

2 クリーク木杭の耐腐朽性等に関する調査 (H24 ~)

林崎 泰

経過の概要

佐賀平野には、農業用水のためのクリークが縦横に張り巡らされているが、1,500kmにも及ぶクリークのうち800kmが土水路となっており、法面浸食による背面土の亀裂の発生などにより、隣接する道路の通行や営農に支障が出ている所もある。要整備延長800kmのうち、幹線420kmでは主に「クリーク防災機能保全対策事業」で、年8kmずつコンクリートブロック等で整備が進められているが、工事費はクリーク両岸で15~20万円/m程度かかり、今のペースで整備を続けても幹線だけでも50年以上を要する。

一方、木柵工の工事費はクリーク両岸で3.5万円/m程度と低廉であり、工事の進捗が期待される。平成24年度から県産スギ材を使った木柵工によるクリーク護岸工事が本格的に始まったが、水辺で使用されるスギ材の耐久性については、まだ資料が少ないのが現状である。

参考文献

クリーク防災事業への木材活用の提案 - 400億円のコスト縮減に向けて -
：木材利用研究会(佐賀) 宮副一之、山口修、下川智志、鶴田道雄

1 目的

クリーク木柵工としてスギ材を使用する場合、その耐久性が明らかでない。そこで、クリーク法面の崩壊対策として施工される木柵杭の耐久性を調査し、耐用年数を明らかにし、木杭としてのスギ材利用促進に役立てる。ひいては森林資源の循環利用になり、健全な森林づくりにつながる。

2 調査方法

クリーク防災事業で法面整備工事が実施されるクリークのうち、既設の木柵工があるクリーク法面から長さ4mの杭を引き抜き、林業試験場に持ち込み、耐久性調査を実施した。

耐久性調査にはピロディン6J、ファコップ、FFTアナライザ、デジタルマイクロプローブを使用した。

ピロディンは直径2.5mmの鋼鉄製ピンを6J(ジュール)の仕事量を持つバネで木材に打ち込み、貫入深度により木材の腐朽度合を測定するもので最大40mmの深度まで測定できる。腐朽度合の目安としては、腐朽のないスギ材では貫入深度は10~20mmを示すが、変色や部分的な腐朽が進むと20~30mmを示し、さらに腐朽が木材全体に及ぶ状態では30mm以上を示す。

ファコップは応力波伝播速度を測定する器械で、打ち込みセンサーをハンマーで叩き、発生する応力波が受信センサーに到達するまでの時間を μ 秒単位で測定するものである。応力波伝播速度は健全な材では速く、材に腐朽があればその部分を迂回して応力波が到達するため伝播速度は遅くなる。樹木の半径方向の応力波伝播速度は、概ね1,000~1,700m/s(ファコップの取扱説明書)といわれる。応力波伝播速度の測定は、杭の直径方向で行ない、測定する位置の直径(打ち込みセンサーと受信センサーとの距離)を測り、 $\text{距離} \div \text{応力波伝播時間}$ から応力波伝播速度(m/s)を求めた。

デジタルマイクロプローブは、専用の機械を用い、プローブ(針)を木材に挿入することで、貫通する際の抵抗(硬さ)を読み取り、グラフとしてパソコンに表示させる。測定した位置の値を合計し、平均したものを測定位置の耐久度とした。また、機械を年度末に購入したため、実際の杭への使用は15本のみとなった。

ピロディン及びファコップ及びデジタルマイクロプローブの測定位置は、杭頭(元口)からの距離5cm、10cm、20cm、30cm、40cm、50cm、100cm、150cm、200cm、250cm、300cm、350cm、400cm、450cmなどとした。ピロディンは、1点あたり周囲3箇所ずつ測定し、その平均値を採った。ファコップは、1点あたり3回測定し、その平均値を採った。デジタルマイクロプローブは、1点あたり1回測定のみとしたが、明らかな異常値が出た場合、再度測定しなおした。

更に、FFTアナライザにより木杭の動的ヤング係数を測定した。併せて、目視による腐朽具合も調査した。



写真-1 ピロディン(左)及びファコップ(右)による測定状況

3 調査箇所

佐賀市兵庫町、佐賀市諸富町、神崎市千代田町、佐賀市川副町、小城市芦刈町の5箇所からクリーク防災杭を採取した。調査箇所を図-1及び表-1に示す。1箇所あたり5本ずつ杭を引き抜き、計25本のクリーク防災杭を採取した。試験地 については、施工後5年が経過した杭、試験地 については施工後6年が経過した杭を調査した。木杭の樹種は、スギに限定した。



図-1 調査地位置図

表-1 調査地一覧

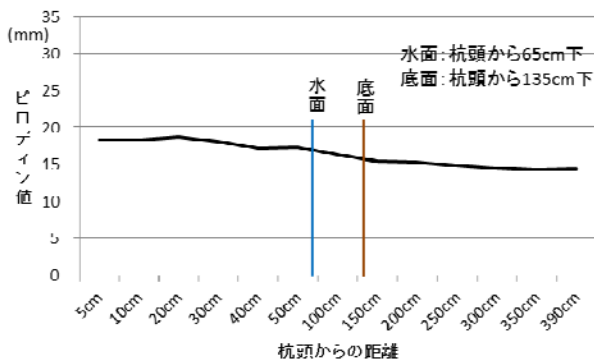
番号	地区	施工年度	経過年数	木杭樹種	本数	水面位置	水底位置
	佐賀市兵庫町	H22	5	スギ	5	杭頭下65cm	杭頭下135cm
	佐賀市諸富町	H21	6	スギ	5	杭頭下70cm	杭頭下70cm
	神崎市千代田町	H21	6	スギ	5	杭頭下40cm	杭頭下100cm
	佐賀市川副町	H21	6	スギ	5	杭頭下60cm	杭頭下120cm
	小城市芦刈町	H22	5	スギ	5	杭頭下20cm	杭頭下70cm



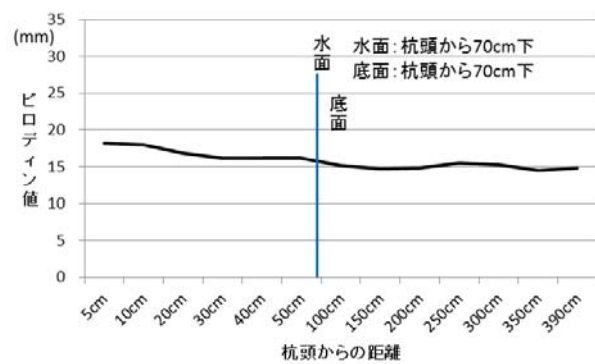
写真-2 クリーク防災杭の採取状況(神崎市千代田町)

4 調査結果

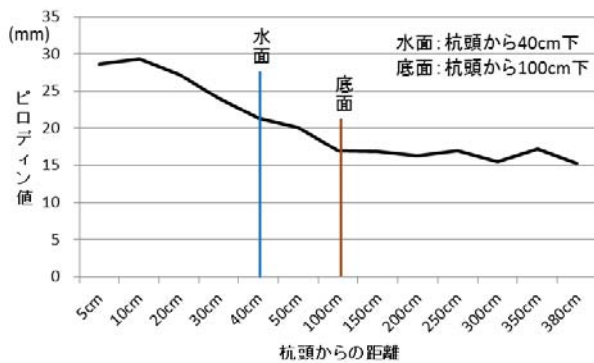
ピロディン測定結果を図-3 に示す。



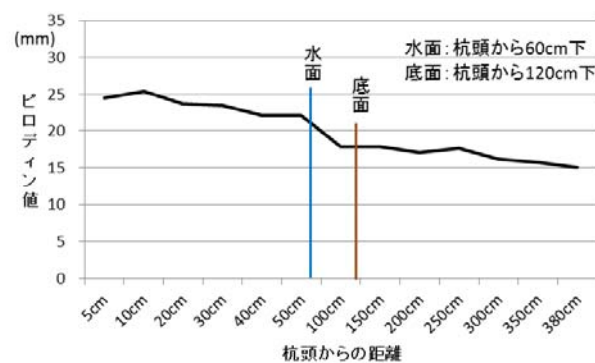
①佐賀市兵庫町 杭5本の平均



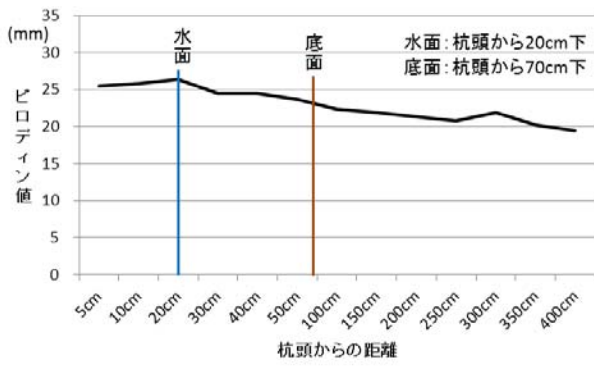
②佐賀市諸富町 杭5本の平均



③神崎市千代田町 杭5本の平均



④佐賀市川副町 杭5本の平均



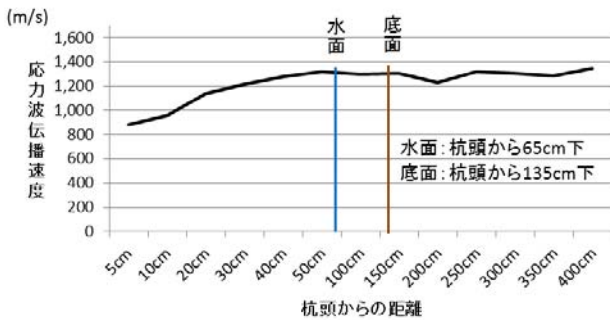
⑤小城市芦刈町 杭5本の平均

図-2 ピロディン測定結果(~)

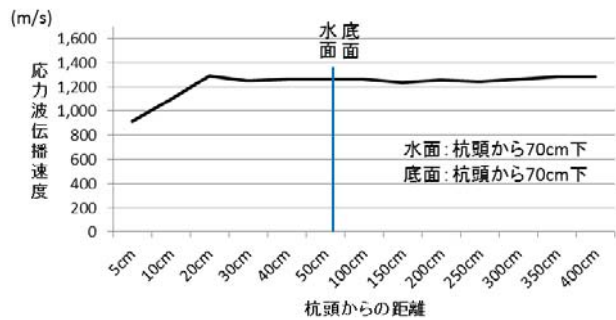
施工から5年が経過しているの箇所については、ピロディン値が20mm以上の値はみられなかったが、同じく施工から5年が経過しているでは、杭全体で値が高く、底面より下でも20mm以上の値が確認された。施工から6年が経過しているについては、20mm以上の値はみられなかったが、の水面上部において、20mm以上の値がみられた。現地で杭を引き抜く前にバックホウのバケットで杭頭を叩いて空隙を作る作業を行った際に、杭頭付近が傷ついたことによると考えられる。以外の箇所については杭頭に衝撃を与えないよう配慮し、引き抜きを行っている。

すべての箇所で、水中及び土中部において、ピロディン値の大きな違いはみられなかった。

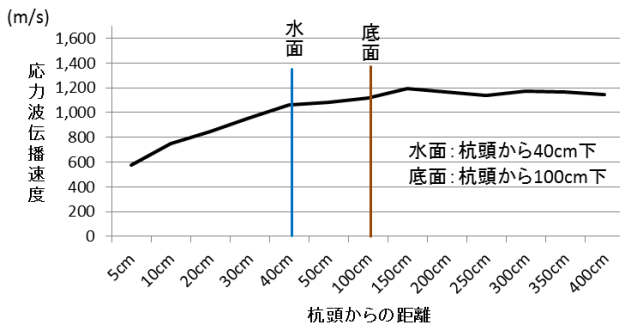
ファコップによる応力波伝播速度の測定結果を図-4に示す。



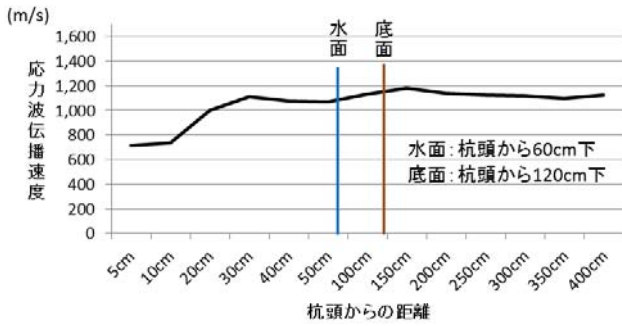
①佐賀市兵庫町 杭5本の平均



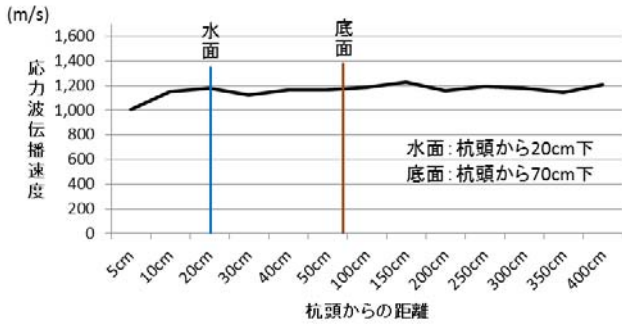
②佐賀市諸富町 杭5本の平均



③神埼市千代田町 杭5本の平均



④佐賀市川副町 杭5本の平均

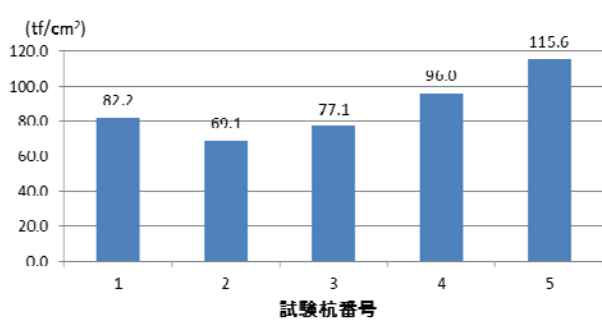


⑤小城市芦刈町 杭5本の平均

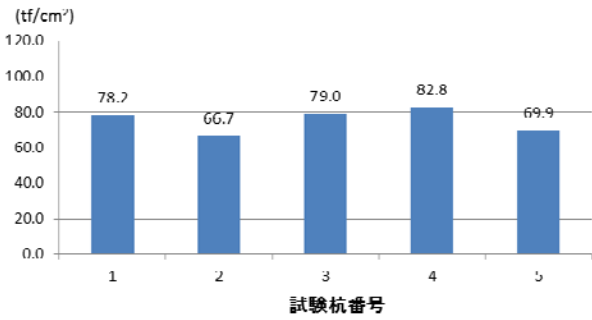
図-4 ファコップによる応力波伝播速度測定結果 (~)

いずれの調査地においても応力波伝播速度は概ね 1,000 ~ 1,600m/s であったが、全ての調査地で、水面より上部である杭頭付近で応力波伝播速度が小さかった。特に、 において杭頭から 20cm 下まで 1,000m/s 以下の低い値を示した。

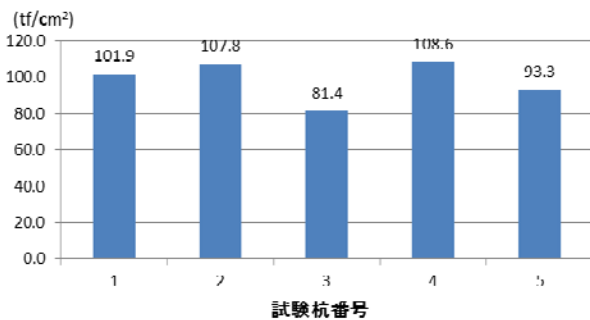
FFT アナライザによる動的ヤング係数の測定結果を図-5 に示す。



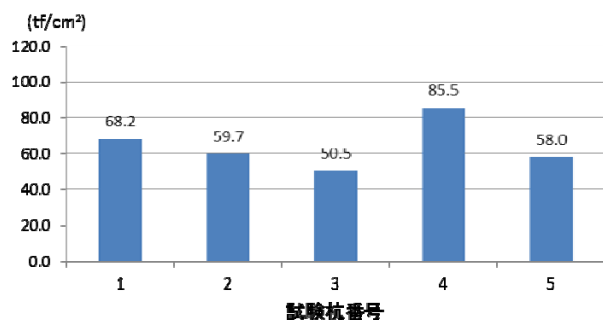
①佐賀市兵庫町



②佐賀市諸富町



③神崎市千代田町



④佐賀市川副町

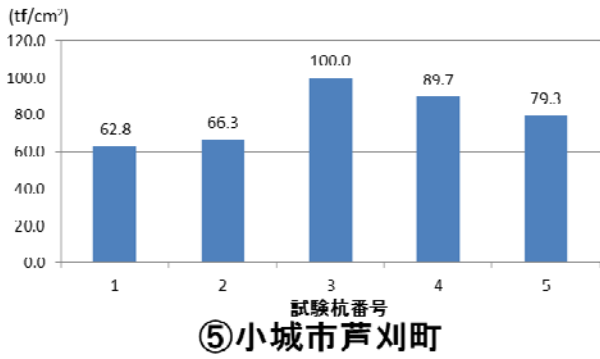


図-5 動的ヤング係数測定結果 (~)

動的ヤング係数は、全ての試験地で 50 tf/cm^2 を上回っており、スギとしては標準的な値を示した。そのため、杭木全体としては高い強度を維持していることが確認された。

デジタルマイクロプローブによる調査結果を図 - 6 に示す。

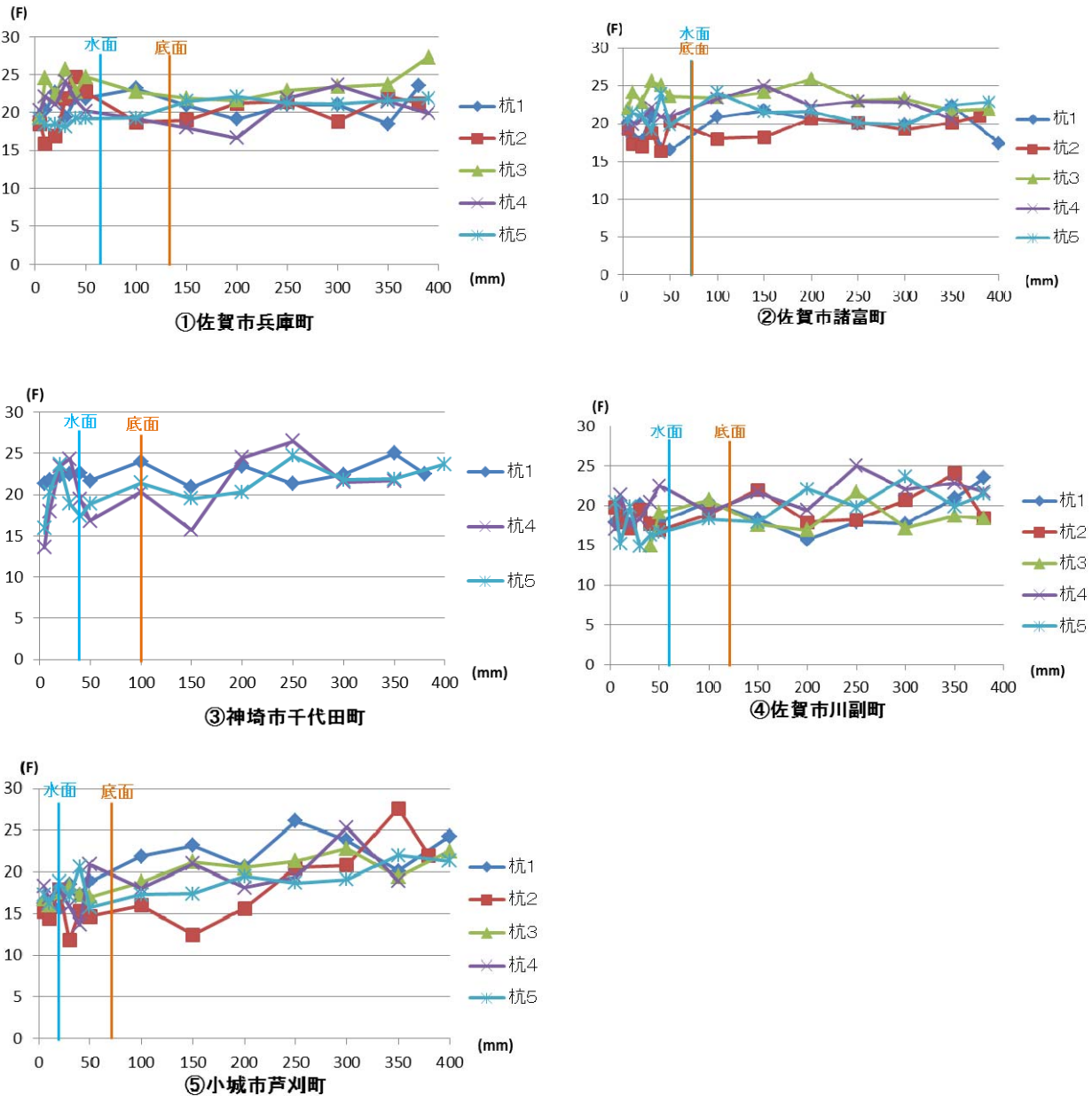


図 - 6 デジタルマイクロプローブ調査結果 (試験地 ~)

図 - 6 の縦軸は力 (F) の大きさ、横軸は杭頭からの距離を示している。試験地 については、測定機器の故障により、杭 3、杭 4 の測定結果が得られなかった。

において、杭頭部より杭先端の方が高い強度を示した。以外の試験地で、水上、水中、土中の間に有意な差はみられなかった。

5 調査結果まとめ

・ピロディン測定結果

施工から 6 年が経過した箇所 () において、水面より上部で若干の耐久性の低下がみられた。施工から 5 年が経過している箇所 () については、では水面上部でも耐久性の低下はみられなかったが、については杭全体で高いピロディン値を示した。

また、すべての箇所で水中及び土中でのピロディン値の差はみられなかった。

・ファコップ測定結果

施工後 6 年が経過した杭 () と 5 年が経過した杭 () の一部で、水面より上部の杭頭付近で若干の耐久性の低下がみられた。

・FFT アナライザ測定結果

すべての箇所で標準的な値であり、耐久性の低下は確認されなかった。

・デジタルマイクロプローブ測定結果

施工後 5 年が経過した杭 () で、杭頭からの距離が長くなるに従い、強度が高くなる傾向が見られた。

これらの測定結果から、施工後 5、6 年が経過した杭の杭頭付近 (水上部) において、腐朽の疑いがあるものが見られるが、水中及び土中部については、明らかな耐久性の低下はみられず、杭全体としては施工後 6 年が経過しても、健全な状態を維持していると考えられた。

また、施工後 5 年の と 、施工後 6 年の と のように施工箇所、もしくは個々の杭木自体による耐用年数の差があらわれ始めていると感じられたため、今後、杭木設置箇所の状況についても注意深く見ていきたい。

6 今後の課題

平成 27 年度は、昨年度に引き続きクリーク護岸工事が施工される現地に設置されていたスギの木杭について調査を実施した。ただし、スギ杭がクリーク防災事業に使われ始めたのは平成 20 年度 (繰越により平成 21 年度施工) 以降であり、スギ杭の耐久性の連年変化が明らかになっていない。

そのため、今後もスギ杭について継続して調査を行い、データを蓄積しクリーク防災杭の耐用年数を明らかにする必要がある。

また、今回の調査で、施工して 6 年経過した杭の水面より上部 (特に杭頭部) で、若干の耐久性の低下が疑われるものが見られ始めていること、水中、土中では 6 年経過しても耐久性が維持されていたことから、施工後 5 年以上耐久性を維持するためには、水面より上部に位置する部位に、なんらかの対策を講じる必要があるのではないかと考えられた。

しかし、平成 20 年度 (繰越により平成 21 年度施工) 以降に設置された杭が、未だに耐久性を維持しているため、スギ杭の水面より上部の対策については、今後の連年調査結果をみながら検討していきたい。