

建設省土木研究所 正員 高須 修二

同 上

中沢 顕司

まえがき 本研究は高速流水に晒される水路表面の不整により生じる圧力変化およびキャビティ発生現象を実験により検討し、その現象が構造物としての水路におよぼす影響について考察しようとするものである。本研究は流れに対して段上りの状態にある不整の影響について検討を加えている。

実験装置および測定方法 実験模型は透明アクリル製の長方形の閉管路（図1）で、高速流実験装置（効率水頭4.5 m、最大吐出量0.8 m³/sec、出力46.5 Kw）の吐出口に設置した。この閉管路模型は、幅30×高さ10×長さ400 cmで管路の途中に流れに直角な高さ5 mmの段差が設けられており段差付近の圧力分布を測定するため適当な位置に圧力測定用ビエツ管が取り付けられている。また段差直前には幅3 mmの溝があり、底面BOX内に水流を導き底板に及ぼす揚圧力を求めている。

調査方法は模型に実物規模の高速流を流し段差周辺の圧力分布を測定し、流速と圧力の関係を調査した。圧力値は模型ビエツ管の圧力を圧力変換器で電気量に変換し電磁オシログラフで記録し、その波形を解析して求めている。また、実験流量は実験装置の途中に設置されている電磁流量計から求め、さらに段差周辺の流況はストロボ撮影により観測した。

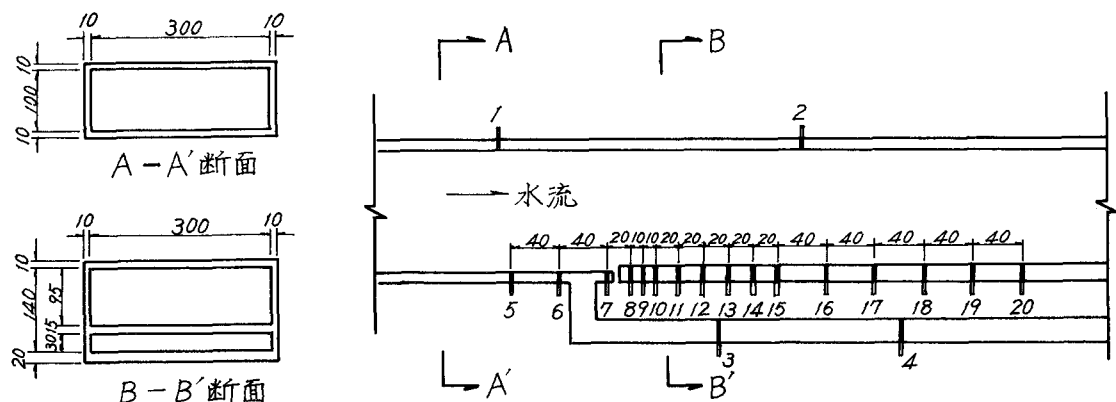


図1 模型形状ならびに圧力測定点

調査結果の概要 圧力分布測定結果はビエツ管位置からの圧力水頭として整理し、実験流速ごとに図2に示す。また代表的測点における圧力と平均流速の関係を図3に示す。ここに実験平均流速とはアクリル模型入口での管内平均流速であり、実験流量値を入口断面積で除した値である。図2、3より次の事が理解される。

- 1) 管路上面圧力は、模型形状に示すとおり段差点の断面変

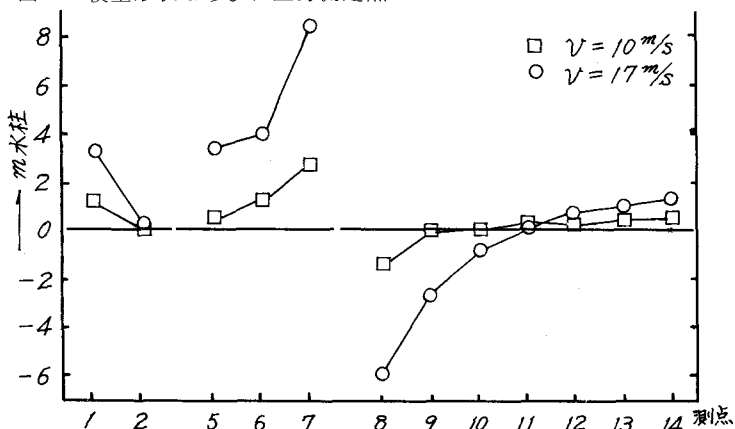


図2 管内圧力分布図

化の影響で上流測点№1は下流測点№2より圧力が高くなっている。

2) 段差直下流底面にはハクリ現象により負圧が発生するがその範囲は流速が増加するに従って拡がり、 $v = 1.7 \text{ m/sec}$ では№8～№11の各測点で負圧となっている。

3) 段差直上流底面の測点№7の圧力値と底面BOX内の測点№3の圧力値は共に流速に比例して増加し、値も漸近する傾向がある。

キャビテーション現象 目視による流況観察の結果、流速が 1.08 m/sec 以上になると段差直下流底面に気泡の発生が認められる。流速が増加すると気泡は横断方向に様に発生するようになり、ハクリ領域内は気泡で満たされ、いわゆるスーパーキャビテーション状態となる。この状態では管路の振動が顕著となり水流からの音声も変化するが、ピッチング現象は認められなかった。(図4)

キャビティ発生限界におけるキャビテーション係数を次式により求めると、 $k = 1.93$ が得られる。

$$k = (p - p_d) / (v^2 / 2g)$$

ここに、 k ；キャビテーション係数、 p ；基準点(測点№1)

の圧力、 p_d ；当該温度の水の蒸気圧、 v ；管内平均流速

次に、流速を $7 \sim 1.7 \text{ m/sec}$ まで連続的に変化させた場合の圧力ヒステリシス曲線を求め測点№9に対するものを図5に示した。流速を連続的に増加させた場合には気泡で満たされたハクリ領域がピエゾ位置に達すると不連続に -9 m 水柱に圧力が降下している。逆に、流速が連続的に減少する場合は圧力もなめらかに上昇している。これらの現象は負圧が認められるすべての測点で見られる。

あとがき 今回の調査は主として現象を定性的に捕えたものである。今後実際現象と係わっていく場合には現象を定量的に捕える必要がある。本実験装置では流速は実流速とする事が可能であるにもかかわらず水脈の厚さには制限があり難点が生じる。すなわち、断面高が低いため、断面変化に伴う加速によって基準圧力が変化するため、すべてのピエゾについて補正する必要がある。

参考文献

Concrete Manual (U.S.B.R.)

水門鉄管技術基準

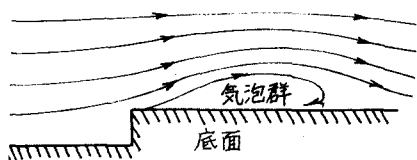


図4 キャビテーション

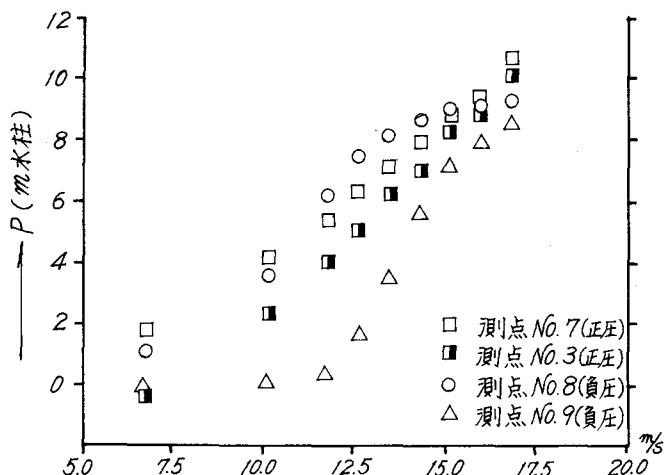


図3 圧力と平均流速の関係

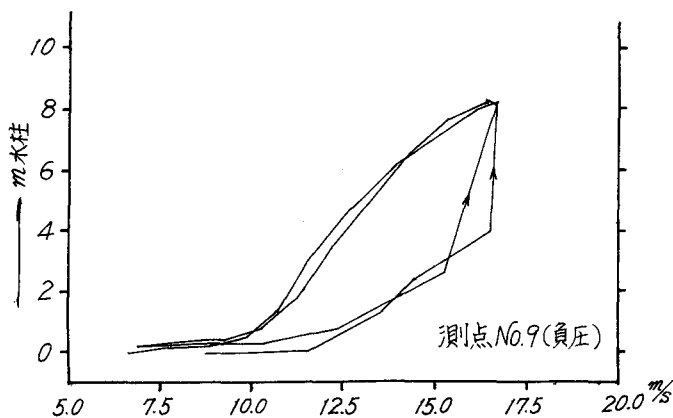


図5 圧力ヒステリシス曲線図