

# 最近のディーゼル発電機

Latest Diesel Generators

平 岩 良 夫\* 三 島 宣 雄\*  
Yosio Hiraiwa Nobuo Mishima

## 要 旨

ディーゼル発電機は、非常用および常用電源として、最近各方面で広く使用されるようになった。本稿は最近製作される可搬式、定置式を含む陸用ディーゼル発電機全般について、技術進歩の現況を述べたものである。最初に小形で性能のよい新形可搬式発電機の内容を紹介し、小形軽量化の問題点、負荷突入時の電圧および速度変動特性の試験結果をあわせて報告する。定置式発電機では、今回納入した国内最大容量 3,600 kVA ディーゼル発電機の紹介を兼ね、ディーゼルの高速大容量化、発電機の構造について述べ、最後に新しい SCR 式励磁装置について最近の技術の進歩を述べる。

## 1. 緒 言

最近ビルディング、ポンプ所、工場、病院などあらゆる産業施設に、停電時の非常用電源として、ディーゼル発電機が広く使用されるようになった。一方工事現場に使用される移動式の小型機から、離れ島の電力供給用に使用する大型機まで、常用電源としても各種のディーゼル発電機が製作されている。

可搬式発電機は発電設備一式をユニットとしてまとめたもので、据付面積が小さい、運転操作が簡単、建設費が安いなど定置式にくらべ多くの利点がある。このため現在では移動用に限らず、非常用にも広く使用されている。日立製作所ではこれら市場の動向に対処し、新機種を開発するとともに、従来の機種を改良し、小形で性能の良い新形可搬式発電機の標準シリーズを完成した。本文では新形機の性能、構造上の特長を述べるとともに、発電設備の計画上必要な負荷変動時の電圧、速度変動特性の試験結果を報告する。

可搬式発電機は前記の利点より、漸次大容量のものが開発される傾向にあり、国外では 2,000 kW のパワーユニットが製作されているが、国内では現在 200 kVA より数千 kVA までの発電設備のほとんどが、定置式で計画されている。定置式発電機ではディーゼル機関の高速大容量化が推進され、単位出力当りの重量は軽減されつつある。発電機については、記録容量の 3,600 kVA 発電機の概要を紹介し、ついで最近製作される定置式発電機について、冷却効果の改善、スキンストレス構造の採用、短絡比の低減など小形軽量化の現況を述べる。励磁装置は従来の複巻式自励装置に代わり、小形で性能の良い SCR 式励磁装置が実用化され、発電設備のコスト低減と性能の向上に寄与している。

## 2. 可搬式発電機

今回完成した新形可搬式発電機の標準仕様を表 1 に示す。出力は原則として JIS の標準数系列によった。

### 2.1 機器の構成

新形機の外観および構造の一例を図 1 および図 2 に示す。発電セットは発電機、ディーゼル、配電盤および付属装置の 4 部分で構成されている。セット全体の小形軽量化を図るため、各構成部分の小形化を行なうと同時に、片軸受方式の採用、デッドスペースを利用したバッテリー、燃料タンク、電装品の合理的配置などを行ない、セット床面積を従来の約 85% に縮減することができた。一般に発電機の取付けは固定子わくを共通台床に固定する方式が多く採用されているが、この方式では基礎の状況によっては台床に変形を生じ、発電機わくより軸受を通して軸系に異常な曲げモーメントを与える

\* 日立製作所日立工場

表 1 新形可搬式発電機標準仕様

| DE No. | kVA     | 共 通 仕 様                              |                  |                 |
|--------|---------|--------------------------------------|------------------|-----------------|
| 10     | 16/20   | 相<br>電<br>周<br>回<br>力<br>波<br>数<br>率 | 数<br>圧<br>数<br>率 | 3               |
| 20     | 25/31   |                                      |                  | 200/220 V       |
| 30     | 35/40   |                                      |                  | 50/60 c/s       |
| 40     | 50/62.5 |                                      |                  | 1,500/1,800 rpm |
| 50     | 62.5/80 |                                      |                  | 0.8             |
| 60     | 80/100  |                                      |                  |                 |
| 80     | 100/125 |                                      |                  |                 |
| 100    | 125/150 |                                      |                  |                 |
| 120    | 150/180 |                                      |                  |                 |

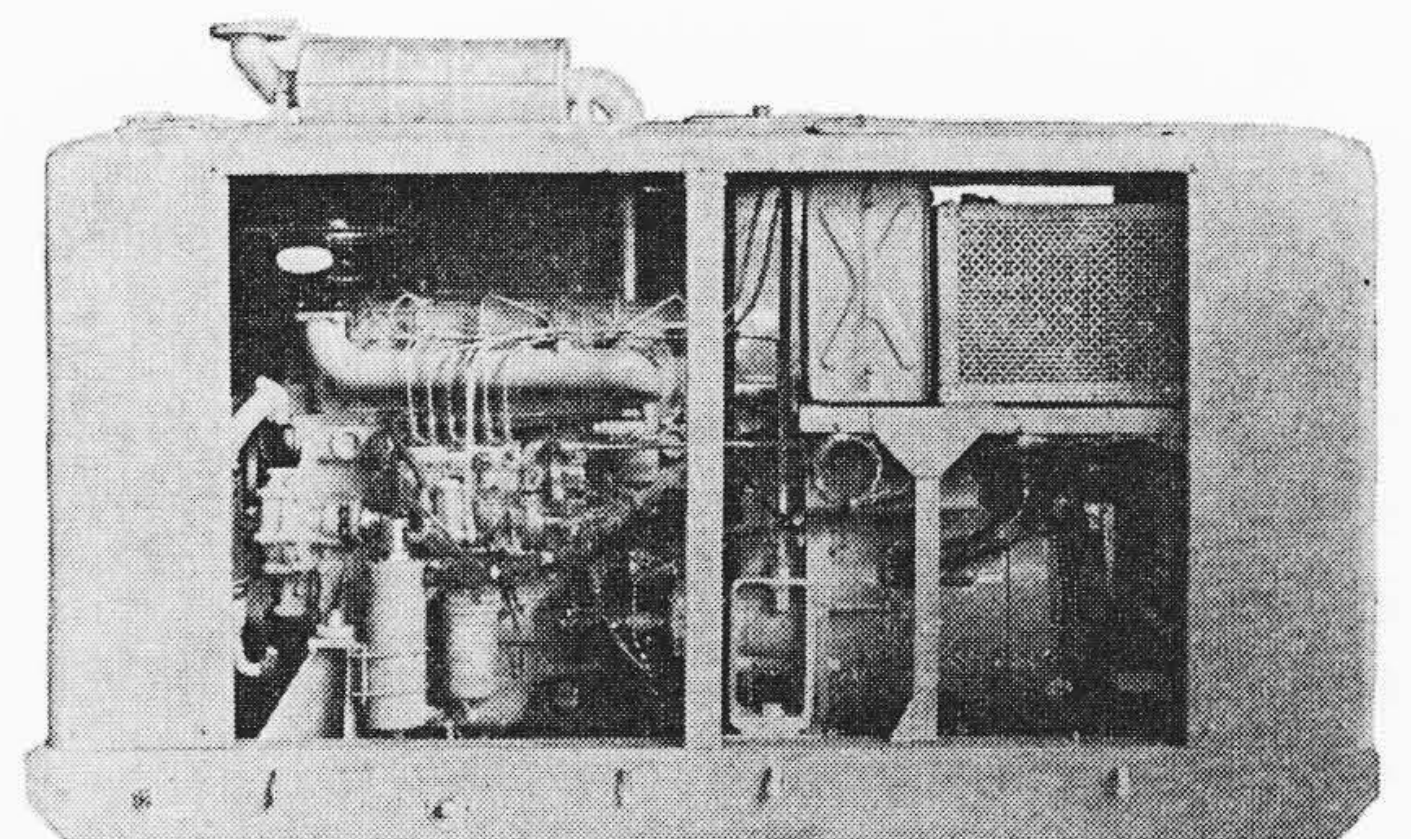


図 1 可搬式発電機 (DE-30)

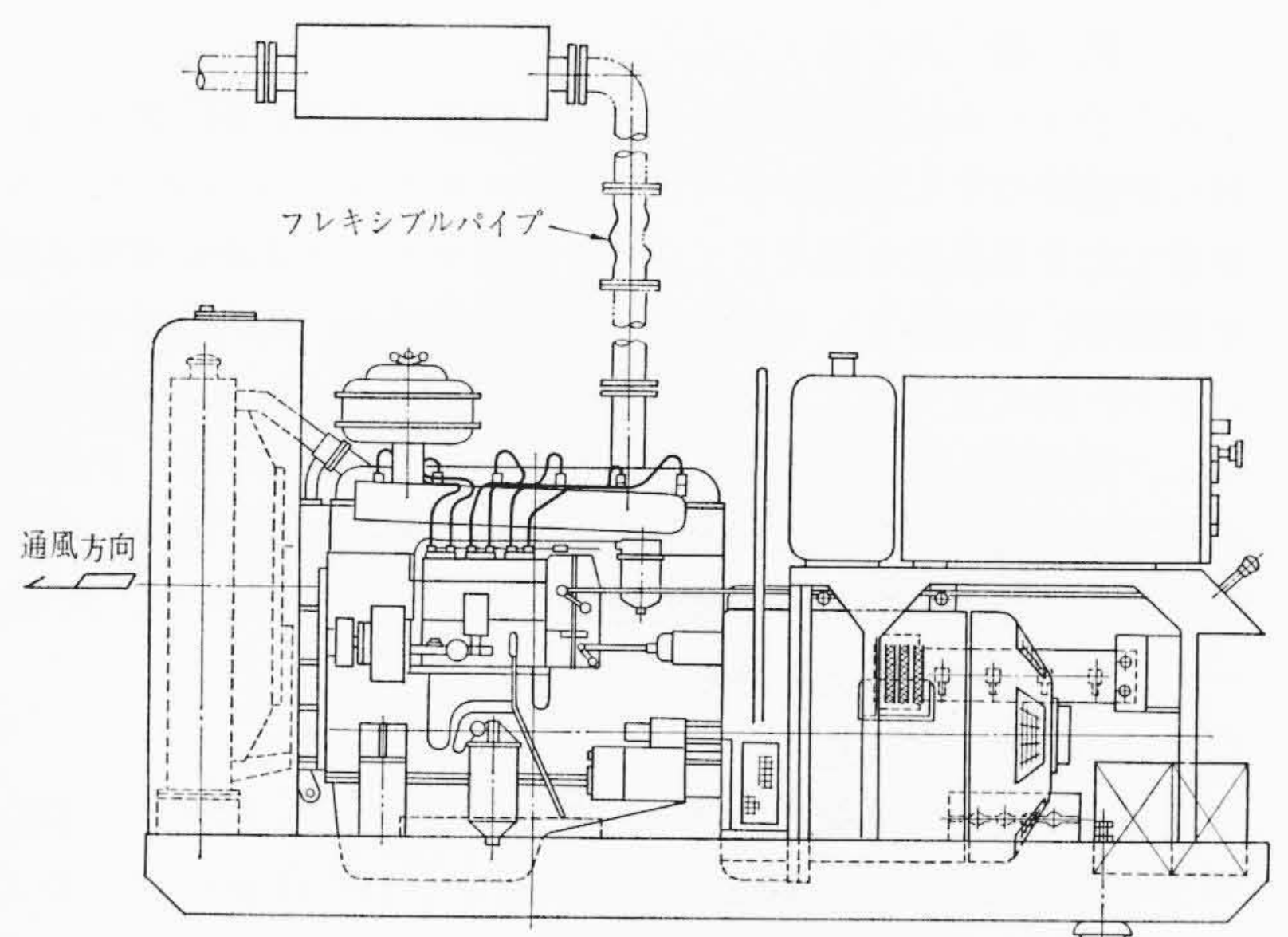


図 2 可搬式発電機構造図 (DE-30)

危険性がある。この欠点を解消し、しかも軸方向寸法を短くするために、図に示すように発電機とディーゼル間の結合は、回転子を片軸受リジッド直結とし、固定子わくをエンジンフライホイールハウ

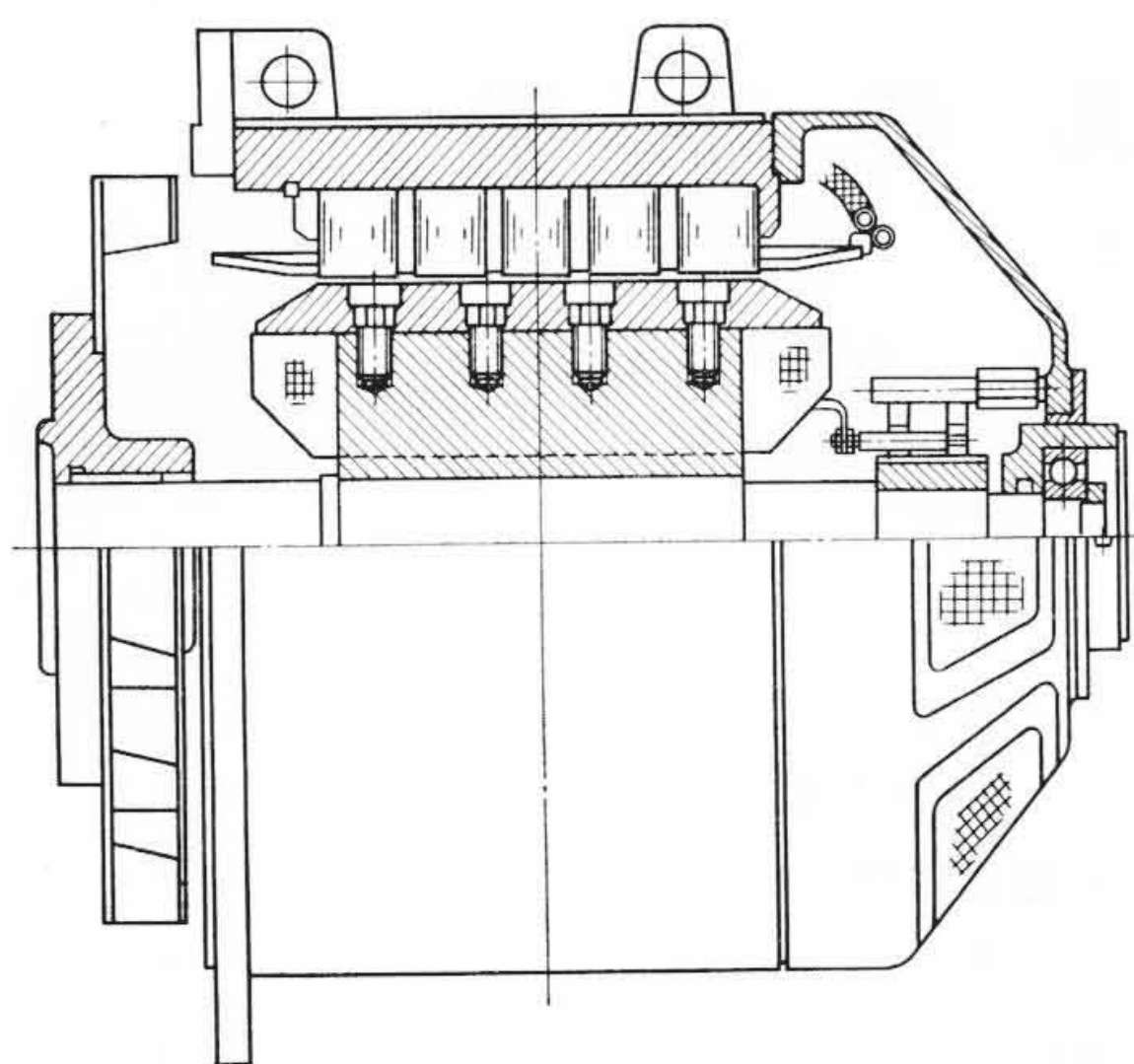


図3 発電機構造図

ジングにフランジ直結する構造とした。なお固定子をフランジ直結することが困難な大形機 (DE 100 形) については、固定子わくを台床に固定するとともに弾性継手を使用して前記の欠点を解消している。

## 2.2 発電機

発電機の体格は主として絶縁物の許容温度と過渡電圧変動特性を左右する過渡リアクタンスによって決定される。したがって発電機の小型化は冷却効果の改善、耐熱絶縁の採用、過渡リアクタンスを減少させる適切な電気設計および一般構造の簡易化がおもな対称と考えられる。

### (1) 冷却方式

自己通風方式で、冷却空気は内蔵ファンにより、反直結側より吸気し直結側に排気される。従来ファンや通風路の設計改善により冷却効果の向上が図られてきたが、これらの方法はすでに限度に近く、大幅な改善は望めない。これに対しエポキシ樹脂絶縁によりコイルの冷却効果を改善することが考えられ、すでに一部の機種で界磁コイルに実用化されている。この方法ではエポキシ無溶剤ワニスを使用するので、ワニスが硬化するとき絶縁層に空気を生ずることがなくコイル内部の熱伝導が向上すると同時に、コイルと鉄心間にもワニスで充填され鉄心からの熱放散が増すため、従来の溶剤系絶縁に比べ、温度上昇を約75%に低減することができる。

### (2) 絶縁方式

固定子コイルは素線にポリエステル銅線 (PEW) を、アース絶縁に耐湿性のすぐれたポリエステルフィルム (商品名ルミラー) を使用したE種絶縁を採用している。界磁コイルは素線にガラス線を使用し、溶剤系ワニスで処理したB種絶縁が一般に使用されているが、前に述べたように一部の機種にエポキシ無溶剤絶縁を採用し、発電機を一段と小型化することができた。エポキシ絶縁は冷却効果の向上のほかに、耐熱性が高い、機械強度が大きい、耐湿性が良いなど各種のすぐれた性能をもっているため、しだいに一般化するものと考えられる。

### (3) 一般構造

発電機の構造は各機種によって多少異なるが、一例として DE-30 形の発電機構造図を図3に示す。固定子わくは前に述べたように、フランジ直結方式としたので、工事現場など足場の悪い場所に置いて使用しても、台床の変形により軸に危険な曲げ応力がかかることがなく、同時に発電機を小型軽量化することができた。軸はディーゼルのねじり振動を受けるので、定格回転数、起動時のアイドリング回転数において、ねじり応力に対し十分な安全率を持つよう寸法を決定している。軸受には保守を容易にするため

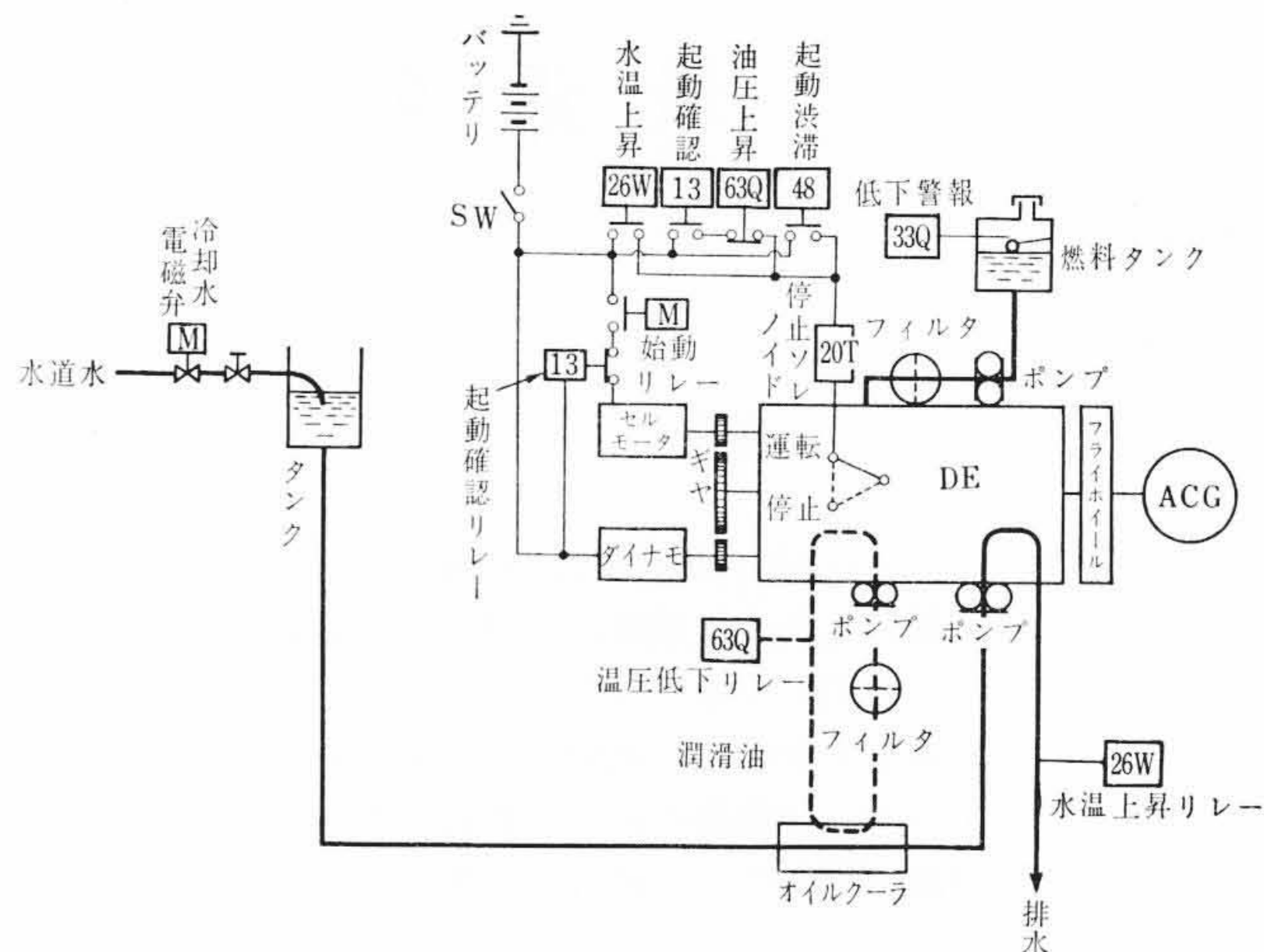


図4 セルモータ式自動起動系統図

ころがり軸受を用い、エンドブラケットを取りはずすことなく軸受が交換できる構造としてある。集電環は長期間の運転休止期間中にさびを生じないように、ステンレス鋼を使用している。磁極は一般にダブテールみぞでヨークに取り付けられるが、小形機では図3に示すように磁極頭をボルト締めする構造とし、製作コストの低減を図った。冷却ファンをカップリングに取り付け、構造を簡易化した。

### (4) 電気設計

短絡比を0.6程度に小さくすることにより、マシンサイズの小型化を図った。この場合内部リアクタンスが増し、電圧変動特性の悪くなることが懸念される。これに対して固定子コイル、界磁極の漏れ磁束を極力小さくするよう設計するとともに、励磁速度の高い複巻自動装置を使用することにより、小形で瞬時電圧変動の小さい発電機を作ることができた。図5、図6は全負荷遮断および誘導電動機起動時の電圧変動オシログラムである。

## 2.3 制御装置

制御装置は発電機の励磁装置を内蔵する配電盤、ディーゼル運転操作盤および電装品などの機関付属装置に分類される。励磁装置は複巻自動式で前述のように励磁速度が高く、しかも無接点式のため保守が簡単である。励磁装置の主要部分は、リアクトル、CT、整流器および電圧調整回路から構成され、配電盤内に組み込まれている。ディーゼルの起動はすべてセルモータ式で手動の場合は運転操作盤の起動スイッチ、速度制御レバーにより簡単に行なうことができる。

非常用電源では、停電時に短時間で自動的に電源を確立するため、自動起動方式を採用することが多くなった。自動起動系統図は図4に示すとおりで、機関の冷却水、潤滑油タンク内にヒータを設けて予熱し、起動失敗を防止するよう考慮されている。

## 2.4 ディーゼル機関

市場性のある建設車両用機関を使用して、運転、保守を容易にした。回転数は1,500/1,800 rpmで、ガバナにより速度変動率は5%以下に整定され、燃料制御装置により過速度が防止されている。ディーゼル機関は振動、騒音の大きいことが欠点とされているが、振動については共通台床に防振ゴムを装置することで基礎や建屋への振動をほとんど遮断することができるようにしてある。騒音を下げるとは相当困難な問題であるが、消音器の改良、防音カバーの研究など、今後の研究に待つところが多い。

## 2.5 電圧、速度変動特性

発電機を無負荷の状態から電動機を起動した場合の瞬時電圧降下については、今までに論文が発表されており実用式が与えられてい

る。これに対しすでに負荷された状態から電動機を起動した場合、ベース負荷の電圧、速度変動特性に与える影響については明確にされていない。この点を検討するために、35 kVA 50 c/s 200V 101A の可搬式発電機を使用し、ベース負荷 0, 50% について 11 kW 電動機の起動試験を行なった。試験結果は図6, 7に示すとおりで、瞬時最大電圧降下はほぼ負荷の変化する大きさに決まり、ベース負荷の影響は実用的に無視できることが確認された。一方瞬時最大速度降下はベース負荷のあるほうがかえって小さくなっている。これは機関の燃料噴射特性によるものと考えられる。なおベース負荷の力率は1.0である。図5は全負荷遮断のオシログラムを示したものである。

### 3. 定置式発電機

可搬式発電機は標準化が進み、容量も今後漸次大形化される傾向にあるが、現在国内では200 kVA以上の発電機は定置式で計画され、各構成部品はおおの単独に据え付けられる。定置式発電機について最近のおもな技術の動向を見ると、ディーゼルの高速化、発電設備の大形化、スキンストレス構造など設計改善による発電機の小型軽量化、新形SCR励磁装置の実用化などがあげられる。以下ディーゼル機関、発電機および制御装置につきおもな技術的進歩につき述べる。

#### 3.1 ディーゼル機関

最近では特有速度の高い高速機関が開発され、発電設備の小型化、建設コストの低減に寄与している。機関の特有速度( $n_s$ )、回転数( $n$ )、気筒当りの馬力( $P_s$ )の関係は次式で表わされ、特有速度により、通常表2のように高速機、中速機、低速機に分類される。

$$n_s = n \sqrt{P_s}$$

表3は現在最も多く使用される機関の速度を、発電機の出力に対し表わしたもので、今後高速機の開発により漸次大容量のものまで高速化されるであろう。

高速化のほかに、過給機の装着、平均有効圧力の増加およびV形機関の普及などにより、単位出力当りの重量、据付床面積は減少されつつある。

#### 3.2 発 電 機

基本的には可搬式発電機について述べたと同じように、適正な電気設計、スキンストレス構造など構造の合理化、冷却効果の改善により、小型軽量化の努力が払われている。また最近では経済的な大形機関の開発と相まって、離島などの電力供給用に記録的容量のディーゼル発電設備が設置されるようになった。

##### (1) 国内最大容量ディーゼル発電機

佐渡ヶ島の電力供給用として東北電力株式会社両津火力発電所に3,600 kVA ディーゼル発電機を納入し、現在好調に運転されている。本機の仕様は次のとおりでディーゼル発電機として国内最大容量機である。

| 仕 様       |            |  |
|-----------|------------|--|
| ・ 発 電 機   |            |  |
| 出 力       | 3,600 kVA  |  |
| 電 圧       | 6,600 V 3相 |  |
| 周 波 数     | 60 c/s     |  |
| 回 転 数     | 450 rpm    |  |
| 力 率       | 0.8        |  |
| 形 式       | 開放自己通風保護形  |  |
| ・ ディーゼル機関 |            |  |
| 出 力       | 4,250 PS   |  |
| 気 筒 数     | 16 V形      |  |

図8は発電機の外観を示したものである。本機の励磁装置には後述する新形SCR式励磁装置を使用している。

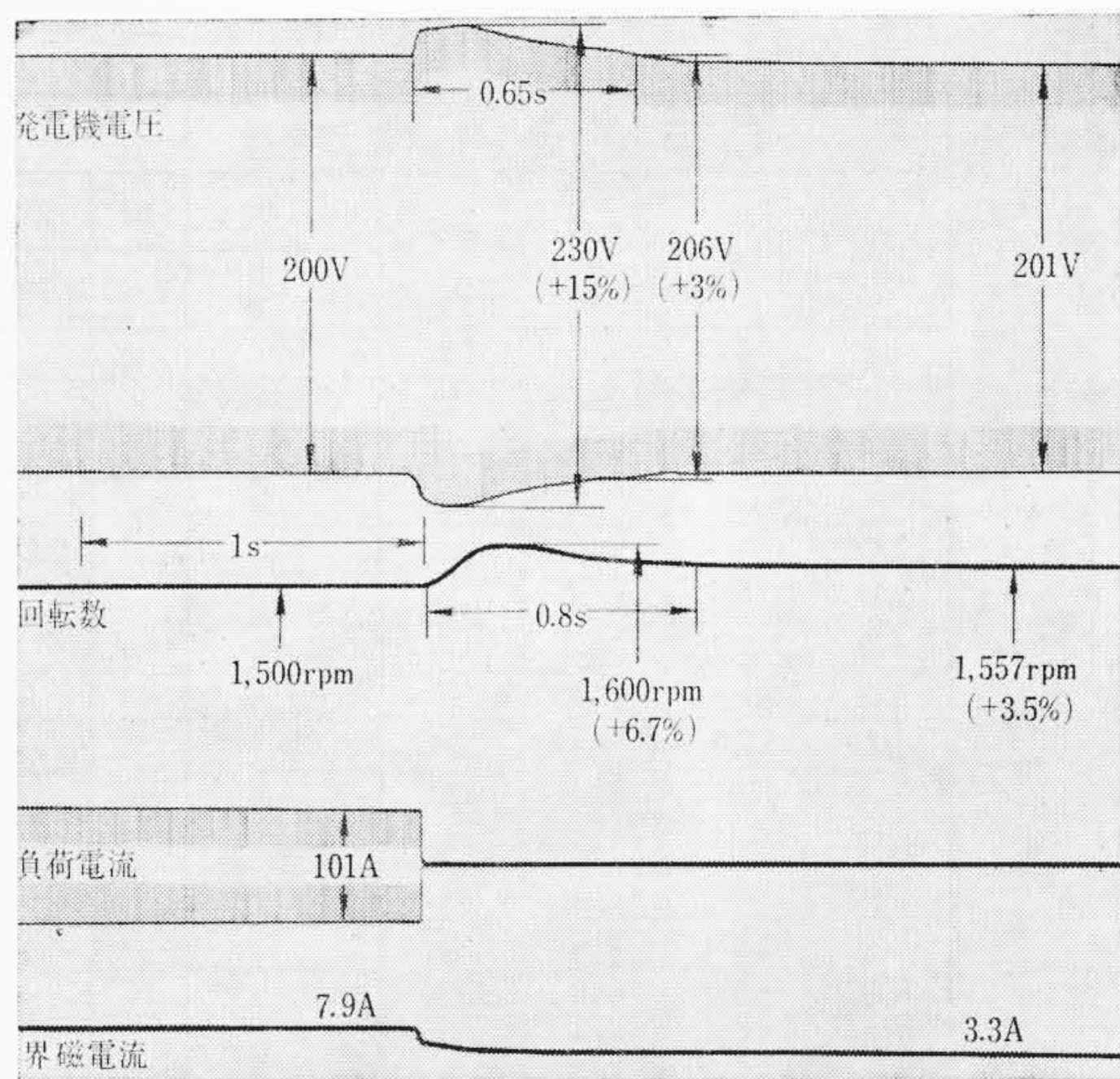
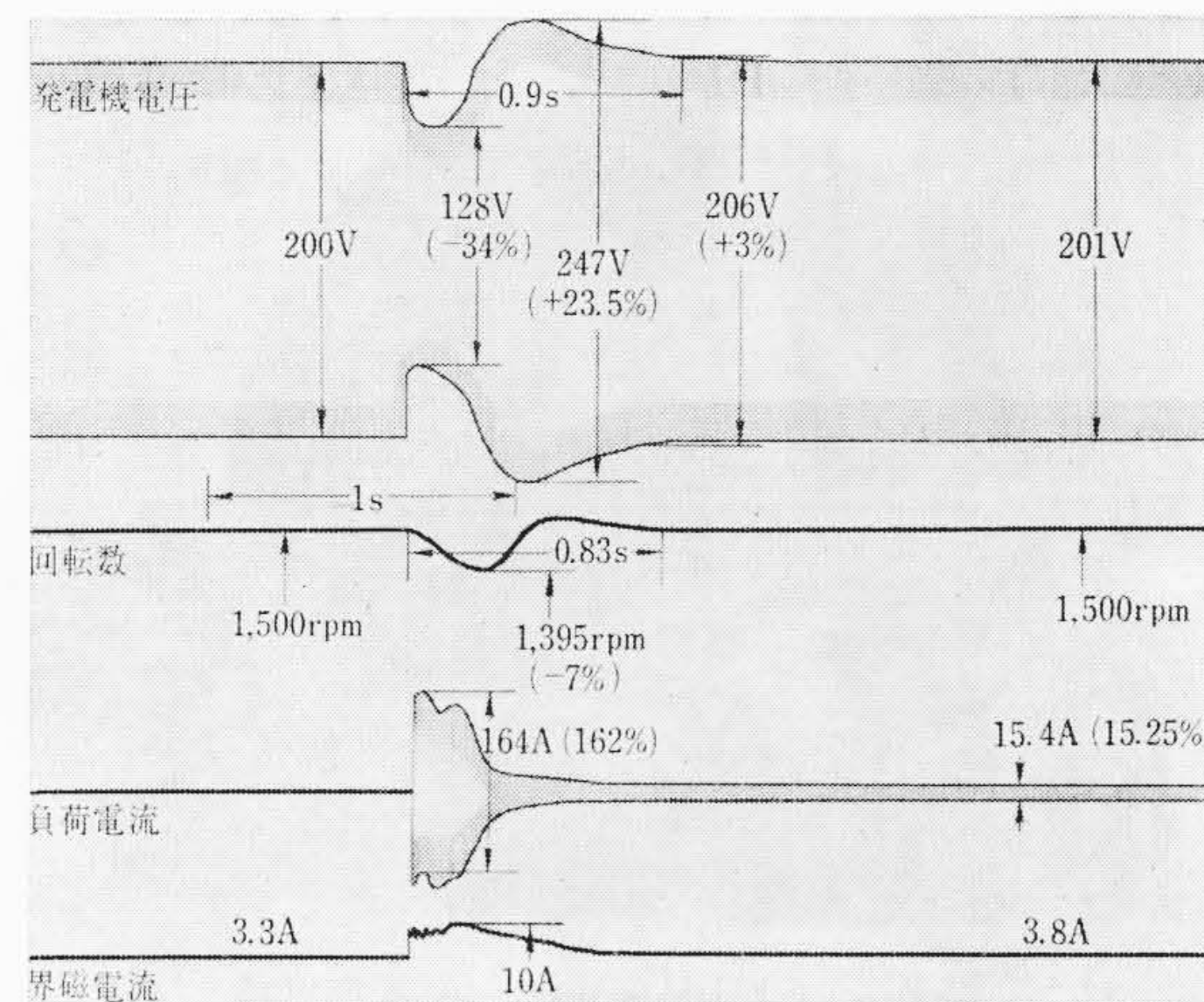
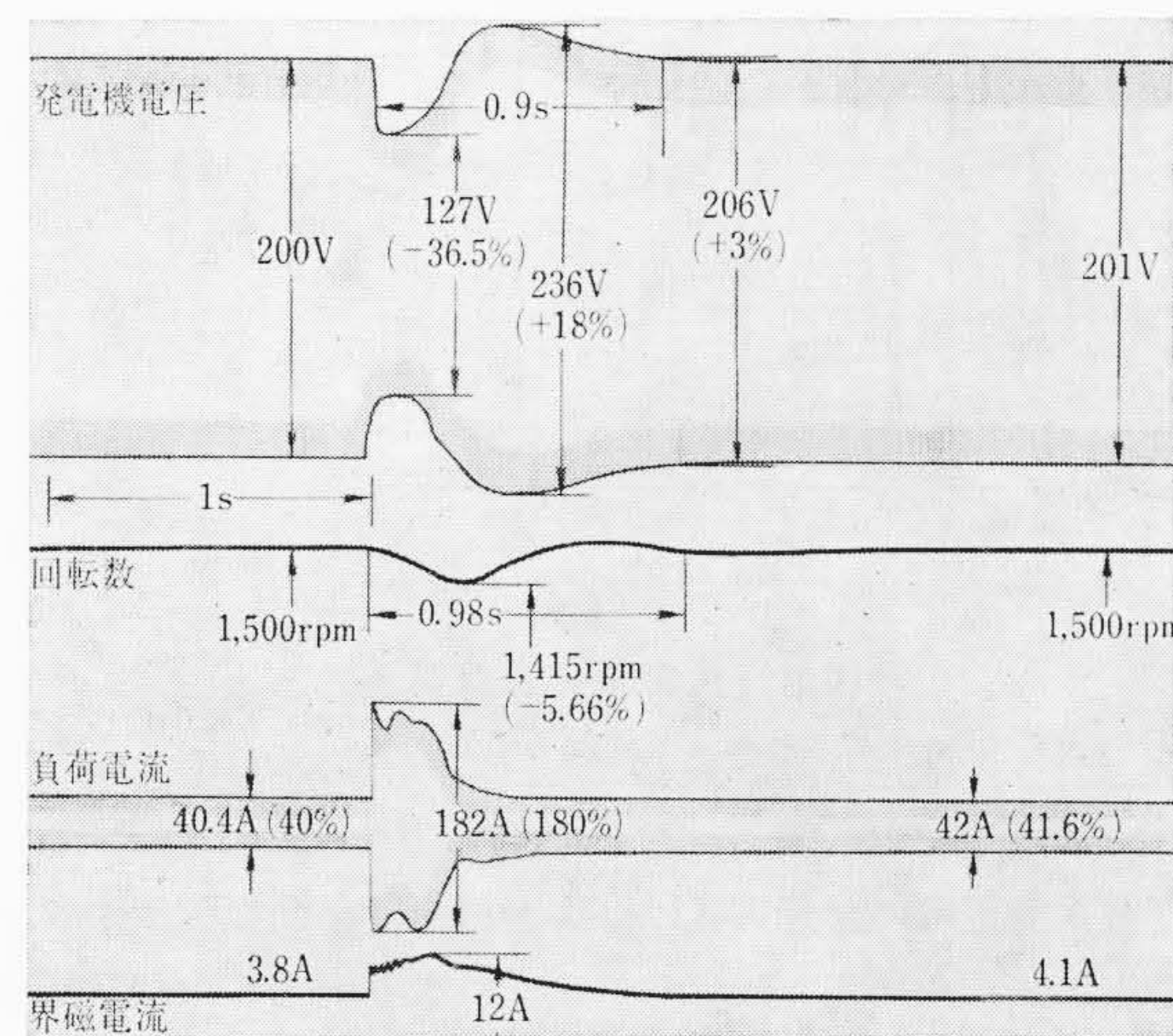


図5 100% 負荷 (力率 0.8) 遮断時のオシログラム



(ベース負荷 0)

図6 11 kW 3φ IM 起動時のオシログラム



(ベース負荷 50%)

図7 11 kW 3φ 49 IM 起動時のオシログラム

表2 機 関 の 速 度

| 機 種   | 回 転 数 ( $n$ ) | 特 有 速 度 ( $n_s$ ) |
|-------|---------------|-------------------|
| 高 速 機 | 1,000 rpm 以上  | 6,500 以 上         |
| 中 速 機 | 900~450 rpm   | 6,400~4,600       |
| 低 速 機 | 400 rpm 以下    | 4,500 以 下         |

表 3    デ ィ ー ゼ ル 発 電 機 標 準 回 転 数

| 発 電 機 |       |         |          | 極数                    | 4     |       | 6     |       | 8   |     | 10  |     | 12  |     | 14  | 16  |     | 20  |     |    |
|-------|-------|---------|----------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| kVA   | kW    | 効率<br>% | 所要<br>PS | 周波数%                  | 60    | 50    | 60    | 50    | 60  | 50  | 60  | 50  | 60  | 50  | 60  | 50  | 60  | 50  | 60  | 50 |
|       |       |         |          | RPM<br>電圧             | 1,800 | 1,500 | 1,200 | 1,000 | 900 | 750 | 720 | 600 | 600 | 500 | 514 | 450 | 375 | 360 | 300 |    |
| 100   | 80    | 90.0    | 121      | 低圧                    |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 125   | 100   | 90.5    | 150      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 150   | 120   | 91.0    | 179      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 200   | 160   | 91.5    | 238      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 250   | 200   | 92.0    | 295      | 3.3kV<br>または<br>6.6kV |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 300   | 240   | 92.0    | 355      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 375   | 300   | 92.5    | 440      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 425   | 340   | 93.0    | 496      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 500   | 400   | 93.0    | 585      | 6.6kV                 |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 625   | 500   | 93.0    | 730      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 750   | 600   | 93.5    | 870      |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 1,000 | 800   | 93.5    | 1,160    |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 1,250 | 1,000 | 93.5    | 1,450    | 6.6kV                 |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 1,500 | 1,200 | 93.5    | 1,750    |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 2,000 | 1,600 | 94.0    | 2,310    |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 2,500 | 2,000 | 94.0    | 2,890    |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 3,000 | 2,400 | 94.0    | 3,470    | 6.6kV                 |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 3,750 | 3,000 | 94.5    | 4,310    |                       |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |

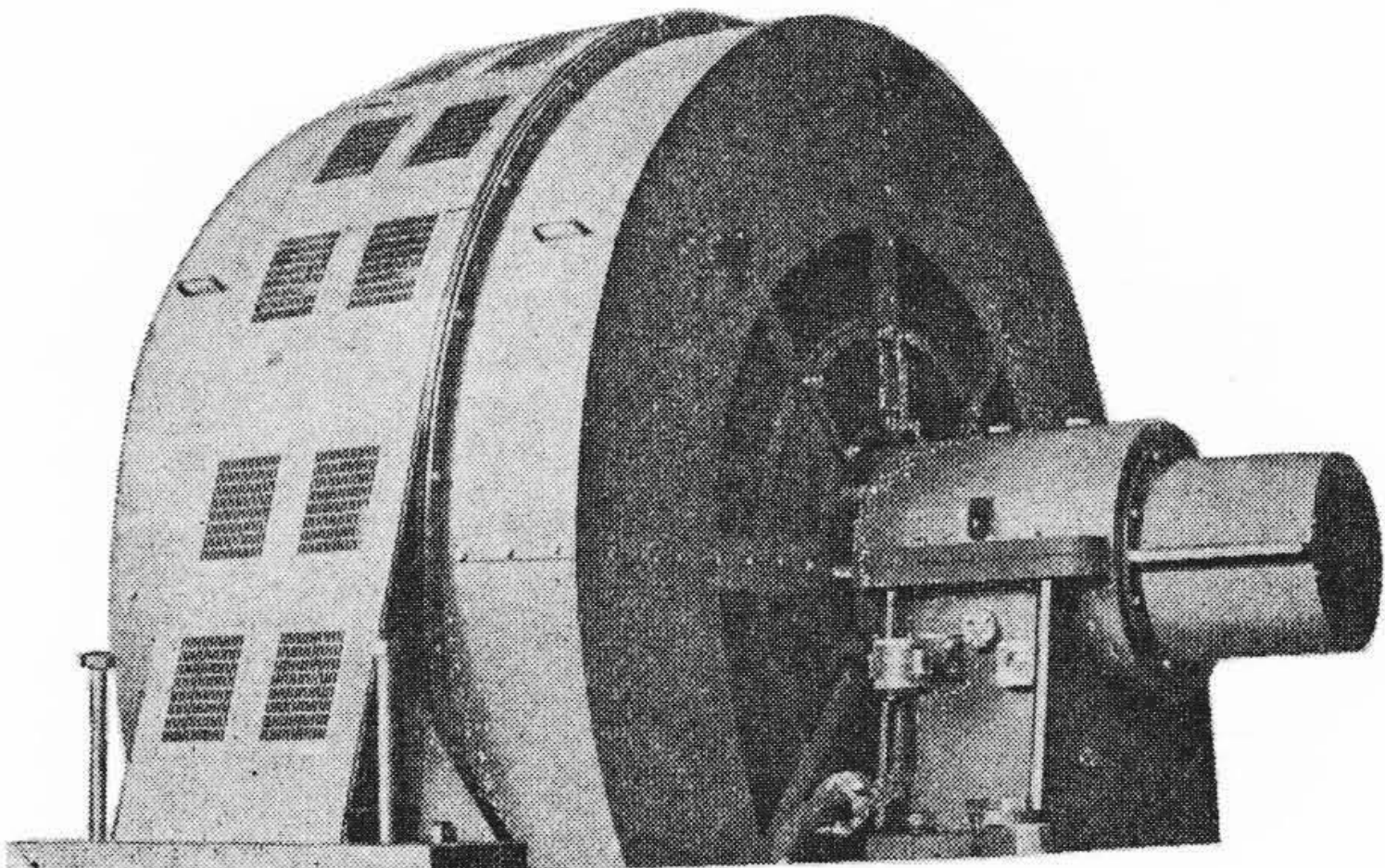


図 8    3,600 kVA    デ ィ ー ゼ ル 発 電 機

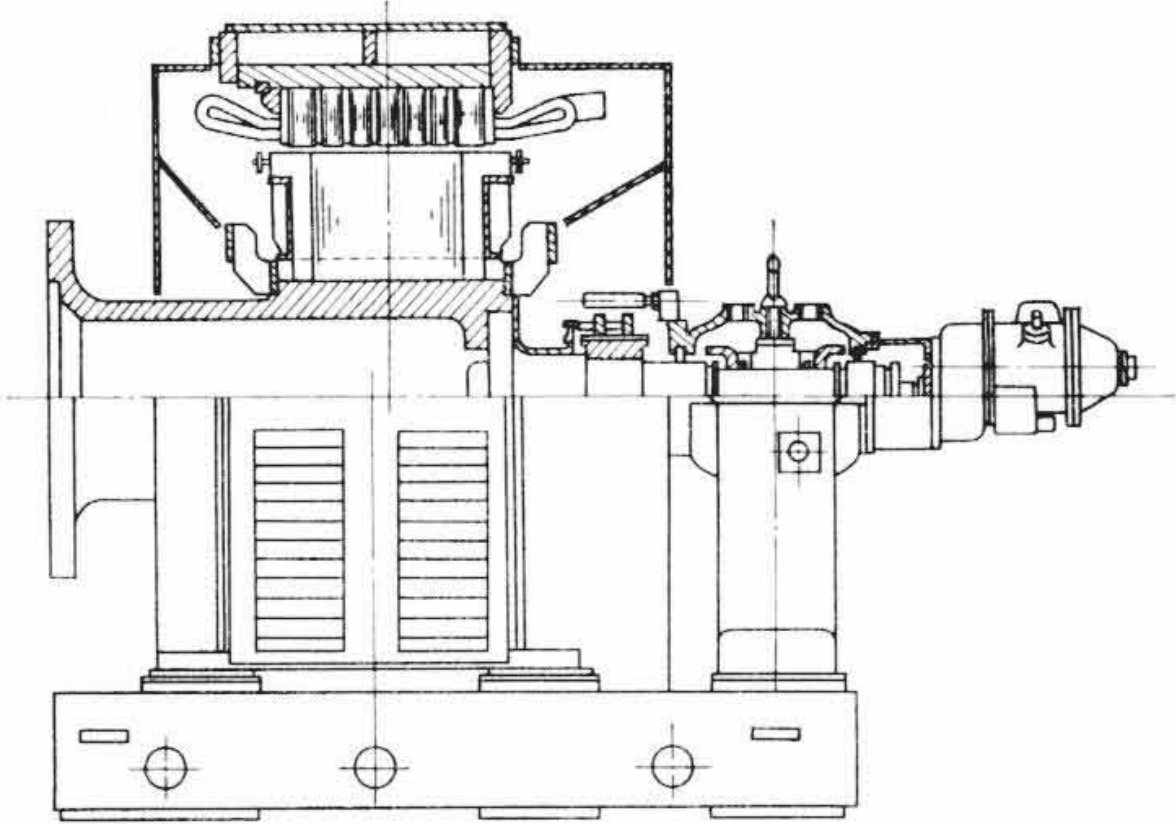


図 9    大 容 量 発 電 機 構 造 図

表 4    発 電 機 室 概 略 寸 法

| デ ィ ー ゼ ル 発 電 機 セ ャ ッ ト |                 | 発 電 機 室 寸 法 |       |       |                         |
|-------------------------|-----------------|-------------|-------|-------|-------------------------|
| kVA                     | 概 略 セ ャ ッ ト 重 量 | L (m)       | W (m) | H (m) | 床 面 積 (m <sup>2</sup> ) |
| 40                      | 1.3 t           | 5           | 3.5   | 3     | 17.5                    |
| 100                     | 3.0 t           | 6.5         | 4.3   | 3     | 28                      |
| 150                     | 3.8 t           | 7           | 5     | 3.5   | 35                      |
| 200                     | 6.0 t           | 7           | 6.5   | 4.5   | 45.5                    |
| 300                     | 7.6 t           | 8           | 7     | 4.5   | 56                      |
| 625                     | 15.5 t          | 9.5         | 8.5   | 5     | 81                      |
| 1,000                   | 21.5 t          | 10          | 10    | 5.5   | 100                     |
| 1,500                   | 29.0 t          | 12.5        | 10    | 5.5   | 125                     |
| 2,500                   | 61.0 t          | 16          | 10    | 6     | 160                     |

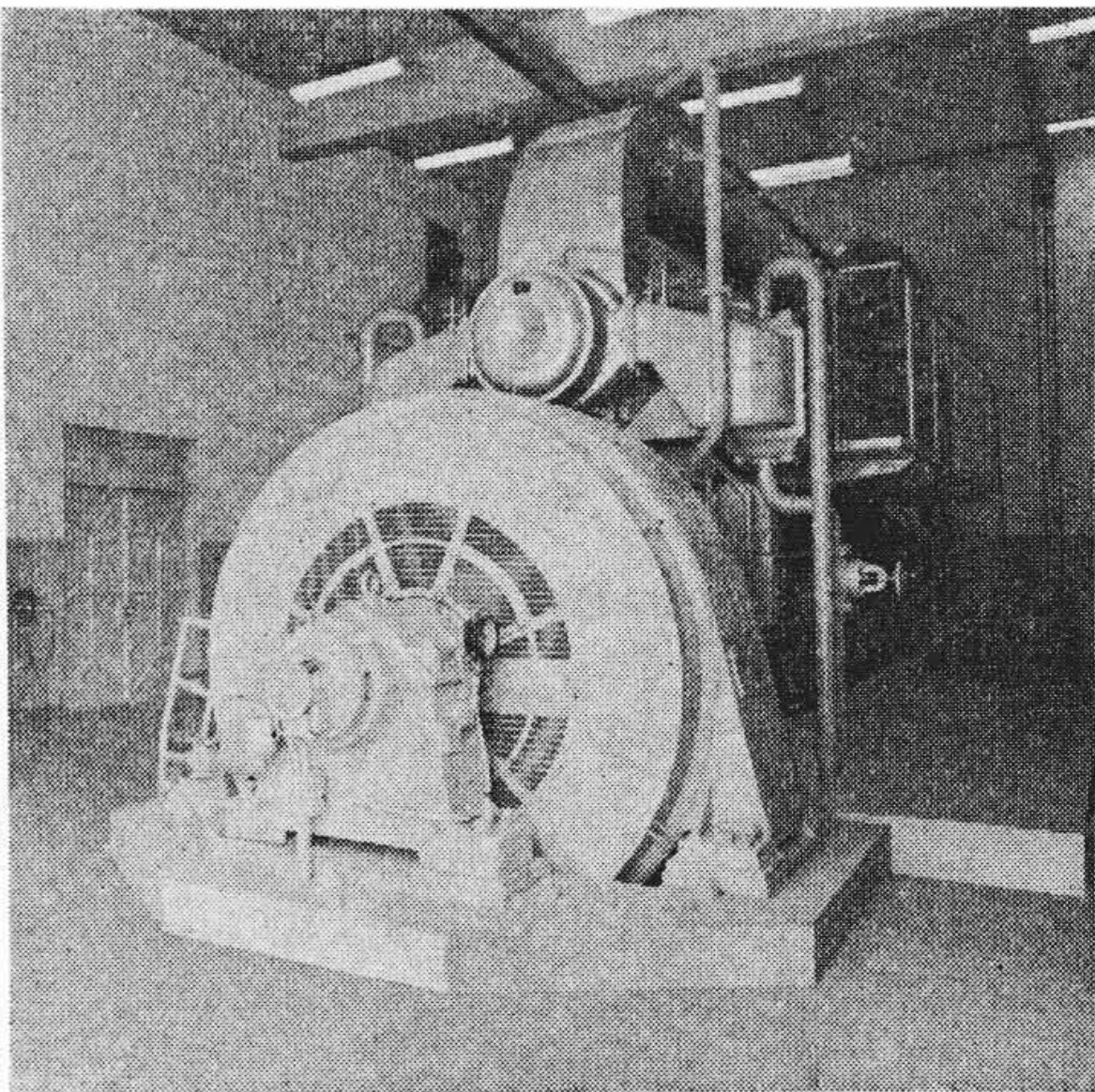


図 10    2,500 kVA    デ ィ ー ゼ ル 発 電 機

(2) 構 造 一 般

定置式発電機の冷却方式は、小形機を除き凸極磁極のファン作用を生かし、両側より吸気しファンにより内部に冷却空気を押し込む構造である。大形機では図9の構造図に示すように、中空軸のスキンストレス構造を採用し、重量の軽減とねじり振動に対する軸の強度を向上している。中形機では前述のエポキシ絶縁界磁コイルを一部の機種に応用し、冷却方式の改善により小形化を達成している。軸受には普通オイルリング潤滑のすべり軸受が使用されるが、高速大容量機では強制給油方式が使用される。大形機の代表的構造図を図9に示す。

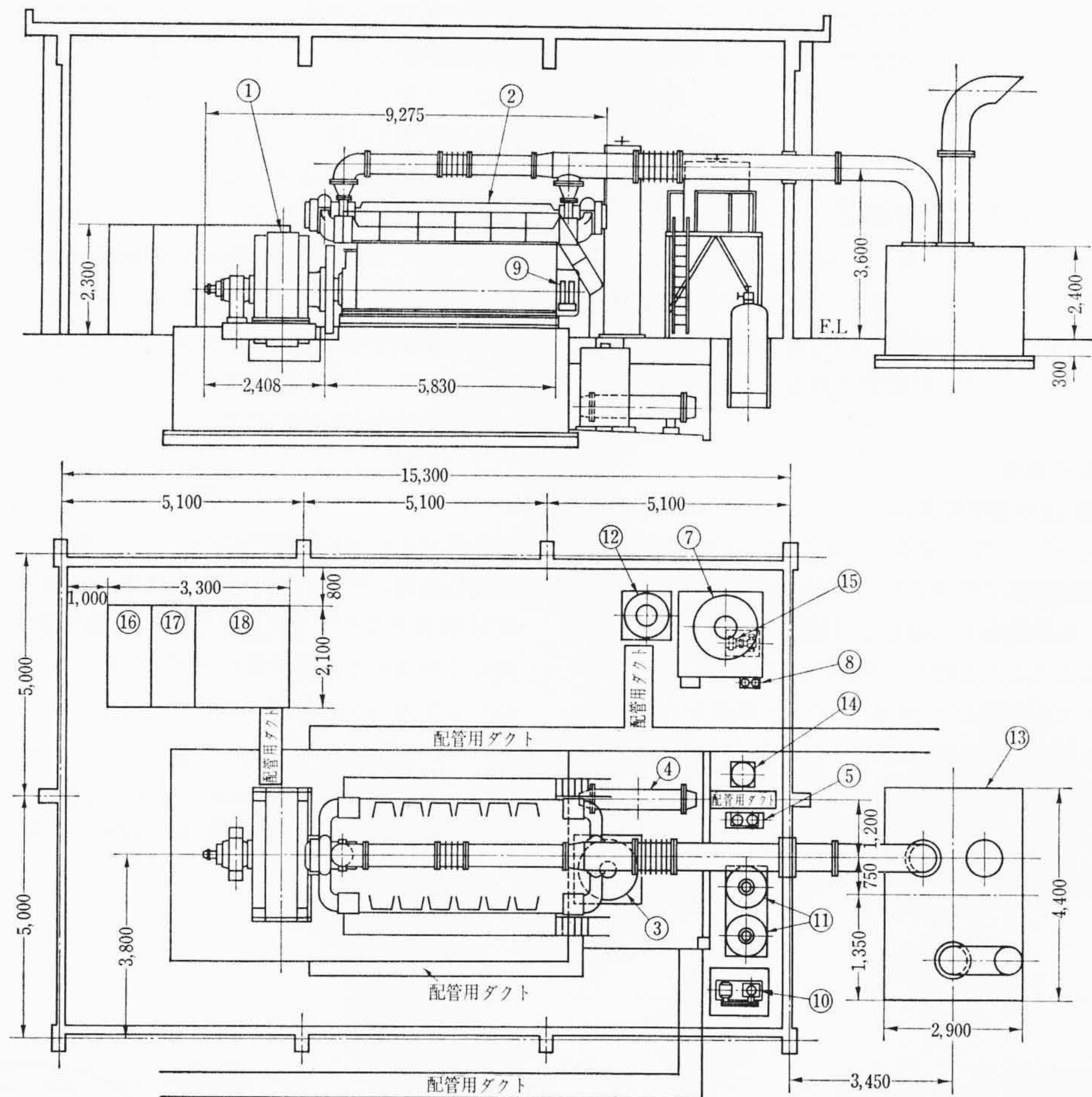
(3) 短 絡 比

さきに NEMA 規格ではこの種の発電機について、短絡比を 0.8

より 0.6 に切り下げた。これに対処し日立製作所でも短絡比を従来より下げマシンサイズの小型化を図ってきた。この場合過渡リアクタンスの増加を防ぐため、漏れ磁束の少ない構造とするよう考慮が払われている。

3.3 発 電 機 室

発電機室には発電機、ディーゼル機関、配電盤および機関付属装置が配置される。機関の付属装置は普通燃料系統、潤滑油系統、冷却水系統、空気系統および排気系統に分類される。各機器の配置状況の一例として 2,500 kVA 発電機の外観および配置図を図 10, 11 に示す。発電機室の大きさは出力 kVA に対し、大略表 4 の寸法となる。最近の傾向として、基礎に振動を伝えないように共通台床に防振



| 発 電 機 仕 様 |  |                       | No. | 主要機器名称    | 員数 | No. | 主要機器名称    | 員数 |
|-----------|--|-----------------------|-----|-----------|----|-----|-----------|----|
| 形 式       |  | SB <sub>1</sub> LP-RD | 1   | 発 電 機     | 1  | 10  | 始動用空気圧縮機  | 1  |
| 出 力       |  | 2,500 kVA             | 2   | ディーゼルエンジン | 1  | 11  | 始動用空気槽    | 2  |
| 電 圧       |  | 3,150 V               | 3   | 滑潤油タンク    | 1  | 12  | 冷却水タンク    | 1  |
| 極 数       |  | 12 P                  | 4   | 滑潤油冷却器    | 1  | 13  | 排気消音槽     | 1  |
| 回 転       |  | 500 rpm               | 5   | 滑潤油コシ器    | 1  | 14  | 潤滑油プースター  | 1  |
| 周 波       |  | 50 c/s                | 6   | 燃料油主槽     | 1  | 15  | 燃料油移槽ポンプ  | 1  |
| 力 率       |  | 0.8                   | 7   | 燃料油小出槽    | 1  | 16  | 発 電 機 盤   | 1  |
| 相 数       |  | 3                     | 8   | 燃料油第一次コシ器 | 1  | 17  | 自動起動盤     | 1  |
| デ ィ ー ゼ ル |  | 3,000 PS 12気筒         | 9   | 燃料油第二次コシ器 | 1  | 18  | 低 圧 補 機 盤 | 1  |

図 11 発 電 機 室 配 置 図

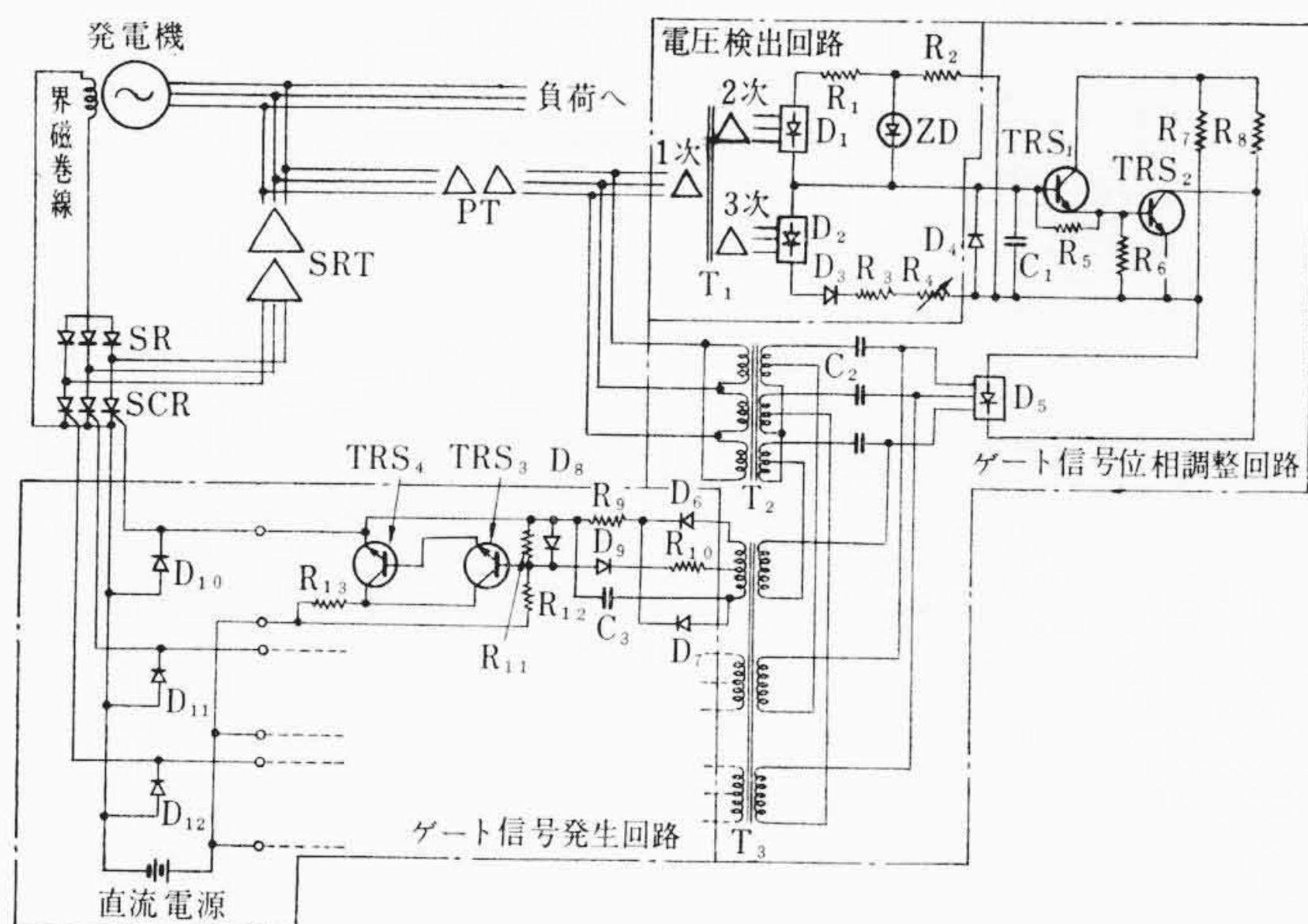


図 12 SCR 励磁装置の概略結線図

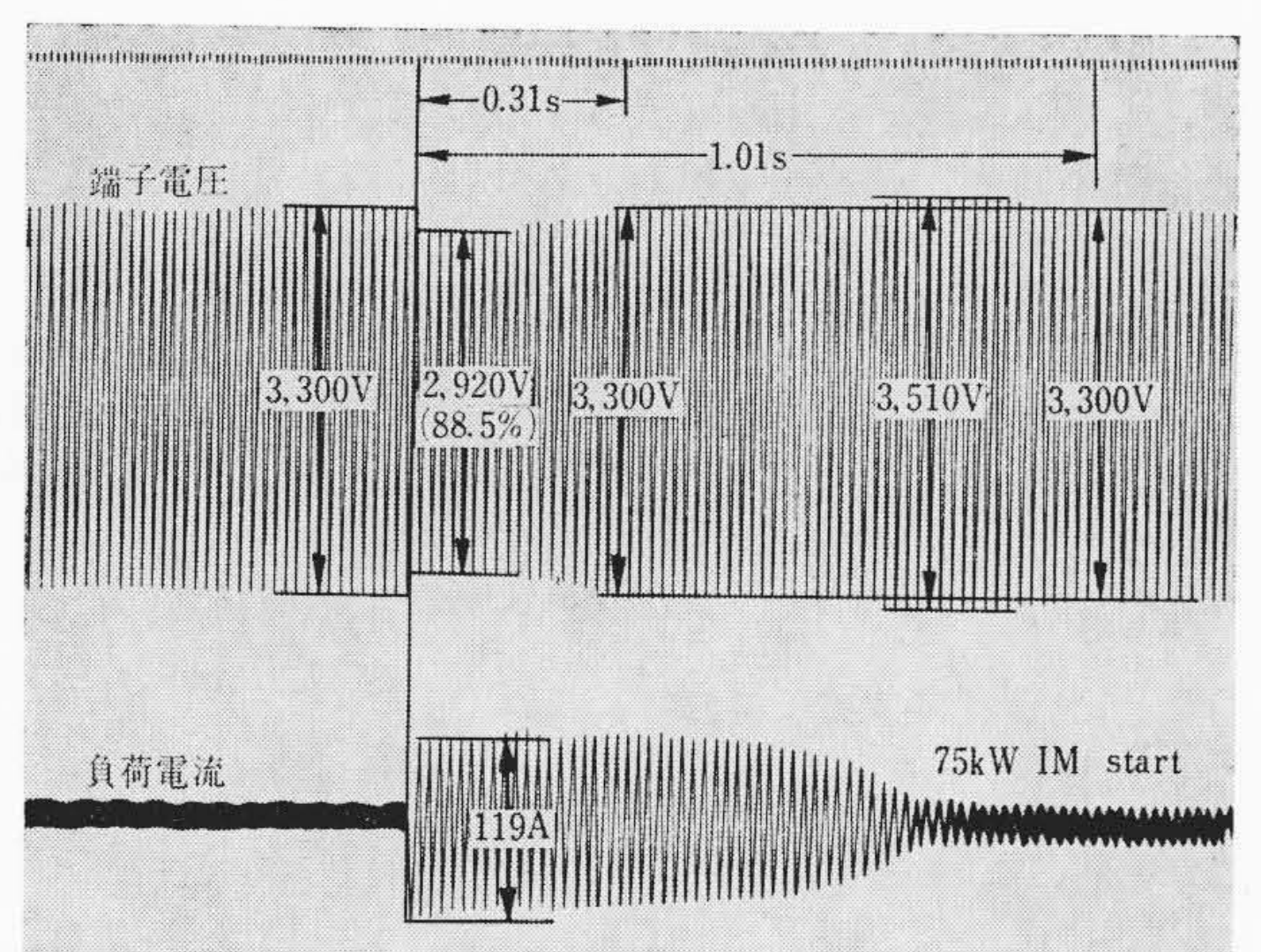


図 13 負荷投入時の電圧変動オシログラム

装置を設けるものが多くなった。また騒音防止対策として、消音器の構造および配置について、研究が行なわれている。非常用電源ではほとんどのものが自動起動方式を採用するようになり、停電後約30秒で電源が確立できるようになっている。

#### 4. SCR 式励磁装置

日立製作所では最近 SCR を用いた新しい励磁装置を開発し、定置式ディーゼル発電機に対して実用化した。これにより励磁装置を内蔵する配電盤は従来の約40%の容積となり、他方発電機の整定電圧変動率も従来の±3%から±1%に改善されるなど、建設コストの低減と性能の向上に大きな効果をあげた。

##### 4.1 SCR 式励磁装置の概要

SCR 式励磁装置は図12の概略結線図に示すように、電圧検出回路、自動移相制御回路、ゲート信号回路から成るゲート制御部分と、電源トランス、SCR 整流回路で構成される。動作原理の概要はまず発電機電圧を検出し、基準電圧との偏差を  $TRS_2$  の内部抵抗に置き換え、ソーロン回路によりこれを位相に変換し、 $TRS_3$ 、 $TRS_4$  の信号発生回路で信号パルスを出して SCR のゲート制御を行なうのである。発電機電圧が整定値より高い場合は、 $TRS_2$  の内部抵抗が大きくなり、SCR の点弧位相が遅れて界磁電流を減少させる。

##### 4.2 特長

従来の複巻式自励装置は励磁速応の点ですぐれた性能を持ち、現

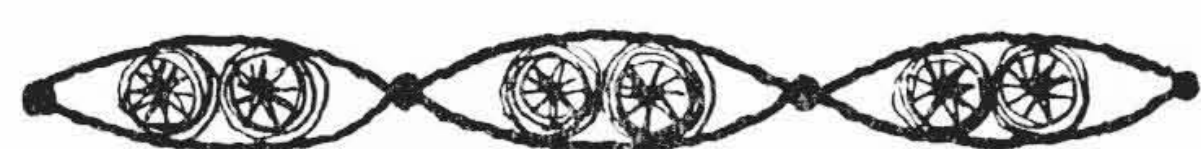
在各方面で広く使用されているが、リアクトル、CTを使用するため励磁装置が大形になることが難点であった。これに対し SCR 式では、重量の大きいリアクトル、CTに代わり、SCR ゲート制御用の小形な電子回路が使用されているので、励磁装置を収納するキュービクルの容積は従来の約40%に小形化された。励磁速応度は電子装置のため時間遅れが小さく、複巻自励式を若干上回る性能を持つ。800 kVA 発電機で75 kW 電動機を起動した時の電圧変動オシログラムを図13に示す。SCR 式励磁装置は以上のほか整定電圧変動率が小さく精度を従来の±3%を±1%に上げることができた。また周波数、力率、温度など外乱による電圧変化がきわめて小さいなど多くの利点を持つので、今後応用範囲が広がると考えられる。

#### 5. 結 言

陸用ディーゼル発電機について、可搬式発電機の改良、エポキシ絶縁の応用、ディーゼル機関の高速大容量化、振動、騒音の問題、SCR 励磁方式の実用化など最近の技術の動向を述べた。これらの問題は経済的な発電設備の実現を目指して、今後もなお努力が続けられるであろう。

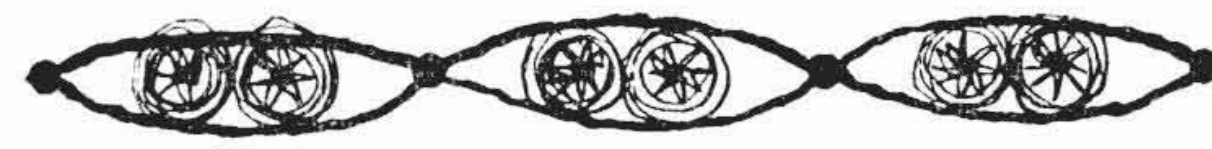
#### 参 考 文 献

- (1) 加賀野井清志：内燃力発電所建設の実際（オーム社）
- (2) 磯野ほか：日立評論 48, 529（昭41-2）



登録実用新案 第801513号

### 新 案 の 紹 介



坂本正克・須藤純男

#### 混 合 液 濃 度 の 自 動 制 御 装 置

この考案は水と固体の投入される混合タンク1内に固体の集積されるホップ3を区画し、ホップ底部の開口部にサンドポンプの吸込管4と混合タンクの水室に連通する可動管6とを対向して設け、吸込管4には濃度検出装置8を設け、その装置の指令により可動管6を吸込管4に向かって進退させる調節器10を操作するようにしたものである。

吸込管4内の濃度が設定値より大になると、検出器8はその偏差を検出し、増幅器9を介して調節器10のソレノイド11の電流を変え鉄片14を左に引張る。そのため噴射管12は左方向に微小量回転し、操作シリンダ16のピストン杆17を左行させ、さらに連結杆25を介してスプール19を左行させる。そのスプールの左行によりサーボモータ18のピストン杆24は右行するから、可動管6の先端と吸込管4とのすき間は小となり、ポンプへの固体の吸込量を少なくし、混合液の濃度を設定値に近づける。混合液の濃度が設定値より小になったときは、可動管と吸込管とのすき間を大きくしてポンプへの固体の吸込量を増し、混合液の濃度を設定値に保つようにする。

この考案によれば、作用確実で固体の水力輸送に際し、混合液濃度を一定に保つことができるから実用的効果大である。（野村）

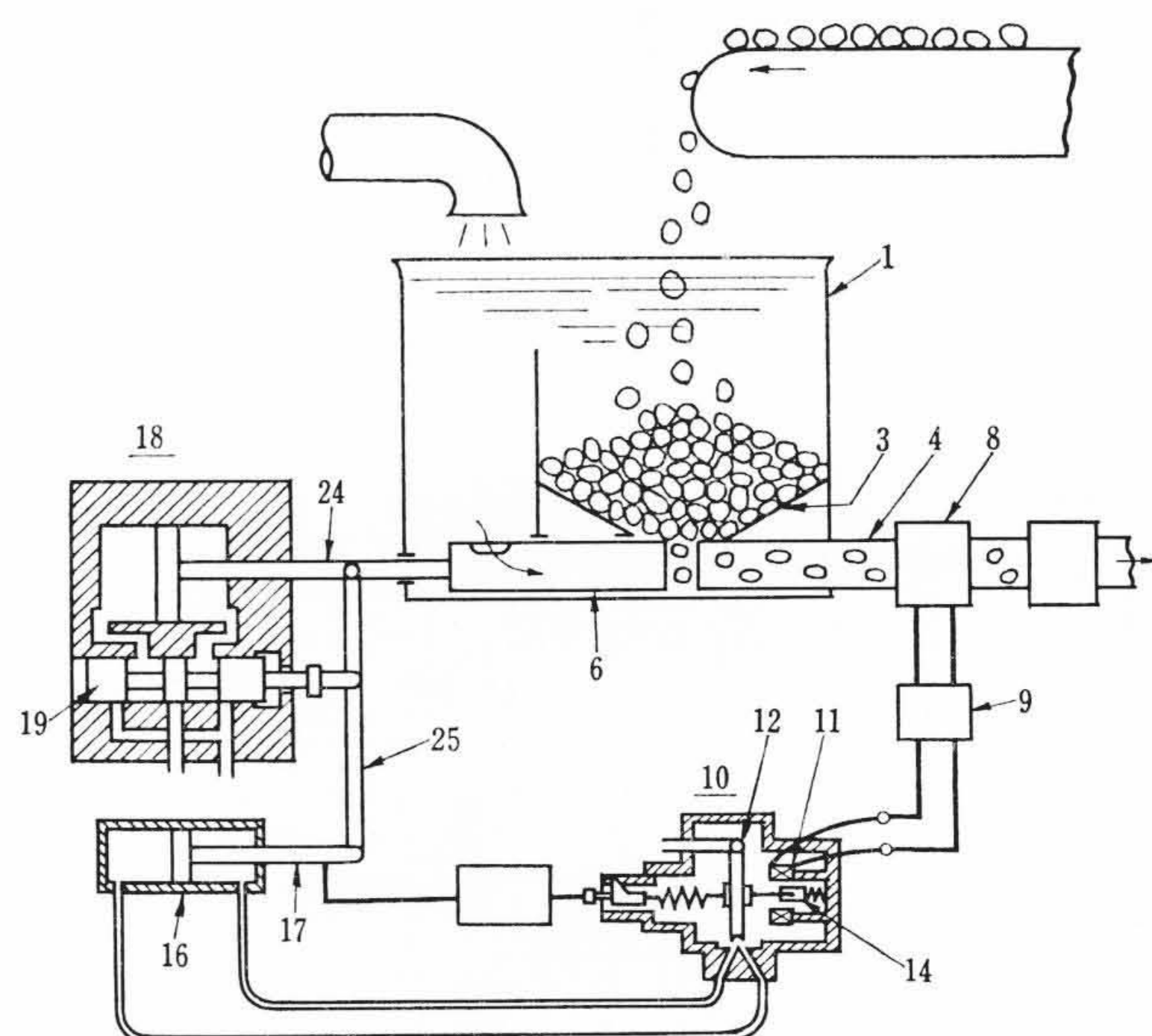


図 1