

近畿大学大学院 学生員 杉浦 善充
近畿大学理工学部 正 員 玉井 元治

1. はじめに

ポーラスコンクリート(以下 PoC)は水や空気を自由に通すため、植生が可能なコンクリートである。過去の研究より図-1 のように 5,6 号碎石での植栽研究は多くなされている。本研究では、4 号碎石を用いて植生コンクリートとしての必要強度 10MPa 以上を保持し、骨材粒径とペーストの充填率を変化させた場合の根の進入状況を調査し、植物の種類、特に根の太さによる植生限界をパソコン空隙解析により検討した。

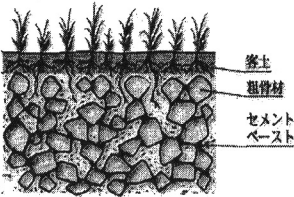


図-1 PoCへの植生模式図

2. 実験概要

2.1 粗骨材：4 号碎石(φ20~30mm)、5 号碎石(φ13~20mm)、6 号碎石(φ5~13mm)(G：高槻産)細骨材：6 号珪砂(SS：土岐産)、セメント：高炉セメント B 種(C：太平洋セメント社)水：一般水道水 (W)、混和材：シリカフューム(SF：エルケム社)混和剤：高性能減水剤 マイティー3000(SP：花王社)

2.2PoC に関する配合及び試験内容

- 1) 配合設計： $W/(C+SF)=30\%$ 、 $SF/(C+SF)=5\%$ 、 $C/SS=100\%$ とし充填率は 4 号では 30、35、40%、5 号では 40、45、50%、6 号では 35、40、45%とした。
- 2) フロー試験：最適なフロー値(4 号では 180、5 号では 210、6 号では 220)となる混和剤の添加率を求めるため、フロー試験(JIS R 5201-1997)を行う。
- 3) 圧縮強度試験：4 号、5 号はφ15×30cm、6 号はφ10×20cm の供試体を各配合につき 6 本ずつ作成し、7 日及び 28 日水中養生の後に圧縮強度試験(JIS A-1108)を行う。

3. 画像解析装置による PoC の空隙の解析

4, 5 号碎石(φ15×30cm)、6 号碎石(φ10×20)の供試体の空隙に極めて粘性の高い白色セメントを充填した。解析方法は、供試体を研磨機により 1mm 間隔で上、中、下を各 5 枚ずつ写真-1 のような各断面の写真を撮り、スキャナで取り込み、それを画像解析ソフト WinROOF により解析した。1 つの断面において、空隙の個数・平均直径・最大直径・空隙率を測定した。ここで平均直径は、空隙に内接する円の直径を平均したものである。その平均値を各充填率に算出し、その結果を表-1 に示した。

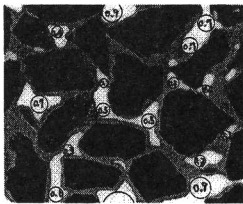


写真-1 5号碎石 充填率45%

表-1 空隙解析の結果

解析の結果より、充填率が大きくなるにつれて圧縮強度は増加する反面、平均直径・最大直径・空隙は小さくなることが分かった。これは充填率が大きくなるほど骨材周辺のモルタル層が厚くなり、空間を占める割合が大きくなるためである。植生に必要な空隙は一般に 25%以上とされている。(今回の研究では植物の根がどれだ根の重点率まで進入するかを調査する。)

使用骨材 (No)	B/V (%)	空隙性状				物性 圧縮強度 (MPa)
		平均直径 (cm)	最大直径 (cm)	個数 (個/100cm ²)	空隙率(理論 値) (%)	
6号	35%	0.29	0.34	30	27.4(26.7)	12.93
	40%	0.32	0.35	30	25.8(24.6)	14.06
	45%	0.34	0.38	30	23.5(22.5)	16.76
5号	40%	0.63	1.25	30	24.9(24.4)	11.95
	45%	0.59	1.16	30	23.0(22.4)	12.76
	50%	0.56	1.07	30	20.9(20.4)	13.53
4号	30%	0.91	2.56	25	31.8(30.0)	9.96
	35%	0.84	2.23	25	28.6(27.8)	10.21
	40%	0.77	1.86	25	26.7(25.7)	11.11

Yoshimitsu SUGIURA, Motoharu TAMAI

4. PoCへの植生実験

1) 実験方法

供試体は板状 (30×30×10cm) のものを使用した。結合材表面部のアルカリ度を低下させるため、1ヶ月間水中養生したものを用いた。供試体の空隙に砂を充填し、客土には真砂土とバーミキュライト(保水材)を混ぜ合わせたものを、厚さ約 2cm 被覆した。使用する植物はいずれも一般的に河川などでよく見られる植物の中で、根の太さの違う 3 種類を選定し、それらの特徴を表-2 に示した。週 1 回、ハイポネックス(化学肥料)を散布し、定期的に根の侵入状況を観察し、植生期間は約 3ヶ月とした。

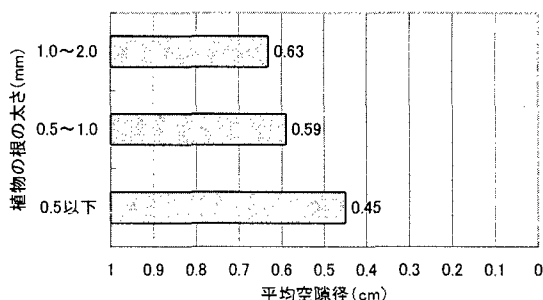
表-2 河川によく見られる植物の特徴及び植生方法

根の太さ(mm)	植物名	科	分類	根の種類	高さ(cm)	植生方法
0.5～1	シバ	イネ科	多年草	匍匐	10～20	幅種
	ナガハグサ	イネ科	多年草	匍匐	10～30	幅種
0.5～1.0	シロツメクサ	マメ科	多年草	匍匐	3～15	移植
	タンポポ	キク科	多年草	ひげ根	10～30	移植
1.0～2.0	セイタカワダチソウ	キク科	多年草	ひげ根	150～250	移植
	ヨシ	イネ科	多年草	匍匐	200～300	移植

2) 実験結果及び考察

今回に実験では根の太さ客土を抜け供試体に入れたときの最大太さを基準とした。0.5mm 以下の植物は種子を幅種し成長段階にあったため、根が客土内に収まる傾向や供試体の空隙に進入途中のものが多かった。原因は植生時間が短かったことが考えられる。シバ類は十分成長するのに時間がかかるため根を短期間で定着させるのは難しい。その反面、より根が 0.5mm 以下と細いため時間をかければ 6 号砕石でも充填率や植物によっては植生画可能であると考えられる。移植した植物で 0.5～1.0mm の根の太さでは 6 号砕石での根の進入はほとんど見られなかった。したがって、0.5～1.0mm の根の太さでの植生限界は 5 号砕石にあると考えられる。さらに実験より充填率 45～50%の間、解析結果より平均空隙径 5.9～5.6mm で根の進入に変化が見られた。これにより、根の太さが 0.5～1.0mm での植物の根の進入には平均空隙径 5.9mm 以上の空隙が必要であると考えられる。根の太さが 1.0～2.0mm では 5 号砕石では充填率 40%、平均空隙径 6.3mm では根の進入がわずかだが見られ、充填率 45%以上、平均空隙径 5.9mm 以下では植生は無理であることが分かった。これにより 1.0～2.0mm での植物の根の進入には平均空隙径 6.3mm 以上の空隙が必要であると考えられる。今回の実験で根の太さに対する平均空隙径は比例しているとはいいがたいことが分かった。根の深さが小さくなるにつれて根の数も増えることや平均空隙径の現象による連続空隙の低下により根の進入しにくさがあげられた。

グラフ-1 平均空隙径と根の太さによる進入の関係



5. まとめ

これらの結果により PoC に緑化する際には粒子形が大きいほど植生が容易であり、根の太さの 4 倍～8 倍近くの平均空隙面積が必要であることが分かる。緑化を重視する際には 4 号砕石、緑化の安定を図る際には 5 号砕石を用いるのがよい。今後、連続空隙の 3D 化し、根の進入過程を調べ、4 号砕石を用いて必要強度 10MPa 以上を保持しながら、空隙率を上げサツキやツツジといった低木(根の太さが 2.0～4.0mm 程度)などの植物の植生についても検討し調査する。

【参考文献】 玉井 元治ほか：連続空隙を有する緑化コンクリートの配合と空隙に関する研究 自然環境との調和を考慮したエココンクリートの現状と将来展望に関するシンポジウム論文報告集 1995・11 pp25～30 岩瀬 徹[著]：野草・雑草観察図鑑 pp10～12, 23, 24, 29, 98, 208