

ポーラスコンクリートから溶出するアルカリ量が植生に与える影響

芝浦工業大学 学生会員 ○青木菜央
芝浦工業大学 正会員 勝木 太

1.背景・目的

近年環境問題が叫ばれる中、東京都は平成 13 年から「緑化計画」の制度を設け、環境問題に取り組んできた。そこで注目されたのが、コンクリートの表面に直接植生が可能なポーラスコンクリートである。ポーラスコンクリートは、空隙中あるいは表面に敷いた土壌に、植物の種を蒔き、苗を移植することにより植物の生育を可能にする。緑化整備をする反面、ポーラスコンクリートに敷いた土壌が散乱し、周辺の景観に悪影響を及ぼすと考えられる。しかし、ポーラスコンクリート単体ではセメントのアルカリ分の溶出により、植物の生育に悪影響を及ぼすため、植物が生育するためには土壌が必要である。そこで、本研究ではポーラスコンクリートの養生日数により、アルカリ成分がどの程度溶出するか測定し、土壌を使用しないポーラスコンクリートに直接植生させることが可能か実験的に検討した。

2.実験概要

2.1 使用材料

本実験で用いたセメントの種類を表-1 に示す。また配合を表-2 に示す。本研究ではセメントから溶出するアルカリ成分量を調べるため、空隙率は 26%と一定とし、W/C は 20~40%に変化させた。

2.2 要因と水準

要因と水準を表-3 に示す。供試体は $\Phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体とした。打ち込みは 3 層で、打設後、型枠を外さず供試体上部にラップをし、3, 7, 28 日間養生した。養生が終了したものに順次水を入れアルカリ成分を溶出させるが、その溶出期間は 3, 7, 28 日とした。供試体の数は、セメントの種類ごとに W/C を 3 パターン変化させるため全部で 81 本となる。

表-1 セメントの種類

セメント	普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm ³ 記号C)
	高炉セメントB種(密度 3.05g/cm ³ 記号BB)
	フライアッシュセメント(密度 2.96g/cm ³ 記号FA)

表-2 配合

配合記号	骨材最大寸法(mm)	骨材最小寸法(mm)	骨材補正係数(mm)	目標空隙率(%)	水セメント比(W/C)	単位量(kg/m ³)		
						水	セメント	粗骨材
C-1	20	15	0.98	26	20	63.04	315	1570
C-2					30	79.2	264	1570
C-3					40	90.9	227.2	1570
BB-1	20	15	0.98	26	20	61.7	308.4	1570
BB-2					30	77.8	259.3	1570
BB-3					40	89.5	223.6	1570
FA-1	20	15	0.98	26	20	60.5	302.7	1570
FA-2					30	76.6	255.2	1570
FA-3					40	88.23	220.6	1570

表-3 要因と水準

要因	水準
W/C(%)	20,30,40
養生方法	封緘
養生温度・湿度	20±1℃、60%
養生期間	3日、7日、28日
アルカリ成分の溶出期間	3日、7日、28日
供試体寸法	$\Phi 10 \times 20\text{cm}$

2.4 空隙率試験

日本コンクリート工学協会 エココンクリート研究委員会「ポーラスコンクリートの空隙率測定方法(案)」に従い測定した。

2.5 pH 測定

供試体内の水をフラスコへ移し、pH メーターを用いて計 3 回測定し、その平均を取った。測定結果は表-4 に示す。

普通ポルトランドセメント	養生日数	3日								
		7日			28日					
		W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%	W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%	W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%
溶出期間	3日	11.9	12.1	12.3	12.3	12.4	12.4	12.3	12.3	12.4
	7日	12.23	12.3	12.3	12.2	12.3	12.26	12.3	12.3	12.4
	28日	12.065	12.2	12.3	12.25	12.35	12.33	12.2	12.2	12.3
高炉セメントB種	養生日数	3日								
		7日			28日					
		W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%	W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%	W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%
溶出期間	3日	12.1	12.1	12.1	12.2	12.26	12.3	12.3	12.3	12.3
	7日	12.10	12.1	12.1	12.2	12.26	12.3	12.26	12.3	12.3
	28日	12.1	12.1	12.26	12.1	12.2	12.2	12.03	11.96	12.06
フライアッシュセメントB種	養生日数	3日								
		7日			28日					
		W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%	W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%	W/C 20%	W/C 30%	W/C 40%
溶出期間	3日	12.06	12.1	12.1	12.3	12.3	12.3	12.2	12.3	12.3
	7日	12.3	12.3	12.3	12.1	12.13	12.16	12.4	12.1	12.3
	28日	12.1	12.1	12.26	12.2	12.4	12.2	11.9	12	12.03

表-4 セメントの種類と養生日数の違いによるアルカリ溶出量

2.6 植生

供試体の上面に綿を敷き詰めカイワレ大根の種を蒔き、発育状況を観察した。発育場所は温度 20±1℃、湿度 60%の恒温室内で光が当たらないように栽培した。

キーワード ポーラスコンクリート、アルカリ度、植栽

連絡先 〒135-854 東京都江東区豊洲 3-7-5 TEL03-5859-8359 E-mail h05003@sic.shibaura-it.ac.jp

3.結果と考察

3.1 pH 測定

表-5 より、各供試体で計測された pH 値は 11.9 ~ 12.4 と非常に高く、W/C および養生日数に関係なく、溶出するアルカリ量は多い結果となった。また、溶出するアルカリ量を抑える目的で使用した特殊セメントについても pH 値に大きな違いは見られなかった。そこですべての供試体でアルカリ度が非常に高く植生ができないことからアルカリ度を下げる目的で、養生日数 3 日・溶出日数 28 日と養生日数 7 日・溶出日数 28 日の供試体 18 本に対して、供試体を水道水で洗浄した。その後、各供試体の上部から水道水を入れ、供試体内部を通過してきた水をフラスコに取り pH を測定した。さらに、供試体上部の骨材と骨材の隙間に綿を詰め、カイワレ大根の種を蒔き種の生長を観察した。

3.2 生育結果

種を蒔いてから 7 日後、カイワレ大根の収穫を行い、茎の長さを測った結果を図-1~3 に示す。なお、種を植える前と後での pH 変化を表-5 に示す。表より洗い出し後の pH 値についてはすべての供試体において 2 程度低下しており、洗浄することにより pH 値を下げるができることが分かった。またカイワレ大根の成長については、pH 値を下げるにより、成長することが分かった。なお、洗浄後の pH 値に差がなかったにもかかわらず W/C20%および 30%においては普通ポルトランドセメントより特殊セメントを使用したもののほうが相対的に成長する結果となった。このことにより植生には、普通セメントに含まれる他の成分（六価クロムなど）の量がある基準値を超えると植物の成長に影響を与える可能性があると考えられる。

4.まとめ

高炉セメント・フライアッシュセメントの使用が、植物の生育に有効であることがわかった。

ポーラスコンクリートはセメントの種類に関係なく、打設後、供試体を洗浄することで pH を 9.5 前後にまで下げることができる。これは、植物が十分生育できる範囲であることが分かった。なお、経済的な問題から、洗浄時間がアルカリ度の低下にどの程度影響を与えるかについては検証する必要がある。

表-5 pH 測定結果

	養生3日・溶出28日		養生7日・溶出28日	
	種を植える前	種を植えた後	種を植える前	種を植えた後
C-1(W/C 20)	9.5	9.8	9.4	9.7
C-2(W/C 30)	9.7	9.4	9.3	9.5
C-3(W/C 40)	9.4	10	9.4	10
BB-1(W/C 20)	9.7	9.7	9.5	9.8
BB-2(W/C 30)	9.6	9.3	9.4	9.4
BB-3(W/C 40)	9.4	9.5	9.6	9.4
FA-1(W/C 20)	9.4	9.2	9.5	9.2
FA-2(W/C 30)	9.4	9.4	9.3	9.3
FA-3(W/C 40)	9.4	9.1	9.3	9.3

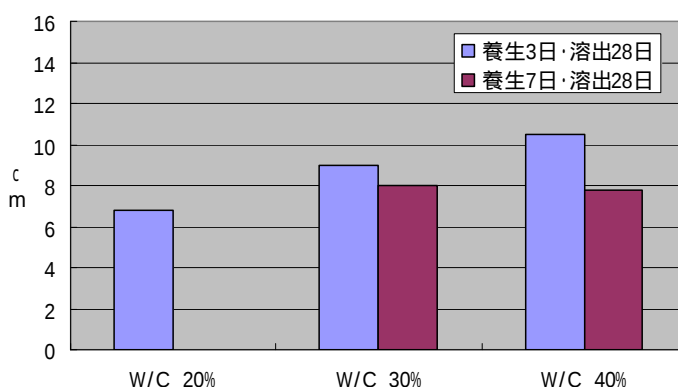


図-1 普通ポルトランドセメント

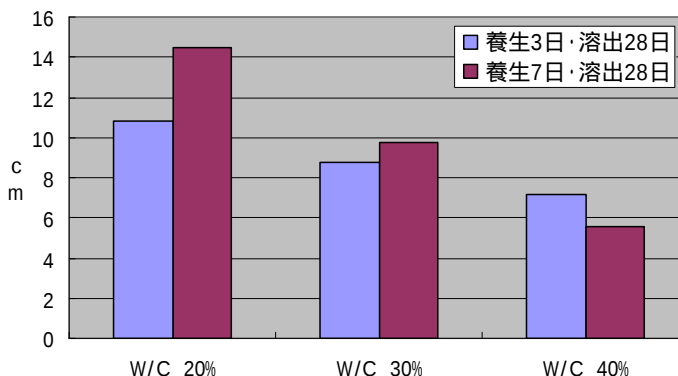


図-2 高炉セメント B 種

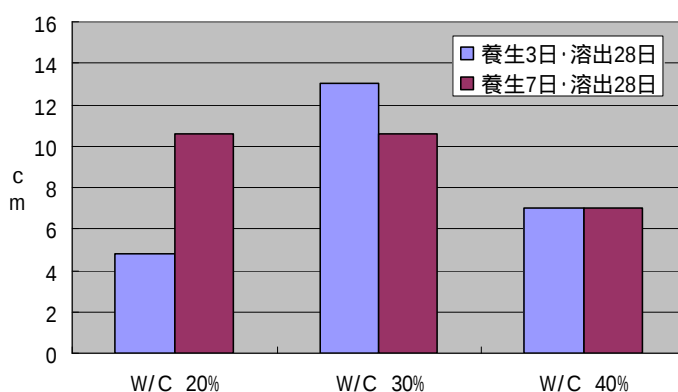


図-3 フライアッシュセメント B 種