

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| 氏 名       | 千 田 實<br>ち た むのる        |
| 学 位 の 種 類 | 工 学 博 士                 |
| 学 位 記 番 号 | 論 工 博 第 1203 号          |
| 学位授与の日付   | 昭 和 54 年 7 月 23 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    | 発電用貯水池の堆砂とその防止法に関する研究   |

論文調査委員 (主 査)  
教 授 芦 田 和 男 教 授 中 川 博 次 教 授 村 本 嘉 雄

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、発電用貯水池の堆砂の実態とそれが発電に及ぼす影響について論じるとともに、堆砂の防止軽減法を検討し、とくに渦動排砂管と貯水位操作による排砂法の水理機能を明らかにしたもので、緒論、2編6章および結論より成り立っている。

緒論では、本研究の目的と各章の研究内容を述べている。

第1編は、堆砂の実態とその影響を論じたもので、第1章では、関西電力のおもな貯水池の堆砂量と堆砂形状の地域分布と経年変化の特性を分析し、発電に影響のある有効容量内堆砂率は、全堆砂率が50%程度まではその1/2程度で、その後急増し全堆砂率に近づいていく傾向にあること、堆砂量の鉛直分布は、ほぼ低水位 (L. W. L.) を頂点とする三角形形状であり、それといちじるしく異なるものは、特殊な条件によって生じることなどを明らかにしている。

第2章では、貯水池堆砂の粒度分布特性を詳細に検討している。すなわち、黒部、鳩ヶ谷および殿山の各貯水池を対象としてボーリング等による詳細な調査を行い、堆砂の粒度分布の特性は掃流砂堆積領域と浮遊砂堆積領域とでいちじるしく異なり、かつデルタを境にして明確に区分されることを明らかにしている。

第3章では、堆砂が発電に及ぼす影響に関してダム の 3 機能すなわち、調節・落差・取水の各機能に分類して論じている。まず、堆砂が調節機能に与える影響に関しては、調整池と貯水池とでは異なり、調整池ではピーク時間あるいはピーク出力の減少となってあらわれるが、電力量については極端に有効容量が減少しない限りほとんど影響があらわれない。一方、貯水池では、堆砂の進行に伴って発電に影響があらわれてくる。その代表的な例として、多数の水力発電所を有する黒部川水系を取り上げ、黒部湖の堆砂が発電所群の発電効果に及ぼす影響を検討し、発生電力量および有効出力は、有効容量内堆砂率が80%程度までは堆砂率の増加とともにほぼ直線的に漸減し、それ以後急激に減少することを明らかにしている。

また、落差機能に対する堆砂の影響は、平均的な落差を減ずるという形であらわれることを明らかにしている。すなわち、堆砂の少ない調整池では利用水深のうち高水位付近だけを用いて運転できるが、堆砂

による有効容量の減少により、利用水深いっぱいを使うことになり、平均的な落差を減じることになる。さらに、取水機能に対する堆砂の影響は、機能回復のための排砂、浚渫等のための発電効果の減少としてあらわれるが、その実態の分析を黒部川水系や木曾川水系のダム群について行っている。

第2編は、堆砂の防止軽減法を論じたもので、第1章では、堆砂の防止軽減法の現状を述べ、ついで考える各種の方式の適用性と問題点について考察し、水理的な立場から、渦動排砂管とゲート方式による排砂法に関して研究すべき事項を述べている。

第2章では、渦動排砂管の水理機能に関して理論的、実験的研究を行い、多くの知見を得るとともにその適用条件を明らかにしている。まず、渦動排砂管は流れに対して管軸を $45^\circ$ に設置するのが最も効果的であるとされているが、こうした場合に対して、スリットから管内に持ち込まれる管軸方向の運動量を考慮して、管内への流入量分布、管内の流量ならびに流水の排除率などを求める式を導き、実験によってその妥当性を実証している。ついで、渦動排砂管の機能を最も大きく支配すると考えられる管内の渦の特性を中立粒子をトレーサーとして高速度カメラによって調べ、その平均回転速度はスリットからの流入速度密接な関係を持っていることを明らかにしている。また、理論的な考察から、渦動排砂管の排砂機能を支配する管形状に関する無次元量を導き、それと排砂効率との関係を見い出している。最後に、渦動排砂管が十分な排砂機能を果さなくなる限界の条件についての考察を展開し、排砂管の適用条件を明らかにしている。

第3章では、ゲート方式による堆砂防止軽減法における基本的な問題である貯水位低下による堆砂の侵食特性と侵食過程の追跡法に関して理論的、実験的研究を行い、種々の知見を得ている。すなわち、堆砂の侵食特性は、全幅侵食と水みち侵食の場合でかなり相異なることを示し、それぞれの場合についての生起の条件と侵食の特性を明らかにしている。とくに、水みち侵食では、まず、水みちによる河床の侵食が先行し、それは河岸侵食を伴って次第に全幅に及ぶが、各時点における主流水の幅はそれほど変化せず、レジーム論によるものにほぼ等しい。また、堆積土砂の侵食特性は、満砂状態からのものと中間堆砂からのものとではかなり異なり、後者では堆積領域と侵食領域とが共存し、その中間に近似的な不動点があらわれる。これらの侵食機構の考察に基づいて種々の堆砂条件に対して侵食過程を追跡する方法を提案し、その妥当性を実験により確認している。

結論では本研究で得られた成果を要約している。

## 論文審査の結果の要旨

貯水池の堆砂は、貯水池機能の低下をはじめ上下流に種々の影響を与えるため、その防止軽減は極めて重要な問題であるが、有効な手法が確立されていないのが現状である。

本論文は、発電用貯水池を対象として、堆砂の実態と発電に及ぼす影響を分析するとともに、堆砂の防止軽減法を検討したもので、得られた主な成果を要約すると次の通りである。

1) 数多くの貯水池について堆砂量と堆砂形状の資料を分析し、発電に影響を持つ有効容量内堆砂率は、全堆砂率が50%程度まではその1/2程度で、その後急増して全堆砂率に近づいていくこと、堆砂量の鉛直分布は、ほぼ低水位(L.W.L.)を頂点とする三角形状となることなど種々の知見を得た。

- 2) 黒部貯水池をはじめいくつかの貯水池で堆砂の粒度分布を詳細に調べ、その特性は掃流砂堆積領域と浮遊砂堆積領域とでいじりしく異なり、かつデルタを境に明確に区分されることを示した。これらの事実を詳細に調べた例は少なく、その解析結果は貴重なものと考えられる。
- 3) 堆砂が発電に及ぼす影響に関して、ダムの調節・落差・取水機能の立場から詳細な検討を加え、その実態を明らかにするとともに、それを定量的に予測する手法を提案した。その適用例として、黒部湖の堆砂が下流の発電所群に及ぼす影響を予測し、発生電力量および有効出力は、有効容量内堆砂率が80%程度までは堆砂率の増加とともに直線的に漸減し、それ以後急減することを明らかにした。
- 4) 堆砂の防止軽減法として考える各種の方法の適用性と問題点を考察し、渦動排砂管とゲート方式による排砂法を水理的な立場から研究した。渦動排砂管に関しては、管内への流入量分布、管内の渦の特性などの水利機能を理論的、実験的に明らかにするとともに、排砂機能を支配する無次元量を求め、それと排砂効率との関係を見出した。さらに、渦動排砂管が有効に機能しうる適用条件を明らかにした。これらの結果は、渦動排砂管の設計に有力な指針を与えるものである。
- 5) ゲート方式による堆砂防止軽減法に関しては、貯水位低下に伴う堆積土砂の侵食機構を考察し、全幅侵食と水みち侵食についてそれぞれの特性と生起条件を明らかにした。とくに、水みち侵食では、水みちの河床の侵食が先行し、これに続く流路移動と拡幅過程によって河床低下は次第に全幅に及んで行くが、各時点での流水幅はそれほど変化せず、レジーム論によるものにほぼ等しい。また、堆積土砂の侵食特性は、満砂状態からのものと中間堆砂からのものとはかなり異なり、後者では堆積領域と侵食領域とが共存し、その中間に近似的な不動点があらわれる。これらの侵食機構の考察に基づいて、種々の堆砂条件に対して侵食過程を追跡する方法を提案し、その妥当性を実験により確認した。

以上要するに、本論文は発電用貯水池の堆砂の実態と発電に及ぼす影響を検討するとともに、水理学的な立場から堆砂の防止軽減法を考察したものであって、学術上、實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。