

## 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、1500km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用センサーに到達するまでの時間を $\mu$ 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用センサーとの距離)を測り、距離 $\div$ 応力波伝播時間から応力波伝播速度(m/s)を求めた。

ピロディン及びファコップの測定位置は、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。

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、目視による腐朽度合も調査した。



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

佐賀市西与賀町、佐賀市川副町西古賀、佐賀市川副町犬井道、小城市三日月町、神崎市千代田町の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6年が経過した杭、試験地 については施工後7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

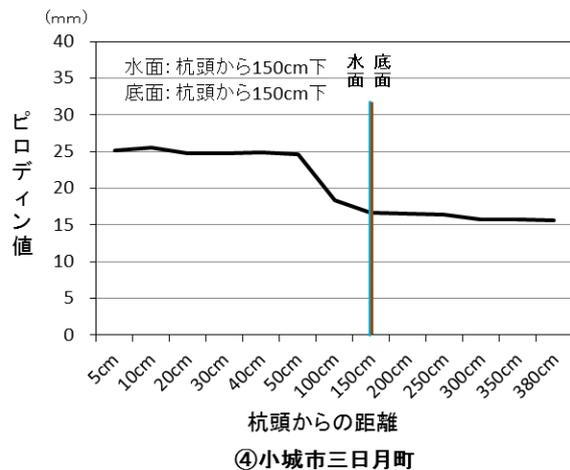
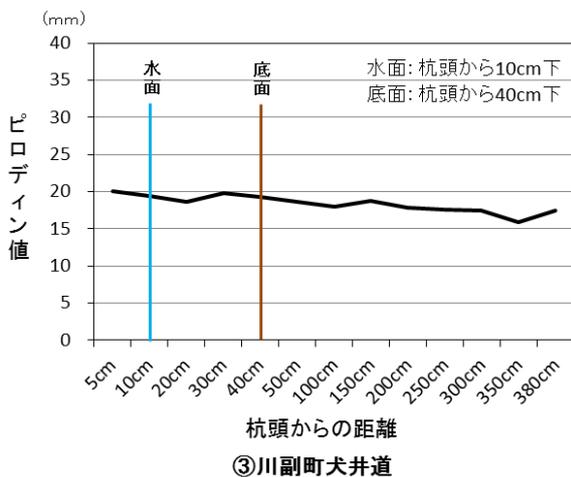
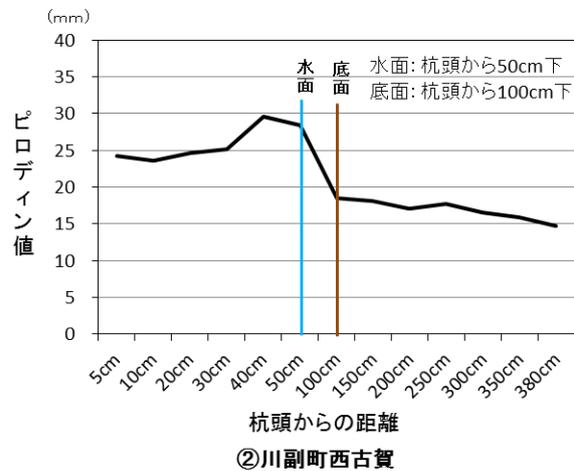
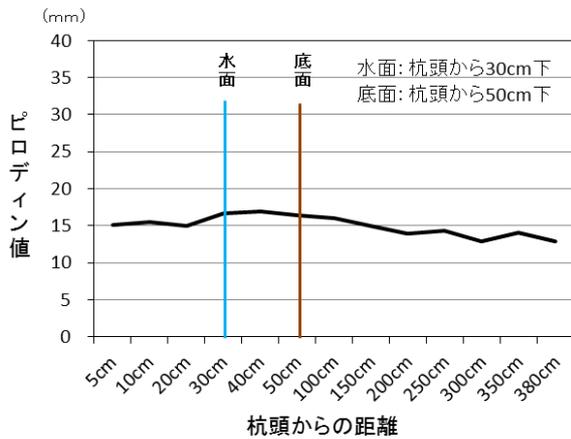
番号	地区	施工年度	経過年数	木杭樹種	本数	水面位置	水底位置
	佐賀市西与賀町	H21	7	スギ	5	杭頭下30cm	杭頭下50cm
	佐賀市川副町西古賀	H22	6	スギ	5	杭頭下50cm	杭頭下100cm
	佐賀市川副町犬井道	H21	7	スギ	5	杭頭下10cm	杭頭下40cm
	小城市三日月町	H22	6	スギ	5	杭頭下150cm	杭頭下150cm
	神崎市千代田町	H21	7	スギ	5	杭頭下80cm	杭頭下150cm



写真-2 クリーク防災杭の採取状況(川副町西古賀)

#### 4 調査結果

引き抜いたクリーク防災杭におけるピロディン測定結果（杭5本の平均）を図-2 に示す。



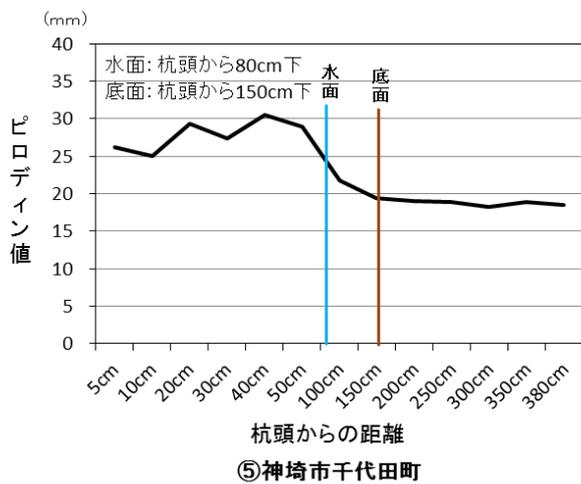
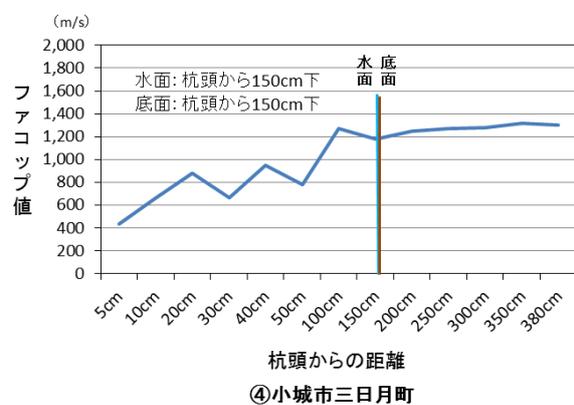
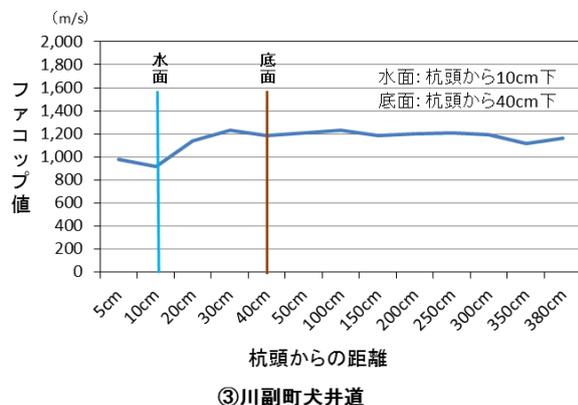
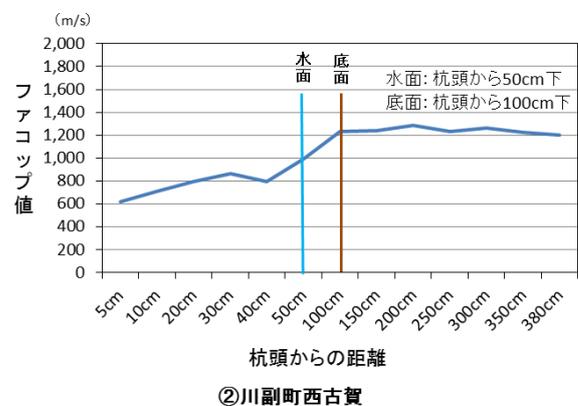
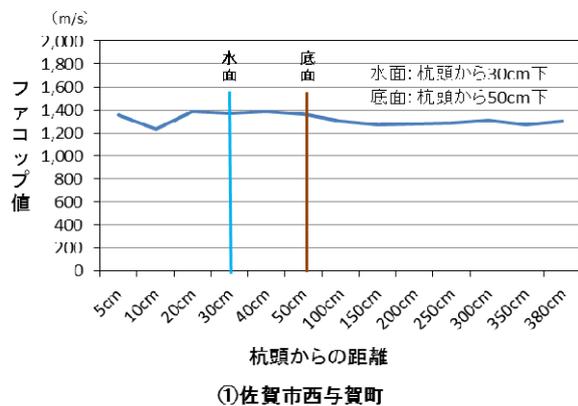


図-2 ピロディン測定結果 ( ~ )

施工から7年が経過している の箇所については、ピロディン値が概ね20mm以下であった。同様に施工から7年が経過している の箇所、施工から6年が経過している の箇所では、水面上部については、高いピロディン値がみられた。このことから、杭頭位置が水面よりある一定の高さ以上になった場合、耐久性が低下する条件下となることが考えられた。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 (杭5本の平均) を図-3 に示す。



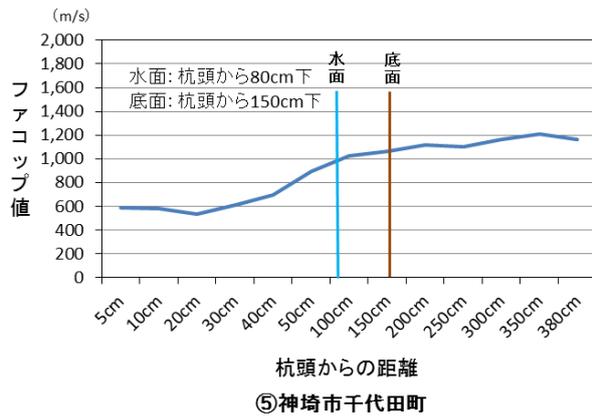


図-3 ファコップによる応力波伝播速度測定結果( ~ )

施工から7年が経過している の箇所については、杭頭～杭先までの応力波伝播速度は概ね1,000～1,400m/sであったが、施工から7年が経過している の箇所と、施工から6年が経過している の箇所では、全水面より上部で1,000m/s以下の低い値を示した。

水中及び土中部については、全ての試験地で1,000m/s以上のファコップ値であった。

FFTアナライザによる動的ヤング係数の測定を行ったが、杭頭における激しい損傷により測定不能又は測定値が異常と思われるものが数多くみられたため、今回の報告からは除外することとした。

杭引抜現地及び杭の状態について写真-3～17に示す。

佐賀市西与賀町については、杭引抜時の現地状況では底面(土中)が水面位置より高くなっていましたが、対岸においてクリーク防災工事が行われており、クリークの水位を一時的に下げている。そのため、水門痕跡等から実際の水位は杭頭から0～10cm程度と考えられた。杭頭及び杭全体としても健全な状態が保たれていた。

川副町西古賀については、と同様に対岸においてクリーク防災工事が行われており、クリークの水位を一時的に下げている。そのため、既設杭の水位痕跡等から実際の水位は杭頭から40～50cm程度と考えられた。杭頭については、一部で腐朽しているものもみられ、杭頭から20～50cmの位置において虫に穿孔された痕がみられた(写真18)。水中以下の部位については、健全な状態が保たれていた。

川副町犬井道については、既設杭の水位痕跡等から実際の水位は杭頭から0～10cm程度と考えられた。杭頭及び杭全体においては健全な状態が保たれていた。

小城市三日月町については、引抜時の現地状況では底面(土中)が水面位置より高くなっており、対岸においてクリーク防災工事が行われていたが、雑草の繁茂状況等から実際の水位は杭頭から150cm程度と考えられた。杭頭については、腐朽しているものが数本みられ、杭引き抜き時のワイヤーロープの巻きつけにより1本が破損した。杭頭から150cm以下の部位は健全な状態が保たれていた。

神崎市千代田町については、既設杭の水位痕跡等から実際の水位は、杭引き抜き時と同様の杭頭から80cm程度と考えられた。また、施工箇所の法面において土砂の押し出しがみられていた。杭頭については、腐朽しているものが数本みられ、杭引き抜き時のワイヤーロープの巻きつけにより2本が破損した。杭頭から100cm以下の部位は健全な状態が保たれていた。

【 佐賀市西与賀町】



写真 - 3 現地施工状況



写真 - 4 杭頭状況



写真 - 5 杭全体の状況

【 川副町西古賀】



写真 - 6 現地施工状況



写真 - 7 杭頭状況



写真 - 8 杭全体の状況

【 川副町犬井道】



写真 - 9 現地施工状況

【 小城市三日月町】



写真 - 12 杭引抜現地状況



写真 - 10 杭頭状況



写真 - 13 杭頭状況



写真 - 11 杭全体の状況



写真 - 14 杭全体の状況

【 神崎市千代田町】



写真 - 15 杭引抜現地状況



写真 - 16 杭頭状況



写真 - 17 杭全体の状況



写真 - 18 虫による穿孔痕

5 調査結果まとめ

・ピロディン測定結果

杭頭が水面位置より 50 c m以上高い箇所（ ）において、水面上部で若干の耐久性の低下がみられた。施工から 7 年が経過している箇所（ ）でも、水面位置が高い場合、耐久性の低下はみられなかった。

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

杭頭が水面位置より 50 c m以上高い箇所（ ）において、水面より上部の部位で耐久性の低下がみられた。

#### ・FFT アナライザ測定結果

値のばらつきが大きく、耐久性低下の判断はできなかった。

#### ・目視調査結果

杭頭が水面より上部に位置する部位で腐朽や破損、虫による穿孔がみられており、施工後7年が経過しても、水面位置が高い箇所（ ）においては、腐朽は確認されなかった。

今回、杭引抜調査を行った箇所については、施工後6、7年が経過した段階では、水面上部に位置する部位において、腐朽の疑いがある箇所が見られるたが、水面位置と杭頭までの距離が30cm以内にある箇所については、水面上部であっても明らかな耐久性の低下はみられず、健全な状態を維持していると考えられた。

また、 の箇所では虫害によるものがみられたが、水面から水面上部の杭頭位置までの距離が大きい程、そのような被害のリスクは高まると思われる。

そのため、クリーク木杭の耐久性が水面上部に位置する部位の大小に左右されるならば、どの程度まで水面上部にでていても大丈夫なのか、水面上部に位置する部位における劣化防止方法等の検討が必要になると思われる。

## 6 今後の課題

平成28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、平成26、27、28年度の調査結果から、施工して5年経過した杭の水面より上部（特に杭頭部）で、耐久性の低下が疑われるものが見られ始め、水中、土中では施工後7年が経過しても健全な状態が維持されていることが明らかとなった。

水面上部において耐久性の低下がみられても、水中、土中部においては健全な状態であるため、1本の「杭」としての機能は維持していると考えられる。しかし、今回の杭引抜箇所のように、水面位置が低い箇所の場合、法面等への影響が懸念されるところである。

水面上部に位置する部位の適正な（耐久性の低下が起こらない）高さについては、これまでのデータ蓄積と、今後の継続調査により明らかになると思われるが、杭頭位置が水面上部に大きく出る箇所については何らかの対策が必要になると考えられる。

また、各地域のクリークでは農業用用水としての利用のため、夏季（4～9月）と冬季（10～3月）の管理水位が異なる点についても注視していきたい。