

宇都宮大学 正員 河森 克至

宇都宮大学 正員 須賀 堯三

宇都宮大学 正員 池田 裕一

1. 本研究の目的と構成

橋脚周辺の洗掘は、主に橋脚前面の馬蹄形渦と側壁に沿う集束下降流によって生じる。防止工法としては馬蹄形渦を制御するもの、下降流を抑制するもの、底面での境界層制御を目的とするもの等がある。本研究はベーン工による橋脚周辺の局所洗掘の軽減の効果に注目し、これを実験的に検討している。

2. 実験装置と実験方法

全長4m、幅68cmのアクリル製水路を使用した。図1に示すように、水路には、前方から1.2mの位置と最後部に仕切りを設けて、厚さ10cmで粒径1.33mmのほぼ均質な砂をほぼ均一に敷き詰め移動床とした。橋脚は、直径8cmのアクリル製パイプを使用し、水路前方から270cmの位置に設置した。また、ベーンは厚さ2mmの塩ビ板を用いて作製した。

検討方法としては、上記の実験装置を用い、移動床実験を行ってベーンの配置による洗掘深（軽減率）の変化をみた。予備実験により洗掘深が最大となるのは、橋脚前面または前面より60°の位置であることから、測点は60°（B）、0°（A）、ベーンの前面（C）の3点とし、各点について時間ごとに洗掘深、流下方向に垂直な洗掘の幅を測定した。通水時間は洗掘の落ち着く1時間とした。ベーンの設置位置は、橋脚とベーンの距離（L）を1, 2, 3cmの3種類に変化させ、その位置でベーンの高さ（ Δh ）を1, 2, 3, 4, 5cmの5種類に変化させ、ベーンなしを含めて、合計16ケースの実験を行った。ベーンの幅（b）は、3cmとした。実験条件、ベーンの設置位置は、表1に示す。

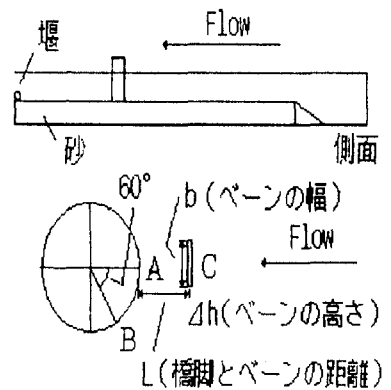


図1 実験装置と測定位置

表1

実験条件

流量 Q	水深 h	平均流速 u	Fr
$7.92 \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$	6.0cm	19.41cm/s	0.253

ベーンの設置位置（ベーンの幅（b）= 3cm）

case	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
L (cm)	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Δh (cm)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

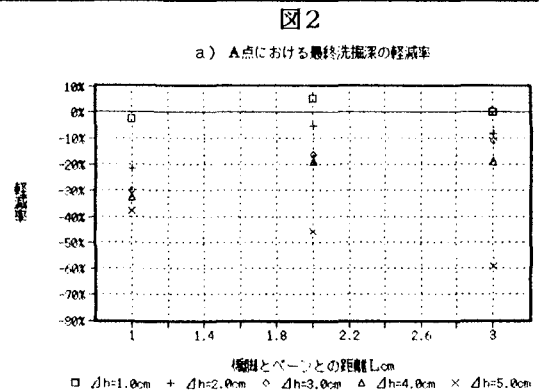
3. 実験結果

1) A点における最終洗掘深の軽減率の比較について

A点においては、全体的にみてベーンの高さが高く、橋脚とベーンの距離に近いほど軽減率が高くなったが、同時にベーン前面の洗掘深が増加した。しかし $\Delta h=5\text{cm}$ の場合には距離が遠くなくても軽減率が増す傾向が見られた。（図2-a）

2) B点における最終洗掘深の軽減率の比較について

B点においては、ベーンの高さが3cm, 4cmの時を軸にして軽減率が低くなる傾向が見られた。A点での洗掘とは、違う傾向を示した。（図2-b）



3) 流下方向に垂直な最終洗掘幅の軽減率

洗掘の幅の軽減率については微々たるものであるが、B点における軽減率との類似が見受けられた。(図2-c)

4. 考察

1) 橋脚前面の洗掘について

ベーンの位置が橋脚に近いほど、その間にできる馬蹄形渦が縮小し、橋脚前面の洗掘が軽減されることが予想された。結果はおおむねその通りになったが、ベーンがある高さを越えるとその位置が遠くても大きな軽減効果が出た。これは、ベーンが水面近くの流速が速くなるのを防ぎ馬蹄形渦の強さを減らしたものと推測される。しかし、距離をさらにとれば、その効果はなくなるはずである。

2) 橋脚側面の洗掘について

ベーンが低くもなく高くもないある高さで、橋脚側面の洗掘の軽減は最大値をもった。このことは、ベーンを高くし過ぎると、ベーン自身によっておこされる集束下降流により洗掘が助長されるものと考えられる。また、ベーンがその高さである時、橋脚とベーンの距離と軽減率の関係が逆転する。これはベーンが流れをわきにそらし、それ自身の集束下降流の起こる位置に関係があると推測される。これは、ベーンの幅にも関係していると思われる。洗掘幅の軽減においても同様のことが考えられる。

5. 昨年度の実験との比較

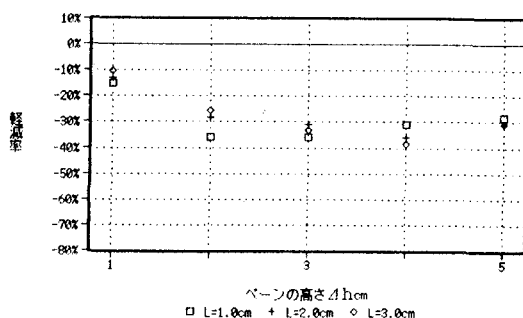
図3は、昨年度の実験との比較である。Fr数の大きい昨年度の方が軽減率が大きくなっている。また、橋脚前面の軽減率は、側面の軽減率に比して落差が大きい。これらのことについては、今後検討して行く予定である。

6. 今後の課題

橋脚前面と側面とでは、軽減効果の期待できるベーンの設置位置に差が見られるので、両方の場所で効果がある設置位置、方法などを実験により検討する予定である。また、今回は流量を一定にして行ったので、今後、流量をいくつか変えて同じ実験を行い、フルード数、洗掘深、洗掘幅、円柱径、水深などの、相関関係を検討する予定である。ベーンによって生じる流れの状況に関しても、可視化等により検討を加えてゆく予定である。

＜参考文献＞ 1) 永山・須賀・池田：ベーンIによる橋脚周辺の洗掘の軽減について、第17回関東支部技術研究発表会、1990 2) 宇仁正：橋脚周辺における流れのパターンについて、京大防災研究所年報第12号、1969 3) 坂野・福岡・浅野：湾曲部局所洗掘対策工としてのベーンIに関する実験的検討、土木学会第41回年次学術講演会、1986

b) B点における最終洗掘率の軽減率



c) 流下方向に垂直な最終洗掘幅の軽減率

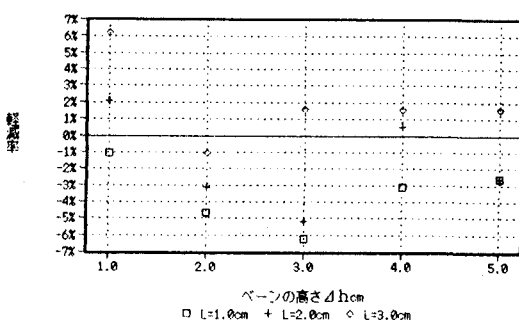


図3

Fr数と最終洗掘深の軽減率
(b=3cm; dh=1cm)

