

発破を用いた実物大振動実験における鋼矢板岸壁の変形挙動

港湾空港技術研究所 正会員 ○小濱 英司
 正会員 菅野 高弘
 鋼管杭協会 正会員 塩崎 禎郎
 日本埋立浚渫協会 正会員 三藤 正明

1. はじめに

平成12年11月に実施された「港湾・臨海部都市機能の耐震性向上に関する実物大実験」¹⁾における鋼矢板式岸壁の振動実験では、設計震度が異なる2つの岸壁 ($k_h=0$: 非耐震、 $k_h=0.15$: 耐震、図1) について比較検討が行われた。この実験では、岸壁背後地盤内に配置された多数の爆薬の発破により振動と地盤の液状化を再現した。この結果、鋼矢板岸壁の変形は発破振動とともに生じ、発破終了後はほとんど変形していないことが明らかとなった²⁾。本報告では実験前後の岸壁変形挙動をさらに詳細に検討し、鋼矢板岸壁の変形メカニズムを明らかにする。

2. 鋼矢板岸壁の変形および液状化

発破実験前後における鋼矢板岸壁付近の様子および実験終了後における残留変形量分布を図2、図3に示す。耐震岸壁では、鋼矢板法線端部の変位は40cm弱であるが、中央部はそれより大きく、凸状に変形した。非耐震岸壁では変位が一箇所では計測されていないが、図2に見られるように、同様に凸状に変形し、耐震岸壁との変形量の差はそれほど大きくなかった。発破終了の数十分後から数時間にわたって、地表面では填砂が見られ（図2）、過剰間隙水圧の消散には数日を要した（図4）。ここで、間隙水圧値が発破前の初期値まで戻らないのは、発破により水圧計設置位置が下がったことなどが原因と考えられるが、過剰間隙水圧の消散は水圧値が落ち着いたところで完了したと考えられる。ただし、図2のように、鋼矢板近傍において填砂現象はみられなかった。過剰間隙水圧は初期有効鉛直応力までほぼ上昇して液状化したと考えられるため（図4）、矢板が側方に変形したために体積膨張が生じ、間隙水圧の再配分が地盤内だけで生じたと考えられる。

図2 発破実験前後の岸壁の様子 (a) 実験前、(b) 実験後

3. 鋼矢板および控え直杭のひずみおよび土圧

図5に、矢板と控え直杭のひずみについて、図中に示すイベント時における分布を示す。ここではひずみの絶対値を用いており、鋼矢板・控え直杭打設前の無荷重状態でのひずみを0としている。鋼矢板については、海底面よりも上ではタイロッド取付け位置と海底面のほぼ中間で極大となる負のひずみ、海底面下では正のひずみとなった。最大ひずみは発破が鋼矢板の直背後に到達した時刻付近で生じた。海底面上の負のひずみは発破による振動成分の影響を受けており、発破終了後には大きく減少した。一方、海底面下の正のひずみは発破

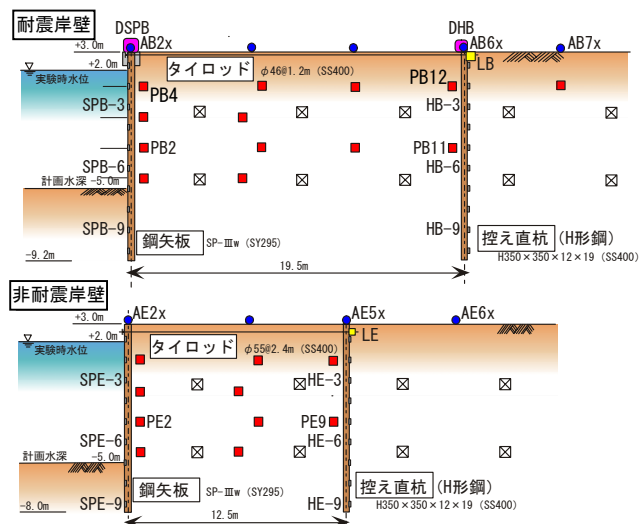


図1 鋼矢板岸壁断面図

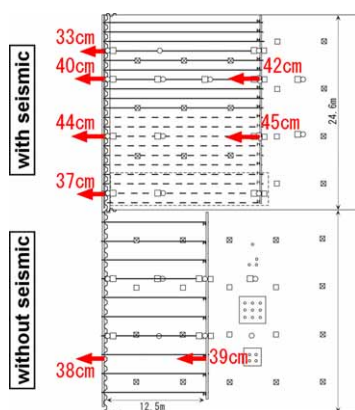


図3 発破実験後の残留変形量

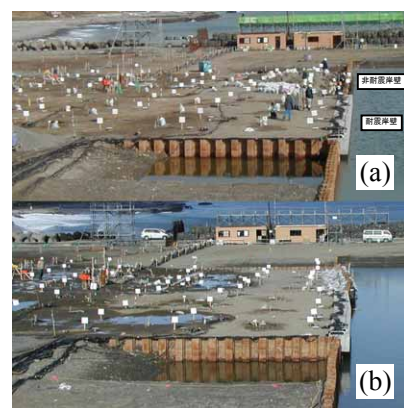


図2 発破実験前後の岸壁の様子 (a) 実験前、(b) 実験後

キーワード 鋼矢板岸壁、液状化、実物大実験、耐震、発破

連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 (独)港湾空港技術研究所構造振動研究室 TEL 046-844-5058

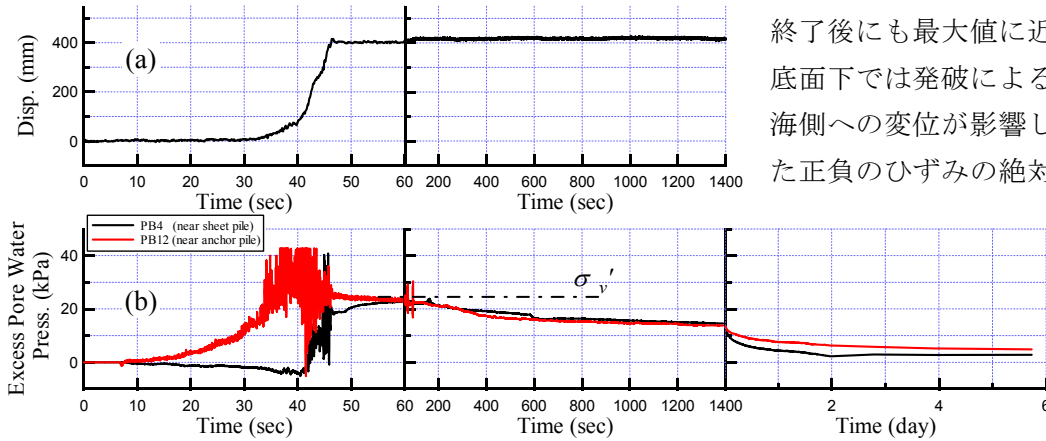


図4 耐震側矢板上端の変位時刻歴および間隙水圧時刻歴

(a) 矢板変位、(b) 矢板および控え杭近傍での間隙水圧

時刻は鋼矢板の正負のひずみが最大となる時刻とほぼ一致した。控え直杭のひずみは、鋼矢板のひずみが最大値を計測した時刻から約 1sec 後に最大となった。そのとき地盤はすでに液状化状態に達して水平反力は期待できないため、深部の液状化していない堅固な地盤と埋立土の境界付近を固定点とする片持ばりにタイロッドの張力が作用するようなひずみの分布形状となった。

鋼矢板および控え直杭で計測されたひずみに断面係数とヤング率を乗じて曲げモーメントを求め、さらに深さ方向に二回微分して求めた分布荷重を図6に示す。ここでは海向きの荷重を負、陸向きを正としている。鋼矢板では-5m以深の根入れ部において前面の土圧が大きく、それよりも浅い部分では背後の土圧が作用していることがわかる。鋼矢板や控え直杭のひずみが最大となる時、作用荷重はかなり大きくなり、根入れ部においては実験終了後も大きな荷重が残留した。一方、浅い部分での背後土圧の残留値は、実験前と比較してそれほど大きくない。控え直杭では約-6m以深で大きな荷重が作用し、実験終了後も残留した。図4の過剰間隙水圧時刻歴からも明らかなように、背後地盤内の浅い部分は液状化しており、杭の変形に対する抵抗は大きくなかったと考えられる。一方、-6m以深では液状化は発生しておらず、この部分だけでタイ材張力を支えたと考えられる。非耐震岸壁は控え杭本数が耐震側のほぼ半分で、杭も短いため、一本あたりの荷重は耐震岸壁より大きくなった。したがって本実験での鋼矢板岸壁の変形は、液状化により控え杭の水平支持力が低下したことが大きな要因と考えられ、結果的に、耐震・非耐震岸壁の変形量に大きな差が生じなかった。矢板式岸壁は矢板・控え工の部材剛性や水平抵抗等のバランスによって成り立っており、そのどれか一つの機能低下により破壊に至る構造物であることを象徴する結果であったと考えられる。

参考文献 1) 菅野高弘、小濱英司、三藤正明、塩崎禎郎：発破を用いた港湾・臨海部都市機能の耐震性向上に関する十勝港における実物大実験、第11回地震工学シンポジウム、2002。 2) 小濱英司、菅野高弘、塩崎禎郎、三藤正明：発破を用いた鋼矢板岸壁の動的挙動に関する実物大実験、第11回日本地震工学シンポジウム論文集、2002。

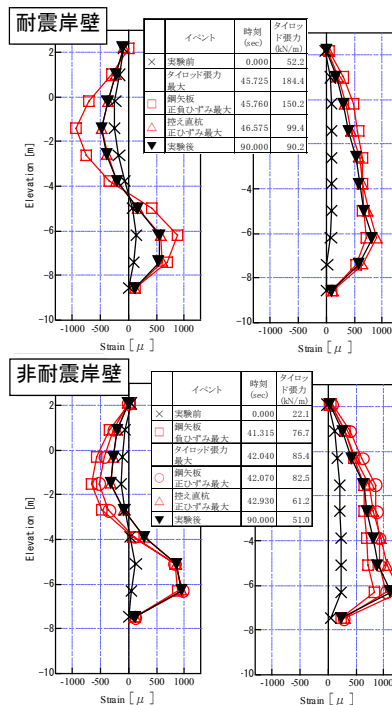


図5 鋼矢板および控え杭のひずみ分布

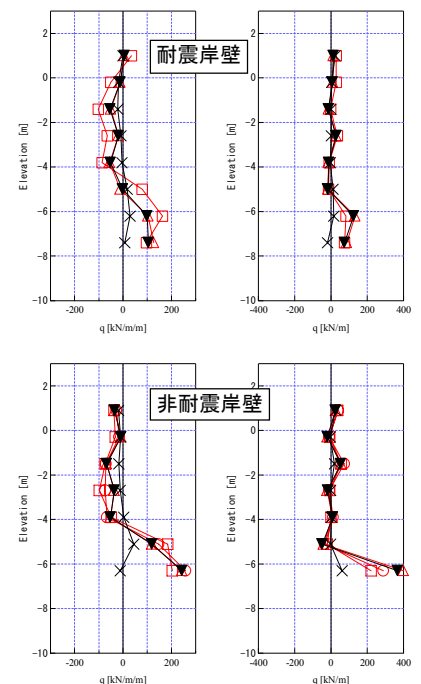


図6 鋼矢板および控え杭に作用する分布荷重