

1. 地盤の許容支持力及び適用範囲

(1) 地盤の許容支持力式

本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並びに短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力

1) 長期に生ずる力に対する地盤の許容支持力

$$Ra = \frac{1}{3} \left\{ \alpha \overline{N} A_p + \left(\beta \overline{N}_s L_s + \gamma \overline{q_u} L_c \right) \psi \right\} \quad (\text{kN}) \quad \cdots \cdots (i)$$

2) 短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力

$$Ra = \frac{2}{3} \left\{ \alpha \overline{N} A_p + \left(\beta \overline{N}_s L_s + \gamma \overline{q_u} L_c \right) \psi \right\} \quad (\text{kN}) \quad \cdots \cdots (ii)$$

ここで、(i),(ii)式において、

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）における先端ぐい先端支持力係数（ $\alpha=316$ ）

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、砂質地盤におけるぐい周面摩擦力係数

（ぐい周固定液を用いない場合 $\beta=1.8$ ）

（ぐい周固定液を用いる場合 $\beta=4.2$ ）

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ぐい周面摩擦力係数

（ぐい周固定液を用いない場合 $\gamma=0.33$ ）

（ぐい周固定液を用いる場合 $\gamma=0.51$ ）

※：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発生の可能性の判定に用いる指標値（ F_l 値）により、液状化発生の可能性があるとして判定される土層（ F_l 値が 1 以下となる場合）及びその上方にある土層を言う。

$\overline{N}$: 基礎ぐいの先端付近（ぐい先端位置より上方に $1 D_p$ 、下方に $2 D_p$ （ D_p : ぐい径（m））の範囲）の地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値（回）

ただし、 $18 < \overline{N} \leq 60$ とする。なお、 $\overline{N}$ が 60 を超えるときは 60 とし、 $\overline{N}$ が 18 以下のときは認定範囲外とする。また、個々の N 値の最大値は 100 とする。

A_p : 基礎ぐいの先端の有効断面積(m²)

$$A_p = \frac{\pi}{4} \cdot D_p^2 \cdot \left(1.0 + 0.4 \cdot \frac{L_2}{D_p} \right)^{\frac{5}{3}}$$

ただし、 D_p : ぐい径（m）

L_2 : 先端鋼管部の拡大根固め球根内への基準定着長(m)であり、表 1. (2). 7 及び

表 1. (2). 8 に示す値 ただし、 $\overline{N}$ によらず一定値とする。

$\overline{N}_s$: 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、 $\overline{N}_s \leq 30$ とし、 $\overline{N}_s$ が 30 を超えるときは 30 とする。

$\overline{q_u}$: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、 $\overline{q_u} \leq 200\text{kN/m}^2$ とし、 $\overline{q_u}$ が 200 を超えるときは 200 とする。

L_s : 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)

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 : 基礎ぐいの周囲の有効長さ (m)

$$\psi = \pi \cdot D_p$$

ただし、拡大根固め球根内への埋込み部についてはくい周面摩擦力を考慮しない。

なお、拡径タイプ (図 1. (2).1 参照) の場合の、基礎ぐい周囲の有効長さ (ψ) の算定に用いるくい径は、拡径していない部分のくい径 (同図中 D_p) を用いる。

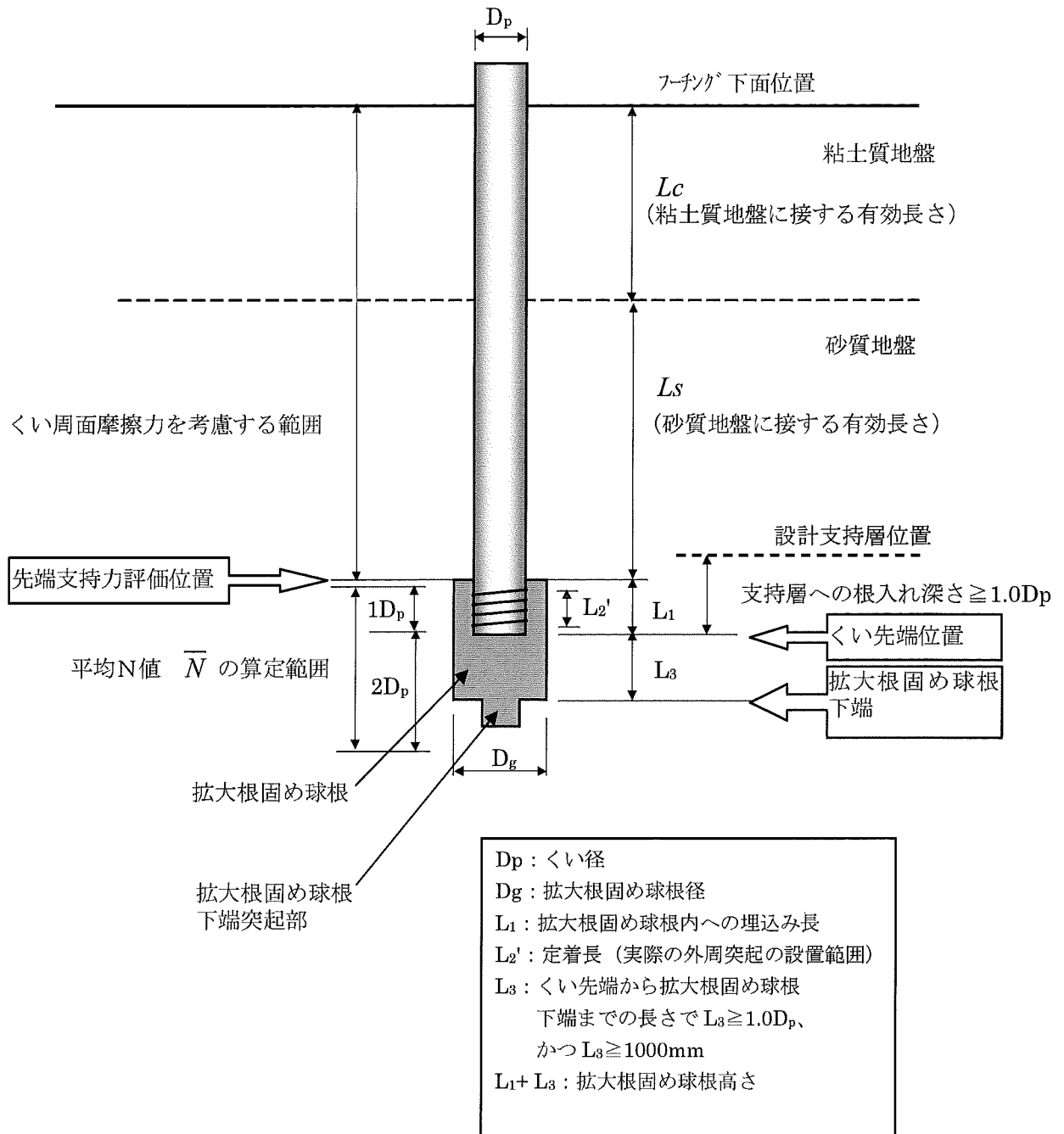


図 1. (1).1 支持力算定に関する説明

(2) 適用範囲

1) 適用する地盤の種類

適用する地盤の種類は、以下の①、②に示すとおりとする。なお、建築基礎構造設計指針（日本建築学会：2001 改訂）に従い、地盤の種類は、「地盤材料の工学的分類法」（地盤工学会基準：JGS0051-2009）及び「岩盤の工学的分類法」（地盤工学会基準：JGS3811-2004）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及び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。

なお、上述の基礎ぐいの周囲の地盤における地盤種別は、支持力算定時の区分を示したものであり、施工の可否については、全ての地盤種別について施工可能である。

①基礎ぐいの先端付近の地盤の種類：砂質地盤

②基礎ぐいの周囲の地盤の種類：砂質地盤、粘土質地盤

2) 最大施工深さ

64.7m

（くい施工地盤面から拡大根固め球根下端までの深さ）

3) 建築物の規模

延べ面積が 1,000,000m² 以下の建築物

4) 基礎ぐいの構造方法

① 基礎ぐいの種類

本工法に用いる基礎ぐいは、平成 13 年国土交通省告示第 1113 号第 8 第 1 項第二号から第六号の何れかに該当する既製コンクリートくい※¹又は平成 13 年国土交通省告示第 1113 号第 8 第 1 項第八号に該当する鋼管くい※²であり、これらの何れか 1 つで構成される基礎ぐい、又はこれらを複数継ぐことにより構成される基礎ぐいとする。

また、基礎ぐい全体の形状を図 1. (2). 1 に示す。基礎ぐい全体の形状は、全長にわたりくい径が一定である場合（ストレートタイプ）と、上側が拡張されている場合（拡張タイプ）の二種類とする。基礎ぐいを構成するくい体の形状、及びその組合せについては、②に後述する。

※1：建築基準法第 37 条第二号の規定に基づく大臣認定及び許容応力度の基準強度の大臣指定を受けた鋼管を用いた外殻鋼管付きコンクリートくいを含む。

※2：建築基準法第 37 条第二号の規定に基づく大臣認定及び許容応力度の基準強度の大臣指定を受けた鋼管を含む。

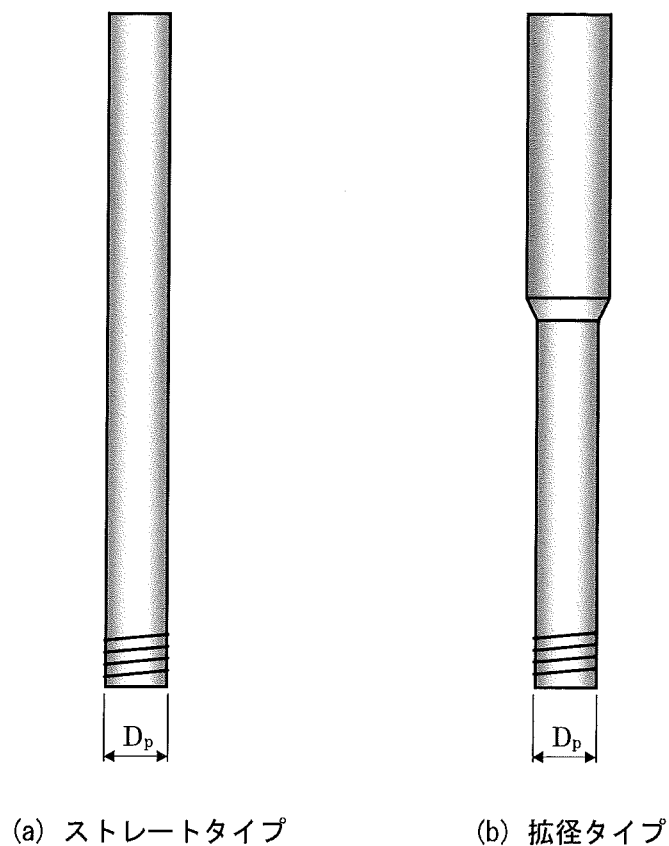


図 1. (2). 1 基礎ぐいの全体形状

② 基礎ぐいの形状・寸法

(i) くい体の形状

本工法に用いる基礎ぐいを構成するくい体の形状は以下の二種類とする。

ア) ストレートぐい

全長にわたりくい径が一定のくい体であり、種類としては、鋼管ぐいと既製コンクリートぐいがある。

イ) Eタイプぐい(拡張ぐい)

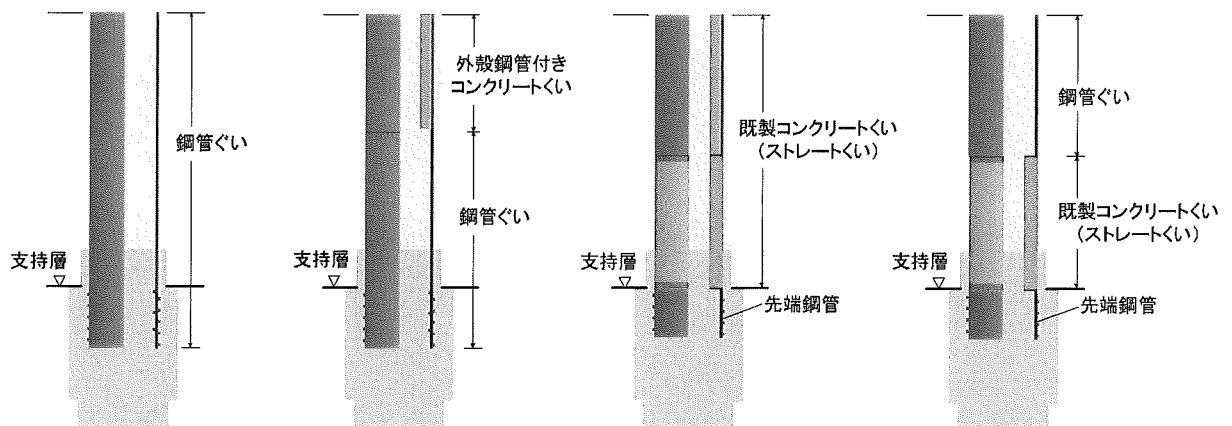
拡張部を有するくい体(図1.(2).4参照)であり、種類としては、既製コンクリートぐいのみである。

(ii) 基礎ぐいの構成

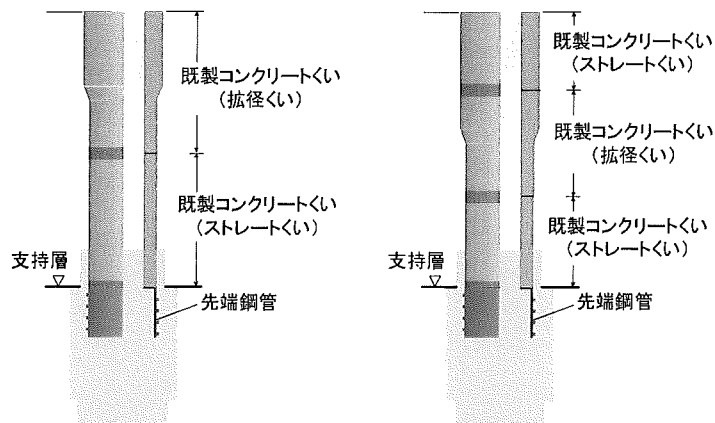
本工法に用いる基礎ぐいは、上記のストレートぐい、又は E タイプぐいを組み合わせて、図1.(2).1に示すストレートタイプまたは拡張タイプを構成する。

ただし、くい体同士を接合する際は、接合部が同径であるものを接合する。(E タイプぐいの上部にストレートぐいを接合する場合は、拡張部と同径のストレートぐいを用いる。)

基礎ぐいの構成の例として、ストレートタイプの構成例、及び拡張タイプの構成例を図1.(2).2に示す。なお、くい先端部の構成については、(iii)に後述する。



(a) ストレートタイプの構成例



(b) 拡張タイプの構成例

図1.(2).2 基礎ぐいの構成の例

(iii) くい先端部の構成

本工法における基礎ぐいのくい先端部（拡大根固め球根部へ定着させる部位）の構成は以下の通りとする。

ア) 基礎ぐいの先端が鋼管ぐいである場合

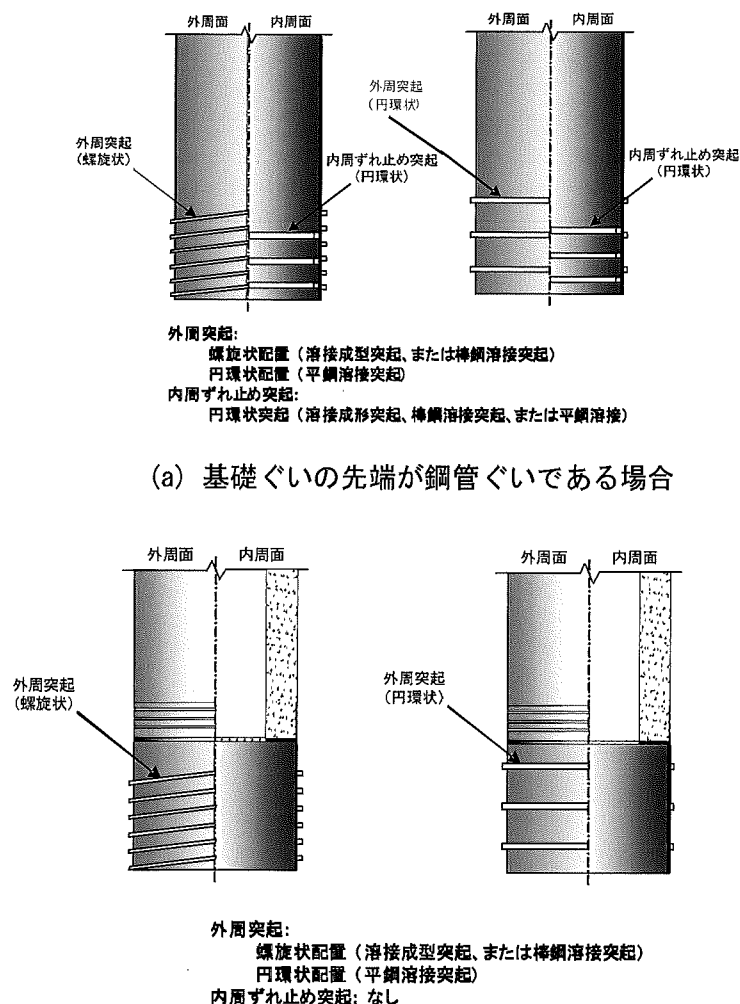
基礎ぐいの先端が鋼管ぐいである場合には、鋼管ぐいの先端部に外周突起及び内周ずれ止め突起を取り付ける。

イ) 既製コンクリートくいに先端鋼管を接合する場合

拡大根固め球根の直上に既製コンクリートくいを用いる場合には、外周突起を取り付けた鋼管（先端鋼管と称する）を既製コンクリートくいの先端に接合する。

また、外周突起の配置方法には、螺旋状配置と円環状配置の 2 種類があり、ア)、イ) の場合のそれぞれに対して、螺旋状配置と円環状配置の何れかを用いることができる。なお、ア) の場合に取り付ける内周ずれ止め突起は、円環状配置のみである。

上記の記述に基づいた、くい先端部の構成の代表例を図 1. (2). 3 に示す。



(b) 既製コンクリートくいに先端鋼管を接合する場合

図 1. (2). 3 くい先端部の構成

(iv) 鋼管ぐい

本工法に用いる基礎ぐいを構成する鋼管ぐいのぐい径を表 1. (2). 1 に示す。また、寸法及び寸法許容差は JIS A5525 : 2009「鋼管ぐい」に準ずる。なお、(i)に前述の通り、鋼管ぐいの形状は、円環断面でストレートぐいのみとする。

表 1. (2). 1 本工法に用いる鋼管ぐいのぐい径

ぐい径(mm)			
400	406.4	900	914.4
500	508.0	1000	1016.0
600	609.6	1100	1117.6
700	711.2	1200	—
800	812.8		

(v) 既製コンクリートぐい

本工法に用いる基礎ぐいを構成する既製コンクリートぐいは、図 1. (2). 4 に示す形状からなるストレートぐい又は E タイプぐい（拡径ぐい）とする。表 1. (2). 2 に寸法表を示す。また、既製コンクリートぐいの寸法許容差を表 1. (2). 3 に示す。

なお、図中ではストレートぐいの径を D_p と表示しているが、E タイプぐいの上部に接合する場合の径は、 D_3 となる。

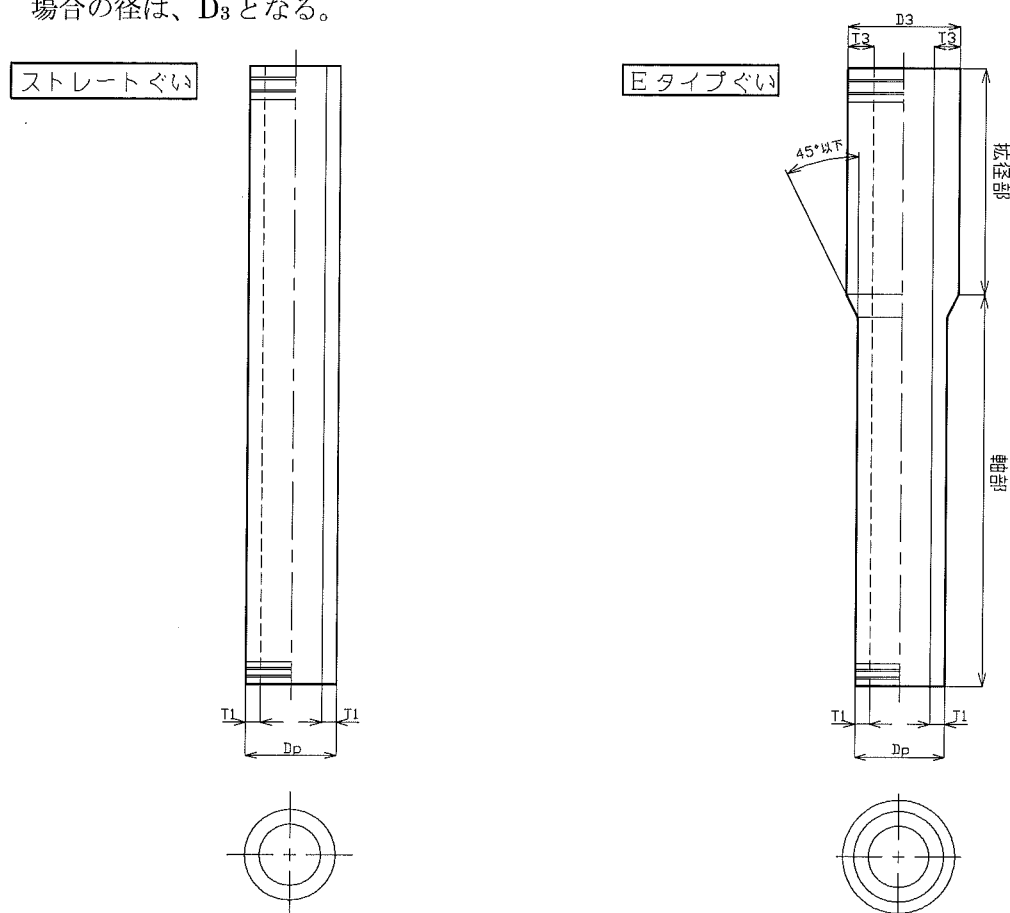


図 1. (2). 4 既製コンクリートぐい形状図

表 1. (2). 2 既製コンクリートくいの寸法表

ストレートぐい寸法表【単位:mm】

外径	D _p	T ₁
300	300	60
350	350	60
400	400	65
450	450	70
500	500	80
600	600	90
700	700	100
800	800	110
900	900	120
1000	1000	130
1100	1100	140
1200	1200	150

Eタイプぐい寸法表【単位:mm】

呼び名	D _p	D ₃	T ₁	T ₃
300350	300	350	60	85
350400	350	400	60	85
400450	400	450	65	90
400500	400	500	65	115
450500	450	500	70	95
500600	500	600	80	130
600700	600	700	90	140
700800	700	800	100	150
800900	800	900	110	160
900100	900	1000	120	170
100110	1000	1100	130	180
110120	1100	1200	140	190

(注) T₁, T₃は最小値を示しており、T₁, T₃よりも厚いくい也可以使用できる。

(注) 既製コンクリートくいの許容差は JIS A5373 : 2010「プレキャストプレストレストコンクリート製品 附属書 E (規定) くい類」に定めるくい径、厚さ及び長さの許容差に準ずる。ただし外殻鋼管付きコンクリートくいの許容差は「鋼管複合くい (SC くい) 団体規格 (案) 2005 年 3 月 (社)コンクリートポール・パイル協会・(社)コンクリートパイル建設技術協会」定めるくい径、厚さ及び長さの許容差に準ずる。

表 1. (2). 3 既製コンクリートくいの寸法許容差

種類	くい径	厚さ	長さ
既製コンクリートくい (外殻鋼管付きコンクリートくいを除く)	(くい径 300~600) +5 mm、-2 mm (くい径 700~1200) +7 mm、-4 mm	+規定しない -0 mm	設計で定められた 所定の長さに対し ±0.3 %
外殻鋼管付きコンクリートくい	±0.5 %	+規定しない -0 mm	+70 mm -30 mm

(vi) 外周突起

i) 外周突起に用いる材料の形状・寸法

外周突起には、溶接成型突起、棒鋼溶接突起、あるいは平鋼溶接突起のいずれかを用いる。以下にそれぞれの突起について材料、形状、寸法、適用範囲を示す。

a) 溶接成型突起

表1. (2). 4 溶接成型突起の材料・形状・寸法・適用範囲（外周突起）

溶接材料		JIS Z3312：2009「軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用マグ溶接ソリッドワイヤ」に規定するYGW11、またはYGW18	
溶接成型方法		シールドガスとして、炭酸ガス（CO ₂ ）または80%アルゴン－20%炭酸ガスの混合ガス（80Ar-20CO ₂ ）を使用し、ガスシールドアーク溶接で溶接成型突起を成型する	
形状・寸法・配置	突起高さ（t _o ）	8mm以上、12mm以下	図1. (2). 5 参照
	突起幅（B _o ）	6mm以上、10mm以下	
	ピッチ（p _o ）	100±10mm	図1. (2). 6 参照
	鋼管下端部と最下端突起との距離（p _{oe} ）	50mm以下	
適用範囲	くい径（D _p ）	400mm～1200mm	
	鋼管の板厚（t _s ）	9mm以上	
	最少突起段数	2段	
	配置方法	螺旋状配置	

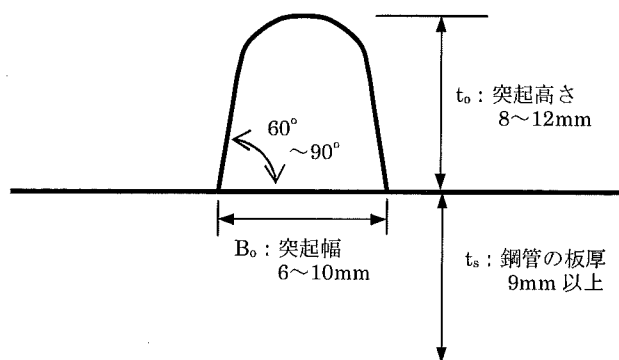


図 1. (2). 5 溶接成型突起断面図（外周突起）

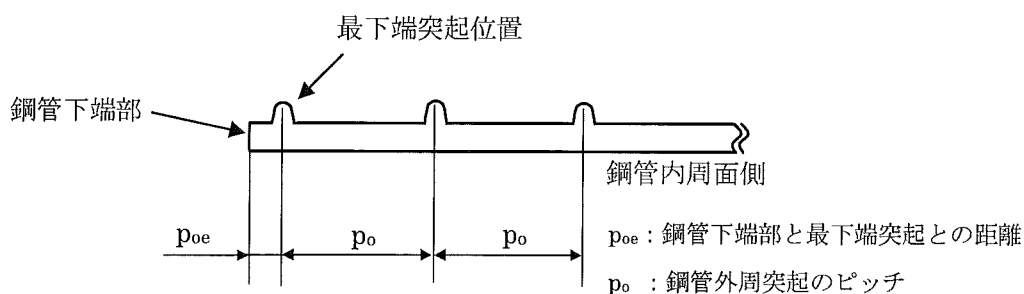


図 1. (2). 6 溶接成型突起配置図（外周突起）

b) 棒鋼溶接突起

表1. (2). 5 棒鋼溶接突起の材料・寸法・適用範囲（外周突起）

使用材料		JIS G3112：2010「鉄筋コンクリート用棒鋼」に規定するSR235、SR295、SD295、SD345、あるいはそれらと同等以上の許容応力度を有する材料	
溶接材料		JIS Z3211：2008「軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒」、JIS Z3312：2009「軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接リッドワイヤ」、JIS Z3313：2009「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」に規定する溶接材料	
寸法・配置	突起高さ (t _o) ＝鉄筋径 φ	φ 9mm～φ 13mm※	図1. (2). 7 参照
	ピッチ (p _o)	100±10mm	図1. (2). 8 参照
	鋼管下端部と最下端突起との距離 (p _{oe})	50mm以下	
適用範囲	くい径 (D _p)	400mm～1200mm	
	鋼管の板厚 (t _s)	6mm以上	
	最少突起段数	2段	
	配置方法	螺旋状配置	

※3：棒鋼溶接突起に異形棒鋼を用いる場合は、表中の鉄筋径 $\phi = 9\text{mm}$ 、 13mm をそれぞれ D10、D13 に読み替える。

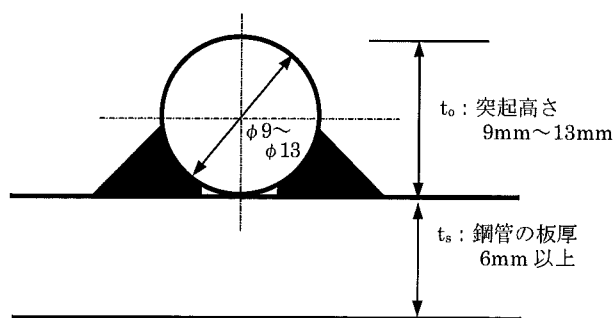


図1. (2). 7 棒鋼溶接突起断面図（外周突起）

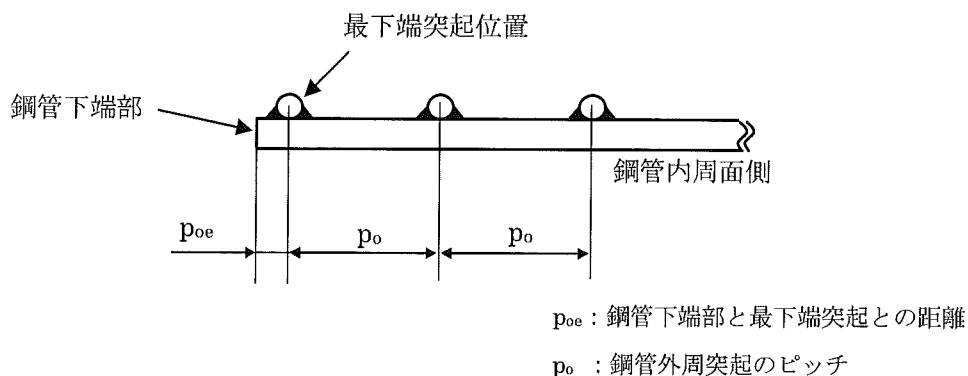


図1. (2). 8 棒鋼溶接突起配置図（外周突起）

c) 平鋼溶接突起

表1. (2). 6 平鋼溶接突起の材料・寸法・適用範囲（外周突起）

使用材料		JIS G3101：2010「一般構造用圧延鋼材」に規定するSS400、SS490材、またはJIS G3106：2008「溶接構造用圧延鋼材」に規定するSM400A、SM400B、SM400C、SM490A、SM490B、SM490C、あるいはそれらと同等以上の許容応力度を有する材料	
溶接材料		JIS Z3211：2008「軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒」、JIS Z3312：2009「軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接リットワイヤ」、JIS Z3313：2009「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」に規定する溶接材料	
寸法・配置	突起高さ (t _o)	19mm以上、22mm以下	図1. (2). 9 参照
	突起幅 (B _o)	19mm以上、22mm以下	
	ピッチ (p _o)	200±10mm	図1. (2). 10 参照
	鋼管下端部と最下端突起との距離 (p _{oe})	200mm以下	
適用範囲	くい径 (D _p)	300mm～1200mm	
	鋼管の板厚 (t)	4.5mm以上	
	最少突起段数	1段	
	突起溶接箇所	片側または両側	
	配置方法	円環状配置	

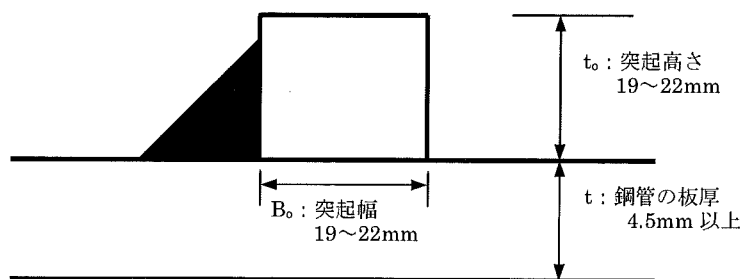


図1. (2). 9 平鋼溶接突起断面図（外周突起）

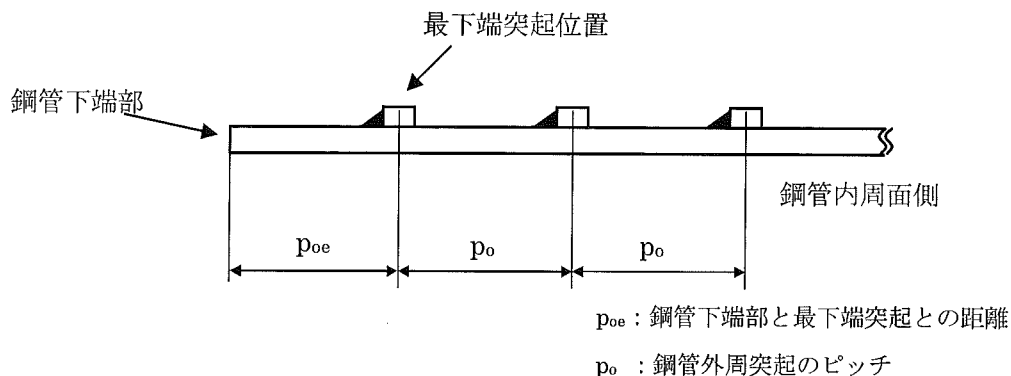


図1. (2). 10 平鋼溶接突起配置図（外周突起）

ii) 外周突起の設置範囲

外周突起設置部の長さ（定着長 L_2' ）及び突起の段数は、くい径 D_p 、拡大根固め球根径 D_g 、及びくい先端付近の地盤の平均 N 値 $\bar{N}$ に応じて設定する。ここで、外周突起は全て L_1 （拡大根固め球根内への埋込み長）区間内に配置する。 L_2' は、以下の式を満たすものとする。

$$L_2' \geq \frac{1000 \cdot (316 \cdot \bar{N} \cdot A_p) - 15.7 D_p^2}{5.03 \cdot (D_p + D_g)} \quad \text{式 (1. (2). 1)}$$

ここで、 L_2' ：外周突起設置部の長さ（定着長）(mm)

$\bar{N}$ ：基礎ぐいの先端付近（くい先端位置より上方に $1 D_p$ 、下方に $2 D_p$ ）の範囲）の地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値（回）

A_p ：基礎ぐいの先端の有効断面積(m^2) $A_p = \frac{\pi}{4} \cdot D_p^2 \cdot \left(1.0 + 0.4 \cdot \frac{L_2}{D_p}\right)^3$

D_p ：くい径(mm)

D_g ：拡大根固め球根径(mm)

*式中の定数 15.7、5.03 は有次元（荷重強度の次元）の定数であり、適用に当っては各値の単位に注意が必要である。

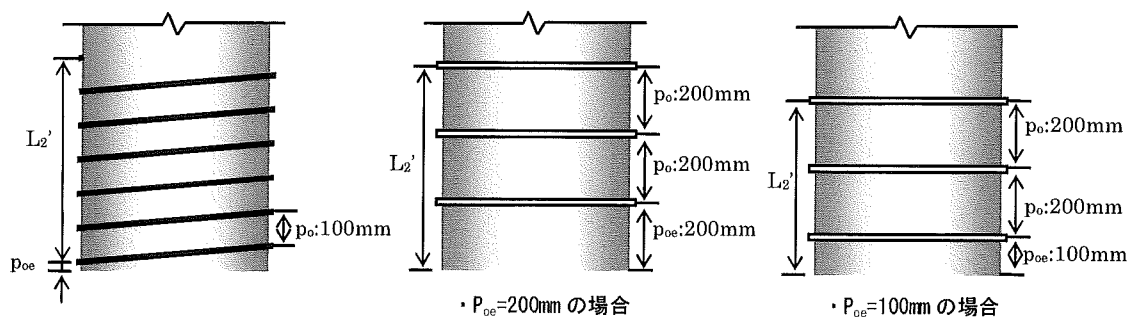
また、くいの有効断面積 A_p の算出に用いる基準定着長 L_2 には表 1. (2). 7、表 1. (2). 8 中の値を用いる。

ただし、 $\bar{N}$ が 60 以上の場合については、 $\bar{N}=60$ の場合の L_2' を用いる。また、突起を設置する段数については、各突起材料に示す最低突起段数を確保するものとする。なお、くい径の 10 の位以下が 0 でない場合（インチサイズの場合）における定着長 L_2' は、10 の位以下を切り捨てたくい径のものと同様とする。

表 1. (2). 7 及び表 1. (2). 8 に設定した L_2' の標準的な製造仕様として、 $\bar{N}=60$ の場合を示す。なお、 $\bar{N}=60$ の場合の L_2' は、支持力の算出に用いる基準定着長 L_2 以上となるよう定めている。

また、 L_2' の算出方法については、図 1. (2). 11 に示すように、突起の配置方法により異なり、以下のように設定する。

- ・突起を螺旋状に配置する場合（溶接成形突起、棒鋼溶接突起）は、下部の突起開始位置の突起中心から鋼管軸芯に平行な鋼管外周面ライン上における最上段の突起中心までの距離。
- ・突起を円環状に配置する場合（平鋼溶接突起）は、最上端の突起中心から鋼管下端までの距離。（ただし、最下端の突起から鋼管下端までの距離 P_{oe} は、200mm 以下とし、200mm もしくは 100mm のいずれかとする。）



a) 螺旋状配置の場合

b) 円環状配置の場合

図 1. (2). 11 L_2' の算出方法

表 1. (2). 7 外周突起の寸法 ($\bar{N}=60$ の場合)

《溶接成型突起または棒鋼溶接突起》

くい径 ^{※1}	根固め球根タイプ		基準定着長 L_2		製造仕様		
	根固め径	拡径率			定着長 L_2' (突起設置部の長さ) ^{※2}		
Dp(mm)	Dg(mm)	Dg/Dp	L_2/Dp	L_2 (mm)	L_2'/Dp	L_2' (mm)	段数
400	500	1.25	0.00	0	0.50	200	2 ^{※3}
400	600	1.50	0.50	200	0.50	200	2
400	700	1.75	1.00	400	1.00	400	4
400	800	2.00	1.50	600	1.50	600	6
500	625	1.25	0.00	0	0.40	200	2 ^{※3}
500	750	1.50	0.50	250	0.60	300	3
500	875	1.75	1.00	500	1.00	500	5
500	1000	2.00	1.50	750	1.60	800	8
600	750	1.25	0.00	0	0.33	200	2 ^{※3}
600	900	1.50	0.50	300	0.50	300	3
600	1050	1.75	1.00	600	1.00	600	6
600	1200	2.00	1.50	900	1.50	900	9
700	875	1.25	0.00	0	0.29	200	2 ^{※3}
700	1050	1.50	0.50	350	0.57	400	4
700	1225	1.75	1.00	700	1.00	700	7
700	1400	2.00	1.50	1050	1.57	1100	11
800	1000	1.25	0.00	0	0.25	200	2 ^{※3}
800	1200	1.50	0.50	400	0.50	400	4
800	1400	1.75	1.00	800	1.00	800	8
800	1600	2.00	1.50	1200	1.50	1200	12
900	1125	1.25	0.00	0	0.22	200	2 ^{※3}
900	1350	1.50	0.50	450	0.56	500	5
900	1575	1.75	1.00	900	1.00	900	9
900	1800	2.00	1.50	1350	1.56	1400	14
1000	1250	1.25	0.00	0	0.20	200	2 ^{※3}
1000	1500	1.50	0.50	500	0.50	500	5
1000	1750	1.75	1.00	1000	1.00	1000	10
1000	2000	2.00	1.50	1500	1.50	1500	15
1100	1375	1.25	0.00	0	0.18	200	2 ^{※3}
1100	1650	1.50	0.50	550	0.55	600	6
1100	1925	1.75	1.00	1100	1.00	1100	11
1100	2200	2.00	1.50	1650	1.55	1700	17
1200	1500	1.25	0.00	0	0.17	200	2 ^{※3}
1200	1800	1.50	0.50	600	0.50	600	6
1200	2100	1.75	1.00	1200	1.00	1200	12
1200	2400	2.00	1.50	1800	1.50	1800	18

※1：くい径の10の位以下が0でない場合（インチサイズの場合）における定着長 L_2' は、10の位以下を切り捨てたくい径のものと同様とする。

※2：下部の突起開始位置の突起中心から鋼管軸芯に平行な鋼管外周面ライン上における最上段の突起中心までの距離で、(突起段数)×100 (mm)。

※3：最少突起段数として2段を適用する。

(注)上表の仕様は、溶接成型突起、棒鋼溶接突起ともに共通。また、鋼管の材質によらず共通。

表 1. (2). 8 外周突起の寸法 ($\bar{N}=60$ の場合)

《平鋼溶接突起》

くい径 ^{※1}	根固め球根タイプ		基準定着長 L_2		製造仕様		
	根固め径	拡径率			定着長 L_2' (突起設置部の長さ) ^{※2}		
Dp(mm)	Dg(mm)	Dg/Dp	L_2/Dp	L_2 (mm)	L_2'/Dp	L_2' (mm)	段数
300 ^{※4}	375	1.25	0.00	0	0.67	200	1 ^{※3}
300 ^{※4}	450	1.50	0.50	150	0.67	200	1
300 ^{※4}	525	1.75	1.00	300	1.00	300	2
300 ^{※4}	600	2.00	1.50	450	1.67	500	3
350 ^{※4}	440	1.25	0.00	0	0.57	200	1 ^{※3}
350 ^{※4}	525	1.50	0.50	175	0.57	200	1
350 ^{※4}	615	1.75	1.00	350	1.14	400	2
350 ^{※4}	700	2.00	1.50	525	1.71	600	3
400	500	1.25	0.00	0	0.50	200	1 ^{※3}
400	600	1.50	0.50	200	0.50	200	1
400	700	1.75	1.00	400	1.00	400	2
400	800	2.00	1.50	600	1.50	600	3
450 ^{※4}	565	1.25	0.00	0	0.44	200	1 ^{※3}
450 ^{※4}	675	1.50	0.50	225	0.67	300	2
450 ^{※4}	790	1.75	1.00	450	1.11	500	3
450 ^{※4}	900	2.00	1.50	675	1.56	700	4
500	625	1.25	0.00	0	0.40	200	1 ^{※3}
500	750	1.50	0.50	250	0.60	300	2
500	875	1.75	1.00	500	1.00	500	3
500	1000	2.00	1.50	750	1.60	800	4
600	750	1.25	0.00	0	0.33	200	1 ^{※3}
600	900	1.50	0.50	300	0.50	300	2
600	1050	1.75	1.00	600	1.00	600	3
600	1200	2.00	1.50	900	1.50	900	5
700	875	1.25	0.00	0	0.29	200	1 ^{※3}
700	1050	1.50	0.50	350	0.57	400	2
700	1225	1.75	1.00	700	1.00	700	4
700	1400	2.00	1.50	1050	1.57	1100	6
800	1000	1.25	0.00	0	0.25	200	1 ^{※3}
800	1200	1.50	0.50	400	0.50	400	2
800	1400	1.75	1.00	800	1.00	800	4
800	1600	2.00	1.50	1200	1.50	1200	6
900	1125	1.25	0.00	0	0.22	200	1 ^{※3}
900	1350	1.50	0.50	450	0.56	500	3
900	1575	1.75	1.00	900	1.00	900	5
900	1800	2.00	1.50	1350	1.56	1400	7
1000	1250	1.25	0.00	0	0.20	200	1 ^{※3}
1000	1500	1.50	0.50	500	0.50	500	3
1000	1750	1.75	1.00	1000	1.00	1000	5
1000	2000	2.00	1.50	1500	1.50	1500	8
1100	1375	1.25	0.00	0	0.18	200	1 ^{※3}
1100	1650	1.50	0.50	550	0.55	600	3
1100	1925	1.75	1.00	1100	1.00	1100	6
1100	2200	2.00	1.50	1650	1.55	1700	9
1200	1500	1.25	0.00	0	0.17	200	1 ^{※3}
1200	1800	1.50	0.50	600	0.50	600	3
1200	2100	1.75	1.00	1200	1.00	1200	6
1200	2400	2.00	1.50	1800	1.50	1800	9

※1：くい径の 10 の位以下が 0 でない場合（インチサイズの場合）における定着長 L_2' は、10 の位以下を切り捨てたくい径のものと同様とする。

※2：最上端の突起中心から鋼管下端までの距離(mm)

※3：最低突起段数として 1 段を適用する。

※4：既製コンクリートくいに先端鋼管を接合する場合のみ適用

(vii) 内周ずれ止め突起

i) 内周ずれ止め突起に用いる材料

基礎ぐいの先端が鋼管ぐいである場合に取り付ける内周ずれ止め突起には、溶接成型突起、棒鋼溶接突起、あるいは平鋼溶接突起を用いる。以下にそれぞれの突起について使用する材料と配置について示す。

a) 溶接成型突起

溶接材料、溶接成型方法、突起の断面形状、寸法、適用範囲は基本的に外周突起の場合と同様であるが、内周ずれ止め突起の場合には、以下の①～③が異なる。

①溶接成型突起を円環状に形成すること

②適用する鋼管径が 800mm 以上であること

③突起ピッチ p_i 、及び鋼管下端部と最下端突起との距離 p_{ie}

内周ずれ止めとして用いる溶接成型突起の配置を図 1. (2). 12 に示す。なお、突起のピッチや段数は鋼管径などの条件によって異なる。

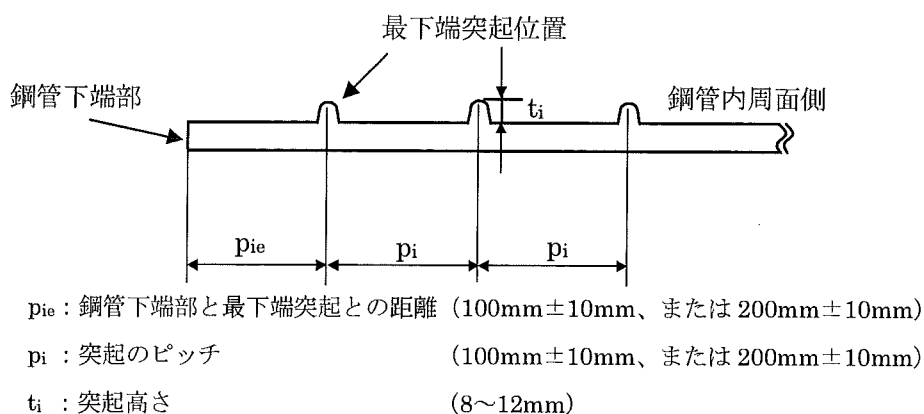


図 1. (2). 12 溶接成型突起の断面と配置 (内周ずれ止め突起)

b) 棒鋼溶接突起

内周ずれ止め突起としての棒鋼に使用する材質、及び溶接材料は、外周突起の場合と同様とする。

棒鋼を用いた内周ずれ止め突起の断面形状、配置を図1. (2). 13に示す。内周ずれ止め突起は円環状に配置する。また、溶接は鋼管下端部側の片側とする。なお、用いる棒鋼の径、配置などは鋼管径などの条件によって異なる。

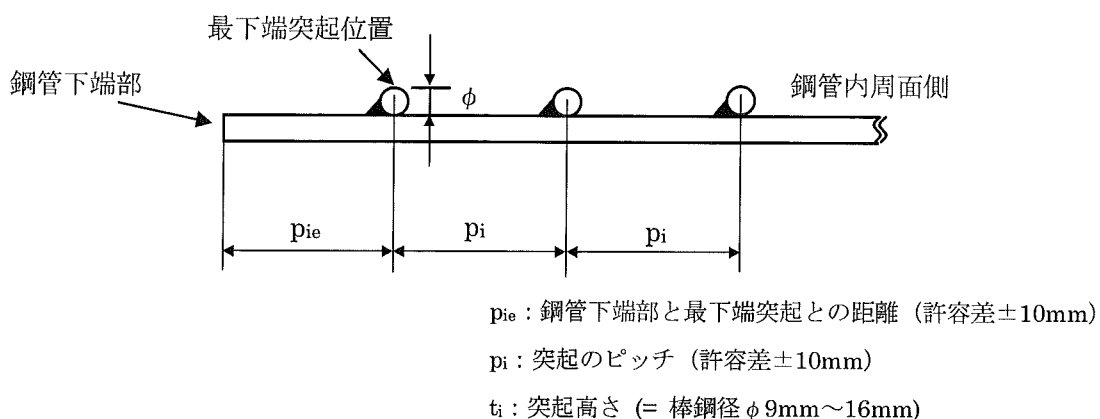


図 1. (2). 13 棒鋼溶接突起の断面と配置 (内周ずれ止め突起)

c) 平鋼溶接突起

内周ずれ止め突起としての平鋼に使用する材質、及び溶接材料は、外周突起の場合と同様とする。

平鋼を用いた内周ずれ止め突起の断面形状、配置を図1. (2). 14に示す。内周ずれ止め突起は円環状に配置する。また、溶接は鋼管下端部側の片側とする。なお、用いる平鋼の板厚、配置などは鋼管径などの条件によって異なる。

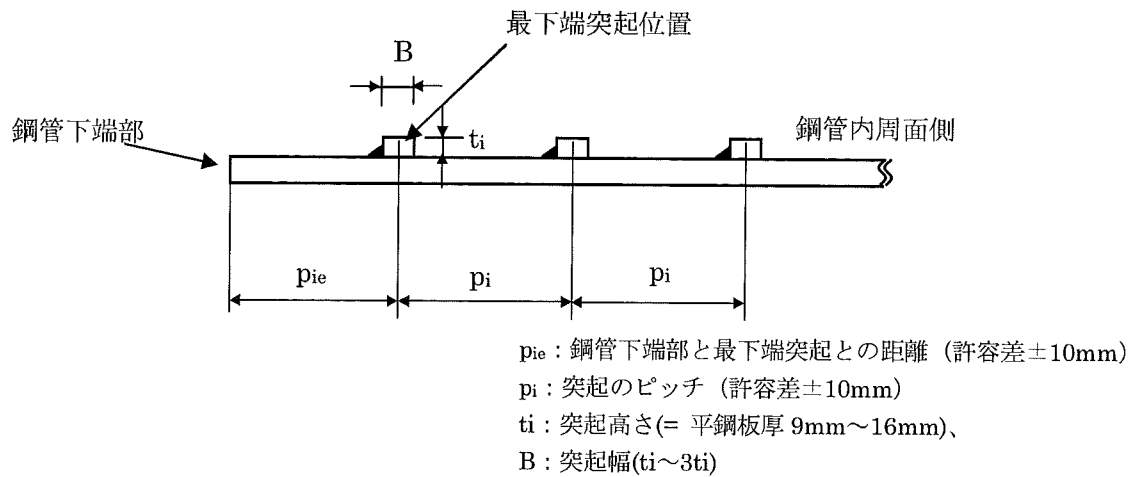


図 1. (2). 14 平鋼溶接突起の断面と配置（内周ずれ止め突起）

ii) 内周ずれ止め突起の寸法、配置、段数

内周ずれ止め突起に用いる材料の寸法、配置、段数などは鋼管の条件に応じて設定する。用いる鋼管の諸元や材質に応じた (t_i, n_i) の組合せは、式(1. (2). 2)を満足するように (t_i, n_i) の組合せを選定する。ただし、実験で確認された範囲を考慮して、突起高さについては $t_i \geq 6\text{mm}$ 、突起段数については $n_i \geq 2$ となるように (t_i, n_i) を設定する。なお、内周ずれ止め突起として必要な高さや段数 (t_i, n_i) の組合せは、くい径 D_p と鋼管板厚 t の比 (径厚比 D_p/t) や、鋼管の強度によって変化するが、それらの条件によらず適用可能な共通の仕様 (すなわち、同じくくい径の中で最も厳しい条件に対応する (t_i, n_i) の組合せ) を示したものを標準寸法として表 1. (2). 9 に示す。

$$P_b \geq \min(P_{ui}, P_s) \quad \text{式(1. (2). 2)}$$

ここで、

P_b : 鋼管内根固め固化体の押抜き耐力(N)

$$P_b = 20 \cdot \left(7.5 - 0.04 \cdot \frac{D_p}{t} \right) \cdot n_i \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left\{ (D_p - 2t)^2 - (D_p - 2t - 2t_i)^2 \right\}$$

P_{ui} : 鋼管先端閉塞断面に作用する支圧力(N)

$$P_{ui} = 20 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_p^2$$

P_s : 鋼管の終局限界圧縮耐力(N)

$$P_s = \left(0.8 + 5 \cdot \frac{t}{D_p} \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left\{ D_p^2 - (D_p - 2t)^2 \right\} \cdot F_s$$

D_p : くい径(mm)

t : 鋼管の板厚(mm)

t_i : 突起の高さ(mm)

n_i : 突起段数

F_s : 鋼管の基準強度(N/mm²)

*式中の定数には有次元 (荷重強度の次元) のものが含まれるため、適用に当っては各値の単位に注意が必要である。

表 1. (2). 9 内周ずれ止め突起の寸法

くい(鋼管)	内周ずれ止め突起の種類												
くい径 ^{※1}	溶接成型突起 ^{※2}			棒鋼溶接突起 ^{※3}				平鋼溶接突起					
Dp (mm)	段数	pie (mm)	pi (mm)	鉄筋径 φ (mm)	段数	pie (mm)	pi (mm)	板厚ti (mm)	幅B (mm)	段数	pie (mm)	pi (mm)	a ^{※4} (mm)
400				9	3	133	133	9	9以上 27以下	3	133	133	7
				13	2	200	200	12	12以上 36以下	2	200	200	9
500				9	3	166	166	9	9以上 27以下	3	166	166	7
				13	2	250	250	12	12以上 36以下	3	166	166	9
600				9	4	150	150	9	9以上 27以下	4	150	150	7
				13	3	200	200	12	12以上 36以下	3	200	200	9
700				9	4	175	175	9	9以上 27以下	4	175	175	7
				13	3	233	233	12	12以上 36以下	3	233	233	9
800	6	100	200	13	4	200	200	12	12以上 36以下	4	200	200	9
				16	3	266	266	16	16以上 48以下	3	266	266	12
900	6	100	200	13	4	225	225	12	12以上 36以下	4	225	225	9
				16	3	300	300	16	16以上 48以下	3	300	300	12
1000	7	100	200	13	4	250	250	12	12以上 36以下	5	200	200	9
				16	4	250	250	16	16以上 48以下	4	250	250	12
1100	7	100	200	13	5	220	220	12	12以上 36以下	5	220	220	9
				16	4	275	275	16	16以上 48以下	4	275	275	12
1200	8	100	200	13	5	240	240	12	12以上 36以下	6	200	200	9
				16	4	300	300	16	16以上 48以下	4	300	300	12

※1：くい径の10の位以下が0でない場合（インチサイズの場合）における内周ずれ止め突起の仕様は、10の位以下を切り捨てたくい径のものと同様とする。

※2：溶接成型突起に関しては、材料・断面形状・寸法は表 1. (2). 4 に示すものとし、φ800mm以上の鋼管に適用する。

※3：棒鋼溶接突起に異形棒鋼を用いる場合は、表中の鉄筋径φ=9mm、13mm、16mmをそれぞれD10、D13、D16に読み替える。

※4：最小値を示す。

(注)上表の仕様は鋼管の材質や板厚によらず共通。また、表中のpie、pi、aに関しては図 1. (2). 12～図 1. (2). 14を参照。

(viii) 先端鋼管

既製コンクリートくいに先端鋼管を接合する場合に用いる先端鋼管は、JIS A5525 : 2009「鋼管ぐい」に規定される SKK400、SKK490、JIS G3444 : 2010「一般構造用炭素鋼管」に規定される STK400、STK490、JIS G3106 : 2008「溶接構造用圧延鋼材」に規定される SM400、SM490、あるいはそれらと同等以上の許容応力度を有する材料を使用する。

先端鋼管の形状・寸法を表 1. (2). 10 に示す。先端鋼管の鋼管長は、③「基礎ぐいと地盤との関係」に示す (i) L_1 の値とする (なお、後述の通り、 L_1 は地盤の支持力によって変化する場合がありますが、表中には $\bar{N}=60$ の場合を示している)。また、先端鋼管の最小厚さは、表 1. (2). 10 に示す値とする。また、先端鋼管の形状・寸法の許容差は、JIS G3444 : 2010 に定める長さ、厚さ及び外径の許容差に従う。

既製コンクリートくいと先端鋼管部の接合部は、溶接継手または機械式継手とする。溶接継手を用いる場合は、先端鋼管部に裏あてリングを設け、完全溶け込み溶接により既製コンクリートくいと鋼管との接合を行う。溶接材料は、JIS Z3211 : 2008「軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒」、JIS Z3312 : 2009「軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接リットリヤ」、JIS Z3313 : 2009「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リヤ」に規定する溶接材料を用いる。また、機械式継手を用いる場合は、軸力の伝達機構が明らかとなっているものとする。

表 1. (2). 10 先端鋼管の形状・寸法 ($\bar{N}=60$ の場合)

くい径 D_p (mm)	拡張率 D_g/D_p	先端 鋼管長 ※1 (mm)	最小 鋼管厚さ		くい径 D_p (mm)	拡張率 D_g/D_p	先端 鋼管長 ※1 (mm)	最小 鋼管厚さ		くい径 D_p (mm)	拡張率 D_g/D_p	先端 鋼管長 ※1 (mm)	最小 鋼管厚さ	
			400 材 (mm)	490 材 (mm)				400 材 (mm)	490 材 (mm)				400 材 (mm)	490 材 (mm)
300	1.25	300	4.5	4.5	500	1.25	500	4.5	4.5	900	1.25	900	6.0	6.0
	1.50	300	4.5	4.5		1.50	500	6.0	4.5		1.50	900	7.0	6.0
	1.75	400	4.5	4.5		1.75	600	8.0	6.0		1.75	1000	14.0	9.0
	2.00	600	6.0	4.5		2.00	900	13.0	10.0		2.00	1500	22.0	16.0
350	1.25	350	4.5	4.5	600	1.25	600	4.5	4.5	1000	1.25	1000	6.0	6.0
	1.50	350	4.5	4.5		1.50	600	6.0	4.5		1.50	1000	7.0	6.0
	1.75	500	4.5	4.5		1.75	700	9.0	6.0		1.75	1100	15.0	10.0
	2.00	700	7.0	6.0		2.00	1000	14.0	11.0		2.00	1600	23.0	17.0
400	1.25	400	4.5	4.5	700	1.25	700	6.0	6.0	1100	1.25	1100	9.0	9.0
	1.50	400	4.5	4.5		1.50	700	6.0	6.0		1.50	1100	9.0	9.0
	1.75	500	6.0	4.5		1.75	800	11.0	7.0		1.75	1200	16.0	11.0
	2.00	700	10.0	7.0		2.00	1200	17.0	13.0		2.00	1800	26.0	20.0
450	1.25	450	4.5	4.5	800	1.25	800	6.0	6.0	1200	1.25	1200	9.0	9.0
	1.50	450	4.5	4.5		1.50	800	6.0	6.0		1.50	1200	9.0	9.0
	1.75	600	6.0	4.5		1.75	900	12.0	8.0		1.75	1300	18.0	11.0
	2.00	800	11.0	8.0		2.00	1300	19.0	14.0		2.00	1900	28.0	21.0

※1 次頁③「基礎ぐいと地盤との関係」に示す (i) L_1 の値とする。(地盤の支持力により L_1 が変化する場合もそれに従う。)

③ 基礎ぐいの地盤等との関係

基礎ぐいと拡大根固め球根部及び地盤との関係を図 1. (2). 15 に示す。くい周固定液を用いない場合と、くい周固定液を用いる場合がある。

くい先端部の拡大根固め球根の外径 D_g は、くい径 D_p に対して $1.25 D_p$ 、 $1.50 D_p$ 、 $1.75 D_p$ 、 $2.0 D_p$ の 4 種類から選定し、拡大根固め球根部の諸元は以下の (i)、(ii) の条件を満たすように設定する。ここで L_1 は拡大根固め球根内への埋込み長、 L_3 はくい先端から拡大根固め球根下端までの長さを表す。なお、 L_1 及び L_3 の算定にあたっては、くい径の 10 の位以下が 0 でない場合（インチサイズの場合）における拡大根固め球根部の寸法は、10 の位以下を切り捨てたくい径のものと同様とする。

(i) L_1 : $L_1 \geq 1.0 D_p$ 、かつ、 $L_1 \geq (L_2' + 50 \text{mm})$ を満足する長さ。

L_2' は式 (1. (2). 1) により算出される値。なお、 $\bar{N} = 60$ の場合の標準的な製造仕様とする場合は、表 1. (2). 7 または表 1. (2). 8 中に示す値。

(ii) L_3 : $L_3 \geq 1.0 D_p$ 、かつ、 $L_3 \geq 1000 \text{mm}$ を満足する値。

拡大根固め球根の $\bar{N} = 60$ の場合の寸法を表 1. (2). 11 に示す。なお、同表に示す中で、 L_1 及び L_3 は最小値を表している。

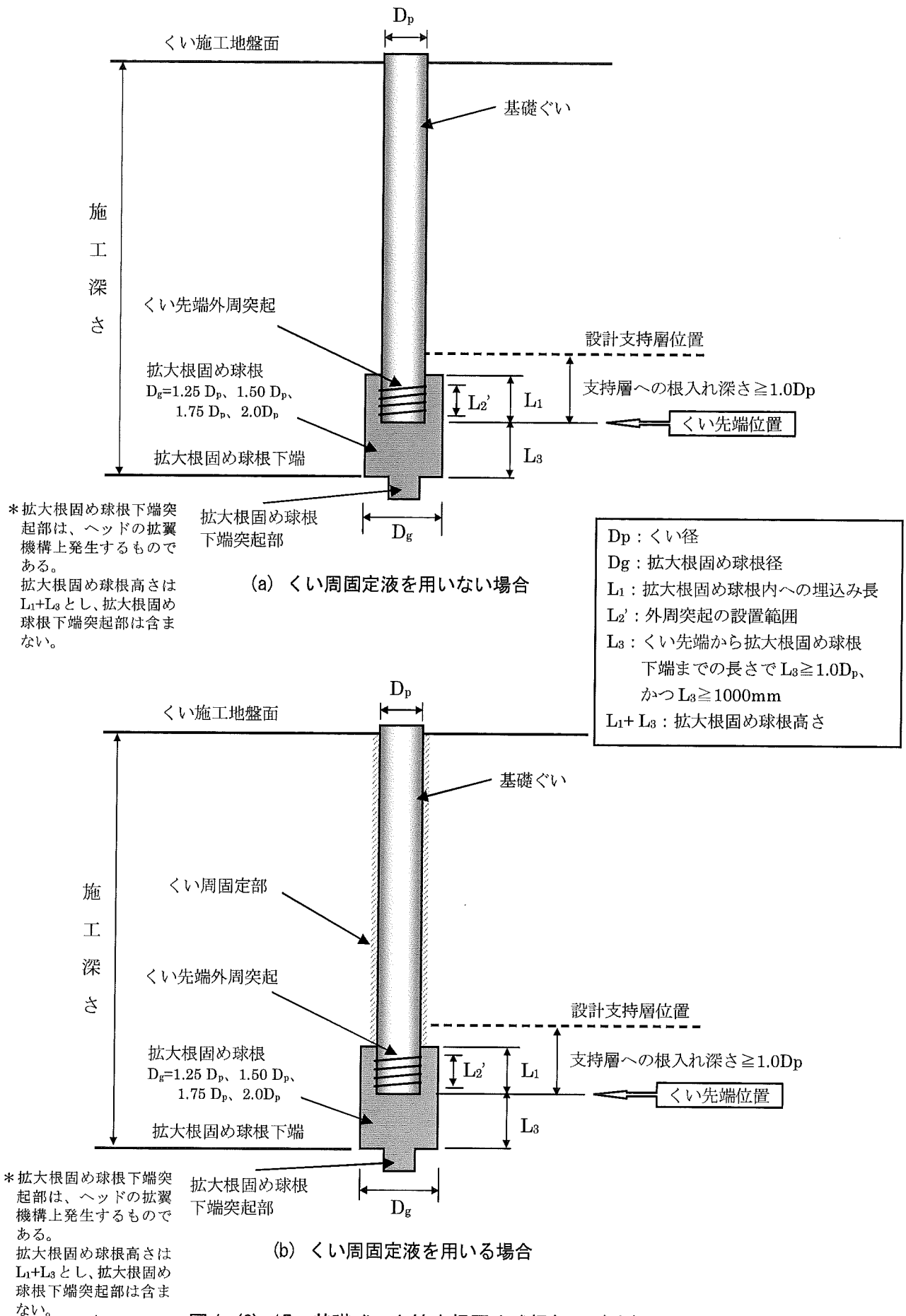


図 1. (2). 15 基礎ぐいと拡大根固め球根部及び地盤との関係

表 1. (2). 11 拡大根固め球根部の寸法 ($\bar{N}=60$ の場合)

くい径 ^{※1} D _p (mm)	拡大根固め球根		拡大根固め球根部諸元		
	拡径率 D _g /D _p	拡大根固め 球根径 D _g (mm)	L ₁ (mm) (最小値)	L ₃ (mm) (最小値)	拡大根固め 球根高さ L ₁ +L ₃ (mm) (最小値)
300 ^{※2}	1.25	375	300	1000	1300
	1.50	450	300	1000	1300
	1.75	525	400	1000	1400
	2.00	600	500	1000	1500
350 ^{※2}	1.25	440	350	1000	1350
	1.50	525	350	1000	1350
	1.75	615	400	1000	1400
	2.00	700	600	1000	1600
400	1.25	500	400	1000	1400
	1.50	600	400	1000	1400
	1.75	700	500	1000	1500
	2.00	800	700	1000	1700
450 ^{※2}	1.25	565	450	1000	1450
	1.50	675	450	1000	1450
	1.75	790	500	1000	1500
	2.00	900	800	1000	1800
500	1.25	625	500	1000	1500
	1.50	750	500	1000	1500
	1.75	875	600	1000	1600
	2.00	1000	900	1000	1900
600	1.25	750	600	1000	1600
	1.50	900	600	1000	1600
	1.75	1050	700	1000	1700
	2.00	1200	1000	1000	2000
700	1.25	875	700	1000	1700
	1.50	1050	700	1000	1700
	1.75	1225	800	1000	1800
	2.00	1400	1200	1000	2200
800	1.25	1000	800	1000	1800
	1.50	1200	800	1000	1800
	1.75	1400	900	1000	1900
	2.00	1600	1300	1000	2300
900	1.25	1125	900	1000	1900
	1.50	1350	900	1000	1900
	1.75	1575	1000	1000	2000
	2.00	1800	1500	1000	2500
1000	1.25	1250	1000	1000	2000
	1.50	1500	1000	1000	2000
	1.75	1750	1100	1000	2100
	2.00	2000	1600	1000	2600
1100	1.25	1375	1100	1100	2200
	1.50	1650	1100	1100	2200
	1.75	1925	1200	1100	2300
	2.00	2200	1800	1100	2900
1200	1.25	1500	1200	1200	2400
	1.50	1800	1200	1200	2400
	1.75	2100	1300	1200	2500
	2.00	2400	1900	1200	3100

※1：くい径の10の位以下が0でない場合（インチサイズの場合）における拡大根固め球根部の寸法は、10の位以下を切り捨てたくい径のものと同様とする。

※2：拡大根固め球根の直上のくいに既製コンクリートくいを用いる場合のみ適用

5) 工事施工者及び管理者

TBSR工法の工事施工及び施工管理は、日本ヒューム株式会社または日本ヒューム株式会社が承認した指定施工会社が行うものとする。

但し、本工法に関する責任は日本ヒューム株式会社が負うものとする。

6) その他

本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並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。