

立命館大学
立命館大学
立命館大学

学生員
学生員
フェロー正会員

○市丸 園子
野上 翔平、湊 翔太
岡本 享久

1. はじめに

植生されたポーラスコンクリート（以下 POC）は、自然とコンクリートの共生の面から考察すると、強度および耐久性の確保は必ずしも重要でない場合が多い。その理由は、強度あるいは耐久性への配慮が、根の生育を妨げ植物を枯らしてしまうからである。従って本研究では、根の肥大で破壊する POC に注目し、当初は POC が自然現象の変化から植物を保護するが、植物の根の生育とともにその役割を終え植物の生育を促す関係を実施する。

2. 概要

本研究では、根の肥大に伴って POC が破壊するメカニズムの構築を目的とし、POC の作製に取り組む。従来の POC よりも低強度なものを目指して配合の検討を行い、物性試験によって評価した。配合は、W/C= 25%、50% および 75% の 3 水準に設定し、11 種類の POC を作製した。表 1 に使用材料を、図 1 に試験方法の構成を示す。ペースト強度試験結果の配合名については[セメント-混和剤]で示し(例：[PC-PM])、圧縮・割裂引張強度試験結果の配合名は[骨材-セメント]で表示する。(例：[G1-PC]) なお、普通ポルトランドセメントを用いた場合の混和材にはポアミックスを、それ以外のセメントを用いた場合は混和剤(ビスコトップ)と消泡剤を用いた。W/C=25%時のみ高性能減水剤を添加した。

3. 強度試験結果

図 2、図 3 および図 4 にそれぞれペーストの圧縮強度、POC の圧縮強度および割裂引張強度を示す。配合名[BC-V]と[SC-V]は、水セメント比の増加とともにペースト強度が減少する傾向を示した。骨材にスーパーソルを使用した POC の圧縮強度は全て 1.0 N/mm²以下、引張強度は全て 0.3 N/mm²以下を示し、また水セメント比による強度の相違がほぼなかった。また、配合名 [LG-PM]も低強度を示したことから、スーパーソルのような比重が小さい(0.4 程度)骨材を用いた場合、POC の全体の強度はセメントではなく骨材に依存すると考えられた。

表 1. 使用材料

材料	略記	成分・物性など
セメント	PC	普通ポルトランドセメント
	BC	高炉セメント B 種
	SC	高炉スラグ微粉末(エスメント)、
	L	消石灰(水酸化カルシウム) ※エスメントに混合する
粗骨材	G1	高槻産碎石、粒径:20~13 mm
	G2	高槻産碎石、粒径:5~13mm
	LG	人工軽量骨材(スーパーソル)、 粒径:20~13 mm、比重 0.4~0.5
混和材	PM	ポアミックス
	V	ビスコトップ

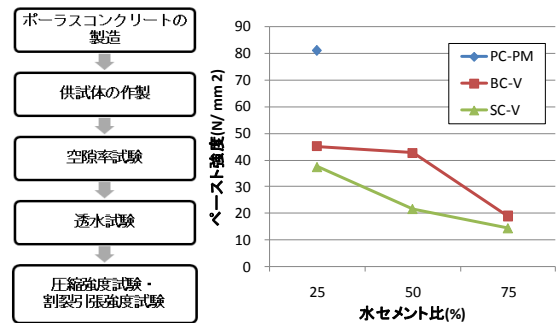


図 1. 試験方法の構成 図 2. ペースト強度試験結果

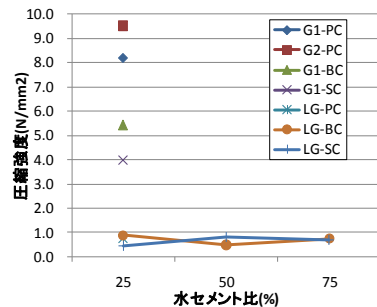


図 3 圧縮強度試験結果

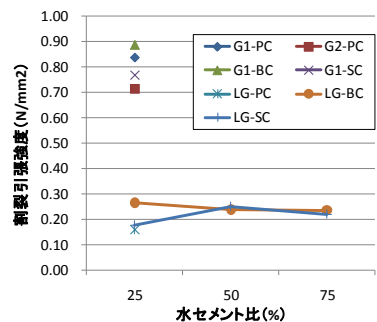


図 4. 割裂引張強度試験結果

4. POCの破壊

破壊性状を図5に示す。POCの破壊は、骨材破壊、ペースト破壊および界面破壊の3パターンに分類できる[1]。本研究の引張強度試験による破壊断面をみると、スーパーソルを用いたものは骨材破壊を生じ、普通砕石を用いたものはほとんどがペースト破壊もしくは界面破壊であると考えられた。

5. 根の肥大力でPOCが骨材破壊するモデル構築

5.1 概要

骨材破壊に限定して、根の肥大力によってPOCが破壊する場合のモデル化を行った。空隙の中を根が伸長する様子を、図6および図7の断面図に示す。根の肥大が及ぼす圧力を、内圧をうける薄肉円管と仮定して、根の肥大によって骨材破壊が起きるメカニズムについて検証した。

5.2 モデル構築

内圧を受ける薄肉円管(半径 r 、長さ L)の円周方向の引張応力 σ_θ 算出式は式(1)であり、本研究で算出した引張応力 $f_t(\text{N/mm}^2)$ は $\sigma_\theta(\text{N/mm}^2)$ に相当する値だと仮定する。表2に式(1)に代入する値を示す。

$$\sigma_\theta = P \frac{r}{t} \Rightarrow P = \frac{t}{r} \sigma_\theta \dots (1)$$

$$P'' = P \times 2\pi r \times L \dots (2)$$

骨材破壊は、ペーストが破壊する以前に骨材の破壊が起きるため t (mm) はペーストの厚さに設定した。 $L=7.5\text{mm}$ と設定すると、式(2)により P'' (N) を算出し、引張強度との関係を示したのが図8である。配合名は、[W/C-骨材-セメント]で示す。 P'' (N) は、POCが破壊する際に、長さ7.5mmの薄肉円筒の内側からかかる力である。本研究で作製したPOCは、約3.0~5.0Nの力で破壊することがわかった。

5.3 クマザサの肥大力によるPOCの破壊の推定

クマザサの地下茎の肥大力測定については石原、田中らが調べており[2]、その結果を図9に示す。これと本研究により算出した結果(図8)を比較すると、スーパーソルを骨材に用いたPOCは理論上、根の肥大力によって破壊可能であると考えられた。

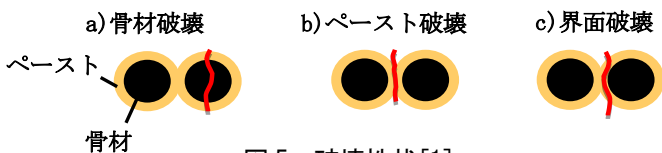


図5. 破壊性状[1]

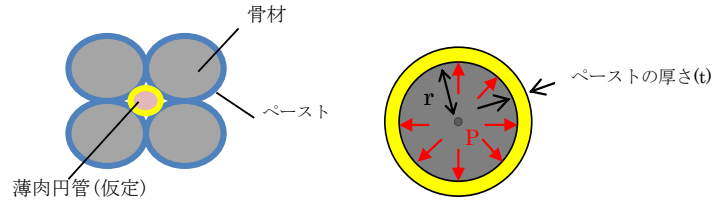


図6. 薄肉円管による骨材破壊断面図

図7. 薄肉円管の断面図

表2. モデル化に使用する物性項目

物性項目	単位	記号	設定項目	実測値	
半径	mm	r	空隙の半径	2	3
厚さ	mm	t	ペーストの厚さ	0.4	0.4
応力	N/mm ²	σ	実験結果の引張強度	-	-
内圧	MPa	p	根の圧力	-	-

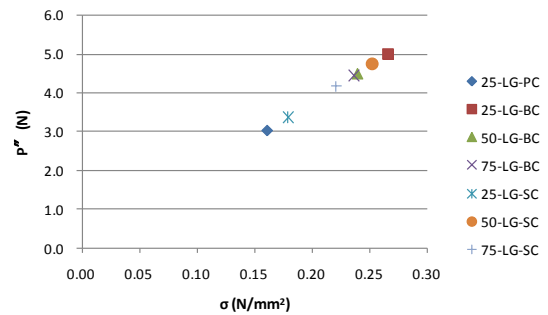


図8. P'' (N) と引張応力 σ の関係

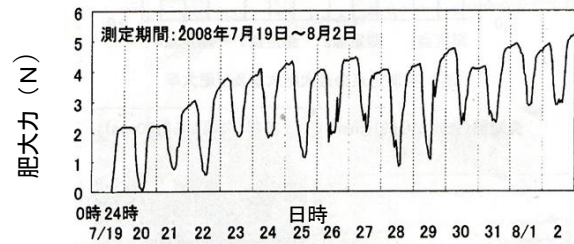


図9. 肥大力測定結果[2]

6. まとめ

比重が小さい(0.4程度)スーパーソルを骨材に用いると、POCの強度は骨材に依存し骨材破壊を生じることが確認された。また、根の肥大力を内圧がかかる薄肉円管と仮定し、根の力でPOCが破壊する場合のモデル構築を行った。その結果、本研究で作成したPOCは、クマザサの肥大力で破壊可能であることが理論上立証できた。

【参考文献】

- [1] 前川、三島ら：大粒径ポーラスコンクリートの骨材界面における付着特性に関する基礎的研究、日本建築学会大会東海支部研究報告集、第43号、2005. 2
- [2] 石原、田中：草本類植物根としてのクマザサの根の肥大量及び肥大力の測定、日本建築学会関東支部研究報告集、2008