TUNNEL & UNDERGROUND SPACE Vol.29, No.1, 2019, pp.52-63
https://doi.org/10.7474/TUS.2019.29.1.052 ISSN: 1225-1275(Print) ISSN: 2287-1748(Online)

TECHNICAL NOTES

해외 지하 데이터센터의 현황과 동향 분석

이철호[1], 최순욱[1], 강태호[1], 장수호[2*]

[1]한국건설기술연구원 인프라안전연구본부, [2]한국건설기술연구원 건설벤처창업센터

Status and Trend of Foreign Underground Data Centers

Chulho Lee[1], Soon-Wook Choi[1], Tae-Ho Kang[1], and Soo-Ho Chang[2*]

[1]Department of Infrastructure Safety Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
[2]Construction Startup Promotion Center, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

***Corresponding author:** sooho@kict.re.kr

Received: February 19, 2019
Revised: February 25, 2019
Accepted: February 25, 2019

ABSTRACT

It is highly in demand to establish a bunker-type underground data center to ensure the safety of national critical data, such as financial information and medical information, and prevent those outflow of national important data. In particular, the security of a data center which is a key national structure has become a social issue due to EMP weapon and earthquakes, but data centers in the nation have not been able to deal with it properly. Therefore, it is necessary to develop an underground data center that is safe from human-induced and natural disasters while reducing power costs by utilizing the benefits of underground spaces such as constant temperature and isolation. In this analysis, the status and trends of data centers around the world were analyzed and based on those trend analyses, the research strategy for underground data center were discussed.

Keywords: Data center, Underground space, Construction, Safety, Trend

초록

국가의 금융 정보나 의료 정보와 같이 국가 차원에서 안정성을 확보하고 주요하게 다뤄지는 자료는 안전한 보관 및 관리되어야 하므로 이를 위해서는 벙커형 지하 데이터센터를 건설하는 것이 요구된다. 특히 국가 차원의 데이터센터는 지진과 같은 외력에 의해 데이터센터의 기능이 마비되는 것을 방지하는 기능과 이를 충분히 관리할 요건을 갖추어야 할 것이다. 따라서 자연 위협이나 인적 위협에 대한 데이터를 안전하게 보관하고 지하 공간이 갖는 장점을 활용하여 각 국가에서는 지하 데이터센터를 건설하고 있는 추세이다. 본 보고에서는 이러한 세계적인 데이터센터 현황과 동향을 분석하고 우리나라가 진행되어야 할 전략에 대해 검토하였다.

핵심어: 데이터센터, 지하 공간, 건설, 안전, 동향분석

1. 서 론

데이터센터는 컴퓨터 시스템과 통신장비, 저장장치인 스토리지 등이 설치된 시설물로서, 매일 24시간 인터넷 검색과 이메일, 온라인 쇼핑 등의 각종 데이터 작업을 처리하는 서버(server)가 설치되고 관리되는 공간을 의미한다. IT분야의 기술발전과 축적되는

© The Korean Society for Rock Mechanics and Rock Engineering 2018. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/ licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

데이터량의 기하급수적인 증가로 인해 데이터센터에 대한 수요도 증가하고 있다. 2015년 기준으로 전 세계 데이터센터 시장은 약 44조8천억 원에 달하며, 우리나라의 데이터센터 시장규모도 약 2조 3천억 원으로 추정된다(Cho, 2017).

데이터센터의 서버 장비는 온도와 습도에 민감하고 사용량에 따라 온도가 증가하는 형태이므로 서버가 안정적으로 유지될 수 있도록 일정 기준 이하로 유지할 수 있는 설비가 필수적이다. 데이터센터의 서버실 적정 운영 온도는 16~24°C이며 40~55%의 습도도 동시에 유지해야 한다. 그러나 서버에서 열이 지속적으로 발생되기 때문에 데이터센터 사용전력의 약 50%가 서버 냉각에만 사용되고 있다. 이로 인해 전 세계 데이터센터에서 사용되는 전력사용량은 연간 평균 6,840억 kWh(2011년 기준)이며 전 세계 데이터센터의 전력사용량보다 많은 전력을 쓰는 나라는 중국, 미국, 일본, 인도 및 러시아 5개국에 불과하다. 데이터센터의 에너지 사용량은 정보량의 증가와 더불어 지속적으로 증가하여, 2020년 세계 데이터센터 에너지 사용량은 연간 1조9,730억 kWh에 이를 것으로 추정되고 있다(Dongailbo, 2015). 우리나라 데이터센터(124개, 2015년 기준)들의 연간 총 전력사용량도 약 26.5억 kWh에 달하여 산업용 전력소비량의 약 1%를 차지하며, 전 세계 데이터센터의 에너지 사용량은 연간(2012~2013년) 7.2% 증가하고 있다(Cho, 2017). 일부에서는 데이터센터를 열기를 내뿜는 굴뚝산업으로 보고 있기도 하다. 실제로 구글(Google) 검색 한번 당 0.2 g의 이산화탄소가 발생하며 데이터센터는 정보통신(ICT) 부문 전체 전력 사용량의 약 20%를 차지한다(BBC, 2009).

또한 데이터센터는 중요 국가 시설물이기 때문에 지진과 홍수와 같은 재해와 테러, 외부공격 등에 대비한 안전장치와 보안시설이 필요하다. 최근 들어 발생한 포항과 경주의 지진으로 인해 데이터센터의 안전과 보안에 대한 관심과 우려가 증대되고 있다. 일부 기업에서는 데이터를 해외의 클라우드 백업센터에 보관하는 것을 추진하고 있으나, 국가 중요정보나 개인정보의 해외 유출이 금지되어 있기 때문에 이 또한 현실적으로 어려운 상황이다. 한국전력, 한국수력원자력, 한국가스공사 등 에너지 공기업의 경우에도 EMP 공격 시에 원격 제어 시스템의 50%가 손상을 입고 대규모 정전상태가 예상되는 등 대비책이 사실상 없는 것으로 보고되고 있으며(Chosunilbo, 2017), 현재까지 우리나라의 데이터센터 3곳에서만 건물 내진을 적용하였고(부분 내진 설비를 갖춘 곳은 36곳 이상) 1,000여개에 달하는 소규모 전산센터는 지진에 무방비인 상황으로 파악되고 있다(CIOBIZ, 2017).

국가 중요시설물인 데이터센터의 에너지 절감과 다양한 재해·공격에 대비한 안전 확보가 무엇보다 중요하게 여겨지기 때문에 이에 대한 대안으로서 전 세계적으로 지하에 데이터센터를 설치하는 벙커형 지하 데이터센터가 고려되고 있다. 데이터센터의 특성 상 정보가 잘 공개되지 않지만 미국, 핀란드, 스웨덴, 노르웨이, 영국, 스위스, 네덜란드, 룩셈부르크, 프랑스, 라트비아, 루마니아 등 약 11개국에서 벙커형 지하 데이터센터를 운영 중인 것으로 파악되고 있다. 특히, 외국의 벙커형 지하 데이터센터들은 냉전 시대의 군사용 벙커나 폐광산을 활용한 시설들로서, 일반적인 데이터센터 솔루션, 물리적 격리, 불법적 접근의 감지 및 물리적 위협에 대한 방어를 제공하여 더욱 강력한 안정성을 확보할 수 있다는 것이 장점이다.

하지만 이와 같은 외국의 벙커형 지하 데이터센터들은 EMP, 지진, 홍수, 침입 등과 같은 각종 재해에 대한 안전(safety)과 보안(security) 목적으로 주로 운용되고 있기 때문에 지상의 데이터센터와 동일한 운영 설비가 갖추어져 있으며, 지하공간만이 갖는 장점과 특성을 이용한 에너지 절감 시도는 이루어지지 않고 있는 것으로 파악되고 있다. 더욱이 우리나라의 지정학적 그리고 지질학적 입지 조건을 고려할 때, 군사 벙커나 기존 광산을 데이터센터로 활용하는 것은 현실적으로 극히 제한적일 수밖에 없기 때문에 데이터센터를 지하화한다면 신규로 건설해야 한다는 점이 기존 외국의 데이터센터와 큰 차이가 있다고 할 수 있다. 즉, 군사용 벙커나 기존 광산들의 지리적 위치가 대부분 주요 도시와 떨어져 있기 때문에 사용자의 위치와 멀리 떨어진 장소에 데이터센터를 건설하는 것은 건설비용 외에 회선 시공 등의 비용이 추가로 발생하므로 일부 제한이 따른다. 따라서 본 보고에서는 일반적인 데이터센터의 건설 조건보다는 국가적으로 보안이나 안전이 요구되는 자료 보관을 위한 데이터센터에 대해 고려하였다. 특히, 지하공간의 여러 장점과 특성(항온성, 항습성, 지하수, 견고성, 확장성 등)을 활용하여 다양한 자연·인적 재해에 대해 높은 안전성과 보안성을 확보하

면서도 데이터센터 운영 중에 사용되는 많은 전력을 절감할 수 있는 지하 데이터센터의 건설·운영 기술을 검토하고자 하였다.

2. 지하 데이터센터의 개념

Fig. 1은 데이터센터의 주요 구성 요소에 관한 개략도이다. 데이터센터는 잠시라도 전원 공급이 중단되면 기능이 마비되기 때문에 예비 전력 공급 장치와 예비 데이터 통신장비를 갖추고 있다. 또한 컴퓨터 장비에서는 지속적으로 열기가 배출되기 때문에 냉방 시설이 중요하며 소방 시설과 보안 장치 등을 갖추고 있다. 데이터센터의 건물은 일반적으로 축구 경기장 넓이(1만 m^2) 규모로 건설되며, 서버가 설치된 장소와 네트워크를 24시간 관리하는 운영센터(NOC, Network Operating Center), 냉각시설, 전력공급시설 등으로 구성된다. 특히, 데이터센터의 서버 장비는 온도와 습도에 민감하므로 일정 기준으로 유지할 수 있는 설비가 필수적이다. 적정 온도는 16~24°C이며 습도는 40~55%를 유지해야 한다. 또한 지진과 홍수와 같은 재해에 대비한 안전장치와 보안시설이 필요하다.

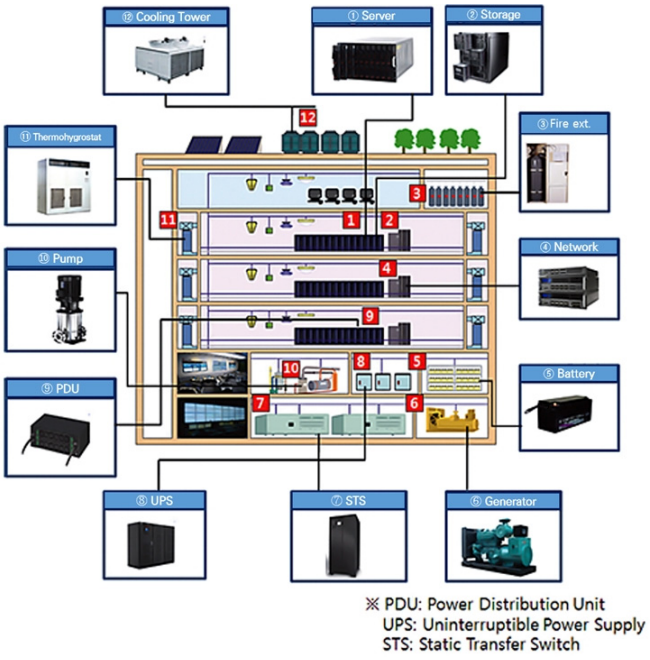
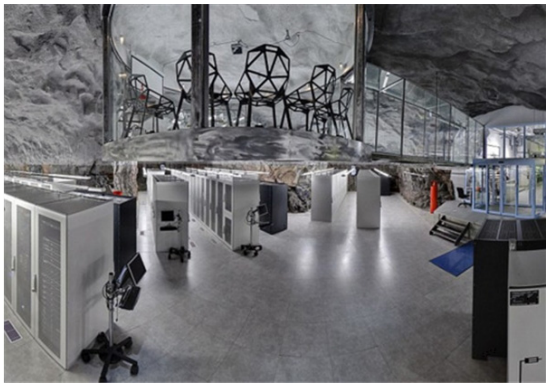


Fig. 1. Configuration of Data Center (MSIT, 2016)

미국의 뉴욕타임스는 미국 내 데이터센터의 전력 낭비와 공해 문제가 심각하다고 보도하였다(SBS, 2012). 미국 데이터센터에서는 원자력 발전소 30개 용량에 해당하는 300억 와트(W)를 사용하고 있는데 이중 90%는 수요가 폭증하거나 정전에 대비하기 위한 예비전력으로 실제로 사용되지 않는 것으로 나타났다. 특히 정전에 대비해 디젤 배기가스를 배출하는 발전시설에 대한 의존도가 높은 것으로 보도되었다. 이와 같은 데이터센터의 사업모델은 서버 호스팅 서비스(server hosting service), 상면임대(colocation) 서비스 및 백업센터 서비스(backup center service)로 분류할 수 있다.

벙커형 데이터센터 또는 지하 데이터센터는 데이터센터를 지하에 설치하여 지하공간의 장점을 활용하여 높은 안전성을 확보하

기 위한 목적으로 운영되고 있다. 지하암반이 가지는 견고성으로 인해 지진, 낙뢰, 테러(EMP 등)에 대한 안전성과 안정성을 확보할 수 있으며, 이론적으로 무제한의 지하공간을 이용하기 때문에 확장성과 공간활용성 측면에서도 유리하다. 또한 내부를 육안으로 식별하는 것이 불가능하기 때문에 보안에 용이하다는 장점을 가지고 있다. Fig. 2는 외국 지하 데이터센터의 대표적인 예이다. 아직까지 외국의 벙커형 지하 데이터센터들은 냉전 시대의 군사용 벙커나 폐광산을 활용한 시설들이며, 우리나라는 정부종합 전산센터 구축을 위해 설계 및 사업을 시작하고 있으나 아직까지 벙커형 데이터센터 구축 경험을 가지고 있지 않기 때문에 우리나라 환경에 맞는 구축 방법이 적용되어야 한다고 지적되고 있다(Digitaldaily, 2013).

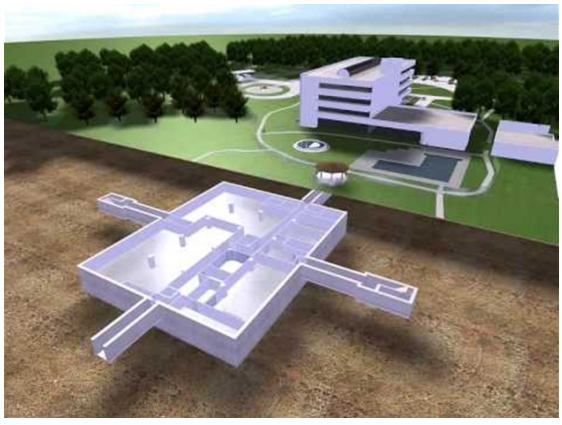


(a) Pionen DC (Sweden)

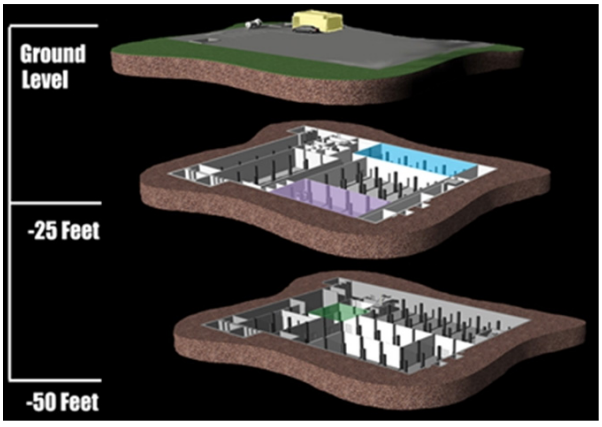
(b) Green Mountain DC (Norway)

(c) Iron Mountain DC (US)

(d) Springfield Undeground (US)



(e) Westland Bunker DC (US)



(f) Info Bunker DC (US)

Fig. 2. Underground data centers in foreign countries

3. 데이터센터 시장 및 정책 동향

3.1 정책 동향

2013년 7월 금융위원회는 '금융전산 보안강화 종합대책'을 발표하여, 사이버공격과 지진 및 테러에도 안전한 '지하벙커형 은행 공동 백업전용센터(제3백업센터)' 구축을 건립하기로 협의하였으나, 건립에 필요한 금융권의 공동 모금에 한계가 있어서 현재까지 추진되지 않고 있다. 금융권 은행공동 백업전용센터는 주센터와 재해복구센터 외에 제3의 백업센터를 건립하여 데이터의 보존만 운영하기 위한 계획으로 주센터와 재해복구센터가 동시에 운영이 마비되었을 때를 대비한 계획이다. 최근 경주·포항 지진으로 인해 다시 사회적인 이슈로 대두되어 데이터를 해외 백업센터에 보관하는 것을 추진하고 있으나, 개인 정보의 해외 유출이 금지되어 있어 이 또한 현실적으로 어려운 상황이며 EMP 공격에 대한 대비책이 사실상 없는 것으로 조사된 바 있다(Chosunilbo, 2017). 미국 의회 EMP 특별위원회 2008년 보고서에 의하면 "EMP공격은 빛의 속도로 광범위한 지역에 걸쳐 금융 시스템에 피해를 줄 것이며, 모든 백업 데이터가 전 지역에서 동시적으로 파괴되는 등 재앙적인 결과가 초래될 수 있다"라고 발표한 바 있다.

정부의 충무계획에 EMP 관련 대비책이 없기 때문에 기업이 할 수 있는 일이 제한적이라고 하여, 우리나라 주요 IT서비스 기업(삼성SDS, LG CNS, SK C&C 등)들도 EMP에 대한 뚜렷한 대책이 없는 상황으로 알려져 있다(Chosunilbo, 2017). 동일본 대지진 이후로 불안감을 느낀 일본 기업들이 데이터센터 요충지로 우리나라를 고려하여 외부 수요를 노린 데이터센터들의 건립이 부산 지역을 중심으로 이어졌으나(LG CNS 부산 클라우드 데이터센터, BNK 전산센터 등), 2016년, 2017년 연속으로 발생한 경주 및 포항 지진으로 인해 우리나라의 데이터센터 유치활동에 영향을 주고 있다. 또한 2017년 11월 15일에 발생한 포항 지진으로 인해 데이터센터의 내진 성능에 대한 이슈가 부각되고 있는 상황이나 적절한 법적 규제나 대비는 이루어지지 않고 있다.

3.2 시장 동향

Fig. 3은 전 세계 데이터센터 시장의 규모와 성장률을 나타낸다(Cho, 2017). 전 세계 데이터센터 시장(2015년 기준)은 약 44조8천 억원(전년 대비 17.3% 성장)이며, 이 가운데 우리나라의 데이터센터 시장규모는 약 2조3천억 원(세계 시장의 약 5%)으로 추정된다. Fig. 4에 나타난 바와 같이, 2021년까지 전 세계 데이터센터 시장의 규모는 550억 달러 규모로 형성될 것으로 예상되며, 연평균 성장률은 13.5% 정도로 예상된다(Technavio, 2017).

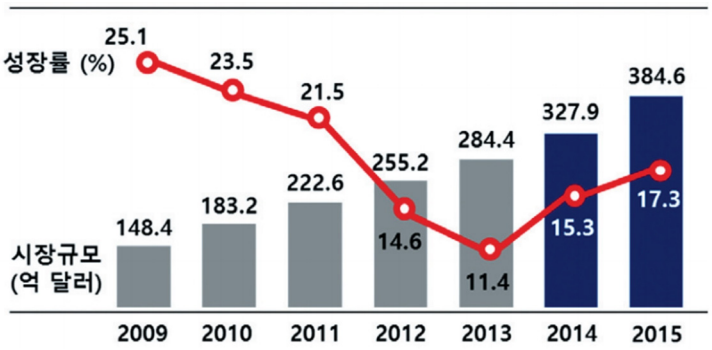


Fig. 3. Size and growth rate of the global data center market (Cho, 2017)

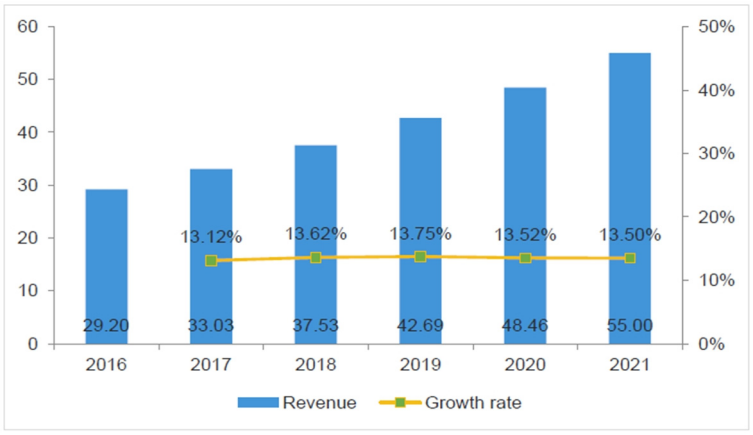


Fig. 4. Size and growth forecast of the global data center market (Technavio, 2017)

Fig. 5는 데이터센터의 냉각 솔루션에 관한 시장 전망치를 나타낸다. 2016년 31.5억 달러 규모에서 2021년 54.2억 달러로 예상되며 연평균 11.46% 성장할 것으로 예상된다. 또한 데이터센터의 관리와 모니터링(DCIM) 시장은 Fig. 6에서 보이는 바와 같이, 2021년까지 46억 달러 규모로 성장할 것으로 예상되며 연평균 성장률은 20.91%로 향후 이에 대한 수요가 더욱 증가할 것으로 예상된다.

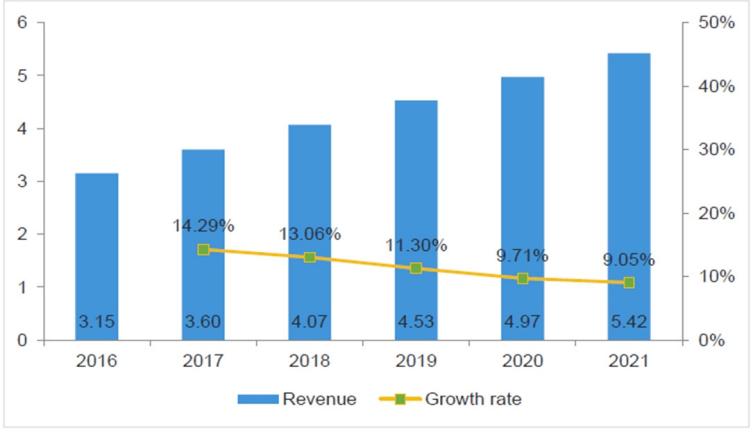


Fig. 5. Cooling solution forecast of the global data center (Technavio, 2017)

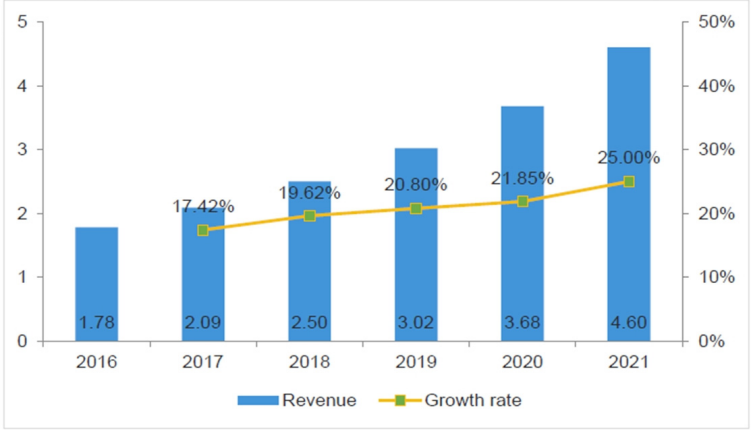


Fig. 6. DCIM demand forecast of the global data center (Technavio, 2017)

한국IT서비스산업협회(ITSA)에 따르면 2017년 기준 국내 데이터센터는 165개(민간 133개, 정부 32개)로서 작년 대비 29개가 늘었으며(2012년 대비 51개 증가), 신규 데이터센터가 16개 추가로 건설되고 있다(ITSA, 2017). DellEMC의 예측 자료에 따르면 국내 디지털데이터 생성량은 2014년 1,360억 GB에서 2020년 8,470억 GB 규모로 약 6.2배 증가로 전망되어, 국내 데이터센터 시장이 2015년 2조3천 억원에서 2020년 4조2천 억원 규모로 성장(1.8배)할 것으로 예측되고 있다(DellEMC, 2017). 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)의 "데이터센터 산업 육성을 위한 기반조성 연구·조사" 보고서(MSIT, 2016)에 따르면, 데이터센터 전용 건물의 이용 비율은 48%에 불과하며 나머지는 복합건물에 속한 것으로 분석된 바 있다. 또한, 우리나라 데이터센터는 수도권에 70%가 집중되고 있으며 충청권 11.5%, 동남권 11.4%, 호남권 3.2%, 강원권 3.3%으로 분포하고 있다고 보고하였다. 서비스 유형별로는 자사 관련 서비스가 24.1%로 가장 높고 상면임대 22.4%, 운영관리 서비스 19.5%, 백업서비스 12.6%로 보고하였다. 데이터센터의 사업영역별 운영현황은 IT서비스 45.8%, 통신사업자 24.1%를 차지하며 정부 및 공공부문은 20.5%였다(MSIT, 2016).

구글, 아마존, MS, IBM 등의 선진 데이터센터들은 클라우드(cloud) 서비스를 운영하기 위해 구축된 데이터센터이며 전 세계적으로 고객 사용량이 급증하고 있다. 그러나 클라우드 데이터센터에는 데이터 유치, 보관, 보안, 해킹 위험 등과 같은 보안 위험이 존재하여 클라우드를 사용하지 않는 기업들도 상당수 존재하고 있다. 물리적인 설비로서 데이터센터의 지역적인 배치가 중요한데 클라우드 서비스의 경우는 불특정 인터넷 서비스를 통해 접속하면서 통제권이 제한적이어서 이러한 클라우드 환경에서는 비즈니스 운영 모델의 강화에 어려움이 있다.

4. 해외 지하 데이터센터의 현황 및 사례

선진국과 우리나라의 데이터센터 기술격차는 평균 4년으로 보고되고 있으며(Cho, 2017), 기술개발도 친환경 데이터센터 구축, 모듈형 데이터센터 구축 기술개발 등에 집중하고 있다. 외국의 벙커형 지하 데이터센터들은 냉전 시대의 군사용 벙커나 폐광산을 활용한 시설들이며 미국, 핀란드, 스웨덴, 노르웨이, 영국, 스위스, 네덜란드, 룩셈부르크, 프랑스, 라트비아, 루마니아에서 구축된 것으로 조사되었다. 해외 벙커형 지하 데이터센터에서 고려하고 있는 물리적 위험 요인에는 화재나 홍수, 태풍, 지진 등의 자연적 위협 요인뿐만 아니라 침입, 파괴, 간첩, 테러 등의 인적 위협 요인도 함께 고려된다.

이러한 지하 데이터센터는 건설 의도에서도 나타나듯이 외부 접근이 제한적인 특정을 가지고 있으나 접근 가능한 경로를 통해 확인한 벙커형 지하 데이터센터 가운데, 미국의 Subtropolis(캔자스시티), Iron Mountain Data Center(피츠버그 외), Infobunker(아이오와), 노르웨이의 Lefdal Mine Data Center(말뢰), Green Mountain(스타방에르), 스웨덴의 Bahnhof(스톡홀름) 등이 대규모의 지하 데이터센터를 운영하고 있는 것으로 파악되었다. 대부분의 지하 데이터센터는 높은 수준의 보안과 격리로 인해 정보가 공개되고 있지 않으며 핀란드 현장 답사를 통해 운영 사례 등을 수집할 수 있었다.

모듈형 데이터센터는 서버단위의 패키지를 구성하여 증설하는 개념으로 필요에 따라 용량을 증설하여 수요 대응이 가능한 형태의 데이터센터이다. HP 플랙스 데이터센터는 전기설비, 냉각 솔루션, DCIM 등을 패키지화하여 공급할 목표로 건설되었다.

컨테이너형 데이터센터는 앞서 언급한 모듈형보다 더욱 소형화된 형태로 수냉 방식의 냉각을 통해 최대 1.05 PUE로 컨테이너 한 개에 최대 1,000개의 서버를 집적하는 형태이다. 따라서, 필요에 따라 컨테이너형태로 증설이 가능하며 제조사에서는 기본 설비를 갖춘 컨테이너 형태로 공급이 가능하고 사용자가 필요에 따라 서버를 배치하는 방식으로 이용이 가능한 형태이다.

전 세계 데이터센터 현황을 수집하여 게시하고 있는 DataCenterMap을 활용하여 현재 운영되고 있는 해외 데이터센터 현황을

파악해 보면 총 119개국에서 4,172개의 상면임대 데이터센터를 운영 중인 것으로 파악된다(DataCenterMap, 2018). Fig. 7은 국가별 상면임대 데이터센터의 운영현황을 나타낸다. Fig. 8에서 나타난 바와 같이, 세계 최대 상면임대 데이터센터 운영국인 미국이 49개주에 1,685개를 운영하고 있으며 그 다음으로 영국(245개), 독일(185개), 캐나다(157개), 프랑스(142개) 순으로 조사되었다. 아시아에서는 인도(118개), 중국(74개), 홍콩(51개), 일본(42개), 인도네시아(38개), 싱가포르(27개)인 것으로 조사되었다. 우리나라는 서울(14개)와 부산(1개)에서 총 15개의 상면임대 데이터센터를 운영 중인 것으로 조사되었다.

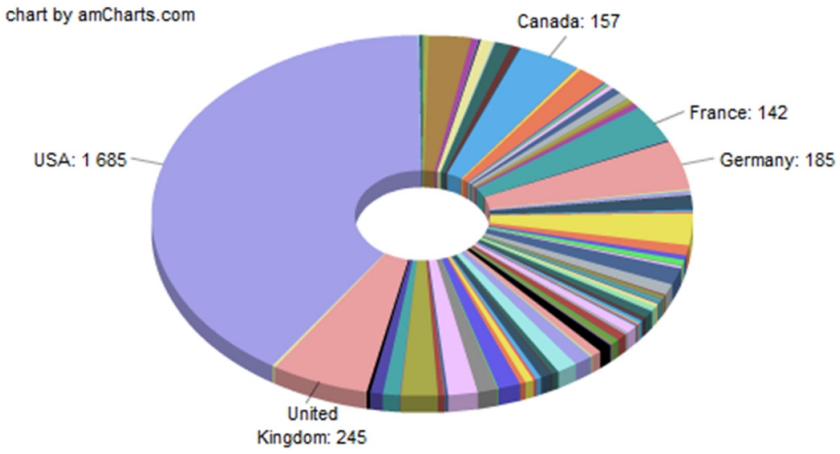


Fig. 7. Status of co-location data center by country (DataCenterMap, 2018)

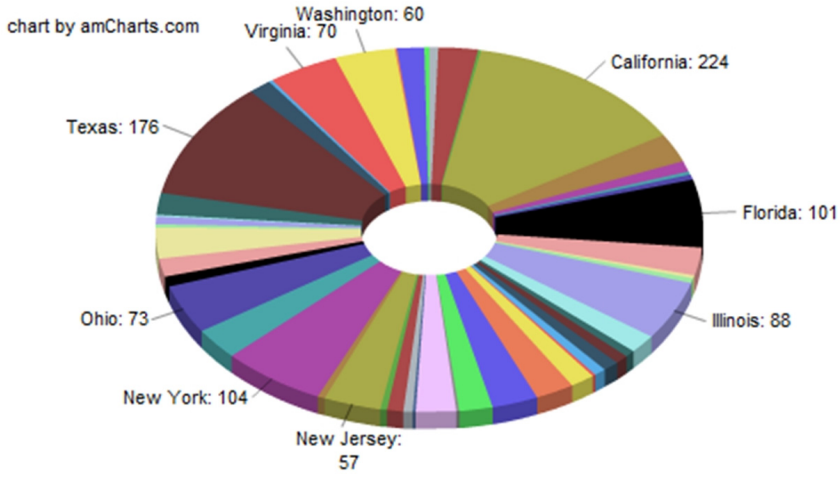


Fig. 8. Status of co-location data center at USA (DataCenterMap, 2018)

4.1 Ficolo社 사례

Fig. 9는 핀란드의 Ficolo社(Pori市 위치, Helsinki로부터 약 290 km)에서 운영 중인 지하 데이터센터의 개략도이다. 본래 과거 핀란드의 군사 목적으로 사용되던 벙커를 개조한 지하 데이터센터로서, 462~826 m^2 규모인 9개의 지하 터널 공간으로 구성되어 총 면적은 8,500 m^2인 것으로 파악된다. Ficolo社의 데이터센터는 보안이 확보된 양호한 암반 조건 내의 지하 터널 네트워크에 구축되어 있다. Ficolo社에서는 이와 같은 다양한 지하 데이터센터 홀(hall)을 고객의 요구에 따라 제공하고 있으며, 지하가 가진 냉각

/전력 절감의 장점으로 인한 경제적인 효과를 부각시키고 있다(Ficolo, 2017).

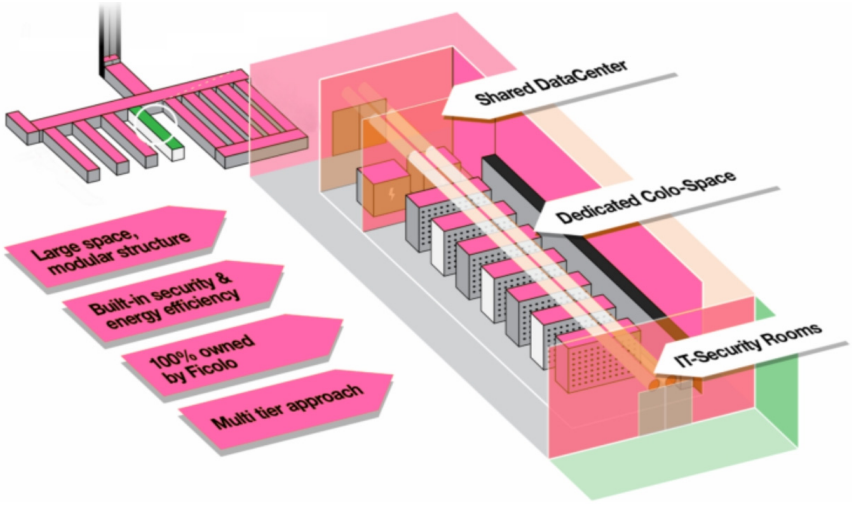


Fig. 9. Schematics of underground data center at Pori (http://www.ficolo.com/)

Ficolo社는 Pori市에 이외에도 Espoo市와 Turku市에도 데이터센터를 운영 중인 중소기업 규모의 회사이다. 핀란드 Pori에서 운영 중인 데이터센터는 지하에 건설되어 있으며 상면임대 서비스를 주요 사업으로 운영되고 있다. 또한, 상면임대 사업뿐만 아니라 고객이 원할 경우, 일부 공간을 임대하는 사업도 함께 제공하고 있다. 서버임대의 경우, 보안, 서버렉의 종류 등을 고객의 요구에 따라 다르게 제공하고 있다. Fig. 10은 Ficolo社가 운영중인 지하 데이터센터의 모습이다. Ficolo社는 자체적으로 DCIM (management 시스템)을 보유하고 있으나 설비, 네트워크, 화재와 같이 각 부분의 관리 시스템을 통합한 형태로 보인다. 즉, 각 부분의 관리 시스템은 업체별로 다르고 이를 통합관리하는 시스템만 Ficolo社에서 보유하고 있는 것으로 판단된다. 지하공간 활용 측면에서 지하수 유입을 유도배수하기 위해 하수시스템을 별도로 준비하고 있다. 이는 지하수 유출 뿐만 아니라 홍수에 의한 물을 처리하기 위한 방안으로 판단된다. 습도는 약 50%로 온도는 20°C 내외로 서버를 운영 중이다. 냉각방식은 Air-to-Air 방식인 Chiller가 지상에 설치된 상태로 공기순환 방식을 사용하고 있어서 지하에 시공했음에도 불구하고 지열을 활용하지 않고 있었다. 지하수는 크게 발생하지 않으나 습도가 높아서 환기와 제습에 상당한 비용이 발생한다고 밝히고 있다. 핀란드의 경우, 핀란드 데이터센터 시장이 급증하고 있으며 지상에서 모든 보안과 안전사항을 방어하기에는 한계가 있는 상태이기 때문에 수요가 늘어가고 있으며 비용적인 측면에서도 지상에 설치할 경우 별도의 부대비용이 발생하여 지하에 설치할 때보다 지상 건설비용이 추가 발생한다고 밝히고 있다.

(a) Internal passage

(b) Fire sensor

Fig. 10. Operation of underground data center at Finland

(c) Unused passage (in construction)

(d) ventilation between Server and management room

(e) Server room

(f) Drainage of ground water

(g) Fire sensing system in server room

(h) DCIM

Fig. 10. Operation of underground data center at Finland (Continued)

4.2 Elisa社 사례

핀란드 최대 통신사인 Elisa社는 헬싱키 인근인 Espoo市에 지하 데이터센터를 건설하고 운영 중이다. 이곳은 핀란드 정부의 요청으로 인해 헬싱키 인근인 Espoo 지역에 인위적으로 지하를 굴착하여 건설한 데이터센터로서 정부에서 핀란드 주요 통신사의 통신 자료를 보호하고 정부관련 자료를 보관하기 위해 건설되었다. Fig. 11은 데이터센터의 입구에서 저자와 데이터센터 관계자들이 함께 촬영한 사진이다. 정부와 연관된 보안 시설이기 때문에 사진촬영이 엄격히 금지되어 있어 전산센터 입구에서만 촬영이 가능하며 이때 촬영된 배경의 차폐문은 EMP 차단용으로 제작된 철제문인 것을 알 수 있다.

Espoo 지하 데이터센터는 2000년 모바일 텔레 커뮤니케이션 목적으로 건설이 시작되어 2010년 데이터센터 목적으로 현대화 시설을 갖추었으며 토피고는 대략 30m이고 EMP와 HPM 방어 시설을 갖추고 있다. 데이터센터는 Tier 2 등급으로 건설되었으며 광섬유 보호 케이블로 통신선을 보호하고 있다. CPS(continuously rotating generator)와 2.6 MW급 쿨링 시설은 3대의 발전기로 운영이 가능한 상태이다. 냉각 시스템은 TL 1 system으로 23±2°C 최소 18°C, 최대 27°C로 운영되고 있으며 일반 시설물에 대해서는 스프링클러로 화재에 대비하고 서버랙 부분에는 가스(아르곤을 사용) 형태의 소화시설을 갖추고 있다. 모든 소화시설은 자동화

Fig. 11. Underground data center of Elisa company at Espoo

되어 있으며 자동감지 후 작동하여 지역 소방서에도 자동으로 알람이 전달되는 방식이다. 시설 모니터링 시스템은 독일 Siemens社에서 설계를 맡았다. UPS는 중국 화웨이(Huawei)社 제품이 사용되었고 EMP filter는 핀란드 회사인 Filtro Oy 제품이 사용되었다. Rack Box는 Ritual社 제품이 사용되고 기타 ABB社와 Rutumm社의 발전기 등이 사용되었다. 동절기에는 외기를 이용한 라디에이터 방식의 Air-to-Air 냉각을 사용하고 하절기에는 압축기를 추가 가동하여 냉각하는 방식을 사용하고 있다. 인증은 ISO 27000을 받았으며 정부관련 업무 외에도 상면임대 사업도 진행 중이다. 출입문에서부터 EMP 차폐문으로 설치하여 주요부분에 대한 EMP 보호를 중첩하여 시공하였으며 지하로 출입하는 차량은 차폐문 앞까지만 진입이 가능하도록 하고 있다. 데이터센터는 총 3층으로 구성되어 있으며 3층에 케이블 Filter 시설이 위치하여 케이블에 대한 EMP 차단이 이루어지고 있다. 냉각은 지상의 통풍구를 통해 외기가 시설로 유입되고 라디에이터 방식의 열교환기를 통해 냉각이 이루어지는 형태로 외기의 유입도 통제되는 방식이다.

5. 결 론

해외 건설 사례와 동향을 분석하여 우리나라가 지하 데이터센터의 글로벌 시장을 선도하기 위해서는 높은 안전성(내진, 방폭, EMP 차폐 등)과 효율성(전력사용량 절감)을 확보할 수 있는 '지하 데이터센터의 최적 설계·시공·운영 기술 개발'을 차별적으로 추진하는 것이 필요하다. 또한 각종 동향조사 결과에 근거하여, 기존의 군사 벙커나 폐광산을 공간적인 측면에서만 활용하여 데이터센터를 운영하는 해외 사례와 달리, 지하공간의 항온성(15°C내외 유지)과 유입수를 충분히 활용하는 수냉식 지열 냉난방 기술 등의 지열 에너지를 활용하여 지상 데이터센터 대비 운영비(전략사용량)를 절감하고, 지하공간의 견고성과 격리성을 활용하여 지진, 외부 공격(폭격), EMP 등에도 높은 안전성을 확보할 수 있는 지하 데이터센터 원천기술 개발이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 한국건설기술연구원의 주요사업인 "벙커형 데이터센터의 건설·운영 기술 개발을 위한 기획연구(KICT-2017-177)"

과 국토교통부 국토교통과학기술진흥원의 건설기술연구사업(지반함몰 발생 및 피해저감을 위한 지반 안정성 평가 및 굴착·보강 기술개발, 18SCIP-B108153-03)의 지원으로 수행되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

BBC, 2009, ‘Carbon cost’ of Google revealed, 12 January 2009, HYPERLINK "http//news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7823387.stm"http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7823387.stm

Cho, J. K., 2017, Design criteria and energy efficiency of data centers, Korea Association of Air Conditioning Refrigerating and Sanitary Engineers, 34(3), 34-41.

Chosunilbo, 2017, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/09/22/2017092200295.html

CIOBIZ, 2017, http://www.ciobiz.co.kr/news/article.html?id=20171128120012

DataCenterMap, 2018, https://www.datacentermap.com/

DellEMC, 2017, https://www.dellemc.com/

Digitaldaily, 2013, http://ddaily.co.kr/news/article.html?no=109088

Dongailbo, 2015, http://news.donga.com/3/all/20150815/73057042/1

Ficolo, 2017, http://www.ficolo.com/

ITSA, 2017, http://www.itsa.or.kr/

MSIT, 2016, A foundation research for the data center industry development, Report No. 15-Advancement-003

SBS, 2012, https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1001395758

Technavio, 2017, Global Green Data Center Market 2017-2021, Market analysis report, Technavio