# 波による地盤液状化過程とパイプの沈込み挙動との関わり

| 東洋建設(株)   | 正会員 | ○宮本  | 順司 |
|-----------|-----|------|----|
| 港湾空港技術研究所 | 正会員 | 佐々   | 真志 |
| 東洋建設(株)   | 正会員 | 鶴ヶ崎  | 和博 |
| 同上        | 正会員 | € 角田 | 紘子 |

### 1. はじめに

別報<sup>1)</sup>では,液状化にともなうパイプの沈込みを観察した.ここで,液状化の発生直後にパイプが動き出す こと,地盤が全層液状化しても底面まではパイプが達せず途中で停止すること,パイプ比重によって最終沈込 み深さが異なることなどを観察した.液状化に伴うパイプの沈込み停止が液状化の収束過程(凝固過程)に関 連づけられることが海外の水理模型実験(16)により示されている<sup>2)</sup>.本研究では,液状化の発生から収束に 至る過程とパイプの沈込み開始から停止に至る過程との関係を遠心力場の波浪実験により詳細に調べる.

#### 2. 実験概要

遠心力場 70G の水路内で波浪実験を行った.基本的な実験条件は別報<sup>1)</sup>に示すとおりである.パイプ  $(\rho_{\text{nim}} / \rho_{\text{sat}} = 1.03)$ を地盤内に1本設置し,液状化過程を詳しく調べるために間隙水圧計を密に設置している.

## 3. 実験結果

地盤内の過剰間隙水圧の計測結果を液状化発生時に着目して図-1に示す.地表面に作用する波圧が増大す ると、地盤内の過剰間隙圧が上昇し、はじめに地盤浅部の残留過剰間隙水圧が初期有効土被圧( $\sigma_{vo}$ )に達し、 液状化が発生した(図(b)).その後、地盤中浅部、中部、中深部、深部の順に液状化が発生している(図(c) ~(f)).すなわち、液状化が深度方向へ拡大していったことがわかる.同一の計測結果を、地盤全層が液状化 した後の過剰間隙水圧挙動に着目して図-2に示す.波浪作用を継続しているものの、地盤深部において過剰 間隙水圧が消散し始め、液状化土の凝固がおこる(図(f)).その後、地盤中深部、中部、中浅部、浅部の順に 液状化土の凝固が開始している(図(e)~(b)).すなわち、凝固領域が下から拡大していったことがわかる.

液状化の発生にともなうパイプの動きを図-3に示す.同図(a)はパイプ中心位置変化を示しており,図(b) はパイプの水平変位を示している.図-3(a)に図-1,2から得られた各深度の液状化の発生時刻,凝固の開 始時刻をプロットすることにより,液状化深度の推移とパイプの動きとを関連付けることができる.<u>1)パイプ</u> <u>の沈込み開始:</u>地盤浅部で液状化が発生した後,液状化領域は下方へ拡がるが,パイプ中心位置付近を通過す ると同時にパイプは動き始めている(図A点).パイプは水平方向にも著しく揺れ始める.<u>2)パイプの沈込み</u> <u>終了:</u>液状化の拡大速度よりパイプの沈込み速度の方が遅く,パイプが沈込んでいる間に,液状化土の凝固が 下方から始まる.凝固領域は上方へ拡がっていき,パイプ下端(図中:L<sub>B</sub>)と凝固領域が接するとパイプの沈 込みがとまる(図 B点).<u>3)パイプの水平搖動の停止:</u>沈込みが収束した後もパイプは水平方向に揺れ続ける が,凝固領域がパイプ中心付近を通過するとパイプの動きは完全に停止する(図 C点).

上記の詳細な観察結果に基づいて、パイプ密度が異なる場合や波浪条件が異なる場合の実験結果<sup>1)</sup>を整理 した(図-4).図(a)は別報1)のCase2,3の結果、図(b)はCase1の結果である.同図にはパイプの沈込みが 停止した時のパイプ下端位置を示しているが、沈込み停止時のパイプ下端位置は凝固領域上面を表す液状化深 度曲線とほぼ対応しており、パイプ下端が凝固フロントに接して沈込みが停止したことがわかる.

## 4. まとめ

遠心力場の波浪実験によりパイプの沈込み開始と沈込みの停止, 搖動の完全停止が, 液状化の発生, 拡大, 凝固の拡大(液状化の収束)と密接にかかわることを示した.他のパイプ密度の実験や波浪条件の実験につい ても同様の考え方でパイプの挙動を説明することができた.

キーワード 波浪, 液状化, パイプライン, 遠心模型実験

連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設(株)鳴尾研究所 TEL0798-43-5903









**参考文献**:1)宮本ら,波による液状化と埋設パイプの沈込みに関するドラム遠心実験,第74回年次学術講演会講演概要集(投稿中).2) Sumer, B.M.: Liquefaction around marine structures, Advanced Ser. Ocean Eng., 39, World Scientific, 453p., 2014.