

## 変動水圧場における海底埋設パイプラインの動的挙動に関する実験的研究

岡山大学大学院 学生員 猿木広一郎  
 岡山大学環境理工学部 正会員 名合 宏之  
 岡山大学環境理工学部 正会員 前野 詩朗  
 岡山大学大学院 学生員 川浪 裕介

### 1. はじめに

近年、世界各国、特に北海周辺の沿岸域において石油や天然ガスなどの海底天然資源の掘削後の輸送手段として、数多くの海底埋設パイプラインが設置されるようになってきている。著者らは、波浪による変動水圧が振幅の減衰と位相の遅れを伴って地盤に伝播すること、また、このような変動水圧場に設置される海岸ブロックなどの海岸構造物が徐々に沈下することなどを明らかにしている<sup>1)</sup>。このような場に設置される海底埋設パイプラインには、図1に示すように、波の峰の時にはパイプを下に押し下げようとする流体力が作用し、逆に波の谷の時にはパイプを持ち上げようとする流体力が作用する。本研究は、このような高波浪場に設置されるパイプラインの波による動的挙動を明らかにすることを目的とするものであり、パイプライン周囲の間隙水圧を計測し、間隙水圧変動によりパイプにどのような変動流体力が作用するかを示すとともに、砂層中に移動可能なパイプを設置し、変動流体力によるパイプの移動特性を実験的に検討した。

### 2. 実験方法

図2は実験装置を示している。実験で使用したパイプは外径10cmのアクリル製で、図2に示すように砂層表面から鉛直下方向10cmの点において試料容器に固定している。砂層構成材料としては、高飽和状態の豊浦標準砂を用いた。砂層の作成にあたっては、まず、試料容器に水を張り、規定量の標準砂を水中自由落下して堆積させる。また、所定の間隙率(0.40)となるように、パイプレーティー、こてなどによって締め固めた。間隙水圧はパ

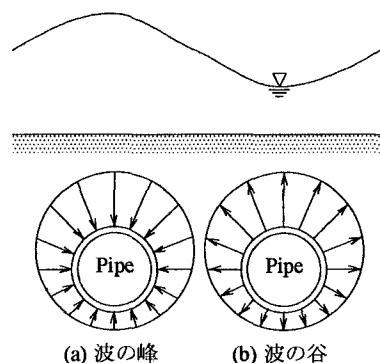


図1 波による変動流体力説明図

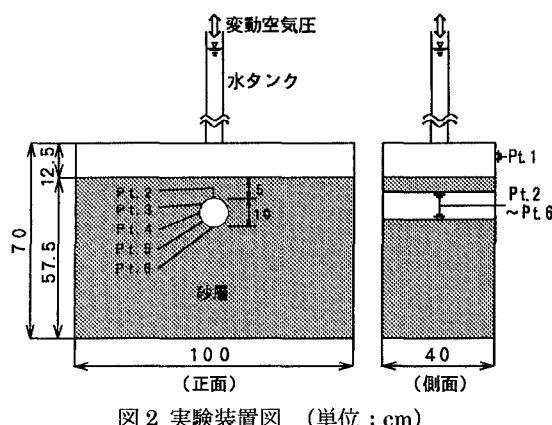


図2 実験装置図 (単位: cm)

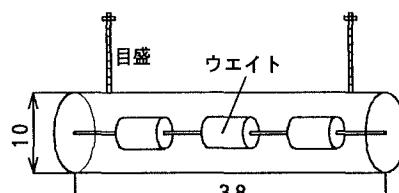


図3 移動可能なパイプ (単位: cm)

表1 実験条件

Case	パイプの種類	構成材料	パイプの比重
Case1	水圧測定	標準砂	
Case2	移動量測定	標準砂	0.5

イフ奥行き方向の中央断面において、図2に示す各点で実験開始後0分と1000分の2回、測定した。また、図3に示すパイプを側壁に固定しないで設置することにより、変動流体力がパイプの動的挙動にどの様な影響を及ぼすかを実験的に検討する。図3のパイプは、実物のパイプラインに、ガスが充満している時の比重を考慮して0.5とした。パイプを設置する際には、試料容器側壁の影響を少なくするために図2のパイプの配置とは異なり、実験装置正面から見て横向きにパイプを設置した。パイプの移動量測定はパイプ上部両端に張り付けたスケールの目盛を実験装置前面からレベルで読みとることにより算出した。なお、実験条件は表1に示すとおりで、変動水圧振幅40.0cm、周波数1Hz、パイプの土かぶり厚5.0cmのもとで実験を行った。

### 3. 実験結果および考察

図4はCase1の実験開始直後の変動間隙水圧を示している。この図より、Pt.2～Pt.6とパイプ下部断面に近づくにつれて、徐々に振幅の減衰および位相の遅れが大きくなることが分かる。特に、表面砂層より15.0cm下にあるパイプ断面下端のPt.6では、振幅は15.0cm程度まで減衰し、位相についてもかなり遅れていることが分かる。また、図5は、図4で示したCase1の変動間隙水圧をパイプ周囲で積分して得られる変動流体力を示したものである。この図より、パイプには図1で示したような変動流体力が周期的に作用していることが分かる。特に、水位低下時にはパイプを浮上させようとする上向きのかなり大きな流体力が作用していることが理解できる。図6はCase2のパイプの浮上量の時間変化を示している。この図より以下のことが分かる。実験開始後20分程度までは徐々にパイプの浮上が進行し、その後急激に浮上し、実験開始後53分経過したときに完全に浮上した。これは図5で示したような水位低下時の上向きのかなり大きな流体力が周期的にパイプに作用することにより、比重0.5のパイプは自重以上の浮力を受けて砂層中より完全に浮上したものと考えられる。

### 4. 結論

(1) 変動水圧は砂層に埋設されたパイプ周囲に伝播する際に振幅の減衰および位相の遅れを伴って伝播することが明らかとなり、これに伴ってパイプは大きな変動流体力の作用を受けることが示された。

(2) 比重0.5のパイプは本実験条件下では、40～50分で完全に浮上することが示された。

今後、パイプの比重を変化させてパイプがどのような挙動を示すのか等について検討していく予定である。

【参考文献】(1) 名合宏之他：変動水圧によるブロックの沈下とともに周辺砂地盤の流動の可視化、海岸工学論文集、pp.516-520,1993

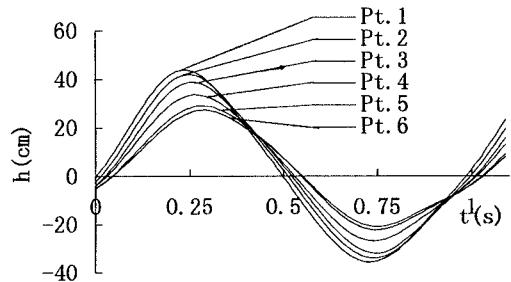


図4 変動間隙水圧 (Case1)

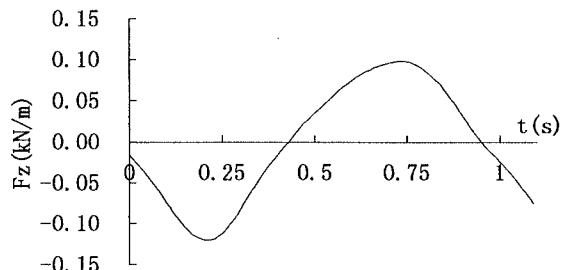


図5 変動流体力 (Case1)

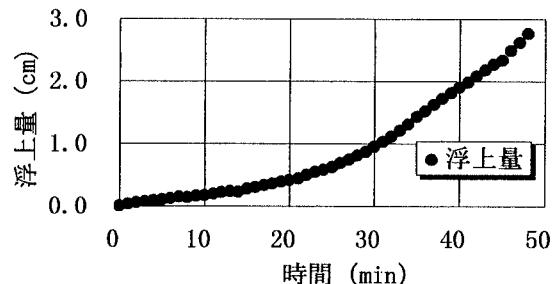


図6 パイプの移動量 (Case2)