

(Ⅲ-15) 低落差発電所前面部における 局所洗掘について

京大防災研究所 正員 土 屋 義 人
同 正員 ○井 上 雅 夫

§ 1 緒 言

低落差発電所の建設にともなつて、その発電所上下流部における流砂問題が重要視されてきた。この現状において著者らはこうした問題に対する模型実験を行なつて、その結果の一部をさきに発表した。その場合実験設備の関係上流砂がほとんどない限界掃流力以下の場合を対象として実験を行ない、また発電所前面部に局所的に発生する渦に着目して洗掘深さの時間的変化を理論的に考察し、かなり興味深い関係を見出すことができた。しかし一般には上流からかなりの流砂があるわけであるから、そうした場合を対象としなければ実際問題への適用はむずかしい。したがつて著者らはさきの実験に引き続いて、主として流砂のある場合を対象とした実験を追加することにしたのである。そのために、縮尺 $1/200$ の模型を新たに作つて、つぎに述べるような実験を行なうとともに、流砂のある場合の現象を考察し、またさきの理論的考察を展開して実験結果の整理を試みたので、それらの結果について説明したいと思う。

§ 2 実験装置および方法

実験水路はさきに発表したのと同様なもので河床勾配を急にした場合と、さらに勾配 $1/50$ まで変えることのできる両面ガラス張りの水路を用いて実験を行なつた。測定方法はさきの場合と同様であるが、模型を小さくして流速を増し、また実験用砂を変えたので、一般に洗掘深さの時間的変化の測定は速やかに行なう必要があつた。

§ 3 洗掘機構に関する考察

さきに著者らは模型縮尺 $1/100$ 、河床勾配 $1/800$ の場合について実験を行ない、発電所前面部において最大洗掘深さが現われることを明らかにした。そして発電所前面部の洗掘が、水流の衝突によつて下向きの流れが生じ、この流れによつて発生すると考えられる局所的な

渦の作用に大きく関係することに着目し、また渦の強さが最大洗掘深さ Z_0 と渦を発達せると考えられる代表流速 U_1 との積に比例すると仮定し、洗掘に関する連続方程式をもとにして理論的に次式を導いた。

$$Z_0/d = f\{ (U_1/v_s)^{2m}, U_1 t/d, U_c^*/U_1 \}$$

ここに d ；砂粒の代表的な大きさ、 t ；時間、 U_c^* ；限界摩擦速度、 m ；流砂量公式における実験定数であり、また σ および ρ をそれぞれ砂および水の密度、 g を重力加速度として、 $v_s^2 = (\sigma/\rho - 1)gd$ である。この関係を実験結果より確かめるために、 U_1 として平均流速 U_m を、また d として中央粒径 d_{50} を用いて整理した。そうした整理法によると、発電所と越流部の配列の効果が発電所前面の洗掘深さには影響しないこと、および勾配を変えても流砂がほとんどない限り、すなわち限界掃流力付近またはそれ以下のものに対しては、この関係がかなりよく成立することがわかった。しかしながら掃流力を増大せしめると、発電所前面部は上流からの流砂で補給されていき、 U_m が増大するにもかかわらずあまり洗掘されないという事実が明らかにされた。そこでこの事実を説明するために、前述の代表流速 U_1 として、流砂に密接な関係をもつと考えられる摩擦速度 U^* を用いて整理することにした。図-1は発電所前面における時間的変化を U_m の代りに U^* を用いてさきの結果と同様に無

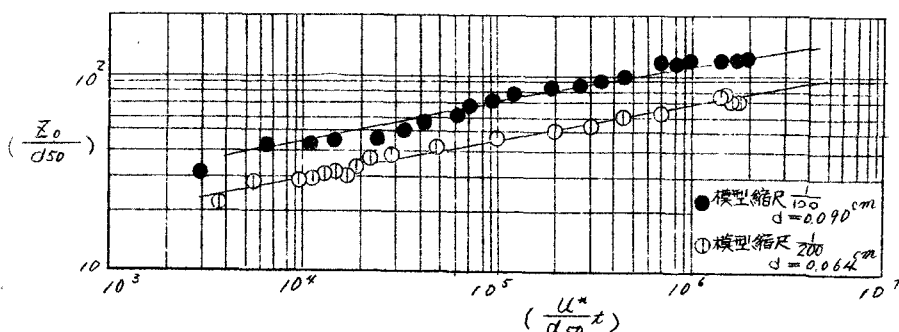


図-1 洗掘深さの時間的変化

次元表示したもの1例であり、また図-2は $U^* t/d_{50} = 10^5$ における Z_0/d_{50} の値と U^*/v_s との関係を示したものである。これによると U^*/v_s の値がある一定値を越えると上流からの流砂によつて、発電所前面の洗掘が減少することがわかる。一方平均流速 U_m が摩擦速度 U^* に比例する領域では U^*/v_s の増加にともなつて洗掘深さも増加するはずであるが、図-2には明確に表われていないようである。このことは実験上のばらつきの他に水深が影響するためであろうと考えられる。限界掃流力に対応した U^*/v_s の値は0.2~0.3

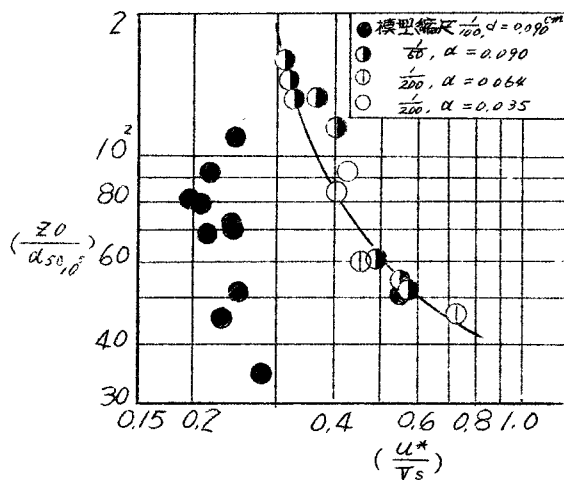


図-2 $(Z_0/d_{50}) \cdot 10^5$ と u^*/V_s との関係

付近と考えられることから、この付近においてこうした関係が大きく変化するという事実は極めて興味深いことであろう。われわれは流砂のある場合について代表流速 U_1 として摩擦速度 u^* を用いることによつて実験結果を整理したが、さらに詳細な実験を進めて u^*/V_s のさらに広い範囲に対して、こうした関係が成立するかを明確にすべく実験を進めているがそれらの詳しい議論は講演時に述べるつもりである。

最後に本研究を行なうにあつて終始御指導をいただいた岩垣教授に深謝するとともに、この研究が関西電力株式会社の委託によつて行なわれたものであることを記して諸意を表する。