

円柱橋脚の配置と洗掘特性

京都大学 正員 中川博次 京都大学大学院 学生員 宮尾博一
 京都大学 正員 大坪国順 京都大学大学院 学生員 〇林田 博

また、海洋構造物の多柱基礎設計の基礎資料を得ることを目的として複数円柱の洗掘特性を明らかにするため、本研究では二本の円柱を直列と並列に配置して実験を行った。同じ二本を直列と並列では洗掘特性が異なり、直列の場合には前方円柱の洗掘特性は単円柱とほとんど差が見られ、後方円柱には埋戻し・再洗掘の現象が見られる。一方、並列の場合には、単円柱の場合より洗掘の進行速度が大きいことが確認された。

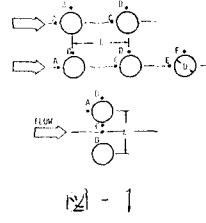


図-1

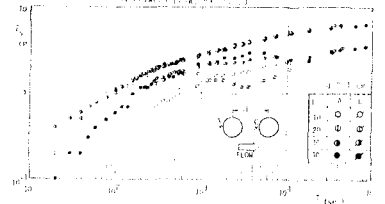


図-2

実験条件 実験は水理条件と円柱径 D を一定とし円柱間距離 L と平均粒径 d を変化させて行った。接近流速 $U_0=30$ cm/s、水深 20 cm、円柱径 5 cmである。粒径は、原則として1つの L で3種類変え、 0.05 cm、 0.1 cmと中心 0.07 cm、 0.15 cmを用いた。 L は直列2本の場合、 10 cm、 20 cm、 30 cm、 40 cm、直列3本の場合 10 cm、 20 cm、 30 cm、並列2本の場合 10 cm、 20 cmで行った。比較のため単円柱での実験も行った。以下、実験結果の説明の便宜のため、図-1に示した記号で各測定を表すこととする。

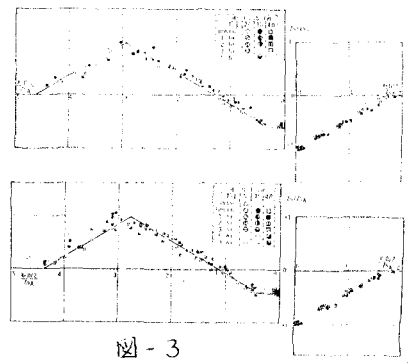


図-3

実験結果と考察 直列2本の場合 前方円柱の洗掘特性はA点とB点の間の L/d 、単円柱の場合と同一であることがわかった。(図-2参照) B点の L/d が小さい場合には後方円柱の影響を受け、単円柱の場合よりも深く洗掘された。 L/d が大きくなるにつれて傾向はかわる。今回の実験では、円柱間に堆積域が存在する $L/d \geq 4$ の場合であった。後方円柱の洗掘孔と到達する堆積域の形状はA点の洗掘深を復元元化した図-3に示す。

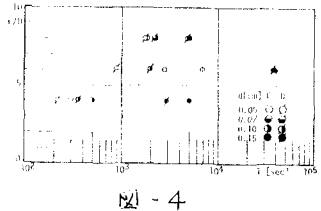


図-4

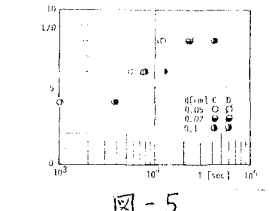


図-5

堆積域の L/d 、洗掘時刻に関係は、粒径と相似性も保たれている。堆積域の砂は後方円柱の洗掘孔に流入する(図-3参照)。流入砂量 $Q_{in}(L^2T^{-1})$ と流出砂量 $Q_{out}(L^2T^{-1})$ との関係は $Q_{in} > Q_{out}$ の場合は埋戻しを始り、 $Q_{in} < Q_{out}$ の場合は再洗掘を始める。埋戻し開始時間と $L/d, d$ との関係は図-4に、埋戻し継続時間と $L/d, d$ との関係は図-5に示す。粒径が大きくなるほど埋戻し開始時間は遅く、継続時間は長くなる。

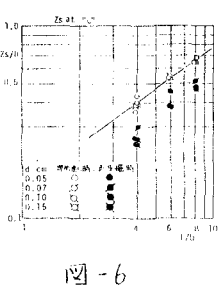


図-6

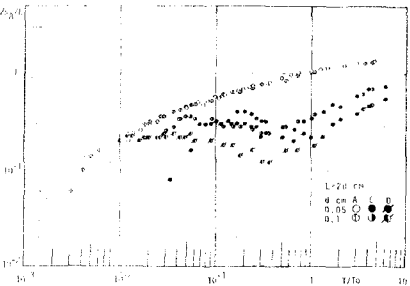


図-7

L/D の大さくはほど継続時間は長くなるが、開始時間は遅くなる傾向がある。図-6は埋め戻し再洗掘開始時のC突の洗掘深と L/D の関係を示してあるが、洗掘深は粒径に与る L/D 値に2次元的傾向がある。図-7は $L=20\text{cm}$ ($L/D=4$)の場合の洗掘深と時間との関係を示して内柱径と基準時間 T_0 (A突の洗掘深が内柱径と等しい時間)で無次元化してある。瞬間的な安定状態では、A, C, D突は T_0 と同じには粒径による変化はないと思われるが、洗掘形状の時間的相似性を認められる。このことは、 L/D の全2の値についていえるのである。

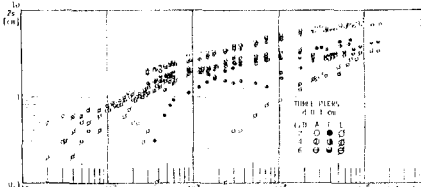


図-8

直列3本の場合 A突の洗掘特性は、同一粒径に対しては、 L/D に無関係であり、単内柱の場合と差はないと思われる。一例として、 $d=0.1\text{cm}$ の場合を、図-8に示す。しかし、堆積域の L/D に与る形状・進行状態に差異を認められる。特に内柱間の堆積域の性状は、 L/D , d の影響が複雑に及ぶと推測される。図-9の一連の図は、 L/D に応じて直列3本と直列2本のC突の洗掘深の時間的変化と比較してある。 $L/D=2$ の場合には、2種の粒径と直列3本の方が洗掘の進行が速い。 $L/D=4$ の場合には、埋め戻し再洗掘の開始時間、3本の方が遅くなる傾向がある。

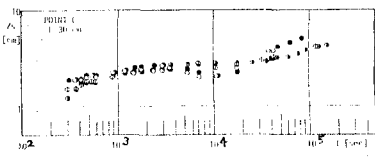
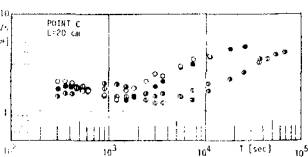
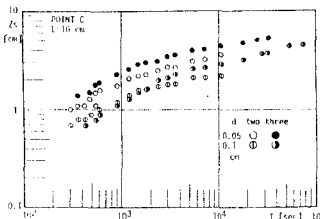


図-9

以上、直列の場合の結果から簡単に述べると、全2の配列に共通することは、埋め戻し再洗掘の現象は、内柱間の堆積域の性状に主に作用するといえる。

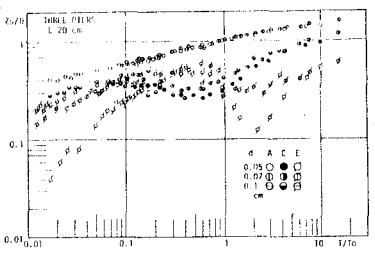


図-10

並列2本の場合 A突の洗掘の進行は単内柱と直列配置の場合に比べて速い。 L/D の結果は、粒径は 0.05cm と 0.07cm をみれば、 0.1cm 以上の安定状態においておりの差は現れず、図-11は $d=0.1\text{cm}$ で L/D が異なる場合の洗掘深の時間的変化と単内柱の場合と併せて示す。2つの内柱の間突では、洗掘は左右の洗掘孔に接触してから始ると考えられ、進行の度合はA, B, C突に比べて速く、図-12に示すように、内柱間の洗掘孔斜面は静止摩擦角にのぼる。

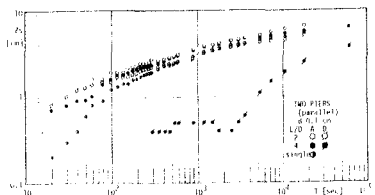


図-11

以上述べた結果は水理条件が一定の場合に限定するもので、より普遍的な結果を得るためには、水理条件を異にする実験も必要である。

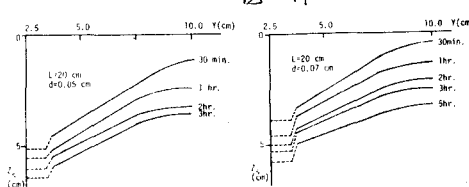


図-12