



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

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

(11)



1-0030565

(51)^{2016.01} E21D 9/01; E21D 11/10; E21D 11/12; (13) B
E21D 20/02; E21D 9/00; E21D 11/00;
E21D 13/00

(21) 1-2018-01068

(22) 23/11/2016

(86) PCT/KR2016/013542 23/11/2016

(87) WO/2017/090975 01/06/2017

(30) 10-2015-0165207 25/11/2015 KR

(45) 25/12/2021 405

(43) 27/08/2018 365A

(73) 1. HYUN ENGINEERING AND CONSTRUCTION CO., LTD. (KR)

Rm 925, #358-39 Hosu-ro, Ilsandong-gu, Koyang-city, Gyeonggi-do 10449,
Republic of Korea

2. SEO, Dong-hyun (KR)

Rm 606, Kolon Digital Tower Aston, 212 Kasan digital-1ro, kumchun-gu, Seoul-city
08502, Republic of Korea

3. SEO, Min-kyu (KR)

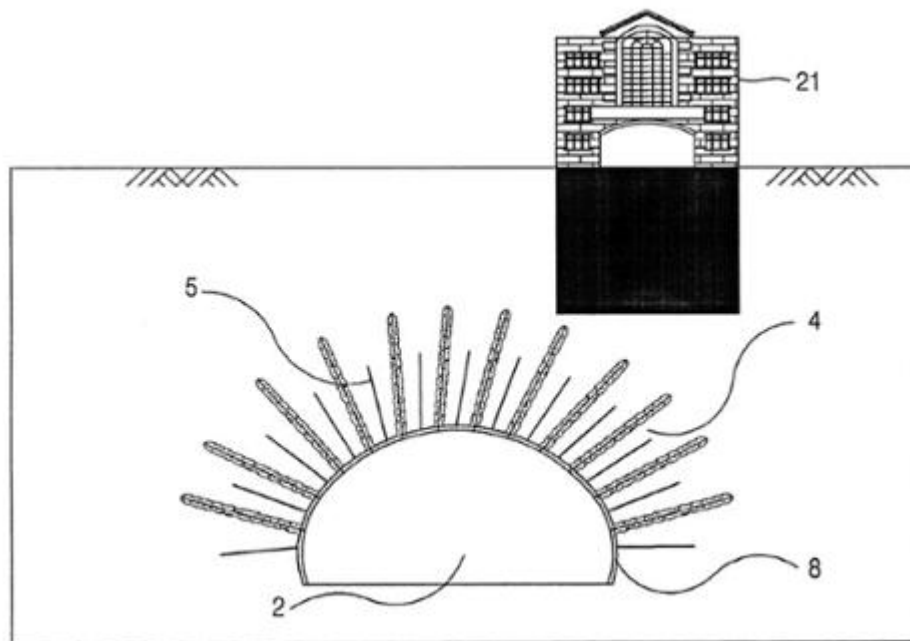
Rm 606, Kolon Digital Tower Aston, 212 Kasan digital-1ro, kumchun-gu, Seoul-city
08502, Republic of Korea

(72) SEO, Dong-hyun (KR); SEO, Min-kyu (KR).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK
CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐÀO ĐƯỜNG HÀM

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đào đường hầm, và cụ thể là phương pháp đào đường hầm bằng cách lắp đặt chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau tương ứng theo cách xen kẽ hoặc bằng cách lắp đặt chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau tương ứng theo cách xen kẽ, và thiết bị dùng trong phương pháp này. Phương pháp đào đường hầm này bao gồm các bước: đào đường hầm thử nghiệm trong đường hầm chính cần thi công; tạo ra các lỗ khoan theo hướng kính từ bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm đến đầu mũi của chi tiết chống trước của đường hầm chính ở nhiều vị trí trong đường hầm thử nghiệm để lắp đặt chi tiết chống trước; luồn chi tiết chống trước vào các lỗ khoan và tiến hành phun vữa và hóa rắn để cố định chi tiết chống trước; đào đường hầm theo các giai đoạn theo hướng chiều dọc dọc theo đường đào của đường hầm chính và phun bê tông phun sơ cấp lên bề mặt đào của đường hầm chính trong đường hầm chính; lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước trên đường hầm chính mà được phun sơ cấp bê tông phun; và liên kết các chi tiết chống trước và chi tiết chống sau bằng chi tiết chống kiểu tấm.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp đào đường hầm, và cụ thể hơn đề cập đến phương pháp đào đường hầm bao gồm việc lắp đặt chi tiết chống trước bên trong hoặc chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau, và thiết bị dùng cho phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, đường hầm yếu về kết cấu nếu đất ban đầu mềm hoặc chiều rộng của đường hầm là lớn. Theo phương pháp đào đường hầm mới của Úc hiện có (NATM) dưới dạng một trong số các phương pháp khác nhau để khắc phục vấn đề này, việc đào liên tiếp nhiều giai đoạn được thực hiện, và việc lắp đặt chi tiết chống được thực hiện ở mọi giai đoạn của quá trình đào liên tiếp.

Theo phương pháp như vậy, vì việc xử lý phức tạp và đường hầm ở trạng thái không được chống từ khi bắt đầu đào, nên có nguy cơ sập đường hầm, bởi vậy có thể nói rằng đây là phương pháp rất nguy hiểm về mặt an toàn.

Để tăng diện tích tạo vòm vùng trong đường hầm tiết diện lớn có tiết diện ngang rất lớn, cả bu lông neo làm bằng dây thép dài và bu lông gắn trong đá ngấn đã được lắp đặt, nhưng vì không có khái niệm chống trước, nên cần đến phương pháp phụ trợ để khắc phục trạng thái không được chống ở thời điểm đào.

Dưới dạng phương pháp để khắc phục vấn đề này, một phương pháp liên quan đến đường hầm có chống trước bên ngoài trong đó khi độ dày lớp phủ đất là mỏng, chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt trước tiên về phía đường hầm từ mặt đất và đường hầm chính được đào, và đường hầm thử nghiệm được đào trước tiên trong đường hầm chính, các chi tiết chống trước bên trong được lắp đặt ở các vị trí trong đường hầm thử nghiệm, và tiếp đó đường hầm chính được đào cho đến đường đào, đã được phát triển.

Phương pháp này có lợi bởi vì đường hầm không ở trạng thái không được chống, và sau khi chống trước, việc đào có thể được thực hiện để chiều dài đào một lần là dài ở mặt đường hầm. Tuy nhiên, trong trường hợp chống trước bên ngoài, khi độ dày lớp phủ đất là dày, chiều dài khoan là dài, do vậy chi phí thi công tăng, và khó thực hiện một cách thích hợp việc gia cường từ mặt đất đáp ứng sự thay đổi của lớp đất theo độ

dày của lớp đất phủ. Trong trường hợp của phương pháp chống trước bên trong, các lỗ được khoan trong đất nguyên thủy của đường hầm thử nghiệm qua bề mặt đào dự tính của đường hầm chính về phía bề mặt đào của đường hầm theo độ dài cần thiết để làm ổn định đường hầm bằng cách sử dụng máy khoan có khả năng khoan lỗ dài ở bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm, và chi tiết chống trước cần được đẩy vào lỗ khoan của đất nguyên thủy của đường hầm chính để được cố định và lắp đặt. Do đó, trong đường hầm có tiết diện rất lớn, độ dài của lỗ để lắp đặt chi tiết chống trước là dài, số lượng lỗ là lớn, và các lỗ cần được khoan dày đặc ở bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm, bởi vậy đất nguyên thủy của đường hầm thử nghiệm gần với bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm bị tổn hại quá mức, do vậy độ ổn định của đường hầm thử nghiệm bị giảm, và không có tính kinh tế về mặt chi phí.

Dưới dạng phương pháp để giải quyết vấn đề nêu trên, khi lắp đặt các chi tiết chống trước bên ngoài, phương pháp lắp đặt số lượng tối thiểu chi tiết chống trước bên ngoài, và lắp đặt một cách thích hợp các chi tiết chống sau khi kiểm tra đất của bề mặt đào trong đường hầm dưới dạng gia cường một phần có thể được sử dụng, và khi lắp đặt các chi tiết chống trước bên trong, phương pháp giảm thiểu số lượng chi tiết chống trước bên trong và lắp đặt bổ sung các chi tiết chống ở bề mặt đào của đường hầm chính có thể được sử dụng, vì các lỗ được khoan từ đường hầm thử nghiệm đến đường hầm chính biến mất, nhờ các phương pháp như vậy, độ an toàn của đường hầm thử nghiệm có thể được đảm bảo, việc xử lý có thể được giảm, và đường hầm kính tế hơn có thể được tạo ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp đào đường hầm sử dụng chi tiết chống trước và chi tiết chống sau, có thể đảm bảo hiệu quả kinh tế kết cấu bằng cách lắp đặt các chi tiết chống trong khi phân bố một cách hiệu quả ứng suất gia tăng khi đến bề mặt đào của đường hầm chính bằng cách lắp đặt các chi tiết chống trước sau khi đào đường hầm chính và lắp đặt bổ sung các chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống, và tạo ra hiệu quả kinh tế bằng cách giảm số chi tiết chống trước bên trong đó chi phí lắp đặt là rất đắt, và thiết bị dùng cho nó.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp đào đường hầm sử dụng chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau bao gồm các bước: đào đường hầm thử nghiệm trong đường hầm chính cần được thi công; tạo ra lỗ khoan theo hướng kính từ bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm đến đầu mũi của chi tiết chống trước bên trong

của đường hầm chính ở nhiều vị trí trong đường hầm thử nghiệm để lắp đặt chi tiết chống trước bên trong; luôn chi tiết chống trước bên trong vào lỗ khoan, và tiến hành phun vữa và thực hiện hóa rắn để cố định chi tiết chống trước bên trong; đào đường hầm thử nghiệm theo các giai đoạn theo chiều dọc dọc theo đường đào của đường hầm chính và phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào của đường hầm chính trong đường hầm chính; lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên trong trên bề mặt đào của đường hầm chính mà bê tông phun được phun sơ cấp lên đó; và liên kết chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau với chi tiết chống kiểu tấm.

Trong quá trình lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên trong trong bề mặt đào của đường hầm chính mà bê tông phun được phun sơ cấp lên đó, chi tiết chống sau có thể được lắp đặt giữa chi tiết chống trước bên trong ở phần trần 17 của đường hầm chính, và trong các phần thành bên 18 của đường hầm chính, chỉ chi tiết chống sau có thể được lắp đặt.

Phương pháp đào đường hầm có thể còn bao gồm các bước: bố trí lệch tâm và đào đường hầm thử nghiệm trong đường hầm chính để bề mặt đào dự tính của đường hầm chính và bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm được đặt cách nhau càng nhiều càng tốt và thực hiện bước chống để đảm bảo độ an toàn kết cấu; lắp đặt chi tiết chống trước bên trong trong đất nguyên thủy của đường hầm chính từ đường hầm thử nghiệm mà được lắp đặt lệch tâm; và lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên trong trong bề mặt đào của đường hầm chính mà bê tông phun được phun sơ cấp lên đó sau khi đào đường hầm chính.

Trong quá trình luôn và lắp đặt chi tiết chống trước bên trong trong lỗ khoan, chi tiết chống trước bên trong có thể được lắp với cỡ chặn để ngăn ngừa sự trượt trong lỗ khoan, ống xả và ống phun có thể được gắn với mặt bên của chi tiết chống trước bên trong, bộ phận chèn để phun vữa được tạo áp có thể được lắp ở đầu mũi của chi tiết chống trước bên trong ở phía trong của đường hầm, chi tiết chống trước bên trong có thể được luôn vào lỗ khoan dùng cho chi tiết chống trước bên trong trong đất nguyên thủy của đường hầm chính từ đường hầm thử nghiệm bằng cách liên kết ống liên kết với chi tiết chống trước bên trong để một phần đầu của chi tiết chống trước bên trong được lộ ra một phần để được liên kết với chi tiết chống kiểu tấm ở bề mặt đào dự tính của đường hầm chính, và tiếp đó ống liên kết có thể được loại bỏ, và bộ phận chèn có thể được giãn để tiến hành phun vữa và thực hiện hóa rắn để nhờ đó liên kết chi tiết chống trước bên trong với chi tiết chống kiểu tấm.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp đào đường hầm sử dụng chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau bao gồm các bước: lắp đặt các chi tiết chống trước bên ngoài bằng cách khoan các lỗ từ mặt đất về phía tiết diện ngang và các phần phía bên ngoài các thành bên của tiết diện ngang của đường hầm chính 2 ở nhiều vị trí trước trước khi đào đường hầm, luồn các chi tiết chống trước bên ngoài, và tiến hành phun vữa;

đào đường hầm theo các giai đoạn theo chiều dọc dọc theo đường đào dự tính của đường hầm chính 2 và phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào của đường hầm chính; và

lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên ngoài trong bề mặt đào của đường hầm chính mà bê tông phun được phun sơ cấp lên đó trong đường hầm chính; và

liên kết chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau với chi tiết chống kiểu tấm

Trong quá trình lắp đặt các chi tiết chống trước bên ngoài từ mặt đất về phía tiết diện ngang và các phần phía bên ngoài các thành bên của tiết diện ngang của đường hầm chính trong bề mặt đào của đường hầm chính khi thực hiện việc đào liên tiếp theo độ dài đào thiết kế, các chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng lắp đặt ở phía bên ngoài các phần thành bên bên trái và bên phải của đường hầm có thể được lắp đặt sâu hơn so với mức đáy của đường hầm để ngăn ngừa sự nâng lên của đáy.

Trong quá trình lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên ngoài trong bề mặt đào của đường hầm, chi tiết chống sau có thể được lắp đặt ở phần không được chống do chướng ngại vật.

Phương pháp đào đường hầm có thể có còn bao gồm các bước, trong quá trình lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên trong trong bề mặt đào của đường hầm chính mà bê tông phun được phun sơ cấp lên đó trong đường hầm chính, lắp đặt liên tục lồng thép gia cường được tạo ra bởi thanh thép trên chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau, và đặt tấm đỡ trên chi tiết chống trước bên trong xuyên qua lồng thép gia cường và xiết chặt neo để ép và cố định lồng thép gia cường; và phun bê tông phun vào lồng thép gia cường.

Phương pháp đào đường hầm có thể có còn bao gồm các bước: đào dọc theo đường đào của đường hầm chính cần được thi công và lắp đặt chi tiết thoát nước trên bề mặt đào; và phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào sau đặt lắp đặt chi tiết thoát nước.

Chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau có thể được cố định với đất nguyên thủy của đường hầm chính bằng cách luồn chi tiết chống trước bên trong sau khi khoan lỗ, và tiếp đó tiến hành phun vữa được tạo áp để tạo ra đồng thời tác dụng chống đỡ đất nguyên thủy và tác dụng chống thấm.

Độ sâu lớp phủ đất có thể được thay thế bằng vật liệu gia cường nhân tạo và chi tiết chống trước bên ngoài có thể được lắp đặt từ độ sâu lớp phủ đất đã thay thế đến tiết diện ngang của đường hầm chính và phía bên ngoài tiết diện ngang của đường hầm chính, trong trường hợp trong đó độ sâu lớp phủ đất của đường hầm chính là mỏng và đất của đường hầm chính là mềm.

Chi tiết chống sau có độ dài ngắn hơn hoặc đường kính nhỏ hơn so với chi tiết chống trước bên trong có thể được sử dụng.

Lông thép gia cường có thể được sản xuất ở dạng lưới, hoặc khoảng cách giữa các thanh thép trên và thanh thép dưới có thể được tạo ra ở dạng giàn.

Chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau có thể được lắp đặt trong đường hầm hoặc chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau có thể được lắp đặt trong đường hầm.

Mô tả văn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh, dấu hiệu và ưu điểm nêu trên và khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

FIG.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng đường hầm thử nghiệm 3 được bố trí trong đất nguyên thủy 1 và đường hầm chính 2 trong phương pháp đào đường hầm.

FIG.2 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt trong đất nguyên thủy của đường hầm chính từ đường hầm thử nghiệm.

FIG.3 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện phần trần 17 trong đó chi tiết chống sau 5 được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước và các phần thành bên 18 trong bề mặt đào của đường hầm chính, sau khi thực hiện việc đào giữa bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm và bề mặt đào của đường hầm chính theo sáng chế.

FIG.4 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện rằng đường hầm thử nghiệm được đào trong đất nguyên thủy.

FIG.5 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện trạng thái trong đó chi tiết chống trước được lắp đặt trong đất nguyên thủy của đường hầm chính từ đường hầm thử nghiệm để chi tiết chống trước được lộ ra ở bề mặt đào của đường hầm chính.

FIG.6A là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện rằng đường hầm chính được đào và chi tiết chống sau được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước theo chiều dọc, sau khi lắp đặt chi tiết chống trước từ đường hầm thử nghiệm; và FIG.6B là hình vẽ chi tiết được phóng to của thân kết hợp được tạo cấu hình bằng các chi tiết chống trước và các chi tiết chống sau.

FIG.7 là hình vẽ thể hiện trạng thái trong đó việc lắp đặt chi tiết chống trước và chi tiết chống sau và việc lắp đặt lớp lót được hoàn tất.

FIG.8 là hình vẽ thể hiện trạng thái trong đó khi có chướng ngại vật đáng kể như công trình hoặc móng cầu bên ngoài đường hầm, sự dịch chuyển cần được giảm thiểu, đường hầm thử nghiệm được bố trí lệch tâm trong đường hầm chính để bề mặt đào dự tính của đường hầm chính mà chướng ngại vật liên kề với đó và bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm được đặt cách nhau càng nhiều càng tốt.

FIG.9 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái trong đó chi tiết chống trước được lắp đặt trong đất nguyên thủy của đường hầm chính từ đường hầm thử nghiệm mà được bố trí lệch tâm trong khi được đặt cách khỏi vị trí của chướng ngại vật.

FIG.10 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái đào đường hầm chính.

FIG.11 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái trong đó bê tông phun được phun sơ cấp ở trạng thái đào lên bề mặt đào của đường hầm chính, chi tiết chống sau được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước, lắp đặt tấm đỡ hoặc lồng thép gia cường và tấm đỡ, và phun bê tông phun dưới dạng hoàn thiện.

FIG.12 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái trong đó việc lắp đặt lớp lót được hoàn tất trên FIG.11.

FIG.13A là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái trong đó chi tiết chống trước được luồn vào lỗ khoan của đường hầm chính; và FIG.13B là hình vẽ chi tiết được phóng to của chi tiết chống trước đã luồn được bao quanh bởi cữ chặn.

FIG.14 là biểu đồ ứng suất của đất nguyên thủy thể hiện rằng khi đào đường hầm chính, ứng suất tác dụng vào đất nguyên thủy lớn nhất ở bề mặt đào, và được giảm dần về phía phía bên ngoài từ bề mặt đào.

FIG.15 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt, đường hầm chính được đào, và tiếp đó chi tiết chống sau được lắp đặt trong bề mặt đào trong đường hầm.

FIG.16 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện trạng thái trong đó chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt, đường hầm chính được đào, và tiếp đó chi tiết chống sau được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước bên trong đường hầm và trạng thái trong đó chi tiết

chống sau không được lắp đặt ở mặt đường hầm 40 trước khi đào và mặt đường hầm 6 sau khi đào ngay sau khi đào.

FIG.17 là hình vẽ thể hiện rằng chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 được lắp đặt sâu hơn so với đáy của đường hầm để tạo ra tải của độ sâu lớp phủ đất của đường hầm đến các phần thành bên và ngăn chặn sự dịch chuyển nâng lên của đáy đường hầm, trong đó số chỉ dẫn 30 biểu thị chi tiết chống trước bên ngoài 30 biểu thị bởi vùng đường chấm chấm hình ovan, và số chỉ dẫn 33 biểu thị chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 mà là một trong số chi tiết chống trước bên ngoài.

FIG.18 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng trong trường hợp trong đó vì có chướng ngại vật bên trên đường hầm, sự chống trước bên ngoài có thể không được thực hiện lớn bằng chiều rộng chướng ngại vật, chi tiết chống sau 5 được lắp đặt bổ sung trong phần không được gia cường trong đường hầm để gia cường.

FIG.19 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng các chi tiết chống trước bên ngoài theo hướng kính 34 được lắp đặt theo hướng kính về phía tiết diện ngang dự tính của đường hầm chính từ mặt đất 31, và chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 được lắp đặt.

FIG.20 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng các chi tiết chống trước bên ngoài theo hướng kính 34 được lắp đặt theo hướng kính về phía tiết diện ngang dự tính của đường hầm chính từ mặt đất 31, và chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên nghiêng 32 được lắp đặt.

FIG.21 là hình vẽ phối cảnh thể hiện trạng thái trong đó chi tiết thoát nước kiểu dải được lắp đặt ở mặt sau của bê tông phun.

FIG.22 là hình vẽ thể hiện lồng thép gia cường mà là lồng thép ở dạng giàn để gia cường bê tông phun và được sản xuất theo kích cỡ thích hợp phụ thuộc vào khoảng cách giữa các chi tiết chống trước và điều kiện đất cần được lắp đặt.

FIG.23 là hình vẽ thể hiện rằng trong trường hợp trong đó độ dày lớp phủ đất của đường hầm chính là nông và đất là mềm trên FIG.15, độ dày lớp phủ đất được thay thế bằng vật liệu gia cường nhân tạo và chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt từ độ sâu lớp phủ đất đã thay thế đến tiết diện ngang của đường hầm và phía bên ngoài của tiết diện ngang của đường hầm, trong đó số chỉ dẫn 30 biểu thị toàn bộ diện tích đường chấm chấm ovan, tức là chi tiết chống trước bên ngoài 30, và số chỉ dẫn 33 biểu thị chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 mà được lắp đặt

theo phương thẳng đứng ở các thành bên của đường hầm giữa các chi tiết chống trước bên ngoài.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ kèm theo. Nếu các phần giống nhau bất kỳ trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.23 không được biểu thị bằng số chỉ dẫn trên hình vẽ, số chỉ dẫn trên các hình vẽ khác sẽ được viện dẫn.

Sáng chế đề cập đến phương pháp đào trước tiên một đường hầm thử nghiệm trong tiết diện ngang của đường hầm chính cần được thi công, khoan theo hướng kính ở nhiều vị trí trong đường hầm thử nghiệm, đẩy chi tiết chống trước bên trong đến bề mặt đào của đường hầm chính cần được cố định và lắp đặt, đào cho đến đường đào của đường hầm chính, phun sơ cấp bê tông phun, và lắp đặt chi tiết chống sau; và phương pháp đào đường hầm gồm việc khoan trước tiên các lỗ về phía đường hầm từ mặt đất để lắp đặt chi tiết chống trước bên ngoài, đào đường hầm, và phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào, và lắp đặt chi tiết chống sau, trong trường hợp trong đó việc khoan có thể thực hiện ở mặt đất.

Sau đây sẽ đề cập đến các thuật ngữ, “chống trước bên trong” nghĩa là các lỗ được khoan vào đất nguyên thủy của đường hầm chính từ đường hầm thử nghiệm qua bề mặt đào của đường hầm chính theo độ dài cần thiết để làm ổn định đường hầm, bằng cách sử dụng máy khoan mà có thể khoan lỗ dọc từ đường hầm thử nghiệm có bề mặt đào cách khỏi bề mặt đào của đường hầm chính về phía bề mặt đào của đường hầm chính, và đinh được đẩy vào đất nguyên thủy của đường hầm chính và được cố định bởi nhựa, phun vữa, hoặc lực giãn cơ học, và “chống trước bên ngoài” nghĩa là chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt ở phía bên ngoài của tiết diện ngang đào của đường hầm theo phương thẳng đứng từ mặt đất về phía đường hầm và được lắp đặt để được lộ ra ở bề mặt đào của phía bên trong để được cố định liên khối với chi tiết chống kiểu tám được lắp đặt trên bề mặt đào của đường hầm, và phương pháp hợp nhất với đất nguyên thủy là giống như phương pháp chống trước bên trong.

Chi tiết chống trước bên ngoài 30 được lắp đặt theo cách khác, ví dụ, theo phương thẳng đứng hoặc theo hướng kính từ mặt đất về phía bề mặt đào trong phần tiết diện ngang của đường hầm, và theo phương thẳng đứng hoặc nghiêng trong các phần thành bên của tiết diện ngang của đường hầm, và được phân loại thành chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 mà được lắp đặt theo phương thẳng đứng ở phía bên ngoài các thành bên của đường hầm, và chi tiết chống trước bên ngoài

gia cường thành bên nghiêng 32 mà được lắp đặt nghiêng theo phương tiếp tuyến ở các thành bên của đường hầm.

Chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống trước bên ngoài được phân biệt phụ thuộc vào vị trí khoan để lắp đặt, được gọi chung là “chi tiết chống trước”, và có thể là chi tiết chống trước loại thẳng như đỉnh.

Trong phần mô tả công nghệ, đỉnh mà được lắp đặt trước trước khi đào đường hầm chính khi có ít hoặc không có sự dịch chuyển hoặc tăng ứng suất trong đất nguyên thủy của đường hầm chính được xác định là “chi tiết chống trước”.

Chi tiết chống trước mà được lắp đặt trước có lực chống từ thời điểm mặt đường hầm của đường hầm chính được đào. Tốt hơn nếu vật liệu của chi tiết chống trước có độ bền cao và tỷ lệ giãn dài cao hơn so với tỷ lệ giãn dài cho đến khi sập đất nguyên thủy, về mặt độ an toàn. Vật liệu kiểu thẳng như thanh thép, ống thép, chất dẻo gia cường bằng thủy tinh (Glass Reinforced Plastic - GRP) có thể được sử dụng.

Chi tiết chống trước và chi tiết chống sau được luồn vào bằng cách khoan lỗ sử dụng máy khoan và cố định bằng cách phun vữa. Dưới dạng vật liệu để phun vữa, bao nhựa hoặc xi măng mà là chất vô cơ có sự thay đổi hóa học ít theo thời gian có thể được sử dụng, và khi mục đích chính là chống thấm, thì một loại dung dịch có thể được sử dụng phụ thuộc vào điều kiện đất.

Đường kính (độ dài chu vi) của lỗ khoan dùng cho chi tiết chống trước là lớn, tức là, nằm trong khoảng từ 105 đến 200 mm trong đất mềm, và là nhỏ, tức là, nằm trong khoảng từ 35 đến 105 mm trong đá gốc có tính đến độ bền chống cắt của vật liệu phun và đất nguyên thủy.

Cụ thể là, theo phương pháp giãn cơ học, ống uốn sóng theo chiều dọc được giãn tương tự bu lông Swellex để được cố định.

“Chi tiết chống sau” là chi tiết chống kiểu thẳng được lắp đặt trong bề mặt đào sau khi đào đường hầm chính, và có chức năng tương tự đỉnh. Một chi tiết chống sau hoặc các chi tiết chống sau được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước hoặc được lắp đặt ở các phần thành bên 18. Tốt hơn là chi tiết chống sau có độ cứng vững thấp và độ dài ngắn hơn độ dài của chi tiết chống trước, về mặt hiệu quả kinh tế.

Dưới dạng vật liệu của chi tiết chống sau, thanh thép, bu lông chôn trong đá rỗng, ống thép, ống thép có đục lỗ, bu lông GRP, bu lông Swellex, và chi tiết tương tự có thể được sử dụng, và vật liệu phun vữa giống vật liệu phun vữa của chi tiết chống trước như nhựa có thể được sử dụng.

Phương pháp lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước được đặt cách nhau theo chiều dọc của đường hầm như trên FIG.6 và FIG.16 là cũng giống như mô tả ở trên.

Chi tiết chống trước và chi tiết chống sau được gọi chung là “chi tiết chống kiểu thẳng”.

Lý do để chi tiết chống trước và chi tiết chống sau được lắp đặt cùng nhau là như sau.

Thứ nhất, ứng suất tạo ra trong đất nguyên thủy do đào đường hầm là lớn nhất ở bề mặt đào có ứng suất và càng xa khỏi bề mặt đào thì ứng suất càng nhỏ. Do vậy, có lợi nếu sự gia cường bằng chi tiết chống được thực hiện tăng cường ở bề mặt đào, và sự gia cường được thực hiện ít hơn ở phần xa khỏi bề mặt đào.

Thứ hai, nếu vật liệu gia cường dày và dài được lắp đặt trong lỗ khoan ở thời điểm lắp đặt chi tiết chống trước, có thể đảm bảo độ ổn định của toàn bộ đường hầm bằng cách lắp đặt chỉ một số lượng nhỏ các chi tiết chống trước mà có lợi về mặt tính toán. Tuy nhiên, do đặc tính của đỉnh, nếu khoảng cách lắp đặt lớn, vùng dẻo và sự sập quy mô nhỏ có thể xuất hiện giữa các đỉnh, do đó không thể giảm khoảng cách giữa các đỉnh chống trước. Để cải thiện vấn đề như vậy, theo sáng chế, sự gia cường được thực hiện ở đất nguyên thủy của đường hầm chính bằng cách sử dụng số lượng tối thiểu các đỉnh chống trước có độ cứng vững cao và độ dài lớn, và tiếp đó bê tông phun được phun sơ cấp và chi tiết chống sau được lắp đặt bổ sung giữa các chi tiết chống trước bên trong thời gian dựng bề mặt đào, nhờ đó thực hiện bổ sung sự gia cường ở khoảng không rộng giữa các chi tiết chống trước.

Thứ ba, chi phí để khoan lỗ cao hơn nhiều chi phí của vật liệu đỉnh, và thời gian xử lý khoan dài là cần thiết, bởi vậy ở thời điểm lắp đặt chi tiết chống trước, đỉnh dày và dài có độ cứng vững cao được lắp đặt để giảm đến mức tối thiểu số chi tiết chống trước được lắp đặt, và các chi tiết chống sau mà được lắp đặt một cách dễ dàng và rẻ tiền được lắp đặt, nhờ đó thực hiện sự lắp đặt kinh tế và dễ dàng.

“Đường hầm chính” nghĩa là đường hầm dưới dạng đối tượng cuối, và đề cập đến đường hầm sử dụng sau khi hoàn tất bước đào và chống. Bước chống trước được thực hiện bằng cách lắp đặt đường hầm thử nghiệm theo tiết diện ngang của đường hầm có hiệu quả về mặt kinh tế trong đường hầm có tiết diện lớn gồm 3 hoặc lớn hơn 3 làn đường.

Vì đường hầm có tiết diện ngang nhỏ có giới hạn về việc thi công cơ khí, nên chi phí thi công và thời thi công bị tăng. Theo sáng chế, đường hầm chính đề cập đến đường hầm dưới dạng đối tượng cuối.

“Đường hầm thử nghiệm” đề cập đến đường hầm có tiết diện ngang nhỏ mà được tạo ra bằng phương pháp đào đường hầm hiện có trong đường hầm chính và có thể đảm bảo dễ dàng độ an toàn kết cấu. Đường hầm thử nghiệm là đường hầm được tạo ra để bề mặt đào dự tính của đường hầm chính và bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm trong đó chi tiết chống trước cần được lắp đặt được đặt cách nhau, sao cho sự dịch chuyển do việc đào đường hầm thử nghiệm không ảnh hưởng đến kết cấu của đường hầm chính hoặc sự dịch chuyển này là nhỏ.

Khi có chướng ngại vật đáng kể như móng cầu bên ngoài đường hầm, sự dịch chuyển như vậy cần được giảm thiểu, đường hầm thử nghiệm được bố trí lệch tâm trong đường hầm chính để bề mặt đào của đường hầm chính mà chướng ngại vật liền kề với đó và bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm được đặt cách nhau càng nhiều càng tốt.

Việc đào đường hầm thử nghiệm được thực hiện trước khi đào đường hầm chính, và đường hầm thử nghiệm dùng để quan sát đất của đường hầm chính, và dùng làm khoảng không làm việc để lắp đặt chi tiết chống trước bên trong đất nguyên thủy của đường hầm chính.

“Đất nguyên thủy” nghĩa là đất trong đó đường hầm được thi công, và cụ thể hơn đất bên ngoài đường hầm chính được gọi là đất nguyên thủy của đường hầm chính và đất bên ngoài đường hầm thử nghiệm được gọi là đất nguyên thủy của đường hầm thử nghiệm.

“Chống kiểu tấm” đề cập đến chung đến dạng trong đó chi tiết kiểu tấm được lắp đặt trong bề mặt đào của đường hầm được gắn lên bề mặt đào, và bao gồm bê tông phun sợi thép hoặc bê tông phun, lưới thép gia cường phần bên trong của nó, và lồng thép gia cường, và cố định đoạn tấm đúc sẵn với chi tiết chống trước dưới dạng tấm đỡ và phun vữa giữa bề mặt đào và đoạn tấm đúc sẵn bằng vữa hoặc hồ xi măng.

Trong một ví dụ theo một phương án của sáng chế, trong phương pháp liên kết chi tiết chống trước và chi tiết chống sau với chi tiết chống kiểu tấm, bê tông phun được phun sơ cấp lên bề mặt đào, lồng thép gia cường được lắp vào chi tiết chống trước và chi tiết chống sau mà nhô ra trên bề mặt bê tông phun và tấm đỡ được đặt lên đó và được giữ chặt, và bê tông phun được phun thứ cấp.

FIG.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng đường hầm thử nghiệm 3 được bố trí trong đất nguyên thủy 1 và đường hầm chính 2 trong phương pháp đào đường hầm. Như được thể hiện trên FIG.1, đường hầm chính 2 được bố trí trong đất nguyên thủy 1, và đường hầm thử nghiệm 3 nhỏ hơn so với đường hầm chính 2 được bố trí trong đường hầm chính 2. Mặt đất của đất nguyên thủy 1 có thể là mặt bằng hoặc mặt nghiêng như núi phụ thuộc vào vị trí.

FIG.2 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt trong đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính 2 từ phần trần của đường hầm thử nghiệm 3. Chi tiết chống trước bên trong 4 là chi tiết chống kết cấu của đường hầm chính 2, và độ dài và độ dày của nó được xác định phụ thuộc vào độ dày của đường hầm chính 2. Số lượng chi tiết chống trước bên trong yêu cầu hoặc lớn hơn để dựng bề mặt đào của đường hầm chính 2 trong thời gian tiến hành khi thực hiện việc đào liên tiếp đến bề mặt đào của đường hầm chính 2 theo độ dài đào thiết kế được lắp đặt bằng cách khoan, và nói chung việc phun vữa được tạo áp được tiến hành bằng cách sử dụng hồ xi măng và việc hóa rắn được thực hiện. Ở đây, thời gian tiến hành với đó việc dựng diễn ra nghĩa là thời gian với đó bước đào và chống được hoàn tất trong đường hầm.

Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc phun, và đồng thời có độ bền cao và tác dụng chống thấm, dưới dạng vật liệu phun, vi xi măng có độ mịn cao loại huyền phù, vật liệu phun loại dung dịch hoặc hỗn hợp của chúng được phun.

Dưới dạng vật liệu loại dung dịch, các vật liệu phun loại dung dịch khác nhau như sol silic oxit, uretan, hoặc vật liệu tương tự có thể được sử dụng.

Dưới dạng phương pháp phun, việc phun nhiều giai đoạn có thể được thực hiện bằng cách lắp đặt các ống mềm có độ dài khác nhau vào trong các lỗ khoan, hoặc hai hoặc nhiều bộ phận chèn có thể được lắp đặt và các loại hóa chất khác nhau có thể được phun trong nhiều giai đoạn phụ thuộc vào tác dụng yêu cầu.

Đường hầm thử nghiệm 3 có thể được thi công bằng phương pháp đào đường hầm và chống hiện có, và bê tông phun và bu lông chôn trong đá mà là các chi tiết chống thông thường được lắp đặt trên bề mặt đào của nó.

Trong trường hợp của chi tiết chống trước bên trong 4, lỗ được khoan vào đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính 2 từ đường hầm thử nghiệm 3 qua bề mặt đào của đường hầm chính 2 theo độ dài cần thiết để làm ổn định đường hầm, bằng cách sử dụng máy khoan có thể khoan lỗ dài ở đường hầm thử nghiệm 3, chi tiết chống trước 4

được luồn vào bằng cách liên kết ống liên kết, và tiếp đó việc phun vữa được tiến hành sau khi loại bỏ ống liên kết.

FIG.3 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng sau khi đào giữa bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm 3 và bề mặt đào của đường hầm chính 2, chi tiết chống sau 5 được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước 4 ở phần trần 17 của bề mặt đào của đường hầm chính 2. Ở trạng thái trong đó chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt sau khi đào đường hầm thử nghiệm 3, mặt đường hầm 6 của đường hầm chính 2 được đào và tiếp đó đá bột được loại bỏ, và bê tông phun được phun sơ cấp lên bề mặt đào của đường hầm chính 2.

Tiếp đó, một hoặc nhiều lỗ được khoan giữa chi tiết chống trước bên trong 4 để lắp đặt chi tiết chống sau 5, chi tiết chống sau 5 được luồn vào lỗ khoan, và việc phun vữa được tiến hành. Chi tiết chống sau 5 có độ dài ngắn hơn và độ dày mỏng hơn so với chi tiết chống trước bên trong 4, hoặc chi tiết chống sau 5 có độ dài ngắn hơn hoặc độ dày mỏng hơn so với chi tiết chống trước bên trong 4 có thể được sử dụng. Chi tiết chống sau 5 có thể được cố định bằng cách sử dụng nhựa hoặc bằng cách tiến hành phun vữa giống chi tiết chống trước bên trong 4.

Tiếp theo, vật liệu gia cường như lồng thép gia cường, chi tiết chống bằng thép, hoặc chi tiết chống giàn được lắp đặt bằng cách lắp với chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5, luồn tấm đỡ, và xiết đai ốc, và bê tông phun được phun thứ cấp sao cho chi tiết chống kiểu tấm có thể tạo ra bề mặt đào của đường hầm chịu được áp lực và chi tiết chống kiểu thẳng được liên kết cố định với nhau. Khi xét đến lực kéo và lực ép không đẳng hướng của đất, các phần thành bên 18 an toàn về mặt kết cấu khi so sánh với phần trần 17, có thể đảm bảo độ an toàn ngay cả khi chỉ chi tiết chống sau được sử dụng để chống trong đường hầm, ngoại trừ trường hợp của đất mềm. Trong trường hợp của phần đáy 19, nếu đất bên dưới của đường hầm là đất mềm, chi tiết chống sau cũng có thể được sử dụng để gia cường phần đáy.

FIG.4 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện rằng đường hầm thử nghiệm 3 được đào trong đường hầm chính 2. Thông tin đất của đường hầm có thể có được hoàn toàn từ mặt đường hầm thử nghiệm 7 nhờ việc vẽ bản đồ khi đào đường hầm thử nghiệm 3, sao cho thiết kế có thể được xem xét lại trước khi đào đường hầm chính nhờ đó cho phép thi công hoàn hảo.

Tuy nhiên, trong phương pháp thi công hiện có, chỉ đất ở lối vào và lối ra của đường hầm được nghiên cứu, và trong trường hợp phần giữa của đường hầm nơi mà độ

sâu lớp phủ đất được bố trí ở cao độ cao, thiết kế suy luận được thực hiện nhờ việc khảo sát vật lý có độ chính xác tương đối thấp, bởi vậy nếu vùng yếu không mong muốn xuất hiện trong quá trình đào, việc thi công đường hầm chính cần được dừng và thiết kế cần được xem xét lại mà dẫn đến sự đình trệ.

FIG.5 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện rằng trong việc tạo ra các lỗ khoan theo hướng kính ở nhiều vị trí trong đường hầm thử nghiệm 3 để lắp đặt số lượng chi tiết chống trước bên trong 4 yêu cầu hoặc lớn hơn để dựng bề mặt đào trong thời gian tiến hành khi thực hiện việc đào liên tiếp với bề mặt đào của đường hầm chính 2 theo độ dài đào thiết kế, việc phun vữa được tiến hành và việc hóa rắn được thực hiện để luôn và lắp đặt chi tiết chống trước bên trong 4 trong lỗ khoan theo hướng kính cần được cố định.

Chi tiết hơn, FIG.5 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện rằng chi tiết chống trước 4 được lắp đặt trong đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính 2 từ đường hầm thử nghiệm 3 với đó bê tông phun 8 được phun để chi tiết chống trước 4 được lộ ra ở bề mặt đào của đường hầm chính 2. Đường hầm thử nghiệm 3 được đào trong đường hầm chính 2, các lỗ được khoan theo hướng kính trong đường hầm thử nghiệm 3, và chi tiết chống trước bên trong 4 được đẩy vào lỗ bằng cách liên kết ống liên kết. Tại thời điểm này, chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt trong khi có đầu mũi của nó lộ ra bên trong đường hầm để chi tiết chống trước bên trong 4 được liên kết với bê tông phun gia cường bề mặt đào sau khi đào đường hầm chính 2.

Đối với độ an toàn trong quá trình thi công, ít nhất hai hoặc nhiều cữ chặn được gắn với chi tiết chống trước bên trong 4 ở khoảng cách nằm trong khoảng từ 2 đến 5 m để chi tiết chống trước bên trong 4 được bố trí ở tâm của lỗ khoan mà không rơi sau khi được luồn vào. Ngoài ra, để tiến hành phun vữa được tạo áp, ống phun 13 và ống xả được gắn với đầu mũi của chi tiết chống trước bên trong 4 bằng cách sử dụng dây liên kết. Trong trường hợp trong đó đất nguyên thủy 1 là mới, ống mềm xả được gắn bổ sung là dài để mức ống xả cao hơn so với mức của ống phun 13, bộ phận chèn dạng túi 11 được gắn với đầu mũi của chi tiết chống trước bên trong 4 bên trong đường hầm để cho phép phun vữa được tạo áp. Bộ phận chèn dạng túi 11 được lắp đặt để được bố trí ở phần đào của bề mặt đào của đường hầm chính 2.

FIG.6 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện rằng đường hầm được đào theo các giai đoạn theo chiều dọc dọc theo đường đào của đường hầm chính, bê tông phun được phun sơ cấp, chi tiết chống sau 5 được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước 4 trong bề mặt đào mà bê tông phun được phun sơ cấp lên đó, và chi tiết chống trước và chi tiết

chống sau được liên kết với chi tiết chống kiểu tám. FIG.6 là hình vẽ thể hiện rằng sau khi đào mở rộng đường hầm thử nghiệm 3 đến bề mặt đào của đường hầm chính 2, chi tiết chống sau 5 được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt ở đường hầm thử nghiệm 3, trong bề mặt đào của đường hầm chính mà bê tông phun được phun vào đó, và dưới dạng chi tiết chống sau 5, đỉnh có độ dài ngắn hơn và độ dày mỏng hơn so với chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt, tấm đỡ 15 được ép đến đầu mũi của chi tiết chống sau và chi tiết chống trước bên trong, và bê tông phun được phun thứ cấp để hoàn tất bước chống. Bằng cách thực hiện như vậy, về mặt kết cấu thì chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau có thể dùng để chống đất nguyên thủy, và chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau có thể được cố định với chi tiết chống kiểu tám 8 chống bề mặt đào.

FIG.7 là hình vẽ thể hiện trạng thái trong đó việc lắp đặt lớp lót 9 được hoàn tất sau khi chi tiết chống trước 4 và chi tiết chống sau 5 được lắp đặt và được liên kết và cố định với chi tiết chống kiểu tám 8.

FIG.8 thể hiện trạng thái trong đó khi có chướng ngại vật 21 đáng kể như công trình hoặc móng cầu bên ngoài đường hầm, bởi vậy sự dịch chuyển của đường hầm thử nghiệm 3 cần được giảm thiểu, đường hầm thử nghiệm 3 được bố trí lệch tâm trong đường hầm chính 2 để bề mặt đào dự tính của đường hầm chính 2 mà chướng ngại vật 21 liên kề với đó và bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm 3 được đặt cách nhau càng nhiều càng tốt. Phần đào bổ sung trong phần đáy 19 là để đảm bảo góc khoan của máy khoan ở thời điểm tiến hành khoan.

FIG.9 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái trong đó chi tiết chống trước 4 được lắp đặt trong đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính 2 từ đường hầm thử nghiệm 3 mà được bố trí lệch tâm trong khi được đặt cách khỏi vị trí của chướng ngại vật 21.

FIG.10 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái của đào đường hầm chính 2 thể hiện trạng thái trong đó phần đào bổ sung trong phần đáy được lấp lại.

FIG.11 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái trong đó bê tông phun được phun sơ cấp sau khi lắp đặt chi tiết chống trước bên trong trên FIG.10, chi tiết chống sau 5 được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước, và bê tông phun được phun thứ cấp để liên kết giữa chi tiết chống kiểu tám, và chi tiết chống trước và chi tiết chống sau.

FIG.12 là hình vẽ cuối thể hiện quy trình thi công trên các hình vẽ từ FIG.8 đến FIG.11, và là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện trạng thái trong đó sau khi chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt trong đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính 2 từ

đường hầm thử nghiệm 3 mà được bố trí lệch tâm trong khi được đặt cách khỏi vị trí của chướng ngại vật 21, bê tông phun được phun sơ cấp, chi tiết chống sau 5 được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước, bê tông phun được phun thứ cấp để liên kết giữa chi tiết chống kiểu tám, và chi tiết chống trước và chi tiết chống sau, và việc lắp đặt lớp lót 9 được hoàn tất.

FIG.13 là hình vẽ thể hiện rằng ống liên kết 12 để đẩy chi tiết chống trước bên trong 4 vào lỗ dài được khoan ở đường hầm thử nghiệm 3 được liên kết với chi tiết chống trước bên trong 4, và để an toàn trong quá trình thi công, các cữ chặn 10 được lắp đặt trên chi tiết chống trước 4 ở khoảng cách nằm trong khoảng từ 2 đến 5m để chi tiết chống trước 4 được bố trí ở tâm của lỗ khoan mà không rơi sau khi được luồn vào, và các bộ phận chèn dạng túi 11 được lắp đặt ở các đầu mũi của ống xả và ống phun 13. Số lượng cữ chặn 10 lắp đặt trên chi tiết chống trước 4 cần ít nhất là 2 hoặc lớn hơn.

FIG.14 là sơ đồ thể hiện rằng khi đào đường hầm chính 2, ứng suất tác dụng đến đất nguyên thủy và ứng suất tác dụng đến chi tiết chống kiểu thẳng là lớn nhất ở bề mặt đào, và được giảm dần về phía bên ngoài từ bề mặt đào. Việc lắp đặt cả các chi tiết chống trước dài 4 và 30 và chi tiết chống sau ngắn 5 giữa đó như trên FIG.3 và FIG.15 là phương pháp chống kinh tế nhất.

Vì đất nguyên thủy 1 được tạo ra bởi vật liệu không đẳng hướng trong đó độ bền theo hướng ép là lớn và độ bền theo hướng kéo là nhỏ, nên an toàn nếu chỉ lắp đặt chi tiết chống sau 8 ở các phần thành bên 18 mà phần lớn được ép.

Tuy nhiên, trong đất mềm như đất bùn, chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5 được lắp đặt cả trong các thành bên tương tự như phần trên 17.

FIG.15 thể hiện trạng thái trong đó số lượng chi tiết chống trước bên ngoài 30 theo yêu cầu hoặc lớn hơn để dựng bề mặt đào của đường hầm chính 2 trong thời gian tiến hành khi thực hiện việc đào liên tiếp theo độ dài đào thiết kế của đường hầm chính 2 được lắp đặt ở nhiều vị trí từ mặt đất 31 về phía tiết diện ngang và phần phía bên ngoài của các thành bên của tiết diện ngang của đường hầm chính 2 trước trước khi đào đường hầm, tiết diện ngang dự tính của đường hầm được đào, bê tông phun được phun lên bề mặt đào trong đường hầm, chi tiết chống sau được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước bên ngoài lộ ra ở bề mặt đào trong đường hầm, và tiếp đó trên bề mặt đào ở trạng thái nêu trên, chi tiết chống sau 5 và các chi tiết chống trước bên ngoài 30 được liên kết với chi tiết chống kiểu tám. Ở đây, thời gian tiến hành với đó việc dựng bề mặt đào diễn ra nghĩa là thời gian với đó bước đào và chống được hoàn tất.

Chi tiết chống sau là chi tiết chống kiểu thẳng được lắp đặt trong bề mặt đào sau khi đào đường hầm chính, và có chức năng giống như đỉnh. Một chi tiết chống sau hoặc các chi tiết chống sau được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước hoặc được lắp đặt trong các phần thành bên 18. Tốt hơn là chi tiết chống sau có độ cứng vững thấp hơn và độ dài ngắn hơn so với chi tiết chống trước, về mặt hiệu quả kinh tế.

Trên FIG.16, phương pháp lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước được đặt cách nhau theo chiều dọc của đường hầm là cũng giống như được mô tả ở trên dựa vào FIG.6.

FIG.17 là hình vẽ thể hiện rằng trong việc lắp đặt số lượng chi tiết chống trước bên ngoài 30 theo yêu cầu hoặc lớn hơn để dựng bề mặt đào khi thực hiện việc đào liên tiếp theo độ dài đào thiết kế của đường hầm ở nhiều vị trí từ mặt đất 31 về phía tiết diện ngang và các phần phía bên ngoài các thành bên của tiết diện ngang của đường hầm chính 2 trước trước khi đào đường hầm, các chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 lắp đặt ở phía bên ngoài các phần thành bên bên trái và thành bên bên phải được lắp đặt sâu hơn mức đáy của đường hầm để ngăn ngừa sự nâng lên của đáy. Trong trường hợp trong đó đất đáy của đường hầm là mềm, đất này có thể được nâng lên bởi tải của các thành bên bên trái và thành bên bên phải của đường hầm. Để ngăn ngừa vấn đề này, các chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 có thể được lắp đặt sâu hơn so với đáy trong các phần thành bên để chống đỡ tải thẳng đứng của các thành bên bên trái và bên phải, nhờ đó ngăn ngừa sự nâng lên của đáy, và thực hiện tác dụng tăng độ bền chống cắt đối với vector dịch chuyển theo hướng đáy thể hiện trong sự phân tích số học. Ngoài ra, việc lắp đặt chi tiết chống sau trong giữa các chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 theo chiều dọc dùng để gia cường chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 để ngăn không cho chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 bị cong oằn.

FIG.18 thể hiện rằng trong việc lắp đặt số lượng chi tiết chống trước bên ngoài 30 theo yêu cầu hoặc lớn hơn để dựng bề mặt đào trong thời gian tiến hành khi thực hiện việc đào liên tiếp theo độ dài đào thiết kế của đường hầm ở nhiều vị trí từ mặt đất 31 về phía tiết diện ngang và các phần phía bên ngoài các thành bên của tiết diện ngang của đường hầm chính 2 trước trước khi đào đường hầm, nếu có chướng ngại vật, chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt nghiêng để giảm thiểu phần không được chống.

Tuy nhiên, trong trường hợp trong đó các chi tiết chống trước bên ngoài không được lắp đặt đủ trong đất bên trên của tiết diện ngang của đường hầm chính do chướng ngại vật, trong việc lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên ngoài 30 lộ ra ở bề mặt đào trong đường hầm, một hoặc nhiều chi tiết chống sau được lắp đặt trong phần này ở trạng thái không được chống do chướng ngại vật.

FIG.19 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện rằng các chi tiết chống trước bên ngoài theo hướng kính 34 được lắp đặt theo hướng kính về phía tiết diện ngang dự tính của đường hầm chính từ mặt đất 31, và chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 được lắp đặt.

FIG.20 là hình vẽ thể hiện rằng các chi tiết chống trước bên ngoài theo hướng kính 34 được lắp đặt theo hướng kính về phía tiết diện ngang dự tính của đường hầm chính từ mặt đất 31, và chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên nghiêng 32 được lắp đặt. Các phương án trong đó chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt khác nhau được thể hiện trên các hình vẽ từ FIG.15 đến FIG.20. Tức là, chi tiết chống trước bên ngoài 30 bao gồm, chi tiết chống trước bên ngoài theo hướng kính 34, chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên nghiêng 32, và chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33.

FIG.21 là hình vẽ phối cảnh thể hiện rằng chi tiết thoát nước kiểu dải 16 được lắp đặt giữa bề mặt đào và bê tông phun 8. FIG.21 thể hiện rằng đường hầm được đào dọc theo đường đào của đường hầm chính, chi tiết thoát nước 16 được lắp đặt trên bề mặt đào, và bê tông phun 8 được phun lên bề mặt đào trên đó chi tiết thoát nước 16 được lắp đặt. Chi tiết thoát nước lắp đặt trên bề mặt đào có kiểu dải hoặc kiểu ống có lỗ thủng, và cần được nối liên tục dọc theo bề mặt đào để thoát nước đến rãnh giả nằm ở hai thành bên của đáy của đường hầm. Nếu chi tiết thoát nước được lắp đặt như nêu trên trước khi phun bê tông phun, có thể ngăn ngừa sự phong hóa được tạo ra trong nước đi qua bê tông phun, bởi vậy hệ thống thoát nước không thể bị tắc. Điều này cũng có thể được áp dụng với đường hầm 2 vòm hoặc đường hầm thông thường.

FIG.22 là hình vẽ thể hiện lồng thép gia cường 14 được làm bằng thanh thép để gia cường bê tông phun và được sản xuất bằng cách hàn tự động. Lồng thép gia cường được tạo ra để có hình dạng trong đó các thanh thép trên và thanh thép dưới được hàn ở dạng giàn để thích ứng với bán kính cong của tiết diện ngang của đường hầm, thanh thép hàn được dựng song song ở khoảng cách nằm trong khoảng từ 15 đến 50cm, thanh phân phối được hàn theo phương thẳng đứng ở khoảng cách nằm trong khoảng từ 20

đến 100cm, và thanh phân phối trên và dưới được hàn ở dạng giàn bằng cách đặt các thanh thép, hoặc có dạng lưới.

Độ dài theo hướng tiết diện ngang có thể là độ dài tương ứng với từ $1/3$ đến $1/2$ độ dài chu vi của đường hầm khi cần đào một phân. Tại thời điểm này, phần đầu của lồng thép gia cường cần được kéo dài bổ sung theo độ dài đối với mỗi nối chồng.

Dưới dạng phương pháp khác, thanh thép dạng vít có thể được sử dụng và liên kết bằng cơ cấu liên kết một-một. Phương pháp lắp đặt lồng thép gia cường là như sau. Sau khi đào đường hầm chính 2, đá bột được loại bỏ và tiếp đó bê tông phun được phun sơ cấp, lồng thép gia cường 14 được lắp với chi tiết chống trước 4 và được cố định bởi tấm đỡ, và bê tông phun được phun dưới dạng hoàn thiện.

Như được minh họa trên FIG.23, trong trường hợp trong đó độ dày lớp phủ đất của đường hầm chính là mỏng và đất của đường hầm chính là mềm trên FIG.15, độ dày lớp phủ đất được thay thế bằng vật liệu gia cường nhân tạo và chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt từ độ sâu lớp phủ đất đã thay thế đến tiết diện ngang của đường hầm và phía bên ngoài tiết diện ngang của đường hầm.

Phương án thứ nhất của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Phương pháp đào đường hầm bao gồm các bước: đào đường hầm thử nghiệm 3 trong đường hầm chính 2 cần được thi công; tạo ra lỗ khoan theo hướng kính từ bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm 3 đến đầu mũi của chi tiết chống trước của đường hầm chính ở nhiều vị trí trong đường hầm thử nghiệm 3 để lắp đặt chi tiết chống trước bên trong 4; luồn chi tiết chống trước bên trong 4 vào lỗ khoan, và tiến hành phun vữa và thực hiện hóa rắn để cố định chi tiết chống trước bên trong 4; đào đường hầm theo các giai đoạn theo chiều dọc dọc theo đường đào của đường hầm chính 2 và phun sơ cấp bê tông phun đến bề mặt đào của đường hầm chính trong đường hầm chính; lắp đặt chi tiết chống sau 5 giữa các chi tiết chống trước bên trong 4 trong bề mặt đào của đường hầm chính mà bê tông phun được phun sơ cấp lên đó; và liên kết chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5 với chi tiết chống kiểu tấm.

Phương pháp liên kết chi tiết chống kiểu tấm bao gồm các bước sau: phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào, lắp đặt chi tiết chống sau 5 giữa các chi tiết chống trước bên trong 4 trong bề mặt đào, và đặt và xiết chặt tấm đỡ với các chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5 trên bê tông phun đã phun sơ cấp bằng cách sử dụng neo; phun thứ cấp bê tông phun vào tấm đỡ đã lắp đặt; và lắp đặt tấm chống thấm và lắp đặt lớp lót, nhờ đó hoàn tất đường hầm.

Trong trường hợp trong đó đất là đá gốc, phương pháp lắp đặt chi tiết chống sau 5 giữa chi tiết chống trước bên trong 4 trong phần trần 17 của đường hầm, và lắp đặt chỉ chi tiết chống sau 5 trong các phần thành bên 18 là phương pháp thiết kế tối ưu hóa hơn.

Trong phương pháp lắp đặt chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5, chi tiết chống sau 5 cũng có thể được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước bên trong 4 được đặt cách nhau theo hướng chiều dọc mà là hướng đào đường hầm.

Trong phương pháp luôn và lắp đặt chi tiết chống trước bên trong 4, ống liên kết để đẩy chi tiết chống trước bên trong 4 vào lỗ dài được khoan ở đường hầm thử nghiệm 3 được liên kết với chi tiết chống trước bên trong 4, và để an toàn trong quá trình thi công, các cỡ chặn 10 được lắp đặt trên chi tiết chống trước 4 ở khoảng cách nằm trong khoảng từ 2 đến 5m để chi tiết chống trước 4 được bố trí ở tâm của lỗ khoan mà không rơi sau khi được luồn vào, ống xả và ống phun 13 được gắn lên mặt bên bởi dây liên kết, các bộ phận chèn dạng túi 11 được lắp đặt ở các đầu mũi của ống xả và ống phun 13 của phía bề mặt đào đường hầm, và số lượng cỡ chặn 10 lắp đặt trên chi tiết chống trước 4 cần ít nhất là 2 hoặc lớn hơn.

Theo phương pháp lắp đặt, các lỗ dài để luồn các chi tiết chống trước bên trong được khoan theo hướng kính vào đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính từ đường hầm thử nghiệm 3, chi tiết chống trước bên trong 4 được luồn vào đất nguyên thủy 1 từ đường hầm thử nghiệm 3 bằng cách liên kết ống liên kết với chi tiết chống trước bên trong 4 để phân đầu của chi tiết chống trước bên trong 4 được lộ ra một phần để có thể được liên kết với chi tiết chống kiểu tấm ở bề mặt đào dự tính của đường hầm chính 2, sau khi loại bỏ ống liên kết, bộ phận chèn dạng túi được giãn bằng cách sử dụng ống phun được nối với bộ phận chèn dạng túi, và việc phun vữa hồ xi măng được tạo áp được tiến hành bằng cách sử dụng ống phun liên kết với mặt bên của chi tiết chống trước bên trong khi xuyên qua bộ phận chèn. Thích hợp nếu áp lực của việc phun vữa được tạo áp nằm trong khoảng từ 5 đến 10 kg/cm², và nếu tiến hành phun vữa được tạo áp, độ bền chống cắt ma sát của bầu phun vữa và đất nguyên thủy được tăng khoảng 3 lần so với trong trường hợp phun vữa nhờ trọng lực, và vật liệu phun được phun qua khe nứt hoặc khe hở trong đất nguyên thủy, nhờ đó có tác dụng chống thấm.

Chi tiết chống sau 5 được lắp đặt theo cách sao cho chi tiết chống trước bên trong 4 được lắp đặt ở đường hầm thử nghiệm, đường hầm chính 2 được đào, bê tông phun được phun sơ cấp lên bề mặt đào của đường hầm chính 2, các lỗ dùng cho chi tiết chống sau loại bu lông chôn trong đá 5 được khoan vào bề mặt, nhựa được đưa vào và

bu lông chôn trong đá được bắt chặt trong lỗ trong khi quay bu lông chôn trong đá cần được cố định, và tấm đỡ được giữ chặt ở đầu mũi của nó. Trong trường hợp của chi tiết chống sau loại đỉnh 5, sau khi khoan lỗ, đỉnh được luồn vào lỗ trong khi có ống phun 13 và ống xả gắn vào đó, và bộ phận chèn 11 được gắn ở đầu mũi của nó để tiến hành phun vữa được tạo áp sử dụng hồ xi măng. Tác dụng của việc phun là giống tác dụng của chi tiết chống trước.

Chi tiết chống bằng thép hoặc lồng thép gia cường 14 được lắp với đầu mũi của chi tiết chống sau 5 mà bị lộ ra để hợp nhất với chi tiết chống kiểu tấm 8, tấm đỡ được đặt và ép và cố định bằng cách xiết chặt neo, và tiếp đó bê tông phun được phun để chôn neo, nhờ đó hợp nhất chi tiết chống sau 5 và chi tiết chống kiểu tấm của bề mặt đào đường hầm.

Chi tiết chống kiểu tấm đề cập đến bê tông phun lắng phủ trên bề mặt đào đường hầm và lồng thép gia cường 14 gia cường phía bên trong. Theo phương pháp liên kết chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5, bê tông phun được phun sơ cấp lên bề mặt đào, lồng thép gia cường 14 được lắp với chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5 mà nhô ra trên bề mặt bê tông phun, tấm đỡ được đặt và được lắp đặt bằng cách xiết chặt neo, và bê tông phun được phun thứ cấp. Lồng thép gia cường có độ dày nằm trong khoảng từ 1 đến 3 m, và được sản xuất để thích ứng với độ dài đào 1 lô theo chiều dọc. Độ dài theo chiều ngang có thể được chia thành hai hoặc ba phần phụ thuộc vào độ ổn định của đất, thanh thép có thể nối được kéo dài bổ sung để thích ứng với thông số kỹ thuật phụ thuộc vào đường kính của thanh thép để nối chồng, lồng thép gia cường trong đó khoảng cách giữa các thanh thép trên và dưới theo chiều ngang được tạo ra ở dạng giàn được sản xuất hoặc lồng thép gia cường được tạo ra để có dạng lưới để được bố trí ở khoảng cách yêu cầu theo kết cấu, và thanh phân phối được hàn theo chiều dọc và thanh phân phối trên và dưới được hàn ở dạng giàn bằng cách đặt các thanh thép, nhờ đó sản xuất lồng thép gia cường như được thể hiện trên FIG.22.

Nếu đất ở trạng thái tốt, lồng thép gia cường 14 có thể được loại bỏ hoặc được sản xuất mà không chia tách, và có thể được lắp đặt sau khi đào toàn bộ tiết diện ngang.

Việc đào đường hầm theo các giai đoạn dọc theo đường đào của đường hầm chính bao gồm lắp đặt liên tục lồng thép gia cường 14 được tạo ra bởi thanh thép trên chi tiết chống trước bên trong 4 và chi tiết chống sau 5 sau khi lắp đặt chi tiết chống sau 5 giữa chi tiết chống trước bên trong 4 trong bề mặt đào, và đặt tấm đỡ lên chi tiết

chống trước bên trong 4 xuyên qua lồng thép gia cường 14 và xiết chặt neo để ép và cố định lồng thép gia cường 14; và phun bê tông phun vào lồng thép gia cường 14.

Phương pháp đào đường hầm bao gồm bước đào đường hầm dọc theo đường đào của đường hầm chính 2 và lắp đặt chi tiết thoát nước trên bề mặt đào; và phun bê tông phun 8 lên bề mặt đào trên đó có lắp chi tiết thoát nước 16.

Chi tiết thoát nước lắp trên bề mặt đào cần được nối liên tục để thoát nước đến các rãnh giả chôn ở cả hai thành bên ở đáy của đường hầm. Nếu chi tiết thoát nước được lắp đặt như nêu trên trước khi phun bê tông phun, có thể ngăn ngừa sự phong hóa được tạo ra trong nước đi qua bê tông phun, bởi vậy hệ thống thoát nước không thể bị tắc. Điều này cũng có thể được áp dụng với đường hầm 2 vòm hoặc đường hầm thông thường.

Trong trường hợp trong đó có móng công trình cao hoặc móng cầu trong đất nguyên thủy gần với bề mặt đào của đường hầm chính 2, bởi vậy sự dịch chuyển cần được giảm thiểu, việc thi công được thực hiện bằng các bước sau: bố trí lệch tâm và đào đường hầm thử nghiệm 3 trong đường hầm chính 2 để bề mặt đào dự tính của đường hầm chính với nó chướng ngại vật 21 như nêu trên nằm liền kề và bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm 3 được đặt cách nhau càng nhiều càng tốt và thực hiện bước chống để đảm bảo độ an toàn kết cấu; lắp đặt chi tiết chống trước bên trong 4 trong đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính 2 từ đường hầm thử nghiệm 3 mà được lắp đặt lệch tâm; và lắp đặt chi tiết chống sau 5 giữa các chi tiết chống trước bên trong 4 sau khi đào đường hầm chính 2.

Phân đào bổ sung trong phần đáy 19 để đảm bảo góc khoan của máy khoan ở thời điểm tiến hành khoan.

Ở trạng thái trong đó đường hầm thử nghiệm được lắp đặt lệch tâm để giảm thiểu sự dịch chuyển bề mặt đào của đường hầm chính về phía chướng ngại vật tạo ra do đường hầm thử nghiệm, chi tiết chống trước bên trong mà có độ đàn hồi cao và dày hơn so với chi tiết chống hiện có dùng cho đường hầm thông thường được lắp đặt để làm cho đất đàn hồi, nhờ đó giảm sự dịch chuyển của đất nguyên thủy và giảm thiểu sự hồi phục đàn hồi, và bằng cách sử dụng các chi tiết chống sau cùng nhau, có thể giảm sự sập một phần.

Phương án thứ hai của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ từ FIG.15 đến FIG.20.

Phương pháp đào đường hầm bao gồm các bước: lắp đặt các chi tiết chống trước bên ngoài 30 bằng cách khoan các lỗ từ mặt đất 31 về phía tiết diện ngang và các phần phía bên ngoài các thành bên của tiết diện ngang của đường hầm chính 2 ở nhiều vị trí trước trước khi đào đường hầm, luôn các chi tiết chống trước, và tiến hành phun vữa, nếu chi tiết chống trước có thể được lắp đặt về phía tiết diện ngang dự tính của đường hầm chính ở bên ngoài đường hầm nhờ tiếp cận mặt đất; đào đường hầm theo các giai đoạn theo chiều dọc dọc theo đường đào dự tính của đường hầm chính 2 và phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào của đường hầm chính trong đường hầm chính; và lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên ngoài trong bề mặt đào với đó bê tông phun được phun trong đường hầm.

Trong quá trình nêu trên, chi tiết chống sau 5 và các chi tiết chống trước bên ngoài 30 được liên kết với chi tiết chống kiểu tám để hoàn thành đường hầm.

Phương pháp cụ thể để liên kết với chi tiết chống kiểu tám bao gồm các bước: phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào, lắp đặt chi tiết chống sau 5 giữa các chi tiết chống trước bên ngoài 4 trong bề mặt đào, liên kết các chi tiết chống trước bên ngoài 4 và chi tiết chống sau 5 trên bê tông phun bởi tám đỡ, phun thứ cấp bê tông phun trên tám đỡ đã lắp đặt, lắp đặt tám chống thấm, và lắp đặt lớp lót, nhờ đó hoàn thành đường hầm.

Như được thể hiện trên FIG.17, trong việc lắp đặt số lượng chi tiết chống trước bên ngoài 30 theo yêu cầu hoặc lớn hơn để dựng bề mặt đào trong thời gian tiến hành khi thực hiện việc đào liên tiếp theo độ dài đào thiết kế của đường hầm ở nhiều vị trí từ mặt đất 31 về phía tiết diện ngang và các phần phía bên ngoài các thành bên của tiết diện ngang của đường hầm chính 2 trước khi đào đường hầm, các chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng 33 được lắp đặt ở phía bên ngoài các phần thành bên bên trái và bên phải được lắp đặt sâu hơn so với mức đáy của đường hầm để ngăn ngừa sự nâng lên của đáy.

Như được thể hiện trên FIG.18, trong trường hợp trong đó các chi tiết chống trước bên ngoài không được lắp đặt đủ trong đất bên trên của tiết diện ngang của đường hầm chính do chướng ngại vật, trong việc lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên ngoài 30 trong đường hầm, chi tiết chống sau được lắp đặt trong phần này ở trạng thái không được chống do chướng ngại vật.

Như được thể hiện trên FIG.23, trong trường hợp trong đó độ dày lớp phủ đất của đường hầm chính là mỏng và đất của đường hầm chính là mềm, độ dày lớp phủ đất được thay thế bằng vật liệu gia cường nhân tạo 50 và chi tiết chống trước bên ngoài

được lấp đặt từ độ sâu lớp phủ đất đã thay thế đến tiết diện ngang của đường hầm và phía bên ngoài tiết diện ngang của đường hầm. Cụ thể, các chi tiết chống trước bên ngoài được luồn vào bằng cách khoan các lỗ đến đất nguyên thủy của đường hầm trong khi xuyên qua vật liệu gia cường nhân tạo 50, hồ xi măng được phun dưới áp lực để hợp nhất đất nguyên thủy, vật liệu gia cường nhân tạo 50, và chi tiết chống trước bên ngoài. Thứ tự thi công có thể được thay đổi để lỗ được khoan trước tiên vào đất nguyên thủy, chi tiết chống trước bên ngoài được luồn vào để được lộ ra, hồ xi măng được phun dưới áp lực, và vật liệu gia cường nhân tạo được đổ lên đó để hợp nhất vật liệu gia cường nhân tạo và chi tiết chống trước bên ngoài.

Dưới dạng vật liệu gia cường nhân tạo 50, vật liệu như đất trồng hóa cứng trong đó bùn của đất nguyên thủy và xi măng được trộn và đầm, bê tông, tấm bê tông cốt sắt v.v. có thể được sử dụng, tính chất mềm của đất nguyên thủy của phần trần có thể được gia cường nhờ thay thế bằng vật liệu có tính bền cao, và bằng cách hợp nhất với chi tiết chống trước bên ngoài, độ ổn định kết cấu của đường hầm có thể được đảm bảo.

Khi sử dụng tấm bê tông cốt sắt có độ bền cao để gia cường độ dày lớp phủ đất của đường hầm, đường hầm có thể được đào bằng cách thay thế độ dày đất bằng độ dày tấm, lấp đặt chi tiết chống trước bên ngoài, và giữ đất nguyên thủy mềm.

Phương pháp liên kết chi tiết chống kiểu tấm bao gồm các bước: đào đường hầm theo các giai đoạn theo chiều dọc dọc theo đường đào của đường hầm chính, phun sơ cấp bê tông phun, lấp đặt chi tiết chống sau 5 giữa các chi tiết chống trước, lấp đặt liên tục lồng thép gia cường được tạo ra bởi thanh thép lên chi tiết chống trước và chi tiết chống sau, và ép và cố định lồng thép gia cường bằng cách đặt tấm đỡ trên chi tiết chống trước xuyên qua lồng thép gia cường và xiết chặt neo; và phun bê tông phun vào lồng thép gia cường, giống như trong phương án thứ nhất. Ở đây, đường đào đề cập đến đường biên của tiết diện ngang của đường hầm, và bê tông phun được phun lên bề mặt đào được tạo ra bằng cách đào dọc theo đường biên. Neo cố định tấm đỡ có dạng đai ốc và được lắp với chi tiết chống trước cần được xiết chặt.

Việc đào đường hầm dọc theo đường đào của đường hầm chính và lấp đặt chi tiết thoát nước trên bề mặt đào là giống như trong phương án thứ nhất.

Chi tiết chống trước và chi tiết chống sau được cố định với đất nguyên thủy 1 của đường hầm chính 2 bằng cách luồn chi tiết chống trước sau khi khoan lỗ, và tiếp đó tiến hành phun vữa được tạo áp để tạo ra đồng thời tác dụng chống và tác dụng chống thấm, mà giống như trong phương án thứ nhất.

Phương án thứ nhất và phương án thứ hai là giống nhau ở chỗ trong phương pháp sản xuất lồng thép gia cường, lồng thép gia cường được sản xuất có độ dày thích ứng với độ dài đào 1 lô theo chiều dọc, độ dài theo chiều ngang có thể được chia ra phụ thuộc vào độ ổn định của đất, các phần được chia có thể nối được, lồng thép gia cường được tạo ra có dạng lưới, hoặc lồng thép gia cường trong đó khoảng cách giữa các thanh thép trên và thanh thép dưới được tạo ra ở dạng giàn được bố trí ở khoảng cách yêu cầu theo kết cấu.

Để thi công đường hầm với hiệu quả kinh tế cải thiện mà không làm giảm các ưu điểm của phương pháp đào đường hầm dùng đỉnh chống trước theo giải pháp kỹ thuật đã biết, theo sáng chế chỉ một số chi tiết chống trước bên trong được lắp đặt, đúng hơn là lắp đặt các chi tiết chống trước bên trong theo khoảng cách định trước trong toàn bộ đường hầm thử nghiệm, và việc đào liên tiếp được thực hiện cho đến bề mặt đào của đường hầm chính và các chi tiết chống sau như đỉnh hoặc bu lông chôn trong đá được lắp đặt bổ sung trong lỗ khoan trong bề mặt đào của đường hầm chính.

Do vậy, việc lắp đặt chi tiết chống sau là có lợi bởi vì việc xử lý có thể được giảm tương ứng với độ dài của lỗ khoan từ đường hầm thử nghiệm đến bề mặt đào của đường hầm chính, và bằng cách lắp đặt các chi tiết chống sau có độ dài ngắn hơn và đường kính nhỏ hơn so với chi tiết chống trước bên trong với cùng một chi phí thi công, thì có thể ngăn ngừa một cách hiệu quả sự sập một phần ngay cả ở đất mềm với nhiều chỗ nối, và vì chi tiết chống trước và chi tiết chống sau chống dày đặc hơn bê tông phun mà là chi tiết chống kiểu tấm, nên có thể ép bề mặt đào đầy đủ hơn.

Hơn nữa, trong đường hầm có tiết diện lớn, nếu chỉ chi tiết chống trước bên trong được lắp đặt trong toàn bộ đường hầm thử nghiệm để ổn định kết cấu, vì khoảng cách giữa các lỗ khoan để lắp đặt chi tiết chống trước ở bề mặt chu vi của đường hầm thử nghiệm là quá hẹp, đất nguyên thủy gần với bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm bị hư hại quá mức bởi các lỗ khoan, do đó làm giảm độ ổn định của đường hầm thử nghiệm. Tuy nhiên, theo sáng chế, có thể giải quyết vấn đề nêu trên bằng cách thực hiện việc đào đến bề mặt đào của đường hầm chính và tiếp đó lắp đặt các chi tiết chống sau giữa chi tiết chống trước bên trong.

Theo khía cạnh kết cấu, khi đào đường hầm chính, vì ứng suất tác dụng đến đất nguyên thủy và các chi tiết chống kiểu thẳng là lớn nhất ở bề mặt đào và được giảm dần về phía phía bên ngoài từ bề mặt đào, bằng cách lắp đặt các chi tiết chống trước bên trong dài như được thể hiện trên FIG.3 và lắp đặt các chi tiết chống sau ngắn giữa các chi tiết chống trước bên trong cùng nhau, thì có thể tạo ra dạng chống kinh tế nhất.

Chi tiết chống trước được thiết kế dài hơn so với chi tiết chống sau để đảm bảo độ ổn định kết cấu của toàn bộ đường hầm và được tạo ra bởi vật liệu có độ bền cao có độ bền kéo cao, và số lượng đỉnh chống trước tối thiểu hoặc lớn hơn cần thiết để chống trong thời gian tiến hành khi thực hiện việc đào liên tiếp với độ dài đào theo thiết kế được sử dụng, và chi tiết chống sau được thiết kế để có đường kính nhỏ và độ dài ngắn để đảm bảo độ ổn định riêng phần giữa các chi tiết chống trước nhờ đó chống đỡ bổ sung ứng suất tối đa ở bề mặt đào của đường hầm chính. Kết quả là, sự phân bố ứng suất hiệu quả có thể được thực hiện.

Về mặt chi phí lắp đặt chi tiết chống trước, chi phí để khoan lỗ cao hơn nhiều so với chi phí của vật liệu đỉnh và yêu cầu thời gian xử lý khoan dài, bởi vậy ở thời điểm lắp đặt chi tiết chống trước, đỉnh dày và dài có độ cứng vững cao được lắp đặt để giảm thiểu số chi tiết chống trước lắp đặt, và các chi tiết chống sau mà có thể được lắp đặt dễ dàng ở bề mặt đào khi đào đường hầm chính và rẽ tiền được lắp đặt, nhờ đó thực hiện việc lắp đặt có tính kinh tế và dễ dàng.

Trong trường hợp trong đó có chướng ngại vật quanh đường hầm, đường hầm thử nghiệm được lắp đặt lệch tâm so với chướng ngại vật và chi tiết chống trước bên trong mà có độ đàn hồi cao và dày hơn so với chi tiết chống hiện có dùng cho đường hầm thông thường được lắp đặt trong đất nguyên thủy của đường hầm chính ở phía chướng ngại vật từ đường hầm thử nghiệm để làm cho đất có tính đàn hồi, nhờ đó giảm sự dịch chuyển của đất nguyên thủy và giảm thiểu sự hồi phục đàn hồi, và bằng cách sử dụng cùng với chi tiết chống sau, thì có thể giảm sự sập một phần, và trạng thái không được chống và sự dịch chuyển ngay sau khi đào mà xuất hiện trong NATM theo giải pháp kỹ thuật liên quan không diễn ra, nhờ đó cho phép thi công an toàn.

Trong trường hợp trong đó đất quanh phần thành bên của đường hầm ở trạng thái tốt, vì độ ổn định kết cấu của thành bên chủ yếu phụ thuộc vào độ bền nén, ngay cả khi chỉ chi tiết chống sau được lắp đặt; độ an toàn có thể được đảm bảo, và trong trường hợp của đất mềm như đất bùn, chi tiết chống trước và chi tiết chống sau được lắp đặt ở toàn bộ bề mặt chu vi của đường hầm bao gồm phần đáy tương tự với phần trần, nhờ đó cho phép đào đường hầm một cách kinh tế và an toàn.

Trong trường hợp trong đó độ dày lớp phủ đất là mỏng và trong trường hợp đường hầm có tiết diện nhỏ, sự chống sau là kinh tế hơn và thời gian cần thiết cho nó là ngắn so với sự chống trước bên trong, bởi vậy có thể áp dụng với lối vào và lối ra của đường hầm, đường sắt nội thành v.v.. Số lượng chi tiết chống trước bên ngoài theo yêu cầu hoặc lớn hơn để dựng trong thời gian tiến hành khi thực hiện việc đào liên tiếp

theo độ dài đào thiết kế được lắp đặt, đúng hơn là lắp đặt toàn bộ số lượng chi tiết chống cần thiết để ổn định đường hầm ở phía bên ngoài đường hầm, và chi tiết chống sau mà ngắn hơn và mỏng hơn so với chi tiết chống trước được lắp đặt bổ sung giữa các chi tiết chống trước bên trong đường hầm để chống hoàn toàn đường hầm, sao cho số lượng chi tiết chống trước bên ngoài lắp đặt có thể được giảm, nhờ đó cải thiện hiệu suất kinh tế.

Trong việc lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên ngoài lộ ra ở bề mặt đào trong đường hầm, chỉ chi tiết chống sau được lắp đặt trong phần thành bên, tức là, nếu đất của phần thành bên ở trạng thái tốt, ngay cả khi chỉ bu lông chôn trong đá được sử dụng trong đường hầm, sự chống đủ có thể được thực hiện, nhờ đó thực thiết kế có tính kinh tế.

Trong trường hợp trong đó các chi tiết chống trước bên ngoài không được lắp đặt đủ trong đất bên trên của tiết diện ngang dự tính của đường hầm do chướng ngại vật, trong việc lắp đặt chi tiết chống sau giữa các chi tiết chống trước bên ngoài lộ ra ở bề mặt đào trong đường hầm, chi tiết chống sau được lắp đặt trong phần này ở trạng thái không được chống do chướng ngại vật, nhờ đó khắc phục chướng ngại vật và thực hiện thiết kế có tính kinh tế.

Như được thể hiện trên FIG.23, trong trường hợp trong đó độ dày lớp phủ đất của đường hầm chính là mỏng và đất của đường hầm chính là mềm, thì có thể thi công đường hầm ngay cả khi độ dày lớp phủ đất là nông bằng cách thay thế độ dày lớp phủ đất bằng vật liệu gia cường nhân tạo và lắp đặt chi tiết chống trước bên ngoài từ độ sâu lớp phủ đất đã thay thế đến tiết diện ngang của đường hầm và phía bên ngoài tiết diện ngang của đường hầm.

Phương pháp lắp đặt chi tiết chống sau bên trong, bê tông phun, bê tông phun gia cường bằng cách ép ngang, và chi tiết thoát nước trong đường hầm được chống trước bên ngoài là giống như trong đường hầm được chống trước bên trong, và tác dụng của chúng cũng là giống nhau.

Khi tiến hành phun vữa hồ xi măng được tạo áp bằng cách sử dụng ống phun liên kết với các mặt bên của chi tiết chống trước và chi tiết chống sau, áp lực phun vữa được tạo áp có thể nằm trong khoảng từ 5 đến 10 kg/cm², và nếu tiến hành phun vữa được tạo áp, độ bền chống cắt ma sát của bầu phun vữa và đất nguyên thủy được tăng khoảng 3 lần so với trong trường hợp phun vữa nhờ trọng lực, và vật liệu phun được phun qua khe nứt hoặc khe hở trong đất nguyên thủy, nhờ đó tăng tác dụng chống thấm và tính chất đất.

Lồng thép gia cường gia cường bê tông phun mà là chi tiết chống kiểu tấm và được lắp đặt trên bề mặt đào của đường hầm làm giảm lực bật lại của bê tông phun, và độ cứng vững có thể được tăng bằng cách gia cường bằng lồng thép gia cường chôn trong bê tông phun để tăng khả năng chống của chi tiết chống kiểu tấm, nhờ đó giảm số chi tiết chống sau.

Khi lắp đặt lồng thép gia cường bằng cách lắp lồng thép gia cường với chi tiết chống kiểu thẳng và nén bằng cách sử dụng tấm đỡ ở trạng thái bịt kín bằng bê tông phun, lồng thép gia cường có thể dùng làm cơ cấu đỡ tạm thời cho sự rơi đá ngoài dự tính ở bề mặt đào.

Chi tiết thoát nước lắp đặt trong bề mặt đào theo phương pháp này được nối liên tục để thoát đến các rãnh giả chôn ở cả hai thành bên ở đáy của đường hầm, và khi chi tiết thoát nước được lắp đặt như nêu trên trước khi phun bê tông phun, thì có thể ngăn ngừa sự phong hóa tạo ra trong nước đi qua bê tông phun, bởi vậy hệ thống thoát nước không thể bị tắc, và điều này cũng được áp dụng với đường hầm 2 vòm hoặc đường hầm thông thường.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Đường hầm sử dụng chống trước và chống sau theo sáng chế có thể được thi công với hiệu quả kinh tế cải thiện, bằng cách lắp đặt chỉ một số chi tiết chống trước bên trong, đúng hơn là lắp đặt các chi tiết chống trước bên trong theo khoảng cách định trước trong toàn bộ đường hầm thử nghiệm, thực hiện việc đào liên tiếp cho đến bề mặt đào của đường hầm chính, và lắp đặt bổ sung các chi tiết chống sau như đỉnh hoặc bu lông chôn trong đá bằng cách khoan lỗ trong bề mặt đào của đường hầm chính, bởi vậy khả năng ứng dụng là rất tốt.

Danh sách các số chỉ dẫn

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1: đất nguyên thủy | 2: đường hầm chính |
| 3: đường hầm thử nghiệm | 4: chi tiết chống trước bên trong |
| 5: chi tiết chống sau | 6: mặt đường hầm chính |
| 7: mặt đường hầm thử nghiệm | |
| 8: chi tiết chống kiểu tấm (bê tông phun) | |
| 9: lớp lót | 10: cửa chặn |
| 11: bộ phận chèn | 12: ống liên kết |
| 13: ống phun | 14: lồng thép gia cường |
| 15: tấm đỡ | 16: chi tiết thoát nước |
| 17: phần trần | 18: phần thành bên |

19: phần đáy

21: chướng ngại vật

30: chi tiết chống trước bên ngoài

31: mặt đất

32: chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên nghiêng

33: chi tiết chống trước bên ngoài gia cường thành bên thẳng đứng

34: chi tiết chống trước bên ngoài theo hướng kính

40: mặt đường hầm

50: vật liệu gia cường nhân tạo

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp đào đường hầm sử dụng chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau bao gồm các bước:

- (a) đào đường hầm thử nghiệm trong đường hầm chính cần được thi công;
- (b) tạo ra lỗ khoan theo hướng kính từ bề mặt đào của đường hầm thử nghiệm đến đầu mũi của chi tiết chống trước bên trong của đường hầm chính ở nhiều vị trí trong đường hầm thử nghiệm để lắp đặt chi tiết chống trước bên trong;
- (c) luồn chi tiết chống trước bên trong vào lỗ khoan;
- (d) phun vữa và đóng rắn để cố định chi tiết chống trước bên trong;
- (e) đào đường hầm chính theo các giai đoạn theo chiều dọc dọc theo đường đào của đường hầm chính và phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào của đường hầm chính;
- (f) khoan lỗ để chứa chi tiết chống sau trên bề mặt đào của đường hầm chính được phun sơ cấp bê tông phun lên;
- (g) lắp đặt chi tiết chống sau vào lỗ giữa các chi tiết chống trước bên trong trên bề mặt đào của đường hầm chính được phun sơ cấp bê tông phun được phun sơ cấp lên; và
- (h) cố định chi tiết chống sau sử dụng vữa để làm đầy toàn bộ khoảng không giữa lỗ và chi tiết chống sau để gắn kết chi tiết chống sau vào lỗ sao cho kết cấu đang tồn tại của đường hầm chính được gia cường; và
- (i) liên kết chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau bằng chi tiết chống kiểu tấm,

trong đó chiều dài hoặc đường kính của chi tiết chống trước lớn hơn chiều dài hoặc đường kính của chi tiết chống sau và trong đó chi tiết chống sau bao gồm ít nhất là một trong số thanh thép, bu lông gắn trong đá rỗng, ống thép, ống thép có lỗ, bu lông bằng chất dẻo gia cường bằng sợi thủy tinh (Glass Reinforced Plastic - GRP), hoặc bu lông Swellex.

2. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 1, trong đó trong thời gian thực hiện bước (g), chi tiết chống sau được lắp đặt giữa các chi tiết chống trước bên trong nằm trên bề mặt trần của đường hầm chính, và trong đó chỉ có chi tiết chống sau được lắp đặt trên bề mặt thành bên của đường hầm chính.

3. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 1, trong đó chi tiết chống trước bên trong được tạo cấu hình bằng:

cỡ chặn để ngăn việc trượt trong lỗ khoan;

ống xả và ống phun được nối với bề mặt bên của chi tiết chống trước bên trong;

bộ phận chèn để phun vữa được tạo áp được lắp trên đầu mũi của chi tiết chống trước bên trong; và

ống nối được nối với và có thể tháo ra khỏi thân của chi tiết chống trước bên trong để luồn phần thân của chi tiết chống trước vào trong lỗ khoan của đường hầm chính.

4. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 1, trong đó bước (g) còn bao gồm bước (g') bao gồm:

lắp đặt liên tục lồng thép gia cường được tạo bởi thanh thép trên chi tiết chống trước bên trong và chi tiết chống sau;

đặt tấm đỡ trên chi tiết chống trước bên trong xuyên qua lồng thép gia cường;

xiết chặt neo để ép và cố định lồng thép gia cường; và

phun bê tông phun vào lồng thép gia cường.

5. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 4, trong đó lồng thép gia cường được sản xuất ở dạng lưới, hoặc khoảng cách giữa các thanh thép trên và thanh thép dưới được tạo ra ở dạng giàn.

6. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

đào dọc theo đường đào của đường hầm chính và lắp đặt chi tiết thoát nước trên bề mặt đào của đường hầm chính; và

phun sơ cấp bê tông phun vào bề mặt đào của đường hầm chính sau khi lắp đặt chi tiết thoát nước.

7. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 1, trong đó chi tiết chống trước bên trong được cố định vào lỗ khoan của đường hầm chính bằng cách phun vật liệu vữa để làm đầy vào khoảng không giữa lỗ khoan và chi tiết chống trước được đặt trong lỗ để bảo vệ tính toàn vẹn của cấu trúc gần vị trí hầm chính hoặc bề mặt đất trên đường hầm chính.

8. Phương pháp đào đường hầm sử dụng chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau, phương pháp đào đường hầm này bao gồm các bước sau:

(a) lắp đặt chi tiết chống trước bên ngoài bằng cách khoan các lỗ từ mặt đất xuống mặt ngoài của khu vực được đào của đường hầm chính, luồn chi tiết chống trước bên ngoài vào trong các lỗ khoan, và phun vữa lên chi tiết chống trước bên ngoài đến các lỗ khoan;

(b) đào đường hầm chính theo các giai đoạn theo hướng chiều dọc dọc theo đường đào dự tính của đường hầm chính và phun sơ cấp bê tông phun lên bề mặt đào của đường hầm chính;

(c) khoan lỗ để chứa chi tiết chống sau trên bề mặt của đường hầm chính được phun sơ cấp bê tông phun lên;

(d) lắp đặt chi tiết chống sau ở lỗ giữa các chi tiết chống trước bên ngoài trong bề mặt đào của đường hầm chính được phun sơ cấp bê tông phun lên trong đường hầm chính;

(e) cố định chi tiết chống sau sử dụng vữa để làm đầy toàn bộ khoảng không giữa lỗ và chi tiết chống sau để gắn kết chi tiết chống sau vào lỗ sao cho kết cấu đang tồn tại của đường hầm chính được gia cường; và

(f) liên kết chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau bằng chi tiết chống kiểu tấm,

trong đó chiều dài hoặc đường kính của chi tiết chống trước lớn hơn chiều dài hoặc đường kính của chi tiết chống sau bên ngoài và trong đó chi tiết chống sau bao gồm ít nhất một trong số thanh thép, bu lông gắn trong đá rỗng, ống thép, ống thép có lỗ, bu lông bằng chất dẻo gia cường bằng sợi thủy tinh (Glass Reinforced Plastic - GRP), hoặc bu lông Swellex.

9. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 8, trong đó trong thời gian thực hiện bước (a), các chi tiết chống trước bên ngoài, được đặt cách bề mặt bên ngoài của khu vực được đào của đường hầm chính, được luồn ở độ sâu sâu hơn bề mặt đáy của đường hầm chính để ngăn sự nâng lên của bề mặt chính.

10. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 8, trong đó vật liệu gia cường nhân tạo được đặt trên lớp phủ đất nằm trên mặt trên của đường hầm chính để gia cường cho cấu trúc đất nằm bên dưới lớp phủ đất và;

trong đó chi tiết chống trước bên ngoài được lắp đặt từ lớp phủ đất được gia cường hướng về phía mặt ngoài của khu vực được đào của đường hầm chính theo một hướng.

11. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 8, trong đó bước (d) còn bao gồm bước (d') bao gồm:

lắp đặt liên tục lồng thép gia cường được tạo bởi thanh thép trên chi tiết chống trước bên ngoài và chi tiết chống sau;

đặt tấm đỡ trên chi tiết chống trước bên ngoài xuyên qua lồng thép gia cường;

xiết chặt neo để ép và cố định lồng thép gia cường; và

phun bê tông phun vào lồng thép gia cường.

12. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

đào dọc theo đường đào của đường hầm chính và lắp đặt chi tiết thoát nước trên bề mặt đào của đường hầm chính; và

phun sơ cấp bê tông phun vào bề mặt đào của đường hầm chính sau khi lắp đặt chi tiết thoát nước.

13. Phương pháp đào đường hầm theo điểm 8, trong đó chi tiết chống trước bên ngoài được cố định vào lỗ khoan của đường hầm chính bằng cách phun vật liệu vữa để làm đầy vào khoảng không giữa lỗ khoan và chi tiết chống trước bên ngoài được đặt trong lỗ để bảo vệ tính toàn vẹn của cấu trúc gần vị trí hầm chính hoặc bề mặt đất trên hầm chính.

Fig. 1

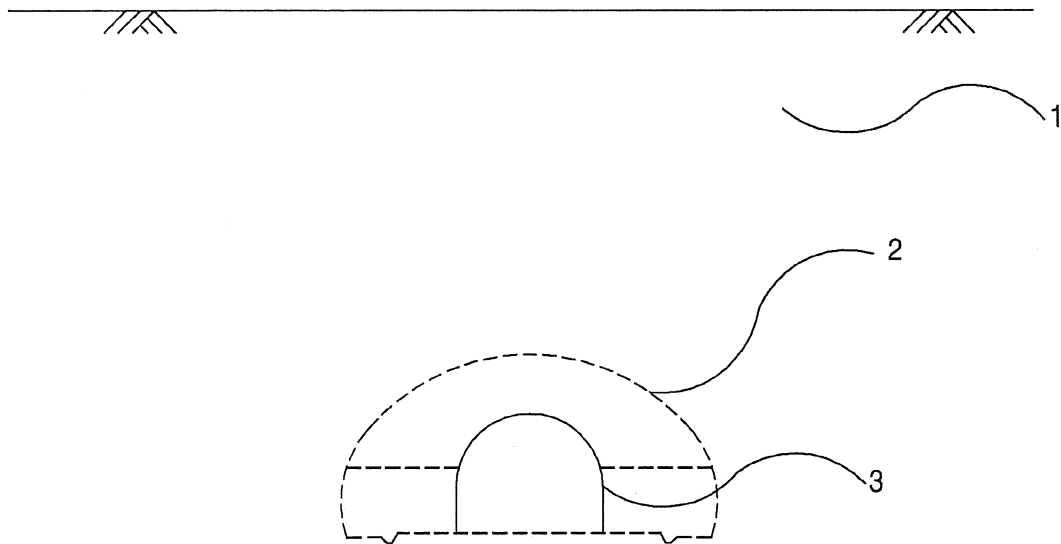


Fig. 2

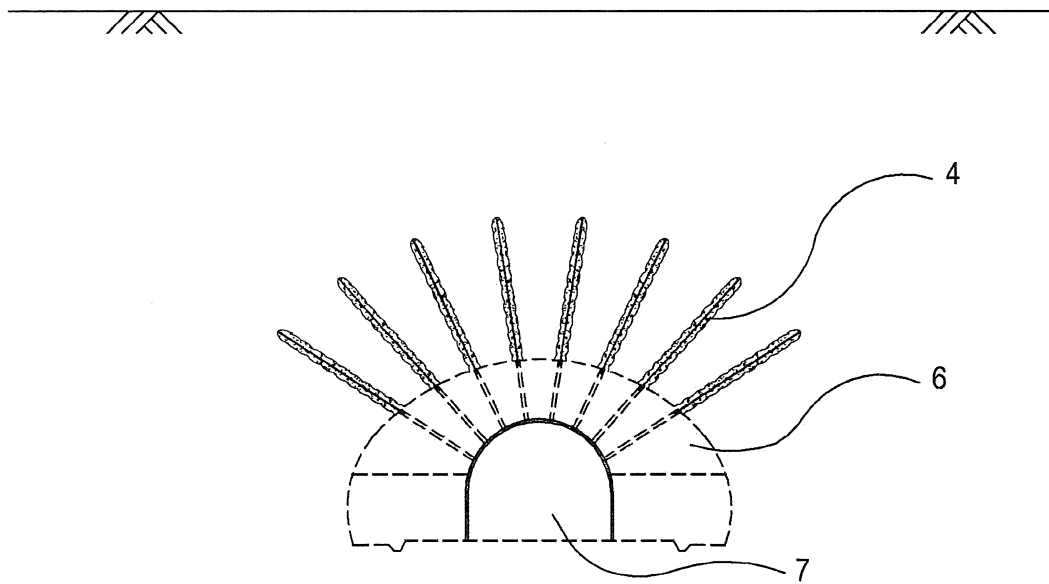


Fig. 3

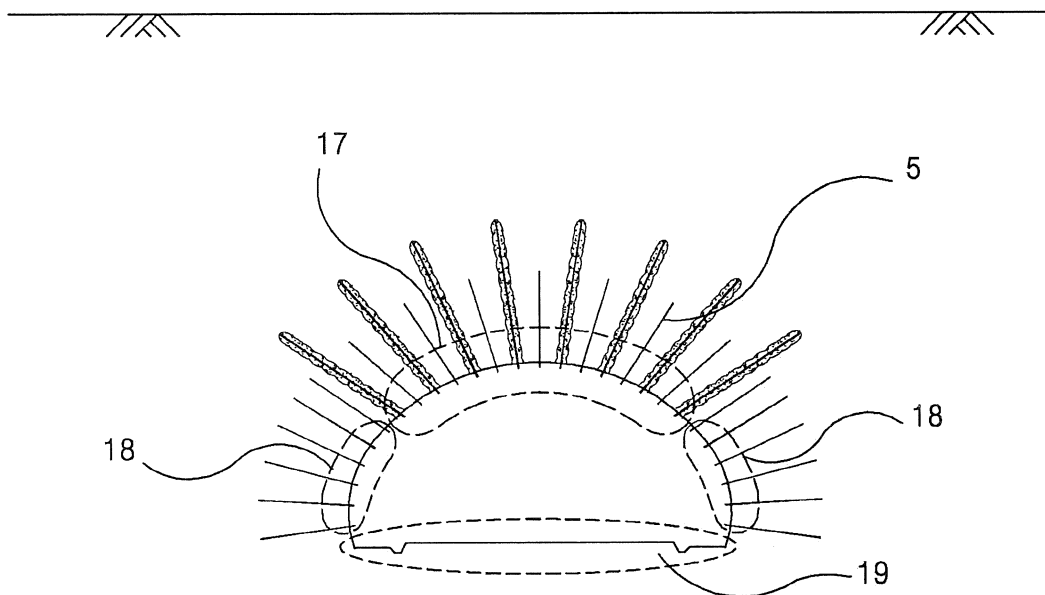


Fig. 4

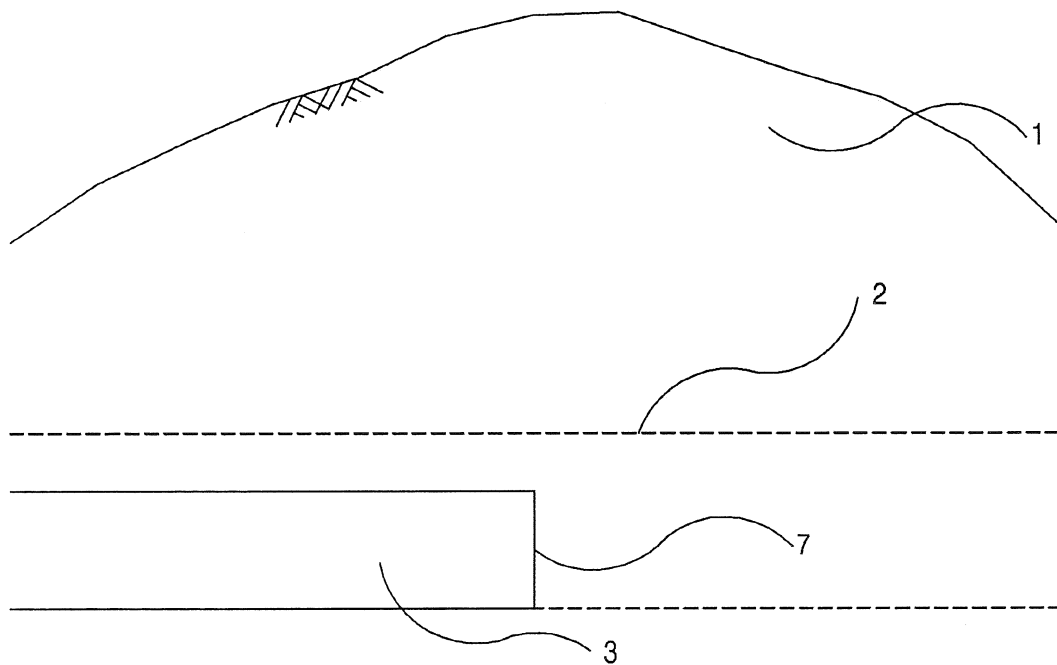


Fig. 5

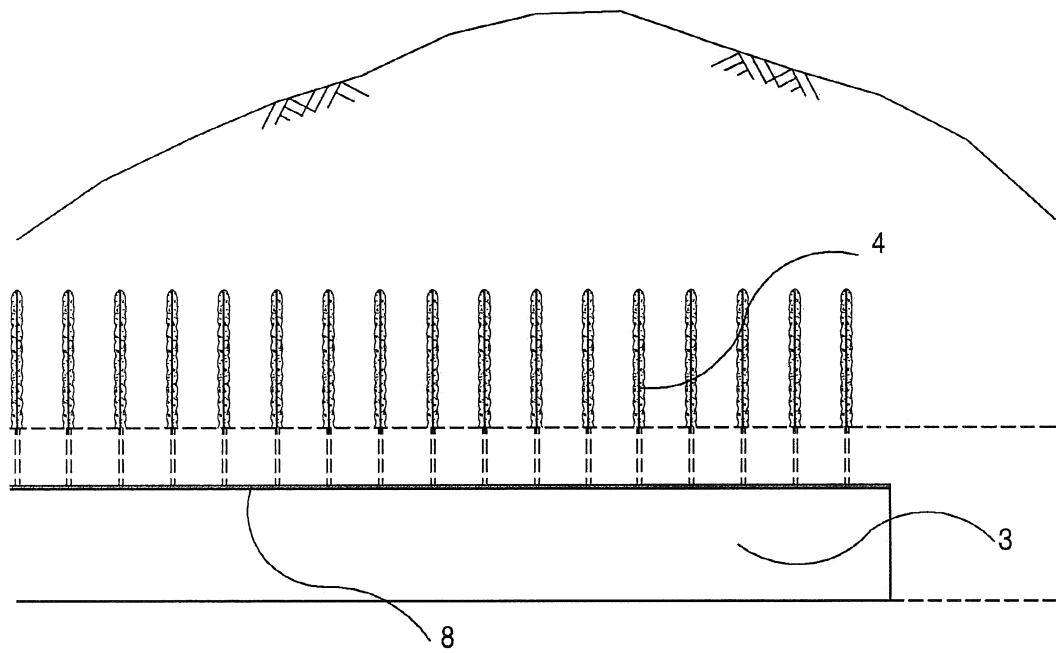


Fig. 6A

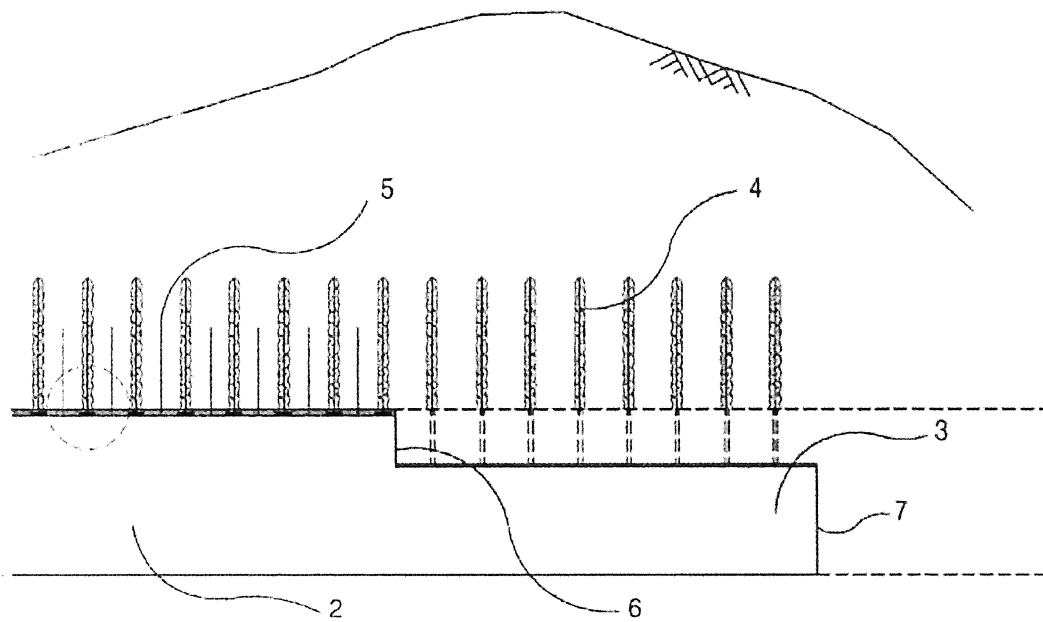


Fig. 6B

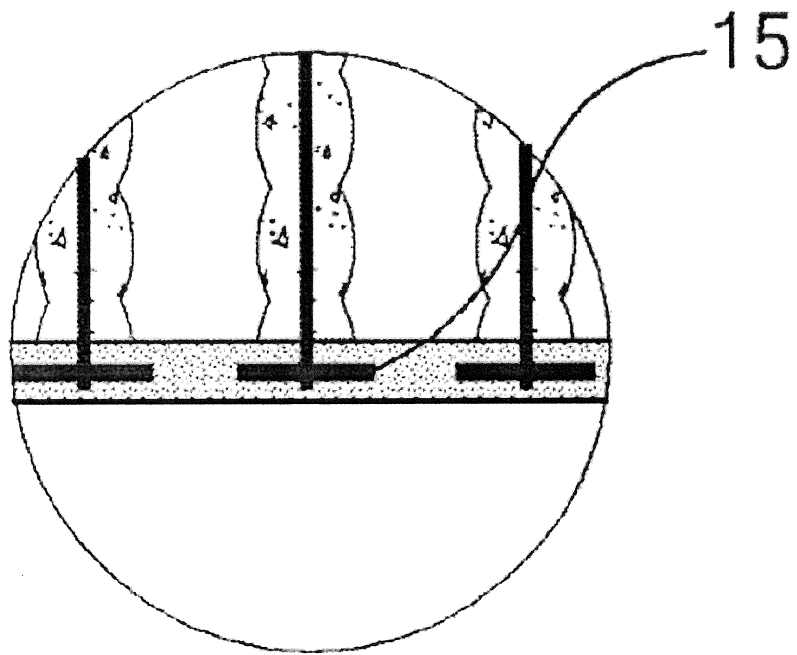


Fig. 7

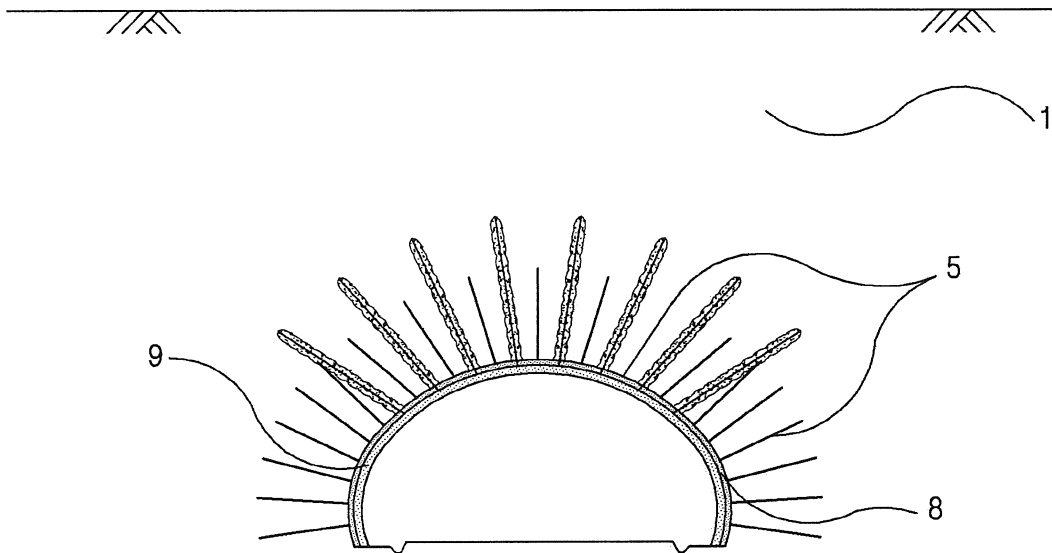


Fig. 8

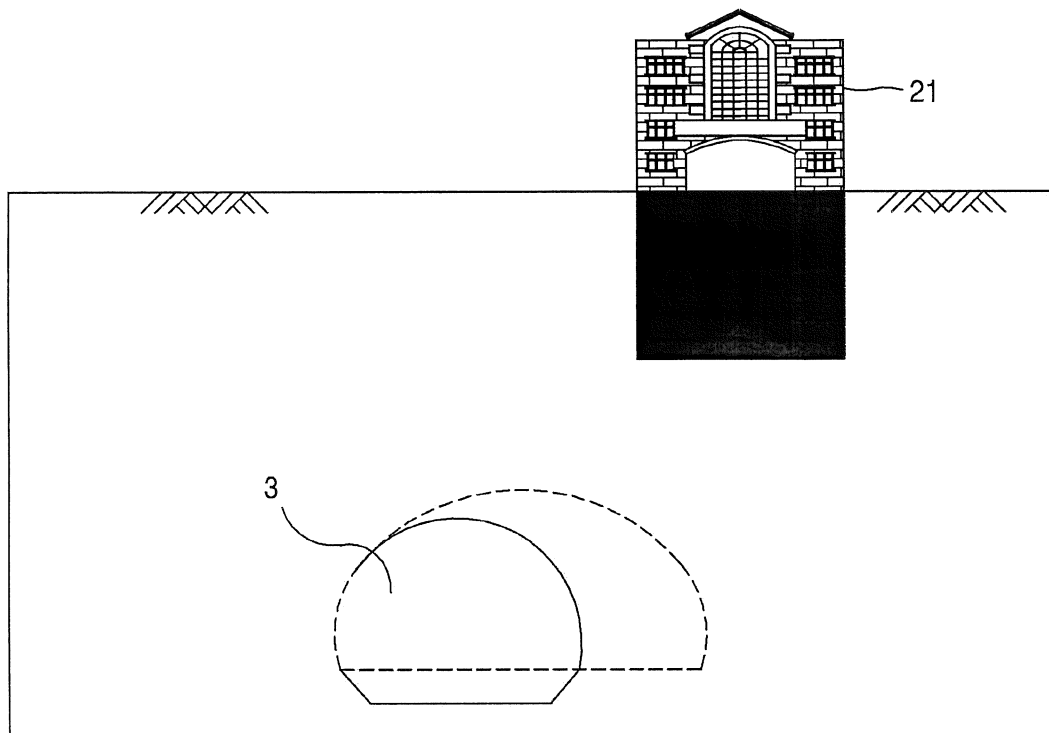


Fig. 9

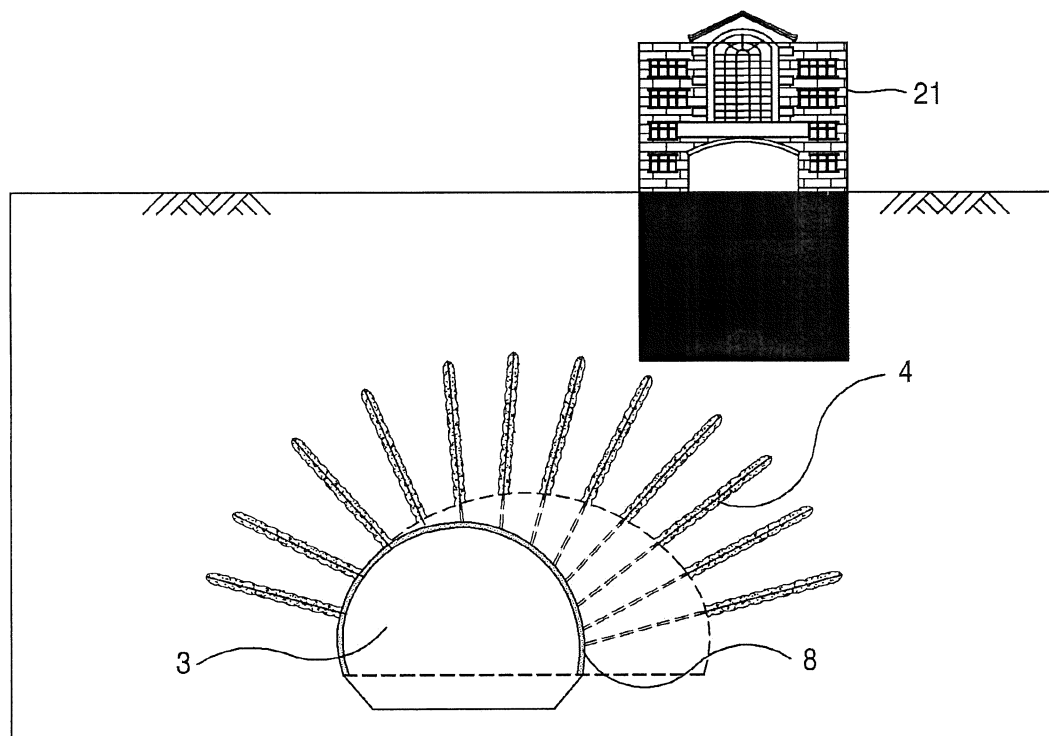


Fig. 10

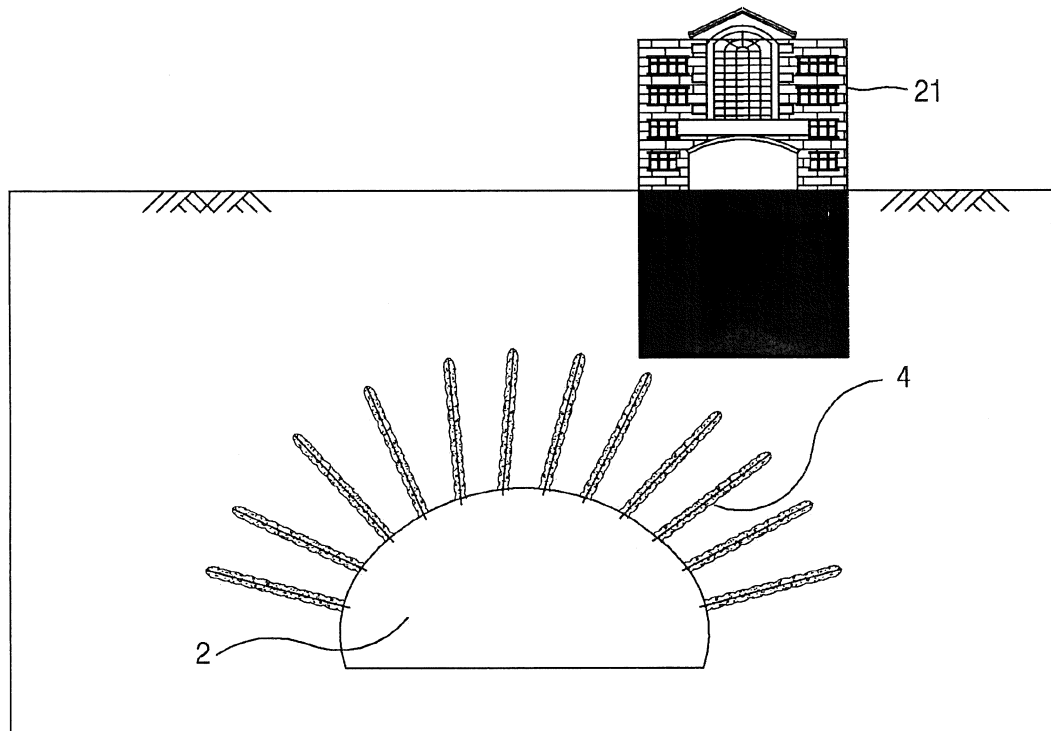


Fig. 11

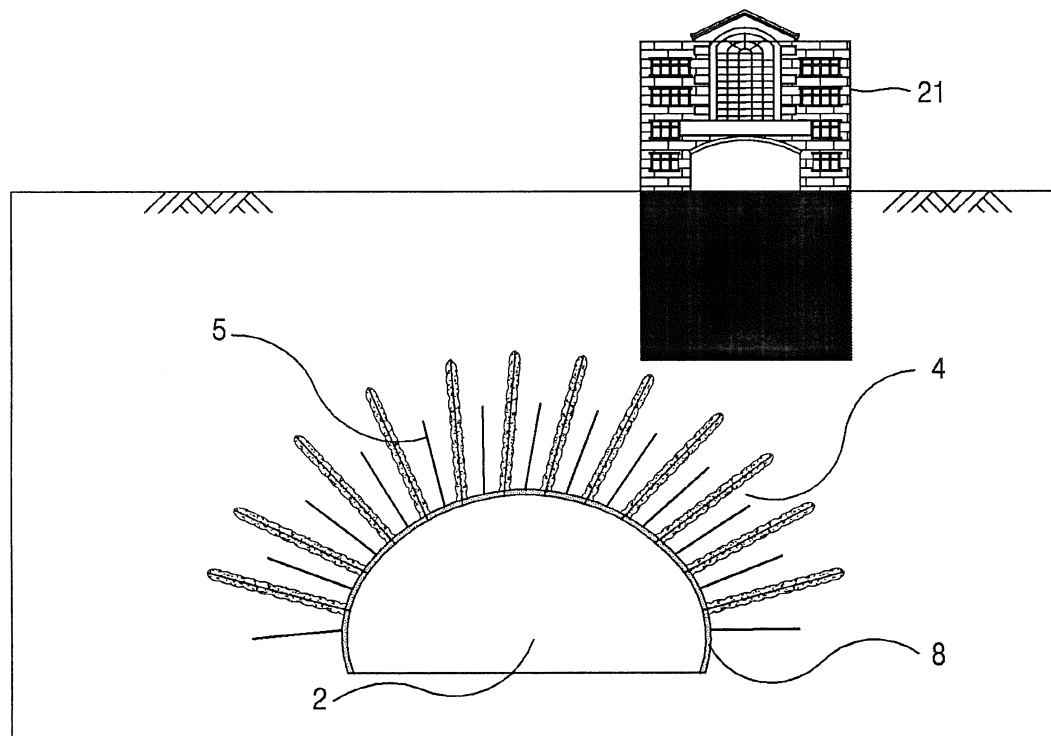


Fig. 12

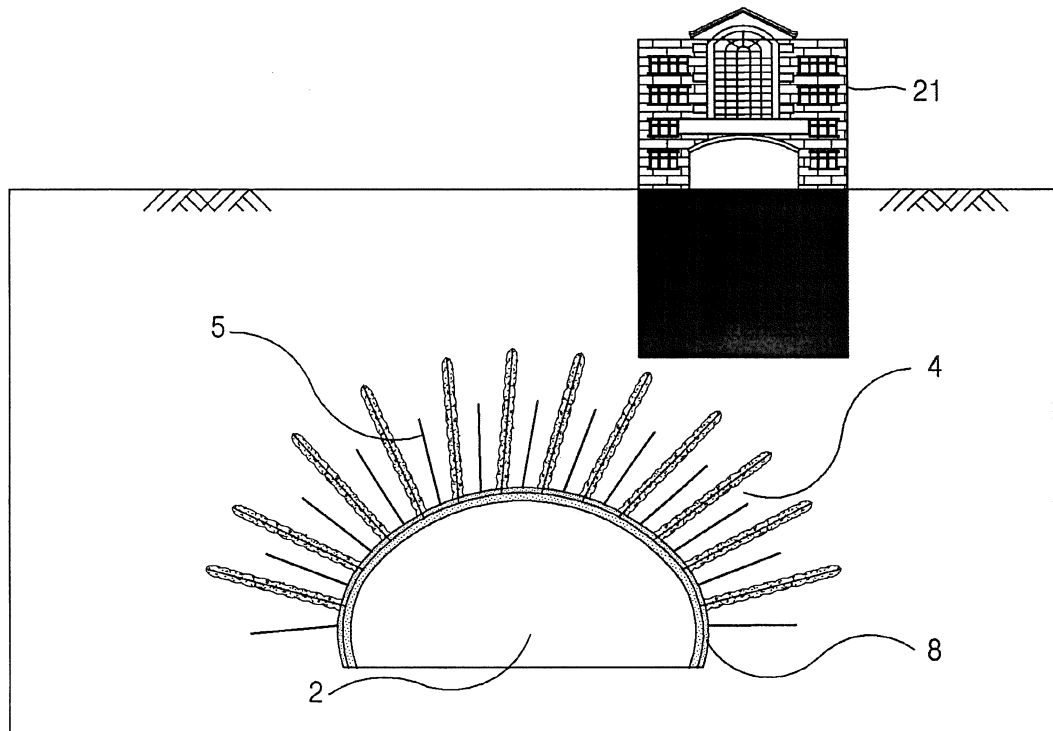


Fig. 13A

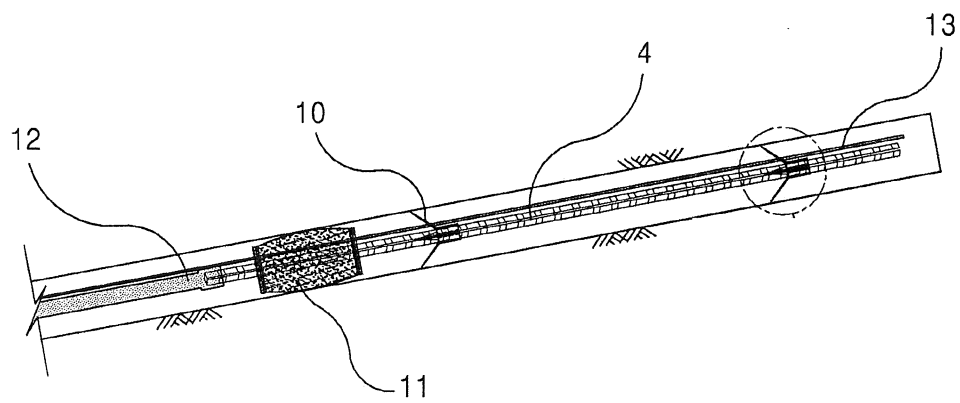


Fig. 13B

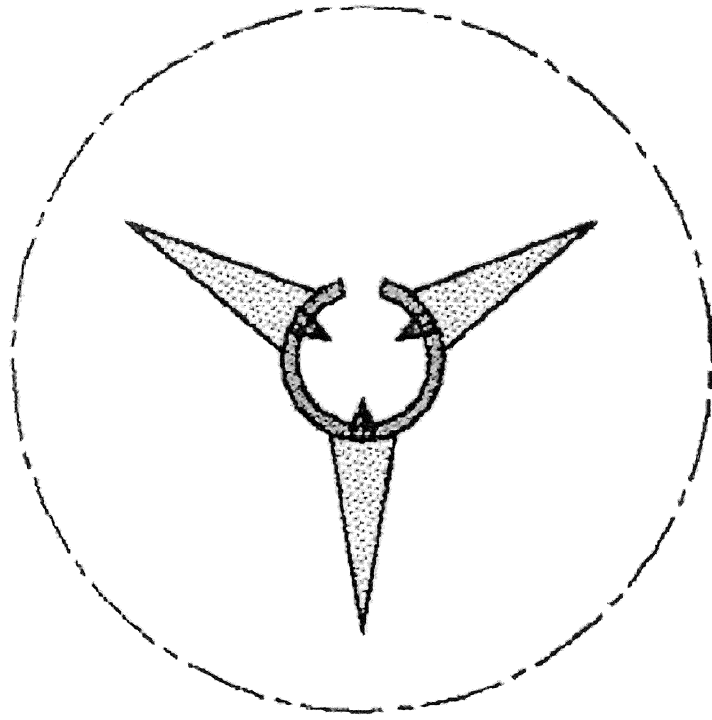


Fig. 14

Sơ đồ ứng suất của
nền đất ban đầu

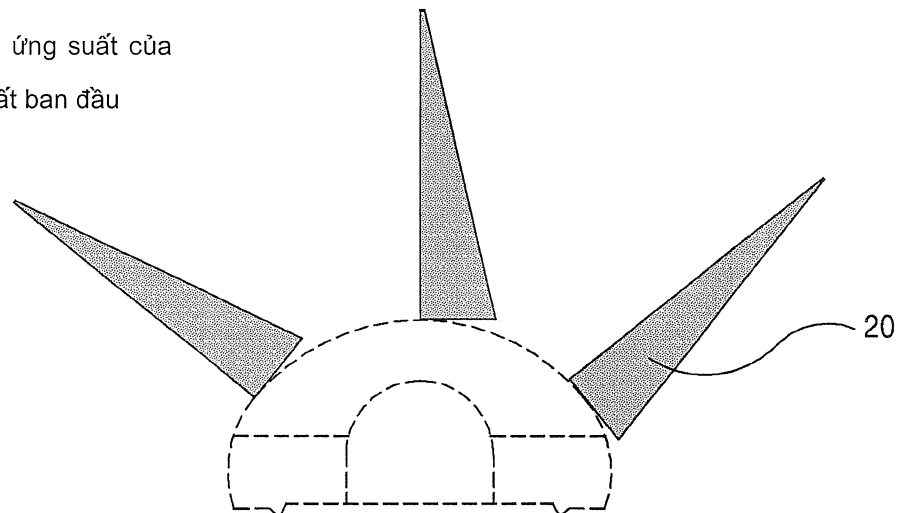


Fig. 15

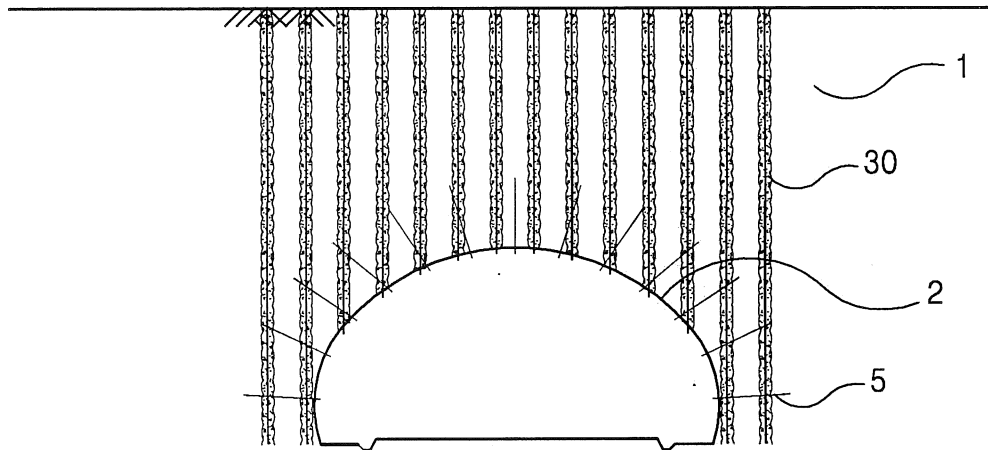


Fig. 16

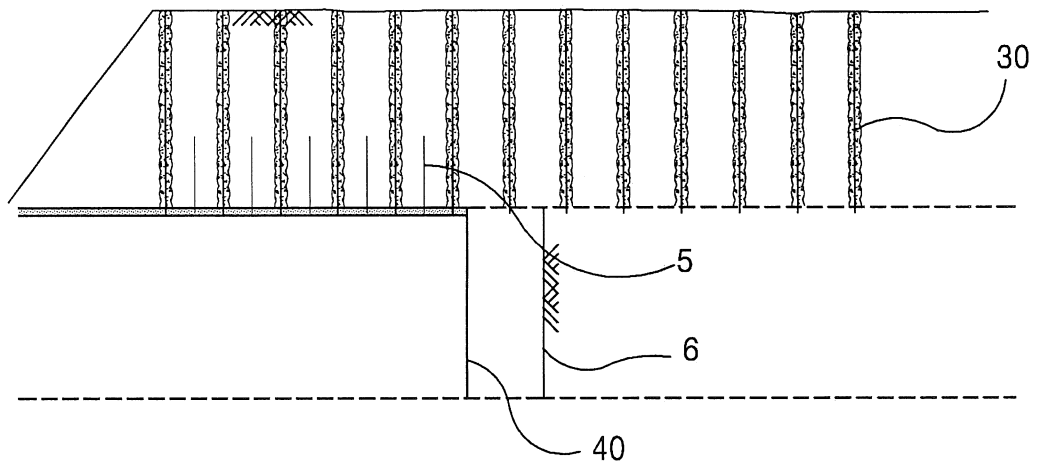


Fig. 17

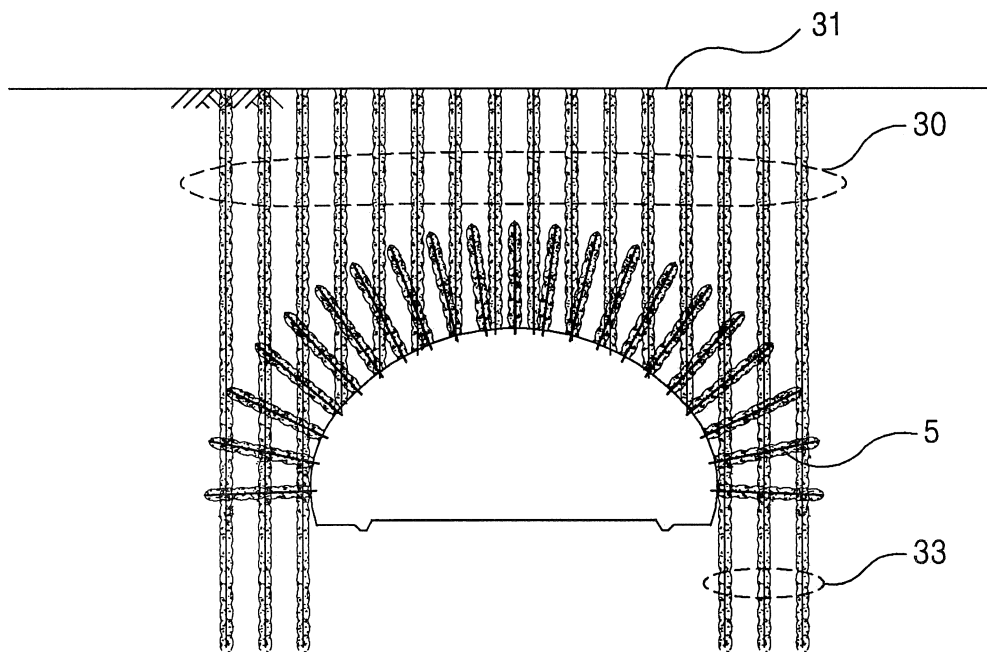


Fig. 18

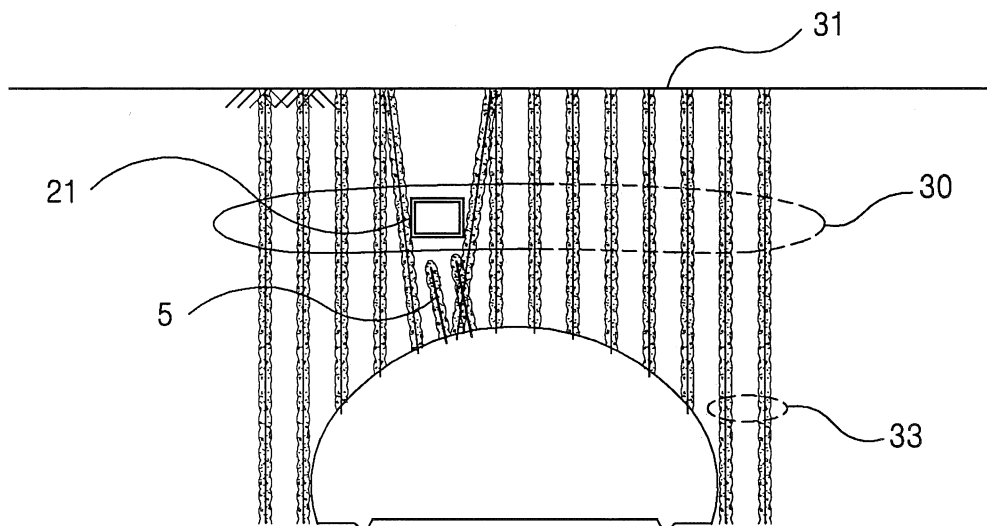


Fig. 19

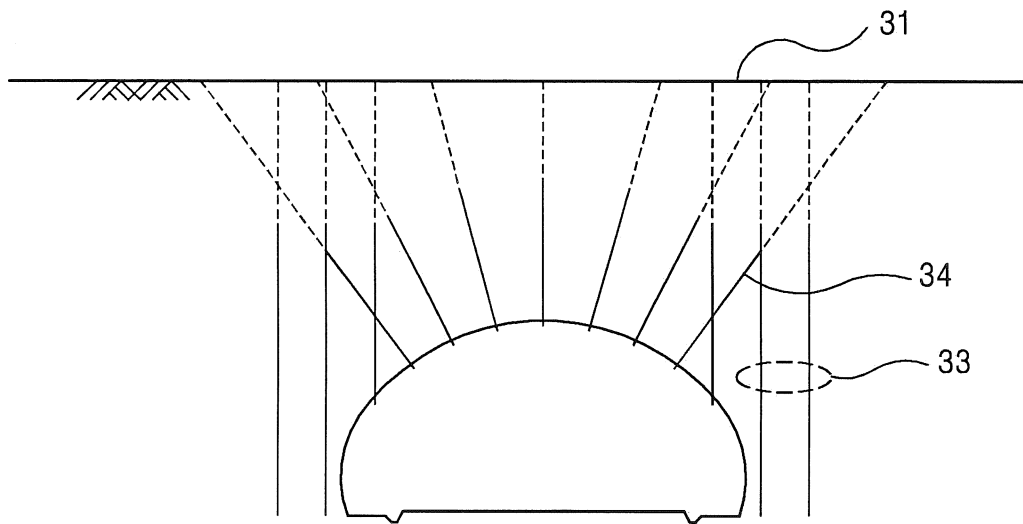


Fig. 20

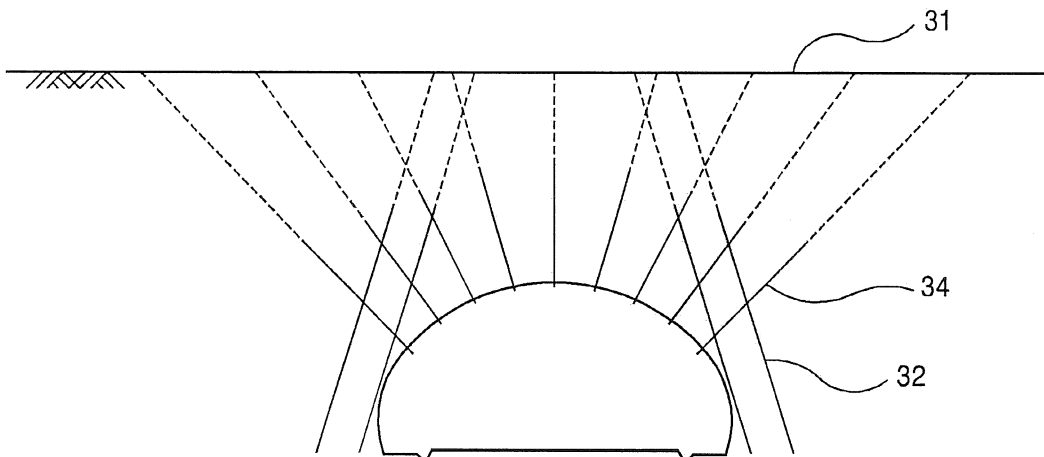


Fig. 21

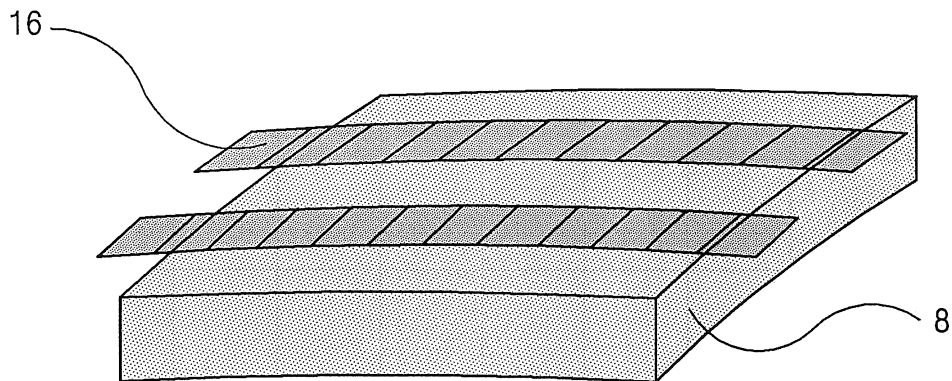


Fig. 22

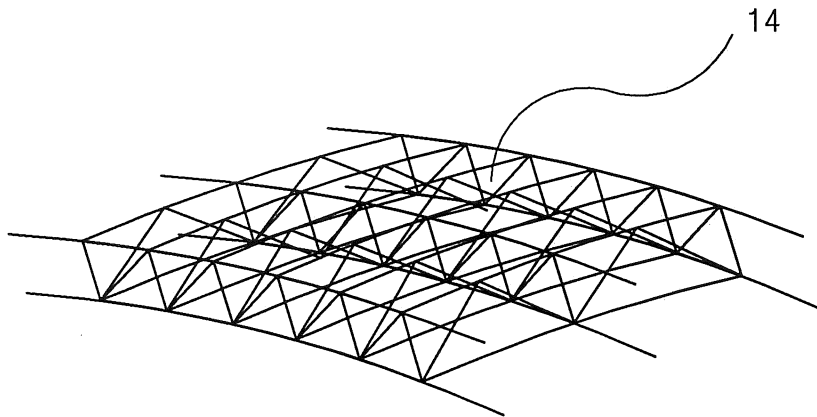


Fig. 23

