

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3448629号
(P3448629)

(45)発行日 平成15年 9 月22日 (2003. 9. 22)

(24)登録日 平成15年 7 月11日 (2003. 7. 11)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

E 0 2 D 27/34

E 0 2 D 27/34

A

Z

5/48

5/48

5/50

5/50

27/32

27/32

A

請求項の数10(全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-390895(P2000-390895)
(22)出願日 平成12年12月22日(2000. 12. 22)
(65)公開番号 特開2002-188157(P2002-188157A)
(43)公開日 平成14年 7 月 5 日(2002. 7. 5)
審査請求日 平成12年12月22日(2000. 12. 22)

(73)特許権者 301031392
独立行政法人土木研究所
茨城県つくば市南原 1 番地 6
(73)特許権者 591063486
財団法人先端建設技術センター
東京都文京区大塚二丁目15番 6 号 ニッ
セイ音羽ビル 4 階
(73)特許権者 000222668
東洋建設株式会社
大阪府大阪市中央区高麗橋 4 丁目 1 番 1
号
(74)代理人 100068618
弁理士 萆 経夫 (外 3 名)

審査官 安藤 勝治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 既設構造物基礎の耐震補強工法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 地盤中に高圧噴射攪拌工法により改良体を造成した後、この改良体内に既製杭を建込んで複合杭を形成する施工を、既設構造物のフーチング下の基礎の周りで行って、該基礎の周りに前記複合杭を間隔を置いて配置し、しかる後、前記既製杭の杭頭部を包むように前記フーチングを増設することを特徴とする既設構造物基礎の耐震補強工法。

【請求項 2】 複合杭を、鉛直杭として形成することを特徴とする請求項 1 に記載の耐震補強工法。

【請求項 3】 鉛直杭の一部または全部を斜杭で置換することを特徴とする請求項 2 に記載の耐震補強工法。

【請求項 4】 斜杭の傾斜角度が、10°～20°であることを特徴とする請求項 3 に記載の耐震補強工法

【請求項 5】 改良体内に既製杭を建込む際、改良体内

2

に事前に縦穴を掘削し、この縦穴に既製杭を挿入すると共に該既製杭の周りの空隙にグラウトを充填することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の耐震補強工法。

【請求項 6】 既製杭として、その上部側部分を下部側部分より大径とした異径杭を用いることを特徴とする請求項 5 に記載の耐震補強工法。

【請求項 7】 改良体内に既製杭を建込む際、改良体が未硬化のうちに該改良体内に既製杭を圧入することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の耐震補強工法。

【請求項 8】 既製杭が、節付きであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の耐震補強工法。

【請求項 9】 地盤中に液化危険層が存在する場合、フーチングの増設に先行して、該液化危険層に対して

10

複合杭と接続するように高圧噴射攪拌工法により改良体を増設することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の耐震補強工法。

【請求項 10】 地盤中に液化危険層が存在する場合、フーチングの増設に先行して、該液化危険層に対して複合杭の相互間を通して中空ドレーン材を打設することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の耐震補強工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、橋脚、ビル等の既設構造物の基礎を耐震補強するための耐震補強工法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、既設構造物基礎の補強工法の代表的なものとしては、既存の杭基礎の周囲に増し杭（場所打ち杭）を打設し、この増し杭と既設フーチングとを一体化する増し杭工法、増し杭の代わりに鋼管矢板を打設して、これと既設フーチングとを一体化する鋼管矢板基礎増設工法があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記した増し杭工法によれば、所望の鉛直方向の支持力を得ようとすると、地中深くに存在する支持層まで杭を打設しなければならず、一方、水平方向の支持力を高めようとすると、大口径の杭を打設しなければならず、鉛直方向および水平方向に大きな支持力が要求される場合には、施工が大がかりとなるばかりか、工期の延長や工費の上昇が避けられない、という問題があった。また、鉛直方向の支持力が高まったとしても、それは、専ら先端支持に依存してのことであり、押込み方向の支持力は十分となっても引抜き方向の支持力は期待できず、地震により構造物が大きく横揺れを起こすような場合は、引抜き方向の支持力が不足して、耐震補強としては不十分であった。また、上記鋼管矢板基礎増設工法によれば、大口径の鋼管の使用により水平方向の支持力は十分となるものの、一般には圧入方式での打設を採用するため鉛直方向の支持力特に引抜き方向の支持力は期待できず、上記した増し杭工法と同様に耐震補強の面で不十分であった。

【0004】本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、大がかりな施工を行うことなく鉛直方向（押込み、引抜き両方向）および水平方向の支持力を十分に高めることができ、もって耐震補強の面で有用な既設構造物基礎の補強工法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、地盤中に高圧噴射攪拌工法により改良体を造成した後、この改良体内に既製杭を建込んで複合杭を形成する施工を、既設構造物のフーチング下の基礎の

周りで行って、該基礎の周りに前記複合杭を間隔を置いて配置し、しかる後、前記既製杭の杭頭部を包むように前記フーチングを増設することを特徴とする。

【0006】高圧噴射攪拌工法は、注入口ロッドを地盤中に回転および軸方向移動させながら、その先端の噴射ノズルから注入口ロッドと直角方向へグラウト（地盤改良材）を単独に、あるいは高圧水または圧縮エアと混合して高圧噴射し、地盤改良材と周辺土砂とを攪拌混合して改良体を造成する工法で、小型の施工機械を用いて大径の改良体を造成できる利点がある。本発明は、この高圧噴射攪拌工法により造成した改良体に既製杭を建込んで複合杭とするもので、本発明によれば、各既製杭は、大径の改良体に支持されて鉛直方向（押込み、引抜き両方向）および水平方向に大きな支持力を発揮するものとなる。

【0007】本発明は、上記複合杭を、鉛直杭として形成してもよいが、この鉛直杭の一部または全部を斜杭で置換するようにしてもよいものである。斜杭は、水平方向に大きな支持力を発揮することが知られており、複合杭の一部または全部を斜杭とすることで、耐震補強の面で有利に働く。ただし、斜杭の傾斜角度は、あまり小さいと前記した効果が小さく、逆にあまり大きいと施工機械と既設構造物との干渉等の問題や隣接構造物への侵害の問題が生じて施工性が低下するので、 $10 \sim 20^\circ$ 程度とするのが望ましい。

【0008】本発明において、上記改良体内に既製杭を建込む方法は任意であるが、比較的小口径(500mm以下)の既製杭を用いる場合は、改良体内に事前に縦穴を掘削し、この縦穴に既製杭を挿入すると共に該既製杭の周りの空隙にグラウトを充填するのが望ましく、これにより既製杭が改良体内に強固に定着される。この場合、水平方向の支持力は既製杭の上部側部分が負担するので、既製杭としては、上部側部分（例えば、全長のほぼ $1/3 \sim 1/2$ 長に相当する部分）をその下部側部分より大径とした異径杭を用いることにより、既製杭の重量が全体として軽減され、コスト的に有利となる。

【0009】本発明は、水平方向の支持力をより高めるべく、比較的大口径（500～1000mm）の既製杭を改良体内に建込むようにしてもよいものであるが、このような大口径の既製杭の建込みに際しては、上記のように高圧噴射攪拌工法により改良体を造成した後、この改良体が未硬化のうちに該改良体内に既製杭を直接圧入するようにしてもよい。この場合は、上記した改良体に対する事前削孔およびグラウト充填を省略することができる。

【0010】本発明において、既製杭は、上記した口径の大きさ如何にかかわらず、節付きとするのが望ましく、これにより鉛直方向（押込み、引抜き両方向）の支持力がより一層高まるようになる。

【0011】本発明は、地盤中に液化危険層が存在する場合、上記フーチングの増設に先行して、該液化危険

険層に対して複合杭と接続するように高圧噴射攪拌工法により改良体を増設するのが望ましく、これにより既設構造物のフーチング下の液状化危険層が改良体からなる複合杭で囲まれ、既設構造物下への地震波の侵入が抑制されて、既設構造物下の地盤の液状化が未然に防止される。本発明は、この液状化対策として、上記改良体の増設に代えて、中空ドレーン材（ドレーンパイプ）を打設するようにしてもよく、中空ドレーン材を鉛直方向はもちろん、既設構造物下の液状化危険層に向けて斜めに打設することで、地震時に液状化危険層に発生する過剰間隙水が中空ドレーン材を通して地上へ排出され、既設構造物下の地盤の液状化が未然に防止される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を添付図面に基いて説明する。

【0013】図1乃至図3は、本発明に係る耐震補強工法の第1の実施の形態を示したものである。本第1の実施の形態は、既設構造物としての橋脚1の基礎を対象になされたもので、橋脚1は、その底部に一体に設けたフーチング2を地盤3中に打設した複数の杭4上に載せた状態で据付け固定されている。各杭4は、それぞれの先端が支持層5に到達するまで地盤3内に打込まれており、その複数の杭がまとまって一つの杭基礎6を構成し、所定の耐力（支持力）を発揮するようになっている。この杭基礎6の周りには本工法による複数の複合杭（鉛直杭）10が形成され、一方、地盤3の地表面側には、各複合杭10の上端部と橋脚1のフーチング（既設フーチング）2とを接続一体化するフーチング（増設フーチング）11が増設されている。

【0014】上記複合杭10は、後述する高圧噴射攪拌工法により地盤3中に造成された大径の改良体12と、この改良体12の軸心位置に形成した縦穴13内に挿入された既製杭14と、この既製杭14の周りの空所に充填された定着層15とからなっており、その改良体12は前記既設フーチング2の側方位置と前記支持層5よりも浅い位置との間に造成されている。既製杭14は、その上端部（杭頭部）14aが改良体12の上端より若干突出するように設けられており、前記増設フーチング11は、この既製杭14の杭頭部14aを包むように打設されている。なお、既製杭14の杭頭部14aは、各複合杭10の相互間で鉄筋、フレーム等の連結部材（図示略）により連結された状態で増設フーチング11に包まれており、これにより、各複合杭10と既設フーチング2とは増設フーチング11を介して強固に一体化されている。

【0015】ここで、上記既製杭14は、その全長の1/3～1/2長に相当する上部側部分を比較的大口径（一例として、250～500mm）の大径部16とすると共に、それより下部側部分を比較的小口径（一例として、150～250mm）の小径部17とする異径杭として提供されている。

既製杭14はまた、その全長にわたって所定ピッチで節18を設けた節付き杭として提供されている。

【0016】本工法の実施に際しては、図4に示すように、先端に噴射ノズル20を有する注入口ロッド（単管または二重管）21を用意し、先ず、この注入口ロッド21を回転させながら地盤3中に貫入させ、その先端の噴射ノズル20が計画改良域の上限深さ D_1 （ここでは、既設フーチング2の側方）に達したら、注入口ロッド21内に超高压（30～40MPa程度）の水を供給し（圧縮空気を併用する場合もある）、その噴射ノズル20から水平方向へ超高压水を噴射させる。この超高压水の噴射により地盤3が広範囲に切削攪拌（プレカッティング）され、地盤3内には大径の切削攪拌層Aが形成され、この切削攪拌層Aは、注入口ロッド21の回転下降に応じて下方へ拡大する（①）。なお、この時発生する余剰スライムは注入口ロッド21の周りの空隙を通して地上へ排出される。

【0017】そして、前記切削攪拌層Aの形成が計画改良域の下限深さ D_2 （ここでは、支持層5より浅い位置）に達したら、前記超高压水をグラウト（セメントミルク：水セメント比W/C＝60～70程度）に切替え、噴射ノズル1から超高压（40MPa程度）のグラウトを水平方向へ噴射させながら（圧縮空気を併用する場合もある）、注入口ロッド21を回転上昇させる（②）。このグラウトの高圧噴射により、前記切削攪拌層A内の土砂はグラウトと攪拌混合されてグラウト混合層Bに変質し、このグラウト混合層Bは注入口ロッド21の回転上昇に応じて上方へ拡大する。この時、余剰スライムは地上へ誘導排出されるが、この段階では水の噴射が停止されているので、その誘導排出の程度はわずかであり、グラウトの無駄な消費が抑えられる。このようにしてグラウト混合層Bの形成が計画改良域の上限深さ D_1 に達したら、注入口ロッド21に対するグラウトの供給を停止し、注入口ロッド21を地盤3から引抜き、そのまま養生させる。この養生によりグラウト混合層Bが硬化し、計画改良域には前記した大径の改良体12（③）が造成される。

【0018】次に、上記のように造成された改良体12に、例えばアースオーガー23を用いて前記縦穴13を掘削する。この縦穴13の掘削は、改良体12の底面近傍まで行い、掘削終了後、アースオーガー23を改良体12から引抜き（④）、次に、この縦穴13内に、例えば体積膨張型グラウト24を所定量供給する（⑤）。その後、縦穴13内に、前記節18付きの、先端閉じの既製杭（異径杭）14を挿入する。すると、予め供給されていたグラウト24が既製杭14と縦穴13の内壁との空隙内にオーバーフローし、該空隙にグラウト24が充填される。このグラウト24は、所定時間養生させることで体積膨張しながら硬化して前記定着層15となり、この定着層15により既製杭14は、強固に改良体12に接合一体化される。

【0019】このようにして複合杭10の一つが完成し、以降、上記施工を繰り返して、前記既設フーチング2下の杭基礎6の周りに複数の複合杭10を所定の間隔を置いて形成する。そして、一連の複合杭10の形成が完了したら、まず、この上の地表面を掘削して既製杭14の杭頭部14aと既設フーチング2とを露出させ、次に、各既製杭14の杭頭部14aを相互に連結部材を用いて連結する。また、これと並行して既設フーチング2の表面をはつり、場合によっては鉄筋を露出させる。鉄筋を露出させた場合は、その鉄筋および杭頭部14a同士を連結する連結部材に接続する状態で、既設フーチング2の周りに新規の鉄筋を組込み、これら鉄筋、既設杭14の杭頭部14a、既設フーチング2を包むように前記増設フーチング11を打設する。

【0020】この結果、各複合杭10が増設フーチング11を介して既設フーチング2に強固に一体化されるが、高圧噴射攪拌工法により形成した改良体12に既製杭14を建込むので、各既製杭14は、支持層5まで建込まなくても鉛直方向に大きな支持力を発揮するものとなる。また、各既製杭14は、大径の改良体12と一体となつて水平方向に大きく抵抗するので、水平方向にも大きな支持力を発揮するものとなり、既設構造物としての橋脚1の基礎の耐力(支持力)が著しく増大し、地震時の揺れにも十分に耐えるようになる。

【0021】特に、本第1の実施の形態では、改良体12の縦穴13内に既製杭14を建込む際、グラウト24として体積膨張型のものを用いているので、定着層18が既製杭14の周りの空隙を十分に埋め、しかも、既製杭14が節18を有する形状となっているので、これと定着層15との摩擦抵抗が著しく増大し、既製杭14は鉛直方向に著しく大きな支持力を発揮するものとなる。また、既製杭14は、地震による水平力を受ける上部側の1/3~1/2長部分が大径部16となっているので、水平方向の支持力を犠牲にすることなく、全体の軽量化を図ることができ、コスト的に有利となっている。

【0022】図5は、本発明に係る補強工法の第2の実施の形態を示したものである。本第2の実施の形態の特徴とするところは、上記第1の実施の形態における複合杭10を鉛直方向に対して所定の傾斜角度 θ ($=10^\circ \sim 20^\circ$)で形成した点にある。なお、この複合杭10の構造は、既製杭14としてストレート杭を用いている他は、第1の実施の形態と基本的に同じであるので、ここでは、同一部分に同一符号を付することとする。また、この複合杭10の形成方法も第1の実施の形態と同じであるので、ここでは、その形成方法も省略する。

【0023】本第2の実施の形態においては、複合杭10が斜杭として形成されているので、水平方向に大きな支持力を発揮するものとなり、耐震補強を図る上で極めて有用となる。また、第1の実施の形態のように鉛直杭(複合杭)10と同等の水平方向支持力を確保しようと

する場合は、既製杭14としてより小口径のものをを用いることが可能になり、その分、コスト的に有利となる。

【0024】ところで、既設フーチング2下の地盤3中には、図6に示すように液状化危険層30が存在する場合がありますが、このような液状化危険層30が存在すると、上記第1の実施の形態のように杭基礎6の周りに断続的に複合杭10を配列しただけでは、既設フーチング2下の地盤に地震波が侵入し、地盤のせん断変形による液状化を防止することはできない。

【0025】本発明に係る補強工法の第3の実施の形態は、このような液状化危険層30が存在する場合に好適となるもので、図6および図7に示すように、上記した高圧噴射攪拌工法により杭基礎6の周りに改良体12を造成する際、前記液状化危険層30に対して、複合杭10として用いられる改良体12と接続するように高圧噴射攪拌工法によりサブ改良体31を相互にラップさせて造成し、杭基礎6に含まれる液状化危険層30の周りを、改良体12およびサブ改良体31を接続してなる連続壁32で囲むようにする。本第3の実施の形態において、前記した連続壁32を造成した後は、第1の実施の形態と同様の手順で、各改良体12に対する縦穴13の掘削、縦穴13内へのグラウト24の供給および縦穴13内への既製杭14の挿入を行って(図4③~⑤)、複合杭10を完成させ、さらに増設フーチング11の打設を行う。

【0026】本第3の実施の形態によれば、上記第1の実施の形態と同様に鉛直方向および水平方向の支持力が十分になることに加え、既設フーチング2下の液状化危険層30を囲む連続壁32が地震波の侵入を抑えて、該液状化危険層30の液状化を防止するので、耐震補強の面できわめて有用となる。

【0027】ここで、地盤3中に液状化危険層30が存在する場合は、上記第3の実施の形態におけるサブ改良体31(図6、7)の打設に代えて、図8に示すように、中空ドレーン材(ドレーンパイプ)35を打設するようにしてもよい。本発明に係る補強工法の第4の実施の形態は、この中空ドレーン材35を打設する工法を含むもので、中空ドレーン材の打設工法としては、例えば特許第2920501号公報に記載の工法を採用することができる。この工法は、先端にカットを取付けたガイド管を回転および軸方向移動させて地盤に穴を削孔した後、このガイド管内に中空ドレーン材を挿入し、しかる後、中空ドレーン材の上端を押えながらガイド管を地盤から引抜くようにするもので、前記した高圧噴射攪拌工法、あるいはマイクロパイル打設工法と同様の小型機械を用いて簡単に中空ドレーン材を打設できる利点を有している。

【0028】本第4の実施の形態においては、前記第1または第2の実施の形態における同様の手順で杭基礎6の周りに複合杭10を形成した後、各複合杭10の間

のスペースを利用して上記中空ドレーン材の打設工法を実施し、図 8 に示すように、液状化危険層 3 0 に対して複数の中空ドレーン材 3 5 を打設し、この際、鉛直方向はもちろん、既設構造物下の液状化危険層 3 0 へ向かう傾斜方向へも複数の中空ドレーン材 3 5 を打設するようにする。また、フーチング 2 の周りの地盤 3 中に、例えば碎石等を用いて環状の排水溝 3 6 を構築すると共に、この排水溝 3 6 と各中空ドレーン材 3 5 の上端部とを連絡する連絡溝 3 7 を構築する。このように、中空ドレーン材 3 5 を打設することで、地震時に液状化危険層 3 0 に過剰間隙水が発生すると、この過剰間隙水は中空ドレーン材 3 5 を通して排水溝 3 6 へ排出され、該液状化危険層 3 0 の液状化が未然に防止されて、前記第 3 の実施の形態と同様に、耐震補強の面できわめて有用となる。

【0 0 2 9】なお、上記各実施の形態においては、改良体 1 2 中への既製杭 1 4 の建込みに際し、予め縦穴 1 3 内に定着用グラウト 2 4 を供給して、このグラウト 2 4 を既製杭 1 4 の挿入に応じてその周りの空隙にオーバーフローさせるようにしたが（図 4）、本発明は、既製杭として逆止弁付きの杭を用いて、杭内部から注入機（パッカー）を用いて逆止弁を通じて杭周りにグラウトを噴出させる、いわゆるマイクロパイル打設工法を採用するようにしてもよいものである。

【0 0 3 0】さらに、上記各実施の形態においては、高圧噴射攪拌工法により造成した改良体 1 2 に機械的に縦穴 1 3 を形成し、この縦穴 1 3 内に既製杭 1 4 を建込むようにしたが、本発明は、高圧噴射攪拌工法で使用するグラウトに硬化を遅らせる遅延剤を添加して、この改良体が未硬化のうちに該改良体内に既製杭を直接圧入するようにしてもよい。この場合は、上記した改良体 1 2 に対する縦穴 1 3 の削孔が不要になることに加え、縦穴 1 3 内への定着用グラウト 2 4 の供給が不要になり、効率のよい施工が可能になる。しかも、縦穴 1 3 を削孔する必要がないので、500～1000mm 程度の大口径の既製杭の建込みも可能となり、このような大口径の既製杭を改良体 1 2 に建込むことで、水平方向の支持力も著しく高まるようになる。

【0 0 3 1】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明に係る既設構造物基礎の耐震補強工法によれば、高圧噴射攪拌工法により造成した大径の改良体内に既製杭を建込んだ複合杭を既設フーチングの補強に用いるようにしたので、増し杭工法や鋼管矢板基礎増設工法などによる場合に比べて、鉛直方向および水平方向の支持力が著しく増強され、耐震補強に対する信頼性の向上に大きく寄与するも

のとなる。また、高圧噴射攪拌工法による改良体の造成は簡単な施工機械を用いて行うことができるので、施工が大がかりになることもなく、工期の短縮や工費の低減も可能になる。さらに、地盤中に液状化危険層が存在する場合には、該液状化危険層に対して複合杭と接続するように高圧噴射攪拌工法により改良体を増設し、あるいは複合杭の相互間を通して中空ドレーン材を打設することにより、簡単に液状化対策を行うことができ、総じて本発明の利用価値は大なるものがある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る耐震補強工法の第 1 の実施の形態を示す断面図である。

【図 2】図 1 の要部を拡大して示す断面図である。

【図 3】第 1 の実施の形態における補強状態を平面的に示す模式図である。

【図 4】第 1 の実施の形態における複合杭形成の施工手順を示す断面図である。

【図 5】本発明に係る耐震補強工法の第 2 の実施の形態を示す断面図である。

【図 6】本発明に係る耐震補強工法の第 3 の実施の形態を示す断面図である。

【図 7】第 3 の実施の形態における補強状態を平面的に示す模式図である。

【図 8】本発明に係る耐震補強工法の第 4 の実施の形態を示す断面図である。

【符号の説明】

1 橋脚（既設構造物）

2 既設フーチング

3 地盤

30 既設杭

5 支持層

10 複合杭

11 増設フーチング

12 改良体

13 縦穴

14 既製杭

15 定着層

16 既製杭の大径部

17 既製杭の小径部

40 18 既製杭の節

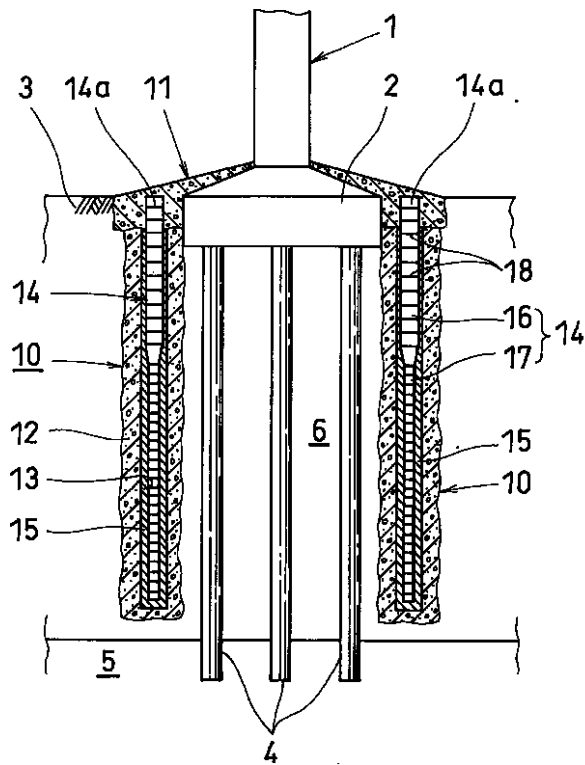
30 液状化危険層

31 サブ改良体

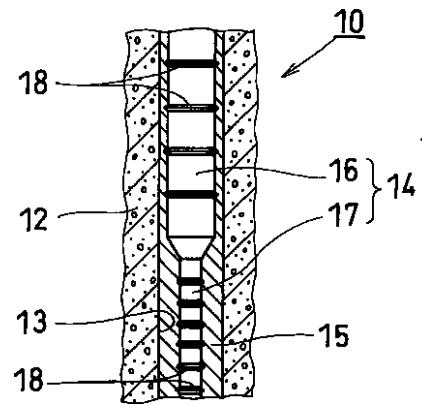
32 連続壁

35 中空ドレーン材

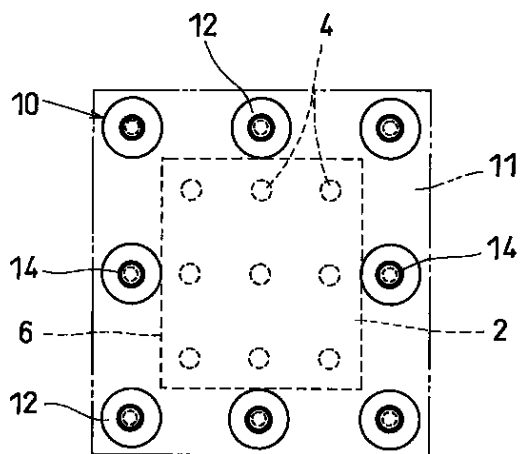
【図 1】



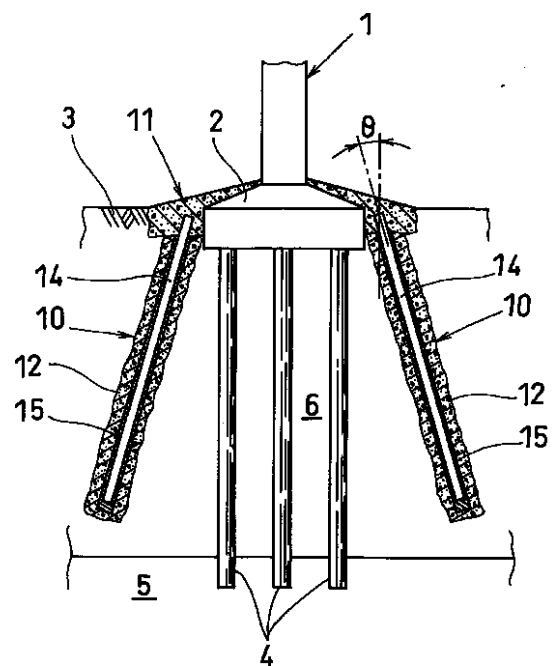
【図 2】



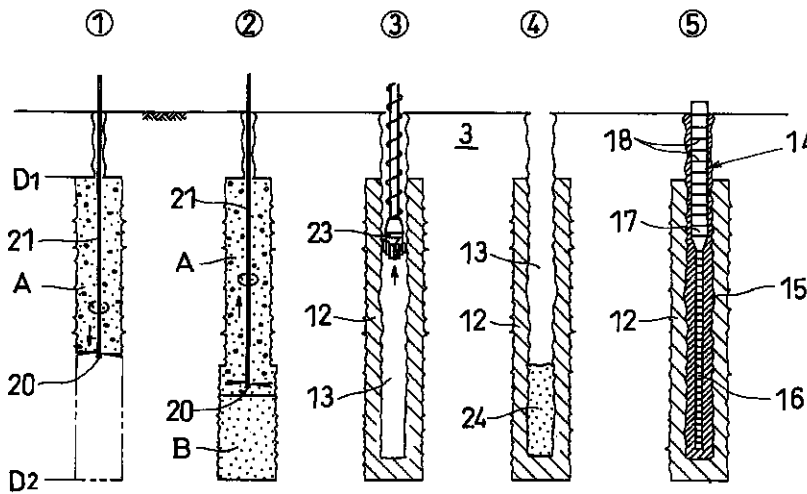
【図 3】



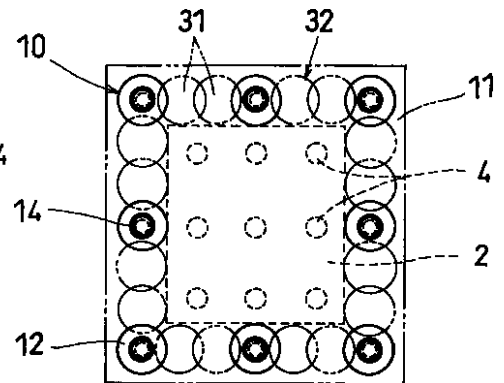
【図 5】



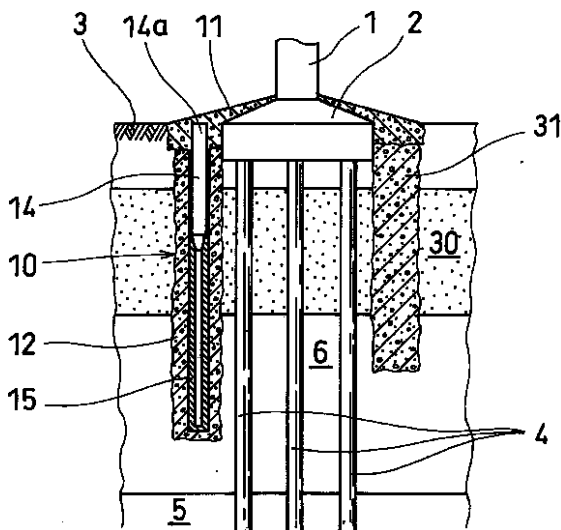
【図 4】



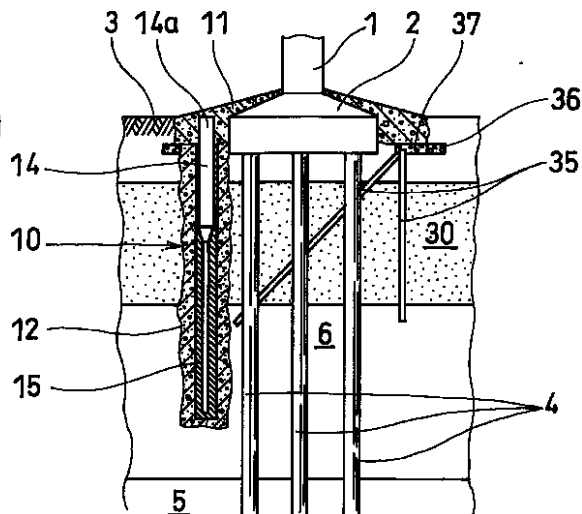
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(73)特許権者 390036515
株式会社鴻池組
大阪府大阪市此花区伝法 4 丁目 3 番 55 号

(73)特許権者 000148346
株式会社銭高組
大阪府大阪市西区西本町 2 丁目 2 番 11 号

(73)特許権者 391058657
利根地下技術株式会社
東京都大田区南蒲田 2 丁目 16 番 2 号

(73)特許権者 000230788
日本基礎技術株式会社
大阪府大阪市北区松ヶ枝町 6 番 22 号

(72)発明者 岡 憲二郎
大阪府大阪市中央区高麗橋 4 丁目 1 番 1 号 東洋建設株式会社内

(72)発明者 大下 武志
茨城県つくば市大字旭 1 番地 建設省土木研究所内

(72)発明者 福井 次郎
茨城県つくば市大字旭 1 番地 建設省土木研究所内

(72)発明者 松田 哲夫
東京都文京区大塚 2 丁目 15 番 6 号 財団法人先端建設技術センター内

(72)発明者 三木 健男
 大阪府大阪市中央区高麗橋 4 丁目 1 番 1
 号 東洋建設株式会社内

(56)参考文献 特開2000 - 273881 (J P , A)
 特開 平10 - 252080 (J P , A)
 特開 平11 - 181793 (J P , A)
 特開 昭59 - 106628 (J P , A)
 実開 昭60 - 22534 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷ , D B 名)

E02D 27/34

E02D 5/48

E02D 5/50

E02D 27/32