

係留施設の液状化による被害予測と対策

運輸省 第五港湾建設局 正員 神田 勝巳

運輸省 第五港湾建設局 大草 光男

運輸省 第五港湾建設局 長谷部 芳太郎

○運輸省 第五港湾建設局 堀口 健一

1. はじめに

運輸省港湾局では、日本海中部地震において係留施設が液状化により多大の被害を受けたことに鑑み、全国の既設大型岸壁の液状化点検を行い、対策の必要な施設については液状化対策工を実施することとした。その一環として三河港神野埠頭において、液状化による被害予測を行い、液状化対策工を実施したので、その設計事例を紹介することとする。

2. 液状化予測

(i) 本岸壁の埋立砂は、岸壁前面の沿地しゅんせつ土砂を有効活用し使用したものであるが、0.10mm前後の均等な砂であり、粒度分布は、「特に液状化しやすい範囲」（参考文献

1) 参照）に属していた。

② 地表から-2.m付近までの埋立砂は、標準貫入試験よりN値が5以下ゆるい砂層であることがわかった。

そこで、三河港における地震動を想定して液状化予測を行った結果、地下水位以下の埋立砂層が液状化することが判明した。

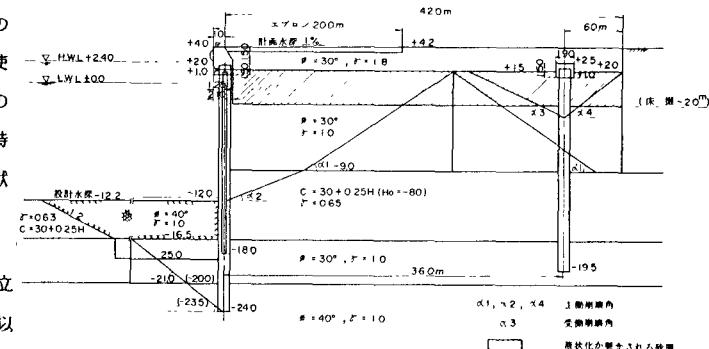


図-1 標準断面図

3. 液状化による被害予測

① 構造物は、地震動により構造物の各部分が相互に関連して、被害を受けるものであるが、ここでは、各部分について個別に地震動あるいは液状化の作用が働くものとして被害の予測を行うこととした。

② 地震時の岸壁背後の土質条件としては、液状化する土層は、その砂の単位体積重量(2.0t/m^3)と等しい液体と考え(すなわち $\phi = 0$)、その他の土層は、各々図-1のとおりと考えた。

③ 液状化した土層の矢板岸壁に作用する地震時外力としては、静水圧(単位体積重量 2.0t/m^3)と考えた。なお、液状化しない土層の土圧算定は、物部・岡部の地震時の土圧算定式に、本岸壁基本断面の設計に用いた設計震度を用いることとした。

④ 控え杭に対する液状化した土層の横抵抗力については、抵抗力がないものと考え、杭頭自由杭とした。

⑤ 液状化による沈下の考え方としては、ある土層がいったん液状化すると、液状化しないと考えら

れるN値（限界N値）まで締固まるものと考え、原地盤N値が限界N値に達するまでの間げき比の減少分を沈下量とみなした。この場合、間げき比の減少分はすべて鉛直方向の沈下となり、水平方向の変位はないものと考えた。

④ 被害予測の検討結果は、過去の被災事例から一般的に言われているように控え直杭式矢板構造では、控え工と矢板本体の前傾及びエプロンの沈下等の被害が予想された。

被害予測結果一覧表

被害パターン		被害基準の設定	被害基準	評価	備考
矢板本体	矢板のはね出し	矢板のはね出しの安全率が1.0を下回る場合に被害を受けたものとする。	S.F. < 1.0	○	
	矢板の破損	鋼管矢板の降伏応力度以上の応力が作用する場合に被害を受けたものとする。	$\sigma \geq \sigma_y$	○	$\sigma_y = 3,200 \text{kg/cm}^2$
タイロッド	タイロッドの破損	タイロッドの降伏応力度以上の応力が作用する場合に被害を受けたものとする。	$\sigma \geq \sigma_y$	○	$\sigma_y = 4,500 \text{kg/cm}^2$
控え直杭	控え直杭の前方移動	被災度II以上の杭頭変位する場合に被害を受けたものとする。	$Y_{top} \geq 10\text{cm}$	×	・被災度については参考文献2)参照
	控え直杭の折損	控え直杭の降伏応力度以上の応力が作用する場合に被害を受けたものとする。	$\sigma \geq \sigma_y$	×	$\sigma_y = 3,200 \text{kg/cm}^2$
I角材	エプロン部の沈下	係船岸の利用に支障が出る時のエプロン上の沈下量をもって被害を受けたものとする。	$S \geq 10\text{cm}$	×	・港湾施設のメンテナンスに関するアンケート結果より基準値を設定

○：被害を受けない、×：被害を受ける

4. 液状化対策工の設計

① 対策工の範囲としては矢板本体の安定、控え工の安定及びエプロンの沈下に関わる部分について液状化対策を施すこととした。

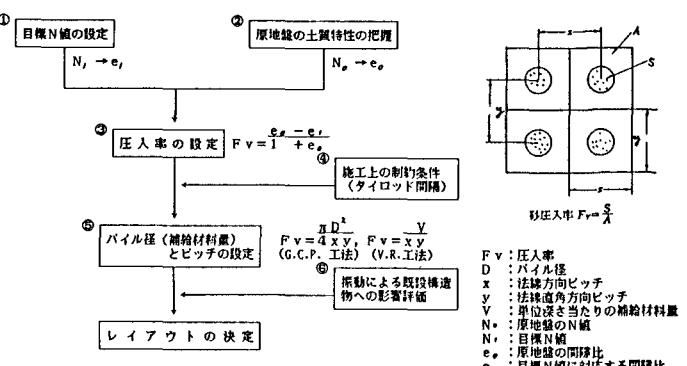
② 液状化防止対策は、密度の増大、粒度改良又は固結、飽和度の低下、間げき水圧の消散、せん断変形の抑制等種々のものが考えられる。ここでは、改良効果、確実性、実績等を考慮し、密度の増大策をとることとした。さらに経済性等を考慮し、鋼管矢板近傍部は比較的既設岸壁に与える影響の少ない振動体締め工法を用いることとし、鋼管矢板より比較的離れた部分には締固め効果の期待できるグラベル・コンパクション・パイル工法を用いることとした。

③ 対策工の設計としては、前述の液状化予測において液状化しないと考えられるN値を目標N値として設定した。

設計手順を図-2に示す。

5. おわりに

液状化による被害予測の手法は、現在確立されたもののがなく、ここでは、控え式矢板構造の現行の設計法を援用して、安全率あるいは降伏応力度との比較を行い、被災程度を検討した。



今後、実験等による検討を踏まえての液状化による被害予測手法の確立が望まれる。

参考文献 1) 港湾の施設の技術上の基準・同解説、日本港湾協会

2) 港湾技術研究所報告 Vol.18 No.1-3「矢板岸壁地震時被災の分析」、北島他