

車両洗浄用水への雨水利用の研究

— アクアトラップ貯留槽を用いた車両洗浄用水への雨水有効利用 —

鈴木 一* 伊沢 輝** 田辺 恭子***

要約： 環境管理の国際基準である ISO14000 シリーズの認証取得は、企業の信頼性向上、地球環境、公共に寄与する企業としての標準となりつつある。自然の恵みである雨水を活用することは環境配慮の有効な手段の 1 つである。とりわけ、広大な集水面積を有する施設においては、その効果が大きい。当該車両工場では車両洗浄用水として約 20 m³/日の井水を使用している。屋根に降った雨水は、そのまま公共下水道に排出していたが、広大な屋根面積を有する車両工場であることから、その雨水を貯え、有効活用することにより節水・地下水涵養等の環境対策が可能となる。そのような背景の中、鉄道車両工場内の屋根に降った雨水を集水し、車両の洗浄用水に有効活用する目的で、当社保有技術であるプラスチック雨水貯留浸透工法「アクアプラ工法」が採用され、プラスチック雨水貯留槽を用いた雨水利用を行っている。

本報告は、車両洗浄用水として雨水を利用するためのシステムの計画及び実際に雨水を車両洗浄として運用した実績データについて考察するものである。

キーワード： 環境配慮、鉄道車両洗浄、雨水有効利用、貯留槽

- 目次：**
- | | |
|----------------|--------------------|
| 1. はじめに | 5. 雨水利用量の実測結果 |
| 2. 車両工場の概要 | 6. 雨水利用シミュレーションの評価 |
| 3. アクアプラ工法の概要 | 7. まとめ |
| 4. 雨水利用システムの計画 | |

1. はじめに

環境管理の国際基準である ISO14000 シリーズの認証取得は、公共に寄与する企業としての標準となりつつある。小田急電鉄（株）殿の相模大野車両工場では、2000 年 11 月に ISO14001（環境マネジメントシステム規格）の認証を取得し、環境への熱心な取り組みを行っている。そのような背景の中、工場内の屋根に降った雨水を集水し、車両の洗浄用水に有効活用する目的で、当社保有技術であるプラスチック雨水貯留浸透工法「アクアプラ工法」が採用され、プラスチック雨水貯留槽を用いた雨水利用を行っている。当車両工場では車両洗浄用水として約 20 m³/日の井水を使用しており、広大な屋根面積を有する車両工場であることから屋根に降った雨水をそのまま公共下水道に排出するのではなく、有効活用することにより地下水涵養、節水等の環境対策が可能となる。本報告は、車両洗浄用水として雨水を利用するためのシステム（雨水貯留槽、中水処理施設）の計画及び実際に雨水を車両洗浄として運用した実績データ（降水量と雨水利用量）について考察するものである。

本車両工場では、場内のトイレ洗浄やトイレの手洗い等、飲用以外に井水を広く使用しており、地上 15m に設置された高置タンク（上水も併設）に汲み上げられた井水を重力にて、工場内の各施設に給水している。車両洗浄用水についても井水を使用しており、その使用量は、1 日当たり平均 20 m³程度である。井水高置貯留タンクを写真 1 に示す。



写真1 井水高置貯留タンク

2. 車両工場の概要

相模大野車両工場は、小田急相模大野駅の南側の小田急小田原線と小田急江ノ島線の合流部に位置し、総敷地面積は約 7.3ha である。

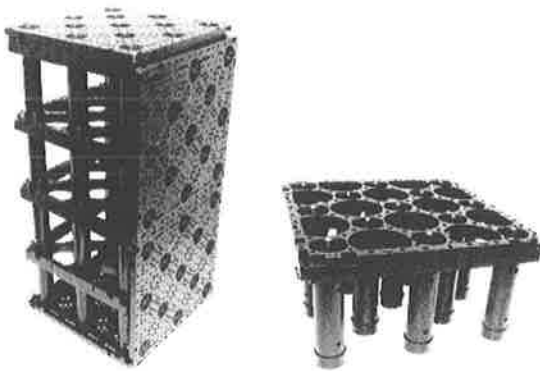
2.1 井水の利用状況

3. アクアプラ工法の概要

アクアプラ工法は、地盤を掘削した後、遮水シートにより縦、横、上下に組立てたプラスチック充填体「アクアトラップ」を覆うことにより、地中に容易に貯留施設

を構築する工法である。アクアトラップは、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の部材であり、95%の空隙率、上部を駐車場等に活用できる耐荷重強度を有している。

アクアトラップ部材を写真2、アクアトラップ雨水貯留槽の施工状況を写真3に示す。



— 4段積み — — ユニット —
写真2 アクアトラップ写真



写真3 アクアトラップ雨水貯留槽施工状況

4. 雨水利用システムの計画

4.1 雨水貯留槽容量の設計手法

雨水貯留槽容量は、車両洗浄用水の使用量、集水面積及び当該地域の降水量データを設計パラメータとする雨水利用シミュレーションにより決定する。貯留槽容量を大きくするほど、車両洗浄用水として雨水を利用できる割合は増加するが、降水量には限りがあり、ある容量を超えると、それ以上槽容量を増大しても雨水利用率（雨水利用量／車両洗浄用水の総量）は収束する傾向となる。雨水利用率と雨水を利用することによるコスト低減効果（例えば、雨水使用量を水道水に代替した場合の料金）を比較し、費用対効果を検証し、最適な容量を決定する。

4.2 雨水利用シミュレーション

当初計画では、降水量データとして、神奈川県内水面試験場（相模原市）の2000年の公開降水量データを使

用し、車両洗浄用水を19 m³/日、雨水集水に可能な屋根面積を5,170 m²として、貯留槽容量を変動させて各々の雨水利用率（式(1)）と回収年数（式(2)）を雨水利用シミュレーションにより算定した。本工場では、車両洗浄に井水を使用しているが、ここでは、井水を上水に置き換えて水道料金373 円/m³、また、貯留槽建設費8万円/m³として回収年数を算定する。

$$\text{雨水利用率(\%)} = \frac{\text{年間雨水利用量(m}^3\text{)}}{\text{車両洗浄用水の総量(m}^3\text{)}} \times 100 \quad \dots (1)$$

$$\text{回収年数(年)} = \frac{\text{貯留槽建設費(円)}}{\text{年間雨水利用量(m}^3\text{)} \times \text{水道料金(円/m}^3\text{)}} \quad \dots (2)$$

図1及び図2に貯留槽容量300 m³の雨水利用シミュレーション結果、各貯留槽容量による雨水利用率と回収年数の関係を示す。

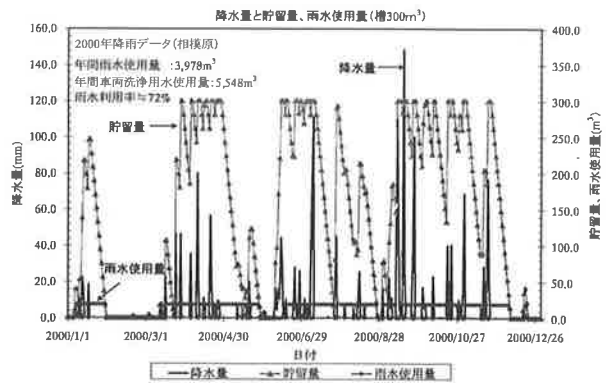


図1 雨水利用シミュレーション結果
(貯留槽容量 300 m³)

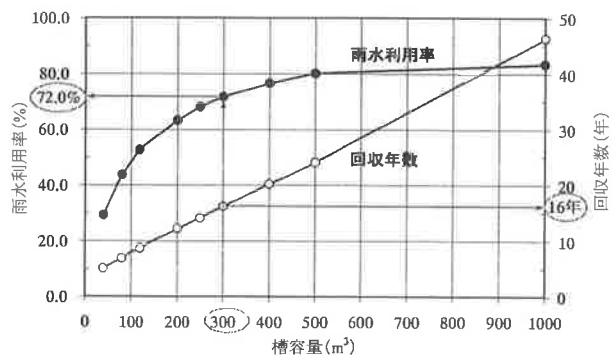


図2 雨水利用率と回収年数の比較
(貯留槽容量 40~1,000 m³)

図2より、貯留槽容量40 m³~1,000 m³において、300 m³~500 m³を変曲点とし、300 m³で雨水利用率72%、回収年数16年となり、費用対効果を総合的に評価して貯留槽容量は300 m³程度が妥当であると判断した。

4.3 雨水処理施設の検討

貯留槽から直接、車両洗浄エリアまで新設の配管を布設して送水するのは、既存の工場施設やレール等があるため、非常に困難である。したがって、前述の井水送水施設に雨水処理水を圧送し、既存配管を利用して車両洗浄エリアに送水する計画とした。このとき、既存井水受水槽に雨水処理水を導入すれば、既存の設備をそのまま活用できたが、現状の井水の系統がトイレ洗浄や手洗いなどにも使用されているため、誤飲リスクを考慮して、井水系統と車両洗浄用雨水系統を切り離し、新たな雨水処理受水槽や圧送ポンプ、滅菌装置を設置した。アクアトラップ貯留槽内及び処理水受水槽内の雨水貯留量を水位センサーにより検知し、水量が減少した場合は、井水が処理水受水槽に送水され、車両洗浄用水として使用するよう制御を行った。また、雨水を車両洗浄用水に使用するにあたっては、車両を傷つける恐れがある細かい砂分を物理ろ過処理、作業員の洗浄飛沫による感染症の防止対策として次亜鉛酸ナトリウムによる滅菌処理を行う前処理システムを計画した。

図3に雨水処理・送水システムの概要図を示す。

5. 雨水使用量の実測結果

当工場においては、平成16年12月より車両洗浄用水への雨水利用を開始し、毎月の雨水使用量及び井水使用量を測定している。本章では、平成17年1月～平成17年10月の雨水使用量及び井水使用量の実測データを整理し、雨水利用の効果を検証するものとする。雨水使用量及び雨水利用率の実測結果を図4に示す。

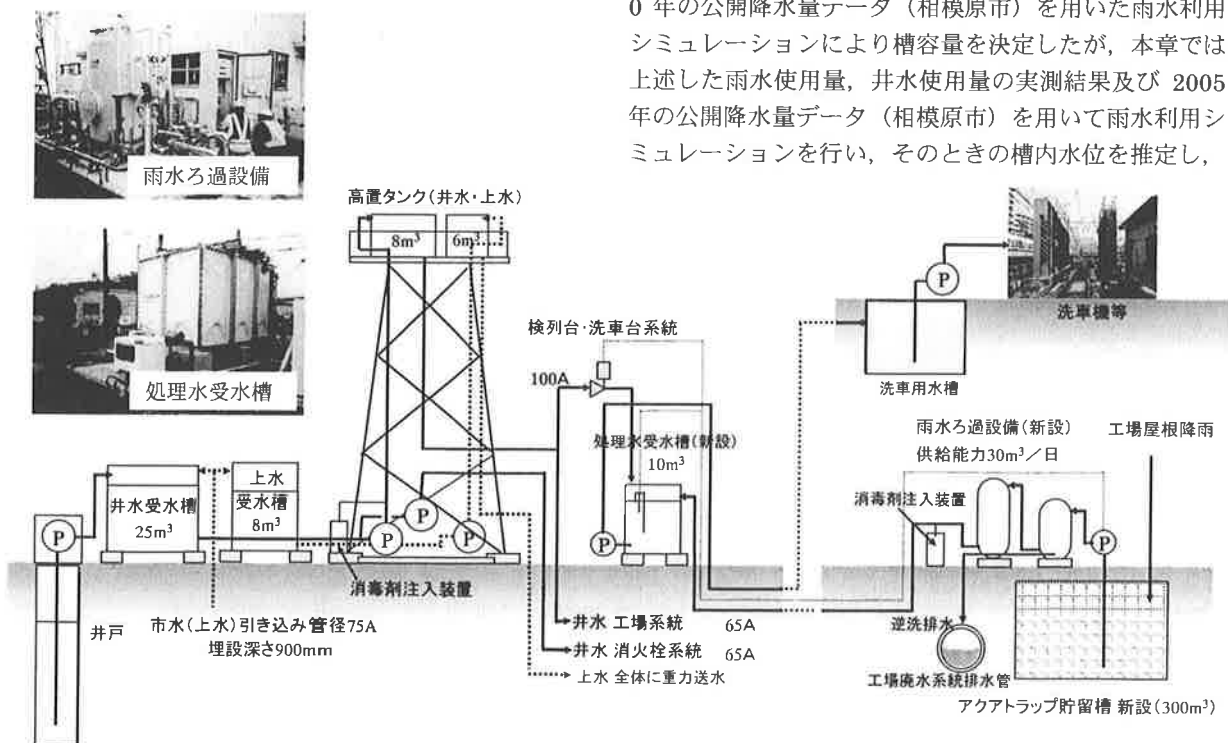


図3 雨水処理・送水システムの概要図

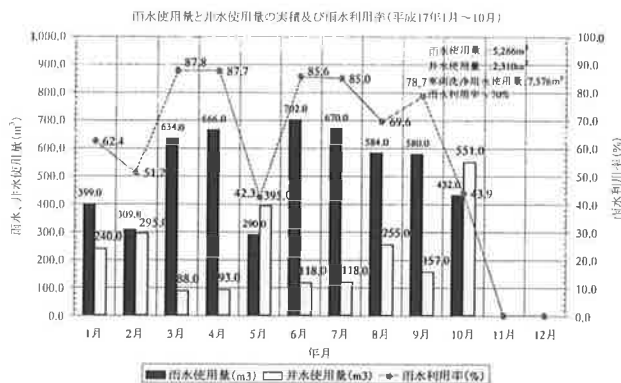


図4 雨水使用量と雨水利用率の実測結果

図4より、降水量の大小によって、雨水使用量は、300～700 m³/月、雨水利用率は、42～88%と変動するものの、平成17年1月～10月までの雨水利用率の平均は約70%である。当初計画における雨水利用シミュレーションの結果より、貯留槽300 m³の場合、雨水利用率は約72%と想定していたことから、ほぼ同程度の雨水利用ができたことが確認できた。但し、当初計画では、雨水使用量を19 m³/日と想定したが、実際の雨水使用量は、約26 m³/日であり、雨水の総使用量は約1.3倍であることから、アクアトラップ貯留槽への雨水の貯留効率が想定よりも良好であったと推察される。

6. 雨水利用シミュレーションの評価

平成17年8月～平成17年10月に工場内の降水量及び貯留槽内水位の計測を実施した。当初計画では、2000年の公開降水量データ（相模原市）を用いた雨水利用シミュレーションにより槽容量を決定したが、本章では、上述した雨水使用量、井水使用量の実測結果及び2005年の公開降水量データ（相模原市）を用いて雨水利用シミュレーションを行い、そのときの槽内水位を推定し、

計測値と比較することにより、当初計画の妥当性の検証を実施する。また、当工場及び相模原試験場での降水量の比較検討も実施する。図5に雨水使用量実績及び2005年の公開降水量データ（相模原市）による雨水利用シミュレーションの結果を示す。雨水使用量が当初計画よりも多いことから、雨水貯留効率（集水面積及び流出係数）が当初の想定よりも良好であったものと考えられる。

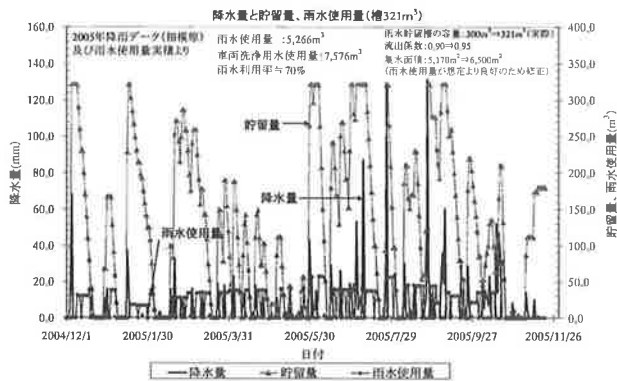


図5 雨水利用シミュレーション再現結果
(2005年降水量データと雨水使用実績より)

図6に2005年8月～10月までの工場内での降水量計測結果及び神奈川県内水面試験場（相模原市）の2005年公開降水量データの比較図を示す。また、図7に貯留槽内の水位計測結果と上記の雨水利用シミュレーション結果による槽内水位推定結果の比較を示す。

図6、図7より、降水量の差異や貯留槽内のポンプ設置条件等により若干の誤差が生じているものの、両者は、ほぼ同様の傾向を示していることから、当工場の貯留槽容量の決定において、神奈川県内水面試験場（相模原市）の公開降水量データを用いることによる影響は小さいと考えられる。以上より、当初計画の雨水利用シミュレーションは、概ね妥当であったと判断される。

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いただくなど、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。記して謝意を表します。

A STUDY ON RAIN WATER USE FOR THE ROLLING STOCK WASHING WITH THE AQUA TRAP METHOD

H.Suzuki, A.Izawa and Y.Tanabe

The rolling stock workshop has a vast roof and much water is used for washing the rolling stock in a workshop. Thus, in the case that there is a large collect-surface of water consumption volume is much such as rolling stock workshop, if it prepares the rain water storage tub, the rain water use has a cost merit. As a result of the simulation in the case of storage tub capacity 300m³, a rain water capacity factor was estimated at 72%. On the other hand, it seems that the rain water capacity factor in the measurement was 70%, and the simulation was appropriate.

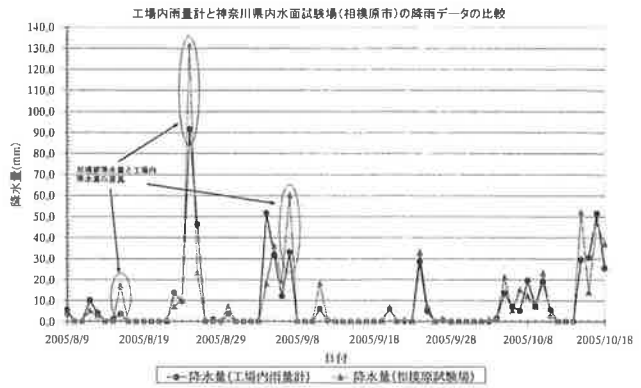


図6 工場内と相模原試験場の降水量の比較図

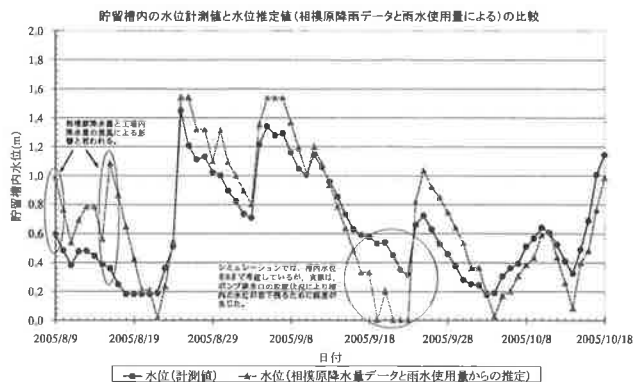


図7 貯留槽内水位計測結果と水位推定結果の比較
(相模原降水量データ、雨水使用量からの推定)

7. まとめ

「アクアプラ工法」を用いた雨水利用の計画から雨水利用状況の追跡調査を実施した結果、設計手法の妥当性及び雨水利用の有効性が確認された。今後、ISO14000sの普及により、環境に対する企業の取り組みは益々増加するものと予想される。そのような中、本工法が環境対策の一助となれば幸甚である。