

発電用導水路に混入した土砂を効率よく排出するための分岐形状

関西電力㈱ 正会員 森 建二
 関西電力㈱ 上坂 薫
 京都大学大学院 正会員 牛島 省
 ㈱ニュー・ジック 正会員 ○ 大本雄二

1. はじめに：筆者らは、ダム堆砂の排出方法の1つとして、既設発電用導水路の一部を改造して排砂を実施するシステムを提案している。これは導水路に混入した土砂を、発電用水車に流入する前に、土砂濃度の大きい層から分離・排出することを意図したもので、できるだけ少ない流量で多くの土砂を排出しようとするものである。ここでは水理模型実験、数値計算の手法を用いて、発電用導水路に混入した土砂を効率よく分離・排出するための分岐形状について一定の成果が得られたので報告する。

2. 基本形状における分派特性：分岐形状については、水理模型実験から管の一部に漸拡・漸縮部を設けることにより分派効率が向上し、実験を実施したケースの中ではその角度が 10° （これを基本形状と呼ぶ、図-1）のものが適切であるとの結果を得た¹⁾。一方、実験で得られた分岐部の流速分布、土砂濃度分布をある程度の精度で再現できる数値計算モデル（流れは標準 $k-\varepsilon$ モデル（2次元）、土砂濃度はpassive scalarモデル、境界適合座標）を構築した²⁾。そこで基本形状を対象に、数値計算により、流量比（ κ ）～流砂量比（ κg ）の関係を見出し、実験における $\kappa \sim \kappa g$ と比較した（図-2）。実験条件、計算条件は表-1に整理した。実験では、 κ が0.2程度までは概ね κ の増加に対して κg も増加するが、その後は κ の増加に対して κg の

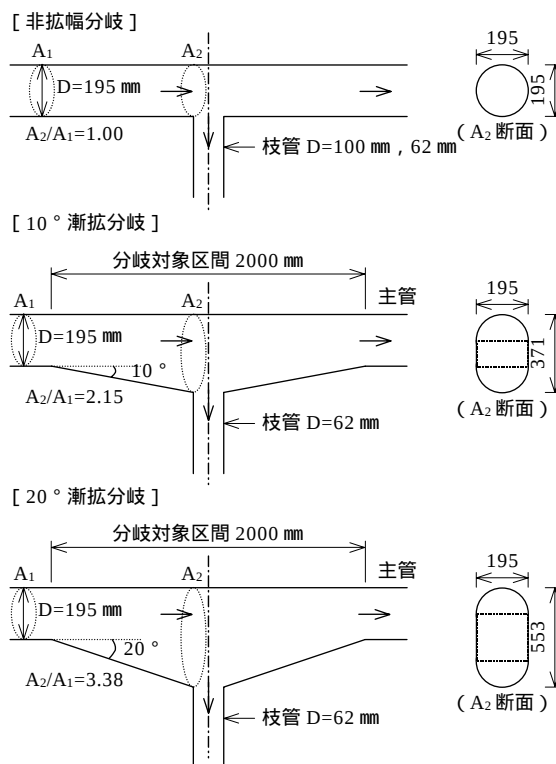


図-1 実験を行った分岐形状

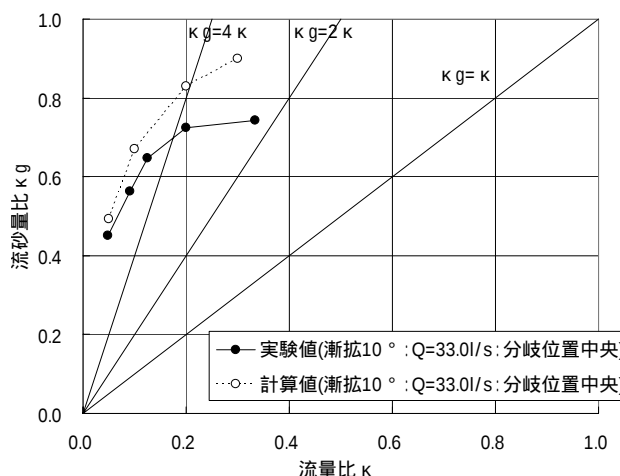


図-2 流量比と流砂量比との関係（実験値と計算値の比較）

表-1 検討条件					
	土砂濃度 C (%)	分岐前 (ℓ/s)	流量 分岐後		分流量比 κ
			本管 (ℓ/s)	分岐管 (ℓ/s)	
実験	0.05	33.0	31.40	1.60	0.048
	0.05	33.0	30.00	3.00	0.091
	0.05	33.0	28.90	4.10	0.124
	0.05	33.0	26.40	6.60	0.200
	0.05	33.0	22.00	11.00	0.333
計算	0.05	33.0	31.35	1.65	0.050
	0.05	33.0	29.70	3.30	0.100
	0.05	33.0	26.40	6.60	0.200
	0.05	33.0	23.40	9.60	0.300

土砂（石炭粉）粒径 0.4mm

キーワード：ダム堆砂，土砂排出，既設導水路，流砂量比，分岐形状

連絡先：〒531-0074 ㈱ニュー・ジック 大阪市北区本庄東 2-3-20 TEL. 06-6374-4023 FAX. 06-6374-5605

増加は鈍感になる．計算では全体として実験よりも同じ κ に対して κg が大きく、 $\kappa = 0.3$ で $\kappa g = 0.9$ 程度まで増加する．これらの差異については実験現象が3次元であるのに対して、計算は2次元モデルであることの他に、実験では分岐部の局所的な流れの影響で、急激に κg が増加したあと、 κ の増加に対して κg があまり変化しない領域となり、その後は $\kappa g = \kappa$ の線に沿って $\kappa = 1.0$ 、 $\kappa g = 1.0$ に漸近していく可能性が示唆される現象であるが、計算ではそのような現象まで扱えていないこと等が考えられる．ただし、分岐管への分流量があまり大きくない $\kappa = 0.1$ 程度あれば、再現性は概ね確保されているといえる．

3．漸拡・漸縮部を諸元を変化させた場合の分派特性の変化：数値計算は必ずしも実験現象を正確に再現できていない部分もあるが、実際の設計に用いる可能性が高い $\kappa = 0.1$ 付近であれば、概ね再現性が確保されていると判断し、水理実験では扱わない漸縮部の諸元を変化させた場合の分派特性の変化を調べることとした．計算ケースは、漸拡・漸縮の角度と基本形状の 10° に対して 7° 、 5° と小さくした場合と、それぞれの角度に対して、分岐部の距離を基本形状の $5D$ （ D ：管径）に対して1.5倍（ $7.5D$ ）したものとした．図-3、4に計算結果を示す．分岐角度については、 $10^\circ \rightarrow 7^\circ \rightarrow 5^\circ$ の順に分派効率低下するが、その程度は 10° に対して 5° の場合でも5～6%の低減となっており、あまり分岐角度に依存していないことがわかる．角度を 10° より大きくした場合は計算を実施していないが、実験の傾向から判断して分派効率は低下するものと推察される．一方、分岐部規模を長くした場合には分派効率が向上し、その程度は $5D$ に対して1割程度である．

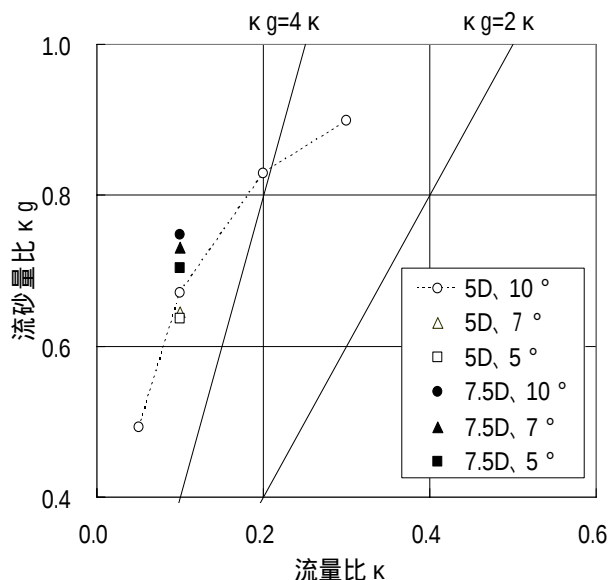


図-3 流量比と流砂量比との関係（計算値）
（分岐部諸元の変化による κg の差異）

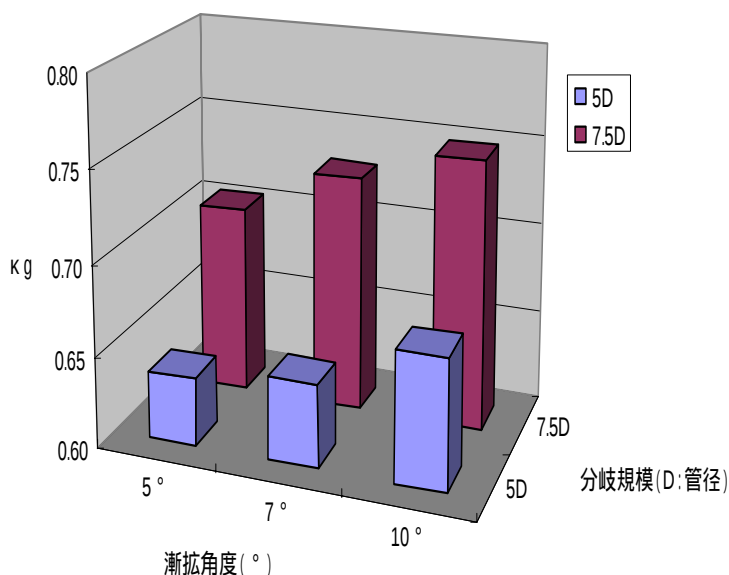


図-4 漸拡角度と分岐規模の変化による κg の差異

4．適切な分岐形状：以上の検討結果より、効率的な分岐形状として、図-1に示す「 10° 漸拡分岐」（漸拡・漸縮長さ $5D$ （ D ：管径））が挙げられる．更に効率の向上を求めるならば、分岐部を長くすることで実現可能であるが、現地での施工上の制約等は厳しくなるものと考えられる．

5．おわりに：発電用導水路に混入した土砂を排出するために分岐部を設ける場合、土砂の分派効率はもちろんのこと、現地の地形的制約、他施設の配置との関連、新たに発生する分岐部の損失の程度等の兼ね合いを総合的に判断して決定していくことになる．今後はそのような視点も念頭において、個別の具体地点を対象にシステムの構築に向けた検討を進めていきたい．

参考文献：1)小久保鉄也，上坂薫，大本雄二；発電用導水路に混入した土砂の効率的分離・排出方法に関する実験的研究，水工学論文集，第48巻，2004． 2)円界正憲，牛島省，小久保鉄也，大本雄二，瀬津家久；漸縮・漸拡部と分岐を有するダクト内の沈降性物質輸送の数値計算，水工学論文集，第49巻，2005．