

Ⅲ - 280

鋼矢板締切りによる埋設構造物の液状化対策に関する模型実験

住友金属工業(株) 正会員 田中宏征 正会員 喜田 浩

1. まえがき

埋設構造物に対する液状化対策の一つに、構造物直下への周辺地盤の回り込みを矢板壁によって妨げ、浮上りを防止する鋼矢板締切り工法が見られる。一方、著者らは排水機能を付与した鋼材による締切り工法に着目し、その対策効果やメカニズムを検討してきた^{1),2),3)}。今回は、構造物の浮上り量の大小を左右する液状化層厚を変化させ、それが本工法の対策効果に及ぼす影響を模型振動台実験によって検討した。

2. 実験概要

実験模型と主な計測位置の例を図1に、実験ケースを表1に示す。模型地盤は、上層緩詰め層と下層締固め層(目標相対密度90%)の2層構造で、いずれも千葉県産山砂($G_s=2.678, D_{50}=0.38\text{mm}, U_c=3.21$)を用いて砂箱(幅0.5×高1×長2m)内に水中落下させて作成した。緩詰め層の平均単位体積重量は 1.86gf/cm^3 である。図1は緩詰め層厚55cm, 締固め層厚35cmの場合であるが、緩詰め層厚が大きい場合には締固め層厚を小さくし、両層厚の和を90cmに固定した。矢板模型は、板厚1.2mm, 幅410×長900mmの鋼板の締切り内側(構造物側)に面積開孔率4.2%で多数の孔を配した排水部材を取付けた排水矢板とその孔を塞いだ普通矢板の2種類である。矢板の下端は砂箱底面に固定した。構造物模型は幅500×高250×長400mmの高剛性な鋼製中空boxで、みかけの単位重量は 0.88gf/cm^3 である。加振は3Hzの正弦波30波で、目標台加速度が150,200,300galの3段階加振であり、主な計測項目は矢板の曲げひずみ、地盤の加速度・過剰間隙水圧、構造物の加速度・浮上り量などである。

3. 実験結果および考察

3-1 加振加速度と累加浮上り量の関係

図2に加振加速度と累加浮上り量の関係を示す。図2(a)は緩詰め層厚55cm, (b)は70cm, (c)は90cmに対する結果である。これらの図より、普通矢板締切りでも無対策時と比べて浮上り量が大幅に低減されているが、緩詰め層が深い場合や加振加速度が大きい場合には比較的大きな浮上りが認められること、排水矢板による締切りの場合、緩詰め層70cmまでは加振加速度にかかわらず、また緩詰め層90cmでも200galまではほとんど浮上りが見られないことがわかる。

3-2 排水矢板締切り工法のメカニズム

図3に締切り内側の矢板から5cm位置での過剰間隙水圧と矢板の曲げひずみの経時変化を緩詰め層厚90cmの実験No.6(普通矢板), No.9(排水矢板)の

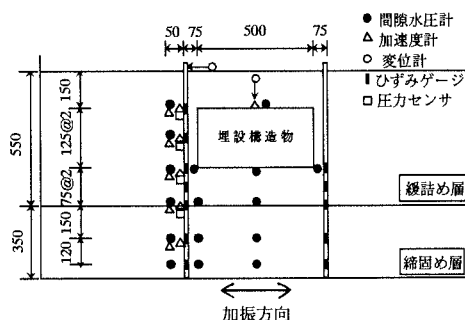


図1 実験模型と計測位置の例

表1 実験ケース

No.	矢板	板厚	層厚*	D_r^*	加振条件
1	無対策	t1.2mm	55cm	47.6%	3Hz 正弦波 30波 150,200, 300galの3 段階加振
2	無対策	t1.2mm	70cm	41.5%	
3	無対策	t1.2mm	90cm	41.5%	
4	普通矢板	t1.2mm	55cm	47.8%	
5	普通矢板	t1.2mm	70cm	52.7%	
6	普通矢板	t1.2mm	90cm	57.9%	
7	排水矢板	t1.2mm	55cm	57.3%	
8	排水矢板	t1.2mm	70cm	55.6%	
9	排水矢板	t1.2mm	90cm	57.6%	

層厚*: 緩詰め層厚, D_r^* : 緩詰め層の相対密度

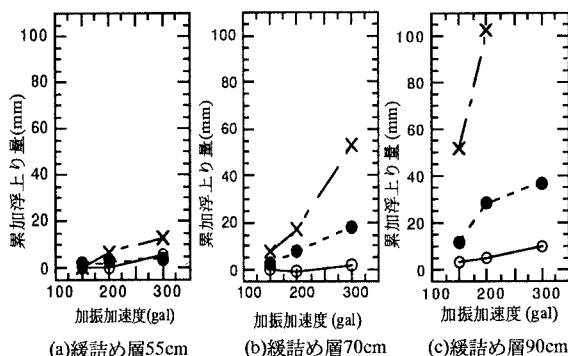


図2 累加浮上り量と加振加速度の関係

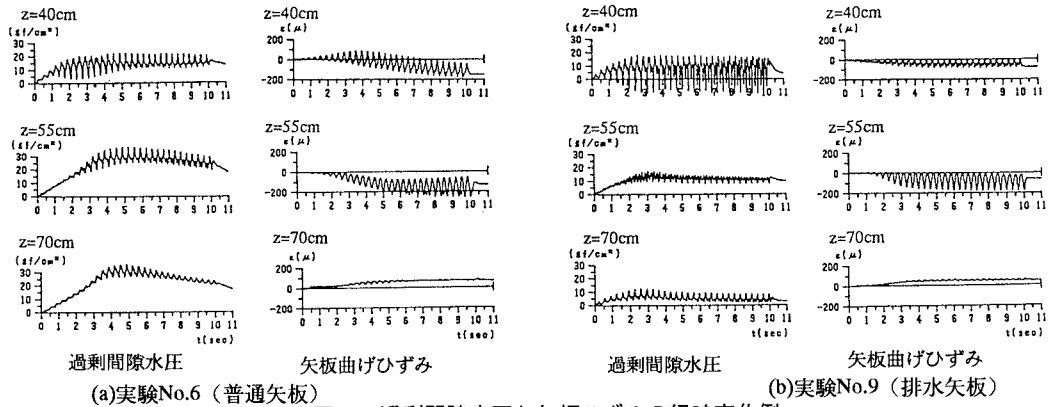


図3 過剰間隙水圧と矢板ひずみの経時変化例

150gal加振の場合について示す。水圧、ひずみともに加振につれて漸増する平均的な成分とその周りを振動する振動成分が見られる。矢板のひずみに着目すると、振動成分では普通・排水両矢板の間に差が見られないが、平均成分の絶対値では排水矢板の方が小さくなっている。これは、締切り内側の過剰間隙水圧が普通矢板より小さいために矢板周辺地盤の強度が保持され、見掛け上矢板の曲げ変形に対する剛性が大きかったためと考えられる。一方、この矢板のひずみの平均成分は、図4に示すように構造物下部での矢板の内側への曲げ変形を示しており、これによる体積変化 ΔV は構造物を押し上げる力となる。したがって、ひずみの平均成分が小さいことは、構造物周りの水圧低減³⁾と並んで、排水矢板締切りが構造物の浮上り抑止に効果的な理由の一つと考えられる。

3-3 構造物浮上り量の簡易計算

鋼矢板締切り時の構造物の浮上りは矢板の曲げ変形と関係が深いと考えられることから、構造物下部の体積変化量 ΔV を構造物底面積で除すことによって、浮上り量の算定を試みた⁴⁾。 ΔV の計算にはひずみの実測値から求めた矢板の変形量を用いた。浮上り量の実験値と計算値の比較を図5に示す。なお、普通矢板の緩詰め層厚55cmはひずみ計測不良のため計算対象から外した。図より、計算値と実験値は概ね対応しているが、緩詰め層厚にかかわらず、普通矢板では実験値の方が、排水矢板では計算値の方が大きくなる傾向が見受けられる。この原因として、普通矢板では矢板-構造物間の土粒子の構造物下部への回り込みによる浮上りを考慮していないこと、一方、排水矢板では矢板構造物間の土粒子が保持されていることに加え、構造物下部地盤中の間隙水を排水するため体積変化が全て浮上りに寄与しないことなどが考えられる。

4. あとがき

普通及び排水機能付き鋼矢板締切りによる埋設構造物の液状化対策に関する模型振動台実験を実施し、以下の結果が得られた。普通矢板でも無対策時と比べると構造物の浮上りがかなり低減されるが、液状化層が深い場合や加振加速度が大きい場合に比較的大きな浮上りが見られた。一方、排水矢板締切りでは条件によらず有意な浮上りは見られなかった。その理由の一つに、排水効果による矢板周辺地盤の強度保持が挙げられる。なお、本研究は建設省土木研究所との共同研究”液状化対策工法に関する研究”の一環として実施したものである。

<参考文献> 1) 野田, 喜田: 液状化過程における孔あき杭の水平抵抗について, 第20回地震工学研究発表会講演概要, pp.281-284, 平成元年
 2) 喜田, 西谷: 排水機能付き鋼矢板締切り工法の挙動, 土木学会第48回年次学術講演会, pp.206-207, 1993年
 3) 喜田, 田中: 排水機能付き鋼矢板締切りによる埋設構造物の液状化対策, エネルギー施設の液状化対策シンポジウム, pp.43-44, 1994年
 4) 吉見, 森他: 止水壁を用いた地中構造物の浮上り対策, 液状化シンポジウム発表論文集, pp.263-268, 1991年

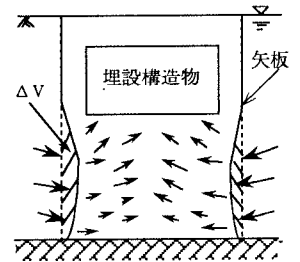


図4 矢板の変形と構造物の浮上り概念図

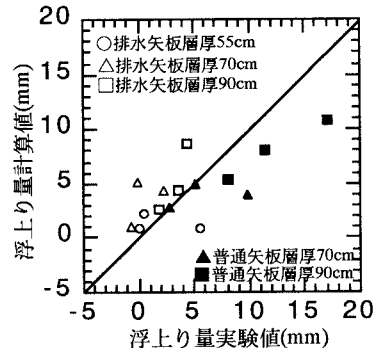


図5 浮上りの実験値と計算値の比較