

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 718 232 B1

(51) Int. Cl.: E02D 19/18 (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

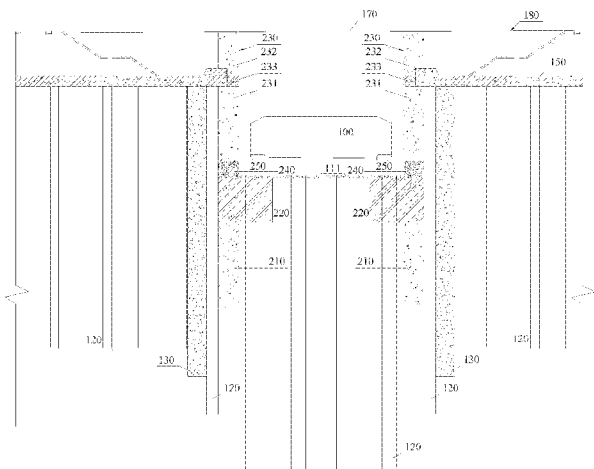
Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer:	000534/2022	(73) Inhaber:	SHANGHAI CONSTRUCTION ENGINEERING SECOND CONSTRUCTION GROUP CO., LTD., Block D, 5/F, 33 Fushan Road China (Shanghai) Pilot Free Trade Zone Shanghai 200120 (CN)
(22) Anmeldedatum:	06.08.2020	(72) Erfinder:	Feng Ye, Shanghai 200090 (CN)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	14.05.2021	(74) Vertreter:	Proi World Intellectual Property GmbH, Obermattweg 12 6052 Hergiswil (CH)
(30) Priorität:	08.11.2019 CN 201911084931.3	(86) Internationale Anmeldung:	PCT/CN 2020/107255
(24) Patent erteilt:	31.05.2024	(87) Internationale Veröffentlichung:	WO 2021/088445
(45) Patentschrift veröffentlicht:	31.05.2024		

(54) **Unterwasserkanalbaugrube mit wasserdichtem Schutzwall entlang eines Ufers eines Gewässers.**

(57) Eine Unterwasserkanalbaugrube umfasst einen wasserdichten Schutzwall der in einem eingebauten Zustand an einem Ende der Unterwasserkanalbaugrube entlang eines Ufers angeordnet ist. Der Schutzwall umfasst einen ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl (210) und einen zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahl (220), die unterhalb einer Bodenplatte (111) der Unterwasserkanalbaugrube an dem Ende angeordnet und horizontal verbunden sind, sowie einen dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl (230). Der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl (230) ist oberhalb der Bodenplatte (111) der Unterwasserkanalbaugrube angeordnet und vertikal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl (210) verbunden, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl (220), der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl (230) und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl (210) unter dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl (230) an einer Innenseite von Grubenumschließungspfählen der Unterwasserkanalbaugrube an dem Ende entlang des Ufers angeordnet sind. Der wasserdichte Schutzwall stoppt wirksam das Wasser und beseitigt oder verringert das Problem des Auslaufens aus der Unterwasserkanalbaugrube.



## Beschreibung

### Technischer Bereich

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das technische Gebiet der Bautechnik, insbesondere auf eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall an einem Ende einer Unterwasserkanalbaugrube entlang eines Ufers eines Gewässers.

### Hintergrundtechnik

[0002] Beim Bau von wasserdichten Schutzwällen für Unterwasserkanalbaugruben, wie bei Flussdurchquerungen und Flussüberquerungen, ist der Bau von wasserdichten Schutzwällen für Unterwasserkanalbaugruben schwieriger als der Bau von wasserdichten Schutzwällen für Erdgruben, da die Unterwasserkanalbaugruben über Flüsse und andere Gewässer gebaut werden und sehr anfällig für Sicherheitsrisiken wie Sickerwasser und Leckagen sind. Das Problem der Leckagen ist vor allem an den Enden der Unterwasserkanalbaugrube entlang von Ufern schwerwiegender, insbesondere in südlichen Regionen, wo das Grundwasser reichlich vorhanden und der Wasserstand hoch ist, und Leckagen aus Schächten in der Nähe von Flüssen häufiger sind. Die Unterwasserkanalbaugrube wird in der Regel mit einer Unterführungsgrube in offener Bauweise errichtet, um die Flusssohle zu unterqueren, da sie den Fluss überquert, wobei ein Kofferdamm verwendet wird, um Wasser während der Bauarbeiten zu vermeiden, und dann wird die Unterwasserkanalbaugrube über den Fluss gegraben. Der vorhandene wasserdichte Schutzwall der Baugrube umfasst einen hochdruckverpressten Injektionspfahl, der sich unterhalb der Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube befindet, um einen Wasserstopp für die Unterwasserkanalbaugrube zu bewirken. Nach der Fertigstellung des Uferschutzes löst sich die Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube aufgrund der Setzungen des Fundaments von den hochdruckverpressten Injektionspfählen und bildet einen Leckagekanal, durch den das Flusswasser in die Unterwasserkanalbaugrube eindringt. Daher ist die Leckageverhinderung des wasserdichten Schutzwalls der Unterwasserkanalbaugrube ein technisches Problem, das vom Fachmann gelöst werden muss.

### Zusammenfassung der Erfindung

[0003] Das technische Problem, das durch die vorliegende Erfindung zu lösen ist, besteht darin, eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall an einem Ende der Unterwasserkanalbaugrube entlang eines Flussufers bereitzustellen, um das Problem der Leckage der Unterwasserkanalbaugrube zu lösen.

[0004] Um das obige technische Problem zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, der in einem eingebauten Zustand an einem Ende der Unterwasserkanalbaugrube entlang eines Ufers eines Gewässers angeordnet ist, wobei die Unterwasserkanalbaugrube durch Grubenumschließungspfähle begrenzt ist und wobei die Unterwasserkanalbaugrube an dem Ende eine Bodenplatte umfasst. Der Schutzwall umfasst einen ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl und einen zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahl, die unterhalb der Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube an dem Ende entlang des Ufers des Gewässers angeordnet und horizontal verbunden sind, sowie einen dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl, der oberhalb der Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube angeordnet und vertikal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl verbunden ist. Der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl, der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl und der untere erste hochdruckverpresste Injektionspfahl sind an einer Innenseite der Grubenumschließungspfähle der Unterwasserkanalbaugrube an dem Ende entlang des Ufers angeordnet.

[0005] Bevorzugt stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl mit dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl durch eine Sandverfüllungsschicht und ein lastabtragendes Betonband verbunden ist.

[0006] Bevorzugt stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl ein unteres Pfahlsegment und ein oberes Pfahlsegment umfasst, die durch eine Verbindungsplatte verbunden sind, wobei die Verbindungsplatte zwischen einem äußeren Uferschutz und dem unteren Pfahlsegment und dem oberen Pfahlsegment angeordnet ist.

[0007] Bevorzugt stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei eine Länge des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls kleiner als eine Länge des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls ist.

[0008] Bevorzugt stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei eine Dichte des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls größer als eine Dichte des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls ist, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl durch Einpressung von Mörtel gebildet ist.

[0009] Der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl ist an einer Innenseite des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls angeordnet, wobei der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl und der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl zwischen einer Seitenwand der Unterwasserkanalbaugrube und den Grubenumschließungspfählen angeordnet sind.

**[0010]** Bevorzugt stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl auf der gleichen Höhe wie ein Bodenniveau des Ufers liegt.

**[0011]** Die Grubenumschließungspfähle umfassen einen vierten hochdruckverpressten Injektionspfahl und einen Bohrpfahl, die beide in der Unterwasserkanalbaugrube angeordnet sind.

**[0012]** Bevorzugt stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei eine Höhenlinie des vierten hochdruckverpressten Injektionspfahls kleiner als eine Höhenlinie des dritten hochdruckverpressten Injektionspfahls ist, wobei die Höhenlinie des vierten hochdruckverpressten Injektionspfahls und der äußere Uferschutz an den Enden der Unterwasserkanalbaugrube entlang der Ufer des Wassers gleich hoch sind.

**[0013]** Bevorzugt stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl, der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl unter dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl in Längsrichtung und Breitenrichtung des Endes eine Struktur bilden, die an drei Seiten geschlossen ist.

**[0014]** Im Vergleich mit dem Stand der Technik stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall bereit, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl horizontal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl verbunden ist, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl ein Pfahlfundament bilden, um die Kontaktfläche unter der Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube zu vergrößern, wodurch die strukturelle Stabilität der Bodenplatte und des Pfahlfundaments darunter verbessert wird und verhindert wird, dass sich die Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube von dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl löst und wodurch ein Leckagekanal gebildet wird. Wenn Setzungen am ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl auftreten und synchrone Setzungen beim dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl und ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl auftreten, der vertikal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl verbunden ist, senkt sich der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl auf diese Weise bis zur Verschiebung der Setzung des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls ab, dann wird die Setzungslücke zwischen dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl und der Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube durch die Setzung des dritten hochdruckverpressten Injektionspfahls gefüllt, um das Sicherheitsrisiko der Bildung eines Leckagekanals an der Bodenplatte der Unterwasserkanalbaugrube zu vermeiden und so ein Auslaufen aus der Unterwasserkanalbaugrube zu verhindern. Der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl, der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl und der untere erste hochdruckverpresste Injektionspfahl der vorliegenden Erfindung befinden sich an der Innenseite der Grubenumschließungspfähle an dem Ende der Unterwasserkanalbaugrube entlang des Ufers, wodurch die Wasserstoppwirkung der Grubenumschließungspfähle durch den zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahl, den dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl und den unteren ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl verstärkt wird.

## Figuren

### [0015]

- Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Draufsicht einer Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwalls in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer Draufsicht des wasserdichten Schutzwalls an einem Ende der Unterwasserkanalbaugrube entlang eines Ufers in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 ist eine schematische Darstellung eines Querschnitts des wasserdichten Schutzwalls in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 4 ist eine schematische Darstellung eines Teilquerschnitts des wasserdichten Schutzwalls in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 5 ist eine schematische Darstellung eines Teilquerschnitts der anderen Seite des wasserdichten Schutzwalls in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0016]** Wobei, 100. Unterwasserkanal, 110. Kanalbaugrube, 111. Bodenplatte, 120. Bohrpfähle, 130. hochdruckverpresster Injektionspfahl, 140. Seitenwand, 150. Äußerer Uferschutz, 160. Enden, 170. Kastenförmiger Uferschutz, 171. Temporäre Absperrwand, 180. Bodenniveau, 200. Wasserdichter Vorhang, 210. Erster hochdruckverpresster Injektionspfahl, 220. Zweiter hochdruckverpresster Injektionspfahl, 230. Dritter hochdruckverpresster Injektionspfahl, 231. unteres Pfahlsegment, 232. oberes Pfahlsegment, 233. Verbindungsplatte, 240. Sandverfüllungsschicht, 250. lasttragendes Betonband, 300. Uferlinie, 400. Fassade des Untergeschosses.

## Spezifische Ausführungsformen

**[0017]** Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden in Verbindung mit den Figuren ausführlich beschrieben:

**[0018]** Wie in den Figuren 1 bis 5 gezeigt, stellt die vorliegende Erfindung eine Unterwasserkanalbaugrube mit einem wasserdichten Schutzwall 200 bereit, der einen ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 und einen zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahl 220, die unterhalb einer Bodenplatte 111 der Unterwasserkanalbaugrube 110 an einem Ende 160 entlang des Flussufers angeordnet und horizontal verbunden sind, sowie einen dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 umfasst, der oberhalb der Bodenplatte 111 der Unterwasserkanalbaugrube 110 angeordnet und vertikal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 verbunden ist. Der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220, der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl 210 sind unter dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 an der Innenseite des Grubenumschließungspfahle an dem Ende 160 entlang des Ufers angeordnet. Die Grubenumschließungspfahle umfassen unter anderem den vierten hochdruckverpressten Injektionspfahl 130 und Bohrpfähle 120, die in der Unterwasserkanalbaugrube 110 angeordnet sind. Die Enden 160 sind die Orte, die der Unterwasserkanalbaugrube 110 jenseits der Uferlinie 300 entsprechen.

**[0019]** Der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl 210, der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 und der vierte hochdruckverpresste Injektionspfahl 130 in den Ausführungsbeispielen der Erfindung umfassen unter anderem Doppelreihen von hochdruckverpressten Injektionspfählen mit  $\text{Ø}800@500$ , um die Festigkeit des hochdruckverpressten Injektionspfahls zu erhöhen, wodurch seine Stabilität als Wasserstopppfahl verbessert werden kann. Der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220 umfasst unter anderem die Verwendung von zweireihigen hochdruckverpressten Injektionspfählen mit  $\text{Ø}700@500$  mit 25 % Zementbeimischung zur Verstärkung der Baugrube. Die Bohrpfähle 120, die sich zwischen dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 und dem vierten hochdruckverpressten Injektionspfahl 130 befinden, umfassen unter anderem  $\text{Ø}800 \times 22500 @ 1000$ . Die Bohrpfähle, die sich auf der Bodenplatte 111 befinden, können  $\text{Ø}1000 \times 35000$  verwenden.

**[0020]** Wie in den Figuren 3 bis 5 gezeigt, um eine vertikale Verbindung des dritten hochdruckverpressten Injektionspfahls 230 mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 zu erreichen, haben die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen wasserdichten Schutzwall 200 jeweils an den Enden 160 der Unterwasserkanalbaugrube 110 entlang der Ufer, wobei der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl 210 mit dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 durch eine Sandverfüllungsschicht 240 und ein lastabtragendes Betonband 250 verbunden ist.

**[0021]** Wie in den Figuren 3 bis 4 gezeigt, haben die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen wasserdichten Schutzwall 200, wobei der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 ein unteres Pfahlsegment 231 und ein oberes Pfahlsegment 232 umfasst, die durch eine Verbindungsplatte 233 verbunden sind, wobei die Verbindungsplatte 233 zwischen dem äußeren Uferschutz 150 und dem unterem Pfahlsegment 231 und dem oberem Pfahlsegment 232 angeordnet ist. Das obere Pfahlsegment 232 des äußeren Uferschutzes 150 wird mit dem unterem Pfahlsegment 231 bis zu einem Bodenniveau 180 des Ufers aufgeschüttet. Dies bedeutet, dass sich der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 auf der gleichen Höhe wie das Bodenniveau 180 des Ufers befindet.

**[0022]** Wie in den Figuren 3 bis 5 gezeigt, haben die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen wasserdichten Schutzwall 200, wobei eine Länge des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls 220 kleiner als eine Länge des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls ist.

**[0023]** Wie in den Figuren 3 bis 5 gezeigt, haben die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen wasserdichten Schutzwall 200, wobei die Dichte des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls 220 größer als die Dichte des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls 210 ist, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220 durch Einpressung von Mörtel gebildet ist. Die Dichte des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls 220 ist größer als die Dichte des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls 210, um die Zuverlässigkeit und strukturelle Stabilität der Verbindung des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls 220 mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 zu verbessern. Durch das druckdichte Vergussmittel wird die Dichte unterhalb der Bodenplatte 111 weiter erhöht und damit die synchrone Setzung des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls 210 und des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls 220 verhindert.

**[0024]** Wie in den Figuren 1 bis 2 gezeigt, haben die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen wasserdichten Schutzwall 200, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220 an der Innenseite des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls 210 angeordnet ist, wobei der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl 210 und der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 zwischen der Seitenwand 140 der Unterwasserkanalbaugrube 110 und den Grubenumschließungspfählen angeordnet sind. In den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird die Wasserstoppwirkung an den Enden der Unterwasserkanalbaugrube 160 durch Hinzufügen eines dritten hochdruckverpressten Injektionspfahls 230 verbessert, der vertikal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 zwischen den ursprünglichen Grubenumschließungspfählen und der Seitenwand 140 verstärkt ist, wodurch die Wasserstoppwirkung verbessert wird, um das Leckageproblem an den Enden der Unterwasserkanalbaugrube 160 zu überwinden oder zu beseitigen.

**[0025]** Wie in den Figuren 3 bis 5 gezeigt, haben die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen wasserdichten Schutzwall 200, wobei die Höhenlinie des vierten hochdruckverpressten Injektionspfahls 130 kleiner als die Höhenlinie des dritten hochdruckverpressten Injektionspfahls 230 ist, wobei die Höhenlinie des vierten hochdruckverpressten Injektionspfahls 130 und der äußere Uferschutz 150 an den Enden 160 der Unterwasserkanalbaugrube 110 entlang der Ufer gleich hoch sind.

**[0026]** Wie in den Figuren 1 bis 2 gezeigt, haben die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen wasserdichten Schutzwall 200, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220, der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl 210 unter dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 in Längsrichtung und Breitenrichtung der Enden 160 der Unterwasserkanalbaugrube 110 entlang der Ufer des Wassers verteilt sind, um eine Struktur zu bilden, die an drei Seiten geschlossen ist. Daher kann der wasserdichte Schutzwall 200 das Leckageproblem auf drei Seiten an den Enden 160 der Unterwasserkanalbaugrube 110 entlang der Ufer verhindern und die Wasserstoppwirkung verbessern.

**[0027]** Der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 und sein unterer erster hochdruckverpresster Injektionspfahl 210 in den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung können bei Projekten, für die keine besonderen Anforderungen bestehen, gewöhnlichen Silikat-Zement mit einer Festigkeitsklasse 42,5 oder höherer Klasse verwenden. Je kleiner das Wasser-Zement-Verhältnis des Zementschlammes ist, desto höher ist die Festigkeit des durch Hochdruck-Injektionsverpressung behandelten Fundaments, in der Regel wird 0,8-2,0 verwendet. Die Druckfestigkeit des Zements des Pfahlkörpers ohne seitliche Begrenzung darf nach 28 Tagen nicht weniger als 2,5 MPa betragen. Der Druckmodul des Pfahlkörpers darf nicht weniger als 80-90 MPa betragen.

**[0028]** In den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220 horizontal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 verbunden, der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220 und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl 210 bilden ein Pfahlfundament, um die Kontaktfläche unter der Bodenplatte 111 der Unterwasserkanalbaugrube 110 zu vergrößern, wodurch die strukturelle Stabilität der Bodenplatte 111 und des Pfahlfundaments darunter verbessert wird und verhindert wird, dass sich die Bodenplatte 111 der Unterwasserkanalbaugrube 110 von dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 löst und wodurch ein Leckagekanal gebildet wird. Wenn Setzungen am ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 auftreten und synchrone Setzungen beim dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 und ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 auftreten, der vertikal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 verbunden ist, senkt sich der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 auf diese Weise bis zur Verschiebung der Setzung des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahls 210 ab, dann wird die Setzungslücke zwischen dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 und der Bodenplatte 111 der Unterwasserkanalbaugrube 110 durch die Setzung des dritten hochdruckverpressten Injektionspfahls 230 gefüllt, um das Sicherheitsrisiko der Bildung eines Leckagekanals an der Bodenplatte 111 der Unterwasserkanalbaugrube 110 zu vermeiden und so ein Auslaufen aus der Unterwasserkanalbaugrube 110 zu verhindern.

**[0029]** Der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl 220, der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 und der untere erste hochdruckverpresste Injektionspfahl 210 in den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung befinden sich an der Innenseite der Grubenumschließungspfähle an den Enden 160 der Unterwasserkanalbaugrube 110 entlang der Ufer, wodurch die Wasserstoppwirkung der Grubenumschließungspfähle durch den zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahl 220, den dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 und den ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl 210 verstärkt wird. Das heißt, dass Wasser durch den hochdruckverpressten Injektionspfahl in den Ausführungsbeispielen der Erfindung gestoppt werden kann. Um die Wasserstoppwirkung weiter zu verbessern, sind Gummifugensperrungen in den Konstruktionsfugen vorgesehen.

**[0030]** Durch den Schlamm des hochdruckverpressten Injektionspfahls wird der Boden abgetragen und anschließend vollständig mit dem eingespritzten Schlamm vermischt, um einen säulenförmigen Pfahl zu bilden, der einen durchgehenden mit Zement versetzten Feststoff bildet. Die Konstruktion nimmt weniger Platz in Anspruch, hat weniger Vibrationen und ist weniger geräuschvoll. Es eignet sich für die Behandlung von Fundamenten wie Schluff, Schlick, Fließplastik, weichplastischem oder plastischem Ton, Pulver, Sand, Löss, unbewehrter Auffüllung und Kiesboden. Der mit der Technik des hochdruckverpressten Injektionspfahls hergestellte Verfestigungskörper weist eine gute Festigkeit auf und seine Dichtigkeit ist sehr gut.

**[0031]** Wie in den Figuren 3 bis 5 gezeigt, sind ein kastenförmiger Uferschutz 170 oberhalb der Bodenplatte 111 und eine temporäre Absperrwand 171 an der Fügefläche zwischen dem kastenförmigen Uferschutz 170 und dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl 230 in den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung vorgesehen, um die Stabilität der Unterwasserkanalbaugrube zu verbessern. Selbstverständlich können der kastenförmige Uferschutz 170 und der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 auch über die Rippenplatte miteinander verbunden werden, um die Zuverlässigkeit der Verbindung zu verbessern.

**[0032]** Der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl 230 in den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann durch eine Larsen-Spundwand aus Stahl ersetzt werden. Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind für wasserdichte Schutzwälle für flussquerende Unterwasserkanäle geeignet und eignen sich besonders für wasserdichte Schutzwälle für flussquerende Unterwasserkanäle. Wie in der Figur 1 gezeigt, ist der wasserdichte Schutzwall 200 in den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung in der Lage, das Eindringen von Wasser in die Kelleraußenwand 400 und die dahinter liegende Tiefgarage zu verhindern.

**Patentansprüche**

1. Unterwasserkanalbaugrube (110) mit einem wasserdichten Schutzwall (200), der in einem eingebauten Zustand an einem Ende (160) der Unterwasserkanalbaugrube (110) entlang eines Ufers eines Gewässers angeordnet ist, wobei die Unterwasserkanalbaugrube (110) durch Grubenumschließungspfähle (120, 130) begrenzt ist und wobei die Unterwasserkanalbaugrube (110) an dem Ende (160) eine Bodenplatte (111) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass der Schutzwall (200) einen ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl (210) und einen zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahl (220), die unterhalb der Bodenplatte (111) der Unterwasserkanalbaugrube (110) am Ende (160) der Unterwasserkanalbaugrube (110) entlang des Ufers angeordnet und horizontal verbunden sind, sowie einen dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl (230) umfasst, der oberhalb der Bodenplatte (111) der Unterwasserkanalbaugrube (110) angeordnet und vertikal mit dem ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl (210) verbunden ist, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl (220), der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl (230) und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl (210) an einer Innenseite der Grubenumschließungspfähle (120, 130) der Unterwasserkanalbaugrube (110) an dem Ende (160) der Unterwasserkanalbaugrube (110) angeordnet sind.
2. Unterwasserkanalbaugrube (110) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl (210) mit dem dritten hochdruckverpressten Injektionspfahl (230) durch eine Sandverfüllungsschicht (240) und ein lastabtragendes Betonband (250) verbunden ist.
3. Unterwasserkanalbaugrube (110) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl (230) ein unteres Pfahlsegment (231) und ein oberes Pfahlsegment (232) umfasst, die durch eine Verbindungsplatte (233) verbunden sind, wobei die Verbindungsplatte (233) zwischen einem äußeren Uferschutz (150) und dem unteren und oberen Pfahlsegment (231, 232) angeordnet ist.
4. Unterwasserkanalbaugrube (110) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Länge des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls (220) kleiner als eine Länge des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl (210) ist.
5. Unterwasserkanalbaugrube (110) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dichte des zweiten hochdruckverpressten Injektionspfahls (220) größer als eine Dichte des ersten hochdruckverpressten Injektionspfahl (210) ist, wobei der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl (220) durch Einpressmörtel gebildet ist.
6. Unterwasserkanalbaugrube (110) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl (230) auf der gleichen Höhe wie ein Bodenniveau (180) des Ufers liegt.
7. Unterwasserkanalbaugrube (110) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite hochdruckverpresste Injektionspfahl (220), der dritte hochdruckverpresste Injektionspfahl (230) und der erste hochdruckverpresste Injektionspfahl (210) unter dem dritten hochdruckverpresste Injektionspfahl (230) eine Struktur bilden, die an drei Seiten geschlossen ist.

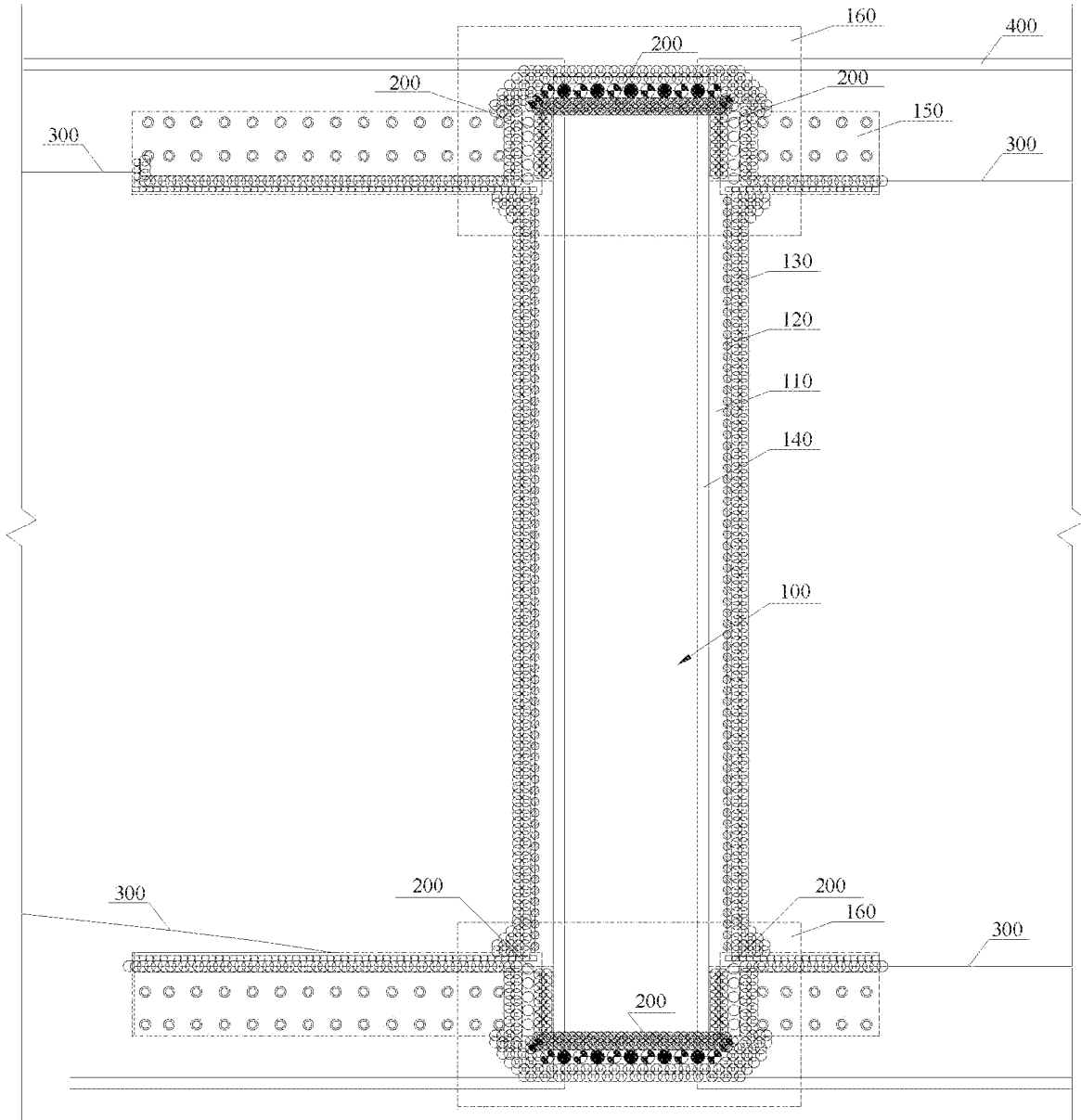


Fig. 1

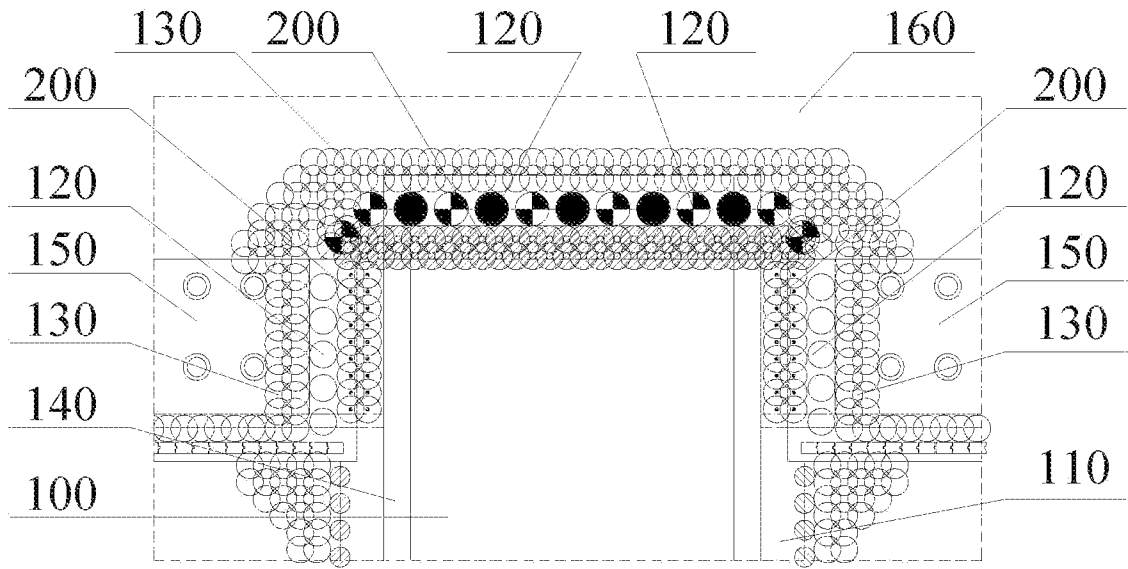


Fig. 2



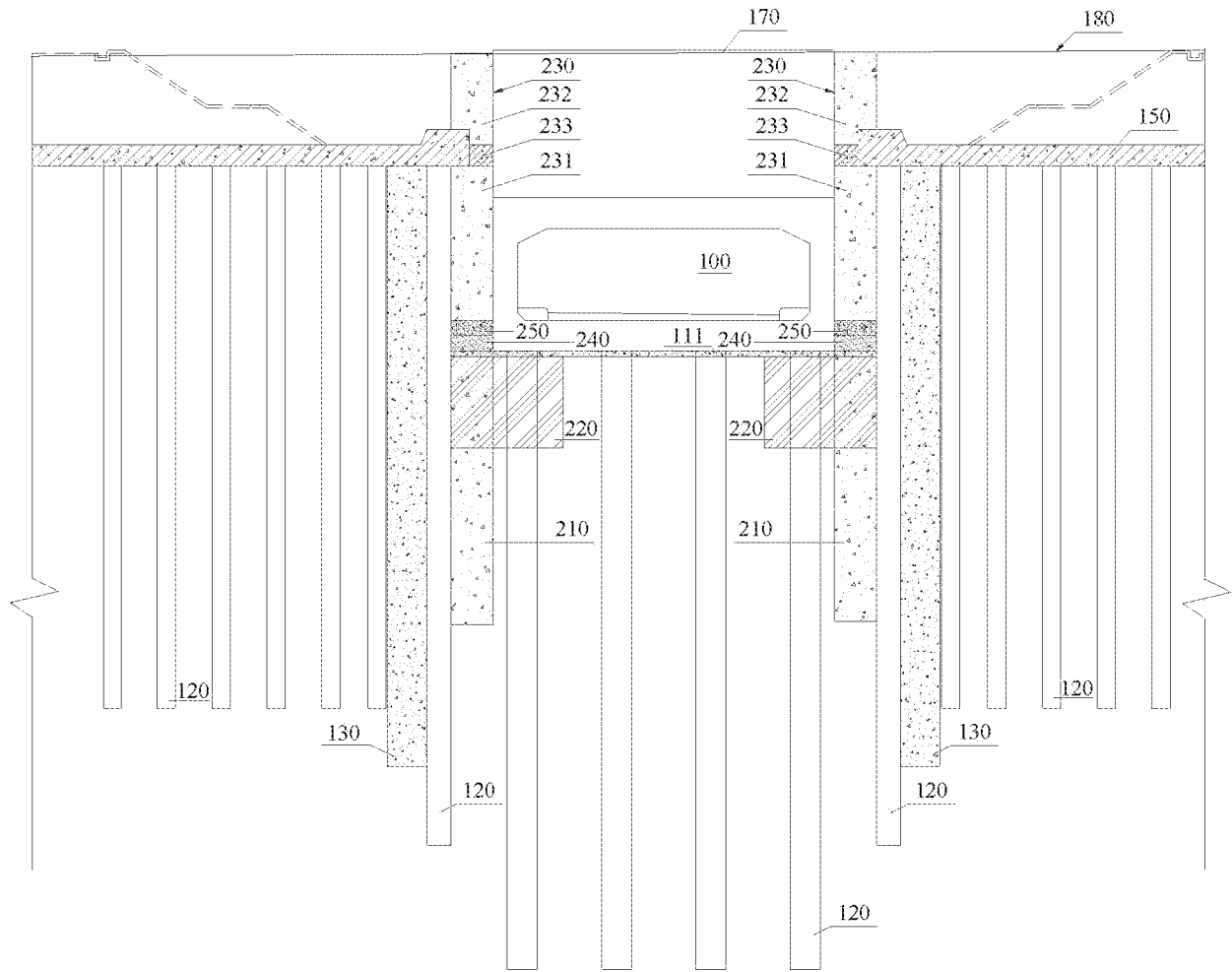


Fig. 3

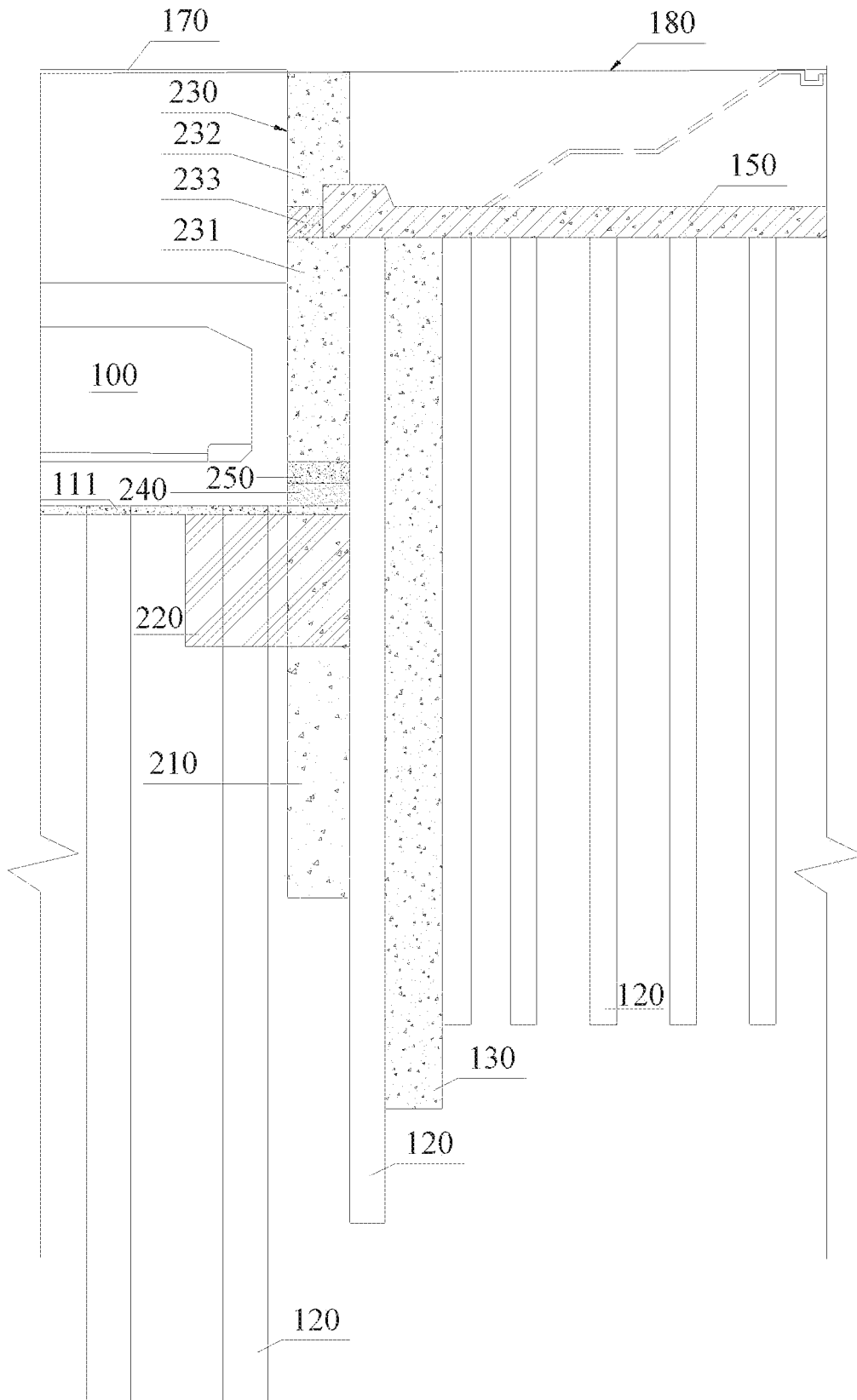


Fig. 4

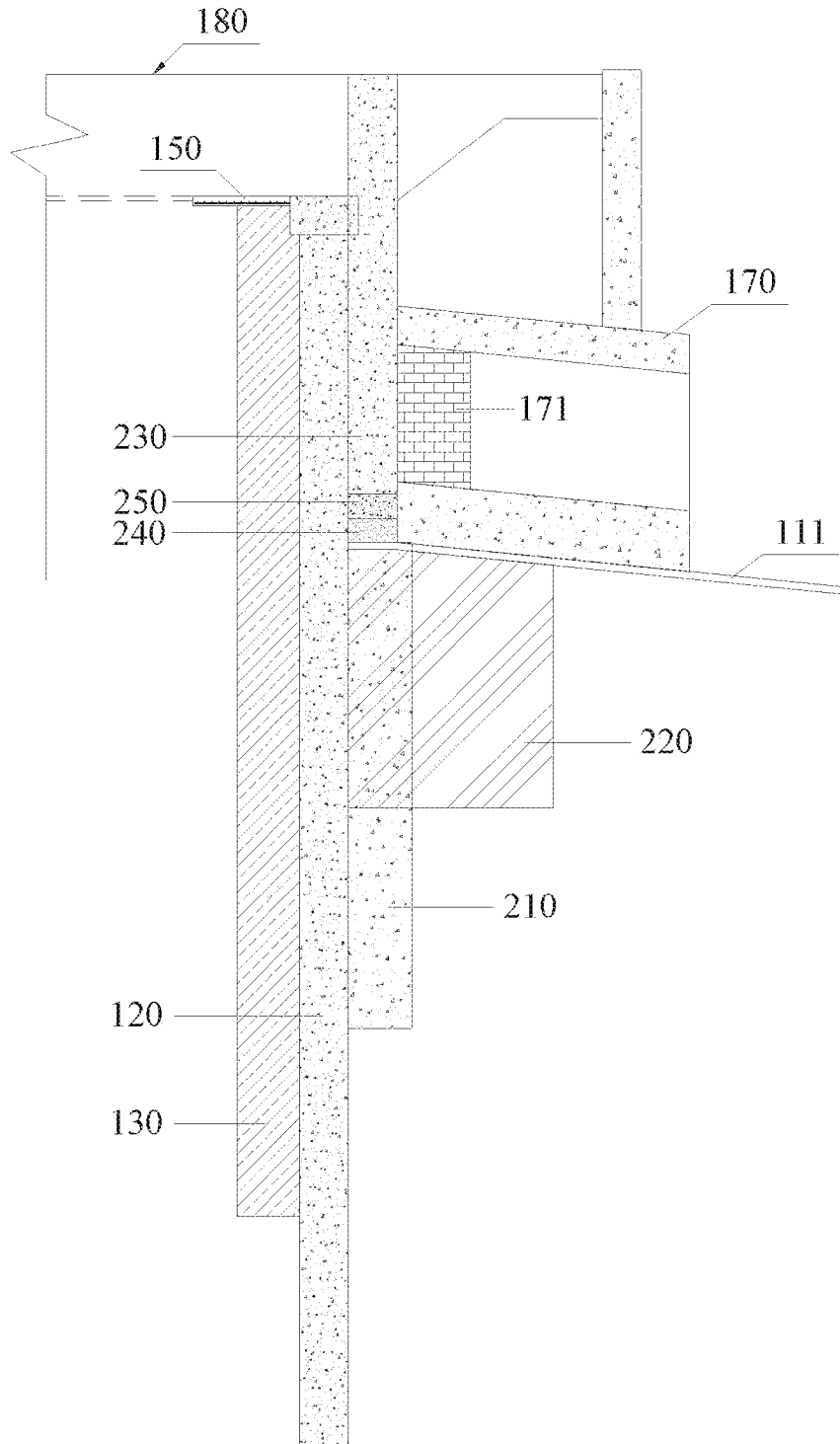


Fig. 5