

海面を貯水池とする大規模水力発電所

海を利用した発電としては潮汐発電がすでに具体化し波力発電も小規模ながら、すでにいろいろな形で実用化しているが、20年後には海面を貯水池とする大規模な水力発電所が具体化するものと思われる。

赤道に近い低緯度地帯の大きな内湾をその入口で締め切ると、その膨大な蒸発量によって、年間数 m のオーダーで水面が低下し、数年後には外海水面と 20 m 以上の落差がつくようになる。ここで、水面の低下を停止させて新しい水面を維持させるために必要な海水を外海から導水することにし、これをタービンを通すことにすれば、無限大の貯水容量を持ち、定落差、大容量でかつ連続無休運転の水力発電が可能となる。

このような計画は、地中海に関する「アトラントロパ計画」(1928年、ドイツ人 ヘルマン・ゲーゼルによる)と、紅海に関する「紅海計画」(1940年、フランス人 ルネ・ビガールによる)とがすでに発表されているが、これからの海洋工学の技術から推察すると、その実現には決定的な障害はないものと思われる。むしろ、アスワンハイダムの例に見られるように、生態系を含めた環境問題や、政治的な障害が重大な問題となりそうである。

海上発電所

用地難、環境問題、冷却水、そして燃料の搬入・貯蔵の関係などから考えると、火力発電所も、原子力発電所も、遠からず沿岸海域の海面に海上発電所の形で設置されることになる。

海上発電所の構造としては、着底式、浮揚式等いろいろなタイプが考えられるが、発電機の重量や容積などから、当分の間は PS コンクリート函体を水深 20~30 m 程度の海底岩盤上に固定して設置するような着底方式が用いられるものと思われる。

この函体の大きさは、例えば長さ 250 m、幅 130 m、高さ 35 m で、この空間内に原子力発電所が収められ、建屋の高さは約 70 m というような程度のものである。

この巨大な函体を製作するには、まず高さ 13 m 分を海岸近くの締切堤内水域で PS コンクリートにより製作し、これを水深 20 m の海域に曳航し、高さ 35 m までコンクリートを打設するとともに、発電機その他主要機器を搭載した後、吃水約 15 m の状態で設置地点まで曳航する。

設置にあたっては、あらかじめ海底岩盤を掘削し、水深 25 m 程度の高さで水平に整正した後アンカーフレームを設置し、これに曳航してきた函体を注水しつつ沈没させ、据付後コンクリートで固定させる方法がとられよう。火力発電所の場合の貯油施設は、発電所の敷地面積が大きくなるのを防ぐために別の場所に設けられることになるが、この海中貯油タンクの構造も種々の材料、工法が用いられることになる。

浮かぶ飛行島から海上空港へ

飛行機がまだ大西洋をひと飛びすることが著しく困難であった当時に、一躍脚光をあびたアームストロングの「浮かぶ飛行島計画」(1929年)は、その後航空機の飛躍的發展と戦争の終結によって軍事用の目的を失い、立ち消えになっていたが、最近の環境問題対策の一つとして、浮かぶ飛行島が「海上空港」という形で新しく見直されるようになってきた。

従来から発表されてきた浮かぶ飛行島計画は、アームストロングのローワーハル型(半潜水型)のほかに、鉄筋コンクリート函船式や人工冰山(天然冰山の周辺を強制冷却する)方式など多彩なものであり、このうちローワーハル型はやがて開催される沖縄海洋博のアクアポリスとしてすでに具体的な設計に入っている。これを一つのユニットとすれば、これらユニットの組合せによって海上空港の実現もそう難しいものではないと思われる。

むしろ今後の問題としては、騒音や海洋汚染など、海上空港をとりまく環境問題の方が大きくクローズアップされてくる可能性が強く、安全性、安定性、居住性などの諸問題は決定的障害にはなるまいと考えられている。

海洋鋼構造物設計指針 (案) 解説 B5 195 ページ・タイプ

1700 円 会員特価 1500 円 (〒170)

第2刷完成しました。好評発売中です。

海洋空間を利用するために

今まで、われわれは陸地に住み、産業経済活動することを当然と考え、海は魚を取り、船が航行する場としてのみ受け取ってきた。したがって、陸地に関しては多くの情報と知識と経験を持っているが、海に関してはあまりにも無知であった。しかし、20年後の将来には少なくとも大陸棚に関して、また特殊なものについては、さらに水深の深い海域に関して、われわれは海洋開発に役立つ自然環境や資源などの情報と知識を豊富に入手しているものと思われる。

沿岸を離れて沖合に海洋空間を利用する気運が急速に高まりつつある現在、従来の領海・公海概念のほかに領海の範囲の拡大、大陸棚、経済専管水域といった考え方が出現してきているので、わが国も領海3カイリ説を放棄して、これらの国際的な動きにのらないと悔いを残すことになる。また、国内法でも海洋構造物設置に関する法規がなく、既存の法律・規則を援用しているにすぎないので、さらに積極的に海洋開発を促進する法律が整備されていくことになる。

海洋空間を利用するための施設や人工島は、それ自体でどの程度独立自営させるのか、活動のための光、熱、水を陸上から支援供給するのか、そのために陸上からいかにして接近するのが大きい問題となる。機能的に必要な最小限の施設を海上に設け、支障のないものはできるだけ陸上に留め、または支援供給を受けるのが、実際の計画となる。

本来の海上立地活動と陸上立地活動の海上進出

従来、産業経済活動は本来の海上活動と陸上活動に分れていた。例えば、海上経済活動のための港湾は本来的な海洋構造物であるが、最近タンカーなどの大型化に伴い、構造物の一部が沖合に移る傾向にある。また、海底石油はここ20～30年の間に急速に発展してきたが、その生産活動は本来海洋に立地する必要があり、各種の生産・搬出設備が海上に設けられ、その建設技術は特異の進歩をとげつつある。

一方、従来陸上に立地していた産業経済活動が、最近の用地難、環境対策、公共上の必要などの理由で、海上に進出せねばならなくなりつつある。すなわち、火力・原子力発電などのように臨海立地型のものと、内陸立地型の空港などがこれに含まれている。しかし、ここで注意すべきことは、最近の陸上における環境保全問題の滔々たる世論を考えると、将来においても環境破壊や公害を防止する対策なしに、そのまま海上に進出することは許されないということである。また一方、例えば、空港の騒音公害はこれを海上に移して居住地域から隔離することにより、比較的容易に公害を解決できるといった例もあり、将来は実現の可能性が高いと思われる。

一般に、海洋構造物は、調査、計画、設計、施工、運営が困難で、工事費や運営費も多額に上ることが多い。そこで、将来は空港のほかに、原子力発電所、廃棄物処理場、下水処理場、製油所、石油貯蔵基地、海水淡水化プラントなど、各種目的の構造物や施設をあわせて、多目的空間利用を考えることが事業を容易にするとと思われる。例えば、ニューヨークのロングアイランド沖やロンドンのテムズ河口のフォールネスの将来の海上空港では、大型船舶のための大水深港湾や貯蔵施設をも、あわせて計画している。

海上空港

1928年にアメリカ合衆国のエドワード・アームストロングが発表した海上空港「浮かぶ飛行島」は、当時の機能としては大洋横断のための海洋ガソリン・ステーションともいえるもので、長さ400m、幅120mのプラットフォームを海面上30mに支持する32本の円柱ブイを立て、その下部で波の影響を受けない深さに浮力室を設け、燃料や真水などの貯蔵庫として使う計画にしている。この構想は現在半潜水式海底石油掘削作業台船に盛んに使われており、沖縄海洋博のアクアポリスもこの形式を採用している。

現在、各先進国はともに国際空港が過密化し、また市街地の騒音公害が問題となってきたので、空港を湖上・海上に求めようと構想を検討している例が数多くある。この場合は、陸域に必要な騒音防止区域は海域であるため、純粋に空港に必要な面積だけを確保すればよいことになる。これらについては20年後にはかなりのものが実現すると考えられるが、デンマークのコペンハーゲンの代替空港は、海上のザルツホルム島を整地して海面を埋立て、ニューヨークのジャマイカ湾では、埋立地の中

中央の円形ターミナルから、3本の滑走路を放射状に出し、パイルで支持する計画である。

わが国においても大阪国際空港は騒音公害で使用を制限され、しかも、拡張の余地は全くないので、大阪湾内の水深 20 m 程度の位置に約 850 ha に及ぶ新関西海上空港が年後には実現しているであろう。

海上空港は陸域からの平面的な隔離距離が問題であり、できるだけ水深の浅い方が建設上は有利となる。形式としては干拓式が最も経済的で、次いで埋立式、第三にパイル式で、一番工費が高いのはフローティング方式だと思われる。実際には、これらの形式を組み合わせたものも考えられる。すなわち、干拓と埋立ての混成方式や、ニューヨークのロングアイランド沖に計画中の海上空港のように、支持層まで打ち込まれた組杭によって水平力を受け持たせるフローティング方式も考えられる。この場合には、フローティング構造の死荷重および航空機などの活荷重は浮力でもたせ、潮流、波浪、風などによる水平力は、パイルでもたせる設計としている。

また最近では、ごみを圧縮し被覆した固形廃棄物によって人工島を安価に築造する計画が検討されており、わが国でも将来海上空港を拡張する場合に、長期的な計画の下にこの種の海上空港が実現するものと考えられる。

沖合原子力発電所

海洋のもつエネルギーは全体としては巨大であるが、元来海はあまりにも広く、そのエネルギーはこの広さによって薄められており、それを濃縮して使わないと効率的でないので、海洋そのものもつエネルギーを開発利用することは、きわめてむずかしいと思われる。したがって、20 年後に実現すると思われるものは海水揚水発電所であろう。これとは別に、多量の冷却水を必要とするため、本来臨海に立地する原子力発電所が周囲に及ぼす放射能公害を避けるために、将来、海上に進出する可能性が大きいと思われる。この場合は、陸域のときに必要な保安区域は海であるため、純粋に発電所に必要な面積だけを確保すればよいことになる。

また、火力・原子力発電所の冷却水は温排水となって放流されるが、内陸の場合に、米英などのように温排水を冷却池・冷却塔などで排熱処理せねばならないときには、沖合発電所であればこれを放熱処理して、海域に放出することの可能性もありうる。

原子力発電所を沖合に設けることに踏み切ったのはアメリカ合衆国が最初で、ニュージャージー州の Public Service Electric & Gas Co. が Little Egg Inlet の沖合 3 mile に Atlantic 原子力発電所を 9 億ドルで着工し、Westinghouse-Tenneco がこれを建設することになった。この計画では、フローティングデッキ 2 基の

上に、115 万 kW の発電所 2 基を載せ、水深 12 m の位置に浮上係留した発電所の周囲には防波堤を設けて、100 エーカーの発電所水域を防護している。

わが国では、鋼製またはコンクリート製函体に収容した原子力発電所を海底に着底させるか、浮上係留させる形式のものが、将来実現するものと思われる。

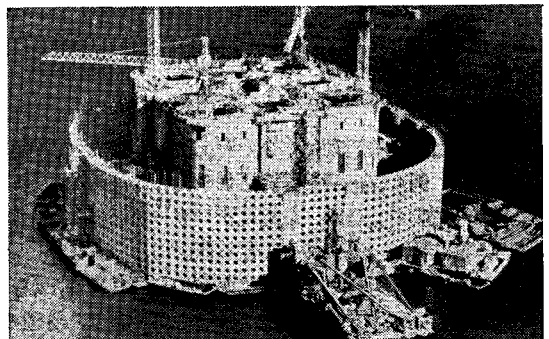
コンクリート製海洋構造物

わが国におけるコンクリート製海洋構造物の技術は、近く着工される本四架橋工事によって画期的な発展をとげるであろう。これは、マスコンクリートに関するものであるが、PS コンクリート製函体も海洋構造物として広い応用範囲があり、その最近の注目すべき事例として直径 92 m、高さ 90 m、貯油容量 100 万バレルの海中貯油タンクが、北海エコフィスク油田の 30 万バレル/日の生産施設の一部として、昭和 48 年 6 月末に完成した。これに類似した海洋構造物として、防波堤用超大型コンクリートケーソン、大断面または超大長さの沈埋トンネル用コンクリート函体、海底に着底させた沖合原子力発電所の外郭容器としての PS コンクリート製函体、各種の海上プラント用人工島のための函体コンクリートプラットフォームなどがあるので、この種のものを使用する海洋構造物が、20 年後の日本近海に数多く実現するものと思われる。

おわりに

海洋開発は差し迫った問題ではあるが、それでいて先は恐ろしく長いと思われる。海洋開発は将来の需要が大きいだけに、技術開発におくれをとり、需要が発生するまで待ってはいはもう遅い。

本来陸上にあるものが海上に進出するには、かなり思い切った踏切りが必要となる。20 年後の海洋構造物の数多くが夢でないためには、社会情勢などの変化とともに、国や企業の海洋空間利用に対する政策や意欲が原動力となるであろう。



北海エコフィスク油田用コンクリート製海中貯油タンク