

立命館大学大学院理工学研究科 学生員○森下昌彦 学生員 武田字浦
京都大学工学研究科 正会員 田中周平 立命館大学理工学部 正会員 高木宣章 正会員 児島孝之

1. はじめに

琵琶湖では、ヨシ帯全体の生態系による浄化作用が注目されている。しかし、湖岸道路の建設により護岸の水深が深く、また波浪の影響などにより植栽したヨシの活着率が低いために、より簡易で効果的なヨシの植栽手法が切望されている。本研究は、2002 年 8 月から琵琶湖湖岸で実施しているポーラスコンクリート(以下 PoC とする)によるヨシの植栽手法の有効性について、一般に行われているヤシマット工法と比較検討したものである。

2. 実験概要

表 1 に使用材料を、表 2 に PoC の示方配合を示す。PoC の目標圧縮強度を 8N/mm²、目標空隙率を 35% とした。ペーストのフロー値は、180±30mm になるように高性能 AE 減水剤量により調整した。ペーストの高強度化と pH 値の低減を目的として、結合材に対するシリカフェューム置換率を 15% とした。また、高炉セメント B 種は、pH 値低減のために使用した。

PoC の練混ぜは、生コンクリート工場の実機ミキサにより 1 バッチ 0.75m³で行った。コンクリートの打ち込みは 2 層詰めとし、各層のテーブルバイブレータによる締固め時間は 10 秒とした。供試体寸法は 590×600×150mm であり、ヨシ子株を植栽するために、4 箇所の箱抜き(φ175×150mm)を設けた。PoC 打設 2 日後に脱型し、1 週間の水中養生後にヨシの植栽を行った。植栽後約 8 週間養生した後に、2002 年 8 月に琵琶湖湖岸の実自然環境下(Biyo センター試験ヤード)に設置した。

ヨシの生育調査を表 3 に示す項目について春から秋にかけて月 1 回の頻度で行った。ヨシの波浪による流失率と成分調査、PoC からの溶出試験として pH 値の測定を行った。

表 1 使用材料

セメント(C)	高炉セメントB種、密度:3.02g/cm ³ 粉末度:3950cm ² /g、高炉スラグ混入量:40~45%
シリカフェューム(SF)	ノルウェー産粉体 密度:2.20g/cm ³ 、SiO ₂ :93.1% 粉末度:2.0×10 ⁵ cm ² /g、平均粒径:0.15μm
粗骨材(G)	5号砕石(20~13mm)、表乾密度:2.70g/cm ³ 吸水率:0.45%、実積率:57.7%
高性能AE減水剤(SP)	主成分:ポリカルボン酸系、密度:1.05g/cm ³

3. 実験結果および考察

3.1 ポーラスコンクリートの物性

PoC の標準水中養生材齢 28 日の圧縮強度は 6.93 N/mm²、曲げ強度は 1.73 N/mm² であり、目標強度を幾分下回った。しかし、供試体の運搬・設置、波浪に対する抵抗性は十分なのであった。容積法による材齢 28 日の全空隙率と連続空隙率は各々37.3%、36.7%であり、ヨシの植栽に適すると考えられる目標空隙率の 35%を満足している。

表 2 ポーラスコンクリートの

示方配合

W	C	SF	G	SP※
(kg/m ³)				(%)
46.7	177	31.2	1422	1.2

※結合材(C+SF)質量に対する百分率

3.2 ヨシの生育状況

表 3 ヨシの実験概要

図 1 にヨシ生育調査項目の増加率を示す。図の横軸、例えば 4~5 の数字は、4 月の値に対する 5 月の増加率を示す。4 月から 5 月の株内平均茎個体数と株内最長高さの増加率は PoC による方法とヤシマット工

試験項目	内容
ヨシの生育調査	ヨシ茎個体数、株内最長ヨシ高さ、最長ヨシの茎径
ヨシの流失率調査	流失した株数の測定
ヨシの根の伸長調査	コンクリート中の根の乾燥質量、湿潤質量の測定
ヨシの成分調査	乾燥質量、湿潤質量、リンの分析、窒素の分析
ポーラスコンクリートの環境影響評価	pH試験

Masahiko MORISHITA, Naho TAKEDA, Syuuhei TANAKA, Nobuaki TAKAGI, Takayuki KOJIMA

法とも大きい。これは、ヨシが一般に地下茎で越冬後、3～4 月頃に新芽を出し、盛夏に向けて急速に成長するためである。PoC を用いた方法は、ヤシマット工法とヨシの生育状況(ヨシの茎個体数、茎径、高さ等)は同等であった。

3.3 ヨシの流失率

枯渇したヨシも含めた流失率は、PoC を用いた方法が 168 株中 14 株で 8%、ヤシマット工法は 21 枚中 3 枚で 14%であった。波浪によるヨシ根元の洗掘による流失を防止するために、琵琶湖では一般に消波ブロックなどの構造物がヨシ帯周辺に設置されていることが多い。しかし、PoC を用いた方法では、設置位置の地盤高さの変動が少ないとともに、ヨシの流失率がヤシマット工法より小さく、波浪による流失に対する施設が不要で効果的であることが確認できた。

3.4 ヨシの根の成長度

表 4 に、琵琶湖へ設置した PoC 供試体中に成長したヨシの根の質量を実験室で植栽した供試体とともに示す。大きな地下茎は、供試体箱抜き部の地面に伸長して活着し、茎径も太く順調に生育していることを確認した。比較的小さな地下茎は、PoC 供試体中に網の目状に伸びており、35%の空隙率を確保すればヨシの根の成長に悪影響を及ぼさないものと考えられる。また、PoC 中あるいは表面に貝や虫などの水生生物が確認されたので、これらの生態系に PoC は悪影響を及ぼしていない。実験室屋外のコンテナ中に植栽し 3 年経過したヨシの根質量と比較すると、琵琶湖へ設置した供試体のものは小さい。これは、実験室では波浪の影響を受けず、植栽期間が長いためであり、琵琶湖に設置した PoC 供試体のヨシは順調に生育しているものと考えられる。

3.5 ヨシの成分分析・pH 値

図 2 にヨシの窒素とリン含有率を示す。測定年度により含有量に変動はあるものの、植栽方法による相違は少ない。2002 年度の値が小さいのは琵琶湖が渇水したため、ヨシの生育が不良であったためと考えられる。窒素・リンなどの吸収作用がヨシにあるため、水質浄化作用が期待される。

図 3 に PoC からの溶出液の pH 値を示す。PoC の水中養生期間が長くなると、pH 値は低下している。しかし、琵琶湖の環境基準である 8.5 以下を満足していないので、水中養生期間を長くするなどの対応が必要である。

4 まとめ

PoC によるヨシの植栽は、波浪などによるヨシの流失が少なく、簡易で有効な方法である。実環境の琵琶湖では、年による水位、風速、気温などの変動があるため、より長期の生育調査を継続することが必要である。

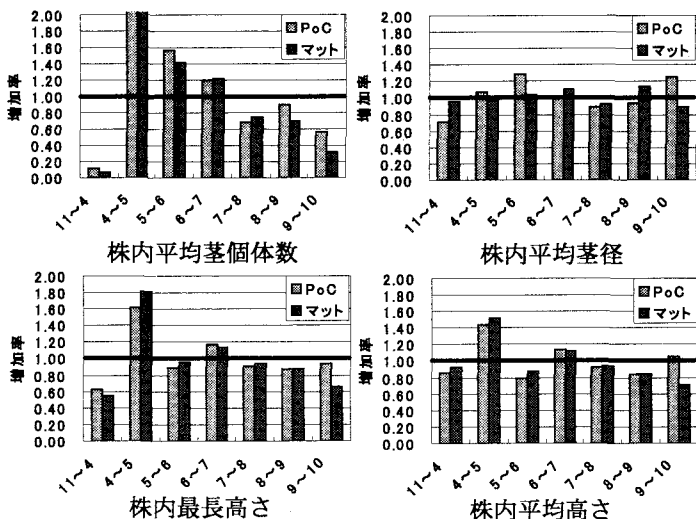


図 1 生育調査の各項目における増加率の変化

表 4 ヨシの根の乾燥・湿潤質量

	湿潤質量(g)	乾燥質量(g)
琵琶湖供試体1	79.6	14.9
琵琶湖供試体2	61.4	11.7
実験室供試体	490.4	120.0

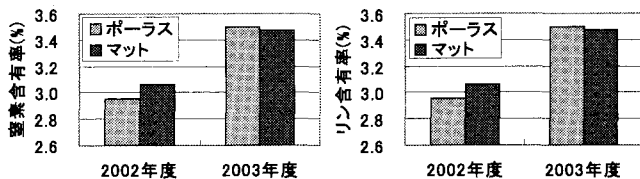


図 2 ヨシの成分分析結果

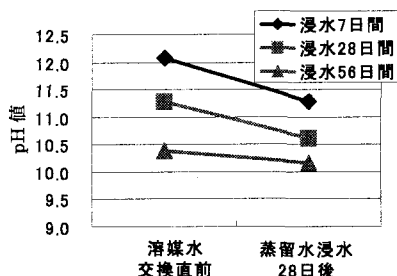


図 3 pH 試験結果