

# 非常用单相発電装置の小型・軽量化

宇都波多留\*

*Downsizing of Single-phase Emergency Generator*

Wataru Uto

## 要 旨

2004年の新潟県中越地震では各地で停電が発生し、災害監視用CCTV(Closed-Circuit TeleVision)及び防災情報表示板のうち、バッテリーでバックアップしていた装置は長時間の停電で機能停止し、情報収集に障害が発生した。これを受け、2005年に国土交通省が“停電対策ガイドブック”を策定し、災害時の停電の際にも、機能維持が要求されるCCTVや情報表示板、信号機に対する対策が実施され、小型容量(10kVA未満)の非常用発電装置には長時間(24~72時間)の停電補償が求められることになった。

また、2011年の東日本大震災によって防災電源への意識が高まる中、狭小スペースへの設置、長時間連続運転など

が要求されるようになった。三菱電機では、このような市場ニーズに対応するため、小型容量の非常用单相発電装置“MSSG<sup>(注1)</sup>”を開発した。

MSSGは道路傍(そば)など狭小スペースに設置されるため、小型・軽量化が要求される。開発にあたり、小型・軽量化に伴う装置内温度や騒音の上昇の問題を解決するため、熱流体解析や騒音対策検討を実施し、装置構造の最適化を図った。

その結果、従来の同容量機種と比較して小型・軽量化(設置スペース20%縮小、質量17%低減)を実現した。

(注1) MSSG : Mitsubishi Simple type Single-phase Generator



## 非常用单相発電装置“MSSG(5kVA, 24時間仕様)”

制御盤、発電機、原動機、燃料タンク、排気消音器や蓄電池をパッケージ内にコンパクトに収納している。また、原動機の高温排ガスは、通行者の安全を考慮し、装置上部に配置した排気管から排出している。

### 1. ま え が き

2004年新潟県中越地震によって各地で停電が発生し、災害監視用のCCTV及び防災情報表示板のうち、バッテリーでバックアップしていた装置は長時間の停電で機能停止し、情報収集に障害が発生した。これを受け、2005年に国土交通省が“停電対策ガイドブック”を策定し、災害時の停電の際にも、機能維持が要求されるCCTVや高速道路など主要幹線の情報表示板、信号機に対する対策が実施され、小型容量(10kVA未満)の非常用発電装置による長時間(24~72時間)にわたる停電補償が求められるようになった。

また、2011年の東日本大震災によって防災電源への意識が高まる中、狭小スペースへの設置、長時間連続運転などが要求されるようになった。当社では、このような市場ニーズに対応するため、小型容量の非常用単相発電装置“MSSG”を開発した。

MSSGは、長時間の停電補償と道路傍など極めて狭いスペースに設置できることから、応用分野の拡大が期待される。

本稿では、MSSGの製品仕様と開発について述べる。

### 2. 製 品 仕 様

MSSGの外観を図1に、その構成を図2に示す。制御盤、発電機、原動機、排気消音器、蓄電池、燃料タンクをパッケージ内にコンパクトに収納している。

なお、MSSGは監視カメラ、情報表示板、信号機等の防災用電源として使用されることから、需要の多い1.5kVA、3kVA、5kVAをラインアップとした。5kVAの製品仕様を表1に示す。また、表2にMSSGの電気的特性を示す。国土交通省仕様<sup>(1)</sup>ののりとした特性となっている。



図1. MSSGの外観(5kVA, 72時間仕様)

### 3. 開 発

#### 3.1 製品化に向けた検討項目

MSSGは道路傍などの狭小スペースに設置されることから、小型・軽量化、保守性・操作性向上、安全性確保という課題があった。その課題解決に向けて設計方針及び設計目標を立てた。設計方針・目標を達成するためには冷却最適化、騒音対策検討が必要であり、3.2節に流体解析を用いた最適化設計、3.3節にその実機評価、3.4節に騒音対策検討とその評価について述べる。

なお、MSSGの開発では、次の点を考慮した。

##### (1) 小型・軽量化

- ①パッケージ内での機器温度上昇を考慮した高密度な機器配置構造とした。
- ②発電機、原動機の直結部より上部のパッケージ構造は、

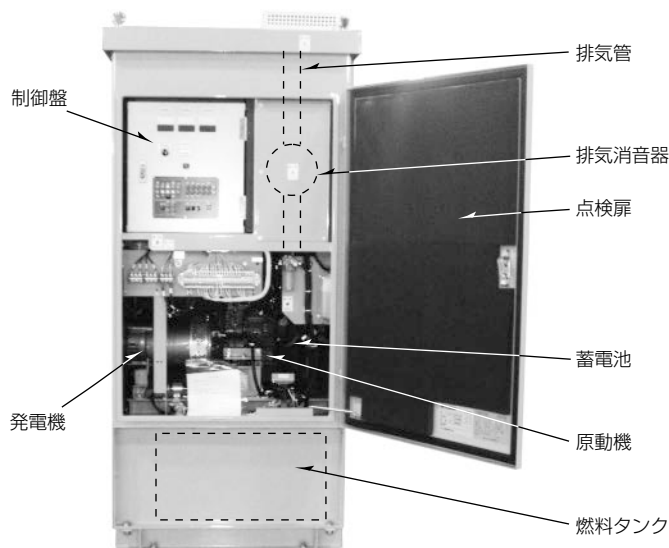


図2. MSSGの構成

表1. MSSGの製品仕様(5kVA機)

発電機定格	単相3線 5kVA, 電圧100V/200V	
使用環境	屋外設置式	
騒音	75dB(A)以下	
運転時間	24時間	72時間
外形寸法 (W×D×H)	900×700×1,910 (mm)	900×700×2,300 (mm)
設置寸法 (W×D)	900×700 (mm) (従来比20%低減)	
質量	540kg (従来比17%低減)	590kg (従来比7%低減)

表2. MSSGの電気的特性

特性		国土交通省仕様	MSSG仕様
電圧特性	整定	±5%	±2.5%
	瞬時	±30%	±30%
周波数特性	整定	±10%	±10%
	瞬時	±15%	±15%
波形くずれ率		10%以内	10%以内

容量(機種)によらず標準化し、運転時間の違いによって、燃料タンク収納部のパッケージ高さだけを変更する構造とした。

③騒音仕様を満足するように騒音上昇を考慮したパッケージ薄板構造とした。

(2) 保守性・操作性向上

①燃料タンクを発電装置下部へ収納し、現地での燃料補給作業の容易性を考慮した配置構造とした。

②狭いスペースでも点検可能とするため、点検及び操作を前面だけで可能な構造とした。

③側面カバーは組立作業性を考慮し、全面開放可能なねじ止め構造とした。

(3) 安全性確保

原動機の高温排ガスは、通行者の安全を考慮し、装置上部に配置した排気管から排出とした(図2)。

3.2 流体解析を用いた冷却最適化設計

MSSGは小型化実現のためパッケージ内に機器を高密度で配置すると、装置内温度が上昇する。発電機巻線温度や原動機冷却水温度等を機器仕様に取りめるには、機器配置やパッケージ構造の最適化が必要である。装置内発熱条件の最も厳しい5kVA仕様の構造を例に、連続運転の条件で、冷却空気の流れを解析した。検討にあたり、熱流体解析を適用し、特に次の点に留意した。

- (1) 温度制約の厳しい制御盤、発電機、原動機の順に冷却される通風経路の形成
- (2) 装置内部の熱だまりの抑制
- (3) 雨水浸入防止を考慮した吸気ダクト、換気ダクトの設置(装置内主要機器部への雨水飛散の防止)
- (4) ショートサーキット現象を回避する吸気口と換気口の配置

これら(1)から(4)及び3.1項の留意点を考慮し、機器配置とパッケージ構造を検討した。図3は、パッケージ構造と機器配置案及び想定される冷却空気の流れを示している。この機器配置案でのパッケージ内の冷却空気の流れと温度上昇をシミュレーションによって解析した。

図3におけるa部の冷却空気の流れ分布を図4に示す。吸気口から入った冷却空気は、温度制約の厳しい制御盤、発電機の順で滞留なく流れている。さらに、冷却空気は原動機のラジエータ部を通り換気口まで送られる。

図3におけるb部の冷却空気流速分布を図5に示す。ラジエータ部を経由した高温空気は排気消音器外周及び壁面に沿って排出されている。熱だまりの発生が懸念されるラジエータ出口から排気消音器室でも滞留なく空気が流れている。換気口に通風経路が円滑となるような角度調節した換気ダクトを追設したことで、高温空気が排気消音器周囲を経由して、ダクト部に吸い込まれ換気口からうまく排出されている。

これらのシミュレーション結果の流速分布によって、雨水を吸気口で遮断する構造であっても、装置内全体で熱だまりを発生させることなく、冷却空気が効率よく流れる最適な機器配置及びパッケージ構造となっていることを確認した。

3.3 冷却最適化設計の実機評価

シミュレーションによって、パッケージ内に熱だまりがなく、温度上昇を考慮しても問題なく運転できる解析結果を得た。この結果を検証するため、実機によって温度を実測した。

解析値と実測値のうちラジエータ出口温度、発電機本体吸気温度の上昇値を表3に示す。実測値は解析値とほぼ同等の結果が得られた。

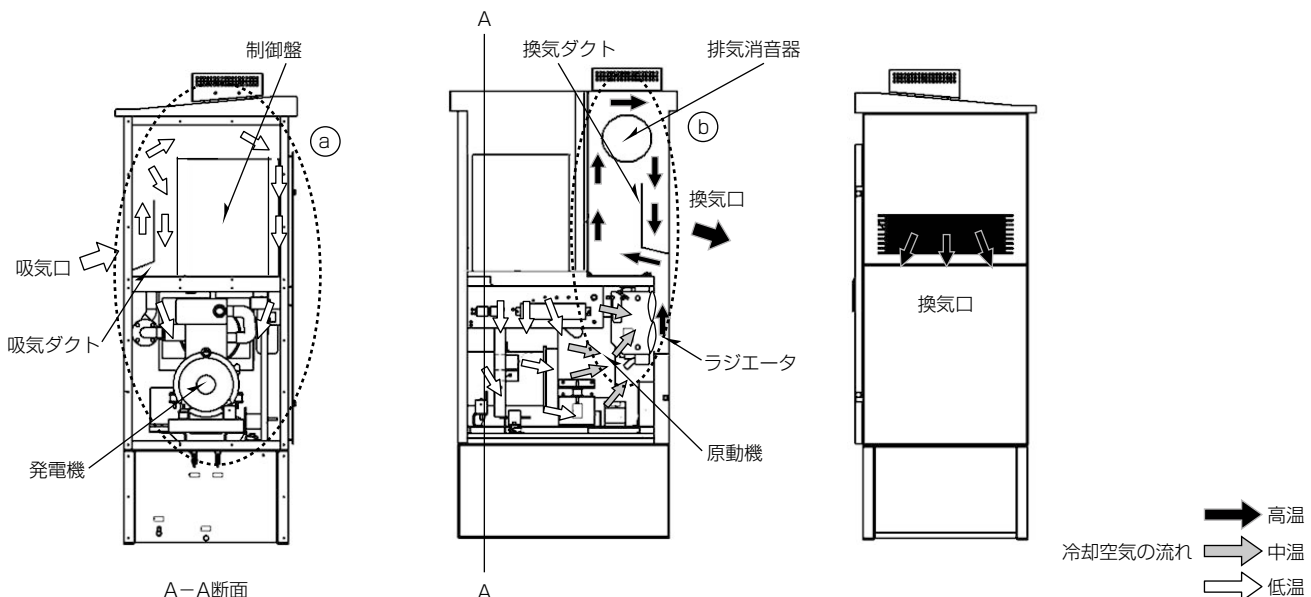


図3. 機器配置と冷却空気の流れ

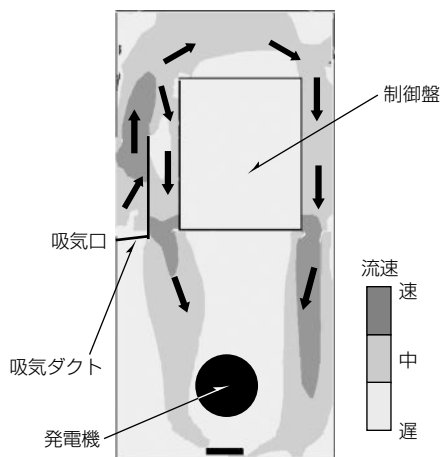


図4. パッケージ内①部の冷却空気の流速分布

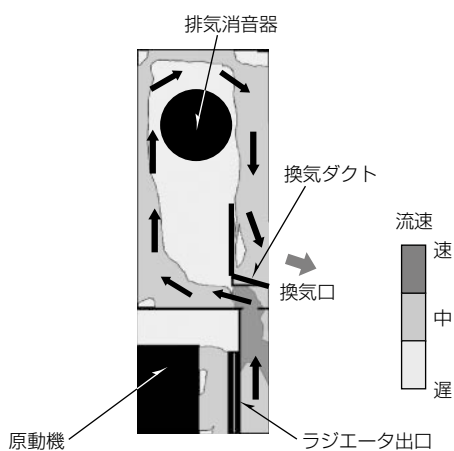


図5. パッケージ内②部の冷却空気の流速分布

実機運転における発電機と原動機の温度試験結果を表4に示す。発電機出力巻線温度、界磁巻線温度とも規定温度内に収まっている。また、原動機冷却水出口温度も判定基準内に収まっており、これらによって機器の配置構成に問題ないことを確認した。

### 3.4 騒音対策検討と実測評価

軽量化のために従来同容量機種に比べパッケージ板厚を薄く(3.2mm→2.3mm)したが、これによって透過損失効果が小さくなり、騒音が大きくなることが予想された。そこで、

表3. 各機器の温度上昇値の解析と実測の比較

測定箇所	解析値	実測値
発電機本体吸気	5 K	8 K
ラジエータ出口	52K	50K

表4. 各機器の温度試験結果

測定箇所		実測値	判定基準
発電機	出力巻線	41.2K	≤105K (JEM 1354)
	界磁巻線	22.0K	≤110K (JEM 1354)
原動機	冷却水出口	51℃ (外気10℃)	-
		81℃ (外気40℃換算)	≤98℃

JEM：日本電機工業会規格

- ①当社、従来同容量機種の騒音データ
- ②当社、従来同容量機種の吸音材の配置
- ③原動機の実音データ

を基に、断熱効果も考慮し、排気消音器などの騒音値が大きい箇所にて特に減音できるように吸音材配置の見直し、騒音値の机上検討を行い、パッケージ内の吸音材配置を決定した。騒音実測(機器側面から1m、地上からの高さ1.2mの位置)の結果、騒音仕様値75dB(A)以下を満足することができた。

## 4. むすび

MSSGの小型・軽量化のため流体解析技術を活用したが、これらの結果、MSSGは市場要求の温度、騒音値を満足し、従来同容量機種よりも小型・軽量化を実現し、従来機比での設置スペースで20%縮小、製品質量で17%の低減を実現した。

近年、自然災害が多発しており防災用電源の要求意識は高まっており、道路表示装置や信号機向けの発電装置の確保が順次進められ、需要が増加しつつある。

今後も更なる小型・軽量化を目指すとともに、機器製作・輸送・設置工事における環境負荷低減についても貢献していく。

## 参考文献

- (1) 国土交通省：簡易型非常用発動発電装置機器仕様書(案)平成22年6月版(2010)