KENMAPILE

ケンマⅡ工法

信頼を生む「施工管理」「品質管理」「工法管理」

ケンマⅡ工法　目次

表紙 …… 1　目次 …… 2

1 押込み方向 Pushing

1.1 工法の概要 …… 3
1.2 国土交通大臣認定書 …… 4
1.3 地盤の長期許容支持力の算出式 …… 5
1.4 認定寸法及び N 値の適用範囲 …… 6.7
1.5 地盤から決まる杭の長期許容支持力 Ra …… 8.9
1.6 適用する地盤基礎ぐいの種類 …… 14
1.7 基礎ぐいの構造 …… 19

2 共通（押込み方向、引抜き方向） Pushing & pulling

2.1 材料から決まる長期許容支持力と短期ねじり強さ …… 10
2.2 フーチングの仕様・杭材の腐食について …… 11
2.3 杭の構成 …… 12
2.4 主要素管及び先端部単位重量 …… 13
2.5 基礎ぐいの材質 …… 15
2.6 ケンマパイルの図解 …… 16.17.18
2.7 工法の特長及び施工管理者 …… 20
2.8 施工管理 …… 21.22.23.24
2.9 現場施工管理値 …… 25
2.10 継手の施工及び施工方法 …… 26.27
2.11 施工現場・風景・写真 …… 28.29.30
2.12 主要施工機械 …… 31
2.13 施工管理組織 …… 44

3 引抜き方向 Pulling

表紙 …… 32

3.1 工法の概要 …… 33
3.2 建築技術性能証明書 …… 34
3.3 地盤の短期許容支持力の算出式 …… 35
3.4 性能証明寸法及び $\overline{N}t$ の適用範囲 …… 36.37
3.5 地盤から決まる短期許容支持力 tRa …… 38.39
3.6 基礎ぐいの構造 …… 40.41.42
3.7 引抜き考慮時に施工配慮すべき事項 …… 43

※建築技術性能証明評価概要報告書及び完全版【別添(砂)・(粘)・施工指針・設計指針】は別途配布します。

1-1 工法の概要

ケンマⅡ工法

ケンマⅡ工法は、鋼管に2枚の半円状の翼を取りつけ、
回転貫入装置を備えたくい打ち機によって鋼管を回転させて地盤中に貫入し、
これをくいとして利用する工法である。
くい先端部の加工は、指定製造会社で適正な品質管理下で製造され、
品質の高いくい材の供給が可能となっている。
確実な打ち止め管理のもと地盤の支持力の確保を実現している。
本工法は、中～小規模建築物基礎を対象とした
鋼管ぐい工法の開発を目的としたものであり、
1つのくい径に対して、複数の翼部径を用意することで、
設計荷重に応じた選択肢の広いくい設計を可能にしている。
さらに、くい先端部をピース化することで、材料コストの低減を図っている。
ケンマⅡ工法は、ケンマ工法（TACP-0520、0521、平成29年7月25日）で培った技術・実績をもとに、
適用範囲の拡大を目指してくい径の追加を行って、新工法としたものである。

国土交通大臣認定

TACP-0628 , TACP-0629

※ α＝150　β＝1.0　γ＝0.2　Ap100%

1-2 国土交通大臣認定書

認 定 書

国住指第 2569 号
令和 3 年 1 月 25 日

一般株式会社
代表取締役 稲葉 誠 様

国土交通大臣 原 一郎

下記の構造方法等については、建築基準法第 68 条の 25 第 1 項（同法第 68 条第 1 項において準用する場合を含む。）の規定に基づき、同法施行規則第 1 条の 3 第 1 号の表 3 の各項（基礎ぐいの許容支持力の算出方法に係る部分に限る。）の規定に適合するものであることを認める。

記

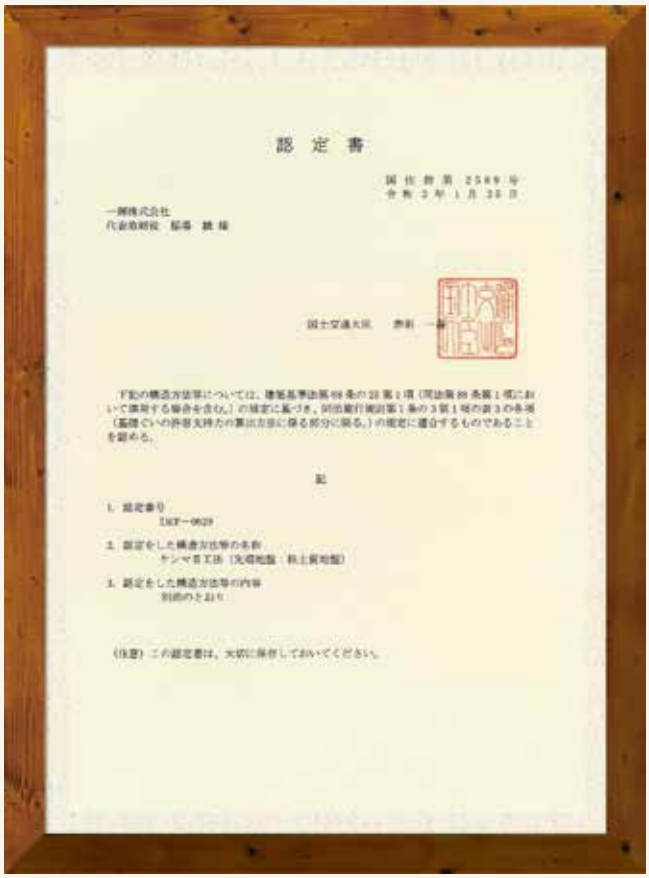
1. 認定番号
TACP－0628
2. 認定をした構造方法等の名称
ケンマ工法（先端地盤：砂質地盤（礫質地盤を含む））
3. 認定をした構造方法等の内容
別添のとおり

（注意）この認定書は、大切に保存しておいてください。

大臣認定範囲

支持地盤	砂質地盤（礫質地盤を含む）
試験方法	標準貫入試験
先端 N 値	10 ≦ $\overline{N}$ 値 ≦ 50
鋼管の寸法	Φ101.6 ～ Φ406.4
翼部径の寸法	Φ250 ～ Φ1000
最大施工深さ	くい施工地盤面から 130D
適用する建築物の規模	延べ面積が 500,000 ㎡以下の建築物

認定番号：TACP-0628　　取得年月日：2021 年 1 月 25 日


認 定 書

国住指第 2569 号
令和 3 年 1 月 25 日

一般株式会社
代表取締役 稲葉 誠 様

国土交通大臣 原 一郎

下記の構造方法等については、建築基準法第 68 条の 25 第 1 項（同法第 68 条第 1 項において準用する場合を含む。）の規定に基づき、同法施行規則第 1 条の 3 第 1 号の表 3 の各項（基礎ぐいの許容支持力の算出方法に係る部分に限る。）の規定に適合するものであることを認める。

記

1. 認定番号
TACP－0629
2. 認定をした構造方法等の名称
ケンマ工法（先端地盤：粘土質地盤）
3. 認定をした構造方法等の内容
別添のとおり

（注意）この認定書は、大切に保存しておいてください。

大臣認定範囲

支持地盤	粘土質地盤（軟岩系岩盤（泥岩）を含む）
試験方法	標準貫入試験
先端 N 値	5 ≦ $\overline{N}$ 値 ≦ 50 沖縄県においては下限値を $\overline{N}$ = 10 とする
鋼管の寸法	Φ101.6 ～ Φ406.4
翼部径の寸法	Φ250 ～ Φ1000
最大施工深さ	くい施工地盤面から 130D
適用する建築物の規模	延べ面積が 500,000 ㎡以下の建築物

認定番号：TACP-0629　　取得年月日：2021 年 1 月 25 日

1-3 地盤の長期許容支持力の算出式

長期に生ずる力に対する地盤の許容支持力（KN）

$$Ra=\frac{1}{3}\left\{\alpha\cdot\overline{N}\cdot Ap+\left(\beta\cdot\overline{Ns}\cdot Ls+\gamma\cdot\overline{qu}\cdot Lc\right)\cdot\psi\right\} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力（KN）

$$Ra=\frac{2}{3}\left\{\alpha\cdot\overline{N}\cdot Ap+\left(\beta\cdot\overline{Ns}\cdot Ls+\gamma\cdot\overline{qu}\cdot Lc\right)\cdot\psi\right\} \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

記号の説明

（砂質地盤）

α：基礎ぐいの先端付近の地盤（地震時に液状化するおそれのある地盤※1を除く）におけるくい先端支持力係数（ α =150 ）

β：基礎ぐいの周囲の地盤（地震時に液状化するおそれのある地盤※1を除く）のうち砂質地盤におけるくい周面摩擦力係数（ β=1.0。ただし、プレボーリングを行った場合は、β=0とする。）

γ：基礎ぐいの周囲の地盤（地震時に液状化するおそれのある地盤※1を除く）のうち粘土質地盤におけるくい周面摩擦力係数（ γ=0.2。ただし、プレボーリングを行った場合は、γ=0とする。）

$\overline{N}$：基礎ぐいの先端付近の平均$\overline{N}$値（くい軸本体下端から下方へ1Dw、上方へ1Dwの範囲の標準貫入試験による打撃回数(N)の平均値）。ただし、$\overline{N}$は表1-1に示す範囲とする※2。$\overline{N}$を求める個々のN値については、N <5のときはN=0、N >65のときはN=65とする。なお、くい先端以深の地盤においては、「2. 工法の概要、(3)施工における確認事項、1)地盤調査」の内容に留意する。

Dw：基礎ぐい翼部径(m)

Ap：基礎ぐいの先端の有効面積(m2)

$\overline{Ns}$：基礎ぐいの周囲の地盤のうち砂質地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値(回)。ただし、5≦$\overline{Ns}$≦30とする※3。$\overline{Ns}$の算定に用いる個々のN値については、N<5の場合はN=0、N>50の場合はN= 50とする。

Ls：基礎ぐいの周囲の地盤のうち砂質地盤に接する有効長さの合計　(m)。

$\overline{qu}$：基礎ぐいの周囲の地盤のうち粘土質地盤の一軸圧縮強度の平均値　(kN/m2)。ただし、40≦$\overline{qu}$≦200とする※4。$\overline{qu}$の算定に用いる個々のqu (kN/m2)については、qu<40のときはqu=0、qu>250のときはqu=250とする。

Lc：基礎ぐいの周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する有効長さの合計　(m)。

ψ：基礎ぐい軸径の周長　(m)　ψ=D・π　(D :基礎ぐい軸径)。

※1 ここでの「地震時に液状化するおそれのある地盤」とは、建築基礎構造設計指針（日本建築学会：2019改定）に示されている液状化の発生の可能性の判定に用いる指標値（FI値 ）により、液状化発生の可能性があると判断される土層（FI値が1以下となる場合）及びその上方にある土層をいう。

※2 すべてのくい仕様において、$\overline{N}$が下限値に満たない場合は、$\overline{N}$=0として地盤の許容支持力の計算を行い、$\overline{N}$が上限値を超える場合は上限値を用いて地盤の許容支持力の計算を行う。

※3 すべてのくい仕様において、$\overline{Ns}$が下限値に満たない場合は、$\overline{Ns}$=0として地盤の許容支持力の計算を行い、$\overline{Ns}$が上限値を超える場合は上限値を用いて地盤の許容支持力の計算を行う。

※4 すべてのくい仕様において、$\overline{qu}$が下限値に満たない場合は、$\overline{qu}$=0として地盤の許容支持力の計算を行い、$\overline{qu}$が上限値を超える場合は上限値を用いて地盤の許容支持力の計算を行う。

（粘土質地盤）

$\overline{N}$を求める個々のN値についてN<3のときN=0、N>75のときN=75。他は砂質地盤と同様式。

材料から決まる長期許容支持力の算出式

短期（鉛直）許容支持力＝1.5×長期（鉛直）許容支持力

$$Ra=F''/1.5\times Ae\times(1-a1-a2)$$

記号の説明

Ra：杭材料からきまる長期許容直支持力（KN）

F"：設計基準強度（N/㎟）　F"=(0.8+2.5te/r)FかつF"≦235[325]

F　：杭材料の許容基準強度(235N/㎟)[325N/㎟][]内はSTK490

te　：腐食しろ(外面1mm)を除いた杭厚(mm)

r　：杭の半径(mm)

Ae：腐食しろを除いた杭の断面積(㎟)

a1　：継手による低減率(0.05 / 1ヵ所)

a2：細長比による低減率(L/D>100の場合、(L/D-100)/100)L :杭長(m)、D :杭軸経(m)

※a1及びa2は必要に応じて考慮する。

1-4 ケンマパイル認定寸法及びN値の適用範囲

くい軸本体					翼部			$\bar{N}$値の適用範囲[砂質(礫質)]		$\bar{N}$値の適用範囲[粘土質]	
径D (mm)	厚さt (mm)	材質	翼部が取り付けられる部分		径Dw (mm)	厚さt_2 (mm)	材質	長期荷重時	短期荷重時	長期荷重時	短期荷重時
			厚さt_1 (mm)	材質							
101.6	4.2 以上	STK400 STK490 HU590 SEAH590 SKK400 SKK490	4.2 以上	STK 490	250	12	SM 490A	10≦$\bar{N}$≦25*1	10≦$\bar{N}$≦25	5≦$\bar{N}$≦25 *1	5≦$\bar{N}$≦25
					300			10≦$\bar{N}$≦25*1	10≦$\bar{N}$≦25	5≦$\bar{N}$≦25 *1	5≦$\bar{N}$≦25
114.3	4.5 以上		6.0 以上	STK 490	300	12	SM 490A	10≦$\bar{N}$≦30*1	10≦$\bar{N}$≦30	5≦$\bar{N}$≦30 *1	5≦$\bar{N}$≦30
					350			10≦$\bar{N}$≦24*1	10≦$\bar{N}$≦18*2	5≦$\bar{N}$≦24 *1	5≦$\bar{N}$≦18*2
139.8	4.5 以上		6.0 以上	STK 490	350	16	SM 490A	10≦$\bar{N}$≦50	10≦$\bar{N}$≦40*2	5≦$\bar{N}$≦50	5≦$\bar{N}$≦40*2
					400			10≦$\bar{N}$≦35*1	10≦$\bar{N}$≦27*2	5≦$\bar{N}$≦35 *1	5≦$\bar{N}$≦27*2
165.2	5.0 以上		7.1 以上	STK 490	400	25	SM 490A	10≦$\bar{N}$≦50	10≦$\bar{N}$≦50	5≦$\bar{N}$≦50	5≦$\bar{N}$≦50
			9.3 以上		450	30					
190.7	5.3 以上		8.2 以上	STK 490	450	25	SM 490A				
					500	30					
216.3	5.8 以上		10.3 以上	STK 490	500	25	SM 490A				
					550	30					
			12.7 以上		600	36					

1-4

くい軸本体					翼部			$\overline{N}$値の適用範囲[砂質(礫質)]		$\overline{N}$値の適用範囲[粘土質]	
径D (mm)	厚さt (mm)	材質	翼部が取り付けられる部分		径Dw (mm)	厚さt_2 (mm)	材質	長期荷重時	短期荷重時	長期荷重時	短期荷重時
			厚さt_1 (mm)	材質							
267.4	5.8 以上	STK400 STK490 HU590 SEAH590 SKK400 SKK490	12.7 以上	STK 490	600	30	SM 490A	10≦$\overline{N}$≦50	10≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦50
					650	36					
			15.1 以上		700	40					
					800	40		10≦$\overline{N}$≦50	10≦$\overline{N}$≦37	5≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦37
						50	SM 520C	10≦$\overline{N}$≦50	10≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦50
318.5	6.0 以上		12.7 以上	STK 490	650	36	SM 490A				
			14.3 以上		700	40					
			17.4 以上		750	40					
					800	40					
355.6	6.4 以上		12.7 以上	STK 490	750	40	SM 490A				
			16.0 以上		800	40					
			19.0 以上		850	40					
					900	40		10≦$\overline{N}$≦50	10≦$\overline{N}$≦40	5≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦40
						45	SM 520C	10≦$\overline{N}$≦50	10≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦50	5≦$\overline{N}$≦50
406.4	6.4 以上		12.7 以上	STK 490	850	40	SM 490A				
			16.0 以上		900	45	SM 520C				
			19.0 以上		950	45					
					1000	50					

●$\overline{N}$の上限値は、載荷試験の実績及びくい先端部に生じる応力が許容応力度以下となるように設定している。

*1 は、くい先端部に生じる応力が許容応力度以下となる$\overline{N}$の上限値が載荷試験の実績より規定される$\overline{N}$=50 に満たないケースである。

*2 は、地盤の許容支持力の長期・短期の安全率と鋼材の長期・短期の安全率との違いにより、短期荷重時における$\overline{N}$の上限値が長期荷重時より小さいケースである。

●沖縄県においては、N の下限値を 10 とする。

1-5 地盤から決まる杭の長期許容支持力Ra

軸部径（mm）		101.6		114.3		139.8		165.2		190.7		216.3		
翼部径（mm）		250	300	300	350	350	400	400	450	450	500	500	550	600
有効断面積（㎡）		0.04906	0.07065	0.07065	0.09616	0.09616	0.1256	0.1256	0.15896	0.15896	0.19625	0.19625	0.23746	0.2826
N 値	5	12	18	18	24	24	31	31	40	40	49	49	59	71
	6	15	21	21	29	29	38	38	48	48	59	59	71	85
	7	17	25	25	34	34	44	44	56	56	69	69	83	99
	8	20	28	28	38	38	50	50	64	64	79	79	95	113
	9	22	32	32	43	43	57	57	72	72	88	88	107	127
	10	25	35	35	48	48	63	63	79	79	98	98	119	141
	11	27	39	39	53	53	69	69	87	87	108	108	131	155
	12	29	42	42	58	58	75	75	95	95	118	118	142	170
	13	32	46	46	63	63	82	82	103	103	128	128	154	184
	14	34	49	49	67	67	88	88	111	111	137	137	166	198
	15	37	53	53	72	72	94	94	119	119	147	147	178	212
	16	39	57	57	77	77	100	100	127	127	157	157	190	226
	17	42	60	60	82	82	107	107	135	135	167	167	202	240
	18	44	64	64	87	87	113	113	143	143	177	177	214	254
	19	47	67	67	91	91	119	119	151	151	186	186	226	268
	20	49	71	71	96	96	126	126	159	159	196	196	237	283
	21	51	74	74	101	101	132	132	167	167	206	206	249	297
	22	54	78	78	106	106	138	138	175	175	216	216	261	311
	23	56	81	81	111	111	144	144	183	183	226	226	273	325
	24	59	85	85	115	115	151	151	191	191	236	236	285	339
	25	61	88	88		120	157	157	199	199	245	245	297	353
	26			92		125	163	163	207	207	255	255	309	367
	27			95		130	170	170	215	215	265	265	321	382
	28			99		135	176	176	223	223	275	275	332	396
	29			102		139	182	182	230	230	284	284	344	410
	30			106		144	188	188	238	238	294	294	356	424
	31					149	195	195	246	246	304	304	368	438
	32					154	201	201	254	254	314	314	380	452
	33					159	207	207	262	262	324	324	392	466
	34					163	214	214	270	270	334	334	404	480
	35					168	220	220	278	278	343	343	416	495
	36					173		226	286	286	353	353	427	509
	37					178		232	294	294	363	363	439	523
	38					183		239	302	302	373	373	451	537
	39					187		245	310	310	383	383	463	551
	40					192		251	318	318	393	393	475	565
	41					197		257	326	326	402	402	487	579
	42					202		264	334	334	412	412	499	593
	43					207		270	342	342	422	422	511	608
	44					211		276	350	350	432	432	522	622
	45					216		283	358	358	442	442	534	636
	46					221		289	366	366	451	451	546	650
	47					226		295	374	374	461	461	558	664
	48					231		301	382	382	471	471	570	678
	49					236		308	389	389	481	481	582	692
	50					240		314	397	397	491	491	594	707

1-5

沖縄県においては、$\overline{N}$の下限値を10とする。 　は、粘土質地盤のみとする。

軸部径（mm）		267.4				318.5				355.6				406.4			
翼部径（mm）		600	650	700	800	650	700	750	800	750	800	850	900	850	900	950	1000
有効断面積（㎡）		0.2826	0.33166	0.384	0.5027	0.3318	0.3848	0.4418	0.5027	0.4418	0.5027	0.5675	0.6362	0.5675	0.6362	0.7088	0.7854
N 値	5	71	83	96	126	83	96	110	126	110	126	142	159	142	159	177	196
	6	85	99	115	151	100	115	133	151	133	151	170	191	170	191	213	236
	7	99	116	135	176	116	135	155	176	155	176	199	223	199	223	248	275
	8	113	133	154	201	133	154	177	201	177	201	227	254	227	254	284	314
	9	127	149	173	226	149	173	199	226	199	226	255	286	255	286	319	353
	10	141	166	192	251	166	192	221	251	221	251	284	318	284	318	354	393
	11	155	182	212	276	183	212	243	276	243	276	312	350	312	350	390	432
	12	170	199	231	302	199	231	265	302	265	302	340	382	340	382	425	471
	13	184	216	250	327	216	250	287	327	287	327	369	414	369	414	461	511
	14	198	232	269	352	232	269	309	352	309	352	397	445	397	445	496	550
	15	212	249	289	377	249	289	331	377	331	377	426	477	426	477	532	589
	16	226	265	308	402	265	308	353	402	353	402	454	509	454	509	567	628
	17	240	282	327	427	282	327	376	427	376	427	482	541	482	541	602	668
	18	254	298	346	452	299	346	398	452	398	452	511	573	511	573	638	707
	19	268	315	366	478	315	366	420	478	420	478	539	604	539	604	673	746
	20	283	332	385	503	332	385	442	503	442	503	567	636	567	636	709	785
	21	297	348	404	528	348	404	464	528	464	528	596	668	596	668	744	825
	22	311	365	423	553	365	423	486	553	486	553	624	700	624	700	780	864
	23	325	381	443	578	382	443	508	578	508	578	653	732	653	732	815	903
	24	339	398	462	603	398	462	530	603	530	603	681	763	681	763	851	942
	25	353	415	481	628	415	481	552	628	552	628	709	795	709	795	886	982
	26	367	431	500	653	431	500	574	653	574	653	738	827	738	827	921	1021
	27	382	448	520	679	448	520	596	679	596	679	766	859	766	859	957	1060
	28	396	464	539	704	465	539	619	704	619	704	794	891	794	891	992	1100
	29	410	481	558	729	481	558	641	729	641	729	823	922	823	922	1028	1139
	30	424	497	577	754	498	577	663	754	663	754	851	954	851	954	1063	1178
	31	438	514	597	779	514	597	685	779	685	779	880	986	880	986	1099	1217
	32	452	531	616	804	531	616	707	804	707	804	908	1018	908	1018	1134	1257
	33	466	547	635	829	548	635	729	829	729	829	936	1050	936	1050	1170	1296
	34	480	564	654	855	564	654	751	855	751	855	965	1081	965	1081	1205	1335
	35	495	580	673	880	581	673	773	880	773	880	993	1113	993	1113	1240	1374
	36	509	597	693	905	597	693	795	905	795	905	1021	1145	1021	1145	1276	1414
	37	523	614	712	930	614	712	817	930	817	930	1050	1177	1050	1177	1311	1453
	38	537	630	731	955	630	731	839	955	839	955	1078	1209	1078	1209	1347	1492
	39	551	647	750	980	647	750	861	980	861	980	1107	1241	1107	1241	1382	1532
	40	565	663	770	1005	664	770	884	1005	884	1005	1135	1272	1135	1272	1418	1571
	41	579	680	789	1030	680	789	906	1030	906	1030	1163	1304	1163	1304	1453	1610
	42	593	696	808	1056	697	808	928	1056	928	1056	1192	1336	1192	1336	1489	1649
	43	608	713	827	1081	713	827	950	1081	950	1081	1220	1368	1220	1368	1524	1689
	44	622	730	847	1106	730	847	972	1106	972	1106	1248	1400	1248	1400	1559	1728
	45	636	746	866	1131	747	866	994	1131	994	1131	1277	1431	1277	1431	1595	1767
	46	650	763	885	1156	763	885	1016	1156	1016	1156	1305	1463	1305	1463	1630	1806
	47	664	779	904	1181	780	904	1038	1181	1038	1181	1334	1495	1334	1495	1666	1846
	48	678	796	924	1206	796	924	1060	1206	1060	1206	1362	1527	1362	1527	1701	1885
	49	692	813	943	1232	813	943	1082	1232	1082	1232	1390	1559	1390	1559	1737	1924
	50	707	829	962	1257	830	962	1104	1257	1104	1257	1419	1590	1419	1590	1772	1963

2-1 材料から決まる長期許容支持力と短期ねじり強さ

STK400

杭軸径(mm)	101.6		114.3		139.8		165.2				190.7			
杭軸厚(mm)	4.2	5.7	4.5	6.0	4.5	6.6	5.0	6.0	7.1	9.3	5.3	6.0	7.0	8.2
長期鉛直支持力(KN)	145	220	179	264	215	364	289	370	466	632	356	357	517	636
短期ねじり強さ(KN·m)	8.2	10.6	11.1	14.2	17.0	23.8	26.5	31.2	36.2	45.6	37.3	42.3	48.5	55.6

杭軸径(mm)	216.3						267.4						318.5						
杭軸厚(mm)	4.5	5.8	6.0	8.2	10.3	12.7	5.8	6.0	6.6	8.0	9.3	12.7	6.0	9.0	9.5	10.3	12.7	14.3	16.0
長期鉛直支持力(KN)	320	451	472	710	938	1,167	548	572	648	830	1,005	1,461	674	1,124	1,203	1,332	1,729	1,985	-
短期ねじり強さ(KN·m)	42.1	53.3	55.0	72.8	88.8	105.9	82.7	85.4	93.3	111.3	127.5	167.5	122.6	178.7	187.7	202.0	243.4	270.0	297.1

杭軸径(mm)	355.6							406.4					
杭軸厚(mm)	6.4	7.9	9.5	11.1	12.7	15.1	16.0	6.4	7.9	9.5	12.7	16.0	19.0
長期鉛直支持力(KN)	811	1,056	1,328	1,609	1,899	2,352	2,500	919	1,195	1,498	2,135	2,875	3,423
短期ねじり強さ(KN·m)	163.4	199.1	236.2	272.3	307.3	358.0	376.4	214.9	262.3	311.7	406.8	500.1	580.7

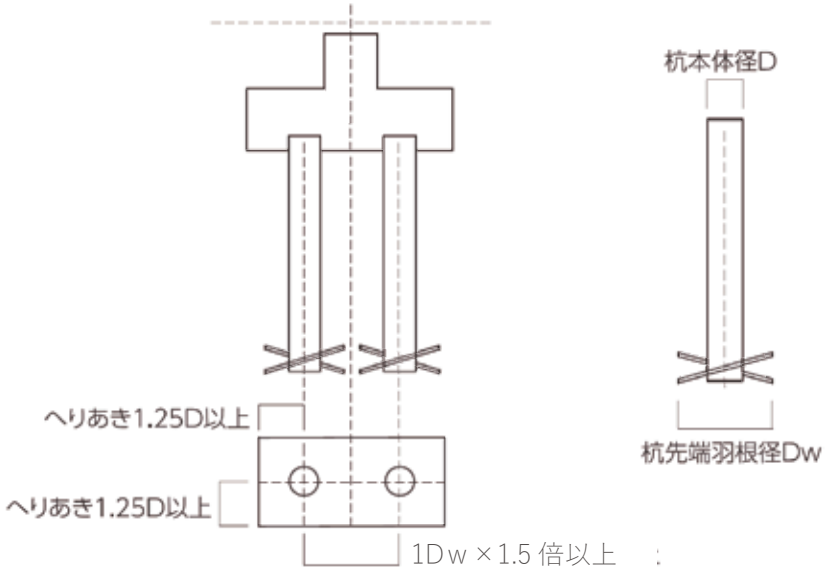
STK490

杭軸径(mm)	101.6		114.3		139.8		165.2				190.7			
杭軸厚(mm)	4.2	5.7	4.5	6.0	4.5	6.6	5.0	6.0	7.1	9.3	5.3	6.0	7.0	8.2
長期鉛直支持力(KN)	202	304	248	365	297	504	400	512	644	874	492	493	716	879
短期ねじり強さ(KN·m)	11.3	14.2	15.4	19.7	23.5	32.9	36.7	43.2	50.1	63.1	52.2	58.5	67.1	76.2

杭軸径(mm)	216.3						267.4						318.5						
杭軸厚(mm)	4.5	5.8	6.0	8.2	10.3	12.7	5.8	6.0	6.6	8.0	9.3	12.7	6.0	9.0	9.5	10.3	12.7	14.3	16.0
長期鉛直支持力(KN)	443	624	653	983	1,297	1,614	758	792	897	1,147	1,389	2,020	931.9	1,555	1,664	1,841	2,391	2,745	3,078
短期ねじり強さ(KN·m)	58.3	73.7	76.0	100.8	122.9	146.5	114.4	118.1	129.0	154.0	176.4	231.7	169.5	247.1	259.6	279.4	336.7	373.3	411.0

杭軸径(mm)	355.6							406.4					
杭軸厚(mm)	6.4	7.9	9.5	11.1	12.7	15.1	16.0	6.4	7.9	9.5	12.7	16.0	19.0
長期鉛直支持力(KN)	1,121	1,461	1,836	2,225	2,626	3,253	3,457	1,271	1,652	2,072	2,952	3,976	4,734
短期ねじり強さ(KN·m)	226.0	275.4	326.7	376.5	425.0	495.1	520.6	297.1	362.7	431.0	562.7	691.6	803.1

2-2 フーチングの仕様



杭芯間隔

1Dw×1.5倍以上

（Dw= 杭先端羽根径）

へりあき

杭芯より1.25D 以上（D＝杭本体径）

建築基礎構造設計指針（日本建築学会：2019 年改定）

杭材の腐食について

鋼管杭の腐食については、建築分野における通常の場合、
鋼管の外側1mmを腐食しろとして考慮すればよいとされています。

鋼材の腐食しろに関する規定

鋼管杭の腐食については、各種地盤に設置された腐食試験用L型杭に対する腐食の実測調査から、以下の事項が指摘されている。

1）鋼材の腐食は実測された10年間にわたる年間両面腐食率も平均値を設置された条件を考慮せずに機械的に求めると0.0106mmとなる。

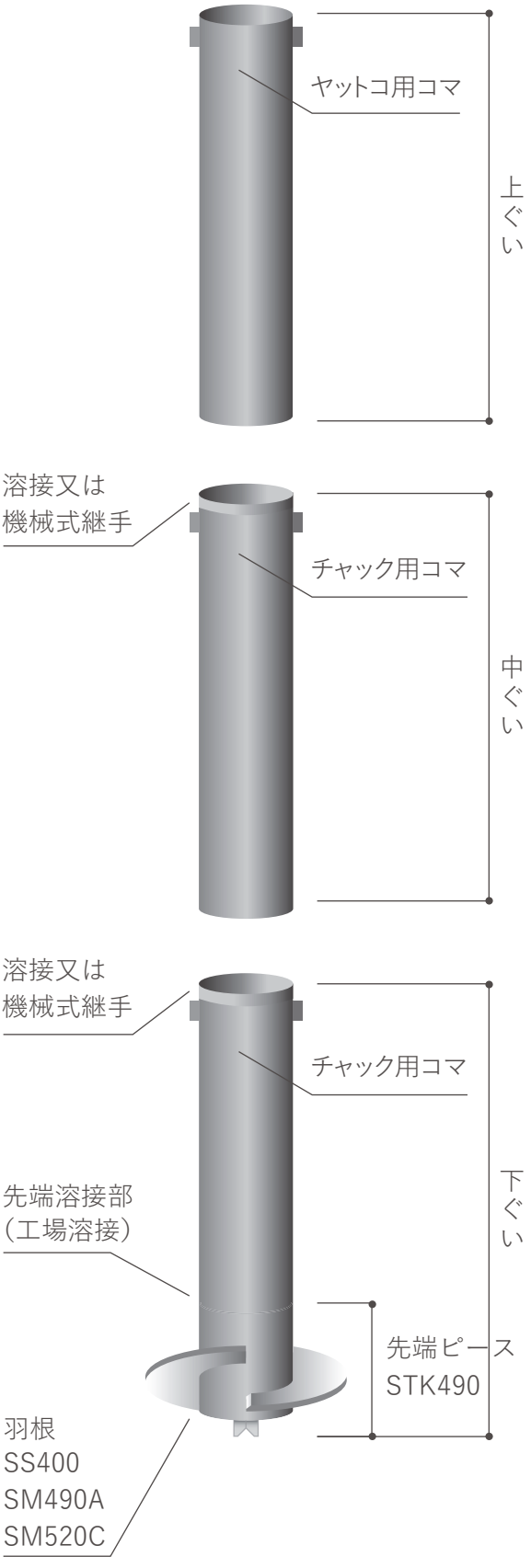
2）全試験杭中、最大の年間両面腐食率の値は0.0297mmである。

実測された年間腐食率の標準偏差は0.005mmであるので、腐食率の最大値は平均値プラス4倍の標準偏差を超えない。

3）年間の腐食率は、杭設置後の経過年数とともに減少する。

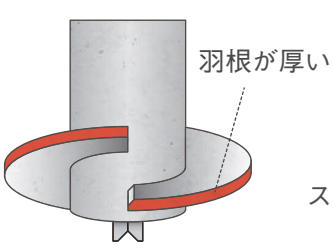
これらの事項によれば、腐食しろとしては、従慣用的に用いられた2mmを小さくすることが可能で、通常の場合は杭の外側1mmを腐食しろとして考慮すればよい。この値は、平均値プラス2倍の標準偏差の値、0.02mmの年間両面腐食率を設定し、腐食が杭の設置後の経過年数によらず一様な速さで進むとした場合、50年経過した後の腐食しろの値である。ここでの腐食率は、鋼管の両面の腐食の和を示しているが、ここでは安全側の評価を行う事とし、鋼管杭の外側に腐食しろを考慮する。日本建築センター発行「地震力に対する建築物の基礎の設計指針(平成3年)」による。

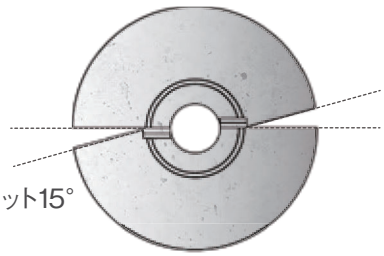
2-3 杭の構成



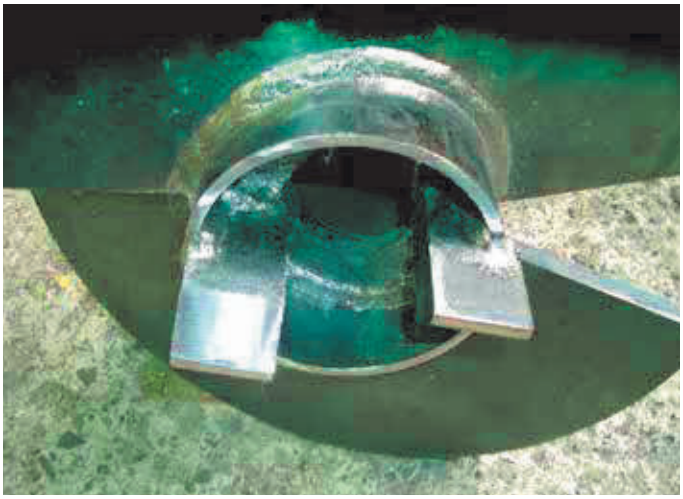
本工法に用いる基礎ぐいは、鋼管（φ101.6、φ114.3、φ139.8、φ165.2、φ190.7、φ216.3、φ267.4、φ318.5、φ355.6、φ406.4）の先端に鋼管径の1/2の開口を設けてある半円形の翼2枚を水平軸に対して13° の勾配で取り付けている。翼は、くい軸にスリットをあけ内側外側それぞれに溶接することで構成される。本工法では、翼部を取り付けた下ぐいを単体で用いるか（ストレートくい）、または翼部を必要とする深度に到達させるために、下ぐいに1本以上のくい（中ぐい、上ぐい）を継いで用いる。くい軸は溶接継手又は機械式継手（第三者機関の評価を受けたもの）によって延長させる。翼部を取り付けた長さ30㎝以上50㎝以下のくいを先端ピースといい、工場溶接を行ってくいを継ぎ足し3m以上として下ぐいとする。

先端ピースの形



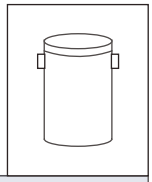


Ap=Dw・π/4×100%（全投影面積）



2-4 主要素管及び先端部単位重量

主要素管



本体鋼管部		素管単位重量
鋼管径 (mm)	厚み (mm)	(kg/m)
101.6	4.2	10.1
	5.7	13.5
114.3	4.5	12.2
	6.0	16.0
139.8	4.5	15.0
	6.6	21.7
165.2	5.0	19.8
	6.0	23.6
	7.1	27.7
	9.3	35.8
190.7	5.3	24.2
	6.0	27.3
	7.0	31.7
	8.2	36.9
216.3	4.5	23.5
	5.8	30.1
	6.0	31.1
	8.2	42.1
	10.3	52.3
	12.7	63.8
267.4	5.8	37.4
	6.0	38.7
	6.6	42.4
	8.0	51.2
	9.3	59.2
	12.7	79.8
	15.1	93.9
318.5	6.0	46.2
	9.0	68.7
	9.5	72.2
	10.3	78.3
	12.7	95.8
	14.3	107
	16.0	119
355.6	6.4	55.1
	7.9	67.7
	9.5	81.1
	11.1	94.3
	12.7	107
	15.1	127
	16.0	134
406.4	6.4	63.1
	7.9	77.6
	9.5	93.0
	12.7	123
	16.0	154
	19.0	182

ケンマパイル先端ピース

長さ 300mm

鋼管サイズ		材質	翼部		重さ(1個)
101.6	4.2	SM490A	Φ250	12 t	8 kg
			Φ300	12 t	10 kg
114.3	6	SM490A	Φ300	12 t	12 kg
			Φ350	12 t	15 kg
139.8	6.6	SM490A	Φ350	16 t	20 kg
			Φ400	16 t	23 kg
165.2	7.1	SM490A	Φ400	25 t	34 kg
	9.3		Φ450	30 t	50 kg
190.7	8.2	SM490A	Φ450	25 t	44 kg
			Φ500	30 t	60 kg
216.3	10.3	SM490A	Φ500	25 t	64 kg
			Φ550	30 t	86 kg
	12.7		Φ600	36 t	109 kg
267.4	12.7	SM490A	Φ600	30 t	100 kg
			Φ650	36 t	128 kg
	15.1		Φ700	40 t	149 kg
		SM520C	Φ800	50 t	222 kg
318.5	12.7	SM490A	Φ650	36 t	123 kg
	14.3		Φ700	40 t	153 kg
	17.4		Φ750	40 t	177 kg
			Φ800	40 t	196 kg
355.6	12.7	SM490A	Φ750	40 t	172 kg
	16		Φ800	40 t	199 kg
	19		Φ850	40 t	226 kg
		SM520C	Φ900	45 t	271 kg
406.4	12.7	SM490A	Φ850	40 t	218 kg
	16	SM520C	Φ900	45 t	273 kg
	19		Φ950	45 t	313 kg
			Φ1000	50 t	372 kg

1-6 適用する地盤基礎ぐいの種類

適用する地盤の種類

砂質地盤

基礎ぐい先端付近の地盤の種類は砂質地盤(礫質地盤を含む)とする。基礎ぐい周囲の地盤の種類は砂質地盤あるいは粘土質地盤とする。なお、地盤の種類は、建築基礎構造設計指針(日本建築学会:2019改定)に従い「地盤材料の工学的分類法」(地盤工学会基準:JGS0051-2009)および「岩盤の工学的分類法」(地盤工学会基準:JGS3811-2004)の分類表に基づいて分類されたものである。基礎ぐいの先端付近の地盤において、砂質地盤とは砂質土に区分される地盤であり、礫質地盤とは礫質土に区分される地盤である。また、基礎ぐいの周囲の地盤において、砂質地盤とは砂質土か礫質土に区分される地盤であり、粘土質地盤とは粘性土に区分される地盤である。

粘土質地盤

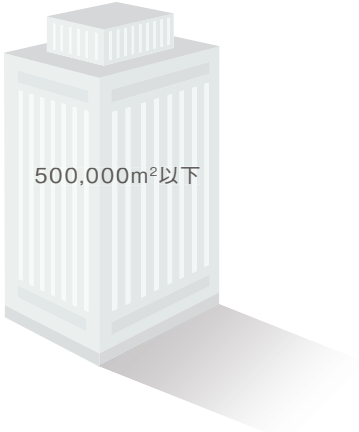
基礎ぐい先端付近の地盤の種類は粘土質地盤とする。基礎ぐい周囲の地盤の種類は砂質地盤あるいは粘土質地盤とする。なお、地盤の種類は、建築基礎構造設計指針(日本建築学会:2019改定)に従い「地盤材料の工学的分類法」(地盤工学会基準:JGS0051-2009)および「岩盤の工学的分類法」(地盤工学会基準:JGS3811-2004)の分類表に基づいて分類されたものである。基礎ぐいの先端付近の地盤において、粘土質地盤とは粘性土か軟岩系岩盤(泥岩)に区分される地盤である。また、基礎ぐいの周囲の地盤において、砂質地盤とは砂質土か礫質土に区分される地盤であり、粘土質地盤とは粘性土に区分される地盤である。

基礎ぐいの最大施工深さ （くい施工地盤面から）

くい軸径D(mm)	101.6	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
最大施工深さ(m)	13.2	14.8	18.1	21.4	24.7	28.1	34.7	41.4	46.2	52.8

適用する建物の規模

延べ面積が500,000m²以下の建築物とする。



2-5 基礎ぐいの材質

基礎ぐいの構造方法

①基礎ぐいの種類

本工法に使用するくい材は、建築基準法施行令第90条、平成12年建設省告示第2464号第1、第2、平成13年国土交通省告示第1113号第8第1項第八号に基づき鋼材の許容応力度が規定された鋼管及び、鋼材を使用する。

くい材の材質は、JIS認証品もしくは適合品、国土交通大臣の認定を受けた材料とする。

基礎ぐいの材質

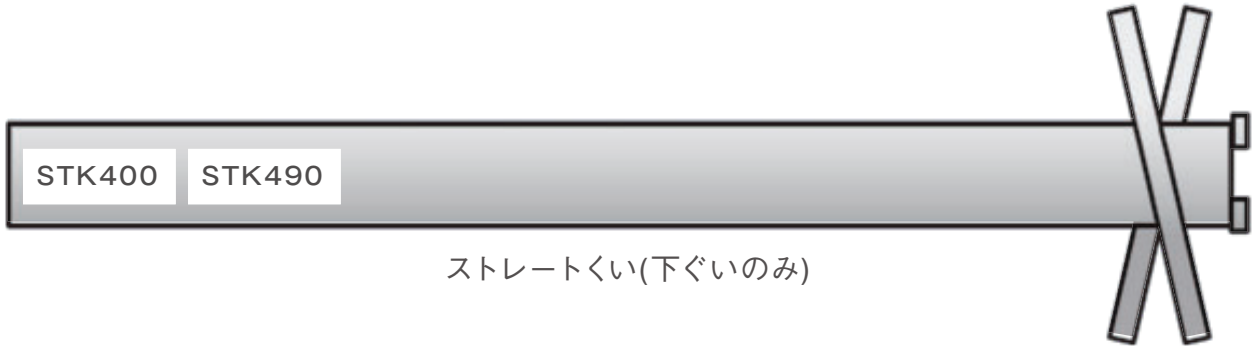
くい軸本体部 (鋼管部)	JIS G 3444 (2016)　一般構造用炭素鋼鋼管 STK400　STK490
	MSTL−0542　基礎ぐい用高張力鋼管 HU590
	MSTL−0543　基礎ぐい用高張力鋼管 HU590
	MSTL−0419　基礎ぐい用高張力鋼管 SEAH590
	JIS A 5525 (2019)　鋼管ぐい SKK400・SKK490
くい軸本体部 (先端部)	JIS G 3444 (2016)　一般構造用炭素鋼鋼管 STK400　STK490
翼部	JIS G 3106 (2015)　溶接構造用圧延鋼材 SM490A　SM520C
	JIS G 3101 (2015)　一般構造用圧延鋼材 SS400
掘削刃	JIS G 3101 (2015)　一般構造用圧延鋼材 SS400
	JIS G 3106 (2015)　溶接構造用圧延鋼材 SM490A

2-6 ケンマパイルの図解①

本工法に用いる基礎ぐいは、鋼管(φ101.6、φ114.3、φ139.8、φ165.2、φ190.7、φ216.3、φ267.4、φ318.5、φ355.6、φ406.4)の先端に鋼管径の1/2の開口を設けてある半円形の翼2枚を水平軸に対して13° の勾配で取り付けている。翼は、くい軸にスリットをあけ内側外側それぞれに溶接することで構成される。

本工法では、翼部を取り付けた下ぐいを単体で用いるか(ストレートくい)、または翼部を必要とする深度に到達させるために、下ぐいに1本以上のくい(中ぐい、上ぐい)を継いで用いる。くい軸は溶接継手または機械式継手(第三者機関の評価を受けたもの)によって延長させる。

翼部を取り付けた長さ30cm以上50cm以下のくいを先端ピースといい、工場溶接を行ってくいを継ぎ足し3m以上として下ぐいとする。



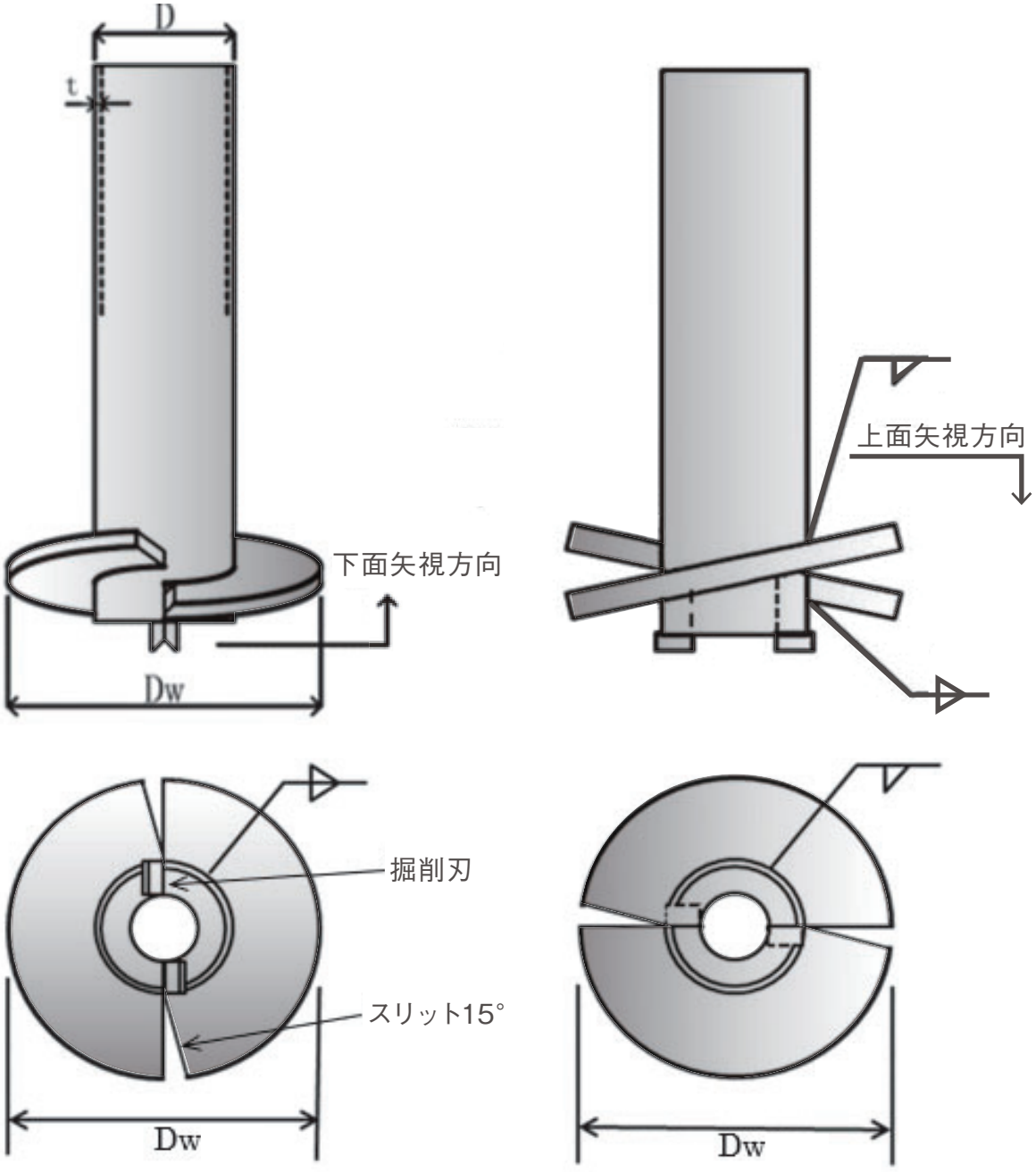
ストレートくい(下ぐいのみ)

下ぐい

中ぐい・上ぐい

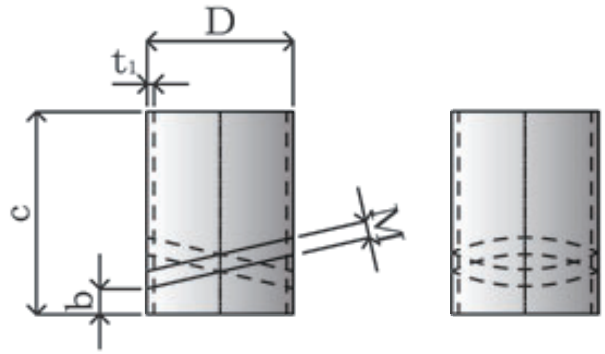
2-6 ケンマパイルの図解②

くい先端部の形状を示す。翼部に15度の扇型形状のスリットとくい軸鋼管内側に掘削刃を溶接している。
掘削刃は鋼管と翼に接する部分はすべてすみ肉溶接を行う。

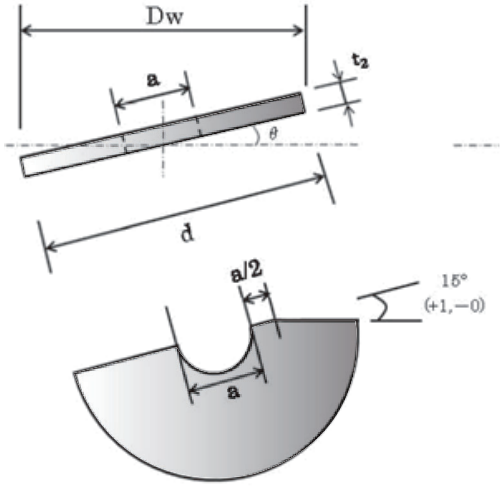


2-6 ケンマパイルの図解③

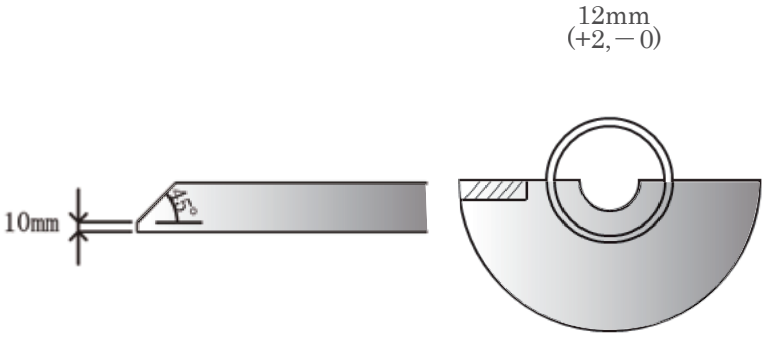
鋼管部①



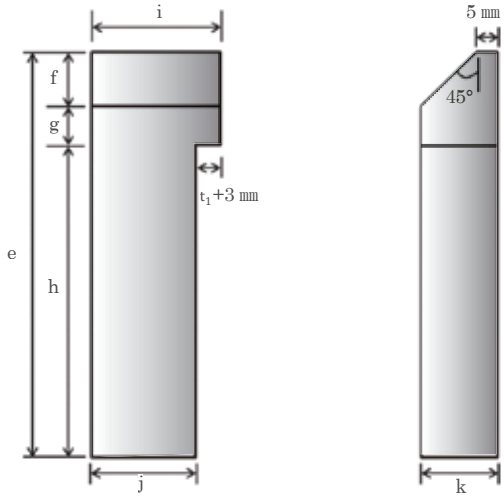
翼部②



翼部③



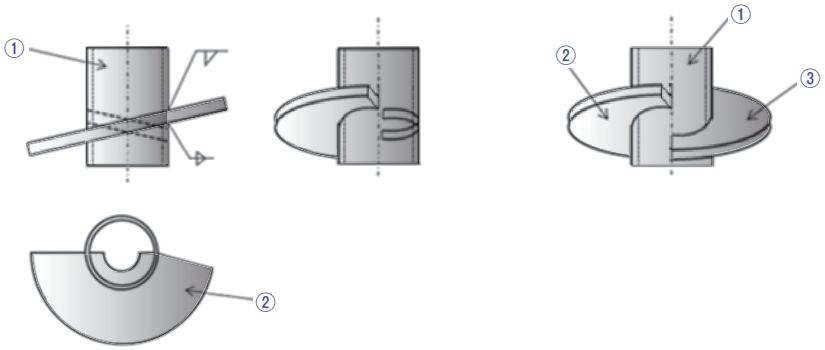
掘削刃④



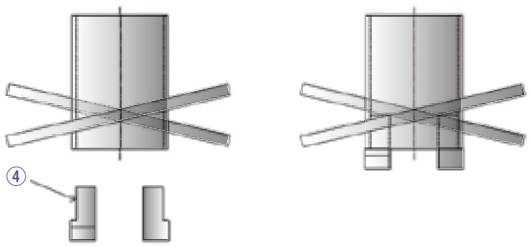
先端ピースの組立図

1 翼部②を鋼管①のスリット部に挿入し、鋼管①と翼部②を溶接取付

2 1と同様に翼部③を鋼管①のスリット部に挿入し、溶接取付

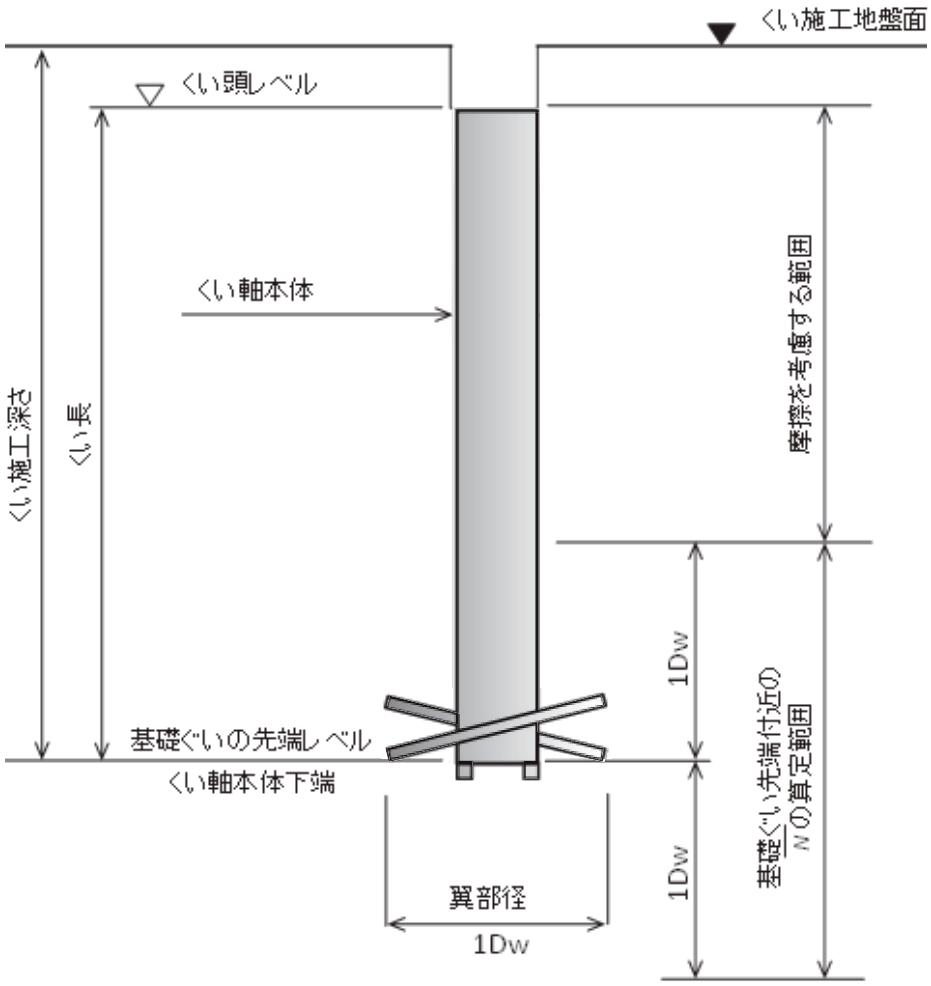


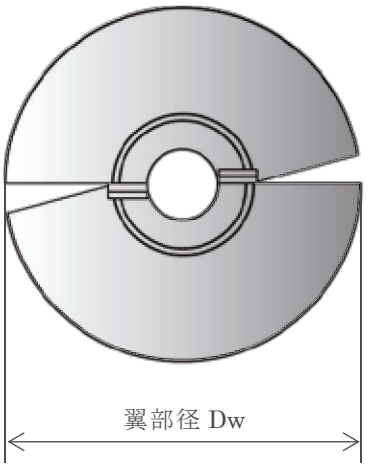
翼部溶接後、掘削刃④を溶接取付



1-7 基礎ぐいの構造

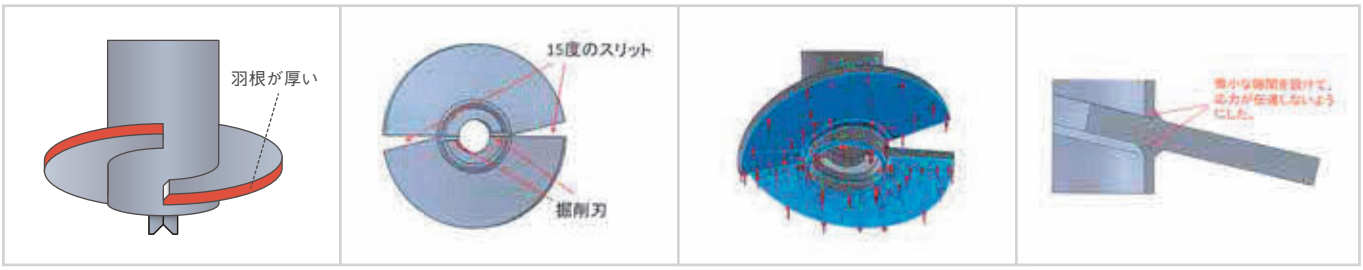
基礎ぐいの先端支持力係数αの算定位置は、基礎ぐいの先端より1Dw上方としている。また、基礎ぐい先端付近の$\bar{N}$の算定範囲はくい軸本体下端より下方へ1Dw、上方へ1Dwの範囲としている。





$$Ap = \mathrm{Dw}^2 \cdot \pi / 4$$

2-7 工法の特長及び施工管理者



1 ケンマパイルの独自翼部形状により、貫入性及び施工性を最も重視した杭となりました。

2 業界最大引抜き力 κ75 を取得。数字が示すように、最も地震に強く、最も抜けない杭です。

3 翼部をAP(有効断面積)100%取得した事により杭軸部径を考慮しないサイズダウン設計を可能にし低コストを実現します。

4 確実で分かりやすい打ち止め管理方法です。別添資料に軸部径ごとの標準回転トルク値を採用しました。

上記４点の特長を生かしケンマⅡ工法を広めていきたいと思います。
認定取得者として並々ならぬ心構えで臨みます。
またケンマⅡ工法では信頼を生む「施工管理」「品質管理」「工法管理」に徹底して取り組んでいきます。
そして、それを取り扱う「人と人との繋がり」を大切にし、信頼される工法にしていきます。

工事施工者及び施工管理者

本工法の工事施工者及び施工管理者は、一輝株式会社が組織するケンマ工法技術委員会が承認する指定施工会社及び施工管理者とする。施工に関する指導、教育、改善及び不具合再発防止などは、本委員会で行う。また、地盤の許容支持力については、一輝株式会社（愛知県名古屋市東区矢田二丁目十番八号）が責任を負う。

その他

ケンマⅡ工法により施工される基礎ぐいの許容支持力を定める際に求める長期ならびに短期に生じる力に対する地盤の許容支持力は、単ぐいとしての性能を示している。

2-8 施工管理①

本工法における施工上の確認事項を以下の1)～3)に示す。なお、これらの確認事項以外の施工に関する事項(事前調査、施工計画、施工方法、安全対策)については、一輝株式会社が定めた「ケンマⅡ工法施工指針(2020年10月20日)」に従うものとする。

1) 地盤調査

くい先端より下方に5Dw(Dw：翼部径)以上の範囲(以下、くい先端下部地盤)における地盤情報を把握し、αが適用できる地盤であることを地盤調査により確認する。ただし、くい先端下部地盤における地盤情報が既往の調査等により明らかな場合は、この限りでない。

2) 試験ぐいの打ち止め管理方法

試験ぐいは、現場において最初に施工するくいとし、地盤調査位置近傍で1本以上実施する。試験ぐいによって確認する事項を以下に示す。

① 回転貫入状況

設計深度付近まで0.1～0.2m 毎に回転トルクを計測し、このトルクと地盤調査結果を照合してN値に応じて回転トルクが変化していることを確認する。

② 設計深度付近における回転トルクの確認

設計深度付近において、回転トルクがP24に示す軸部径ごとの標準回転トルク値以上であることを確認する。また、試験ぐいの回転貫入中に、回転トルクがくい材の短期許容ねじり強さを超えないように管理する。

③ 試験ぐいの打ち止め

設計深度付近に達した後は、回転貫入機の施工速度を低速にし、回転トルクが標準回転トルク値以上であることを確認しながら、1Dw貫入して打ち止めとする。

(a) 1Dw貫入中に回転貫入量が著しく減少して1回転当たりの貫入量が翼部厚さ未満となる時、あるいは、くい体の短期ねじれ強さを超えるおそれがある時は、回転トルクが標準回転トルク値以上であることを確認して、打ち止め時の回転トルクを記録して打ち止めとする。

④ 管理トルク値の設定

試験ぐい打ち止め時の回転トルクと標準回転トルク値との平均値を管理トルク値として、本ぐいの打ち止め管理を行う。ただし、くい径が318.5mm以上のときは、本ぐいの打ち止め時の管理トルク値は、試験ぐい打ち止め時の回転トルクの80%とする。なお、試験ぐいが複数本の場合の打ち止め時の回転トルクの扱いは、以下とする。

(1)打ち止め時の回転トルクの最小値が最大値の80%以上の時は、最小値とする。

(2)打ち止め時の回転トルクの最小値が最大値の80%未満の時は、平均値とする。

⑤ その他

(b) 回転トルクが標準回転トルク値未満であっても、1回転当たりの貫入量が翼部厚さ未満になった場合は回転貫入を中止し、打ち止めとする。ただし、地盤調査結果から、明らかにくい先端が設計支持地盤に達していると判断出来る場合に限る。

3) 本ぐいの打ち止め管理方法

① 設計深度付近における回転トルクの確認

くい先端が設計深度付近に到達時に、回転トルクが試験ぐいの打ち止め回転トルクと標準回転トルク値との平均値以上であることを確認する。

② 本ぐいの打ち止め

試験ぐいと同様な回転トルクの増大傾向を確認しながら1Dw貫入し、回転トルクが管理トルク値以上であることを確認して打ち止めとする。

(c) 1Dw貫入中に、1回転あたりの回転貫入量が著しく減少して、翼部厚さ未満となる時、あるいは、くい体の短期許容ねじり強さを超えるおそれがある時は、回転トルクが管理トルク値以上であることを確認して、打ち止めとすることができる。

また、本ぐいの回転貫入中に、回転トルクがくい材の短期許容ねじり強さを超えないように管理する。

③ その他

(d) 設計深度付近で回転トルク値が管理トルク値未満であっても、1回転当たりの貫入量が翼部厚さ未満となる場合は、回転貫入を中止し、打ち止めとする。ただし、地盤調査結果から、明らかにくい先端が設計支持地盤に達していると判断できる場合に限る。

2-8 施工管理②

試験ぐいの打ち止め管理方法

試験ぐいは現場において最初に施工するくいとし
地盤調査位置近傍で一本以上実施する

↓

回転貫入

↓

設計深度付近
※設計深度から1Dwの間

↓

標準回転トルク値以上のトルクを確認（カタログP24に示す）

↓

設計深度で打ち止め

↓

打ち止め時の回転トルクを記録
※上記の打ち止めが不可能の場合はP21(a)、(b)を採用する

試験ぐいが、複数本の場合の打ち止め時の回転トルクの扱いは以下とする

①打ち止め時の回転トルクの最小値が最大値の80％以上の時は最小値とする
②打ち止め時の回転トルクの最小値が最大値の80％未満の時は平均値とする

（尚、試験ぐいが複数本となるケースとして近隣のボーリング調査及び地層が不均等の場合等に採用する）

2-8 施工管理③

本ぐいの打ち止め管理方法

最初に管理トルク値（打ち止め時）の設定をする

▼

Φ101.6～Φ267.4

（試験ぐいの打ち止め時の回転トルク＋標準回転トルク値）÷２＝管理トルク値

▼

Φ318.5～Φ406.4

試験ぐいの打ち止め時の回転トルクの80％＝管理トルク値

▼

回転貫入

▼

設計深度付近

※設計深度から1Dwの間

▼

(試験ぐいの回転トルク＋標準回転トルク値)÷２以上のトルクを確認

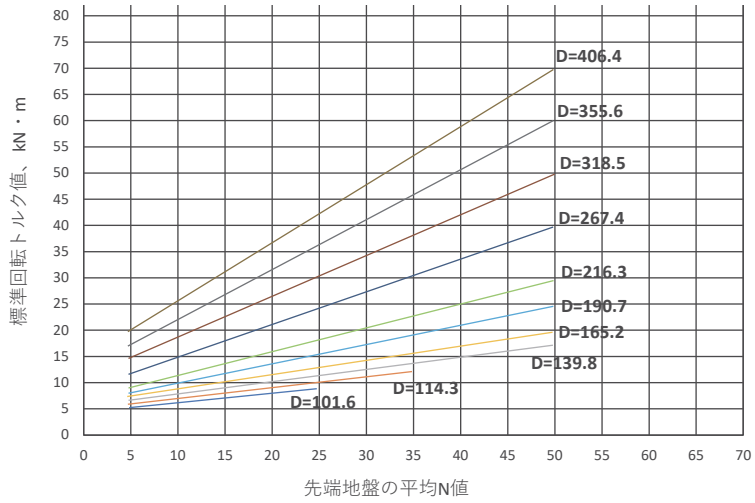
▼

設計深度で管理トルク値の確認をして打ち止め

※上記の打ち止めが不可能の場合はP21(c)、(d)を採用する

2-8 施工管理④

軸部径ごとの標準回転トルク値



軸部径ごとの標準回転トルク値一覧表

	軸部径（mm）									
N値	101.6	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
5	5.0	5.8	6.8	7.9	8.4	9.5	11.7	14.8	17.2	20.0
6	5.2	6.0	7.1	8.2	8.8	9.9	12.3	15.6	18.2	21.1
7	5.4	6.3	7.3	8.5	9.2	10.4	12.9	16.4	19.1	22.2
8	5.6	6.5	7.6	8.7	9.5	10.8	13.6	17.2	20.1	23.3
9	5.8	6.8	7.8	9.0	10.0	11.3	14.2	18.0	21.1	24.4
10	6.0	7.0	8.0	9.3	10.3	11.7	14.8	18.7	22.0	25.6
11	6.2	7.3	8.4	9.5	10.6	12.2	15.4	19.5	23.0	26.7
12	6.4	7.5	8.6	9.8	11.0	12.6	16.1	20.3	23.9	27.8
13	6.7	7.8	9.0	10.1	11.4	13.1	16.7	21.0	24.9	29.0
14	6.9	8.0	9.2	10.3	11.7	13.5	17.3	21.8	25.8	30.0
15	7.1	8.3	9.4	10.6	12.0	14.0	18.0	22.6	26.8	31.0
16	7.3	8.5	9.7	10.9	12.5	14.4	18.6	23.4	27.7	32.2
17	7.5	8.8	10.0	11.1	12.8	14.9	19.2	24.0	28.7	33.3
18	7.7	9.0	10.2	11.4	13.2	15.3	19.9	25.0	29.6	34.4
19	7.9	9.3	10.5	11.7	13.6	15.8	20.5	25.7	30.6	35.5
20	8.1	9.5	10.7	11.9	13.9	16.2	21.1	26.5	31.6	36.6
21	8.3	9.8	11.0	12.2	14.3	16.7	21.7	27.2	32.5	37.7
22	8.5	10.0	11.3	12.5	14.6	17.1	22.4	28.0	33.5	38.8
23	8.8	10.3	11.5	12.7	15.0	17.6	23.0	28.8	34.4	40.0
24	9.0	10.5	11.8	13.0	15.4	18.0	23.6	29.6	35.4	41.0
25	9.2	10.8	12.0	13.3	15.7	18.5	24.3	30.3	36.3	42.2
26		11.0	12.3	13.5	16.0	18.9	24.9	31.1	37.3	43.3
27		11.3	12.6	13.8	16.5	19.4	25.5	32.0	38.2	44.4
28		11.5	12.8	14.0	16.8	19.8	26.1	32.7	39.2	45.5
29		11.8	13.0	14.3	17.2	20.3	26.8	33.4	40.1	46.6
30		12.0	13.4	14.6	17.6	20.7	27.4	34.2	41.0	47.7
31		12.3	13.6	14.9	17.9	21.2	28.0	35.0	42.0	48.8
32		12.5	13.9	15.1	18.3	21.6	28.7	35.8	43.0	50.0
33		12.8	14.1	15.4	18.7	22.1	29.3	36.6	44.0	51.0
34		13.0	14.4	15.7	19.0	22.5	30.0	37.3	45.0	52.1
35		13.3	14.7	15.9	19.4	23.0	30.5	38.0	45.9	53.0
36			15.0	16.2	19.8	23.4	31.2	38.9	46.8	54.3
37			15.2	16.5	20.1	23.9	31.8	39.7	47.8	55.4
38			15.5	16.7	20.5	24.3	32.4	40.4	48.7	56.5
39			15.7	17.0	20.9	24.8	33.0	41.2	49.7	57.6
40			16.0	17.3	21.2	25.2	33.7	42.0	50.6	58.8
41			16.2	17.5	21.6	25.7	34.3	42.8	51.6	60.0
42			16.5	17.8	22.0	26.1	35.0	43.5	52.5	61.0
43			16.8	18.0	22.3	26.6	35.6	44.3	53.5	62.0
44			17.0	18.3	22.7	27.0	36.2	45.1	54.5	63.2
45			17.3	18.6	23.0	27.5	36.8	45.9	55.4	64.3
46			17.6	18.9	23.4	27.9	37.5	46.6	56.4	65.4
47			17.8	19.1	23.8	28.4	38.1	47.4	57.3	66.5
48			18.1	19.4	24.2	28.8	38.7	48.2	58.3	67.6
49			18.3	19.7	24.5	29.3	39.4	49.0	59.2	68.7
50			18.6	20.0	25.0	29.7	40.0	49.7	60.2	69.8

●上記の表は国土交通大臣認定ケンマⅡ工法　別添 -21 を数値化したものです。（トルク値単位 kN・m）

2-9 現場施工管理値

工程	管理項目	管理方法	管理値
くい材の受け入れ	・くい各部寸法、数量	・搬入時にスケール、ノギス等で計測 ・目視による検査	・くいの仕様書，施工計画書にくい径・厚さ・長さ・翼部の寸法が合っていること ・材質、数量に誤りがないこと ・中ぐい、上ぐいに開先が取れていること (厚さ9mm未満については不要) ・変形の無いこと
準備工事	・くい芯の設定	・くい芯より90度方向に逃げぐい(鉄筋棒)を2点打っておく	・くい芯位置が設計通りであること
くいの建て込み	・リーダーの鉛直性 ・くい建込み精度 ・深度0の設定	・くい打ち機本体に装備されたリーダーの傾斜計で直角2方向について確認 ・水準器をくい側面にあて、直角2方向から確認 ・くい打機で設定0	・傾斜確認 ・傾斜が1/100以内 ・くい先端が設計GLにきた時に管理装置の深度0とする
くいの回転貫入	・くいの固定 ・オーガトルク値	・振れ止め装置を用いる ・施工管理装置の油圧モーター出力値を確認	・くいの短期ねじり強さ以下
継手の施工*	・裏当て金物の寸法 ・形状	・目視、ノギス、スケール等	・くい径にあっていること ・くい内セット時の間隔が3mm以下であること
	・継ぐいの建込み精度	・水準器で直角2方向から確認	・傾斜が1/100以内
	・接続部目違い	・ノギス等	・2mm以下
	・ルート間隔	・ノギス等	・3～5mm
	・溶接状況	・資格確認 ・目視	・JIS Z3801等の資格もしくは特別教育修了者 ・異常なアンダーカット、割れ等がないこと
打ち止め	・くい先端深度 ・1Dw貫入確認 ・管理トルク値	・施工管理装置の深度計で確認 ・1Dw以上貫入しているか確認 ・施工管理装置でオーガトルク値の表示及び記録	・くい先端が設定深度付近まで貫入していること ・回転トルクが試験ぐいの打ち止め回転トルクと標準回転トルク値との平均値以上であることを確認する ・管理トルク値以上
施工完了	・くい頭レベル	・レベルによる確認	・0～－20mm以内(くい頭処理後)
	・偏芯量	・逃げぐいから確認	・100mm以内(ただし、特記仕様書に記載のある場合はその数値とする。)

※機械式継手を用いる時は、その施工要領に従う

2-10 継手の施工

継手の施工は、通常、溶接継手（被覆アーク溶接またはセルフシールドアーク溶接）または機械式継手（第三者機関の評価を受けたもの）とし、溶接継手の方法については以下に示す。また、機械式継手の場合は、その施工要領に応じた管理を行うこととする。

(1) 現場溶接が可能な材質

現場溶接が可能な材質は、STK400、STK490、HU590、SKK400、SKK490とし、SEAH590の溶接は工場溶接のみとする。

(2) 溶接作業

作業可能な位置で貫入をやめ、裏当て金物を介して接続する側のくいの鉛直性と密着具合を確認し、全周アーク溶接を行う。溶接部に付着したゴミ、汚れ等は十分に除去し、水分がある場合は乾燥させる。裏当て金物の図と材料の例をP27に示す。

(3) 開先とルート間隔

開先は鋼管の厚さが9mm未満については、必要ないものとする。9mm以上については、開先を取らなければならない。ルート間隔は、鋼管の厚さに関わらず、3～5mmとする。

(4) 溶接材料

溶接材料はくい軸部と同じ引張り強さのものを用いることとする。溶接材料は濡らさないように注意し、一度吸湿した溶接材料は使用禁止とする。

(5) 溶接工

溶接工はJIS Z3801及びJIS Z3841に定められた試験に合格した者、又は、労働安全衛生法アーク溶接の特別教育を修了し、継続してくいの溶接作業に従事している者とする。

(6) 溶接環境

降雨、降雪時や、10m/sec以上の強風が吹いている場合は、原則として溶接を行わない。ただし、溶接部分が天候の影響を受けないような処置を施す場合はこの限りではない。気温が＋5℃以下の時は溶接を行わない。ただし、気温が＋5℃から−10℃の場合で、溶接部から100mm以内の部分がすべて＋36℃以上に予熱されている場合は差し支えない。

(7) 溶接部検査と対策

溶接部分に割れやアンダーカット等がないことを目視にて確認する。欠陥を発見した時は、その部分を完全に除去し、再溶接する。

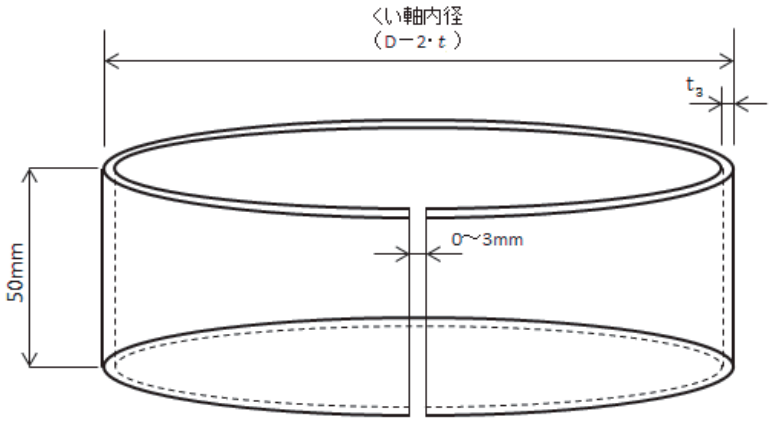
(8)HU590（MSTL-0542,0543基礎ぐい用高張力鋼管）の継手施工における留意点

HU590の溶接は半自動溶接とし、ガスシールドアーク溶接用ワイヤは、JIS Z3313(軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ)の規定に適合するもので、鋼管ぐいの現場円周溶接に適したものを用いる。該当するワイヤの代表的な種類の記号は、T59*T*-1**-**-***、T59J*T*-1**-***、T62*T*-1**-***などである。

鋼管ぐいの現場縦継ぎ溶接部の品質を確保するための溶接環境を以下に示す。

天候の影響を受けやすい室外作業では溶接上不利な条件とならないように十分な配慮が必要である。溶接部およびその近接の冷却速度が溶接部の性能に与える影響は大きく、上記(6)記載の溶接環境を遵守するものとする。なおSEAH590（MSTL-0419基礎ぐい用高張力鋼管）の溶接は工場溶接（下向き）とする。

裏当て金物の例



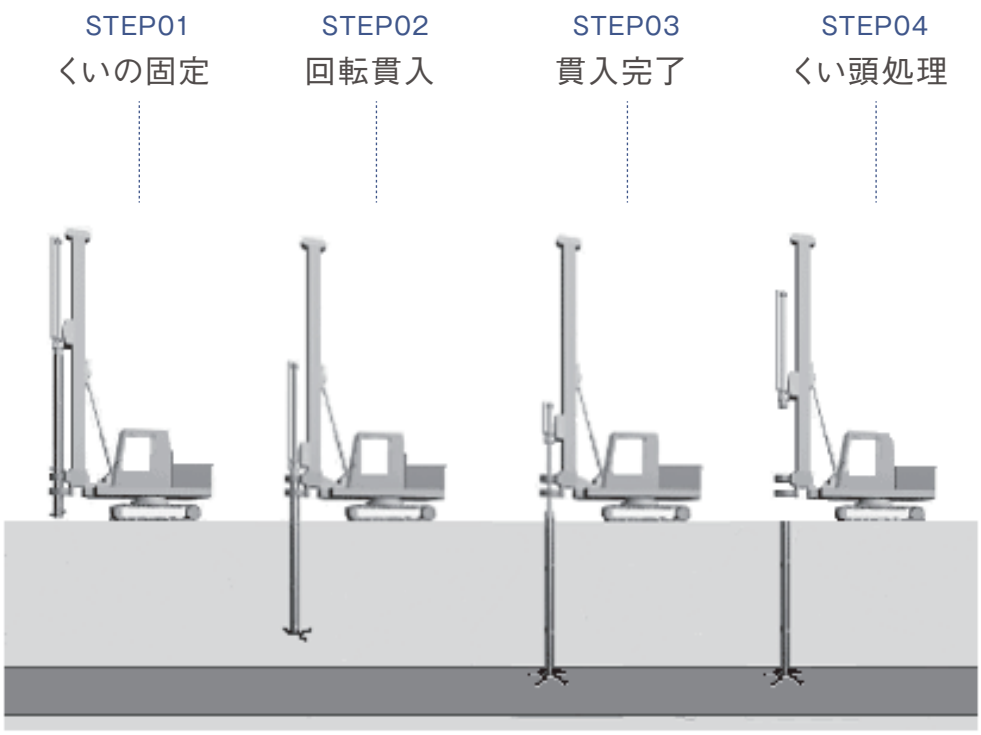
裏当て金物の材料寸法例

種類	幅	厚さ(t_3)
SS400 JIS G3101	50 (+10、−10)	3.8

（単位：mm）

2-10

施工方法



STEP 01

くい先端部をくい芯ずれ防止装置に固定し、くい芯位置にセットする。

STEP 02

くいの鉛直性とくい芯位置に注意しながらくいを回転させ、地中へ貫入させる。

STEP 03

設計深度付近において回転トルク値及び回転貫入量を確認し、貫入を完了する。

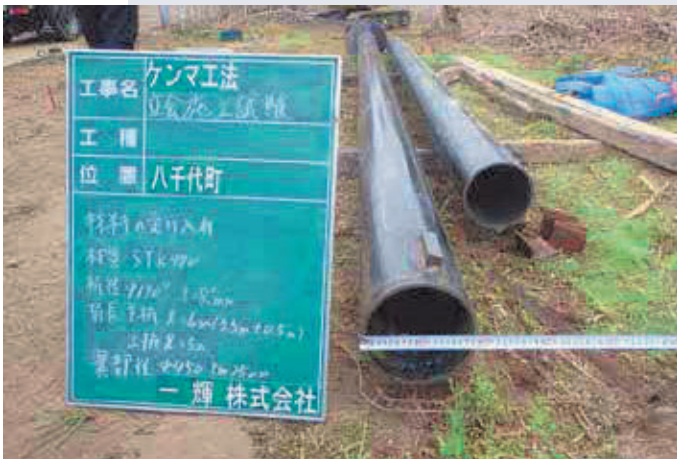
STEP 04

切断装置にて所定の位置でくい頭を切断する。

2-11 ケンマⅡ工法施工写真(黒板手順)①

※黒板はケンマ工法を引用　別途アップ写真が必要です

STEP 01　くい材の受け入れ検査状況 -1



STEP 02　くい材の受け入れ検査状況 -2

STEP 03　くい材の受け入れ検査状況 -3

STEP 04　くい芯セット

STEP 05　建込み確認

STEP 06　鉛直確認

2-11 ケンマⅡ工法施工写真（黒板手順）②

※黒板はケンマ工法を引用　別途アップ写真が必要です

STEP 07　回転貫入状況 -1

STEP 08　回転貫入状況 -2

STEP 09　裏当てリング使用

STEP 10　ルート間隔確認

STEP 11　溶接状況

STEP 12　溶接完了

2-11 ケンマII工法施工写真（黒板手順）③

※黒板はケンマ工法を引用　別途アップ写真が必要です

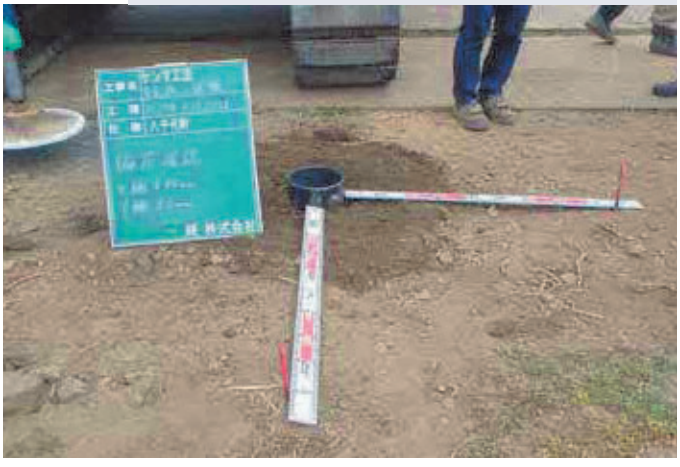
STEP 13 建込み確認

STEP 14 鉛直確認

STEP 15 回転貫入完了

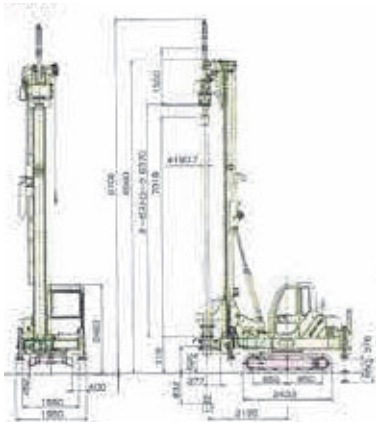
STEP 16 レベル確認

STEP 17 偏芯確認



STEP 18 施工完了

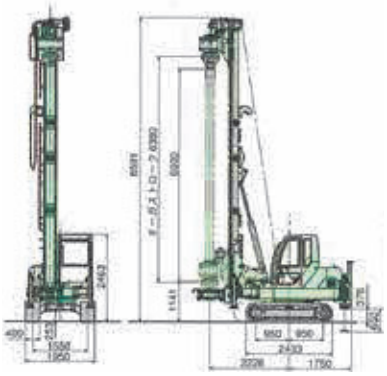
2-12 主要施工機械



DHJ08SP-5SP

4.2t 仕様機

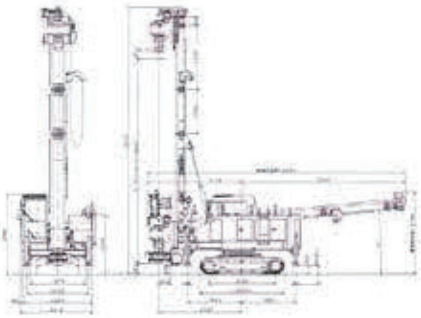
オーガ回転トルク	13.9~41.6kN・m
対応する杭本体径	165.2以下



DHJ08-5SP6

6t 仕様機

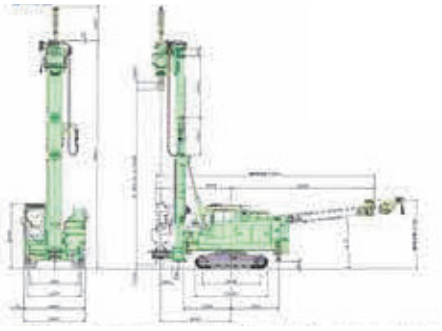
オーガ回転トルク	20.1~60.1kN・m
対応する杭本体径	190.7以下



DHJ-12

10t.m 仕様機

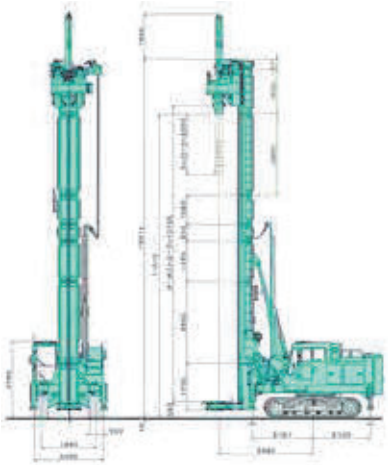
オーガ回転トルク	32.8~98.3kN・m
対応する杭本体径	267.4以下



DHJ-15

14t.m仕様機

オーガ回転トルク	46~139kN・m
対応する杭本体径	318.5以下



DHJ25-5SP

オーガ回転トルク	91~276kN・m
対応する杭本体径	355.6以下

DHJ25-5SP40

オーガ回転トルク	96~397kN・m
対応する杭本体径	406.4以下

引抜き方向
PULLING

3-1 工法の概要

ケンマⅡ工法（引抜き方向）

ケンマⅡ工法(以下、本工法と称す)は、鋼管に2枚の半円状の翼を取りつけ、回転貫入装置を備えたくい打ち機によって鋼管を回転させて地盤中に貫入し、これを引抜き方向のくいとして利用する工法である。
本工法は、くいの押込み方向の地盤の許容支持力に関して、大臣認定(TACP-0628,0629)を取得している回転貫入ぐい工法であり、この証明内容はくいの引抜き方向の地盤の許容支持力に関するものである。
くい径を114.3～406.4mmのみとしていることなどが押し込み方向の適用範囲と異なる事項である。
（押込み方向は101.6mm～406.4mm）
本工法は中～小規模建築物基礎を対象とした鋼管ぐい工法の開発を目的としたものであり、1つのくい径に対して、複数の翼部径を用意することで、設計荷重に応じた自由度の大きいくい設計を可能にしている。さらに、くい先端部をピース化することで、材料コストの低減を図っている。
くい先端部の加工は、指定製造会社で適正な品質管理下で製造され、品質の高いくい材の供給が可能となっている。
くい先端部を開端とすることで施工性の向上を図るとともに、確実な打ち止め管理のもと地盤の引抜き方向の支持力の確保を実現している。

建築技術性能証明

GBRC性能証明 第17-32号改1

※κ=75　λ=1.0　μ=0.2　Ap100%

3-2 建築技術性能証明書（引抜き方向）

GBRC

ASSESSMENT OF TECHNOLOGY FOR BUILDING CONSTRUCTION

GBRC 性能証明 第 17-32 号 改 1

建築技術性能証明書

技術名称：ケンマⅡ工法
－先端翼付き回転貫入鋼管くい工法－（改定 1）

申 込 者：一時株式会社　代表取締役　稲場 誠
愛知県名古屋市東区泉二丁目 10 番 8 号

技術概要：本技術は、鋼管の先端に 2 枚の半円形状の翼を取り付け、回転貫入装置を備えたくい打ち機によって回転させることによって地盤中に貫入させ、これをくい体として利用する技術である。本工法の地盤から決まる押込み方向の鉛直支持力については、国土交通大臣の認定（ECP-9020, 0029（令和 3 年 1 月 25 日））および一般財団法人日本建築総合試験所の性能評価（GBRC 建評 20-251-006, 007（2020 年 10 月 30 日）を取得しており、この性能証明は、本技術により設計・施工されたくいの地盤から決まる引抜き方向の支持力に関するものである。

開発趣旨：本工法では、一つのくい径に対し複数の翼径仕様を用意し、設計荷重に応じた合理的な設計を可能としている。施工面では、先端翼に掘削調整外径の 1/2 の直径となる孔を設け開端状態とすることで、回転貫入抵抗を減めている。また、くい先端部をピース化（商品化）することで、材料コストの低減を図っている。

当法人の建築技術認証・証明事業 業務規程に基づき、上記の性能証明対象技術の性能について、下記の通り証明する。

2021 年 1 月 25 日　一般財団法人 日本建築総合試験所
理事長 上谷 宏二

記

証明方法：申込者より提出された下記の資料および引抜き試験の立会確認により性能証明を行った。
資料 1：ケンマⅡ工法 性能証明のための説明資料
資料 2：ケンマⅡ工法 設計指針
資料 3：ケンマⅡ工法 施工指針
資料 4：引抜き試験資料
資料 1 には、本技術の性能性能基準の妥当性を確認した説明資料がまとめられている。
資料 2 は、本工法の設計指針であり、支持力算定式などの設計方法が示されている。
資料 3 は、本工法の施工指針であり、施工方法および施工管理方法が示されている。
資料 4 には、資料 1 で用いた個々の引抜き試験結果報告書や立会引抜き試験施工記録などが取りまとめられている。

証明内容：本技術についての性能証明の内容は、杭ぐいとしての引抜き方向の支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。
申込者が提示する「ケンマⅡ工法 設計指針」および「ケンマⅡ工法 施工指針」に従って設計・施工された先端翼付き鋼管くいの地盤条件に対する引抜き方向の支持力を定める際に必要な地盤から定まる極限引抜き抵抗力は、同設計指針に定める支持力算定式で適切に評価できる。

性能証明範囲

支持地盤　先端地盤：砂質地盤（礫質地盤を含む）
粘土質地盤（軟岩系岩盤（泥岩）を含む）
周面地盤：砂質地盤・粘土質地盤

試験方法　標準貫入試験

先端 N 値　10≦N̄値≦50 砂質地盤（礫質地盤を含む）
5≦N̄値≦50　粘土質地盤（軟岩系岩盤（泥岩）を含む）
沖縄県においては下限値を N̄＝10 とする

鋼管の寸法　Φ114.3 ～ Φ406.4

翼部径の寸法　Φ300 ～ Φ1000

最大施工深さ　くい施工地盤面から 130D

地盤に接する最小くい長　3.3m かつ 7Dw の大きい方

適用する建築物の規模　延べ面積が 500,000㎡以下の建築物とする

GBRC 性能証明 第 17-32 号 改 1　　取得年月日：2021 年 1 月 25 日

3-3 地盤の短期許容支持力の算出式

地盤から決まる引抜き方向の短期許容支持力 tRa

引き抜き方向の
地盤の許容支持力 tRa

$$tRa = \frac{2}{3}\left\{\kappa \cdot \overline{Nt} \cdot Apt + \left(\lambda \cdot \overline{Ns} \cdot Ls + \mu \cdot \overline{qu} \cdot Lc\right) \cdot \psi\right\} + Wp$$

記号の説明

κ：基礎ぐいの先端付近の地盤（地震時に液状化するおそれのある地盤※を除く）におけるくい先端支持力係数（κ=75）

λ：基礎ぐいの周囲の地盤（地震時に液状化するおそれのある地盤※を除く）のうち砂質地盤におけるくい周面摩擦力係数（λ=1.0。ただし、プレボーリングを行った場合は、λ=0 とする。）

μ：基礎ぐいの周囲の地盤（地震時に液状化するおそれのある地盤※を除く）のうち粘土質地盤におけるくい周面摩擦力係数（μ=0.2。ただし、プレボーリングを行った場合は、μ=0 とする。）

$\overline{Nt}$：基礎ぐいの先端付近の平均 N 値(くい軸本体下端から上方へ 3Dw の範囲の標準貫入試験による打撃回数(N)の平均値)。ただし、$\overline{Nt}$ はp36に示す範囲とする。$\overline{Nt}$ を求める個々の N 値については、砂質(礫質を含む)地盤においては、N<5 のときは N=0、N >65のときは N=65 とする。また、粘土質地盤においては、N<3 のときは N=0、N>75 のときは N=75 とする。

Dw：基礎ぐい翼部径(m)

Apt：翼部の有効面積(m2) Apt = π (Dw2 − D2)／4 (D：基礎ぐい軸径(m))

Wp：浮力を考慮したくい有効自重 (kN)

$\overline{Ns}$：基礎ぐいの周囲の地盤のうち砂質地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値(回)。ただし、5≦$\overline{Ns}$≦30とし、$\overline{Ns}$<5のときは$\overline{Ns}$=0、$\overline{Ns}$>30 のときは$\overline{Ns}$=30 とする。$\overline{Ns}$の算定に用いる個々の $\overline{N}$ 値については、$\overline{N}$<5の場合は$\overline{N}$=0、$\overline{N}$>50の場合は $\overline{N}$=50 とする。

Ls：基礎ぐいの周囲の地盤のうち砂質地盤に接する有効長さの合計 (m)。

$\overline{qu}$：基礎ぐいの周囲の地盤のうち粘土質地盤の一軸圧縮強度の平均値(kN/m2)。ただし、40≦$\overline{qu}$≦200とし、$\overline{qu}$<40 のときは$\overline{qu}$ = 0、$\overline{qu}$>200 のときは$\overline{qu}$ =200とする。$\overline{qu}$ の算定に用いる個々の$\overline{qu}$(kN/m2)については、$\overline{qu}$<40 のときは$\overline{qu}$= 0、$\overline{qu}$>250のときは$\overline{qu}$=250 とする。

Lc：基礎ぐいの周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する有効長さの合計(m)。

ψ：基礎ぐい軸径の周長 (m) ψ = π D

※1　ここでの「地震時に液状化するおそれのある地盤」とは、建築基礎構造設計指針（日本建築学会：2019改定）に示されている液状化の発生の可能性の判定に用いる指標値（FI値 ）により、液状化発生の可能性があると判断される土層（FI値が1以下となる場合）及びその上方にある土層をいう。

※2　すべてのくい仕様において、$\overline{Nt}$ が下限値に満たない場合は、$\overline{Nt}$ =0 として地盤の許容支持力の計算を行い、$\overline{Nt}$ が上限値を超える場合には上限値を用いて地盤の許容支持力の計算を行う。

※3　すべてのくい仕様において、$\overline{Ns}$が下限値に満たない場合は、$\overline{Ns}$=0 として地盤の許容支持力の計算を行い、$\overline{Ns}$が上限値を超える場合には上限値を用いて地盤の許容支持力の計算を行う。

※4　すべてのくい仕様において、$\overline{qu}$が下限値に満たない場合は、$\overline{qu}$=0として地盤の許容支持力の計算を行い、$\overline{qu}$が上限値を超える場合には上限値を用いて地盤の許容支持力の計算を行う。

3-4 性能証明寸法及び $\overline{Nt}$ の適用範囲

くい軸本体					翼部			$\overline{N}$値の適用範囲	
径D（mm）	厚さt（mm）	材質	翼部が取り付けられる部分		径Dw（mm）	厚さt_2（mm）	材質	砂質（礫質を含む）地盤	粘土質地盤
			厚さt_1（mm）	材質					
114.3	4.5以上	STK400 STK490 HU590 SEAH590 SKK400 SKK490	6.0以上	STK490	300	12	SM490A	$10 \leqq \overline{Nt} \leqq 30$	$5 \leqq \overline{Nt} \leqq 30$
				STK490	350		SM490A	$10 \leqq \overline{Nt} \leqq 24$	$5 \leqq \overline{Nt} \leqq 24$
139.8	4.5以上		6.0以上	STK490	350	16	SM490A	$10 \leqq \overline{Nt} \leqq 50$	$5 \leqq \overline{Nt} \leqq 50$
				STK490	400		SM490A	$10 \leqq \overline{Nt} \leqq 35$	$5 \leqq \overline{Nt} \leqq 35$
165.2	5.0以上		7.1以上	STK490	400	25	SM490A	$10 \leqq Nt \leqq 50$	$5 \leqq \overline{Nt} \leqq 50$
			9.3以上		450	30			
190.7	5.3以上		8.2以上	STK490	450	25	SM490A		
					500	30			
216.3	5.8以上		10.3以上	STK490	500	25	SM490A		
					550	30			
			12.7以上		600	36			
267.4	5.8以上		12.7以上	STK490	600	30	SM490A		
					650	36			
			15.1以上		700	40			
					800	40			
						50	SM520C		
318.5	6.0以上		12.7以上	STK490	650	36	SM490A		
			14.3以上		700	40			
			17.4以上		750	40			
					800				
355.6	6.4以上		12.7以上	STK490	750	40	SM490A		
			16.0以上		800				
			19.0以上		850	40			
					900	40			
						45	SM520C		
406.4	6.4以上		12.7以上	STK490	850	40	SM490A		
			16.0以上		900	45	SM520C		
			19.0以上		950	45			
					1000	50			

※粘土質地盤のくい仕様において、沖縄県では$\overline{Nt}$の下限値を10とし$\overline{Nt}$<10のときは本工法を適用せず、$\overline{Nt}$が上表に示す上限値を超えるときは上限値を用いて地盤の許容支持力の計算を行う。

3-4 適用範囲②

適用地盤

基礎ぐい先端付近の地盤の種類は砂質地盤(礫質地盤を含む)、粘土質地盤とする。基礎ぐい周囲の地盤の種類は砂質地盤、粘土質地盤とする。

なお、地盤の種類は、建築基礎構造設計指針(日本建築学会:2019 改定)に従い「地盤材料の工学的分類法」(地盤工学会基準:JGS0051-2009)および「岩盤の工学的分類法」(地盤工学会基準:JGS3811-2004)の分類表に基づいて分類されたものである。
基礎ぐいの先端付近の地盤において、砂質地盤とは砂質土に区分される地盤であり、礫質地盤とは礫質土に区分される地盤であり、粘土質地盤とは粘性土か軟岩系岩盤(泥岩)に区分される地盤である。ある。また、基礎ぐいの周囲の地盤において、砂質地盤とは砂質土か礫質土に区分される地盤であり、粘土質地盤とは粘性土に区分される地盤である。

基礎ぐいの最大施工深さ （くい施工地盤面から）

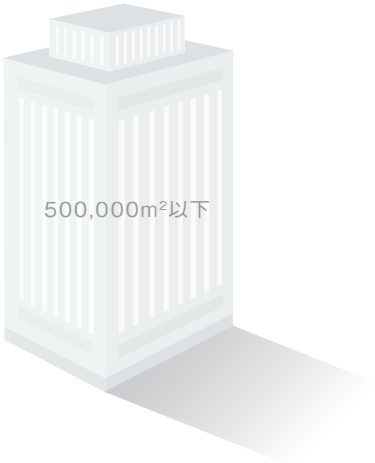
くい軸径 D(mm)	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
最大施工深さ (m)	14.8	18.1	21.4	24.7	28.1	34.7	41.4	46.2	52.8

地盤に接する最小くい長

地盤に接する最小くい長は、3.3m と 7Dw の大きい方とする。なお、地震時に液状化のおそれのある地盤がある場合には、対象土層下端から最小深さを確保することとする。液状化が生じるか否かは設計者が判断する。

適用する建物の規模

延べ面積が500,000m²以下の建築物とする。



3-5 地盤から決まる短期許容支持力tRa

軸部径(mm)		114.3		139.8		165.2		190.7		216.3			267.4	
羽根径(mm)		300	350	350	400	400	450	450	500	500	550	600	600	650
羽根重量(kg)		12	15	20	23	34	50	44	60	64	86	109	100	128
有効断面積(㎡)		0.06043	0.08595	0.08086	0.11031	0.10423	0.13761	0.13048	0.16779	0.15960	0.20084	0.24600	0.22659	0.27567
Nt値	5	15.2	21.6	20.4	27.8	26.4	34.9	33.1	42.5	40.5	51.1	62.6	57.6	70.2
	6	18.2	25.9	24.5	33.3	31.6	41.8	39.6	50.9	48.5	61.1	74.9	69.0	84.0
	7	21.3	30.2	28.5	38.8	36.8	48.7	46.1	59.3	56.5	71.2	87.2	80.3	97.8
	8	24.3	34.5	32.5	44.4	42.0	55.5	52.6	67.7	64.5	81.2	99.5	91.6	111.5
	9	27.3	38.8	36.6	49.9	47.2	62.4	59.2	76.1	72.5	91.2	111.8	103.0	125.3
	10	30.3	43.1	40.6	55.4	52.5	69.3	65.7	84.5	80.4	101.3	124.1	114.3	139.1
	11	33.4	47.4	44.7	60.9	57.7	76.2	72.2	92.9	88.4	111.3	136.4	125.6	152.9
	12	36.4	51.7	48.7	66.4	62.9	83.1	78.7	101.3	96.4	121.4	148.7	137.0	166.7
	13	39.4	56.0	52.8	71.9	68.1	89.9	85.3	109.7	104.4	131.4	161.0	148.3	180.5
	14	42.4	60.3	56.8	77.4	73.3	96.8	91.8	118.1	112.4	141.4	173.3	159.6	194.2
	15	45.4	64.6	60.8	83.0	78.5	103.7	98.3	126.4	120.3	151.5	185.6	170.9	208.0
	16	48.5	68.9	64.9	88.5	83.7	110.6	104.8	134.8	128.3	161.5	197.9	182.3	221.8
	17	51.5	73.2	68.9	94.0	88.9	117.5	111.3	143.2	136.3	171.6	210.2	193.6	235.6
	18	54.5	77.5	73.0	99.5	94.1	124.3	117.9	151.6	144.3	181.6	222.5	204.9	249.4
	19	57.5	81.8	77.0	105.0	99.4	131.2	124.4	160.0	152.3	191.7	234.8	216.3	263.2
	20	60.6	86.1	81.1	110.5	104.6	138.1	130.9	168.4	160.2	201.7	247.1	227.6	277.0
	21	63.6	90.4	85.1	116.1	109.8	145.0	137.4	176.8	168.2	211.7	259.4	238.9	290.7
	22	66.6	94.7	89.1	121.6	115.0	151.9	144.0	185.2	176.2	221.8	271.7	250.2	304.5
	23	69.6	99.0	93.2	127.1	120.2	158.8	150.5	193.6	184.2	231.8	284.0	261.6	318.3
	24	72.6	103.3	97.2	132.6	125.4	165.6	157.0	201.9	192.2	241.9	296.3	272.9	332.1
	25	75.7		101.3	138.1	130.6	172.5	163.5	210.3	200.1	251.9	308.6	284.2	345.9
	26	78.7		105.3	143.6	135.8	179.4	170.1	218.7	208.1	262.0	320.9	295.6	359.7
	27	81.7		109.4	149.1	141.1	186.3	176.6	227.1	216.1	272.0	333.2	306.9	373.4
	28	84.7		113.4	154.7	146.3	193.2	183.1	235.5	224.1	282.0	345.5	318.2	387.2
	29	87.7		117.4	160.2	151.5	200.0	189.6	243.9	232.1	292.1	357.8	329.6	401.0
	30	90.8		121.5	165.7	156.7	206.9	196.2	252.3	240.0	302.1	370.1	340.9	414.8
	31			125.5	171.2	161.9	213.8	202.7	260.7	248.0	312.2	382.4	352.2	428.6
	32			129.6	176.7	167.1	220.7	209.2	269.1	256.0	322.2	394.7	363.5	442.4
	33			133.6	182.2	172.3	227.6	215.7	277.5	264.0	332.2	407.0	374.9	456.1
	34			137.7	187.8	177.5	234.4	222.3	285.8	272.0	342.3	419.3	386.2	469.9
	35			141.7	193.3	182.7	241.3	228.8	294.2	279.9	352.3	431.6	397.5	483.7
	36			145.7		188.0	248.2	235.3	302.6	287.9	362.4	443.9	408.9	497.5
	37			149.8		193.2	255.1	241.8	311.0	295.9	372.4	456.2	420.2	511.3
	38			153.8		198.4	262.0	248.4	319.4	303.9	382.5	468.5	431.5	525.1
	39			157.9		203.6	268.8	254.9	327.8	311.9	392.5	480.8	442.9	538.8
	40			161.9		208.8	275.7	261.4	336.2	319.8	402.5	493.1	454.2	552.6
	41			166.0		214.0	282.6	267.9	344.6	327.8	412.6	505.4	465.5	566.4
	42			170.0		219.2	289.5	274.4	353.0	335.8	422.6	517.7	476.8	580.2
	43			174.0		224.4	296.4	281.0	361.3	343.8	432.7	530.0	488.2	594.0
	44			178.1		229.6	303.2	287.5	369.7	351.8	442.7	542.3	499.5	607.8
	45			182.1		234.9	310.1	294.0	378.1	359.7	452.8	554.6	510.8	621.5
	46			186.2		240.1	317.0	300.5	386.5	367.7	462.8	566.9	522.2	635.3
	47			190.2		245.3	323.9	307.1	394.9	375.7	472.8	579.2	533.5	649.1
	48			194.3		250.5	330.8	313.6	403.3	383.7	482.9	591.5	544.8	662.9
	49			198.3		255.7	337.6	320.1	411.7	391.7	492.9	603.8	556.1	676.7
	50			202.4		260.9	344.5	326.6	420.1	399.6	503.0	616.1	567.5	690.5

※上表数値の杭自重は先端ピース重量のみ考慮したもので、杭軸部自重の考慮が別途必要です。

3-5

は、粘土質地盤のみとする。

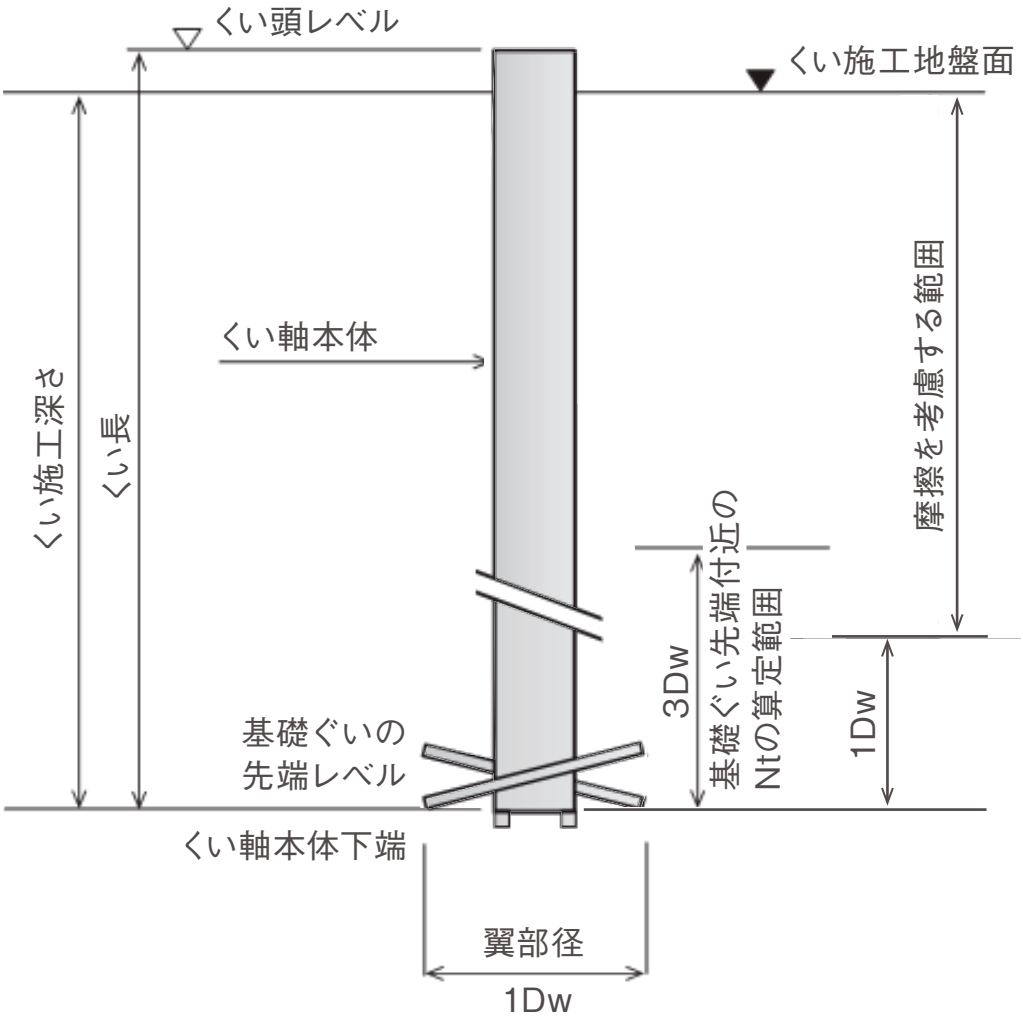
軸部径（mm）		267.4		318.5				355.6				406.4			
羽根径（mm）		700	800	650	700	750	800	750	800	850	900	850	900	950	1000
羽根重量（kg）		149	184	123	153	177	196	172	199	226	247	218	273	313	372
有効断面積（㎡）		0.32869	0.44650	0.25216	0.30517	0.36211	0.42298	0.34247	0.40334	0.46814	0.53686	0.43773	0.50646	0.57910	0.65568
Nt値	5	83.7	113.5	64.3	77.8	92.3	107.7	87.3	102.8	119.3	136.7	111.6	129.3	147.9	167.6
	6	100.1	135.8	76.9	93.1	110.4	128.9	104.5	123.0	142.7	163.5	133.5	154.7	176.9	200.4
	7	116.5	158.1	89.5	108.3	128.5	150.0	121.6	143.2	166.1	190.4	155.4	180.0	205.8	233.2
	8	133.0	180.4	102.1	123.6	146.6	171.2	138.7	163.3	189.5	217.2	177.3	205.3	234.8	266.0
	9	149.4	202.8	114.7	138.9	164.7	192.3	155.8	183.5	212.9	244.1	199.2	230.6	263.7	298.8
	10	165.8	225.1	127.3	154.1	182.8	213.5	173.0	203.7	236.3	270.9	221.0	256.0	292.7	331.6
	11	182.3	247.4	139.9	169.4	200.9	234.6	190.1	223.8	259.7	297.7	242.9	281.3	321.6	364.3
	12	198.7	269.7	152.5	184.6	219.0	255.7	207.2	244.0	283.1	324.6	264.8	306.6	350.6	397.1
	13	215.1	292.1	165.1	199.9	237.1	276.9	224.3	264.2	306.6	351.4	286.7	331.9	379.5	429.9
	14	231.6	314.4	177.7	215.1	255.2	298.0	241.4	284.3	330.0	378.3	308.6	357.3	408.5	462.7
	15	248.0	336.7	190.4	230.4	273.4	319.2	258.6	304.5	353.4	405.1	330.5	382.6	437.5	495.5
	16	264.4	359.0	203.0	245.7	291.5	340.3	275.7	324.7	376.8	432.0	352.4	407.9	466.4	528.3
	17	280.9	381.4	215.6	260.9	309.6	361.5	292.8	344.8	400.2	458.8	374.3	433.2	495.4	561.0
	18	297.3	403.7	228.2	276.2	327.7	382.6	309.9	365.0	423.6	485.6	396.1	458.5	524.3	593.8
	19	313.7	426.0	240.8	291.4	345.8	403.8	327.1	385.2	447.0	512.5	418.0	483.9	553.3	626.6
	20	330.2	448.3	253.4	306.7	363.9	424.9	344.2	405.3	470.4	539.3	439.9	509.2	582.2	659.4
	21	346.6	470.7	266.0	322.0	382.0	446.1	361.3	425.5	493.8	566.2	461.8	534.5	611.2	692.2
	22	363.0	493.0	278.6	337.2	400.1	467.2	378.4	445.7	517.2	593.0	483.7	559.8	640.1	725.0
	23	379.5	515.3	291.2	352.5	418.2	488.4	395.6	465.8	540.6	619.9	505.6	585.2	669.1	757.8
	24	395.9	537.6	303.8	367.7	436.3	509.5	412.7	486.0	564.0	646.7	527.5	610.5	698.1	790.5
	25	412.4	560.0	316.4	383.0	454.4	530.7	429.8	506.2	587.4	673.5	549.3	635.8	727.0	823.3
	26	428.8	582.3	329.0	398.3	472.5	551.8	446.9	526.3	610.8	700.4	571.2	661.1	756.0	856.1
	27	445.2	604.6	341.6	413.5	490.6	573.0	464.1	546.5	634.2	727.2	593.1	686.5	784.9	888.9
	28	461.7	626.9	354.3	428.8	508.7	594.1	481.2	566.7	657.7	754.1	615.0	711.8	813.9	921.7
	29	478.1	649.3	366.9	444.0	526.8	615.3	498.3	586.8	681.1	780.9	636.9	737.1	842.8	954.5
	30	494.5	671.6	379.5	459.3	544.9	636.4	515.4	607.0	704.5	807.8	658.8	762.4	871.8	987.2
	31	511.0	693.9	392.1	474.5	563.0	657.6	532.5	627.2	727.9	834.6	680.7	787.7	900.7	1020.0
	32	527.4	716.2	404.7	489.8	581.1	678.7	549.7	647.3	751.3	861.4	702.5	813.1	929.7	1052.8
	33	543.8	738.6	417.3	505.1	599.3	699.9	566.8	667.5	774.7	888.3	724.4	838.4	958.6	1085.6
	34	560.3	760.9	429.9	520.3	617.4	721.0	583.9	687.7	798.1	915.1	746.3	863.7	987.6	1118.4
	35	576.7	783.2	442.5	535.6	635.5	742.2	601.0	707.8	821.5	942.0	768.2	889.0	1016.6	1151.2
	36	593.1	805.5	455.1	550.8	653.6	763.3	618.2	728.0	844.9	968.8	790.1	914.4	1045.5	1183.9
	37	609.6	827.9	467.7	566.1	671.7	784.5	635.3	748.2	868.3	995.7	812.0	939.7	1074.5	1216.7
	38	626.0	850.2	480.3	581.4	689.8	805.6	652.4	768.3	891.7	1022.5	833.9	965.0	1103.4	1249.5
	39	642.4	872.5	492.9	596.6	707.9	826.8	669.5	788.5	915.1	1049.3	855.8	990.3	1132.4	1282.3
	40	658.9	894.8	505.6	611.9	726.0	847.9	686.7	808.7	938.5	1076.2	877.6	1015.7	1161.3	1315.1
	41	675.3	917.2	518.2	627.1	744.1	869.1	703.8	828.8	961.9	1103.0	899.5	1041.0	1190.3	1347.9
	42	691.7	939.5	530.8	642.4	762.2	890.2	720.9	849.0	985.4	1129.9	921.4	1066.3	1219.2	1380.6
	43	708.2	961.8	543.4	657.6	780.3	911.4	738.0	869.2	1008.8	1156.7	943.3	1091.6	1248.2	1413.4
	44	724.6	984.1	556.0	672.9	798.4	932.5	755.2	889.3	1032.2	1183.6	965.2	1116.9	1277.2	1446.2
	45	741.0	1006.5	568.6	688.2	816.5	953.7	772.3	909.5	1055.6	1210.4	987.1	1142.3	1306.1	1479.0
	46	757.5	1028.8	581.2	703.4	834.6	974.8	789.4	929.7	1079.0	1237.2	1009.0	1167.6	1335.1	1511.8
	47	773.9	1051.1	593.8	718.7	852.7	996.0	806.5	949.8	1102.4	1264.1	1030.8	1192.9	1364.0	1544.6
	48	790.3	1073.4	606.4	733.9	870.8	1017.1	823.6	970.0	1125.8	1290.9	1052.7	1218.2	1393.0	1577.4
	49	806.8	1095.8	619.0	749.2	888.9	1038.3	840.8	990.2	1149.2	1317.8	1074.6	1243.6	1421.9	1610.1
	50	823.2	1118.1	631.6	764.5	907.0	1059.4	857.9	1010.3	1172.6	1344.6	1096.5	1268.9	1450.9	1642.9

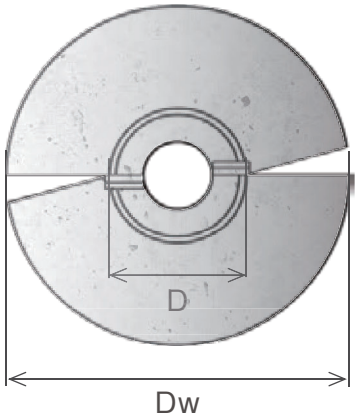
3-6 基礎ぐいの構造①

基礎ぐい先端付近の$\overline{Nt}$の算定範囲はくい軸本体下端より上方へ3Dwの範囲としている。

下記の図に基礎ぐいの構造と先端の有効面積Aptの扱い方を示す。

くい打ち止め時に先端が設計深度まで到達しなかった(高止まり)場合は、改めて先端付近の$\overline{Nt}$を算出し、支持力に問題ないことを確認する。支持力が不足する場合は、設計者と協議を行う。





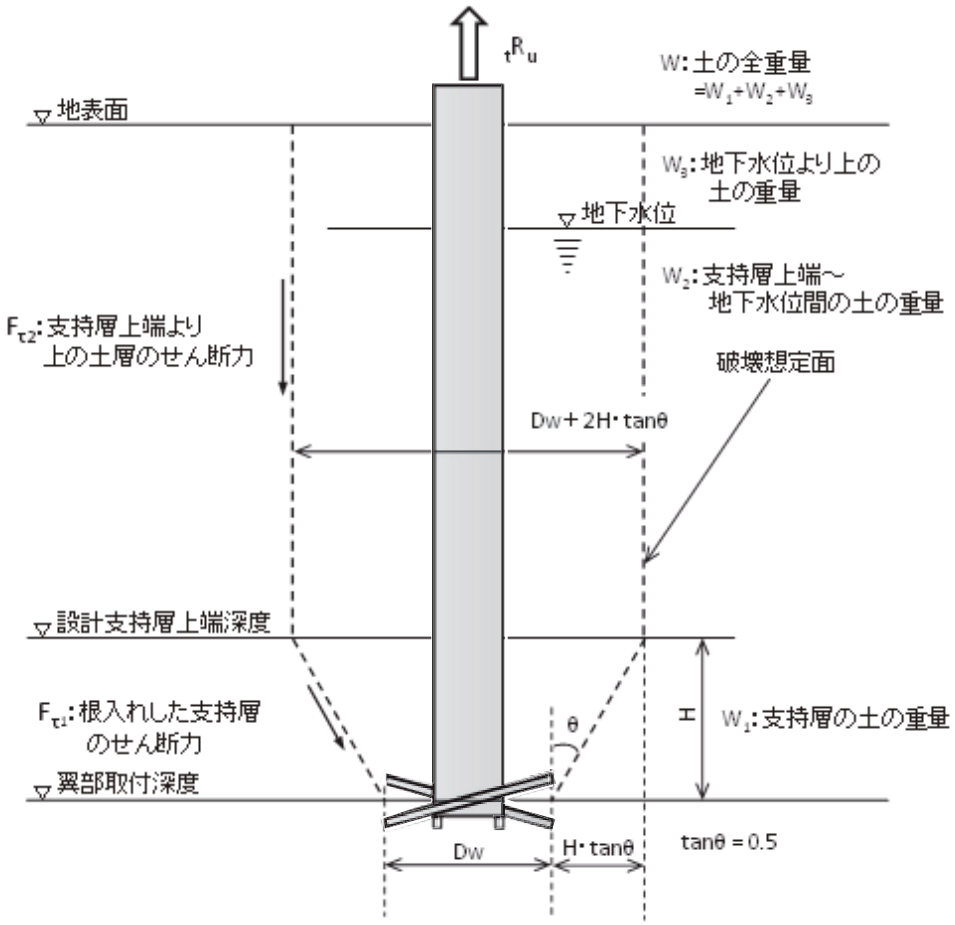
$$Apt=\pi(Dw^2-D^2)/4$$

3-6 基礎ぐいの構造②

◆くい引抜き時の先端上部地盤の耐力

くいに引抜き方向の力が加わったときに、くい先端翼より上部の地盤の抵抗機構を仮定し、くいの引抜き載荷試験結果から得られたくい先端の支持力係数κが地盤のせん断破壊で決まっていないことを確認する。下記の図にくいの引抜きに対する地盤の抵抗機構を示す。引抜き時の抵抗機構は、引抜き荷重がくい先端(ここでは翼部取付位置)から直上の設計支持層内(実際の根入れ長)を1:2の勾配で伝わり、設計支持層上部から地上に向け鉛直に伝わると仮定する。このときの地盤の抵抗力F は、根入れした支持層のせん断力Fτ1、支持層上端より上の土層のせん断力Fτ2 および下記の図に示した破壊想定面内の土の全重量Wの和と考える。(式(4-2))

$$F = F\tau 1 + F\tau 2 + W \cdots\cdots (4\text{-}2)$$



(地盤の抵抗機構の仮定)

3-6 基礎ぐいの構造③

根入れした支持層のせん断力Fτ1

支持層のせん断強さは、支持層が砂質地盤・礫質地盤のときは、

$\tau 1 = (1 - \sin\phi) \times \sigma' \times \tan\phi$ (kN/m2) …… (4-3)で計算する。

ここに、σ'は根入れした土層の中間深度までの有効土被り圧、ϕは根入れした土層の内部摩擦角で平均N 値から式(4-4)で計算する。

$\phi = \sqrt{20N} + 15°$ …… (4-4)

ここで、N は根入れした土層の平均N 値とする。支持層が粘性土地盤のときは、

$\tau 1 = N \times 6.25$ (kN/m2) …… (4-5)

で計算する。ここに、N は根入れした部分の平均N 値とする。せん断力Fτ1 は、式(4-6)で計算する。

$F\tau 1 = \tau 1 \times S1$ …… (4-6)

ここに、S1はくい先端(ここでは翼部取付位置)から設計支持層上端まで1:2の勾配で結んだ円錐台の周面積。ただし、支持層が砂質地盤、礫質地盤、洪積粘土以外のときは、θ=0度とし、翼部径の周面積とする。

支持層上端より上の土層のせん断力Fτ2

支持層上端より上の土層のせん断強さτ2 は、土層の構成土質によって, 式(4-3)または式(4-5)で計算する。せん断力Fτ2 は、砂質地盤・礫質地盤および粘性土地盤の土層別の合計とし, 式(4-7)で計算する。

$F\tau 2 = \Sigma(\tau 2 \times S2)$ …… (4-7)

ここで、S2 はくい先端(ここでは翼部取付位置)から設計支持層上端まで1:2 の勾配で結んだ設計支持層上端部にできた円を直径とする円柱の土層ごとの周面積。ただし、支持層が砂質地盤、礫質地盤、洪積粘土以外のときは、θ=0 度とし、翼部径の周面積とする。

なお、地震時に液状化のおそれのある地盤がある場合には、対象土層およびそれより上層のτ2 は0 とする。液状化が生じるか否かは設計者が判断する。

破壊想定面内の土の全重量W

破壊想定面内の土の全重量 W 算定のための土の単位体積重量をγt (kN/m3)とし, 地下水位以下ではγt ' =γt −10 (kN/m3)とする。なお、有効土被り圧の算定時についても、このγ t またはγt' を用いるものとする。

支持層の土の重量W1 は、式(4-8)で計算する。

$W1 = \gamma t' \times V1$ …… (4-8)

ここで、V1 はくい先端(ここでは翼部取付位置)から設計支持層上端まで1:2 の勾配で結んだ円錐台の体積からくい軸部の体積を差し引いた土の体積。ただし、支持層が砂質地盤、礫質地盤、洪積粘土以外のときは、θ=0 度とし、翼部径を直径とする円柱の体積とする。

支持層上端より上の土の重量W2(地下水以下)、W3(地下水以上)は式(4-9)、(4-10)で計算する。

W2 = Σ(γt' × V2) ····· (4-9)

W3 = Σ(γt × V3) ····· (4-10)

ここで、V2 は地下水以下におけるくい先端(ここでは翼部取付位置)から設計支持層上端まで1:2 の勾配で結んだ設計支持層上端部にできた円を直径とする円柱の体積からくい軸部の体積を差し引いた土層ごとの体積。ただし、支持層が砂質地盤、礫質地盤、洪積粘土以外のときは、θ=0 度とし、翼部径を直径とする円柱の体積とする。

同様に、V3 は地下水位以上の土層ごとの体積とする。

破壊想定面内の土の全重量W は、式(4-11)で計算する。

W = W1 + W2 +W3 ····· (4-11)

設計引抜き力

設計引抜き力は、設計指針に規定する式(4-1)と地盤の短期抵抗力の小さい方(4-12)とする。

設計引抜き力 = min (tRa, F) (kN)····· (4-12)

$$tRa = \frac{2}{3}\left\{\kappa \cdot \overline{Nt} \cdot Apt + \left(\lambda \cdot \overline{Ns} \cdot Ls + \mu \cdot \overline{qu} \cdot Lc\right) \cdot \psi\right\} + Wp \quad (\mathrm{kN}) \cdots\cdots (4\text{-}1)$$

3-7 引抜き考慮時に施工配慮すべき事項

引抜き支持力考慮時に施工上配慮すべき事項

本工法の施工指針は、令和3年1月25日に大臣認定を取得したケンマⅡ工法(TACP-0628,0629)に準拠している。

大臣認定を取得した内容に対して、引抜き支持力考慮時に施工上配慮すべき事項を以下に示す。

(1) 設計支持層の回転貫入について

・地盤への貫入は、地盤を乱さないように留意して行う。

・オーガ等による先行掘削は行わない。

(2) 溶接施工について

・継手の溶接施工は、十分な品質管理のもとに行う。

・590材の現場溶接については、溶接ワイヤの選定方法に留意する。

2-13 施工管理組織

※教育・指導⇒ケンマⅡ工法の設計及び施工技術の指導および研修会を行う。

本工法における施工および施工管理は、ケンマ工法技術委員会が教育・指導して、指定した指定施工会社が行う。

Organization

※指定施工会社

工事を遂行する十分な施工機器、施工体制、組織力を有する施工会社を、本工法の指定施工会社に指定する。

※指定製造会社

くいを製造するにあたり十分な製作機器、体制、組織力を有する製造会社を、本工法の指定製造会社に指定する。

KENMAPLE

一輝株式会社

住　所　〒461-0040
名古屋市東区矢田二丁目10番8号

ＴＥＬ　052-725-3085

ＦＡＸ　052-725-8469

MAIL　info@ikki218.com

代理店及び協力会社