

大村湾架橋に関する工学的検討

Consideratons on Omura Bay Bridge from Engineering Point of View

後藤恵之輔* 佐野修** 陳運明***
全炳徳* 中村裕昭* 長谷川昌弘** 後藤巖覚***Keinosuke. Gotoh, Osamu. Sano, Yunming. Chen,
Byondug. Jun, Hiroaki. Nakamura, Masahiro. Hasegawa
and Takehiro. Gotoh

The Omura Bay is situated in the central part of Nagasaki Prefecture, which yields many problems including traffic one between both the northern and southern parts and the eastern and western parts of the Prefecture. In this paper the authors proposed a concept of the Omura Bay Bridge in order to solve these problems, and considered on the concept from engineering point of view. Discussions were focused on environmental, bathymetric and soil surveys, route location, bridge type and others. As the type of bridge, a pontoon type was considered to be more prominent than the other types owing to its working period and cost shortage, and if this type bridge were built here the Omura Bay Bridge will be welcomed to be a tourist route as the first one in this type in Japan.

Keywords: (Omura Bay Bridge, survey, route location, bridge type)

1. はじめに

長崎には、その中央に位置する大村湾を挟んで、「南北問題」と「東西問題」が存在する。前者は佐世保市を中心とする県北と、長崎市を中心とする県南の間の問題であり、後者は大村市がある東彼杵半島と西彼町等がある西彼杵半島の間の問題である。南北問題においては、県北と県南の間の交流がほとんどなく、東西問題においては、東彼杵半島側が活性化しているのに対して、西彼杵半島側は落ち込んでいるのが現状である。これら南北、東西問題は、大村湾によって南北間および東西間の往来が著しく阻害されていることに起因すると考えられる。これを解決するため、第一著者（後藤）は「大村湾架橋構想」を昨年2月に提言¹⁾した。本研究は、この大村湾架橋について、環境調査、水深および地盤調査、ルート選定、橋のタイプ等の面から工学的に考案、検討したものである。

2. 環境調査

(1) 自然環境

大村湾²⁾は離島部分を除けば長崎県のほぼ中央に位置し、東西約15km、南北約25km、のほぼ楕円形をなし、幅200m余りと狭い針尾瀬戸および佐世保湾を通じ日本海に通じている。また、北北西-南南東方向には湾を縦断する形で大村湾-天草断層が走っている。湾口部（針尾瀬戸）の水深は30mを越え最深部で54m程度であるが、湾内はほぼ水深20mの平坦面となっている。干満の潮位差は小さい。西部の西彼杵半島の地質は長崎変成岩、東部の地質は主に多良岳を起源とする火山性堆積物からなる。海底地質は湾口部には岩盤が露出するが、湾内の底質全体にきわめて細粒の泥質堆積物からなり、中央粒径値ではシルト質粘土、北部の湾口に近づくに従い粗粒砂が分布している。

大村湾地域内の西彼杵半島の降水量³⁾は、1,800ミリ以下である。その他の地域では、2,000ミリ前後となっている。風速の年平均は3.6m/secで12月と1月に最も強く4m/sec以上になっている。年間の最大風向は北北西であり、6, 7, 8月の3ヶ月間は南よりの風がふく。その他の月については北よりの風が強い。強風（20ノット、約10m/s以下）の起こる風向きは北西が最も多く、南西がこれに次いでいる。

*正会員 長崎大学工学部社会開発工学科（〒852 長崎市文教町1-14）

正会員 ダウ化工(株) *学生会員 長崎大学大学院海洋生産科学研究科

*正会員 中央開発(株) **正会員 飛島建設(株) ***ワシントン大学

大村湾は閉鎖的で、外洋と殆ど海水の出入りがない特徴のある湾である。湾内に構造物を作ることによって潮流が変わることから、工事期間中および供用後の海水および海中生物等への影響に関し、慎重な環境影響事前調査が必要である。特に、類例の少ない湾の閉鎖的形態であることから、通常環境アセスメントに先立ち、事業基本計画段階から環境への配慮を行う計画アセスメント的取り組みが必要である。

(2) 交通環境⁶⁾

①長崎空港

大村湾に浮かぶ世界初の本格的海上空港である長崎空港は、国際空港として中国(上海)便や韓国(釜山)便が就航しているほか、国内主要都市である東京・大阪・名古屋・宮崎・鹿児島・沖縄等を結ぶ国内定期便が、西九州における空の玄関口として重要な役割を果たしている。また、県内離島の壱岐・対馬・上五島・福江・小値賀を結ぶ便もあって、離島の多い同県交通の拠点としても位置づけられている。

②鉄道

大村湾を巡る鉄道としては、長崎市から諫早を經由して鳥栖に至る長崎本線と、大村湾東岸沿いに諫早から早岐に至る大村線がある。長崎-佐世保間には、平成6年2月現在普通列車が1日8本、所用時間2時間10分から2時間40分で運転されているとともに、快速「シーサイドライナー」が8本あり、1時間30分から1時間50分で結んでいる。

長崎空港のある大村は、長崎と佐世保のほぼ中間で、長崎から普通列車で1時間20分、快速で40分から50分程度で結ばれている。また、九州新幹線ルート建設促進が大いに望まれている。

③自動車道

大村湾を取り巻く道路網の内、高規格幹線道路網として、九州横断自動車道(長崎~武雄~鳥栖~日田~大分 総延長262km)と、西九州自動車道・武雄佐世保道路(佐世保・大塔~武雄南 延長22.1km)がある。

そのほか、大村湾周辺の道路網としては、時津町より大村湾の西岸を北上する国道206号、202号と、時津町から大村湾南岸の国道207号を経て大村湾東岸を北上し、大村市、東彼杵町から鳥栖へ向かう国道34号線及び東彼杵町から佐世保市に至る国道205号線が道路網の骨格をなしている。

3. 水深および地盤調査

(1) 水深調査

ここでは、リモートセンシングによる水深測量を検討する。リモートセンシングによる大村湾の水深調査は、全ら⁶⁾によって試みられた。その研究では、人工衛星データの透明度との強い相関性に基づき、一年間の大村湾の水深と透明度を調べ、透明度データによる間接的な水深推測法を開発したものである。大村湾の山間部の水深推測には、この方法でも有効であると考えられるが、この方法は透明度が高いという条件がついており、陸域に近い沿岸周辺は、汚濁物質の影響を精度が下がる難点がある。

しかし、このような沿岸域の誤差の問題は、レーザー光によるアクティブリモートセンシング水深調査⁷⁾にはなくなる。その特徴を示せば、次のとおりである(図-1)。

(長所)

- 1) 環境が良好のときには、いつでも調査ができる。
- 2) 欲しいところだけを調査することが可能である。
- 3) 現場の水質や環境に合わせて、適当なバンドを決めることができる。
- 4) バンドの幅が狭いため、濁っているところでも、約40メートルまで水深推測が可能である。
- 5) 精度が高い(水深40メートルまで、約30~90センチの精度)
- 6) コンピュータ画像解析により、結果を同時に表現できる。

(短所)

- 1) 人工衛星よりセンシング域の幅が狭い。
- 2) 調査に伴う初期費用が高い。

(2) 地盤調査

両域および島部の地盤調査については橋の形式によって細かい点での調査方法は異なるが、計画段階では、衛星リモートセンシングや弾性波探査等の広域を対象とした調査を実施し、特徴的な地点に対し基盤を含め確認するボーリングを実施する。ボーリング孔内ではコアリングの他にPS検層を実施するとともに、孔内載荷試験、孔内載荷引き抜き試験、透水試験(湧水圧測定、ルジオン、含む)等を実施する。

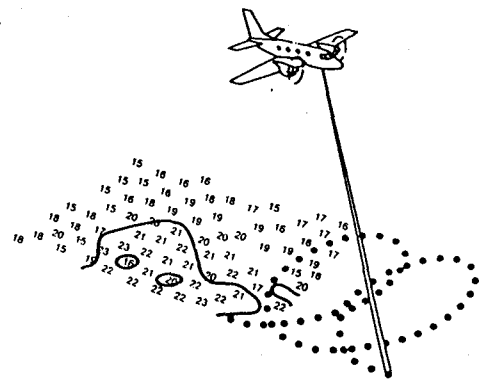


図-1 アクティブリモートセンシングによる水深測量

孔内載荷引き抜き試験、透水試験（湧水圧測定、ルジオン、含む）等を実施する。

海底地盤調査の基本は、海底地形の把握であるため、ルート沿いに音波探査（音響測深機による方法）を実施する。とともに、ダイバーを潜水させ海底地形の状況をビデオ収録する。その実施にあたっては、当海域は比較的平坦面であることから、調査ピッチは比較的荒くてもよいものと思われる。海上ボーリングは、水深等によって異なった工法を採用するが、大村湾はほぼ水深が20m程度であることから、作業性（移動）を考慮すればスパッド台船が有利と考えられる。

4. ルート選定

ルート選定については、上記の調査内容を踏まえて、南北・東西それぞれの方向で考えた。著者全員それぞれの候補を挙げており、最終的にどのルートにするかは決定しない。現在までのところ、長崎空港を通過もしくは起点とする案が有力である。

その例を図-2に示す。

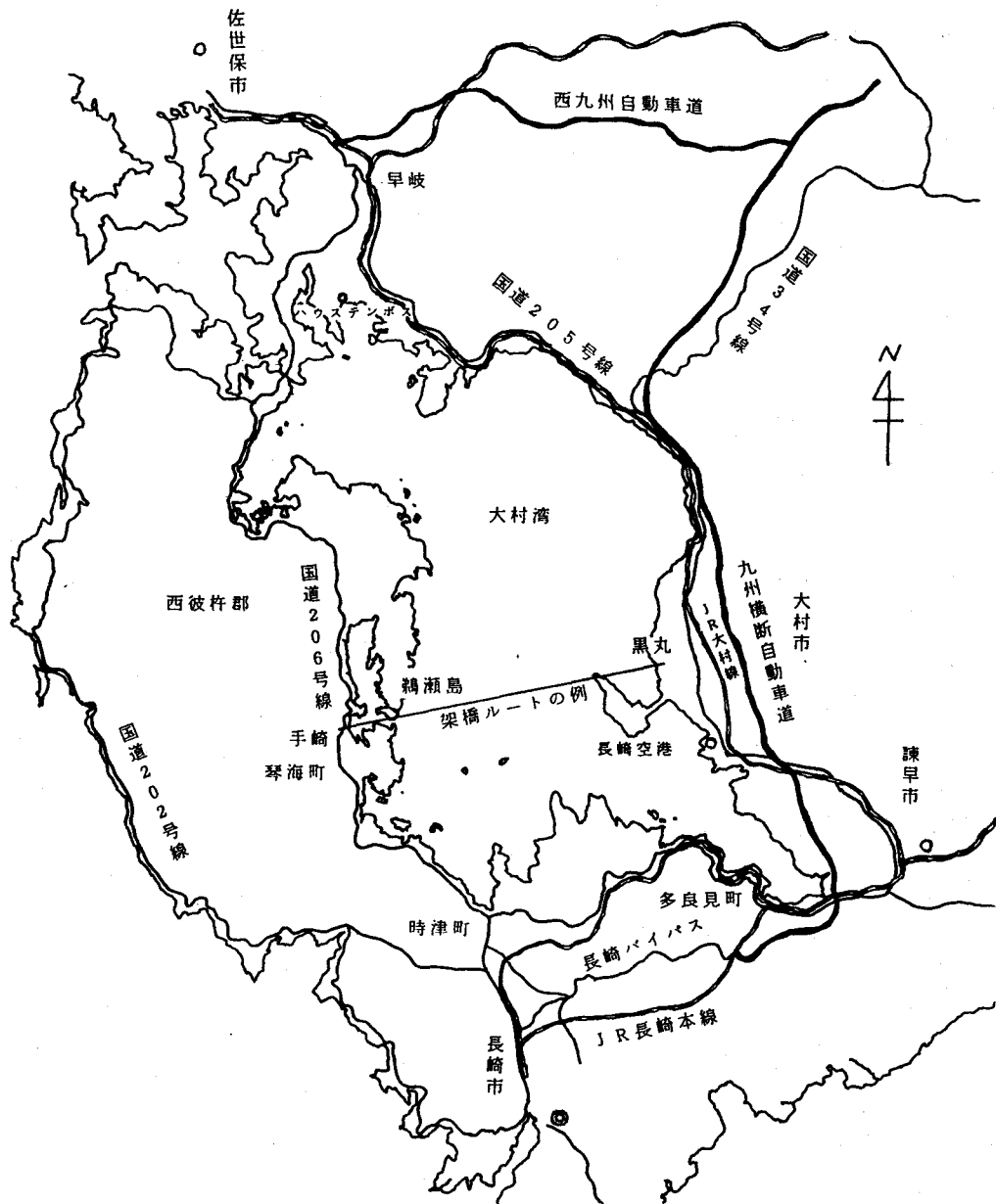


図-2 選定ルート

大村湾架橋の位置は西彼杵町の琴海町の手崎から鶴瀬葛に渡って大村市附近の黒丸までと選定している。この理由は、以下に述べるとおりである。

①土地買収および環境対策費の検討

従来は、橋梁の建設費のうち工事費の占める割合が多かったが、最近では用地、環境対策費の上昇が著しくている。架橋に対する経済性を考える場合、まず建設費を節約することは大変重要である。この架橋地点は、土地買収等の問題が比較的少ないと考えられる。また、この架橋地点は住宅密度が高い区域と離れているため、騒音等の環境対策費等も要らない。さらに、史跡、天然記念物、埋蔵文化財、神社仏閣、墓地、学校、病院などを避けることができる。

②既存主要道路、鉄道および空港との接続に関する検討

2.の(2)の交通環境に関するところで述べたように、大村湾地域は、東側地域を中心に長崎空港、九州横断自動車道、南九州自動車道などの高速交通体系が整備されている。福岡から長崎市までの新幹線も大村市を經由して長崎市に至る。特に、長崎空港は、長崎県のアジアに向けての重要な玄関である。長崎空港は、将来的に国際物流センターになることが予想され、長崎空港を中心として交通ネットワークが整備されるものと予想している。このため大村湾架橋は、長崎空港に近いところに設置しなければならない。以上の諸条件により、東岸の黒丸という所は、国道34号・大村線・大村I.C・長崎空港の出口の近くである。また、西岸に、手崎の近くに206号国道がある。このような位置に架橋すれば、東彼杵半島と西彼杵半島間の通行時間が大幅に短縮できる。長崎市から長崎空港までの間の通行車量が分流でき、交通の緩和も大きく期待される。

③建設地盤に関する検討

地すべり地帯、断層、軟弱地盤など建設地盤の地質上問題となる箇所は、工事の施工あるいは建設費を左右する。ここに選定した大村湾架橋の位置は、平坦な所であるため、地すべりの可能性は低い。橋の兩岸の地質は岩類であり、断層はないと判断される。すなわち、この架橋位置は、良好な建設地盤である。

5. 橋のタイプ

橋のタイプについては、まず検討すべき地形、地質条件、交差する河川や他の交通路との関係、施工条件、環境条件、経済性の各項目から考えていき、これらの各項目を満足するタイプを選ぶこととした。鋼橋、コンクリート橋、更には浮橋を考えているが、浮橋が第一候補である。その理由は次のとおりである。

①自然環境に対する影響を最小限にする

通常の橋梁工事では橋脚基礎工事による海底への影響が大きい。浮橋の場合はアンカーが海底に設置されるが、自然に対する影響はかなり低減されると考えられる。

②船舶の航行に支障とならない

漁業、交通等産業船舶、レジャー用ボートの支障にならないように、一部を高架にする。過去の事例では可動構造によって船舶の航行を確保しているが、構造的に複雑で建設費がかさみ、維持管理が必要な上に浮き構造という特殊性から故障しやすい。また、船舶の航行時間が限定され、車両通行にも影響がでる。

③観光資源、レジャー、産業にも生かす

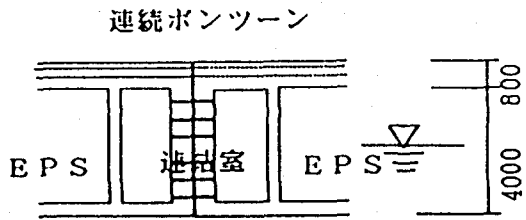
橋は単なる交通施設としての意味にとどまらず、ランドマークなど社会的な位置づけが高い構造物である。特に大村湾は、世界初の長崎海上空港の他、ハウステンボス、オランダ村、バイオパークなどを配し、観光的に見ても資源豊かな地域であり、ここに架かる橋は存在感があって、周囲の景観に調和した形状、構造であることが望ましい。浮橋であること自体がトピックになりうるが、さらに海上施設を付属させて、多目的複合利用可能なものとする。

浮橋タイプについては、既在の浮橋等浮体構造物（トルコ、イスタンブールおよびアメリカ・ワシントン州の浮橋、海上ホテル、ヘリポート、海のバビリオン、天の浮橋）の文献調査¹⁾から始めて、浮体構造と固定形式、桁および床形式、連続ポンツーンの連結、独立ポンツーンの桁の連結と支承、船舶航行部などを検討した。その結果の一部を図-3に示す。浮橋用ポンツーンの形式としては、連続ポンツーンと独立ポンツーンの2種類が考えられるが、図-3は前者の例である。

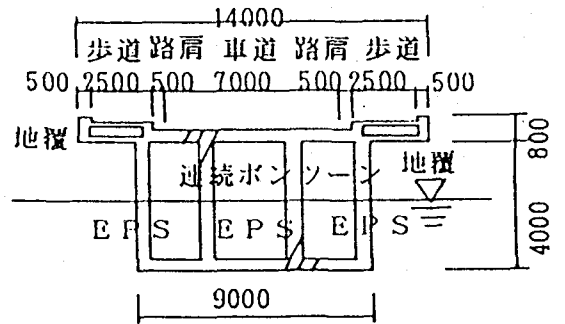
表-1 各種トンネル工法の比較

架橋ではないがトンネル工法を採用した場合、海底、沈埋、海中の各工法について、水深16~20mでの適用性、海中環境、工費、工期の面から検討すれば(表-1)、総合評価では沈埋トンネル工法が最適と判断される。

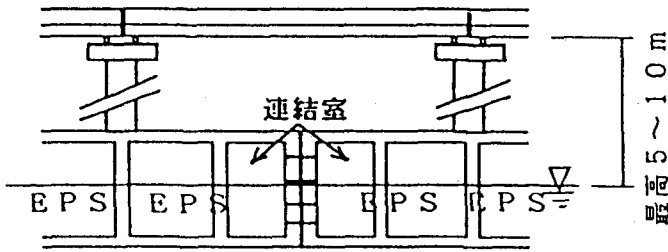
形式	水深16~20mでの適用性	海中環境への影響	工費	工期	総合評価
海底トンネル	○	○	×	△	△
沈埋トンネル	○	△	△	○	○
海中トンネル	△	×	○	○	×



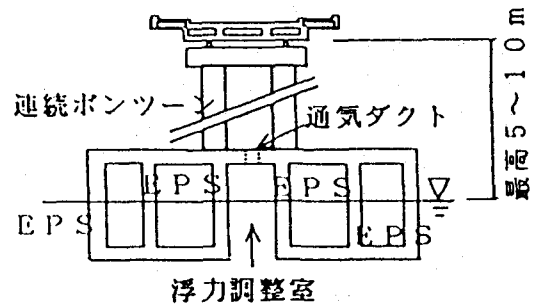
(a) 一般部縦断面図



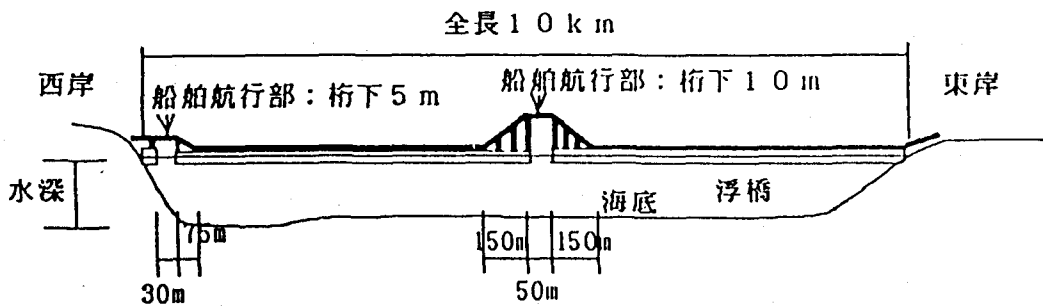
(b) 一般部横断面部



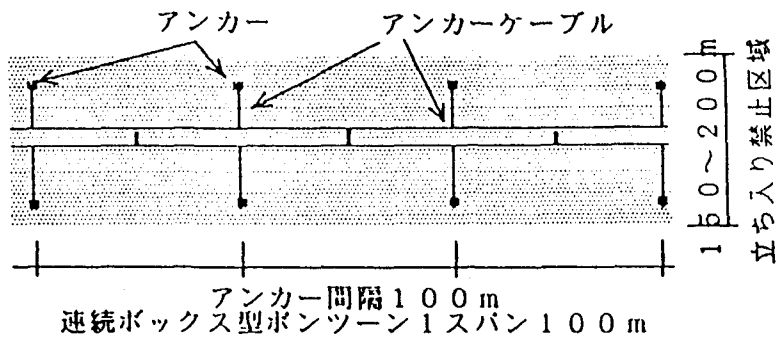
(c) 船舶航行部縦断面図



(d) 船舶航行部横断面図



(e) 浮橋横断概念図



(f) アンカー配置

単位：mm

図-3 連続ボックスポンツーン

6. むすび

長崎県の南北・東西問題の解決は、道路、JRおよび海上交通の3通りが考えられ、道路については建設省による将来の拠点間道路としての西彼杵道路、JRについてはその高速化、海上交通としては架橋および高速船の就航が考えられる。西彼杵道路とJRの高速化は実現までには相当の年月が必要であるのに対して、架橋についてはアメリカ、ワシントン州シアトル市の浮橋⁹⁾に見られるとおり、工期および工費面から大いに期待できる。また、浮橋による大村湾架橋が実現すれば、我が国で最初のものとなり、観光面からも歓迎されると考えている。その架橋地点としては、長崎空港を通過もしくは拠点とする案が有力である。

参考文献

- 1) 後藤恵之輔：長崎県の海(1)，長崎新聞「うず潮」欄，1993.2.6.
- 2) 長崎県：大村湾周辺地域環境利用ガイド，1984.
- 3) 長崎県：長崎県地域防災計画.
- 4) 長崎海洋気象台長崎県港出張所による資料.
- 5) 長崎県土木部による資料.
- 6) 全炳徳，後藤恵之輔，サム・ウォウトウゼン：ランドサットTMデータによる大村湾の水深推測，海洋開発論文集，Vol. 8，pp.415～420，1992.6.
- 7) G. C. Guenther: Airborne Laser Hydrography-System Design and Performance Factors, N O A Professional Paper Series, National Ocean Service 1, M D 20852, March 1985.
- 8) 例えば
梅沢宣雄・堀内岩夫・伊田久廣：フローチングブリッジの歴史と現状，橋梁と基礎，Vol. 21, No. 7，pp. 21～26，1987.
- 9) The final link: a bridge reborn. Redesigned and rebuilt the Lacey V. Murrow Bridge float again. The Seattle Times, Sept. 9, 1993.