# 液状化地盤における屋外貯蔵タンクのパイルドラフト基礎の支持力性状

西松建設技術研究所	正会員	今村眞一郎	西松建設土木設計部	正会員	○平野孝行
西松建設技術研究所	正会員	萩原敏行	危険物保安技術協会	正会員	八木高志
			東京工業大学大学院理工学研究科	正会員	竹村次朗

### 1. はじめに

本報では、別報<sup>1)</sup>に引き続き、パイルドラフト基礎の耐震性 に関する 50g 場における遠心模型振動実験のうち、パイルドラ フト基礎の液状化前後の基礎の鉛直荷重分担比および杭頭のせ ん断力分担比について検討した.

#### 2. パイルドラフト基礎杭の鉛直荷重分担比

パイルドラフト(以下, PR) 基礎の振動実験では,全ての杭 頭で曲げひずみ,軸ひずみを実物換算で750秒間測定した.さ らに,7本の杭のうち,No.2,4,5の3本の杭では深さ方向に曲 げひずみゲージを3箇所,杭先端に軸ひずみゲージを貼り付け た.なお,以下に示す実験結果はすべて実物換算して示す.

図-1 に,タンク基礎の鉛直荷重分担率の15秒まで時刻歴を, また図-2 に,杭基礎直下 P6 での過剰間隙水圧比および鉛直荷 重分担率の750秒までの時刻歴をそれぞれ示す.

ラフト基礎の鉛直荷重分担率は、タンク荷重から杭頭での総 軸力を差し引いて求めた.加振前におけるタンクの鉛直荷重分 担比は、杭:ラフト=46:54であり、ラフトと杭はほぼ同じ負 担比であった.杭基礎直下 P6での加振直後の過剰間隙水圧の上 昇に伴って杭の支持力が減少し、加振終了時での杭の荷重分担 率は約15%まで低下している.その結果、ラフトの荷重負担が 54%から85%まで増大している.その後、長い時間にわたって 地盤内の有効応力が徐々に回復し、杭先端での支持力も回復す ることで、鉛直荷重分担比は、加振開始後750秒では37:63と なった.このように、地盤の液状化によって、一時的にラフト 基礎の荷重分担が増加するが、最終的には液状化前の分担比近 くまで回復することが確認された.

## 3. パイルドラフト基礎杭のせん断力分担比

1) 杭の地震時挙動

図-3 に、各杭の杭頭での曲げモーメントの 15 秒までの時刻 歴を示す.加振開始後 9 波目まではいずれの杭もほぼ一定振幅 を示しているが、10 波以降ではタンク直下の過剰間隙水圧の上 昇による地盤剛性の軟化と周辺地盤の液状化の進行に伴って、 杭の負担が徐々に大きくなり、加振終了時点で最大値を示して いる.なお、加振 10 波以降は、タンク直下での過剰間隙水圧比





図-1 タンクの鉛直荷重分担率の時刻歴

キーワード タンク,液状化,パイルドラフト,支持力,遠心模型実験

連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4054 西松建設愛川技術研究所 TEL:046-285-7101, FAX:046-285-7104

はほぼ一定(0.43)であった<sup>1)</sup>.加振終了時点での杭の変形 は、タンク周辺地盤が完全に液状化し周辺地盤の杭の水平抵 抗が失われることで、杭がタンク基礎の外部に向かってたわ むモードになった.

2) 杭の曲げモーメントおよびせん断力分布

No.5 のひずみ計測杭で捉えた,加振後1波目,15破目お よび 20 波目において慣性力が最大となった時の深さ方向3 点の曲げモーメント値をもとに,高次式で近似した曲げモー メント分布を図-4 に示す.波数が増えるにつれて周辺地盤 の液状化が進行するため,杭頭での曲げモーメントが著しく 大きくなることがわかる.図-4 に示した曲げモーメント分 布の近似式を微分して求めたせん断力分布を図-5 に示す. これをもとに,杭の曲げひずみや配置の対称性を考慮し,各 杭の杭頭せん断力 S を i 波数における杭頭の最大せん断力 S<sub>max(i)</sub>で除して求めた波数別のせん断力分担比 r を図-6 に示 す.加振後1波目では,同程度のせん断力が各杭に作用して いるが,周辺地盤の液状化の発生に伴って,15 波目では No.2, No.6 の杭に,20 波目では No.3, No.5 の杭に最も大きなせん 断力が作用している.

3) 水平外力に対する杭の負担率

図-7 にタンク重心における応答加速度の時刻歴を示す. 加振開始後,5波目以降になるとタンクの応答は徐々に減衰 している.タンクの質量とタンク重心における応答加速度の 積を水平外力として評価し、タンク慣性力に対する杭の負担 率を求めた.その結果、タンクの慣性力に対する7本の杭基 礎の負担率は、1波目で63%、15波目で74%、20波目では 100%であった.図-1に示す20波目におけるラフトの鉛直 荷重分担率は85%と高い値を示しているが、基礎底面では ラフトの接地効果による摩擦抵抗がほとんど期待できない ものと考えられる.よって、タンク基礎直下地盤や杭周辺に 液状化対策を施しておけば、地震時の杭の応力や基礎の不同 沈下を抑制できるものと考えられる.

### 4. おわりに

1)パイルドラフト基礎の鉛直荷重分担比は,地盤の液状化に 伴い,一時的にラフトの荷重分担が増加するが,最終的には 液状化前の分担比近くまで回復する.

2)パイルドラフト基礎は,加振終了時に杭頭せん断力が最大 となり,加振方向の基礎端部の杭が最も大きなせん断力を負 担する.

3) タンク慣性力に対する杭の負担率は,基礎地盤の液状化の進行に伴って増加し,最終的に杭が全負担する.
【参考文献】1) 今村眞一郎,平野孝行,萩原敏行,八木高志,竹村次朗:液状化地盤における屋外貯蔵タンクのパイルドラフト基礎の沈下性状,土木学会第63回年次学術講演会,2008(投稿中).



図-7 タンク重心での応答加速度