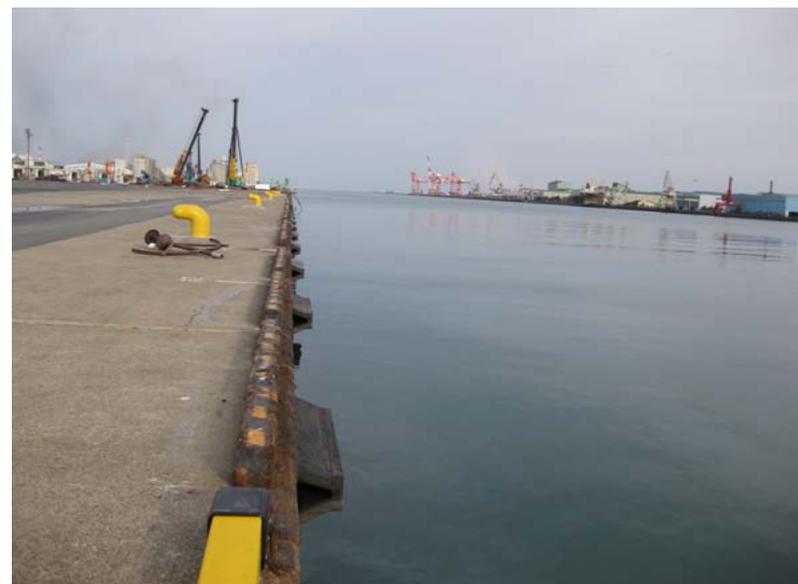
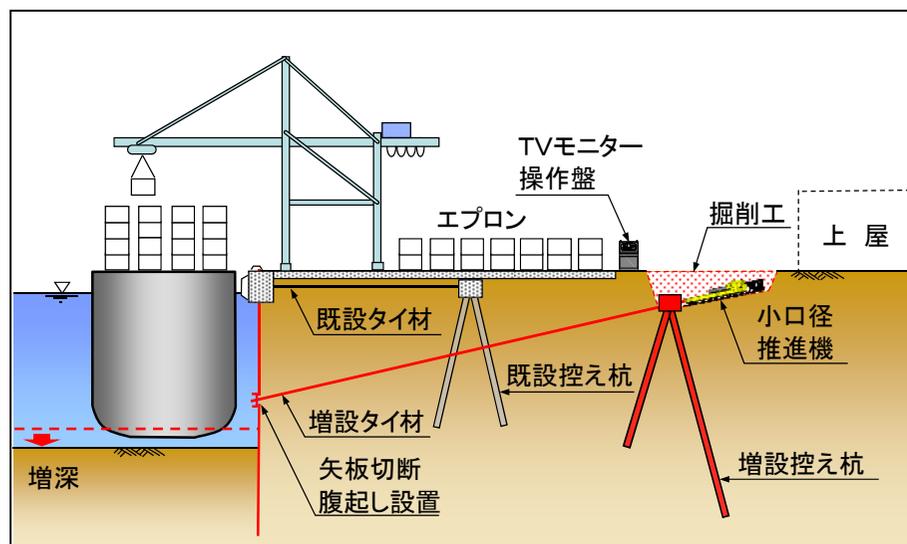


# 「2段タイ材地下施工法」

## ～既設岸壁を供用しながらの増深・耐震補強工法～



# 内 容

1. 技術開発の背景
2. 共同開発メンバー
3. 2段タイ材地下施工法の概要
4. 設計の考え方
5. 耐震補強効果について
6. 仙台塩釜港 雷神埠頭の適用事例
7. 施工について
8. 留意事項
9. 技術登録

# 1. 技術開発の背景

## 【港湾整備の現状】

- ・海上輸送船舶の大型化 ⇒ 岸壁の計画水深増加
- ・大震災時の海上物流確保 ⇒ 耐震強化岸壁の整備
- ・既設岸壁のリニューアル ⇒ 既存ストックの有効利用

## 【施工上の課題】

- ・岸壁は生産・物流拠点 ⇒ 長期稼働休止が不可能



「2段タイ材地下施工法の開発」

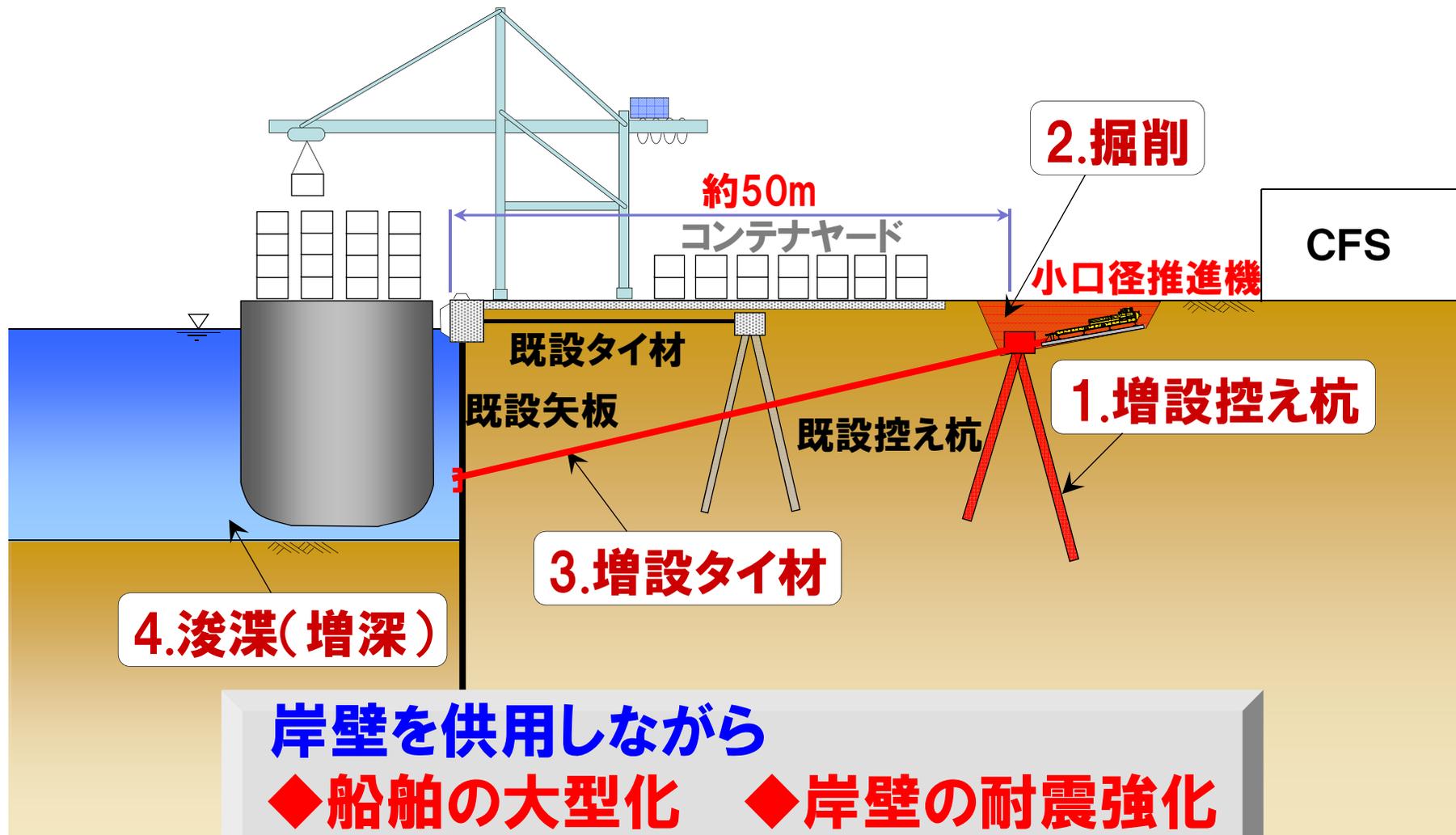
## 2. 共同開発メンバー

- ①国土交通省 東北地方整備局
- ②独立行政法人 港湾空港技術研究所
- ③株式会社 日本港湾コンサルタント
- ④株式会社 大林組

開発期間：2006年4月～2011年3月  
(5年間)

# 3. 2段タイ材地下施工法の概要(1)

## ■対象: 控え矢板式岸壁



# 3. 2段タイ材地下施工法の概要(2)

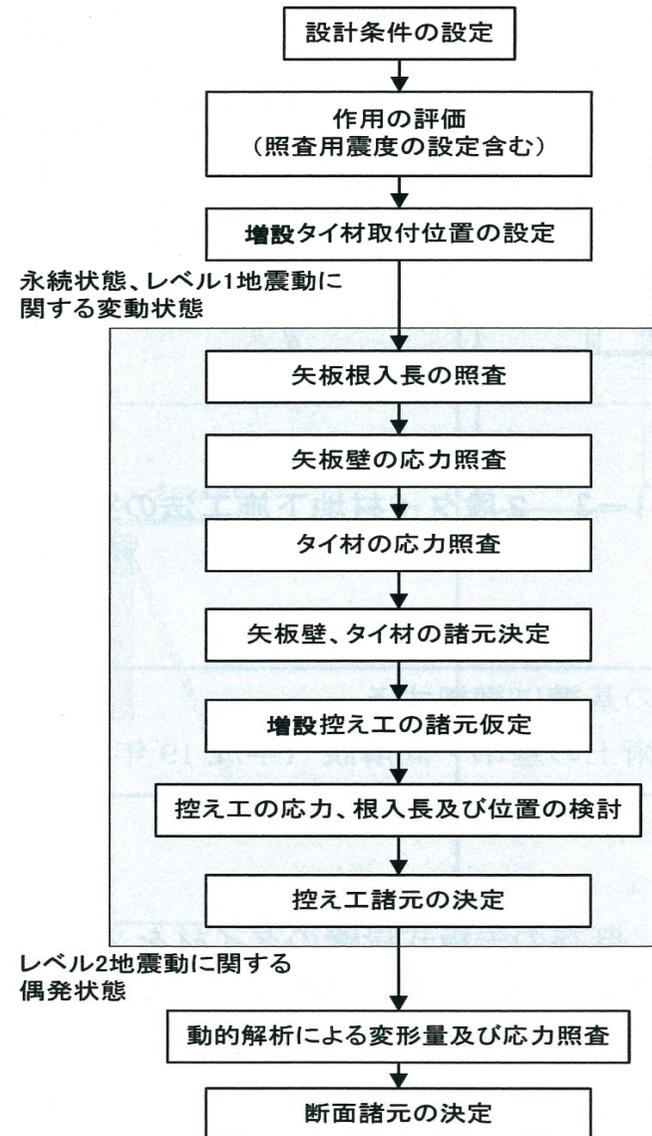
項目	2段タイ材地下施工法	従来工法	
		新設矢板一体化工法	背面薬液注入固化工法
概略図			
施工性	荷役作業への影響小	荷役作業への影響大	
留意点	地中障害物の有無	埋立免許の取得	改良体の強度確認
経済性	0.7	1.0	0.9
評価	◎	×	△

# 4. 設計の考え方 (1)

## 性能照査手順

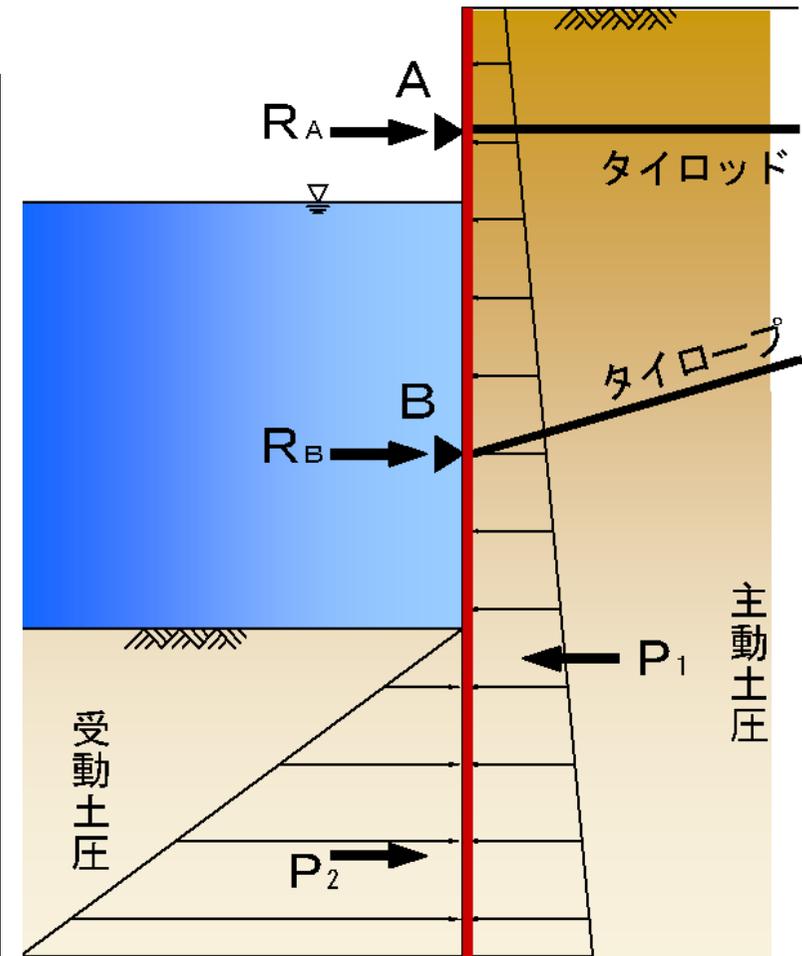
本工法の性能照査は、右のフローに準じて行う。

ただし、レベル1信頼性設計法の部分係数に関する知見が無いいため、形式的な部分係数を設定し照査を行う。



# 4. 設計の考え方 (2)

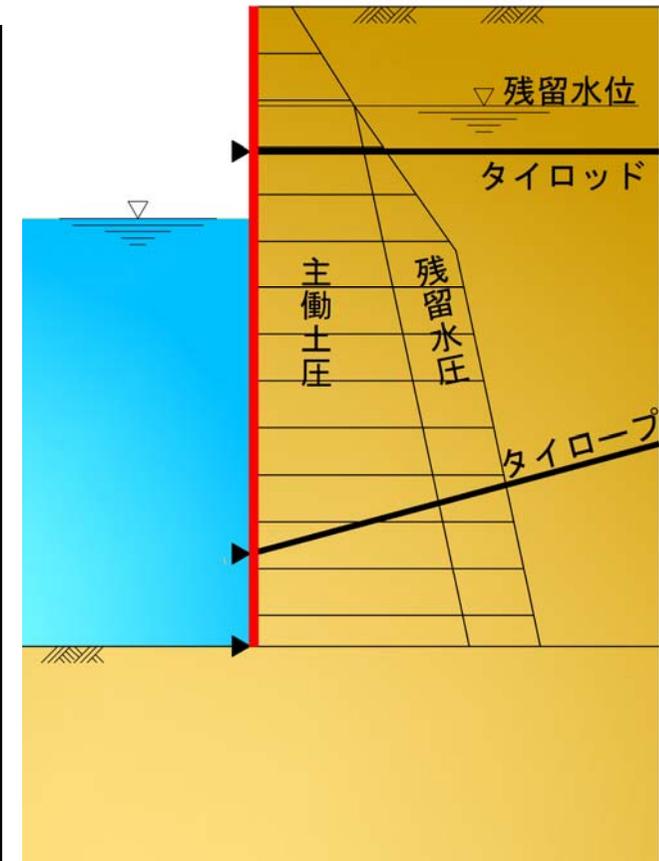
検討項目	根入れ深度
設計手法	フリーアース サポート法
説明	既設タイ材取付点回りのモーメント(主働土圧、受働土圧)の釣合いを解くフリーアースサポート法に2段タイ材の張力によるモーメントを考慮



根入れ深度照査モデル  
(フリーアースサポート法)

## 4. 設計の考え方 (3)

検討項目	矢板断面／タイ材張力
設計手法	仮想梁法
説明	<b>【支点】</b> 既設タイ取付点・海底面・ 2段タイ取付点 <b>【荷重】</b> 海底面から上の土圧・ 残留水圧

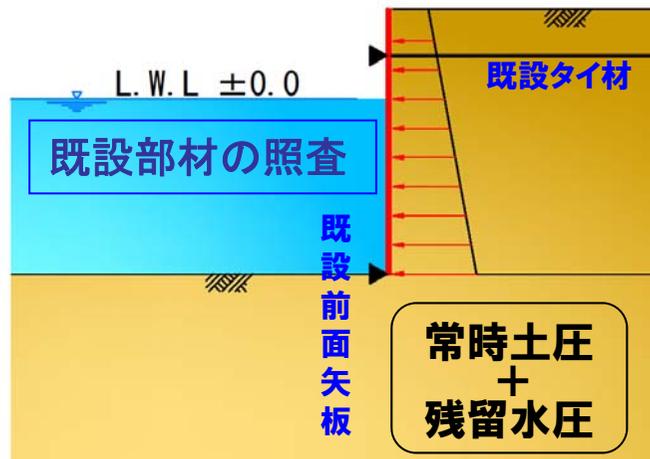


矢板断面モデル  
(仮想梁法)

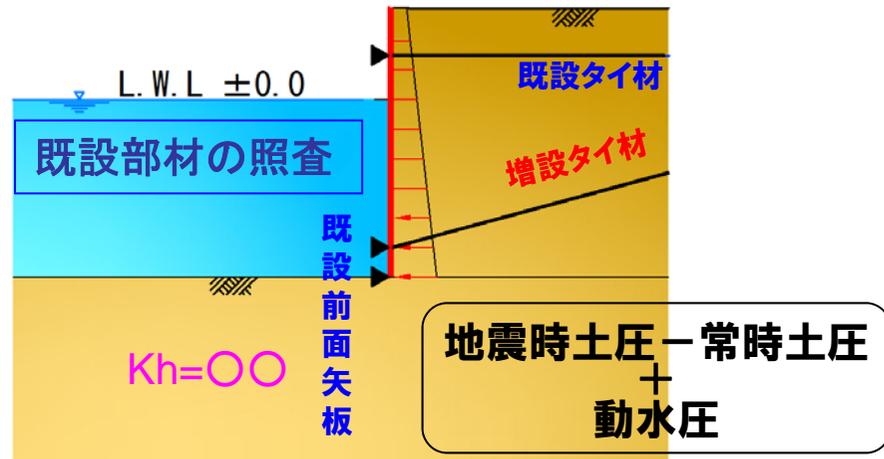
# 4. 設計の考え方 (4)

## ■静的解析（重ね合せ法）による照査（耐震対策の場合）

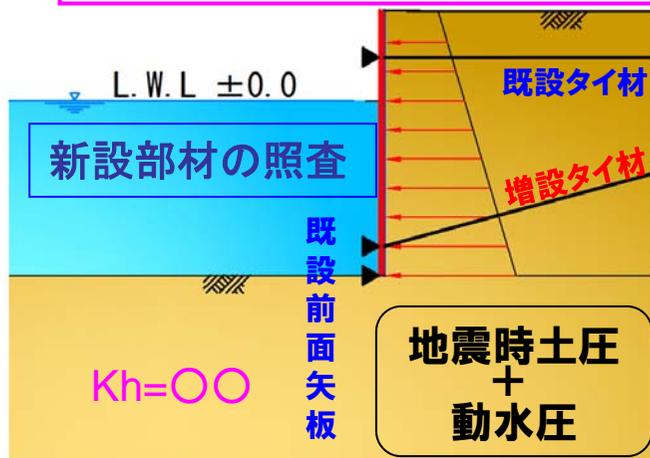
### STEP-1 現状での常時解析



### STEP-2 増分荷重に対する解析



### STEP-3 増設後地震時解析



### 地震時の安全性照査

#### ■既設部材(前面矢板・既設タイ材・既設控え工)

断面力:STEP1及びSTEP2 で応力度照査

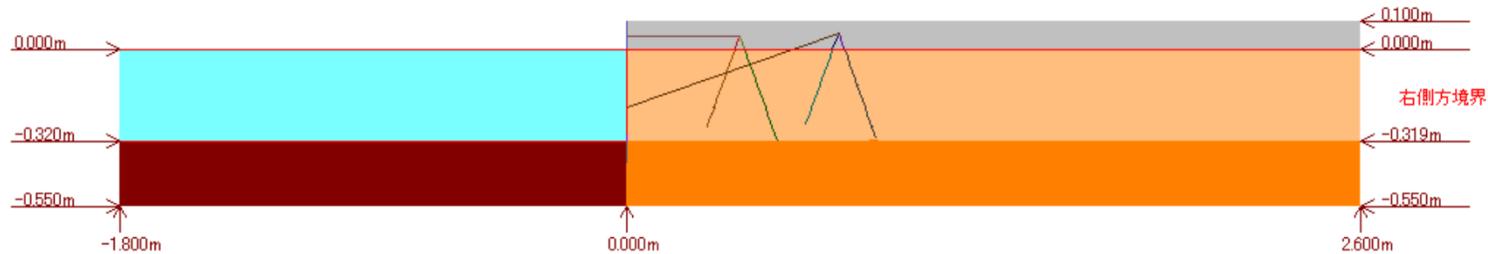
#### ■増設部材(増設タイ材・増設控え工)

断面力:STEP3 で応力度照査

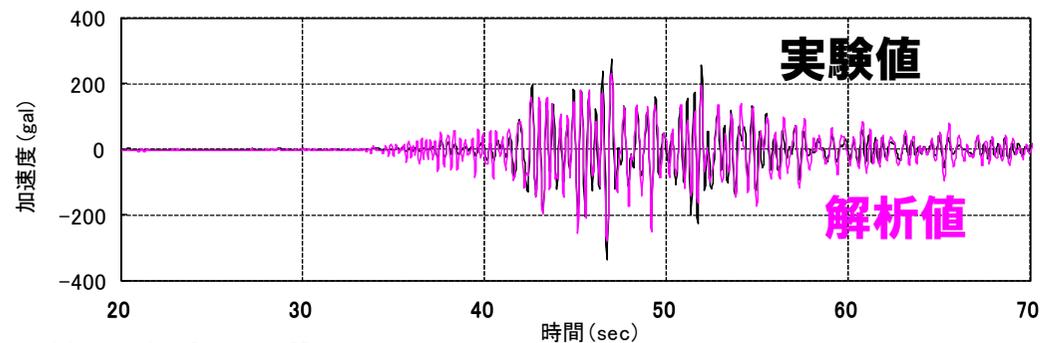
注:増深の場合は別途モデルで検討する

# 4. 設計の考え方 (5)

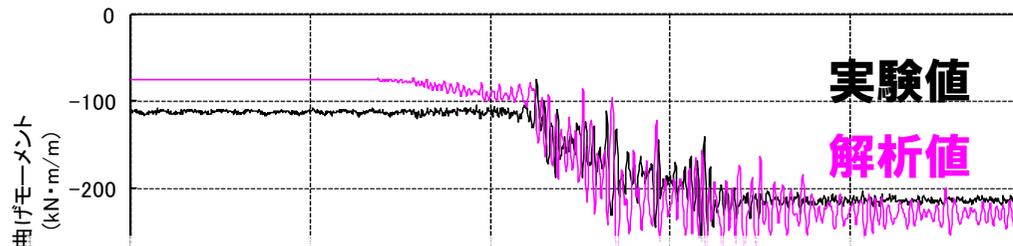
## 動的有効応力解析FLIPによるシミュレーション



前面矢板天端の応答加速度



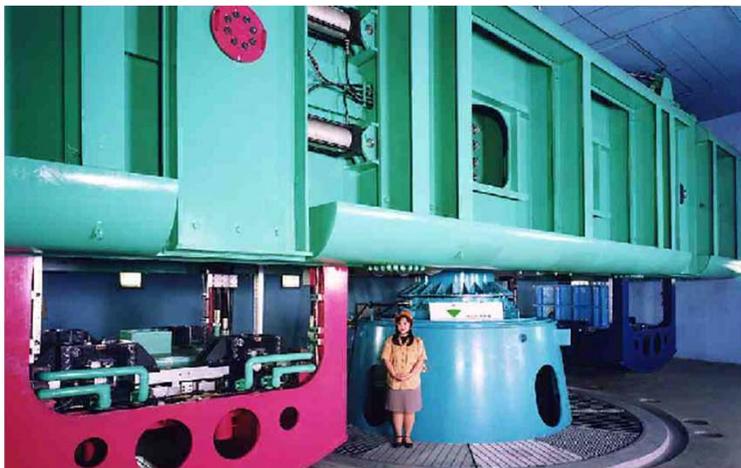
前面矢板の曲げモーメント



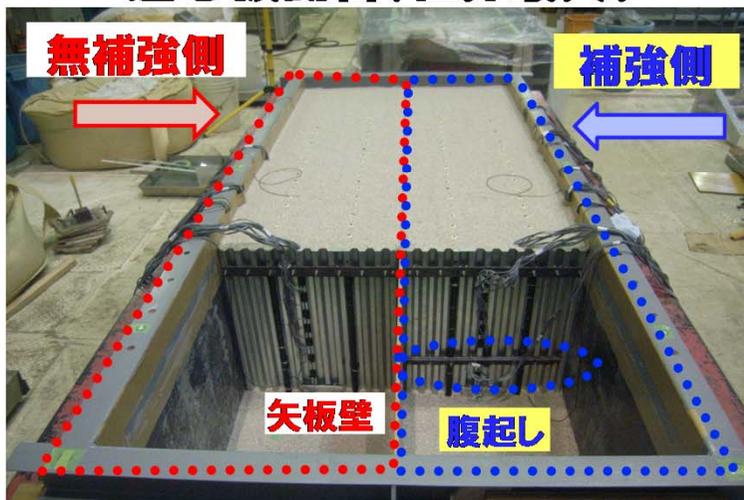
動的解析による性能照査が可能

# 5 耐震補強効果について

## ■遠心実験装置を用いた耐震性能照査

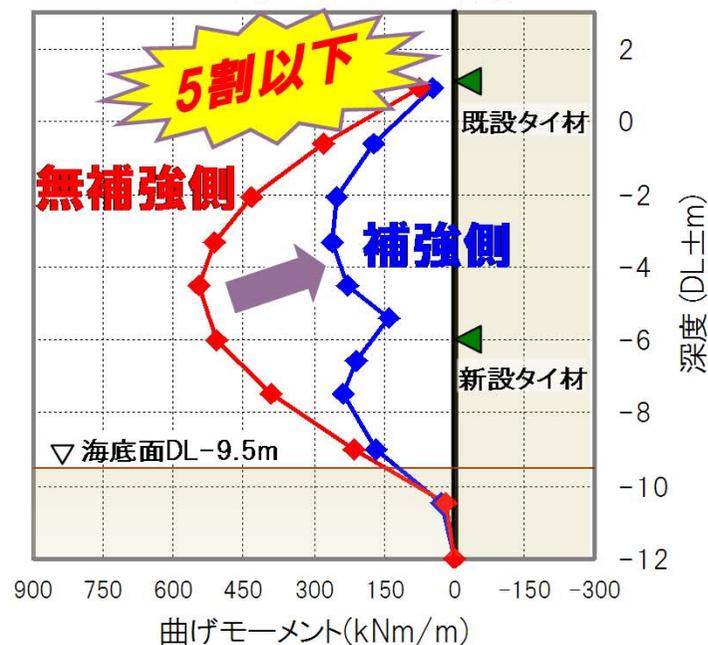


遠心振動台(世界最大)



完成模型(幅1.9m×高さ0.7m)

無補強岸壁と補強岸壁を並列で作成し、同時に加振した結果を比較  
⇒「2段タイ材地下施工法」の耐震効果と増深対策効果を確認



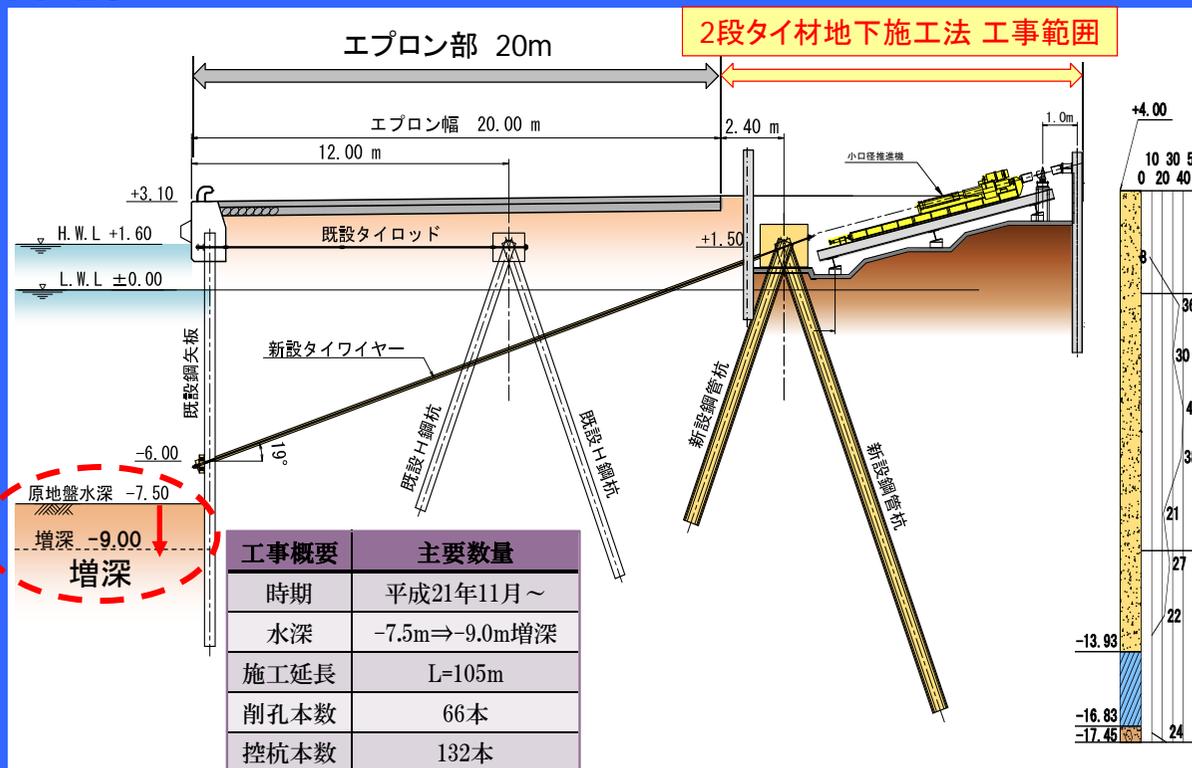
前面矢板曲げモーメント図

# 6. 仙台塩釜港 雷神埠頭の適用事例(1)

国際拠点港湾：仙台塩釜港仙台港区



**雷神埠頭 (440m)  
耐震強化岸壁に  
一部を改良**



- 雷神埠頭⇒トヨタ自動車の新車運搬の拠点(名古屋・北海道など)
- セントラル自動車誘致⇒新車輸送量の拡大35万台から50万台へ
- 新車輸送量の拡大⇒船舶大型化対応により、-7.5m⇒-9m岸壁へ
- 2段タイ材地下施工法の採用理由⇒①岸壁供用が可能②経済性

# 6. 仙台塩釜港 雷神埠頭の適用事例 (2)

## ■設計概要

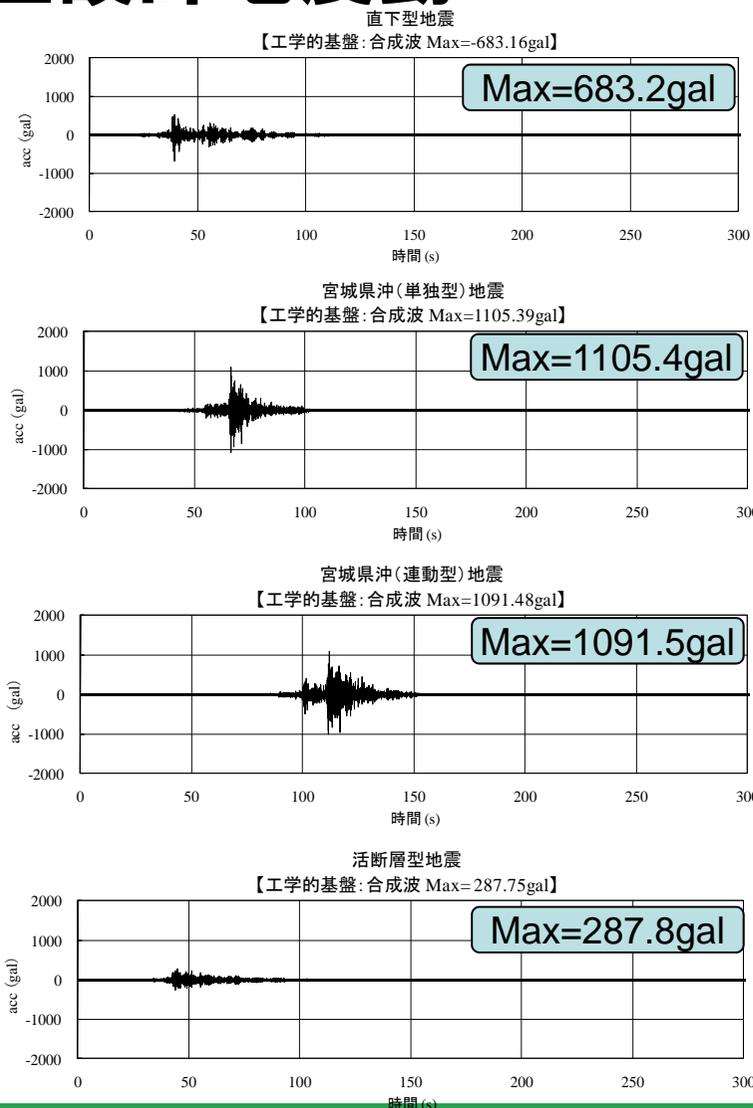
- 耐震強化施設(特定)  
緊急物資輸送対応
- 部分係数(新工法)  
⇒港湾基準の鋼矢板式を準用
- 永続状態・変動状態(レベル1地震)  
⇒断面力:仮想梁法  
矢板根入れ:フリーアースサポート法
- 偶発状態(レベル2地震)  
⇒FLIPによる照査

[設計で考慮したレベル2地震動]

### 4波形

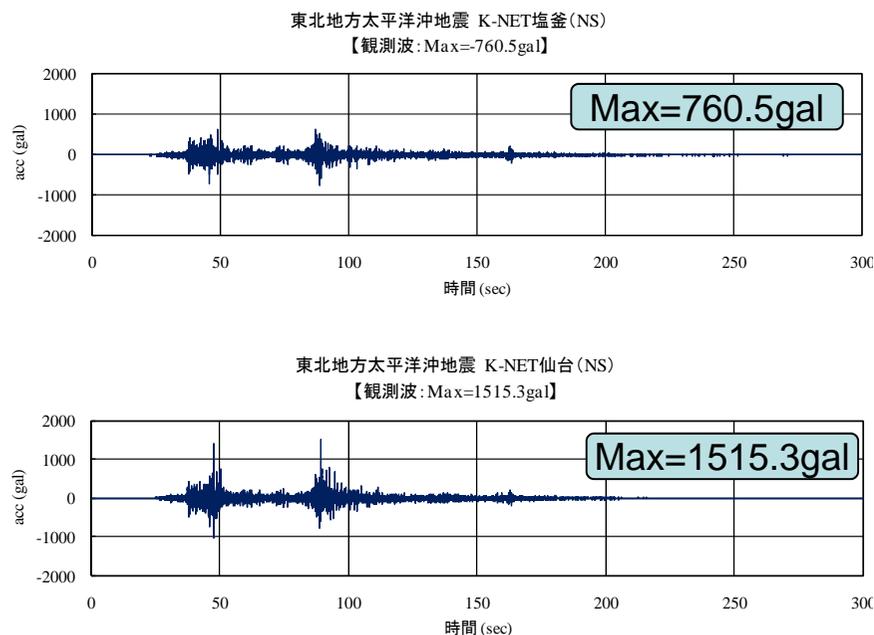
- ・直下型地震
- ・宮城県沖(単独型)地震
- ・宮城県沖(連動型)地震
- ・活断層型地震

## ■設計地震動

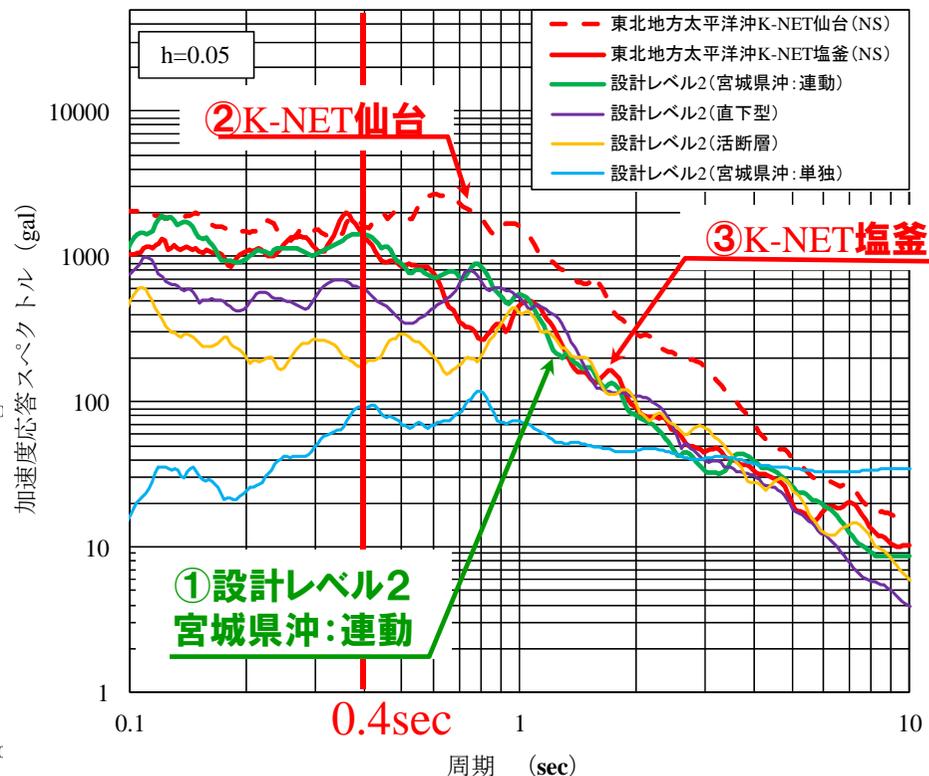


# 6. 仙台塩釜港 雷神埠頭の適用事例 (3)

## ■ (参考) 東北地方太平洋沖地震観測波 (K-NET)



## ■ 地震動比較 (参考)



加速度応答スペクトル比較図

### 〔特徴〕

- 宮城県沖連動とK-NET塩釜は比較的近似
- K-NET仙台観測波は、0.4sec以上で大きい

# 6. 仙台塩釜港 雷神埠頭の適用事例 (4)

■東日本大震災直後の雷神埠頭(部分的に2段タイ地下施工法断面が完成していた)

■周辺の被害状況

■震災直後の状況:被害なし

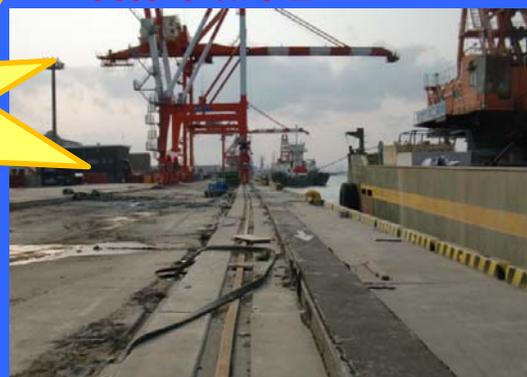
H22.11月  
補強工事完成

東日本大震災  
発生！！

津波高7.2m  
震度6強



雷神埠頭周辺 H23.3.19



対岸岸壁被災状況(高砂)  
H23.4.2



緊急物資運搬用の巡視船接岸 H23.3.19



補強部の岸壁法線はらみ出しなし H23.3.19

- ・ 東日本大震災で、あらためて耐震補強効果確認
- ・ 未補強部は、海中で矢板はらみ出しの被害

# 7. 施工について(1)

## - 施工手順 -

① 既設鋼矢板測量

② 増設控え杭打設

③ 控え工部の掘削

④ 高性能小口径推進

⑤ 控え工頂部コンクリート打設

⑥ 水中部腹起し取付

⑦ タイロップ挿入

⑧ タイロップ緊張

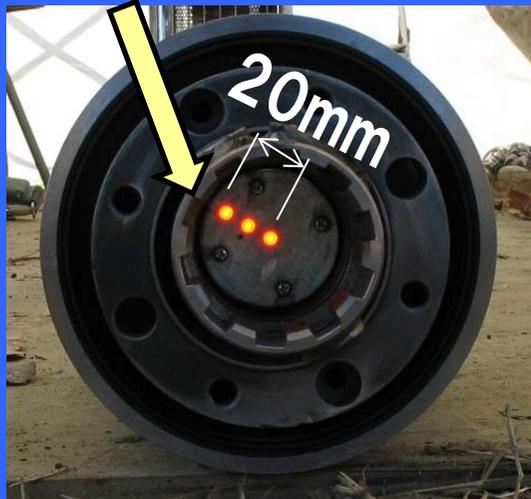
⑨ 埋戻し・舗装



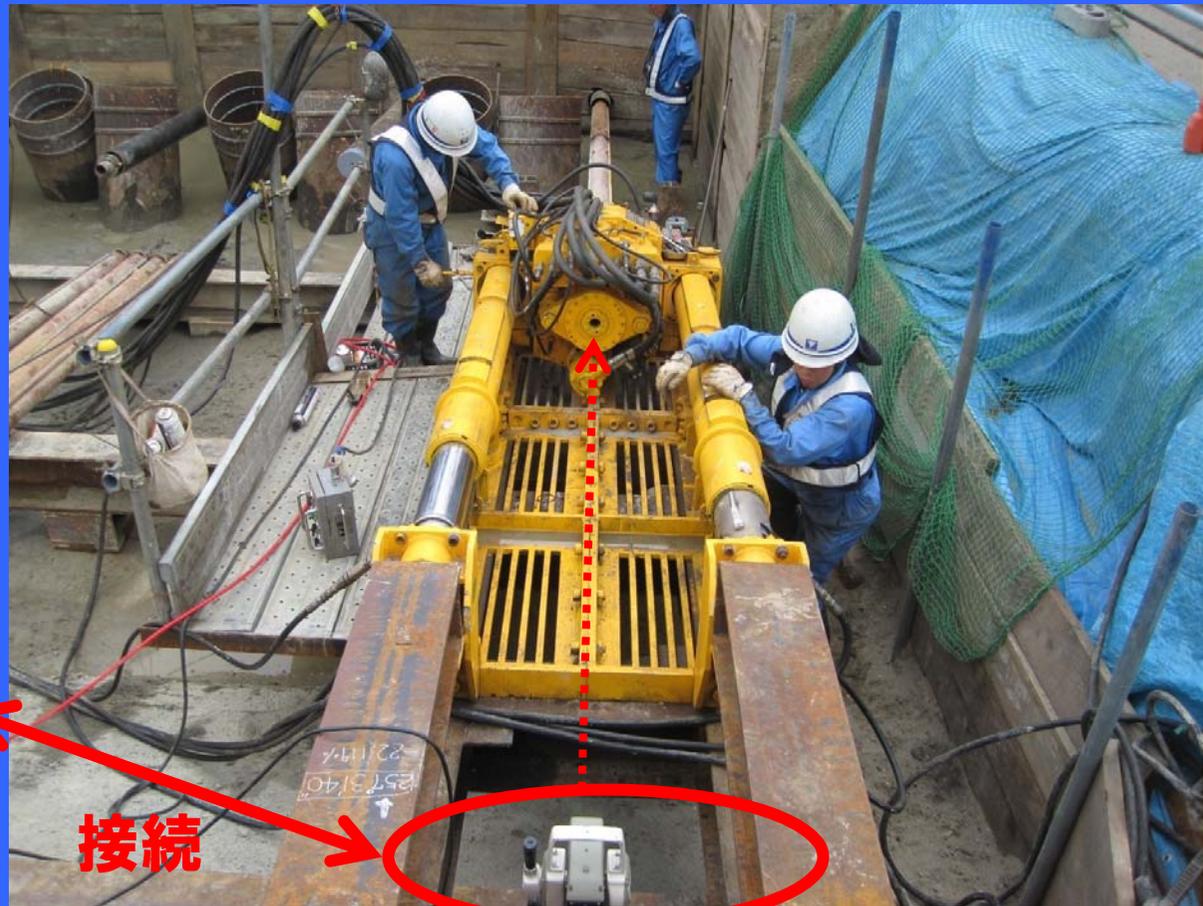
# 7. 施工について(2) -高性能小口径推進工法-

## ◆モニターによる方向管理状況

### 先端発光ターゲット



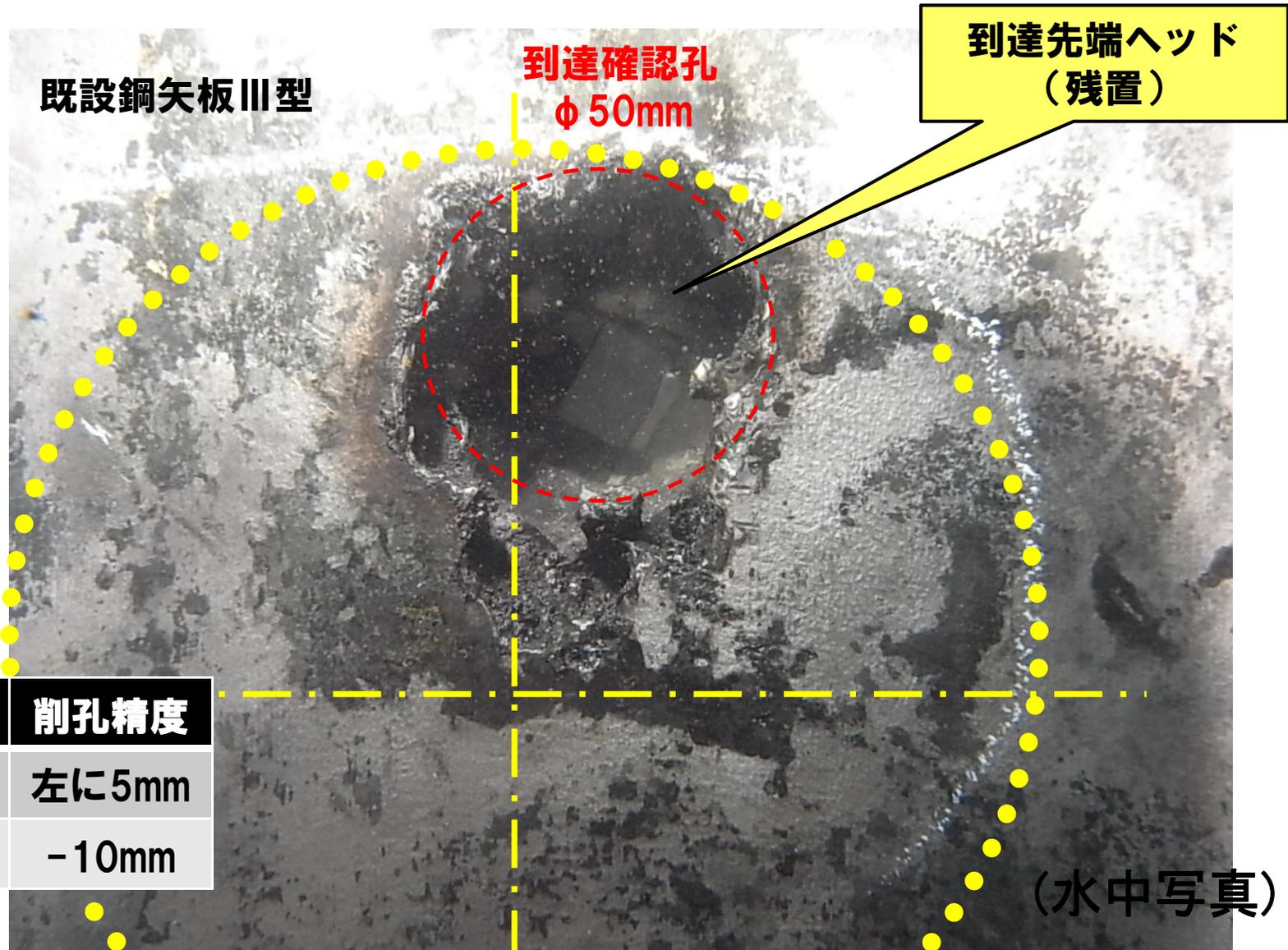
### 陸上モニター



接続

TVセオドライト

# 7. 施工について(3) -高い削孔精度確認-



項目	削孔精度
左右	左に5mm
上下	-10mm

# 7. 施工について(4) -雷神埠頭の施工状況-

■岸壁の荷役作業に影響を及ぼさない施工が可能

⇒改良工事期間中の工事による荷役作業中止なし



大型自動車運搬船

仮囲い工事エリア

岸壁荷役作業状況(新車の荷揚げ・荷降ろし)



削孔作業状況(仮囲い工事エリア内)

## 8. 留意事項

- 既設岸壁矢板は、施工時の打設精度の面から必ずしも設計図通りではないため、新設する下側タイ材の取付け点の位置出しに際しては、精度の高い現況の測量が必要となる。
- 小口径推進機は、粒径の大きな基礎捨石や転石の多い地盤等には適していないため、背後地盤について十分な事前調査が必要となる。（上記地盤の場合には補助工法（薬液注入工法等）が必要となる。）

# 9. 技術登録

## ①財団法人 沿岸技術研究センター

「港湾関連民間技術の確認審査・評価」第10003号

平成23年7月1日 評価認定

## ②NETIS 新技術情報提供システム

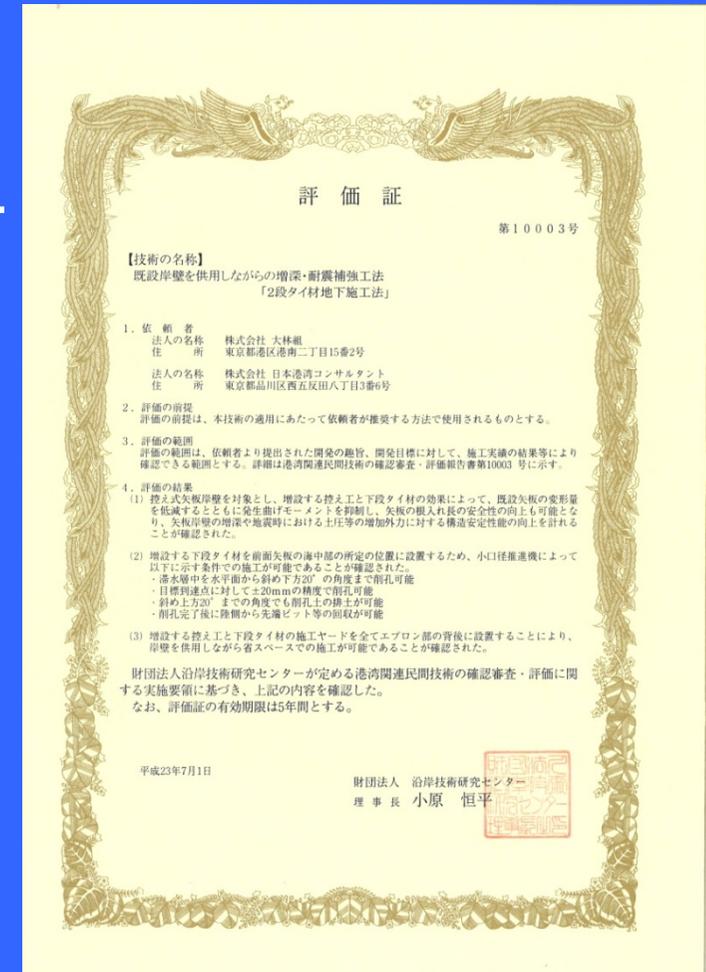
登録No. THK-090001-A

平成21年8月 登録

## ③東京都港湾局 新材料・新工法の登録

登録No. 23003

平成23年8月 登録



仙台塩釜港 仙台港区 雷神埠頭 : 2011年3月14日撮影 (東日本大震災 3日後)



END

ご清聴ありがとうございました