

射流水路における構造物付近の流れの性状に関する研究

名古屋工業大学 正員 細井 正延
 名古屋工業大学 学生員 O横田 優

1. まえがき

射流水路における側壁の偏向など、境界面の不連続により発生する衝撃波については、A. T. Ippen, R. T. Knapp, 上田・埜口らの研究があり、その性質についてかなり明らかにされている。河川急流部のフルード数が比較的小さな射流域の河道に橋脚等の構造物を設置した場合に、構造物付近の衝撃波の生成及び河床変化の状態を主として実験的に調べ、その結果を用いて、急流部に構造物を設置するときの構造物の大きさ、形状及び付近の提防高、護岸工法を合理的に定めようという目的からこの実験が始められた。今回は、その初めとして、衝撃波の生成状態についての実験結果を報告する。

2. 実験方法

本実験は水路幅一定の開水路の水路底の傾きを変化させることによって各種のフルード数をもつ流れを造り、前縁が楔型をした構造物を設置した時に生ずる衝撃波の生成状態を測定し、それらに対して考察を加えたものである。

この実験に使用した水路は幅60cm、全長15mの長方形断面勾配可変水路である。流量測定には四角ゼッキ板谷・手島による実験公式を採用)を用い、流量は常に15ℓ/secとした。構造物は錫引き鉄板で作られており、図-1に示すように長さ60cm、幅が10cmと5cmの2種類で、それぞれに対して、先端の半頂角 θ が $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ の5種類である。測定範囲は物体の側面から上流域にわたり、測定点は実験条件により異なるが、主に縦横2.5cm間隔のメッシュの交点にとった。また、水面の変動が著しいので抵抗線式波高計をもって水深を測定した。また、流速測定にはピトー管を使用した。

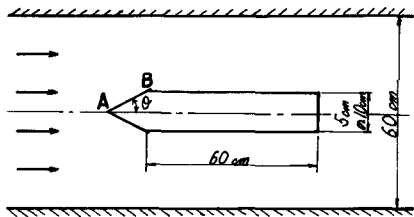


図-1

3. 実験結果及び考察

本実験で現われた現象は、①斜め衝撃波の発生、②離脱衝撃波の発生、③構造物設置によるせき上げく波状跳水を伴い、かなり上流部までその影響が及ぶ)の3種類である。図-2で示すように、離脱衝撃波は、楔の前縁に付着していた斜め衝撃波が前方に離れてしまったものと考えられる。この場合斜め衝撃波を結ぶ曲線は弓形のようになり、中央部で衝撃波角 β が 90° となる垂直衝撃波ができ、その波面後方付近では常流域が形成される。このように離脱衝撃波ができると、その付近は常流、射流の混在する不安定な遷移領域ができ、現象は非常に複雑となる。ただ、楔の半頂角 θ が流れのフルード数に応じてある程度(これを最大偏角 θ_{max} と名付ける)以上

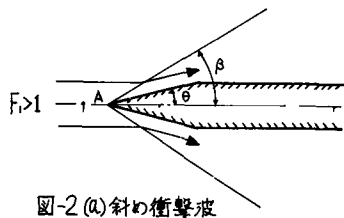


図-2 (a) 斜め衝撃波

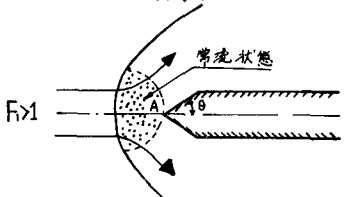


図-2 (b) 離脱衝撃波

になると、また半頂角 θ が一定でフルード数が小さくなる程
離脱衝撃波が発生しやすいことは A.T.Ippen の四象限図か
ら明らかである。そこでまず、その Ippen の四象限図からフ
ルード数 F_1 と離脱衝撃波のできる半頂角 θ_{max} (理論値) の
関係をグラフに示し、実験結果と比較すると図-3 のよう
になる。但し、離脱衝撃波が発生しているかどうかの確認は
構造物先端付近で横断方向に数点を取り、それぞれの点での
鉛直方向の平均流速を測定しフルード数の値を調べること
によって行なった。図-1 の構造物の AB の長さが比較的短か
いので衝撃波角 θ は理論値より小さく現われる。したがって
図-3 のように斜め衝撃波と離脱衝撃波の境界を示す θ_{max}

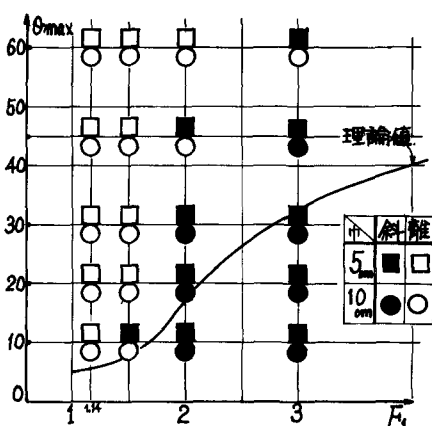


図-3

の値は 理論値よりも大きな値をとることが考えられる。さらに、半頂角がある程度以上になると離
脱衝撃波は発生せず、流水断面積の縮小による流れのせき上げを呈する。

次に、衝撃波の状態を示す等高線図で代表的なものを掲げると図-4 のようである。それらと比較
すると、離脱衝撃波の場合は斜め衝撃波に比べて大きな差異が認められる。すなわち、(1)構造物先
端付近で水面の大きな盛り上がりが見られる。(2)衝撃波が側壁と交わる付近での水面の盛り上がりが大き
く、かつ広い範囲にわたっている。(3)また同付近では側壁との間に三角形の停水域を形成しており
その規模は大きく、かつ上流側に寄っている。以上述べたように離脱衝撃波が発生する場合多くの不
都合な点が認められるので、橋脚等の構造物の設計、堤防高の決定に際して考慮しなければならない。
ここでは水路幅60cmの場合について報告したが、水路幅及び水路幅/構造物幅の影響を調べるために
30cm幅の水路を用いて実験を行なうつもり
である。

最後に、本実験の実施にあたり終始協力
をいただいた学部学生古田宝・堀田孝一両
君に感謝の意を表する。

参考文献

- *上田年比古, 埜口英昭;
水路側壁の偏向により発
生する衝撃波について;
土木学会オマハ回年次講義集
(Ⅱ-127): 昭和48年.

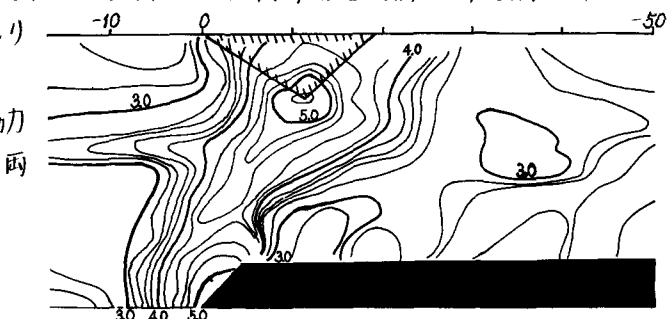


図-4 離脱衝撃波の例 幅10cm, $\theta=60^\circ$, $F_1=2$

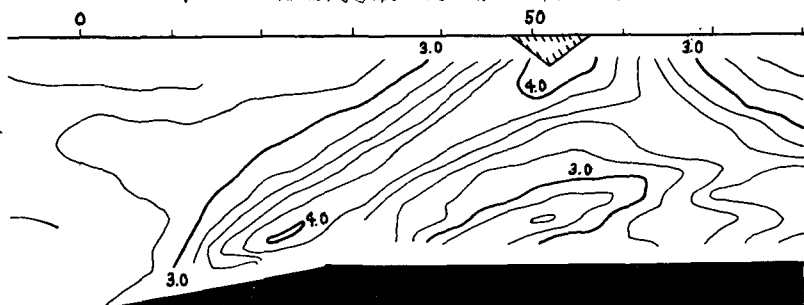


図-4 斜め衝撃波の例 幅10cm, $\theta=10^\circ$, $F_1=2$