

東北地方太平洋沖地震による液状化対策地盤の被災状況

五洋建設(株) 正会員 林 健太郎
 五洋建設(株) 正会員 秋本 哲平

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、東北地方を中心に甚大な被害をもたらした。甚大な被害の主な要因は、津波による被害であるが、港湾地域では液状化による被害も確認されている。液状化による被害は東北地方のみならず、関東地区でも多く確認されている。本報では、液状化対策を実施している2岸壁(仙台塩釜港仙台港区の高松埠頭-12m岸壁と東京港15号地木材埠頭-12m岸壁)の被災調査結果を報告する。

2. 工事概要

高松埠頭-12m岸壁

高松埠頭-12m岸壁は、仙台塩釜港仙台港区の港口に位置し、液状化対策として浸透固化処理工法が採用されている岸壁である。浸透固化処理工法とは、恒久薬液を低圧力で地盤内に浸透注入し、地盤を底強度固化することにより液状化を防止する地盤改良工法である。本岸壁の液状化対策工事は、国土交通省東北地方整備局塩釜港湾・空港整備事務所より発注された。施工平面を図-1に、施工断面を図-2に示す。改良範囲は、延長105.4m、幅19.1m、深度+1.6m~-3.7m(改良層厚5.3m)であり、改良体積は9,602m³であった。改良範囲の土質は、均一な砂質土であり、N値は概ね10以下、50%粒径(D₅₀)が0.32mm、細粒分含有率(F_c)が3%程度、均等係数(U_c)が2.3である。設計基準強度60kN/m²に対し、施工後の調査による平均強度は112kN/m²であり、十分な強度が得られていた。

東京港15号地木材埠頭-12m岸壁

東京港15号地木材埠頭-12m岸壁は、東京港江東区若洲に位置し、液状化対策としてDEPP工法が採用されている。DEPP工法とは、地盤中にドレーンを所定の間隔で鉛直に打設することにより、地震時に発生する過剰間隙水圧を消散させ、過剰間隙水圧の上昇を抑制する液状化防止工法である。液状化対策工事は、東京都東京港建設事務所より発注された。施工断面を図-3に示す。改良範囲は、延長220.4m、幅約30.0mであり、ドレーン打設間隔は45~65cm(調査区域は55cm)であった。

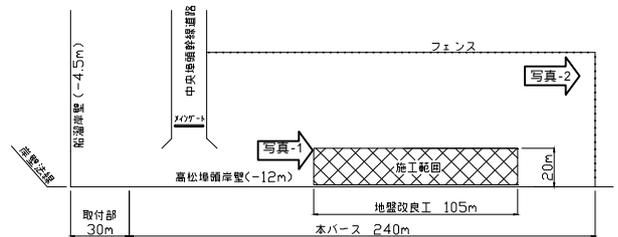


図-1 施工平面(高松埠頭)

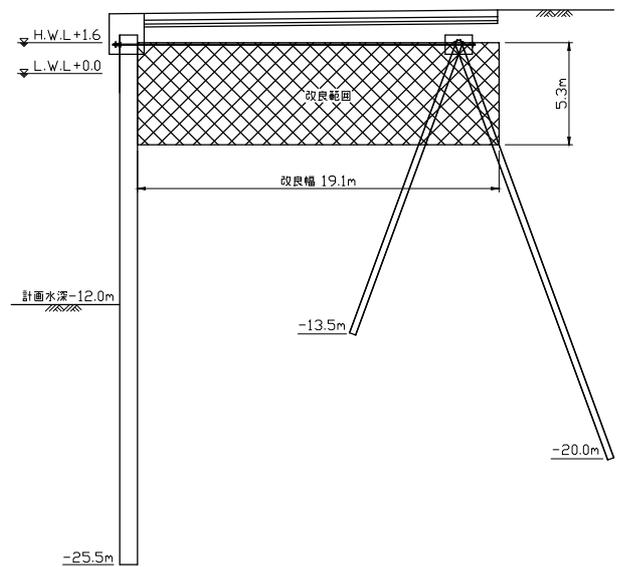


図-2 施工断面(高松埠頭)

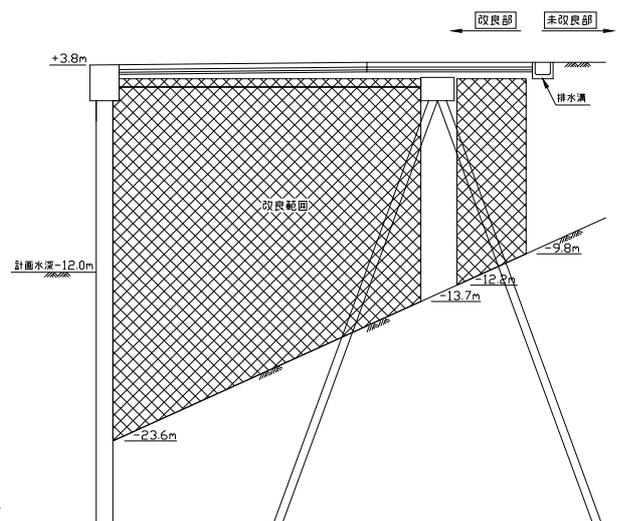


図-3 施工断面(木材埠頭)

キーワード 液状化, 地盤改良, 被災調査

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL 0287-39-2116

3. 地震後の状況

高松埠頭-12m 岸壁

本岸壁は、レベル2 相当の水平震度 0.25 で設計されており、変形量照査として最大 454gal の直下型地震動を用いた動的解析が実施されている。仙台塩釜港仙台港区近辺(港湾地域強震観測における仙台-G)で観測された加速度波形を図-4 に示す。継続時間が非常に長く、最大加速度は東西方向で 623.7gal が記録されている。このことから、本岸壁では、想定以上の地震動が作用したと推定される。

本岸壁に隣接する無対策岸壁背面の状況を写真-1 に示す。無対策岸壁は、重力式構造であり、控え組杭式構造である本岸壁とは構造が異なる。したがって、単純な比較はできないが、無対策岸壁背後の地盤は大きく沈下し、岸壁法線は 1.3m 程度前面に変位していた。一方、浸透固化処理工法により改良された本岸壁では、岸壁法線の変位や背後地盤の沈下等は一切見られなかった(写真-2)。

東京港 15 号地木材埠頭-12m 岸壁

東京港での地震動として、品川区(港湾地域強震観測における品川-U)で観測された強震記録を図-5 に示す。最大加速度は、南北方向で 207.9gal が記録されており、本岸壁でも同程度の地震動が作用したと想定される。

本岸壁背面の状況を写真-3 に示す。写真左側が海、右側が陸となっており、排水溝を堺に左側が DEEP 工法改良部、右側が未改良部となっている。排水溝右側の未改良部では、地盤沈下等による舗装の亀裂や噴砂の跡がみられ、液状化が発生したものと考えられる。一方、排水溝左側の DEPP 工法による改良を実施した範囲では、舗装の変状等は一切見られなかった。

4. まとめ

高松埠頭-12m 岸壁

浸透固化処理工法により改良された岸壁は、無被害であった。そのため、6 日後には緊急物資輸送船の入港が可能となり、震災直後の受け入れ拠点として重要な役割を果たすことができた。また、想定以上の地震動に対しても効果を発揮していることから、浸透固化処理工法は、粘り強い地盤改良工法であると考えられる。

東京港 15 号地木材埠頭-12m 岸壁

DEEP 工法により改良された地盤は、無被害であった。隣接する無対策エリアでは、液状化現象の痕跡が確認されたことから、DEEP 工法が液状化対策として有効であることが確認できた。

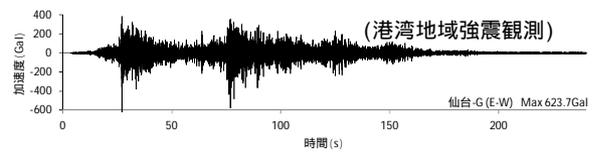


図-4 高松埠頭近辺で観測された加速度波形



写真-1 隣接する無対策岸壁の背面



写真-2 改良された岸壁の背面

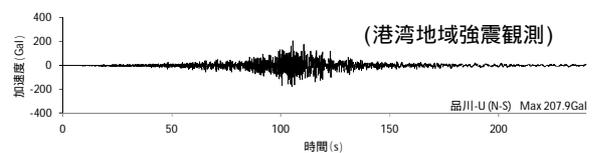


図-5 東京港で観測された加速度波形



写真-3 木材埠頭岸壁の背面