

クリンカアッシュを再利用した透水性舗装材による都市型災害抑制効果について ー保水性、透水性からの定量的アプローチー

九州工業大学大学院 学生会員 ○師岡 拓真

九州工業大学 非会員 鳥越 翔太

九州工業大学大学院 正会員 永瀬 英生 廣岡 明彦

1. はじめに

日本では、エネルギーを得るために、電力発電所で石炭が用いられている。石炭は、安定な供給が望め、原油やLNGガスに比べて価格は低いため、コスト面でも優れている。環境面でのCO₂問題などはあるものの、石炭を重要なエネルギー源として利用している。そこで、石炭使用の増加により、石炭灰の発生量が年々増加していることが問題となっている。石炭灰は、フライアッシュとクリンカアッシュの2種類に大別でき、フライアッシュについては様々な研究がなされ、指針が制定されているが、クリンカアッシュについてはそこまで至っていないのが現状である。

また、近年、日本においてヒートアイランド現象などの気候変動の影響により頻繁に集中豪雨による道路や地下設備などの冠水が起きており、対策が急務となっている。そのため、透水性舗装材が都市型水害の被害の抑制や下水、地下水環境の負担軽減などに期待されている。

そこで本研究ではクリンカアッシュを再利用した透水性舗装材の都市型水害を抑制する効果について定量的に調査する。

2. 試料および実験方法

2.1 用いた試料

試料に製品として利用されている透水性舗装材(くりんかロード)を500×250×100mmの直方体に成型した供試体を用いて試験を行った。この透水性舗装材は平地で用いられる強度重視と山岳地で用いられる保水重視の2種類があり、それぞれの配合を表1に示す。また、透水性舗装材の乾燥密度を表2に示す。比較対象として一般的な道路舗装であるアスファルト(マイルドパッチ)、コンクリート、透水性がよいとされるポーラスコンクリート、土系舗装材(雑草キラード)、また透水性舗装材(くりんかロード)の骨材を鉄鋼スラグに代えて作製した透水性舗装材を用いた。また、透水性舗装材の透水層として、500×250×10mmのクリンカアッシュ、琉球石灰岩、鉄鋼スラグを用いた透水層の3種類を準備した。

2.2 舗装材の降雨処理に関する実験方法

供試体を排水コックのついた水槽内に設置し、降雨の処理能力について実験を行った。仮想降雨として水をミスト状に排出する市販されているホースを三軸圧縮試験装置に接続し、空圧制御で排出できるようにした。また、仮想降雨装置の断面を図1、装置の概要を写真1に示す。非排水状態では供試体の許容水量および冠水に至るまでの時間を計測し、排水状態では供試体自体が含むことのできる含水量を計測した。

また、降雨強度(mm/h)は実験時に設定することが難しいため、50mm/h以上の降雨強度となるように空圧を設定し、実験後に水の投入量とそれにか

表1 透水性舗装材の配合

	クリンカアッシュ (kg)	セメント (kg/m ³)	増強剤 (l/m ³)	加水量 (kg/m ³)
強度重視	1000	250	7	150
保水重視	1000	200	7	130

表2 透水性舗装材の乾燥密度

	乾燥密度 (g/cm ³)
強度重視	1.03
保水重視	0.94

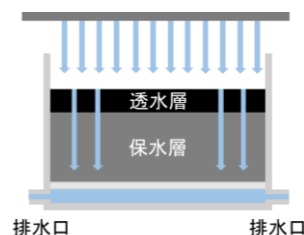


図1 仮想降雨断面概要



写真1 仮想降雨試験の装置

かった時間から求めている。

3. 実験結果

仮想降雨試験の結果を表3に示す。すべての試験において降雨強度は50mm/hを超えており、透水性舗装材での降雨試験においては80mm/hに近い値を示しているにもかかわらず水溜りを発生させることなく水を吸収していた。また、ポーラスコンクリートも水溜りが発生することなく吸水を行っていた。一方で、保水層のみの鉄鋼スラグ透水性舗装材は非排水および排水の両方の試験において、水溜りを発生させながら吸水していたが、透水層を設置することにより水溜りの発生は抑えられた。この際、保水層のみの場合は供試体下部から水分の吸収による水みちが発生していたが、透水層を設置すると水みちは保水層供試体上部から発生していた。このことから、透水層が保水層の吸水性に影響を与えることが分かった。透水性舗装材に関しても、透水層を設置することにより、含水比が大きな値を示しているため、保水層の吸水性に影響を与えることが分かった。また、コンクリート、土系舗装材、アスファルトも同様に降雨初期からどちらの条件においても水溜りが発生したため、透水性舗装材と比較すると洪水が発生しやすと考えられる。

水槽に供試体を設置し、非排水状態で冠水したときの水量である許容水量の結果は水槽と供試体との間隙の水分も含まれるため誤差があると考えられるが、透水性舗装材の許容水量は高い値となっている。透水性舗装材は水溜りを発生させることなく、比較対象よりも長い冠水時間でたくさんの水を吸収できるため洪水抑制効果が期待できると考えられる。また、アスファルトに関しては供試体の欠損が見られたため、間隙が大きくなり許容水量が大きな値となっている。排水条件時の含水比を比較すると透水性舗装材はポーラスコンクリートよりも含水比が大きく、ポーラスコンクリートよりも水を蓄えておく保水力の高さが確認できる。

透水性舗装材は透水層を設置すると含水比は大きくなっている。冠水後、供試体から無数の気泡が発生していることから、冠水後も供試体は飽和していないことが確認できた。透水層には保水層へと水を浸透させる際に水みちが多く発生し、保水層のクリンカアッシュの間隙に水が効率よく浸透していくためであると考えられる。

表3 仮想降雨試験の結果

	非排水						排水				
	降雨強度 (mm/h)	含水比 (%)	冠水までの 時間 (s)	保水層 冠水までの 時間 (s)	投入量 (ml)	許容水量 (l/m ³)	降雨強度 (mm/h)	含水比 (%)	排水開始 時間 (s)	投入量 (ml)	排水量 (ml)
透水性舗装材(強度重視)	60.3	24.6	1919		4020	321.6	51.3	7.1	743	7270	6070
透水性舗装材(保水重視)	57.1	29.8	2170		4300	344	68.6	22.2	895	7200	4000
透水性舗装材(強度重視) +クリンカ透水層	79.5	40.9	2369	1897	6540	523.2	53.6	13.0	878	7300	5000
透水性舗装材(保水重視) +クリンカ透水層	63.1	32.2	2410	2060	5280	422.4	52.8	12.6	846	7120	5000
透水性舗装材(強度重視) +琉球石灰岩透水層	73.3	29.3	2193	1791	5580	446.4	50.4	12.0	1084	7260	5000
透水性舗装材(保水重視) +琉球石灰岩透水層	56.1	25.5	2384	1952	4640	371.2	60.4	14.2	911	7480	5000
鉄鋼スラグ透水性舗装材(強度重視)	65.2	7.9	946		2140	171.2	61.6	9.1	561	7400	5000
鉄鋼スラグ透水性舗装材(保水重視)	53.8	8.6	1221		2280	182.4	50.7	6.0	455	6560	5000
鉄鋼スラグ透水性舗装材(強度重視) +鉄鋼スラグ透水層	61.8	12.6	1742	1449	3740	299.2	56.3	6.7	514	7000	5000
鉄鋼スラグ透水性舗装材(保水重視) +鉄鋼スラグ透水層	56.2	11.4	1721	1520	3360	268.8	57.3	5.9	435	6720	5000
ポーラスコンクリート	53.9	20.2	2255		4220	337.6	57.2	5.6	403	6160	5000
コンクリート	59.4	1.8	252		520	41.6	51.7	1.4	150	5400	5000
土系舗装材(雑草キラー)	60.0	2.4	288		600	48	54.8	1.3	114	5320	5000
アスファルト(マイルドパッチ)	59.6	22.4	2253		4660	372.8	61.8	5.0	127	6060	5000

3. まとめ

本研究では以下のことが知見として得られた。

- (1) 透水性舗装材は比較対象の舗装材よりも許容水量が多く、冠水にいたるまでの時間が長いことから、洪水抑制効果が期待できる。
- (2) 透水性舗装材は透水層を設置することにより、含水比が大きくなることから、透水層を組み合わせることにより洪水抑制効果が高まると予想される。