

基礎木杭設計指針

平成23年5月

新潟県農地部

はじめに

本県の平野部は、信濃川、阿賀野川などの堆積土によって形成された標高の低い脆弱な土地柄で、今も地盤の沈下が続いています。このような土地を改良するための用排水施設の整備には、これまで木杭が多く利用されてきましたが、近年、構造物の大型化、コンクリートや鋼材などの土木資材の多様化等によって木杭の利用機会は少しずつ減少しています。

しかし、本県農地部がこのような軟弱な地盤において木杭で造成した施設においても、現在、安定を保ち施設の機能に支障はありません。

このようなことから、これまで利用されてきた木杭の実績と長所を改めて評価し、より安全でより効果的な事業執行を行うために本指針を作成しました。

さらに、県では平成23年3月に「新潟県農業農村整備の展開方向」を作成し、これからの農業農村整備の課題や取組を示したところです。ここでは、他産業並みの所得を確保する経営体の育成、農村地域の県民満足度の向上を目指し、人にやさしく、地球にやさしく、新潟らしくの視点で取組を進めることとしています。

本指針においても、県産間伐材の利用促進や地球にやさしくの視点から、杉材による杭の検討が可能となっています。

新潟の地盤特性に合わせて、木杭基礎工の設計から施工管理までの項目をまとめましたので、多くの方々に活用いただければ幸いです。

本指針の作成に当たり、長期間にわたってご指導、ご協力いただいた委員、幹事の皆様に深く感謝申し上げます。

平成 23 年 5 月

新潟県農地部長 米田 博次

委 員 会

委 員 長	森井 俊広	新潟大学農学部教授
副委員長	毛利 栄征	農村工学研究所施設資源部長
委 員	新保 仁	新潟県農業土木技術協会理事長
	佐藤 浩一	農地部技監
	中俣 昭雄	農地整備課長

幹 事 会

幹 事 長	坪谷 満久	農地管理課総合調整室長
幹 事	小島 栄一郎	新潟県農業土木技術協会技術委員長
	嶋井 幸彦	新潟県地質調査業協会技術委員長
	田邊 文雄	農地管理課農業土木工事検査監
	土田 一也	農地建設課課長補佐
	佐藤 守	農地整備課課長補佐

目 次

はじめに

1	総 則		
1-1	指針の位置づけ	.....	1
1-2	基礎木杭の定義	.....	2
1-3	用語の定義	.....	4
1-4	適用範囲	.....	5
1-5	杭の配列	.....	6
2	基礎木杭の設計		
2-1	設計方針	.....	7
2-2	調 査	.....	9
2-3	許容支持力の算定方法	.....	10
2-4	杭体の設計	.....	12
3	施工及び施工管理		
3-1	施工時の留意事項	.....	13
3-2	杭の打止め管理	.....	14
4	基礎木杭の設計・施工フロー	.....	16
	参考資料	.....	17
	付記	.....	65

1 総 則

1-1 指針の位置づけ

本指針は、新潟県農地部が発注する工事に使用する、基礎木杭の設計にあたっての標準的な考え方、設計、施工及び施工管理方法について示したものである。

[留意事項]

(1)指針作成の背景

基礎木杭の設計に関する基準は、「土地改良事業計画設計基準 設計 頭首工」（昭和42年10月改訂 農林水産省）には示されていたが、大規模な構造物の基礎杭は、コンクリート杭、鋼管杭が主流となり「設計基準」類から基礎木杭に関する記述が少なくなった。

現在では、国営土地改良事業の工事の設計及び施工に関する基準として農林水産省が制定している、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成13年2月改訂）（以下「水路工」という。）に「杭基礎として松杭を使用する場合は、摩擦杭として設計してよい」との記述のみとなった。

しかし、新潟県で古くから農業用水路、道路横断暗渠工又は水槽等の基礎として使用した木杭には、周面摩擦力以上の抵抗力があることが、経験的に分かっていた。

一方、「設計基準」類の変遷とともに木杭の設計基準が不十分な状態となっていることから、新潟県の地域特性（特に新潟平野低平部）を考慮して本指針を作成した。

(2)指針の運用

本指針は、農林水産省が制定する「基準書・技術書」を補完するものであり、適用条件を満足する範囲で適用するものである。

また、施工及び施工管理は、本指針によるほか、新潟県農地部が定める「農業土木工事標準仕様書」（以下「標準仕様書」という。）、「農業土木工事施工管理基準」（以下「施工管理基準」という。）及び工事ごとに定める「特別仕様書」によるものとする。

1-2 基礎木杭の定義

本指針で取り扱う基礎木杭とは、土木構造物の基礎としての支持力を期待するものとする。

鉛直荷重のみ考慮し、杭頭部は拘束されていない構造とする。

樹種は、針葉樹(マツ、スギ等)とする。

また、木杭の選定にあたっては、県産材の利用推進に努めるものとする。

[留意事項]

(1)基礎木杭の定義

木杭は、土木構造物の基礎杭以外にも柵杭など広く使用されているが、それらとは区別した。

また、木材としての特性から杭頭部と構造物を剛結しても、水平力は期待できないことを考慮している。

(2)県産材利用の推進

「公共建築物等における県産材利用推進に関する基本方針」(平成23年3月)に基づいて、可能な限り県産材の利用推進に努めること。

【参考】基礎木杭の歴史

杭基礎の最初は木杭基礎である。国内では、現在の相模川左岸の茅ヶ崎市国道1号線付近に位置する国史跡「旧相模川橋脚」が日本最古の橋脚として1924年(大正13年)に史跡保存の指定がなされている。この橋の木杭は、直径60cmのヒノキで、橋脚は3本を1列とした4列で、列の幅は約7m、1列目から4列目までの長さは約23mであり、「源頼朝の御家人、稲毛三郎重成が亡妻の追善供養のため、1198年(建久9年)相模川に架けた橋である」と考証されている。

県内では、現在も使用されている新潟駅本屋に木杭が使用されている。1956年頃に液状化を考慮し木杭基礎が設計され、1964年新潟地震ではその周囲が液状化したにもかかわらず無被害であり、打設後50年以上経過した現在もなお基礎として有効に利用されている。

このように木杭は鉄道・道路橋梁の基礎、ビル・住宅の基礎や河川構造物等に広く用いられていたが、1950年代以降、高度経済成長期における建設業界の動向は港湾、道路、鉄道、電力等多方面にわたった。この中で軟弱層の厚い地盤に発達した大都市においては、構造物の大型化や重量化するにつれ、木杭の適用範囲がおのずと狭くなり、杭として三つの大きな問題に直面してきた。一つは、腐食による耐久性。二つは、堅固な支持地盤における杭先端部の破損に伴う耐久力不足。三つは、長尺杭としての限度。これらの問題を克服するため、様々な工夫と研究が積み重ねられてきた背景もあり、コンクリート杭や鋼管杭が急速に普及し始めた。

また、表1に土木と建築物の木杭基礎についての設計の変遷を示すとおり、1955年(昭和30年)以降、それぞれの設計基準が改訂される度に、木杭に関する記述量も減り、道路橋示方書では1976年に、建築基礎構造設計指針では1988年に木杭に関する記述は姿を消し

た。このように現在、コンクリート杭や鋼管杭が主流で木杭が使われなくなった要因の一つとして、木杭に関する項目がこれらに代表される設計基準から姿を消したことが考えられる。

表1 土木構造物と建築物の基礎木杭についての設計の変遷

年	土地改良事業計画設計基準	道路橋示方書	建築基礎構造設計指針
1960			<ul style="list-style-type: none"> ・杭基礎設計の基本事項に杭の材料及び製造方法による分類で、木杭が記載されていた。 ・木杭の許容応力度と、木杭の使用上及び施工上の注意が記載されていた。 ・「継ぎ杭及び合成杭」、「杭の継手」に木杭に関する留意点が記載されていた。
1964		<ul style="list-style-type: none"> ・杭の分類に木杭が記載されていた。 ・杭本体の設計で、「完成後の荷重に対する設計」に木杭のヤング係数、「杭とフーチングの結合部」に木杭の記載があった。 ・「構造細目」に他の杭同様、木杭の記載があった。 	
1966		<ul style="list-style-type: none"> ・杭材料として木杭が記載されていた。 また、「許容応力度と許容支持力」に木杭の記載があった。 	
1967	頭首工 <ul style="list-style-type: none"> ・杭材料として分類に木杭の記載があり、利点と問題点及び杭材料の許容応力度について示されている。 		
1968		<ul style="list-style-type: none"> ・打込み杭工法の「運搬・貯蔵・試験」、「杭頭の仕上げ」に木杭として、他の杭と同様に記載されていた。 	
1974			<ul style="list-style-type: none"> ・木杭の許容応力度と、木杭の使用上及び施工上の注意が記載されていた。
1976		<ul style="list-style-type: none"> ・木杭の設計法は示方書に記述されなくなった。 	
1982	ポンプ場 <ul style="list-style-type: none"> ・「頭首工」を参照にすると記載されている。 		
1988			<ul style="list-style-type: none"> ・木杭の設計法は指針に記述されなくなった。 ・小規模の建築物について、他の設計指針を参照しなければならない。
1997	ポンプ場 <ul style="list-style-type: none"> ・主な既製杭の特徴として記載。 		
2001	水路工 <ul style="list-style-type: none"> ・松杭の使用条件として、「他の摩擦杭に準じた設計を行ってよい」と記載。 		<ul style="list-style-type: none"> ・木杭の使用は、明確に述べられていない。
2006	ポンプ場 <ul style="list-style-type: none"> ・主な既製杭の特徴として記載。 		

【参考文献】

- ・道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 P. 351
- ・沼田淳紀、吉田雅規、濱田政則：木材学会誌 VOL.55、No.5、P305-315(2009)
(一般論文)
- ・小松田精吉：アルファウイングパイル工法の技術的特長について

1-3 用語の定義

用語については「設計基準」類によるが、本指針で用いる主な用語の意味は、下記のとおりとする。

- (1) 極限支持力…………… 構造物を支持し得る地盤最大抵抗力
- (2) 許容支持力…………… 極限支持力を所要の安全率で除した支持力
- (3) 先端抵抗力…………… 本県の基礎木杭の許容支持力を算定するにあたり、杭先端部に働く抵抗力
- (4) 押込み試験…………… 単杭に対して鉛直方向に載荷する載荷試験であり、「杭の押込み試験方法(JGS1811-2002)」の基準に基づき実施する試験
- (5) 支持杭…………… 杭先端が良質な支持層に貫入している杭
- (6) 摩擦杭…………… 杭から伝わる荷重のほとんどを杭周面の摩擦抵抗力で支持する杭
- (7) 良質な支持層…………… 粘土層の場合には、 M 値が20程度以上、砂層は M 値が30程度以上の層

[留意事項]

「設計基準」類とは、水路工等の土地改良事業計画設計基準、道路橋示方書・同解説 IV下部構造編(以下「道示IV」という。)、杭基礎設計便覧(以下「設計便覧」という。)等のことをいう。

【参考文献】

- ・ 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 P. 108、249、250
- ・ 杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第一回改訂版 P. 23
- ・ 杭基礎設計便覧 P. 258

1-4 適用範囲

本指針は、下記の条件を満たす範囲で適用するものとする。

- (1)新潟県農地部が発注する工事
- (2)対象構造物：三面張水路、水槽工、農道の横断暗渠及びこれに類するもの
(重要度の高い構造物を除く)
- (3)杭の規格：長さ $L=2\sim 6$ m程度
杭径 $\phi=120\sim 180$ mm程度
- (4)工 法：打込み杭工法
- (5)荷重条件：鉛直荷重のみを対象とし、水平力を考慮しない
- (6)地盤条件：①杭は常時地下水位以下にあること
②杭先端 N 値は木杭の長期圧縮応力度を考慮して検討するものとする

[留意事項]

(1)対象構造物について

基礎木杭は使用実績はあるものの、鋼管杭、コンクリート杭等、規格化された工場製品とは異なり材質の不均等や地下水等で耐久性への影響を受けやすい有機質材料であることから、橋梁、主要道路の横断工等の重要度の高い構造物には使用しないものとする。

(2)杭の規格について

木杭は、市場性を考慮すると、杭径が先端径で(末口) $D=120\sim 180$ mm、長さ $2\sim 6$ m 程度の針葉樹材が一般的に用いられている。

木杭は、標準仕様書どおり、樹皮を剥いだ生木を使用する。

(3)荷重条件について

本指針では、鉛直荷重のみを対象とし、水平力を考慮しない。

(4)地盤条件について

木杭の許容圧縮応力度を考慮して、杭先端 N 値を検討するものとするが、本指針の設計では道示IVで良質な支持層と見なす N 値への根入れは杭体を破損させる等、悪影響を与える恐れがあることから、道示IVで良質な支持層と見なす N 値を杭先端 N 値の上限値の目安(粘性土： N 値 20 程度 砂質土： N 値 30 程度)とするものとする。

【参考文献】

- ・土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」(平成13年2月改訂) P278
- ・農業土木工事標準仕様書 H22.4 第2章材料 P. 25
- ・道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 P. 250

1-5 杭の配列

杭の配列は、杭基礎上の構造物の形状や寸法、杭の寸法や本数、施工条件等を考慮し、長期の持続荷重に対して均等に荷重を受けるように定めるものとする。

[留意事項]

(1) 杭の配列について

杭の配列については、道示Ⅳを参考とし、杭の中心間隔は杭径2.5倍以上とする。(図1参照)

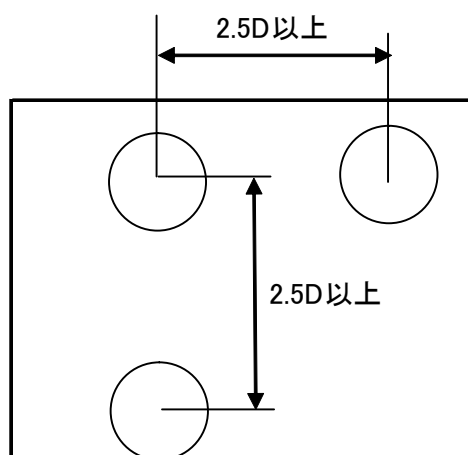


図1 杭の最小中心間隔

【参考文献】

・道路橋示方書・同解説「Ⅳ下部構造編」P. 352

2 基礎木杭の設計

2-1 設計方針

摩擦杭に準じた設計を行うものとするが、以下の点を考慮するものとする。

- ・先端抵抗力を考慮するものとする。
- ・許容支持力算定にあたっての安全率は「3」とするものとする。
- ・周面摩擦力算出にあたってM値2以下の層でも最大周面摩擦力度をM値から推定できるものとする。

[留意事項]

(1)設計について

本県での基礎木杭の設計では、道示IVで定義する良質な支持層への根入れを考慮しないことから、水路工に記載されているとおり、「摩擦杭に準じた設計」を行うものとする。

(2)先端抵抗力について

道示IVでは摩擦杭の場合、杭先端の支持力は原則として考慮しないものとされているが、本県での設計では、現地調査及び試験の結果、先端抵抗力を考慮した支持力推定式※式(1)から算出した設計値(極限支持力)が押し込み試験で得られた極限支持力と同程度であり、設計の安全性が確認されたことから、許容支持力算出において先端抵抗力を考慮するものとする。【図2参照】

※「支持力推定式」とは本指針「2-3 支持力の算定方法」で記載の式であり下記のとおりである。

$$R_u = q_d \times A + U \times \sum (L_i \times f_i) \dots \dots (1)$$

R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力(kN)

q_d : 杭先端における単位面積当たりの極限支持力度(kN/m²)

A : 杭先端面積(m²)

U : 杭の周長(m)(杭の末口で計算する)

L_i : 周面摩擦力を考慮する層の層厚(m)

f_i : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度(kN/m²)

(3)安全率、周面摩擦力について

安全率及び周面摩擦力については、「2-3許容支持力の算定方法」を参照

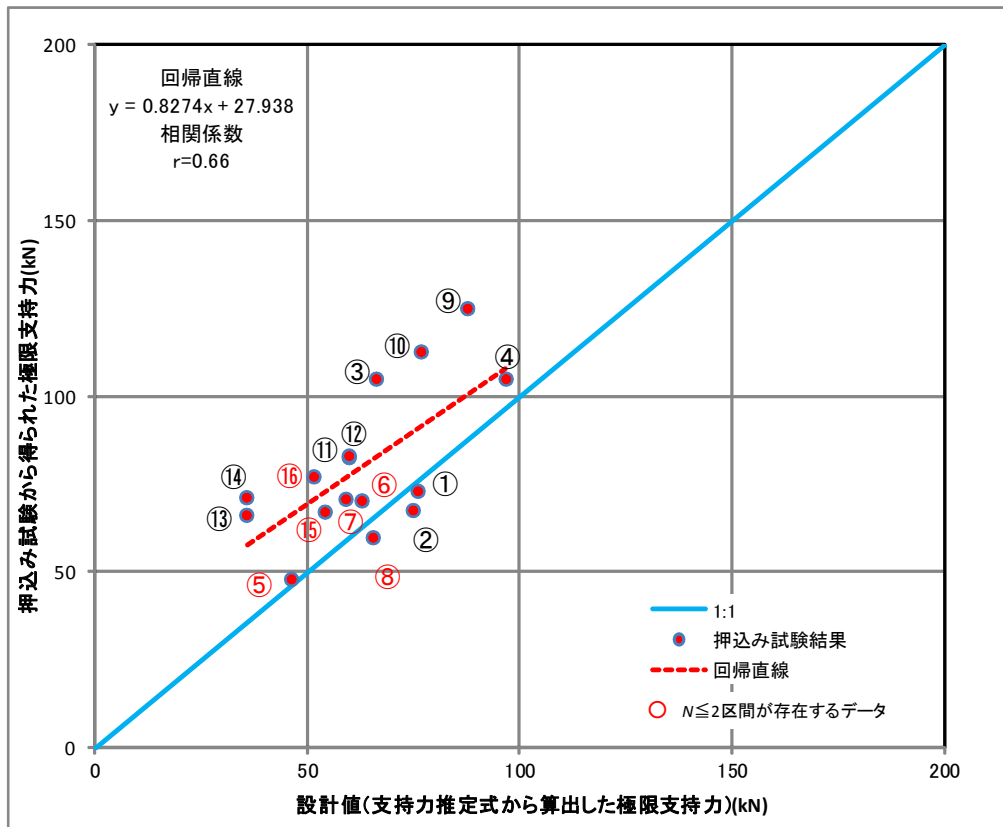


図2 設計値と押し込み試験との関係

凡例：図2の番号と対応

番号	地区	杭番号	設計値 (kN)	押し込み試験 (kN)
①	島田	2-3	76.2	73.0
②	島田	3-1	74.9	67.5
③	熊森	No.1	66.4	105.0
④	中之島南部	B-11	96.7	105.0
⑤	次新	第4号	46.3	48.0
⑥	羽黒Ⅱ期	No.2	62.8	70.0
⑦	次新	No.2 (第12号暗渠)	59.3	70.5
⑧	次新	No.2 (第13号暗渠)	65.5	59.8
⑨	中之島試験施工	No.6-1	87.9	125.0
⑩	中之島試験施工	No.5-1	76.8	112.5
⑪	中之島試験施工	No.4-1	59.8	82.5
⑫	中之島試験施工	No.4-2 テ-ハ-	59.8	82.8
⑬	中之島試験施工	No.3-1	35.9	66.0
⑭	中之島試験施工	No.3-2杉	35.9	71.0
⑮	中之島南部	No.2	54.1	67.2
⑯	春日第2	No.1	51.8	77.0

2-2 調査

適切な設計、施工を行うために、基礎木杭施工地点の状況、構造物の規模等に応じて必要な調査を行わなければならない。

[留意事項]

(1)調査について

「設計基準」類に基づき必要な調査を行うものとする。

なお、基礎木杭を施工する地点は軟弱地盤などが多く、適切なデータを把握することが重要であることから、原則ボーリングなどを実施し、適切なデータにより設計・施工することが肝要である。

また、土質定数についても、「設計基準」類に基づき算定する。

表2 参考：地盤調査の種類

調査項目	杭の支持力算出に必要な項目			得られる値	備考	
	地盤構成	N値	粘着力 c_u			
ボーリング	◎			土質・岩石試料		
サウンディング	標準貫入試験		◎	N値		
	スウェーデン式サウンディング	○	○*	○*	$W_{sw} \cdot N_{sw}$	適用地盤：主に深さ10m以内の軟弱地盤
	動的コーン貫入試験	○	○*	○*	N_d 値	種類：簡易動的等 適用地盤：主に斜面、表層部
	静的コーン貫入試験	○	△*	○*	コーン指数 q_c	種類：ポータブル、オランダ式二重管等 適用地盤：主に軟弱地盤
土質室内試験	一軸圧縮試験			○*	一軸圧縮強度 q_u	粘性土対象
	三軸圧縮試験(UU)			◎	粘着力 c_u	粘性土対象

※換算式による推定値

[表中の記号]… ◎：最も適する
○：適する
△：場合によっては適する(換算式多用のため)

【参考文献】

- ・地盤調査の方法と解説 P. 139～155、246～309
- ・道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 P. 123～127

2-3 許容支持力の算定方法

1本の木杭の許容支持力は、地盤から決まる杭の極限支持力に対し、表3に示す安全率を確保して、式(2)により算出するものとする。

$$R_a = 1/n \times R_u \dots \dots \dots (2)$$

- R_a : 杭の許容支持力(kN)
- n : 表3に示す安全率
- R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力(kN)

表3 安全率n

常時・摩擦杭
3

※地震時の設計は対象としない

[留意事項]

(1)地盤から決まる杭の極限支持力の算出について

極限支持力は式(1)の支持力推定式によって算出することを原則とする。

$$R_u = q_d \times A + U \times \sum (L_i \times f_i) \dots \dots \dots (1)$$

- R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力(kN)
- q_d : 杭先端における単位面積当たりの極限支持力度(kN/m²)
- A : 杭先端面積(m²)
- U : 杭の周長(m) (杭の末口で計算する)
- L_i : 周面摩擦力を考慮する層の層厚(m)
- f_i : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度(kN/m²)

(2)杭先端の極限支持力度(qd)の算出について

杭先端の極限支持力度は $q_d / \bar{N} = 100$ (kN / m²) から算出する。

$$\bar{N} = (N_1 + \bar{N}_2) / 2 \dots \dots \dots (3)$$

- \bar{N} : 杭先端地盤の設計用N値
- N_1 : 杭先端位置のN値
- \bar{N}_2 : 杭先端から上方へ4Dの範囲における平均N値

(3)周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 f_i の算出について

周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度は表 4 に示す値とする。

表4 最大周面摩擦力度(kN/m²)

地盤の種類 施工方法	砂質土	粘質土
打込み杭工法	2 N(≦ 100)	c 又は 10N(≦ 150)

ただし、c は地盤の粘着力(kN / m²)、N は標準貫入試験の N 値

なお、道示IVでは N 値 2 以下の軟弱層では N 値により最大周面摩擦力度を推定してはならないこととしているが、

- ① 現地調査及び試験の結果、押込み試験で得られた極限支持力と N 値 2 以下を加えた設計値が同程度の値となったこと
- ② 新潟県内における地質調査データ結果から N 値 2 以下においても 10N 以上の粘着力 c が期待できること

から、N 値 2 以下の軟弱層でも最大周面摩擦力度を見込むものとする。

【図 2、参考資料 1 参照】

(4)安全率について

以下に示す、①標高調査結果と②木杭の特性を考慮し、安全率は原則として 3 とするものとする。

- ① 標高調査結果では、安全率「3」で設計した箇所は約 8 割であり、
 - 1) 構造物自体の異常は見受けられなかった
 - 2) 98%の箇所で管理基準値 20mm 以上の沈下は見受けられなかった
 よって、安全率「3」で設計した基礎木杭でも長期的な支持力が確認できた。

【参考資料 2 参照】

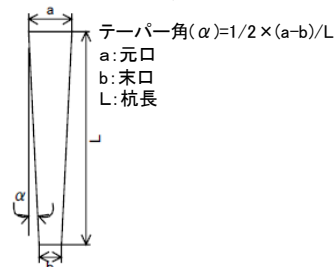
- ② 木杭はテーパー※を有しており、
 - 1) テーパーにより、周辺地盤を締め固める効果があるものとされている
 - 2) 木材の吸水作用により地盤の密着性に優れているものとされている
 - 3) 木杭の設計では、末口に基づいて周面摩擦力を算出しており、末口の周面積に比べて実周面積は大きいことから、周面摩擦力は安全側に働く

※木杭のテーパー

木杭の元口 (a) と末口 (b) の口径差のこと。

テーパー角で度合いをあらわす。

(右図参照)



【参考文献】

- ・ 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 P. 354 ~ 357、362
- ・ 三浦哲彦、呉 文経、中村六史、一瀬智郎：土木学会論文集 No.517 / III-31、63-72、1995.6

2-4 杭体の設計

杭体は極限支持力に対して安全であるものとする。

[留意事項]

(1) 極限支持力に対する安全性

杭体の長期許容圧縮応力 R_2 を式(4)から算出し、極限支持力に対する安全性を式(5)により検証するものとする。

$$R_2 = \sigma_a \times A_p \dots \dots \dots (4)$$

σ_a : 木材の長期許容圧縮応力度 表5による

【例】 ベイマツ 7350(kN/m²)、スギ 5880(kN/m²)

A_p : 杭の断面積(m²/本)

$$R_2 > R_u \dots \dots \dots (5)$$

R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力(kN)

表5 木材の許容応力度

樹種		長期許容応力度(kgf/cm ²)			
		圧縮	引張り	曲げ	剪断
針葉樹	アカマツ、クロマツ、ベイマツ	75	60	95	8
	カラマツ、ヒバ、ヒノキ、ベイヒ	70	55	90	7
	ツガ、ベイツガ	65	50	85	7
	モミ、エゾマツ、トドマツ、スギ、ベニマツ、ベイスギ、スプルース	60	45	75	6

kgf/cm²=98kN/m² 【出典】改訂六版 農業土木ハンドブック 基礎編 P. 378

3 施工及び施工管理

3-1 施工時の留意事項

基礎木杭の施工及び施工管理は、本指針によるほか「標準仕様書」、「施工管理基準」及び工事ごとに定める「特別仕様書」によるものとする。

なお、杭の打止め管理については、本指針3-2によるものとする。

また、施工時には主に下記項目に留意するものとする。

- ① 木杭打設に当たっては、線的な構造物の場合、地盤条件の変化も予想されることから、設計段階での十分な地質調査が望まれる。

十分な調査が行われていない場合は、施工前にあらかじめサウンディング試験等で補足調査を行うことが望ましい。

- ② 木杭打設に当たっては、杭打ち機等の能力や施工・地形条件を考慮する。

- ③ 木杭打設に伴って周辺地盤は乱され、一時的に強度低下をきたすため、木杭打設後に地盤強度の回復を待って、構造物の工事を行うことが望ましい。

また、木杭打設後は、木杭の支持力低下を防止するため、不用意に衝撃等を与えないように留意する。

- ④ 施工箇所が家屋等に近接している場合は、振動・騒音など周囲の環境に影響を与えないように配慮するものとする。

- ⑤ 中間の砂層等に当たって打設困難となった場合は、速やかに監督員と協議を行い、支持力を確認し、高止まりとして杭頭を切る等に対応する。

- ⑥ 腐食防止のため、杭頭が地下水位より下に位置することを確認すること。

3-2 杭の打止め管理

杭は、設計で考慮した支持力を確保するために、打止め条件を十分検討して打止めるものとする。

[留意事項]

(1) 動的支持力算定式について

杭の打止め管理については施工管理基準の参考資料によるが、動的支持力算定式については、式(6)により算出するものとする。

なお、動的支持力算定式には施工管理基準に記載されている

①建築分野でよく使用される建築基準法施行令建設大臣告示式

②土木分野でよく使用される宇都・冬木の式

があるが、本指針を作成するにあたり、押込み試験から求めた極限支持力と動的支持力推定式から算定した極限支持力を比較した結果により、Hilley(ハイリー)の式(式(6))を採用するものとする。【図3、参考資料1】

【Hilley (ハイリー) の式】

$$R_u' = \frac{e_f \cdot F}{S + \frac{C}{2}} \cdot \frac{W_H + e^2 \cdot W_P}{W_H + W_P} \dots \dots \dots (6)$$

R_u' : 杭の動的極限支持力 (kN)

e_f : ハンマー効率

ディーゼルハンマー 0.7 ドロップハンマー 0.5

W_H : ハンマー重量 (kN)

W_P : 杭の重量 (kN)

S : 杭の貫入量 (m)

F : 打撃エネルギー (kN・m)

ドロップハンマー $F=W_H \cdot H$

ディーゼルハンマー $F=W_H \cdot 2H$

H : ハンマーの落下高さ (m)

C : リバウンド量 (m)

e : 反発係数 0.25

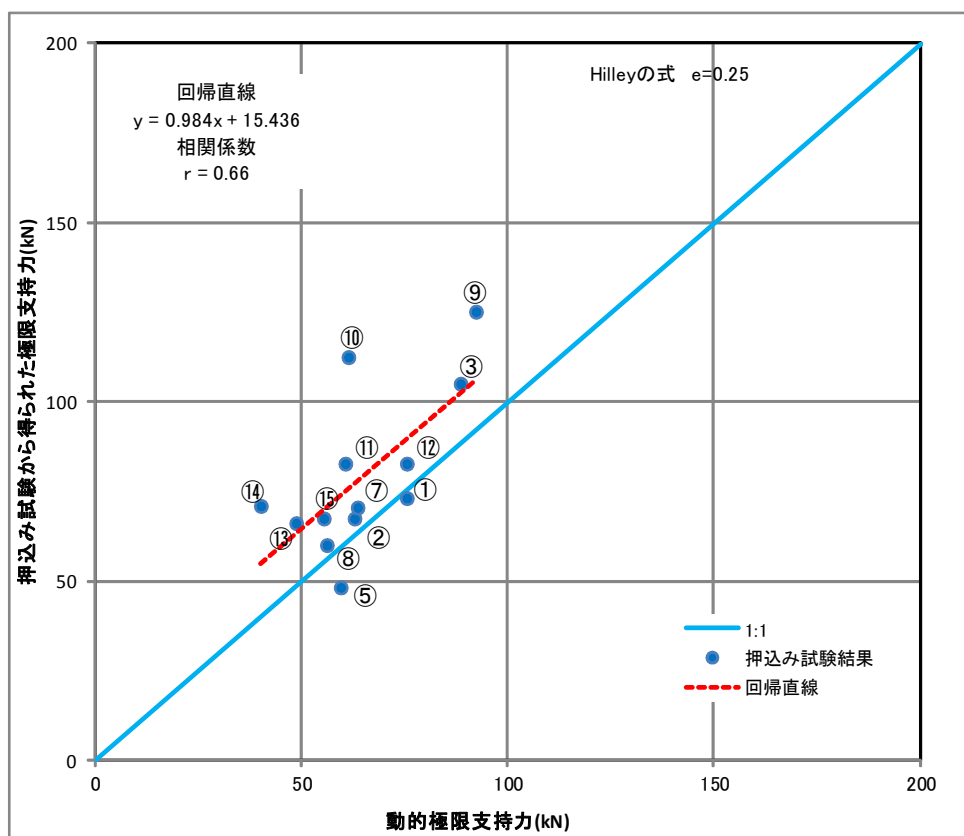


図3 押し込み試験値と動的極限支持力との関係

凡例: 図3の番号と対応

番号	地区	杭番号	押し込み試験 (kN)	動的極限支持力 (kN)
①	島田	2-3	73.0	75.6
②	島田	3-1	67.5	63.2
③	熊森	No.1	105.0	88.9
⑤	次新	第4号	48.0	59.9
⑦	次新	No.2 (第12号暗渠)	70.5	64.0
⑧	次新	No.2 (第13号暗渠)	59.8	56.3
⑨	中之島試験施工	No.6-1	125.0	92.6
⑩	中之島試験施工	No.5-1	112.5	61.7
⑪	中之島試験施工	No.4-1	82.5	60.7
⑫	中之島試験施工	No.4-2 テーパー	82.8	75.9
⑬	中之島試験施工	No.3-1	66.0	48.8
⑭	中之島試験施工	No.3-2杉	71.0	40.3
⑮	中之島南部	No.2	67.2	55.7

【参考文献】

- ・ 農業土木工事施工管理基準 H22.4 参考資料 P. 5

4 基礎木杭の設計・施工フロー

