

氏名	川本正身 かわもとまさみ
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第938号
学位授与の日付	昭和51年11月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	温排水の混合希釈とその処理に関する水工学的研究

論文調査委員 (主査) 教授 岩佐義朗 教授 岩垣雄一 教授 今本博健

論文内容の要旨

四辺海洋に囲まれたわが国では、火力・原子力発電所は例外なく海浜に位置し、発電所において発生する大量の温排水はいわゆる Once-through 方式によって海洋へ直接排出されているため、その各方面にまたがる影響には多大のものがある。本論文は、以上の現況に鑑み、この方式による温排水処理の技術を検討するとともに、その処理を放水口周辺の near-field での拡散・混合希釈という水理学的手段を用い、水工学的に解決しようとしたものであり、序説を含めて6章および結語よりなっている。

第1章序説では、わが国の今後におけるエネルギー長期計画内の電力の役割とその重要性から火力ならびに原子力発電所建設の現状を論じ、それに伴い発生する多方面の影響のうち、とくに温排水と環境問題との関連を示し、この研究の緊急かつ重要性を明らかにするとともに、その水工学的解決を図った本研究の意義を述べている。

第2章は温排水とその工学的諸問題を論じ、この種の問題の現象論的説明とその生物、社会・経済的影響を示すとともに、法律・制度的諸問題の現実との関連にも言及している。すなわち、復水器により発生した温排水を水理学的なブルーム（重力噴流）としてとらえ、処理方式として表層放流および深層放流方式を用いたときの混合希釈の一般的性状を論じている。またさらに、その海生生物および生態系への影響、水産業などに対する社会・経済的影響を示し、この問題の工学的重要性を述べている。

第3章は温排水処理に関する技術手段を比較検討したものである。まず、処理方式としての Once-through, Closed cycle および Semi-closed cycle の各方式の水工学的、実際的手段とその利害得失を比較検討し、その結果より、わが国では Once-through 方式が多用されていること、またその放流法としての深層および表層のいずれも決定的な利点をもつものでなく、他の自然環境条件などを考慮して決められなければならないことを述べている。

第4章は温排水の拡散と混合希釈に関する従来の水理学的研究の紹介と、それらの比較検討によって問題点を明らかにしたものである。すなわち、Once-through 方式の適用を前提とした場合、温排水の水理

はブルームの問題として取り扱われる。まず、ブルームの水理を流体力学的な一般論より展開し、ついで従来の多くの研究を一般論の特殊なものとして位置づけ、整理分類した。これらの研究において、ブルームへの周辺水の連行現象はリチャードソン数のみの関数であるとされている点の不備を新しく指摘している。

第5章は温排水の拡散と混合希釈過程をブルームの水理に関する実験によって取り扱ったものである。すなわち、ブルームの二次元的特性を詳細な実験により検討し、ブルーム形状とその拡がり、成層厚、混合希釈率はいずれも放水口の初期内部フルード数の関数として表現されること、また連行現象も従来のようにリチャードソン数のみならず初期内部フルード数にも関係することを明らかにした。さらに、実際海岸の地形に近似したいくつかの放水口条件を設定し、その効果をも論じている。

第6章は以上の研究によってえられた連行係数を用い、温排水ブルームの数値解析をすすめ、二次元実験値と比較したものである。この結果、著者が新しく提案した連行係数を用いると、温排水の混合希釈の水理過程がより詳細に説明されることがわかった。

結語は、以上各章の研究において得られた成果を要約するとともに、今後に残された課題についてふれている。

論文審査の結果の要旨

現在ならびに将来のエネルギー供給計画に力する電力の役割はきわめて大きく、しかもそれは火力および原子力という汽力発電によって果されることになる。わが国のような海洋に囲まれた地域では、汽力発電所は海岸に位置するため、発電所で発生する大量の温排水は Once-through 方式によって海洋に直接放出される。このため、著者は温排水処理の水工技術を放水口周辺の near-field 領域での混合希釈という水理学的手段によって取り扱い、表層放流施設に関する土木工学的提案を行ったものであり、得られた成果の主なものを挙げると次の通りである。

(1) 温排水ブルームの二次元的挙動を詳細な実験によって研究し、初期、遷移および成層領域より構成されている従来の理論モデルを確かめるとともに、初期領域は慣性力の卓越するジェット類似の領域、遷移領域は浮力の影響が大きな典型的ブルーム領域、また成層領域は水平密度成層流によって代表される領域であることを明らかにした。さらに成層領域に至る near-field 領域におけるブルームの特性水理量は、いずれも放水口の初期内部フルード数の関数となることを示し、これを実験的に定式化した。

(2) 温排水ブルームの学術的、実際の解析における最も重要なパラメーターは、ブルームと周辺水との混合に関する連行係数であり、従来はリチャードソン数と一義的な関係をもつとする Ellison-Turner の実験結果より、いくつかの実験式が提案されていた。著者は、Ellison-Turner のものに加え、自らの詳細な実験により、リチャードソン数のみならず初期内部フルード数も関連をもつことを見出し、連行係数に関する新しい表示関係をうることができた。

(3) この連行係数表示式を用い、温排水ブルームの二次元混合希釈の数値解析をすすめたところ、その数値解は従来の実験結果をよく説明しうるということがわかった。とくに、従来の多くの連行係数表示式による結果とも比較したが、著者の提案する表示式がもっともよく実験結果と一致することが明らかにされた。

(4) 実際の見地から、温排水放出口の現地地形に対応する1:5, 1:2.5, 1:1という3種の地形勾配のもとでの実験を行った。その結果、1:5という緩勾配海岸では温排水が海底面に沿って流下し、周辺水との混合が阻害されるため、希釈倍率が甚しく低下することが明らかにされた。このことは、火力、原子力発電所放水口の配置計画において、放水口前面の海底地形が温排水の混合希釈に大きな影響を与えることを示唆したものとして注目に値する。

(5) また、放水口周辺に温排水対策設備として考えられる透過堤や有孔堤という土木施設の効果について、二次元的な実験による詳細な検討を加えた。温排水プルームの水理特性は初期内部フルード数に支配されるという著者の研究結果よりみれば、これらの施設の効果は通水断面積の増大、縮小によって初期内部フルード数を変え、人工的に好ましい状態を作り出すことにある。その結果、斜面上水深の深いところに設置された透過堤は、通水断面積の増大により混合希釈倍率を低下させ、成層化を促進させるため、海底生物には影響が少ないこと、また浅いところのものや有孔堤は断面積縮小によるフルード数増加により、混合希釈を促進させ、急速な温度低下がおこることを確かめた。

以上を要するに、本論文は汽力発電所における温排水処理を Once-through 方式の混合希釈によって取り扱うに際しあらわれる水工水理学的諸問題を、理論ならびに実験の両面より検討し、温排水プルームの基本的特性を明らかにしたのみならず、実際の見地より温排水に対する海岸地形や各種土木施設構造の影響および効果を明らかにしたものであり、学術上はもとより実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。