

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0129155 (43) 공개일자 2013년11월27일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) E21B 15/00 (2006.01) E04H 12/34 (2006.01) (21) 출원번호 10-2013-0118358 (22) 출원일자 2013년10월04일 심사청구일자 2013년10월04일	(71) 출원인 이시우 경기도 안성시 공도읍 장수길 49 (72) 발명자 이시우 경기도 안성시 공도읍 장수길 49	

전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 코일튜브 시추와 결합된 타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법

(57) 요약

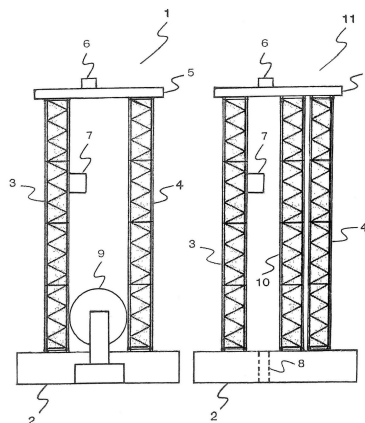
본 발명은, 코일튜브 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 시추공(Drilled Hole)에 케이싱(Casing)들도 삽입하여 완결할 수 있는 시추탑을 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용하여 축조하되, 케이싱들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입할 수 있는 높이로 시추탑을 축조하고, 생산케이싱 삽입작업 중에 발생하는 최대hook중(Hook Load)은 보강기둥탑을 가설(假設)하여 해결하게 만드는 시추탑 축조시스템 및 방법에 관한 것이다.

본 발명은, 조밀하게 개발되고 소로로 연결된 우리 국토의 많은 장소들에서 시추탑의 운반 및 설치를 용이하게 만들고, 또 시추탑의 규모도 현저히 축소시켜, 소구경의 코일튜브 시추(CTD)를 비용효과적으로 실시하게 만드는 효과를 제공하며, 그에 따라 우리 국토에서 그만큼 더 많은 지열발전을 펼칠 수 있게 만들어, 순수국산에너지만으로 생산해내는 전력의 양을 증대시켜, 우리나라의 에너지자급률을 높이고, 그만큼 에너지 수입과 온실가스 배출을 줄일 수 있게 만드는 효과를 제공한다.

[색인어]

기둥탑, 보강기둥탑, 시추, 시추탑, 심부시추, 이지엑스, 지열발전, 지열에너지, 최대hook중, 코일튜브, 케이싱, 케이싱 삽입작업, 타워크레인 마스트

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

코일튜브 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)와 결합된 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용한 시추탑(Drilling Derrick)을 축조하는 방법에 있어서,

해당 하부구조(Drilling Rig Substructure)(2)를 설치하는 단계;

상기 하부구조(2) 위에 시추공(Drilled Hole)(8)의 보울(Bowl)을 설치하는 단계;

해당 코일튜브 시추(CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 상기 시추공(8)에 해당 케이싱(Casing)들도 삽입할 수 있는 시추탑(1)을 상기 하부구조(2) 위에 축조하되, 상기 시추탑(1)의 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 소정의 용량과 수의 타워크레인 마스트들로 구성하고, 상기 케이싱들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이로, 또 상기 케이싱들 중 생산케이싱(Production Casing)만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중(Hook Load)을 안전하게 지탱할 수 있도록, 상기 타워크레인 마스트들을 구성하는 모듈(Module)들을 상기 높이로 조립하여 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 축조한 후, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 위에 가로질러 크로스빔(Crossbeam)(5)을 설치하는 단계;

상기 시추공(8)의 보울(Bowl)의 중심과 하기 크라운블록(6)에 매달린 이동블록(Traveling Block)의 훅(Hook)의 연직방향 중심선이 일치되도록 크라운블록(Crown Block)(6)을 상기 크로스빔(5) 위에 설치하되, 상기 크라운블록(6), 상기 이동블록 및 상기 크라운블록(6)에 연결된 인양장비(Drawworks)를 상기 생산케이싱의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중까지 안전하게 지탱할 수 있는 용량으로 설치하는 단계;

상기 기둥탑 1(3) 또는 기둥탑 2(4)에 접하여 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(Casing Fingerboard and Monkeyboard)(7)를 설치하는 단계;

상기 코일튜브 시추(CTD)를 하는데 필요한 코일튜브 릴(Reel)(9)을 비롯한 설비 및 장치들을 상기 하부구조(2) 위에 또는 지표면(地表面) 위에 설치하는 단계;

상기 코일튜브 시추(CTD)를 하면서, 상기 시추탑(1)을 이용하여 상기 시추공(8)에 중간케이싱(Intermediate Casing)들을 설치한 후, 상기 생산케이싱을 설치할 심도까지 시추하는 단계;

상기 생산케이싱 삽입작업 중에 상기 크라운블록(6)에 걸리게 될 최대hook하중을 상기 기둥탑 1(3) 및 기둥탑 2(4)와 함께 안전하게 지탱할 수 있는 보강기둥탑(10)을 상기 하부구조(2) 위에 가설(假設)하되, 상기 보강기둥탑(10)을 소정의 용량과 수의 타워크레인 마스트들로 구성하고, 상기 타워크레인 마스트들을 구성하는 모듈(Module)들을 상기 기둥탑 1(3)의 높이로 조립하여, 상기 보강기둥탑(10)이 상기 크라운블록(6)을 떠받치도록 축조한 후, 상기 생산케이싱 삽입작업을 실시하고, 상기 생산케이싱 삽입작업이 완료되면 상기 보강기둥탑(10)을 철거하는 단계; 및

상기 코일튜브 시추(CTD)를 이용하면서, 상기 시추공(8)에서 추가구간을 시추한 후 상기 시추탑(1)을 이용하여 완결(Completion)하는 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일튜브 시추와 결합된 타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조방법.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은, 코일튜브 시추(CTD)와 비용효과적으로 결합시킬 수 있는 시추탑(1)을 타워크레인 마스트를 이용하여 축조하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 코일튜브 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 시추공(8)에 중간케이싱(Intermediate Casing)들과 생산케이싱(Production Casing)도 삽입하여 완결할 수 있는 시추탑(1)을 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용하여 축조하되, 케이싱들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이로, 또 생산케이싱만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중(Hook Load)을 안전하게 지탱할 수 있도록 시추탑(1)을 축조하고, 상기 생산케이싱 삽입작업 중에 발생되는 최대hook하중(Hook Load)은 보강기둥탑(10)을 가설(假設)하여 해결함으로써, 조밀하게 개발되고 소로로 연결된 우리 국토의 많은 장소들에서 시추탑의 운반 및 설치를 용이하게

만들고, 또 시추탐의 규모도 현저히 축소시켜, 코일튜빙 시추(CTD)를 이용하면서 소구경의 심부시추를 비용효과적으로 실시하게 만드는 시추탐 축조시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 우리나라는 국가적 차원에서 장기간에 걸쳐 에너지 개발에 많은 노력을 기울여왔는데도 에너지자급률은 아직도 3%대에 머물고 있어, 소요에너지의 약 97%를 수입에 의존해야 하는 매우 취약한 구조인데, 에너지 가격은 오르고 있고, 설상가상으로 '기후변화에 관한 UN협약'에 따라 세계 10위권의 온실가스 배출국인 관계로 온실가스 감축요구가 높아지고 있어, 에너지상황은 점점 더 어려운 방향으로 옥죄이고 있는 실정인데, 이에 더하여 2011년 3월 일본 대지진으로 인해 발생한 후쿠시마 원자력발전소 사고는 우리나라의 에너지상황을 한층 더 어렵게 만들고 있다.
- [0003] 국제사회의 흐름을 볼 때, 전력수요의 절반 정도를 원자력발전으로 공급하기로 한 우리나라의 장기 전력수급기본계획에 대하여 수정 요구가 높아질 것으로 예상된다. 그에 따라 원자력발전에 대한 의존도를 낮출 수 있는 대체에너지원의 발굴 또한 시급한 과제로 떠오르고 있다.
- [0004] 상기한 3%대의 에너지자급률 중 전력생산 부문만 보면, 태양광, 풍력 등 재생에너지들을 이용한 전력생산은 대규모 수력발전을 포함하더라도 총 전력생산량의 1%대에 그리고 대규모 수력발전을 제외할 경우 0.5%대에 머물고 있다. 상기 결과가 초래된 것은 재생에너지들을 이용하는 전력생산을 비용효과적으로 이루어내고 촉진시켜나갈 수 있는 수단과 방법들이 도출되지 못하였기 때문이다.
- [0005] 이지예스(EGS: Enhanced Geothermal Systems)를 조성해서 생산되는 지열수를 열원으로 이용하는 지열발전 부문만 보더라도, 대한민국의 영토 안에도 어느 지점이나 심부지열에너지가 부존돼 있고 그 규모도 거의 무한에 가까운데도, 종래의 지열발전방법으로는 개발할 가치가 없는 것으로 인식되어 전혀 개발되지 못한 채 방치돼 왔다. 최근에 이르러서야, 특허문헌 1 내지 24의 발명들에서 우리 국토의 특성들을 활용함으로써 실익 있는 지열에너지 생산 및 지열발전을 이룰 수 있게 만드는 수단과 방법들이 개시된 바 있다.
- [0006] 이에, 장기간에 걸친 국가적 차원의 노력에도 불구하고 소기의 수준으로 높여지지 못하고 있는 재생에너지발전에 물꼬를 틀고, 상기와 같이 심각한 어려움에 처해 있는 우리나라의 에너지상황을 해결해나가기 위해서는, 우리 국토에 부존된 거의 무한에 가까운 규모인 심부지열에너지를 비롯하여 풍력 등 각종 재생에너지들을 활용하면서 재생에너지발전들을 비용효과적으로 이루어내고 촉진시켜나갈 수 있는 수단과 방법들의 창출이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) KR 특허출원번호: 10-2008-0044966, "심해수를 이용한 바이너리 지열발전방법(Method of binary geothermal power generation using deep seawater)", 출원일자: 2008.05.15.
- (특허문헌 0002) KR 특허출원번호: 10-2008-0105167, "하천구역을 활용한 바이너리 지열발전시스템 및 방법(System and method of binary geothermal power generation utilizing river zone)", 출원일자: 2008.10.27.
- (특허문헌 0003) KR 특허출원번호: 10-2008-0131009, "경부하전력을 이용한 지열에너지 생산시스템 및 방법(System and method of producing geothermal energy utilizing off-peak power)", 출원일자: 2008.12.22.
- (특허문헌 0004) KR 특허출원번호: 10-2009-0003582, "경부하전력을 이용한 이지예스 조성시스템 및 방법(System and method of creating EGS utilizing off-peak power)", 출원일자: 2009.01.16.
- (특허문헌 0005) KR 특허출원번호: 10-2009-0078070, "타워크레인 마스트를 이용한 시추탐 축조시스템 및 방법(System and method of constructing drilling derrick utilizing tower crane mast)", 출원일자: 2009.08.24.
- (특허문헌 0006) KR 특허출원번호: 10-2010-0046729, "구간별 주입정을 축조하는 이지예스 조성시스템 및 방법(System and method of creating EGS having zonal injection wells)", 출원일자: 2010.05.19.
- (특허문헌 0007) KR 특허출원번호: 10-2010-0046735, "이지예스 그룹 조성시스템 및 방법(System and method of creating EGS Group)", 출원일자: 2010.05.19.

- (특허문헌 0008) KR 특허출원번호: 10-2010-0065274, "압축공기를 이용하는 이지예스 지열발전소 운용시스템 및 방법(System and method of operating EGS power plant utilizing compressed air)", 출원일자: 2010.07.07.
- (특허문헌 0009) KR 특허출원번호: 10-2010-0081875, "단층대를 이용한 이지예스 그룹 조성시스템 및 방법(System and method of creating EGS Group utilizing fault zone)", 출원일자: 2010.08.24.
- (특허문헌 0010) KR 특허출원번호: 10-2010-0081897, "이지예스 웰 클러스터 시추시스템 및 방법(System and method for drilling EGS well cluster)", 출원일자: 2010.08.24.
- (특허문헌 0011) KR 특허출원번호: 10-2010-0111951, "공유수면 바닷가를 활용한 이지예스·심해수 지열발전소 건설시스템 및 방법(System and method of constructing EGS·DSW power plant utilizing seashore)", 출원일자: 2010.11.11.
- (특허문헌 0012) KR 특허출원번호: 10-2010-0132234, "이지예스·심해수 지열발전 웰 시추·파쇄시스템 및 방법(System and method for drilling and fracturing EGS·DSW power generation wells)", 출원일자: 2010.12.22.
- (특허문헌 0013) KR 특허출원번호: 10-2011-0012722, "이지예스·심해수 지열발전소의 심해수 사이펀 웰 건설시스템 및 방법(System and method for constructing DSW siphon wells of EGS·DSW power plant)", 출원일자: 2011.02.14.
- (특허문헌 0014) KR 특허출원번호: 10-2011-0025220, "이지예스·심해수 지열발전소의 심해수 에어리프트시스템 및 방법(System and method for DSW air lift of EGS·DSW power plant)", 출원일자: 2011.03.22.
- (특허문헌 0015) KR 특허출원번호: 10-2011-0043822, "해안도로변 해변을 활용한 이지예스·심해수 지열발전소 건설시스템 및 방법(System and method of constructing EGS·DSW power plant utilizing seaside adjacent to a coast road)", 출원일자: 2011.05.11.
- (특허문헌 0016) KR 특허출원번호: 10-2011-0067156, "이지예스 지열발전소와 간헐성 재생에너지를 결합한 전력 공급시스템 및 방법(System and method of power supply combining EGS power plant and intermittent renewable energy)", 출원일자: 2011.07.07.
- (특허문헌 0017) KR 특허출원번호: 10-2011-0102914, "군도지역 재생에너지 전력공급시스템 및 방법(System and method of power supply to a group of islands utilizing renewable energy)", 출원일자: 2011.10.10.
- (특허문헌 0018) KR 특허출원번호: 10-2011-0117378, "건공을 이지예스로 전환하는 유·가스 탐사정 투자리스크 경감시스템 및 방법(System and method of lowering investment risk in oil and gas exploratory well by converting dry hole to EGS)", 출원일자: 2011.11.11.
- (특허문헌 0019) KR 특허출원번호: 10-2012-0000045, "이지예스 지열발전소의 압축공기저장고 건설시스템 및 방법(System and method for constructing compressed air storage of EGS power plant)", 출원일자: 2012.01.02.
- (특허문헌 0020) KR 특허출원번호: 10-2012-0017825, "독립전력계통의 24시간 전력수요를 공급하는 이지예스 지열발전소 운용시스템 및 방법(System and method for operating EGS power plant supplying 24 hours power demand of an independent power system)", 출원일자: 2012.02.22.
- (특허문헌 0021) KR 특허출원번호: 10-2012-0046151, "전력계통의 첨두부하 전력수요를 공급하는 이지예스 지열발전소 운용시스템 및 방법(System and method for operating EGS power plant supplying peak load power demand of electrical power system)", 출원일자: 2012.05.02.
- (특허문헌 0022) KR 특허출원번호: 10-2012-0064881, "풍력에너지를 이용한 이지예스 지열발전소의 압축공기 수확·저장시스템 및 방법(System and method for harvesting and storing compressed air by wind energy in EGS power plant)", 출원일자: 2012.06.18.
- (특허문헌 0023) KR 특허출원번호: 10-2013-0015686, "타워크레인 마스트를 이용한 시추탑의 기둥탑 축조시스템 및 방법(System and method for constructing towers of drilling derrick utilizing tower crane mast)", 출원일자: 2013.02.14.
- (특허문헌 0024) KR 특허출원번호: 10-2013-0071319, "타워크레인 마스트를 이용한 시추탑을 변형시켜 이루는

케이싱 삽입시스템 및 방법(System and method for lowering casings by transforming drilling derrick utilizing tower crane mast)", 출원일자: 2013.06.21.

(특허문헌 0025) US Patent Application 20080023227, "Coiled Tubing and Drilling System", Patton, B. January 31, 2008

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 진술한 바와 같이 심각한 어려움에 처해 있는 우리나라의 에너지상황을 해결해나갈 수 있는 수단들 중 하나로 이지예스(EGS: Enhanced Geothermal Systems)를 조성해서 지열발전(Geothermal Power Generation)을 펼치는 방안이 떠오르고 있다.
- [0009] 상기 이지예스(EGS)에 대해 특허문헌 1의 '배경기술'과 특허문헌 1의 문헌 1(MIT 보고서)에 상세히 설명돼 있다.
- [0010] 이지예스(EGS)로부터 생산되는 지열수(Geothermal Fluid)를 열원(Heat Source)으로 이용하여 지열발전(Geothermal Power Generation)을 펼치려면, 심도 수천m의 생산정(Production Well)과 주입정(Injection Well) 등 다수의 웰(Well)들을 시추(Drilling)하고 수압파쇄(Hydraulic Fracturing)하여 이지예스(EGS)를 조성해야 한다.
- [0011] 상기 웰(Well)들을 시추하는데 드는 시추비(Drilling Cost)는, 특허문헌 4에 설명된 바와 같이, 심도가 깊어질수록 기하급수적으로 커지게 된다. 예컨대, 4km 시추비는 3km 시추비의 2배가 넘고, 5km 시추비는 4km 시추비용의 2배가 넘을 수 있다. 즉, 지하 3km부터 4km까지의 1km 구간을 시추하는데 드는 비용이 지표로부터 3km까지 시추하는데 드는 비용보다 크고, 지하 4km부터 5km까지의 1km 구간을 시추하는데 드는 비용이 지표로부터 4km까지 시추하는데 드는 비용보다 클 수 있다. 그에 따라 깊게 시추할수록, 지열발전소를 건설하는 데 드는 총사업비 중 시추비가 차지하는 비중은 점점 더 커져 상기 총사업비의 80% 이상에 달할 수도 있다.
- [0012] 위와 같은 이유로, 이지예스(EGS) 조성에 필요한 웰(Well)들을 시추하는 비용을 보다 더 줄일 수 있는 시추기술들을 개발해내고자 전 세계 여러 곳에서 다양한 연구개발사업들이 치열하게 전개되고 있다.
- [0013] 우리 국토에는, 전 세계에서 지금까지 펼쳐진 지열발전사업들에 비해, 같은 온도의 지열에너지가 보다 깊은 암층에 부존돼 있다. 그에 따라, 우리 국토에서 이지예스(EGS)를 조성해서 지열발전을 펼치려면 그만큼 더 깊게 시추해야 하므로 매우 높은 시추비가 들게 된다. 우리 국토에도 무한에 가까운 심부지열자원이 부존되어 있는데도 아직까지 전혀 개발되지 못한 채 방치되어온 일차적이며 가장 큰 이유 역시 이지예스(EGS)를 조성하는데 필요한 웰(Well)들을 시추하는데 드는 시추비가 매우 높았기 때문이었다.
- [0014] 따라서, 우리 국토에서 지열발전을 성공적으로 이루어내고 수익성을 향상시키면서 펼쳐나가기 위한 일차적이며 필수적인 과제는, 창의력을 총동원하여, 이지예스(EGS) 조성에 필요한 웰(Well)들을 시추하는 비용을, 통상의 심부시추기술을 이용하는 경우에 비해, 현격히 줄여나갈 수 있는 수단과 방법을 찾아내는 것이다.
- [0015] 특허문헌 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 23 및 24에 개시된 기술들은, 농업, 상업, 거주지역 등으로 매우 조밀하게 개발돼 있는 관계로 심부시추를 실시하는데 심각한 어려움이 따르고 있는 우리 국토에서, 상기 어려움을 해결하면서 보다 더 용이하게 또 보다 더 적은 비용으로 심부시추를 실시해서 이지예스(EGS)를 조성할 수 있게 만들기 위해 창출된 기술들이다.
- [0016] 이지예스(EGS) 조성에 필요한 웰(Well)들을 시추하는데 이용되는 심부시추기술들은 대부분 널리 상업화돼 있는 기술들인데, 해당 심부시추와 관련된 제반조건들에 따라 상기 다양한 심부시추기술들 중 최적의 기술을 선택해서 이용하게 된다.
- [0017] 전 세계에서 지금까지 실시된 심부시추들에는 대부분 로타리시추시스템(Rotary Drilling System)이 이용되었다. 상기 로타리시추시스템이란 비트(Bit)를 회전시키는 방식을 말한다. 상기 비트(Bit)가 회전되면서 암석을 쪼아내고 갈아내면서 시추가 이루어진다.
- [0018] 상기 로타리시추시스템 외에도 다양한 시추시스템들이 개발되어 있거나 개발 중에 있다. 예컨대, 제트 시추(Jet Drilling), 스펀레이숀 시추(Spallation Drilling), 레이저 시추(laser Drilling), 플라스마 시추(Plasma

Drilling) 등이 있다.

- [0019] 상기 로타리시추시스템은 크게 두 종류로 분류된다, 즉 (1) 시추스트링(Drill String)을 회전시키는 방식과 (2) 시추스트링을 회전시키지 않은 채 다운홀모터(Downhole Motor)를 이용하는 방식으로 분류된다. 상기 시추스트링을 회전시키는 방식은 상기 시추스트링을 회전시킴으로써, 상기 시추스트링의 하단에 연결된 비트(Bit)가 회전 되도록 하는 방식이다. 상기 다운홀모터(Downhole Motor)를 이용하는 방식은 상기 시추스트링을 회전시키지 아니한 채 상기 시추스트링의 최하부에 다운홀모터(Downhole Motor)를 설치하고 상기 다운홀모터의 하단에 비트(Bit)가 설치되어, 상기 다운홀모터가 상기 비트(Bit)를 회전시킨다.
- [0020] 상기 시추스트링(Drill String)이란 시추작업을 위해 지상(地上)으로부터 비트(Bit)까지 연결된 각종 파이프들과 최하부어셈블리(Bottomhole Assembly: BHA)의 연결체를 말하는 것으로서, 약 10m 길이의 시추봉(Drill Pipe)을 이용하는 로타리시추시스템에서는 점점 더 깊게 시추가 진행됨에 따라 상기 시추스트링에 새로운 시추봉(Drill Pipe)을 추가·연결해주게 되며, 그에 따라 상기 시추스트링의 길이는 수천m로 연장될 수 있다. 상기 최하부어셈블리(BHA)의 하단에 연결된 비트(Bit)가 회전되면서 암석을 쪼아내고 갈아내면서 시추가 이루어지게 된다.
- [0021] 상기 시추봉(Drill Pipe)을 이용하는 로타리시추시스템으로 심부시추를 하는 경우, 시추심도가 수천m에 이르게 되면, 시추스트링에는 수백개에 달하는 시추봉들이 연결되게 된다. 그에 따라 비트(Bit) 교체 등을 위해 최하부어셈블리(BHA)를 지상으로 뽑아내야 하는 경우, 상기 수백개에 달하는 시추봉들의 연결을 풀어놓으면서 시추공(Drilled Hole) 밖으로 뽑아내는(Trip out) 작업을 해야 하고, 또 비트(Bit) 교체 등을 완료한 후에는 다시 상기 시추봉들을 연결시켜 상기 시추공 안으로 밀어넣는(Trip in) 작업을 해야 한다. 위와 같은 작업에는 심도에 따라 10여 시간이 소요된다. 위와 같은 트립(Trip)시간이 길어질수록, 시추공의 일부가 무너져 막힐 수도 있는 등 각종 문제가 발생할 수 있는 리스크(Risk) 및 그와 관련된 비용이 그만큼 커지게 된다. 따라서 트립(Trip)시간 단축은 심부시추에 있어서 매우 중요한 과제가 된다.
- [0022] 위와 같은 트립(Trip)시간을 단축시키기 위해, 매 시추봉(약 10m)을 분리하는 대신에, 통상적으로 시추봉을 3개씩 연결한 연결체(Triple Stand)(약 30m) 단위로 분리해서 시추탑 상부에 설치된 핑거보드(Fingerboard)에 기대어 쌓아놓게(Rack back)된다. 이렇게 하기 위해서는 40m 이상에 달하는 높은 시추탑이 필요하게 된다. 매우 깊게 예컨대, 5,000m 이상 깊이로 시추하는 경우, 트립(Trip)시간을 더욱 단축시키기 위해 시추봉을 4개씩 연결한 연결체(Quadruple Stand)(약 40m) 단위로 분리해서 쌓아놓게 되는데, 이렇게 하기 위해서는 약 10m가 더 높은 시추탑이 필요하게 된다.
- [0023] 이상과 같이 시추봉(Drill Pipe)을 이용하는 시추에서 발생하는 긴 트립(Trip)시간과 높은 시추탑을 사용해야 하는 어려움 등을 해결하고자, 특허문헌 25에서 보는 바와 같은 코일튜브링 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)가 개발되어 이용되고 있다.
- [0024] 시추봉을 이용하는 시추에서는 수백개에 달하는 시추봉들을 연결하게 되는데, 이와 달리, 코일튜브링 시추(CTD)에서는 시추봉 대신에 코일튜브링을 이용한다.
- [0025] 상기 코일튜브링(Coiled Tubing)은 그 직경이 약 2.5cm 내지 10cm 정도의 강관(Steel Pipe)을 꿰뚫은 데 없이 수천 m 길이로 제작한 단일 강관(Steel Pipe)체로서, 유연성을 지니고 있어 대형 릴(Reel)에 감아놓을 수 있다. 그에 따라 상기 코일튜브링을 상기 릴(Reel)로부터 풀어내면서 수천m 길이의 시추공 안으로 밀어넣을 수 있고, 또 상기 시추공 밖으로 뽑아올리면서 상기 릴(Reel)에 다시 감아놓을 수 있다.
- [0026] 위와 같은 기능을 지니고 있으므로, 약 10m 길이의 시추봉을 수백개까지 연결해서 사용하는 시스템에 비하여, 코일튜브링 시추(CTD)에서는 시추스트링 트립(Trip)시간을 대폭 단축할 수 있을 뿐만 아니라, 시추봉 연결체(예컨대, Triple Stand)들을 시추탑에 기대어 쌓아놓을(Rack back) 필요도 없으므로, 높이가 훨씬 낮고 또 규모도 훨씬 적은 시추탑으로 심부시추를 할 수 있고, 더불어 시추사이트(Drilling Site)의 면적도 현저히 줄일 수 있게 된다.
- [0027] 아직까지는 소구경 시추에 국한하여 이용되고 있는 등 코일튜브링 시추(CTD)에도 일부 한계와 단점이 있기는 하지만, 코일튜브링 시추(CTD)는, 특허문헌 25에서 보는 바와 같이, 계속 개량되고 있으며, 특히 근년에 이르러 보다 가벼우면서도 유연하고 강한 재질로 보다 큰 구경의 코일튜브링을 제작하는 기술들이 개발되고 있다.
- [0028] 코일튜브링 시추(CTD)는, 특히 매우 조밀하게 개발돼 있는 우리 국토의 협소한 장소들과 도서지역들(예컨대, 추자도, 흑산도, 거문도, 울릉도 등)에서, 여건에 따라서는, 소구경 시추를 훨씬 더 비용효과적으로 이룰 수 있는

수단으로 이용될 수 있다.

- [0029] 코일튜브 시추(CTD)는 시추탐을 설치하지 않은 상태에서도 실시할 수 있기는 하지만, 코일튜브 시추(CTD)는 적어도 써휘스케이싱(Surface Casing)을 설치된 후부터 개시하는 것이 바람직하므로 컨덕터파이프(Conductor Pipe)와 그에 이어 써휘스케이싱(Surface Casing)을 설치하기 위해서도 시추봉을 이용하는 시추를 소규모로 실시할 수 있는 시추탐이 필요하고, 또 코일튜브 시추(CTD)를 이용하여 시추된 시추공(Drilled Hole)에 중간케이싱(Intermediate Casing)들과 생산케이싱(Production Casing)을 삽입하는 데에도 상당한 규모의 시추탐이 필요하게 된다.
- [0030] 위와 같은 이유로, 코일튜브 시추(CTD)를 실시하는 외국의 심부시추현장들에서는, 많은 경우 시추봉을 이용하는 시추를 하도록 제작된 통상의 심부시추용 시추탐을 이용하면서 코일튜브 시추(CTD)를 하거나, 또는 특허문헌 25에서 보는 바와 같이, 코일튜브 시추(CTD)에 적합하도록 특수하게 제작되어 주로 대형 평판트레일러(Flatbed Trailer)에 장착돼 있는 시추탐을 이용하기도 한다.
- [0031] 하지만, 아직 코일튜브 시추(CTD)를 이용하는 심부시추가 실시된 적이 전혀 없는 우리 국토에서, 또 매우 조밀하게 개발돼 있고 소로로 연결돼 있는 우리 국토의 많은 장소들에서 통상의 시추탐이나 또는 위와 같이 특수제작된 시추탐을 동원하여 설치하고 코일튜브 시추(CTD)를 하고자 한다면 심각한 어려움에 직면할 수 있다.
- [0032] 등록특허 제10-1121477호(특허문헌 5)에 상세히 설명된 바와 같이, 상업, 주거, 농업지역 등으로 매우 조밀하게 개발돼 있고 또 소로로 연결돼 있는 우리 국토의 많은 장소들에서 수백 톤(ton)에 달하는 통상의 시추리그(Drilling Rig)를 시추지점으로 운반해서 설치하는 데에는 심각한 어려움이 따르게 된다.
- [0033] 시추봉을 이용하는 시추를 하도록 제작된 심부시추용 시추리그(Drilling Rig)의 주요부분인 시추탐은 일반적으로 수 개의 부분으로 분리해서 대형 평판트레일러(Flatbed Trailer)에 적재해 운반하게 되는데, 상기 시추탐을 적재한 평판트레일러가 진입하기 위해서는 상당한 폭과 규모의 도로가 필요하다. 즉, 조밀하게 개발되고 소로로 연결된 국내의 많은 장소들에는 진입할 수 없다. 예컨대, 좁은 농로만이 있는 농업지역들에는 진입할 수 없다. 임시도로를 개설하면 가능하겠으나, 기존의 지형과 시설들을 감안할 때, 큰 비용이 들 수 있고, 개설 자체가 불가능할 수도 있다. 헬리콥터를 이용해 운반하는 방법이 있기는 하지만, 이에선 막대한 비용이 든다.
- [0034] 운반과 관련된 상기 문제점에 더하여, 통상의 시추탐을 설치할 수 있는 장소 역시 상당히 넓어야 한다, 협소한 장소에는 설치할 수 없다.
- [0035] 그런데 우리 국토에서 펼치게 될 심부시추는 많은 경우 소로로 연결돼 있는 매우 협소한 장소들에서 실시되어야 한다. 그에 따라 통상의 시추탐으로는 운반이나 설치가 어려워 많은 비용이 들거나 운반이나 설치 자체가 불가능할 수도 있다.
- [0036] 우리 국토에서 지열발전 등 재생에너지발전들을 성공적으로 개척해나가는 전략으로서, 특허문헌 16은 우선적으로 추자도, 흑산도, 거문도, 울릉도 등 국가 전력계통과 연계되어 있지 못한 관계로, 매우 높은 발전단가가 들고 있을 뿐만 아니라 유해한 디젤엔진 연소가스를 배출하는 경유발전 등으로 독립전력계통을 구성하고 있는 도서지역들에 이지에스·해수 지열발전소(EGS·SW Power Plant) 또는 이지에스·심해수 지열발전소(EGS·DSW Power Plant)들을 건설하고, 상기 지열발전에 풍력에너지 등 간헐성 재생에너지(Intermittent Renewable Energy)들을 결합시켜 전력공급시스템들을 구축해나갈 것을 제시한 바 있다.
- [0037] 그런데, 상기 도서지역들에서 지열발전소 건설에 필요한 이지에스(EGS)를 조성하기 위해 통상의 시추탐을 운반해서 상기 도서지역들에 설치하려 한다면 막대한 비용이 들거나 설치 자체가 불가능할 수도 있다.
- [0038] 하지만, 등록특허 제10-1121477호(특허문헌 5)에 개시된 "타워크레인 마스트를 이용한 시추탐 축조시스템 및 방법"은 타워크레인(Tower Crane)의 마스트(Mast)들을 이용하여 시추탐을 축조함으로써, 이상의 난제를 해결하였다.
- [0039] 타워크레인 마스트는 일반적으로 먼저 기초앵커(Basic Anchor)를 설치하고, 그 위에 기초마스트(Basic Mast)를, 그 위에 마스트섹션(Mast Section)들을 필요한 높이로 조립하여 축조하게 되며, 상기과 같이 모듈(Module)화 돼 있고, 각개 모듈(Module)은 소로를 통해서도 운반이 가능한 크기로 되어 있어, 모듈 단위로 운반하여 설치현장에서 차례대로 조립하게 됨으로써, 국내 건설현장들에서 볼 수 있듯이, 소로로 연결된 매우 협소한 장소에도 설치가 가능하고, 크기는 100톤 이상의 하중을 지탱할 수 있게 제작돼 있으며, 또한 국내에서도 제작되고 있을 뿐만 아니라 현재 국내에는 상당수의 운휴 타워크레인 마스트가 야적돼 있어 임대 등이 용이하다.
- [0040] 상기 타워크레인 마스트를 이용한 시추탐(등록특허 제10-1121477호)을 이용하면, 통상의 시추탐으로는 운반이나

설치가 불가능한 소로로 연결된 협소한 장소나 도서지역에도 설치하여 시추할 수 있으므로, 매우 조밀하게 개발돼 있는 우리 국토의 협소한 장소들과 도서지역들에서도 시추할 수 있고, 시추비용도 현저히 줄일 수 있다.

[0041] 하지만, 등록특허 제10-1121477호에 개시된 "타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법"은 기본적으로 시추봉(Drill Pipe)을 이용하는 시추를 비용효과적으로 실시할 수 있도록 창안된 것이다, 즉 수백개 이상에 달하는 시추봉을 연결시켜 이루는 시추에서 시추봉 연결체(예컨대, Triple Stand)들을 신속하게 다루는 등 시추작업을 비용효과적으로 실시할 수 있도록 창안된 것이다.

[0042] 하지만, 코일튜브링 시추(CTD)는, 위와 같이 수백개 이상에 달하는 시추봉을 이용하는 대신에, 끊긴 데 없이 수천 m 길이로 제작된 단일 강관체인 코일튜브링을 이용함으로써, 시추봉 연결체(예컨대, Triple Stand)들을 시추탑에 기대어 쌓아놓을(Rack back) 필요도 없는 등 시추봉을 이용하는 시추와는 일련의 작업들에 있어서 확연한 차이점들이 있다. 그에 따라, 등록특허 제10-1121477호에 개시된 "타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법"으로는 코일튜브링 시추(CTD)와 이에 부수되는 각종 작업들을 비용효과적으로 이룰 수 있는 시추탑을 축조할 수 없다.

[0043] 이에, 조밀하게 개발되고 소로로 연결된 우리 국토의 많은 장소들에서 시추탑의 운반 및 설치를 용이하게 만들고 또 운반 및 설치비용도 현저히 줄일 수 있도록, 코일튜브링 시추(CTD)와 비용효과적으로 결합시킬 수 있는 시추탑을 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용하여 축조하되, 코일튜브링 시추(CTD)를 하면서 이에 부수되는 각종 작업들도 할 수 있고 또 시추공에 각종 케이싱(Casing)들도 삽입하여 완결하는 일련의 작업들을 비용효과적으로 이룰 수 있도록, 상기 시추탑을 축조할 수 있는 시스템 및 방법의 창출이 요구되고 있다.

[0044] 본 발명은 이상의 필요성에 따라 창출된 것으로, 본 발명의 목적은, 우리 국토에서 코일튜브링 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)를 하면서 이에 부수되는 각종 작업들도 할 수 있고 또 시추공에 각종 케이싱(Casing)들도 삽입하여 완결하는 일련의 작업들을 비용효과적으로 이룰 수 있는 시추탑을 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용하여 축조하는 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0045] 본 발명인은, 열원(Heat Source)으로는 이지예스(EGS)를 조성해서 생산되는 지열수(Geothermal Fluid)를 이용하고, 냉원(Heat Sink)으로는 해수(SW: Sea Water)를 이용하는 이지예스·해수 지열발전(EGS·SW Power Generation)을 또는 냉원으로는 심해수(DSW: Deep Sea Water)를 이용하는 이지예스·심해수 지열발전(EGS·DSW Power Generation)을 세계 최초로 시범실시하기 위하여, 상기 지열발전을 하는 세계 최초의 이지예스·해수 지열발전소(EGS·SW Power Plant) 또는 이지예스·심해수 지열발전소(EGS·DSW Power Plant)를 건설해서 운영하는 시범사업을 시행하고 후속 사업들을 개척해나가고자, 부지확보비 및 건설공사비와 운용비를 최소화하면서 환경친화적으로 건설해서 운용해나갈 수 있는 시스템과 방법 및 최적의 부지들을 탐색해오던 중, 코일튜브링 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 시추공(8)에 중간케이싱(Intermediate Casing)들과 생산케이싱(Production Casing)도 삽입하여 완결할 수 있는 시추탑(1)을 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용하여 축조하되, 상기 케이싱들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이로, 또 생산케이싱만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중(Hook Load)을 안전하게 지탱할 수 있도록 시추탑(1)을 축조하고, 상기 생산케이싱 삽입작업 중에 발생하는 최대hook하중(Hook Load)은 상기 삽입작업 시에 보강기둥탑(10)을 가설(假設)하여 해결함으로써, 상기한 목적을 달성할 수 있다는 결론과 함께 본 발명에 이르게 되었다.

[0046] 여기서, 이지예스(EGS) 조성을 위해 지하 3,000m 이상 깊이로 시추되는 시추공(Drilled Hole)에 각종 케이싱(Casing)들을 삽입하고 시멘팅(Cementing)하는 과정을 살펴본다.

[0047] 해당 웰(Well)에 제일 먼저 컨덕터파이프(Conductor Pipe or Casing)를 설치한다. 컨덕터파이프는 표토층 내지 미고결층을 차단하기 위한 것으로서, 육상에서는 지하 수m 내지 수십m 깊이로 필요한 대구경 파이프를 삽입하고 시멘팅(Cementing)하게 된다. 컨덕터파이프는 오거(Auger), 향타기(Pile Driver), 소형시추기 또는 시추리그(Drilling Rig)를 사용하여 설치할 수 있다.

[0048] 다음으로, 상기 설치된 컨덕터파이프를 통해 필요한 구간을 시추하고 써휘스케이싱(Surface Casing)을 설치한다. 써휘스케이싱은 지하수층을 차단하고, 또한 압력통제장치(Blowout Preventer 등)들을 설치해서 시추과정에서 분출될 수 있는 높은 압력을 통제할 수 있게 하며, 또한 시추에 장애가 될 수 있는 지층들을 차단하고, 또한 후속 케이싱(Casing)들을 설치·고정하는 지지대로 이용하기 하기 위한 것으로서, 육상에서는 지하 백여m 내지 수백m 정도 필요한 깊이까지 필요한 구경의 케이싱(Casing)을 삽입하고 시멘팅(Cementing)하게

된다.

- [0049] 상기 써휘스케이싱(Surface Casing)을 통해 시추를 진행하면서, 필요한 수의 중간케이싱(Intermediate Casing)들을 차례로 설치하고 시멘팅할 수 있고, 마지막에 생산케이싱(Production Casing)을 설치하고 시멘팅한 후, 완결(Completion)하거나, 또는 소정구간을 추가로 시추한 후 시추된 오픈홀(Open Hole) 구간에 슬롯티드 라이너(Slotted Liner) 등을 삽입하고 완결하기도 한다.
- [0050] 상기 써휘스케이싱의 길이는 백여m 내지 수백m 정도이고, 또 중간케이싱들의 길이도 대부분 1,000m 이하이다. 그러나 마지막으로 삽입하게 되는 생산케이싱의 길이는 일반적으로 시추공(Drilled Hole)의 깊이와 거의 같게 된다. 즉, 4,000m 깊이로 시추된 시추공에 삽입될 생산케이싱의 길이는 4,000m에 달하게 된다.
- [0051] 이상의 이유로, 이지에스(EGS) 조성을 위해 지하 3,000m 이상 깊이로 시추하면서 시추공(Drilled Hole)에 이상과 같은 각종 케이싱들을 삽입하는 작업들 중에서, 생산케이싱(Production Casing)을 삽입하는 작업 중에 특별하게 큰 훅하중(Hook Load)이 크라운블록(Crown Block)에 걸리게 된다. 예컨대, 4,000m 깊이로 시추하면서 시추공에 생산케이싱을 삽입하기 전까지 각종 케이싱들을 삽입하는 과정에서 크라운블록(Crown Block)에 걸린 최대 훅하중(Hook Load)은 110톤(ton)인데, 생산케이싱을 삽입하는 과정에서는 상기 크라운블록에 220톤의 최대훅하중이 걸릴 수 있다.
- [0052] 등록특허 제10-1121477호(특허문헌 5)에 개시된 "타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법"은, 기둥탑 1과 기둥탑 2를 필요한 용량과 수의 타워크레인 마스트들로 구성하고, 시추탑의 하부구조 위에 기초앵커(Basic Anchor)를 설치하며, 상기 기초앵커 위에 기초마스트(Basic Mast)를, 상기 기초마스트 위에 마스트섹션(Mast Section)들을 조립·축조해 올라가면서, 적어도 3개 이상의 시추봉(Drill Pipe)들을 연결한 연결체(Triple Stand)를 핑거보드(Fingerboard)에 기대어 쌓아놓을(Rack back) 수 있는 높이로 즉, 40m 이상 높이로 상기 기둥탑 1과 기둥탑 2를 축조하고, 상기 기둥탑 1과 기둥탑 2 위에 가로질러 크로스빔(Crossbeam)을 설치하며, 상기 크로스빔 위에 크라운블록(Crown Block)을 설치하고, 상기 기둥탑 1 또는 기둥탑 2에 접하여 핑거보드 및 몽키보드를 설치하는 등 필요한 설비 및 장치들을 설치하여, 시추봉을 이용하는 시추를 비용효과적으로 실시하기 위한 시추탑을 완성한다.
- [0053] 이상과 같이, 등록특허 제10-1121477호에 개시된 "타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법"은 기본적으로 수백개 이상에 달하는 시추봉들을 연결시켜서 이루는 시추를 비용효과적으로 실시할 수 있도록 창안된 것이다.
- [0054] 하지만, 코일튜브를 이용하는 시추, 즉 코일튜브 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)는, 수백개 이상에 달하는 시추봉을 연결해서 시추하는 대신에, 굵긴 데 없이 수천m 길이로 제작된 단일 강관체인 코일튜브를 이용하여 시추한다. 따라서 시추봉 연결체(예, Triple Stand)들을 시추탑에 기대어 쌓아놓을 필요도 없으므로, 높이가 훨씬 낮고 또 규모도 훨씬 작은 시추탑을 이용하여 심부시추를 할 수 있다.
- [0055] 그럼에도 불구하고, 코일튜브 시추(CTD)를 하는 경우에도, 컨덕터파이프(Conductor Pipe) 및 써휘스케이싱(Surface Casing)을 설치하기 위해 부수적으로 시추봉을 이용하는 시추를 소규모로 실시할 필요가 있으므로 시추탑이 필요하고, 또 시추공에 중간케이싱(Intermediate Casing)들과 생산케이싱(Production Casing)도 삽입하여 완결하는 작업을 위해서도 상당한 규모의 시추탑이 필요하게 된다.
- [0056] 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 우리 국토에서 코일튜브 시추(CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 시추공에 중간케이싱들과 생산케이싱도 삽입하여 완결하는 등 일련의 작업들을 비용효과적으로 이룰 수 있는 시추탑을, 다음과 같이, 타워크레인 마스트를 이용하여 축조하였다.
- [0057] 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 먼저, 해당 시추사이트(Drilling Site)에 해당 하부구조(Drilling Rig Substructure)(2)를 설치하도록 하였다.
- [0058] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 상기 하부구조(2) 위에 시추공(Drilled Hole)(8)의 보울(Bowl)을 설치하도록 하였다.
- [0059] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 해당 코일튜브 시추(CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 상기 시추공(8)에 해당 케이싱(Casing)들도 삽입할 수 있는 시추탑(1)을 상기 하부구조(2) 위에 축조하되, 상기 시추탑(1)의 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 소정의 용량과 수의 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)들로 구성하고, 상기 케이싱들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이로, 또 상기 케이싱들 중 생산케이싱(Production Casing)만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대훅하중(Hook

Load)을 안전하게 지탱할 수 있도록, 상기 타워크레인 마스트들을 구성하는 모듈(Module)들을 상기 높이로 조립하여 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 축조한 후, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 위에 가로질러 크로스빔(Crossbeam)(5)을 설치하도록 하였다.

[0060] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 상기 시추공(8)의 보울(Bowl)의 중심과 하기 크라운블록(6)에 매달린 이동블록(Traveling Block)의 훅(Hook)의 연직방향 중심선이 일치되도록 크라운블록(Crown Block)(6)을 상기 크로스빔(5) 위에 설치하되, 상기 크라운블록(6), 상기 이동블록 및 상기 크라운블록(6)에 연결된 인양장비(Drawworks)를 상기 생산케이싱의 삽입작업 중에 발생될 최대훅하중(Hook Load)까지 안전하게 지탱할 수 있는 용량으로 설치하도록 하였다.

[0061] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 상기 기둥탑 1(3) 또는 기둥탑 2(4)에 접하여 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(Casing Fingerboard and Monkeyboard)(7)를 설치하도록 하였다.

[0062] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 상기 코일튜브 시추(CTD)를 하는데 필요한 코일튜브 릴(Reel)(9)을 비롯한 설비 및 장치들을 상기 하부구조(2) 위에 또는 지표면(地表面) 위에 설치하도록 하였다.

[0063] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 상기 코일튜브 시추(CTD)를 하면서, 상기 시추탑(1)을 이용하여 상기 시추공(8)에 중간케이싱(Intermediate Casing)들을 설치한 후, 상기 생산케이싱(Production Casing)을 설치할 심도까지 시추하도록 하였다.

[0064] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 상기 생산케이싱 삽입작업 중에 상기 크라운블록(6)에 걸리게 될 최대훅하중(Hook Load)을 상기 기둥탑 1(3) 및 기둥탑 2(4)와 함께 안전하게 지탱할 수 있는 보강기둥탑(10)을 상기 하부구조(2) 위에 가설(假設)하되, 상기 보강기둥탑(10)을 소정의 용량과 수의 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)들로 구성하고, 상기 타워크레인 마스트들을 구성하는 모듈(Module)들을 상기 기둥탑 1(3)의 높이로 조립하여, 상기 보강기둥탑(10)이 상기 크라운블록(6)을 떠받치도록 축조한 후, 상기 생산케이싱 삽입작업을 실시하고, 상기 생산케이싱 삽입작업이 완료되면 상기 보강기둥탑(10)을 철거하도록 하였다.

[0065] 그 다음, 본 발명의 시추탑 축조시스템 및 방법은, 상기 코일튜브 시추(CTD)를 이용하면서, 상기 시추공(8)에서 추가로 시추해야 할 구간을 시추한 후, 상기 시추탑(1)을 이용하면서 생산정(Production Well) 또는 주입정(Injection Well)으로 완결(Completion)하도록 하였다.

발명의 효과

[0066] 본 발명은, 코일튜브 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)를 하면서, 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고, 또 시추공에 중간케이싱(Intermediate Casing)들과 생산케이싱(Production Casing)도 삽입하여 완결할 수 있는 시추탑을 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용하여 축조함으로써, 조밀하게 개발되고 소로로 연결된 우리 국토의 많은 장소들에서 시추탑의 운반 및 설치를 용이하게 만들고 또 운반 및 설치비용도 현저히 줄일 수 있게 만드는 효과를 제공한다.

[0067] 또한, 본 발명은, 케이싱(Casing)들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이로 시추탑(1)을 축조하고, 또 생산케이싱(Production Casing)만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 생산될 최대훅하중(Hook Load)을 안전하게 지탱할 수 있도록 시추탑(1)을 축조하며, 또 상기 생산케이싱 삽입작업 중에 발생하는 최대훅하중은 상기 삽입작업 시에 보강기둥탑(10)을 가설(假設)하여 해결함으로써, 시추탑의 규모를 현저히 축소시켜, 우리 국토에서 코일튜브 시추(CTD)를 이용하면서 소구경의 심부시추를 비용효과적으로 실시하게 만드는 효과를 제공한다.

[0068] 그에 따라 본 발명은, 상기 효과를 통해서, 우리 국토에서, 그만큼 더 많은 소구경의 심부시추를 비용효과적으로 실시하여 이지에스(EGS)를 조성해서 지열발전(Geothermal Power Generation)을 펼칠 수 있게 만들고, 또 상기 지열발전과 더불어 풍력에너지 등 간헐성 재생에너지(Intermittent Renewable Energy)들을 활용하면서 재생에너지발전(Renewable Energy Power Generation)들을 펼칠 수 있게 만들어 순수국산에너지만으로 생산해내는 전력의 양을 증대시켜, 우리나라의 에너지자급률을 높이고, 그만큼 에너지 수입과 온실가스 배출을 줄일 수 있게 만드는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0069] 도 1은 본 발명의 코일튜브 시추와 결합된 타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법을 정면도로 설명한 것으로서, 왼쪽에 보인 시추탑(1)에는 상기 시추탑(1)의 하부구조(2), 기둥탑 1(3), 기둥탑 2(4), 크로

스빔(Crossbeam)(5), 크라운블록(Crown Block)(6), 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(Casing Fingerboard and Monkeyboard)(7) 및 상기 하부구조 또는 지표면(地表面) 위에 설치된 코일튜브(Coiled Tubing) 릴(Reel)(9)이 설명되어 있다.

도 1의 오른쪽에 보인 정면도는 생산케이싱(Production Casing) 삽입작업을 위해 상기 시추탑(1)에 보강기둥탑(10)을 가설(假設)한 상태를 설명한 것이다.

도 2는 상기 시추탑(1)에 보강기둥탑(10)이 가설(假設)된 상태를 평면도로 설명한 것으로서, 상기 시추탑(1)의 하부구조(2), 기둥탑 1(3), 기둥탑 2(4), 보강기둥탑(10), 시추공(8) 및 코일튜브 릴(Reel)(9)이 설명되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0070] 본 발명의 코일튜브 시추와 결합된 타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법의 실시를, 도 1 및 도 2를 참조하여, 순서대로 설명한다.
- [0071] 시추봉을 이용하는 시추를, 즉 수백개 이상에 달하는 시추봉들을 연결시켜서 이루는 심부시추를 비용효과적으로 이루어내기 위해서는 시추봉(Drill Pipe)들을 적어도 3개씩 연결한 연결체(Triple Stand)(약 30m) 단위로 시추탑에 설치된 핑거보드(Fingerboard)에 기대어 쌓아놓고(Rack back) 작업해야 한다. 이렇게 하기 위해서는 40m 이상에 달하는 높은 시추탑이 필요하다. 향후 시추심도가 점점 더 깊어지게 되면, 시추봉을 4개씩 연결한 연결체(Quadruple Stand)(약 40m) 단위로 분리해서 쌓아놓게 되겠는데, 이렇게 하기 위해서는 약 10m가 더 높은 시추탑이 필요하게 된다.
- [0072] 등록특허 제10-1121477호(특허문헌 5)에 개시된 "타워크레인 마스트를 이용한 시추탑 축조시스템 및 방법"은 기본적으로 시추봉을 이용하는 시추를 비용효과적으로 실시할 수 있도록 창안된 것이므로, 시추탑을 약 40m 이상 높이로 축조한다.
- [0073] 하지만, 코일튜브를 이용하는 시추, 즉 코일튜브 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)는, 수백개 이상에 달하는 시추봉을 연결해서 시추하는 대신에, 끊긴 데 없이 수천m 길이로 제작된 단일 강관체인 코일튜브(Coiled Tubing)를 이용하여 시추하므로, 시추봉 연결체(예, Triple Stand)들을 시추탑에 기대어 쌓아놓을 필요가 없어, 높이가 훨씬 낮고 또 규모도 훨씬 적은 시추탑을 이용하여 심부시추를 할 수 있다.
- [0074] 그럼에도 불구하고, 코일튜브 시추(CTD)를 하는 경우에도, 컨덕터파이프(Conductor Pipe) 및 써휘스케이싱(Surface Casing)을 설치하기 위해 부수적으로 시추봉을 이용하는 시추를 소규모로 실시할 필요가 있으므로 시추탑이 필요하고, 또 코일튜브 시추(CTD)로 시추된 시추공(Drilled Hole)에 중간케이싱(Intermediate Casing)들 및 생산케이싱(Production Casing)을 삽입하고 완결(Well Completion)하는 작업을 하기 위해서도 상당한 규모의 시추탑이 필요하게 된다.
- [0075] 위와 같은 필요성들을 충족시킬 수 있는 시추탑을, 즉 우리 국토에서 코일튜브 시추(CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 시추공에 중간케이싱들 및 생산케이싱을 삽입하고 완결하는 등 일련의 작업들을 비용효과적으로 이룰 수 있는 시추탑을, 다음과 같이, 타워크레인 마스트를 이용하여 축조한다.
- [0076] (1) 시추탑(1)의 하부구조(2)를 설치한다.
- [0077] 시추탑(1)의 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 및 보강기둥탑(10)이 가하게 될 연직 및 수평방향의 최대충하중들을 안전하게 지탱할 수 있고, 또 해당 심부시추에 필요한 공간을 제공할 수 있는 하부구조(2)를 해당 시추사이트(Drilling Site)에 설치한다.
- [0078] 상기 하부구조(2) 위에서 시추할 웰(Well)의 수, 심도 및 구경, 웰헤드(Well Head)들 간의 거리, 시추탑(1)의 크기, 시추작업의 규모 등을 감안하여 상기 하부구조(2)의 크기를 산정한다.
- [0079] 상기 하부구조(2)는 통상의 시추장비의 일부로 제작된 것을 사용할 수도 있으나, 철골빔(Steel Beam)으로 조립하여 축조하는 것이 보다 바람직하다.
- [0080] 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 및 보강기둥탑(10)을 설치할 위치들을 미리 정해놓고, 타워크레인 마스트(Mast)가 올려놓여지게 될 상기 하부구조(2)의 상부 철골빔(Steel Beam)들이 걸리게 될 하중들을 안전하게 지탱할 수 있도록 축조한다. 하기 시추공(8)의 보울(Bowl)을 설치할 위치들 역시 미리 정해놓고 설치가 용이하도록 철골빔들을 배치한다.

- [0081] (2) 시추공(8)의 보울(Bowl)을 설치한다.
- [0082] 상기 하부구조(2) 위에 시추공(Drilled Hole)(8)의 보울(Bowl)을 설치한다. 상기 보울(Bowl)에 각종 슬립(Slips)들을 끼워넣고 케이싱(Casing)이나 시추봉(Drill Pipe) 등을 시추공(8)에 고정시키게 된다.
- [0083] 뒤 제(8)항에 설명된 바와 같이, 상기 하부구조(2) 위에서 컨덕터파이프(Conductor Pipe)를 설치할 수도 있으나, 많은 심부시추에서 상기 하부구조(2)를 설치하기 전에 오거(Auger)나 항타기(Pile Driver)를 이용하여 컨덕터파이프를 설치한다.
- [0084] 또 상당수의 심부시추에서는, 상기 하부구조(2)를 설치하기 전에, 컨덕터파이프에 이어, 소형시추기를 동원해서 써휘스케이싱(Surface Casing)까지 설치한다.
- [0085] 위와 같이 상기 하부구조(2)를 설치하기 전에 컨덕터파이프가 설치되었거나 또는 컨덕터파이프에 이어 써휘스케이싱까지 설치된 경우에는, 상기 시추공(8)의 위치는 상기 하부구조(2)를 설치하기 전에 이미 결정되어 있는 것이다.
- [0086] (3) 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 축조한다.
- [0087] 시추탑(1)의 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 소정의 용량과 수의 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)들로 구성하고, 상기 하부구조(2) 위에 상기 타워크레인 마스트들을 구성하는 모듈(Module)들을 차례로 조립하여 축조하되, 상기 시추공(8)에 삽입할 케이싱(Casing)들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이로 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 축조하고, 또 상기 케이싱들 중 생산케이싱(Production Casing)만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중을 안전하게 지탱할 수 있도록, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 축조한다.
- [0088] 가장 단순한 형태의 시추탑(1)은 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 각각 소정의 용량의 타워크레인 마스트 1개씩으로 구성하여도 상기 최대hook하중(Hook Load)을 안전하게 지탱할 수 있는 경우이다.
- [0089] 보다 상세하게는, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)가 가하게 될 연직 및 수평방향의 최대hook하중들을 안전하게 지탱할 수 있는 상기 하부구조(2)의 상부 철골빔(Steel Beam)에 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 구성하는 각 개 타워크레인 마스트(Mast)의 기초가 되는 기초앵커(Basic Anchor)를 볼트로 고정·설치하고, 상기 기초앵커 위에 기초마스트(Basic Mast)를, 상기 기초마스트 위에 마스트섹션(Mast Section)들을 필요한 용량의 크레인과 고소작업대를 동원하여, 조립·축조해 올라간다. 상기한 방법으로, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 구성하는 모든 타워크레인 마스트들을 상기 높이로 조립하여 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 축조한다.
- [0090] 외판 도로서지역이어서 또는 외판 도로서지역이 아니더라도 통로나 시추사이트(Drilling Site)가 매우 협소해서 필요한 용량의 크레인을 동원할 수 없는 곳에서는 특허문헌 23에 개시된 기둥탑 축조시스템 및 방법을 이용할 수 있다.
- [0091] 케이싱(Casing)들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이는, 크라운블록(Crown Block)(6)에 매달린 이동블록(Traveling Block)이 최고점으로 이동해서 정지한 상태에서, 상기 이동블록에 훅(Hook)이 매달리고, 또 상기 훅(Hook)에 케이싱 승강기(Casing Elevator)가 매달리고, 또 상기 케이싱 승강기에 상기 케이싱 1개가 매달릴 수 있고, 또 상기 케이싱 승강기에 매달린 케이싱을 상기 시추공(8) 안으로 밀어넣거나 또는 상기 시추공(8) 안에 삽입된 케이싱 1개를 상기 시추공(8) 밖으로 뽑아내는 작업을 할 수 있는 높이가 된다. 따라서 예컨대, 삽입할 케이싱 1개의 길이가 13m인 경우 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)의 높이는 20m 정도일 수 있다.
- [0092] 또, 상기 시추공(8)에 삽입할 케이싱(Casing)들 중 생산케이싱(Production Casing)만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중(Hook Load)을 안전하게 지탱할 수 있도록 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)를 축조한다는 의미는, 상기 생산케이싱만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중을 안전하게 지탱할 수 있기 위해서는 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)가 함께 120톤을 지탱할 수 있어야 한다면, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)가 함께 120톤을 지탱할 수 있도록 축조한다는 것이다.
- [0093] 상기 생산케이싱의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중은, 뒤 제(11)항에 설명된 바와 같이, 상기 삽입작업 시에 보강기둥탑(10)을 가설(假設)해서 해결한다.
- [0094] 즉, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)가 함께 120톤을 지탱할 수 있도록 축조한 시추탑(1)으로 상기 생산케이싱의 삽입작업을 하는 경우, 상기 생산케이싱의 삽입작업 중에 발생될 최대hook하중을 안전하게 지탱할 수 있기 위

해서는 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 및 보강기둥탑(10)이 함께 200톤을 지탱할 수 있어야 한다면, 상기 보강기둥탑(10)이 80톤(200톤-120톤)을 지탱할 수 있도록 축조하게 된다.

- [0095] (4) 크로스빔(Crossbeam)(5)을 설치한다.
- [0096] 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 위에 가로질러 크로스빔(5)을 설치하되, 상기 크로스빔(5)은 상기 케이싱(Casing)들 중 생산케이싱(Production Casing)만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 크라운블록(6)에 걸리게 될 최대hook중(Hook Load)을 비롯하여 크로스빔(5)에 설치되는 붐 크레인 등 모든 장치들의 최대hook중을 안전하게 지탱할 수 있는 구조로 설치한다.
- [0097] 또한, 뒤 제(11)항에 설명된 바와 같이, 상기 생산케이싱 삽입작업 중에 상기 크라운블록(6)에 걸리게 될 최대hook중을 상기 크로스빔(5)만으로는 안전하게 지탱할 수 없는 경우, 안전하게 지탱할 수 있도록 상기 크라운블록(6)을 떠받치는 보강 크로스빔을 상기 기둥탑 1(3), 기둥탑 2(4) 및 보강기둥탑(10) 위에 가로질러 추가·삽입할 수 있는 구조로 상기 크로스빔(5)을 설치한다.
- [0098] 상기 크로스빔(5)을 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 위를 가로지르는 다수의 경량급 철골빔(Steel Beam)들로 구성하면, 인양 및 설치가 보다 용이해질 수 있다.
- [0099] (5) 크로스빔(5) 위에 크라운블록(6)을 설치한다.
- [0100] 상기 크로스빔(5) 위에 크라운블록(Crown Block)(6)을 설치하되, 상기 크라운블록(6)에 매달린 이동블록(Traveling Block)의 hook(훅)의 연직방향 중심선이 상기 시추공(8)의 보울(Bowl)의 중심과 일치되도록 설치한다.
- [0101] 상기 크라운블록(6), 상기 크라운블록(6)에 매달린 이동블록(Traveling Block) 및 상기 크라운블록(6)에 연결되는 인양장비(Drawworks)는 상기 생산케이싱(Production Casing)의 삽입작업 중에 발생될 최대hook중(Hook Load)까지 안전하게 지탱할 수 있는 용량으로 설치한다. 이렇게 설치함으로써, 뒤 제(11)항에 설명된 보강기둥탑(10)을 가설(假設)한 후에, 상기 크라운블록(6), 이동블록 및 인양장비를 교체할 필요없이 그대로 사용하면서 상기 생산케이싱의 삽입작업을 할 수 있다.
- [0102] (6) 크로스빔(6) 위에 붐 크레인 등 필요한 장치들을 설치한다.
- [0103] 붐 크레인(Boom Crane) 등 해당 시추에 필요한 장치들을 상기 크로스빔(5) 위에 설치한다. 상기 붐 크레인을 먼저 설치한 후, 상기 붐 크레인을 이용하여 상기 크라운블록(6)을 설치할 수도 있다. 상기 붐 크레인은 보강기둥탑(10)을 축조할 때도 이용될 수 있으므로, 상기 용도를 충족시킬 수 있는 구조와 용량으로 설치한다.
- [0104] (7) 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(7)를 설치한다.
- [0105] 상기 시추공(8)에 삽입할 케이싱(Casing)들의 삽입작업에 필요한 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(Casing Fingerboard and Monkeyboard)(7)를 상기 기둥탑 1(3) 또는 기둥탑 2(4)에 접하여 필요한 높이에 설치한다.
- [0106] 상기 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(7)는 상기 시추공(8)에 삽입할 케이싱(Casing)을 상기 시추공(8)에 삽입하기 전에 기대어 쌓아놓거나(Rack back), 또는 세워져 있거나 케이싱 승강기(Casing Elevator)에 매달려 있는 상기 케이싱의 상단에서 수행해야 하는 작업들을 가능하게 하기 위한 설비이다.
- [0107] 뒤 제(8)항에 설명된 바와 같이, 상기 시추탑(1)을 이용하여 써휘스케이싱(Surface Casing)을 설치하는 경우, 소형 탑드라이브(Top Drive) 등을 동원하여 시추봉을 이용하는 시추를 소규모로 실시해서 써휘스케이싱을 설치하는 것이 바람직하겠는데, 위와 같은 시추작업에서 시추봉을 기대어 쌓아놓는(Rack back) 등의 용도로 통상의 핑거보드 및 몽키보드(Fingerboard and Monkeyboard)가 필요한 경우, 상기 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(7)를 필요한 높이로 이동·설치하여 이용할 수 있다.
- [0108] (8) 컨덕터파이프 및 써휘스케이싱을 설치한다.
- [0109] 많은 심부시추에서는 상기 하부구조(2)를 설치하기 전에 오거(Auger), 향타기(Pile Driver) 또는 소형시추기를 이용하여 컨덕터파이프(Conductor Pipe)를 설치한다. 또 상기 컨덕터파이프 설치에 이어, 소형시추기를 이용하여 써휘스케이싱(Surface Casing)까지 설치하는 경우도 있을 수 있다.
- [0110] 하지만, 시추사이트(Drilling Site)의 불리한 여건 등 특별한 이유로, 상기 시추탑(1)이 축조될 때까지 써휘스케이싱 또는 컨덕터파이프와 써휘스케이싱이 설치되지 못한 경우가 있을 수 있다. 이와 같은 경우에는 다음과 같이 상기 시추탑(1)을 이용하여 설치한다.

- [0111] 컨덕터파이프 설치를 위해서는, 상기 시추탑(1)의 이동블록(Traveling Block)의 훅(Hook)에 오거(Auger) 또는 항타기(Pile Driver)를 설치하고 이를 이용하여 컨덕터파이프를 설치하거나, 또는 상기 훅(Hook)에 소형 탑드라이브(Top Drive)를 설치하고 시추봉을 이용하는 시추를 소규모로 실시해서 컨덕터파이프를 설치할 수 있다.
- [0112] 쉘레스케이싱 설치를 위해서는, 상기 시추탑(1)의 이동블록의 훅(Hook)에 소형 탑드라이브(Top Drive)를 설치하고, 시추봉을 이용하는 시추를 소규모로 실시해서 쉘레스케이싱을 설치할 수 있다.
- [0113] 위와 같이 쉘레스케이싱 설치를 위해 시추봉을 이용하는 시추를 소규모로 실시하는 작업과정에서 시추봉을 기대어 쌓아놓는(Rack back) 등의 용도로 통상의 핑거보드 및 몽키보드(Fingerboard and Monkeyboard)가 필요한 경우, 상기 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(7)를 필요한 높이로 이동·설치하여 이용할 수 있다.
- [0114] (9) 코일튜브 시추(CTD)에 필요한 설비 및 장치들을 설치한다.
- [0115] 코일튜브 시추(CTD)를 실시하는데 필요한 코일튜브 릴(Reel)(9)을 비롯한 설비 및 장치들을 지표면(地表面) 위에 또는 상기 하부구조(2) 위에 설치한다. 코일튜브 릴(9)을 지표면 위에 설치함으로써 상기 하부구조(2)에 하중으로 작용하지 않게 하는 것이 바람직하겠으나, 어려움이 있는 곳에선 상기 하부구조(2) 위에 설치한다.
- [0116] (10) 코일튜브 시추(CTD)를 하면서 중간케이싱들을 설치한다.
- [0117] 쉘레스케이싱(Surface Casing)이 설치된 시추공(8)에서 코일튜브 시추(CTD)를 개시하고 진행시키면서, 상기 시추공(8)에 중간케이싱(Intermediate Casing)들을 차례로 모두 설치한 후, 상기 생산케이싱(Production Casing)을 설치할 심도까지 시추한다.
- [0118] (11) 보강기둥탑(10)을 상기 하부구조(2) 위에 가설(假設)한다.
- [0119] 상기 생산케이싱(Production Casing) 삽입작업 중에 상기 크라운블록(6)에 걸리게 될 최대hook중(Hook Load)을 상기 기둥탑 1(3) 및 기둥탑 2(4)와 함께 안전하게 지탱할 수 있는 보강기둥탑(10)을 상기 하부구조(2) 위에 가설하되, 상기 보강기둥탑(10)을 소정의 용량과 수의 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)들로 구성하고, 상기 타워크레인 마스트들을 구성하는 모듈(Module)들을 상기 기둥탑 1(3)의 높이로 조립하여, 상기 보강기둥탑(10)이 상기 크라운블록(6)을 떠받치도록 축조한다.
- [0120] 예컨대, 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4)가 함께 120톤을 지탱할 수 있도록 축조된 시추탑(1)으로 상기 생산케이싱의 삽입작업을 하는 경우, 상기 생산케이싱의 삽입작업 중에 발생될 최대hook중을 안전하게 지탱할 수 있기 위해서는 상기 기둥탑 1(3)과 기둥탑 2(4) 및 보강기둥탑(10)이 함께 200톤을 지탱할 수 있어야 한다면, 상기 보강기둥탑(10)이 80톤(200톤-120톤)을 지탱할 수 있도록 축조한다.
- [0121] 상기 생산케이싱 삽입작업 중에 상기 크라운블록(6)에 걸리게 될 최대hook중(Hook Load)을, 상기 크로스빔(5)만으로는 안전하게 지탱할 수 없는 경우, 안전하게 지탱할 수 있도록 상기 크라운블록(6)을 떠받치는 보강 크로스빔을 상기 기둥탑1(3), 기둥탑 2(4) 및 보강기둥탑(10) 위에 가로질러 추가·삽입한다.
- [0122] 상기 보강기둥탑(10)은 상기 하부구조(2)의 제반여건을 고려하여 다양한 형태로 배치될 수 있다. 가장 단순한 형태는 도 2에 보인 바와 같이 배치하는 것이다.
- [0123] 대구경 시추에서 삽입되는 생산케이싱의 직경은 25cm 이상에 달하는데 비하여, 현행 코일튜브 시추(CTD)는 주로 소구경 시추에 이용되므로, 삽입되는 생산케이싱의 직경도 큰 것이 16cm 정도에 불과하다. 그에 따라 생산케이싱 삽입작업 중에 발생되는 최대hook중은 비교적 낮은 수준이다. 위와 같은 이유로 상기 보강기둥탑(10)은 비교적 소규모로 축조된다.
- [0124] 따라서 가장 단순한 형태의 보강기둥탑(10)은 소정의 용량의 타워크레인 마스트 1개를 도 2에 보인 바와 같이 배치하는 것이다. 하지만 필요에 따라서는, 소정의 용량의 타워크레인 마스트 수개를 도 2에 보인 바와 같이 배치할 수도 있고, 또 보강기둥탑(10)을 2개의 보강기둥탑들로 나누어서, 상기 2개의 보강기둥탑들이 상기 시추공(8)을 중앙에 두고 서로 마주보도록 배치할 수도 있으며, 또 상기 하부구조(2) 위의 다양한 위치들에 분산하여 배치할 수도 있다.
- [0125] (12) 생산케이싱 삽입작업이 완료되면 보강기둥탑(10)을 철거한다.
- [0126] 상기와 같이 보강기둥탑(10)을 축조한 후, 생산케이싱 삽입작업을 실시하고, 상기 생산케이싱 삽입작업이 완료되면 상기 보강기둥탑(10)을 철거한다.
- [0127] (13) 추가구간을 시추한 후 완결한다.

- [0128] 상기 생산케이싱(Production Casing)이 삽입되어 시멘팅(Cementing)된 시추공(8)에서, 상기 코일튜브 시추(CTD)를 이용하면서 추가로 시추해야 할 구간을 시추한 후, 상기 시추탐(1)을 이용하면서 생산정(Production Well) 또는 주입정(Injection Well)으로 완결(Completion)한다.
- [0129] 이상의 설명은, 즉 앞서 제(1)항 내지 제(13)항에 기재된 설명은 상기 하부구조(2) 위에서 1개의 웰(Well)을 시추하여 완결하는데 대한 것이다.
- [0130] (14) 상기 하부구조(2) 위에서 추가 웰(Well)들을 시추한다.
- [0131] 이지엑스(EGS)를 조성하기 위해서는 생산정(Production Well)과 주입정(Injection Well) 등 다수의 웰(Well)들을 시추하고 수압파쇄(Hydraulic Fracturing)하게 된다. 상기 다수의 웰(Well)들의 웰헤드(Wellhead)들에는 송수관 등 지표시설을 상호 연결하여 설치해서 운용하게 되므로, 상기 지표시설들의 설치를 단순화하고 또한 운용도 간편하게 하기 위해, 상기 웰헤드(Wellhead)들 간의 거리를 가깝게 배치하게 된다. 이와 같이 하기 위해 상기 다수의 웰(Well)들로 웰 클러스터(Well Cluster)를 구성하고, 같은 시추사이트(Drilling Site)에서 방향성 시추(Directional Drilling)기술을 이용하여 상기 웰 클러스터(Well Cluster)를 구성하는 웰(Well)들을 시추하게 된다.
- [0132] 위와 같은 이유로 상기 하부구조(2) 위에서 웰 클러스터(Well Cluster)를 구성하는 다수의 웰(Well)들을 시추하는 경우, 다음과 같이 추가 웰(Well)들을 시추한다.
- [0133] 앞서 제(1)항 내지 제(13)항에 설명된 방법에 따라 1개의 웰(Well)을 시추하여 완결한 후, 상기 시추공(8)의 보울(Bowl)을 다음 웰(Well)을 시추할 위치로 이동시켜 설치하고, 상기 1개의 웰(Well)을 시추하여 완결한 과정을 반복하여 추가로 1개의 웰(Well)을 시추하여 완결한다. 이상과 같은 방법에 따라, 1개 웰(Well)씩 추가하면서, 상기 하부구조(2) 위에서 시추하기로 계획된 웰(Well)들을 모두 시추하여 완결한다.
- [0134] 즉, 1개의 웰(Well)을 시추하여 완결한 후, 상기 시추공(8)의 보울(Bowl)을 다음 웰(Well)을 시추할 위치로 이동시켜 설치하고, 상기 이동된 시추공(8)의 보울(Bowl)의 중심과 상기 크라운블록(6)에 매달린 이동블록의 훅(Hook)의 연직방향 중심선이 일치되도록 상기 크라운블록(6)도 이동시켜 설치하고, 또 필요시 상기 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(7)도 이동시켜 설치하며, 또 필요시 상기 시추탐(1)을 이용하여 컨덕터파이프와 써휘스케이싱을 설치한 후, 코일튜브 시추(CTD)를 하면서, 또 상기 시추탐(1)을 이용하면서, 중간케이싱들을 설치하고, 상기 시추탐(1)에 보강기둥탐(10)을 가설하여 생산케이싱을 설치하며, 추가구간을 시추한 후, 생산정 또는 주입정으로 완결(Completion)한다. 이상과 같은 방법에 따라, 1개 웰(Well)씩 추가해나가면서, 상기 하부구조(2) 위에서 시추하기로 계획된 웰(Well)들을 모두 시추하여 완결한다.
- [0135] 상기한 시추탐 축조시스템 및 방법에 따라, 코일튜브 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)를 하면서 이에 부수되는 작업들도 할 수 있고 또 시추공에 중간케이싱(Intermediate Casing)들과 생산케이싱(Production Casing)도 삽입하여 완결할 수 있는 시추탐을 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용하여 축조함으로써, 조밀하게 개발되고 소로로 연결된 우리 국토의 많은 장소들에서 시추탐의 운반 및 설치를 용이하게 만들고 또 운반 및 설치비용도 현저히 줄일 수 있게 된다.
- [0136] 또한, 상기한 시추탐 축조시스템 및 방법에 따라, 케이싱(Casing)들을 1개 조인트(Joint) 단위로 삽입작업을 할 수 있는 높이로, 또 생산케이싱(Production Casing)만을 제외한 모든 케이싱들의 삽입작업 중에 발생될 최대훅하중(Hook Load)을 안전하게 지탱할 수 있도록 시추탐(1)을 축조하고, 상기 생산케이싱 삽입작업 중에 발생하는 최대훅하중은 상기 삽입작업 시에 보강기둥탐(10)을 가설(假設)하여 해결함으로써, 시추탐의 규모를 현저히 축소시켜, 우리 국토에서 코일튜브 시추(CTD)를 이용하면서 소구경의 심부시추를 비용효과적으로 실시할 수 있게 된다.
- [0137] 그에 따라 상기 효과를 통해서, 우리 국토에서, 그만큼 더 많은 소구경의 심부시추를 비용효과적으로 실시하여 이지엑스(EGS)를 조성해서 지열발전(Geothermal Power Generation)을 펼칠 수 있게 되고, 또한 상기 지열발전과 더불어 풍력에너지 등 간헐성 재생에너지(Intermittent Renewable Energy)들을 활용하면서 재생에너지발전(Renewable Energy Power Generation)들을 펼칠 수 있게 돼, 순수국산에너지만으로 생산해내는 전력의 양을 증대시켜, 우리나라의 에너지자급률을 높이고, 그만큼 에너지 수입과 온실가스 배출을 줄일 수 있게 된다.
- [0138] 케이싱 2개 조인트 연결체(Casing Double Stand) 단위로 하는 삽입작업 :
- [0139] 향후 시추심도가 점점 더 깊어지게 되면, 예컨대, 5,000m를 넘어서게 되면, 비용효과적인 케이싱 삽입작업(Casing Lowering Operation)을 위해 케이싱들을 2개 조인트(Joint) 연결체 단위로 시추공에 삽입할 필요가 있

게 되며, 그렇게 하기 위해서는, 시추탑(1)을 약 13m 더 높게 축조해야 한다.

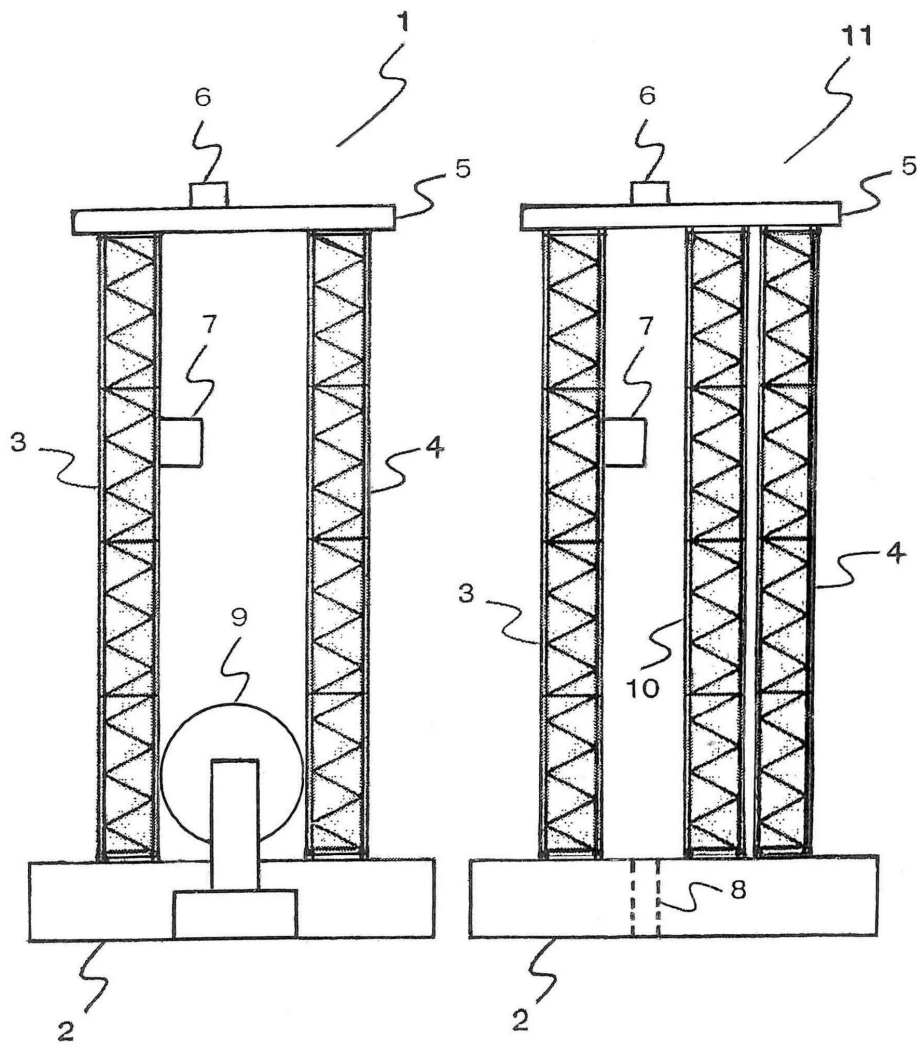
- [0140] 위와 같이 시추탑(1)을 축조해서 '케이싱 2개 조인트 연결체'(Casing Double Stand) 단위로 삽입작업을 하는 경우, 케이싱 삽입작업을 효율적으로 실시하기 위해 다음과 같은 설비들을 구비하여 실시하는 것이 바람직하다.
- [0141] 해당 케이싱들을 2개 조인트 연결체(Double Stand) 단위로 시추공(8)에 삽입하는 작업을 보조하는 '케이싱삽입 보조작업장'을 상기 하부구조(2) 위에 설치하되, 상기 시추공(8)으로부터 소정의 거리만큼 떨어진 위치에 수직공을 설치하고, 또 상기 수직공을 중앙에 두도록 상기 '케이싱삽입 보조작업장'을 설치하며, 또 상기 수직공의 보울(Bowl)의 중심과 하기 인양시스템의 훅(Hook)의 연직방향 중심선이 일치되도록 상기 크로스빔(5)에 인양시스템(Hoisting System)을 설치한다.
- [0142] 상기 수직공과 인양시스템의 용도는, 상기 수직공에 상기 케이싱 1개를 삽입한 후, 상기 케이싱의 상단을 상기 수직공의 보울(Bowl)에 고정시키고, 상기 인양시스템으로 또 하나의 케이싱을 끌어올려 상기 보울(Bowl)에 고정된 케이싱과 연결시켜서 '케이싱 2개 조인트 연결체'(Casing Double Stand)를 만들기 위한 것이다.
- [0143] 또 위와 같이 만든 '케이싱 2개 조인트 연결체'들을 기대어 세워놓을 수 있도록 '보조용 케이싱 핑거보드 및 몽키보드'를 상기 기둥탑 2(4) 또는 기둥탑 1(3)에 접하여 설치하고, 또 케이싱 삽입작업 시에 상기 '보조용 케이싱 핑거보드 및 몽키보드'에 기대어 세워놓은 '케이싱 2개 조인트 연결체'들을 하나씩 운반해서 상기 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(7) 쪽으로 넘겨줄 수 있도록, 양측 케이싱 핑거보드들 간을 연결하는 다리와 이동식 크레인을 설치하도록 한다.

부호의 설명

- [0144] 1 : 코일튜브링 시추(Coiled Tubing Drilling : CTD)와 결합된 타워크레인(Tower Crane) 마스트(Mast)를 이용한 시추탑(Drilling Derrick)의 정면도
- 2 : 상기 시추탑의 하부구조(Drilling Rig Substructure)
- 3 : 상기 시추탑의 기둥탑 1
- 4 : 상기 시추탑의 기둥탑 2
- 5 : 상기 시추탑의 크로스빔(Crossbeam)
- 6 : 상기 시추탑의 크라운블록(Crown Block)
- 7 : 케이싱 핑거보드 및 몽키보드(Casing Fingerboard and Monkeyboard)
- 8 : 시추공(Drilled Hole)
- 9 : 상기 하부구조 또는 지표면(地表面) 위에 설치된 코일튜브링 릴(Reel)
- 10 : 생산케이싱(Production Casing) 삽입작업을 위한 보강기둥탑
- 11 : 상기 시추탑에 상기 보강기둥탑이 가설(假設)된 정면도

도면

도면1



도면2

