

## 未普及解消、広域化・共同化、更新及び冗長化の

### 並列進行に関する検討事例

オリジナル設計(株) 石井敬久

茨城県常総市では、公共下水道事業と農業集落排水事業を合わせて九つの処理区と八つの処理施設を維持運営している。維持管理費の負担は大きく、改築更新の時期にも差し掛かっていることから、処理施設の統合を図ることとしている。加えて市街地と処理施設的位置関係や処理方法、事業種別、未普及解消といった複数課題の解決を図るべく、構想見直し業務の中で一括の検討を行い、処理施設二箇所への統合を結論付けた。

また、各種の説明責任に耐え得る検討過程を目指し、説明が容易な標準化と地域の特性に沿った最適化のバランスに留意した上で、将来的な事業スケジュールの立案を行った。

*Key Words* : 広域化・共同化、冗長化、未普及解消、特定公共下水道

## 1. はじめに

茨城県常総市では、汚水の集合処理施設として三箇所の単独公共下水道、一箇所の流域関連公共下水道、五箇所の農業集落排水を整備・供用している。公共下水道のうち単独二箇所は当初の整備を終えたが、拡大構想の具体化が見られ、単独一箇所及び流域関連は未普及解消の方針から整備継続中である。地域活性化に向けた開発計画や構想も複数存在し、アクションプラン期間を終了してもなお整備を継続する方針を採っている。

農業集落排水は短期間で供用に至る点から、小回りの効く汚水処理施設として整備が進められ、生活環境の向上に寄与してきた。整備は全て完了し、拡大予定もない中、処理施設の多さから維持管理の手間や費用が嵩んでおり、人口減少が進む中で改築更新時期が到来することもあり、その継続は常総市として大きな課題になっている。

先立って策定された広域化・共同化計画では公共下水道間の統合や農業集落排水の公共下水道統合が謳われたところであるが、改めて構想見直し業務の中で課題と方針を整理し、常総市として今後採るべき方針を具体化することとした。

## 2. 対処すべき課題

現時点で常総市が対処すべき課題として表-1に示す項目が挙がる。項目別に内容を確認すると数多の事業者が抱える課題に類するものであり、個々の対策はある程度検討の筋道が見える。しかしこれらが同時に存在し対応を求められる事こそが、人口約6万人とい

う規模の地方自治体にとって非常に大きな問題と言える。結論としては限られた財源をどう配分していくかに集約されるが、説明責任に耐えうる優先順位決め理由と過程が、結論に対する根拠として求められることになる。この根拠の取り纏めが業務の主たる目的となる。以下、検討の経緯や留意点を紹介する。

表-1 常総市が対処すべき課題

種別	内容
未普及解消 新規整備	市街化区域は公共下水道による整備が市の方針 開発計画が複数立案されており、いずれも公共下水道による汚水処理を予定
維持管理 改築更新	単独公共下水道のうち特定公共下水道の回転生物接触法による処理施設は今後の維持管理が困難
	特定公共下水道処理施設が供用より50年弱経過しており、改築更新/長寿命化の実施時期
	農業集落排水の供用開始は平成6～13年に集中しており、処理施設の改築更新/長寿命化実施時期が順次到来 ストックマネジメント計画に沿った公共下水道施設の診断と対策が必要
冗長化 災害対策	中心市街地と処理場を隔てる鬼怒川には横断する管路が一条のみで、冗長性確保が必要
	耐震化、耐水化の診断と対策が必要
雨水排除	雨水ポンプ場の老朽化対策、平成27年9月関東・東北豪雨を受けた対策が必要

### 3. 統合先の検討

#### 3-1 基本条件

統合先の選択に際しては、以下の判定を行った。本検討は構想見直し業務の一環として、同時に未普及解消に向けた処理手法選定や新規整備区域の検討も行っている。

##### (1) 経済比較による判定

汚水処理施設の統合を含む処理手法の選定に対する検討として、経済的優位性の確保が大前提となる。ここでは「持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル（平成26年1月）」（以下「マニュアル」）に示される手法に準じて経済比較を行った。但しマニュアル策定年以降の物価・人件費上昇に対応すべく、茨城県が実施した実態調査により単価の補正を行っている。事業化から完了までは長期間に及ぶため、現在価値比較法の使用も考慮したが、マニュアルと比較して「対外的な説明の容易性」「これまでの構想との連続性」「新たな便益が発生せず、B/C把握も目的とは異なる」といった理由を挙げ、費用の単年換算による比較とした。広域化・共同化では統合先処理施設を限定した比較に留めていたため、これを発展させる形で位置関係上統合可能な複数の接続パターンを設定し、「処理施設の統合先」「接続先処理区の接続位置」「複数処理区を横断的に接続する場合の接続順」といった接続パターン別の優位性評価も併せて行った。

また、処理手法選定や処理施設統合とは別に、冗長化の課題とされる中心市街地から処理施設へのルートに対しても、単年換算費用で複数パターンの経済比較を行っている。

##### (2) 処理施設の能力による判定

各処理施設の現有処理能力を確認し、施設規模から統合可否判断を行った。処理能力の評価を先行し、経済比較の件数を絞る方が合理的だが、施設の統合には長期を要するため、検討時受入不可の接続であっても人口減少が進めば受入可となる可能性を考慮すべきと考えた。もっとも、その頃には人口由来の汚水量だけでなく、維持管理費や建設費の変動も加味した確認が求められるため、あくまでも可能性の話である点に留意が必要となる。

(1)(2) を組み合わせて統合パターンと比較検討を行い、特性を加味して統合先を決定した。

鬼怒川の横断位置は任意に決められないため、「河川横断」「東岸側」「西岸側」で検討を行った。

処理区毎の計画汚水量は、現況及び将来の人口に汚水量原単位を乗じ、工場排水量を合算して求めた。工場排水量は計画と実績の乖離が見られるため、処理施設の運転実績より設定を行っている。

右図中Bは常総市の既設処理施設で最大規模だが老朽化が進み、安定的な運用に不安がある。Cは計画規模が最大かつ最も新しい施設であり、位置関係も含めて検討の中核に位置付けた。以下、検討の内容を簡単に紹介する。

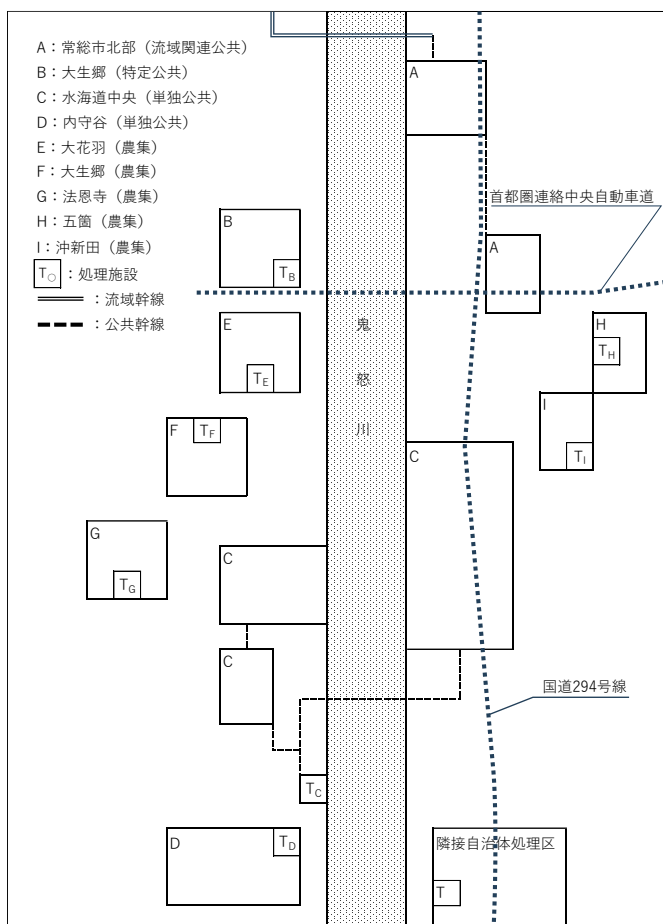


図-1 常総市污水集合処理施設概略図

### 3-2 鬼怒川横断の冗長化

東岸側には国道 294 号線に沿う形で北にA処理区、南にC処理区が位置し、Cの南に隣接自治体処理区が位置している。Aは流域関連公共下水道となっており、Aで発生した汚水は茨城県の処理施設で処理を行っている。Cでは東岸側処理区域より発生した汚水を、茨城県所有の水管橋に添架して西岸側のC処理施設に送っているが、添架区間については災害時の冗長化が課題となっている。これについて、「東岸側はC処理施設で処理を継続する(①水管橋添架新設)」「東岸側を切り離して他の処理区に統合する」かで妥当性の比較を行った。後者は隣接自治体公共下水道(②隣接市接続)と県流域下水道(③流域下水道接続)の二通りの統合先があり、比較の対象は三案となる。

公共下水道の全処理施設が西岸側に、市街地の大半が東岸側にあることを考えると、東岸側への処理施設新設も選択肢として挙がるが、主に用地確保の点から実現性は極めて低いと判断し、検討より除外した。③は接続先の公共下水道及び流域下水道の全線が既設であり、流下能力上接続可能な位置と下流にある流域ポンプ場の能力把握が必須だが、処理場には十分な敷地があり増設に問題は無い。②も接続先の処理施設で将来の増設が予定されており、十分な敷地が確保されていることから共に敷地面での制約は少ない。

表-2 冗長化の比較

番号	概要	年額換算費用	迅速性	その他特性	総合
①	水管橋添架増設	1.9億	早急に着手可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理場統合で維持管理費が割安。</li> <li>・市単独で今後の方針を決定できる。</li> <li>・水管橋耐用年数経過後の架け替え時に分担金を求められる場合、費用は上乘せ。</li> <li>・添架が認められず独自に水管橋を建設する場合は費用が大きくなる。</li> <li>・水管橋管理者が市ではないため、落橋等の緊急時に常総市でコントロールできない。</li> </ul>	○
②	隣接自治体接続	2.2億	隣接自治体内の開発確定後に水量規模から協議開始（数年～十数年後～）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・隣接自治体の計画汚水量と合わせて増設規模が決まるため割安になる可能性もある。</li> <li>・受け入れのための処理施設改造費用が常総市負担となる場合、費用は上乘せ。</li> <li>・処理場維持管理費は常総市のコントロール外となる。</li> <li>・料金体系が鬼怒川東西で別々になる可能性がある。</li> <li>・処理施設の改築更新時期が常総市のコントロール外となる。</li> <li>・埋設位置や条件から施工に時間を要する。</li> <li>・協議に入れても、接続を断られる可能性がある。</li> </ul>	△
③	流域下水道接続	2.8億	流域全体計画見直しのタイミングで位置付け（数年後～）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・関連公共下水道の計画汚水量と合わせて増設規模が決まるため割安になる可能性もある。</li> <li>・流域中継ポンプ場の増設費用は常総市負担割合が高い可能性があり、その場合費用は上乘せ。</li> <li>・持管理負担金は常総市のコントロール外となる。</li> <li>・料金体系が鬼怒川東西で別々になる可能性がある。</li> <li>・処理施設の改築更新時期が常総市のコントロール外となる。</li> <li>・埋設位置やお受験から施工に時間を要する。</li> </ul>	△

添架区間は日光や風雨に晒され、通常の圧送管よりも老朽化が早く進行していることが確認されている。ここは所謂急所施設に該当し、対策が急務と言えることから、所要時間を重視すべきと考えられる。この観点からは、施工延長が短く、協議も法手続きも常総市と茨城県だけで完結する①が優位で、法手続きに国届出が必要で施工延長も長い③が続く。現在、行政区域内での開発に人員や予算を振り向けている②は、当面の協議進展が望めず、法手続きに入れるまでに相当の期間が必要と考えられる。

広域化・共同化で施設統合を進める以上、非常時のリスク分散はBCPや耐震化・耐水化によるリスク低減によって補うものと考え、①が妥当と判断した。但し独立橋建設を求められると協議対象が増え期間も伸びることから、②③の選択肢も排除はしていない。

3-3 鬼怒川西岸側の検討

西岸側には、北から順にB、E、F、G、C、Dと6箇所処理施設が約15kmの区間に並んでいる。位置関係から検討案を図-2の3通りに絞り経済比較を行った。比較は圧送と自然流下の全ての組合せを対象とし、加えて既設区間は計画汚水量別に区間や経路を設定した。処理施設は低地に位置することから、遮集管までは全案共通して圧送としており、比較対象とならないが、総額把握のために費用を算出した。

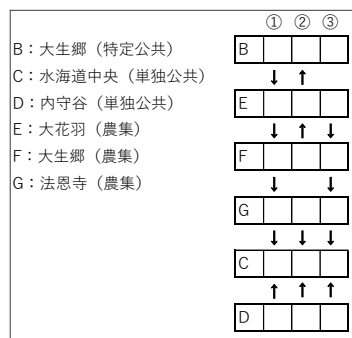


図-2 処理区統合案

処理施設の建設費は、既存施設より不足する能力分の施設を増設する形で求めたが、Bは現有処理施設の継続運用が不可能と考え、全量での新設と考えている。

三案の金額差は年間で約50百万円の範囲に収まることから、設計や運用で逆転も考えら

れる。経済性に偏らず、冗長性確保と広域化・共同化の両立、処理方式の統一化による人的資源の有効は位置、維持管理手法の共有、物品購入の共通化といった運用面の優位性も考慮して、BとCに集約する②案を採用した。同案を実施した場合、その前後で年間約 1,600 万円の費用が低減できると想定される。

表-3 処理区統合案経済比較結果

種別	処理場 (百万円/年)				ポンプ場+管渠 (百万円/年)	合計 (百万円/年)
	B		C			
	建設費	維持管理費	建設費	維持管理費	建設費+維持管理費	
①	—	—	8.7	11.2	10.8	30.7
②	8.3	6.9	1.0	8.0	3.2	27.4
③	7.0	5.4	5.9	9.2	4.9	32.4

表-4 処理区統合案総合判定

種別	経済性	冗長性	更新時期	維持管理		総合判断
				処理場	管路等	
①	○	×	×	○	△	△
②	◎	△	○	△	○	○
③	△	△	○	△	△	△

3-4 鬼怒川東岸側の検討

鬼怒川東側には北から順にH、Iの処理施設が存在する。公共下水道への統合が経済的に優位なことは確実だが、HはAにも近く、接続先となり得る。Aは発生汚水量が計画汚水量より小さく、管路施設に余裕があるほか、Hは農集処理施設で最も新しいことから時間的余裕がある。従って接続先は両案併記とし、状況を把握しつつ判断することとした。結論は西岸側の経済比較にも影響を与えるが、東岸側は共通であるため結果への影響はない。統合を実施した場合、その前後で年間約 15 百万円～18 百万円の費用が低減できると想定される。

表-5 処理区統合案経済比較結果

統合後 (H→C)				
種別		管渠等整備費	改築更新費	維持管理費
		百万円/年		
管渠	H→I	3.3	—	0.4
	I→C	1.6	—	0.4
ポンプ場	I	0.4	—	0.3
	H	0.4	—	0.3
	C	—	88.3	75.2
合計		5.7	88.3	76.6
統合後 (H→A)				
管渠	H→A	3.1	—	0.4
	I→C	1.6	—	0.4
ポンプ場	I	0.4	—	0.3
	H	0.4	—	0.3
処理場	C	—	85.2	71.6
	流域	—	121.7	117.1
合計		5.5	206.9	190.1
統合後 (H→A MP)				
管渠	H→A	4.0	—	0.4
	I→C	1.6	—	0.4
ポンプ場	I	0.4	—	0.3
	H	0.4	—	0.3
処理場	C	—	85.2	71.6
	流域	—	121.7	117.1
合計		6.4	206.9	190.1

3-5 大生郷終末処理場

Bは全ての汚水が工場排水であり、特定公共下水道となっている。処理区統合によって工場排水の比率が2/3未満となれば公共下水道転換の可能性が出てくる。老朽化に伴う改築更新は避けられず、常総市負担額に大きな差があるため、公共下水道転換の条件を検討した。

全体計画では5,000m3/日を超える工場排水を見込んでいるが、発生汚水量は少なく、処理場2系列のうち1系列の運用を休止している。工業団地の区画は埋まっており、首都圏連絡中央自動車道の開通によってより利便性の高い土地で工業系開発が相次ぐ現状では、大規模な工場の進出は考え難い。加えて、現在の処理方式である回転生物接触法はメーカーの生産が完了しており、主要施設の更新時には処理方式の変更が必須な状況にある。

処理方式変更の際に過大な能力を維持するのは現実的ではなく、計画見直しにおいて工

場排水量を減ずることが望ましいが、Bに統合するE及びFの家庭汚水量によっては特定公共下水道の定義から外れる可能性も考えられることから、工場排水量の目安を確認した。

将来人口から日最大汚水量を求めると785m<sup>3</sup>/日となる。これに対して工場排水の割合を2/3未満とするには、工場排水量を1,570m<sup>3</sup>/日未満とする必要がある。これは現計画の3割に満たない水量であり、現在の処理水量や工業用水の供給能力も加味した上で、統合時期による人口や、対象とする水量の日間変動種別、公共下水道への転換可否といった根本的な確認も踏まえ、関係機関を交えて慎重に判断する必要がある。

#### 4. 基本方針と整備スケジュールの検討

処理区統合、未普及解消対象及び新規開発区域を対象として、既存施設の老朽化状況やアクションプラン期限、年間の投資可能額及び平準化等を勘案し、整備時期を検討した。

経済判定において経済的優位性が何年後から確保されるかも把握しており、優先順位付けにおける一つの根拠となるが、施設の老朽化に伴う改築更新は事業継続に必須である。基本的な方針を定めた上で、トライ&エラーで要素を嵌め込む愚直な手法により、スケジュール案を取り纏めた。基本方針とスケジュール案を表-6に示す。

表-6 基本方針と整備スケジュール案

トピック		アクションプラン期間 利根産総目標準																																						
		令和4		令和5		令和6		令和7		令和8		令和9		令和10		令和11		令和12		令和13		令和14		令和15		令和16		令和17		令和18		令和19		令和20						
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期					
基本方針		<ul style="list-style-type: none"> <li>・アクションプラン期間内は、未普及解消を目指す事業計画区域整備を優先。</li> <li>・鬼怒川横断管は老朽化が進んでおり、未普及解消と並行して圧送管の二条化を図る。</li> <li>・D処理場は老朽化が進んでおり、未普及解消と並行して法手続きを進める。</li> <li>・Gは老朽化が進んでおり、アクションプラン期間内に財産処分手続き及び法手続きを行い、アクションプラン終了後に公共下水道接続工事に着手する。</li> <li>・C処理場の1系列増設を必要な時期に行う。</li> <li>・Bの公共下水道化を検討し、可能であればアクションプラン期間内に手続きを進める。また処理方式変更を伴う処理場の更新を行う。</li> <li>・Gを除く農集4箇所は順次統合の手続きと工事を行うこととし、各処理施設の点検結果や運転状況を勘案して統合順序を決定する。</li> <li>・Iの統合後にHの統合先を検討し、結果に沿って統合を行う(最低断面で送水が可能であり統合後も接続先は問わない)。</li> <li>・EよりFが遠方だが供用時期からF統合を優先する。</li> </ul>																																						
	未普及解消	A	[スケジュール]																																					
	ポンプ場建設	C	[スケジュール]																																					
	処理場増設	C	[スケジュール]																																					
	新規開発	C	[スケジュール]																																					
	処理区統合	D→C	[スケジュール]																																					
	冗長性確保	C	[スケジュール]																																					
	処理方式変更	B	[スケジュール]																																					
	農集統合	G→C	[スケジュール]																																					
		E→B	[スケジュール]																																					
F→B		[スケジュール]																																						
H→未定		[スケジュール]																																						
I→C		[スケジュール]																																						
		[白] : 計画策定～法手続き～設計    [黒] : 整備																																						

#### 5. おわりに

今回提示したものは業務遂行時の素案であり、現在は更に調整が進み一部の統合に着手したほか、各項目の具体性が高まっている。新たな事業や方針の変更、雨水排水対策との人員配置の兼ね合い、予算確保といった様々な状況があり単純に進むものではないが、今後も状況に応じた調整を重ねていくことで、本検討が持続的な事業運営の一助となることを願うものである。