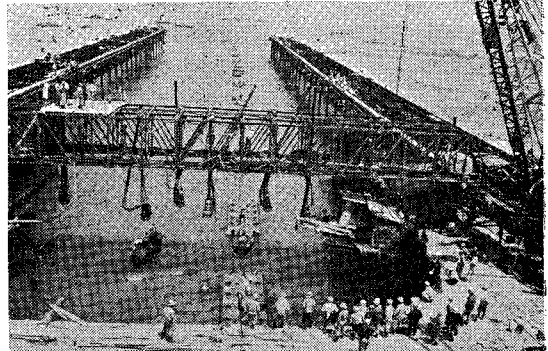




写真—5 東海発電所復水器冷却水取水鋼管  
の曳船沈設作業状況

海面に縦にならんで見えるのは、鋼管をつるブイ。所定位置に管を引出し、ブイに注水して沈設した。両側は、波砕帯しゅんせつのためのシートパイル突堤仮橋である。



## 7. 冷却水の取水・放水

原子力発電所の立地条件の一つとして、大量の復水器冷却水が支障なく得られることが要求される。原子力発電所では、一般に炉内の燃料その他の材料の温度制限のため、原子炉または熱交換器で発生する蒸気の温度、圧力がおさえられるので、原子力発電の蒸気条件は火力発電のそれに比べてかなり低いものである。したがって、同一出力の火力に比べて蒸気量も増加し、10万kWの発電容量に対する復水器冷却用水量は、火力の場合3.5~5m<sup>3</sup>/secであるのに対して、原子力の場合6~8m<sup>3</sup>/secに達する。原子炉の大型化、規格化の傾向にともない、1基50万kWまたは75万kWの容量のものが計画されている現在、一地点2基としても70m<sup>3</sup>/secないし100m<sup>3</sup>/secの冷却水量が必要となる。このような大量の冷却用水を量的に安定した供給源である海水に依存すること、および建設資材、大型の機器、核燃料の輸送を船舶に依存することから、わが国における原子力発電所は海に面して建設される傾向にあり、その建設技術の上で、冷却水の取水、放水および波に対する敷地および泊地の防御が重要な海岸工学的な課題となっている。これらは臨海火力発電所の建設に当って生ずる問題と本質的な差異はないが、原子力発電所が安全防護対策上の立地要件から僻地における外海に面して建設される傾向にあるために、加えていくつかの独自の問題も提起される。

まず第一に、冷却水の取水・放水について、火力のそれが主に内湾や埋立泊地内に建設されることによる清浄低温水の取水方法や高温放流水の取水口への再循環対策であるのに対して、原子力の場合は遠浅の砂浜や急峻な断崖など特殊な地形の海岸に面して建設される場合が多いために、取水口、放水口の構造物を波や漂砂の作用に対して安全に維持し、その機能をそこなわないように設計、施工することの配慮が必要である。

わが国の例では、直接外海（鹿島灘）に面する原電・東海発電所の場合、直径2.5m、延長500mの取水鋼管

2条を海底に埋設し、沖側先端の取水口から16m<sup>3</sup>/secの冷却水を取水する方式をとり（写真—5参照）、同じく東電・福島原子力発電所では、総延長約1400mにおよぶ防波堤によって十分な静穏度を確保し得る泊地を形成せしめて、常時外海からの波の作用を遮蔽し、この泊地内に設けた取水口から1号機25m<sup>3</sup>/sec（最終計画4基130m<sup>3</sup>/sec）の冷却水を取水して、泊地外へ放流する方式をとっている（巻頭写真—1参照）。後者の場合、この泊地は大型化機器を輸送する3000t級船舶の荷役岸壁としても重要な役目をもつものであって、あわせて建設中の工事用船舶の繫留、完成後の核燃料の荷役施設として、取水泊地兼用の港湾とも見做し得べきものである。

このような外洋性の海岸に地点を選定した場合には、発電所敷地の波に対する防御をはじめ、取水・放水構造物や荷役施設の設計・施工・保守の各面で種々の困難な問題に遭遇することを覚悟しなければならない。それゆえ、できうるならば立地選定の段階で、海岸工学的な条件についても考慮を加え、サイト付近の波に対して遮蔽性の優位にある天然の海岸地形を利用して、安定した構造物を設置することがのぞましい。

つぎに、放水口から海域への温水放流の問題がある。復水器で昇温され、海域水温よりも3°C~7°C程度\*高い温度で放流される冷却水の水温は、放水口近傍での下層水の連行、周囲水塊との混合拡散、および大気への熱放散によって急速に低下することが、実測ならびに数値解析の結果から明らかとされている。しかし放出点付近の海岸地形や風、波、潮流、沿岸流の影響を考慮して、前面海域における温水の流動と熱拡散性状の予知は、自

\*復水器による上昇温度は普通7°C前後であるから、放流水の温度は海域水温（=取水温度）よりも7°C高く、もし夏期深層取水を行なって、海域表層水温よりも4°C低い下層水を取水するものとすれば、放流水の温度は海域表層水温よりも3°C高いことになる。

己の取水口への温水の再循環対策を立案するためばかりでなく、付近漁場、ノリ場、その他の養殖場への温水の影響の有無、程度、回避措置などを検討し、漁業補償問題を円滑に解決する上で重要な研究課題である。

この海域における熱拡散性状の解明のために、基礎的な理論研究と併行して、個々の原子力地点を対象に電子計算機による数値模型実験の手法の開発が進められている。これは、水理実験で模型として製作される海岸地形、構造物の形状、配置などを電子計算機の記憶容量の中に組み込んでおき、現象を支配する基礎方程式（運動方程式、連続方程式と熱拡散方程式）にもとづき、現地の気象・海象条件を考慮に入れて種々の条件の下に水理実験を電子計算機でシミュレート計算して現象を把握する解析手法である。しかし、外海に面した海域の水塊は風、波、潮流、沿岸流などの作用を直接受けるから、放流温水の混合過程を解明し、沿岸海域の希釈能力を把握

するためには、理論解析、数値模型実験とあわせて、計画対象となっている現地での海象観測調査がかくべからざる手段であり、さらに、完成した地点については放流温水の熱拡散の実態を調べ、これら現地の資料を理論解析に導入することが、この問題の解答をより実際の信頼性の高いものとすると考えられる。このような手法による研究調査の積み重ねは、ただに個々の地点の冷却水問題の解明に資するばかりでなく、近い将来問題となる放射性廃液の海岸放出の問題を解決する上にも役立つであろう。

なお、立地選定の段階で、サイト付近の海域における漁業（養殖業を含む）の実態（漁業権、種類と水揚高、過去の豊凶の歴史など）を調査しておくことが、漁業補償との関連で温水放流の方法を検討するのに有用な資料となり、場合によってはこの点が立地の適否を定める有力なきめての一つとなることもある。

**豆 知 識**

原子力開発の過程を知るために、原子力開発史略年表を作成、登載する。なお、本年表は平凡社発行の国民百科事典と岩波書店発行の日本史年表によった。

原 子 力 開 発 史 略 年 表

年 度	記 事	年 度	記 事
1945	合衆国、世界最初の原爆実験に成功 (7. 16) 広島に原爆 (ウラン 235 型) 投下 (8.6) 長崎に原爆 (プルトニウム型) 投下 (8.9)	1955	東京大学原子核研究所発足 (7.1) 第1回原子力平和利用国際会議、国連主催のもとに ジュネーブで開かれる (8.8~20) 日本原子力研究所設立 (11.30) 原子力関係3法、日米研究協定成立 (12.16)
	ヤルタ会談 (2.4~11) ドイツ軍無条件降伏 (5.7)	1956	原子力委員会発足 (1.1) 日本原子力産業会議発足 (3.1) 科学技術庁発足 (5.19) イギリス、コールドハーホール原子力発電所第1号炉 の発電開始 (5.23) 原子燃料公社発足 (8.10)
1947	ソビエト、最初の原子炉 (黒鉛減速型研究炉) の完 成を発表 (7月) イギリス、最初の原子炉 (GLEEP) 運転開始 (8. 15)		ナセル大統領スエズ運河国有化宣言 (7.26)
1948	フランス、最初の原子炉 (ZOE) 運転開始 (12.10)	1957	ユーラトム条約調印 (3.25) 日本原子力発電株式会社発足 (11.1) イギリス、クリスマス島上空で核爆発実験 (11.8) ソビエト、原子力砕水船レーニン号進水 (12.5) 合衆国、 SHIPPING PORT 原子力発電所 (加圧水型、 出力6万kW) 運転開始 (12.18)
	ガンジー暗殺される (1.30)		ソビエト人工衛星第1号打上げに成功 (10.4)
1949	ソビエト、原爆保有を発表 (9.24)	1958	中華人民共和国、第1号原子炉 (7000 kW) 完成 (3.6) イギリス、クリスマス島で水爆実験開始 (9.2~23) 合衆国、ネバダでの戦術原爆実験を発表 (9.8) 日本、日英原子力協定発効 (12.5)
	ドイツ連邦共和国 (西ドイツ) 成立 (9.7)		合衆国第1号人工衛星打上げ成功 (1.31) フランスドゴール内閣成立 (6.1)
1952	イギリス、オーストラリア北西海岸のモンテペロ島 で最初の原爆実験 (10.3) 合衆国、湿式水爆をエニウェトク環礁で実験(11.1)	1956	米英、新原子力協定 (核兵器協力) に調印 (5.7) 合衆国、原子力商船サバパン号進水 (7.21)
	合衆国大統領選挙アイゼンハワー当選 (11.4)		ソビエト第2号宇宙ロケット月面に到着 (9.14)
1953	ソビエト、乾式水爆を実験 (8.12) 合衆国大統領、原子力平和利用国際プールの提案 (12.8)	1960	フランス、サハラ砂漠で初の核実験 (2.13) ソビエト・フランス、原子力平和利用協定調印 (4.3) 合衆国、原子力空母エンタープライズ号進水 (9.24)
1954	合衆国、第1号原子力潜水艦ノーチラス号進水 (8.12) 合衆国、ビキニで超水爆実験 (第五福竜丸被災) (3.1) 日本学術会議、原子力研究に関する民主、自主、公 開の三原則を決議 (3.18) ソビエト、世界最初の実用規模原子力発電所 (出力 5000 kW) 運転開始 (6.27)		韓国李承晩大統領辞任 (4.27) ミオス内戦始まる (9.10)
	ジュネーブ会議終了、インドシナ休戦協定調印 (7.21)		