

케이블, 언(線)우 입장!

2025.08.27

철강/금속 이유진
02)368-6141_eugenelee@eugenefn.com

통신서비스 이찬영
02)368-6167_cylee@eugenefn.com



Glossary

용어	정의
하이퍼스케일러(Hyperscaler)	대규모 데이터센터를 운영하며 방대한 양의 컴퓨팅 자원을 제공하는 초대형 클라우드 서비스 제공업체
다크 파이버(Dark Fiber)	이미 설치되었지만 아직 사용되지 않아 빛(데이터 신호)이 흐르지 않는 유휴 광케이블
대역폭(Bandwidth)	정해진 시간 동안 네트워크 연결을 통해 전송할 수 있는 데이터의 최대 용량
스케일업(Scale-up)	데이터센터에서 개별 서버의 CPU, 메모리, GPU 등을 더 강력한 부품으로 교체/추가하여 서버 한대의 처리 능력을 강화하는 수직적 확장 방식
스케일아웃(Scale-out)	데이터센터에서 여러 대의 서버를 추가로 연결하여 클러스터를 구성하고 작업 부하를 분산시켜 전체 시스템의 처리 용량을 늘리는 수평적 확장 방식
PCIe(Peripheral Component Interconnect Express)	컴퓨터나 서버의 메인보드에 그래픽카드, SSD 등 고속 부품을 연결하기 위한 직렬 인터페이스 규격
NVLink	엔비디아(NVIDIA)가 개발한 GPU 간의 고속 직접 연결을 위한 전용 인터커넥트 기술
UALink	여러 회사가 공동으로 개발 중인 AI 가속기 간 표준화된 고속 통신을 위한 차세대 인터커넥트 규격
전력 계통(Power Grid)	발전소에서 생산된 전기를 송전망과 배전망을 통해 최종 소비자에게 전달하는 전체 네트워크 시스템
HVDC	고압의 직류(DC)를 사용하여 전력을 전송하는 기술로, 장거리 대용량 송전 시 손실이 적은 것이 특징
HVAC	교류를 사용하여 전력을 전송하는 전통적인 방식으로, 단거리 송전에서는 효율적이거나 장거리에서는 전력 손실이 증가
프레임워크 계약(Framework Agreement)	장기간에 걸쳐 상품이나 서비스를 공급하기 위해 단가, 조건 등 기본적인 틀을 미리 정해놓는 포괄적인 방식의 계약
TSO(Transmission System Operator)	국가 또는 광역 지역의 고전압 전력 송전망을 운영하고 관리하는 책임을 맡은 기관
동기 조상기(Synchronous Condenser)	기계적 부하 없이 전력망에 연결되어 회전하며 무효전력을 조정하여 전압을 안정시키고 회전 관성을 통해 계통 안정성을 높이는 설비

Contents

I. 늘어만 가는 케이블 수요	6
수요 증가 + 수요층의 다변화	6
II. 제 1 의 물결: 하이퍼스케일러	20
AI 를 위한 에너지: 데이터센터를 뛰게 하는 전기	20
AI 를 위한 초연결: 데이터센터 네트워크 고도화	37
III. 제 2 의 물결: 정부 및 전력 유틸리티	89
The Great Rewiring	89
전력망의 혈관, 전선 핵심 기술	91
지역별 전력망 투자 현황	102
IV. 제 3 의 물결: 통신 사업자	121
Why Now?	125
미국 브로드밴드 시장의 경쟁 구도	128
정부의 가속 페달 (feat. BEAD)	131
그래서 광케이블이 얼마나 필요하다고요?	136
기업분석	141
LS(006260)	
대한전선(001440)	
LS 마린솔루션(005930)	
대한광통신(010170)	
Credo Technology Group Holding (CRDO US)	
Corning (GLW US)	

케이블, 선(線)수 입장!

Executive
Summary

by 이유진 & 이찬영

What? 케이블 수요가 늘어나고 있다

- 1) 수요의 절대적 증가
- 2) 수요층 다변화

Why?

1)하이퍼스케일러

- 컴퓨팅 파워 증가 = 전력 기기 품질, 양 모두 증가
- 멀티 데이터센터 분산 훈련 = 지연 시간 최소화, 대용량 데이터 처리능력 중요
- 전력 기기 및 고성능 케이블이 많이 필요

2) 정부 및 전력 유틸리티

- 유럽 해상 풍력·상호 연결 확대, 미국 노후 전력망 교체·주 간 연결 확대, 한국 에너지 고속도로 등 전력망 확대 정책 본격화
- 해저 케이블, HVDC 수요 증가
- 공급자 우위 시장의 도래

3) 통신 사업자

- B2C 광통신(FTTH)은 돈이 된다! 탑라인 성장 가동
- 정부의 지원까지 가세한다면? BEAD 최종 제안서 9월 4일 제출 마감
- 미국의 광통신 인프라 전환은 유효하다

결론

새로운 Cycle

- TAM 확장에 따른 전방위적 수혜 기대
- 해외 경쟁사 리드타임이 길어지며 한국 업체 기회 확대

- ✓ **Top Pick: LS** (Target Price: 192,000원)
- ✓ **관심 종목:** 대한전선, LS마린솔루션, 대한광통신
- ✓ **해외 기업:** Credo Technology Group Holding(Top Pick), Amphenol, Corning, Fujikura

I. 늘어만 가는 케이블 수요

수요 증가 + 수요층의 다변화

케이블 수요 증가

Cable,
통신 케이블과
전력 케이블

최근 2년 간 전력망 확대에 의해 전력 케이블이 주목 받았으나, 이제는 AI가 요구하는 컴퓨팅 파워와 그에 따른 초고속 데이터 전송을 지원하고, 미국에서 본격화된 광통신 인프라 대전환을 실현하기 위한 통신 케이블 또한 주목해야 할 차례다. 케이블 산업을 주목해야 할 가장 큰 이유는 **수요 증가**이며, 이 수요 확대의 기반은 **AI 주권과 에너지 안보**라는 국가 기간 인프라의 필수성 때문이다.

통신 케이블과 전력 케이블 모두 “케이블”이라는 공통 분모 아래 제조사들이 양쪽을 생산해왔으나, 각 케이블을 견인하는 산업군과 시장 사이클이 달라 둘을 결합하여 분석한 자료는 드물었다. 따라서 이번 보고서는 전력과 통신 케이블을 통합적으로 조망하는데 목적이 있다.

도표 1. 케이블의 종류

구분	종류	주요 용도
전력 케이블	- 저압: ≤1 kV - 중압: 1~33kV - 고압: 33 kV↑ HV(33kV~66kV, 고압) EHV(66kV~230kV, 초고압) UHV(230kV↑, 특고압)	- 저압: 가정·사무실 배선 - 중압: 공장·빌딩·도시 전력 배전망 - 고압: 발전→변전소 송전, 지중·해저 장거리 송전망
통신 케이블	- UTP/STP - 동축(Coaxial) - 광섬유 단일모드(수십 km~수백 km) 멀티모드(수백 m~최대 2km)	- UTP/STP: Ethernet·전화·오디오 신호 전달 - 동축케이블: 케이블 TV, 위성·안테나 신호 전달, 고주파 통신 - 광섬유케이블: 통신망 백본, 데이터센터 연결, 장거리·초고속 데이터 통신 단일모드: 통신사업자 망, 데이터센터 간 멀티모드: 건물 내부 LAN, 데이터센터 랙 간, AV 배포망
제어·계장 케이블	- 제어 케이블 - 계장 케이블	- 제어 케이블: 공장 자동화(PLC/DCS) 제어신호 - 계장 케이블: 압력·온도·유량 등 4-20mA 계장 신호 전송
특수 목적 케이블	- 방화·난연 케이블 - 옥외용 케이블 - 유연(Flex) 케이블	- 방화·난연 케이블: 화재 안전 회로 유지 - 옥외/병렬용 케이블: 옥외·험로 환경 배선 - 유연(Flex) 케이블: 로봇·자동화 설비용 케이블
혼합·하이브리드 케이블	- 하이브리드 케이블: 광섬유+전력+신호 - Umbilical(해저·플랜트) 케이블	- 하이브리드 케이블: CCTV·IP 카메라 동시 전력·통신, 무인기·로봇, 특수 장비 등 - 엄빌리컬 케이블: 해저·플랜트 제어용(ROV/SUB 지원) 복합 케이블

자료: 유진투자증권

전력 케이블의 수요는 1) **전기화(AI, 데이터센터, 전기차 등)에 따른 전력 수요 증가**, 이에 따라 2) **발전원(원자력, 신재생에너지)의 확대가 전력망 확충으로** 이어지고 있다. 한편 통신 케이블의 수요는 1) **AI 데이터센터의 컴퓨팅 파워 확장에 따라 요구되는 네트워크 고도화**가 이뤄지는 가운데, 2) **미국에서 기존 구리선의 인프라를 광케이블로 교체하는 인프라 전환**에 의해 견인된다.

전력 케이블과 통신 케이블은 모두 국가와 대륙을 연결하는 기간 인프라라는 공통점을 갖는다. 최근 들어 이 두 인프라는 단순한 수요 확대를 넘어, 국가 안보와 주권의 문제로까지 연결되고 있다. AI 와 에너지가 디지털 주권, 에너지 안보라는 키워드와 함께 논의되면서, 전력망과 통신망을 스스로 구축·통제하려는 흐름이 뚜렷하게 나타나고 있다.

2023 년 이후 해저 케이블 손상 사고가 잇달아 발생하며 국제 사회의 경각심도 높아졌다. 2025 년 5 월 NATO 춘화 총회에서는 해저 인프라(석유/가스 파이프, 해저 통신/전력)가 국가와 국제 안보에 중대한 요소임을 언급했다. 해저 기반 인프라는 군사·상업 양면에서 사용되지만 전 세계 해저 기반시설의 85%가 다양한 국가의 민간 기업이 복합적으로 소유하고 있음을 고려할 때 앞으로 더욱 전략적 자산으로 부상될 것이라 판단한다.

도표 2. 최근 해저케이블 손상 주요 사례

구분	일시	공격 의심	비고
발트해	2025 년 1 월	미확인	외부영향으로 손상(의심선박 나포)
대만해협	2025 년 1 월	러시아, 중국	나토 대응
대만해협	2025 년 1 월	중국	대만당국, 중국 선박 연관 주장(순싱 39 호)
발트해	2024 년 12 월	러시아, 중국	의심선박 나포
발트해	2024 년 11 월	중국, 러시아	이평 3 호(의심선박 나포)
발트해	2024 년 11 월	중국, 러시아	이평 3 호(의심선박 나포)
말라카해협	2024 년 4 월	중국	
홍해	2024 년 3 월	후티 반군	
발트해	2023 년 10 월	중국	가스라인, 해저케이블 절단
발트해	2023 년 4 월	러시아	
대만해협	2023 년 2 월	중국	

자료: 반길주(2025) "해저케이블 안보와 회색지대 공세", 유진투자증권

위성통신은 아직까지 지상망과 해저 케이블망(전세계 인터넷 트래픽의 99%)을 완전히 대체할 수준에는 이르지 못했기 때문에, 결국 자국 혹은 기업 중심의 케이블망을 직접 구축하고 통제하려는 수요는 앞으로도 강하게 지속될 것이다. 이는 **케이블 산업이 이제 단순한 제조업이 아니라, 디지털과 에너지 주권을 뒷받침하는 국가 전략 인프라로 격상되고 있음**을 보여준다.

미국은 2010년대부터 인프라(통신) 안보를 구축해왔다. 2018년부터 중국 기업인 화웨이와 ZTE 장비를 연방기관 공급망에서 금지, 2020년 미국 연방통신위원회는 화웨이를 국가 안보 위협으로 지정하는 등 전방위적으로 중국을 견제했다. 나아가, 미국은 2021년 SubCom과 케이블 보안 함대(Cable Security Fleet; 국가 비상 상황 발생 시 수리선 2척 상시 대기) 계약을 체결(연간 1,000만 달러)하는 등 통신 인프라를 안보적인 측면에서 접근했다.

도표 3. 미국의 화웨이(中) 제재 내역

연도	조치	주요 내용
2012	정보위원회 경고	화웨이·ZTE의 군부 연계, 스파이 우려
2017	NDAA 법안	5G 네트워크 및 국방 장비 사용 금지
2018	배제 및 보조금 제한	연방기관 및 보조금 사업자에서 화웨이 배제
2019	기소 및 수출 규제	DOJ 기소, Entity List에 포함
2020	FDPR 및 대응예산 편성	추가 기소, 첨단 반도체 수출 규제 확장, Rip and Replace 예산 확보
2021	FCC 및 면허 투명화	어떤 화웨이 장비도 FCC 허가 대상에서 제외 규정 마련
2024	일부 반도체 수출 허가 취소	인텔과 퀄컴이 화웨이에 반도체 공급할 수 있는 일부 수출 허가 취소
	FDPR 확대	화웨이 AI 칩에 미국 기술이 들어가면 전세계 어디서든 사용·판매 금지
2025	해저 케이블 보안 강화	미국과 연결되는 해저케이블 구축, 운영에서 화웨이·ZTE 금지하는 새 규칙 제언(FCC)

자료: US Congress(R47012), 유진투자증권

도표 4. 미국의 경제국가안보전략

구분	쿼드(Quad)	경제번영네트워크(EPN)	클린 네트워크(Clean Network)
목적	반중국안보협력	반중국경제동맹	반중국 5G 네트워크
중점	법치와 개방의 인도태평양 지향	미국의 경쟁력 강화와 자산보호	화웨이와 ZTE 등 중국 기업 제품 배제
내용	아시아의 나토화 가능성	미국과 뜻을 같이하는 국가/기업 연대	5G 클린 패스 구축
영역	4각 안보협력체계	경제, 산업, 통상, 금융	5G 통신망, 모바일, 해저케이블, 클라우드 컴퓨팅 등
대상 국가	미국, 호주, 일본, 인도 (2020/10/6, 도쿄)	미국 주도 글로벌 공급망 구축 참여 국가	인도, 태평양전략 협력 국가 (現 Alliance for the Future of the Internet)

자료: 국방위원회, 안보정책네트워크, 유진투자증권

유럽은 2022 년 노르트스트림 가스관 폭발 사건과 2023 년 발트해 해저 케이블, 가스관 손상 사건 이후로 유럽의 해저 기반시설이 취약하다는 점을 알게 된 이후 대응을 하기 시작했다. 2022 년 유럽 각국은 프랑스 네베르에서 해저 통신망도 사이버 공격 대상임을 명시한 이후, 2023 년부터 NATO 는 해저 인프라 감시 및 보호 전략을 본격화(MARCOM 산하에 CUI 센터 설립: Critical Undersea Infrastructure)했다. 또한 유럽 각국은 해저 인프라에 투자(영국: 해저 인프라 보안 해군센터, 프랑스/이탈리아/영국: 수중 감시함, 자율 잠수정 투자 등)를 진행하고 있다.

도표 5. 유럽 해저 케이블 안보 조치

연도	핵심 조치	내용
2022	NIS2 지침 도입	해저 통신망을 포함한 사이버 보안 의무화
2023	NATO 해군센터 설립 (영국)	해저 인프라 보호 전담 조직 창설
	Digital Ocean Vision 발표	NATO 차원의 해양 감시 전략(해저~우주) 구축
2024	EC 해저망 보안 권고안	위험 평가·보안 테스트 의무화
	NATO-EU 공동조정센터 출범	민군 정보 공유 및 복구 협력 체계 가동
	발트해 사건 이후 역내 감시 강화	노르웨이 등 자국 인프라 지도화
2025	CEF 해저망 투자 확대	누적 10 억 유로 이상, 북극 IMEC 등 전략 구간 투자 중

자료: 언론, EU, 유진투자증권

전력도 안보적 측면에서 접근해야하는 것은 통신과 마찬가지로. 러시아의 값싼 천연가스를 조달 받지 못하게 된 유럽은 에너지 자립을 위해 자체적으로 발전원 확대(주로 해상풍력)와 LNG 인프라 투자를 진행 중이다. 미국도 마찬가지로 AI에서의 경쟁우위를 지속적으로 가져가기 위해 화석연료 투자와 원자력 발전원 추가를 계획하고 있다. 이렇게 확보된 에너지를 수요까지 연결하는 데에는 전력망이 필수적이다.

수요층의 다변화 추세

케이블 산업에서 주목해야 할 변화 중 하나는 수요층의 다변화다. 과거에는 전력 인프라는 공공 전력회사나 국가 유틸리티가 주도했고, 통신 인프라는 대형 통신 사업자(ISP: KT, AT&T, NTT 등)를 중심으로 구축되는 중앙집중형 프로젝트가 대부분이었다. 케이블 공급자들은 이처럼 안정적인 '거대 수요처'에 맞춰 제품을 납품하는 구조에 익숙했다.

도표 6. 전력, 통신망의 수요층의 확대

구분	전력망	통신망
전통 사업 구조		
사업자	국가 유틸리티, TSOs(한국전력, TenneT, National Grid 등)	국가/통신사 컨소시엄(AT&T, NTT, France Telecom, KT 등)
공급자	Prismian, Nexans, NKT, LS, Sumitomo 등	Corning, Prismian, Furukawa, Fujikura, YOFC, Hengtong 등
시공사	Prismian, Nexans, NKT, Jan De Nul, DEME offshore 등	Subcom, ASN, Orange Marine, HMN Technologies, OMS Group
최근 사업 구조: 새로운 수요자의 등장		
사업자	국가 유틸리티 + 민간 해상풍력 개발사, 독립 전력회사, 인프라 펀드, 하이퍼스케일러 등	국가/통신사 컨소시엄 + 하이퍼스케일러, 네트워크 서비스 공급자 등
공급자	Prismian, Nexans, NKT, LS, Sumitomo 등	Corning, Prismian, Furukawa, Fujikura, YOFC, Hengtong 등
시공사	Prismian, Nexans, NKT, Jan De Nul, DEME offshore 등	Subcom, ASN, Orange Marine, HMN Technologies, OMS Group

자료: 유진투자증권

그러나 최근에는 이러한 구조가 같은 분산형 전원 시스템이 늘어나면서 지역 단위의 전력망 연결 수요가 증가하고 있고, 대형 해상풍력 프로젝트는 공공 유틸리티 업체뿐만 아니라 에너지 디벨로퍼(민간 개발사)가 직접 주도하며 케이블 수요를 창출하고 있다. 더 나아가, 데이터센터나 대형 공장처럼 자체적으로 수백 메가와트(MW)급 전력을 소비하는 기업들은 직접 전력망을 발주하거나 장기 전력 구매계약(PPA)을 통해 전력망 확충에 관여하고 있다. 이로 인해 케이블 업체들은 전통적인 유틸리티사 발주 외에도 민간 기업과의 B2B 계약으로 신규 매출 기반을 확보할 수 있게 되었다. 전력 케이블 시장에서는 신재생에너지 보급 확대와 발전원 확대가 핵심 동인이다.

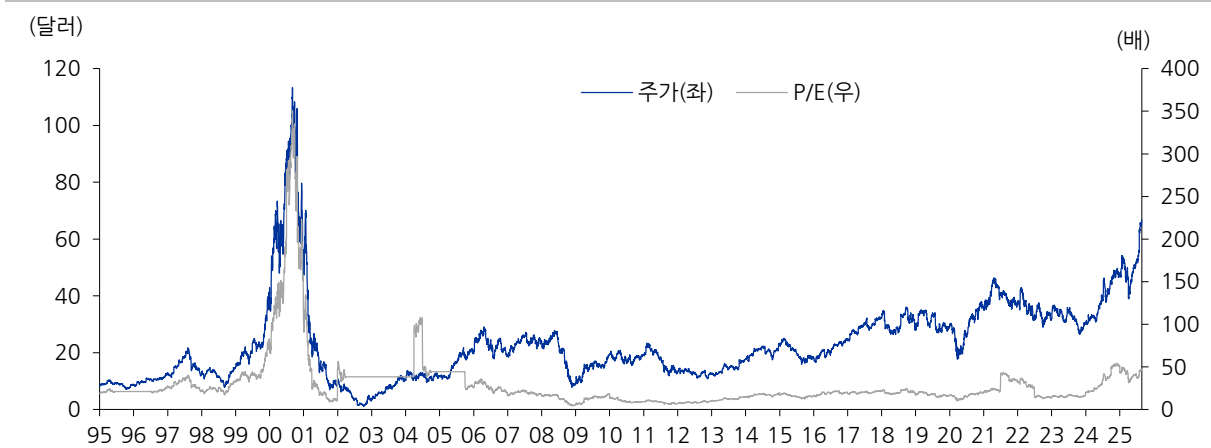
통신 케이블 분야에서도 유사한 흐름이 나타난다. 기존에는 통신망 투자가 통신사(ISP)에 집중되어 있었지만, 지금은 하이퍼스케일러(AWS, Google, Microsoft, Meta 등)가 직접 해저 광케이블에 투자하고, 데이터센터 간 네트워크를 자체적으로 구축하며 통신 인프라 시장에 진입하고 있다. 이들은 더 이상 단순한 통신 서비스 고객이 아니라, 통신 인프라의 주요 수요자이자 설계자가 되고 있다.

케이블 업체들에 수요층의 다변화는 1) 기존 빅사이클에 의존하던 케이블 업체들에게는 시장 안정성 증대로 **지속 가능한 성장성 확보**, 2) 고객 다변화로 인한 **선별적 수주를 통한 마진 확보**를 의미한다. 이는 산업 구조 자체를 전환시키는 근본적인 전환점이다.

통신과 전력 케이블 및 소재 업체들은 사이클이 도래한다고 생각하면 증설을 해왔다. 통신 업체들은 대표적으로 1998~2000 년 인터넷 초기 도입 시기, 전력기기 업체들은 2000 년대 초반에서 중반까지 장기 호황을 전망하며 생산 시설을 확충했다.

통신 인프라 사이클은 매우 길고 극적인 역사를 가지고 있다. 1990 년대 후반부터 2000 년대 초반까지 이어진 닷컴 버블은 통신 케이블 시장의 첫 번째 대형 사이클이었다. 당시 월드컴, 글로벌 크로싱과 같은 기업들은 인터넷 트래픽이 무한히 성장할 것이라는 장밋빛 전망 아래, 미래 수십 년치의 수요를 예측하며 미국 전역과 대륙 간에 천문학적 규모의 광케이블을 경쟁적으로 매설했다. 이 시기 광섬유를 공급하던 코닝 및 관련 부품사들의 주가는 폭등하며 시장의 기대를 한 몸에 받았다.

도표 7. Corning 주가와 Valuation 추이



자료: Bloomberg, 유진투자증권

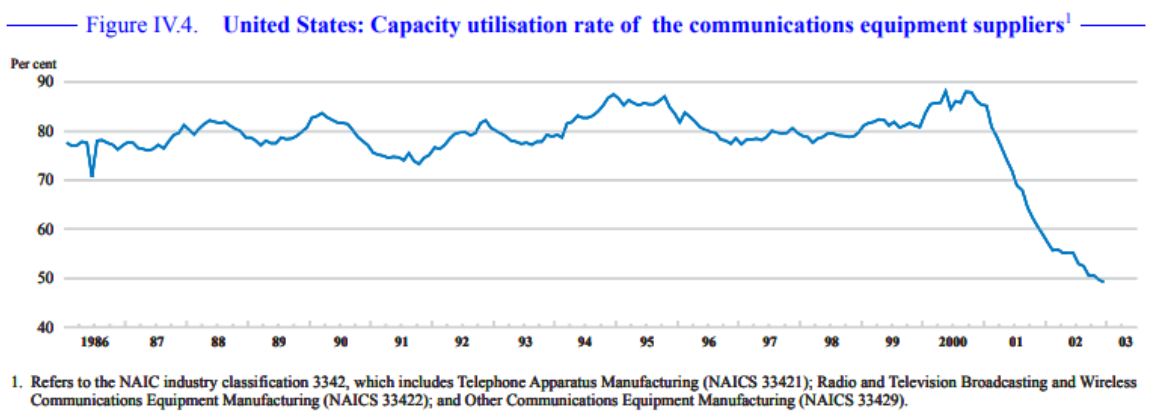
도표 8. 1993~1998 년 글로벌 통신 분야 인수합병

인수 기업 (Purchaser)	국가	피인수 기업 (Target)	국가	연도	금액 (\$ billions)
AT&T	USA	McCaw Cellular	USA	1993	12.6
Westinghouse	USA	CBS	USA	1995	5.4
Time Warner	USA	Turner Broadcasting	USA	1995	7.5
SBC	USA	Pacific Telesis	USA	1996	16.7
Bell Atlantic	USA	Nynex	USA	1996	25.6
Worldcom	USA	MFS Comm.	USA	1996	14
Esprit Telecom	UK	IMS Telecomm	Netherlands	1997	undisclosed
Excel Communications	USA	Telco Communications	USA	1997	1.2
Inter-Americas Comm.	USA	Iusatel Chile	Chile	1997	0.7
Japan Telecom	Japan	Int'l Telecom Japan	Japan	1997	undisclosed
Primus Telecomm	USA	USFI	USA	1997	0.1
RSL Communications	USA	Callcom AG (78%)	Switzerland	1997	0.2
RSL Communications	USA	Newtelco Telecom	Austria	1997	undisclosed
Advanced Comm. Group	USA	Feist Long Distance	USA	1998	undisclosed
Ameritech	USA	Tele Danmark	Denmark	1998	3.2
Call-Net Enterprises	Canada	Fonorola Corp.	USA	1998	1.2
China Telecomm	China	Hong Kong Telecomm	China	1998	3.4
Deutsche Telekom	Germany	France Telecom (2%)	France	1998	1.3
FaciliCom Int'l	USA	TeleOne	Finland	1998	undisclosed
France Telecom	France	Deutsche Telekom (2%)	Germany	1998	1.6
Global Crossing	Bermuda	Neptune Comm.	USA	1998	undisclosed
KDD	Japan	Swiftcall UK	UK	1998	undisclosed
MCI	USA	Embratel (20%)	Brazil	1998	2.2
News Corp.	USA	PLD Telekom	Russia	1998	0.8
Primus Telecomm	USA	TresCom Int'l	USA	1998	0.1
Qwest Communications	USA	LCI	USA	1998	4.4
RSL Communications	USA	European Telecom	Belgium	1998	undisclosed
RSL Communications	USA	Westinghouse Comm.	USA	1998	0.9
Scottish Telecomm	U.K.	Demon Internet	UK	1998	0.1
SwissCom	Switzerland	UTA Telekom	Austria	1998	undisclosed
Technology Control	USA	Interglobe Telecom	UK	1998	0.1
Teleport Communications	USA	ACC Corp.	USA	1998	1.1
Viatel	USA	Flat Rate Comm.	USA	1998	undisclosed
Viatel	USA	Jazztel (7.5%)	Spain	1998	0.6
WorldCom	USA	MCI	USA	1998	41.8
WorldPort Communications	USA	Enertel NV	Netherlands	1998	0.1

자료: Warf(2003) "Mergers and Acquisitions in the Telecommunications Industry"

그러나 2001 년 닷컴 버블이 붕괴되면서 예측했던 수요는 신기루처럼 사라졌고 시장은 극심한 공급 과잉 상태에 빠졌다. 이 거대한 투자를 감행했던 수많은 통신 기업들이 파산했으며 노텔(Nortel), 루슨트(Lucent)와 같은 당시의 거인들을 포함한 통신 인프라 시장 전체가 기나긴 구조조정과 투자 빙하기를 겪어야만 했다. 땅속과 바다 밑에 잠자게 된 수많은 다크 파이버는 당시의 광적인 투자가 남긴 유산이다.

도표 9. 미국 통신장비 공급업체의 설비 가동률

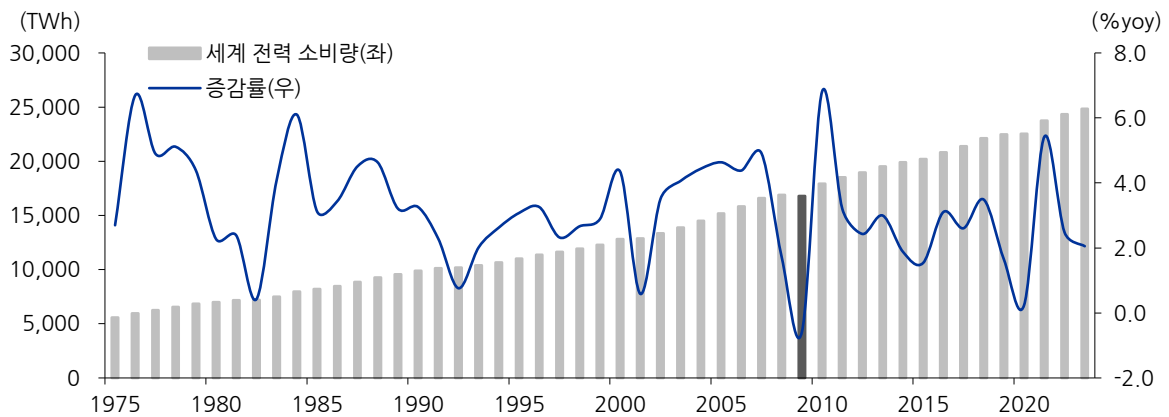


자료: OECD(2003), 유진투자증권

2020 년대에 들어서면서 시장은 완전히 새로운 동력으로 두 번째 대형 사이클을 맞이하고 있다. 과거의 투자가 불확실한 미래에 대한 투기였다면, 지금의 투자는 AI 와 클라우드가 유발하는 거대하고 예측 가능한 실수요에 기반한다. 시장의 발 주 주체 역시 전통적인 통신사뿐만 아니라, 데이터센터를 직접 운영하는 하이퍼 스케일러(구글, 메타 등)가 핵심적인 수요처로 부상하며 시장의 구도를 바꾸고 있다. 이들은 자신들의 생존과 직결된 AI 인프라를 구축하기 위해 자신들의 명확한 로드맵에 기반하여 필요한 만큼의 케이블 인프라를 계획적으로, 그리고 공격적으로 건설하고 있다.

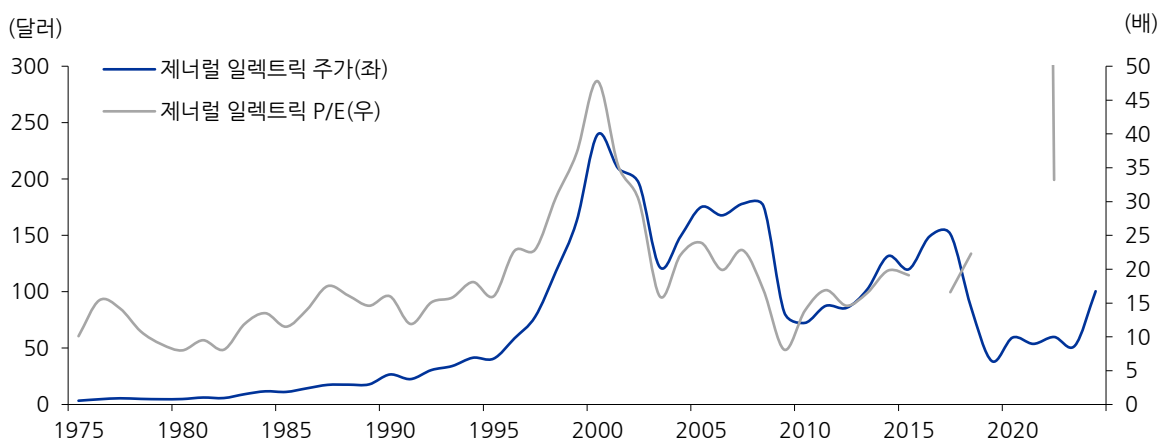
전력 인프라 투자 사이클은 매우 길다. 전력에 대한 투자는 국가 단위로 투자되는 큰 프로젝트다. 1950 년 이후 전후 복구 수요가 선진국 중심으로 있었고 1980 년대 이후로는 신흥국 경제 성장으로 전력 인프라에 대한 수요가 이어져왔기 때문이다. 1900 년 이래로 전세계 전력 수요가 전년 대비 줄어들었던 때는 1921 년(1 차 세계대전 후 불황), 1931~1932 년(대공황), 1944~1945 년(2 차 세계대전), 2009 년(글로벌 금융 위기)뿐 이다.

도표 10. 세계 전력 소비량과 전년 대비 증감률 추이



자료: Pinto et al(2023) "The rise and stall of world electricity efficiency" Energy(269), 유진투자증권

도표 11. General Electric 주가와 Valuation 추이



자료: LSEG, 유진투자증권

주: 분사 전 2024년까지의 주가와 P/E

그러나 2008 년 글로벌 금융 위기로 전력 인프라 투자 지연으로 인해 신규 주문이 급속히 위축됨과 동시에 원자재 가격 폭등, 신흥국 전력기기 로컬 업체들의 성장으로 인해 2000 년대 중반 이후 주요 전력 기기 업체들의 구조조정과 다양한 M&A 가 있었다.

도표 12. 전력기기 업체들의 M&A

시기	주요 회사들의 인수, 합병
1980 년대	GEC(영국) + Alcatel(프랑스) = GEC Alstom
	ASEA(스웨덴) + BBC(스위스) = ABB
	ABB(스위스): Westinghouse 의 송전사업부 인수 및 기타 39 개 회사 인수
1990 년대	Siemens(독일)은 1998 년 3 개 회사를 인수함
	1) Westinghouse 화석연료 플랜트 사업부 인수
	2) Voith 의 수력 사업부 인수
	3) Parson's Power Engineering 인수
	Babcock Borsig Power(독일)의 B&W(스페인) 인수
	GE Hydro(캐나다)의 Kvaerner(노르웨이) 인수
	GEC Alstom + ABB = ABB-Alstom Power(AAP)
2000 년대	Alstom(프랑스)는 ABB 의 AAP 지분 인수
	Toshiba-Mitsubishi 송배전 합작: 송배전 사업 통합 TMT&D 설립
	GE(미국)은 EGT(프랑스) 인수
	Siemens AG(독일)는 Alstom 의 산업용 터빈 사업부 인수
	AREVA(프랑스)는 Alstom 의 송배전 사업부 인수
	Hitachi(일본)가 Babcock Borsig 의 자산 인수
	JAEPs(일본) 설립: 히타치, 후지전기, 메이덴사가 송배전 사업 통합
	Crompton Greaves(인도)가 Pauwels(벨기에 변압기) 인수
	Siemens 의 VA Tech(오스트리아)의 송배전 사업부 인수
	TMT&D(일본) 해산
	ABB(스위스)의 Kuhlman Electric(미국 변압기) 인수
	Areva 송배전 부문 분할 매각: Alstom 이 송전 사업부 인수, Schneider 가 배전 사업부 인수

자료: DOE, 유진투자증권

하지만 2020년대 이후 신재생에너지와 전력 수요 증가로 인해 세계적으로 송전망 확장 프로젝트가 늘어나면서 발주자들은 **프레임워크 계약(Framework Agreement)**을 통해 여러 프로젝트를 하나로 묶어 발주하기 시작했다. 프레임워크 계약은 개발자가 공급자와 사전에 장기간으로 계약 기간을 설정하고, 미리 조건(가격, 품질, 기술, 서비스)을 확정된 이후 개별 프로젝트가 시작되면 그 때 사전 협의된 조건으로 프레임워크에 들어온 공급자에게 발주(Call-off)를 주는 구조다.

프레임워크 계약을 통해 송전망 업체들은 공급망 안정성, 기술 표준화에 따른 효율성, 프로젝트 신속성을 얻을 수 있고, 납품 업체들 입장에서는 표준화에 따른 규모의 경제를 실현할 수 있을 뿐더러 장기적인 수요 기반을 확약 받을 수 있다.

도표 13. 2020년 이후 유럽 TSO와 전선 업체들의 Framework Agreements

TSO(지역)	계약 대상	계약 기간	주요 계약사 및 규모
TenneT (EU)	2 GW 해저-육상 HVDC 케이블 시스템, 10 개 프로젝트	2023-2028년 기본, 최대 2031년까지 연장 가능	LS Cable, NKT, Nexans, Jan De Nul 등 / € 55 억, 7,000km 물량
National Grid (영국)	HVDC 케이블 및 HVDC 변압기	5년 기본 + 3년 연장 가능	- 전선(£213 억): Hellenic, LS Cable, NKT, Prysmian, Sumitomo, Taihan - 변압기(£246 억): GE Vernova, Hitachi, Mitsubishi, Siemens
RTE (프랑스)	HVAC/HVDC 케이블 (육상-해저)	3년 기본 + EPCI 포함	- Nexans / € 10 억 상당, 450km HVDC 해저케이블, 280km HVDC 지중 케이블 - Prysmian / € 7 억 상당, 640km 육상, 해저 HVAC 케이블 - NKT / 금액 미공개, 1,400km 상당 케이블
50Hertz (독일)	독일 내 5 개 HVDC 케이블 프로젝트	장기 프레임워크 (2023년도 공개)	NKT, Prysmian / € 46 억 상당, 3,500km 물량(+옵션 2,700km)

자료: 유진투자증권

이에 따라 공급자, 시공사들은 연합하여 컨소시엄을 구성하거나 공급자가 시공 능력까지 갖추어 입찰에 들어갈 수 있게 되었다. 많은 프로젝트가 진행되고 있어 경쟁력을 갖춘 공급자들은 일부 선별적인 입찰을 진행할 수 있으며, 과거 사이클 때와는 달리 가시적인 수요를 확보하고 있다. 이러한 변화된 흐름을 바탕으로 전력기기 업체들은 과거와 같이 무작정 사이클을 믿고 증설하는 방식이 아니라 계획된 물량을 기반으로 증설하고 있다.

이처럼 케이블 시장은 단순히 수량 증가가 아닌 '누가 발주하고, 어떤 목적과 기술로 설계하느냐'가 중심축이 되는 시장으로 바뀌고 있다. 특히 여기서 중요한 것은 한국은 이미 미국과 유럽에 납품한 이력이 있기 때문에 시장 확대되는 현재 수출로 인한 낙수 효과를 받고 있다는 점이다.

도표 14. 영국 송전망 업체 National Grid 의 590 억 파운드(111 조원) Framework 계약(2025/03/13)

National Grid awards HVDC supply chain framework contracts



[Home](#) > [Media centre](#) > [Press releases](#)

13th March 2025 - Press release

National Grid has awarded two parts of a £59bn High Voltage Direct Current (HVDC) supply chain framework to deliver the required works and equipment needed for key energy projects across the country.

자료: LSEG, 유진투자증권

전력, 통신망 밸류체인 Valuation

도표 15. 전력망 밸류체인 Valuation

구분	기업	시총 (조원)	2025				2026				2027			
			PER	PBR	EV/EBI TDA	ROE	PER	PBR	EV/EBI TDA	ROE	PER	PBR	EV/EBI TDA	ROE
전통 유틸 리티	한국전력	24.6	3.1	0.5	5.4	17.8	2.7	0.4	4.9	17.3	2.4	0.4	4.4	16.7
	Southern Company	142.4	21.8	2.9	13.9	12.0	20.3	2.7	13.2	11.9	18.9	2.5	12.6	11.8
	Constellation Energy	134.9	33.2	6.9	20.9	21.9	27.3	6.4	17.0	23.0	24.2	6.1	15.3	21.9
	Exelon Corporation	62.6	16.6	1.6	10.8	9.9	15.8	1.5	10.6	9.9	14.9	1.4	10.3	10.0
	Duke Energy	132.9	19.5	1.8	12.4	9.7	18.3	1.7	11.7	9.9	17.1	1.6	11.3	10.0
	Nextera Energy	215.5	20.5	2.6	15.5	13.1	19.2	2.4	13.9	13.4	17.7	2.3	13.2	13.6
	Enel	132.8	11.8	2.2	7.0	19.6	11.5	2.0	6.9	18.7	11.2	1.9	6.8	18.1
	Iberdrola	177.1	17.4	1.9	10.8	11.7	16.9	2.0	10.4	11.3	15.8	1.8	10.0	11.5
	RWE	42.6	16.7	0.8	9.2	4.8	14.4	0.8	8.1	5.5	11.9	0.7	7.4	6.3
	Engie	72.3	9.2	1.2	6.7	13.2	9.7	1.2	7.1	11.9	9.3	1.2	7.0	12.1
	CLP Holdings	29.7	14.5	1.5	9.2	10.7	14.0	1.5	9.1	10.8	13.4	1.4	8.6	10.8
TSO	National Grid	97.4	14.5	1.3	12.3	9.5	13.5	1.3	12.0	9.4	12.0	1.2	11.3	10.2
	Terna	28.1	16.1	2.2	12.0	13.9	15.9	2.1	12.1	13.2	15.2	2.0	11.8	13.3
	Verbund AG	34.9	14.5	2.0	8.9	14.3	18.3	1.9	10.6	10.7	19.2	1.8	10.8	9.8
	Redia	14.6	17.8	1.8	11.8	9.7	15.5	1.7	10.8	10.8	14.6	1.6	10.4	11.0
디벨 로퍼	Orsted	16.3	9.9	0.9	6.0	10.3	9.0	0.8	5.7	9.2	9.1	0.8	5.6	9.1
	Equinor	88.1	8.6	1.5	1.9	18.1	8.2	1.4	2.2	17.5	7.8	1.3	2.2	17.3
	Acciona Energia	12.3	13.3	1.2	7.0	11.5	24.0	1.2	9.4	5.1	24.0	1.2	9.5	5.1
	EDP Renovaveis	17.7	32.0	1.0	10.7	3.0	24.0	0.9	9.8	3.8	21.8	0.9	9.5	3.8
변 압 기	GE Vernova	227.8	76.3	15.0	45.7	21.3	47.1	12.2	29.6	28.1	33.7	9.5	21.2	30.9
	Siemens	305.1	20.4	3.2	16.4	16.9	20.7	3.0	14.5	15.7	18.3	2.8	13.0	16.4
	Schneider Electric	199.3	23.9	3.9	15.4	16.3	21.2	3.6	13.9	17.5	18.7	3.3	12.5	18.0
	Eaton	187.0	28.6	6.9	21.9	23.7	25.2	6.3	19.5	25.3	22.6	5.7	17.8	25.5
	Fuji Electric	13.4	15.5	2.0	8.8	14.0	16.0	1.8	8.0	11.8	14.6	1.7	7.2	12.0
	Mitsubishi Electric	73.9	23.5	1.9	11.6	8.3	21.2	1.8	11.0	8.8	19.6	1.7	10.3	9.0
	Dongfang Electric	13.3	16.1	1.6	9.9	9.9	13.5	1.5	8.2	11.0	13.0	1.4	7.5	11.0
	TBEA	14.2	11.8	1.0	-	8.9	9.9	0.9	-	9.9	8.3	0.8	-	10.6
	HD 현대일렉트릭	18.0	26.8	9.2	18.1	39.1	21.7	7.1	14.7	36.7	18.0	5.5	12.1	34.4
	효성중공업	11.6	28.9	5.1	18.4	19.2	21.8	4.2	14.1	21.0	16.3	3.4	10.9	22.8
	LS 일렉트릭	8.6	27.7	4.2	15.9	15.9	21.3	3.7	13.0	18.3	16.6	3.1	10.9	18.9
	산일전기	3.6	26.5	6.5	20.0	27.2	21.3	5.2	15.3	26.6	17.6	4.1	11.5	26.2
케 이 블	Prysmian	35.8	20.4	3.5	11.3	19.2	17.2	3.1	9.9	19.3	15.4	2.7	8.8	18.9
	Nexans	9.5	14.8	2.7	7.0	19.6	15.6	2.4	6.5	16.0	13.7	2.1	5.8	16.2
	NKT	7.0	20.7	2.2	10.1	11.0	20.4	2.0	10.0	10.2	15.5	1.8	7.4	12.0
	Sumitomo Electric	30.5	19.0	1.4	7.8	7.5	15.2	1.3	7.3	8.6	13.8	1.2	6.5	9.2
	ZTT(Jiangsu Zhongtian)	10.5	14.8	1.4	7.1	9.8	12.6	1.3	5.6	10.5	10.9	1.2	4.0	10.9
	Furukawa Electric	5.8	21.7	1.8	11.2	8.8	16.1	1.7	9.4	10.8	14.0	1.5	8.4	11.3
	LS	5.4	13.2	1.1	8.7	8.4	10.5	1.0	7.6	9.8	7.9	0.9	6.6	11.9
	Hengtong Marine	9.7	14.4	1.5	8.9	10.7	12.4	1.4	7.7	11.3	10.7	1.2	6.9	11.7
	대한전선	3.0	31.9	1.9	18.8	6.1	20.9	1.7	12.7	7.8	17.3	1.6	9.4	8.8

자료: Bloomberg, 유진투자증권

도표 16. 통신망 밸류체인 Valuation

구분	기업	시총 (조원)	2025				2026				2027			
			PER	PBR	EV/EBITDA	ROE	PER	PBR	EV/EBITDA	ROE	PER	PBR	EV/EBITDA	ROE
하이퍼 스케일러	아마존	3,377.7	27.4	6.5	15.1	21.1	25.1	5.3	13.0	19.3	20.8	4.1	11.4	18.8
	MS	5,208.0	37.6	10.9	23.4	31.8	32.4	8.5	19.8	29.2	27.7	6.6	17.0	27.3
	알파벳	3,508.9	19.8	6.2	14.5	31.3	18.3	5.0	12.6	27.3	14.8	4.2	11.0	25.4
	오라클	918.7	39.3	34.1	24.5	92.6	34.8	20.5	21.7	61.4	29.0	12.6	17.9	43.2
	메타	2,629.4	22.7	8.0	18.0	35.3	21.4	6.1	15.1	29.2	18.4	5.0	12.5	26.1
ISP	AT&T	285.5	13.8	1.8	7.3	13.3	12.9	1.7	7.1	13.4	11.4	1.6	6.8	14.4
	Verizon	259.1	9.4	1.8	6.5	18.8	9.1	1.7	6.2	17.7	8.8	1.5	5.9	17.1
	T-Mobile	393.7	23.0	4.8	10.8	20.1	19.3	4.8	10.0	24.3	16.4	4.5	9.3	29.1
	Comcast	174.5	7.9	1.3	5.8	18.3	7.5	1.2	5.7	16.9	6.9	1.1	5.6	16.3
	Charter	58.2	7.4	2.0	6.2	28.9	6.3	1.6	6.1	28.3	5.6	1.4	6.0	27.2
광섬유	Corning	79.5	27.0	4.9	14.7	18.6	23.3	4.7	12.8	19.4	20.6	4.3	11.7	19.9
	YOFC	8.0	60.6	4.3	26.5	8.2	52.0	4.1	23.7	8.8	47.8	3.8	21.6	8.7
	ZTT	10.5	14.8	1.4	7.1	9.8	12.6	1.3	5.6	10.5	10.9	1.2	4.0	10.9
	Hengtong	9.7	14.4	1.5	8.9	10.7	12.4	1.4	7.7	11.3	10.7	1.2	6.9	11.7
	Sumitomo	30.5	19.0	1.4	7.8	7.5	15.2	1.3	7.3	8.6	13.8	1.2	6.5	9.2
	Furukawa	5.8	21.7	1.8	11.2	8.8	16.1	1.7	9.4	10.8	14.0	1.5	8.4	11.3
	Fujikura	32.0	40.6	8.0	22.6	20.9	28.6	6.7	18.2	26.3	23.9	5.8	15.1	27.7
	대한광통신	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
구리 원단	Ningbo	4.2	31.6	2.6	-	8.2	26.0	2.4	-	9.3	23.3	2.3	-	9.7
	Jiangxi	16.0	13.7	1.1	9.4	7.5	14.9	1.1	9.6	6.3	12.6	1.0	8.4	6.9
부품	Coherent	19.6	25.8	2.3	14.5	9.2	19.8	1.9	12.6	10.0	15.7	1.7	10.0	12.3
	Broadcom	1,922.9	44.2	18.3	34.0	40.5	35.6	12.9	27.6	43.8	29.4	11.2	23.8	44.4
	Lumentum	12.0	62.6	9.5	38.3	14.9	25.4	5.8	18.2	26.4	19.2	4.2	12.6	30.0
	Accelink	9.8	50.4	5.1	32.2	10.3	38.5	4.6	25.7	12.1	32.7	4.2	21.3	12.7
	Luxshare-ICT	60.5	19.6	3.9	12.7	20.0	16.0	3.2	10.4	20.7	13.3	2.6	8.9	21.2
	Fujitsu Ltd	69.7	30.3	3.6	16.4	13.0	16.7	3.3	15.8	19.4	21.2	3.0	13.9	15.2
	오아솔루션	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	우리로	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	빛과전자	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
완제품	Amphenol	186.1	36.1	10.5	21.9	33.1	31.9	8.4	19.4	29.8	28.7	6.8	17.6	27.2
	Commscope	4.9	14.4	-	9.9	(21.4)	11.7	-	9.7	(46.8)	8.7	-	7.7	(94.9)
사공사	Dycom	10.2	31.4	5.8	14.6	20.1	24.7	4.8	11.5	21.6	22.0	3.9	10.3	19.7
	Mastec Inc	19.4	28.1	4.4	13.8	14.4	22.9	4.0	11.7	16.2	19.0	3.6	10.2	17.5
	NEC	58.9	40.3	3.0	16.2	7.8	27.5	2.9	13.1	10.7	24.1	2.6	11.7	11.2
	LS 마린솔루션	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

자료: Bloomberg, 유진투자증권

II. 제 1 의 물결: 하이퍼스케일러

AI를 위한 에너지: 데이터센터를 뛰게 하는 전기

연산과 냉각을 위한 막대한 전력

① 서버: 연산의 핵심

과거 IT 산업에서 전력 수요는 IT 인프라의 점진적 확장에 따라 선형적으로 증가했다면, 현재는 AI라는 변화에 직면하여 기하급수적으로 증가하고 있다.

데이터센터의 핵심은 서버

데이터센터는 데이터의 저장, 연산, 전송, 처리하기 위해 만들어졌고, 이 모든 작업은 서버에서 이루어진다. 초창기 데이터센터는 주로 메인프레임 컴퓨터라는 거대한 중앙 컴퓨터나 소규모 서버 룸이었고, 2010년대 이후 클라우드와 빅데이터의 발전으로 서버 규모가 수십만 대 단위로 증가하며 데이터센터가 크게 성장했지만 여전히 핵심 하드웨어는 CPU였다. 2010년대 말부터 머신러닝, 딥러닝 등 AI 기술이 점차 발전하게 되면서 GPU가 데이터센터의 핵심으로 떠올랐다. 이처럼 데이터센터 서버 아키텍처가 CPU에서 GPU로 이동하면서 전력 밀도가 수직 상승하고 있다.

도표 17. 시기별 데이터센터 발전 흐름과 주요 내용

구분	인터넷 혁명 (1990대 ~ 2000대 초)	가상화/클라우드 (2000대 중 ~ 2010대 초)	빅데이터/모바일 (2010대 초 ~ 2017년)	AI (2017년 ~ 현재)
시대적 배경	.com의 발전	닷컴 버블 붕괴 후 비용 절감 요구	스마트폰, 소셜 미디어	구글 '트랜스포머' 논문 등장
데이터센터의 역할	웹페이지 요청/응답 처리	물리 서버 가상화를 통한 분할	대규모 데이터의 저장 및 분석	거대 언어 모델(LLM) 학습 및 추론
일의 성격	복잡한 관리 및 I/O	자원효율화와 관리	분산 처리 및 I/O	거대 행렬 연산의 무한 반복
핵심 하드웨어	CPU (Intel Xeon)	CPU (Intel, AMD)	CPU 및 대용량 스토리지	GPU (Nvidia)
핵심 소프트웨어	HTTP, HTML, 웹서버 (Apache)	가상화 (VMware), 클라우드 초기 모델	빅데이터 (Hadoop, Spark)	딥러닝 프레임워크 (TensorFlow, PyTorch)
데이터센터 구축 패러다임	서버 최대화	서버 효율화	스토리지 확장	GPU 밀도 향상

자료: Digital Realty, IBM, Enconnex, 유진투자증권

AI 서버는 데이터센터 전체 전력 소비의 75%

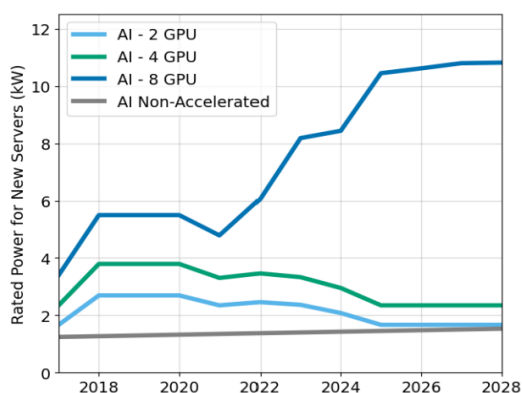
기존 데이터센터는 CPU 중심의 서버를 운영했기에 랙(Rack: 데이터센터를 구성하는 최소 단위이자 서버들을 보관하는 단위) 하나 당 사용 전력은 비교적 낮은 5~10kW 수준이었다. 그러나 AI 데이터센터는 핵심 연산인 딥러닝을 수행하기 위해 방대한 양의 행렬을 병렬적으로 처리하는 GPU가 필요하다. 따라서 최근에는 랙 당 소모 전력의 50~100kW가 넘어서는 사례가 늘어나고 있다. Nvidia의 H100 서버를 한 랙에 4개 배치할 경우 40kW 이상의 전력이 필요하고, GB200 NVL72의 경우 랙 당 120kW가 필요하다. 이처럼 GPU 기반 서버 하드웨어 구조의 변화는 데이터센터 전력 밀도 상승의 주된 요인이다.

도표 18. 서버별 주요 프로세서와 최대 소비 전력

구분	CPU 중심 서버(CPU-based Server)	GPU 중심 AI 서버(AI-focused Server)
대표 모델	Dell PowerEdge R730 (2014년 출시)	NVIDIA DGX H100 (2022년 출시)
주요 프로세서	CPU 2개 (Intel Xeon E5-2600 v3 시리즈)	GPU 8개 + CPU 2개 (NVIDIA H100, Intel Xeon Platinum)
주요 프로세서 최대 전력	약 240W (120W x 2개)	약 6,300W (GPU: 5,600W + CPU: 700W)
기타 부품 전력	약 260W (메모리, 스토리지, 팬, 보드 등)	약 3,900W (메모리, 고속 스토리지, 고속 네트워크 카드, 고효율 팬, 전력 변환 손실 등)
서버 1대 최대 소비 전력	약 500W (0.5kW)	약 10,200W (10.2kW)
냉각 방식	공기 냉각(Air Cooling)	공기 냉각(고성능) 또는 액체 냉각 필요

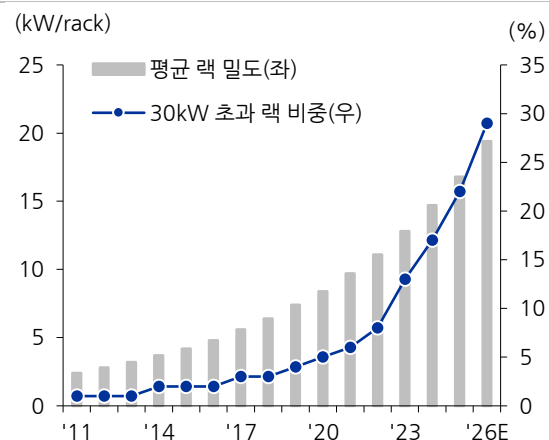
자료: Dell, Nvidia 유진투자증권

도표 19. 서버들의 정격 전력



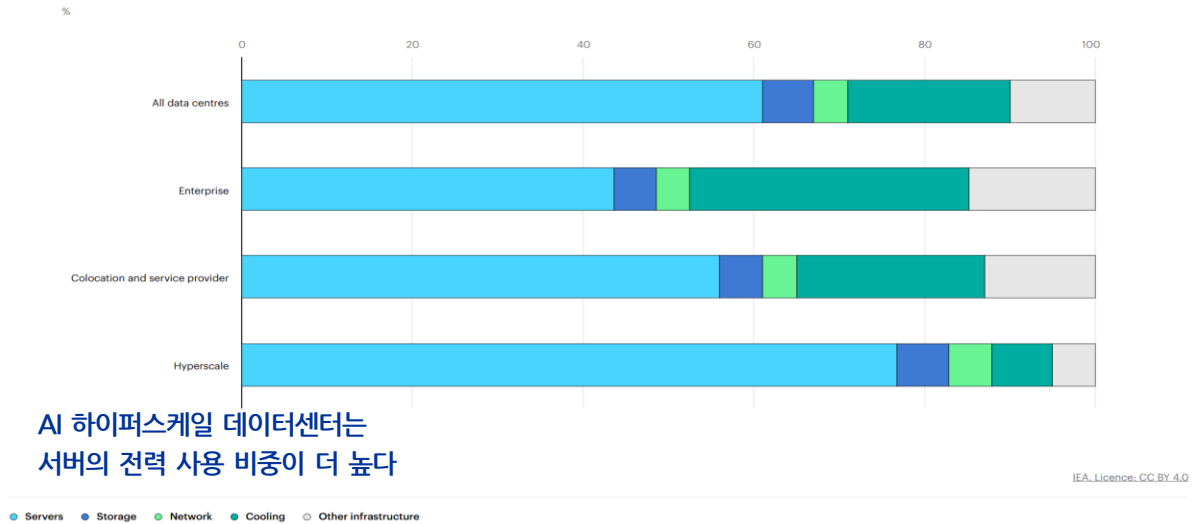
자료: LBNL, 유진투자증권

도표 20. 데이터센터 평균 랙 밀도



자료: Vertiv, 유진투자증권

도표 21. 데이터센터 내 전력 소비 비중(평균: 서버 60%, 데이터 저장 5%, 네트워크 5%, 냉각 20%)



AI 하이퍼스케일 데이터센터는
서버의 전력 사용 비중이 더 높다

자료: IEA(2024), 유진투자증권

한편, AI 서비스의 근간에는 **파운데이션 모델(Foundation Model)**이라고 불리는 자산이 있다. Open AI의 GPT, Google의 Gemini, Meta의 Llama와 같은 모델은 방대한 데이터를 기반으로 스스로 추론하고 생성하는 능력을 가진 인공지능이다.

모델 학습 과정은
전기 먹는 하마

파운데이션 모델을 탄생시키는 학습(Training) 과정은 본질적으로 에너지 집약적인 대규모 연산 작업이다. 인터넷에 존재하는 수십억 개의 문서와 이미지를 인공 신경망에 각인시키기 위해 데이터센터는 수만 개의 GPU를 하나의 거대한 컴퓨팅 클러스터로 묶어 수개월 간 100%에 가까운 가동률로 운영한다. Open AI의 GPT-3 모델 학습에 1,287MWh가 사용되었다고 추정되는데 이는 한국 4인 가구가 306년 간 사용할 수 있는 전력소비량(4인 가구 월평균 전력사용량 350kWh 가정)이다.

도표 22. 각 사의 파운데이션 모델과 추정 전력량

Model	개발사	파라미터	Datacenter PUE	추정 전력소비량
GPT-3	Open AI	175B	1.1	1,287MWh
PaLM	Google	540B	1.1	3,049MWh
LaMDA	Google	137B	1.1	136MWh
Megatron-Turing NLG	NVIDIA & Microsoft	530B	1.5	1,180MWh
Bloom	Big Science	176B	1.2	433MWh

자료: <https://arxiv.org/pdf/2211.02001>, <https://arxiv.org/pdf/2104.10350>, 유진투자증권

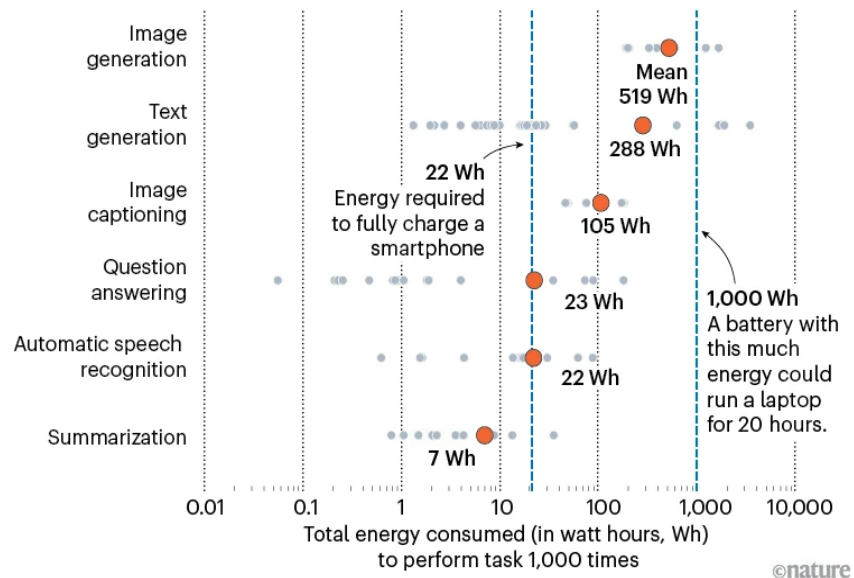
이러한 대규모 학습 작업은 각 회사들의 새로운 파운데이션 모델이 개발되며 점점 빈번해지고 있다. 나아가 거대한 파운데이션 모델이 탄생하면 이를 반복적으로 재학습(re-training)을 시키거나 파운데이션 모델을 기반으로 특정 목적에 맞게 추가 학습시키는 파인 튜닝(Fine Tuning) 과정이 보편화되면서 누적적으로 전력 소비량을 끌어올리게 되었다.

지속적으로
전력을 소비하는
추론 과정

완성된 AI 모델들이 우리가 사용할 수 있는 서비스로 출시되어 **우리의 요청에 응답하는 추론(Inference) 과정**에서도 전력을 소비한다. 한 번의 추론에 드는 전력은 미미하지만, 이것이 전 세계 수십억 인구의 일상에 스며들게 되면 전력소비량은 학습 단계를 넘어서게 된다.

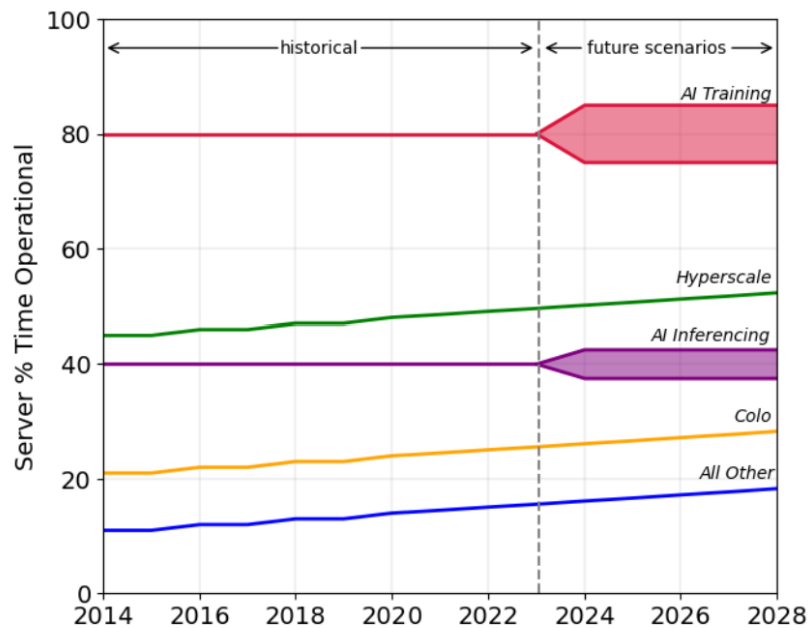
Semi Analysis 에 따르면 Open AI 가 Chat GPT 서비스를 제공하기 위해서는 총 28,936 개의 GPU 와 3,617 개의 NVIDIA HGX A100 서버가 필요하며, 이는 하루 564MWh 의 전력 수요를 의미한다고 언급했다. 구글은 2019 년부터 2021 년까지 머신러닝 관련 에너지 소비를 분석한 결과, 60%가 추론에서 사용되었다고 밝혔다.

도표 23. AI가 추론 시 사용하는 전력량(각 일을 1,000 번 수행했을 때)



자료: Nature. 유진투자증권

도표 24. 데이터센터 유형에 따른 서버 가동률



자료: LBNL, 유진투자증권

AI 서버는
가동률도 높다

AI 데이터센터는 과거 데이터센터와는 다르게 가동률 자체도 높다. 과거 데이터 센터는 가동과 중단을 반복했다. 트래픽이 몰리는 시간에는 가동률이 높지만, 사용자가 없는 새벽 시간에는 대부분의 서버가 거의 유휴(idle) 상태에 머물렀다. 가동률이 10~20%대에 불과했다는 것은, 기존 데이터센터의 평균 전력 부하(Average Power Load)가 최대 용량 대비 매우 낮게 유지되었음을 의미한다.

그러나 AI 학습 서버는 한번 작업을 시작하면 수 주에서 수개월 동안, 80%라는 가동률로 24 시간 쉬지 않고 연산을 수행한다. 이는 데이터센터의 특정 구역이 한 달 내내 거의 최대 전력 상태로 운영됨을 의미한다. AI 추론 서버는 비록 가동률이 40%로 학습보다는 낮지만, 이는 과거 일반 서버의 평균 가동률(21~35%)을 상회하는 수치이며, 전 세계 사용자를 대상으로 하기에 기존 데이터센터보다 높은 가동률을 보인다.

더 많고
더 좋은
전력 설비가 필요

결론적으로, AI 서버의 높은 가동률은 데이터센터의 평균 전력 부하 자체를 끌어 올린다. 이는 변압기, 배전반, 케이블 등 모든 전력기기가 더 오랜 시간 동안 더 높은 스트레스를 견뎌야 함을 의미한다. 따라서 AI 데이터센터는 높아진 평균 부하를 안정적으로 감당할 수 있도록 전력 설비의 전체적인 용량과 내구성을 상향 설계할 수밖에 없다.

② 네트워크: 연결의 핵심

연결되는 것도 에너지 다. GPU 들이 하나의 거대한 연산 집합체로 작동하려면 초고속 네트워크가 필요하다. AI 데이터센터는 이를 위해 더 강력한 네트워크 스위치, 새로운 네트워크 아키텍처, 고속 상호연결 장치가 필요하며 이에 따라 전력 소비가 늘어난다.

스위칭 칩에서 여러 대의 서버, 스토리지, 네트워크 장비를 연결해주는 스위치의 핵심인 스위칭 ASIC(Application-Specific Integrated Circuit)는 고전력 부품이다. 스위칭 ASIC 는 매 세대마다 대역폭과 성능이 향상되며 단일 칩 전력 소모도 증가하고 있다. 반도체 공정 미세화로 비트당 전력 효율은 향상되고 있으나 전력 소모량 자체는 부가기능에 필요한 전력이 추가되면서 증가하는 경향을 보인다.

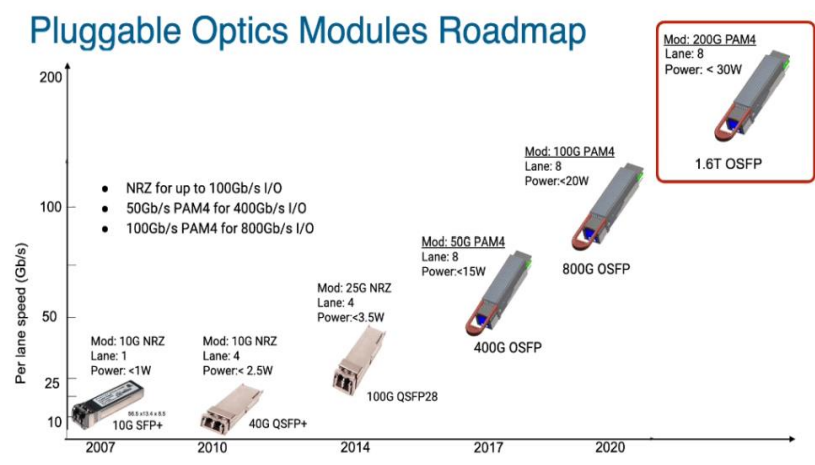
광 트랜시버로 넘어가 여기에 서버와 스위치를 연결하는 광 트랜시버(Optical Transceiver)도 중요한 변수다. 데이터 속도가 높아질수록 전기와 빛 신호의 상호 변환 및 신호 무결성 유지에 더 많은 에너지가 필요하다. 예컨대 100G 모듈이 약 3.55W 를 사용했다면, 800G 모듈은 16~20W의 전력을 소비한다.

도표 25. 브로드컴 스위칭 ASIC Tomahawk 세대별 대역폭과 전력

세대(칩)	스위칭 대역폭	칩 전력
Tomahawk 3 (BCM56980)	12.8 Tb/s	~300 W
Tomahawk 4 (BCM56990)	25.6 Tb/s	~450 W
Tomahawk 5 (BCM78900)	51.2 Tb/s	~500 W

자료: Broadcom, 유진투자증권

도표 26. 광 트랜시버 모듈 로드맵

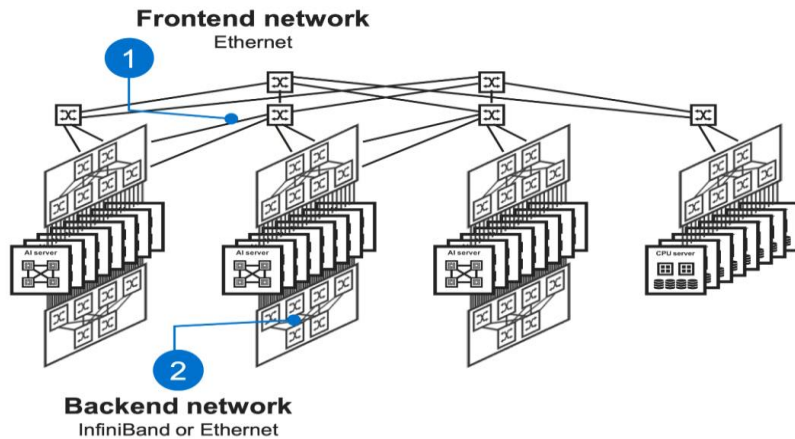


자료: Arista, 유진투자증권

서버들 간의
네트워크까지

나아가 AI 모델 학습은 데이터센터의 트래픽 패턴을 바꾸고 있다. 전통적인 데이터센터가 주로 사용자와 서버 간의 남-북향(North-South) 트래픽 중심이었다면, AI 학습 환경에서는 수천 개 GPU가 상호 실시간 데이터 교환을 수행하는 동-서향(East-West) 트래픽이 전체의 90% 이상을 차지한다. 내부 통신을 처리하기 위해 기존의 이더넷(Ethernet)과 더불어, 인피니밴드(InfiniBand) 기반의 백엔드 네트워크(Back-end Network)를 별도로 구축하게 되는데 이는 상시 전력 사용량을 높이는 요인이다.

도표 27. 데이터센터 네트워크: 프론트엔드, 백엔드



자료: Marvell, 유진투자증권

도표 28. 백엔드까지 있을 경우 필요한 전력 추정

프론트엔드만 있는 경우		서버당 400G × 2 포트, 광모듈 12W/포트, FE 스위치 40대, 대당 400W	
기기	계산	전력	
프론트엔드 광모듈	1,000 × 2 × 12W	24 kW	
프론트엔드 NIC	1,000 × 2 × 8W	16 kW	
프론트엔드 스위치	40 × 400W	16 kW	
합계(IT)		56 kW	
설비 포함(IT×PUE 1.4)	56 × 1.4	78.4 kW	
프론트엔드, 백엔드 이원화된 경우		프론트엔드: 100G × 2 포트, 5W/포트, 스위치 40대 × 300W 백엔드: 800G × 2 포트, 16W/포트, 스위치 40대 × 700W	
기기	계산	전력	
프론트엔드 광모듈	1,000 × 2 × 5W	10 kW	
백엔드 광모듈	1,000 × 2 × 16W	32 kW	
프론트엔드 NIC	1,000 × 2 × 8W	16 kW	
백엔드 NIC	1,000 × 2 × 8W	16 kW	
프론트엔드 스위치	40 × 300W	12 kW	
백엔드 스위치	40 × 700W	28 kW	
합계(IT)		114 kW	
설비 포함(IT×PUE 1.4)	114 × 1.4	159.6 kW	

자료: 유진투자증권 추정

③ 냉각: 안정성의 핵심

서버의 열을 식혀줄 에너지도 필요하다

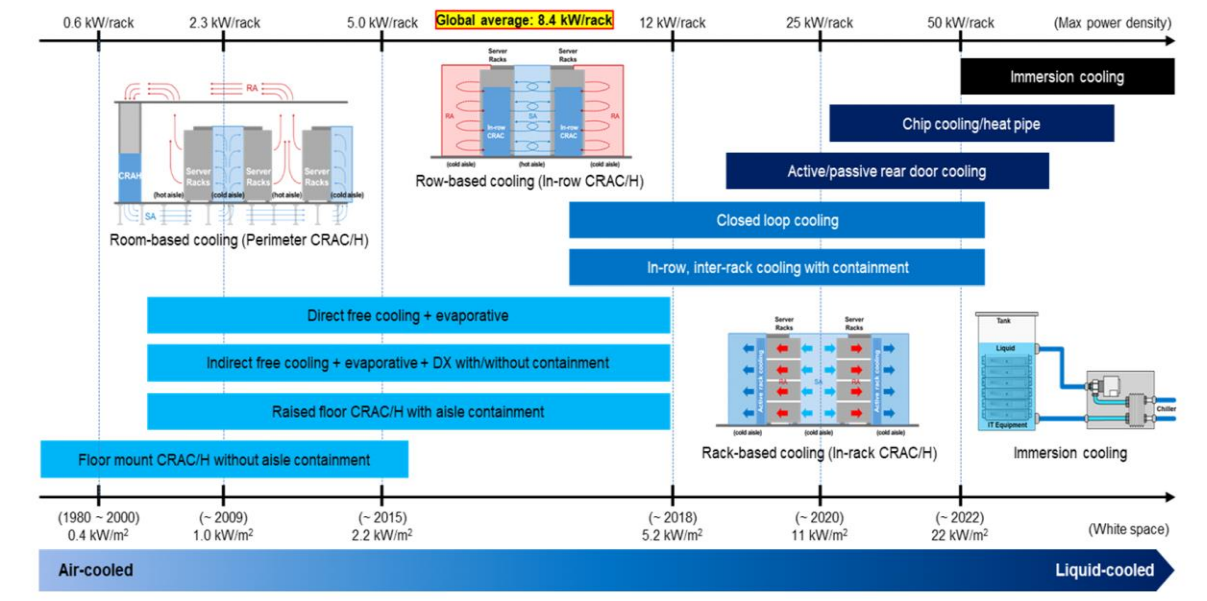
물리학의 기본 법칙인 줄(Joule)의 법칙에 따르면, 전류가 도체를 흐를 때 도체의 저항으로 열이 발생한다. 서버, 스토리지, 네트워크 장비, 그리고 고성능 AI 가속기까지 모든 데이터센터 장비는 열을 발생시킨다. 열을 제어하지 않으면 장비 온도 상승으로 인한 성능 저하, 고장, 수명 단축이 일어나게 된다. 그러므로 안정적인 장비 운영과 성능 유지를 위해서는 대규모 냉각이 필요하다. 랙 전력 밀도가 10kW에서 80kW로 증가하게 되면, 필요한 냉각 에너지는 대략 8배 늘어난다.

도표 29. 랙 밀도와 필요한 냉각 에너지

랙 전력 밀도 (kW/rack)	열부하 (kW)	열부하 (BTU/h)	필요 냉각톤 (ton)
10	10	34,120	2.84
20	20	68,240	5.69
40	40	136,480	11.37
80	80	272,960	22.75
100	100	341,200	28.43

자료: 유진투자증권. 주: 랙 전력밀도(kW) = 열 부하(kW), 1kW=3,412.14BTU/h, 1 냉각톤= 12,000BTU/h

도표 30. 서버 밀도 변화와 이에 따른 냉각 방법 발전



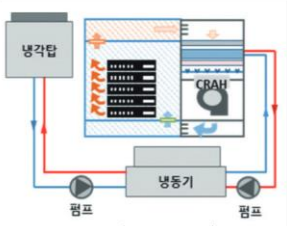
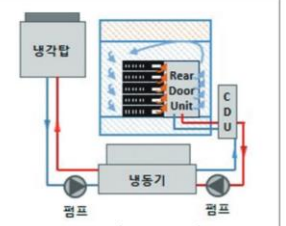
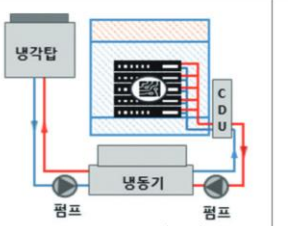
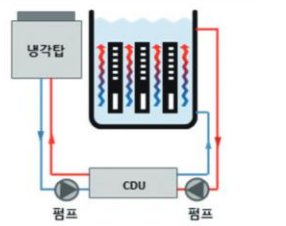
자료: 조진균, 문주현, 변상우(2024). "데이터센터 수냉식 냉각시스템 에너지효율 분석"

도표 31. PUE 개념(1에 가까울수록 고효율)

$$PUE = \frac{\text{Total Data Center Annual Energy}}{\text{Total IT Annual Energy}}$$

자료: 유진투자증권

도표 32. 데이터센터 종류에 따른 냉각방식 적용

일반 데이터센터		AI 데이터센터	
 공랭식 (CRAC/FWU) — 낮은 전력 효율 (PUE ≥ 1.3) — 냉각용 전기사용량 높음	 공랭식 (Rear Door) — 낮은 전력 효율 (PUE ≤ 1.3) — Rack 부착형으로 서버 근접 냉각	 Direct-to-Chip (D2C) — 중간 전력 효율 (PUE ≤ 1.2) — 공기냉각과 병행 필요 — 커스텀 디자인 서버 (고가)	 액침냉각 — 높은 전력 효율 (PUE ≤ 1.1) — 액침 전용 서버 적용 필요 — 서버 유지관리성 개선 필요

자료: 강호석(2025). "AI 데이터센터의 특성과 냉각시스템 설계 및 시공 기술"

PUE의 개념

냉각 기술은 데이터센터 발전과 함께 진화했다. PUE(Power Usage Effectiveness)는 데이터센터의 총 전력 소비량을 IT 장비(서버, 스토리지 등)가 소비하는 전력량으로 나눈 값이다. 1에 가까울수록 냉각이나 전력 변환 같은 비(非) IT 설비가 사용하는 전력이 적다는 의미로, 에너지 효율이 높다는 것을 뜻한다.

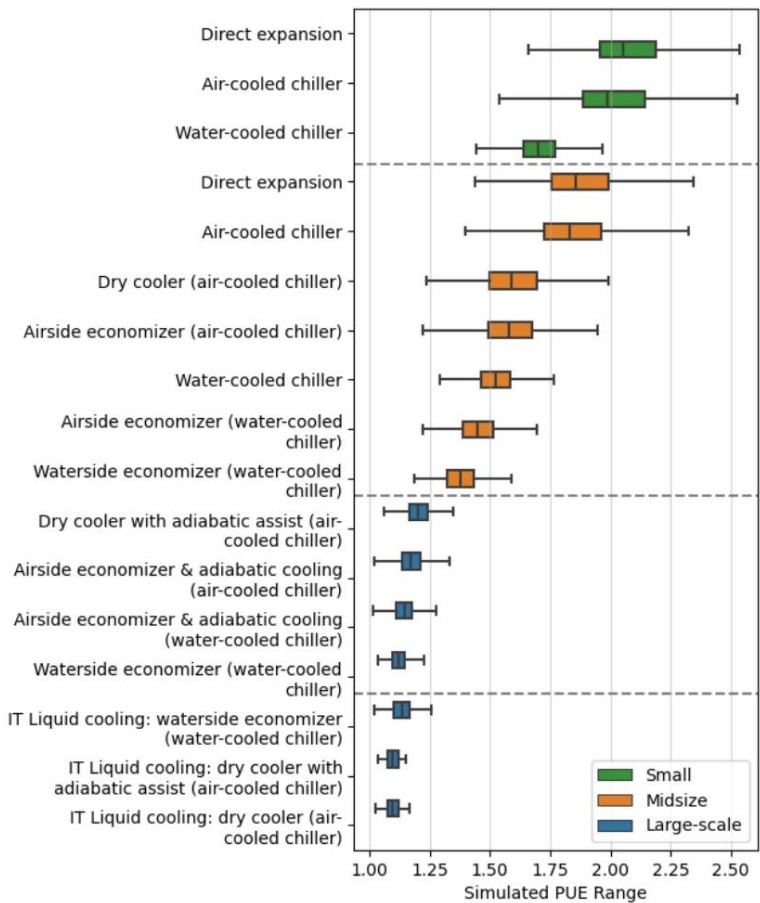
원래는 공기로도 충분했다

전통적인 데이터센터의 공랭식 CRAC(Computer Room Air Handler)/CRAC (Computer Room Air Conditioning) 냉각 시스템은 차가운 공기를 서버 랙으로 순환시켜 열을 흡수하고 뜨거운 공기를 외부로 배출하거나 재냉각시키는 방식이다. 이는 PUE 비율이 1.25~2.0 수준이었다. 기존 데이터센터 자체도 전력밀도가 올라감에 따라서 서버룸 전체에 냉각 공기를 공급하는 FWU(Fan Wall Unit), 랙 사이에 설치하는 In-Row Colling, 랙에 직접 설치하는 Rear Door Cooling 방식과 같은 근접 냉각 방식도 도입되었다.

이젠 더 시원한 물로 식혀줘

AI 데이터센터는 랙 당 전력 밀도가 높아지면서 공기보다 열 전달 효율이 좋은 액체를 사용하기 시작했다. 따라서 AI 데이터센터는 서버 전체를 비전도성 냉각 액체에 완전히 담가서 냉각하는 액침 냉각(Immersion Cooling), 냉각 블록을 칩셋에 직접 부착하여 냉각수를 순환시키는 수랭식 직접 칩 냉각(Direct to Chip Liquid Cooling)등 기술을 적용해 전력 효율을 개선시키고 있으며 이를 통해 PUE를 1.05~1.4까지 끌어내리고 있다.

도표 33. 데이터센터 사이즈, 냉각 방법별 PUE



자료: LBNL, 유진투자증권

액체로 냉각하면서 PUE 가 개선되는 등 효율이 좋아지고 있지만, AI 가속기로 인한 랙당 전력 밀도의 증가세가 워낙 가파르기 때문에 냉각에 필요한 전력의 '절대량'은 오히려 계속해서 증가하고 있다.

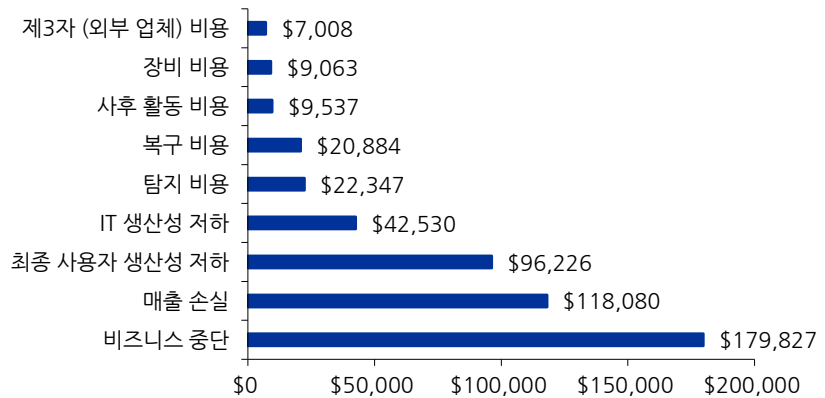
이처럼 AI 워크로드의 증가는 IT 장비 자체의 전력 수요뿐만 아니라, 그 열을 제거하기 위한 냉각용 전력이라는 2 차 전력 수요를 유발한다. 예를 들어, 100MW의 IT 부하를 가진 AI 데이터센터가 PUE 1.4 를 목표로 한다면, 약 40MW 에 달하는 전력이 냉각을 포함한 기계 및 전기 인프라를 위해서 사용된다. 이는 곧 데이터센터로 인입되는 전력의 총량을 증설해야 함을 의미하며, 이를 위해 변압기, 스위치기어, 배전반 등 수전 설비의 대용량화가 뒤따른다.

절대 꺼지지 않는 전력

전기 없으면
무용지물

앞서 언급했듯이 데이터센터의 핵심은 서버이지만, 그 서버를 움직이는 심장은 전기다. 전기가 공급되지 않으면 서버는 단 한 대도 돌아갈 수 없기 때문에, 데이터센터 전력망 설계에서 가장 중요한 것은 전력 공급의 안정성이고 이를 구현하는 방법은 **이중화**다. 데이터센터가 멈추는 순간, 그 안에서 운영되는 수많은 기업의 서비스가 동시에 중단되고 이는 곧바로 금전적 손실과 신뢰 하락으로 이어진다. 그래서 데이터센터는 365 일 24 시간 무중단 전력을 확보해야 한다.

도표 34. 데이터센터 장애 시 평균 복구 비용(평균 50 만 달러)



자료: Vertiv, 유진투자증권

도표 35. 데이터센터 장애에 따른 피해 사례

기업 (발생일자)	사고 원인	피해 내용 및 규모 (Impact)
Delta Airlines, 미국 (2016 년 8 월)	전력 공급 실패	애틀랜타 데이터센터의 스위치기어(차단기) 화재로 정전 발생. 백업 시스템(UPS, 발전기)이 제대로 작동하지 않음. 약 2,000 편의 항공편이 결항되고, 3 일간 운항 차질. 피해액 약 1 억 5 천만 달러 (약 1,800 억 원) 추산
Microsoft Azure, 미국 (2018 년 9 월)	냉각 시스템 실패	데이터센터 인근에 번개가 내리치면서 발생한 전력 서지가 냉각 시스템(칠러)을 마비시킴. 냉각이 중단되자, 서버들은 과열을 막기 위해 자동으로 셧다운(종료)됨. Visual Studio, Office 365 등 수많은 서비스가 20 시간 이상 중단
Oracle Cloud & Google Cloud, 영국 (2022 년 7 월)	이상 고온으로 냉각 시스템 과부하	기록적인 폭염(40°C 이상)으로 런던 데이터센터의 냉각 설비가 한계에 도달하며 과열. 냉각 용량 부족으로 다수의 서버가 비정상 종료되면서 클라우드 서비스 장애 발생
Microsoft Azure, 호주 (2023 년 8 월)	전압 강하 및 냉각 시스템 실패	시드니 데이터센터 리전(Region)에 발생한 전압 강하로 냉각 시스템이 셧다운. 과열을 막기 위해 다수의 서버가 자동 종료되면서 Azure, Office 365 등 서비스 장애 발생

자료: 언론 보도, 유진투자증권

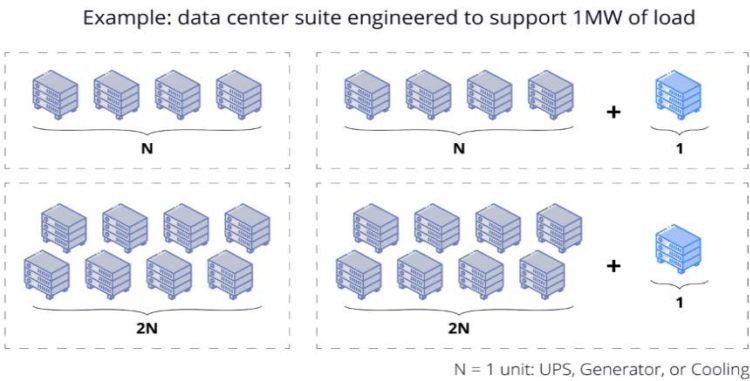
백업 설비 구성!! 이를 위해 데이터센터는 **전원 이중화(Redundancy) 설계**를 한다. 전원 이중화란, 주 전원에 장애가 발생하더라도 데이터센터가 계속 운영될 수 있도록 전력, 냉각 등 핵심 설비에 여분을 구성하는 것을 말하며, 이중화 수준은 $N+1$, $2N$, $2(N+1)$ 등으로 구분되고 목표 가용성에 맞춰 설계된다. 중소기업은 대부분 Tier 2 를 선택하고, 정부 및 하이퍼스케일러는 가동 중지 시간을 최소화하기 위해 Tier 3, 4 의 데이터센터를 설계하고 있다.

도표 36. 이중화에 따른 데이터센터 등급

구분	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
인프라 공급 경로	1 개 (단일 계통)	1 개 (단일 계통)	총 2 개 (1 개 활성, 1 개 예비)	2 개 (2 개 모두 활성)
이중화	N	N+1	N+1	2(N+1)
Uptime(가동률)	99.671%	99.741%	99.982%	99.995%
Downtime(장애허용시간)	28.8H	22H	1.6H	0.4H
중앙통제	X	X	O	O
백본망 이중화	X	X	O	O
UPS 가동시간	-	-	72 시간	96 시간

자료: History of Data Centre Development (Rihards Balodis, Inara Opmane), HPE, 한국과학기술기획평가원 재인용

도표 37. 데이터센터 이중화 개념

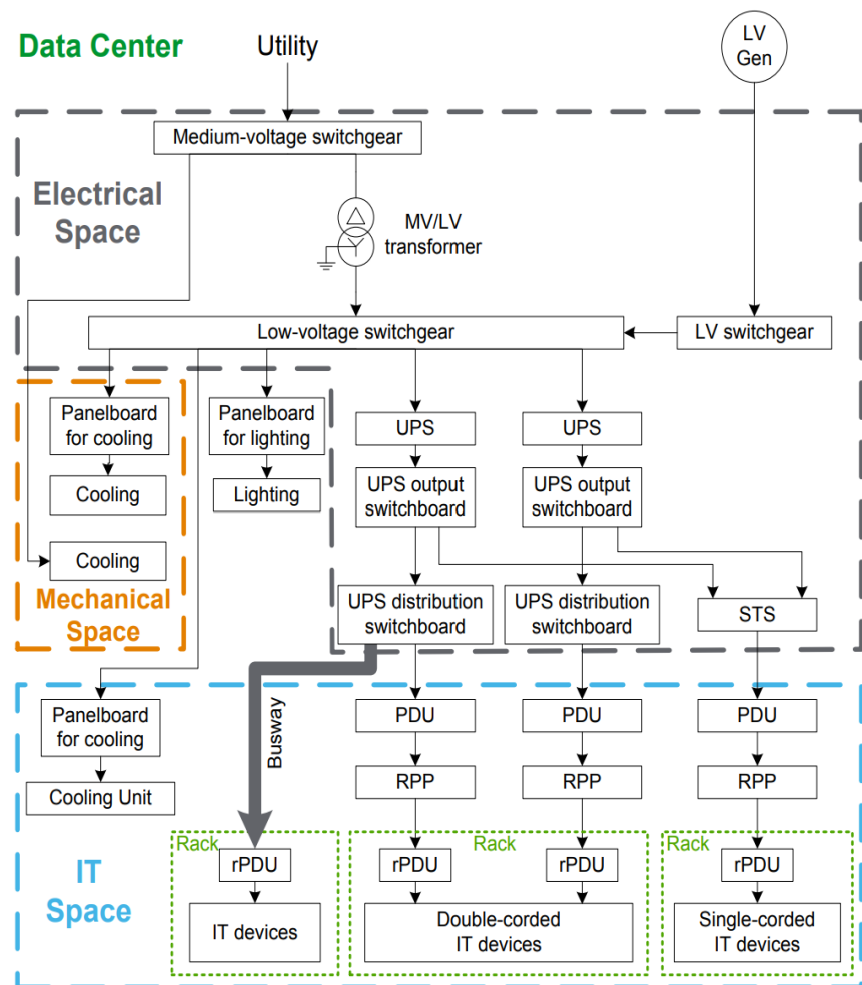


자료: DuneTech, 유진투자증권

이중화 =
최소 두배의 물량 필요

여기서 알 수 있는 것은 이중화를 구현하는 과정에서 전력기기 수요가 크게 증가한다는 점이다. 이중화 수준이 높아질수록 동일 용량의 전력 경로를 두 세트 이상 설치해야 하므로, 케이블-버스덕트(버스바)-PDU(Power Distribution Unit) 등 배전 설비 물량이 2 배 이상 늘어난다.

도표 38. 데이터센터에 필요한 전력기기 구성



자료: Schneider Electric, 유진투자증권

100MW 데이터센터를 Tier 3, PUE 1.4로 구축한다고 가정해보자. 총 전력 부하는 140MW 가 되고 설계 구조가 2N 이기 때문에 완전히 독립된 두 개의 전력 시스템 구축(A 경로, B 경로)이 필요하다. Tier 3 의 이중화는 A 경로 하나가 140MW 를 단독으로 감당하기 위한 용량만 맞추는 것이 아니라, 개별 장비 고장에 대비한 예비 설비(N+1)도 포함한다. 결과적으로 데이터센터 하나를 짓기 위해 100MVA 급 메인 변압기 4대, 배전변압기 50대, 4MW 급 디젤 발전기 86대, 수백 개의 UPS 모듈(총 450 개)과 이들을 연결하는 수 km 의 버스웨이나 전선이 필요하다.

도표 39. 100MW 데이터센터를 2N, 완전 이중화, PUE 1.4로 구축 가정 시 필요 전력기기 양 추정

설비 항목	총 필요 수량 (A 경로+B 경로)	경로 하나 당 수량	핵심 가정
메인 변압기	4 대	100MVA × 2 대	총 부하(140MW) 백업 + 안전 마진(역률, 운전율) 고려
중전압 스위치기어	2 개 라인업	1 개 라인업	A/B 경로의 물리적 완전 분리
배전 변압기	50 대	6.3MVA × 25 대	IT 부하(100MW) 전용. PUE 부하(냉각 등)는 별도 처리
무정전 전원장치(UPS)	450 개 모듈	500kW 모듈 × 225 개	IT 부하(100MW) 백업 + 모듈 단위 N+1 이중화
버스웨이	수 km	경로별 독립 설치	UPS 와 서버랙 PDU 간의 대용량 저전압 전력 분배
디젤 발전기	86 대	4.0MW × 43 대	총 부하(140MW) 백업 + 운전율(85%) 및 기기 단위 N+1 이중화

자료: 유진투자증권 추정

도표 40. 데이터센터 등급별 비용

Tier (등급)	전원 연결	전력 시스템 가용성	비용 지수
I	단일 (Single)	99.98%	1.0
II	단일 (Single)	99.99%	1.6
III	이중 (Dual)	100.00%	2.2
IV	이중 (Dual)	100.00%	3.0

자료: Kohler Power, 유진투자증권

도표 41. 데이터센터에 필요한 전력기기와 글로벌 주요 업체

항목	역할	글로벌 주요 업체
메인 변압기(HV/MV)	전력회사에서 공급되는 고전압(HV)을 중전압(MV)으로 변환	Hitachi, Siemens, GE Vernova, Mitsubishi Electric, HD 현대일렉트릭, 효성중공업, LS ELECTRIC
중전압 스위치 기어	중전압 구간에서 전력 분배, 차단, 보호 및 제어 수행	ABB, GE Vernova, Schneider Electric, Eaton, Siemens, Mitsubishi Electric, Hitachi, HD 현대일렉트릭, 효성중공업, LS ELECTRIC
배전 변압기(MV/LV)	중전압(MV)을 서버IT 장비 사용 가능한 저전압(LV)으로 변환	Schneider Electric, Eaton, TMC Transformers, Siemens, Hitachi, GE Vernova, HD 현대일렉트릭, 효성중공업, LS ELECTRIC
저전압 스위치 기어/스위치 보드	저전압 구간에서 전력 분배, 차단, 보호 및 제어 수행	Schneider Electric, Eaton, Siemens, ABB, Legrand, Mitsubishi Electric, GE Vernova, LS ELECTRIC, HD 현대일렉트릭, 효성중공업
자동 절체 스위치(ATS)	주전원 장애 시 백업 전원(발전기, UPS 등)으로 자동 전환	ABB, Eaton, Socomec, Schneider Electric, Cummins, Generac, LS ELECTRIC
무정전 전원장치(UPS)	순간 정전-전압 강하 시 IT 부하에 무정전 전원 공급	Schneider Electric, Vertiv, Eaton, ABB, Mitsubishi Electric, Huawei, Delta
전력 배분 장치(PDU)	저전압 전력을 랙서버 장비에 분배하는 장치	Schneider Electric, Eaton, Raritan, CyberPower, Vertiv, Legrand, nVent
원격 전원 패널(RPP)	PDU로부터 공급받은 전력을 랙별로 분기분배	Eaton, Schneider Electric, Vertiv, Anord Mardix, Legrand, LS ELECTRIC
케이블/버스웨이	전력기기 간 전력 전달 통로 (모듈형 버스덕트 포함)	Legrand, Schneider Electric, Siemens, Eaton, ABB, LS 전선, LS ELECTRIC
디젤 발전기	주전원 정전 시 장시간 전력을 공급하는 비상 발전원	Caterpillar, Cummins, MTU Onsite Energy, Kohler, Generac, FG Wilson(Caterpillar), HD 현대중공업(엔진/발전기 부문)

자료: 각 사, 유진투자증권

이처럼 데이터센터에서 Tier 3, 4 설계를 적용하면 전력 경로 전체를 100% 중복 구성해야 하므로 전력 기기 수량이 기존 N 설계 대비 두 배 이상 증가한다. 이에 따라 데이터센터 건축 비용은 2배~3배가 된다.

그리고
자주 바뀌줘야 해

또한 고밀도 AI 랙 환경에서는 차단기, PDU, 버스웨이 등에 지속적인 고부하와 발열이 가해져 마모가 빨라진다. 글로벌 데이터센터 운영사들은 주요 배전기기와 전환 스위치(ATS) 등에 대해 5~7년 주기 교체를 권장하고 있다. 이중화 환경에서는 기기 수 자체가 많기 때문에 교체 주기가 도래할 때마다 누적되는 수요가 상당하다.

한편 Tier 3, 4 수준의 높은 안정성 요건은 프로젝트의 복잡성과 기간 자체를 늘리는 원인이다.

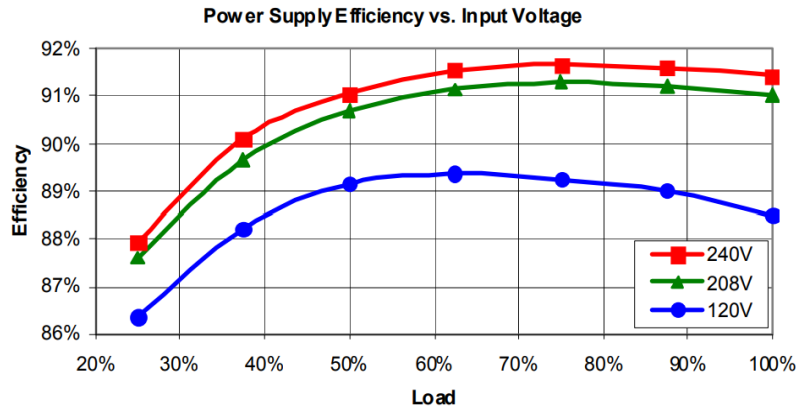
일감 선제적 확보 대형 변압기, 중전압 스위치기어, 비상 발전기와 같은 핵심 전력기기는 현재 심각한 글로벌 공급 병목을 겪고 있다. 대형 변압기는 발주 후 인도까지 2~3 년 이상(최근에는 4 년까지), 스위치기어는 1~1.5 년, 디젤 발전기도 1 년 내외의 시간이 걸린다. 사업자는 인허가 단계에서부터 이미 수년 뒤 현장에 도착할 장비를 선발주해야 전체 프로젝트 일정을 맞출 수 있다.

도표 42. 데이터센터 구축 단계

단계 (Phase)	소요 기간	주요 활동 및 고려사항
전체	3 년 ~ 6 년	데이터센터 설계 초기부터 최종 가동까지 소요되는 전체 기간
1. 부지 선정	6 ~ 12 개월	- 전력 가용성: 프로젝트의 성패를 좌우하는 가장 중요한 요소 - 광통신망 연결성: 여러 통신 사업자 옵션 확보 - 지리적 안정성: 홍수, 지진 등 자연재해 위험 평가 - 규제 환경 및 세금 혜택: 인허가 용이성 및 비용 절감
2. 인허가 및 승인	6 ~ 18 개월	- 환경영향평가, 지역제(Zoning) 승인, 건축 허가, 전력망 연결 계약 - 가장 예측 불가능한 지연이 발생하는 구간(예: 버지니아 북부의 경우 6 개월 → 18 개월로 증가)
3. 설계 및 개발	9 ~ 18 개월	- 건축, 기계/전기/배관(MEP) 공학, 구조, IT 인프라 상세 설계 - AI 시대에 맞춰 랙당 40kW 이상의 고밀도를 감당한 설계 필요
4. 건설	12 ~ 36 개월	- 부지 준비, 건물 골조 및 외장(Core & Shell) 공사 - 전력 및 냉각 인프라 설치 - 바닥 시스템, 랙 배치, 케이블 경로 설치 - 전체 프로젝트에서 가장 긴 시간이 소요되는 단계
5. 전력 확보	6 ~ 12 개월	- 전력 구매 계약(PPA) 협상 - 전력망 연결(Grid Interconnection) 확보 - 에너지 및 백업 전력 시스템(발전기, UPS) 구축 및 테스트
핵심 병목 구간	(상시)	- 장납기 장비 조달: UPS, 발전기, 냉각 장비 등은 9~12 개월 이상 소요 (설계 확정 전 발주 필요) - 전력망 인프라 개발: 변전소 건설 및 계통 연계는 18~24 개월 소요되며 예산 투입으로 단축 불가

자료: AccuTech Communications, 유진투자증권

도표 43. 전원 공급 효율



자료: Schneider Electric "High-Efficiency AC Power Distribution for Data Centers", 유진투자증권

도표 44. 랙 PDU 당 사용 가능한 3상 전력 용량(맞춤형이 필요하다)

	Standard		Custom			
NEMA	40 A	60 A	100 A	125 A	150 A	175 A
120/208 V	11.5 kW	17.3 kW	28.8 kW	36.0 kW	43.2 kW	50.4 kW
240/415 V	23.0 kW	34.6 kW	57.6 kW	72.0 kW	86.4 kW	100.8 kW

Note, these values are de-rated to 80% based on typical code requirements.

IEC	32 A	63 A	100 A	125 A	150 A	160 A
230/400 V	22.1 kW	43.5 kW	69.0 kW	86.3 kW	103.5 kW	110.4 kW

자료: Schneider Electric "High-Efficiency AC Power Distribution for Data Centers", 유진투자증권

더 좋은 설비
더 많은 설비

동일한 장비의 수량과 리드타임이 늘어나는 것에서 나아가 더 좋은 설비가 필요하다. 슈나이더 일렉트릭에 따르면, 80kW 급 AI 랙 하나를 전통적인 저전압(120/208V) 방식으로 공급하려면 너무나 많은 케이블이 필요하기 때문에 더 높은 전압(240/415V)의 배전 시스템으로 전환하게 만든다. 한편 PDU(Power Distribution Unit) 또한 통상 44kW 수준에 그쳐, 100A 이상의 전류를 처리할 수 있는 대용량 맞춤형 PDU의 도입이 필요하다. 결론은 AI 데이터센터는 더 높은 전압과 전류 용량을 갖춘 고사양 전력기기를 많이 쓰는 것을 전제로 설계된다는 것이다. 이러한 구조는 전력기기 제조업체들에게 안정적인 장기 수요와 수익원을 제공한다.

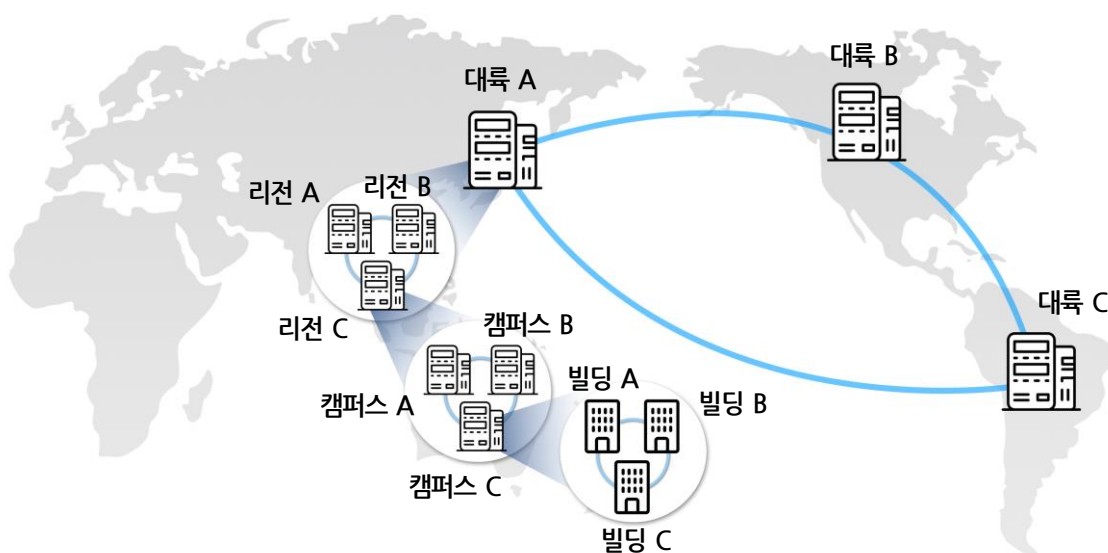
AI를 위한 초연결: 데이터센터 네트워크 고도화

글로벌 분산 유기체를 위한 3 단계 신경망

AI 시대의 데이터센터는 더 이상 고립된 섬이 아닌, 전 세계에 흩어져 마치 하나의 거대한 컴퓨터처럼 유기적으로 작동하는 '**글로벌 분산 유기체**'로 진화하고 있다. 수백 메가와트를 넘어서는 막대한 전력 소모와 물리적 공간의 한계는 수만에서 수십만 개에 달하는 GPU 클러스터를 단일 부지가 아닌 여러 건물과 캠퍼스, 나아가 여러 대륙에 걸쳐 분산 배치할 것을 요구한다.

하지만 분산은 AI 학습 효율의 가장 큰 적인 지연 시간(Latency)을 유발한다. 이 딜레마를 해결하고, 물리적으로는 흩어져 있되 논리적으로는 마치 한곳에 모여 있는 것처럼 만들기 위해 하이퍼스케일러들은 전례 없는 규모와 복잡성을 가진 초연결 네트워크를 구축하고 있다.

도표 45. 멀티 데이터센터 분산 트레이닝 네트워크



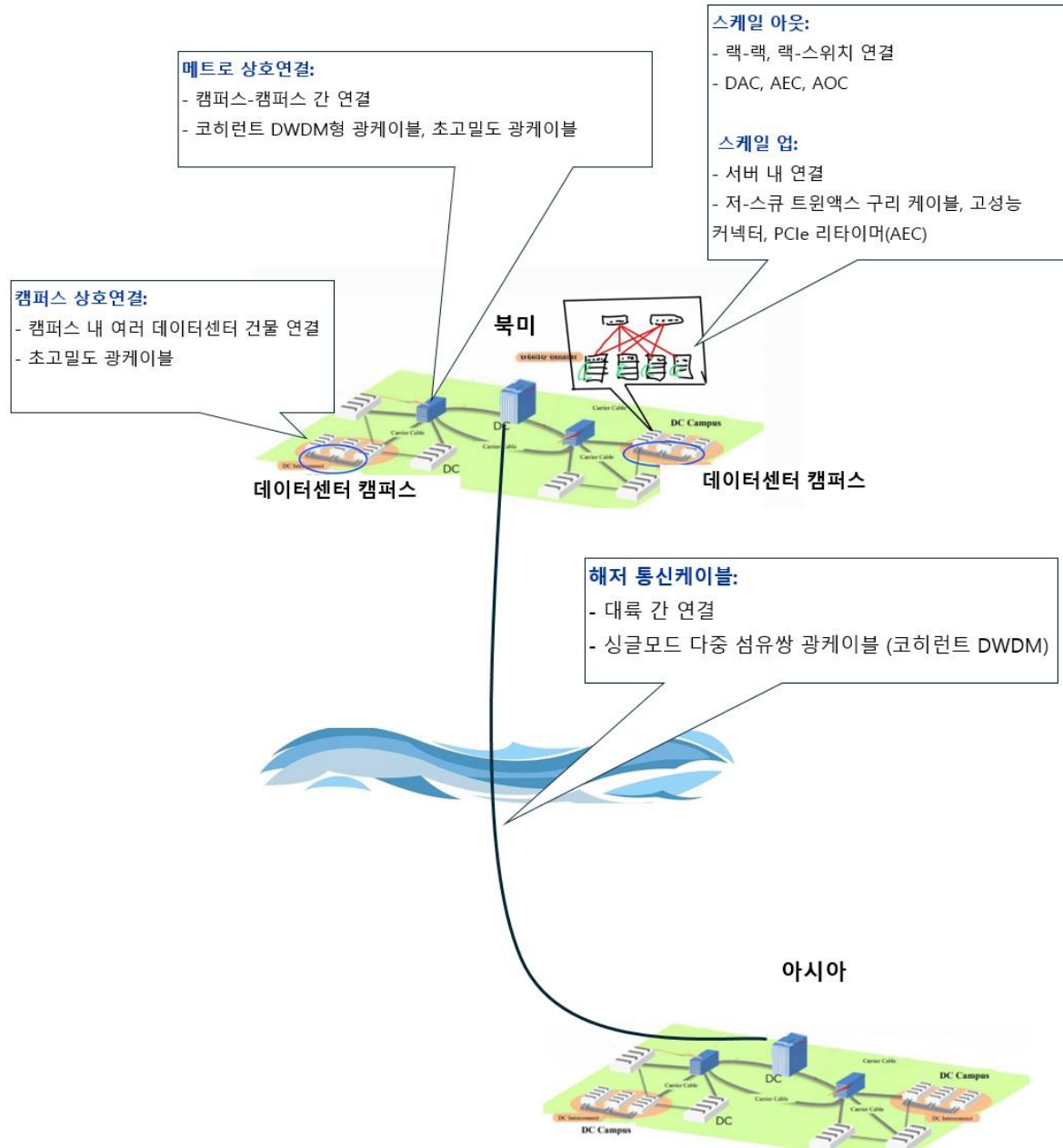
자료: 유진투자증권

인간의 신경계가 척추 신경, 뇌 신경, 그리고 개별 뉴런 간의 연결로 나뉘듯 AI 컴퓨팅의 네트워크는 그 규모와 역할에 따라 명확하게 구분되는 계층적 구조를 가진다.

가장 상위 계층에는 **대륙과 대륙을 잇는 글로벌 스케일**의 초장거리 신경망이 존재하며, 이는 전 세계에 분산된 AI 자원을 하나로 묶는 대동맥 역할을 한다. 그 아래 계층에는 **도시와 건물을 잇는 캠퍼스 및 메트로 스케일**의 중거리 신경망이 있어 여러 건물에 흩어진 GPU 들을 하나의 거대한 슈퍼컴퓨터처럼 작동시킨다. 마지막으로 가장 미세한 단계에는 **데이터센터 건물 내부에서 GPU와 GPU를 직접 잇는 랙 스케일의 초단거리 신경망**이 모세혈관처럼 촘촘하게 퍼져 있다.

중요한 점은, 이 세 개의 모든 계층에서 AI 는 이전과는 비교할 수 없는 수준의 **케이블 인프라 수요를 동시에 촉발하고 있다**. 이어지는 분석에서는 각 계층이 AI 의 어떤 특수한 요구를 해결하기 위해 존재하며, 그 과정에서 어떤 종류의 케이블 솔루션이 핵심적인 역할을 하는지를 글로벌 스케일부터 랙 스케일까지 단계적으로 분석하고자 한다.

도표 46. AI 데이터센터 네트워크에 필요한 케이블 영역



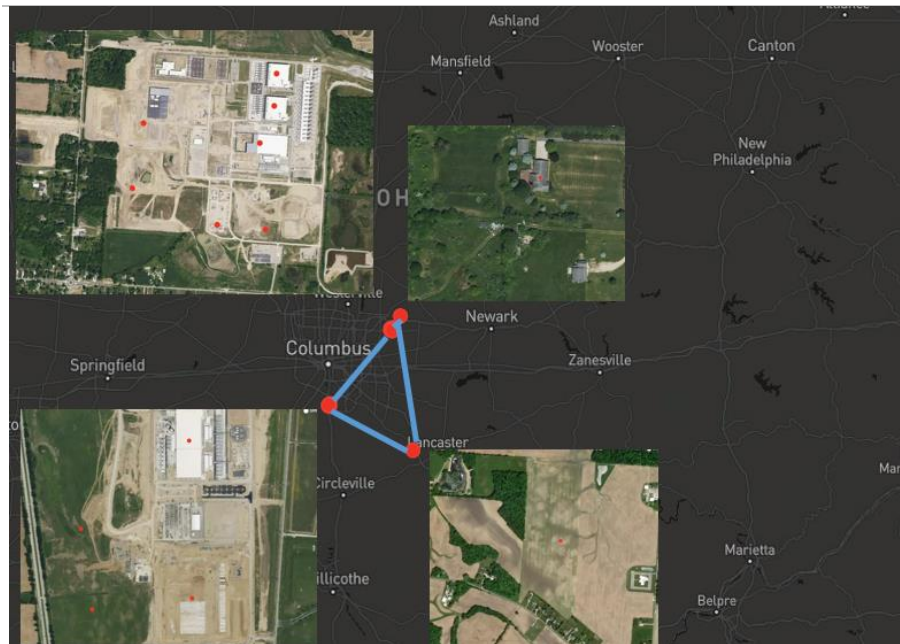
자료: 유진투자증권

도표 47. 구글 블로그 발췌: AI 시대에는 대륙이 데이터센터다

- The wide area network (WAN) is the new local area network (LAN): In the AI era, we train the largest of our foundation models across multiple campuses and even multiple metros to pool together large numbers of TPUs. The need for scalability has never been this acute, both for Gemini and for our customers building foundation models on Google Cloud infrastructure. Moreover, these ML applications have unique traffic patterns, such as highly bursty [elephant flows](#). Understanding and managing these flows is critical for efficient network performance.
- AI 시대에는 WAN(광역 통신망)이 새로운 LAN(근거리 통신망)이고, 대륙이 곧 데이터센터입니다.**
In the AI era, the WAN is the new LAN and the continent is the data center. This horizontal scaling approach, inspired by the design of our massive data center fabrics, allows Google's global network to handle the unprecedented bandwidth demands of today's AI workloads. This multi-shard network has been a key enabler for us to accommodate the average **7X WAN traffic growth** between 2020 and 2025, and more importantly, an order of magnitude growth in peak traffic due to the bursty nature of ML traffic over the same period.

자료: 구글

도표 48. 구글 멀티-데이터센터 추정 site: 오하이오 거점



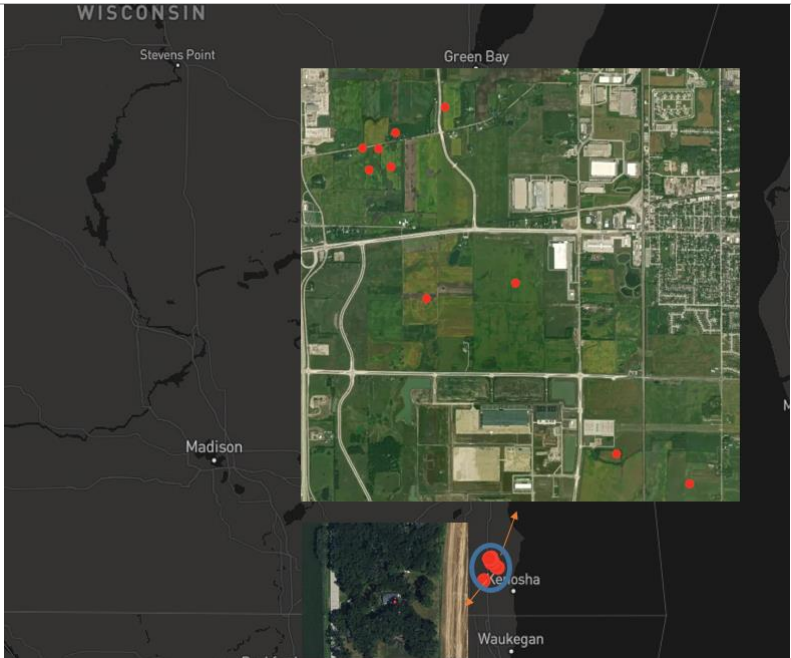
자료: bro, 유진투자증권

도표 49. 구글 멀티-데이터센터 추정 site: 네브라스카/아이오와 거점



자료: bro, 유진투자증권

도표 50. 마이크로소프트 멀티-데이터센터 추정 site: 위스콘신 거점

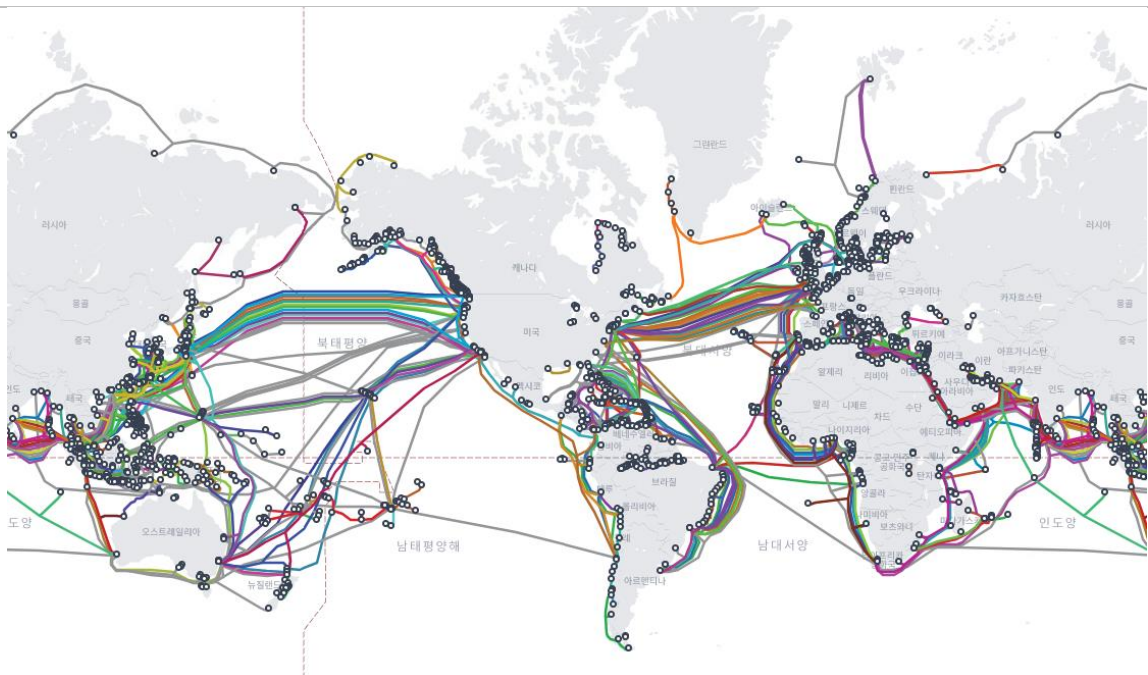


자료: bro, 유진투자증권

대동맥: 해저 통신 케이블

AI 를 위한 글로벌 분산 유기체가 진정한 의미에서 완성되기 위해서는 각 대륙에 흩어져 있는 데이터센터 캠퍼스들을 하나로 묶는 거대한 대동맥이 필수적이다. 그리고 이 역할을 수행하는 것이 바로 해저 광케이블이다.

도표 51. 전세계 트래픽 99%를 담당하는 해저케이블

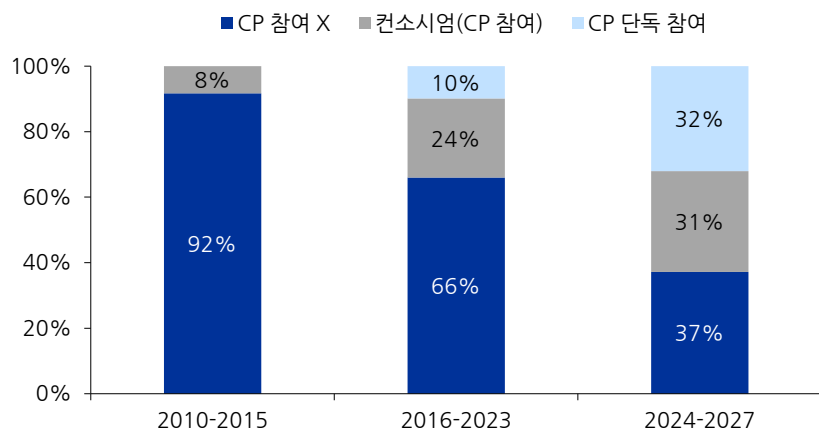


자료: Telegeography

이 시장의 가장 근본적인 변화는 프로젝트의 주도권이 전통적인 통신사 컨소시엄에서 하이퍼스케일러로 넘어가고 있다는 점이다. 과거 해저 케이블은 각국의 대표 통신사들이 위원회를 구성하여 공동으로 투자하고 용량을 나누어 쓰는 컨소시엄 모델이 일반적이었다. 그러나 이제 구글, 메타, 마이크로소프트, 아마존 등의 하이퍼스케일러들은 네트워크 용량을 세입자처럼 빌려 쓰는 것을 넘어 직접 자본을 투자하여 케이블을 소유하는 건물주로 변모하고 있다.

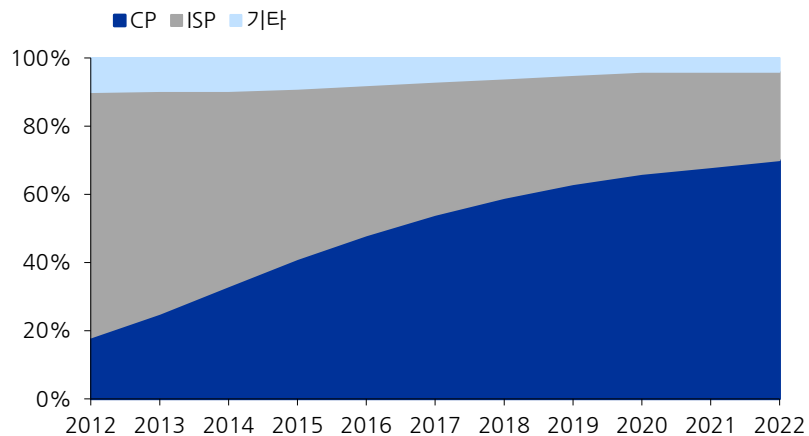
하이퍼스케일러들이 단독 프로젝트를 추진하는 배경은 명확하다. 첫째, 자신들의 글로벌 AI 서비스와 데이터 동기화를 위한 전용 고속도로를 확보하여 트래픽 변화에 유연하게 대응하고 네트워크를 완벽하게 통제하기 위함이며, 둘째, 장기적으로 통신사에 막대한 회선 이용료를 지불하는 것보다 직접 케이블을 소유하는 것이 총소유비용(TCO) 측면에서 훨씬 경제적이기 때문이다.

도표 52. 해저케이블 투자 모델 변화



자료: Telegeography, 유진투자증권

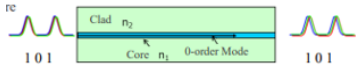
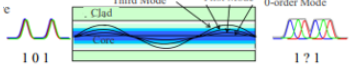
도표 53. 사업자 유형별 해저케이블 트래픽 점유율 변화



자료: Telegeography, 유진투자증권

이러한 대륙 간 연결에 사용되는 해저 통신케이블은 장거리, 고용량 데이터 전송에 최적화된 싱글모드 광섬유(Single-Mode Fiber, SMF)를 사용한다. 싱글모드란 빛이 통과하는 유리 중심부, 즉 코어(Core)의 직경이 극도로 가늘어 빛의 신호가 거의 분산 없이 단일한 경로로 직진하는 방식을 의미한다. 이는 빛의 신호 왜곡을 최소화하여 수천 킬로미터에 달하는 초장거리 전송을 가능하게 하는 핵심적인 특징이다.

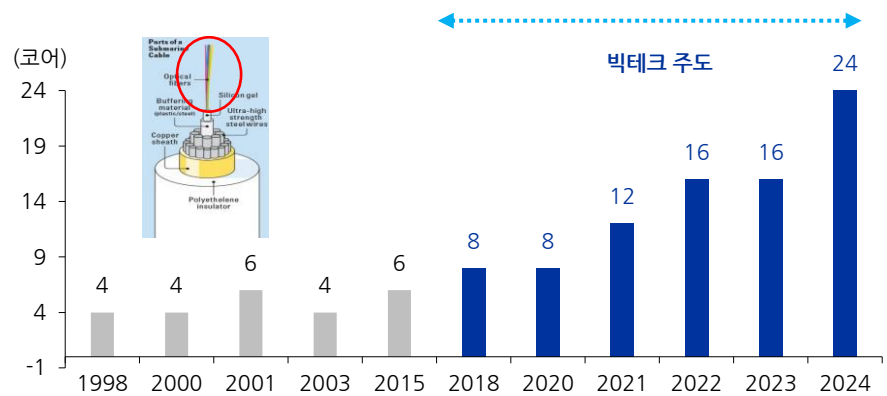
도표 54. 광섬유 싱글모드 vs 멀티모드

구분	싱글모드 (Single-Mode Fiber, SMF)	멀티모드 (Multi-Mode Fiber, MMF)
코어 직경	매우 가늘 (8-10 μm)	상대적으로 넓음 (50 μm 또는 62.5 μm)
빛 전파 방식	빛이 단일한 경로로 거의 직선으로 나아감	빛이 여러 개의 경로로 반사를 반복하며 퍼져나감
신호 분산	매우 작음. 도착 시 신호가 깨끗하게 유지됨 	큼. 여러 경로를 거친 빛들이 미세한 시간 차로 도착하여 신호가 뭉개짐 
최대 전송 거리	초장거리 (수 km ~ 수천 km)	단거리 (수백 미터 이내)
주요 적용 분야	해저 케이블, 장거리 육상 통신망, 메트로 DCI (AI 시대에는 데이터센터 내부 백본에도 사용 증가)	데이터센터 내부 (랙과 랙 사이), LAN(근거리 통신망)
장점	압도적인 전송 거리와 대역폭 성능	저렴한 비용
단점	정밀한 레이저 광원과 부품이 필요하여 상대적으로 비용이 높음	거리와 속도의 한계가 명확하여 미래 확장성이 떨어짐

자료: 유진투자증권

AI 가 요구하는 폭발적인 대역폭 증가는 이 싱글모드 광섬유의 수량을 늘리는 방향으로 이어지고 있다. 과거 통신사들이 주도하던 시절의 해저 케이블은 보통 4~8 개의 광섬유 코어를 포함하는 것이 일반적이었다. 하지만 최근 하이퍼스케일러들이 주도하는 프로젝트들은 12 코어, 16 코어를 넘어 최근 메타는 Waterworth 프로젝트의 케이블에 24 코어의 광섬유를 탑재하겠다고 발표하는 등 케이블 하나의 담기는 차선의 수가 늘어나고 있다.

도표 55. 대역폭 증가에 따라 탑재되는 광섬유 코어도 증가



자료: Telegeography, 유진투자증권

도표 56. 2023 년 이후 발표된 하이퍼스케일러 해저케이블 프로젝트

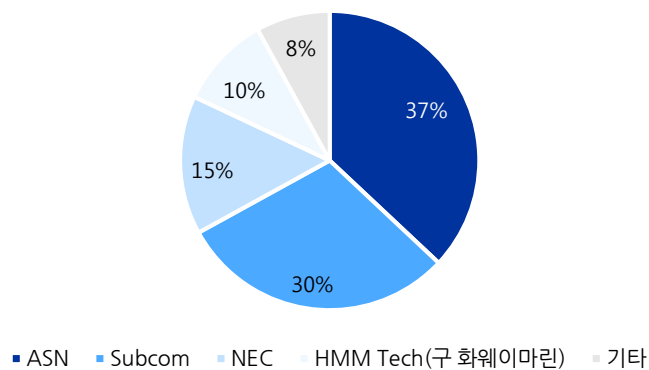
기업	프로젝트	발표/업데이트	주요 경로	협력/특징
Google	Honomoana & Tabua	2023.1	미서부/호주 ↔ 프퐁/피지(태평양 도서국 연결)	Vocus/APTelecom 등과 남/중태평양 연결 강화. South Pacific Connect 핵심
	Nuvm	2023.09 (발표), 2024-25(연장 공지)	포르투갈 ↔ 버뮤다 ↔ 미국(동부) + 아조레스 확장	대서양 경로 다변화, 버뮤다/이베리아/미국 내 상호연결 설계
	Proa & Taihei	2024.04	미국-일본 간 신규 루트(CNMI-괌하와이 경유)	KDDI-Arteria, CNMI-Citadel Pacific 등과 대미-대일 10 억달러 투자. 하와이-CNMI-괌 인터링크 동시 구축
	Humboldt	2024.01	칠레 발파라이소 ↔ 프폴리네시아 ↔ 호주	남미-아태 최초 직접 연결. 칠레 국책사와 합작 법인 (Humboldt Connect)
	Australia Connect	2024.11	호주 ↔ 동남아/미국 추가 루트 (세부 트렁크 다중화)	VocusNextDC-Sub.co 와 인도-태평양 라우팅 강화
	Sol	2025.07	미국 Florida(Palm Coast) ↔ 버뮤다 ↔ 아조레스(라고아) ↔ 스페인(산탄데르)	Nuvm 과 대서양 이중화 세트 완성(마이베리아버뮤다-아조레스에서 상호연결). 플로리다-유럽 유일 직결 경로
Meta	2Africa / Pearls	2023~(순차 상륙), 2024.06(동남아-동아프리카 일부 개통), 2025.03(인도 상륙)	아프리카 순환 + 유럽중동아시아 확장	2024.6 남아공-케냐 구간 활성화 발표, 2025.3 인도 상륙 (뭄바이). 세계 최장급 컨소시엄 시스템
	Anjana	2023.05(공개) / 2024.10(스페인 랜딩)	미국 Myrtle Beach ↔ 스페인 Santander	Meta 단독 소유(Edge USA 등)
	Project Waterworth	2025.02	마인도-브라질-남아공 등 5 대륙	메타 최대 규모. 세계 최장급 초고용량(24FP) 계획, AI 트래픽 대응.
AWS	JAKO (Japan-Korea)	2025.06 (컨소시엄 확정)	부산-후쿠오카(약 260km)	Microsoft-AWS-Arteria-Dreamline 주도, LS 전선/LS Marine 턴키
	오리건-태평양 케이블	2023.08	오리건 해안 상륙 → 환태평양	-
	미국-아일랜드 케이블	2025.01 (아일랜드 MAREA 규제청 제출)	미국 ↔ 아일랜드	신규 대서양 케이블 파일링 확인
Microsoft	JAKO (공동)	2025.06	부산-후쿠오카	위 AWS 항목과 동일(공동 리드)
	AUG East (컨소시엄)	2025.07	싱가포르-일본(브루나이-인도네시아-말레이시아-필리핀-한국대만 경유)	Singtel 주관, AWS-Microsoft 등 다수 참여, NEC 시공

자료: 유진투자증권

이처럼 해저 케이블 수요의 증가는 공급망 구조를 바꾸고 있다. 해저 케이블 시장은 단순한 케이블 제조를 넘어 케이블을 설계하고, 수심 수천 미터에 케이블을 매설하는 특수 선박과 로봇을 운영하며 전체 프로젝트를 관리하는 턴키(Turn-key) 솔루션 역량이 필수적인 극소수 기업의 과점 시장이다.

전통적으로 이 시장은 미국의 서브콤(SubCom)과 프랑스의 알카텔 서브마린 네트워크(ASN)가 글로벌 시장을 양분하고 일본의 NEC가 그 뒤를 잇는 Tier-1 공급사들의 독무대다. 과거 이들과 함께 주요 공급사로 꼽히던 중국의 HMN 테크놀로지스(구 화웨이 마린)는 최근 심화되는 미중 갈등과 국가 안보 문제로 인해 서방 국가들이 주도하는 프로젝트의 공급망에서 사실상 배제되고 있다.

도표 57. 해저 통신케이블 턴키 사업자 점유율

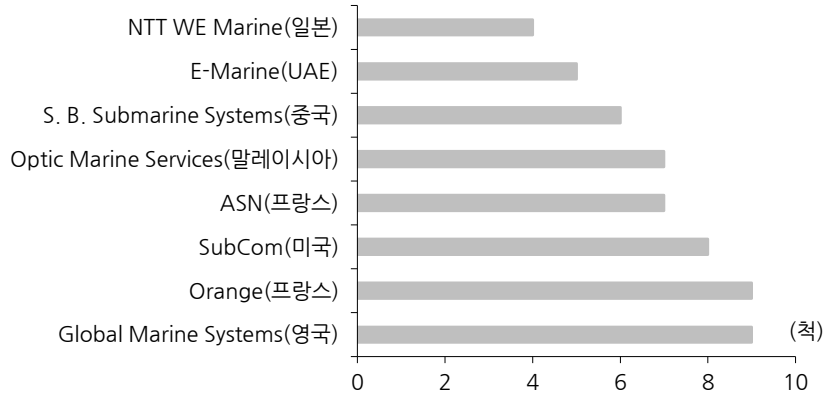


자료: Telegeography, 유진투자증권

글로벌 공급망의 한 축이었던 중국 기업의 이탈은 남아있는 Tier-1 기업들에게 수요가 더욱 집중되는 결과를 낳았다. 하지만 AI 데이터센터 붐으로 인한 하이퍼스케일러들의 신규 프로젝트 발주가 늘어나면서 이들 Tier-1 기업들의 생산 능력과 설치 선박 스케줄은 이미 2026년, 2027년까지 가득 차 있다.

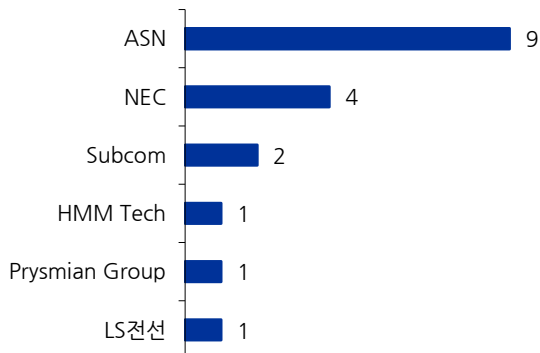
이러한 병목 현상의 배경에는 절대적으로 부족한 인프라가 자리 잡고 있다. 전 세계적으로 해저 통신 케이블의 설치를 전문으로 수행하는 선박은 26 척에 불과한데 향후 계획된 프로젝트의 대부분이 소수의 Tier-1 기업들에게 집중되고 있다. 가령 ASN은 9개의 신규 프로젝트 수주를 받아왔지만 자체 보유 선박은 7 척에 불과하여 이미 가용 능력을 초과한 상황이다. 부족한 선박을 외부에서 빌리는 것도 한층 더 어려워지고 있다. 2025년 발주된 광케이블 부실선은 3 척에 불과하며 클락슨 해상 지원 선박 지수가 2021년 이후 가파르게 급등하는 등 수요에 비해 공급이 부족하다.

도표 58. 업체별 보유 케이블 설치용 선박 현황



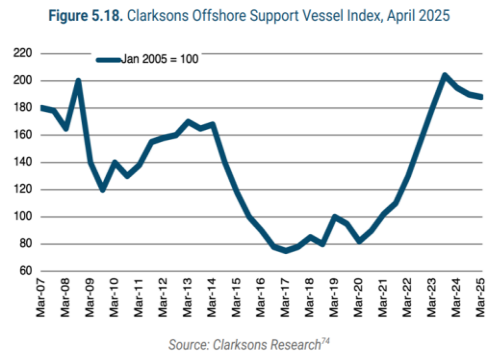
자료: Telegeography, 유진투자증권

도표 59. 예정 프로젝트 (2024 년말 기준)



자료: SubTel, 유진투자증권

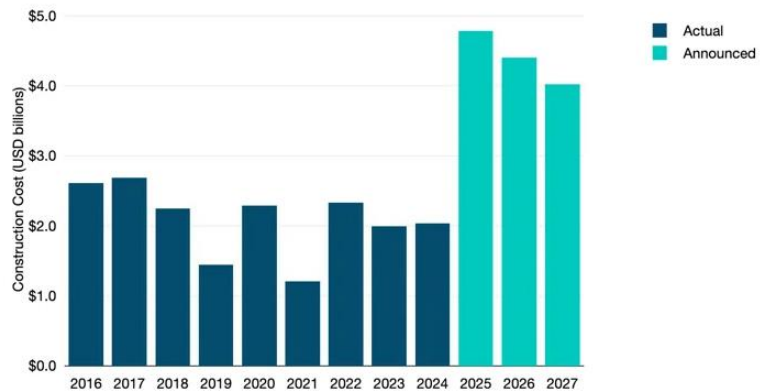
도표 60. Offshore support vessel index 추이



자료: Clarkson, 유진투자증권

도표 61. 해저 통신케이블 투자 규모 추이

Construction Cost of Submarine Cables



자료: Telegeography, 유진투자증권

역설적으로, 이번 공급 병목 현상은 시장 진입이 어려웠던 하위 Tier 케이블 기업들에게 전례 없는 기회를 제공하고 있다. 당장 케이블을 깔아야 하는 하이퍼스케일러들과 프로젝트 개발사들은 Tier-1 의 빈자리를 기다리는 대신 충분한 기술력과 생산 능력을 갖춘 아시아 기업들에게 눈을 돌리기 시작한 것이다.

마이크로소프트와 아마존과 같은 하이퍼스케일러들이 참여하는 **한일 해저통신망 구축 프로젝트(JAKO)**는 이러한 시장 변화를 보여주는 가장 상징적인 사례다. 과거 LS 마린솔루션이 NEC 와 같은 Tier-1 턴키 기업의 프로젝트에 시공사 및 유지보수에 참여하던 방식에서, 한 단계 더 나아가 이번 프로젝트에서는 LS 전선이 국내 최초로 국가 간 해저통신망 사업을 턴키 방식으로 직접 총괄하게 되었다. 이는 LS 전선이 단순한 케이블 제조사를 넘어 프로젝트 전체를 책임지는 글로벌 턴키 공급사로 인정받기 시작했음을 시사한다.

더 나아가 LS 그룹은 미래의 더 큰 기회를 잡기 위한 선제적인 투자를 단행하고 있다. 해저 케이블 시공 시장의 경쟁력은 선박의 수도 중요하지만, 한번 출항에 얼마나 많은 케이블을 실을 수 있는지 나타내는 선박의 적재 용량도 그에 못지않게 중요하다. 이에 LS 마린솔루션은 유상증자를 통해 확보한 자금으로 신규 케이블 포설선(CLV)을 도입하려 한다. 이 선박의 적재 용량은 13,000 톤으로 기존 주력 선박이었던 세계로(4,500 톤) 대비 3 배에 가까운 규모이며 해저 케이블 시공의 글로벌 Tier-1 인 프리즈미안, 넥상스, NKT 와 대등한 수준의 대형 선박이다.

도표 62. LS 마린솔루션 사업 실적

프로젝트	공사기간	계약회사	작업내용	케이블 연결 지역
ASE PLIB	2012-02 ~ (미표기)	NEC	해저 통신 케이블 PLIB	동아시아-동남아
SIC	2012-08 ~ 2013-01	NEC	케이블 포설/매설 & PLGR	동남아-동북아
TPKM3	2013-04 ~ 2013-11	NEC Taiwan	케이블 포설/매설 & PLGR	대만 연안/인근
APG	2013-05 ~ 2014-11	NEC	케이블 포설/매설 & PLGR	동남아-동북아
APG	2013-09 ~ 2014-12	NEC	케이블 포설/매설 & PLGR	동남아-동북아
인도네시아 해저통신케이블	2015-01 ~ 2015-06	NEC	PLIB & PLGR	인도네시아
동남아 국제해저광케이블	2016-02 ~ 2017-02	NEC	Main Lay & PLIB	동남아
울릉-육지간 제 2 해저광케이블	2016-03 ~ 2016-10	KT	케이블 포설/매설 & PLGR	대한민국(울릉-육지)
AAE-1 프로젝트	2016-02 ~ 2016-12	NEC	케이블 포설/매설 & PLGR	아시아-중동-유럽
SEA-US 프로젝트	2016-09 ~ 2017-03	NEC	케이블 포설/매설 & PLGR	동남아-미국
SKR1M 프로젝트	2016-09 ~ 2017-03	NEC	케이블 매설	말레이시아(보르네오)
ATISA 프로젝트	2016-09 ~ 2017-04	NEC	케이블 포설	미크로네시아/괌
Macho-2 프로젝트	2016-12 ~ 2017-01	NEC	케이블 포설	필리핀(추정)
NCP 프로젝트	2016-12 ~ 2017-10	TE SubCom	케이블 포설/매설 & PLGR	동북아-미국(태평양 횡단)
PengHu PLIB 프로젝트	2017-10 ~ 2017-11	NTT WEM	케이블 매설	대만 평후
SEAX-1 프로젝트	2018-01 ~ 2018-02	Huawei Marine Networks	케이블 포설/매설 & PLGR	싱가포르-말레이시아-인도네시아
IGG PLIB 프로젝트	2018-01 ~ 2018-07	NEC	케이블 매설	싱가포르-인도네시아
Okhotsk 프로젝트	2018-05 ~ 2018-09	Huawei Marine Networks	케이블 포설/매설 & PLGR	러시아 극동(오호츠크해)
PengHu#3 PLIB 프로젝트	2018-06 ~ 2018-07	NTT WEM	케이블 매설	대만 평후
Okhotsk PLIB 프로젝트	2018-08 ~ 2018-09	Huawei Marine Networks	케이블 매설	러시아 극동(오호츠크해)
NCP S3 PLGR & PLIB	2019-04-19 ~ (미표기)	SubCom	PLGR & 케이블 매설	태평양 횡단(NCP 구간)
Jupiter 프로젝트	2019-06 ~ 2019-11	SubCom	케이블 포설	일본-미국
CANI & SJC2 프로젝트	2019-11 ~ (미표기)	NEC	케이블 포설	대만 및 동남아-동북아
PLCN PLGR & PLIB 프로젝트	2019-11 ~ (미표기)	SubCom	PLGR & 케이블 매설	미국-홍콩/타이완(일부)
NW Russia 프로젝트	2019-11 ~ 2021-02	Huawei Marine Networks	케이블 포설/매설	러시아 북서부
SJC2 프로젝트	2019-11 ~ 2021-09	NEC	케이블 포설/매설	동남아-동북아
NCP PLIB S1.1, S3 프로젝트	2020-03 ~ 2025-12	SubCom	케이블 매설	태평양 횡단(NCP)
ECHO 프로젝트	2021-04 ~ 2022-11	NEC	케이블 포설/매설	아시아-미국(태평양)
CDSCN 프로젝트	2022-01 ~ 2022-05	OMS GROUP SDN. BHD.	케이블 매설	말레이시아(추정)
DSCPA2 프로젝트	2022-02 ~ 2022-08	FiberHome Phils., Inc.	케이블 매설	필리핀
DSCPA2 Palawan Resiliency	2022-08 ~ 2022-12	FiberHome Phils., Inc.	케이블 매설	필리핀 팔라완
ADC PLIB 프로젝트	2023-03 ~ 2024-04	NEC	케이블 매설	동북아-동남아-괌(ADC)
JAKO(AWS, MS 발주 프로젝트)	2025 ~ 3Q26	LS 전선	설계조달사공 일괄+해상 포설매설	부산 - 기타큐슈
(미공개 하이퍼스케일러 프로젝트)	2025 ~	LS 전선	상세 미공개	미공개

자료: LS 마린솔루션, 유진투자증권

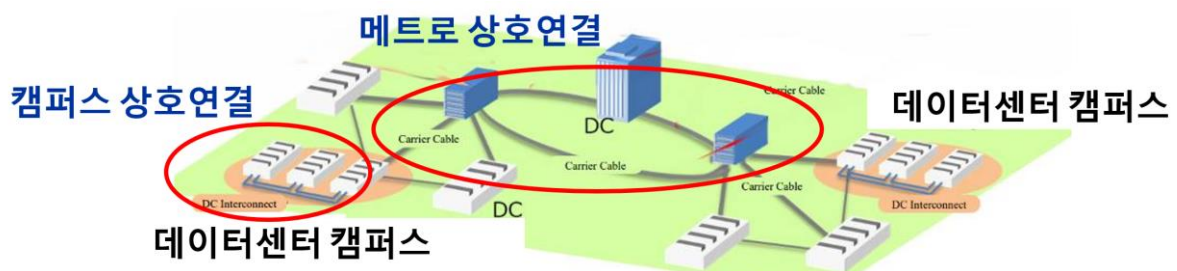
동맥: 지중 광케이블

AI 클러스터의 분산이라는 물리적 현실은 흩어져 있는 데이터센터 건물들을 하나의 논리적 시스템으로 묶는 강력한 네트워크의 필요성으로 귀결된다. 대륙을 잇는 거대한 해저 케이블이 '대동맥'이라면, 이제 도시와 지역을 연결하는 '동맥'과 같은 지상 네트워크를 살펴볼 차례다.

이 지상 네트워크는 그 역할과 거리에 따라 크게 두 개의 뚜렷한 계층으로 나뉜다. 첫 번째는 수 킬로미터 반경 내에서 이루어지는 **캠퍼스 상호연결(Intra-Campus Interconnect)**이고, 두 번째는 수십 킬로미터에 걸쳐 여러 캠퍼스를 잇는 **메트로 상호연결(Inter-Campus Interconnect)**다. 비유하자면 전자는 하나의 거대한 도시 내부의 모든 건물을 잇는 촘촘한 도로망이며, 후자는 그 도시와 인근의 다른 도시들을 연결하는 광역 고속도로망과 같다.

이 두 계층의 네트워크는 목적과 규모는 다르지만 한 가지 중요한 물리적 제약 조건을 공유한다. 바로 케이블이 외부의 물리적 충격과 환경 변화로부터 보호받아야 하므로 대부분의 경우 땅속의 지중 관로를 통해 이루어져야 한다는 점이다. 이 한정된 지하 공간이라는 제약은 앞으로 살펴볼 초고밀도화와 같은 기술적 혁신이 왜 필수적인지를 이해하는 중요한 배경이 된다.

도표 63. 데이터센터 지중 신경망



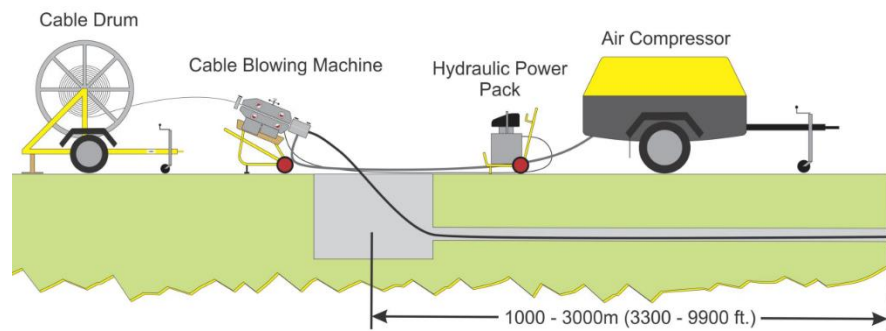
자료: Fujikura, 유진투자증권

도표 64. 데이터센터 지중 케이블 관로 매설 작업



자료: 구글 이미지, 유진투자증권

도표 65. 관로 안에 케이블을 설치 (Cable Blowing)



자료: GMP

도표 66. 광케이블 매설 작업



자료: Corning

도표 67. 광케이블 매설 작업



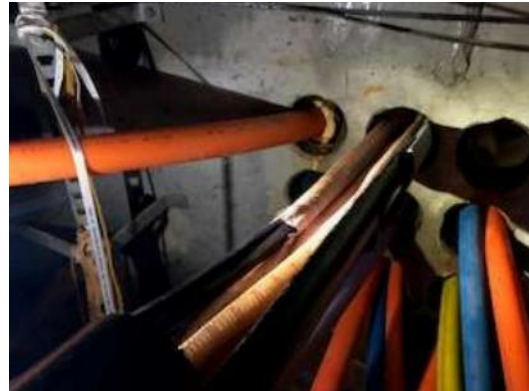
자료: Corning

도표 68. 광케이블 매설 작업



자료: Corning

도표 69. 광케이블 매설 작업



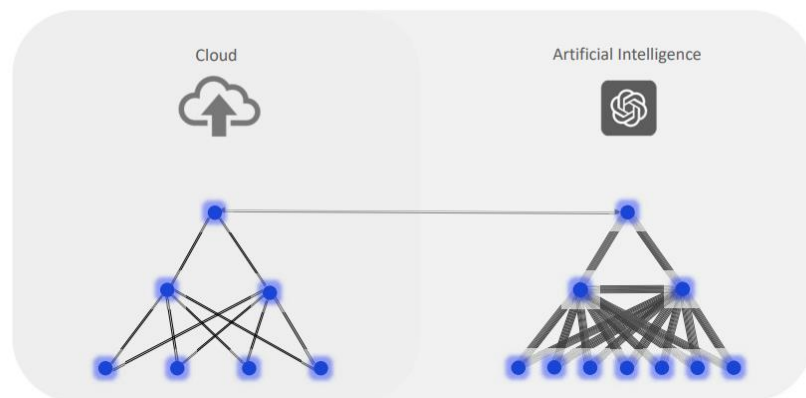
자료: Corning

1) 캠퍼스 상호연결: 테라비트급 대역폭과 초고밀도 케이블

가장 기본이 되는 연결은 하나의 거대한 캠퍼스 부지 내에서 여러 개의 데이터 센터 건물들을 잇는 네트워크다. 수십 미터에서 최대 수 킬로미터에 달하는 이 구간의 핵심 목표는 모든 건물이 마치 하나의 거대한 건물인 것처럼 완벽하게 소통하며 작동하도록 만드는 것이다. AI 시대에 접어들며 이 건물 간에 주고받아야 할 데이터의 양이 테라비트 단위로 폭증했고, 이는 곧 수천에서 수만 가닥의 물리적인 광섬유 케이블이 필요해졌음을 의미한다.

도표 70. 같은 공간이어도 AI 데이터센터는 더 많은 광섬유 필요

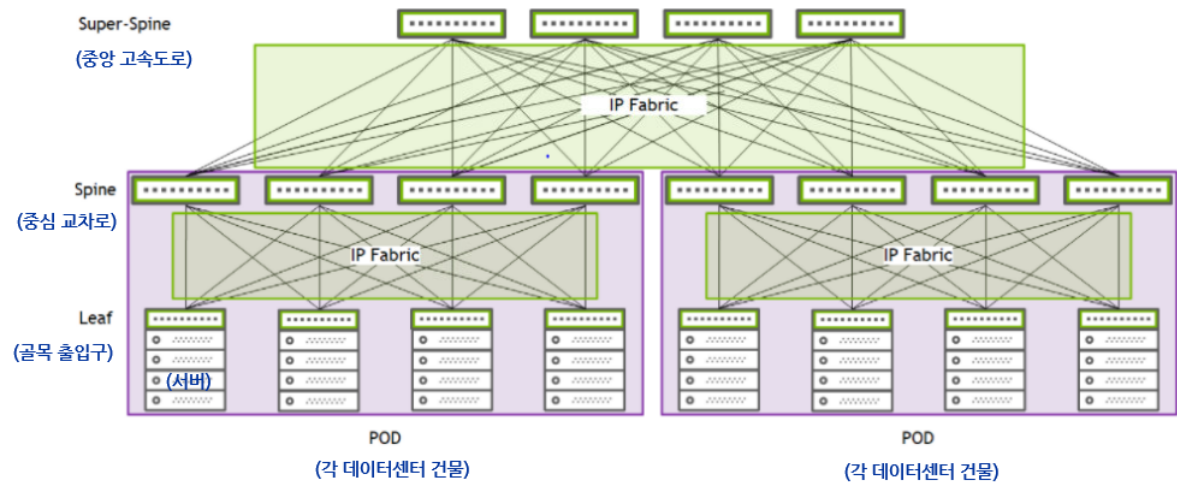
Gen AI Data Center: 2nd network, 10x more fiber in the same space



자료: Coming

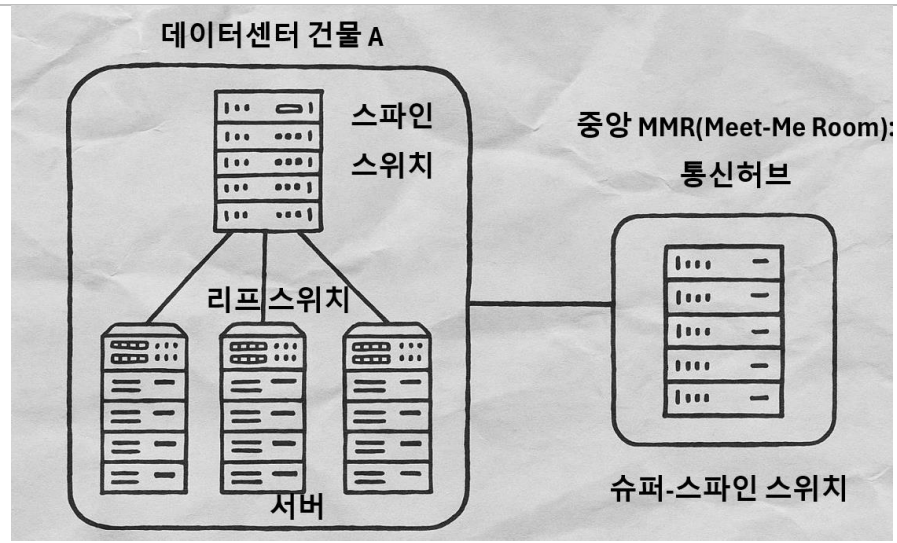
이처럼 엄청난 양의 케이블로 이루어진 거대한 네트워크를 효율적으로 구축하고 관리하기 위해 데이터센터의 신경망 구조는 한 단계 더 진화했다. 각 건물 내부의 스파인-리프 네트워크가 동네의 '중심 교차로'라면, 이제 이 모든 동(洞)들을 연결하는 더 큰 규모의 '고속도로망'이 필요해진 것이다. 이것이 바로 슈퍼-스파인(Super-Spine) 아키텍처이다. 각 건물의 교통 허브 역할을 하는 스파인 스위치들은, 캠퍼스 전체의 교통을 관장하는 중앙 허브인 슈퍼-스파인 스위치 그룹에 연결되어 캠퍼스 전체의 데이터를 처리하는 거대한 백본을 형성한다.

도표 71. 티어 3 Clos 아키텍처 (리프-스파인-슈퍼 스파인)



자료: Nvidia, 유진투자증권

도표 72. 슈퍼-스파인 아키텍처 도식화



자료: 유진투자증권

AI 데이터센터의 거대한 네트워크는 어떻게 구성될까?

1 단계: 리프 스위치 (Leaf Switch) - 골목길 출입구

역할: 데이터센터 랙 안에 꽂혀있는 수십 개의 서버(GPU 등)에서 나오는 데이터를 가장 먼저 받아주는 1 차 관문이다

위치: 각 서버 랙의 가장 위쪽 또는 중앙 (랙 내부)

비유: 거대한 아파트 단지의 각 동마다 있는 지하주차장 출입구와 같다. 해당 동의 모든 차량(데이터)은 일단 이 출입구를 통해 밖으로 나간다

2 단계: 스파인 스위치 (Spine Switch) - 동네 중심 교차로

역할: 한 건물 안에 있는 수백 개의 리프 스위치(골목 출입구)들로부터 온 데이터를 모두 모아, 다른 리프 스위치로 전달해주는 '2 차 허브'다

위치: 각 데이터센터 건물 내부의 중앙 네트워크실

비유: 아파트 단지가 속한 XX 동 전체의 교통을 관장하는 A 역 사거리와 같다. XX 동 내의 모든 골목길 (리프)은 일단 A 역 사거리(스파인)로 모여야, XX 동 내 다른 골목으로 갈 수 있다

3-단계: 슈퍼-스파인 스위치 (Super-Spine Switch) - 도시의 중앙 고속도로 IC

역할: 여러 개의 데이터센터 건물들(XX 동, YY 동, ZZ 동)을 서로 연결하는 최종 허브다

위치: 각 건물의 바깥에 위치하며 캠퍼스 전체의 네트워크를 총괄하는 별도의 네트워크 전용 건물 또는 중앙 허브

비유: A 역 사거리(A 건물 스파인)와 B 역 사거리(B 건물 스파인)를 서로 연결해주는 00 대로와 같은 거대한 간선 도로망이다

이처럼, 데이터센터의 네트워크는 '리프 → 스파인 → 슈퍼-스파인' 이라는 체계적인 3 단계 구조를 통해, 수만 개의 GPU 가 막힘없이 소통할 수 있는 거대하고 효율적인 신경망을 완성하게 된다.

이 테라비트급 대역폭과 수천 가닥의 케이블이라는 규모가 어떻게 계산되는지 구체적인 기술 시나리오를 통해 살펴볼 수 있다. AI 클러스터를 지원하는 한 데이터센터 건물에 아리스타 네트워크의 7800R3 시리즈와 같은 고성능 스파인 스위치 4 대가 배치되었다고 가정하자. 이 건물에서 캠퍼스 전체를 잇는 슈퍼-스파인으로 연결되기 위해 각 스위치가 총 64 개의 400G 포트, 즉 데이터가 드나드는 톨게이트를 사용한다고 가정하면 이 건물 전체에서 나갈 수 있는 교통량의 총합은 102.4 Tbps에 달한다. (64 개 포트 x 400 Gbps = 25,600 Gbps → Tbps로 환산하면 25.6 Tbps → 스위치가 4 대이기 때문에 25.6 Tbps x 4 대 = 102.4 Tbps)

이는 단 하나의 건물에서 초당 4K 영화 수만 편을 동시에 전송할 수 있는 상상 이상의 데이터 처리량이다. 물론 102.4 Tbps 속도를 내는 단 하나의 거대한 케이블은 존재하지 않는다. 대신 수백 개의 400G 물리적 링크(도로)를 마치 하나의 거대한 초광폭 도로처럼 묶어서 사용하는 링크 어그리게이션(LAG)이라는 기술을 통해 구현된다.

이 논리적인 도로망이 실제로 얼마나 많은 물리적인 케이블을 필요로 하는지 계산해 보면 다음과 같다. 102.4 Tbps 의 대역폭을 400Gbps 단위로 나누면 총 256 개의 개별 400G 링크(도로)가 필요하다. 캠퍼스 상호연결 구간에는 싱글모드(SMF) 기반의 400G-DR4(500m 이하에 사용) 또는 400G-FR4(2Km 이하)가 표준적으로 쓰이며 각각 8 개, 2 개의 광섬유 코어를 사용한다. 네트워크 장애에 대비한 1.5 배 이중화를 적용할 때 DR4 기준 3,072 가닥(256 링크 x 8 코어/링크 x 1.5), FR4 기준 768 가닥(256 링크 x 2 코어/링크 x 1.5)가 필요하다. 이는 과거 144~288 코어 케이블을 매설하는 것과는 큰 차이가 나는 규모다.

도표 73. 일반 데이터센터 vs AI 데이터센터 (네트워킹 관점)

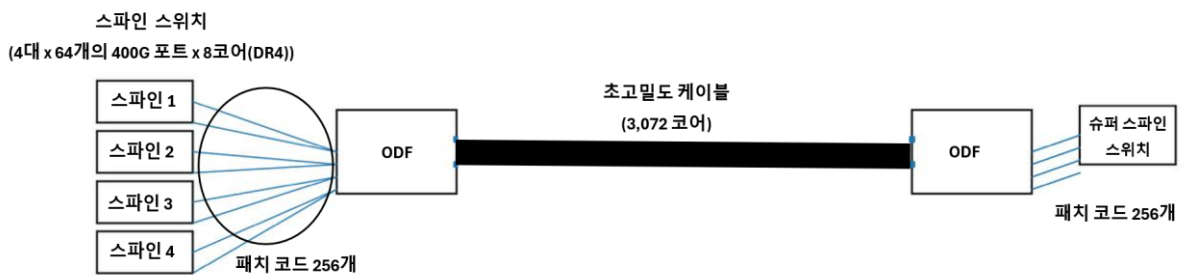
구분	일반 데이터센터	AI 데이터센터	핵심 변화
캠퍼스 백본 총 대역폭	1 ~ 10 Tbps	100 Tbps 이상	10 배 ~ 100 배 증가
주요 사용 포트 속도	100G / 400G	400G / 800G	4 배 ~ 8 배 빠른 포트
필요한 고속 포트 수	400G 포트 4 ~ 8 개	400G 포트 256 개, 800G 포트 128 개	16 배 ~ 64 배 많은 포트 수
링크 당 평균 코어 수	2 ~ 8 코어 (100G-SR4 등)	2~8 코어 (400-FR4 등)	코어 수는 동일하지만 총 링크 수가 증가
총 광섬유 코어 수	수십 ~ 수백 코어	수천 ~ 수만 코어	수십 배 ~ 100 배 이상 증가
주요 케이블 기술	일반 루즈 튜브 케이블	초고밀도 롤러블 리본 케이블	코어 집적도의 중요성 부각
핵심 아키텍처	전통적 3 계층 또는 기본 스파인-리프	슈퍼-스파인	캠퍼스 전체를 묶는 거대 패브릭

자료: 유진투자증권

초고밀도 케이블의
핵심은
'space saving'

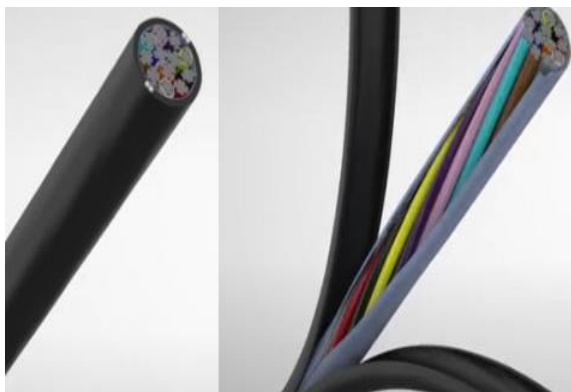
이러한 수천 가닥의 물리적 요구를 충족시키기 위해 지하의 한정된 관로 안에 최대한 많은 광섬유를 집적하는 초고밀도 케이블이 필수적이다. 비유하자면, 기존에는 2 차선 도로를 짓던 터널 안에 이제는 16 차선 도로를 옥여넣어야 하는 상황이다. 코닝(Corning)의 'RocketRibbon®' 이나 후지쿠라(Fujikura)의 'SWR®' 과 같은 혁신적인 기술은 기존 케이블 대비 직경과 무게를 획기적으로 줄이면서도, 동일한 관로 공간에 2 배 이상의 광섬유를 설치할 수 있게 해준다. 또한, 방수 젤이 없는 '젤-프리(Gel-free)' 구조와 여러 가닥을 한 번에 접속하는 '매스 퓨전 스플라이싱(Mass-fusion splicing)' 기술을 공통적으로 채택하여, 현장 설치 시간을 획기적으로 단축시키고 총 소유비용(TCO)을 절감하는 효과도 있다. 이처럼 시가 요구하는 극한의 대역폭 밀도와 경제성을 동시에 만족시키는 초고밀도 케이블은 테라비트급 캠퍼스 백본을 구축하는 데 있어 핵심적인 솔루션이다.

도표 74. 스파인에서 슈퍼-스�파인까지의 케이블링 구조도



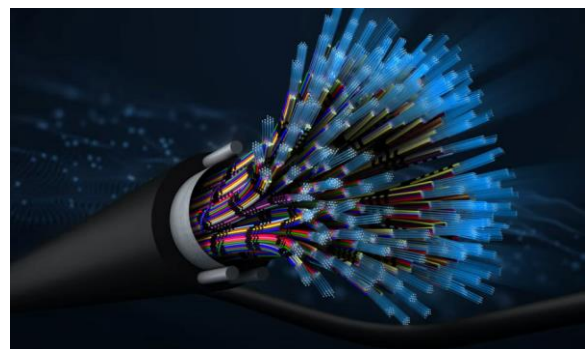
자료: 유진투자증권

도표 75. 코닝 롤러볼 리본 RocketRibbon®



자료: Corning

도표 76. 후지쿠라 롤러벌 리본 SWR®



자료: Fujikura

도표 77. 코닝 vs 후지쿠라

	Corning RocketRibbon®	Fujikura WTC™ (SWR®)
기본 컨셉	전통 리본 구조를 고밀도로 집적. 외피 개봉/분기가 빠르고 표준화됨	SWR 리본을 Wrapping Tube 에 담아 소경·경량과 대량 작업성을 모두 확보
최대 코어	1,728 / 3,456 / 6,912F	864 / 1,728 / 3,456 / 6,912F
케이블 접근/시공 편의	FastAccess: 케이블 외피를 칼질 최소로 쭉 열기 쉬움. 288F 같은 서브유닛 단위로 바로 트레이에 얹어 작업하기 좋음 → 작업 시간/실수율 ↓	롤러블 리본(SWR)이라 휘어 다루기 쉬움. 같은 심수라도 가볍고 가늘어 관로 통과/곡률 대응이 유리
스플라이싱 전략	리본 매스 용착 위주. 대규모 반복 작업에 속도	리본 매스 용착 + 개별 섬유 분리가 자연스러움(SWR 특성). 팬아웃/트레이 라우팅이 유연 → 좁은 작업공간에서도 유리
밀도/관로 적합성	FastAccess 덕에 대량 분기 작업에 강함. 외경·중량은 제품군별 상이	동급 대비 외경·중량 유리. 관로 타이트한 구간에서 설계 여유 ↑
장점	공정이 표준화·반복 친화 → 품질 편차 ↓, 작업 시간 ↓. 대규모 프로젝트에서 관리 용이	소경·경량, 취급 유연성 → 관로 효율 ↑, 현장 핸들링 스트레스 ↓. 매스/개별 병행 작업이 자연스러움
단점	관로가 극도로 타이트할 때 외경·중량 여유가 상대 비교에서 불리할 수 있음	SWR-WTC 작업 절차에 익숙하지 않으면 초기 러닝 커브 존재
추천 상황	반복 대량 작업 + 품질 표준화가 최우선인 캠퍼스 전역 대공사	관로 여유가 적고(소경/경량 필요) 현장 유연성이 중요한 복잡한 캠퍼스/도심 구간

자료: 각 사, 유진투자증권

주: 스플라이싱 = 광섬유 두 가닥을 물리적으로 이어 붙여 하나의 케이블처럼 빛이 통과하게 만드는 작업. 케이블 연장, 수리 등의 목적에 사용됨

도표 78. 후지쿠라 FY1Q25 실적 발표 Q&A 발췌

◆ Business Environment

Q. You mentioned that the demand for optical cables is strong. In which areas is the demand growing, such as within data centers or between data centers?

A. With the increase in data centers, carrier infrastructure investment between data centers is also accelerating. Since the distance between data centers is long, there is strong demand for our AB-WTC™ (air-blown) cables. They can be manufactured by modifying the existing WTC™ equipment. The increase in infrastructure investment demand between data centers is highly anticipated and is one of the reasons for building the new factory.

Q. 광케이블에 대한 수요가 강하다고 하셨는데, 데이터센터 내부와 데이터센터 간 중 어느 분야에서 수요가 증가하고 있습니까?

A. 데이터센터가 증가함에 따라 데이터센터 간의 통신 사업자 인프라 투자 또한 가속화되고 있습니다. 데이터센터 간의 거리는 길기 때문에 당사의 AB-WTC™ (에어블로우 방식) 케이블에 대한 수요가 높습니다. 이 케이블은 기존의 WTC™ 설비를 수정하여 제조할 수 있습니다. 데이터센터 간의 인프라 투자 수요 증가는 매우 기대되는 부분이며, 이것이 바로 새로운 공장을 건설하는 이유 중 하나입니다.

자료: 후지쿠라

주: WTC는 SWR을 속에 넣어 만든 초고밀도 트렁크 케이블

도표 79. 코닝 2025.03 Investor Day 발표 내용 발췌

It's clear, there is strong industry belief of a growing opportunity for DCI. In density, as it turns out, is every bit as critical outside the data center as it is inside. Whether installing fiber in existing DUCs or new DUCs, our customers want to maximize the fiber capacity in the DUC space since adding more fiber comes at a modest incremental first install cost.

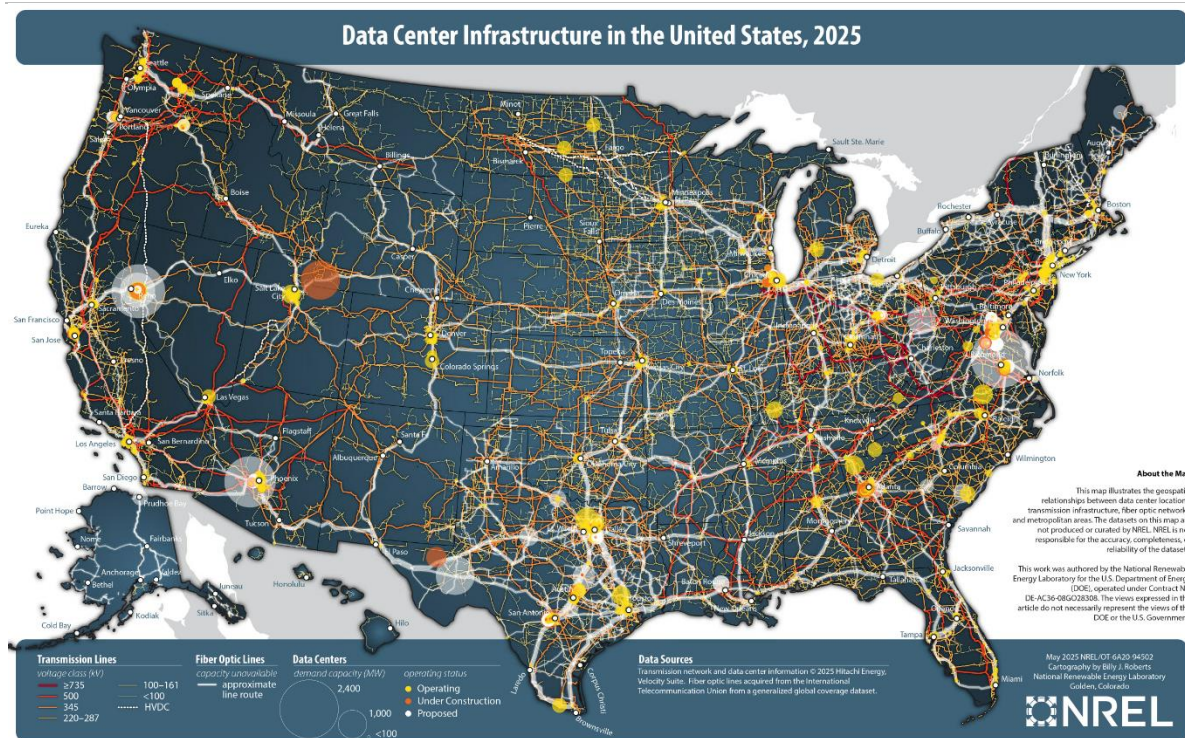
데이터센터 상호연결(DCI) 분야에서 기회가 성장하고 있다는 강력한 업계의 믿음이 있다는 것은 분명합니다. 광섬유의 밀도는 데이터센터 내부에서만이나 외부에서도 매우 중요합니다. 기존의 DUC(케이블 매설용 관로)에 설치하든 새로운 DUC에 설치하든, 저희 고객들은 DUC 공간의 광섬유 용량을 최대화하기를 원합니다. 왜냐하면 더 많은 광섬유를 추가하는 데 드는 초기 설치 비용은 약간만 증가하기 때문입니다.

자료: Corning

2) 메트로 상호연결

하나의 거대한 캠퍼스 내부에 수천 코어의 케이블로 촘촘한 신경망을 구축하는 것을 넘어, AI 슈퍼컴퓨터의 규모는 이제 도시 광역권 전체로 확장된다. 수십 킬로미터 떨어진 여러 데이터센터 캠퍼스들을 잇는 **메트로 상호연결(Metro Interconnect, DCI)**은 구글이 오하이오 주의 콜럼버스, 뉴 올버니 등 여러 도시에 분산된 캠퍼스들을 연결하여 하나의 거대한 기가와트급 클러스터를 구성하는 것이 바로 이 계층의 전형적인 예시다. 이처럼 여러 도시를 하나의 슈퍼컴퓨터처럼 묶기 위해 하이퍼스케일러들은 자신들만의 전용 고속도로를 구축하는 두 가지 전략을 사용한다.

도표 80. 미국 데이터센터 인프라 지도: 메트로 상호연결(하얀 선)로 이어지는 지역 간의 데이터센터



자료: NREL

주력 전략은 **신규 광케이블 직접 건설**이다. AI가 요구하는 수백 테라비트급의 대역폭과 낮은 지연 시간을 완벽하게 충족하는 기존 인프라가 드물기 때문에 하이퍼스케일러들은 자신들의 엄격한 사양에 맞는 네트워크를 직접 구축하는 것을 선호한다. 구글이 미국 전역에 걸쳐 자신들의 데이터센터를 잇는 장거리 지상망을 직접 건설하고, 메타 역시 북미와 유럽에 수천 킬로미터의 자체 광케이블을 매설하는 것이 바로 이러한 트렌드를 보여주는 직접적인 사례다.

이러한 신규 건설 프로젝트의 핵심은 공간의 한계를 극복하는 미래 대비 투자에 있다. 도시 광역권의 지하 공간은 이미 상하수도, 가스, 전력선 등 수많은 인프라가 복잡하게 매설되어 있어 새로운 케이블을 위한 지중 관로(Duct)를 설치할 수 있는 공간 자체가 매우 희소하다. 한번의 토목 공사에는 막대한 비용과 수년에 걸친 인허가 과정이 수반되므로 하이퍼스케일러들은 이 기회를 최대한 활용하여 장기적인 확장성을 확보해야 한다. 따라서 이들의 핵심 과제는 한번 확보한 지하 공간에 향후 20~30 년간의 폭발적인 데이터 수요 증가를 모두 감당할 수 있는 잠재력을 미리 확보하는 것이다.

도표 81. 인프라 구축 전문 업체 Mastec의 2Q25 실적 발표 컨퍼런스 콜 내용 발췌

We saw continued year-over-year revenue growth in the second quarter from nearly all of our top 10 customers, and our list of significant customers has increased meaningfully in recent years. MasTec's wireless business continues to see strong growth from expanded geographies served and from continued broadening of services. In wireline, overall strong demand continues to be supported by broadband infrastructure build-outs and by federal investment. Middle mile broadband build-outs and the recent surge in hyperscaler CapEx associated with data centers is also driving substantial fiber deployment demand.

2분기에는 상위 10개 고객사 거의 모두로부터 전년 동기 대비 지속적인 매출 성장을 기록했으며, 최근 몇 년간 당사의 주요 고객사 목록도 의미 있는 수준으로 증가했습니다. MasTec의 무선 사업 부문은 서비스 지역 확대와 지속적인 서비스 범위 확장에 힘입어 강력한 성장을 이어가고 있습니다. 유선 사업 부문에서는 브로드밴드 인프라 구축과 연방 정부의 투자에 힘입어 전반적으로 강력한 수요가 지속되고 있습니다. 또한, 미들 마일(Middle mile) 브로드밴드 구축과 데이터센터 관련 하이퍼스케일러들의 최근 설비투자(CapEx) 급증 역시 상당한 규모의 광섬유 구축 수요를 견인하고 있습니다.

자료: Mastec, 유진투자증권

두 번째는 보조적인 전략으로 기존에 매설된 다크 파이버(Dark Fiber)를 임대하는 방식이다. 다크 파이버란 말 그대로 아직 빛이 들어오지 않은, 사용되지 않은 예비 광섬유 가닥을 의미한다. 특히 2000 년대 초반 닷컴 버블 시대에 대규모로 매설되었다가 유휴 상태로 남은 케이블 자산이 많아 신규 건설 대비 시간과 비용을 절약할 수 있는 매력적인 대안이다. AI 클러스터가 요구하는 완벽한 네트워크 통제권과 미래 확장성을 확보하기 위해 하이퍼스케일러들은 단순한 인터넷 회선 임대를 넘어 이 물리적인 광섬유 가닥 자체를 장기 임대하는 것을 선호한다.

이러한 디지털 부동산 시장은 소수의 인프라 전문 기업들이 지배하고 있으며, 루멘 테크놀로지스(Lumen Technologies)와 자요(Zayo Group)가 가장 대표적인 사업자이다. Lumen 의 경우 2024 년 한 해에만 마이크로소프트, 아마존(AWS), 구글, 메타 등 거의 모든 주요 하이퍼스케일러들과 AI 데이터센터 연결을 위한 대규모 다크 파이버 및 맞춤형 광 패브릭 공급 계약을 연달아 체결했다고 발표했다.

이처럼, 하이퍼스케일러들은 자신들의 AI 슈퍼 클러스터를 구축하기 위해, (1) 필요한 곳에는 코닝/후지쿠라 등의 최신 케이블로 직접 새로운 도로를 건설하고, (2) 기존에 도로가 잘 닦여 있는 곳에서는 Lumen 이나 Zayo 로부터 도로(다크 파이버)를 통째로 빌리는 두 가지 전략을 유연하게 구사하고 있다.

도표 82. 다크 파이버 업체 – 하이퍼스케일러 계약

공급사	고객사	발표/보도 시점	계약/파트너십 내용
Lumen Technologies	Microsoft	2024 년 7 월	Microsoft 의 AI 데이터센터 연결성 강화를 위한 전략적 파트너십. Lumen 의 Private Connectivity Fabric 및 대규모 다크 파이버 제공.
	Google Cloud	2024 년 11 월	Lumen 의 Private Connectivity Fabric 을 활용하여 Google 의 클라우드 인프라와 AI 워크로드 확장 지원.
	Amazon (AWS)	2024 년 10 월	AWS 데이터센터에 차세대 코어 네트워크를 위한 광섬유 연결(다크 파이버 포함)을 제공하는 계약.
	Meta	2024 년 10 월	Meta 의 AI 인프라 확장을 지원하기 위해 Private Connectivity Fabric 기반의 전용 네트워크 용량(다크 파이버 등)을 장기 제공.
Zayo Group	하이퍼스케일러 전반	2024 년 3 월	AI 데이터센터 허브(오하이오-버지니아 등) 간 연결을 위한 수십억 달러 규모의 신규 장거리/메트로 다크 파이버 노선 건설 발표.
	Google Cloud	상시	Google Cloud 의 'Dedicated Interconnect' 및 'Partner Interconnect' 파트너로서, 기업 고객들에게 다크 파이버 및 전용 광연결 서비스 제공.
	Microsoft Azure	상시	Microsoft Azure 의 'ExpressRoute' 파트너로서, 고객들에게 Azure 클라우드로의 전용 네트워크(다크 파이버 포함) 제공.

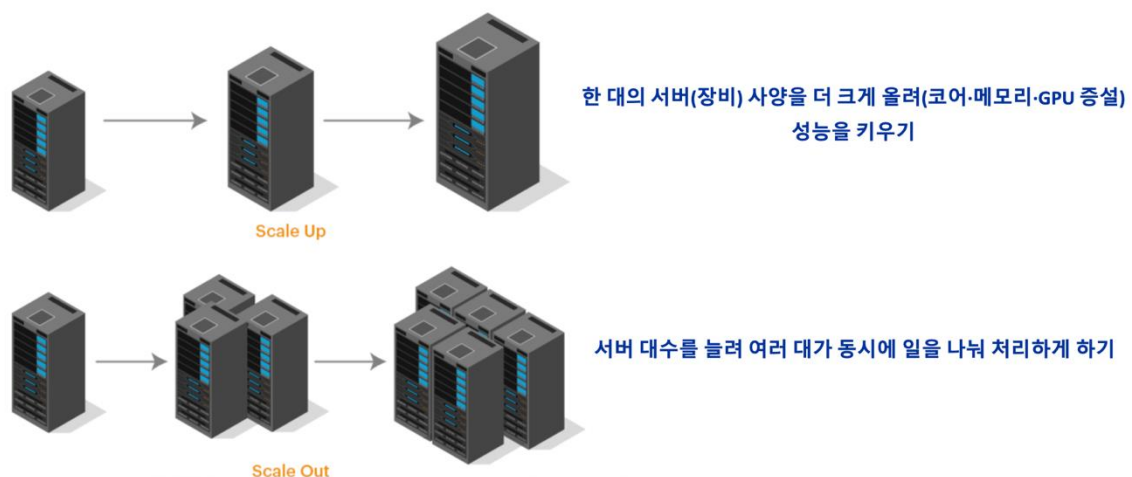
자료: 유진투자증권

모세혈관: 데이터센터 내부 케이블

캠퍼스와 대륙을 잇는 거대한 '대동맥'과 '동맥'이 제 역할을 다하려면, 결국 데이터센터 건물 내부에서 수만 개의 GPU 서버들을 잇는 '모세혈관'이 촘촘하게 연결되어야 한다. 이 건물 내부를 구성하는 케이블링 인프라는 AI 시대에 접어들며 역동적인 변화를 겪고 있는 시장이다.

이 변화의 근본적인 동인은 AI 컴퓨팅 파워의 증가다. AI 혁명은 단순히 더 많은 서버를 요구하는 것을 넘어 컴퓨팅 시스템을 구성하는 방식 자체의 진화를 요구한다. 수만, 수십만 개의 GPU 를 하나의 거대한 슈퍼컴퓨터처럼 작동시키기 위해 데이터센터 아키텍처는 스케일 업(Scale-Up)과 스케일 아웃(Scale-Out)이라는 두 가지 방향으로 동시에, 그리고 극한으로 발전하고 있다.

도표 83. 스케일 업, 스케일 아웃



자료: eG Innovations, 유진투자증권

스케일 업이 단일 시스템의 성능을 강화하는 과정에서, 보드 위의 회로로 해결되던 GPU 와 주변 부품 간의 연결이 물리적인 한계에 부딪혔다. 동시에 스케일 아웃이 여러 시스템을 묶어 클러스터를 확장하는 과정에서는 서버와 서버, 서버와 스위치를 잇는 데이터의 양과 속도가 과거 대비 큰 수준으로 증가했다.

위와 같은 스케일 업과 스케일 아웃이라는 두 가지 방향의 진화는, 데이터센터 내부 케이블링에 새로운 기술과 구조를 요구하게 되었다. 이는 기존의 케이블 솔루션을 대체하고 과거에는 존재하지 않았던 새로운 틈새시장을 창출하며, 관련 케이블 밸류체인에 기회를 제공하고 있다.

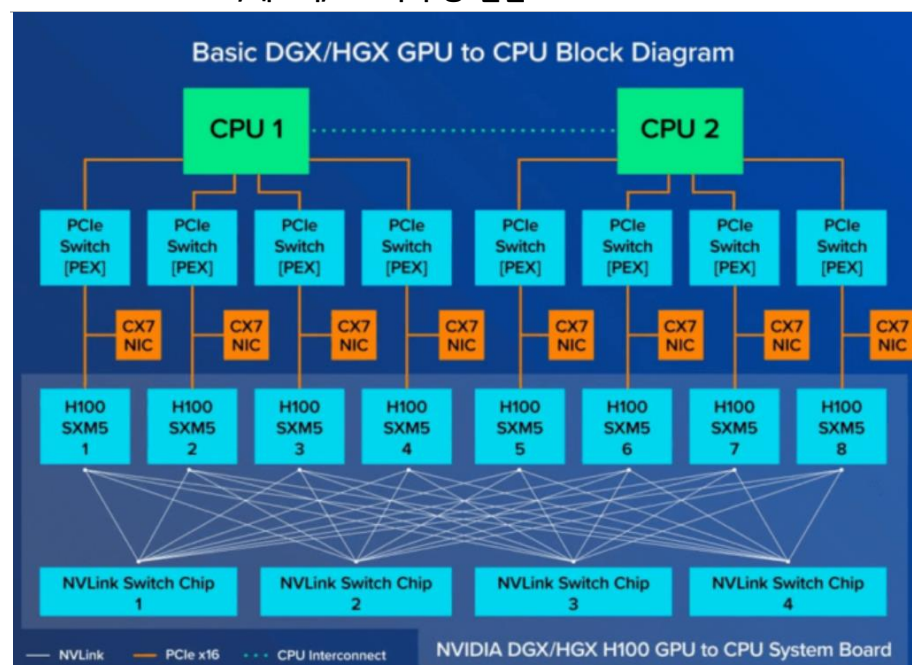
1) Scale-Up 패브릭

스케일 업(Scale-Up)이란 하나의 거대한 컴퓨팅 시스템의 성능을 향상시키기 위해 그 시스템 내부 부품을 더 강력한 것으로 교체하거나 더 많이 추가하는 수직적 확장 방식을 의미한다. AI 데이터센터에서 이 스케일 업은 과거와는 비교할 수 없는 수준의 성능을 요구하며 크게 두 가지의 중요한 기술적 축을 중심으로 진화하고 있다.

첫 번째 축은 GPU 와 GPU 를 직접 연결하여 AI 자체의 연산 속도를 극대화하는 것이고, 두 번째 축은 GPU 를 CPU, 메모리 등 다른 핵심 부품들과 유연하고 빠르게 연결하여 시스템 전체의 효율을 높이는 것이다.

중요한 건, 이 두 가지 스케일 업 방식은 과거에는 서버 보드 위의 눈에 보이지 않는 회로를 통해 해결되던 서버 내부 연결을 이제는 물리적인 외부 케이블의 영역으로 끌어내며 완전히 새로운 종류의 고성능 케이블 시장을 창출하고 있다.

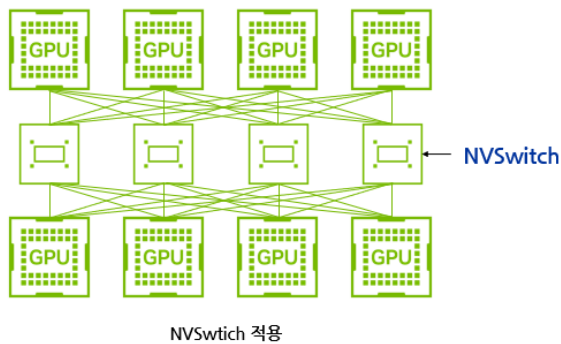
도표 84. 스케일 업의 두 가지 축: 1) GPU-GPU 연결, 2)
GPU – CPU/메모리/스토리지 등 연결



자료: 유진투자증권

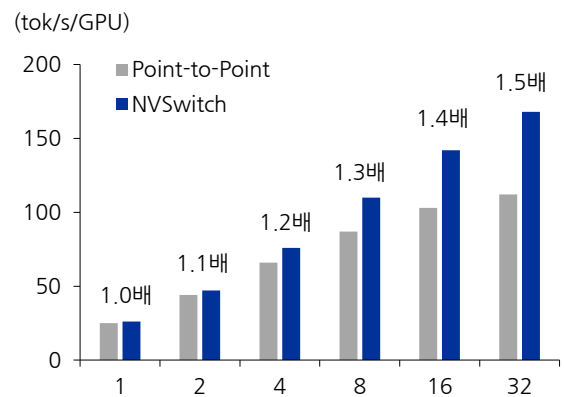
첫 번째 축인 GPU 간 직접 통신을 책임지는 것이 바로 가속기 인터커넥트 패브릭이다. 이는 AI 학습의 핵심으로 수만 개의 GPU 를 하나의 거대한 프로세서처럼 묶어내는 뇌내 신경망 역할을 한다. 이 신경망의 성능이 곧 AI 슈퍼컴퓨터의 성능을 결정하며 현재 이 시장은 엔비디아의 독점 기술인 NVLink 와, 이에 대항하는 개방형 표준인 UALink 가 미래의 패권을 두고 치열하게 경쟁하고 있다.

도표 85. GPU 인터커넥트 도식화



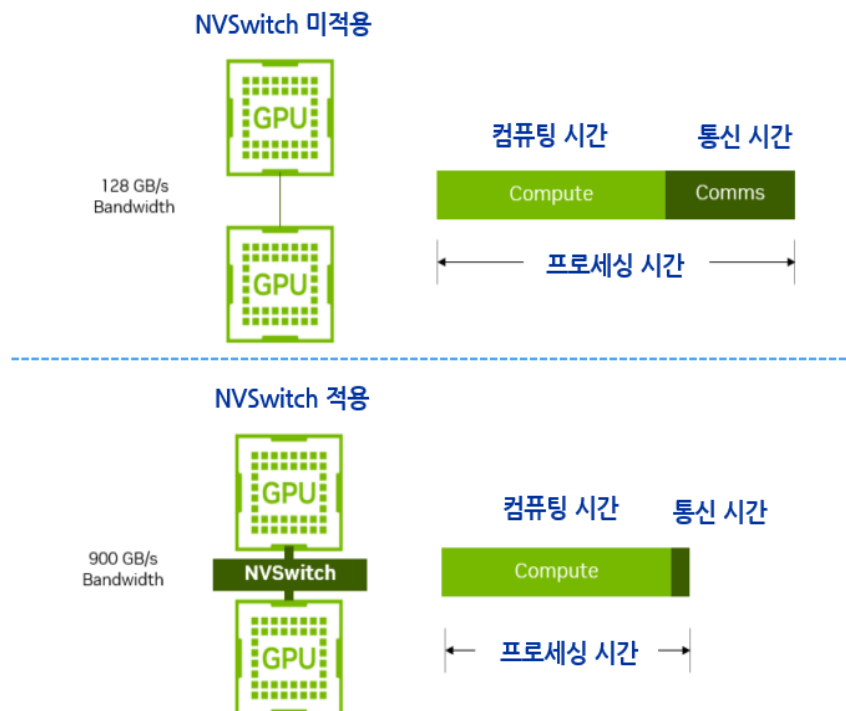
자료: Nvidia

도표 86. 배치 크기별 처리량과 NVSwitch 성능 비교



자료: Nvidia, 유진투자증권

도표 87. NVSwitch 적용 성능 비교: 통신 시간 단축



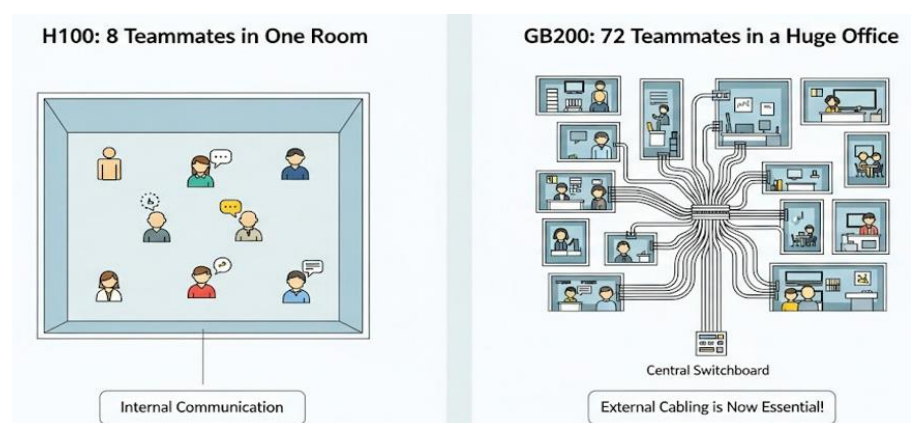
자료: Nvidia

과거 H100 GPU 서버에서는 8 개의 GPU 가 하나의 거대한 메인보드 위에서 눈에 보이지 않는 회로를 통해 서로 연결되었다. 이는 마치 한 사무실에 8 명의 핵심 팀원(GPU)이 하나의 큰 방(HGX 보드) 안에 있는 원탁(NVSwitch) 주위에 둘러 앉아 별도의 전화선(케이블) 없이 직접 얼굴을 보고 대화하는 것과 같았다.

하지만 엔비디아의 최신 플랫폼인 GB200 은 이 구조를 완전히 바꾸며 고객의 인프라 환경에 맞춰 두 가지 다른 케이블링 솔루션을 요구한다. 가장 대표적인 GB200 NVL72 시스템은 72 개의 GPU 를 하나의 거대한 랙으로 묶기 위해 GPU 들을 여러 개의 컴퓨트 트레이에 나누어 담고, 이들의 통신을 전담하는 교통정리 허브 역할을 하는 NVSwitch 칩을 별도의 스위치 트레이에 배치했다. 이는 마치 한 사무실에 모여 있던 8 명의 팀원이 이제는 72 명의 거대 조직으로 확장되면서 여러 개의 다른 방(컴퓨트 트레이)에 나뉘어 앉고, 이들의 모든 소통을 전담하는 중앙 교환실(NVSwitch 트레이)이 생긴 것과 같다.

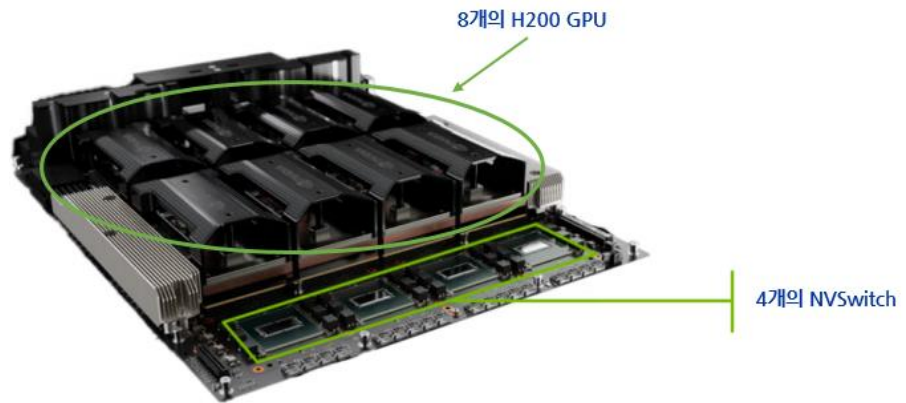
서로 다른 트레이에 있는 GPU와 NVSwitch를 연결하기 위해, 과거에는 필요 없었던 새로운 물리적 케이블 수요가 폭발하게 되었다. NVL72 랙 하나에는 무려 5,184 가닥에 달하는 고성능 패시브(Passive) 구리 케이블이 사용된다. 이는 AI 아키텍처가 서버 보드 스케일에서 랙 스케일로 진화하면서 어떻게 새로운 종류의 대규모 케이블 시장을 창출했는지를 보여주는 사례다.

도표 88. H100(과거) vs GB200(현재/미래): 필요 케이블 증가의 이유



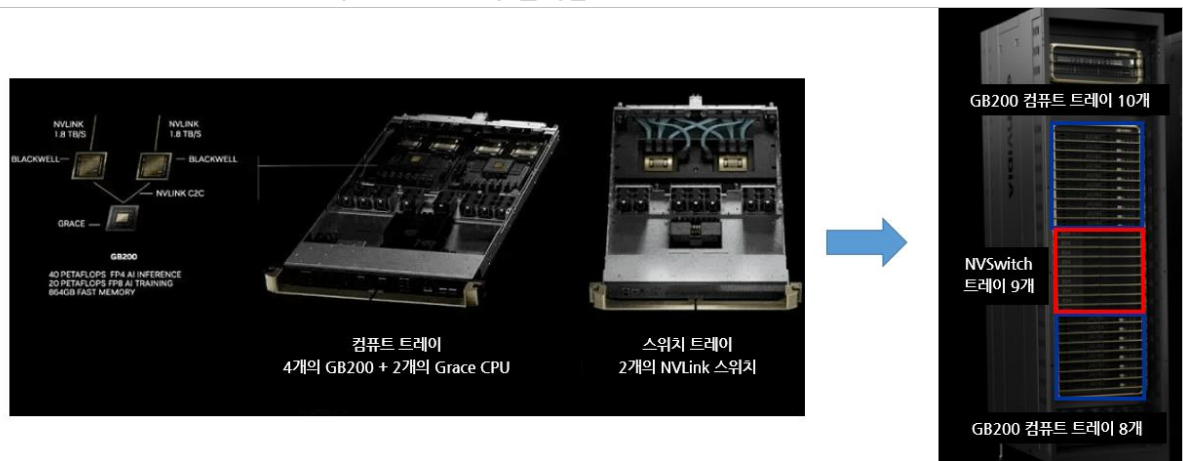
자료: 유진투자증권

도표 89. HGX H200 은 보드 위 GPU 와 NVSwitch 같이 있음 -> 케이블 불필요



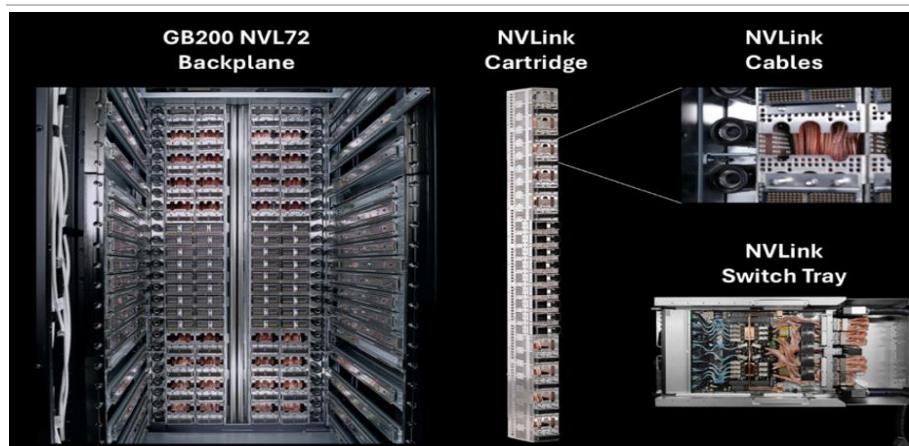
자료: Nvidia

도표 90. GB200 NVL72: GPU 와 NVSwitch 가 분리됨



자료: Nvidia

도표 91. NVLink 케이블링

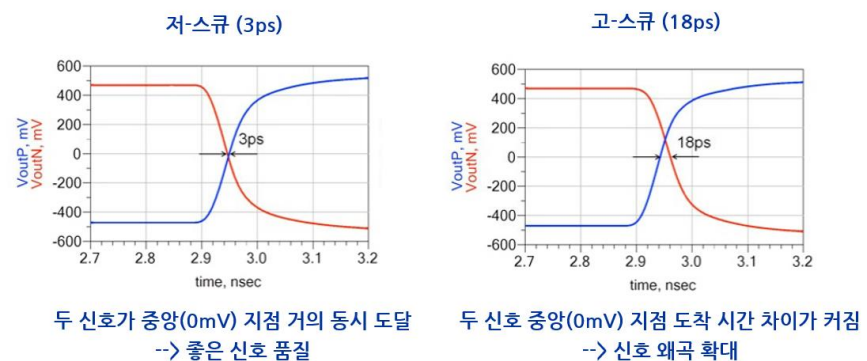


자료: Nvidia

이 고성능 구리 케이블은 224Gbp 의 고속 신호를 왜곡 없이 전달해야 하는 극한의 기술력을 요구한다. 이는 극소수의 전문 기업만이 진입할 수 있는 높은 기술적 해자를 형성하며, 이 시장의 부가가치는 몇몇 핵심 공급사에게 집중된다.

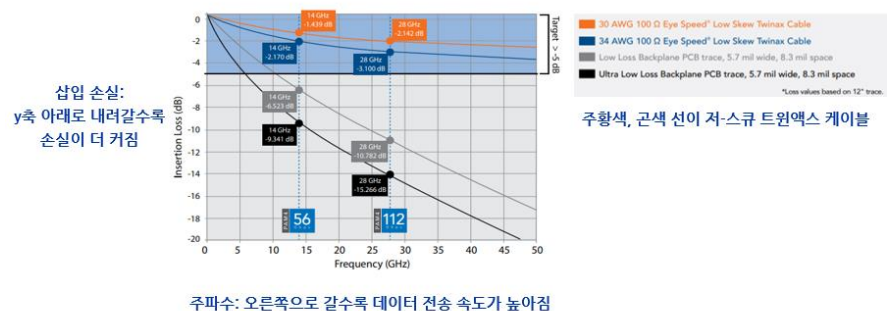
첫 번째 기술적 해자는 케이블 원선 자체의 정밀성이다. 224Gbps의 신호는 1초에 2,240 억 번 진동하는 전기 파동이다. 이 신호가 여러 가닥의 구리선으로 동시에 전송될 때 각 구리선의 물리적 길이, 굵기, 유전율이 원자 단위에서 미세하게라도 다르면 신호가 도착하는 시간에 피코초(1 조 분의 1 초) 단위의 차이(Skew: 신호 도착 시점 차이)가 발생한다. 이 미세한 시간차는 데이터를 구성하는 0 과 1 을 완전히 뒤섞어 시스템 전체를 멈추게 하는 치명적인 오류를 유발한다. 따라서 이 저-스큐(Low-Skew) 특성을 가진 초고속 트윈엑스 케이블 원선을 대량으로 균일하게 생산하는 것은 재료 과학과 공정 기술의 정점이다.

도표 92. 차등 신호 파형: 스큐로 인한 신호 왜곡 비교



자료: Signal Integrity Journal

도표 93. 저-스큐 케이블 성능 비교

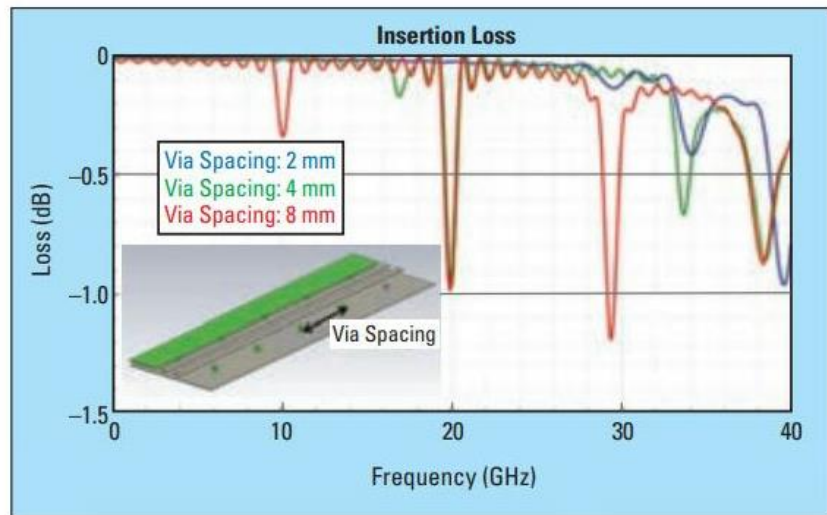


자료: Samtec

물리적 밀도가 중요

두 번째 기술적 해자는 초정밀 커넥터 기술이다. 5,184 가닥의 케이블이 뿔어내는 신호가 서로 간섭하지 않도록 커넥터는 수백 개의 핀을 좁은 공간에 정밀하게 배열하고 전기적으로 완벽하게 격리해야 한다. 인접한 핀의 신호가 서로에게 간섭(노이즈)을 일으키는 크로스토크(Crosstalk) 현상을 최소화하지 못하면 신호는 해독 불가능한 상태로 변질된다. 이는 극도로 정밀한 금형 기술과 신호 무결성 설계 능력이 요구되는 영역이다.

도표 94. 비아 간격에 따른 고주파 신호 손실 비교: 간격이 좁을수록 손실 감소



자료: Signal Integrity Journal

주: 커넥터의 핀 간격을 좁힐 때 발생하는 신호 간섭 문제와 동일한 물리적 원리 공유

이처럼 극한의 기술력을 요구하는 시장에서 SemiAnalysis 가 분석한 BoM 에 따르면 암페놀(Ampheonol)이 SkewClear® 케이블과 Paladin HD 커넥터의 대표적인 공급사로 언급된다. 하지만 엔비디아는 공급망 안정성을 위해 멀티 소싱 전략을 채택하는 것이 일반적이므로 암페놀의 독점 공급일 가능성은 낮다. 몰렉스(Molex)의 Temp-Flex® 케이블, 샘텍(Samtec)의 Eye Speed® 케이블과 Novaray® 백플레인 커넥터 시스템 등 동등한 수준의 기술력을 보유한 소수의 글로벌 기업들이 함께 이 시장을 과점하며 경쟁하고 있을 가능성이 높다.

도표 95. 암페놀 SkewClear® 케이블



자료: Amphenol

도표 96. 암페놀 paladin HD 커넥터



자료: Amphenol

도표 97. 샘텍 Eye Speed® 케이블



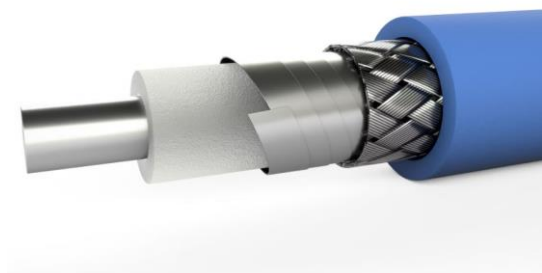
자료: Samtec

도표 98. 샘텍 Novaray® 커넥터



자료: Samtec

도표 99. 몰렉스 Temp-Flex® 케이블



자료: Molex

도표 100. 몰렉스 Impulse 커넥터



자료: Molex

이 NVL72 백플레인에는 별도의 신호 보정 칩(리드라이버/리타이머)을 사용하지 않는 완전한 패시브 솔루션이다. 이는 전력 소모를 최소화하기 위한 설계적 선택으로, 대신 최고 수준의 케이블 원선과 커넥터 기술, 그리고 GPU 와 NVSwitch 칩 자체에 내장된 강력한 신호 처리 능력에 의존하여 초고속 데이터 전송을 구현한다. 최종적으로, 모렉스, 암페놀, TE 커넥티비티와 같은 대형 솔루션 기업들이 이러한 최고급 케이블 원선과 커넥터를 결합하여 케이블 어셈블리 완제품을 엔비디아에 공급한다.

한편, 이러한 엔비디아의 독점적인 NVLink 생태계에 대항하는 흐름이 나타나고 있다. 하이퍼스케일러들은 단일 기업에 대한 기술적 종속을 피하고자 하며, 이에 AMD, Intel, Google, Microsoft 등 反 엔비디아 동맹은 UALink(Ultra Accelerator Link)라는 새로운 개방형 표준을 공동으로 개발하고 있다. UALink의 목표는 서로 다른 제조사의 AI 가속기들을 마치 레고 블록처럼 자유롭게 연결할 수 있는 표준화된 물리적 인터페이스와 케이블 규격을 만드는 것이다.

UALink 가 사용하는 케이블은 기술적으로 NVLink 와 매우 유사한 초고속 구리 케이블이 될 것이다. 이는 UALink가 경쟁해야 할 NVLink가 비용과 전력 효율을 이유로 패시브 구리 케이블을 표준으로 채택한 이상, UALink 역시 동일한 랙 내부 환경에서 경쟁하기 위해서는 패시브 솔루션을 제공하는 것이 경제적이나 기술적으로 필연적이기 때문이다.

도표 101. NVLink vs UALink (테두리가 초고속 구리 케이블 사용 근거)

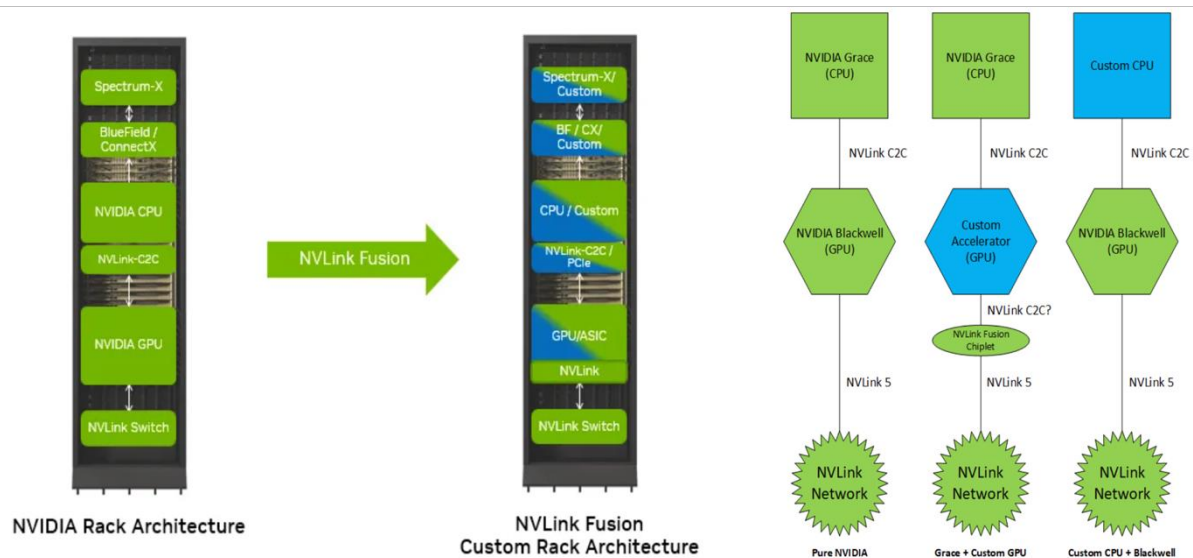
	NVIDIA NVLink	UALink
주도 기업	NVIDIA	AMD, Broadcom, Cisco, Google, HPE, Intel, Meta, Microsoft
핵심 전략	독자 생태계(Closed)	개방형 표준 컨소시엄(Open)
물리 계층(L1)	NVLink 전용 PHY/SerDes	IEEE P802.3dj(KR/CR 기반) 채택, 표준 이더넷 PHY 활용
	동일한 물리적 과제 및 기술 공유	
라인레이트/속도	224 Gbps/Lane	
신호 방식	PAM-4	PAM-4
권장 리치	랙 내 단거리 구간 중심	케이블 < 4 m
장점	단일 벤더 최적화, 검증된 성능 및 현재 상용화	다수 벤더 참여로 호환성·원가 경쟁, 기존 이더넷 인프라 활용
단점/제약	벤더 종속·원가 부담	표준화 속도·최적화 난이도, 구현 편차 관리 필요, 현재 비상용화

자료: 유진투자증권

하지만 둘 사이에는 애플의 독점적인 라이트닝 케이블 과 업계 표준인 USB-C 케이블만큼이나 근본적인 차이가 존재한다. NVLink 케이블은 오직 엔비디아의 독점 규격에 맞춰야만 하지만, UALink 케이블은 어떤 제조사든 개방형 표준만 지키면 만들고 판매할 수 있다. 이는 앞서 언급된 케이블 및 부품 공급사들에게 엔비디아뿐만 아니라 AMD, Intel 등 더 넓은 시장에 제품을 공급할 수 있는 새로운 기회를 열어준다.

이와 같은 시장의 변화에 대응하여 엔비디아 역시 NVLink Fusion 이라는 이름 아래 자신들의 생태계를 부분적으로 개방하는 새로운 전략을 발표했다. 이는 후지쯔, 퀄컴과 같은 기업들이 자신들의 커스텀 CPU 를 엔비디아 GPU 와 NVLink 로 직접 연결할 수 있도록 허용하는 것이다. 이는 UALink 동맹의 개방성 공세에 맞서 NVLink 를 업계 표준 플랫폼으로 만들려는 엔비디아의 유연한 전략 변화를 보여준다.

도표 102. NVLink Fusion 구조

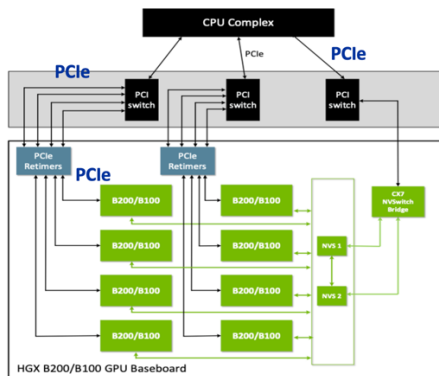


자료: Nvidia, Servethehome

스케일 업의 두 번째 축: AI 데이터센터의 스케일 업을 위한 두 번째 축은 GPU 간의 직접 통신과는 다른 차원의 문제를 해결한다. 이는 GPU 라는 두뇌를 CPU 라는 의사 결정자, 그리고 메모리나 스토리지와 같은 핵심 장기들과 어떻게 효율적으로 연결할 것인가에 대한 문제이다. 이 서버 내부의 중추 신경망 역할을 해온 것이 바로 범용 인터페이스 표준인 PCIe(Peripheral Component Interconnect Express)다.

현재 AI 서버의 메인스트림은 CPU 와 메모리가 탑재된 호스트 보드(메인보드)와 HGX 베이스보드와 같은 GPU 전용 보드가 하나의 쉼시 내에 함께 탑재되는 내부-모듈러 구조다. 이 두 보드 사이의 연결은 주로 백플레인 커넥터나 짧은 내부 PCIe 케이블을 통해 이루어진다. 물론, 앞서 살펴본 GB200 NVL72 와 같은 최첨단 통합 시스템은 예외다. 이 시스템은 Grace CPU 와 Blackwell GPU 를 NVLink-C2C 로 연결하여 PCIe 의 의존도가 상대적으로 낮다. 하지만 대부분의 x86 기반 AI 서버에서는 여전히 PCIe 가 가장 핵심적인 내부 연결 통로로 사용되고 있다.

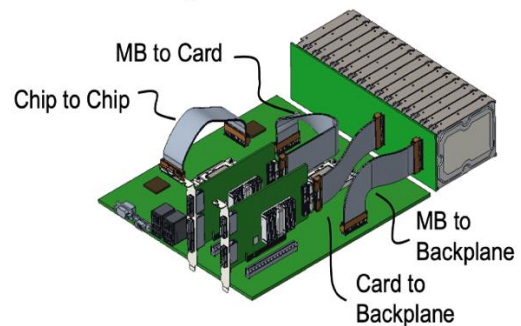
도표 103. HGX B200: PCIe 로 GPU-CPU 연결



자료: Nvidia, 유진투자증권

도표 104. 내부-모듈러 구조의 내부 케이블링

Internal Cable Usages



자료: PCI-SIG

도표 105. 내부 모듈러 예시: DGX B200



자료: Nvidia

도표 106. 내부 모듈러 예시: SYS-420GP-TNAR+



자료: Supermicro

현재 AI 서버의 주류를 이루고 있는 내부-모듈러 설계는 대부분 새시 외부로 PCIe 케이블을 뺄 필요가 없지만 최근 두 가지의 기술적 압력으로 인해 기존의 PCIe 연결 방식에 변화가 요구된다.

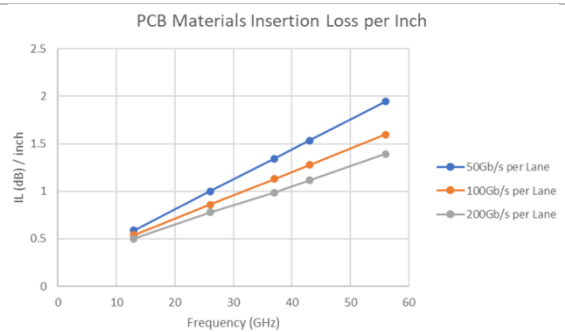
첫 번째는 속도의 압박이다. 차세대 표준인 PCIe Gen6/Gen7 는 레인(Lane)당 64GT/s, 128GT/s 라는 초고속으로 작동한다. 이처럼 데이터 전송 속도가 극한으로 빨라지면서, 기존에 사용되던 인쇄 회로 기판이나 짧은 패시브 구리 케이블만으로는 신호가 이동하는 동안 발생하는 손실과 왜곡을 감당하기 어려워졌다. 즉, 새시 내부의 짧은 거리를 연결하는 것조차도 이제는 고도의 신호 처리 기술을 요구한다.

도표 107. PCIe 세대별 스펙

PCIe 세대	레인 속도 (GT/s)	x16 대역폭 (방향당 Gb/s)	발표연도	삽입손실 예산
1	2.5	32	2003	—
2	5.0	64	2007	—
3	8.0	126	2010	20 dB
4	16.0	252	2017	28 dB
5	32.0	504	2019	36 dB
6	64.0	1,024	2022	32 dB
7	128.0	2,048	2025	36-37 dB

자료: PCI-SIG, 유진투자증권

도표 108. 속도 증가에 따른 PCB 신호 손실 특성



자료: PCI-SIG

두 번째는 토폴로지의 요구다. AI 워크로드의 복잡성이 증가하면서 데이터센터 효율을 극대화하기 위한 자원 분리와 같은 아키텍처가 연구되고 있다. 이는 서버를 구성하는 CPU, GPU, 메모리 등의 자원을 물리적으로 분리된 풀(Pool)로 구성하고 필요에 따라 네트워크로 동적으로 결합하는 개념이다. 이 아키텍처를 구현하기 위해서는 새시 바깥으로 PCIe 연결을 수 미터 이상 확장해야 한다.

도표 109. GPU, CPU 등의 자원을 전부 분리하자!

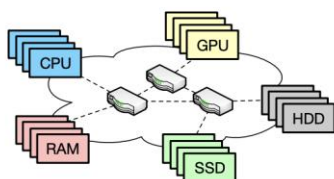


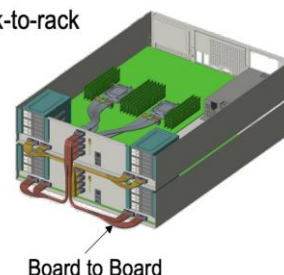
Figure 1: The architecture of disaggregated data centers (DDCs). Hardware resources are split into independently managed pools that are connected by a high-performance network fabric.

자료: Understanding the Effect of Data Center Resource Disaggregation on Production DBMSs

도표 110. PCIe 외부 케이블링

External Cable Usages

- Connecting boards within a rack
- Rack-to-rack



자료: PCI-SIG

앞서 언급된 두 가지 새로운 요구에 대응하기 위해 신호 보강 기술이 PCIe 인터 커넥트 생태계의 핵심 요소로 부상했다.

먼저 새시 내부의 신호 보강 요구를 해결하는 솔루션은 리타이머(Retimer) 칩이다. PCIe Gen6/Gen7 과 같은 초고속 신호가 긴 PCB 회로나 내부 케이블을 통과할 때 발생하는 손실과 왜곡을 보상하기 위해 메인보드 위에 이 리타이머 칩을 직접 실장하는 방식의 채택률이 올라가고 있다. 리타이머는 약해진 신호를 단순히 증폭하는 것을 넘어 디지털적으로 완벽하게 복원한 뒤 깨끗한 신호를 새로 생성해서 보내주는 역할을 한다.

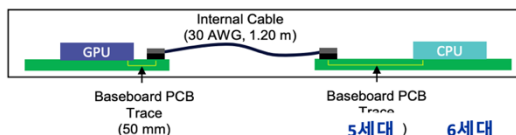
더 나아가 새시 외부로 연결을 확장해야 하는 자원 분리 아키텍처를 위해서는 이 리타이머 칩을 케이블 자체에 내장한 PCIe 액티브 전기 케이블(AEC)이 핵심적인 솔루션이 된다. AEC 는 최대 7 미터까지 PCIe 신호를 안정적으로 연장하여 물리적으로 분리된 CPU 랙과 GPU 랙을 마치 하나의 서버인 것처럼 연결하는 것을 가능하게 한다.

도표 111. 내부 CPU-GPU 연결에서 패시브 vs 리타이머 적용 비교

CPU to GPU Connectivity with Internal Copper Cabling

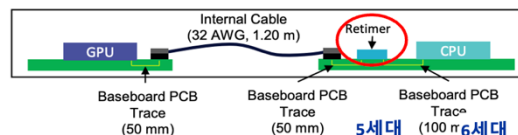


Passive Internal Copper Cabling



Item	IL @ 16GHz	IL @ 32GHz
GPU Package	5.00	7.50
Trace on GPU PCB (50 mm)	1.40	2.20
Via	0.40	0.65
MCIO Mated Connector	0.80	1.20
Twinax Cable (30 AWG, 1.20 m)	5.04	8.04
MCIO Mated Connector	0.80	1.20
Trace on Baseboard PCB (150 mm)	4.20	6.60
Via	0.40	0.65
CPU Package	8.00	10.00
Segment 1 Total	26.04	38.04

Retimed Internal Copper Cabling

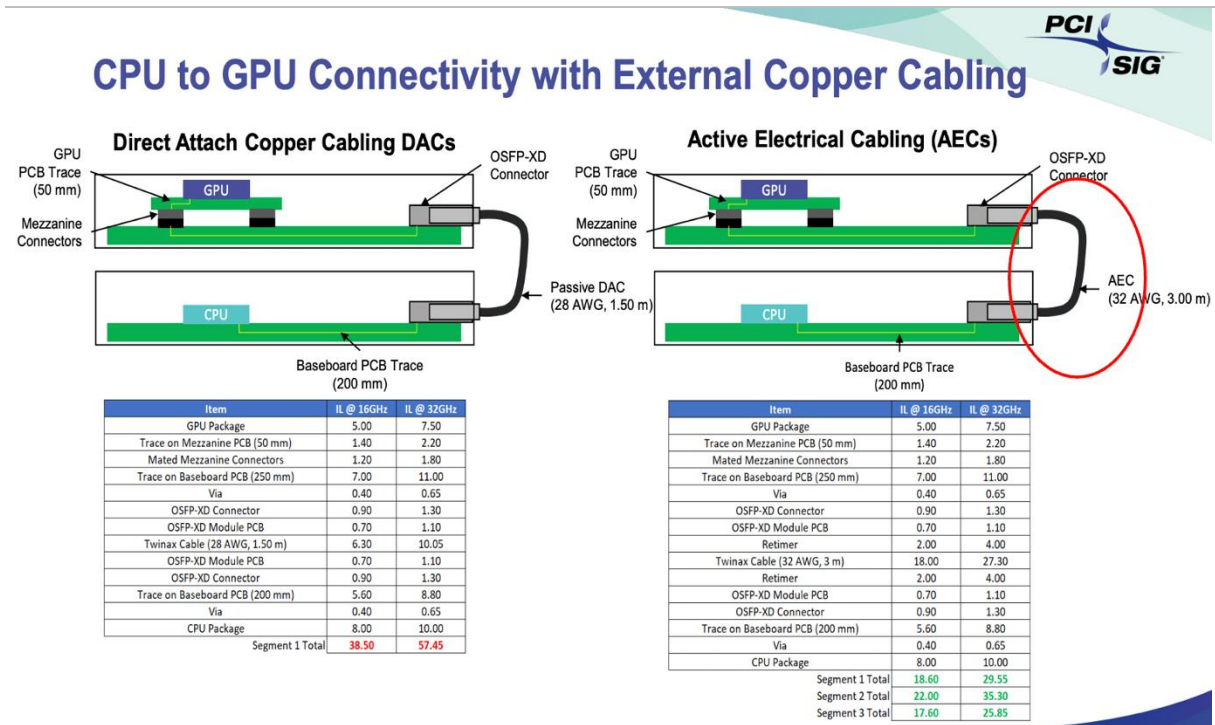


Item	IL @ 16GHz	IL @ 32GHz
GPU Package	5.00	7.50
Trace on GPU PCB (50 mm)	1.40	2.20
Via	0.40	0.65
MCIO Mated Connector	0.80	1.20
Twinax Cable (32 AWG, 1.20 m)	7.20	10.92
MCIO Mated Connector	0.80	1.20
Trace on Baseboard PCB (50 mm)	1.40	2.20
Retimer	2.00	4.00
Trace on Baseboard PCB (100 mm)	2.80	4.40
Via	0.40	0.65
CPU Package	8.00	10.00
Segment 1 Total	19.00	29.87
Segment 2 Total	13.20	19.05

자료: PCI-SIG, 유진투자증권

주: 패시브 케이블(좌)만 쓰면 Gen5(16 GHz)-Gen6(32 GHz)에서 삽입손실 예산(허용되는 신호 손실 한도)을 초과한다. 리타이머(우)를 삽입해 채널을 분할보정하면 구간별 신호 무결성을 유지할 수 있음

도표 112. 외부 CPU-GPU 연결에서 패시브 vs AEC 적용 비교



자료: PCI-SIG, 유진투자증권

주: 패시브 DAC(좌)만으로는 Gen5-Gen6 주파수에서 삽입손실(허용되는 신호 손실 한도)이 예산을 초과한다. AEC(우)는 케이블 내부 리타이머가 신호를 분할 및 재생성해 구간별 신호 무결성을 유지할 수 있음.

이 두 솔루션의 핵심 부가가치를 창출하는 리타이머 칩 시장은 브로드컴(Broadcom), 마블(Marvell)과 같은 전통적인 반도체 강자와, PCIe Retimer 시장을 개척하며 빠르게 성장한 아스테라 랩스(Astera Labs), 크레도(Credo) 등 전문 팹리스 기업들이 치열하게 경쟁하는 기술의 각축장이다.

도표 113. PCIe 리타이머 설계사

	Credo	AsteraLabs	Marvell	Broadcom
제품명	CPR61664	PT6162LX	MV-CHP10160	BCM85667
지원 표준	PCIe 6.x/CXL 3.x	PCIe 6.x/CXL 3.x	PCIe Gen 6.x/CXL 3.x	PCIe Gen6/CXL 3.1
지원 속도	64 GT/s, 32 GT/s 및 하위 호환	64 GT/s, 32 GT/s 및 하위 호환	64 GT/s, 32 GT/s 및 하위 호환	64 GT/s, 32 GT/s 및 하위 호환
삽입손실 예산	32 GT/s에서 40dB	64 GT/s에서 36dB	64 GT/s에서 32dB 이상	64 GT/s에서 36dB 이상
소비 전력	11W	11W	-	13W
사진				

자료: 유진투자증권

2) Scale-Out 패브릭

스케일 업으로 만들어진 강력한 단일 시스템들을 수백, 수천 개로 묶어 전체 클러스터의 규모를 확장하는 스케일 아웃을 담당하는 것이 백엔드 패브릭이다. 이 네트워크는 GPU 클러스터가 학습에 필요한 데이터를 스토리지에서 대량으로 가져오거나, 다른 GPU 클러스터와 통신하고, 최종적으로 외부 네트워크와 연결되는 등, 모든 종류의 데이터가 오가는 범용 고속도로 역할을 수행한다.

이 시장은 과거 엔비디아의 인피니밴드(InfiniBand)가 독주했으나 최근 하이퍼스케일러들이 탈-엔비디아와 개방성을 위해 고성능 이더넷(RoCE)을 강력한 대안으로 밀면서 두 기술 간의 패권 전쟁이 시작되었다. 이러한 흐름에 대응하기 위해 엔비디아 역시 AI에 최적화된 이더넷 솔루션인 Spectrum-X를 출시하며 경쟁에 뛰어들었다. 중요한 점은, 이 치열한 프로토콜 전쟁의 승패와 상관없이 이 거대한 패브릭을 물리적으로 구축하기 위한 케이블 수요는 폭발적으로 증가할 수밖에 없다는 사실이다.

도표 114. 인피니밴드 vs 고성능 이더넷

	InfiniBand (인피니밴드)	RoCE (고성능 이더넷)
기본 아키텍처	RDMA를 위해 처음부터 설계된 전용 네트워크 패브릭	표준 이더넷 위에 RDMA 기능을 구현하는 프로토콜
최대 속도 (대역폭)	400G (NDR), 800G (XDR)	400G, 800G
지연 시간(Latency)	~600 ns (나노초)	~800 ns (나노초)
혼잡 제어	하드웨어 기반의 정교한 혼잡 제어가 프로토콜에 내장	이더넷 스위치의 PFC, ECN 기능에 의존. 수동 설정이 복잡함
관리 및 설정	서브넷 매니저(SM)를 통해 비교적 단순하고 자동화된 설정	모든 스위치와 NIC에 걸쳐 무손실 구성을 수동으로 설정해야 함
생태계	NVIDIA가 주도하는 소수 기업의 전문화된 생태계	다수의 벤더가 참여하는 거대한 범용 생태계.
핵심 장점	무손실 성능, 업계 최저 수준의 지연 시간	기존 이더넷 인프라 및 전문 지식 활용 가능
핵심 단점	높은 비용과 특정 벤더(NVIDIA)에 대한 종속성	복잡한 무손실 네트워크 설정, 잘못된 설정 시 심각한 성능 저하

자료: 유진투자증권

프로토콜 전쟁의 승패와 상관없이 폭발적으로 증가하는 수만 개의 물리적 링크를 어떤 케이블로 구현할 것인가는 **궁극적으로 '연결 거리'라는 단순하지만 절대적인 물리적 변수에 의해 결정된다**. 각 거리 구간은 서로 다른 기술적 한계와 경제적 효율성을 가지며, 이는 AI 데이터센터의 백엔드 패브릭이 다양한 종류의 케이블 솔루션이 공존하는 복잡한 시장이 되었다.

도표 115. 스케일 아웃에서 쓰이는 케이블 정리

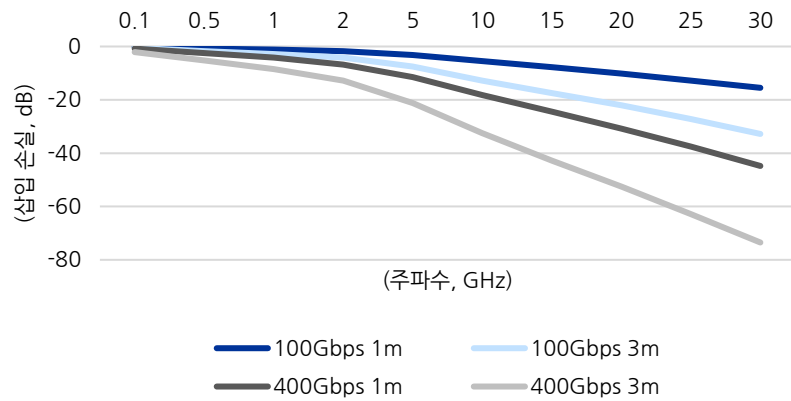
	Passive DAC (Direct Attach Copper)	AEC (Active Electrical Cable)	AOC (Active Optical Cable)
핵심 기술	패시브(Passive): 신호 처리 칩 없이, 순수하게 케이블의 물리적 특성만으로 전기 신호를 전달	액티브(Active): 커넥터에 내장된 반도체 칩이 약해진 전기 신호를 증폭하고 재구성	광(Optical): 전기 신호를 빛 신호로 변환하여, 광섬유를 통해 빛의 형태로 데이터를 전달
주요 적용 거리	초단거리 (~3 미터 이내)	중거리 (3 ~ 7 미터)	장거리 (7 미터 이상 ~ 수십 미터)
주요 사용 설계	랙 집약형	랙 집약형	분산형 (Rail Optimized)
전력 소모 (800G 기준, End 당)	매우 낮음 (< 0.5W)	낮음 (약 4~5W)	높음 (약 10~15W)
장점	압도적으로 저렴한 가격, 단순성	DAC 대비 더 얇고 가벼움(부피 장점), 긴 전송 거리,, AOC 보다 저렴함	압도적인 전송 거리와 성능, 얇고 가벼워 공기 흐름에 유리
단점	짧은 전송 거리, 두껍고 뻣뻣함	DAC 보다 비싸고 전력 소모가 큼	가장 비싼 가격, 상대적으로 높은 전력 소모

자료: 유진투자증권

가장 짧은 3 미터 이내의 초단거리 연결은 전통적으로 구리 케이블의 영역이다. 이는 주로 서버와 리프 스위치를 동일한 랙 내에 배치하는 랙 집약형 설계에서 발생한다. 이 구간에서는 저렴하고 전력 효율이 높은 패시브 구리 케이블 (Passive DAC)이 다른 어떤 기술과도 비교할 수 없는 비용 효율성을 제공한다.

하지만 랙 밀도가 높아지고 통신 속도가 빨라지면서 패시브 DAC의 물리적 한계가 드러나기 시작했다. 과거 100Gbps 환경에서는 DAC 로도 3~5 미터 연결이 충분했지만 AI 시대에 접어들며 서버와 스위치를 잇는 네트워크 속도가 400Gbps 이상으로 상향되면서 상황이 달라졌다. 400Gbps와 같은 초고속 신호는 구리선을 통과할 때 신호 감쇠와 왜곡이 훨씬 심해져 패시브 DAC의 한계 거리는 2~2.5 미터로 짧아진다.

도표 116. 전송 속도에 따른 신호 감쇠 비교



자료: 유진투자증권
주: 임의의 수치 사용

이 짧아진 한계 거리는 공간 효율을 극대화하기 위해 점점 더 키가 높아지는 대형 랙 환경에서 문제를 야기한다. 랙 중앙에 스위치를 배치하는 middle of rack 설계에서조차 랙의 가장 하단이나 상단에 위치한 서버에서 중앙의 스위치까지의 케이블 경로는 물리적으로 2.5 미터를 초과하는 경우가 빈번하게 발생한다.

바로 이처럼 패시브 DAC의 한계를 아슬아슬하게 넘어서는 3 미터에서 7 미터 사이의 중거리 연결을 위해 등장한 것이 AEC (Active Electrical Cable)다. AEC에 내장된 칩(리타이머)이 신호 품질을 보장해주기 때문에 동일한 속도의 패시브 DAC 보다 훨씬 더 얇고 유연한 구리선을 사용할 수 있다. 그 결과 케이블의 부피와 무게가 줄어들어, 수천 가닥의 케이블이 뻗뻗하게 들어차는 AI 데이터센터 랙 내부의 공기 흐름을 개선하고 케이블 관리를 용이하게 한다.

궁극적으로 AEC 는 단순한 물리적 전선을 넘어 반도체 기술이 결합된 고부가가치 케이블로서, 값비싼 광케이블(AOC)을 사용하지 않고도 중거리 연결의 신뢰성을 확보하는 경제적인 대안을 제공한다.

도표 117. AEC와 AOC의 TCO 비교

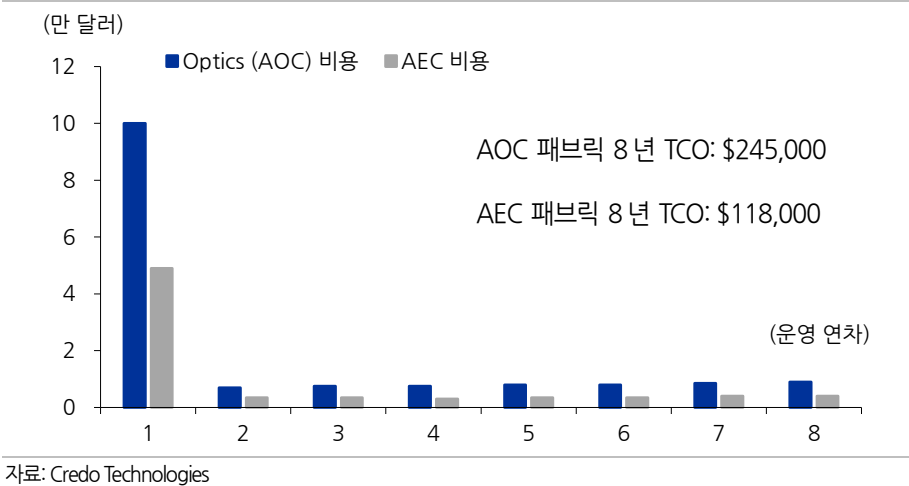
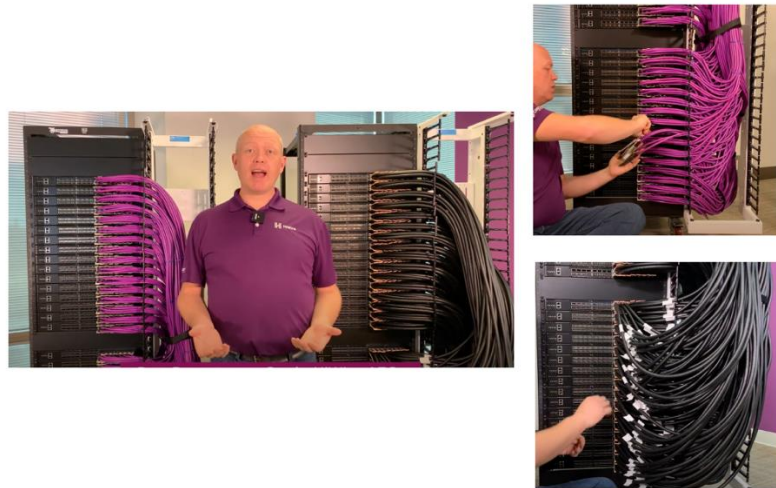
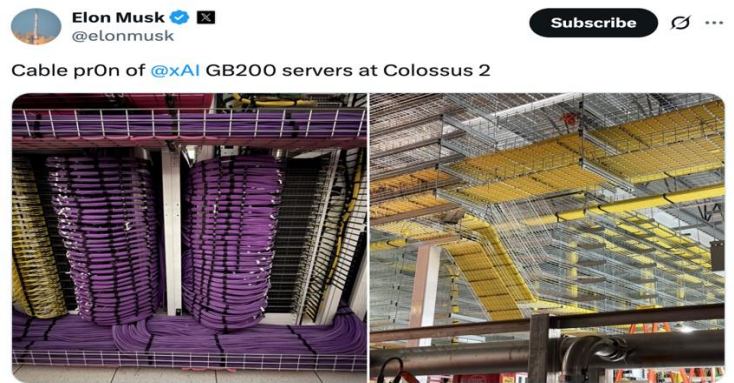


도표 118. 명확한 부피 차이 (보라색: AEC, 검정색: DAC)



자료: Credo Technologies

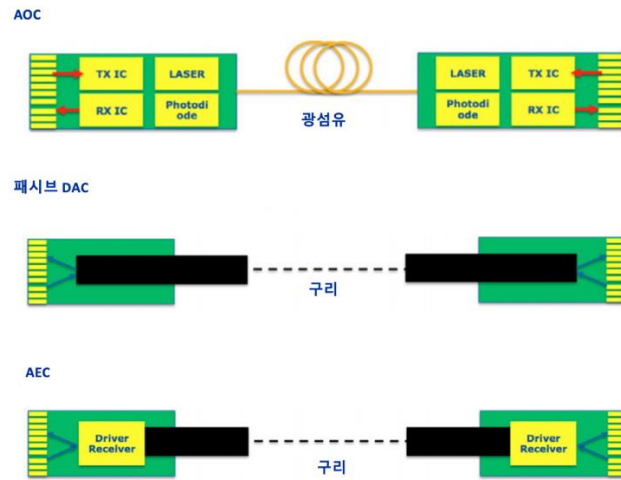
도표 119. 하이퍼스케일러에게 채택받는 AEC



자료: X

마지막으로 7미터를 넘어 수십 미터에 달하는 장거리 연결은 광케이블의 영역이다. 최고의 성능을 위해 서버와 리프 스위치를 의도적으로 서로 다른 랙에 분산 배치하는 Rail Optimized 와 같은 설계에서 이러한 연결이 필수적으로 요구된다. 이 거리는 구리 케이블로는 감당할 수 없으므로 AOC(Active Optical Cable)나 MMF/SMF 트렁크 케이블과 같은 광케이블 솔루션이 사용될 수밖에 없다. 결국 데이터센터 설계자들은 성능과 총소유비용(TCO) 사이에서 각 거리 구간에 최적화된 케이블을 조합하여 스케일 아웃 패브릭을 완성한다.

도표 120. 스케일 아웃 케이블 구조 비교



자료: Fibertall, 유진투자증권

이러한 프로토콜 및 설계 방식의 경쟁과 더불어 백엔드 패브릭은 현재 물리적 전송 기술 자체의 중요한 전환기를 맞고 있다. 링크의 기본 속도가 400Gbps 에서 800Gbps로 이전하는 흐름이 시작되었기 때문이다.

비록 엔비디아는 출시 일정 문제로 최신 GB200 플랫폼에서는 기존의 400G 급 ConnectX-7 NIC 를 유지하지만 차세대 GB300 플랫폼에서는 800G 급 ConnectX-8 NIC 를 제공할 예정이다. 이 800G 로의 전환은 사용되는 케이블의 종류에 근본적인 변화를 가져올 것이다. 과거 데이터센터 내부의 수십 미터 구간은 상대적으로 저렴한 멀티모드 광섬유(MMF)가 주를 이루었으나, 800G 급의 속도를 구현하기 위한 MMF 용 핵심 부품(200G VCSEL)의 개발이 지연되면서 업계는 대안으로, 이미 기술성숙도가 높은 싱글모드 광섬유(SMF)를 데이터센터 내부에 적극적으로 채택하는 추세이다.

도표 121. 차세대 엔비디아 NIC 는 800G 지원

	ConnectX-5	ConnectX-6	ConnectX-7	ConnectX-8
포트	싱글, 듀얼	싱글, 듀얼	싱글, 듀얼	싱글, 듀얼
포트 속도	100Gb/s 이하	200Gb/s 이하	400Gb/s 이하	800Gb/s 이하
PCIe	Gen 3.0 x16; Gen 4.0 x16	Gen 3.0/4.0 x16; 32 레인 (2x Gen 3.0 16 레인 PCIe)	Gen 4.0/5.0 x16; 32 레인 (2x Gen 4.0/5.0 16 레인 PCIe)	Gen 6.0 최대 48 레인
커넥터	QSFP28	QSFP56	OSFP, QSFP112	OSFP, QSFP112
RDMA 메시지 레이트 (백만 msg/sec)	200 (ConnectX-5 Ex, 4 세대 서버); 165 (ConnectX-5, 3 세대 서버)	215	330-370	~400+
RDMA	✓	✓	✓	✓
OOO RDMA (적응형 라우팅)	✓	✓	✓	✓
동적 연결 전송	✓	✓	✓	✓
NVIDIA Multi-Host	4 개 호스트	4 개 호스트	4 개 호스트	4 개 호스트

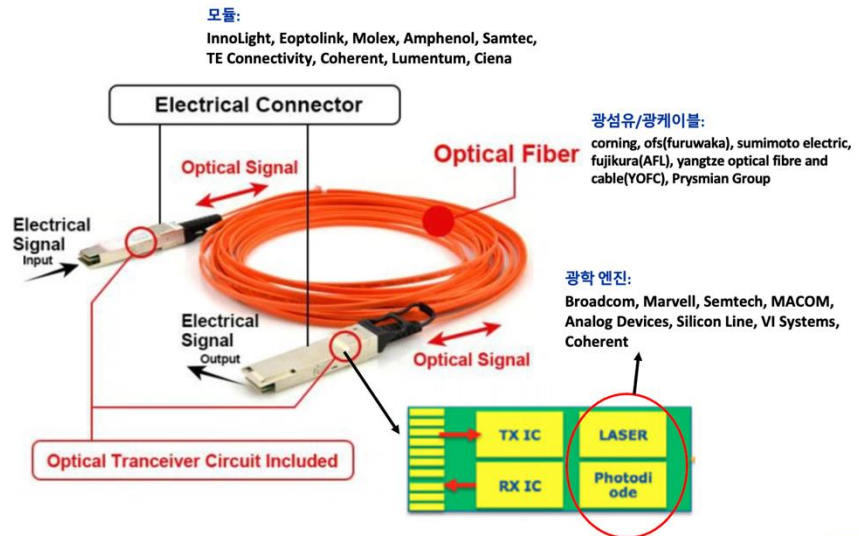
자료: Nvidia

따라서, 백엔드 네트워크의 800G 로의 전환 시점이 다소 지연되었을 뿐 장기적으로 극한의 성능이 중요한 AI 데이터센터 내부 케이블 시장의 주력 제품이 MMF 에서 SMF 로 전환될 것이라는 방향성 자체는 변함이 없다. 이는 고품질 SMF 케이블을 공급할 수 있는 제조사(코닝, OFS, 스미토모, YOFC 등)들에게 새로운 기회를 제공한다.

이처럼 AI 데이터센터의 백엔드 패브릭은 여러 변수에 따라 진화하고 있다. 이 복잡한 요구사항 속에서 시장의 경계는 뚜렷하게 구분되어 있지 않지만, 각 역할에 최적화된 다양한 케이블 솔루션들이 공존하며 공급망 생태계를 형성한다.

랙과 랙 사이와 같이 7 미터를 넘어가는 장거리 연결은 전통적으로 광케이블의 영역이다. 솔루션은 크게 광섬유 케이블과 트랜시버가 일체형으로 조립된 AOC(Active Optical Cable)과 플러그형 트랜시버 + SMF/MMF 트렁크 케이블로 나뉘고, 성능/TCO 의 무게중심은 광학 엔진, 모듈 설계/수율, 배선 신뢰성 등에 있다. 모듈 벤더로는 InnoLight, Eoptolink, Coherent, 광학 엔진은 브로드컴, Coherent, 루멘텀, 트렁크 배선은 코닝, 컴스코프가 대표적이다. AOC 완제품/커넥터 라인인 암페놀, Molex 등이 제품군을 가지고 있다.

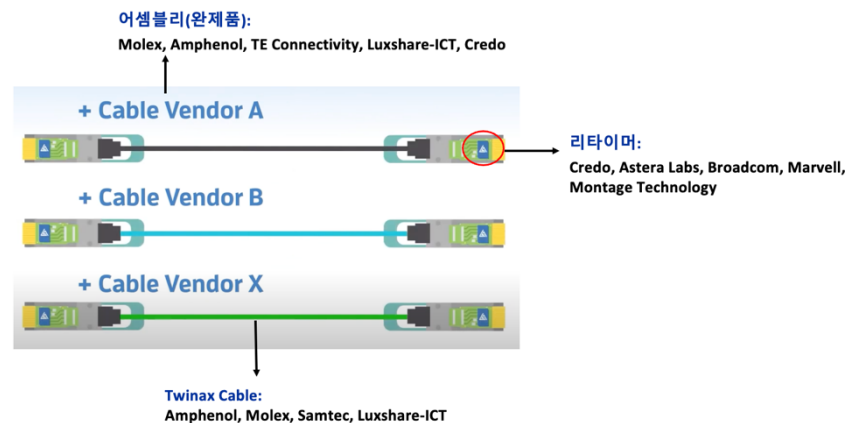
도표 122. AOC 밸류체인



자료: Fiberball, 유진투자증권

반면 3 미터에서 7 미터 사이의 중거리 연결을 위한 AEC(Active Electrical Cable)는 반도체 기술을 중심으로 한 또 다른 전문화된 공급망 생태계를 형성한다. AEC의 핵심 부가가치는 그 '두뇌' 역할을 하는 신호 보정 칩에서 나오며, 이 시장은 브로드컴, 마블과 같은 거대 반도체 기업과, 이 시장을 개척한 크레도, 아스테라 랩스와 같은 전문 팹리스 기업들이 치열하게 경쟁하고 있다. 그리고 이 칩들은 몰렉스, 암페놀 등 케이블 어셈블리 전문 기업에게 공급되어 최종 완제품으로 탄생한다.

도표 123. AEC 밸류체인



자료: Astera Labs, 유진투자증권

AEC 솔루션들은 각자의 차별화된 강점을 바탕으로 시장에 접근하고 있다. 예를 들어 아스테라 랩스는 자신들의 Taurus® Smart Cable Module 에 COSMOS 라는 클라우드 기반 관리 플랫폼을 결합했다. 이는 데이터센터 운영자가 수만 개의 케이블 상태를 원격으로 정밀하게 모니터링하고, 장애를 사전에 예측하며, 펌웨어를 업데이트할 수 있게 하는 지능형 관리 기능에 초점을 맞춘 것이다.

도표 124. 아스테라 랩스의 관리 플랫폼 COSMOS

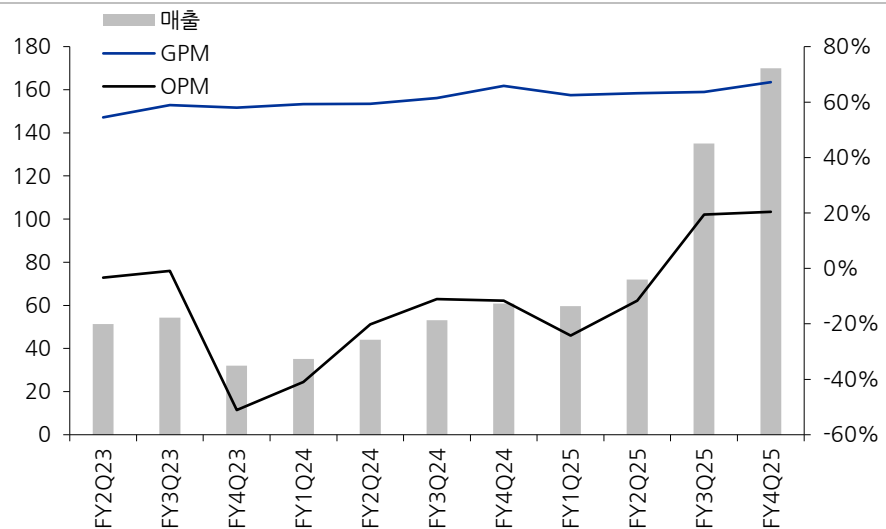


자료: Astera Labs

이와 달리, 크레도(Credo)는 자신들이 직접 설계한 칩을 내장한 HiWire™라는 브랜드의 AEC 완제품을 직접 제조하고 판매하는 수직 계열화 모델을 가지고 있다. 이들은 소프트웨어와 하드웨어의 최적화를 통해 ZeroFlap 기술로 AI 학습에 치명적인 RDMA 네트워크의 미세한 링크 불안정 현상을 원천적으로 제거하여 단 한 번의 끊김도 없는 무손실 통신, 링크 안정성을 제공하는 데 특화되어 있다.

이처럼 AEC 는 이제 막 개화하기 시작하는 초기 시장으로 어떤 회사의 특정 솔루션이 명확한 우위에 있다고 판단하기는 아직 이르다. 각 제품은 서로 다른 고객의 고민(관리 효율성 vs. 링크 안정성)을 해결해주는 고유한 장점을 가지고 있기 때문이다. Passive DAC 의 한계와 비싼 광케이블 사이의 거대한 틈새시장을 공략하는 AEC 의 TAM 이 빠르게 성장하고 있으며 이 시장을 개척하고 있는 선두 기업들이 그 과실을 온전히 누릴 수 있다는 점에 집중을 해야 한다.

도표 125. 크레도 매출, GPM, OPM 분기별 추이



자료: Credo Technology Group

도표 126. 케이블 밸류체인 정리

케이블	밸류체인 영역	역할	글로벌 주요 업체
패시브 DAC	고속 트윈엑스(Twinax) 케이블	데이터 신호를 전송하는 특수 차폐 구리 케이블	Amphenol, Samtec, Molex, 3M, GORE, Luxshare-ICT
	고속 플러그형 커넥터 (QSFP, OSFP 등)	케이블을 네트워크 장비에 물리적으로 연결하는 인터페이스	Amphenol, TE Connectivity, Molex, Samtec, Foxconn, Luxshare-ICT
	최종 케이블 조립 / 통합	케이블과 커넥터를 결합하고 테스트하여 완제품을 생산	Molex, Amphenol, TE Connectivity, Luxshare-ICT, Foxconn (대만), GORE, Samtec, Leoni, Volex, Wolon (중국), HTF (중국), 10Gtek (중국)
AEC	고속 트윈엑스(Twinax) 케이블	데이터 신호를 전송하는 특수 차폐 구리 케이블	Amphenol, Samtec, Molex, 3M, GORE, Luxshare-ICT
	고속 플러그형 커넥터	케이블을 네트워크 장비에 물리적으로 연결하는 인터페이스	Amphenol, TE Connectivity, Molex, Samtec, Foxconn, Luxshare-ICT
	신호 조정 IC (리타이머/리드라이버)	감쇠된 전기 신호를 증폭하고 재구성하여 전송 거리를 연장	Credo, Astera Labs, Broadcom, Marvell
	최종 케이블 조립 / 통합	케이블, 커넥터, 신호 조정 IC 를 통합하여 완제품을 생산	Molex, Amphenol, TE Connectivity, Luxshare-ICT, Foxconn, Credo
AOC	원시 다중모드 광섬유	빛 신호를 전송하는 핵심 유리 섬유 가닥	Corning, Prysmian Group, OFS (Furukawa), Sumitomo Electric, Fujikura (AFL), Yangtze Optical Fibre and Cable (YOFC)
	광섬유 케이블	원시 광섬유를 보호 재킷으로 감싸 내구성을 확보한 케이블	Corning, Prysmian Group, OFS (Furukawa), Sumitomo Electric, Fujikura (AFL), Belden, Optical Cable Corporation (OCC)
	광학 엔진 부품: 레이저 (VCSEL)	전기 신호를 빛 신호로 변환하는 광원	Coherent, Lumentum, Broadcom, Sony
	광학 엔진 부품: 검출기 (포토다이오드)	빛 신호를 다시 전기 신호로 변환하는 수신기	Broadcom, Coherent, Lumentum, MACOM, Sumitomo Electric, Hamamatsu, ams OSRAM, Jenoptik
	광학 드라이버 및 수신기 IC (VCSEL 드라이버, TIA)	레이저와 포토다이오드를 제어하고 신호를 처리하는 반도체 칩	Broadcom, Marvell, Semtech, MACOM, Analog Devices (ADI), Silicon Line, VI Systems
	고속 플러그형 커넥터	케이블을 네트워크 장비에 물리적으로 연결하는 인터페이스	Amphenol, TE Connectivity, Molex, Samtec, Foxconn, Luxshare-ICT
	최종 모듈 / 케이블 조립	모든 광학 및 전기 부품을 커넥터 하우징에 통합하여 완제품 생산	InnoLight, Eoptolink, Molex, Amphenol, Samtec, TE Connectivity, Coherent, Lumentum, Ciena, 10Gtek

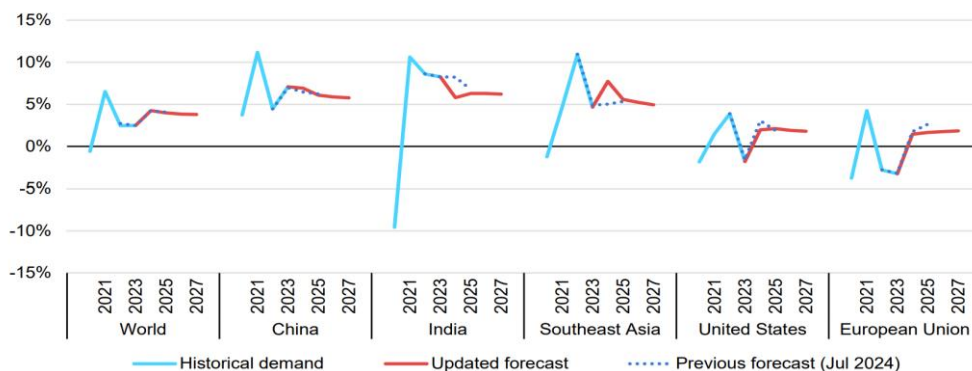
자료: X

Ⅲ. 제 2 의 물결: 정부 및 전력 유틸리티

The Great Rewiring

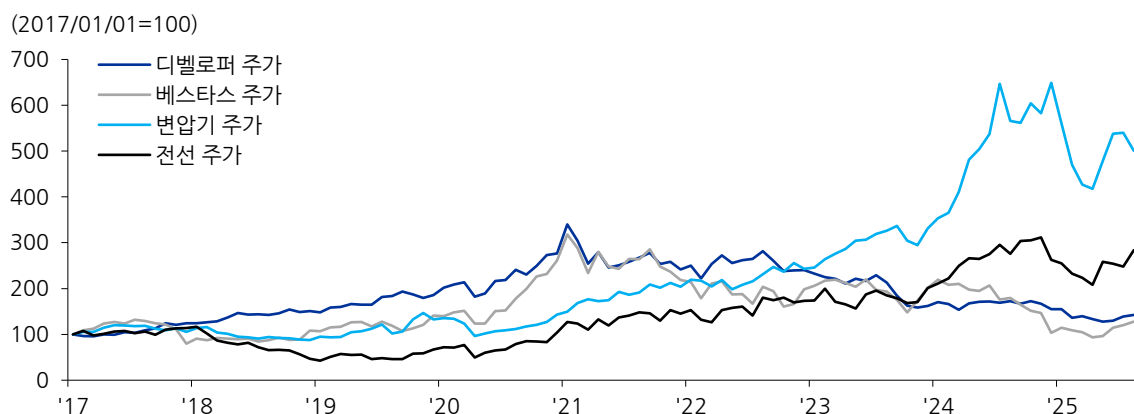
전력 소비 증가 → 전력 소비 증가는 글로벌 에너지 시스템을 뒤흔드는 거대한 흐름이다. 지난 20
전력 부족 문제 대두 → 여 년간(2000~2023) 세계 전력 소비는 두 배 가까이 늘었고, 2040년까지는 연
발전원 투자 확대 → 간 발전량이 38,000TWh 를 넘어설 것으로 예상된다. AI 데이터센터, 전기차, 산
전력망 투자 확대 ! 업 전기화가 이 흐름을 주도하고 있으며, 이는 발전원 확대와 전력망 투자로 이
어지는 "전력 산업 밸류체인"의 대규모 투자 사이클을 촉발하고 있다.

도표 127. 세계 주요 지역별 전력 수요 전년 대비 증감률(2020~2027)



자료: IEA(2025), 유진투자증권

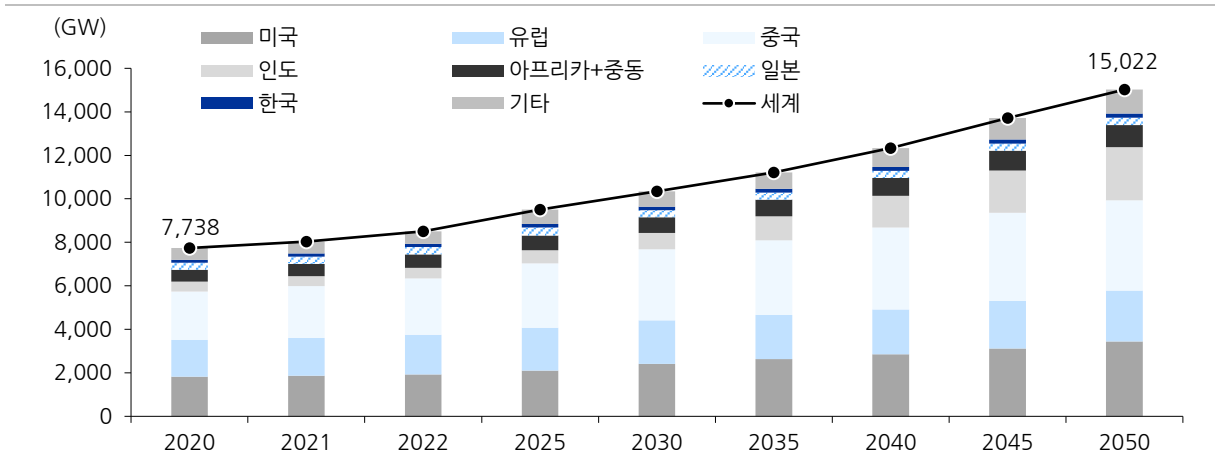
도표 128. 2017 년 이후 전력 산업 밸류체인 주가 흐름: 디벨로퍼→전력 기기(터빈, 변압기, 전선 순)



자료: LSEG, 유진투자증권

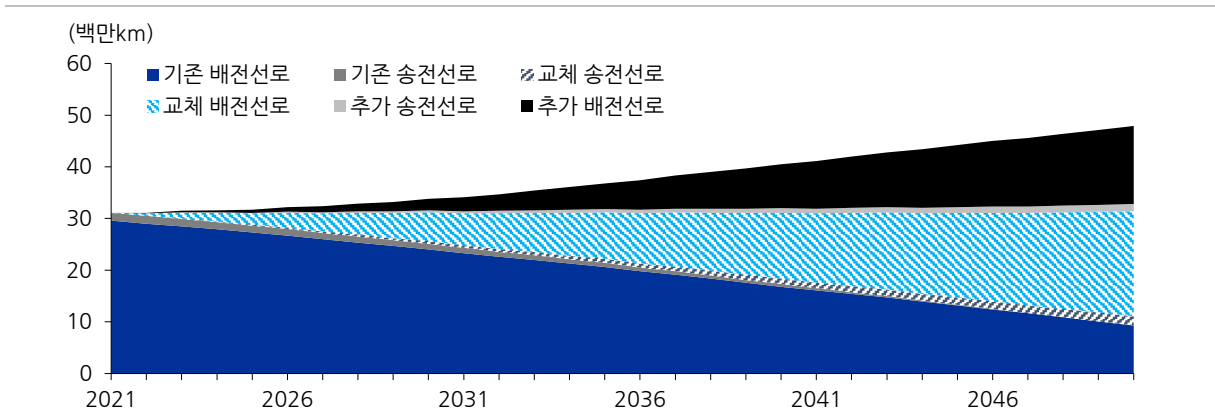
주: 디벨로퍼 Orsted, Equinor, Iberdrola, EDP Renewable, Terna, Engie, 베스타스: Vestas, 변압기: Siemens, Schneider Electric, Eaton, 전선: Prymian, Nexans, NKT

도표 129. 세계 발전 용량 전망



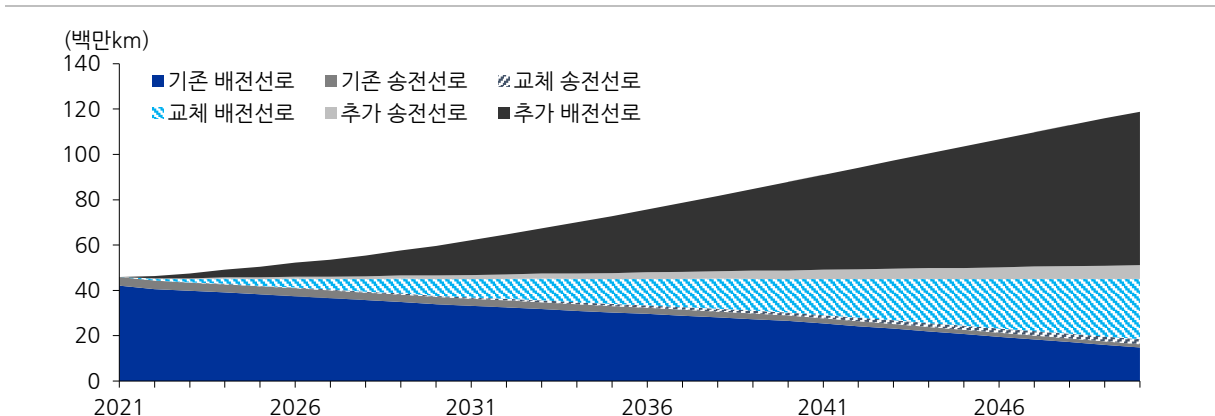
자료: EIA, 유진투자증권

도표 130. 선진국 전선 수요 전망(연간 평균 +1.6%yoy 성장 예상)



자료: IEA, 유진투자증권, 주: 평균 성장률 높은 순: 추가 배전선로(연간 성장률 평균 +22.8%yoy, '50년까지 총 1,510 만 km), 교체 배전선로(연간 성장률 평균 +15.7%yoy, '50년까지 총 2,030 만 km), 교체 송전선로(연간 성장률 평균 +12.7%yoy, '50년까지 총 180 만 km), 추가 송전선로(연간 성장률 평균 +11.8%yoy, '50년까지 총 140 만 km)

도표 131. 신흥국+개발도상국 전선 수요 전망(연간 평균 +3.3%yoy 성장 예상)



자료: IEA, 유진투자증권, 주: 평균 성장률 높은 순: 추가 송전선로(연간 성장률 평균 +19.1%yoy, '50년까지 총 600 만 km), 추가 배전선로(연간 성장률 평균 +17.1%yoy, '50년까지 총 6,770 만 km), 교체 배전선로(연간 성장률 평균 +14.4%yoy, '50년까지 총 2,660 만 km), 교체 송전선로(연간 성장률 평균 +13.2%yoy, '50년까지 총 230 만 km)

전력망의 혈관, 전선 핵심 기술

1) HVDC: 에너지 고속도로

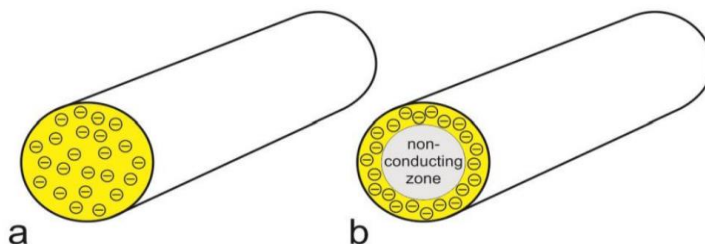
HVDC 가 대세

현대 전력망은 점점 더 멀리 떨어진 재생에너지 자원인 해상풍력이나 사막 태양광 등을 대규모 소비 지역과 연결해야 하는 과제를 안고 있다. 그러나 기존 HVAC(고전압 교류 송전) 방식은 장거리에서 손실이 크고, 국가 간 전력망 연계 시 주파수 차이로 인한 제약도 많다. 이러한 이유로 HVDC(고전압 직류 송전)는 수천 킬로미터 이상의 장거리에서도 안정적인 송전이 가능하며, 해저 케이블 연결이나 50Hz-60Hz 등 이종 전력망 간 연계, 그리고 대규모 재생에너지 집약지와의 연결에서 필수적인 기술로 자리잡고 있다.

효율성, 경제성에서 우위를 가진 HVDC

전압이 높을수록 송전 손실은 줄어들며, 보통 35kV 에서 800kV 범위의 고전압이 활용된다. 전력을 대량으로 송전하는 방식은 HVAC 와 HVDC 두 가지가 있다. 교류(AC)는 전류가 도체 표면을 따라 흐르는 표피 효과 때문에 유효 단면적이 줄고 손실이 증가한다. 반면 직류(DC)는 도체 전체를 활용해 손실이 적다. 실제로 800kV 전압에서 1,000km 송전 시 HVAC 의 손실률은 약 6.7%에 달하고 2,000km 에서는 10%까지 증가하지만, HVDC 는 같은 조건에서 각각 3.5%와 5%에 불과하다. 또한 HVDC 는 동일 전력 전송에 단일 선로만 필요해 자재와 부지 사용이 적고, 정전용량 문제로 인한 거리 제약이 없어 장거리해저 송전에 유리하다.

도표 132. DC(a)와 AC(b) 도체에서 전류 흐름: 표피 효과



자료: JRC Technical Reports, 유진투자증권

도표 133. HVAC, HVDC 송전에 따른 손실률

구분	길이 (km)	전력 (MW)	전압 (kV)	손실률 (%)
AC	1,000/2,000	3,000	800	6.7/10
DC	1,000/2,000	6,400	800	3.5/5

자료: JRC Technical Reports, 유진투자증권

HVDC 는 1) HVAC 가 비경제적이거나 기술적으로 불가능한 경우, 2) 서로 다른 주파수 혹은 비동기 AC 계통을 연결해야 할 경우, 그리고 3) 기존 AC 계통의 안정성을 보완할 필요가 있는 경우에 사용된다. 이러한 특성으로 HVDC 는 초장 거리 송전, 국가 간 연계, 해저 케이블, 대규모 재생에너지 전력망 통합에 쓰인다.

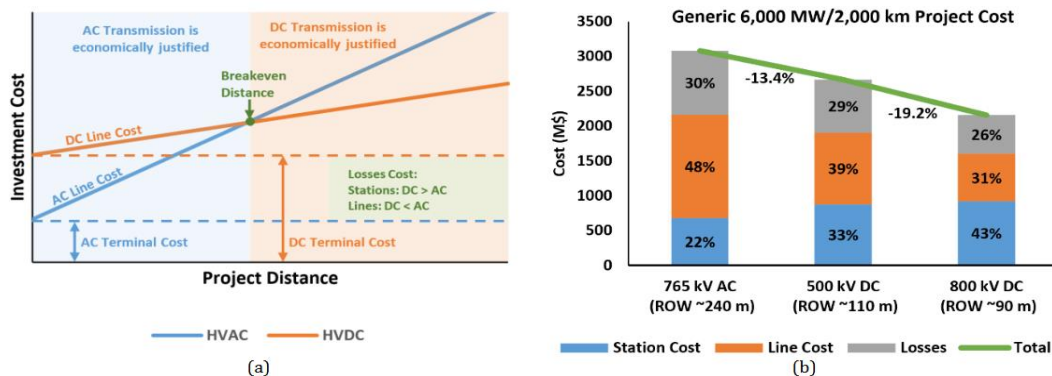
이와 같이 HVAC 는 근거리 송전과 기존 배전망과의 통합에 여전히 효과적이지만, 장거리와 해저 송전에는 구조적 한계가 있다. 반면 HVDC는 낮은 손실, 적은 부지와 자재 소요, 장거리 안정성, 이종 계통 연계 가능성 등 다양한 측면에서 우위를 가진다.

도표 134. HVAC, HVDC 비교

구분	세부 구분	HVAC (고전압 교류)	HVDC (고전압 직류)
케이블/선로	도체 수	더 많음 (3 상 도체, 개별 정격은 낮으나 누적 비용은 더 비쌈)	더 적음
	활용률	표피 효과로 인해 제한됨 (이를 줄이기 위해 복도체 사용)	열적 한계까지 최대한 활용 가능
	손실	더 높음 (주로 저항 및 무효전력 손실, 고가의 선로 정전용량 보상기 필요)	더 낮음 (주로 저항 및 코로나 손실)
	선로 부지 (ROW)	더 넓음 (HVDC 의 3 배를 초과할 수 있음)	더 좁음
2018 년 기준 최대 구현 거리		더 짧음 (1,049 km: 중국 유형-웨이팡 연계선)	더 김 (3,324 km: 중국 창지-구취안 연계선)
전력망	가용성	전 세계적으로 널리 퍼져 있음	현재는 제한적이나 상당한 성장 예측
변압	보호 장비	잘 개발된 초고압(UHV) 차단기	HVDC 차단기 및/또는 고장 차단 기능이 있는 변환기 개발을 위한 광범위한 R&D 노력 필요
	비용	상당히 저렴함	더 비쌈 (변환소)
	손실	변압기 및 고전압 장비 손실 적음 (AC 이종 회로에서 0.3%)	더 높은 변전소 손실 (VSC 의 경우 1% 를 초과할 수 있음)
경제적 실행 가능성		지중 케이블 < 50-100 km 가공선 < 300-800 km	HVAC 의 한계 이상

자료: Alassi et al(2019) "HVDC Transmission: Technology Review, Market Trends and Future Outlook" Renewable and Sustainable Energy Reviews

도표 135. (a) AC 와 DC 의 손익분기점, (b) 6,000MW/2,000 프로젝트 AC 와 DC 비용 차이



자료: Alassi et al(2019) "HVDC Transmission: Technology Review, Market Trends and Future Outlook" Renewable and Sustainable Energy Reviews

도표 136. 국가 간 HVDC 송전선 개발 및 계획 현황

연결 국가	길이 (km)	기술	전력 (MW)	전압 (kV)	상태
남아프리카 공화국-모잠비크	1,420 (가공선)	사이리스터	1,920	533	운영 중 (1979 년)
프랑스-영국	70 (지중/해저 케이블)	사이리스터	2,000	270	운영 중 (1986 년)
덴마크-스웨덴	61 (가공선)	사이리스터	300	300	운영 중 (1988 년)
	88 (지중/해저 케이블)				
독일-스웨덴	262 (가공선)	사이리스터	600	450	운영 중 (1994 년)
덴마크-독일	170 (가공선)	사이리스터	440	350	운영 중 (1996 년)
폴란드-스웨덴	245 (가공선)	사이리스터	600	450	운영 중 (2000 년)
그리스-이탈리아	310 (가공선)	사이리스터	500	400	운영 중 (2001 년)
태국-말레이시아	110 (가공선)	사이리스터	300	300	운영 중 (2001 년)
핀란드-에스토니아	105 (가공선)	IGBT	350	150	운영 중 (2006 년)
네덜란드-노르웨이	580 (가공선)	사이리스터	700	450	운영 중 (2008 년)
네덜란드-영국	245 (가공선)	사이리스터	1,000	450	운영 중 (2010 년)
핀란드-스웨덴	303 (가공선)	사이리스터	800	500	운영 중 (2011 년)
아일랜드-영국	130 (가공선)	IGBT	500	200	운영 중 (2012 년)
프랑스-스페인	64 (가공선)	IGBT	2,000	320	운영 중 (2015 년)
스웨덴-리투아니아	450 (가공선)	IGBT	700	300	운영 중 (2015 년)
덴마크-노르웨이	244 (가공선)	IGBT	700	500	운영 중 (2015 년)
인도-방글라데시	1,728 (가공선)	사이리스터	6,000	800	운영 중 (2017 년)
이탈리아-몬테네그로	415 (가공선)	사이리스터	1,000	500	운영 중 (2019 년)
덴마크-네덜란드	325 (가공선)	IGBT	700	320	운영 중 (2019 년)
이탈리아-프랑스	190 (가공선)	IGBT	1,200	320	운영 중 (2019 년)
벨기에-영국	140 (가공선)	IGBT	1,000	400	운영 중 (2019 년)
벨기에-독일	100 (가공선)	IGBT	1,000	320	운영 중 (2020 년)
노르웨이-독일	623 (가공선)	IGBT	1,400	525	운영 중 (2021 년)
노르웨이-영국	730 (가공선)	IGBT	1,400	515	운영 중 (2021 년)
케냐-에티오피아	1,045 (가공선)	사이리스터	2,000	500	운영 중 (2021 년)
덴마크-영국	740 (가공선)	IGBT	1,400	525	운영 중 (2023 년)
인도-스리랑카	285 (지중/해저 케이블)	사이리스터	1,000	400	개발 중
인도-네팔	85 (가공선)	사이리스터	700	400	개발 중
인도-부탄	170 (가공선)	사이리스터	2,000	400	개발 중
아일랜드-프랑스	575	계획 중	700	500	계획 중
이스라엘-그리스	1,208	계획 중	2,000	500	계획 중
이집트-그리스	1,396	계획 중	2,000	500	계획 중
독일-영국	725	계획 중	1,400	525	계획 중
리투아니아-폴란드	330	계획 중	700	320	계획 중
프랑스-영국	210	IGBT	1,400	320	계획 중
모로코-영국	4,000 (지중/해저 케이블)	계획 중	3,600		계획 중
호주-싱가포르	800 (가공선)	계획 중	1,500		계획 중
	4,200 (지중/해저 케이블)				

자료: Dora et al(2025) "The Global Electricity Grid: A Comprehensive Review"

HVDC 는 LCC, VSC 변환 기술이 핵심

HVDC 의 핵심은 교류(AC)를 직류(DC)로, 또는 그 반대로 변환하는 변환기(Converter)에 있다. 변환기를 어떤 기술(반도체 소자)로 구성하느냐에 따라 HVDC 는 크게 두 가지 방식으로 나뉘며, 이에 따라 연결되는 변압기와 전선의 종류가 달라진다.

도표 137. HVDC 변환기에 따른 특성 및 요구사항

구분	LCC (전류형 변환기)	VSC (전압형 변환기)
명칭	Line Commutated Converter	Voltage Sourced Converter
기술	(Current Sourced Converter)	(Self-Commutated Converter)
전력 전송	Thyristor Based	Transistor (IGBT, GTO etc.) Based
특징	High Power	Low Power
	전력 방향 따라 극성반전 전류방향 변화 없음	극성반전 없음, 전력방향 따라 전류 방향 변화
	강한 AC 시스템 요구	약한 AC 시스템으로 운영
	Black Start 불가능	Black Start 가능
	Harmonic Distortion 발생 (Filter 필요함)	약한 Harmonic Generation (Filter 불필요)
	Filter 로 인한 넓은 설치 면적 요구	LCC 의 50~60% 면적
	Low Station Loss	High Station Loss
	Lower Cost	10~15% higher Cost
	Higher Reliability	Lower Reliability (Component 의존성)
	More Mature Technology	Less Mature Technology
	덜 정밀한 보상전력 제어	세밀한 보상전력 제어
	극성반전 가능한 케이블 (MI, 나노적용 XLPE 케이블 등)	극성반전 불가능 케이블 (상용 DC XLPE 케이블 적용)

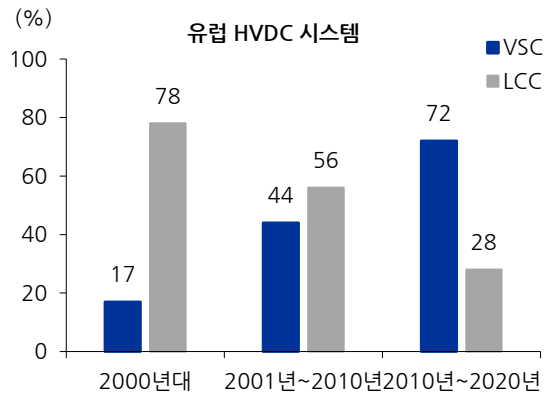
자료: LS 전선, 유진투자증권

LCC 는 사이리스터(Thyristor) 소자를 사용하는 전통적인 방식으로, 외부 AC 전력망의 도움을 받아 전류를 전환한다. 기술이 성숙하여 신뢰성이 높고 저렴하며, 대용량 전력을 장거리로 보내는 데 효과적이다. 하지만 안정적인 AC 전력망에 의존하여 작동하며, 정전 시 자력으로 기동하는 '블랙 스타트'가 불가능하다.

VSC 는 IGBT 와 같이 켜고 끄는 것을 제어할 수 있는 반도체 소자를 사용한다. 그러므로 외부 AC 전원 없이도 작동하는 '자가 소호(Self-Commutation)'가 가능하다. 따라서 블랙 스타트가 가능하여 해상풍력단지처럼 외부 전원이 없는 고립된 지역에 전력을 공급할 수 있으며, 불안정한 전력망에도 안정적으로 연계할 수 있다. 또한, 유효전력과 무효전력을 독립적이고 정밀하게 제어하고, 고조파 발생이 적어 거대한 필터가 거의 필요 없어 설치 공간이 작다.

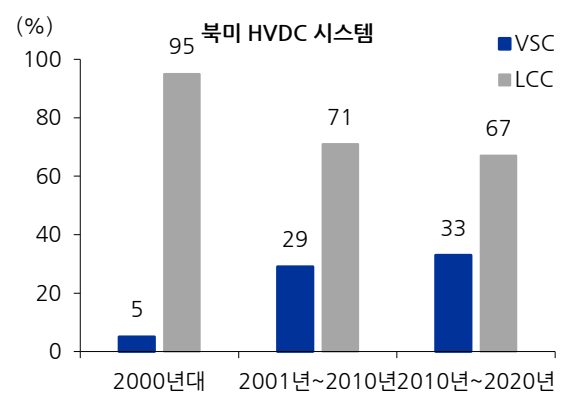
MMC(모듈러 멀티레벨 컨버터) 기술의 등장은 VSC 방식을 확장했다. 과거 VSC 는 용량에 한계가 있었지만, MMC 기술 덕분에 LCC 못지않은 대용량화가 가능해지면서 현재는 해상풍력, 비동기 계통 연계, 다단자 HVDC(MTDC) 구축을 VSC 로 실현시키고 있어 HVDC 시스템에서 VSC 의 비중이 점차 높아지고 있다.

도표 138. 유럽 HVDC 시스템



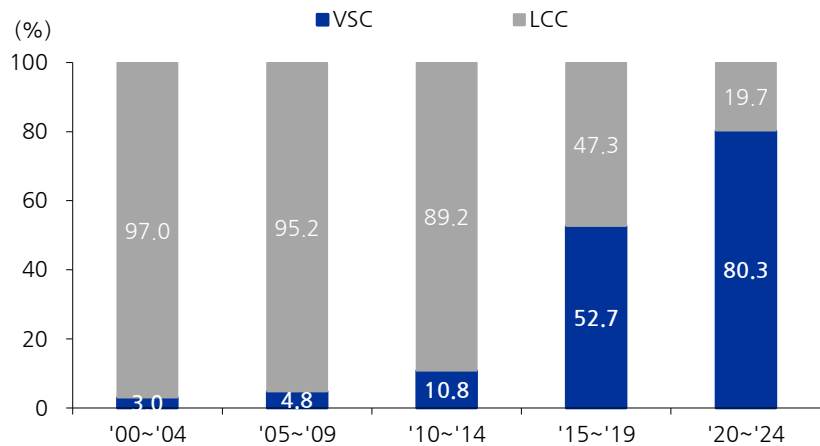
자료: 이동근(2025). "HVDC 해외 주요 프로젝트 및 기술 동향"

도표 139. 북미 HVDC 시스템



자료: 이동근(2025). "HVDC 해외 주요 프로젝트 및 기술 동향"

도표 140. 전 세계 HVDC 프로젝트 발주 규모

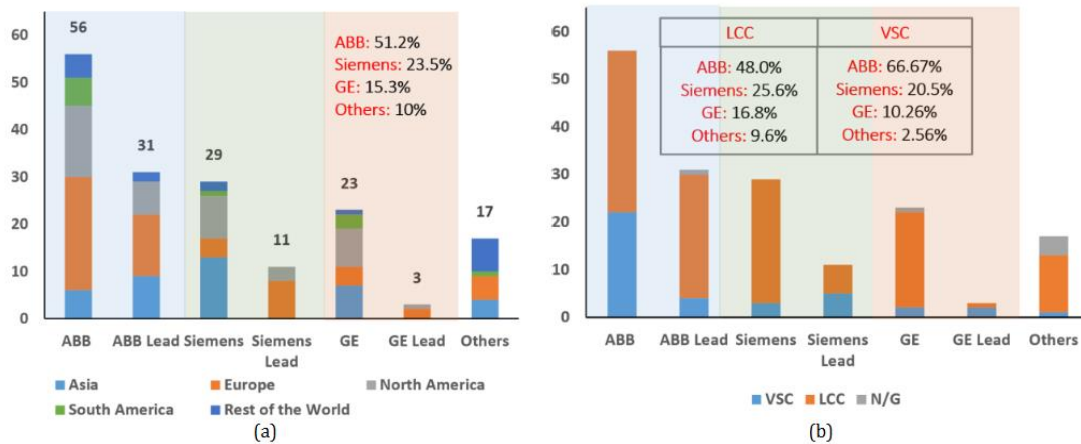


자료: 이동근(2025). "HVDC 해외 주요 프로젝트 및 기술 동향"

변환기는
Hitachi Energy,
Siemens,
GE Vernova
3강 체제

최초의 상업용 HVDC 연계선(스웨덴 Gotland)은 60여 년 전, ABB에 의해 LCC 기술을 사용하여 설치되었다. 60년 이상이 지난 지금도 HVDC 변환기 시장은 여전히 세 개의 공급업체, 즉 히타치 에너지(舊 ABB), 지멘스, GE 베르노바(舊 Alstom Grid)에 의해 지배(2GW 표준화 정립)되고 있다. 일부 중국 업체는 국산화를 시도하고 있고, 한국 또한 전력망 자립을 위해 HVDC 변환기 기술을 개발 중이다. 한국에서는 효성중공업이 200MW 급 전압형 변환기(Converter: AC↔DC)를 개발했고 창원에 생산기지를 투자 중이다. 한편 LS 일렉트릭은 HVDC 변환용 변압기(CTR: Converter Transformer, 컨버터 앞단에 필요한 특수한 변압기로, 전압을 매칭해주고 절연하는 설비)를 GE 베르노바와 기술합작을 통해 수주받아 양산 경험을 쌓고 있다.

도표 141. (a) 회사별 HVDC 프로젝트 점유율, (b) HVDC 기술별 회사 점유율



자료: Allassi et al(2019) "HVDC Transmission: Technology Review, Market Trends and Future Outlook" Renewable and Sustainable Energy Reviews
 주: ABB는 현재 Hitachi Energy, GE는 GE Vernova

변환기 차이는 HVDC 케이블에도 영향을 미친다. LCC-HVDC에서는 전류 크기가 크고 극성 전환이 필요해 절연 성능과 기계적 강도가 중요한 MI 케이블(함침지)이 요구된다. VSC-HVDC에서는 양방향 전력 흐름과 빠른 제어 특성에 대응하기 위해, 가교 폴리에틸렌(XLPE) 절연 케이블이 주로 사용된다.

HVDC 케이블도 과점 시장 HVDC 케이블 시장은 변환기 시장과 마찬가지로 소수 기업에 의해 과점되어 있다. 프리즈미안(이탈리아), 넥상스(프랑스), NKT(덴마크), 스미토모와 후루카와(일본), 그리고 일부 중국 국영 케이블 제조업체들과 한국 업체들이 글로벌 HVDC 케이블 공급의 대부분을 차지하고 있다.

도표 142. HVDC 케이블 종류별 특성

구분	MI(Mass Impregnated)		OF(Oil Filled)	DC XLPE	
절연재료	Kraft Paper	Propylene Paper Laminate	Kraft Paper	VSC XLPE	LCC XLPE
변환기	전류형/전압형 동시 활용 가능			전압형	전류형/전압형
허용온도	50~55℃	80~85℃	80~85℃	70℃	90℃
장점	극성반전, HVDC 실적		극성반전	시공/유지보수 편의성	
단점	절연컴파운드 함침시간 필요		HVDC 실적	극성반전불가	소수업체

자료: LS 전선, 유진투자증권

도표 143. 글로벌 케이블 제조사 및 HVDC 기술 역량 현황

국가	회사	AC 345~525kV		DC 500/525kV		비고
		지중 케이블	해저 케이블	지중 케이블	해저 케이블	
이탈리아	Prismian	◎	◎	◎	◎	1 위, CLV 투자 지속
프랑스	Nexans	◎	◎	◎	◎	
덴마크	NKT	◎	◎	◎	◎	M&A(ABB 케이블)
일본	Sumitomo Electric	◎	◎	◎	◎	Sudkabel 지분(90%) 인수
한국	LS 전선	◎	◎	◎	◎	美 해저케이블 공장, CLV(마린솔루션) 투자
일본	Furukawa Electric	◎	△	○	△	
한국	대한전선	◎	○	○	△	해저케이블 공장 투자 중, CLV 투자
독일	Sudkabel	◎	X	○	X	24년 6월 Sumitomo 에 인수
스위스	Brugg	○	X	○	X	
일본	Showa	○	△	○	X	
중국	ZTT	◎	○	◎	△	중국 내수 침체로 수출 본격화 시도
	Orient Cable	◎	○	◎	X	
	Hengtong	◎	○	◎	X	

자료: LS 전선, 유진투자증권

주: 상용화 ◎, 개발 완료 ○, 개발 중 △, 없음 X

2) 해저 케이블: 대륙과 에너지를 잇다

해저 전력 케이블(Submarine Power Cable)은 말 그대로 바다에 설치되어 전기를 보내는 전선이다. 해저 케이블이 중요해진 이유는 1) 전력망의 지리적 연결 확대와 2) 해상 풍력 발전 때문이다.

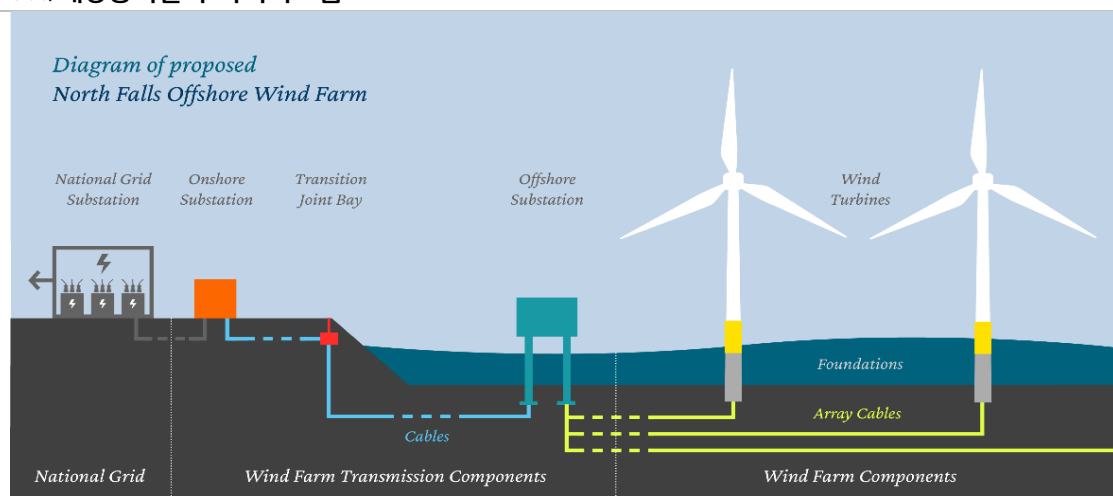
국가 간
도서 지역을
연결해주는
해저 케이블

해저 케이블은 섬과 본토, 국가와 국가를 연결하며 전력망의 안정성과 에너지 안보를 보강한다. 이를 통해 고립된 섬 지역에 안정적인 전력 공급이 가능하며, 국가 간 전력 연계망을 구축해 전력의 수출입을 유연하게 조정할 수 있다. 또한 국가 간 상호 지원 체계를 갖추므로써, 국내 대형 발전소의 갑작스러운 정지나 자연재해로 인한 전력난 상황에서도 인접국으로부터 전력을 공급받아 블랙아웃을 방지할 수 있다. 더 나아가 이런 연계망은 변동성이 큰 재생에너지 전원의 간헐성을 보완하고, 전력망 전체의 주파수와 전압을 안정적으로 유지하는 데 핵심적인 역할을 한다.

해상 풍력에서
생성된
전기를 전달

또한 해저케이블은 해상풍력을 연결하는데 필수적이다. 먼바다에 건설되는 해상 풍력 단지는 육상보다 바람이 우수해 수 기가와트(GW) 규모의 에너지를 생산할 수 있다. 이렇게 생산된 전력을 대도시 수요지로 안정적으로 전송하기 위해서는 대용량 해저 케이블이 필요하다. 특히 HVDC(초고압 직류 송전) 해저 케이블은 교류 송전에서 나타나는 정전용량 문제를 피할 수 있어 수백 km 이상의 장거리에서도 손실을 최소화하며 전력을 전송할 수 있다.

도표 144. 해상풍력단지 다이어그램



자료: North Falls Offshore Wind Farm Limited

내부망, 외부망이란 해상풍력 케이블은 크게 내부망(Inter-array) 케이블과 외부망(Export) 케이블로 나뉜다. 내부망 케이블은 해상풍력단지 내의 터빈 사이의 전기를 연결하는 케이블이고, 외부망 케이블은 해상풍력단지 전체의 전력을 모아 육지로 보내는 더 큰 케이블이다. 내부망 케이블은 거리가 짧아서 AC 를 주로 이용하고, 외부망 케이블은 육지와의 거리에 따라 AC 와 DC(주로 50~100km 이상)를 선택해서 사용한다.

도표 145. 해저 AC 케이블



자료: LS 전선

도표 146. 해저 DC 케이블



자료: LS 전선

기존 해상풍력은 고정되어 있었기 때문에 정적(static) 케이블을 사용했으나 점점 더 깊은 수심의 부유식 해상풍력이 늘어나면서 파도, 조류, 바람에 따라 움직이는 동적(dynamic) 케이블이 필요하다. 동적 내부망 AC 케이블은 이미 개발되어 있으나, 동적 외부망 DC 케이블은 아직 기술 개발 중이다.

해저 케이블 가격은 대략 km 당 100 만 달러가 업계 근사치로 사용된다(NKT). 물론 송전용 케이블은 맞춤형 주문으로 제작하기 때문에 프로젝트별로, 구리 사용량에 따라 가격은 달라진다.

실제 예시를 들어보면 모로코-포르투갈 ± 500 kV / 3000 MW HVDC 송전 프로젝트 총 투자 비용은 12 억 달러다. 이 가운데 60 km 구간의 육상 가공 송전선 건설과 양 끝단의 두 개 변환소(converter station) 비용을 제외하면, 200 km 구간의 해저 케이블 투자 비용은 약 5 억 달러다. 따라서 이 경우 ± 500 kV / 3000 MW HVDC 해저 케이블의 단가는 250 만 달러/km(설치, 부대 비용 포함)다.

3) 설치 선박: 턴키가 대세

턴키 방식 계약 多

해상 풍력 발전과 국가 간 전력망 연계(Interconnection)의 규모와 복잡성이 커지고 있다. 이러한 프로젝트에서는 기자재 조달부터 엔지니어링, 제작, 운송, 설치, 시운전, 유지보수에 이르기까지 각 단계가 모두 중요하다. 따라서 발주자 입장에서 개별적으로 분리 발주하여 관리하는 것은 비효율이 커지고 리스크 관리도 어려워져 설계부터 설치, 유지보수까지 단일 계약자가 책임지는 턴키(Turnkey) 방식을 선택하게 된다.

이러한 변화에 대응하기 위해 케이블 업체들은 단순히 케이블만 납품하는 수준을 넘어, 해저 케이블 설치를 직접 수행할 수 있는 역량을 확보하고 있다. 핵심은 핵심은 CLV(Cable Laying Vessel, 해저 전력 케이블 설치 선박)와 바지선 보유 여부다. CLV는 해저에 수천 톤에 달하는 초고압 케이블을 정확한 위치에 매설할 수 있는 특수 선박으로, 고도의 항법 시스템(DP2/DP3)과 대용량 턴테이블(10,000 톤 이상)을 갖추어야 대규모 HVDC 프로젝트를 수행할 수 있다. 그러나 현재 전 세계적으로 CLV는 수십 척이 운영 중이나, HVDC 프로젝트를 전담할 수 있는 고사양 선박은 10여 척 내외에 불과하다.

CLV는 향후 5년 간 공급자 우위 시장 전망

최신 CLV는 1척 당 3,000억원을 상회하는 CAPEX가 필요하며, 발주부터 인도까지 3~4년의 리드타임이 소요된다. 이는 신규 사업자의 진입을 막으며, 기존 선단의 노후화까지 고려할 때 공급 부족은 향후 5년 간 지속될 것이라 전망한다.

한편, 해저 케이블 프로젝트의 규모(용량·거리)에 따라 시공 매출액과 수익성은 크게 달라진다. LS 마린솔루션에 따르면, 1GW급 해상풍력 프로젝트의 시공 매출액은 약 3,000억~4,000억 원 수준으로 추산된다. 또한 수익성 측면에서도 단순 기자재 납품 대비 시공·포설이 유리하다. 일반적으로 해저 케이블만 납품 하는 경우의 영업이익률은 약 20% 수준인 반면, 시공·포설 공정의 마진율은 25~30%에 달한다. 따라서 케이블 업체가 CLV를 보유하고 직접 시공까지 수행할 경우, 단순 납품보다 높은 수익성을 확보할 수 있다. 더 나아가, 유럽과 같이 초대형 프로젝트가 집중된 시장에서 시공 역량을 보유할 경우 수주 풀(pool) 자체가 확대되어, 글로벌 경쟁사와의 경쟁이 가능해진다.

도표 147. 해저 케이블 회사들이 보유하고 있는 케이블 선박

회사	선박명	건조 연도	선박 크기 (길이 × 너비)	케이블 적재 용량	DP	특징	참고 사진
Prysmian	<i>Leonardo da Vinci</i>	2021	171m × 34m	12,000t	DP3	최신형, 초장대 HVDC 설치 가능, 세계 최대급 CLV	
	<i>Giulio Verne</i>	1983 (개조)	133m × 30m	7,000t	DP2	해저 HV 케이블 시공 역사적 레퍼런스	
	<i>Cable Enterprise</i>	2014 (개조)	124m × 31m	4,000t	DP2	풍력단지 AC 케이블 설치 주력	
	<i>Ulissee</i>	2011 (개조)	122m × 34m	7,000t	-	바지선에서 케이블 매설선으로 개조, 천해 설치용	
	<i>Barbarossa I</i>	2011	67m × 32m	3.3t	-	소형 바지선	
	<i>Mona Lisa</i>	2025 (예정)	171m × 34m	15,000t+	DP3	추가 투자, 차세대 CLV	
Nexans	<i>Aurora</i>	2021	150m × 31m	10,000t	DP3	최신 플래그십, 풍력단지 Export 케이블 특화	
	<i>Skagerak</i>	1976 (개조)	119m × 32m	7,000t	DP2	세계 최장 운영 CLV, 아직도 사용 중	
	<i>Electra</i>	2026 (예정)	150m × 31m	13,500t	DP3	턴테이블 3 개 → 여러 케이블 동시 설치 가능	
NKT	<i>NKT Victoria</i>	2017	140m × 30m	11,000t	DP3	고정밀 설치, 북해 HVDC 프로젝트 주력	
	<i>Eleonora</i>	2027 (예정)	176m × 32m	23,000t	DP3	세계 최대 적재량 CLV (계획), HVDC 해저 프로젝트 전용	
대한전선	<i>팔로스</i>	2023 (인수)	약 120m 급	4,400t	DP2	동남아 해상풍력 중심 설치 경험 확보, 매입가격 500 억원	
LS 마린 솔루션	<i>세계로</i>	1998	116m × 20m	4,500t	DP2	포설 가능한 CLV	
	<i>미래로</i>	2008	70m × 15m	-	DP2	매설선	
	<i>GL2030</i>	2010	92m × 36m	-	DP2	바지선, 현재 적재 중량 증가를 위한 개조 중	
	<i>추가 CLV</i>	2028 (예정)	-	13,000t	DP2	부유식 해상풍력, 상호 연결을 위한 CLV 투자(건조 비용 3,458 억원)	-

자료: 각 사, 유진투자증권

지역별 전력망 투자 현황

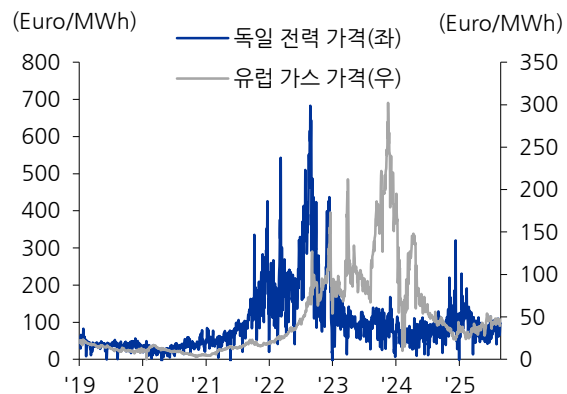
유럽: 에너지 안보 & 상호 연결 강화

러시아산 가스에서 탈피하기

유럽은 기후 변화 대응을 위해 2000년대 중반부터 재생에너지로의 전환을 추진해왔고, 2019년 '유럽 그린 딜(The European Green Deal)'을 발표했다. 그러나 2022년 발생한 우크라이나-러시아 전쟁은 이러한 흐름을 급진적으로 가속화하는 계기가 되었다.

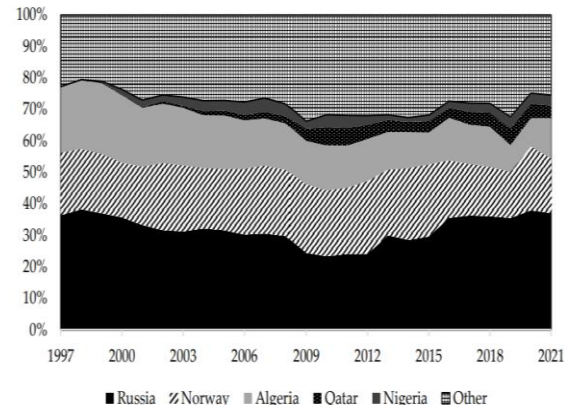
전쟁 이후 천연가스 가격이 폭등하면서 유럽의 에너지 안보는 심각한 위협에 직면했고, 에너지 집약적 산업의 생산(철강, 화학, 시멘트, 종이 등)이 줄어들며 경제에 큰 타격을 주었다. 이를 통해 오히려 유럽은 에너지 위기를 극복하고 에너지 주권을 확보하기 위해 해상풍력과 전력망 인프라에 투자를 확대하고 있다.

도표 148. TTF 천연가스/전력 가격 추이



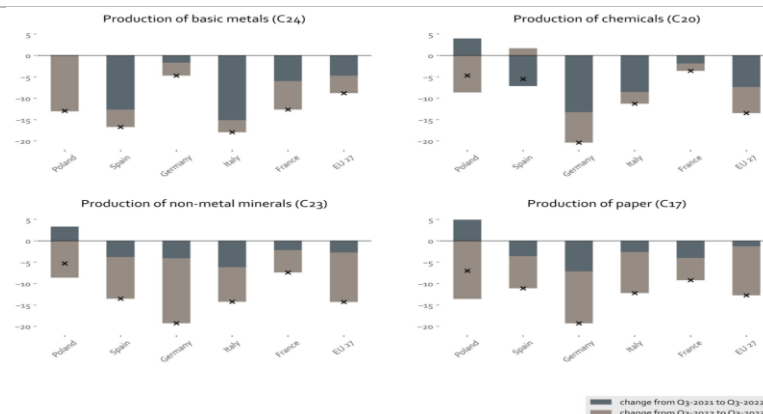
자료: Bloomberg, 유진투자증권

도표 149. 유럽 가스 수입 비중



자료: ECB "The pass-through to inflation of gas price shocks"

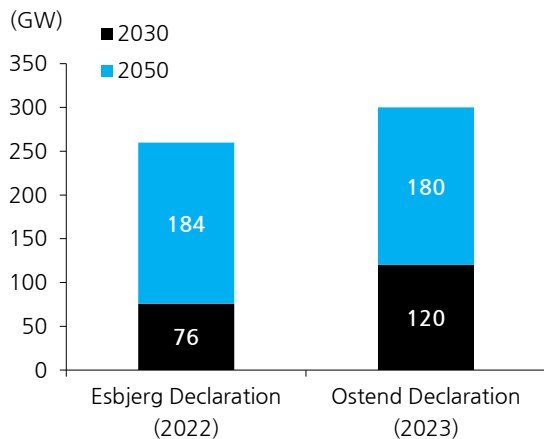
도표 150. 유럽 내 에너지 집약적인 산업의 생산 감소



자료: Philipp Jäger(2023) "Rustbelt relics or future keystone? EU policy for energy-intensive industries"

유럽 에너지 전환의 핵심 투자 분야는 **해상풍력 발전**이다. 특히 북해를 중심으로 조성되는 대규모 해상풍력 단지에서 생산된 전력을 대륙의 주요 수요처로 손실 없이 보내기 위해, 장거리 송전에 필수적인 **초고압직류송전(HVDC) 해저 케이블** 건설이 동시다발적으로 추진되고 있다.

도표 151. 2030, 2050 년 북해 해상풍력 목표



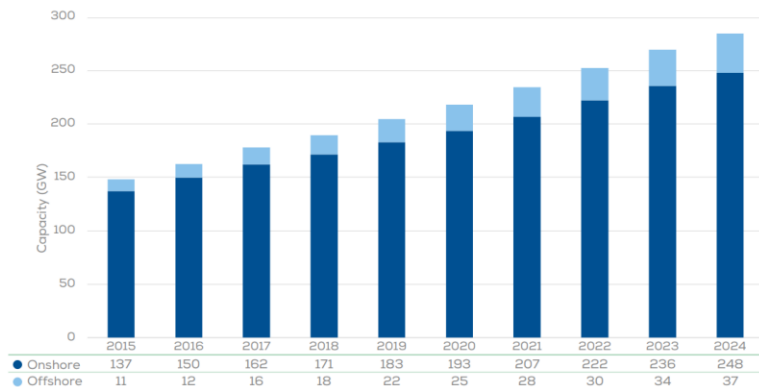
자료: EU, 유진투자증권

도표 152. 오스텐드 선언(Ostend Declaration)



자료: EU, 유진투자증권

도표 153. 유럽 풍력 발전 용량(2024년 누적 총 285GW 중 해상 37GW)



자료: WindEurope

유럽 차원에서
함께 대응

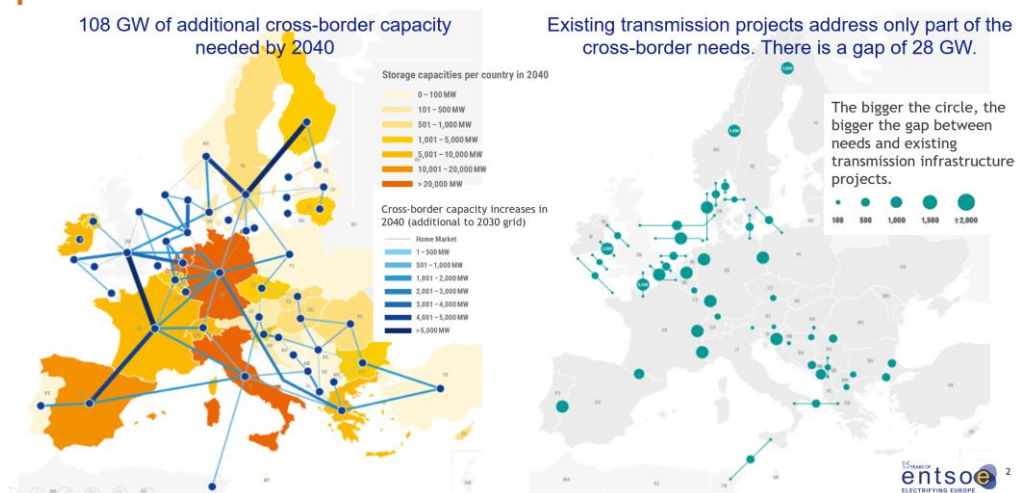
이러한 프로젝트는 개별 국가 차원을 넘어 EU 전체가 공동으로 참여하는 방식으로 진행된다. ENTSO-E(유럽 송전망 사업자 네트워크: 34개국 40개 TSO 참여)와 Action Plan for Grids를 통해 '유럽 슈퍼그리드'라는 비전 아래 국가 간 전력망을 연결하고, 공동의 에너지 안보와 기후 목표 달성을 위해 협력하고 있다. 이에 따라 EU는 **2030년까지 회원국 간 전력망 연계율을 15%로 확대**하는 목표를 세웠다. 이는 각 회원국이 자국에서 생산한 전력의 최소 15%를 인접 국가로 송전할 수 있는 전력망을 확보하겠다는 의미이다.

향후 10년 간
투자 지속 확대

ENTSO-E의 10개년 네트워크 개발 계획(TYNDP: ENTSO-E가 2년마다 계획 수립)에 따르면, 향후 7년간 국경 간 송전 인프라는 두 배로 확대될 전망이다. 2025년까지 약 23GW, 2030년까지는 64GW의 추가 용량이 구축될 것으로 예상된다. 여기에 더해 유럽 배전망의 약 40%는 사용 기간이 40년을 넘어 현대화가 시급하다. 유럽위원회는 전력망 확충과 보강에 향후 10년간 총 5,840억 유로(약 950조 원) 규모의 투자가 필요하다고 추산하며, 이 중 2021~2027년 기간에는 58.4억 유로를 EU 예산(Connecting Europe Facility)으로 집행하고, 나머지는 민간 투자와 시장 금융으로 충당할 계획이다.

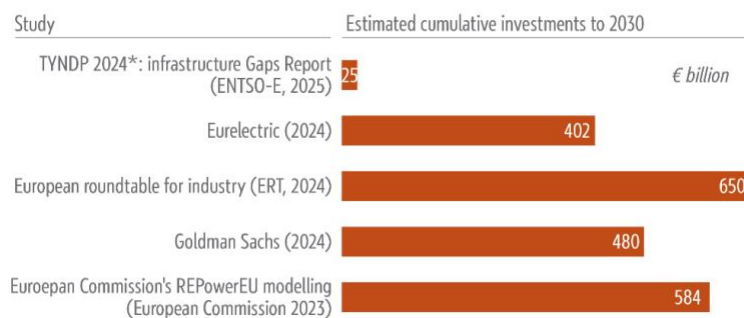
도표 154. TYNDP 2024: 2040년까지 국가 간 상호 연결에 108GW 추가 송전 용량 필요

TYNDP 2024 finds high needs for additional investment all over Europe



자료: TYNDP 2024 Projects

도표 155. 유럽 그리드 투자 수요 추정



자료: European Parliament(2025) "EU electricity grids"

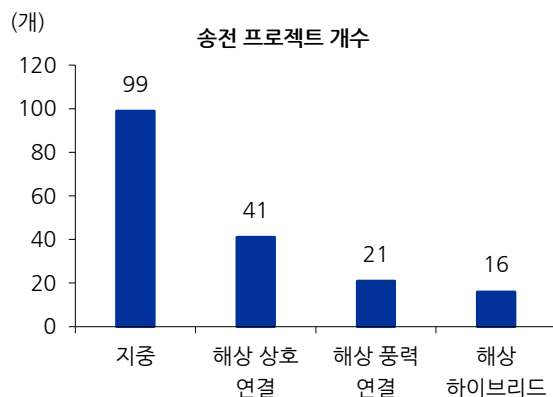
2024년에 수립된 최신 TYNDP에 따르면, 2040년까지 유럽 내 총 177개의 송전 프로젝트가 추진될 예정이며, 총 길이는 63,335km, CAPEX는 3,057억 유로 (약 497조 원)에 달한다.

도표 156. 2024년 기준 2040년까지 177개의 송전 프로젝트 계획 중



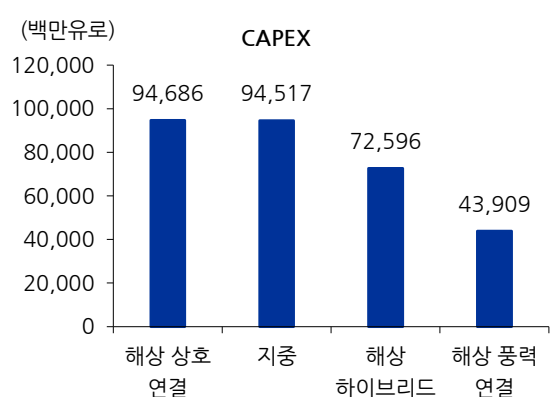
자료: TYNDP 2024 Projects

도표 157. 2040년까지 총 177개 프로젝트



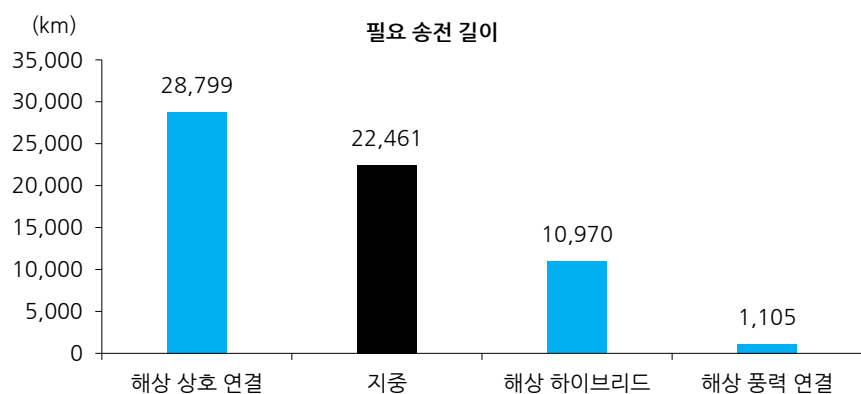
자료: TYNDP 2024 Projects

도표 158. 프로젝트 총 CAPEX는 3,057억 유로



자료: TYNDP 2024 Projects

도표 159. 63,335km의 송전 케이블 필요: 그 중 해저케이블은 40,874km(65%)!



자료: TYNDP 2024 Projects

미국: Grid Growth Must Match Pace of AI Innovation

“AI Arms Race”

2025 년 7 월, 미국 에너지부(DOE)는 "미국 전력망의 신뢰도 및 안보 평가 (Evaluating the Reliability and Security of the United States Electric Grid)"라는 보고서를 발간했다. 이 보고서에서 가장 주목해야 할 점은, 미국 정부가 직접 전력망 개혁의 시급성을 단순한 인프라 문제를 넘어 국가 경제와 산업 패권이 걸린 안보 이슈로 규정했다는 것이다.

DOE 는 보고서를 통해 "불충분한 전력 공급 능력(Inadequate resource adequacy)은 미국의 신규 제조업 발전을 저해하고, 모든 미국인의 생활비를 상승시키며, 궁극적으로 **AI 패권/군비(AI arms race) 경쟁에서 승리하는 데 필요한 데이터센터를 유지할 잠재력 자체를 제거할 것**"이라고 직접적으로 명시했다. 이는 전력망의 부족이 곧 미국의 산업 경쟁력 약화와 AI 시대의 기술 리더십 상실로 이어질 수 있다는 경고였다.

도표 160. 보고서의 목적

This report clearly demonstrates the need for rapid and robust reform to address resource adequacy issues across the Nation. Inadequate resource adequacy will hinder the development of new manufacturing in America, slow the re-industrialization of the U.S. economy, drive up the cost of living for all Americans, and eliminate the potential to sustain enough data centers to win the AI arms race.

자료: US DOE(2025) "Evaluating the Reliability and Security of the United States Electric Grid"

미국의 전력망은 복합적인 압력을 받고 있다. 먼저, 인공지능(AI) 데이터센터의 급격한 증가, 제조업 리쇼어링, 교통·산업 부문의 전기화로 인해 전력 수요가 빠르게 늘어나고 있다. DOE 분석에 따르면, 현재 774GW 인 피크 부하는 2030 년 까지 889GW 로 총 115GW 가 증가하는데, 이 중 50GW 가 오직 AI 데이터센터 하나 때문에 발생한다. 즉, 앞으로 닥쳐올 미국 전력 수요 증가분의 43.5%를 AI 라는 단일 요인이 차지하는 셈이다.

그러나 공급 측면에서는 상황이 정반대다. 수십 년 동안 안정적으로 전력을 공급해온 석탄·가스 등 기저발전원은 잇따라 퇴출되고 있으며, 그 자리를 대신하는 태양광·풍력 같은 신규 발전원은 간헐적이고 출력 변동성이 커 신뢰도가 낮다. 결국 전력 수요는 늘어나는 반면, 공급 기반은 갈수록 불안정해지고 있다.

도표 161. DOE 보고서 핵심 결과: 2030 년 시나리오별 미국 전력망 정전 위험도 예측

신뢰도 지표			2030 년 전망		
기상 조건	전력 신뢰도	현재 시스템(2024)	발전소 폐쇄 시	발전소 폐쇄 안할 시	발전원 보강 시
평균 12 년 기상 연도	정전 위험 시간 (시간/년)	8.1 시간	817.7 시간	269.9 시간	13.3 시간
	부하 공급 실패율 (%)	0.0005%	0.0465 %	0.0164%	0.00048%
최악의 기상 연도 가정	정전 시간 (시간/년)	50 시간	1,316 시간	658 시간	53 시간
	부하 공급 실패율 (%)	0.0033%	0.1119 %	0.0552%	0.002%

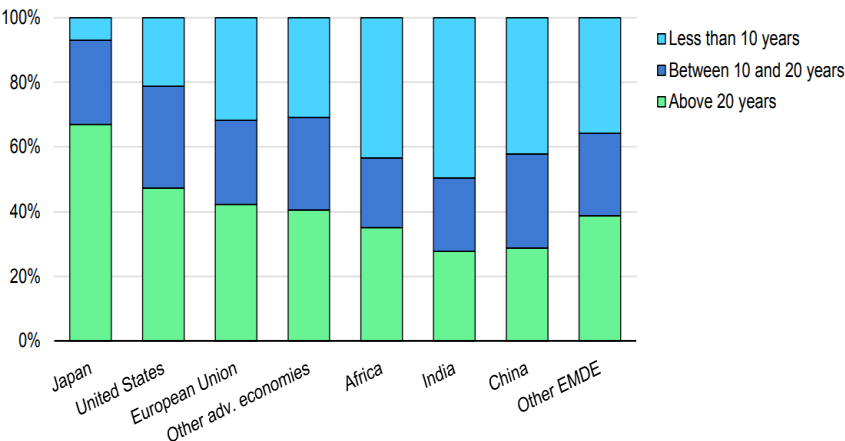
자료: US DOE(2025) "Evaluating the Reliability and Security of the United States Electric Grid"
주: 현재 시스템은 2023 년 실제 발전량에 2024 년 Tier1 추가 설비를 더하고 2024 년 전력 수요 반영, 발전소 폐쇄는 NERC 추정치에 기반한 104GW 발전소 폐쇄를 가정(71GW의 석탄, 25GW의 천연가스)하며 전력 수요 증가분 반영, 발전소 폐쇄 없음은 2024 년 Tier 1 설비 추가분 그대로이나 2030. 년 늘어나는 전력 수요 증가분 반영, 발전원 보강은 폐쇄를 가정하지만, 신뢰도 목표를 위해 이상적인 발전원들이 들어온다는 가정

신뢰도와 안보엔
송전망이 포함

이런 가운데 송전망 자체도 오래되고 취약하다. 미국은 유럽, 일본과 함께 20 년 이상 된 노후 전력망의 비중이 가장 높은 국가 중 하나로, 현대화가 시급한 상황이다. 송전망 투자액만 보면 2023 년 사상최고치인 250 억 달러 이상을 투자했지만, 그중 대부분은 신뢰도 보강과 노후 설비 교체에 집중되었을 뿐 새로운 초고압 송전선 증설은 사실상 멈춘 상태.

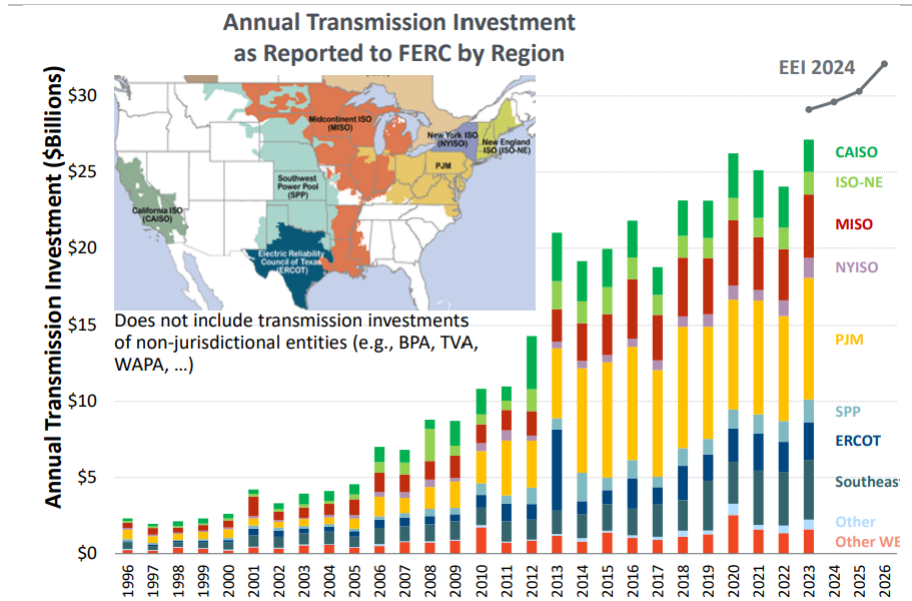
도표 162. 지역별 송전 인프라 노후화 현황

Share of transmission length by age by country/region, 2023



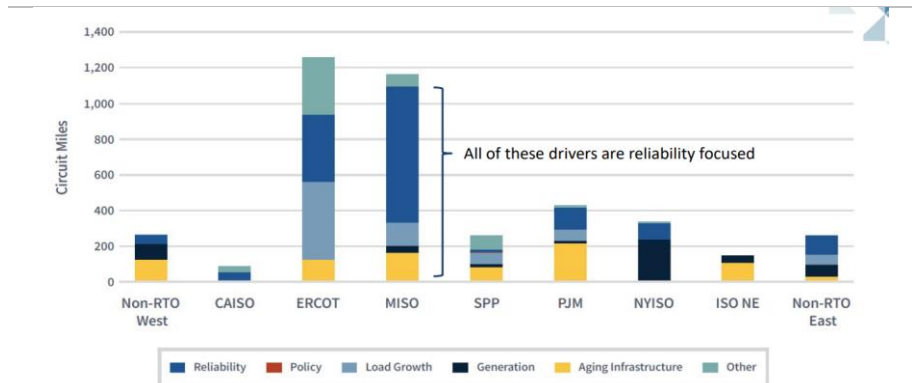
자료: IEA

도표 163. 미국 송전망 투자액(1996-2023)



자료: Brattle Group

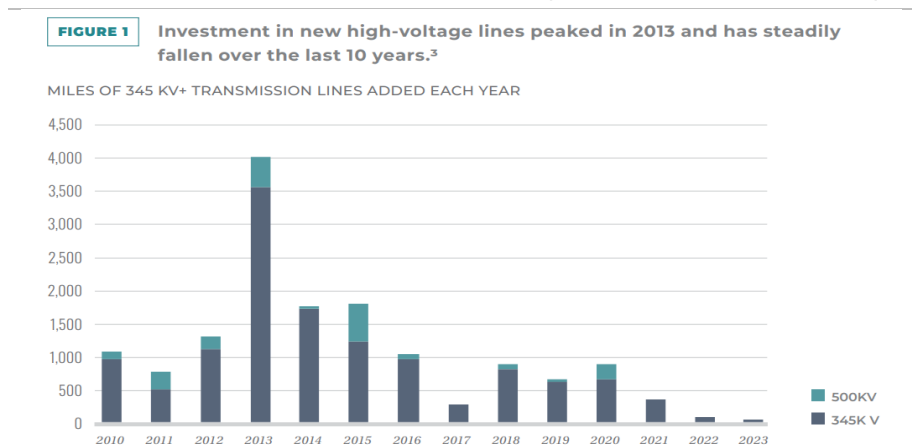
도표 164. 2023 년 미국 송전망 투자의 90%는 신뢰도 보강+노후 설비 교체



자료: Brattle Group

주: 신뢰도 보강 투자는 유지/보수를 의미(안정성 향상 장치, 기존 선로 보강, 지역망 신뢰도 프로젝트 등)

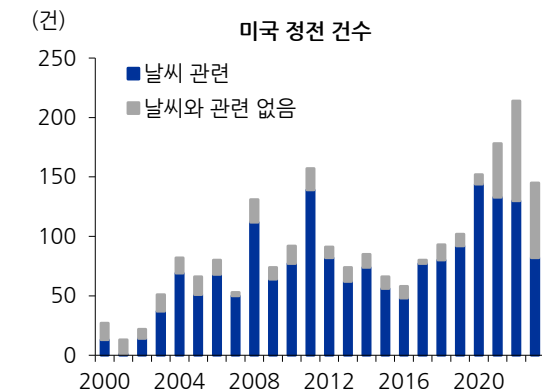
도표 165. 2010~2023 년 신규 송전망 설치 둔화(15 년 이후 실질적 마이너스)



자료: Grid Strategies

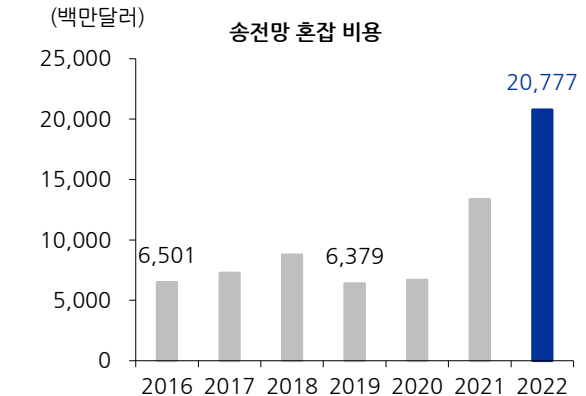
문제는 이미 현실로 나타나고 있다. 기후 변화와 신규 송전망 투자 둔화로 인해 미국 정전 건수는 2000 년에 비해 2023 년 5 배 늘어났고, 이에 따른 송전망의 혼잡 비용도 2019 년 60 억 달러에서 2022 년 210 억 달러로 3 배 이상 급증했다.

도표 166. 미국 정전 건수



자료: DOE

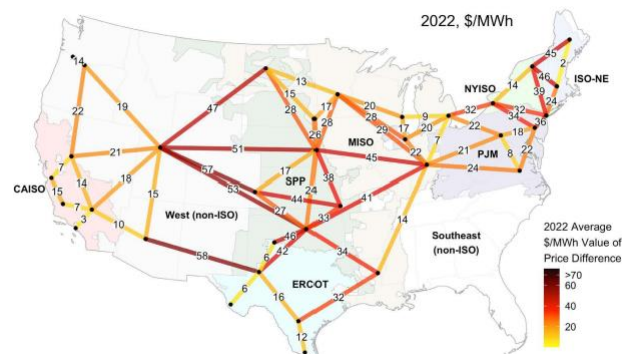
도표 167. 미국 송전망 혼잡 비용



자료: Grid Strategies

지역 간 상호 연결 송전망의 부족은 미국 전력시장에서 **LMP(Local Marginal Pricing: 발전 비용 + 송전망 혼잡 비용 + 전력 손실 비용)** 차이로 나타난다. LMP는 특정 위치에서 1MWh 전력을 추가로 공급하는 데 드는 한계 비용을 의미하는데, 송전 제약이 심할수록 지역 간 가격 격차가 확대된다. 이로 인해 값싼 전기가 풍부한 지역과 비싼 전기에 의존하는 지역 간 가격 차이가 심화되고, 이는 국가 전체의 에너지 비용을 끌어올리는 구조적 비효율을 초래한다. LBNL 에 따르면, 지역 내 송전망 확충보다 지역 간 송전망 확충이 두 배 이상 높은 경제적 가치를 창출함에도 불구하고, 현실의 투자는 정반대로 지역 내 보강 위주로만 이루어지고 있다.

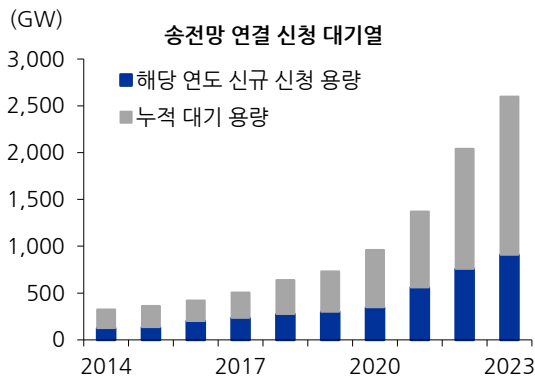
도표 168. 미국 지역별 전기 도매가격의 차이(지역 간 송전망 확충 필요성)



자료: DOE(2023) "National Transmission Needs Study"

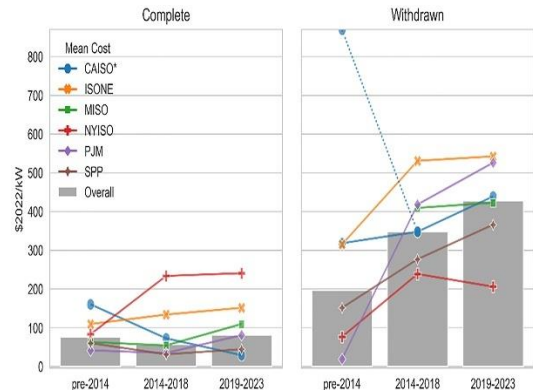
동시에 미국 전력망은 계통 연계 대기열이 늘어나면서 구조적 악순환에 들어가고 있다. 발전원 확대 프로젝트가 수천 GW 규모로 줄을 서 있지만 송전망 확충은 정체되어 있다. 이로 인해 계통 연결 비용이 치솟고 발전원 확대 프로젝트가 취소·지연되면서 대기열은 더욱 늘어난다. 이러한 **대기열 확대-송전망 지연-프로젝트 무산**의 반복은 다시 장기적인 송전망과 발전원 투자 계획을 지연시키고 있다. PJM(미국 동부 13개 주와 워싱턴 D.C.의 전력망을 운영하는 기관) 지역에서는 계통 연계 신청이 폭주하여 2026년까지 신규 신청 검토를 중단하는 사태가 발생하고 있다.

도표 169. 송전망 연결 신청 대기열('23년 총 2.6TW)



자료: LBNL "Queued Up"

도표 170. 계통 연결 비용 올라가는 중



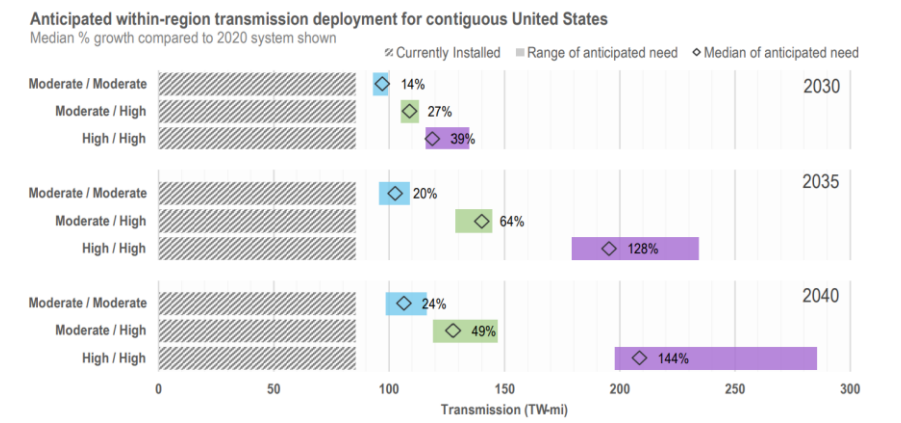
자료: Gorman, Will et al(2025) "Grid connection barriers to renewable energy deployment in the United States"

지역 간 송전망 늘어날 예정

에너지부(DOE)는 올해 발간한 보고서 외에도 2023년 말 발표한 '국가 송전 필요성 연구(National Transmission Needs Study)'에서 다양한 연구와 시나리오 검토를 통해 미국 송전 인프라의 확대가 매우 필요하다고 전망했다. 연구 결과에 따르면 지역 내 송전망 확충도 시급하지만, 지역 간 송전망 확대가 더 많이 필요한 상황이다.

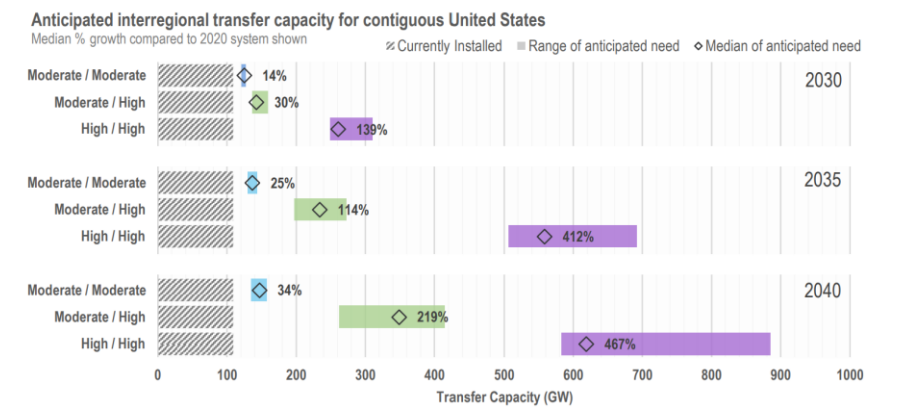
Moderate/Moderate 시나리오는 전력 수요가 2040년까지 약 3,974TWh(2021년)~7,000TWh 사이로 증가하고, 청정에너지 비중도 같은 기간 38.6%~80% 사이로 확대되는 경우를 가정한다. Moderate/High 시나리오는 전력 수요는 같은 수준(3,974TWh~7,000TWh 사이)으로 증가하되, 청정에너지 비중이 80%를 넘어서는 높은 수준까지 확대되는 경우를 상정한다. High/High 시나리오는 전력 수요가 7,000TWh를 초과하는 고수준 성장세를 보이면서 동시에 청정에너지 비중도 80% 이상으로 확대되는 상황을 다룬다.

도표 171. 시나리오별 미국 지역 내 송전 인프라 필요 확대량 추정



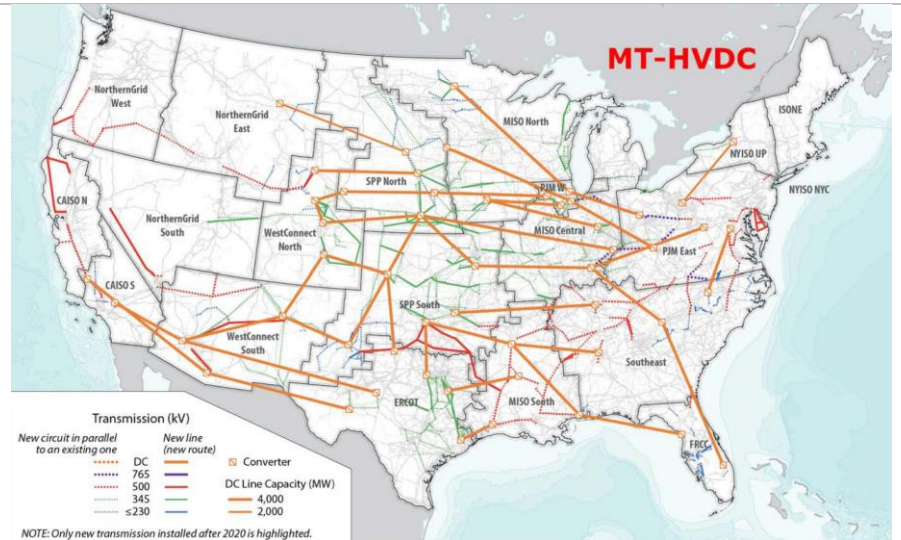
자료: DOE(2023) "National Transmission Needs Study"

도표 172. 시나리오별 미국 지역 간 송전 인프라 필요 확대량 추정



자료: DOE(2023) "National Transmission Needs Study"

도표 173. 송전망 확충에 저렴하고 신뢰도 높은 방법은 HVDC 송전망 확대



자료: DOE, Grid Deployment Office. 2024. The National Transmission Planning Study. Washington, D.C.

도표 174. 송전망 투자 시나리오별 2035년까지 필요한 투자액과 투자 편익

구분	Limited (지역 내 AC 위주)	AC (광역 교류)	MT-HVDC (대륙 횡단 직류)
송전망 투자 비용	462 억 달러	551 억 달러	800 억 달러
발전소 투자 비용	2,113 억 달러	1,630 억 달러	1,518 억 달러
연간 운영 비용	96 억 달러	76 억 달러	55 억 달러
총 연간 순 편익 (Limited 대비)	기준	연간 55 억 달러 이득	연간 69 억 달러 이득

자료: DOE, Grid Deployment Office. 2024. The National Transmission Planning Study. Washington, D.C.

도표 175. 2035년 MT-HVDC 시나리오 송전망 확충 요약

구분	확충 규모	주요 내용
총 송전망 확충	128 TW-마일 (기존 대비 ×1.5)	HVDC 48 TW-마일 + HVAC 80 TW-마일
HVDC 총 용량	156 GW	신규 확충 규모
계통 간 연계	46 GW	동-서 22GW, 동-ERCOT 20GW, 서-ERCOT 8GW
서부 계통	20 GW	남부 WestConnect 풍력·태양광 → 북부-CAISO 로 연결
동부 계통	90 GW	북부 SPP-MISO 풍력 → 중부 MISO-PJM, 남부 SPP-MISO → 동남부-FRCC 연결
HVAC 확충	수십 GW 급	HVDC 변환소 주변 AC 망 보강 (WestConnect 230/345kV → 500kV, 남부 SPP 500kV 확충)
특징	전례 없는 규모	유럽 ENTSO-E, 영국 National Grid, 브라질 EPE 사례보다도 큰 확충

자료: DOE, Grid Deployment Office. 2024. The National Transmission Planning Study. Washington, D.C.

미국도 DOE 연구 결과에 따르면 지역 간 연결에서는 HVDC 가 가장 비용 효율적이다. HVDC 갈 수 밖에... 지역 간 연계가 제한되면 불필요한 발전 설비를 더 지어야 해 2,113 억 달러가 추가로 들어가지만, HVDC 는 이를 1,518 억 달러로 줄여 약 595 억 달러를 절감한다. 운영비 또한 연간 96 억 달러(Limited)에서 55 억 달러(HVDC)로 줄어, 매년 41 억 달러 절감 효과를 낸다. 결과적으로 HVDC 는 초기 송전 투자비가 크더라도 발전·운영비 절감으로 장기 순편익이 가장 크다.

또한 HVDC 를 통해 전력 수요의 30%를 지역 간 교류로 충당할 수 있어, 재생 에너지 변동성을 흡수하고 지역 간 상호 보완을 가능케 한다. 특히 동-서-ERCOT 간 대형 연계가 구축되면 운영 유연성과 신뢰도가 개선된다. 이러한 이유로 미국 전력망 확대 사이클에서는 HVDC 밸류체인을 가지고 있는 업체들이 수혜를 받을 것이다.

#이슈: 미국 구리 관세, 철강&알루미늄 파생 제품 관세

미국은 8월 1일부터 반가공 및 구리 고함량 파생제품에 대해 50% 관세를 부과하기 시작했고, 8월 18일에는 철강·알루미늄 파생제품 407개 품목을 추가해 관세 부과 범위를 확대했다. 이에 따라 해당 품목에 포함된 구리·철강·알루미늄 함유분에는 50% 관세, 나머지 구성분에는 상호관세 15%가 적용된다.

이러한 파생품 확대 조치는 미국 산업계의 요청에 따라 검토된 뒤, 상무부가 최종 결정하여 시행된다. 다만 철강과 알루미늄의 경우, 미국 내에서 제강(melted and poured)된 철강이나 주조-제련(smelted and cast)된 알루미늄을 사용하면 무역확장법 232 조 관세 적용이 면제된다.

관세 부과는 완제품뿐 아니라 부품 단위까지 적용되어 장벽 효과가 한층 강화되고 있다. 특히 미국은 변압기와 전선 모두 순수입 구조에 의존하고 있어 시장 충격이 불가피하다. 실제로 미국 전선 업체(Southwire, Cerro Wire 등)는 관세 발표 직후 약 5% 가격 인상을 단행했다. 그러나 이들 업체의 원재료인 정제 구리(refined copper)에 대해서는 관세가 적용되지 않기 때문에 오히려 미국 전선 생산업체들은 해외 수출업체들보다 상대적으로 유리한 위치를 점하고 있다.

LS는 미국 내에서 두 개의 생산 법인을 운영한다. LSCUS(가온전선)와 SPSX(LS 아이앤디)이다. 이 가운데 LSCUS는 나동선(Copper rod, 현재 관세 부과 대상 품목) 생산능력이 없는 반면, SPSX는 자체 나동선 생산 설비를 보유하고 있어 관세 환경 속에서 차별적 위치를 가진다.

도표 176. 2025/08/01 부터 시작된 반가공, 구리 고함량 파생제품에 대한 관세 부과 품목

HS4 단위	품목분류	대상 품목
7406	동분	하위 HS 코드 전체 포함
7407	동봉	
7408	동선	
7409	동판	
7410	동박	
7411	동관	
7412	동관 연결부품	
7413	동 케이블	
7415	구리 못·압정·제도용 핀·스테이플 등	
7418	구리 식탁용품·주방용품 등	
7419	기타 구리제품	
8544	전선·케이블	- 8544.42.10(1000V를 초과하지 않는 전기통신용 종이 절연전선), - 8544.42.20(1000V를 초과하지 않는 전기통신용 플라스틱 절연전선), - 8544.42.90(1000V를 초과하지 않는 전기통신용 기타 절연전선), - 8544.49.10(80V 이하, 80V 초과 1000V 이하 전기통신용 전선)

자료: 미국 상무부, KITA, 관세법령포털, 유진투자증권

도표 177. 2025/08/18 부터 시작된 철강, 알루미늄 관세 파생제품 품목 확대 중 전력기기 품목

관세 구분	HS4 단위	품목분류	대상 품목
알루미늄	7614	7614.10.10	· 알루미늄으로 만든 연선·케이블·엮은 밴드와 이와 유사한 것
	8504	8504.31.20	· 용량이 1kVA 이하의 계기용 변압기, 전압 조정기
		8504.31.40	
		8504.31.60	
		8504.33.00	· 16kVA~500kVA 계기용 변압기, 전압 조정기
		8504.34.00	· 500kVA 이상 계기용 변압기, 전압 조정기
		8504.90.20	· 변압기 부분품
		8504.90.41	
		8504.90.65	
		8504.90.75	
		8504.90.96	
	8544	8544.19.00	· 기타 권선용 전선
		8544.42.90	· 기타 접속자가 부착된 전선
		8544.49.2000	
		8544.49.9000	· 기타 접속자가 부착된 전압 1000V 이하 전선
		8544.60.2000	· 1000V 초과 플라스틱 절연전선, 기타 전선
		8544.60.6000	· 10~100kV 이하 플라스틱 절연전선, 기타 전선
철강	8504	8504.23.00	· 용량이 10,000kVA를 초과하는 유입식 변압기
		8504.33.00	· 용량이 16kVA 초과 500kVA 이하 계기용 변압기, 전압조정기
		8504.90.9634	· 부분품
		8504.90.9638	
		8504.90.9642	

자료: 미국 상무부, 관세법령포털, 유진투자증권

한국: 산업 경쟁력 유지 & 에너지 고속도로

우리도 송전망이
필요하다

우리나라는 이번 대선으로 에너지 고속도로라는 개념이 주목받았으나 오래 전부터 전력 수요의 증가, 산업 경쟁력 유지, 재생에너지 확대로 송전선 확충이 필요한 상황이었다. 그러나 송변전설비는 시설이 설치되는 지역과 전력 공급으로 수혜를 보는 지역이 일치하지 않아 사업 자체가 진행되지 못하는 경우가 대다수였다(산자부, 2024).

도표 178. 제 11 차 전력수급기본계획 개요(25/2/21)

연도	구분	원전	석탄	LNG	재생 e	신 e	양수	기타	무탄소 시장/유보	합계
'23 년 (실적)	정격용량 (GW)	24.7	39.2	43.2	30	1.4	4.7	1.3	-	144.4
	비중(%)	17.1	27.1	29.9	20.8	1	3.3	0.9	-	100
'36 년 (10 차)	정격용량 (GW)	31.7	27.1	64.6	104	4.3	6.5	0.8	-	239
	비중(%)	13.2	11.3	27	43.5	1.8	2.7	0.5	-	100
'38 년 (11 차)	정격용량 (GW)	35.2	22.2	69.2	121.9	4	10.4	0.7	4.6	268.1
	비중(%)	13.1	8.3	25.8	45.5	1.5	3.9	0.2	1.7	100

자료: 산업부, 유진투자증권

도표 179. 국가첨단전략산업 특화단지 지정 현황

분야	지역	유관기업	투자규모(기간)	필요전력
반도체	용인·평택	삼성전자, SK 하이닉스	562 조원 (~'42)	약 5GW
	구미	SK 실트론, LG 이노텍	4.7 조원 (~'26)	약 2~3GW
이차전지	청주	LG 엔솔, 에코프로비엠	4.2 조원 (~'26)	약 3GW
	포항	포스코퓨처엠, 에코프로비엠·이엠	12.1 조원 (~'27)	약 3GW
	새만금	LG 화학, SK 온, 성일하이텍	6.7 조원 (~'27)	약 4.5GW
	울산	삼성 SDI	7.4 조원 (~'30)	약 3GW
디스플레이	천안·아산	삼성디스플레이	17.2 조원 (~'26)	약 3~4GW
합계			614 조원 (~'42)	주로 화력발전 공급, 향후 재생에너지비율 증대 계획

자료: 한국경제인협회, 유진투자증권

도표 180. 주요 전력망 건설사업 지연사례

구분	대상 사업	당초목표	준공시기	지연기간
대규모 발전력 연계	500kV 동해안-신가평 HVDC(신한울 NP)	'19. 12 월	'25. 6 월	66 개월
	345kV 북당진-신탄정(태안 TP)	'12. 6 월	'24. 12 월	150 개월
	345kV 당진화력-신송산(당진 TP)	'21. 6 월	'28. 12 월	90 개월
전력 공급	345kV 신시흥-신송도 T/L(바이오)	'23. 6 월	'28. 12 월	66 개월
재생 E 연계	345kV 신장성변전소(서남해 해상풍력)	'21. 4 월	'27. 9 월	77 개월

자료: 한국전력

에너지 고속도로,
해상풍력
= 해저, HVDC 시장 성장

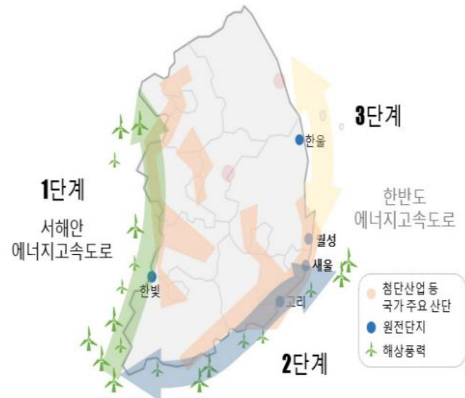
이에 따라 이재명 대통령은 2021 년 대선 때부터 “에너지 고속도로”라는 공약을 추진했는데, 서남권 해상풍력을 수도권으로 연결하는 서해안 에너지고속도로로 시작해서 단계별로 전국을 U 자로 잇는 해상전력망을 구축하는 것이다. 그 과정에서 HVDC 송전 체계 구축, 재생에너지 확대, ESS, 계통안정화 자원(동기조상기, FACTS, 양수, Grid-forming 인버터) 등의 전력 기기 산업의 성장을 이끈다는 내용이다. 한편 제 11 차 전력수급기본계획에 따르면 풍력 설비는 40.7GW로 성장해야하며, 해상 풍력 비중을 70%라고 가정 시 발전원 중 해상 풍력 확대가 가장 가파를 예정이다.

도표 181. 서해안 에너지 고속도로



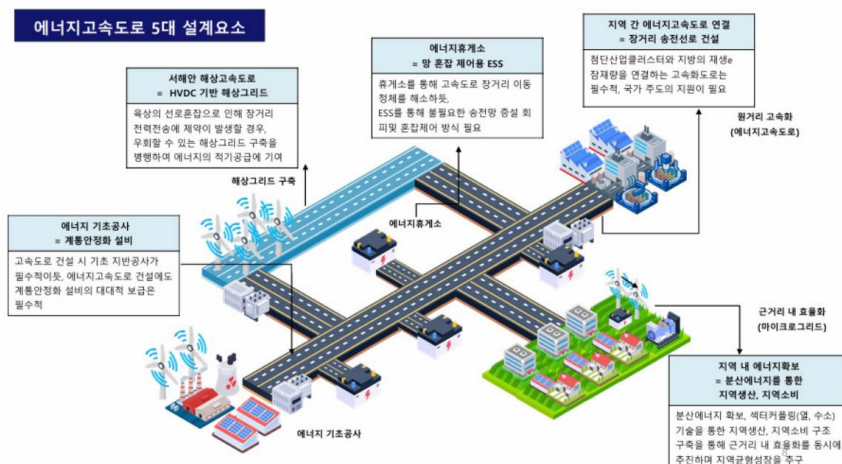
자료: 민주연구원(2025) “에너지고속도로 10 문 10 답”

도표 182. U자형 해상전력망 단계별 구축



자료: 민주연구원(2025) “에너지고속도로 10 문 10 답”

도표 183. 에너지 고속도로의 5대 설계 요소



자료: 민주연구원(2025) “에너지고속도로 10 문 10 답”

도표 184. '38년 신재생에너지 설비용량(제 11 차 전력수급기본계획)

구분	태양광	풍력	수력	해양	바이오	연료전지	IGCC	소계
정격용량 (MW)	77,203	40,671	1,909	256	1,852	3,621	346	125,857
피크기여도 (%)	14.30%	2.40%	21.20%	0%	45.90%	73.20%	100%	-
실효용량 (MW)	11,040	976	405	-	1,083	2,650	346	16,500

자료: 산업부, 유진투자증권

도표 185. 주요 해상풍력 설비계획(제 11 차 전력수급기본계획)

발전소명	준공 시기	용량 (MW)	비고
탐라해상	'17.09	30.0	상업운전
영광해상	'18.12	34.5	
서남해 실증	'19.10	60.0	
한림해상	'24.10	100.1	
전남	'25.04	96.0	추진 중
영광낙월	'26.06	364.8	
고창	'27.09	76.2	
신안 우이	'28.09	396.8	
영광 안마 1	'29.01	224.0	
영광 안마 2	'29.01	308.0	
완도 금일	'29.08	200.0	
완도 금일 2 단계	'29.08	400.0	
충남 태안	'29.09	500.0	
영광 야월	'30.09	104.0	
울산 반딧불이	'30.12	750.0	
해상풍력 용량 합계		3,644.40	

자료: 산업부, 유진투자증권

한편 2025년 2월 제 11차 장기 송변전설비기본계획(2024~2038년)이 세워졌다. 이번 계획으로 2023년 대비 2038년 송전선로는 1.72배, 변전소 수는 1.43배, 변전설비 용량은 1.52배 증가한다. 전력망 투자 규모는 총 72.8조원(10차 대비 +16.2조원)으로 전망된다. 세부적으로 살펴보면, 345kV 이상 송전망 투자비는 약 6.7조 원 증가했고, 154kV급은 약 7.25조 원 증가했다. 또한 HVDC 및 계통 안정화 투자비 약 2.27조 원 증가가 예상된다.

서해안 에너지 고속도로는 10차 계획부터 반영되어 왔으나 11차에서는 단계별(1~3단계: 1단계 새만금-서화성('31), 2단계 신해남-당진('36), 3단계 신해남-서인천, 새만금-영흥('38))로 진행하는 것으로 변경되었다. 이에 따라 1단계를 적시에 완공하기 위해서는 경과지 조사와 입찰 준비가 올해부터 진행될 가능성이 높다.

도표 186. 송변전 설비 규모 ('23년 대비 '38년 전망)

구분	10차 계획 ('36년)	'23년 (실적)	11차 계획 ('38년)	'23년 대비	10차 계획 대비
송전물량 (C-km)	57,681	35,596	61,183	1.72배	+3,502 (6.1%)
변전소 (개)	1,228	906	1,297	1.43배	+69 (5.6%)
변전용량 (MVA)	517,500	357,566	545,126	1.52배	+27,626 (5.3%)

자료: 한국전력

도표 187. 투자비 72.8조원 전망(10차 대비 16.24조원 증가)

구분	제 10차 계획 ('22~'36)	제 11차 계획 ('24~'38)	변동(단위: 억원)
345kV 이상	214,525	281,744	+67,219
154kV	191,730	264,269	+72,539
HVDC, 계통안정화	158,895	181,558	+22,663
계	565,150	727,571	+162,421

자료: 한국전력

한국에서는 지중 송변전설비 건설이 어려운 만큼, 에너지 고속도로 건설과 해상 풍력 확대에 의한 수혜는 HVDC와 해저 케이블 밸류체인이 가져갈 것이다. 게다가 2024년부터 풍력 입찰 사업자 선정 평가 기준에 안보 항목이 추가되면서 국산 기자재에 대한 수요가 늘어날 것이다. 이에 따라 HVDC, 해저 케이블 밸류체인을 가진 한국 업체들(효성중공업, LS 일렉트릭, LS 전선, 대한전선)의 공장 증설이 진행되고 있다.

도표 188. 풍력 입찰 사업자 선정 평가 기준 변경

구분	세부 항목	2024 년	2025 년 (공공)	2025 년 (일반)
가격지표	입찰가격	50	50	50
비가격지표	주민수용성	4	4	4
	산업경제 효과	국내투자	6	6
		공급망	16 (+안보)	14
		공공출자지분	4	-
	안보(신설)	-	안보: 8	안보: 6
	거점·유지보수	8	8	8
	사업진행도	4	2	2
	계통수용성	8	8	8
합계		50	50	50

자료: 산업부

도표 189. 우리나라 전력 기기 업체들의 HVDC, 해저 케이블 관련 수주와 증설 내역

기업	수주 내역	증설 내역
효성중공업	2017년 국책과제로 200MW 전압형 HVDC 변환설비(Converter) 개발 후 2018년 국산화 성공 2024년 경기도 양주변전소에 전압형 HVDC 변환설비(Converter) 설치	2025년 경남 창원공장에 HVDC 변압기(CTR) 공장 건설(2027년 7월 완공 예정, 3,300억원 투자)
LS 일렉트릭	2013년 초 GE Vernova와 국내 전류형 HVDC 사업 KAPES에 참여 2024년 초 GE Vernova와 전압형 HVDC 변환 밸브 기술 협력 MOU 체결 2024년 말 KAPES(한전/GE 합작사)에 HVDC 변압기(CTR) 설비 공급 계약 체결 (5,600억원 규모)	2011년 부산공장에 HVDC 전용 공장 설립(총 1,100억원 투자)
LS 전선	2013년 제주-진도 HVDC 해저 케이블 공급(105km), 덴마크 전력청에 HVDC 해저 케이블 공급 2016년 "북당진-고덕 HVDC 1차"에 HVDC 케이블 공급 계약(35km) 2023년 5월 독일 TenneT Balwin4, Lanwin1에 해저 HVDC 케이블 공급 계약 체결(2조원 규모) 2025년 3월 영국 내셔널그리드와 프레임워크 계약 2025년 6월 한국전력 "동해안-수도권" 지중 송전망에 525kV HVDC 케이블 1단계 단독 공급, 해상해상풍력 우선협상대상자 선정 2025년 7월 LS 마린솔루션과 안마해상풍력 2,550억원 공급계약 체결	2025년 7월 해저 5동 준공하여 HVDC, 해저 케이블 생산능력 1조원 규모로 확대
대한전선	2023년 영광낙월 내부망 해저케이블 1,003억원 공급계약 체결 2025년 3월 영국 내셔널그리드와 프레임워크 계약 2025년 8월 안마해상풍력 내부망 해저케이블 1,816억원 공급계약 체결	2025년 당진 해저 케이블 1공장 준공, 하반기 2공장 착공(HVDC, 2027년 가동 목표)

자료: 각 사, 언론보도, 유진투자증권

#이슈: LS 전선 vs 대한전선 - 해저 케이블 공장 설계 기술 유출 의혹 사건

1. 사건 개요

경기남부경찰청 산업안보수사대가 LS 전선의 해저·HVDC 케이블 공장 설계 노하우가 설계사 '가운건축'을 통해 대한전선으로 유출된 정황을 포착하고 수사 착수

2. 양측 입장

도표 190. 해저 케이블 공장 레이아웃 관련한 두 회사 입장

구분	LS 전선 입장	대한전선 입장
핵심 주장 ①	- 해저 케이블 공장 레이아웃은 일반 케이블 공장 설계와 달리 창조장, 고중량 케이블을 생산, 보관, 이동하는 설비를 배치하는 것 - 해저 케이블 공장 레이아웃은 보안사항이자 핵심적인 기술 사항임	- 해저 케이블 공장도 일반 케이블 공장과 같이 "도체→절연→외장"의 순서로 설비를 배치하며, 공장 부지·CAPA·부두 위치를 고려하여 레이아웃 결정 - 해저 케이블 공장 레이아웃은 해외 설비 업체로부터 소정의 비용을 지불하고 구입할 수 있을 정도로 핵심적인 기술 사항이 아님
핵심 주장 ②	- 대한전선이 가운건축에 먼저 연락해 수차례 설계 요청 - 대한전선의 계약금액이 LS 전선의 2 배가 넘음	- 공장 설계 경험이 있는 다수의 설계 업체 중, 정성·정량 평가를 통해 선정 - 가운건축에 먼저 연락해 수차례 설계를 요청했다는 내용은 사실과 다르며, 경쟁사의 계약 금액에 대해서는 알지 못함
기술 축적 방식	해저 1~4 동 공장 건설 과정에서 수천억 원의 R&D 투자와 시행착오를 통해 제조 노하우를 축적	수십 년간 케이블 제조 경험과 연구를 통해 자체 기술력으로 공장 건설
향후 대응 방안	기술 유출이 입증되면 민형사상 법적 조치를 취할 예정	- 경찰 조사에 성실히 임해 혐의 없음을 소명할 것 - LS 전선의 독점적 견제 중단 요청

자료: LS 전선, 대한전선, 언론보도, 유진투자증권

3. 현재 상황

경찰은 2024 년 대한전선과 가운건축을 3 차례 압수수색. 2025 년 5 월부터 입건된 피의자 5 인을 차례로 소환 중

4. 향후 전망

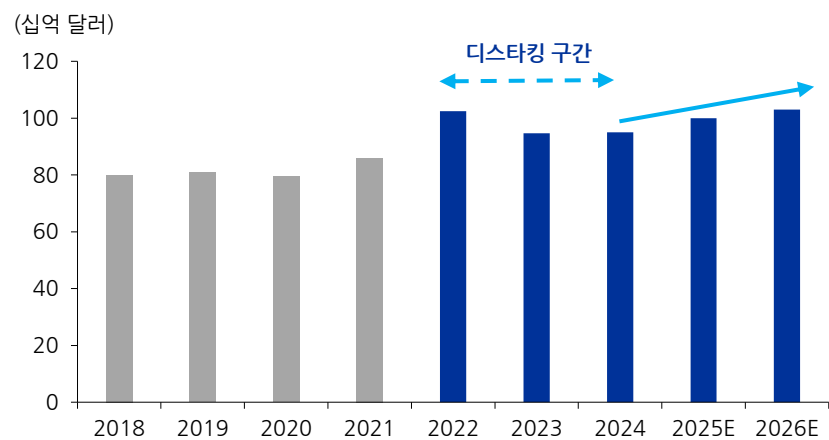
검찰 송치 후 기소, 법원 재판까지 가면 1) 해저 케이블 공장 레이아웃과 설비 배치가 영업 비밀로 인정될 수 있는지, 2) 대한전선이 가운건축을 통해 LS 전선의 자료를 실제로 부정 취득했는지, 3) LS 전선이 입은 손해액은 어느 정도인지가 주된 쟁점일 것

IV. 제 3의 물결: 통신 사업자

현재 미국 브로드밴드 시장은 2000년대 초반의 닷컴 버블 이후 가장 뜨거운 광케이블 투자 붐을 겪고 있다. 대규모의 자본이 투입되고 M&A가 활발하게 일어나며 미국의 디지털 지형이 근본적으로 재편되고 있는 것이다.

미국 브로드밴드 사업자들의 CAPEX는 팬데믹 기간 동안 이례적인 수준으로 급증했으며 당시 공격적으로 쌓아두었던 막대한 케이블 재고를 소진하는 디스타킹 국면을 거쳐 현재 본격적인 성장 사이클에 다시 진입하고 있다. 광케이블에 대한 근본적인 수요가 더욱 강해지면서 주요 통신사와 케이블 회사들은 다시 투자를 재개하고 있으며 향후 몇 년간 CAPEX는 꾸준히 우상향할 것으로 전망한다.

도표 191. 미국 브로드밴드 사업자 CAPEX 추이



자료: Fiber Broadband Organization, 유진투자증권 추정

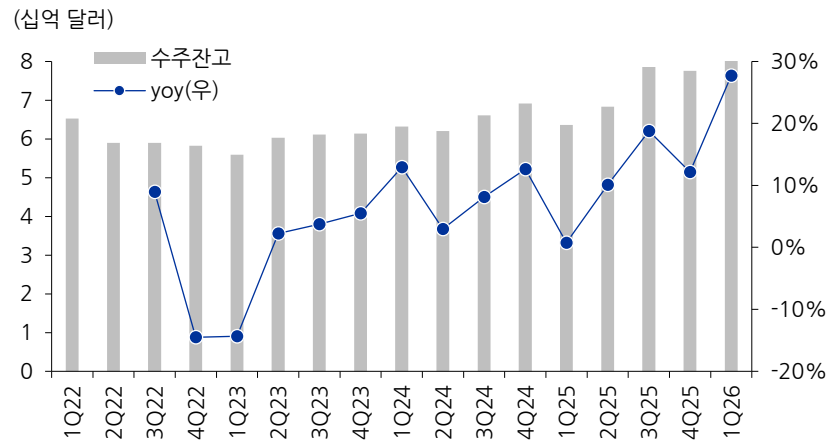
도표 192. 미국 통신사 Fiber 연결 목표

(백만)	24년 기준 연결 거점	목표 거점 수(목표연도)
AT&T	29.5	50(2029년)
AT&T + Lumen	33.8	60(2030년)
Verizon	18	20(2028년)
Verizon + Frontier	25	30(2028년), 35~45(장기 목표)
T-Mobile	4	12~15(2030년)

자료: 각 사, 유진투자증권

주: AT&T는 Lumen의 매스마켓 광브로드밴드 자산 인수(2026), Verizon은 Frontier 인수 발표(2025), T-Mobile은 Lumos 지분투자(2025)

도표 193. 미국 퓨어 광케이블 매설업자 Dycom Industries 수주잔고 추이



자료: Dycom Industries, 유진투자증권

직접적인 설비투자 외에도 기업들은 공격적인 M&A 를 병행하고 있다. 새로운 지역에 광케이블을 직접 매설하는 것은 부지 확보, 인허가 절차, 그리고 실제 토목 공사까지 수년이 걸리는 지난한 과정이다. 따라서 많은 사업자들은 이미 특정 지역에 가입자와 인프라를 확보한 기존 회사를 인수하여 시간과 비용을 절감하고 시장에 즉시 진입하는 시간을 사는(Buy Time) 전략을 구사하고 있다.

이러한 광케이블 자산 확보 경쟁은 시장의 모든 플레이어에게서 나타나고 있다. 한편에서는 사모펀드를 등에 업은 Metronet, Greenlight Networks 와 같은 신흥 오버빌더들이 지역 기반의 중소 광케이블 회사를 공격적으로 흡수하며 덩치를 키우고있고, 다른 한편에서는 거대 통신사들 역시 M&A 와 전략적 제휴를 통해 자신들의 광케이블 영토를 빠르게 확장하고 있다. AT&T 는 Lumen 의 소비자용 광브로드밴드 자산 인수를 발표했고(2025.06), 버라이즌은 광통신 퓨어 플레이어 Frontier 를 인수(2025.05 승인), 티모바일은 지역 광통신 사업자 Lumos 에 지분투 자한 바가 있다(2025.04).

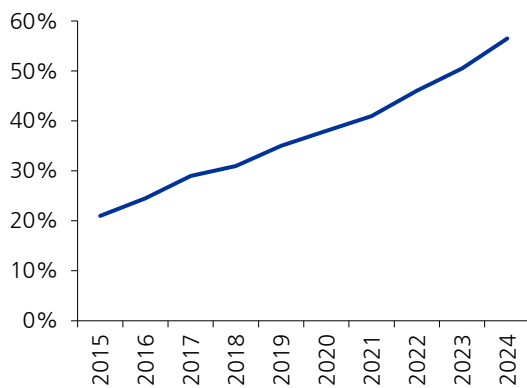
도표 194. 미국 브로드밴드 M&A 목록 (2024 년 이후)

발표 시기	유형	인수/주도	피인수/파트너	핵심 내용
25-08	인수	Amphenol	Trexon	케이블 어셈블리/연결 솔루션 업체 인수(벤더 사이드)
25-08	인수	T-Mobile	U.S. Internet	미네소타 지역 FTTH ISP 인수 보도
25-08	자산 인수	Bluebird Fiber	Everstream	미드웨스트 비즈니스 광망 자산 매입
25-08	인수	DigitalBridge & Crestview	WOW!	케이블 사업자 프라이빗 전환(광 업그레이드·FTTP 확장 목적 명시)
25-08	인수	Amphenol	CommScope CCS 사업부	케이블/커넥티비티(광 포함) 대형 벤더 자산 인수
25-08	인수	Bell Canada	Ziply Fiber	미 북서부 1.3M 패싱 편입
25-07	JV	T-Mobile & KKR	Metronet	주거용 고객 인수
25-07	자산 인수	Brightspeed	Cincinnati Communications 광자산	신시내티 주변 약 69,500 패싱 추가
25-07	인수	Hillary Communications	TDS Telecom 오클라호마 사업	3.5 만 패싱 추가
25-07	인수	Greenlight Networks	Loop Internet	펜실베이니아 지역 FTTH ISP 편입
25-07	인수	Ezee Fiber	Tachus Fiber Internet	휴스턴 권역 FTTH 합병으로 커버리지 확대
25-06	인수	Glo Fiber(Shentel)	WideOpen Blacksburg	버지니아 블랙스버그 FTTH 사업 인수
25-06	인수	Ripple Fiber	BridgeNET Fiber	노스캐롤라이나 Statesville 확장
25-05	자산 인수	AT&T	Lumen Mass Markets FTTH 사업	약 100 만 가입자/400 만 패싱 대상 소비자 광사업 인수
25-05	자산 인수	Wyerd Fiber	Ting & Conterra 의 애리조나 광자산	투스온(Tucson) 즉시 진입
25-05	자산 인수	Zhone	DZS(파산 자산)	엑세스·광전송 벤더 자산 인수(공장/IP 포함)
25-05	인수	Mereo Networks	DISH Fiber Internet LLC	MDU 대상 광인터넷 사업 인수
24-09	인수	Verizon	Frontier Communications	FTTH 전국 커버리지 확대 목적(프론티어 25 개 주 자산 보유)
25-04	인수	FiberLight	Metro Fiber Networks	버지니아 엔터프라이즈 광망 확대
25-04	JV	T-Mobile & EQT JV	Lumos	JV가 Lumos 자본 취득종결, 7,500 마일/47.5 만 홈'28 년 350 만 홈 목표
25-03	인수	Zayo	Crown Castle Fiber 자산	\$4.25B, +90,000 마일 장거리·메트로 광자산
24-12	인수	Searchlight & BCI	Consolidated Communications	\$3.1B 로 탑 10 美 FTTH 사업자 프라이빗 전환
24-04	인수	Shentel	Horizon Telecom(OH)	상업용 광망 + Glo Fiber 확장 (\$385M)

자료: 유진투자증권

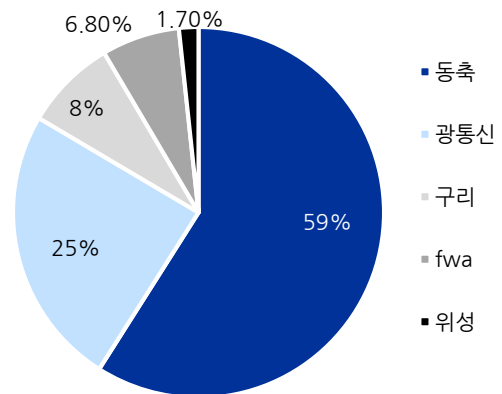
결과적으로 이와 같은 공격적인 투자와 M&A 에 힘입어 과거 유럽이나 아시아 선진국에 비해 뒤쳐졌던 미국의 FTTH(가정 내 광케이블) 보급률 역시 가파르게 상승하는 변곡점을 맞이하고 있다. 하지만 여전히 미국의 FTTH 인프라 커버리지는 56%, 가입자 침투율은 25~27%로 성장할 수 있는 여지가 많이 남아있다. 이는 현재의 투자 붐이 단기적인 현상이 아닌 향후 수십 년간 지속될 거대한 인프라 교체 대형 사이클 초입에 들어섰음을 시사한다.

도표 195. 미국 광통신 인프라 커버리지 추이



자료: FBA, 유진투자증권

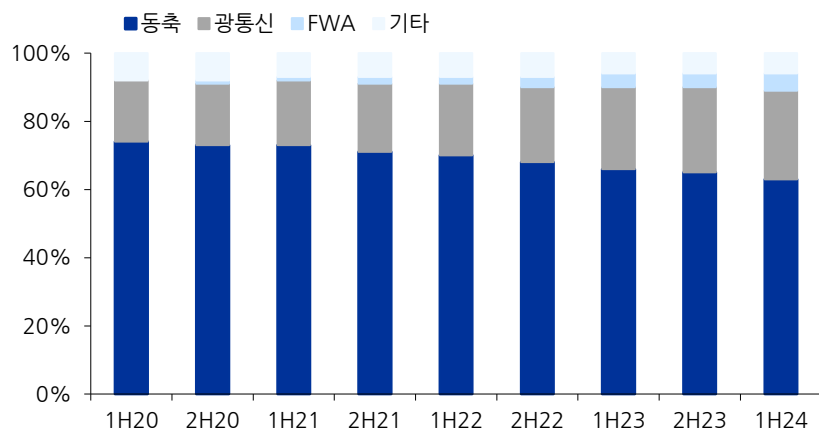
도표 196. 미국 FTTH 가입자 침투율 (2024.06 기준)



자료: FCC, 유진투자증권

주: 실제 사용하고 있는 유선 서비스 분포

도표 197. 미국 가정용 유선 인터넷 사용 비율 추이



자료: FCC, 유진투자증권

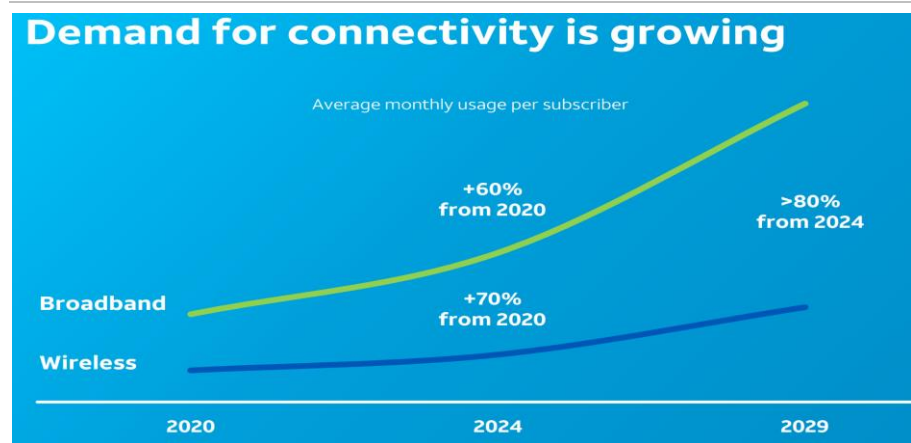
주: 다운로드 속도 최소 25Mbps, 업로드 속도 최소 3Mbps

Why Now?

미국 브로드밴드 시장이 맞이한 이번 투자 호황은 소비자의 요구가 질적으로 변화하며 기존 인프라가 그 변화를 더 이상 감당할 수 없는 한계에 부딪혔고, 통신사 스스로의 생존을 위한 전략이라는 동인들이 작용하며 발생하는 필연적인 현상이다.

첫 번째 동인은 소비자들이 요구하는 인터넷 경험의 기준이 근본적으로 상향되었다. 팬데믹을 거치며 원격 근무와 온라인 학습이 일상화되었고 여가 시간에는 4K/8K 고화질 영상 스트리밍과 클라우드 게이밍을 즐긴다. 더불어 ChatGPT와 같은 생성형 AI 서비스가 새로운 차원의 데이터 소비를 유발하고 있다. 이러한 활동들은 기가비트급의 빠른 속도를 요구한다. 동시에 소비자들은 원활한 콘텐츠 이용 및 실시간 상호작용을 위해 빠른 업로드 속도와 끊임없는 안정성 및 저지연과 같은 총체적 체감 품질에 비용을 지불하기 시작했다. 결국 압도적인 속도와 뛰어난 체감 품질을 모두 만족시킬 수 있는 광케이블에 대한 수요가 증가하고 있는 것이다.

도표 198. 유저당 월간 사용 데이터 전망 비교



자료: AT&T

두 번째 동인은 기존 인프라의 한계이다. 지난 수십 년간 미국 가정의 인터넷을 책임져 온 두 개의 축인 통신사의 구리 전화선(DSL)과 케이블 회사의 동축 케이블(Cable Internet)은 명백한 기술적 한계에 봉착했다. 구리선은 물리적인 한계로 인해 수십 Mbps 이상의 속도를 내기 어려우며 동축 케이블은 최근 DOCSIS 라는 기술로 기가급 다운로드 속도를 구현했지만 업로드 속도는 다운로드 속도의 미치지 못하는 비대칭 문제를 해결하지 못하고 있으며 현대의 수요를 완전히 만족시켜주지는 못하고 있다.

도표 199. 고정 인터넷 기술 비교

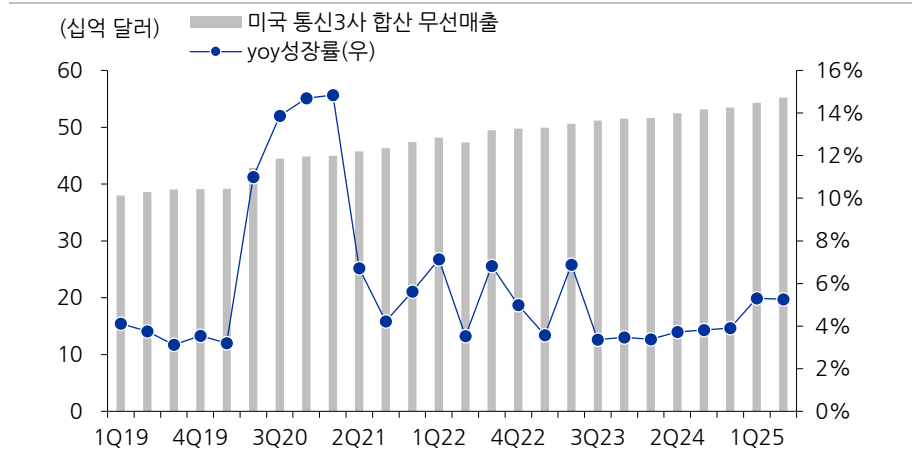
구분	구리 전화선 (DSL)	동축 케이블 (HFC)	DOCSIS (최신 동축)	고정 무선 (FWA)	광케이블 (FTTH)
핵심 기술 매체	구리 전화선	동축 케이블 (광+동축 혼합)	동축 케이블 (광 비중 ↑)	5G/LTE 무선 전파	광섬유 (유리)
최대 다운로드 속도	매우 느림 (수 Mbps ~ 100 Mbps)	빠름 (수백 Mbps ~ 1 Gbps)	매우 빠름 (1 Gbps ~ 10 Gbps)	빠름 (수백 Mbps ~ 1 Gbps)	가장 빠름 (1 Gbps ~ 10 Gbps 이상)
최대 업로드 속도	매우 느림 수 Mbps)	느림 (수십 Mbps)	여전히 느림 (수십 ~ 수백 Mbps)	보통 (수십 Mbps)	다운로드와 동일 (대칭형)
지연 시간 (Latency)	높음	보통	보통	보통 ~ 높음 (무선 환경 영향)	가장 낮음 (Ultra-Low)
안정성/신뢰성	낮음 (거리에 민감, 날씨 영향)	보통 (가입자 물리면 속도 저하)	보통 ~ 높음	보통 (날씨, 장애물 영향)	가장 높음 (신호 간섭 없음)

자료: 유진투자증권

마지막으로, 가장 결정적인 동인은 바로 **통신사들의 전략적 선택**이다. 미국 무선 서비스 매출은 시장 포화와 경쟁 심화로 인해 성장세가 뚜렷하게 둔화되고 있어 가입자 당 평균 매출(ARPU)을 높일 새로운 성장 동력을 모색하고 있었다.

이러한 상황에서 AT&T, Verizon 등 거대 통신사들은 광케이블을 무선 사업의 성장을 견인하고 전체 사업 포트폴리오를 강화하는 핵심 전략 자산으로 재평가하기 시작했다. 이들은 공격적으로 광케이블 커버리지를 넓혀 초고속 인터넷 상품을 출시하고 이를 기존 무선 서비스와 묶어 결합 상품으로 제공하는 전략을 펼치고 있다. AT&T와 Verizon의 분기별 실적을 보면 광케이블 가입자 수와 관련 매출이 꾸준히 우상향하고 있으며, 특히 무선과 광케이블 결합 상품 가입자의 고객 충성도(낮은 이탈률)와 ARPU가 더 높게 나타나는 효과가 확인되고 있다. 이는 통신사들이 광케이블 투자를 지속하는 강력한 이유가 되고 있다.

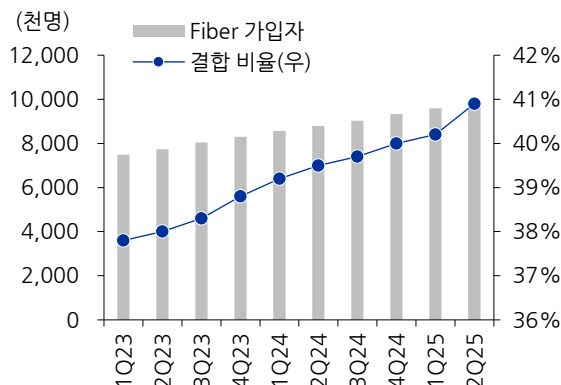
도표 200. 성장이 둔화한 미국 무선매출



자료: 각 사, 유진투자증권

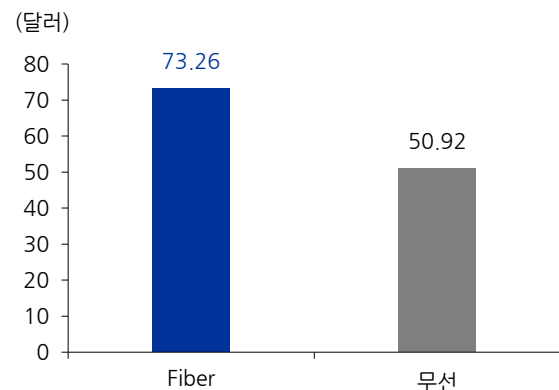
주: AT&T, 버라이즌, T-Mobile 합산

도표 201. Fiber 가입자 및 결합상품 가입 비율 추이



자료: AT&T, 유진투자증권

도표 202. Fiber vs 무선 ARPU: Fiber는 돈이 된다



자료: AT&T, 유진투자증권

미국 브로드밴드 시장의 경쟁 구도

미국 브로드밴드 시장의 광케이블 전환은 각기 다른 자산과 전략을 가진 세 개의 주요 사업자 그룹이 주도하고 있다. 미국 내 광케이블 보급은 **전통적인 통신사 (ILEC)**가 여전히 가장 큰 비중을 차지하고 있지만 최근 몇 년간 가장 폭발적인 성장세를 보인 것은 바로 **신흥 광케이블 전문회사**다. 이들 모두 미래 디지털 경제의 핵심 인프라인 광케이블 시장의 주도권을 확보하는 공통된 목표로 움직이고 있다.

도표 203. 미국 브로드밴드 시장 참여자

통신 사업자 (ILEC)	케이블 사업자 (MSO)	광케이블 전문회사 (Overbuilder)
대표 기업: AT&T, Verizon, Lumen	대표 기업: Comcast, Charter Communications, Cox Communications	대표 기업: Metronet, Lumos
핵심 자산 - 방대한 구리선 네트워크 핵심 전략 - 구리선 -> FTTH 전환 - 무선-유선 결합 경쟁력 - 기존 고객기반 활용 - 무선, 유선 결합 마케팅	핵심 자산 - 동축 케이블 네트워크 핵심 전략 - 하이브리드 전략 - 기존망: DOCSIS 업그레이드 - 신규망: FTTH 투자 경쟁력 - 기존 시장 지배력 + 브랜드 인지도 - 결합 상품 마케팅	핵심 자산 - 사모펀드 자금력 핵심 전략 - 공격적 M&A를 통한 규모 확장 - 중소도시, 교외지역 우선 진출 경쟁력 - 빠른 속도 - 공격적 가격 정책

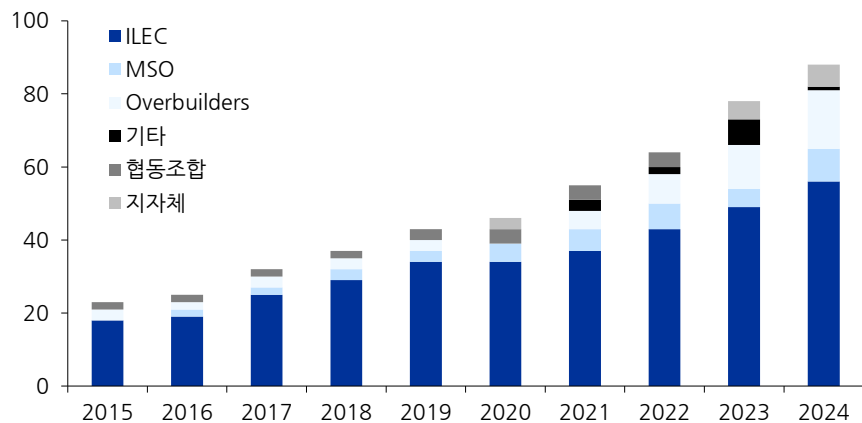
자료: 유진투자증권

첫 번째 그룹인 **통신 사업자(Incumbent Local Exchange Carriers, ILECs)**, AT&T와 Verizon 으로 대표되는 이 그룹은 과거 미국 전역에 구축한 방대한 구리 전화선 네트워크를 기반으로 하고 있다. 현재 이들의 핵심 전략은 기존 구리선 인프라를 광케이블(FTTH)로 전환하는 데 자본을 투입하는 것이다. 이들은 자신들의 핵심 사업인 무선(5G) 서비스와 유선 서비스를 결합한 상품 경쟁력을 바탕으로 시장 지배력을 유지하고자 한다.

두 번째 그룹인 **케이블 사업자(Multiple System Operators, MSOs)**는 수천만 가 입자를 기반으로 미국 브로드밴드 시장의 절반 이상을 점유하고 있는 Comcast (Xfinity)와 Charter Communications(Spectrum)등의 기업으로 구성되어 있다. 이들의 핵심 자산은 과거 케이블 TV 보급을 위해 구축한 동축 케이블 네트워크 이다. 이들은 DOCSIS 기술을 통해 기존 인프라의 성능을 최대한 활용하면서 점진적으로 네트워크 종단까지 광케이블을 투입하는 전략과 신규 지역에 대한 FTTH 투자를 병행하고 있다.

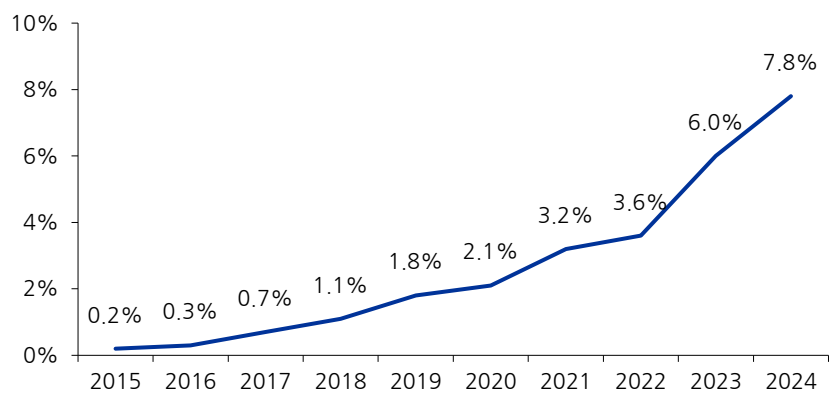
마지막 그룹은 사모펀드가 주도하는 **신흥 광케이블 전문회사(Overbuilders)**다. Metronet, Lumos 등의 오버빌더들은 거대 통신사나 케이블 회사들이 미처 투자 하지 않았던 중소 도시와 교외 지역을 중심으로 빠르게 시장을 확장하고 있다. 이 그룹은 팬데믹 이후 가장 극적인 성장을 보이며 이들이 커버하는 가정의 수 는 2022 년 800 만 가구에서 2024 년 1,600 만 가구로 단 2 년 만에 두 배로 급 증했다. 이들의 핵심 전략은 사모펀드의 자금력을 바탕으로 특정 지역의 중소 사 업자들을 계속해서 인수합병하며 규모를 키워나가는 것이다.

도표 204. 사업자 유형별 광통신 인프라 구축 현황



자료: Fiber Broadband Association, 유진투자증권

도표 205. 미국 내 2 개 이상 광섬유 사업자 이용 가능 지역 비율 = 파편화 시장



자료: Fiber Broadband Association, 유진투자증권

정부의 가속 페달 (feat. BEAD)

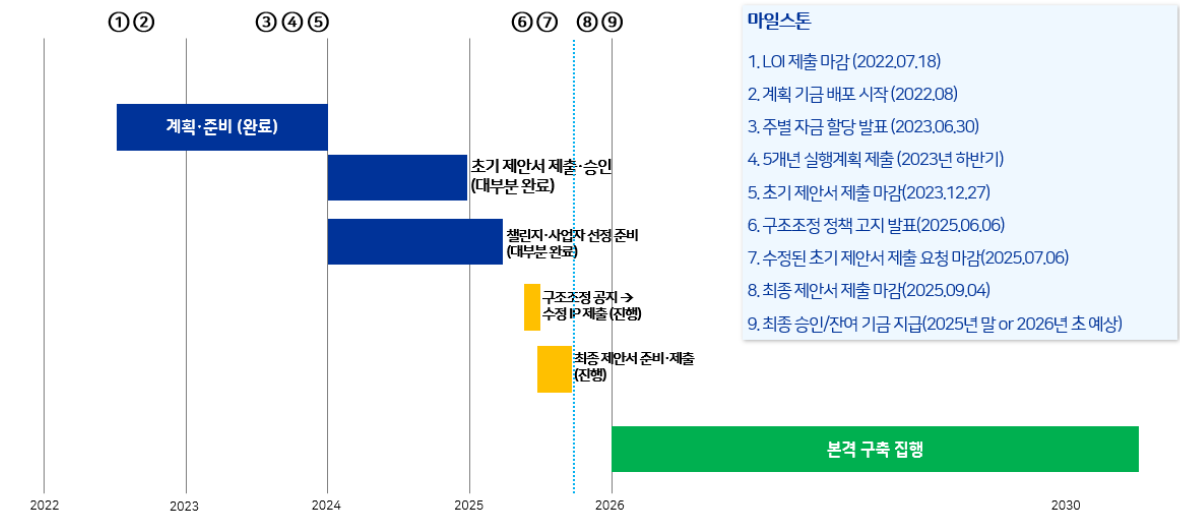
시장의 자발적인 경쟁과 더불어 미국 정부의 정책적 의지는 광케이블 전국망 확장에 강력한 촉매제 역할을 하고 있다. 특히 바이든 행정부 시절 입법된 Broadband Equity, Access, and Deployment(BEAD) 프로그램은 대규모의 자금을 투입하여 통신 시장의 지형을 바꾸려 한다. 총 425 억 달러(약 58 조 원)의 예산을 바탕으로 이 프로그램의 핵심 목표는 모든 미국인이 안정적인 고속 인터넷에 접근할 수 있도록 하는 디지털 평등을 달성하는 것이다. 이를 위해 수익성이 낮아 민간 기업의 투자가 이루어지기 어려웠던 농어촌 및 소외 지역에 신규 네트워크를 구축하는 것과, 기존의 낡고 느린 구리 전화선 인프라를 현대적인 광케이블로 교체하는 사업을 중점적으로 지원하고자 한다.

도표 206. BEAD 개요

항목	내용
근거 법안	Infrastructure Investment and Jobs Act (IIJA), 2021
총 예산 규모	\$42.45 Billion(약 58 조 원)
주관 기관	U.S. Department of Commerce, National Telecommunications and Information Administration (NTIA)
핵심 목표	모든 미국인이 안정적인 고속 인터넷에 접근할 수 있도록 하여 '디지털 격차(Digital Divide)' 해소
운영 방식	NTIA 가 각 주/준주 정부에 예산을 배분하면, 각 주 정부가 자체적인 사업자 선정 과정을 통해 통신사에 보조금을 지급하는 방식
주요 지원 대상 지역	Unserved (서비스 미제공 지역): 다운로드 25Mbps / 업로드 3Mbps 미만 속도 지역 Underserved (서비스 부족 지역): 다운로드 100Mbps / 업로드 20Mbps 미만 속도 지역
주요 지원 내용	■ 신규 광케이블 네트워크 구축 (주로 Last-Mile) ■ 기존 구리 전화선(DSL) 등을 광케이블로 교체/업그레이드 ■ 필요 시, Last-Mile 을 연결하기 위한 Middle-Mile 인프라 포함 가능
참여 주체	56 개 주, 준주, 워싱턴 D.C.
핵심 조달 규칙 (BABA)	근거 법안인 IIJA 에 포함된 'Build America, Buy America' 조항 적용. BEAD 자금이 투입되는 프로젝트는 반드시 미국에서 생산된 광케이블 및 관련 자재를 사용해야 함.

자료: NTIA, 유진투자증권

도표 207. BEAD 타임라인



자료: NTA, 유진투자증권

트럼프의 기조

2025 년 트럼프 행정부는 BEAD 프로그램의 운영 방식을 근본적으로 바꾸는 새로운 정책(BEAD Restructuring Policy Notice)을 발표했다. 기존 바이든 행정부의 정책이 광케이블을 명백한 우선 기술로 간주했던 것과 달리, 트럼프 정부는 **기술 중립성과 최저 비용을 최우선 원칙**으로 내세웠다. 즉, 각 주 정부는 보조금 지급 대상을 선정할 때 광케이블이 아니더라도 고정 무선(FWA)이나 저궤도 위성(LEO Satellite)과 같은 다른 기술이 더 저렴한 비용을 제시한다면 그 기술을 선택해야만 한다.

이러한 정책 변화는 혼란을 야기했다. NTIA(미국 상무부 산하 통신정보관리청)는 모든 주에 2025 년 9 월 4 일까지 수정된 최종 제안서를 제출하라는 새로운 타임라인을 제시했다. 이로 인해 이미 광케이블 중심의 계획을 제출했던 주 정부들은 계획을 전면 재검토하고 사업자 선정 절차를 다시 진행하며 자금 집행을 위한 행정 절차가 병목 현상을 겪게 되었다.

또한, 새로운 규칙은 일정 수준 이상의 성능을 제공하는 비면허 고정 무선(Unlicensed Fixed Wireless, ULFW) 서비스가 제공되는 지역은 보조금 대상에서 제외하도록 규정했다. ULFW 사업자가 다운로드 100Mbps / 업로드 20Mbps 이상의 속도를 제공하는 경우에 해당 지역이 보조금 지급 대상에서 제외되었다. 이로 인해 전체 BEAD 보조금 대상 지역이 2022 년 12 월 대비 약 65%나 급감하는 것으로 추정된다(ACLP).

도표 208. 바이든 vs 트럼프

	바이든 행정부	트럼프 행정부	핵심 변화 및 영향
기술 우선순위	광케이블(Fiber) 최우선	기술 중립성	광케이블의 독점적 지위 상실. FWA, 위성 기술의 경쟁력 강화.
사업자 선정 기준	성능, 안정성, 확장성 등 종합 평가	최저 비용을 최우선 기준으로 강조	가격 경쟁 심화. LEO 위성 사업자(Starlink 등)의 공격적인 저가 입찰로 시장 교란 가능성.
보조금 대상 지역	FCC 맵 기반 Unserved/Underserved 지역	Unserved/Underserved 지역 중, '일정 성능 이상의 ULFW' 서비스 지역은 제외	전체 보조금 대상 지역 축소. (NYLS 분석: 2022 년 대비 약 65% 감소)
부가적 의무조항	노동조합, 기후 변화, DEI(다양성) 등 다양한 사회적/정책적 요구사항 포함	대부분 폐지	사업자들의 행정적/비용적 부담을 크게 줄여 프로그램 참여 유인 증가.
자금 집행 타임라인	주별 순차적 진행	모든 주가 2025 년 9 월 4 일 최종 제안서 동시 제출	단기적인 집행 지연
핵심 철학	미래 대비를 위한 최고의 기술(광케이블)에 투자	세금 효율성을 위한 가장 저렴한 기술에 투자	장기적인 인프라 품질에 대한 우려 제기 vs. 신속하고 저렴한 보급 강조

자료: 유진투자증권

그럼에도 방향은

이처럼 BEAD 프로그램의 지원 강도가 약화되고 불확실성이 커졌음에도 불구하고 이 프로그램은 여전히 광케이블 투자의 중요한 플러스 알파 요인으로 작용할 것이다. 비록 방향성이 광케이블 우선에서 최저 비용으로 바뀌면서 지원 규모나 속도는 줄었지만, 광케이블로의 대전환이라는 거대한 흐름 자체는 지속될 것으로 전망한다.

우선 민간 시장의 자체적인 성장 동력이 매우 강력하다. 앞서 분석했듯이, 통신사들은 자체적인 CAPEX를 투입하여 광케이블 전환을 계속 진행하고 있다. 이는 광케이블 투자가 성장을 견인하고, 무선서비스와의 결합상품을 통해 고객 충성도를 높이는 등 투자효율이 검증된 성장 재가동의 핵심 전략이기 때문이다.

그리고 최저 비용이라는 새로운 기준 속에서도 장기적인 관점의 기술적 우월성이 여전히 광케이블을 가장 강력한 솔루션으로 만들고 있다. 2021 년 인프라 법(IIJA) 원안에 명시된 Priority Broadband Project의 핵심 정의에는 단순히 현재의 속도 기준(100/20 Mbps)을 충족하는 것을 넘어 "미래의 진화하는 연결 수요에 맞춰 쉽게 속도를 확장할 수 있어야 한다"는 조건이 포함되어 있다.

이 확장성 측면에서 기술 간의 차이는 명확하다. FWA(고정 무선)와 저궤도(LEO) 위성은 제한된 주파수 대역을 공유하므로 가입자가 몰릴수록 각 사용자의 속도는 저하되는 구조적 한계를 가지는 반면, 광케이블은 한번 매설해두면 그 잠재적 용량이 거의 무한대에 가까워 10 년 뒤 100Gbps 서비스가 필요해지더라도 양 끝단의 장비(광트랜시버)만 교체하면 된다.

확장성뿐만 아니라 **성능의 안정성** 역시 중요한 변수다. FWA나 LEO 위성은 날씨, 장애물, 또는 동시 접속자 수에 따라 성능 편차가 발생할 수 있어 최악의 상황에서도 BEAD의 최소 요구사항을 모든 가입자에게 안정적으로 보장한다고 확신하기 어렵다. 반면 광케이블은 외부 환경의 영향이 거의 없어 가장 높은 수준의 서비스 품질을 꾸준히 제공할 수 있다. 일부 주 정부들은 서비스 품질의 신뢰성과 장기적인 확장성을 중요한 평가 기준으로 삼아 초기 설치 비용이 다소 높더라도 장기적으로 더 우월한 광케이블을 'Priority Broadband Project'로 판단할 가능성이 있다.

결론적으로 정부의 정책 변화는 시장의 단기적인 불확실성을 크게 높였으며 광케이블이 독점하던 파이를 FWA와 LEO에게 나누어 주는 실질적인 영향을 미치고 있는 건 맞다. 그리고 이는 일부 지역에서 광케이블로의 전환 속도를 늦추거나, 더 저렴한 기술로 대체되는 결과를 낼 수 있다. 하지만 시장이 요구하는 근본적인 성능, 안정성, 그리고 확장성 측면에서 광케이블이 가진 장기적인 우위를 고려할 때 이번 정책 변화가 **광케이블 대전환**이라는 거대한 흐름의 방향 자체를 완전히 되돌리기보다는, 그 도달 경로를 더 복잡하고 길게 만드는 속도 조절의 역할을 할 가능성이 더 높아 보인다.

도표 209. 미국 광대역 통신망 구축 보조금의 지급 우선순위에 대한 규정

(h) BROADBAND NETWORK DEPLOYMENT.—

(1) ORDER OF AWARDS; PRIORITY.—

(A) IN GENERAL.—An eligible entity, in awarding subgrants for the deployment of a broadband network using grant funds received under this section, as authorized under subsection (f)(1)—

(i) shall award funding in a manner that—

(I) prioritizes unserved service projects;

(II) after certifying to the Assistant Secretary that the eligible entity will ensure coverage of broadband service to all unserved locations within the eligible entity, prioritizes underserved service projects; and

(III) after prioritizing underserved service projects, provides funding to connect eligible community anchor institutions;

(ii) in providing funding under subclauses (I), (II), and (III) of clause (i), shall prioritize funding for deployment of broadband infrastructure for priority broadband projects;

(h) 광대역 통신망 구축

(1) 보조금 지급 순서; 우선순위—

(A) 일반 사항—적격 기관은, (f)(1)항에 따라 승인된 바와 같이 본 조에 따라 수령한 보조금을 사용하여 광대역 통신망 구축을 위한 하위 보조금을 지급함에 있어—

(i) 다음과 같은 방식으로 자금을 지원하여야 한다—

(I) 미서비스 지역 사업을 우선으로 하고;

(II) 해당 적격 기관이 관할 내의 모든 미서비스 지역에 광대역 서비스 보급을 보장할 것임을 차관보에게 인증한 후, 서비스 취약 지역 사업을 우선으로 하며;

(III) 서비스 취약 지역 사업을 우선 처리한 후, 적격 지역사회 핵심 기관을 연결하기 위해 자금을 제공하고;

(ii) (i)항의 (I), (II), (III)호에 따라 자금을 제공함에 있어, '우선 광대역 프로젝트'를 위한 광대역 인프라 구축에 대한 자금 지원을 우선하여야 한다.

자료: IIA, 유진투자증권

도표 210. IIA가 정의하는 Priority Broadband Project

(I) PRIORITY BROADBAND PROJECT.—The term “priority broadband project” means a project designed to—

(i) provide broadband service that meets speed, latency, reliability, consistency in quality of service, and related criteria as the Assistant Secretary shall determine; and

(ii) ensure that the network built by the project can easily scale speeds over time to—

(I) meet the evolving connectivity needs of households and businesses; and

(II) support the deployment of 5G, successor wireless technologies, and other advanced services.

(I) 우선 광대역 프로젝트—'우선 광대역 프로젝트'란 다음을 목적으로 설계된 프로젝트를 의미한다—

(i) 속도, 지연 시간, 신뢰성, 서비스 품질의 일관성 및 차관보가 결정하는 관련 기준을 충족하는 광대역 서비스를 제공하고;

(ii) 해당 프로젝트를 통해 구축된 네트워크가 시간의 흐름에 따라 쉽게 속도를 확장하여—

(I) 변화하는 가정 및 기업의 연결성 수요를 충족하고;

(II) 5G, 후속 무선 기술 및 기타 첨단 서비스의 배치를 지원할 수 있도록 보장하는

자료: IIA, 유진투자증권

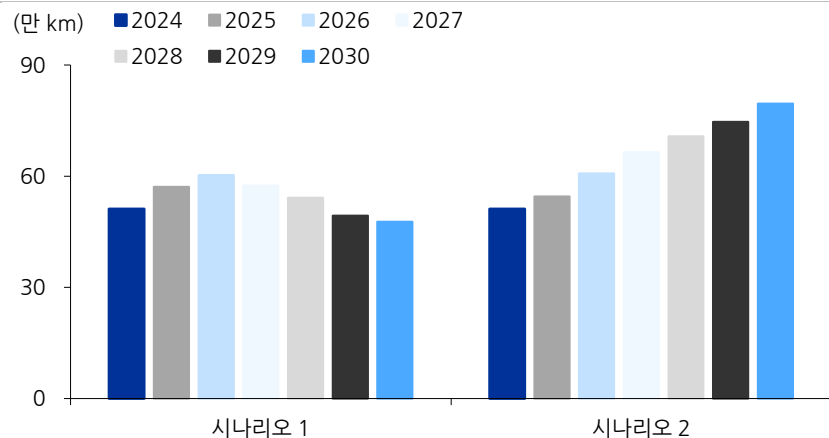
그래서 광케이블이 얼마나 필요하다고요?

미래의 정확한 수요를 예측하는 것은 어렵지만, 두 가지 핵심 시나리오를 통해 그 규모를 가늠해 볼 수 있다.

첫 번째는 BEAD 자금의 영향이 미미하고, 통신사, 케이블 회사, 오버빌더들의 자체적인 CAPEX에만 의존하는 시나리오이다. 이 경우, 투자는 인구 밀도가 높은 도심(Urban) 및 교외(Suburban) 지역에 집중될 것이며, 2026년을 기점으로 투자는 정점을 찍고 점차 완만한 하락세로 전환될 가능성이 있다.

두 번째는 BEAD 자금이 광케이블에 우호적으로 집행되어 농어촌(Rural) 지역까지 커버리지가 본격적으로 확장되는 시나리오이다. 이 경우, 시장의 성장세는 2026년 이후에도 꺾이지 않고 지속되거나 오히려 가속화될 수 있다. 이는 인구 밀도가 낮은 농어촌 지역이 동일한 수의 가정을 연결하기 위해 도심 지역보다 기하급수적으로 더 긴 길이의 케이블을 필요로 하기 때문이다.

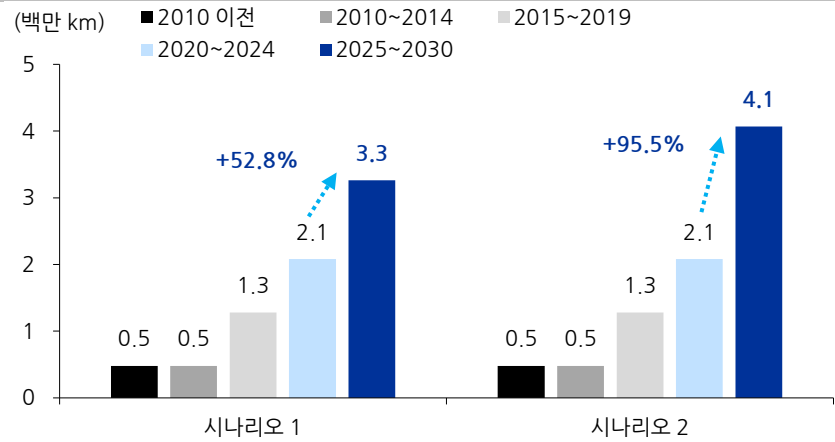
도표 211. 광케이블 필요 길이 전망



자료: 유진투자증권 추정

주: 시나리오 1: 자체 CAPEX, 시나리오 2: BEAD 우호적 집행에 따른 농어촌 적극 확대

도표 212. 과거 광케이블 수요와의 비교



자료: Fiber Broadband Organization, 유진투자증권 추정

어떤 시나리오로 전개되든 향후 5년(2025~2030년)간 미국에 필요한 광케이블의 총량은 과거 5년(2020~2024년)과의 차이가 유의미하게 크다. 당사는 시나리오 1에 필요한 광케이블의 총 길이는 과거 5년 대비 약 53% 증가하며, BEAD의 효과가 더해지는 시나리오 2의 경우에는 약 96%의 증가를 예상한다.

어떤 기업에게 기회가 오는가?

이 거대한 수요의 과실은 광케이블 밸류체인 전반으로 확산될 것이다. 먼저 광섬유 및 광케이블을 만드는 제조 영역에서는 코닝, OFS, 후지쿠라 등 소수의 글로벌 기업들이 강력한 기술적 해자를 구축하고 있다. 하지만 FTTH 시장의 폭발적인 수요 속에서 이들이 모든 시장을 독식하기는 어려운 구조이다. **대형사들은 한정된 생산 능력(CAPA)을 AI 데이터센터용 초고밀도 케이블과 같은 더 높은 부가가치를 가진 프리미엄 시장에 우선적으로 할당을 하고 있기 때문이다.**

도표 213. 후지쿠라 FY1Q25 실적 발표 Q&A 발췌

- Q. Regarding ultra-high fiber count optical cables and multi-fiber optical connectors, is the manufacturing capacity a bottleneck, allowing competitors to enter and losing market share?
- A. Currently, we are unable to meet all customer demands. The portion we could not handle is being taken by other companies. To maintain our strengths, we are continuously developing new products. Recently, we started selling ultra-high fiber count optical cables with 13,824 fibers. We are also working on customizing AB-WTC™ to meet customer specifications and manufacturing higher fiber count AB-WTC™. By allocating limited capacity to higher value-added products, we aim to maintain our competitiveness.
- Q. Until the new factory is operational, you mentioned that you will produce SWR™ by procuring optical fiber externally. Can SWR™ be made with generic optical fiber?
- A. We will use different optical fibers depending on the application. For ultra-high fiber count optical cables, we will use our own optical fiber. For optical cables for telecommunications carriers that do not require such thin optical fibers, we will use externally procured products. By procuring externally, we can allocate Fujikura's optical fibers to higher-function optical cables.

Q. 초고밀도 광섬유 케이블 및 다심 광섬유 커넥터와 관련하여, 제조 역량이 병목 현상을 일으켜 경쟁업체가 진입하고 시장 점유율을 잃게 하는 요인이 되고 있습니까?

A. **현재 모든 고객 수요를 충족시키지 못하고 있습니다. 저희가 감당하지 못하는 부분은 다른 회사들이 가져가고 있습니다.** 당사의 강점을 유지하기 위해 지속적으로 신제품을 개발하고 있습니다. 최근에는 13,824심의 초고밀도 광섬유 케이블 판매를 시작했습니다. 또한 고객 사양에 맞게 AB-WTC™를 맞춤 제작하고 더 높은 심 수의 AB-WTC™를 제조하기 위해 노력하고 있습니다. **제한된 생산 능력을 부가가치가 더 높은 제품에 할당함으로써 경쟁력을 유지하고자 합니다.**

Q. 새 공장이 가동될 때까지 외부에서 광섬유를 조달하여 SWR™을 생산한다고 하셨습니다. SWR™은 일반적인 광섬유로도 만들 수 있습니까?

A. 용도에 따라 다른 광섬유를 사용할 것입니다. 초고밀도 광섬유 케이블에는 자체 광섬유를 사용할 것입니다. **그렇게 많은 광섬유가 필요하지 않은 통신 사업자를 광케이블에는 외부에서 조달한 제품을 사용할 것입니다.** 외부 조달을 통해 후지쿠라의 광섬유를 더 고기능의 광케이블에 할당할 수 있습니다.

자료: Fujikura

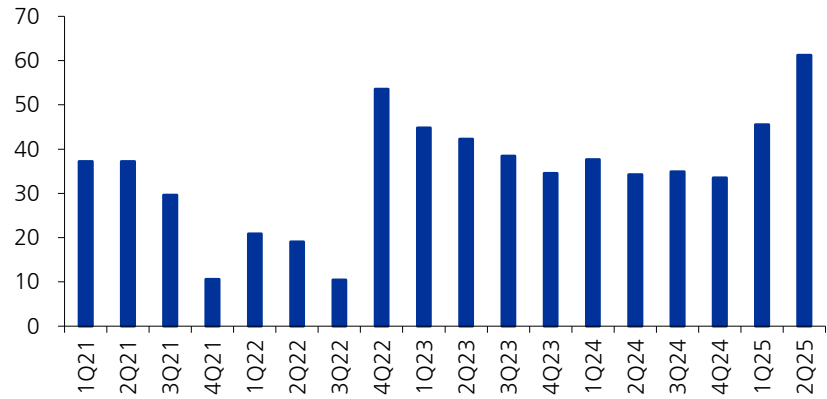
이는 Tier-1 기업들이 고부가가치 시장에 집중하는 동안, 상대적으로 기술 장벽이 낮은 FTTH 용 광케이블 시장에서는 다른 공급사들에게 거대한 기회의 창이 열리고 있음을 의미한다.

특히, BEAD 프로그램은 BABA 라는 규정을 포함하고 있다. 보조금을 받는 프로젝트에 사용되는 모든 제품은 반드시 미국 내에서 생산되어야 함을 의미하며 이는 해외 기업들에게 매우 높은 진입 장벽으로 작용한다. 바로 이 지점에서, 미국 내에 생산 거점을 확보한 비(非)미국계 기업들이 전략적으로 중요한 위치를 차지하게 된다.

대표적인 사례로, LS 전선은 자회사인 수페리어 에식스(Superior Essex)를 통해 미국 내에 견고한 생산 기반을 갖추고 있으며, 대한광통신 역시 최근 미국 소재 케이블 제조사인 인캡(Incab America) 인수 계약을 체결하며 BABA 규정을 충족할 수 있는 교두보를 마련했다. 이들 기업은 이미 미국 통신사들의 자체적인 FTTH 투자 확대에 의해 수주가 증가하는 추세이며, 향후 BEAD 자금 집행이 본격화될 경우 미국 생산 법인의 실적은 더욱 가속화될 것으로 전망한다.

도표 214. 대한광통신 통신 수주잔고 추이

(십억원)



자료: 대한광통신, 유진투자증권

도표 215. 인캡 인수 개요

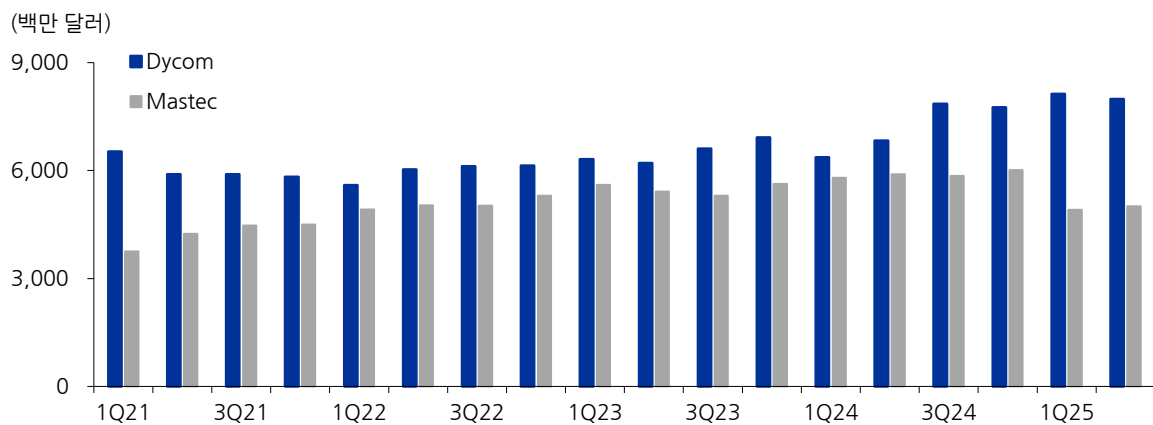
회사명	Incab America LLC(이하 "IAL")		
대표이사	Mike Riddle		
주소	900 Nolen Dr Grapevine, TX 76051		
설립일	2017 년		
사업내용	전력케이블 광케이블 제조 및 판매업		
종업원수	75 명 (2023 년 12 월 말 기준)		
연혁	2017 년	회사 설립(러시아인 최대주주)	
	2018 년	Texas Arlington OPGW 제품 생산 운영	
	2023 년	Texas Grapevine 공장 신규 설립	
구분 (단위: 천달러)	2023 년	2022 년	2021 년
자산총계	40,946	26,230	10,908
부채총계	45,729	26,075	13,811
자본총계	-4,783	155	-2,903
매출액	26,668	29,804	20,926
영업이익(손실)	-5,017	3,091	-439
당기순이익(손실)	-4,938	3,057	-377

자료: 대한광통신, 유진투자증권

다음으로 설치 및 시공 영역은 밸류체인에서 가장 큰 비중을 차지하는 시장이다. 광케이블을 설치하는 데 드는 총비용의 60~80%는 케이블 자재비가 아닌, 땅을 파고 관로를 묻는 등의 토목 및 설치 공사비에서 발생한다. 이는 미국 전역의 숙련된 기술 인력 부족 현상과, 각 주와 지자체의 복잡한 인허가 및 규제 절차 때문이다.

이러한 시장 특성으로 인해 전국적인 규모의 프로젝트를 수행할 수 있는 대형 통신 인프라 시공사들의 중요성이 커지고 있다. 이 시장은 Dycom Industries, MasTec, Quanta Services 와 같은 기업들이 주도하고 있다. 이들은 미국 전역에 걸친 시공 능력, 전문 인력, 그리고 장비를 보유하고 있으며, AT&T 나 Charter와 같은 대형 통신사들로부터 대규모 턴키 프로젝트를 직접 수주한다. 실제로 이들 기업의 수주 잔고(Backlog)는 최근 꾸준히 우상향하는 모습을 보이고 있으며, 이는 광케이블 투자 사이클이 건조하게 지속되고 있음을 보여주는 가장 확실한 증거이다. BEAD 자금 집행이 본격화되고 통신사들의 투자가 계속되는 한, 이들 시공사들의 안정적인 성장은 지속될 것으로 전망한다.

도표 216. 미국 인프라 시공사 수주잔고 추이 (통신 부문 수주잔고)



자료: 각 사, 유진투자증권

기업분석

[LS\(006260\)](#)

BUY(유지) / TP 192,000 원

여러모로 하방이 막힌 투자처

[대한전선\(001440\)](#)

BUY(신규) / TP 19,300 원

Grid Upgrade Leverage

[LS 마린솔루션\(005930\)](#)

NR / -

1 티어 해저케이블 시공사를 향해

[대한광통신\(010170\)](#)

NR / -

BABA 도 충족시킨 미국 광통신 인프라 대전환의 수혜주

[Credo Technology Group Holding \(CRDO US\)](#)

NR / -

AECing it

[Corning \(GLW US\)](#)

NR / -

AI DC 와 FTTH 의 콜라보

LS

(006260)

여러모로 하방이 막힌 투자처

투자의견

BUY(유지)

목표주가

192,000 원(유지)

현재주가

165,200 원(08/26)

시가총액

5,319(십억원)

철강/금속 이유진_02)368-6141_eugenelee@

- **어떻게 보면 하방이 막힌 투자(IPO전까지는):** LS는 1) 8/12 자사주 소각(100만주) 공시 및 주주가치 제고를 위해 매년 배당금 5% 이상 증액 계획 중. 2) 대주주 일가가 “계열사 지분 매입”을 이유로 8/21 에코에너지 182만주 (5.97%)를 처분하며 677억원의 현금 확보(LS 지분 41만주 확보 가능). 3) 제11차 송변전설비계획으로 2031년까지 1차 에너지고속도로(새만금~서화성, 2GW)를 건설하는 1단계가 추진될 예정이므로 전선, 마린솔루션, 일렉트릭의 수혜가 기대됨. KOC전기, LS이링크, SEABL, ESSEX Solution, LS MnM, LS전선의 구체적인 IPO 일정이 나오지 않았고, 지주사의 유상증자가 있지 않는 한 지주사 LS 투자는 아직까지는 하방이 막혀있다는 판단
- **2Q25 Review:** 연결 매출액 7조 8,544억원, 영업이익 2,356억원(OPM 3.0%). 금속 가격, 환율 상승으로 매출액 자체는 늘어났지만 TC 하락으로 인해 MnM의 적자 -53억원으로 컨센서스 대비한 실적 기록. Spot TC는 회복하는 추세를 보였으나 다시 하락하여 -61.9달러/톤. 앞으로 실적은 일렉트릭, 전선, 아이앤디에 기대해야 할 부분이 큼
- **투자의견 'BUY'와 목표가 192,000원 유지**

주가(원,8/26) 165,200
시가총액(십억원) 5,319

발행주식수 32,200천주
52주 최고가 220,000원
최저가 84,500원
52주 일간 Beta 1.63
60일 일평균거래대금 439억원
외국인 지분율 15.5%
배당수익률(2025E) 1.0%

주주구성
구자열 (외 45인) 32.1%
자사주 (외 1인) 15.1%

주가상승(%)	1M	6M	12M
상대기준	-5.8	18.0	28.1
절대기준	-6.3	38.4	45.9

(원, 십억원)	현재	직전	변동
투자의견	BUY	BUY	-
목표주가	192,000	192,000	-
영업이익(25)	1,028	1,138	▼
영업이익(26)	1,248	1,318	▼

12월 결산(십억원)	2023A	2024A	2025E	2026E
매출액	24,481	27,545	29,317	30,132
영업이익	902	1,088	1,028	1,248
세전손익	641	566	725	891
당기순이익	571	392	531	673
EPS(원)	13,539	7,371	11,862	17,967
증감률(%)	-45.0	-45.6	60.9	51.5
PER(배)	6.9	12.8	13.9	9.2
ROE(%)	9.6	5.1	8.0	11.0
PBR(배)	0.6	0.7	1.1	1.0
EV/EBITDA(배)	6.6	6.2	7.5	6.4

자료: 유진투자증권



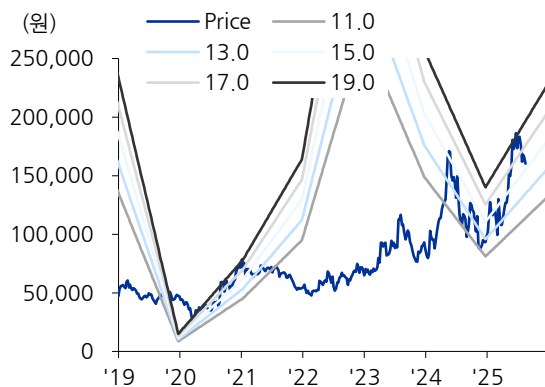
Valuation & 실적

도표 217. LS 실적 추정(공시 기준)

(단위: 십억원)	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	3Q25F	4Q25F	2024	2025F	2026F
매출액	5,945	7,414	7,086	7,100	6,914	7,854	7,252	7,297	27,545	29,317	30,132
LS MnM	2,522	3,188	3,280	3,127	2,831	3,663	3,297	3,369	12,116	13,160	13,044
LS 전선	1,446	1,919	1,729	1,672	1,944	1,889	1,789	1,843	6,766	7,465	7,553
LS 아이앤디	972	1,160	1,182	1,100	1,168	1,250	1,085	1,020	4,413	4,524	5,054
LS 엠트론	286	291	256	223	348	333	307	230	1,055	1,217	1,113
LS Electric	1,039	1,132	1,021	1,360	1,032	1,193	1,163	1,228	4,552	4,615	4,987
연결조정/기타	-319	-275	-382	-381	-373	-425	-390	-392	1,358	1,580	1,619
영업이익	246	382	177	283	305	236	219	246	1,088	1,028	1,248
영업이익률(%)	4.1	5.1	2.5	4.0	4.4	3.0	3.0	3.4	3.9	3.4	4.1
LS MnM	45	119	29	124	75	-5	-2	5	317	72	87
LS 전선	73	82	73	47	83	83	81	86	275	333	393
LS 아이앤디	14	60	-5	14	32	28	27	26	83	114	127
LS 엠트론	18	12	4	-6	27	19	7	8	28	61	31
LS Electric	94	110	66	120	87	109	112	120	390	428	529
연결조정/기타	2	0	9	-16	6	10	-2	5	-5	20	82
세전이익	108	320	103	35	195	229	136	155	566	725	891
당기순이익	90	232	72	-3	141	163	102	117	392	531	673
주요 가정(단위: 천톤, 십억원)											
동판매량	139	146	136	146	146	146	146	146	567	585	571
나동선 생산량	222	262	218	218	273	281	336	336	919	1,226	1,343
산업전선 생산량	84	85	96	100	88	86	136	136	365	446	543
전력선 생산량	225	272	309	289	285	301	379	359	1,095	1,324	1,596
통신사업 생산량	17	20	17	17	18	15	23	23	71	79	95

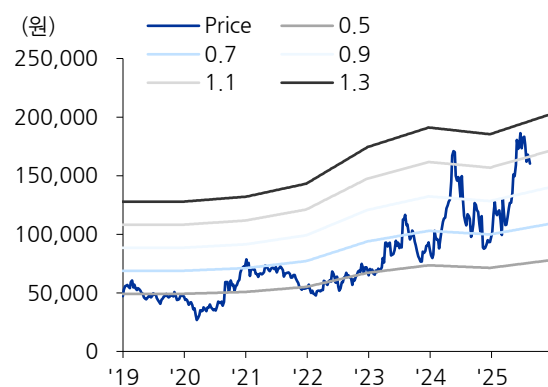
자료: 유진투자증권

도표 218. PER Band



자료: 유진투자증권

도표 219. PBR Band



자료: 유진투자증권

도표 220. 구리 가격 변화에 따른 LS 실적 변화: 구리 가격 ± 1 달러/톤 변화 시 영업이익 ± 0.1 억원

가정						
환율(원/달러)	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
구리 가격(달러/톤)	7,500	8,000	8,500	9,000	9,500	10,000
구리 정광 매입량(톤)	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
구리 정광 품위(%)	25	25	25	25	25	25
TC(달러/톤)	88	88	88	88	88	88
Payable Ratio	97	97	97	97	97	97
Recovery rate	98	98	98	98	98	98
수익 요소별 이익						
TC(십억원)	228.8	228.8	228.8	228.8	228.8	228.8
Free Metal(십억원)	87.8	93.6	99.5	105.3	111.2	117.0

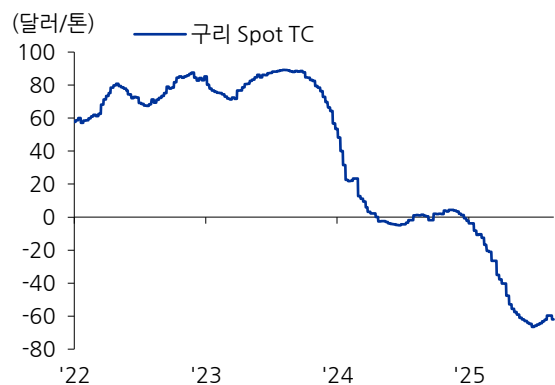
자료: 유진투자증권

도표 221. TC 변화에 따른 LS 실적 변화: TC ± 1 달러/톤 변화 시 영업이익 ± 26 억원

가정						
환율(원/달러)	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
구리 가격(달러/톤)	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
구리 정광 매입량(톤)	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
구리 정광 품위(%)	25	25	25	25	25	25
TC(달러/톤)	65	70	75	80	85	90
Payable Ratio	97	97	97	97	97	97
Recovery rate	98	98	98	98	98	98
수익 요소별 이익						
TC(십억원)	169.0	182.0	195.0	208.0	221.0	234.0
Free Metal(십억원)	105.3	105.3	105.3	105.3	105.3	105.3

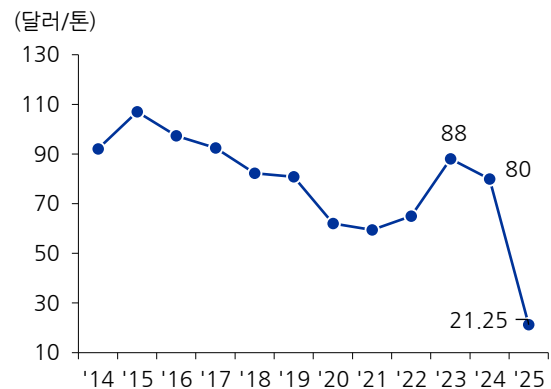
자료: 유진투자증권

도표 222. 구리 Spot TC 추이



자료: 유진투자증권

도표 223. 구리 Benchmark TC 추이



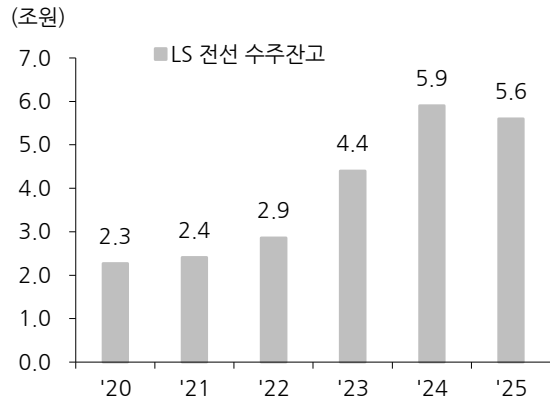
자료: 유진투자증권

도표 224. LS 전선의 주요 해저케이블 수주 공시 내역 및 매출액 발생 시점 추정

수주 내역	공시일	계약 금액	내용	비고	1Q 25	2Q 25	3Q 25	4Q 25	1Q 26	2Q 26	3Q 26	4Q 26	1Q 27	2Q 27	3Q 27	4Q 27	1Q 28	2Q 28	3Q 28	4Q 28	1Q 29	2Q 29	3Q 29	4Q 29
TenneT 장기 공급계약	2023-05-10	2 조원 대	525kV 해저, 지중 케이블 공급, 접속 공사 및 현장 시험	장기 공급 계약 (PJT 4 건)																				
TenneT BalWin 4	2023-12-07	8,617 억원	525kV 해저, 지중 케이블 공급, 접속 공사 및 현장 시험																					
TenneT LanWin 1	2023-12-07	8,247 억원	525kV 해저, 지중 케이블 공급, 접속 공사 및 현장 시험																					
Greater Chaunghua	2023-05-26	1,892 억원	230kV 해저케이블 공급, 접속 공사 및 현장시험	종료일 2025-10-04																				
Atlantic Shores Offshore	2024-12-23	2,500 억원	275kV 해저 초고압 케이블 납품, 전기공사 및 준공	예약 계약																				
NY Transco	2024-12-24	1,900 억원	북미 동부 변전소 연결 345kV 해저 초고압 케이블 납품, 공사, 준 공	예약 계약																				
TenneT 신규 Balwin 5	2024-12-30	1 조원 대	525kV 해저, 지중 케이블 공급, 접속 공사 및 현장 시험	기존 공급계 약과 별개, 계약체결 예 정일 4Q26																				

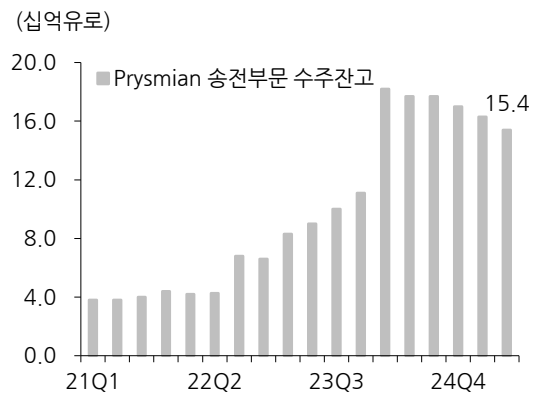
자료: Dart, 유진투자증권
주: 아직 확정 계약이 아닌 것은 회색으로 표현. 2Q25 말 수주잔고 해저 2.7 조원, 지중 2.7 조원

도표 225. LS 전선 수주잔고



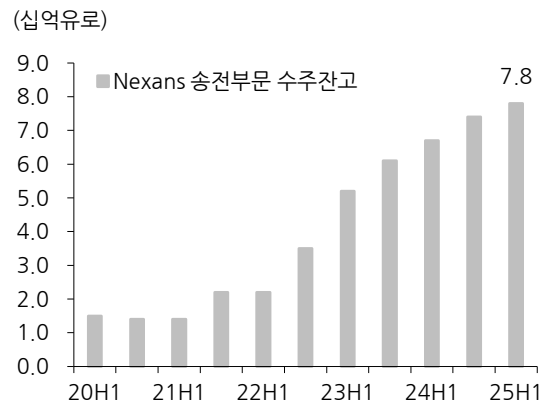
자료: LS, 유진투자증권

도표 226. Prysmian 수주잔고



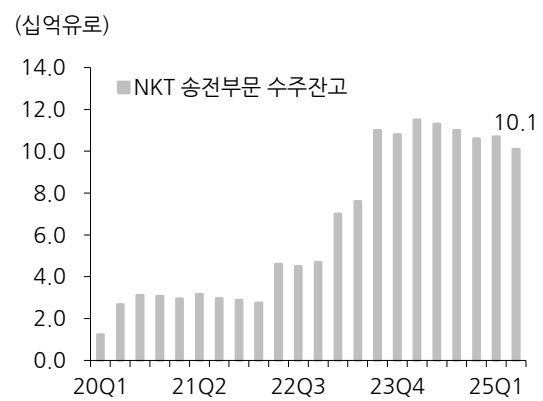
자료: Prysmian, 유진투자증권

도표 227. Nexans 수주잔고



자료: Nexans, 유진투자증권

도표 228. NKT 수주잔고



자료: NKT, 유진투자증권

도표 229. Peer Valuation

	시가총액 (조원)	2025F 밸류에이션(배, %)						2026F 밸류에이션(배, %)				
		PER	PBR	EV/EBITDA	PSR	ROE		PER	PBR	EV/EBITDA	PSR	ROE
전선	LS	5.3	13.2	1.1	8.7	0.2	8.4	10.5	1.0	7.6	0.2	9.8
	PRYSMIAN	35.9	20.3	3.5	11.3	1.1	19.2	17.0	3.1	9.9	1.1	19.3
	NEXANS	9.0	14.6	2.6	6.9	0.7	19.6	15.3	2.4	6.4	0.7	16.0
	NKT	7.0	20.7	2.2	10.1	1.3	11.0	20.5	2.0	10.0	1.3	10.2
	SUMITOMO ELECTRIC	30.3	19.0	1.4	7.8	0.7	7.5	15.2	1.3	7.3	0.7	8.6
제련	JIANGXI COPPER	16.2	10.7	0.8	10.3	0.1	7.2	10.6	0.8	10.2	0.1	7.1
	KOREA ZINC	15.9	20.6	2.0	13.2	1.1	10.4	21.0	1.9	13.0	1.0	9.4
	BOLIDEN	13.6	14.7	1.3	6.3	1.0	9.1	10.9	1.2	5.1	1.0	11.1
	SUMITOMO METAL MINING	10.9	25.6	0.6	18.4	0.7	2.5	15.1	0.6	13.3	0.7	4.1

자료: Bloomberg, 유진투자증권

LS(006260.KS) 재무제표

대차대조표

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
자산총계	18,246	20,528	22,073	23,301	24,477
유동자산	11,618	12,938	14,240	15,125	16,181
현금성자산	2,286	2,413	3,833	4,460	5,316
매출채권	3,454	4,171	3,960	4,067	4,148
재고자산	4,828	5,047	5,126	5,265	5,370
비유동자산	6,628	7,590	7,834	8,176	8,296
투자자산	1,437	1,408	1,435	1,493	1,554
유형자산	4,362	5,179	5,452	5,765	5,851
기타	829	1,003	946	917	891
부채총계	11,495	13,647	14,647	15,351	15,937
유동부채	8,632	10,546	10,895	11,284	11,856
매입채무	2,441	2,780	2,795	2,871	2,928
유동성이자부채	5,463	6,404	6,725	7,025	7,525
기타	728	1,361	1,375	1,389	1,403
비유동부채	2,864	3,101	3,752	4,067	4,082
비유동이자부채	2,505	2,757	3,388	3,688	3,688
기타	359	343	365	379	394
자본총계	6,751	6,881	7,426	7,950	8,540
지배지분	4,734	4,592	5,017	5,541	6,131
자본금	161	161	161	161	161
자본잉여금	377	57	169	169	169
이익잉여금	4,321	4,477	4,794	5,317	5,908
기타	(125)	(104)	(106)	(106)	(106)
비지배지분	2,017	2,289	2,409	2,409	2,409
자본총계	6,751	6,881	7,426	7,950	8,540
총차입금	7,967	9,162	10,112	10,712	11,212
순차입금	5,681	6,749	6,279	6,253	5,897

현금흐름표

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
영업현금	361	858	657	1,021	1,142
당기순이익	577	397	531	673	752
자산상각비	405	481	522	569	580
기타비현금성손익	482	863	(17)	(50)	(61)
운전자본증감	(575)	(308)	(282)	(169)	(129)
매출채권감소(증가)	(36)	(439)	19	(107)	(81)
재고자산감소(증가)	(81)	(21)	(156)	(139)	(105)
매입채무증가(감소)	(271)	28	(84)	76	57
기타	(187)	123	(60)	1	1
투자현금	(714)	(891)	(1,026)	(985)	(777)
단기투자자산감소	(10)	(20)	(51)	(45)	(47)
장기투자증권감소	1,453	526	128	(60)	(61)
설비투자	593	886	736	829	615
유형자산처분	64	17	2	0	0
무형자산처분	(58)	(36)	(28)	(23)	(25)
재무현금	372	(111)	1,519	545	444
차입금증가	171	170	1,346	600	500
자본증가	13	(111)	(45)	(55)	(56)
배당금지급	64	104	45	55	56
현금 증감	30	(110)	1,125	581	809
기초현금	1,671	1,701	1,592	2,717	3,298
기말현금	1,701	1,592	2,717	3,298	4,107
Gross Cash flow	1,464	1,741	1,290	1,191	1,271
Gross Investment	1,279	1,179	1,256	1,109	859
Free Cash Flow	185	562	34	82	412

자료: 유진투자증권

손익계산서

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	24,481	27,545	29,317	30,132	30,734
증가율(%)	40.0	12.5	6.4	2.8	2.0
매출원가	22,113	24,883	26,642	27,239	27,584
매출총이익	2,367	2,661	2,675	2,893	3,150
판매 및 일반관리비	1,466	1,573	1,648	1,645	1,752
기타영업손익	11	7	5	(0)	7
영업이익	902	1,088	1,028	1,248	1,398
증가율(%)	61.0	20.6	(5.5)	21.4	12.0
EBITDA	1,307	1,569	1,550	1,817	1,978
증가율(%)	45.2	20.0	(1.2)	17.2	8.9
영업외손익	(261)	(521)	(318)	(386)	(408)
이자수익	74	82	102	129	94
이자비용	393	429	401	438	467
지분법손익	28	16	(28)	(29)	(29)
기타영업손익	31	(190)	9	(48)	(6)
세전순이익	641	566	725	891	989
증가율(%)	(35.9)	(11.7)	28.0	22.9	11.0
법인세비용	64	169	191	214	237
당기순이익	571	392	531	673	752
증가율(%)	(32.6)	(31.4)	35.6	26.7	11.8
지배주주지분	436	237	382	579	647
증가율(%)	(45.0)	(45.6)	60.9	51.5	11.8
비지배지분	135	154	149	94	105
EPS(원)	13,539	7,371	11,862	17,967	20,082
증가율(%)	(45.0)	(45.6)	60.9	51.5	11.8
수정EPS(원)	13,539	7,371	11,862	17,967	20,082
증가율(%)	(45.0)	(45.6)	60.9	51.5	11.8

주요투자지표

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
주당지표(원)					
EPS	13,539	7,371	11,862	17,967	20,082
BPS	147,008	142,604	155,804	172,071	190,403
DPS	1,600	1,650	1,700	1,750	1,800
밸류에이션(배, %)					
PER	6.9	12.8	13.9	9.2	8.2
PBR	0.6	0.7	1.1	1.0	0.9
EV/EBITDA	6.6	6.2	7.5	6.4	5.7
배당수익율	1.7	1.7	1.0	1.1	1.1
PCR	2.0	1.7	4.1	4.5	4.2
수익성(%)					
영업이익율	3.7	3.9	3.5	4.1	4.5
EBITDA이익율	5.3	5.7	5.3	6.0	6.4
순이익율	2.3	1.4	1.8	2.2	2.4
ROE	9.6	5.1	8.0	11.0	11.1
ROIC	7.3	6.2	5.9	7.2	7.9
안정성 (배, %)					
순차입금/자기자본	84.2	98.1	84.6	78.7	69.0
유동비율	134.6	122.7	130.7	134.0	136.5
이자보상배율	2.3	2.5	2.6	2.8	3.0
활동성 (회)					
총자산회전율	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3
매출채권회전율	6.9	7.2	7.2	7.5	7.5
재고자산회전율	5.2	5.6	5.8	5.8	5.8
매입채무회전율	9.6	10.6	10.5	10.6	10.6

대한전선 (001440)

Grid Upgrade Leverage

투자의견

BUY(신규)

목표주가

19,300 원(신규)

현재주가

16,000 원(08/26)

시가총액

2,983(십억원)

철강/금속 이유진_02)368-6141_eugenelee@

- **업사이드 vs 밸류에이션**: 대한전선은 2000년 초 외형 확장을 위해 대규모 차입을 일으켰고, 금융위기 이후 대규모 손실 기록하며 2009년부터 장기간 순손실 지속. 구조조정을 거쳐 2020년부터 흑자 전환에 성공했으나 누적된 적자영향으로 최근 5년간 평균 P/E 가 89배, 지난해 30배 수준을 기록하며 밸류에이션 부담이 존재했음. 현재는 펀더멘털 개선이 가시적임. 해저케이블 1공장 준공으로 연간 약 2,500억 원 규모의 생산능력을 확보했고, 2027년 상반기 준공 예정인 2공장이 완공되면 약 1조 2천억 원의 추가 캐파가 더해져 총 2조 2천억 원 수준의 생산능력을 갖추게 됨. 수주 측면에서도 미국('24년), 싱가포르('24년), 카타르('25년) 등에서 지중케이블을 중심으로 풀턴키 프로젝트를 확보 중. 아직까지 해외 해저케이블 프로젝트 수주는 경쟁사 대비 미흡한 편이나, 향후 글로벌 발주를 따내게 되면 실적 레버리지가 크게 작동할 수 있음. 글로벌 해저케이블 시장 진입을 위해 CLV 인수('24년), 해저케이블 시공법인 인수('25년)를 통해 착실히 준비 중이며, 한국에서 안마/영광을 통해 레퍼런스를 쌓고 있음. 즉, 해저(Export & 시공) 부문 글로벌 수주 확보 여부가 향후 기업가치 재평가의 핵심 포인트
- **투자의견 'BUY'와 목표가 19,300원 제시**

주가(원, 8/26)	16,000
시가총액(십억원)	2,983

발행주식수	186,447천주
52주 최고가	18,170원
최저가	10,000원
52주 일간 Beta	1.38
60일 일평균거래대금	339억원
외국인 지분율	7.0%
배당수익률(2025E)	0.0%

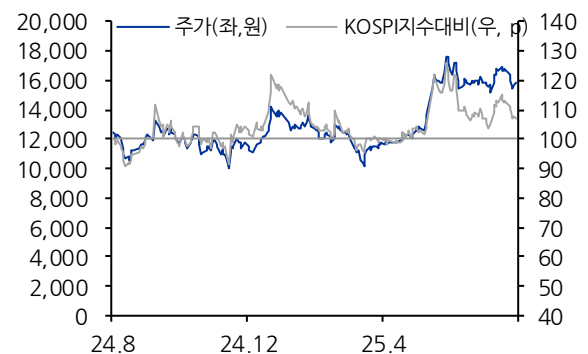
주주구성	
호반산업 (외 3인)	42.0%
국민연금공단 (외 1인)	6.0%

주가상승(%)	1M	6M	12M
상대기준	1.7	5.8	10.7
절대기준	1.1	26.2	28.5

(원, 십억원)	현재	직전	변동
투자의견	BUY	-	신규
목표주가	19,300	-	신규
영업이익(25)	120	-	신규
영업이익(26)	143	-	신규

12월 결산(십억원)	2023A	2024A	2025E	2026E
매출액	2,844	3,291	3,644	3,857
영업이익	80	115	120	143
세전손익	65	76	66	128
당기순이익	72	74	53	109
EPS(원)	510	378	263	566
증감률(%)	243.1	-26.0	-30.5	115.3
PER(배)	17.9	29.5	60.9	28.3
ROE(%)	7.8	5.8	3.3	6.7
PBR(배)	1.2	1.4	2.0	1.8
EV/EBITDA(배)	13.3	13.8	19.7	16.7

자료: 유진투자증권



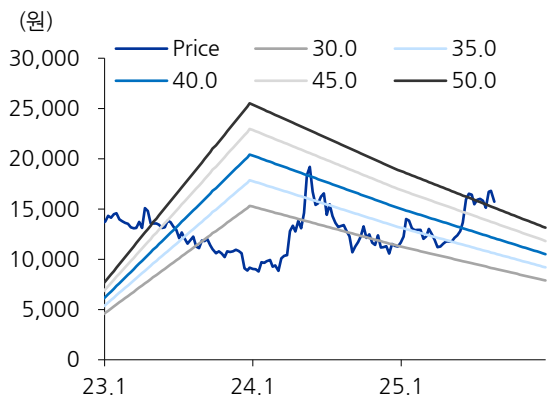
Valuation & 실적

도표 230. 대한전선 목표주가 산출

내용	값
'28 년 EBITDA(십억원)	272.2
할인을 적용	249.1
Target EV/EBITDA(배)	15
기업가치(십억원)	3,737
'28 년 예상 순차입금(십억원)	150
목표 시가총액(십억원)	3,587
발행 주식 수(주)	186,447,300
목표주가(원)	19,300

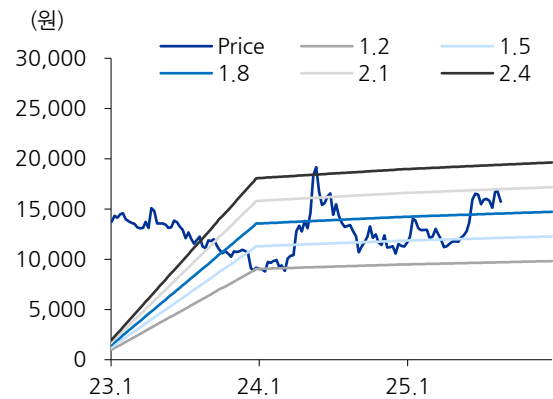
자료: 유진투자증권

도표 231. PER Band



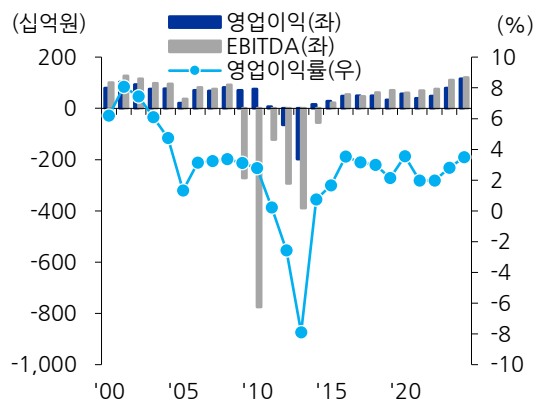
자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 232. PBR Band



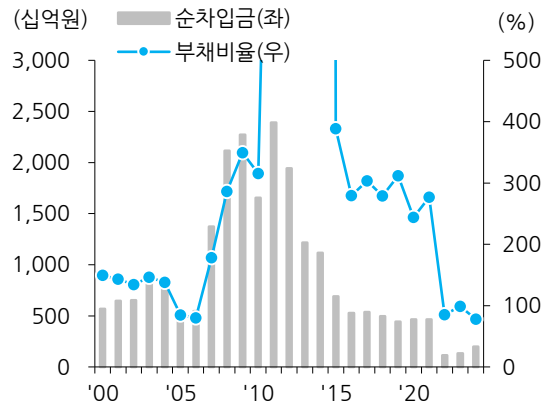
자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 233. 영업이익, EBITDA, 영업이익률 추이



자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 234. 순차입금과 부채비율 추이



자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 235. 대한전선 실적 추정

(십억원)	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	3Q25F	4Q25F	2024	2025F	2026F
매출액	788.5	864.4	804.4	834.0	855.5	916.4	916.5	956.1	3,291	3,644	3,857
%qoq	4.4	9.6	-6.9	3.7	2.6	7.1	0.0	4.3	-	-	-
%yoy	12.0	14.6	27.7	10.4	8.5	6.0	13.9	14.6	15.7	10.7	5.8
나선 및 권선	424	466	411	385	471	475	473	471	1,687	1,889	1,897
전력선	198	163	190	215	134	169	189	217	766	709	884
공사	33	31	25	33	23	25	30	31	365	360	364
영업이익	28.8	37.4	27.2	21.8	27.1	28.6	31.1	33.0	115	120	143
OPM(%)	3.6	4.3	3.4	2.6	3.2	3.1	3.4	3.5	3.5	3.3	3.7
%qoq	38.7	30.0	-27.2	-19.9	24.3	5.4	8.8	6.3	-	-	-
%yoy	62.7	55.9	56.3	5.1	-5.8	-23.6	14.2	51.6	44.3	4.0	19.0
세전이익	21.8	28.6	26.7	-1.1	31.6	-20.4	26.3	28.5	76	66	128
순이익	21.1	25.8	25.7	1.6	29.4	-23.0	22.4	24.3	74	53	109

자료: 유진투자증권

도표 236. 대한전선 과거 멀티플 추이

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24
평균주가(원)	48,114	20,423	12,405	10,728	6,767	6,551	16,233	15,498	12,454	12,354
평균 시가총액(억원)	984	2,079	1,275	1,102	695	673	1,668	1,998	1,706	2,163
순부채	564	513	531	482	440	418	457	29	120	-152
현금및현금성자산	96	156	109	113	199	131	148	217	289	333
평균 EV/EBITDA(배)	67.8	45.3	36.1	24.0	13.2	16.0	28.6	23.8	14.0	14.0
평균 PER(배)	-39.8	-117.9	-32.3	-379.7	-58.9	231.5	60.7	97.2	24.4	30.2
평균 PBR(배)	16.0	5.8	4.0	3.6	2.4	2.0	4.5	2.5	1.8	1.6
ROE(지배)	-27.9	-5.4	-11.7	-0.9	-4.0	0.9	7.8	3.3	7.8	5.9
EPS	-1,208	-173	-415	-28	-115	28	267	160	510	378
BPS	3,012	3,050	3,134	2,950	2,856	3,322	3,596	6,292	6,806	7,901
순부채비율	159.1	147.6	158.8	149.7	140.8	116.1	117.8	3.3	12.6	-10.2

자료: Quantilwise, 유진투자증권

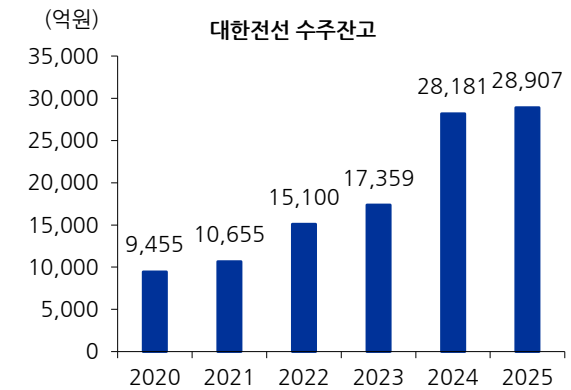
좋아지는 업황 엿보기

도표 237. 최근 1년 간 주요 초고압 턴키 수주 프로젝트

시기	국가	내용
2025/8	카타르	400,200kV 전력망 공급 및 설치 LOA, 1,804 억원
2025/8	한국	안마해상풍력 해저케이블, 시공 1,816 억원
2025/8	싱가포르	400kV 초고압 전력망 공급 및 설치, 1,100 억원
2024/12	싱가포르	400kV 초고압 전력망 공급 및 설치, 1,411 억원
2024/10	싱가포르	400kV 초고압 전력망 공급 및 설치, 6,444 억원(프로젝트 2 개)
2024/7	미국	138,345kV 초고압 전력망 공급 및 설치(동부), 1,900 억원
2024/6	미국	345kV 초고압 전력망 공급 및 설치(뉴욕주), 450 억원
2024/3	미국	230kV 초고압 전력망 공급 및 설치(플로리다주), 1,100 억원

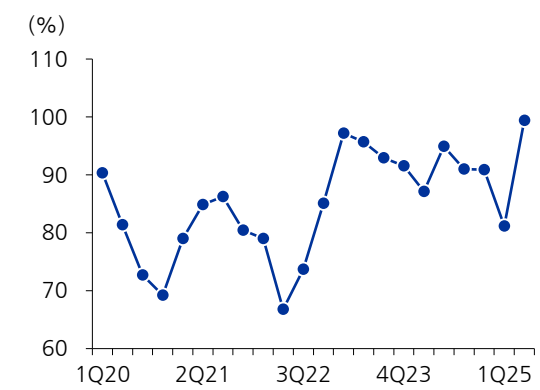
자료: 공시자료, 언론보도, 유진투자증권 정리

도표 238. 수주잔고 추이



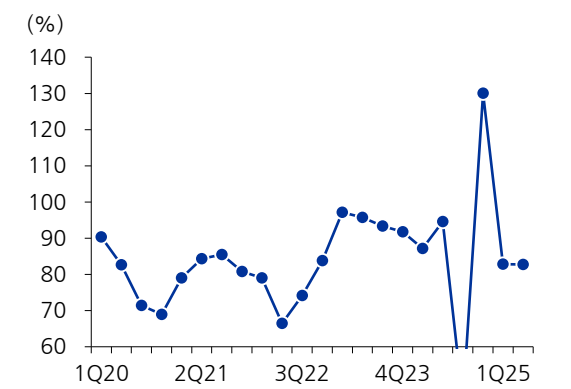
자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 239. 나선 및 권선 가동률



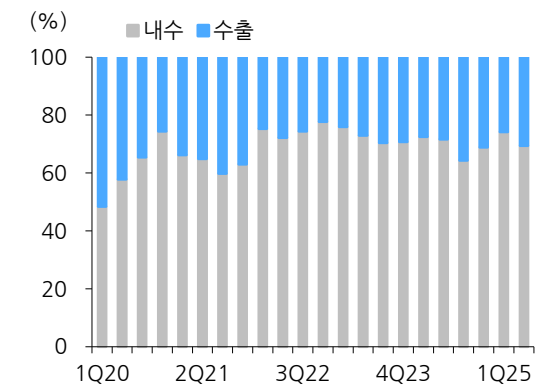
자료: 공시, 유진투자증권

도표 240. 전력선 가동률



자료: 공시, 유진투자증권

도표 241. 수출 비중 31%로 확대



자료: 공시, 유진투자증권

도표 242. 1 공장 준공 완료(CAPA: 2,500 억원), 2 공장(유증 시 계획 CAPA 1.2 조원) 투자 시작

해저케이블 관련 투자계획



자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 243. 2 공장 투자 개요: 해저 HVAC 345kV, HVDC525kV

해저케이블 2공장 1단계 투자 개요



자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 244. 영광 낙월 프로젝트 수주로 레퍼런스 확보(수주금액: 1,816 억원)

영광-낙월 프로젝트 내/외부망 포설

- / 고정가격계약 경쟁입찰 선정 | 2023년 12월
- / 설치용량 | 364.8 MW (5.7MW x 64기)
- / 역할 | 제조 : 대한전선 / 해저케이블 내부망
포설 : 대한전선 / 해저케이블 내 · 외부망 *PALOS호 활용
설치 및 시공 : 호반산업
- / 내부망 포설 시공기간 | '25.08.월(예정) ~
- / 전체 공정률 | 50% 이상 달성



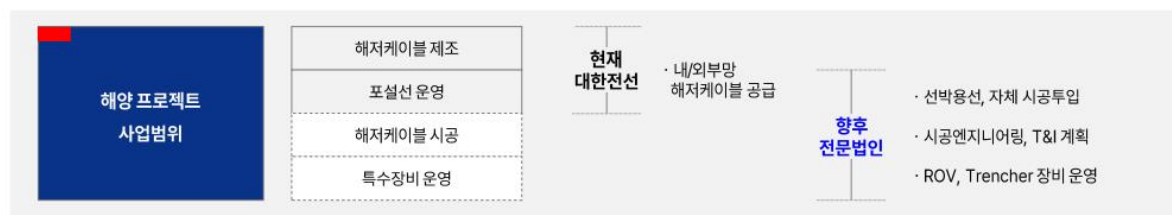
자료: 대한전선, 유진투자증권

도표 245. 해저케이블 시공업체 인수(인수금액: 19 억원)

초고압직류송전용(HVDC) 해저케이블 생산 역량 확보와 함께, '25.7월 해저케이블 시공업체 인수로 해저케이블 전체 밸류체인 역량 완성

오션씨엔아이(주) 투자

- 신재생에너지 전문 기업으로 해저케이블 포설 및 매설, 해저케이블 보호 공사 등 해양 프로젝트에서 다수 경험 보유
- / 설립 일 | 2008년 08월
- / 임직원 수 | 31명('24.12 기준)
- / 투자대상 | 100.0% 지분 확보
- / 투자배경 | '서남해해상풍력 내부망(22.9kV)' 등 다수의 실적 보유
- / 기대효과 | 해저케이블 시공역량 내재화를 통해 HVDC 사업참여 확대



자료: 대한전선, 유진투자증권

대한전선(001440.KS) 재무제표

대차대조표

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
자산총계	1,879	2,643	2,885	3,050	3,250
유동자산	1,266	1,776	1,891	1,941	2,065
현금성자산	307	611	564	593	671
매출채권	439	491	568	577	597
재고자산	460	597	681	692	717
비유동자산	613	867	994	1,110	1,185
투자자산	119	142	135	141	146
유형자산	482	712	846	955	1,025
기타	11	12	13	14	14
부채총계	925	1,147	1,336	1,395	1,465
유동부채	682	920	1,157	1,216	1,285
매입채무	354	458	483	491	508
유동성이자부채	193	315	525	575	625
기타	135	147	149	150	151
비유동부채	243	226	179	179	179
비유동이자부채	229	216	167	167	167
기타	14	10	12	12	13
자본총계	953	1,496	1,549	1,655	1,786
지배지분	937	1,473	1,525	1,630	1,761
자본금	124	186	186	186	186
자본잉여금	756	1,154	1,154	1,154	1,154
이익잉여금	317	385	434	540	670
기타	(260)	(252)	(249)	(249)	(249)
비지배지분	17	23	25	25	25
자본총계	953	1,496	1,549	1,655	1,786
총차입금	423	532	692	742	792
순차입금	116	(80)	128	149	121

현금흐름표

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
영업현금	31	7	(32)	140	154
당기순이익	72	74	53	109	135
자산상각비	24	29	38	45	49
기타비현금성손익	24	28	48	(2)	(3)
운전자본증감	(64)	(97)	(168)	(12)	(27)
매출채권감소(증가)	(69)	(18)	(76)	(9)	(21)
재고자산감소(증가)	(42)	(124)	(88)	(11)	(25)
매입채무증가(감소)	29	80	30	8	17
기타	19	(35)	(35)	1	1
투자현금	(57)	(387)	(8)	(166)	(131)
단기투자자산감소	72	(2)	(2)	(5)	(5)
장기투자증권감소	0	0	(1)	(2)	(2)
설비투자	126	129	168	154	118
유형자산처분	2	0	1	0	0
무형자산처분	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)
재무현금	97	411	158	50	50
차입금증가	102	(43)	161	50	50
자본증가	(2)	459	0	0	0
배당금지급	0	0	0	0	0
현금 증감	72	44	113	24	73
기초현금	217	289	333	447	470
기말현금	289	333	447	470	544
Gross Cash flow	119	131	143	152	181
Gross Investment	194	482	173	173	153
Free Cash Flow	(74)	(351)	(30)	(21)	28

자료: 유진투자증권

손익계산서

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	2,844	3,291	3,644	3,857	3,938
증가율(%)	16.1	15.7	10.7	5.8	2.1
매출원가	2,652	3,028	3,385	3,569	3,630
매출총이익	192	263	259	288	307
판매 및 일반관리비	112	148	139	146	145
기타영업손익	24	32	(6)	4	(1)
영업이익	80	115	120	143	163
증가율(%)	65.7	44.3	4.0	18.9	14.2
EBITDA	103	144	158	188	212
증가율(%)	34.7	39.7	9.4	18.8	13.0
영업외손익	(14)	(39)	(54)	(15)	(4)
이자수익	6	16	33	58	57
이자비용	27	31	57	77	66
지분법손익	(0)	(1)	(1)	(1)	(1)
기타영업손익	7	(24)	(29)	4	5
세전순이익	65	76	66	128	158
증가율(%)	108.7	15.9	(13.1)	93.9	23.8
법인세비용	(6)	2	13	19	24
당기순이익	72	74	53	109	135
증가율(%)	229.2	3.2	(28.7)	105.6	23.8
지배주주지분	71	70	49	105	131
증가율(%)	243.1	(0.2)	(30.5)	115.3	23.8
비지배지분	1	4	4	3	4
EPS(원)	510	378	263	566	700
증가율(%)	243.1	(26.0)	(30.5)	115.3	23.8
수정EPS(원)	510	378	263	566	700
증가율(%)	243.1	(26.0)	(30.5)	115.3	23.8

주요투자지표

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
주당지표(원)					
EPS	510	378	263	566	700
BPS	7,525	7,901	8,179	8,744	9,445
DPS	0	0	0	0	540
밸류에이션(배, %)					
PER	17.9	29.5	60.9	28.3	22.8
PBR	1.2	1.4	2.0	1.8	1.7
EV/EBITDA	13.3	13.8	19.7	16.7	14.6
배당수익율	0.0	0.0	n/a	n/a	3.4
PCR	10.6	15.8	20.8	19.7	16.5
수익성(%)					
영업이익율	2.8	3.5	3.3	3.7	4.1
EBITDA이익율	3.6	4.4	4.3	4.9	5.4
순이익율	2.5	2.3	1.5	2.8	3.4
ROE	7.8	5.8	3.3	6.7	7.7
ROIC	5.8	9.3	6.3	7.1	7.6
안정성 (배, %)					
순차입금/자기자본	12.1	(5.3)	8.3	9.0	6.8
유동비율	185.5	193.0	163.4	159.5	160.7
이자보상배율	3.0	3.7	2.1	1.9	2.5
활동성 (회)					
총자산회전율	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2
매출채권회전율	7.4	7.1	6.9	6.7	6.7
재고자산회전율	6.5	6.2	5.7	5.6	5.6
매입채무회전율	8.7	8.1	7.7	7.9	7.9

편집상의 공백페이지입니다

LS 마린솔루션 (005930)

1티어 해저 케이블 시공사를 향해

투자의견

NR

목표주가

-

현재주가

24,350 원(08/26)

시가총액

795(십억원)

통신 이찬영_02)368-6167_cylee@eugenefn.com

매력적인 중장기 포지셔닝

- 13,000t 적재 용량의 CLV 건조 추진 중, 2028년 인도 예정. 기존 주력 선박(세계로, 4,500t) 대비 3배에 달하는 규모이자 글로벌 1티어 해저케이블 시공사들과 대등한 수준의 자산. 이를 통해 수주 가능 프로젝트 범위와 규모가 구조적으로 확장할 것을 기대. 현재 전 세계적으로 건조 중인 CLV가 3척에 불과할 정도로 공급이 제한적인 상황은, 향후 글로벌 대형 프로젝트 수주에 있어 동사 협상력과 기회를 높여주는 요인. 이외 기존 보유 선박(GL2030)의 적재 용량 업그레이드도 병행하며 중장기 수요에 대응하기 위한 선제적 CAPA 증설 중

2027년부터 시작이다

- 2027년~2030년까지 다수의 국내 대형 해상풍력 프로젝트 착공이 예정되어 있음. 이 중 안마 프로젝트는 이미수주를 확보했으며 나머지 프로젝트들 역시 우선협상대상자 지위를 바탕으로 추가 수주 가능성 높음. 해당 프로젝트들의 총사업지는 약 15.5조원으로 이 중 시공비는 약 4.650억원~7,750억원 예상
- 서해안 HVDC 해저 고속도로 프로젝트 또한 2029년 착공 예정. HVDC 케이블 시공은 일반 해상풍력 프로젝트 대비 기술적 난이도가 높아 단가가 더 높으며 예상 시공액은 2.5조원~3조원 예상
- 전력 케이블뿐만 아니라 2028년 신규 대형 CLV가 인도되면 이전 대비 규모가 큰 글로벌 대형 통신 프로젝트 수주도 가능해질 전망. 여러 성장 동력이 2027년부터 본격화될 것으로 기대

포지셔닝과 기대요인이 만드는 높은 밸류에이션

- 12MF P/E는 약 53배로 단기 실적 기준으로는 절대적으로 높은 밸류에이션. 특히 과거 밴드는 20배~60배로 변동성에 유의할 필요는 있음. 하지만 동사가 가진 매력적인 포지셔닝과 2027년부터 가시화될 국내외 대형 프로젝트 파이프라인이라는 기대 요인을 감안할 때, 전방 시장의 우호적 기조가 유지된다면 높은 밸류에이션이 지속될 것

주가(원,8/26)	24,350		
시가총액(십억원)	795		
발행주식수	52,239천주		
52주 최고가	36,500원		
최저가	11,300원		
60일 일평균거래대금	63,056억원		
주주구성			
LS전선	67.8%		
주가상승(%)	1M	6M	12M
상대기준	-11.4	56.2	45.4
절대기준	-12.1	60.1	50.0

12월 결산(십억원)	2024A	2025A	2026E	2027E
매출액	130	148	156	384
영업이익	12	16	17	30
세전손익	17	18	20	40
당기순이익	13	14	16	31
EPS(원)	352	383	478	960
증감률(%)	na	9.1	24.7	100.8
PER(배)	36.9	63.5	50.9	25.4
ROE(%)	na	6.8	7.0	13.0
PBR(배)	2.0	3.7	3.5	3.1
EV/EBITDA(배)	19.0	26.8	26.4	18.7

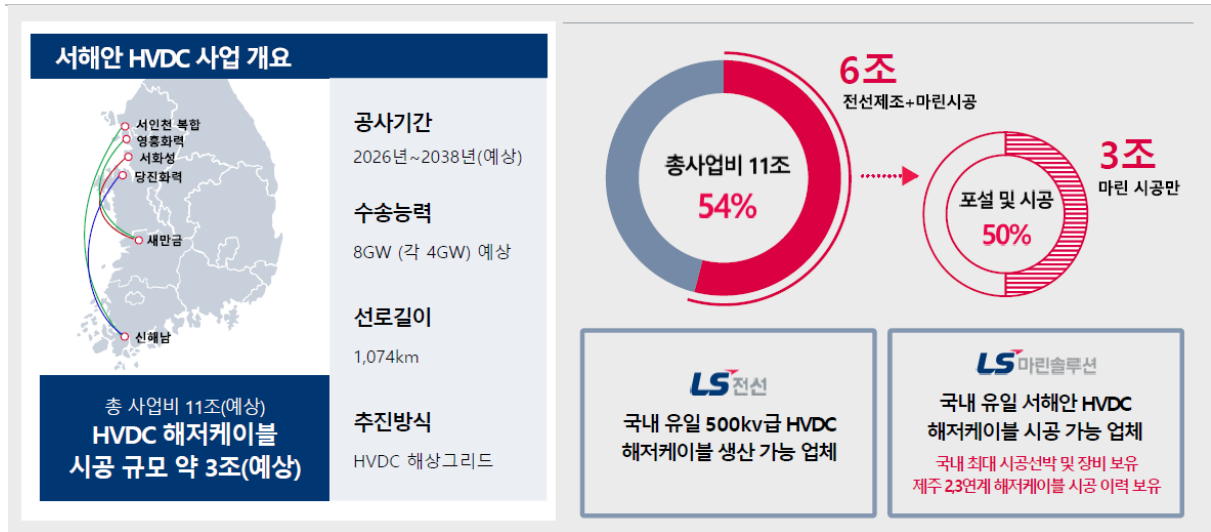
자료: 유진투자증권

도표 246. 해저 케이블 회사들이 보유하고 있는 케이블 선박

회사	선박명	건조 연도	선박 크기 (길이 × 너비)	케이블 적재 용량	DP	특징	참고 사진
Prismian	<i>Leonardo da Vinci</i>	2021	171m × 34m	12,000t	DP3	최신형, 초장대 HVDC 설치 가능, 세계 최대급 CLV	
	<i>Giulio Verne</i>	1983 (개조)	133m × 30m	7,000t	DP2	해저 HV 케이블 시공 역사적 레퍼런스	
	<i>Cable Enterprise</i>	2014 (개조)	124m × 31m	4,000t	DP2	풍력단지 AC 케이블 설치 주력	
	<i>Ulyse</i>	2011 (개조)	122m × 34m	7,000t	-	바지선에서 케이블 매설선으로 개조, 천해 설치용	
	<i>Barbarossa I</i>	2011	67m × 32m	3.3t	-	소형 바지선	
	<i>Mona Lisa</i>	2025 (예정)	171m × 34m	15,000t+	DP3	추가 투자, 차세대 CLV	
Nexans	<i>Aurora</i>	2021	150m × 31m	10,000t	DP3	최신 플래그십, 풍력단지 Export 케이블 특화	
	<i>Skagerak</i>	1976 (개조)	119m × 32m	7,000t	DP2	세계 최장 운영 CLV, 아직도 사용 중	
	<i>Electra</i>	2026 (예정)	150m × 31m	13,500t	DP3	턴테이블 3 개 → 여러 케이블 동시 설치 가능	
NKT	<i>NKT Victoria</i>	2017	140m × 30m	11,000t	DP3	고정밀 설치, 북해 HVDC 프로젝트 주력	
	<i>Eleonora</i>	2027 (예정)	176m × 32m	23,000t	DP3	세계 최대 적재량 CLV (계획), HVDC 해저 프로젝트 전용	
대한전선	<i>팔로스</i>	2023 (인수)	약 120m 급	4,400t	DP2	동남아 해상풍력 중심 설치 경험 확보, 매입가격 500 억원	
LS 마린 솔루션	<i>세계로</i>	1998	116m × 20m	4,500t	DP2	포설 가능한 CLV	
	<i>미래로</i>	2008	70m × 15m	-	DP2	매설선	
	<i>GL2030</i>	2010	92m × 36m	-	DP2	바지선, 현재 적재 중량 증가를 위한 개조 중	
	<i>추가 CLV</i>	2028 (예정)	-	13,000t	DP2	부유식 해상풍력, 상호 연결을 위한 CLV 투자(건조 비용 3,458 억원)	-

자료: 각 사, 유진투자증권

도표 247. 서해안 HVDC 에너지고속도로 사업 개요



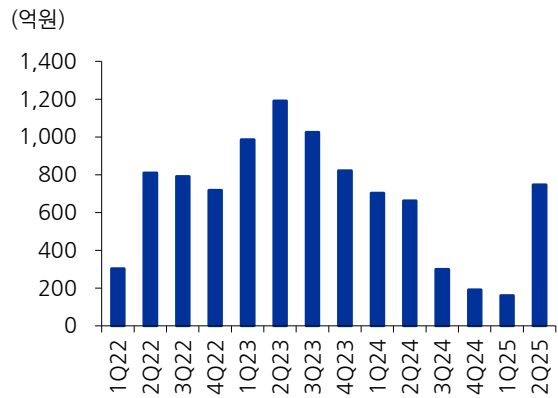
자료: LS 마린솔루션

도표 248. 국내 주요 해상풍력 시공 프로젝트



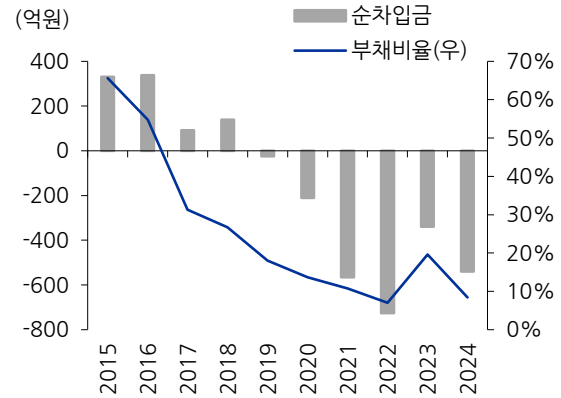
자료: LS 마린솔루션

도표 249. 수주잔고 추이



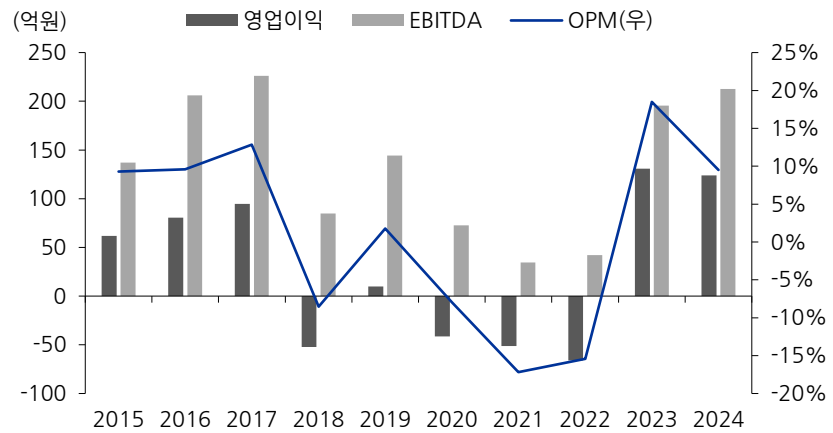
자료: LS 마린솔루션, 유진투자증권
주: 통신케이블만 집계

도표 250. 순차입금 및 부채비율 추이



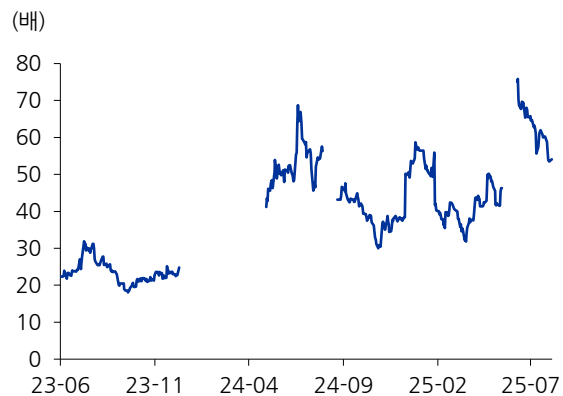
자료: LS 마린솔루션, 유진투자증권

도표 251. 영업이익, EBITDA, OPM 추이



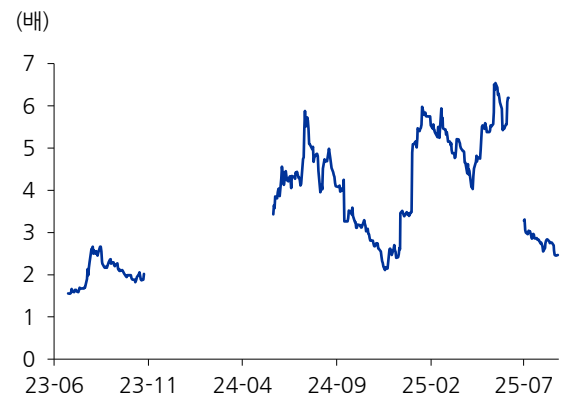
자료: LS 마린솔루션, 유진투자증권

도표 252. 12MF PER 추이



자료: Quantwise, 유진투자증권

도표 253. 12MF PBR 추이



자료: Quantwise, 유진투자증권

LS마린솔루션(060370.KQ) 재무제표

대차대조표

(단위:십억원)	2024A	2025F	2026F	2027F
자산총계	254	269	284	355
유동자산	164	179	192	246
현금성자산	80	112	117	74
매출채권	74	58	65	160
재고자산	2	1	1	4
비유동자산	91	90	92	109
투자자산	9	9	9	10
유형자산	77	76	78	95
기타	5	5	5	5
부채총계	46	51	55	100
유동부채	44	49	53	97
매입채무	24	27	31	75
유동성이자부채	0	3	3	3
기타	19	19	19	19
비유동부채	2	2	2	3
비유동이자부채	1	1	1	1
기타	1	1	1	1
자본총계	208	218	229	255
지배지분	208	218	229	255
자본금	33	33	33	33
자본잉여금	103	103	103	103
이익잉여금	74	83	94	121
기타	(2)	(2)	(2)	(2)
비지배지분	0	0	0	0
자본총계	208	218	229	255
총차입금	2	4	4	4
순차입금	(78)	(109)	(114)	(71)

현금흐름표

(단위:십억원)	2024A	2025F	2026F	2027F
영업현금	(7)	39	21	(12)
당기순이익	13	14	16	31
자산상각비	9	9	9	9
기타비현금성손익	(2)	2	0	0
운전자본증감	(26)	14	(4)	(52)
매출채권감소(증가)	(12)	18	(7)	(95)
재고자산감소(증가)	0	0	(0)	(2)
매입채무증가(감소)	(10)	(6)	4	45
기타	(4)	2	0	0
투자현금	19	(9)	(11)	(27)
단기투자자산감소	0	(0)	(0)	(0)
장기투자증권감소	0	(0)	(0)	(0)
설비투자	9	9	11	26
유형자산처분	1	1	0	0
무형자산처분	(0)	(0)	(0)	(0)
재무현금	31	2	(5)	(5)
차입금증가	(0)	2	0	0
자본증가	31	(5)	(5)	(5)
배당금지급	4	5	5	5
현금 증감	44	32	5	(43)
기초현금	34	78	110	115
기말현금	78	110	115	72
Gross Cash flow	20	26	25	40
Gross Investment	8	(5)	15	79
Free Cash Flow	12	31	10	(38)

자료: 유진투자증권

손익계산서

(단위:십억원)	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	130	148	156	384
증가율(%)	적지	13.8	5.5	145.3
매출원가	113	126	134	348
매출총이익	17	22	22	35
판매 및 일반관리비	4	6	5	6
기타영업손익	적지	29	(11)	10
영업이익	12	16	17	30
증가율(%)	적지	32.3	2.7	76.5
EBITDA	21	26	26	39
증가율(%)	적지	20.8	0.7	49.8
영업외손익	4	2	3	10
이자수익	2	5	6	13
이자비용	0	0	0	0
지분법손익	0	0	0	0
기타영업손익	2	(2)	(2)	(2)
세전순이익	17	18	20	40
증가율(%)	적지	9.2	8.3	100.8
법인세비용	4	4	4	9
당기순이익	13	14	16	31
증가율(%)	적지	9.1	8.5	100.8
지배주주지분	13	14	16	31
증가율(%)	적지	9.1	8.5	100.8
비지배지분	0	0	0	0
EPS(원)	352	383	478	960
증가율(%)	적지	9.1	24.7	100.8
수정EPS(원)	352	383	478	960
증가율(%)	적지	9.1	24.7	100.8

주요투자지표

	2024A	2025F	2026F	2027F
주당지표(원)				
EPS	352	383	478	960
BPS	6,372	6,659	6,998	7,818
DPS	139	140	140	140
밸류에이션(배, %)				
PER	36.9	63.5	50.9	25.4
PBR	2.0	3.7	3.5	3.1
EV/ EBITDA	19.0	26.8	26.4	18.7
배당수익율	1.1	0.6	0.6	0.6
PCR	24.4	35.5	32.2	19.7
수익성(%)				
영업이익율	9.5	11.1	10.8	7.7
EBITDA이익율	16.3	17.3	16.5	10.1
순이익율	10.1	9.7	10.0	8.2
ROE	n/a	6.8	7.0	13.0
ROIC	n/a	10.9	11.9	15.7
안정성 (배, %)				
순차입금/자기자본	(37.7)	(49.9)	(49.7)	(27.6)
유동비율	374.4	367.3	365.5	252.8
이자보상배율	560.9	100.3	96.0	169.5
활동성 (회)				
총자산회전율	n/a	0.6	0.6	1.2
매출채권회전율	n/a	2.3	2.5	3.4
재고자산회전율	n/a	102.1	114.5	153.4
매입채무회전율	n/a	5.8	5.4	7.3

편집상의 공백페이지입니다

대한광통신 (010170)

BABA도 충족시킨 미국 광통신 인프라 대전환의 수혜주

투자의견

NR

목표주가

-

현재주가

1,135 원(08/26)

시가총액

139(십억원)

통신 이찬영_02)368-6167_cylee@eugenefn.com

사업 환경이 좋다

- 미국 통신 시장의 재고 조정 국면에 마무리 단계에 진입. 글로벌 Tier-1 공급사(코닝 등)은 한정된 CAPA를 AI 데이터센터용 초고밀도 케이블과 같은 고부가가치 제품에 우선적으로 할당 중. 이는 상대적으로 기술 장벽이 낮은 FTTH 광케이블 시장에서 동사에게 구조적인 기회 요인으로 작용

인캡과 BEAD 없이도 증명한 실적

- 2Q25 통신 부문 수주잔고 612억원 기록, 22년(사이클) 전고점 돌파. BEAD 자금이 아직 집행되지 않았고, 미국 생산법인(인캡) 또한 자회사 편입 완료되기 이전의 성과라는 점에서 고무적. 현재 수주는 미국 ISP들의 자체적인 CAPEX 집행에 기반하고 있으며 향후 BEAD와 인캡의 본격적 시너지를 고려할 때 추가적 실적 모멘텀 남아 있음

다른 지역도 좋았으면...

- 2026년 매출 1,978억원 영업이익 120억원 전망. 과거 멀티플(12M Fwd P/E)이 10~35배까지 적용되었던 점을 감안하면 여전히 업사이드 기대 가능. 다만 미국 외 지역은 광섬유 단가 하락의 영향으로 수익성이 매우 부진(BEP). 미국향 물량이 지속되는 가운데 유럽 등 타 지역에서의 수익성 개선이 필요하지만, 아직까지는 그러한 조짐이 보이지 않아 미국 모멘텀 지속 여부가 가장 핵심적인 변수가 될 것

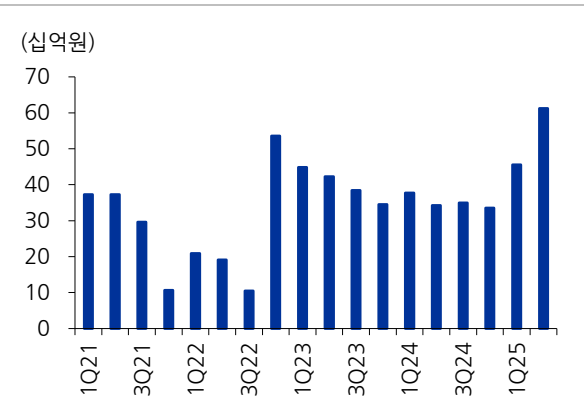
주가(원,8/26)	1,135
시가총액(십억원)	139
발행주식수	122,605천주
52주 최고가	1,392원
최저가	416원
52주 일간 Beta	1.11
60일 일평균거래대금	25억원
외국인 지분율	7.9%
배당수익률(2020F)	0.0%
주주구성	
티에프오인더스트리 (외 4인)	14.8%

주가상승(%)	1M	6M	12M
상대기준	21.9	37.2	21.7
절대기준	21.3	41.2	26.3

12월 결산(십억원)	2023A	2024A	2025E	2026E
매출액	180	153	184	191
영업이익	-23	-30	-4	11
세전손익	-29	-55	-22	-6
당기순이익	-29	-56	-22	-7
EPS(원)	-362	-689	-201	-60
증감률(%)	na	na	na	na
PER(배)	na	na	na	na
ROE(%)	-32.5	-95.9	-54.4	-17.9
PBR(배)	1.2	1.6	3.1	3.7
EV/EBITDA(배)	na	na	93.6	15.5

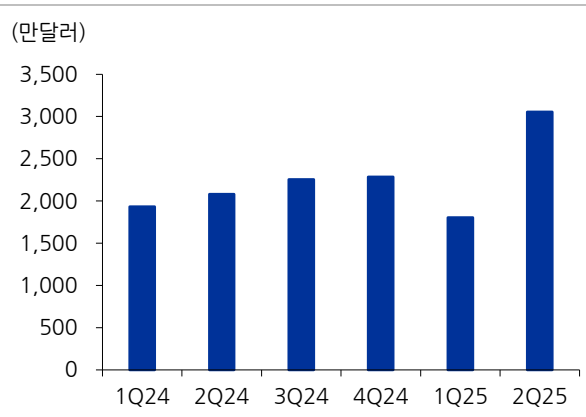
자료: 유진투자증권

도표 254. 통신부문 수주잔고 추이



자료: 대한광통신, 유진투자증권

도표 255. 충남 예산 광케이블 수출데이터



자료: Trass, 유진투자증권
주: HS CODE: 8544700000

도표 256. 인캡 인수 개요

회사명	Incab America LLC(이하 "IAL")		
대표이사	Mike Riddle		
주소	900 Nolen Dr Grapevine, TX 76051		
설립일	2017 년		
사업내용	전력케이블 광케이블 제조 및 판매업		
종업원수	75 명 (2023 년 12 월 말 기준)		
연혁	2017 년	회사 설립(러시아인 최대주주)	
	2018 년	Texas Arlington OPGW 제품 생산 운영	
	2023 년	Texas Grapevine 공장 신규 설립	
구분 (단위: 천달러)	2023 년	2022 년	2021 년
자산총계	40,946	26,230	10,908
부채총계	45,729	26,075	13,811
자본총계	-4,783	155	-2,903
매출액	26,668	29,804	20,926
영업이익(손실)	-5,017	3,091	-439
당기순이익(손실)	-4,938	3,057	-377

자료: 대한광통신, 유진투자증권

도표 257. Tier-1 공급사는 제한된 CAPA 를 고부가가치 제품에 할당하고 싶어 한다

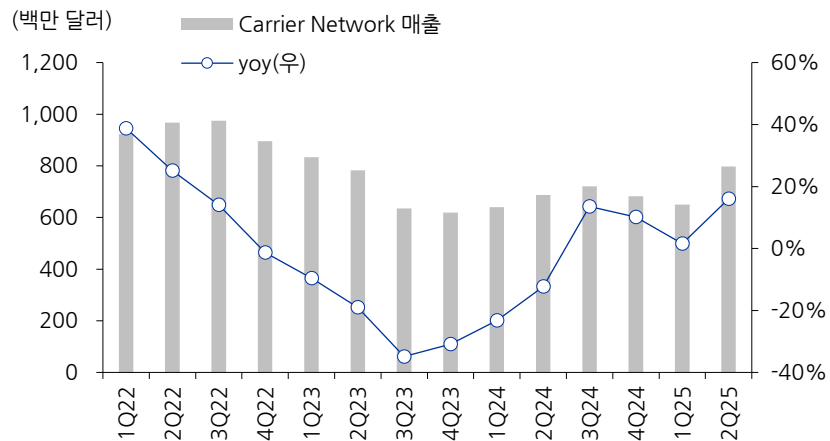
- Q. Regarding ultra-high fiber count optical cables and multi-fiber optical connectors, is the manufacturing capacity a bottleneck, allowing competitors to enter and losing market share?
- A. Currently, we are unable to meet all customer demands. The portion we could not handle is being taken by other companies. To maintain our strengths, we are continuously developing new products. Recently, we started selling ultra-high fiber count optical cables with 13,824 fibers. We are also working on customizing AB-WTC™ to meet customer specifications and manufacturing higher fiber count AB-WTC™. By allocating limited capacity to higher value-added products, we aim to maintain our competitiveness.
- Q. Until the new factory is operational, you mentioned that you will produce SWR™ by procuring optical fiber externally. Can SWR™ be made with generic optical fiber?
- A. We will use different optical fibers depending on the application. For ultra-high fiber count optical cables, we will use our own optical fiber. For optical cables for telecommunications carriers that do not require such thin optical fibers, we will use externally procured products. By procuring externally, we can allocate Fujikura's optical fibers to higher-function optical cables.

- Q. 초고밀도 광섬유 케이블 및 다심 광섬유 커넥터와 관련하여, 제조 역량이 병목 현상을 일으켜 경쟁업체가 진입하고 시장 점유율을 잃게 하는 요인이 되고 있습니까?
- A. **현재 모든 고객 수요를 충족시키지 못하고 있습니다. 저희가 감당하지 못하는 부분은 다른 회사들이 가져가고 있습니다.** 당사의 강점을 유지하기 위해 지속적으로 신제품을 개발하고 있습니다. 최근에는 13,824심의 초고밀도 광섬유 케이블 판매를 시작했습니다. 또한 고객 사양에 맞게 AB-WTC™를 맞춤 제작하고 더 높은 심 수의 AB-WTC™를 제조하기 위해 노력하고 있습니다. **제한된 생산 능력을 부가가치가 더 높은 제품에 할당함으로써 경쟁력을 유지하고자 합니다.**
- Q. 새 공장이 가동될 때까지 외부에서 광섬유를 조달하여 SWR™을 생산한다고 하셨습니다. SWR™은 일반적인 광섬유로도 만들 수 있습니까?
- A. 용도에 따라 다른 광섬유를 사용할 것입니다. 초고밀도 광섬유 케이블에는 자체 광섬유를 사용할 것입니다. **그렇게 얇은 광섬유가 필요하지 않은 통신 사업자들의 광케이블에는 외부에서 조달한 제품을 사용할 것입니다. 외부 조달을 통해 후지쿠라의 광섬유를 더 고기능의 광케이블에 할당할 수 있습니다.**

자료: Fujikura, 유진투자증권

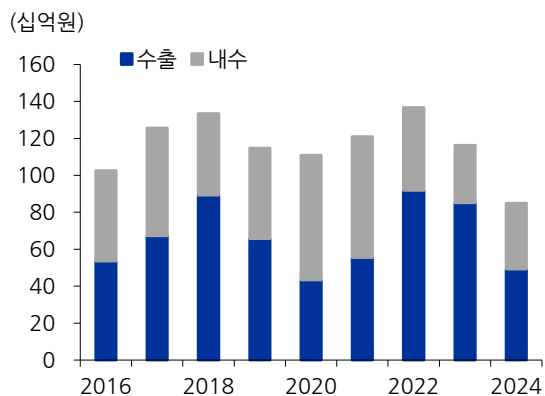
주: FY1Q25 컨퍼런스 콜 내용 발췌

도표 258. 코닝 실적으로 알아보는 미국 FTTH 수요 기초



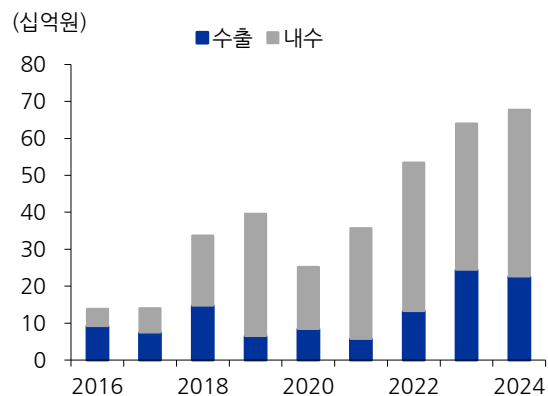
자료: Corning, 유진투자증권

도표 259. 통신부문 매출 추이



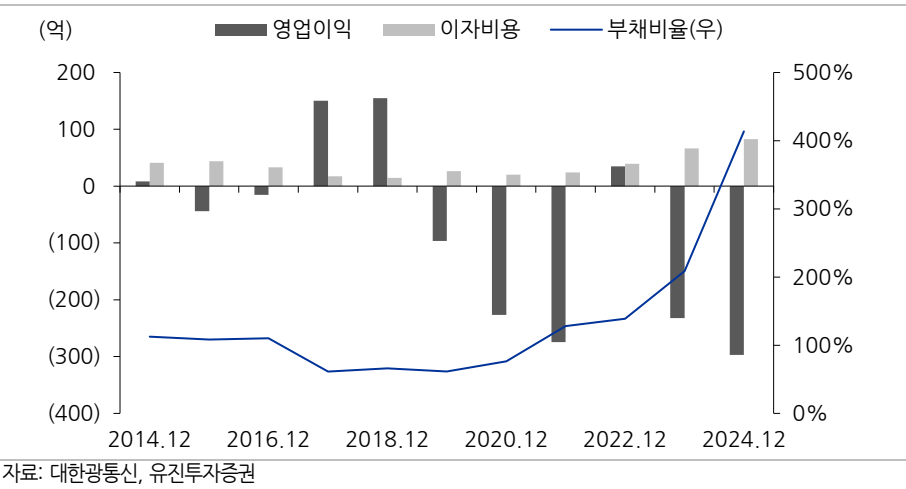
자료: 대한광통신, 유진투자증권

도표 260. 전력부문 매출 추이



자료: 대한광통신, 유진투자증권

도표 261. 취약한 재무구조 및 오버행 리스크 존재



대한광통신(010170.KQ) 재무제표

대차대조표

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
자산총계	235	210	223	211	206
유동자산	136	101	107	97	93
현금성자산	49	23	(47)	(42)	(48)
매출채권	36	36	63	57	58
재고자산	49	41	89	80	81
비유동자산	99	109	115	114	113
투자자산	10	7	17	17	18
유형자산	89	101	99	97	95
기타	0	0	(0)	(0)	(0)
부채총계	159	169	182	178	179
유동부채	139	145	158	153	154
매입채무	29	27	52	47	48
유동성이자부채	108	117	106	106	106
기타	1	1	1	1	1
비유동부채	20	24	24	25	25
비유동이자부채	16	14	13	13	13
기타	4	10	11	11	12
자본총계	76	41	40	34	27
지배지분	76	41	40	34	27
자본금	37	37	55	55	55
자본잉여금	67	35	4	4	4
이익잉여금	(28)	(53)	(40)	(46)	(53)
기타	0	21	21	21	21
비지배지분	0	0	0	0	0
자본총계	76	41	40	34	27
총차입금	124	130	119	119	119
순차입금	74	107	166	161	166

현금흐름표

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
영업현금	6	(24)	(67)	12	1
당기순이익	(29)	(56)	(22)	(7)	(7)
자산상각비	7	8	7	8	8
기타비현금성손익	13	33	(1)	0	0
운전자본증감	19	(3)	(52)	10	(1)
매출채권감소(증가)	15	(10)	(27)	6	(1)
재고자산감소(증가)	12	8	(49)	9	(1)
매입채무증가(감소)	(6)	4	24	(5)	0
기타	(2)	(5)	0	(0)	(0)
투자현금	(21)	16	(12)	(7)	(7)
단기투자자산감소	(13)	21	(0)	(1)	(1)
장기투자증권감소	(1)	0	(0)	(0)	(0)
설비투자	8	5	5	6	6
유형자산처분	1	0	0	0	0
무형자산처분	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
재무현금	17	(0)	9	0	0
차입금증가	17	(0)	(13)	0	0
자본증가	0	0	22	0	0
배당금지급	0	0	0	0	0
현금 증감	3	(8)	(71)	5	(6)
기초현금	14	16	9	(62)	(57)
기말현금	16	9	(62)	(57)	(64)
Gross Cash flow	(9)	(15)	(14)	2	2
Gross Investment	(12)	8	64	(3)	7
Free Cash Flow	3	(23)	(77)	5	(6)

자료: 유진투자증권

손익계산서

(단위:십억원)	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	180	153	184	191	193
증가율(%)	(5.2)	(15.3)	20.7	3.7	1.0
매출원가	174	149	164	154	155
매출총이익	6	3	21	37	38
판매 및 일반관리비	29	33	25	26	26
기타영업손익	6	13	(24)	4	1
영업이익	(23)	(30)	(4)	11	12
증가율(%)	적전	적지	적지	흑전	1.0
EBITDA	(16)	(22)	3	19	19
증가율(%)	적전	적지	흑전	492.9	(0.2)
영업외손익	(6)	(25)	(18)	(18)	(18)
이자수익	1	1	1	1	1
이자비용	7	8	8	8	8
지분법손익	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
기타영업외손익	(0)	(18)	(11)	(11)	(11)
세전순이익	(29)	(55)	(22)	(6)	(6)
증가율(%)	적지	적지	적지	적지	적지
법인세비용	1	1	0	0	0
당기순이익	(29)	(56)	(22)	(7)	(7)
증가율(%)	적지	적지	적지	적지	적지
지배주주지분	(29)	(56)	(22)	(7)	(7)
증가율(%)	적지	적지	적지	적지	적지
비지배지분	0	0	0	0	0
EPS(원)	(362)	(689)	(201)	(60)	(60)
증가율(%)	적지	적지	적지	적지	적지
수정EPS(원)	(362)	(689)	(201)	(60)	(60)
증가율(%)	적지	적지	적지	적지	적지

주요투자지표

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
주당지표(원)					
EPS	(362)	(689)	(201)	(60)	(60)
BPS	1,020	548	367	307	246
DPS	0	0	0	0	0
밸류에이션(배, %)					
PER	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
PBR	1.2	1.6	3.1	3.7	4.6
EV/ EBITDA	n/a	n/a	93.6	15.5	15.9
배당수익율	0.0	0.0	n/a	n/a	n/a
PCR	n/a	n/a	n/a	70.1	76.1
수익성(%)					
영업이익율	(12.9)	(19.5)	(2.3)	6.0	6.0
EBITDA이익율	(8.7)	(14.5)	1.8	10.1	10.0
순이익율	(16.3)	(36.7)	(12.0)	(3.5)	(3.4)
ROE	(32.5)	(95.9)	(54.4)	(17.9)	(21.9)
ROIC	(10.8)	(15.0)	(1.8)	4.2	4.4
안정성 (배, %)					
순차입금/자기자본	97.7	262.7	412.1	477.8	616.5
유동비율	98.1	69.8	67.7	63.5	60.5
이자보상배율	(3.5)	(3.6)	(0.5)	1.5	1.5
활동성 (회)					
총자산회전율	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
매출채권회전율	4.2	4.2	3.7	3.2	3.4
재고자산회전율	3.1	3.4	2.8	2.3	2.4
매입채무회전율	5.5	5.4	4.6	3.9	4.1

편집상의 공백페이지입니다

Credo Technology Group Holding (CRDO US)

AECing it

투자의견

NR

목표주가

-

현재주가

115.4 달러(08/26)

시가총액

20(십억 달러)

통신 이찬영_02)368-6167_cylee@eugenefn.com

AEC 시장의 지배자

- AEC를 하이퍼스케일러 대상으로 가장 먼저 상용화한 업체로, 레퍼런스가 중요한 데이터센터 시장에서 선점 효과라는 이점을 가짐. 최근 분기 AEC 시장 M/S는 약 73%(650 Group)로 시장 내 견고한 위치를 확보하고 있으며 이는 고성장하는 AEC 시장의 수혜 베타가 높은 기업

Flywheel: AI 컴퓨팅 파워 증가가 선순환을 만든다

- 크레도의 성장은 기술적 해자에 기반한 강력한 Flywheel 효과로 설명됨. AI 컴퓨팅 파워가 증가함에 따라 랙의 밀도와 네트워크 속도 또한 급증. 전송 속도가 빨라질수록 패시브 DAC만으로는 신호 무결성 확보 어려워짐. 이 기술적 병목을 AEC가 광케이블 대비 낮은 전력 소모와 비용으로 해결해주기 때문에 경쟁 우위를 가짐. AI 컴퓨팅 파워에 대한 투자가 계속되는 한, AEC 솔루션의 수요 역시 동반 상승하는 선순환 구조 형성

고객도 다변화, 사업 진출 영역도 다변화

- 과거 단일 고객사에 대한 높은 의존도라는 약점이 빠르게 극복되고 있음. 현재 3곳의 하이퍼스케일러(AWS, MS, xAI)에 AEC를 공급하고 있으며 1년 내로 2곳의 추가 CSP를 확보할 것으로 전망(메타, 오라클). 사업 영역 또한 PCIe 스케일 업 시장으로 진출 준비 중(기존 AEC는 스케일 아웃). 2026년부터 본격화될 PCIe 5.0에서 6.0으로의 전환은 신호 속도가 두배로 빨라지면서 신호 손실 허용 예산의 감소를 야기함. 이 때문에 과거에는 제한적으로 사용되었던 PCIe AEC에 대한 새로운 수요를 창출하며 크레도의 TAM을 구조적으로 확장시키고 있음

현재 멀티플보다 중요한 건 실적 성장을

- 12MF P/E는 74배지만 높은 밸류 프리미엄은 실적 성장률이 이를 정당화할 것. AI 컴퓨팅 파워 증가 → 랙 밀도/속도 증가 → 신호 무결성 확보 기술의 중요성 부각으로 이어지는 선순환 구조에서 동사의 포지셔닝은 매력적이며 고객다변화와 사업 영역 확대가 향후 실적 모멘텀을 이어줄 것.

주가(원,8/26)	115.4		
시가총액(십억 달러)	20		
주주구성			
VANGUARD GROUP	9.5		
블랙록	8.6		
추가상승	1M	6M	12M
상대기준	-4%	-27%	23%
절대기준	-4%	-27%	23%

4월 결산(백만 달러)	2022A	2023A	2024A	2025A
매출액	106	184	193	437
영업이익	-22	-21	-37	37
세전손익	-22	-18	-23	55
당기순이익	-22	-17	-28	52
EPS(원)	-0.25	-0.11	-0.18	0.31
증감률(%)	적지	적지	적지	흑전
PER(배)	N/A	N/A	N/A	163.7
ROE(%)	-9.3	-4.9	-6.4	8.5
PBR(배)	4.8	3.5	5.6	12.1
EV/EBITDA(배)	N/A	N/A	N/A	124.2

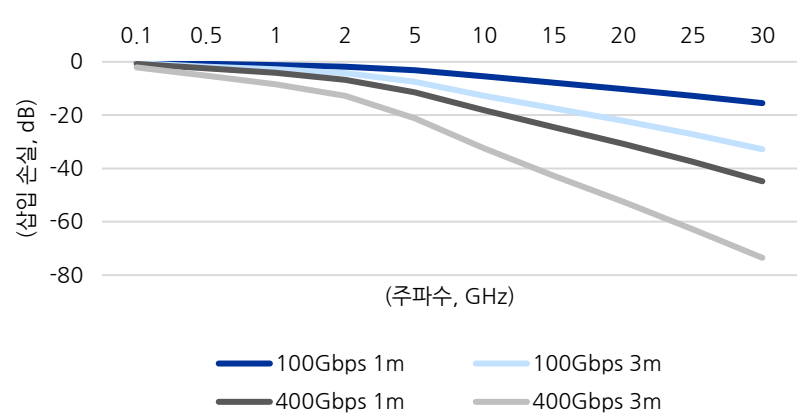
자료: 유진투자증권

도표 262. 스케일 아웃에서 쓰이는 케이블 정리

	Passive DAC (Direct Attach Copper)	AEC (Active Electrical Cable)	AOC (Active Optical Cable)
핵심 기술	패시브(Passive): 신호 처리 칩 없이, 순수하게 케이블의 물리적 특성만으로 전기 신호를 전달	액티브(Active): 커넥터에 내장된 반도체 칩이 약해진 전기 신호를 증폭하고 재구성	광(Optical): 전기 신호를 빛 신호로 변환하여, 광섬유를 통해 빛의 형태로 데이터를 전달
주요 적용 거리	초단거리 (~3 미터 이내)	중거리 (3 ~ 7 미터)	장거리 (7 미터 이상 ~ 수십 미터)
주요 사용 설계	랙 집약형	랙 집약형	분산형 (Rail Optimized)
전력 소모 (800G 기준, End 당)	매우 낮음 (<0.5W)	낮음 (약 4~5W)	높음 (약 10~15W)
장점	압도적으로 저렴한 가격, 단순성	DAC 대비 더 얇고 가벼움(부피 장점), 긴 전송 거리, AOC보다 저렴함	압도적인 전송 거리와 성능, 얇고 가벼워 공기 흐름에 유리
단점	짧은 전송 거리, 두껍고 뻣뻣함	DAC 보다 비싸고 전력 소모가 큼	가장 비싼 가격, 상대적으로 높은 전력 소모

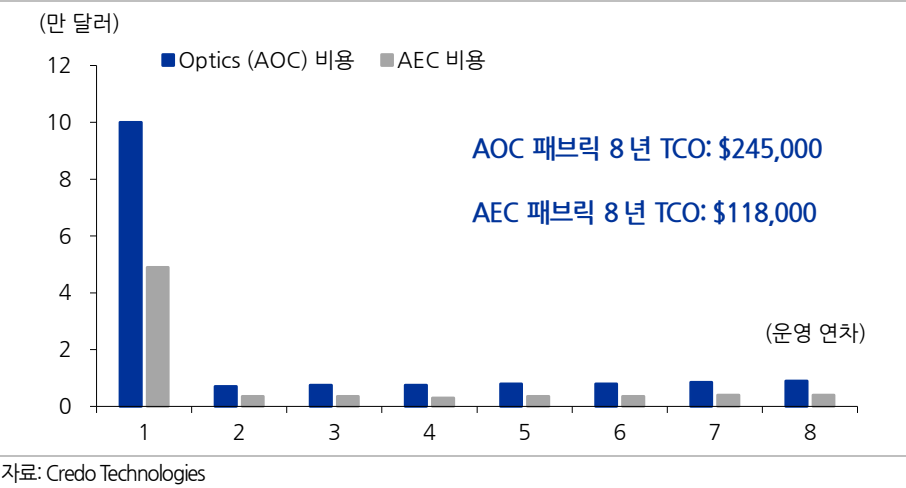
자료: 유진투자증권

도표 263. 전송 속도에 따른 신호 감쇠 비교



자료: 유진투자증권
주: 임의의 수치 사용

도표 264. AEC와 AOC의 TCO 비교



자료: Credo Technologies

도표 265. 크레도 AEC HiWire™



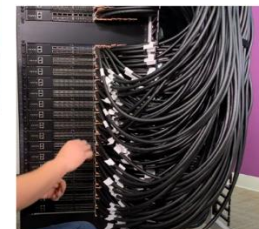
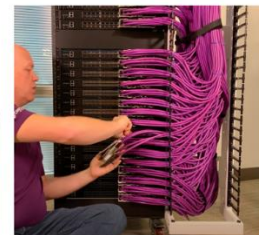
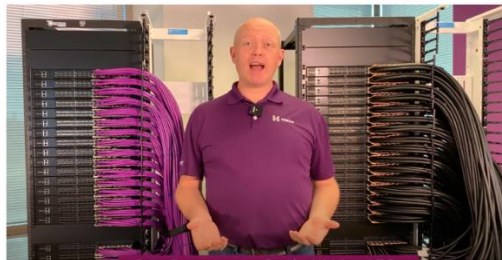
자료: Credo

도표 266. 크레도 PCIe AEC (OSFP-XD)



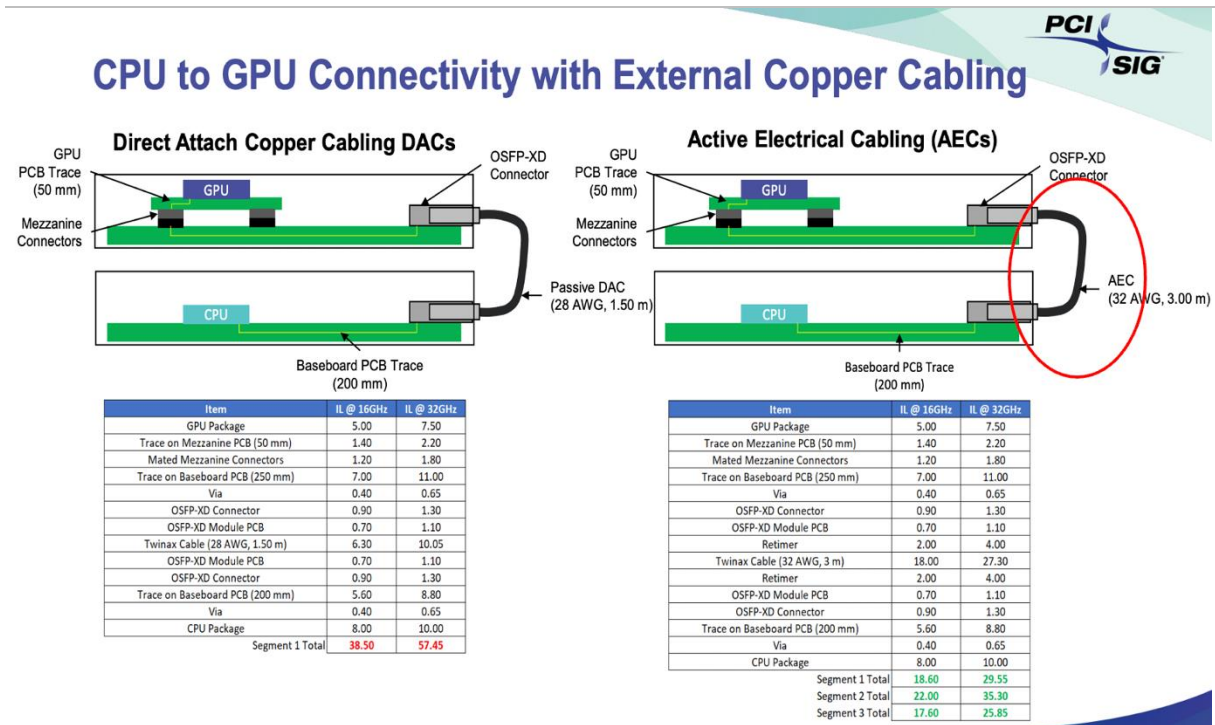
자료: Credo

도표 267. 명확한 부피 차이 (보라색: AEC, 검정색: DAC)



자료: Credo Technologies

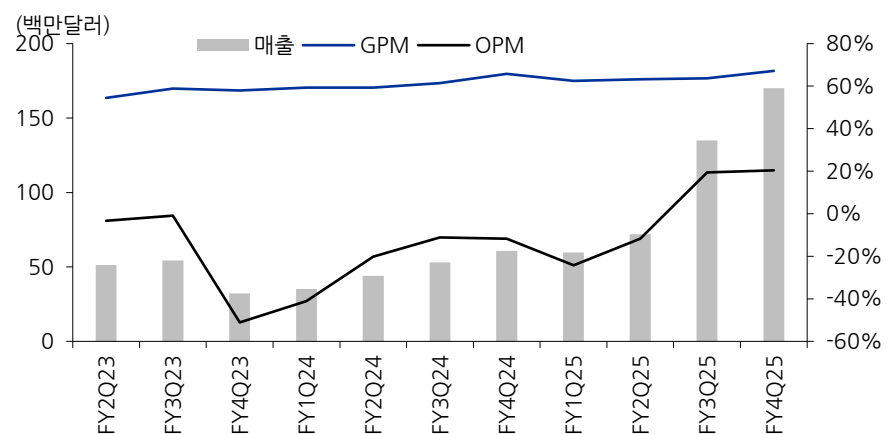
도표 268. 외부 CPU-GPU 연결에서 패시브 vs AEC 적용 비교



자료: PCI-SIG, 유진투자증권

주: 패시브 DAC(좌)만으로는 Gen5-Gen6 주파수에서 삽입손실(허용되는 신호 손실 한도)이 예산을 초과한다. AEC(우)는 케이블 내부 리타이머가 신호를 분할 및 재생성해 구간별 신호 무결성을 유지할 수 있음.

도표 269. 크레다 매출, GPM, OPM 분기별 추이



자료: Credo, 유진투자증권

Corning (GLW US)

AI DC와 FTTH의 콜라보

투자의견

NR

목표주가

-

현재주가

66.8 달러(08/26)

시가총액

57(십억 달러)

통신 이찬영_02)368-6167_cylee@eugenefn.com

Enterprise(AI DC)와 Carrier(FTTH)의 동반 성장 추세

- 광통신 사업부 내 Enterprise와 Carrier Network 매출 추세가 고무적. Enterprise 부문은 데이터센터 내부 연결 및 DCI 수요 증가에 힘입어 1Q24부터 반등하며 가파른 성장세를 시현했으나, Carrier 부문은 주요 통신사 고객들의 과잉 재고 영향으로 부진이 지속되었음. 그러나 2Q25를 기점으로 Carrier 부문의 디스타킹 국면이 마무리되고 수요가 회복세로 전환되면서 Enterprise 부문의 구조적 성장세와 맞물려 광통신 사업이 전사 실적을 견인하기 시작
- 향후 Enterprise 부문은 AI 노드 확장 및 네트워크 업그레이드라는 구조적 트렌드에 힘입어 성장을 지속할 전망이며 Carrier 부문 역시 점진적인 반등세를 이어갈 것으로 기대. 여기에 BEAD 프로그램의 본격적인 집행은 강력한 알파 옵션으로 작용할 것
- 광통신 부문의 NPM이 1년 만에 3%p 상승함. 이는 AI 데이터센터용 초고밀도 케이블과 같은 고부가가치 제품의 판매 비중이 확대되고 있음을 시사

다른 사업 부문은 안정적, 발목을 잡지는 않을 것

- 코닝은 광통신 사업 외에도 디스플레이(유리 기판), 특수소재(고릴라 글라스 등), 환경 기술(자동차), 생명과학 등 다각화된 포트폴리오를 보유. 최근 이들 사업 부문의 매출은 급격한 성장보다는 안정적인 흐름을 보이고 있어, 광통신 부문의 성장을 저해할 리스크 요인은 제한적인 것으로 판단됨.

밸류에이션은 프리미엄 구간, 성장이 정당화할 것

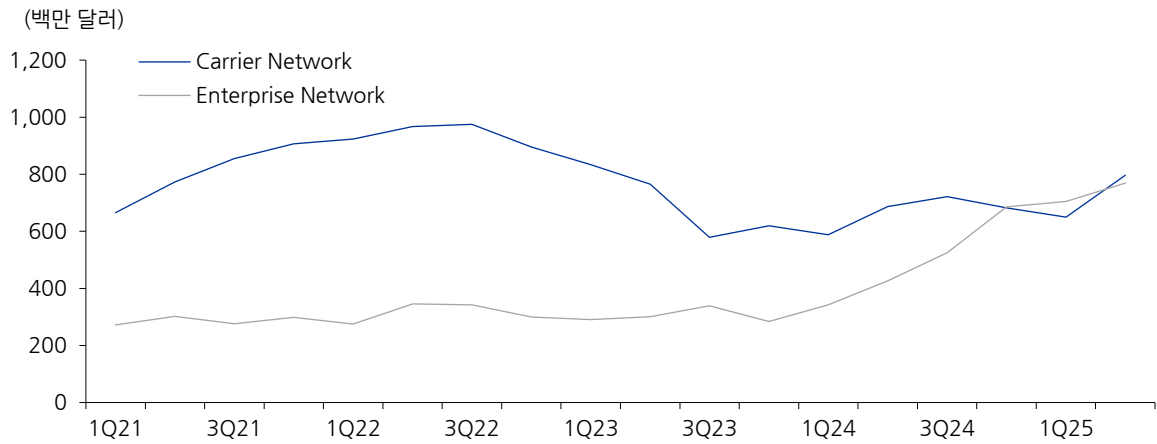
- 12MF P/E는 47.3배로 밴드 상단에 위치. 하지만 현재 AI 데이터센터용 네트워크 관련 기업들은 대체로 높은 밸류에이션 프리미엄을 받고 있음. GPU 세대가 진화하고 AI 클러스터의 규모가 커질수록, 데이터 병목 현상을 해결하는 네트워킹의 중요성이 더욱 부각되고 있기 때문에, 현재의 밸류에이션 프리미엄은 지속적인 성장성을 통해 정당화될 가능성이 높음.

주가(원,8/26)	66.8		
시가총액(십억 달러)	57		
주주구성			
VANGUARD GROUP	11.4		
블랙록	8.3		
주가상승	1M	6M	12M
상대기준	-4%	-27%	23%
절대기준	-4%	-27%	23%

12월 결산(백만달러)	2021A	2022A	2023A	2024A
매출액	14,082	14,189	12,588	13,118
영업이익	2,112	1,438	890	1,135
세전손익	2,426	1,797	816	813
당기순이익	1,906	1,316	581	506
EPS(원)	1.30	1.56	0.69	0.59
증감률(%)	140.7	20.0	-55.8	-14.5
PER(배)	31.3	14.1	28.9	44.7
ROE(%)	9.3	10.8	4.9	4.6
PBR(배)	2.5	2.2	2.2	3.6
EV/EBITDA(배)	9.9	10.8	13.2	17.1

자료: 유진투자증권

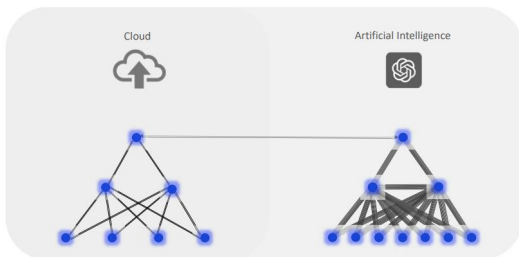
도표 270. 광통신 부문의 Carrier Network(통신사향)와 Enterprise Network(하이퍼스케일러향) 매출 추이



자료: Corning, 유진투자증권

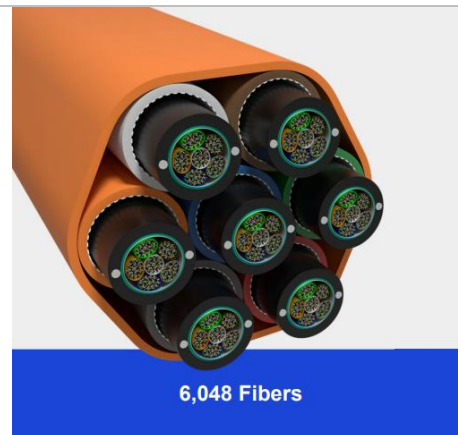
도표 271. 같은 공간이어도 AI DC 는 더 많은 광섬유
필요

Gen AI Data Center: 2nd network, 10x more fiber in the same space



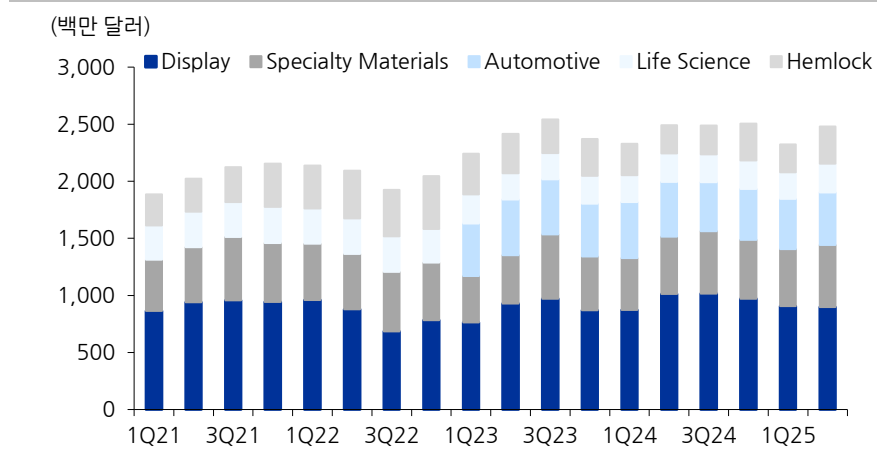
자료: Corning

도표 272. 초고밀도 케이블 필요



자료: Corning

도표 273. 광통신 외 사업부문 매출 추이



자료: Corning, 유진투자증권

Compliance Notice

당사는 자료 작성일 기준으로 지난 3개월 간 해당종목에 대해서 유가증권 발행에 참여한 적이 없습니다

당사는 본 자료 발간일을 기준으로 해당종목의 주식을 1% 이상 보유하고 있지 않습니다

당사는 동 자료를 기관투자자 또는 제 3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다

조사분석담당자는 자료작성일 현재 동 종목과 관련하여 재산적 이해관계가 없습니다

동 자료에 게재된 내용들은 조사분석담당자 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 작성되었음을 확인합니다

동 자료는 당사의 제작물로서 모든 저작권은 당사에 있습니다

동 자료는 당사의 동의 없이 어떠한 경우에도 어떠한 형태로든 복제, 배포, 전송, 변형, 대여할 수 없습니다

동 자료에 수록된 내용은 당사 리서치센터가 신뢰할 만한 자료 및 정보로부터 얻어진 것이나, 당사는 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없습니다.

따라서 어떠한 경우에도 자료는 고객의 주식투자의 결과에 대한 법적 책임소재에 대한 증빙자료로 사용될 수 없습니다

투자기간 및 투자등급/투자의견 비율

종목추천 및 업종추천 투자기간: 12개월 (추천기준일 종가대비 추천종목의 예상 목표수익률을 의미함)

당사 투자의견 비율(%)

· STRONG BUY(매수)	추천기준일 종가대비 +50%이상	0%
· BUY(매수)	추천기준일 종가대비 +15%이상 ~ +50%미만	98%
· HOLD(중립)	추천기준일 종가대비 -10%이상 ~ +15%미만	2%
· REDUCE(매도)	추천기준일 종가대비 -10%미만	0%

(2025.06.30 기준)

