

III-A 135 盛土の液状化対策として用いる締切り鋼矢板の挙動に関する振動台実験

住友金属工業（株）正会員 ○田中宏征 喜田 浩  
 建設省土木研究所 正会員 松尾 修 堤 達也

1. まえがき

盛土の液状化対策としての鋼矢板締切り工法について、著者らは対策効果やそのメカニズムに関する検討を実施してきている<sup>1),2)</sup>。ここでは、模型振動台実験の結果をもとに地盤液状化時の矢板の曲げひずみの発現特性について述べ、その計算法に関して検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験概要を図1に、実験ケースを表1に示す。地盤は豊浦標準砂を用いて砂箱（長2m×高1m×奥行0.5m）内に作成した。上層が緩詰め（目標相対密度40%、平均単位体積重量1.9gf/cm<sup>3</sup>）、下層が締詰め（目標相対密度80%）の2層構造で、緩詰め地盤は水中落下法で作成した。盛土は単位体積重量が約1.65gf/cm<sup>3</sup>で、下からの間隙水の浸透を避けるため地盤上にビニールシートを敷き同じ砂（含水比20%）を用いて作成した。矢板は板厚 t=3.2mm, 2.0mm の曲げ剛性が異なる2種類の鋼板（高680×幅410mm）である。実験No.4ではタイロッドとしてφ3mmの鋼線を2本用い、両側矢板を連結している。ただし、事前に緊張力は導入していない。加振は、振動数3Hzの正弦波30波で、目標台加速度は200galである。

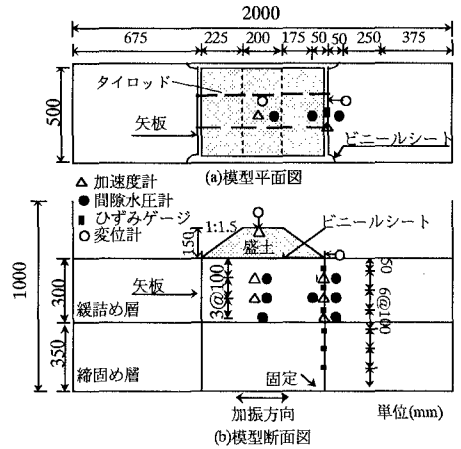


図1 実験概要

3. 実験結果

表1 実験ケース

No.	矢板種類	Dr <sup>*</sup>	台加速度
1	無対策	36%	229gal
2	板厚 t 3.2mm	35%	223gal
3	板厚 t 2.0mm	45%	223gal
4	板厚 t 2.0mm +タイロッド付き	40%	236gal

\*Dr: 緩詰め層の相対密度

3.1 盛土沈下量の経時変化

盛土の沈下量の経時変化を図2に示す。図より、①両側の尻部に鋼矢板壁を設けることで盛土の沈下量を低減でき、矢板板厚2.0mm, 3.2mm, 2.0mm+タイロッドの順に矢板の変形量が小さい場合ほど対策効果大きいこと、②いずれのケースも地盤が液状化する約1.5secあたり（図3参照）から加振中盤にかけて盛土の沈下が進行し、その後も加振の継続によって漸増していく傾向があることがわかる。

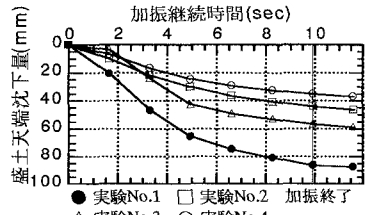


図2 盛土の沈下量の経時変化

3.2 地盤の液状化と矢板曲げひずみの発現の関係

過剰間隙水圧および矢板曲げひずみの経時変化例を図3に示す。両者とも加振の継続につれて漸増する平均的な成分（漸増成分）とその周りを振動する成分（振動成分）が見られる。図より、①加振開始後1~2secで過剰間隙水圧の漸増成分がほぼ一定値に収束し液状化に至っていると考えられる。②一方、矢板のひずみ、特に漸増成分は地盤が液状化するあたりから急増しはじめ、液状化後すぐに最大とはならず、間隙水圧より遅れてある一定の最大値に収束していく傾向が見られる。これは、液状化による盛土の沈下に伴って矢板の変形が増加するが、ある変形量に至ると盛土が自重によって沈下しようとする力と矢板の曲げ剛性による反力がバランスするためと考えられる。

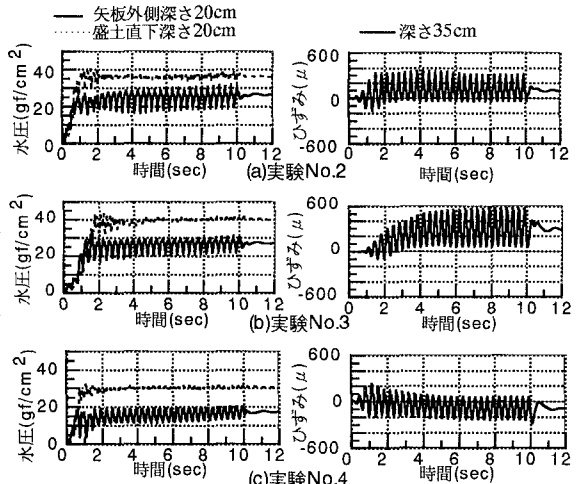


図3 過剰間隙水圧と矢板ひずみの経時変化

4. 矢板の曲げモーメントの算定

4.1 計算方法

矢板曲げひずみの漸増成分は間隙水圧の上昇に伴う水平圧の増加に、振動成分は加振に対する矢板の応答に依存すると考えられる<sup>3)</sup>。そこで、矢板ひずみを漸増成分と振動成分に分けて考え、図4に示すモデル<sup>1)</sup>を用いて地盤液状化時、すなわち過剰間隙水圧比Ru=1.0の状態での矢板の曲げモーメントを算定する。緩詰め地盤の抵抗(バネ)は考慮しない。また、実験No.4の漸増成分に対してはタイロッドによる変形拘束を考慮して矢板の頭部に支点を設ける。なお、Ru=1.0の場合、漸増成分は結局盛土上載圧(盛土を一定高にならしたときの値を使用)に等しい等分布荷重を受ける突出矢板の計算になる。

4.2 計算結果

矢板曲げモーメントの計算結果を実験結果とともに図5に示す。実験では矢板ひずみが地盤液状化後も漸増することから、約1.5sec,3sec,6sec,9.5secあたりの4種類の実測値を示した。

(a)漸増成分：計算値は、液状化後の加振の継続によってひずみ値がほぼ一定になる6sec以降の実験値と同程度またはそれ以上の値となり、分布モードも一致している。これより、液状化時に生じる矢板の最大モーメント値に関しては今回の手法で概ね算定できると思われる。しかし、液状化直後の実験値との比較においては計算結果が大きめの値を与える。なお、実験No.2で時間の経過につれて深部で実験と計算のズレが大きくなるのは、剛性の高い矢板の振動によって締り層でも周辺地盤に緩みが生じたためと思われる。

(b)振動成分：漸増成分と同様に6sec以降の実験値と計算値の間には比較的良好な対応が見られる。

しかし、実験No.2の1.48secでは実験値が計算より大きい。これは、荷重の振動成分が矢板の応答加速度と関連が深い<sup>3)</sup>のに対し、今回は簡単のためその算定に台加速度値を用いており、液状化直前の地盤加速度増幅時に相互作用によって計算値より大きな荷重が作用したためではないかと考えられる。図3によれば実験No.4でも液状化直前に振動成分が大きくなる傾向が見られる。

5. あとがき

盛土の液状化対策として用いる締切り鋼矢板の挙動に関する検討を行い、次の結果が得られた。①矢板曲げひずみは必ずしも液状化後すぐに最大にならず、加振の継続によって遅れてある一定の最大値に達する。②その時の矢板の曲げモーメント最大値は今回の計算方法で概ね算定可能である。③しかし、矢板ひずみの振動成分だけに着目すると液状化直前に最大振幅を生じる場合もあり、今後の検討課題である。なお、本研究は建設省共同研究「液状化対策工法に関する共同研究」の一環として実施したものである。

<参考文献> 1) 建設省土木研究所：液状化対策工法に関する共同研究、共同研究報告書(作成中),1995年  
 2) 田中喜田：鋼矢板による盛土の液状化対策に関する振動台実験、第30回土質工学研究発表会,pp.1077~1078,1995年  
 3) 田中喜田,飯田才村：鋼矢板締切りによる埋設構造物の液状化対策に関する検討、第9回日本地震工学シンポジウム論文集、pp.1345~1350,1994年

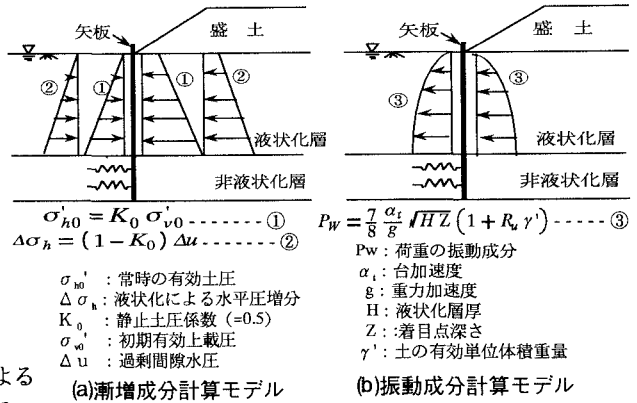


図4 矢板曲げモーメント計算モデル

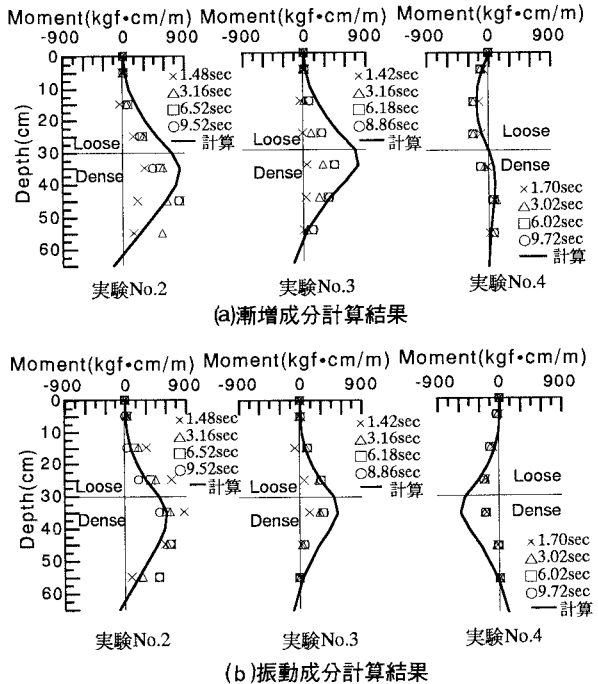


図5 矢板曲げモーメント計算結果