

ポーラスコンクリート舗装の雨水浸透流出抑制効果の実験的評価

名城大学理工学部 学生会員 ○ 浜口大輝・金森仁嗣・寺田 樹
 名城大学理工学部 正会員 原田守博
 三重大学工学研究科 正会員 畑中重光

1. はじめに

近年、流域の都市化に伴い雨水の不浸透域が拡大することによって、河川の急激な増水や氾濫、市街地での浸水などの被害が頻発し、雨水の流出を抑制する対策の重要性がますます高まっている。流出抑制対策の一つとして透水性アスファルト舗装があるが、熱に弱く耐久性に問題がある。そこで新たな流出抑制方策としてポーラスコンクリート（以下 POC）舗装が注目されている。POC は碎石をモルタルペーストで結合したものであり、内部に多数の粗大空隙をもつことによって透水能力や貯留能力に優れており、ゲリラ豪雨においても POC 舗装によって雨水はすべて地中に浸透する。このように POC 舗装は雨水排除の点では効果を発揮するが、透水性が非常に高いため浸透した雨水は流出する可能性があり、流出抑制対策としての効果が危惧される。そこで、本研究では POC 舗装の雨水浸透能力および下流への流出過程を検証するために、大型 POC 槽に人工降雨を与え、雨水浸透流出実験を実施した。

2. 屋外大型 POC 槽を用いた雨水浸透流出実験の概要

実験には三重大学構内に設置された大型 POC 槽 3 面を使用した。実験槽は長さ $L = 418\text{cm}$ × 幅 $B = 90\text{cm}$ × 層厚 $H = 40\text{cm}$ で、水平基盤上にそれぞれ 5 号・6 号・7 号碎石（図-1）を用いて製作されている。実験装置の全体の構成を図-2 に示す。POC 槽全体に降雨を与えるため人工降雨装置を設置した。降雨装置は 16 個のノズルによって散水するもので、昨年度までの実験¹⁾では、



図-1 3種類の POC に使用した碎石

200mm/h を越える大きな降雨強度で実験を行っていたが、今年度は水供給と散水システムを改善し、ゲリラ豪雨などで発生している $r = 100\text{mm/h}$ 程度の降雨で実験できるように改善した。降雨が POC 槽に一樣に散布されているかを検証するため、1.1cm 角のマスを実験槽全体に敷き詰め個々の水量を測定し、降雨分布の一樣性を確認した。実験槽内部には水位測定用の静電容量式水位計を 6ヶ所に設置した。なお、ノズルから散布される降雨の粒子が小さく風の影響を受けやすいため、降雨装置全体に風防を取り付けて実験を行った。

実験槽からの流出量は、図-3 のように下流端に受水板を設置して流出水を集め、三角堰によって測定する。流量の測定精度を高めるために三角堰の開度を 20° とし、越流水深を静電容量式水位計で計測する。実験条件として、上流端に 40cm、下流端に 20cm の不透水板を設置し、POC 槽内の初期水深を 20cm に設定する。また、POC 槽の雨水流出抑制効果を比較検討するため、ラワン合板を用いて不透水斜面を製作し、斜面勾配を 1/400 と 1/200 に設定して降雨流出実験を行った。使用した降雨装置と流量計測装置は前述の通りである。

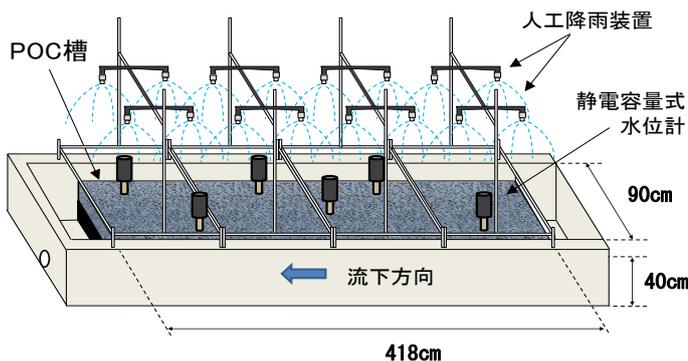


図-2 実験装置の構成

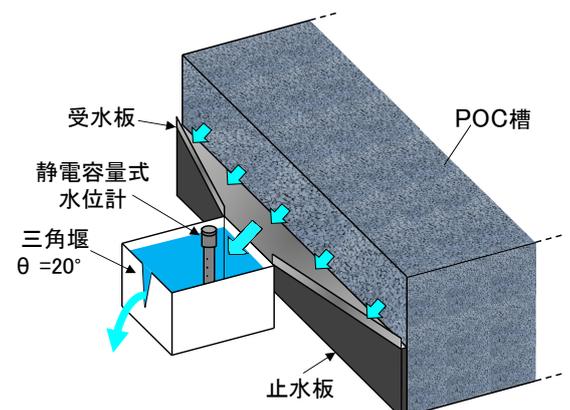


図-3 下流端における流量測定手法

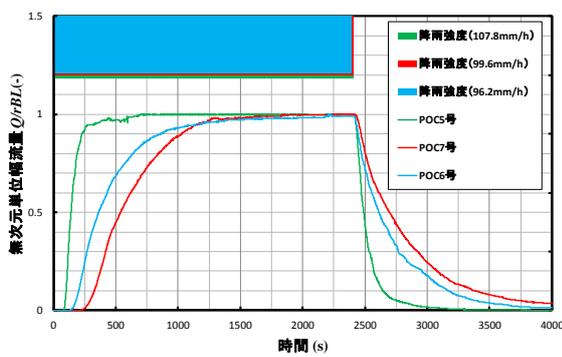


図-4 POC 槽の単位幅流量の時間的変化

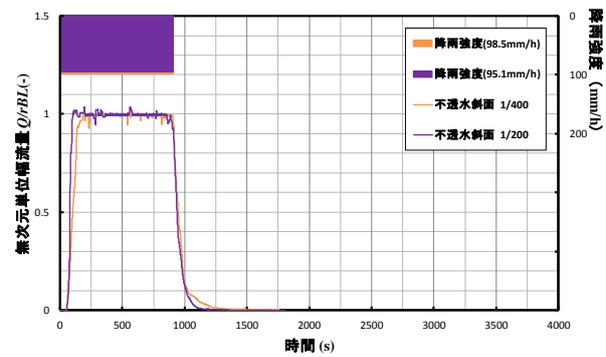


図-5 不透水斜面の単位幅流量の時間的変化

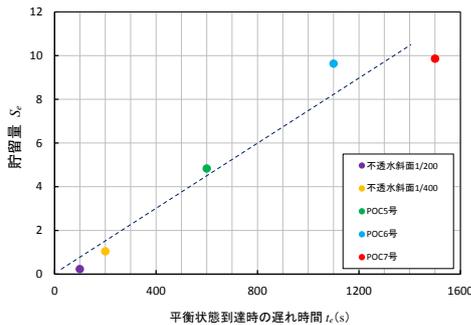


図-6 POC 槽および不透水斜面流出抑制効果

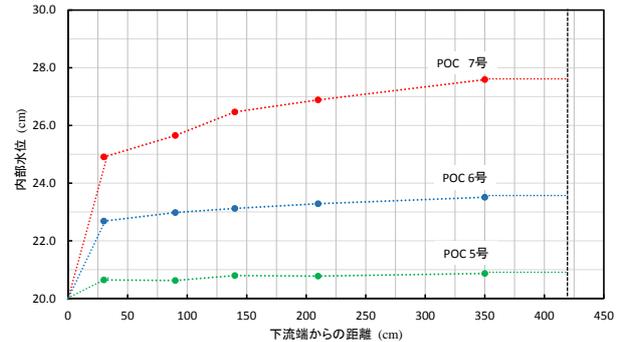


図-7 平衡状態における POC 槽の内部水深分布

3. 本実験における POC 槽の流出抑制効果の評価

3 種類の POC 槽および不透水斜面 (勾配 1/400, 1/200) の実験で降雨強度を統一することは難しいため、以下では流出量 Q を降雨強度 r で無次元化して流出過程を比較することとする。POC 槽および斜面からの無次元単位幅流量 $Q^* = Q/(rBL)$ の時間的変化を図-4、図-5 に示す。流出量は降雨開始後やや遅れて急激に上昇し、平衡状態に到達、降雨停止後には速やかに低減している。両図における流出の時間的遅れと流出場における貯留高を評価する方法として、降雨開始後、 Q^* が平衡状態に到達するまで時間 t_e^* と、 t_e^* までの Q^* の積分値 S_e^* で表すこととした。なお、 t_e^* の値は正確には読みづらいため、 Q^* が 0.98 に達した時点とした。

図-6 は POC 槽と不透水斜面について求めた流出の遅れ時間 t_e^* と貯留高 S_e^* を示したものである。この図は、原点から離れるほど雨水が貯留され流出が遅い、すなわち流出抑制効果が高いことを意味する。時間遅れ t_e^* について見ると、不透水斜面では 200 秒以下であるのに対し POC 槽では 600~1500 秒、貯留高 S_e^* については、斜面に対して POC 槽では 5 倍~10 倍程度の値を示している。このことから、POC 槽が不透水斜面に比べて高い流出抑制効果をもち、POC 槽の碎石粒径が細かいほど、その効果は高まることが示唆される。

次に、POC 槽の実験で測定された 5 ヶ所の内部水位について、平衡状態における水位分布を図-7 に示す。図から分かるように、初期水深 20cm からの水位上昇量は、POC 7号で 5 cm~7.5 cm で分布し、平均は 6.7 cm であり、6号では平均 3.2 cm、5号にいたっては平均 0.7 cm と非常に小さい。一般に POC 舗装は粗大空隙を活かした雨水貯留機能をもつことが期待されるが、実験によると、 $r=100\text{mm/h}$ 前後の強い降雨を与えても内部の水位上昇は僅かであった。これは POC がきわめて高い透水性をもち、僅かな動水勾配で流出してしまうからである。大きな浸透能を確保しつつ内部での貯留機能を活用するには、施工上の工夫が必要である。

4. おわりに

3 種類の POC 舗装および不透水斜面に対する雨水流出実験を行った結果、POC 槽は不透水斜面よりは流出抑制効果をもつものの、粗粒の碎石を用いた POC 槽では相当に速い流出が見られることが明らかとなった。今回の実験では 3 種類の POC 槽の間で空隙率が一定になっていない。今後は、同一の碎石で空隙率の異なる POC 槽を対象に、空隙率の違いが流出抑制効果や貯留機能にどのように影響するかも検討する必要がある。

参考文献 1) 原田・畑中・三島・飯尾：土木学会論文集 B1(水工学), Vol.74, No.4, pp.I_969-970, 2018.