

2 段円柱橋脚周辺の局所洗掘特性について

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 大年邦雄
 岐阜県 正員 ○大野真義

本報告は、幅の途中で変化する非一様橋脚の例として図-1に示すような2段円柱橋脚を対象とし、その局所洗掘特性に及ぼす橋脚形状の効果を実験的に検討したものである。

1. 実験方法：上段円柱径 D_1 、下段円柱径 D_2 および段高 ΔZ (河床面より上を正)をそれぞれ系統的に変化させ、接近流の水利特性を一定とした場合の局所洗掘特性を調べた。

2. 実験結果および検討：本研究で対象とした2段円柱橋脚においても一様円柱橋脚と同様、橋脚前面に最大洗掘深が生じ、洗掘孔の形状も逆円錐形で斜面の勾配も砂粒の水中静止摩擦角にほぼ等しく、洗掘孔の幾何形状は時間的に相似であることがわかった。

図-2は、上段および下段円柱径をそれぞれ一定に保ち($D_1/D_2 = 0.5$)、段高($\Delta Z/D_2$)のみを変化させた場合における橋脚前面での洗掘深の時間的変化を、上段および下段の円柱と同一の径を持つ一様円柱のそれと比較したものである。段高に依る洗掘過程の相違が次のように要約される。1) $\Delta Z/D_2 > 0$ (段面が河床面に露出)の場合には一様円柱と全く同様の洗掘過程を呈すが、洗掘深は上段一様円柱でのものより大きく下段一様円柱でのものより小さい。2) $\Delta Z/D_2 = 0$ (段面が河床面に一致)の場合には、橋脚後部から若干洗掘され始め、時間の経過とともに洗掘領域は前部へと移行する。下段円柱前頭部が露出するに至って急激に洗掘深が増大し、最終的には上段一様円柱の場合よりも大きな洗掘深を呈することもある。3) $\Delta Z/D_2 < 0$ (段面が河床面より下)の場合、洗掘深は一旦段面で頭打ちとなるが、洗掘孔内の渦により洗掘領域は拡大する。下段円柱が露出すると上段一様円柱より大きな洗掘速度で洗掘深は増大する。上述した洗掘過程は、定性的には2段円柱橋脚に固有のものである。

図-3は、上段円柱径 D_1 が一定で下段円柱径 D_2 が変化した場合の一定の洗掘時間(60分)における Z_s/D_1 と $\Delta Z/D_1$ の関係を示したものである。 $D_2/D_1 = 1.23$ のものを

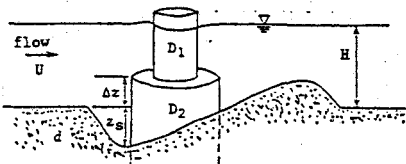


図-1 2段円柱橋脚モデル

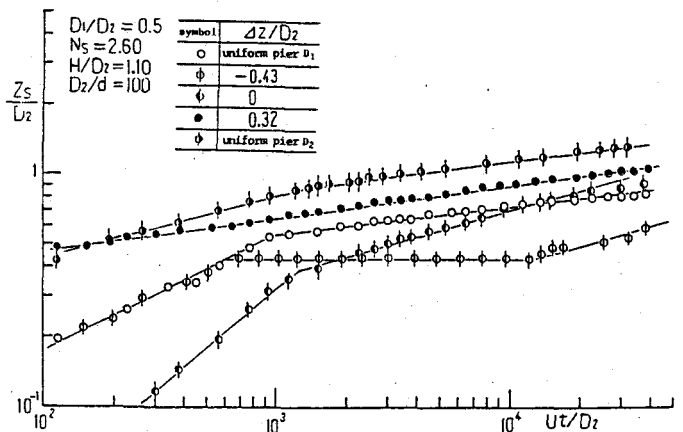


図-2 洗掘深の時間的変化

Hirotake IMAMOTO, Kunio OHTOSHI and Masayoshi OHNO

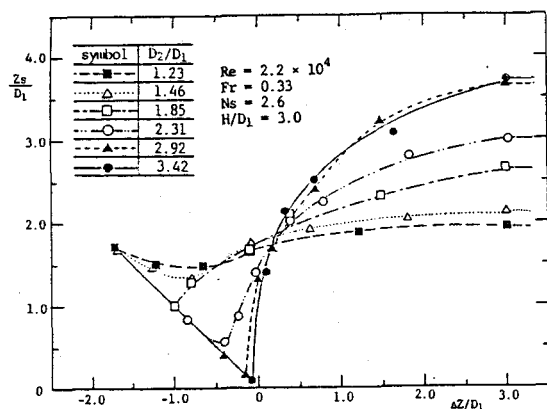


図-3 洗掘深と段高の係に及ぼす円柱径比 D_2/D_1 の影響
見ると、 $\Delta Z/D_1$ の変化に対する Z_s/D_1 の変化は小さく $\Delta Z/D_1 = -0.7$ 付近で若干洗掘深が小さくなっているにすぎない。一方、下段円柱径の大きな $D_2/D_1 = 3.42$ では、段高によって洗掘深は大きく異なる。すなわち、段高が負の場合には洗掘深は段面で頭打ちの状態であり、下段円柱があたかも上段円柱の根固めのように振舞っている。これは上段円柱前方の局所流による洗掘力が段面で消費され、河床砂にはさほど影響を及ぼさないためと考えられる。しかし、段面が河床より若干でも上であると上段円柱と同一

の径を持つ一様円柱での洗掘深よりも大きな洗掘深を呈している。また、下段円柱径 D_2 を一定に保ち上段円柱径 D_1 を変化させた場合の同様な計測結果（洗掘時間 = 30 分）を示すと図-4 のようであって、この場合にも上述した特性と全く同様の洗掘特性が認められる。

このような洗掘深と段高の係は当然洗掘時間によっても変化する。図-5 は、 Z_s/D_2 と $\Delta Z/D_2$ の係に及ぼす洗掘時間の影響を検討したものである。 $D_1/D_2 = 0.50$ のものを見ると、洗掘深が初期に段面で頭打ちの状態にあったものも時間の経過とともに下段円柱の前面も洗掘されるため、全体として見ればいずれの $\Delta Z/D_2$ に対しても洗掘深の増大する方向にシフトされた形となっている。また、 $D_1/D_2 = 0.29$ では下段円柱が上段円柱に比してかなり大きいため、 $\Delta Z/D_2 < 0$ における洗掘深が段面で頭打ちの状態が長時間続き、 $\Delta Z/D_2 > 0$ での洗掘深のみが時間とともに増大する方向にシフトされた形となっている。

以上に示したように、2 段円柱橋脚における上段円柱および下段円柱が洗掘に及ぼす支配性は段高あるいは洗掘時間（洗掘深）に応じて変化していることがわかる。限られた本実験の範囲内では、段面が河床より下の場合に上段円柱の支配性が、上の場合に下段円柱の支配性がそれぞれ卓越するようであるが、接近流速が大きい場合には段面が河床以下であっても下段円柱の支配性が卓越することもありうるということが実験的に認められている。

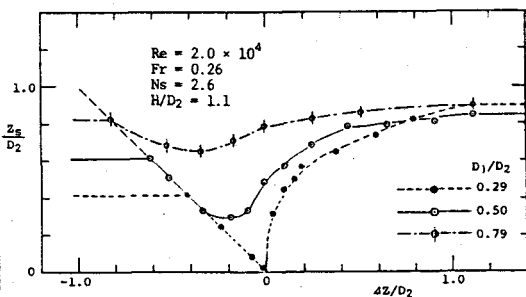


図-4 洗掘深と段高の係に及ぼす円柱径比 D_1/D_2 の影響

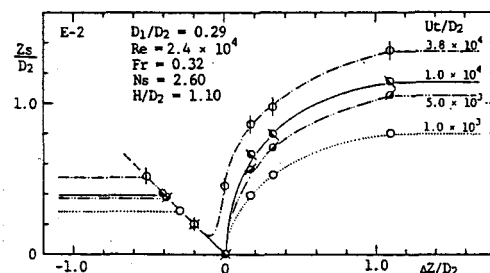
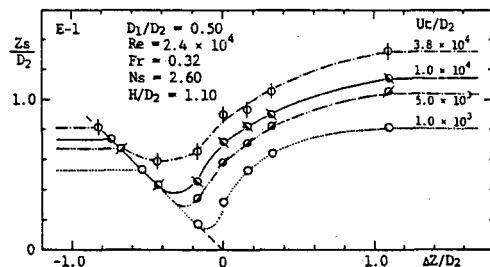


図-5 洗掘深と段高の係に及ぼす洗掘時間の影響