

漁港岸壁のLP-LiCによる耐震補強工事における炭素貯蔵効果

飛島建設 正会員 ○村田拓海  
飛島建設 正会員 沼田淳紀, フェロー 三輪 滋,  
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

前報<sup>1)</sup>に引き続き、青森県八戸市の漁港岸壁で実施した丸太打設液状化対策&カーボンストック工法（LP-LiC工法）における炭素貯蔵効果について述べる。LP-LiC工法の特徴の一つは、半永久的に炭素を貯蔵し、地球温暖化緩和に貢献できることである。これは、地下水位以深に打設された丸太は100年を優に超えて長耐久性を有するためである<sup>2)</sup>。著者らは、この効果を定量的に把握してきている<sup>3)</sup>。港湾・漁港施設は、初めての適用事例であり、これまでと異なる施工機械・施工手順でLP-LiCを実施した。ここでは、この事例の概要とこれまでの結果との比較を示す。

2. 施工概要

図-1に、丸太の打設位置図示す。末口径0.15m、長さは4mと3mを継いだ7mを基本とし、丸太打設間隔は0.55mである。丸太の樹種はスギで、皮を剥ぎ先端部をペンシル状に尖らせたものを使用した。表-1に丸太長さ別の丸太打設点数を示す。地中障害物の有無などで丸太の長さ、改良深度は場所によって異なっており、丸太打設点数は3,446点(6,049本)、改良体積は6,280m<sup>3</sup>、使用した丸太材積は434m<sup>3</sup>である。

表-2に使用した施工機械を示す。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ーを用いた。削孔機のSW1565については、ポンプを用いて注水を行いながら先行回転圧入を行い、ポンプの電源には発電機を用いた。この他、材料の運搬にタイヤショベルとクレーン付きバックホウを用いた。

図-2に、施工手順を示す。鋼管で先行回転圧入後、丸太を打設し、製造時エネルギーが少なく地下水位汚染などの心配がない被覆土で丸太頭部を覆い、碎石を投入後、発電機を用いて電動バイブレータで碎石を締め固めた。発電機はこの他、ドリルによる丸太継ぎ部の穴あけに使用した。

3. 調査方法

丸太は、地盤中で半永久的に炭素を貯蔵すると考え、(1)式より二酸化炭素貯蔵量 $S_{Log}$ を求めた。

$$S_{Log} = V_{Log} \times \rho_{Log} \times K_C \times K_{CO2C}$$
 (1)

ここで、 $V_{Log}$ :丸太の材積(m<sup>3</sup>),

$\rho_{Log}$ :丸太の容積密度(kg/m<sup>3</sup>)

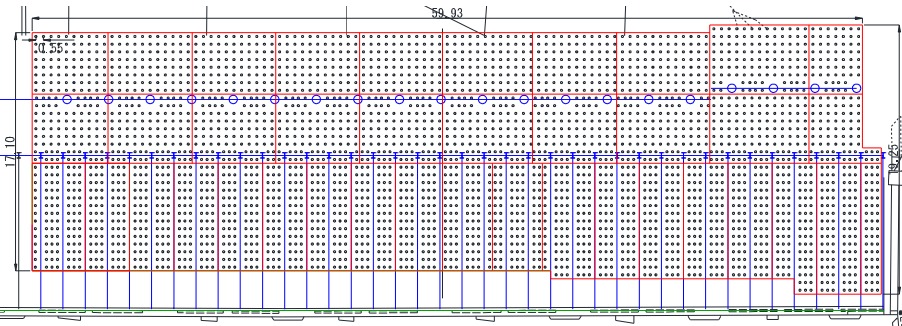


図-1 丸太打設位置図

表-1 丸太長さ別の丸太打設点数

| 丸太長さ (m) | 丸太打設点数 (点) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | 0.0        | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| 7        | 2,292      | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 6        | 1          | 1   | -   | 4   | 7   | 1   | 1   | 3   | 3   | 6   |
| 5        | 11         | 15  | 4   | 8   | 14  | 6   | 2   | 1   | -   | -   |
| 4        | 30         | 2   | 40  | 27  | 3   | 12  | 28  | 9   | 19  | 1   |
| 3        | 84         | 8   | 32  | 41  | 4   | 15  | 32  | 4   | 27  | 24  |
| 2        | 37         | 29  | 24  | 2   | 45  | 30  | 34  | 6   | 34  | 22  |
| 1        | 41         | 6   | 11  | 13  | 13  | 46  | 30  | 26  | 47  | 15  |
| 0        | -          | -   | -   | -   | 5   | 11  | 27  | -   | 33  | 37  |
| 合計       | 3,446      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

表-2 施工機械一覧

| 機械名称    | 型式                                  | 用途               | 台数 |
|---------|-------------------------------------|------------------|----|
| 杭打機     | BA100(10t)                          | 先行回転圧入           | 2  |
| 杭打機     | SPD20FL(20t)                        | 先行回転圧入           | 1  |
| 削孔機     | SW1565                              | 先行回転圧入           | 1  |
| ブレーカー   | PC128/SK125SR                       | 丸太打設             | 2  |
| タイヤショベル | WA30(0.4m <sup>3</sup> )            | 碎石運搬             | 1  |
| バックホウ   | SH125X(0.45m <sup>3</sup> )         | 丸太運搬             | 1  |
| 発電機     | SDG150S(150kVA)/DLW-300LSE(11.4kVA) | ポンプ/碎石締め/丸太継ぎ部処理 | 4  |

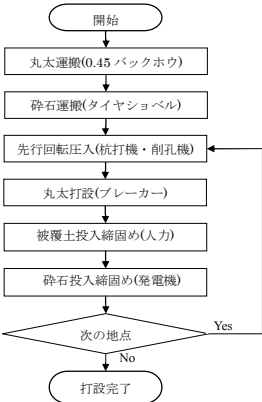


図-2 施工手順

キーワード 丸太, 液状化対策, 炭素貯蔵, 二酸化炭素排出, 地球温暖化

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472, TEL 04-7198-7559, E-mail takumi\_murata@tobishima.co.jp

( $=314 \text{ kg/m}^3$  (スギ)),  $K_C$ : 丸太の炭素量の質量割合 ( $=0.5$  (樹種によらず)),  $K_{CO_2C}$ : 炭素を二酸化炭素に換算する係数 ( $=44/12$ )

なお、丸太の材積は、先端のペンシル部を無視し円柱状と仮定し、末口二乗法より求めた。工事によって排出される二酸化炭素量は、システム境界を現場敷地とし、表-2に示した機械のみを対象とし、投入した燃料を計測した。丸太の継ぎ材に用いた丸鋼は直径19mm、長さ200mmのものを2,603本使用した。

#### 4. 炭素貯蔵計測結果

図-3に、丸太による炭素貯蔵量と工事における二酸化炭素排出量の計測結果を示す。丸太による炭素貯蔵量から、工事による二酸化炭素排出量を差し引いても、これまでの知見<sup>3)</sup>と同様に、大部分が貯蔵側として残り、収支は210,596kg-CO<sub>2</sub>の貯蔵で、丸太の貯蔵量の約84%である。工事による二酸化炭素排出量に、産地から工事地点までの丸太の運搬によって排出された二酸化炭素量を加えても、収支は209,306kg-CO<sub>2</sub>の貯蔵で、丸太の貯蔵量の約83%であり、工事自体が地球温暖化緩和策に大きく貢献していると言える。

図-4に、今回の結果について既往のデータと併せて液状化対策体積1m<sup>3</sup>当たりと、丸太使用材積1m<sup>3</sup>当たりに固定された炭素貯蔵量を丸太打設間隔に対して示す。丸太打設間隔を丸太末口直径 $D_T$ の倍数で示した。これまでの工事で得られた関係と同様な関係が得られた。

図-5に、工事によって排出された二酸化炭素排出量を丸太打設間隔に対して示す。本工事はこれまでに比べ多くの施工機械を使用したため二酸化炭素排出量は大きくなっているが、前述のように総量でも丸太のによる貯蔵量の16%程度である。

図-6に、丸太による炭素貯蔵と工事による二酸化炭素排出の収支を示す。この図は、図-4と図-5を加算したものである。収支は、丸太打設間隔に逆比例し丸太打設間隔が小さいほど大きくなる。使用丸太の材積当たりの場合は、丸太打設間隔に関係なく樹種によりほぼ一定値となる。これらの関係は本工事の結果と整合している。

#### 5. まとめ

- (1) 漁港岸壁における液状化対策工事についても、既往研究成果と同様に、丸太によって貯蔵された炭素量は工事によって排出された二酸化炭素量よりも大きく、工事自体が地球温暖化緩和策となる。
- (2) 漁港岸壁における液状化対策工事の丸太による炭素貯蔵量と工事による二酸化炭素排出量の丸太打設間隔に対する関係は、既往研究成果と同様の傾向を示した。

参考文献 1) 三輪滋, 沼田淳紀, 村田拓海, 松橋利明, 奈良岡勲: 漁港岸壁のLP-LiCによる耐震補強工事の事例, 土木学会第71回年次学術講演会講演概要集, 2016.9(投稿中) 2) 中村裕昭, 沼田淳紀, 濱田政則: 土木分野における木材の地中事例年表整理の試み, 土木学会第67回年次学術講演会講演概要集, CS12-008, pp.15-16, 2012.9. 3) 沼田淳紀, 筒井雅行, 三輪滋, 三村佳織, 池田浩明: 丸太打設液状化対策工法における炭素収支原単位, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集, V-394, pp.787-788, 2014.9.

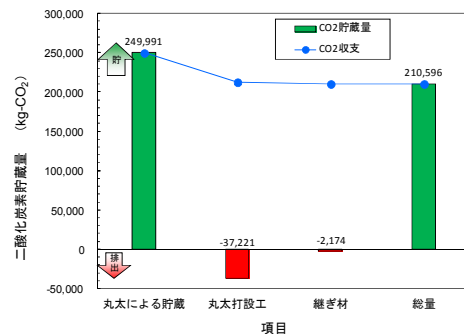


図-3 工事における炭素貯蔵量と二酸化炭素排出量

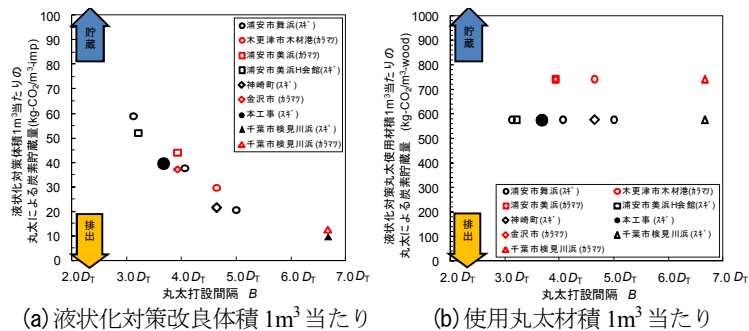


図-4 丸太による炭素貯蔵量(二酸化炭素換算)

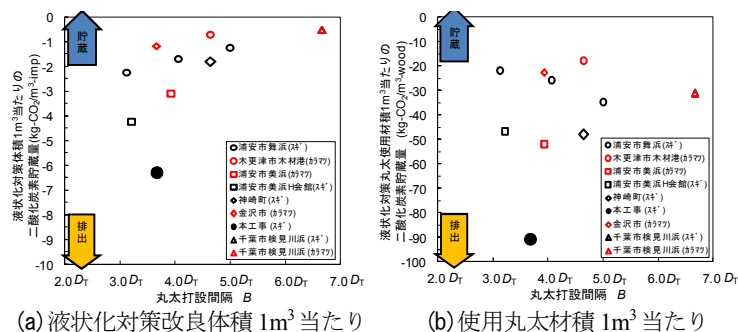


図-5 工事による二酸化炭素排出量

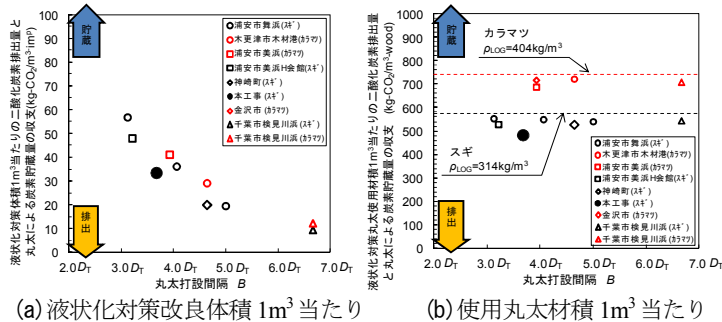


図-6 丸太による炭素貯蔵と工事による二酸化炭素排出の収支