

# 臨海部埋立地のコンビナート施設を対象とした 液状化（耐震）診断・対策技術の大規模実証実験

## 1. 研究背景・目的

東北地方太平洋沖地震を教訓とした巨大地震への対策・対応が社会的要請としてある中、被災想定域には、日本経済の中枢を担う産業・交通施設、オフィス群・住宅地等が埋立地に立地していることが多く、地震時の液状化による被害の発生が予測されています。

その中で、臨海部埋立地のコンビナート施設におけるこれまでの液状化被害の背景として、①コンビナート施設等では種々の構造物が地中・地表・空中に密接して設置されており対策工の施工が技術的に困難であること、②耐震診断・対策を講じるために既存施設の供用の停止が必要となり経済活動レベルの低下をもたらすこと、③液状化対策には多額の費用と時間を要すること、といった理由から、対策実施を躊躇する傾向があることが推測されます。

そこで国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所と消防庁消防研究センターは、国立研究開発法人土木研究所と連携し、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）において、臨海部埋立地のコンビナート施設を対象に、経済活動に対する深刻な影響が発生する事態を防止・軽減することを目的として「大規模実証実験等に基づく液状化対策技術の研究開発」をスタートさせました。本研究開発は、調査・診断・対策に関する一連の液状化対策技術開発を行い、大規模実証試験によってその効果を確認します。さらに、その成果を、防災を専門としない事業者が直観的に理解できるガイドライン等として取りまとめ、事業者に技術移転を行い事業者自らの判断で液状化対策を行えるようにすることにより、液状化（耐震）対策を促進させることを目指します。

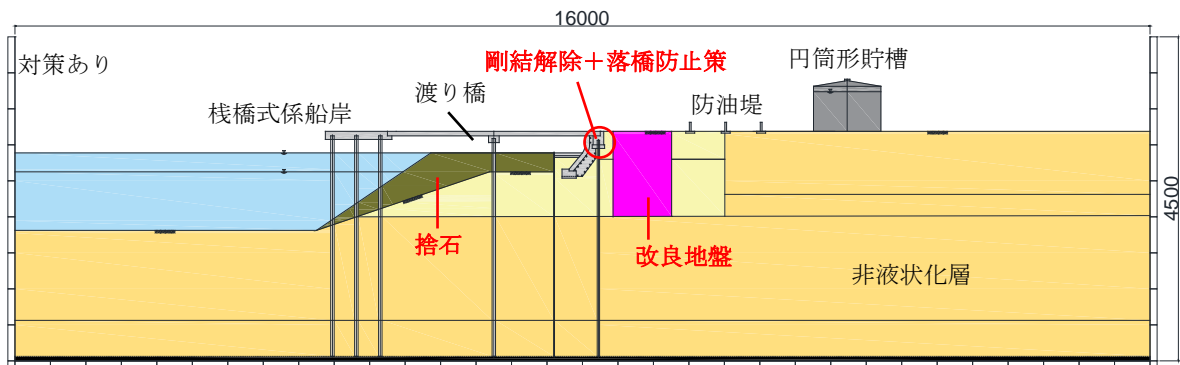
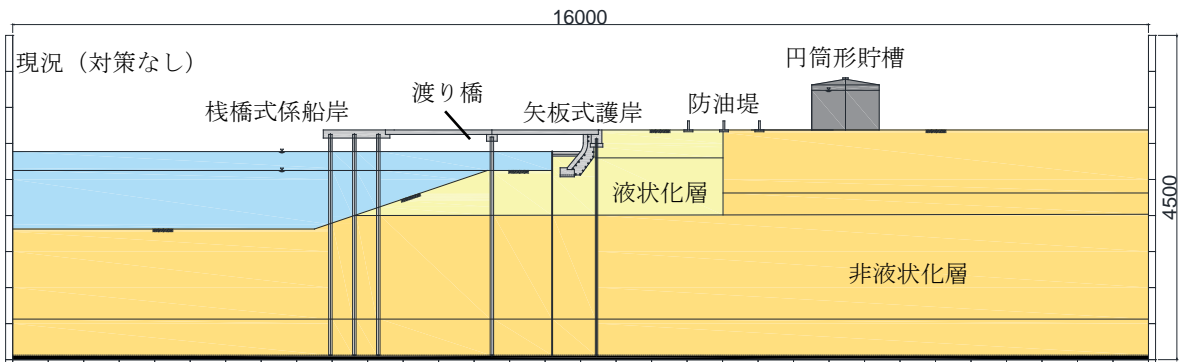
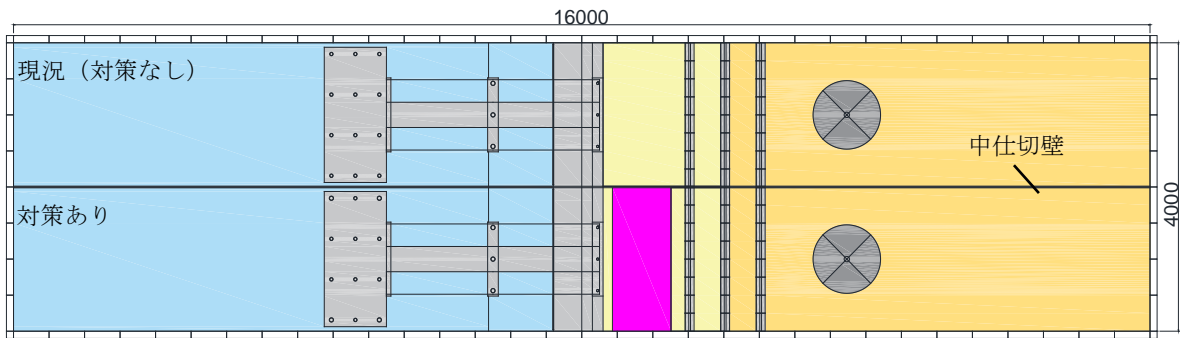
本実験では、本研究開発で得られた耐震診断システム等の診断技術および液状化（耐震）対策技術の効果の確認・検証を行うデータを取得します。大型土槽での震動実験に関するノウハウ・知見を有する国立研究開発法人防災科学技術研究所と共同で、世界最大の振動台、実大三次元震動破壊実験施設（以下、「Eーディフェンス」という。）を用いて、これまでにないスケールによる大規模実証実験を行うことでより精度の高いデータの取得が期待されます。また、大規模実験を公開することで“直観的に理解できる研究成果”として広く一般に周知でき、液状化被害に備えるための啓発の効果も期待できます。本実験は実際の事業所施設を模擬して実施するもので、今後現地施工する対策工を検証し、成果は社会実装にも直結するものです。

## 2. 実験内容

### (1) 概要

本実験は、臨海部埋立地に実在するコンビナート施設を対象としており、その矢板式護岸の後背地に屋外貯蔵タンク（円筒形貯槽）が存在し、海側には棧橋式の係船・搬出入施設を有します。

試験体は、直方体剛土槽（内寸：長さ 16m、幅 4m、高さ 4.5m）を用いて、土槽を中仕切壁で 2 分割し、その中に縮尺 1/8 相当で、現況（対策なし）の断面と、対策を施した断面の 2 種類の模型を製作します。また、所定の高さまで水を入れ飽和地盤とします。この試験体を Eーディフェンスを用いて加振することにより、1 度の加振で対策の有無と対策工効果を比較・検討します。



模型一般図（上：平面、中：現況（対策なし）断面図、下：対策あり断面）

## （２）液状化・耐震対策

対策方針については、事業者より意見を聞きながら、事業継続性を考慮して各施設について地震によりどの程度の損傷までを許容するかという要求性能を設定しました。また、対策工法の検討にあたっては、可能な範囲で安価かつ生産活動を妨げない対策方法を選定し、事業者が適用可能な対策となるよう配慮しました。

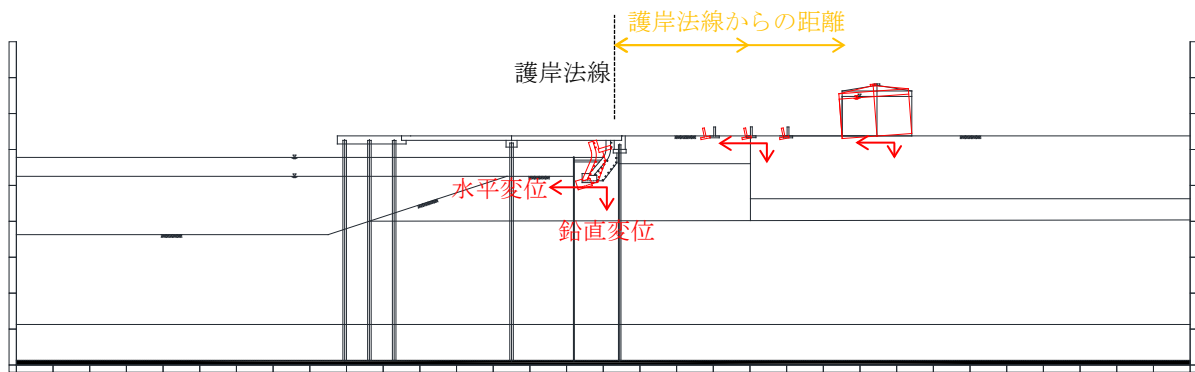
今回、具体の対策としては、矢板式護岸背後の液状化層に対して地盤改良（セメント系固化を想定。）と護岸前面部分に抑え捨石を行い、地盤の変形を抑制する対策を行います。また、護岸が渡り橋を介して栈橋式係船岸を押しするような変形が想定されるため、護岸と渡り橋の接続部において水平方向の荷重の伝達が無いような構造とし、併せて、渡り橋の落橋防止対策を行うこととしています。

### (3) 計測・モニタリング

計測は、以下に示す計測機器を用いて、E-ディフェンスの計測システムの約700チャンネルを使用し、地震作用による地盤や構造物の動的挙動を把握します。

- ・速度計：地盤や構造物における加速度の計測
- ・間隙水圧計：飽和地盤における間隙水圧の計測、液状化の判定
- ・変位計：構造物における動変位の計測
- ・土圧計：地盤中の動的土圧、構造物に作用する動的土圧の計測
- ・ひずみゲージ：構造物における曲げ変形、断面変形の計測
- ・加速度計変位計測版：加速度計を用いた地盤中の変位（ひずみ）の計測
- ・面圧分布測定システム：杭周面や円筒形貯槽下における面的・動的土圧の計測

この他、加振後に、地盤表面に設置したターゲットの位置計測、目視による地盤や構造物の変状の観察を実施し記録を行い、試験体の変位・損傷状態を把握します。これにより、護岸法線からの距離と背後地盤上の構造物の変位・損傷状態の関係性に着目し、護岸の補強による背後地の地震被害抑制効果についても検討します。



護岸および背後地盤・構造物の変状（イメージ）



使用する直方体剛土槽