

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902015690A1

Publication Date

20130723

Applicant

APE S.P.A.

Title

METODO PER LA MESSA IN OPERA DI PILASTRI PREFABBRICATI.

DESCRIZIONE

del Brevetto Italiano per Invenzione Industriale dal titolo:

“METODO PER LA MESSA IN OPERA DI PILASTRI PREFABBRICATI”

a nome **APE S.P.A.**

5 con sede in **42027 MONTECCHIO EMILIA (RE).**

* * * * *

La presente invenzione riguarda un metodo per la messa in opera di pilastri prefabbricati per costruzioni sotterranee, ed un metodo per realizzare costruzioni sotterranee che prevede la messa in opera di questi pilastri prefabbricati.

10 Come è noto, una tendenza attualmente molto diffusa è quella di realizzare alcune tipologie di costruzioni edilizie al di sotto del livello del terreno, in modo da ridurre l'impatto visivo e/o sfruttare al meglio gli spazi edificabili disponibili, specialmente nelle aree densamente urbanizzate. Queste tipologie di costruzioni sotterranee comprendono ad esempio i parcheggi pubblici e/o privati per autovetture, i quali vengono talvolta realizzati al di sotto di strade o piazze preesistenti.

15 Una tecnica convenzionale per la realizzazione di queste costruzioni sotterranee prevede inizialmente di realizzare uno scavo perimetrale lungo il perimetro esterno della costruzione da realizzare, e per una profondità circa 1,5 volte la dimensione verticale complessiva della costruzione stessa. All'interno di questo scavo viene successivamente effettuata una gettata di calcestruzzo, in modo da realizzare una paratia o diaframma perimetrale che separa l'area in cui verrà realizzata la costruzione dalle aree limitrofe. Dopo la realizzazione della paratia o

20 diaframma perimetrale, si procede ad effettuare lo scavo di sbancamento dell'area interna. Durante la fase di sbancamento, a mano a mano che il livello del terreno scende, la paratia o diaframma laterale in calcestruzzo viene rinforzata, in modo tale da poter resistere alle spinte laterali generate dal terreno circostante, il quale tende naturalmente a crollare verso l'interno dell'area scavata. Questa operazione di rinforzo viene eseguita mediante l'infilazione a profondità prestabilite di appositi tiranti, i quali vengono piantati orizzontalmente nella paratia o

25 diaframma perimetrale ed ancorati nel terreno limitrofo. Dopo aver completato lo sbancamento, si procede alla

realizzazione della costruzione interna secondo modalità tradizionali.

Un inconveniente di questa tecnica consiste nell'invasività dei tiranti di ancoraggio, per l'installazione dei quali occorre sempre l'autorizzazione dei proprietari dei terreni limitrofi. Inoltre, specialmente nelle aree maggiormente urbanizzate, i terreni adiacenti all'area di scavo possono talvolta contenere le fondazioni o i piani interrati o seminterrati di edifici preesistenti, oppure le tubature dei sistemi fognari, di approvvigionamento dell'acqua o di altri simili impianti urbani, la presenza dei quali può impedire l'utilizzo dei tiranti di ancoraggio.

Per fronteggiare questa problematica sono state proposte delle soluzioni che prevedono di sostenere la paratia o diaframma perimetrale dall'interno. In altre parole, a mano a mano che la profondità dello scavo aumenta, viene internamente realizzata una struttura provvisoria di sostegno che si oppone alle spinte laterali esercitate dal terreno limitrofo. In pratica, la realizzazione di questa struttura provvisoria viene eseguita con una tecnica di costruzione top-down, la quale prevede inizialmente di trivellare il terreno in modo da realizzare una pluralità di fori aventi una profondità superiore a quella dello scavo da realizzare. All'interno di questi fori vengono calati ed ancorati dei pilastri provvisori aventi una altezza tale da sporgere sopra il livello del terreno. La struttura di sostegno viene infine costruita su questi pilastri provvisori, partendo dalle parti superiori e procedendo verso le parti inferiori, a mano a mano che la profondità dello scavo di sbancamento aumenta. Al completamento dello scavo di sbancamento, si procede con tecniche tradizionali alla realizzazione della struttura definitiva della costruzione da fabbricare, cosicché la struttura provvisoria possa essere successivamente smantellata e rimossa.

Questa procedura presenta il vantaggio di eliminare i tiranti orizzontali di ancoraggio ma presenta l'inconveniente di richiedere tempi di esecuzione piuttosto lunghi, di introdurre numerose complicazioni dovute alla necessità di realizzare la struttura definitiva in presenza di quella provvisoria, e di essere anche economicamente piuttosto onerosa.

Per risolvere questi inconvenienti, sono state quindi proposte alcune soluzioni che si prefiggono di realizzare con la summenzionata tecnica di top-down direttamente la struttura portante definitiva della costruzione da fabbricare, eliminando la necessità di realizzare la struttura di sostegno provvisoria. In altre parole, queste soluzioni prevedono di calare ed ancorare nel terreno direttamente i pilastri definitivi della costruzione, e quindi di

completare la struttura della costruzione a partire dagli impalcati superiori e procedendo verso quelli inferiori a mano a mano che la profondità dello scavo di sbancamento aumenta.

Una problematica connessa con questo tipo di soluzioni è tuttavia quella di garantire un posizionamento ad un ancoraggio corretti di ciascun pilastro che, essendo definitivo, deve rispettare tolleranze piuttosto ristrette sia per
5 quanto riguarda la sua posizione in pianta sia per quanto riguarda la sua verticalità.

Per risolvere questa problematica, una tecnica nota prevede come prima operazione quella di eseguire una gettata di calcestruzzo all'interno del foro del terreno, in modo da realizzare sul fondo un palo di fondazione. Dopo la gettata, il pilastro viene calato verticalmente all'interno del foro, sino al raggiungimento di una quota intermedia in cui l'estremità inferiore del pilastro è ancora sollevata rispetto al calcestruzzo fresco del palo di fondazione.

10 Mantenendo il pilastro a questa quota intermedia, la tecnica nota prevede quindi di regolare con precisione la posizione in pianta e la verticalità. Solo dopo aver completato queste regolazioni, il pilastro viene calato ulteriormente all'interno del foro, sino al raggiungimento di una precisa quota finale, in cui l'estremità inferiore del pilastro risulta annegata nel calcestruzzo fresco del palo di fondazione.

Sebbene questa tecnica consenta di regolare con precisione la posizione del pilastro, essa presenta alcuni
15 importanti inconvenienti. Uno di questi inconvenienti consiste nel fatto di introdurre un limite di tempo all'esecuzione di tutte le fasi di posizionamento e regolazione del pilastro. Infatti, tutte queste fasi dovranno essere eseguite e completate prima che il calcestruzzo fresco del palo di fondazione si indurisca sul fondo del foro verticale.

Sebbene questo lasso di tempo possa considerarsi ampiamente sufficiente in condizioni normali, il lavoro in
20 cantiere può talvolta essere soggetto a rallentamenti dovuti a qualche evento inaspettato e/o a qualche guasto alle attrezzature, per cui non si può escludere a priori che le fasi di posizionamento del pilastro possano subire un ritardo tale da eccedere il tempo a disposizione. In tal caso, non sarà più possibile ancorare il pilastro nella posizione corretta, a meno di riuscire a rimuovere il palo di fondazione già indurito sul fondo del foro, il che tuttavia può risultare estremamente complicato e laborioso.

25 Uno scopo di una forma di attuazione della presente invenzione è pertanto quello di fornire un metodo per la

messa in opera di un pilastro definitivo per costruzioni sotterranee, che consenta di risolvere il menzionato inconveniente della tecnica nota.

Uno scopo di una ulteriore forma di attuazione della presente invenzione è quello di fornire un metodo per la realizzazione di costruzioni sotterranee che sia più efficiente e funzionale di quelli attualmente noti.

- 5 Un altro scopo è quello di raggiungere i menzionati obiettivi nell'ambito di soluzioni semplici, razionali e dal costo piuttosto contenuto.

Tali ed altri scopi sono raggiunti dalle caratteristiche delle forme di attuazione dell'invenzione riportate nella rivendicazione indipendenti. Le rivendicazioni dipendenti delineano aspetti preferiti e/o particolarmente vantaggiosi delle diverse forme di attuazione dell'invenzione.

- 10 In particolare, una forma di attuazione dell'invenzione rende disponibile un metodo mettere in opera un pilastro prefabbricato per costruzioni sotterranee, il metodo comprendendo le fasi di:

- realizzare un foro verticale in un terreno,
- inserire nel foro verticale il pilastro prefabbricato sino ad una quota prestabilita,
- eseguire una gettata di calcestruzzo all'interno del foro verticale, sino a portare il livello del calcestruzzo
- 15 all'interno del foro verticale ad una quota superiore rispetto alla quota della estremità inferiore del pilastro prefabbricato che è mantenuto fermo all'interno del foro verticale stesso,
- lasciare indurire la gettata di calcestruzzo, in modo da ottenere un palo di fondazione in cui è ancorata l'estremità inferiore del pilastro prefabbricato.

- In altre parole, il metodo secondo l'invenzione prevede di portare il pilastro prefabbricato alla quota finale
- 20 all'interno del foro, prima di eseguire la gettata di calcestruzzo del palo di fondazione, che quindi diventa l'ultima fase del procedimento.

In questo modo, il procedimento secondo l'invenzione ha il vantaggio di non introdurre alcun limite di tempo alla fase di inserimento e di regolazione della posizione del pilastro prefabbricato, resolvendo le criticità della tecnica nota.

- 25 Un aspetto del procedimento secondo l'invenzione prevede che la fase di gettata del calcestruzzo sia preceduta

dalla ulteriore fase di:

- regolare la posizione in pianta del pilastro prefabbricato all'interno del foro verticale.

Questo aspetto ha il vantaggio di garantire un preciso posizionamento del pilastro prefabbricato rispetto alla planimetria definitiva della costruzione da realizzare.

- 5 Un altro aspetto del procedimento secondo l'invenzione prevede che la fase di gettata del calcestruzzo sia preceduta dalla ulteriore fase di:

- regolare l'inclinazione del pilastro prefabbricato all'interno del foro verticale.

Questo aspetto ha il vantaggio di garantire che la verticalità del pilastro prefabbricato rispetti le tolleranze richieste per la realizzazione della costruzione definitiva.

- 10 Secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, il pilastro prefabbricato comprende un tubo centrale ed il calcestruzzo per il palo di fondazione viene gettato attraverso detto tubo centrale.

Questo aspetto dell'invenzione ha il vantaggio di semplificare, velocizzare e rendere globalmente più efficiente la fase di gettata del palo di fondazione, la quale può infatti essere effettuata senza predisporre tubo-getti laterali che potrebbero altrimenti interferire con il corretto posizionamento del pilastro prefabbricato e/o che potrebbero

- 15 richiedere la realizzazione nel terreno di un foro avente diametro maggiore.

Un'altra forma di attuazione dell'invenzione rende disponibile un metodo per la realizzazione di costruzioni sotterranee che comprende le fasi di:

- realizzare una paratia perimetrale atta a delimitare nel terreno un'area di scavo,

- mettere in opera una pluralità di pilastri prefabbricati all'interno dell'area di scavo, utilizzando le modalità

- 20 descritte in precedenza,

- eseguire uno sbancamento del terreno contenuto all'interno dell'area di scavo, sino a scoprire almeno parzialmente i pali di fondazione.

In questo modo, i pilastri prefabbricati ed i relativi pali di fondazione potranno essere vantaggiosamente utilizzati per realizzare la costruzione definitiva.

- 25 In particolare, un aspetto di questa forma di attuazione prevede che l'esecuzione dello sbancamento comprenda

le fasi di:

- realizzare un impalcato vincolandolo ai tratti di detti pilastri prefabbricati che sporgono dal piano del terreno,
- scavare il terreno contenuto nell'area di scavo sino ad una profondità predeterminata,
- ripetere le fasi precedenti sino a scoprire almeno parzialmente i pali di fondazione.

5 In pratica, questo aspetto dell'invenzione prevede di realizzare la struttura definitiva della costruzione con la tecnica del top-down, cioè partendo dalle parti superiori e procedendo verso le parti inferiori. In questo modo, la struttura definitiva della costruzione potrà svolgere vantaggiosamente anche la funzione di stabilizzazione delle pareti perimetrali dello scavo, a mano a mano che la profondità di quest'ultimo aumenta, senza la necessità di dover utilizzare tiranti di ancoraggio o predisporre costose strutture di sostegno provvisorie.

10 Un altro aspetto di questa forma di attuazione dell'invenzione prevede che il metodo di costruzione comprenda la ulteriore fase di:

- scapitozzare una porzione superiore di ciascun palo di fondazione, in modo da portare allo scoperto una corrispondente porzione di un tratto inferiore di ciascun pilastro prefabbricato.

Questa fase ha il vantaggio di eliminare la parte superiore dei pali di fondazione che potrebbe contenere elevate

15 quantità di fanghi (tipicamente bentonitici o polimerici) che vengono comunemente utilizzati per sostenere le pareti del foro durante la trivellazione, e che potrebbero quindi conferire a queste parti superiori dei pali di fondazione delle caratteristiche resistenziali insufficienti per sostenere la costruzione definitiva.

Un altro aspetto di questa forma di attuazione dell'invenzione prevede che il metodo di costruzione comprenda la fase ulteriore di:

20 - realizzare una platea di fondazione vincolata ai pali di fondazione scapitozzati e ai pilastri prefabbricati.

Grazie a questa soluzione è vantaggiosamente possibile realizzare una platea di fondazione sufficientemente stabile per la realizzazione della costruzione definitiva.

Secondo un aspetto di questa forma di attuazione dell'invenzione, i pilastri prefabbricati sono pilastri in calcestruzzo armato e la fase di realizzazione della platea di fondazione è preceduta dalla fase di:

25 - portare allo scoperto l'armatura dei pilastri prefabbricati in corrispondenza di dette porzioni dei tratti inferiori dei

pilastri stessi.

In questo modo, l'armatura dei pilastri prefabbricati potrà essere direttamente vincolata ed ancorata alla platea, aumentando la stabilità dell'intera struttura.

In particolare, un aspetto dell'invenzione prevede che l'armatura di ciascun pilastro prefabbricato è portata allo scoperto mediante la fase di:

- rimuovere un corpo di materiale a perdere, ad esempio di polistirolo, che riveste l'armatura in corrispondenza di dette porzioni dei tratti inferiori dei pilastri.

Questo corpo di materiale a perdere può essere applicato al pilastro prefabbricato in fase di produzione, o comunque prima del suo inserimento all'interno del foro nel terreno, ed ha il vantaggio di impedire che l'armatura del tratto inferiore del pilastro prefabbricato venga immersa nel calcestruzzo del palo di fondazione, rendendo così molto più semplice la fase di portare allo scoperto l'armatura del tratto inferiore del pilastro prefabbricato.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno evidenti dalla lettura della descrizione seguente fornita a titolo esemplificativo e non limitativo, con l'ausilio delle figure illustrate nelle tavole allegate.

Le figure da 1 a 10 mostrano altrettante fasi successive di un metodo di costruzione top-down secondo una forma di attuazione della presente invenzione.

La figura 11 è la sezione XI-XI di figura 1.

La figura 12 è una sezione longitudinale di un pilastro prefabbricato utilizzato nel metodo di costruzione.

La figura 13 è la sezione XIII-XIII di figura 12 in scala ingrandita.

La figura 14 è la sezione XIV-XIV di figura 12 in scala ingrandita.

La figura 15 è una vista in pianta dall'alto di figura 12 in scala ingrandita.

La figura 16 è la sezione XVI-XVI di figura 14 in scala ingrandita.

La figura 17 è la sezione XVII-XVII di figura 14 in scala ingrandita.

La figura 18 è una vista in pianta dall'alto di un blocco di supporto provvisorio utilizzato nel metodo di costruzione.

La figura 19 è una vista laterale ingrandita di figura 18 mostrata parzialmente.

La figura 20 è una vista in pianta dall'alto di figura 5 in scala ingrandita.

La figura 21 mostra un dettaglio dell'estremità superiore del pilastro prefabbricato nella fase di figura 4.

La figura 22 è una vista prospettica ingrandita di un dettaglio di figura 21.

5 Secondo una forma di attuazione della presente invenzione, la prima fase per la realizzazione di una costruzione sotterranea è quella di definire l'area di terreno in cui verrà eseguita l'opera, e di definire su tale area la planimetria della costruzione sotterranea da realizzare. In particolare, può essere necessario tracciare il perimetro laterale della costruzione da realizzare e la posizione in cui dovranno essere collocati i pilastri portanti della costruzione stessa.

10 A questo punto, lungo il tracciato del perimetro laterale si prevede di realizzare con opportuni escavatori uno scavo perimetrale, ossia una sorta di stretto canale che delimita lo spazio chiuso all'interno del quale verrà realizzata la costruzione. La profondità di questo scavo perimetrale dovrà essere di circa 1,5 volte la dimensione verticale della costruzione da realizzare. Durante l'escavazione, lo scavo perimetrale può essere costantemente riempito con un materiale atto a stabilizzare le pareti laterali dello scavo stesso, ad esempio fango bentonitico,
15 fango polimerico o con una camicia metallica.

Terminata l'escavazione, all'interno dello scavo perimetrale viene effettuata una gettata di calcestruzzo che realizza una paratia perimetrale che separa il terreno interno in cui verrà eseguita la costruzione dal terreno esterno circostante.

Come illustrato in figura 1, il metodo di costruzione prevede successivamente di realizzare un foro
20 verticale 100 all'interno dell'area di terreno T delimitata dalla paratia perimetrale. Questo foro verticale 100 dovrà essere posto in corrispondenza della posizione in pianta in si prevede di collocare un pilastro portante della costruzione da realizzare. La profondità del foro verticale 100 dovrà essere generalmente superiore rispetto alla dimensione verticale della costruzione da realizzare, ed il suo diametro dovrà essere chiaramente superiore alla sezione trasversale del pilastro. Il foro verticale 100 può essere realizzato con un'opportuna trivellatrice. Anche in
25 questo caso, durante la realizzazione del foro verticale 100 potranno essere presi degli accorgimenti per

stabilizzare le pareti laterali del foro verticale 100 stesso. Nell'esempio qui illustrato, questi accorgimenti prevedono di riempire il foro verticale 100 con un fango bentonitico 105. In altre forme di attuazione, questi accorgimenti potrebbero prevedere di riempire il foro verticale 100 con un fango polimerico, oppure di inserire nel foro verticale 100 una camicia metallica.

- 5 Dopo la trivellazione, sul fondo del foro verticale 100 viene inserita una gabbia 110 per un palo di fondazione. Come illustrato in figura 11, la gabbia 110 può comprendere una staffa cilindrica 115, avente sostanzialmente lo stesso diametro del foro verticale 100, la quale è atta a fungere da cassaforma per la successiva gettata del pilastro di fondazione, ed una pluralità di tondini metallici 120, posti all'interno della staffa cilindrica 115, i quali andranno a realizzare l'armatura del palo di fondazione.
- 10 Come illustrato in figura 2, il metodo prevede di successivamente posizionare sul terreno T una coppia di blocchi di supporto provvisorio 280, ad esempio una coppia di plinti di calcestruzzo. Questi blocchi di supporto 280 vengono posizionati in pianta da parti diametralmente opposte del foro verticale 100, e a ciascun blocco di supporto 280 è associato un dispositivo di regolazione 281.
Come meglio illustrato in figura 18, detto dispositivo di regolazione 281 comprende quattro staffe 285, le quali
15 sono affacciate a due a due e fissate alla faccia superiore del blocco di supporto 280, ossia alla faccia opposta rispetto a quella di appoggio sul terreno T. Ciascuna staffa 285 è provvista di un foro passante filettato che, in questo esempio, è definito da un dado filettato 290 fissato alla staffa 285 stessa. In questo dado filettato 290 è avvitata una barra filettata 295, il cui avvitamento/svitamento le consente di compiere un contestuale movimento assiale.
- 20 In particolare, il dispositivo di regolazione 281 è configurato in modo tale che i movimenti assiali delle quattro barre filettate 295 avvengano su un piano parallelo alla faccia superiore del blocco di supporto 280, ossia su un piano sostanzialmente orizzontale, ed in modo tale che il movimento assiale di ciascuna barra filettata 295 avvenga nella stessa direzione di quello della barra filettata 295 opposta e perpendicolare rispetto a quello delle due barre filettate 295 adiacenti.
- 25 Nello spazio compreso tra le staffe 285, il dispositivo di regolazione 281 comprende inoltre una piastra di

scorimento 305 (v. figura 19), la quale è fissata alla faccia superiore del blocco di supporto 280. La piastra di scorimento 305 può essere realizzata in teflon o in un altro materiale a basso coefficiente di attrito, e può eventualmente essere ulteriormente lubrificata con olio o grasso lubrificante. Questa piastra di scorimento 305 porta in appoggio su di sé una piastra scorrevole 310, realizzata ad esempio in metallo, sulla quale sono fissate

5 quattro pareti di riscontro 315. Le pareti di riscontro 315 sono reciprocamente affacciate a due a due, e sono disposte in modo che ciascuna di esse possa affacciarsi ad una rispettiva barra filetta 295. In questo modo, avvitando/svitando le barre filettate 295 è possibile, dapprima, portarle a contatto con le rispettive pareti di riscontro 315, e successivamente, spingere la piastra scorrevole 310 a scorrere sulla piastra di scorimento 305, regolandone con precisione la posizione in pianta.

10 Nell'esempio illustrato, le pareti di riscontro 315 sono definite da altrettanti spezzoni di barra profilata che vengono saldati sulla piastra scorrevole 310. A due contrapposti di questi spezzoni sono saldate altrettante maniglie 320.

Il dispositivo di regolazione 281 comprende infine una coppia di barre di bloccaggio 325, le quali sono atte ad essere appoggiate trasversalmente sopra alla piastra scorrevole 310. Le estremità libere di queste barre di

15 bloccaggio 325 sono atte ad essere avvitate al blocco di supporto 280, in modo da serrare e bloccare la piastra scorrevole 310 in una precisa posizione al di sopra della piastra di scorimento 305.

Come illustrato in figura 3, dopo aver posizionato i blocchi di supporto 280 e prima di eseguire la gettata del pilastro di fondazione, all'interno del foro verticale 100 viene posizionato un pilastro prefabbricato, globalmente indicato con 200. Il pilastro prefabbricato 200 risulterà essere uno dei pilastri portanti definitivi della

20 costruzione da realizzare. In altre parole, il pilastro prefabbricato 200 che viene posizionato all'interno del foro verticale 100 in questa fase è destinato ad essere un pilastro definitivo della costruzione da realizzare.

Come meglio illustrato nelle figure da 12 a 14, il pilastro prefabbricato 200 di questo esempio comprende un corpo allungato in calcestruzzo 205 che definisce un asse longitudinale A del pilastro prefabbricato 200. Nel corpo in calcestruzzo 205 sono incorporate una armatura 210, tipicamente realizzata come una gabbia di tondini

25 metallici disposti longitudinalmente e trasversalmente rispetto all'asse longitudinale A del pilastro prefabbricato

200, ed un tubo centrale 215 internamente vuoto, il quale è posizionato al centro della armatura 210 e si sviluppa longitudinalmente secondo il già menzionato asse longitudinale A, per tutta la lunghezza del corpo in calcestruzzo 205.

In questo esempio, il corpo in calcestruzzo 205 e l'armatura 210 hanno entrambe sezione trasversale di forma rettangolare. In altre forme di attuazione, il corpo in calcestruzzo 205 e/o l'armatura 210 potrebbero avere sezione trasversale di forma differente, ad esempio circolare.

L'armatura 210 presenta un tratto superiore 211 che sporge assialmente dall'estremità superiore del corpo in calcestruzzo 205, ed un tratto inferiore che sporge assialmente dall'estremità inferiore del corpo in calcestruzzo 205. Il tubo centrale 215 presenta a sua volta un tratto superiore 216 sostanzialmente a filo con l'estremità superiore del corpo in calcestruzzo 205, ed un tratto inferiore 217 che sporge assialmente dall'estremità inferiore del corpo in calcestruzzo 205, prolungandosi anche oltre l'estremità inferiore dell'armatura 210. Lungo lo sviluppo longitudinale del pilastro prefabbricato 200, il corpo in calcestruzzo 205 può presentare una o più interruzioni 220, in corrispondenza delle quali l'armatura 210 ed il tubo centrale 215 vengono portati allo scoperto, in modo da potervi successivamente ancorare le travi che realizzeranno gli impalcati della costruzione definitiva. Nell'esempio illustrato, il pilastro prefabbricato 200 è predisposto per la realizzazione di una costruzione a due piani, cosicché esso presenta una sola interruzione 220 nel corpo in calcestruzzo 205. In altre forme di attuazione, il pilastro prefabbricato 200 potrebbe presentare un maggior numero di interruzioni 220, in modo da poter corrispondentemente realizzare una costruzione avente un maggior numero di piani.

Nella parte inferiore, il pilastro prefabbricato 200 comprende inoltre un corpo di materiale a perdere 225, ad esempio in polistirolo o in altro materiale solido che si possa rompere o sgretolare piuttosto facilmente. Questo corpo 225 ricopre una porzione iniziale dei tratti di armatura 212 e di tubo centrale 217 che sporgono inferiormente dal corpo in calcestruzzo 205, ossia una porzione immediatamente adiacente al corpo in calcestruzzo 205, lasciando comunque scoperta una successiva porzione terminale sia del tratto inferiore di armatura 212 sia del tratto inferiore di tubo centrale 217. La superficie laterale del corpo 225 può essere inoltre ricoperta da un rivestimento rimovibile 230, ad esempio in plastica, il quale si estende a ricoprire anche la

superficie laterale del tratto terminale inferiore del corpo in calcestruzzo 205. La funzione del corpo di materiale a perdere 225 e del rivestimento rimovibile 230 risulteranno chiari nel prosieguo della descrizione.

Nella parte superiore, il pilastro prefabbricato 200 comprende infine quattro barre filettate 235, orientate parallelamente all'asse longitudinale A, le quali sporgono per un certo tratto dall'estremità superiore del corpo in calcestruzzo 205 cui sono saldamente ancorate. Le barre filettate 235 sono disposte in pianta sostanzialmente ai
5 vertici di un rettangolo al centro del quale passa l'asse longitudinale A (v. fig.13).

Per consentire il posizionamento del pilastro prefabbricato 200 all'interno del foro verticale 100, all'estremità superiore del corpo in calcestruzzo 205 vengono provvisoriamente fissate due travi di sostegno 240, cosicché dette travi di sostegno provvisorio 240 risultano tra loro parallele, orientate ortogonalmente rispetto all'asse
10 longitudinale A del pilastro prefabbricato 200 e posizionate in pianta da parti opposte rispetto alla sezione trasversale del tubo centrale 215.

In questo esempio, ciascuna trave di sostegno 240 è formata da due profilati con sezione trasversale a "C" reciprocamente affacciati e distanziati in modo da lasciare definita tra essi una stretta intercapedine longitudinale 245, i quali sono uniti assieme da una pluralità di calastrelli 250 saldati su di essi.

Come si desume dalle figure 15 e 17, ciascuna di dette travi di sostegno 240 è fissata mediante una rispettiva
15 coppia di barre filettate 235 del pilastro prefabbricato 200. In particolare, ogni coppia di barre filettate 235 viene infilata nella intercapedine longitudinale 245 della rispettiva trave di sostegno 240, la quale viene quindi bloccata in morsa tra l'estremità superiore del corpo in calcestruzzo 205 ed una coppia di dadi filettati 255 avvitati all'estremità superiore delle rispettive barre filettate 235, nella fattispecie con l'interposizione di opportuni piatti
20 forati 236 che fungono da ganasce per la morsa.

Tale fissaggio è eseguito sostanzialmente al centro delle travi di sostegno 240, cosicché le estremità libere di ciascuna di esse sporgono lateralmente da parti opposte rispetto al corpo in calcestruzzo 205 del pilastro prefabbricato 200.

A ciascuna estremità libera di ciascuna trave di sostegno 240 è associato un dispositivo di regolazione 256 (vedi
25 figura 16), il quale comprende due piatti rigidi 260 posizionati rispettivamente sulla faccia superiore e sulla faccia

inferiore della trave di sostegno 240, una barra filettata 265 che si infila trasversalmente nell'intercapedine longitudinale 245 della trave di sostegno 240 passando attraverso una coppia di fori allineati ricavati nei due piatti rigidi 260, ed una coppia di dadi filettati 270 fissati ai piatti rigidi 260 in cui è avvitata alla barra filettata 265. L'estremità inferiore della barra filettata 265 sporge al di sotto della trave di sostegno 240 e porta un piattello di appoggio 266. In pratica, il dispositivo di regolazione 256 è una sorta di martinetto a vite che permette di regolare la distanza tra l'estremità della trave di sostegno 240 ed il piattello di appoggio 266.

A ciascuna estremità libera di ciascuna trave di sostegno 240 sono infine associate due maniglie 275, le quali sono fissate a sbalzo alle facce laterali della trave di sostegno 240, laddove non sono presenti i piatti rigidi 260.

Tomando ora alla figura 3, dopo aver posizionato i blocchi di supporto 280 e montato le travi di sostegno provvisorie 240, il pilastro prefabbricato 200 viene inserito e calato verticalmente all'interno del foro verticale 100, ad esempio mediante una gru. Tale inserimento procede sino ad appoggiare le opposte estremità delle travi di sostegno 240 sulle piastre scorrevoli 310 dei blocchi di supporto 280. Più in particolare, le travi di sostegno 240 vengono appoggiate attraverso i piattelli di appoggio 266, i quali vengono portati direttamente a contatto della piastra scorrevole 310 ed impegnati all'interno di una sede di riferimento 330 ricavata nella piastra scorrevole 310 stessa (v. figure 18 e 20).

La quota finale raggiunta dal pilastro prefabbricato 200 al termine di questa fase di inserimento è tale per cui la maggior parte del suo sviluppo verticale è contenuto nel foro 100. Tuttavia, il tratto superiore 211 dell'armatura 210, e preferibilmente anche l'estremità superiore terminale del corpo in calcestruzzo 205, rimangono sporgenti al di sopra del piano del terreno.

A partire da questa configurazione, il metodo prevede quindi di regolare con precisione la posizione in pianta e l'inclinazione del pilastro prefabbricato 200.

La regolazione della posizione in pianta può essere eseguita con i dispositivi di regolazione 281 associati ai blocchi di supporto 280. In altre parole, vengono avvitate/svitate le barre filettate 295 che, facendo scorrere le piastre scorrevoli 310 sulle relative piastre di scorrimento 305, provocano il contestuale spostamento del pilastro prefabbricato 200 che poggia su dette piastre scorrevoli 310 attraverso le travi di sostegno provvisorio 240.

Per raggiungere una precisa posizione finale, questa regolazione può essere eseguita con l'ausilio di una coppia di fili di centraggio 335 ed un relativo elemento di riferimento 340 che viene inserito all'estremità superiore del tubo centrale 215 del pilastro prefabbricato 200 (v. figure 21 e 22). I fili di centraggio 335 sono una coppia di fili reciprocamente ortogonali che vengono tirati orizzontalmente sul terreno T, in modo che la loro intersezione
5 definisca la posizione in pianta dell'asse longitudinale A del pilastro prefabbricato 200. L'elemento di riferimento 340 è una sorta di tappo che presenta una porzione inferiore atta ad essere infilata all'estremità superiore del tubo centrale 215, ed una porzione superiore 345 atta a rimanere esposta all'esterno. Detta porzione superiore 345 presenta una forma scatolare generalmente rettangolare o quadrata. Nel punto mediano del bordo superiore di ciascun lato della porzione superiore 345 è ricavato un piccolo intaglio 350 a forma di "V". La posizione in pianta
10 del pilastro prefabbricato 200 viene regolata fino a quando entrambi i fili di centraggio 335 risultano contemporaneamente accolti ciascuno negli intagli 350 di due lati opposti della porzione superiore 345 dell'elemento di riferimento 340.

La regolazione dell'inclinazione del pilastro prefabbricato 200 può essere eseguita con i dispositivi di regolazione 256 associati alle travi di sostegno 240. In altre parole, vengono avvitate/svitate le barre filettate 265 che, variando
15 la distanza tra le estremità delle travi di sostegno 240 ed i piattelli di appoggio 266, variano contestualmente l'inclinazione del pilastro prefabbricato 200.

Per ottenere una precisa verticalità del pilastro prefabbricato 200, questa regolazione può essere eseguita con l'ausilio di una antenna di riferimento 355 che viene applicata all'estremità superiore del pilastro prefabbricato 200, in modo da risultare parallela all'asse longitudinale A, e di mezzi di rilevazione (non mostrati giacché di per
20 sé usuali) per valutare l'inclinazione di tale antenna di riferimento 355. L'inclinazione del pilastro prefabbricato 200 viene quindi regolata sino a quando detti mezzi di rilevazione individuano che l'antenna di riferimento 355, e di conseguenza l'asse longitudinale A, risulta perfettamente verticale o comunque entro un margine di tolleranza accettabile.

Si desidera qui sottolineare che, dopo aver completato la regolazione della posizione in pianta e della inclinazione,
25 il pilastro prefabbricato 200 si trova nella posizione definitiva e viene perciò mantenuto bloccato in tale posizione

definitiva durante tutte le successive fasi del metodo di costruzione.

Come illustrato in figura 4, dopo aver posizionato il pilastro prefabbricato 200 in posizione definitiva, il metodo di costruzione prevede di eseguire una gettata di calcestruzzo fresco 360 per la realizzazione del palo di fondazione sul fondo del foro verticale 100. Durante questa fase, il calcestruzzo fresco 360 viene gettato
5 attraverso il tubo centrale 215 del pilastro prefabbricato 200, mediante un tubo getto 361, in modo che il calcestruzzo si accumuli sul fondo del foro verticale 100 dove è stata precedentemente disposta la gabbia 110.

A mano a mano che il livello del calcestruzzo fresco 360 aumenta, il fango bentonico 105 (o polimerico) tende ad uscire dal foro verticale 100, dove possono essere eventualmente predisposti opportuni mezzi di raccolta e recupero del fango stesso.

- 10 La gettata del calcestruzzo fresco 360 prosegue sino a quando il livello del calcestruzzo fresco 360 nel foro verticale 100 raggiunge una quota superiore rispetto a quella dell'estremità inferiore del pilastro prefabbricato 200, in modo da annegare nella gettata di calcestruzzo fresco 360 almeno il tratto inferiore 212 dell'armatura 210 che sporge dal corpo in calcestruzzo 205.

- 15 Come illustrato in figura 5, una forma di attuazione del metodo secondo l'invenzione prevede in particolare che, al termine della gettata, il livello del calcestruzzo fresco 360 abbia raggiunto una quota finale superiore a quella dell'estremità terminale del corpo in calcestruzzo 205, e preferibilmente compressa tra il margine superiore del corpo di materiale a perdere 225 ed il margine superiore del rivestimento removibile 230.

- Al raggiungimento del livello finale, il calcestruzzo fresco 360 viene lasciato indurire in modo da realizzare un solido pilastro di fondazione, il quale viene indicato con il numero 365 nelle successive figure da 6 a 10, dopo di
20 che le travi di sostegno provvisorio 240 vengono smontate ed allontanate insieme ai due blocchi di supporto 280. Dopo che il pilastro prefabbricato 200 è stato montato, i fanghi bentonici o polimerici o la camicia metallica utilizzati per la trivellazione del foro verticale possono essere rimossi e sostituiti con un materiale solido incoerente, come ad esempio sabbia.

- Si desidera qui precisare che tutte le fasi finora descritte con riferimento ad un solo pilastro prefabbricato 200,
25 vengono ripetute analogamente per tutti i pilastri prefabbricati 200 che compongono la struttura definitiva da

realizzare. In questo senso, le travi di sostegno provvisorio 240 ed i blocchi di supporto 280, insieme ai relativi dispositivi di regolazione 256 e 281, formano globalmente una attrezzatura che può essere utilizzata per la messa in opera di tutti i pilastri prefabbricati 200.

Come illustrato in figura 6, dopo aver messo in opera tutti i pilastri prefabbricati 200, il metodo di costruzione prevede di realizzare un primo impalcato 400 della costruzione definitiva, vincolandolo ai tratti dei pilastri prefabbricati 200 che sporgono al di sopra del livello del terreno T. In particolare, questo primo impalcato 400 sarà quello destinato a definire la parte sommitale, ovvero il solaio, della costruzione definitiva. Nell'esempio illustrato, il primo impalcato 400 può essere realizzato mediante travi prefabbricate o semi-prefabbricate 405 che vengono ancorate al tratto superiore 211 della armatura 210, mediante giunzioni ottenute con armature e getti integrativi di calcestruzzo.

Secondo un aspetto dell'invenzione, il primo impalcato 400 è collegato anche con le paratie perimetrali realizzate inizialmente, in modo da svolgere una funzione di contrasto delle spinte esercitate dal terreno circostante all'area di costruzione, durante le fasi di scavo che vengono descritte qui di seguito.

Come illustrato in figura 7, dopo la realizzazione del primo impalcato 400, il metodo di costruzione prevede infatti di scavare il terreno T contenuto all'interno della paratia perimetrale e circostante i pilastri prefabbricati 200, sino ad una profondità predeterminata. Tale profondità è intermedia tra il livello iniziale del terreno T e la profondità dei pali di fondazione 365, ma almeno sufficiente per portare allo scoperto l'interruzione intermedia 220 del corpo in calcestruzzo 205 dei pilastri.

La fase successiva del metodo di costruzione è quella di realizzare un secondo impalcato 500 della costruzione definitiva, vincolandolo ai tratti dei pilastri prefabbricati 200 che sporgono al di sopra del nuovo livello del terreno T. In particolare, questo secondo impalcato 500 sarà quello destinato a definire un piano intermedio della costruzione definitiva. Nell'esempio illustrato, il secondo impalcato 500 può essere realizzato mediante travi prefabbricate o semi-prefabbricate 505, analoghe a quelle utilizzate per il primo impalcato 400, le quali vengono ancorate all'armatura 210 in corrispondenza della interruzione intermedia 220 del corpo in calcestruzzo 205, mediante giunzioni ottenute con armature e getti integrativi di calcestruzzo.

Secondo un aspetto dell'invenzione, anche questo secondo impalcato 500 è collegato lateralmente con le paratie perimetrali realizzate inizialmente, in modo da svolgere una funzione di contrasto delle spinte esercitate dal terreno circostante all'area di costruzione durante lo scavo.

Come illustrato in figura 8, dopo la realizzazione del secondo impalcato 500, il metodo di costruzione prevede di scavare ulteriormente il terreno T all'interno della paratia perimetrale e circostante i pilastri prefabbricati 200, sino a portare allo scoperto la porzione sommitale dei pali di fondazione 365, e preferibilmente sino alla quota del margine inferiore del corpo di materiale a perdere 225 associato ai pilastri prefabbricati 200. A questo punto, lo scavo di sbancamento risulta terminato.

Come illustrato in figura 9, la parte sommitale dei pali di fondazione 365 viene successivamente scapitozzata, ossia viene rimossa con sistemi distruttivi, in modo da portare allo scoperto i piedi dei pilastri prefabbricati 200, ossia i tratti ricoperti con il rivestimento rimovibile 230. I piedi dei pilastri prefabbricati 200 vengono quindi puliti, mediante la rimozione di detti rivestimenti rimovibili 230, ed infine vengono rimossi anche i corpi di materiale a perdere 225, in modo da portare allo scoperto le corrispondenti porzioni dell'armatura 210.

Come illustrato in figura 10, dopo aver portato allo scoperto queste porzioni dell'armatura 210, il metodo di costruzione prevede di realizzare una platea di fondazione 600 per la costruzione definitiva, la quale viene vincolata ai pali di fondazione 365 scapitozzati ed ai piedi dei pilastri prefabbricati 200. Nell'esempio illustrato, la platea di fondazione può essere realizzata applicando sul fondo dello scavo una armatura di platea 605 ed effettuando su di essa una gettata di calcestruzzo. In questo modo, la platea di fondazione 600 ingloberà anche le armature 210 dei pilastri prefabbricati 200, ottenendo una elevata stabilità strutturale.

Successivamente, la realizzazione della costruzione viene completata secondo modalità e tecniche convenzionali. In conclusione, si desidera sottolineare che in altre forme di attuazione, i pilastri prefabbricati 200 potrebbero avere un numero superiore di interruzioni 220, al fine di realizzare una molteplicità di piani intermedi. In tal caso, l'esecuzione dello scavo di sbancamento prevede di scavare il terreno per passi successivi in modo da portare allo scoperto di volta in volta le successive interruzioni 220 dei pilastri prefabbricati 200, alle quali verrà quindi ancorato un rispettivo impalcato avente la funzione di sostegno delle paratie o diaframmi perimetrali, prima di

procedere con una ulteriore fase di scavo. Questa procedura di scavo si concluderà quando verranno portate allo scoperto le porzioni superiori dei pali di fondazione 365, come descritto in precedenza.

Ovviamente al metodo di costruzione sopra descritto un tecnico del settore potrà apportare numerose modifiche di natura pratica e/o applicativa, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione come sotto rivendicata.

RIFERIMENTI

	100	foro verticale
5	105	fango bentonitico
	110	gabbia
	115	staffa cilindrica
	120	tondini metallici
	200	pilastro prefabbricato
10	205	corpo in calcestruzzo
	210	armatura
	211	tratto superiore armatura
	212	tratto inferiore armatura
	215	tubo centrale
15	216	tratto superiore tubo centrale
	217	tratto inferiore tubo centrale
	220	interruzioni
	225	corpo di materiale a perdere
	230	rivestimento removibile
20	235	barre filettate
	236	piatti forati
	240	trave di sostegno
	245	intercapedine longitudinale
	250	calastrelli
25	255	dadi filettati
	256	dispositivo di regolazione

	260	piatti rigidi
	265	barra filettata
	266	piattello di appoggio
	270	dadi filettati
5	275	maniglie
	280	blocco di supporto
	281	dispositivo di regolazione
	285	staffe
	290	dado filettato
10	295	barra filettata
	305	piastra di sconnimento
	310	piastra scorrevole
	315	pareti di riscontro
	320	maniglie
15	325	barre di bloccaggio
	330	sede di riferimento
	335	fili di centraggio
	340	elemento di riferimento
	345	porzione superiore
20	350	intaglio
	355	antenna di riferimento
	360	calcestruzzo fresco
	361	tubo getto
	365	palo di fondazione
25	400	primo impalcato

	405	travi prefabbricate o semi-prefabbricate
	500	primo impalcato
	505	travi prefabbricate o semi-prefabbricate
	600	platea di fondazione
5	605	armatura di platea
	A	asse longitudinale del pilastro prefabbricato
	T	terreno

RIVENDICAZIONI

1. Un metodo per mettere in opera un pilastro prefabbricato (200) per costruzioni sotterranee, il metodo comprendendo le fasi di:
 - realizzare un foro verticale (100) in un terreno (T),
- 5
 - inserire nel foro verticale (100) il pilastro prefabbricato (200) sino ad una quota prestabilita,
 - eseguire una gettata di calcestruzzo (360) all'interno del foro verticale (100), sino a portare il livello del calcestruzzo (360) all'interno del foro verticale (100) ad una quota superiore rispetto alla quota della estremità inferiore del pilastro prefabbricato (200) che è mantenuto fermo all'interno del foro verticale (100) stesso,
 - lasciare indurire la gettata di calcestruzzo (360), in modo da ottenere un palo di fondazione (365) in cui è
- 10 ancorata l'estremità inferiore del pilastro prefabbricato (200).
2. Un metodo secondo la rivendicazione 1, in cui l'esecuzione della gettata di calcestruzzo (360) è preceduta dalla ulteriore fase di:
 - regolare la posizione in pianta del pilastro prefabbricato (200) all'interno del foro verticale (100).
3. Un metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui la fase l'esecuzione della
- 15 gettata di calcestruzzo (360) è preceduta dalla ulteriore fase di:
 - regolare l'inclinazione del pilastro prefabbricato (200) all'interno del foro verticale (100).
4. Un metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui il pilastro prefabbricato (200) comprende un tubo centrale (215) ed in cui il calcestruzzo (360) per il palo di fondazione (365) viene gettato attraverso detto tubo centrale (215).
- 20 5. Un metodo per la realizzazione di costruzioni sotterranee comprendente le fasi di:
 - realizzare una paratia perimetrale atta a delimitare nel terreno (T) un'area di scavo,
 - mettere in opera una pluralità di pilastri prefabbricati (200) all'interno dell'area di scavo, utilizzando un metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti,
 - eseguire uno sbancamento del terreno (T) contenuto all'interno dell'area di scavo, sino a scoprire almeno
- 25 parzialmente i pali di fondazione (365).

6. Un metodo secondo la rivendicazione 5, in cui l'esecuzione dello sbancamento comprende le fasi di:

- realizzare un impalcato (400, 500) vincolandolo ai tratti di detti pilastri prefabbricati (200) che sporgono dal piano del terreno (T) e alla paratia perimetrale,

- scavare il terreno (T) contenuto nell'area di scavo sino ad una profondità predeterminata,

5 - ripetere le fasi precedenti sino a scoprire almeno parzialmente i pali di fondazione (365).

7. Un metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, comprendente la ulteriore fase di:

- scapitozzare la porzione superiore di ciascun palo di fondazione (365), in modo da portare allo scoperto una corrispondente porzione di un tratto inferiore (212) di ciascun pilastro prefabbricato (200).

8. Un metodo secondo la rivendicazione 7, comprendente la fase ulteriore di:

10 - realizzare una platea di fondazione (600) vincolata ai pali di fondazione (365) scapitozzati e ai pilastri prefabbricati (200).

9. Un metodo di costruzione secondo la rivendicazione 8, in cui i pilastri prefabbricati (200) sono in calcestruzzo armato ed in cui la fase di realizzazione della platea di fondazione (600) è preceduta dalla fase di:

- portare allo scoperto l'armatura (210) dei pilastri prefabbricati (200) in corrispondenza di dette porzioni dei tratti inferiori (212) dei pilastri.

15

10. Un metodo secondo la rivendicazione 9, in cui l'armatura (210) di ciascun pilastro prefabbricato (200) è portata allo scoperto mediante la fase di:

- rimuovere un corpo di materiale a perdere (225) che riveste l'armatura (210) in corrispondenza di dette porzioni dei tratti inferiori (212) dei pilastri.

20

CLAIMS

1. A method for laying a prefabricated column (200) for underground constructions, the method comprising steps of:
realising a vertical shaft (100) in a terrain (T),
5 inserting the prefabricated column (200) in the vertical shaft (100) up to a predetermined height,
performing a concrete (360) casting internally of the vertical shaft (100), up to bringing a level of the concrete (360) internally of the vertical shaft (100) to a greater
10 height than a height of a lower end of the prefabricated column (200) which is maintained still internally of the vertical shaft (100),
leaving the concrete (360) casting to harden, such as to obtain a bearing pile (365) in which a lower end of the
15 prefabricated column (200) is anchored.
2. The method of claim 1, wherein the performing of the concrete casting (360) is preceded by a further step of:
regulating a plan position of the prefabricated column (200) internally of the vertical shaft (100).
- 20 3. The method of any one of the preceding claims, wherein the step of performing the concrete casting (360) is preceded by a further step of:
adjusting an inclination of the prefabricated column (200) internally of the vertical shaft (100).
- 25 4. The method of any one of the preceding claims, wherein

the prefabricated column (200) comprises a central tube (215) and wherein the concrete (360) for the bearing pile (365) is dropped through the central tube (215).

5. A method for realising underground constructions,
5 comprising steps of:

realising a perimeter wall destined to delimit an excavation area in a terrain (T),

laying a plurality of prefabricated columns (200) internally of the excavation area, using a method according to any one

10 of the preceding claims,

performing an excavation of the terrain (T) contained internally of the excavation area, up to at least partially uncovering the bearing piles (365).

6. The method of claim 5, wherein performing the excavation
15 comprises steps of:

realising a flooring (400, 500) and constraining the flooring (400, 500) to sections of the prefabricated columns (200) which project from a plane of the terrain (T) and to the perimeter wall,

20 excavating the terrain (T) contained in the excavating area up to a predetermined depth,

repeating the preceding steps up to at least partially uncovering the bearing piles (365).

7. The method of claim 5 or 6, comprising a further step
25 of:

lopping a top portion of each bearing pile (365) such as to uncover a corresponding portion of a lower section (212) of each prefabricated column (200).

8. The method of claim 7, comprising a further step of:

5 realising a foundation bed (600) constrained to the lopped bearing piles (365) and to the prefabricated columns (200).

9. The construction method of claim 8, wherein the prefabricated columns (200) are made of reinforced concrete and wherein the step of realising the foundation bed (600)

10 is preceding by a step of:

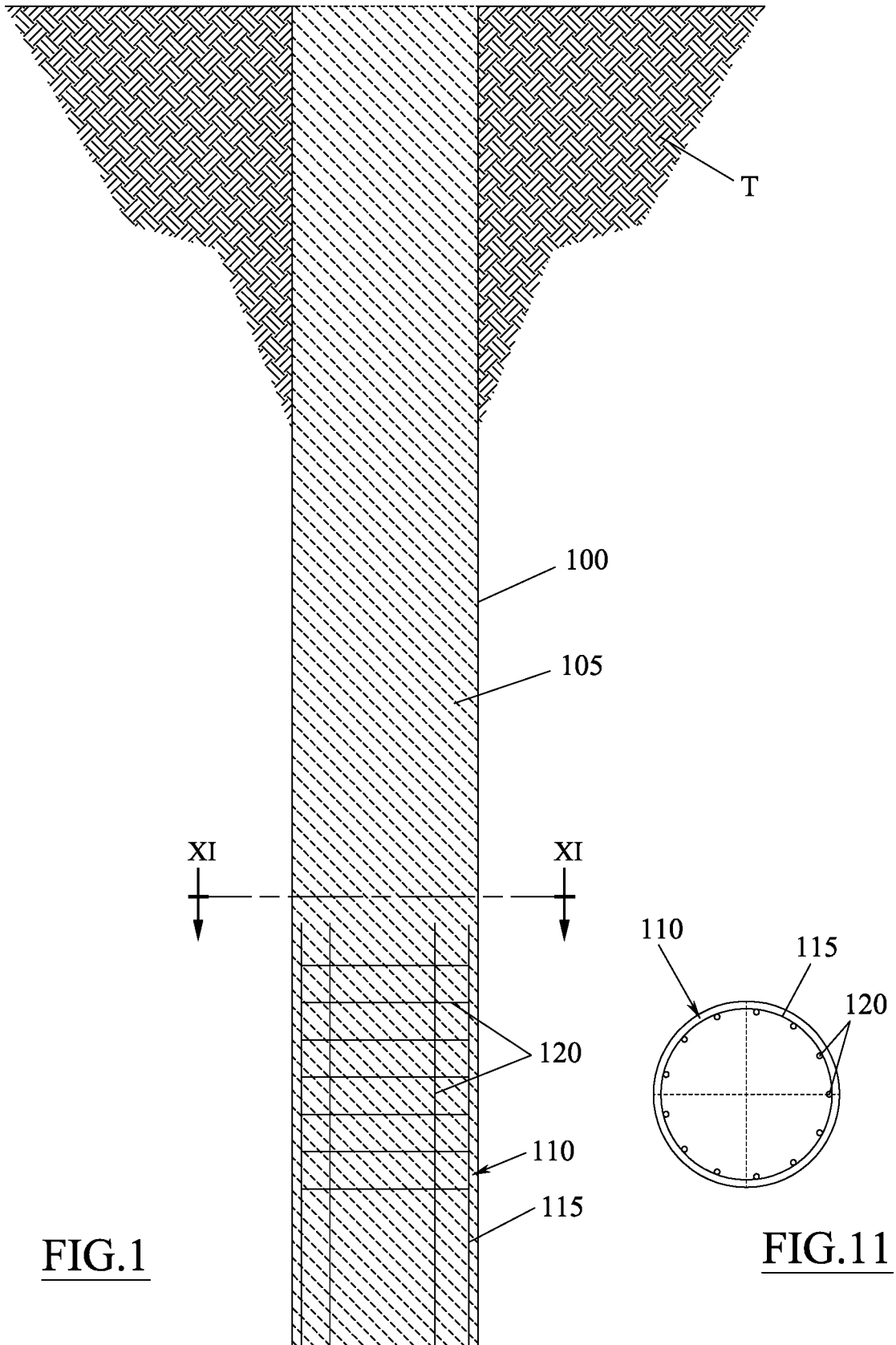
uncovering the armature (210) of the prefabricated columns (200) at the portions of the lower sections (212) of the columns.

10. The method of claim 9, wherein the reinforcement (210)

15 of each prefabricated column (200) is exposed during a step of:

removing a body of disposable material (225) covering the armature (210) at said portions of lower sections (212) of the columns.

20



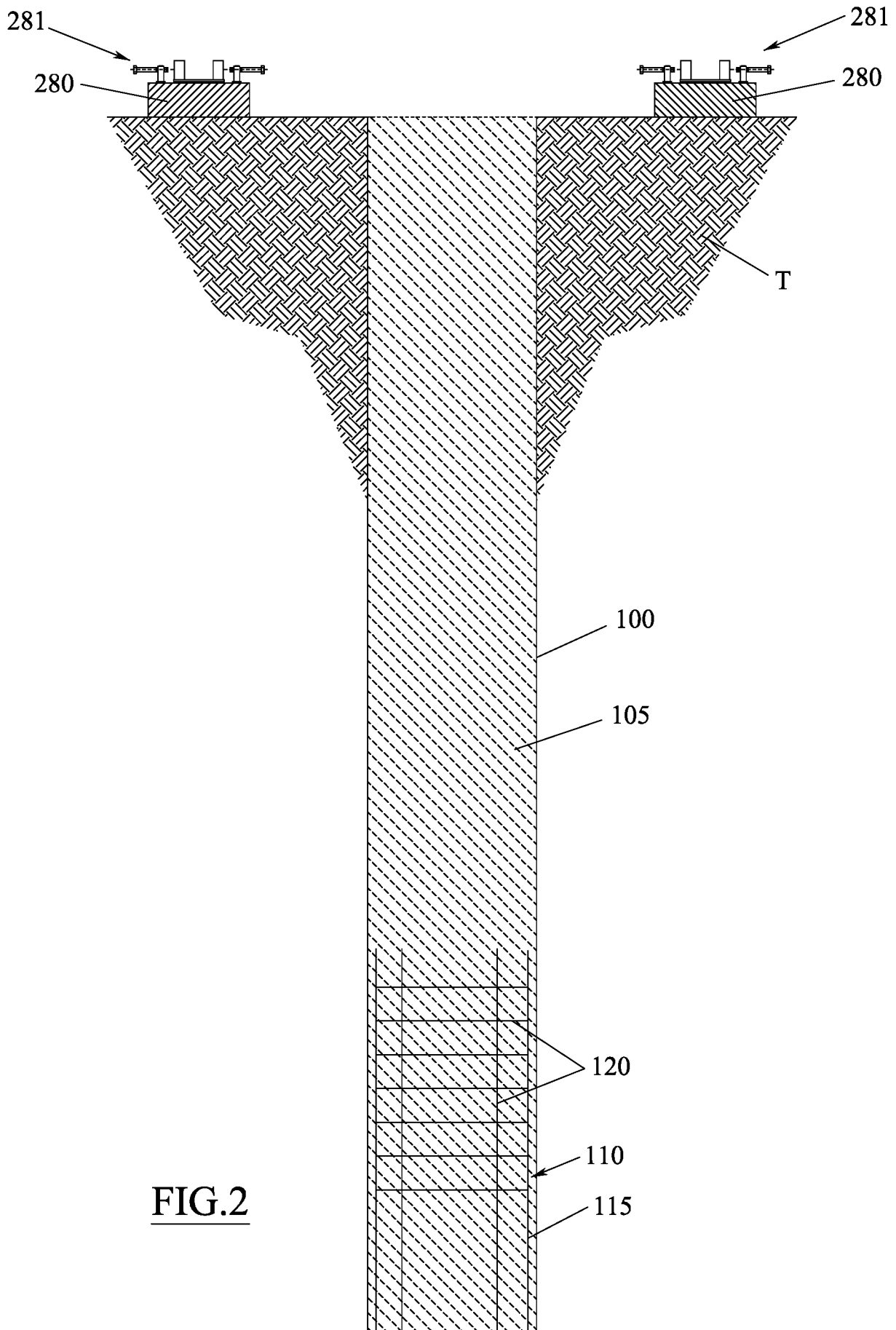
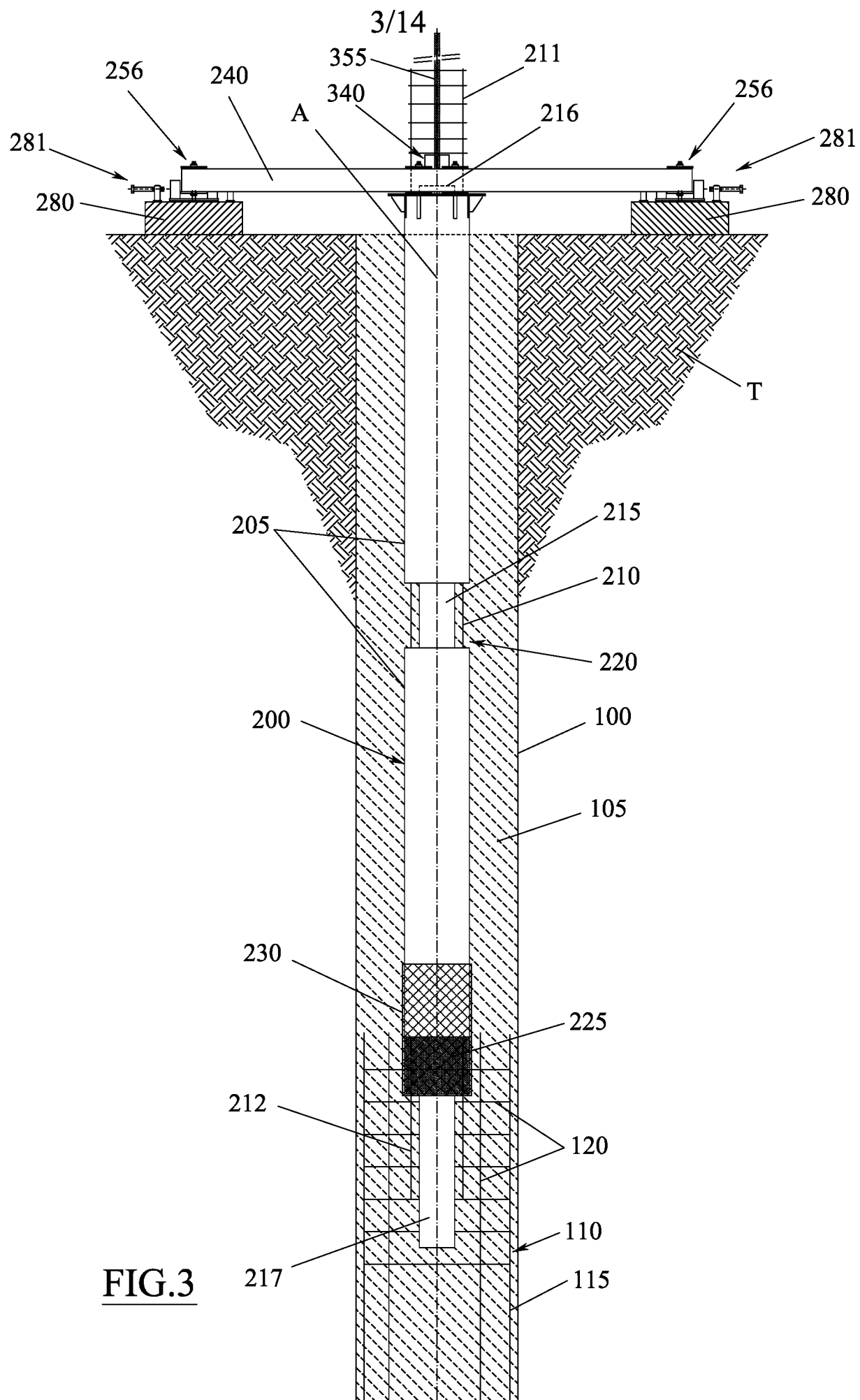


FIG.2



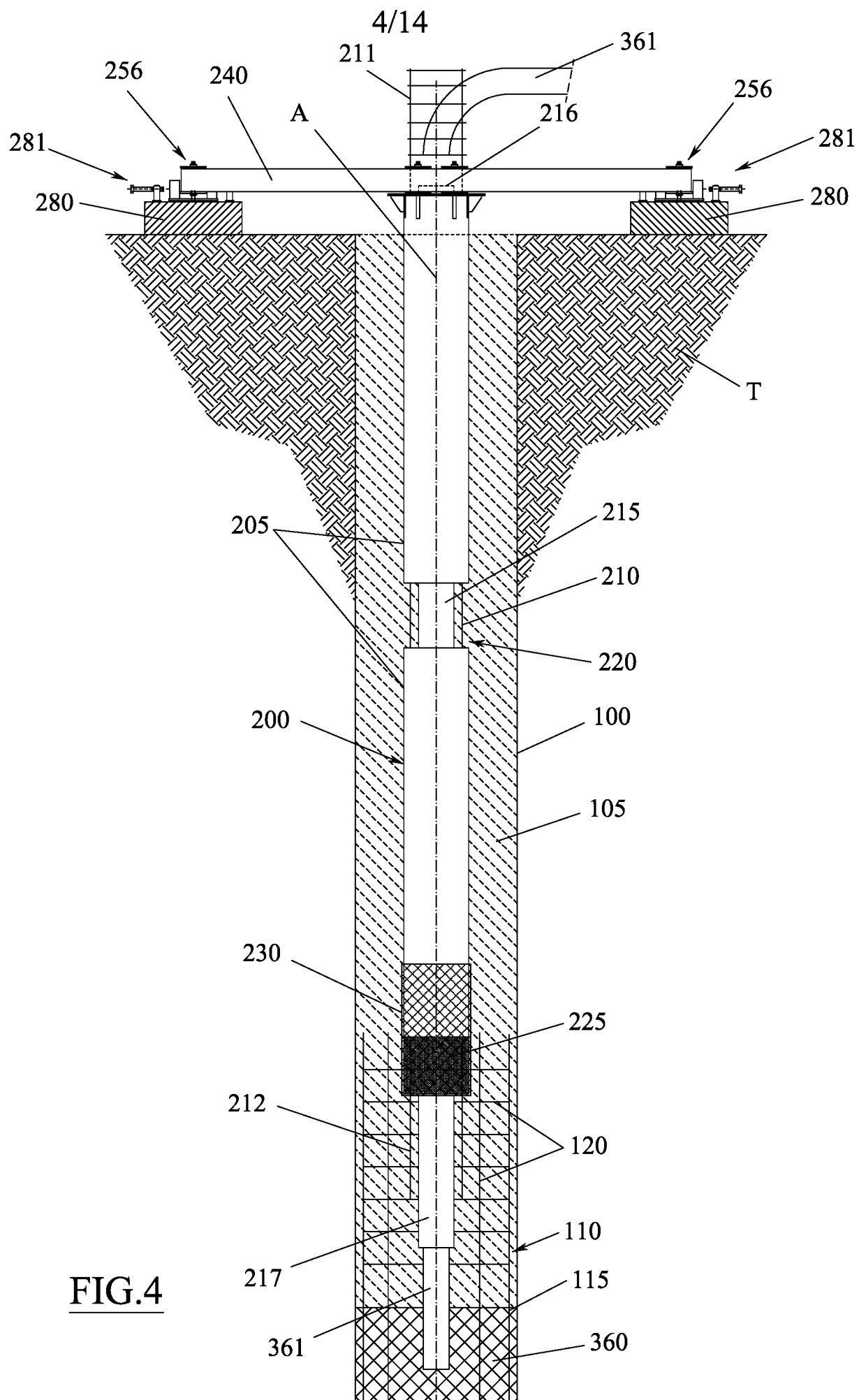
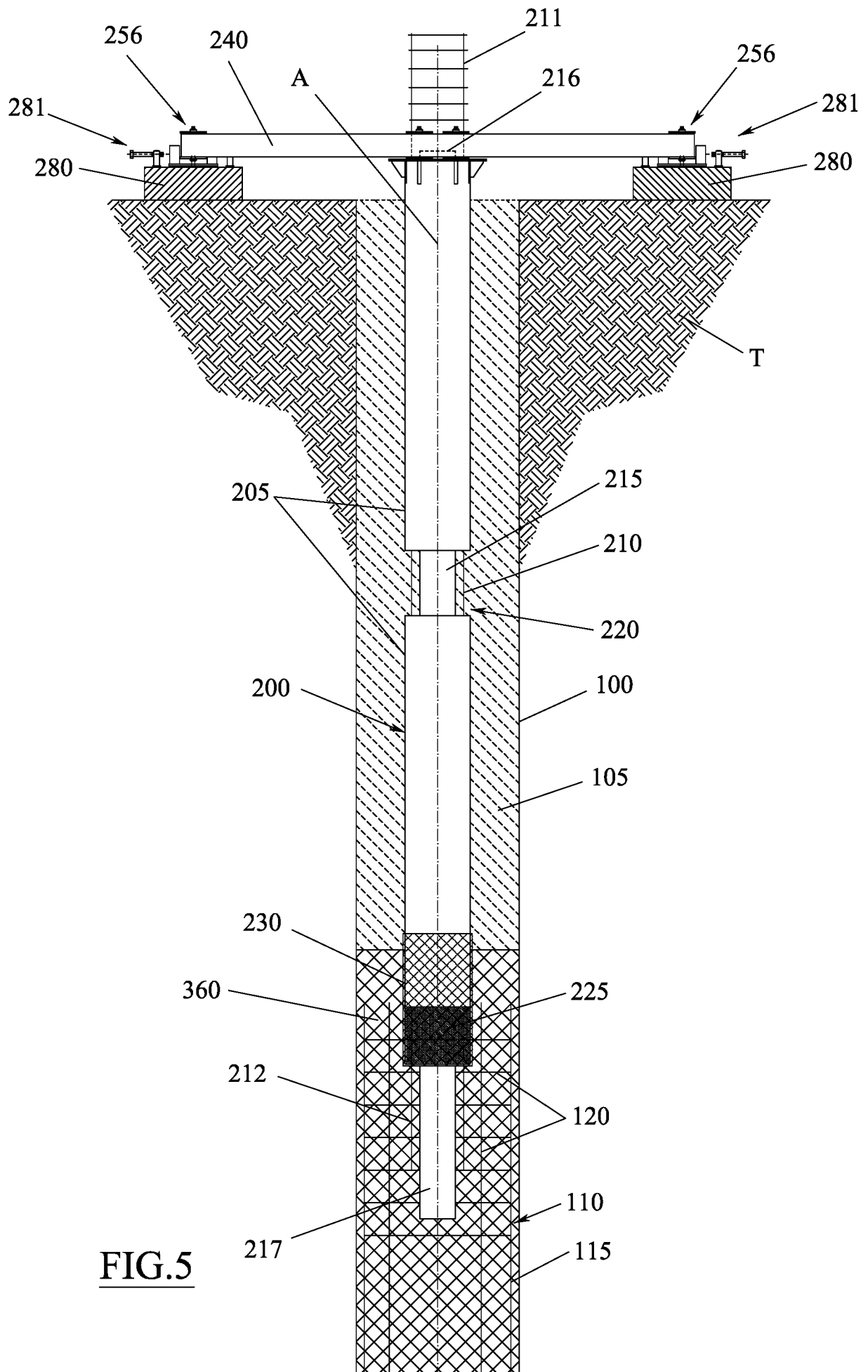


FIG.4

5/14



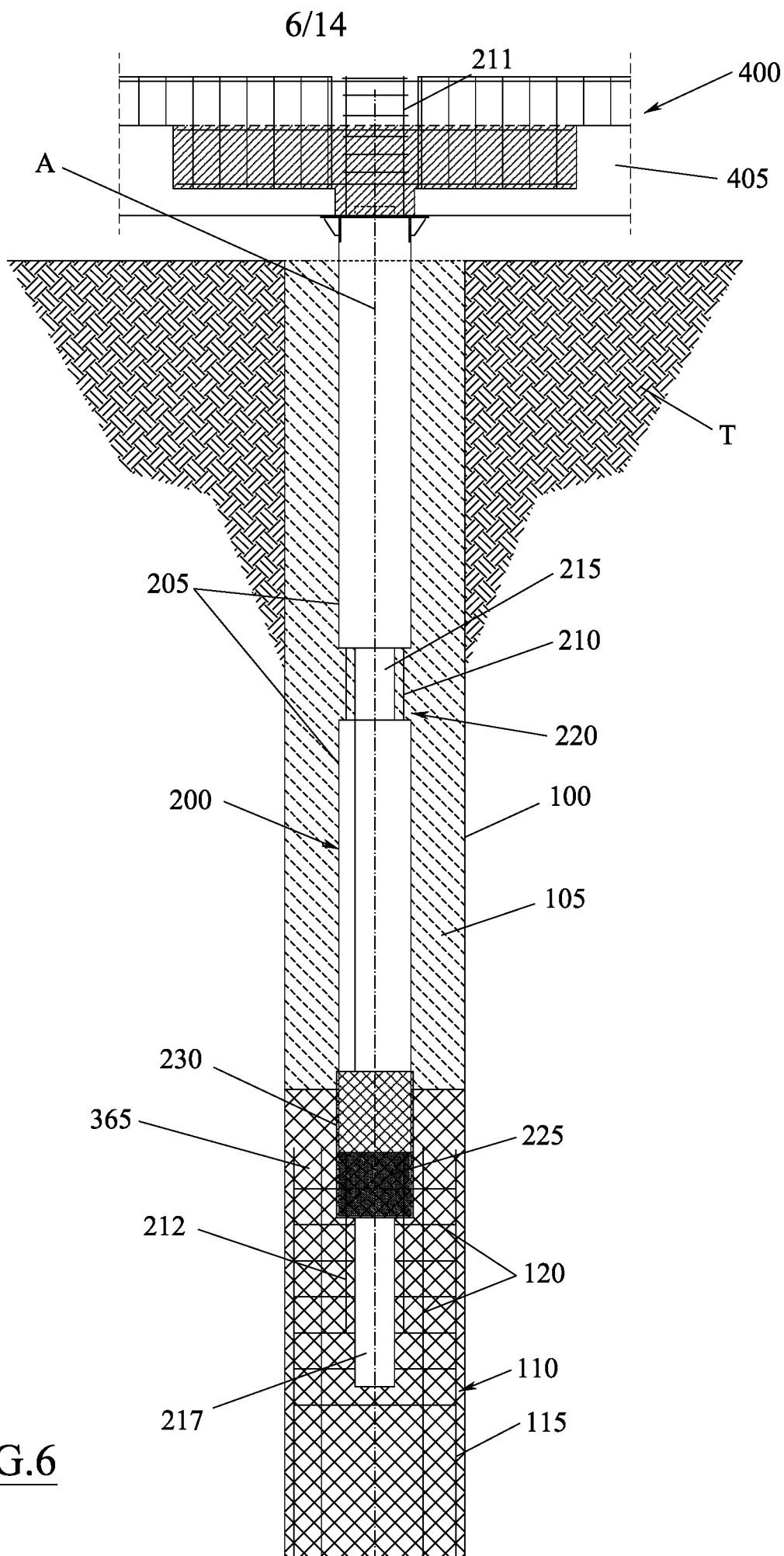


FIG.6

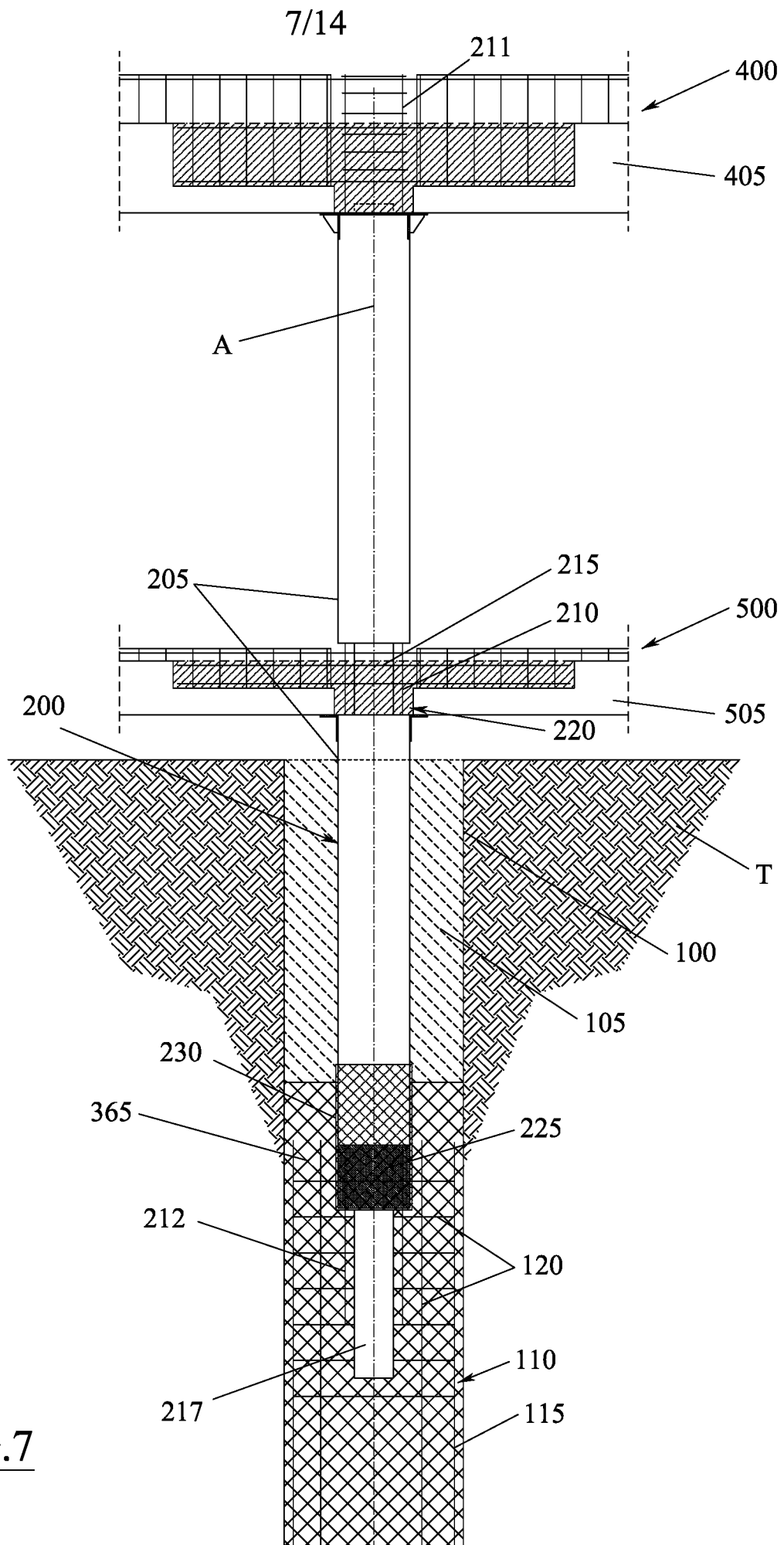


FIG.7

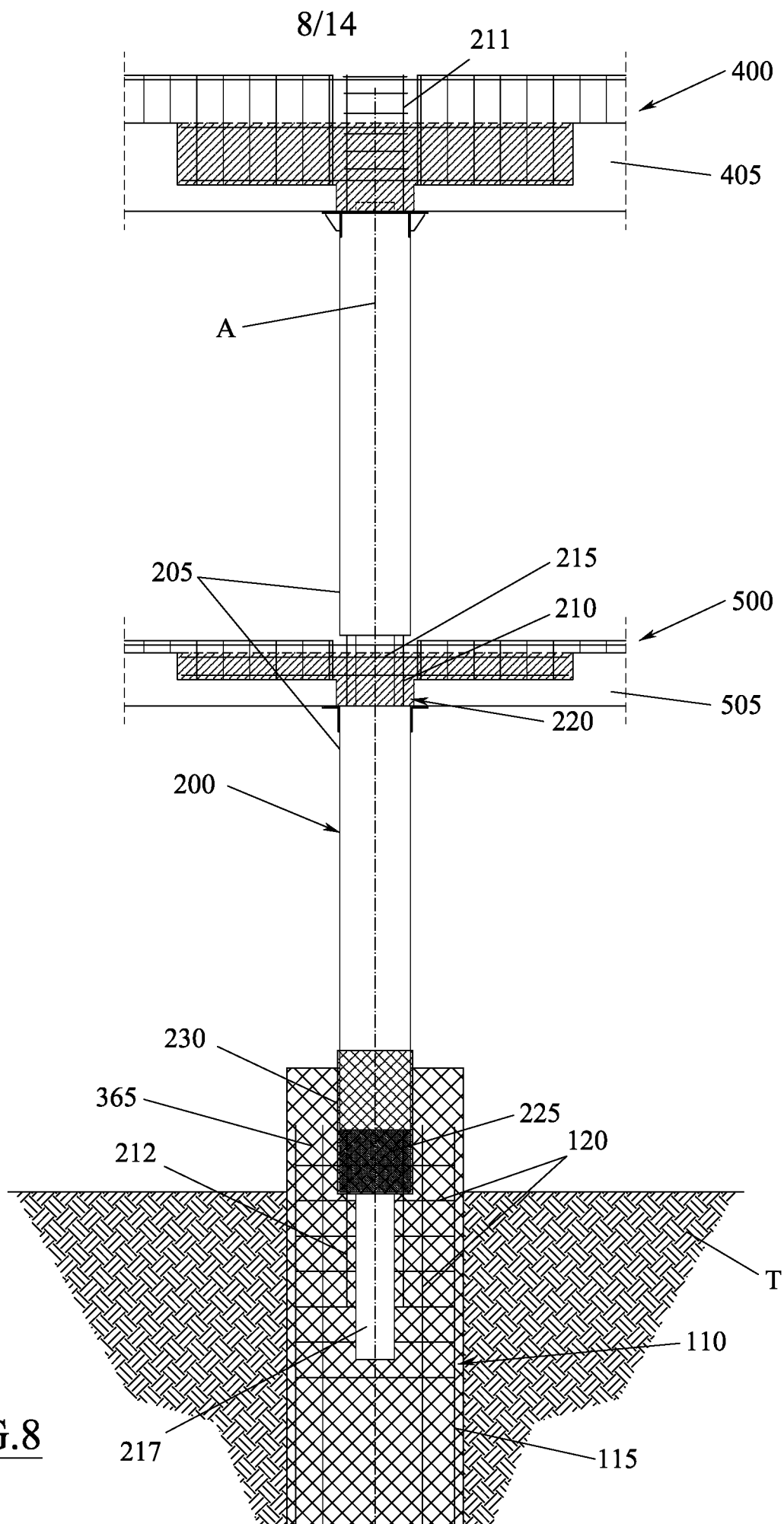
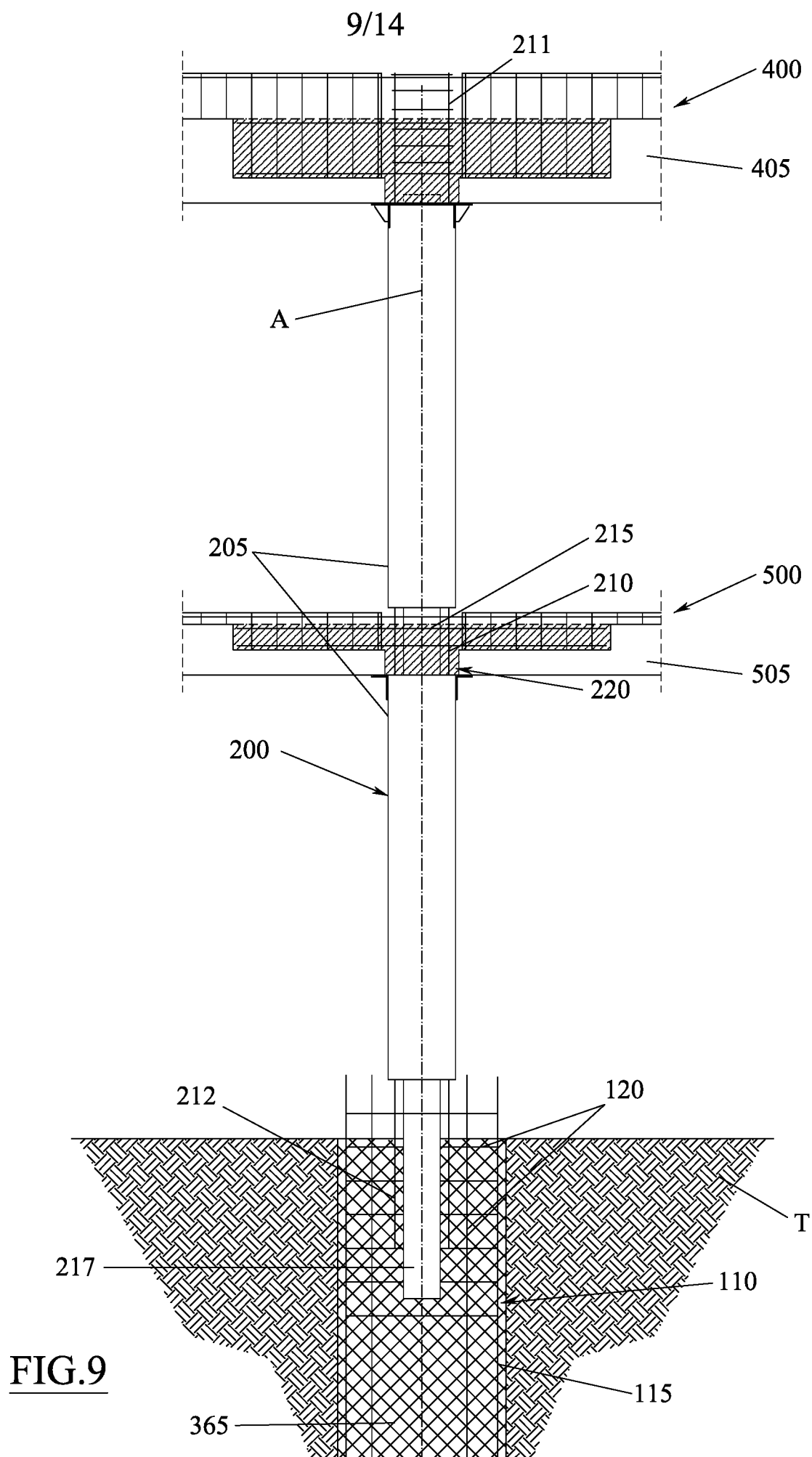


FIG.8



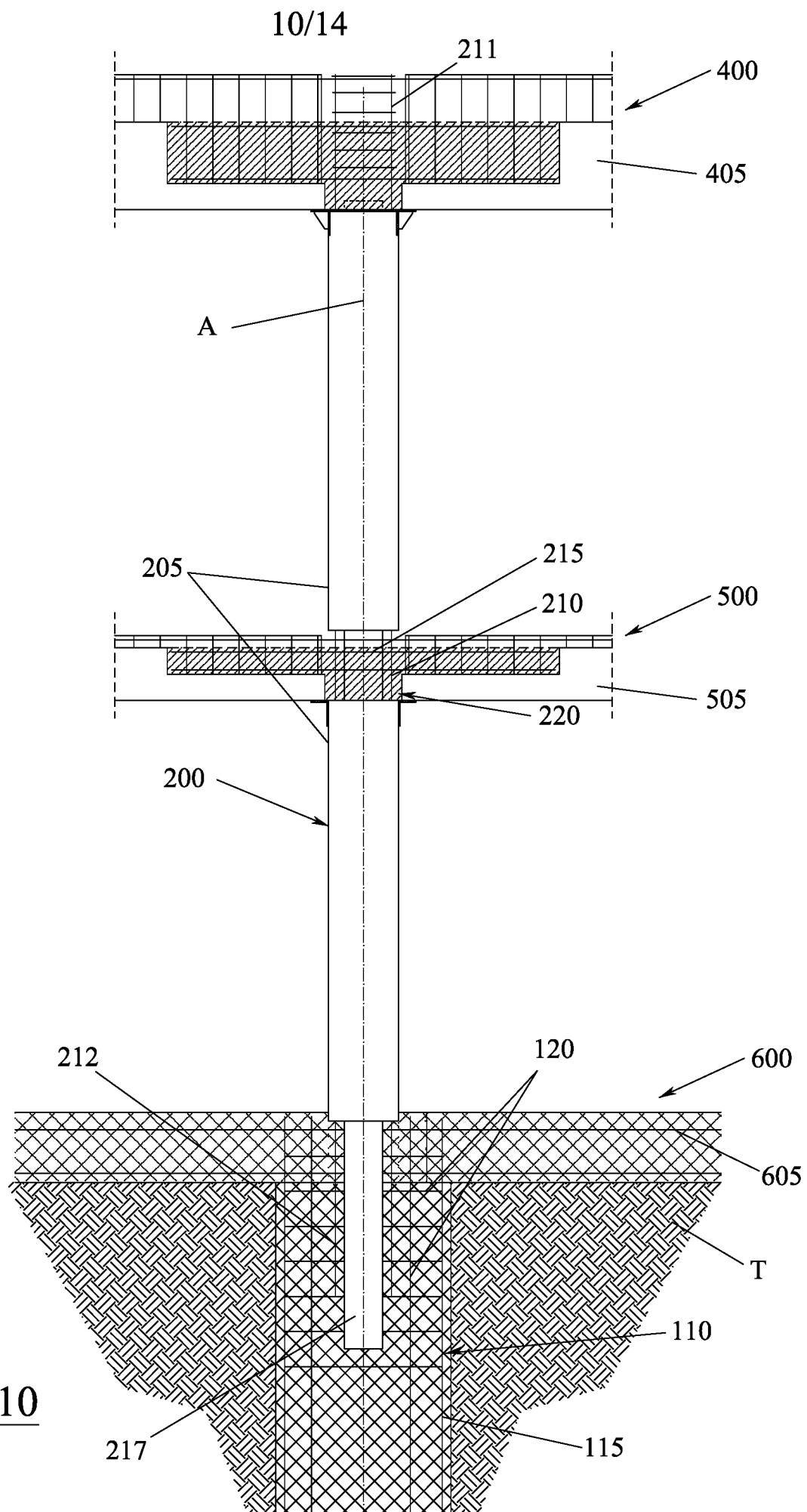
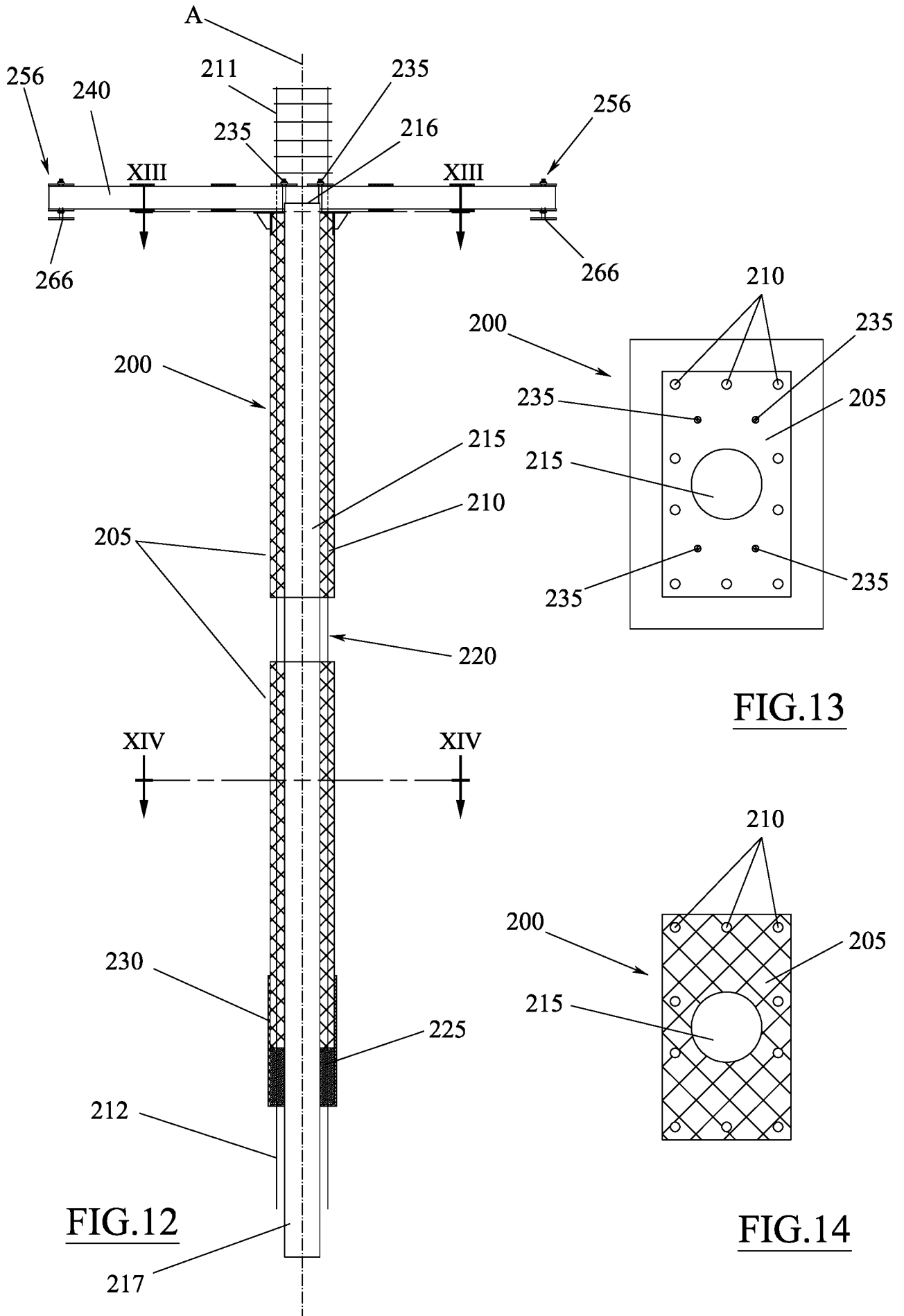


FIG.10



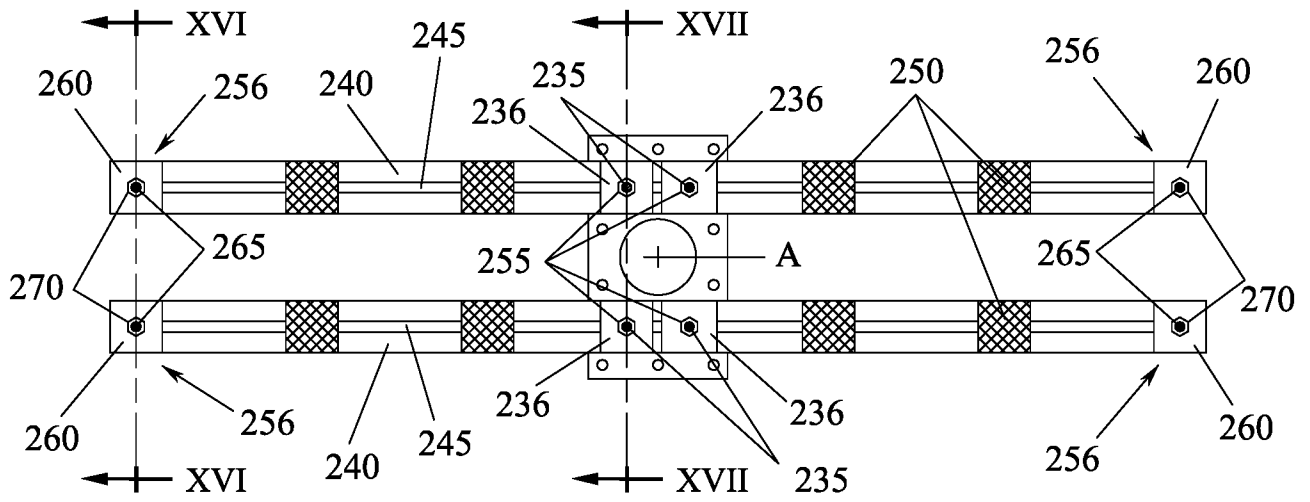


FIG. 15

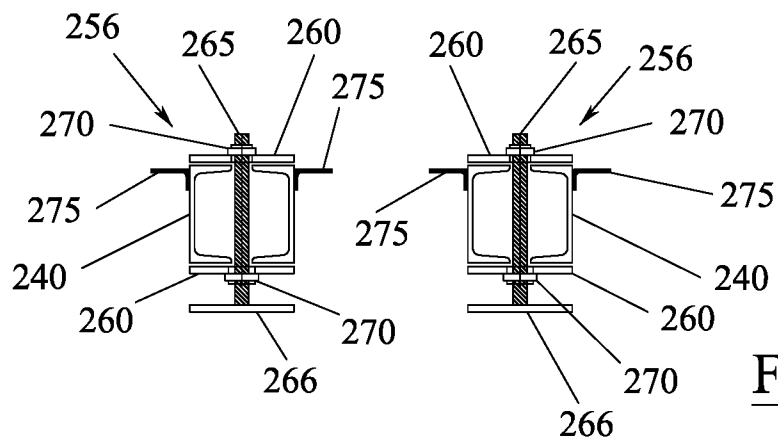


FIG. 16

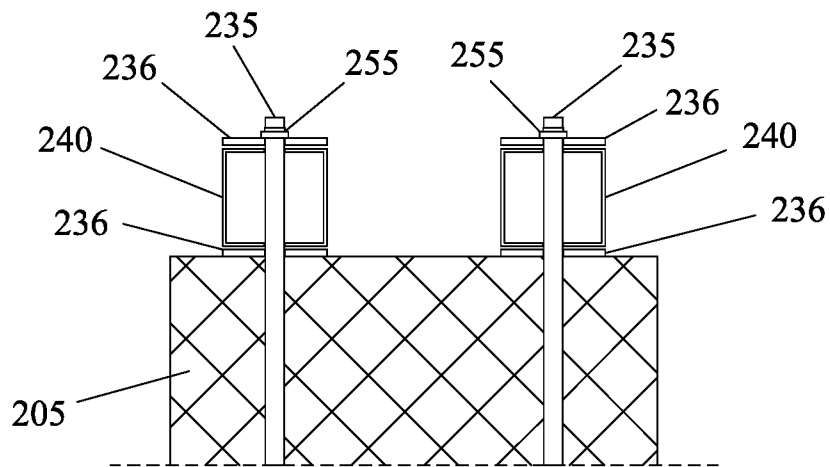


FIG. 17

