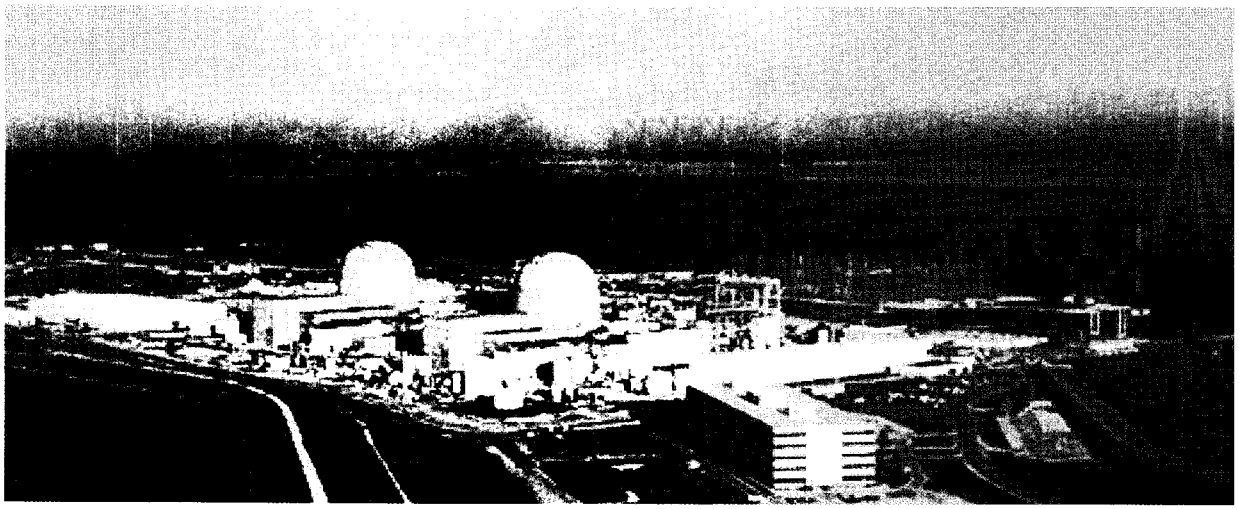
Nuclear Energy(미국의 원자력 에너지 현황)



By NYT, Matthew L. Wald (뉴욕타임즈, 매튜 왈드)

Overview

Nuclear power plants use the forces within the nucleus of an atom to generate electricity.

The first nuclear reactor was built by Enrico Fermi below the stands of Stagg Field in Chicago in 1942. The first commercial reactor went into operation in Shippingport, Pa., in December, 1957.

In its early years, nuclear power seemed the wave of the future, a clean source of potentially limitless cheap electricity. But progress was slowed by the high, unpredictable cost of building plants, uneven growth in electric demand, the fluctuating cost of competing fuels like oil and safety concerns.

Accidents at the Three Mile Island plant in Pennsylvania

개관

원자력 발전소는 전기를 발생시키는데 있어서 원자핵의 힘을 이용한다.

세계 최초의 원자로는 Enrico Fermi에 의해서 1942년 시카고 시의 Stagg Field에 세워졌고, 상용 원자로는 1957년 12월 펜실베니아 주의 Shippingport에서 처음 가동되었다.

등장 초기에 원자력은 값싼 전기를 무제한으로 생성할 수 있는 무한한 잠재력을 지닌 새로운 청정에너지로서 각광을 받았으나, 비싸고 예측하기 어려운 건설가격, 전력 수요의 불균형한 성장, 석유와 같은 경쟁 위치에 있는 타 자원들의 불안정한 가격변동, 그리고 안전문제 등과 같은 요소들로 인하여 그 성장속도가 늦춰지게 되었다.

1979년 펜실베니아 주의 Three Mile Island 발전소와

in 1979 and at the Chernobyl reactor in the Soviet Union in 1986 cast a pall over the industry that was deepened by technical and economic problems. In the 1980s, utilities wasted tens of billions of dollars on reactors they couldn't finish. In the '90s, companies scrapped several reactors because their operating costs were so high that it was cheaper to buy power elsewhere.

1986년 소련의 체르노빌 원자로에서 발생한 사고들은 원자력 발전 사업계에 먹구름을 드리웠고, 기술적 · 경제적인 문제들은 이러한 상황을 더욱 악화시켰다. 1980년대에 공공 사업체들은 끝내 완공하지 못한 원전들에 수백억 달러를 허비하였고, 1990년대에는 값비싼 유지비를 감당하지 못한 기업들이 결국 몇몇 원자로들을 폐기하는 지경에까지 이르렀다.

But recently, in a historic shift, more than a dozen companies around the United States have suddenly become eager to build new nuclear reactors. Growing electric demand, higher prices for coal and gas, a generous Congress and a public support for radical cuts in carbon dioxide emissions have all combined to change the prospects for reactors, and many companies were ready to try again.

하지만 최근에 들어서, 미국 국내에서만 10곳 이상의 기업들이 느닷없이 새로운 원전을 건설하기 위해서 적극적으로 나서고 있다. 이와 같이 많은 기업들이 다시 한번 원전 건설을 시도하는 이유는 전력수요의 증가, 석탄과 가스의 가격 상승, 국회의 제재완화, 그리고 급진적인 이산화탄소 배출 절감에 대한 대중의 지지 등과 같은 요소들이 모두 결합되어서 원전에 대한 전망이 바뀌었기 때문이다.

The old problems remain, however, like public fear of catastrophe, lack of a permanent waste solution and high construction costs. And some new problems have emerged: the credit crisis and the decline worldwide of factories that can make components. The competition in the electric market has also changed.

그러나 대참사에 대한 대중들의 공포, 핵폐기물 처리 문제와 높은 건설비용 등과 같이 오래전부터 거론돼온 문제들은 아직도 사라지지 않았다. 그리고 미국발 경제위기와 부품을 제조하는 공장의 수가 감소하는 세계적인 추세 등과 같은 새로운 문제도 부상하였고, 전기시장의 경쟁구도 역시 변하였다.

Nonetheless, industry executives and taxpayers are spending hundreds of millions of dollars to plan a new chapter for nuclear power in the United States and set the stage for worldwide revival.

그럼에도 불구하고 업계 관계자들과 납세자들은 미국 국내의 원전 역사에 새로운 장을 쓰기 위해서, 그리고 원자력 발전의 세계적인 부흥을 위한 사전 준비를 계획하기 위해서 수십억 달러를 소비하고 있다.

Recent Developments: Safety and Output

In 2009, reactors are producing more electricity than ever before, about 20 percent of the kilowatt-hours used in this country, by getting more power out of old plants. Many reactors were designed to produce more power

최근의 개발동향 : 안전과 발전량

2009년 현재, 미국은 국내에서 사용되는 총 전력량(킬로와트시)의 20%에 해당하는 사상 최고치의 전력량을 구형 원전에서 생산해 내고 있다.

많은 원자로들을 할당량 이상의 전력을 생산할 수 있

than had been applied for. In the 1990's, a number of companies asked the Nuclear Regulatory Commission for "uprates," which allowed them to make changes, often small, that increased their output.

도록 설계하였다. 1990년대에 몇몇 기업들은 원자력 규제 위원회에 발전량을 증가시킬 수 있도록 하는 '개량허가'를 신청하였다.

Nuclear plants are also running longer, in part because deregulation of the industry has given companies an incentive to get as much as they can out of each plant. A capacity factor - the percentage of power a plant could produce if it ran continuously it is actually putting out -- of 60 or 65 percent used to be common; now the norm is 90 percent. Such increases have been essential to the survival of plans like Indian Point 3 in New York, which has gone from 40 percent in the 1980s to around 90 percent now.

원전들은 그 수명을 연장하고 있는데, 이는 산업규제 완화로 인해 각각의 발전소에서 생산할 수 있는 전력의 양을 가능한 한 최대한으로 끌어올릴 수 있는 인센티브가 주어졌기에 가능했다. 용량인수(한 발전소가 쉬지 않고 전력을 생산할 때에 실질적으로 송전할 수 있는 비율)는 보통 60~65% 정도가 일반적이었지만, 현재는 90% 정도가 일반적이다. 이와 같은 비율의 증가는 1980년대의 40%에서 현재 90%까지 가동률을 높힌 뉴욕 주의 Indian Pont(역주 : 뉴욕 원자력발전소) 3호기와 같은 발전소들의 생존에 있어서 간과할 수 없는 요소였다.

Safety issues have persisted, and one incident in an Ohio plant in 2002 in particular shook confidence in the safety of reactors and the quality of nuclear regulation. Regulators ordered plant operators around the country to inspect a spot in the lid of reactor vessels that was known to be prone to leaks. In the Ohio plant, the operators were shocked to find that the boric acid that is mixed into reactor water to stabilize the reaction had eaten away a chunk of carbon steel the size of a football, leaving the vessel vulnerable to a failure.

안전상의 문제에 대한 논의는 끊임없이 되풀이되었고, 특히 2002년에 오하이오 발전소에서 발생한 사건은 원전의 안전성과 원전규제 능력에 대한 자신감을 송두리째 뒤흔들어 놓았다. 조사 위원들은 미국 국내의 원전 운영자들에게 누출이 발생하기 쉬운 원자로 덮개의 특정한 부분에 대한 점검을 촉구했다. 이때 오하이오 발전소의 운영자들은 핵반응을 안정시키기 위해 수로에 혼합했던 붕산이 축구공 크기의 탄소강 덩어리를 녹여버려서 원자로가 고장의 위험에 노출되어 있었다는 사실을 발견하고 경악을 금치 못했다.

New Designs, New Issues

On the drawing boards at government labs are all kinds of exotic designs, using graphite and helium, or plutonium and molten sodium, and makinghydrogen rather than electricity. But the experts generally agree that if a reactor is ordered soon, its design changes will be evolutionary, not revolutionary.

새로운 디자인, 새로운 이슈

정부 실험실에는 흑연(역주 : Carbon black과는 구조적결합형태가 다른 물질로 다른 전기적 특성을 가진물질)과 헬륨, 혹은 플루토늄과 용해된 나트륨을 사용하는 온갖 디자인과 함께 더불어, 전기 대신 수소를 생산하는 대안도 구상 중에 있다. 그러나 전문가들은 가까운 시일 내에 새로운 원전에 대한 수주가 이루어진다면 그 디자

인의 변화는 혁명보다는 진화에 가까운 것이 될 것이라는 데에 전반적으로 동의한다.

Many of the new designs have focused on the emergency core cooling systems, where the new goal is to minimize dependency on active systems, like pumps and valves, in favor of natural forces, like gravity and natural heat circulation and dissipation.

새로운 목표가 펌프나 벨브와 같은 능동계들에 대한 의존을 최소화하는 데에 있는 만큼, 새로운 디자인들 중 상당수가 중력과 자연 열순환, 그리고 물리 에너지의 분산과 같은 자연력에 의존하는 노심(爐心)냉각장치의 제작에 초점을 맞췄다.

Westinghouse is one of the companies trying to market a reactor, the AP1000. with what is called a passive approach to safety. Compared to Westinghouse designs now in service, it requires only half as many safety-related valves, 83 percent less safety-related pipe and one-third fewer pumps.

Westinghouse사는 '안전에 대한 수동적인 접근'이라는 캐치프레이즈를 앞세워 자사의 AP1000 원전을 시장에 내놓으려고 하는 기업 중 하나이다. 현재 가동 중인 기존의 Westinghouse사의 디자인과 비교했을 때, 새로운 디자인은 기존 디자인에 비해 절반 정도의 안전 관련 밸브, 83% 정도 감소된 안전 관련 파이프와 기존 양의 2/3 정도의 펌프만을 요구한다.

A French company called Areva is building the EPR, for European Pressurized Water Reactor, which has four emergency core cooling systems, instead of the usual two. That not only makes it less likely that all systems would fail, but would allow the plant to keep running while one of the systems is down for maintenance.

프랑스의 Areva사는 EPR(European Pressurized Water Reactor)을 건설하고 있다. 여기에는 일반적인 원전의 2배에 해당하는 4개의 노심냉각장치가 장치되어 있는데, 이는 시스템이 한꺼번에 정지하는 확률을 줄여줄뿐만 아니라, 시스템 중 하나가 정비를 위해서 정지된 상태에서도 발전소가 계속 가동할 수 있게 하는 것도 가능하게 한다.

The third entry is General Electric's Economic Simplified Boiling Water Reactor, derived from its boiling water reactor design. It is tweaked for better natural circulation in case of an accident, so there will be less reliance on pumps. But three of its four potential customers have backed away.

세 번째 후보는 비등수(沸騰水)원자로(boiling water reactor) 디자인에서 그 이름의 유래를 찾을 수 있는 GE사의 경제단순형비등경수로(ESBWR, Economic Simplified Boiling Water Reactor)이다. 이 모델은 사고 발생 시에도 보다 나은 자연 순환이 가능하도록 개조되어 펌프에 대한 의존은 줄어들게 된다. 그러나 현재 잠재적 고객 중 셋이 도입을 포기한 상태이다.

The Nuclear Regulatory Commission is also considering a proposal that it give approval to a handful of

또한 미국원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission)는 10년에 달하는 기존의 건설 과정을 절

standardized, completed designs, rather than approving each plant's design individually after construction had begun. The hope is to cut a 10-year construction process in half.

반으로 줄이기 위하여, 착공이 시작된 후에 각각의 원전 디자인을 개별적으로 승인하는 것이 아닌, 기준에 준하는 각종 완성된 디자인을 한꺼번에 승인하는 것에 대한 제안을 고려하고 있다.

Nuclear Power and Climate Change

Nuclear power has gained new adherents in recent years, including some environmentalists who had previously opposed it. The reason is growing concern over climate change, and the role of energy production in the build-up of carbon dioxide in the atmosphere. Nuclear plants do not burn fuel and so produce no carbon dioxide. Proponents of nuclear power say it is the only available method of producing large amounts of energy quickly enough to make a difference in the fate of the atmosphere.

원자력 발전과 기후 변화

최근 몇 년 사이에 원자력 발전은 기존에 반대의사를 펼쳤던 몇몇 환경주의자들을 포함한 새로운 지지자들을 확보했다. 그 이유는 기후 변화에 대한 우려의 증가와 대기권의 이산화탄소 증가에 따른 에너지 생산의 역할 때문이라고 할 수 있다. 원자력 발전소는 연료를 연소시키지 않기 때문에 이산화탄소가 발생되지 않는다. 지지자들은 다량의 에너지를 빠르게 생산할 수 있는 원자력 발전이야말로 대기권의 운명을 변화시킬 수 있는 현존하는 유일한 방법이라고 주장한다.

In the 2008 presidential campaign, Senator John McCain, the Republican candidate, made expansion of nuclear power a central point of his agenda both for energy and global warming.

2008년의 미국 대선 캠페인 시, 공화당 후보 존 맥케인 상원 의원은 에너지와 지구온난화 문제에 대한 해결책으로서의 원자력 발전의 확장을 자신의 핵심 의제로 제시했다.

But expanding nuclear power to replace coal and oil would be a massive job, on a scale that some consider unrealistic. A study by the the Princeton Carbon Management Initiative estimated that for nuclear to play a significant role in cutting emissions, the industry's capacity would have to triple worldwide over the next 50 years -- a rate of 20 new large reactors per year.

그러나 원자력발전사업을 화석연료를 대체할 수준으로 확대하는 것은 일견 불가능해 보일 정도로 거대한 규모의 작업이 될 전망이다. 프린스턴 탄소관리소는 원자력이 이산화탄소 배출을 줄이는 데에 있어서 중요한 역할을 하기 위해서는 원자력 산업이 향후 50년 동안 세계적으로 현재 규모의 3배에 달하는 생산능력을 갖추어야 한다고 추정했다. 이는 매년 20기의 대형 원전이 새롭게 건설된다는 가정 하에서 달성 가능한 수치이다.

At the moment, though, industry leaders in this country wonder whether the worldwide supplier base could support construction of more than four or five reactors simultaneously. Some reactors under construction, like a

하지만 미국 원자력 산업계의 리더들은 현 상황에서 현존하는 전 세계의 부품 제조업자들이 함께 힘을 모은다고 하더라도 4~5기의 원전 건설이 동시에 진행될 시, 과연 적기에 부품을 납품 할 수 있을까에 의문을 품는

prototype EPR in Finland, are over budget and years behind schedule. All new projects have to depend on a single supplier for the biggest metal parts, Japan Steel Works.

다. 핀란드에서 건설 중에 있는 EPR 시작품과 같은 원자로의 경우, 현재 예산 초과와 함께 완공 기간을 넘긴 상태이다. 대형 금속 부품의 경우, 모든 신규 원전 건설 프로젝트들은 유일한 제조업자인 일본의 JSW(Japan Steel Works)에만 의존해야 하는 상황이다.

And at the moment, the price of nuclear power seems too high. In Florida, Progress Energy wants to build two reactors with a total cost, including transmission and interest during construction, that translates into about $8,000 per kilowatt of capacity -- the amount of power needed to run a single window air conditioner. On a large scale, it may be cheaper to build better air conditioners, some energy experts suspect.

또한 현재의 원자력 발전 비용은 너무 높아 보인다. 에너지회사인 "Progress Energy"는 현재 플로리다에 2기의 원자로를 건설하려고 하는데, 전동장치에 드는 비용과 새 원자로 건설로 인해 생기는 회사의 일시적인 손상액을 고려했을 때, 추후 전력을 생산하기 시작할 경우 1킬로와트 생산 당 8000달러를 요구할 것으로 보인다. 1킬로와트는 소형 에어컨 하나를 가동하는데 필요한 전력량이다. 일부 에너지 전문가들의 말에 따르면 크게 봤을 때 원자력 에너지를 개발하느니 차라리 성능이 좋은 에어컨을 개발해 내는 것이 오히려 경제적일 수 있다고 한다.

Recent Developments

The Obama administration favors new loan guarantees, beyond the $18.5 billion provided in a 2005 energy law, but not as much as the industry wants. It opposes opening a waste repository at Yucca Mountain, although that goal has long been sought by the industry. It has favored new reactors as part of the energy picture.

최신 동향

오바마 행정부는 새로운 국가지급보장법에서 2005년의 energy law에서 정한 185억 달러를 상회하는 금액을 원자력 발전을 위한 지원금으로 제시하였으나, 이는 원자력 산업계의 기대에는 못 미치는 수준이다. 또 정부는 원자력 산업계에서 오랫동안 Yucca Mountain에의 새로운 쓰레기 매립지 설립을 추진해왔음에도 불구하고 이를 반대하고 있다. 정부는 여타 다른 에너지원 보다도 새로 지어질 원전을 미래의 주 에너지원으로 선택했다.

And the industry is getting ready to build again. Executives say that regulation of carbon dioxide is coming, which will handicap their competitors, and that many nuclear plants are getting old and will need to be replaced.

한편 원자력발전업계는 다시 한 번 원전건설을 시작할 준비를 하고 있다. 관계자들은 그들의 경쟁자들에게는 불리한 조건으로 작용할 이산화탄소 규제가 조만간 시작될 것이고, 많은 원전들이 낡아서 교체되어야만 한다고 말한다. KEA