

II-502 防波堤兼用型波浪エネルギー変換システムによる取得エネルギー・コストの考察

室蘭工業大学 工学部 正員 近藤 俊郎
同 同 渡部 富治
北海道開発庁開発土木研究所 正員 谷野 賢二
(社)寒地港湾技術研究センター 白井 博巳

1 ま え が き

化石燃料消費量の増加にともなう地球環境劣化への対応は急を要している。その基本的な対策の柱は、再生可能な自然エネルギーの利用にある。これまで反応が鈍かった日本のエネルギー行政も、今年になってようやく太陽光や風力については、個人等が発電した電力を電力会社に売電できるようになった。これを契機によって再生エネルギーの活用が大いに進展する。それらを含む我が国の自然エネルギーの利用可能な量については、筆者の一人が調べたところでは、凡そ表-1のようになっている。これによれば、海洋エネルギーの

利用可能量はほぼ水力に匹敵し、その中では波浪が最も多い。しかも波浪の場合は、そのエネルギー取得システムは防波堤などの施設に併設できるから、取得が陸岸近くで行われる利点と合わせて実用化が有望視されている。ここでは、前報（近藤・渡部、91）の成果を、波浪のエネルギーを防波堤で取得する場合を対象に考察する。

表-1 日本の自然エネルギー利用可能量（近藤、1992）

種 類	利用可能量(x億kwh)	摘 要
太 陽	11,000	清水(1990)による
風 力	4,000	" "
水 力	1,400	うち900は既利用
海 洋	1,250	
波浪	600	200海里水域全体を対象
OTEC	500	" "
海流	100	沿岸周辺のみを対象
潮汐	50	" "

2 "真の"エネルギーコストの推定

前報で環境保全のためのコストも考慮したエネルギーコストの推定法を提案したが、それをより一般化した表現は下のとうりである（KONDO, et.al., 92）。

$$P_t = P_m + P_e + P_s \quad (1)$$

ここで P_t , P_m , P_e , P_s はそれぞれ"真の", "市場", "環境"ならびに"社会"コストを意味する。環境コスト P_e は、一般的にはそのエネルギーを吸収、利用することで環境に与える悪影響を取り除くためのコストを意味する。しかし、環境に良い影響をあたえることもあるので、正負の値を取るとしその場合は負とする。変化する環境要因が多くあるとすると、 P_e は下のように表現される。

$$P_e = \sum \Delta P_{x,i} = \sum \{ (\partial P / \partial x_{,i}) \cdot \Delta x_{,i} \} \quad (2)$$

3 取得エネルギーの利用法

防波堤で取得したエネルギーをどのような目的に使用するのか、という利用の形態によって当然コストが異なってくる。表-2は寒冷地の港の防波堤で取得する場合を中心に、規模ごとにおおまかに分類したものである。陸上に比べると、送電などのため用途がかなり限定されている。

表-2 防波堤で取得する波力エネルギーの利用方法

エネルギー 利用形態	利 用 項 目		
	小規模 (<1000 kW)	中規模 (1000~10000 kW)	大規模 (>10000 kW)
電気利用型	○灯台、灯標の電源 ○港湾の景観、照明 ○海上に設置されたレクリエーション施設の電源 ○冬季北廻り大型船や北洋で操業する漁船の電源	○小離島の一般電力 ○海岸道路の夜間照明 etc ○終末処理場用供給電源 ○電着工法による海中物体の構築	○海水の電気分解 ○外洋立地型火力・原子力発電所における防波堤利用型波力発電 ○沖合人工島及び大型離島の一般電力
熱利用型	○漁港等での製氷、冷凍、冷却 ○魚礁のヒーティング ○海産物処理 ○温水供給	○火力発電所のボイラー用給水加熱 ○離島用温水供給 ○港湾、漁港の道路エプロン等の融雪	○道路、空港での融雪用熱源 ○一般家庭への温水供給及び暖房用熱源
動力利用型	○地盤改良用電源 ○養殖場などのエアレーション用電源 ○防潮壁背後などのポンプ排水の電源	○ポンプ等による海水交換 ○工場用海水の汲み上げ ○揚水用ポンプの電源 ○港内結氷対策（エアレーション）	○海水の淡水化 ○海洋牧場への動力供給 ○海水揚水発電への利用 ○海岸部漂砂対策工（サイドバイパス用）

4 試 算 例

日本海の小離島に設置を仮定した1500 kWの波浪発電プラントを対象に、真のコストの試算を行い、ディーゼル発電の場合と比較する。

設計条件：取得水深 10 m（LWL下），潮差 0.3 m，平均入射パワー 10 kW/m，設計波 $H_{1/3}=8\text{m}$

$T_{1/3}=10\text{sec.}$ ，防波堤ケーソン長 20 m，変換システム 振り子式（最終効率0.5）

これらの条件で市場コスト P_m を求め、さらに真のコストを推定したものが表-3に示してある。

防波堤に併設する場合には、波が無くなるのであるから、環境が向上する。従って P_e は、ケーソンのコストを（-）にしたものに相当する。ディーゼル発電の市場コストは、小規模なため通常の数倍の価格となっており、 P_e としては CO_2 の処理費用を、 P_s としては湾岸戦争への協力費を計上している。

表-3 離島電力の真のコストの推定例

発電種類	P_m (¥/kWh)	P_H	P_e	P_s	P_t
波浪（振り子）	30	-16.8	-16.8		13.2
石油ディーゼル	80		12	0.1	92.1

5 む す び

エネルギーコスト評価に際して、現在は無視されているが今後は当然考慮されなくてはならない、環境コストや社会コストを含めた“真の”コストで比較すると、自然エネルギーの優位が明らかである。

特に防波堤を利用した波浪発電は、波浪環境の改善をもたらすので極めて有望である。

文 献 1) 近藤 (1992): 海と港, 5, 寒地港湾技術研究センター (印刷中). 2) 近藤, 渡部 (1991): 土木学会46回年講 (2), 832-833. 3) 近藤, 渡部: 波浪エネルギー利用シンポジウム論文集, 83-89. 4) 土木学会 (1990): 波浪エネルギー利用技術の現状と将来展望. 5) KONDO, et.al (1992): Proc. World Renewable Energy Congress.