

# 1. 設備容量計画と計算

## 1.1 計画の手順

### 1.1.1 基本事項

受配電設備の目的は負荷設備が要求する電気エネルギーを効率良く供給することにある。しかし、負荷機器の種類、大きさ、台数、配置状態などは、需要家個々に違う条件をもっている。そこで、あらゆる需要家に適する標準的な受配電系統というものはないということになる。したがって、適正な受配電設備とはその需要家で要求される諸条件を加味しつつ、いろいろの角度からよく検討し、これをバランス良くまとめたものとするのが肝要である。

受配電設備を計画する場合には、いろいろの角度から検討しなければならないが、まず基本的事項としてつぎの3点を念頭に入れて計画を進めることが必要である。

#### (1) 安全

人体に対する安全および財産(器材、建物、電気装置など)に対する安全の二つに分けられる。そして、人体に対する安全は妥協は許されない、実現し得るもっとも安全な方式を採用する。

器材、建物、電気装置に対する安全は、経済性とのからみで多少の妥協は許されるが、火災、爆発、倒壊、破損などによって間接的に人身に及ぼす危険性については注意する必要がある。

#### (2) 信頼度

負荷が要求する“最低限必要な電気の品質”を満足するものでないと、何のための設備か意味をなさなくなってしまう。

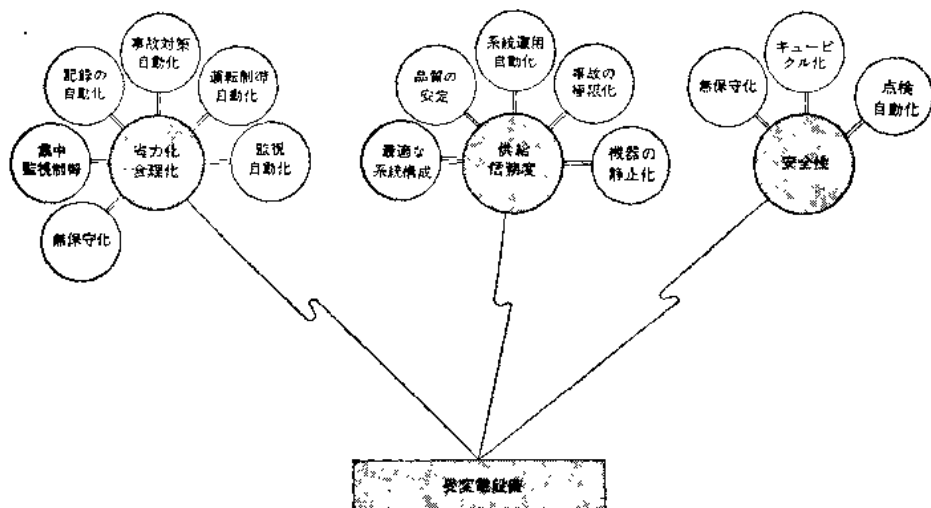
停電をさきう度合は工場のプロセスの種類、ビルの使用目的などによって異なる。一時的な停電なら許される場合もあるし、非常に高い供給信頼度を要求する場合もある。設備全体としての供給信頼度のレベルとそこに設置される負荷機器個々についての信頼度レベルがあるが、停電の有無、停電したときのその停電時間の長短は生産損失の大小に非常に大きく影響をするから、配電系統としては最小の被害ですむように(具体的には速やかに事故点を切離すこと、そしてそれは小区域に留めること)また、復電が速やかに行われ、停電時間が短くなるよう設計すべきである。

信頼度については経済性とのからみである妥協を見い出すことになるが、広い角度から、また長い目でみた種々の要求を最大限に満たすものでなければならない。

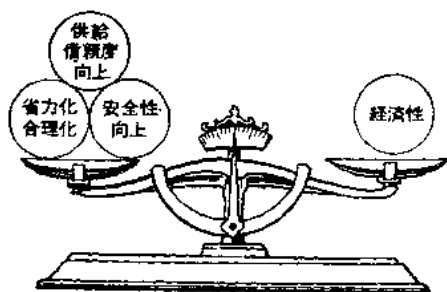
#### (3) 経済性

当初の建設費と操業に入ってから運転経費、保全費をあわせての経済性を追及することになる。

前述の(1)、(2)項の基本事項は比較的判断の下しやすい性質のものであるが、この(3)項の経済性は簡単には答を得にくい。すなわち安全性は妥協の余地がないとしても信頼度は経済性とのからみで考えなければならないし、経済性はさらに将来の増設など諸々のファクタを考慮に入れて検討しなければならないからである。



(a) 内容検討項目



経済性は目先の費用だけでなく、保守・運転費・増設費用・事故時の影響など、いま目に見えない部分にも光をあてて評価する。

(b) 経済性評価

第1-1図 受変電システム検討項目

所望機能が十分信頼できる方式ならば費用は安いほど良いが、当初の建設費＋運転維持経費（将来の諸々の損益を含む）の合計で判断しなければならない。経済性の評価判断の手法として建設当初の費用のみで比較判断するのではなく、3～10年後のうちの二つくらいを選んで（たとえば3年後の時点と7年後の時点）その時点での比較評価をしてみると適正な答えを得られやすい。

以上三つの基本事項のほかにもな留意事項注意事項を挙げればつぎのような事項がある。

#### （4） 操作、取扱いが簡単

安全および誤操作をなくし供給信頼度を保つうえで、操作が簡単なことは重要なファクタになる。事故発生の際にも複雑で危険な操作をしないですむようにする。

### (5) 保 全

系統設計が良くて機器の選定も正しければ日常運転時の保全作業が少なくすむようになる。配電系統を計画するときは、修理点検がしやすいように注意深くよく考えて計画する。

### (6) 電圧変動

特殊工場あるいは特定機器では電圧変動が配電設計の決定的ファクタになることがある。電圧変動が大きいと電気装置の寿命を縮め、また機能も低下するのみでなく、製品の良否にも関係してくる。

### (7) 環境対策

近年になって問題の一つとしてクローズアップされてきたが、直接的に人身への危険を及ぼさなくても、これからの二次波及が短期長期にわたり所外者の生活環境を損なわないようによく配慮が払われた設備として計画する必要がある。

### (8) 将来拡張

当座の必要分のみを考えて設備すると結果的に大きな損失を招く結果となることがある。

将来展望に立った計画の中の一部を段階的に設備していくという段取りを組立てて設備の計画をすれば先になっての二重投資、無駄な投資がなくなり大きな利益を産む。

一般的には将来構想まで固定してしまえることはないので、実質内容は融通性のある構想のものとなる。たとえば、将来分に対する配置がしてあったかどうかの違いは将来これを設置する段階で経済的な損失の大小に大きな差となって現れてくる。

以上の(4)～(8)項はいずれも前記の(1)～(3)項に帰着する事柄であるが、考える内容の要点をまとめて手順良く進めやすいように三つの原則、五つの留意事項として整理表現した。

#### 1-1-2 受配電設備の計画手順

受配電設備の計画はまず負荷調査に始まり、いろいろの検討を経たのち最終的には電気系統図、配置図、費用といった形のものにまとめることである。この中間段階の作業では先の1-1-1の基本事項も念頭に入れながら進めなければならないし、技術的な計算検討もいろいろ入り乱れて進めていかなければならないので手のつけ方、進め方もむずかしい、一概にいえない面もあるが、具体的に進める方法としてつぎの手順に従えば能率良く作業が進められる。

#### (1) 負荷調査

まず負荷調査をして(次項1-2 負荷調査と積算を参照)動力、照明、その他の負荷を推定累積する(負荷リストを作る)。

#### (2) 負荷機器の分布

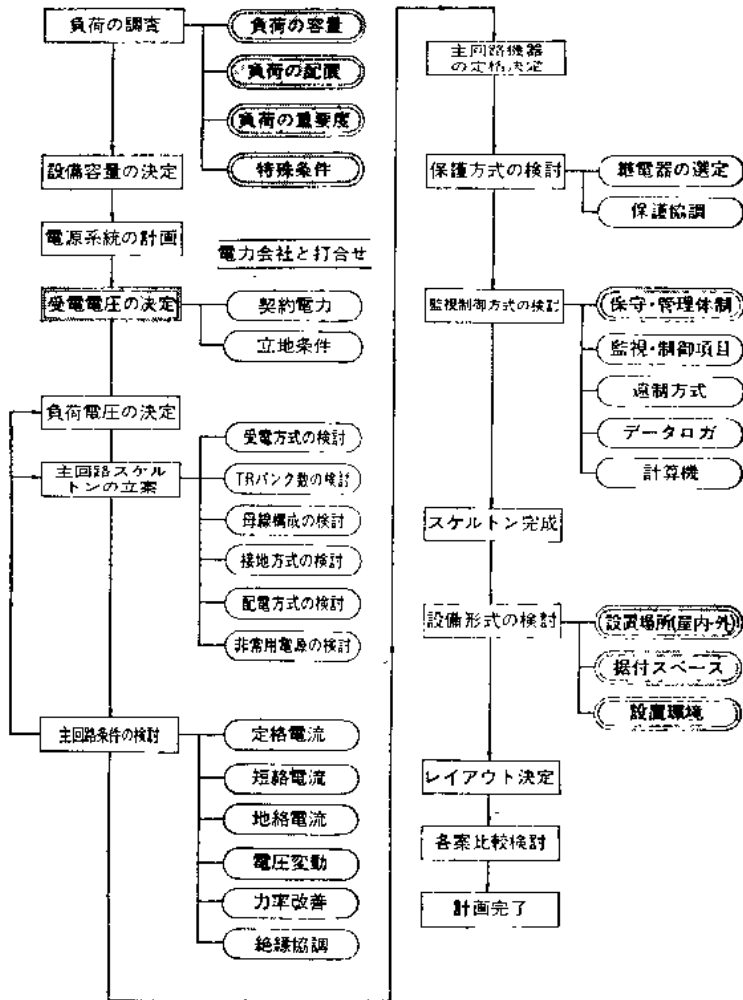
給電範囲の敷地全体配置図におもな負荷がどの位置に設置されるのか、配置図に機器の位置を記入する。

#### (3) 最大需要電力

設備容量合計に運転稼働台数、需要率、負荷率、不等率、給配電ロス分などを加味して最大需要電力を推定し契約電力を設定する。このとき当初分のほか将来増加についても年度を追った段階の概算値もつかんでおく必要がある。

#### (4) 特殊負荷

高品位の電気を必要とする負荷(計算機用電源、計装用電源など)や、フリッカ、高調波な



第1-2図 計画手順

どの障害を発生しやすい負荷（電気炉、溶接機、整流装置、大形電動機）など特殊な負荷の種類とその条件などを調べる。

#### (5) 受電条件

電力会社から電力の供給を受けるにあたっては電力会社の供給規程などに従って受けることになるので、受電電圧、受電回路方式などについて調べる。最終的には受電レギュレータの容量、接地方式、保護継電器、電力量計測装置、契約電力、工事負担金、引込み地点とその部分の詳細、電圧変動などについて電力会社から指示を受けるかあるいは、打合せなどを要する。

#### (6) 自家発電装置

需要家側でも自家発電設備を考えるとときは、必要な発電 kVA、発電電圧などを決めるとともに受電と並行運転をしたいときは関連する電力会社に確め、その了解を得るとともに装置の必要条件も入手する。

### (7) 変圧器容量の計算

受電変電所およびローカル変電所の変圧器容量と台数を計算する。つぎの(8)～(10)と並行して進める必要がある。

### (8) 配電電圧

その工場に最も適した配電系統、ローカル変電所の設置点、配電電圧、負荷電圧などを選定する。この場合、将来の負荷増についての予想も加味して選定する。

### (9) 単線系統図原案作成

以上の段階でいったん単線系統図（原案）を作りこれを使って以後の検討作業に進む。

### (10) 短絡電流計算

短絡電流を計算し詳細にチェックしてしゃ断器の選定が正しいかどうか確かめる。また主回路機器の定格も設定する。

### (11) 電圧変動

主要ポイントの電圧変動を計算し、負荷の運転に支障がないか調べる。

### (12) 保護装置

保護装置の選択性を検討して故障発生時の選択性と系統運用上支障がないかなどを確かめる。とくに接地方式と地絡保護については電力会社側と協調をとる。

### (13) 制御方式

運転制御の方法と場所を決める。少人数で正確な運用操作ができるよう、また必要な記録がとれるように考える。とくに異常事態発生するときにも迅速正確な処置がとれるようによく検討する。各種の自動化装置もとり入れて能率良く運転できるようにする。

### (14) 環境条件

使用場所の環境条件を調査する。地耐力、塩じん害など所内的なものほか騒音規制など対外的な問題も調査する。

### (15) 変電所形式

環境条件、安全性、信頼度、経済性などを考慮して変電所の形式、機器の形式などを選定する。

### (16) 所要面積

機器、装置の概略寸法、所要面積を調べ概略の配置図を作成する。この場合、将来分のスペースも考えておく。機器の搬出入経路、保守点検スペースについても検討する。

### (17) 増設対策

系統的、スペース的には前に触れているが、実際にその段階になったときの所要停電時間、機器搬出入経路、作業性などについて問題にならないか、いま一度チェックする。

### (18) 機器仕様書

主要機器類（詳細がわからないときは装置としての機能）の仕様書を作り、それにより概略費用の調査をする。

### (19) 反復作業

以上、検討作業段階で問題が起こったときはそれぞれ関連する項目にまでさかのぼり、再検討を繰返して問題点を解決していく。途中で出てくるいろいろの案は逐次整理できるものからその都度整理していく。

### (20) 比較検討

最後に残った幾通りかの案について比較検討し最も望まれる内容にまとめる。

## 1-2 負荷調査と積算

### 1-2-1 負荷調査

計画を進めるにあたって最初に着手する作業である。どのような設備のものとするかは負荷の内容によって決めていくもので、設備計画の基礎資料となるものであるのでできるだけ正確な内容をつかまなければならない。

第1-1表 電力原単位の一例

| 製品または業種      | 単位                             | 電力量 (kWh) |
|--------------|--------------------------------|-----------|
| 石油精製         | kl                             | 15        |
| 綿糸 (20番)     | トン                             | 1,430     |
| 綿布           | 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> | 210       |
| ナイロン (長繊維)   | トン                             | 8,500     |
| ポリエステル (短繊維) | トン                             | 1,700     |
| パルプ (BKP)    | トン                             | 650       |
| 洋紙 (上質)      | トン                             | 1,000     |
| カーバイト        | トン                             | 3,300     |
| ソーダ (電解法)    | トン                             | 3,500     |
| メタノール        | トン                             | 2,200     |
| 板ガラス (並厚)    | 10 <sup>3</sup> 箱              | 12,100    |
| 高炉鉄          | トン                             | 60        |
| 電炉鋼塊         | トン                             | 800       |
| フェロマンガ       | トン                             | 3,800     |
| 電気銅          | トン                             | 550       |
| アルミニウム       | トン                             | 18,800    |
| 都市ガス (製造)    | 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> | 50        |

この作業は非常に困難な作業でこの計画時点では負荷が全部わかっておらず、またプロセス自体も流動的で変更されがちであるから負荷の集積もまともならず、結局は推定の寄せ集めにならざるを得ない面が多い。しかし、地道にそしてできるだけ正解に近づけたものとしておく必要がある。したがってここでは明確にわかっているものはもちろんそのまま使い、それ以外のものは従来の経験や知識のほか、他の種々の統計データなどを参考にして推計する。

第1-1表～1-4表は各種工場、ビルなどにおける所要電力の一例

第1-2表 ビルの単位面積当り負荷設備の一例 (統計値)

|                 | 建築延面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 負荷設備 (W/m <sup>2</sup> ) |      |      |       | 高・低圧内訳<br>(W/m <sup>2</sup> ) |      |
|-----------------|----------------------------|--------------------------|------|------|-------|-------------------------------|------|
|                 |                            | 電灯                       | 動力   |      | 計     | 高圧                            | 低圧   |
|                 |                            |                          | 一般   | 冷房   |       |                               |      |
| 事務所ビルディング       | 25,000 以上                  | 25.1                     | 44.3 | 36.5 | 105.9 | 27.5                          | 78.4 |
|                 | 10,000～25,000              | 22.1                     | 48.2 | 32.5 | 100.8 | 32.7                          | 68.1 |
|                 | 5,000～10,000               | 20.0                     | 34.7 | 37.4 | 92.1  | 28.3                          | 63.8 |
| ホテル<br>百貨店 店舗ビル | 5,000 以上                   | 22.2                     | 35.9 | 30.2 | 88.3  | 26.9                          | 61.4 |
|                 | "                          | 37.3                     | 48.6 | 42.8 | 128.7 | 33.5                          | 95.2 |
| 平均概数            |                            | 25.3                     | 41.9 | 35.9 | 103.1 |                               |      |

第1-3表 工場電力負荷設備の一例

| 工場別   | 負荷種別 | 機 器 名       | 定格電圧<br>[V] | 容 量<br>[kW] | 台 数 | 工場別  | 負荷種別 | 機 器 名     | 定格電圧<br>[V] | 容 量<br>[kW] | 台 数 |
|-------|------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------|-----------|-------------|-------------|-----|
| 総合事務所 | 照明   | 蛍 光 灯       | 100         | 0.02        | 19  | 第三工場 | 照明   | 蛍 光 灯     | 200         | 0.04        | 420 |
|       |      | "           | 200         | 0.04        | 385 |      |      | 照 明       | "           | 3.7         | 7   |
|       | 動力   | 消 火 ポンプ     |             | 5.5         | 1   |      | 動力   | 小形車上旋盤    |             | 7.5         | 1   |
|       |      | 揚 水 ポンプ     |             | 5.5         | 2   |      |      | セ ー バ     |             | 0.75        | 2   |
|       |      | クーラ(コンプレッサ) |             | 1.5         | 1   |      |      | ミ ー リング   |             | 5.5         | 1   |
|       |      | " (フ ェ ン)   |             | 0.05        | 1   |      |      | ラジアルボール盤  |             | 2.2         | 1   |
|       |      | " (コンプレッサ)  | 200         | 15.0        | 1   |      |      | "         |             | 3.7         | 3   |
|       |      | " (フ ェ ン)   |             | 3.7         | 1   |      |      | ボ ー ル 盤   |             | 0.75        | 1   |
|       |      | クーリングタワー    |             | 1.5         | 1   |      |      | 車 上 ボール盤  |             | 0.2         | 3   |
|       |      | 冷水循環ポンプ     |             | 3.7         | 1   |      |      | "         |             | 0.4         | 4   |
|       |      | 湯水 "        |             | 0.4         | 1   |      |      | カッターグラインダ | 200         | 3.7         | 1   |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 55.0        | 1   |      |      | グ ラ イ ン グ |             | 2.2         | 1   |
| 第一工場  | 照明   | 蛍 光 灯       | 200         | 0.04        | 124 | 第二工場 | 照明   | 水 銀 灯     |             | 1.0         | 4   |
|       |      | クレーン (1.0t) |             | 1.5         | 1   |      |      | 乾燥炉用モータ   |             | 3.7         | 4   |
|       | 動力   | " (2.0t)    |             | 2.2         | 1   |      | 動力   | " ファン     |             | 1.5         | 1   |
|       |      | " (2.5t)    |             | 2.2         | 1   |      |      | コンプレッサ    |             | 1.5         | 2   |
|       |      | " (5.0t)    | 200         | 3.7         | 2   |      |      | 真空ポンプ     |             | 3.7         | 1   |
|       |      | グ ラ イ ン グ   |             | 0.4         | 1   |      |      | 車上用グラインダ  |             | 0.4         | 4   |
|       |      | ボ ー ル 盤     |             | 0.4         | 1   |      |      | 熱風送風機     |             | 7.5         | 2   |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 55.0        | 1   |      |      | ワニスフィルタ   |             | 2.2         | 1   |
|       |      |             |             |             |     |      |      | エレベータ     |             | 0.75        | 2   |
|       |      |             |             |             |     |      |      | ボ ー ル 盤   |             | 0.4         | 3   |
|       | 動力   | クレーン        | 200         | 5.5         | 1   |      |      | クレーン      |             | 5.5         | 1   |
|       |      | 消 火 ポンプ     |             | 11.0        | 1   |      |      | 消 火 ポンプ   |             | 11.0        | 1   |
| 第二工場  | 照明   | 水 銀 灯       | 200         | 1.0         | 4   |      | 動力   | 試 験 用 M C |             | 15.0        | 1   |
|       |      | 乾燥炉用モータ     |             | 3.7         | 4   |      |      | "         |             | 7.5         | 2   |
|       | 動力   | " ファン       |             | 1.5         | 1   |      |      | 吊 鉤 機     |             | 3.7         | 1   |
|       |      | コンプレッサ      |             | 1.5         | 2   |      |      | "         |             | 1.5         | 11  |
|       |      | 真空ポンプ       |             | 3.7         | 1   |      |      | "         |             | 0.75        | 1   |
|       |      | 車上用グラインダ    |             | 0.4         | 4   |      |      | "         |             | 0.2         | 1   |
|       |      | 熱風送風機       |             | 7.5         | 2   |      |      | 形 刻 盤     |             | 0.4         | 1   |
|       |      | ワニスフィルタ     |             | 2.2         | 1   |      |      | 電 気 押 込 機 |             | 0.75        | 1   |
|       |      | エレベータ       |             | 0.75        | 2   |      |      | 試 験 用 M C |             | 15.0        | 1   |
|       | 動力   | ボ ー ル 盤     | 200         | 0.4         | 3   |      |      | "         |             | 7.5         | 1   |
|       |      | クレーン        |             | 5.5         | 1   |      | 動力   | 照 明       | 100V        | 0.36kW      |     |
|       |      | 消 火 ポンプ     |             | 11.0        | 1   |      |      | "         | 200         | 82.28       |     |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 15.0        | 1   |      |      | 効 力       | "           | 363.5       |     |
|       |      | 吊 鉤 機       |             | 3.7         | 1   |      |      | ヒ ー タ     | "           | 242.0       |     |
|       |      | 形 刻 盤       |             | 0.4         | 1   |      |      | 送 排 機     | "           | 209.4       |     |
|       |      | 電 気 押 込 機   |             | 0.75        | 1   |      |      | 機         | 100         | 3.0         |     |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 15.0        | 1   |      |      | 計         |             | 900.56      |     |
|       |      | "           |             | 7.5         | 1   |      |      |           |             |             |     |
| 第三工場  | 照明   | 水 銀 灯       | 200         | 1.0         | 4   |      | 動力   | アーク溶接機    |             | 24.4        | 1   |
|       |      | 乾燥炉用モータ     |             | 3.7         | 4   |      |      | "         |             | 19.0        | 1   |
|       | 動力   | " ファン       |             | 1.5         | 1   |      |      | "         |             | 18.0        | 2   |
|       |      | コンプレッサ      |             | 1.5         | 2   |      |      | "         |             | 25.5        | 1   |
|       |      | 真空ポンプ       |             | 3.7         | 1   |      |      | "         |             | 7.4         | 1   |
|       |      | 車上用グラインダ    |             | 0.4         | 4   |      |      | "         |             | 13.0        | 1   |
|       |      | 熱風送風機       |             | 7.5         | 2   |      |      | "         |             | 12.6        | 1   |
|       |      | ワニスフィルタ     |             | 2.2         | 1   |      |      | "         |             | 18.0        | 1   |
|       |      | エレベータ       |             | 0.75        | 2   |      |      | "         |             | 18.5        | 1   |
|       |      | ボ ー ル 盤     | 200         | 0.4         | 3   |      |      | スボット溶接機   |             | 35.0        | 1   |
|       | 動力   | クレーン        | 200         | 5.5         | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 消 火 ポンプ     |             | 11.0        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 15.0        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 吊 鉤 機       |             | 3.7         | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 形 刻 盤       |             | 0.4         | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 電 気 押 込 機   |             | 0.75        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 15.0        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | "           |             | 7.5         | 1   |      |      |           |             |             |     |
| 第四工場  | 照明   | 水 銀 灯       | 200         | 1.0         | 4   |      | 動力   | アーク溶接機    |             | 24.4        | 1   |
|       |      | 乾燥炉用モータ     |             | 3.7         | 4   |      |      | "         |             | 19.0        | 1   |
|       | 動力   | " ファン       |             | 1.5         | 1   |      |      | "         |             | 18.0        | 2   |
|       |      | コンプレッサ      |             | 1.5         | 2   |      |      | "         |             | 25.5        | 1   |
|       |      | 真空ポンプ       |             | 3.7         | 1   |      |      | "         |             | 7.4         | 1   |
|       |      | 車上用グラインダ    |             | 0.4         | 4   |      |      | "         |             | 13.0        | 1   |
|       |      | 熱風送風機       |             | 7.5         | 2   |      |      | "         |             | 12.6        | 1   |
|       |      | ワニスフィルタ     |             | 2.2         | 1   |      |      | "         |             | 18.0        | 1   |
|       |      | エレベータ       |             | 0.75        | 2   |      |      | "         |             | 18.5        | 1   |
|       |      | ボ ー ル 盤     | 200         | 0.4         | 3   |      |      | スボット溶接機   |             | 35.0        | 1   |
|       | 動力   | クレーン        | 200         | 5.5         | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 消 火 ポンプ     |             | 11.0        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 15.0        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 吊 鉤 機       |             | 3.7         | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 形 刻 盤       |             | 0.4         | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 電 気 押 込 機   |             | 0.75        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | 試 験 用 M C   |             | 15.0        | 1   |      |      |           |             |             |     |
|       |      | "           |             | 7.5         | 1   |      |      |           |             |             |     |

を示す。また第1-5表～1-6表は各種産業、または機器についての需要率、負荷率などを示す。

$$\text{需要率} = \frac{\text{最大需要電力 (1時間平均)}}{\text{総設備容量}} \times 100[\%] \quad (1-1)$$

$$\text{負荷率} = \frac{\text{負荷の平均電力}}{\text{最大需要電力 (1時間平均)}} \times 100[\%] \quad (1-2)$$

$$\text{不等率} = \frac{\text{各負荷の最大需要電力の和}}{\text{合成最大需要電力}} \geq 1 \quad (1-3)$$

第1-4表 ビル用電力の参考値

(a) 1ルクスを与えるに要するW数

| 室の種類 | 器具の種類         | 1m <sup>2</sup> 当り1ルクス<br>に要するW数(白熱灯) |
|------|---------------|---------------------------------------|
| 和室   | ふつうのガラス<br>かき | 0.33 (0.11~0.17)                      |
| 事務室  | ふつうのガラス<br>かき | 0.22 (0.07~0.11)                      |
|      | グローブ          | 0.24 (0.08~0.12)                      |
|      | 半間接           | 0.30 (0.1~0.15)                       |
|      | 間接            | 0.36 (0.12~0.18)                      |
| 工場   | 金属反射がき        | 0.22 (0.07~0.11)                      |

注 ( ) 内は蛍光灯の場合を示す。

(b) 単位面積当りの電灯コンセント設備 VA 数

| 建物の種類                             | {VA/m <sup>2</sup> } |
|-----------------------------------|----------------------|
| 工場、公会堂、寺院、教会、劇場、映画館、<br>寄宿、ダンスホール | 10                   |
| 旅館、クラブ、学校、料理、喫茶、飲食店、<br>公衆浴場      | 20                   |
| 住宅、アパート、商店                        | 30                   |
| ビルディング                            | 15~40                |

注 (1) 商店の場合、ショーウィンドおよび広告用負荷は別に加算する。

(2) 劇場、映画館、ダンスホールなどについては、舞台、照明、映写用などの電灯負荷は別に加算する。

(c) ビルディングの動力設備所要電力

| 負荷の区分 |        | {VA/m <sup>2</sup> } |
|-------|--------|----------------------|
| 冷房    |        | 20~70                |
| 一般用   | 給排水衛生用 | 4~20                 |
|       | エレベータ用 | 7~15                 |
|       | 通信機械用  | 3~4                  |
|       | 電子計算機用 | 3~6                  |
|       | 総合     | 15~40                |

これらの表によって工場の製造品種と生産量またはビルの目的、大きさ(延面積)などにより概算の需要電力、設備容量などを推計することができる。

この表は総合的な総容量をつかみ総需要電力、契約電力の算定に参考になる。ただし系統の設計をするためにはこの数だけでは不十分で後に出てくる負荷配置の関係も含めたもので集積したものが必要になってくる。このため適当な区画に分けたブロック単位の負荷リストを作成していく必要がある。



第1-5表 需要率等の参考値

## (a) 生産工場の需要率

| 業 種 別   | 需要率   | 業 種 別     | 需要率   |
|---------|-------|-----------|-------|
| 鉱 山 製 錬 | 50～60 | 窯 業       | 65～75 |
| 石 炭     | 50～60 | 鉄 鋼 業     | 40～60 |
| 建 設 業   | 45～60 | アルミニウム製造業 | 50～60 |
| 食 品 工 業 | 50～65 | 金 属 工 業   | 35～50 |
| 織 維 工 業 | 55～75 | 機 械 工 業   | 35～50 |
| 紙・パルプ工業 | 60～75 | 造 船 所     | 30～45 |
| 化 学 工 業 | 60～80 | ガ ス (製造)  | 40～60 |
| 製 塩     | 70～80 | 〃 (供給)    | 70～90 |
| 石 油 精 製 | 50～70 | 水 道       | 55～80 |
| ゴ ム     | 50～60 |           |       |

## (b) ビルディングの需要率

| 区 分           | 建物の種類 | デパート<br>貨 店 舗 | 事務所、ビ<br>ルディング |
|---------------|-------|---------------|----------------|
| 電 灯 負 荷 需 要 率 |       | 74.1～100.5    | 43.2～78.4      |
| 動 力 負 荷 需 要 率 |       | 38.0～63.3     | 41.0～53.8      |
| 冷 房 負 荷 需 要 率 |       | 44.7～57.7     | 56.3～80.2      |
| 総 合 需 要 率     |       | 47.9～62.7     | 41.4～55.1      |

## (c) 動力負荷の需要率

| 負 荷 の 種 類                | 需要率の<br>範囲(%) | 引込容量決定<br>上の需要率 |
|--------------------------|---------------|-----------------|
| ポンプ、コンプレッサ、エレベータ、<br>送風機 | 25～60         | 40              |
| 各種工場の半連続的運転の電動機          | 50～80         | 60              |
| 織物工場のような連続運転の電動機         | 70～100        | 90              |
| アーク炉                     | 80～100        | 100             |
| 誘導炉                      | 80～100        | 80              |
| アーク溶接機                   | 30～60         | 40              |
| 抵抗溶接機                    | 10～40         | 30              |
| 抵抗式加熱器、オーブン              | 80～100        | 90              |

## (d) 常灯負荷の需要率

| 需要別    | 住宅<br>(10灯以上) | 商店<br>(事務所、<br>行) | レストラン | 工場 | ホテル | 学校    | 駅舎 | 劇場、<br>会館 | 商業<br>地域 | 工業<br>地域 | 住宅<br>地域 | 病院    |
|--------|---------------|-------------------|-------|----|-----|-------|----|-----------|----------|----------|----------|-------|
| 最小     |               |                   |       |    |     | 40    |    |           | 90       | 90       | 80       | 38.14 |
| 10～30  |               |                   |       |    |     | 54    |    |           | 90       | 90       | 80       | 38.14 |
| 40～100 |               |                   |       |    |     | 68.62 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 57～87  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 52～62  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 53～56  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 28～55  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 63～62  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 75～85  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 49～80  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 87.76  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 73.26  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 56.94  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |
| 51.26  |               |                   |       |    |     | 81.30 |    |           | 95.00    | 95.00    | 86       | 70.00 |

負荷率

単位 %

| 種 別     | 負 荷 率 | 種 別           | 負 荷 率 |
|---------|-------|---------------|-------|
| 鉄 鋼 精 錬 | 60~75 | 鉄 鋼 業         | 40~65 |
| 石 炭 採 掘 | 60~70 | 力 学 機 械 製 造 業 | 90~95 |
| 食 品 工 業 | 50~65 | 金 属 工 業       | 55~75 |
| 紙 漿 工 業 | 55~65 | 機 械 工 業       | 30~50 |
| 紙 工 業   | 70~90 | 船 舶 工 業       | 35~45 |
| 化 学 工 業 | 70~90 | 国 鉄           | 50~65 |
| 製 糖 工 業 | 70~90 | 私 鉄           | 45~60 |
| 石 油 精 製 | 75~80 | ガ ス           | 60~75 |
| 石 炭 工 業 | 40~60 | 水 道           | 70~80 |
| 窯 業     | 60~85 |               |       |

(i) 不 等 率

| 区 分          | 不 等 率 |
|--------------|-------|
| 電灯変圧器と動力変圧器間 | 1.10  |
| 動力変圧器相互間     | 1.36  |

第1-6表 各種負荷の力率

| 負 荷 の 種 類 |                                                   | 力 率 概 数 (%)       |       |     | 容 量 概 数      |          |
|-----------|---------------------------------------------------|-------------------|-------|-----|--------------|----------|
|           |                                                   | 全負荷               | 1/2負荷 | 無負荷 |              |          |
| 電 灯 開 係   | 白 熱 電 灯                                           | 100               |       |     | 5W~100kW     |          |
|           | ア ー ク 灯                                           | 30~70             |       |     | 1~3kW        |          |
|           | ネ オ ン 管 灯                                         | 40~50             |       |     | 30~150W      |          |
|           | 高 圧 水 銀 灯                                         | 50                |       |     | 300W         |          |
|           | ナ ト リ ウ ム ラ ン プ                                   | 70                |       |     | 100W         |          |
| 電 動 機 開 係 | 3 電 相 誘 導 機                                       | 0.75kW (4極かご形低圧)  | 82    | 68  | 16           |          |
|           |                                                   | 7.5kW (6極巻線形低圧)   | 80    | 72  | 14           |          |
|           |                                                   | 75kW (8極巻線形高圧)    | 86    | 72  | 11           |          |
|           |                                                   | 750kW (20極巻線形高圧)  | 80    | 66  | 6            |          |
|           |                                                   | 750kW (60極巻線形高圧)  | 68    | 50  | 5            |          |
|           | 単 相 誘 導 機                                         | 0.1kW (分 相 起 動 形) | 62    | 43  | 21           |          |
|           |                                                   | 0.2kW (反 発 起 動 形) | 66    | 45  | 18           |          |
|           |                                                   | 0.4kW (反 発 起 動 形) | 72    | 54  | 17           |          |
|           | 卓 上 用 扇 風 機<br>天 井 用 扇 風 機<br>電 気 ド リ ル (交 直 両 用) |                   | 65~75 |     |              | 40W      |
|           |                                                   |                   | 50~70 |     |              | 100~150W |
|           |                                                   |                   | 90    |     |              | 100~800W |
| 電 熱 器 開 係 | 普 通 電 熱 器                                         | 100               |       |     | 20W~100kW    |          |
|           | 誘 導 電 熱 器                                         | 85                |       |     | 1~100kW      |          |
|           | 温 風 機                                             | 99                |       |     | 1kW          |          |
| 雑         | 交 流 ア ー ク 溶 接 機                                   | 30~40             |       |     | 5~20kW       |          |
|           | 交 流 抵 抗 溶 接 機                                     | 65                |       |     | 1~50kW       |          |
|           | ア ー ク 溶 接 炉                                       | 85                |       |     | 100~10,000kW |          |
|           | 低 周 波 誘 導 炉                                       | 60~80             |       |     | 50~500kW     |          |

## 1.2.2 負荷リスト

負荷リストは負荷機器 1 台 1 台その容量と配置位置を整理しながらリストアップしなければならないので非常に面倒なようではあるが、着実に作業を進めるためにはこれが必要であり、いずれ最終的には必要になってくるものでもあるので当初からこのような一覧表を作って進めたほうが作業性が良い。

第 1.7 表に負荷リスト様式の一列を示す。負荷中不明なものは不明だといって空白のままとはせず、不明確ながらもいろいろの参考資料によって推定し、何らかの数値を記入し累計していくとよい。後刻正確な数値がわかったときにその数値を訂正すればよく、前とどの程度の違いがあったかが一目でわかり修正処置判断がしやすい。

また負荷リストでは第 1.7 表のように使用電圧（負荷機器の使用電圧）ごとに分けた集計表にしておくとう便利である。このように分けておくとたとえば 3 300 V から 440 V に落とす変圧器容量の計算などのときこの数値を使ってすぐに計算作業に入れる。

また負荷リストアップしていく過程では当初分と将来分が出てくるが、これは 2 期工事、3 期工事といった具合に工期年度ごとに区切った別々のシートの集計表にしておくとい後の作業が進めやすい。

負荷リストでは設備台数と常時運転台数とを明記していく。すなわち設備は 3 台でも常時運転は 2 台で 1 台は予備といった場合には、需要電力の欄には常時運転台数での需要電力を記入していく。こうしておけば総需要電力の把握や受電所の設備容量、ローカル変電所の設備容量の計算が楽になる。

定格容量欄にはモータの定格 kW 値などを記入、効率、力率欄もそれぞれ記入し入力容量欄には

$$\text{入力容量 kVA} = \frac{\text{定格容量 kW}}{\text{効率} \times \text{力率}} \quad (1.4)$$

を計算し、1 台あたりの数値を記入していく。

この表でいう負荷率はモータ定格容量に対して実際運転中に掛かる負荷の割合、すなわち実際に動いているときのモータに流入する kW がどれだけになるかを出すためのものである。モータの場合モータ軸にかかる負荷が軽くなると自動的に電源からモータに流入する電力は減少する。また起動トルクの関係で運転中に必要な kW よりはるかに大きな定格 kW のモータを選定することもある。需要電力はこのモータへの流入電力が関係する。なお電源設備容量からの関係ではモータの起動 kVA はモータの定格容量 kW に対応する起動 kVA を必要とし需要電力とは関係ない。

需要電力欄には前にも触れたように運転台数と負荷率から計算した常時需要電力 kW を記入していく。

ヒータや照明機器では定格 kW が決まれば消費電力もほぼ安定した需要電力となるので、比較的単純な累積でよいがモータ負荷の場合には前述のようにいろいろの因果関係があるので、これをよく分析して集計しておかないと大きな食違いを生ずるので、このような様式の負荷リストで集計していくと大きな過ちを犯さないですむ。

なお、この負荷リストを集計する過程で、その負荷の重要度についてグレード付けを行い、



たとえば、絶対に停電または停止することが許されない負荷、数分程度の停電、停止は許されるが原則的には運転を継続しなければならない負荷、工場のプロセス、ビル設備などで運転継続を考えなければならない負荷、場合によっては負荷制張の対象として停電または停止可能な負荷などについてあらかじめ検討を加えておくことが必要である。

### 1-3 最大需要電力と概算設備容量の計算

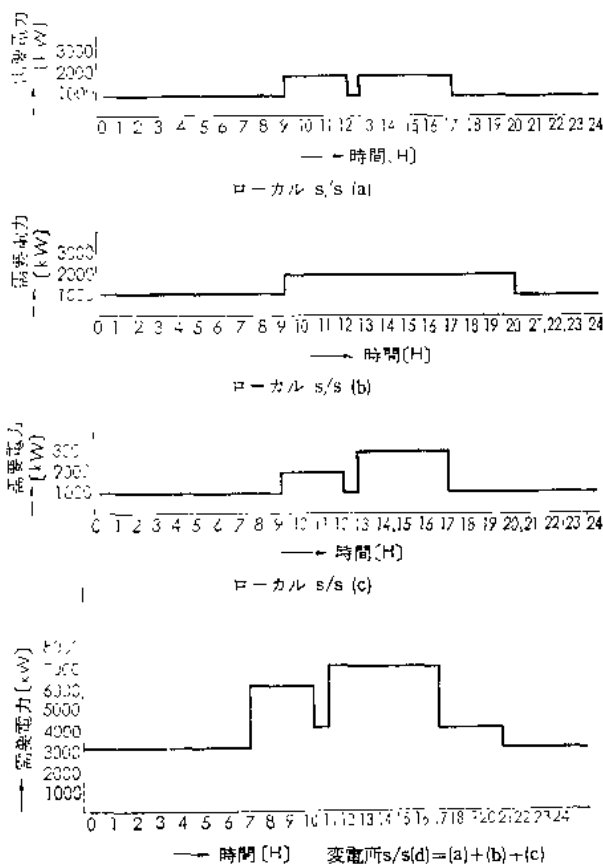
#### 1-3-1 最大需要電力

受電変電所の設備容量を決めたり、契約電力を設定したりするうえで最大需要電力が必要である。またローカル変電所の設備容量を決めるうえでも各ローカルごとの最大需要電力が必要である。

第1-1表～第1-6表で電力原単位または設備容量と需要率などから最大需要電力を推定できる。この方法はかなり大まかな出し方ではあるが過去の実績データの平均であるのである程度の参考にできる。ただし最近では自動化が進み各種プロセス、あるいはビルの稼働も変わってきているので過去の例だけで問題なしとしてしまうわけにはいかない面も多い。したがってより正確な内容を求めるためには前節1-2-2の負荷リストの項で述べたような負荷リストを作って進めることが必要である。

たとえば、最大需要電力は第1-7表のAブロックの小計がそのままローカルs/s (a)の需要電力となる。同様にBブロック、Cブロックの小計がそれぞれローカルs/s (b)、(c)の需要電力となる。ただしこの負荷リストでは時間的な関係は入っていないのでつぎに時間的な関係を入れた日負荷曲線に表現し、これから得られた答が実際の最大需要電力ということになる。

Aブロックに抽出された負荷機器は24時間連続して運転



第1-3図 需要電力日負荷曲線

されるものとは限らない。省エネルギーを図るためピークをはずして運転する機械もある。したがってこれを24時間の時間帯に展開して、たとえば第1・3図のように需要電力日負荷曲線に直して表現する。このような図を作ればローカル s/s(a), (b), (c) のそれぞれの最大需要電力とこれを総合した受電変電所(d)の最大需要電力も容易に求めることができる。

なお、負荷リストでは触れていなかったが変圧器、電路ケーブルなど給配電設備中で生ずる電力ロス分も加算しておく必要がある。負荷リストの集積表中にこの分もそれぞれ記入したリストとしておくとよい。電力ロスは変圧器の容量、負荷率、ケーブルのサイズと通過電流などから計算で求めることができる(次項1・3・2参照)。電力ロスはこのほかにコンデンサ、P T, C T, C B など微小なものまでとり上げればきりがないが、通常ロスの主要を占めるのは変圧器と電路ケーブルであるので(負荷機器個々のロスはそれぞれのところで効率、出力kW, 入力kWとして負荷リスト中に算入済みになっている)。一般にはこの二種の分について加算すればよい。

### 1・3・2 変圧器および電路ケーブルの電力ロスの計算

変圧器がある負荷率で使っているときの電力ロスは変圧器の効率から求めることができる。

$$\begin{aligned}\text{変圧器の効率} &= \frac{\text{出力 kVA}}{\text{入力 kVA}} \times 100(\%) \\ &= \frac{\text{出力 kVA}}{\text{出力 kVA} + \text{内部ロス}} \times 100\end{aligned}\quad (1.5)$$

これより内部ロスは

$$\begin{aligned}\text{変圧器の内部ロス} &= \frac{\text{出力 kVA} \times 100}{\% \text{効率}} - \text{出力 kVA} \\ &= \text{出力 kVA} \times \left( \frac{100 - \% \text{効率}}{\% \text{効率}} \right)\end{aligned}\quad (1.6)$$

変圧器は一般に効率が良く大容量では99%前後、小容量の配電用変圧器でも97~98%前後であるので、実用上簡単に計算するため効率99%の場合、残りの1%がロス分で出力kVA × 0.01がロスであるとしても大差はない。これは前の式をつぎのように置換えたものに相当するが、これが実際にどの程度の差の数値になるかもあわせて続けて記入する。

$$\text{概算法の電力ロス} = \text{出力 kVA} \times \left( \frac{100 - \% \text{効率}}{100} \right) \quad (1.7)$$

【計算例1・1】 5000kVAの変圧器で効率99%のとき、次式のようになる。

$$\text{詳細計算の電力ロス} = 5000 \times \left( \frac{100 - 99}{99} \right) = 50.5[\text{kW}]$$

$$\text{簡易計算の電力ロス} = 5000 \times \left( \frac{100 - 99}{100} \right) = 50[\text{kW}]$$

【計算例1・2】 100kVAの変圧器で効率98%のとき、次式のようになる。

$$\text{詳細計算の電力ロス} = 100 \times \left( \frac{100 - 98}{98} \right) = 2.04[\text{kW}]$$

$$\text{簡易計算の電力ロス} = 100 \times \left( \frac{100 - 98}{100} \right) = 2[\text{kW}]$$

上記は100%の負荷率のときの値で変圧器は通常100%の負荷で連続して使われることはない。以後の設備容量の計算、系統運用の関係などから一般的には55~75%程度で使われてい

る。しかし、負荷率を何%で計算するかは仮定設定値からすれば前記の差は問題になる数値ではないので簡易計算の値で十分である。

変圧器の内部電力ロスの内訳は大きく分けて鉄損と銅損が占めている。普通鉄損1に対し銅損は3~3.5くらいで、鉄損は変圧器の負荷率に関係なくほぼ一定であるのに対し、銅損は $I^2R$ の関係から負荷率によって大幅に変わる（負荷率50%で使っているときは $0.5^2=0.25$ と $1/4$ になる）。したがって電力ロスの計算も実際の運転状態での負荷率で計算したものではないと実情に合わないが、一般には面倒であるので安全サイドの概算値でよい場合は100%の負荷率のものを覚えておいてもよい。

つぎにある負荷率で使っているときの電力ロス計算法を示す。前に述べたような事情からつぎのように考えて計算すればよい。

- (1) 鉄損は無負荷から全負荷まで負荷率に関係なく一定と考える。
- (2) 銅損は負荷率の2乗で増減する。
- (3) 鉄損と銅損の合計が変圧器の全ロス分であるとする。
- (4) 変圧器の100%負荷率が99%とした場合残りの1%が鉄損+銅損の全ロス分だとする。
- (5) 100%負荷時の効率と50%負荷時の効率（75%負荷時の効率でもよい）から内部損失を鉄損と銅損とに分解する。

100%負荷時のロス=鉄損+銅損=X, 50%負荷時のロス=鉄損+ $\frac{\text{銅損}}{4}=Y$ とおくと、つぎのようになる。

$$X - Y = \frac{3 \times \text{銅損}}{4}$$

$$\text{銅損} = \frac{4 \times (X - Y)}{3} \quad (1-8)$$

$$\text{鉄損} = X - \text{銅損} \quad (1-9)$$

(6) 計算しようとする変圧器の負荷率での銅損を出し、これと鉄損を足したものがその負荷率での変圧器の電力ロスということになる。

【計算例1-3】 計算条件としては、変圧器容量5000kVA、変圧器の効率は100%負荷時で99.08%、75%負荷時で99.18%、50%負荷時で99.20%とする。

この条件のとき、変圧器の負荷率65%の場合の電力ロスを求めよ。

【解き方】 100%負荷時のロス=5000×(1-0.9908)=46[kW]

50%負荷時のロス=5000×0.5×(1-0.992)=20[kW]

鉄損を $W_F$ 、銅損を $W_C$ とおけば、

$$46 = W_F + W_C$$

$$20 = W_F + \frac{W_C}{4}$$

$$46 - 20 = (W_F + W_C) - \left( W_F + \frac{W_C}{4} \right)$$

$$= W_C - \frac{W_C}{4} = \frac{3 \times W_C}{4} = 26$$

$$W_C = \frac{4 \times 26}{3} = 34.67[\text{kW}]$$

$$W_F = 46 - 34.67 = 11.33[\text{kW}]$$

$$65\% \text{ 負荷時の銅損} = 34.67 \times (0.65)^2 = 14.65[\text{kW}]$$

$$65\% \text{ 負荷時の全ロス} = 11.33 + 14.65 = 25.98[\text{kW}] \\ \approx 26[\text{kW}]$$

つまり、求める答は約 26 kW ということになる。

電路ケーブルの電力ロスは使用電圧や通過経路によっていろいろのロスが生ずるが、一般需要家で需要電力を求めるための電力ロス分の計算では線路抵抗の  $R$  と通過電流の  $I$  から  $I^2 R$  で求めた値で十分である。

バスダクトやケーブルの抵抗値については、別章で記載されている数値を参考にし、通過電流  $I$  については先の負荷リスト中の需要電力から力率を加味して電流値に直した値を使えばよい。

ケーブル 1 本あたりの抵抗を  $R$ 、通過電流を  $I$  とすれば 3 相回路では電力ロス  $W_L$  は

$$W_L = I^2 R \times 3$$

となる。

距離が短く電流も少ない場合は無視してもあまり問題ないが、大電流、長距離になるとこの値は無視できなくなる。

【計算例1-4】 たとえば  $250^\circ$ 、3 心ケーブル、1 km でここに 500 A の電流が流れる場合、 $R$  は  $0.0756 \Omega/\text{km}/\text{W}$  であるので

$$W_L = 500^2 \times 0.0756 \times 3 = 56700 \text{ W} = 56.7 \text{ kW}$$

となる。

変圧器や電路の電力ロスをいちいち計算するのが面倒で概算で見込むときには全負荷需要電力の 5～10% を電力ロス分として加算する必要がある。

### 1-3-3 需要電力と設備容量

需要電力がわかり負荷力率がわかれば、これから必要供給容量は決まってくる。ただこれをそのまま電源の設備容量 kVA に置換えていくなか、何となく若干の余裕を入れて電源設備としていくのではあまりにも素人的で計画者としては失格である。契約電力を設定するについてはこのような考え方でよいのであるが、給配電のための設備容量を決めていくときには、系統の運用、電圧変動、保守点検、将来増設、短絡電流と機器定格との関係による経済的な設備計画などいろいろの角度から検討を加えたうえでこれらの要望をバランスよく満たす内容にまとめることが必要である。

このようなことを考えずに先のような単純な考えで設備するとどのようなことになるかといえば、現実に出てくる問題としては、設置後数年のうちにたちまち不経済な費用投資を強いられ結果として大きな損失を招く。すなわち電圧変動過大のため、モータの起動不能や機器が所定の機能を出し得ず、これを解決するために余分な電圧調整器を置いたり大きなトランス容量に取替える改訂工事を余儀なくされたり、また保守点検ができなくて（強いてしようとすれば停電のため採掘に著しい影響を与える）、このため危険な状態のまま使い、突発事故が頻発してかえって大きな損害をもたらすことになる。

先の負荷調査で出てきた内容には当初分と将来分とが出てきたはずである。設置後数年のう



ちに増設しなければならない場合、これをその必要時期に足すか、最初に同時に設備してしまうかについてはこの間に経済性の比較という検討項目が出てくる。一般には5年前後以降とか、大容量の増加については2期工事として後から設置したほうが経済的であり、1～2年の比較的近い将来で小容量のときには最初に同時に設備してしまうほうがかえって経済的になる。基本的には最終段階の姿を想定してそのうちの一部が設備されていくといった形になるのが正しく、最も経済的にもすぐれたものとなる。最終段階の時期内容がどうにも決めにくいときには、たとえば10年後という時期を設定して考えると決めやすい。

将来増設がなく、当初と最終が同じといった場合にはこのような問題の検討も省け、計画内容もまとめやすいようであるが、予想と実際と相違、高機能の負荷機器への取替や小口の機器の追加などは長い期間のうちには増設されてくるのが実態であり、スペースその他余裕を見込んでないだけにかえって融通がきかないこともあり、必ずしも簡単に片づけられない面がある。一概にはいえないが普通10～20%くらいの余裕は見込んでおく必要がある。

機器は定期的な点検が大なり小なり必要であり、この点検のときに負荷を停電できるとは限らないし、故障した場合代替品を新しく作って復旧するまで停電したままでよいと許されるようなこともまずない。機器の故障は頻度としては数少ないものであるが、多くの台数、長い運転時間の全体に対しての確率でいわれるものであり、実際にそのところに使われているものの一つ一つについて考えてみると、正常に働く間はそのまま使用を継続し、故障が起こってはじめて修理または取替をするのが実態である。用途と重要性によっては故障してなくても事前更新をする必要のあるものがあるが、一般需要家機器の多くは故障するまで使い、事前更新をすることが少ないという実態からすれば機器は必ず故障を起こすものだという見方もできる。電気設備を計画するときには、この点をよく踏まえて配慮しておく必要がある。

突発事故による損失は、電源設備に要する費用とは比較にならない桁違いに大きな損害額になるのが通常である。負荷設備の内容にもよるが、電源設備としては寸刻の停電（数秒～数分）は許されるが長時間（10分以上）の停電は許されないものとして計画するのが妥当である。この必要性（最低限の必要供給信頼度とみてよい）からすれば、保安点検、予防保全を励行して突発事故の頻度そのものを減らすことがまず第一歩であるが、そのほかに系統の切替操作などにより停電したところに早く電気を送ることができるように工夫されたものでなければならない。

系統の切替操作により電気を送れるようにするためには、電源設備としては予備能力をもったものが必要であるということであり、わかりやすい端的な例でいえば変圧器1台のときは別に1台の予備が必要であり、2台のときには2台同時故障がないものとして、このときも1台の予備を置くといった複数の電源系統を用意しておく必要があるということである。

したがって、需要電力と設備容量はある比率で比例するものではなく、別の角度から検討した結果決まってくるものであるが（次項参照）、一般的にはつぎの程度のものである。

必要供給容量：設備容量＝1：1.5～2.5

### 1.3.4 概算設備容量の計算

設備容量を計算選定するうえにおいて、関係の深い検討項目にはつぎのようなものがある。

- (1) 将来への展望
- (2) 系統の運用