

表計算ソフトのグラフ機能から作成した動くOHPを用いた授業の実践

—自動車用オルタネータの三相全波整流—

大場正人^{*1} 山路康貴^{*2} 中島 守^{*3} 永田英雄^{*4}

＜概要＞オルタネータの三相交流をダイオードを用いて整流する学習は、起電力波形のグラフと整流後の波形で説明している。整流の理解を促すため単相の半波整流、全波整流を説明するほとんどの学生は理解できるのであるが、三相の全波整流は回路図も複雑で波形も単相波形のような単純なものでない。そこで、整流前後の波形を動くOHPにすること多くの学生にその電圧波形を理解してもらえた。

＜キーワード＞ 教材開発、オルタネータ、交流、整流、OHP

I はじめに

自動車の発電用電源として、オルタネータは一般的に使用されており、結線方法はスター結線で、その起電力は三相交流である。出力は直流が必要なため、ダイオードを多数用いて整流している。整流を理解するために単相全波整流を先に説明するが、複雑な内容の三相全波整流は理解できない学生が多い。

そこで、本研究は表計算ソフトのグラフ機能から三相の起電力波形と整流後の波形をグラフ表示し、整流後の電圧波形もグラフ化し、OHPシートに印刷すると共にアクリル板を加工し動くOHPにした。授業ではこの動くOHPで整流前と整流後で電圧がどのように変化するかを直接学生の目で確認できるようにした。そして、その効果の分析を行ったので報告する。

II 教材開発の工夫

充電装置の単元ではオルタネータの起電力は各相の正弦波を重ね合わせている。それを表計算ソフトを使って、グラフ化した。整流後の関係を動くOHPにすることにより理解のしやすさを期待できる。そこで波形をOHPシートに作成するとともにアクリルで作成したもの分割して棒状にし、それを上下に動かすことで2種類のグラフを同時に表示できるようにした。

動くOHPを作成するに当たり、正弦波

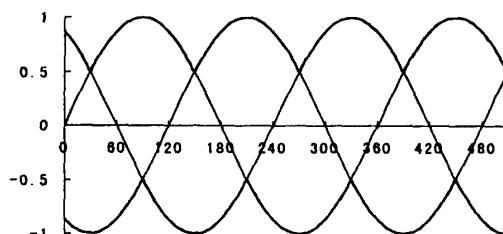


Fig. 1 起電力波形

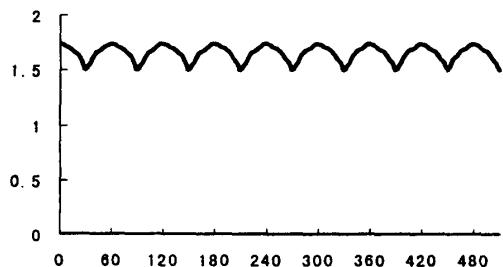


Fig. 2 整流後の波形

の分割をどの程度にすればよいかは、見やすさと、動かしやすさからその寸法を決定した。また起電力部分を色分けする事で整流前後の波形の変化を直接目に見える形にした。起電力のグラフは中性点を中心に外向きを(+)起電力、内向きを(-)起電力と説明し、それぞれの起電力を有効なものとして色分けしている。そしてそれぞれの和が整流後の起電力であることを証明するため、回路上のステータ・コイルによる起電力を足していること、そしてそれは直列になっていることを説明するため不要な部分を削除した回路をOHPにして示した。

*1 OBA,Masahito :愛知技術短期大学
*3 NAKASHIMA,Mamoru :愛知技術短期大学

*2 YAMAJI,Kouki :愛知技術短期大学
*4 NAGATA,Hideo :愛知技術短期大学

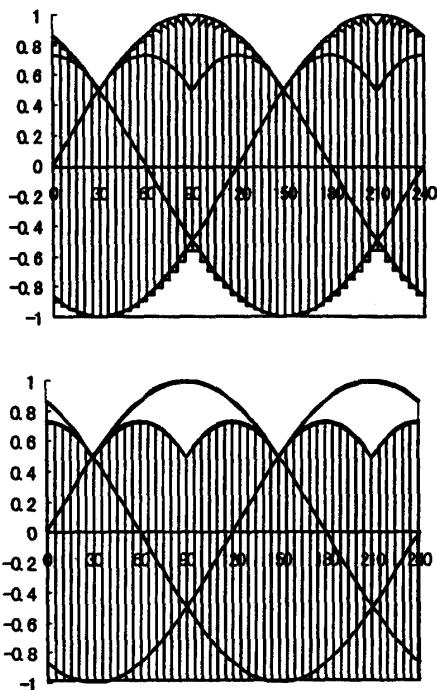


Fig. 3 動くOHPシート

III 授業実践の結果と考察

学生の理解をアンケートにして分析した。まず、学生には教科書と同じ図を板書し、それぞれのグラフの意味を説明、1回目のアンケートをとった。項目は基礎、回路図、波形に分類される。多くの学生は基礎的な項目はある程度理解できたが、回路図、波形はほとんどの学生は理解できていない。そこで、2回目の説明ではOHPを多用し、特に波形は動くOHPを使って説明した。起電力部分は色分けしてあるので、単なる曲線という認識をするのではなく、起電力として有効部分であるという理解をもらえた。そして、それを動かすことによって整流後の波形となり、波形の変化を直接目にすることことができた。

2回のアンケート結果を集計した。理解度は横軸に質問項目、縦軸に理解したと答えた学生の人数の割合をとった。基礎、回路図、波形ともに理解度は増している。次に向上率をとってみると特に波形の中の動くOHPの効果がFig. 5の⑫から分かる。基礎項目は比較的理 解しやすい内容なので2回の説明で多くの学生に理解されている。しかし、回路図及び波形は理解することが難しく理解度はまだ低い状況にある。

アンケート内容

- 基礎
- ① 三相交流が何時間隔で配置されたコイルか知っていますか。
 - ② スターキル線とデルタ接続の接続の違いを知っていますか。
 - ③ 自動車用オルタネーターにスター接続が使われている理由を知っていますか。
 - ④ 半波整流と全波整流の違いを知っていますか。
 - ⑤ スターコイルの起電力はどうして起こるか知っていますか。
 - 回路図
 - ⑥ スターコイルに書かれている図の赤い矢印はなにを意味しているか知っていますか。
 - ⑦ 赤色のダイオードは何を意味しているか知っていますか。
 - 波形
 - ⑧ 回路上のBN Eの意味を知っていますか。
 - ⑨ 中性点の電圧を0とした時、図(2)のように正弦波を合成した図を理解できますか。
 - ⑩ この時、BN間の電圧VB(黒太線)、NE間の電圧VE(赤線)となることを理解できますか。
 - ⑪ E端子の電圧を0とした時のB端子の電圧は $|VB| + |VE|$ (図(3)参照)であることを理解できますか。
 - ⑫ 各相の最大起電力を1とした時、整流後の最大電圧が $\sqrt{3}$ となることを理解できますか。
 - ⑬ 内向きの起電力と外向きの起電力をたしてよいのは直列になっているからということを理解できますか。

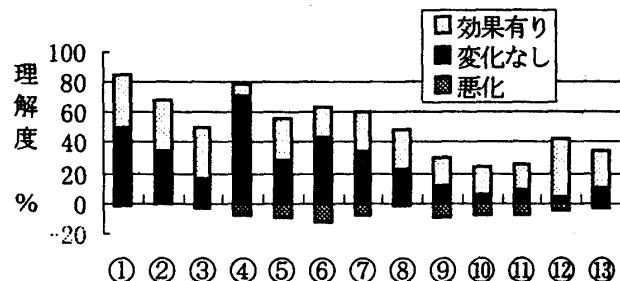


Fig. 4 理解度

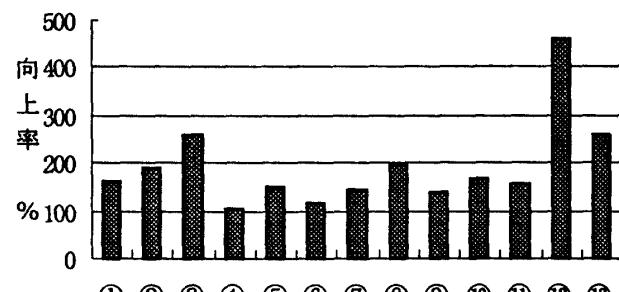


Fig. 5 向上率

IV 今後の課題

今後は回路図と現物の関係及びオシロスコープによる実物波形とあわせて説明することにより回路図及び波形の理解度は向上すると予想する。

＜参考文献＞

- 1) 二級ガソリン自動車エンジン編
運輸省自動車交通局監修
日本自動車整備振興会連合会
- 2) 電装品構造
全国自動車整備専門学校協会監修（山海堂）