

透過型円柱周辺の局所洗掘に関する実験的研究

徳島大学 学生会員 ○天 翔太郎 徳島大学 正会員 武藤 裕則
徳島大学 正会員 田村 隆雄 国立台湾大学 非会員 廖 國偉

1. 研究背景・目的：近年，世界各地の河川における河床低下や局所洗掘の影響で，橋脚の基礎部分まで露出した橋梁が存在する．これらの橋梁は補修工事をすべきであるが，経済的側面や工期など様々な理由によりその優先順位を付けざるを得ない．その場合，洗掘が起こっている橋脚基礎周辺を放置すれば，どのように変化していくかが重要になる．この優先順位をつけるために参考となる橋脚周辺の局所洗掘に関する研究について，橋脚の基礎部分のように柱体が複数集まった場合の研究は，あまり多くは見られない．本研究では，橋脚を円柱体とし，その基礎部分の小円柱が集合して構成された透過型円柱とし実験を行い，基礎部分が露出している橋脚における洗掘状況を計測し，基礎周りがさらに洗掘する条件のしきい値を見出すことを目的とする．

2. 実験装置及び手法：実験で用いた水路は全長 8m，水路幅 1m の長方形断面水路で，水路勾配は 1/200 である．円柱模型は塩化ビニル製であり，水路下流端から 3m の水路中央部に設置した．河床材料は平均粒径 0.149cm の珪砂を使用し，河床形状計測時には 10cm の厚さで，流速計測時には 11cm の厚さで敷き詰めている．また，模型設置部分付近は，模型周辺で洗掘が発生することを考慮し，さらに 40cm 深くなっている．

実験は定常流量 11.92L/s で 150 分通水を行った．これは河床材料の平均粒径 0.149cm から，岩垣の式¹⁾を用いて算出した限界掃流力に対して，掃流力が約 2 倍になるように設定した流量である．また，実験ケースを表 1 及び図 1 に示し，その他の水理条件を表 2 に示す．

表 1 実験ケース

	小円柱数(本)	断面積(mm ²)	断面積比
case0		21382.5	100.00%
case1	91	7147.1	33.43%
case2	61	4790.9	22.41%
case3	37	2906.0	13.59%
case4	19	1492.3	6.98%
case5	7	549.8	2.57%

実験は，非透過型円柱 1 ケース(case0)，透過型円柱 5 ケース(case1～5)の計 6 ケースで行った．透過型円柱は，最も外側に配置した円柱の外縁部が，およそ 165mm の円を描き，かつ円柱同士がほぼ等間隔になるように配置した．実験ケースは，非透過型円柱に対する透過性の違いを明らかにするため，非透過型円柱の断面積に対する透過型円柱を構成する小円柱の断面積の合計の割合で設定した．以降，この比を断面積比とする．また，計測項目は河床形状，流速分布とし，河床形状は通水後円柱の中心から上流 0.5m，下流 1m の範囲を横断 1.0cm，縦断 2.0cm 間隔で計測した．流速分布は平衡洗掘深が現れた時点で河床をセメントで固め，洗掘孔内部を，横断，縦断，鉛直方向ともに 1.0cm 間隔で計測した．

3. 実験結果及び考察：各 case の洗掘形状のコンター図を図 2 に示す．図 2 中の×印は各 case における最大洗掘深が現れた点を示しており，円柱中心を(x, y)=(0, 0)とし，その座標(x, y)及び洗掘深(z_s)を表 3 にまとめる．また，断面積比と最大洗掘深，

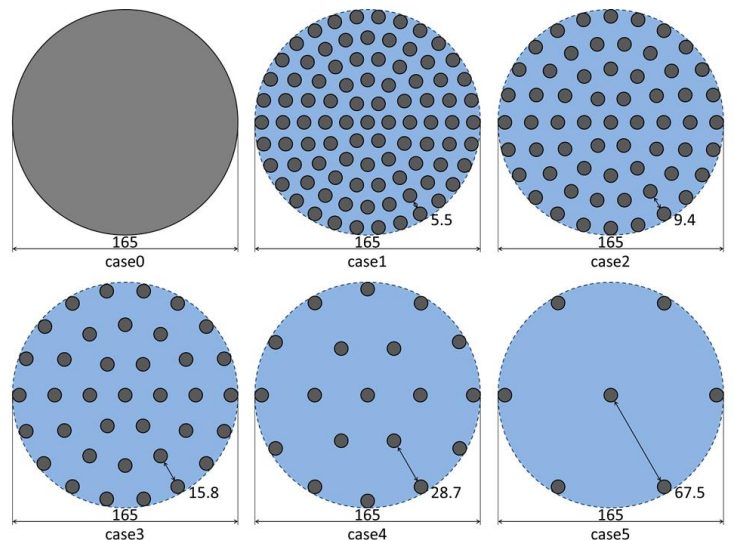


図 1 各ケースの断面図

表 2 水理条件

定常流量 Qw(l/sec)	給砂量 Qb(g/min)	等流水深 h(cm)	フルード数 Fr	レイノルズ数 Re	限界掃流力 τ *c	掃流力 τ *	τ */τ *c	通水時間 T(min.)
11.92	250	3.80	0.5229	11896	0.038	0.076	2.00	150

洗掘面積の関係をそれぞれ図 3, 4 に示す. 図 2 及び図 4 より, 円柱の断面積比が小さくなれば, 洗掘面積が小

表 3 最大洗掘深の座標

	x	y	z _s
case0	-12	-1	10.24
case1	-10	-4	6.24
case2	0	-11	4.48
case3	6	-11	3.65
case4	-12	-2	2.36
case5	86	33	0.91

さくなる傾向にあるのがわかる. また, 非透過型である case0 では円柱前部が大きく洗掘しているのに対し, 透過型の case1~3 では円柱側部が大きく洗掘している. case4, 5 については円柱周辺での洗掘はあまり見られなかった. case0 における洗掘状況は, 流下方向に対してほぼ左右対称であるが, case1 及び case2 において円柱左側がより洗掘している. case3 においては円柱右側がわずかに大きく洗掘した. 通水中の観察結果より, この左右非対称の洗掘は, 河床波の影響により変動していることがわかった.

透過型円柱の中でも最も断面積比が大きい case1 においても非透過型円柱である case0 に比べ, 60% ほどの最大洗掘深となっている. また, その他の case においても断面積比が小さくなるにつれて最大洗掘深は小さくなった. 図 2 より, case3 までは透過型円柱による洗掘が確認できるが, case4 でははっきりとは確認できなくなっている. 断面積比にすると 13.59%と 6.98%であり, おおよそ 10%をしきい値として透過型円柱による洗掘から, 個々の小円柱による洗掘へ変化すると考えられる.

円柱上流側の円柱中心を通る XZ 断面における流速分布を図 5 に示す. 図 5 中のコンターは渦度分布を示している. 図 5 より, case0 に比べて case1 の渦が小さくなっているのがわかる.

4. まとめ: 本研究では橋脚基礎を透過型円柱で近似し, 実験を行ったが, 上部フーチング部材による影響は考慮していない. しかし, 実河川における橋脚にはフーチング部材が必ず存在するので, さらに水の流れの中にフーチング部材ごとと沈んでいる場合の検討をする必要がある.

参考文献: 1)土木学会: 水理公式集[平成 11 年度版], pp.158, 1999.

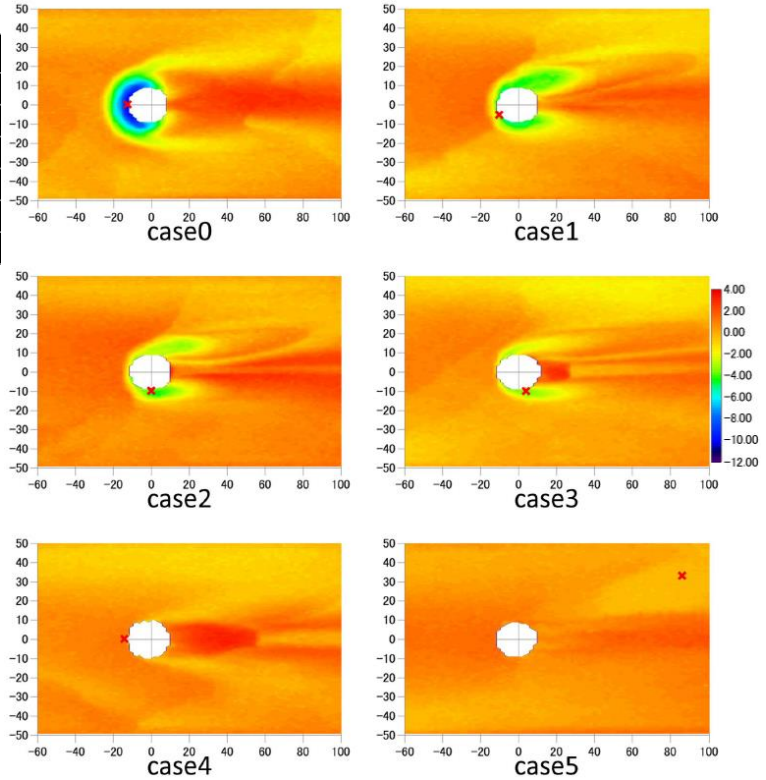


図 2 河床形状コンター図

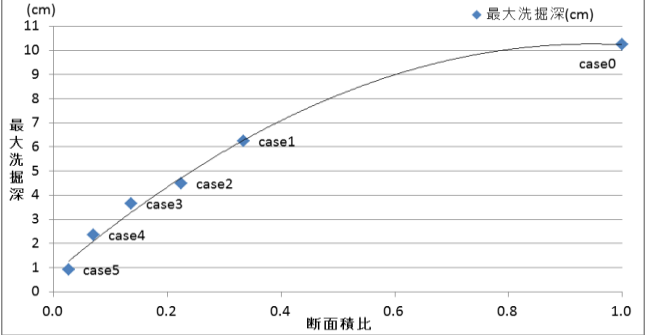


図 3 断面積比と最大洗掘深の関係

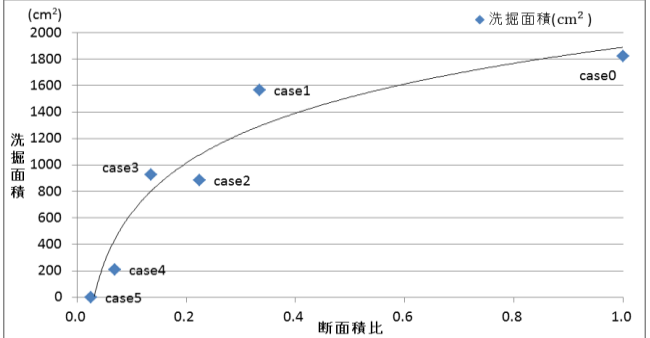


図 4 断面積比と洗掘面積の関係

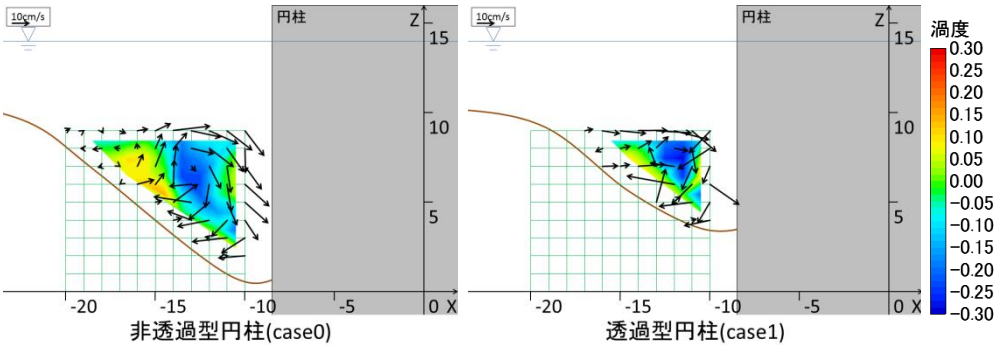


図 5 円柱中心を通る XZ 断面における流速分布