調査研究を担当してきた第3部会では、部会委員会および各小委員会により、1984年度から1990年度まで7年間にわたり、計画に関わる種々の土木技術的課題について検討してきた。それらの各研究において扱った内容は、ルート選定問題、交通需要予測、トンネル断面構造、シールド工法、山岳工法、沈理工法、沈設工法、水中トンネル工法、人工島、道路換気、防災設備、橋梁案、有料道路制、リニアモーターカー、注入工法、立坑計画等々、実に多岐に及び、さらに概略検討を必要とする項目もまだ若干は残ってはいるものの、おおむね網羅していると言えるであろう。

しかしそれらは、計画規模自体が世界的に事例を見ないものであり、かつまた必要諸条件を見い出すに必要な既存資料が全般的に乏しい対象地域でもあり、さらに国境を越える問題もあるため、大部分が机上の研究の域を出ないものであることは否めない。

そこで、今後これらの多岐にわたる問題を本格的に詰め、深度化させていくに際し、まずこれまでの内容を全般的にまとめ、問題点、課題点を比較対照できる資料を作成すべきであるとの観点から、とりあえず以下のようにまとめた。

2. 代表的計画案の概略比較検討

計画案はルート、工法、走体（断面構造）等々の選択如何により、きわめて多くの組み合わせが考えられるため、ここでは今まで提示された案のうち、代表的な7案（Ⅰ～Ⅶ）を取り上げ、表—1のように比較検討資料として作成した。

表—1 日韓トンネル計画案

1) 計 画 案	2) 施 工 法	3) 平 面 図	4) 縦 断 図
I 案 道路トン ネル計画 (Bルートに相当)	シールド工法	全長: 201 km 	韓国 対馬 壱岐 九州 平均土被り: 40 m
II 案	山岳工法 または マルチフェー スシールド	全長: 193 km 	 平均土被り: 110 m
III 案	山岳工法	全長: 234 km 	 平均土被り: 500 m
IV 案 (Aルートに相当)	山岳工法	全長: 204 km 	 平均土被り: 250 m
V 案 沈埋トン ネル計画 (Cルートに相当)	沈埋トン ネル工法	全長: 220 km 	 函体上被覆: 3 m
VI 案 沈設 (水中) トンネル 計画	沈設 (水中) トンネル 工法	— 	—
VII 案 呼子～壱岐間 橋梁計画	橋 梁	全長: 29 km 	壱岐 九州

注) 1) 施工法: 海底部区間に用いる主な施工法

2) 全長: 各ルート主計画区間の概略全長 (始点、終点が各々異なるので目安程度)

3. 各計画案の概要と問題点

I 案 (B ルートに相当)

特徴としては、まず自動車自走可能なトンネルを目指し、合せてリニアモーターカーとの併用を提案し、さらに主要工法として泥水シールド工法を、また工期の短縮と換気のため18km毎に1基の人工島を建設することとしている点にある。

同案では、まずルートは最短海峡幅、最浅部等を考慮して、対馬においては上島中央付近から巨済島に向うこととしている。

施工法は、当初、委員会では山岳工法を中心に検討が進められていたが、対馬海峡西水道における海洋ボーリング、音波探査等の結果から、未固結軟弱層が厚く堆積していることが明らかとなったので、水圧等を考慮してできる限り浅部を通過することとし、平均土被りが40m程度での外径14mの大断面泥水シールド工法を検討した。

断面は2階建て構造とし、上半に2車線道路、下半にリニアおよび避難坑、諸付属施設スペースを設け、同トンネルを計2本並列させる。

同計画案における課題・問題点として、自動車自走に伴う安全性、快適性、-255m深度におけるシールド工法の可能性、特にマシンの耐高水圧、耐久性やセグメントのシール工、継手構造等が大きな課題であろう。また換気冷却、集塵システム、自動車燃料の推移、さらに換気の初期吹出風速やピストン効果、リニア走行による風圧なども基本的な検討課題である。

当面は施工法の検討に最も影響する海底地質データが不可欠であり、特に未固結層の地質・土質工学的性状の解明を待ちたい。

II 案

同案は、育函トンネルの実績を踏まえて、海底部土被りを100m程度とし、それによって計画高を上げることにより水圧を青函並にするとともに、ルートは壱岐から巨済島までほぼ一直線の最短コースをとりつつ、対馬、壱岐両島での地上駅設置を可能にしようとしたものである。

施工法は泥水シールドを主体としながら、従来の注入掘削の山岳工法も可能な区間では採用するものとする。断面については、走体との関係により、リニアのみの場合は複線用本坑1本または単線本坑2本が考えられるが、大口径とすれば道路との併用断面も可能であろう。また上記いずれの場合もマルチフェースシールド工法の採用も可能性があると思われる。

同案における課題・問題点としては、I案と同様、-2百数十m深度における泥水シールド工法の可能性、または同深度における注入、掘削工法があるが、なお地質の工学的性状が明らかでないため現状での判断はむずかしい。また山

岳工法の場合は多孔同時注入法などによる掘進速度の飛躍的向上が大きな課題となろう。

Ⅲ案

同案は一番最初に提案されたもので、西水道を最も短く全区間を山岳工法で施工するものとしており、当初の音波探査の結果から、対馬海峡には数百m以上の未固結軟弱層が厚く存在していると推定して、最深計画高を－１０００m程度としている。

同案では、リニアおよびリニアカートレインを対象走体とし、断面はほぼ青函程度、最急勾配は７０‰であるが、対馬、壱岐両島では地上に出ず、深度－５０m程度に地下駅を設けるとしている。

問題点としては、－１，０００m程度の深度における掘削実績は鉱山等ではあるが、公共的永久構造物としての建設および利用を考慮すれば、工事前における、地熱、水圧を含めての地質性状の解明がきわめて困難であること、施工中の資材、作業員の搬送問題、施工性、運用中における消費エネルギーロス量増大などがあり、数多くの難間があるといえる。また、Ⅰ案と同様にシールド工法が可能ならば縦断面は地質図に示す如くとなろう。

Ⅳ案（Ａルートに相当）

同案の特徴は、問題の対馬海峡西水道の海底下地質について、西水道においては南下するほど新期堆積層厚が小さくなっているとの推定に立ち、ルートを下島西方にう回させるようなコースをとり、未固結堆積層通過区間を最小限にして、大部分を山岳工法で施工しようという点にある。また対象走体としては新幹線を考え、最急勾配は２０‰、対馬では地下駅としている。ただし島内のルートを回してさらに２～３km延長させれば、地上駅も可能だとしている。

課題・問題点としては、海底下数百mの大深度における注入固結技術の適用性、山岳工法における掘進速度、数百mにおよぶ外洋人工島立坑の施工技術、さらに最小限とはいえ数km以上になると思われる未固結堆積層通過区間で、深度－３００～－５００mレベルでの施工を何によるかである。

また同案では最急勾配２０‰の区間長が約１００kmで全長の約半分を占めており、縦断線形的に見て問題が大きいとも考えられる。

Ⅴ案（Ｃルートに相当）

特徴として、ルートは各海峡最短部を選定している。工法的には、従来の浚渫、埋戻しによる施工は水深３０m以浅部のみとし、水深３０～５０mでは函体を海底面下に半分程度埋め、その上から被覆するように埋設し、５０m以深では、

函体は海底面上に設置して被覆盛土するような施工法である。このため海底下の地質の影響は他に比してほとんど皆無と言える利点がある。

問題点としては、1億立方メートルにのぼる埋戻土量の採取、外洋での運搬・投棄方法、函体の連続的な製作運搬、および100m以上（西水道では200m）の大水深下での沈設、接合作業などがある。

Ⅵ案

同案では、水深100m以上という大水深下での沈埋トンネルの基礎施工を簡略化し、かつ函体自体に作用する水圧を軽減するため、基礎を杭基礎とそれにプレハブ的に挿入するジャケットからなるものとし、極力海上作業を軽減、簡易化することを狙っている。したがって函体はジャケットに支持された状態で海底面上に露出しており、いわゆる水中橋梁というべき構造形式である。

問題点としては、Ⅴ案と同様、函体の連続的な製作と、外洋における運搬、沈設、接合作業の安全性、確実性、また大水深における基礎杭の施工、その精度等がある。

さらに同種の構造物に対しては、常に航行船舶、潜水艦等の沈没、衝突に対する安全性が論議されており、その対策または安全性の確認が求められる。

Ⅶ案

呼子～壱岐間の壱岐水道は、幅20数km、水深数十m程度であり、本四架橋の技術や景観性から、当初より同区間においてはトンネルの代案として期待されている。

同案は当初3ルートについて比較検討された結果、壱岐東南の小島の名島經由が多少延長は長いものの、水深、支持層深度が比較的浅く、施工性、経済性に有利と判断された。構造は中央径間1,700mの3径間吊橋3連を中心に、ほか吊橋2橋、連続トラスなどとなっている。

問題としては、本計画では最大水深－65m、支持層深度－100m以上で、かつ外洋であり、橋梁基礎施工において、さらに本四架橋以上の技術開発が必要である。またそうした下部工の施工規模や、またケーブル素材の発展とも合せて、経済的な支間長についてもさらに検討の余地がある。また作業海域の航路条件、漁場との関係がいまだ不明であり、下部工の同時施工可能性などと合せて、工期、工費についても検討の余地が大きい。さらに外洋での工事であるため、作業基地や、作業現場へのアクセス等も大きな問題である。

4. あとがき

上記のごく概略の比較検討だけを見ても、いずれの計画案も膨大な問題、課題を含んでおり、海底地質性状をはじめとする各種自然条件の多くがなお不明であり、世界中においても当計画に即適応できうる規模の施工技術事例もほとんどない現段階では、各案の是非を判断することはなおむずかしいと言わざるを得ない。

さらに同計画は、国際的な経済、政治、法律や地域開発計画とも密接に関わる問題であるため、土木技術的観点のみから判断できるものでもない。ゆえに、各種自然条件の早期把握と、土木技術以外の分野における大きな方向性の設定、調整がなされるべく期待しつつ、他分野の進展を鑑みつつ今後の調査研究の収束、深度化を計る予定である。

일한 터널 계획안의 개략적 비교 검토

일한터널연구회

상임이사 하마 켄스케

1. 서 언

일한터널 계획에 관한 토목 기술적 측면에서의 조사연구를 담당하여 온 제3부회에는, 부회위원회 및 각 소위원회에 의해, 1984년에서 1990까지의 7년 간에 걸쳐, 계획에 관한 각종 토목 기술적 과제에 관해 검토하여 왔다. 이들 각 연구에 다루어진 내용은, 루트 선정 문제, 교통수요예측, 터널 단면구조, 쉴드(Shield)공법, 산악공법, 침매(沈埋)공법, 침설(沈設)공법, 수중 터널 공법, 인공 섬, 도로환기, 방재설비, 교량 안, 유료도로제, 리니어 모터 카(Linear Motor Car), 주입공법, 수직갱 계획 등 실로 여러 방면에 걸쳐 검토되고 있다.

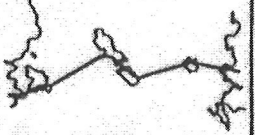
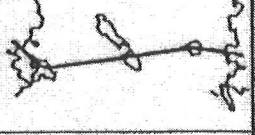
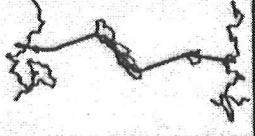
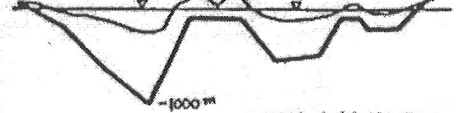
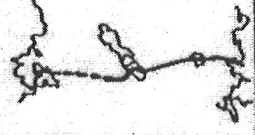
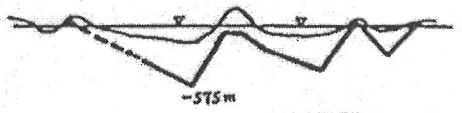
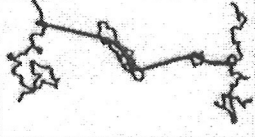
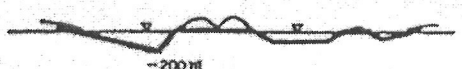
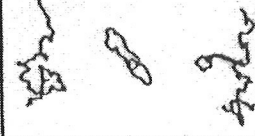
그러나, 이들은 계획 규모자체가 세계적으로 사례를 찾아 볼 수 없으며, 또한 필수 제반 조건 도출에 필요한 기존 자료가 전반적으로 부족한 대상지역이며, 더욱이 국경을 넘는 문제도 포함하고 있기 때문에, 대부분이 실내 연구의 영역을 벗어나지 못하고 있다는 사실은 부정할 수 없다.

여기서, 차후 이들 많은 영역으로 분산되어 있는 문제점을 본격적으로 취합하여, 보다 구체적으로 심도있게 다루기 위해, 우선 지금까지 수행해 온 내용들을 전반적으로 종합하고, 문제점 및 과제점을 비교·대조 가능한 자료로 작성해야 한다는 관점에서, 이하의 사항들로 종합하여 보았다.

2. 대표적 계획안의 개략 비교 검토

계획안은 루트, 공법, 운송형식, 단면구조 등의 선택여하에 따라, 상당히 많은 조합들을 생각해 볼 수 있으므로, 여기서는 지금까지 제시된 안 가운데, 대표적인 7개의 안(I-VII)을 선택하여, 표-1과 같이 비교·검토 자료로서 작성하였다.

表—1 日韓トンネル計画案

1) 計 画 案	2) 施 工 法	3) 平 面 図	4) 縦 断 図
I 案 道路トン ネル計画 (Bルートに相当)	シールド工法	全長: 201 km 	韓国 対馬 壱岐 九州  平均土被り: 40 m
II 案	山岳工法 または マルチフェー スシールド	全長: 193 km 	 平均土被り: 110 m
III 案	山岳工法	全長: 234 km 	 平均土被り: 500 m
IV 案 (Aルートに相当)	山岳工法	全長: 204 km 	 平均土被り: 250 m
V 案 沈埋トン ネル計画 (Cルートに相当)	沈埋トン ネル工法	全長: 220 km 	 函体上被覆: 3 m
VI 案 沈設 (水中) トンネル 計画	沈設 (水中) トンネル 工法	—	—
VII 案 呼子～壱岐間 橋梁計画	橋 梁	全長: 29 km 	壱岐 九州 

注) 1) 施工法: 海底区間に用いる主な施工法
2) 全長: 各ルート主計画区間の概略全長 (始点、終点が各々異なるので目安程度)

3. 각 계획안의 개요와 문제점

I 안(B루트에 해당)

이 계획안의 특징으로는 우선 자동차로 운전 가능한 터널을 목표로 함과 동시에, 리니어 모터 카(Linear Motor Car)와의 병용을 제안, 더욱이 주요 공법으로 니수(泥水)셜드(Slurry Shield)공법의 채택, 또한 공기의 단축과 환기를 위해 18km마다 1기의 인공 섬을 건설하는 점이다.

우선 이 안의 루트는 최단 해협 폭, 저토피부(가장 얇은 부) 등을 고려하여, 對馬에 있어서는 上島 중앙부근에서 거제도로 향하게 계획되어 있다.

시공법은 당초 위원회에서는 산악공법을 중심으로 검토가 진행되었으나, 對馬海峽西水道에 있어서 해양 보링, 음파 탐사 등의 결과에서, 미고결 연약층이 두텁게 퇴적되어 있어, 수압 등을 고려해 가능한 한 얇은 곳을 통과하도록 하여, 평균 토피가 40m정도, 외경 14m에 달하는 대면적 니수(泥水)셜드(Shield)공법을 검토하였다.

단면은 2단 구조로 계획되어, 상부는 2차선 도로, 하부는 리니어 모터 카(Linear Motor Car) 및 피난갱, 부속시설 공간을 설치하여, 동 터널을 모두 2개로 병렬 배치하였다.

동 계획안에 있어서 과제·문제점으로는 자동차 주행에 따른 안전성, 쾌적성, -255m 심도에 있어서 셸드(Shield)공법의 가능성, 특히 장비의 耐高水壓, 耐久性 및 세그먼트(segment)의 시일(seal)공법, 접합구조 등이 큰 문제가 될 것이다. 또한 환기냉각, 집진 시스템, 자동차 연료의 개발추이, 더욱이 환기의 초기배출 풍속 및 피스톤 효과, 리니어 모터 카(Linear Motor Car) 주행에 따른 풍압 등도 기본적인 검토과제이다.

직면한 과제로는 시공법의 검토에 가장 영향을 미치는 해저 지질 데이터가 필수적으로 요구되며, 특히 미고결층의 지질·토질공학적 성상의 명확한 이해가 행해져야 할 것이다.

II 안

이 계획안은 썬이칸(靑函) 터널의 기 시공결과를 바탕으로, 해저부 토피를 100m 정도 유지되도록 계획고를 높였으며, 그로 인해 수압을 썬이칸(靑函) 수준으로 유도함과 동시에, 루트는 壹岐에서 거제도까지의 거의 일직선 최단 코스를 선택하여, 對馬, 壹岐의 두 섬에 있어서의 지상역 설치를 가능토록 한 것이다.

시공법으로는 니수(泥水)셜드(Shield)를 주 공법으로 채택하면서, 종래의 주입굴착 산악공법도 가능한 구간에는 채용하도록 하였다. 단면에 관해서는 운송형식과의 관계에 의해, 리니어 모터 카(Linear Motor Car) 만의 경우는 복선용 본갱 1곳 또는 단선 본갱 2곳을 고려해 볼 수 있으나, 대구경(大口徑)으로 한다면 도로와의 병용단면도 가능할 것이다. 또한 상기의 어떤 경우에도 멀티 페이스 셸드(Multi - Face Shield) 공법의 채택도 가능하리라 판단되어 진다.

이 안에 있어서 과제·문제점으로는 I 안과 같이, -200m를 넘는 심도에 있어서 니수(泥水)쉴드(Slurry Shield)공법의 가능성 또는 동일 심도에 있어서 주입, 굴착공법에 있으나, 이 또한 지질의 공학적 성상이 명확하지 않아 현상 파악이 곤란하다. 또한 산악공법의 경우는 多孔 同時 注入法 등에 의한 굴착속도의 비약적 향상이 큰 과제가 될 것이다.

III안

가장 최초에 제시된 안으로, 西水道를 가장 짧고 전구간을 산악공법으로 시공 계획한 것이다. 당초의 음파탐사의 결과에서, 對馬海峽에는 수백m 이상의 미고결 연약층이 두텁게 존재할 것으로 추정하여, 最深計劃高를 -1000m정도로 하고 있다.

이 안에는, 리니어 모터 카(Linear Motor Car) 및 리니어 카 트레인(Linear Car Train)을 대상 운송형식으로 하여, 단면은 거의 靑函 정도, 최대 종단구배는 70%이나, 對馬, 壹岐 두 섬에는 육상으로 노출시키지 않고, 심도 50m 정도에 지하역을 설치토록 계획하고 있다.

문제점으로는 -1000m 정도의 심도에 있어서 굴착실적은 광산 등에는 있으나, 공공적 영구구조물로서의 건설 및 사용이란 점을 고려한다면, 공사 전에 있어서의 지열 및 수압을 포함한 지질성상의 해명이 극히 곤란한 점, 시공중의 자재, 시공인원의 운반문제, 시공성, 운용 중에 있어서의 소비 에너지 손실량 증대 등, 수많은 난이점이 열거된다. 또한 I 안과 동일하게 쉴드(Shield) 공법이 가능하다면, 종단면은 지질도에 나타낸 바와 같다.

IV안(A루트에 해당)

이 계획안의 특징은 문제시되는 對馬海峽 西水道의 해저 지질에 관해, 西水道에 있어서는 남하하면 할수록, 신기 퇴적층의 두께가 얇아진다는 추정에 근거하여, 루트가 下島 서쪽으로 우회하는 코스로서, 미고결 퇴적층 보통구간을 최소한으로 하여, 대부분을 산악공법으로 계획한 것이다. 또한 대상 운송형식으로서의 신간선을 고려하여, 최대 종단구배는 20%, 對馬에는 지하역으로 계획하였다. 단지, 섬 내의 루트를 우회해 더욱 2-3km 연장시킨다면, 지상역도 가능하다고 할 수 있다.

과제·문제점으로는, 해저 수백m의 깊은 수심에 있어서 注入 固結技術의 적용 가능성, 산악공법에 있어서 굴착진행속도, 수백m에 달하는 먼 바다 인공섬 입갱의 시공기술, 더욱이 최소한 수 km이상에 달한다고 추정되는 미고결 퇴적층 통과구간에 있어, 심도 -300m~-500m 레벨에서의 시공법은 무엇을 채택할 것 인가이다.

또한 이번 안에는 최대 종단구배 20%의 구간이 약 100km로 전체의 절반 정도를 점유하고 있어, 종단선형에 문제점이 크게 발생될 것으로 예상된다.

V안(C루트에 해당)

이 루트의 특징으로는 각 해협 최단부를 선정하고 있다. 공학적으로는 종래의 준

설, 재 매립에 의한 시공은 수심 30m이하의 얕은 곳만을, 수심30~50m에는 함체(函體)를 해지면 아래로 절반 정도 묻어 그 위를 덮어 매설하고, 50m이하 수심에서는 함체(函體)를 해지면 상에 설치하여 피복 성토하는 시공법이다. 이를 시공하기 위한 해저 지질의 영향이 다른 안에 비교하여 거의 미치지 않는 이점을 지니고 있다.

문제점으로는 1억 입방미터에 다다른 재 매립 토량의 채취, 바다로의 운반·투기(投棄)방법, 함체(函體)의 연속적 제작운반 및 100m이상(西水道에는 200m) 깊은 수심에서의 침설(沈設), 접합작업 등이 있다.

Ⅵ안

이번 안에는 수심 100m 이상이라는 깊은 수심 하에서 매립 터널의 기초시공을 간략화 함과 동시에, 함체(函體) 자체에 작용하는 수압을 경감하기 위해, 기초를 갱 기초와 그에 조립형(prefabrication)으로 삽입하는 자켓(jacket)에서 형성토록 하여, 난이한 해상작업을 경감화·간이화할 수 있도록 도모하였다. 따라서 함체(函體)는 자켓에 지지된 상태에서 해저면상에 노출된 이른바 수중교량의 구조형식이 된다.

문제점으로는 V안과 같이, 함체(函體)의 연속적 제작과, 먼바다로의 운반, 침설, 접합작업의 안전성 및 확실성 또는 깊은 수심에 있어서 기초갱의 시공과 그 정밀도 등이 있다.

더욱이 동종 구조물에 대해서는 항상 항해선박, 잠수함 등의 침몰, 충돌에 대한 안전성이 문제시되어, 그 대책 또는 안전성의 확인이 요구되어 진다.

Ⅶ안

呼子-壹岐 간의 壹岐水道는, 폭 20여 km, 수심 수십미터 정도로, 기술 및 경관성 측면에서, 이 구간 터널계획의 대안으로 기대되고 있다.

이 계획안은 당초 세 개의 루트에 있어서 비교 검토된 결과, 壹岐 동남쪽의 작은 섬 名島の 경유가 다소 연장은 길어지게 하나, 수심, 지지층 심도가 비교적 낮고, 시공성, 경제성이 유리하다고 판단된다. 구조로는 중앙 경간 1700m의 3경간 현수교 3連을 중심으로, 그 밖의 두 개의 현수교량, 연속 트러스교 등으로 구성되었다.

문제점으로 본 계획은 최대 수심 -65m, 지지층 심도 -100m 이상의 조금 먼바다로, 교량 기초시공에 있어, 本四架橋 이상의 기술개발을 필요로 한다. 또한 그러한 하부공의 시공 규모 및 케이블 소재의 발전을 포함하여, 경제적인 지간장에 관해서도 보다 검토의 여지를 두고 있다. 또한 작업해역의 항로조건, 漁場과의 관계가 아직 불명확하여, 하부공의 동시 시공가능성 등과 맞물려 공기·공비에 관해서는 검토의 여지가 많을 것으로 생각된다. 더욱이 먼바다에서의 공사로 인해 작업기초 및 작업현장과의 접근 등도 큰 문제점으로 작용할 것이다.

4. 맺 음 말

상기의 극히 개략적인 비교 검토만을 볼 때에도, 모든 계획안에 있어서 많은 문제점 및 과제점을 포함하고 있으며, 해저 지질성상을 비롯한 많은 각종 자연조건이 불명확함과 동시에, 전 세계에 본 계획에 즉시 적용 가능한 규모의 시공기술사례도 거의 찾아 볼 수 없는 것이 현실이다. 따라서, 각 계획안의 옳고 그름을 판단하는 것은 한층 더 어려운 일이 아닐 수 없다.

더욱이 이 계획은 국제적인 경제, 정치, 법률 및 지역개발계획 등이 함께 밀접한 관계를 맺고 있어, 토목 기술적 관점에서만 판단할 수가 없다. 그러므로, 각종 자연조건외의 조기과약과 토목기술 이외분야에 있어서의 방향성 설정 및 조정이 필요하며, 타 분야의 진전상태를 감안하여 차후의 조사, 연구의 취합 및 심도화를 기할 예정이다.