

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：54701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K06453

研究課題名（和文）「ポーラスコンクリート」の排水性法面被覆壁への応用に関する基礎研究

研究課題名（英文）A Study on Applying Covering Effect on Surface of Slope by Porous Concrete

研究代表者

三岩 敬孝（MITSUIWA, YOSHITAKA）

和歌山工業高等専門学校・環境都市工学科・教授

研究者番号：40274253

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：排水機能を有したポーラスコンクリート法面被覆について検討した結果、透水性能はポーラスコンクリートの透水性より地盤の透水性に支配される。また、通水を継続することで地盤内の微粒分が排水口にむけて移動することから、水みちの形成により時間の経過とともに透水性は向上するが、局所的な排水パイプよりも面的なポーラスコンクリート被覆の方が排水性に優れている。特に、ポーラスコンクリートの場合、人工的もしくは自然な植生も期待され、植生に伴う透水性の低下はあるものの土構造物の強化や長寿命化を図ることができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

排水パイプの目詰まりによる排水機能の低下や大雨による斜面崩壊が全国各地で発生しているなか、背面地盤内の雨水の浸透について、排水パイプおよび面的な排水機能を有するポーラスコンクリートによる法面被覆を実験的に比較し、ポーラスコンクリートの有効性を明らかにしたことで土構造物の強化が図られる。また、ポーラスコンクリートは人工的あるいは自然に植生が期待され、自然環境の保護の観点からも従来のコンクリート被覆に比べて有用性が高い。

研究成果の概要（英文）：As the result of experiment on porous concrete covering, which has high drainage, water permeability is more influenced by the ground than by porous concrete. Continuous water flow causes minute particles included in the ground to flow in the direction of drainpipes. The passage of time improves the water permeability. In terms of drainage, however, applying covering effect by porous concrete is superior to setting up partial drainpipes. Especially, by using porous concrete, both artificial and natural plants are expected to grow. In spite of lower water permeability caused by these plants, the reinforcement and durability of the buildings on the grounds can be guaranteed.

研究分野：土木材料学

キーワード：ポーラスコンクリート 法面被覆 排水機能 植生

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

法面を被覆する無筋コンクリートには、その壁面数平方メートルごとに排水パイプが設置され、背後地盤からの排水を行なうことで、降雨による法面被覆と地盤の破壊を間接的に防いでいる。しかし、現在では経年利用により多くの排水パイプが目詰まりし機能不全のまま放置され、想定を超える豪雨とそれによる土構造物被害の増加が顕著となってきている。

一方、建設材料分野では高い空隙率を有する「ポーラスコンクリート」を対象とした研究開発が行われ、その物理的性質や配合方法だけでなく、現場での施工実績も数多い。これまでのポーラスコンクリートの主たる利用価値は、その高い空隙率を活かし、インフラ整備で増加するコンクリート面の緑化であった。すなわち、インフラ整備と自然環境保護の両立が可能な材料として注目されてきた。しかし、ポーラスコンクリートの特徴である高い空隙率と比較的大きな単位重量は、地盤工学的見地からみると土構造物背面地盤の排水性向上と土構造物自体の安定性確保に十分な可能性を秘めているといえる。

平成23年9月に紀伊半島を襲った台風12号による甚大なインフラ被害に対し著者らは共同で現地調査を実施した結果、破壊された多くの土構造物の破壊原因が、コンクリート面に施された排水パイプの機能不全によるものであることが、背後地形と破壊状況から推察された。

これらのことより排水パイプに代わる排水機能を有したポーラスコンクリート法面被覆に対する技術開発は、土構造物の強化や長寿命化に対し極めて重要な課題であるといえる。

2. 研究の目的

ポーラスコンクリートを利用し被覆前面に排水機能を付与する最大の利点は、被覆前面排水が可能となることで水頭差とともに排水速度が低減され、目詰まりの原因となる土の微粒分の移動が抑制されることである。そこで、本研究ではポーラスコンクリートと土の複合体の透水性と目詰まり特性の評価として、複合体の透水試験を実施し、微粒分の移動やその局所集中による時間の経過による変化を明らかにする。また、ポーラスコンクリートを利用した排水性法面被覆に対する適用性評価として模型実験を実施し、ポーラスコンクリートによる法面全面被覆による目詰まり抑制メカニズムとそれによる排水機能の改善性を検証する。さらに共用期間中に人工的あるいは自然に植生が予想されることから、ポーラスコンクリート表面の植生による透水性の変化の有無と程度について実験的に検討する。

3. 研究の方法

本実験に使用したポーラスコンクリートは、背後土壌からの土圧に抵抗し、また、植生機能をも兼ね備えた配合として、結合材の水セメント比を28%の一定とし、良好な透水性が見込まれる空隙率として15、20および25%と設定した。

ポーラスコンクリートと土が接するその複合体の透水性に対する透水試験には、図-1に示す定水位透水試験装置を制作実施した。一般的な透水試験装置は上部からの通水による試験装置であることから、地盤内を通過した雨水がポーラスコンクリートから排水されるように配置した場合、試験前のポーラスコンクリートの空隙内に土粒子が詰まってしまうこととなる。そこで、本試験装置では背後土壌に降った雨水が地盤内を浸透する浸透水以外による土粒子の移動が生じないように資料の下部から上部にかけて通水できるような試験装置とした。

また、模型実験では大型の土層を用いて盛土内の微粒分の移動について検討するとともに、植生については、短期で検証できるよう成長が早く、草丈が大きくなり過ぎないことから西洋芝を播種し成長に伴う透水性の変化について検討した。

表-1 コンクリートの配合

種類	目標空隙率 (%)	水セメント比 (%)	単位量(kg/m ³)		
			水	セメント	粗骨材
P15	15	28	137	488	1463
P20	20	28	113	405	
P25	25	28	90	321	

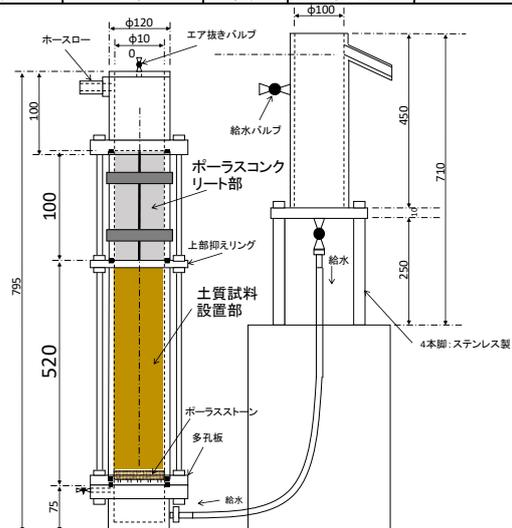


図-1 定水位透水試験装置

4. 研究成果

図-2にポーラスコンクリートおよび背後土壌として設定した砂質土のみの透水試験結果、図-3にポーラスコンクリートと砂質土の二層構造とした場合の透水性、さらに図-4に通水前後のポーラスコンクリートの透水性についてそれぞれ示す。これらの図より、空隙率の最も小さい配合においても砂質土に比較してポーラスコンクリートの透水性は非常に良好であることから、十分な排水機能が期待できる。一方、ポーラスコンクリートと砂質土の二層構造とした場合、砂質土の透水性の影響を受けることから透水性が大きく低下し、ポーラスコンクリートの空隙率による違いは認められない。また、通水前後でポーラスコンクリートの透水係数が低下している

ことから、写真-1で分かるように、土壌からの微粒分が流出しポーラスコンクリート内の空隙を塞ぎ目詰まりしていることが伺える。

図-5に通水を継続した場合における透水係数の経時変化を示す。この図より、地盤の透水係数は時間の経過とともに大きくなり、透水性が向上していることがわかる。特に、空隙率の大きなポーラスコンクリートを使用した場合、長時間、通水することで透水性が向上している。これは、継続して通水することにより地盤内の微粒分が流出し、水みち

ができたことによると考えられる。このような地盤内での微粒分の移動は大型土槽での模型浸透実験でも確認することができ、流速が増加するのに伴い微粒分の含有率が減少する傾向がみられた。しかし、一般的に地盤からの排水を目的に設置される排水パイプを模擬した排水口の結果に比べ、ポーラスコンクリートの方が排水性に優れていることから、局所的に排水するより面的に広範囲で排水する方が排水機能に優れているといえる。

図-6に植生前後における透水性の変化を示す。空隙率の大きいポーラスコンクリートほど空隙率の小さいものに比べて植物の生育が良好である傾向がみられ、植物の根が供試体内部まで成長していることが確認できた。その結果、空隙率の大きいポーラスコンクリートほど植物の生育にとまって透水性は低下する。しかし、図-2および図-3の結果から比較して砂質土よりも十分な透水性を有していることから、排水機能に加え植生機能を兼ね備えても十分な排水性能を発揮できるといえる。

5. まとめ

排水パイプに代わる排水機能を有したポーラスコンクリート法面被覆について検討した結果、透水性能はポーラスコンクリートの透水性より地盤の透水性に支配され、二層構造とした場合、通水を継続することで地盤内の微粒分が排水口にむけて移動することから、水みちの形成により時間の経過とともに透水性は向上するが、局所的な排水パイプよりも面的なポーラスコンクリート被覆の方が排水性に優れている。特に、ポーラスコンクリートの場合、人工的もしくは自然な植生も期待され、植生に伴う透水性の低下はあるものの土構造物の強化や長寿命化を図ることができるものと思われる。一方、材料面でポーラスコンクリートは凍結融解に対する抵抗性に劣ることが報告されていることから局所的な劣化を防止するために、法面の全てをポーラスコンクリート被覆とせず通常のコンクリート被覆とも併用した工法の開発が望まれる。

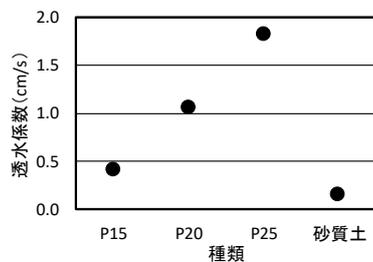


図-2 透水試験結果

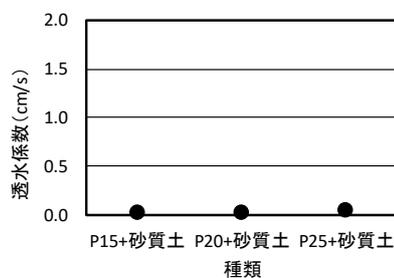


図-3 透水試験結果 (二層構造)

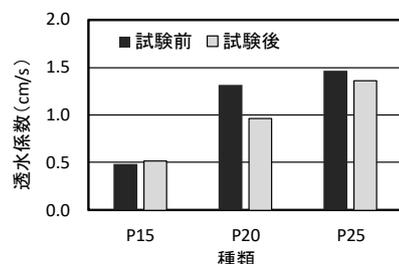


図-4 通水試験後の透水性



写真-1 空隙内部に残る微粒分

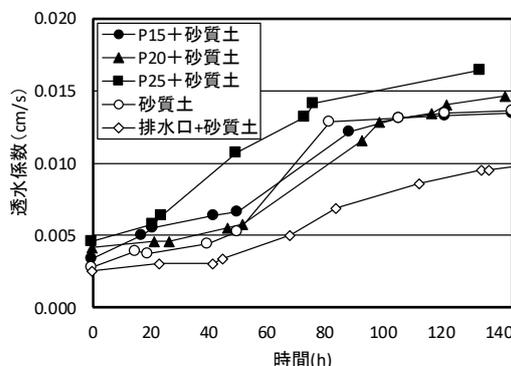


図-5 透水係数の経時変化

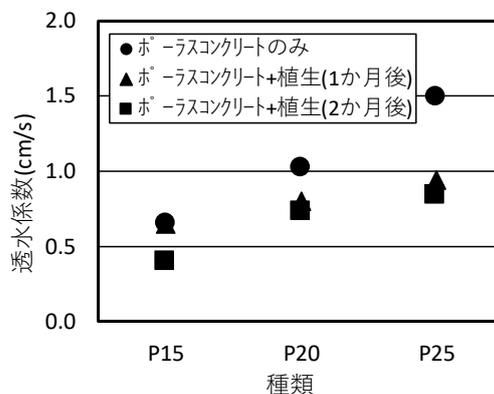


図-6 植生前後の透水性の変化



写真-2 植生されたポーラスコンクリートの透水試験

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 西島権, 田中壮磨, 三岩敬孝
2. 発表標題 ポーラスコンクリートによる法面被覆効果に関する実験的検討
3. 学会等名 第23回高専シンポジウム in KOBE
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小西康介, 矢船晃士, 三岩敬孝
2. 発表標題 ポーラスコンクリートによる法面被覆効果に関する実験的検討
3. 学会等名 第22回高専シンポジウム in Mie
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村颯永, 三岩敬孝
2. 発表標題 ポーラスコンクリートの空隙率が植生に及ぼす影響について
3. 学会等名 第25回高専シンポジウム in 久留米
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三岩敬孝
2. 発表標題 ポーラスコンクリートによる法面被覆効果に関する研究
3. 学会等名 土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	林 和幸 (HAYASHI KAZUYUKI) (30587853)	和歌山工業高等専門学校・環境都市工学科・准教授 (54701)	