

II-74

高速流管路における断面変化部の水理特性について

石川島播磨重工業（株） 正員 松川 徹
建設省土木研究所 正員 宮脇千晴

1. はじめに

放流設備に高圧スライドゲートを採用する場合、管路断面を円形から矩形に変化させる断面変化部が必要になる（図-1参照）。この断面変化部は、一般的に上下面を揃えて等断面積になるように設計されており管内の流況は、非常に複雑になっている。このため、断面変化部内の水理特性および設計基準は明確ではなく、本研究は水理特性を解明するとともに設計基準の確立を図るために実施している。

2. 実験装置および実験方法

実験ケースを表-1に示す。実験1は断面変化部の長さLの影響について、管内流速と管内作用圧力の関係を調査している（図-2参照）。また、実験2は、実験1の結果を踏まえて、断面変化部下端での最低圧力発生位置を抽出した模型（図-3参照）で折れ角と流速との関係を調査している。

3. 実験結果

3.1 断面変化部の管内作用圧力と流況（実験-1）

断面変化部の作用圧力の傾向は上下部、側部、隅角部の3つに区分されている。上下部は負圧の発生箇所は見られず、中央部で最大値がみられ、上に凸の分布となっている。隅角部では、断面変化部始端で負圧が発生しており、その後圧力が上昇し、中央部で最大と

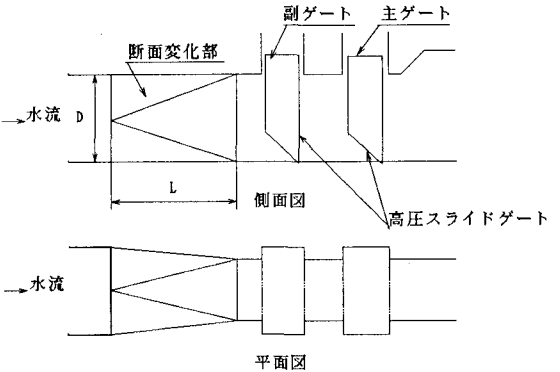


図-1 高圧スライドゲート設置例

	形	状	流 速
実 験 1	A	$L = 1.0 D$	5 m/s
	B	$L = 1.5 D$	
	C	$L = 2.0 D$	10 m/s
実 験 2	D	$\theta = 4.0^\circ$	15 m/s
	E	$\theta = 5.0^\circ$	20 m/s
	F	$\theta = 6.416^\circ$	

表-1 実験ケース

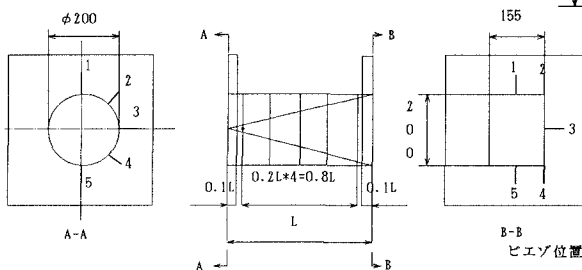


図-2 実験1模型図

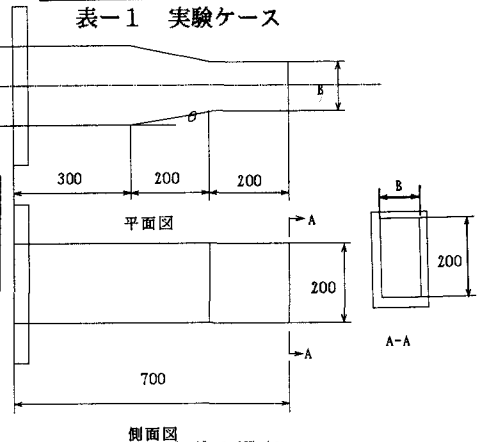


図-3 実験2模型図

なり、断面変化部末端に向かって徐々に圧力が低下し、末端では負圧となっている。側部では、断面変化部始端で最大圧力が発生し、徐々に圧力が低下し末端部で最低圧力が測定されている。これらの傾向は管内流

速の増加に伴い大きくなっている。側部での圧力分布は、流線が始端部で衝突し壁に沿って流れていき、末端部で流線の剥離が生じたものと考えられる。また、隅角部の圧力分布より、隅角部では、始端部で流線の剥離があり、その後壁に沿った流れとなり、末端部では側部ほどではないが、流線の剥離が生じたものと考えられる。これらより、断面変化部では特に側部末端部での圧力低下に問題があると考えられる。

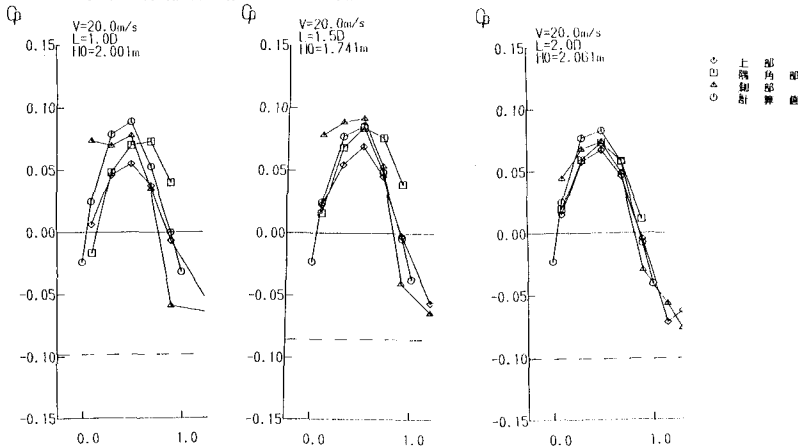


図-4 検討結果（実験1, $V=20\text{m/s}$ ）

3.2 断面変化部の長さLの影響（実験1）

断面変化部の長さは、ダム・堰施設技術基準（一次案）では管径の1.0～1.5倍が一般的であると記載されており、管内流速などの指標による確立的な設計基準ができていない。ここでは、Lを管径の0.85, 1.0, 1.5, 2.0倍とした形状について管内作用圧力がどのように変化するかを検討した。検討結果を図-4に示す。図-4は管内流速 20m/s での圧力分布を表したものである。図-4より、Lが長くなるほど圧力分布はどの測線でもほぼ同じ分布となることがわかる。しかし、側部の圧力は終端付近で急激に低下していることがわかる。なお、これらの傾向は管内流速が大きくなるほど強く現れている。Lの値としては管内流速に見合う必要長さ（各測線毎の圧力分布がほぼ一定となり、安定した流況となる長さ）があり、かつ側部での圧力低下の傾向並びに末端での許容負圧とを勘案して決定すべきである。

3.3 側部での負圧（実験2）

3.2の実験から側部での負圧がLの長さによる平面線形角度 θ の違いによりと考えられるため、 $\theta=6.419, 5.0, 4.0$ の3種の模型により検討した。図-5に検討結果を示す。図-5は、負圧の絶対値と出口流速の関係を表しており、負圧の絶対値が流速に比例して線形に増加してことがわかる。また、この傾向は θ が小さい程その割合も小さくなっている。

4. まとめ

断面変化部下流端でできる折れ角上で最低圧力が生じ、この負圧の絶対値は流速に線形的に比例して増加する。また、その変化傾向は θ により決定される。断面変化部の規模としては、管内作用圧力分布がほぼ同じとなり、かつ最低圧力が許容負圧以下となるように設定すべきである。

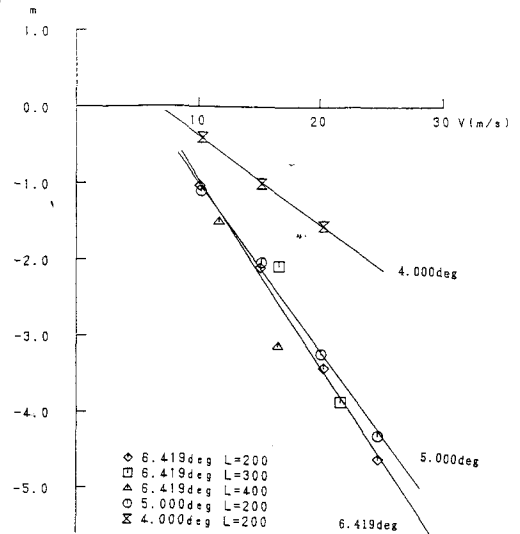


図-5 検討結果（実験2）