

大深度地下インフラを利用した熱・電エネルギー供給システムに関する研究(その1)

正会員 池田 直樹 *1 正会員 増田 幸宏 *3
同 藤嶋 晋平 *2 正会員 高橋 信之 *4
名誉会員 尾島 俊雄 *5

熱源ネットワーク 大深度地下インフラ
大容量CGS

1. 研究目的

地球環境問題への対応が求められる中、増加する民生用エネルギー需要の現状から都市における冷暖房設備や電気機器などのエネルギー供給方式は都市環境や都市エネルギー面からみても、効率的に行うことが要求されている。

本研究では業務集積地であり、地域冷暖房の集中区域である大手町、六本木、新宿、また今後大規模な再開発の可能性がある豊洲、築地に分散型の大容量CGSプラントを設置し、エネルギー供給システムの提案をする。さらに各地域を大深度地下インフラを用いてエネルギー面におけるネットワーク化の提案を行う。以上の提案から平常時における効用と非常時における効用を述べることを目的とする。

2. エネルギー供給対象地域の概要

本研究では、業務集積地域であり、地域冷暖房の集中区域である大手町、六本木、新宿、また大規模な再開発の可能性がある豊洲、築地の立坑にエネルギー供給インフラ拠点とする。特にこの5地点の立坑位置は近々の再開発が予想される都市再生緊急整備地域の範囲にあり、本研究においてはこのエリアまでエネルギー供給対象地域とする。

また、各立坑からのエネルギー供給範囲の割り振りは図1のようにした。これは立坑からの距離、既存の地域冷暖房の位置を考慮して割り振ったものである。この割り振ったエリアの名称を、図1に記されているように大手町の立坑から供給される地域を大丸有地域、新宿の立坑から供給される地域を新宿地域、六本木の立坑から供給される地域を六本木地域、豊洲の立坑から供給される地域を豊洲地域、築地の立坑から供

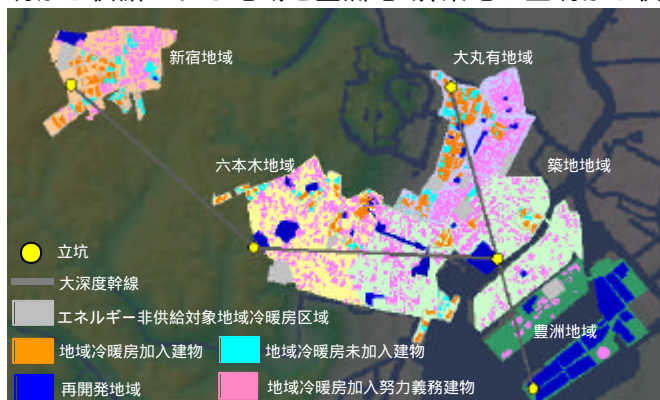


図1 エネルギー供給対象エリア、建物

給される地域を築地地域とする。

2.1 エネルギー供給対象建物の設定

本研究におけるエネルギー供給対象建物は図1の凡例にあるように地域冷暖房加入建物、地域冷暖房未加入建物、再開発地域建物、地域冷暖房加入努力義務建物とした。地域冷暖房加入建物とは現在地域冷暖房施設からエネルギー供給を受けている建物である。地域冷暖房未加入建物とは現在地域冷暖房施設からエネルギー供給を受けていない一定規模以上の建物とする。再開発地域建物とは2004年以降に完成予定にある再開発建物と完成予定が公表されてなくとも大規模な再開発の可能性がある豊洲や築地市場の建物とする。地域冷暖房加入努力義務建物とは現在の地域冷暖房区域外にあり、かつ都市再生緊急整備地域内にある建物の中で冷暖房又は給湯用ボイラー等で重油換算値3001/日以上発生¹⁾させる建物とする。なお、地域冷暖房未加入建物の一定規模以上の建物と重油換算値3001/日以上発生させる建物は同義とし、延べ床面積に関して表1にあたる建物として設定した。

表1 重油換算値300L/日以上発生建物の用途別最低延床面積

用途	面積(m ²)
業務施設	2666
教育・文化施設	3778
医療施設	1178
商業施設	1992
宿泊施設	998
娯楽施設	2147
住宅施設	3195

2.2 エネルギー供給対象建物概要

エネルギー供給は段階的に行う。STEP1では地域冷暖房加入建物、地域冷暖房未加入建物、再開発建物にエネルギー供給を行う。STEP2ではSTEP1に地域冷暖房加入努力義務建物を加える。

STEP1の延床面積の合計は2,693ha、STEP2の延床面積の合計は4,216haであった。地域別では大丸有地域が一番延床面積が大きくなっている(図2)。用途別ではSTEP1、STEP2ともに業務施設が非常に高い割合を示しており(図3、図4)、STEP2でエネルギー供給地域の範囲を拡大することで

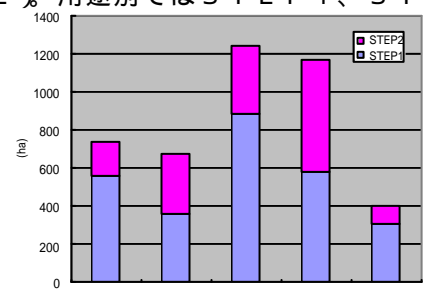


図2 段階別地域別延床面積

住宅の延床面積の割合を増加させて負荷平準化を期待したが、STEP 1からSTEP 2にかけて住宅の延床面積は1.3ポイントの増加にとどまった。

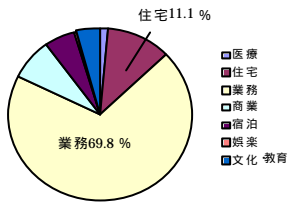


図3 STEP 1用途別

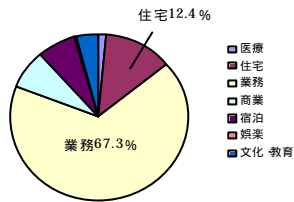


図4 STEP 2用途別

延床面積の割合

延床面積の割合

3. 大深度地下を利用した熱・電エネルギー供給システムの提案

本研究では大丸有地域、六本木地域、新宿地域、築地地域、豊洲地域の各立坑に分散型の大容量CGSプラントを提案する。また、各地域の立坑を大深度地下インフラでネットワーク化し、効率的にエネルギー供給をすることを検討する。

CGSの機器効率を機器負荷が高いほど効率が高い(図5)。そのため、本研究ではエネルギー需要にあわせてCGS機器の負荷率を高められるように機器を選択して稼働させることとする。

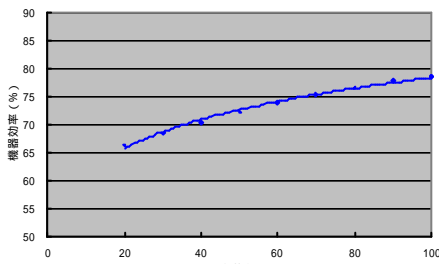


図5 CGS機器負荷特性曲線²⁾

なお、CGS機器は発電効率27%、排熱回収効率47%(総合効率74%)の機器を使用しCGSの運転方法は熱主電従運転とする。

また、各地域冷暖房区域や新規需要家(地域冷暖房未加入建物、再開発建物、地域冷暖房加入努力義務建物)を繋げるためのネットワーク事業者を立ち上げる。ネットワーク事業者は各地域の立坑にCGSプラントをもち蒸気と電気を各地域冷暖房プラントと新規需要家建物に供給する。地冷需要家に対してはネットワーク事業者から地冷プラントを介して供給する。地冷プラント内には現在、温熱源としてボイラー、冷熱源として吸収式冷凍機、ターボ冷凍機があり、またCGSを設置しているプラントも数多くある。今回の提案システムでは図6にあるように地冷プラント内の温熱源であるボイラーを取り外し、ネットワーク事業者から直接、蒸気を熱交換器、吸収式冷凍機に供給する。また、地冷プラント内にある既存のCGSやターボ冷凍機は従来通り運転する。新規需要家に対しては需要家建物内に熱交換器と吸収式冷凍機を設置し、蒸気を供給する。電気に関しては直接、地冷需要家、新規需要家に送電する。

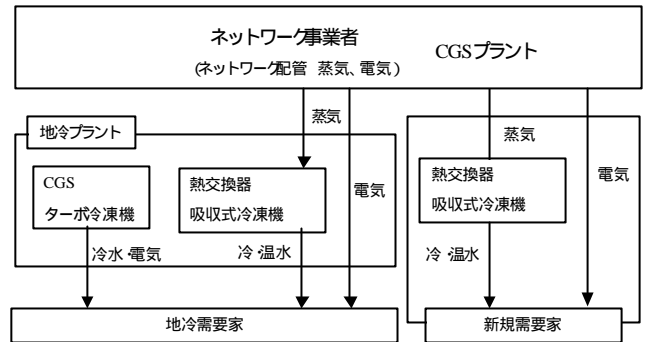


図6 ネットワークシステムイメージ図

3.1 エネルギー需要量の算出方法

エネルギー需要量は地域冷暖房加入建物に関してはヒアリングによる実績値と熱供給便覧(日本熱供給事業協会)をもとに算出した。新規需要家に関しては建築の光熱水原単位(尾島研究室資料)を基にエネルギー需要量を算出した。なお、算出の際に使用した与条件を表1, 2に示す。

表1 機器効率

機器	機器効率
ボイラー	0.8
吸収式冷凍機	1.2
ガス供給湯器	0.8
熱交換器	1.0
PAC	2.7

表2 エネルギーロス

送電ロス	5%
温熱ロス	10%
冷熱ロス	5%

3.2 大深度地下を利用した熱・電エネルギー供給システムの効用

大深度インフラを活用したネットワーク化により以下の4つの効果が期待できる。

各地域の最大熱負荷発生時刻が異なるためCGS設備容量の削減が可能(CGS設備容量削減効果)

エネルギー需要の小さい月は一部のCGSプラントを停止させ、プラントの無人化を計ることが可能(プラント人員削減効果)

CGSの機器負荷が大きいほど総合効率が高い特性を利用して機器負荷率を上げるようにCGS機器を選択して運転することがネットワーク化により可能(環境保全性効果)

災害によりプラントが停止するような非常時においても他地域のプラントの余剰を供給し停止した地域の需要を賄うことが可能(バックアップ効果)

4. まとめ

都市再生緊急整備地域内にある一定規模以上の建物を対象に大深度地下を利用した熱・電エネルギー供給システムを提案した。

この提案で期待される効用を、『大深度地下インフラを利用した熱・電エネルギー供給システムに関する研究(その2)』で定量的に評価する。

参考資料

- 1) 東京都環境確保条例
- 2) コージェネレーション総合マニュアル

*1 早稲田大学大学院修士課程 *2 森トラスト株式会社・工修 *3 早稲田大学理工学総合研究センター・工修 *4 早稲田大学理工学総合研究センター教授 *5 早稲田大学理工学部建築学科教授・工博

*1 Graduate School, Waseda Univ. *2 MORI TRUST Corporation, M.Eng *3 Research associate, Waseda Univ. *4 Prof., Advanced Research Center for Science and Engineering of Waseda Univ. *5 Prof., Department of Architecture, Waseda Univ., Dr.Eng