

回生式エアモータ搭載車両の開発 Development of Air Motor with Regenerating System for Bicycle

○原田伸¹, 長谷川匠¹, 吉田幸司²*Shin Harada¹, Takumi Hasegawa¹, Koji Yoshida²

Abstract: An air motor with regenerating system designed for a bicycle was developed and the purpose of this study is to obtain the desired maximum power 750 W which was necessary power to run a bicycle at 30 km/h. To reduce the friction loss in valve drive system, the spring constant of intake valve was lowered by changing the spring length. The maximum mechanical efficiency reached at about 70%. The maximum output power of about 880 W was obtained when the spring constant was 271.4N/m, the valve opening period was 90 deg. and the intake air pressure was 1.0 MPa.

1. まえがき

本研究は、回生機構付きエアモータ^[1]が車輛動力源となることを実験的に検証する。エアモータは、空気圧縮機サイクルを圧縮空気によって逆作動させ出力を得る機関である。また、減速時に圧縮機として作動させ、制動エネルギーを圧縮空気として熱力学的に回生する。本研究では、自転車用に設計したエアモータのバルブ駆動摩擦を低減し、出力の増加を試みた。

2. 実験装置及び方法

本エアモータは、表 1 に諸元を示した市販の単気筒往復動式空気圧縮機を改造し作成した。図 1 にエアモータの性能測定装置概略図を示す。圧縮機の最大吐出圧力が 1.0[MPa]のため、供給空気圧力は 0.2-1.0[MPa]とし 0.2[MPa]毎変化させた。また、回転数 900[min^{-1}]以下ではピストンリングが有効に作動しないため、回転数は 900-1500[min^{-1}]にて 200[min^{-1}]毎変化させた。

Table 1 Specifications of air compressor

Bore x Stroke [mm]	50x50
Displacement [cm^3]	98.1
Revolution [min^{-1}]	1540
Maximum discharge pressure [MPa]	1.0
Drive power [kW]	0.75

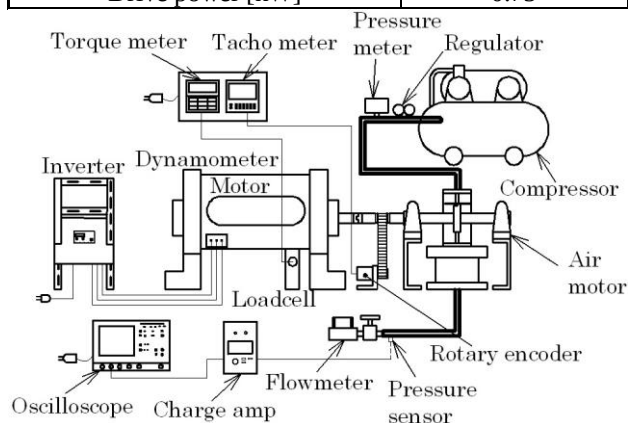


Figure 1. Experimental apparatus.

吸気バルブ開度は、上死点から 30, 60, 90[deg. ATDC]とし、排気バルブ開度は下死点から上死点までとした。ここで、最大吸排気バルブリフトは 4[mm]とした。

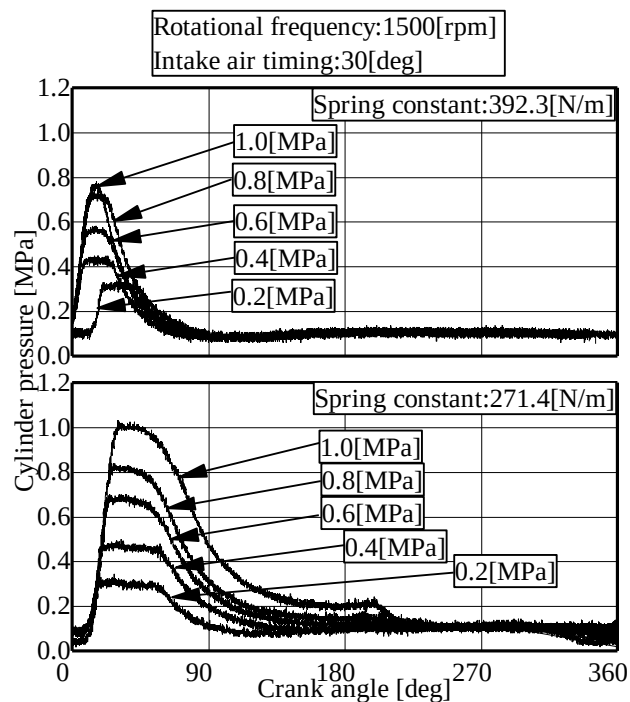


Figure 2. Indicator diagrams of air motor.

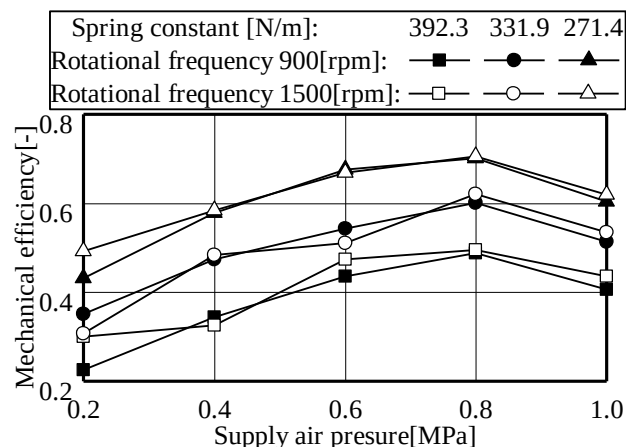


Figure 3. Mechanical efficiency of air motor.

3. 実験結果及び考察

図 2 に指圧線図を示し、図 3 にエアモータの機械効率を示す。どの吸気圧力においても、バネ定数が小さな場合に吸気期間が増加する。これは、バネ定数の低下によって、バルブがカムに追従しないためと考えられる。しかし、機械効率は回転数に無関係に、バネ定数の低下に従い向上する。これは、カムとプッシュロッド間の摩擦の低減によると考えられる。

図 4 に、バネ定数 271.4[N/m]にて吸気バルブ開度を变化させた場合の p-V 線図を示す。但し、隙間容積が不明なため 0[cm³]とした。吸気バルブ開度 30[deg. ATDC]の場合は、高回転時に吸気期間が 30[deg.]よりも長い。よって、吸気バルブ開度 30[deg. ATDC]のカムは

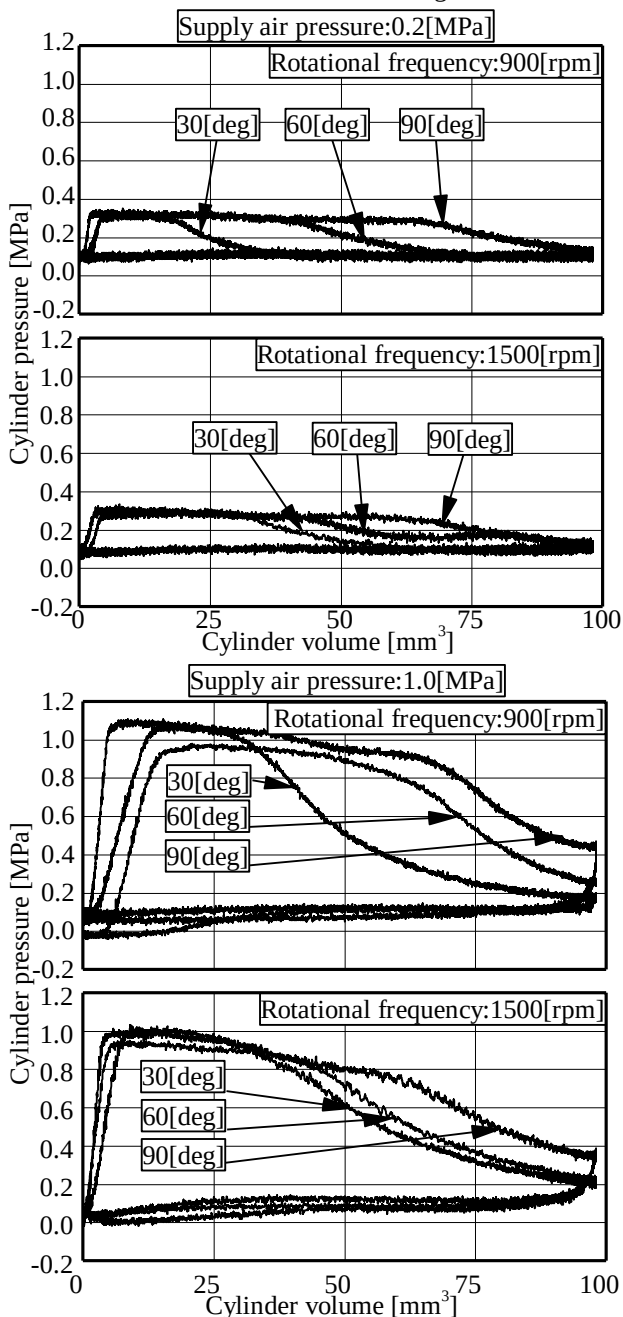


Figure 4. P-V diagrams of air motor.

形状が急峻なため、バルブがカムに追従しない。吸気バルブ開度 60 および 90[deg. ATDC]では吸気期間はバルブ開度とほぼ同等となる。しかし、吸気期間が長くなると、膨張行程終了時のシリンダ内圧力が大気圧まで低下しないため、高压空気の損失が生じる。

図 5 に、エアモータ性能を供給空気圧力に対して示す。図示平均有効圧力は、吸気圧力の上昇に従って一様に増加する。出力及び吐出空気量は、吸気圧力、回転数及び吸気バルブ開度の増加に伴い上昇し、最大出力 880[W]が得られた。よって、試験自転車を 30[km/h]で走行するための必要出力 750[W]^[1]以上が得られた。

4. 結論

バネ定数を小さくすることで、バルブ駆動摩擦が低減するために、機械効率が向上する。吸気バルブ開度、吸気圧力および回転数が増加するに従って出力は増加し、最大出力 880[w]が得られた。従って、本エアモータは試験自転車を 30[km/h]で走行できる。

5. 参考文献

[1] Asako Sato et al., SAE Paper 2011-32-0615, (2011)

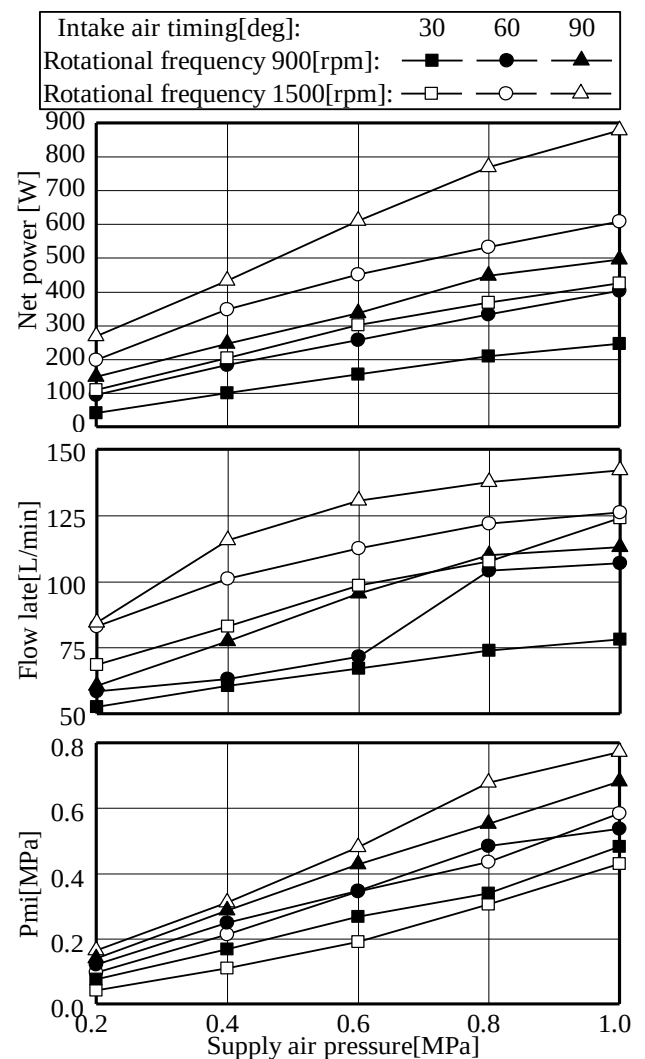


Figure 5. Performance of air motor.