

三池港における防災拠点および地震対策の検討

山本 隆信*・金正 富雄**・安野 経治***・前田 俊明****・栗田 健太郎*****

* (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

** (一財) 沿岸技術研究センター 調査役

*** 日本海洋コンサルタント (株)

**** 国土交通省 九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所 第一工務課長

***** 国土交通省 九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所 第一工務課 第二工務係長

三池港は航路を増深・拡幅して、大型船(12,000D.W.T)が常時入出港できるようにした、国際物流拠点として周辺の地域経済を支える重要な港湾であり、震災時の緊急物資の大型船舶による効率的な輸送が可能である。そのため、震災で港湾機能が停止・低下した場合は、地域経済への影響が非常に大きい。

本稿では、大規模地震発生時における、三池港の広域的な防災拠点としての検討について示す。また、三池港が位置する福岡県南西部の大規模地震(直下型地震)を想定した動的解析により、三池港における各港湾施設へ及ぼす影響について検討し、その対策について報告するものである。

キーワード：震災対策、耐震検討、港湾物流、航路護岸

1. はじめに

福岡県は平成24年5月に地域防災計画を見直し、明確な活断層が無い地域でもM6.9の直下型地震(港湾基準L2相当)が想定され、三池港で液状化危険度が高いと判定された。また、平成22年9月には液状化判定の方法も見直されているなど、三池港の重要性を鑑みた港湾構造物の照査が必要であった。

特に三池港の特徴である、港内に通じる約1.8kmの航路が閉鎖された場合、全ての港湾機能が停止してしまう。航路護岸の床土自立矢板は、L1対応による設計がされているが、上記の地域防災計画や液状化判定方法の見直しによる液状化の危険性から、矢板の変位に

伴う航路幅制限が懸念された。

本稿は、三池港が果たすべき緊急時の広域的な防災拠点の役割や、地域経済活動の役割について検討した。そして、福岡県南西部における大規模地震を想定し、地震動及び液状化が、各港湾施設へ及ぼす影響を把握し、耐震対策の検討を行った。

2. 防災及び経済活動拠点としての役割

2.1 防災拠点としての役割

(1) 有明海周辺港湾の地域防災計画における位置付け
有明海周辺の港湾の位置及び地域防災計画等における指定状況を図-2に示す。現在、有明海周辺において

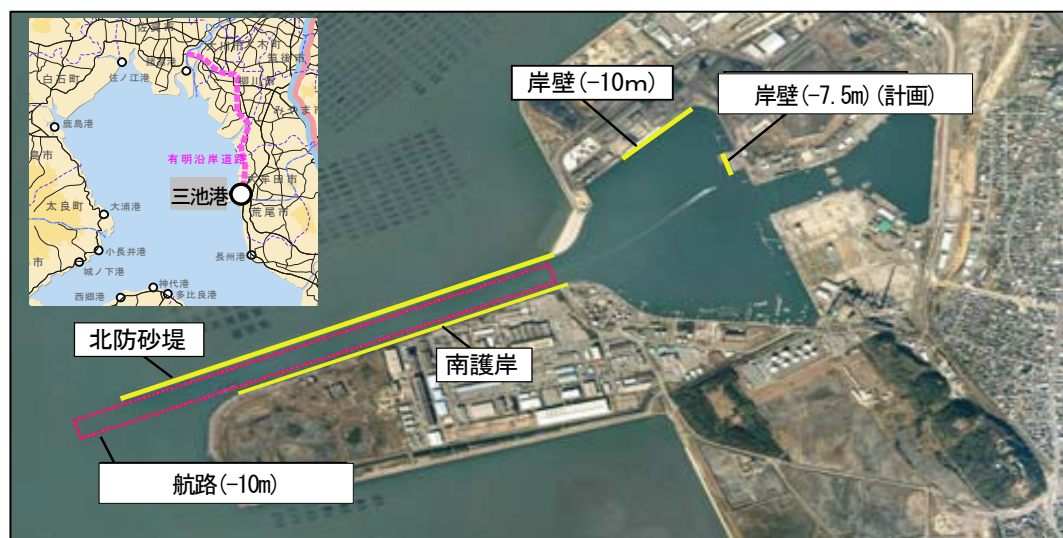


図-1 三池港全体図

図-2 有明海周辺の港湾位置図

また、九州・山口9県災害時相互応援協定では、三池港、熊本港（-4.5m岸壁）、長州港が人・物の大量輸送が可能な輸送基地に指定されている。

阪神・淡路大震災の事例に基づく「臨海部防災拠点マニュアル」(平成9年3月 運輸省港湾局)(以下、防災マニュアル)では、背後に一定規模以上の人口(10万人以上)を有する港湾では、防災拠点を整備する必要があるとしている。三池港背後の大牟田市は人口12万人であり、緊急物資等を取扱う防災拠点として整備する必要がある。

防災マニュアル等における緊急物資の輸送については、海上からの輸送範囲が港湾から 10km 圏となっている。これは、阪神淡路地震の事例より震災時の港湾背後の道路の被災や混雑を踏まえて設定された値である。

また、有明海湾奥部は、沿岸部に道路、居住地が存在しており、交通アクセスが沿岸部の道路に依存する地域となっている。特に、有明海西側の道路網は、急傾斜の崩落や地すべり、土石流の危険箇所が多く、地震によりこれらの災害が発生した場合、交通網の途絶

上記を踏まえ、図-3 に緊急物資の輸送先を示す。

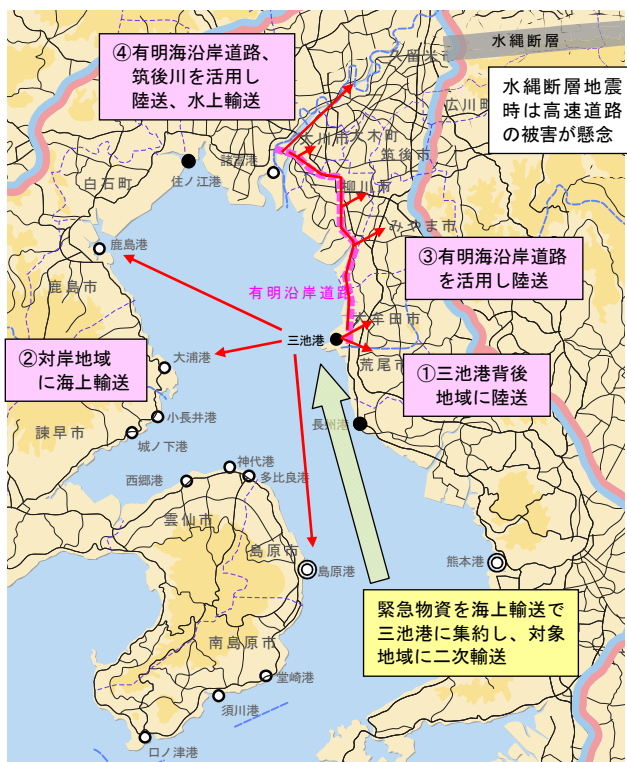


図-3 緊急物資の輸送先

三池港は、背後企業に直結したバルク貨物を扱い、背後企業の利用が主体となっており、その企業規模は大きく、雇用や税収効果など、背後地域経済や地域住民の生活を支えている。

また、韓国釜山航路・中国上海航路のコンテナ貨物を扱う、福岡県南部の国際貿易拠点港となっており、今後の更なる発展をめざして活発な貨物誘致策などが行われている。

三池港の港湾機能停止が与える影響は、単に代替港利用に伴う輸送費の増加だけに留まらず、企業の生産活動や雇用の喪失といった地域経済への波及、燃料不足に伴う避難生活や人的被害への懸念など、その影響は計り知れない。

3.1 検討対象施設

耐震検討の対象とする施設は、航路（-10m）床止、北防砂堤、南護岸、岸壁（-10m）、岸壁（-7.5m）計画箇所
の計5施設とした。北防砂堤と航路（-10m）床止、南護岸と航路（-10m）床止については、お互いが近接しているため耐震性評価するにあたっては一体構造として評価を行った。

3.2 地震動の設定

地域防災計画における液状化判定は、地震動波形を設定せずに、各地点での地表最大加速度から、液状化を判定する手法で行われている。そこで、本検討で必要な地震動波形については、地表最大加速度及び震度が地域防災計画と同程度であることを確認した上で、港湾基準におけるL2地震動にて設定した。

3.3 耐震検討結果 (FLIP 解析結果)

各港湾施設の現況断面に対して地震応答解析を実施し、レベル2地震動に対する耐震性能を評価した。検討断面の例として、図-4に北防砂堤について示す。

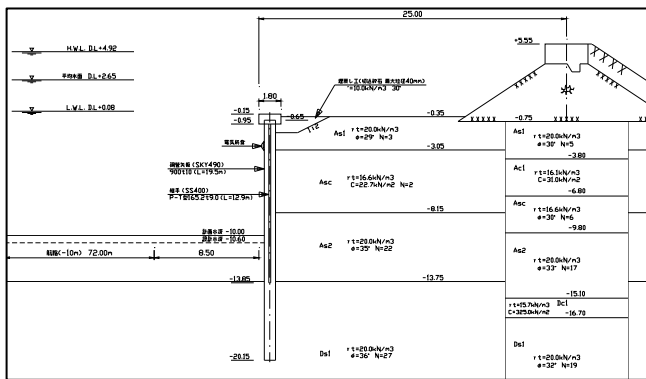


図-4 検討断面図 (北防砂堤)

(1) 北防砂堤

図-5に残留変形図および床止鋼管矢板照査結果を示す。防砂堤天端の残留変位量は、水平変位で2.3cm、沈下量で7.2cmとなった。床止鋼管矢板については、水平変位量で80.7cm、沈下量で55.1cmと比較的大きく変形している。応力照査では、発生曲げモーメントが全塑性モーメントを一部で超え、床止鋼管矢板は海底面付近で破断する結果となった。

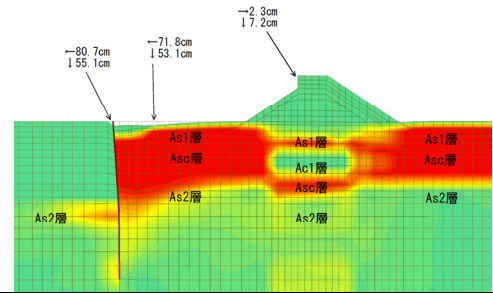


図-5 残留変形図および床止鋼管矢板照査結果 (北防砂堤)

(2) 南護岸

防砂堤天端の残留変位量は、水平変位で68.3cm、沈下量で30.8cmとなった。床止鋼管矢板については、水平変位量で53.1cm、沈下量で0.8cm、応力照査では、発生曲げモーメントが全塑性モーメントを一部で超え、床止鋼管矢板は海底面付近で破断する結果となった。

(3) その他施設及び結果

表-1にFLIP解析結果一覧表を示す。岸壁(-10m)及び岸壁(-7.5m)は共に、残留変位量が許容値以内に収まる結果となった(ただし、土質条件等の解析精度の向上が課題)。

表-1 FLIP 解析結果一覧表

	FLIP 解析結果
北防砂堤	- 防砂堤天端の残留変位量 : 水平方向= 2.3cm, 鉛直方向= 7.2cm - 鋼管矢板天端の残留変位量 : 水平方向=80.7cm, 鉛直方向=55.1cm - 鋼管矢板の発生応力 : 全塑性モーメントを超える ⇒鋼管矢板の発生応力が許容値を超える
南護岸	- 護岸天端の残留変位量 : 水平方向=68.3cm, 鉛直方向=30.8cm - 鋼管矢板天端の残留変位量 : 水平方向=53.1cm, 鉛直方向= 0.8cm - 鋼管矢板の発生応力 : 全塑性モーメントを超える ⇒鋼管矢板の発生応力が許容値を超える
岸壁-10m	- 岸壁天端の残留変位量 : 水平方向=35.4cm, 鉛直方向=10.2cm ⇒残留変位が許容値以内に収まる ※土質条件について推定している部分が多いため、近隣でボーリングやPS検層等を行い解析精度を高めることが今後の課題である
岸壁-7.5	- 岸壁天端の残留変位量 : 水平方向=27.8cm, 鉛直方向=10.4cm ⇒残留変位が許容値以内に収まる(※石積部を一体として解析した場合)

4. 対策工の検討

4.1 対策断面の設定

対策工法には、地盤改良案、土圧低減案、矢板補強案が考えられたが、周囲環境への配慮などから、表-2に示す対策が抽出された。本稿においては、土圧低減案の一つである床止背後開削工法(カウンターウェイト)について対策後の耐震検討結果を示す。

4.2 対策後(床止背後開削工法)の耐震検討結果

(1) 北防砂堤

図-6に残留変形図および床止鋼管矢板照査結果を示す。床止鋼管矢板天端の水平変位量は28.1cm、沈下量は2.0cmと変形量が減少した。応力照査では、発生曲げモーメントが全塑性モーメント以内に収まった。

(2) 南護岸

床止鋼管矢板天端の水平変位量は47.0cm、沈下量は1.7cmと変形量が減少した。応力照査では、発生曲げモーメントが全塑性モーメント以内に収まった。

5. おわりに

本検討の条件下では、ボトルネックとなる航路を耐震化する事により、レベル2地震動に対して、三池港全体の港湾機能を保持できる結果となった。本検討のように、岸壁以外の港湾施設の耐震化により、被災時の港湾機能の保持、影響の低減ができるケースは他の港湾にも考えられる。本検討がその一例として、今後の検討に役立つことを望む。

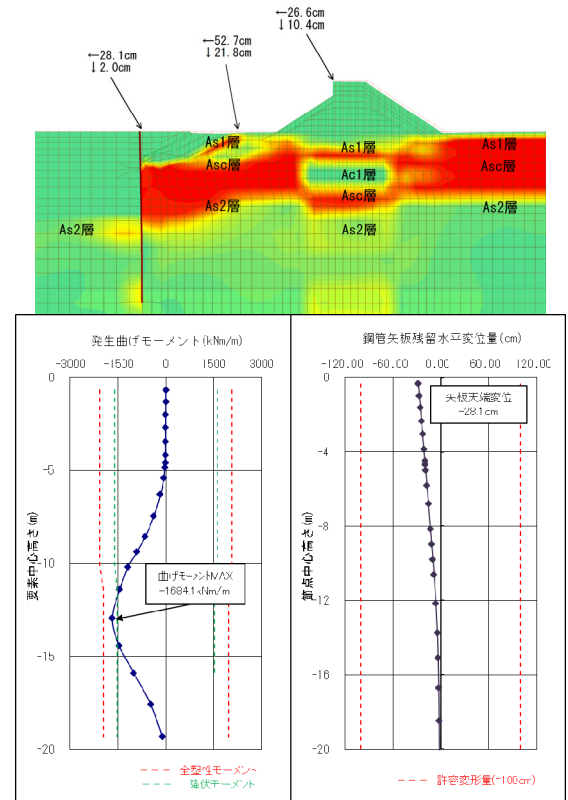


図-6 対策後の残留変形図および床止鋼管矢板照査結果(北防砂堤)

謝辞

本稿は、国土交通省九州地方整備局博多港湾・空港整備事務所発注の三池港地震対策検討調査の成果の一部をまとめたものである。本調査では、九州大学善教授をはじめ、三池港の港運関係者から貴重なご意見、資料をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

表-2 耐震対策案

対策案	案①SAVE マリン工法 (改良率 30%)	案②SAVE-SP 工法 (改良率 30%)	案③床止背後開削工法
特徴	締め固めた砂杭を造成する静的な海上サンドコンパクションバイブル工法(静的締め固め砂杭工法)。	専用プラントにて流動化剤と混練し、圧送可能にした砂を小型施工機のロッドを通じて地盤内に圧入することにより、緩い砂地盤の締め固めをおこなう工法である。	床止め矢板背後の土を一部開削し床止め矢板に作用する土圧を軽減させる。開削に伴う背後の築堤の円弧すべり防止対策が必要となる。
概要図			
施工性	・海上施工であるため、施工の際に航路を航行する船舶との調整が必要 ・スパッドを装備しているため退避が比較的容易 ・低潮位時の退避ヤードが必要となる	・仮設足場を必要とするが陸上施工となるため航行船舶への影響は少ない ・比較的小型な施工機械で施工が可能 ・他案に比べて施工能率が劣る	・海上施工であるため、施工の際に航路を航行する船舶との調整が必要 ・円弧すべり対策として「矢板打設」あるいは「カウンターウェイト(捨石)」が必要 ・開削法面の洗掘防止対策(アスファルトマット等)が必要
環境性	・濁り対策(汚濁防止膜等)が必要となる ・改良に伴う盛り上がり土の撤去が必要	・濁り対策(汚濁防止膜等)が必要となる ・改良に伴う盛り上がり土の撤去が必要	・濁り対策(汚濁防止膜等)が必要となる ・撤去した土砂の処分が必要
維持管理性	・特にメンテナンスの必要はない	・特にメンテナンスの必要はない	・将来的に開削部に浮泥が堆積する可能性があり、場合によっては維持浚渫が必要となる