諏訪湖流域下水道における下水熱利用への取組

下沢　岳志

長野県飯田建設事務所　関連事業課　（〒395-0034 長野県飯田市追手町 2-678）

下水の温度は１年を通して比較的安定しており、大気の温度と比べ夏は低く、冬は高い特徴を有している。この下水熱エネルギーは、冷暖房や給湯等に利用でき、省エネやＣＯ２排出量の削減も期待できる。一方、生活排水や工場排水などの下水は、私たちの身近にあり大きなポテンシャルを賦存しているが、その利用は下水道管理者に限られていたこともあり、ほとんど進んでいなかった。このような状況にある中で、平成 27 年５月に下水道法が改正され民間事業者が下水熱を利用するため下水道管内に熱交換器等を設置することが可能となった。また、下水から熱を回収できる高効率な技術開発も進み、熱需要にも徐々に応えられるようになってきた。

1. 長野県の取組み

下水道法の改正により民間事業者が下水熱を利用するための手続きとして、平成 29 年６月「長野県流域下水道下水熱利用手続要領」（以下「手続要領」という）を全国に先駆け制定した。その第１号として諏訪赤十字病院の空調や給湯への下水熱利用が平成 30 年４月稼働開始した。

2. 諏訪赤十字病院のエネルギー供給事業概要

諏訪赤十字病院は地域災害拠点病院として高度医療に対応するため、ＢＣＰ対策と省エネの両立が図れる設備として、複数の再生可能エネルギー・複合熱源設備の導入を進めてきた。

(1) 下水熱の採熱と熱利用の方法

諏訪赤十字病院では、複数の再生可能エネルギー・複合熱源設備導入にあたり熱供給事業者をプロポーザルで公募し、(株) シーエナジーを選定した。この事業者は諏訪赤十字病院に対して熱供給サービスを行うものであり、下水熱利用の主体的な役割を担った。その具体的な下水熱利用方法は、下水道管内に熱交換器（採熱マット）を設置し、熱源水と熱交換を行うことで熱利用するという方法である。熱交換した熱源水は、新設された病院管理棟内に設置した水冷ヒートポンプにて熱交換し、空調用熱温水の熱源として有効利用されている。また、熱源には下水熱ほか、空気熱、地中熱、排熱も利用している。

表-1

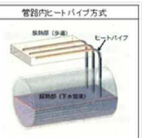
エネルギーサービス事業者	(株)シーエナジー
施設名	諏訪赤十字病院
利用される再生可能エネルギー	下水熱、地中熱、空気熱、排熱
主な導入設備	下水・地中熱HP　150RT 空気熱利用HP　170RT 排熱利用HP　31RT ※全て空調・給湯用
事業期間	平成28年9月～平成30年3月 (平成30年4月稼働)
省エネ効果	省エネ量：270kL／年 省エネ率：50%

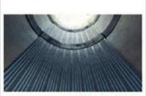
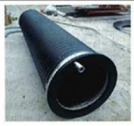
(2)下水熱利用の技術

下水道管から下水熱を採熱する技術にはらせん方式、熱交換マット方式、管路内ヒートパイプ方式、管底設置方式（金属）、管底設置方式（樹脂）、管路一体型（樹脂）がある。各工法の特徴は表－２のとおりである。

諏訪赤十字病院で下水熱を利用するためには、下水道管の構造上病院近隣のマンホールに採熱チューブなどを挿入して、管内に設置した熱交換器等から採熱する必要があった。また、工事は供用中の下水道管内で行うため、施工性や安全性を十分考慮する必要があった。本来、下水道法の改正は民間事業者が下水道管内を占用して熱交換器等を設置し、下水熱を利用できるようにすることである。今回設置する占用対象の下水道管は、大口径シールド管であるが、現時点では管更生工事の計画がない箇所への設置であることから、管更生工事と採熱管設置の一体的な施工ができないため、設置工法や方法によっては管内に突起物などが残るなど設置許可における技術判断に迷う内容が多く、下水道管理者と民間事業者とが共同で工法検討を行った。

表-2

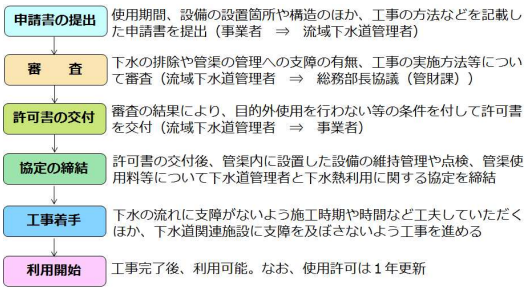
工法名	らせん方式	熱交換マット方式	管路内ヒートパイプ方式
概要			
	・らせん更生管内部に熱交換器を設置するため、管更生工事と同時施工が可能	・管路に熱交換マットを敷設し、マット中のチューブに不凍液等を通して下水熱との熱交換する	・管路にヒートパイプの一端を敷設し下水熱と熱交換する。簡易かつ動力不用な融雪システムにメリットあり
下水道への影響	・施工後の粗度係数が向上し現況流下能力を確保しやすい	・流下阻害については、通常の管更生と外観が変わらないため影響ない。	・流下阻害への影響は若干見られるが、経年劣化と比例するような大幅な就化阻害はやのところない。
施工性	・下水供用時での施工が可能	・下水供用時での施工が可能	・上流側の養生(モルタルによる押り付け)が必要になる可能性あり

工法名	管底設置方式(金属)	管底設置方式(樹脂)	管路一体型(樹脂)
概要			
	・管路内底部に金属製の熱交換器を後付方式で設置する	・管路内底部に樹脂製の熱交換器を後付方式で設置する	・下水管路としての管内側下水とリブ部分の熱源水との間で熱交換を行う
下水道への影響	・熱交換器は流水方向と平行に設置されるため、流況に与える影響は殆どないと考えられる	・占有面積以外の流下阻害影響は確認されていない	・管路と熱交換器が一体となっており、下水が流下する管渠の外部に熱交換器部が設置されるため、流下阻害がない
施工性	・管更生に合わせた適用が可能	・下水供用時での施工が可能	・新規に管路を敷設する場合に熱交換機能をもたせる管路として適用可能

3. 下水熱利用の手続き

下水道法改正により、民間事業者による本格的な下水熱利用検討が始まる。そこで、県では国土交通省の下水熱利用アドバイザー派遣等支援を活用し、各種手続きや設置方法等についてのアドバイスを受けた。また、各種申請には下水道管内への熱交換器等設置に係る占用手続きや、道路法上の手続き等が必要と考えられた。前例がなく手探り状態でスタートしたが、民間事業者には行政機関への各種申請は大変な労力であることから、手続きをより明確なものとして、手続きをスムーズに進められるよう「手続要領」を策定した。

図-1



この手続要領には、具体的には着手前の現地調査方法、行政財産目的外使用許可手続及び熱交換器等設置に関する許可基準、管渠内に設置した設備の維持管理や点検・管渠使用料等について定めた協定締結手続きの方法について記述されている。これにより、工事は下水道管理者と民間事業者との間で協定が締結されから着手された。

また、協議で具体的な課題として出てきたのが既設下水道管への熱交換器等を固定する方法、維持管理や点検方法、実際の工事が計画どおり施工できるか等の確認であった。特に、φ2000㎜を超える大口径管での県内での工事事例が少なく、供用中の下水道管内で作

業可能な水位や流速をどのように維持するのかも課題となった。

そのため、計画地点の流域下水道管内付近の出水痕や流量計データ等を収集したところ、日中の施工は困難であると判断された。一方夜間における施工は、上流にある下諏訪ポンプ場でのポンプ停止により、計画地点での水位や流速を作業可能範囲に維持できることが確認されたため、これに基づき作業計画を策定した。

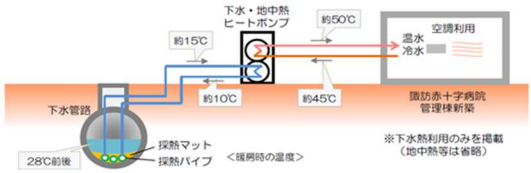
一方、設置する熱交換器（採熱マット）は浮力から施工中に浮上する恐れがあり、施工上留意を要することとなった。また、設置後の採熱マット固定方法についても綿密に事前協議をした。特に、シールド管内に採熱マットを固定する方法については、工法打合せや実物確認等行い、何度か修正をして最終決定してきた。なお、当該システム検討に携わったメーカーは、この固定方法等について技術的に各方面から認められ表彰されることとなった。

図-2　採熱マット設置完了状況

4 下水熱利用の効果

諏訪赤十字病院の施設が稼働開始してから10ヶ月（平成31年1月現在）が経過した。複合熱源のうち下水熱については主に夏場、地中熱については主に冬場の省エネルギー効果が期待されていたところである、10ヶ月間の下水熱に関するデータを集計したところ、仮に下水熱の利用比率を約50%とすると、省エネ量は約 38kl（重油換算削減量）、省エネ率22%、ＣＯ２排出量削減22%という暫定値が得られた。さらに、今後も詳細なデータ収集及び解析を進め、より正確な数値を検証していきたいと考えている。

図-3　諏訪赤十字病院下水熱利用イメージ



5 今後の展開

最後に、今後さらに下水熱利用を推進するため、下水熱ポテンシャルマップの作成を進めている。下水熱利用するうえでは、下水の賦存量（ポテンシャル）が大きい処理場周辺が利用の中心となるが、一方で下水熱を利用する民間事業者の開発事業等とのマッチングが課題となっていた。このため、下水道管に沿って下水熱の賦存量をまとめた下水熱ポテンシャルを作成することで、民間事業者が下水熱利用を検討する際の目安になるものと考えている。　長野県では、３流域下水道で下水熱ポテンシャルマップを作成し平成31年３月に公表したところである。

今後、このポテンシャルマップは下水熱利用を推進するためのツールとして活用されていくことを期待している。

参考文献

下水熱利用マニュアル（案）「平成27年国土交通省水管理・国土保全局　下水道部」