

護岸整備用ポーラスコンクリートの耐根性試験

徳島大学 学生会員 ○源田早也佳 徳島大学 正会員 塚越雅幸
千葉工業大学 非会員 石原沙織 徳島大学 正会員 上田隆雄

1. 背景と目的

ポーラスコンクリートは連続空隙を多く持つため、植物の生育等が可能であり、近年では植生基盤材料として護岸整備等に用いられるようになった。しかし、植物の根が外力として作用することで、ポーラスコンクリートへのひび割れ発生や破壊が懸念される。そこで、本研究ではポーラスコンクリートの耐根性を、模擬根を用いた評価試験と数値シミュレーションによって検討した。

2. 耐根性試験方法の提案

2.1 模擬根による耐根性試験の概要

植物の中で根張りが強いとされる竹類は根の太さが 10 mm 程度である。そこで、実植物の根の物性と似た $\phi 10$ mm の塩化ビニールチューブを模擬根として使用した。これを図 1 に示す様に、円柱試験体 $\phi 100 \times 200$ mm の中に 1 本配置し、このチューブ内に圧力をかけ膨張させることでポーラスコンクリートに応力を発生させ、耐根性を求めた。ここでは、植物の根の肥大力に対するポーラスコンクリートの抵抗性を耐根性と定義している。なお、試験体は表 1 の調合条件で作製し、あらかじめ模擬根を挿入する空洞を設け、また油圧は 15 秒毎に 0.05 N/mm^2 かけ、ポーラスコンクリートが剥脱、または模擬根の破壊によって油圧がかけられなくなったところで試験を終了した。この時、ポーラスコンクリート表面の変形量と、模擬根の肥大力を測定した。また、今回は模擬根からポーラスコンクリート表面までの距離をかぶり厚さとし、10、25、45 mm の 3 水準で試験を行った。

2.2 模擬根による耐根性試験結果

試験後のポーラスコンクリートの剥脱状態の一例として、かぶり 10 mm の場合について写真 1 に示す。模擬根の肥大力によって模擬根直上部のポーラスコンクリートが剥脱し、露出している模擬根が確認出来る。図 2 に、ポーラスコンクリートの剥脱が生じるまでの根の肥大力と、剥脱した部分のポーラスコンクリート表面の変形量の関係を示す。模擬根直上部のポーラスコンクリートが剥脱する直前に大きな変形が見られ、ペースト部分へのクラックが発生したもののと思われる。図 3 に、ポーラスコンクリート剥脱時の模擬根の肥大力と、ポーラスコンクリートの引張強度と空隙率の関係を示す。 かぶり 10 mm の場合、作製した試験体全てでポーラスコンクリート骨材間のペーストが破壊し、

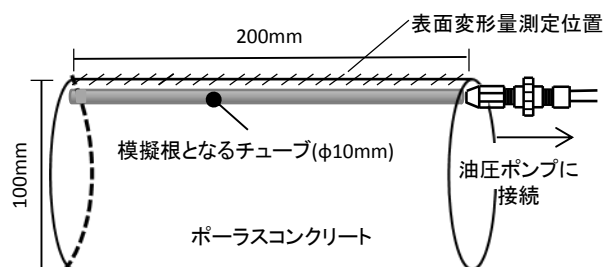


図1 模擬根による耐根性試験

表1 ポーラスコンクリートの調合表

粒径(mm)	W/C(%)	単位質量(kg/m ³)				空隙率 (%)
		W	C	G	V*	
20～13	25	84.3	337	1550	0.4	36.7
	30	109	363			43.3
		85	282			44.0
		60	201			44.2
		64	212	1800		45.1
		39	131			48.2
		15	50			51.7
5～2.5		103	342	1450		38.6

*V: 増粘剤



写真1 ポーラスコンクリートの剥脱状態

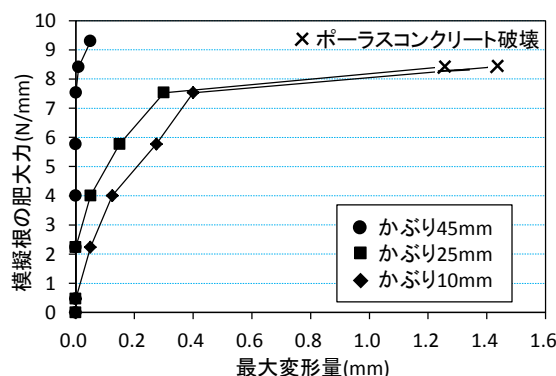


図2 剥脱するまでの模擬根の肥大力とポーラスコンクリート表面の変形量の関係

引張強度が低いほど小さい模擬根の肥大力でポーラスコンクリートが破壊した。また、かぶり 25, 45 mm となるにつれて、より高い模擬根の肥大力で剥脱した。

植物の中で根の肥大力が強いとされるクマザサの根の肥大力は約 2.7 N/mm と言われており※、本試験に用いたポーラスコンクリートにおいては、剥脱の危険性はないといえる。

3. 根の肥大力シミュレーション

耐根性試験では、ポーラスコンクリート剥脱時の模擬根の肥大力しか求めることができなかったため、シミュレーションによって剥脱に至るまでの詳しい過程を見ることとする。

3.1 解析モデル

模擬根による耐根性試験の模擬根の周りの断面を模擬し、 $\phi 10$ mm の根が、かぶり 10 mm の位置にある場合の解析モデルを図 4 に示す。解析では、根を想定した空洞部分からポーラスコンクリート方向に放射状に一定間隔で変位を作用させ、根の肥大により発生した内部応力を再現した。本シミュレーションでは、耐根性試験と同様に、ポーラスコンクリートが破壊するまで根となる部分に圧力をかけ、ポーラスコンクリート破壊時の根の肥大力を求めた。なお、解析に必要なポーラスコンクリートの諸物性は別途試験により求めている。

3.2 根の肥大力シミュレーション結果

図 5 に、耐根性試験結果と根の肥大力シミュレーション結果のポーラスコンクリート剥脱時の根の肥大力を示す。シミュレーション結果は試験結果とほぼ同様の値となっており、耐根性試験結果をよく再現していた。シミュレーションによってポーラスコンクリート内部の剥脱過程を詳しく見る事が可能である。

図 6 に、ポーラスコンクリート骨材間のペースト部分へのひび割れ発生時の根の肥大力と、ポーラスコンクリートの引張強度と空隙率との関係を示す。ひび割れ発生時の根の肥大力は、ポーラスコンクリート剥脱時の約 1/3 程度であり、かぶり 10 mm では、クマザサの根の肥大力 2.7 N/mm 前後であった。そのため、植物の根がより部材の端部で生長すると、局所的なひび割れ発生が懸念され、クマザサの根の肥大力が繰り返し作用すると、本試験で使用した試験体が剥脱する危険性があると考えられる。

4. 結論

模擬根を用いたポーラスコンクリートの耐根性試験とシミュレーションより、クマザサの根の肥大力ではポーラスコンクリートの剥脱までは至らないものの、ひび割れの発生が懸念される。

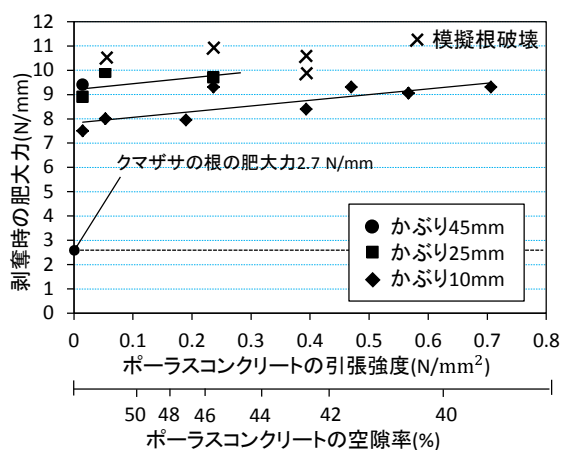


図3 剥脱時の模擬根の肥大力とポーラスコンクリートの引張強度、空隙率の関係

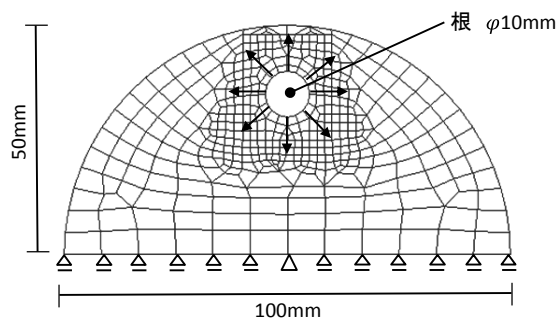


図4 かぶり10mmにおける解析モデル図

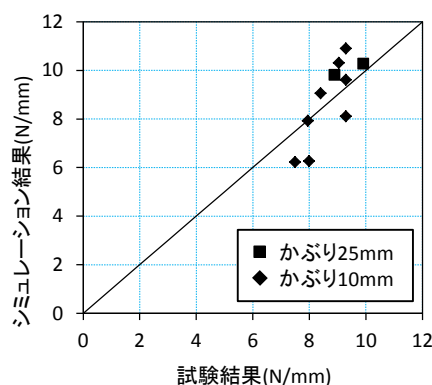


図5 試験結果とシミュレーション結果におけるポーラスコンクリート剥脱時の根の肥大力

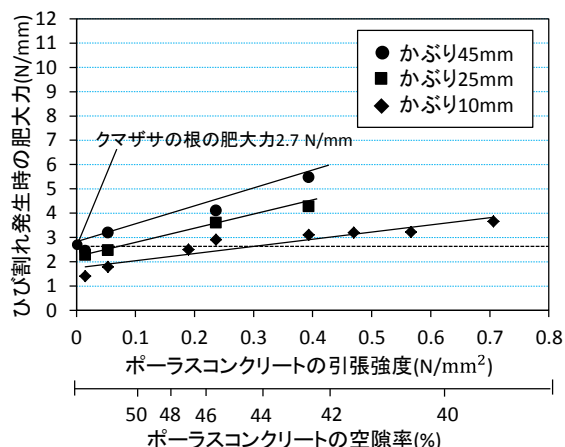


図6 剥脱時の模擬根の肥大力とポーラスコンクリートの引張強度、空隙率の関係

※石原沙織, 田中享二: 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書, 2008