

円柱橋脚周辺の洗掘に及ぼす変動水压の影響

岡山大学工学部 正会員 名合 宏之
岡山大学工学部 正会員 前野 詩朗
岡山大学工学部 学生員 ○山田 賢三

1. まえがき

橋脚周辺の局所洗掘に関する水理学的研究の多くは、水面変動が比較的小さい定常流を対象としている。しかし、実際上問題となる洪水時の流況は水面の時間的変動がはげしくきわめて不安定である。本研究では、このような強度の乱流が洗掘に及ぼす影響を、橋脚周辺の砂層面に作用する変動水压の影響として捉え、実験的にその特性を明らかにしようとするものである。

2. 実験装置および方法

実験は水深15cm、砂層厚35cm、水路幅40cmの図1に示されるようなアクリル製の閉水路を用いて行った。橋脚模型としては、アクリル製円柱を用い、砂床のほぼ中央部に位置している。変動水压は、水路下流部に取り付けられた円筒内の水面上に変動空気圧をかけて発生させている。変動水压振幅は水頭で約31cm、周波数は0.98Hzとした。砂層材料としては、平均粒径 d が0.025, 0.063, 0.1095, 0.219および0.3095cmのほぼ様な粒径の5種の砂を用いている。模型円柱には径 D が3.0, 4.0, 5.5, 6.5および10.0cmの5種を用いている。また、実験に用いた平均流速は11.9cm/s～26.5cm/sの範囲である。実験では、砂層内の水压分布測定および円柱前面の最大洗掘深および洗掘長の測定を行った。

3. 実験結果

1) 砂層内水压分布および有効応力分布

図2は、通水しない状態で変動水压をかけた場合の円柱($D=10.0$ cm)前面で測定された水中水压および砂層内の間隙水压の時間変化を示している。また、図3は間隙水压分布より計算される砂層内の有効応力の時間変化を示している。これらの図より、間隙水压は砂層面から下方に向って振幅の減衰、位相の遅れを生じていること、また、砂層面下20cmまで有効応力が0になる状態が発生していることが認められる。

2) 洗掘特性

図4は、円柱周辺の洗掘形状を模式的に示したものである。図5は、 z/D と D/d の関係を示している。同図には、中川、鈴木による実験式¹⁾が同時に示されている。まず、変動水压が作用していない場合の結果を中川、鈴木の実験式に較べる

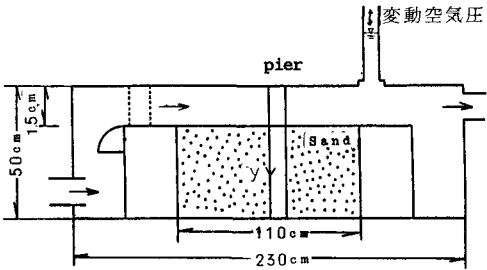


図1 実験装置概要

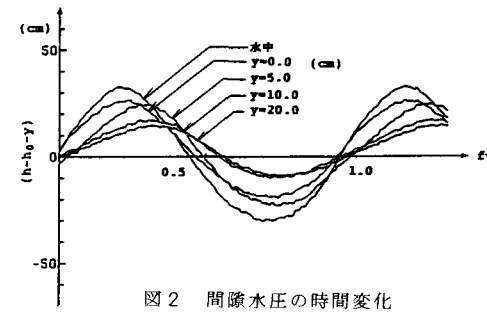


図2 間隙水压の時間変化

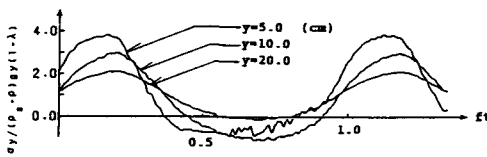


図3 有効応力の時間変化

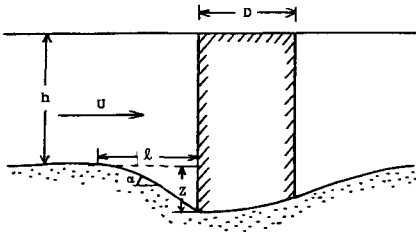


図4 洗掘形状

とかなりの差が認められる。これは本実験が閉水路で行われたことに起因すると考えられ、自由水面の有無の差とみなされよう。つぎに、変動水圧を作用させた場合の洗掘深の実験値は、作用させない場合に比べ全体に小さくなっていることがわかる。

図6は、 z/l と D/d に対する変化を示している。この図では、変動水圧を作用させると、作用させない場合に比べて全体的には z/l が小さくなる。すなわち、洗掘孔の斜面傾斜角が緩くなることがわかる。この変化傾向の粒径に対する変化をみると、粒径が大きい場合は、あまり目立たないが、粒径が小さくなると、その傾向は顕著である。このことは、著者らがさきに得ている砂層の液状化特性²⁾と関連しているようである。すなわち、粒径が小さくなると透水係数が小さくなり、液状化が起こりやすくなり、その結果、安定斜面の角度が小さくなると考えられる。なお、変動水圧が作用していない場合の実験値が一般にいわれている1.0よりもかなり小さいのは、やはり自由水面の有無に関係していると考えられる。

図7は、 z/D と無次元速度との関係を示したものである。この図からも、変動水圧が作用した場合は、洗掘深が小さくなることがわかる。

以上、本研究では、変動水圧の洗掘に及ぼす影響について実験的な検討を行った。その結果、変動水圧が作用した場合は一般に、洗掘深は小さくなることが明らかにされた。また、その原因は砂層内の有効応力の減少に伴う摩擦角の減少にあるといえるようである。

参考文献

- 1) 中川博次, 鈴木幸一: 橋脚における局所洗掘深の予測に関する研究, 京大防災研究所年報17号B, 1974
- 2) 名合宏之: 変動水圧による砂層の液状化に関する研究, 水理講演論文集, 1982

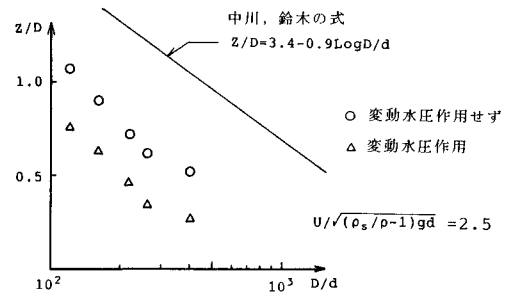


図5 z/D と D/d の関係

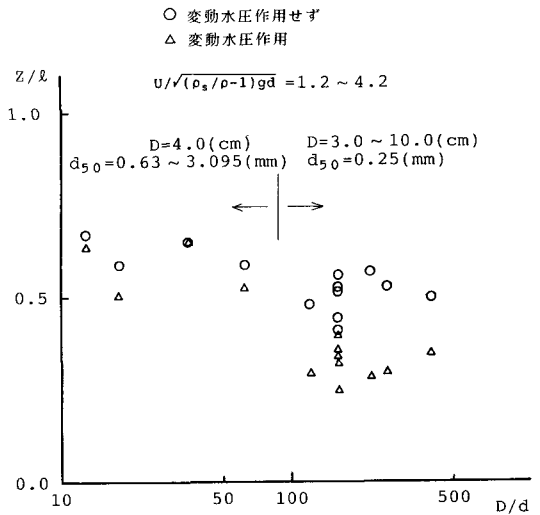


図6 z/l と D/d の関係

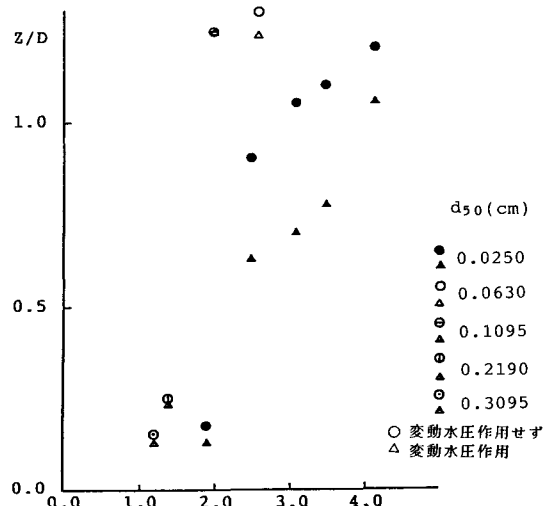


図7 z/D と $u/\sqrt{(\rho_s/\rho-1)gd}$ の関係