

## 流れと波の共存場における橋脚周辺の局所洗掘に関する実験的研究

### Experimental investigations on scour around bridge pier for wave flow

岡山大学大学院

学生員 ○成相 芳紀

岡山大学大学院

学生員 Md. Faruque Mia

岡山大学環境理工学部

正会員 名合 宏之

### 1. はじめに

橋脚周辺地盤の洗掘や橋脚の沈下等には、洪水時の強度の水面変動などに起因する地盤面への変動水圧が影響していると考えられる。このような観点から名合<sup>(1)</sup>は、以前に、流れと変動水圧の共存場における円柱周辺の洗掘について閉水路を用いて実験的に検討した。その結果では、変動水圧が作用すると円柱周辺の洗掘領域は流れのみの場合に較べて拡大するが、最大洗掘深は逆に減少することが確認された。その実験では、実験装置の構造上、変動水圧が流れ場全体に一樣に作用しており、砂層表面付近が全体に液状化したため、洗掘は広い範囲にわたって進行するが、砂の水中安息角が減少し最大洗掘深は減少したものと考えられる。この点を考慮し、本研究では、より現実的な状況を想定して、開水路を用いて波による変動水圧が砂層表面に作用する状況を創り出し、その場合の円柱橋脚周辺の洗掘特性を実験的に検討しようとするものである。

### 2. 実験方法

実験は、幅 600mm、高さ 400mm、長さ 16m、勾配 1/500 の直線水路を用いて行った。図 1 に示すように水路中央部には測定部となるピットを設け、その中央に橋脚モデルとなるアクリル製の直立円柱（外径 60mm）を設けた。水路下流端には、トルクモーターの回転運動によりシャフトで接続した可動式の越流ゲートを往復運動させる造波装置を取り付けている。ピット内の砂層は、豊浦標準砂を水中自由落下により堆積させて形成した。砂層形成後、各実験ケースについてそれぞれ 200 分間の実験を行い、図 1 に示される 6 ケ所の測点での間隙水圧および円柱前面における洗掘深の計測を行った。実験条件は表 1 に示されるとおりであり、Case1～ Case3 は流れのみの場合、Case4～ Case8 は流れと波の共存場における実験である。

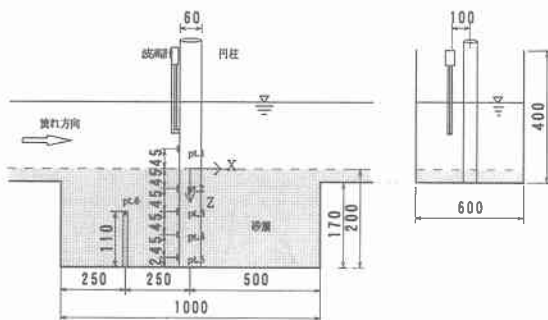


図.1 測定部詳細図（単位:mm）

### 3. 実験結果および考察

図 2 は各流速レベルにおける、流れのみの場合と、流れと波の共存場の場合における洗掘深の変化を示したものである。この図より以下のことがわかる。まず、流れのみの場合および流れと波が共存する場合のいずれにおいても、流速が大きくなると洗掘深が増大している。このことは従来の研究においても示されている一般的な傾向である。つぎに、最終洗掘深は流れのみの場合（Case1～ Case3）に比べて波と流れが共存する場合（Case4～ Case6）の方が大きくなることが分かる。これは、図 3 の有効応力図に見られるように、変動水圧が作用するため円柱橋脚周辺の砂層内の有効応力が時間的に変化し、砂層の流れに対する抵抗力が

表.1 実験条件

| Case  | 流量<br>(l/s) | 水深<br>(cm) | 流速<br>(cm/s) | 周期<br>(sec) | 波高<br>(cm) |
|-------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|
| Case1 | 35          | 30         | 19.4         | —           | —          |
| Case2 | 30          | 20         | 25.0         | —           | —          |
| Case3 | 35          | 20         | 29.2         | —           | —          |
| Case4 | 35          | 30         | 19.4         | 1.7         | 5.0        |
| Case5 | 30          | 20         | 25.0         | 1.7         | 4.2        |
| Case6 | 35          | 20         | 29.2         | 1.7         | 4.6        |
| Case7 | 35          | 20         | 29.2         | 2.5         | 5.4        |
| Case8 | 35          | 20         | 29.2         | 1.0         | 3.8        |

低下するためではないかと考えられる。なお、図3は波がある場合 (Case4,5,6) の波高および pt.3 における有効応力の時間変化を示したものである。

図4は、同じ流速レベルにおいて波の性質 (波高、周期) を変化させた場合の洗掘深の変化を示している。この図より、最終洗掘深は、流れのみの場合 (Case3) が最も小さく、波高が大きくなるほど増大している傾向が見られる。しかし、本実験では、造波装置の構造上、周期を短くすると波高が小さくなる性質があるので、洗掘深に周期の影響があるとすれば、一概に洗掘深の増大と波高とが一義的な関係にあるとは結論づけることはできない。

図5は、図4に示される波がある場合の波高および pt.3 における有効応力の時間変化を表したものである。この図からは周期・波高の変化によって有効応力特性に顕著な差を認めることはできない。

#### 4. 結論

本研究では、波と流れが共存する場合における円柱橋脚周辺の局所洗掘深は、波が存在する場合には流れのみの場合に比べて増大することが明らかにされた。波が存在する場合には、変動水圧の影響により砂層内の有効応力が減少して、洗掘に対する抵抗力が減少することが予想されるが、本実験の範囲ではそれを定量的に明確にすることはできなかった。この点については今後さらに詳細な検討が必要とされる。

#### <参考文献>

- (1) 名合 宏之：変動水圧による砂層の液状化と局所洗掘防止に関する研究：昭和58年度文部省科学研究費自然災害特別研究 (1) 研究成果報告書 1984年

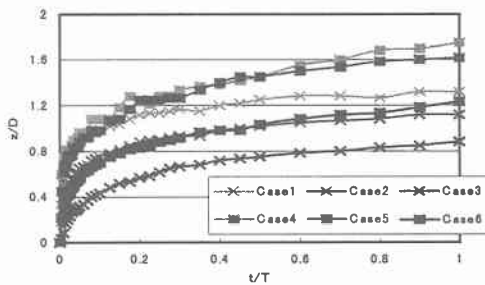


図.2 洗掘深の推移

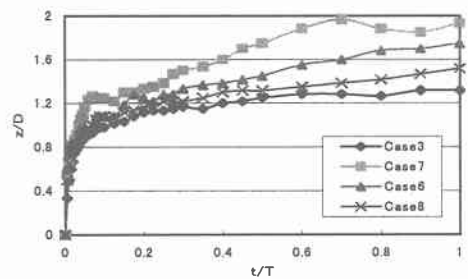


図.4 洗掘深の推移

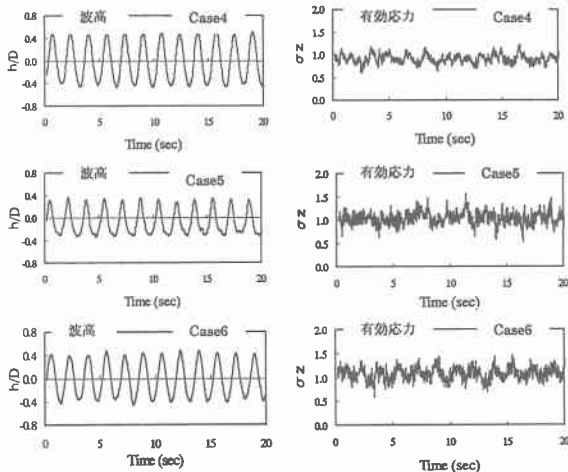


図.3 円柱前面における波高および pt.3 における有効応力の時間的変化

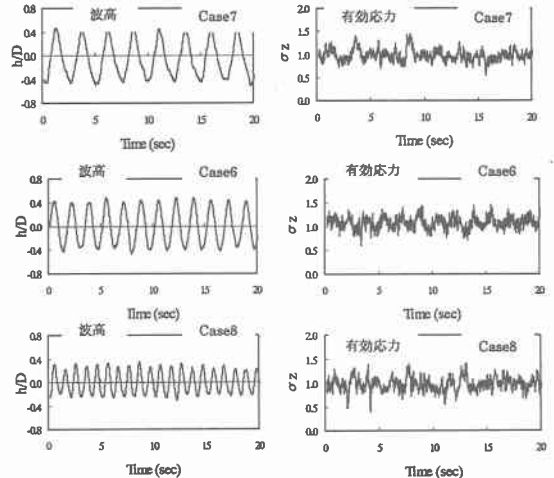


図.5 円柱前面における波高および pt.3 における有効応力の時間的変化