

# 人工芝グラウンド新地下雨水貯留システムにおける 雨水有効利用に関する基礎的研究

福岡大学工学部 学生員○豎山亮太 正会員 渡辺亮一・皆川朋子・伊豫岡宏樹・山崎惟義

## 1. はじめに

多発する都市型水害の抑制のため、雨水をそのまま川へ流すのではなく地下へ浸透・一時貯留するなどして流域全体で雨水の流出抑制を行うといった流域治水対策が着目されており、福岡市の樋井川流域等で実施されはじめている<sup>1)</sup>。

樋井川流域にある福岡大学では雨水流出抑制を目的とし、2007年4月に産学官の共同プロジェクトにより雨水浸透型の人工芝グラウンドが建設された。これまでの研究では、雨水流出のほかヒートアイランド現象の抑制に大きく貢献していることが明らかとなっているが<sup>2)</sup>、浸透した雨水の有効利用は行われていない。現在、地下貯留施設が組み込まれた雨水の有効利用が可能な新たな人工芝グラウンド(図-1)の建設が計画されており、本研究では新人工芝グラウンド地下貯留施設の実用化に向けた検討として、貯留された雨水の水質および効率的な利用方法を検討することを目的としている。

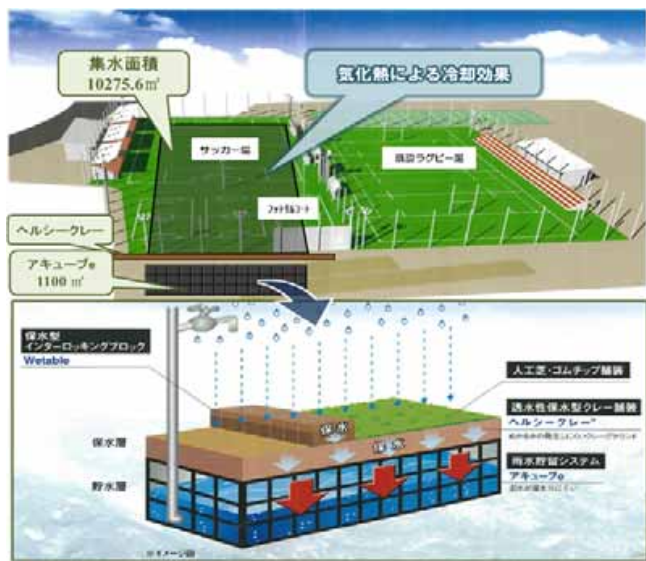


図-1 新人工芝グラウンド構成図

## 2. 地下雨水貯留タンク

平成22年8月、大学内実験場に地下雨水貯留施設を設置した。地下タンク寸法は、縦2.88m×横2.88m×深さ0.786mであり、有効貯留量は6.19tである。タンク上部に単粒砕石が400mm、その上に透水性保水型土舗装「ヘルシークレー」が120mm施されている(図-2)。保水・透水性舗装はアクリル系ポリマー(GB2000)を希釈し、現場発生土と混合することで、土粒子を団粒化させ雨水の保水性と透水性を高めている。また、材料の配合割合によって、硬度の調整が可能であり軟らかいグラウンドからゴムチップ舗装、人工芝の下地にま

で応用することができる<sup>3)</sup>。

本研究では、改良土の透水性能と地下タンク・地上タンク内の水質を比較するために、試験的に設置した雨水貯留施設の透水性能に関する実験を行い、貯留した雨水の水質分析を行った。また、利用方法の多様化をはかるため保水・透水舗装部の供試体を作成し、浸透水の水質の分析を行った。比較対象の地上タンクは、学内に設置してある屋根から雨水を直接取り込む方式のタンク3種(各容量500ℓ, 200ℓ, 100ℓ)とする。

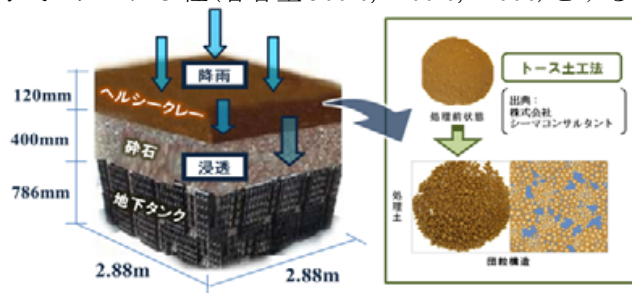


図-2 地下雨水貯留タンク概略図

## 3. 実験概要

### 1) 透水実験および水質測定

地下雨水貯留施設の地表に縦3m、横3m、高さ10cmの木枠をはめ込み外部からの流入を遮断した状態で、枠内に降雨量5mmを想定した水量(43.3L)を流し込み、浸透時間の測定および、タンク内に自己記録式水位計(HOBO U-20)を設置し、タンク内水位の変化を測定した。実験は概ね30分程度の短時間で行っているため、蒸発量は考慮しなかった。

また、月に2回程度多目的水質計(HORIBA U-22)を用い、地下タンク、地上タンクの水質の測定(水温、導電率、pH)を行った。

### 2) 改良土浸透水の水質実験

地下雨水貯留タンクに使用する改良土(トース土)を用いて作成した直径10cm、高さ10cmの供試体に、純水を通過させ、供試体から排出された水に含まれる金属類を原子吸光度法(原子吸光光度計 AA-6200)により定量した。測定項目は、トース土をつくる際に使われる固化材がCaを多く含んでいること、アクリル系ポリマーにMgが含まれていること、Al、Mnは高濃度に含まれると、水の変色を起こす可能性や、多量に摂取すると人体に悪影響を及ぼす可能性があることからCa、Mg、Al、Mnとした。CaとAlに関しては真砂土のみ、真砂土と団粒化剤のみ、真砂土と固化材のみを使用した3種の供試体を追加し、これらの金属類の起源の推測を行った。供試体を通過させる全水量は日本の平均

的な年降水量である 1,500mm(11,760ml)とし、一度に通す水量は雨量 50 mmに相当する 392ml とした。

#### 4. 実験結果および考察

図-3 は、2010/9/15~2011/12/15 の地下タンクおよび 3つの地上タンクの pHの変動を示している。この図から、地上タンク内の pH は、4.0~8.8 と変動しているのに対して、地下タンクでは pH7±0.4 程度と安定した値であることがわかる。これは、土壌中の酸中和反応が要因として挙げられる<sup>4)</sup>。pHに関する水道水水質基準は 5.8~8.6 であり<sup>5)</sup>、地下タンクの水は生活用水としての基準を十分に満たしていることがわかった。

図-4 は、2010年10月と2011年9月に行われた透水実験での 15°C換算後平均透水速度を表している<sup>6)</sup>。この図から、両ケースとも透水開始時の飽和度が異なるため初期浸透速度はばらつきがあるが浸透回数を重ねるといずれも  $3.0 \times 10^{-4}$  cm/sec 前後の値に収束することがわかる。西日本で一般的な真砂土の透水係数は  $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-6}$  cm/sec であるが<sup>7)</sup>、施工から1年経過しても改良土は高い透水性を維持しており、長期的な効果が期待できる。

図-5 は、原子吸光度法で得た各供試体の流出水における Ca の濃度推移を示している。この図より、トース土から透水開始時に比較的高い濃度で溶出されており、固化材を含む供試体だけ高い濃度を示していることから、溶出が固化材由来であることがわかる。どちらも透水回数を重ねると 100mg/l 未満の値で平衡状態となっている。水道水水質基準では Mg・Ca を合わせて 300mg/l 以下と設定されており、生活用水としての基準は満たしている<sup>5)</sup>。Mg に関しては透水開始時からほとんど検出されなかったことから、浸透水による団粒化剤の溶出は極めて少ないことが明らかとなった。

図-6 は、原子吸光度法で得た各供試体の流出水における Al の濃度推移を表している。この図から、真砂土のみで作成した供試体からの溶出が顕著であることから、真砂土に花崗岩由来の Al が含まれていることに加え、実験で、真砂土の供試体の浸透時間が他の供試体に比べて極端に長かったことがその要因として挙げられる。トース土の値は、透水開始時以外は常に 1mg/l 程度と安定している。Al は水道水水質基準で 0.2mg/l 以下と設定されており<sup>5)</sup>、すべての供試体でその値を上回ったが、上水道の原水からも基準値以上の値が検出されることは少なくないとされている<sup>8)</sup>。

Mn に関しては、どの流出水も検出限界以下であった。地下タンク内に貯留してある雨水について ICP-MS で測定したところ 0.025mg/l と極めて低い値を示した。Mn は水質基準で 0.05mg/l 以下と設定されており、生活用水としての基準以下であることがわかった<sup>5)</sup>。

#### 5. まとめ

透水性については、施工後長期的に使用してもその

性能が衰えないということが明らかとなり、雨水浸透施設として継続的に機能していることがわかった。

水質に関しては、庭への散水等にはそのまま利用可能で、簡易的な水処理(沈殿、濾過等)を行えばトイレや洗濯に利用できる。また、施工後1年程度経過すれば水質も安定し、飲料水としての水質基準も満足しているため、適切な膜処理等を行えば風呂や飲料水としても利用可能であることがわかった<sup>9)</sup>。

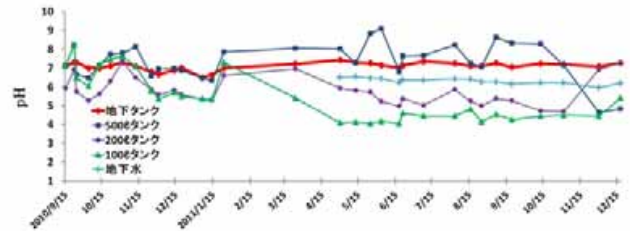


図-3 pHの推移

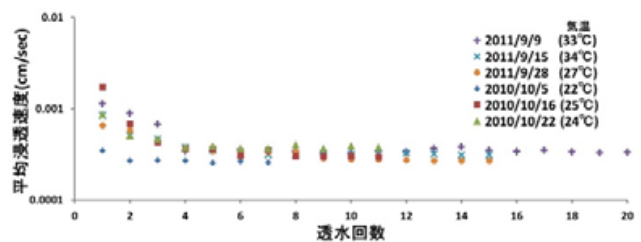


図-4 15 平均浸透速度の比較

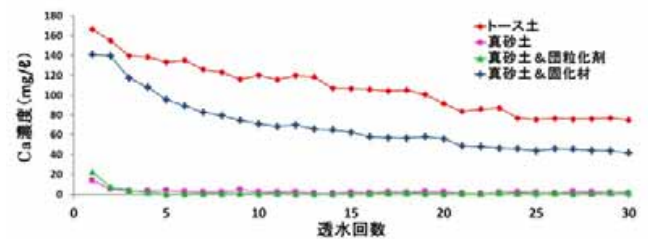


図-5 Caの濃度推移

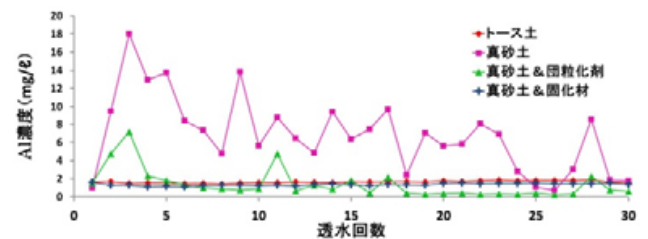


図-6 Alの濃度推移

#### 6. 参考文献

- 1) 樋井川流域治水市民会議 HP : <http://sites.google.com/site/hihikawashiminkaigi/home>
- 2) 手計太一・渡辺亮一・山崎惟義・乾真寛：新型人工芝グラウンドの水文気象環境に関する基礎的研究水工学論文集，第 52 巻，pp265-270,2008.
- 3) YOKOHAMA 横浜ゴム MBE 株式会社：雨水浸透貯留循環システム ecology!
- 4) 中川千枝，丁子哲治，平井英治：酸性降水の土壌による中和反応機構に関する化学平衡論的解析，水環境学会誌，第 16 巻，1993
- 5) 厚生労働省 HP：水質基準項目と基準値（50 項目）  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html>
- 6) 土の透水試験方法：地盤工学会基準，[http://www.jiban.or.jp/organi/bu/kijyunbu/kouji/200807/JGS\\_0311\\_080801.pdf](http://www.jiban.or.jp/organi/bu/kijyunbu/kouji/200807/JGS_0311_080801.pdf)
- 7) 松尾新一郎：新稿，土質工学，pp74-75，1984
- 8) 小杉有希，柄本博，小西浩之，矢口久美子：小笠原諸島の水道原水及び水道水における金属類調査，2008
- 9) 日本建築学会編：雨の建築道，pp36-37，2011