

「競技車両用ギヤボックスの製作」

茨城大学工学部・技術部 モノづくり部門

土田 正也・佐久間 隆昭・山口 一成

1. はじめに

平成 28 年 3 月中旬頃に「茨城大学エコノパワー競技クラブ」から毎年 10 月初旬に開催される「本田総一郎杯 Honda エコ マイチャレンジ 全国大会 2016」に参加する「競技車両用ギヤボックス」の製作依頼があった。本大会は、規定時間内に 1 周 2.4[km]のコースを 7 周走行した際の燃料消費量を基にした燃費を競い、毎年約 350 以上ものチームが参加している。前大会において茨城大学エコノパワー競技クラブは、マシントラブルからリタイヤとなってしまったため、今年は新しいギヤボックスを開発し、完走を目指すため、技術部に依頼があった。そのため技術部では学生と協議しながら設計相談から製作、ギヤボックスの安全性の確認を行うための試験運転まで支援を行った。

内側と外側共に複雑な形状となった。また、ギヤボックスケースの箱と蓋で動力伝達軸を支持するため、両方にベアリングの固定用穴が必要であり、はめ合い公差と位置決め精度が重要である。ベアリングのはめ合い公差は学生と協議の上ベアリング用の穴は回転振れを抑え、なおかつ完成後分解できるようにした。ギヤボックスケースの内側形状と穴加工にはマシニングセンター、外側形状にはワイヤー放電加工機を用いて加工を行った。（図 3）



図 2 ギヤボックスケース（左：箱 右：蓋）

2. ギヤボックスの製作

ギヤボックスは動力伝達の重要な役割を果たす。そのため寸法公差や幾何公差を正確に精度よく製作することで、燃費に影響を及ぼす摩擦や回転振れを最小限に抑えることが重要である。

今回はギヤボックスケース（箱、蓋）、動力伝達軸（入力・中間・出力）を製作し、市販品のスプロケットへの追加工を行った。製作する部品には形状が複雑で、加工精度を要求する箇所があり、汎用工作機械のみでは加工困難な箇所もあるため、NC 加工機を用いた。ギヤボックスを図 1 に示し、以下に各部品の詳細を記す。

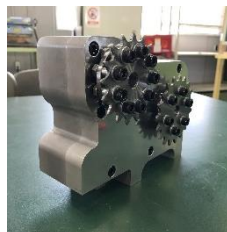


図 1 ギヤボックス

【ギヤボックスケース】

図 2 に示すギヤボックスケースは、大小 4 枚のギヤをボックス内に収納し、限られた車両実装スペースに搭載し、ギヤボックスケースの軽量化のため

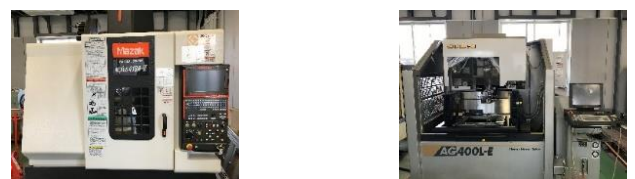


図 3 左：マシニングセンター

右：ワイヤー放電加工機

【動力伝達軸】

動力伝達軸の加工では、真円度や円筒度などの幾何公差が軸の摩擦や回転振れが機械損失につながるため加工工程や採寸等が重要である。また、動力の入出力軸に関しては、スプロケットを固定するためのフランジ部が必要となる。製作方法としては、軸とフランジ部を別々にし、ナット等で固定する 2 ピースも可能であったが、強度や組み上げ誤差について学生と協議を行い、1 ピースを採用した。



図 4 NC 旋盤

そこで加工には、寸法の管理、位置出し精度が出しやすく、R形状もあったためNC旋盤（図4）を用いた。また、組み上げ時の挿入方向を考慮しながら紙やすりによる研磨を行いベアリングのはめ合い公差域を達成した。図5に示す各軸（入力、中間、出力）の真円度と円筒度は、それぞれ0.004[mm]以下と0.01[mm]以下となった。



図5 動力伝達軸（左から入力、中間、出力）

【スプロケット】

スプロケットは、エンジンの回転軸や駆動輪とギヤボックスをチェーンで接合し、動力を伝達するためのものであるため、動力伝達軸のフランジ部との接合が弱いと安全性や余計な負荷となる。そこで入力軸には40度位相（9穴）、出力軸には60度位相（6穴）を開けることで接合強度を上げた。穴あけ加工を行うために治具を製作し、マシニングセンターにより加工を行った。（図6）



図6 左：加工用治具 右：加工完了図

3. 仮想動力を用いた試験運転

各部品完成後、組み上げを行った。ギヤボックスの安全性を確認するため、仮想動力を用いた試験運転装置（図7）を製作した。評価方法としては仮想動力を回転させ慣らし運転（平均200[rpm]で24時間程度）を行い、ギヤのかみ合わせや金属スラッジの確認を行なった。

静止状態でオイル漏れはなかったが、動状態でも目立つオイル漏れはなかった。

実験終了後、分解しギヤの当たりや金属スラッジの確認した結果、スラッジの量、ギヤの当たりともに良好だった。併せて油の跳上げ（約1000[rpm]時）具合も確認し潤滑性も良好との判断をした。試験運転では特に問題なかったため、車両への実装およびテスト走行を行い問題なく走行することができた。

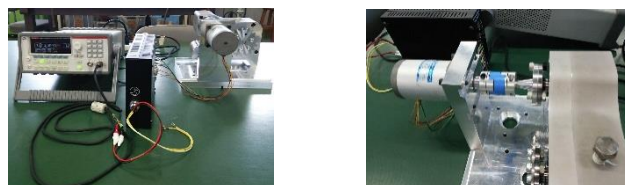


図7 仮想動力を用いた試験運転装置

4. 製作結果

競技大会当日は製作部品の破損やトラブルなく無事完走を果たした。記録は303.923[km/ℓ]と過去5大会中では最長記録となった。

大会終了後にギヤボックスを分解すると金属スラッジも少なくギヤ欠け等はなかった。軸に多少の摩耗がみられたが、依頼者が要望した製品に達成できたとし、製作完了とした。

5. まとめ

今回の技術支援では、学生と協議しながらギヤボックスの製作から評価まで行った。普段の技術支援では部品の製作依頼が一般的であり、今回のようなユニットの製作は珍しい。そのため、自分たちの製作したモノが設計どおりに動作できたことは、自分自身の自信となった。また、学生にとっても、ものづくりに対する考えなどを学ぶいい経験になったと考える。今後も今回の結果に慢心することなく技術力を高めていきたい。

競技車両用ギヤボックス の製作について

茨城大学工学部・技術部モノづくり部門
○土田 正也、佐久間 隆昭、山口 一成

1

本日の発表内容

- ・製作依頼内容
- ・「本田総一郎杯 Honda エコ マイチャレンジ 2016全国大会」とは
- ・ギヤボックスの役割について
- ・ギヤボックス製作
- ・仮想動力を用いた試験運転
- ・製作支援結果
- ・おわりに

2

・製作依頼内容

- ・2016年3月中旬

茨城大学エコノパワー競技クラブ(サークル)から依頼
依頼内容

2016年10月初旬に行われる

「本田総一郎杯 Honda エコ マイチャレンジ

2016全国大会」参加競技車両用のギヤボックス製作



毎年参加している
前回大会は残念ながら
リタイヤ

設計相談→製作→試験運転まで支援

3

・「本田総一郎杯 Honda エコ マイチャレンジ 2016 全国大会」とは

主催: 本田技研工業株式会社

会場: ツインリンクもてぎ(スーパースピードウェイ)

Honda製の50ccエンジンを搭載し、燃料1ℓで何キロ走ること
ができるか?(燃費)を競う競技



周回数: 7周

走行距離: 16.389km

規定時間: 39分20秒

過去最高記録

3644.869km/ℓ

引用: <http://www.honda.co.jp/Racing/emc/>
Honda公式HPより

参加グループカテゴリーⅢ

(大学・短大・高専・専門学校生クラス)

4

・ギヤボックスの役割について



動力(エンジン)
エンジン回転数
約3000rpm



ギヤボックス
1/4に減速



駆動部
自転車のタイヤ

動力伝達の重要な役割を果たすパーツ

5

・ギヤボックス製作

〈製作部品〉

- ・ギヤボックスケース(箱、蓋)
- ・動力伝達軸(入力・中間・出力)
- ・スプロケット(追加工)



寸法公差・幾何公差を正確に精度よく

・寸法公差: ベアリングのはめ合い
位置決め精度

・幾何公差: 平行度、真円度、円筒度など

摩擦や回転振れを抑える

燃費に影響を及ぼす

6

ギヤボックス製作に用いた加工機械

今回の製作では汎用加工機だけでは困難であるためものづくり支援ラボに設置してあるNC加工機を用いた

汎用加工機



縦フライス盤



旋盤

NC加工機



マシニングセンタ



NC旋盤



ワイヤ放電加工機

7

ギヤボックスケース(箱、蓋)



材料: アルミ (A5052)

厚み

蓋: 23mm

箱: 45mm

- ・大小、4枚のギヤ
- ・ベアリング6個
- ・スナップリング
- ・ギヤ回転防止用キー

市販品

8

溝加工(ポケットミル)

・ギヤのスペース、ベアリングのはめ合い部の加工



前準備加工



ギヤボックスケース蓋

加工時間
蓋: 約1時間
箱: 約5時間



マシニングセンタでの
ポケットミル加工



ギヤボックスケース箱

学生と協議し
ベアリングはめ合い
公差H6
0~+0.018mm

9

ギヤボックスケース外側形状加工



ワイヤ放電加工機



箱・蓋完成図

箱・蓋
カット数: 1回
時間: 約1時間



切り抜き図

10

動力伝達軸



NC旋盤

- ・寸法管理、位置出し精度が高いNC機を使用
- ・仕上りサイズより約0.02(mm)大きくしておく



真円度や円筒度の仕上を行うため紙やすりを使い手作業で仕上



入力軸



中間軸

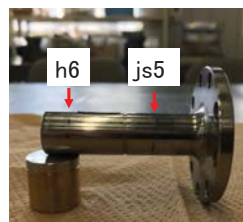


出力軸

使用材料: S45C

11

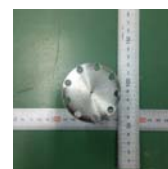
動力伝達軸



はめ合い公差: 先端(h6)
フランジ側(js5)
真円度: 0.004[mm]以下
円筒度: 0.01[mm]以下



軸組み上げ構成



入力・出力軸フランジ部

12

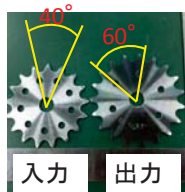
スプロケット追加工



治具



治具固定様子

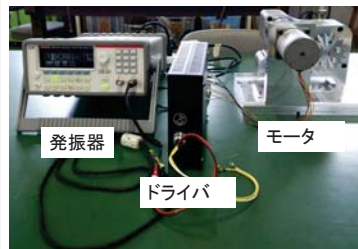


入力 出力
完成品
入力軸側:PCD46 9穴
出力軸側:PCD46 6穴

- ・市販品に追加工
- ・そのままでは加工できないため
治具の作製
- ・工作機械:マシニングセンター

13

・仮想動力を用いた試験運転



試験運転装置

200rpm(断続24時間)かみ合い問題なし
1000rpm(断続約1時間)油の跳ね上げ、かみ合い問題なし

- ・安全性、ギヤのかみ合いの確認
- ・技術部で保管している
発振器、ドライバ、モータ
を用いた
- ・余材でモータとギヤボックス
を固定する台座を製作した

14

・製作支援結果



大会当日の様子

ちなみに1位は・・・2014.055km/ℓ



チーム名
KIT 夢考房stradale

トラブルなく無事完走
記録303.923[km/ℓ]
2011年 242.846km/ℓ
2012年 285.677km/ℓ
2013年 リタイア
2014年 255.146km/ℓ
2015年 リタイア



過去最高記録

15

16

おわりに

- ・当日の大会結果からも依頼者の要望した製品になった
- ・ユニットの製作から試験までの支援は初めての経験だったので技術職員として良い経験値となった。

今後

- ・ものづくり支援ラボのNC加工機を使いこなせるようになる。
- ・加工技術、知識の向上を目指す。

17

御清聴ありがとうございました。

18