

総合設備エンジニアリングにおける IT化と能力開発

株式会社きんでん 榎野 泰・山元 朗弘

1. はじめに

当社は、情報・エネルギー・環境を中心とした総合エンジニアリング事業を展開している。IT（情報通信技術）の進展は、インターネットやモバイル環境の普及などにより社会経済に大きな変革をもたらしてきている。われわれが扱う情報通信分野においても、通信・放送の融合によりデジタル化への移行は目覚ましいものがある。その結果、AV（音響・映像）技術を融合した複合システムが容易に実現できるようになってきた。

当社は、情報通信インフラ（伝送路）構築のみならず、新技術開発による各種システムの構築に注力し、システムインテグレータとして総合設備エンジニアリングのノウハウを生かしたシステムづくりを推進している。特に、社会のIT化に伴い、その中心的な役割を果たしている情報通信インフラの構築は急務となっており、積極的な取組みを行っている。そのなかでIT（情報通信技術）を持った人材をどのように育成を行うかが課題である。

情報通信インフラ構築に必要な光ファイバに関連する内容について紹介し、それらに携わる人材育成について模索する。

2. 社会のIT化に伴う施工や作業の変化について

社会のIT化に伴い、光ファイバを扱う機会がま

すます増えていくことになる。そこで、光ファイバに関する基礎的概要と光ファイバを使用した情報通信インフラのシステム概要について紹介する。

2.1 光ファイバの基礎的概要

(1)光通信の特徴

通信の基本構成は、情報源から発せられた情報が何らかの通信手段で送受信されて伝わっていくというものである。光通信は広帯域であり（伝送スピードが速い）、電磁誘導を受けないためノイズに強いという光の性質を利用している。

(2)光ファイバの原理

光ファイバは、一般に石英ガラスまたはプラスチックの細い繊維（fiber）であり、コア部分が周囲のクラッドの部分より若干屈折率が高く作られている。

光の伝搬理論(フェルマの定理)

光は2点間を結ぶ経路のうち最も時間のかからない経路を選ぶ

光ファイバにおける光の伝搬原理(スネルの法則)

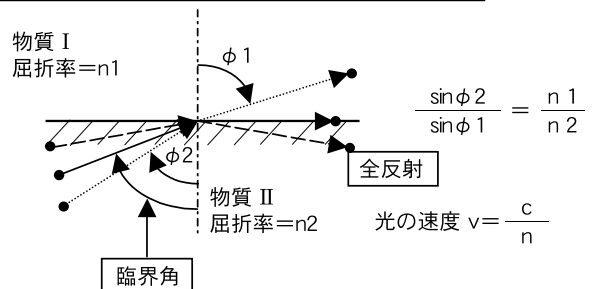


図1 光ファイバの原理

距離L(km)離れた地点A, Bにおける光パワーをPA, PBとすると光の減衰量は、 $|10\log_{10}(PB/PA)|$ で表される



したがって単位長さ当たりの光伝送損失 α は

$$\alpha = \left| \frac{10}{L} \log_{10} \left(\frac{PB}{PA} \right) \right| \text{ で表される}$$

単位はdB(デシベル)

図2 光ファイバにおける伝送損失

屈折率分布が均一な場合をステップインデックス(SI)型、またコアの屈折率が中心軸から離れるにしたがって連続的に小さくなっている場合をグレーデッドインデックス(GI)型と呼んでいる。

日本国内で一般的に使用されているグレーデッドインデックス型の光ファイバは、コア径 $50\mu\text{m}$ (または $62.5\mu\text{m}$)、クラッド径 $125\mu\text{m}$ である。(図1参照)

(3)光ファイバの特性

光ファイバの特性は、伝送損失と伝送帯域の2つで評価される。

(a) 伝送損失 (光損失)

距離L(km)離れた地点AとBにおいて、A地点での光のパワーはPAであり、ファイバの中をL(km)通るとB地点でのパワーはPBとなり、この間の光の減衰量は、

$$10\log_{10}(PB/PA)$$

で表される。(図2参照)

減衰量の単位はdB(デシベル)で、長さの単位はkmであることから、dB/kmという単位で伝送損失を表している。光強度の単位は、通常mWまたはdBmを使用する。dBmとは1mWを0dBmとしたdB表示である。

(b) 伝送帯域

光ファイバに光を入射した場合、光ファイバ中の伝搬する光のモード、波長の違いなどによる伝搬速度の差が原因で、光ファイバ中を伝搬する間に信号波形の時間的な拡がりが生じ、帯域が制限される。

このように波形が時間的な拡がりをもつことを分散と呼んでいる。

光ファイバの伝送帯域特性は、

$$f_{CL} = f_C \cdot L^{-\gamma}$$

f_{CL} : L(km)の伝送帯域 (Hz)

f_C : 1km当たりの伝送帯域 (Hz·km)

γ : 距離依存係数 (石英系 $GI \approx 0.7 \sim 0.8$)

で表され、距離が増加するにしたがって波形が乱れることにつながり、伝送帯域が減少していく。(図3参照)

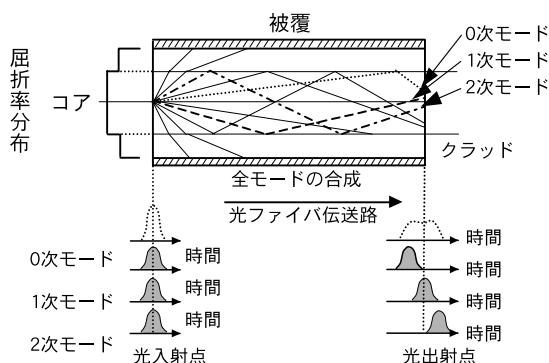
(4)光ファイバの種類

光ファイバには、性能に応じた用途という点からさまざまな違いがある。例えば、公衆通信網、大都市間を結ぶものや大規模LANなどでは石英系ファイバを使用する。材質、構造により多くの種類に分類できる。(表1参照)

(5)光コネクタ

光コネクタは、光ファイバと各種機器(デバイス)との接続など、自由に着脱することが必要な箇所の光接続に用いられる。

光コネクタには多くの種類があるが、実際には機器形状などにより決められる場合が多い。今後、光



光の入射点では同一時間に入射していても、出射点では伝送時間に差ができ、全モードの合成である出射光の波形が崩れる→伝送帯域(マルチモードの時間)

図3 光ファイバにおける光の伝搬

表1 光ファイバの種類

| 種類 | 全石英系 ファイバ | 多成分系 ファイバ | プラスチッククラッド ファイバ | オールプラスチック ファイバ | |
|-------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------|
| 略称 | AGF | CGF | PCF (H-PCF) | POF (APF) | |
| モード | シングルモード, マルチモード | マルチモード | | | |
| 速度 | 超高速, 高速 | 中・低速 (～10Mbps) | | | |
| 用途 | 超長距離, 長距離 | 中・短距離 (～1km) | | 短距離 (～50m) | |
| | 公衆通信網大規模LAN | FA・OAなど小規模LAN | | 機内配線・オーディオ カーエレクトロニクス | |
| 構造 | コア | 石英ガラス | 多成分ガラス | 石英ガラス | プラスチック |
| | (外径) | 約8～10, 50, 125 μm | 200 μm | 200 μm | 730, 980 μm |
| | クラッド | 石英ガラス | 多成分ガラス | プラスチック | プラスチック |
| | (内径) | 62.5 μm | 250 μm | 230 (250) μm | 750, 1,000 μm |
| 伝送損失 | 0.2～3dB/km | 12dB/km | 7dB/km | 200～400dB/km | |
| コネクタ 加工性 | ×～△ | ○ | ○ | ◎ | |
| 接続信頼性 | ○ | ×～△ | ×～△ | ×～△ | |

ファイバを扱う機会が多くなることを考慮すると、選定にあたっては、低挿入損失、着脱の容易さ、加工の容易性、耐久性、経済性等を考慮する必要がある。

2.2 光ファイバを使用した情報通信インフラのシステム概要

(1) FTTH (Fiber To The Home) ……広域系サービス

通信事業者と家庭を光ファイバで結ぶ個人向け高速通信サービスの総称である。これまで家庭向けの通信サービス（電話、ISDN、ADSLなど）はどれも電話局と家庭との間をメタルケーブルで結んでいた。

光ファイバを一度家庭に引き込めば、あとはメディアコンバータ（電気／光信号変換器）を入れ替えるだけで大容量化・高速化が期待できる。FTTHは以下のような組合せにより構成している。

(a) 光ファイバ

電柱を使って架空配線する場合、光ファイバは銅線に比べて細くて軽いので、1000心程度までなら架空を通すことができる。

地下（管路やとう道）を配線する光ファイバケー

ブルは架空用より心数が多く、2000心以上のケーブルもある。

(b) クロージャボックス

通信事業者の局側から架空配線で伸ばしてきた100～200心の光ファイバを、ユーザ宅向けのドロップダウン・ケーブルにつなぎ替える。このボックスの中にはファイバの接続部を納めたトレイが入っている。

(c) き線点

地下に設置されている管路やとう道から架空へ通信線を引き上げる部分である。

(d) 引き込み（光成端箱）

光ケーブルを引き込むやり方自体は光ファイバが曲げに弱いことに気を配る点を除けば、電話線と同様に扱うことができる。電柱から引き込んだ光ファイバを宅内向けのケーブルにつなぎ替える部分を収納した箱である。

(2) FTTH (Fiber To The Desk) ……構内系（ビル内）光配線システム

一般に、FTTH (Fiber To The Desk) は、LAN

機器からデスクのパソコンまでを光ファイバで結ぶことにより、高速・広帯域伝送をデスクまで実現することができる。

オフィスにおいて取り扱う情報の大容量化が加速度的に進む現在、情報通信環境の更新は短い周期で訪れる。LAN機器、パソコン、ソフトウェアなどの機能向上に伴う更新は必要に応じて実施することができるが、情報伝送速度が上がるたびにネットワークの根幹である配線システムまで変更するにはコストがかさんでしまう。

ビル内への光配線システムの構築にかかわる光ケーブルの敷設、配線盤設置、光ファイバ接続、収納、試験の共通認識が広い範囲で形成され、光配線システムが低コストで多くのビルに構築されることが望まれる。配線システムは以下のような組合せにより構成している。

(a) 光ファイバ

建物内の光ファイバケーブルは、メタルケーブルと比較して伝送帯域は10倍以上であり、取扱いが容易で可とう性に優れているものを使用している。

(b) 光コネクタ (光アウトレット)

従来の接続部材に比べ、少ない部品点数と組立時間の短縮によるコスト削減ができ、優れた接続性と省スペースを実現できる。

(c) 光パッチパネル (配線盤)

室内の水平配線の光ファイバケーブルを集約し成端を行い、光コネクタを用いて接続するパネルである。必要に応じて光パッチコードでネットワーク機器と相互接続するためのものである。

2.3 光通信の新技術

最近の光ファイバ通信技術として、WDM (Wavelength Division Multiplexing: 波長分割多重) がある。WDMは光ファイバを使った高速伝送技術であり、情報伝送量を飛躍的に増大させることができる。

これは波長の異なる複数の搬送波を使って、複数のデータを1心の光ファイバに多重する方式であり、波長の異なる光ビームは互いに干渉しないという性質を利用している。通信事業者の次世代高速ネ

ットワークの中核技術として注目されている。

また、波長が異なる160波の光にそれぞれ10Gビット/秒の信号を載せ、1本の光ファイバで1.6Tビット/秒通信を実現するDWDMと呼ばれる技術が実用化されつつある。

2.4 光ファイバに関する作業の変化

光ファイバの工事はとても難しそうに見える。光ファイバの心線はガラスでできており、急激に曲げるとすぐ折れてしまう。メタル線と異なり接続 (成端) も若干困難である。しかし、現在では心線を保護する被覆、ケーブル構造の改良と専用工具の進歩により、作業性が良くなってきている。

敷設作業にあたって、同じ回線数なら光ケーブルのほうがメタル線より軽くて細いというメリットが生かせる。また、メタル線に比べると経年劣化が少ないという特長がある。

接続 (成端) 方法に関する光ファイバとメタル線の決定的な違いは、ケーブル同士の接続である。光ファイバを接続する方法には以下の3種類があり、光が通るコアの位置をあわせて固定するという点ではどれも同じである。

(1) 融着接続

光ファイバの端面をアーク放電でやわらかくし、押しつけて接続する方法である。接続の安定度が高く、損失も小さくできるので、一般的によく使用する。

専用の融着器を使用し、手順通りに光ファイバをセットしたら、あとはボタンを押すだけで、融着のための位置調整を自動的に行う機械が主流である。

(2) メカニカルスプライス接続

光ファイバの端面を接触した状態で固定する部材を使用する。光コネクタを使用するより安価で損失も少ない。専用の工具が必要となるが、融着器に比べると安い。

(3) 光コネクタ接続

接続替えが頻繁に行われる部分に使用する。専用

工具の進歩により簡単に加工できるようになってきている。端面の研磨技術により、作業時間や接続（挿入）損失に大きな影響を与える。

最近の光コネクタは、小型なもので加工の容易な（加工時間のかからない）タイプが増えてきている。

3. IT化に対応した能力開発について（光ファイバ施工技術者の教育）

ITの進展は高度の知識・技能を修得した技術者を多く必要とする。そのなかでも情報通信インフラ構築に必要な光ファイバ施工技術者の育成が急務である。

当社においても、次世代に向けて、社会、経済、技術の新たな状況を見通した力強く柔軟な集団を作るべく、全社員を対象にした能力開発を展開している。

総合設備エンジニアリングに携わる技術者は、電気設備を中心としたハードウェア（機器）とソフトウェア（運用面）を個別に理解することはもちろんのこと、全体を1つのシステムとしてとらえる必要がある。それぞれ単体の技術をもとに、システム全体として体系的、総合的な理解が必要となる。

そのなかの情報通信分野の研修には、情報通信工事の概要、光ファイバの概要（光ファイバの種類、現場施工要領）、LANの概要（各種LANの概要、ネットワークの考え方、工事現場での対応）、光ファイバ融着・測定実習等があり、継続的に実施している。

当社の現状、既存の技術者に業務のしわ寄せが集中して多忙を極めるなど、最新技術の修得もままならないという悪循環になっているという問題が表面化した。

そこで社内イントラネット上に、技術情報、施工マニュアル等を公開して、社内や現場事務所等のパソコンから好きな時間に情報収集できる環境を構築している。

社内のネットワーク環境（モバイル環境）を整備しIT化を推進することにより、

- (a) 必要とする情報収集および資料作成の作業効

率化を図る。（時間の短縮化）

- (b) 必要とする情報を、一度に多数の関係者に提供する。（同報通信）

- (c) 画像（写真など）データとあわせてわかりやすい資料を提供する。

具体的には、光ファイバ施工技術者の教育にあたって、高度な光ファイバの施工技術を持った者のノウハウを蓄積し、社内における施工技術の標準化を図る。

そこには、今まで積み上げてきた光ファイバ工事のトラブルなどもそのつど蓄積するものとする。その蓄積され標準化した作業手順をもとに実習を交え、継続的に教育している。

4. その後のIT化効果等について

IT化の効果には大きく2つの側面がある。まず1番目の側面は、IT技術の利用により、必要な情報をいつでもどこでも集めることができるという利点から、仕事の効率を上げることができる。当社のように現場での作業に従事する機会が多いなかでは、事務所との連絡をはじめ、事務書類や技術情報のやりとりを効率よく行うことができる。多人数が情報を共有することで、企業内での共同作業や企業の枠を超えた共同作業が可能となる。

2番目の側面は、IT技術者自身が知識・技能を積極的に修得することが必要となる。単にITに関するハードウェアやソフトウェアに関する知識だけでなく、IT化の進展はそれ以上のことが要求される。IT技術者自身に以下のような自己責任を発揮させるといった側面を持っている。

- (a) 終身雇用の断念
- (b) 自発的な能力開発
- (c) 積極的な職場開拓
- (d) 職務特性の拡大への努力
- (e) 創造性を高める努力（新たな価値創造）
- (f) 競争社会への積極的参入

特に、個人が創造性を高める努力（新たな価値創造）を行うことが重要であると考えられる。このような自己責任を果たすことによって、個人のスキル

アップにつながり、あらゆる変化に対応できる強固で柔軟な企業集団になっていくものとする。

また、厳しい環境のなかで、その意識を絶えず継続・維持していくことが重要である。

5. 今後の課題等

総合設備エンジニアリング会社にとって、「人」は最大の財産である。社会の変化がますます速くなっていく環境のなかで、会社全体の人材育成強化のあり方を見直すことが随時要求されると予想される。

一方的な集合研修だけが能力向上や人材育成に結びつくものではなく、個人に対し、能力を発揮させることができる場面をいかに提供できるかが課題である。

情報通信の分野においては、光ファイバをはじめとするネットワーク技術やその周辺技術を蓄積し、システムの領域を拡大していくことが重要である。

技術的な統合化の流れのなかで、ボーダレス化が進んでいくことが予想される。そのなかで変化の時代に対して柔軟に物事をとらえること（考えること）ができる能力が必要となる。飛躍的な進展を見せる情報通信のインフラ技術や通信サービスは、電気設備をはじめ総合設備分野においても今後さらに重要度が増してくるであろう。

また、IT技術を活用した社内技術者への情報提供システムの充実など、IT技術は社外向け、社内向け対応の両面が必要となる。基本技術であるITを技術者自身が利用することにより、IT技術の活用方法を理解するなど、能力開発の一面もあわせ持つこととなる。

そこで重要なのは、総合設備エンジニアリングに携わる者が果たす役割を考えてみればわかるように、ITをベースとしたマネジメント能力が業務の核であり、多様な社会ニーズ、ユーザーニーズに対してベストプランを提案し、提供できる能力を普段から養い発揮することであるものと考えている。

図書のご案内

好評発売中！

在職者訓練の 理論と実際

——成人学習者の公的支援——

職業能力開発総合大学校 教授 **戸田勝也**

B5判/418ページ/定価3,200円(税別)

ACCESS
2002

全国公共職業安定所・
職業能力開発施設等所在地一覧

A5判/358ページ/定価2,200円(税別)

お申込み・お問い合わせは
社団法人 雇用問題研究会

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-5-11
TEL●03-5695-0780 FAX●03-5695-0837
URL●<http://www.koyoerc.or.jp>