

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4748184号

(P4748184)

(45) 発行日 平成23年8月17日 (2011. 8. 17)

(24) 登録日 平成23年5月27日 (2011. 5. 27)

(51) Int. Cl. F 1
EO 2 D 27/34 (2006. 01) E O 2 D 27/34 Z
EO 2 D 27/12 (2006. 01) E O 2 D 27/12 Z

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-172894 (P2008-172894)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成20年7月2日 (2008. 7. 2)		J F E スチール株式会社
(62) 分割の表示	特願2002-296369 (P2002-296369)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
原出願日	平成14年10月9日 (2002. 10. 9)	(74) 代理人	100105968
(65) 公開番号	特開2008-231916 (P2008-231916A)		弁理士 落合 憲一郎
(43) 公開日	平成20年10月2日 (2008. 10. 2)	(74) 代理人	100130834
審査請求日	平成20年7月2日 (2008. 7. 2)		弁理士 森 和弘
		(72) 発明者	恩田 邦彦
			東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
			本鋼管株式会社内
		(72) 発明者	高野 公寿
			東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
			本鋼管株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 杭頭結合構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フーチングと基礎杭の杭頭との結合構造であって、外径が前記杭頭よりも小さい1本または複数本の鋼製結合部材の上半部および下半部を、それぞれ前記フーチングの下端部および前記杭頭の上端部を構成するコンクリート中に埋設するとともに、前記鋼製結合部材の中央部の外周面と該外周面に対向する前記コンクリートとの間および前記フーチングの下端面と前記杭頭の上端面との間にそれぞれ所定の隙間を設けたことを特徴とする杭頭結合構造。

【請求項 2】

鋼製結合部材の両端もしくは一端に、外径が該鋼製結合部材よりも大きく、かつ杭頭よりも小さい鋼製端板を装着したことを特徴とする請求項 1 に記載の杭頭結合構造。

10

【請求項 3】

鋼製結合部材の上端部上方のフーチングコンクリート中に、該鋼製結合部材よりも断面積が大きい補強鋼板を埋設したことを特徴とする請求項 1 に記載の杭頭結合構造。

【請求項 4】

鋼製結合部材の周囲のコンクリート中に、鉄筋を配設したことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の杭頭結合構造。

【請求項 5】

所定規模以上の地震発生時に、杭頭結合部に大きな変形が生じたとき、フーチングの下端面と杭頭の上端面とが接触するように、隙間を設定したことを特徴とする請求項 1 ～ 4

20

のいずれかに記載の杭頭結合構造。

【請求項 6】

フーチングの下端面と杭頭の上端面との間の隙間に、弾性係数がコンクリートの $1/10$ 以下で、かつ難透水性の材料を充填したことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の杭頭結合構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、構造物の下部に設置されるフーチングと、このフーチングの下部に設置されて構造物を支持する杭との結合構造に関する。

10

【背景技術】

【0002】

一般に、柱脚、橋脚等の下部工であるフーチングとその支持杭（鋼管杭、場所打ち杭等）との結合構造には、次の三通りがある。

【0003】

（１）杭頭固定度を剛結合に近くする結合構造

この結合構造は、現在、土木・建築分野において最も一般的な杭頭結合構造である。

【0004】

図 1 1 は、杭体に設けた鉄筋をフーチング内に埋め込むことにより定着する方法を示しており、（a）杭体の内部の中詰コンクリートに配筋する場合や、（b）杭体の外周部に溶接等により配筋する場合があるが、さらに杭体の内部と外部の双方に配筋する場合もある。

20

図 1 2 は、杭体を直接フーチング内に埋め込むことにより定着する方法を示している。

【0005】

図 1 1 および図 1 2 において、1 は柱、3 は柱 1 の下部に形成された鉄筋コンクリート製のフーチング、5 は頭部をフーチング 3 に埋め込むとともに地中に埋設された杭である。

【0006】

杭頭を剛結合とした場合、図 1 3 に示すとおりの、他の結合条件に比較して杭頭曲げモーメント M_t が大きくなるため、杭サイズおよびフーチングや基礎梁の配筋量の増大などの対処が必要であり、コストの面でも、施工性の面でも不利である。特に支持力が大きい杭の場合、杭頭曲げモーメントが過大となり、杭頭部の設計が困難になることがある。

30

【0007】

ここで、杭頭固定度 α_r は次式で表される。

【0008】

【数 1】

$$\alpha_r = \frac{1}{1 + E \cdot I \cdot \beta \cdot \frac{1}{K_p}}$$

40

【0009】

α_r : 杭頭固定度

$E I$: 杭の曲げ剛性

β : 杭の特性値で、杭の径 D と曲げ剛性 $E I$ と地盤バネ定数 k とにより、
 $(k D / 4 E I)^{1/4}$ で決定される係数

K_p : 杭頭部の回転バネ剛性

（２）杭頭固定度をピン結合に近くする結合構造

杭頭部に生じる曲げモーメントを低減するため、上部構造物に対して杭頭が回転できるように結合し、杭頭の曲げモーメントを開放するようにした図 1 4 （a）に示すようなビ

50

ン結合構造（例えば、特許文献1参照。）や、上部構造物に対して杭頭がすべり移動できるように結合し、杭頭の曲げモーメントを開放するようにした図14（b）に示すようなローラー結合構造（例えば、特許文献2参照。）が提案されている。

【0010】

杭頭結合部をピン結合とすれば、剛結合の場合と比較して杭頭変位は大きくなるものの、杭体に作用する曲げモーメントが軽減され、杭本体について経済的な設計が可能となるが、回転機能やスライド機能などを有した複雑な構造であるため、耐久性や施工面、コスト面で問題がある。

【0011】

また、構造上、杭と上部構造物との連続性が絶たれていることから、特に大規模地震時などにおいて不安定な構造になりやすいという懸念がある。

10

【0012】

さらに、杭頭結合部に作用する荷重状態（押込み、引抜き、軸力の大きさ）によって、杭頭結合部の回転剛性が変化するため、それを適切に設計評価するのが困難なのも問題である。

【0013】

（3）杭頭固定度を半剛結合とする結合構造

前述のようなピン結合構造に対して、より安定でかつシンプルな杭頭結合構造を得るため、杭の上端部を1本または複数本の細径の棒状体に置き換え、杭頭結合部を剛結合とピン結合の中間の状態（半剛結合）として支持する結合構造である（例えば、特許文献3または特許文献4参照。）。

20

【0014】

この方式では、杭頭結合部の回転剛性が、荷重状態（押込み、引抜き、軸力の大きさ）による影響をそれほど受けず、ほぼ一定に保たれる。

【特許文献1】特開2001-073391号公報

【特許文献2】特開2001-303588号公報

【特許文献3】特公平08-006336号公報

【特許文献4】特開2001-159142号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0015】

しかしながら、図15に示すような前述の特許文献3の例では、以下のような問題点がある。

【0016】

この方式を鋼管杭の杭頭結合構造に適用する場合、外周面に複数枚のリブ33、34を取り付けた結合棒状体32を鋼管杭31の上端内部に挿入してリブ34と鋼管杭31の内面とを接合し、リブ34を介して上部構造物荷重を鋼管杭31に伝達する構造となっているが、この構造で荷重を伝達するためには、溶接等により十分な結合面を確保することが必要と考えられ、材料費、施工費ともに高価になる。

【0017】

40

さらに、地震時等において大きな水平せん断力が作用した場合、リブ34を介して集中荷重が鋼管杭31に作用するため、局部座屈等が生じ易く、弱点となる可能性がある。また、この構造では、鋼管杭31と結合棒状体32とは直接接合されており、結合棒状体32の端部は回転固定条件となることから、鋼管杭31本体と同等の支持力を維持させ、かつ杭頭結合部の固定度を図13に示した半剛結合に近くするためには、結合棒状体32の露出部35を相当長くする必要がある。そのため、大規模地震時等において結合棒状体32の部分で破壊が発生した場合、構造物の転倒等の致命的な被害を招くおそれがある。

【0018】

また、上部構造基礎部のコンクリートへの埋込み部において、水平せん断力に対し、特に基礎部コンクリートの下端部36でコンクリートに作用する応力度が大きくなるため、

50

コンクリートが破壊、欠損する可能性がある。この点は、前述の特許文献４の例でも同様の懸念がある。

【００１９】

また、この特許文献４の構造では、結合棒状体の露出部において結合棒状体が腐食し、所定の断面力、耐久性が得られないおそれがある。この点は、特許文献３の例では、複数層のコンクリート製等のリングで結合棒状体３２の露出部３５を覆うことで保護しているが、リング間の隙間から土中水が混入するため完全な防食は困難である。

【００２０】

本発明は、杭頭結合構造における上述のような問題点を解決するためになされたものであり、上部構造物を確実に支持し、地震力に対抗できるとともに、施工性や経済性にも優れた上部構造物との間の杭頭結合構造を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【００２１】

このような目的を達成するため、本発明は次のような構成を有する。

〔１〕フーチングと基礎杭の杭頭との結合構造であって、外径が前記杭頭よりも小さい１本または複数本の鋼製結合部材の上半部および下半部を、それぞれ前記フーチングの下端部および前記杭頭の上端部を構成するコンクリート中に埋設するとともに、前記鋼製結合部材の中央部の外周面と該外周面に対向する前記コンクリートとの間および前記フーチングの下端面と前記杭頭の上端面との間にそれぞれ所定の隙間を設けたことを特徴とする杭頭結合構造。

〔２〕鋼製結合部材の両端もしくは一端に、外径が該鋼製結合部材よりも大きく、かつ杭頭よりも小さい鋼製端板を装着したことを特徴とする前項〔１〕に記載の杭頭結合構造。

〔３〕鋼製結合部材の上端部上方のフーチングコンクリート中に、該鋼製結合部材よりも断面積が大きい補強鋼板を埋設したことを特徴とする前項〔１〕に記載の杭頭結合構造。

〔４〕鋼製結合部材の周囲のコンクリート中に、鉄筋を配設したことを特徴とする前項〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の杭頭結合構造。

〔５〕所定規模以上の地震発生時に、杭頭結合部に大きな変形が生じたとき、フーチングの下端面と杭頭の上端面とが接触するように、隙間を設定したことを特徴とする前項〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の杭頭結合構造。

〔６〕フーチングの下端面と杭頭の上端面との間の隙間に、弾性係数がコンクリートの１／１０以下で、かつ難透水性の材料を充填したことを特徴とする前項〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の杭頭結合構造。

【発明の効果】

【００２２】

本発明によれば、次のような効果が得られる。

（１）本発明に係るフーチングと杭との結合構造では、従来の剛結合に比較して杭頭部での作用曲げモーメントを大幅に低減することができる。

（２）鋼製結合部材に防食兼緩衝材を巻き設けることにより、埋込み部コンクリートの破壊を防止し、良好な耐久性を得ることができる。

（３）鋼製結合部材の周囲に空隙を形成しながらフーチングコンクリートを下方まで打設し、フーチングと杭との隙間を極力小さくすることにより、大規模地震時においても構造物の転倒等の致命的な被害を受けない、安定性の高い構造を得ることができる。

（４）鋼製結合部材の両端もしくは一端に鋼製端板を固定することにより、コンクリートに作用する鉛直方向応力を緩和できる。さらに、鋼製結合部材の周囲に鉄筋かごを配設することにより、鋼製結合部材周辺のコンクリート強度が高まり、曲げ応力に対する抵抗が増大する。

（５）鋼製結合部材と杭本体との結合において、杭頭内に中詰コンクリートを打設し、コンクリートを介して水平せん断力を伝達することにより、鋼製結合部材と杭本体の局部破壊を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0024】

(実施形態1)

図1は本発明の実施形態1の説明図である。本実施形態では、杭体を鋼管杭とした場合を示す。

【0025】

本実施形態は、フーチング3と杭5とを、両者の間に設けた杭5よりも小径の鋼製結合部材21を介して結合する構造であって、この鋼製結合部材21の上端側および下端側を、それぞれ所定長さだけフーチング3および杭5に挿入し、鋼製結合部材21とフーチング3とはフーチングコンクリート6を介して、また、鋼製結合部材21と杭5とは中詰コンクリート13を介して接続するようにしたものである。

10

【0026】

前記鋼製結合部材21は、杭5本体よりも曲げ剛性が相当小さく、かつ同等の鉛直方向支持力を有する中実または中空部材であるが、フーチング3の下端面と杭5の上端面との間に隙間22を設けることで半剛結合構造とすることができ、従来の剛結合構造に比較して杭頭部に作用する曲げモーメントを低減することができる。

【0027】

さらに、杭頭部における所定の回転剛性を維持しつつ、埋込み部コンクリートの破壊を防止し、かつ鋼製結合部材21の腐食を防ぐため、鋼製結合部材21の中央部の外周面には、前記隙間22に当たる部分を含む所定の範囲に、ゴム、樹脂、またはアスファルト等の弾性材料からなる防食兼緩衝材10を巻き設ける。

20

【0028】

また、図2に示すように、鋼製結合部材21にずれ止め部材14を設けることにより、鋼製結合部材21をフーチングコンクリート6および中詰コンクリート13に定着させると同時に、引抜き力作用時にこれを伝達することができる。このずれ止め部材14としては、外周リブの付いた部材やスタッドボルト等を用いてもよい。

【0029】

なお、必要に応じて杭5の内面にずれ止め部材11を設けることにより、上部構造物の荷重の、中詰コンクリート13を介しての杭5への伝達を補助することができる。

30

【0030】

(実施形態2)

図3は本発明の実施形態2の説明図である。

【0031】

理想的な半剛結合の回転剛性を得るためには、鋼製結合部材21の露出部分（フーチング3と杭5との隙間）の相当長さ Δ が必要になるが、大規模地震時等において鋼製結合部材21に破壊が生じた場合、構造物の転倒等の致命的な被害を招くおそれがある。

【0032】

本実施形態では、鋼製結合部材21の周囲に空隙を形成しながらフーチングコンクリート6を下方まで打設し、鋼製結合部材21の露出部分（フーチング3と杭5との隙間）の長さ Δ を維持しつつ、フーチング3と杭5との隙間22を極力小さくすることで、大規模地震時において構造物の転倒等の致命的な被害を受けない、安定性の高い構造を得ることができる。

40

【0033】

前記空隙（鋼製結合部材21とフーチングコンクリート6または中詰コンクリート13との隙間）を形成する方法として、予め樹脂等からなる円筒を鋼製結合部材21の外周面の所定位置に設置し、これを型枠としてコンクリートを打設してもよい。この場合、樹脂等からなる円筒は設置したままでよく、鋼製結合部材21に対して防食効果も発揮する。

【0034】

なお、フーチング3と杭5との隙間22には、フーチングコンクリート6の打設時等に

50

おける施工性や杭 5 および鋼製結合部材 2 1 の腐食を考慮し、図 4 に示すように、発泡スチロールやウレタン等の剛性の小さい充填材 2 5 を充填してもよい。

【0035】

(実施形態 3)

フーチングコンクリート 6 に作用する支圧力およびせん断力に対し、発生応力度を低減する構造の実施例を図 5 に示す。

【0036】

地震時には、図 6 に示すような支圧応力およびせん断応力がフーチングコンクリート 6 に作用し、鋼製結合部材 2 1 の径φが小さいほど作用応力度は大きくなるが、図 5 に示すように、鋼製結合部材 2 1 に、より大きい外径を有する鋼製端板 8 を取り付けることにより、コンクリートに発生する鉛直支圧応力度、押抜きせん断応力および引抜きせん断応力を軽減することができる。

10

【0037】

さらに、図 7 に示すように、水平方向負荷が大きい場合には、鋼製結合部材 2 1 のフーチング埋込み部の周囲に、主筋と横拘束筋とからなる鉄筋かご 2 7 を配設する構造とし、鉄筋による拘束効果で鋼製結合部材 2 1 の周辺のコンクリート強度を増すことにより、フーチングに作用する水平方向の支圧応力およびせん断応力に対抗する。なお、予め鋼製端板 8 に鉄筋かご 2 7 を固定した状態で施工してもよい。

【0038】

さらに、図 8 に示すように、鉛直方向荷重が大きい場合には、鋼製結合部材 2 1 の上端部上方のフーチングコンクリート中に、より大きい外径を有する補強鋼板 2 8 を所定の間隔で埋設することにより、フーチングの支圧強度およびせん断強度を高めることができる。補強鋼板 2 8 は一枚でも効果があるが、複数枚重ねることによって効果が高まり、信頼性が高くなる。なお、予め補強鋼板 2 8 をフーチングの配筋に組み込んでおくことも可能である(図 9 参照)。

20

【0039】

(実施形態 4)

本発明では、複数本の鋼製結合部材 2 1 を離散配置することも可能である。

【0040】

図 10 は実施形態 4 として 4 本の鋼製結合部材 2 1 を用いた例を示している。

30

【0041】

この場合、4 本の鋼製結合部材 2 1 の合計断面が杭 5 本体同等の鉛直強度、せん断強度を持つように断面サイズを決める必要がある。

【0042】

また、防食兼緩衝材 1 0 は、複数本の鋼製結合部材 2 1 にそれぞれ別個に巻き付けてもよいが、図 10 に示すように、複数本の鋼製結合部材 2 1 の全体を包むように巻き付けて、予め複数本の鋼製結合部材 2 1 を一体化しておいてもよい。このようにすると、コンクリートの作用応力の緩和、鋼製結合部材 2 1 の腐食防止に加えて、鋼製結合部材 2 1 の杭頭断面内での配置が容易になり施工性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0043】

【図 1】本発明の実施形態 1 の説明図

【図 2】本発明の実施形態 1 におけるずれ止め部材の説明図

【図 3】本発明の実施形態 2 の説明図

【図 4】本発明の実施形態 1 における充填材の説明図

【図 5】本発明の実施形態 3 の説明図

【図 6】フーチングに作用する支圧応力およびせん断応力の説明図

【図 7】本発明の実施形態 3 の説明図

【図 8】本発明の実施形態 3 の説明図

【図 9】本発明の実施形態 3 における補強鋼板のフーチング配筋への組込み例を示す説明

50

図

- 【図 1 0】 本発明の実施形態 4 の説明図
 【図 1 1】 従来の杭頭結合構造を示す説明図
 【図 1 2】 従来の杭頭結合構造を示す説明図
 【図 1 3】 杭の曲げモーメント分布を示すグラフ
 【図 1 4】 従来の杭頭結合構造を示す説明図
 【図 1 5】 従来の杭頭結合構造を示す説明図

【符号の説明】

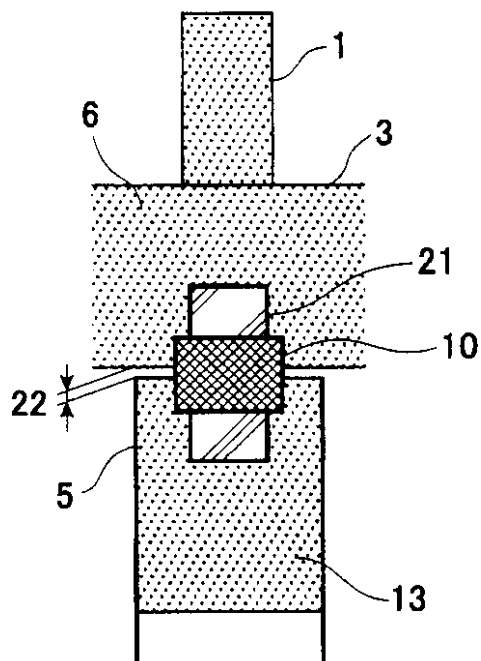
【 0 0 4 4 】

- 1 柱
 3 フーチング
 5 杭
 6 フーチングコンクリート
 8 鋼製端板
 9 フーチング配筋
 10 防食・緩衝材
 11 ずれ止め部材
 13 中詰コンクリート
 14 ずれ止め部材
 21 鋼製結合部材
 22 隙間
 25 隙間充填材
 27 鉄筋かご
 28 補強鋼板

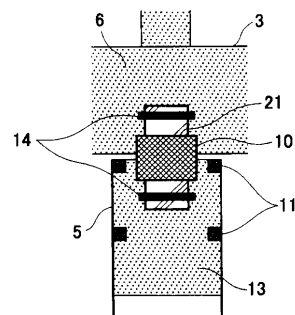
10

20

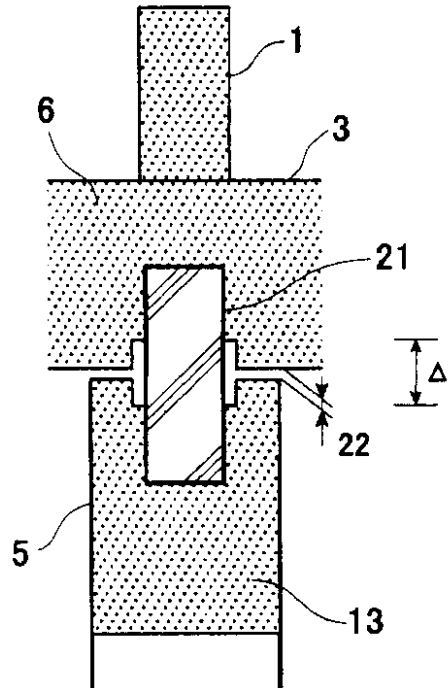
【図 1】



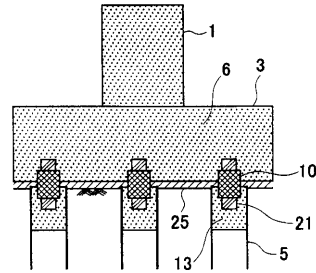
【図 2】



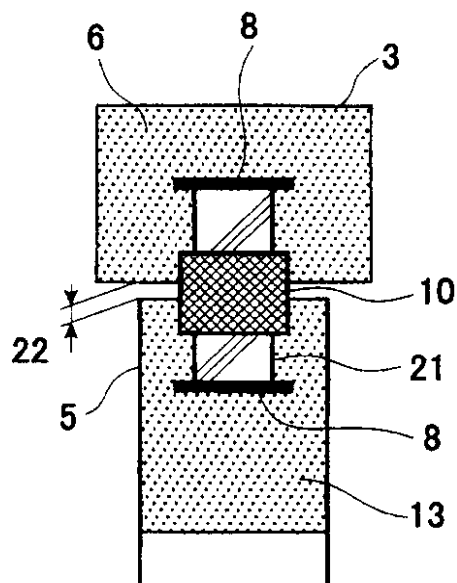
【図 3】



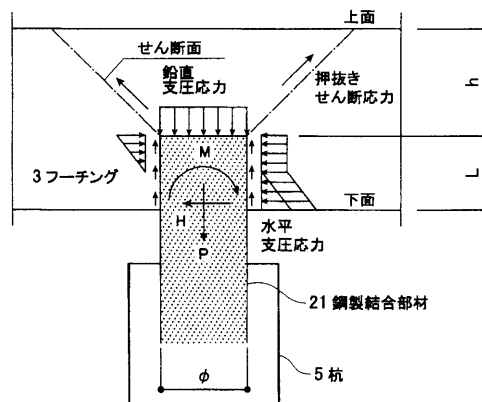
【図 4】



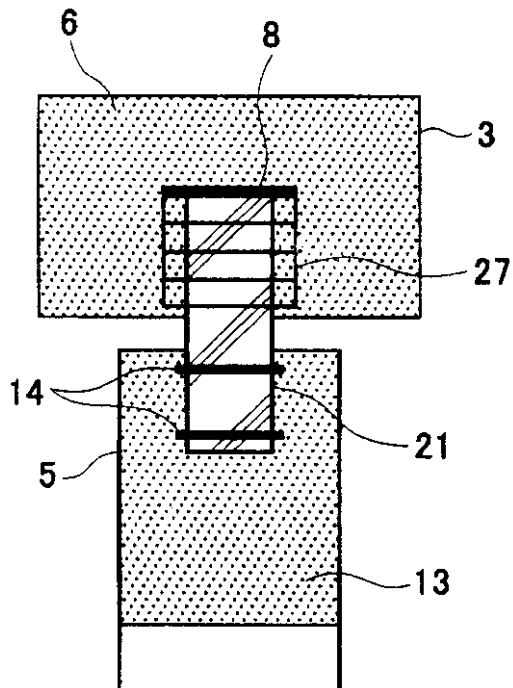
【図 5】



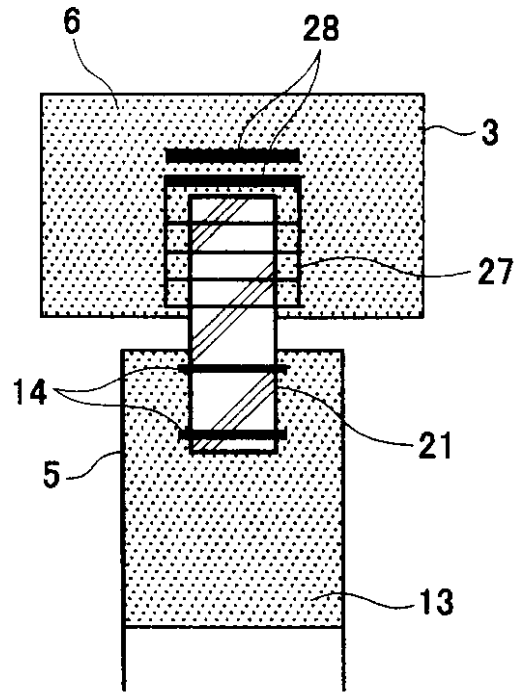
【図 6】



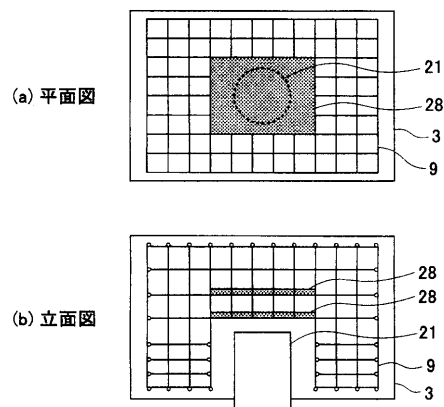
【図 7】



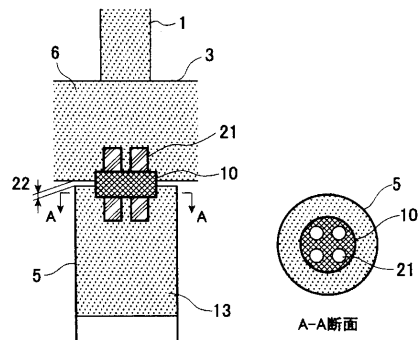
【図 8】



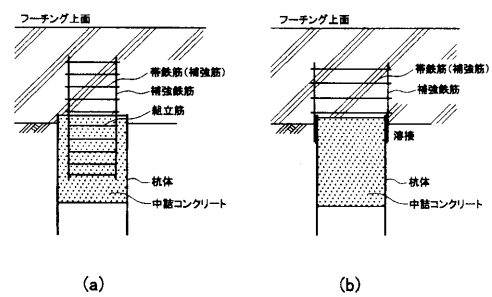
【図 9】



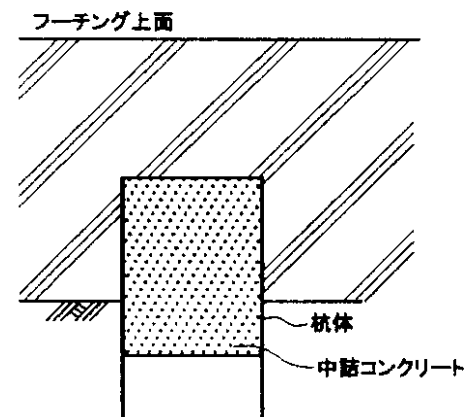
【図 10】



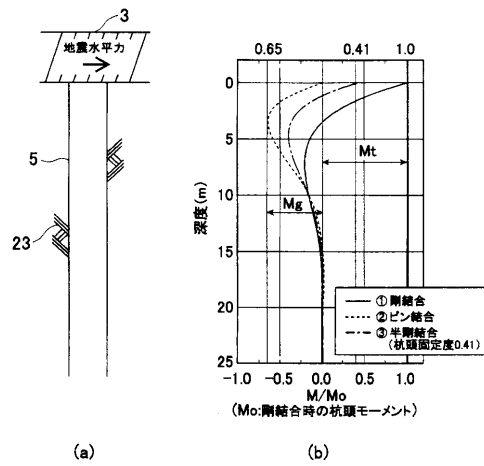
【図 11】



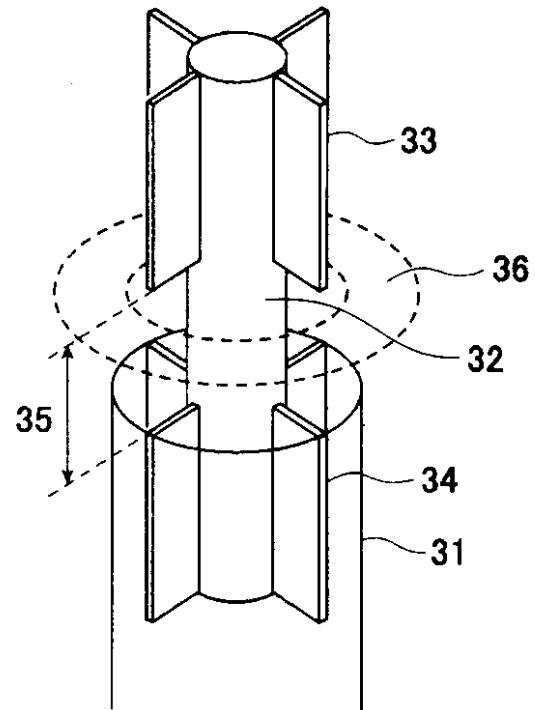
【図 12】



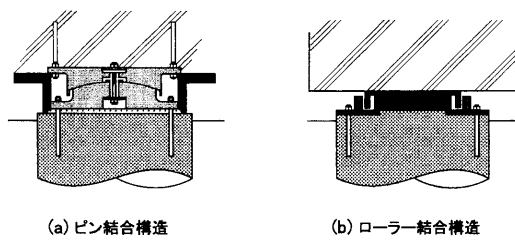
【図 13】



【図 15】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 篠原 敏雄
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

審査官 苗村 康造

(56)参考文献 特開2000-282484 (JP, A)
特開平10-252082 (JP, A)
特開2000-178981 (JP, A)
特開2001-64982 (JP, A)
特開2001-159142 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E02D 27/00~27/52