



空気・水・土をきれいにする技術 特集

鉛フリーのホイールバランスの開発と評価

Development and Evaluation of Lead-free Wheel Balancers

柚木 政典 Masanori Yunoki 秋山 延久 Nobuhisa Akiyama 永井 浩 Hiroshi Nagai

●技術統括部ボディ開発室 / MC 事業本部生産技術開発室 / 技術統括部技術管理室

In all industries today, companies are working to eliminate the use of substances like lead that negatively impact the environment. In the motorcycle industry, efforts are under way to reduce the use of substances like lead, mercury, cadmium and hexavalent chromium. In the case of lead there is a plan to reduce the limit for use per motorcycle from 80 grams to 60 grams by the year 2006. Lead is used for various types of additives and as an element in alloys and, despite ongoing research efforts, it has proved difficult to find alternative substances with the same functional qualities. In the case of wheel balancers, lead is used as a weight element and has traditionally constituted a large proportion of the weight of balancers. We thought to develop a lead-free balancer as a means to promote a significant reduction in lead use. Through these efforts we at Yamaha Motor Co., Ltd. have developed a balancer using soft iron for the cast wheels used on sports bikes and large-sized scooters, and one using tin for the spoke wheels of cruiser and on-off road models. In September of 2000, these became the first lead-free balancers ever to be used on production models in the motorcycle industry.

Since then, these balancers have been used for a steadily increasing number of models, to the point where the conversion to lead-free balancers will be complete for all domestically manufactured Yamaha motorcycles by October of 2003. Here we report on our evaluations of the performance of the lead-free balancers versus lead balancers.

1 はじめに

今日、全ての工業製品分野において、鉛をはじめとする環境負荷物質の削減にはそれぞれの会社が全力をあげ取り組んでいる。モーターサイクル業界においても、鉛、水銀、カドミウム、6価クロムを筆頭に、使用量の削減に取り組んでおり、鉛は従来の1台あたりの使用量上限を80g¹⁾から2006年以降は60g²⁾へと削減する計画にある。鉛は各種の添加剤や合金元素等に利用されているが、その性能を有する代替材料は容易には得がたく研究を続けているところである。その中であってホイールバランスに使われている鉛は、おもりとしての機能であって占める重量割合も大きいことから、鉛フリーのバランスを開発し、削減の推進を図った。ヤマハ発動機(株)では、スポーツバイクや大型スクーターに使われているキャストホイールには軟鉄製を、クルーザーやオンオフバイクなどのスポークホイールにはスズを利用した2タイプのバランスを用意し、2000年9月、2輪業界で初めて鉛フリーのホイールバランスとして生産車に採用した。

以来順次切り替えを行い、2003年10月には国内生産全機種の切り替えを完了するに至ったので、ここに鉛バランスと鉛フリーバランスの性能比較評価をもって紹介する。

2 キャストホイール用バランス

2.1 バランスの設計

モーターサイクルの場合、タイヤ幅が比較的細くダイナミックアンバランス量が少ないことから、バランスはリム幅の中央部分にリブ（センターリブという）を設け、これにバランスを取り付ける例が多い。バランスはホイールに取り付く部分（以下、クリップという）とウェイト部分からなる。鉛が低融点であることからクリップを鋳込んで結合していたが、鉛フリーバランスでは結合の確実性の確保とコストから、ウェイトには軟鉄を採用して両者をカシメ結合することとした（図1～3）。

他の材料の選択肢として焼結や亜鉛合金なども検討したが、カシメの安定性確保困難・割れ・コスト等の問題があり、採用にいたらなかった。

バランスが装着されるリムは径が12インチから21インチ、幅が1.85インチから6インチとバリエーションに富んでいる。バランスはこれらリムに対して著しい浮きが無く装着され、且つ保持性が確保されなければならず設計に苦勞した。



図1 キャストホイールへの組付け例



図2 鉛バランス



図3 鉛フリーバランス

2.2 バランスの評価

2.2.1 バランスのホイールへの保持性

JASO-C-303³⁾ではバランスを取り外すのに要する力を離脱力と称し、100[N]を下限として基準を設けているが、その基準を十分にクリアし、従来品と同等の離脱力（保持性）を確保することが出来た（図4）。

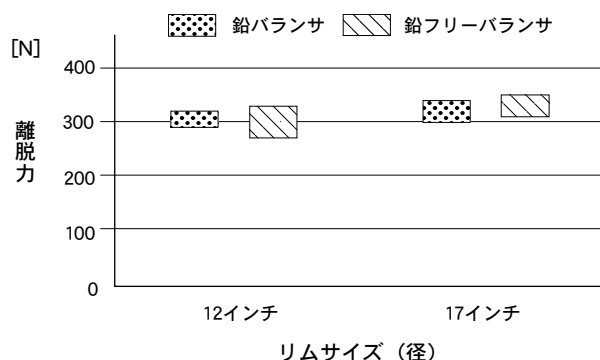


図4 バランスの保持力

2.2.2. 耐食性

塩水噴霧試験における、144 時間経過後の状態を図 5 に示す。鉛品においてはクリップの裏側において赤錆が発生しているが、鉛フリー品においては発生していない。これは鉛品のクリップが亜鉛めっきクロメート皮膜処理であるのに対し、鉛フリー品では亜鉛末クロム酸複合皮膜処理を施した上に、バランス全体を塗装していることが大きく寄与している。

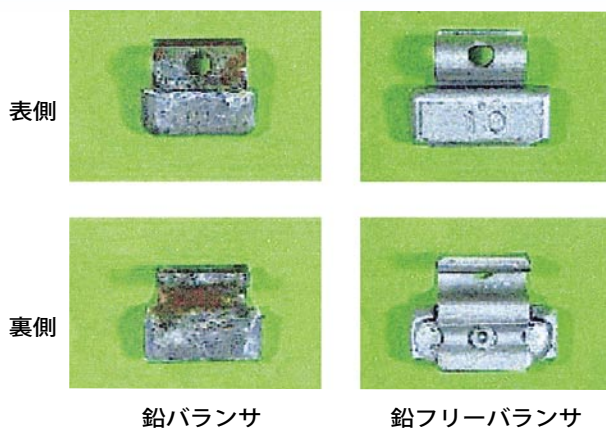


図 5 塩水噴霧試験における耐食性

3 スポークホイール用バランス

3.1 バランスの設計

スポークホイールの場合、バランスをニップル部にかぶせるように装着し、胴部をカシメ・変形させて脱落しないようにしている。塑性変形性が高くカシメ傷から錆が発生しにくい材料が求められることから、スズを採用した（図 6）。

スポークホイールもキャストホイール同様、リム径、ハブ径、スポークの太さ、本数、スポークの組み方、ニップルのサイズ、などバリエーションが多々あり、カシメ加工を行うスペースが、極めて制限される場合があるが、従来のカシメ加工工具の共用を前提に形状を決定した（図 7）。これにより質量は、従来の 20g に対し 15g となったが、アセンブリメーカーの御尽力によりスポーク組付け精度を向上していただき、バランスの装着個数を、従来以下に抑さえることが出来た（図 8）。

バランスの内面にはカシメ時の変形の起点となる溝を入れることで、市場における手作業でも安定してカシメができる塑性変形性を確保した。この結果、従来スポークの太さに合わせて 2 種類のバランスを用意していたが 1 種類のバランスで全てのスポーク・ニップルの組み合わせに対応可能となり、販売店における在庫負担の軽減に寄与できることとなった。



図 6 バランス（左：鉛製 右：スズ製）

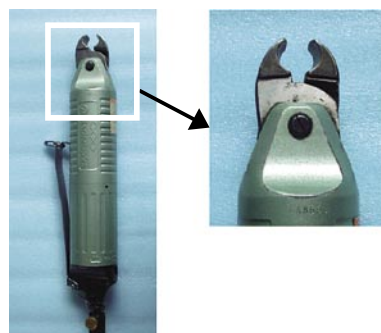


図 7 専用カシメ工具（エアツール）



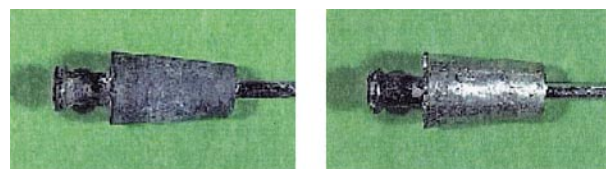
図 8 スポークホイールへの組付け例

3.2 バランサの評価

3.2.1 耐食性

塩水噴霧試験にて、144 時間経過後の状態を図 9 に示す。両者ともに白錆が発生している。また、鉛バランサを装着した方のスポークとニップルに赤錆の発生が認められた。

240 時間という長期の試験においても、鉛フリーバランサのスポークとニップルには赤錆の発生がなかった。これは鉛のほうがスズに比べイオン化傾向がより小さいことによるもので、その点スズのほうがスポークへの攻撃性がより低く、良好といえる。



鉛バランサ

鉛フリーバランサ

図 9 スポークホイール用バランサ

3.2.2 バランサのスポークへの保持力

カシメ後、バランサをスポーク方向に移動する際の抵抗力（保持力）を図 10 に示す。ここでは、細部形状の工夫により鉛バランサと同等以上の性能を確保する事が出来た。

このほか、加振耐久試験や実走行耐久試験等においても、鉛品に対し同等以上の性能を持っていることが確認できた。

また、カシメ工具やカシメ作業時の空気圧・カシメ順序・カシメ時間など組付け上の工夫も多く、アセンブリメーカーの QC 工程表に反映され品質管理されている。

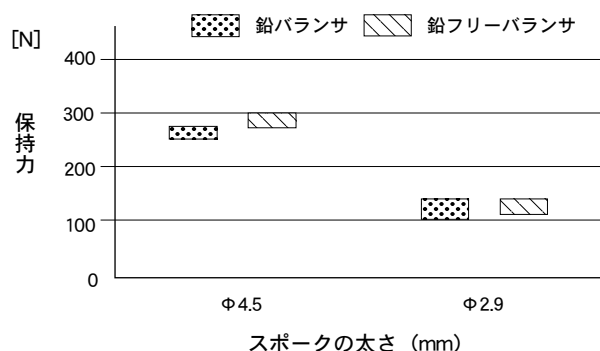


図 10 バランサの保持力

4 製造工程

実際のアセンブリメーカーにおけるバランス取りとバランサの装着工程を紹介する（図 11）。要領は以下のとおりである。

- ・ホイールアセンブリをつりあい試験機に水平に置くと、アンバランスの量と方向が、表示パネルに点のインジケータとしてあらわされる。表示パネルの中心から離れるほど、アンバランスの量が多いことを示している。
- ・アンバランスの量に応じたバランサをリム上、表示された方向に置くとつりあいがとれ、インジケータが中心に寄り、バランスがとれたことがわかるので、そこにバランサを取り付ける。



図 11 バランサ装着工程

5 業界としての取り組み

市場に鉛フリーバルンサを浸透・定着させるには、新車への装着の他、アフターマーケットにおいても鉛フリーバルンサの使用促進が必須である。センターリブ方式（他にバルンサを装着する方法として、接着やリムの耳部分にはめ込む方法がある）の場合、リブについての標準形状はなく、各社が独自に設計したバルンサを供給しているが、今後も各社が従来形状のまま鉛フリーのバルンサを供給すると、販売店は多様なバルンサを在庫せねばならず、鉛フリー化が進みにくくなると危惧される。このことから、2輪メーカー4社においてセンターリブ形状の標準化を協議し、すでに鉛フリーのバルンサとして市場導入されている当社のセンターリブを標準の形状とすることで合意が形成された。

環境負荷物質の削減推進に業界が一丸になって取り組んだ好事例であると言える。今後とも各社が各場面で連携して、社会の要請に効率よく取り組んでいきたいと考える。

6 おわりに

鉛フリーバルンサの開発や評価に大豊工業(株)様、城北機業(株)様をはじめ、協力会社各位のご尽力とご協力をいただいたおかげで、2輪メーカーとして最初に導入・切替えを完了できることとなった。

御協力頂いた社内外の関係各位へ心より感謝、御礼申し上げます。

■参考文献

- 1) 経済産業省, 品目別廃棄物処理・リサイクルガイドライン (2001.7.12)
- 2) 日本自動車工業会, JAMA レポート No.93
- 3) 自動車技術会, 自動車規格 ホイール/バルンシングウエイト