

図1 厚銅箔基板の断面

板が厚銅箔基板と言われることが多い。一口に厚銅箔基板と言ってもその銅箔の厚みは様々だが、70~500 $\mu\text{m}$ 、特に厚いもので2000 $\mu\text{m}$ 程度までの銅箔厚を使用した基板が広く使用されている。多くは一般的な銅箔厚の基板と同じFR-4材を使用した多層板である。

例として図1(a)に105 $\mu\text{m}$ 銅箔の14層基板の断面を示し、図1(b)に500 $\mu\text{m}$ 銅箔の4層基板の断面を示す。銅箔が厚くなればなるほど特殊な基板のように感じられるが、これらは一般的な銅箔厚の基板と同じ材料、製造設備、製造工程により製造可能で、もちろん一般的な基板と同じように使用することができる。

### 3.3.2 厚銅箔基板による放熱性向上のための設計手法

#### (1) 銅箔の厚みによる熱拡散の強化

単純に銅箔パターンの厚みを増やすだけでも熱の平面方向への効率的な拡散効果が見込めるようになる。

ただし、前述のとおり銅箔厚が増えればL/S等のパターンの設計ルールも制約が大きくなるため、部品の取り付けピッチ等に注意が必要である。また、ある程度銅箔厚を増やしていくと基板の板厚も厚くなっていくので、部品のリード長や筐体との干渉等も気をつけるべき点である。

#### (2) サーマルビアの活用

サーマルビアとは銅メッキを施したスルーホールを厚み方向の熱経路としたもので、図2のように熱源の直下にサーマルビアを多数配置し、熱を基板の裏面に逃がす構造はFR-4基板において一般的に広く使われている手法である。

厚銅箔基板においても有効な手段ではあるが、サーマルビアを多数配置するということは銅箔に多数の穴をあけるということになり、せっかくの厚銅箔を取り除いてしまうことでもある。さ

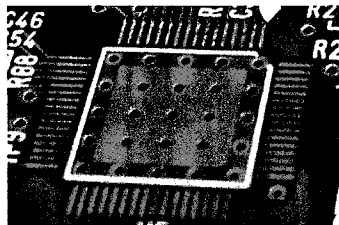


図2 熱源の直下に配置したサーマルビアの一例

(3) 設計自動化

開発現場ではバランスの取れた設計値の導出に多くの時間を使っている。顧客要求の多様化や開発するシステムの複雑化が進み、これまでの、ヒトによる「勘・コツ・経験によるすり合わせ」では立ち行かなくなっているのである。

そこで最適化技術を用いることで解探索を機械に任せ、素早く良い設計値を自動的に導出することが可能となる<sup>4,5)</sup>。CAEにより物理現象がコンピュータ上で扱えるようになった結果、機械と人が協働して「機械にできることは機械に任せる」ことができるようになり、「人間はより創造的な分野での活動をたのしむ」ことが可能になるのである。

2.2.3 デジタルデザインが開発プロセスに与える効果

ここまで説明してきたデジタルデザインによるCAEの3つの進化で、以下の2つの効果が得られる。

(1) 開発リードタイムの短縮

1つ目はフロントローディングによる開発リードタイムの大幅な短縮である。CAEが高精度化することにより実機評価依存ではなくなり、試作回数を削減することが可能になる。高速化によりCAEを用いた設計の時間が短縮する。設計自動化では、人がやっていたすり合わせの試行錯誤を機械が担い、素早く答えを導く。結果として図2に示すように、大幅な開発リードタイムの短縮が可能となる。

(2) 性能向上

2つ目の効果は性能の向上である。CAEの高精度化は物理現象の再現度が向上することを指す。つまり、より実機に近い形で性能評価・検証や、OK/NGの判定をデジタルの世界で行うことを可能にする。また、高速化すると、これまで計算リソースや開発リードタイムが制約となり実施できなかった製品レベルのマルチフィジクス計算が可能になる。そこに設計自動化が可能になると創造力が加わり、人ではたどり着けなかった優れた性能を実現する設計値を得ることが可

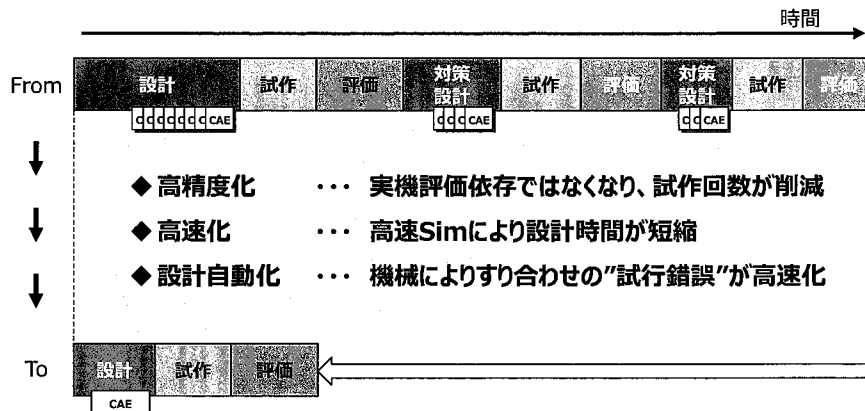


図2 デジタルデザインの効果：開発リードタイムの短縮

設計として極めて重要であるとともに、いかにして、この落ち込み幅を最小に留めるかが、機器の性能を左右することとなる。

冷却ファンモータの性能を、大気開放状態に限りなく近い性能を引き出すため、実際に冷却ファンモータを使って実験、またその理論的な裏付けのため、流体解析を行った事例がある。

図1は、冷却ファンモータの吸込口全体を覆うように、障害物を置き、障害物と冷却ファンモータの距離  $g$  を変化させ、流量を測定したものである。サンプルとして、株式会社日本計器製作所からお借りした□40 mm と小形の軸流ファンモータを使い、評価データは、法政大学大学院 理工学研究科からご提供をいただいた。

図2は  $g$  を変化させたときの風量の変化量を示すもので、 $g$  が 20 mm のとき、最大静圧値は約 20% 低下するものの、他の流量域では障害物がない状態と変わらない静圧を得ており、最大流量値もほぼ同じだった。一方、冷却ファンモータと障害物との距離  $g$  が 10 mm 以下の場合では、静圧は障害物がない状態と比較し、全流量域でその距離が短くなるほど低下し、最大流量も同様に減少した。

このことから、冷却ファンモータと障害物との距離  $g$  を 20 mm 離すと、障害物がない状態と同じ最大流量が得られ、静圧も高流量側ではほぼ同様の値になることがわかった。

図3に冷却ファンモータと障害物との距離を変化させたときの、最大流量における羽根車断面(図中の白線部分)の静圧分布を示す。負圧面の翼端付近に障害物が無いときと比較して、障害物があるときは静圧が低い領域がある。これは、吸込口に設置した障害物により、羽根車に流入する空気が減少し、図3に示すような低圧領域が形成される。その結果、この領域があることによって圧力面から負圧面にかけて圧力勾配が大きくなり、逆流域が広がったことから、僅かな乱流を生み出し、騒音値の増加にもつながる。また、圧力面側の静圧および下流の領域では障害物

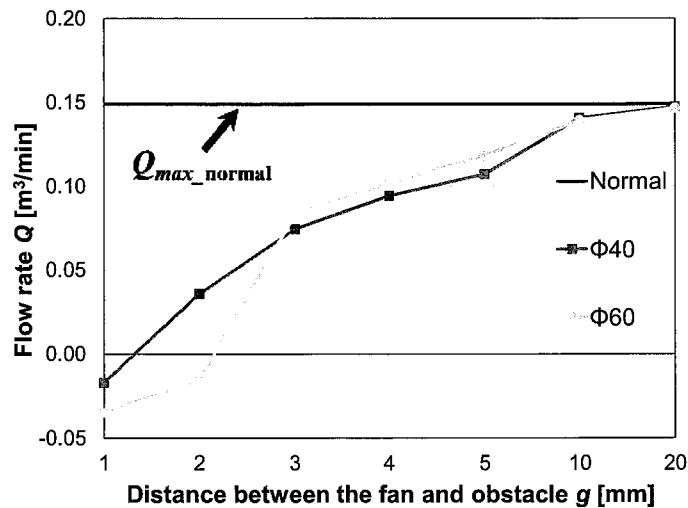


図2 冷却ファンモータと障害物との距離と送風量の関係