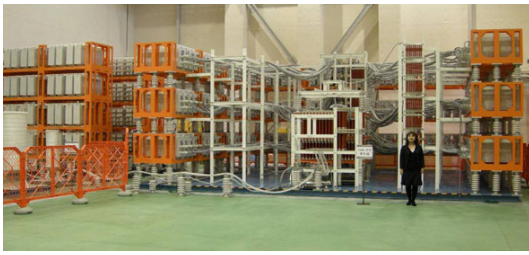


民間航空機用耐雷規格に合致した大電流試験装置の開発

Development of High Current Generator to Comply with Aircraft Lightning Environment and Related Test Waveforms



神原 信幸*¹
Nobuyuki Kamihara

神納 祐一郎*²
Yuichiro Kamino

民間航空機開発の耐雷対策技術開発において、雷模擬電流波形として、民間航空機の耐雷規格 SAE ARP5412A⁽¹⁾に適合する大電流波形が必要となったため、これを実現する大電流試験装置を開発した。大電流試験装置は3台の電流発生器と1台のコントロールユニットから構成されており、これらを組み合わせることにより、耐雷対策試験で必要とされる複数の波形を同時に試験供試体に印加することが可能となった。さらに耐雷規格 SAE ARP5412A に適合する波形だけでなく、電流発生器の回路定数の調整も可能であり、より詳細な試験印加条件に対応することが可能となった。民間航空機の耐雷対策開発試験に使用して、機体開発スケジュールに即した耐雷試験が可能となり、大きな成果をあげている。

1. はじめに

民間航空機開発において、レギュレーションの変更により、全ての耐雷対策は実証試験による確認が必要となった。このため試験ケースが爆発的に増大し、専有可能な施設が必要となった。

実証試験では民間航空機の耐雷規格 SAE ARP5412A に規定される雷模擬電流を用いて試験をする必要がある。さらにより自然な着雷現象を再現するために、1度の印加で試験供試体に複数のコンポーネント波形を印加できることが必要である。このような仕様の装置は、従来、国内には存在せず、独自に開発し順調に運用しているのでこれを紹介する。

2. 大電流試験装置概要

民間航空機の耐雷規格 SAE ARP5412A に規定される雷模擬電流(図1)は複数のコンポーネント波形が定義されている。コンポーネント A 波形、コンポーネント B 波形、コンポーネント C 波形、コンポーネント D 波形はそれぞれ、First Return Stroke, Intermediate Current, Continuing Current, Subsequent Return Stroke を模擬している。大電流試験装置は3つの電流発生器を用い、これらの波形を実現している。

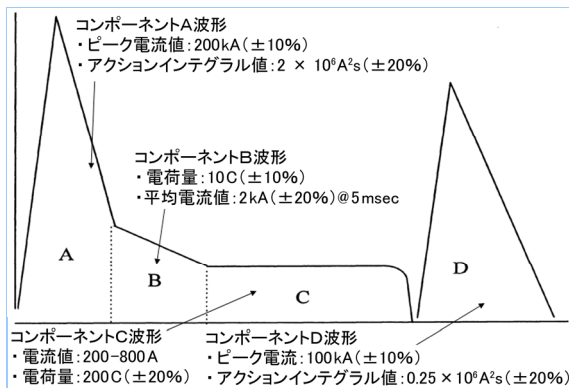


図1 模擬電流波形

表1 各コンポーネント発生器の詳細

	寸法(m) (W×L×H)	スイッチング 手法
コンポーネントA/D 発生器	8.5×7.5×4.0	ギャップスイッチ
コンポーネントB 発生器	4.0×3.2×4.0	イグナイトロン
コンポーネントC 発生器	1.9×1.9×1.8	半導体スイッチ

*1 航空宇宙事業本部研究部

*2 機械・鉄構事業本部技師長

さらに各コンポーネント発生器の充電電圧の極性を変えることにより、正極、負極両方の雷模擬電流の印加が可能である。各コンポーネント発生器の詳細を表1に示す。

(1) コンポーネント A/D 発生器

コンデンサに蓄えられた電荷はギャップスイッチを用いて試験供試体に印加される。印加される波形のピーク電流値は 200 kA である。発生器回路に直列にインダクタ L と抵抗 R を入れ、印加波形調整を行う。これらの L や R の回路定数を変更することにより、コンポーネント A 波形とコンポーネント D 波形の切替えを可能とする。装置概観を図2に示す。

(2) コンポーネント B 発生器

コンデンサに蓄えられた電荷はイグナイトロンススイッチを用いて試験供試体に印加される。コンポーネント A/D 発生器と同じく、発生器回路に直列にインダクタ L と抵抗 R を入れ、印加波形調整用に使用する。装置概観を図3に示す。

(3) コンポーネント C 発生器

コンデンサに蓄えられた電荷は半導体スイッチを用いて試験供試体に印加される。これにより、今まで不可能であった印加時間の精密な設定が可能となる。装置概観を図4に示す。



図2 コンポーネント A/D 発生器概観

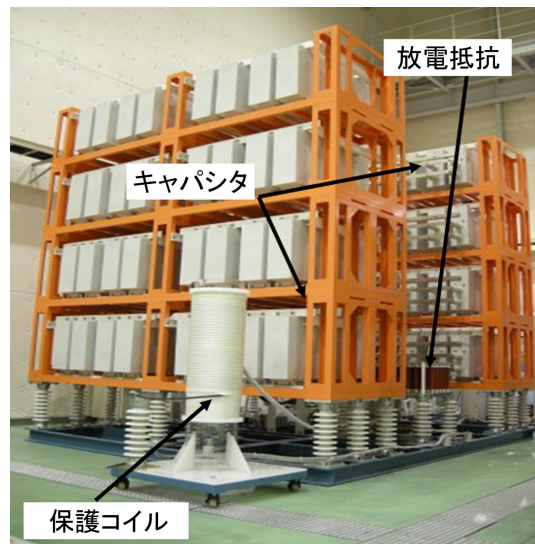


図3 コンポーネント B 発生器概観

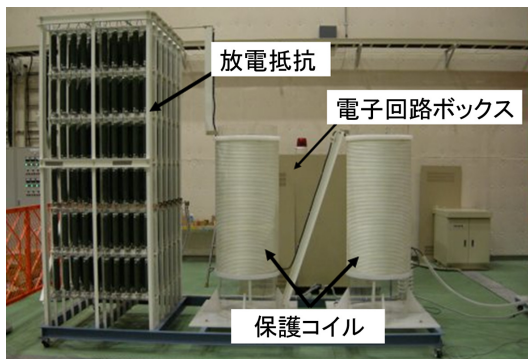


図4 コンポーネント C 発生器概観

(4) コントロールユニット

耐雷規格 SAE ARP5412A では、航空機に着雷する場所により、コンポーネント A 波形、コンポーネント B 波形、コンポーネント C 波形、コンポーネント D 波形などを組み合わせた、Zone1A 波形、Zone1B 波形、Zone2A 波形、Zone2B 波形などの複合波形が規定されている。実証試験においてもより自然な着雷現象を再現するために、試験供試体への各コンポーネント波形の同時印加が必要である。

各コンポーネント波形を実現し、かつ複合波形として試験供試体に印加できるようにするため、コンポーネント A/D 発生器の出力電流波形を検知し、検知信号をコンポーネント B 発生器、コンポーネント C 発生器のスイッチ用のトリガー信号として使用する。このトリガー機構により、試験供試体への複合波形の印加が可能となる。

3. 成果

耐雷規格 SAE ARP5412A に合致した波形の印加が可能な大電流試験装置を開発した。出力例として、コンポーネント A 波形、コンポーネント B 波形、コンポーネント C 波形、コンポーネント D 波形をそれぞれ図5、図6、図7、図8に示す。各波形例において青線が印加電流波形で、赤線がその電流値の2乗の時間積分であるアクションインテグラル値(図5、図8)と電流値の時間積分である電荷量(図6、図7)である。これらの波形のパラメータは耐雷規格 SAE ARP5412A の規定を満足している。さらにコントロールユニットを使うことにより、試験供試体への各コンポーネント波形の同時印加が可能となった。

また、各発生器の回路定数の変更及び、コンポーネント C 発生器の精密な印加時間制御により、縮小波形の実現など詳細な試験条件への対応が可能となった。

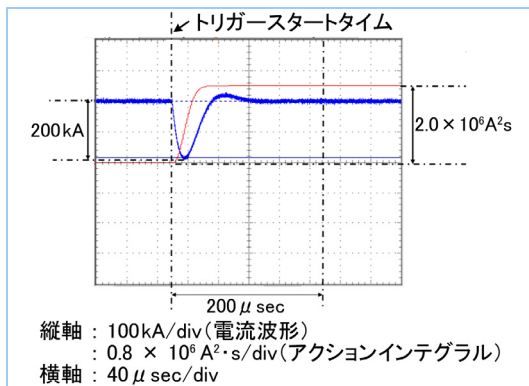


図5 コンポーネント A 波形

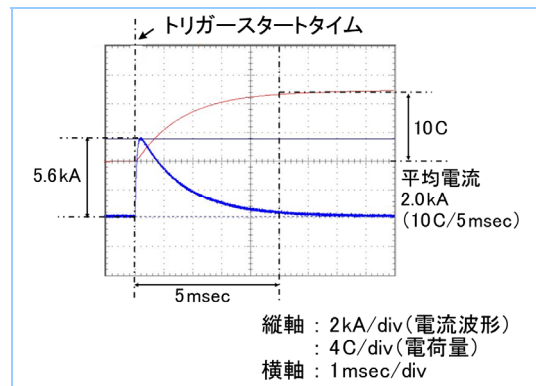


図6 コンポーネント B 波形

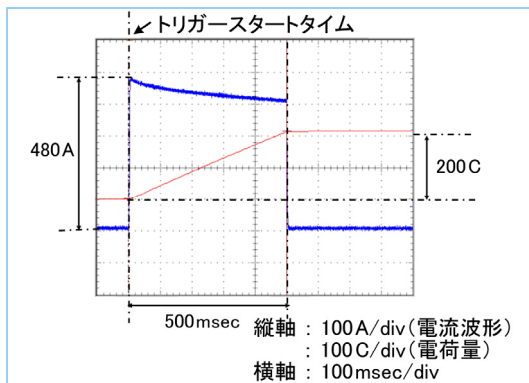


図7 コンポーネント C 波形

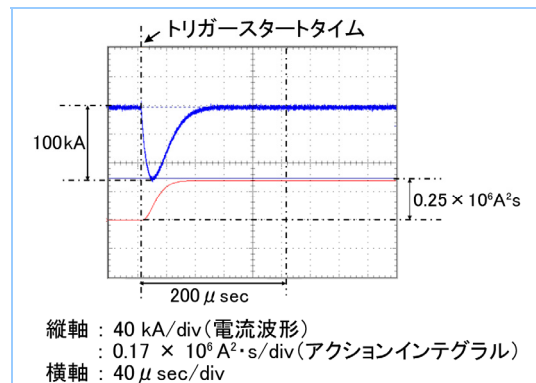


図8 コンポーネント D 波形

4. まとめ

民間航空機の耐雷規格 SAE ARP5412A に適合した大電流試験装置を開発した。各コンポーネント発生器をコントロールユニットにて制御することにより、試験供試体への各コンポーネント波形の同時印加が可能となった。

各発生器の回路定数などを調整することで、耐雷規格 SAE ARP5412A に適合した波形に加え、複雑な試験要求波形が実現できるようになった。これにより詳細な試験条件に対し、より柔軟な対応が可能となった。

民間航空機の耐雷対策技術開発において、新たに開発した大電流試験装置を使用することにより、大きな成果を上げている。

参考文献

- (1) SAE ARP 5412A, Aircraft Lightning Environment and Related Test Waveforms, SAE International Group, February 2005