

論文

ハンドルハブの耐久試験用万能ジグの開発

小西 毅*¹⁾ 島田 茂伸*²⁾ 市川 泰章*³⁾

Development of an all-purpose jig for the fatigue testing of steering-wheel hubs

Takeshi Konishi*¹⁾, Shigenobu Shimada*²⁾, Yasuaki Ichikawa*³⁾

The steering wheel hub (called hub, hereafter) is a product that connects the steering wheel and the steering wheel shaft in a car. It has the important function of directing the car in the intended direction. There are two fatigue test standards by which to test the hubs; one is JASO C713 for genuine products, and the other is the ASEA standard of NAPAC for aftermarket products.

Since the hubs may have different shapes, some jigs are needed to fit into between the hubs and the testing machine when testing.

The authors have developed a new jig system for the fatigue test for the hubs. The new jig has a specific feature enabling it to be applied to any hub. Moreover, it has a self alignment mechanism so that the defined testing force is applied to the hub directly and properly.

キーワード：自動車，ハンドルハブ，JASO C713，安全設計，耐久性

Keywords：Car, Steering wheel hub, JASO C713, Complete safety design, Durability

1. はじめに

ハンドルハブは，自動車用ハンドルとハンドルシャフトとを連結させる製品である。機能と特徴は，自動車を意図する方向へ走行させるための重要な機能用品であると同時に，ファッション用品としての役割ももっているがドライバーの安全に係わる大事な部品である。ハンドルハブに関しての団体規格としては，1983年に自動車メーカのライン装着の試験規格として社団法人自動車技術会が出版した自動車部品—ステアリングホイールの試験方法（JASO C713）¹⁾が制定されている。この試験規格の項目に耐久試験がある。一方でアフターマーケット製品用に考案された試験規格としてNAPAC（日本自動車用品・部品アフターマーケット振興会）²⁾のASEA基準がある。ASEA基準はJASO C713の耐久試験に準拠し，試験力・負荷回数などのパラメータをより明確に記載されている。

規格に則って試験を行うためには，試験機（図1）とハンドルハブに対応したジグが必要となる。

ジグの準備に関して，現状では次の問題点があった。

- (1) 試験機に装着するために製品ごとに異なるジグを作る必要がある。
- (2) 個別に作ったジグは規格どおりの力が加わらない構造であった。

JASOC713では，ジグの要件として「試験負荷以外が加わ

らない構造とする」が求められている。

本開発では，任意のハブに取り付け可能な万能ジグで，規格どおりの力をかけられるジグの開発を目指した。

試験対象は，自動車部品アフターマーケット部品であるハンドルハブ（国内全種類）の耐久試験とした。この規格では性能評価は静的強度試験・耐久強度試験及び耐環境試験が規格化されている。

本開発では静的曲げ試験・静的ねじり試験・曲げ耐久試験・ねじり耐久試験（図2～図5）を実施できる万能ジグを開発したので報告する。

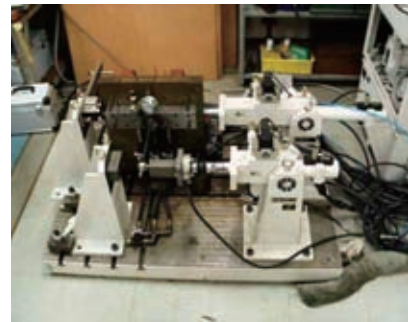


図1. 往復動耐久試験機

2. 開発ジグの概要

図2～図5の負荷は，静的曲げ試験・静的ねじり試験の場合1098Nであり，曲げ耐久試験・ねじり耐久試験の場合は±221Nである。

図2～図5に示す試験を実施するには，図1の試験機を利

*1) 電子・機械グループ

*2) デザイングループ

*3) 株式会社ワークスベル

用する。この試験機は圧縮・引張が可能である。試験ジグを使えばハンドルハブに試験力を与えることが可能である。

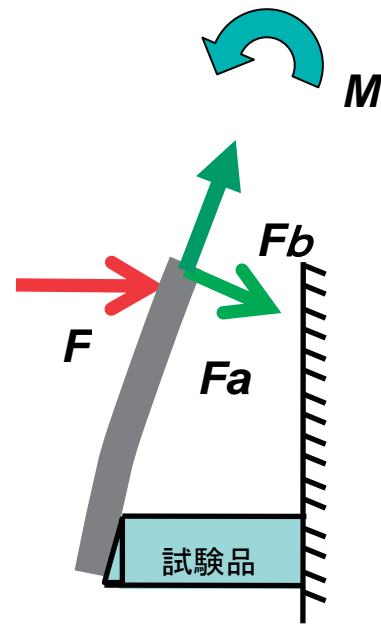


図 6. 従来の試験モデルと力・モーメントの関係

周期的な力 F を与えることにより、モーメント M と張力 Fb、ジグに対して垂直力 Fa が発生する。これらの力は以下の式で示される⁽³⁾。

$$F = A \sin \omega t \quad \text{より} \quad (1)$$

$$F_a = A \sin \omega t \cos \left(\frac{l^2 A \sin \omega t}{2EI} \right) \quad (2)$$

$$F_b = A \sin \omega t \sin \left(\frac{l^2 A \sin \omega t}{2EI} \right) \quad (3)$$

$$M = l A \sin \omega t \quad (4)$$

A : 最大試験力

ω : 角周波数

E : ヤング率

I : 断面 2 次モーメント

l : 支点から作用点までの距離

T : 時間

これらの力の中で試験品への加重として Fa のみが必要であり、それ以外の力は余剰力となる。Fa を所定の加重とするためには、ハリに対し力を加えても常に垂直に力が加わる構造を実現しなければならない。また、動作変位において荷重側に動く機構を考える必要がある。

本開発で考案したジグは以下の部品から構成される。

【クロスローラーリング】

図 7 はクロスローラーリング (THK 株式会社製 RU178(G)) である。クロスローラーリングは試験機の動作部であるシリンダー部を旋回させるための部品である。このクロスローラーリングはシリンダーの荷重に耐えつつ旋回を低トルクで行わなければならない。そのため、このクロスローラーリングの起動トルクは 1N・m、アキシャル耐荷重は 100Kgf のものを選択した。図 8 は、クロスローラーリングと旋回

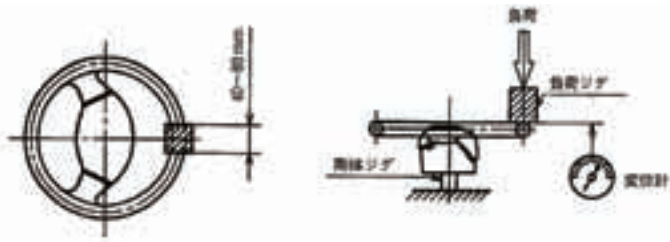


図 2. 静的曲げ試験

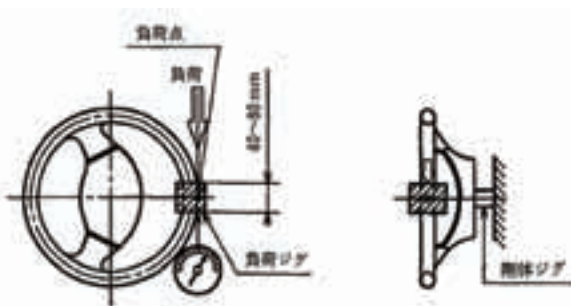


図 3. 静的ねじり試験

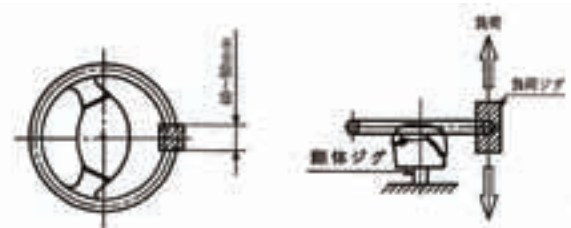


図 4. 曲げ耐久試験

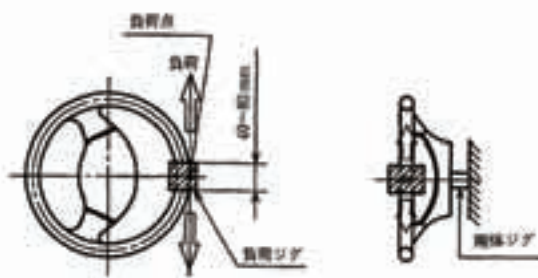


図 5. ねじり耐久試験

JASOC713 にある「試験荷重以外が加わらない構造」を検討するにあたり、試験実施の際に想定される荷重を考える。試験機は直線方向のみに試験品に荷重をあたえる。したがって、荷重を与えられた試験品にはひずみが生じ、直線方向の荷重は徐々に分力となる。図 6 は試験品に対する系と荷重である。

テーブルを締結するための旋回テーブル用板金ジグである。



図7. クロスローラーリング

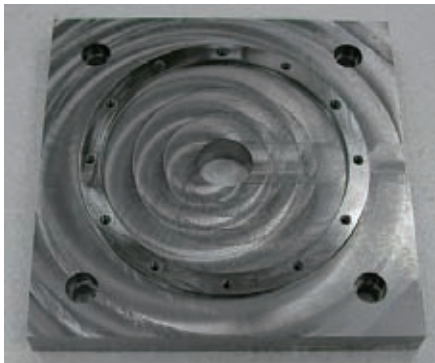


図8. 旋回テーブル用板金ジグ

【アーム】

図9はアームである。アームはハンドルハブと試験機の駆動部分とを接続する部品である。特徴として国産のハンドルハブを接続できるようにするために12箇所の接続穴をφ70mmとφ74mmの円周に等間隔にあけている。またボールジョイントを接続することができるネジ穴を上面と側面に設けている。



図9. アーム

【ボールジョイント】

図10はボールジョイントである。ボールジョイントはアームに締結することができ、締結箇所を変更することが可能である。



図10. ボールジョイント

【XY テーブル】

図11はXY テーブルである。XY テーブルはハンドルハブに適確な試験力を与えるために位置合わせをするために用いる部品である。使い方は試験機のスタンドに固定し、ハンドルハブの中心位置を試験機駆動部と同じ高さなるよ

うつまみで調整を行う。



図11. XY テーブル



図12. 試験機に取り付けた様子

全ての部品を試験機に取り付けると図12のようになる。

試験ジグ全体の特徴としては、試験機のシリンダーの動きに追従し、旋回テーブルが旋回する。旋回する向きは、アームに対し法線方向に負荷を与える向きに旋回する。

試験ジグを使用し、試験品に負荷をかけたときの図を図13に示す。旋回テーブルとボールジョイントを装着しているため、ジグに対し常に垂直方向に負荷を加えることが可能となった。

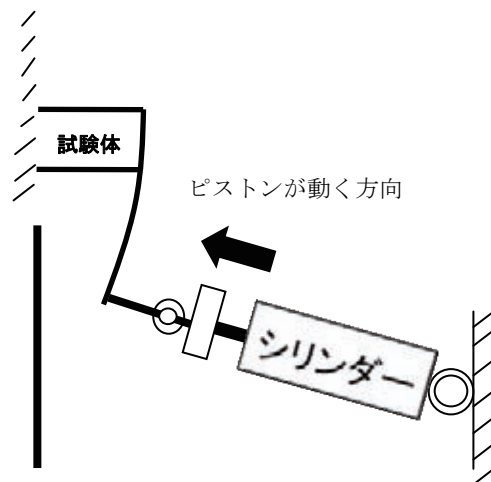


図13. 開発ジグの使用時におけるモデル

3. 開発ジグによる耐久性評価

開発したジグを往復動耐久試験機に装備し、ハンドルハブの耐久性評価を行った。試験条件はJASO C 713に規程される曲げ耐久試験及びねじり耐久試験を行った。試験条件

は以下の通りである。

- ・ 周波数：1Hz
- ・ 最大負荷：±221N
- ・ 制御方式：力制御
- ・ 動作パターン：正弦波
- ・ 目標回数：10万回

当試験でロードセルから得られたデータは、図 14 及び図 15 である。図 14 は曲げ耐久試験の初期サイクルにおけるロードセルからの応答の図である。応答は正弦波である必要があるため正弦波との相関を求めた。相関は 0.9 であった。図 15 はねじり試験の初期サイクルにおけるロードセルからの応答の図である。応答は正弦波である必要があるため正弦波との相関を求めた。相関は 0.9 であった。

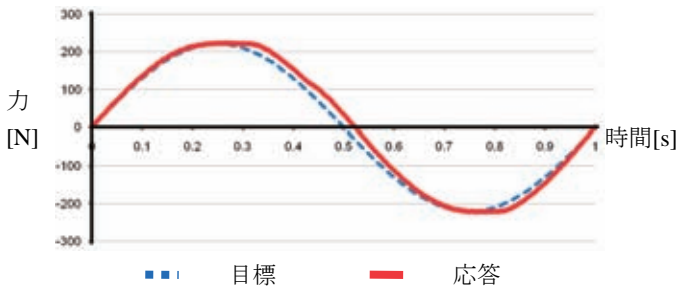


図 14. 曲げ耐久試験の目標と応答との比較

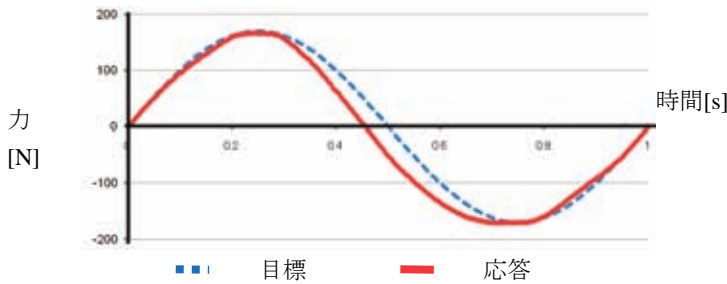


図 15. ねじり試験の目標と応答との比較

結果として曲げ耐久試験(図 16)及びねじり耐久試験(図 17)については、試験前後の制御用ロードセルからは異なる値が示された。

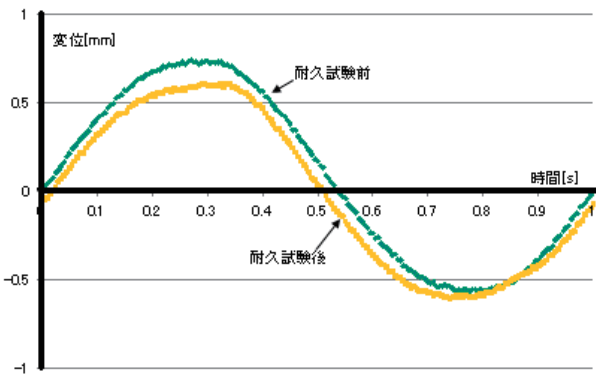


図 16. 曲げ耐久試験の試験前と試験後の変位の違い

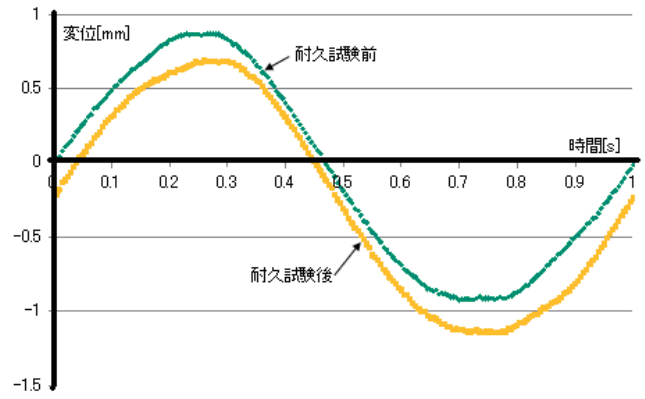


図 17. ねじり耐久試験の試験前と試験後の変位の違い

試験前・試験後の値を比較するため、相関を計算すると 0.7~0.9 以内であった。ハンドルハブに対して主な破損や亀裂などはないと判断できる。

4. まとめ

ハンドルハブの試験に必要な万能ジグを開発した。考案した試験機のジグは、JASO の試験力以外に余分な力が加わらない構造とするという規定を解決した。また、ハンドルハブの耐久試験も行い、ハンドルハブに異常がないことを確認した。

本開発で作製したジグの仕様及び性能を平成 22 年 3 月 24 日に NAPAC の技術委員会へ報告し、NAPAC から当センターが ASEA 基準認定のための指定試験機関として認定された。

(平成 22 年 7 月 1 日受付, 平成 22 年 10 月 15 日再受付)

文 献

- (1) 社団法人自動車技術会 規格会議審議:「JASO C 713(2008),社団法人自動車技術会 pp.4~12
- (2) NAPAC : <http://www.napac.jp/>
- (3) 宮本 博,菊池正紀:「材料力学」,裳華房,pp.72~83