

都市構造の高密度化による環境負荷削減効果についての検討

八千代エンジニアリング 正員 鶴巻 峰夫, 沼田 健一郎,
正員 星山 英一, 中田 泰輔, 吉原 哲

1. 目的

都市と自然環境との調和は、環境問題が発生して以来解決できない問題として残されており、また、未来においても解決の難しい問題となると考える。これは、人間と環境とが調和した状態についての合意の難しさによるところが大きいと言える。この解決策の一つの考え方として人間と自然環境とが完全に分離してしまうという方が想定できる。一方で、このような方策では一般市民が自然とのつながりを失うことで、アメニティの喪失や、自然への理解を失う危険性など必ずしも環境問題全体が望むべき方向に向かうかどうか不明な部分がある。

本研究では、都市構造の高密度化によって期待される環境負荷量の削減について着目して、その程度を上下水道及び廃棄物処理分野において概略的に把握することによって、今後の都市環境問題への対応の方向性を検討するデータを得ることを目的に行った。

表 - 1 対象都市モデルの概要

	行政区域		D I D 地域		備考
	面積 (km ²)	人口 (千人)	面積 (km ²)	人口 (千人)	
大都市モデル	22.73	317	22.73	317	全域がD I D
地方都市モデル	237.2	146	15.7	87	

2. 検討の内容

2.1 検討対象とする都市モデル¹⁾

検討対象とした都市モデルとしては、東京・大阪などの都心の区レベルでの広がりをも想定した大都市モデル (mモデル) と地方県庁所在地を想定した地方都市モデル (pモデル)、高密度化の程度として現状での既存市街地モデル (E Xモデル)、計画的な拠点を中心に制限された範囲において都市を展開する水平展開モデル (H Dモデル)、人工地盤によって完全に人間の生活域を限定して鉛直方向に都市構造を考える

超々高層都市モデル (U Hモデル) を想定した。その概要は表 - 1, 2 のとおりである。

また、設定ケースでの都市構造のイメージ図 - 1, 2 に示すような平面、立体の構造となっている。

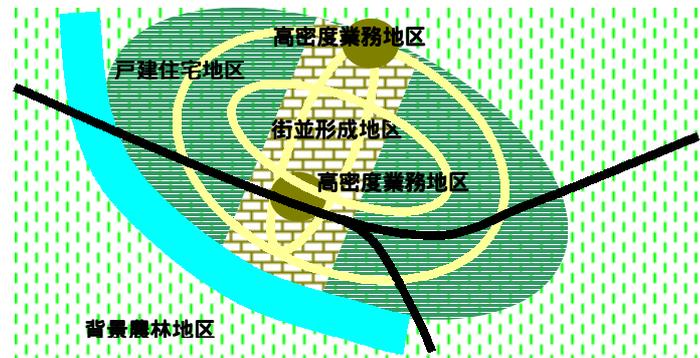


図 - 1 HDモデルのイメージ

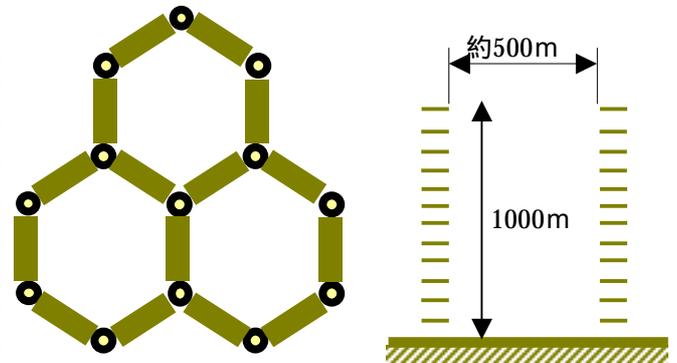


図 - 2 UHモデルの人工地盤のイメージ

2.2 検討方法

1) 対象とする都市施設の分野

対象とする都市施設の分野は次のとおりである。

- (1) 上水道：取水施設, 送水施設, 浄水施設, 排水施設
- (2) 下水道・生活排水処理：集水管渠, ポンプ場, 処理施設 (以上, 下水道), 収集車両, 処理施設 (以上, し尿処理, 浄化槽)
- (3) 廃棄物処理：ごみ収集, 中間処理施設 (焼却)

2) 都市高密度化に伴う環境負荷削減対策の適用

都市の高密度化とその反面となる緑地等の増加により、以下の対策が可能となると仮定した。

キーワード：環境計画, 地球環境問題, 物質循環システム, ライフサイクルアセスメント
〒153-8639 東京都目黒区中目黒 1 - 1 0 - 2 1 tel 03-3715-8694 fax 03-3715-1339

- (1) 上水道：中水施設の整備
- (2) 下水道：汚泥の嫌気性消化，メタン発電，厨芥類の汚泥処理過程への受け入れ，汚泥のコンポスト利用
- (3) 廃棄物処理：分別収集の徹底，ガス化溶融，ごみ発電，溶融スラッグの有効利用

2) 検討対象の環境負荷の種類及び算定方法

(1) CO₂排出量

CO₂排出量は資材，エネルギーの消費量等を計画により概算するとともに，既存文献^{2)~5)}にもとづき資材消費量，処理量当りの原単位を作成して，ライフサイクルでの環境負荷量として算定した。

(2) 上水消費量，排水量，水質汚濁負荷量 (BOD,COD,T-N,T-P)，埋立廃棄物量

検討対象のモデル都市(実在する都市を想定している。)での現状での排出量等のデータにもとづいて収支計算を行い，直接負荷量を算定した。

表 - 3 環境負荷量の検討結果

モデルの区分	環境負荷の種類	EXモデル	HDモデル	UHモデル
大都市モデル	上水消費量 千m ³ /年	34,007	25,609	18,748
	排水量 千m ³ /年	34,007	25,609	18,748
	CO ₂ 排出量 t-CO ₂ /年	60,147	31,844	36,603
	水質BOD負荷 kg-BOD/年	340	256	187
	水質T-N負荷 kg-T-N/年	850	640	469
	埋立廃棄物量 t/年	59,062	28,449	10,330
地方都市モデル	上水消費量 千m ³ /年	14,294	12,558	8,752
	排水量 千m ³ /年	14,294	12,558	8,752
	CO ₂ 排出量 t-CO ₂ /年	61,023	37,908	40,374
	水質BOD負荷 kg-BOD/年	1,116	126	82
	水質T-N負荷 kg-T-N/年	657	314	204
	埋立廃棄物量 t/年	23,096	18,403	4,213

3. 検討結果

各ケースの環境負荷量の検討結果を表 - 3 に示す。各環境項目の状況は以下のとおりである。

3.1 上水消費量，排水量

都市を高密度化することによって中水道の適用が可能であるとしたため，HDモデルではEXモデルに比して40～45%の削減になっている。

3.2 CO₂排出量

大都市型モデルでは，UHモデルに比して負荷量が増加する結果となった。これは，主に上水を

一階層から上階にすべてポンプアップすることによるものと中水道の適用による環境負荷量の増加が寄与している。また，焼却ごみ量の減少によるエネルギー回収の効果の減少もHDモデルからUHモデルへの環境負荷量の変化に対して寄与が大きい。

ただし，ポンプアップ分については，下層階へ流下させる過程でその水位差を利用して発電を行う技術が開発されており，その適用が可能であれば，改善の可能性が考えられる。

3.3 水質汚濁負荷

水質汚濁負荷は，中水道の適用による排水量の減少により集約度が進むにつれて負荷量が削減されている。大都市モデルに比して地方都市モデルの減少が大きいのは，現状での下水道普及率が低いためにEXモデルにおいて負荷量が大きく算定されているためである。

3.4 埋立廃棄物

埋立廃棄物は，廃棄物処理過程でのガス化溶融の適用及び下水道終末処理の汚泥処理過程での汚泥コンポスト化により，廃棄物処理及び下水道からの廃棄物量を0と算定しているために対象環境項目の中では最も効果があると算定された。計算されている埋立廃棄物量は浄水処理過程で発生する汚泥のみとなっている。上水汚泥についても中水道の適用によって上水取水量が削減されることで大幅な減少となっている。

4. 考察

本検討は，超々高層構築物の社会的有用性の研究の一環として行ったものであるが，この過程で以下のようなことが，考察できる。

- (1) 基本的には都市の集約度が増すにつれて環境負荷量は削減されるが，超々高層構築物では，上水を上層階へ搬送するエネルギーの増加が主な要因となり，必ずしも削減効果が期待できない場合がある。
- (2) 緑地等の自然地の増加によってコンポストの需要が期待でき，コンポストの供給先の問題を解決できる可能性があるため，埋立廃棄物の減少には大きく寄与できると考えられる。
- (3) 上水取水量の減少 上水汚泥の減少，中水道の適用 上水取水量の減少，下水量の減少 汚濁負荷量の減少，汚泥量の減少など，連鎖的な環境負荷量の削減が期待できる。

5. おわりに

本研究は，(社)日本建築学会超々高層特別研究委員会(委員長 船越徹 東京電気大教授)地球環境評価ワーキンググループ(座長 木俣信行 鹿島建設技師長(当時))の調査研究の一環として行ったものです。検討の条件となる都市構造の設定は前述のワーキンググループによる検討の成果を流用しております。

<参考文献>

- 1) (社)日本建築学会超々高層特別研究委員会 超々高層のフィージビリティ 2000.12
- 2) (社)資源協会 家庭生活のライフサイクルエネルギー 1994.8 (株)あんほるめ
- 3) 土木学会地球環境委員会環境パフォーマンス評価研究小委員会・LCA研究小委員会 建設業の環境パフォーマンス評価とライフサイクルアセスメント 2000.10 鹿島出版会
- 4) 鶴巻 環境調和性を考慮した排水処理システムの評価手法に関する研究 1998.3
- 5) 福山等 ライフサイクルエネルギーからみた清掃工場の一考察 都市清掃 vol.49.210 1996.7