

最新版

KenMa Pile...



国土交通大臣認定  TACP-0520, TACP-0521

押込み方向

$\alpha = 150$ **Ap 100%**

建築技術性能証明  GBRC性能証明 第17-32号

引抜き方向

$\kappa 65$ $\lambda 1.0$ $\mu 0.2$



KENMAPILE

特長 1

多くの経験から学び**ケンマパイル**の翼部形状にしました。

貫入性及び施工性を最も重視した杭です。

特長 2

業界最大引抜き力 κ 65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。

特長 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。

特長 4

確実に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図を採用しました。

の特長及び心構え

心構え1

施工管理・品質管理・工法説明・検討書・見積書等
全てを**明確**にそして**スピーディ**に対応します。

心構え2

全国に代理店制度を導入します。取り扱うのは人です。
人と人との**繋がり**を大切にしていきます。

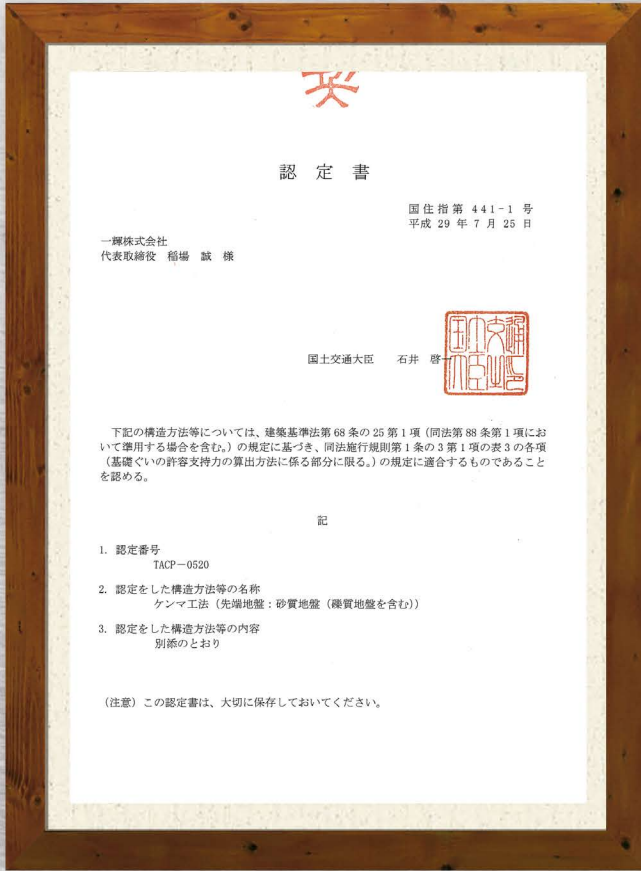
心構え3

ケンマ工法は現状に収まらず、
バージョンアップさせていきます。

心構え4

様々な工法がある中、**鋼管抗工法**が世間に
もっと認めてもらえる様な行動を取って行きたいと思えます。

国土交通大臣認定（押込み方向）



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 $10 \leq \bar{N}$ 値 ≤ 50

鋼管の寸法 $\Phi 101.6 \sim \Phi 267.4$

翼部径の寸法 $\Phi 250 \sim \Phi 650$

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 延べ床面積の合計が 50,000 m² 以下の建築物

認定番号：TACP-0520 取得年月日：平成29年7月25日

大臣認定範囲

支持地盤 粘土質地盤

試験方法 標準貫入試験

先端 N 値 $5 \leq \bar{N}$ 値 ≤ 50
沖縄県においては下限値を $\bar{N}=10$ とする

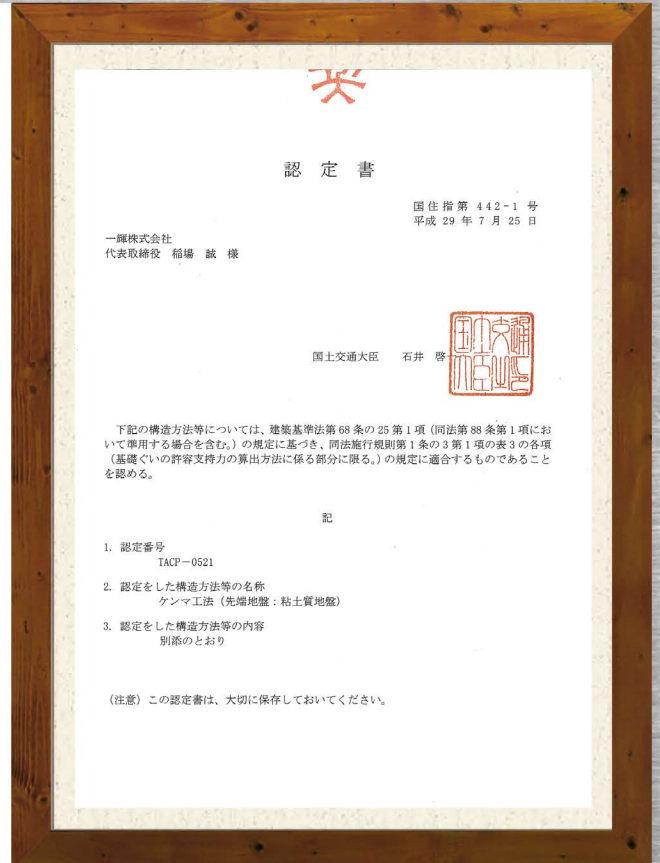
鋼管の寸法 $\Phi 101.6 \sim \Phi 267.4$

翼部径の寸法 $\Phi 250 \sim \Phi 650$

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 延べ床面積の合計が 50,000 m² 以下の建築物

認定番号：TACP-0521 取得年月日：平成29年7月25日



地盤から決まる許容鉛直支持力の算出式

長期に生ずる力に対する
地盤の許容支持力 (KN)

$$Ra = \frac{1}{3} \{ \alpha \cdot \bar{N} \cdot Ap + (\beta \cdot \bar{N}_s \cdot L_s + \gamma \cdot \bar{q}_u \cdot L_c) \cdot \psi \} \quad (KN) \dots\dots\dots (1)$$

短期に生ずる力に対する
地盤の許容支持力 (KN)

$$Ra = \frac{2}{3} \{ \alpha \cdot \bar{N} \cdot Ap + (\beta \cdot \bar{N}_s \cdot L_s + \gamma \cdot \bar{q}_u \cdot L_c) \cdot \psi \} \quad (KN) \dots\dots\dots (2)$$

記号の説明

- α : 基礎ぐいの先端付近の地盤(地震時に液化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(α=150)
- β : 基礎ぐいの周囲の地盤(地震時に液化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(地震時に液化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。)
- ̄N : 基礎ぐいの先端付近の平均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、̄Nは表1-1に示す範囲とし、̄N<10のときは̄N=0、̄Nが表1-1に示す上限値を超えるときは上限の値とする。̄Nを求める個々のN値については、N<5のときは̄N=0、N>60のときはN=60とする。なお、くい先端以深の地盤においては、「II. 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) Ap=Dw²・π/4
- ̄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≤̄Ns≤30とし、̄Ns<5のときは̄Ns=0、̄Ns>30のときは̄Ns=30とする。̄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)。
- ̄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≤̄qu≤200とし、̄qu<40のときは̄qu=0、̄qu>200のときは̄qu=200とする。̄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)。

材料から決まる許容鉛直支持力の算出式



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/mm²) F''=(0.8+2.5te/r)FかつF''≤235[325]
- F : 杭材料の許容基準強度(235N/mm²)[325N/mm²] []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(mm²)
- 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:杭軸径(m)
※a1及びa2は必要に応じて考慮する。

材料から決まる長期鉛直許容支持力と短期ねじり強さ STK400

杭軸径 (mm)	1016		114.3		139.8		165.2		190.7		216.3		267.4											
杭軸厚 (mm)	4.2	5.7	4.5	6.0	4.5	6.6	5.0	6.0	7.1	5.3	6.0	7.0	8.2	5.8	6.0	8.2	10.3	12.7	5.8	6.0	6.6	8.0	9.3	12.7
長期鉛直支持力(KN)	145	220	179	264	215	364	289	370	466	356	357	517	636	451	472	710	938	1,167	548	572	648	830	1,005	1,461
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	37.7	42.3	48.5	55.6	53.3	55.0	72.8	88.8	105.9	82.7	85.4	93.3	111.3	127.5	167.5

材料から決まる長期鉛直許容支持力と短期ねじり強さ STK490

杭軸径 (mm)	1016		114.3		139.8		165.2		190.7		216.3		267.4											
杭軸厚 (mm)	4.2	5.7	4.5	6.0	4.5	6.6	5.0	6.0	7.1	5.3	6.0	7.0	8.2	5.8	6.0	8.2	10.3	12.7	5.8	6.0	6.6	8.0	9.3	12.7
長期鉛直支持力(KN)	202	304	248	365	297	504	400	512	644	492	493	716	879	624	653	983	1,297	1,614	758	792	897	1,147	1,389	2,020
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	52.2	58.5	67.1	76.2	73.7	76.0	100.8	122.9	146.5	114.4	118.1	129.0	154.0	176.4	231.7

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		N値の適用範囲[砂質(礫質)]		N値の適用範囲[粘土質]	
径 D (mm)	厚さ t (mm)	翼部が取り付けられる部分の厚さ t ₁ (mm)	径 Dw (mm)	厚さ t ₂ (mm)	長期許容支持力	短期許容支持力	長期許容支持力	短期許容支持力
101.6	4.2 以上	4.2 以上	250	12	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$
			300	12	$10 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$
114.3	4.5 以上	6.0 以上	300	12	$10 \leq \bar{N} \leq 30^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$	$5 \leq \bar{N} \leq 30^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$
			350	12	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 19^{*2}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 19^{*2}$
139.8	4.5 以上	6.0 以上	350	16	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
			400	16	$10 \leq \bar{N} \leq 35^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$	$5 \leq \bar{N} \leq 35^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$
165.2	5.0 以上	7.1 以上	400	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
		9.3 以上	450	30	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
190.7	5.3 以上	8.2 以上	450	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			500	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
216.3	5.8 以上	10.3 以上	500	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			550	32	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			12.7 以上	600	36	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
267.4	5.8 以上	12.7 以上	600	30	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			650	36	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$

● \bar{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 \bar{N} の上限値が載荷試験の実績より規定される $\bar{N}=50$ 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 \bar{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、 \bar{N} の下限値を10とする。



地盤から決まる杭の長期許容支持力 Ra

は、
粘土質地盤のみとする。

軸部径 (mm)	101.6		114.3		139.8		165.2		190.7		216.3			267.4		
翼部径 (mm)	250	300	300	350	350	400	400	450	450	500	500	550	600	600	650	
有効面積 (㎡)	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	0.2826	0.33166	
N 値	5	12	18	18	24	24	31	31	40	40	49	49	59	71	71	83
	6	15	21	21	29	29	38	38	48	48	59	59	71	85	85	99
	7	17	25	25	34	34	44	44	56	56	69	69	83	99	99	116
	8	20	28	28	38	38	50	50	64	64	79	79	95	113	113	133
	9	22	32	32	43	43	57	57	72	72	88	88	107	127	127	149
	10	25	35	35	48	48	63	63	79	79	98	98	119	141	141	166
	11	27	39	39	53	53	69	69	87	87	108	108	131	155	155	182
	12	29	42	42	58	58	75	75	95	95	118	118	142	170	170	199
	13	32	46	46	63	63	82	82	103	103	128	128	154	184	184	216
	14	34	49	49	67	67	88	88	111	111	137	137	166	198	198	232
	15	37	53	53	72	72	94	94	119	119	147	147	178	212	212	249
	16	39	57	57	77	77	100	100	127	127	157	157	190	226	226	265
	17	42	60	60	82	82	107	107	135	135	167	167	202	240	240	282
	18	44	64	64	87	87	113	113	143	143	177	177	214	254	254	298
	19	47	67	67	91	91	119	119	151	151	186	186	226	268	268	315
	20	49	71	71	96	96	126	126	159	159	196	196	237	283	283	332
	21	51		74	101	101	132	132	167	167	206	206	249	297	297	348
	22	54		78	106	106	138	138	175	175	216	216	261	311	311	365
	23	56		81	111	111	144	144	183	183	226	226	273	325	325	381
	24	59		85	115	115	151	151	191	191	236	236	285	339	339	398
	25	61		88	120	120	157	157	199	199	245	245	297	353	353	415
	26			92		125	163	163	207	207	255	255	309	367	367	431
	27			95		130	170	170	215	215	265	265	321	382	382	448
	28			99		135	176	176	223	223	275	275	332	396	396	464
	29			102		139	182	182	230	230	284	284	344	410	410	481
	30			106		144	188	188	238	238	294	294	356	424	424	497
	31					149	195	195	246	246	304	304	368	438	438	514
	32					154	201	201	254	254	314	314	380	452	452	531
	33					159	207	207	262	262	324	324	392	466	466	547
	34					163	214	214	270	270	334	334	404	480	480	564
	35					168	220	220	278	278	343	343	416	495	495	580
	36					173		226	286	286	353	353	427	509	509	597
	37					178		232	294	294	363	363	439	523	523	614
	38					183		239	302	302	373	373	451	537	537	630
	39					187		245	310	310	383	383	463	551	551	647
	40					192		251	318	318	393	393	475	565	565	663
	41					197		257	326	326	402	402	487	579	579	680
	42					202		264	334	334	412	412	499	593	593	696
	43					207		270	342	342	422	422	511	608	608	713
	44					211		276	350	350	432	432	522	622	622	730
	45					216		283	358	358	442	442	534	636	636	746
	46					221		289	366	366	451	451	546	650	650	763
	47					226		295	374	374	461	461	558	664	664	779
	48					231		301	382	382	471	471	570	678	678	796
	49					236		308	389	389	481	481	582	692	692	813
	50					240		314	397	397	491	491	594	707	707	829

●沖縄県においては、Nの下限値を10とする。

(単位 KN/本)

建築技術性能証明(引抜き方向)



ASSESSMENT OF TECHNOLOGY
FOR BUILDING CONSTRUCTION

GBRC 性能証明 第 17-32 号

建築技術性能証明書

技術名称: ケンマ工法
—先端翼付き回転貫入鋼管くい工法—

申込者: 一輝株式会社 代表取締役 稲場 誠
愛知県名古屋市中区栄田二丁目 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り地盤中に貫入させ、これをくい材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: TACP-0520, 0521 (平成 29 年 7 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-16-231A-003, 004 (平成 29 年 4 月 21 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、先端翼に軸部鋼管外径の 1/2 の直径となる孔を設け開端形状とすることで、回転貫入性能を高めている。また、くい先端部をピース化(部品化)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。

2018 年 1 月 19 日 一般財団法人 日本建築総合試験所
理事長 井上 一朗

記

証明方法: 申込者より提出された下記の資料および載荷試験の立会確認により性能証明を行った。
資料 1: ケンマ工法 性能証明のための説明資料
資料 2: ケンマ工法 設計指針
資料 3: ケンマ工法 施工指針
資料 4: 載荷試験資料
資料 1 には、本技術の目標性能達成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 で用いた個々の載荷試験結果報告書や立会載荷試験報告書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、単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。
申込者が提案する「ケンマ工法 設計指針」および「ケンマ工法 施工指針」に従って設計・施工された先端翼付き鋼管ぐいの短期荷重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

適用地盤	先端地盤: 砂質地盤(礫質地盤を含む) 粘土質地盤 周面地盤: 砂質地盤・粘土質地盤	外径	165.2mm ~ 267.4mm
試験方法	標準貫入試験	直径	400mm ~ 650mm
先端 N 値	$10 \leq \bar{N} \text{ 値} \leq 50$ 砂質地盤(礫質地盤を含む) $5 \leq \bar{N} \text{ 値} \leq 50$ 粘土質地盤 沖縄県においては下限値を $\bar{N} = 10$ とする	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 50,000 m ² 以下の 建築物とする

GBRC 性能証明 第17-32号 取得年月日: 平成30年1月19日

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

$$tRa = \frac{2}{3} \left\{ \kappa \cdot \bar{N}t \cdot Apt + \left(\lambda \cdot \bar{N}s \cdot Ls + \mu \cdot \bar{q}u \cdot Lc \right) \cdot \psi \right\} + Wp$$

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($\kappa=65$)

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係数($\lambda=1.0$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\lambda=0$ 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係数($\mu=0.2$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\mu=0$ とする。)

$\bar{N}t$: 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、 $\bar{N}t$ は表 4-1 に示す範囲とする。 $\bar{N}t$ 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 $N=0$ 、 $N > 62$ のときは $N=62$ とする。また、粘土質地盤においては、 $N < 3$ のときは $N=0$ 、 $N > 70$ のときは $N=70$ とする。

Dw : 基礎ぐい翼部径(m)

Apt : 翼部の有効面積(m^2) $Apt = \pi (Dw^2 - D^2) / 4$ (D :基礎ぐい軸径(m))

Wp : 浮力を考慮したくい有効自重 (kN)

$\bar{N}s$: 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、 $5 \leq \bar{N}s \leq 30$ とし、 $\bar{N}s < 5$ のときは $\bar{N}s=0$ 、 $\bar{N}s > 30$ のときは $\bar{N}s=30$ とする。 $\bar{N}s$ 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)。

$\bar{q}u$: 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、 $40 \leq \bar{q}u \leq 200$ とし、 $\bar{q}u < 40$ のときは $\bar{q}u = 0$ 、 $\bar{q}u > 200$ のときは $\bar{q}u = 200$ とする。 $\bar{q}u$ 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) $\psi = \pi D$

ケンマパイル(引抜き方向)寸法及び $\bar{N}t$ の適用範囲

くい軸本体			翼部		$\bar{N}t$ の適用範囲	
径 D (mm)	厚さ t (mm)	翼部が取り付けられる部分の厚さ t_1 (mm)	径 Dw (mm)	厚さ t_2 (mm)	砂質(礫質を含む)地盤	粘土質地盤
165.2	5.0 以上	7.1 以上	400	25	$10 \leq \bar{N}t \leq 50$	$5 \leq \bar{N}t \leq 50$
			450	25		
190.7	5.3 以上	8.2 以上	450	30		
			500	25		
216.3	5.8 以上	10.3 以上	500	25		
			550	32		
267.4	5.8 以上	12.7 以上	600	36		
			600	30		
			650	36		

地盤から決まる引抜き方向の短期許容支持力 tRa

は、
粘土質地盤
のみとする。

軸部径(mm)	165.2		190.7		216.3			267.4		
羽根径(mm)	400	450	450	500	500	550	600	600	650	
羽根重量(kg)	41	50	50	63	68	96	128	115	141	
有効面積(m ²)	0.10423	0.13761	0.13048	0.16779	0.15960	0.20084	0.24600	0.22659	0.27567	
Nt 値	5	23.0	30.3	28.8	37.0	35.3	44.5	54.6	50.2	61.1
	6	27.5	36.3	34.5	44.3	42.2	53.2	65.2	60.1	73.1
	7	32.0	42.2	40.1	51.5	49.1	61.9	75.9	69.9	85.0
	8	36.5	48.2	45.8	58.8	56.0	70.6	86.6	79.7	97.0
	9	41.1	54.2	51.4	66.1	62.9	79.3	97.2	89.5	108.9
	10	45.6	60.1	57.1	73.3	69.8	88.0	107.9	99.3	120.9
	11	50.1	66.1	62.7	80.6	76.8	96.7	118.5	109.2	132.8
	12	54.6	72.1	68.4	87.9	83.7	105.4	129.2	119.0	144.8
	13	59.1	78.0	74.0	95.2	90.6	114.1	139.9	128.8	156.7
	14	63.6	84.0	79.7	102.4	97.5	122.8	150.5	138.6	168.6
	15	68.2	89.9	85.3	109.7	104.4	131.5	161.2	148.4	180.6
	16	72.7	95.9	91.0	117.0	111.3	140.2	171.8	158.3	192.5
	17	77.2	101.9	96.7	124.2	118.3	148.9	182.5	167.1	204.5
	18	81.7	107.8	102.3	131.5	125.2	157.6	193.2	177.9	216.4
	19	86.2	113.8	108.0	138.8	132.1	166.3	203.8	187.7	228.4
	20	90.7	119.8	113.6	146.0	139.0	175.0	214.5	197.5	240.3
	21	95.3	125.7	119.3	153.3	145.9	183.7	225.1	207.3	252.3
	22	99.8	131.7	124.9	160.6	152.8	192.4	235.8	217.2	264.2
	23	104.3	137.7	130.6	167.9	159.7	201.1	246.5	227.0	276.2
	24	108.8	143.6	136.2	175.1	166.7	209.8	257.1	236.8	288.1
	25	113.3	149.6	141.9	182.4	173.6	218.5	267.8	246.6	300.1
	26	117.8	155.5	147.5	189.7	180.5	227.2	278.4	256.4	312.0
	27	122.4	161.5	153.2	196.9	187.4	235.9	289.1	266.3	323.9
	28	126.9	167.5	158.8	204.2	194.3	244.6	299.8	276.1	335.9
	29	131.4	173.4	164.5	211.5	201.2	253.3	310.4	285.9	347.8
	30	135.9	179.4	170.2	218.8	208.2	262.1	321.1	295.7	359.8
	31	140.4	185.4	175.8	226.0	215.1	270.8	331.7	305.5	371.7
	32	144.9	191.3	181.5	233.3	222.0	279.5	342.4	315.4	383.7
	33	149.5	197.3	187.1	240.6	228.9	288.2	343.1	325.2	395.6
	34	154.0	203.2	192.8	247.8	235.8	296.9	363.7	335.0	407.6
	35	158.5	209.2	198.4	255.1	242.7	305.6	374.4	344.8	419.5
	36	163.0	215.2	204.1	262.4	249.7	314.3	385.0	354.6	431.5
	37	167.5	221.2	209.7	269.7	256.6	323.0	395.7	364.4	443.4
	38	172.0	227.1	215.4	276.9	263.5	331.7	406.4	374.3	455.3
	39	176.6	233.1	221.0	284.2	270.4	340.4	417.0	384.1	467.3
	40	181.1	239.0	226.7	291.5	277.3	349.1	427.7	393.9	479.2
	41	185.6	245.0	232.3	298.7	284.2	357.8	438.3	403.7	491.2
	42	190.1	251.0	238.0	306.0	291.2	366.5	449.0	413.5	503.1
	43	194.6	256.9	243.7	313.3	298.1	375.2	459.7	423.4	515.1
	44	199.1	262.9	249.3	320.5	305.0	383.9	470.3	433.2	527.0
	45	203.7	268.8	255.0	327.8	311.9	392.6	481.0	443.0	539.0
	46	208.2	274.8	260.6	335.1	318.8	401.3	491.6	452.8	550.9
	47	212.7	280.8	266.3	342.4	325.7	410.0	502.3	462.6	562.9
	48	217.2	286.7	271.9	349.6	332.6	418.7	513.0	472.5	574.8
	49	221.7	292.7	277.6	356.9	339.6	427.4	523.6	482.3	586.7
	50	226.2	297.7	283.2	364.2	346.5	436.1	534.3	492.1	598.7

●上表数値は、杭自重は先端羽根材のみ考慮したのであり、杭軸部自重の考慮が必要。

(単位 KN/本)

ケンマ工法

押込み方向・引抜き方向

KenMa Construction method

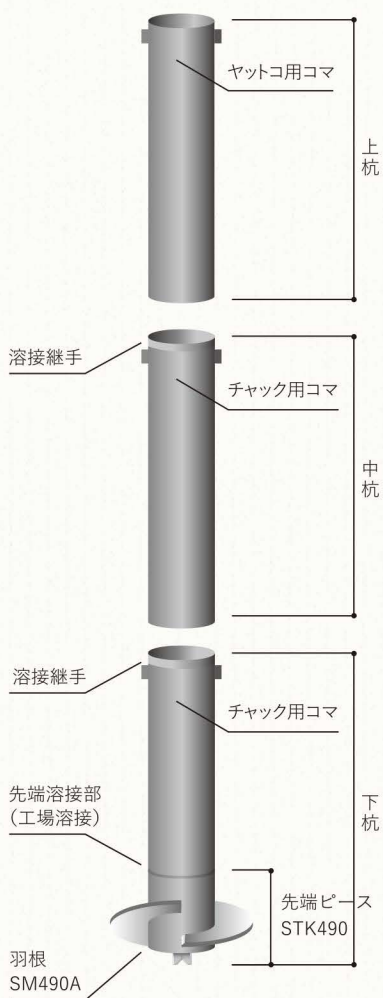


本工法は確実な打ち止め管理のもと地盤の支持力(押込み方向、引抜き方向)を実現し、
 くい先端部をピース化する事で材料コストの低減を図っています。

さらに今まで培った技術・実績をもとに中間硬質層の貫入性の向上を目指して
 ケンマパイルの翼部形状が生まれました。

引抜き方向に関しては、地層を乱さず貫入できる事により、引抜きに強く
 κ65という業界最大引抜き力を確保しています。

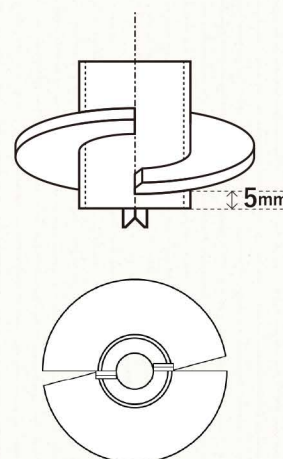
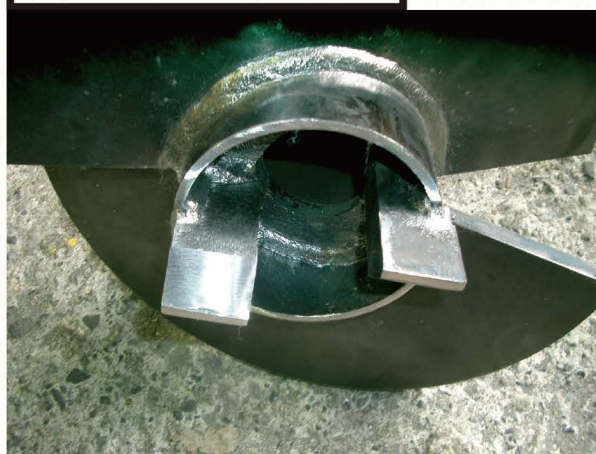
杭の構成



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)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°の勾配で取り付けられている。翼は、くい軸にスリットをあげ内側外側それぞれに溶接することで構成される。

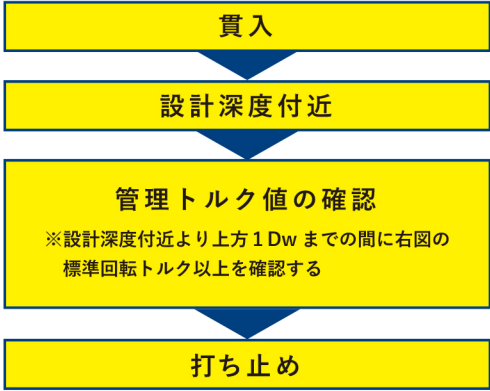
本工法では、翼部を取り付けた下ぐいを単体で用いるか(ストレートくい)、または翼部を必要とする深度に到達させるために、下ぐいに1本以上のくい(中ぐい、上ぐい)を継いで用いる。くい軸は溶接継手によって延長させる。個の先端ピースにより、優れた貫入性及び施工性を得ることができた。

先端ピースの形



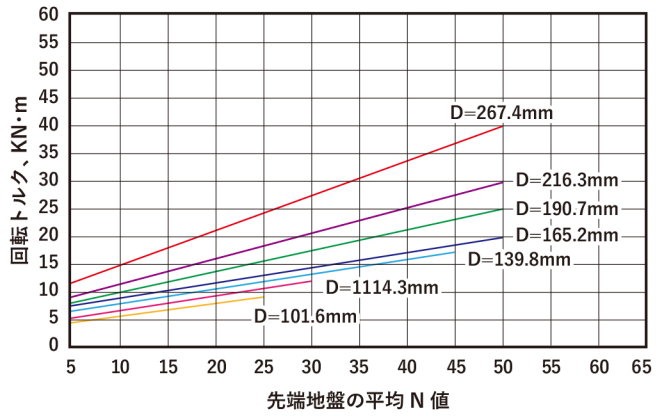
$$A_p = D_w \cdot \pi / 4 \times 100\% \quad (\text{全投影面積})$$

くいの打ち止め管理方法



※右図の標準回転トルク未満の場合、カタログ内の別添-17(③その他)を参照してください。

軸部径ごとの標準回転トルク



軸部径ごとの標準回転トルク一覧表

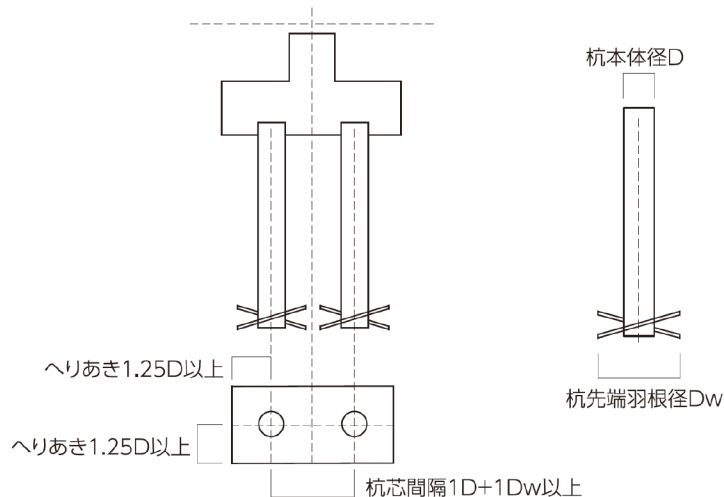
N 値	軸部径 (mm)						
	101.6	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4
5	5.0	5.8	6.8	7.9	8.4	9.5	11.7
6	5.2	6.0	7.1	8.2	8.8	9.9	12.3
7	5.4	6.3	7.3	8.5	9.2	10.4	12.9
8	5.6	6.5	7.6	8.7	9.5	10.8	13.6
9	5.8	6.8	7.8	9.0	10.0	11.3	14.2
10	6.0	7.0	8.0	9.3	10.3	11.7	14.8
11	6.2	7.3	8.4	9.5	10.6	12.2	15.4
12	6.4	7.5	8.6	9.8	11.0	12.6	16.1
13	6.7	7.8	9.0	10.1	11.4	13.1	16.7
14	6.9	8.0	9.2	10.3	11.7	13.5	17.3
15	7.1	8.3	9.4	10.6	12.0	14.0	18.0
16	7.3	8.5	9.7	10.9	12.5	14.4	18.6
17	7.5	8.8	10.0	11.1	12.8	14.9	19.2
18	7.7	9.0	10.2	11.4	13.2	15.3	19.9
19	7.9	9.3	10.5	11.7	13.6	15.8	20.5
20	8.1	9.5	10.7	11.9	13.9	16.2	21.1
21	8.3	9.8	11.0	12.2	14.3	16.7	21.7
22	8.5	10.0	11.3	12.5	14.6	17.1	22.4
23	8.8	10.3	11.5	12.7	15.0	17.6	23.0
24	9.0	10.5	11.8	13.0	15.4	18.0	23.6
25	9.2	10.8	12.0	13.3	15.7	18.5	24.3
26		11.0	12.3	13.5	16.0	18.9	24.9
27		11.3	12.6	13.8	16.5	19.4	25.5
28		11.5	12.8	14.0	16.8	19.8	26.1
29		11.8	13.0	14.3	17.2	20.3	26.8
30		12.0	13.4	14.6	17.6	20.7	27.4
31			13.6	14.9	17.9	21.2	28.0
32			13.9	15.1	18.3	21.6	28.7
33			14.1	15.4	18.7	22.1	29.3
34			14.4	15.7	19.0	22.5	30.0
35			14.7	15.9	19.4	23.0	30.5
36			15.0	16.2	19.8	23.4	31.2
37			15.2	16.5	20.1	23.9	31.8
38			15.5	16.7	20.5	24.3	32.4
39			15.7	17.0	20.9	24.8	33.0
40			16.0	17.3	21.2	25.2	33.7
41			16.2	17.5	21.6	25.7	34.3
42			16.5	17.8	22.0	26.1	35.0
43			16.8	18.0	22.3	26.6	35.6
44			17.0	18.3	22.7	27.0	36.2
45			17.3	18.6	23.0	27.5	36.8
46				18.9	23.4	27.9	37.5
47				19.1	23.8	28.4	38.1
48				19.4	24.2	28.8	38.7
49				19.7	24.5	29.3	39.4
50				20.0	25.0	29.7	40.0

●上記の表は国土交通大臣認定ケンマ工法 別添-17(砂質地盤)、別添-18(粘土質地盤)図 2-2 を数値化したものです。(トルク値単位 KN·m)

ケンマパイル主要素管単位重量

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	5.8	30.1
	6.0	31.1
	8.2	42.1
	10.3	52.3
267.4	12.7	63.8
	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	

フーチングの仕様



杭芯間隔 1D+1Dw 以上 (Dw= 杭先端羽根部径)

へりあき 杭芯より1.25D 以上 (D= 杭本体部径)

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。

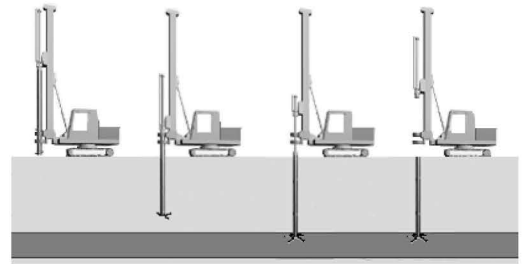
●島尻層泥岩の取扱い

島尻層泥岩(第三紀泥岩)は軟弱化しやすい地盤特性を有している。その為、地盤特性としてN値50以下を風化領域(固結粘土層)N値51~69を準風化領域、N値70以上を未風化領域として取り扱う。(※内閣府沖縄総合事務局資料を引用)

施工方法

本工法の施工方法は、次の5工程で行う。

- 1 **くいの固定**
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。
- 2 **回転貫入**
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。
- 3 **継手作業**
必要に応じ継手により継ぎ足しを行い、順次回転貫入させる。
- 4 **貫入完了**
設計深度付近において回転トルク値および回転貫入量を確認し、貫入を完了する。
- 5 **くい頭処理**
切断装置にて所定の位置でくい頭を切断する。



1 くいの固定 2 回転貫入 4 貫入完了 5 くい頭処理

施工例及びケンマパイプ



11m打設後の先端翼部形状



別添資料

砂質地盤（礫質地盤を含む）

 **KENMAPILE**
Manual



1. 地盤の許容支持力及び適用範囲

(1) 地盤の許容支持力

ケンマ工法により施工される地盤の許容支持力 Ra は、下式で計算する。

(1) 長期に生ずる力に対する地盤の許容支持力(kN)

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

(2) 短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力(kN)

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

ここで、(1)、(2)において、

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^{*}を除く）における
くい先端支持力係数 ($\alpha=150$)

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^{*}を除く）のうち砂質地盤にお
けるくい周面摩擦力係数 ($\beta=1.0$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\beta=0$ 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^{*}を除く）のうち粘土質地盤に
おけるくい周面摩擦力係数 ($\gamma=0.2$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\gamma=0$ とする。)

\bar{N} : 基礎ぐいの先端付近の平均 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、 \bar{N} は表 1-1 に示す範囲とし、 $\bar{N} < 10$ のときは $\bar{N}=0$ 、 \bar{N} が表 1-1 に示す上限値を
超えるときは上限の値とする。 \bar{N} を求める個々の N 値については、 $N < 5$ のときは $N=0$ 、
 $N > 60$ のときは $N=60$ 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) $Ap = Dw^2 \cdot \pi/4$

\bar{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、 $5 \leq \bar{Ns} \leq 30$ とし、 $\bar{Ns} < 5$ のときは $\bar{Ns}=0$ 、 $\bar{Ns} > 30$ のときは $\bar{Ns}=30$ とする。 \bar{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、 $40 \leq \overline{qu} \leq 200$ 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 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。

L_c :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) $\psi = D \cdot \pi$ (D:基礎ぐい軸径)。

※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:2001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。

表 1-1 \bar{N} の適用範囲

ぐい軸本体			翼部		\bar{N} の適用範囲	
径 D (mm)	厚さ t (mm)	翼部が取り付けられる部分の厚さ t_1 (mm)	径 D_w (mm)	厚さ t_2 (mm)	(1)式適用時 (長期)	(2)式適用時 (短期)
101.6	4.2	4.2	250	12	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$
			300	12	$10 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$
114.3	4.5	4.5	300	12	$10 \leq \bar{N} \leq 30^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$
			350	12	$10 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 15^{*2}$
		6.0	350	12	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 19^{*2}$
139.8	4.5	6.0	350	16	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
			400	16	$10 \leq \bar{N} \leq 35^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$
165.2	5.0	7.1	400	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$
			450	25	$10 \leq \bar{N} \leq 42^{*1}$	$10 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
		9.3	450	30	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$
190.7	5.3	8.2	450	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$
			500	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
216.3	5.8	10.3	500	25	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$
			550	32	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$
		12.7	600	36	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$
267.4	5.8	12.7	600	30, 32	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$
			650	36	$10 \leq \bar{N} \leq 50$	$10 \leq \bar{N} \leq 50$

・ t、 t_1 は上記厚さ以上のものを使用することができる。

・ \bar{N} の上限値は、載荷試験の実績及びぐ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、ぐい先端部に生じる応力が許容応力度以下となる \bar{N} の上限値が載荷試験の実績より規定される $\bar{N}=50$ 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 \bar{N} の上限値が長期荷重時より小さいケースである。

(2) 適用範囲

1) 適用する地盤の種類

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：2001 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。

2) 基礎ぐいの最大施工深さ

ぐい施工地盤面からの最大施工深さは、表 1-2 に示す値とする。

表 1-2 ぐい施工地盤面からの最大施工深さ

ぐい軸径 D (mm)	101.6	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4
最大施工深さ (m)	13.2	14.8	18.1	21.4	24.7	28.1	34.7

3) 適用する建物の規模

延べ面積が 50,000m² 以下の建築物とする。

4) 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。表 1-3 に基礎ぐいの材質を示す。

表 1-3 基礎ぐいの材質

(i) 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
(ii) 翼部	JIS G 3106 (2015) 溶接構造用圧延鋼材 SM490A
(iii) 掘削刃	JIS G 3101 (2015) 一般構造用圧延鋼材 SS400

②基礎ぐいの構造方法

本工法に用いる基礎ぐいは、鋼管(φ 101.6、φ 114.3、φ 139.8、φ 165.2、φ 190.7、φ 216.3、φ 267.4)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°の勾配で取り付けられている。翼は、くい軸にスリットをあげ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。図 1-1 にくいの構成を示す。

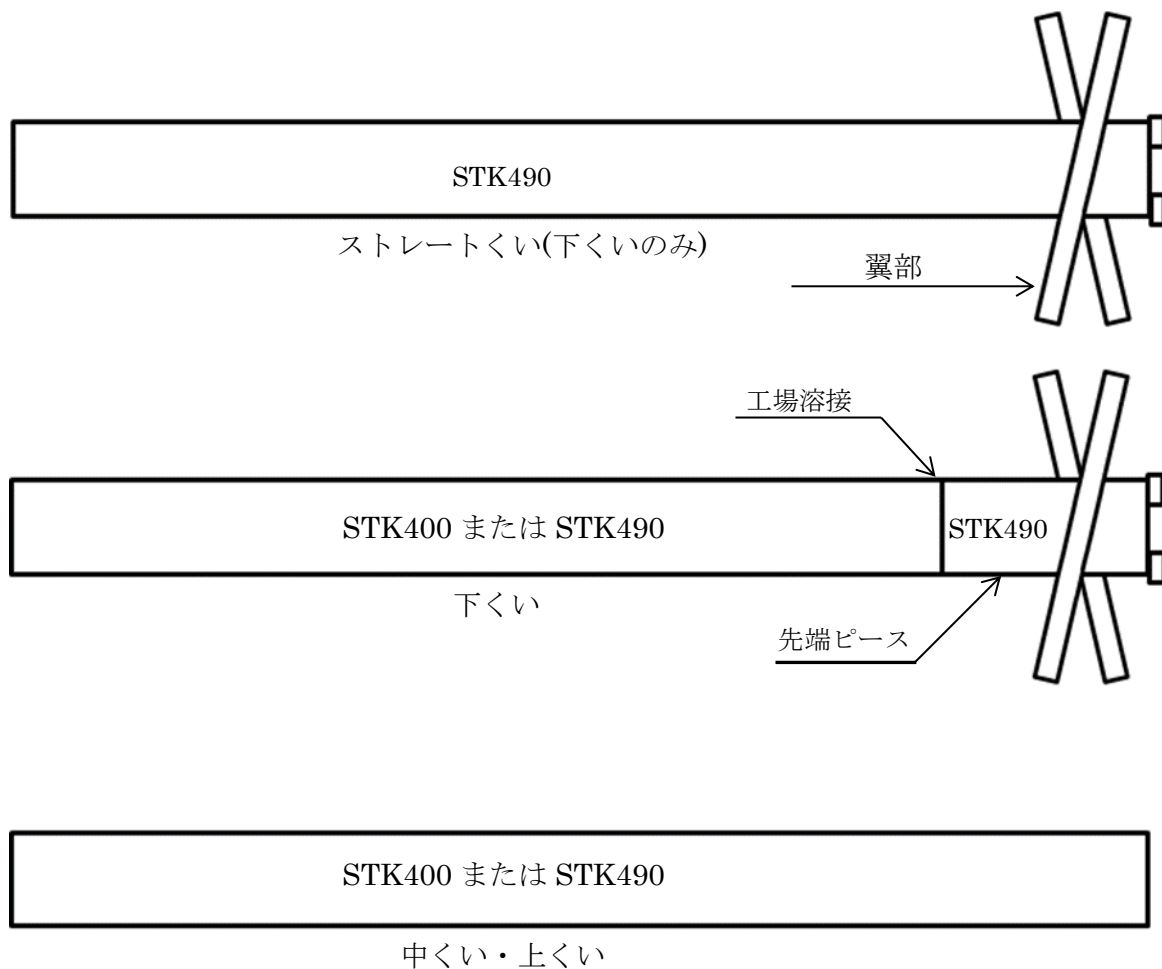
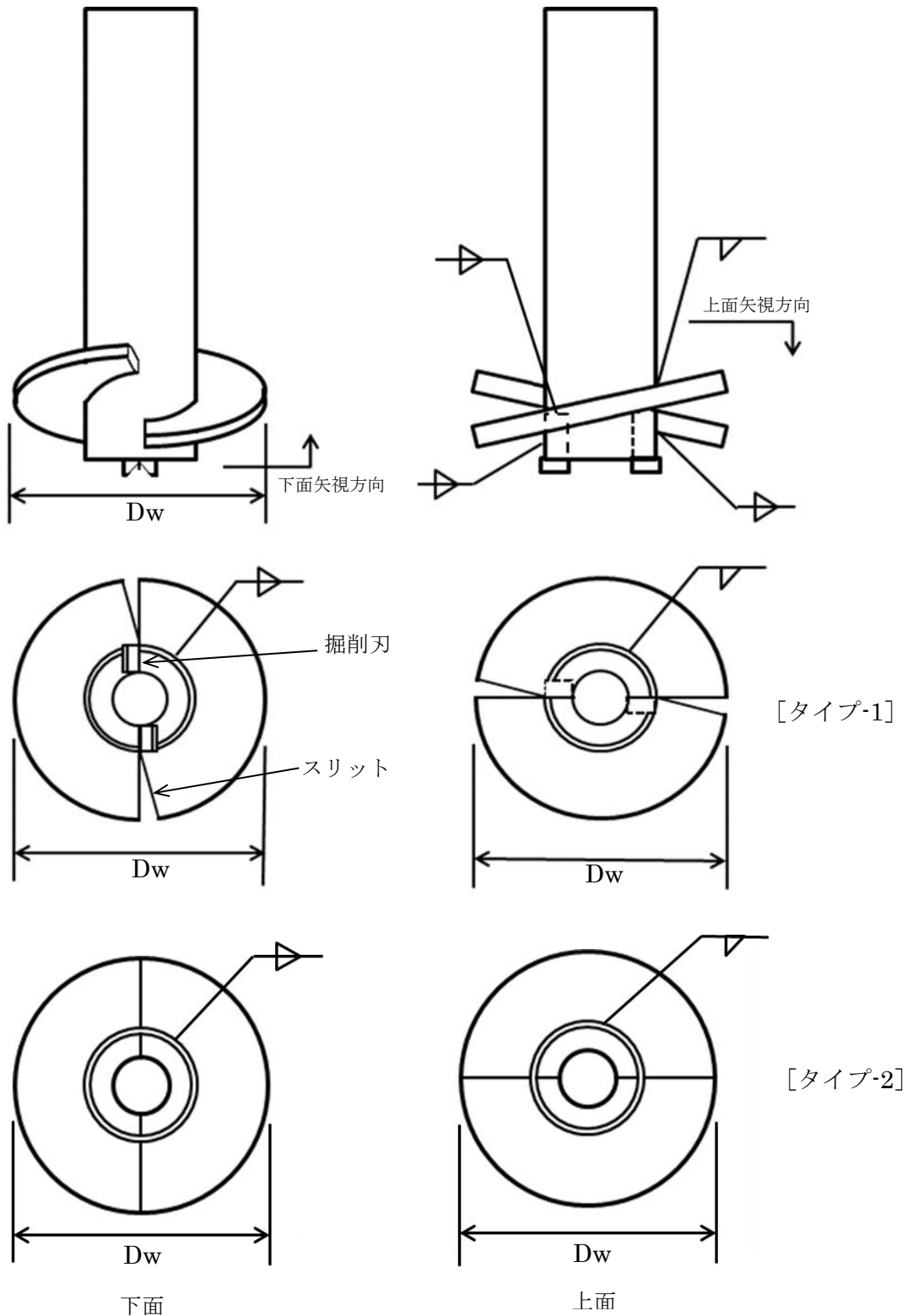


図 1-1 くい先端部の形状

くい先端部の形状を図 1-2 に示す。タイプ-1 は、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。タイプ-2 は、翼部のスリットおよび掘削刃を設けていない。



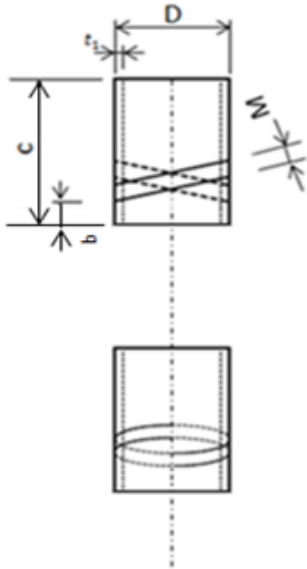
(※タイプ-2 においては、翼部スリットおよび掘削刃はなし)

図 1-2 くい先端部の形状

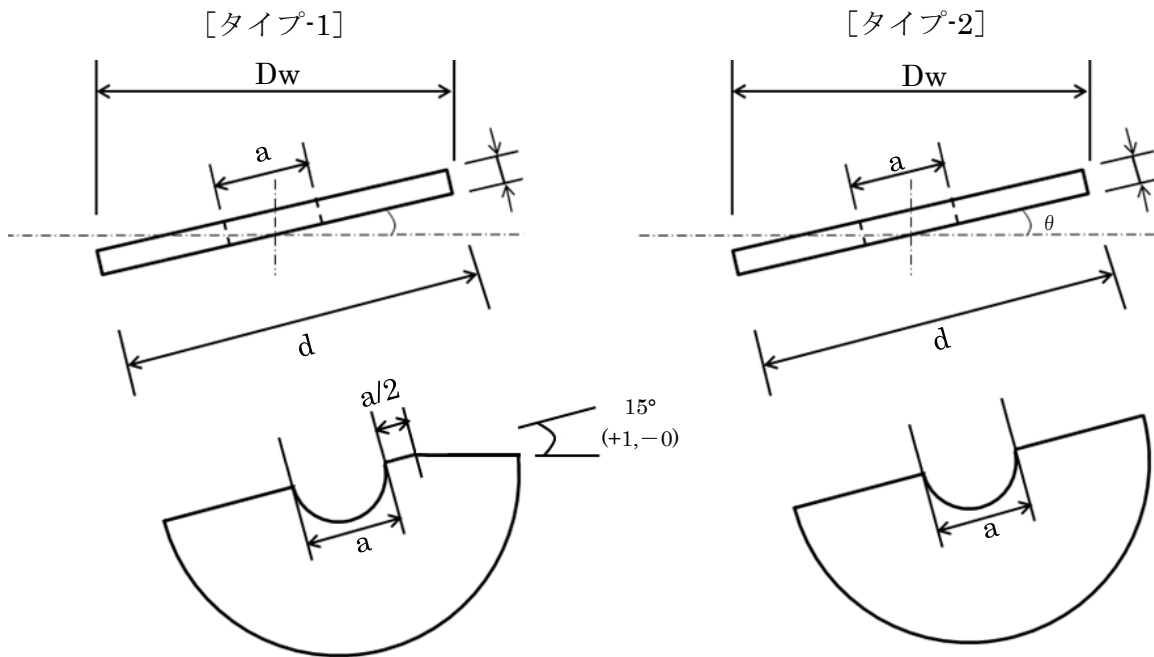
先端ピースの部品を図 1-3(a)、図 1-3(b)に示す

①鋼管部

翼部差し込み用スリット加工

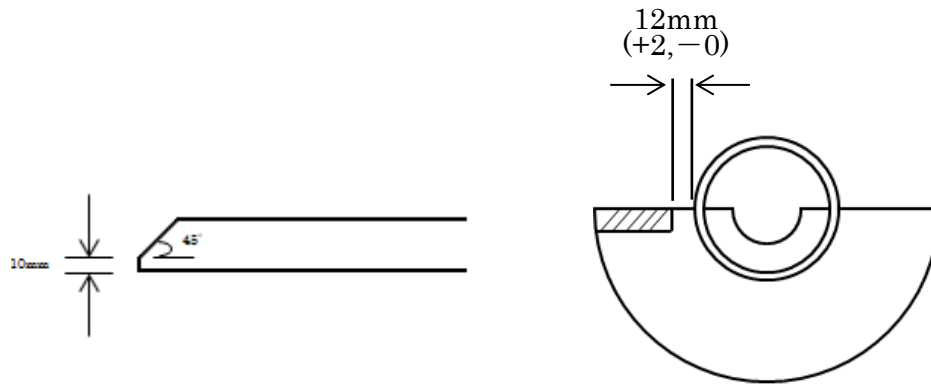


②, ③翼部



※()は公差を表す

図 1-3(a) 先端ピースの部品 (その 1)



※()は公差を表す

※対象地盤の中間層が厚く硬質な時は、翼部厚さが 25mm 以上の時に刃先加工を施す

図 1-3(a) 先端ピースの部品 (その 1)

④掘削刃 (タイプ-1 のみ)

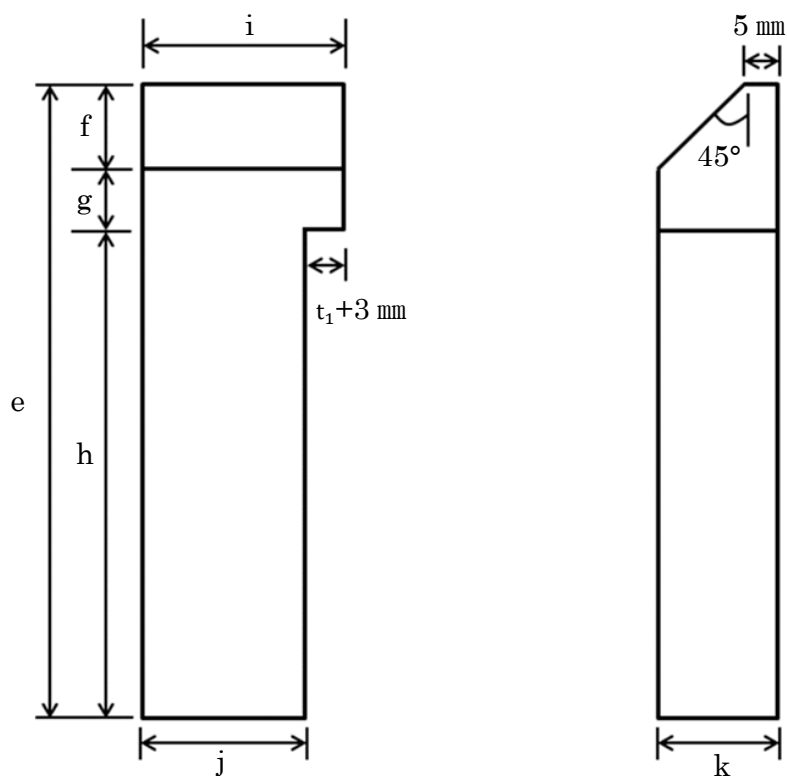
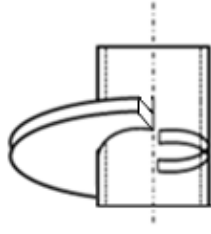
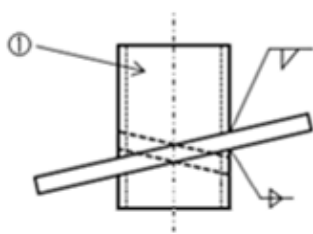


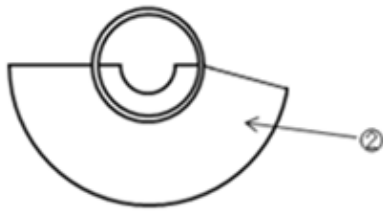
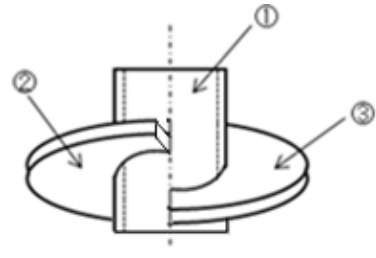
図 1-3(b) 先端ピースの部品 (その 2)

先端ピースの組立図を図 1-4 に示す。

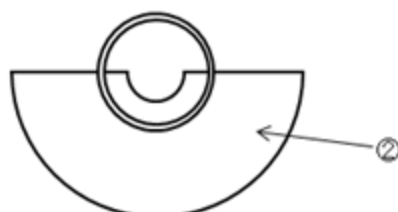
1. 翼部②を鋼管①のスリット部に挿入し、鋼管①と翼部②を溶接取付



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



[タイプ-1]



[タイプ-2]

3. 翼部溶接後、掘削刃④を溶接取付 (タイプ-1のみ)

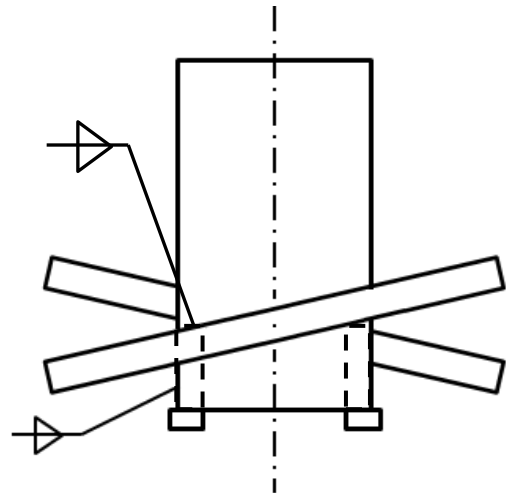
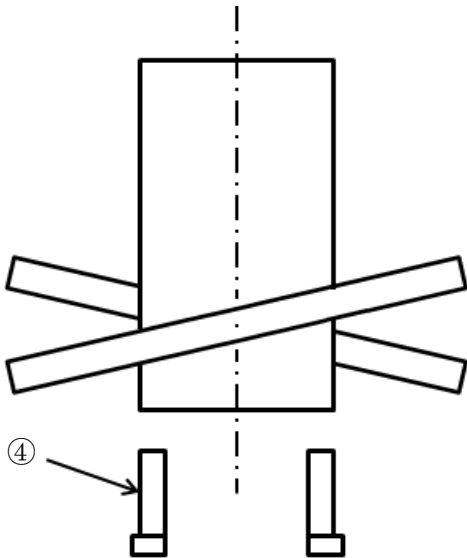


図 1-4 先端ピースの組立図

基礎ぐいの寸法及び公差を表 1-4、公差のうち JIS の公差によるものは表 1-5 に示す。

掘削刃の寸法及び公差を表 1-6 に示す。

表 1-4 基礎ぐいの形状・寸法

D	t ^{※3}	t ₁ ^{※3}	Dw	t ₂	M	a	b		c ^{※1}	d	θ ^{※2}	すみ肉溶接の脚長			
							タイプ-1	タイプ-2							
101.6	4.2	4.2	250 (+15,-0)	12	13 (+2,-0)	51 (+10,-0)	22 (+5,-0)	10 (+5,-0)	300 以上 500 以下 (+20,-0)	260 (+5,-0)	13° (+2,-0)	6 (+2,-0)			
			300 (+15,-0)				28 (+5,-0)			315 (+5,-0)					
114.3	4.5	4.5	300 (+15,-0)	12	13 (+2,-0)	57 (+10,-0)	28 (+5,-0)			315 (+5,-0)	13° (+2,-0)				
			350 (+15,-0)				33 (+5,-0)			365 (+5,-0)					
		6.0	350 (+15,-0)				365 (+5,-0)								
139.8	4.5	6.0	350 (+15,-0)	16	17 (+2,-0)	70 (+10,-0)	30 (+5,-0)			365 (+5,-0)	13° (+2,-0)				
			400 (+15,-0)				35 (+5,-0)			415 (+5,-0)					
165.2	5.0	7.1	400 (+15,-0)	25	26 (+2,-0)	83 (+10,-0)	32 (+5,-0)			20 (+5,-0)	300 以上 500 以下 (+20,-0)		415 (+5,-0)	13° (+2,-0)	7 (+2,-0)
			450 (+15,-0)				38 (+5,-0)						465 (+5,-0)		
		9.3	450 (+15,-0)	30	31 (+2,-0)	465 (+5,-0)	9 (+2,-0)								
190.7	5.3	8.2	450 (+15,-0)	25	26 (+2,-0)	95 (+10,-0)	35 (+5,-0)	20 (+5,-0)	300 以上 500 以下 (+20,-0)	465 (+5,-0)	13° (+2,-0)	8 (+2,-0)			
			500 (+15,-0)				40 (+5,-0)			515 (+5,-0)					
216.3	5.8	10.3	500 (+15,-0)	25	26 (+2,-0)	108 (+10,-0)	37 (+5,-0)	20 (+5,-0)	300 以上 500 以下 (+20,-0)	515 (+5,-0)	13° (+2,-0)	9 (+2,-0)			
			550 (+15,-0)				32			33 (+2,-0)			43 (+5,-0)		
		12.7	600 (+15,-0)	36	37 (+2,-0)	49 (+5,-0)									
267.4	5.8	12.7	600 (+15,-0)	30	31 (+2,-0)	134 (+10,-0)	43 (+5,-0)	20 (+5,-0)	300 以上 500 以下 (+20,-0)	620 (+5,-0)	13° (+2,-0)	9 (+2,-0)			
			650 (+15,-0)	32	33 (+2,-0)		49 (+5,-0)								
		36	37 (+2,-0)	49 (+5,-0)											

()は公差を表す (単位: mm)

※1 ストレートくい(継ぎぐいを採用しない)の場合、c 寸法はくい長とする。

※2 θ の公差の単位のみ、度とする。

※3 t、t₁は上記厚さ以上のものを使用することができる。

表 1-5 公差のうち JIS 公差によるもの

D	t, t ₁	t ₂		
		12mm 以上 16mm 未満	16mm 以上 25mm 未満	25mm 以上 36mm 以下
±1%	+15% -12.5%	±0.55mm	±0.65mm	±0.7mm

表 1-6 掘削刃の寸法

D	Dw	e	f	g	h	i	j	k				
101.6	250 (+15,-0)	71 (+5,-0)	14 (+5,-0)	16 (+5,-0)	41 (+5,-0)	28 (+5,-0)	21 (+5,-0)	19 (+2,-0)				
	300 (+15,-0)	78 (+5,-0)			48 (+5,-0)							
114.3	300 (+15,-0)	79 (+5,-0)			17 (+5,-0)	18 (+5,-0)	49 (+5,-0)		32 (+5,-0)	25 (+5,-0)		
	350 (+15,-0)	85 (+5,-0)					55 (+5,-0)			23 (+5,-0)		
139.8	350 (+15,-0)	87 (+5,-0)					20 (+5,-0)		23 (+5,-0)	57 (+5,-0)	38 (+5,-0)	29 (+5,-0)
	400 (+15,-0)	93 (+5,-0)								63 (+5,-0)		40 (+5,-0)
165.2	400 (+15,-0)	100 (+5,-0)	25 (+5,-0)	25 (+5,-0)				65 (+5,-0)		43 (+5,-0)	33 (+5,-0)	
	450 (+15,-0)	106 (+5,-0)						71 (+5,-0)			31 (+5,-0)	
190.7	450 (+15,-0)	113 (+5,-0)			25 (+5,-0)	25 (+5,-0)		73 (+5,-0)		51 (+5,-0)	40 (+5,-0)	
	500 (+15,-0)	119 (+5,-0)						79 (+5,-0)			44 (+5,-0)	
216.3	500 (+15,-0)	126 (+5,-0)					25 (+5,-0)	25 (+5,-0)	81 (+5,-0)	57 (+5,-0)	44 (+5,-0)	
	550 (+15,-0)	132 (+5,-0)							87 (+5,-0)		41 (+5,-0)	
	600 (+15,-0)	139 (+5,-0)	94 (+5,-0)	54 (+5,-0)								
267.4	600 (+15,-0)	148 (+5,-0)	25 (+5,-0)	25 (+5,-0)					98 (+5,-0)	70 (+5,-0)	54 (+5,-0)	
	650 (+15,-0)	154 (+5,-0)			104 (+5,-0)	54 (+5,-0)						

()は公差を表す (単位: mm)

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} の算定範囲はぐい軸本体下端より下方へ $1Dw$ 、上方へ $1Dw$ の範囲としている。

図 1-5 に基礎ぐいの構造を、図 1-6 に基礎ぐいの先端の有効面積 A_p の扱い方を示す。

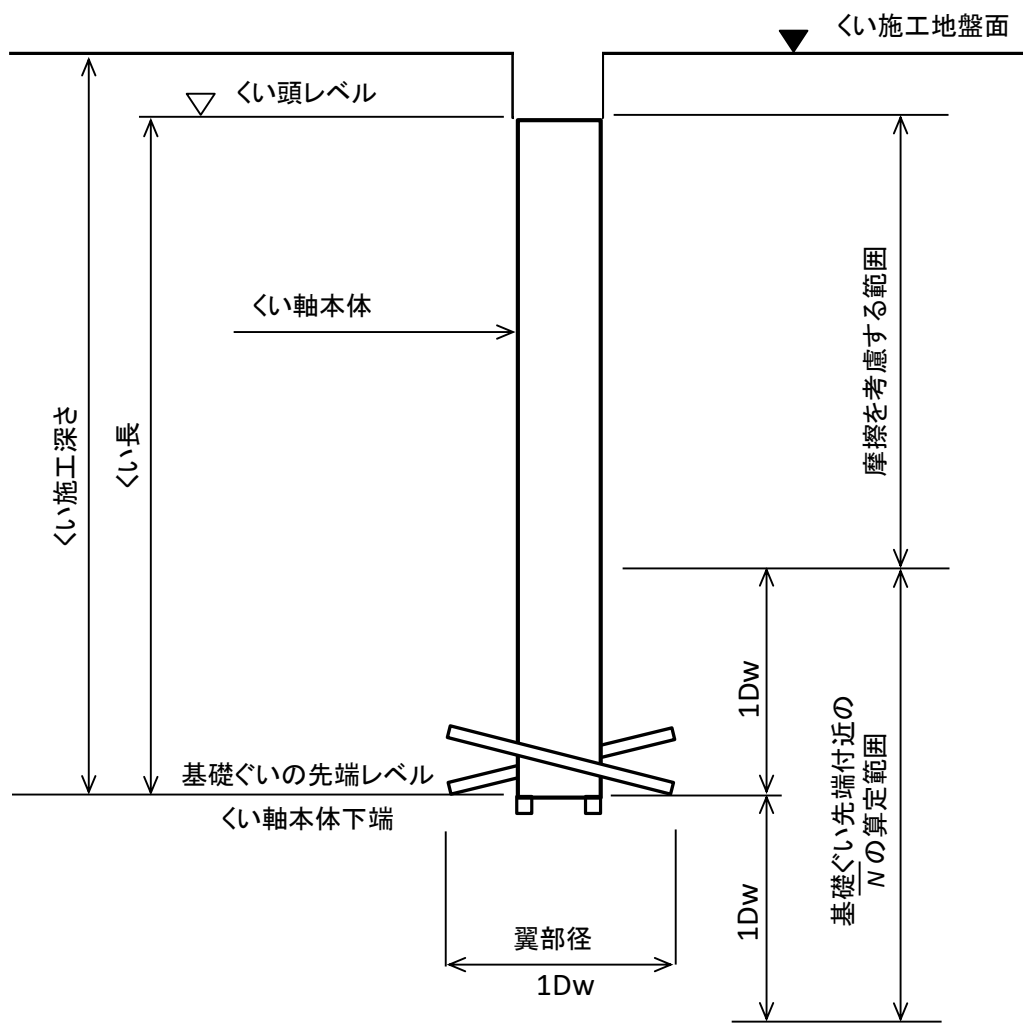
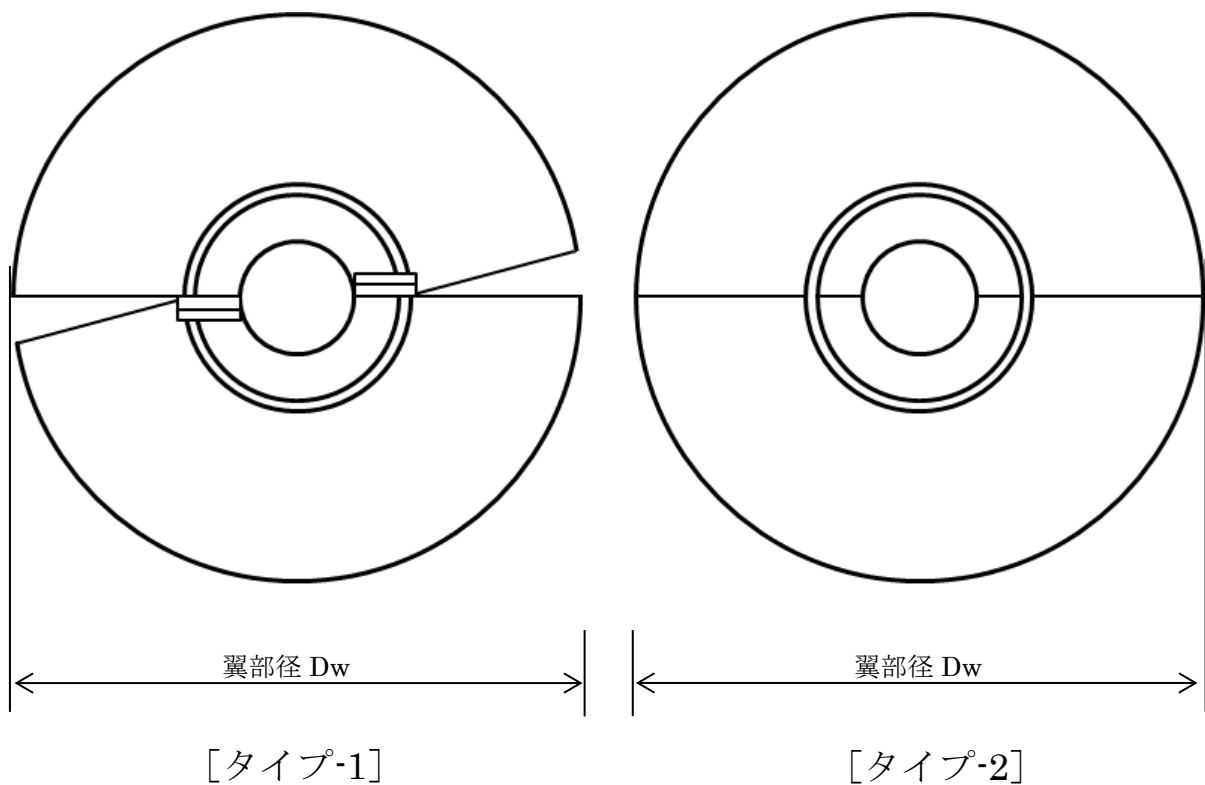


図 1-5 基礎ぐいの構造



$$A_p = D_w^2 \cdot \pi / 4$$

図 1-6 基礎ぐいの先端の有効面積 A_p の扱い方

5) 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。

6) その他

ケンマ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. 工法の概要 (参考資料)

(1) 工法の概要

ケンマ工法は、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幅広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。

ケンマ工法は、シンリョウ工法（TACP-0485、0486、平成27年7月2日）で培った技術・実績をもとに、中間硬質層の貫入性の向上を目指して、先端部に掘削刃等の付加を行って、新工法としたものである。

(2) 施工方法

本工法の施工方法は、次の 5 工程で行う。

① くいの固定

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。

② 回転貫入

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。

③ 継手作業

必要に応じ継手により継ぎ足しを行い、順次回転貫入させる。

④ 貫入完了

設計深度付近において回転トルク値および回転貫入量を確認し、貫入を完了する。

⑤ くい頭処理

切断装置にて所定の位置でくい頭を切断する。

施工方法の概要を図 2-1 に示す。

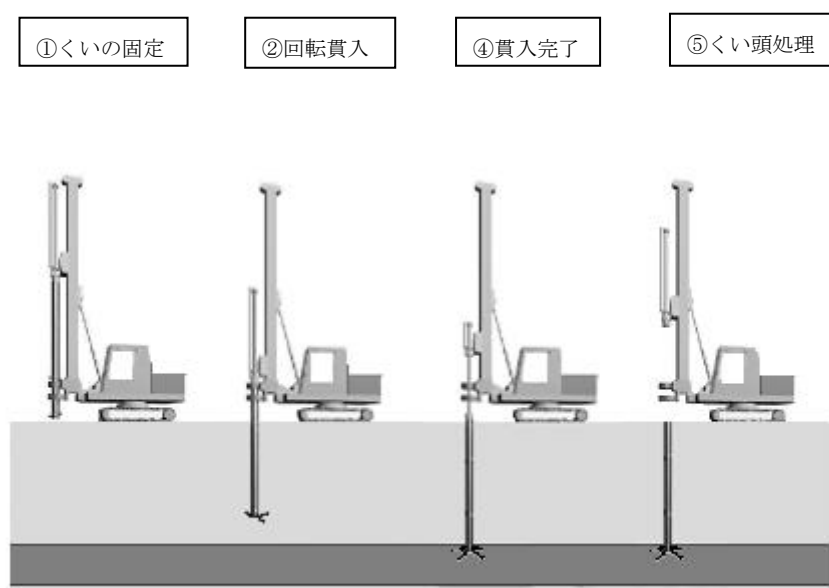


図 2-1 施工方法の概要

(3) 施工における確認事項

本工法における施工上の確認事項を以下の 1)～5)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「ケンマ工法施工指針(平成 29 年 3 月 21 日)」に従うものとする。

1) 地盤調査

くい先端より下方に $5D_w$ (D_w : 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

試験ぐいは、現場において最初に施工するぐいとし、地盤調査位置近傍とする。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 $0.1\sim 0.2\text{m}$ 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 値に応じてトルク値が変化していることを確認する。

② 設計深度における回転トルクの確認

設計深度付近において、回転トルクが図 2-2 に示す軸部径ごとの標準回転トルク以上であることを確認し、このトルク値と標準回転トルクの平均値を管理トルク値とする。また、試験ぐいの回転貫入中に、回転トルク値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、回転トルクが管理トルク値以上であることを確認したのち、さらに $1D_w$ 貫入して打ち止めとする。 $1D_w$ 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、回転トルク値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。

④ その他

回転トルクが標準回転トルク未満であっても、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。

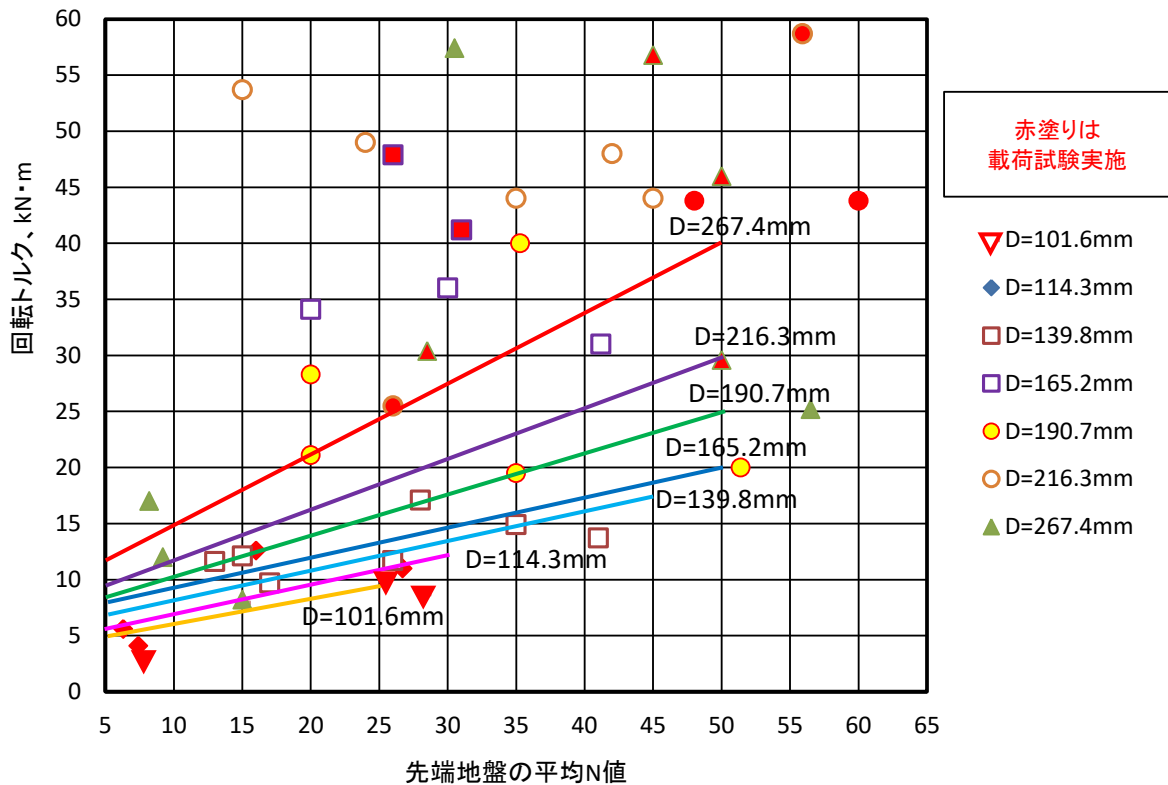


図 2-2 軸部径ごとの標準回転トルク

3) 本ぐいの打ち止め管理方法

① 設計深度付近における管理トルク値の確認

くい先端が設計深度付近に到達時に、回転トルク値が管理トルク値以上であることを確認する。

② 本ぐいの打ち止め

回転トルク値が管理トルク値を満足していることを確認したのち、さらに 1Dw 貫入して打ち止めとする。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、回転トルク値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

設計深度付近で回転トルク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。

本ぐいの施工完了までのフローを図 2-3 に示す。

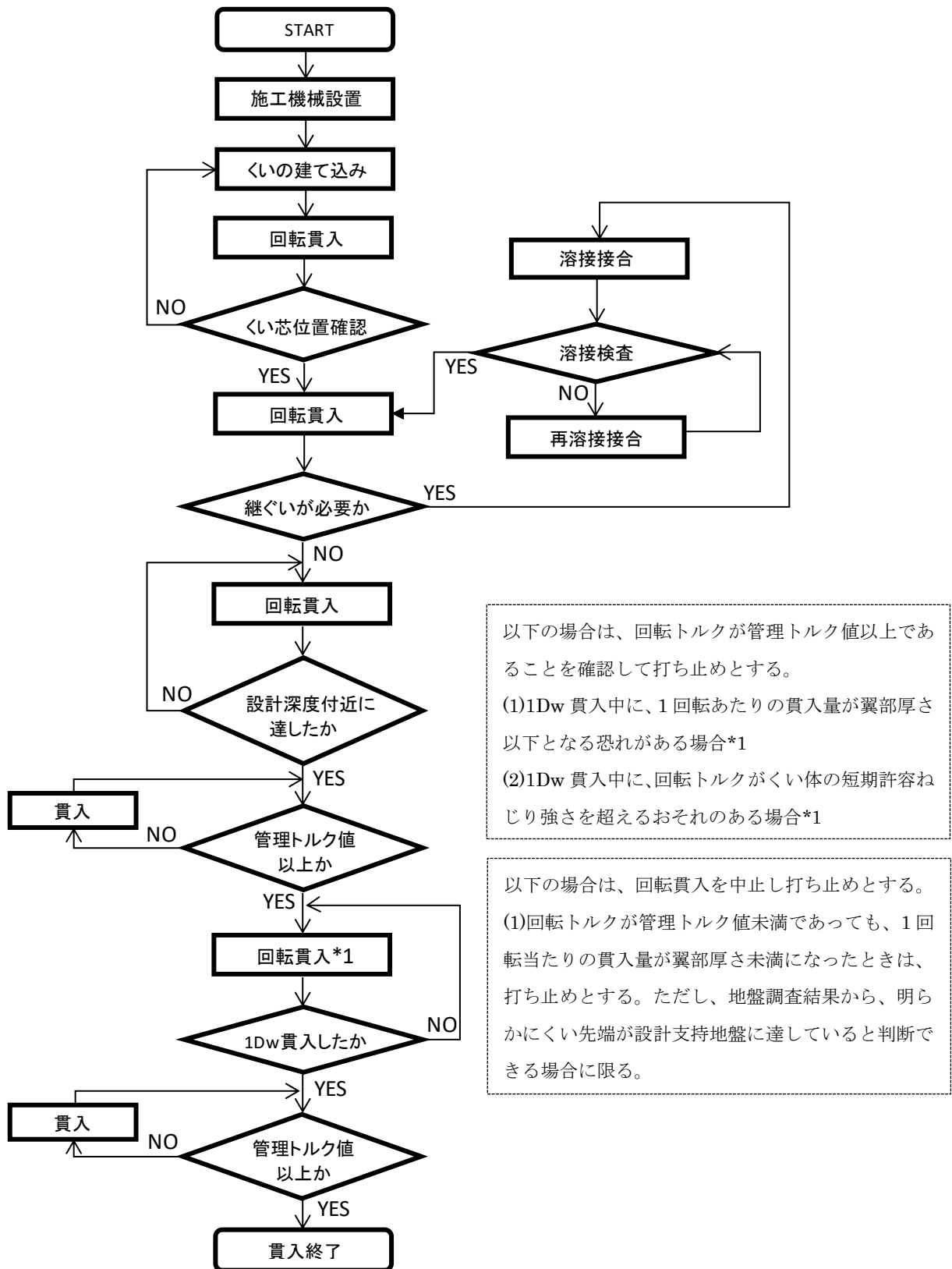


図 2-3 施工フロー

4) くいの鉛直精度

くいの鉛直精度の確認は、くいの鉛直性を水準器等にて直角二方向で行い、くいの傾斜が1/100 以下であることを確保する。

5) 施工記録

くい施工にあたり、各ぐいの施工状況を記録し、施工完了後に施工管理技術者は、施工報告書を作成し、ケンマ工法技術委員会へ提出する。施工記録は全てのくいについて行い、下記の項目について記録する。

施工報告書等は、ケンマ工法技術委員会が10年間保管することとする。

①一般事項

- 1 工事件名
- 2 工事場所
- 3 施工目的
- 4 工事種別
- 5 施工期間

②施工管理体制

③工事内容

- 1 くい諸元
 - ・材質・仕様・設計上の腐食しろ
- 2 施工機械
- 3 施工状況
 - ・施工ぐい位置図・GL設定、くい天端
 - ・くい別施工状況
 - くいNo
 - 設計長
 - 施工長
 - くい芯ずれ
 - 施工管理システム数値表 深度 貫入速度 トルク値
 - 圧入力を記載したもの
 - 最終貫入状況
 - 備考
 - 施工管理チェックシート
- 4 土質柱状図
- 5 工事施工写真集

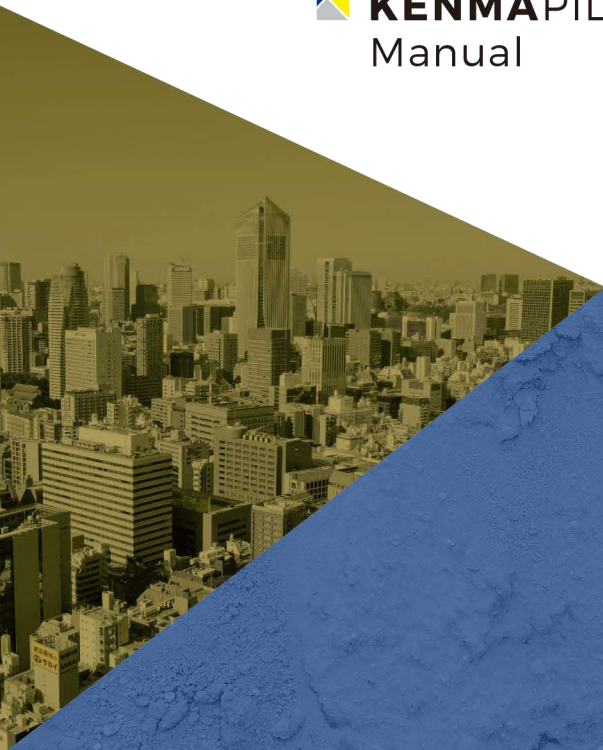
その他必要事項

別添資料

粘土質地盤

粘土質地盤資料2ページ以外の内容は
別添の砂質地盤(礫質地盤を含む)と同様の内容です。

 **KENMAPILE**
Manual



1. 地盤の許容支持力及び適用範囲

(1) 地盤の許容支持力

ケンマ工法により施工される地盤の許容支持力 Ra は、下式で計算する。

(1) 長期に生ずる力に対する地盤の許容支持力(kN)

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

(2) 短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力(kN)

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

ここで、(1)、(2)において、

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^{*}を除く）における
くい先端支持力係数 ($\alpha=150$)

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^{*}を除く）のうち砂質地盤にお
けるくい周面摩擦力係数 ($\beta=1.0$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\beta=0$ 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^{*}を除く）のうち粘土質地盤に
おけるくい周面摩擦力係数 ($\gamma=0.2$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\gamma=0$ とする。)

\bar{N} : 基礎ぐいの先端付近の平均 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、 \bar{N} は表 1-1 に示す範囲とし、 $\bar{N} < 5$ のときは $\bar{N} = 0$ 、 \bar{N} が表 1-1 に示す上限値を超
えるときは上限の値とする。 \bar{N} を求める個々の N 値については、 $N < 5$ のときは $N = 0$ 、 N
 > 60 のときは $N = 60$ 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) $Ap = Dw^2 \cdot \pi/4$

\bar{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、 $5 \leq \bar{Ns} \leq 30$ とし、 $\bar{Ns} < 5$ のときは $\bar{Ns} = 0$ 、 $\bar{Ns} > 30$ のときは $\bar{Ns} = 30$ とする。 \bar{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、 $40 \leq \overline{qu} \leq 200$ 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 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。

L_c :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) $\psi = D \cdot \pi$ (D :基礎ぐい軸径)。

※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：2001 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して判断される土層(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。

表 1-1 \bar{N} の適用範囲

くい軸本体			翼部		\bar{N} の適用範囲	
径 D (mm)	厚さ t (mm)	翼部が取り付けられる部分の 厚さ t_1 (mm)	径 Dw (mm)	厚さ t_2 (mm)	(1)式適用時 (長期)	(2)式適用時 (短期)
101.6	4.2	4.2	250	12	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$
			300	12	$5 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$
114.3	4.5	4.5	300	12	$5 \leq \bar{N} \leq 30^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$
			350	12	$5 \leq \bar{N} \leq 20^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 15^{*2}$
		6.0	350	12	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 19^{*2}$
139.8	4.5	6.0	350	16	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
			400	16	$5 \leq \bar{N} \leq 35^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 25^{*2}$
165.2	5.0	7.1	400	25	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			450	25	$5 \leq \bar{N} \leq 42^{*1}$	$5 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
		9.3	450	30	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
190.7	5.3	8.2	450	25	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			500	25	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 35^{*2}$
216.3	5.8	10.3	500	25	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			550	32	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
		12.7	600	36	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
267.4	5.8	12.7	600	30, 32	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$
			650	36	$5 \leq \bar{N} \leq 50$	$5 \leq \bar{N} \leq 50$

・ t、 t_1 は上記厚さ以上のものを使用することができる。

・ \bar{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 \bar{N} の上限値が載荷試験の実績より規定される $\bar{N}=50$ 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 \bar{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、 \bar{N} の下限値を 10 とする。

(2) 適用範囲

1) 適用する地盤の種類

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：2001 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。

2) 基礎ぐいの最大施工深さ

くい施工地盤面からの最大施工深さは、表 1-2 に示す値とする。

表 1-2 くい施工地盤面からの最大施工深さ

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

3) 適用する建物の規模

延べ面積が 50,000m² 以下の建築物とする。

ケンマ工法

設計指針

施工指針は押し込み方向の大臣認定を取得した時のものである。
引抜き方向で用いる場合の適用範囲は引抜き方向の設計指針に従う。

 **KENMAPILE**
Manual



Ⅱ. 設計指針 目次

1. 工法の概要	1
1.1 工法の特長	1
1.2 施工概要	2
2. 適用範囲	3
2.1 適用地盤	3
2.2 最大施工深さ	3
2.3 地盤に接する最小くい長	3
2.4 適用する建築物の規模	3
3. 使用材料	4
3.1 基礎ぐいに使用する材料	4
3.2 基礎ぐいの構造方法	5
3.3 基礎ぐい先端部の形状・寸法	6
3.3.1 くい先端部の形状	6
3.3.2 翼材・掘削刃の形状・寸法	8
4. 設計指針	12
4.1 地盤で決まる引抜き方向の許容支持力	12
4.2 くい引抜き時の先端上部地盤の耐力	15
4.2.1 根入れした支持層のせん断力 $F_{\tau 1}$	16
4.2.2 支持層上端より上の土層のせん断力 $F_{\tau 2}$	16
4.2.3 破壊想定面内の土の全重量 W	16
4.3 設計引抜き力	17
4.4 くい体の引抜き耐力	18
5. 引抜き支持力考慮時に施工上配慮すべき事項	19

Ⅱ. 設計指針

1. 工法の概要

1.1 工法の特長

ケンマ工法(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-0520,0521)を取得している回転貫入くい工法であり、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。くい径は165.2～267.4mmを適用範囲としていること、先端地盤種別のうち軟岩系岩盤(泥岩)に区分される地盤を除外していること、先端部の仕様のうちタイプⅠのみを使用す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。

本工法は中～小規模建築物基礎を対象とした鋼管く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。

1.2 施工概要

本工法の施工方法は、次の5工程で行う。

① くいの固定

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。

② 回転貫入

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。

③ 継手作業

必要に応じ継手により継ぎ足しを行い、順次回転貫入させる。

④ 貫入完了

設計深度付近において回転トルク値および回転貫入量を確認し、貫入を完了する。

⑤ くい頭処理

切断装置にて所定の位置でくい頭を切断する。

施工方法の概要を図 1-1 に示す。

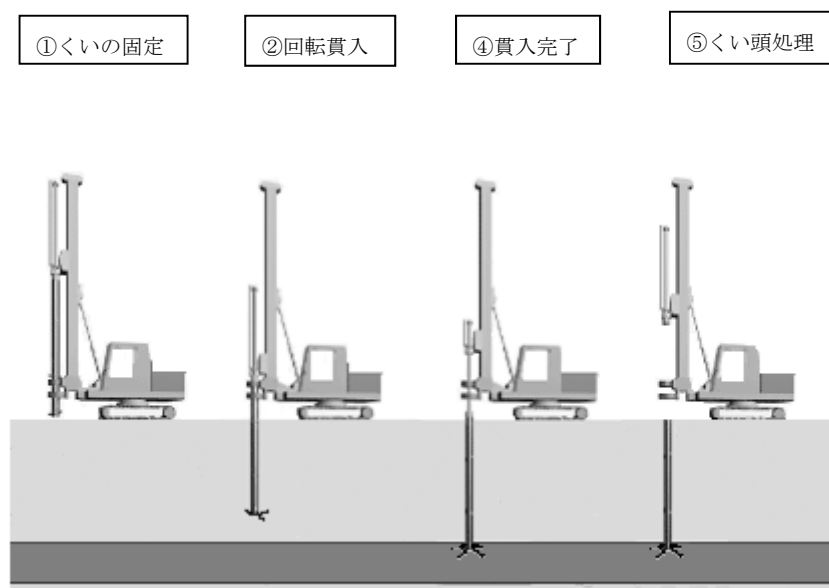


図 1-1 施工方法の概要

2. 適用範囲

2.1 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：2001 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。

2.2 最大施工深さ

くい施工地盤面からの最大施工深さは、表 2-1 に示す値とする。

表 2-1 くい施工地盤面からの最大施工深さ

くい軸径 D (mm)	165.2	190.7	216.3	267.4
最大施工深さ (m)	21.4	24.7	28.1	34.7

2.3 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 $7D_w$ 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。

2.4 適用する建築物の規模

延べ面積が $50,000\text{m}^2$ 以下の建築物とする。

3. 使用材料

3.1 基礎ぐいに使用する材料

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。表 3-1 に基礎ぐいの材質を示す。

表 3-1 基礎ぐいの材質

(i) 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
(ii) 翼部	JIS G 3106 (2015) 溶接構造用圧延鋼材 SM490A
(iii) 掘削刃	JIS G 3101 (2015) 一般構造用圧延鋼材 SS400

3.2 基礎ぐいの構造方法

本工法に用いる基礎ぐいは、鋼管(φ165.2、φ190.7、φ216.3、φ267.4)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°の勾配で取り付けられている。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。図3-1にくいの構成を示す。

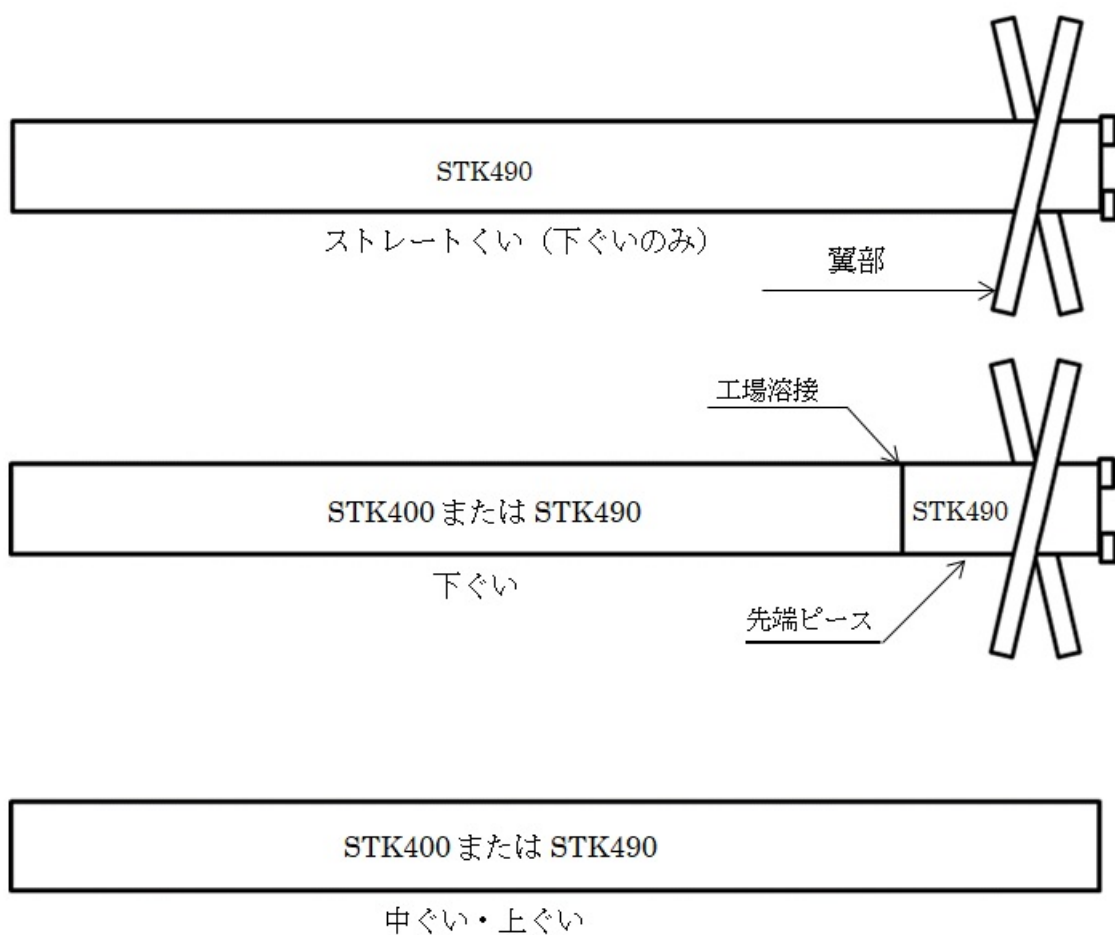


図 3-1 基礎ぐいの構成

3.3 基礎ぐい先端部の形状・寸法

3.3.1 くい先端部の形状

図 3-2 にくい先端部の形状を、表 3-2 に寸法を示す。

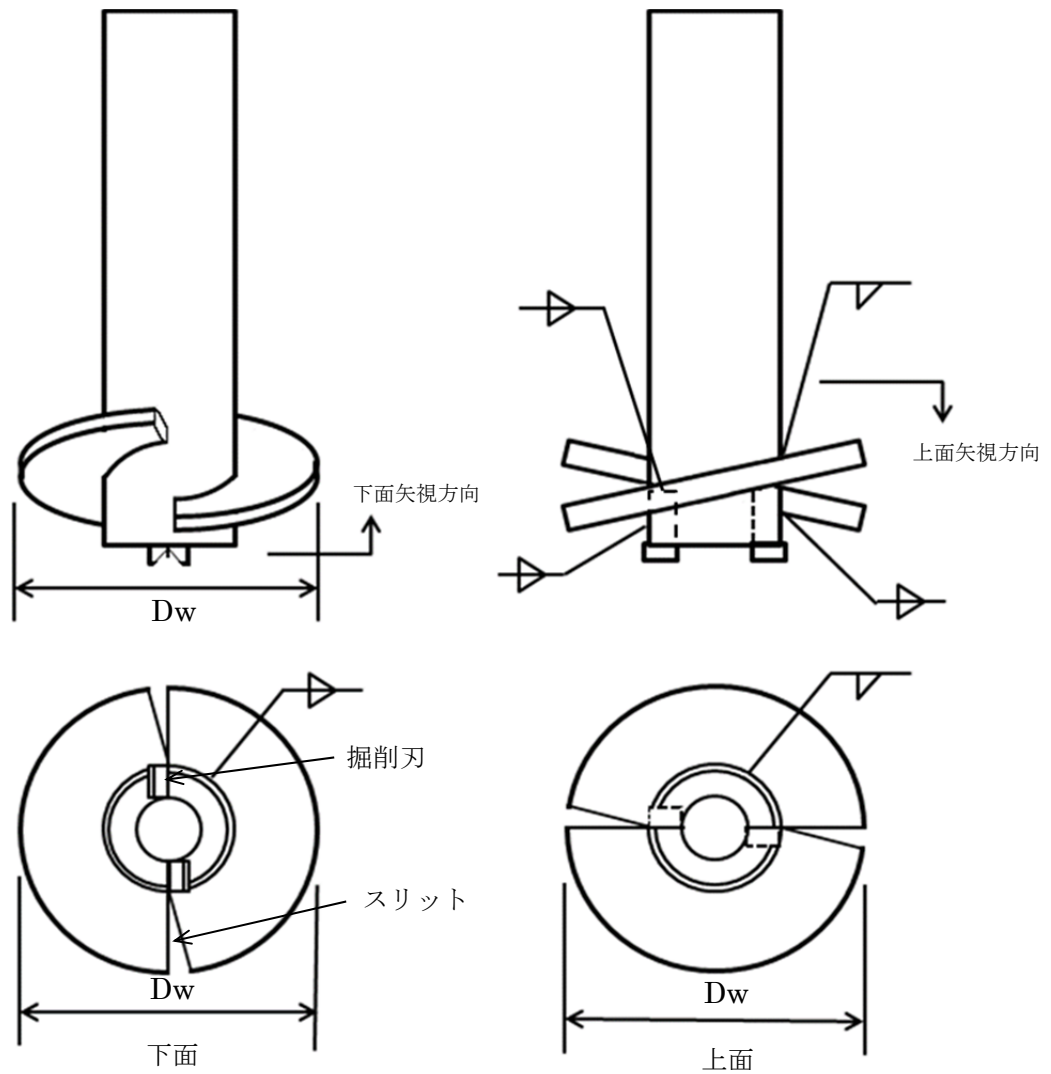


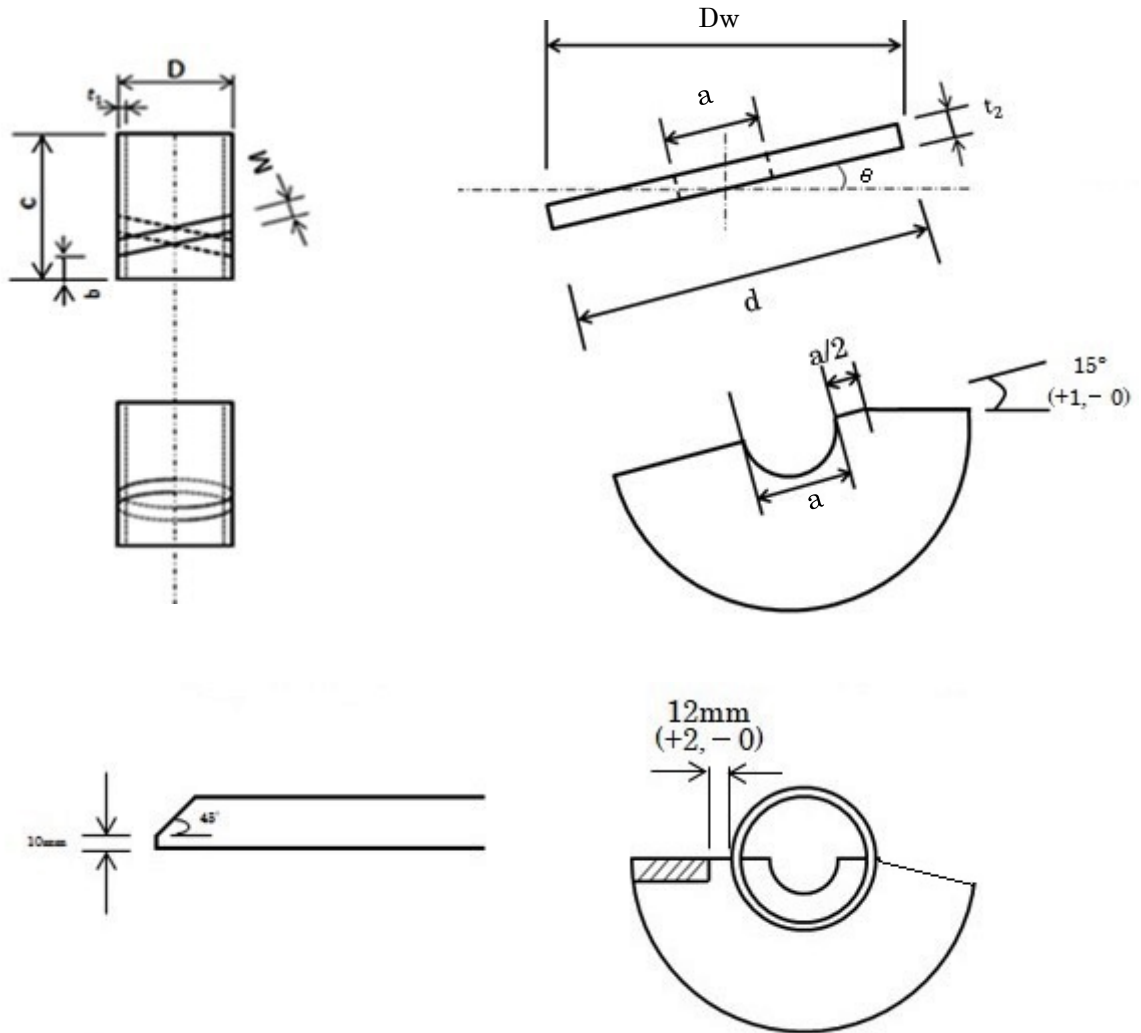
図 3-2 くい先端部の形状

表 3-2 くい先端部の寸法

D	t	t ₁	D _w	t ₂
165.2	5.0	7.1	400	25
			450	25
		9.3	450	30
190.7	5.3	8.2	450	25
			500	25
216.3	5.8	10.3	500	25
			550	32
		12.7	600	36
267.4	5.8	12.7	600	30、32
			650	36

3.3.2 翼材・掘削刃の形状・寸法

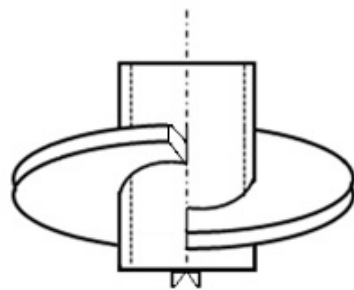
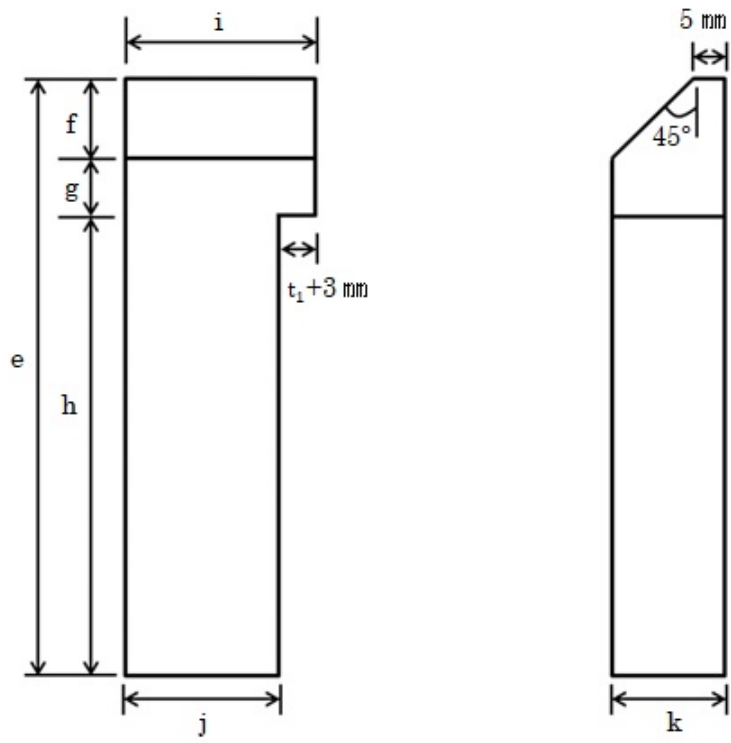
くい先端部を構成する部材の形状を図 3-3 と 3-4 に、くい先端翼部の諸元を表 3-3 に、掘削刃の諸元を表 3-4 に示す。



※ ()は公差を表す

※対象地盤の中間層が厚く硬質な時は、翼部厚さが 25mm 以上の時に刃先加工を施す

図 3-3 先端を構成する部材の形状



[タイプ-1]

図 3-4 掘削刃の形状と先端部への取り付け図

表 3-3 翼材の寸法と取付寸法

D ^{※3}	t ^{※3}	t ₁ ^{※3}	Dw	t ₂ ^{※3}	M	a	b	c ^{※1}	d	θ ^{※2}	すみ肉 溶接の 脚長		
165.2	5.0	7.1	400 (+15,-0)	25	26 (+2,-0)	83 (+10,-0)	32 (+5,-0)	300 以上 500 以下 (+20,-0)	415 (+5,-0)	13° (+2,-0)	7 (+2,-0)		
			450 (+15,-0)				38 (+5,-0)		465 (+5,-0)				
		9.3	450 (+15,-0)	30	31 (+2,-0)		465 (+5,-0)		9 (+2,-0)				
190.7	5.3	8.2	450 (+15,-0)	25	26 (+2,-0)	95 (+10,-0)	35 (+5,-0)		300 以上 500 以下 (+20,-0)	465 (+5,-0)	13° (+2,-0)	8 (+2,-0)	
			500 (+15,-0)				40 (+5,-0)			515 (+5,-0)			
216.3	5.8	10.3	500 (+15,-0)	25	26 (+2,-0)	108 (+10,-0)	37 (+5,-0)			300 以上 500 以下 (+20,-0)	515 (+5,-0)	13° (+2,-0)	9 (+2,-0)
			550 (+15,-0)	32	33 (+2,-0)		43 (+5,-0)	565 (+5,-0)					
		12.7	600 (+15,-0)	36	37 (+2,-0)		49 (+5,-0)	620 (+5,-0)					
267.4	5.8	12.7	600 (+15,-0)	30	31 (+2,-0)	134 (+10,-0)	43 (+5,-0)	300 以上 500 以下 (+20,-0)	620 (+5,-0)		13° (+2,-0)	9 (+2,-0)	
			650 (+15,-0)	32	33 (+2,-0)		49 (+5,-0)		670 (+5,-0)				
			36	37 (+2,-0)									

()は公差を表す (単位 : mm)

※1 ストレートくい(継ぎぐいを採用しない)の場合、c 寸法はくい長とする。

※2 θ の公差の単位のみ、度とする。

※3 D, t, t₁, t₂の公差は JIS 公差による。

表 3-4 掘削刃の寸法

D	Dw	e	f	g	h	i	j	k
165.2	400 (+15,-0)	100 (+5,-0)	17 (+5,-0)	18 (+5,-0)	65 (+5,-0)	43 (+5,-0)	33 (+5,-0)	22 (+2,-0)
	450 (+15,-0)	106 (+5,-0)			71 (+5,-0)		31 (+5,-0)	
190.7	450 (+15,-0)	113 (+5,-0)		23 (+5,-0)	73 (+5,-0)	51 (+5,-0)	40 (+5,-0)	
	500 (+15,-0)	119 (+5,-0)			79 (+5,-0)			
216.3	500 (+15,-0)	126 (+5,-0)	25 (+5,-0)	20 (+5,-0)	81 (+5,-0)	57 (+5,-0)	44 (+5,-0)	25 (+2,-0)
	550 (+15,-0)	132 (+5,-0)			87 (+5,-0)		41 (+5,-0)	
	600 (+15,-0)	139 (+5,-0)			94 (+5,-0)			
267.4	600 (+15,-0)	148 (+5,-0)		25 (+5,-0)	98 (+5,-0)	70 (+5,-0)	54 (+5,-0)	
	650 (+15,-0)	154 (+5,-0)			104 (+5,-0)			

()は公差を表す (単位 : mm)

4. 設計指針

4.1 地盤で決まる引抜き方向の許容支持力

ケンマ工法により施工される引抜き方向の地盤の許容支持力 tRa (kN)は、下式で計算する。

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

ここで、式(4-1)において、

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($\kappa=65$)

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($\lambda=1.0$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\lambda=0$ 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($\mu=0.2$ 。ただし、プレボーリングを行った場合は、 $\mu=0$ 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} は表 4-1 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 $N=0$ 、 $N > 62$ のときは $N=62$ とする。
また、粘土質地盤においては、 $N < 3$ のときは $N=0$ 、 $N > 70$ のときは $N=70$ とする。

Dw : 基礎ぐい翼部径 (m)

Apt : 翼部の有効面積 (m²) $Apt = \pi (Dw^2 - D^2) / 4$ (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、 $5 \leq \overline{Ns} \leq 30$ 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 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、 $40 \leq \overline{qu} \leq 200$ 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 qu 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) $\psi = \pi D$

※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：2001 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。

表 4-1 $\bar{N}t$ の適用範囲

ぐい軸本体			翼部		$\bar{N}t$ の適用範囲	
径 D (mm)	厚さ t (mm)	翼部が取り付けられる部分の厚さ t_1 (mm)	径 D_w (mm)	厚さ t_2 (mm)	砂質(礫質を含む)地盤	粘土質地盤
165.2	5.0	7.1	400	25	$10 \leq \bar{N}t \leq 50$	$5 \leq \bar{N}t \leq 50$
			450	25		
9.3	450	30				
190.7	5.3	8.2	450	25		
			500	25		
216.3	5.8	10.3	500	25		
			550	32		
			12.7	600		
267.4	5.8	12.7	600	30, 32		
			650	36		

・t、 t_1 は上記厚さ以上のものを使用することができる。

基礎ぐい先端付近の \overline{Nt} の算定範囲はぐい軸本体下端より上方へ $3Dw$ の範囲としている。
 図 4-1 に基礎ぐいの構造と先端の有効面積 A_{pt} の扱い方を示す。

ぐ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。

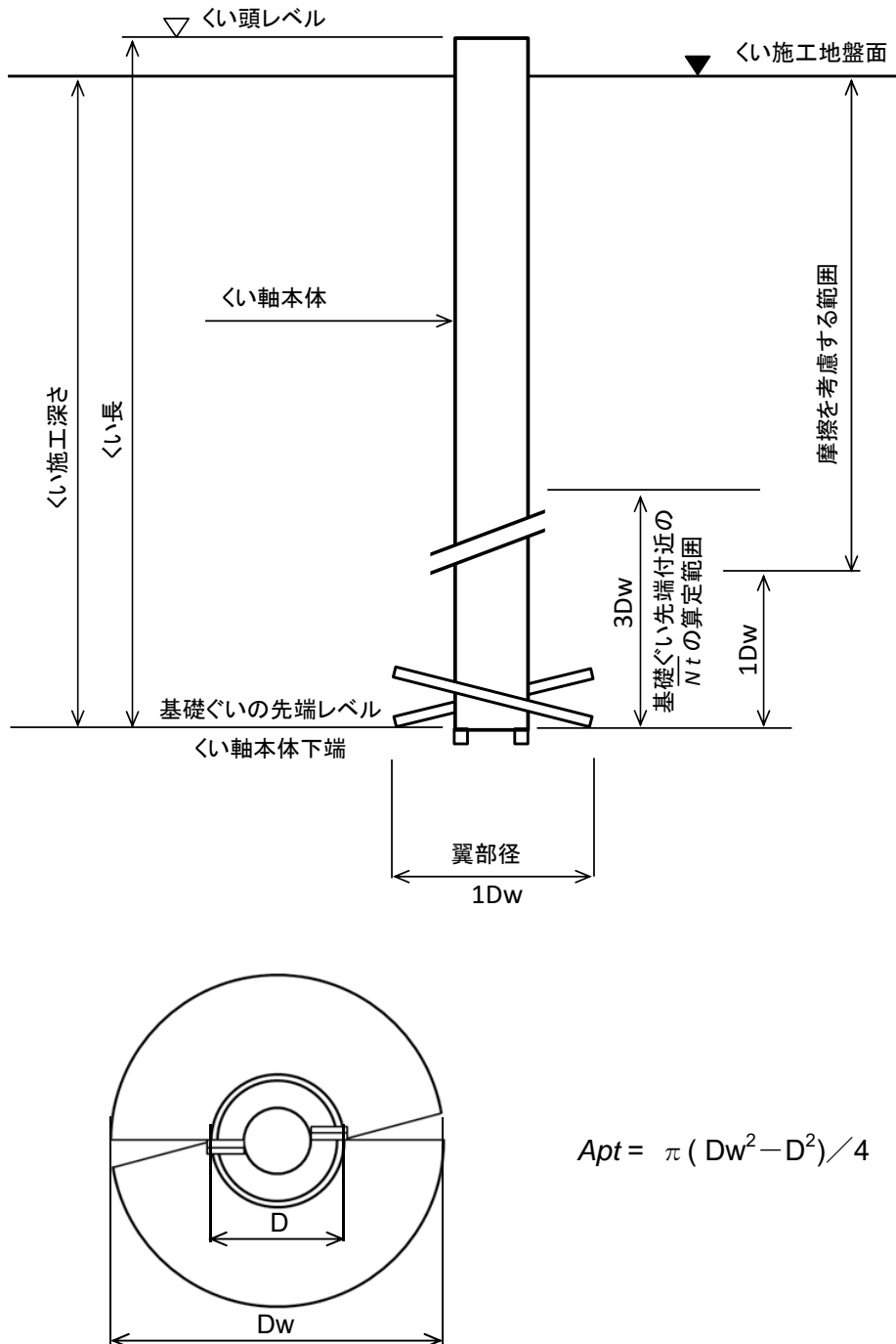


図 4-1 基礎ぐいの構造

4.2 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、くいの引抜き载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。

図 4-2 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 $F_{\tau 1}$ 、支持層上端より上の土層のせん断力 $F_{\tau 2}$ および図 4-2 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))。

$$F = F_{\tau 1} + F_{\tau 2} + W \dots\dots\dots (4-2)$$

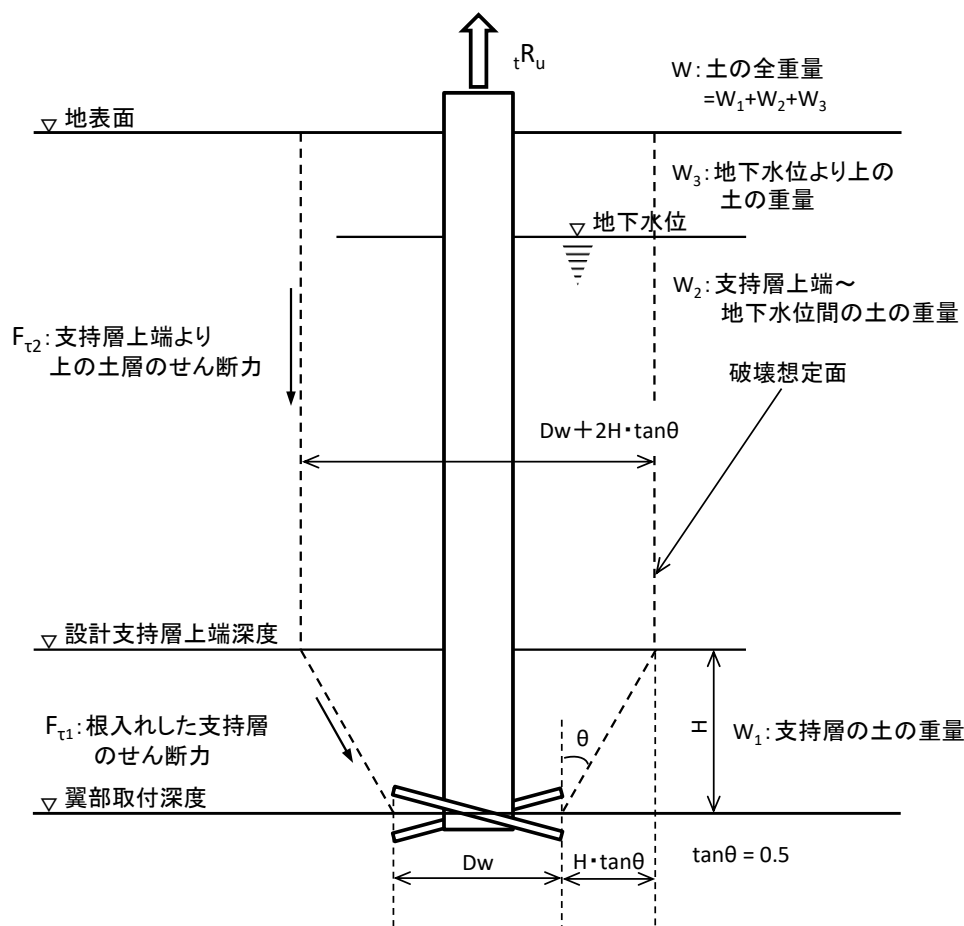


図 4-2 地盤の抵抗機構の仮定

4.2.1 根入れした支持層のせん断力 $F_{\tau 1}$

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、

$$\tau_1 = (1 - \sin \phi) \times \sigma' \times \tan \phi \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots (4-3)$$

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。

$$\phi = \sqrt{20N} + 15^\circ \quad \dots\dots\dots (4-4)$$

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、

$$\tau_1 = N \times 6.25 \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots (4-5)$$

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 $F_{\tau 1}$ は、式(4-6)で計算する。

$$F_{\tau 1} = \tau_1 \times S_1 \quad \dots\dots\dots (4-6)$$

ここに、 S_1 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、洪積粘土以外の場合は、 $\theta = 0$ 度とし、翼部径の周面積とする。

4.2.2 支持層上端より上の土層のせん断力 $F_{\tau 2}$

支持層上端より上の土層のせん断強さ τ_2 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 $F_{\tau 2}$ 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。

$$F_{\tau 2} = \Sigma(\tau_2 \times S_2) \quad \dots\dots\dots (4-7)$$

ここで、 S_2 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、洪積粘土以外の場合は、 $\theta = 0$ 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 τ_2 は 0 とする。液状化が生じるか否かは設計者が判断する。

4.2.3 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 γt は、砂質地盤・礫質地盤のときは $\gamma t = 17\text{kN/m}^3$ 、粘性土地盤のときは $\gamma t = 15\text{kN/m}^3$ とし、地下水位以下ではそれぞれ $\gamma t' = 7\text{kN/m}^3$ 、 $\gamma t' = 5\text{kN/m}^3$ とする。なお、有効土被り圧の算定時についても、この γt または $\gamma t'$ を用いるものとする。

支持層の土の重量 W_1 は、式(4-8)で計算する。

$$W_1 = \gamma t' \times V_1 \quad \dots\dots\dots (4-8)$$

ここで、 V_1 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、洪積粘土以外の場合は、 $\theta = 0$ 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 W_2 (地下水以下)、 W_3 (地下水以上)は式(4-9)、(4-10)で計算する。

$$W_2 = \Sigma(\gamma t' \times V_2) \dots\dots\dots (4-9)$$

$$W_3 = \Sigma(\gamma t \times V_3) \dots\dots\dots (4-10)$$

ここで、 V_2 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、洪積粘土以外の場合は、 $\theta=0$ 度とし、翼部径を直径とする円柱の体積とする。

同様に、 V_3 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。

$$W = W_1 + W_2 + W_3 \dots\dots\dots (4-11)$$

4.3 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。

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

$$\text{設計引抜き力} = \min(tRa, F) \quad (\text{kN}) \dots\dots\dots (4-12)$$

4.4 くい体の引抜き耐力

くい体の引抜き耐力に関する検討の詳細は、「I. 説明資料」に記載している。
表 4-2 に、くい体の引抜き耐力を示す。

表 4-2 くい体の引抜き耐力(先端部)

くい径 D (mm)	軸部 厚さ t ₁ (mm)	翼部径 D _w (mm)	翼部厚さ t ₂ (mm)	上限 N 値	地盤できまる 短期引抜き力 (kN)	先端部の引抜き耐力 (kN)
165.2	7.1	400	25	50	226	471
	7.1	450	25	50	298	442
	9.3	450	30	50	298	806
190.7	8.2	450	25	50	283	594
	8.2	500	25	50	364	585
216.3	10.3	500	25	50	346	756
	10.3	550	32	50	435	914
	12.7	600	36	50	533	1113
267.4	12.7	600	30*	50	491	1217
	12.7	650	36	50	597	1251

* 厚さは、構造上安全側と考えられる t₂=32mm を加えた 2 タイプとする

5. 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、平成 29 年 7 月 25 日に大臣認定を取得したケンマ工法 (TACP-0520, 0521) 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

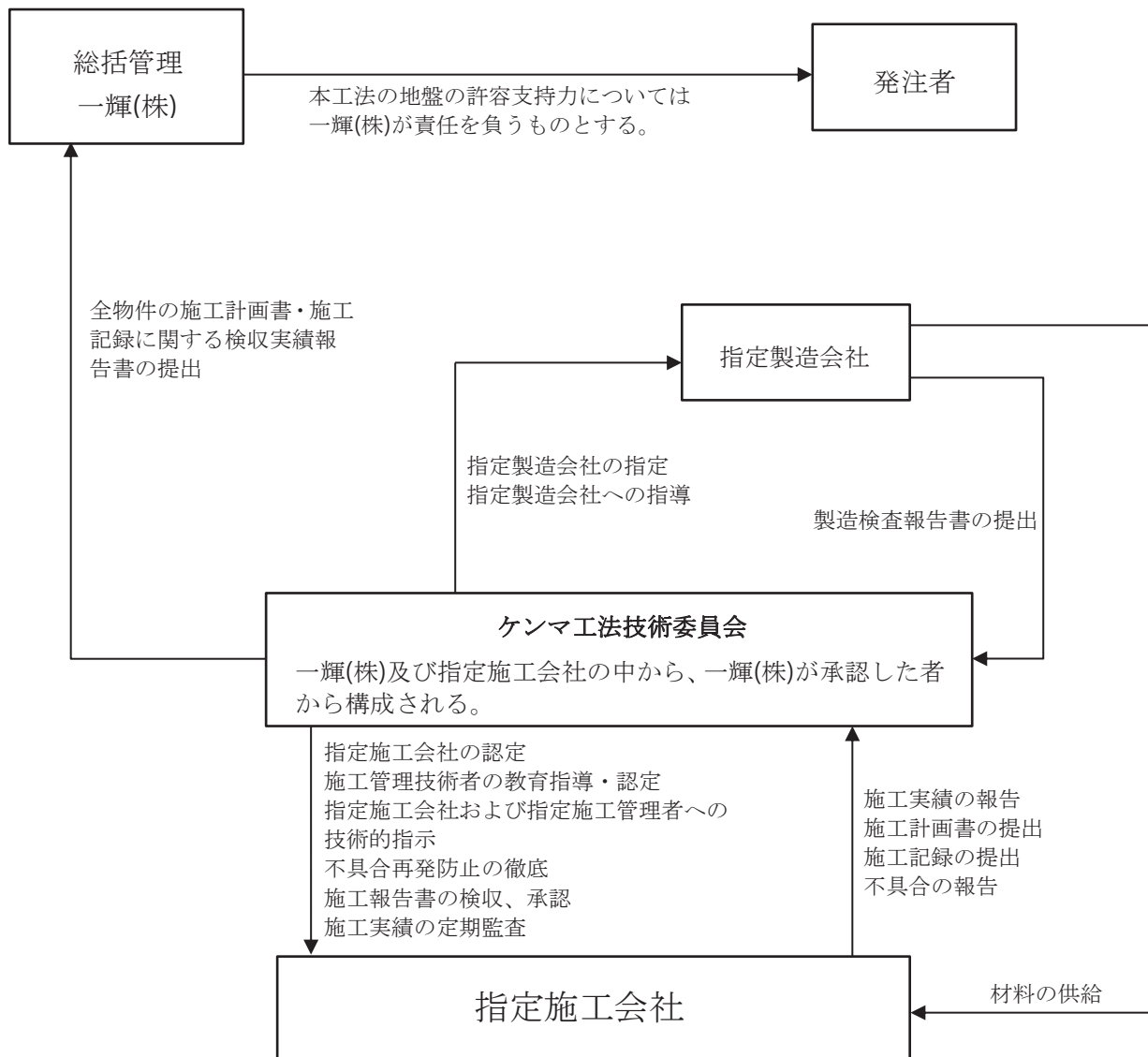
- ・継手の溶接施工は、十分な品質管理のもとに行う。

施工管理組織

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。

※教育・指導⇒ケンマ工法の設計及び施工技術の指導および研修会を行う。

施工管理体制



※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。

多くの経験から学び、
最終たどり着いた杭。

それが…



KENMAPILE

 **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

T E L 052-725-3085

F A X 052-722-2069

M A I L info@ikki218.com