

漁海岸壁の LP-LiC による耐震補強工事の事例

飛島建設 フェロー ○三輪 滋

飛島建設 正会員 沼田淳紀 飛島建設 正会員 村田拓海

青森県東青地域県民局 松橋利明 青森県三八地域県民局 奈良岡勲

1. はじめに

著者らは、現在日本の森林資源が極めて豊富で、その有効利用が渴望されていること、また、木材の長期利用が地球温暖化緩和に有効であること、国土強靱化政策で、大地震に対する液状化対策の推進が必要であることなどから、丸太打設液状化対策&カーボンストック工法 (LP-LiC 工法) を開発し¹⁾、各地で活用を進めている。これまで、大規模な戸建て住宅開発の造成工事を除けば、改良面積は最大でも 700m² 程度であり、中規模以上の土木工事での施工事例はなかった。ここでは、青森県八戸市の八戸漁港の耐震強化岸壁に液状化対策として適用した事例を報告する。なお、この工事は LP-LiC 工法の港湾・漁港施設への初めての適用事例である。

2. 漁港の岸壁の液状化対策への適用

対象となった漁海岸壁は、図-1 に示すように青森県八戸市大字白金字三島下地先に位置する。耐震強化岸壁として、矢板岸壁の強化に加えて背後盛り土の液状化対策が実施された。液状化対策については、周辺に東日本大震災で被災した建屋があり、振動に留意する必要があることから、砂による静的締固め工法、浸透固化処理工法、LP-LiC 工法などが比較検討された。漁港の耐震性確保に加えて、間伐材など森林資源が有効活用できること、森林の活性化が海の藻場を回復する栄養塩の供給にもつながること、炭素の地中貯蔵による地盤温暖化緩和策が図れることなどが評価されて LP-LiC 工法が採用された。八戸港においては、過去の地震 (1968 十勝沖地震, 1994 三陸はるか沖地震など) で液状化被害が生じている²⁾。工事地点は、図-2 に示すように、表層 8m までが埋立層、その下に *N* 値 10~50 の砂層が堆積している。埋立層はほぼ砂分で形成されており、*N* 値が 3~11 と小さく液状化の可能性が高いと考えられる。

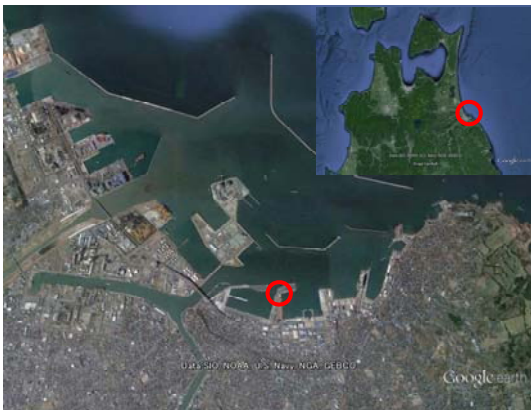


図-1 LP-LiC 工法の適用地点

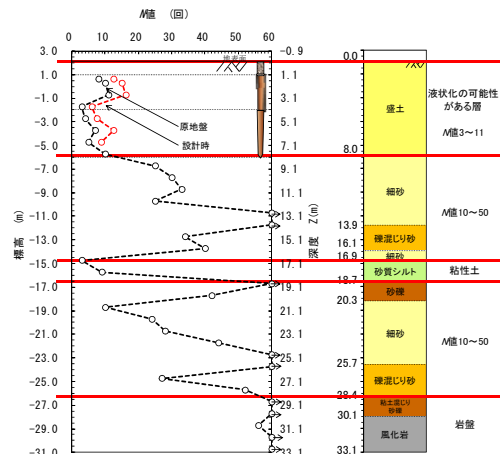


図-2 地盤の構成

3. 液状化対策の設計

液状化対策は港湾の施設の技術上の基準・同解説³⁾の方法に従って検討した。等価 *N* 値、等価加速度による予測・判定を行い、対象となる深度での等価 *N* 値がⅢ：液状化しない可能性が大きい、あるいはⅣ：液状化しないという判定となる *N* 値になるよう改良率を設定し、丸太配置はその改良率が確保できる配置とした。LP-LiC 工法の設計は、サンドコンパクションパイル工法の A 法による設計に用いられる図⁴⁾を補正 *N* 値に拡張した図-3 より、原地盤における補正 *N* 値から丸太打設後丸太間地盤における補正 *N* 値を改良率に対して推定し、丸太径と丸太打設間隔を設定した。丸太は末口径 15cm を用いることとし、丸太打設間隔を 0.55m、改

キーワード 液状化, 丸太, 密度増大, 岸壁, 地球温暖化緩和, 炭素貯蔵

連絡先 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 飛島建設株式会社 shigeru_miwa@tobishima.co.jp

良深度を 8.1m, 丸太頭部深さを 1.1m, 丸太長さは 4m と 3m のものを継いだ 7m とした。なお, 改良深度は地中障害物の有無などで場所により異なっている。改良面積は 1,059m², 丸太打設点数は 3,446 点 (6,049 本) であり, 使用した丸太材積は 434m³ である。樹種は青森県産のスギである。原地盤と丸太打設後の液状化判定の結果, および丸太打設後の地盤調査から得た結果を図-4 に示す。丸太の打設により, I : 液状化する, あるいは II : 液状化する可能性が高いという判定の点がなくなり, すべて III, IV の領域に入っていることがわかる。なお, レベル 2 地震動に対しては, 解析コード FLIP⁵⁾ による 2 次元動的非線形解析による性能照査が行われ, 変位量が目標値以下となることが確認されている。

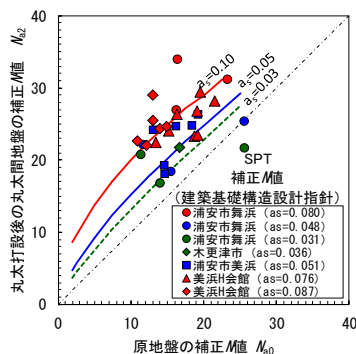


図-3 原地盤と丸太打設後の丸太間地盤の補正 N 値の関係

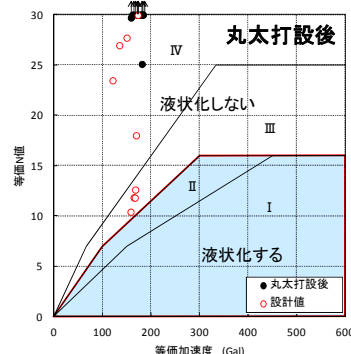
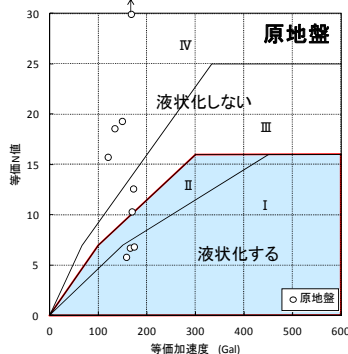


図-4 原地盤と丸太打設後（設計）の液状化判定

4. 液状化対策の効果

図-5 に丸太打設後の N 値を原地盤の N 値と比較して示す。 N 値は, 設計上の丸太配置で期待される増加量 (設計値) を上回り, 確実に増加していることがわかる。なお, 今回の施工では, 丸太の圧入が困難となる場合があったため, 補助工法としてブレーカを用いた。周辺には騒音の影響を受けるものがなく騒音は問題とならなかったが, 振動については前述のように懸念された。そこで振動レベルを測定して, 図-6 に示すように既存構造物には問題ないことを確認している。条件が整えば, このような補助工法も有効と考えられる。

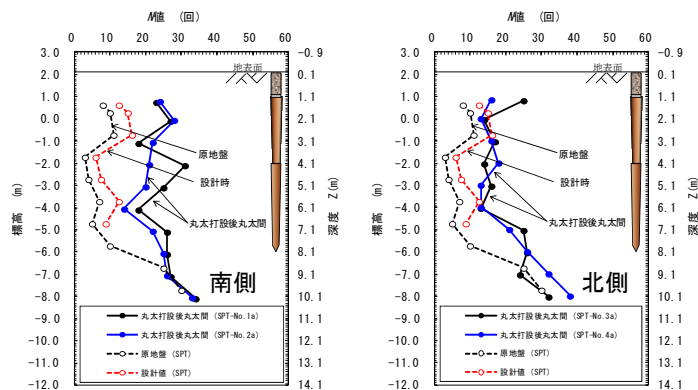


図-5 原地盤と丸太打設後の N 値の分布

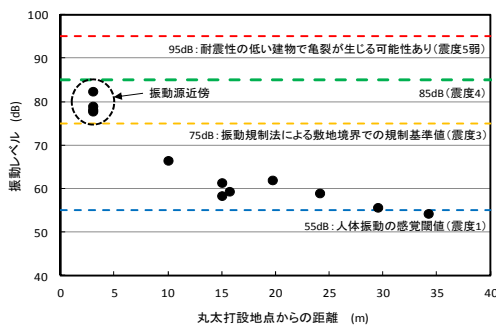


図-6 ブレーカによる振動レベルと距離の関係

5. まとめ

LP-LiC 工法の港湾・漁港施設への初めての適用事例を示した。漁港岸壁の適切な耐震性能の確保, 間伐材など森林資源の有効活用, 炭素貯蔵⁶⁾による地球温暖化緩和に貢献できた。さらに長期的には森林の活性化が海の藻場を回復する栄養塩の供給にもつながると期待される。

謝辞: 研究に際し, 高知大学の原忠教授にご指導いただきました。また, 設計を実施した日本港湾コンサルタント様には設計に関する資料をご提供いただきました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

1) 三輪滋, 沼田淳紀, 村田拓海: 丸太打設液状化対策&カーボンストック工法の特徴と最近の適用事例, 第 12 回地盤工学会関東支部発表会, 講演概要集, pp.238-241, 2015.10., 2) 若松加寿江: 日本の液状化履歴マップ 745-2008, 2011.3., 3) 日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説 2007., 4) 地盤工学会: 液状化対策工法, p.238, 2004.7., 5) Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T. Strain space plasticity model for cyclic mobility, Report of the Port and Harbour Research Institute, Vol.29, No.4, pp.27-56, 1990. 6) 村田拓海, 沼田淳紀, 三輪滋, 松橋利明, 奈良岡勲: 魚港岸壁の LP-LiC による耐震補強工事における炭素貯蔵効果, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2016.9(投稿中).