



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0029384

(51)^{2019.01} E02D 7/26; E02D 5/28; E02D 7/24;
E02D 5/04; E02D 7/18

(13) B

(21) 1-2020-00849

(22) 26/09/2018

(86) PCT/JP2018/035735 26/09/2018

(87) WO 2019/065755 04/04/2019

(30) 2017-188652 28/09/2017 JP

(45) 25/09/2021 402

(43) 25/06/2020 387ASC

(73) 1. CHOWA KOGYO Co., Ltd. (JP)

1-6-4, Osaki, Shinagawa-ku, Tokyo 1410032, Japan

2. NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

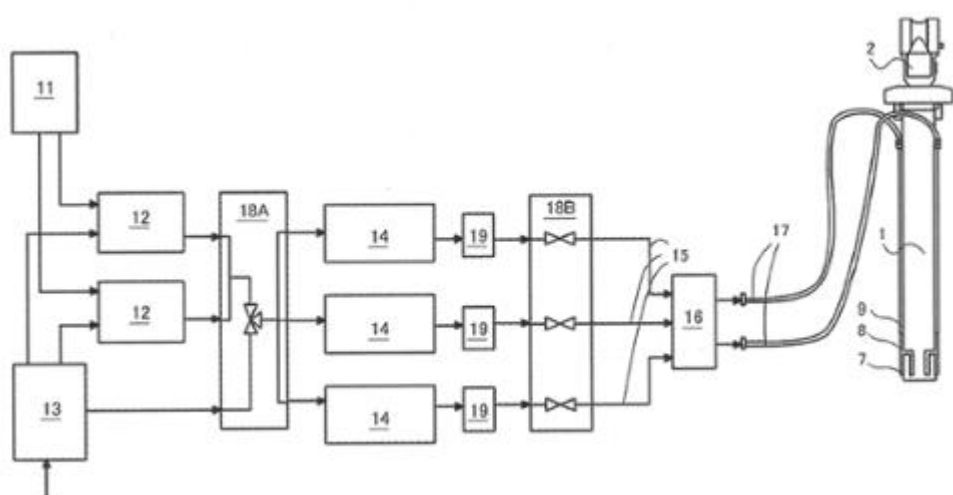
6-1, Marunouchi, 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071, Japan

(72) TAKAHASHI Hironori (JP); SUZUKI Yukichi (JP); KITAMURA Takuya (JP);
YOKOYAMA Hiroyasu (JP); KATO Tsutomu (JP); OHMORI Takamitsu (JP);
MOROHASHI Yohei (JP); MORIYASU Shunsuke (JP); KUBOTA Kazuo (JP);
TAKENO Masakazu (JP).

(74) Công ty TNHH Trà và cộng sự (TRA & ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG CỌC, THIẾT BỊ ỐNG PHÂN PHỐI, VÀ PHƯƠNG
PHÁP THIẾT KẾ THIẾT BỊ ỐNG PHÂN PHỐI

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp thi công cọc có thể tăng độ tin cậy về khả năng chịu lực của cọc. Phương pháp thi công cọc bao gồm bước đóng cọc vào nền đất nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun chất lỏng áp suất cao, trong đó có bố trí một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao và thiết bị ống phân phối có không gian bên trong hình trụ, một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao được nối tương ứng với một hoặc nhiều lỗ phun trong thiết bị ống phân phối, và mỗi một trong số nhiều lỗ xả trong thiết bị ống phân phối được nối với mỗi một trong số các bộ phận ống phun. Chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số các lỗ xả ở trạng thái trong đó không gian bên trong của thiết bị ống phân phối được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao. Về các tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi một trong số các lỗ xả, độ chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa và tốc độ xả tối thiểu bằng hoặc nhỏ hơn 5% tốc độ xả tối đa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thi công cọc để đóng cọc vào đất cứng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp đóng cọc vào đất cứng đã biết đó là phương pháp búa rung bằng tia nước (sau đây gọi là “phương pháp JV”). Phương pháp JV là một phương pháp trong đó nước áp suất cao (sau đây gọi là “nước” bao gồm cả nước sạch và nước biển) được phun vào đất từ nhiều lỗ phun gắn vào một đầu cọc trong khi áp các rung động gây ra bởi búa rung vào cọc để làm tơi đất hoặc cắt đất và hơn nữa di chuyển các chướng ngại vật như các cục sỏi, theo cách đó đóng cọc bằng búa rung và trọng lượng riêng của cọc (ví dụ, Tài liệu sáng chế 1).

Tuy nhiên, theo các phương pháp JV truyền thống, đất xung quanh cọc được làm tơi bằng cách phun nước áp suất cao và các rung động gây ra bởi búa rung, và khả năng chịu lực của cọc có thể giảm. Để tăng khả năng chịu lực của cọc trong phương pháp JV, một phương pháp đã được sử dụng một cách truyền thống đó là vật liệu hóa rắn có thể chảy như hồ xi măng được phun vào đầu cọc và/hoặc xung quanh cọc để tạo ra khối bảo vệ chân, hoặc phương pháp thực hiện việc phun vữa ngoại vi cọc.

Ví dụ, Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp thi công trong đó cọc ống thép được đóng xuống độ sâu nơi cần phun vữa ngoại vi cọc theo phương pháp JV, và sau khi đạt đến độ sâu tại đó cần việc phun ngoại vi cọc, cọc ống thép được đóng bằng búa rung trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy thay cho tia nước, theo cách đó thực hiện việc đóng cọc và phun vữa ngoại vi một cách đồng thời.

Ngoài ra, Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ phương pháp thi công trong đó, sau khi cọc thép được đóng xuống một độ sâu định trước bằng phương pháp JV, vật liệu hóa rắn có thể chảy được phun từ lỗ phun trong khi kéo cọc thép lên, và sau đó cọc thép lại được đóng xuống một độ sâu thiết kế trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy để tạo ra khối bảo vệ chân ở đầu cọc. Ngoài ra, theo yêu cầu, vật liệu hóa rắn có thể chảy được

phun vào ngoại vi của cốc trong khi kéo lỗ phun lên để thực hiện việc phun vữa ngoại vi cốc thép.

Danh sách tài liệu đối chứng

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số H7-238544.

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2001-193068

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2004-270157

Tài liệu không phải sáng chế

Tài liệu không phải sáng chế 1: Khả năng chịu lực của cốc ống thép được lắp đặt bằng công nghệ rung tia nước và các phương pháp mới cải thiện khả năng chịu lực (Báo cáo của Hiệp hội Kỹ sư xây dựng Nhật Bản số: 700/VI-54, 03/2002)

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trong Tài liệu sáng chế 2 và 3, khi độ dài ngoại biên của cốc mục tiêu dài, nhiều ống phun được bố trí đều trên ngoại biên của cốc. Để tạo ra khối bảo vệ chân ở đầu cốc hoặc lớp vữa ở ngoại biên của cốc với kích cỡ hoặc độ dày đều đối xứng xung quanh cốc, cần xả vật liệu hóa rắn có thể chảy ở tốc độ xả bằng nhau từ mỗi một trong số các ống phun.

Cụ thể, để tạo ra lớp vữa đều, cần phải phun vật liệu hóa rắn có thể chảy phù hợp với tốc độ thi công (trong Tài liệu sáng chế 2, tốc độ đóng cốc xuống, và trong Tài liệu sáng chế 3, tốc độ kéo vôi phun lên). Để đạt được mục đích này, cần điều chỉnh tốc độ phun theo nhu cầu, trong quá trình thi công cốc theo các điều kiện mặt đất và tương tự. Ví dụ, một trong các phương pháp điều chỉnh hiệu quả là dừng một phần trong số nhiều thiết bị cung cấp để vận chuyển vật liệu hóa rắn có thể chảy, hoặc điều chỉnh lưu lượng của các thiết bị cung cấp. Ngay cả khi một số lượng đáng kể các thiết bị cung cấp đang hoạt động được thay đổi theo cách này, cần phải xả vật liệu hóa rắn có thể chảy với tốc độ xả bằng nhau từ mỗi ống phun.

Tuy nhiên, trong Tài liệu sáng chế 2 và 3 mô tả trên đây, phương tiện để xả vật liệu hóa rắn có thể chảy với tốc độ xả bằng nhau từ mỗi ống phun không được trình bày. Điều này cũng áp dụng cho trường hợp nước được đưa vào các ống phun thay vì vật liệu hóa rắn có thể chảy.

Sáng chế được đề xuất để khắc phục các nhược điểm trên đây, và một mục đích của sáng chế là có thể, trong phương pháp thi công trong đó nhiều ống phun được gắn vào cọc để đóng cọc vào nền đất bằng cách xả chất lỏng áp suất cao, xả chất lỏng áp suất cao từ mỗi ống phun với tốc độ xả bằng nhau ở tất cả các thời điểm, bất kể các thay đổi của tổng tốc độ xả.

Giải pháp giải quyết nhược điểm

Để đạt được mục đích trên đây, sáng chế đề xuất các kết cấu dưới đây.

Một khía cạnh của sáng chế là đề xuất phương pháp thi công cọc bao gồm:

bước chuẩn bị gắn nhiều bộ phận ống phun và búa rung vào cọc; và

bước thi công bao gồm ít nhất một bước riêng di chuyển cọc xuống hoặc lên bằng cách truyền các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun chất lỏng áp suất cao từ các đầu của các bộ phận ống phun vào lòng đất, trong đó:

trong bước chuẩn bị, một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao và thiết bị ống phân phối có không gian bên trong hình trụ được bố trí, một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao được nối tương ứng với một hoặc nhiều lỗ phun trong thiết bị ống phân phối, và mỗi một trong số nhiều lỗ xả trong thiết bị ống phân phối được nối với mỗi một trong số các bộ phận ống phun,

trong bước thi công, chất lỏng áp suất cao được phun từ ít nhất một trong nhiều lỗ phun và chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số các lỗ xả trong khi duy trì trạng thái trong đó không gian bên trong của thiết bị ống phân phối được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao, và

Về tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi một trong số các lỗ xả, độ chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa và tốc độ xả tối thiểu là bằng hoặc nhỏ hơn 5% tốc độ xả tối đa.

Trong thiết bị ống phân phối theo phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn là sự liên hệ giữa số lượng n của lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liên kề, hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao, và tổng Q của các tốc độ xả tương ứng thỏa mãn công thức dưới đây.

Biểu thức 1

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_0}{d}\right)^4}{\left(\frac{Q}{\nu L}\right)} \leq \frac{0,0039}{(n - 1,5)^3}$$

Trong phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn chất lỏng áp suất cao là nước hoặc vật liệu hóa rắn có thể chảy, và bước thi công bao gồm:

bước đóng cọc xuống một độ sâu thứ nhất thấp hơn bề mặt giao thoa của mặt đất chịu lực nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun nước,

bước kéo cọc lên đến một độ sâu tương ứng với đầu phía trên định trước của vữa ngoại biên của cọc nhờ các rung động của búa rung, và

bước đóng lại cọc xuống độ sâu thứ hai thấp hơn bề mặt giao thoa của mặt đất chịu lực trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy.

Trong phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn chất lỏng áp suất cao là nước hoặc vật liệu hóa rắn có thể chảy, và bước thi công bao gồm:

bước đóng cọc xuống độ sâu thứ nhất thấp hơn bề mặt giao thoa của mặt đất chịu lực nhờ các rung động tạo ra bởi búa rung trong khi phun nước,

bước kéo cọc lên độ sâu tương ứng với đầu phía trên định trước của phần bảo vệ chân, nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy,

bước đóng cọc lại xuống độ sâu thứ hai thấp hơn bề mặt giao thoa của mặt đất chịu lực trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy, và

bước kéo bộ phận ống phun ra trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy.

Trong phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn chất lỏng áp suất cao là nước hoặc vật liệu hóa rắn có thể chảy, và bước thi công bao gồm:

bước đóng cọc xuống độ sâu thấp hơn bề mặt giao thoa của mặt đất chịu lực nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy.

Trong phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn chất lỏng áp suất cao được tạo ra để uốn khúc bởi các tấm phân luồng được bố trí ở không gian bên trong của thiết bị ống phân phối.

Trong phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn chất lỏng áp suất cao được khuấy bởi máy khuấy được bố trí trong không gian bên trong của thiết bị ống phân phối, hoặc các rung động được truyền đến chất lỏng áp suất cao bằng cần rung được bố trí trong không gian bên trong.

Trong phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn, thiết bị quản lý thi công:

thu được dữ liệu chiều cao thẳng đứng của cọc được truyền liên tục từ máy toàn đạc để theo dõi một lăng kính gắn vào búa rung, và dữ liệu lưu lượng chất lỏng áp suất cao được truyền liên tục tương ứng từ một lưu lượng kế được gắn vào mỗi một trong số các cổng cung cấp của một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, và

so sánh dữ liệu chiều cao thẳng đứng thu được của cọc và dữ liệu lưu lượng thu được của chất lỏng áp suất cao với dữ liệu kế hoạch thực hiện để điều chỉnh tốc độ di chuyển của cọc trong mỗi bước riêng có trong bước thi công, chuyển đổi nước và vật liệu hóa rắn có thể chảy, hoặc tốc độ xả chất lỏng áp suất cao trên cơ sở thời gian thực.

Trong phương pháp thi công cọc theo khía cạnh trên đây, tốt hơn bộ phận ống phun bao gồm:

ống dẫn được nối với thiết bị ống phân phối,

ống tích hợp có một đầu được nối với ống dẫn, đầu kia được phân nhánh thành nhiều đầu, và

nhiều vòi phun được nối với mỗi một trong số các đầu khác đã phân nhánh của thiết bị ống phân phối.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất thiết bị ống phân phối sử dụng trong phương pháp thi công cọc bao gồm ít nhất một bước đóng cọc gắn vào nhiều bộ phận ống phun trong khi phun chất lỏng áp suất cao từ mỗi đầu của các bộ phận ống phun, trong đó:

thiết bị ống phân phối bao gồm một không gian bên trong hình trụ, một hoặc nhiều vòi phun được nối tương ứng với một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, và nhiều lỗ xả được nối tương ứng với mỗi một trong số các bộ phận ống phun,

trong quá trình thi công cọc, chất lỏng áp suất cao được phun vào thiết bị ống phân phối từ ít nhất một trong số các vòi phun và chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số các lỗ xả trong khi thiết bị ống phân phối được duy trì ở trạng thái trong đó không gian bên trong của nó được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao, và

về tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi một trong số các lỗ xả, độ chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa và tốc độ xả tối thiểu là bằng hoặc nhỏ hơn 5% tốc độ xả tối đa.

Trong thiết bị ống phân phối theo khía cạnh trên đây, tốt hơn mối liên hệ giữa số lượng n của lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính d_o của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liền kề, hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao, và tổng Q của các tốc độ xả tương ứng thỏa mãn công thức dưới đây.

Biểu thức 2

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d}\right)^4}{\left(\frac{Q}{\nu L}\right)} \leq \frac{0,0039}{(n - 1,5)^3}$$

Một khía cạnh khác của sáng chế đề xuất phương pháp thiết kế thiết bị ống phân phối sử dụng trong phương pháp thi công cọc bao gồm ít nhất một bước đóng cọc được gắn vào nhiều bộ phận ống phun trong khi phun chất lỏng áp suất cao từ mỗi đầu của các bộ phận ống phun, thiết bị ống phân phối bao gồm không gian bên trong hình trụ, một hoặc nhiều lỗ phun được nối tương ứng với một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, và nhiều lỗ xả được nối tương ứng với mỗi một trong số các bộ phận ống phun, và trong khi thi công cọc, chất lỏng áp suất cao được phun vào thiết bị ống phân phối từ ít nhất một trong số các lỗ phun và chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số các lỗ xả trong khi thiết bị ống phân phối được duy trì ở trạng thái trong

đó không gian bên trong của nó được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao, trong đó:

khi một hoặc nhiều tham số của số lượng n của lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liên kề, và hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao được thay đổi trước một cách tương ứng, tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi một trong số các lỗ xả được tính toán cho mỗi trường hợp, bằng cách gán tổng của các tốc độ xả tương ứng là Q ,

tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi một trong số các lỗ xả, α , β và δ trong công thức dưới đây được thiết lập sao cho độ chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa và tốc độ xả tối thiểu là bằng hoặc nhỏ hơn một tỷ lệ định trước của tốc độ xả tối đa, và

thiết bị ống phân phối được thiết kế sao cho mối liên hệ giữa số lượng n lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liên kề, hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao, và tổng Q của các tốc độ xả tương ứng thỏa mãn công thức dưới đây.

Biểu thức 3

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d}\right)^4}{\left(\frac{Q}{\nu L}\right)} \leq \frac{\delta}{(n - \alpha)^\beta}$$

Ưu điểm của sáng chế

Theo phương pháp thi công cọc của sáng chế, thiết bị ống phân phối được bố trí giữa các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao và các bộ phận ống phun. Thiết bị ống phân phối theo sáng chế được thiết kế để xả chất lỏng áp suất cao từ mỗi một trong số các lỗ xả với tốc độ xả bằng nhau về cơ bản là bằng nhau. Do đó, khi chất lỏng áp suất cao là một vật liệu hóa rắn có thể chảy, có thể tạo ra vữa đều không bị hụt hoặc lệch, và cọc có thể phát huy khả năng chịu lực cần thiết. Khi chất lỏng áp suất cao là nước, có thể thực hiện được việc đóng cọc đều.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ phối cảnh dưới dạng giản đồ thể hiện ví dụ về hệ thống thi công để thực hiện phương pháp thi công cọc.

Fig.2 là sơ đồ dưới dạng giản đồ thể hiện kết cấu đường ống trong hệ thống thi công trên Fig.1.

Fig.3(a) là hình chiếu bằng dưới dạng giản đồ thể hiện một ví dụ về thiết bị ống phân phối thể hiện trên Fig.2, (b) là hình vẽ mặt cắt dọc của (a), (c) là hình vẽ mặt cắt ngang của (a), và (d) là hình vẽ mặt cắt dọc của một ví dụ khác về thiết bị ống phân phối.

Fig.4(a) là hình vẽ mặt cắt dọc dưới dạng giản đồ để giải thích điều kiện thích hợp của thiết bị ống phân phối, và (b) là hình vẽ mặt cắt dọc của (a).

Fig.5 là đồ thị được tạo ra dựa trên sự mô phỏng trên Bảng 1.

Fig.6 là đồ thị được tạo ra dựa trên sự mô phỏng trên Bảng 2.

Fig.7(a) đến Fig.7(h) là các sơ đồ thể hiện từng bước trong phương án thực hiện thứ nhất của phương pháp thi công cọc theo sáng chế.

Fig.8(a) là hình vẽ phối cảnh dưới dạng giản đồ thể hiện ví dụ kết cấu của bộ phận ống phun gần đầu cọc ống thép, và (b) là hình vẽ mặt đáy của (a).

Fig.9 là sơ đồ thể hiện dưới dạng giản đồ một ví dụ về phương pháp quản lý thi công trong phương pháp thi công cọc thể hiện trên Fig.1.

Các Fig.10 là các giản đồ để tính toán khối lượng phun thiết kế của vật liệu hóa rắn có thể chảy, trong đó (a) là hình vẽ mặt cắt dọc của cọc và ngoại vi của nó, và (b) là hình vẽ mặt cắt ngang của (a).

Các Fig.11(a) đến Fig.11(g) là các sơ đồ thể hiện dưới dạng giản đồ từng bước trong phương án thực hiện thứ hai của phương pháp thi công cọc theo sáng chế.

Fig.12(a) đến Fig.12(e) là các sơ đồ thể hiện dưới dạng giản đồ từng bước trong phương án thực hiện thứ ba của phương pháp thi công cọc theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện của sáng chế sẽ được mô tả ở đây với việc tham chiếu đến các hình vẽ.

(1) Kết cấu của hệ thống thi công

Ví dụ, phương pháp thi công cọc theo sáng chế được mô tả dưới đây đối với việc thi công ở biển để dẫn động theo chiều thẳng đứng cọc ống thép lên mặt đất ở đáy biển. Tuy nhiên, sáng chế cũng có thể áp dụng cho việc thi công trên đất liền. Hơn nữa, ví dụ, cọc có thể là cọc khác với cọc ống thép và có thể là cọc tấm ống thép hoặc cọc tấm thép. Ngoài ra, hướng dẫn động có thể nghiêng.

Fig.1 là hình vẽ phối cảnh dưới dạng giản đồ thể hiện ví dụ về hệ thống thi công để thực hiện phương pháp thi công cọc. Fig.2 là sơ đồ thể hiện ví dụ về kết cấu đường ống trong hệ thống thi công thể hiện trên Fig.1.

Hệ thống thi công được lắp đặt trên một xà lan cầu 10. Ở đây, vật liệu hóa rắn có thể chảy là hồ xi măng. Xi măng tích lũy trong thùng chứa xi măng 11 và nước chứa trong thùng nước 13 được cấp bằng áp suất tương ứng vào một hoặc nhiều trạm trộn 12 bằng bơm, và trong các trạm trộn 12, nước và xi măng được nhào để tạo ra hồ xi măng.

Tỷ lệ nước-xi măng (%W/C), tỷ lệ này là tỷ lệ trọng lượng của nước và xi măng trong hồ xi măng, được thiết lập một cách phù hợp theo ứng dụng cọc và các điều kiện mặt đất. Ví dụ, tỷ lệ nước-xi măng thường nằm khoảng từ 50% đến 150%. Các vật liệu thêm vào liên quan đến việc giảm nước, trì hoãn việc đông đặc, giãn nở, khả năng không thể tách rời dưới nước và vật liệu tương tự được thêm vào hồ xi măng theo nhu cầu.

Hồ xi măng tạo ra trong các trạm trộn 12 có thể được cấp đến một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 bằng bơm (không thể hiện) qua thiết bị chuyển đổi 18A, như thể hiện trên Fig.2. Khi thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 có chức năng hút, bơm ở giữa các trạm trộn 12 và thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 là không cần.

Trong khi đó, nước lấy từ biển và chứa trong bể nước 13 có thể được cấp đến một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 bằng bơm qua thiết bị chuyển đổi 18A. Khi thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 có chức năng hút, bơm giữa bể nước 13 và các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 là không cần.

Mỗi một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 được cấp hoặc hồ xi măng hoặc nước bằng các chuyển đổi nhờ thiết bị chuyển đổi 18A. Mỗi một trong số các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 có thể cung cấp hồ xi măng hoặc nước đã cấp bằng áp suất cao. Lưu lượng kế 19 được gắn vào cổng cung cấp của mỗi một trong

số các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14.

Hơn nữa, cổng cung cấp của một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 được nối tương ứng với một hoặc nhiều cổng vào của thiết bị chuyển đổi thứ hai 18B. Một hoặc nhiều cổng ra của thiết bị chuyển đổi thứ hai 18B được nối tương ứng với một hoặc nhiều lỗ phun của thiết bị ống phân phối 16 qua một hoặc nhiều ống mềm áp suất cao 15. Hồ xi măng hoặc nước có thể được cung cấp từ mỗi một trong số các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 đến mỗi lỗ phun của thiết bị ống phân phối 16 hoặc có thể được dùng bằng cách chuyển đổi nhờ thiết bị chuyển đổi thứ hai 18B.

Hồ xi măng hoặc nước cung cấp từ một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 được gom lại một lần trong thiết bị ống phân phối 16. Sau đó, hồ xi măng hoặc nước được cấp bằng áp suất đến nhiều bộ phận ống phun qua nhiều ống mềm áp suất cao 17 được nối tương ứng với mỗi một trong nhiều lỗ xả của thiết bị ống phân phối 16.

Các bộ phận ống phun được gắn vào cọc ống thép 1. Bộ phận ống phun được tạo kết cấu bởi nhiều ống dẫn 9, các ống tích hợp 8 được nối tương ứng với một đầu của mỗi ống dẫn 9, và các lỗ phun 7 được nối tương ứng với các đầu phân nhánh tương ứng của mỗi ống tích hợp 8. Như một ví dụ khác, bộ phận ống phun có thể được tạo kết cấu bởi nhiều ống dẫn 9 và các lỗ phun 7 được nối tương ứng với một đầu của mỗi ống dẫn 9. Trong bất kỳ trường hợp nào, các lỗ phun 7 được bố trí theo hướng vòng tròn gần đầu cọc ống thép 1. Các lỗ phun 7 có thể được bố trí, ví dụ, với mỗi 60° , 90° , 120° , và 180° theo hướng vòng tròn.

Nếu không có vật chất nổi như bụi trong nước biển thì bể nước 13 có thể được bỏ qua. Số lượng trạm trộn 12 và các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 được quyết định theo yêu cầu dựa vào các điều kiện thi công và tương tự. Búa rung 2 được treo bởi cần cẩu. Trong ví dụ trên Fig.1, máy phát 20 được bố trí để dẫn động búa rung 2, được vận hành bằng điện, và được vận hành bởi bộ phận vận hành 21. Trong trường hợp thi công trên đất liền, tất cả các thiết bị này được lắp đặt trong một xưởng làm việc.

(2) Kết cấu và phương pháp thiết kế thiết bị ống phân phối

Kết cấu cơ bản của thiết bị ống phân phối

Thiết bị ống phân phối 16 thể hiện trên Fig.1 và Fig.2 được mô tả với việc tham

chiều đến Fig.3 và Fig.4. Fig.3(a) là hình chiếu bằng dưới dạng giản đồ của ví dụ về thiết bị ống phân phối 16 thể hiện trên Fig.2, Fig.3 (b) là hình vẽ mặt cắt dọc của Fig.3(a), và Fig.3(c) là hình vẽ mặt cắt ngang của nó.

Như thể hiện trên Fig.3(a), Fig.3(b), và Fig.3(c), thiết bị ống phân phối 16 bao gồm về cơ bản là vỏ hình trụ 16a. Vỏ 16a có không gian bên trong hình trụ. Một hoặc nhiều lỗ phun 16b được bố trí trên một ngoại vi, và nhiều lỗ xả 16c được bố trí trên ngoại vi kia, đặt một trục của vỏ 16a giữa chúng, ở các khoảng cách đều theo hướng song song với trục. Ví dụ, bộ nối để nối các ống mềm áp suất cao 15 và ống mềm áp suất cao 17 có thể tháo ra được bố trí trong mỗi lỗ phun 16b và lỗ xả 16c. Khi nhiều lỗ phun 16b và lỗ xả 16c được bố trí, các lỗ này có thể được bố trí với cùng số lượng hoặc các số lượng khác nhau.

Trong thiết bị ống phân phối 16 được sử dụng, toàn bộ không gian bên trong được duy trì ở trạng thái được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao trong khi chất lỏng áp suất cao chảy trong đó từ một hoặc nhiều lỗ phun 16b, và chảy ra từ các lỗ xả 16c. Tốt hơn, thiết bị ống phân phối 16 được thiết kế sao cho tốc độ xả của chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi lỗ xả 16c về cơ bản là bằng nhau, bất kể khối lượng phun chất lỏng áp suất cao từ một hoặc nhiều lỗ phun 16b.

Trong trường hợp khi khối lượng phun từ mỗi lỗ phun 16b thay đổi, ví dụ, khối lượng phun của một phần trong các lỗ phun 16b là không (ví dụ, một phần của các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 trên Fig.2 dừng hoạt động), ngay cả tổng khối lượng phun của chất lỏng áp suất cao được rút xuống mạnh (ví dụ, tất cả thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 ở trạng thái chạy không), tốc độ xả chất lỏng áp suất cao từ mỗi lỗ xả 16c được làm cân bằng một cách cơ bản bởi tác động của thiết bị ống phân phối 16.

Fig.3(d) thể hiện một ví dụ khác về thiết bị ống phân phối 16. Thiết bị ống phân phối 16 trên Fig.3(d) chỉnh dòng chảy của chất lỏng áp suất cao để chảy đều bằng cách sắp xếp các tấm phân luồng 16e ở không gian bên trong để làm cho chất lỏng áp suất cao uốn khúc trong đó. Điều này cho phép ổn định tốc độ xả từ mỗi lỗ xả 16c. Hơn nữa, để cải thiện chức năng chỉnh lưu, một hoặc nhiều cần rung 16d và/hoặc một hoặc nhiều que khuấy 16f có thể được bố trí trong không gian bên trong. Trên Fig.3(d), tất cả tấm phân luồng 16e, cần rung 16d, và que khuấy 16f được thể hiện; tuy nhiên, một hoặc nhiều thành phần này có thể được kết hợp và bố trí.

Điều kiện thích hợp của thiết bị ống phân phối: trong trường hợp năm lỗ xả

Điều kiện thích hợp của thiết bị ống phân phối để thực hiện việc cân bằng tốc độ xả trong mỗi lỗ xả của thiết bị ống phân phối được mô tả với việc tham chiếu đến Fig.4. Cụ thể, các điều kiện cần cho thiết bị ống phân phối sao cho thu được độ chênh lệch về tốc độ xả của chất lỏng áp suất cao được xả tương ứng từ các lỗ xả của thiết bị ống phân phối nằm trong phạm vi định trước.

Fig.4(a) là hình vẽ mặt cắt dọc theo trục dưới dạng giản đồ trong một ví dụ của thiết bị ống phân phối, và Fig.4(b) là hình vẽ mặt cắt theo hướng thẳng đứng với trục. Đường kính của không gian bên trong hình trụ của thiết bị ống phân phối 16 là d (sau đây được gọi là “đường kính bên trong d ”). Ở đây, như một ví dụ, thiết bị ống phân phối 16 bao gồm ba lỗ phun I1, I2 và I3, và năm lỗ xả A1, A2, A3, A4 và A5. Các lỗ xả A1 đến A5 có cùng đường kính bên trong do. Như một ví dụ, các lỗ phun I1 đến I3, và các lỗ xả A1 đến A5 được bố trí ở các khoảng cách đều. Khoảng cách giữa các lỗ xả A1 đến A5 là L . Tuy nhiên, trong ví dụ này, khoảng cách giữa các lỗ xả A1 và A5 ở các đầu đối diện và các thành đầu đối diện của vỏ 16a là $L/2$. Như một ví dụ, lỗ phun I1 được bố trí ở vị trí tương ứng với điểm trung gian giữa các lỗ xả A1 và A2, lỗ phun I2 được bố trí trên mặt đối diện của lỗ xả A3, và lỗ phun I3 được bố trí ở vị trí tương ứng với điểm trung gian giữa lỗ xả A4 và A5.

Trong ví dụ trên Fig.4, thu được các điều kiện cần cho độ chênh lệch về tốc độ xả của chất lỏng áp suất cao được xả tương ứng từ năm lỗ xả A1 đến A5 trong khi sử dụng thiết bị ống phân phối 16 nằm trong phạm vi định trước. Trong ví dụ trên Fig.4, giả sử rằng ở điều kiện xấu nhất, được cho rằng chất lỏng áp suất cao được phun với khối lượng phun Q_i chỉ từ lỗ phun I1 ở vị trí xa nhất, và các lỗ phun I2 và I3 được đóng. Ngoài ra, được cho rằng áp suất của chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số năm lỗ xả A1, A2, A3, A4, và A5 tương ứng là P_1, P_1, P_2, P_3 , và P_4 , và các tốc độ xả tương ứng là Q_1, Q_1, Q_2, Q_3 và Q_4 . Do các lỗ xả A1 và A2 ở các vị trí có cùng điều kiện đối với lỗ phun I1, được cho rằng áp suất và tốc độ xả là giống nhau. Tổng các tốc độ xả tương ứng được biểu thị là Q . Khoảng cách và mối quan hệ vị trí giữa lỗ phun I1 và lỗ xả A1, và khoảng cách và mối quan hệ vị trí giữa lỗ phun I1 và lỗ xả A2 là giống hệt nhau. Do đó, áp suất P_1 và tốc độ xả Q_1 của chất lỏng áp suất cao xả từ lỗ xả A1 là các giá trị giống như các giá trị này của lỗ xả A2.

Trong ví dụ này, khi có sự thay đổi về tốc độ xả từ mỗi xả, tốc độ xả Q1 từ các lỗ xả A1 và A2 gần với lỗ phun I1 nhất được cho là tốc độ xả tối đa, và tốc độ xả Q4 từ lỗ xả A5 xa với lỗ phun I1 nhất được cho là tốc độ xả tối thiểu. Ở đây, sự thay đổi về tốc độ xả được xác định là tỷ lệ R (%) chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa Q1 và tốc độ xả tối thiểu Q4 với tốc độ xả tối đa Q1, như thể hiện trong công thức dưới đây, và được gọi là “chênh lệch tốc độ xả R”.

$$R(\%) = ((Q1 - Q4) / Q1) \times 100$$

Ví dụ, theo phương pháp dưới đây, điều kiện thích hợp của thiết bị ống phân phối sao cho có thể thu được chênh lệch tốc độ xả R là bằng hoặc nhỏ hơn 5%.

Đầu tiên, các tốc độ xả Q1, Q1, Q2, Q3 và Q4 từ mỗi một trong số năm lỗ xả được tính toán bằng cách sử dụng Công thức [1], Công thức [2] và Công thức [3].

Biểu thức 4

$$Q_k = \Lambda \frac{\pi d_o^2}{4} \sqrt{\frac{2P_k g}{\gamma}} \quad \dots [1]$$

Biểu thức 5

$$h = \frac{P_{k-1} - P_k}{\gamma} = \frac{32L v}{gd^2} v \quad \dots [2]$$

Biểu thức 6

$$v = \frac{Q_k}{\frac{\pi}{4} d^2} \quad \dots [3]$$

Công thức [1] là biểu thức liên hệ giữa áp suất và tốc độ xả trong mỗi lỗ xả. Công thức [2] là biểu thức liên hệ của áp suất giữa các lỗ xả liên kề (nguồn “Hydraulics” (tái bản lần thứ hai) bởi Tokio UEMATSU, trang 52). Công thức [3] là công thức biểu thị v trong Công thức [2].

Các tham số tương ứng trong Công thức [1], Công thức [2] và Công thức [3] biểu thị khối lượng vật lý mô tả dưới đây. Bên trong của dấu ngoặc đơn biểu thị một đơn vị.

Q_k : tốc độ xả của lỗ xả ($m^3/giây$) ($k=1, 2, 3, 4$)

Q_k : tổng một phần của tốc độ xả của lỗ xả ($m^3/giây$)

Λ : hệ số lưu lượng của lỗ xả

d_o : đường kính bên trong của lỗ xả (m)

P_k : áp suất trong lỗ xả (kN/m^2) ($k=1, 2, 3, 4$)

g : gia tốc trọng lực ($m^2/giây$)

γ : trọng lượng riêng của hồ xi măng (kN/m^3)

L : khoảng cách lỗ xả giữa hai lỗ liền kề (m)

v : hệ số độ nhớt động lực của hồ xi măng ($m^2/giây$)

d : đường kính bên trong của thiết bị ống phân phối (m)

v : lưu lượng trung bình trong thiết bị ống phân phối ($m/giây$)

h : hệ số tổn thất do ma sát (m)

Hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả là hệ số thay đổi theo hình dạng và tương tự của lỗ xả, và số không thứ nguyên nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2 thường thu được thông qua thí nghiệm.

Các tốc độ xả Q_1, Q_1, Q_2, Q_3 , và Q_4 của năm lỗ xả A_1, A_2, A_3, A_4 và A_5 được tính toán theo các phương pháp (i) đến (vi) dưới đây.

(i) Đầu tiên, áp suất P_4 trong lỗ xả A_5 thu được từ Công thức [1] bằng cách giả định rằng tốc độ xả Q_4 của lỗ xả A_5 là một biến số (được ký hiệu $k=4$). Theo đó, P_4 được biểu thị theo hàm của Q_4 .

(ii) Tiếp theo, áp suất P_3 trong lỗ xả A_4 thu được bằng cách sử dụng P_4 thu được trong (i) và Công thức [2] và Công thức [3]. Ở thời điểm này, $P_{k-1}-P_k$ trong Công thức [2] được ký hiệu là P_3-P_4 , và Q_k' trong Công thức [3] được ký hiệu là Q_4 . Theo đó, P_3 được biểu thị theo hàm của Q_4 . Khi P_3 thu được, Q_3 thu được theo Công thức [1]. Theo đó, Q_3 được biểu thị theo hàm của Q_4 .

(iii) Tiếp theo, áp suất P2 trong lỗ xả A3 thu được bằng cách sử dụng P3 thu được trong (ii) và Công thức [2] và Công thức [3]. Ở thời điểm này, Pk-1-Pk trong Công thức [2] được ký hiệu là P2-P3, và Qk' trong Công thức [3] được ký hiệu thì là Q3+ Q4. Theo đó, P2 được biểu thị theo hàm của Q4. Khi P2 thu được, Q2 thu được theo Công thức [1]. Theo đó, Q2 được biểu thị theo hàm của Q4.

(iv) Tiếp theo, áp suất P1 trong lỗ xả A2 thu được bằng cách sử dụng P2 thu được trong (iii) và Công thức [2] và Công thức [3]. Tại thời điểm này, Pk-1-Pk trong Công thức [2] được ký hiệu là P1-P2, và Qk' trong Công thức [3] được ký hiệu là Q2+Q3+ Q4. Theo đó, P1 được biểu thị theo hàm của Q4. Khi P1 thu được, Q1 thu được theo Công thức [1]. Theo đó, Q1 được biểu thị theo hàm của Q4.

(v) Tổng Q của tốc độ xả từ mỗi lỗ xả A1 đến A5 được biểu thị là $Q=2Q1+Q2+Q3+Q4$. Tổng tốc độ xả Q bằng với khối lượng phun Qi từ lỗ phun I1, và được tính toán từ Công thức [4] dưới đây. Bằng cách thay thế các kết quả của (ii) đến (iv) mô tả trên đây thành Q1, Q2 và Q3, giá trị Q4 thu được bằng cách tính hội tụ.

(vi) Cuối cùng, các giá trị Q1, Q2 và Q3 được tính toán dựa trên giá trị Q4 thu được trong (v) và các kết quả của (ii) đến (iv).

Do khối lượng phun Qi thường tương ứng với lưu lượng xả tối đa của một thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao nên khối lượng phun Qi (m^3 /giây) trong (v) mô tả trên đây thường thu được theo Công thức [4] dưới đây. Trong trường hợp này, tốc độ xả tối đa lý thuyết Qo trong Công thức [4] được quyết định theo thông số kỹ thuật của thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao. Khối lượng phun Qi thay đổi theo trọng lượng riêng γ của hồ xi măng. Thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, ví dụ, máy cắt phun nước (ví dụ, CJ-340ERS sản xuất bởi CHOWA KOGYO Co., Ltd, tốc độ xả tối đa lý thuyết: 900 lít/phút) có khả năng thực hiện việc cấp bằng áp suất nước hoặc hồ xi măng. Khi hồ xi măng được phun từ nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, số lượng của các thiết bị được nhân lên thêm với phía bên tay phải của Công thức [4].

Biểu thức 7

$$Q_i = \sqrt{\frac{\gamma_w}{\gamma}} \times Q_o \quad \dots [4]$$

Mỗi tham số trong Công thức [4] biểu thị lượng vật lý dưới đây.

Q_i : khối lượng phun (m^3)

γ_w : trọng lượng riêng của nước (kN/m^3)

γ : trọng lượng riêng của hồ xi măng (kN/m^3)

Q_o : tốc độ xả tối đa lý thuyết ($m^3/phút$)

Bảng 1 là bảng trong đó các kết quả sự mô phỏng khi thu được Q_1 đến Q_4 theo các phương pháp trong (i) đến (vi) mô tả trên đây được tóm tắt cho mỗi một trong số các trường hợp từ 1 đến 7 trong đó mỗi giá trị bằng số của các tham số tương ứng của đường kính bên trong d của thiết bị ống phân phối, đường kính bên trong d_o của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, và khoảng cách lỗ xả L được thay đổi một cách phù hợp. Trọng lượng riêng γ và hệ số độ nhớt động lực ν của hồ xi măng được tính toán, bằng cách giả định W/C là 65%. Trong khi một sự thay đổi trọng lượng riêng γ của hồ xi măng gây ảnh hưởng lên tốc độ xả của mỗi lỗ xả dựa vào Công thức [1], sự thay đổi đó không làm ảnh hưởng đến chênh lệch tốc độ xả R .

Bảng 1

(Năm lũ xả)

	Trường hợp 1	Trường hợp 2	Trường hợp 3	Trường hợp 4	Trường hợp 5	Trường hợp 6	Trường hợp 7
Hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả	1,000	1,235	0,766	0,444	1,235	0,694	0,810
Đường kính bên trong do (m) của lỗ xả	0,045	0,045	0,080	0,075	0,090	0,120	0,300
Đường kính bên trong d (m) của thiết bị ống phân phối	0,12	0,08	0,15	0,18	0,25	0,3	0,4
$\sqrt{\Lambda} \times d_{o/d}$	0,3744E-01	6,250E-01	4,667E-01	2,778E-01	4,000E-01	3,333E-01	6,750E-01
Khoảng cách lỗ xả L (m)	0,2	0,1	0,3	0,15	0,3	0,20	1,0
Hệ số độ nhớt động lực ν (m ² /giây) của hồ xi-măng	0,000334	0,000334	0,000334	0,000334	0,000334	0,000334	0,000334
Trọng lượng riêng γ (kN/m ³) của hồ xi-măng	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
Tốc độ xả Q_4 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	0,0028	0,0110	0,0103	0,0006	0,00554	0,0206	0,0418
Tốc độ xả Q_3 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	0,00287	0,01112	0,01037	0,00065	0,00560	0,02058	0,04354
Tốc độ xả Q_2 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	0,00293	0,01138	0,01061	0,00067	0,00573	0,02062	0,04683
Tốc độ xả Q_1 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	0,00293	0,01156	0,01078	0,00068	0,00582	0,02066	0,04923
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	0,01458	0,05663	0,05280	0,00331	0,02850	0,10308	0,23066
$Q/\nu L$	2,183E+02	1,695E+03	5,270E+02	6,615E+01	2,844E+02	1,543E+03	6,906E+02
$G: (\sqrt{\Lambda} \times d_{o/d})^4 \times (Q/\nu L)$	9,00E-05	9,00E-05	9,00E-05	9,00E-05	9,00E-05	8,00E-06	3,01E-04
Q_2/Q_1	98,38%	98,38%	98,38%	98,38%	98,38%	99,85%	95,13%
Q_3/Q_1	96,20%	96,20%	96,20%	96,20%	96,20%	99,65%	88,44%
Q_4/Q_1	95,10%	95,10%	95,10%	95,10%	95,10%	99,55%	84,97%

Trong Bảng 1 cho thấy các tỷ lệ của tốc độ xả khác Q2, Q3 và Q4 so với tốc độ xả tối đa Q1 (ba hàng dưới cùng của Bảng). Như thể hiện trên Bảng 1, trong các trường hợp từ 1 đến 5, chênh lệch tốc độ xả R từ năm lỗ xả A1 đến A5 là 5%. Theo cùng một cách tính, trong trường hợp 6, chênh lệch tốc độ xả là 0,5%, và trong trường hợp 7, chênh lệch tốc độ xả R là 15%.

Tại thời điểm này, khi từng $(\sqrt{\Lambda} \times d_o/d)^4/(Q/vL)$ được tính toán trong các trường hợp từ 1 đến 5, thu được giá trị không đổi 9×10^{-5} (hàng thứ tư từ dưới lên của Bảng 1). $(\sqrt{\Lambda} \times d_o/d)^4/(Q/vL)$ là con số không thứ nguyên, và được gọi là “tham số hình dạng G” của thiết bị ống phân phối. Theo tính toán tương tự, trong trường hợp 6, tham số hình dạng G là $8,0 \times 10^{-6}$, và trong trường hợp 7, tham số hình dạng G là $3,0 \times 10^{-4}$.

Từ các kết quả mô tả trên đây, trong ví dụ trên các Fig.4, điều kiện thích hợp trong đó chênh lệch tốc độ xả R từ năm lỗ xả A1 đến A5 là bằng hoặc nhỏ hơn 5% thu được từ Công thức [5]. Trường hợp đầu bằng được thiết lập trong Công thức [5] tương ứng với trường hợp chênh lệch tốc độ xả R là 5%.

Biểu thức 8

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d}\right)^4}{\left(\frac{Q}{vL}\right)} \leq 9,0 \times 10^{-5} \dots [5]$$

Fig.5 là đồ thị được tạo ra dựa vào mô phỏng trên Bảng 1. Trong đồ thị này, $\sqrt{\Lambda} \times d_o/d$ được vẽ đồ thị trên trục ngang, và Q/vL được vẽ đồ thị trên trục dọc. Các giá trị số tương ứng trong các trường hợp từ 1 đến 5 được vẽ sơ đồ lên một đường bậc bốn.

Trong thiết kế của thiết bị ống phân phối thể hiện trên các Fig.4, trong trường hợp thiết bị ống phân phối trong đó mối liên hệ giữa $\sqrt{\Lambda} \times d_o/d$ và Q/vL được đặt trong khu vực phía trên đường bậc bốn trên Fig.5 (ví dụ, trường hợp 6 trên Bảng 1), chênh lệch tốc độ xả R có thể được thiết lập bằng hoặc nhỏ hơn 5%. Mặt khác, trong trường hợp thiết bị ống phân phối trong đó mối liên hệ giữa $\sqrt{\Lambda} \times d_o/d$ và Q/vL được đặt trong một khu vực bên dưới đường bậc bốn trên Fig.5 (ví dụ, trường hợp 7 trên Bảng 1), chênh lệch tốc độ xả R vượt quá 5%.

Trong thiết bị ống phân phối có năm lỗ xả A1 đến A5 thể hiện trên Fig.4, khi chênh lệch tốc độ xả R được thiết lập là một giá trị nhất định khác với 5%, hằng số bên tay phải của Công thức [5], tức là, giá trị của tham số hình dạng G được quyết định theo giá trị của chênh lệch tốc độ xả R. Giá trị của tham số hình dạng G cũng có thể được suy ra bằng các thí nghiệm.

Miễn là điều kiện thích hợp trong Công thức [5] được thỏa mãn, các tham số d , do , Λ , và L liên quan đến thiết bị ống phân phối, tham số v liên quan đến hồ xi măng, và tham số Q liên quan đến thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao có thể được kết hợp tự do. Như một ví dụ, trong trường hợp 1 trên Bảng 1, đường kính bên trong d là 120 mm, đường kính bên trong do của lỗ xả là 45 mm, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả là 1, khoảng cách lỗ xả L là 200 mm, hệ số độ nhớt động lực v là $3,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{giây}$, tổng tốc độ xả Q là $1,4 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{giây}$. Ngoài ra, độ dài trục của thiết bị ống phân phối có thể được thiết lập, ví dụ, đến 1000 mm, và đường kính bên trong của lỗ phun có thể được thiết lập, ví dụ, đến 45 mm. Tuy nhiên, độ dài và đường kính bên trong không bị giới hạn ở các giá trị trên đây.

Trong ví dụ thể hiện trên các Fig.4, giả sử rằng chất lỏng áp suất cao được phun chỉ từ lỗ phun I1 được đặt ở đầu của thiết bị ống phân phối. Khi chất lỏng áp suất cao được phun từ lỗ phun giữa I2, được cho rằng chênh lệch tốc độ xả R tự nhiên trở nên nhỏ hơn tốc độ xả trong trường hợp chất lỏng áp suất cao được phun từ lỗ phun I1 được đặt ở đầu. Ngoài ra, đối với lỗ phun I3 ở đầu đối diện, điều kiện giống như điều kiện của lỗ phun I1 được áp dụng. Do đó, đối với trường hợp chất lỏng áp suất cao được phun từ một hoặc nhiều lỗ phun I1, I2, và I3 theo bất kỳ sự kết hợp nào, điều kiện thích hợp trong đó chênh lệch tốc độ xả R được thiết lập trong khoảng 5% được bao gồm trong Công thức [5].

Điều kiện thích hợp của thiết bị ống phân phối: trong trường hợp n lỗ xả

Tiếp theo, điều kiện thích hợp của thiết bị ống phân phối khi số lượng các lỗ xả được mở rộng hơn năm lỗ xả đã được mô tả. Trong ví dụ trên các Fig.4, giả định trường hợp n lỗ xả A1 đến An được bố trí, và điều kiện xấu nhất trong đó hồ xi măng được phun với khối lượng phun Q_i chỉ từ lỗ phun I1 được giả định tương tự ví dụ của các Fig.4.

Bảng 2 là bảng trong đó số lượng n lỗ xả được thiết lập số bất kỳ trong các số từ 3

đến 10 và tương tự với sự mô phỏng trên Bảng 1, các kết quả mô phỏng được tóm tắt cho mỗi trường hợp từ 1 đến 10 khi mỗi giá trị số của các tham số tương ứng của đường kính bên trong d của thiết bị ống phân phối, đường kính bên trong do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách lỗ xả L , và hệ số độ nhớt động lực ν được thay đổi một cách phù hợp. Các tốc độ xả Q_1 đến Q_{n-1} (các tốc độ xả của các lỗ xả A1 và A2 tương ứng là Q_1) của mỗi một trong số các lỗ xả A1 đến A5 thu được một cách tương ứng bằng cách sử dụng các phương pháp giống như từ (i) đến (vi) mô tả trên đây. Trọng lượng riêng γ và hệ số độ nhớt động lực ν của hồ xi măng được tính toán trong khi giả định W/C là 65%.

Bảng 2

Bảng 2 (lỗ xá n = 3 đến 10)

	Trường hợp 1	Trường hợp 2	Trường hợp 3	Trường hợp 4	Trường hợp 5	Trường hợp 6	Trường hợp 7	Trường hợp 8	Trường hợp 9	Trường hợp 10
Số lượng n lỗ xá	3	4	5	6	7	8	9	10	3	5
Hệ số lưu lượng Λ của lỗ xá	1,000	0,810	0,735	0,563	0,563	0,735	1,778	1,190	1,266	0,848
Đường kính bên trong do (m) của lỗ xá	0,045	0,050	0,070	0,040	0,080	0,035	0,030	0,055	0,040	0,038
Đường kính bên trong d (m) của thiết bị ống phản phối	0,12	0,15	0,15	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,18	0,12
Khoảng cách lỗ xá L (m)	0,3	0,2	0,4	0,5	0,6	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2
Hệ số độ nhớt động lực ν (m ² /giây) của hồ xi-măng	0,000334	0,000334	0,000334	0,000334	0,000334	0,000334	0,000168	0,000668	0,000334	0,000334
Trong lượng riêng γ (kN/m ³) của hồ xi-măng	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
Tốc độ xả Q_9 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	-	-	-	-	-	-	-	0,00658	-	-
Tốc độ xả Q_8 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	-	-	-	-	-	-	0,00024	0,00659	-	-
Tốc độ xả Q_7 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	-	-	-	-	-	0,00006	0,00024	0,00661	-	-
Tốc độ xả Q_6 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	-	-	-	-	0,00952	0,00006	0,00025	0,00664	-	-
Tốc độ xả Q_5 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	-	-	-	-	0,00956	0,00006	0,00025	0,00668	-	-
Tốc độ xả Q_4 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	-	-	0,00722	0,00508	0,00964	0,00006	0,00025	0,00674	-	0,0001
Tốc độ xả Q_3 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	-	0,00051	0,00730	0,00518	0,00976	0,00006	0,00025	0,00680	-	0,00011
Tốc độ xả Q_2 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	0,00046	0,00052	0,00747	0,00528	0,00992	0,00006	0,00026	0,00687	0,00050	0,00013
Tốc độ xả Q_1 (m ³ /giây) của hồ xi-măng	0,00049	0,00053	0,00760	0,00534	0,01002	0,0006	0,00026	0,00691	0,00050	0,00015
$2 \times Q_1 + Q_2 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	0,00143	-	-	-	-	-	-	-	0,00151	-
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	-	0,00209	-	-	-	-	-	-	-	-
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	-	-	0,03719	-	-	-	-	-	-	0,00064
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	-	-	-	0,031332	-	-	-	-	-	-
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	-	-	-	-	0,068456	-	-	-	-	-
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	-	-	-	-	-	0,00046	-	-	-	-
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	-	-	-	-	-	-	0,00225	-	-	-
$2 \times Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 =$ tổng tốc độ xả Q (m ³ /giây)	-	-	-	-	-	-	-	0,06733	-	-
Q/vL	1,429E+01	3,135E+01	2,783E+02	1,876E+02	3,416E+02	6,934E+00	3,353E+01	2,520E+02	2,255E+01	9,566E+00
$G: (\sqrt{\Lambda \times do/d})^{4/3} / (Q/vL)$	1,384E-03	2,584E-04	9,197E-05	4,317E-05	2,371E-05	1,442E-05	9,426E-06	6,350E-06	1,732E-04	7,565E-04
$\delta: (\sqrt{\Lambda \times do/d})^{4/3} / (Q/vL) \times (n-1,5)^{0,3}$	0,0047	0,0040	0,0039	0,0039	0,0039	0,0040	0,0040	0,0039	0,0006	0,0324
Q_2/Q_1	95,00%	97,52%	98,35%	98,76%	99,01%	99,18%	99,30%	99,40%	99,35%	89,88%
Q_3/Q_1	-	95,00%	96,12%	96,89%	97,42%	97,80%	98,08%	98,34%	-	75,60%
Q_4/Q_1	-	-	95,00%	95,63%	96,22%	96,69%	97,06%	97,42%	-	67,81%
Q_5/Q_1	-	-	-	95,00%	95,41%	95,85%	96,24%	96,66%	-	-
Q_6/Q_1	-	-	-	-	95,00%	95,28%	95,62%	96,04%	-	-
Q_7/Q_1	-	-	-	-	-	95,00%	95,21%	95,58%	-	-
Q_8/Q_1	-	-	-	-	-	-	95,00%	95,27%	-	-
Q_9/Q_1	-	-	-	-	-	-	-	95,11%	-	-

Trong Bảng 2 cho thấy tỷ lệ của các tốc độ xả khác Q2 đến Qn-1 so với tốc độ xả tối đa Q1 (tám dòng phía dưới trong bảng). Ở đây, sự thay đổi về tốc độ xả cũng được xác định là tỷ lệ R (%) chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa Q1 và tốc độ xả tối thiểu Qn-1 với tốc độ xả tối đa Q1 như trong công thức dưới đây và được gọi là “chênh lệch tốc độ xả R”.

$$R(\%) = ((Q1 - Qn-1)/Q1) \times 100.$$

Trong trường hợp từ 1 đến 8 trên Bảng 2, chênh lệch tốc độ xả R là 5%. Theo tính toán tương tự, trong trường hợp 9 chênh lệch tốc độ xả R là 0,65%, và trong trường hợp 10 chênh lệch tốc độ xả R là 32%.

Ở đây, công thức mẫu trong đó chênh lệch tốc độ xả R bằng hoặc nhỏ hơn giá trị định trước được thiết lập như trong Công thức [6] dưới đây. Phía bên trong trái của Công thức [6] là tham số hình dạng G. Khi chênh lệch tốc độ xả R được thiết lập là một giá trị định trước, thiết lập α , β và δ có thể được quyết định sao cho phía bên tay phải của Công thức [6] là giá trị không đổi theo giá trị chênh lệch tốc độ xả R. Ví dụ, khi chênh lệch tốc độ xả R 5%, thiết lập α , β và δ có thể được quyết định một cách duy nhất.

Biểu thức 9

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d} \right)^4}{\left(\frac{Q}{vL} \right)} \leq \frac{\delta}{(n - \alpha)^\beta} \dots [6]$$

α , β và δ được quyết định như mô tả dưới đây đối với các trường hợp 1 đến 8 trong đó chênh lệch tốc độ xả R là 5%. Các kết quả tính toán tham số hình dạng G ở phía bên tay trái của Công thức [6] được mô tả trên Bảng 2, khi mỗi giá trị tham số của số lượng n lỗ xả, đường kính bên trong d của thiết bị ống phân phối, đường kính bên trong do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách lỗ xả L, và hệ số độ nhớt động lực v được thay đổi.

Tiếp theo, thu được α và β nhờ tính toán hội tụ sao cho sự thay đổi của δ , đây là một giá trị thu được bằng cách nhân tham số hình dạng G với $(n - \alpha)^\beta$, là tối thiểu. Đối với các trường hợp 1 đến 8 trên Bảng 2, quyết định rằng $\alpha = 1,5$ và $\beta = 3$. δ thu được bằng

cách tính toán trước bằng cách sử dụng các giá trị α và β , và được quyết định rằng $\delta=0,0039$. Do đó, điều kiện phù hợp của thiết bị ống phân phối trong đó chênh lệch tốc độ xả R là bằng hoặc nhỏ hơn 5% được trình bày theo Công thức [7] dưới đây.

Biểu thức 10

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d}\right)^4}{\left(\frac{Q}{vL}\right)} \leq \frac{0,0039}{(n-1,5)^3} \dots [7]$$

Fig.6 là đồ thị được tạo ra dựa vào sự mô phỏng trên Bảng 2. Trong đồ thị này, số lượng n lỗ xả được vẽ sơ đồ trên trục ngang, và tham số hình dạng G được vẽ sơ đồ trên trục dọc, đó là, $(\sqrt{\Lambda} \times d_o/d)^4/(Q/vL)$. Các giá trị số tương ứng trong các trường hợp 1 đến 8 được vẽ sơ đồ trên một đường cong.

Trong trường hợp thiết bị ống phân phối trong đó giá trị của tham số hình dạng G đối với số lượng n lỗ xả được đặt trong khu vực bên dưới đường cong trên Fig.6 (ví dụ, trường hợp 9 trên Bảng 2), chênh lệch tốc độ xả R là bằng hoặc nhỏ hơn 5%. Mặt khác, trong trường hợp thiết bị ống phân phối trong đó giá trị của tham số hình dạng G đối với số lượng n lỗ xả được đặt trong khu vực phía trên đường cong trên Fig.6 (ví dụ, trường hợp 10 trên Bảng 2), chênh lệch tốc độ xả R vượt quá 5%.

Trong thiết bị ống phân phối có n lỗ xả, khi chênh lệch tốc độ xả R được thiết lập là giá trị khác với 5%, các giá trị thiết lập α , β và δ ở bên tay phải của Công thức [6] được quyết định theo giá trị chênh lệch tốc độ xả R. Các tham số n, d, d_o , Λ và L liên quan đến thiết bị ống phân phối, tham số v liên quan đến hồ xi măng và tham số Q liên quan đến thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao có thể được kết hợp tự do, miễn là thỏa mãn Công thức [6]. Tuy nhiên, tốt hơn số lượng n lỗ xả là nằm trong khoảng từ 3 đến 10.

Thiết bị ống phân phối được thiết kế trước khi thi công. Ví dụ, một thiết kế cụ thể của thiết bị ống phân phối nhận ra chênh lệch tốc độ xả R cho phép được thực hiện theo các phương pháp I) đến IV) dưới đây.

I) Bằng cách quyết định thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao được sử dụng cho thi công, khối lượng phun Q_i được quyết định theo Công thức [4], và đồng thời, tổng tốc độ xả Q để sử dụng cho sự mô phỏng được quyết định. Ngoài ra, bằng cách quyết định $\%W/C$ hồ xi măng sử dụng cho thi công (sử dụng giá trị nhỏ nhất làm điều kiện xấu nhất), trọng lượng riêng γ và hệ số độ nhớt động lực ν sử dụng cho sự mô phỏng được quyết định.

II) Đối với sự mô phỏng, bằng cách sử dụng nhiều sự kết hợp trong đó các tham số tương ứng của số lượng n lỗ xả và đường kính bên trong d của thiết bị ống phân phối, đường kính bên trong d_o của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, và khoảng cách lỗ xả L được thiết lập với các giá trị phù hợp, và tổng tốc độ xả Q , trọng lượng riêng γ , và hệ số độ nhớt động lực ν trong I) mô tả trên đây, tốc độ xả của mỗi lỗ xả thu được bằng cách thực hiện các phương pháp tương tự với phương pháp (i) đến (vi) mô tả trên đây.

III) Chênh lệch tốc độ xả R được tính toán cho mỗi một trong số kết hợp của các tham số dựa vào tốc độ xả thu được của mỗi lỗ xả. Từ các kết quả này, nhiều sự kết hợp phù hợp với chênh lệch tốc độ xả R có thể cho phép được tách ra.

IV) Tham số hình dạng G được tính toán cho mỗi một trong số các kết hợp đã tách. Bằng cách sử dụng Công thức [6], thu được sự kết hợp của α và β trong đó sự biến thiên $G \times (n - \alpha)^\beta$ là δ trong trường hợp dấu bằng là tối thiểu. Thu lại δ dựa vào α và β đã thu được. Điều này cho phép thu được Công thức [7] của điều kiện phù hợp, ví dụ, trong trường hợp khi chênh lệch tốc độ xả cho phép R là 5%.

V) Số lượng n lỗ xả và đường kính bên trong d của thiết bị ống phân phối, đường kính bên trong d_o của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, và khoảng cách lỗ xả L được sử dụng thực tế được thiết lập nằm trong phạm vi, ví dụ, thỏa mãn Công thức [7] thu được trong Công thức [7] trong IV) mô tả trên đây. Do hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả là hằng số vật lý được quyết định dựa vào hình dạng và tương tự của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả có thể được thu dựa vào các kinh nghiệm hoặc các kết quả nghiên cứu trước đây.

Như một ví dụ, khi chênh lệch tốc độ xả R được thiết lập bằng hoặc nhỏ hơn 5%, ví dụ, trong trường hợp 3 thỏa mãn Công thức [7] trên Bảng 2, số lượng n lỗ xả là năm, đường kính bên trong d là 150 mm, đường kính bên trong d_o của lỗ xả là 70 mm, hệ số

lưu lượng Λ của lỗ xả là 0,735, khoảng cách lỗ xả L là 400 mm, hệ số độ nhớt động lực ν là $3,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{giây}$, và tổng tốc độ xả Q là $3,7 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{giây}$. Hình dạng tham số G ở thời điểm này là $9,2 \times 10^{-5}$. Ngoài ra, độ dài trục của thiết bị ống phân phối có thể được thiết lập, ví dụ, ở 2000 mm và đường kính bên trong của lỗ phun có thể được thiết lập, ví dụ, ở 70 mm. Tuy nhiên, các kích thước này không bị giới hạn ở các kích thước đã nói.

Trong thi công cọc thực tế, tổng tốc độ xả của chất lỏng áp suất cao được xả từ các lỗ xả của thiết bị ống phân phối thay đổi bằng cách được điều khiển theo các giai đoạn thi công tương ứng. Tuy nhiên, chênh lệch tốc độ xả giữa các lỗ xả tương ứng là chênh lệch tốc độ xả R cho phép được sử dụng trong thiết kế của thiết bị ống phân phối.

Như một phương án thực hiện khác về thiết bị ống phân phối, nhiều thiết bị ống phân phối có thể được bố trí trong một hệ thống thi công. Trong trường hợp này, mỗi thiết bị ống phân phối được thiết kế để thỏa mãn điều kiện thích hợp mô tả trên đây. Theo đó, ít nhất trong mỗi thiết bị ống phân phối, việc cung cấp chất lỏng áp suất cao từ các lỗ xả với tốc độ xả bằng nhau được bảo đảm.

Điều kiện thích hợp của thiết bị ống phân phối mô tả trên đây được mô tả trong trường hợp khi chất lỏng áp suất cao là hồ xi măng. Tuy nhiên, cùng điều kiện đó áp dụng cho trường hợp khi chất lỏng áp suất cao là nước.

Các phương án thực hiện tương ứng của phương pháp thi công cọc theo sáng chế sử dụng hệ thống thi công bao gồm thiết bị ống phân phối mô tả trên đây được giải thích dưới đây.

(3) Phương án thực hiện thứ nhất về phương pháp thi công cọc

Fig.7(a) đến Fig.7(h) là các sơ đồ dưới dạng giản đồ thể hiện từng bước trong phương án thực hiện thứ nhất của phương pháp thi công cọc.

Bước chuẩn bị

Fig.7(a) thể hiện bước chuẩn bị. Ở đây, cọc được đóng là cọc ống thép 1. Nền đất trong đó cọc được đóng xuống bao gồm nền đất chịu lực $G1$ nằm trên mặt thấp hơn, và nền đất định trước $G2$ ở giữa bề mặt giao thoa $D0$ của nền đất chịu lực và mặt đất (trong ví dụ này là đáy biển). Búa rung 2 được gắn vào đầu phía trên của cọc ống thép 1. Các bộ phận ống phun được gắn vào cọc ống thép 1. Bộ phận ống phun được tạo kết cấu bởi

nhiều ống dẫn 9, ống tích hợp 8 nối với đầu đáy của mỗi ống dẫn 9, và nhiều lỗ phun 7 được nối tương ứng với mỗi một trong số các đầu nhánh của ống tích hợp 8 được gắn, như một ví dụ, xung quanh cọc ống thép 1. Mỗi ống mềm áp suất cao 17 có thể tháo rời được gắn vào một đầu phía trên của mỗi ống dẫn 9 qua bộ nối. Nước của vật liệu hóa rắn có thể chảy có thể được cấp bằng áp suất đến ống dẫn 9 qua ống mềm áp suất cao 17.

Fig.8(a) là hình vẽ phối cảnh dưới dạng giản đồ thể hiện ví dụ kết cấu của bộ phận ống phun gần đầu cọc ống thép 1, và Fig.8(b) là hình vẽ của nó từ dưới lên. Trong ví dụ được minh họa, hai cặp bộ phận ống phun được gắn vào cọc ống thép 1. Nước hoặc vật liệu hóa rắn có thể chảy đi qua ống dẫn 9, được phân nhánh bởi ống tích hợp 8, và được phun từ mỗi lỗ phun 7. Số lượng các ống dẫn 9, số lượng các nhánh của ống tích hợp 8, tức là, số lượng của các lỗ phun 7, không bị giới hạn ở ví dụ minh họa.

Theo phương pháp thi công của phương án thực hiện thứ nhất, bộ phận ống phun không cần được gắn từ cọc ống thép 1. Do đó, việc thiết kế chi tiết không cần về việc gắn bộ phận ống phun, cụ thể, lỗ phun vào cọc ống thép 1, và nếu độ bền cần thiết có thể được đảm bảo, lỗ phun có thể được gắn vào cọc ống thép' 1 bằng phương tiện đơn giản và không tốn kém.

Bước đóng cọc

Fig.7(b) và Fig.7(c) thể hiện bước đóng cọc tiếp theo bước chuẩn bị. Như thể hiện trên Fig.7(b), bước đóng cọc được thực hiện bởi phương pháp JV sử dụng tia nước. Đó là, cọc ống thép 1 được đóng vào nền đất ở đầu cọc bằng cách tạo ra các rung động gây ra bởi búa rung 2 trong khi phun nước (được biểu thị bởi dấu W) từ lỗ phun 7 theo hướng đóng cọc.

Có một số ưu điểm trong việc sử dụng nước trong quá trình đóng cọc. Thứ nhất, do trọng lượng riêng của nước nhẹ hơn trọng lượng riêng của vật liệu hóa rắn có thể chảy, tốc độ xả có thể được duy trì cao như công suất xả lớn nhất của thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao. Do đó, tác dụng chính là làm xốp và cát nền đất. Trong khi đó, khi vật liệu hóa rắn có thể chảy được sử dụng để đóng cọc, cần phải phun tia trong một khoảng thời gian dài, và do đó, một lượng lớn vật liệu hóa rắn có thể chảy được sử dụng, điều này không kinh tế. Trong nhiều trường hợp, nước có thể được lấy tự do từ các dòng sông và biển gần địa điểm thi công. Tuy nhiên, đối với vật liệu hóa rắn có thể chảy, có

giới hạn về lượng lấy được, và do đó khi vật liệu hóa rắn có thể chảy được sử dụng để đóng cọc, có thể xảy ra việc thiếu hụt vật liệu hóa rắn có thể chảy.

Do đó, trong việc đóng ban đầu cọc ống thép 1, tốt hơn phun tia nước áp suất cao nhất có thể từ lỗ phun 7 để hỗ trợ việc đóng cọc bằng búa rung 2.

Búa rung 2 có bộ kích thích chuyển động và thiết bị cặp, và ôm chặt đầu phía trên của cọc ống thép 1 bằng thiết bị cặp. Bộ kích thích chuyển động tạo các rung động trực trong cọc ống thép 1 bằng cách quay khối lệch tâm bởi động cơ điện. Động cơ điện của bộ kích thích chuyển động có công suất, ví dụ, nằm trong khoảng từ 30 kW đến 500 kW, và tần số rung động là, ví dụ, nằm trong khoảng từ 10 Hz đến 60 Hz. Trong trường hợp một cọc lớn, nhiều búa rung có thể được liên kết với nhau.

Như thể hiện trên Fig.7(c), cọc ống thép 1 được đóng xuống cho đến khi đầu của nó đạt đến độ sâu thiết kế thứ nhất định trước D11. Độ sâu thiết kế thứ nhất D11 có thể được thiết lập là một vị trí sâu hơn bề mặt giao thoa D0 của nền đất chịu lực theo một khoảng cách định trước (ví dụ, khoảng hai lần đường kính của cọc 1).

Fig.9 được đề cập ở đây. Fig.9 là sơ đồ thể hiện dưới dạng giản đồ một ví dụ về phương pháp quản lý thi công trong phương pháp thi công cọc. Hệ thống quản lý thi công được hợp nhất trong hệ thống thi công. Thiết bị quản lý thi công 26 có chức năng như một yếu tố chính và thu thập các phần dữ liệu từ các thiết bị tương ứng như thiết bị đo để thực hiện việc điều khiển. Thiết bị quản lý thi công 26 có thể được thực hiện bởi máy tính, tốt hơn là máy tính cá nhân trong đó chương trình định trước được cài đặt.

Thiết bị quản lý thi công 26 bao gồm chức năng thông tin có dây và/hoặc không dây. Do ví dụ hiện tại là thi công tại biển, việc thông tin được thực hiện không dây giữa thiết bị trên xà lan cần cẩu 10 và thiết bị quản lý thi công 26. Việc thông tin với các thiết bị tương ứng trên đất liền có thể hoặc có dây hoặc không dây.

Thiết bị quản lý thi công 26 liên tục nhận dữ liệu dòng chảy của nước từ lưu lượng kế 19 được bố trí trong cổng cung cấp của thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14. Ngoài ra, chiều cao thẳng đứng của cọc ống thép 1 được đo bởi lăng kính 25 gắn vào búa rung 2 và máy toàn đạc 24 theo dõi lăng kính. Thiết bị quản lý thi công 26 liên tục nhận dữ liệu chiều cao thẳng đứng đã đo từ máy toàn đạc 24.

Thiết bị quản lý thi công 26 so sánh dữ liệu dòng nước và dữ liệu chiều cao thẳng

đứng của cọc ống thép 1 với dữ liệu kế hoạch thực hiện được lưu trước để tạo ra thông tin điều khiển để điều chỉnh tốc độ đóng cọc và tốc độ xả của nước. Điều này cho phép quản lý thi công về cơ bản theo thời gian thực trong quá trình đóng cọc. Ví dụ, dữ liệu đo và/hoặc thông tin điều khiển được truyền từ thiết bị quản lý thi công 26 đến bộ giám sát 23 trong phòng vận hành cần cầu 22.

Thiết bị quản lý thi công 26 xác định độ sâu thiết kế thứ nhất D11, là vị trí dừng đóng cọc ống thép 1 dựa vào dữ liệu chiều cao thẳng đứng của cọc ống thép 1. Khi đạt đến độ sâu thiết kế thứ nhất D11 thể hiện trên Fig.7(c), lưu lượng tia nước được giảm đến lưu lượng không tải để dừng việc đóng cọc. Lưu lượng không tải là lưu lượng thấp nhất có thể để được xả một cách ổn định về hiệu suất máy. Sự tắc lỗ phun do sự chảy ngược các hạt đất trong vùng đất xung quanh có thể được ngăn bằng cách không dùng tia nước. Nếu thiết bị ngăn việc chảy ngược như van kiểm tra được lắp đặt trong lỗ phun, tia nước có thể được dùng. Tia nước được dùng để dừng việc đóng cọc. Búa rung 2 có thể được dùng, hoặc có thể được liên tục hoạt động đến bước kéo lên dưới đây.

Trong bước đóng cọc ở ví dụ này, vật liệu hóa rắn có thể chảy không được sử dụng, và các rung động gây ra bởi búa rung được đưa vào để đóng cọc trong khi phun nước, theo cách đó cho phép duy trì tốc độ xả tia trong khi đóng cọc ở năng suất xả tối đa một cách liên tục. Do đó, không xảy ra các vấn đề khác nhau gây ra khi vật liệu hóa rắn có thể chảy được phun trong khi đóng cọc.

Bước kéo lên

Tiếp theo, bước kéo lên trên các Fig.7(d) và Fig.7(e) được thực hiện. Bước kéo lên có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bất kỳ phương pháp JV nào hoặc phương pháp chỉ sử dụng búa rung. Cọc ống thép 1 được kéo lên bởi cần cầu cho đến khi đầu cọc ống thép 1 đạt đến độ sâu thiết kế thứ hai D12. Độ sâu thiết kế thứ hai D12 là độ sâu định trước như đầu phía trên của vữa ngoại biên của cọc trong bước phun vữa mô tả sau đây, và được xác định một cách riêng biệt trong thiết kế.

Khi phương pháp JV được sử dụng trong bước kéo lên, cọc ống thép 1 được kéo lên bằng cách gây ra rung động bởi búa rung trong khi phun tia nước. Mục đích chính của việc sử dụng tia nước đồng thời trong bước kéo lên là để ngăn việc tắc lỗ phun như mô tả trên đây. Tốc độ xả nước để ngăn tắc lỗ phun có thể là tối thiểu cần thiết, và được thiết lập là một lượng nhỏ so với thời điểm đóng cọc. Nếu thiết bị ngăn chảy ngược được

cài đặt trong lỗ phun, phương pháp sử dụng búa rung chỉ có thể được sử dụng để thực hiện bước kéo lên.

Thiết bị quản lý thi công 26 trên Fig.9 xác định độ sâu thiết kế thứ hai D12 là vị trí dừng kéo lên của cọc ống thép 1 dựa vào dữ liệu chiều cao thẳng đứng của cọc ống thép 1. Khi cọc ống thép 1 đạt đến vị trí dừng kéo lên thì dừng việc kéo lên.

Bước phun vữa

Tiếp theo, thực hiện bước phun vữa trên các Fig.7(f) và Fig.7(g). Khi cọc ống thép 1 đạt đến vị trí dừng kéo lên của bước kéo lên, nước được thay đổi thành vật liệu hóa rắn có thể chảy (biểu hiện bởi ký hiệu C). Tại đây, hồ xi măng được sử dụng làm vật liệu hóa rắn có thể chảy. Tỷ lệ nước-xi măng của hồ xi măng được thiết lập theo yêu cầu, ví dụ, nằm trong khoảng từ 50% đến 150%. Sau đó, cọc ống thép 1 được đóng xuống độ sâu thiết kế thứ ba D13 bằng các rung động gây ra bởi búa rung 2 trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy từ một đầu của lỗ phun 7. Do vật liệu hóa rắn có thể chảy được hóa rắn, vữa ngoại biên của cọc được tạo ra. Độ sâu thiết kế thứ ba D13 nằm trong nền đất chịu lực G1, và có thể về cơ bản là cùng vị trí với độ sâu thiết kế thứ nhất D11, vị trí sâu hơn không đáng kể so với độ sâu thiết kế thứ nhất D11, hoặc vị trí nông hơn không đáng kể so với độ sâu thiết kế thứ nhất D11. Ví dụ, độ sâu thiết kế thứ ba D13 có thể là một vị trí sâu hơn bề mặt giao thoa D0 của nền đất chịu lực, ví dụ, khoảng một lần đường kính của cọc 1.

Bước phun vữa là bước đóng lại cọc vào nền đất nơi cọc đã được đóng. Do đó, nền đất được làm xốp và các chương ngại vật được loại bỏ, và do đó không xảy ra trạng thái cọc không thể được đóng trong bước phun vữa.

Trong khi đóng lại cọc ống thép 1, vật liệu hóa rắn có thể chảy với lượng cần thiết được phun từ lỗ phun 7 để phun vữa, đối với mỗi độ sâu của đầu cọc ống thép 1. Tốc độ đóng lại cọc ống thép 1 không thể được thiết lập nhanh hơn so với khả năng đóng cọc của búa rung 2 ở thời điểm phun vật liệu hóa rắn có thể chảy. Do đó, ngay cả khi tốc độ quay của thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 thể hiện trên Fig.2 giảm và thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 được vận hành ở trạng thái chạy không, vật liệu hóa rắn có thể chảy được phun nhiều hơn cần thiết, điều này là không kinh tế. Trong trường hợp đó, nếu có nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao như thể hiện trên Fig.2, tốt hơn là dừng một phần các thiết bị đó. Một phần các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất

cao có thể được dừng theo yêu cầu, theo sự cân bằng giữa tốc độ đóng cọc và khối lượng vật liệu hóa rắn có thể chảy, phun theo yêu cầu, theo cách đó cho phép duy trì khối lượng phun thích hợp vật liệu hóa rắn có thể chảy và để thực hiện việc sử dụng tiết kiệm.

Như mô tả trên đây, trong hệ thống hiện tại, thiết bị ống phân phối 16 thể hiện trên Fig.3 được bố trí giữa một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao và nhiều ống dẫn. Do đó, ngay cả khi tất cả thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao được vận hành ở trạng thái chạy không hoặc một phần của các thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao dừng, vật liệu hóa rắn có thể chảy có thể được xả đều đến mỗi ống mềm áp suất cao nhờ chức năng cân bằng tốc độ xả của thiết bị ống phân phối 16. Do đó, vật liệu hóa rắn có thể chảy được phun đều từ mỗi lỗ phun, theo cách đó tạo ra vữa ngoại biên đồng đều của cọc mà không có bất kỳ thiếu hụt hoặc độ nghiêng nào, và có thể áp dụng lực ma sát bề mặt cần thiết trong cọc.

Trong bước phun vữa, do cọc ống thép 1 đã đóng một lần trong bước đóng cọc được đóng lại, các chướng ngại vật như các cục sỏi trong đất đã được loại bỏ. Do đó, ngay cả trong trường hợp đóng cọc bằng cách phun vật liệu hóa rắn có thể chảy, có thể tránh được trạng thái đóng cọc ống thép 1 trở nên khó khăn do các chướng ngại vật như các cục sỏi.

Trong bước phun vữa, các rung động gây ra bởi búa rung 2 được đưa đến cọc ống thép 1 và nền đất xung quanh. Do đó, trong trường hợp nền đất xung quanh là đất cát, vật liệu hóa rắn có thể chảy đã phun dễ dàng thâm nhập vào các khe hở của đất cát. Trong trường hợp nền đất xung quanh là đất dính, các khe hở được tạo ra giữa cọc ống thép 1 và nền đất bởi các rung động của búa rung, và vật liệu hóa rắn có thể chảy dễ dàng thâm nhập vào các khe hở. Do đó, lớp vữa có lực ma sát lớn được tạo ra đồng đều giữa ngoại vi bên ngoài của cọc ống thép 1 và lớp đất xung quanh. Điều này cho phép tăng khả năng chịu lực của cọc ống thép 1 một cách hiệu quả.

Thiết bị quản lý thi công 26 thể hiện trên Fig.9 liên tục nhận dữ liệu tốc độ xả vật liệu hóa rắn có thể chảy từ lưu lượng kế 19 được bố trí trong công cung cấp của thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14. Hơn nữa, chiều cao thẳng đứng của cọc ống thép 1 được đo bởi lăng kính 25 và máy toàn đạc 24 gắn vào búa rung 2, và thiết bị quản lý thi công 26 liên tục nhận dữ liệu từ máy toàn đạc 24.

Thiết bị quản lý thi công 26 tạo ra thông tin điều khiển để điều chỉnh tốc độ đóng

cọc và tốc độ xả vật liệu hóa rắn có thể chảy bằng cách kết hợp các phần dữ liệu của tốc độ xả vật liệu hóa rắn có thể chảy và chiều cao thẳng đứng của cọc ống thép 1 và so sánh dữ liệu với dữ liệu kế hoạch thực hiện được lưu trước. Điều này cho phép thực hiện việc quản lý thi công phun vữa ngoại biên của cọc trên cơ sở thời gian thực.

Thiết bị quản lý thi công 26 xác định độ sâu thiết kế thứ ba D13 là vị trí dừng đóng cọc ống thép 1 dựa vào dữ liệu chiều cao thẳng đứng của cọc ống thép 1. Khi cọc ống thép 1 đạt đến độ sâu dừng đóng cọc D13 thể hiện trên Fig.7 (g), búa rung 2 và việc phun vật liệu hóa rắn có thể chảy được dừng để hoàn thành việc đóng cọc.

Việc quản lý thi công phun vữa ngoại biên của cọc được thực hiện để phù hợp với khối lượng phun vật liệu hóa rắn có thể chảy với khối lượng phun của kế hoạch thực hiện trong phạm vi dung sai cho phép cho mỗi độ sâu của đầu cọc ống thép 1. Cụ thể, việc quản lý thi công được thực hiện bằng cách điều chỉnh tốc độ đóng lại cọc ống thép 1 và tốc độ xả vật liệu hóa rắn có thể chảy. Khối lượng phun vật liệu hóa rắn có thể chảy trong kế hoạch thực hiện được tính toán dựa vào các Fig.10.

Các Fig.10 là các sơ đồ để tính toán khối lượng phun thiết kế của vật liệu hóa rắn có thể chảy, trong đó Fig.10(a) là hình vẽ mặt cắt theo chiều dọc của cọc và ngoại vi của nó, và Fig.10(b) là hình vẽ mặt cắt ngang của nó. Đường kính p của cọc ống thép là, ví dụ, nằm trong khoảng từ 600 mm đến 1500 mm, và chiều rộng phun q là, ví dụ, nằm trong khoảng từ 50 mm đến 300 mm. Tuy nhiên, các kích thước này không giới hạn ở các phạm vi này. Như một ví dụ, trong Tài liệu không phải sáng chế 1, được báo cáo rằng chiều rộng phun q được giả định là 300 mm, và khối lượng xi măng trong vữa tạo ra trong nền đất bằng cách phun hồ xi măng được giả định là 300 kg trong 1 m³ vữa. Tỷ lệ nước-xi măng của hồ xi măng trong Tài liệu không phải sáng chế 1 là 100%.

Bước xử lý sau

Sau khi kết thúc việc phun vữa ngoại biên của cọc và việc phun vật liệu hóa rắn có thể chảy hoàn thành, như thể hiện trên Fig.7(h), ống mềm áp suất cao 17 nối với bộ nối của ống dẫn 9 được tách ra, và đầu nối nhả được nối với một ống phun, ví dụ, đến một cơ sở xử lý nước đục. Sau đó, nước được phun vào các trạm trộn 12 trên Fig.2 để làm sạch các trạm trộn 12 bằng máy rửa áp suất cao, và nước rửa được cấp vào thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 qua bơm, và được cấp thêm từ thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao 14 đến ống mềm áp suất cao 15 để đi qua thiết bị ống phân phối 16 và ống

mềm áp suất cao 17, và sau đó cơ sở xử lý nước đục qua một ống phun từ ống mềm áp suất cao 17. Theo đó, thực hiện việc làm sạch hệ thống cấp áp suất của vật liệu hóa rắn có thể chảy. Ngoài ra, bùn tích lũy trong cơ sở xử lý nước đục được loại bỏ để kết thúc toàn bộ bước.

Cơ sở xử lý nước đục là không cần thiết. Ví dụ, nếu mức độ nước trong ống đủ thấp hơn đỉnh của cọc ống thép 1 do một lý do đó là đỉnh của cọc ống thép 1 được đặt ở vị trí đủ cao hơn bề mặt nước biển, nước rửa có thể được xả vào cọc ống thép để tiết kiệm chi phí cho việc xử lý nước đục.

Trong phương án thực hiện hiện tại, do việc thi công được hoàn thành với bộ phận ống phun được gắn vào cọc mà không cần phải tách nó, một kết cấu đặc biệt để gắn bộ phận ống phun, cụ thể hơn, lỗ phun không cần thiết, như được so sánh với trường hợp khi bộ phận ống phun được thu hồi, theo cách đó cho phép giảm chi phí. Theo phương án thực hiện, khả năng chịu lực của cọc được đóng theo phương pháp JV có thể được tăng lên về kinh tế và độ tin cậy.

(4) Phương án thực hiện thứ hai của phương pháp thi công cọc

Fig.11(a) đến Fig.11(g) là các giản đồ thể hiện mỗi bước trong phương án thực hiện thứ hai của phương pháp thi công cọc. Trong các phần mô tả dưới đây về phương án thực hiện thứ hai, có các trường hợp mà phần mô tả các yếu tố cấu thành giống với các yếu tố cấu thành của phương án thực hiện thứ nhất được bỏ qua.

Bước chuẩn bị

Bước chuẩn bị thể hiện trên Fig.11(a) về cơ bản như được mô tả trên Fig.7(a) trong phương án thực hiện thứ nhất mô tả trên đây.

Trong phương án thực hiện thứ hai, sử dụng kết cấu bộ phận ống phun khác với kết cấu bộ phận ống phun của phương án thực hiện thứ nhất. Trong phương án thực hiện thứ hai, bốn ống dẫn 9 được bố trí cho mỗi 90 độ theo hướng vòng tròn của cọc ống thép 1, và một lỗ phun 7 được gắn vào một đầu của mỗi ống dẫn 9. Lỗ phun 7 được cố định vào ngoại vi bên ngoài của cọc ống thép 1 qua phương tiện cố định có thể được cắt bằng cách ứng dụng lực căng định trước. Theo đó, bằng cách đặt lực căng hướng lên vào ống dẫn 9, lỗ phun 7 và ống dẫn 9 có thể được kéo lên.

Trong phương án thực hiện thứ hai, có thể sử dụng bộ phận ống phun có cùng dạng

với dạng bộ phận ống phun của phương án thực hiện thứ nhất. Trong trường hợp này, kết cấu có thể được cắt bằng cách ứng dụng lực căng định trước được đưa vào phần ranh giới giữa ống dẫn 9 và ống tích hợp 8 trong bộ phận ống phun theo phương án thực hiện thứ nhất thể hiện trên các Fig.8.

Bước đóng cọc

Các Fig.11(b) và Fig.11(c) thể hiện dưới dạng sơ đồ bước đóng cọc tiếp sau bước chuẩn bị. Tốt hơn là thực hiện bước đóng cọc trên Fig.11(b) bằng phương pháp JV sử dụng tia nước. Đó là, cọc ống thép 1 được đóng vào nền đất ở đầu cọc bằng các rung động gây ra bởi búa rung 2 trong khi phun nước (được biểu hiện bởi ký hiệu W) từ lỗ phun 7. Tương tự với phương án thực hiện thứ nhất, trong việc đóng cọc ban đầu, tốt hơn là sử dụng nước; tuy nhiên, không loại trừ việc sử dụng vật liệu hóa rắn có thể chảy như hồ xi măng.

Như thể hiện trên Fig.11(c), cọc ống thép 1 được đóng cho đến khi đầu của nó đạt đến độ sâu thiết kế thứ nhất định trước D21. Độ sâu thiết kế thứ nhất D21 ở vị trí sâu hơn so với bề mặt giao thoa D0 của nền đất chịu lực với một khoảng cách định trước (ví dụ, khoảng gấp đôi đường kính của cọc 1).

Sau khi cọc ống thép 1 đạt đến độ sâu thiết kế thứ nhất D21 thể hiện trên Fig.11(c), lưu lượng tia nước được giảm đến lưu lượng không tải để hoàn thành việc đóng cọc. Búa rung 2 có thể được dừng, hoặc có thể tiếp tục hoạt động cho bước kéo lên tiếp theo.

Bước kéo lên

Tiếp theo, bước kéo lên trên Fig.11(d) được thực hiện. Đầu tiên, sau khi hoàn thành việc đóng cọc ban đầu trên Fig.11(c), nước được thay đổi thành vật liệu hóa rắn có thể chảy (thể hiện bởi ký hiệu C) như hồ xi măng. Trong trường hợp hồ xi măng, tỷ lệ nước-xi măng của hồ xi măng được thiết lập theo yêu cầu trong phạm vi, ví dụ, nằm trong khoảng từ 50% đến 150%. Sau đó, cọc ống thép 1 được cần cẩu cẩu lên cho đến khi đầu cọc ống thép 1 đạt đến độ sâu thiết kế thứ hai D22, nhờ các rung động gây ra bởi búa rung 2 trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy từ một đầu của lỗ phun 7. Độ sâu thiết kế thứ hai D22 là độ sâu định trước làm đầu phía trên của vữa phun bảo vệ chân. Độ sâu thiết kế thứ hai D22 là vị trí hơi nông so với, ví dụ, bề mặt giao thoa D0 của nền đất chịu lực một khoảng cách định trước (ví dụ, khoảng một lần đường kính của cọc 1).

Bước bảo vệ chân

Tiếp theo, thực hiện quá trình bảo vệ chân trên Fig.11(e). Cọc ống thép 1 được đóng xuống cho đến khi đầu cọc ống thép 1 đạt đến độ sâu thiết kế thứ ba D23 nhờ các rung động gây ra bởi búa rung 2 trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy từ đầu của lỗ phun 7. Độ sâu thiết kế thứ ba D23 nằm trong nền đất chịu lực và về cơ bản cùng vị trí với độ sâu thiết kế thứ nhất D21, ở ví dụ hơi sâu hơn, hoặc ở vị trí hơi nông hơn độ sâu thiết kế thứ nhất. Ví dụ, độ sâu thiết kế thứ ba D23 có thể ở vị trí sâu hơn bề mặt giao thoa D0 của nền đất chịu lực, ví dụ, khoảng một lần đường kính của cọc 1.

Bước bảo vệ chân trên Fig.11 có thể được thực hiện chỉ một lần hoặc thực hiện lặp lại. Khi bước bảo vệ chân được thực hiện lặp lại, sau khi cọc ống thép 1 được kéo lên lần nữa đến độ sâu thiết kế thứ hai D22 cùng với việc phun vật liệu hóa rắn có thể chảy và các rung động gây ra bởi búa rung, cọc ống thép 1 được đóng xuống độ sâu thiết kế thứ ba D23. Cụ thể, trong trường hợp nền đất cứng, tốt hơn là lặp lại bước bảo vệ chân bằng cách kéo lên và đóng xuống với số lần thích hợp. Bằng cách hóa rắn vật liệu hóa rắn có thể chảy, tạo ra vừa bảo vệ chân. Như mô tả trên đây, vừa bảo vệ chân đều mà không có bất kỳ thiếu hụt hoặc độ lệch nào được tạo ra bởi thiết bị ống phân phối theo sáng chế phun đều vật liệu hóa rắn có thể chảy theo đường tròn của cọc ống thép 1, theo cách đó cho phép phát huy khả năng chịu lực cần thiết của cọc.

Ở thời điểm hoàn thành bước bảo vệ chân trên Fig.11, đầu cọc ống thép 1 được đóng xuống độ sâu thiết kế thứ ba D23. Ở vị trí này, búa rung được dừng lại. Tốt hơn, bằng cách thực hiện việc phun vật liệu hóa rắn có thể chảy lần nữa ở vị trí này trong thời gian định trước, vừa phun bảo vệ chân có thể được tạo ra một cách đáng tin cậy. Sau khi kết thúc bước bảo vệ chân, búa rung được tháo ra.

Bước kéo vòi phun ra

Tiếp theo, thực hiện bước kéo vòi phun ra thể hiện trên các Fig.11(f) và Fig.11(g). Đầu tiên, bằng cách đặt lực căng định trước lên ống dẫn 9, lỗ phun 7 được tháo cùng với ống dẫn 9 từ cọc ống thép 1. Sau đó, trong khi nhấc bổng đầu phía trên của ống dẫn 9 bằng cần cẩu, lỗ phun 7 được kéo ra ở tốc độ định trước. Ở thời điểm này, lỗ phun 7 được kéo ra, trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy từ lỗ phun 7.

Tỷ lệ nước-xi măng và lưu lượng hồ xi măng làm vật liệu hóa rắn có thể chảy trong

bước kéo ra có thể được thiết lập là các giá trị khác nhau so với các giá trị này trong bước bảo vệ chân mô tả trên đây.

Khi đầu của lỗ phun 7 đạt đến độ sâu thiết kế thứ tư định trước D24, việc phun vật liệu hóa rắn có thể chảy được dừng lại. Độ sâu thiết kế thứ tư D24 là đầu phía trên của vữa ngoại biên của cọc, và là độ sâu xác định riêng trên thiết kế.

Sau đó, ống dẫn 9 và lỗ phun 7 được kéo ra hoàn toàn. Do vật liệu hóa rắn có thể chảy được hóa rắn, vữa ngoại biên được tạo ra. Cũng trong trường hợp này, do thiết bị ống phân phối theo sáng chế phun đều vật liệu hóa rắn có thể chảy vào chu vi của cọc ống thép 1, vữa ngoại biên đều mà không tạo ra bất kỳ thiếu hụt hoặc độ lệch nào, và có thể phát huy lực ma sát bề mặt cần thiết trong cọc.

Bước xử lý sau

Trong bước xử lý sau theo phương án thực hiện thứ hai, ngoài bước xử lý sau đã mô tả trong phương án thực hiện thứ nhất, việc làm sạch ống dẫn 9 đã thu hồi và lỗ phun 7 được thực hiện.

(5) Phương án thực hiện thứ ba của phương pháp thi công cọc

Fig.12(a) đến Fig.12(e) là sơ đồ thể hiện từng bước trong phương án thực hiện thứ ba của phương pháp thi công cọc. Trong các phần mô tả dưới đây của phương án thực hiện thứ ba, có một số trường hợp nơi các mô tả các yếu tố cấu thành giống với các phần mô tả các yếu tố này của phương án thực hiện thứ nhất được bỏ qua.

Bước chuẩn bị

Bước chuẩn bị thể hiện trên Fig.12(a) về cơ bản giống như đã mô tả trên Fig.7(a) trong phương án thực hiện thứ nhất mô tả trên đây.

Bước đóng cọc/bước phun vữa

Như thể hiện trên Fig.12(b), Fig.12(c), và Fig.12(d), trong phương án thực hiện thứ ba, bước phun vữa được thực hiện đồng thời ít nhất trong một phần của bước đóng cọc. Trong ví dụ đã minh họa, giai đoạn ban đầu của bước đóng cọc được thực hiện theo phương pháp JV sử dụng tia nước. Đó là, cọc ống thép 1 được đóng xuống nền ở đầu cọc bằng các rung động gây ra bởi búa rung 2 trong khi phun nước (thể hiện bởi ký hiệu W) từ lỗ phun 7 theo hướng đóng cọc. Phương án thực hiện này có thể được thực hiện

trong trường hợp nơi việc đóng cọc tương đối dễ dàng, ví dụ, nền đất đóng cọc tương đối mềm và không có bất kỳ chướng ngại vật nào bị chôn vùi.

Khi đầu cọc ống thép 1 đạt đến độ sâu thiết kế thứ nhất định trước D31, việc đóng cọc được dừng lại, và nước được đổi thành vật liệu hóa rắn có thể chảy như hồ xi măng (thể hiện bởi ký hiệu C). Trong trường hợp hồ xi măng, tỷ lệ nước-xi măng được thiết lập theo yêu cầu, ví dụ, nằm trong khoảng từ 50% đến 150%. Sau đó, như thể hiện trên Fig.12(c), cọc ống thép 1 được đóng xuống thêm nhờ các rung động gây ra bởi búa rung 2 trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy.

Như thể hiện trên Fig.12(d), cọc ống thép 1 được đóng xuống cho đến khi đầu của nó đạt đến độ sâu thiết kế thứ hai định trước D32. Độ sâu thiết kế thứ hai D32 là ở vị trí sâu hơn bề mặt giao thoa D0 của nền đất chịu lực với khoảng cách định trước (ví dụ, khoảng gấp đôi đường kính của cọc 1).

Sau khi cọc ống thép 1 đạt đến độ sâu thiết kế thứ hai D32 thể hiện trên Fig.12(d), việc phun vật liệu hóa rắn có thể chảy và búa rung 2 được dừng lại để hoàn thành việc đóng cọc.

Do vật liệu hóa rắn có thể chảy được hóa rắn, vữa ngoại biên được tạo ra. Cũng trong trường hợp này, do thiết bị ống phân phối theo sáng chế phun đều vật liệu hóa rắn có thể chảy vào xung quanh cọc ống thép 1, vữa ngoại biên đều mà không có bất kỳ độ hút hoặc độ lệch nào được tạo ra, và có thể phát huy lực ma sát bề mặt cần thiết trong cọc.

Mặc dù không thể hiện, như một hình thức sửa đổi của phương án thực hiện thứ ba, bước đóng xuống và bước phun vữa có thể được thực hiện đồng thời bằng cách phun vật liệu hóa rắn có thể chảy từ giai đoạn ban đầu của bước đóng xuống trên Fig.12(b) nhờ các rung động gây ra bởi búa rung 2. Cụ thể, hoạt động này là có thể khi nền đất gần với bề mặt đất là lớp đất mềm như đất cát hoặc đất dính.

Bước xử lý sau

Sau khi bước đóng xuống và bước phun vữa hoàn thành và việc phun vật liệu hóa rắn có thể chảy kết thúc, như thể hiện trên Fig.12(e), ống mềm áp suất cao 17 nối với bộ nối của ống dẫn 9 được tách ra, và bước xử lý sau giống như bước xử lý sau của phương án thực hiện thứ nhất mô tả trên đây được thực hiện.

(6) Kết luận

Phương pháp thi công cọc theo sáng chế bao gồm, như một hình thức phổ biến, bước chuẩn bị gắn nhiều bộ phận ống phun và búa rung vào cọc để nối ống dẫn của hệ thống thi công bao gồm thiết bị ống phân phối, và bước thi công bao gồm ít nhất một bước riêng đưa cọc di chuyển xuống hoặc lên nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun chất lỏng áp suất cao từ một đầu của bộ phận ống phun vào nền đất. Sáng chế không giới hạn ở các kết cấu của các phương án thực hiện tương ứng mô tả trên đây, và sáng chế có thể được sửa đổi thích hợp mà không tách rời phạm vi của sáng chế.

Danh sách số hiệu tham chiếu

- 1 cọc ống thép
- 2 búa rung
- 7 lỗ phun
- 8 ống tích hợp
- 8a phần đầu
- 8b phần nhánh
- 9 ống dẫn
- 10 xà lan cần cẩu
- 11 silo xi măng
- 12 trạm trộn
- 13 bể nước
- 14 thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao
- 15 ống mềm áp suất cao
- 16 thiết bị ống phân phối
- 16a vỏ
- 16b lỗ phun
- 16c lỗ xả
- 16d cần rung

16e tấm phân luồng

16f que khuấy

17 ống mềm áp suất cao

18A, 18B thiết bị chuyển đổi

19 lưu lượng kế

20 máy phát

21 bộ vận hành

22 cần cầu

23 bộ giám sát

24 máy toàn đạc

25 lăng kính

26 thiết bị quản lý thi công

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp thi công cọc bao gồm:

bước chuẩn bị để gắn nhiều bộ phận ống phun và búa rung vào cọc; và

bước thi công bao gồm ít nhất một bước riêng di chuyển cọc xuống và lên nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun chất lỏng áp suất cao từ các đầu của các bộ phận ống phun vào nền đất, trong đó:

trong bước chuẩn bị, một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao và thiết bị ống phân phối có không gian bên trong hình trụ được bố trí, một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao được nối tương ứng với một hoặc nhiều lỗ phun trong thiết bị ống phân phối, và mỗi một trong nhiều lỗ xả trong thiết bị ống phân phối được nối với mỗi một trong số các bộ phận ống phun,

trong bước thi công, chất lỏng áp suất cao được phun từ ít nhất một trong số các lỗ phun và chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số các lỗ xả trong khi duy trì trạng thái trong đó không gian bên trong của thiết bị ống phân phối được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao, và

về tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi một trong số các lỗ xả, độ chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa và tốc độ xả tối thiểu là bằng hoặc nhỏ hơn 5% của tốc độ xả tối đa.

2. Phương pháp thi công cọc theo điểm 1, trong đó trong thiết bị ống phân phối, sự liên kết giữa số lượng n lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính d_o của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liền kề, hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao, và tổng Q của các tốc độ xả tương ứng thỏa mãn công thức dưới đây.

biểu thức 1

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d} \right)^4}{\left(\frac{Q}{\nu L} \right)} \leq \frac{0,0039}{(n - 1,5)^3}$$

3. Phương pháp thi công cọc theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

chất lỏng áp suất cao là nước hoặc vật liệu hóa rắn có thể chảy, và bước thi công bao gồm:

bước đóng cọc xuống đến độ sâu thứ nhất thấp hơn bề mặt giao thoa của nền đất chịu lực bằng các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun nước,

bước kéo cọc lên đến độ sâu tương ứng với đầu phía trên đã thiết lập của vữa ngoại biên của cọc bởi ít nhất các rung động gây ra bởi búa rung, và

bước đóng lại cọc xuống đến độ sâu thứ hai thấp hơn bề mặt giao thoa của nền đất chịu lực trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy.

4. Phương pháp thi công cọc theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

chất lỏng áp suất cao là nước hoặc vật liệu hóa rắn có thể chảy, và bước thi công bao gồm:

bước đóng cọc xuống độ sâu thứ nhất thấp hơn bề mặt giao thoa của nền đất chịu lực nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun nước,

bước kéo cọc lên đến độ sâu tương ứng với đầu trên đã thiết lập của lớp bảo vệ chân, nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy,

bước đóng lại cọc xuống độ sâu thứ hai thấp hơn bề mặt giao thoa của nền đất chịu lực trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy, và

bước kéo bộ phận ống phun ra trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy.

5. Phương pháp thi công cọc theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

chất lỏng áp suất cao là nước hoặc vật liệu hóa rắn có thể chảy, và bước thi công bao gồm

bước đóng cọc xuống độ sâu thấp hơn bề mặt giao thoa của nền đất chịu lực nhờ các rung động gây ra bởi búa rung trong khi phun vật liệu hóa rắn có thể chảy.

6. Phương pháp thi công cọc theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó chất lỏng áp suất cao được uốn khúc bởi các tấm phân luồng được bố trí trong không gian bên trong của thiết bị ống phân phối.

7. Phương pháp thi công cọc theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó

chất lỏng áp suất cao được khuấy trộn bằng máy khuấy được bố trí trong không gian bên trong của thiết bị ống phân phối, hoặc chất lỏng áp suất cao được rung bởi cần rung được bố trí trong không gian bên trong.

8. Phương pháp thi công cọc theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó:

thiết bị quản lý thi công,

thu dữ liệu chiều cao thẳng đứng của cọc liên tục được truyền từ máy toàn đạc theo dõi lăng kính gắn vào búa rung, và dữ liệu lưu lượng chất lỏng áp suất cao được truyền tương ứng liên tục từ lưu lượng kế gắn vào mỗi một trong số các cổng cung cấp của một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, và

so sánh dữ liệu chiều cao thẳng đứng đã thu được của cọc và dữ liệu lưu lượng đã thu được của chất lỏng áp suất cao với dữ liệu kế hoạch thực hiện để điều chỉnh tốc độ di chuyển của cọc trong mỗi bước riêng bao gồm trong bước thi công, chuyển đổi nước và vật liệu hóa rắn có thể chảy, hoặc tốc độ xả của chất lỏng áp suất cao trên cơ sở thời gian thực.

9. Phương pháp thi công cọc theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó:

bộ phận ống phun bao gồm:

ống dẫn được nối với thiết bị ống phân phối,

ống tích hợp có một đầu được nối với ống dẫn, và đầu kia được phân nhánh thành nhiều đầu, và

nhiều lỗ phun được nối với mỗi một trong số các đầu còn lại được phân nhánh của thiết bị ống phân phối.

10. Thiết bị ống phân phối sử dụng trong phương pháp thi công cọc bao gồm ít nhất một bước đóng cọc được gắn với nhiều bộ phận ống phun trong khi phun chất lỏng áp suất cao từ mỗi đầu của các bộ phận ống phun, trong đó:

thiết bị ống phân phối bao gồm không gian bên trong hình trụ, một hoặc nhiều lỗ phun được nối tương ứng với một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, và nhiều lỗ xả được nối tương ứng với mỗi một trong số các bộ phận ống phun,

trong khi thi công cọc, chất lỏng áp suất cao được phun vào thiết bị ống phân phối từ ít nhất một trong số các lỗ phun và chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số

các lỗ xả trong khi thiết bị ống phân phối được duy trì ở trạng thái trong đó không gian bên trong của nó được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao, và

về các tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao xả từ mỗi một trong số các lỗ xả, độ chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa và tốc độ xả tối thiểu bằng hoặc nhỏ hơn 5% tốc độ xả tối đa.

11. Thiết bị ống phân phối theo điểm 10, trong đó trong thiết bị ống phân phối, sự liên quan giữa số lượng n của lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liền kề, hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao, và tổng Q của các tốc độ xả tương ứng thỏa mãn công thức dưới đây.

biểu thức 2

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d}\right)^4}{\left(\frac{Q}{\nu L}\right)} \leq \frac{0,0039}{(n - 1,5)^3}$$

12. Phương pháp thiết kế thiết bị ống phân phối sử dụng trong phương pháp thi công cọc bao gồm ít nhất một bước đóng cọc được gắn với nhiều bộ phận ống phun trong khi phun chất lỏng áp suất cao từ mỗi đầu của các bộ phận ống phun, thiết bị ống phân phối bao gồm không gian bên trong hình trụ, một hoặc nhiều lỗ phun được nối tương ứng với một hoặc nhiều thiết bị cung cấp chất lỏng áp suất cao, và nhiều lỗ xả được nối tương ứng với mỗi một trong số các bộ phận ống phun, và trong khi thi công cọc, chất lỏng áp suất cao được phun vào thiết bị ống phân phối từ ít nhất một trong số các lỗ phun và chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số các lỗ xả trong khi thiết bị ống phân phối được duy trì ở trạng thái trong đó không gian bên trong của nó được làm đầy bằng chất lỏng áp suất cao, trong đó:

khi một hoặc nhiều tham số của số lượng n của lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liền kề, và hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao được thay đổi tương ứng trước, các tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong

số các lỗ xả được tính toán cho mỗi trường hợp, bằng cách chỉ định tổng của các tốc độ xả tương ứng là Q ,

về các tốc độ xả của nhiều chất lỏng áp suất cao được xả từ mỗi một trong số các lỗ xả, α , β , và δ trong công thức dưới đây được thiết lập sao cho độ chênh lệch giữa tốc độ xả tối đa và tốc độ xả tối thiểu là bằng hoặc nhỏ hơn tỷ lệ định trước của tốc độ xả tối đa, và

thiết bị ống phân phối được thiết kế sao cho mối quan hệ giữa số lượng n của lỗ xả, đường kính d của không gian bên trong, đường kính do của lỗ xả, hệ số lưu lượng Λ của lỗ xả, khoảng cách L giữa hai lỗ xả liền kề, hệ số độ nhớt động lực ν của chất lỏng áp suất cao, và tổng Q của các tốc độ xả tương ứng thỏa mãn công thức dưới đây.

biểu thức 3

$$\frac{\left(\sqrt{\Lambda} \times \frac{d_o}{d}\right)^4}{\left(\frac{Q}{\nu L}\right)} \leq \frac{\delta}{(n - \alpha)^\beta}$$

FIG. 1

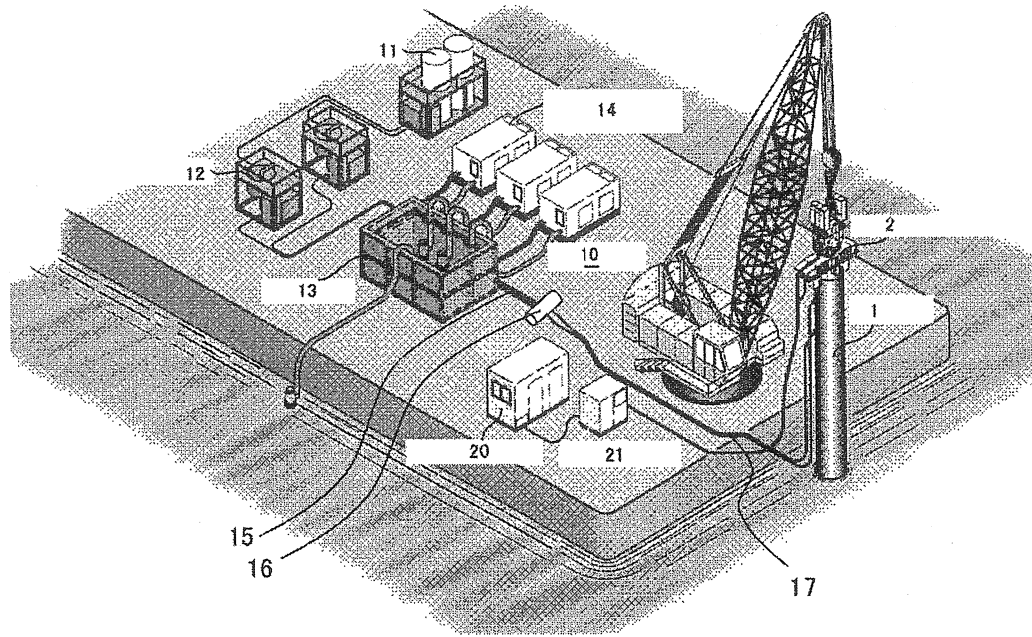


FIG. 2

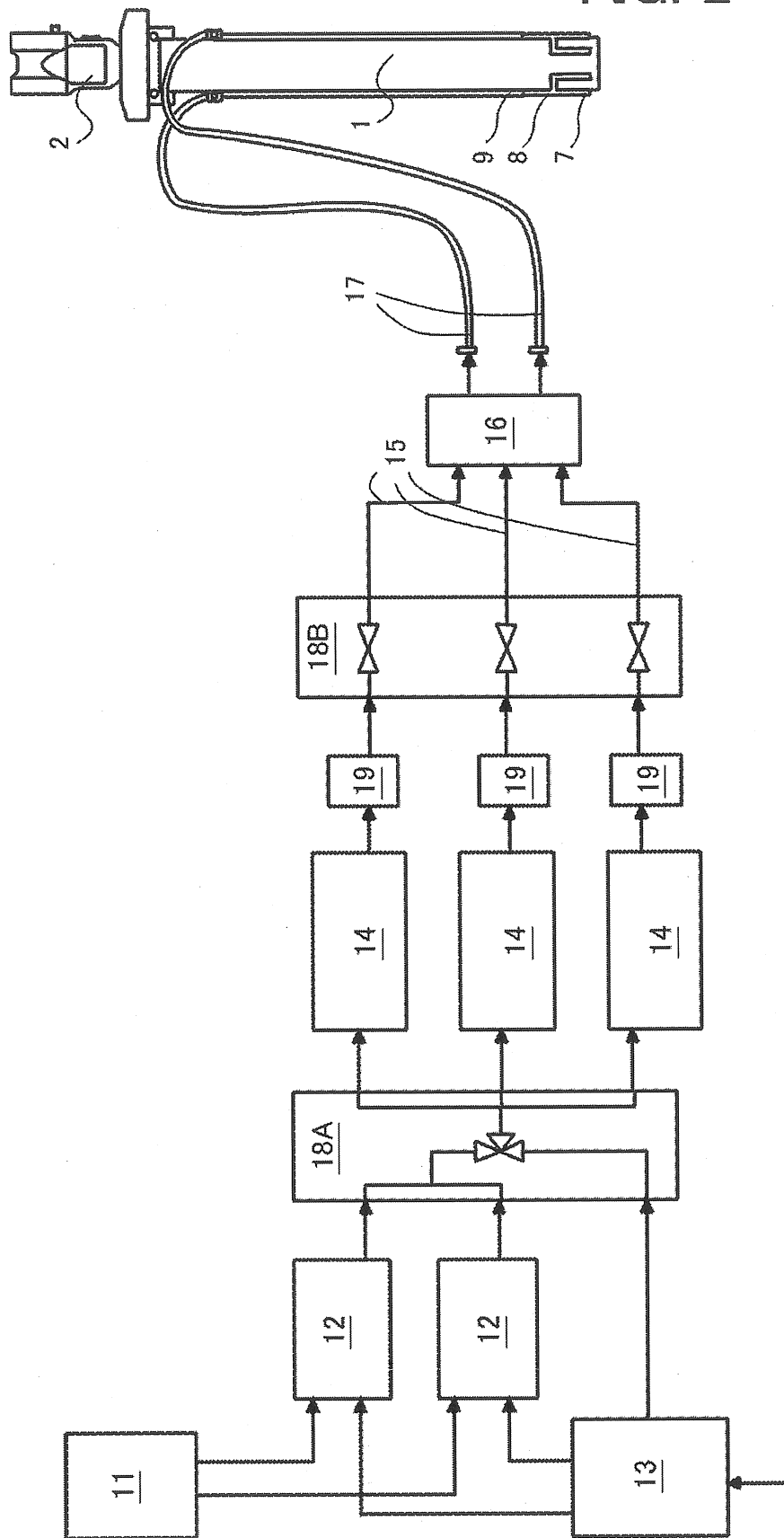


FIG. 3

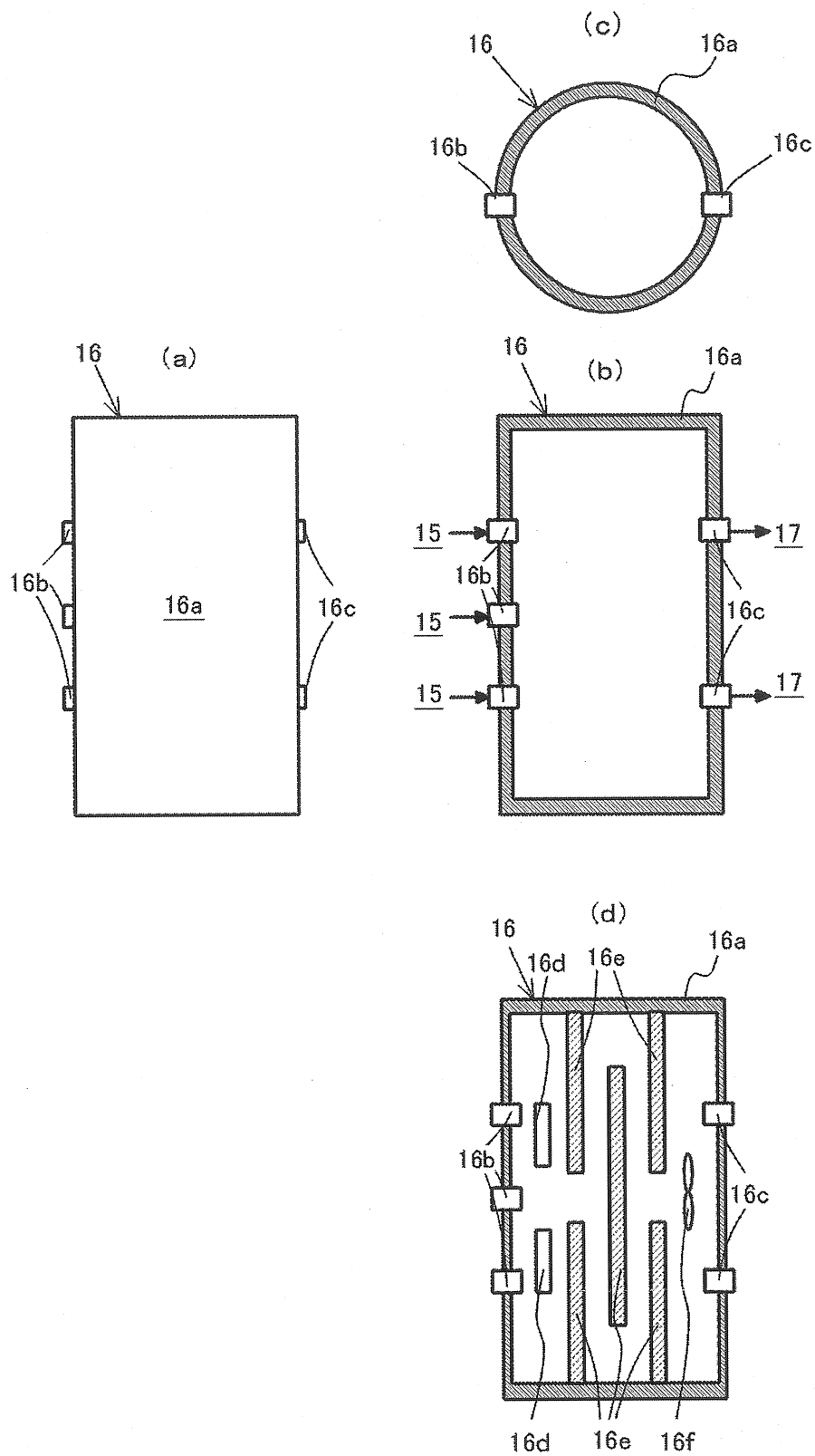


FIG. 4

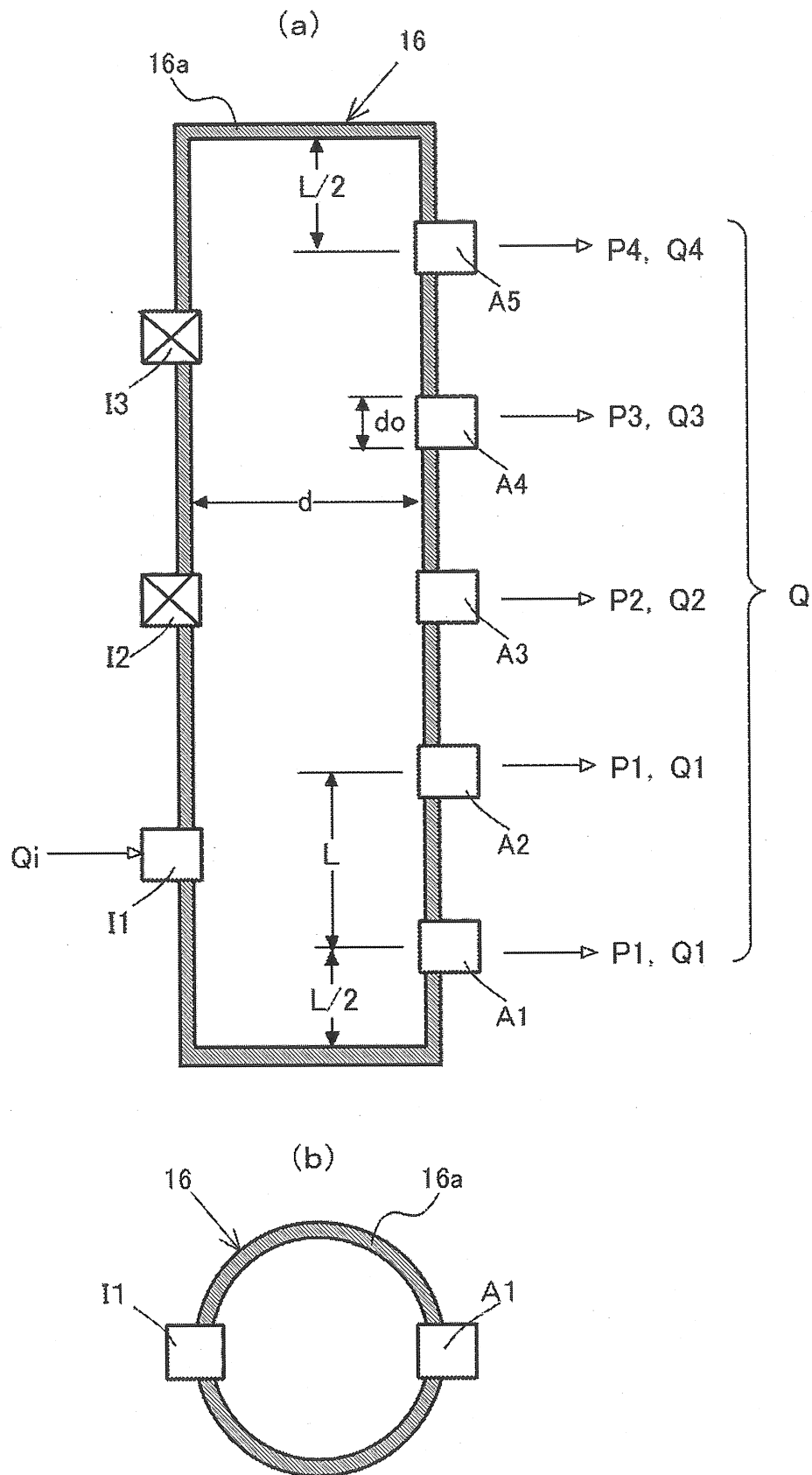


FIG. 5

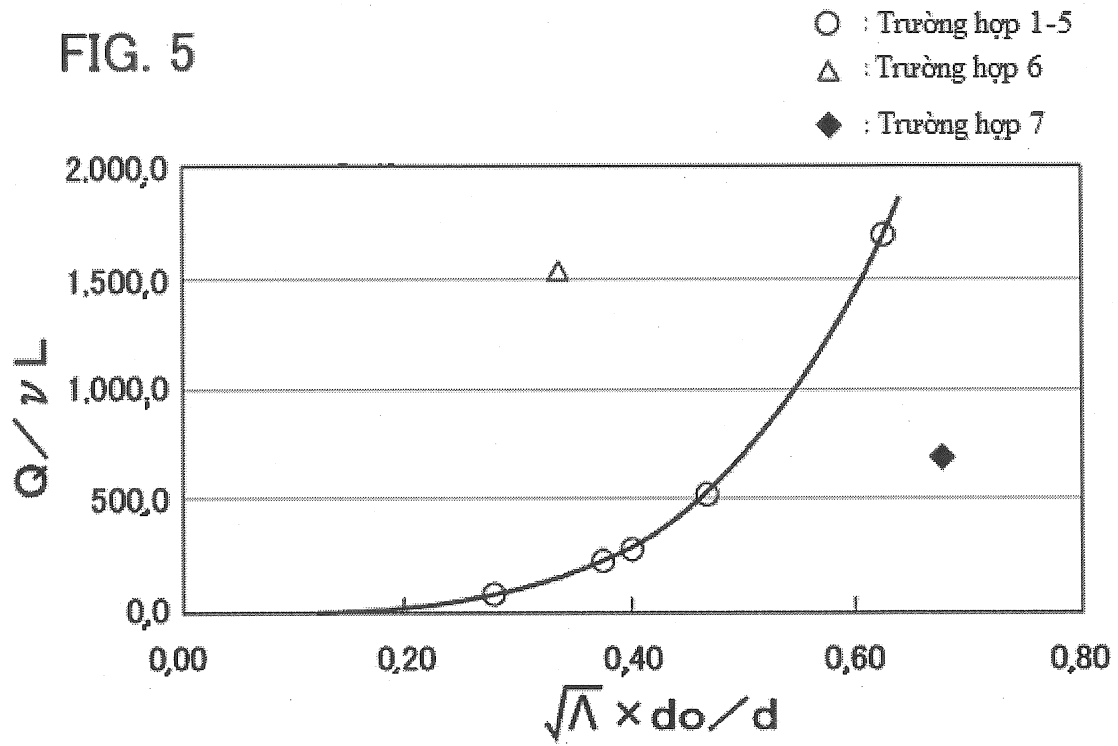


FIG. 6

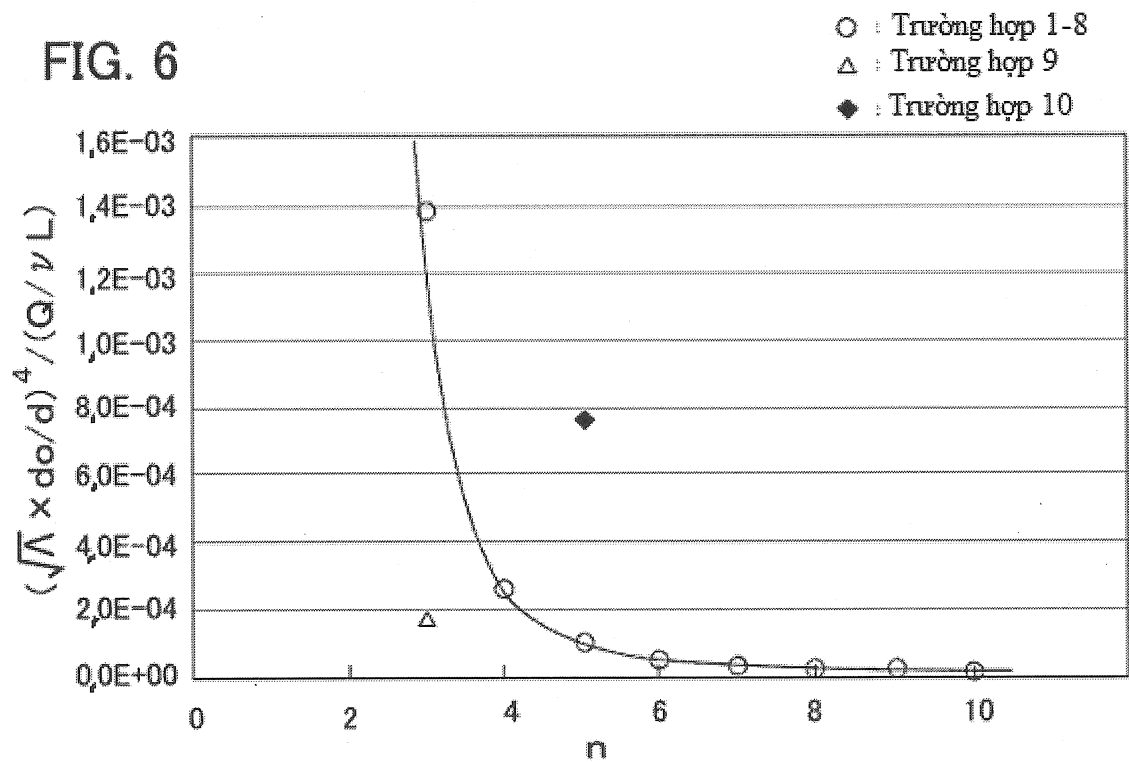


FIG. 7

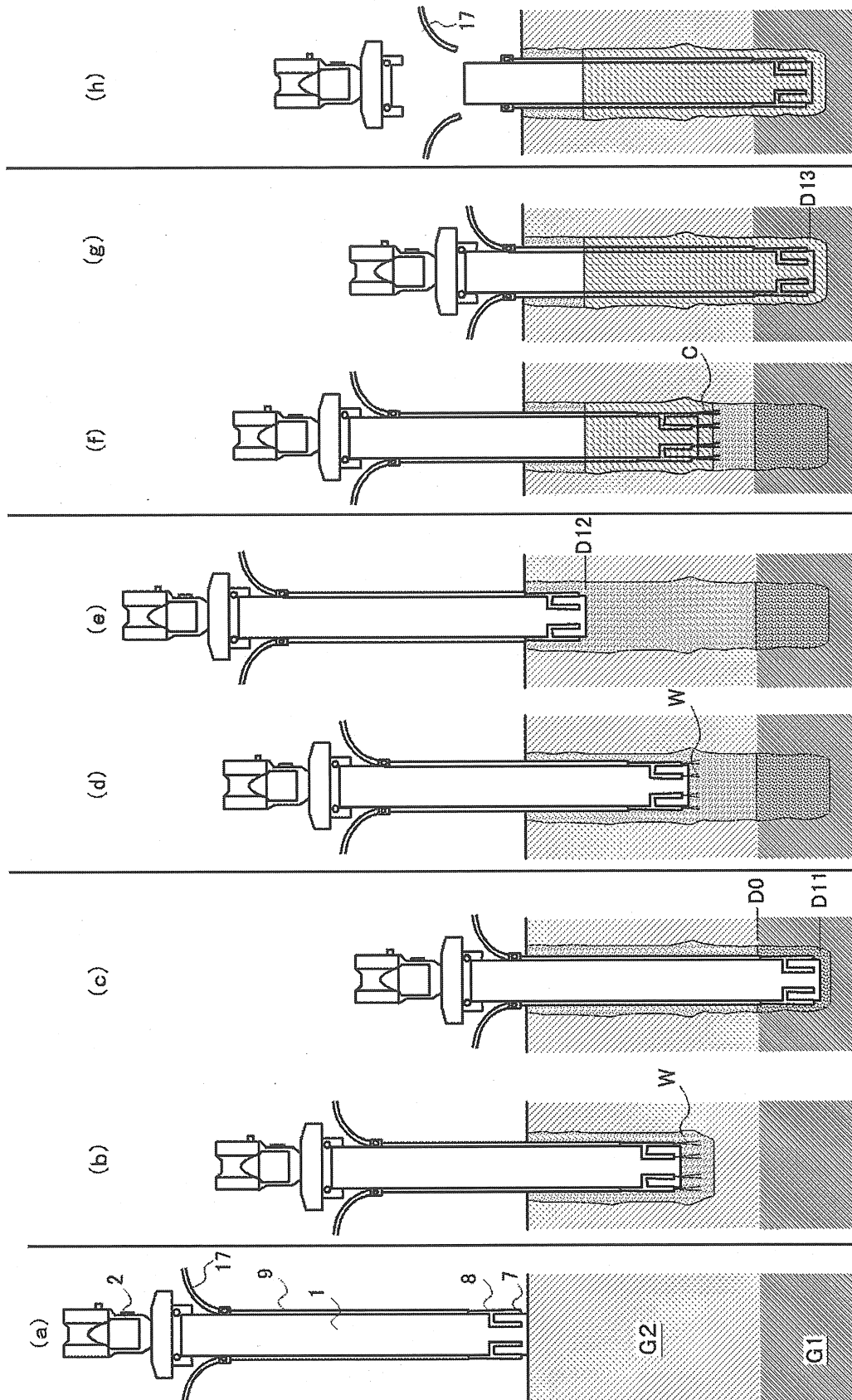
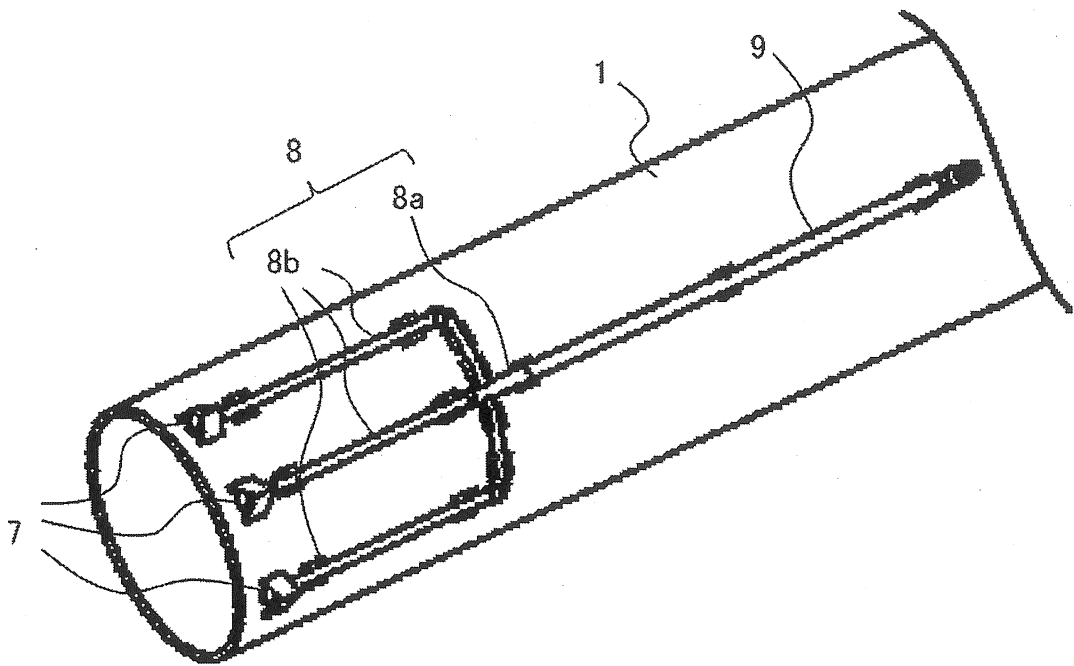


FIG. 8

(a)



(b)

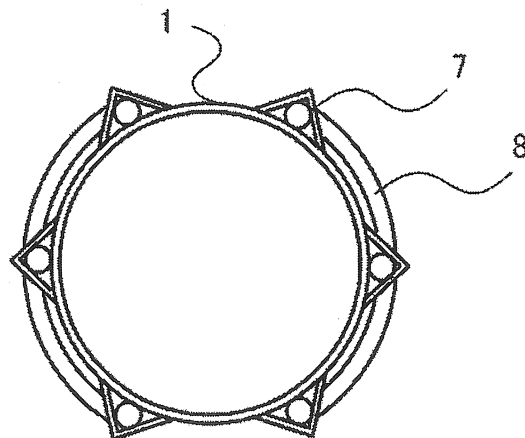


FIG. 9

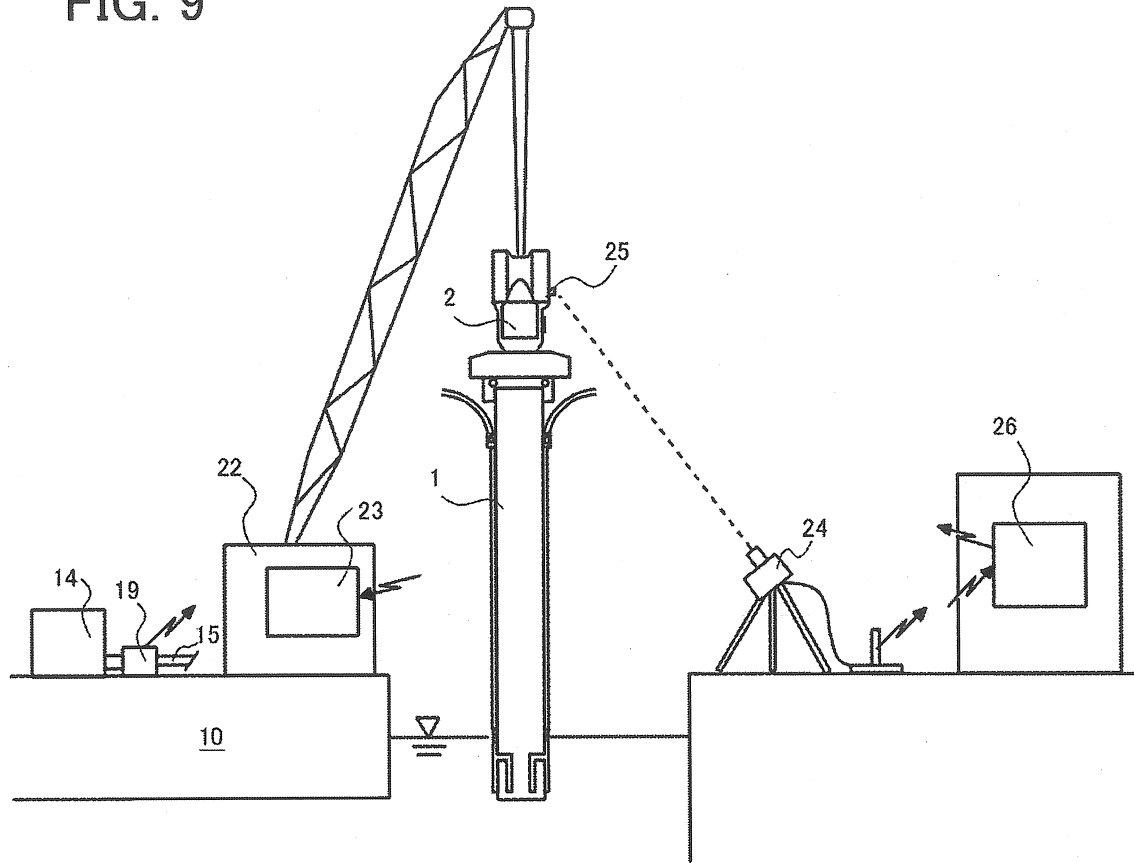


FIG. 10

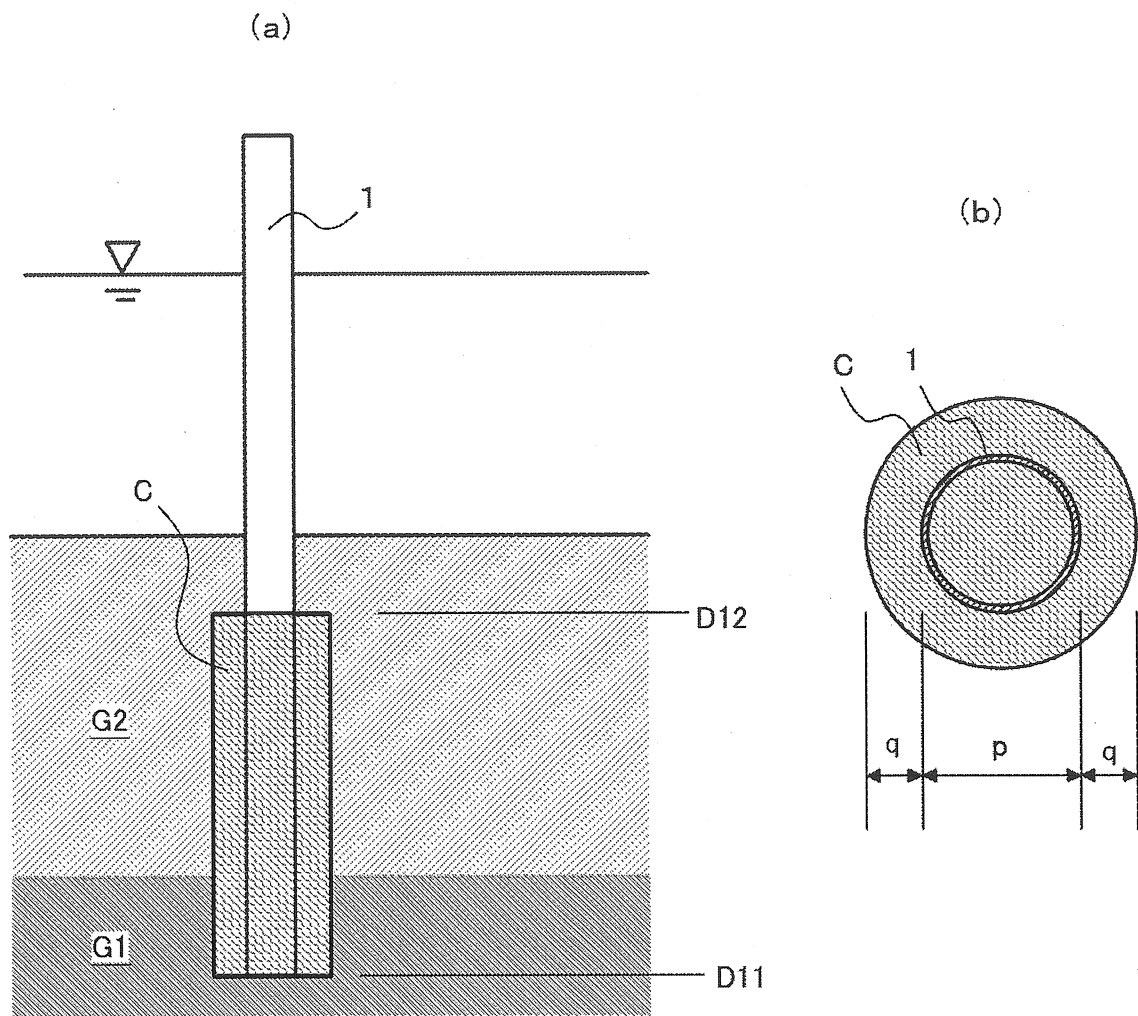


FIG. 11

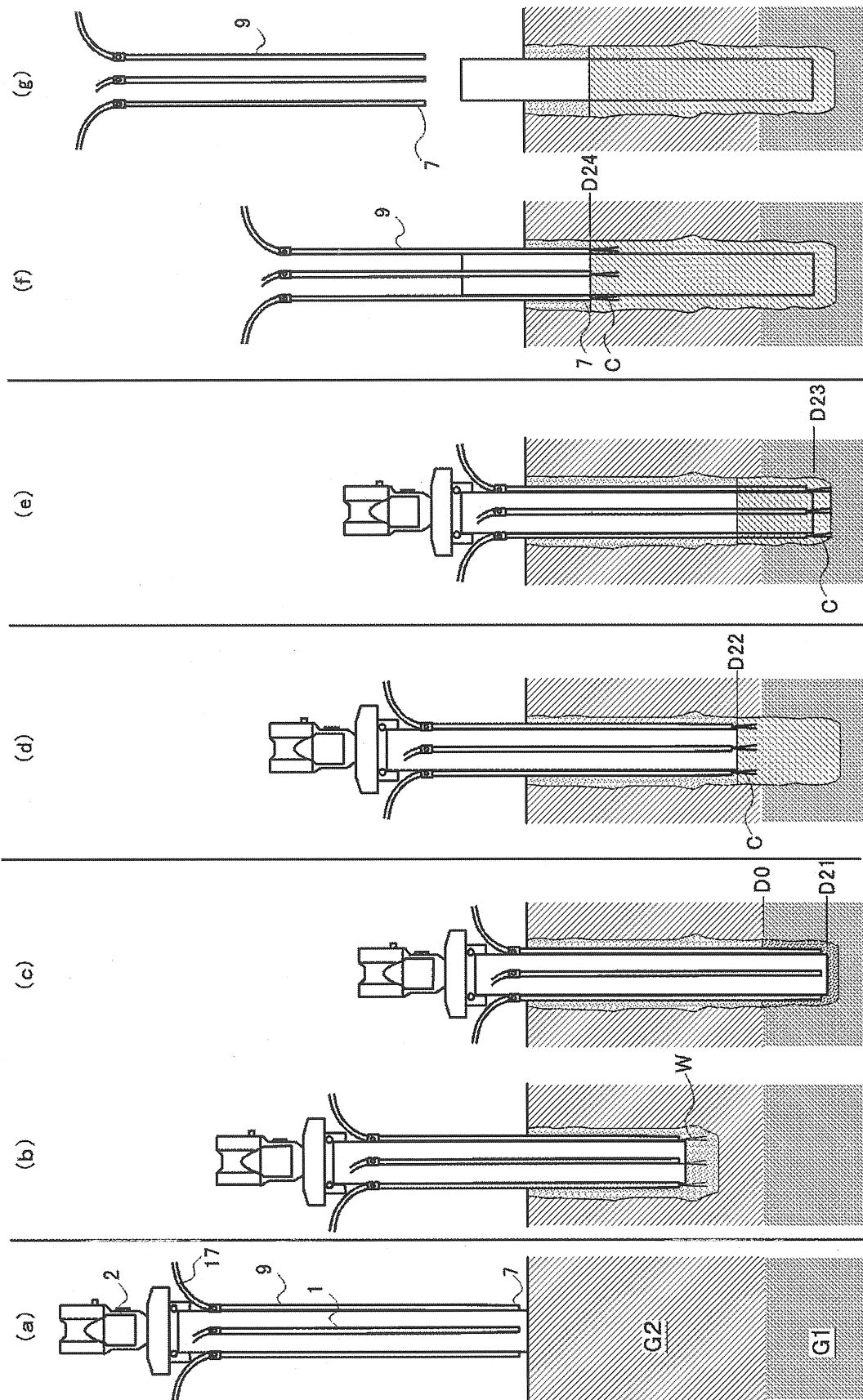


FIG. 12

