

# 地表面下に埋設された槽内の熱利用に関する研究

## — アクアトラップ雨水貯留槽および浸透槽内の環境計測結果 —

宇多 寛人\* 伊沢 輝\*

**要 約：** 自然エネルギー利用のうち、年間を通じて温度が安定している土壤熱を低コストで利用する一手法として、地表面下に埋設された槽内の熱利用が考えられる。本研究では、一時的な雨水貯留、浸透及び雨水利用を目的として開発された技術である、プラスチック製雨水貯留浸透工法「アクアブラ工法」によって構築された雨水貯留槽及び雨水浸透槽内の温度環境を、建築物等の温湿度環境改善や空調負荷削減に利用することが可能かどうかの検討を行うため、同工法が採用され既に運用が行われている小田急電鉄相模大野車輛工場内の既設槽を利用し、槽内環境を把握するための環境実測を行った。本報告は、計測概要と計測結果について報告すると共に、季節毎の槽内環境の傾向とエネルギー利用可能性について考察するものである。

**キーワード：** 自然エネルギー利用、雨水貯留槽、雨水浸透槽、アクアブラ工法、計測、空調負荷削減

<b>目 次：</b>	1. はじめに	4. 計測結果
	2. アクアブラ工法の概要	5. エネルギー利用可能量の試算
	3. 計測ポイントと計測内容	6. まとめ

### 1. はじめに

近年、建築物における省エネルギー手法として自然エネルギーの利用が広く行われている。自然エネルギー利用のうち、年間を通じて温度が安定している土壤熱を活用した手法としては、地中熱利用ヒートポンプシステム、ヒート/クールチューブが挙げられるが、前者は垂直型熱交換井の掘削・設置コストが課題となっており、後者は敷地条件等により大規模な導入が難しく限定的な利用になるのが一般的である。

一方、雨水流出抑制等の目的で地表面下に埋設された槽の利用に着目すると、埋設深度が浅いため、土壤熱の取得という観点では安定性に欠けるが、雨水利用との併用になるため設置コストの削減効果は大きく期待できる。また、気体容量が大きく土壌との接触面積も大きいため、槽内空気を建築物等の温湿度環境改善や空調負荷削減に利用することができれば、自然エネルギー利用方法の自由度も広がると推測される。本報告では、それらの効果を算出するための基礎データの収集を目的として、雨水貯留や雨水利用及び雨水浸透を目的として開発された技術であるプラスチック製雨水貯留浸透工法「アクアブラ工法」を用いた既設槽について、槽内環境を把握するための環境計測を行った結果を報告する。

### 2. アクアブラ工法の概要

環境計測を行った雨水貯留槽及び浸透槽は、小田急電鉄相模大野車輛工場内の屋外トラバース一部分に「ア



写真1 雨水貯留槽の施工状況

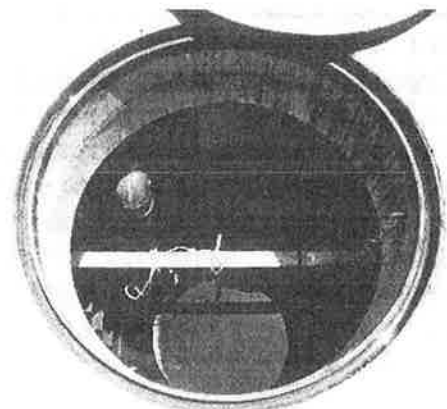


写真2 施工後の内部状況(雨水貯留槽)

\*設備部 エンジニアリンググループ

クアプラ工法」によって施工されたものである。本工法は1ユニットのサイズがB500mm×L500mm×H250mm（積層時）のポリプロピレン製部材を連結させ、遮水シートまたは透水シートのどちらかを覆うことにより、中に容易に貯留または浸透施設を構築する工法であり、コンクリートによる躯体を必要としないことが大きな特徴である。また、95%の空隙率、上部を駐車場等に活用でき得る耐荷重強度を有している。相模大野車両工場では、これらを雨水流出抑制対策の浸透槽（602m<sup>3</sup>）として設置すると共に、雨水貯留槽（326m<sup>3</sup>）に貯えられた雨水については車両洗浄用水として再利用している<sup>1)</sup>。

雨水貯留槽の施工状況を写真1に、施工完了後の貯留槽内の状況を写真2に示す（揚水ポンプ設置マンホールより撮影）。

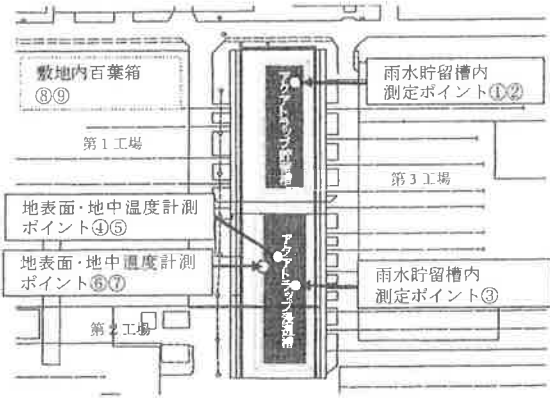


図1 施設概略平面図

### 3. 計測ポイントと計測内容

施設概略平面図を図1に、計測ポイントと計測内容を表1に示す。また、各計測ポイントの写真を写真3～4に示す。温度及び湿度については自己記録型温湿度計を、水位及び水温についてはデータロガー付水位計を、雨量については転倒ます型雨量計を用いた。また、外気の温湿度に関しては、当該工場敷地内に設置してある既設百葉箱内にて同様に自己記録型温湿度計を用い計測を行った。計測期間は2005年8月1日から2006年3月1日とし、計測時間間隔は15分間とした。

表1 計測ポイントと測定内容

	温度	湿度	水温	水位	雨量	測定場所
①貯留槽内空温	○	○	—	—	—	貯留槽 No.1 ポンプピット内
②貯留槽貯留水	—	—	○	○	—	〃
③浸透槽内空温	○	○	—	—	—	浸透槽 No.1 点検孔内
④芝地表面 （地下に浸透槽あり）	○	—	—	—	—	浸透槽 No.1 近傍
⑤土中 （地下に浸透槽あり）	○	—	—	—	—	〃
⑥芝地表面 （地下に浸透槽なし）	○	—	—	—	—	〃
⑦土中 （地下に浸透槽なし）	○	—	—	—	—	〃
⑧大気	○	○	—	—	—	既設既設百葉箱
⑨雨量	—	—	—	—	○	百葉箱の近傍

### 4. 計測結果

#### 4.1 各槽内の温度変化

図2に計測期間全体の外気温度、貯留槽内温度、浸透槽内温度の推移を示す。図2によると、計測期間全体を通して各槽内の温度は外気温度に沿って変化しているが、外気温度の変化よりも緩やかである。貯留槽と浸透槽内の温度変化を比較すると外気温度が高い8～9月は特に貯留槽内の温度変化は浸透槽内の温度変化より大きい。貯留槽上面の仕上げがコンクリート舗装であるのに対し、浸透槽は天然芝（土壌厚 500mm）であるため日射や蒸発散による影響の違いがあったものと推測される。

#### 4.2 夏季の各槽内の温度変化

図3に8月の日最高外気温度と各槽内温度および日最高外気温度と各槽内温度との差の推移を示す。温度差については外気温度から各槽内温度を引いた値を用いた。貯留槽内温度と日最高外気温度の温度差は小さく、貯留槽内温度は期間平均で1.3℃（最大で8.7℃）外気温度より低かった。浸透槽内温度と日最高外気温度の温度差は貯留槽の場合より大きく、浸透槽内温度は、期間平均で4.9℃（最大で9.4℃）外気温度より低く、浸透槽内の温度は最高で27.7℃であった。

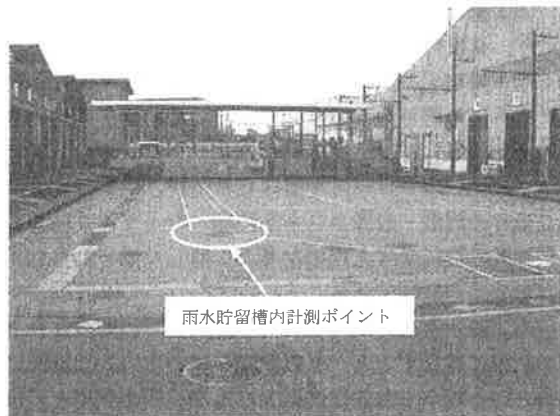


写真3 雨水貯留槽内測定ポイント



写真4 雨水浸透槽内及び地中温度測定ポイント

これらの結果より、夏期にアクアプラ工法の上部仕上げを天然芝にすると、日最高外気温度と槽内温度では約 5℃の温度差が得られ、ピーク時冷房負荷削減へ向けた利用が期待できることがわかった。

#### 4.3 冬季の各槽内の温度変化

図4に1月の日最低外気温度と各槽内温度および日最低外気温度と各槽内温度との差の推移を示す。温度差については各槽内温度から外気温度を引いた値を用いた。貯留槽内温度と日最高外気温度の温度差はほとんどなく、貯留槽内温度は期間平均で 9.8℃（最大で 11.4℃）日最低外気温度より高かった。浸透槽内温度と日最低外気温度の温度差は貯留槽の場合とほぼ同様であり、浸透槽内温度は、期間平均で 9.4℃（最大で 11.3℃）日最低外気温度より高かった。

これらの結果より、冬期においては、日最低外気温度とアクアトラップ槽内温度では約 9℃の温度差が得られ、ピーク時暖房負荷削減へ向けた利用を期待できることがわかった。なお、貯留槽、浸透槽内の温度は最低でそれぞれ 7.8℃、7.5℃であった。

また、ピーク時の負荷削減の観点で比較すると、冬期の方が夏期よりも外気温度とアクアトラップ槽内温度差は大きくなったため、夏期のピーク時冷房負荷削減に利用する場合より、冬期のピーク時暖房負荷削減に利用した方が有効であると推測された。

#### 4.4 中間期の各槽内の温度変化

図5に10月の外気温度と各槽内温度の推移を示す。貯留槽と浸透槽内の温度レベルはほぼ同じ傾向が見られ、外気温度との温度差は小さかった。また、10月の1ヶ月間を通して各槽内温度は 18.7~23.2℃の間で変動しており、外気温度が 10.3~32.5℃の間で変動していることと比較すると変動幅は小さかった。

これより、中間期においては、負荷平準化へ向けた利用を期待できることがわかった。

### 5. エネルギー利用可能量の試算

上記測定結果を用いて、エネルギー利用可能量の試算を行う。利用シーン及び利用方法としては、戸建住宅の空地に「アクアプラ工法」を用いた雨水浸透槽を設置すると想定し、槽内空気を住宅の外気導入系統に送風し、ピーク時冷暖房負荷の熱エネルギー使用量削減を図るものとする。

浸透槽内空気温度と外気温度との差は、測定結果より、夏季が期間平均 4.9℃（最大 9.4℃）、冬季が期間平均 9.4℃（最大 11.3℃）であるから、槽内空気層容量 1m<sup>3</sup>あたりで計算すると、エネルギー利用可能量は、夏季が期間平均 5.9MJ/m<sup>3</sup>（最大 11.4MJ/m<sup>3</sup>）、冬季が期間平均 11.4MJ/m<sup>3</sup>（最大 13.7MJ/m<sup>3</sup>）と試算される。

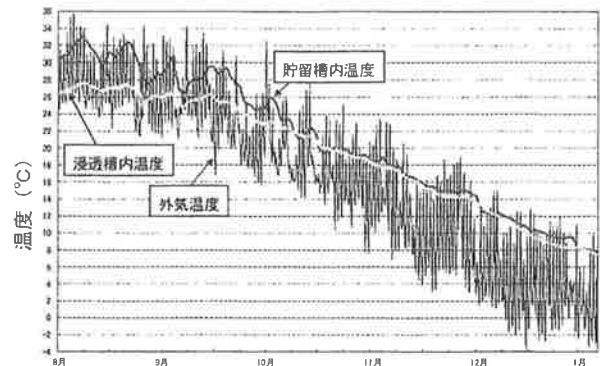


図2 計測期間全体の外気温度と各槽内温度の推移

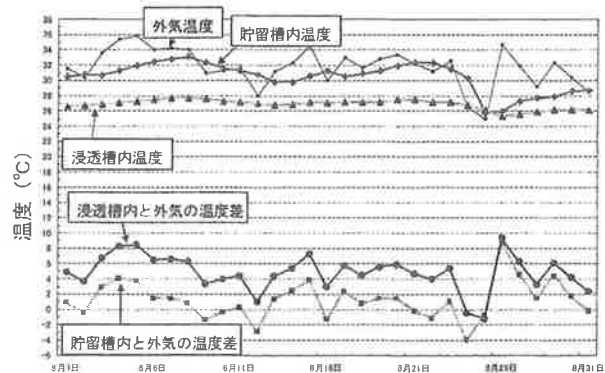


図3 8月の日最高外気温度と各槽内温度および日最高外気温度と各槽内温度との差の推移

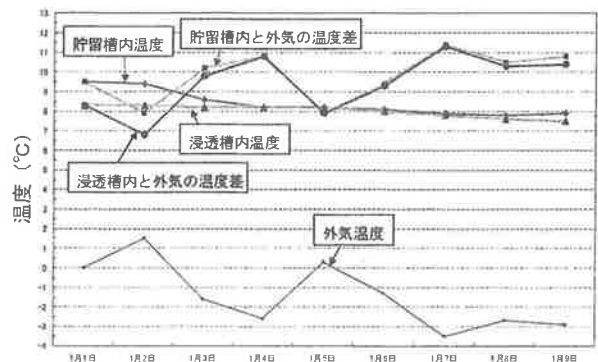


図4 1月の日最低外気温度と各槽内温度および日最低外気温度と各槽内温度との差の推移

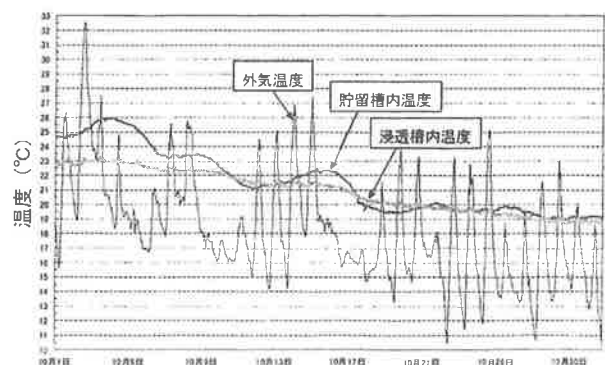


図5 10月の外気温度と各槽内温度の推移

## 6. まとめ

本報告では某施設内に設置されたアクアトラップ槽の槽内環境計測の概要と結果について報告した。

計測結果を以下にまとめる。

- 1) 外気温度が高い8～9月は特にアクアトラップ槽上面の仕上げをコンクリート舗装より天然芝にする方が日射の影響を受け難く、日最高外気温度と槽内の温度差を大きくすることが出来る。
- 2) 外気温度とアクアトラップ槽内の温度差は、夏期で日最高外気温度と約5℃差（上面仕上げが天然芝の場合）、冬期で日最低外気温度と約9℃差が得られ、ピーク時冷房暖房負荷低減へ向けた利用を期待できる。
- 3) 冬期の日最低外気温度とアクアトラップ槽内との温度差は、夏期の日最高外気温度と同槽内との温度差より大きいことが分った。同槽内温度環境を夏期のピーク時冷房負荷低減に利用する場合より、冬期のピーク時暖房負荷低減に利用した方が有効であると考えられる。

## 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、貴重な雨水使用量データを提供して頂くなど、小田急電鉄株式会社様には、多大なご理解とご協力を頂きました。また、土木エンジニアリング部の関係諸氏には、データ計測にあたり多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 鈴木一・伊沢輝・田辺恭子：車両洗浄用水への雨水利用の研究，東急建設技術研究所報，No.31， pp.89-92，2006年2月

# A STUDY ON THERMAL UTILIZATION OF INSIDE THE TANK BURIED UNDER GROUND LEVEL ENVIRONMENTAL MEASUREMENT RESULT OF AQUA TRAP RAINWATER STORAGE TANK AND RAINWATER PERMEATION TANK

H.Uda and A.Izawa

Thermal utilization of inside the tank it was buried under the ground level as one technique which utilizes the soil heat which temperature is stable via the inside, year of energy of nature utilization low at cost, is proposed. In this research, temporary rainwater storage, permeation and rainwater utilization it is the technology which was developed as purpose, whether or not temperature environment of the rainwater storage tank and rainwater permeation inside the tank it was constructed by plastic make rainwater storage permeation construction method "Aqua-pra construction method", utilizing in reduction of warm humidity environmental improvement of the building and the like and air conditioning load possibility in order to examine, the same construction method was adopted and making use of the existing tank of the Kanagawa prefecture certain facility where use is already done, environmental survey in order to grasp inside the tank environment did. It is something which as it reports concerning measurement summary and the measurement result, thinks this report, concerning the tendency and energy availability of inside the tank environment every of season and conjectures.