IIP KAWASAKI

かわさき産学連携ニュースレター

～新たな産学連携の構築に向けて～

VOL.39　2016年2月29日発行

特集 エネルギーの新たな創出／活用技術

- 東京都市大学
  工学部　建築学科
  西村　功　教授
  「波力エネルギーを利用した振動発電の可能性について教えてください」…… 2

- 工学院大学
  先進工学部　機械理工学科
  雑賀　高　教授
  「アンモニアを燃料とした水素生成技術の可能性について教えてください」…… 4

トピックス

- 上智大学
  理工学部　機能創造理工学科
  久森　紀之　准教授
  「人工関節の可能性について教えてください」…… 6

産学連携窓口紹介
　工学院大学　総合研究所 …… 8

産学連携・試作開発促進プロジェクト ～大学・研究機器・実験機器開発のお手伝い

「産学連携・試作開発促進プロジェクト」は、大学での研究機器の試作、実験装置の開発ニーズに、技術力ある中小企業が応える産学連携の取り組みです。大学と“ものづくり企業”が連携し、研究シーズの具現化を図るべく活動しています。

大学、研究機関での研究のスピードアップ、品質向上に役立てるように、部品加工から機器の設計・開発まで、中小企業のネットワークで実現しますので、開発ニーズなどございましたら、事務局へお問い合わせください。

◆問い合わせ先◆

㈶川崎市産業振興財団　新産業振興課　電話044（548）4113　FAX044（548）4151
E-mail　liaison@kawasaki-net.ne.jp　URL http://www.kawasaki-net.ne.jp/shisaku/

編集・発行　公益財団法人川崎市産業振興財団新産業振興課　〒212-0013　川崎市幸区堀川町66－20
☎044-548-4113　FAX044-548-4151　E-mail：liaison@kawasaki-net.ne.jp　URL：http://www.kawasaki-net.ne.jp

エネルギーの新たな創出／活用技術

持続可能な社会を築いて行くために、現在、新たなエネルギーの創出法、及び活用法について関心が高まっています。そこで今回は、新たなエネルギー創出法として、波の力を効果的に電気に変換する新しい振動発電技術について、また、エネルギーの活用法として、水素の貯蔵、運搬にアンモニアを利用する燃料電池と、それを用いた自動車について、それぞれ最先端の研究を紹介します。

Q 波力エネルギーを利用した振動発電の可能性について教えてください

日本近海は海洋エネルギーの宝庫

我が国の周辺海域には膨大な量の波動エネルギーが存在しています。もしも、この波動エネルギーを電気エネルギーに高い効率で変換することができれば、再生可能エネルギーとして有望です。ただ、波動エネルギーを電気エネルギーに変換するには、技術的に解決しなければならない様々な困難が立ちはだかっています。

水力発電は最も古くから実用化された再生可能エネルギーによる発電方法です。そこで、水力発電と比較しながら具体的な問題を考えてみます。雨の降らないところに、ダムを建設しても水力発電を行うことはできません。同じように、波動エネルギーはどのくらい、どこにあるのかを調べることから始めなければなりません。こうした観点からの研究は、ほとんど存在しないので、ゼロからのスタートとなります。もちろん、外洋の方が沿岸よりも波動エネルギー密度が高いことは容易に推定できますし、気象条件や海域によってこの値は大きく異なりますが、天候の比較的良いときでも十分な波動エネルギーが存在するか否かが、実用化に向けた重要な判断ポイントとなります。そこで、私たちの研究室では、伊豆七島などへ向かうフェリーに乗船して船舶振動を計測することにより、波動エネルギーの密度を観測しています。

エネルギーの蓄積方法

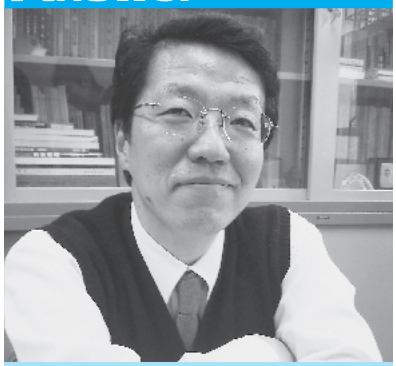
次に、エネルギーをある程度蓄える仕組みが必要です。水力発電の場合は、大きなダムを建設することにより水の位置エネルギーを蓄えておくわけです。波動エネルギーの場合は、振動系にエネルギーを蓄えます。従って、運動エネルギーとバネのひずみエネルギーの和が蓄積できるエネルギーの大きさとなります。船は洋上を航行する際に、波力を受けて揺れ始めます。船の揺れる振動は5秒から10秒と非常にゆっくりとした周期ですが、大きな振幅で振動します。また、船の重量は極めて大きく、周囲には海の水もあるので、大きな運動エネルギーを有しています。従って、エネルギーを蓄える装置として、船舶そのものを用いることができるのです。水力発電のように新たにダムを建設する必要はないので、発電装置としてはとても有効な方法と言えるでしょう。外洋を航行する船舶の振動が、船舶の推進力を得るエネルギーとなるのです。

振動発電装置の仕組み

最後に、電気を取り出す方法が問題です。水力発電の場合は高い位置から水を放水することで発電機のロータを回転させて電気を取り出します。水力発電の場合は、出力30万KWの発電所など大型の発電所を作ることが可能です。ワット数というのは、単位時間当たりに水の位置エネルギーをどれだけ電気エネルギーに変換できるのかを示しています。しかし、1時間で水がなくなってしまうほど水量（蓄えたエネルギー）が少なかったら、30万KWの発電装置でも役に立ちません。このように、蓄えられるエネルギーと単位時間に発電できる最大能力の2つに注目しないといけないことに気づきます。

波動発電の場合も、同じ意味で、これが難しいのです。まず、どうやって、船の振動エネルギーから電気エネルギーを取り出せばよいのかが、技術的に重要な鍵となります。その鍵が動吸振器です（図1）。この技術については、後ほど詳しく説明します。もう一つ問題となるのが、発電能力（ワット数）

Answer



プロフィール
西村 功（にしむら　いさお）
東京都市大学工学部建築学科教授。博士（工学）
専門分野は建築構造・材料。主に、制震構造、免震構造、耐震構造、鋼構造、振動制御等の分野を中心として、積層ゴムによる免震や、アクティブ制御による制振などの研究を行っている。
研究室サイト
http://nishimura-lab.jp/

です。波動エネルギーはとてもゆっくりとした振動に蓄えられたエネルギーなので、これを電気エネルギーに変換する際に時間がかかります。これは、発電パワーが小さくなってしまうことを意味しています。波動エネルギーは沢山存在するし、貯めることができるのですが、発電パワーが小さくなってしまうのです。発電装置の製造に多額の投資をすると回収するまでに時間がかかってしまうので、電力会社としては事業が成立しません。このように、波動発電装置の開発には経済的な問題を技術的に解決することが求められているのです。

動吸振器とは何か?

さて、話を動吸振器に戻します。動吸振器とは、主振動系（船舶のような振動体）に小型の質量体を設置することで、主振動体から小型振動体に振動エネルギーを移動させて、主振動体の振動を低減させる装置です。図1には、動吸振器の基本的な原理を示しています。この動吸振器の原型は、今から100年以上まえにFrahmという人が発明しました。今では過去の研究成果によって効率的な動吸振器を設計することができるようになっています。動吸振器の重量が、主振動系の重量の1/100であったとしても、動吸振器の振幅が主振動系の10倍あれば、蓄えられるエネルギー量は同じです。このように、動吸振器は慣性力を使って大型の振動体（船舶）が持っている振動エネルギーを小型の振動体に移すことができるのです。これは、エネルギーの密度を高めていることに等しく、しかも、慣性力を使っているので損失がほとんどありません。動吸振器を使うと広く分散している波動エネルギーを船舶のエネルギーとして集約し、最後は小型振動装置の運動エネルギーとして回収することができるのです。

最後に、集めてきた振動エネルギーを減衰装置によって電気エネルギーに変えてしまえば、目標は達成できます。最後の問題が、さきほど説明したパワーです。

船のプリウスを作る!

動吸振器によって波動エネルギーを電気エネルギーに変換できることはわかりました。しかし、再生可能エネルギーが成功するかどうかは経済性の問題と不可分なのです。船を建造し、動吸振器を製造するコストが何年で回収できるかが、実用化への最後の関門です。この問題を解決するには、より小型な動吸振器で、より多くのエネルギーを回収できれば良いのです。この目的のために、私たちの研究室では、振動制御理論を応用したアクティブ型動吸振器を研究しています。図2に普通の動吸振器に制御装置を組み込んだアクティブ型動吸振器を搭載した船舶が振動している様子を示しています。簡単にアクティブ型動吸振器の原理を説明します。

ハイブリッド車は燃費のいい車ですが、高速道路に乗るときはアクセルを踏みます。高速運転中はいわば慣性運動しているのと同じですから、ガソリンは必要ありません。高速道路を降りるときはブレーキを踏みこんで最初に必要としたエネルギーを回収します。一連の動作では、車の速度は速くなりましたから、目的地に到着する時間は短縮できましたが、エネルギーは必要としないわけです。アクティブ型動吸振器の動作も全く同じです。だから、波動発電装置はあたかも船のプリウスを作るようなものなのです。短い時間で、より多くの波動エネルギーを電気エネルギーに変換することのできる装置が、アクティブ型動吸振器なのです。

現状と将来

私たちの研究室では、外洋のエネルギー密度を観測するとともに、小型のアクティブ動吸振器を作って、振動発電の実証試験を行っています。将来、波動エンジンを搭載した船舶が世界を一周して来れば、燃焼させてエネルギーを取り出す時代から本格的な再生可能エネルギーの時代が来たことを示すことができると信じています。

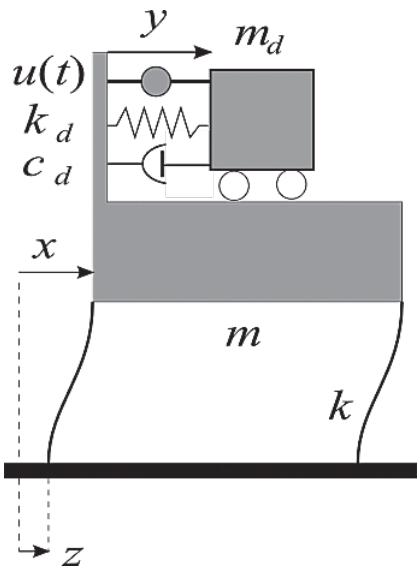


図1　パッシブ型動吸振器
Cdの部分が発電装置（減衰装置）

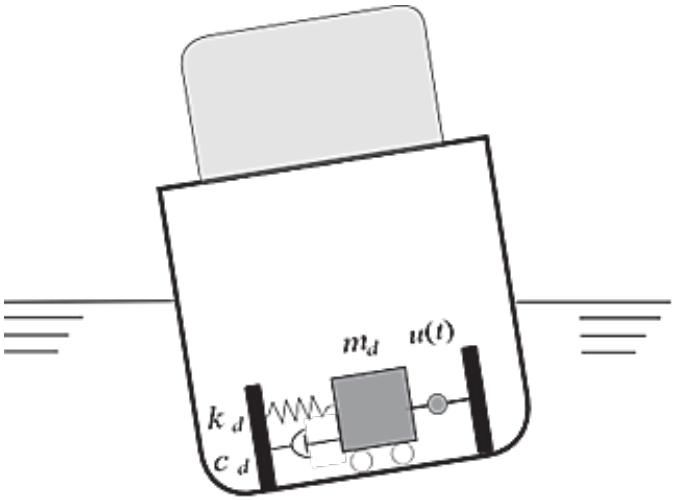


図2　船舶に搭載したアクティブ型動吸振器による波動発電装置
U(t)がエンジンとブレーキの役目を果たす制御装置　Cdが発電装置