平成２６年４月２９日

青春をかけた下水汚泥熱処理の開発

清水　洽

1) 熱処理とは（1

熱処理は,２０世紀の初頭、{Wet　Carbonization}として知られている液状ピートから燃料炭を作り出すプロセスの一工程として用いられたのがその始まりである。このプロセスは、スウェーデンの Ekenberg によって考案されたものである。そして 1911 年に Ekenberg の助手である Testrup によって初めて下水汚泥の調質に応用された。汚泥熱処理プロセスは、1911~14 にかけて英国の Norwich 及び Hudderfield において実施されたが、操作温度が 130℃と低く、分離液の水質強度もさほど高くはないにもかかわらず、一定した調質効果が得られなかったために、結局失敗に終わった。その後、1935 年 W.K.Porteous がそれまでのプロセスを大幅に改良し、いわゆる「Porteous　Process」を開発した。このプロセスは、操作温度が１８０℃であり、初期のものとは比較にならないほど安定した調質効果が得られたが、比較的高温であるため汚泥の可溶化が起こり水質強度の高い分離液を生じる結果となった。1939~1946 年にかけて、英国 Halifax.Horsham.Lotor において実プラントが建設されている。その後このプロセスはスイスで採用されている。汚泥の加熱方式及び反応缶形式により Poteous 法、Von　Roll 法、および Farrer 法の３つの方式に分けられるが、原理的には同じものであると考えて良い。

一方、米国においては部分湿式酸化法あるいは低酸化法と呼ばれる処理法が行われていた。これは、高圧酸化法と呼ばれる Zimmermann 方式と同様、好気的状態下で加熱する方法であるが、高圧酸化法が汚泥の湿式酸化あるいは湿式燃焼に主眼を置いているのに対し、この方法は脱水性、沈降性を向上させる前置き的なものであり、正確には熱処理法と同列のものである。1960 年代、米国ではこの方法を用いたプラントがかなりの都市で稼働していた。日本ではし尿処理場で採用された。また横浜市港北処理場では 1980 年から運転されていた。

2) 日本での熱処理（2

日本では 1960 年頃の下水汚泥処理は無機凝集剤（塩化鉄、石灰）添加の真空式脱水機で含水率が高く発生量が非常に多くその処理処分が大きなテーマであった。そこで注目されたのが薬品を用いない熱処理方式である。1970 年に大阪府吹田市の正雀下水処理場に１号機が完成し社団法人土木学会の調査研究対象となった。その後 1971 年に札幌市豊平川下水処理場と大阪府泉北下水処理場で熱処理プラントの運転が始まり基礎的な調査研究の実施を行った。

下水汚泥の熱処理により汚泥の沈降性は改善され、重力濃縮槽で８～１０％の濃度汚泥

が得られ、加圧脱水機により含水率４０～５０％の脱水汚泥となる。この汚泥をボイラー付き焼却炉で焼却し、ボイラーで得られる蒸気で熱処理に必要なエネルギーを回収することができる。その為、汚泥処理に必要な薬品は必要とせず、また熱処理と焼却に必要な燃料は 100~180kg/DS-T と汚泥を加圧する高圧ポンプ等の電力費だけとなる。

一方、指摘されたのは熱処理濃縮槽と脱水機から発生する分離液の高濃度有機物排水で BOD5,000~6,000mg/L の黒褐色排水の問題と、焦げたような悪臭気の問題である。また機械的な問題としては汚泥熱交換器の汚泥の焼き付きによる閉塞である。このトラブルについては汚泥熱交換器を加温用と冷却用とに分離をし、この間を温水により循環する方式により汚泥をすべてパイプラインにし、汚泥の焼き付きの清掃を可能とすることにより解決することができた。

３）海外の熱処理プラント調査

海外での熱処理プラントの調査は元大阪市下水道局建設部機械課長永井一郎氏の報告書を基に計画を立たてた。京大平岡正勝教授を団長にするＡＨＥＭＡの団体調査に参加し、途中から団体を外れ単独で調査に出かけた。

1976.6.15. 羽田空港発でアンカレジ経由パリからのスタート。初めに訪問したのはパリ・アシェール処理場。レポートがないので思い出の写真で紹介する。

写真１　仏国パリ・アシェール下水処理場の熱処理反応缶と熱交換器
1976.6.17

写真２　アシェール処理場の熱処理汚泥脱水機、ヨーロッパでは熱処理汚泥は焼却せずに脱水汚泥のまま肥料として農業利用している。　1976.6.17

次からは全くの単独行動で、たどたどしい英語の会話で、スイス国・チューリッヒ・ベルトヘルツリ処理場の熱処理プラント（7.0m3/h×２）を調査した。

写真３　スイス・チューリッヒ・ベルトヘルツリ処理場の熱処理反応缶と汚泥打ち込ポンプ（7.0m3/hr)。プラントの建設は比較的新しく、消化汚泥を熱処理するので、臭気も少なく、綺麗にメンテナンスされていた。　1976.6.24

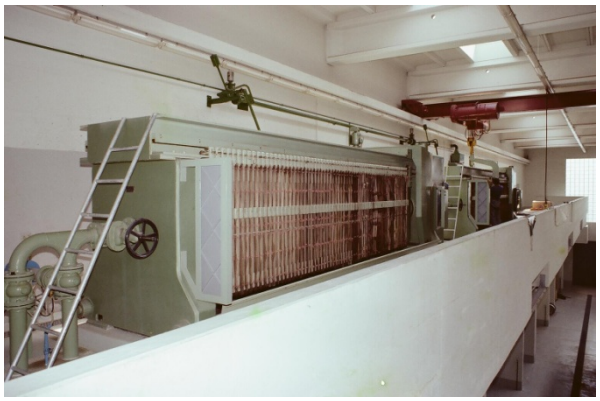

写真４　チューリッヒ・ベルトヘルツリ処理場の熱処理汚泥脱水機。加圧式脱水機で含水率４０％以下にして農業資源に活用している。また一部の汚泥は脱水せず液状のまま肥料として利用されていた。熱処理汚泥は滅菌できているとのこと。
1976.6.24

次にロンドンに飛び、ハバント・ウォータールー処理場（6.1m3/h）とベッドフォード処理場を調査した。

写真５　英国、イギリス・ハバント・ウォータールー処理場の熱処理プラントの汚泥打ち込みポンプ(6.1m3/hr)　　1976.6.29

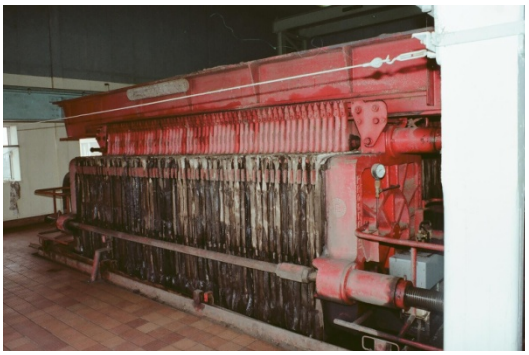

写真６　ハバント・ウォータールー処理場の鋼板製の熱処理汚泥濃縮槽と加圧脱水機 。熱処理汚泥は全て農業利用だった。　1976.6.29