

大深度地下空間を利用した水系供給処理施設の
の整備計画に関する研究

準会員 ○ 滝田 昌弘*1 同 三浦 秀一*3
同 近藤 竜也*1 同 高橋 信之*4
正会員 佐々木淳一*2 同 尾島 俊雄*5
同 小島康太郎*2

1. 研究目的

近年、東京は過密化が進み都市インフラに対する依存度は、年々大きくなっている。特に戦後広域的な整備が進み、現在では区部の普及率が90%を越える上水道、下水道は、機能向上、維持・更新、及び広域災害時の抗担性など様々な問題を抱える。また、節水型都市への転換のために、大規模建築物の雑用水や工業用水等として導入が必要となる中水道は、社会的インフラとして位置づけ将来広域的に整備していく必要がある。

本報では、これらの水系供給処理施設の整備を、貴重な未利用空間であり安全空間である大深度地下空間に、複合幹線ネットワークを構築することで一体的に行い、その整備形態を提案することを目的とする。

2. 水系供給処理施設の整備指針

本報で述べる水系供給処理施設とは、上水道、中水道、下水道施設のことを示す。上水道に関しては、広域災害時に、浅深度地下に埋設され老朽化した送配水管が、多大な被害を受け広範囲にわたり断水が発生すると考えられる。災害時の飲料水供給対策が重要となる。また、平常時の安定供給を維持するため配水機能の地域格差の解消が重要である。下水道については、老朽施設の更新、雨水排水対策が重要課題とされている。中水道については、水資源有効利用の普及を促進する必要がある。

2-1 飲料水供給の整備指針

図1に、広域災害時における東京都都市計画局（以下～局とは、東京都の各担当局を示す。）の定める避難圏域ごとの公共飲料水の自給日数を示す。飲料水自給日数とは、各避難圏域の飲料水確保水量を必要飲料水量で除し、供給可能日数に換算したものである。飲料水確保水量は、浄水場、給水所の配水池容量及び主に公園地下に設置されている応急給水槽容量を合計し算出した。必要飲料水量は、1人1日当たり必要とされる飲料水量を3 lとした避難人口分の水量である。飲料水自給日数は、0～5日間の避難圏域が多く、東京都防災会議の想定した上水道の復旧日数である15日間に達している圏域は少ない。また、浄水場、給水所の有無、配水池容量から飲料水自給日数は、圏域単位で、最大265.6、最小0.6、と格差は大きい。

図2に、水道局が設定する配水系統区域ごとの配水池の有効容量を示す。目標確保容量である、計画給水量に対して12時間分を満たす区域は少なく、配水池のない区域も4カ所ある。配水機能の地域格差を解消し、給水所の適切な分散配置を

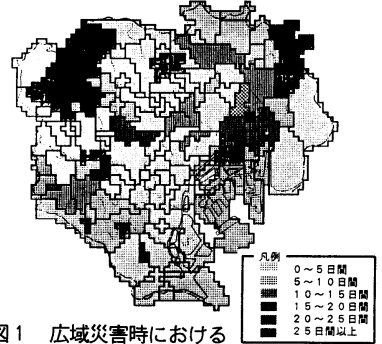


図1 広域災害時における各避難圏域の飲料水自給日数

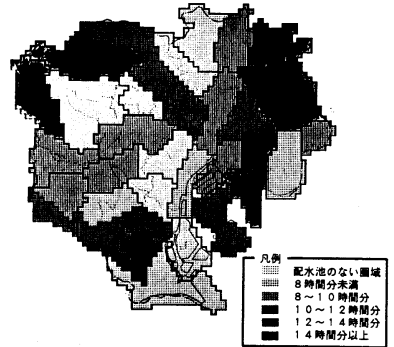


図2 系統区域毎の配水池の有効容量

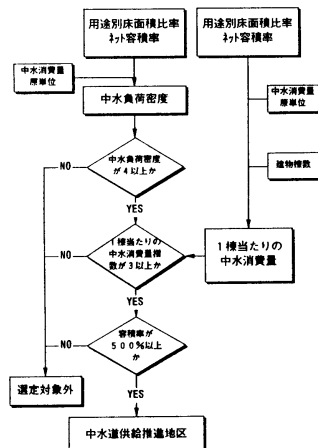


図3 中水道供給推進地区選定フロー
文献 1)

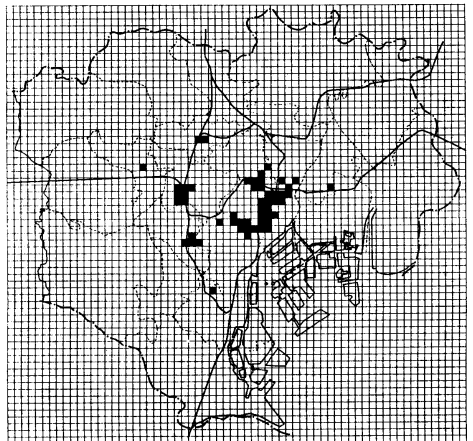


図4 中水道供給推進地区
文献 1)

図ることが水道局の整備課題となっている。

2-2 中水道整備指針

ここでは、文献1)より選定された下水処理場の高度処理水を利用した、中水道の広域ネットワーク導入推進地区を用いる。図3に中水供給推進地区の選定フローを示す。500mメッシュ単位で、現在、中水需要の高い地域、容積率の高い高度利用を図る必要のある地域を選定の基本とし、図4に示す52メッシュの中水供給推進地区が選定された。1)

2-3 下水道施設の整備指針

図5に処理区ごとの下水道施設の使用経過年数を示す。一般に、下水道管渠の耐久年数は50年と言われているが、区部全体延長の14%が既に使用年数50年を超えており、今後、更新が必要となる下水道は飛躍的に増大すると考えられる。

ここでは、芝浦処理区、三河島処理区において、分流式下水道への転換を図るため、大深度地下共同溝に汚水管を布設することとした。

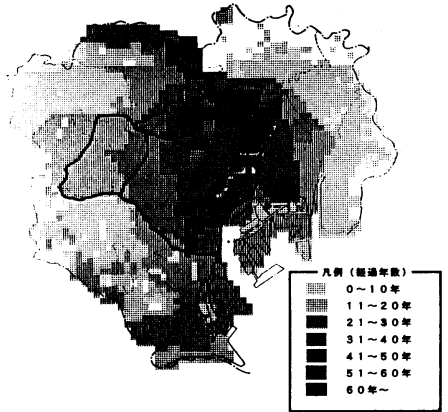


図5 下水道施設の使用経過年数

3. 水道局・下水道局・河川局の将来整備計画

水道局では、配水機能の効率化および配水系統間のバックアップ機能の強化を図るために、浄水場と給水所を結ぶ送水管網の整備が考えられている。また、給水所の新設に当たっての用地確保が困難なこと等から送水管に水を貯留するストック機能を付加させる送水管式配水池構想が考えられている。2)。下水道局では、合流式下水道の改善、高度処理、雨水排水、を基本計画として管渠、ポンプ所、雨水貯留施設の更新、整備が考えられている。また、処理場から生み出される再生水を雑用水、工業用水、環境用水等に供給する再生水管の広域ネットワークの構築が考えられている。3)

河川局では、降雨強度75mm/hに対応した中小河川流域の治水計画として、環七・環八地下河川構想が事業化され、既に建設段階にある。



図6 基本ネットワーク図

4. 本計画における水系供給処理施設ネットワーク計画

4-1 基本ネットワークルート

以上の東京都担当局の構想を踏まえ、ここでは、大深度地下空間を利用した複合幹線ネットワークの整備方針を述べる。ネットワークルートは、図6に示すルートの基本とした。東京を中心に、A, B, C, D, Eの5つのループを設定し、各結節点に図6に示す番号を付けた。

4-2 ネットワークの機能と規模

ここでは、当面の計画である計画である第1段階とより熟度の高い第2段階に分けて検討を行った。

表1にネットワークの結節点（ノード）と管路（リンク）の整備方針を示す。上水供給に関しては、第一段階の整備として広域災害用飲料水の不足している結節点に応急給水槽を設置する。管路は、浄水場、給水所を結ぶ水道幹線を大深

表1 本計画におけるネットワークの機能

施設名	結節点	管路
上水道	第1段階	
	非常用飲料水の貯留	浄水場・給水所間を結ぶ水道幹線
	非常用飲料水の貯留	浄水場・給水所間を結ぶ水道幹線 送水管式配水池機能
中水道	地域供給のための配水池	下水処理場の高度処理水の導水
	第1段階	
	現状の負荷密度が高い供給推進地区に整備	
下水道	第2段階	
	再開誘導・促進地区への供給および清流復活、工業用水事業との連携による整備	
	汚水の一時貯留	各結節点から下水処理場への汚水任送 地下河川等から処理場への雨水送水

度地下に移設する。第二段階として、平常時の配水池機能の地域的格差の解消を図る。各結節点に地下配水池を設置することを検討した結果、構造物として容積が大きすぎるため、東京都水道局の提案する、送水管式配水池を導入することとした。

中水道に関しては、下水処理場の高度処理水を導水し、結節点には地域供給のための一時貯留池を設置する。第一段階として、2-2で選定した中水供給推進地区を整備し、第二段階として再開発誘導・促進地区への供給及び清流復活、工業用水道事業との連携により、さらに広域的な整備を行う。

下水道に関しては、原則として污水管のみを管路に布設し、結節点には遮集した污水を下水処理場へ送水するための一時貯留槽を設置する。

そこで、雨水排水処理機能としては、降雨時の雨水一時貯留は、環七・環八地下河川および下水道局が整備する雨水調整池の大規模貯留施設により行う。

本ネットワークは、複合施設であることを考慮し、降雨終了後、貯留した雨水を下水処理場へ送水する送水管を布設するものとした。

図7に、以上の整備方針をまとめたネットワーク結節点のシステム図を示す。

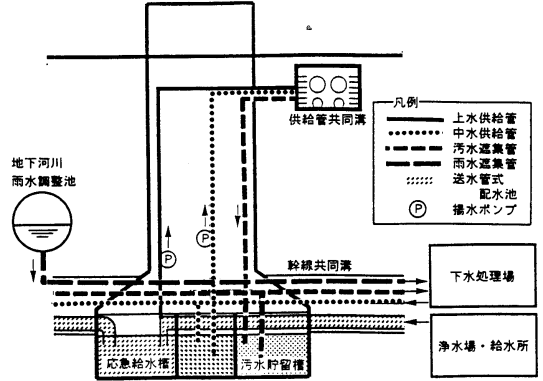


図7 ネットワーク結節点の水系供給処理システム図

5. 本計画における水系供給処理施設ネットワークの概要

5-1 各ネットワーク結節点の貯留槽容量の設定

図8に、上水の応急給水槽・配水池整備を各結節点で行った場合の容量を示す。

第1段階整備として、応急給水槽容量は、各結節点とも一律5,000m³を設定した。

第2段階整備として、配水池容量は、最大約100,000m³、平均20,000m³となり、これをもとに、送水管式配水池の管径を直径5mに設定した。

図9に、中水の地域供給のための配水池整備を各結節点で行った場合の容量を示す。第1段階整備の容量は、最大7249.7m³、平均2138.7m³となり、貯留槽容量は、ネットワークの相互補完機能から、4,000m³、3,000m³、1,000m³の3種を設定した。第2段階整備について本報では、ルート設定のみを行った。

汚水槽の容量としては、本ネットワークでの機能が遮集管の減勢池であることから、200m³に設定した。

5-2 ネットワークの概要

図10に、第2段階整備におけるネットワーク図を示す。

第1、第2段階整備それぞれについて、結節点の機能を、設置する地下貯留槽のタイプにより分類し、整理した。表2は、第2段階整備計画である。第1段階整備において、結節点は7つのタイプに分類さ

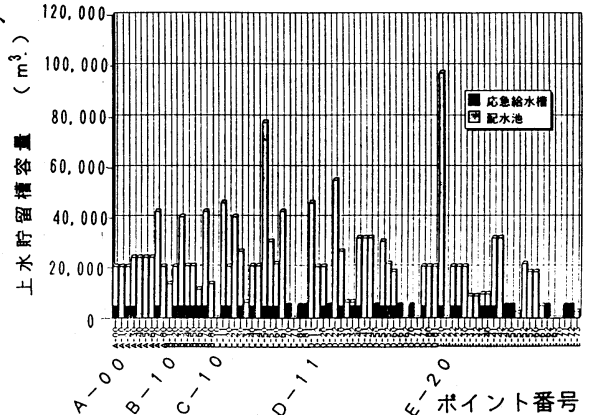


図8 上水の応急給水槽・配水池整備を各結節点で行った場合の容量

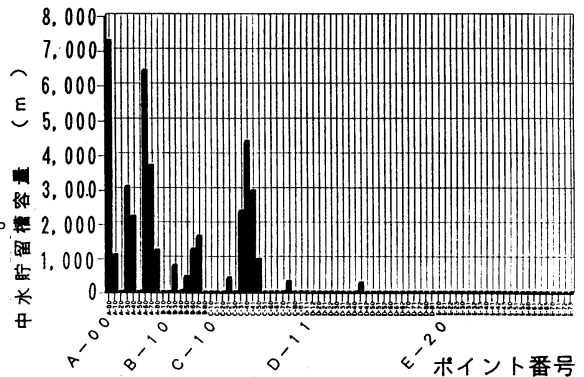


図9 中水の地域供給のための配水池整備を各結節点で行った場合の容量

れ、結節点数は68となり、第2段階整備においては、結節点は11のタイプに分類され、結節点数は79となった。容量が最大となるのは、東京(ポイント番号:A-00)における9,200m³で、最小となるのは中野などの1,000m³である。

また、第1、第2段階整備それぞれについて、トンネルの断面形態を分類し、整理した。表3は第2段階整備計画である。それぞれ、9タイプ、14タイプに分類され、総延長は、245.2km、350.3kmとなった。

6. ネットワークの整備効果

図11に第1段階整備後の上水道整備効果として、避難圏域ごとの公共飲料水の自給日数を示す。地下応急水槽容量からみると自給日数10日未満の圏域が残るが、水槽間を安定地盤に布設する大深度地下幹線で結ぶため、非常時でも相互補完が可能である。

図12に第2段階整備後の上水道整備効果として、配水系統区域ごとの配水池の有効容量を示す。全ての区域で、8時間分以上確保され、平均で13.4時間分確保される。

7. まとめ

本報では、各担当局が個別に行っている整備計画を、上水道、中水道、下水道について、大深度地下空間を利用した共同溝ネットワークで一体的に整備を行う際の、整備形態、施設規模の算定を行った。今後の展望として、施設運営面でのさらなる検討がなされれば、本整備計画の社会的重要性は高まると考える。

【参考文献】

- 1)大崎一七 東京都の中水道の導入方式に関する調査・研究(その2) 日本建築学会大会学術講演梗概集, 4546, 1992年
- 2)東京都水道局 大深度水道管路構想について, 1999年 東京都における送水管式配水池構想
- 3)東京都下水道局 第二世代下水道マスタープラン, 1993年7月

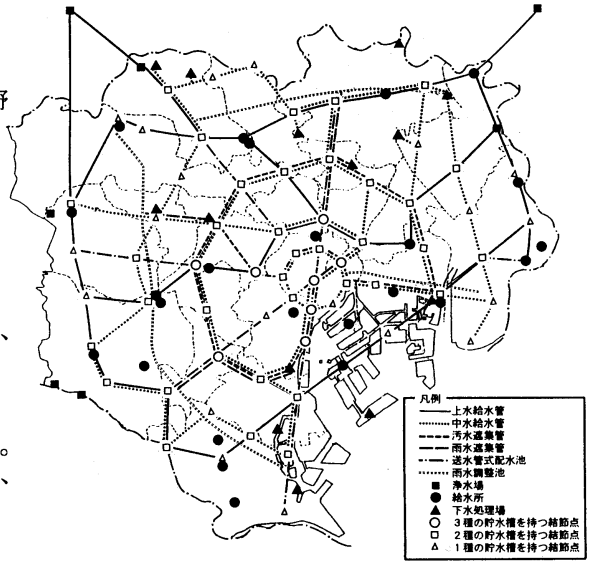


図10 第2段階整備におけるネットワーク図

表2 結節点の備える機能によるタイプ分類表(第2段階)

タイプ名	結節点の備える機能				ポイント数	最大容量 (m ³)	最小容量 (m ³)	代表的な地区名
	応急給水用	中水用	汚水用	取水口				
I	○	○	○	○	1	6200	—	四谷
I'	○	○	○	○	7	9200	6200	東京・新宿
II	○	○	○	○	9	9000	6000	田園調布・西大井
II'	○	○	○	○	10	9000	6000	霧ヶ関・飯田橋
III	○	○	○	○	2	5200	5200	巣鴨・八広
III'	○	○	○	○	2	5200	5200	池袋・町屋
IV	○	○	○	○	11	4200	1200	永田町・神田
V	○	○	○	○	10	5000	—	王子・北千住
V'	○	○	○	○	4	5000	5000	六本木・13号地
VI	○	○	○	○	13	1000	—	豊地・中野
VII	○	○	○	○	10	—	—	本郷給水所・芝浦処理場
計					79			

表3 トンネル断面のタイプ分類表(第2段階)

タイプ名	トンネル断面形態				タイプ別長さ
	水運管	中水運管	汚水運管	雨水運管 送水管式 貯留管	
①	○	○	○	○	32.6
②	○	○	○	○	122.3
③	○	○	○	○	8.2
④	○	○	○	○	29.2
④'	○	○	○	○	3.5
⑤	○	○	○	○	3.5
⑥	○	○	○	○	82.9
⑥'	○	○	○	○	5.1
⑦	○	○	○	○	1.0
⑧	○	○	○	○	17.0
⑧'	○	○	○	○	3.5
⑨	○	○	○	○	2.5
⑨'	○	○	○	○	6.0
⑩	○	○	○	○	33.0
計					350.3

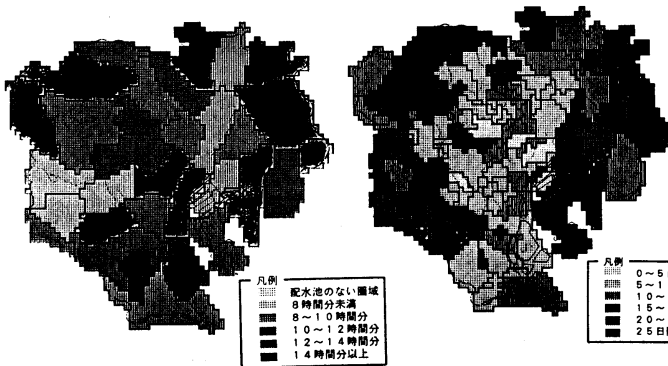


図12 整備後の公共飲料水の供給可能量の分布

図11 第1段階整備後の各避難圏域の飲料水自給可能日数

- *1 早稲田大学学部生 *2 早稲田大学大学院 *3 東北芸術工科大学講師・工博
*4 早稲田大学講師・工博 *5 早稲田大学教授・工博