

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02006/041051

発行日 平成20年5月15日 (2008.5.15)

(43) 国際公開日 平成18年4月20日 (2006.4.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
E O 2 D 5/30 (2006.01)	E O 2 D 5/30 Z	2 D O 4 1
E O 2 D 5/24 (2006.01)	E O 2 D 5/24 1 O 3	
E O 2 D 5/80 (2006.01)	E O 2 D 5/80 Z	
E O 2 D 5/28 (2006.01)	E O 2 D 5/28	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

出願番号	特願2006-540929 (P2006-540929)	(71) 出願人	301031392
(21) 国際出願番号	PCT/JP2005/018681		独立行政法人土木研究所
(22) 国際出願日	平成17年10月11日 (2005.10.11)		茨城県つくば市南原 1 番地 6
(31) 優先権主張番号	特願2004-295722 (P2004-295722)	(71) 出願人	302060926
(32) 優先日	平成16年10月8日 (2004.10.8)		株式会社フジタ
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目 2 5 番 2 号
		(71) 出願人	000005119
			日立造船株式会社
			大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号
		(74) 代理人	100089875
			弁理士 野田 茂
		(72) 発明者	竹口 昌弘
			茨城県つくば市南原 1 番地 6 独立行政法人土木研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロパイルおよびその構築方法

(57) 【要約】

支持力並びに水平抵抗力を向上させたマイクロパイルおよびその構築方法を提供する。

構造物 1 6 と地盤中の支持層 1 4 とを連結するためのマイクロパイル 1 0 は、地盤に形成された掘削孔に加圧注入されて硬化したグラウトから成る杭体 1 8 を備える。杭体 1 8 はその下端部分が支持層 1 4 の中を延在している。杭体 1 8 のグラウトの中に鋼管型補強材 2 0 及び棒鋼型補強材 3 0 が埋設されており、それらは互いに略々同心的に配置されて杭体 1 8 の長手方向に延在し、棒鋼型補強材 3 0 は杭体 1 8 の略々中心に位置している。鋼管型補強材 2 0 は、杭体 1 8 の上端から杭体 1 8 の下端部分の中まで延在し、その外周面が杭体 1 8 のグラウトで覆われている。棒鋼型補強材 3 0 は、杭体 1 8 の上端から杭体の下端 1 8 まで延在し、その下端部分が鋼管型補強材 2 0 の下端から延出して杭体 1 8 のグラウトで覆われている。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

構造物と地盤中の支持層とを連結するためのマイクロパイルにおいて、
地盤に形成された掘削孔に加圧注入されて硬化したグラウトから成る杭体であって、少なくともその下端部分が前記支持層の中を延在している杭体と、
前記杭体のグラウトの中に埋設されて前記杭体の長手方向に延在する互いに略々同心的な鋼管型補強材及び中心配置の棒鋼型補強材と、
前記杭体の上端に設けられ、前記鋼管型補強材及び前記棒鋼型補強材が接合された、該マイクロパイルの杭頭を前記構造物に連結するための杭頭連結構造とを備え、
前記鋼管型補強材は、前記杭体の上端から前記杭体の前記下端部分の中まで延在して、
その外周面が前記杭体のグラウトで覆われており、
前記棒鋼型補強材は、前記杭体の上端から前記杭体の下端まで延在して、その下端部分が前記鋼管型補強材の下端から延出して前記杭体のグラウトで覆われており、
前記鋼管型補強材の内周面と前記棒鋼型補強材の外周面との間の空間に、前記杭体のグラウトが充填されている、
ことを特徴とするマイクロパイル。

10

【請求項 2】

前記杭体の上端部分の外周面を覆って前記杭体の上端部分を補強する補強用スリーブを備えており、該補強用スリーブの上端部分が前記構造物に埋設され下端部分が地盤に埋設されていることを特徴とする請求項 1 記載のマイクロパイル。

20

【請求項 3】

前記補強用スリーブは、前記掘削孔を形成するために使用されたケーシングを構成していた複数のケーシングセグメントのうちの、残置された少なくとも 1 個のケーシングセグメントにより構成されていることを特徴とする請求項 2 記載のマイクロパイル。

【請求項 4】

前記鋼管型補強材は複数の鋼管セグメントの端部どうしを連結して構成されており、前記棒鋼型補強材は複数の棒鋼セグメントの端部どうしを連結して構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のマイクロパイル。

【請求項 5】

構造物と地盤中の支持層と連結するためのマイクロパイルの構築方法において、
複数のケーシングセグメントを継ぎ足しながら地盤を掘削して、それらケーシングセグメントで構成されたケーシングを備えた掘削孔を、少なくともその下端部分が前記支持層の中を延在するようにして形成するステップと、

30

前記掘削孔に、複数の鋼管セグメントの端部どうしを連結して構成される鋼管型補強材と、複数の棒鋼セグメントの端部どうしを連結して構成される棒鋼型補強材とを挿入するステップであって、その際に、前記鋼管型補強材及び前記棒鋼型補強材が互いに略々同心的に前記掘削孔の長手方向に延在し、前記棒鋼型補強材が中心配置され、前記鋼管型補強材が前記掘削孔の上端から前記掘削孔の前記下端部分の中まで延在し、且つ、前記棒鋼型補強材が前記掘削孔の上端から前記掘削孔の下端まで延在して、この棒鋼型補強材の下端部分が前記鋼管型補強材の下端から延出するようにする、補強材挿入ステップと、

40

前記掘削孔にグラウトを充填するステップと、

前記ケーシングを引き揚げて前記複数のケーシングセグメントのうちの少なくとも幾つかを除去することにより、前記ケーシングにより覆われていた前記掘削孔の内壁面を露出させるステップと、

前記掘削孔にグラウトを加圧注入して硬化させることにより、その外周面にグラウト/地盤接合部を有する杭体を形成するステップと、

前記杭体の上端に、前記鋼管型補強材及び前記棒鋼型補強材に接合された、該マイクロパイルの杭頭を前記構造物に連結するための杭頭連結構造を設けるステップと、

を含むことを特徴とするマイクロパイルの構築方法。

【請求項 6】

50

前記杭体の上端部分の外周面を覆って前記杭体の上端部分を補強する補強用スリーブを前記杭体の上端部分に設け、該補強用スリーブの上端部分を前記構造物に埋設し下端部分を地盤に埋設することを特徴とする請求項 5 記載のマイクロパイルの構築方法。

【請求項 7】

前記ケーシングを引き揚げて前記複数のケーシングセグメントのうちの少なくとも幾つかを除去する際に、それら複数のケーシングセグメントのうちの少なくとも 1 個のケーシングセグメントを前記掘削孔の上端部分に残置し、その残置したケーシングセグメントで前記補強用スリーブを構成することを特徴とする請求項 6 記載のマイクロパイルの構築方法。

【請求項 8】

前記複数のケーシングセグメントのうち残置すべきケーシングセグメントを除いた全てのケーシングセグメントを除去した後に、前記掘削孔へのグラウトの加圧注入を 1 回の作業で行うことを特徴とする請求項 5 記載のマイクロパイルの構築方法。

【請求項 9】

前記複数のケーシングセグメントを 1 個除去するごとに、前記掘削孔へのグラウトの加圧注入を反復して実行することを特徴とする請求項 5 記載のマイクロパイルの構築方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロパイルおよびその構築方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロパイルとは直径300mm以下の小径の場所打ち杭及び埋込み杭の総称であり、構造物の杭基礎の構築、既設構造物の耐震補強（増杭工法）、地盤補強、斜面の安定化などをはじめとする数多くの用途に広く用いられている。マイクロパイルには様々な形式のものがあり、例えば下記の特許文献 1～6 に記載されているものなどがある。

【特許文献 1】特開平 10 - 140583 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 027149 号公報

【特許文献 3】特開 2000 - 290906 号公報

【特許文献 4】特開 2001 - 146743 号公報

【特許文献 5】特開 2001 - 323459 号公報

【特許文献 6】特開 2002 - 275907 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

様々なマイクロパイルのうちでも、特に、現場で築造するマイクロパイルは、長尺の既製杭を取扱う面倒がないため、空頭制限のある既設構造物の耐震補強という用途に非常に適しているなどの利点を有する。しかしながら、その種のマイクロパイルに関して、マイクロパイルに作用する押込み力、引抜き力、及び曲げ応力に対する耐力を更に向上させることが強く求められている。これが強く求められているのは、マイクロパイルを使用する際には、多くの場合、多数のマイクロパイルを 1 つの杭群として使用することから、マイクロパイルの耐力を高めれば、また特に、その支持力及び水平抵抗力を高めれば、マイクロパイルの必要本数を減少させることができ、それによって工期の短縮並びに施工コストの低減を達成できるからである。

【0004】

本発明は前記事情に鑑み案出されたものであって、本発明の目的は、耐力を高め、また特に、支持力並びに水平抵抗力を向上させたマイクロパイルおよびその構築方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

20

30

40

50

前記目的を達成するため、本発明に係るマイクロパイルは、構造物と地盤中の支持層とを連結するためのマイクロパイルにおいて、地盤に形成された掘削孔に加圧注入されて硬化したグラウトから成る杭体であって、少なくともその下端部分が前記支持層の中を延在している杭体と、前記杭体のグラウトの中に埋設されて前記杭体の長手方向に延在する互いに略々同心的な鋼管型補強材及び中心配置の棒鋼型補強材と、前記杭体の上端に設けられ、前記鋼管型補強材及び前記棒鋼型補強材が接合された、該マイクロパイルの杭頭を前記構造物に連結するための杭頭連結構造とを備え、前記鋼管型補強材は、前記杭体の上端から前記杭体の前記下端部分の中まで延在して、その外周面が前記杭体のグラウトで覆われており、前記棒鋼型補強材は、前記杭体の上端から前記杭体の下端まで延在して、その下端部分が前記鋼管型補強材の下端から延出して前記杭体のグラウトで覆われており、前記鋼管型補強材の内周面と前記棒鋼型補強材の外周面との間の空間に、前記杭体のグラウトが充填されていることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

また、本発明に係るマイクロパイルの構築方法は、構造物と地盤中の支持層と連結するためのマイクロパイルの構築方法において、複数のケーシングセグメントを継ぎ足しながら地盤を掘削して、それらケーシングセグメントで構成されたケーシングを備えた掘削孔を、少なくともその下端部分が前記支持層の中を延在するようにして形成するステップと、前記掘削孔に、複数の鋼管セグメントの端部どうしを連結して構成される鋼管型補強材と、複数の棒鋼セグメントの端部どうしを連結して構成される棒鋼型補強材とを挿入するステップであって、その際に、前記鋼管型補強材及び前記棒鋼型補強材が互いに略々同心的に前記掘削孔の長手方向に延在し、前記棒鋼型補強材が中心配置され、前記鋼管型補強材が前記掘削孔の上端から前記掘削孔の前記下端部分の中まで延在し、且つ、前記棒鋼型補強材が前記掘削孔の上端から前記掘削孔の下端まで延在して、この棒鋼型補強材の下端部分が前記鋼管型補強材の下端から延出するようにする、補強材挿入ステップと、前記掘削孔にグラウトを充填するステップと、前記ケーシングを引き揚げて前記複数のケーシングセグメントのうちの少なくとも幾つかを除去することにより、前記ケーシングにより覆われていた前記掘削孔の内壁面を露出させるステップと、前記掘削孔にグラウトを加圧注入して硬化させることにより、その外周面にグラウト/地盤接合部を有する杭体を形成するステップと、前記杭体の上端に、前記鋼管型補強材及び前記棒鋼型補強材に接合された、該マイクロパイルの杭頭を前記構造物に連結するための杭頭連結構造を設けるステップとを含むことを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

本発明に係るマイクロパイルは、互いに略々同心的に延在する鋼管型補強材及び棒鋼型補強材を介してマイクロパイルの長手方向の荷重が伝達され、また、鋼管型補強材の外周が加圧注入されて硬化したグラウトで覆われており、マイクロパイルの外周面の長い範囲に亘ってグラウト/地盤接合部が形成されることから、引抜き力及び押込み力に対する大きな耐力を有し、また特に、支持力並びに水平抵抗力に優れたものとなる。そのため従来のマイクロパイルと比べて、マイクロパイルの必要本数を減少させることができ、それによって、工期の短縮並びに施工コストの低減を達成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 図 1 A は本発明の実施例に係るマイクロパイルの縦断面図、図 1 B は図 1 A の B - B 線に沿ったマイクロパイルの横断面図、図 1 C は図 1 A の C - C 線に沿ったマイクロパイルの横断面図、図 1 D は図 1 A の D - D 線に沿ったマイクロパイルの横断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施例に係るマイクロパイルの構築方法における施工手順の説明図である。

【 図 3 】 図 3 A は本発明に係るマイクロパイルの引抜き試験における、試験用マイクロパイルを構築した地盤の層構成を示したチャートであり、図 3 B はその地盤の各層の固さを

示したN値のグラフであり、図3Cは試験用マイクロパイルの縦断面図である。

【図4】本発明に係るマイクロパイルの引抜き試験において、マイクロパイルに載荷した引抜き力の荷重サイクルを示したグラフである。

【図5】図4の荷重サイクルに従って載荷した3本の試験用マイクロパイルにおけるマイクロパイル上端の鉛直変位量と載荷した引抜き力との関係を示したグラフである。

【図6】本発明に係るマイクロパイルの引抜き試験の結果に基づいて算出した、夫々の引抜き力において1本の試験用マイクロパイルに作用した軸力のグラフである。

【図7】図7A～図7Cは本発明に係るマイクロパイルの適用例を示した図である。

【符号の説明】

【0009】

10

- 10 マイクロパイル
- 12 軟弱層
- 14 支持層
- 16 構造物
- 18 杭体
- 20 鋼管型補強材
- 22 鋼管セグメント
- 30 棒鋼型補強材
- 32 棒鋼セグメント
- 50 ケーシング
- 52 ケーシングセグメント
- 54 補強用スリーブ
- 60 掘削孔
- 70 マイクロパイル
- 80 マイクロパイル

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施例に係るマイクロパイルおよびその構築方法について、図面を参照しつつ説明して行く。図1A～図1Dに示した本発明の実施例に係るマイクロパイル10は、軟弱層12とその下方の支持層14とを有する地盤中に現場で築造した、構造物16と地盤中の支持層14と連結するための杭である。マイクロパイル10は、杭体18を有しており、この杭体18は、地盤に形成された掘削孔に加圧注入されて硬化したグラウトから成り、その下端部分が支持層14の中を延在している。杭体18のグラウトの中に、鋼管型補強材20及び棒鋼型補強材30が埋設されている。それら補強材20、30は、互いに略々同心的に配置されて杭体18の長手方向に延在している。棒鋼型補強材30は中心配置されており、即ち、マイクロパイル10の略々中心を延在している。鋼管型補強材20は、複数の鋼管セグメント22の端部どうしを鋼管用継手24を介して連結して構成されており、棒鋼型補強材30は、異形棒鋼（リブ付き棒鋼）から成る複数の棒鋼セグメント32の端部どうしを棒鋼用カブラ34を介して連結して構成されている。棒鋼セグメント32には、4本のフープ状の鋼線を放射状に組合せて構成したセントライザ36が

30

40

【0011】

杭体18の上端に、マイクロパイル10の杭頭を構造物16に連結するための杭頭連結構造体が設けられており、この杭頭連結構造体は、鋼製のベースプレート40から成る。ベースプレート40には、鋼管型補強材20の上端が溶接されて接合されており、また、棒鋼型補強材30の上端がナットで螺着されて接合されている。鋼管型補強材20は、杭体18の上端から、この杭体18の下端部分（既述のごとく、この下端部分は支持層14の中を延在している部分である）の中まで延在しており、その外周面が杭体18のグラウ

50

トで覆われている。棒鋼型補強材 30 は、杭体 18 の上端から、この杭体 18 の下端まで延在しており、その下端部分が鋼管型補強材 20 の下端から延出して杭体 18 のグラウトで覆われている。鋼管型補強材 20 の内周面と棒鋼型補強材 30 の外周面との間の空間には、杭体 18 のグラウトが充填されている。更に、杭体 18 の上端部分は、その外周面が補強用スリーブ 54 で覆われて、この補強用スリーブ 54 により補強されている。補強用スリーブ 54 は、マイクロパイル 10 を構築するために地盤に掘削孔を形成するとき使用したケーシング 50 (図 2 A ~ 図 2 G 参照) を構成していた複数のケーシングセグメント 52 のうちの、残置された 1 個のケーシングセグメント 52 で構成されており、その上端部分が構造物 16 に埋設され、下端部分が地盤に埋設されている。尚、図面には示さなかったが、各々の鋼管セグメント 22 には、その長手方向中央部の外周に、径約 10mm、長さ約 100mm の 4 本の鉄筋片が、その各々が鋼管セグメント 22 の長手方向に延在するようにして放射状に配置されて、鋼管セグメント 22 に溶接されており、それら 4 本の鉄筋片によって、鋼管型補強材 20 をケーシング 52 に対して同心的な位置に保持するためのセントライザが構成されている。

10

【0012】

次に、図 2 A ~ 図 2 G を参照して、以上に説明したマイクロパイル 10 を構築するための、本発明の実施例に係るマイクロパイルの構築方法について説明する。尚、図 2 A ~ 図 2 G においては、図を見易くするために、鋼管用継手 24 や棒鋼用カブラ 34 などをはじめとする幾つかの構成要素を図示省略した。この構築方法においては、先ず、図 2 A 及び図 2 B に示したように、複数のケーシングセグメント 52 を継ぎ足しながら地盤を掘削して、それらケーシングセグメント 52 で構成されたケーシング 50 を備えた掘削孔 60 を形成し、その際に、この掘削孔 60 の下端部分が支持層 14 の中を延在するようにする。図示例では、ケーシングセグメント 52 として、外径が 9-5/8 インチの鋼管を使用しており、ケーシングセグメント 52 どうしを継ぎ足すには、それらの端部どうしを、鋼管用継手 (不図示) を介して取外し可能に接合する。より詳しくは、この掘削は、ボーリングマシン (不図示) を用いて行う。ボーリングマシンの削孔ロッド 62 の下端に取付けた削孔ビット 64 によって地盤を掘り進め、掘削孔の深さが所定深さ増すごとに、ケーシングセグメント 52 を継ぎ足すようにする。尚、掘削孔 60 を形成するための別の方法として、最初のケーシングセグメント 52 の下端に切刃を取付けておき、ボーリングマシンでケーシング 50 を回転させることによって地盤を掘り進める方法、或いは、そのようなケーシング 50 による掘削とそのケーシング 50 の中に挿通した削孔ロッド 62 による掘削とを併用する方法などを用いてもよい。

20

30

【0013】

ケーシング 50 を備えた掘削孔 60 が完成したならば、ケーシング 50 内を水洗し、削孔ロッド 60 を引き揚げて抜去する。続いて、図 2 C に示したように、掘削孔 60 に (即ち、ケーシング 50 内に)、複数の鋼管セグメント 22 の端部どうしを連結して構成される鋼管型補強材 20 と、複数の棒鋼セグメント 32 の端部どうしを連結して構成される棒鋼型補強材 30 とを挿入する。このとき、鋼管セグメント 22 の端部どうしを鋼管用継手 24 (図 1 参照、図 2 A ~ 図 2 G では図示省略) を介して連結することによって、鋼管型補強材 20 に更なる鋼管セグメント 22 を継ぎ足しながら、その鋼管型補強材 20 をケーシング 50 の中へ挿入して行き、また、棒鋼セグメント 32 の端部どうしを棒鋼用カブラ 34 (図 1 参照、図 2 A ~ 図 2 G では図示省略) を介して連結することによって、棒鋼型補強材 30 に更なる棒鋼セグメント 32 を継ぎ足しながら、その棒鋼型補強材 20 をケーシング 50 の中へ挿入して行く。このとき、上述した鋼管セグメント 22 のセントライザ (不図示) の働きによって、鋼管型補強材 20 がケーシング 50 に対して同心的な位置に保持され、また、棒鋼セグメント 32 のセントライザ 36 (図 1 参照、図 2 A ~ 図 2 G では図示省略) の働きによって、棒鋼型補強材 30 が鋼管型補強材 20 に対して同心的な位置に保持される。

40

【0014】

更に、補強材 20、30 をケーシング 50 内へ挿入するこの工程においては、図 2 C に

50

示したように、互いに同心的な鋼管型補強材 20 及び棒鋼型補強材 30 が掘削孔 60 の長手方向に延在し、また、棒鋼型補強材 30 が、掘削孔 60 に対して（従って、マイクロパイル 10 に対して）中心配置されるようにすると共に、鋼管型補強材 20 が、掘削孔 60 の上端から、支持層 14 の中を延在している掘削孔 60 の下端部分の中まで延在するようにし、また更に、棒鋼型補強材 30 が、掘削孔 60 の上端から、掘削孔 60 の下端まで延在して、この棒鋼型補強材 30 の下端部分が、鋼管型補強材 20 の下端から延出するようにする。図示例では、ケーシング 50 の内径を 220mm とし、鋼管型補強材 20 の最大外径部分である鋼管用継手 24 の外径を 195mm としており、そのため、ケーシング 50 の内周面と鋼管型補強材 20 の外周面との間に、図 1 B に示したように、環状の隙間 66 が確保される（図 1 B では、ケーシングセグメント 52 の内周面と鋼管セグメント 22 との間の隙間として示されている）。

10

【0015】

次に、図 2 D に示したように、ケーシング 50 内にグラウトを注入して、掘削孔 60 にグラウトを充填する。尚、掘削孔 60 にグラウトを充填するステップは、掘削孔 60 に補強材 20、30 を挿入するステップに先行して実行するようにしてもよい。グラウトを注入するには、ケーシング 50 内に水を満たし、そのケーシング 50 の中に上方からトレミー管（不図示）を挿入し、そのトレミー管の下端の吐出口をケーシング 50 の下端の近傍に位置付けた上で、その吐出口からグラウトを吐出させて、ケーシング 50 内の水をグラウトで置換する。そして、掘削孔 60 の上端の口元からオーバーフローしてくるグラウトの比重が、トレミー管を介して注入しているグラウトの比重と同じになったならば、それによって置換が完了したことが分かる。

20

【0016】

次に、ケーシング 50 を引き揚げて、複数のケーシングセグメント 52 のうちの少なくとも幾つかを除去することによって、それまでケーシング 50 により覆われていた掘削孔 60 の内壁面を露出させる（図 2 E）。このとき、掘削孔 60 の上端部分に 1 つまたは幾つかのケーシングセグメント 52 を掘削孔 60 の上端部分に残置して、その残置したケーシングセグメントによって補強用スリーブ 54 を構成する。この補強用スリーブ 54 は、マイクロパイル 10 が完成した後にこの補強用スリーブ 54 の上端部分を構造物 16 に埋設し、下端部分を地盤に埋設することによって、マイクロパイル 10 の水平抵抗力を増大させるものである。尚、補強用スリーブ 54 の別構成例として、全てのケーシングセグメント 52 を引き抜いて除去した後に、別に用意したスリーブ部材を杭体 18 の上端に嵌合して補強用スリーブとするようにしてもよい。また、補強用スリーブ 54 の長さは、杭の特性値である β 値に応じて適宜定めればよい。

30

【0017】

次に、掘削孔 60 に更なるグラウトを加圧注入して硬化させることにより、その外周面にグラウト/地盤接合部を有する杭体 18 を形成する（図 2 F）。このグラウト/地盤接合部は、マイクロパイル 10 の外周面の全長のうち、補強用スリーブ 54 で覆われた部分だけを除いた、長い範囲に亘って形成される。また、グラウトの加圧注入の際に、注入されるグラウトの一部が周辺地盤へ浸透することによって、周辺地盤も強化される。掘削孔 60 へのグラウトの加圧注入を行う手順としては、ケーシング 50 を構成していた複数のケーシングセグメント 52 のうち、残置するケーシングセグメントを除いた残り全てのケーシングセグメントを除去した後に、掘削孔 60 へのグラウトの加圧注入を 1 回の作業で行うようにしてもよく、或いは、ケーシングセグメント 52 を 1 個除去するごとに掘削孔 60 へのグラウトの加圧注入を反復して実行するようにしてもよい。

40

【0018】

次に、鋼管型補強材 20 の上端に鋼製のベースプレート 40 を溶接して接合し、また、このベースプレート 40 に、棒鋼型補強材 30 の上端をナットで螺着して接合する（図 2 G）。これによって、杭体 18 の上端に、鋼管型補強材 20 及び棒鋼型補強材 30 に接合された、マイクロパイル 10 の杭頭を構造物 16（図 1 参照）に連結するための杭頭連結構造が設けられる。以上でマイクロパイル 10 が完成し、この後、補強用スリーブ 54 の

50

周囲の土砂の埋め戻しを行うことで、補強用スリーブ 5 4 の下端部分を地盤に埋設し、また、補強用スリーブ 5 4 の上端部分を埋設するようにして構造物 1 6 のフーチングを構築する。

【 0 0 1 9 】

マイクロパイル 1 0 は以上のように構成されているため、互いに略々同心的に延在する鋼管型補強材 2 0 及び棒鋼型補強材 3 0 を介してマイクロパイル 1 0 の長手方向の荷重が伝達され、また、マイクロパイル 1 0 の外周面の長い範囲に亘ってグラウト / 地盤接合部が形成されることから、引抜き力及び押込み力に対する大きな耐力を有する。また、鋼管型補強材 2 0 の内周面と中心配置した棒鋼型補強材 3 0 の外周面との間の空間にグラウトが充填されている構造は、マイクロパイル 1 0 に作用する曲げ荷重及び剪断荷重に対する大きな耐力を有しており、加えて補強用スリーブ 5 4 を必要長設置することで、マイクロパイル 1 0 は大きな水平抵抗力を発揮することができる。そのため従来のマイクロパイルと比べて、マイクロパイルの必要本数を減少させることができ、それによって、工期の短縮並びに施工コストの低減を達成することができる。本発明に係るマイクロパイルのこれら優れた利点を明らかにするために、以下に、具体例のマイクロパイルを試験して得られたデータを示す。

10

【 0 0 2 0 】

具体例

図 3 C に示した試験用マイクロパイル 7 0 を試験ヤードに構築し、載荷試験装置を用いて杭軸上の鉛直一方向の引抜き試験を実施した。マイクロパイル 7 0 の構築に先立ち、コアボーリングを行って試験ヤードの地盤のサンプルを採取した。サンプルから判明した地盤の層構成は、図 3 A のチャートに示したように、地表から深度 2.9m までが埋土層であり、以下、深度 2.9m から 4.0m までがローム層、深度 4.0m から 6.2m までが細砂層、深度 6.2m から 7.7m までが粘土層、深度 7.7m から 8.8m までが第 2 の細砂層、深度 8.8m から 10.5m までがシルト層、そして深度 10.5m から先が第 3 の細砂層であった。

20

【 0 0 2 1 】

地盤の各層の固さを知るために、サンプルに対して N 値の計測を行い、図 3 B のグラフに示した結果を得た。このグラフにおいて、縦軸は地表からの深度を表し、横軸は N 値を表す。グラフから明らかなように、地表の埋土層から、深度 10.5m に達するシルト層までは、N 値が 10 またはそれ以下の軟弱層 1 2 を構成しており、深度 10.5m から先の第 3 の細砂層は、N 値が 30 以上の支持層 1 4 を構成している。

30

【 0 0 2 2 】

図 3 C に試験用マイクロパイル 7 0 の縦断面図を示した。マイクロパイル 7 0 を構築するために用いるケーシングの外径は 244.5mm とした。従って、マイクロパイル 7 0 の外径は、このケーシングの外径に、グラウトを加圧注入することによって発生する径方向膨張分が加わった値となった。また、地盤の層構成に合わせて、マイクロパイル 7 0 の全長を 15,500mm に定め、その上端部分の約 500mm の部分が地表上に突出し、中間部分の約 10,000mm の部分が軟弱層 1 2 の中を延在し、下端部分の約 5,000mm の部分が支持層 1 4 の中を延在するようにした。鋼管型補強材 2 0 は、マイクロパイル 7 0 の上端からマイクロパイル 7 0 の下端の手前 2,000mm の位置まで延在するようにした。棒鋼型補強材 3 0 は、マイクロパイル 7 0 の上端から下端まで延在するようにした。更に、棒鋼型補強材 3 0 に作用する軸方向荷重を計測するために、棒鋼型補強材 3 0 の外面の様々な異なった高さに、9 組のひずみゲージ S 1 ~ S 9 を貼付した。それらひずみゲージ S 1 ~ S 9 の貼付位置は図 3 C に記した通りである。尚、同図に示した貼付位置の基準である地表面 G L は、マイクロパイル 7 0 の構築位置における地表面であって、原状地盤の地表面より 0.5m 低い位置にある。

40

【 0 0 2 3 】

引抜き試験においては、載荷試験装置により、マイクロパイル 7 0 の上端に鉛直方向の引抜き力を載荷し、その際に、載荷する引抜き力を図 4 のグラフに示した載荷サイクルで変化させた。図示のごとく、この載荷サイクルは合計 5 回の載荷期間から成り、第 1 回 ~

50

第 4 回の載荷期間の各々は約 1 時間の長さとし、第 5 回の載荷期間は約 2 時間の長さとした。第 1 回載荷期間においては、前半約 30 分間は引抜き力を 180.2kN に維持し、後半約 30 分間は 359.5kN に維持した。第 2 回載荷期間においては、前半約 30 分間は引抜き力を 538.9 kN に維持し、後半約 30 分間は 726.1kN に維持した。第 3 回載荷期間においては、前半約 30 分間は引抜き力を 902.0kN に維持し、後半約 30 分間は 1080.5kN に維持した。第 4 回載荷期間においては、前半約 30 分間は引抜き力を 1259.8kN に維持し、後半約 30 分間は 1454.8kN に維持した。第 5 回載荷期間においては、最初の約 30 分間は引抜き力を 1626.4kN に維持し、次の約 30 分間は 1799.7kN に維持し、3 番目の約 30 分間は 1977.3kN に維持し、最後の約 30 分間は 2156.7kN に維持した。従って、引抜き力を一定に維持した期間が合計 12 回あり、それら期間の各々において棒鋼型補強材 30 に貼付した 9 組のひずみゲージ S 1 ~ S 9 による計測値の読み取りを行った。また、各々の読取時に、マイクロパイル 70 の上端が最初の位置からどれほど上昇しているかを計測した。

10

【0024】

以上の引抜き試験を、3 本の試験用マイクロパイルに対して実行した。その結果を示したのが図 5 のグラフである。このグラフにおいて、横軸は試験用マイクロパイルの上端の上昇量（鉛直変位量）を表し、縦軸は載荷した鉛直引抜き力を表す。グラフから明らかに、3 本の試験用マイクロパイルは、引抜き力に対する耐力が 1500kN を超えており、この耐力の値は、N 値が 30 以上の支持層の中を延在する部分が約 5,000mm のマイクロパイルにとって、非常に大きな値であると認められる。

20

【0025】

更に、ひずみゲージの読取値に基づいて、夫々の引抜き力において 1 本の試験用マイクロパイル 70 に作用していた軸力を算出した。その結果を示したのが、図 6 のグラフである。このグラフは、棒鋼型補強材 30 に貼付したひずみゲージ S 1 ~ S 9 の読取値に基づいて算出した軸力を示しており、このグラフから分かるように、マイクロパイル 70 に作用する軸力は、深度 10.5m より浅い軟弱層 12 の中を延在している部分においても、下の方ほど軸力が減少しており、従って、マイクロパイル 70 に対しては、軟弱層 12 においても十分に有効な周面摩擦力が作用していたことが分かる。

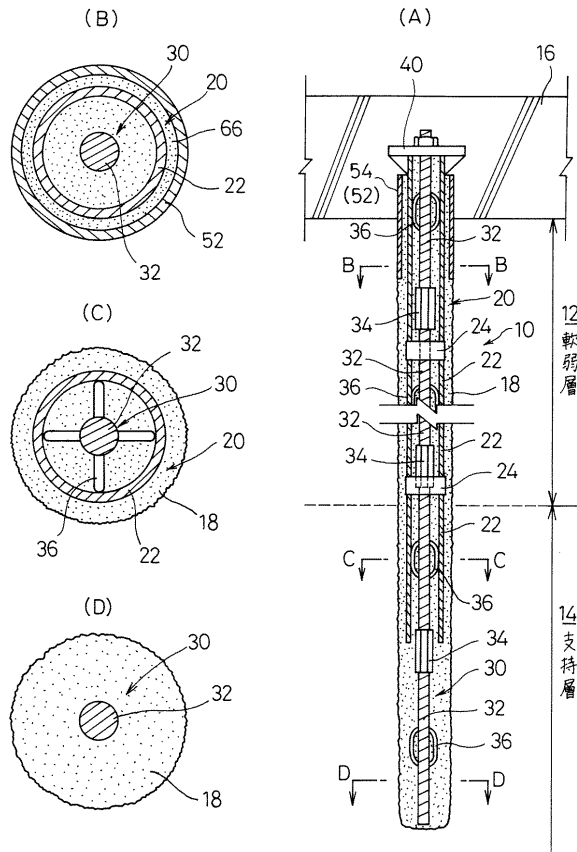
【産業上の利用可能性】

【0026】

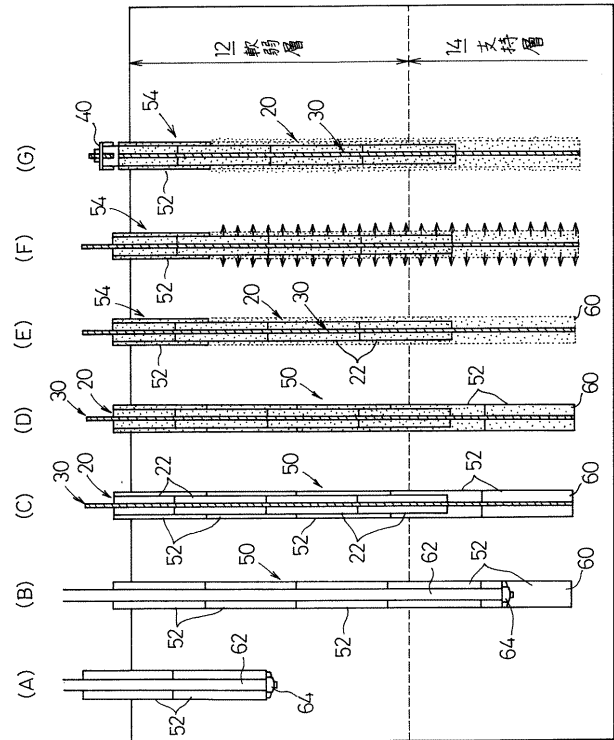
図 7 A ~ 図 7 C は、本発明に係るマイクロパイル 80 の適用例を示した図である。本発明に係るマイクロパイルは、例えば、橋脚のフーチング 82 と支持層とを連結するための支持杭として使用することもでき（図 7 A）、橋台のフーチング 84 を固定するための杭として使用することもでき（図 7 B）、また更に、支持杭 88 で支持されている既設の橋脚の基礎 86 を補強するために、新設するフーチング拡張部 90 と併せて使用することも可能である（図 7 C）。

30

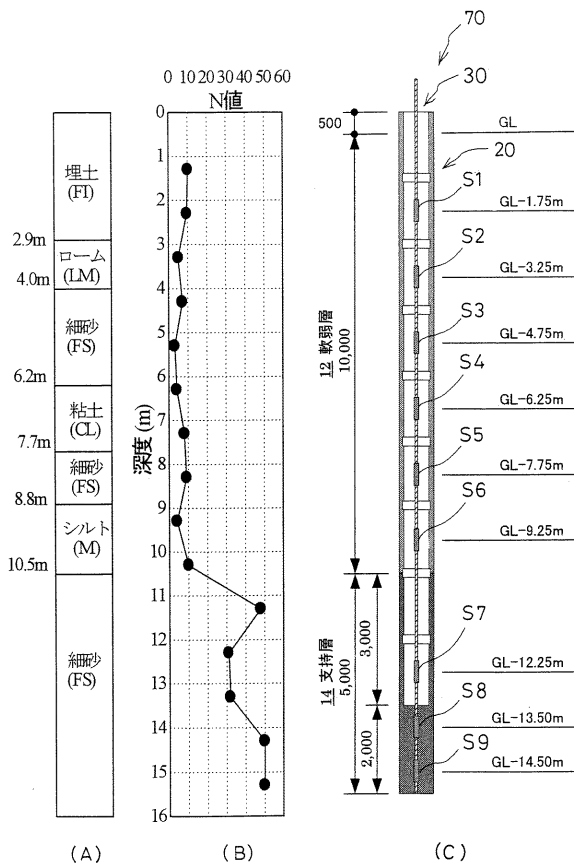
【図 1】



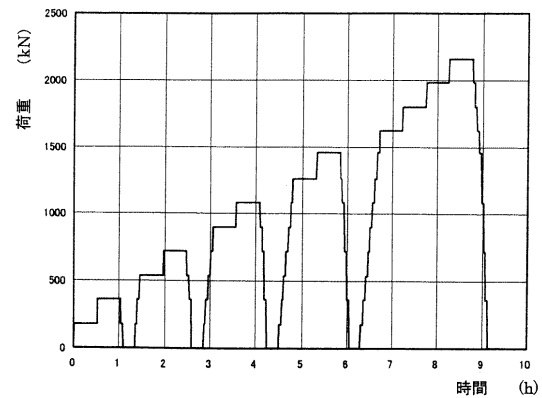
【図 2】



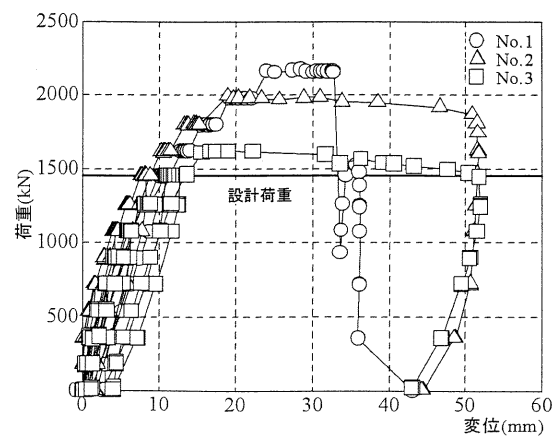
【図 3】



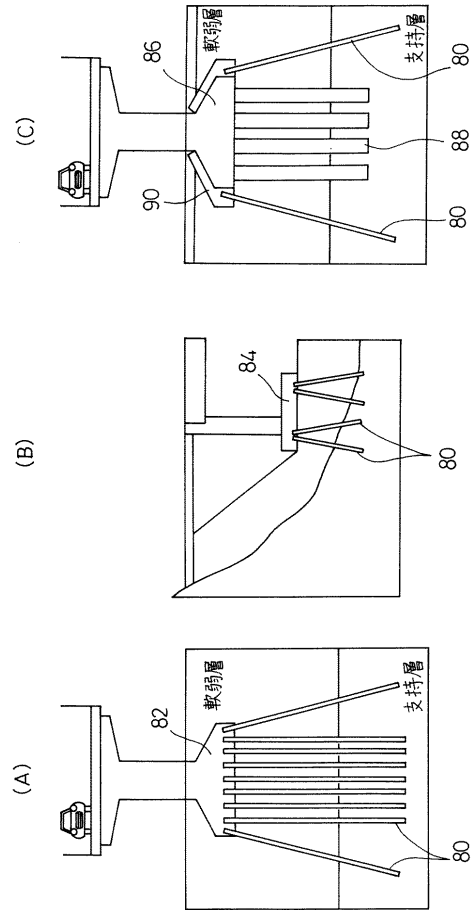
【図 4】



【図 5】



【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02D5/54 (2006.01), **5/28** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E02D5/54 (2006.01), **5/28** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 10-140583 A (Fujita Corp.), 26 May, 1998 (26.05.98), Par. Nos. [0007] to [0008]; Fig. 1 (Family: none)	1-2, 5 3-4, 6-9
Y	JP 58-24017 A (Raito Kogyo Co., Ltd.), 12 February, 1983 (12.02.83), Page 4, lines 6 to 9; page 4, lines 11 to 15; page 5, lines 4 to 10; Fig. 1 (Family: none)	1-2, 5
Y	JP 11-131487 A (Okabe Co., Ltd.), 18 May, 1999 (18.05.99), Par. No. [0032]; Fig. 6 (Family: none)	1-2, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 November, 2005 (07.11.05)Date of mailing of the international search report
22 November, 2005 (22.11.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018681

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-44216 A (Kabushiki Kaisha Araigumi), 23 February, 1993 (23.02.93), Par. Nos. [0021], [0022]; Fig. 1 (Family: none)	5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2005/018681	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B02D5/54 (2006.01), 5/28 (2006.01)			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B02D5/54 (2006.01), 5/28 (2006.01)			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP 10-140583 A (株式会社フジタ) 1998.05.26, 段落【0007】～【0008】, 図1 (ファミリーなし)	1-2, 5	
A		3-4, 6-9	
Y	JP 58-24017 A (ライト工業株式会社) 1983.02.12, 第4頁第6-9行目, 第4頁第11-15行目, 第5頁第4-10行目, 第1図 (ファミリーなし)	1-2, 5	
Y	JP 11-131487 A (岡部株式会社) 1999.05.18, 段落【0032】, 図6 (ファミリーなし)	1-2, 5	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 07.11.2005		国際調査報告の発送日 22.11.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 高橋 三成 電話番号 03-3581-1101 内線 3241	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 5 / 0 1 8 6 8 1
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 5-44216 A (株式会社新井組) 1993.02.23, 段落【0021】 , 【0022】 , 図1 (ファミリーなし)	5

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

- (72)発明者 波田 光敬
茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 相良 昌男
東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目2番2号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 笹谷 輝勝
東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目2番2号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 平野 勝識
東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目2番2号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 斉藤 悦郎
東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目2番2号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 畑野 俊久
東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目2番2号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 坂元 健一郎
東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目2番2号 株式会社フジタ内
- (72)発明者 若林 保美
大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内
- (72)発明者 美島 雄士
大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内
- (72)発明者 岩田 節雄
大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内
- Fターム(参考) 2D041 AA03 BA03 BA04 BA19 BA21 DA13 DB02 DB13 FA02 FA03
GC04 GC07 GC11

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。