

橋脚長の流れに及ぼす影響に関する実験的検討

京都大学防災研究所	正員	今本博健
京都大学防災研究所	正員	石垣泰輔
京都大学大学院	学生員	○美馬一浩
京都大学大学院	学生員	馬場康之

1. はじめに

橋脚が流れに及ぼす影響を評価する際、従来の橋脚長があまり大きくないこともあって、重要な要素として取り上げられていなかった。しかしながら、近年の橋梁大規模化に伴い、橋脚の幅/長さ比が既設のものと大幅に異なる橋梁が計画されるようになって来ている。このため橋脚長が河川流況に与える影響を再検討する必要性が高まって来た。本報告は、橋脚が流れに及ぼす影響に関する要因のうち橋脚長、阻害率を変化させた場合の橋脚周辺の流れについて、水面形特性、流速分布特性、流況特性を検討するとともに従来のせき上げ量算定公式と実験値の比較を行ない、橋脚長が周辺の流れに及ぼす影響について若干の考察を加えたものである。

2. 実験方法

実験は長さ16m、幅1m、深さ0.3mの長方形断面を有する可変勾配の循環式直線水路を水路勾配1/800として用いた。また、橋脚としては、所定の寸法の塩化ビニルの板の前後を削って半円形にしたものを使用した。なお、橋脚長を l 、幅を d とする。また実験内容としては橋脚長、阻害率を変化させた場合の水面形、流速分布の計測および流れの可視化を行ない、せき上げ量、流況などについて検討した。なお、水理条件は、流量23.4ℓ/s、水深5.1cm、レイノルズ数 $Re=2.1 \times 10^4$ 、フルード数 $Fr=0.65$ である。

3. 実験結果

単独橋脚において橋脚長が異なる場合の流況を下流側より撮影したものが写真-1である。 $l/d=1$ の場合には橋脚先端と後端から波が発生しているのに対し、 $l/d=30$ では橋脚先端と後端に加えて中央部からも波が発生しているのが認められる。

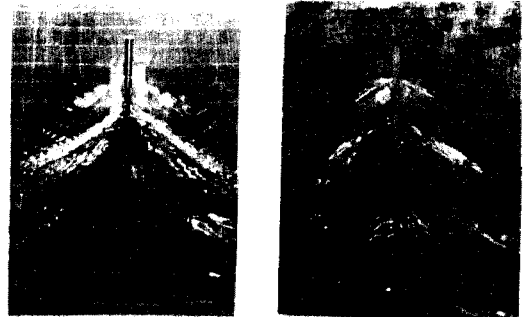
 $l/d=1$ $l/d=30$

写真-1 単独橋脚における表面流況

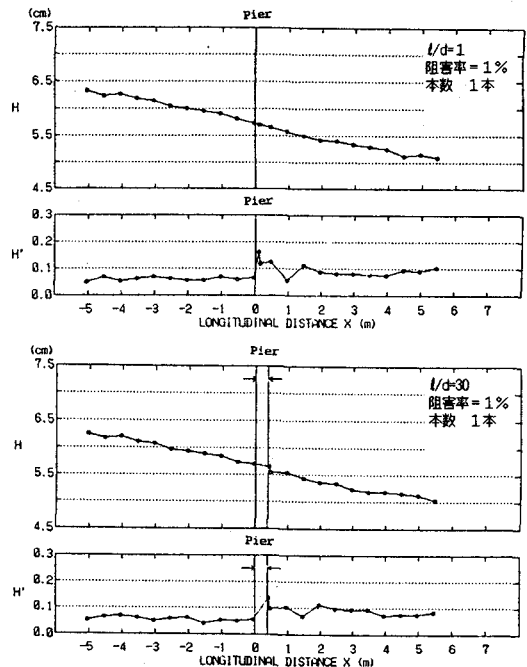


図-1 単独橋脚における水面形

(断面平均値、標準偏差)

この結果は、橋脚長によっては周辺の流れが変化し、抵抗特性が変わることを示唆している。また、図-1は写真で示したケースでの水面形計測結果を示したものである。図は各横断測線における水位の平均値及び標準偏差を示したものである。 $l/d=1$ と $l/d=30$ の結果を比べると標準偏差の分布に大きな差異は認められないものの、 $l/d=30$ の場合のほうが橋脚によるせき上げが顕著に見られる。

次に、阻害率を変化させた場合の水面形の計測例を図-2に示す。この図は、 $l/d=30$ で阻害率が4%と10%（橋脚本数が4本と10本）の時の結果を示しており、阻害率が4%の方が10%の場合よりも橋脚下流側の水面の乱れが大きいことが認められる。また、橋脚長の短い場合にも同様な結果を得ており、ある水理条件下では水面の乱れが著しく大きくなる径間長が存在し、流量だけで径間長を決定することは問題が残ると考えられる。

$l/d=3$ と $l/d=30$ のそれぞれについて阻害率とせき上げ量の関係を示した結果が図-3である。図中のCはD'Aubuisson 式で用いられる橋脚の形状によって決まる係数であり、 $l/d=3$ では $C=0.99$ 、 $l/d=30$ の時には $C=1.00$ がもっともよく適合した。これらの値は、河川砂防技術基準で用いられる $C=0.92$ という値に比して小さいが、Yarnell¹⁾ が示した実験資料にもとづいた $C=0.99$ という値に一致しており本実験の妥当性が伺える。また、阻害率が7%を超えると、橋脚長の大きい場合にせき上げ量が急増する傾向がある。このことより、河川管理施設等構造令により述べられている、阻害率はなるべく7%までに押えるようにすべきであると言う考えを実験的に検証できたといえよう。

4. おわりに

以上の結果より、せき上げ量の算定についても橋脚長に対する考慮が必要であり、阻害率が大きい場合には重要な要因となってくることが推測された。また、現在、径間長はその河川流量により決定されているが橋脚長の違いにより流況特性が変わること、径間長によってはある水理条件下で下流側の水面の乱れが非常に大きくなる場合があることなどを考慮すると、径間長の決定には橋脚長、橋脚本数なども考慮する必要があると思われる。

参考文献1) Chow, V. T.: Open-Channel Hydraulics, 石原藤次郎: 開水路の水理学, 1959.

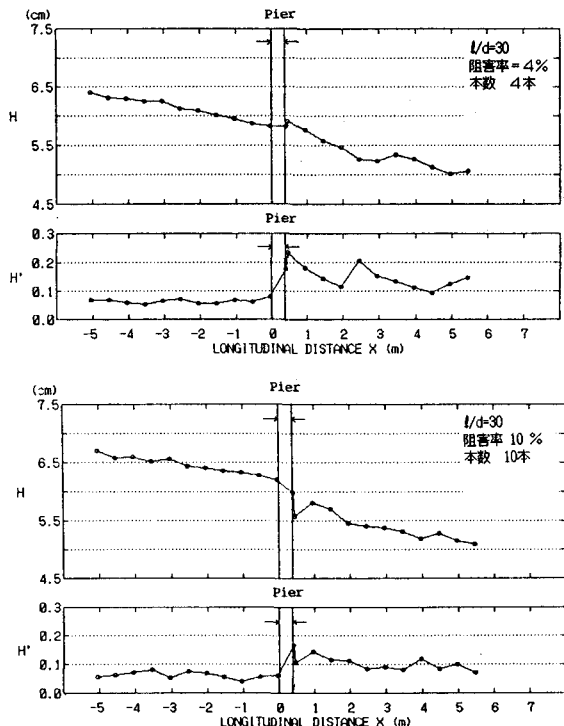


図-2 複数橋脚における水面形（断面平均値、標準偏差）

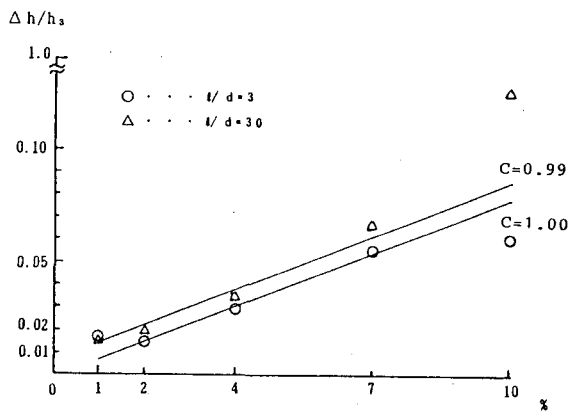


図-3 D'Aubuisson の実験公式との比較