

特別セッション「海洋エネルギー」まとめ

A SUMMARY OF THE SPECIAL SESSION " OCEAN ENERGY " IN 2009

経塚雄策¹・水谷法美²・森屋陽一³・木村克俊⁴・大塚夏彦⁵

Yusaku KYOZUKA, Norimi MIZUTANI, Yoichi MORIYA,
Katsutoshi KIMURA and Natsuhiko OHTSUKA

¹正会員 工博 九州大学大学院教授 総合理工学研究院流体環境理工学部門 (〒816-8580 福岡県春日市春日公園6-1)

²正会員 工博 名古屋大学大学院教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

³正会員 工博 (財)沿岸技術研究センター (〒102-0092 東京都千代田区隼町3-16住友半蔵門ビル6F)

⁴正会員 博(工) 室蘭工業大学教授 工学部建築社会基盤系学科 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

⁵正会員 工博 北日本港湾コンサルタント株式会社 (〒003-0833 札幌市白石区北郷三条3-7-20)

Ocean energy is expected as one of the renewable energies which has little impact on natural systems. There are some possible methods to get the energy from offshore wind, wave, tidal current and ocean thermal difference. The special session of the 34th Symposium of the Civil Engineering in the Ocean focuses on the ocean energy, especially on offshore wind and tidal current as well as future expectations. Discussions are focused on the current status and future tasks to utilize the ocean energy.

Key Words : Ocean energy, offshore wind farm, tidal current, future tasks

1. はじめに

海洋基本法の制定に引き続き, 2008年3月に海洋基本計画が閣議決定された. その中では海洋エネルギーの開発・利用が高く位置づけされている. 低炭素化社会の実現に向けて, 二酸化炭素の排出をともなう化石燃料から再生可能エネルギーへの変換が期待されており, 中でも海洋エネルギーの実用化は低炭素社会の実現や海洋空間の開発・利用面で期待が大きい. 我が国においては, 波力発電など, 波のエネルギーを回収・利用する試みはこれまでに幾つか行われてきており, かつては世界的にも先端的な技術を構築してきた. しかし, 近年, 欧州諸国やアメリカなどを始め, 海外で積極的に研究が行われるようになってきており, 我が国でも更なる海洋エネルギーの積極的な開発が望まれる.

2008年度の特別セッションでは, このような海洋エネルギーに着目し, その現状と課題, 将来展望などについて議論することを目指し, その代表的なエネルギー回収技術である洋上風力発電, 波力発電, 潮流発電, 海洋温度差発電のそれぞれの現状や実用化に向けた事例を含め¹⁾⁻⁵⁾, 今後の課題について検討した. 2009年度は, 海洋エネルギーの実用化に向けてのロードマップや, 実現に向けての課題や長期

的な見通し, 装置の開発の現状や実海域実験の状況などを中心に議論することを目指し, 海洋エネルギーの開発動向, 利用技術やシステムに関する課題, 洋上風力発電用浮体模型の実験, 潮流発電の現地実験に関する講演とパネル討議を行ったので, 以下のそのまとめを行う.

2. 海洋エネルギーの現状と課題

(1) 日本の海洋エネルギー開発の動向について

まず, 「日本の海洋エネルギー開発の動向」と題して, 東京大学の木下健教授より講演していただいた.

まず経済性について, EPR (energy profit ratio, 生涯エネルギー収支) の観点から説明があった. 水力発電ではEPRが50位であるのに対し, 再生可能エネルギーは, 現状ではEPRが5程度であり, 実用化に近づけるにはそれを20程度まで上げる必要があることと, そのためには長期に亘って稼働させることが大事との指摘があった.

また, 波が小さく風が適度にある海域を選んで稼働できるような自航式の洋上風力発電施設は効率を大きくできるとの紹介があった. ただし, 自然エネ

ルギーは地産地消がベースになっており、得られたエネルギーを陸上で利用することになるとEPRは下がってしまうとの問題点も指摘された。

波力発電については波エネルギーの大きい沖合に展開することで発電コストは下げられるとの説明もあったが、経済性のみを追求すること自体も問題であるとの指摘があった。

また、欧州では、実証実験サイトが整備されており、そこには潮流用と波力用テストサイトがあつて、波高計、送電、係留等のインフラが用意され、開発環境が整っていること、そしてそこで多くの試験が行われているとの紹介があり、日本にもそのような施設整備が重要であることが指摘された。

また、最後に海洋温度差発電についても、日本には高温源、定温減ともにそろっており、世界的に見ても最適地であるとの紹介があった。

(2) 海洋エネルギーの利用技術について

つづいて、「海洋エネルギーの利用技術に関する現状と課題」と題して、芙蓉海洋開発株式会社の杉岡伸一氏より講演して頂いた⁶⁾。

海洋エネルギーの利用技術に関する現状および、海洋エネルギー利用に向けての社会的課題、技術的課題、今後の取り組むべき具体的な対応策を検討することを目的に、今まで実用化を成し得ていない波力、温度差、潮汐・潮流などの自然エネルギーについて、現場技術者、専門家へのヒアリングおよび既存資料の情報をもとに整理した結果が報告された。

まず、上記の発電について、日本の現状と欧州や韓国、台湾などの状況が紹介された。ついで、海洋エネルギーの利活用に関する社会的課題について法規制や環境影響、経済性の観点から、また、技術的な課題としてコア技術と運用技術の観点から説明が行われた。

さらに課題解決の対応として、研究体制・研究支援、水産振興、適地選定、実証試験海域の整備、複合利用によるコスト削減の観点から説明が行われた。

(3) 波力発電システムについて

日本が世界に先行して実施してきた波力発電について、「波力発電システムの課題克服と実用化」と題して、富士電機システムズの竹内孝行氏より講演頂いた。

まず、1970年代から2002年にかけて国内で盛んに行われた波力発電の実証実験について、それぞれの特徴とそれらの実験の意義などが説明された。そして、それらが成功裡に完了したにも関わらず、実用化に至っていない背景について説明が行われた。あわせて、それらを克服するための対応について、例えば低波浪での発電効率の向上など技術的な課題や管理者の問題など運用面での課題などが述べられた。

また、電力を何に使うかも重要な要素であることが指摘され、国土交通省が推進するモーダルシフト化とにともなって需要が見込まれる港湾での電力供

給や、離島や地方での利用が期待され、新産業創出にもつながるとの紹介があった。

ついで、安定供給や蓄電の観点からも複合発電や燃料電池などとの組み合わせの有効性にもふれられた。

最後に、波力発電は研究が開始されて既に30年が経過しており、今後の飛躍的な進歩が期待されるとのエールが送られた。

(4) 洋上風力発電について

海水の表層と深層の温度差を利用して発電する海洋温度差発電に関して、「洋上風力発電用スパー型浮体の1/22.5スケールモデルによる波浪応答実験と解析」と題して、京都大学の宇都宮智昭氏に講演して頂いた⁷⁾。

浅海域の少ないわが国において、洋上での風力エネルギーを本格的に活用するためには、風力タービンを浮体基礎上に設置する浮体式洋上風力発電施設の開発が必要であり、それに向けた想定実機の1/22.5スケールモデルを用いた規則波・不規則波中での波浪応答実験を実施した結果について、数値シミュレーション結果とあわせて報告していただいた。

数値シミュレーションは、付加質量を回折波理論に基づいて算出された値が使用され、波強制力はMorison式で算出されているものを使用し、自由動揺試験および規則波中応答実験では、シミュレーション結果は実験値を良好に再現できるが、不規則波での応答については、全般的には良好な結果を与えるものの、精度向上の余地も残されているとの報告があった。

(5) 潮流エネルギーについて

本特別セッションのオーガナイザーの九州大学・経塚より、「潮流エネルギーの推定に関する考察」の講演が行われた⁸⁾。

潮流の変動は規則正しく起こるので長期にわたって予測可能であり、信頼性の高いエネルギー源とみなすことができ、海流・潮流についての特徴を踏まえて最適な場所と発電システムを考えていくことが必要であるが、海流・潮流の観測データは限られており時空間的な変動に関する情報はほとんどないに等しい。そのような現状に対し、経塚らが現在実施中の長崎県平戸市の生月大橋の橋脚を利用した潮流発電の実海域実験に関して計測した潮流データを基に、潮流パワーの推定について報告された。

まず、潮流の観測結果より、潮流は底層でも表層とほぼ同じ大きさの流速があることや、主要4分潮でほぼ平均潮流パワーの推定値を得ることができるなどの結果が報告された。また、平面的な潮流の分布についても計算結果が紹介され、より詳細な潮流の分布を求めるためには、水深や地形の詳細なデータが必要であることが指摘された。あわせて、潮流発電に関する今後の課題についても報告があった。

3. パネル討議

講演に引き続いて、パネル討議を実施した。参加者の関心は高く、全体的に非常に活発な討議が行われた。以下にその概要をまとめる。

(1) 洋上風力発電について

まず、先行している洋上風力発電について、得られたエネルギーの地産地消の考え方について、議論が行われた。自然エネルギーは、最初の段階では地産地消できるような形で開発し、スマートブリードの形で徐々に成長させ、広げていくことがスムーズに展開する上で重要であると考えられるとのことであった。

なお、後半には洋上風力発電に関して、まず、着定式が進んでいく見込みであること、深くなれば新しい技術開発が必要であるが、水深が100mを超えるところで採算をとれるようにするためには、発電機も1MW、5MWから10MWへ大きくしないといけないことなどが述べられた。そのためには新技術を開発し経済性を確保していく必要が重要とのことであった。

(2) 潮流発電について

潮流発電については、まずその外力である潮流から議論が行われた。潮流に及ぼす地形の影響について、現在入手できる水深データの精度が十分でないため、詳細な検討ができないという問題が指摘された。

また、潮流は流速が大きくなるのが1日4回であるが、これで潮流発電は採算が合うのかについても議論があった。小潮では厳しいものの潮止まりが4回なので、カットインの設定次第で1日17～18時間は発電できること、風力は設計風速が大きく、構造設計が難しいが、潮流は最大流速と平均流速があまり変わらないので、カットアウトは必要ないと思われ、これらを考えるとメリットはあるとのことであった。

また、ゴミ対策についても議論が行われたが、ゴミの影響を受けるかどうかは場所によることや、場所によっては、クラゲ等も考えないといけないかもしれないとのことであったが、ゴミ対策の前に、まずは結果を出すことが重要とのことであった。

(3) 全体について

個別の発電方法に加え、海洋エネルギーの開発に関して、全体的な議論も活発に行われた。

まず、海外の状況として、韓国ではかなり大きな金額を自然エネルギーの開発に投入しているものの、予算が措置されない人もいるため、不満が出ている現状が紹介された。また、日本は、環境問題が重視され、大規模な施設の建設が難しいことに対して、問題とされた。これに対しては、国会議員へのアピールや、地方から声を上げることも重要であると

の指摘があった。

テーマの取り上げ方については欧州で行われているようなEPRで評価するのが良いのではないかとの意見も出された。また、できそうな所から実証機を作り、社会的合意を得ることも重要との意見も出された。

実証実験については、試験海域だけの問題ではなく、採算性も重要ではないかとの質問も出されたが、欧州の実験サイトは民間が運営していることや、その民間への資金はEUが提供しているなどの現状の紹介も行われた。

コストに関しては、自然エネルギーは地産地消が基本であり、漁港の電力を賄ってはどうかとのコメントが出され、これに関連して、電気の分野の方や保険会社でも海洋エネルギーの研究を始めているとの紹介が行われた。

また、海洋エネルギー資源利用推進機構(OEA-J)の状況についても質問があり、それに対して説明が行われた。OEA-Jでは風、波、流れ、バイオマス、温度差、などを扱っているが、中でも洋上風力(着定式)や潮流は適切な場所さえ決めれば実用化できるのではないかとの感触が述べられた。ただし、地方自治体や漁協の合意を得るには公的資金の獲得が必要であるが、公的資金が十分ではないとの現状報告も紹介された。

財政的な問題に対しては、財政的に豊かな自治体へ相談することや、管理者のいる港湾を実験サイトとして考えてはどうかなどの意見が出されると同時に、高齢化によって厳しい状況にある漁協もあるので、新エネルギーを活用して財政状況を改善する可能性についても示唆された。

漁協との関連については、イギリスの自然エネルギーのテストサイトのオークニーでは地元プラスになるため漁業補償を払わなかった事例も紹介され、そのような考え方も進んでいる状況が紹介された。信頼性のあるデータに基づいて、Win-Winの関係を構築できる適地を見つけることが重要とのことであった。

また、テストサイトの候補として離島も挙げられた。甌島では自然エネルギー利用に取り組んでいることが紹介されるとともに、物流モーダルシフト、環境モーダルシフトにも真剣に取り組んでいく必要性と、そのための自然エネルギーへの移行は避けて通れないことが強調された。また、海洋利用では漁業権の問題は避けて通れず、漁業者の協力が不可欠であり、漁業者へのメリットを考えて洋上風力を漁協が運用していくという視点も重要であるとの指摘があった。

最後に、欧州では自然エネルギーの比率の目標が20～30%であるのに対し、日本の目標はあまりにも低く、国レベルできちんとした目標を定めてもらうことも重要であることなどが意見として出された。

それでも、海洋エネルギーには、今追い風が吹いており、2050年までに全エネルギーの10%を海洋（自然）から取り出すにはどうしたらよいのか、地道な研究を積み重ねて日本のオリジナル技術を発信したく、今後も、様々な場面で議論を行いたいとのまとめがオーガナイザーから述べられた。

4. おわりに

2008年から2年にわたって海洋エネルギーの特別セッションを開催した。そして、波力、洋上風力、海洋温度差発電、潮流などを利用した海洋エネルギーの回収技術の現状や課題などが多くの方から紹介された。また、一般投稿の論文も関連セッションとして連続するセッションで講演頂いてきたが、そこでも様々な最新の技術が紹介され、議論された。上述のように、海洋エネルギーには追い風が吹いている状況であり、大きく研究が進展する時期にあると思われる。多くの研究者がそれぞれの成果や知見を交換し、議論する場はそのような研究の推進には不可欠であり、今後もこのような機会を設けたいと考える。最後の本特別セッションにご協力を賜った皆様と熱心に討議に参加頂いた皆様に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 福本幸成，池谷毅，安野浩一朗，大山巧，石原孟，鈴木英之：洋上風況の観測結果と洋上風力発電システムの研究開発状況について，海洋開発論文集，Vol. 24，pp. 1-6，2008.
- 2) 高橋重雄：波エネルギー利用への再挑戦，海洋開発論文集，Vol. 24，pp. 7-12，2008.
- 3) 経塚雄策：生月大橋の橋脚を利用した潮流発電について，海洋開発論文集，Vol. 24，pp. 13-18，2008.
- 4) 池上康之：新しい海洋温度差発電の現状と展望ー持続可能なエネルギーと水資源を目指してー，第33回海洋開発シンポジウム特別セッション配付資料，2008.
- 5) 中原裕幸，塩原泰：漁業協調型Offshore Wind Farmの実現に向けて，第33回海洋開発シンポジウム特別セッション配付資料，2008.
- 6) 杉岡伸一，植村泰治，河口真紀：海洋エネルギーの利用技術に関する現状と課題，海洋開発論文集，Vol. 25，pp. 7-12，2009.
- 7) 宇都宮智明，佐藤朋希，松熊秀和，矢後清和：洋上風力発電用スパー型浮体の波浪応答実験と解析，海洋開発論文集，Vol. 25，pp. 13-18，2009.
- 8) 経塚雄策：潮流エネルギーの推定に関する考察，海洋開発論文集，Vol. 25，pp. 19-24，2009.