

ごみ溶融スラグを用いた緑化ポーラスコンクリートの植生と 三次元的空隙性状とに関する研究

東北学院大学 学生会員 一条 康弘 東北学院大学 フェロー 大塚 浩司
東北学院大学 正会員 大友 鉄平 東北学院大学 正会員 武田 三弘

1. はじめに

近年、コンクリートの分野では、環境を考慮した技術が要求されており、その技術の中で注目されているのがポーラスコンクリートである。ポーラスコンクリートは一般のコンクリートとは異なり、連続空隙を有していることから、多様な生物が生息可能であり、また植物の根が着生することも可能なコンクリートである。そのためにポーラスコンクリートは、「生物との共生・環境への負荷低減」を目的として、動植物の棲息、自然修復機能を期待される材料として、河川護岸等に積極的に使用されている。ポーラスコンクリートの緑化に関して本研究室における過去の研究では、ポーラスコンクリートの内部空隙と植物との生長を様々な条件で実験を行い、その結果から、植物の生長が良好なポーラスコンクリートの空隙性状を得ることに成功し、その結果と植物の生長との関係を考察している。そこで今回、過去の研究結果をふまえ、粗骨材としてごみ溶融スラグを使用して、従来のポーラスコンクリートよりもさらに環境に配慮したポーラスコンクリートを開発することを目的とし、実験をおこなった。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、骨材の種類は、普通砕石 N および 5 種類のごみ溶融スラグを使用した (表-1 参照)。粗骨材の粒径は、いずれのポーラスコンクリート (以下 PoC) においても寸法 5~10 mm (以下 Gmax10 mm) および寸法 10~20 mm (以下 Gmax20 mm) の 2 種を使用した。また、混和剤はポリカルボン酸エーテル系の高性能 AE 減水剤を使用した。供試体の配合は、Gmax10 mm および Gmax20 mm とも水セメント比を 25% とし供試体を作製した (表-2 参照)。

2. 2 実験供試体

緑化用の実験供試体は、寸法を $\Phi 100 \times 30$ mm および $\Phi 150 \times 40$ mm とし、骨材種類別および骨材粒径別に三体ずつ、空隙定量化用実験供試体は、 $\Phi 100 \times 67$ mm を三体ずつ作製した。

2. 3 実験方法

緑化実験では、室内緑化実験および実環境を想定した植生暴露試験を屋外にて実地し、骨材種類別および骨材粒径別に観察をおこなった。室内緑化実験では、表層基盤として植物生育用培養ゲルであるジェランガムを使用し、屋外緑化実験では、表層基盤として目土を使用した。測定方法は、最も一般的な評価方法であるコドラード法を使用し、植物の葉の長さ、根の長さを測定し、評価をおこなった。生長量の評価方法は、所定の日数まで達した段階で植物葉を切り取り、葉および根の乾燥重量より評価をおこなった。

空隙定量化実験では、PoC の内部空隙性状を調べるために微小焦点 X 線 CT 装置による空隙定量化実験をおこなった。また、評価方法は総空隙面積および総空隙個数

を骨材種類別および骨材粒径別に調べ、比較検討をおこなった。

3. 実験結果および考察

3. 1 物性試験結果

骨材種類別および骨材粒径別に空隙率、フロー値および圧縮強度を調べた結果を表-3 に示している。空隙率は、いずれの骨材種類および骨材粒径でも大きな差が確認できなかった。フロー値では、骨材種類によって差がでる結果となった。これは、骨材の表面形状が異なるためセメントペーストとの付着が異なり、フロー値に影響を与えたと考えられる。圧縮強度においては、種類 KB 以外では Gmax10 mm ならば平均 10.5 (N/mm²) 程度になり、Gmax20 mm では平均 7.7 (N/mm²) 程度になった。物性試験結果をふまえ、緑化を目的とした環境に設置する際に、種類 KB 以外であれば、ごみ溶融スラグの PoC は、強度的に問題がないと思われる。種類 KB は、骨材表面がなめらかで光沢があり、骨材とセメントペーストとの付着性状が弱く、圧縮強度に影響を与えたと考えられる。

表-1 ごみ溶融スラグの物性値

試験項目	試験方法	N	KG	H	KB	CH	O
粗粒率	JIS A 1102	6.48	6.55	6.81	6.46	4.61	8.46
絶乾密度 (g/cm ³)	JIS A 1110	2.67	2.92	2.80	2.80	2.81	2.84
吸水率 (%)	JIS A 1110	1.52	0.44	0.98	0.32	0.60	0.50
単位容積質量 (kg/m ³)	JIS A 1104		1681	1682	1620	1680	1570
実積率 (%)	JIS A 1104		58.2	60.5	57.9	59.6	55.2

キーワード：ごみ溶融スラグ、ポーラスコンクリート、緑化、空隙性状

住所：東北学院大学

表-2 ポーラスコンクリート配合表

Gmax (mm)	W/C (%)	P/G (%)	単位量 (Kg/m ³)		
			W	C	G
10	25	28.9	73.6	294.5	1551
20		29.2			

表-3 物性試験結果

粒径	種類	空隙率(%)	フロー値 (mm)	圧縮強度(N/ m ²)
Gmax 10mm	N	26.1	181	13.2
	KG	26.7	191	10.9
	KB	26.8	193	4.2
	H	25.8	175	11.8
	CH	26.0	179	9.5
	O	26.7	193	7.0
Gmax 20mm	N	25.7	180	7.8
	KG	26.3	196	7.2
	KB	27.8	188	4.0
	H	25.6	163	9.1
	CH	27.1	176	8.0
	O	27.3	202	6.5

表-4 植物葉および根の生長量結果

	骨材粒径 (mm)	葉の乾燥重量(g)	根の乾燥重量(g)
N	Gmax10	4.08	5.87
	Gmax20	4.81	6.41
KG	Gmax10	4.30	5.87
	Gmax20	4.85	6.17
KB	Gmax10	3.09	5.46
	Gmax20	4.50	6.59
H	Gmax10	5.40	5.97
	Gmax20	5.73	6.57
CH	Gmax10	4.42	5.82
	Gmax20	5.53	7.10
O	Gmax10	3.85	5.15
	Gmax20	3.99	6.09

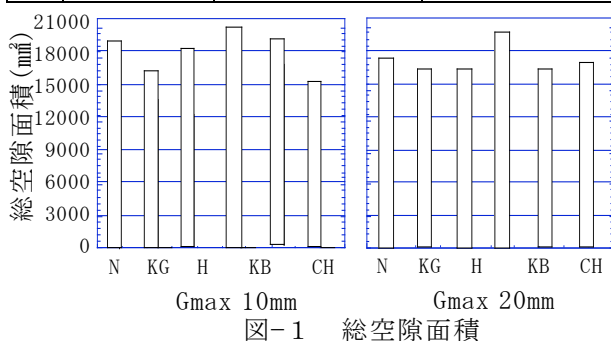


図-1 総空隙面積

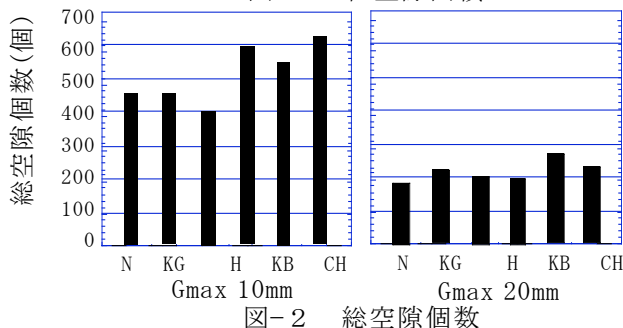


図-2 総空隙個数

3. 2 緑化実験結果

予備実験として室内緑化実験をおこなった結果、各ごみ溶融スラグは普通 PoC と同等の生長量が確認できたため、屋外にて実環境を想定した植生暴露実験をおこなった。表-4 は、測定 63 日後に刈り取った際の値を示す。植物葉の生長量としては、

室内緑化実験同様に普通 PoC と同等の生長量がみられた。種類 N の生長量を 1.0 とすると、Gmax10 mmでは、それぞれ 0.75～1.32 倍となり、Gmax20 mmでは、0.83～1.19 倍となった。植物根の生長量に関しては、種類 N の生長量を 1.0 とすると、Gmax10 mmでは、それぞれ 0.83～1.01 倍となり、Gmax20 mmでは、1.02～1.10 倍となった。骨材種類別に比較した結果、普通 PoC と同程度の生長結果が得られた。それらの結果の中で、種類 H の生長量が大きかった。それは骨材形状が他の種類と比べ丸いため、連続空隙が出来やすく、それらが葉の生長に影響を与えたと考えられる。また、生長量を骨材粒径別で比較すると Gmax20 mmのほうが生長量は大きいことから、粒径が大きいものほど連続空隙が出来やすく、生長に良い効果を与えたと考えられる。これらの結果から、いずれのごみ溶融スラグも緑化 PoC として、使用できることが確認できた。

3. 3 空隙定量化結果

図-1 および図-2 は、骨材種類別および骨材粒径別に総空隙面積および総空隙個数を表したものを示す。総空隙面積では、骨材種類別および骨材粒径別に比較した結果、ほぼ同程度の値となった。しかし、総空隙個数では、Gmax10 mmの方が Gmax20 mmに比べ、2 倍以上おおきくなる結果となった。以上のことから、1 つ当たりの空隙面積は Gmax20 mmのほうが Gmax10 mmに比べ平均 2 倍以上大きくなることがわかった。また、骨材粒径別での葉の生長量と根の生長量において、Gmax20 mmの方が Gmax10 mmに比べ、それぞれ平均 1.20 倍、1.10 倍となることから、緑化は空隙に依存していると考えられる。

4. まとめ

本研究の結果より、一部のごみ溶融スラグを使用する際、強度の面では注意が必要となるが、緑化の面では、植物の生長および PoC 内部の空隙性状から、普通 PoC とごみ溶融スラグを使用した PoC とには大きな違いがないことがわかった。したがって、本研究で用いたごみ溶融スラグを使用しても、緑化 PoC として機能を発揮できるものと考えられる。

[謝辞]

本研究を実地するに際して、溶融スラグ石材研究会には多大なるご協力をいただいた。ここに付記し、厚く御礼申し上げます。また、研究遂行にあたり、平成 20 年度東北学院大学工学部環境土木工学科 4 年菅原聡氏にはご協力をいただいた。ここに付記して感謝の意を表します。