

低騒音・低振動・軽量型洗濯乾燥機 ホームランドリー TW-F70

Model TW-F70 Automatic Washer Dryer

山崎 文誉
YAMAZAKI Fumitaka

西脇 智
NISHIWAKI Satoru

川端 真一郎
KAWABATA Shinichiro

最近の社会環境の変化から、高齢化世帯や単身者、有職主婦、更にゆとりや社会参加を求める専業主婦が増加している。そのため、日常の洗濯作業に対して、“洗濯”から“乾燥”までの労力を軽減したい、時間を節約したい、時間帯を気にせずに洗濯したいといった要望が増えてきている。また、乾燥機を置く場所がないといった住宅環境もあり、“洗濯”から“乾燥”までを1台で自動的に行える洗濯乾燥機が注目を浴びてきている。

このようなニーズに対応して、DD(ダイレクトドライブ)インバータモータを搭載し、振動・騒音・製品の重さなど従来の洗濯乾燥機の問題点を解決した、使い勝手の良い洗濯乾燥機を“東芝ホームランドリー銀河21” TW-F70として商品化した。

The washing and drying of laundry is daily household work. In recent years, the aging of households as well as an increase in single households and in wives with outside jobs have appeared as trends. Moreover, many housewives desire a more comfortable life and wish to participate more fully in society. As a result, there has been greater demand for automatic washer dryers that can overcome limitations such as the necessary labor, the time required from washing to dry clothes, and the space needed for dryer installation.

In response to these requirements, we have developed the model TW-F70 automatic washer dryer. The TW-F70 is equipped with a direct-drive (DD) motor that directly drives the drum, thus solving the problem of present automatic washer dryers by realizing low vibration and low noise. This model has been named the “Toshiba Home Laundry Ginga 21”(ginga: “galaxy”).

1 まえがき

日常の“洗濯”から“乾燥”までの洗濯作業に対して、最近の社会環境の変化から以下のようなニーズが増えている。

- (1) 高齢化世帯の増加に伴う洗濯作業への労力の軽減
- (2) 有職主婦及び単身者の増加に伴う洗濯時間帯の変化や、“洗い”から“乾燥”までの時間の短縮化、自動化の要望
- (3) 住宅環境の面から設置場所の問題解消
- (4) 専業主婦のゆとりや社会参加を求める要望

このようなニーズに対して、“洗い”から“乾燥”までの労力、時間、乾燥機の置き場所、干す場所などの制約を解消し、“洗濯”から“乾燥”までを1台で自動的に行える洗濯乾燥機が注目を浴びてきている。しかし、従来から販売されている洗濯乾燥機は、振動や騒音が大きく、また製品が重いなどの問題点があった。

そこで、当社の静音型全自動洗濯機で実績のあるDDインバータモータの採用、流体バランサとオイルダンパの搭載などにより、騒音・振動の低減と製品質量の軽量化を図った。また、DDインバータモータを用いた最適なドラム回転制御によって洗濯性能の向上、更に脱水行程から衣類への加温を開始するプリヒート脱水制御によって、“洗い”から“乾燥”終了までの時間短縮も実現した。

これらの技術を搭載して、上記のニーズに対応した洗濯乾燥機 TW-F70を開発し、“東芝ホームランドリー銀河21”として2000年2月に発売した。

2 洗濯乾燥機 TW-F70 の概要

TW-F70の外観を図1、技術特長を図2に示す。



図1．ホームランドリー銀河21 TW-F70 “洗濯”から“乾燥”まで自動で行える洗濯乾燥機にDDインバータモータを搭載し、使い勝手を改善した。

TW-F70 automatic washer dryer

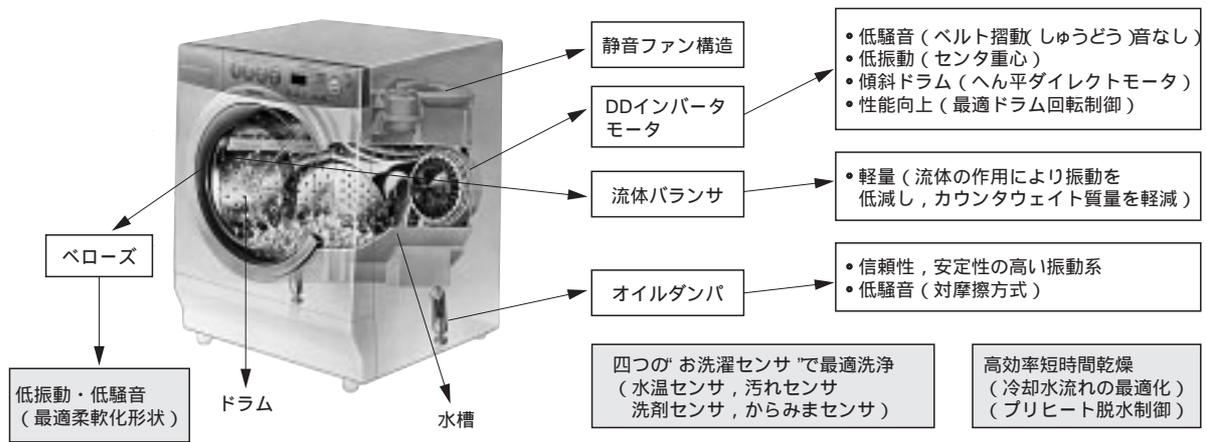


図2 . 技術特長 DDインバータモータ,流体バランサ,オイルダンパを搭載し,軽量で低騒音・低振動を実現した。
Technical characteristics

主な製品特長は,次のとおりである。

- (1) “洗濯”から“乾燥”まで自動運転
- (2) 静かで低振動
- (3) 省スペースで大容量(洗濯7kg,乾燥4kg)
- (4) 日本の住宅に適した軽量の製品
- (5) “洗濯”から“乾燥”までの時間短縮の実現
- (6) 洗っても乾燥しても省エネルギー(節水)
- (7) 傾斜ドラムにより,衣類の出し入れ楽々
- (8) 洗濯中でも洗濯物の追加投入可能

以下に,この洗濯乾燥機の開発のポイントである脱水振動低減技術,洗浄性能技術,乾燥性能技術について述べる。

3 脱水振動低減技術

脱水時において,自動的に洗濯物をドラム内周に均一に貼り付かせることは困難であり,どこかに洗濯物のアンバランスが発生し,これが脱水振動の原因になる。

特に,洗濯乾燥機は,一般的な全自動洗濯機に比べ,下記の2点の差異によって外箱や床への振動の伝達力は大きくなるため,低振動化のための対策を講じる必要がある。

- (1) 回転軸が水平方向であるため,脱水の際,水槽は振動が直接床に伝わる鉛直方向に振れ回る(全自動洗濯機は水平面内で水槽が振れ回る)。
- (2) 水槽と本体の洗濯物投入口を接続するゴム製のペローズが存在し,水槽の振動を外箱に伝達しやすい。

そのため,低振動化のポイントは次の3点であり,それぞれ以下の対策をした。

- (1) 洗濯物をドラム内周に極力均一に貼り付けさせる。
- (2) 水槽の振れ回り振動を低減する。
- (3) ダンパ,ペローズなどの伝達構造を柔軟にする。

3.1 ドラム回転制御(洗濯物のアンバランス低減)

従来の洗濯乾燥機は,脱水起動時にドラム回転数を徐々

に上昇させ,洗濯物をドラム内周に均一に貼り付けさせることで脱水振動の低減を図っている。しかし,洗濯物がタンブリング(転がり,落ちる)している状態から貼り付いた状態に移行する際のモータへの負荷変動は大きく,スムーズにドラム回転数を上昇させることは難しい。その結果,十分に洗濯物を均一化できないことがあり,以下に述べる新たな制御を開発した。

“脱水”起動時においてドラム回転数を徐々に上昇させ,洗濯物のアンバランスが小さいときはドラム回転を高速にさせるが,アンバランスが大きいときはドラム回転を降下させることにより,アンバランスをほぐし直す制御を採用した。

回転数の上昇時に比べて降下時は,モータへの負荷変動が小さいため,安定した回転数変化が得られる。また,アンバランス部分だけをタンブリングさせてほぐし直すため,効果的にアンバランスを減少させることが可能となった。

この細かな回転制御は,DDインバータモータを搭載することにより実現された業界初の技術である。

3.2 製品を軽量化できる水槽振動低減技術

従来の洗濯乾燥機においては,水槽振動低減のため15~20kgのウェイトが水槽に取り付けられている。そのため,製品質量は80~100kgと重くなり,据付け時に床補強などが必要となることがあった。そこで,ウェイトに代わる振動低減方法として,全自動洗濯機に用いられている流体バランサの応用開発を実施した。これによりウェイトを最小限にして,現行の全自動洗濯機と乾燥機を組み合わせた質量と同程度の,軽量で低振動な振動系を構築できた。

流体バランサは,共振点以上の回転で水槽の振動振幅を低減させる効果を持つ。しかし,共振点付近では,バランサ内部の液体がドラム回転に追従しない,あるいは移動しすぎるなどにより振動振幅を増大させることがある。そのため,液体の流れの制御が重要である。そこで,これに影響を与えるバランサ内部に設けられた流れを絞る抵抗板の形

状の工夫と共振点付近のドラム回転数の上昇速度を実験的に最適化した。

一方、洗濯乾燥機はドラム径が大きく、脱水時に大きな遠心力が掛かるため、軸や軸受などの剛性を高める必要がある。これは流体バランサの効果を発揮させるためにも必要なことであり、それらの部品について有限要素法(FEM)による解析を用い最適形状を決定した。

3.3 振動伝達の低減

3.3.1 オイルダンパ 従来の洗濯乾燥機に用いられている摩擦ダンパは、水槽の振動振幅の大小にかかわらず大きな摩擦力が発生する。しかし、共振点では大きな減衰力を必要とするが、“脱水”定常時において減衰力は小さいほうが望ましい。そこで、大きな振幅に対して大きな減衰力を生ずる粘性減衰を用いたオイルダンパを採用した。

更に、TW-F70では流体バランサを搭載しているため、共振振幅を低減でき、ダンパの減衰力を小さくすることが可能となった。また、オイルダンパの減衰力は摩擦ダンパに比べ、その伝達力の特性が線形であるため、低騒音で信頼性、安定性の高い振動系を実現した。

3.3.2 柔軟なベローズ 布のアンバランスがある状態での水槽前側の振動振幅と床への伝達力との関係は、図3に示すとおりほぼ比例関係にある。

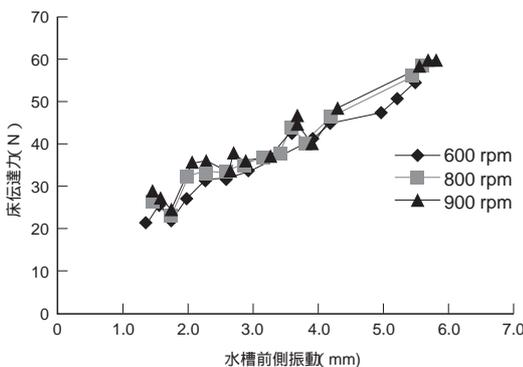


図3．水槽前側振動と床伝達力 水槽前側振動と床伝達力はほぼ比例関係にあり、ベローズからの伝達力が大きいことを示している。
Relationship between vibration and floor transmission force

このことは、ベローズ部からの伝達力が床伝達力に支配的な影響力があることを示している。したがって、ベローズを柔軟化することにより、床への伝達力が低減できる。ベローズはゴム部品であるので、線形静解析により最適柔軟化形状を決定した。解析例を図4に示す。

以上のような振動の改善策を開発することにより、最終的に床へ伝達される振動を現行の全自動洗濯機並にできた。これにより、現在の全自動洗濯機からの買替えにあたって、振動に関する問題はなくなったと考える。



図4．ベローズ解析例 線形静解析により、ベローズの最適柔軟化形状を決定した。

Example of bellows analysis

4 洗浄性能

TW-F70は、“標準”、“しっかり”、“すやすや”、“毛布”、“ドライ”の五つの洗濯コースを備え、“標準”、“しっかり”、“すやすや”のコースに対して30、60の温水洗浄運転が設定でき、洗浄力の向上と除菌効果を発揮する。以下に標準コースについて説明する。

“洗い”行程は、“たたき洗い”と“しぼり洗い”の組合せにより洗濯を行う。“たたき洗い”は、従来の一般的な洗濯乾燥機に用いられてきた方法で、40 rpmから55 rpmの回転数でドラムを回転し、ドラム内のパッフル(洗濯物を持ち上げるために設けられた突起)に持ち上げられた洗濯物が自重で落ちる際の衝撃力によって洗濯を行うものである。

一方、今回新たに採用した“しぼり洗い”は、60 rpm以上の高速度でドラムを回転し、その遠心力によって洗濯物をしぼる効果を持たせ、洗濯するものである。後者は、特に大容量の洗濯を行う際に有効であり、7 kgの洗濯物を約55分で洗うことが可能となった。

更に、下記の四つの“お洗濯センサ”を用いて、種々の条件下でも高い洗浄性能を維持できるようにした。

- (1) 水温センサ：水温により洗い時間を設定する。
- (2) 洗剤センサ：光センサにより、洗剤量を検出し、洗濯時間、すすぎ回数を設定する。
- (3) 汚れセンサ：光センサにより、汚れ落ちを検出し、落ち途中であれば時間延長する。
- (4) からみまセンサ：脱水初期の布の偏りを検出し、洗濯物を均一に制御する。

これらにより、洗浄性能は5℃の水温の時で約15%、20℃の水温の時には約5%の向上を図ることができた^(注1)。また、前記の二つの洗い方と合わせることで、“布からみ”、“布いたみ”は、全自動洗濯機に対して約30%改善することができた^(注2)。

(注1) 4kg洗濯時。

(注2) 工業会公表自主基準方式による。

5 乾燥性能

乾燥方式は、衣類から蒸発させた水分を室内へ排出しない水冷除湿乾燥方式を採用した。シーズヒータで加熱した温風により衣類に含まれる水分を蒸発させ、その高温多湿の空気をダクト状の除湿用熱交換器内を流れる冷却水で冷却、結露させることにより除湿する。

除湿用熱交換器は、図5に示すようにコの字断面形状の熱交換器を水槽背面にねじで固定する構造とし、水槽との一体化によるコンパクト化と製造コスト低減を実現した。また、コンパクトな流路で十分な熱交換を可能とするために、熱交換器流路内の1か所に冷却水攪拌(かくはん)用リブ(図5斜線部)を設置した。これは、リブ部の空気流速を増加させるとともに、冷却水をせき止めて横へ広げることにより、落下してきた冷却水の一部を水滴状にし、空気力で再び熱交換器上方へ持ち上げる役割を果たす。したがって、冷却水は、水滴状態で円を描くように落下と上昇を繰り返した後、排水されるため、熱交換器内に滞留して空気と接触する時間が増え、熱交換性能が向上する。その結果、除湿率^{注3)}80%以上(従来の衣類乾燥機は約60%)を達成した。

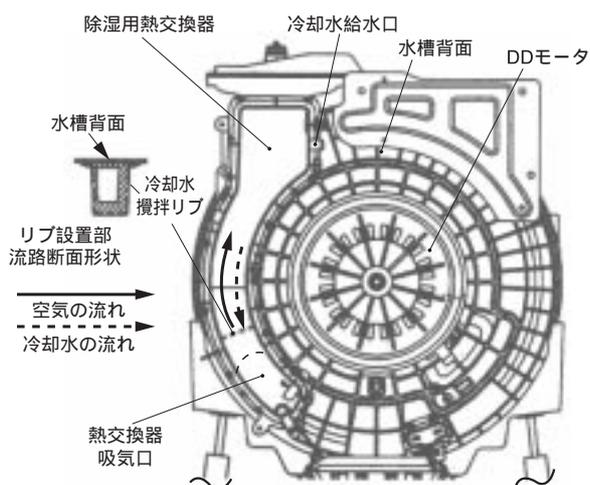


図5 除湿用熱交換器構造 熱交換器を水槽背面と一体化させコンパクト・低コスト化し、冷却水攪拌リブにより高効率な熱交換を行う。
Structure of regenerator and heat exchanger

洗濯乾燥機は構造上、従来の衣類乾燥機と比較して乾燥時間が長くなる傾向があった。その主な原因は、次の2点である。

(注3) 除湿率=除湿水量/蒸発水量×100%

除湿水量: 除湿用熱交換器で復水して捕捉(ほそく)された水量

蒸発水量: 除湿水量と蒸気として逃げた水量の合計

(注4) 乾燥率=(乾いた衣類質量/測定時の衣類質量)×100% JIS C9608による。

- (1) 熱容量(質量)が大きく、本体加熱に時間が掛かる。
- (2) 衣類を収納する回転ドラムの外に水槽が存在する二重構造のため、回転ドラムに吹き込んだ温風の一部が衣類の中に入らず水槽とドラムの間を流れてしまう。

これら基本構造上生ずるデメリットによる乾燥時間の増加をリカバーするために、乾燥時間低減技術として、プリヒート脱水技術を開発した。プリヒート脱水とは、最終脱水行程のときに、衣類へ加温しながら高速脱水とほぐし行程を繰り返す方法である。これにより、

- (1) 加温することによって衣類に含まれる水の粘性を低下させて脱水率を高め、乾燥すべき水量を低減する。
- (2) 脱水行程終了後に乾燥行程に入る従来の方式と比較して、衣類をより早く温度上昇させることができる。

以上の(1)(2)を効果的に利用することにより、例えば衣類4kgを乾燥する場合、プリヒート脱水を行わないときと比較して乾燥時間を約30分短縮し、加熱開始から乾燥率^{注4)}97%までを約132分で乾燥できるようになった。結果として、従来の衣類乾燥機(約160分)に比べて約28分短縮することができた。

6 あとがき

まえがきで述べたとおり、今回開発した製品は、洗濯乾燥機普及のネックとなっていた問題点を解決に導くものである。

また、一台で“洗濯”から“乾燥”までを完遂するにもかかわらず、洗濯及び乾燥性能についても、現行の全自動洗濯機や衣類乾燥機単体のものに比べて劣らないものであり、同時に省スペース・省エネルギー化も実現できた。

今後、更に製品の改善・向上に努力して、ユーザーのニーズにこたえられるように努めていきたい。



山崎 文誉 YAMAZAKI Fumitaka

家電機器社 ランドリー機器部 ランドリー技術部。

洗濯乾燥機の開発・設計に従事。

Laundry Appliances Div.



西脇 智 NISHIWAKI Satoru

家電機器社 ランドリー機器部 ランドリー技術部主務。

洗濯乾燥機、洗濯機の開発に従事。

Laundry Appliances Div.



川端 真一郎 KAWABATA Shinichiro

家電機器社 家電機器開発センター 家電要素技術担当主務。

洗濯乾燥機の開発・設計に従事。

Home Appliances R&D Center