

특허청구의 범위

청구항 1

하중 증가에 따른 기존 콘크리트 기초 구조물의 부족한 지반 지내력을 보강하기 위하여, 강봉인 마이크로파일을 이용하여 콘크리트를 주재료로 하는 기초판을 구비한 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법으로서,

상기 기초판에 관통공을 천공하고, 상기 관통공과 연통되도록 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 천공홀을 천공하되, 상기 기초판 하측에 횡단면이 넓어지는 확공부가 구비되도록 상기 천공홀을 천공하는 천공 단계와;

상기 천공홀이 통과하는 연약 지반의 영역에 토사의 유입을 방지하는 강관 파이프를 삽입 설치하는 강관파이프 설치단계와;

마이크로파일에 고정너트가 위치 고정된 상태로 상기 마이크로파일을 상기 관통공 및 상기 천공홀 내에 삽입 설치하되, 상기 고정너트가 상기 기초판의 저면의 상기 확공부에 위치하도록 상기 마이크로파일을 삽입하는 마이크로파일 설치단계와;

상기 고정너트를 벌리는 것에 의해 횡단면을 확대시켜 상기 기초판의 상기 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 상기 고정너트를 조정하는 고정앵커 조정단계와;

상기 마이크로파일과 상기 천공홀 및 상기 기초판의 관통공 사이의 내부를 충전재로 충전하는 충전단계를;

포함하는 기초 구조물의 보강 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 마이크로파일 설치단계는 상기 마이크로파일의 일단이 상기 기초판 상부까지 연장되게 설치하고; 상기 충전단계 이후에,

상기 기초판의 상측에 상기 마이크로파일의 일단이 매몰되는 높이 이상으로 보강 콘크리트를 합성하는 단계를;

더 포함하는 기초 구조물의 보강 방법.

청구항 3

하중 증가에 따른 기존 콘크리트 기초 구조물의 부족한 지반 지내력을 보강하기 위하여, 강봉을 이용하여 토사로 매립된 기초판을 구비한 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법으로서,

지면으로부터 토사를 관통하는 토사공과 연속하여 상기 기초판에 관통공을 천공하고, 상기 관통공과 연통되도록 상기 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 천공홀을 천공하되, 상기 기초판 하측에 횡단면이 넓어지는 확공부가 구비되도록 상기 천공홀을 천공하는 천공 단계와;

상기 천공홀과 상기 관통공 내부에 강봉으로 이루어진 마이크로파일을 삽입 설치하는 마이크로파일 설치단계와;

상기 마이크로파일과 상기 천공홀의 사이 공간 및 상기 마이크로파일과 상기 관통공의 사이 공간을 충전재로 충전하는 충전단계를;

포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 마이크로파일 설치단계는 상기 마이크로파일에 고정너트가 위치 고정된 상태로 상기 마이크로파일을 상기 토사공과 상기 관통공과 상기 천공홀의 내부에 삽입 설치하되, 상기 고정너트가 상기 기초판의 저면의 상기 확공부에 위치하도록 상기 마이크로파일을 삽입하는 것에 의해 이루어지고;

상기 고정너트를 벌리는 것에 의해 횡단면을 확장시켜 상기 기초판의 상기 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 상기 고정너트를 조정하는 고정앵커 조정단계들;

상기 충전단계 이전에 더 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법.

청구항 5

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 마이크로파일 설치단계 이전에, 상기 토사로부터 상기 기초판에 이르는 상기 토사공에 제2강관 파이프를 삽입 설치하는 단계와;

상기 마이크로파일은 상기 기초판의 상측에서 제2마이크로파일과 커플러로 결합된 형태로 설치되고, 상기 충전단계 이후에 상기 제2마이크로파일을 상기 마이크로파일로부터 분리하는 단계와;

상기 충전단계 이후에, 설치된 상기 제2강관파이프를 제거하는 단계와;

상기 토사공을 토사로 메우는 단계를;

더 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법

청구항 6

기둥 하단에 상기 기둥의 횡단면보다 큰 콘크리트 기초판을 구비한 기초 구조물의 내구력 보강 구조로서,

상기 기초판에 형성된 관통공과 연통되도록 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 형성된 천공홀 내에 삽입 설치되며 강봉으로 형성된 마이크로파일과;

상기 마이크로파일에 결합되어 벌리는 것에 의해 횡단면이 확장되어 상기 기초판의 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 조정된 고정너트와;

상기 암반층과 상기 기초판 사이의 연약지반 내의 상기 마이크로파일에 토사가 유입되는 것을 방지하도록 상기 마이크로파일의 외주면을 감싸도록 상기 연약 지반 내에 설치된 강관 케이싱과;

지반과 상기 마이크로파일을 일체화시키도록 상기 강관 케이싱과 상기 마이크로파일 사이에 충전된 충전재를;

포함하여 구성된 기초 구조물의 보강 구조..

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 마이크로파일은 일단이 상기 기초판 상부까지 연장되게 설치되고, 상기 기초판의 상측에 상기 마이크로파일의 일단이 매몰되는 높이 이상으로 상기 기초판의 상측에 형성된 보강 콘크리트를;

더 포함하는 기초 구조물의 보강 구조.

청구항 8

기둥 하단에 상기 기둥의 횡단면보다 큰 콘크리트 기초판이 지면 아래에 구비된 기초 구조물의 내구력 보강 구조로서,

지면으로부터 토사를 관통하는 토사공과, 상기 토사공에 연속하여 상기 기초판에 천공된 관통공과, 상기 관통공

에 연통되도록 상기 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 천공된 천공홀을 천공하여, 상기 천공홀 내에 토사 유입을 방지하도록 삽입 설치된 강관 케이싱과;

상기 강관 케이싱과 상기 관통공에 설치되며 강봉으로 형성된 마이크로파일과;

상기 강관 케이싱과 상기 마이크로파일의 사이를 충전한 충전재를;

포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 기초 구조물의 보강 구조.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 마이크로파일에 결합되어 별리는 것에 의해 횡단면이 확장되어 상기 기초판의 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 조정된 고정너트들;

추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 기초 구조물의 보강 구조.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 기존 콘크리트의 기초 구조물의 보강 공법 및 보강 구조에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 강봉(鋼棒) 마이크로파일을 이용하여 기존 콘크리트 기초 구조물의 하중 증가에 따른 콘크리트 기초 구조물의 부족한 지반의 지내력을 보강하는 공법 및 그 구조에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 도1a에 도시된 바와 같이 교각, 벽 등 건축구조물 등에 사용되는 다양한 단면 형상을 갖는 기둥을 지지하는 콘크리트 기초 구조물은 일반적으로 기둥(10)의 하단에 기둥(10)보다 단면이 큰 기초판(20)이 형성된다. 이 기초판 설계 시에는 구조물에 예상할 수 없는 높은 응력과 균열 등의 부작용을 일으키는 부등침하에 대하여 충분한 검토가 요구된다. 이와 같은 침하량을 작게 하기 위하여서는 충분한 지내력을 가진 지반에 기초판을 설치하고 기초판의 단면적을 충분히 크게 하여야 하는데, 연약지반층에 기초판을 설치하는 경우나 기초판의 면적을 충분히 크게 형성할 수 없는 경우에는, 기둥을 통해 기초판에 전달되는 하중을 연약지반층 아래에 있는 암반층에 말뚝을 통해 전달하여 지지하기도 한다.

[0003] 기초판으로부터 지반에 전달되는 단위 면적당 하중의 크기가 허용지내력 이하로 되도록 기초판의 크기가 결정된다. 그러나, 기초판이 설치되는 지질에 따라 각기 상이한 허용지내력(qa)을 갖고 있으므로, 기초판이 설치되는 지질의 종류에 따라 기초판의 크기가 결정된다.

[0004] 이 기초판의 구조해석에 대한 설계지침에 따르면, 기초판이 지지하는 하중은 기둥으로부터 전달되는 고정하중(D), 활하중(L), 풍하중(W), 지진하중(E), 기초판 자중(Db) 및 기초판 위에 채워지는 흙 등 상재하중(Ds) 등이 작용하며, 이들 하중에 의한 토압이 허용지내력(qa) 이하로 유지되어야 한다. 예를 들면, 중심하중을 받는 기초판의 크기는 다음의 수학적 식 1로 계산되는 면적(A1, A2) 중 큰 값으로 결정된다.

[0005] 수학적 식 1

[0006]
$$A_1 = \{(D + Db + Ds) + L\} / qa$$

[0007]
$$A_2 = 0.75 * \{(D + Db + Ds) + L + W\} / qa$$

[0008] 콘크리트 기초 구조물에 생기는 모멘트와 전단력을 계산하기 위해서는 기둥으로부터 전달되는 고정하중(D), 활하중(L), 풍하중(W), 지진하중(E) 등에 의한 토압만 고려되며, 기초판의 자중(Db)과 상재하중(Ds)은 고려되지 않는다. 독립확대기초의 설계에서는 휨, 전단, 철근의 정착 및 기둥과 닿는 면에서의 지압 등을 검토하여야 한다.

[0009] 도1a를 참조하면, 기둥으로부터 그 방향으로 돌출한 캔틸레버로 상향방향으로 작용하는 지내력에 의하여 휨모멘트가 작용하며, 이 때, 최대 휨모멘트는 기둥면에서 발생된다. 이와 관련하여, 최대 휨모멘트(Mu)의 발생에 따

라 요구되는 보강 철근량(A_s)은 다음 수학적 식 2에 의하여 산출된다.

수학적 식 2

$$A_s = M_u / \Phi * f_y * j * d$$

여기서, Φ : 강도감소계수, f_y : 철근의 항복강도, $j=0.9$, d : 기초판의 유효깊이이다. 위 수학적 식 2에 따르면, 기초판 두께(d : 유효깊이)에 따라 사용 철근의 두께가 결정된다.

기둥을 지지하는 독립확대기초에 상향으로 작용하는 토압에 의하여 전단력이 작용하는데, 이는 1방향 전단과 2방향 전단으로 나뉜다. 1방향 전단에 의한 파괴는 도1a 및 도1b에 도시된 바와 같이, 기둥면으로부터 도면 부호 d (단면 $a-a'$)만큼 이격된 위치에서 발생하며, 기초판의 복부에는 철근보강이 안되어 있으므로 $V_u \leq \Phi V_c$ 가 만족되어야 한다. 여기서, V_u 는 설계용 토압(q_u)에 의한 1방향 전단력으로서 도1b의 빗금친 부담면적(87)에 토압(q_u)을 곱하여 계산되며, 콘크리트의 전단강도 V_c 는 다음의 수학적 식 3에 의하여 계산된다.

수학적 식 3

$$V_c = 1/6 * \sqrt{f_{ck}} * b_w * d$$

여기서, f_{ck} : 콘크리트 압축강도, b_w : 기초판 폭, d : 기초판의 유효깊이이다.

2방향 전단에 의한 기초판의 파괴는 기둥의 4면 주위에 토압에 의한 뚫림전단 거동에 의하여 발생되는 데, 이때의 위험단면은 도1b에서 파선으로 표시된 것과 같이 각 기둥면에서 $d/2$ (단면 $b-b'$)만큼 떨어진 위치에 생기며 뚫림전단의 위험단면 면적은 $b_o * d$ 가 되고, 계수전단력(V_u)는 설계용 토압(q_u)에 도1b의 빗금친 부분인 부담면적(98)을 곱하여 계산된다. 기초판의 복부에 철근보강이 안되어 있으므로 $V_u \leq \Phi V_c$ 가 만족되어야 한다. 이 때, 콘크리트의 전단강도 V_c 는 다음의 수학적 식 4에 의하여 계산된다.

수학적 식 4

$$V_c = 1/3 * \sqrt{f_{ck}} * b_o * d$$

여기서, f_{ck} : 콘크리트 압축강도, b_o : 위험단면의 둘레, d : 기초의 유효깊이이다.

일반적으로 콘크리트 기초판의 유효깊이(d)는 전단에 의하여 결정되며, 그중에서도 독립확대기초에서는 대부분의 경우 뚫림전단에 대한 콘크리트의 전단강도에 따라 단면이 결정된다.

또한 기둥 하단면에서의 힘과 모멘트는 기초 콘크리트의 지압과 기둥-기초 연결부를 관통하는 장부철근(Dowel Bar) 및 기둥철근(11)에 의하여 기초판으로 전달되며 기초판(20) 위의 기둥(10)으로부터 전달되는 하중은 기둥과 기초 접합면에서의 지압으로 지지되어야 하고, 이때의 지압력은 기초콘크리트의 지압강도를 초과해서는 안된다.

지반이 연약하여 독립확대기초로 하기에는 적합하지 않으나 지하의 적당한 깊이에 암반이 있는 경우에는 말뚝을 사용하여 기둥의 하중이 콘크리트 기초판을 통하여 암반에 전달되도록 하며, 기초판은 기둥의 하중을 분산시켜 말뚝에 전달하고 말뚝으로 부터의 반력에 의한 전단력과 모멘트를 지지하며, 말뚝의 머리를 고정시켜 이탈하지 않도록 하여야 한다. 말뚝기초의 설계에서는 기둥으로부터 전달되는 하중과 기초판 및 그 위에 채워지는 하중을 기초판의 지지력으로 지지하므로 말뚝의 수(n)은 다음의 수학적 식 5에서 얻은 값(n_1 , n_2) 중 큰 것으로 한다.

수학적 식 5

$$n_1 = \{(D + D_b + D_s) + L\} / R_a$$

$$n_2 = 0.75 * \{(D + D_b + D_s) + L + W\} / R_a$$

여기서, 말뚝의 수는 기초의 안정을 위하여 3개 이상으로 하고, 휨모멘트와 전단력을 최소로 하는 방향으로 말뚝을 배치한다. 말뚝기초의 전단력과 모멘트에 대해서는 독립확대기초에서와 같이 1방향 전단에는 기둥면으로부터 d 만큼 이격된 위치의 위험단면, 2 방향 전단에는 기둥면으로부터 $d/2$ 만큼 이격된 위치의 위험단면, 모멘트에는 기둥면에 대하여 주변말뚝의 설계용 반력(R_u)에 의한 값으로 계산한다. 개개의 말뚝 주변에도 뚫림전단이 생길 우려가 있으므로 말뚝끝면에서 $d/2$ 되는 위험단면에서 뚫림전단에 대한 검토를 해야 한다.

상술한 기초판의 설계지침으로부터 경제적인 기초판의 면적과 두께를 결정하는 주요 요소는 지반의 허용지내력과 상향토압에 의한 전단력임을 알 수 있다. 또한 연약지반에 설치되는 말뚝기초 구조물은 휨모멘트와 전단력을 최소로 하는 방향으로 말뚝의 배치를 함으로써 경제적인 기초판의 단면을 설계 적용할 수 있게 된다.

- [0029] 도1a 및 도1b는 상기 설계지침에 의하여 기둥(10)으로부터 전달되는 상부의 축하중(N_0)과 모멘트(M_0)를 지반의 허용지내력(q_a)으로 지지할 수 있는 독립확대기초(20)의 면적과 상향토압에 의한 전단력을 저항 할 수 있는 콘크리트의 두께(d)가 결정된 기초판(20) 단면의 기둥면(점B,C)에서의 최대 휨모멘트에 의한 필요 철근량(21)을 배치하여 사용 중인 콘크리트 기초 구조물을 도시한 도면이다.
- [0030] 도2에 도시된 바와 같이, 사용 중인 기존 기초 구조물(도1)에 리모델링이나 지진 등으로 증가하는 축하중(N_{add})와 모멘트(M_{add})가 추가로 발생하여 기존 기초판을 사용하는 경우에는, 지반 지내력이 부족하면 말뚝(30)을 설치하여 기둥에서 전달되는 축하중과 모멘트를 분산시켜 말뚝(30)을 통해 전달하고, 이와 함께, 말뚝으로부터의 반력에 의한 전단력과 휨모멘트에 의해 발생하는 부족한 저항능력을 보완하기 위하여 기초판 상부에 콘크리트(40)를 타설하여 보강한다.
- [0031] 기둥(10)의 하단부(단면B-C)에 작용하는 증가된 축하중(N_{add})과 모멘트(M_{add})에 대하여 기존 기둥단면의 부족한 지지력을 보강하는 방법은 증가된 상부구조의 축하중(N)과 휨모멘트(M)가 동시에 작용하는 경우에 기둥 도심에 대하여 다음 수학적식 6과 같은 등식이 성립된다.
- [0032] 수학적식 6
- [0033] $M=N \cdot e$ (e : 기둥 도심에서의 편심 거리)
- [0034] 여기서 모멘트(M)가 축하중(N)에 비하여 작으면 편심 거리(e)가 작게 되는데, 이 경우 대부분의 기둥단면에는 압축력이 작용하는데 반하여, 편심 거리(e)가 크게 되면 축하중(N)이 단면의 바깥에 작용하여 압축은 미미하게 되어 휨의 지배를 받게 되고, 이에 따라 인장변형이 발생하는 경우 콘크리트에는 균열이 일어나 파괴될 수 있다. 도심으로부터 떨어진 편심거리(e)에 의하여 발생하는 기둥의 인장응력을 제거하기 위해 콘크리트 기둥면에 콘크리트(50)를 타설하거나 강관접착공법(51)으로 보강하기도 한다.
- [0035] 도3은 현재 시행되고 있는 보강 구조를 도시한 것으로서, 말뚝은 이형강봉인 마이크로파일(30)로 형성되고, 파일두부(頭部:35,36)를 기초판에 정착하는 방법에 따라 두 가지로 나뉜다.
- [0036] 첫 번째 보강 방법(Case1)은, 코아드릴 기계를 이용하여 거친 콘크리트면이 형성되도록 콘크리트 기초 구조물(20)을 천공(20a)하고, 크롤러드릴 기계로 암반층까지 일정한 직경으로 천공(32)하면서 연약지반층 내의 뚫린 구멍에 토사의 매몰을 방지하기 위하여 강관 케이싱(31)을 매설하는 작업을 동시에 수행한다. 그리고 나서, 이형강봉인 마이크로파일(30)을 삽입하고 시멘트 그라우트밀크(33,34)를 충전하여 소정의 압축강도까지 충분히 양생한다. 그리고 나서, 기존 기초판(20) 상부 위까지 올려 설치한 마이크로파일(30)에 지압판(35) 위아래에 고정 너트(36)를 체결하여 마이크로파일의 두부를 설치한다. 증가된 파일반력에 의해 발생하는 휨모멘트와 전단력이 기존 기초판의 두께(콘크리트 유효높이: d)와 설치된 철근량(21)를 검토하고 파일두부(35,36)의 지압판(35)에 전달되는 반력에 의한 파일의 뚫림전단(Punching Shear)와 기둥면(13)에서 발생할 수 있는 전단력에 충분히 저항할 수 있도록 기둥면(13)에 코아드릴로 일정한 직경의 구멍(41)을 천공하고 에폭시 몰탈(80)을 주입하여 고정시킨 장부철근(Dowel Bar: 42)를 설치하여 보강한다. 이와 같은 발생 가능 요소들에 의하여 보강콘크리트의 두께(H')가 결정된다.
- [0037] 또한 기존 기초판 상면과 보강콘크리트 하면 사이에 발생할 수 있는 전단력에 의한 신규 콘크리트 분리현상을 방지하기 위하여 구 콘크리트면을 거칠게 치핑(chipping, 12)를 하고 필요에 의해 장부철근(42)를 설치하기도 한다.
- [0038] 이 첫 번째 보강방법(Case1)은 파일반력에 의하여 기존 기초판의 콘크리트 유효두께(d)나 사용 철근량(21)이 충분함에도 불구하고 파일의 뚫림전단이나 전단에 의한 보강콘크리트와 기둥면(13)과의 필요한 전단보강 장부철근(42)의 수량에 의하여 불필요한 콘크리트 두께(H')가 결정되는 모순이 있으며, 기둥면의 과도한 장부철근(42) 보강을 위한 노후된 기둥면에 다수의 천공(41)으로 인하여 기둥구조물의 손상이 야기되고 과도한 공사비가 소요되는 문제점도 내포하고 있다.
- [0039] 두 번째 보강 방법(Case2)은 마이크로파일(30)의 두부(35, 36)를 기존 콘크리트 기초 구조물 내에 설치하는 방법으로서, 기초판 상부를 일정한 크기의 콘크리트를 깎 후 첫 번째 보강 방법(Case1)과 마찬가지로 마이크로파일(30)을 삽입하고 깎 콘크리트 안에 파일두부(35, 36)를 정착시키고, 파일의 뚫림전단을 보강하기 위한 장부철근을 고정 설치하고 콘크리트를 타설한다. 또한 증가하는 축력과 휨모멘트에 의해 발생하는 기둥의 인장응력을 보강하기 위하여 기둥 하단에 일정한 크기의 구멍을 천공한 후 에폭시로 고정 시킨 앵카 볼트로 기둥면에 강판

을 밀착하고 이를 고정시킨다. 이와 같은 두 번째 보강 방법(Case 2)은, 사용 기간이 오래된 기존의 콘크리트 구조물에 대해서는 콘크리트 깨는 공정에서 기존 콘크리트 구조물에 치명적인 손상을 야기할 가능성이 있으며, 기둥보강인 강관접착공법의 경우 과도한 공사비가 소요되는 문제점을 내포하고 있다.

[0040]

발명의 내용

해결하려는 과제

[0041]

상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 교각, 건물기둥이나 벽과 같이 다양한 단면 형상을 갖는 건축이나 토목구조물의 기초판을 빠른 시간 내에 간단한 시공에 의해 신뢰성있게 보강할 수 있는 기초 구조물의 보강 공법 및 보강 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0042]

또한, 본 발명은, 교각이나 건물 기둥 등의 기초 구조물을 보강함에 있어서, 마이크로파일을 긴장 정착하는 공정이 없더라도 보다 높은 휨모멘트와 전단력에 견딜 수 있고, 경제적으로 시공하며 내구력이 확실하게 보강하는 것을 목적으로 한다.

[0043]

즉, 본 발명은 마이크로파일을 설치하는 천공홀을 시공할 때에 기초판의 저면에 확공부를 시공하고, 이 확공부에 단면 크기가 조정 가능한 고정너트를 벌려 고정너트가 기초판의 관통공에 간섭되도록 함으로써, 파일두부 정착시에 마이크로파일로 압축 프리스트레스를 도입하지 않더라도, 기초판에 발생하는 휨전단 균열 및 뚫림전단 균열을 효과적으로 제어할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

[0044]

그리고, 본 발명은, 기초 구조물의 기초판이 저면에 매립된 상태로 설치된 경우에도, 기초 구조물의 기초판에 이르는 토사를 모두 파내지 않더라도 기초 구조물의 보강을 행할 수 있도록 하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0045]

본 발명은 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여, 하중 증가에 따른 기존 콘크리트 기초 구조물의 부족한 지반 지내력을 보강하기 위하여, 강봉인 마이크로파일을 이용하여 콘크리트를 주재료로 하는 기초판을 구비한 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법으로서, 상기 기초판에 관통공을 천공하고, 상기 관통공과 연통되도록 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 천공홀을 천공하되, 상기 기초판 하측에 횡단면이 넓어지는 확공부가 구비되도록 상기 천공홀을 천공하는 천공 단계와; 상기 천공홀이 통과하는 연약 지반의 영역에 토사의 유입을 방지하는 강관 파이프를 삽입 설치하는 강관파이프 설치단계와; 마이크로파일에 고정너트가 위치 고정된 상태로 상기 마이크로파일을 상기 관통공 및 상기 천공홀 내에 삽입 설치하되, 상기 고정너트가 상기 기초판의 저면의 상기 확공부에 위치하도록 상기 마이크로파일을 삽입하는 마이크로파일 설치단계와; 상기 고정너트를 벌리는 것에 의해 횡단면을 확대시켜 상기 기초판의 상기 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 상기 고정너트를 조정하는 고정앵커 조정단계와; 상기 마이크로파일과 상기 천공홀 및 상기 기초판의 관통공 사이의 내부를 충전재로 충전하는 충전단계와; 포함하는 기초 구조물의 보강 방법을 제공한다.

[0046]

이는, 말뚝기초의 반력 증가로 인하여 추가적으로 발생하는 기존 기초 구조물의 휨모멘트 및 전단력에 대한 콘크리트 두께(d:유효높이)가 크게 높아지는 등의 원인에 의하여 기초판에 추가적인 지지 능력이 크게 요구되는 경우에, 기초판 내에서 이형강봉인 마이크로파일을 중력 방향이나 일정한 경사 방향으로 설치하는 것에 의하여 파일반력에 의한 기둥면에서의 최대 휨모멘트와 전단력에 필요한 일정한 콘크리트 단면의 두께(d:유효높이)의 보강이 가능하기 때문이다.

[0047]

즉, 종래에 리모델링이나 지진 등에 의해 증가하는 하중 때문에 부족한 기존 기초판의 지내력을 마이크로파일로 보강하는 경우에, 기존 기초판을 관통하여 설치된 마이크로파일 두부에서 발생하는 반력에 의한 뚫림전단에 저항하기 위하여 기초판 두께를 크게 보강하였던 방식으로부터 탈피하여, 휨전단이나 뚫림전단에 의해 발생하는 균열을 방지하기 위하여, 균열이 발생하는 콘크리트 기초 구조물의 해당 위치에 마이크로파일을 설치하고 마이크로파일에 위치한 고정너트가 기초판 하단에 상방으로의 하중 방향에 구속하도록 설치함으로써, 콘크리트의 내구성을 강화시켜 기초판 단면 두께(유효높이:d)를 그대로 유지하거나, 상향토압에 의한 기둥면에서 기초판의 최대 휨모멘트에 의한 필요 철근량이 기존 사용하고 있는 철근량으로 만족할 수 있도록 추가 보강콘크리트 단면의 두께(유효높이:d)를 최소화시키는 두께로 경제적인 단면을 갖는 기초판의 보강구조를 구현할 수 있게 된다.

- [0048] 본 출원인이 특허 등록받은 대한민국 등록특허공보 제10-899372호는 기존 콘크리트 구조물을 마이크로파일을 이용하여 보강하는 공법을 제시한 바 있는데, 이 공법에 따른 기초 구조물의 보강 공법은 마이크로파일을 긴장 정착하여 기초판에 압축 프리스트레스를 미리 도입함으로써, 기초 구조물의 내구성을 향상시키고 추가 보강 콘크리트 단면의 두께를 최소화할 수 있었다.
- [0049] 본 발명은 이와 같은 방식의 본 출원인이 제안한 기초 구조물의 보강 공법을 개선한 것으로서, 기초판을 관통 설치되는 마이크로파일에 고정너트를 고정하되, 고정너트가 기초판의 저면에서 상방으로의 이동 방향으로 기초판에 간섭되도록 설치됨에 따라, 기둥 구조물에 휨 모멘트 및 전단력이 증대되어 작용하는 경우에, 마이크로파일이 상방으로 이동하면서 그 하중을 기초판에 전달하여 지지하도록 구성됨에 따라, 파일두부 정착시에 마이크로파일로 압축 프리스트레스를 도입하지 않더라도, 기초판에 발생하는 휨전단 균열 및 뚫림전단 균열을 효과적으로 제어할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.
- [0050] 또한, 본 발명은 마이크로파일의 일단이 상기 기초판 상부까지 연장되게 설치하고 나서, 기초판의 상측에 상기 마이크로파일의 일단이 매몰되는 높이 이상으로 보강 콘크리트를 합성하는 단계를 더 포함하여 구성할 수도 있다. 이와 같이 시공되는 추가 보강 콘크리트도 역시 본 출원인의 등록특허 제10-899372호에서와 마찬가지로, 마이크로파일의 긴장력에 의해서 휨 모멘트 및 전단력이 지지되지 않고 고정너트에 의해 기초판 전체에 걸쳐 지지하므로, 추가 보강콘크리트 단면의 두께(유효높이:d)를 최소화시키는 두께로 경제적인 단면을 갖는 기초판의 보강구조를 구현할 수 있다.
- [0051] 한편, 본 발명은, 하중 증가에 따른 기존 콘크리트 기초 구조물의 부족한 지반 지내력을 보강하기 위하여, 강봉을 이용하여 토사로 매립된 기초판을 구비한 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법으로서, 지면으로부터 토사를 관통하는 토사공과 연속하여 상기 기초판에 관통공을 천공하고, 상기 관통공과 연통되도록 상기 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 천공홀을 천공하되, 상기 기초판 하측에 횡단면이 넓어지는 확공부가 구비되도록 상기 천공홀을 천공하는 천공 단계와; 상기 천공홀과 상기 관통공 내부에 강봉으로 이루어진 마이크로파일을 삽입 설치하는 마이크로파일 설치단계와; 상기 마이크로파일과 상기 천공홀의 사이 공간 및 상기 마이크로파일과 상기 관통공의 사이 공간을 충전재로 충전하는 충전단계를; 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 콘크리트 기초 구조물의 보강 방법을 제공한다.
- [0052] 이는, 건축물의 기초부를 포함하는 기초판이 토사로 매립된 경우에도, 토사를 모두 들어내지 않더라도, 지면으로부터 기초판까지 관통하는 토사공을 시공하고, 이 토사공과 연속으로 기초판을 관통하는 관통공을 시공한 후, 이 관통공과 연속으로 암반까지 천공홀을 시공하여, 여기에 마이크로파일을 삽입 설치한 후 충전하는 것에 의해, 지면 아래에 토사로 매립된 기초 구조물에 대해서도 보강 공사를 용이하게 행할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0053] 이 때, 본 발명의 다른 실시 형태에 따르면, 상기 마이크로파일 설치단계는 상기 마이크로파일에 고정너트가 위치 고정된 상태로 상기 마이크로파일을 상기 토사공과 상기 관통공과 상기 천공홀의 내부에 삽입 설치하되, 상기 고정너트가 상기 기초판의 저면의 상기 확공부에 위치하도록 상기 마이크로파일을 삽입하는 것에 의해 이루어지고; 상기 고정너트를 벌리는 것에 의해 횡단면을 확장시켜 상기 기초판의 상기 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 상기 고정너트를 조정하는 고정앵커 조정단계를; 상기 충전단계 이전에 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0054] 이와 같이, 마이크로파일 상에서 횡단면이 확장 가능한 고정너트로 기초판의 저면에 간섭되도록 고정너트를 조정함으로써, 휨 모멘트나 전단력이 작용하는 때에 마이크로파일이 외력을 고정너트를 통해 기초판에 전달하여 분산 지지하도록 구성됨에 따라, 기초 구조물에 발생하는 휨전단 균열 및 뚫림전단 균열을 효과적으로 제어할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.
- [0055] 한편, 발명의 다른 실시 형태에 따르면, 상기 천공홀이 통과하는 연약 지반의 영역에 토사의 유입을 방지하는 강관 파이프를 삽입 설치하는 강관파이프 설치단계와; 상기 토사로부터 상기 기초판에 이르는 상기 토사공에 제2강관 파이프를 삽입 설치하는 단계를; 상기 마이크로파일 설치단계 이전에 더 포함하고, 상기 충전 단계는 상기 강관파이프와 상기 마이크로파일의 사이에 행해지는 구성이 부가될 수도 있다.
- [0056] 이와 같이 강관 파이프를 설치함으로써 연약 지반에서의 토사가 시공 공정에 무너져 유입되는 것을 방지하면서

상기 충전 단계에 의해 마이크로파일을 보다 견고하게 위치 고정할 수 있게 된다. 그리고, 제2강관파이프를 설치함으로써 시공 공정 중에 지면과 기초판 사이의 토사가 유입되는 것을 방지할 수 있다.

[0057] 그리고, 상기 마이크로파일은 상기 기초판의 상측에서 제2마이크로파일과 커플러로 결합된 형태로 설치되고, 상기 충전단계이전에 상기 제2마이크로파일을 상기 마이크로파일로부터 분리하는 단계를 추가적으로 포함할 수도 있다. 이를 통해, 지면으로부터 깊이 위치한 기초판까지의 거리에 마이크로파일을 불필요하게 설치하는 것을 방지할 수 있다.

[0058] 제2마이크로파일을 분리하여 제거하는 공정과 함께 상기 제2강관파이프를 함께 제거하는 단계와; 상기 토사공을 토사로 메우는 단계를; 추가적으로 포함할 수 있다. 이를 통해, 기초 구조물의 보강에 직접적 영향을 미치지 않는 제2강관파이프와 제2마이크로파일을 회수하여 반영구적으로 다른 보강 공사에 반복하여 사용할 수 있는 잇점을 얻을 수 있다.

[0059] 한편, 발명의 다른 분야에 따르면, 본 발명은, 기둥 하단에 상기 기둥의 횡단면보다 큰 콘크리트 기초판을 구비한 기초 구조물의 내구력 보강 구조로서, 상기 기초판에 형성된 관통공과 연통되도록 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 형성된 천공홀 내에 삽입 설치되며 강봉으로 형성된 마이크로파일과; 상기 마이크로파일에 결합되어 별리는 것에 의해 횡단면이 확장되어 상기 기초판의 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 조정된 고정너트와; 상기 암반층과 상기 기초판 사이의 연약지반 내의 상기 마이크로파일에 토사가 유입되는 것을 방지하도록 상기 마이크로파일의 외주면을 감싸도록 상기 연약 지반 내에 설치된 강관 케이싱과; 지반과 상기 마이크로파일을 일체화시키도록 상기 강관 케이싱과 상기 마이크로파일 사이에 충전된 충전재를; 포함하여 구성된 기초 구조물의 보강 구조를 제공한다.

[0060] 이와 같은 구성은, 증가되는 축하중이나 휨모멘트에 대하여 보강하는 마이크로파일의 반력에 대해 기초판의 기둥면에서의 최대 휨모멘트에 대한 사용 철근량이 변화가 없고 전단강도가 충분하여 콘크리트의 두께(d:유효높이)를 증가시킬 필요가 없으며, 오히려 기둥하면에 증가하는 휨모멘트에 의해 발생할 수 있는 기둥의 인장응력에 대한 보강콘크리트를 적층시키는 데에는 제한이 없는 교각과 같은 기둥 구조물의 기초 구조를 보강함에 있어서 적합하다.

[0061] 이 때, 상기 마이크로파일은 일단이 상기 기초판 상부까지 연장되게 설치되고, 상기 기초판의 상측에 상기 마이크로파일의 일단이 매몰되는 높이 이상으로 상기 기초판의 상측에 형성된 보강 콘크리트를 더 포함하여 구성될 수도 있다.

[0062] 즉, 마이크로파일의 파일두부를 콘크리트 기초 구조물의 콘크리트 기초판에 설치하는 상기 구성을 통해, 보다 작은 유효 높이(d)를 갖는 콘크리트 기초판으로도 보다 높은 내구력을 갖는 콘크리트 기초 구조물을 구현할 수 있게 된다.

[0063] 또 한편, 본 발명은, 기둥 하단에 상기 기둥의 횡단면보다 큰 콘크리트 기초판이 지면 아래에 구비된 기초 구조물의 내구력 보강 구조로서, 지면으로부터 토사를 관통하는 토사공과, 상기 토사공에 연속하여 상기 기초판에 천공된 관통공과, 상기 관통공에 연통되도록 상기 기초판 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 천공된 천공홀을 천공하여, 상기 천공홀 내에 토사 유입을 방지하도록 삽입 설치된 강관 케이싱과; 상기 강관 케이싱과 상기 관통공에 설치되며 강봉으로 형성된 마이크로파일과; 상기 강관 케이싱과 상기 마이크로파일의 사이를 충전한 충전재를; 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 기초 구조물의 보강 구조를 제공한다.

[0064] 이 때, 상기 마이크로파일에 결합되어 별리는 것에 의해 횡단면이 확장되어 상기 기초판의 관통공에 상방으로의 이동이 간섭되도록 조정된 고정너트를; 추가적으로 구비함으로써, 기둥 구조물에 휨 모멘트 및 축하중이 증대되어 작용하는 경우에, 파일두부 정착시에 마이크로파일로 압축 프리스트레스를 도입하지 않더라도, 기초판에 발생하는 휨전단 균열 및 뚫림전단 균열을 효과적으로 제어할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.

[0065] 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '기둥'이라는 용어는 단면에 비하여 높게 솟은 형태의 구조물을 통칭하는 것으로, 단면이 원형, 사각형, 육각형 등의 형상을 갖는 '통상적인 기둥'만을 의미하는 것이 아니라, 건축 구조물에 주로 사용되는 벽면의 단면과 같은 판형상의 형상도 포함하는 것으로 정의하기로 한다.

[0066] 또한, 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '기초판'이라는 용어는 구조물(기둥)을 지지하기 위하여 하단에 그보다 단면이 보다 큰 기초부를 통칭하는 것으로, 토목 구조물의 교각 등의 기둥 하측에 위치하는 기초판 등을

포함할 뿐만 아니라, 건축 구조물의 '벽'이나 '벽체' 하측에 위치하는 기초부를 모두 포함하는 것으로 정의하기로 한다. 즉, 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '기초판'이란 용어는 지지 구조물(기둥)에 비해 단면이 크다는 것을 명시하기 위해 '판'이라는 용어가 사용되었을 뿐, 판 형상으로 형성된 기초부에 국한되지 않는다.

발명의 효과

- [0067] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은, 종래에 리모델링이나 지진 등에 의해 증가하는 하중 때문에 부족한 기존 기초판의 지내력을 마이크로파일로 보강하는 경우에, 기존 기초판을 관통하여 설치된 마이크로파일 두부에서 발생하는 반력에 의한 뚫림전단에 저항하기 위하여 기초판 두께를 크게 보강하였던 방식으로부터 탈피하여, 콘크리트 기초 구조물의 해당 위치에 마이크로파일을 설치하고 마이크로파일에 위치한 고정너트가 기초판 하단에 상방으로의 하중 방향에 구속하도록 설치하는 간단한 공정에 의하여, 기초판 단면두께를 그대로 유지하거나, 추가 보강콘크리트 단면의 두께(유효높이:d)를 최소화하여 경제적이고 신속하게 시공할 수 있는 기초 구조물의 보강 공법을 제공한다.
- [0068] 즉, 본 발명은, 기둥 구조물에 휨 모멘트 및 축하중이 증대되어 작용하는 경우에, 마이크로파일이 상방으로 이동하면서 그 하중을 기초판에 전달하여 지지하도록 구성됨에 따라, 파일두부 정착시에 마이크로파일로 압축 프리스트레스를 도입하지 않더라도, 기초판에 발생하는 휨전단 균열 및 뚫림전단 균열을 효과적으로 제어할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.
- [0069] 그리고, 본 발명은 기초 구조물의 기초판이 지면에 매립된 상태로 설치된 경우에도, 마이크로파일을 커플러에 의해 분리할 수 있도록 구성하여, 기초 구조물의 기초판에 이르는 토사를 모두 파내지 않더라도 기초 구조물의 보강을 행할 수 있는 잇점을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0070] 도1a는 종래의 구조물의 기초 구조를 도시한 측 단면도
 도1b는 도1a의 평면도
 도2는 도1a의 하중 및 모멘트 증가에 따른 예상 보강 단면도
 도3은 도2의 구조물의 종래 보강 구조를 도시한 도면
 도4는 본 발명의 제1실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조를 도시한 도면
 도5a 내지 도5d는 도4의 보강 구조의 보강 시공 순서에 따른 구성을 도시한 도면
 도6은 본 발명의 제2실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조를 도시한 도면
 도7a 내지 도7d는 본 발명의 제3실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조의 시공 순서에 따른 구성을 도시한 도면
 도8은 도7b의 'A'부분의 확대도
 도9a 및 도9b는 천공홀의 확공부를 형성하는 데 사용되는 탐 드릴링용 바이트를 예시한 도면
 도10a 내지 도10d는 오무러지거나 벌어지는 것에 의해 횡단면이 변화하는 고정 너트의 일례를 도시한 도면
 도11은 본 발명의 제4실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조를 도시한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0071] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 관하여 상세히 설명한다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.
- [0072] 도4는 본 발명의 제1실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조를 도시한 도면이다. 도4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 구조물의 기초 보강구조(100)는, 기둥(10) 하단에 기둥(10) 단면보다 큰 단면을 갖고

철근(21)이 배근된 기초판(20)으로부터 중력 방향이나 일정한 경사 방향으로 상기 기초판(20)과 기초판 하단의 지반에 일정한 크기의 구멍을 단단한 암반층까지 뚫는 천공 작업과 연약지반 내의 뚫린 천공홀(50)에 토사의 매물을 방지하기 위하여 강관 케이싱(131)을 긴 상태로 매설하고 동일한 인장강도와 압축강도를 갖는 이형강봉인 마이크로파일(130)을 암반층 하단에서 기초판 상단까지 삽입 설치하고, 지반과 마이크로파일(130)을 일체화시키며 파일의 부식을 방지시키는 시멘트 그라우트밀크(133)를 기초판 하단까지 충전한다. 강관 케이싱(131)은 연약 지반에 한하여 설치되며, 암반에서는 설치되지 않더라도 무방하다.

[0073] 이 때, 천공홀(50)은 기초판(20)의 저면에 확대된 횡단면으로 형성되는 확공부(50a)가 구비되도록 천공된다. 이와 같이, 확공부(50a)에서 보다 큰 횡단면의 구멍을 형성하기 위해, 도9a 및 도9b에 도시된 확공을 위한 탐 드릴링용 바이트(70)를 이용한다. 확공 바이트(70)는 표면에 다수의 절삭 돌기(70a)가 형성되어 구동부에 의해 회전 구동되며, 회전 몸체(71)에 대하여 고정된 고정 바이트(72)와 회전 몸체(71)에 대하여 회전하여 자세가 변경되는 회동 바이트(73)로 구성된다. 회전 몸체(71)는 외력이 가해지지 않은 상태에서는 도9b에 도시된 바와 같이 73d로 표시된 방향으로 회동하여 작은 절삭 반경(R_i)을 형성하지만, 도9a에 도시된 바와 같이 회전 몸체(71)가 고속으로 회전(반시계 방향)하면 원심력에 의해 회동 바이트(73)가 73d로 표시된 방향으로 원심력이 작용하여 보다 큰 절삭 반경(R_o)을 형성한다. 이와 같은 원리를 이용하여 확공 바이트(70)에 의해 천공홀(10)의 끝단부에만 보다 큰 단면의 확공부(50a)를 형성할 수 있다.

[0074] 상기 기초판(20)을 관통하는 관통공(20a) 내에 연장 매입된 이형강봉인 마이크로파일(130)에는 횡단면이 확장 가능한 고정너트(150)가 기초판(20)의 저면에 밀착 배치된다. 이 때, 고정너트(150)가 확장된 상태에서는 관통공(20a)을 통과할 수 없으므로, 마이크로파일(130)에 체결된 고정너트(150)는 오무린 상태로 관통공(20a)을 통과하고, 기초판(20)의 하측에 도달한 이후에 고정너트(150)가 펼쳐지도록 조정되어 확대된 횡단면으로 기초판(20)의 저면과 상방향으로 간섭되게 설치된다.

[0075] 여기서, 고정너트(150)는 도10a 내지 도10d에 도시된 바와 같이, 중앙에 마이크로파일(130)의 수 나사산 형태의 요철에 체결되는 암 나사산이 형성된 구멍(150a)이 형성되고, 압축 설치된 스프링(153)에 의해 너트 본체(151)에 대해 힌지(152a)에 대해 회전하여 벌어지려는 날개부(152)로 이루어진다. 이에 따라, 고정너트(150)는 좁은 관통공(20a)을 통과할 때에는 관통공(20a)의 내벽에 의해 날개부(152)가 퍼지지 못하므로 오무린 상태로 유지되지만, 관통공(20a)의 끝단부의 확공부(50a)에 도달하면 압축 설치된 스프링(153)의 탄성 복원력에 의해 날개부(152)는 힌지(152a)를 중심으로 회전하여 너트 본체(151)에 대해 벌려진 상태가 된다. 즉, 고정너트(150)는 오무린 상태에서 관통공(10)을 통과하고, 확공부(50a)에 이르러 벌어지면 횡단면이 되어 기초판(20)의 관통공(20a)을 통과하지 못하여 상방으로 간섭되는 상태가 된다.

[0076] 도면에는 날개부(152)가 수평축의 힌지(152a)를 중심으로 회전하는 고정너트(150)의 구성을 예로 들었지만, 날개부(152)가 수직축의 힌지를 중심으로 회전하도록 구성될 수도 있고 경사진 축을 중심으로 회전하도록 구성될 수 있으며, 날개부가 직선 이동하여 확공부(50a)에서 단면이 커지는 형태의 고정너트로 구성될 수도 있다. 즉, 본 발명에 적용되는 고정너트(150)는 천공홀(10)의 좁은 영역을 통과하여 단면이 보다 큰 확공부에 이르러 단면이 커지는 형태를 모두 포함한다.

[0077] 기초판(20)의 관통공(20a)을 관통하는 상기 마이크로파일(130)이 부식되는 것을 방지하도록 기초판(20)의 관통공(20a) 내에는 시멘트 그라우트밀크(134)를 기초판(20) 상단까지 충전하고, 기초판(20) 상부까지 연장 설치된 마이크로파일(130x)은 절단하여 제거한다.

[0078] 상기와 같이 구성된 본 발명의 제1실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조(100)는 고정너트(150)가 날개부(152)에 의해 기초판(20)과 상방으로 간섭되도록 위치하고, 마이크로파일(130)이 위치 고정되도록 설치됨에 따라, 기둥 구조물에 휨 모멘트 및 축하중이 증대되어 작용하는 경우에, 마이크로파일(130)이 상방으로 이동하면서 그 하중을 기초판에 전달하여 상방으로 간섭되는 확공부(50a) 주변의 기초판(20)에서 파괴의 균열 시점이 발생되므로, 기초판(20)에 발생하는 휨전단 균열 및 뚫림전단에 대하여 보다 높은 저항 능력을 갖게 된다.

[0079] 이하, 본 발명의 제1실시예에 따른 도4의 기초 구조물의 보강 구조를 시공하는 방법을 상술한다.

[0080] 단계 1 : 도5a에 도시된 바와 같이, 먼저 보강하고자 하는 기초 구조물을 중력 방향으로 일정한 직경의 크기로 콘크리트면을 거칠게 관통시켜 관통공(20a)을 형성하고, 이 관통공(20a)을 통해 연약 지반을 거쳐 암반층의 일정한 깊이에 이르도록 천공홀(50)을 천공한다. 여기서 천공홀(50)에는 기초판(20)의 저면에서 관통공(20a)의 직경보다 더 큰 직경을 갖는 확공부(50a)가 형성된다.

- [0081] 확공부(50a)를 형성하기 위하여, 도8a 및 도8b에 도시된 확공 바이트(70)를 저속으로 회전시켜 작은 절삭 반경(Ri)으로 일정한 단면의 천공홀(50)을 형성하되, 기초판(20)의 저면 근처에서는 고속으로 회전시켜 큰 절삭 반경(Ro)으로 보다 큰 단면의 확공부(50a)를 형성할 수 있다.
- [0082] 단계 2 : 그리고 나서, 도5b에 도시된 바와 같이 연약 지반에 해당하는 천공홀(50)의 영역에 강관 파이프(131)를 삽입 설치하여, 연약 지반에서 토사가 천공홀(50)을 매몰시키는 것을 방지한다.
- [0083] 단계 3 : 그 다음, 도5c에 도시된 바와 같이, 마이크로파일(130)의 수 나사산에 도10a 내지 도10d에 도시된 고정너트(150)를 미리 정해진 위치에 고정시킨 후, 기초판(20)의 관통공(20a)과 강관 파이프(131) 내에 삽입(130i)한다. 이 때, 고정너트(150)는 관통공(20a)에 삽입되면서 그 내벽에 의해 간섭되므로 오무런 상태로 삽입된다.
- [0084] 단계 4: 그리고 나서, 도5d에 도시된 바와 같이, 마이크로파일(130)이 천공홀(50)의 강관 파이프(131) 내의 정해진 깊이로 삽입되면, 고정너트(150)의 날개부(152)는 스프링(153)에 의하여 바깥으로 펼쳐져 확대된 횡단면을 갖게 된다. 즉, 고정너트(150)는 날개부(153)가 펼쳐지면서 상방으로는 기초판(20)에 간섭되는 상태가 된다.
- [0085] 그 다음, 고정너트(150)의 중앙 구멍(150a)의 충전재 주입구(150x)를 통해 마이크로파일(130)과 강관 케이싱(131)의 사이에 충전제인 시멘트 그라우트밀크(133)을 타설 양생하여 마이크로파일(130)이 지반에 고정되도록 한다. 그리고, 기초판(20)의 관통공(20a)과 마이크로파일(130) 사이에도 충전제인 시멘트 그라우트밀크(134)을 타설 양생하여 마이크로파일(130)이 기초판(20)과 일체가 되도록 한다. 그리고 나서, 기초판(20) 상부에 연장된 마이크로파일(130x)은 절단하여 제거한다.
- [0086] 상기와 같이 간단히 시공되는 본 발명의 제1실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조(100)는 고정너트(150)에 의해 마이크로파일(130)의 상방으로의 들림이 기초판(20)에 의해 지지되도록 구성됨에 따라, 기초 구조물의 휨 모멘트 및 전단력에 대해 우수한 저항 능력을 갖게 된다.
- [0087] 이하, 본 발명의 제2실시예에 따른 기초 구조물의 보강구조(100')를 상술한다. 다만, 본 발명의 제2실시예를 설명하는 데 있어서, 전술한 제1실시예와 중복되는 구성 및 작용에 대한 설명은 제2실시예의 요지를 명확하게 하기 위하여 생략하기로 한다.
- [0088] 본 발명의 제2실시예에 따른 기초 구조물의 보강구조(100')는 도6에 도시된 바와 같이 기초판(20)의 상측에 보강 콘크리트(40)가 합성된다는 점에서 전술한 제1실시예의 구성과 차이가 있다. 즉, 마이크로파일(130)과 고정너트(150)로 기초 구조물을 보강하되, 보다 큰 휨 모멘트 및 축하중에 저항하도록 하기 위해서는 보강 콘크리트(40)를 기초판(20)의 상면에 타설하여 저항 단면두께를 보다 크게 할 수 있다.
- [0089] 이 때, 보강 콘크리트(40)가 기초판(20)에 보다 일체화되도록 하기 위하여, 보강 콘크리트(40)를 타설하기 이전에 기초판(20)의 상면과 기둥(10)의 측면 일부를 쪼아 요철을 만들고, 기둥(10)에 고정체(141)를 박고 고정체(141)로부터 철근(142)을 배근하는 것에 의해, 보강 콘크리트(40)가 보다 큰 외력에 대해 저항할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0090] 본 발명의 제2실시예에 따른 기초 구조물의 보강구조(100')를 시공하는 공정은 전술한 제1실시예와 매우 유사하며, 마이크로 파일(130)이 보강 콘크리트(40)에 의해 외기에 노출되지 않으므로 기초판(20) 상부까지 연장 설치된 마이크로파일(130)은 절단하지 않은 상태에서 보강 콘크리트(40)를 기초판(20)의 상면에 타설된다.
- [0091] 보강 콘크리트(40)를 기초판(20) 위에 합성하기 위하여, 보강 콘크리트(40)가 접하는 면을 쪼아 요철을 만들고, 철근 고정체(141)를 기둥에 박아 철근을 배근하고, 보강 콘크리트(40)를 타설하기 위한 거푸집을 설치한 후 콘크리트를 타설하여 기초판(20)의 저항 단면 두께(d)를 'H'만큼 크게 하는 공정이 추가된다.
- [0092] 이하, 도7a 내지 도7d를 참조하여 본 발명의 제3실시예에 따른 기초 구조물의 보강 방법 및 그 보강 구조(도7d)를 상술한다. 본 발명의 제3실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조의 시공은 도7d에 도시된 바와 같이 기초 구조물의 기초판(20)이 지면(82)에 토사 등으로 매립된 상태인 경우에, 마이크로파일(130)을 이용하여 보강한다는 점에서 전술한 실시예와 차이가 있다.

- [0093] 단계 1 : 도7a에 도시된 바와 같이, 보강하고자 하는 기초 구조물의 기초판(20)이 지면(82)에 매립된 경우에는, 전술한 제1실시예와 유사하게 구멍을 천공하되, 지면으로부터 기초판(20)까지 토사공을 천공하고, 기초판(20)에 관통공(20a)을 천공하며, 그 아래에 연약 지반을 거쳐 암반층의 일정 깊이에 이르기까지 천공홀(50)을 천공한다. 이 때, 도9a 및 도9b에 도시된 탑 드릴링용 바이트(70)를 이용하여, 관통공(20a)의 직경보다 더 큰 직경을 갖는 확공부(50a)가 천공홀(50)의 기초판(20) 하측에 형성한다.
- [0094] 그리고, 천공홀(50)의 연약 지반부에서 토사가 무너져 천공홀(50)이 막히는 것을 방지하기 위하여 강관 파이프(131)를 천공홀(50)에 긴 상태가 되도록 삽입 설치하고, 토사공에서도 토사가 무너져 막히는 것을 방지하기 위하여 제2강관 파이프(131')를 기초판(20)의 상면에 지지되도록 삽입 설치한다. 강관 파이프(131)는 연약지반이 차지하는 영역에 설치되면 충분하며 암반에 대해서는 설치하지 않더라도 무방하다.
- [0095] 단계 2 : 그리고 나서, 마이크로파일(130)의 수 나사산에 도10a 내지 도10d에 도시된 고정너트(150)를 미리 정해진 위치에 고정시킨 후, 제2강관파이프(131')와 관통공(20a)과 강관파이프(131)를 관통하도록 마이크로파일(130)을 삽입 설치한다.
- [0096] 한편, 기초판(20)까지의 마이크로파일(130)이 외력을 지지하고, 기초판(20)의 상측에서의 마이크로파일(130')은 외력을 지지하지 못하므로, 최종적으로 보강된 기초 구조물에서는 기초판(20)의 상측에 마이크로파일(130')을 설치하는 것은 비용이 높아지는 것을 초래한다. 따라서, 기초 구조물의 보강에 사용되는 마이크로파일(130)과 마이크로파일(130)의 설치를 보조하는 제2마이크로파일(130')은 커플러(190)로 함께 결합된 형태로 삽입 설치되고, 최종적으로는 제2마이크로파일(130')이 분리되도록 하는 것이 좋다.
- [0097] 이를 위하여, 도8에 도시된 바와 같이 커플러(190)는 중앙 관통공에 각각 마이크로파일(130)과 제2마이크로파일(130')을 수용하는 암 나사산이 형성되되, 영구적으로 보강 구조(200)에 사용되는 마이크로파일(130)에 대해서는 고정볼트(191)로 반경 방향의 힘(F)을 가한 상태로 설치된다. 이에 따라, 마이크로파일(130)과 커플러(190)는 일체로 결합된 상태가 유지되지만, 나사 체결된 제2마이크로파일(130')과 커플러(190)는 나사 체결을 해제시키는 것에 의해 쉽게 분리되는 상태가 된다.
- [0098] 이와 같은 커플러(190)로 마이크로파일(130)과 제2마이크로파일(130')이 결합되어, 토사공과 관통공(20a) 및 천공홀(50)에 삽입 설치된다.
- [0099] 이 때, 전술한 제1실시예와 마찬가지로 고정너트(150)는 확공부(50a)에서 날개부(152)가 펼쳐져 기초판(20)과 상방으로 간섭된 상태가 된다.
- [0100] 한편, 본 명세서 및 특허청구범위에 기재된 '제2마이크로파일'은 '마이크로파일'과 마찬가지로 강봉으로 형성될 수 있지만, '마이크로파일'과 동일한 성질과 강도로 형성되지 않더라도 무방하다. 즉, 본 발명에 따른 '제2마이크로파일'은 '마이크로파일'을 이용하여 보강구조를 원활하게 시공하기 위하여 사용되는 '매개 강봉'을 모두 포함하는 것으로 정의한다.
- [0101] 단계 3: 그리고 나서, 도7c에 도시된 바와 같이, 그 다음, 고정너트(150)의 중앙 구멍(150a)의 충전재 주입구(150x)를 통해 마이크로파일(130)과 강관 케이싱(131) 및 천공홀(50) 사이에 충전제인 시멘트 그라우트밀크(133)를 타설하여 마이크로파일(130)을 지반에 고정시키고, 기초판(20)의 관통공(20a)과 마이크로파일(130) 사이에도 충전제인 시멘트 그라우트밀크(134)를 타설 양생하여 마이크로파일(130)이 기초판(20)과 일체가 되도록 한다.
- [0102]
- [0103] 단계 4: 그리고 나서, 제2마이크로파일(130')을 회전(130r)시키면, 커플러(190)는 마이크로파일(130)과 고정볼트(181)에 의해 일체 결합된 상태이므로, 커플러(190)는 회전하지 않고 제2마이크로파일(130')만 회전(130r)하여 커플러(190)로부터 나사 결합상태가 해제되어 도면부호 130E로 표시된 방향으로 분리되어 제2마이크로파일(130')를 제거(130E)하면서, 동시에 기초판(20) 상면에 설치되어 있던 제2강관 파이프(131')도 함께 제거(133E)하고, 그 자리에 토사를 되메우기 하고 다짐한다.
- [0104] 이에 따라, 도7d에 도시된 바와 같이, 기둥(10) 하단에 기둥(10)의 횡단면보다 큰 콘크리트 기초판(20)이 지면(82) 아래에 구비된 기초 구조물의 내구력 보강 구조로서, 지면(82)으로부터 토사를 관통하는 토사공과, 토사공

에 연속하여 기초판(20)에 천공된 관통공(20a)과, 관통공(20a)에 연통되도록 기초판(20) 하부의 지반에 대하여 단단한 암반층까지 천공된 천공홀(50)을 천공하여, 천공홀(50) 내에 토사 유입을 방지하도록 삽입 설치된 강관 케이싱(131)과; 강관 케이싱(131)과 관통공(20a)에 설치되며 강봉으로 형성된 마이크로파일(130)과; 마이크로파일(130)에 결합되어 벌리는 것에 의해 횡단면이 확장되어 기초판(20)의 관통공(20a)에 상방으로의 이동이 간섭되도록 조정된 고정너트(150)와, 강관 케이싱(131)과 마이크로파일(130)의 사이를 충전한 충전재(133)로 이루어진 본 발명의 제3실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조(100")가 완성된다.

[0105] 상기와 같이 구성된 본 발명의 제3실시예에 따른 기초 구조물의 보강 공법은, 기초 구조물의 기초판이 지면에 매립된 상태로 설치된 경우에도, 마이크로파일(130)을 커플러(190)에 의해 분리할 수 있도록 구성하여, 기초 구조물의 기초판(20)에 이르는 토사를 모두 파내지 않더라도 기초 구조물 보강을 행할 수 있는 잇점을 얻을 수 있다.

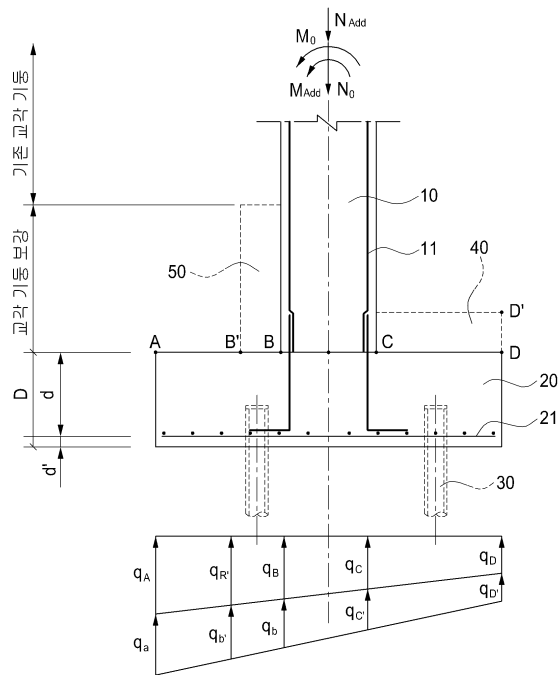
[0106] 한편, 도11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제4실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조(100'')가 구성될 수 있다. 본 발명의 제4실시예에 따른 기초 구조물의 보강 구조(100'')는 고정 너트(150)를 설치하지 않는다는 점에서 전술한 제3실시예의 구성과 차이가 있다. 이와 같은 구성을 통해서도 지면에 매립된 기초 구조물에 대하여 지면의 토사를 모두 들어내지 않더라도 간단한 시공 공정에 의해 기초 구조물의 보강을 행할 수 있는 유리한 효과를 얻을 수 있다.

[0107] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시적으로 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이와 같은 특정 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 특허청구 범위에 기재된 범주 내에서 적절하게 변경 가능한 것이다.

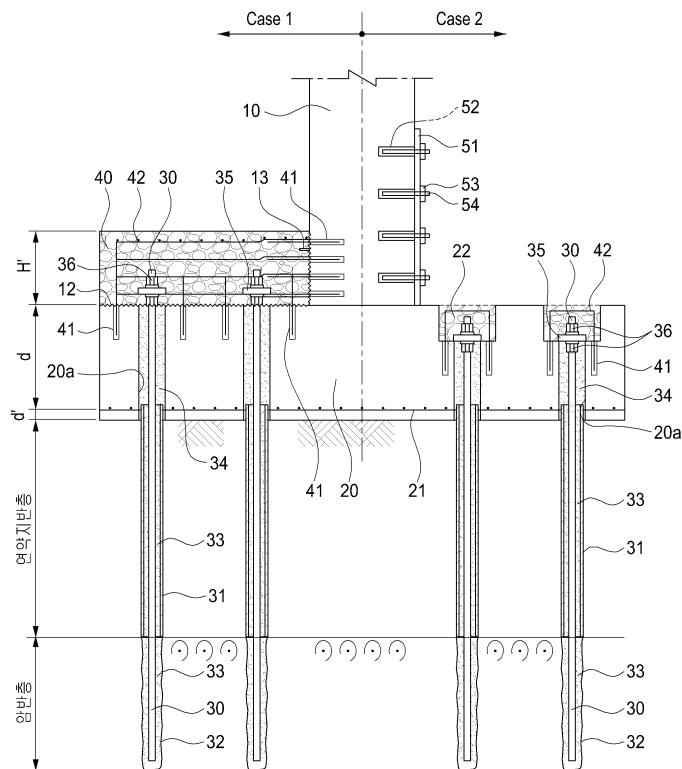
부호의 설명

[0108]	10: 기둥	20: 기초판
	11, 21: 보강 철근	20a: 관통공
	100, 100', 200: 보강 구조	130: 마이크로 파일
	130': 제2마이크로파일	131: 강관 파이프
	131': 제2강관 파이프	133, 134 : 시멘트 그라우트밀크
	150: 고정 너트	152: 날개부
		190: 커플러

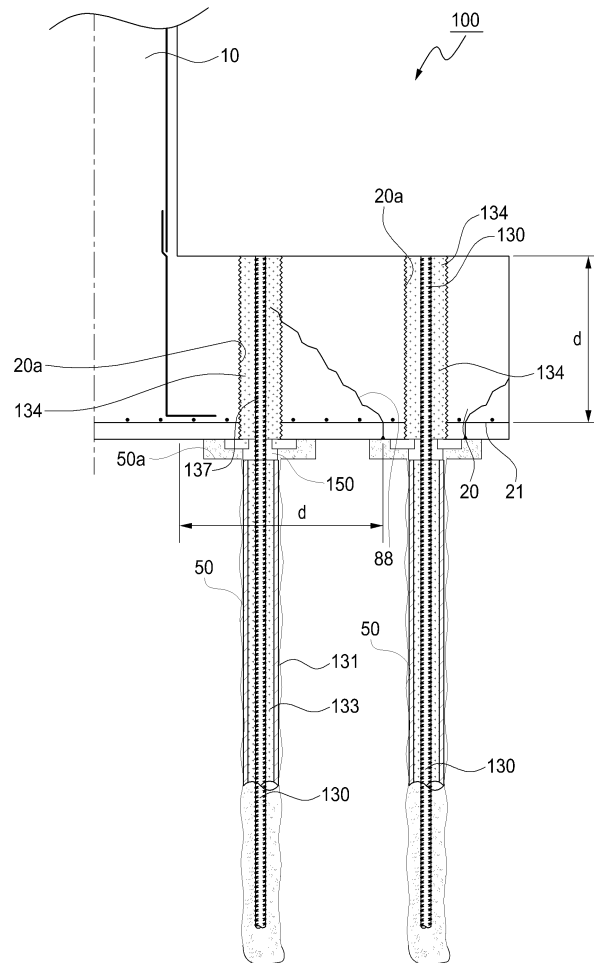
도면2



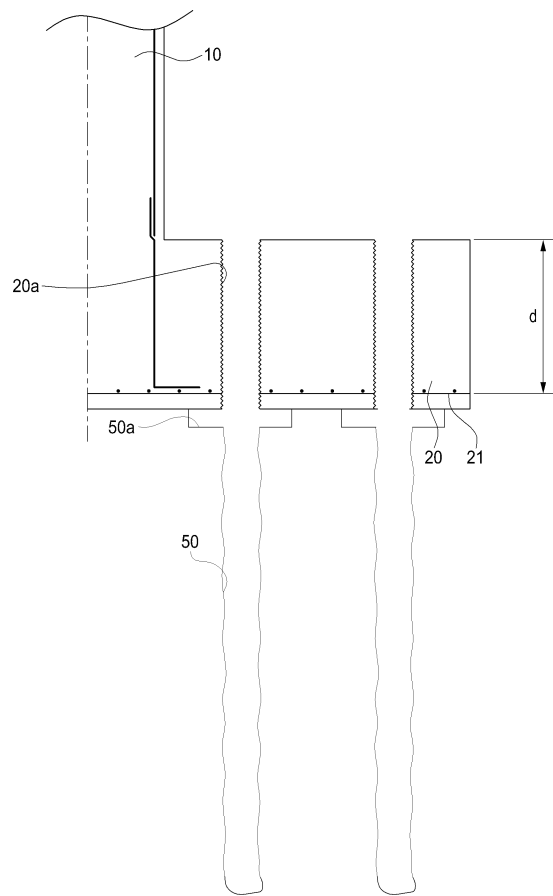
도면3



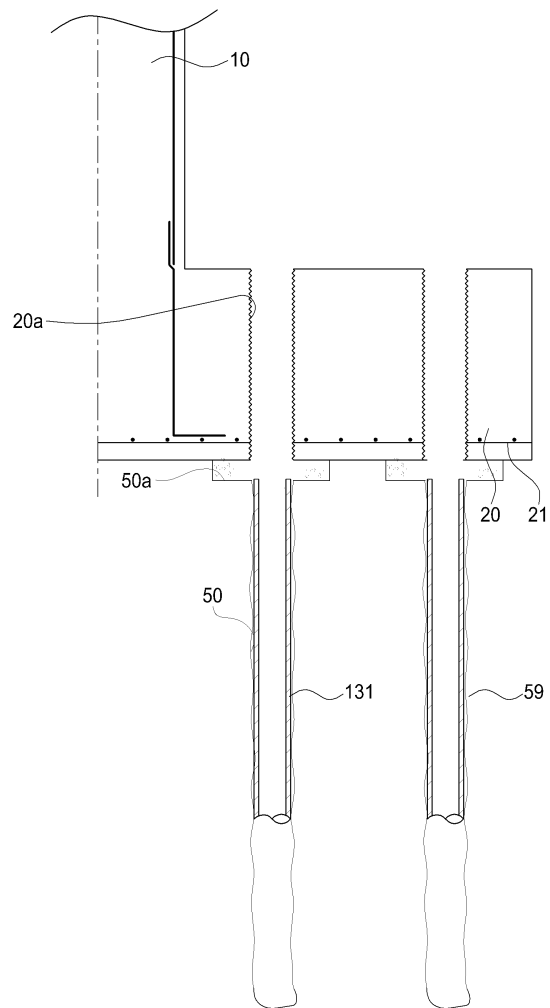
도면4



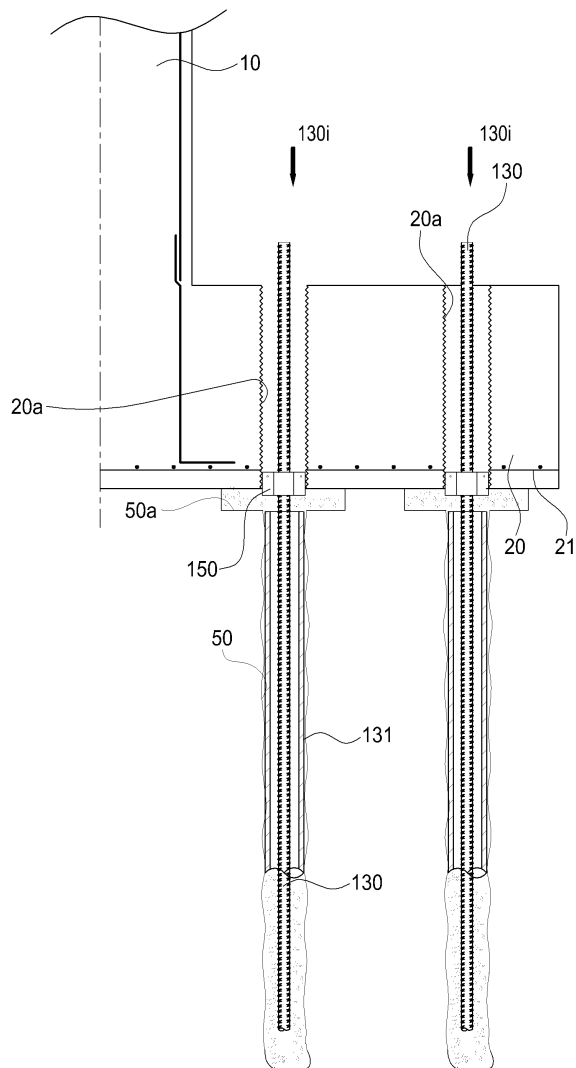
도면5a



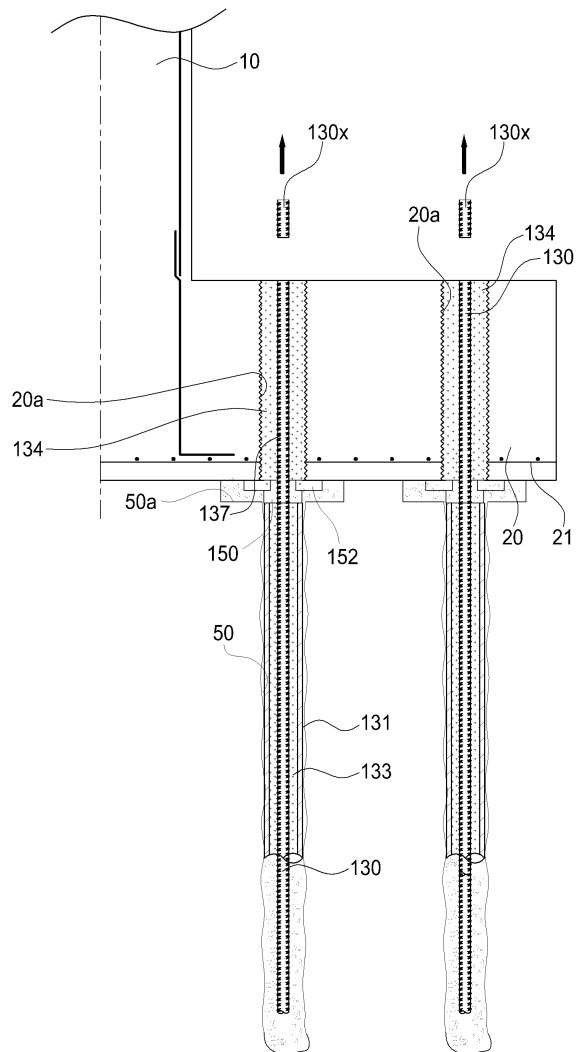
도면5b



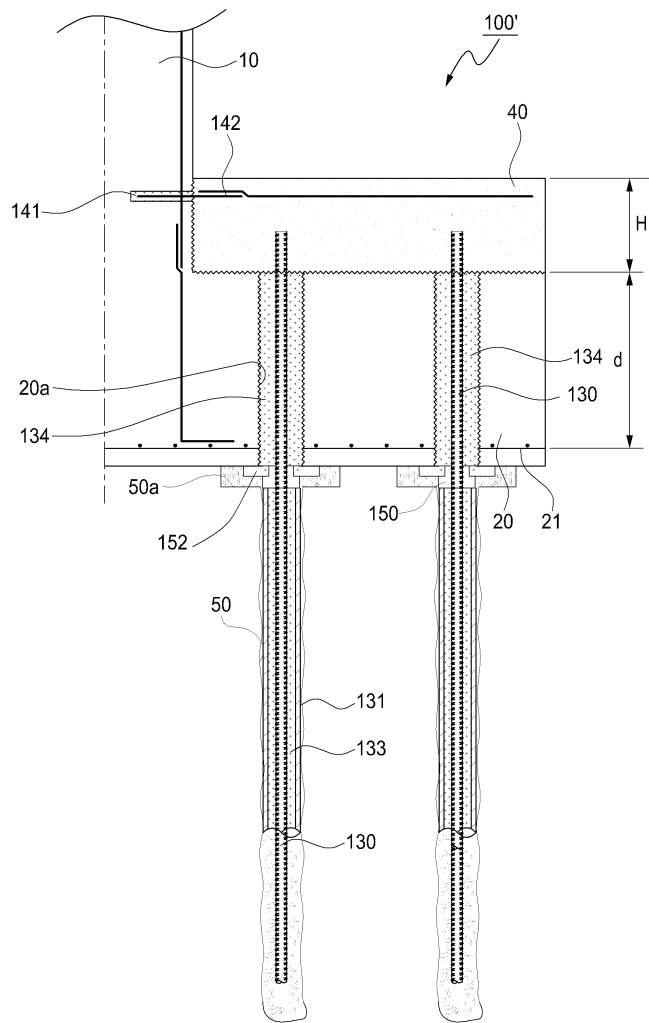
도면5c



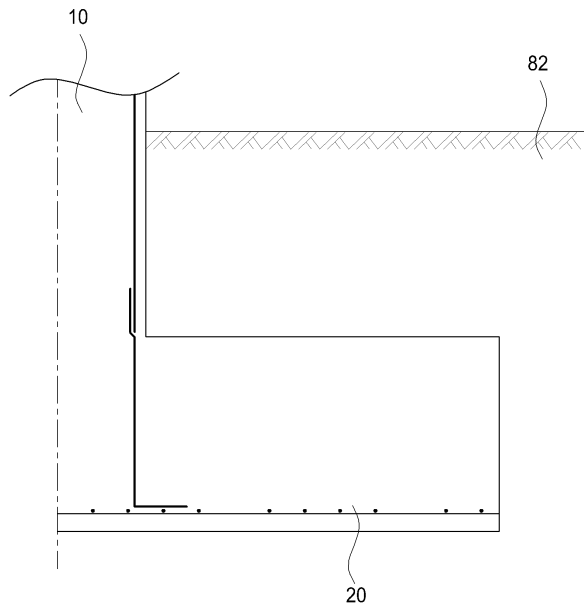
도면5d



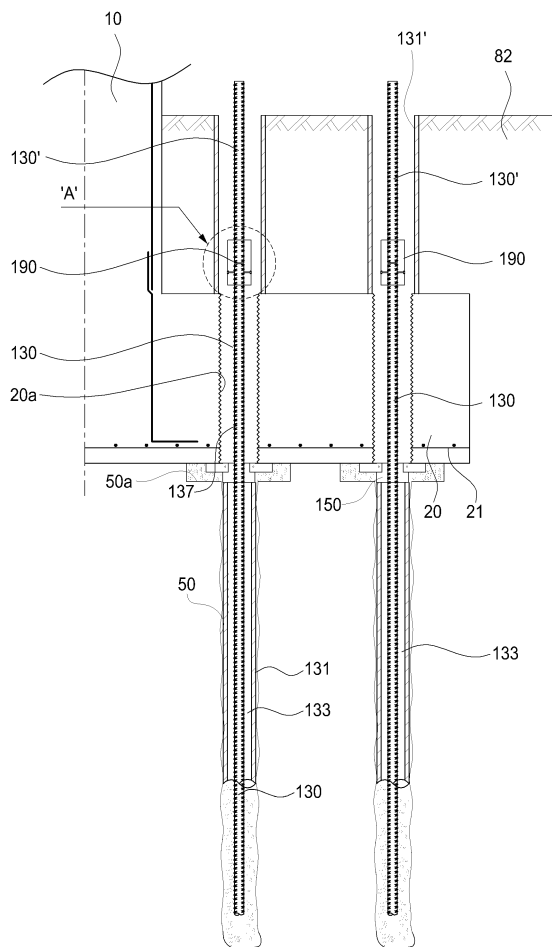
도면6



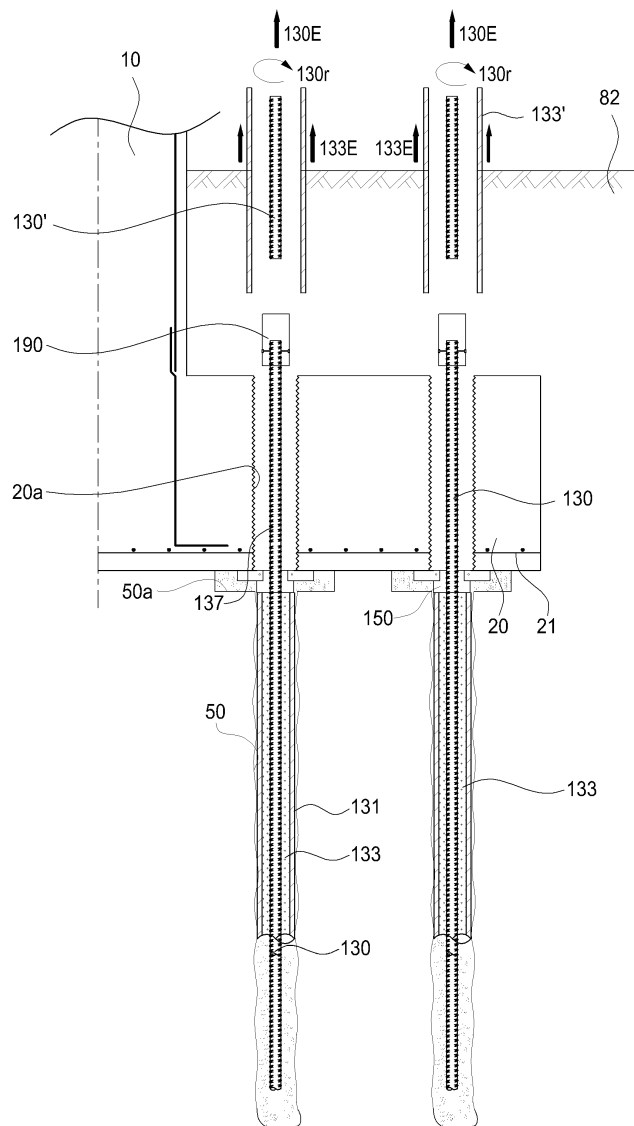
도면7a



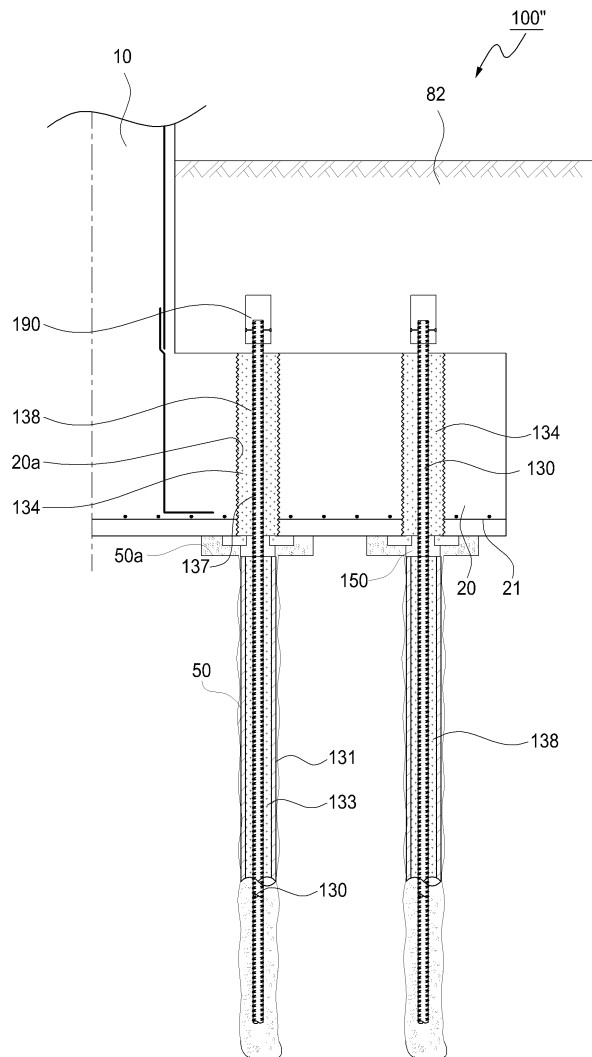
도면7b



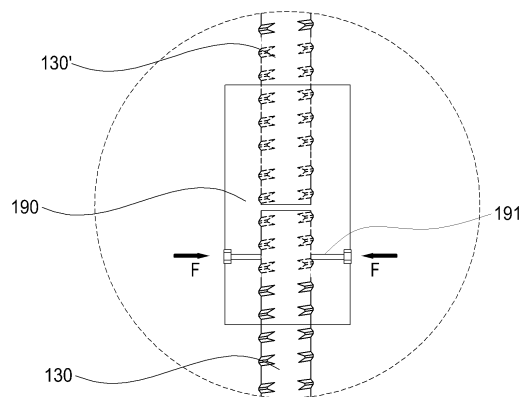
도면7c



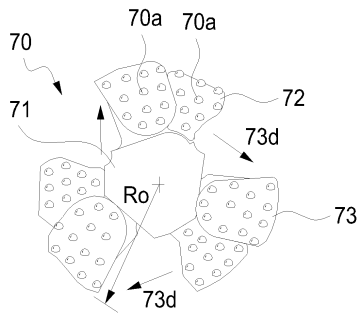
도면7d



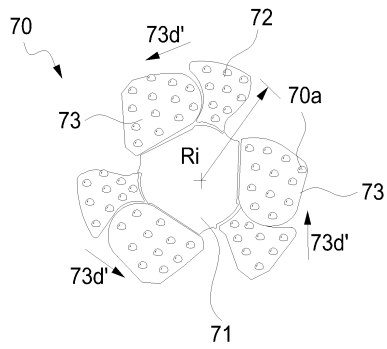
도면8



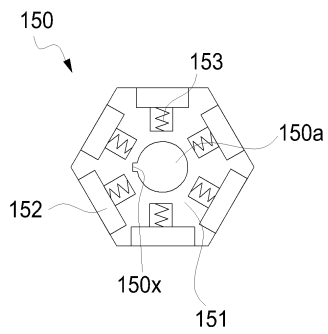
도면9a



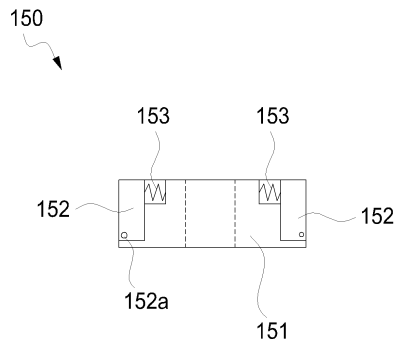
도면9b



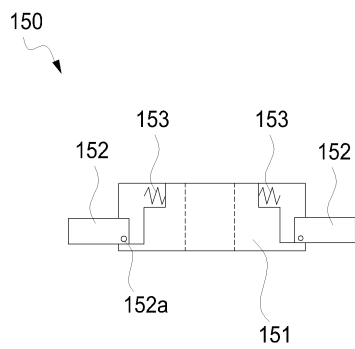
도면10a



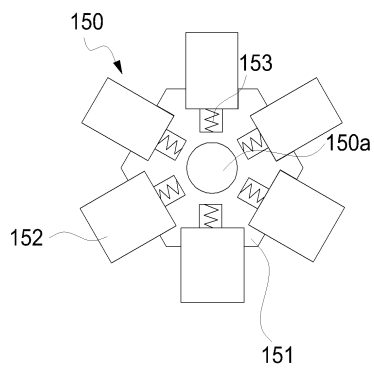
도면10b



도면10c



도면10d



도면11

