

変動水圧場における埋設パイプライン周辺の
間隙水圧分布特性に関する実験的研究

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
岡山大学大学院 学生員 ○猿木広一郎

1. はじめに

近年、石油や天然ガス等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沿岸域に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砂地盤上に作用すると、変動水圧は振幅の減衰と位相の遅れを伴って地盤に伝播し、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¹⁾。本研究は、このような高波浪場に設置される海底埋設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、変動水圧場における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、パイプ周辺砂層を透水係数の大きな砂層で置き換えることによる効果についても、実験的に検討するものである。

2. 実験方法

図 2-1 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 2-1 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(約 0.40)となるように、バイブレーター、こてなどによって締め固めた。間隙水圧はパイプ奥行き方向の中央断面において、図 2-2 に示す各点で実験開始後 0 分と 1000 分の 2 回、測定した。実験条件は表 2-1 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。また、変動流体力の発生を防止するための一つの方策として、パイプ周辺砂層を透水係数の大きな砂で置き換える工法についても検討した。

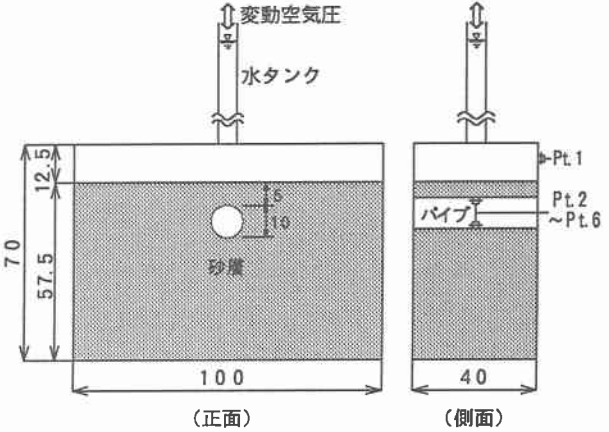


図 2-1 実験装置図（単位：cm）

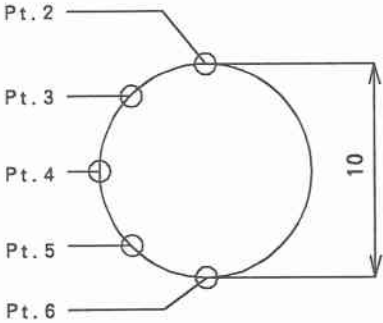


図 2-2 変動間隙水圧測定点（単位：cm）

表 2-1 実験条件

Case	構成材料	透水係数
Case1	標準砂	0.015 cm/s
Case2	透水性	2.050 cm/s

3. 実験結果および考察

図 3-1 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 とパイプ下部断面の方になるにつれて、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 程度減衰し、位相についてもかなり遅れていることがわかる。また、図 3-2 は、図 3-1 で示した Case1 の変動間隙水圧をパイプ周辺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 3-3 はパイプ周辺砂層を透水係数の大きな砂で置き換えた Case2 の変動間隙水圧を示したものである。この図より、Case2 では透水係数が大きくなったため、Case1 で見られたような変動水圧がパイプ周囲に伝播する際の、振幅の減衰と位相の遅れはほとんど発生しなくなることが分かる。この時の変動流体力を示したのが図 3-4 である。この図より、パイプに作用する変動流体力はほとんど発生していないことが分かり、本研究で示した置換方の効果は大きいことが分かる。

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) 変動水圧場における埋設パイプラインの周辺砂層を透水係数の大きな砂層で置換することにより、パイプに作用する変動流体力を軽減させる効果が大きく現れることが示された。

【参考文献】

- (1) 名合宏之・前野詩朗・清水雄一：変動水圧によるブロックの沈下にもなう周辺砂地盤の流動の可視化，海岸工学論文集，pp.516-520,1993.

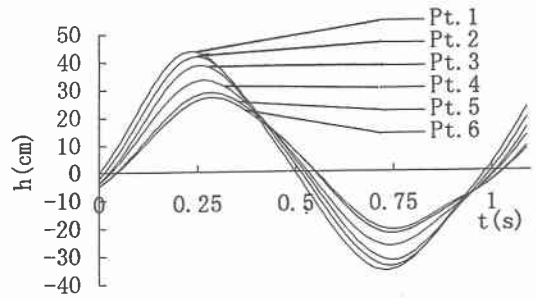


図 3-1 Case1 (変動間隙水圧図)

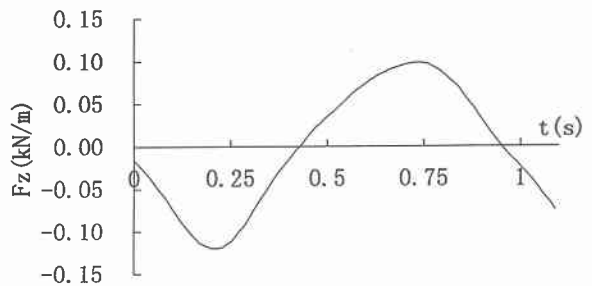


図 3-2 Case1 (変動流体力)

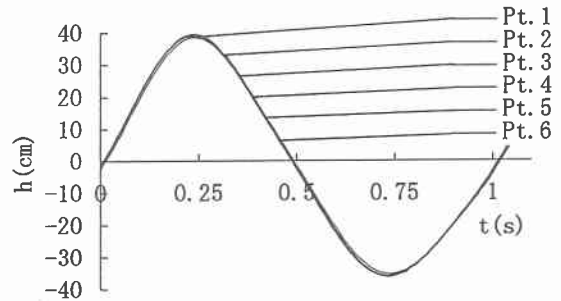


図 3-3 Case2 (変動間隙水圧図)

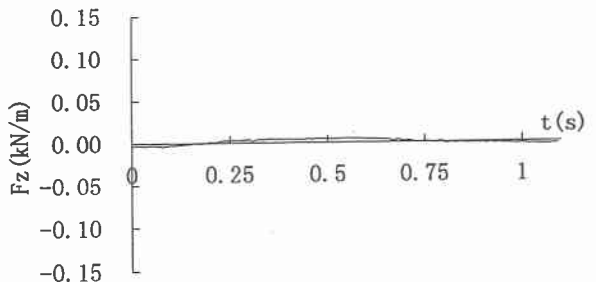


図 3-4 Case2 (変動流体力)