

第Ⅱ部門 人工島における未利用エネルギーの活用

J R 西日本 正員○西村康之
大阪大学工学部 正員 村岡浩爾

1. はじめに 近年、都市湾岸を中心に新たな生活空間の創造を目的として、大規模な埋立事業が盛んに行われており、今後、埋立地区において民生用エネルギー需要の増加が予想される。また埋立地区には都市廃棄物処理場の立地が進められており、大量の都市廃熱が賦存している。そこでこの廃熱を、比較的低温度レベルの民生用熱源として活用できれば、都市の環境・資源問題の解決に寄与することが可能となる。本研究では神戸市人工島に着目して、都市廃熱を含む未利用エネルギーの活用可能性について検討を行った。

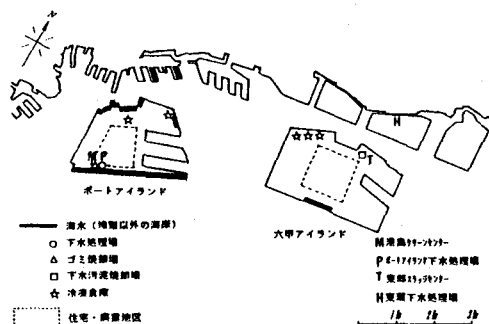


図1 人工島未利用エネルギー分布図

2. 人工島概要 神戸市人工島は ポートアイランド および六甲アイランド からなる面積 10.16km²、人口約22,000人の埋立地である。人工島では、既に廃熱利用としてゴミ焼却による発電、下水污泥焼却場からの温排水を活用した地域給湯が実施されている。現在ポートアイランド第2期の埋立が進められており、将来的には面積14.16km²の都市が完成する。

3. 熱需要量 熱需要としては未利用エネルギーの利用対象として冷熱(冷房)、温熱(暖房、給湯)を考える。その推定は原単位法によるものとし、建物用途別延床面積と熱需要原単位^{1,2)}より算定を行った。

4. 未利用エネルギーの利用可能量 図1に示す5種類の未利用エネルギーの利用可能量を算定した。

(1) ゴミ焼却熱、下水污泥焼却熱 人工島では神戸市の20%のゴミ、全市で発生する下水污泥の焼却を行っている。両施設ではタービンを設置して蒸気を発生させ加熱、発電用として利用している。ここでは未利用となっている蒸気を5~10月は冷熱、11~4月は温熱利用するとして利用可能量を次式により計算した。

$$Q_c = S \times u \times COP \quad (1)$$

$$Q_H = S \times u \quad (2)$$

Q_c : 冷熱利用可能量(Tcal/月)、 Q_H : 温熱利用可能量(Tcal/月)、 S : 未利用蒸気量(t/月)、 u : 蒸気の熱量換算値(539×10^{-6} Tcal/t)、 COP (Coefficient Of Performance): 蒸気吸引式ヒートポンプの成績係数(1.15)

(2) 冷凍倉庫廃熱 年間を通して温熱源として活用する。利用可能量の算定は次式による³⁾。

$$Q_H = (1 + \beta) \times \alpha \times r \times R \times 860 \times 8760 \quad (3)$$

β : 倉庫倉庫の平均成績係数(1.3)、 α : 年間平均負荷率(0.56)、 r : 月別負荷率、 R : 冷凍動力(Tw)

(3) 下水処理水、海水 水熱源ヒートポンプを用いて5~10月に冷熱、11~4月に温熱回収を行うとして、次式より利用可能量を算定した³⁾。

$$Q_c = C \times R \times \Delta t \times \{COP / (COP + 1)\} \quad (4)$$

$$Q_H = C \times R \times \Delta t \times \{COP / (COP - 1)\} \quad (5)$$

C : 比熱(1×10^{-6} Tcal/t/°C)、 R : 利用水量(t/月)、 Δt : 利用温度差(下水処理水: 5°C、海水: 1°C)、 COP : 水熱源ヒートポンプの成績係数(水温に依存⁴⁾)

但し、下水処理水は人工島で発生または流入するものを対象とした。また海水の利用水量は海岸線 1m当たり1ヶ月に 10^4 tとし、海岸線長として埠頭以外の海岸を対象とした。

Yasuyuki NISHIMURA and Kohji MURAOKA

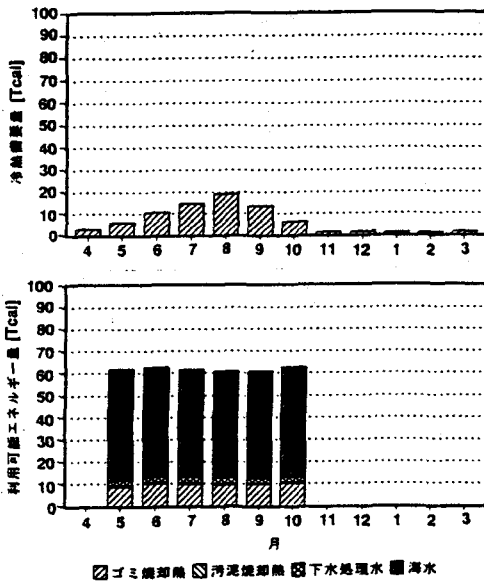


図2 月別熱需要と利用エネルギー量（冷熱）

以上により算定した結果を図2、3に示す。利用可能量は安定しており、年間利用可能量は人工島熱需要量の約5倍に相当し、かなりの量が余剰化していることが分かる。特に海水熱源はその8割を占めているのが注目できる。

5. 省エネルギー率 下水処理水、海水熱の利用にはヒートポンプを用いるため、実質的な省エネルギー性についてはヒートポンプに投入する動力エネルギーのレベルで評価する必要がある。ここでは以上の熱源に加え、5ケースの複合熱源について電力ベースでの省エネルギー率を算出した（図4）。海水は熱回収に大量の動力を要するため、省エネルギー率では20%以下に留まる。一方、直接熱として利用可能なゴミ焼却熱は冷熱で65%、温熱で37%と高い省エネルギー率を確保することができる。したがって未利用エネルギーの活用には、ゴミ焼却熱を中心とした複合熱源が最も有望なシステムと言える。

6. 結論と今後の課題 廃棄物処理施設が立地する都市湾岸開発域では、未利用エネルギーの活用がエネルギー需要の増加に対して有効な手段となり得ることが分かった。また埋立地が既存市街地に近接している場合には、余剰化した未利用エネルギーを供給することにより夏期電力の平滑化に貢献できると考えられる。今後は熱需給間の時間的・空間的バランスについても考慮するため、蓄熱・熱搬送システムも加味した評価モデルの構築が必要である。

謝辞 必要な資料を提供して頂いた神戸市の皆様に感謝致します。

参考文献 1) 神戸市エコポリス計画：神戸市環境局、1990。2) 地域暖冷房に関する指導要項：東京都環境保全局、1991。3) 下田ら：日本建築学会学術講演概要集、pp. 1339-1340、1992。4) 下田ら：日本建築学会学術講演概要集、pp. 495-496、1993。

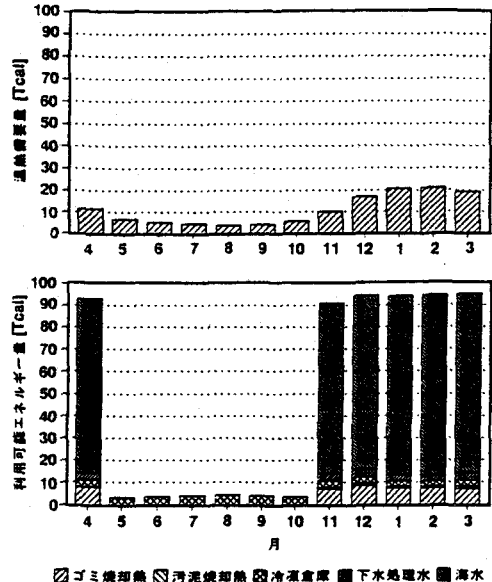


図3 月別熱需要と利用エネルギー量（温熱）

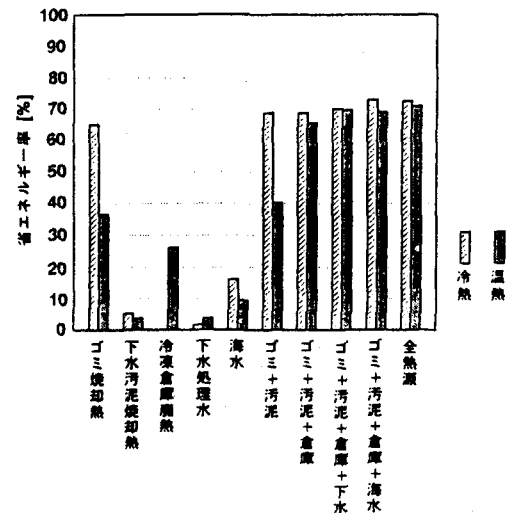


図4 年間省エネルギー率