

公共および大規模施設における雨水流出抑制対策に関する検討

福岡大学工学部 学生員○永野 一秀 正会員 渡辺亮一, 山崎惟義, 伊豫岡宏樹

1. はじめに

近年, 都市部では急激な都市化が進行していることによる緑地の減少や道路の舗装により降雨の地下浸透が阻まれている。その結果として, 降雨が地下へ浸透せず雨水管や下水管へ多量に流入し河川水位が急激に変化するようになった。また, 気候変動により短時間に集中した局所的な豪雨が増加し外水氾濫や内水氾濫が頻発している。集中豪雨による影響としては, 河川の氾濫を原因とする外水氾濫では流域の住宅への浸水被害や水域施設の破壊, 下水管や雨水管の逆流を原因とする内水氾濫では都市内部の交通機能の麻痺や居住, 商業施設への浸水被害が挙げられる。

現在行われている治水対策は河床の掘削や拡幅工事などの河川改修が主である。しかし, 河川の拡幅工事では用地買収のコストの問題や河床の掘削では河口部の潮汐の問題がある。この二つの問題を解決するためには膨大な期間と予算が必要となる。また, 河川改修のみでは内水氾濫の問題も解決できず集中豪雨対策としては十分だとは言えない。このことから, 改修工事と合わせて流域全体で総合的に取り組む流域治水を行い降った雨を直ぐに河川へ流さず, 流出抑制していくことが求められている。福岡市では 2009 年に水害が発生し, 2012 年には九州北部豪雨により朝倉市や八女市で大きな被害を受けた。そこで, 河川整備の手法改善や流域治水の取り組みが必要とされている。

樋井川流域に位置する福岡大学では, 流域治水の一環として人工芝サッカーグラウンドで雨水の流出抑制を行っており, グラウンドは透水性と保水性を兼ね備えている。この施設では, 流出抑制効果, ヒートアイランド現象抑制効果, 雨水利用についての研究を進めている。また, メガソーラー発電に注目が高まっており九州各地で設置が計画されている。本研究では, 貯留雨水の利用法の一つとして太陽光パネル表面に散水した際の発電効率についても検討する。

2. 福岡大学人工芝グラウンドの概要

図-1 に, 学内に仮設した人工芝サッカーグラウンドの効果を更に高めるために計画されている新型人工芝グラウンドの概略を示している。人工芝サッカーグラウンドは, 面積 10275.6 m²であり, 2007 年 5 月に施工終了している。路床上部に単粒砕石が 400mm, その上に透水性保水型土舗装「ヘルシークレ」が 120mm, 衝撃吸収用のマットレスを 20 mm, 最上部にはモンド(イタリア共和国)製の人工芝と芝の充填剤としてエコフィルを施している。透水型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, 硬度の調整が出来るので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。

改良土を用いたグラウンドは今や全国的に導入が進められており, 福岡市内では, 城南高校のグラウンド施工や長崎県の島原市では雲仙普賢岳の火山灰

を含んだ土砂を改良し J F A 公認人工芝グラウンドの施工している。本研究では, 改良土の流出抑制効果を検証すること, およびメガソーラー発電施設に応用した場合の費用対効果について検討を加えた。

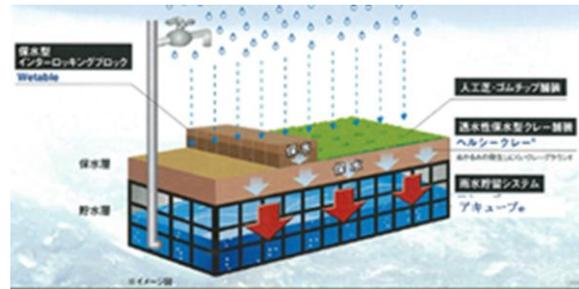


図-1 新人工芝グラウンド概略図

3. 実験概要

1) 人工芝モデルによる降雨実験

0.9×0.9×0.9m のサッカー場カットモデル(図-2)に人工的な雨を降らせる。人工降雨は, 一時間 100 mm の雨を想定し実験を行い透水量, 保水量を測定した。



図-2 人工芝グラウンドモデル

2) 大規模太陽光発電及び公共施設における雨水利用の検討

1. 太陽光発電における雨水利用

表面温度上昇による発電量の損失は, 10°C 上昇で 4% 程度であり, パネルが 50 度まで温度上昇したとすると, 基準温度からの差が 25 度となり, 10% も効率下がることになる。そこで, 表面温度の低下に貯留した雨水を用いることで得られる効果を検討する。

2. 公共施設における雨水利用

施設における集水面積及び年間降水量より最大貯水容量を求め, 施設の一日当たりの雨水使用量を決定し, 上水道使用量削減による施設施工に対する費

用対効果を検討する。

4. 結果と考察

図-3 に赤外線放射温度計による観測結果を示す。映像より中央のサッカーグラウンドは上方のアスファルトを用いた人工芝グラウンドよりも温度が低いことがわかる。また、左下の天然芝や赤色で表示されたアスファルトよりも温度が低い為ヒートアイランド現象抑制に効果があると言える。

人工芝モデルに対し 100 mm/h 相当の水量を一時間散水し 11 月 28 日から 30 日, 12 月 3 日から 5 日の計 5 日間行った。その結果, 28 日は 840 の内 500 保水した。最終日の 5 日では 840 のうち 260 が流出したことから保水量は降雨が連続するが福岡大学人工芝グラウンドは表面流出しない。(図-4)

また, 100 mm/h の降雨を 2 時間連続して散水する実験でも全て浸透させることができた為九州北部豪雨規模の豪雨が発生しても流出抑制効果を発揮出来る。よって, 地下貯留施設を設置した場合降雨量の全てを貯留することが可能であることが実験結果より分かった。また, 既往の研究より室外に設置したグラウンドにおいても連続して浸透実験を行った場合少なくとも 14 mm/h の浸透性能は維持できることがわかっている。(図-5)

公共施設の利用では, 学生 300 人, 教員 30 人の大学施設で 25t/日で貯留水を利用すると仮定し 1 年間における費用の試算を行った。貯留施設規模は, 年間降水量を 12 で除し集水面積を掛けて算出し, 貯留槽の容量は 1350t 浸透槽は 675t に決定した。年間では施設における使用量の合計が 9125t, 浸透量が 438t, 流出量が 8964t となった。また, 地下貯留水の水質に関しては既往の研究より pH は年間を通して 7 程度であり他の検査項目に関しても施工後約 1 年経過すれば飲料以外の利用は可能だと分かっている。

費用対効果に関しては福岡市水道局の上水道料金試算表を用いて上水道使用時との差額を算出すると年間で 1500 万円である為, 施設施工費の 4000 万円は 2 年 8 ヶ月で返却でき, その後は利益となるため有益な事業だと言える。(表-1)

上記の降雨実験より人工芝グラウンド表面に降った雨を全てグラウンド下に貯留可能であると仮定する。この貯留した雨水を用いて太陽光パネルの表面温度を下げたと設定し発電量の試算を行ったところ 8 月の発電増加量は 632kw であり 1kw あたり 40 円で買い取られるとすると 1 ヶ月で 25 万 3 千円の通常発電量との差額が出る。年間を通じては表面温度を低下させずに発電した場合と比較し約 111 万円の差額が生じる。太陽光発電の買い取り保証年数である 20 年より年間の差額 111 万円に 20 年を乗じると買い取り保証期間終了時では 2220 万円となる。

今後は, 天候等の環境条件によるパネルの表面温度の変化も考慮して行っていく。

6. 参考文献

- 1) YOKOHAMA 横浜ゴム MBE 株式会社: 雨水浸透貯留循環システム ecology!
- 2) 日本工業規格: 土の透水試験方法 http://www.jiban.or.jp/organi/bu/kijyunbu/kouji/2008/JIS_A_1218.pdf
- 3) 小林伸一他: 汚れによる小型太陽光電池モジュール出力劣化の軽減, 社団法人 電子情報通信学会, 信学技報, pp7-12, 2005
- 4) 葛石英知他: 名古屋市内における戸建て住宅, 学校への雨水利用効果の算定, 日本建築学会東海支部研究

- 報告集第 39 号, pp433-436 2001
- 5) 堅山亮太他: 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, 平成 23 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 CD-ROM, VII-64, 2012.



図-3 赤外線放射温度計の映像(2008年8月18日22時)

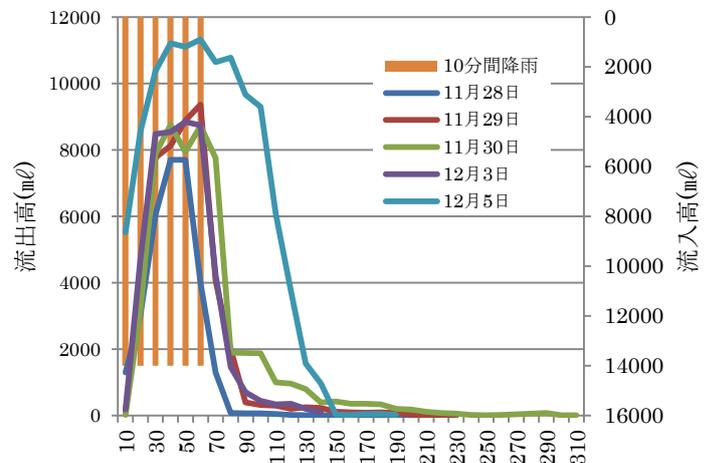


図-4 流入高と流出高

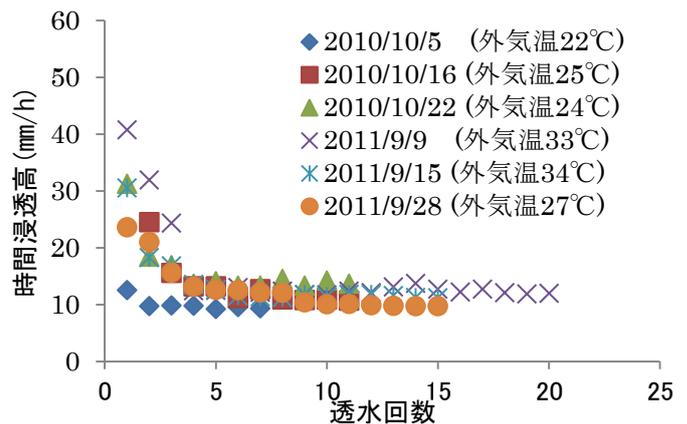


図-5 時間浸透高と透水回数

表-1 水道料金表

口径(mm)	基本料金(円)	使用水量(m ³)	年間水道料金(円)
250	1,892,000	1,200	15,046,698
200	1,022,000	1,200	9,826,698
150	638,000	1,200	7,522,698
100	258,400	1,200	5,245,098
75	119,400	1,200	4,411,098
50	42,200	1,200	3,947,898
40	21,840	1,200	3,825,738