

ハイペリオン下水処理場

- 【訪問先】 ハイペリオン下水処理場（ロサンゼルス市）
Hyperion Treatment Plant (City of Los Angeles)
- 【所在地】 12000 Vista Del Mar Playa Del Rey, California 90293
Tel : 310-648-5363
- 【訪問日】 2005年11月1日（火）午前
- 【対応者】 NANCY CARR (Plant Tour Guide)
HI SANG KIM P.E. (Liquids Process Manager Sanitary Engineer)

1. はじめに

ロサンゼルス市中心部から車で30分、ロサンゼルス国際空港の海側に隣接したロサンゼルス市のハイペリオン下水処理場を訪問した。

ハイペリオン下水処理場は、ロサンゼルス市衛生局が運営する処理対象人口：約400万人、処理量：134万m³/dの大型の下水処理場である。処理工程内で発生する余剰汚泥は高温メタン発酵設備でバイオガス回収され、回収されたバイオガスは隣接するロサンゼルス市水道・電力局の蒸気発生施設に引き渡している。またメタン発酵下水汚泥（バイオソリッド）は全て農業用地に資源化物として土壌撒布料されている。

ハイペリオン下水処理場は、米国都市下水道協会および米国環境保護局等から幾度も優良施設として表彰されている米国を代表する下水処理場である。



(施設全景)

2. 概要

ロサンゼルス市には2つの下水処理場がある。市の大部分はハイペリオン処理地域（HSA）に含まれ、ロサンゼルス市の9割以上と21の周辺自治体から排出される汚水が対象となっている。

HSAで汚水回収の対象となっている人口は約400万人にのぼり、面積にして1550km²を超え、HSA下水道の総延長距離は10400kmに及ぶ。

ハイペリオン下水処理場はHSAの汚水処理を目的として1950年に建設された。その後、1950年代から1970年代にかけて市の人口が急速に増加し、これ以上の水量の増加は施設での処理が困難になるので、サテライト式下水道（ハイペリオン下水処理場の上流側に小規模下水処理施設を建設し、処理水は河川に放流し、余剰汚泥は下水管に送泥しハイペリオン下水処理場で処理するシステム）を導入している。サテライト式下水道導入によって、ロサンゼルス市は環境影響を引き起こすことなく、資本費用と運転管理費用を大幅に節減することができた。また、上記方式およびディスポーザーの普及率も高い（80%）ので、流入BOD濃度：300mg/l、SS濃度：329mg/lと高くなっている。

3. 前処理

下水は5本の主要下水流入管を流れ、下水処理場に入る。前処理工程では、自動レーキ式バースクリーン（8基）と沈砂池（6カ所）で大型の固形物や砂

粒が除去される。

日量で約 3.4 t の砂粒や夾雑物を取り除かれ、廃棄物埋立場に移送される。

4. 一次処理

一次処理システムでは、矩形の一次沈殿槽（大型 15 槽と小型 12 槽）で 4 つの処理系を構成している。3 系統にはそれぞれ 4 槽の大型槽が、残りの 1 系統には 12 槽の小型槽（4 槽の大型槽に相当）が配置されている。大型槽は全幅 17.2 m、深さ 4.5 m、全長 91 m である。一方、小型槽は全幅 6 m で、深さと全長は大型槽と同一である。いずれの槽もカバーで覆われている。各槽にはチェーンフライト式集塵装置が設置されている。チェーンフライト式集塵装置は、鉄・アメリカスギ製とプラスチック製を併用している。

一次沈殿槽から排出されて生汚泥は嫌気性消化槽に移動し、一次処理水は二次処理工程の反応槽に入る。

ハイペリオン下水処理場は高度一次処理により、一次処理の除去効率を最大限に高めている。高度一次処理とは、化学薬品を流入下水に添加し、沈殿性物質の除去を促進することである。ハイペリオン下水処理場では塩化第二鉄と、アニオンポリマー溶液を流入水に投入し、固形物の凝結・凝集を促進している。まず、塩化第二鉄を前処理の上流で投入して沈砂池で凝集させる。次に、アニオンポリマー溶液を一次沈殿槽の直前で投入し、十分に分散させている。こうした処理を実施しているため、凝集設備を設ける必要はない。

一次処理性能は平均で浮遊物の除去率が 85%、BOD の除去率が 54% である。化学薬品を添加しなかった場合の除去率は TSS で 65～70%、BOD で 35～40% である。

一次処理槽で高い性能を得ている主な理由は、槽の十分な深さと全長にある。槽に十分な深さと全長を与えることにより、水面積負荷が極めて高い水準まで上昇し、通常的设计基準を大幅に超えた場合でも高い除去率を実現することができる。



(ミーティング)

5. 二次処理

二次処理には純酸素ばっき (HPOAS) 処理が導入されている。この処理の構成は空気圧縮設備、空気浄化、酸素生成装置 (5 機)、およびドラフトチューブ式攪拌機 (75 機) と直径 45 m の円形沈殿槽 (36 槽) を備えた二次処理反応槽モジュール (9 基) で構成されている。

ハイペリオン下水処理場の二次処理システムは高い効率で稼動しており、MLSS は 1,000～1,500 mg/l、平均の槽内滞留時間は 1～1.5 日、最終的な溶存酸素濃度は 5～10 mg/l となっている。現在、HPOAS 処理は高い処理水質を実現しており、浮遊物や BOD の除去率は 80% を上まわっている。

6. 三次処理

ハイペリオン下水処理場では三次処理を行っておらず、二次処理水をウェストベースン行政地区に移送して三次処理を行っている。また、ハイペリオン下水処理場には配水設備が設置されており、処理場内での使用や灌漑を目的に処理水のスクリーニングやろ過、塩素処理を行っている。

このほかに処理水の一部を逆浸透膜 (RO) にて塩分除去し、沿岸部の地下に注入し、地下水低下を防いでいる。ロサンゼルスでは人口増加により、地下水のくみ上げが増加し、地下水位が毎年 30 cm 低下し、海水の流入の恐れがあるので、下水脱塩処理水を注入し海水流入を阻止している。

7. 余剰汚泥の濃縮

ハイペリオン下水処理場の二次処理工程から排出された余剰汚泥は、高速遠心分離装置(12機)により、固形物濃度を約0.5～1%から5%まで高め、消化槽に投入している。

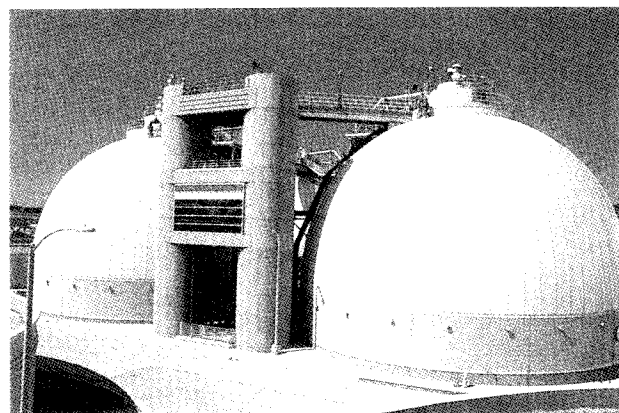
8. 消化槽

嫌気性汚泥消化処理では、一次沈殿槽の汚泥・スカムと二次処理の余剰汚泥を併せて処理する。設備は36槽の消化槽(各9500 m³)から構成される。このうち18槽は従来式の円筒型消化槽で、他の18槽は新しい卵型消化槽である。卵型消化槽としては他に2槽の混合槽もあるが、これは均等移送用の槽として使用している。従来式の円筒型消化槽ではガス混合圧縮装置によって常時攪拌を行い、卵型消化槽では自動攪拌機で攪拌している。いずれの消化槽も蒸気を直接噴射することで55℃に加熱している。高温消化は汚泥の農業利用時に法的に義務づけられ2002年以降は高温消化としている。

汚泥消化処理の滞留時間は15日間を超え、揮発性固形物の平均分解率は56%に達している。64%メタンからなるバイオガスの生産量は198万 m³/dであった。

メタン発酵設備で発生するバイオガスは全て、ガス/電力交換契約により、水道・電力局のスキッターグッド蒸気発生施設に送られる。消化槽の加熱に必要な蒸気はスキッターグッド蒸気発生施設から供給してもらっている。

メタン発酵処理の後、メタン発酵汚泥は遠心脱水機で脱水している。



(消化槽)

9. バイオソリッド

現在、ハイペリオン下水処理場(HTP)からは日量で約800 wet tonのバイオソリッドが発生する。HTPで発生したバイオソリッドは、土壌撒布として有効に再利用されている。そのうちの80%はカーン郡の農業用地で土壌撒布され、非食品関係の作物を育成するのに使用されている。残りの20%はリバーサイド郡やサンディエゴ郡で土壌撒布されている。

カーン郡でバイオソリッド関連法令の成立に伴い、バイオソリッドは高温消化が義務付けられたため、2002年以降は中温消化から高温消化に変更している。

10. 悪臭防止

処理場内から排出される汚染空気は、悪臭防止システムによって集気・換気し、処理を行ったうえで大気に放出している。悪臭防止システムは処理装置のカバーや集気フード、ファイバーグラス配管、換気装置から構成され、汚染空気を充填塔式薬液洗浄脱臭装置および活性炭吸着塔へ強制的に流入させている。

24基の充填塔式薬液洗浄脱臭装置が稼働している。この装置では、ファイバーグラス強化プラスチック製の容器にプラスチック媒体が垂直に並んでいる(いわゆる向流配置)。洗浄液(次亜塩素酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、水)と汚染空気(主に硫化水素)が化学的に反応し、悪臭物質を除去している。充填塔式薬液洗浄脱臭装置は定期的に塩酸で洗浄し、充填媒体に沈殿する恐れのある炭素塩や硫黄を除去している。充填塔式薬液洗浄脱臭装置の後段として、17基の活性炭吸着塔を設けている。

ハイペリオン下水処理場では特定の処理区域で化学薬品(塩化第二鉄と塩化第一鉄)を利用することにより、処理を改善すると同時に、硫化水素の排出量を低減する効果も得ている。ハイペリオン下水処理場においては、化学薬品のコストについて処理改善と悪臭防止の区別をしていない。塩化第二鉄は前処理用曝気沈砂地で添加し、浮遊物の凝集を促進することで一次処理における除去率を高めている。

塩化第一鉄は嫌気性消化処理の前の一次／余剰汚泥に添加し、消化汚泥配管でMAP（リン酸アンモニウムマグネシウム）が形成される（金属析出物で、配管中でコンクリートのよう硬化する）のを防ぐとともに、燃焼前の消化ガスの硫化物濃度を低下させている。

さらに、ハイペリオン下水処理場では脱臭剤噴射システムを利用し、前処理設備や消化槽スクリーニング設備で取り除かれた砂粒の表面を被覆している。砂粒は小さな砂粒パッドに並べてライムで覆い、乾燥させつつ、細かい霧状の脱臭剤と水を継続的に噴射する。

その後、砂粒は運搬して埋立に利用する。

11. 殺菌

ハイペリオン下水処理場では、消毒処理を行わずにサンタモニカ湾から太平洋に処理水を放流している。処理場の放流設備（次項を参照）は1957年に設計され、沖合8 km、深度57 mの地点で処理水を放流する仕組みになっている。これにより、海洋の低温海水で淡水バクテリアが死滅するため、バクテリアが海岸に到達する可能性を排除するために殺菌剤を使用する必要はない。

また、放流設備によって処理水は海洋の変水層に放流される。このため、年間の大半を通じてバクテリアが海面に浮上してくることはない。変水層が形成されるのは、日光によって海洋の表水層が温められるためである。温められた水は密度が低下する。一方、表水層よりも深い海水は日光で温められることがなく、極めて低温に維持され、密度が上昇する。変水層はまさしく暖水と冷水の境界であり、水やさらにはバクテリアが循環するのを実質的に妨げる役割を果たしている。主放流設備の稼動にこの作用を活かすことで、ハイペリオン下水処理場では殺菌剤をまったく使用していない。

12. 処理水の放流

二次沈殿処理後、二次処理水は8 kmにわたる水中放流管を通じてサンタモニカ湾に放流される。放

流にあたり、日中のピーク時で流量が123万 m³/dを超えている間はポンプを使用し、それ以外の場合は重力を利用している。容量が68万 m³/dの処理水ポンプが5台設置されているため、雨天時の最大容量は340万 m³/dとなる。いずれも2,500 HPの可変周波数ポンプである。ポンプは密閉容器中のレベルコントロールから始動する。放流管は8 kmにわたり、放流地点にはY字型の放散用構造物が深度51 mに設置されている。

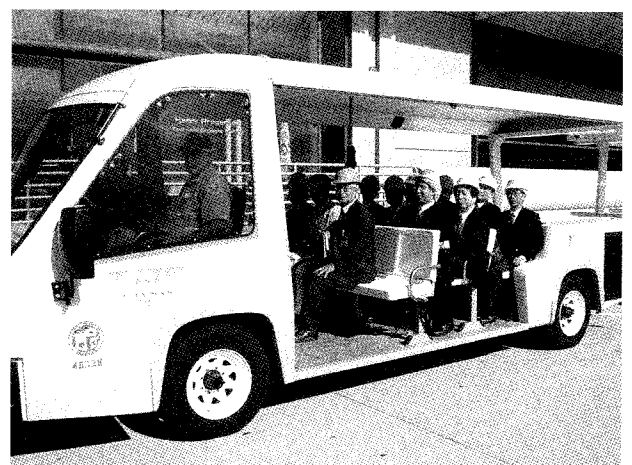
13. 電力／エネルギー

ハイペリオン下水処理場はかつて施設内に熱電併給設備を置き、処理場で必要とされる19 MWの電力の90%を供給していた。その後、電力を供給しているロサンゼルス市水道・電力局との間で新たな契約が成立したことを受け、ハイペリオン下水処理場の熱電併給設備は閉鎖された。

新たな電力契約にもとづき、ハイペリオン下水処理場で発生するすべてのバイオガスを、隣接するロサンゼルス市水道・電力局の蒸気発生施設に引き渡すことが認められた。

現在、ハイペリオン下水処理場は980 m³の消化ガスを引き渡すごとに、1キロワット時当たり1～2セントで電力を購入している。それ以外の部分については、1キロワット時当たり5～6セントで購入することができる。契約上、上限や需要量、施設料などは定められていない。

すなわち、ハイペリオン下水処理場は実質的に定



（専用シャトルバスで場内見学）

額料金で電力を購入しているのである。これは処理場内に熱電併給設備を置いて電力を供給する場合よりも費用が大幅に低いため、熱電併給設備は現在も閉鎖されたままとなっている。

以上の経緯から、ハイペリオン下水処理場は運転管理・資本予算における費用を大幅に節減し、熱電併給設備を不要としている。

14. 処理データ

①. ハイペリオン処理地域 (HSA) 情報

処理人口	400万人
処理面積	1,550 km ²
回収用下水管の距離	10,400 km
HTP への下水流入管の数	5
処理場面積	58,000 m ²

②. 流入水量

日平均	134 万 m ³ /d
日最高平均	147 万 m ³ /d
日最低平均	122 万 m ³ /d
日最高平均 (口中)	198 万 m ³ /d
日最低平均 (口中)	51 万 m ³ /d

③. 流入負荷

	濃度 (mg/l)	質量 (t-ds/日)
TSS	288	386
BOD	257	117

④. 放流水負荷

	濃度 (mg/l)	除去率 (%)
TSS	20.2	93
BOD	23.4	91

15. 予算データ (2004-2005 年度)

①. 給与 : 2630 万ドル

②. 運転費用 : 2590 万ドル

契約に基づく保守	1250 万ドル
薬品	690 万ドル
現場装置に関する支出	400 万ドル
その他	250 万ドル

③. ユーティリティ費用 : 884 万ドル

ガス	14 万ドル
水道	44 万ドル
電気	410 万ドル
蒸気	410 万ドル
電話	6 万ドル

④. その他 : 70 万ドル

⑤. 合計 : 6100 万ドル

16. 職員データ (2004-2005 年度)

部署	人数
技術	27 人
運転	123 人
保守	270 人

17. 所感

米国を代表する下水処理場のスケールの大きさに圧倒された。半日では見学しきれないぐらい大きな下水処理場であった。

また常時見学ツアーを行っている様で、場内を見学するための専用シャトルバスまであるのには驚いた。

テロ対策で写真撮影ができなかったことは残念だった。現地職員の方には丁寧に説明して頂きありがとうございました。

(調査担当: 竹野勝彦、河窪義男、水口弘幸、田中秀治)



(ハイペリオン下水処理場正面玄関にて)